



بررسی روابط آستانه شیب- مساحت و مؤلفه‌های مهم بارندگی با حجم فرسایش آبکندی با استفاده از GIS (مطالعه موردی: حوضه آبخیز بدره- ایلام)

یداله مهدوی^{۱*}، محمد کاظمی^۲، پیمان رضائی^۳، فرهاد نورمحمدی^۴

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان

۲. دانش آموخته کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان

۳. استادیار، زمین‌شناسی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان

۴. کارشناس ارشد آبخیزداری، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری، استان ایلام

مشخصات مقاله

پیشینه مقاله:

دریافت: ۲ مرداد ۱۳۹۰

پذیرش: ۴ آذر ۱۳۹۰

دسترسی اینترنتی: ۵ دی ۱۳۹۰

واژه‌های کلیدی:

فرسایش آبکندی

حوضه زهکشی

بدره

استان ایلام

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی رابطه آستانه شیب- مساحت و مؤلفه‌های بارندگی شامل مقدار، شدت و مدت با حجم فرسایش آبکندی برای انواع آبکند در حوضه آبخیز بدره، واقع در استان ایلام انجام شد. در این مطالعه با شناسایی مناطق آبکندی و طبقه‌بندی آن‌ها به سه دسته خطی، پنجه‌ای و جبهه‌ای، ویژگی‌های حوضه زهکشی آبکندها شامل شیب و مساحت، بررسی شد و رابطه بین حجم فرسایش آبکندی و خصوصیات حوضه زهکشی با استفاده از نمودارهای لگاریتمی بررسی گردید. همچنین، رابطه بین مؤلفه‌های مهم بارش و حجم فرسایش آبکندی تعیین گردید. نتایج نشان داد که اراضی با شیب ۲ تا ۵ درصد، به عنوان کلاس شیب بحرانی از نظر آستانه توپوگرافی و فیزیوگرافی نسبت به سایر کلاس‌های شیب برای رخداد فرسایش آبکندی می‌باشد. از سوی دیگر ضریب همبستگی مقادیر بین سطح حوضه زهکشی بالادست هر آبکند (A) و حجم فرسایش آبکندی (V)، که با تحلیل گر آماری SPSS تعیین شد، نشان‌گر وجود رابطه ضعیف یا عدم وجود رابطه معنی‌دار (ضریب همبستگی کمتر از ۰/۵) بین دو پارامتر فوق بوده و یا به عبارتی سطح حوضه زهکشی آبکندها تأثیری در تغییر حجم فرسایش از آبکندها ندارد. همچنین از میان پارامترهای مهم بارندگی، پارامتر مقدار بارندگی با ضریب تبیین ۰/۸۷۱ به عنوان تأثیرگذارترین عامل شناخته شد.

*yadollah_mahdavi@yahoo.com: پست الکترونیکی مسئول مکاتبات

مقدمه

موقت زودگذر در هنگام بارندگی و مقدار زیاد رسوب است که با وسایل کشت و زرع قابل شخم نمی‌باشد. آبکندها در اراضی کم‌شیب و مسطح ایجاد می‌شوند، دارای سرکنی (Hedcut) بوده، در سازندهای دارای املاح قابل محلول و بارش ۲۴ ساعته بیش از ۱۰ میلی‌متر (مناطق خشک، نیمه‌خشک و نیمه‌مرطوب) حادث می‌شوند، بنابراین نیروی هیدرولیک و مکانیک آب نیز با اهمیت می‌باشد. بر اساس تحقیقات انجام شده سهم تولید رسوب فرسایش آبکندی نهد برابر فرسایش پاشمانی و پنجاه برابر فرسایش سطحی است و این حجم زیاد رسوب باعث پر شدن سدها و دیگر سازه‌های آبی و از بین رفتن کیفیت آب‌های سطحی می‌شود (۱۴). مناطق خشک و نیمه‌خشک از نظر تشکیل آبکندها مهم‌تر می‌باشند، زیرا در این مناطق بارش رگباری است که عامل موثری در ایجاد رواناب است، همچنین تبخیر شدید سبب می‌شود که املاح فراوان در اراضی مسطح باقی بماند و در نتیجه عمل انحلال سریعتر صورت گرفته و آبکندها به وجود می‌آید (۱۱). آرچی بولد و همکاران (۱۴) در مطالعات خود خصوصیات مورفومتریک آبکندها را از سال ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۰ در کانادا مورد پایش قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که لبه بالایی پیشانی آبکندها تقریباً ۱ تا ۲/۷ متر در سال پیشروی داشته است. این پیشروی رابطه نزدیکی با رژیم بارش فصلی داشته و در دو زمان ریزش رگبارهای سنگین تابستانه و هم چنین یخ و ذوب شدن جریان‌های زیرسطحی در هنگام ذوب برف اتفاق افتاده است. مفهوم آستانه برای فرسایش آبکندی به وسیله رواناب سطحی برای اولین بار توسط هورتون در سال ۱۹۴۵ بیان گردید و پس از آن در مطالعات اسکام در سال ۱۹۷۵ این مفهوم تکمیل گردید (۲). ویلسون و همکاران (۲۳) با بررسی تاثیر رواناب بر فرسایش آبکندی در اندونزی نتیجه گرفتند که تحت شرایط جریان لوله‌ای (Pipe Flow) رواناب، میزان هدررفت خاک تقریباً ۲۰ برابر هدررفت خاک ناشی از فرسایش سطحی بوده است. در صورتی که جریان زیرسطحی نیز وجود داشته باشد، اقدامات حفاظت خاک مؤثر بر شرایط رواناب سطحی به تنهایی برای حفاظت خاک کافی نیست. نتایج سلیمان‌پور و همکاران (۶) در فارس مؤید این نکته است که در بالغ بر پنجاه درصد از اقلیم‌های دارای فرسایش آبکندی

سالانه هزاران تن مواد جامد از سطح حوزه‌های آبخیز توسط عوامل فرساینده شسته شده و از محلی به محل دیگر انتقال می‌یابد. این جابجایی در نتیجه فرسایش، منابع آب و خاک را محدودتر می‌کند و مشکلات اقتصادی و اجتماعی حتی در سطح بین‌المللی پدید می‌آورد. رسوب به عنوان یکی از منابع آلوده‌کننده رودخانه‌ها می‌باشد که در نتیجه این آلودگی باعث به خطر افتادن حیات آبیان، برهم‌زدن تعادل اکولوژیک رودخانه‌ها و همچنین کاهش عمر مفید سدها می‌شود (۷). طبق برآورد سازمان خوار و بار جهانی در سال ۱۹۸۰ میلادی بیش از ۵۶ میلیون هکتار از اراضی ایران در معرض خسارت ناشی از فرسایش آبی بالاتر از ۱۰ تن در هکتار در سال بوده است (۴). نتایج حاصل از ارزیابی عرب‌خداری (۹) با استفاده از داده‌های بیش از ۲۰۰ ایستگاه رسوب‌سنجی مؤید فرسایش بیش از ۱/۴ میلیارد تن در سال است. آبکندها مرحله توسعه یافته فرسایش شیاری و ادامه سرکنی رأس آن (Hedcut) می‌باشد که اغلب در پایین‌دست (قسمت‌های مسطح) ناهمواریهای مارنی و در مناطقی که کاهش شیب وجود دارد و به دشت سر یا دشت می‌رسد، ایجاد می‌شود (۱). خندق یا آبکندها یک کانال فرسایشی بریده شده و روباز می‌باشد که آب در طول مدت زمان بارندگی و یا بعد از آن جاری می‌شود و عمق آنها بیش از ۳۰ سانتی‌متر می‌باشد (۳). فرسایش آبکندی از اشکال پیشرفته و بحرانی فرسایش آبی است که دلالت بر تلفات خاک سطحی و زیرسطحی دارد. این نوع فرسایش از نظر تولید رسوب نسبت به فرسایش سطحی از اهمیت بیشتری برخوردار است، به طوری که قادر است علاوه بر مشکلاتی که در محل فرسایش و خارج از آن ایجاد می‌کند تا ۵۰ برابر بیشتر رسوب تولید کند (۲۲). طبق تعریف پوسن (۲۰) آبکندها یک کانال با کناره‌های دارای شیب تند و یک پیشانی فرسایشی پرشیب و فعال است که بوسیله فرسایش ناشی از جریان متناوب (معمولاً در طی وقوع باران‌های شدید و یا پس از آن) ایجاد گردیده است. مکانیسم فرسایش آبکندی جدا از سایر اشکال فرسایش آبی است و معمولاً در اراضی کم‌شیب شدت فرسایش آبکندی چندین برابر اراضی شیب‌دار است (۱۰). قدیری (۱۱) معتقد است آبکندها آبراهه نسبتاً دائمی با جریان

وتخریبات دیگر با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور قابل توصیف و ارزیابی است (۱۲). از طرفی برخی از دانشمندان از جمله پوسن (۲۰) مساحت حوزه زهکشی هر آبکند در ایجاد آبکند را به واسطه کنترل شیب بحرانی مورد نظر در مناطق مختلف جهان مهم ارزیابی نموده‌اند. برخی دیگر از محققین به بررسی فرآیند تولید رسوب ۳ آبکند در مناطق هزاردره‌ای آبخیزی در فرانسه پرداختند. آنها میزان فرسایش خاک و بارندگی سالانه را به ترتیب ۱۹۰ تن در هکتار و میلی‌متر گزارش کرده است و رابطه‌ای را نیز به منظور برآورد مقدار تولید رسوب بر اساس شاخص انرژی جنبشی مؤثر ارائه دادند (۱۵).

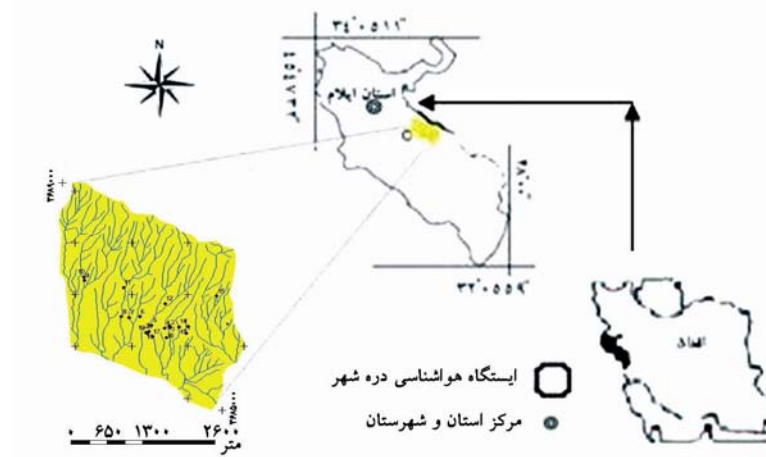
هدف از این تحقیق بررسی روابط برخی از عوامل فیزیوگرافی حوزه مورد مطالعه (مساحت-شیب) و عوامل اقلیمی (خصوصیات بارندگی)، با حجم فرسایش آبکندی است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه که حوضه آبخیز بدره، با مساحت ۹۴۰/۵۹ هکتار و محیط ۱۲/۸۹ کیلومتر در استان ایلام، شهرستان دره‌شهر، بخش بدره بوده و از نظر موقعیت جغرافیایی حوضه بین ۴۴° ۵۷' تا ۴۶° ۲۹' ۱۱" طول شرقی و از ۱۸° ۱۲' تا ۳۳° ۲۰' ۶" عرض شمالی واقع شده است. حداکثر ارتفاع حوضه مورد مطالعه از سطح دریا ۱۵۸۴/۶۸ متر در ارتفاعات، حداقل حوضه ۹۷۱ متر در خروجی آن و شیب متوسط وزنی ۱۶/۷۴ درصد می‌باشد. میانگین دمای سالانه در منطقه بدره ۱۵/۸۵ درجه سانتیگراد، اقلیم منطقه با استفاده از روش دومارتن اصلاح شده نیمه‌خشک سرد و بیشینه دما ۴۲ درجه سانتیگراد و کمینه آن ۶- درجه سانتیگراد می‌باشد. همچنین این حوضه دارای بارندگی حداکثر سالانه ۵۲۷ میلی‌متر و حداقل ۳۰۷ میلی‌متر و میانگین بارندگی سالانه آن ۴۲۳/۲ میلی‌متر با ضریب تغییرات بارندگی ۱۶/۳۹ درصد می‌باشد. شکل (۱) نمای کلی موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

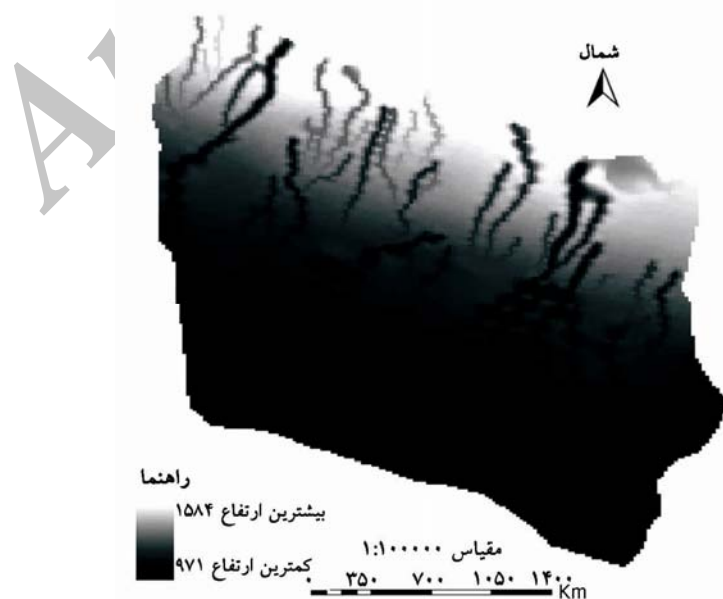
استان فارس، فرآیند هیدرولوژیک زیرسطحی (Sub Surface Hydrologic) سبب گسترش آبکندها شده که دلیل آن را می‌توان وضعیت فقیر پوشش گیاهی، بافت خاک، کاربری نادرست اراضی و سازندهای زمین‌شناسی مارنی فرسایش‌پذیر و مستعد پدیده انحلال در استان فارس دانست. راهی (۵) در تحقیقی علل تشکیل آبکند در بندر گناوه را مورد مطالعه قرار داده است. ایشان عنوان می‌کند یکی از دلایل آبکندی شدن، مقدار املاح فراوان در خاک منطقه است. با توجه به تحقیقات وی، بیشتر آبکندها در سازندهای دوران چهارم، در شیب‌های کمتر از ۵ درصد، در زمین‌های حاصلخیز کشاورزی با بافت متوسط قرار داشته‌اند و ۹۰ درصد رگبارهای منطقه مورد مطالعه ایشان با شدت بارندگی بیش از ۱۰ میلی‌متر در ساعت به وقوع پیوسته است. شیب مناطق آبکندی از دیگر عوامل مؤثر در فرسایش آبکندی می‌باشد. مارتینز کازانوواس و همکاران (۱۹) با استفاده از عکس‌های هوایی ۱:۵۰۰۰ تا ۱:۷۰۰۰ و رگسیون لجستیک در دو دوره زمانی ۷ و ۲۰ ساله به بررسی فرآیند ریزش دیواره آبکندها در اسپانیا پرداختند و نشان دادند که درجه شیب دیواره آبکند عامل اصلی کنترل‌کننده ریزش دیواره آبکندها بوده است. نتایج تحقیقات لک و همکاران (۱۸) نشان داد آبکندها بخش عمده رسوب حوزه را تولید می‌کنند و الگوی دبی رسوب از بارندگی تبعیت می‌کند. تلاش‌های به عمل آمده در زمینه ارتباط ایجاد آبکند با تغییرات عوامل خارجی (Extrinsic)، اقلیم و کاربری اراضی کاملاً موفق نبوده است، زیرا عکس‌العمل هر یک از آبکندها تحت فرآیند خاص و منحصر به فرد خود به وجود آمده‌اند. تغییر کاربری که یکی از عوامل اصلی ایجاد و توسعه مکانیسم فرسایش آبکندی است ممکن است در اثر عواملی نظیر خشکسالی، آتش‌سوزی، سیلاب، فعالیت‌های آتشفشانی و فعالیت‌های انسانی مانند چرای مفرط دام، گسترش شهرها، تبدیل اراضی کشاورزی و مدیریت منابع طبیعی ایجاد شود و معمولاً در دو شکل تبدیل (Conversion) و تغییر (Change) اتفاق می‌افتد. تبدیل کاربری (جنگل‌زدایی، گسترش شهرها و اراضی کشاورزی) بطور مستقیم با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای قابل ارزیابی است. ولی تغییرات ناشی از چرای مفرط دام، بوه‌کنی



شکل ۱. موقعیت حوضه آبخیز مورد مطالعه در استان ایلام و نقشه ایران

همچنین در این مطالعه برای تعیین مساحت حوضه زهکشی بالادست هر آبکند در نرم‌افزار ArcGis با توجه به لایه‌های توپوگرافی، آبراهه و موقعیت هر آبکند، مرز حوضه زهکشی هر آبکند بسته شد و مساحت آنها در این نرم‌افزار بدست آمد. برای تطبیق مرز حوضه‌های زهکشی با واقعیت زمینی از توانمندی بین نرم‌افزارهای ArcGis و GoogleEarth به شکل KM Layer استفاده شد. لازم به ذکر است که چون حوضه مورد مطالعه غیرهیدرولوژیک بوده دارای یک خروجی واحد نیست. برای تعیین شیب حوضه زهکشی نقشه DEM با الگوریتم TPSS و با دقت ۱۰ متر تهیه و سپس شیب حوضه زهکشی آبکندها تعیین گردید (شکل ۲).

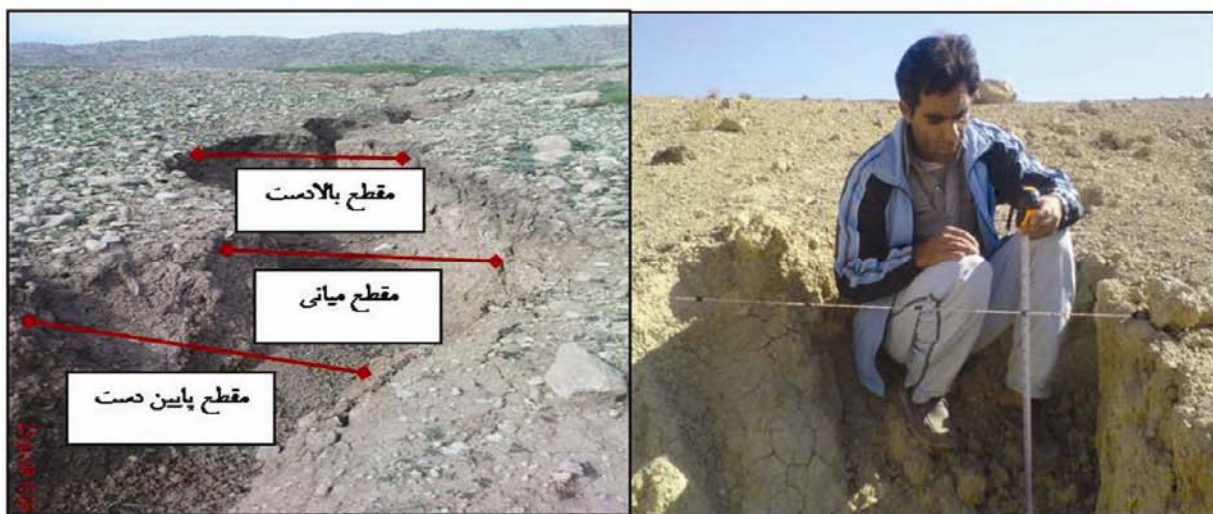
در این تحقیق، ابتدا آبکندهای انتخابی بر اساس پلان عمومی، به سه کلاس جبهه‌ای، خطی و پنجه‌ای تقسیم شدند (۱۴). آبکندها در حوضه مورد مطالعه به صورتی انتخاب گردیدند که معرف سطح کل حوضه باشد. از هر نوع آبکند حداقل سه آبکند در مرحله تشکیل (Initiation) و سه آبکند نیز در مرحله گسترش (Development) و در مجموع ۲۰ آبکند انتخاب گردید. سپس خصوصیات حوضه زهکشی هر آبکند شامل مساحت و شیب آبکندها با نرم‌افزار GIS تهیه شد. موقعیت آبکندها ابتدا روی نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ تهیه و سپس با استفاده از دستگاه GPS با دقت ۳ متر کنترل و اصلاح گردید و نقشه نقطه‌ای در محیط GIS تهیه شد.



شکل ۲. نقشه رقومی ارتفاعی (DEM) حوضه با قدرت تفکیک ۱۰ متر

(Tallweg) آن مقطع انتخاب شد، سطح مقطع، ارتفاع رأس، و میزان عقب‌نشینی پیشانی آبکند (رأس)، به کمک نخ با فواصل مدرج ۲۵ سانتی‌متری و نصب‌شده روی پیکه‌ها اندازه‌گیری گردید. به این صورت که نخ مدرج به پیکه‌های چوبی دو طرف آبکند و مربوط به هر مقطع مطابق شکل ۳ بسته شد و سپس در فواصل ۲۵ سانتی‌متری با استفاده از متر نواری، عمق مقطع اندازه‌گیری و ثبت گردید (۲۱).

در مرحله‌ی بعد برای هر آبکند سه مقطع بالادست، میانی و پایین‌دست تعیین و مقاطع مورد نظر با پیکه‌های چوبی نصب شده در طرفین مقطع، مشخص گردید. مقاطع به گونه‌ای انتخاب شدند که فاصله بین مقاطع تقریباً برابر باشد. طول متوسط مقاطع انتخاب شده برای هر آبکند بین ۲ تا ۳ متر متغیر بود. سپس فاکتورهای مختلف شکل‌شناسی آبکندها مثل عرض بالا و پایین، عمق هر مقطع (عمق مقطع در خط‌القعرب



شکل ۳. تعیین و اندازه‌گیری مقاطع مختلف آبکند

مساحت حوضه زهکشی آبکندها با حجم فرسایش آبکندی، با استفاده از نمودار لگاریتمی در نرم‌افزار Excel تهیه و سپس با نرم‌افزار SPSS تجزیه و تحلیل شد.

به منظور بررسی نقش عوامل بارندگی در تولید فرسایش پذیری آبکندها ۲۳ رگبار در طول مدت مطالعه از آذرماه ۱۳۸۸ تا اردیبهشت ۱۳۸۹ به وقوع پیوسته که منجر به تولید رواناب و طبعاً انتقال رسوب در آبکندهای مورد مطالعه شدند. اطلاعات مربوط به رگبارهای ثبت شده به طور خلاصه در جدول (۲) و شکل (۴) آورده شده است.

ماتریس همبستگی بین پارامترهای مختلف بارش و حجم فرسایش آبکندی ناشی از رگبارها در جدول (۳) آورده شده است.

علاوه بر این فاصله مقطع بالادست تا پیشانی آبکند نیز اندازه‌گیری و ثبت شد. فاصله مقطع بالادست تا پیشانی بعد از هر رگبار تغییر می‌کرد و به عقب‌نشینی پیشانی آبکند تعمیم داده شد. قابل ذکر است که مقاطع رسم شده در محیط نرم‌افزار اتوکد (Autocad) و با استفاده از توانمندی آن رسم شد. در جدول شماره (۱) انواع آبکند، شیب، مساحت و حجم فرسایش آبکندی هر یک به ترتیب آورده شده است.

در نهایت، اطلاعات ثبت شده در محیط اتوکد (Autocad) ترسیم و پلان مقطع مورد نظر تعیین شد و در پلان عمومی هر مقطع طولانی‌ترین خط عمودی که عرض بالا و تالوگ را به هم وصل می‌کند حداکثر عمق آن را نشان می‌دهد. مساحت هر یک از مقاطع بعد از هر رگبار ترسیم و محاسبه شد. تحلیل اطلاعات به منظور بررسی ارتباط بین شیب و

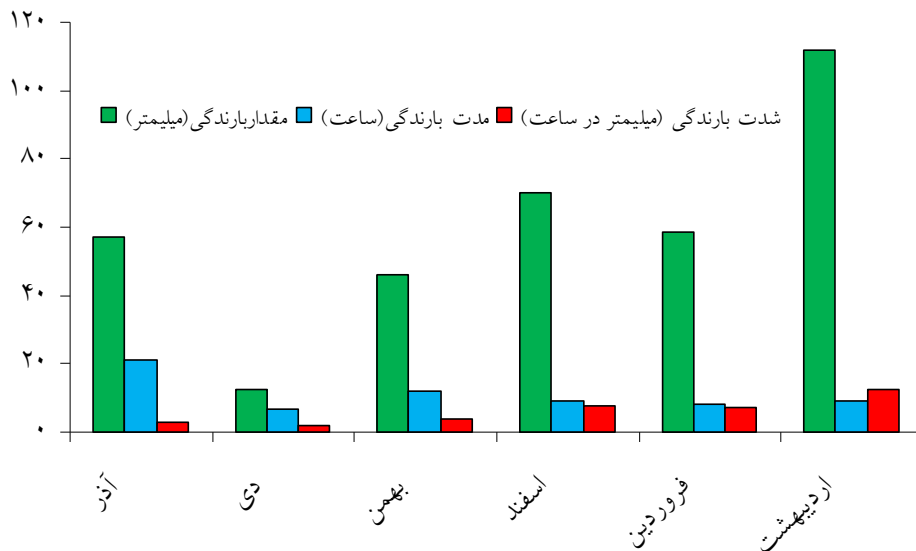
جدول ۱. مشخصات عمومی آبکندهای انتخابی

شماره آبکند	نوع آبکند	شیب (%)	مساحت بالادست (ha)	حجم آبکند قبل رگبارها (m ³)	حجم آبکند بعد رگبارها (m ³)	حجم فرسایش آبکندی (m ³)*
۱	جبهه‌ای	۵	۲	۲/۱۱	۲/۳۶۹	۰/۲۵۹
۲	خطی	۵	۱/۲	۱۷/۴۸۵	۱۸/۳۴۹	۰/۸۶۴
۳	خطی	۵	۱/۶	۳/۸۳۵	۳/۸۷۴	۰/۰۳۹
۴	پنجه‌ای	۵	۲/۱	۱/۵۶۳	۱/۲۷۵	-۰/۲۸۸
۵	خطی	۵	۲/۳	۰/۳	۰/۳۳۹	۰/۰۳۹
۶	خطی	۶	۲/۵	۸/۳۶	۸/۸۶۶	۰/۵۰۶
۷	خطی	۶	۲/۵	۷/۳۹	۶/۸۱۴	-۰/۵۷۶
۸	جبهه‌ای	۶	۲	۴/۱۵۵	۴/۴۷۸	۰/۳۲۳
۹	خطی	۳	۱/۳	۹/۰۹۷	۱۱/۱	۲/۰۰۳
۱۰	خطی	۳	۱/۶	۶/۲۱۷	۶/۸۳۴	۰/۶۱۷
۱۱	خطی	۴	۲/۱	۰/۸۴	۱/۰۵۳	۰/۲۱۳
۱۲	خطی	۴	۱/۸	۱/۳۵۱	۱/۱۶۱	-۰/۱۹
۱۳	جبهه‌ای	۴	۱/۷	۱/۵۸۹	۱/۷۳۵	۰/۱۴۶
۱۴	پنجه‌ای	۴	۲	۱/۲۲۷	۱/۴۸۷	۰/۲۶
۱۵	جبهه‌ای	۶	۲/۶	۹/۳۹۱	۱۳/۰۵۳	۳/۶۶۲
۱۶	پنجه‌ای	۳	۱/۶	۱/۲۲۱	۲/۰۶۵	۰/۸۴۴
۱۷	جبهه‌ای	۳	۱/۸	۲/۶۶۹	۴/۳۸۳	۱/۷۱۴
۱۸	جبهه‌ای	۴	۱/۱	۵/۸۹۲	۵/۷۸۹	-۰/۱۰۳
۱۹	پنجه‌ای	۴	۱/۳	۵/۶۴۹	۵/۳۰۳	-۰/۳۴۶
۲۰	پنجه‌ای	۴	۱/۲	۳/۰۹	۳/۴۹۲	۰/۴۰۲
مجموع حجم						۱۰/۳۸۸
مجموع						۱۰۳/۸۱۹
مجموع						۹۳/۴۳۱

* علامت منفی نشان‌دهنده کاهش حجم و رسوبگیری آبکند بعد از رگبارها می‌باشد.

جدول ۲. خصوصیات رگبارهای اندازه‌گیری شده در مدت شش ماه

ماه	تعداد رگبار در ماه	مقدار (mm)	مدت (h)	شدت (mm/h)	مجموع حجم فرسایش آبکندی (m ³)
آذر ۸۸	۴	۵۶/۹	۲۱	۲/۷	۱/۱۶۹
دی ۸۸	۲	۱۲/۵	۶/۶	۱/۸۹	۱/۰۵
بهمن ۸۸	۵	۴۶/۲	۱۲/۱	۳/۸۱	۱/۴۸۷
اسفند ۸۸	۳	۷۰/۳	۹/۲	۷/۶۴	۱/۲۱۳
فروردین ۸۹	۵	۵۸/۴	۸/۲	۷/۱۲	۲/۱۷۶
اردیبهشت ۸۹	۴	۱۱۱/۷	۹	۱۲/۴۱	۳/۲۹۳



شکل ۴. نمودار شدت-مدت و مقدار رگبارهای به وقوع پیوسته در طول مدت اندازه‌گیری

جدول ۳. ضرایب همبستگی عوامل بارندگی و حجم فرسایش آبکندی

متغیر	همبستگی
مقدار بارندگی	*۰/۸۷۱
مدت	-۰/۲۸
شدت	۰/۸۰۱

* معنی‌داری در سطح اعتماد ۰/۹۵

می‌باشد. نتایج حاصل از تحلیل رگرسیون چند متغیره بین متغیرهای مستقل بارندگی و حجم فرسایش آبکندی در آبکندهای مورد بررسی در رابطه (۱) آمده است.

همانگونه که در جدول ماتریس همبستگی آورده شده است، مهم‌ترین پارامترهای مؤثر بارش در تولید حجم فرسایش آبکندی در منطقه مورد مطالعه مقدار و شدت بارندگی

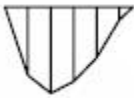







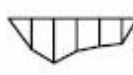


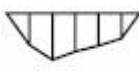



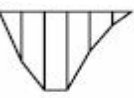
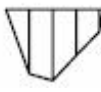
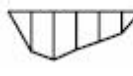
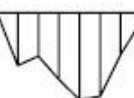


$$V = ۰/۰۳۵(P) + ۰/۵(I) + ۰/۰۹۸(T) - ۰/۲۴۱, R = ۰/۸۷۱, R^2 = ۰/۷۶, Sig = ۰/۰۳$$

[۲]

اندازه‌گیری‌های اولیه قبل از وقوع رگبارها انجام گرفت، بعد از وقوع رگبارها، که شش ماه به صورت پراکنده بارندگی وجود داشت، مجدداً این پارامترها اندازه‌گیری و ثبت گردید. مقدار بارندگی، شدت بارندگی، و مدت بارندگی رگبارها در طول این دوره زمانی شش ماهه که منجر به ایجاد رواناب شده بود، انتخاب گردید (یک نمونه از مقاطع اندازه‌گیری شده از آبکندها با نرم‌افزار اتوکد (Autocad) ترسیم و در جدول (۴) آورده شده است).

که در این رابطه؛ V حجم فرسایش آبکندی تولیدی به متر مکعب، P مقدار بارندگی به میلی‌متر، I شدت رگبار به میلی‌متر بر ساعت و T مدت بارندگی به ساعت می‌باشد. در مرحله بعد تعیین اختلاف مساحت مربوط به هر مقطع پس از وقوع چند رگبار محاسبه، سپس میانگین اختلاف سطح دو مقطع کناری در فاصله بین آن دو ضرب شده و به حجم هدررفت خاک ناشی از فرسایش آبکندی طی رگبارهای مذکور نسبت داده شد. مجموعاً در طول این مطالعه که

جدول ۴. نمونه‌ای از ترسیم مقاطع اندازه‌گیری شده آبکندهای حوضه مورد مطالعه با نرم‌افزار اتوکد (Autocad)

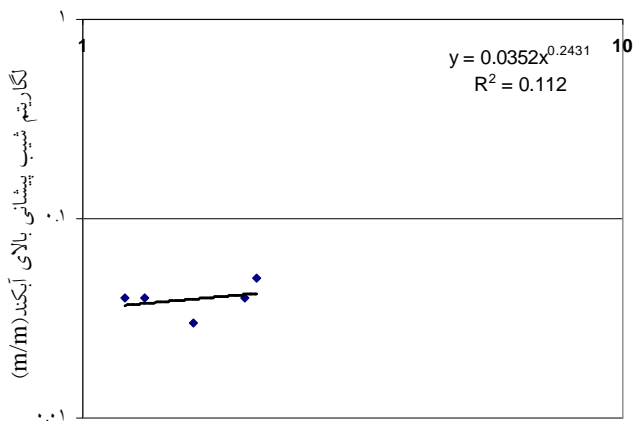
مقطع پایین دست	مقطع میانی	مقطع بالادست	
 $A=7980 \text{ cm}^2$	 $A=5750 \text{ cm}^2$	 $A=4383 \text{ cm}^2$	پیش از رگبار
 $A=8755.5 \text{ cm}^2$	 $A=5924 \text{ cm}^2$	 $A=4967.5 \text{ cm}^2$	ماه اول
 $A=7940 \text{ cm}^2$	 $A=5275.5 \text{ cm}^2$	 $A=4217 \text{ cm}^2$	ماه دوم
 $A=8032.5 \text{ cm}^2$	 $A=5315 \text{ cm}^2$	 $A=4607.5 \text{ cm}^2$	ماه سوم
 $A=8560 \text{ cm}^2$	 $A=5262.5 \text{ cm}^2$	 $A=4896 \text{ cm}^2$	ماه چهارم
 $A=8664 \text{ cm}^2$	 $A=5273 \text{ cm}^2$	 $A=4764.5 \text{ cm}^2$	ماه پنجم
 $A=11458.75 \text{ cm}^2$	 $A=5535 \text{ cm}^2$	 $A=5400.5 \text{ cm}^2$	ماه ششم

نتایج و بحث

میزان شیب زمین کاسته می‌شود و هنگامی که رواناب سطحی در تولید رسوب مؤثر باشد، سبب افزایش عرض بالای آبکند می‌شود.

برای آبکندهای خطی بین مساحت و شیب رابطه توانی مثبت برقرار شده است (شکل ۵). همچنین در شکل ۶ این رابطه برای آبکندهای نوع جبهه‌ای مثبت ارزیابی شده است ولی از ضریب همبستگی پایین‌تری نسبت به آبکندهای نوع خطی برخوردار است (شکل ۶).

رابطه بین شیب و مساحت زهکشی واقع در بالای پیشانی برای انواع مختلف آبکند در شکل‌های ۵ تا ۷ نشان داده شده است. این اشکال نشان می‌دهند که در هر سه نوع آبکند، رابطه توانی مثبتی بین شیب و مساحت زهکش واقع در بالا دست پیشانی آبکندها وجود دارد. طبق رابطه هورتن، توان مثبت در این روابط بیان‌گر تأثیر ناچیز رواناب سطحی در گسترش این آبکندها در این منطقه از ایران است. رابطه توانی منفی بیان‌گر این واقعیت است که با افزایش مساحت حوضه زهکشی از



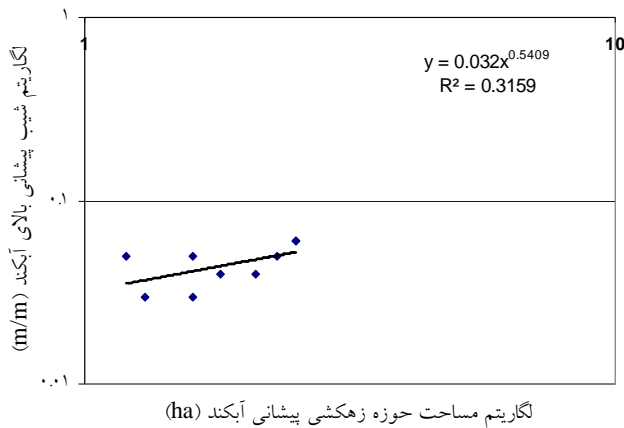
شکل ۷. رابطه بین مساحت حوزه زهکشی پیشانی آبکند (ha)

شکل ۷. رابطه بین مساحت حوزه زهکشی آبکندهای پنجه‌ای و شیب

رابطه ارائه شده مفهوم آستانه برای فرسایش آبکندی به وسیله رواناب سطحی و تفسیر و تشریح اشکال فوق که در بخش مقدمه به آن اشاره گردید، به صورت $S=aa^{-b}$ می‌باشد. در این معادله a یک متغیر ثابت است که با لیتولوژی، نوع خاک، اقلیم و پوشش گیاهی در ارتباط است و b توانی است که با فرآیندهای غالب در فرسایش آبکندی در ارتباط است. S تندی شیب و A مساحت حوزه زهکشی آبکند می‌باشد (۱۶). b رواناب سطحی است و اگر مثبت باشد نشان‌دهنده جریان زیرسطحی است (۱۹). در حقیقت توان b نشان‌دهنده تنش برشی می‌باشد که اگر منفی باشد فرآیند بوجود آورنده آبکند در رابطه فوق در شرایطی که اقلیم، کاربری و شیب ثابت باشد، حداقل مساحت زهکشی یا مساحت بحرانی برای تولید رواناب بوده و به دنبال آن آغاز فرسایش آبکندی لازم است (۲۰). ارتباط شیب و مساحت یک ابزار ساده برای شناسایی موقعیت آبکند در منطقه تمرکز جریان می‌باشد (۱۷). بنابراین با بدست آوردن ارتباطات شیب- مساحت آبکندها در منطقه می‌توان مکان وقوع آبکندها را پیش‌بینی نمود و حتی فرآیند تشکیل آبکند را نیز درک کرد.

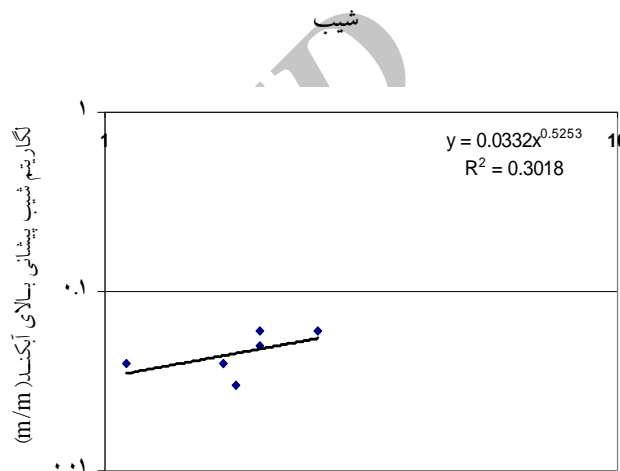
همچنین طبقه‌بندی آبکندها بر اساس فراوانی مقادیر شیب

عمومی حوزه زهکشی هر آبکند در سه طبقه شیب ۰ تا ۲ درصد، ۲ تا ۵ درصد و ۵ تا ۱۰ درصد انجام گرفت. نتایج



شکل ۵. رابطه بین مساحت حوزه زهکشی پیشانی آبکند (ha)

شکل ۵. رابطه بین مساحت حوزه زهکشی آبکندهای خطی و شیب



شکل ۶. رابطه بین مساحت حوزه زهکشی پیشانی آبکند (ha)

شکل ۶. رابطه بین مساحت حوزه زهکشی آبکندهای جبهه‌ای و شیب

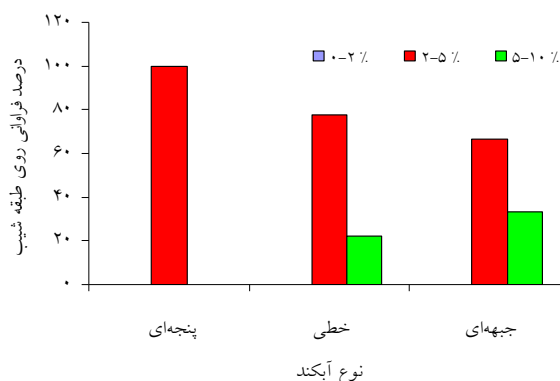
به همین ترتیب در شکل ۷ که مربوط به این رابطه در آبکندهای نوع پنجه‌ای است، رابطه مثبت ولی در این نوع آبکندها نیز نسبت به آبکندهای نوع جبهه‌ای ضعیف‌تر است. لازم به ذکر است که مقیاس این اشکال لگاریتمی بوده و واحد محورهای افقی و عمودی به ترتیب بر حسب مساحت به هکتار و شیب بر حسب متر بر متر است. همچنین پراکندگی ابر نقاط در هر شکل که معادله بر اساس آن به دست آمده است نشان‌دهنده تعداد و نوع آبکندها (خطی، جبهه‌ای و پنجه‌ای) در حوزه می‌باشد. توان مثبت روابط به دست آمده نشان‌دهنده عدم مشارکت یا تأثیر ناچیز رواناب سطحی است، و این بیان‌گر تأثیر سایر فرآیندها نظیر تونلی شدن (Paiping) و یا ریزش واریزه‌های بلوکی در فرسایش آبکندها است.

نورمحمدی (۱۳) تأیید می‌گردد و مغایر با اظهارات احمدی است. در مورد تغییر حجم فرسایش آبکندی با تغییر شیب، نوسانی درحجم خاک فرسایش یافته دیده می‌شود که منطقی می‌نماید. این نتیجه با مطالعات نورمحمدی همخوان نمی‌باشد. ایشان در مطالعات خود دریافتند که شیب در کاهش یا افزایش مقدار رسوب آبکندهای مورد مطالعه تأثیری ندارد (۱۳). در نهایت با تحلیل آماری در نرم‌افزار SPSS مدل مربوط به رابطه حجم فرسایش آبکندی با طبقات مختلف شیب تهیه شد. در این تحقیق مشخص شد که رابطه معنی‌داری بین حجم فرسایش آبکندی با طبقات شیب ۰ تا ۲ و ۵ تا ۱۰ درصد وجود ندارد، ولی با طبقه شیب ۲ تا ۵ درصد با ضریب همبستگی $R=0/79$ و $sig = 0/03$ در سطح اطمینان قابل قبول ۹۵ درصد به صورت رابطه (۲) با مدل دو متغیره نمایی که در آن V حجم فرسایش آبکندی به مترمکعب و S درصد شیب می‌باشد، رابطه معنی‌داری دارد.

$$V = 0/684 (s^2) - 6/028 (s) + 13/22 \quad [2]$$

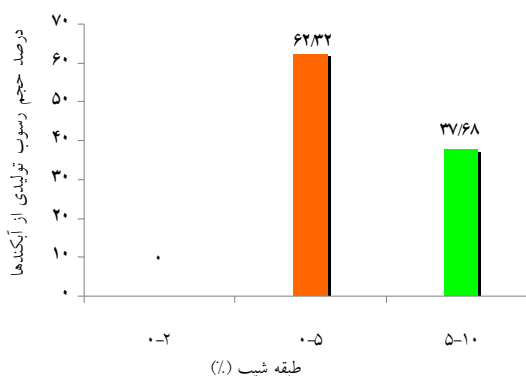
طبق رابطه ۲ طبقه شیب ۲-۵ درصد به عنوان طبقه شیب بحرانی از لحاظ رخداد فرسایش آبکندی شناخته شد. همچنین طی تحقیق حاضر از بین عوامل مختلف بارندگی، مقدار بارش از اهمیت بیشتری در کنترل حجم مواد فرسایش یافته در اثر فرسایش آبکندی منطقه برخوردار بوده است. مقدار حداقل بارندگی لازم برای شروع رواناب و ایجاد فرسایش با توجه به رگبارهای ثبت شده در طول مدت مطالعات، ۱۲/۵ میلی‌متر بوده که با حد اعلام شده حدود ۲۷ میلی‌متر توسط اعظمی و همکاران (۲) برای شروع رواناب در کنگیر ایلام هم‌خوانی ندارد. این در حالی است که براساس مطالعات نورمحمدی در شهرستان دره‌شهر حداقل بارش برای تولید رواناب ۹/۵ میلیمتر بوده است. همچنین نقش کنترل‌کنندگی مقدار بارندگی با ضریب تبیین ۰/۸۷۱ در ایجاد فرسایش ناشی از وقوع رگبار در آبکندهای مورد مطالعه از دیگر یافته‌های این تحقیق بوده است که با یافته‌های اعظمی و همکاران (۲)، بوفالو و ناهو (۱۵) و نور محمدی (۱۳) هم‌خوانی دارد. در کل نتیجه‌گیری می‌شود که در تحلیل روابط آستانه شیب - مساحت و مولفه‌های مهم بارندگی با حجم فرسایش آبکندی در حوضه مورد مطالعه حجم برداشت شده از هر آبکنده با مساحت حوضه زهکشی

بررسی رابطه طبقه شیب و فرسایش آبکندی در شکل (۸) آمده است. بر این اساس مقادیر حجم فرسایش آبکندی از آبکندهای متفاوت در شیبهای مختلف دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشد که این تفاوت بین شیب‌های دو تا پنج درصد با شیب صفر تا دو درصد و پنج تا ده درصد می‌باشد.



شکل ۸. رابطه بین طبقه شیب و فراوانی آبکندها

در شکل (۹) حجم فرسایش آبکندی در طبقات مختلف شیب با یکدیگر مقایسه شده است و مشخص گردید که در کدامیک از طبقات شیب حوضه مورد مطالعه حجم فرسایش آبکندی بیشتر می‌باشد. نتایج در شکل (۹) آورده شده است.



شکل ۹. رابطه بین حجم فرسایش آبکندی و طبقات شیب

بر اساس نتایج فوق آبکندها در شیب‌های ۲ تا ۵ درصد دارای فراوانی و حجم فرسایش آبکندی بیشتری نسبت به سایر طبقات مختلف شیب می‌باشند. فراوانی آبکندهای خطی با اظهارات احمدی (۱) مبنی بر فراوانی آبکندهای خطی در شیبهای زیر ۱۰ درصد متناسب می‌باشد. درحالی‌که فراوانی آبکندهای خطی در شیبهای بیش از ۱۰ درصد توسط مطالعات

۸. صوفی، م. ۱۳۸۴. تعیین تأثیر تخریب پوشش گیاهی و توسعه شهری در گسترش آبکندها در جنوب استان فارس. مجموعه مقالات دومین همایش فرسایش و رسوب، تهران، ۶ تا ۹ شهریور ۱۳۸۴.
۹. عرب‌خدری، م. ۱۳۸۲. وضعیت رسوب‌دهی معلق حوزه های آبخیز ایران. مجله آبخیز، ۱۱: ۴-۶.
۱۰. فیض‌نیا، س.، م. حشمتی، ح. احمدی، و ج. قدوسی. ۱۳۸۶. بررسی فرسایش آبکندی سازند مارنی آجاجاری در منطقه قصرشیرین. پژوهش و سازندگی، شماره ۷۴، صفحه ۳۲.
۱۱. قدیری، ح. ۱۳۷۳. حفاظت خاک، ترجمه (نورمن هادسون)، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده کشاورزی، ۲۳۶ص.
۱۲. کاظمی، م.، ی. مهدوی، ا. نوحه‌گر، و پ. رضائی. ۱۳۹۰. برآورد تغییرات پوشش گیاهی و کاربری اراضی با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز تنگ بستانک شیراز). مجله کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی. ۲ (۱): ۱۰۱-۱۱۱.
۱۳. نورمحمدی، ف. ۱۳۸۵. آلودگی و حجم مواد فرسایش یافته آبکندهای بخشی از منطقه دره‌شهر در استان ایلام. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، صفحه ۷۰-۹۰.
14. Archibold, O. W., Levesque, J. M. L., De Boer, D.H., Aitken, A.E and Delanoy, L., 2003. Gully retreat in a semi-urban catchment in Saskatoon. *Journal of Applied Geomorphology*, 23:261-279.
15. Bufalo, M., Nahon, D., 1992. Erosion processes of Mediterranean badlands: a new erosion index for predicting sediment yield from gully erosion. *Geoderma* 52(1-2):133-147.
16. Gutierrez, G.H., Schnabel, S., Contador, F.L., 2009. Gully erosion, Land use and topographical threshold during the last 60 years in a small rangeland catchment in SW Spain., *Land degradation & Development* (20):535-550.
17. Hancock, G.R., Evans, K.G, 2006. Gully position, characteristics and geomorphic thresholds in an undisturbed catchment in northern Australia. *Journal of Hydrological Processes* (20): 2935-2951.
18. Luk, S.H.,Z., 1997. Water and sediment yield from a small catchments in the hilly region. DiCenzo, P.D., Liu, X South China, *Catena* 29 (2): 177-189.

بالادست آن دارای ارتباط ضعیف یا فاقد رابطه معنی‌دار بوده ولی با طبقه شیب ۲ تا ۵ درصد حوضه زهکشی بالادست آبکند بر اساس رابطه فوق، دارای ارتباط معنی‌دار در سطح اطمینان قابل قبول ۹۵ درصد می‌باشد. همچنین بین حجم فرسایش یافته و پارامترهای بارندگی شامل شدت، مدت و مقدار بارندگی، پارامتر مقدار بارندگی تأثیرگذارتر بوده است. قابل ذکر است که بین دو عامل تأثیرگذار شیب آستانه توپوگرافیک و مقدار بارندگی، با ضریب تبیین‌های ۰/۷۹ و ۰/۸۷، مقدار بارندگی به عنوان اصلی‌ترین عامل موثر بر حجم فرسایش آبکندی شناخته شد.

منابع مورد استفاده

۱. احمدی، ح.، ۱۳۷۸. ژئومورفولوژی کاربردی. انتشارات دانشگاه تهران، جلد ۱، ۶۸۸ صفحه.
۲. اعظمی، ا.، ح. حسین‌زاده. و ا. پیرانی. ۱۳۸۴. گزارش نهایی طرح بررسی اثر پوشش گیاهی بر رواناب و رسوب. سازمان تحقیقات آموزش کشاورزی ایلام، صفحه ۳۶.
۳. خلیلی، ن.، ۱۳۷۵. بررسی فرسایش خندقی با تکیه بر خصوصیات مورفومتری خندق‌ها. سمینار کارشناسی ارشد مهندسی آبخیزداری، دانشگاه تربیت مدرس، صفحه ۶.
۴. دفتر حفاظت خاک و آبخیزداری. ۱۳۶۴. نگرشی بر حفاظت خاک و آبخیزداری در ایران، گذشته، حال و آینده. ۱۰۸ صفحه.
۵. راهی، غ. ۱۳۷۷. بررسی مکانیزم و علل تشکیل خندق در بندر گناوه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، صفحه ۱۰۲.
۶. سلیمانپور، س.م.، م. صوفی، و ح. احمدی. ۱۳۸۸. ارزیابی آستانه توپوگرافی در فرسایش آبکندی در اقلیم‌های مختلف استان فارس. پنجمین همایش علوم و مهندسی آبخیزداری، گرگان، ۲ و ۳ اردیبهشت، ۵۴ صفحه.
۷. صمدنژاد، ع. ۱۳۸۱. بررسی علل اصلی ایجاد فرسایش آبکندی در استان فارس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی، صفحه ۶۸.

19. Martinez-Casanovas, J. A., Ramos, M.C. and Poesen, J., 2004. Assessment of sidewall erosion in large gully using multi-temporal DEMs and logistic regression analysis. *Journal of Geomorphology*, 58:305-321.
20. Poesen, J., Nachtergaele, J., Verstraeten, G., Valentin, C., 2003. Gully erosion and environmental change: importance and research needs. *Journal of Catena* 50, 91-133.
21. Ries Alves, R. and Rodrigues, S.C., 2005. Gully's Monitoring: Morphometric and Sediments study at Brazil's SAVANNA. *Journal of Sociedade and Natureza, Uberlandia*, 295-304.
22. Sundquist, B., 2000. Topsoil Loss-causes, Effects and Implications. *Science*, 63:70-71.
23. Wilson, G.V., Cullum, R.F., Romkens, M.J.M., 2008. Ephemeral gully erosion by preferential flow through a discontinuous soil-pipe. *Catena* 73, 98-106.

Archive of SID



Checking term extent area-slope and rainfall index whit volume gully erosion with use of GIS (Case study: badreh watershed)

Y. Mahdavi^{1*}, M. Kazemi², P. Rezaie³, F. Nor Mohamadi⁴

1. Graduated MSc. of Watershed Management, College of Natural Resources, Hormozgan University
2. Graduated MSc. of Watershed Management, College of Natural Resources, Hormozgan University
3. Assis. Prof. of Geology, College of Natural Resources, Hormozgan University
4. MSc. Executive Provincial Organization for Watershed and Natural Resources Management, Ilam province

ARTICLE INFO

Article history:

Received 24 July 2011

Accepted 25 November 2011

Available online 26 December 2011

Keywords:

Gully erosion
Drainage basin
Badreh
Ilam province

ABSTRACT

This study evaluation of relationship between slop-area and precipitation parameters involve amount, intensively and duration with sediment yield by gully erosion. The present study was taken place in Badreh watershed in Ilam province, Iran, in order to investigate the relationship between sediment yield from gully erosion and rainfall depth, intensities and duration and slop-area. For this purpose, 20 axial, frontal and digitized gullies were precisely selected, and their derange basin (slop-area) variations were surveyed at the beginning and end of six storm runoff events during November 2009 to May 2010. The consequential affecting factors were then determined with the help of factor and regression analyses. The results of the study showed that rainfall amount intensities were important factors controlling sediment yield by gully erosion and slop 2-5% were effective for its. The rainfall amount was then found as the best indicator for sediment yield based on discriminative analysis. A significant relationship was ultimately established between sediment yield and rainfall amount with the respective determination coefficients of 871 %.

* Corresponding author e-mail address: yadollah_mahdavi@yahoo.com