# تأثیر عوامل خاکی و زمین‌شناسی بر روی فرسایش آبکندی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز سیف آباد- لرستان)

شامحمد یوسفوند، محمود حبیب‌نژاد، کریم سلیمانی و مریم رضایی پاشا[1*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۷/۱۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۶/۲۵)

## چکیده

**فرسایش‌پذیری خاک و شکل‌گیری و گسترش فرسایش آبکند، تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله مقدار املاح محلول خاک و سازندهای زمین‌شناسی می‌باشد. در این مطالعه تلاش شده است تا تأثیر عوامل خاکی و سازندها بر روی فرسایش آبکندی در حوزه آبخیز سیف آباد در استان لرستان مورد بررسی قرار گیرد. بدین منظور گسترش حجمی و سطحی ۱۷آبکند در ۱۲ سال اخیر (۱۳۸۸-۱۳۷۶)، با استفاده از عکس‌های هوایی و مطالعات صحرایی مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌های خاک نیز در فاصله ۵۰ درصدی طول هر آبکند از دو افق سطحی (۳۰cm-۰) و عمقی (بیشتر از ۳۰cm) برداشته شدند. فاکتورهایEC، PH، درصد سیلت، درصد رس، درصد شن، درصد آهک مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. تجزیه و تحلیل داده‌ها در نرم‌افزار SPSS14 و با استفاده از آزمون‌های ناپارامتری کروسکال والیس و من ویتنی انجام شد. جهت بررسی ارتبا ط بین حجم رسوب آبکندها و عوامل خاکی از ضریب همبستگی Spearman استفاده گردید. نتایج نشان داد که در خاک سطحی تنها عامل PH رابطه مثبت معنی‌داری(سطح ۱٪) با رسوب‌زایی آبکندها دارد. درخاک عمقی نیز فاکتورهای درصد سیلت رابطه مثبت معنی‌دار(سطح ۱ ٪) و درصد شن نیز رابطه منفی معنی‌دار (سطح ۵ ٪ ) با حجم رسوب آبکندها دارند. هیچ رابطه معنی‌داری بین سازندهای زمین‌شناسی و تولید رسوب آبکندها یافت نشد.**

**واژه‌های کلیدی: عوامل خاکی، زمین‌شناسی، فرسایش آبکندی ، استان لرستان، عکس‌های هوایی**

۱. گروه آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: pasha.m65@gmail.com

## مقدمه

یکی از عوامل مؤثر در اقتصاد هر کشور منابع طبیعی موجود در آن است. خاک به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع طبیعی نقش بسیار عمده‌ای در زندگی انسان را دارا می‌باشد. امروزه فرسایش خاک و تولید رسوب، معضلی است که روز به روز روند افزایشی پیدا می‌کند و باعث از دست رفتن خاک سطحی دامنه‌ها، انباشت رسوب در مخازن سدها، رسوبگذاری در کانال‌ها و خسارات هنگفت به اقتصاد کشور می‌شود. اما پیشگیری یا مبارزه با فرسایش آبی نیازمند شناخت مناطق بحرانی و نقش هر نوع از فرسایش آبی در تخریب زمین و تولید رسوب است. ار آنجائی‌که این موضوع کاملاً شناخته نشده است، بنابراین تحقیق در این رابطه مهم است و احتیاج به فعالیت‌های گسترده علمی دارد. نتایج تحقیقات صورت گرفته در جهان نشان می‌دهد وقوع فرسایش آبکندی و ساحلی (کناری) در مقایسه با سایر انواع فرسایش آبی باعث هدررفت حجم بیشتری از خاک می شوند(۱).

مطالعات بسیاری بر روی فرسایش آبی خاک در مناطق مدیترانه‌ای صورت گرفته است، چراکه فرسایش آبی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین فرآیندهای تخریب زمین شناخته شده است (۳۶). این مطالعات اساساً بر روی فرسایش شیاری و بین‌شیاری متمرکز شده اند(۳۳)، در حالی‌که به فرسایش آبکندی توجه نسبتاً کمتری شده است. براساس گزارش محققین مختلف (۳۸ و ۲۸)، اندازه‌گیری‌های صحرایی و جمع آوری داده مشکل و زمان بر است، که این احتمالاً مهم‌ترین دلیل کمبود مطالعات بر روی فرسایش آبکندی است (۴۰). مطالعات اخیر تأکید بر این مسأله داشته‌اند که فرسایش آبکندی نشان‌دهنده یک منبع مهم رسوب در مناطق مدیترانه می‌باشد (۲۱، ۲۹، ۳۴،۳۲، ۳۷ و۳۹). در نتیجه، پایش، پژوهش و مدل‌سازی فرآیندهای فرسایش آبکندی برای پیش‌بینی تأثیر تغیرات محیطی بر روی مقادیر فرسایش آبکندی ضروری است (۴۰). براساس گزارش پاوزن و همکاران (۳۵)، روش‌ها برای مباحث آینده باید با در نظر گرفتن سهم فرسایش آبکندی از کل هدر رفت خاک و تولید رسوب، تکنیک‌های اندازه‌گیری برای پایش و مطالعات تجربی بر روی شروع و گسترش آبکندها، شناسایی آستانه‌های بحرانی، مدل‌های مناسب برای فرسایش آبکندی، قوانین مؤثر پیشگیری و کنترل آبکند باشد.

علی‌رغم اهمیت فرسایش آبکندی در تولید رسوب در این مناطق، متاسفانه طی دهه‌های اخیر توجه چندانی به این نوع فرسایش صورت نگرفته است. آبکندهای عریض و عمیق ایجاد شده توسط این نوع فرسایش گاهی اوقات به عمق ۳۰ متر می‌رسند و به شدت بهره‌برداری از زمین را محدود می‌کنند. حمل این رسوبات منجر به کاهش کیفیت آب در آبراهه‌ها و رودخانه‌ها، رسوبگذاری در مناطق آبی و سدهای اصلاحی می‌شود. آبکندهای ایجاد شده به‌عنوان عاملی مؤثر در حمل جریان‌های سطحی و رسوبات به نواحی پایین‌دست عمل کرده، و مشکلات مربوط به وقوع سیل و رسوبگذاری در منابع آبی را حادتر می‌کند (۱۷). اهمیت موضوعات ومشکلات بیان شده لزوم بررسی و مطالعه انواع فرسایش آبکندی، دلایل ایجاد، تعیین و تشخیص فاکتورهای مؤثر بر آن را در هر منطقه بیش از پیش نمایان خواهد نمود.

فرسایش‌پذیری خاک و شکل‌گیری و گسترش فرسایش خندقی، تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله مقدار املاح محلول خاک و سازندهای زمین‌شناسی می‌باشد (۱۵ و ۱۸). هم‌چنین فرسایش‌پذیری و حساسیت خاک تحت تأثیر خصوصیات فیزیکی، بافت و توزیع ذرات تشکیل‌دهنده خاک می‌باشد. عوامل فرساینده براساس ویژگی‌های مختلف خاک از جمله بافت آن میتوانند تأثیر متفاوتی بر فرآیندهای فرسایش نظیر کندن، حمل و رسوب‌گذاری ذرات خاک داشته باشد (۵). از اینرو در این تحقیق مبادرت به بررسی تأثیر عوامل خاکی و سازندها روی فرسایش آبکندی شده است.

## مواد و روش‌ها

### معرفی منطقه مورد مطالعه

حوزه مورد مطالعه(حوزه آبخیز سیف‌آباد) در ۱۶ کیلومتری

غرب شهر الشتر (سلسله) از توابع استان لرستان واقع شده است. این حوزه که درمحدوده ″۵۸ ′۰۰ °۴۸ تا ″۱۷ ′۰۴ °۴۸ طول شرقی و ″۳۸ ′۴۸ °۳۳ تا ″۴۰ ′۵۲ °۳۳ عرض شمالی قرار گرفته است، از نظر تقسیمات هیدرولوژیکی، یکی از زیر حوزه‌های تشکیل‌دهنده رودخانه کشکان می‌باشد، رودخانه کشکان نیز یکی از شاخه‌های مهم رودخانه کرخه است. این حوزه دارای مساحتی برابر با ۲۵۹۷/۵ هکتار است و دارای اقلیم مدیترانه‌ای و نیمه مرطوب با زیراقلیم سرد و فراسرد (یا ارتفاعی) می‌باشد (۲۴). متوسط بارندگی سالیانه ۵۳۵/۵ میلی‌متر است.

از نظر زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه متعلق به زون زاگرس و زیر زون زاگرس مرتفع یا زاگرس داخلی است. حوزه آبخیز سیف‌آباد از نظر زمین‌شناسی از دو واحد زمین‌شناسی Plb (کنگلومرای بختیاری) با مساحت ۱۶۵۲/۳۵ هکتار و Qt2 (نهشته‌های کواترنر) با مساحت ۹۴۵/۱۵ هکتار تشکیل شده است. سازند کنگلومرای بختیاری در غرب و منطقه زاگرس و لرستان، بر اثر فرسایش، ایجاد تپه ماهورهای کم ارتفاعی را کرده است که با فرسایش هزاردره‌ای خود مشخص می‌باشد. عناصر تشکیل‌دهنده کنگلومرا در اثر تخریب کروی شده و معمولاً به حالت پودنگ درآمده‌اند. و در بعضی نقاط از روی وضع مرفولوژی و لیتولوژی لایه‌ها می‌توان این کنگلومرا را با آبرفت‌های قدیمی جنوب البرز (آبرفت‌های سری *A*) مقایسه نمود (۲۴).

**انتخاب حوزه و آبکندهای مورد مطالعه**

تعیین و انتخاب حوزه آبخیز مورد مطالعه از جمله مراحل مهم، حساس و زمان‌بر در تحقیق حاضر به شمار می‌رود. به‌دلیل این‌که حوضه‌ای باید برای این کار انتخاب می‌شد که هم دارای رخنمون فرسایش آبکندی باشد و هم این‌که، آبکندها دارای حداقل ابعادی باشندکه میزان عقب‌نشینی رأس آنها قابل رویت باشد و بتوان با توجه به مقیاس عکس‌های هوایی (۱/۴۰۰۰۰)، توسعه طولی آنها را بررسی نمود. پس از بررسی‌های بسیار در نهایت حوزه آبخیز سیف‌آباد به‌دلیل دارا بودن شرایط فوق جهت مطالعه انتخاب گردید.

از بین آبکندهای موجود در منطقه ۱۷ آبکند، با استفاده از تفسیر عکس‌های هوایی و انجام بازدیدهای صحرایی به نحوی انتخاب شدند که: ۱. امکان اندازه‌گیری طول آنها بر روی عکس‌های هوایی میسر باشد. ۲. نحوه پراکنش آنها در سطح حوزه به صورتی باشد که توزیع مناسبی داشته باشند و معرف خصوصیات زمین محیطی حوزه مورد مطالعه باشند. ۳. نزدیک به محل استقرار ایستگاه هواشناسی باشند تا امکان استفاده مستقیم از داده‌های اندازه‌گیری شده بارندگی برای مطالعات بعدی امکان‌پذیر باشد.

در این بررسی از نقشه‌های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰ بلوک خرم آباد (برگ شماره ۵۶۵۷ IV NW و ۵۶۵۷ IV SW)، نقشه توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ و ۱/۵۰۰۰۰ (۱۳۳۸)، عکس‌های هوایی با مقیاس ۱/۴۰۰۰۰ (۱۳۷۶)، نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰ شیت خرم‌آباد، نقشه قابلیت اراضی استان لرستان، تهیه شده توسط سازمان تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، لایه‌های اطلاعاتی GIS و مطالعات نیمه تفصیلی منابع آب زیرزمینی دشت الشتر استفاده گردید.

**عملیات صحرایی**

در عملیات صحرایی، ۱۷ آبکندی را که بر روی عکس‌های هوایی با استفاده از تفسیر چشمی مشخص بودند مورد کنترل قرار گرفتند و موقعیت رأس هر کدام از آنها توسط GPS مشخص شد. هم‌چنین نوع آبکندها (خطی، جبهه‌ای و پنجه‌ای) و نوع کاربری که هر کدام از آبکندها در آن قرار گرفته بودند تعیین گردید. هم‌چنین طول، مساحت زه‌کشی، شیب کانال هر کدام از آبکندها و دیگر پارامترهای مرفومتری مرتبط با آبکندها شامل عمق متوسط، متوسط عرض پایین، متوسط عرض بالا و ارتفاع هدکت اندازه‌گیری شدند. برای بررسی فاکتورهای مربوط به خاک، در فاصله ۵۰ درصدی طول هر آبکند از دو افق سطحی (۳۰cm-۰) و عمقی (بیشتر از ۳۰cm)، نمونه خاک برداشته و برای عملیات آزمایشگاهی به آزمایشگاه منتقل شدند.

پس از مشخص شدن میزان توسعه طولی آبکندها در فاصله

زمانی ۱۳۸۸- ۱۳۷۶، با استفاده از عکس‌های هوایی، جهت اندازه‌گیری میزان توسعه حجمی آبکندها به حوزه مراجعه شده و با زدن مقطع در فاصله‌های مشخص با استفاده از یک ریسمان و یک شاخص مدرج عمق هر مقطع، در فاصله‌های ۲۵ cm اندازه‌گیری و ثبت گردید.

## عملیات آزمایشگاهی

### تصحیح هندسی و جابه‌جایی عکس‌های هوایی

جهت تصحیح هندسی و جابه‌جایی عکس‌های هوایی اقدام به جمع‌آوری نقاط کنترل زمینی شد و از نرم‌افزار Pci geomatica ۹/۱ استفاده گردید. تعداد ۶ عکس هوایی تصحیح هندسی و جابه‌جایی شده و با کنار هم قرار دادن آنها به همراه مرز منطقه، ارتوفتوموزاییک حوزه مورد مطالعه تهیه شد. به منظور اطمینان از صحت موزاییک‌سازی، لایه‌برداری رقومی جاده روی آن قرار گرفت. همخوانی نسبتاً خوب لایه‌برداری با عکس‌ها، نشان از تطابق هندسی مناسب موزاییک ایجاد شده داشت (۲۲).

### تعیین میزان گسترش و توسعه آبکندها

استفاده از عکس‌های هوایی برای اندازه‌گیری میزان عقب نشینی آبکند در مقیاس زمانی میان مدت تا بلند مدت یکی از روش‌های معروف تعیین میزان عقب نشینی در آبکندها است. برای تعیین موقعیت مکانی آبکندها و مشخص کردن محل دقیق آنها بر روی عکس‌های هوایی از دستگاه موقعیت‌یاب جغرافیایی استفاده گردید. به‌طوری‌که در هدکت ۱۷ آبکند مورد نظر و در قسمت‌های متقاطع آبکندها موقعیت‌یابی صورت گرفت. در ادامه برای مشخص کردن توسعه طولی هر کدام از آبکندها، موقعیت مکانی رأس آنها در سال ۱۳۷۶ با استفاده از تفسیر عکس‌هایی در محیط GIS و هم‌چنین استفاده از استریوسکوپ مشخص گردید. هم‌چنین جهت تعیین موقعیت رأس آبکندها در سال ۱۳۸۸ بر روی عکس‌های هوایی از GPS استفاده گردید. با مشخص شدن موقعیت مکانی رأس آبکندها در دو دوره زمانی ذکر شده میزان توسعه طولی آبکندها محاسبه گردید.

### تعیین میزان گسترش حجمی و سطحی آبکندها

هدف از اندازه‌گیری گسترش و توسعه آبکندها، گسترش در همه ابعاد یعنی گسترش خطی (طولی)، سطحی و حجمی است. در بخش قبلی گسترش خطی آبکندها را با استفاده از عکس‌های هوایی را محاسبه کردیم. در این بخش از تحقیق هدف محاسبه گسترش سطحی و حجمی آن قسمت از آبکندهاست که از سال ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۸ توسعه خطی آن محاسبه شده است. چون محاسبه گسترش حجمی و سطحی آبکند از روی عکس هوایی مشکل و در بعضی موارد غیرممکن است، لذا برای نیل به این هدف از برداشت‌های صحرایی استفاده گردید.

روش‌های مختلفی جهت اندازه‌گیری حجم فرسایش آبکندی وجود دارد. قدیمی‌ترین روش برای محاسبه حجم فرسایش آبکندی اندازه‌گیری عرض بالا و پایین و عمق با نوارمتر است که در آن مساحت را به‌دست آورده در فاصله بین سطح مقاطع ضرب کرده و حجم را محاسبه می‌کنیم. در این روش محققانی از جمله صوفی (۱۳) فواصل ۱ متر را در اندازه‌گیری حجم آبکند در مباحث تحقیقاتی در نظر گرفته و نیز سلیمان‌پور(۹) فاصله بین سطح مقاطع را ۱۰ متر در نظر گرفته است و در این فواصل حجم فرسایش را محاسبه نموده‌اند. سلیمانپور و همکاران (۱۰)، در یکی دیگر از تحقیقات خود با عنوان تعیین عوامل موثر بر گسترش آبکندها در منطقه کنارتخته استان فارس، فاصله بین مقاطع را ۴ متر در نظر گرفته است.

کازالی (۲۹) اندازه‌گیری سطح مقاطع را با فواصل پیشنهادی۱ متر برای آبکندها و ۲ متر برای شیارها را مبناء قرار داده‌اند. نیک‌نام و همکاران (۲۶) شش سیستم آبکندی در یکی از زیر حوضه‌ها مطالعاتی را انتخاب و براساس ویژگی‌های خاک و شکل مقطع عرضی مسیرهائی با طول ۲۰ تا۲۵ متر از آبکند و مقاطع با فواصل یک متر انتخاب کردند.

در نهایت اندازه‌گیری مقطع عرضی آبکند با استفاد ه از دو روش حاصل شد. در روش اول با استفاده از نوارمتر و اندازه‌گیری عرض بالا و پایین و عمق مقطع عرضی، مقدار مساحت مقطع محاسبه گردید و در روش دوم ابتدا از مقطع عرضی معین شده توسط متر تصویربرداری رقومی صورت گرفت و سپس با استفاده از نرم‌افزار اتوکد مساحت مقطع عرضی محاسبه شد حجم مسیرهای انتخابی با فاصله مقاطع ۱ تا ۱۰ متر در هر دو روش برآورد شد و با استفاده از مقایسه خطای مطلق مناسب‌ترین فاصله مقاطع عرضی از نظر علمی و عملی معرفی گردیدند از نظر علمی فاصله دو متر بین مقاطع عرضی کمترین خطای مطلق را در برآورد حجم فرسایش آبکندی ارائه می‌دهد درحالی‌که فاصله ۱۰ متر نیز پس از دو متر دارای کمترین خطای مطلق است.

برای به‌دست آوردن حجم آبکند لازم بود که در فاصله‌های مشخص مقطع زده شود. فاصله بین مقاطع عرضی طوری تعیین شد که هم تغییرات عرضی مقطع آبکند را در طول آن در نظر بگیرد و هم از نظر اقتصادی و صرف زمان توجیه داشته باشد (۱۰). در این کار برای این‌که حجم رسوب آبکندها دقیق‌تر به‌دست آید فاصله بین دو مقطع ۲ متردر نظر گرفته شد. عمق مقاطع انتخابی را در فاصله‌های ۲۵ سانتی‌متری اندازه‌گیری و یادداشت شد. برای رسم پروفیل مقاطع عرضی و محاسبه مساحت آنها از نرم‌افزار AUTO CAD استفاده شد. پس از رسم مقاطع و مساحت آنها، برای به‌دست آوردن حجم جزئی دو مقطع، متوسط مساحت دو مقطع را در فاصله بین آنها ضرب شد و در نهایت حجم کل از مجموع مساحت‌های جزئی به‌دست آمد.

### آزمایش خاک

برای انجام آزمایش‌های مربوط به خاک ابتدا خاک‌های نمونه‌برداری شده خشک گردیده و سپس از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. فاکتورهای EC وPH، و آهک اندازه‌گیری شدند و جهت تعیین بافت خاک از روش هیدرومتر استفاده گردید. TDS نیز براساس رابطه ۱ به‌دست آمد.

$$\%TDS = EC \times ۶/۴ \qquad [۱]$$

که در آن TDS مقدار کل املاح و EC هدایت الکتریکی محلول خاک بر اساس دسی‌زیمنس بر متر است.

هم‌چنین با استخراج نقشه خاک حوزه مشخص گردید که سه نوع خاک در حوزه وجود دارد که عبارتند از:۱. Calcaric Regosols، ۲. Calcic Combisols- Calcaric Regosols، ۳. Calcaric Regosols – Regosols

### آنالیز آماری داده‌ها

جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات نرم‌افزار SPSS14 مورد استفاده قرار گرفت. به منظور بررسی ارتباط بین حجم رسوب آبکندها (متغیر پیوسته) و عوامل زمین‌شناسی و نوع خاک (متغیرهای گسسته) از آزمون‌های ناپارامتری کروسکال والیس و من ویتنی استفاده گردید. جهت بررسی ارتبا ط بین حجم رسوب آبکندها (متغیر پیوسته) و عوامل EC، PH، درصد سیلت، درصد رس، درصد شن، درصد آهک ( متغیرهای پیوسته) از ضریب همبستگی بین دو متغیر (ضریب همبستگی Spearman) استفاده شد.

## نتایج

### ارتباط عوامل خاکی با حجم خاک فرسایش‌یافته آبکندها

با مشخص کردن موقعیت آبکندها بر روی نقشه خاک‌شناسی منطقه معلوم گردید که روی تیپ خاک Calcaric Regosols – Regosols، تنها یک آبکند وجود دارد و بقیه آبکندها بر روی دو نوع خاک دیگر تشکیل شده‌اند خلاصه آماری مربوط به هر کدام از خصوصیات خاک‌های لایه سطحی و عمقی در جدول ۱ نشان داده شده است.

برای آزمون رابطه بین رسوبزایی آبکندهای منطقه با خصوصیات خاک سطحی و عمقی (متغیرهای پیوسته) از تحلیل همبستگی اسپیرمن استفاده شد. نتایج نشان داد که از بین خصوصیات خاک سطحی فقط عامل PH رابطه مثبت معنی‌داری(در سطح ۱٪) با رسوب‌زایی آبکندها دارد (جدول۲) (شکل ۱). هم‌چنین نتایج نشان داد که درخاک عمقی

**جدول۱. خلاصه آماری فاکتورهای اندازه‌گیری شده از نمونه‌های خاک سطحی و عمقی**

| خاک سطحی | | | | |
|---|---|---|---|---|
| آماره / فاکتور | حداقل | حداکثر | میانگین | انحراف معیار |
| درصد رس | ۳ | ۱۷ | ۱۰/۸ | ۳/۸ |
| درصد سیلت | ۸/۹ | ۳۴/۴ | ۲۵/۵ | ۶/۱ |
| درصد شن | ۵۳/۲ | ۸۳/۶ | ۶۳/۶ | ۸/۰ |
| درصد آهک | ۲/۱ | ۳۹/۹ | ۲۸/۹ | ۱۰/۰ |
| EC(µm/cm) | ۱۰۸/۱ | ۳۴۵ | ۱۹۶/۰ | ۴۶/۶ |
| pH | ۷/۰ | ۷/۸ | ۷/۴ | ۰/۲ |
| TDS | ۰/۶ | ۲/۲ | ۱/۲ | ۰/۲ |
| خاک عمقی | | | | |
| آماره / فاکتور | حداقل | حداکثر | میانگین | انحراف معیار |
| درصد رس | ۴/۲ | ۱۲/۹ | ۸/۱ | ۲/۳ |
| درصد سیلت | ۱۰/۶ | ۳۱/۷ | ۲۴/۴ | ۵/۰ |
| درصد شن | ۵۸/۲ | ۸۳/۶ | ۳۷/۶ | ۶/۲ |
| درصد آهک | ۸/۶ | ۴۱/۰ | ۲۷/۵ | ۱۰/۵ |
| EC(µm/cm) | ۱۴۴/۹ | ۲۴۲ | ۱۸۳,۸ | ۲۰/۸ |
| pH | ۶/۱ | ۷/۸ | ۷/۴ | ۰/۳ |
| TDS | ۰/۹ | ۱/۵ | ۱/۱ | ۰/۱ |

**جدول ۲. نتایج بررسی ارتباط بین خصوصیات خاک سطحی با فرسایش آبکندها**

| | درصد شن | درصد سیلت | درصد رس | درصد آهک | PH | EC |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ضریب همبستگی | ۰/۱ | ۰/۱ | -۰/۴ | ۰/۲ | ۰/۶** | ۰/۱ |
| sig | ۰/۵۹ | ۰/۶۳ | ۰/۰۸ | ۰/۳۴ | ۰/۰۰ | ۰/۶۵ |

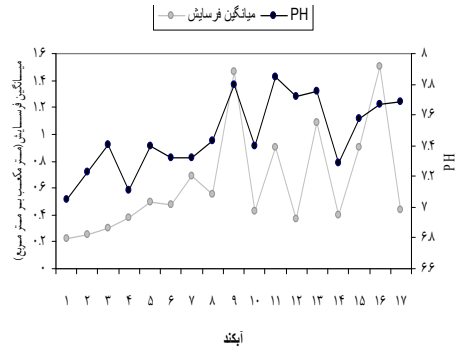
**: سطح معنی‌داری ۱ درصد

فاکتورهای درصد سیلت رابطه مثبت معنی‌دار(در سطح ۱ درصد) و شن رابطه منفی معنی‌دار (درسطح ۵ درصد)با حجم رسوب آبکندها دارند (جدول ۳)(شکل ۲ و ۳). پس از تعیین بافت هر کدام از نمونه‌های سطحی و عمقی مشخص گردید که ۱۳ نمونه از خاک‌های سطحی دارای بافت Sandy loam و ۴ نمونه دیگر بافتLoamy sand دارند، و در نمونه‌های عمقی به‌غیر از۵ آبکند که بافتی Loamy sand دارند، مابقی نمونه‌ها دارای بافت Sandy loam می‌باشند. نتایج آزمون ناپارامتریک من ویتنی نشان داد که بافت خاک در نمونه‌های سطحی و عمقی ارتباط معنی‌داری با حجم رسوب آبکندها ندارد.

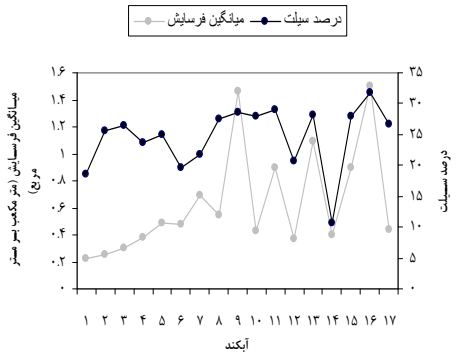
**جدول ۳. ارتباط بین خصوصیات خاک عمقی با فرسایش آبکندها**

| | درصد شن | درصد سیلت | درصد رس | درصد آهک | PH | EC |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ضریب همبستگی | -۰/۵۰* | ۰/۷۱** | -۰/۰۱ | ۰/۳۵ | ۰/۲۷ | ۰/۲۶ |
| sig | ۰/۰۳ | ۰/۰۰ | ۰/۹۶ | ۰/۱۵ | ۰/۲۹ | ۰/۲۹ |

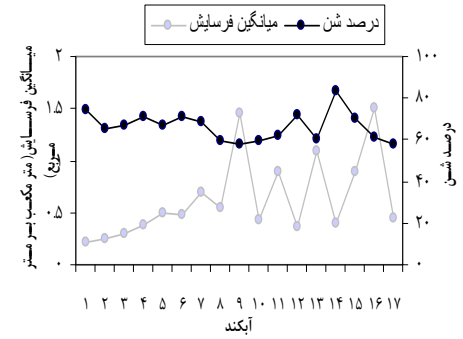
*: سطح معنی‌داری ۵ درصد



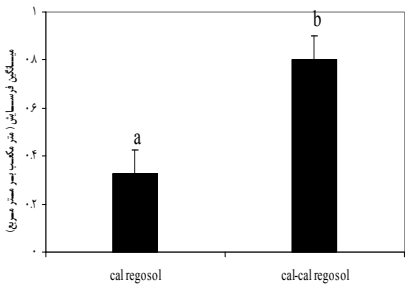

**شکل ۱. مقایسه مقدار فرسایش آبکندها با PH نمونه‌های خاک سطحی**




**شکل ۲. مقایسه مقدار فرسایش آبکندها با درصد سیلت نمونه‌های خاک عمقی**




**شکل ۳. مقایسه مقدار فرسایش آبکندها با درصد شن نمونه‌های خاک عمقی**




**شکل ۴. نتایج آنالیز آماری مقادیر فرسایش ویژه خاک با تیپ خاک**

ارتباط تیپ خاک منطقه با حجم فرسایش آبکندها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. درصد فراوانی انواع آبکند در هر یک از انواع خاک در (جدول ۴) نشان داده شده است.

نتایج آزمون کروسکال والیس نشان داد که ارتباط معنی‌داری بین نوع خاک‌های منطقه با حجم رسوب آبکندها در سطح احتمال ۵٪ وجود دارد. براساس آزمون غیرپارامتریک من‌ویتنی این ارتباط در سطح احتمال ۱ درصد و بین خاک‌های Calcaric Regosols و Calcic Combisols- Calcaric Regosols می‌باشد (شکل ۴).

با توجه به جدول ۵ و میانگین رتبه‌ای هر یک از سطوح مختلف خاک می‌توان بیان داشت که در آبکندهایی که در خاک‌هایی از نوع Calcaric regosols واقع شده‌اند نسبت به آبکندهایی که در خاک‌های Calcaric combisols and calcaric regosol تشکیل شده‌اند دارای میانگین حجم رسوب کمتری هستند.

**نقش سازندها زمین‌شناسی در تولید رسوب آبکندها**

جدول ۶، نوع و درصد فراوانی آبکندهای انتخابی را در سازندهای زمین‌شناسی منطقه نشان می‌دهد. نتایج آزمون

**جدول۴. درصد فراوانی انواع آبکند در هر یک از انواع تیپ‌های خاک منطقه مورد مطالعه**

| نوع خاک / نوع آبکند | جبهه‌ای | پنجه‌ای |
|---|---|---|
| Calcaric Regosols | ۲۳/۵ | ۵/۸ |
| Calcic Combisols- Calcaric Regosols | ۵۸/۸ | ۵/۸ |
| Calcaric Regosols – Regosols | ۵/۸ | ۰ |

**جدول۵. میانگین رتبه‌ای فرسایش آبکندها در هرکدام از تیپ‌های خاک حوزه مورد مطالعه**

| نوع خاک | تعداد آبکند | میانگین رتبه‌ای | مجموع رتبه‌ها |
|---|---|---|---|
| Calcaric Regosols | ۵ | ۴/۲ | ۲۱ |
| Calcaric combisols and calcaric regosol | ۱۱ | ۱۱/۶ | ۱۲۸/۰ |
| Calcaric regosols and regosol | ۱ | ۴ | ۴ |

**جدول ۶. درصد فراوانی نسبی انواع آبکندها در سازندهای زمین‌شناسی حوزه مورد مطالعه**

| سازند / نوع آبکند | جبهه‌ای | پنجه‌ای |
|---|---|---|
| کواترنر | ۱۷/۶ | ۰ |
| کنگلومرای بختیاری | ۷۰/۵ | ۱۱/۷ |

ناپارامتریک من‌ویتنی نشان داد که بین سازندهای زمین‌شناسی و تولید رسوب آبکندها ارتباط معنی‌داری وجود ندارد به‌عبارت دیگر عامل سازند زمین‌شناسی تأثیری در حجم رسوب آبکندهای انتخابی ندارد.

## بحث

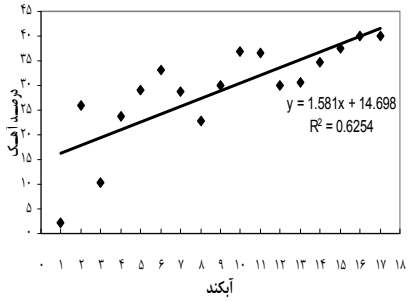
هدف این مطالعه، بررسی تأثیر عوامل خاکی و سازندها بر روی فرسایش خندقی در حوزه آبخیز سیف‌آباد در ۱۲ سال اخیر (۱۳۸۸-۱۳۷۶)، با استفاده از عکس‌های هوایی و مطالعات صحرایی می‌باشد. این تحقیق به دنبال شناسایی فاکتورهای کمی و کیفی مؤثر در توسعه آبکندهاست. نتایج به‌دست آمده بیانگر این موضوع بوده است که در بین خصوصیات خاک سطحی فقط PH خاک با مقادیر فرسایش آبکندها دارای ارتباط معنی‌داری است، تأثیر این فاکتور به‌صورت مثبت در افزایش میزان فرسایش است که با یافته‌های حیدری (۴) و قدوسی و همکاران (۲۱) همخوانی وهم‌چنین بررسی میزان همبستگی مقدار رسوبزایی ویژه آبکندها و خصوصیات مختلف خاک نشان داد که متغیرهای درصد شن و سیلت در خاک عمقی با رسوبزایی آبکندها همبستگی دارند که این همبستگی در ارتباط با درصد سیلت به‌صورت مثبت و در ارتباط با درصد شن به‌صورت منفی است. طبق نظر رفاهی (۷)، فرسایش‌پذیرترین خاک‌ها دارای درصد سیلتی بین۶۰- ۴۰ هستند، هر چند که درصد سیلت نمونه‌های عمقی در این محدوده قرار ندارد اما با افزایش میزان سیلت، مقدار فرسایش نیز افزایش می‌یابد که با نتایج تحقیقات قدوسی و داوری(۱۹)، قدوسی و همکاران (۲۱)، مرتضایی فریز هندی (۲۳)، فتح‌الهی (۱۶)، سلیمانپور و همکاران (۱۰)، همسو می‌باشد. نتیجه ارتباط

بین درصد شن خاک در این مطالعه مبنی بر رابطه معکوسی بین درصد شـن و رسـوبزایی آبکنـدها بـا نتـایج تحقیقـات قدوسی و داوری (۱۹)، در حوزه آبخیز زنجانرود کـه نـشان دادند خطر آبکندی شدن اراضی با خاک‌های سیلتی و رسی بـه مراتـب بیـشتر از خطـر رخـداد فرسـایش آبکنـدی در خـاک‌هـای سـبک اسـت، همخـوانی دارد و بـا یافتـه‌هـای نورمحمدی (۲۷) و سـلیمانپور و همکـاران (۱۰)، مطابقـت ندارد. دلیل این امر این است که در خـاک‌هـای ریـزدانـه و سنگین به‌دلیل زیاد بودن درصد سیلت و رس، درصد اشباع و درصد نگهداشت آب در خاک تراکم آبکندها زیـاد بـوده که نشانگر زیاد بودن احتمال شکل‌گیری فرسایش آبکنـدی در این نوع خـاک‌هاسـت (۱۹). دانـه‌بنـدی ذرات خـاک در آبخیز آبکندهای حوزه سیف‌آباد نشان مـی‌دهـد کـه درصـد متوسط رس، سیلت وشن بـه‌ترتیـب معـادل ۹/۴۹، ۲۵/۱۳، ۶۴/۹۸ می‌باشد. میزان سـیلت آبکنـدهای مـورد مطالعـه در ایتالیـا توسـط کـاپرا و سـیکولونه (۲۸)، کـه مقـداری بـین ۳۸- ۲۲ درصد داشته‌اند همخوانی دارد.

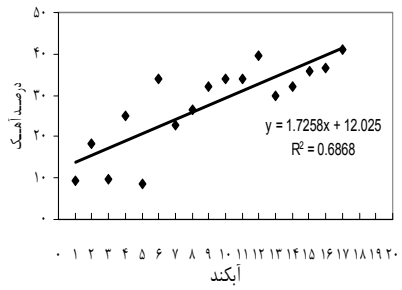
میزان متوسط رس منطقه آبکندی بـا مقـدار ۹/۴۹ درصـد در محدوده اعلام شده توسط ایوانس، بین ۳۰-۹ درصد برای خاک‌های فرسایش‌پذیر قرار دارد. نتـایج فـوق بـا یافتـه‌هـای سلیمانپور و همکاران (۱۰) همخوانی دارد. با مشخص کردن بافت نمونه‌های سطحی و عمقی خاک بـا اسـتفاده از درصـد ذرات (شـن، سـیلت و رس)، بـر روی مثلـث بافـت خـاک مشخص گردید که از ۱۷ نمونه خاک سطحی ۴ نمونـه دارای بافت شنی لومی و ۱۳ نمونه دیگر، بافتی لـومی‌شـنی دارنـد. هم‌چنین در بین ۱۷ نمونه خاک عمقی ۵ نمونـه دارای بافـت شنی‌لومی و ۱۲ نمونه دیگر دارای بافت لـومی شـنی هـستند. همان‌طوری‌که مشاهده می‌شود اغلـب آبکنـدها دارای بـافتی لومی شنی هستند که با یافته‌های راهـی (۶)، صـمدنژاد (۱۲) و نورمحمدی(۲۷) در خصوص غالب بودن ایجـاد و توسـعه فرسایش آبکندی در خاک‌های با بافت شنی لومی و هم‌چنین با یافته‌های فتح‌الهی (۱۶) مبنی بر تشکیل و پراکنش آبکنـدها در اراضی با بافت خاک سطحی سیلتی لومی (۷۷/۷۸درصـد) و بافت خاک تحتانی سیلتی رسـی (۶۱/۱۱درصـد) و سـیلتی رسی لومی (۲۲/۲۲درصد)، همخوانی نـدارد، ولـی بـا نتـایج سلیمانپور و همکاران (۱۰)، مبنی بر غالبیت بافت لومی شنی در خاک آبکندهای مورد مطالعه مطابقت دارد.براساس نتـایج به‌دست آمده بین بافت‌های خاک (سطحی و عمقی) با حجـم خاک فرسایش یافته(فرسایش ویژه) تفاوت معنـی‌داری دیـده نشد و بافت خاک تأثیری در میزان فرسایش آبکندها نداشـت که با یافته‌های فـتح‌الهـی (۱۶) همخـوانی دارد امـا بـا نتـایج پـرورش (۲)، قدوسـی و داوری (۱۹)، قدوسـی و همکـاران (۲۱)، استواردویچنز و برایان (۳۱)، زارع مهرجردی و همکاران (۸)، نورمحمـدی (۲۷) و میررضـایی (۲۵)، مبنـی بـر نقـش تعیین‌کننده بافت خاک در ایجاد آبکند مطابقت نـدارد. نتـایج نشان می‌دهد که بین درصد آهک با میزان فرسـایش آبکنـدها رابطه‌ای وجود ندارد. نتیجه به‌دست آمده بـا نظـرات رفـاهی (۷) و فتح‌الهی (۱۶)، مبنی بر رابطه معکوس بین درصد آهک با مقدار فرسایش همخوانی ندارد. نکته قابل توجـه در مـورد درصد آهک این است که هر چه از بالا دست حوزه به سمت خروجی می‌رویم درصد آهک در نمونه‌های خاک سـطحی و عمقی آبکندها روند افزایشی دارد.

با توجه به این‌که آهک موجب پایـداری خـاک و فلکولـه (انسجام) شدن خاک و افـزایش نفوذپـذیری مـی‌گـردد (۱۶)، انتظار می‌رفت که میزان حجم فرسایش آبکندها کـاهش یابـد ولی در عمل چنین روندی مشاهده نشد. این تناقض می‌توانـد به این دلیل باشد که آبکندهای مـورد مطالعـه در شـیب‌هـایی تشکیل و توسعه یافته‌اند که امکان نفوذ آب در ایـن شـیب‌هـا کمتر است و درصـد شـیب خاصـیت نفوذدهنـدگی آهـک را تحت شعاع قرار داده است.

نتایج نشان داد که بین مقدار کـل امـلاح نمونـه‌هـای خـاک سطحی و عمقی و مقدار فرسـایش آبکنـدی رابطـه معنـی‌داری وجود ندارد واین نشان‌دهنده این است که روان‌آب زیر سطحی نقشی در ایجـاد آبکنـدهای حـوزه مـورد مطالعـه نـدارد. تمـام




**شکل ۵. نمودار روند افزایشی درصد آهک نمونه‌های خاک سطحی از بالا دست به سمت خروجی حوزه**




**شکل ۶. نمودار روند افزایشی درصد آهک نمونه‌های خاک عمقی از بالا دست به سمت خروجی حوزه**

آبکندها در شیب بیشتر از ۱۰ درصد تشکیل شده‌اند. یکی از عوامل اصلی که می‌تواند در توجیه عدم ارتباط بین مقدار کل املاح و فرسایش آبکندی مطرح باشد، تشکیل آبکندها در شیب‌هایی است که نقش املاح خاک در توسعه آبکندها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. نتیجه فوق با یافته‌های قدوسی (۱۸و۲۰)، پرورش (۲)، شهریور وهمکاران (۱۱)، طباطبایی (۱۴)، جعفری گرزین و همکاران (۵)، زارع مهرجردی و همکاران (۸)، قدوسی و داوری (۱۹) و فتح‌الهی (۱۶) مبنی بر تأثیر املاح محلول در گسترش آبکندها مطابقت ندارد. از دیگر فاکتورهای خاکی که ارتباط آن با فرسایش آبکندها مورد بررسی قرار گرفت تیپ خاک حوزه مورد مطالعه بود. نتایج نشان داد که بین تیپ‌های خاک منطقه و میزان فرسایش آبکندها تفاوت معنی‌داری وجود دارد که با یافته‌های قدوسی (۱۸و۲۰)، مبنی بر تأثیر تیپ خاک در توسعه و گسترش آبکندهای مناطق مورد مطالعه همخوانی دارد. با مشخص کردن موقعیت آبکندهای انتخابی بر روی نقشه زمین‌شناسی مشخص گردید که بیش از ۸۲ درصد از آبکندها بر روی سازند کنگلومرای بختیاری تشکیل شده‌اند و این نشان‌دهنده نقش این سازند در تشکیل آبکندهای منطقه مورد مطالعه است. پرورش (۲)، حشمتی (۳) و طباطبایی (۱۴)، نیز در مطالعات خود به نقش سازندهای زمین‌شناسی در تشکیل فرسایش آبکندی اشاره کرده‌اند. اما بررسی و تجزیه وتحلیل نتایج مربوط به گسترش فرسایش آبکندی در منطقه تحقیق در رابطه با سازندهای زمین‌شناسی نشان داد که ارتباط معنی‌داری بین نوع سازند و میزان فرسایش آبکندی وجود ندارد. که با یافته‌های اوستود ویچنز و همکاران (۳۱)، قدوسی (۱۸و۲۰) و فتح‌الهی (۱۶) مبنی بر نقش سازندهای زمین‌شناسی در توسعه آبکندها مطابقت ندارد. سازند کنگلومرای بختیاری حاوی سیمان آهکی است. شرایط اقلیمی منطقه مورد مطالعه نیز به گونه‌ای است که بارش مناسب به همراه اقلیم سرد آن شرایط را برای انحلال آهک مساعد کرده و در نهایت باعث گسترش فرسایش آبکندی و تولید رسوب فراوان شده است. در خصوص سازند کواترنر نیز شرایط کاملاً مشخص می‌باشد. این سازند در مناطق دارای روان‌آب سطحی بسیار حساس به فرسایش آبی می‌باشد.

## منابع مورد استفاده

۱. احمدی،ح.، آ.آ. محمدی، ج. قدوسی و آ. سلاجقه. ۱۳۸۶. تست چهار مدل برای پیش‌بینی توسعه راس گالی (مطالعه موردی :حوزه حبله رود- ایران). مجله بیابان ۱۲:۶۸-۶۱.

۲. پرورش، ا. ۱۳۷۱. بررسی رابطه ژئومرفولوژی با فرسایش در حوزه آبخیز گریز شهرستان بندر لنگه( با تأکید بر فرسایش آبکندی). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۲۵۲ص.

۳. حشمتی. م. ۱۳۷۵. بررسی سازندهای مارنی منطقه قصر شیرین از نظر زمین‌شناسی و فرسایش. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۱۴۵ ص.

۴. حیدری، ف.۱۳۸۳. بررسی مکانیزم توسعه فرسایش آبکندی (استان کرمان). گزارش نهایی طرح تحقیقاتی وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری. تهران، ۱۰۵ ص.

۵. جعفری گرزین، ب.، ر. دومهری، م. صفایی و س. احمدیان. ح. ۱۳۸۶. معرفی مدل‌هایی برای پیش‌بینی رشد حجم آبکند(مطالعه موردی: حوزه آبخیز سرخ‌آباد- مازندران). مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی ۷۵: ۱۰۹-۱۱۷.

۶. راهی، غ. ر. ۱۳۷۷. بررسی مکانیسم و علل تشکیل آبکند در بندر گناوه. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد مهندسی آبخیزداری، دانشگاه تربیت مدرس، ۸۵ ص.

۷. رفاهی، ح. ۱۳۸۵. *فرسایش آبی و کنترل آن*. چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه تهران، ۶۷۱ ص.

۸. زارع مهرجردی، م.، م. صوفی، س. چوپانی و ج. برخورداری. ۱۳۸۴. بررسی رابطه ویژگی‌های مرفولوژیکی آبکند با خصوصیات خاک در منطقه کندوان هرمزگان. مجموعه مقالات دومین همایش فرسایش و رسوب. تهران. ۶ تا ۹ شهریور، صفحات ۵۵۶-۵۶۵.

۹. سلیمانپور، س. م. ۱۳۸۶ . مقایسه رسوب‌زایی خندق‌ها و رابطه آن با ویژگی‌های حوزه آبخیز و سازند زمین‌شناسی در اقلیم‌های مختلف استان فارس. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد مهندسی منابع طبیعی -آبخیزداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات. تهران، ۱۷۰ ص.

۱۰. سلیمانپور، س. م.، م. صوفی و ح. احمدی. ۱۳۸۸. تعیین عوامل مؤثر بر گسترش آبکندها در منطقه کنارتخته استان فارس. مجله آب و خاک (علوم وصنایع کشاورزی) ۲۳(۲۱):۱۳۱-۱۴۱.

۱۱. شهریور، ع.، س. فیض نیا، ح. احمدی و ج. قدوسی. ۱۳۷۸. بررسی علل فرسایش خندقی در منطقه سوق. مجله پژوهش و سازندگی ۴۲: ۱۸-۲۴.

۱۲. صمد نژاد، ع. ۱۳۸۱. بررسی علل اصلی ایجاد فرسایش آبکندی در استان فارس. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.

۱۳. صوفی، م. ۱۳۷۹. علل ایجاد آبکند و عکس‌العمل سیستم‌های ژئومورفیک. مجموعه مقالات دومین همایش ملی فرسایش و رسوب. دانشگاه لرستان، خرم آباد، صفحات ۶۱-۳۷.

۱۴. طباطبایی، س. م. ۱۳۷۹. بررسی تغییرات فرسایش آبکندی در استان خوزستان با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی. دومین همایش ملی فرسایش و رسوب. صفحات ۷۷-۶۳ .

۱۵. عبدال، ش.، س. فیض‌نیا، ح. احمدی و ج. قدوسی . ۱۳۷۸. بررسی علل فرسایش آبکندی در منطقه سوق. مجله پژوهش و سازندگی ۴۱: ۲۴-۱۸.

۱۶. فتح الهی، ط. ۱۳۸۷. تعیین میزان تولید رسوب آبکندها و عوامل مؤثر بر آن در منطقه چشمه سرده الشتر، لرستان. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

۱۷. فرخ‌زاده، ب. ۱۳۸۵. فرسایش آبکندی در مناطق خشک و نیمه خشک. مجله جنگل و مرتع ۷۱: ۱۰۰-۹۸.

۱۸. قدوسی، ج. ۱۳۷۳. *رشد وگسترش آبکندها*. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور. گزارش پژوهشی. ۲۸ ص.

۱۹. قدوسی، ج. و م. داوری. ۱۳۸۴. بررسی خصوصیات اقلیمی و مرفولوژیکی آبکندها (مطالعه موردی : استان قم ) مجموعه مقالات سومین همایش فرسایش و رسوب. ۶ تا ۹ شهریور، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور، تهران، صفحات ۳۴۸-۳۴۲.

۲۰. قدوسی، ج. ۱۳۸۲. مدل‌سازی مورفولوژی فرسایش آبکندی و پهنه‌بندی خطر آن (مطالعه موردی در آبخیز زنجانرود). رساله دوره دکتری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۳۶۸ ص.

۲۱. قدوسی، ج.، س. فیض‌نیا، ح. احمدی، م. شعبانی و ا. سررشته‌داری ۱۳۸۵. بررسی رابطه بین تغییر نوع استفاده از ارضی با مقادیر فرسایش و رسوب. مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی ۷۳: ۱۳۰-۱۲۴.

۲۲. قنبری، ف. و ش. شتایی. ۱۳۸۷. بررسی روند تغییرات سطح جنگل با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ASTER (مطالعه موردی: جنگل‌های حاشیه‌ای جنوب شهر گرگان). اولین کنفرانس بین‌المللی تغییرات زیست محیطی منطقه خزری، ۳ تا ۴ شهریور، دانشگاه مازندران، بابلسر.

۲۳. مرتضایی فریز هندی، ق. ۱۳۸۴. ارزیابی اثر کمی متغیرهای محیطی در رخداد فرسایش آبکندی و معرفی مناسب‌ترین مدل پیش‌بینی رشد طولی آبکندها. پایان نامه دکتری. دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، ۱۸۲ ص.

۲۴. مهندسین مشاور ژرفاب پایش. ۱۳۸۲. مطالعات نیمه تفضیلی آب‌های زیرزمینی دشت الشتر. جلد اول، گزارش زمین‌شناسی، ۴۴ ص.

۲۵. میررضایی، ش. ۱۳۸۵. بررسی تغییرات آبکندها و عوامل مؤثر بر آنها در حوزه هلوش منطقه پلدختر. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد بیابان‌زدایی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۷۶ ص.

۲۶. نیک‌نام، م.، م. صوفی، م. م ظریف کارفرد، ا. محمدی و ز. ابوالوردی. ۱۳۸۷. بررسی دقت روش‌های مختلف میدانی در برآورد حجم فرسایش آبکندی. پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران(مدیریت پایدار بلایای طبیعی)، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۲۷. نورمحمدی، ف. ۱۳۸۵. آلومتری و حجم مواد فرسایش یافته آبکندهای بخشی از منطقه دره شهر در استان ایلام. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد آبخیزداری، دانشگاه تربیت مدرس، ۷۴ ص.

28. Capra, A. and B. Scicolone. 2002. Ephemeral gully erosion in a wheatcultivated area in Sicily (Italy). Biosys. Eng. 83(1): 119–126.
29. Casali, J., S.J. Bennett and K.M. Robinson. 2000. Processes of ephemeral gully erosion. Intl. J. Sediment Res. 15:31–41.
30. Oostwoud Wijdenes, D. J. and R.B. Bryan. 2001. Gully-head erosion processes on a semi-arid valley floor in Kenya: A case study into temporal variation and sediment budgeting. Earth Surface Proc. and Landforms 26(9): 911– 933 .
31. Poesen, J. W. A., K.Vandaele and B. vanWesemael. 1996. Contribution of gully erosion to sediment production on cultivated lands and rangeland. PP. 251–266. *In:* Walling, D. E.,Webb,W. (Eds.). Erosion and Sediment Yield: Global and Regional Perspectives. IAHS Pub., Wallingford.
32. Poesen, J. W. A. and J. M. Hooke. 1997. Erosion, flooding and channel management in Mediterranean environments of southern Europe. Prog. in Phys. Geography 21(2): 157–199.
33. Poesen, J., L. Vandekerckhove, J. Nachtergaele, D. Oostwoud Wijdenes, G. Verstraeten and B. van Wesemael, 2002. Gully erosion in dryland environments. PP. 229–262. *In:* Bull, L.J., Kirkby, M.J. (Eds.), Dryland Rivers. Hydrology and Geomorphology of Semi-Arid Channels. Wiley Pub., Chichester. UK.
34. Posesen, J., J. Nachtorgale and G.Verstrac . 2003 . Gully erosion and environmental change: importance and research needs. Catena 50: 91-133.
35. Unep. 1994. United Nations Convention to Combat Desertification. United Nations Environmental Programme, Geneva.
36. Valcárcel, M., M. T.Taboada, A. Paz and J. Dafonte. 2003. Ephemeral gully erosion in northwestern Spain. Catena 50: 199–216.
37. Vandaele, K. 1993. Assessment of factors affecting ephemeral gully erosion in cultivated catchments of the Belgian loam belt. PP. 125–136. *In*: Wicherek (Ed.), Farm Land Erosion in Temperate Plains Environment and Hills. Elsevier Pub., Amsterdam.
38. Vandekerckhove, L., J. Poesen, D. Oostwoud Wijdenes and T. de Figueiredo. 1998. Topographical thresholds for ephemeral gully initiation in intensively cultivated areas of the Mediterranean. Catena 33: 271–292.
39. Zucca, C., A. Canu and R. Perutu. 2006. Effects of Landuse and Landscape on Spatial Distribution and Morphological Features of Gullis in an agropastoral area in Italy. Catena 68(3): 87-95.

# Lithological and Geological Impacts on Gully Erosion (Case Study: Seif Abad Watershed, Lorestan)

**SH. Yousofvand*, M. Habibnejad, K. Soleimani and M. Rezaie Pasha[1]**

(Received : Oct. 10-2011 ; Accepted : Sep. 13 -2012)

## Abstract

**Abstract**: Soil erodibility and gully erosion and their expansion occur under geological formation and soil characteristics. This study aims to find the rate of soil and formation effects on gully erosion in Seifabad watershed. To that end, aerial and field work were used together to determine the rate & expansion of 17 gullies in 12 years' period from 1997 to 2009. The soils were sampled for each gully in 50% interval distance with 0-30 cm horizontal surfaces and >30 cm depth. Some factors were estimated from the soil such as EC, PH, Silt, Clay, Sand & limeston percentages. Statistical analysis was done using SPSS 14 through non-parametric tests such as Kruskal-Wallis & Mann-Whitney**.** Spearman coefficient was used to investigate the relation between volume of gully & litological factors. The results showed a positive correlation at 1% level for the PH with the gully erodibility in surface soil, but for the depth of soil this relation belonged to the silt percentage, and sand showed a negative relation at 5%level with the volume of the gully sediments. Finally, there was no statistical relationship between geological formation and the sediment yield in gullies.

**Keywords:** soil factors, geology, gully, erosion, Lorestan, Aerial photo

1. Dept. of Watershed Manage., College of Natur. Resour. Sari Agric. and Natur. Resour. Univ., Sari, Iran.
*: Corresponding Author, Email: pasha.m65@gmail.com