

جغرافیا و توسعه - شماره ۱۵ - پاییز ۱۳۸۸

وصول مقاله: ۸۶/۷/۱۵

تأیید نهایی: ۱۳۸۷/۴/۱۱

صفحات: ۱۵۰-۱۳۳

تحلیل‌های مورفومتری عوامل تشکیل و تحول آبکندها^۱ در حوضه‌ی آبریز شاخن (استان خراسان جنوبی)

دکتر رضا اسماعیلی

دکتر مهدی ثقفی

استادیار ژئومورفولوژی دانشگاه پیام نور بیرجند استادیار ژئومورفولوژی دانشگاه آزاد واحد نور

چکیده

فرسایش آبکندی از پدیده‌های معمول در آب و هوایی نیمه‌خشک می‌باشد. آنها مناطق وسیع با شرایط مورفولوژیکی، خاک‌شناسی و آب و هوایی متفاوت را تحت تأثیر قرار می‌دهند. میزان هدررفتن خاک در نتیجه‌ی ایجاد آبکندها در دهه‌های اخیر به جهت فرسایش قابل ملاحظه‌ی اراضی تحت کشت در حوضه‌ی آبریز شاخن، مشکلاتی بسیار جدی ایجاد کرده است. با تکیه بر خصوصیات مورفولوژیکی و شکل هندسی هیدرولیکی، دو نوع عمده‌ی آبکندها تشخیص داده شده:

۱- آبکندهای موقتی که بر روی دامنه‌های با شیب کم گسترش می‌یابند؛

۲- آبکندهای دائمی که در نتیجه فرسایش بسیار زیاد ایجاد می‌شوند.

اهداف مورد نظر در این بررسی عبارتند از:

- ۱- تعیین توزیع مکانی این آبکندها در منطقه مورد مطالعه ۲- اندازه‌گیری خصوصیات مورفولوژیکی و توپوگرافی آنها و ۳- تعیین عواملی که بازسازی و گسترش و تحول آنها را سبب می‌شوند.
- جهت بررسی عوامل اصلی تشکیل انواع متفاوت آبکندها، داده‌های مربوط به شرایط محیط طبیعی از قبیل: فیزیوگرافی، زمین‌شناسی، خصوصیات خاک، کاربری اراضی و شرایط هیدرولوژیکی به‌طور میدانی جمع‌آوری شد. فرضیات مربوط به مکانیسم‌های مؤثر در تشکیل و تحول هر دو نوع آبکند دائمی و موقتی و خصوصیات متفاوت آنها مورد بحث قرار گرفته است. این نوع از آبکندها تحت شرایط آب و هوایی نیمه‌خشک در مناطق کوچکی از حوضه‌ی آبریز شاخن در استان خراسان جنوبی مورد بررسی واقع شده‌اند.
- بررسی‌های میدانی در خصوص مورفولوژی آبکندها و فرآیندهای به‌وجودآورنده‌ی آنها در سه منطقه از محدوده‌ی مورد مطالعه که نماینده‌ی شرایط زمین محیطی متفاوتی هستند، انجام شده است. به‌طوری‌که اظهار

۱- Gully معادل خندق نیز به‌کار برده می‌شود که با توجه به توضیحات بسیار ارزشمند استاد محترم، آقای پروفیسور گنجی که در شماره‌ی ۸ نشریه‌ی علمی پژوهشی جغرافیا و توسعه ارایه شده، کلمه‌ی آبکند معادلی مناسب‌تر برای آن می‌باشد و نظر محققین این مقاله نیز چنین است. بنابراین در این مقاله از واژه‌ی آبکند به‌عنوان معادل کلمه Gully استفاده شده است.

می‌شود، با وجود اینکه آبکند منطقه‌ی شماره‌ی ۱ از محدوده‌ی مورد مطالعه در ابتدا توسط رواناب سطحی ایجاد شده، اما در حال حاضر بسیار فعال بوده و آنچنان دچار تحول شده که فروافتادگی کف و کرانه‌ها مهمترین فرآیندهای متحول‌کننده‌ی آن به شمار می‌روند.

در مناطق مورد مطالعه، اقدامات کنترل فرسایش باید مبتنی بر افزایش تراکم پوشش گیاهی بر روی زمین جهت کاهش سرعت جریان آب در اراضی بالادست مناطق دارای فرسایش آبکندی باشد تا به این ترتیب حجم جریان در مناطق تحت فرسایش آبکندی کاهش پیدا کند.

کلیدواژه‌ها: آبکند موقتی، آبکند دائمی، حوضه آبریز شاخن.

مقدمه

آبکندها به علت تمرکز رواناب در شیارها و عریض و عمیق تر شدن آنها شکل می‌گیرند. آنها می‌توانند از وسط دامنه یا از پای دامنه به سمت پایین رشد نمایند و یا در امتداد کف دره گسترش یابند (Goudie, 2003: 503). فرسایش آبکندی، فرسایشی عمیق است که بر اثر حمل خاک توسط آبهای جاری و ایجاد آبراهه‌ها در اثر شدت جریان آب ایجاد می‌شود. در فرسایش آبکندی کانال‌های عبور آب بزرگتر از فرسایش شیاری است (ضیایی، ۱۳۸۰: ۱۸۵). طبق معیاری که به‌وسیله‌ی Hauge (۱۹۷۷) پیشنهاد شد و به‌وسیله‌ی Poesen و همکاران (۱۹۹۶) مورد بحث و توجه قرار گرفت، آبکندها کانال‌هایی هستند که مساحت مقطع عرضی آنها بیش از ۹۲۹ سانتیمتر مربع باشد (Claudia Zucca و همکاران، ۲۰۰۶: ۸۹). از این رو با استفاده از این شاخص مرز بین شیارها و آبکندها مشخص می‌شود. بین فرسایش شیاری و فرسایش آبکندی کامل، اصطلاح فرسایش آبکندی موقتی به‌کار می‌رود که در دهه‌ی ۱۹۸۰ مطرح گردید (Grissinger, 1996: 161; Foster, 1986: 107).

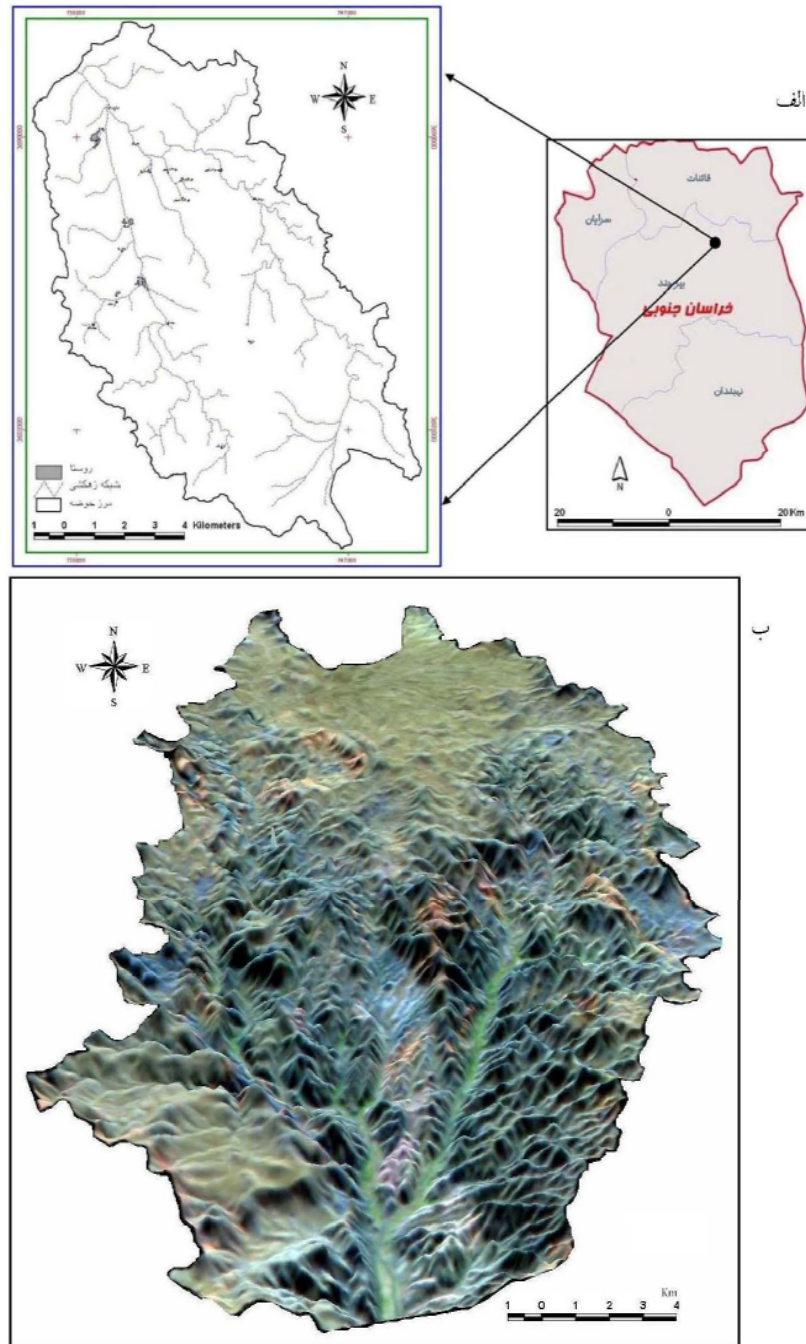
براساس نظر انجمن علوم خاک آمریکا^۱ (۱۹۹۶: ۵۴)، آبکندهای موقتی، مجاری فرسایش‌یافته‌ی کوچکی‌اند که با تمرکز جریان آبهای سطحی ایجاد شده‌اند و به‌سادگی با کمک ادوات شخم معمولی می‌توانند پر شوند و تنها در صورتی که رخدادهای رواناب مشابه در این مناطق اتفاق افتد، آنها شکل خود را دوباره بازسازی می‌کنند. Poesen و همکاران (۱۹۹۳)، مشاهده کردند که آبکندها نه تنها در مسیرهای زهکشی شده‌ی طبیعی بلکه در امتداد عناصری از چشم‌انداز که امتداد طولی دارند، مانند مسیرهای حفر شده، شیارهای قدیمی، پرتگاه‌ها، جاده‌ها و غیره)، نیز ایجاد می‌شوند. افزایش مساحت اراضی زراعی در مناطق مرطوب، یا چرانیدن بیش از حد دام، در مناطق خشک، توسط انسان شرایط مساعدی جهت گسترش آبکندها به‌وجود می‌آورد (De Ploey, 1990: 15). بنابراین با در معرض فرسایش قرار گرفتن خاک‌های این مناطق که

1- Soil Science Society of America

از مقاومت اندکی در برابر جریان سطحی برخوردار هستند، حجم بالای میزان فرسایش نتیجه خواهد شد. از این رو فرسایش آبکندی می‌تواند به‌عنوان شاخص بیابانزایی مورد استفاده قرار گیرد (UNEP, 1994:141). هدف از این مطالعه بررسی نقش عوامل مختلف محیطی و نیز عوامل انسانی فعال حوضه‌ی آبریز شاخن در ایجاد و گسترش آبکندها و تجزیه و تحلیل این عوامل و نیز طبقه‌بندی انواع آبکندهای موجود در منطقه بر اساس شیوه‌هایی است که توسط محققین مختلف ارائه شده است. بررسی شیوه‌های مختلف طبقه‌بندی آبکندها و معیارهایی که در زمینه‌ی طبقه‌بندی و مطالعه‌ی آبکندها به کار گرفته می‌شود نیز از جمله دیگر اهداف این پژوهش است.

معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه‌ی مورد مطالعه در شرق کشور در حدفاصل 21° و 12° و 33° تا 16° و 21° و 33° عرض جغرافیایی شمالی و حد فاصل 30° و 32° و 59° تا 38° و 40° و 59° طول جغرافیایی در استان خراسان جنوبی و در فاصله ۱۰۰ کیلومتری شمال شرق بیرجند واقع شده است. این منطقه یکی از زیرحوضه‌های کال‌شور و حوضه‌ی اصلی شرقی آن می‌باشد (شکل ۱). مساحت آن برابر با $117/6$ کیلومتر مربع است. حداکثر ارتفاع حوضه 2502 متر و حداقل ارتفاع آن 2049 متر می‌باشد، به این ترتیب دامنه‌ی اختلاف ارتفاع در منطقه 453 متر است. بررسی وضعیت شیب منطقه، متوسط شیب $15/7$ درصد را در حوضه نشان می‌دهد. بررسی کلی از نظر خصوصیات اقلیمی، متوسط درجه‌ی حرارت سالانه $14/2$ درجه سانتیگراد و متوسط بارش سالانه $256/9$ میلی‌متر را برای منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد. بنابراین منطقه‌ی مورد مطالعه در تقسیمات آب و هوایی آمبرژه در طبقه آب و هوایی نیمه‌خشک سرد قرار می‌گیرد. حوضه‌ی آبریز مذکور توسط دو آبراهه‌ی اصلی که طول آبراهه‌ی سمت شرقی حوضه تا محل خروجی $24/9$ کیلومتر و طول آبراهه‌ی سمت غربی تا محل خروجی حوضه حدود 17 کیلومتر است و در پایین‌دست حوضه به یکدیگر متصل شده‌اند، زهکشی می‌شود. رودخانه‌ی شاخن پس از خروج از حوضه‌ی آبریز مورد مطالعه با دریافت چند رودخانه‌ی کوچکتر پس از طی مسافتی در حدود 100 کیلومتر در شمال شرقی شهرستان قائن وارد دق‌های آن منطقه می‌شود.



شکل ۱: الف) موقعیت حوضه آبریز شاخن ب) مدل سه بعدی ناهمواری‌های حوضه

مواد و روش‌ها

در این مطالعه ابتدا با تفسیر عکس‌های هوایی ۱:۲۰۰۰۰ منطقه، مناطق دارای فرسایش آبکندی مشخص گردید. سپس با استفاده از سیستم موقعیت‌یاب جهانی (GPS) موقعیت مناطق دارای فرسایش آبکندی تعیین و بزرگترین آنها نقشه‌برداری شد. عکس‌های هوایی منطقه با کمک دستگاه تعیین مختصات جهانی (GPS) در سیستم مختصات UTM زون ۴۰، زمین مرجع و ثبت مختصات شدند سپس در ابعاد پیکسل‌های ۱۰ متری با روش نزدیکترین همسایه دوباره بازچینی و تصحیح هندسی و در نهایت موزاییک شدند. پس از آن در محیط سیستم اطلاعات جغرافیا موزاییک عکس‌های هوایی جهت بررسی ابعاد آبکنند مورد بررسی قرار گرفتند.

مدل مورد استفاده در این پژوهش تکنیک تحلیل مکانی با استفاده از انطباق لایه‌های اطلاعاتی در محیط GIS است. برای این منظور جهت شناسایی عوامل مؤثر در تشکیل آبکندها با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی و عکس‌های هوایی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و مشاهدات میدانی، از مدل ارتفاعی رقومی (DEM)، شبکه زهکشی، شیب، آبادی‌ها، لیتولوژی، گسل‌ها، کاربری اراضی، خاک، واحدهای ارضی و پراکنش آبکندها، لایه‌های اطلاعاتی در نرم‌افزار Arc View ساخته شد. برای محاسبه‌ی ویژگی‌های هیدرولوژیکی منطقه، روش SCS و تعیین شماره منحنی (CN)، مورد استفاده قرار گرفت. برای تعیین CN طبق توصیه SCS نیاز به تعیین کاربری اراضی و گروه‌های هیدرولوژیکی خاک حوضه می‌باشد. لذا با تلفیق نقشه‌های کاربری اراضی، پوشش گیاهی و گروه‌های هیدرولوژیکی خاک در محیط GIS، مقدار CN تعیین گردید و لایه‌ی اطلاعاتی آن ساخته شد. در نهایت عوامل مؤثر در تشکیل و توسعه‌ی آبکندها در حوضه با کمک انطباق لایه‌های اطلاعاتی در محیط GIS و تحلیل مکانی آنها مورد تجزیه تحلیل قرار گرفته است. سپس آبکندهای منطقه‌ی مورد مطالعه با در نظر گرفتن نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل مرحله‌ی قبل که در آن تمامی عوامل مؤثر در مدل انطباق لایه‌ها به عنوان ورودی مدل در نظر گرفته می‌شوند و نیز با توجه به خصوصیات مورفومتری طبقه‌بندی شده است.

نتایج

عوامل کنترل کننده‌ی فرسایش آبکندی در حوضه‌ی مورد مطالعه

الف- سنگ‌شناسی: واحدهای لیتولوژی حوضه در دو گروه تشکیلات رسوبی و آتشفشانی طبقه‌بندی می‌شوند. در یک نگاه اجمالی می‌توان از نظر سنگ‌شناسی زمینه‌ی حوضه را فلیش و فلیش‌های توفدار دانست که سری‌های آتشفشانی به صورت موضعی درون این زمینه پراکنده شده‌اند. ولکانیک‌ها در حجم قابل توجهی به همراه پیروکلاستیک‌هایی از جنس خودشان بخش اعظم مساحت حوضه را در بر گرفته‌اند (شکل ۲). توف‌ها و فلیش‌های توفدار ۷۹/۴ درصد از مساحت حوضه را در بر گرفته‌اند. مشخصه‌ی اصلی فلیش اجزای آذرآواری آن است که به صورت متناوب از لایه‌های ماسه‌سنگ میکادار، شیل و ندرتاً مارن و آهک تشکیل شده است. این رسوبات ویژگی رسوبات دریایی کم عمق تا عمق متوسط را دارا هستند. منطقه‌ی مورد مطالعه در اواخر پالئوژن به اوج برخاستگی رسیده و متعاقب آن رخساره‌های مولاس بعد از کوهزایی در بخش‌های مختلف نهشته گردیده‌اند. تشکیلات دوران چهارم را پادگانه‌های آبرفتی قدیمی، پادگانه‌های آبرفتی جوان و آبرفت‌های عهد حاضر تشکیل می‌دهند.

جدول ۱ سازندهای دارای فرسایش آبکندی دایمی (عمق بیش از ۲ متر) و فرسایش آبکندی موقتی (عمق کمتر از ۲ متر) و مساحت آنها را نشان می‌دهد. بر این اساس بیش از ۹۷ درصد مساحت آبکندهای دائمی حوضه بر روی آبرفت‌های عهد حاضر و ۹۹/۸ درصد مساحت آبکندهای موقتی بر روی توف‌ها و فلیش‌های پالئوسن شکل گرفته‌اند. فلیش‌های پالئوسن و برونزدهای آن از جمله سنگ‌های با مقاومت پایین به شمار می‌روند، خصوصاً با توجه به فعالیت مستمر و تحولات ساختاری منطقه این تشکیلات لایه‌بندی ظریفی داشته و نیز تحت تأثیر رخدادهای تکتونیکی دارای سیستم‌های شکستگی و درز فراوان می‌باشند، این عوامل باعث کاهش مقاومت آنها در برابر فرسایش می‌گردد. حضور اجزای رسی و ماهیت ریزدانه‌ی توف نیز باعث کاهش نفوذپذیری و تخلخل کل در آنها گردیده که در نتیجه افزایش مقدار رواناب را به دنبال دارد.

ب) کاربری اراضی: کاربری ارضی منطقه‌ی مورد مطالعه شامل: اراضی و باغات آبی، باغات دیم، مرتع و اراضی دیم است (شکل ۳). ۷۱/۳ درصد از مساحت منطقه‌ی مورد مطالعه تحت تسلط کاربری مرتع می‌باشد. بیشترین مساحت آبکندهای ایجاد شده در حوضه نیز در مراتع می‌باشد به طوری که ۹۰/۱ درصد از مساحت آبکندهای موقتی در این کاربری ایجاد شده‌اند (جدول ۲).

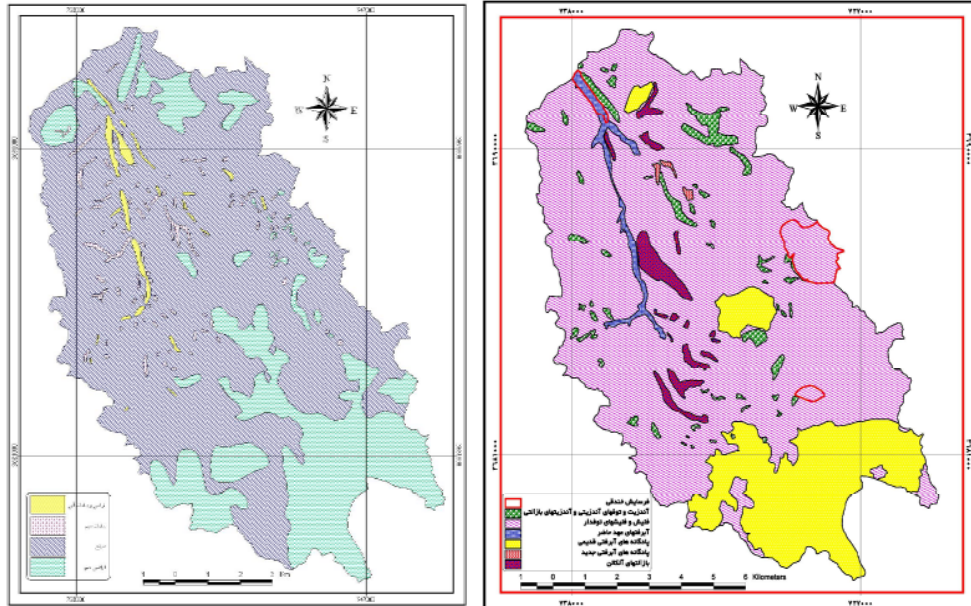
جدول ۱: مساحت سازندهای زمین‌شناسی و آبکندهای ایجادشده بر روی آنها در حوضه آبریز شاخن

واحد زمین‌شناسی	مساحت به درصد	مساحت آبکند دایمی به درصد	مساحت آبکند موقتی به درصد
توف و فلیش‌های توفدار (پالئوسن)	۷۹/۴	۲	۹۹/۸
آندزیت و آندزیت بازالتی (الیگو-میوسن)	۴/۲	۰/۷	۰/۲
بازالت نئوزن	۲/۵	-	-
پادگانه‌های قدیمی	۱/۷	-	-
پادگانه‌های جوان	۰/۲	-	-
آبرفت‌های عهدحاضر	۱۲	۹۷/۳	-

علوفه‌ی تولیدی مراتع حوضه جوابگوی ۴۵/۹ درصد دام‌هایی است که طی سال در آن چرانده می‌شوند یعنی بیش از ۲ برابر ظرفیت حوضه‌ی دام در آن به چرا مشغول است. از این‌رو با کاهش پوشش گیاهی و افزایش رواناب تشکیل آبکندها تسهیل می‌گردد، نسبت‌درصد مساحت آبکندهای دایمی در قلمرو کاربری‌های مزارع دیم که ۲۵/۷ درصد از مساحت سطح حوضه را شامل شده‌اند، بیشترین مقدار یعنی ۳۸/۵ درصد می‌باشد (جدول ۲).

جدول ۲: مساحت انواع کاربری‌های اراضی و آبکندهای ایجاد شده در آنها در حوضه آبریز شاخن

نوع کاربری اراضی	مساحت به درصد	مساحت آبکند دائمی به درصد	مساحت آبکند موقتی به درصد
مرتع	۷۱/۳	۴۹/۲	۹۰/۱
زراعت دیم	۲۵/۷	۳۸/۵	۹/۶
باغات دیمی	۱/۵	۰/۵	۰/۳
باغات آبی	۱/۴	۱۱/۸	-



شکل ۳: کاربری اراضی حوضه آبریز شاخن

شکل ۲: واحدهای سنگ‌شناسی حوضه آبریز

ج) هیدرولوژی: یکی از مهمترین شاخص‌های هیدرولوژیکی مؤثر در ایجاد آبکند، مقدار رواناب تولید شده می‌باشد از این رو گروه‌های هیدرولوژیک خاک که در روش SCS مورد استفاده قرار می‌گیرند برای حوضه‌ی مورد مطالعه مشخص گردیده‌اند (شکل ۴).

بیش از ۶۷ درصد مساحت حوضه‌ی تحت قلمرو گروه‌های هیدرولوژیک C و D می‌باشد (جدول ۳). ۹۵ درصد آبکندهای دائمی از نظر مساحت در گروه C و نزدیک به ۹۰ درصد آبکندهای موقتی در گروه هیدرولوژیک D واقع شده‌اند.

جدول ۳: مساحت در برگرفته فرسایش آبکندی در واحدهای هیدرولوژیک خاک

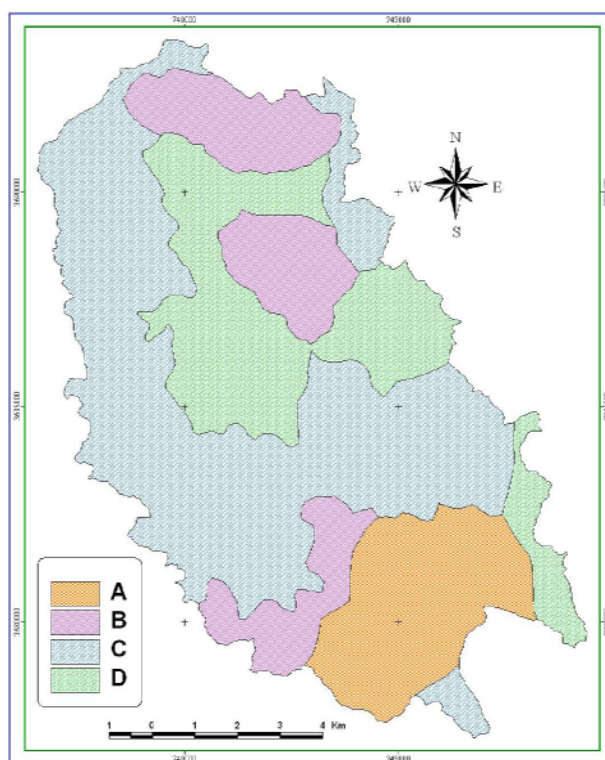
گروه‌های هیدرولوژیک خاک	مساحت به درصد	مساحت آبکند دائمی	مساحت آبکند موقتی
A	۱۳/۷	-	-
B	۱۷/۲	-	-
C	۴۶/۴	۹۵	۱۰/۵
D	۲۲/۷	۲	۸۹/۵

با استفاده از مقدار میانگین وزنی CN که برای کل حوضه‌ی مورد مطالعه ۸۱/۹ محاسبه گردیده، مقدار دبی با دوره‌ی برگشت‌های مختلف تخمین زده شده است (جدول ۴).

تحلیل‌های مورفومتری عوامل تشکیل و تحول آبکندها... ۱۴۱

جدول ۴: تخمین دبی رودخانه حوضه آبریز شاخن با استفاده از روش SCS در دوره بازگشت‌های مختلف

دوره بازگشت	۲	۵	۱۰	۲۵	۳۰	۵۰	۱۰۰	۲
دبی m^3/s	۵/۷	۳۸/۹	۷۱/۹	۱۲۱	۱۳۱/۳	۱۶۰/۹	۲۰۲/۷	۵/۷



شکل ۴: واحدهای هیدرولوژیک خاک

– مورفومتری آبکندها در حوضه‌ی مورد مطالعه

در سه منطقه از حوضه‌ی آبریز شاخن فرسایش آبکندی مشاهده می‌شود که مجموعاً ۱/۲ درصد از مساحت حوضه آبخیز مورد مطالعه را تشکیل داده‌اند (شکل ۵ الف). عمده‌ترین آبکنندگی تشکیل شده در حوضه که در محل خروجی حوضه قرار دارد ۲۰۰۴ متر طول دارد، و کمی بالاتر از محل اتصال دو آبراهه‌ی اصلی، هدکت^۱ آبکنند شروع شده و به

1- Head cut

سمت محل خروجی حوضه امتداد می‌یابد. مقطع عرضی این آبکند به جهت کم ضخامت بودن سازند (آبرفت‌های عصر جدید) و وجود سازند مقاومتری در کف آن که مانع فرسایش عمقی بیشتر شده، به شکل U می‌باشد. حداکثر عرض این آبکند ۱۰ متر و عمق آن ۴ تا ۵ متر می‌باشد. در طبقه‌بندی Rosgen (۱۹۹۴) از انواع رودها، این کانال در گروه G6 قرار می‌گیرد (جدول ۵). حساسیت این کانال‌ها نسبت به جریان‌های سیلابی بسیار زیاد بوده و فرسایش کرانه‌های کانال و تدارک رسوب نیز در آنها زیاد می‌باشد (روزگن، ۱۹۹۴: ۱۹۴).

در این زمینه باید متذکر شد که آبکندهای پیوسته بخشی از شبکه‌ی زهکشی می‌باشند در صورتی که آبکندهای ناپیوسته از شبکه‌ی زهکشی جدا هستند (Poesen, 2002: 243). آبکندهای کف دره‌ای مجاری زهکشی جریان می‌باشند که در آبرفت‌ها به‌طور مکرر شکل می‌گیرند (Schumm و همکاران، ۱۹۸۴: ۸۵). از نظر شکل، آبکندهای موجود در منطقه از نوع آبکندهای شبکه‌ای می‌باشند. این آبکندها معمولاً در مجاورت رودخانه‌ها و اغلب در محل تلاقی شعبات آنها ایجاد می‌شوند (حمیدی، ۱۳۷۸: ۲۵۹). این آبکند در منطقه‌ای با شیب ۵-۰ درصد واقع شده است و شیب آبکند مذکور نیز ۱/۳ درصد می‌باشد (شکل ۶).

در این آبکند فرسایش جانبی بیشتر از فرسایش عمقی فعالیت دارد که مهم‌ترین این اشکال و فرآیندهای آن عبارتند از:

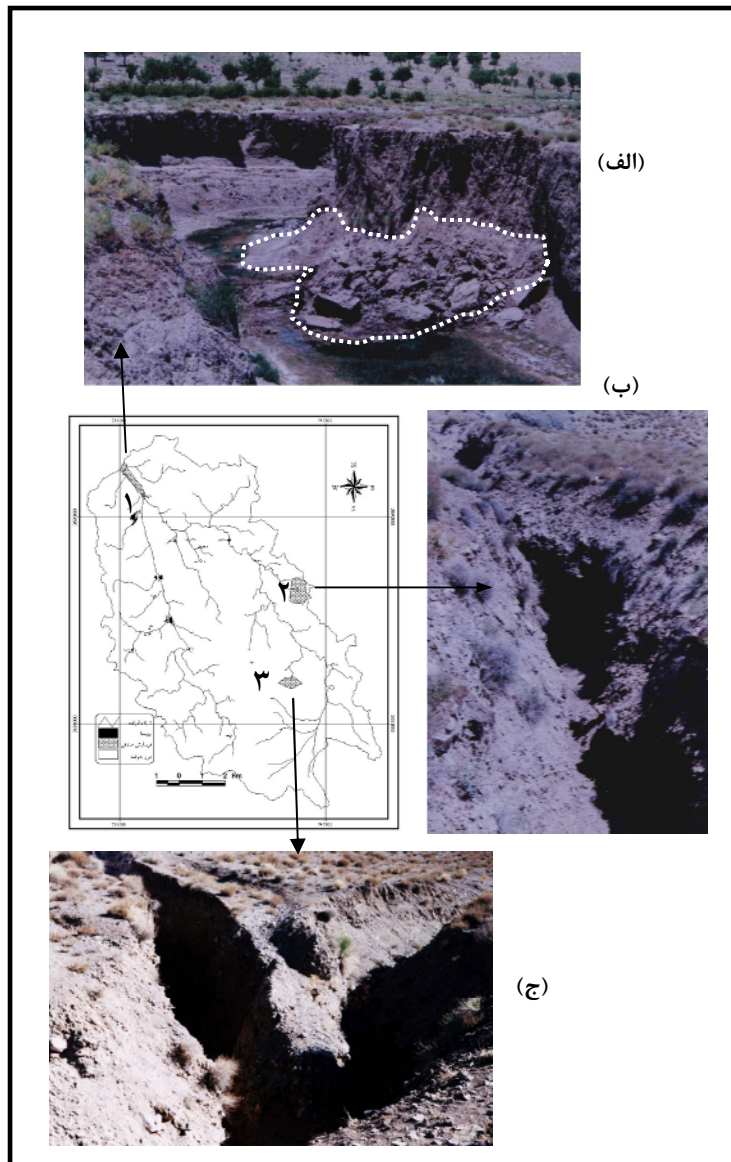
- ۱- در طی جریان‌های سیلابی به علت زیربری^۱ کرانه‌ی کانال آبکند و تحت تأثیر نیروی ثقل گسیختگی‌های توده‌ای اتفاق می‌افتد. این مسأله در خمیدگی‌های مقعر بیشتر مشاهده می‌شود (شکل ۵ الف). این خاک‌ها در طی جریان‌های بعدی شسته شده و از دسترس خارج می‌شوند.
- ۲- به علت فرسایش پاشمانی باران و ایجاد رواناب سطحی ناشی از آن، شیاری در کرانه آبکند ایجاد شده و کرانه‌های شیاردار را در بعضی از قسمت‌ها ایجاد نموده است. این شیاریا به تدریج گسترش یافته و آبکندهای ثانویه یا شاخه‌ای را ایجاد می‌نمایند (شکل ۷).
- ۳- فرسایش تونلی^۲: فرآیند فرسایشی تونلی و یا ایجاد راهروهای زیرزمینی، به‌صورت حفره‌های افقی در دیواره آبکند قابل مشاهده‌اند (شکل ۸). حفره‌های مذکور مراحل اولیه‌ی تحول خود را طی می‌کنند و ابعاد چندانی نیافته‌اند. حداکثر قطر آنها ۴ متر و حداکثر امتداد طولی آنها ۲ متر می‌باشد. گسترش این راهروهای زیرزمینی و سپس ریزش سقف آنها در مراحل پیشرفته‌تر تغییرات، گسترش آبکند مزبور را باعث می‌شود.

1- Under cutting

2- Piping

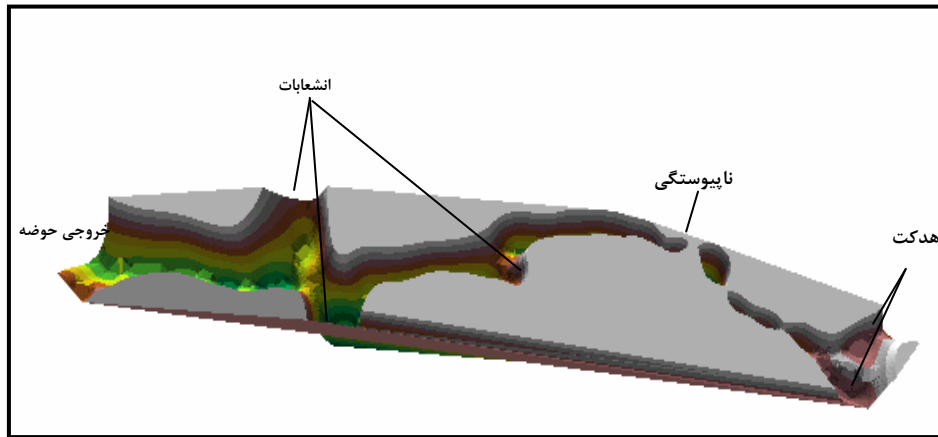
جدول ۵: معیارهای طبقه بندی آبکندها

معیار تقسیم‌بندی	توضیحات	آبکندهای منطقه ۱	آبکندهای منطقه ۲ و ۳
پلان رأس آبکند (Ireland و همکاران، ۱۹۳۹)	آبکندها به انواع تیز، مدور، دندانه‌دار و پنجه‌ای تقسیم می‌شوند	پنجه‌ای	پنجه‌ای
موقعیت آبکندها در چشم‌انداز (Brice، ۱۹۶۶)	آبکندهای کف دره‌ای، پهلوی دره‌ای و رأس دره‌ای	کف دره‌ای	کف دره‌ای
تکامل آبکندها (Heed، ۱۹۷۰)	پیوسته و ناپیوسته	عمدتاً پیوسته	پیوسته
کرانه‌های آبکند (Imeson and Kwaad، ۱۹۸۰)	عمودی، شیاردار، شیب‌دار و Piped	عمودی و شیب‌دار	عمودی
عمق (FAO، ۱۹۷۷)	۱ < آبکند کوچک، ۵-۱ متر آبکند متوسط و ۵ < آبکند بزرگ	متوسط	کوچک
شکل و مقطع عرضی (FAO، ۱۹۷۷)	آبکندهای U شکل، V شکل و دوزنقه‌ای	U شکل	U شکل
نسبت عرض به عمق (Poesen، ۱۹۹۳)	نسبت عرض به عمق بیش از ۱ آبکندهای با درصد اتلاف بسیار زیاد خاک حاصلخیز سطحی و مقدار کمتر از ۱ آبکندهای کم عرض ولی عمیق و موقتی که با ادوات سنگین اصلاح می‌شوند.	$w/d > 1$	$w/d < 1$
طبقه‌بندی رودها (Rosgen، ۱۹۹۴)	Rosgen رودها را بر اساس نسبت حفر بستر رود، نسبت پهنا به عمق، سینوزیته، شیب و مواد رسوبی کانال رود به ۸ دسته‌ی کلی DA, D, C, E, B, F, G, A تقسیم‌بندی نمود که دسته اصلی G، آبکندها می‌باشند	G6	G6
عمق (Guanglu Li و همکاران، ۲۰۰۴)	عمق کمتر از ۰/۳ متر شیار، عمق ۲-۰/۳ متر آبکند موقتی و بیش از ۲ متر آبکند دائمی	آبکند دائمی	آبکند موقتی



شکل ۵: نقشه موقعیت خندق‌های مورد مطالعه

الف- آبکند دایمی در محل خروجی حوضه ، ب- خندق کم عمق در جنوب شرق روستای سرقان، ج- خندق کم عمق در جنوب شرق روستای آغل. اعداد ۱، ۲ و ۳ مناطق دارای فرسایش خندقی در حوضه می‌باشند.



شکل ۶: مدل سه بعدی از خندق دائمی حوضه و خصوصیات مورفولوژیکی آن

طبق نظر هاروی (۱۹۹۶: ۷۴۴)، این راهروها عمدتاً به وسیله طبیعت مواد خاکی اعماق، به ویژه تغییرات نفوذپذیری، قابلیت انحلال، میزان پایداری و نیز به وسیله پدیده‌های سطحی که نفوذ رواناب سطحی تمرکز یافته را به درون شکاف‌های انبساطی یا ترک‌های موجود در کناره‌های دیواره آبکند باعث می‌شوند و نیز به وسیله سطوحی که در سطح زمین استحکام کمتری دارند، کنترل می‌شود.

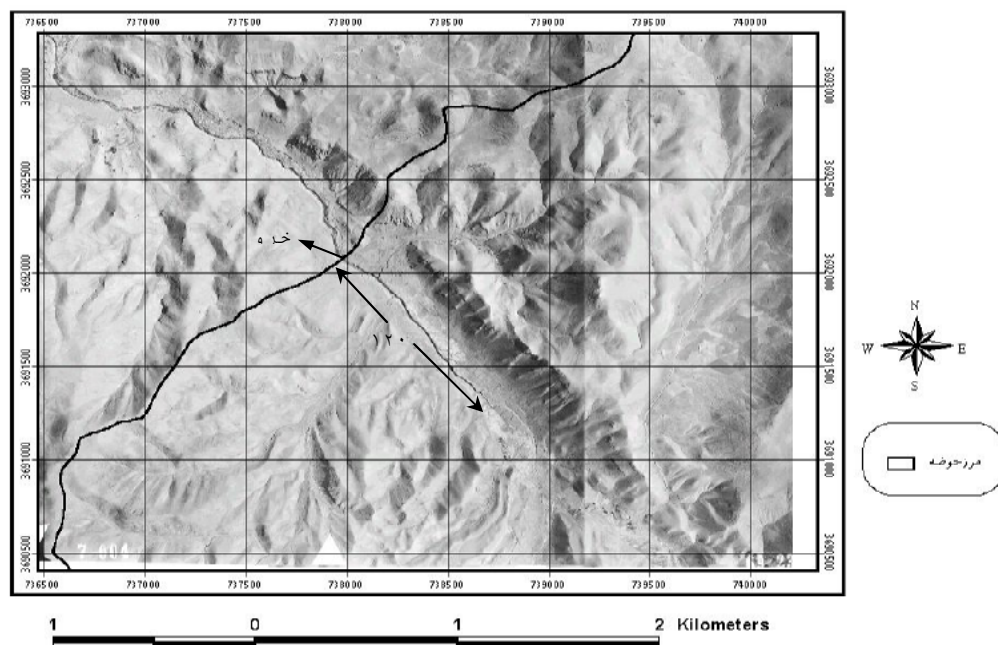
۴- مهاجرت هدکت نیز از فرآیندهایی است که سبب گسترش آبکند می‌شود. مشاهدات انجام شده در منطقه مورد مطالعه و نیز با توجه به بررسی‌های صورت گرفته بر روی عکس‌های هوایی منطقه نشان‌دهنده افزایش طول آبکند مذکور است. چنانکه طول محاسبه شده برای آبکند از محل خروجی حوضه تا بالادست با کمک عکس‌های هوایی ۱:۲۰۰۰۰ برابر با ۱۲۰۰ متر می‌باشد (شکل ۹). در حالی که مشاهدات میدانی انجام شده و نیز اندازه‌گیری‌هایی که با دستگاه تعیین مختصات جهانی (GPS) صورت گرفته افزایش طول آبکند را نشان می‌دهد. به طوری که طول حاصل شده در نتیجه مشاهدات میدانی برابر با ۲۰۰۴ متر است (شکل ۹). اختلاف طول حاصل از مقایسه‌ی نتایج به دست آمده ۸۰۴ متر تغییر در طی یک دوره‌ی ۱۰ ساله (۸۳-۷۳) است که نشانه‌ی فعالیت و روند تحولات در آبکند ایجاد شده می‌باشد. اگرچه این رقم به علت تفاوت در روش اندازه‌گیری، اغراق‌آمیز به نظر می‌رسد ولی می‌تواند نشان‌دهنده‌ی پستی و گسترش آبکند به سمت بالادست باشد.



شکل ۷: فرسایش شیاری و انحلالی در دیواره‌ی خندق دایمی محل خروجی حوضه که گسترش جانبی و ایجاد انشعابات را در آن سبب می‌شود



شکل ۸: فرسایش تونلی (Piping) در دیواره‌ی خندق دایمی موجود در حوضه



شکل ۹: عکس هوایی نشان‌دهنده‌ی ابعاد آبکند دایمی در محل خروجی حوضه‌ی مورد مطالعه شمال روستای مزار نوغاب (منطقه ۱).

ابعاد آبکندهای مشاهده شده در مناطق ۲ و ۳ از آبکندهای منطقه‌ی ۱ کمتر می‌باشد. عمق متوسط این آبکندها ۱ تا ۱/۵ متر و طول آنها بین ۵۰ تا ۲۰۰ متر متغیّر می‌باشد. جدول ۵ ویژگی‌های مربوط به شکل این آبکندها را نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری

بررسی شکل‌گیری و گسترش فرسایش آبکندی در حوضه‌ی آبریز شاخن، نشان می‌دهد که عوامل مؤثر در وقوع آبکندهای دایمی و موقتی متفاوت هستند. آبکندهای موقتی عمدتاً در توف و فلیش‌های توف‌دار پالئوسن بر روی شیب‌های بیش از ۱۰ درصد و اراضی مرتعی شکل گرفته‌اند. در این مناطق به علت تعلیف بیش از حد دام، مقدار رواناب افزایش یافته ولی به علت شیب دامنه‌ها و عمق نسبتاً کم خاک، عمق این آبکندها به ۲ متر نمی‌رسد.

آبکندهای دایمی حوضه بیشتر در رسوبات منفصل آبرفتی و شیب کمتر از ۵ درصد شکل گرفته‌اند. در این آبکندها علاوه بر جریان‌های سطحی و افزایش رواناب، جریان‌های زیرسطحی

به علت وجود سازندهای ریزدانه (سیلت و رس) و انحلال پذیر که باعث فرسایش تونلی می گردند نیز در شکل گیری آنها نقش داشته اند.

وجود شیارها در کرانه آبکند، تونلها و چاله های آب و حرکات توده ای و مهاجرت آبکند از جمله فرآیندهای مؤثر در گسترش آبکندهای دایمی در حوضه می باشند. با توجه به گسترش وسیع توفها و توفهای فلیش دار و اراضی مرتعی که در حوضه ی توانایی ایجاد و گسترش آبکندهای موقتی به صورت بالقوه وجود دارد، باید با مدیریت مراتع تا حدودی مانع از گسترش سریع آنها و فرسایش و از دست رفتن خاک گردید.

منابع و مأخذ

- ۱- احمدی، حسن (۱۳۷۸). ژئومورفولوژی کاربردی. جلد ۱، فرسایش آبی. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲- ضیایی، حجت‌الله (۱۳۸۰). اصول مهندسی آبخیزداری. چاپ اول. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع).
- 3- Brice, J. B, (1966). Erosion and deposition in the loess-mantled Great Plains, Medicine Creek drainage basin, Nebraska. U.S. Geological Survey Professional Paper 352H, 235– 339.
- 4- Claudia Zucca, Annalisa Canu and Raniero Della Peruta, (2006). Effects of land use and landscape on spatial distribution and morphological features of gullies in an agropastoral area in Sardinia (Italy). Catena 68: 87-95.
- 5- De Ploey, J (1989). A model for Headcut retreat in rills and gullies. Catena Supplement, 14, 18.
- 6- FAO (1977). Guideline for watershed management. Conservation Guide NO.1. Rome, Italy. FAO.
- 7- Foster, G. R. (1986). Understanding ephemeral gully erosion. Soil Conservation, National Academy of Science Press, Washington D.C., 2, 90-125.
- 8- Goudie, A. S, (2003). Encyclopedia of geomorphology, Routledge.
- 9- Grissinger, E. (1996). Rill and gullies erosion. Soil Erosion, Conservation, New York, 153-167.
- 10- Guanglu Li, Klik, A., Wu Faqi, (2004). Gully erosion features and its causes of formation on the (Yuan) land in the Loess Plateau, China. In: Li, Y, Poesen, J, Valentin, C. (Eds), Gully erosion under global change. Sichuan Science and Technology Press, Chengdu, China.
- 11- Harvey, A. M, (1996). Holocene hillslope gully systems in the Howgill Fells, Cumbria. In: Anderson, M.G, Brooks, S. M. (Eds), Advances in Hillslope Processes, vol. 2.
- 12- Hauge, C (1977). Soil erosion definitions, California geology, 30, 202-203.
- 13- Heed, B. H. (1970). Morphology of gullies in the Colorado Rocky Mountains, Bulletin of the international association of scientific hydrology, XV 2, 79–89.
- 14- Imeson, A. C. and Kwaad. F. J. P. M (1980). Gully types and gully predication. Geographic Tijdschrift, XIV 5, 430-441.
- 15- Ireland, H. A., Sharpe C. F. S. and Eargle, D.H. (1939). Principle of gully erosion in the piedmont of South Carolina. USDA Technical Bulletin, 63, 1-143.
- 16- Poesen, J, Van wesemael, B. and Cammeraat, E (1993). Gully erosion in the loess belt: typology and control measures, In: Geomorphological processes in the Belgium loess belt, excursion guide, memorial symposium Prof. J. De Ploey, 24 March.

- 17- Poesen, J, Vandaele, K, van Wesemael, B (1996). Contribution of gully erosion to sediment production in cultivated lands and rangelands. IAHS Publication 236, 251-266.
- 18- Poesen, J, Vandekerckhove, L, Nachtergaele, J, Oostwoud Wijdenes, D, Verstraeten, G, van Wesemael, B (2002). Gully erosion in dryland environments. In: Bull, L. J, Kirkby, M. J. (Eds), Dryland Rivers: Hydrology and Geomorphology of Semi-Arid Channels. Wiley, Chichester, UK.
- 19- Rosgen, D. L (1994). A classification of natural rivers, Catena 22: 169-199
- 20- Schumm, S. A, Harvey, M. D and Watson, C. C (1984). Incised channels. Morphology, dynamics and control. Water Resources Publications, Littleton, Colorado, USA.
- 21- Soil Science Society of America (1996). Glossary of soil Terms. Soil Science Society of America, Madison, USA.
- 22- UNEP (1994). United Nations Environmental Programme. United Nations conventions to combat desertification in those countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly in Africa, Geneva, Switzerland.