نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال چهارم، شماره ۱، بهار۱۳۹۶

صفحات ۱۱۲- ۹۷

مورفومتری فرسایش آبکندی و عوامل موثر بر ایجاد و گسترش آن (حوضه‌ی دشت چم فاضل در جنوب غرب استان ایلام)

نورالله نیک پور [۱] ، دانشجوی دکتری ژئومرفولوژی، گروه جغرافیا ، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.

صمد فتوحی، دانشیار ژئومرفولوژی، گروه جغرافیا ، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.

حسین نگارش، استاد ژئومرفولوژی، گروه جغرافیا، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.

مسعود سیستانی، دانشجوی دکتری ژئومرفولوژی، گروه جغرافیا، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.

دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۶/۰۳ **پذیرش نهایی: ۱۳۹۵/۱۱/۲۰**

چکیده

یکی از مهمترین انواع فرسایش آبی، فرسایش آبکندی یا (گالی زایی) است. این نوع فرسایش به دلیل تولید رسوب و از دست رفتن خاک و همچنین خسارات فراوان به اراضی، راه ها و سازه های عمرانی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این مطالعه به مورفومتری آبکندها: شامل عرض، عمق، طول و ارتفاع از سطح دریا و همچنین معیارهای تقسیم بندی آبکندها، در سه نمونه آبکند از حوضه‌ی دشت چم فاضل در جنوب غرب استان ایلام به منظور بررسی عوامل مؤثر در تحول این نوع فرسایش در منطقه مورد ارزیابی قرار گرفت. با توجه به نتایج مورفومتری، بازدیدهای میدانی و تهیه و تفسیر نقشه های زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ و توپوگرافی۱:۵۰۰۰۰ منطقه، عواملی چون: تأثیر عوامل اقلیمی، شیب و جهت شیب، زمین شناسی(جنس زمین)، فعالیت تکتونیک، گسلش، و کاربری اراضی از جمله مهمترین عوامل شناخته شده در گسترش خندق در این منطقه، شناسایی شدند. که در نهایت لایه های مورد نیاز برخی از این عوامل مؤثر در گسترش فرسایش آبکندی در نرم افزار Gis طراحی شده و بر اساس نقشه های ایجاد شده و داده های بدست آمده به تجزیه و تحلیل هر کدام از این پارامترها و درصد تأثیر آنها در فرسایش آبکندی، پرداخته شده است. در نهایت تمام عوامل بجزء عامل کاربری اراضی، جزء عوامل مهم و تأثیر گذار در گسترش فرسایش آبکندی منطقه بشمار آمدند. و عامل کاربری اراضی برعکس دیگر عوامل در گسترش فرسایش آبکندی مؤثر افتاد. به این صورت که عدم فعالیت و توجه کشاورزان و رها کردن این زمین ها به صورت بایر، به دلیل خشکسالی و کمبود منابع آب فرسایش آبکندی همچنان در حال گسترش می‌باشد.

واژگان کلیدی: مورفومتری، فرسایش آبکندی(خندقی)، حوضه‌ی دشت چم فاضل، استان ایلام، عوامل مؤثر بر ایجاد فرسایش آبکندی

[۱]- **نویسنده مسئول** Email:no.nikpour@gmail.com

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

مقدمه

خاک به عنوان یکی از مهم ترین منابع طبیعی نقش بسیار عمده ای در زندگی انسان را دارا می باشد. امروزه فرسایش خاک و تولید رسوب، معضلی است که روز به روز روند افزایشی پیدا می‌کند و باعث از دست رفتن خاکهای سطحی و انباشت رسوب حاصل از آن ها 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. از این رو در این بررسی یکی از مناطق فرسایش پذیر و رسوب خیز در کشور به صورت آبکندها شناسایی و مطالعه شده است. خندق آبراهه‌ای است نسبتاً دائمی که جریان های موقت آب در هنگام بارندگی از آن می‌گذرد و مقدار بسیار زیادی رسوب را با خود حمل می‌کند. به طور کلی وقتی آبراهه های فرسایش یافته موجود در سطح زمین به اندازه‌ای بزرگ باشد که وسایل کشت و زرع نتواند به طور عمومی از آنها عبور کند یا به عبارت دیگر نتوان آنها را به وسیله عملیات کشت و زرع معمولی تسطیح کرد خندق نامیده می شود. فرسایش خندقی غالباً در مناطق با خاک های فقیر غیر مستعد برای کشاورزی خوب و با پوشش گیاهی پراکنده و همچنین در تشکیلات مارنی و شیل دیده می شود. در این نوع فرسایش علاوه بر عوامل زمین شناسی وآب و هوایی، عوامل انسانی به ویژه راه سازی و بهره برداری های نادرست کشاورزی و چرای بی رویه نقش عمده ای دارد.

سازمان خواروبار کشاورزی (FAO) در سال ۱۹۶۵در تعریف فرسایش آبکندی(گالی زایی) به این نکته اشاره دارد که فرسایش گالی نوعی فرسایش آبراهه‌ای است، بطوریکه بدلیل زیاد بودن عرض و عمق آنها (به طور معمول بیش از ۰/۵ متر) امکان تردد ماشین آلات برای اجرای عملیات زراعی در اراضی تحت تاثیر آنها وجود ندارد. به عقیده هادسون گالی ها، آبراهه های طبیعی هستند که ماشین آلات کشاورزی نمی توانند از آنها عبور نمایند. گالی ها آبراهه های نسبتا دائمی با جریانهای موقت آب در زمان بارندگیها هستند، که مقدار قابل توجهی رسوب را تخلیه می‌نمایند. فرسایش گالی و فرسایش شیاری از نظر ابعاد با هم فرق دارند. بطوریکه اثر فرسایش گالی به صورت شیارهایی با عرض و عمق زیاد بوده در حالیکه فرسایش شیاری موجب ایجاد شیارهای با عرض زیاد در مقایسه با عمق آنها می گردد(رفاهی ،۱۳۷۵).

بررسی اثرات تغییرات آب و هوا و استفاده از زمین در نرخ فرسایش خاک توسط آب، هدف بسیاری از پروژه های تحقیقاتی ملی و بین المللی است(Boardman, ۱۹۹۵؛ Nearing, ۲۰۰۱). در بیشتر مطالعات رایج در ارتباط با موضوع فرسایش، در فرسایش آبی به ترتیب اهمیت و شکل گیری، چهار دسته فرسایش شامل، فرسایش پاشمانی، فرسایش جویباری یا آبراهه‌ای، خندق های زودگذر (یا شیاری) و فرسایش خندقی شکل می‌گیرد(Gong, ۲۰۱۱). بر این اساس، فرسایش خندقی، حالت تکامل یافته‌ای از فرسایش شیاری و رواناب محسوب می‌شود (علیزاده، ۱۳۶۸). با این حال، در بسیاری از مناظر در شرایط مختلف آب و هوایی و با استفاده های مختلف از زمین، می توان حضور و پویایی از انواع مختلف خندق، را مشاهده کرد. خندق زودگذر یا ناپایدار، خندق دائم و یا کلاسیک و خندق های bank یا کناره ای ار این جمله اند(Poesen, ۲۰۰۳). فرسایش خندقی اغلب حداکثر تخریب و تجزیهٔ سطح زمین را نشان می‌دهد که موجب کاهش بهره وری کشاورزی و از ابین بردن منابع با ارزش زمین می‌شود و همچنین باعث افزایش غلظت آب، کاهش کیفیت آب و پر کردن مخازن پایین دست می‌شود(Ayele, ۲۰۱۵). به طور طبیعی با گذشت هر سیصد سال خاکی با ضخامت ۲۵ میلیمتر تشکیل می‌شود(براتی، ۱۳۸۳). از دسته عواملی که میزان و کیفیت خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد، فرسایش آبی است. فرسایش خندقی جزء فرسایش آبی تشدید شونده است که رخداد و گسترش آن موجب تغییرات بارز در چشم انداز زمین، پسرفت اراضی و تخریب محیط زیست می‌شود(ثروتی و همکاران، ۱۳۸۷). طبقه بندی گالی بر اساس

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

عمق به این صورت می‌باشد که اگر عمق آبکند کمتر از ۰/۳ متر باشد به آن شیار گفته می‌شود و اگر عمق آبکند بین ۲- ۰/۳ متر باشد به آن گالی کم عمق و اگر این مقدار بیشتر از ۲ متر باشد به آن گالی عمیق گفته می‌شو(Valentin et al, ۲۰۰۵). همچنین در مورد مساحت حوضه‌ی مستعد گالی زایی اگر مساحت حوضه کوچک تر از ۲ هکتار باشد، محدوده کوچک گالی زایی گفته می‌شود و اگر مساحت حوضه بین ۱۰-۲ هکتار باشد، محدوده متوسط گالی زایی و اگر این مقدار بیش از ۱۰ هکتار باشد بدان حوضهٔ بزرگ مستعد گالی زایی اطلاق می‌شود. به طور کلی عمق و عرض خندق، میتواند از ۳۰ سانتیمتر تا چندین متر و طول آن نیز تا صدها متر باشد. مقطع عرضی خندقها در اراضی سست U شکل و در اراضی سختV شکل است(بافکار و مجردی، ۱۳۸۵). در حوضه آب خیز چم فاضل، در غرب استان ایلام و در قسمت شرقی شهر پتک موسیان، با توجه به اینکه دارای خاکی با بافت نرم (رسی مارنی)، منطقهٔ مستعد کشاورزی و دامپروری می‌باشد. ولی با توجه به بافت سست خاک در این منطقه و چرای بی رویه و همچنین تأثیر تکتونیک و ...، بالای ۷۰ درصد مساحت این حوضه تحت تأثیر گالی های عمیق قرار گرفته است. فرسایش خندقی شکل بسیار قابل ملاحضه ای از فرسایش خاک است که روی میزان خاصلخیزی خاک و استفاده از زمین تاثیر می‌گذارد و می‌تواند جاده ها، نرده ها، ساختمانها و زندگی انسان را تهدید کند. به همین دلیل این فرم ژئومورفولوژیکی در مناطق مستعد گالی زایی جهت مدیریت بحران، نیاز به مطالعه دارد. در مورد مطالعه خندق ها مطالعات داخلی و خارجی بسیاری صورت گرفته که در ذیل به مواردی اشاره می‌شود. لیزچن (Lesschen, ۲۰۰۷)، در پژوهشهایی که با هدف شناخت مناطق آسیب پذری برای فرسایش خندقی در منطقه‌ی نیمه خشک در جنوب شرقی اسپانیا انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که میزان فرسایش خندقی در زمین های رها شده، نسبت به زمنی های تحت کشت بیشتر است. آنها با اعمال مدلسازی در این عرصه ها، در نهایت به این نتیجه رسیدند که بیشتر زمین های آسیب پذیری اطراف رأس خندقها قرار دارند. افق بوا (Afegbua, ۲۰۱۶) علل و اثرات تهدید فرسایش آبکندی را در Auchi نیجریه مورد بررسی قرار دادند و مشخص نمودند که عوامل انسانی، و طبیعی شامل، بارش بیش از حد، زمین شناسی منطقه، طبیعت خاک، جنگل زدایی، عدم سیستم زهکشی و فقدان اقدامات کنترل فرسایش از طرف دولت موجب شده تا در این منطقه سطح عمده ای تحت تأثیر گالی زایی قرار گیرد.

پیزن (Poesen, ۲۰۰۳)؛ با شبیه سازی فرسایش خندقی به اهمیت مطالعه فرسایش خندقی و تغییرات زیست محیطی پرداختند و نشان دادند که ۱- فرسایش خندقی یک منبع مهم تولید رسوب زیست محیطی است. ۲- گالی زمینهٔ مؤثری برای انتقال رواناب و رسوب از مناطق مرتفع به نقاط پایاب فراهم می‌نماید که در این مورد این خندق ها رسوبات و مواد شیمیایی موجود در زمین های کشاورزی توسط رواناب به مناطق پایین دست انتقال می‌یابد. اسمولسکا(Smolska, ۲۰۰۷): در تحقیقی در شمال شرق لهستان به این نتیجه رسید که مواد منشأ رسوبات و تغییر در رسوبگذاری با تغییر در استفاده از جنگل و اراضی زراعی در قرنهای گذشته در ارتباط هستند. وی بیان کرد که موقعیت توپوگرافیکی خندق ها به منشأ سنن آنها بستگی دارد بنابراین تحقیق بر اساس سنن سنگ شناسی رسوبات و سرعت گسترش مخروط ها، چهار مرحله در فرسایش خندقی قابل تشخیص است. مرحله اول تحت تأثیر اقلیم است و مراحمل بعدی ناشی از تأثیر متقابل اقلیم و انسان شکل می‌گیرد. ولنتاین (Valentin, ۲۰۰۵)؛ بر اساس مطالعات میدانی، عوامل مؤثر در وقوع فرسایش خندقی و تغییرات محیطی حاصل از آن را مورد بررسی قرار دادند. گابریز(Gabris, ۲۰۰۳)، نقش تغییر کاربری اراضی را در ایجاد خندق مناطق تپه ماهوری مجارستان در منطق های به وسعت ۵۲ کیلومتر مربع مورد بررسی قرار دادند. براساس نتایج کار آنها، فرسایش خندقی در دامنه ی تپه های کشت شده و رسوبهای لسی منطقه، توسعه یافته است.

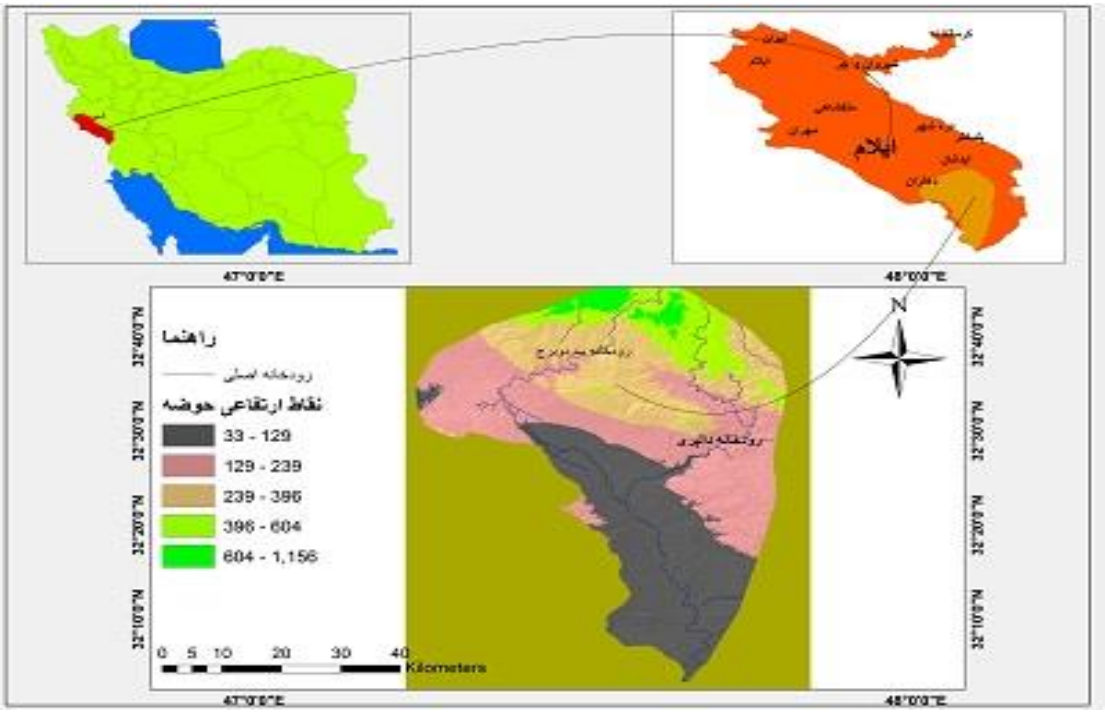
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

(نوحه گر، ۱۳۹۰)؛ به مطالعه‌ی خصوصیات فیزیکی- شیمیایی و مورفومتری مناطق خندقی در حوضهٔ گزیر استان هرمزگان نشان دادند که بـالا بودن دما و درصد رطوبت نسبی، طولانی بودن دوره‌ی خشکی و بارندگی با شدت زیاد در مدت کم از ویژگیهای ایـن منطقه است. افزایش میزان شوری آب و خاک، افت سطح ایستایی آبهای زیرزمینی، کمبود بارندگی و بارش با شـدت زیاد در مدت کم، از جمله عوامل مؤثر در ایجاد و گسترش خندقها در منطقه‌ی گزیر است. طبق نتـایج خـاکشناسـی، افزایش درصد سیلت و رس زمینهساز فرسایش به ویژه خندقی بوده است. بر این اساس افزایش سطح خندق ها و تعـداد حلقه های چاه، بالا رفتن میزان شوری آب، افزاشی نسبت چاههای غیر فعال به فعـال، کـاهش شـددی تخلیـه‌ی سـالانه ی شور شدن و غیر قابل استفاده شدن سطح زیادی از زمین های زراعی از مهمترین تغییـرات محیط های ایجـاد شـده می‌باشد. (عرب قشقایی، ۱۳۹۰)؛ با مطالعه پهنه بندی فرسایش خندقی در حوضهٔ آبریز طرود فیروز کوه نشان داد که ۸۸ درصد از محدوده خندقی در پهنه های با ریسک پذیری زیاد و خیلی زیاد قرار دارند. نتایج آزمایشهای خاک نیز بیان کننده این واقعیت بودند که میزان شوری، گچ و نسبت جذب سدیم در خندق های منطقه نسبت به شاهد بیشتر و میزان ماده آلی آنها کمتر بوده ولی از نظر درصد اشباع، آهک و اسیدیته تفاوت معنی داری با هم ندارند. (شادفر و صبح زاهدی، ۱۳۸۶)؛ در بررسی علل توسعه فرسایش خندقی در حوزه آبخیز علی آباد استان گیلان به این نتیجه رسیده اند که سنگ شناسی و تیپ اراضی از عوامل تاثیرگذار در وقوع فرسایش خندقی هستند. ضمنا طبقه شیب ۲۰-۵ درصد، جهت شیب جنوبی-غربی و کاربری مرتع فقیر دارای گسترش مناطق تحت تاثیر فرسایش خندقی در حوزه آبخیز مورد مطالعه می‌باشند. (نکوئی مهر و رئیسیان، ۱۳۸۴)؛ در بررسی ویژگیهای مورفومتری فرسایش خندقی در منطقه ارمند استان چهارمحال و بختیاری عوامل ایجاد کننده خندق را به دو بخش عوامل طبیعی مثل شیب و سیل و عوامل انسانی مانند تغییر کاربری اراضی، تخریب پوشش گیاهی، جاده سازی و احداث پل تقسیم کرده اند. این مقاله که با عنوان مورفومتری فرسایش آبکندی(خندقی) و عوامل موثر بر ایجاد و گسترش آن در حوضه‌ی دشت چم فاضل در جنوب غرب استان ایلام انجام شد، هدف مورفومتری و شناسایی عوامل مؤثر در فرسایش آبکندی منطقه با استفاده از اندازه گیری ها و بازدید های میدانی و استفاده از نقشه های DEM سیمتری منطقه در محیط GIS بوده است.

داده ها و روش کار

حوضه مورد مطالعه (چم فاضل)، روستایی از توابع بخش موسیان شهرستان دهلران در استان ایلام است. محدوده مورد مطالعه از جنوب به شهر دشت عباس و از غرب به شهر موسیان از توابع شهرستان دهلران و از شرق به شهر مورموری و همچنین از شمال به رودخانه و سد دویرج محدود می‌شود. این محدوده بخشی از حوضه‌ی آبخیز رودخانه سد دویرج به حساب می‌آید. میزان بلند مدت بارش در این منطقه حداکثر ۲۳۰mm و مینیمم بارندگی ۱۰۰mm می‌باشد که نشان از آب و هوای خشک و نیمه خشک دارد (گزارش هواشناسی استان ایلام). متوسط ارتفاع در محدودهٔ مورد مطالعه بین ۵۰ تا ۱۲۰۰ متر از سطح دریا متغیر است. رسوباتی حاصل از فرسایش آبکندی در این حوضه توسط رودخانه دویرج بعد از عبور از روستای چم هندی و غرب دشت عباس از طریق مرزهای جنوب غربی استان ایلام وارد کشور عراق می‌شود. به طور کلی حوضه چم فاضل از سمت شمال و شرق توسط رودخانه‌ی دویرج (سد دویرج) و از طرف جنوب بوسیله رودخانه دال پری و همچنین از سمت شرقی توسط ارتفاعات ماسه سنگی سازند آغاجاری محصور شده است. مختصات جغرافیای محدوده مورد مطالعه از ۴۷º و ۳۰ دقیقه تا ۴۷º و ۴۰ دقیقه شرقی و º ۳۲ و ۵ دقیقه تا º ۳۲ و ۴۵ دقیقه شمالی می‌باشد(نقشه شماره ۱).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]



نقشه ۱: محدوده مورد مطالعه

در این مطالعه با توجه به بازدیدها و برداشتهای میدانی از خصوصیات ژئومورفولوژیکی (مورفومتری) گالی‌های دشت چم فاضل در جنوب غربی استان ایلام و با استناد به نقشه های زمین شناسی۱:۱۰۰۰۰۰ شرکت نفت و توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سازمان نیروهای مسلح و همچنین تصاویر گوگل ارث در پی یافتن مهمترین عوامل تأثیر گذار بر ایجاد و تحول فرسایش آبکندی در منطقه بوده ایم. روش تحقیق در این مطالعه بیشتر به صورت مطالعه میدانی، کتابخانه ای و اندازه گیری های مورفومتری از اشکال فرسایش آبکندی(طول، عرض، عمق و ارتفاع از سطح دریا) بوده و از ابزارهای GIS و همچنین متر فلزی و دستگاه GPS و دوربین عکاسی جهت انجام این مطالعه استفاده شد. همچنین در این مطالعه با توجه به برداشتهای میدانی و مطالعه‌ی نقشه های توپوگرافی و زمین شناسی منطقه و آنالیز این نقشه ها در محیط GIS، و گرفتن لایه های مورد نیاز از این نقشه ها، عواملی چون، وضعیت پوشش گیاهی و چرای بی رویه، تأثیر عوامل اقلیمی و همچنین شیب و جهت شیب، زمین شناسی(جنس زمین)، فعالیت تکتونیک و گسلش و همچنین نقش کاربری اراضی از جمله مهمترین عوامل شناخته شده در ایجاد خندق در این منطقه مورد ارزیابی قرار گرفتند و میزان تأثیر هر کدام از این عوامل در ایجاد خندق شرح داده شد. در نهایت آبکند های منطقه براساس معیاری تقسیم بندی آبکندها، تقسیم بندی شدند.

شرح و تفسیر نتایج

در این مطالعه مورفومتری آبکندها شامل، عرض، عمق، طول، ارتفاع از سطح دریا، و موقعیت جغرافیایی و معیارهای تقسیم بندی در سه نمونه خندق از محدوده مورد مطالعه به منظور بررسی عوامل مؤثر در ایجاد و گسترش این نوع فرسایش در منطقه، در جدول شماره۱ و ۲ نشان داده شده است، که نتایج این مقادیر طبق تقسیم بندی گالی ها بر اساس عمق توسطValentin, ۲۰۰۵

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

جزء گالی های متوسط تا عمیق به شمار می‌آیند. هچنین مقطع گالی ها به علت اینکه در اراضی سست ایجاد شده است U شکل بوده و حوضه ای در حدود ۱۵۰ هکتار از اراضی این منطقه را تحت تأثیر قرار داده است.

جدول ۱: مورفومتری سه خندق به عنوان خندق های Sampel در موقعیت های متفاوت منطقه مورد مطالعه

مورفومتری‌خندق های sampel	عرض خندق به m	عمق خندق به m	موقعیت خندق های sampel	ارتفاع از سطح دریا بهm	طول خندق به m
خندق یا گالی شماره یک	۵	۲	N: ۳۲°.۳۷' .۵۱" E: ۴۷°.۳۳' .۲۷"	۲۹۷	۹۰
خندق یا گالی شماره دو	۳	۱.۶۰	N: ۳۲°.۳۶' .۵۴" E: ۴۷°.۳۵' .۲"	۲۷۳	۱۱۰
خندق یا گالی شماره سه	۷	۲.۵	N: ۳۲°.۳۵' .۳۶" E: ۴۷°.۲۶' .۷۵"	۲۴۵	۱۳۵

جدول ۲: تقسیم بندی آبکندهای منطقه بر اساس معیار های طبقه بندی فرسایش آبکندی

معیار تقسیم بندی	توضیحات	آبکندهای منطقه
بر اساس پلان رأس آبکند(Ireland at all,۱۹۳۹)	آبکندها به انواع تیز، مدور، دندانه دار و پنجه ای تقسیم می کند	دندانه دار و پنجه ای
تکامل آبکند ها(Heed ۱۹۷۰)	پیوسته، ناپیوسته	عمدتاً پیوسته
کرانه آبکندها(Imson and Kwaad ۱۹۸۰)	عمودی، شیاردار، شیبدار و piped	عمدتاً شیار دار
عمق بر حسب متر(Fao ۱۹۷۷)	آبکند کوچک< ۱، آبکند متوسط بین ۵-۱ ، و آبکند بزرگ < ۵	عمدتاً دارای آبکندهای متوسط با عمق بین ۵-۱(متوسط)
شکل ومقطع عرضی(Fao ۱۹۷۷)	آبکندهای U شکل و آبکندهای V شکل	عمدتاً آبکندها U شکل
نسبت عرض به عمق W/d(Poesen ۱۹۹۳)	نسبت عرض به عمق بیش از ۱ آبکند با درصد اتلاف خاک حاصلخیز و مقدار کمتر از ۱ آبکند کم عرض ولی عمیق و قابل اصلاح	W/d >۱
عمق(Rosgen at all ۲۰۰۴)	عمق کمتر از ۰/۳ متر شیار، بین ۰/۳ تا ۲ متر آبکند موقتی، و عمق بیش از ۲ متر آبکند دائمی	آبکند های دائمی
موقعیت آبکند ها در چشم انداز(Brice۱۹۶۶)	آبکند کف دره ای، آبکند پهلوی دره ای، و رأس دره ای	عمدتاً پهلوی دره ای می‌باشند

با توجه به داده ها در جدول شماره ۲ می‌توان نتیجه گرفت که آبکندهای حوضه به صورت عمدتاً دندانه دار و پنجه‌ای، دائمی، از نوع آبکندهای متوسط تا بزرگ می‌باشند که به صورت پیوسته گسترش یافته اند. در ادامه تصاویری از مورفومتری گالی های نمونه را مشاهده می‌کنید که در هنگام بازدید میدانی از منطقه مورد مطالعه برداشت شده است. (عکس های شماره ۱و۲و۳).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

شکل ۱: گالی شماره یک و مورفومتری آن(نگارنده)

شکل ۲: مورفومتری خندق یا گالی شماره دو (نگارنده)

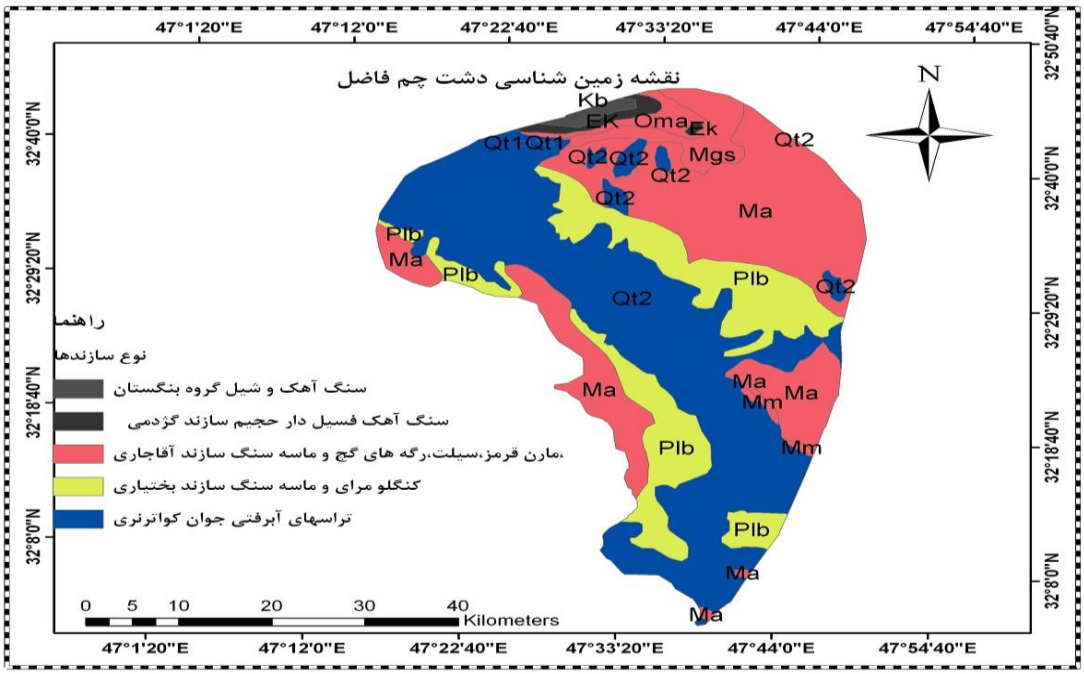
شکل ۳: تراکم خندق یا گالی های ایجاد شده در سطح دشت چم فاظل(نگارنده)

با توجه به نتایج بازدیدها و برداشتهای میدانی از فرسایش خندقی در حوضهٔ دشت چم فاضل، عوامل زیر به عنوان مهمترین عوامل ایجاد و گسترش فرسایش آبکندی در منطقه شناسایی شدند که در مورد هر کدام از این عوامل و تأثیر آنها در بسط و گسترش فرسایش آبکندی در منطقه به طور مفصل توضیح داده خواهد شد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

(الف) نقش زمین شناسی و جنس رسوبات درفرسایش آبکندی:

الگو و توسعه‌ی شبکه‌ی آبکندها و همچنین آرایش فضایی ژئومتریک آنها به میزان قابل توجهی تحت تأثیر عوامل زمین شناسی و ویژگی های خاک در منطقه بستگی دارد. یا این وجود، بر اساس نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ مشاهد شد(نقشه شماره ۲) که جنس سازند های گالی زا در منطقه‌ی مورد مطالعه اکثراً شامل مارن قرمز، سیلت و ماسه سنگ های سازند آغاجاری مربوط به دوره میوسن در دوران سنوزوئیک می‌باشد. که به طور کامل تحت تأثیر فرسایش آبکندی قرار گرفته است. رسوبات رسی مارنی قرمز رنگ سازند آغاجاری در دشت چم فاظل به علت ریزدانه بودن، نفوذ پذیری پایین و شیب مناسب، در منطقه مورد مطالعه زمینه‌ی ایجاد آبکندهای متراکم و صعب العبوری در منطقه شده است. و به همین جهت عامل زمین شناسی و جنس زمین به عنوان یکی از عوامل مهم در فرسایش آبکندی منطقه به حساب می‌آید. سازند آقاجاری مربوط به دوره میوسن در نقشه به رنگ قرمز و با واحد سنگ شناسی Ma مشخص شده است و در این مطالعه همین سازند به لحاظ گالی زایی مد نظر بوده است. در نهایت در سازند های آبرفتی جوان این حوضه که در نقشه زمین شناسی به رنگ آبی نشان داده شده، عملاً بخاطر شیب بسیار کم و جنس رسوبات نفوذ پذیر فرسایش آبکندی صورت نگرفته است.



نقشه ۲ : نقشه زمین شناسی محدوده مورد مطالعه و سازندهای مشخص شده در آن

(ب) نقش عامل پوشش گیاهی در فرسایش آبکندی:

همانطور که مشخص است زمین های لخت و عاری از پوشش گیاهی به علت عدم وجود ریشه های گیاه در خاک و عدم پیوستگی ذرات خاک توسط ریشه به شدت مستعد فرسایش آبی می‌باشد. چون وجود پوشش گیاهی در سطح خاک هم باعث نفوذ بیشتر آب به زمین می‌شود و هم زمان تمرکز را زیاد کرده و از جریان یافتن سریع آب در سطح زمین جلوگیری می‌کند. که این نیز متعاقباً باعث حفاظت خاک و جلوگیری از فرسایش می‌شود. در منطقه‌ی مورد مطالعه نیز به علت لخت بودن زمین و تنک بودن پوشش گیاهی به صورت بوته های گون بسیار پراکنده و درختچه های گز آن هم در مسیر خشک رودها و همچنین جنس رسوبات سست

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

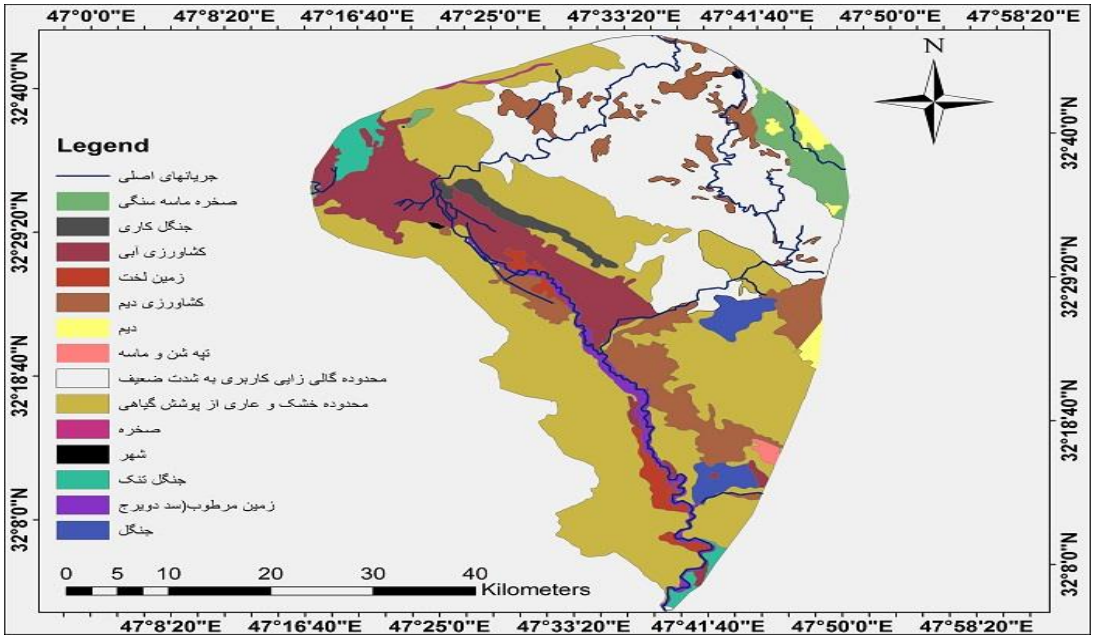
باعث شده تا این منطقه مستعد مخرب ترین نوع فرسایش یعنی فرسایش آبکند (گالی زایی) باشد. به طور کلی گیاهانی که در منطقه رشد می‌کنند عمر آنها کمتر از یک سال و فقط در فصل بهار می‌رویند آنهم به صورت بسیار تنک، که تأثیری در برابر حفاظت خاک در این منطقه ندارند. چون درفصل زمستان که فصل بارش در منطقه است تقریباً خاک عاری از هر گونه پوشش گیاهی است. پس عدم پوشش گیاهی در سطح منطقه به عنوان یکی از عوامل مهم، باعث شده تا فرسایش خاک، خود را صورت مخرب ترین نوع فرسایش یعنی فرسایش آبکندی نشان دهد.

(پ) عامل کاربری ارضی در فرسایش آبکندی:

کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه با توجه به اینکه قبلاً به صورت دیم کشت می‌شد، به دلیل فرسایش بسیار شدید (گالی زایی) و صعب العبور شدن برای رفت و آمد ماشین های کشاورزی و همچنین خشکسالی های اخیر تقریباً به صورت مرتع و بایر رها شده و فقط زمین های بسیار ناچیزی از آن به صورت گندم و جو کشت می‌شود که آن هم خود اگر مورد بی توجهی مسئولان واقع شود به تدریج توسط آبکند ها تخریب خواهد شد و به صورت یک محیط بایر و بلا استفاده باقی خواهد ماند. به همین جهت یکی از پارامترهای گسترش فعالیت گالی زایی در منطقه رها سازی زمین ها توسط کشاورزان و عدم توجه مسئولان و کشاورزان به وضعیت تخریب و فرسایش این زمینها می‌باشد. با توجه به نقشه شماره ۳، محدوده سفید رنگ در نقشه، محدودهٔ اصلی گالی زایی(فرسایش آبکندی) است که مساحت آن حدود ۱۵۰ هکتار می‌باشد. و بجز پایین دست سد دویرج در غرب این حوضه که مناسب برای کشاورزی به صورت آبی است در دیگر مناطق حوضه کشاورزی به صورت دیم و پراکنده صورت می‌گیرد که عامل اصلی این کشاورزی به صورت پراکنده فرسایش آبکندی می‌باشد. از این رو کاربری اراضی مدیریت نشده و رها شده یکی دیگر از عوامل تحول فرسایش آبکندی در منطقه است. در اینجا فرسایش آبکندی نه تنها تحت تأثیر کاشت نادرست و تخریب زمین توسط کشاورزان قرار نگرفته، بلکه به علت عدم توجه کشاورزان به این زمین ها و رها کردن آنها به صورت بایر به علت خشکسالی باعث تشدید فرسایش آبکندی در منطقه شده است.

شکل ۴ : کاربری اراضی منطقه(گندم و جو)تحت تأثیر فرشایش آبکندی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]



نقشه ۳: کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه

(ت)تأثیر چرای بی رویه و مفرط دام در فرسایش آبکندی:

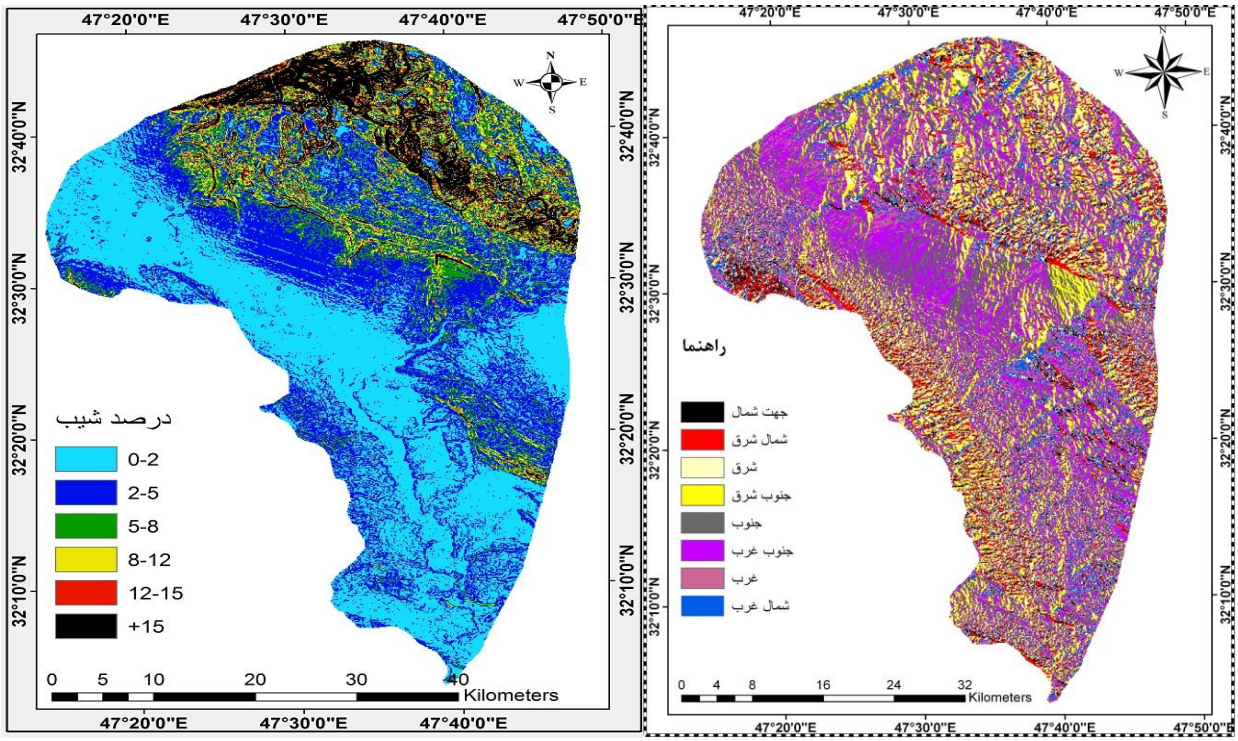
با توجه به اینکه محدوده مورد مطالعه در غرب کشور و در نزدیکی مرز ایران و عراق واقع شده است و دارای آب و هوای نسبتاً گرم می‌باشد، محل قشلاق تمامی دامداران شهرستان آبدانان و دهلران و همچنین محل قشلاق دامداران مناطق سردسیر کرمانشاه و همدان نیز می‌باشد. از این رو چرای مفرط و بی رویه دام در این منطقه موجب تخریب پوشش گیاهی و لگدمال کردن خاکدانه ها می‌شود که این عمل خود موجب تسهیل نمودن مکانسیم فرشایش خاک در منطقه شده و شرایط تشکیل آبکندها را در منطقه دوچندان نموده است. به نظر می‌رسد با توجه به حجم سنگین چرای دام در منطقه، چرای بی رویه جزء اولین عوامل تأثیر گذار در تشدید فرسایش آبکندی در منطقه است.

شکل ۵: نقش چرای بی رویه در تشدید فرسایش آبکندی منطقه(نگارنده)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

(ث) شیب و جهت شیب در ایجاد آبکندها:

شیب و جهت شیب یکی دیگر از عوامل مؤثر در تسهیل فرسایش، مخصوصاً فرسایش آبکندی می‌باشد. خصوصیاتی از شیب که در فرسایش خاک دخالت دارند عبارتند از : درجه، طول، شکل و جهت شیب می‌باشند. به طور مثال در صورت یکسان بودن سایر شرایط، شیب های تند (البته تا حدی از درجه شیب) فرسایش بیشتری ایجاد می‌کنند. زیرا در شیب های تند آب با سرعت بیشتری به طرف پایین جاری می‌شود و در نتیجه انرژی جنبشی و قدرت فرسایندگی آن بیشتر می‌شود. اگر شیب زمین ۴ برابر گردد، سرعت جریان ۲ برابر می‌شود با دو برابر شدن سرعت جریان آب، انرژی جنبشی و در نتیجه قدرت فرسایندگی آن ۴ برابر می‌شود. همچنین با یکسان فرض کردن سایر شرایط در دو شیب هم درجه ولی با طول متفاوت، میزان فرسایش در شیب طولانی بیشتر از فرسایش در شیب کوتاه است. در نقشه شیب و جهت شیب منطقه مورد مطالعه که از Dem سی متری تهیه شده نشان می‌دهد که بهترین شیب برای ایجاد و تحول فرسایش آبکندی در منطقه ۵-۲ درصد بوده که با رنگ آبی نشان داده شده است. البته در شیب های دیگر نیز این نوع فرسایش صورت گرفته، مثلاً در شیبهای ۸-۵ درصد با تراکم بسیار پایین تر تحول یافته اند و طول اکثر این خندق ها بیشتر از ۱۰۰ متر است که این خود بیانگر فرسایش شدیدتر در منطقه است. همچنین درنقشه جهت شیب منطقه مشخص شد که شیب هایی با جهت غرب و جنوب غرب و شمال غرب که با رنگ آبی و آبی کم رنگ نشان داده شده اند تحت تأثیر حداکثر فرسایش آبکندی در منطقه قرار گرفته اند، که به نظر می‌رسد علت آن بادهای باران آور غربی باشند که در زمستان از سمت غرب وارد کشور می‌شوند.و همچنین مشخص شد که گالی های ایجاد شده با جهت شرقی (خاکستری کم رنگ) تحت تأثیر گسل های محلی در منطقه می‌باشند(نقشه شماره ۴و۵).



نقشه های شماره ۴و ۵: نقشه های شیب و جهت شیب در محدوده مورد مطالعه

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

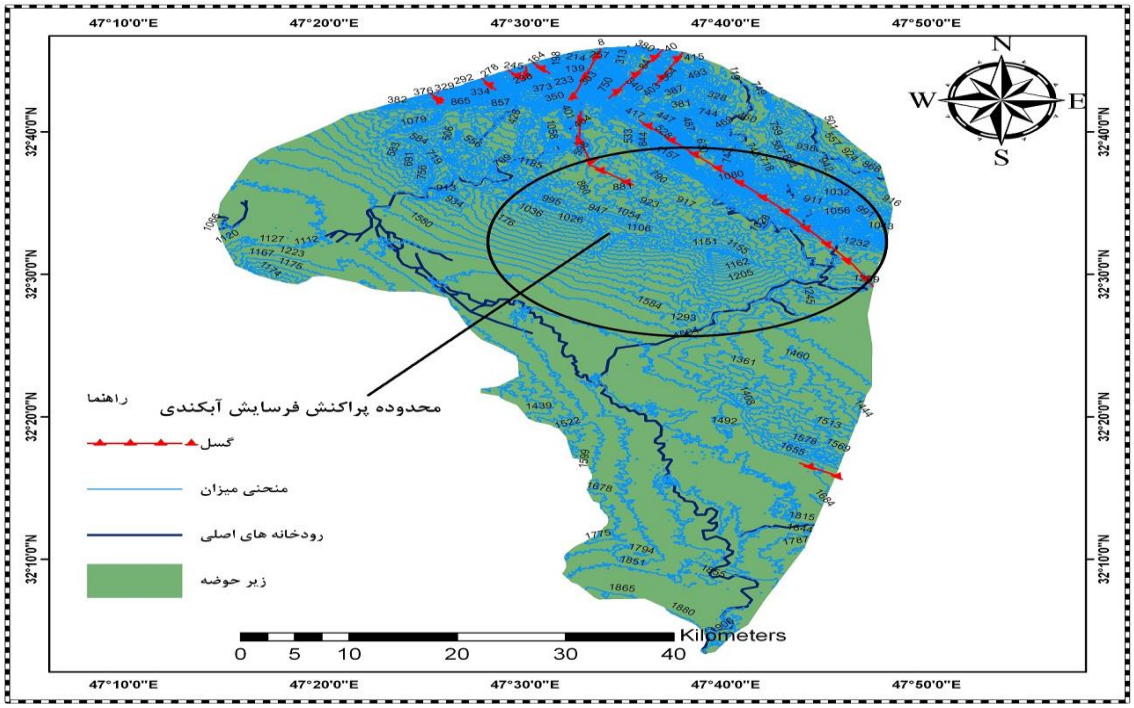
(ج) اثرگذاری عوامل اقلیمی در فرسایش آبکندی:

باران، تگرگ، برف، یخبندان، دما و باد می توانند از عوامل اقلیمی مؤثر در ظهور فرسایش آبی خاک باشند. همان طور که از موقعیت جغرافیایی و داده های افلیمی منطقه پیداست (میانگین بارش بین ۱۵۰تا ۲۵۰ میلیمتر و حداقل دمای ۱۰+ درجه تا ۴۵+ درجه) محدوده مورد مطالعه تحت تأثیر بارشهای زمستانه‌ی مدیترانه‌ای است که از غرب در فصل زمستان وارد کشور می‌شوند و بیشتر به صورت بارشهای رگباری باران و تگرگ، شرایط ایجاد فرسایش شدید آبکندی در منطقه را تسهیل می‌کنند. نقش باران شامل دو پدیده کاملا متفاوت است. در مرحله اول ذرات خاک سطحی در اثر برخورد قطرات باران به سطح خاک متلاشی می شود و در مرحله دوم رواناب سطحی حاصل از باران این ذرات متلاشی شده را با خود حمل می کند. بنابراین باران را از نظر قدرت فرسایندگی آن و از نظر فراهم آوردن رواناب سطحی باید مورد مطالعه قرار داد. مهمترین خصوصیات باران که در فرسایش وحفاظت خاک اهمیت دارد عبارتنداز : مقدار باران، شدت بارندگی، اندازه قطرات باران، توزیع اندازه قطرات باران، سرعت نهایی باران و توزیع بارندگی. همچنین فرسایش حاصل ازتگرگ به دلیل جرم زیاد و درشتی دانه ها و در نتیجه بالا بودن سرعت سقوط قطرات به مراتب بیشتر ناشی از باران های شدید است، زیرا سرعت سقوط دانه های تگرگ خیلی بیشتر از سرعت سقوط دانه های قطرات باران است. تگرگ علاوه بر اینکه سبب تجزیه خاک می شود، پوشش گیاهی موجود در روی آن را نیز نابود می سازد و این امر فرسایش را تشدید می کند . اثر تخریبی تگرگ در صورتی که همراه با باران باشد بیشتر است زیرا ضربه دانه های تگرگ خاکدانه ها را خرد کرده و خلل وفرج را مسدود می سازد وآب ناشی از باران ذرات خرد شده را منتقل می کند. به طوری که" زاخار" اظهار می دارد تگرگ همراه باران قادر است تمام خاک سطحی را از بین ببرد و سبب فرسایش گردد. در غرب ایران تگرگ معمولاً در اراضی کوهستانی، در فصل زمستان و بهار اتفاق می افتد و سبب وقوع فرسایش و سیل های مخرب می گردد. در محدوده مورد مطالعه با توجه به سست بودن جنس خاک و شیب کافی و همچنین چرای بی رویهٔ دام، شریط برای فرسایش شدید بوسیله‌ی باران های رگباری کاملاً مساعد است. و به همین دلیل می‌توان باران و عوامل اقلیمی وابسته به آن را یکی از مهمترین عامل فرسایش آبکندی در منطقه به حساب آورد.

(چ) نقش تکتونیک فعال و گسلش در ایجاد آبکند ها:

با توجه به نزدیکی منطقه مورد مطالعه به محل فشارش و حرکت صفحه عربستان به سمت اوروآسیا وگسلهای محلی فعال در منطقه و همچنین ثبت بیش از دو هزار پس لرزه در سال ۹۵-۹۴ توسط موسسهٔ ژئوفیزیک دانشگاه تهران در شهر مورموری که در ده کیلومتری شرق محدوده مورد مطالعه واقع شده است، نشان از تکتونیک فعال و aplift در منطقه است که باعث شده منطقه به لحاظ تکتونیکی یک منطقهٔ فعال باشد. در نهایت همراه با بالا آمدگی و فعالیت تکتونیک تحت تأثیر گسل پیشانی کوهستان و گسل محلی در منطقه شدت فرسایش و حساسیت خاک نسبت به فرسایش آبی بیشتر شده و فرسایش قهقرایی آبکندها به سمت رأس و سرچشمه را باعث شده و همچنین باعث گسترش و متراکم شدن آبکندها در محدوده مورد مطالعه شده است. به طوری که در تمامی سطح مربوط به سازند آغاجاری محدوده مورد مطالعه، فرسایش خندقی یا آبکندی چشمگیر بوده و مخاطرهٔ طبیعی غیر قابل کنترل را باعث شده است. همان طور که در نقشه شماره مشخص است یک گسل به طول ۲۰ کیلومتر در قسمت شرقی محدوده مورد مطالعه واقع شده است که ادامهٔ آن به سمت جنوب می‌باشد و با توجه به لرزه خیزی منطقه میتوان نتیجه گرفت که این گسل فعال می‌باشد و در گسترش فرسایش آبکندی منطقه با تغییر شیبی که ایجاد میکند به شدت دخالت دارد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]



شکل ۶: نقشه موقعیت گسل محلی فعال در سمت شرق محدوده مورد مطالعه

نتیجه گیری

در این مطالعه مورفومتری آبکندها شامل عرض، عمق، طول، ارتفاع از سطح دریا، و موقعیت جغرافیایی و همچنین معیارهای تقسیم بندی آبکندها را در سه نمونه آبکند از محدوده مورد مطالعه به منظور بررسی عوامل مؤثر در تحول این نوع فرسایش در حوضهٔ دشت چم فاضل مورد ارزیابی قرار گرفت. براساس مورفومتری که از سه آبکند نمونه گرفته شد، آبکندهای منطقه بر اساس معیارهای تقسیم بندی جزء آبکندهای دائمی، دندانه دار و پنجه ای، عمدتاً پیوسته، شیار دار و U شکل هستند. و تقریباً می‌شود گفت غیر قابل کنترل شده اند و سالانه حجم عظیمی از خاک های حاصلخیز کشور ناشی از فرسایش آبکندی منطقه، از طریق رودخانه دویرج از کشور ایران به داخل کشور عراق وارد می‌کنند.. همانطور که توضیح داده شد در این مطالعه با توجه به برداشتهای میدانی و مطالعه‌ی نقشه های توپوگرافی و زمین شناسی منطقه و آنالیز این نقشه ها در محیط Gis، و گرفتن لایه های مورد نیاز از این نقشه ها، عواملی چون، وضعیت پوشش گیاهی و چرای بی رویه، تأثیر عوامل اقلیمی و همچنین شیب و جهت شیب، زمین شناسی(جنس زمین)، فعالیت تکتونیک و گسلش و کاربری اراضی از جمله مهمترین عوامل شناخته شده در ایجاد خندق در این منطقه به حساب آمدند. در نهایت با توجه به بررسی هر کدام از این پارامترها مشخص شد که تمام پارامترها به غیر از فعالیت کشاورزی(کاربری اراضی) به عنوان مهمترین عوامل مؤثر در بست و گسترش فرسایش آبکندی در منطقه هستند. کاربری ارضی و کشاورزی بر عکس دیگر پارامترها در گسترش و تحول فرسایش آبکندی منطقه تأثیر گذاشته است. به این صورت که رهاسازی زمین ها توسط کشاورزان و عدم توجه مسئولان و کشاورزان به وضعیت تخریب و فرسایش این زمینها به علت دیم بودن کشاورزی در این منطقه به دلیل اقلیم نامساعد و بارندگی بسیار ناچیز و رگباری باعث شده این منطقه به لحاظ کنترل فرسایش، و عملیات آبخیزداری توسط کشاورزان و مسئولان زیربط مورد بی توجهی بیش از بیش قرار گیرد که این خود فرشایش آبکندی غیر

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

قابل کنترل در منطقه را دامن زده است. در نهایت این منطقه به دارابودن خاک های حاصلخیز و مجاورت با سد دویرج در آینده می تواند به عنوان کشاورزی آبی از این زمینها استفاده نمود پس باید بیش از بیش عملیات آبخیزداری جهت مقابله با فرسایش آبکندی در این حوضه صورت بگیرد.

نتایج نشان داد که به طور کلی در منطقه فرسایش آبکندی در شیب های بین ۵-۲ درصد با تراکم خیلی زیاد و شیب های ۸-۵ درصد با تراکم خیلی کمتر ایجاد شده است. و متوسط مساحت برای آغاز فرسایش آبکندی در منطقه حدود یک هکتار و بعضاً کمتر از یک هکتار می باشد. با توجه به استفاده ناصحیح از عرصه های مرتعی و کشاورزی در منطقه به نظر می‌رسد که برای جلوگیری از گسترش آبکندها باید به تقویت پوشش گیاهی و افزایش عملیات کشاورزی مدیریت شده پرداخته شود. تقریباً ۹۰ درصد فرسایش آبکندی در محدوده مورد مطالعه در زمین های مرتعی این حوضه گسترش یافته اند که از دلایل آن میتوان به عدم توجه کشاورزان به کاشت محصولات دیم در منطقه، کندن بوته ها و جمع آوری آن ها و چرای بی رویه و بی موقع یا غیر فصل و پوشش گیاهی تنک و ضعیف می توان اشاره کرد. همچنین واحد سنگ شناسی Ma مربوط به سازند آغاجاری (مارن قرمز، سیلت، رگه های ژیپس و ماسه سنگی) در منطقه مورد مطالعه حداکثر گسترش فرسایش آبکندی در منطقه را باعث شده است.

منابع

بافکار، علیجانی، حمیدرضا مجردی(۱۳۸۵): *حفاظت آب وخاک*، انتشارات دانشگاه رازی، کرمانشاه.

براتی، غلامرضا(۱۳۸۵). *جغرافیای خاکها و مدیریت محیطی منابع خاک*، انتشارات طاقبستان، کرمانشاه.چاپ ۲

رفاهی، حسینقلی(۱۳۷۵): *فرسایش آبی و کنترل آن*، اتشارات دانشگاه تهران، چاپ ۷

مورگان .آر. پی. سی. (۱۳۶۸): *فرسایش و حفاظت خاک، ترجمه امین علیزاده*، انتشارات آستان قدس رضوی.

ثروتی، محمد رضا؛ دادخواه، قدوسی (۱۳۸۷). عوامل مؤثر در شکل گیری و گسترش فرسایش خندقی در لس ها، *مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی*، ش **۷۸**.

شادفر، صمد و شهریار،صبح زاهدی. محمد، نمکی. اسماعیل، شریفی (۱۳۸۶): بررسی علل توسعه فرسایش خندقی در حوزه آبخیز علیآباد استان گیلان، *چهارمین همایش علوم و مهندسی آبخیزداری ایران*، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

عرب قشقایی، زهرا (۱۳۹۰)، پهنه بندی فرسایش خندقی در حوضه‌ی آبخیز طرود فیروزکوه، *فصلنامه جغرافیای سرزمین*، شماره **۳۱**.

نکوئی مهر، محمد، روانبخش رئیسیان (۱۳۸۴): بررسی ویژگیهای مورفومتری فرسایش خندقی در منطقه ارمند استان چهار محال و بختیاری، سومین همایش ملی فرسایش و رسوب، *مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری*

نوحه گر، احمد. مریم حیدر زاده(۱۳۹۰)، مطالعه خصوصیات فیزیکی – شیمیایی و مورفومتری مناطق خندقی در حوضه گزیر استان هرمزگان، *مجله پژوهش های فرسایش محیطی*، شماره **۱**.

Afegbua, U.K , J. Uwazuruonye.B. Jafaru., Investigating the Causes and Impacts of Gully Erosion in Auchi, Nigeria, Journal of Geography, Environment and Earth Science International ۴ (۴): ۱-۱۳, ۲۰۱۶; Article NO.JGEESI.۲۲۵۸۲,ISSN: ۲۴۵۴-۷۳۵۲ Science domains international.

Ayele GK, Gessess AA, Addisie MB, Tilahun SA, Tebebu TY, Tenessa DB, et al. A biophysical and economic assessment of a community-based rehabilitated gully in the Ethiopian highlands. Land Degrad. Develop; ۲۰۱۵.

Book: Bafkar, AS., Mojaradi-H.F.(۲۰۰۶): water and soil conservation, Razi University of Kermanshah.

Book: Barati, GH.(۲۰۰۴). Geography of soils and envaironmental management soil resources, , publishing Taqbostan, Kermanshah.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

Book: Morgan. R. P. C. (۱۹۸۹): Erosion and soil conservation, translation by A. Alizadeh, Astan Quds Razavi.

Book: Refahi, Hosseingholi (۱۹۹۶): Water erosion and its control, publication of Tehran University.

FAO (۱۹۷۷). Guideline for watershed management. Conservation Guide NO.۱.Rome, Italy. FAO.

Gabris, G., Kertesz, A., Zambo, L., ۲۰۰۳, Landuse Change and Gully Formation Over the Last ۲۰۰ Year in Hilly Catchment, Elsevier, Vol. ۵۰, No. **۲-۴**,

Gong, J.G. Jia, Y. W. Zhou, Z.H. Wang Y. (۲۰۱۱)., Wang W.L., Peng, H(۲۰۱۱): An Experimental Study on Dynamic Processes of Ephemeral Gully Erosion in Loess Landscapes, Geomorphology **۱۲۵**.

Heed, B. H. (۱۹۷۰). Morphology of gullies in the Colorado Rocky Mountains, Bulletin of the international association of scientific hydrology, XV **۲**, ۷۹–۸۹.

Imeson, A. C. and Kwaad. F. J. P. M (۱۹۸۰). Gully types and gully predication .Geographic Tijdschrift, XIV **۵**, ۴۳۰-۴۴۱.

Ireland, H. A., Sharpe C. F. S. and Eargle, D.H. (۱۹۳۹). Principle of gully erosion in the piedmont of South Carolina. USDA Technical Bulletin,

Journal: Nekoimehr,M. Reissiyan,R(۲۰۰۵): Investigation of morphometric characteristics of gully erosion in the area of Chahar Mahal and Bakhtiari Armand, Third National Conference on Erosion and Sedimentation, Soil Conservation and Watershed Management Research Center

Journal: Nohegar, A.Heidarzadeh. M (۲۰۱۱), the study of physical properties - chemical and morophometry gully areas in the basin perforce province, Journal of environmental degradation,No **۱**.

Journal: Qashqai Arab, Z. (۲۰۱۱) zoning, gully erosion in watershed Torud Firoozkooh, a geography of the season, No. **۳۱**.

Journal: Sarvati, MR, Ghodusi, Dadkhah, Hamal.(۲۰۰۸). Factors affecting the formation and expansion of gully erosion in loess, Research and development in natural resources, No. (**۷۸**).

Journal: Shadfar, S: Sb. Sobhezahedi (۱۳۸۶): The causes development of gully erosion in the watershed area of Aliabad in Gilan, Iran Watershed Management Science and Engineering Conference, Natural Resources Faculty of Tehran University.

Kadiri Afegbua, U. & all. ۲۰۱۶, Investigating the Causes and Impacts of Gully Erosion in Auchi, Nigeria, Journal of Geography, Environment and Earth Science International, Article No.JGEESI.**۲۲۵۸۲**.

Lesschen, J.P., Kok, K., Verburg, P.H., Cammeraa, L.H., ۲۰۰۷, Identification of Vulnerable Areas for Gully Erosion under Different Scenarios of Land Abandonment in Southeast Spain, Catena, Vol. ۷۱, No. **۱**.

Nearing, M.A., ۲۰۰۱. Potential changes in rainfall erosivity in the US with climate change during the ۲۱(st) century. Journal of Soil and Water Conservation ۵۶ (**۳**), ۲۲۰ – ۲۳۲.

Poesen,J.; L. Vandekerckhove; J. Nachtergaele ; D.Oostwoud Wijdenes; G. Verstraeten and B. Van Wesemeal., ۲۰۰۳; Gully erosion in dryland environment. In: Bull, L.J., Kirkby, M.J. (Eds.), Dryland Rivers: Hydrology and Geomorphology of Semi – Arid Channels, Wiley, Chichester, UK.

Rosgen, D. L (۱۹۹۴). A classification of natural rivers, Catena ۲۲: ۱۶۹-۱۹۹ ۲۰- Schumm, S. A, Harvey, M. D and Watson, C. C (۱۹۸۴). Incised channels. Morphology, dynamics and control. Water Resources Publications, Littleton, Colorado, USA.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

Smolska, E. (۲۰۰۷), Development of gullies and sedimrnt fans in last-glacial areas on the example of the suwalki Lakeland (ne Poland) , catena,

Valenti, C. Poesen, J, Yong, L, ۲۰۰۵, Gully Erosion Impact, Factor and Control, Catena, Vol. ۶۳, No. ۲-۳,

Valentin, C. at all. ۲۰۰۵. Gully erosion: Impacts, factors and control, Elsevier.com/ locate/catena, Physical and Regional Geography Research Group, K.U. Leuven, Redingenstraat ۱۶, ۳۰۰۰ Leuven, Belgium cInstitute of Agro-Environment and Sustainable Development, Chinese Academy of Agricultural Sciences, No۱۲ Zhongguancun South Street, Beijing ۱۰۰۰۸۱, PR China.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]