تحلیل مورفومتری گالی‌ها در منطقه صلوات آباد بیجار، استان کردستان

دکتر رضا اسماعیلی[۱]، روناک شوکتی[۲]

۱ـ استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه مازندران
۲ـ کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه مازندران

چکیده:

یکی از مهم‌ترین منابع هر کشوری خاک می‌باشد. امروزه فرسایش خاک و تولید رسوب معضلی است که روزبه‌روز روند افزایشی پیدا می‌کند و موجب از دست رفتن خاک سطحی دامنه‌ها، انباشت رسوب در مخازن سدها،رسوب‌گذاری در کانال‌ها و خسارت هنگفت به اقتصاد کشور می‌شود. در این تحقیق گالی‌های منطقه صلوات آباد- بیجار که یکی از سرشاخه‌های قزل‌اوزن و سفیدرود می‌باشد، مورد تحقیق و مطالعه قرار گرفت. با استفاده از نقشه‌برداری زمینی ابعاد گالی‌های بر روی زمین اندازه‌گیری شد. پارامترهای شیب، عرض، عمق، نسبت عرض به عمق، زاویه کف کانال و شکل گالی از مقاطع عرضی برداشت‌شده محاسبه گردید. سپس داده‌های مذکور با استفاده از نرم‌افزار spss خوشه‌بندی شدند و با آنالیز واریانس تأثیر هر متغیر در خوشه‌ها مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت.بر اساس خوشه‌بندی انجام‌شده گالی‌ها در سه خوشه تقسیم‌بندی شدند.نتایج آزمون همگنی نشان می‌دهد که از بین عوامل مختلف فقط شیب در خوشه‌بندیگالی-های منطقه تأثیرگذار بوده است و بقیه پارامترها به‌عنوان عامل مستقیم در گالی‌ها تأثیرگذار نبوده‌اند.برای بررسی تفاوت یا عدم تفاوت هر یک از متغیرها با سنگ‌شناسیمنطقه از آزمون یومن ویتنی استفاده شد که از پارامترهای فوق عامل شیب و عمق گالی تفاوت معنی‌داری را با سنگ‌شناسی نشان می‌دهند. همچنین تفاوت بین تعداد گالی‌های محدوده مورد مطالعه با فاکتورهای شکل دامنه، کاربری اراضی، شیب و جهت دامنه با استفاده از آزمون کروسکال-والیس مورد بررسی قرار گرفت، نتایج این آزمون نشان داد که بین تعداد گالی‌ها با عامل‌های نامبرده در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ تفاوت مشخصی وجود دارد.

واژگان کلیدی: فرسایش گالی، مورفومتری، فرسایش آبی، بیجار،صلوات آباد

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه:

گالی‌ها به علت تمرکز رواناب در شیارها و عریض و عمیق‌تر شدن آن‌ها شکل می‌گیرند. آن‌هامی‌توانند از وسط دامنه یا از پای دامنه به سمت پایین رشد نمایند و یا در امتداد کف دره گسترش یابند (جودی[۱]، ۲۰۰۳). گالی‌ها کانال‌هایی هستند که مساحت مقطع عرضی آن‌ها بیش از ۹۲۹ سانتیمتر مربع باشد(زوکا[۲]، ۲۰۰۶). ازاین‌رو با استفاده از این شاخصمرز بین شیارها و گالی‌ها مشخص می‌شود. مورفومتری یا اندازه‌گیری لندفرم‌ها در دو قالب عمومی و خاص مورد توجه است. مورفومتری عمومی آنالیز پدیده‌های بزرگ‌مقیاس مانند داده‌های ارتفاعی را مورد توجه قرار می‌دهد و مورفومتری خاص اندازه‌گیری پلان و ویژگی‌های نیمرخ اشکال را مورد مطالعه قرار می‌دهد (جودی، ۲۰۰۵). تاکنون تحقیقات مختلفی در مورد ایجاد، گسترش، پهنه‌بندی مناطق حساس به وقوع گالی در سطح جهان و ایران انجام شده است. اما در این‌جا فقط به برخی از مطالعاتی که در ارتباط با مورفومتری گالی‌ها صورت گرفته است اشاره می‌شود:

نکویی مهر و همکاران (۱۳۸۶)، به تعیین مهم‌ترینویژگی‌های شکل شناسی خندق‌ها در طبقه‌بندی مورفوکلیماتیک مناطق تحت تأثیر فرسایش گالی استان چهارمحال و بختیاری پرداختند، که طبق نتایج آن در طبقه‌بندی مورفوکلیماتیک مناطق خندقی استان، متغیرهای بارش سالانه، ارتفاع منطقه از سطح دریا و طول گالی اهمیت بسزایی برخوردارند. ثروتی و همکاران (۱۳۸۷) در مطالعه شکل‌گیری و گسترش فرسایش خندقی در اراضی لسی استان گلستان نقش شیب اراضی،نوعسازند،عمق خاک ومیزاناملاحمحلول موجود در خاکرابرمشخصات مورفومتریک خندق‌ها مؤثر دانسته‌اند.ثقفی و اسماعیلی (۱۳۸۸)، با تحلیل‌های مورفومتری عوامل موثر در تشکیل و تحول گالی‌ها را در حوضه شاخن در خراسان جنوبی مورد مطالعه قراردادند.در این منطقه با تکیه بر خصوصیات مورفولوژیکی و شکل هندسی دو نوع عمده گالی ها تشخیص داده شده است. حسین‌زاده و همکاران (۱۳۸۹)، گالی‌های منطقه فیروزکلا نوشهر را بر مبنایویژگی‌های مورفومتریک با استفاده از تکنیک آماری چند متغیره طبقه‌بندی کردند.آن‌ها در این تحقیق ارتباط بین مورفومتری گالی‌ها را با عوامل محیطی مورد بررسی قراردادند.صوفی و همکاران (۲۰۱۱)، پنج منطقه دارای گالی در استان فارس رابر اساس ۹ عامل مورفومتریک به ۷ گروه از (A به G) تقسیم‌بندی کردند.

در این تحقیق ویژگی‌های مورفومتری گالی‌ها در منطقه صلوات آباد بیجار مورد بررسی قرار گرفته و پاسخ دادن به سوالات زیر محور اصلی این مطالعه بوده است:

۱. توپوگرافی و لیتولوژی منطقه چه تأثیری بر شکل گالی‌ها دارند؟

۲. آیا می‌توان با استفاده از مورفومتری گالی‌ها آن‌ها را خوشه‌بندی نمود و در ارتباط سایر عوامل محیطی مورد تحلیل قرارداد؟

۱-Goudie

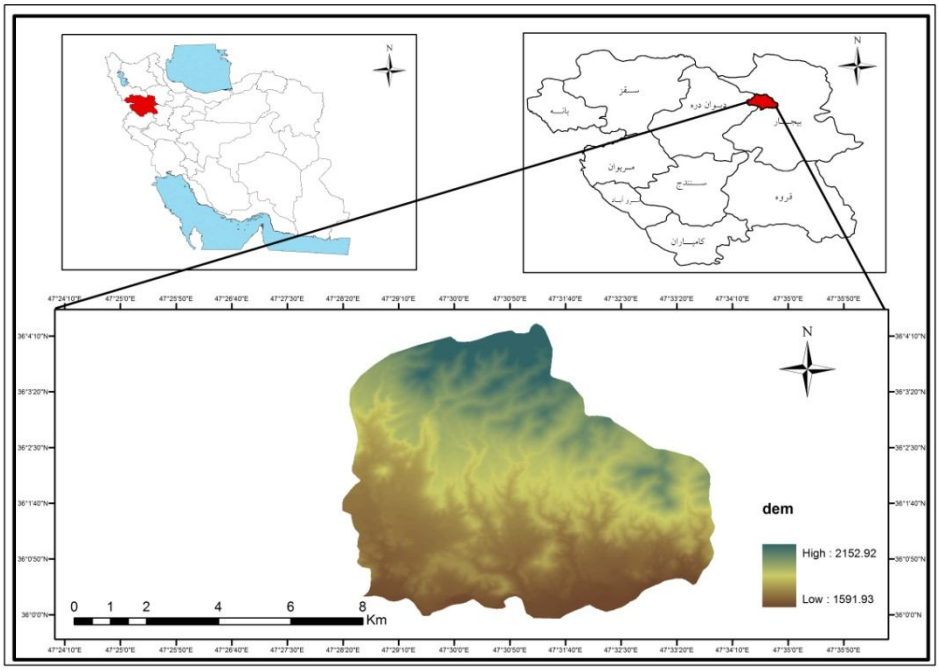
2- Zucca

Archive of SID

www.SID.ir

منطقه مورد مطالعه:

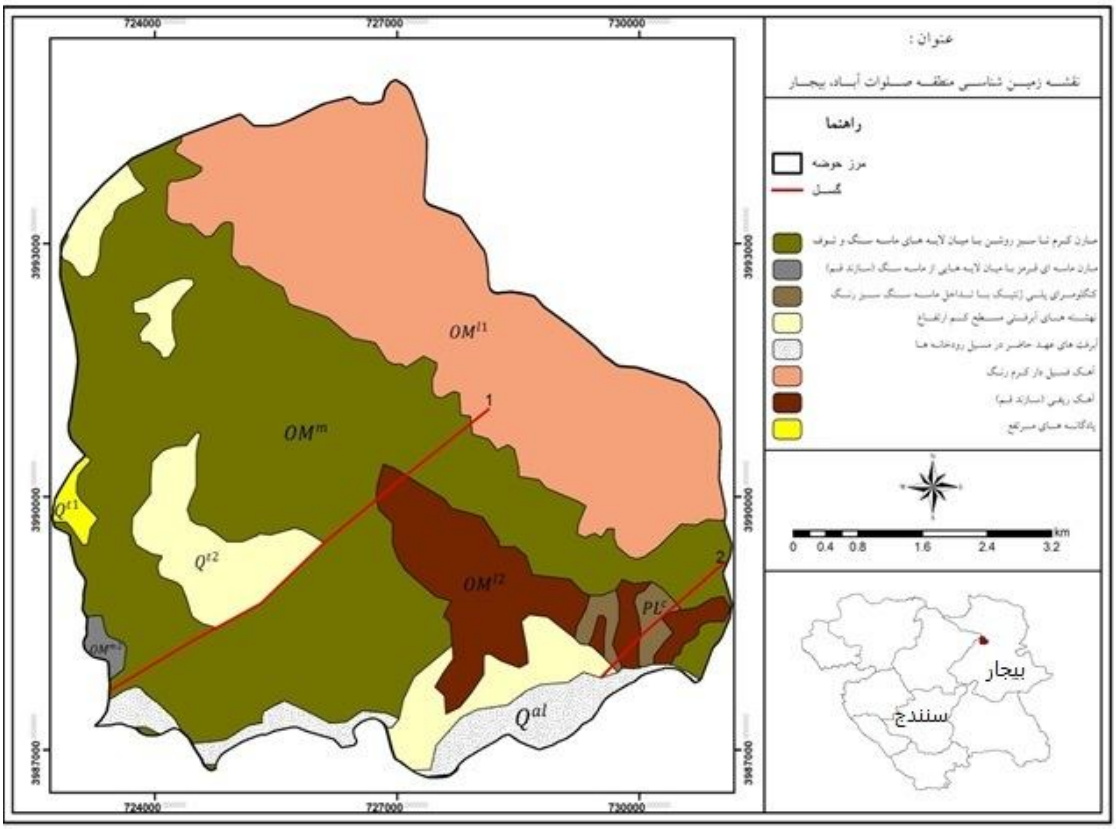
محدوده مورد مطالعه در منطقه صلوات آباد بین طول جغرافیایی ′۲۸ °۴۷ تا ′۳۴ °۴۷ شرقی و عرض ′۵۶ °۳۵ تا ′۶ °۳۶ شمالی در نزدیکی شهر بیجار در استان کردستان واقع شده است(شکل۱). رودخانه قزل‌اوزن از سر شاخه‌های سفیدرود، در امتداد مرز جنوبی منطقه جریان دارد. مساحت منطقه مورد مطالعه ۴۸ کیلومترمربع بوده و طبق تقسیم‌بندی بربریان(۱۹۸۱) در زون‌های سنندج-سیرجان و ایران مرکزی جای گرفته است.سنگ‌شناسی منطقه از سازندهای پالئوژن تا کواترنری می‌باشد. ۴۸ درصد منطقه از مارن‌های الیگوسن و میوسن تشکیل شده است. بعد ازآن آهک‌های فسیل‌دار الیگو- میوسن، آهک‌های ریفی میوسن و رسوبات آبرفتی دوران کواترنر به ترتیب ۱۴/۲۹،۳و۷/۵درصد از سنگ‌شناسی منطقه را شامل می‌شوند(شکل ۲).بیشتر گالی‌های منطقه در سازند قم یعنی آهکهای ریفی و مارن‌های کرم تا سبز رنگ شکل گرفته‌اند. منطقهاز نظر توپوگرافی شامل واحدهای کوهستان، کوهپایه و دشت می‌باشد. حداکثر و حداقل ارتفاع منطقه به ترتیب ۲۱۵۳ و۱۶۰۰ متر می‌باشد. میانگین ارتفاع منطقه به روش وزنی ۱۸۶۵ متر محاسبه شده است.شیب متوسط دامنه‌ها با استفاده نقشه شیب ۲۱ درصد محاسبه شده است. متوسط بارش سالیانه منطقه مورد مطالعه بین ۲۸۰ تا ۳۲۰ میلی‌متر متغیر بوده و حداکثر آن در فصل زمستان اتفاق می‌افتد.



شکل ۱: موقعیت محدوده مورد مطالعه

of SID

www.SID.ir



شکل ۲ : نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه، منبع سازمان زمین شناسی کشور

مواد و روش‌ها:

درابتدا با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی رقومی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور و نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ محدوده مورد مطالعه مشخص گردید. لایه‌های اطلاعاتی شبکه آبراهه‌ها، جاده‌ها، روستاها و نقاط ارتفاعی از نقشه توپوگرافی رقومی ۱:۲۵۰۰۰ منطقه استخراج شد ومدل ارتفاعی رقومی (DEM) از این نقشه تهیه گردید. براساس DEMمذکور لایه‌هایشیب، جهت و شکل دامنه‌های منطقه تهیه گردید. برای تهیه لایه محدوده‌های دارای فرسایش گالی از تصاویر ماهواره‌ای Google earth استفاده گردید.

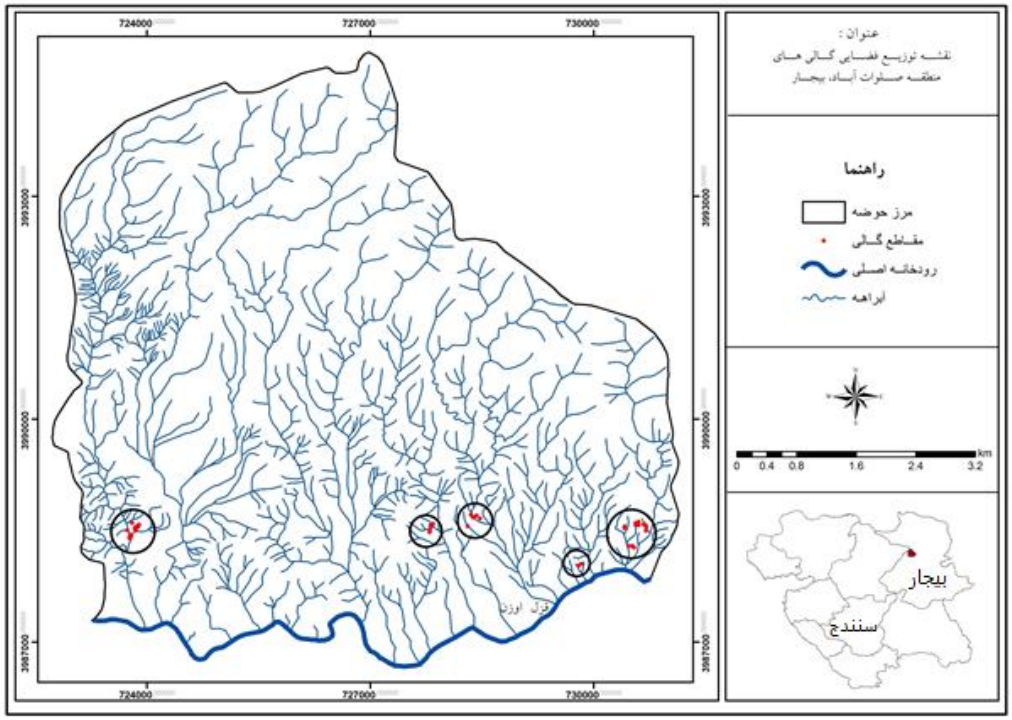
جهت مطالعه دقیق ابعاد گالی‌ها، تعداد چهل و یک گالی با استفاده از نقشه‌برداری زمینی مورد مطالعه قرار گرفتند(شکل ۳). در هرگالی از سه مقطع عرضی با دوربین تئودولیت نقشه‌برداری شد. بعد از ترسیم مقاطع در نرم افزار اتوکد، خصوصیات مورفومتری گالی‌ها مانندعرض(W)، عمق(d)، نسبت عرض به عمق(W/d)، زاویه کانال (a) و پارامتر شکل گالی(Si) از مقاطع عرضی برداشت‌شده محاسبه گردیدند.پارامتر زاویهمقطع عرضی گالی (a) میزان بازشدگی دیواره‌های گالی را در یک مقطع مثلثی نشان می‌دهد. شاخص شکل گالی هم(Si) از رابطه زیر محاسبه گردید:

رابطه(۱) $$Si = \frac{W_{2S}}{W_{TS}}$$

Archive of SID

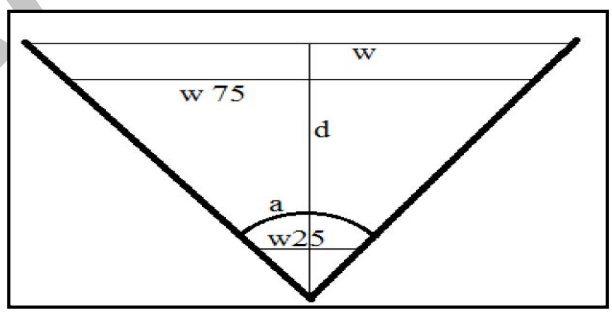
www.SID.ir

Si: شاخص شکل، W_{25}: عرض گالی در ۲۵ درصد عمق گالی از کف و W_{75}: عرض گالی در ۷۵ درصد عمق از کف گالی می‌باشد (شکل ۳). مقادیر پایین Siنشان‌دهنده‌ی شکل V مقطع عرضی و مقادیر بالا نشان‌دهنده‌ی شکل U مقطع عرضی می‌باشد.



شکل ۳ : توزیع فضایی گالیهای مورد مطالعه در عملیات میدانی. منبع نگارندگان

میانگین هر پارامتر از سه مقطع به‌عنوان معیار در نظر گرفته شد. سپس داده‌های مذکور با استفاده از نرم‌افزار SPSS خوشه‌بندی شدند و با آنالیز واریانس تأثیر هر متغیر در خوشه‌ها مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. برای بررسی تفاوت یا عدم تفاوت هر یک از متغیرها با سنگ‌شناسی از آزمون یومن ویتنی[۱]استفاده شد.برای بررسی تفاوت بین پارامترهای شکل دامنه، کاربری اراضی، شیب و جهت دامنه از آزمون کروسکال- والیس[۲]استفاده گردید.



شکل ٤ : پارامترهای اندازه‌گیری شده در مقطع عرضی گالی‌ها، منبع نگارندگان

۱- Mann- Whitney U

۲ -Kruskal-Wallis

Archive

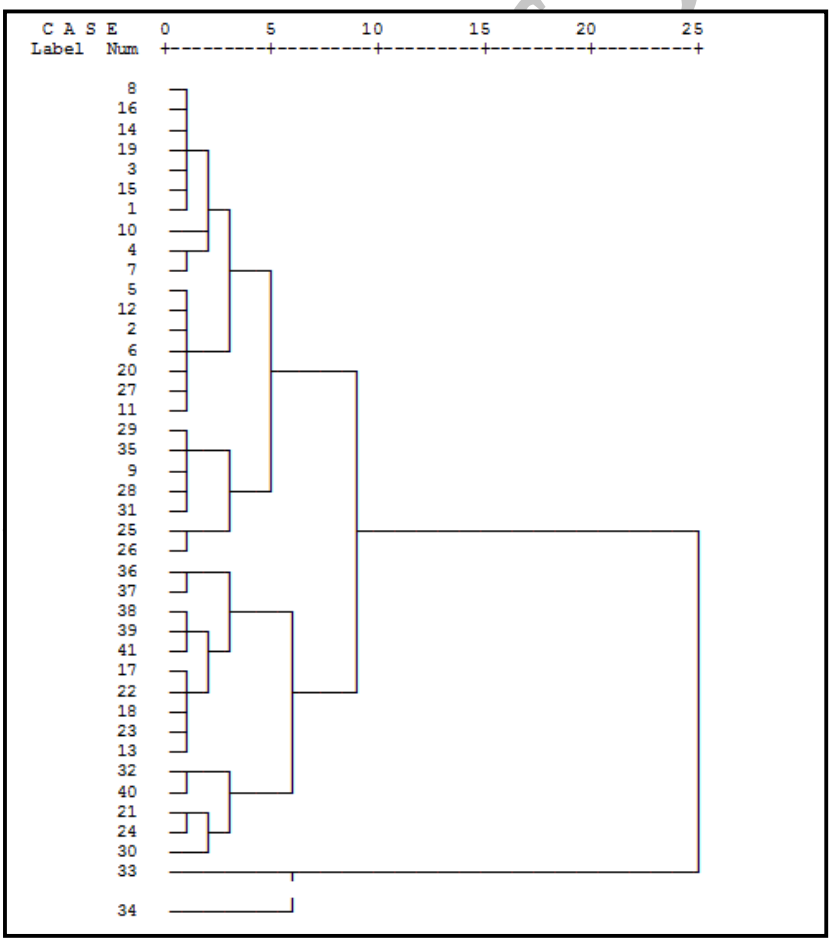
www.SID.ir

نتایج:

برای نمایش نتایج خوشه‌بندی از روش ترسیم دندروگرام استفاده شده است، از این رو گالی‌ها بر اساس فاصله‌ای که از یکدیگر دارند در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند(شکل۵). بر مبنای خوشه‌بندی انجام شده، گالی‌های منطقه در سه خوشه قرارگرفتند که ۲٤ گالی در خوشه یک، ۱۵ گالی در خوشه دو و ۲ گالی هم در خوشه سه قرار داشته‌اند.

برای بررسی معنی‌داری اختلاف داده‌ها از آزمون آنالیز واریانس(ANOVA) یک‌طرفه استفاده شده است. مقادیر جدول آنالیز واریانس نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار چهار پارامتر عرض، نسبت عرض به عمق، زاویه مرکزی و شیب است، اما پارامتر شاخص شکل (Si) تفاوت معنی‌داری را بین خوشه‌ها نشان نمی‌دهد(جدول ۱).

پس از خوشه‌بندی گالی‌هابا استفاده از آزمون تیوکی۱ در آنالیز واریانس، تفاوت بین میانگین‌ها در خوشه‌ها مورد بررسی قرار گرفت(جدول ۲). طبق آزمون همگنی، شاخص شکل گالی(Si)، بیانگر تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها نیست به عبارتی مقدار این شاخص در همه خوشه‌ها مشابه هم بوده و تفاوت مشخصی ندارند.معیار عمق (d) در خوشه ۳ با خوشه ۱ و خوشه ۱ نیز با ۲ تفاوت معنی‌داری را نشاننمی‌دهند.



شکل ۵: دندروگرام گالی‌های حوضه مورد مطالعه، منبع نگارندگان

۱- Tukey

www.SID.ir

جدول۱: نتایج آزمون تحلیل واریانس پارامترهای مؤثر در خوشه‌بندی گالی‌های منطقه

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
شاخص شکل(Si)					
بین گروهی	۰/۰۱۵	۲	۰/۰۰۷	۰/۰۲۶	۰/۹۷٤
درون گروهی	۱۰/٤۹٤	۳۸	۰/۲۷٦		
کل	۱۰/۵۰۸	٤۰			
عمق (d)					
بین گروهی	۱۵/۲٤۸	۲	۷/٦۲٤	٤/۷۳٦	۰/۰۱۵
درون‌گروهی	٦۱/۱٦۹	۳۸	۱/٦۱		
کل	۷٦/٤۱۷	٤۰			
w/d					
بین گروهی	۷۰۸/۷۷۲	۲	۳۵٤/۳۸٦	۲۳/۹۳۲	۰
درون‌گروهی	۵٦۲/۷۱٤	۳۸	۱٤/۸۰۸		
کل	۱۲۷۱/٤۸۷	٤۰			
زاویه (a)					
بین گروهی	٦۰۱٤/٦۵۲	۲	۳۰۰۷/۳۲٦	۱۷/۵۹۷	۰
درون‌گروهی	٦٤۹٤/۰۷۹	۳۸	۱۷۰/۸۹۷		
کل	۱۲۵۰۸/۷۳۱	٤۰			
شیب (S)					
بین گروهی	۹۸۳۷/۵۲۸	۲	٤۹۱۸/۷٦٤	٤۳/۹٦٤	۰
درون‌گروهی	٤۲۵۱/۵۰۱	۳۸	۱۱۱/۸۸۲		
کل	۱٤۰۸۹/۰۲۹	٤۰			

نسبت عرض به عمق (w/d) بیانگر این است که خوشه ۱ با خوشه ۲ تفاوت معنی‌داری نداشته و خوشه ۳ با دو خوشه دیگر متفاوت است.شاخص زاویه (a) گالی در خوشه ۱ و ۲ تفاوت معنی‌داری نداشته، اما خوشه ۳ با دو خوشه دیگر تفاوت زیادی دارد. شاخص شیب گالی‌ها، نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار خوشه ۲ با سایر خوشه‌هاست(جدول۲).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲ : نتایج آزمون همگنی متغیرها در خوشه‌های مختلف

متغیر	شماره خوشه	تعداد	زیرگروه آلفا = ۰/۰۵	
			۱	۲
Si	۳	۲	۲/٦٥	-
	۱	۲٤	۲/٦۷٥	-
	۲	۱٥	۲/۷۱۰۷	-
	Sig	-	۰/۹۸۲	-
d	۳	۲	۰/٥۷٥۰	-
	۱	۲٤	۱/٦٤۷۱	۱/٦٤۷۱
	۲	۱٥	-	۲/۷۳۹۳
	Sig	-	۰/۳۸۹	۰/۳۷٦
w/d	۱	۲٤	٤/۳۱۰٤	-
	۲	۱٥	٤/٤۱۲	-
	۳	۲	-	۲۳/٦٥
	Sig	-	۰/۹۹۹	۱
a	۲	۱٥	۳٦/٥۲٦۷	-
	۱	۲٤	۳۸/۷۲۹۲	-
	۳	۲	-	۹۳/۹
	Sig	-	۰/۹٦۲	۱
S	۲	۱٥	۱۷/۷٦	-
	۱	۲٤	-	٤۹/٦۲٥
	۳	۲	-	٥۳
	Sig	-	۱	۰/۸۷۱

در مجموع، گالی‌های خوشه ۱ با شیب نسبتاً زیاد، زاویه مرکزی کم، نسبتاً عمیق، نسبت عرض به عمق کم، گالی‌های خوشه ۲ با شیب زیاد، زاویه مرکزی کم، عمق زیاد، نسبت عرض به عمق کم وگالی‌های خوشه ۳ پرشیب، زاویه مرکزی زیاد، عمق کم و نسبت عرض به عمق زیاد تقسیم‌بندی شدند(جدول ۳).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳: ویژگی‌های خوشه‌بندی گالی‌ها در منطقه مورد مطالعه

خوشه	شیب (درصد)	زاویه مرکزی (درجه)	عمق (متر)	عرض به عمق(متر)
۱	٤۹/٦	۳۸/۷	۱/٦	٤/۳
۲	۱۷/۷	۳٦/۵	۲/۷	٤/٦
۳	۵۳	۹۳/۹	۰/۵	۲۳/٦

جهت بررسی پارامترهای مورفومتری گالی شامل شاخص شکل، عمق، نسبت عرض به عمق، زاویه مرکزی و شیب با سنگ‌شناسی از آزمون U من ویتنی استفاده گردید. نتایج نشان می‌دهد که از پارامترهای فوق شیب و عمق گالی‌ها، تفاوت معنی‌داری را با سنگ‌شناسی داشته (جدول ٤) و سایر پارامترها تفاوت معنی‌داری را با سنگ‌شناسی نشان نمی‌دهند.

جدول ٤: نتایج آزمون یو من ویتنی در ارتباط با ویژگی‌های مورفومتری گالی‌ها و لیتولوژی در منطقه مورد مطالعه

	شاخص شکل	عمق	w/d	زاویه	شیب
Mann-Whitney U	۱٤۱	۹۵	۱٤٤	۱۱۷/۵	۹٤
Wilcoxon W	۲۱۹	۱۷۳	۵۷۹	۵۵۲/۵	۱۷۲
Z	-۰/۹٤۹	-۲/۲٦٦	-۰/۸٦۱	-۱/٦۱۹	-۲/۲۹٤
Asymp. Sig. (2-tailed)	۰/۳٤۳	۰/۰۲۳	۰/۳۸۹	۰/۱۰۵	۰/۰۲۲

با استفاده از آزمون کروسکال والیس تفاوت بین تعداد گالی‌ها با فاکتورهای شکل دامنه، کاربری اراضی، حساسیت به گالی، شیب و جهت دامنه ارزیابی شد. بر اساس این آزمون در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ تفاوت معنی‌داری بین تعداد گالی‌ها با فاکتورهای شکل دامنه، کاربری اراضی، شیب و جهت دامنه وجود دارد(جدول ۵). ازاین‌رو، بیشترین تعداد گالی‌ها در دامنه‌های مقعر، در شیب طبقه ٤۵-۳۰ درجه، در جهت‌های جنوب و جنوب شرق و در اراضی مرتعی شکل گرفته است.

نتیجه‌گیری:

مطالعه مورفومتری گالی‌های منطقه موردمطالعه با پارامترهایی مانند شیب، عرض، عمق، نسبت عرض به عمق، شاخص شکل و زاویه مرکز گالی انجام پذیرفت و بر اساس آنها خوشه‌بندی صورت گرفت. گالی‌های منطقه در آهکهای ریفی و مارن کرم تا سبز روشن با میان لایه‌هایی از ماسه‌سنگ و توف سازند قم ایجاد شده‌اند. با توجه به آزمون یومن و یتنی مشخص شد که در منطقه مورد مطالعه، پارامترهای شیب و عمق گالی‌ها با لیتولوژی ارتباط

www.SID.ir

جدول ۵: نتایج آزمون کروسکال- والیس عوامل مختلف در ارتباط با تعداد گالی‌های منطقه مورد مطالعه

طبقات	میانگین رتبه‌ها	تعداد گالی	Chi-square	sig
شکل دامنه				
مقعر	۲۹/۵	۲٤	٤۰	۰
مستقیم	۵/۵	۲		
محدب	۱۰	۱۵		
کاربری اراضی				
مزارع دیم	۱/۵	۲	٤۰	۰
باغ	۰	۰		
مرتع	۲۲	۳۹		
روستا	۰	۰		
شیب				
۰-۲	۰	۰	٤۰	۰
۲-۵	۷/۵	٤		
۵-۱۰	۷/۵	٤		
۱۰-۲۰	۲٤	۹		
۲۰-۳۰	۱۵/۵	۸		
۳۰-٤۵	۳۵	۱۳		
>٤۵	۲	۳		
جهت شیب				
E	۲/۵	۲	٤۰	۰
N	۰	۰		
NE	۲/۵	۲		
NW	۰	۰		
S	۲۷/۵	۱٤		
SE	۲۷/۵	۱٤		
SW	۹	۹		
W	۰	۰		

Archive of SID

www.SID.ir

معنی‌داری دارند. با توجه به شاخص شکل به دست آمده کل گالی‌های منطقه V شکل می‌باشند. نتایج خوشه‌بندی نشان می‌دهد که از پارامترهای فوق فقط پارامتر شیب و عمق در همه خوشه‌ها تفاوت معنی‌داری داشته و سایر پارامترهای خصوصاً در خوشه‌های یک و دو که بیش از ۹۵ درصد گالی‌ها را به خود اختصاص داده‌اند تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. با توجه به تفاوت معنی‌دار شاخص شیب و عمق گالی‌ها با لیتولوژی و نتایج خوشه بندی می‌توان گفت که از میان پارامترهای مورفومتریک گالی‌ها فقط عامل شیب و عمق در منطقه مورد مطالعه جهت خوشه بندی مناسب می‌باشند.

منابع:

۱- ثروتی، محمدرضا، جمال قدوسی و معصومه دادخواه (۱۳۸۷): عوامل مؤثر در شکل‌گیری و گسترش فرسایش خندقی در لس‌ها، پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، شماره ۷۸، صص ۳۳-۲۰.

۲- ثقفی، مهدی و رضا اسماعیلی (۱۳۸۸): تحلیل‌های مورفومتری عوامل تشکیل و تحول آبکندها در حوضه آبریز شاخن استان خراسان جنوبی، فصل‌نامه جغرافیا و توسعه، شماره ۱۵. صص ۱۵۰-۱۳۰.

۳- حسین‌زاده، محمد مهدی، رضا اسماعیلی، محمدحسن جوری و سامانه پورکلهر (۱۳۸۹): طبقه‌بندی گالی‌ها بر مبنای ویژگی های مورفومتریک با استفاده از تکنیک آماری چند متغیره (مطالعه موردی فیروزکلا – نوشهر)، مجله پژوهش های دانش زمین، شماره ۳. صص ۲۹-۴۰.

٤- سازمان زمین شناسی کشور، نقشه‌های زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ صفحات یاسوکند و بیجار

۵- سلیمان‌پور، سید مسعود، مجید صوفی و حسن احمدی(۱۳۸۹): بررسی آستانه توپوگرافی و عوامل موثر بر رسوب‌زایی و گسترش گالی‌ها در منطقه نیریز استان فارس، مرتع و آبخیزداری (منابع طبیعی ایران)، جلد ٦۳، شماره ۱، صص ٤۱-۵۳.

٦- نظری سامانی، علی اکبر، حسن احمدی، جمالقدوسیو محمد جعفری (۱۳۸۸): بررسی عوامل موثر در تولید رسوب حاصل از فرسایش خندقی در حوضه‌های آبخیز کوچک (مطالعه موردی: حوضه آبخیز دره کره- بوشهر)، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ٦۹، صص ۳٤-۱۹.

۷- نکویی مهر، محمد و سید نعیم امامی (۱۳۸۵): تعیین مهم‌ترینویژگی‌های شکل شناسی خندق‌ها در طبقه‌بندی مورفوکلیماتیک مناطق تحت تأثیر فرسایش خندقی (استان چهارمحال و بختیاری)، مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، شماره ۷۷. صص۹۲-۸٤.

8- Goudie, A.S., 2003, Encyclopedia of geomorphology, Routledge, pp.1157.

9- Goudie, A.S., 2005, Geomorphological Techniques, second edition, Routledge, pp. 692.

10- Soufi, M., Hamzehzaraghani, H., Dehghani, M., 2011, The effects of some watershed, soil characteristics and morphometric factors on the relationship between the gully volume and length in Fars province, Iran، Ctena, *86* , 150-159.

11- Zucca, C., 2006, Annalisa Canu and Raniero Della Peruta, Effects of land use and landscape on spatial distribution and morphological features of gullies in an agropastoral area in Sardinia (Italy). Catena(68), pp 87-95.

Archive of SID

www.SID.ir