جغرافیـــا و برنامـــه‌ریـــزی محیطـــی
سـال ۲۶، پیـاپی ۵۹، شـماره ۳، پـاییز ۱۳۹٤

ارزیابی مورفومتری دره‌ها و ارتباط آن با تکتونیک‌های فعال در طاقدیس دنه خشک

شـــــهرام بهرامـــــی: اسـتادیار ژئومورفولـوژی، دانشـگاه حکـیم سـبزواری، سـبزوار، ایـران*
جـــواد جمـــال آبـــادی: دانشجوی دکتری ژئومورفولـوژی، دانشـگاه حکـیم سـبزواری، سـبزوار، ایـران

وصـول: ۱۳۹۱/۲/۲۷ پـذیرش: ۱۳۹۱/۷/۳۰، صص ۱۳۰-۱۱۵

چکیده

منطقه مورد مطالعه، طاقدیس دنه خشـک در جنـوب غـرب شـهر سـرپل ذهـاب در اسـتان کرمانشـاه و بخشـی از زون ساختمانی زاگرس چین خورده محسوب می‌شود. هدف مطالعه حاضر، بررسـی نقـش بالاآمـدگی تکتـونیکی در مورفـومتری ۱۰۳ دره واقع در دامنه‌های طاقدیس دنه خشک است. جهت دستیابی به هدف فوق، محـدوده ۱۰۳ دره بـر اسـاس مطالعـات میدانی و به کمک تصویر ماهواره ای Quickbird، تعیین گردید. پارامترهای کمی دره‌ها ماننـد عـرض خروجـی دره (Vow)، حداکثر عرض دره(Vmw)، طول دره(VL) بر اساس تصاویر ماهواره ای استخراج شـد. جهـت تعیـین مسـاحت دره‌هـا(A)، محدوده دره‌ها وارد نر افزار ILWIS شد و مساحت دره‌های مورد مطالعه استخراج گردید. طاقدیس مورد مطالعـه، بـر اسـاس شیب پهلوی طاقدیس(S) به ۹ زون تکتونیکی تقسیم شد و میانگین پارامترهای مورفومتریکی دره‌ها و شـیب لایـه‌هـا در هـر زون بدست آمد. سپس رابطه خطی بین میانگین شیب ساختمانی و میانگین پارامترهای مورفومتریکی دره‌ها در زونهـا بدسـت آمد. بررسی این تحقیق نشان می‌دهد که رابطه مستقیمی بین پارامتر S و نسبت حداکثر عـرض دره بـه عـرض خروجـی دره (Vmw/Vow) با ضریب همبستگی ۹۱ درصد وجود دارد. همچنین رابطه مستقیمی بین پارامتر S و نسبت حداکثر عـرض دره به طول دره(Vmw/VL) با ضریب همبستگی ۷۵ درصد وجود دارد. بررسی داده‌ها نشان می‌دهد که رابطه مستقیمی با ضریب همبستگی نسبتا پائین بین شیب ساختمانی و مساحت دره‌ها و حداکثر عرض دره وجود دارد. رابطـه معنـی داری بـین شـیب ساختمانی و طول دره‌ها وجود ندارد. با این وجود رابطه معکوسی با ضریب همبستگی پائین بین شیب سـاختمانی و عـرض خروجی دره‌ها وجود دارد. به طور کلی نتیجه تحقیق حاضر نشان می‌دهد که در بین پارامترهای مورفومتریکی دره‌هـا، نسـبت حداکثر عرض دره به عرض خروجی دره(Vmw/Vow) و نسبت حداکثر عرض دره بـه طـول دره(Vmw/VL) کـاملا تحـت تاثیر تکتونیک یا شیب ساختمانی طاقدیس قرار دارند. بنـابراین پارامترهـای Vmw/Vow و Vmw/VL مـی‌تواننـد بـه عنـوان شاخص‌های ژئومورفولوژی مناسب جهت تعیین درجه فعالیتهای تکتونیکی در طاقدیسها در نظر گرفته شوند.

واژگان کلیدی: دنه خشک، تکتونیک، مورفومتری دره ، زاگرس، نسبت حداکثر عرض دره به عرض خروجی دره

.

مقدمه

ژئومورفولـوژی تکتونیـک بـه مطالعـه لنـدفرم‌هـایی می‌پردازد که تحت تأثیر فعالیـت‌هـای زمـین سـاختی ایجاد شده اند. بررسی کمـی لنـدفرم‌هـای مربـوط بـه مناطق تکتونیکی فعال، در بازسازی تاریخچه تکتونیک و درک تکامـل لنـدفرمها، ابـزاری بسـیار مناسـب

*نویسنده مسؤول: E-mail: s.bahrami@sttu.ac.ir

است(مایر، ۱۹۸٦: ۱۲۵ و اشتوبر زیسو و همکاران، ۲۰۰۸ : ۹۳). برخی از شاخص‌های ژئومورفیک به عنوان ابزارهای اساسی برای تشخیص تغییر شکل‌های سریع تکتونیکی، بطور وسیع مورد استفاده قرار گرفته اند.

تا کنون شاخصهای ژئومورفیک زیادی مانند سطوح مثلثی شکل، تسطیح شدگی جبهه کوهستان، تقعر نیمرخ رودخانه، الگو و تراکم زهکشی، نسبت فاصله بندی شبکه زهکشی، نسبت پهنای کف دره به ارتفاع دره، عدم تقارن حوضه زهکشی، سینوسیته جبهه کوهستان، انتگرال هیپسومتری، به عنوان ابزارهای اساسی جهت تشخیص تکتونیک‌های فعال توسط محققین استفاده شده است(ولز[1] و همکاران،۱۹۸۸ : دفونتینز[2] و همکاران ، ۱۹۹۲:هوویوس[3]، ۱۹۹٦: کلر و پینتر[4]، ۲۰۰۲ : زوویلی[5] و همکاران، ۲۰۰٤:الهمدونی و همکاران، ۲۰۰۸: پتیت[6] و همکاران، ۲۰۰۹:). فعالیتهای تکتونیکی تاثیر زیادی بر شکل و مورفومتری دره‌ها دارند. در مناطق تکتونیکی فعال، دره‌هایی ایجاد می‌شوند که در قسمت بالا عریض هستند و به سمت پائین (جبهه کوهستان) که فعالیت‌های تکتونیکی بیشتر است، باریک می‌شوند (بور بانک و آندر سون[7]، ۲۰۰۱: ۲۰۲). اشکال مذکور تحت عنوان دره‌های ساغری شکل[8] معروف هستند. دره‌های مذکور در جبهه کوهستان، تحت تاثیر برش تکتونیکی ، عمیق و به شکل V ظاهر می‌شوند(آزور و همکاران، ۲۰۰۲ : ۷۵۰).

تحقیقات مختلف نشان می‌دهد که وجود دره‌های ساغری شکل اولا بیانگر وجود حرکات تکتونیکی فعال در جبهه‌های کوهستانی است، ثانیا تحت تاثیر درجه فعالیتهای تکتونیکی، شکل و ابعاد آنها تغییر می‌کند (آرمیجو[9] و همکاران ۱۹۹۱ : پیکاردی[10] و همکاران ، ۱۹۹۹: هوبرت فرری[11] ، ۲۰۰۷ : کاتالانو[12] و همکاران ۲۰۰۸). در ایران نیز استفاده از شاخصهای ژئومورفولوژیک جهت بررسی تکتونیک‌های فعال توسط رجبی و همکاران(۱۳۸۵) در دامنه‌های جنوبی ارتفاعات آلاداغ – بینالود، گورابی و نوحه گر (۱۳۸٦) در حوضه درکه در دامنه جنوبی توچال، شفیعی و همکاران (۱۳۸۸) در بینالود، یمانی و همکاران (۱۳۸۸) در دامنه‌های کرکس، سیف و خسروی (۱۳۸۹) در منطقه فارسان در زاگرس، مقصودی و همکاران (۱۳۹۰) در طاقدیس گیلانغرب در استان کرمانشاه، ده بزرگی و همکاران (۲۰۱۰) در منطقه سروستان در زاگرس مرکزی و علیپور و همکاران(۲۰۱۱) در سد رودبار در لرستان و بهرامی (۲۰۱۲)در طاقدیس نواکوه انجام شده است.

طاقدیس دنه خشک در جنوب غرب شهرستان سرپل ذهاب و در واحد ساختمانی زاگرس چین خورده واقع شده است. مطالعات مختلف نشانگر وجود تکتونیکهای فعال، بالا آمدگی و کوتاه شدگی

1 - Wells
2 - Deffontaines
3 - Hovius
4 - Keller and Pinter
5 - Zovoili
6 - Petit
7 - Burbank and Anderson
8 - Wine-glass valleys
9 - Armijo
10 - Piccardi
11 - Hubert-Ferrari
12 - Catalano

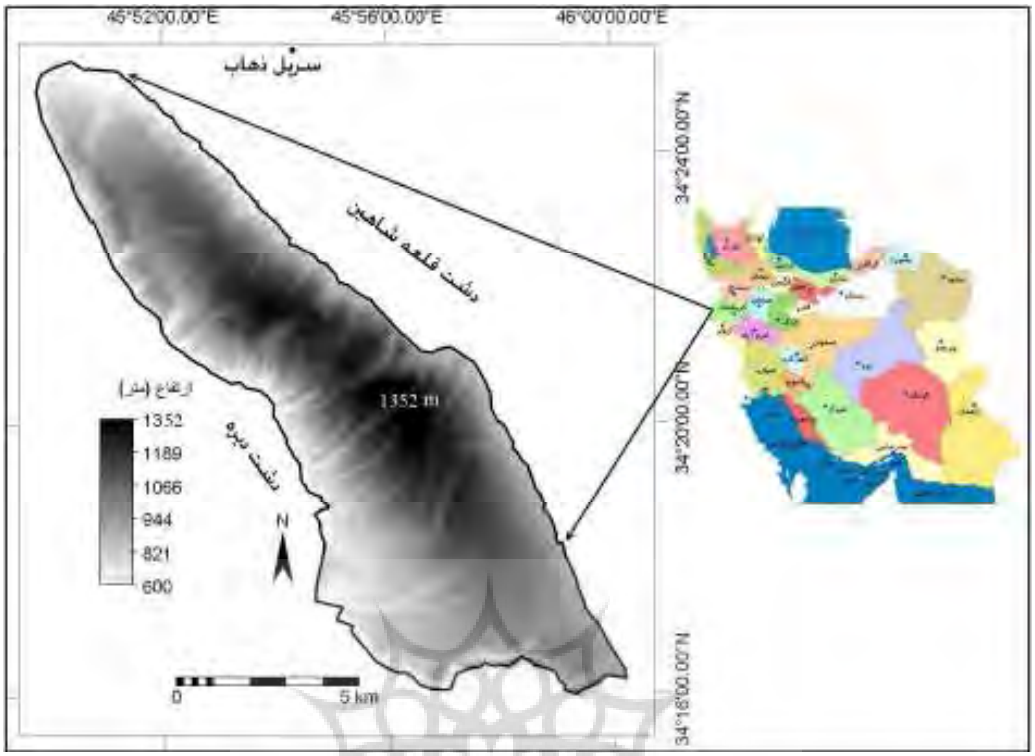
طاقدیسها و وجود زلزله‌های متعدد در زاگرس است (بربریان، ۱۹۹۵ : بلانک[1] و همکاران ۲۰۰۳ : حسامی و همکاران ، ۲۰۰۶ : رامسی[2] و همکاران ۲۰۰۸ : ده بزرگی و همکاران،۲۰۱۰ : پیراسته و همکاران، ۲۰۱۱ : علیپور و همکاران، ۲۰۱۱).با توجه به اینکه استفاده از روشهای کمی جهت تعیین تکتونیکهای فعال هزینه بر و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست، استفاده از شاخصهای ساده ژئومورفولوژی جهت بررسی تکتونیکهای فعال، از اهمیت و ضرورت خاصی برخوردار است. هدف این تحقیق بررسی ویژگیهای مورفومتریکی دره‌های واقع بر دامنه طاقدیس دنه خشک و ارزیابی نقش تکتونیک و بالاآمدگی طاقدیس دنه خشک در مورفومتری دره‌های مذکور است.

منطقه مورد مطالعه

طاقدیس دنه خشک بین شهرستان سرپل ذهاب و گیلان غرب در غرب استان کرمانشاه قرار گرفته است. انتهای شمال غربی طاقدیس در ۳.۵ کیلومتری جنوب غرب شهر سرپل ذهاب قرار دارد. مرتفع ترین نقطه طاقدیس، ۱۳۵۲ متر در بخش مرکزی آن و پست ترین نقطه آن، ۶۰۰ متر در شمال غرب آن قرار دارند. دشت قلعه شاهین در شمال شرق و دشت دیره در جنوب غرب آن قرار دارند. شکل شماره ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و استان کرمانشاه و سطوح ارتفاعی آن را نشان می‌دهد. از نظر تقسیمات هیدرولوژیکی منطقه مورد مطالعه بخشی از حوضه آبریز الوند است که آبهای سطحی آن از طریق رودخانه الوند وارد کشور عراق می‌شود.

از نظر زمین شناسی، طاقدیس دنه خشک بخشی از زون ساختمانی زاگرس چین خورده است که از دوره میوسن میانی شروع به بالا آمدگی کرده است. تمامی طاقدیس از سازند آهکی آسماری تشکیل شده است که به صورت هم شیب روی سازند آهکی تله زنگ قرار دارد(شکل ۳). شواهد زمین شناسی و ژئومورفولوژیکی از جمله وقوع زلزله و دره‌های تنگ در حاشیه طاقدیس و همچنین تغییر مسیر شبکه‌های زهکشی نشان می‌دهد که طاقدیس مذکور هنوز در حال بالا آمدگی است. طاقدیس مورد مطالعه دارای روند شمال غرب- جنوب شرق است. از مرکز طاقدیس به سمت شمال غرب روند آن دارای تغییر جزئی به سمت غرب است. عرض طاقدیس در قسمت جنوب شرق حدود ۶۴۰۰ متر، در مرکز طاقدیس ۵۰۰۰ متر و در انتهای شمال غربی ۱۳۰۰ متر است. طاقدیس دنه خشک دارای فرود محوری دو طرفه بوده و به سمت شمال غرب و جنوب شرق در حال پیشروی است. شیب ساختمانی لایه‌ها در طاقدیس مذکور، بسیار متغیر است. در بخش شمال غربی طاقدیس، دامنه شمال شرقی کم شیب تر از دامنه جنوب غربی است. دربخش مرکزی طاقدیس، در دامنه جنوب غربی آن عملکرد یک گسل معکوس باعث ایجاد یک فرورفتگی جزئی و انحراف مسیر آبراهه‌ها، موازی با محور طاقدیس شده است. در بخش جنوب شرقی طاقدیس، دامنه شمال شرقی طاقدیس پرشیب تر از دامنه جنوب غربی آن است(شکل ۳).

1 - Blance
2 - Ramsy



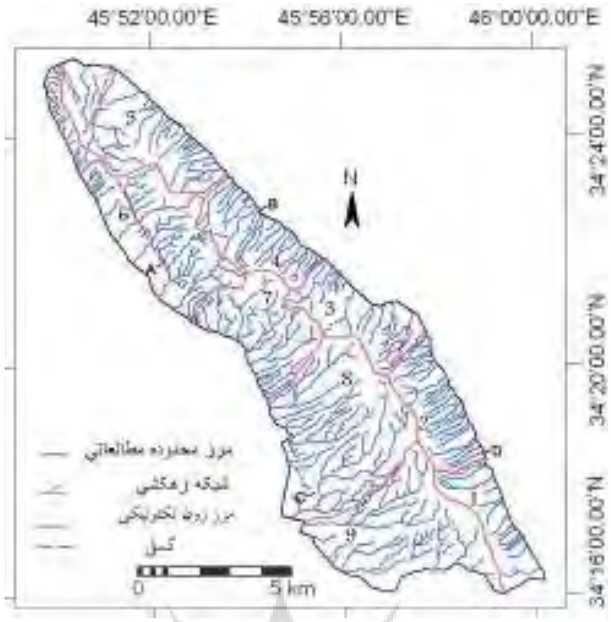
شکل ۱ – نقشه موقعیت و توپوگرافی منطقه مورد مطالعه

مواد و روش‌ها

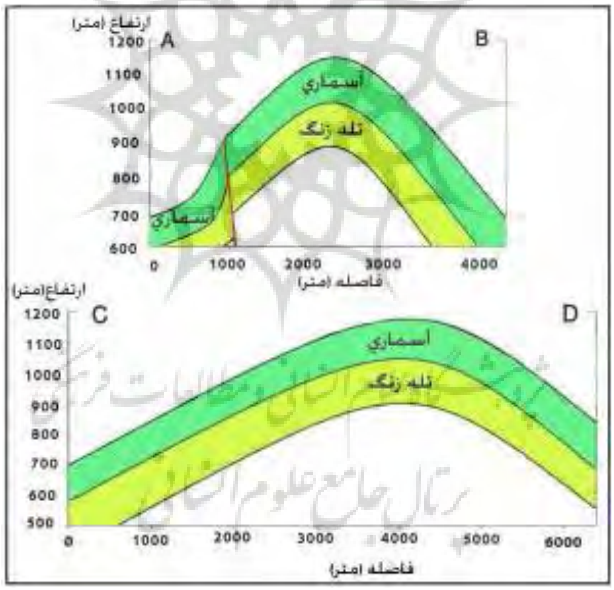
بعد از تعیین محدوده طاقدیس دنه خشک به عنوان منطقه مورد مطالعه، نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ منطقه مورد مطالعه در محیط نرم افزار ILWIS رقومی گردید و بر اساس آن مدل ارتفاعی رقومی (DEM) و شبکه‌های زهکشی طاقدیس(شکل‌های ۱ و ۲) استخراج گردید. بر اساس تصویر ماهواره ای Quickbird و کنترل میدانی، محدوده ۱۰۳ دره واقع بر دامنه‌های طاقدیس تعیین شد. پارامترهای کمی دره‌ها مانند عرض خروجی دره (Vow)، حداکثر عرض دره(Vmw)، طول دره(VL) بر اساس تصاویر ماهواره ای استخراج شد. جهت تعیین مساحت دره‌ها، محدوده دره‌ها به عنوان یک لایه اطلاعاتی وارد نرم افزار ILWIS گردید و بعد از تهیه پولیگون از محیط دره‌ها، مساحت دره‌های مورد مطالعه به هکتار استخراج گردید. شاخص Vf (نسبت پهنای کف دره به ارتفاع دره)بر اساس فرمول زیر محاسبه گردید(فیگوروا و نوت، ۲۰۱۰: ۳۷):

$$Vf = Vfw/(((Eld - Esc) + (Erd - Esc))/2)$$

که در آن Vfw پهنای کف دره، Eld ارتفاع خط الراس سمت چپ دره، Erd ارتفاع خط الراس سمت راست دره و Esc ارتفاع بستر دره می‌باشند. مقدار پائین Vf مناطق فعال تکتونیکی را نشان می‌دهد در حالی که مقدا بالای این شاخص مناطق غیر فعال تکتونیکی را نشان می‌دهد.



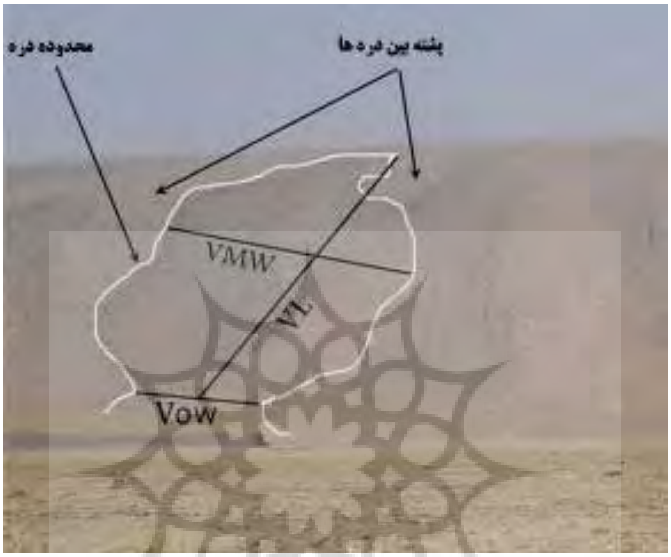
شکل ۲- شبکه زهکشی، محدوده زونهای تکتونیکی و محل مقاطع زمین شناسی طاقدیس دنه خشک



شکل ۳- مقاطع زمین شناسی در مرکز و جنوب غرب طاقدیس دنه خشک(محل مقاطع در شکل شماره ۲)

اطلاعات زمین شناسی منطقه از نقشه‌های زمین شناسی با مقیاس ۱/۲۵۰۰۰۰ و ۱/۱۰۰۰۰۰۰ استخراج گردید. از آنجا که نقشه‌های زمین شناسی مورد مطالعه، کوچک مقیاس بوده و فاقد اطلاعات شیب ساختمانی مورد نیاز بودند، اطلاعات شیب ساختمانی طاقدیس، طی مطالعات میدانی انجام شد. در تمامی بخشهای طاقدیس، شیب ساختمانی لایه‌ها در جبهه کوهستان(در خروجی دره‌ها) با استفاده از دستگاه شیب سنج اندازه گیری شد. بر اساس شیب ساختمانی لایه‌ها و عرض یال طاقدیس، منطقه مورد مطالعه به ۹

زون تکتونیکی تقسیم شد(شکل ۲). میانگین شیب ساختمانی لایه‌ها (درجه) و میانگین پارامترهای کمی مربوط به دره‌ها مانند عرض خروجی دره (Vow)، حداکثر عرض دره (Vmw)، طول دره(VL)، نسبت حداکثر عرض دره به عرض خروجی دره(Vmw/Vow)، نسبت حداکثر عرض دره به طول دره (Vmw/VL) و مساحت دره‌ها(A) در زونهای مختلف محاسبه گردید(شکل ٤). در نهایت رابطه بین تکتونیک و ویژگیهای مورفومتری دره‌ها تجزیه و تحلیل گردید.

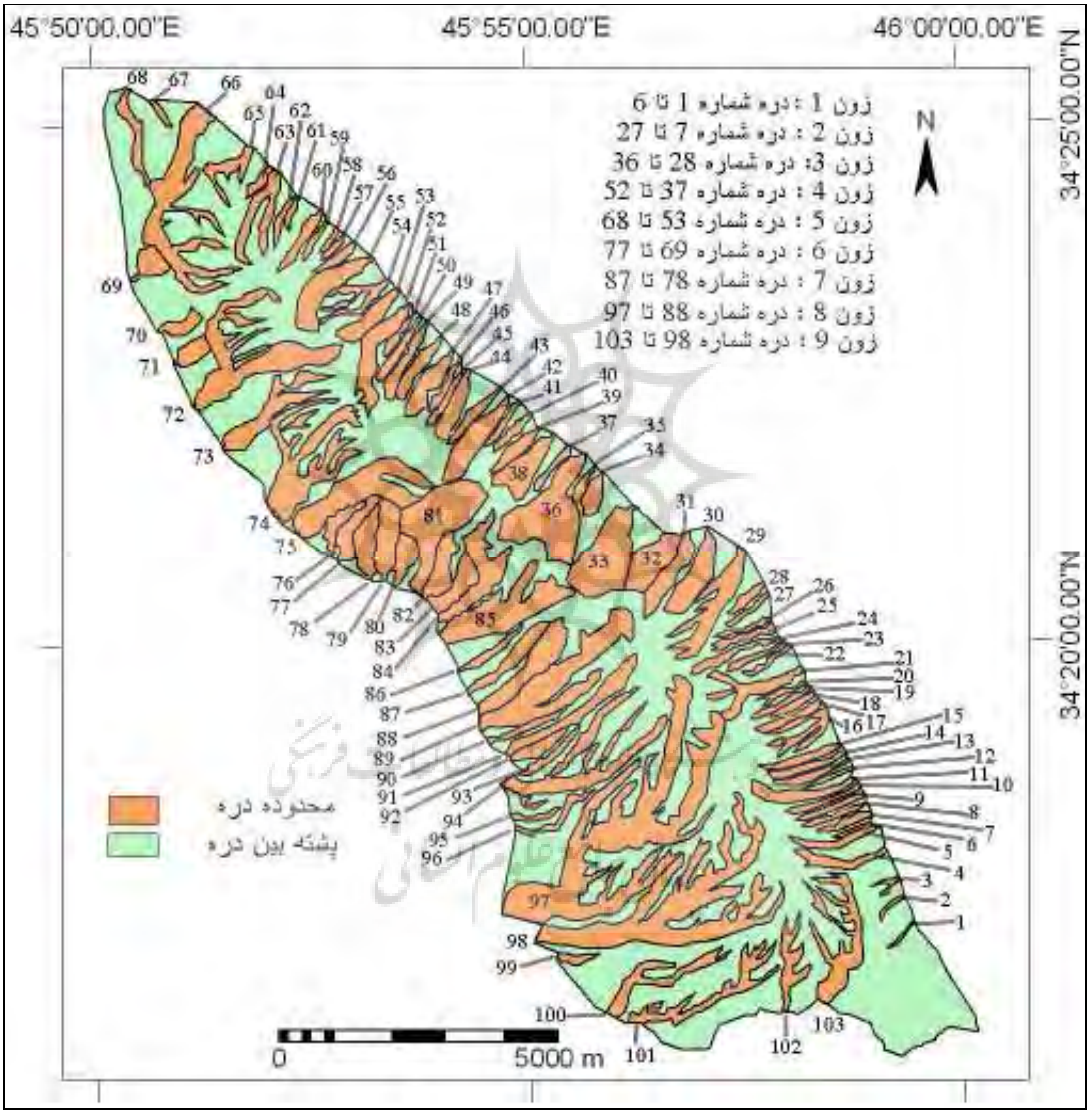


شکل ٤- شاخص‌های مورفومتریکی دره‌ها در دامنه شمال شرق طاقدیس دنه خشک

نتایج

از مشخصات طاقدیس دنه خشک، تفاوت در میزان بالا آمدگی تکتونیکی و تفاوت آن در بخشهای مختلف آن است. مطالعه و بررسی دقیق دره‌ها و اندازه گیری ابعاد آنها می‌تواند نقش مهمی در شناسایی و درجه تاثیر عوامل تکتونیکی و تفاوتهای مکانی آنها ایفا نماید. جهت بررسی نقش تکتونیک در مورفومتری دره‌ها، ابتدا محدوده ۱۰۳ دره تشکیل شده بر دامنه‌های طاقدیس مورد مطالعه مشخص شد(شکل ۵) و پارامترهای کمی دره‌ها بر اساس تصاویر ماهواره ای کویک برد و نرم افزار ILWIS استخراج گردید. جدول شماره ۱ شیب لایه‌ها در جبهه طاقدیس(S)، عرض خروجی دره (Vow)، حداکثر عرض دره (Vmw)، نسبت حداکثر عرض دره به عرض خروجی دره (Vmw/Vow)، نسبت حداکثر عرض دره به طول دره (Vmw/VL)، طول دره(VL)، مساحت دره(A)و نسبت پهنای کف دره به ارتفاع دره(Vf)را برای نشان می‌دهد. به منظور بررسی دقیق رابطه تکتونیک و مورفومتری دره‌ها، طاقدیس مورد مطالعه، بر اساس شیب لایه‌ها و عرض طاقدیس، به ۹ زون تکتونیکی تقسیم شد. سپس میانگین پارامترهای کمی مذکور در زونهای تکتونیکی محاسبه گردید(جدول ۲). زون‌های ۱ و ۹ در انتهای جنوب شرقی طاقدیس قرار دارند. همچنان که جدول ۲ نشان می‌دهد میانگین شیب

ساختمانی در جبهه طاقدیس در زونهای ۱ و ۹ به ترتیب ۹.۳ و ۸ درجه است. طاقدیس دنه خشک در بخش جنوب شرقی آن (زون ۱ و ۹) بسیار ملایم و دارای دامنه‌های عریض تر است. به طور کلی از جنوب شرق به سمت مرکز طاقدیس، شیب ساختمانی زونها افزایش می‌یابد. با این وجود پرشیب ترین زون (٦) در دامنه جنوب غربی طاقدیس قرار دارد. از زون ٦ به سمت جنوب شرق یا فرود محوری جنوب شرق به تدریج شیب لایه‌ها کاهش می‌یابد به طوریکه زون ۹ در انتهای جنوب شرقی طاقدیس دارای شیب متوسط ساختمانی ۸ درجه است.



شکل ۵- محدوده دره‌ها و پشته‌های بین آنها روی دامنه‌های طاقدیس دنه خشک

جدول شماره ۱- مشخصات کمی دره‌های مورد مطالعه: شماره دره(N)، مساحت به هکتار(A)، شیب ساختمانی لایه‌ها به درجه در جبهه طاقدیس(S)، حداکثر عرض دره به متر(Vmw)، عرض خروجی دره به متر(Vow)، طول دره به متر(VL)، نسبت حداکثر عرض دره به عرض خروجی دره(Vmw/Vow) و نسبت حداکثر عرض دره به طول دره(Vmw/VL)

Vf	Vmw/VL	Vmw/Vow	VL	Vow	Vmw	S	A	N
0.66	0.23	6.1	1362	52	317	23	34.4	53
0.67	0.18	4.5	1406	55	250	27	30.0	54
0.70	0.24	3.7	1720	115	420	26.5	64.4	55
0.92	0.17	1.9	885	81	150	26.5	12.4	56
1.21	0.22	2.1	583	60	126	26	5.7	57
1.10	0.18	1.0	501	90	92	26	5.0	58
1.34	0.18	1.9	791	75	143	25	8.1	59
2.44	0.19	2.3	1243	98	230	25	20.4	60
2.90	0.20	2.2	635	58	126	25	6.3	61
1.86	0.14	2.9	1022	48	140	24	9.2	62
2.13	0.11	1.3	1723	141	184	24	49.2	63
1.68	0.21	1.3	675	105	141	23	9.2	64
2.64	0.23	1.5	1139	173	260	22	26.7	65
4.60	0.17	1.2	3224	442	536	19	167.0	66
4.41	0.15	1.8	611	52	93	18	5.5	67
5.87	0.14	2.3	1625	104	235	17	27.5	68
0.69	0.93	17.4	621	33	575	72	25.1	69
0.31	0.35	4.7	795	60	280	80	17.0	70
0.72	0.55	13.1	663	28	367	60	20.7	71
0.36	0.19	5.2	2835	102	532	81	169.3	72
0.34	0.18	5.5	2346	78	426	60	69.8	73
0.76	0.32	9.9	2173	70	693	65	149.1	74
1.01	0.23	9.3	2501	61	569	70	126.2	75
0.84	0.21	7.2	1169	35	251	75	21.4	76
1.10	0.28	11.5	1316	32	367	78	32.6	77
0.85	0.33	8.8	1361	51	448	42	37.6	78
0.85	0.35	7.3	1222	59	430	49	49.5	79
0.96	0.49	6.9	915	65	449	34	27.3	80
1.64	0.41	12.0	2215	75	898	33	135.5	81
1.57	0.43	5.2	1076	90	465	20	39.0	82
1.25	0.35	4.7	1137	85	398	19	37.3	83
2.19	0.25	4.0	2065	126	507	19	74.9	84
2.31	0.21	2.0	2371	252	495	17	127.3	85
2.59	0.10	1.7	1342	78	133	14	16.4	86
2.88	0.17	3.1	1863	103	322	13	36.3	87
2.22	0.17	1.9	2148	193	372	12	73.1	88
3.33	0.16	2.5	3186	204	502	12	162.6	89
3.28	0.08	1.1	1589	118	131	12	16.2	90
3.13	0.11	2.9	2832	112	324	11	57.1	91
2.99	0.20	2.2	1083	101	219	11	21.3	92
3.64	0.11	3.3	1357	44	143	11	15.3	93
6.67	0.09	1.2	2810	227	264	11	122.3	94
5.19	0.12	1.1	895	94	105	11	8.4	95
8.21	0.10	3.7	1572	43	158	10	17.9	96
7.34	0.15	1.1	5095	680	771	8	472.3	97
7.42	0.12	1.7	4179	296	512	8	30.2	98
8.55	0.18	1.0	723	129	132	8	322.4	99
9.65	0.10	1.3	2458	195	258	8	8.9	100
7.22	0.07	1.0	2903	202	204	8	51.5	101
6.40	0.09	1.9	1756	86	164	8	67.1	102
7.96	0.18	1.6	2254	244	396	8	36.7	103

Vf	Vmw/VL	Vmw/Vow	VL	Vow	Vmw	S	A	N
3.31	0.09	1.4	690	45	61	9	3.3	1
4.57	0.14	1.7	561	48	80	9	4.6	2
6.00	0.27	1.6	531	86	141	8.5	5.5	3
4.80	0.10	2.1	1590	75	156	9	24.8	4
4.82	0.09	1.8	1560	76	139	10	19.9	5
4.80	0.11	1.0	735	77	78	10.5	5.0	6
8.00	0.17	2.1	1005	84	173	14	12.1	7
7.33	0.09	2.6	1244	41	106	14	10.0	8
5.50	0.10	1.5	1307	85	130	14	12.7	9
5.44	0.11	1.7	1397	89	154	14	13.0	10
8.74	0.14	3.4	1880	75	256	14.5	34.0	11

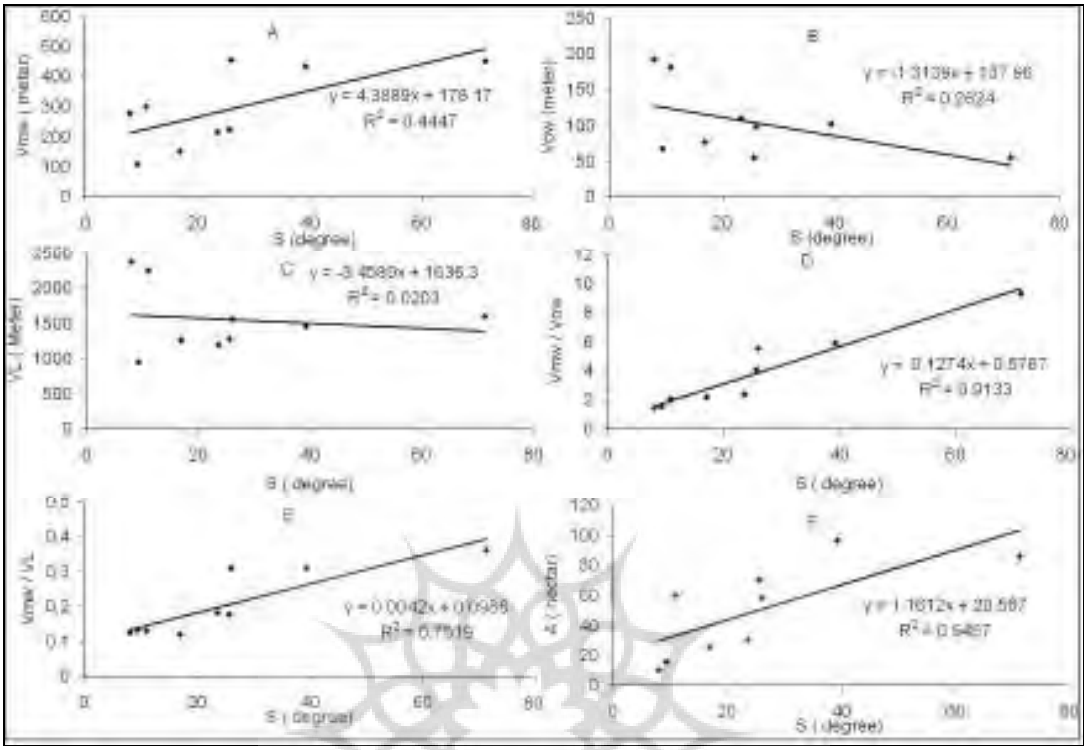
5.67	0.11	2.5	941	42	105	15	6.4	12
4.52	0.12	3.0	1416	57	170	16	15.2	13
4.12	0.10	2.0	1408	68	137	16	17.7	14
6.50	0.11	1.9	1500	85	160	16	17.7	15
3.68	0.14	1.7	1217	103	172	16	32.4	16
3.72	0.13	1.6	1297	99	163	17	16.9	17
4.36	0.13	1.8	911	69	122	17	10.3	18
3.57	0.09	1.7	1175	67	111	17	11.7	19
3.83	0.11	1.9	997	55	105	17.5	8.8	20
3.68	0.12	2.0	1803	109	220	18	45.0	21
3.13	0.11	1.3	979	82	106	19	8.5	22
1.70	0.16	4.9	1161	37	180	19	10.5	23
2.80	0.13	5.5	1716	40	218	19	21.2	24
4.74	0.16	1.2	1165	154	187	19	15.3	25
1.70	0.11	1.1	1078	110	116	20	8.3	26
2.41	0.11	1.6	946	65	107	22	8.2	27
1.01	0.24	2.9	851	72	208	35	12.2	28
0.94	0.17	2.2	2199	166	367	35	77.9	29
0.70	0.25	12.6	1600	32	404	31	55.0	30
0.68	0.19	1.7	1724	193	332	55	44.2	31
0.62	0.47	2.8	1268	213	594	54	58.7	32
0.40	0.53	11.2	1812	85	952	50	117.6	33
1.13	0.38	7.3	796	41	300	30	19.4	34
0.79	0.29	5.9	706	35	206	33	9.6	35
1.02	0.26	6.8	2129	81	548	31	144.6	36
0.65	0.17	2.5	931	62	154	33	11.5	37
0.86	0.40	9.0	1295	58	521	29	51.8	38
1.56	0.21	4.9	1127	49	238	26	20.3	39
1.19	0.18	3.8	979	48	181	26	12.4	40
1.15	0.13	2.3	922	53	121	25	8.7	41
1.02	0.13	4.8	1846	52	248	24	56.8	42
0.54	0.15	3.2	1340	64	205	24	17.8	43
0.47	0.23	3.1	1222	90	283	23	31.5	44
0.85	0.08	2.6	1195	36	93	23	12.9	45
0.75	0.12	2.6	1092	51	135	24	11.6	46
0.57	0.26	6.8	1386	54	365	24	35.8	47
0.68	0.16	4.0	1330	54	217	23	25.4	48
0.73	0.11	2.9	1412	52	151	28	26.0	49
0.82	0.12	2.9	1305	52	153	28	17.1	50
0.78	0.19	3.6	938	50	181	27	10.8	51
0.84	0.15	6.1	2080	53	321	23	58.8	52

جدول شماره ۲- میانگین پارامترهای کمی دره‌ها در ۹ زون تکتونیکی طاقدیس دنه خشک

Vf	Vmw/ VL	Vmw/ Vow	VL	Vow	Vmw	S	A	تعداد دره	شماره زون
4.717	0.132	1.6	944.5	67.8	109.2	9.3	16	6 (دره شماره 1 تا 6)	1
4.530	0.12	2.23	1264	77	152.3	16.9	25.6	21 (دره شماره 7 تا 27)	2
0.810	0.31	5.93	1453.9	102	434.6	39.3	96.6	9 (دره شماره 28 تا 36)	3
0.842	0.176	4.06	1275	54.9	222.9	25.6	70.2	16 (دره شماره 37 تا 52)	4
2.195	0.183	2.38	1196.6	109.3	215.2	23.6	30.1	16 (دره شماره 53 تا 68)	5
0.680	0.36	9.3	1602.1	55.4	451.1	71.2	86.1	9 (دره شماره 69 تا 77)	6
1.708	0.31	5.56	1556.7	98.4	454.5	26	58.1	10 (دره شماره 78 تا 87)	7
4.600	0.13	2.09	2256.7	181.6	298.9	10.9	59.9	10 (دره شماره 88 تا 97)	8
7.867	0.125	1.44	2378.8	192	277.7	8	10.5	6 (دره شماره 98 تا 103)	9

به منظور بررسی دقیق تاثیر تکتونیک در مشخصات کمی دره‌ها، رابطه خطی بین میانگین شیب لایه‌ها (S) و میانگین هر کدام از پارامترهای کمی دره‌ها و ضرایب همبستگی آنها تهیه گردید. بررسی شکل ٦ نشان می‌دهد که در بین پارامترهای مورفومتریکی دره‌ها، نسبت حداکثر عرض دره به عرض خروجی دره(Vmw/Vow)، نسبت حداکثر عرض دره به طول

دره(Vmw/VL) بیشتر تحت تاثیر تکتونیک یـا شـیب ساختمانی طاقدیس قرار گرفته اند.



شکل شماره ٦ – رابطه خطی و ضریب همبستگی بین میانگین شیب ساختمانی(S) و میانگین حداکثر عرض دره(A)، میانگین عرض خروجی دره(B)، میانگین طول دره(C)، میانگین نسبت حداکثر عرض دره به عرض خروجی دره(D)، میانگین نسبت حداکثر عرض دره به طول دره(E) و میانگین مساحت دره(F) در زونهای تکتونیکی

همچنان که شکل ٦ (A) نشـان مـی‌دهـد، بـا افـزایش میانگین شیب ساختمانی زونها، میانگین پارامتر Vmw (حداکثر عرض دره) نیز افـزایش مـی‌یابـد. بـا وجـود رابطه مستقیم، ضریب همبستگی بـین ایـن دو پـارامتر نسبتا کم(٤٤ درصد) است. بر اساس شـکل ٦(B)، بـا افـــزایش شـــیب ســـاختمانی، عـــرض خروجـــی دره‌ها(Vow) در زونها کاهش می‌یابد. بررسی جـدول ۱ و ۲ نشان می‌دهد کـه کـم تـرین عـرض خروجـی دره(دره‌های ۷۱ و ۷۷) در پرشیب زون(٦) قرار دارنـد در حالی که بزرگترین خروجـی دره (دره ۹۷) مربـوط به زون ۷ با کمترین شیب ساختمانی(۸ درجه) اسـت.

با این وجود ضـریب همبسـتگی بـین دو پـارامتر S و Vow پائین(۲٦ درصد) است. شکل ۵ (C) بیانگر ایـن نکته است که رابطه معنی داری بین شـیب سـاختمانی طاقدیس و طول دره‌ها وجود ندارد. بررسـی داده‌هـای جدول ۲ نشان می‌دهد که با افزایش شیب سـاختمانی، نسـبت حـداکثر عـرض دره بـه عـرض خروجـی دره(Vmw/Vow) نیز افزایش می‌یابـد. همانگونـه کـه شکل ۵ (D) نشان می‌دهد رابطه مستقیمی بـا ضـریب همبستگی ۹۱ درصد بین دو پـارامتر S و Vmw/Vow وجود دارد. همچنین رابطه مستقیمی بـین پـارامتر S و نسبت حداکثر عرض دره به طول دره(Vmw/VL) بـا

ضریب همبستگی ۷۵ درصد وجود دارد. بررسی جدول ۲ همچنین بیانگر این نکته است که با افزایش شیب ساختمانی، نسبت حداکثر عرض دره به طول دره(Vmw/VL) نیز افزایش می‌یابد. بالاترین مقدار پارامترVmw/VL مربوط به دره شماره ٦٩ است که در پر شیب ترین زون(٦) قرار دارد در حالی که کمترین مقدار این پارامتر مربوط به دره شماره ۱۰۱ است که دارای کمترین شیب ساختمانی است. بررسی شکل ۵ (F) نشان می‌دهد که با وجود رابطه مستقیم بین شیب ساختمانی و مساحت دره‌ها، ضریب همبستگی مناسبی بین این دو پارامتر وجود ندارد(٥٤ درصد). داده‌های جدول ۱ نشان می‌دهد که بزرگترین دره‌ها در پرشیب ترین پهلوهای طاقدیس واقع نشده اند. به عنوان مثال بزرگترین دره‌ها(دره‌های ۹۷ و ۹۹) در کم شیب ترین بخش طاقدیس(زون ۹ با شیب ۸ درجه) قرار دارند. بررسی جداول ۱ و ۲ نشان می‌دهد که کمترین مقدار شاخص Vf مربوط به زونهای دارای شیب ساختمانی زیاد (زونهای ٦ و ۳)است. جدول ۱ همچنین نشان می‌دهد شیب لایه‌ها دارای تفاوتهای زیادی در بخشهای مختلف طاقدیس دنه خشک است. به طوریکه مقدار این پارامتر از ۸ تا ۸۱ درجه در تغییر است. شکل شماره ۳، دو مقطع زمین شناسی را از طاقدیس دنه خشک در بخشهای مرکز(مقطع A-B) و جنوب شرق (مقطع C-D) آن نشان می‌دهد. در بخش مرکزی طاقدیس، دامنه جنوب غربی (زون ٦) تحت تاثیر فشارهای تکتونیکی و عملکرد یک گسل معکوس، پرشیب تر از دیگر بخشهای طاقدیس است. عملکرد گسل مذکور باعث پیوستن شبکه آبراهه‌ها با زاویه قائمه و همچنین ایجاد دره‌های نسبتا بزرگ با خروجی تنگ و V شکل شده است. بررسی مقطع C-D نشان می‌دهد که اولا بخش جنوب شرقی طاقدیس دارای دامنه‌های ملایم تر از مرکز و شمال غرب طاقدیس است و ثانیا در انتهای جنوب شرقی طاقدیس، دامنه جنوب غربی دارای شیب کمتری از دامنه شمال شرقی است. ارزیابی داده‌های جدول ۱ و ۲ بیا نگر آن است که با افزایش شیب ساختمانی پهلوی طاقدیس، حداکثر عرض دره‌ها افزایش می‌یابد در حالی خروجی دره‌ها باریک تر و کوچکتر می‌شود. بررسی جدول ۱ نشان می‌دهد که میانگین شیب ساختمانی در دامنه جنوب غربی طاقدیس ۳۰.۲ درجه و در دامنه شمال شرق آن ۲۲.۸ درجه است. بررسی داده‌های این تحقیق نشان می‌دهد که مورفومتری دره‌ها، تحت تاثیر تفاوت‌های تکتونیکی، در دامنه‌های شمال شرقی و جنوب غربی طاقدیس کاملا متفاوت است. میانگین پارامترهای Vmw ، VL، Vmw/Vow ، Wmw/VL در دامنه جنوب غربی به ترتیب ۳۷۸.۹ ، ۱۹۰۹.۳ ، ٤.٨ و ۰.۲٤ است در حالی میانگین پارامترهای مذکور در دامنه شمال شرق به ترتیب ۲۱۷.۳ ، ۱۲٤۸ ، ۳.۱۳ و ۰.۱۷ است. به عبارتی دیگر در دامنه‌های جنوب غربی طاقدیس، تحت تاثیر تکتونیک شدیدتر، حداکثر عرض دره‌ها، نسبت حداکثر عرض دره‌ها به عرض خروجی دره‌ها، و نسبت حداکثر عرض دره‌ها به طول دره‌ها و همچنین طول دره‌ها بیشتر از دامنه شمال شرق طاقدیس است. نکته قابل توجه در مورد مساحت دره‌ها آن است که تکتونیک شدید تر در دامنه جنوب غربی طاقدیس اغلب باعث انحراف شبکه آبراهه و بهم پیوستن آنها با زاویه‌های قائمه شده و بنابراین باعث افزایش مساحت دره‌ها شده است به طوریکه میانگین مساحت دره‌ها

در دامنه جنوب غربی ۷۷ کیلومتر مربع و در دامنه شمال شرقی ۲۷ کیلومتر مربع است.

بحث و نتیجه گیری

طاقدیس دنه خشک در غرب استان کرمانشاه و بخشی از زاگرس چین خورده، نمونه یک طاقدیس در حال بالا آمدگی است که دارای تفاوتهای محلی زیادی از نظر تکتونیکی است. کاهش ارتفاع راس طاقدیس و همچنین کاهش شیب لایه‌ها از مرکز به سمت شمال غرب و جنوب شرق نشان دهنده پیشروی جانبی طاقدیس مذکور به سمت شمال غرب و جنوب شرق است. بالاآمدگی طاقدیس مذکور باعث ایجاد لندفرمهایی شده است که ارزیابی آنها نقش مهمی در تبیین رفتارهای تکتونیکی ایفا می‌کند. دره‌های فرسایشی از جمله لندفرمهایی هستند که مورفومتری آنها تحت تاثیر تکتونیک قرار می‌گیرد. در این تحقیق، با هدف بررسی رابطه بین تکتونیک و مورفومتری دره‌ها، محدوده ۱۰۳ دره در دامنه طاقدیس دنه خشک بر اساس تصاویر ماهواره ای و مطالعات میدانی مشخص گردید. بررسی شیب لایه‌ها در جبهه طاقدیس نشان می‌دهد که به طور کلی از سمت شمال غرب و جنوب شرق به سمت مرکز طاقدیس، شیب لایه‌ها افزایش می‌یابد. با این وجود، روند افزایش شیب از انتهای شمال غرب و جنوب شرق به سمت مرکز ، در دو دامنه جنوب غربی و شمال شرقی یکسان نیست. به همین دلیل بر حسب شیب لایه‌ها و عرض طاقدیس، منطقه مورد مطالعه به ۹ زون تکتونیکی تقسیم گردید. زونهای ۹ و ۱ در انتهای جنوب شرقی (فرود محوری جنوب شرقی) با میانگین شیب ساختمانی به ترتیب ۸ و ۹.۳ درجه، کم شیب ترین بخش طاقدیس را تشکیل می‌دهند. از زون‌های ۹ و ۱، به سمت زونهای ۸ و ۲ شیب ساختمانی افزایش می‌یابد. در دامنه شمال شرقی طاقدیس، زون ۳ با میانگین شیب ۳۹.۳ درصد پرشیب تر از دیگر زونها است. از زون ۳ به سمت شمال غرب یا فرود محوری شمال غربی(زونهای ٤ و ٥) به تدریج شیب ساختمانی طاقدیس کاهش می‌یابد. با وجود اینکه در دامنه شمال شرقی طاقدیس، پرشیب ترین زون در مرکز طاقدیس قرار دارد، در دامنه جنوب غرب طاقدیس، پرشیب ترین زون(٦) در شمال غرب قرار دارد و از شمال غرب به سمت جنوب شرق به تدریج شیب ساختمانی کاهش می‌یابد. جهت بررسی تاثیر شیب لایه‌ها بر ویژگی‌های مورفومتری دره‌ها، میانگین پارامترها در هر زون تکتونیکی محاسبه شد. برررسی رابطه خطی بین پارامترS و Vmw/Vow نشان می‌دهد که با افزایش شیب پهلوی طاقدیس، نسبت حداکثر عرض دره به عرض خروجی دره نیز افزایش می‌یابد. به عبارتی دیگر در بخشهای با تکتونیک فعالتر ، حداکثر عرض دره نسبت به عرض خروجی دره‌ها عدد بالایی است. به عنوان مثال در زون ٦ با تکتونیک فعال و دامنه‌های پرشیب(۷۱.۲ درجه) حداکثر عرض دره(Vmw) ۹.۳ برابر عرض خروجی دره است. دره‌های تشکیل شده در زون ٦ را می‌توان دره‌های ساغری شکلی تعریف کرد که نشان دهنده بالا آمدگی تکتونیکی سریع جبهه کوهستان هستند. دره‌های ساغری شکل از شاخص‌های مهمی هستند که درجه فعالیتهای تکتونیکی را در جبهه‌های کوهستانی فعال از نظر تکتونیکی نشان می‌دهند. دره‌های مذکور در قسمت بالا عریض هستند و به سمت پائین (جبهه کوهستان) که فعالیتهای تکتونیکی بیشتر است، باریک می‌شوند (بور بانک و آندر سون، ۲۰۰۱: ۲۰۲).

بررسی این تحقیق نشان می‌دهد که فرم و مورفومتری دره‌ها دارای تفاوتهای چشمگیری در زونهای مختلف طاقدیس است. شکل شماره ۷ تصویری از حداکثر عرض دره(Vmw) و عرض خروجی دره(Vow) مربوط به دره‌های شماره ۳۳ با شیب ساختمانی زیاد(۵۰ درجه) و شماره ۱۹ با شیب ساختمانی کم(۱۷ درجه) را نشان می‌دهد. دره شماره ۳۳ با تکتونیک شدیدتر، به شکل ساغر یا جام با خروجی باریک و فشرده ظاهر شده است که به سمت بالادست عرض آن افزایش می‌یابد در حالی که دره شماره ۱۹ با تکتونیک ملایم تر، دارای خروجی عریض تر و عرض کمتری(U شکل)است.

چنانچه شکل ٦ نشان می‌دهد رابطه خطی مستقیمی با ضریب همبستگی بالا(۹۱ درصد) بین میانگین S و Vmw/Vow وجود دارد. همچنین رابطه خطی مستقیمی با ضریب همبستگی مناسب(۷۵ درصد) بین میانگین شیب توپوگرافی و میانگین پارامتر Vmw/Vl (نسبت حداکثر عرض دره به طول دره) در زونهای تکتونیکی طاقدیس وجود دارد که این موضوع نشان می‌دهد که در بخشهای با تکتونیک شدیدتر مانند زون ٦ و ۳ عرض حوضه‌ها نسبت به طول آنها افزایش می‌یابد. داده‌های جدول ۲ نشان می‌دهد که در زونهای ۱ و ۹ حداکثر عرض دره به ترتیب ۰.۱۳ و ۰.۱۲ درصد طول دره است در حالی که در زونهای ٦ و ۳ حداکثر عرض دره به ترتیب ۰.۳٦ و ۰.۳۱ درصد طول دره است.

شکل ۷ – مقایسه حداکثر عرض (Vmw) و عرض خروجی (Vow) دره شماره ۳۳ (الف) در زون ۳ با شیب ساختمانی زیاد و دره شماره ۱۹ (ب) در زون ۲ با شیب ساختمانی کم

داده‌های جدول ۲ نشان می‌دهد که با وجود اینکه بین شیب ساختمانی طاقدیس و مساحت دره‌ها رابطه مستقیمی وجود دارد، ضریب همبستگی بین آنها نسبتا پائین است. همچنین با وجود رابطه مستقیم بین شیب ساختمانی(S) و حداکثر عرض دره (Vmw) ضریب همبستگی بین آنها مناسب نیست. بررسی رابطه بین شیب ساختمانی و طول دره‌ها(VL) بیانگر این نکته است که رابطه معنی داری بین این دو پارامتر وجود ندارد(شکل٦). کمترین مقدار شاخص Vf مربوط به زونهای ٦ و ۳ (با شیب ساختمانی زیاد)است. از آنجا که مقدار کم شاخص Vf بیانگر مناطق تکتونیکی فعال است، مقدار شاخص مذکور نشان دهنده فعالیت

تکتونیکی بالای زونهای ٦ و ٣ است. این موضوع نشان می‌دهد که مقدار شاخص Vf با مقدار شاخصهای Vmw/Vow و Vmw/VL هماهنگ است. بررسی داده‌ها نشان می‌دهد که با افزایش شیب ساختمانی طاقدیس، عرض خروجی دره‌ها(Vow) کاهش می‌یابد. با این وجود، ضریب همبستگی بین این دو پارامتر پائین(٢٦درصد) است. با توجه به اینکه لیتولوژی تمام طاقدیس دنه خشک از یک سازند(آسماری) تشکیل شده است، به نظر می‌رسد ویژگیهای مورفولوژیکی و مورفومتریکی دره‌ها کاملا تحت تاثیر تکتونیک طاقدیس مورد مطالعه باشد. در میان ویژگیهای مورفومتری دره‌ها، نسبت حداکثر عرض دره به طول دره و نسبت حداکثر عرض دره به عرض خروجی دره کاملا متاثر از فشارهای تکتونیکی هستند. به عبارتی دیگر، دره‌های واقع در مناطق فعال از نظر تکتونیکی، عریض تر و دارای خروجی باریک می‌باشند که تحت عنوان دره‌های ساغری شکل معروف هستند.

به طور کلی از مجموع مطالب فوق می‌توان چنین نتیجه گرفت که نسبت حداکثر عرض دره به عرض خروجی دره(Vmw/Vow) و نسبت حداکثر عرض دره به طول دره(Vmw/VL) و نسبت پهنای کف دره به ارتفاع دره به عنوان شاخص‌های مورفومتریکی دره‌ها،ابزارهای مناسبی جهت تعیین تکتونیکهای فعال در طاقدیسهای در حال رشد می‌باشند.

منابع

Alipoor, R., Poorkermani, M., Zare, M., El Hamdouni, R., 2011. Active tectonic assessment around Rudbar Lorestan dam site, High Zagros Belt (SW of Iran). Geomorphology, 128 (1-2), 1-14.

Armijo, R., Lyon-Caen, H. and Papanastassiou, D.,1991. A possible normal-fault rupture for the 464 B.C. Sparta earthquake. Nature, 351: 137-139.

Azor, A., Keller, E.A., Yeats, R.S.,2002. Geomorphic indicators of active fold growth: South Mountain–Oak Ridge anticline, Ventura basin, southern California. Geological Society of America bulletin, 114(6), 745–753.

Bahrami, S., 2012. Morphotectonic evolution of triangular facets and wine-glass valleys in the Noakoh anticline, Zagros, Iran: Implications for active tectonics. Geomorphology, 159, 37- 49.

Berberian, M.,1995. Master "blind" thrust faults hidden under the Zagros folds: active basement tectonics and surface morphotectonics. Tectonophysics, 241, 193-224.

Blanc, E.J.P., Allen, M.B., Inger, S., Hassani, H., 2003. Structural styles in the Zagros Simple Folded Zone, Iran. Journal of the Geological Society, London, 160, 401-412.

Burbank, D.W., and Anderson, R.S.,2001. Tectonic geomorphology: Blackwell Science, Oxford, 274 p.

Catalano, S., De Guidi, G., Monaco, C., Tortorici, L., 2008. Active faulting and seismicity along the Siculo–Calabrian Rift Zone (Southern Italy). Tectonophysics, 453 ,177–192.

Deffontaines, B., P. Chotin, L. Air Brahim, and M. Rozanov., 1992. Investigation of active faults in Morocco using morphometric methods and drainage pattern analysis, Geologische Rundschau, 81, 199-210.

Dehbozorgi, M., Pourkermani, M., Arian, M., Matkan, A.A., Motamed, H., and Hosseiniasl, A., 2010. Quantitative analysis of relative tectonic activity in the Sarvestan area, central Zagros, Iran. Geomorphology, 121, 329–341.

Studies in Geophysics. National Academy Press,Washington D.C., pp. 125–135.

National Iranian Oil Company., 1978. 1/1000000 geologic map of Southwest of Iran.

National Iranian Oil Company., 1973. 1/250000 geologic map of Qasre - Shirin.

Petit, C., Gunnell, Y., Gonga-Saholiariliva, N., Meyer, B., Seguinot, J., 2009. Faceted spurs at normal fault scarps: Insights from numerical modeling. Journal of Geophysical Research, 114, B05403, doi: 10.1029/2008JB005955.

Piccardi, L., Gaudemer, Y., Tapponnier, P., Boccaletti, M., 1999. Active oblique extension in the central Apennines (Italy): evidence from the Fucino basin. Geophys. J. Int., 139, 499–530.

Piraste,S., Pradhan, B., Rizvi, S.M., 2011. Tectonic process analysis in Zagros Mountain with the aid of drainage networks and topography maps dated 1950–2001 in GIS. Arabian Journal of Geoscience, 4(1-2), 171-180.

Rajabi, M., Roustaei, Sh and Maghami – Moghim, Gh.R., 2006. The Analysis of Neotectonics Activities in South Slopes of Aladagh Heights in North-East of Iran, Geography and Development, 8, 177- 192.

Ramsey, L.A., Walker, R.T., Jackson, J., 2008. Fold evolution and drainage development in the Zagros mountains of Fars province,SEIran. Basin Research, 20, 23-48.

Saif, A and Khosravi, Gh., 2011, Investigation of Active Tectonics in Zagros Trusth Belt Farsan Region, physical geography research, 74, 125-146.

Shafiee, E., Alavi, S.A., Naderi- Mighan, N., 2010. Active Tectonic in Binalud Mountain with Respect to Morphotectonic, physical geography research, 70, 79- 92.

El Hamdouni, R., Irigaray, C., Fernلndez, T., Chacٌn, J., Keller, E.A., 2008. Assessment of relative active tectonics, southwest border of the Sierra Nevada (Southern Spain). Geomorphology, 96, 150–173.

Figueroa, A.M., Knott, J.R., 2010. Tectonic geomorphology of the southern Sierra Nevada Mountains (California): evidence for uplift and basin formation. Geomorphology, 123, 34–45.

Goorabi A., Nohegar, A., 2007, Evidences of Active Geomorphology of Darake Basin, Geography Researches, 60, 177-196.

Hessami, K., Nilforoushan, F., Talbot, C.J., 2006. Active deformation within the Zagros Mountains deduced from GPS measurements. Journal of the Geological Society, London, 163,143-148.

Hovius, N., 1996. Regular spacing of drainage outlets from linear mountain belts, Basin Reserch, 8, 29–44.

Hubert-Ferrari, A., Suppe, J., Gonzalez-Mieres, R., Wang, X., 2007. Mechanisms of active folding of the landscape (southern Tian Shan, China). Journal of Geophysical Research 112, doi:10.1029/2006JB004362.

Iranian National Geography Organization., 1997. 1/50000 topographic map, sheet 5158-1.

Keller, E.A. and Pinter, N., 2002. Active Tectonics: Earthquakes, Uplift and Landscape, New Jersey: Prentice Hall.p.2. 121.

Magsoodi, M., Bagheri, S and Davoudi, M., 2011. West Gilan Drift by using Geomorphologic Indices and Evidences, Geography and Development, 21, 137- 158.

Mayer, L., 1986. Tectonic geomorphology of escarpments and mountain fronts. In: Wallace, R.E. (Ed.), Active Tectonics

I., Ritter, J. B. and Wesling, J. R., 1988. Regional variations in tectonic geomorphology along a segmented convergent plate boundary, Pacific coast of Costa Rica. Geomorphology, 1, 239–265.

Yamani, M., Moghimi, E and Taghian, A.R., 2008. The Assessment of Active Tectonic Using Geomorphological Methods in Slopes of Karkas. Geographical Research, 23, 117- 136.

Shtober-Zisu, N., Greenbaum, N., Inbar, M., Flexer, A., 2008. Morphometric and geomorphic approaches for assessment of tectonic activity, Dead Sea Rift (Israel). Geomorphology, 102, 93–104.

Zovoili E., Konstantinidi E. and Koukouvelas, I. K., 2004. Tectonic Geomorphology of Escarpments: The Case of Kompotades and Nea Anchialos Faults. Bulletin of the Geological Society of Greece, 36, 1716-1725.

Wells, S. G., Bullard, T. F., Menges, C. M., Drake, P. G., Karas, P. A., Kelson, K.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی