

## تحلیل فرکتالی گسل ها و ارتباط آن ها با زمین لرزه ها در پهنه برشی پانه ای شکل گسل دهشیر، غرب استان یزد

محمد فاتحی<sup>1\*</sup>، محمد محجل<sup>2</sup>، محمد مهدی خطیب<sup>3</sup>

1- دانشجوی دکتری زمین شناسی ساختمانی، دانشگاه آزاد، واحد علوم تحقیقات

2- دانشیار تکتونیک گروه زمین شناسی، دانشگاه تربیت مدرس

3- دانشیار تکتونیک گروه زمین شناسی، دانشگاه بیرجند

پذیرش مقاله: 1391/9/27

تأیید نهایی مقاله: 1392/3/23

### چکیده

بعد فرکتالی فرآیند لرزه ای برای پهنه برشی پانه ای شکل گسل دهشیر با استفاده از روش مربع شمار محاسبه شد. مقدار آن  $1/0003$  است که تقریباً 2 برابر ضریب  $b (0/522)$  منطقه می باشد. بعد فرکتالی فرآیند لرزه ای کمتر از بعد فرکتال شبکه گسلی پهنه برشی مورد مطالعه  $(1/65)$  است. در سده بیستم آزاد سازی انرژی در بخش شمالی پهنه برشی پانه ای شکل گسل دهشیر در امتداد گسل عقدا - رحمت آباد و تفت بوده است. اگرچه فعالیت راندگی های پنهان در بخش جنوبی با بررسیهای زمین شناسی اثبات می شود با وجود این پیدایش چین های ارنان و دهشیر نشان از مصرف شدن انرژی در بخش جنوبی بصورت کرنش بی خزش دارد. بعد فرکتالی از بخش شمالی به سمت مرکز و بخش جنوبی پهنه برشی مذکور کاسته می شود که این امر نشان از افزایش فضایی گسلیده در پوسته شکننده مناطق شمالی و مرکز پهنه فوق دارد یعنی بخش عمده ای از انرژی صرف دگرریختی و شکسته شدن پوسته زمین در این مناطق گردیده است. درکل ناپایداری ها از منطقه راسی پهنه برشی پانه ای شکل به سمت مرکز و انتهای آن کاسته می شود. در کواترنر انرژی حاکم بر منطقه صرف رشد و جابجایی همان شکستگی های قبلی شده و روند رشد جدیدی ایجاد نشده است. یعنی تنش حاکم بر منطقه در طی سالهای متوالی تغییر نکرده و آزاد سازی انرژی در امتداد همان گسل ها و شکستگی های قبلی با روندی یکنواخت صورت گرفته است.

واژه های کلیدی: شبکه گسلی، پهنه برشی گسل دهشیر، بعد فرکتالی

**مقدمه:**

هندسه فرکتال شاخه ای از علم ریاضیات است که در اوایل قرن 19 میلادی مورد توجه ریاضی دانان قرار گرفت. فرکتال ها الگوهای هندسی مانند مربع و دایره هستند که در اندازه های کوچک و بزرگ بر روی یک صفحه و یا فضا قرار دارند و مرتباً تکرار می شوند. شکل های موجود در هندسه کلاسیک یا همان هندسه اقلیدسی می توانند صفر بعدی مانند نقطه، یک بعدی مانند خط، دو بعدی مانند مربع، و سه بعدی مانند مکعب باشند. اما در طبیعت، شکل ها و رفتارهایی را می توان یافت که قابل توصیف توسط هندسه کلاسیک نیستند (مانند گسل ها و فرآیند زمین لرزه ای). این رفتارها و شکل ها، توسط هندسه فرکتال قابل توجیه و توصیف هستند.

یک توزیع فرکتالی می تواند بیانگر نحوه توزیع متغیرها و اندازه متغیرها نسبت به کل فضای اشغال شده باشد. به عنوان مثال رابطه بین توپوگرافی ایجاد شده در اثر فرآیندهای زمین ساختی مانند گسل ها، چین ها و خمش ها با میزان فرسایش پذیری و رسوبگذاری را می توان با استفاده از تحلیل فرکتالی مورد بررسی قرار داد.

بسیاری از پدیده های زمین شناسی دارای متغیرهای فراوانی هستند که برقراری رابطه بین آنها با استفاده از روش های معمولی ریاضی بسیار مشکل است. به عنوان مثال فراوانی و اندازه ذرات تشکیل دهنده سنگ ها، گسل ها، زمین لرزه ها، آتشفشان ها، ذخایر معدنی و میدانهای نفتی از جمله آن پدیده ها هستند

مدل های فرکتالی زیادی برای توزیع گسلها در سطح پوسته زمین در یک منطقه توسط (تورکوت، 1992) ارائه شده است. از تحلیل های فرکتالی برای بررسی سیستم گسل ها (خطیب و

شهریاری، 1376، تورکوت، 1992، دارسل و همکاران، 2003 و پیرپاولو، 2002) رابطه بین الگوی گسل ها و زمین لرزه ها (تسوزو، 2003، لوسیانو، 2001، سهیمی و همکاران، 1992، دایزهی و همکاران، 2000) استفاده شده است. در این میان گویاترین روش را برای توزیع فرکتالی گسل ها (تورکوت، 1992) در معرفی ضریب  $b$  ارائه داد. روش بکار گرفته شده در این تحقیق از تورکوت می باشد. در این روش جهت تعیین بعد فرکتالی، منطقه گسلیده شبکه بندی شده است.

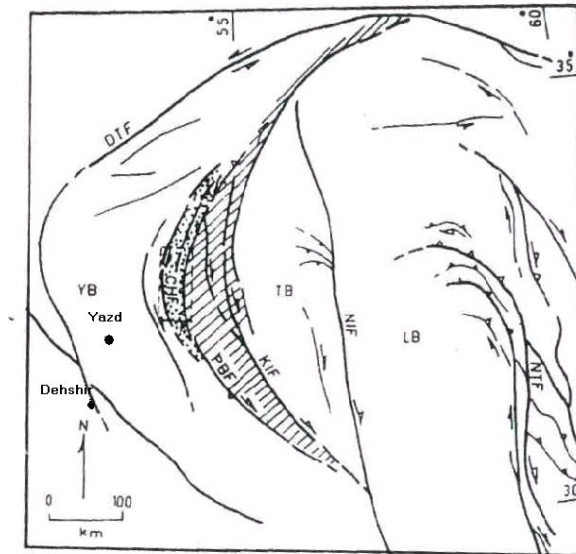
هدف از این تحقیق تحلیل فرکتالی گسل های پهنه برشی ناموازی گسل دهشیر و رابطه آن با بعد فرکتالی فرآیند لرزه ای بمنظور یافتن نحوه فعالیت گسلهای فعال با گذشت زمان در منطقه می باشد. برای تحلیل جزئی و عددی اجزاء هندسی پدیده گسلش و مقایسه آن در محدوده گسل خورده تحلیل فرکتال ابزار مناسبی به نظر میرسد، زیرا به کمک این فرآیند میتوان نحوه تکوین گسل و همچنین فعالیتهای آن را مورد بررسی قرار داد. از طرفی رابطه مستقیمی بین گسل و زمین لرزه وجود دارد.

منطقه مورد مطالعه جزئی از غربی ترین بلوک ایران مرکزی (بلوک یزد) بوده که بین طولهای  $۱۵^{\circ} ۵۳'$  و  $۱۵^{\circ} ۵۴'$  و عرض شمالی  $۳۱^{\circ} ۱۰'$  و  $۳۲^{\circ} ۳۰'$  تقریباً در غرب استان یزد واقع شده است.

ریز صفحه ایران مرکزی توسط گسلهای راستالغز راست بر، طویل، با روند شمالی-جنوبی و تحدب به سمت غرب به سه بلوک اصلی لوت، طبس و یزد تقسیم می شود (شکل 1).

منطقه مورد مطالعه در غربی ترین بلوک ایران مرکزی، یعنی بلوک یزد قرار گرفته است که در بخش غربی آن منطقه آمیزه های رنگین نائین بافت و کمر بند آتشفشانی ارومیه - دختر و حد

شرقی آن گسل‌های کالشانه و کوهبنان است. حد شمالی خرده قاره ایران مرکزی و بلوکهای فوق را گسل درونه تشکیل می دهد و در حد جنوبی آن توالی افیولیتی مکران جای گرفته است.



شکل 1: نقشه ساده گسلها و تقسیمات ساختاری ریز صفحه ایران مرکزی. CHF: گسل امتدادلغز چاپدونی، DTF: گسل تراویخت مرزی درونه، KIF: گسل امتدادلغز داخل قاره‌ای نائین - گرو - کوهبنان، LB: بلوک لوت، NIF: گسل امتدادلغز نایبند، NTF: گسل امتدادلغز نهبندان، PBF: گسل تراویسی امتدادلغز پشت بادام، TB: بلوک طبس و YB: بلوک یزد

شرق، صفحه توران در شمال و ریز صفحه شمالغربی در غرب آن است. چرخش ریز صفحه ایران مرکزی توسط شواهد مغناطیسی قدیمی و داده‌های سنگ چینه‌ای زیادی تایید شده است. در محدوده زمانی از اواخر تریاس میانی تا زمان حاضر ایران مرکزی چرخش در حدوده 135 درجه را متحمل شده است که مبنای این نظریه بر پایه مطالعات مغناطیس قدیمی در ناحیه شمال انارک (نخلک) است.

گسل اصلی در غرب منطقه مورد مطالعه گسل دهشیر-بافت می باشد. این گسل با طولی بالغ بر 500 کیلومتر یک گسل عهد حاضر جوان و تقریباً قائم بوده که رسوبات کواترنری را قطع میکند و رسوبات کرتاسه بالایی را حدود 50 کیلومتر به

از دیدگاه برخی پژوهشگران گسل‌های با راستای N-S ایران مرکزی از اواخر پروتروزوئیک سبب تغییرات رخساره‌های رسوبی ایران مرکزی گردیده و فعالیت مجدد آنها حتی تا عهد حاضر با رویداد زمین‌لرزه‌های متعددی با بزرگای زیاد مشخص می گردد. روکانون بیشتر زمین‌لرزه‌ها در بخش شمالی ریز صفحه ایران مرکزی بر گسل‌های راستالغز راستالغز چپ‌بر با روند شرقی-غربی (مانند گسل دشت بیاض) و در جنوب بر گسل‌های راستالغز راست‌بر با مولفه معکوس و راستای شمالی-جنوبی تا شمال‌شرقی- جنوب غربی (گسل‌های نهبندان، نایبند و پشت بادام) قرار دارند. ترکیب جنبش این گسل‌ها نشانگر چرخش بلوک‌های ریز صفحه ایران مرکزی در بین بلوک‌های افغانستان مرکزی در

بدست می آید.

در این میان گویاترین روش برای توزیع فرکتالی گسل‌ها، روش (تورکوت، 1992) میباشد. در این روش ابتدا منطقه مورد مطالعه شبکه بندی شده و تحلیلها بر اساس نمودار  $\text{Log/Log}$  از تعداد مربع‌های حاوی ساختار (در اینجا گسل)  $(N_s)$ ، بر حسب اندازه شبکه بکار گرفته شده  $(S)$  و یا عکس آن  $1/S$  صورت گرفته است.

برای بدست آمدن بعد فرکتالی رابطه 2 تعریف شده است:

$$\text{Log}(N_s) = a + K \text{Log}(1/S) \quad (\text{رابطه 2})$$

$K$  ضریب خط در نمودار بوده که همان بعد فرکتال می‌باشد.

#### بحث

دو مدل برای توزیع فرکتالی زمینلرزه‌ها میتواند مطرح شود:

1- توزیع فرکتالی بین گسل‌ها و اینکه هر گسل زمینلرزه‌های خاص خودش را دارد.

2- توزیع فرکتالی بین زمینلرزه‌ها

مشاهدات فرضیه اول را تایید میکند. یعنی هر گسل زمینلرزه‌های خاص خودش را دارد و تحلیل توزیع فرکتالی زمینلرزه‌ها همراه تحلیل توزیع فرکتالی گسل‌ها بکار میرود. تورکوت (1992) معتقد است توزیع فرکتالی گسل‌ها و یا ابعاد فرکتالی یک گسل بیانگر نحوه فعالیت گسل و گسترش آن می‌باشد.

برای تحلیل ابعاد فرکتالی گسل‌ها در منطقه مورد مطالعه با استفاده از نقشه های ۱۰۰،۰۰۰:

۱ و تصاویر ماهواره ای لندست و تصحیحات زمینی نقشه ای از گسل‌ها و شکستگی‌ها تهیه و رقم شمار شد. بدین منظور پهنه برشی پانه ای شکل گسل دهشیر به 55 برگ 5000 : 1 تقسیم شده و نتایج بدست آمده از بررسی فرکتالی گسل‌ها و

طور افقی جابه جا کرده است. به عقیده بربریان (1976) به نظر میرسد که گسل مزبور از نوع گسل لرزه‌ای غیرفعال باشد که در امتداد آن تاکنون زلزله‌ای رخ نداده است. اما ممکن است این گسل منشا لرزه‌های فعال بعدی باشد.

#### روش کار

مبنای روش مطالعه در فرکتال محاسبه ابعاد فرکتالی برای عناصر هندسی است. براساس مفاهیم هندسی اقلیدسی اعداد صحیح 0، 1، 2، 3 برای نقطه، خط، صفحه و حجم هستند، که هر کدام از اینها بیانگر عناصر هندسی نامحدود می‌باشند. در طبیعت مادی همه عناصر محدود بوده و عملاً پاره خط، پاره صفحه یا پاره حجم هستند. بنابراین ابعاد هندسه اقلیدسی به تنهایی نمی‌توانند بیانگر ویژگی پدیده‌ها با هم و یا مقایسه آن‌ها با یکدیگر باشند، ولی ابعاد فرکتالی می‌توانند اعداد اعشاری بوده، بدین ترتیب محدودیتی در اندازه‌گیری هیچکدام از فرآیندهای طبیعی با این روش وجود ندارد.

رابطه کلی برای محاسبه ابعاد فرکتال عبارتست از:

$$N_n = C / R_n^D \quad (\text{رابطه 1})$$

$N_n$ : تعداد متغیرهای معلوم برای یک پدیده

$R_n$ : بعد خطی ویژه

$C$ : ثابت

$D$ : بعد فرکتالی

در این تحقیق ابتدا گسل‌های منطقه در تصاویر ماهواره ای لندست شناسایی و برای استفاده در محیط GIS آماده سازی شدند. داده‌های کانونی سطحی زمینلرزه‌های سده بیستم نیز از موسسه لرزه‌نگاری استان یزد استخراج شده و در محیط GIS تعیین محل شدند.

با تحلیل فرکتالی گسل‌ها و زمینلرزه‌های منطقه با استفاده از روش مربع شمار، ارتباط بین آنها



جدول ۱: ابعاد فرکتالی گسلی محاسبه شده در پهنه برشی پانه‌ای شکل گسل دهشیر

اشنیز	علویه	ندوشن	پناه کوه	میل سفید	خوشاب
1/68	1/55	1/31	1/30	1/86	1/58
خمسیان	معین آباد	صدرآباد	کوه مسجد	هامانه	خود
1/94	1/75	1/30	1/97	1/85	1/76
شاه کوه	زردو	اسلامیه	نصرآباد	سعدآباد	گلوبک
1/61	1/77	1/49	1/95	1/77	1/77
مرتاضیه	کوه شکست	طرزجان	سانج	علی آباد	کوه میل سیاه
1/47	1/55	1/79	1/92	1/63	1/90
منشاد	بیداخوید	دره زرشک	کردآباد	عبدالله	نیر
1/83	1/91	1/91	1/57	1/53	1/13
بنادکوک	توران پشت	دهشیر	بورق	طاقستان	علی آباد
1/67	1/41	1/70	1/30	1/72	1/39
دیزران	کهدوییه	مزرعه عرب	جلالیه	رشکوییه	زولوزا
1/51	1/69	1/75	1/41	1/67	1/61

می‌دهد آن منطقه ناپایدار است. میانگین بعد فرکتالی گسل‌ها و شکستگی‌های کواترنری بخش شمالی پهنه برشی پانه‌ای شکل گسل دهشیر 1/72، بخش مرکزی 1/69 و میانگین بعد فرکتالی بخش جنوبی 1/56 می‌باشد. با نزدیک شدن از بخش شمالی به سوی مرکز و بخش جنوبی پهنه برشی، بعد فرکتالی کمتر می‌شود. این امر نشان دهنده این است که ناپایداری‌ها از منطقه راسی پهنه برشی پانه‌ای شکل به سمت مرکز و انتهای آن کاسته می‌شود. وجود کانون زمین لرزه‌های سده اخیر که در بخش شمالی و مرکزی بیشتر است این موضوع را تایید می‌کند.

میدانیم رابطه بین فراوانی زمینلرزه‌ها و بزرگی آنها طی رابطه گوتنبرگ-ریشتر بصورت رابطه 3 می‌باشد:

$$\text{Log } N = a - b.M_s \quad (\text{رابطه 3})$$

a, b: مقادیر ثابت (ثابت a شاخص لرزه‌ای محلی

افزایش بعد فرکتالی باعث می‌شود که طرح گستره پهنه گسلی افزایش یافته و نسبت کرنش (نزدیک پایانه گسل) کاهش یابد. به دنبال افزایش بعد فرکتالی، میدان اثر کرنش در سطح وسیعتری گسترش می‌یابد و از تراکم سطوح شکستگی کاسته می‌شود. با کاهش بعد فرکتالی، طرح گستره پهنه گسلی محدود می‌شود و پهنه گسلی به حد بلوغ می‌رسد. زمانی که نسبت کرنش افزایش یابد پهنه گسلی به حد نهایی دگرشکلی رسیده است.

در تحلیل فرکتالی میتوان گفت افزایش بعد فرکتالی بیانگر محیط مناسب برای تجمع انرژی و آزاد شدن آن در آینده است همچنین این تحلیل بیانگر احتمال عبور مسیرهای تنش در یک منطقه گسترده می‌باشد که در برخورد با سطوح ضعیف (گسل‌های از قبل موجود در پوسته که بصورت پرتگاه‌های کهن قابل شناسایی هستند) میتواند عامل حرکت آنها و آزاد شدن انرژی باشد که نشان

با مقایسه فرمول فرکتال رابطه 1 با رابطه 8،  
رابطه 9 بدست می آید. از آنجاییکه  $c = 1/5$  می  
باشد:

$$D = 2b \quad (\text{رابطه 9})$$

یعنی بعد فرکتالی فرآیند لرزه‌ای برابر است با  $1/2$   
شیب در دیاگرام لگاریتمی-لگاریتمی بعبارت دیگر  
بعد فرکتالی برای مناطق لرزه‌ای 2 برابر مقدار  $b$   
می‌باشد.

رابطه گوتنبرگ-ریشتر برای پهنه برشی پانه‌ای  
شکل گسل دهشیر بصورت رابطه 10 بدست آمده  
است:

$$\text{Log}N = -0.522 M_s + 2.85 \quad (\text{رابطه 10})$$

همانطوریکه ملاحظه میشود مقدار  $b = 1/522$   
میباشد. جهت تحلیل فرکتالی زمین‌لرزه‌ها با روش  
مربع شمار، در نرم افزار ArcGIS9 شبکه‌ای  
تشکیل شده و تعداد مربعات حاوی کانون  
زمینلرزه‌ها شمارش شده‌اند (شکل 3 و جدول 2).  
نمودار  $\text{Log}(1/r)$  نسبت به  $\text{Log}(N_r)$  برای هر  
گستره رسم شده است (شکل 4).

$r$ : طول ضلع مربع

$N_r$ : تعداد مربعات حاوی کانون زمینلرزه

بعد فرکتالی فرآیند لرزه‌ای برای پهنه برشی پانه  
ای شکل گسل دهشیر با داشتن 129 داده لرزه  
ای در این منطقه محاسبه شد که مقدار آن  
1/0003 بدست آمده است که تقریباً 2 برابر  
مقدار  $b$  منطقه می‌باشد (شکل 4).

بوده و  $b$  وابسته به ویژگی‌های زون لرزه‌ای دارد)  
 $M_s$ : بزرگی امواج سطحی در مقیاس ریشتر.

$N$ : فراوانی زمین‌لرزه‌ها با بزرگی بیشتر از  $M_s$ .  
مشاهدات نشان میدهد که مقدار  $b$  قبل و در طی  
یک رخداد لرزه‌ای تغییر میکند. بر این اساس  
درک تغییرات مقدار  $b$  مستلزم یافتن فرآیندهای  
ایجاد زمینلرزه و پیش‌بینی وقوع آن دارد.

رابطه فراوانی و بزرگی گوتنبرگ-ریشتر معادل با  
توزیع فرکتالی میباشد. کاناموری و اندرسون  
رابطه گشتاور لرزه‌ای و سطح شکست را بدست  
آوردند (رابطه 4).

$$\text{Log}M_0 = cM_s + d \quad (\text{رابطه 4})$$

$$c = 1/5$$

$M_0$  بزرگی امواج سطحی در مقیاس ریشتر

$$d = 9/1$$

$M_s$ : گشتاور لرزه‌ای بر حسب ژول

مطابق قانون توان داریم:

$$M_0 = \alpha A^{3/2} \quad (\text{رابطه 5})$$

$\alpha$  ثابت

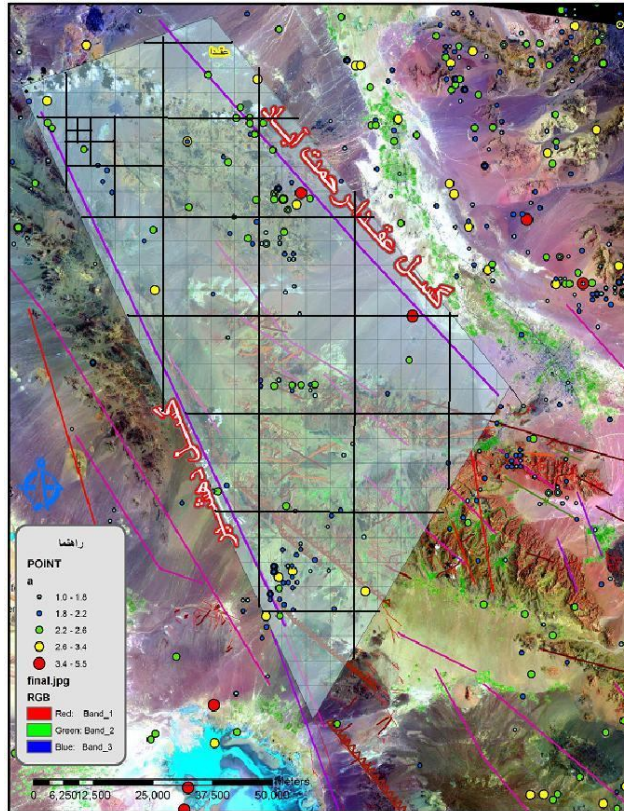
از مقایسه روابط 3 و 4 و 5، رابطه 6 و 7 بدست  
آمده است:

$$\text{Log}N = -b\text{Log}A + \beta \quad (\text{رابطه 6})$$

$$\beta = 2bd/3 + \text{Log}\alpha - 2b/3\text{Log}\alpha \quad (\text{رابطه 7})$$

رابطه 8 بیان‌کننده فراوانی زمینلرزه‌ها با بزرگی  
بیشتر از  $M_s$  و سطح شکست است.

$$N = \beta.A^{-3b/2c} \quad (\text{رابطه 8})$$



شکل 3: گسل های لرزه زا و تحلیل فرکتالی زمین لرزه های پهنه برشی پانه ای شکل گسل دهشیر.

جدول 2: شبکه بکار گرفته شده در تعیین بعد فرکتالی فرایند لرزه ای پهنه برشی پانه ای شکل گسل دهشیر

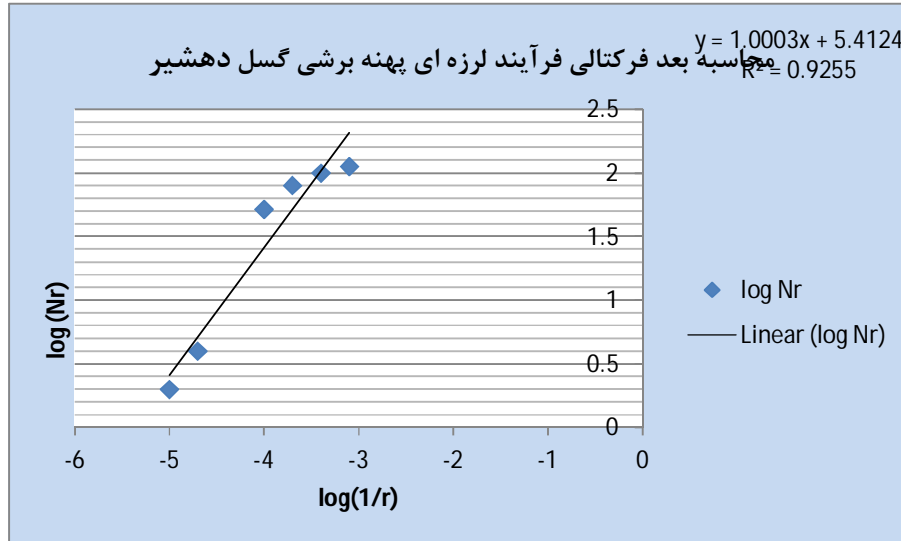
ردیف	ابعاد مربعات (کیلومتر)	تعداد مربعات در پهنه برشی	تعداد مربعات حاوی نقاط زمین لرزه در پهنه برشی
1	1/25*1/25	4454	113
2	2/5*2/5	1165	100
3	5*5	316	80
4	10*10	93	52
5	50*50	7	5
6	100*100	3	3

سطح وسیعتری گسترش می یابد و از تراکم سطوح شکستگی کاسته می شود از طرفی با کاهش بعد فرکتالی، طرح گستره پهنه گسلی محدود می شود و پهنه گسلی به حد بلوغ می رسد.

### نتیجه گیری

افزایش بعد فرکتالی باعث می شود که فضای گسلیده پوسته شکننده زمین افزایش یافته و نسبت کرنش (نزدیک پایانه گسل) کاهش یابد و به دنبال افزایش بعد فرکتالی، میدان اثر کرنش در





شکل 4: محاسبه بعد فرکتالی فرآیند لرزه ای برای پهنه برشی پانه ای شکل گسل دهشیر

از بعد فرکتالی فرآیند لرزه ای می باشد. بعد فرکتالی شبکه گسلی برای پهنه برشی پانه ای گسل دهشیر 1/65 بدست آمده که بیشتر از بعد فرکتالی فرآیند لرزه ای در این منطقه است یعنی ارتباطی مستقیم بین این دو وجود دارد.

در کواترنر انرژی حاکم بر منطقه صرف رشد و جابجایی (فعالیت مجدد) همان شکستگی های قبلی، که جهات ضعف غالب بوده اند، شده و روند رشد جدیدی ایجاد نشده است یعنی تنش حاکم بر منطقه در طی سالهای متوالی تغییر نکرده و آزاد سازی انرژی در امتداد همان گسلها و شکستگی های قبلی با روندی یکنواخت صورت گرفته است.

افزایش بعد فرکتالی بخش شمالی و مرکزی نسبت به بخش جنوبی پهنه برشی پانه ای شکل نشان از افزایش فضایی گسلیده در پوسته شکننده این مناطق دارد یعنی بخش عمده ای از انرژی صرف دگرریختی و شکسته شدن پوسته زمین گردیده است.

در تحلیل فرکتالی می توان گفت افزایش بعد فرکتالی بیانگر محیط مناسب برای تجمع انرژی و

بنابراین نظر به اینکه میانگین بعد فرکتالی گسلها و شکستگی های کواترنری بخش شمالی پهنه برشی پانه ای شکل گسل دهشیر 1/72، بخش مرکزی 1/69 و میانگین بعد فرکتالی بخش جنوبی 1/56 می باشد. با نزدیک شدن از بخش شمالی به سوی مرکز و بخش جنوبی پهنه برشی، بعد فرکتالی کمتر می شود. این امر نشان دهنده این است که ناپایداری ها از منطقه راسی پهنه برشی پانه ای شکل به سمت مرکز و انتهای آن کاسته می شود. وجود کانون زمین لرزه های سده اخیر (براساس بزرگی) که در بخش شمالی و مرکزی بیشتر است این موضوع را تایید می کند. همچنین در مناطق بورق، ندوشن، پناکوه و نیر بعد فرکتالی نسبت به بقیه مناطق کمتر است که می تواند ناشی از لیتولوژی خاص این مناطق (تشکیلات نئوژن و رسوبات کواترنری) باشد که گسلش سطحی در این مناطق کمتر است.

بعد فرکتالی فرآیند لرزه ای بطور مستقیم وابسته به بعد فرکتالی شبکه گسلی است. در جاییکه زمین لرزه روی میدهد، بعد فرکتالی شبکه گسلی میتواند بطور تجربی تعیین شود که معمولا بیشتر

زمین‌شناسی اثبات می‌شود با وجود این حضور چین‌های ارنان و دهشیر نشان از مصرف شدن انرژی در بخش جنوبی پهنه برشی، بصورت کرنش بی‌خزش دارد.

بنابراین نزدیکی گسل‌های فوق به مناطق شهری مرکز استان می‌تواند برای شهرهای اردکان، میبد، صدوق، یزد و تفت خطر ساز باشد، از طرفی به عقیده بربریان (1976) به نظر می‌رسد که گسل دهشیر از نوع گسل لرزه‌ای غیرفعال باشد که ممکن است این گسل منشا لرزه‌های فعال بعدی نیز باشد.

تخصصی علوم زمین، شماره 23-24، ص 40-32.

Physics of the Earth and Planetary Interiors, v. 28, p.65-83.

-Pierpaolo, G., 2002. Regional strain derived from fractal analysis applied to strike-slip fault systems in NW Sicily. Chaos, Solitons and Fractals, International Journal of Clothing Technology, v. 14, p. 71-76.

-Sahimi, M., Robertson, M., and Sammis, C., 1992. Relation between the earthquake statistics and fault patterns, and fractals and percolation, Journal Physical A, v.191, p. 57-68.

-Tetsuzo, S., 2003. Fractal asperities, invasion of barriers, and interplate earthquakes, Journal Earth Planets Space, v. 55, p. 649-665.

-Turcotte, D. L., 1992. Fractals and Chaos in Geology and Geophysics, Cambridge university Press, 398 p.

آزاد شدن آن در آینده است همچنین این تحلیل بیانگر احتمال عبور مسیرهای تنش در یک منطقه گسترده می‌باشد که در برخورد با سطوح ضعیف (گسل‌های از قبل موجود در پوسته که به صورت پرتگاه‌های کهن قابل شناسایی هستند) می‌تواند عامل حرکت آنها و آزاد شدن انرژی باشد یعنی آن منطقه ناپایدار است.

لذا این تحقیق نشان می‌دهد که در سده بیستم آزاد سازی انرژی در بخش شمالی پهنه برشی گوه‌ای شکل گسل دهشیر در امتداد گسل‌های عقدا رحمت‌آباد و تفت بوده است. اگرچه فعالیت راندهای پنهان بخش جنوبی با بررسیهای

## منابع

خطیب، م. م. و شهریاری، س.، 1376. تحلیل فرکتالی سیستم گسل نهبندان، مجله نشریه

-Berberian, M., 1976. An explanatory note of the first seismotectonic map of Iran; a seismotectonic review of-the country. In contribution to the seismotectonics of Iran. Geological Survey of Iran.

-Daizhi, L., Ke, Z., Hongxing, Z., and Juan, S., 2000. Fractal analysis with applications to seismological pattern recognition of underground nuclear explosions, Journal Signal Processing, v. 80, p.1849-1861.

-Darcel, C., Bour, O., and Davy, P., 2003. Stereological analysis of fractal fracture networks, Journal geophysical Research, v. 108, p.13-1 – 13-14.

-Huang, J., and Turcotte, D.L., 1988. Fractal distributions of stress and strength and variations of b-value, Journal Earth and Planetary Science Letters, Amsterdam, v. 91, p. 223-230.

-Luciano, T., 2001. Statistical analysis of fractal properties of point processes modeling seismic sequences, Journal