Archive of SID

بررسی ویژگی ساخت های گسله گره ساختاری شهداد

دکترسهیلا بوذری[1]

چکیده

جایگاه ساختاری گستره کرمان و گره ساختاری شهداد واقع در ایران مرکزی سبب گردیده تا تحت تأثیر میدان تنش ناشی از همگرایی و تصادم صفحه عربی- اوراسیا باشد. تمرکز ساختار گسله و چین خورده با روند شمال شمال باختری- جنوب جنوب خاوری نمایانگر تمرکز تنش در این گستره است. همگرایی ساخت های گسله راستالغز راست بر نایبند، گوک، لکرکوه و راور با روند شمالی – جنوبی و کوهبنان، بهاباد، اندوهجرد با روند شمال باختری – جنوب خاوری انتظار تمرکز زمین لرزه های استان کرمان را در این مکان به وجود می آورد، این در صورتی است که در دهه های اخیر عمدتاً بخش هایی از دو گسل گوک و کوهبنان از فعالیت لرزه خیزی بیشتری برخوردار می باشند، شاید علت را باید در ویژگی ساخت های گسله جستجو کرد. تشکیل قطعات گسله با ابعاد متفاوت و ایجاد مناطق اتصال درحدفاصل ساخت های گسله سبب توزیع تنش و رفتار متنوع ساختاری گردیده است، از اینرو در محدوده گره ساختاری شهداد و در بخش هایی از گسل گوک و حوالی زرند درطول گسل کوهبنان از تمرکز فعالیت لرزه خیزی برخوردار بوده است. چین خوردگی واحدهای سنگی مزوزوئیک و ته نشست های رسوبی نئوژن همراه با چرخش خلاف جهت حرکت عقربه های ساعت قطعات گسله از دیگر تغییر شکل های تظاهر یافته در محدوده گره ساختاری شهداد است که بازتابی از اعمال تنش های فشاری با راستای شمالی – جنوبی در این گستره می باشد.

کلیدواژه ها: گره ساختاری شهداد، قطعات گسله، گسله های راستا لغز راست بر، فعالیت لرزه خیزی ، زمین ساخت قاره ای

---

[1] عضو هیأت علمی گروه زمین شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال S_tectonic@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

Characteristics of Fault Structures in the Shahdad's Structural Junction

Dr. Soheila Bouzari [1]

Abstract

The Kerman's structural situation and the Shahdad's structural junction, is located in Central Iran, which caused the influence of field stress that results from convergent and collision between the Arabia and Eurasia Plates. Concentration of the fault and fold structures with the north northwest -south southeast trend indicates stress concentration in this area. The Nayband, Gowk, Lakarkuh and Ravar right lateral strike-slip faults with the north-south trend as well as Kohbanan, Behabad, Anduhjerd with the northwest - southeast trend convergent had raised expectation about earthquake concentration in this area of the Kerman Province. However, at the latter decades, some parts of Gowk and Kohbanan faults were increasing their seismic activities. The reason may be related to the special structural characteristics of the faults. Forming up the block faulting with different sizes and forming some junction areas between the fault structures was the reason for distributing stress and different structural behavior. For this reasons, at the Shahdad's structural junction some parts of Gowk faults and around Zarand along the Kohbanan fault, there are concentration of seismic activities. The Mesozoic units and Neogene sedimentary deposits folding as well as anti clock rotation some blocks faulting are appeared at the Shahdad's structural junction area. These seem as reactions of compressional stress affected on the north -south direction in this area.

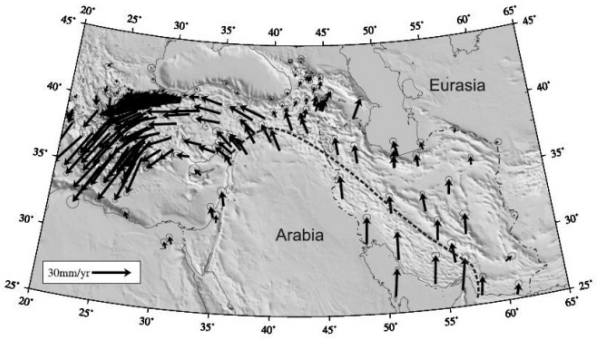
Keywords: Shahdad's structural junction, block faulting, right lateral strike-slip fault, seismic activity, continental tectonics

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در این مقاله به بررسی هندسه ساختارگسله گره ساختاری شهداد و عملکرد آن در واکنش به همگرایی صفحه عربی و اوراسیا پرداخته شده است. لرزه خیزی این استان طی دهه های اخیر همراه با حرکات راستالغز راست بر و فشاری ساخت های گسله و چرخش قطعات گسله همگی از رفتارهای مرتبط با زمین ساخت قاره ای است که طی سازوکار فشاری فعال می باشند. بیشترین تمرکز لرزه خیزی در طول گسل گوک با روند شمالی – جنوبی و گسل کوهبنان با روند شمال باختری- جنوب خاوری ناشی از تداوم همگرایی دو صفحه عربی و اوراسیا می باشد(شکل ۱).



شکل ۱. نمایی از حرکت صفحه عربی به سمت اوراسیا، خط چین نمایانگر خط درز احتمالی می باشد. همچنین فلش ها جهت حرکت را وقتی صفحه اوراسیا ثابت است نشان می دهند (Allen et al. 2010).

تمرکز فعالیت لرزه ای در قسمت هایی از طول گسل گوک و کوهبنان و فقدان زمین لرزه در بخش هایی از طول غالب گسل های این گستره تأییدی بر نظریه نبود لرزه ای است که در سال ۱۹۶۵ توسط Fedotov (Jackson et al. 1984) ارایه گردید. همگرایی ساخت های گسله در گره ساختاری شهداد گستره تحت تنشی را به وجود آورده است که غالب فعالیت به ثبت رسیده به صورت چین خوردگی می باشد، بنابراین تأثیر نیروی فشاری که به صورت تصادم حدودا از اواخر ائوسن (34~ تا 37~ میلیون سال پیش) (Ballato et al. 2010 , Allen et al. 2008)

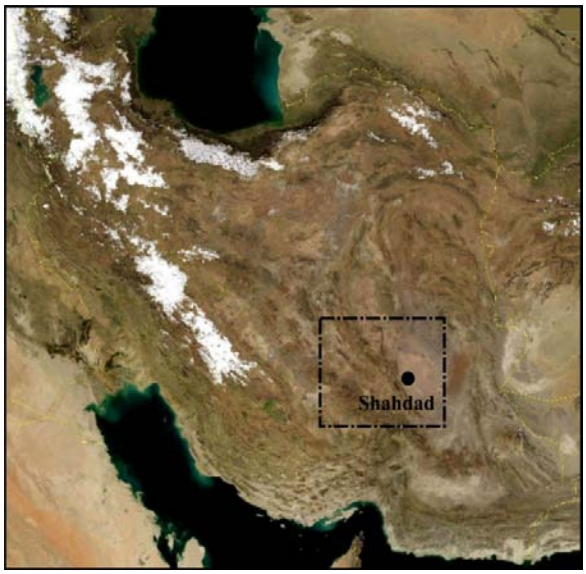
تا اوایل میوسن(۲۰~ میلیون سال پیش)

(Okay et al. 2010) آغاز شده است در استان کرمان کمتر به صورت لرزه ای و عملکرد راندگی ساخت های گسله بروز یافته است. داده های GPS نمایانگر کوتاه شدگی 2~ میلیمتر در سال (Vernant 2004c) پهنه حد فاصل زاگرس – البرز است (شکل ۲) که فعالیت گسل های راستالغز راست بر با روند شمال باختری – جنوب خاوری، چپ بر با روند شمال خاوری – جنوب باختری و چرخش خلاف جهت حرکت عقربه های ساعت حول محور قائم (Copley et al. 2006) می باشد، که همگی از علائم کوتاه شدگی در

www.SID.ir

Archive of SID

راستای شمال شمال خاوری- جنوب جنوب باختری است.



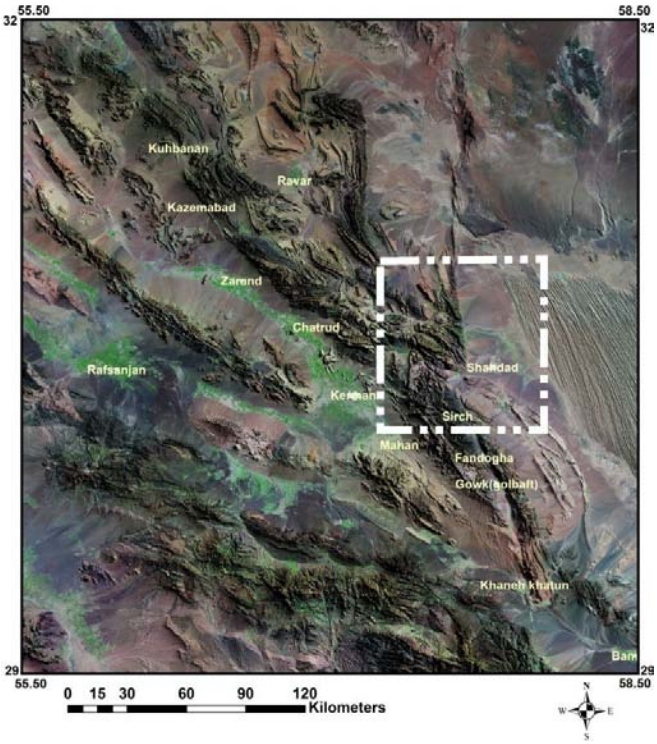
شکل ۲. نمایی از موقعیت ساختاری گره ساختاری شهداد با مختصات جغرافیایی 52 34 22 E و 30 23 9.5 N واقع در ایران مرکزی که از خاور به قطعه گسله لوت محدود می گردد.

در این مقاله با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست (ETM)، نقشه های زمین شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ و تصاویر SRTM ویژگی ساختاری و رفتار لرزه ای ساخت های گسله گره ساختاری شهداد مورد بررسی قرار گرفته است. تغییرات به وقوع پیوسته مبتنی بر وقایع زمین ساختی اواخر سنوزوئیک (پلیوسن) است که در جنوب باختر آسیا اعمال شده است

(Allen et al. 2010).

گره ساختاری شهداد

گره ساختاری شهداد منطقه ضعیف و محل تمرکز تنش است که از تلاقی ساخت های گسله به وجود آمده است(شکل۳).



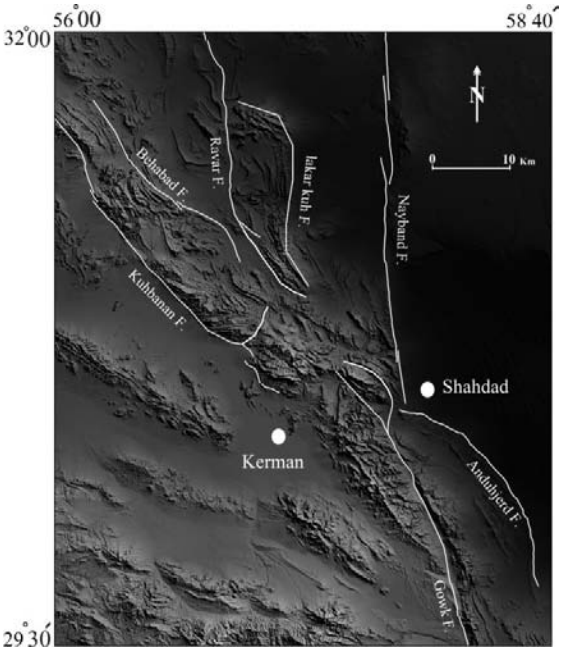
شکل ۳. نمایی از گره ساختاری شهداد براساس تصاویر ماهواره ای لندست(ETM) و SRTM ، که محل همگرایی ساخت های گسله می باشد.

شرق کرمان حوالی شهداد محدوده ای وجود دارد که محل عبور گسل شمالی- جنوبی نایبند و درادامه به سمت جنوب گسل گوک قرار دارد. گسله های لکرکوه ، راور و گسل شمال باختری- جنوب خاوری بهاباد و کوهبنان از جمله ساخت

www.SID.ir

Archive of SID

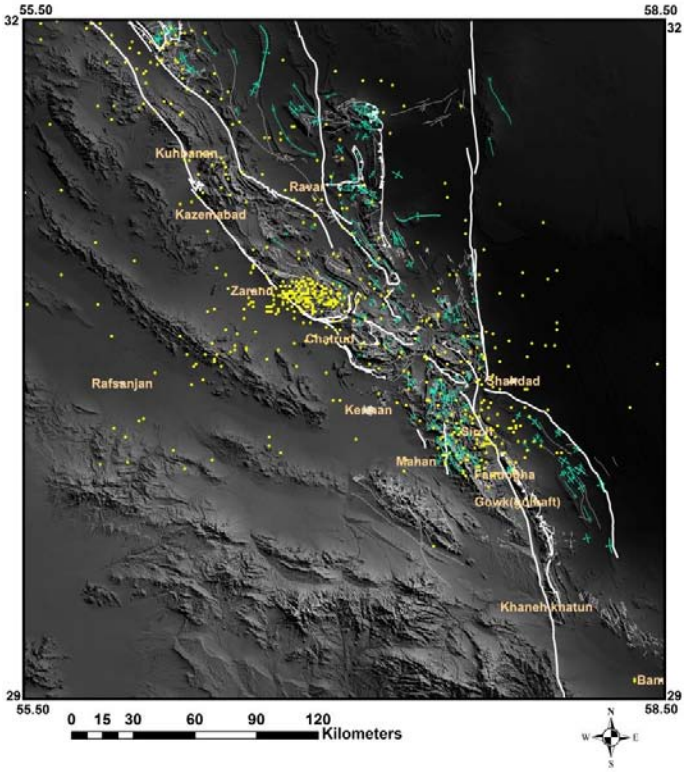
های گسله ای می باشند که در همگرایی با ساخت های شمالی – جنوبی، گره ساختاری شهداد را به وجود آورده است(شکل ٤).



شکل ٤. نمایی از گره ساختاری شهداد براساس تصاویر SRTM که محل همگرایی ساخت های گسله با روند شمالی- جنوبی و شمال باختری- جنوب خاوری است.

در همین رابطه محدوده زرند واقع در طول گسل کوهبنان، محدوده سیرچ در طول گسل گوک محل وقوع زمین لرزه های متعددی است که طی دهه های اخیر رویداده است.

علاوه بر فعالیت لرزه ای، آنچه در این محل قابل توجه می باشد، تمرکز ساخت های چین خورده ای می باشد که روند محور آنها خاوری - باختری و شمال باختری – جنوب خاوری می باشد. بدین ترتیب عملکرد تنش های فشاری وارده با راستای شمال خاوری- جنوب باختری و سپس شمالی- جنوبی نه تنها سبب حرکت راستالغز راست بر گسل های وارده در محل گره ساختاری شهداد گردیده بلکه همچنین باعث چین خوردگی واحدهای سنگی مزوزوئیک و ته نشست های نئوژن نیز شده است (شکل ٥).



شکل ٥. نمایی از محور ساختمان های چین خورده (به رنگ سبز) و کانون سطحی زمین لرزه های دستگاهی (دایره های به رنگ زرد) در محدوده گره ساختاری شهداد.

Allen et al. (2010) ساخت های با روند شمال باختری- جنوب خاوری را نسبت به ساخت های

www.SID.ir

Archive of SID

شمالی – جنوبی قدیمی تر دانسته از اینرو تحت تأثیر رژیم فشاری حاکم بر پوسته فلات ایران واحدهای سنگی که غالباً رفتار شکل پذیر و پلاستیک دارند در محل گره شهداد چین خورده اند که این خود تأییدی بر تمرکز تنش در این محل می باشدکه به دو صورت لرزه ای و تغییر شکل نمایان شده است.

ویژگی ساخت های گسله گره ساختاری شهداد

رفتار متنوع ساخت های گسله و همچنین تمرکز فعالیت لرزه ای در برخی از قسمت های گسله های گره ساختاری شهداد سبب گردید تا علت در نظریه های ارایه شده و به ویژه نظریه قطعه بندی گسله جستجو شود. به طور کلی همزمان با طرح نظریه نبود لرزه ای نظریه قطعه بندی گسل توسط Stoiber و Carr (Jackson et al. 1984) ارایه گردید. این نظریه ارتباط نزدیکی با نظریه نبود لرزه ای و الگوی ارایه شده در خصوص گره لرزه ای داشت.

تحقیقات Jackson et al. (1984) نشان داد که یک ساختار گسله ممکن است از قطعات کوچکتر با رفتار مستقل و عملکرد جداگانه تشکیل شده باشد. نکته قابل توجه چگونگی اتصال همین قطعات گسله با یکدیگر است. بررسی ساخت های گسله نایبند، گوک، لکرکوه، راور، بهاباد و کوهبنان از گره ساختاری شهداد نشان می دهد که هریک از گسل ها از قطعاتی تشکیل شده اند. نحوه اتصال قطعات گسله از تنوعی خاص برخوردار بوده بدین ترتیب بررسی ویژگی بخش های انتقالی در حدفاصل ساخت های گسله اصلی موضوع قابل تأمل در این مقاله می باشد.

علاوه بر سطوح شیبدار و شبیه به سکو که از مشخصات قطعات اتصالی می باشد، در گستره کرمان منطقه اتصالی شامل مجموعه گسل های تقریباً موازی با ابعاد محدودتر نیز می باشد که از یک قطعه گسله اصلی به قطعه دیگر انتقال می یابد و یا منطقه اتصال شامل منطقه همپوشانی دو قطعه گسله اصلی می باشد بی آنکه گسل های فرعی آنها را همراهی نمایند. بنابراین نه تنها در محل اتصال قطعات گسله بلکه همچنین در طول ساخت های گسله اصلی و به ویژه بخش های میانی آن نیز استعداد و توان بالای لرزه خیزی وجود دارد.

به طورکلی سه نوع منطقه آسیب در طول یک ساختار گسله وجود دارد:

۱- منطقه آسیب رأسی، که در رأس گسل (ابتدا و یا انتهای طول گسل) قرار دارد و به علت وجود شکاف های کششی ، وجود گسل های ناهمسو و یا حضور توأم آن دو، محل تمرکز تنش و مستعد لرزه خیزی می باشد. مانند منطقه رأسی گسل کوهبنان در محدوده زرند که هریک از پایانه های

www.SID.ir

Archive of SID

گسله همچون یک منطقه فشاری یا گسل ناهمسو عمل کرده است و در دهه های اخیر محل وقوع بیشترین زمین لرزه ها ی گسل کوهبنان بوده است.

۲- منطقه آسیب ارتباطی (محل اتصال)، این منطقه در نتیجه فعالیت شکاف های کششی، شاخه ای و یا گسل ناهمسو واقع در حدفاصل قطعات گسله اصلی تشکیل شده است. در همین رابطه می توان به قطعات گسله پهنه گسله گوک اشاره داشت که محل اتصال ساختار گسله شمال خاوری- جنوب باختری با پهنه گسله می باشد.

۳- منطقه آسیب توزیعی، این مناطق تقریباً توزیع یکسانی در طول گسل داشته و با ایجاد شکاف های پلکانی موجب ارتباط قطعات گسله با یکدیگر می شود، مانند آنچه در طول پهنه گسله نایبند مشاهده می شود. هریک از این قطعات گسله (پلکانی) تابع الگوی برشی ساده بوده که در ارتباط و یا بدون ارتباط با پهنه گسله پی سنگی عملکرد دارند.

قطعات گسله اصلی بیشترین جابه جایی را درزمین لرزه خواهند داشت(Kim 2003) بنابراین محل وقوع زمین لرزه های بزرگ می باشند(Nicol 2002) احتمالاً تفکیک ساختار گسله اصلی به قطعات گسله کوچکتر مانع وقوع زمین لرزه های بزرگ و ویرانگر در طول ساختارگسله بزرگ نایبند و کوهبنان بوده است.

گسل نایبند

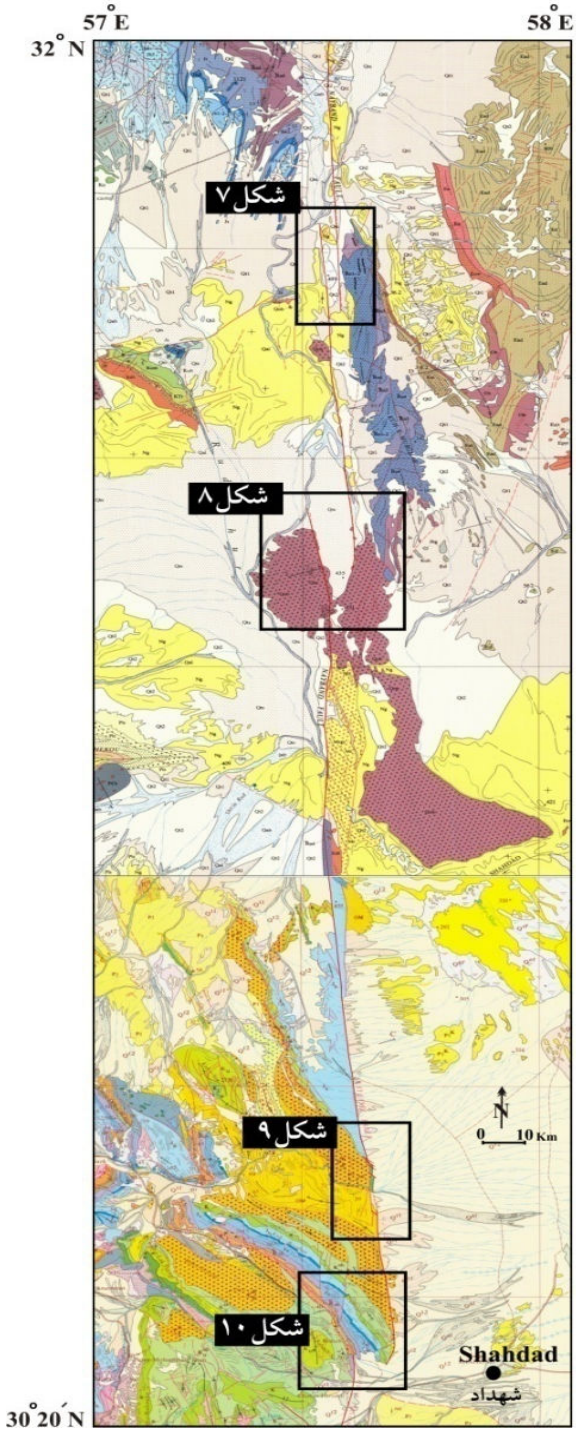
گسل نایبند با طول حدود ٤٠٠ کیلومتر و راستای شمالی- جنوبی در خاور ایران مرکزی قراردارد. این گسل یکی از ساخت های ژرف و بنیادی فلات ایران بوده که با جابه جایی قائم به وقوع پیوسته در طول آن موجب برخاستگی کوه های طبس و کرمان در باختر و تشکیل حوضه فرونشست دشت لوت در خاور شده است (نبوی 1355). جا به جایی راستالغز راست بر با مؤلفه شیب لغز گسل نایبند(Mohajer Ashjai, 1975) موجب همبری واحدهای نئوژن در خاور با واحدهای سنگی ژوراسیک، کرتاسه و کنگلومرای کرمان در باختر شده است. همین حرکت قطع و جابه جایی حدود ۲۰ متر ته نشست های جوان کواترنری را به دنبال داشته است .(Stocklin et al 1965).

اگر چه شواهد فوق تأییدی بر فعالیت گسل نایبند می باشد اما با توجه به طول چند صد کیلومتری آن تاکنون وقوع زمین لرزه ویرانگری به آن نسبت داده نشده است. بررسی های به عمل آمده نشان می دهد، گسل نایبند از تعدادی قطعات گسله تشکیل شده است (شکل ٦). نحوه اتصال قطعات انواع محیط های کششی و چرخشی را ایجاد کرده است که ویژگی ساختاری این محیط ها مانع تمرکز تنش و ایجاد مناطق مستعد لرزه خیزی در طول گسل گردیده است. از اینرو فعالیت گسل

www.SID.ir

Archive of SID

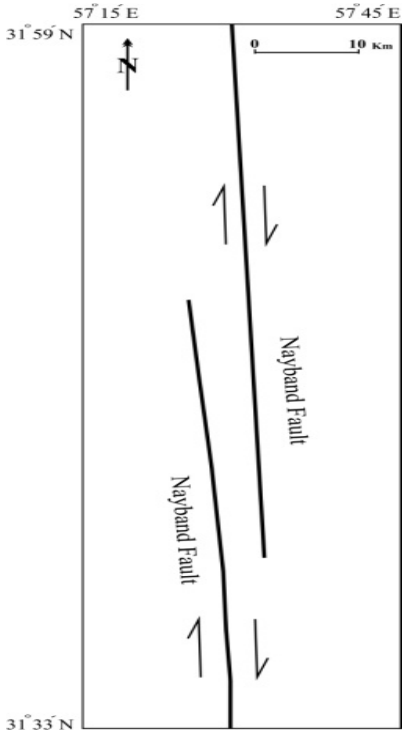
عمدتاً به صورت تغییر شکل های به وقوع پیوسته در طول آن رخنمون یافته است.



شکل ٦. نمای کلی از قطعات گسله تشکیل دهنده ساختار گسله نایبند بر اساس نقشه های زمین شناسی کرمان، لکرکوه، گوک با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰.

– در بخش شمال گسل نایبند، همپوشانی ساخت های گسله، حوضه فرونشسته ای را ایجاد کرده است (شکل ۷) که تحت تأثیر نیروی فشاری وارده از سمت جنوب جنوب باختری عملکرد ترافشاری ساخت های گسله بخش برخاسته متشکل از واحدهای ژوراسیک در خاور و واحدهای رسوبی تبخیری میوسن را در باختر ایجاد کرده است. در پهنه فرونشسته میانی ته نشست های گلی و تبخیری کواترنری تشکیل شده است.

احتمالاً تشکیل حوضه فرونشسته میانی ناشی از تنش های کششی است که بر اثر حرکت راستالغز راست بر قطعات گسله به وجود آمده است.

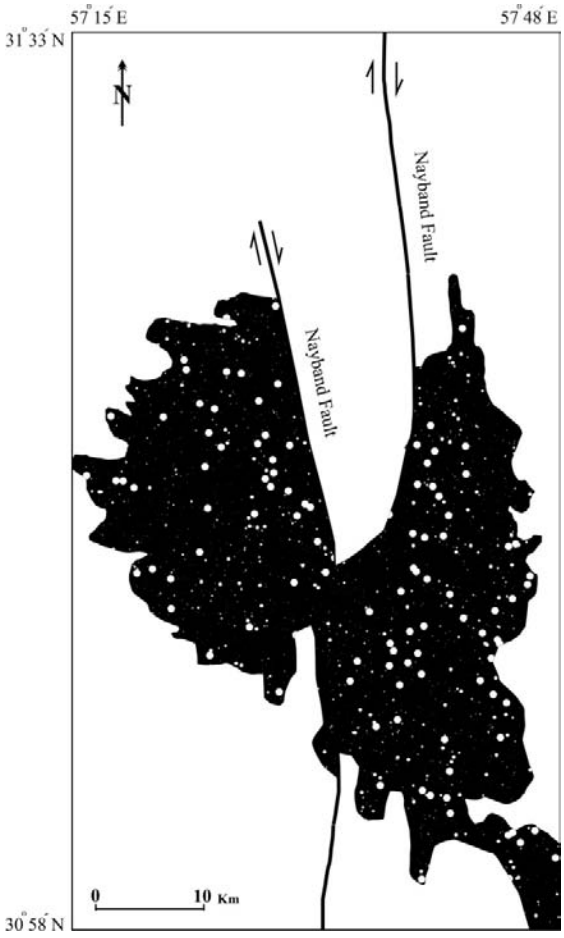


www.SID.ir

Archive of SID

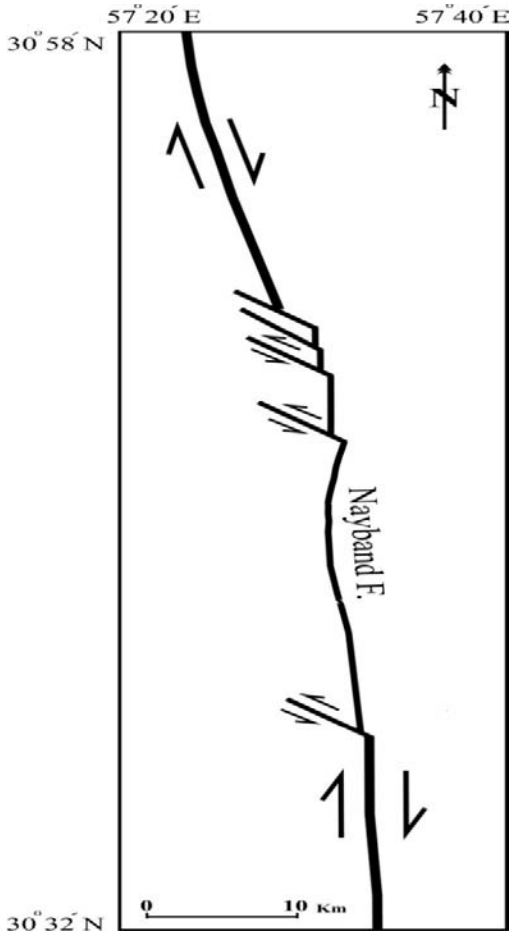
شکل ۷. نمایی از قطعه گسله تشکیل دهنده بخش شمالی گسل نایبند، موقعیت قطعه گسله در شکل ٦ مشخص شده است.

– بخش میانی، در منطقه ضعیفی که حدفاصل قطعات گسله نایبند ایجاد شده است ماگمای بازالتی کواترنری خارج و تحت تأثیر جابه جایی راستالغز راست بر گسل جابه جایی یافته است(شکل ۸).



شکل ۸. نمایی از قطعه گسله تشکیل شده در طول گسل نایبند، که موقعیت آن در شکل شماره ٦ نمایش داده شده است. همانگونه که در شکل مشاهده می شود اولیوین بازالت کواترنری در بخش وسیعی گسترش یافته است.

– در ادامه به سمت جنوب، قطعات گسله از طریق پهنه گسله باروند شمال باختری– جنوب خاوری و ابعاد محدود تداوم یافته اند. غالب الگوهای تجربی ساخته شده نمایانگر ارتباط قطعات گسله به طریق فوق می باشد. در این قسمت، گسل های فرعی موجب اتصال قطعات اصلی با یکدیگر می شوند(شکل ۹).



شکل ۹. بخشی از ساختار گسله نایبند، در این بخش قطعات گسله از طریق پهنه گسله با طول و ابعاد محدود با یکدیگر ارتباط یافته اند. موقعیت شکل فوق در شکل شماره ٦ مشخص می باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

در همین رابطه علاوه بر بخش های ارتباطی، قسمت های میانی ساخت های گسله از استعداد لرزه خیزی برخوردار می باشد. همانگونه که در نقشه زمین شناسی کرمان با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ مشاهده می شود، عملکرد ساخت های گسله ارتباطی، موجب جابه جایی سنگ آهک اوربیتولین دار، ماسه سنگ و شیل گچ دار کرتاسه ، کنگلومرای کرمان متشکل از کنگلومرای صورتی و به طور محلی ماسه سنگ و شیل گچ دار قرمز رنگ در قاعده و واحدهای قاره ای قرمز رنگ اولیگو- میوسن شده است.

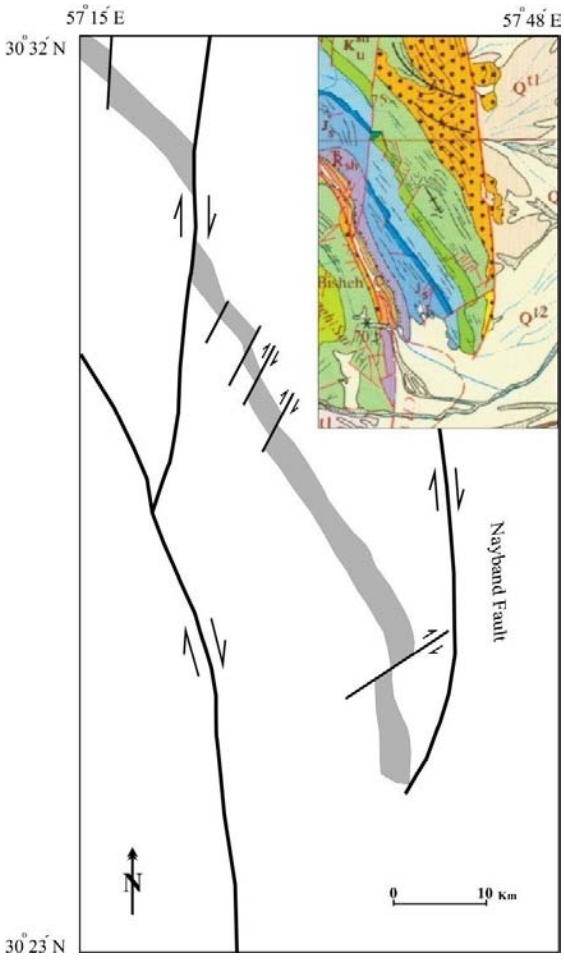
- در محل گره ساختاری شهداد تغییر از گسل شمالی – جنوبی نایبند به گسل چهارفرسخ توأم با ایجاد پهنه گسله ای با روند شمال خاوری- جنوب باختری است عملکرد راستالغز راست بر ساخت های گسله فرعی موجب جابه جایی راست بر واحدهای سنگی مزوزوئیک شده است(شکل ۱۰).

بدین ترتیب تبدیل گسل سرتاسری نایبند به قطعات گسله و اتصال این قطعات از طریق گسل های با ابعاد محدود احتمالاً زمینه ساز عدم تمرکز طولانی مدت تنش در طول گسل اصلی و وقوع زمین لرزه های ویرانگر می باشد.

گسل گوک

گسل کواترنری گوک با درازای بیش از ۲۰۰ کیلومتر و راستای تقریباً شمالی – جنوبی یکی دیگر از گسل های تشکیل دهنده گره ساختاری شهداد است.

عملکرد گسل گوک موجب اختلاف ارتفاع حدود ۹۰۰ متر برخاستگی های اطراف با فرونشست گلبافت شده است.



شکل ۱۰. نمایی از ساخت های گسله ارتباطی حدفاصل گسل نایبند و گسل چهارفرسخ در محل گره ساختاری شهداد، موقعیت آن در شکل ٦ مشخص می باشد. قسمت های مشخص شده به رنگ خاکستری، واحدهای سنگی به سن کرتاسه است که تحت تأثیر عملکرد راستالغز راست بر گسل های فرعی ارتباطی قرار گرفته و جابه جا شده اند.

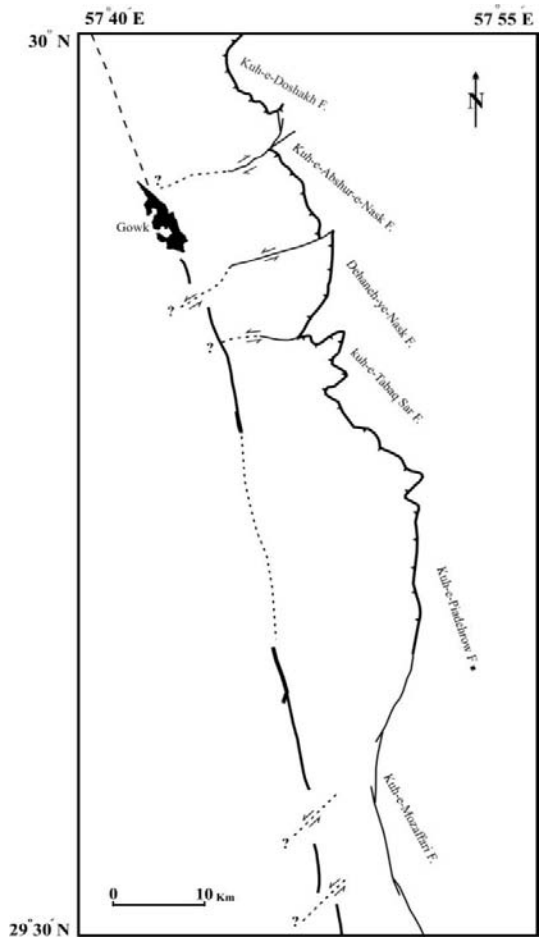
www.SID.ir

Archive of SID

بدین ترتیب بخش های فرونشسته واقع در طول گسل همچون زهکش عمل کرده و موجب تشکیل آبرفت های جوان کواترنری شده است. Berberian (1981) عملکرد فشاری گسل گوک را عامل ایجاد تغییرات فوق معرفی کرده است.

گسل گوک از توان لرزه خیزی بالایی برخوردار بوده به گونه ای که طی سال های ۱۸۷۷ تا ۱۹۸۱ بیش از ۸ زمین لرزه با بزرگی بین Ms =5.0 تا Ms=۷.۱ در طول آن به وقوع پیوسته است. Berberian (1981) به معرفی مشخصات زمین لرزه های مذکور پرداخته است. زمین لرزه ۱۸۷۷ میلادی سیرچ با بزرگی Ms=5.6 ، زمین لرزه های ۱۹۰۹ جوشان با بزرگی Ms=5.5 و Ms=5.0 ، زمین لرزه ۱۹۱۱ فیض آباد با بزرگی Ms=٦.٤ ، زمین لرزه ۱۹٤۸ گوک با بزرگی Ms=٦.۰ ، زمین لرزه ۱۹٦۹ سیرچ با بزرگی Ms=٥.۲ ، زمین لرزه های ۱۹۸۱ گلبافت با Ms=٦.۷ و سیرچ با Ms=۷.۱ . بر اساس آمار منتشره طی زمین لرزه های سال ۱۹۸۱ ، بالغ بر ۲۷۰۰ تن کشته شدند. محل وقوع زمین لرزه گلبافت در بخش مرکزی و زمین لرزه سیرچ در بخش شمالی گسل گوک بوده است.

طبق بررسی های به عمل آمده مشخص گردید که گسل گوک منفرد نبوده بلکه از قطعات گسله تشکیل شده است(شکل ۱۱). در محل تلاقی قطعات مذکور با گسل های راستالغز راست بر و بعضاً چپ بر با روند خاور شمال خاوری – باختر جنوب باختری گره های لرزه ای به وجود آمده که در عین حال مناطق با تمرکز تنش نیز می باشند. تحت تأثیر عملکرد گسل های فرعی واحدهای کرتاسه جابه جایی کاملاً آشکاری یافته اند(نقشه زمین شناسی گوک با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰).

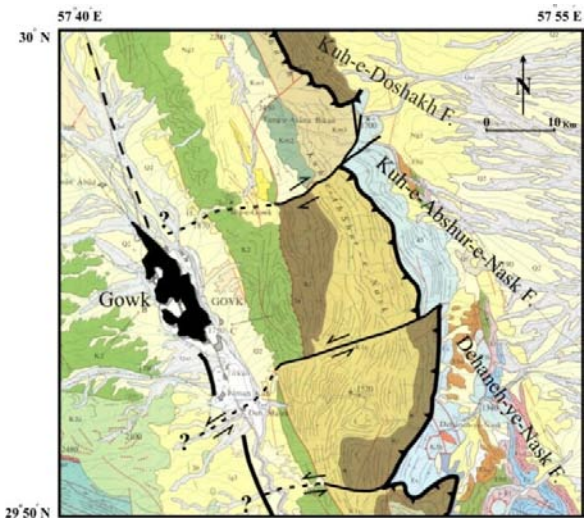


شکل ۱۱. نمایی از پهنه گسله گوک و قطعات گسله تشکیل دهنده آن براساس نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ گوک. همانگونه که در شکل مشاهده می شود محل تلاقی احتمالی گسل های فرعی با گسل گوک ،گره های لرزه ای متعددی را به وجود آورده که در وقوع زمین لرزه های آتی بی تأثیر نمی باشد.

www.SID.ir

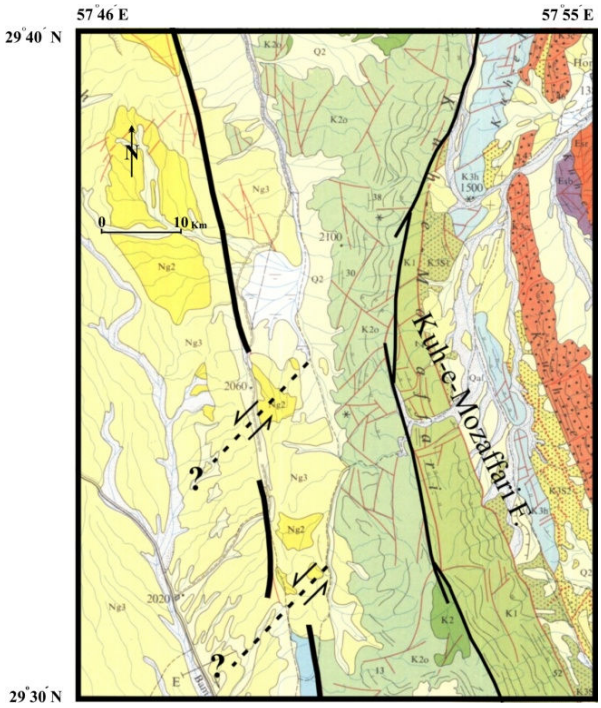
Archive of SID

از محل گره ساختاری شهداد به سمت جنوب هریک از گسل های فرعی همچون مرز قطعات گسله عمل کرده اند(شکل ۱۲). در همین رابطه می توان به گسل شمال خاوری- جنوب باختری شمال شهرستان گوک اشاره کرد که موجب تفکیک **قطعه گسله کوه دوشاخ** از **قطعه گسله کوه آبشورنسک** شده است. ضمناً در منتهی الیه شمال خاوری گسل مرزی پایانه های گسلی شکل گرفته است، که عملکردآن موجب جابه جایی واحدهای ائوسن شده است.



شکل ۱۲. قطعات گسله بخش شمالی گسل گوک. گره های لرزه ای فرعی احتمالی که از تلاقی گسل های فرعی و اصلی به وجود آمده است.

عملکرد چپ بر گسل واقع در حد فاصل قطعه گسله کوه آبشورنسک و **قطعه گسله دهانه نسک** سبب جابه جایی چپ بر گسل گوک در حوالی جنوب شهر گوک شده است(شکل ۱۲). بدین ترتیب قطعه گسله دهانه نسک از بخش جنوبی آن تحت تأثیر عملکرد چپ بر گسل فرعی با روند شمال خاوری- جنوب باختری تفکیک شده و تداوم عملکرد گسل به سمت باختر در محل تلاقی با گسل گوک ،گره لرزه ای را ایجاد کرده است. به سمت جنوب حوالی **کوه مظفری** پهنه گسله متشکل از ساختار گسله با ابعاد متفاوت تشکیل شده است(شکل ۱۳). بدین ترتیب از نکات قابل توجه در طول گسل گوک تلاقی گسل های فرعی با گسل گوک است که ضمن ایجاد گره های



شکل ۱۳. قطعات گسله بخش جنوبی گسل گوک ، عملکرد گسل های احتمالی چپ بر با روند شمال خاوری – جنوب باختری در لرزه خیزی گسل گوک تأثیر گذار می باشد.

لرزه ای فرعی مناطق متعددی را به وجود آورده که مستعد لرزه خیزی می باشند و احتمالاً همین

www.SID.ir

Archive of SID

ویژگی است که فعالیت لرزه خیزی گسل گوک را نسبت به گسل نایبند متمایز ساخته است.

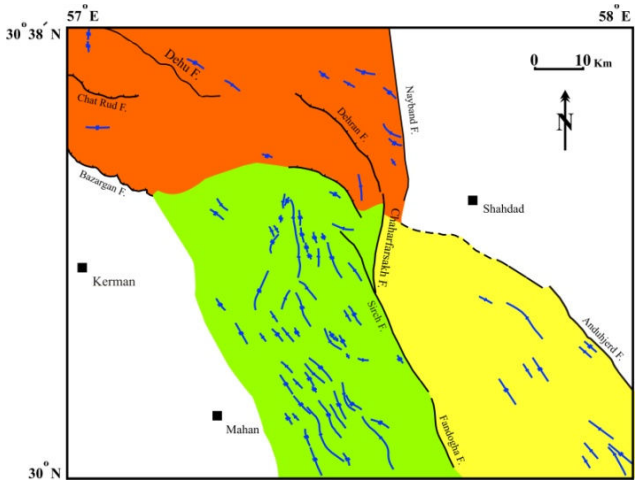
گسل اندوهجرد

گسل تقریباً کمانی اندوهجرد با روند شمال باختری – جنوب خاوری قسمتی از مرز جداکننده قطعه گسله لوت از بخش های باختری می باشد. گسل راستالغز راست بر اندوهجرد کانون زمین لرزه های بزرگ نبوده اما یکی از ساختارهای تشکیل دهنده گره ساختاری شهداد می باشد.

ظاهراً در حد فاصل گسل گوک و اندهجرد حوضه فرونشسته ای تشکیل شده و ته نشست های نئوژن در آن تجمع یافته است. واحدهای نئوژن تحت تأثیر تنش های فشاری که راستای تأثیر آن شمال شمال خاوری – جنوب جنوب باختری می باشد چین خورده شده اند(شکل ١٤). بنابراین تمرکز تنش در این حوضه با چین خوردگی و یا تغییر شکل واحدهای نئوژن مشخص شده ازاینرو نشانه آشکاری از شکستگی، جابه جایی و فعالیت گسل اندوهجرد به ثبت نرسیده است.

گسل کوهبنان

گسل کوهبنان حدوداً با ٢٥٠ کیلومتر طول و روند شمال باختری– جنوب خاوری یکی ازساختارهای تشکیل دهنده گره ساختاری شهداد می باشد.



شکل ١٤. نمایی از حوضه های ساختاری واقع در حدفاصل ساخت های گسله گره ساختاری شهداد. رنگ زرد نمایانگر حوضه نئوژن است که بین گسل اندوهجرد در خاور و گسل گوک در باخترتشکیل شده است. رنگ سبز حوضه قدیمی مزوزوئیک است ورنگ نارنجی نمایانگرحوضه پالئوژن می باشد.

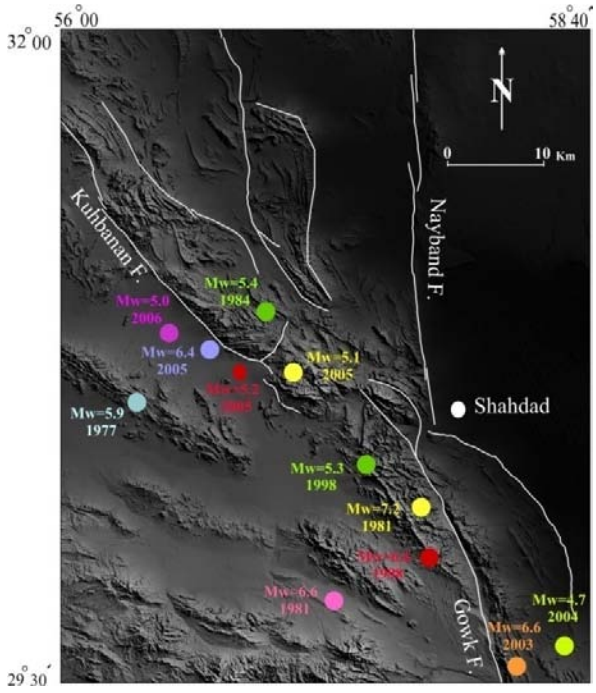
به طورکلی در طول این گسل سنگ های پرکامبرین پسین و پالئوزوئیک با ته نشست جوان کواترنری و بادزن های آبرفتی همبری دارد. همبری به اشکال متنوعی صورت گرفته است. در بخش هایی از طول گسل ، عملکرد فشاری آن سبب راندگی واحدهای قدیمی بر روی واحدهای جوان شده است. این در صورتی است که عملکرد بخش اعظم گسل از نوع راستالغز راست بر بوده (Jackson et al. 1984) و نرخ لغزش آن طی هولوسن حدو ١ تا ٢ میلیمتر در سال می باشد(Allen et al. 2010). گسل کوهبنان از نظر لرزه خیزی فعال می باشد(Berberian 1979 Talebian et al. 2006) و سازوکار زمین لرزه های به وقوع پیوسته غالباً از نوع راستالغز راست بر می باشد (Allen et al. 2010).

www.SID.ir

Archive of SID

Berberian (1981) طی سال های ۱۸۵٤ لغایت ۱۹۷۷ وقوع ۹ زمین لرزه با بزرگی بین ٤.۵ تا ٦.۰ را به لرزه خیزی گسل کوهبنان نسبت داده است. زمین لرزه سال ۱۸۵٤ هوریجان با Ms=۵.۸ ، چترود با زمین لرزه های متعدد طی سال های ۱۸٦٤ با Ms=٦.۰ ، ۱۸۷۱ و ۱۸۹۷ با Ms=۵.۷ و ۱۹۱۳ با Ms=٤.۵ ، زمین لرزه ۱۹۷۷ ده زوئیه با Ms=۵.٦ و باب تنگل طی سال های ۱۹۳۷ با Ms= ٤.۷ و ۱۹۷۷ با Ms=۵.۷..

زمین لرزه تاریخی سال ۱۸٦٤ چترود با بزرگی Ms=٦.۰ علاوه بر ویرانی چترود در شمال کرمان سبب وارد آمدن آسیب جدی به بناهای تاریخی کرمان نیز شده است. همچنین زمین لرزه سال ۱۹۷۷ باب تنگل زرند با بزرگی Ms=۵.۷ باعث ویرانی گستره باب تنگل، گیسک و سرباغ در پهنه شمال خاوری زرند شد. زمین لرزه اخیر توأم با ۲۰ کیلومتر گسلش در راستای گسل کوهبنان و ۲۰ سانتی متر جابه جایی راست گرد بوده است. سازوکار کانونی زمین لرزه باب تنگل راندگی جزئی همراه با جنبش راست گرد را نشان می دهد(Berberian 1979). با توجه به بررسی های به عمل آمده بر روی رومرکز زمین لرزه های واقع در طول گسل کوهبنان مشخص گردید که نحوه اتصال قطعات گسله در رفتار لرزه خیزی آنها بی تأثیر نمی باشد، به عنوان مثال پایانه قطعه گسله واقع در محدوده زرند که تقریباً عمود بر راستای گسل اصلی بوده ، از نوع راندگی یا معکوس می باشد. محل تلاقی گسل های فرعی با گسل اصلی کوهبنان محل تمرکز تنش های وارده ناشی از حرکت راستالغز راست بر گسل کوهبنان می باشد(شکل ۱۵).



شکل ۱۵. نمایی از گسل کوهبنان و تمرکز زمین لرزه های به وقوع پیوسته درطول آن که عمدتاً در محل پایانه گسله واقع در حوالی زرند تمرکز دارند. به علاوه همانگونه که در شکل مشاهده می شود در طول گسل گوک و همچنین در پهنه حدفاصل گسل گوک و گسل اندوهجرد تحت تأثیر نیروی فشاری حاکم، محل وقوع زمین لرزه های متعدد می باشد. شکل فوق بر روی تصویر SRTM و براساس داده های موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران و دانشگاه هاروارد تهیه شده است.

در پهنه گسله کوهبنان گسل راستالغز راست بر داهوئیه با روند شمال باختری – جنوب خاوری عملکرد دارد. گسل مذکور سبب جابه جایی واحدهای چین خورده پرکامبرین و پالئوژن شده

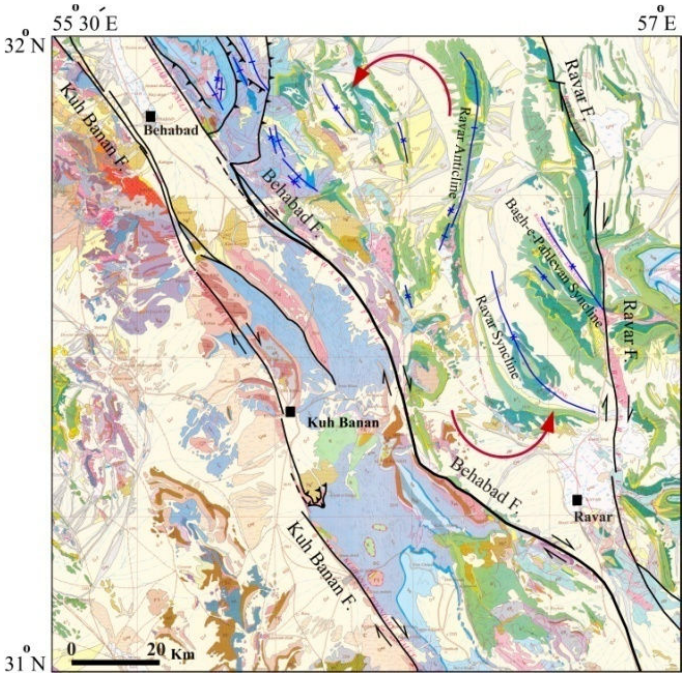
www.SID.ir

Archive of SID

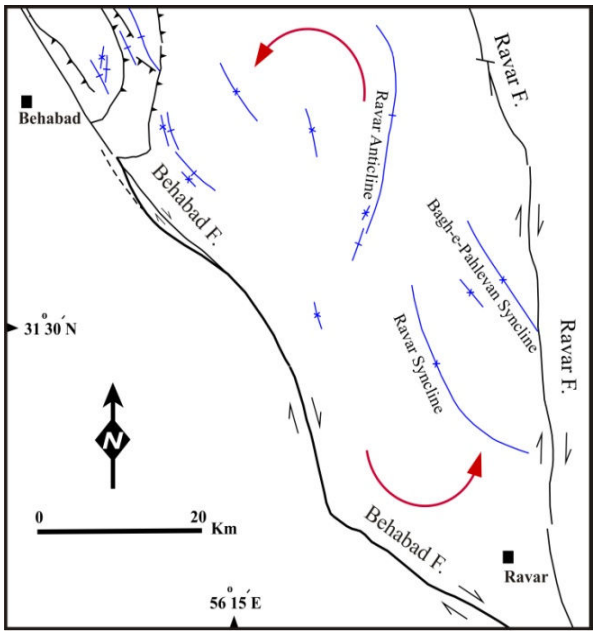
است. از جمله ویژگی های رخنمون یافته در محل گره ساختاری گسل داهوئیه که محل تلاقی گسل راستالغز چپ بر با روند شمال خاوری – جنوب باختری با آن می باشد بیرون زدگی دیاپیر و رخنمون یافتن آن در سطح می باشد.

گسل بهاباد

گسل راستالغز راست بر بهاباد با راستای شمال شمال باختری – جنوب جنوب خاوری به موازات گسل کوهبنان و در شمال آن گسترش دارد. در قسمت های شمالی گسل بهاباد بادزنهای آبرفتی جابه جایی یافته اند که احتمالاً مربوط به لغزش های به وقوع پیوسته طی کواترنری و احتمالاً هولوسن می باشد(Allen et al. 2010). همچنین ایجاد برخی از گسل های راندگی با ابعاد محدود و روند شمال خاوری- جنوب باختری همراه با جابه جایی چپ گرد در طول آن به ساختار Restraining در طول گسل راستالغز بهاباد نسبت داده می شود (Allen et al. 2010). اگرچه تغییر روند در طول گسل بهاباد کاملاً مشهود می باشد اما اطلاعات لرزه ای کمی از آن در دست است. Berberian (1979) محل احتمالی وقوع غالب زمین لرزه های قرن بیستم را در نزدیکی بخش شمالی گسل پیشنهادکرده است (شکل۱۶ و۱۷).



شکل ۱۶. نمایی از موقعیت ساختاری گسل بهاباد واقع در شمال گسل کوهبنان براساس نقشه زمین شناسی راور با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰.



شکل ۱۷. نمایی از تغییر روند گسل بهاباد به عنوان یکی از اجزاءتشکیل دهنده گره ساختاری شهداد. همانگونه که در شکل مشاهده می شود تحت تأثیر نیروی فشاری حاکم بر این گستره

www.SID.ir

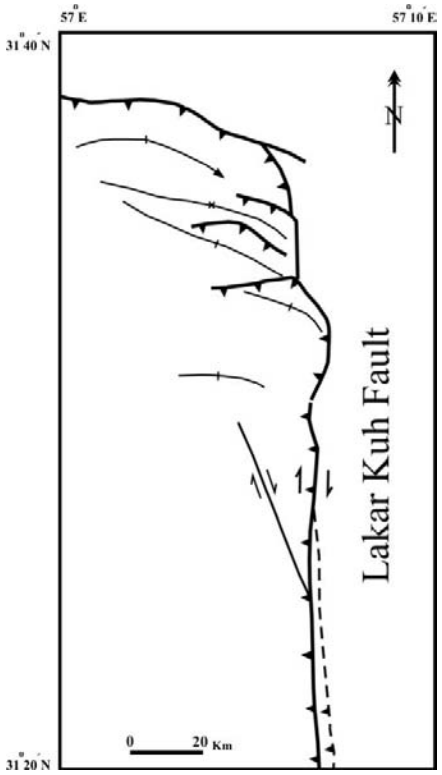
Archive of SID

در بخش شمالی گسل بهاباد محل تمرکز ساختمان های چین خورده می باشد همچنین ریخت ساختاری منطقه تحت تأثیر تغییر شکل از نوع چرخش قطعات گسله است که در خلاف جهت حرکت عقربه های ساعت حول محور قائم به قوع پیوسته است .

-گسل لکرکوه

اگر چه گسل های راستالغز راست بر لکرکوه و راور تقریباً با روند شمالی- جنوبی در حدفاصل پهنه گسله نایبند در خاور و گسل بهاباد در باختر گسترش یافته اند اما تداوم این گسل ها تا گره ساختاری شهداد مشخص نمی باشد. نکته قابل توجه عملکرد این ساختار گسله در واکنش به میدان تنش های فشاری حاکم بر منطقه است .

تشکیل پایانه های گسله فشاری با روند تقریباً خاوری- باختری در منتهی الیه بخش شمالی گسل لکرکوه، منطقه پرفشاری را ایجاد کرده است که سبب تشکیل ساختارهای چین خورده باروند محوری خاوری- باختری شده است (شکل ۱۸). بدین ترتیب واکنش واحدهای سنگی به تنش های وارده از نوع رفتار شکل پذیر بوده از اینرو وقوع زمین لرزه ای خاص به آن نسبت داده نشده است.



شکل ۱۸. نمایی از گسل شمالی – جنوبی لکرکوه و پایانه گسلی آن، بر اساس نقشه چهارگوش لکرکوه با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، عملکرد راست بر گسل ترافشاری لکرکوه سبب رفتار فشاری پایانه گسله و چین خوردگی واحدهای سنگی شده است. همروند بودن محور ساختمان های چین خورده با ساخت های گسله نشانه ای از میدان تنش مشابه و مؤثر بر پهنه ساختاری لکرکوه می باشد.

-گسل راور

ساختار گسله راور با روند شمالی- جنوبی در حدفاصل گسل های راستالغز راست بر لکرکوه در خاور و بهاباد در باختر قرار دارد. موقعیت ساختاری گسل راور همچون مرز جداکننده در حدفاصل دو قطعه گسله سبب گردیده تا تحت تأثیر تنش فشاری وارده بخش های خاوری و باختری گسل رفتار گوناگونی را نمایش دهند زیرا

www.SID.ir

Archive of SID

در باخترآن چرخش خلاف جهت حرکت عقربه های ساعت حول محور قائم قطعه گسله راور از یکسو و در خاور آن حرکت راست بر قطعه گسله لکرکوه از سوی دیگر منطقه پیچیده ای را به وجود آورده است.

ویژگی گره ساختاری شهداد

به طورکلی ایران مرکزی و به طور مشخص مجموعه ساختهای گسله تشکیل دهنده گره ساختاری شهداد از توان لرزه ای نسبتاً محدودی برخوردار می باشند، همچنین وقایع نسبتاً محدود لرزه ای تاریخی و دستگاهی (Berberian et al. 1999) همراه با ویژگی ساخت های گسله که شرح آن گذشت نمایانگر این واقعیت است که در محدوده گره ساختاری شهداد تغییرات نسبتاً داخلی بوده و داده های GPS نیز تأییدی برآن می باشد(Vernant 2004c). تقریباً کلیه ساخت های گسله در محدوده گره ساختاری شهداد عملکرد راستالغز راست بر داشته و در برخی قسمت ها به صورت جزئی مؤلفه فشاری دارند.

Allen et al. (2010) وجود گسل های کاری با روند شمال باختری- جنوب خاوری و گسل های شمالی – جنوبی (Walker 2004) در این محدوده را به گسل های حاشیه خاوری پهنه تصادم عربی با اوراسیا نسبت داده است و گسل های راست بر شمال باختری – جنوب خاوری را باقیمانده وقایع قدیمی معرفی کرده است. بنابراین بر اساس عملکرد ساخت های گسله در محدوده شهداد به جای عبارت گره لرزه ای واژه گره ساختاری پیشنهاد می گردد.

بررسی علت تغییر شکل در گره ساختاری شهداد

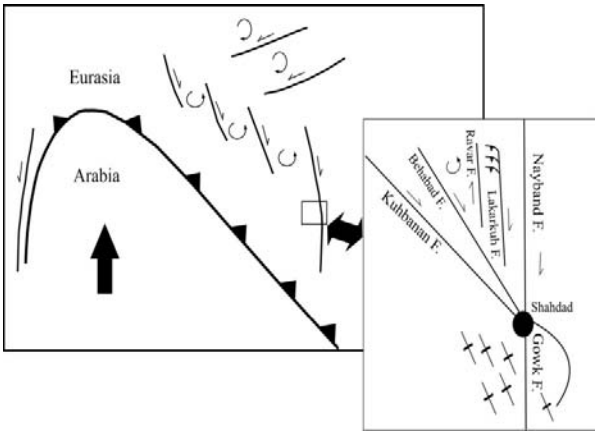
براساس داده های GPS راستای همگرایی اخیر صفحه عربی و اوراسیا شمالی- جنوبی می باشد(Vernant 2004c) . بنابراین تحت تأثیر شرایط حاکم بر فلات ایران احتمال تشکیل ساخت های گسله با روند شمال خاوری- جنوب باختری با عملکرد چپ بر و ساخت های گسله باروند شمال باختری – جنوب خاوری با عملکرد راست بر وجود دارد. به علاوه از دیگر اثرات این کوتاه شدگی می توان به تشکیل ساخت های چرخشی اشاره کرد. اگرچه داده های مغناطیس دیرینه برای تأیید این نوع حرکت وجود ندارد اما نحوه قرارگیری محور ساخت های چین خورده که با زاویه حدود ۲۵ درجه درخلاف جهت حرکت عقربه های ساعت نسبت به بخش پایانی گسل های راستالغز قرار گرفته اند (Allen et al. 2010) تأییدی بر این حرکت می باشد.

بدین ترتیب شواهد رخنمون یافته در گره ساختاری شهداد نمایانگر این واقعیت است که بخش اعظم تنش های فشاری وارده صرف تغییر شکل هایی می شود که به نوعی ریخت امروزی این گستره را تحت کنترل دارند. با استناد به الگوی ارایه شده توسط(Allen et al. (2010 حرکت

www.SID.ir

Archive of SID

راستالغز راست بر ساخت های گسله شمالی – جنوبی و شمال باختری – جنوب خاوری ، چین خوردگی واحدهای سنگی و ویژگی هندسی آنها ، همچنین چرخش خلاف جهت حرکت عقربه های ساعت قطعه گسله حدفاصل گسل راور و گسل بهاباد همگی بازتابی از رفتار ساخت های گسله این گستره در واکنش به تنش های فشاری وارده می باشد که امروزه راستای آن شمالی – جنوبی است (شکل ۱۹).



شکل ۱۹. الگوی ساختاری ساخت های رخنمون یافته در گره ساختاری شهداد، بعد از .Allen at al.(2010) .

نتیجه گیری

توزیع تنش فشاری با راستای شمالی–جنوبی که ناشی از همگرایی صفحه عربی با اوراسیا می باشد سبب فعالیت ساخت های گسله با روند شمالی – جنوبی (نایبند، گوک، لکرکوه ، راور) ، شمال باختری – جنوب خاوری (کوهبنان، بهاباد) و گسل های فرعی با روند شمال خاوری– جنوب باختری شده است. حرکت گسل ها غالباً از نوع راستالغز راست بر بوده و در برخی موارد نیز از نوع فشاری می باشند. علاوه بر ساخت های گسله ، چرخش قطعات گسله و ساختمان های چین خورده نیز در این گستره رخنمون دارد. همگرایی ساخت های مذکور در محدوده شهداد، گره ساختاری شهداد را به وجود آورده است که به نوبه خود در فلات ایران کم نظیر می باشد. میزان جابه جایی در طول ساختهای گسله ایران مرکزی و گره ساختاری شهداد کم وحداکثر مقدار آن ۲ میلیمتر در سال برآورده شده است، در همین رابطه رفتار واحدهای سنگی به تنش های موجود در منطقه غالباً از نوع شکل پذیر و چین خوردگی بوده است. همچنین در طول هریک از ساخت های گسله متناسب با شرایط حاکم بر آن مثلاً وجود قطعات گسله و یا نحوه اتصال قطعات با یکدیگر مناطق بالقوه لرزه خیزی بوجود آمده است. اگرچه امروزه ساخت های گسله گوک و کوهبنان محل وقوع بیش ترین زمین لرزه های گره ساختاری شهداد می باشند اما تداوم اعمال تنش های وارده سبب فعالیت دیگر مناطق موجود در این محدوده خواهد شد که در همین رابطه شناسایی ویژگی هندسی ساخت های گسله و گره های ساختاری فرعی در برنامه ریزی های آتی به منظور جلوگیری از وقایع احتمالی پیش بینی نشده کاملاً ضروری است.

www.SID.ir

Archive of SID

فهرست منابع

سهندی، م. ر.، ۱۹۹۱، نقشه زمین شناسی چهارگوش کرمان با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، شماره J10، سازمان زمین شناسی کشور.

علوی نائینی ، م.، ۱۹۸۱، نقشه زمین شناسی چهارگوش لکرکوه با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، شماره J19 ، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

مهدوی، م. ع.، ۱۹۹٦، نقشه زمین شناسی چهارگوش راور با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، شماره ٤۰/۲، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

نبوی، م. ح.، ۱۳۵۵، دیباچه ای بر زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

-Allen, M.B., Armstrong, H.A., 2008, Arabia-Eurasia collision and the forcing of Mid Cenozoic global cooling, Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 265, pp.52-58.

-Allen, M.B., Kheirkhah, M., Emami, M.H., Jones, S.J., 2010, Right-lateral shear across Iran and kinematic change in the Arabia-Eurasia collision zone, Geophys. J. Int., doi : 10.1111/j.1365-246X.2010.04874.x, pp 1-20.

-Ballato, P., Uba,C.E., Landraf, A., Strecker, M.R., Sudo, M., Stocklin, D.F., 2010, Arabia-Eurasia continental collision: insights from late Tertiary foreland basin evolution in the Alborz mountains, northern Iran. Bull. Geol. Soc. Am., doi : 10.1130/B3009101.

- Berberian, M., 1979, Surface rupture and mechanism of the Bob-Tangol (Southern Iran) earthquake of December 1977, Geol. Sur. of Iran, Rep. No.52.

- Berberian, M., 1981, Active faulting and tectonics of Iran, Geol. Sur. of Iran. Rep. No. 52.

-Berberian, M., Yeats, R.S., 1999, Patterns of historical earthquake rupture in the Iranian plateau, Bull. Seism. Soc. Am., 89, pp.120-139.

-Copley, A., Jackson, J., 2006, Active Tectonics of the Turkish-Iranian plateau Tectonics, 25, TC6006, doi :10.1029/2005 TC001096.

-Jackson, J., Mckenzie, D., 1984, Active tectonic of Alpine-Himalayan belt between western Turkey and Pakistan, J. of Geoph., No.77, pp.164-185.

-Kim, Y., 2003, Mesoscale strike slip faults and damage zones at Marsalforn, Gozo Island, Malta, J. of Struc. Geol., pp.793-812.,

-Mohajer Ashjai, A., 1975, Reflections on the rigidity of the Lut block and recent crustal deformation in eastern Iran, Tectonophysics, 28.

-Nicol, A., 2002, Relay zones between mesoscopic thrust faults in layered sedimentary sequences, J. of Struc. Geo., pp.709-727.

-Okay, A.I., Zattin, M., Cavazza, W., 2010, Apatite fission-track data for the Miocene Arabia-Eurasia collision, Geol., 38, p.35-38.

www.SID.ir

Archive of SID

Vernant, Ph., 2004c .Present-day crustal deformation and plate kinematics in Middle East constrained by GPS measurements in Iran and northern Oman, Geophys .J .Int., 157, 381-398.

-Walker, R., 2004, Active tectonics and late Cenozoic strain distribution in central and eastern Iran, Tectonics, 23, TC5010, doi :5010.1029/2003TC001529.

-Stocklin, J., Nabavi, M.H., 1965, Summary of the geology of the Alborz Mountains and Iranian Azarbaijan, Geol. Sur. Iran, Rep. No.47.

-Talebian, M., Jackson, J., 2006, The Dahuiyeh (Zarand) earthquake of 2005 February 22 in central Iran: reactivation of an intramountain reverse fault, Geophys. J. Int., 164, pp.137-148.

-Valeh, N., 1969, Gowk sheet, 1:100000, Geol. Sur. of Iran, No.7549.

www.SID.ir