تحلیل شبکه های آبی مرتبط با کوهستان داوران در استان کرمان از دیدگاه ژئومورفولوژی و تکتونیک

دکتر علی سیستانی پور[1]

چکیده

گسل اصلی منطقه به نام گسل داوران می باشد که در امتداد جبهه شمال شرقی کوهستان داوران واقع شده است. مطالعات صحرایی و پردازش رقومی داده های ماهواره ای منطقه تطابق بین گسل های محل مورد مطالعه با شکستگی های مورد انتظار در یک زون فشاری برشی راستگرد را ثابت می کند. این شکستگی ها شامل گسل های موازی با گسل اصلی (Y) ، گسل های مزدوج ریدل و آنتی ریدل (R, R´)، گسل های تقریباً موازی با گسل اصلی(P) و گسل های نرمال (T) می باشند. اکثر امتداد شاخه های اصلی و فرعی شبکه های آبی منطقه از راستای گسل های منطقه پیروی می کنند. در شبکه های آبی منطقه به ویژه در جبهه های شمال شرقی و جنوب غربی کوهستان، راستای شاخه اصلی شبکه ها بر روی راستای گسل های راستالغز قرار گرفته و روند بعضی شاخه های فرعی شبکه ها در امتداد گسل های نرمال که دارای ساز و کار کششی هستند واقع شده اند. پدیده های ژئو مورفولوژی منطقه مرتبط با تکتونیک منطقه و نتیجه فرسایش های آبی و بادی شکل گرفته اند. بااستفاده از فرمول‌های پیچ و خم (سینوسیته) پیشانی کوهستان (S_{mf}) ونسبت پهنای کف دره به ارتفاع آن (V_f) مشخص شد که هر دو جبهه کوهستان از لحاظ تکتونیکی فعال می باشند.

کلید واژه ها: شبکه آبی-کوهستان داوران-ژئومورفولوژی-تکتونیک

[1] استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر ری a.sistanipour@iausr.ac.ir

مقدمه

گسل های راستالغز به نام های گوناگون از جمله گسل‌های عرضی برشی و گسل‌های ترادیسی خوانده شده‌اند. این گسل‌ها تقریباً قائم بوده و حرکت غالب در آنها در امتداد صفحهٔ گسل و به صورت افقی رخ می‌دهد. گسل عادی گسلی است که در اثر تنش های کششی وارده به سنگ ها ایجاد می شود. امتداد گسل ها مکان مناسبی جهت ایجاد شبکه آبی روی زمین است در منطقه مورد مطالعه گسل های راستالغز و عادی بیشترین سهم را در شکل گیری شبکه های آبی منطقه داشته اند. در طول سامانه گسلی داوران در بیشتر قسمت ها قطعات گسلی مرز بین کمربند چین خورده و دشت های فرو نشسته کناری را تشکیل می داده است. در بعضی قسمت ها نهشته های کواترنر توسط قطعات این سامانه گسلی قطع شده اند و همراه با ظهور چشمه های متعدد و روستاهای مرتبط با آن ها، دلیلی بر فعال بودن این سامانه گسلی در طی کواترنری می باشد. از بررسی های صحرایی و تطبیق با پردازش داده های ماهواره ای به تحلیل ساختاری و راستای شبکه های آبی منطقه پرداخته شده است. در نهایت تنش بیشینه وارد بر منطقه و ارتباط بین گسل ها و شبکه های آبی منطقه همراه با پدیده های ژئومورفولوژی مورد بررسی و شناسایی قرار می گیرد.

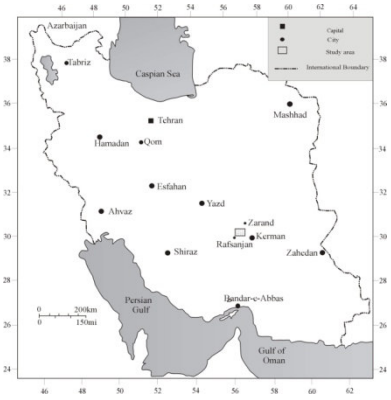
محدوده مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه با مختصات جغرافیایی ´۳۰ °۳۰ تا ´۳۹ °۳۰ عرض شمالی و ´۱۵ °۵۶ تا ´۳۰ °۵۶ طول شرقی در استان کرمان قرار دارد و منطقه شامل ارتفاعاتی است که در شمال شرق شهرستان رفسنجان و جنوب غرب شهرستان زرند واقع شده است(شکل۱). ارتفاعات شمال شرق رفسنجان به کوهستان داوران معروف است. این کوهستان قسمتی از رشته کوهستان بافق- باغین می باشد. این ارتفاعات که به نام کمربند رفسنجان نیز نامیده می شود بین شهرهای رفسنجان و زرند با روند شمال غربی- جنوب شرقی قرار دارد. براساس تقسیم بندی های ارائه شده توسط نبوی(۱۳۵۵)، افتخار نژاد(۱۳۵۹)، Stocklin (۱۹۶۸) و Berberian & King (

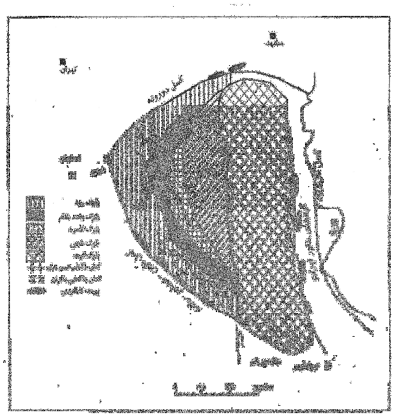
۱۹۸۱) منطقه موردمطالعه به ایران مرکزی تعلق دارد. این منطقه در بلوک طبس باپی سنگ کامبرین در نظر گرفته شده که در این واحد ، اینفراکامبرین و پالئوزوئیک از گسترش جالبی برخوردار بوده و اغلب به وسیله پوششی از رسوبات مزوزوئیک فرا گرفته شده است (Stampeli, ۱۹۷۸) . در آخرین تقسیم بندی ایران مرکزی توسط آقانباتی (۱۳۸۳) منطقه مورد مطالعه در بلوک پشت بادام قرار می گیرد(شکل۲). گسل اصلی و فعال منطقه به نام گسل داوران است. این گسل فعال در غرب دشت لوت و به موازات گسل های لرزه خیز کوهبنان و رفسنجان قرار گرفته است(شکل۳).

روش تحقیق

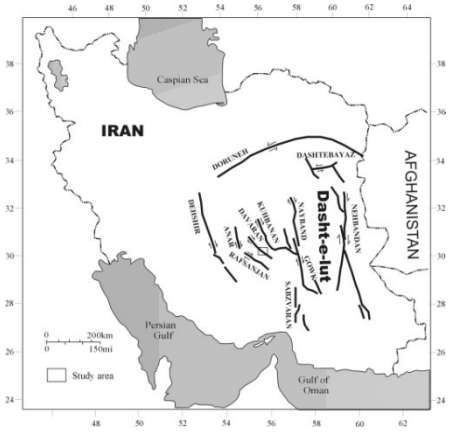
در این تحقیق از مطالعات کتابخانه ای و میدانی جهت تحلیل شبکه های آبی استفاده شد. داده‌های رقومی ماهواره‌ای مورد استفاده در این پروژه شامل داده های +ETM ماهواره لندست می باشد. در این پژوهش سعی شده تا با ترکیب مناسب باندهای سنجنده +ETM ، بهترین ترکیب سه باندی برگزیده شود و به علت این که ترکیب سه باندی تشکیل شده طبیعی تر و در آن گیاهان به رنگ سبز دیده شوند در تصاویر ارائه شده از ترکیب ۷۴۱ استفاده شد. برای پردازش این داده ها از نرم‌افزارهای ArcGIS و MrSID استفاده شد.



شکل ۱ موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه



شکل۲ خرد قاره ایران مرکزی و زیر پهنه های آن(آقا نباتی، ۱۳۸۳)



شکل۳ گسل های مهم ایران مرکزی و شرق دشت لوت

گسل های منطقه

پراکندگی و و وضعیت هندسی گسل های منطقه به صورتی است که ارائه یک الگو و تحلیل ساختاری منطقه را با مشکل مواجه می سازد. با برداشت مشخصات این گسل ها، مشخص شد که گسل های مذکور عمدتاً در پنج راستا گسترش داشته‌اند(شکل۴)، به طوریکه گسل های

واقع در هریک از این راستاها، علاوه بر هم امتداد بودن دارای سازوکار تقریباً یکسانی نیز می‌باشند. در بعضی از راستای این گسل ها قطعات مختلف گسلی دیده شد. در ادامه به معرفی گسل ها در این راستاها به طور جداگانه پرداخته می‌شود.

۱) گسل های با راستای حدود ۱۴۰ درجه

گسل داوران که گسل اصلی منطقه است در این راستا قرار گرفته است. این گسل در امتداد جبهه شمال شرقی کوهستان داوران واقع شده است. گسل های این گروه به موازات راستای پهنه جابجایی اصلی منطقه تشکیل شده‌اند و دارای سازوکار راستالغز راستگرد هستند. این گسل ها در راستای تقریباً ۱۴۰درجه جهت‌گیری کرده‌اند و دارای شیبی نزدیک ۸۰ درجه می باشند.

۲) گسل‌های با راستای بین ۱۶۵-۱۵۰ درجه

این گسل ها دارای سازوکار راستالغز راستگرد هستند که مشابه سازوکار برش اصلی حاکم بر منطقه بوده و اکثر گسل های این گروه شیبی بین ۸۰-۷۰ درجه به سمت شمال شرق دارند.

راستای این گسل ها نسبت به راستای پهنه برش اصلی زاویه ۲۰-۱۵ درجه می‌سازند.

۳) گسل‌های با راستای بین ۷۰-۵۵ درجه

این گروه از گسل ها، راستالغز و دارای مؤلفه چپگرد که متضاد با مولفه برش اصلی حاکم بر منطقه است، بوده و اکثر گسل های این گروه دارای شیبی بین ۸۰-۷۰ درجه به سمت شمال غرب می‌باشند.

راستای این گسل ها نسبت به راستای پهنه برشی اصلی زاویه ۸۰-۶۰ درجه می‌سازند.

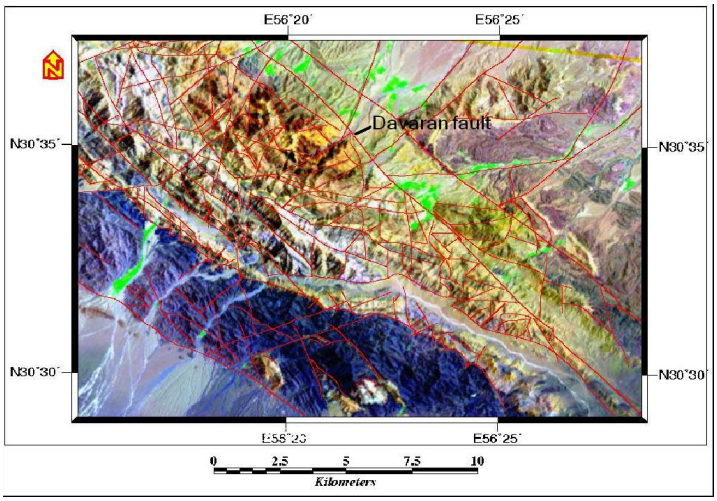
۴) گسل های با راستای بین ۱۳۰-۱۲۵ درجه

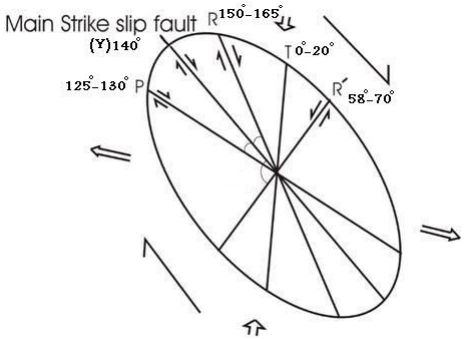
این گسل ها، غالباً راستالغز راستگرد بوده و اکثراً شیبی بین ۸۰-۷۰ درجه به سمت شمال شرق دارند.

گسل های مذکور در حالت ایده آل، با روند برش اصلی حاکم بر منطقه، زاویه ۱۰- درجه می‌سازند.

۵) گسل های با راستای بین ۲۰-۰ درجه

این گسل ها ماهیت کششی داشته و به نام گسل های عادی معروفند. امتداد بعضی آبراهه‌ها و چشمه‌های منطقه از راستای این گسل ها تبعیت می‌کنند. شیب اکثر این گسلها بین ۷۰-۶۰ درجه به سمت شمال غرب است.





شکل۴ گسل های منطقه مورد مطالعه که از پنج راستا ی گسلی در منطقه برشی (مدل پایین) مطابقت می کنند.

راستای گسل های منطقه از راستای گسل های ثانویه ناشی از عملکرد گسل های راستالغز پیروی می کند. در بسیاری از مکانها، آرایه پیچیده گسل های ثانویه‌ای که در پی سنگ و در ارتباط با یک گسل اصلی ایجاد می‌گردند، در ظاهر امر وضعیت تحلیل ساختاری این مناطق را دشوار می‌سازند اما با کمی دقت در ویژگی های هندسی این گسل ها و با الهام گرفتن از مدل های آزمایشگاهی و نظریات تئوری ضمن تفکیک و انتظام بخشیدن به این گسل ها، می‌توان از آنها درجهت شناسایی وضعیت نیروهای تکتونیکی کمک گرفت.

با اعمال برش ساده، به نمونه‌های آزمایشی، پنج دسته شکستگی بوجود می‌آید. (Riedel, ۱۹۲۹; Tchalenko, ۱۹۷۰).

۱ـ گسل های موازی راستای پهنه جابجایی اصلی که به وسیله Morgenestern & Tchalenko (۱۹۶۷) برش های Y نامیده شده‌اند.

۲ـ گسلهای راستالغزش برشی ریدل (Riedel) که به نامهای برشهای R (R shears)، شکستگیهای سینتتیک (Synthetic) و شکستگیهای پرمانند (Pinnate) نیز معروفند و با راستای پهنه جابجایی اصلی زاویه‌ای حدود ϕ/۲ می‌سازند.

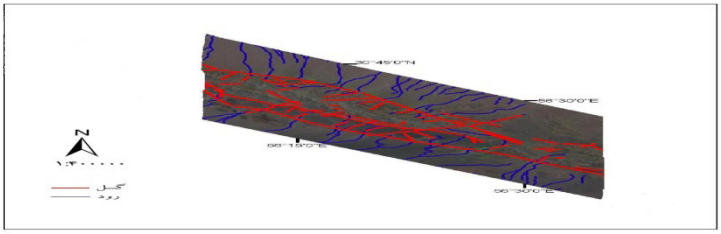
۳ـ گسلهای راستالغز مزدوج (Conjugate) با گسلهای ریدل یا برشهای R´ یا آنتی‌تتیک (Antithetic) که تحت زاویه ۹۰-ϕ/۲ نسبت به راستای پهنه جابجایی اصلی قرار می گیرد.

۴-گسلهای راستالغز سینتتیک دوم (Secondary synthetic) که تحت زاویه ϕ/۲ – با راستای پهنه جابجایی اصلی قرار دارند و جهت حرکتشان با جهت برش اصلی، همسو است. Tchalenko&Ambraseys (۱۹۷۰) این گسلها را برشهای P (P Shears) نامیده اند.

۵ـ شکستگیهای کششی یا گسلهای نرمال که با راستای پهنه جابجایی اصلی زاویه ۴۵ درجه می‌سازند. این دسته از شکستگیها توسط Tchalenko&Ambraseys (۱۹۷۰) ، شکستگهای T نامیده شده‌اند.

شبکه های آبی منطقه

اکثر امتداد شاخه های اصلی و فرعی شبکه های آبی منطقه از راستای گسل های منطقه پیروی می کنند (شکل۵). گسل‌های نوع T چون عمود بر نیروی کششی در منطقه شکل می گیرند، دارای ساز و کار نرمال(کششی) می‌باشند. به این علت در روی این گسل‌ها فرو افتادگی بوجود می‌آید و در نتیجه مکان مناسبی برای تشکیل آبراهه‌ها و ایجاد شبکه آبی می‌شوند. دیگر گسل های منطقه راستالغز بوده و دارای ساز و کار برشی می باشند و راستای این گسل ها نیز مکان مناسبی جهت تشکیل شا خه های شبکه آبی هستند. در منطقه پس از بررسی راستای شبکه آبی به ویژه در جبهه های شمال شرقی و جنوب غربی منطقه مشخص شد راستای شاخه اصلی شبکه ها بر روی راستای گسل های راستالغز قرار گرفته و روند بعضی شاخه های فرعی شبکه ها در امتداد گسل های نرمال که دارای ساز و کار کششی هستند واقع شده اند(شکل های ۶ و ۷). اکثر قطعات گسلی در دو طرف کوهستان و در حد کوه و دشت قرار گرفته‌اند. در قسمت جنوب شرقی کوهستان تعدادی از قطعات از مرکز کوهستان عبور کرده‌اند. قسمت عمده قطعات گسلی از مخروط‌افکنه‌ها و آبرفت‌های حد کوه و دشت می‌گذرند و قسمتی از قطعات از میان رخنمون‌های سنگی عبور می‌کنند. بررسی و مشاهده جا به جایی امتدادی در اثر گسل تنها از طریق جابه‌جایی در مسیر رودخانه‌ها، آبراهه‌ها، پشته‌های فشاری، مسیر دره‌ها و مخروط‌افکنه‌ها ا مکان‌پذیر است.



شکل ۵. تصویر گسل ها ی اصلی و شاخه های اصلی شبکه های آبی منطقه

شکل ۶. یک شاخه فرعی(تصویر سمت راست) و یک شاخه اصلی(تصویر سمت چپ) از شبکه آبی در محدوده شمال شرقی منطقه

شکل ۷. دو شاخه فرعی(تصویر سمت راست) و یک شاخه اصلی(تصویر سمت چپ) از شبکه آبی در محدوده جنوب غربی منطقه

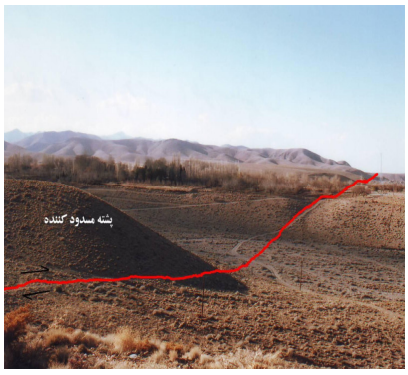
ریخت زمین ساخت و پدیده های ژئومورفولوژی مرتبط با گسل ها و شبکه آبی منطقه

زمین ریخت ها، سیما ها وعوارض سطحی زمین می باشند و به مجموعه زمین ریخت ها، چهره زمین، زمین منظر یا چشم انداز(Land scape) گفته می شود(پورکرمانی و سلگی، ۱۳۸۸). با مطالعه تصاویر ماهواره‌ای و انجام عملیات صحرایی در طول کوهستان مورد مطالعه، تجزیه و

تحلیل شکل‌ها و ناهمواری‌ها نتیجه شد که تمامی زمین ریخت های اولیه و ثانویه ریخت زمین ساختی خاص گسل‌های فعال راستالغز، در قطعات مختلف این سامانه گسلی تشکیل شده است. اثرات ریخت زمین ساختی قطعات گسلی منطقه در پیشانی کوهستان به صورت پرتگاه‌های گسلی ، پشته‌های مسدود کننده، رودخانه‌های منحرف شده(شکل۸)، رودخانه‌های جا به جا شده ، دره‌های خطی ، دیده می‌شود. تعداد و نوع زمین ریخت های ایجاد شده در قطعات این سامانه گسلی متفاوت بوده و بستگی به میزان فعالیت و نوع حرکت هر قطعه گسل داشته که این خود امکان مقایسه قطعات گسل را از نظر میزان فعالیت ممکن می‌سازد.

از پدیده های ژئو مورفولوژی منطقه که نتیجه فرسایش های آبی و بادی شکل گرفته اند می توان به این موارد اشاره کرد:

- دره V شکل دراثر فرسایش شبکه آبی(شکل۹).
- دشت ریگی مجاور کوهستان که در اثر فرسایش بادی در آبرفت ها پدید آمده (شکل۹).
- ساختار های افقی فرسایش یافته و ایجاد پدیده های پیشانی و شیب ملایم که در اثر فرسایش شبکه آبی در منطقه به وجود آمده است(شکل۱۰).
- پدیده هزار دره به علت فعالیت شستشو در دامنه کوهستان(شکل۱۰).



شکل ۸. ایجاد پشته مسدود کننده در مسیر رود (سمت راست)-رود منحرف شده در اثر فعالیت گسل راستا لغز (سمت چپ)

شکل ۹. دره V شکل دراثر فرسایش شبکه آبی(تصویر سمت راست) . ایجاد پدیده دشت ریگی در مجاورت کوهستان در اثر فرسایش بادی در آبرفت ها(تصویر سمت چپ)

شکل ۱۰. نمایی از پدیده های پیشانی و شیب ملایم که در اثر فرسایش شبکه آبی در منطقه به وجود آمده است(تصویر سمت راست)

نمایی از پدیده هزار دره به علت فعالیت شستشو در دامنه کوهستان(تصویر سمت چپ)

برای پی بردن به تکتونیک فعال منطقه بوسیله شبکه آبهای موجود در منطقه می‌توان از فرمول‌های پیچ و خم (سینوسیته) پیشانی کوهستان (S_{mf}) ونسبت پهنای کف دره به ارتفاع آن (V_f) استفاده کرد (Keller and Pinter, ۲۰۰۲) (شکل ۱۱).

$$S_{mf} = \frac{L_{mf}}{L_s}$$

S_{mf}= سینوسیته پیشانی کوهستان

L_{mf}=طول پیشانی کوهستان در طول کوهپایه وانحناهای مشخص در دامنه آن

L_s= طول خط مستقیم پیشانی کوهستان

$$V_f = \frac{2V_{fw}}{[(E_{ld} - E_{sc}) + (E_{rd} - E_{sc})]}$$

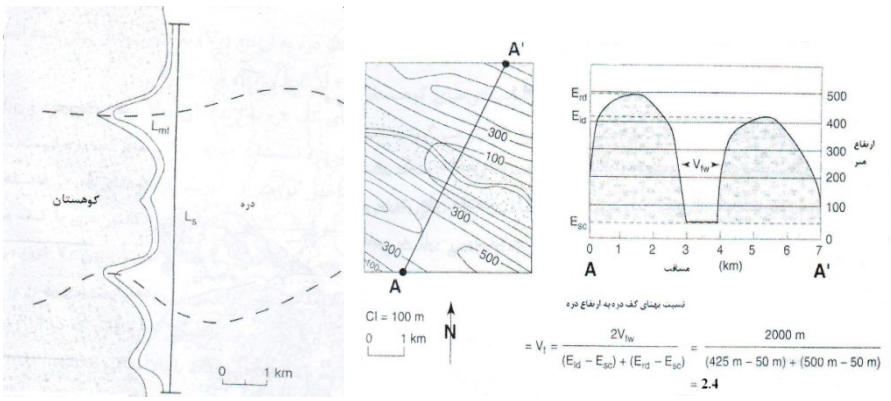
V_f= نسبت پهنای کف دره به ارتفاع

V_{fw}= پهنای کف دره

E_{rd}, E_{ld}= ارتفاع دیواره‌های راست و چپ دره

E_{sc}= ارتفاع کف دره

مقادیر بزرگ V_f با نرخ‌های بالا آمدگی پایین یعنی فعالیت تکتونیک کم در ارتباط است که در آن رودها کف نسبتاً پهنی دارند. مقادیر پایین V_f به دره های عمیق اشاره دارد که در آن رودها به طور فعال دره‌ها را حفر می‌کنند و معمولاً در ارتباط با تکتونیک فعال و بالا آمدگی هستند. پیشانی‌های کوهستانی مرتبط با تکتونیک فعال دارای سینوسیته (S_{mf}) بین ۱/۶ و ۱ هستند. پیشانی‌های کوهستانی واجد فعالیت کم دارای سینوسیته بین ۳و ۱/۶ بوده و پیشانی‌های کوهستانی غیر فعال دارای سینوسیته‌های در حدود ۳ تا مقادیر بزرگتر از ۵ می‌باشند چون فرسایش زیاد و تکتونیک غیر فعال است. بنابراین بالاآمدگی اتفاق نمی‌افتد پس طول خط انحنای پیشانی کوهستان زیاد می‌شود.



$$S_{mf} = \frac{L_{mf}}{L_s}$$

شکل۱۱. نمودار چگونگی محاسبه نسبت پهنای کف دره به ارتفاع آن(الف) نمودار چگونگی محاسبه پیچ و خم پیشانی کوهستان(ب)(Keller and Pinter, ۲۰۰۲) .

با محاسبات صورت گرفته در دره های شبکه آبی جبهه های کوهستان شمال شرق و جنوب غرب منطقه این نتایج به دست آمد:

در جبهه شمال شرق کوهستان : S_{mf} = ۱/۱۰۳ ، V_f =۱/۰۸۵

در جبهه جنوب غرب کوهستان : S_{mf} = ۱/۳۴۰ ، V_f =۰/۹۴۱

این نتایج نشان می دهد که هر دو جبهه کوهستان از لحاظ تکتونیکی فعال می باشند و فرسایش شبکه های آبی منطقه باعث عمیق شدن دره ها در این کوهستا شده است. با توجه به V_f کمتر در جبهه جنوب غرب کوهستان مشخص می شود که فعالیت تکتونیکی در این جبهه بیشتر از جبهه شمال شرق می باشد.

بحث

مطالعات انجام شده بر روی تصاویر ماهواره‌ای منطقه، انجام عملیات صحرایی نشان دهنده تبعیت گسل های منطقه مورد مطالعه از پنج روند عمده موجود در زون برشی راستگرد است. این تبعیت هم از لحاظ جهت‌گیری است و هم از لحاظ سازوکار عملکرد گسل ها می باشد.

گسل های گروه اول منطقه ، مشابه گسل های Y در زون برشی راستگرد هستند که دارای مکانیسم راستالغز راستگرد می‌باشند. در گروه دوم گسل های منطقه دارای سازوکاری مشابه سازوکار گسل اصلی می‌باشند ولی نسبت به راستای آن زاویه $(\frac{\Phi}{2})^\circ = 15^\circ - 20^\circ$ می‌سازند (Φ زاویه اصطکاک داخلی سنگها که به طور کلی ۳۰° در نظر گرفته می‌شود). راستای این گسلها مطابق راستای گسلهای گروه R (ریدل) در زون برشی راستگرد هستند.در گروه سوم، گلسها، راستالغز و دارای مؤلفه برشی چپگرد بوده که نسبت به راستای گسل اصلی زاویه $(90 - \Phi)^\circ = 80^\circ - 60^\circ$ می سازند، این گسلها مشابه گسل‌های گروه R´ (آنتی ریدل)

در زون برشی راستگرد هستند. در گروه چهارم راستای گسل ها با راستای گسل اصلی زاویه $(-\frac{\Phi}{2})^\circ = -10^\circ$ می‌سازند و دارای سازوکار راستالغز راستگرد هستند، این گسلها با گسلهای گروه P در زون برشی راستگرد مطابقت می‌کنند. گروه پنجم، گسل ها در راستای بین ۰° - ۲۰° جهت‌گیری کرده و اکثراً سازوکاری کششی از خود نشان می‌دهند. این گسل ها مشابه گسل های گروه T در زون برشی راستگرد هستند. گرچه عوامل متعددی از جمله وضعیت زمین شناسی، لیتولوژی، ساختارهای تکتونیکی و آنومالی‌های توپوگرافی در شکل‌گیری هندسه مسیر شبکه آب ها مؤثرند اما با مقایسه نقشه شبکه های آبی ارتفاعات شمال شرق رفسنجان با نقشه زمین شناسی و گسل های منطقه می‌توان نتیجه گرفت که ساختارهای تکتونیکی در ارتفاعات، بیشترین سهم را در هدایت و یا تغییر مسیر شبکه های آبی داشته‌اند. در منطقه پدیده های ژئومورفولوژی و ریخت زمین ساخت های مرتبط با تکتونیک به وضوح دیده می شود.

نتیجه‌گیری

- تبعیت گسل های منطقه مورد مطالعه از پنج راستای عمده موجود در زون برشی راستگرد ناشی از اعمال برش ساده به نام های T,P,R′,R,Y . گسل نوع T دارای ساز و کار کششی بوده و دیگر گسل ها دارای ساز و کار راستا لغزی می باشند. گسل داوران گسل اصلی منطقه است.

- تعدادی از گسل ها ی منطقه از قطعات مختلف گسلی تشکیل شده اند.

- اکثر امتداد شاخه های اصلی و فرعی شبکه های آبی منطقه از راستای گسل های منطقه پیروی می کنند.

- گسل‌های نوع T چون عمود بر نیروی کششی در منطقه شکل می گیرند، دارای ساز و کار نرمال(کششی) می‌باشند. به این علت در روی این گسل‌ها فرو افتادگی بوجود می‌آید و در نتیجه مکان مناسبی برای تشکیل آبراهه‌ها و ایجاد شبکه آبی می‌شوند.

- در منطقه پس از بررسی راستای شبکه آبی به ویژه در جبهه های شمال شرقی و جنوب غربی مشخص شد راستای شاخه اصلی شبکه ها بر روی راستای گسل های راستالغز قرار گرفته و راستای بعضی شاخه های فرعی شبکه ها در امتداد گسل های نرمال (نوع T)که دارای ساز و کار کششی هستند واقع شده اند.

- اکثر قطعات گسلی در دو طرف کوهستان و در حد کوه و دشت قرار گرفته‌اند. در قسمت جنوب شرقی کوهستان تعدادی از قطعات از مرکز کوهستان عبور کرده‌اند.

- پدیده های ژئو مورفولوژی منطقه مرتبط با تکتونیک منطقه و نتیجه فرسایش های آبی و بادی شکل گرفته اند. از جمله پدیده های ژئومورفولوژی می توان به دره V شکل، ساختار های افقی، پیشانی و شیب ملایم اشاره کرد. و همچنین از پدیده های ریخت زمین ساخت ها می توان از پرتگاه گسلی، پشته های مسدود کننده، رود های منحرف شده و رود های جا به جا شده نام برد.

- برای پی بردن به تکتونیک فعال منطقه بوسیله شبکه آبهای موجود در منطقه از فرمول‌های پیچ و خم (سینوسیته) پیشانی کوهستان (S_{mf}) ونسبت پهنای کف دره به ارتفاع آن (V_f) استفاده شد.

نتایج نشان داد که هر دو جبهه کوهستان از لحاظ تکتونیکی فعال می باشند و فرسایش شبکه های آبی منطقه باعث عمیق شدن دره ها در این کوهستان شده است. با توجه به V_f کمتر در جبهه جنوب غرب کوهستان مشخص می شود که فعالیت تکتونیکی در این جبهه بیشتر از جبهه شمال شرق می باشد.

- با توجه به روند محور چین‌ها و امتداد گسل های منطقه می‌توان جهت حداکثر تنش وارد بر

منطقه را در راستای تقریبی بین N۲۵E تا N۲۰E در نظر گرفت که این تنش متأثر از حرکت صفحه عربستان به طرف صفحه ایران مرکزی است و منطقه را از لحاظ تکتونیکی جنبا و فعال نگه داشته است.

- این تنش باعث ایجاد دو مؤلفه برشی و فشارشی می‌شود. مؤلفه برشی غالباً باعث حرکت راستالغز گسل های منطقه شده و بخش اعظم مؤلفه فشارشی باعث ایجاد چین خوردگی‌ها و گسل های رانده در منطقه شده است.

منابع

۱- آقانباتی، س.، ۱۳۸۳، زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

۲- افتخار نژاد، ج.، ۱۳۵۹، تفکیک بخشهای مختلف ایران از نظر وضع ساختمانی در ارتباط با حوضه های رسوبی، نشریه انجمن نفت ، شماره ۸۲ ، ص ۱۹- ۲۸.

۳- پورکرمانی، م.، سلگی، ع.، ۱۳۸۸، مورفو تکتونیک، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران.

۴- نبوی، م.، ۱۳۵۵، دیباچه‌ای بر زمین شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور.

۵- Berberian, M., King, G.C.P., ۱۹۸۱. *Towards a palaeogeograghy and tectonic evolution of Iran*. Canadian Journal of Earth Sciences ۱۸, ۲۱۰-۲۶۵.

۶- Keller, E.A., and Pitner, N., ۲۰۰۲, *Active tectonics, earthquakes uplift, and Landscape*, Prentice Hall Inc. New Jersey. Second Edition, ۳۶۲ P.

۷- Morgenstern, N.R., and Tchalenko, J.S., ۱۹۶۷, *Microscopic studies in Koolin subjected to direct shear,* Geotechnique, Vol.۱۷, PP.۳۰۹-۳۲۸.

۸- Riedel, W., ۱۹۲۹, "*Zarmechonik geologischer Brucher scheinungen",* *zentralbatt fur mineralogie*, Geologie und paleontologie, AbhandlungB, pp.۳۵۴-۳۶۸.

۹- Stampeli, G.M., ۱۹۷۸, *Etude geologique de Elbourz oriental au sud de Gonbade – Qabus, Iran, NE***.** These Geneve.

۱۰- Stocklin, J., ۱۹۶۸, *Structural history and tectonics of Iran*, review, Amer. Ass. Petr. Geol., Vol.۵۲(۷), PP.۱۲۲۹-۱۲۵۸.

۱۱- Tchalenko, J.S., ۱۹۷۰, *Similarities between shear zones of different magnitudes*, Geol.soc.Amer.Bull, Vol.۸۱, PP.۱۶۲۵-۱۶۴۰.

۱۲- Tchalenko, J.S., and Ambraseys, N.N., ۱۹۷۰, *Structural analysis of the Dasht-e- Bayaz (Iran) earthquake fractures*, Geol. Soc Amer. Bull., Vol.۸۱, No.۱, PP.۴۱-۶۰.