

تحلیل ساختاری دوپلکس امتدادلغز چاشم در خاور منطقه فیروزکوه

نوشته: منیژه باقری*، دکتر منوچهر قرشی** و سیمین مهدیزاده**

Structural Analysis of the Chashm Strike – Slip Duplex in East of Firuzkuh region

By: M. Bagheri*, Dr. M. Ghorashi**, S. Medizadeh**

چکیده

گسل‌های امتدادلغز در طبیعت هیچ گاه به صورت خطی و واضح نبوده و در مسیر خود دچار خمش می‌شوند. این خمشها ممکن است تنش فشارشی یا کششی را بر منطقه حاکم کنند (Woodcock & Fischer 1986). گسل‌های آستانه و فیروزکوه دو گسل فعال امتدادلغز با روند ENE-WSW هستند که در بین آنها یک منطقه گسلی فلسی (Imbricate) وجود دارد. یک تاقدیس توسط مولفه امتدادلغز و شیب لغز این زون گسلی بریده و جابه جا شده است. در اثر رژیم حاکم بر گستره منطقه دچار فراخاست شده و علاوه بر تشکیل یک پشته فشارشی در بین گسل‌های چاشم و بشم به نظر می‌رسد پشته‌های بعدی در سمت جنوب خاوری در حال تشکیل باشد.

کلید واژه‌ها: تحلیل ساختاری، دوپلکس، امتداد لغز، چاشم، فیروزکوه

Abstract

The Strike-slip faults are not linear and straight features visible on the map view and nature, as they become bent in their path. Bending causes compressional or tensional stress becomes predominant in the region. Astaneh and Firuzkuh faults are the two active strike-slip faults with ENE-WSW trend. Between these two active left-lateral faults, an imbricate fault zone with thrust component occurs. Furthermore, this zone cuts and offsets an anticline. The region is uplifted in this regime and forms a compressional horst between Chashm and Bashm faults; moreover, an additional horst is forming in the south east of the zone.

Key words: Structural Analysis, Duplex, strike-slip-Chashm, Firuz – kuh

مقدمه

فروافتادگی خزر قد برافراشته است. گستره البرز از سوی شمال به صفحه توران و رو به جنوب به فلات ایران مرکزی محدود می‌شود. بخش باختری آن راستای ساختاری شمال باختر- جنوب خاور و موازی با بخش شمالی کمر بند چین خورده و جنبای زاگرس و خطواره‌های ساختاری کپه داغ دارد. بخش خاوری کوه‌های البرز نیز دارای محورهای ساختاری با راستای چیره نزدیک به شمال خاور- جنوب باختر بوده، موازی با گسل کویر بزرگ (درونه) دیده می‌شود. البته روندهای دیگر در جهت عکس و همچنین روند شمالی - جنوبی در این بخش به فراوانی دیده می‌شود که توسط روند چیره جابه‌جا یا قطع شده‌اند (شکل ۱). این دو روند ساختاری در البرز مرکزی یکدیگر را می‌برند و برخوردگاه آنها برخلاف تصور زمین‌شناسان که محل آتشفشان دماوند دانسته شده، به میزان ۳۰ دقیقه به سمت خاور با آن فاصله دارد. گسل‌های مهم نیمه خاوری البرز شامل گسل‌های مشا، شمال البرز، عطاری، بشم، چاشم، فیروزکوه و آستانه است که ناحیه مورد مطالعه بین

گسل‌های امتداد لغز در روی نقشه به صورت‌های خطی، قطعات تقریباً موازی با بردار لغزش ناحیه، خمیدگیهای مورب و قطع شدگی ظاهر می‌شوند. بدین سبب جا به جایی گسل‌های امتداد لغز موجب ایجاد آرایش فلسی (Imbricate) در محل خمیدگیها یا قطع شدگیها می‌شود که دارای پتانسیل کشش یا فشارش نیز می‌باشد. با ادامه جا به جایی بر روی گسل‌های امتداد لغز گسل‌های فلسی که دارای پتانسیل فشارش بودند، دو پلکس فشارشی و در خمیدگیهایی که دارای پتانسیل کشش بودند دوپلکس کششی ایجاد خواهد شد (Woodcock & Fischer, 1986).

زمین‌شناسی ساختاری منطقه

بندیهای البرز، متشکل از تاقدیسه‌ها و ناودیسه‌های موازی و گسل‌های با سازوکار مختلف به صورت کمان گسترده‌ای است که در لبه جنوبی

گسل‌های آستانه و فیروزکوه واقع شده است (شکل ۲).

دوپلکس چاشم در خاور فیروزکوه در ناحیه‌ای بین $53^{\circ}00' - 52^{\circ}20'$ خاوری و در بین دو گسل امتداد لغز اصلی آستانه و فیروزکوه واقع است (شکل ۷).

بحث

در تحلیل گسل‌های بنیادی نیمه خاوری البرز مرکزی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای سنجنده‌های ETM, TM و رادار، ساختاری زمین‌شناسی به چشم می‌خورد که تاکنون معرفی نشده است و آن وجود دوپلکسی است در خاور فیروزکوه که به علت مجاورت با منطقه و گسل چاشم برای اولین بار به نام دوپلکس چاشم معرفی می‌شود (شکل ۳).

گسل‌های امتداد لغز نسبت به انواع دیگر گسلها، در روی نقشه، تصاویر ماهواره‌ای و عکس هوایی، نسبت به مقاطع عرضی دارای شواهد بیشتری هستند. از این رو در مطالعه داده‌های ماهواره‌ای، سنجنده‌های ETM, TM و رادار این گسلها ارجحیت بیشتری دارند.

گسل‌های امتداد لغز دارای بیشینه جابه‌جایی به صورت افقی بوده و بلوکها به موازات بردار لغزش جابه‌جا می‌شوند. گسل‌های امتداد لغز در طبیعت کمتر به صورت خطی و واضح‌اند و ممکن است در مسیر خود دچار خم شدگی (Bending)، بریده شدگی (Offset)، پخش شدگی (Splay) و فلسی شدن (Imbricate) شوند (شکل ۴).

در همه این حالتها در نتیجه رژیم ساختی حاکم بر این مناطق و جهت حرکت بلوکها دو نوع رژیم ساختی کششی و فشارشی بر منطقه حاکم می‌شود. البته گسلهایی که دچار بریده شدگی شده‌اند یا گسل‌های پله‌ای (En echelon) ممکن است در ژرفا به صورت یک خم گسلی باشند که در سطح این گونه ظاهر شده‌اند. همچنین به علت وجود کنترلگرها، بعضی از گسلها دچار بریده شدگی می‌شوند، این عدم پیوستگی (Step یا Jog)، در اثر ادامه تنش ساختارهایی از دو سوی گسل ایجاد می‌کند و سرانجام سبب اتصال دو بخش قطع شده می‌شود (شکل ۵). گسلهایی که دچار پخش شدگی (Splay) به شکل گسل‌های کوچک می‌شوند، ممکن است سبب تشکیل باد بزنهای فلسی (Imbricate fan) پر شیب شوند، که خود ممکن است فشارشی یا کششی باشد (Wood cock & Fischer, 1986). گسل‌های فلسی، به‌طور معمول دارای مؤلفه شیب لغز هستند. اغلب در دو پلکس یا بادبزنهای کششی مؤلفه نرمال و در دوپلکس یا بادبزنهای فشارشی مؤلفه راندگی وجود دارد (Wood cock & Fischer 1986). در گسلهایی که دچار خم شدگی شده‌اند، تحت تأثیر جهت حرکت بلوکها، دو نوع رژیم کشش و فشارش حاکم می‌شود. آنچه از تمام این موقعیتها باقی می‌ماند، یک دوپلکس فشارشی یا کششی است که تشخیص این که در کدام یک از شرایط خم شدگی، قطع شدگی، پخش شدگی و فلسی شدن شکل گرفته‌اند، دشوار است مگر این که دوپلکس در مراحل میانی و یا اولیه تشکیل قرار داشته باشد (شکل ۶).

گسل آستانه از جمله گسل‌های اصلی و بنیادی رشته کوه البرز با روند شمال، شمال خاور - جنوب، جنوب باختر است که در انتهای باختری خود راستای خاوری - باختری می‌یابد. این گسل امتداد لغز دارای حرکت چپ‌گرد است، به طوری که در قسمت خاوری این گسل، مرکز یک تاقدیس با رسوبات کامبرین حدود ۲۵-۲۰ کیلومتر به گونه چپ بر جا به جا می‌شود (شکل ۸; Allen et al., 2003). جا به جایی آبراهه‌ها به سمت باختر تقریباً در $30^{\circ}53'$ حرکت چپ‌گرد کنونی را در طول این بخش گسل آستانه ثابت می‌کند (شکل ۹، بربریان و همکاران، ۱۳۷۵; Jackson et al., 2002).

در انتهای باختری گسل آستانه چند راندگی خاوری - باختری از گسل اصلی جدا شده، که پخش شدگی‌های راندگی نامیده می‌شوند (Allen et al., 2003). به عبارت دیگر گسل آستانه در انتهای باختری خود به صورت یک زون فلسی با مؤلفه فشاری در می‌آید (شکل ۱۰).

گسل فیروزکوه نیز گسل امتداد لغز، فعال و بنیادی دیگری است که با حرکت چپ‌بر در سوی دیگر گسل آستانه، بعد از زون فلسی قرار گرفته است (شکل‌های ۱۱ و ۱۲). البته پژوهشهای اخیر مؤلفه نرمال را بر روی گسل فیروزکوه نشان می‌دهد (نظری و جف ریثس، مذاکره شفاهی، تابستان ۱۳۸۳). در این زمینه بر پایه شکل ۱۳ اگر حرکت به سمت باختر را برای بلوک شمالی گسل مشا در نظر بگیریم، با اعتقاد چپ بر بودن گسل مشا، وجود مؤلفه کششی بر روی گسل فیروزکوه که در خاور گسل مشا جای دارد و دارای روند شمال خاوری - جنوب باختری است، دور از ذهن نخواهد بود.

ناحیه بین دو گسل فعال فیروزکوه و آستانه یک باریکه راست پله (Right stepping jog) است که همراه با یک برآمدگی و تغییر شکل فشارشی است. در این ناحیه واحدهای مزوزویک، میوسن چین خورده و ترشیری زیرین در بین راندگیها رخنمون می‌یابد. زهکشهای کنونی این رسوبات را می‌کاود (Allen et al., 2003).

ناحیه بین دو گسل آستانه و فیروزکوه از شمال به گسل چاشم ختم می‌شود (نقشه ۲). شیب این گسل به سوی شمال و از گونه گسل‌های پرشیب است. گسل چاشم با درازای نزدیک به ۴۴ کیلومتر توسط بربریان و همکاران (۱۳۷۵) معرفی شده است. گسل چاشم یک زون فلسی است که تکه‌های سازند پروتوزویک کهر را در بین لایه‌های کامبرین رخنمون می‌کند و سمت حرکت آن به سوی جنوب است. این گسل از بین یا زیر سازند کهر

که با ویژگیهای چینه‌شناسی و ساختاری سنگهای اطراف متفاوت می‌شوند و در این حالت دوپلکس بیگانه یا خارجی (Exotic duplex) نامیده می‌شوند (شکل ۱۸). ولی اگر ویژگی آنها متفاوت نباشد یا به عبارتی در کنار سنگهای والد خود باشند، دوپلکس برجا (Autochthonous duplex) نامیده می‌شوند.

اگر گسلهای امتداد لغز در اثر تغییر رژیم زمین‌ساختی حاکم بر منطقه، از حرکت باز ایستند، و یا دچار تغییر در حرکت شوند، دوپلکس نیز از ادامه گسترش باز می‌ماند و در همان مرحله متوقف شده و یا دچار تغییر شکلهای ثانویه می‌شود.

لایه‌های تشکیل دهنده دوپلکس چاشم، لایه‌های مزوزویسک، ترشیری زیرین و میوسن چین خورده است، که این لایه‌ها در ناحیه جنوب فیروزکوه هم وجود دارند، بنابراین دوپلکس امتداد لغز چاشم یک دوپلکس برجا (Autochthonous duplex) است که واحدهای سنگی والد آن در جنوب فیروزکوه رخنمون دارد.

بر پایه تعریف (Boyer & Elliott, 1982) از زون سه گوش (شکل ۱۹)، مبنی بر این که این زون ترکیبی از دو گسل راندگی با پی‌جدایشی (Basal detachment) یکسان و با همگرایی مخالف در مقطع عرضی است، می‌توان دوپلکس امتداد لغز چاشم را، در مقطع عرضی یک زون سه گوش نامید که در آن دو گسل راندگی چاشم و بشم دارای همگرایی مخالف هم هستند و پی‌جدایشی آنها یکسان بوده و در هر دو از واحدهای کامبرین می‌باشد (شکل ۲۰).

نتیجه‌گیری

ناحیه بین دو گسل فعال فیروزکوه و آستانه یک دوپلکس فشارشی است که در زون فلسی بین این دو گسل امتداد لغز چپ بر ایجاد شده است. گسلهای فلسی دارای مولفه راندگی‌اند و نیز یک ناودیس را در شمال و جنوب خود به صورت چپ بر جا به جا کرده‌اند. توپوگرافی برخاسته در میان این دوپلکس علاوه بر زهکشیهای موجود نشان از برخاستگی محیط دارد و واحدهای سنگی آن نیز به علت این که واحدهای سنگی والد آن در جنوب فیروزکوه موجود است، یک دوپلکس برجا است.

تشکر و قدردانی

از همه اساتیدی که از آنها علم زمین‌شناسی را آموختم صمیمانه قدردانی می‌کنم و برایشان آرزوی پیروزی و بهروزی دارم. از آقای دکتر فریبرز قریب و همکارانشان در بخش دورسنجی سازمان زمین‌شناسی متشکرم.

برخاسته و به صورت افق جدایش (Detachment) اصلی، سازند کهر را از پی‌سنگ در کنار لایه‌های جوان تر قرار می‌دهد (Allen et al., 2003)، (شکل ۱۴).

دیدگاه جدیدی که باید از آن منظر به این گسل نگریسته شود وجود یک تاقدیس در شمال گسل چاشم است که توسط این گسل بریده و به صورت چپ بر جا به جا شده است. نیمه دیگر این تاقدیس در جنوب گسل بشم واقع است، که براساس جا به جایی این دو نیمه جا به جایی چپ گرد برای آن پیشنهاد گردیده است (نقشه ۱).

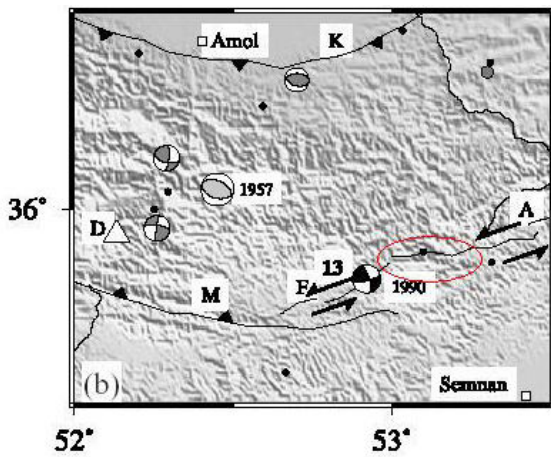
گسل بشم نیز گسلی راندگی با شیب به سمت جنوب خاوری است که سبب راندگی سنگهای کامبرین زیرین روی لایه‌های ائوسن با Throw = 8 km شده است (سازمان زمین‌شناسی کشور ۱۹۸۸ ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ سمنان) (شکل ۱۵).

گسل چاشم و بشم در روی تصاویر ماهواره‌ای TM و رادار ویژگیهای متفاوتی از خود نشان می‌دهند. برای مثال گسل چاشم در روی این تصاویر به وضوح مشخص نیست و این می‌تواند به دلیل رسوبگذاری نئوژن اتفاق افتاده باشد. ولی گسل بشم کاملاً واضح و مشخص است، به طوری که به راحتی و با اولین نگاه می‌توان گسل را مشاهده کرد.

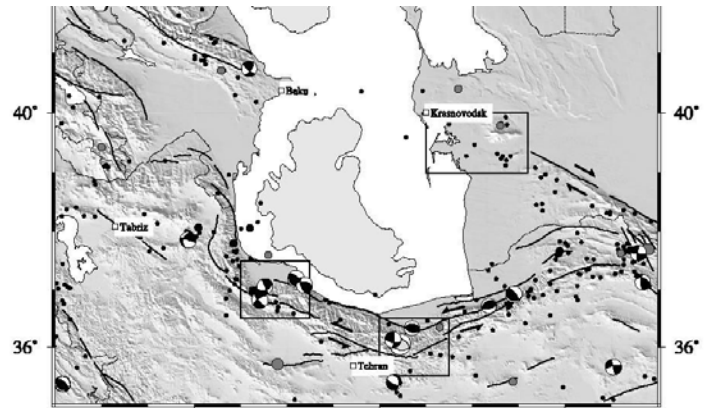
ناحیه بین دو گسل چاشم و بشم که تحت فشارش و فراخاست است، دارای ارتفاع حداکثر ۳۷۸۲ متر است. یادآور می‌شود که زهکشیهای فراوانی در این زون از ارتفاع منطقه می‌کاهد و آن را به ارتفاع غالب ۳۰۰۰ متر می‌رساند، ولی در دو سوی گسل چاشم و بشم با وجود راندگی و انتظار داشتن ارتفاع بیشتر و نبود زهکشی بر روی آنها، ارتفاع حداکثر ۳۰۰۰ متر است که این شدت فشارش و فراخاست را در ناحیه بین دو گسل مذکور نشان می‌دهد (نقشه ۲).

این زون فلسی به شکل لوزی کشیده شده است که در نتیجه می‌توان آن را یک پشته (Horse) نامید (شکل ۱۶) و با توجه به تنش حاکم این پشته در محل خم گرفتار (Restraining bend) به وجود آمده و تشکیل دوپلکس فشارشی (Contractional duplex) را می‌دهد (شکل ۱۷) که تحت تاثیر حرکت جانبی بلوکهای این دوپلکس، با گذشت زمان باریک‌تر می‌شود و در سمت جنوب خاور در حال پیشرفت و تشکیل پشته دیگری است.

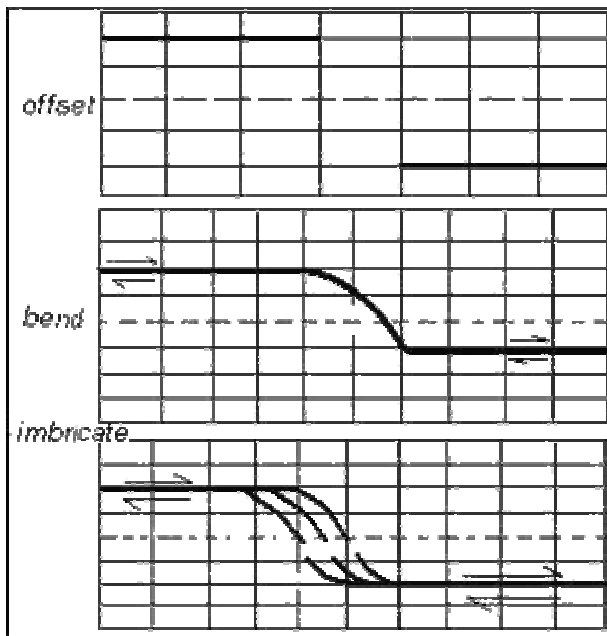
یکی از ویژگیهای خاص و شگفت، در مورد دوپلکسهای حاصل از گسلهای امتداد لغز، جا به جایی و حرکت این دوپلکسها در طول گسل امتداد لغز است. دوپلکسهای امتداد لغز تا زمانی که گسلهای والد آنها فعالند و حرکت روی آنها صورت می‌گیرد، به تشکیل و گسترش خود ادامه می‌دهند و در طول گسل بسته به جهت حرکت جابه جا می‌شوند، تا آنجا



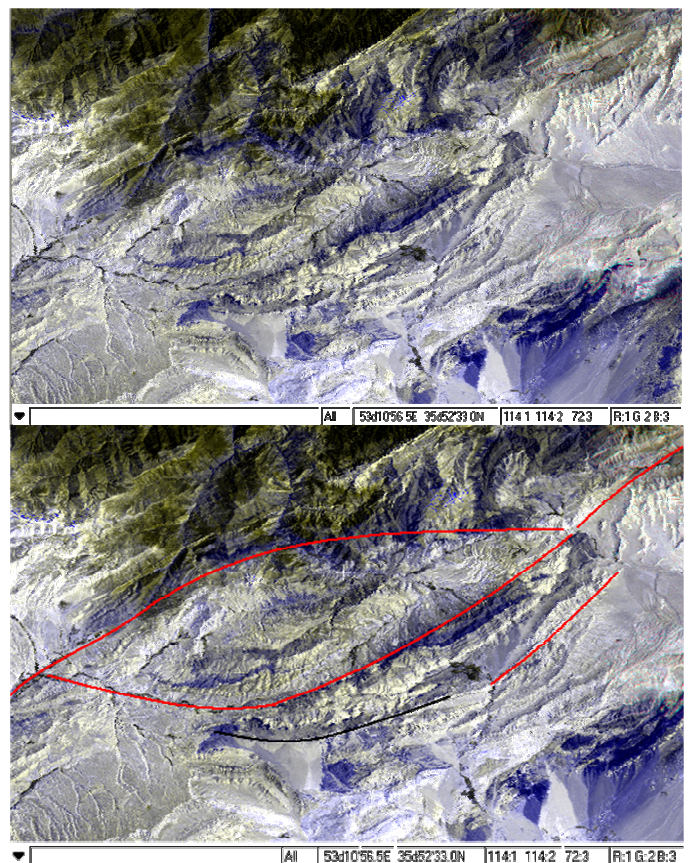
شکل ۲- A: گسل آستانه، F: گسل فیروزکوه و بیضی ناحیه مورد مطالعه را نشان می دهد (Jackson et al., 2002).



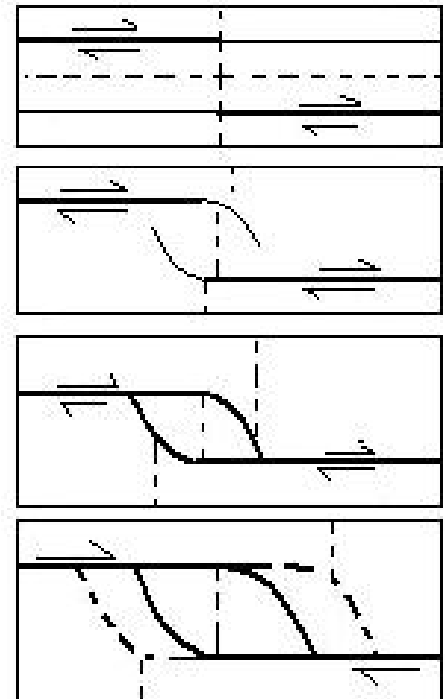
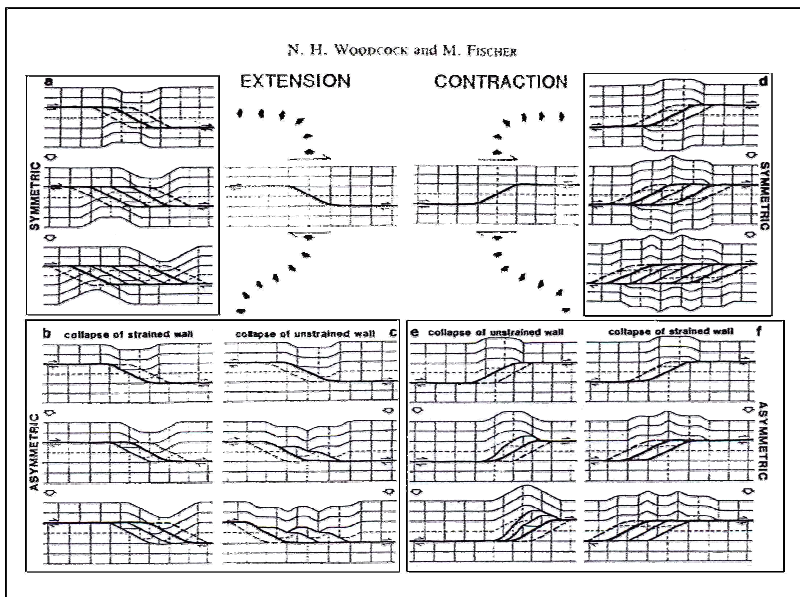
شکل ۱- روندهای غالب در نیمه خاوری و باختری البرز (Jackson et al. 2002)



شکل ۴- گسلهای امتداد لغز در مسیر خود ممکن است دچار قطع شدگی، خم شدگی، پخش شدگی و فلسی شدن شوند.

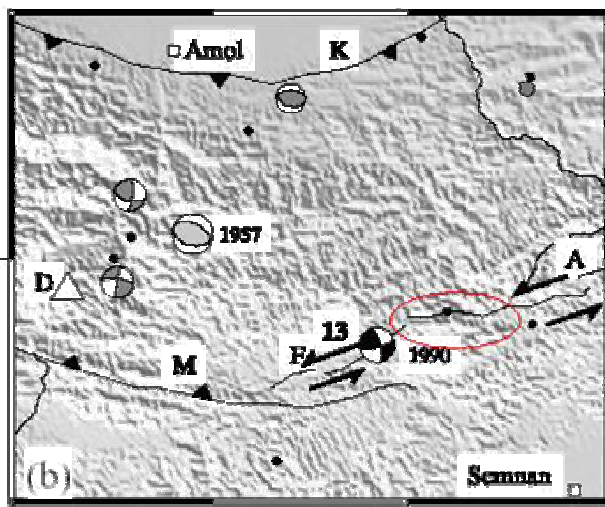


شکل ۳- دوپلکس امتداد لغز چاشم در خاور فیروزکوه

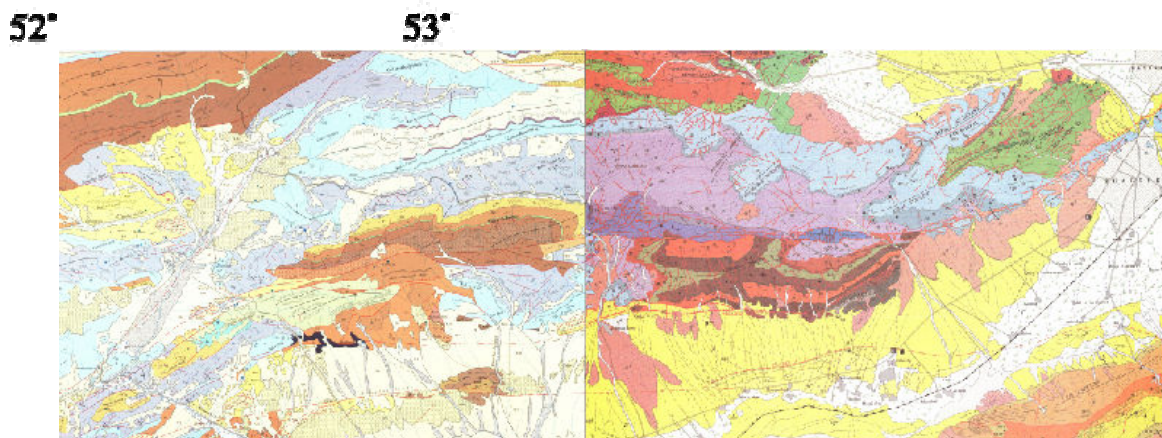


شکل ۶- مراحل تشکیل و گسترش دوپلکسهای کششی و فشارشی در محل خم شدگی گسل امتداد لغز (Wood cock & Fischer, 1986).

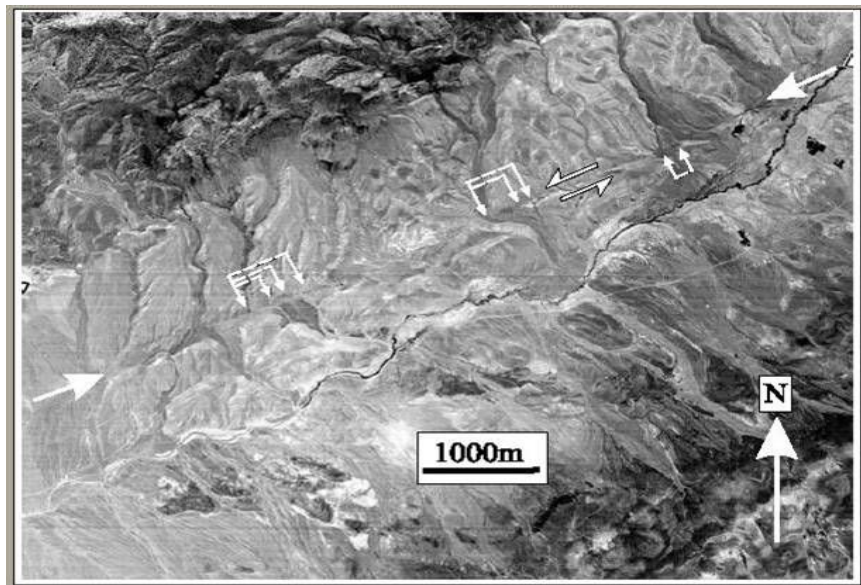
شکل ۵- گسلهایی که به علت وجود کنترلگرها دچار عدم پیوستگی شده‌اند، در اثر ادامه تنش ساختارهایی از دو سوی گسل ایجاد و این بخشها را به هم متصل می‌کند.



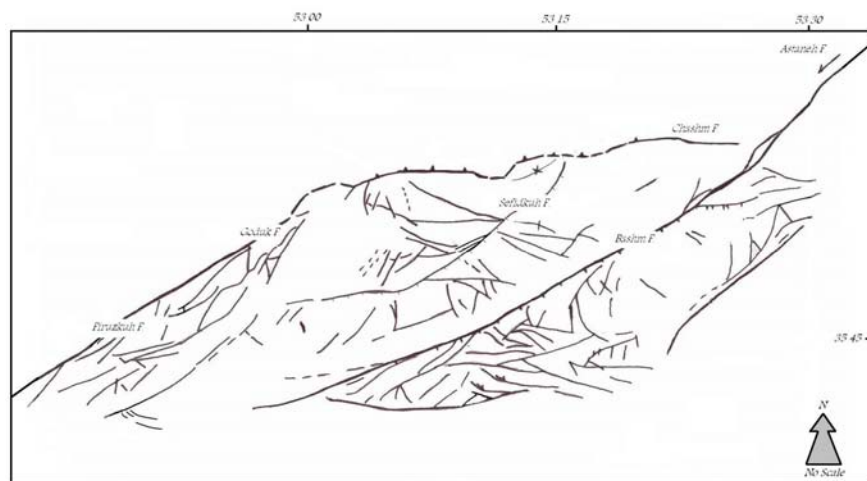
شکل ۷- A: گسل آستانه، F: گسل فیروزکوه و دوپلکس امتداد لغز چاشم در بین دو گسل بنیادی آستانه و فیروزکوه قرار دارد. بیضی ناحیه مورد مطالعه را نشان می‌دهد (Jackson et al., 2002).



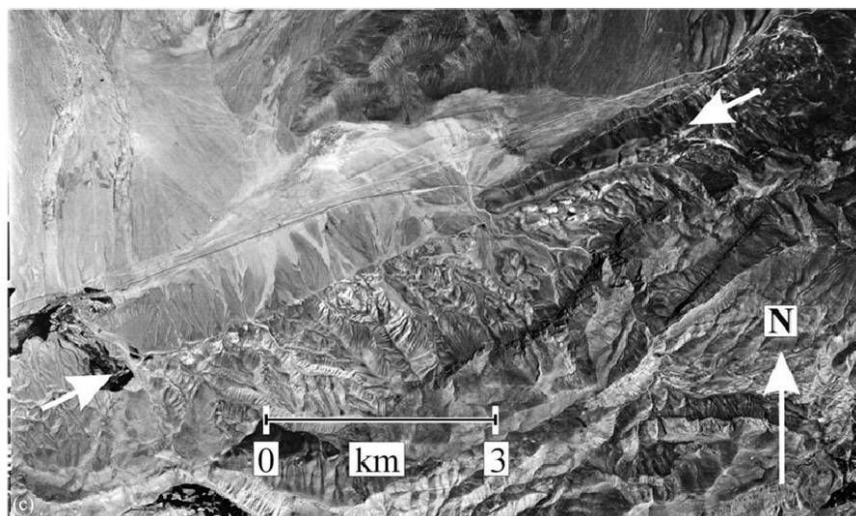
شکل ۸- گسل آستانه در قسمت خاوری خود یک تاقدیس با واحدهای کامبرین را جابه جا کرده است.



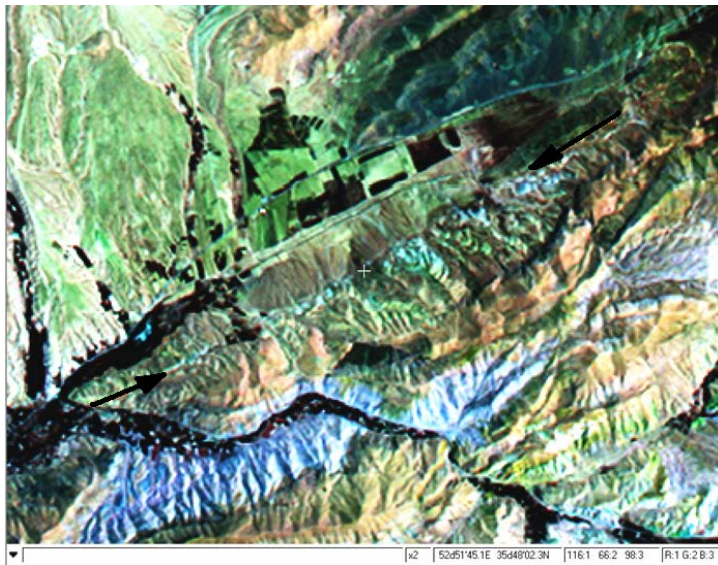
شکل ۹- عکس هوایی از جابه جایی چپبر آبراهه ها ، جابه جایی چپبر کنونی گسل آستانه را نشان می دهد (Jackson et al., 2002).



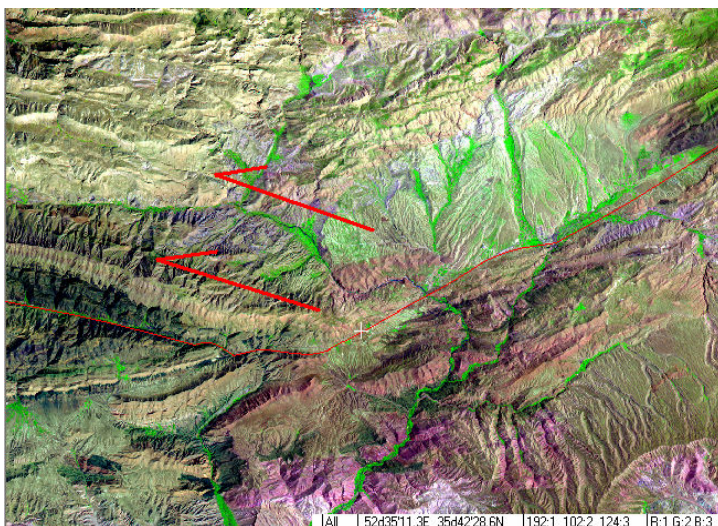
شکل ۱۰- نقشه ساختاری دوپلکس امتداد لغز چاشم.



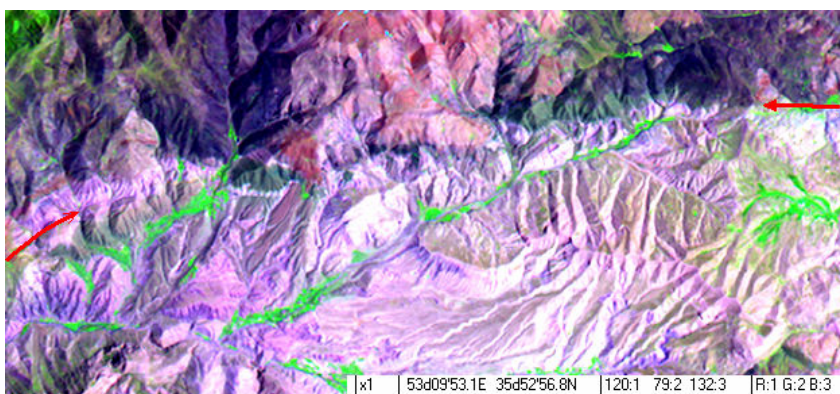
شکل ۱۱- عکس هوایی از گسل فیروزکوه، این گسل مخروط افکنه ها را در قسمت شمال خاوری خود بریده است (Jackson et al., 2002).



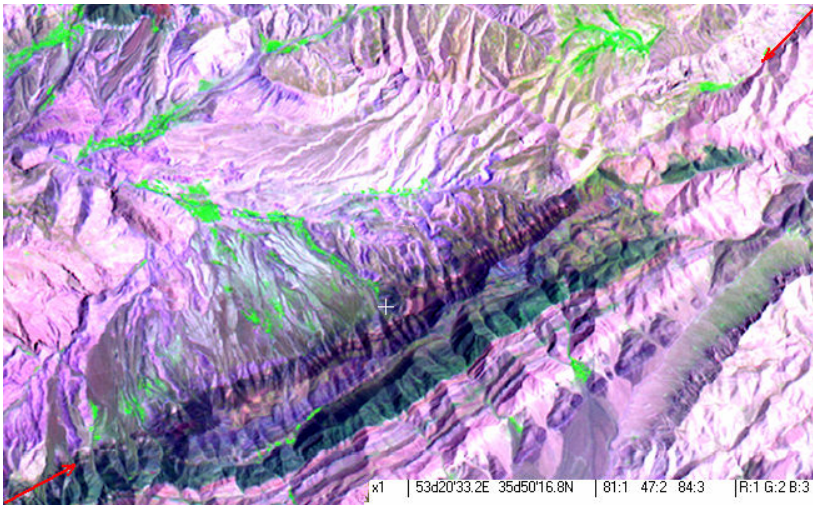
شکل ۱۲- تصویر باندهای ۱، ۳، ۵ سنجنده TM، گسل فیروزکوه، مسیر این گسل توسط پیکانهای سیاه مشخص گردیده است (طول و عرض جغرافیایی مرکز تصویر در زیر تصویر مشخص شده است).



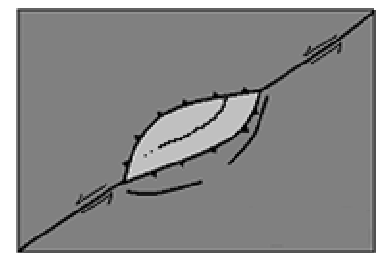
شکل ۱۳- تصویر باندهای ۱، ۳، ۵ سنجنده TM، حرکت به سمت باختر بلوک شمالی مشا مؤلفه کشش را در محل گسل فیروزکوه ایجاد می کند. (طول و عرض جغرافیایی مرکز تصویر در زیر تصویر مشخص شده است).



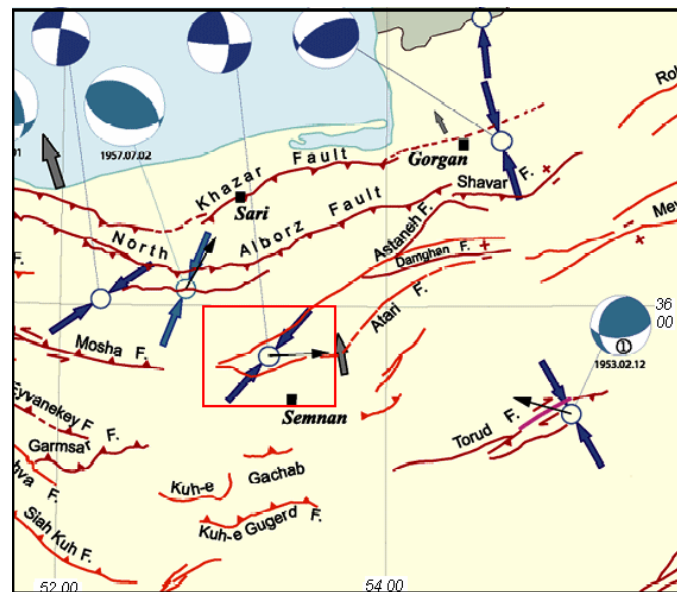
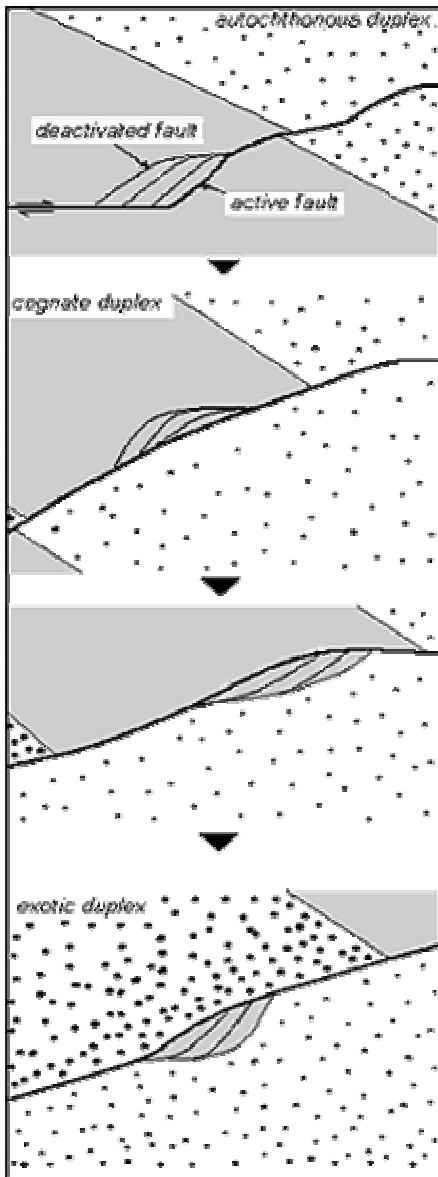
شکل ۱۴- تصویر باندهای ۲، ۴، ۷ سنجنده TM، ردیابی گسل چاشم در تصاویر ماهواره ای به علت رسوبگذاری واحدهای نئوژن مشکل است (طول و عرض جغرافیایی مرکز تصویر در زیر تصویر مشخص شده است).



شکل ۱۵- تصویر باندهای ۲، ۴، ۷ سنجنده TM، گسل بشم برخلاف گسل چاشم بر روی تصاویر ماهواره‌ای، کاملاً واضح و مشخص است (طول و عرض جغرافیایی مرکز تصویر در زیر تصویر مشخص شده است).

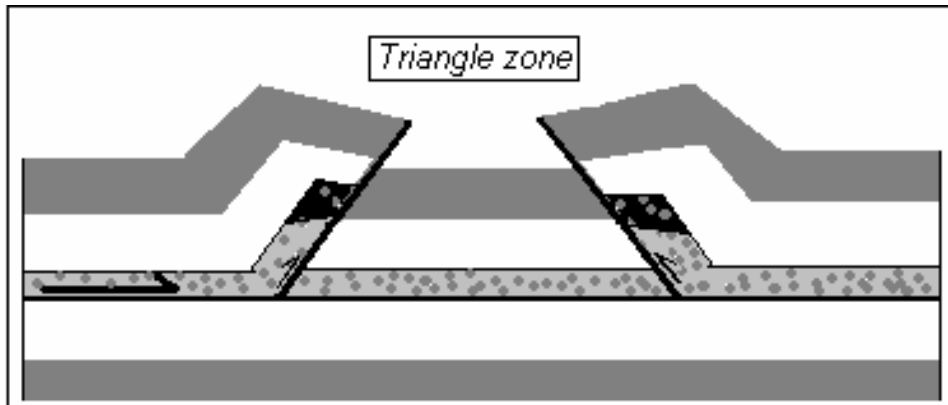


شکل ۱۶- دوپلکس چاشم به شکل لوزی کشیده بوده و در حال گسترش به سمت جنوب خاور است.

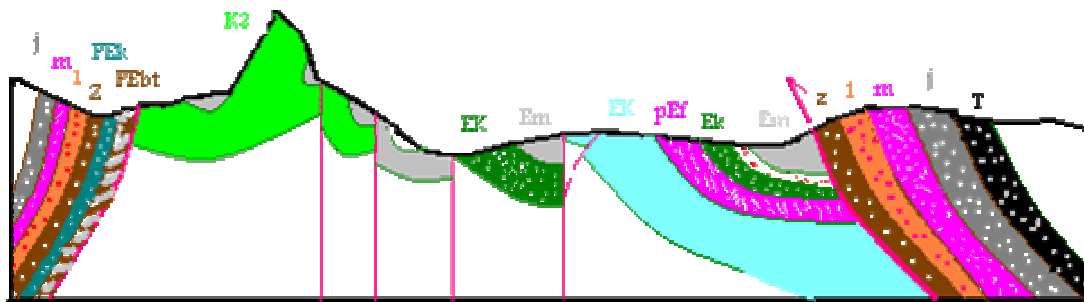


شکل ۱۷- تنش حاکم بر دوپلکس چاشم تنش فشارشی است (برگرفته از www.ngdir.ir).

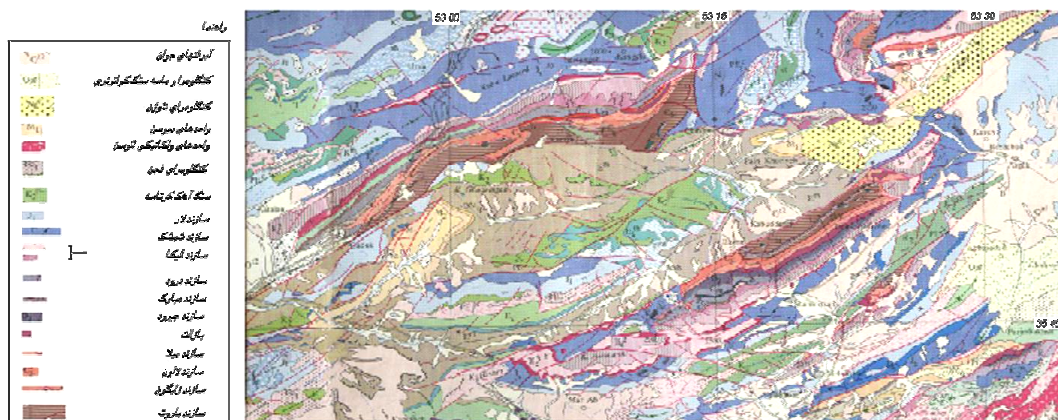
شکل ۱۸- جابه جایی دوپلکسها در طول گسل امتداد لغز سبب می شود جنس سنگهای سازنده دوپلکس که در ابتدا با سنگهای اطراف یکسان بود و دوپلکس برجا خوانده می شد (Autochthonouse duplex) متفاوت شود و دوپلکس بیگانه خوانده شود (Exotic duplex)، که در این شکل توالی این تغییرات به نمایش در آمده است (Wood cock & Fischer, 1986).



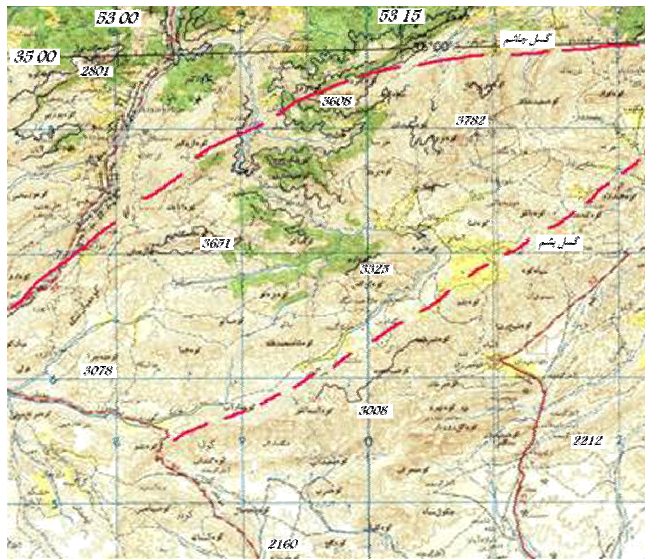
شکل ۱۹- زون سه گوش از دو گسل راندگی با همگرایی مخالف و پی جدایشی یکسان تشکیل شده است (Boyer & Elliott, 1982).



شکل ۲۰- این نیمرخ در راستای شمال باختر - جنوب خاور دوپلکس در نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ سمنان تهیه شده است که در مقطع عرضی این دوپلکس یک زون سه گوش است، نیمرخ فاقد مقیاس است.



نقشه ۱- دوپلکس امتداد لغز چاشم در مجموع یک تاقدیس با مرکزیت واحدهای کامبرین جابه جا کرده است، این جابه جایی بر اساس اطلاعات نقشه چاپ بر است (سازمان زمین شناسی کشور، ۱۹۹۴. بخشی از ورقه سمنان ۱:۲۵۰۰۰۰).



نقشه ۲- نقشه توپوگرافی دوپلکس چاشم، ارتفاع نقاط در غالب کادراهایی قرار گرفته است، ارتفاع در داخل دوپلکس با وجود زهکشیهای فراوان بیشتر از نواحی اطراف است، که این فشارش و فراخاست را در محل نشان می‌دهد (سازمان جغرافیایی کشور ۱۳۵۴).

کتابنگاری

بربریان، م.، قرشی، م.، طالبیان، م.، شجاع طاهری، ج.، ۱۳۷۵- پژوهش و بررسی نو زمینساخت و خطر زمینلرزه - گسلش در گستره سمنان (پژوهش و بررسی لرزه زمینساخت ایرانزمین: بخش هفتم)؛ سازمان زمین شناسی کشور، ۶۳، ۲۶۶.
سازمان جغرافیایی کشور، ۱۳۵۴- نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰ ورقه سمنان.
نبوی، م.ح.، ۱۹۹۴- نقشه زمین شناسی برگ سمنان به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، سازمان زمین شناسی کشور.
نبوی، م.ح.، ۱۹۸۸- نقشه زمین شناسی برگ سمنان به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، سازمان زمین شناسی کشور.

References

Allen , M.B. , Ghassemi, M.R. , Shahrabi, M. ,Qorashi, M. , 2003- Accommodation of late Cenozoic oblique shortening in the Alborz rang , northern Iran. Journal of structural geology25.
Boyer , S., Elliott, D., 1982- Thrust System. The American Association of petroleum Geologists Bulletin. Vol.66, No.9, 1196-1230.
Jackson , J.A. , Priestley, K. , Allen, M.B. ,Berberian, M.,2002- Active tectonics of the South Caspian Basin . Geological Journal International 145, 214-245 .
Wood cock , N.H. , Fisher,M.,1986- Strike-slip Duplex . Jounal of structural geology.
www.ngdir.ir

*دانشگاه تربیت مدرس ، دانشکده علوم پایه، گروه زمین شناسی، تهران، ایران
**سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

* Faculty of Sciences Dep. of Geology, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran.
** Geological Survey of Iran