

پیش در آمدی بر آرایش تنشهای دیرینه در گستره کپه داغ

پس از تریاس

نوشته: پیمان نواب پور* ، قاسم حیدرزاده** ، آبرادات مافی*** ، محمدرضا شیخ الاسلامی* و نگار حقی پور*

A Preface to the Paleostress Reorientations in the Kopet-Dagh after Triassic Period

By: P. Navabpour *, Gh. Heydarzadeh **, A. Mafi ***, M. R. Sheikholeslami * & N. Haghypour *

چکیده

کمر بند کوهستانی کپه داغ در شمال خاور ایران دربردارنده توالی سنگهای رسوبی چین خورده ژوراسیک تا پلیوسن است که بر روی پی سنگ دگرشکل شده‌ای از سنگهای رسوبی و آذرآواری تریاس و قدیم‌تر قرار گرفته‌اند. برای دست یابی به بخشی از تاریخ گذشته زمین ساختی و آرایش تنشهای دگرشکل کننده این کمر بند عناصر ساختاری شکننده برداشت شده‌اند و نمودارهای آماری اشمیت و دو وجهی راست (right dihedral) مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. از سطوح ناپیوستگی رسوبی نیز برای سن یابی رویدادها استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهند که حوضه رسوبی کپه داغ در زمان ژوراسیک پیشین تا میانی در یک رژیم زمین ساخت کششی با راستای شمال باختری شروع به شکل گیری کرده است. هر چند آثاری از یک رژیم فشارشی با راستایی مشابه همزمان با فاز کیمبرین پسین (ژوراسیک پسین - کرتاسه پیشین) در این گستره دیده شده است ولی به نظر می‌رسد در زمان پالنوسن، تنش فشارشی با راستای شمال خاوری و همزمان با فاز لارامید مسبب چین خوردگی لایه‌های کرتاسه بوده است. این تنش، پس از آن به راستایی شمالی - جنوبی تغییر آرایش و ساختارهای راستالغز کنونی را در زمانی پس از میوسن به وجود آورده است.

کلید واژه‌ها: ایران، تنش دیرینه، دگر شکلی قاره‌ای، ساختارهای شکننده، کپه داغ.

Abstract

The Kopet Dagh (KD) mountain belt in the northeast of Iran contains a sequence of Jurassic-Pliocene folded sedimentary rocks which unconformably covers deformed sedimentary and pyroclastic units of Triassic age and older one. In order to understand a part of tectonic history and the orientation of deforming stress fields, brittle structures were collected and analyzed by Right Dihedral methods. The results show that the KD basin was formed in a NW-SE extensional regime during the Early and Middle Jurassic. Although there is some evidence of compression along the same axis during the Late Kimmerian phase (Late Jurassic – Early Cretaceous), it seems that the Cretaceous layers were folded by a NE-SW compression during the Paleocene. Afterward, the compression stress field has re-oriented to N-S direction and generated the present day strike-slip system following the Miocene.

Key words: brittle structures, continental deformation, Iran, Kopet-Dagh, paleo-stress.

مقدمه

زمین ساخت شکننده، یکی از ابزارهای مهم در مطالعه تاریخ دگرشکلی بخش سطحی پوسته زمین است. چنین بررسیهایی، پیش‌تر تنها در گستره شمالی کپه داغ در خاک جمهوری ترکمنستان انجام شده است و برای اکتشاف ذخایر هیدروکربن از آن استفاده شده است. بدین ترتیب، بر آن شدیم تا با برداشت ساختارهای شکننده و محاسبه محور تنشهای دیرینه، گامی در جهت شناخت هرچه بهتر چگونگی تکوین زمین ساختی این

در راستای بررسیهای زمین ساختی در گستره شمال خاور ایران، داده‌هایی از سطوح لغزش گسلها به دست آمد که نشان می‌داد آرایش محورهای تنش در طی تاریخ گذشته گستره کپه داغ دچار تغییر شده است. همچنین شواهد بسیار خوبی از وجود سطوح ناپیوستگی رسوبی در توالی سنگهای رسوبی این گستره در دست است که کمک بزرگی است در سن یابی رویدادها و فازهای زمین ساختی گوناگون. می‌دانیم بررسیهای

صفحه‌های ایران و توران در تریاس پسین توصیف شده است (Stocklin, 1977; Ruttner et al, 1991; Ruttner, 1993; Lyberis et al, 1998).

پس از این کوهزایی (کیمیرین پیشین)، حوضه رسوبی قفقاز - خزر جنوبی (البرز) - کپه داغ در اثر آغاز فرورانش رو به شمال پوسته اقیانوسی نتوتیس به زیر ایران مرکزی در زمان ژوراسیک به شکل یک حوضه کششی پشت کمائی درآمده و در آن رسوبات ژوراسیک - ترشیاری برجای گذاشته شده اند (Brunet et al., 2003). پنجره فرسایشی توارکر که در حاشیه خاوری دریای خزر قرار دارد، تنها رخنمون سنگهای پالئوزویک و پرمین - تریاس در خاک ترکمنستان است.

روش مطالعه

به منظور شناخت آرایش محورهای تنش دیرینه در این پژوهش، برداشتهای ساختاری به شیوه مستقیم صحرایی صورت پذیرفته‌اند و دربرگیرنده سطوح لغزش گسلی هم‌یوغ و یا موازی لایه‌بندی، درزه‌های کششی و سطوح انحلال فشاری ساختاری هستند (به شکل ۳، a، b و c مراجعه شود). در هر ایستگاه، موقعیت فضایی سطح لایه‌بندی به‌عنوان معیاری برای تعیین سن نسبی شکل‌گیری درزه نسبت به دگرشکلی ناشی از کج‌شدگی و چین‌خوردگی مورد استفاده قرار گرفته است. الگوی ثبت سطوح، خطوط و محورهای تنش در این گزارش بر پایه میزان شیب (دو رقم) و راستای شیب (سه رقم) است. اطلاعات به‌دست آمده از سطوح لغزش گسلهای اصلی، اثر بریدگی این گسلهای در واحدهای گوناگون زمین‌شناختی با سنین مختلف و همچنین موقعیت سطوح ناپوستگی رسوبی هم‌شیب و دگرشیب برای تعیین روابط سنی فازهای مختلف به‌کار گرفته شده‌اند. برای پیش‌گیری از خطای ناشی از محاسبه، موقعیت محورهای تنش مربوط به فازهای گوناگون و سامانه‌های مختلف شکستگی، داده‌های برداشت شده از هر ایستگاه پس از تفکیک از یکدیگر در نرم‌افزار رایانه‌ای TectonicsFP (Hugo et al, 2002) به‌طور جداگانه وارد شده‌اند و موقعیت محورهای تنش بر پایه تحلیل‌های سینماتیکی سطوح گسلی به‌روش دو وجهی راست (Right dihedral)، ارائه شده به‌وسیله Angelier & Mechler (1977) محاسبه شده‌اند.

داده‌های برداشت شده مطابق آنچه در شکل ۲ نشان داده شده است، در هفت ایستگاه و یک گروه دسته‌بندی شده‌اند. ایستگاه a مربوط به لایه‌های آذرآواری تریاس به‌عنوان پی‌سنگ حوضه رسوبی کپه‌داغ است. ایستگاه b در گرانیتهای ژوراسیک پسین نزدیک مشهد برگزیده شده است. در ایستگاههای c تا g درزه‌های وابسته به چین‌خوردگی در توالی سازندهای رسوبی کمرند چین‌خورده کپه‌داغ با سنین مختلف برداشت شده‌اند. گروه

گستره برداریم و امید است این اطلاعات کمکی باشد در راه اکتشاف ذخایر طبیعی بیشتر در این گستره از خاک کشور.

موقعیت زمین‌ساختی

حوضه رسوبی کپه‌داغ از زمان تریاس تا نوژن بر روی پوسته قاره‌ای ایران - توران تکامل یافته است و همگرایی صفحه‌های ایران و توران، رسوبات این حوضه را دگرشکل کرده است. حوضه کپه‌داغ، از سوی باختر به دریای خزر محدود می‌شود و از سوی خاور و جنوب خاور به ترتیب به رشته کوههای تیان‌شان و پامیر ختم می‌گردد. ایالت زمین‌ساختی کپه‌داغ، یک کمرند چین‌خورده پویا با راستای میانگین N120 و درازای ۷۰۰ کیلومتر است که در طول مرز ایران و ترکمنستان از دریای خزر تا افغانستان قرار گرفته است (شکل ۱). در بخش ترکمنی، سنگهای ژوراسیک - کواترنری دچار چین‌خوردگی و گسلش راندگی شده‌اند (Lyberis & Manby, 1999) و در بخش ایرانی، سنگهای ژوراسیک - نوژن حالتی مشابه دارند و نهشته‌های کواترنری تنها دچار گسلش و راندگی و نه چین‌خوردگی شده‌اند (نواب‌پور و همکاران، ۱۳۸۲). به نوشته نبوی (۱۳۵۵) گسل عشق‌آباد در ترکمنستان جدا کننده این گستره از گستره توران است و ادامه گسل عشق‌آباد در گستره سرخس ایران هم دیده می‌شود.

حوضه کپه‌داغ پس از کوهزایی کیمیرین پیشین، یعنی هنگامی که به ظاهر برخورد ایران و توران خاتمه یافت (Berberian & King, 1981)، به‌شکل یک حوضه رسوبی در می‌آید و در آن از ژوراسیک تا میوسن رسوبات ستیری (بیشینه ۸۰۰۰ متر در ایران و ۱۷۰۰۰ متر در ترکمنستان) بدون نبود چینه‌شناسی مهم، ولی با رخساره‌های گوناگون روی هم انباشته شده است. این رسوبات بیشتر شامل شیل، سنگ‌آهک، مارن، ماسه‌سنگ و گاه کنگلومرا و سنگهای تبخیری است که در بالا با لایه‌های سنگی سرخ رنگ آواری قاره‌ای با سن میوسن پوشیده می‌شود (نبوی، ۱۳۵۵). کنگلومرای پلیوسن به‌طور دگرشیب بر روی توالی پیشین قرار می‌گیرد (درویش‌زاده، ۱۳۷۰ و افشار حرب، ۱۳۷۳). افشار حرب (1969, 1979) در پی‌سنگ این گستره، شش گسل اصلی تشخیص داده است که دست کم پیش از ژوراسیک پویا بوده‌اند. این گسلهای بعدها در اثر حرکتی فشارشی از حالت عادی به معکوس تغییر وضعیت داده‌اند.

به‌سوی جنوب خاور حوضه کپه‌داغ در هسته تاقدیس آق‌درند، توالی رسوبات ژوراسیک - کرتاسه به‌گونه دگرشیب بر روی توالی چین‌خورده پرمین - تریاس قرار می‌گیرند (Ruttner, 1993). دگرشکلی ثبت شده در سنگهای پرمین - تریاس بر اثر بسته شدن دیرینه تیس و همگرایی

برگشته و نداشتن رابطه با سامانه درزه‌های برشی هم‌یوغ می‌تواند نشان دهنده آرایش جدیدتری از محورهای تنش پس از چین‌خوردگی باشد. وضعیت داده‌های موجود از سامانه درزه‌های کششی (نمودار d1) و برشی هم‌یوغ (نمودار d2) در ایستگاه d مربوط به لایه‌های سنگ‌ماسه‌ای کربناتی کرتاسه زیرین (سازند تیرگان) و مقایسه آنها با موقعیت سطح لایه‌بندی (12/055) نتایج یکسانی با ایستگاه c به دست می‌دهد (نمودارهای d3 و d4). نمودارهای تهیه شده برای موقعیت سطوح لغزش موازی با لایه‌بندی (نمودارهای e) اطلاعاتی در مورد آرایش محورهای تنش همزمان با چین‌خوردگی در اختیار قرار می‌دهند. این داده‌ها از دو پهلوی یکی از تاقدیسها در جنوب منطقه بزنگان (لایه‌های رسوبی کربناتی سازند مزدوران با سن ژوراسیک پسین - کرتاسه پیشین) گردآوری شده‌اند. محور تنش فشارشی همزمان با چین‌خوردگی بر پایه این داده‌ها راستایی NNE-SSW داشته است (نمودارهای e2 و e3) که همخوانی بسیار خوبی با راستای امتدادی سطوح درزه‌های کششی در ایستگاه پیشین (نمودار d1) دارد.

بررسی داده‌های برداشت شده از لایه‌های جوان‌تر توالی رسوبات حوضه کپه‌داغ اطلاعات دیگری از جدیدترین میدانهای تنش حاکم بر این کمربند چین‌خورده در اختیار قرار می‌دهد. رخنمون لایه‌های رسوبی کربناتی پالئوسن (که همچنان دارای رخساره دریایی باز هستند، سازند چهل کمان) در بردارنده سطوح انحلال فشاری ساختاری (نمودار f1، موقعیت قطب سطوح استیلولیتی) و درزه‌های برشی همیوغ (نمودار f2) هستند. نگاهی به موقعیت لایه‌بندی ایستگاه f در جدول ۱ (10/005) و مقایسه آن با موقعیت قطب سطوح استیلولیتی و خش‌لغزهای درزه‌های برشی همیوغ نشان می‌دهد که همگی این عناصر ساختاری پیدایشی پیش از کج‌شدگی لایه‌ها دارند. همچنین تغییر راستای قطب سطوح استیلولیتی بیان می‌دارد که تنش فشارشی با راستای NE-SW پیش از تشکیل سامانه برشی همیوغ به راستای N-S تغییر جهت داده است (نمودارهای f1 تا f4). رسم نمودارهای اشمیت لایه‌بندی (نمودار g1) و سطوح لغزش موازی لایه‌بندی (شکل ۳، g و شکل ۴، نمودار g2) مربوط به لایه‌های آواری سرخ‌رنگ نوزن (رخساره قاره‌ای) وجود راستای تنش فشارشی یکسان N-S (نمودارهای g3 و g4) را در زمانی پس از میوسن به نمایش می‌گذارد. این راستا همخوانی خوبی با راستای امتدادی درزه‌های کششی در ایستگاه c (نمودار c1) دارد. گروه داده‌های گردآوری شده از سطوح لغزش گسلهای راستالغز اصلی مربوط به گستره کپه‌داغ مرکزی (شکل ۳، h از شمال شیروان) که در واقع شاخه‌های همخوان (synthetic) و ناهمخوان (antithetic) گسل اصلی عشق‌آباد هستند

h دربرگیرنده داده‌های سطوح لغزش گسلهای اصلی راستالغز کپه‌داغ مرکزی است (به نواب‌پور و همکاران، ۱۳۸۲ مراجعه شود).

تحلیل‌های زمین ساخت شکننده و آرایش محورهای تنش

بر پایه نمودارهای رسم شده و آرایش محورهای تنش محاسبه شده در منطقه آق دربند، به نظر می‌رسد یک رژیم زمین ساخت کششی با راستای NW-SE در زمانی پس از تریاس در کپه‌داغ خاوری وجود داشته است (شکل ۳، d و شکل ۴، نمودارهای a1 تا a3). موقعیت لایه‌بندی (به جدول ۱ مراجعه شود) 23/020 در این ایستگاه مشخص می‌کند که آرایش محور کشش ارتباطی با دگر شکلی ناشی از چین‌خوردگی لایه‌ها ندارد و از این رو می‌تواند وابسته به فازی جداگانه باشد. از آنجا که در سنگهای رسوبی کپه‌داغ شواهدی دال بر گسلش همزمان با رسوب گذاری در طی زمان ژوراسیک پسین و کرتاسه یافت نشده است، از این رو داده‌های سطوح گسیختگی موجود در گرانیتهای مشهد (نمودار b1)، با سن ژوراسیک پسین مربوط به گستره ساختاری بینالود و در حاشیه جنوبی حوضه کپه‌داغ، برای بررسی امکان محاسبه آرایش میدان تنش در طی دوره کرتاسه به نمایش گذاشته شده‌اند. از تحلیل این داده‌ها یک میدان تنش فشارشی آشکار با راستای NW-SE به دست می‌آید (نمودارهای b2 و b3). این سطوح گسیختگی در برخی مکانها به وسیله یک فرآیند پگماتیت‌زایی پسین پر شده‌اند (شکل ۳، e) و دارای حرکت دوباره در رژیم یکسان هستند.

نمودارهای رسم شده برای ایستگاههای c تا g در کمربند چین‌خورده کپه‌داغ به گونه‌ای روشن سه محور تنش فشارشی متفاوت را با راستای NE-SW، NNE-SSW و N-S نشان می‌دهند. داده‌های گردآوری شده از لایه‌های رسوبی کربناتی ژوراسیک بالایی (سازند چمن‌بید) در دو پهلوی عادی و برگشته چینه‌های حاشیه جنوبی کپه‌داغ (گردنه گوجگی، شکل ۳، f و شکل ۴، نمودارهای c) دو سامانه درزه متفاوت کششی (نمودار c1) و برشی هم‌یوغ (نمودارهای c2 و c3) را شامل می‌شوند. موقعیت لایه‌بندی این لایه‌های عادی و برگشته (که کم‌وبیش با هم موازی هستند، 30/052) نسبت به سطوح درزه‌ها و خش‌لغزها نشان می‌دهد که سامانه درزه‌های برشی هم‌یوغ پیدایشی پیش از چین‌خوردگی دارد. بنابراین، با چرخاندن داده‌ها و بازگرداندن سطح لایه‌بندی به وضعیت افقی، پیش از چین‌خوردگی، و ترکیب داده‌ها با یکدیگر (نمودار c4)، یک راستای NE-SW برای تنش فشارشی پیش از چین‌خوردگی به دست می‌آید (نمودارهای c5 و c6). از سوی دیگر، موقعیت نزدیک به قائم سطوح درزه‌های کششی، یکنواختی حضور آنها در هر دو پهلوی عادی و

(ایستگاه‌های c, d, e, شکل ۴)، در حالی که برای ایجاد دگرشکلی در لایه‌های رسوبی پالئوسن محور تنش فشارشی به راستای N002 تغییر جهت داده است (ایستگاه‌های f, g, h, شکل ۴). بدیهی است که آثار این میدانهای تنش جدیدتر به شکل سامانه درزه‌های کششی جوان و پرشیب هم‌راستا با تنش فشارشی و بدون ارتباط با موقعیت لایه‌بندی در واحدهای قدیمی‌تر ثبت شده است. از آنجا که موقعیت تنش شمال‌خاوری در واحدهای جوان‌تر ثبت نگردیده است، لذا می‌توان محدوده حکمروایی آن‌را در زمانی بین پایان کرتاسه و پالئوسن و هم‌زمان با فاز لارامید در نظر گرفت. این فاز کوهزایی به گونه‌ای آشکار با حضور سطح دگرشیب بین توالی ژوراسیک - کرتاسه و لایه‌های انژون (شکل ۳، j) در بخش‌های میانی کمربند چین‌خورده و همچنین با رسوبگذاری سازند آواری سرخ پسته‌لیق در دو حاشیه شمالی و جنوبی حوضه مشخص شده است (به نواب‌پور و همکاران ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ و افشارحرب ۱۳۷۳ مراجعه کنید).

از آنچه که نمایان است، تنش فشارشی شمالی - جنوبی در زمانی پس از پالئوسن بر گستره کپه‌داغ حاکم شده است ولی چون رسوبگذاری دریایی تا پایان الیگوسن ادامه داشته است و لایه‌های رسوبی قاره‌ای میوسن در اثر این میدان تنش چین‌خورده‌اند لذا آغاز حاکمیت آن می‌تواند در زمانی پس از میوسن و در ارتباط با فازهای آتیکن، پاسادانین و جوان‌تر باشد. الگوی لرزه‌خیزی کنونی گستره کپه‌داغ (Tchalenko, 1975) و دگرشکلیهای جوان این پهنه (Trifonov, 1975, 1978) همگی نشانگر ادامه عملکرد تنش فشارشی شمالی - جنوبی در حال حاضر هستند.

سپاسگزاری

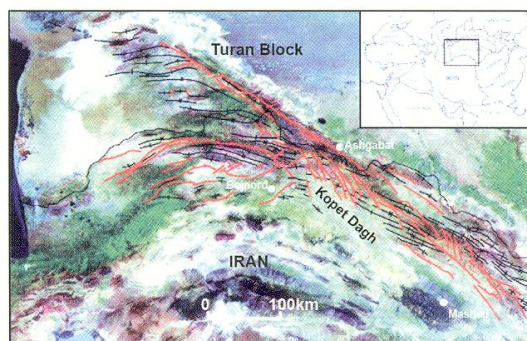
این نوشته حاصل بخشی از پژوهش‌های طرح زمین‌ساخت و لرزه زمین‌ساخت گستره کپه‌داغ - بینالود است که به وسیله گروه زمین‌ساخت سازمان زمین‌شناسی هدایت می‌شود. در اینجا لازم است از اساتید و همکاران گرانقدر، آقایان دکتر عبدالله سعیدی و دکتر محمدرضا قاسمی (از بخش معاونت زمین‌شناسی سازمان زمین‌شناسی) و دکتر فردریک موترو (از لابراتوار زمین‌ساخت دانشگاه پیر و ماری کوری پاریس) برای راهنمایی و همفکرهای ارزنده ایشان قدردانی نمایم. همکاری صمیمانه مدیریت زمین‌شناسی شمال‌خاوری، جناب آقای مهندس طاهری، در برگزاری پیمایش‌های صحرائی شایسته سپاسگزاری است. از دیگر افرادی که به گونه‌ای در انجام این پژوهش نقش داشته‌اند و ما را در زمینه‌های گوناگون دفتری، تدارکات و ترابری کمک نموده‌اند تشکر می‌نمایم.

(Lyberis & Manby, 1999) در نمودار h1 رسم شده‌اند. آنچه که از محاسبه راستای محورهای تنش برای این گروه‌نمایان است (نمودارهای h2 و h3) آرایش یکسان محور تنش فشارشی با دو ایستگاه پیشین است. لازم به ذکر است که این سطوح گسلی محور چین‌ها را بریده‌اند و بیشتر آنها دارای برش در جوان‌ترین واحدهای زمین‌شناختی با سن میوسن، پلیوسن و کواترنری هستند. از این‌رو بردارهای حرکتی آنها می‌تواند سرچشمه گرفته از آخرین میدان تنش حاکم بر این گستره باشد.

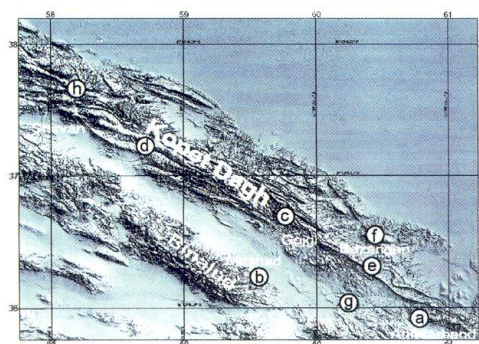
سن‌یابی رویدادها و نتیجه‌گیری

با توجه به وجود دگرشیبی بسیار آشکار و تند بین لایه‌های آذرآواری تریاس و رسوبی ژوراسیک در منطقه آق‌در بند در خاور مشهد (شکل ۳، i) و همچنین موقعیت ایستگاه a در زیر این سطح دگرشیب، به نظر می‌رسد حوضه رسوبی کپه‌داغ، پس از تریاس در یک میدان زمین‌ساختی کششی با راستای N152 شروع به فرونشینی کرده است (ایستگاه a، شکل ۴) و محیط دریایی باز حاکم شده است (به جدول ۱ مراجعه کنید). به دلیل اینکه شواهدی از وجود چنین سامانه کششی در لایه‌های جوان‌تر (کرتاسه) دیده نشده است، لذا می‌توان محدوده حکمروایی آن‌را ژوراسیک و پس از رخداد زمین‌ساختی کیمبرین پیشین از چرخه آلپی در نظر گرفت. هم‌زمان با ادامه رسوبگذاری ژوراسیک - کرتاسه در حوضه کپه‌داغ، تنش فشارشی با راستای N319 (کم‌وبیش هم‌راستا با تنش کششی پیشین) که به نظر بی‌ارتباط با گرانت‌زایی و پگماتیت‌زایی مشهد نبوده است در پایان و یا پس از ژوراسیک پسین در حاشیه جنوبی حوضه کپه‌داغ عمل کرده است (ایستگاه b، شکل ۴). از آنجا که شواهد این تنش در واحدهای جوان‌تر، نه در بینالود و نه در کپه‌داغ، دیده نشده است، از این‌رو می‌توان محدوده حکمروایی آن‌را در حدود مرز ژوراسیک - کرتاسه و هم‌زمان با فاز کیمبرین پسین دانست. باید توجه کرد که اثر این میدان تنش در حوضه رسوبی کپه‌داغ در ظاهر تنها با کم‌ژرفا شدن حوضه و تشکیل لایه‌های رسوبی آواری سازند شورریجه همراه بوده است (افشارحرب، ۱۳۷۳).

همان‌گونه که پیش‌تر نوشته شده است، داده‌های برداشت شده از لایه‌های رسوبی کمربند چین‌خورده کپه‌داغ سه راستای تنش فشارشی متفاوت را نشان می‌دهند. بر پایه این داده‌ها، محور تنش فشارشی ثبت شده در لایه‌های رسوبی ژوراسیک - کرتاسه پیش از چین‌خوردگی و هم‌زمان با آن به ترتیب دارای موقعیت‌های میانگین N055 و N201 بوده است



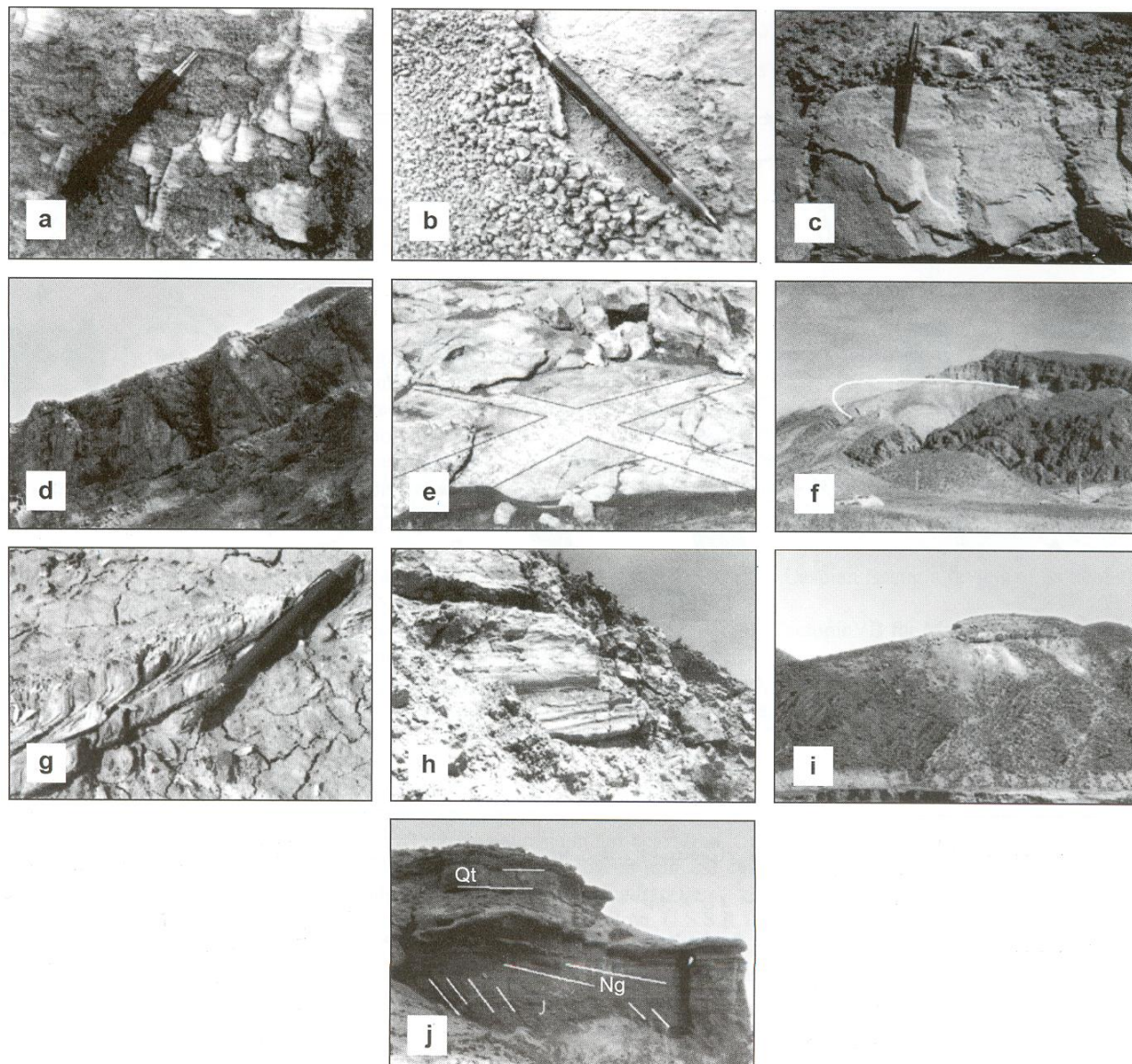
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و زمین ساختی کمربند کوهستانی که داغ در بین دو صفحه ایران و توران بر روی تصویر ماهواره‌ای LandSat TM.



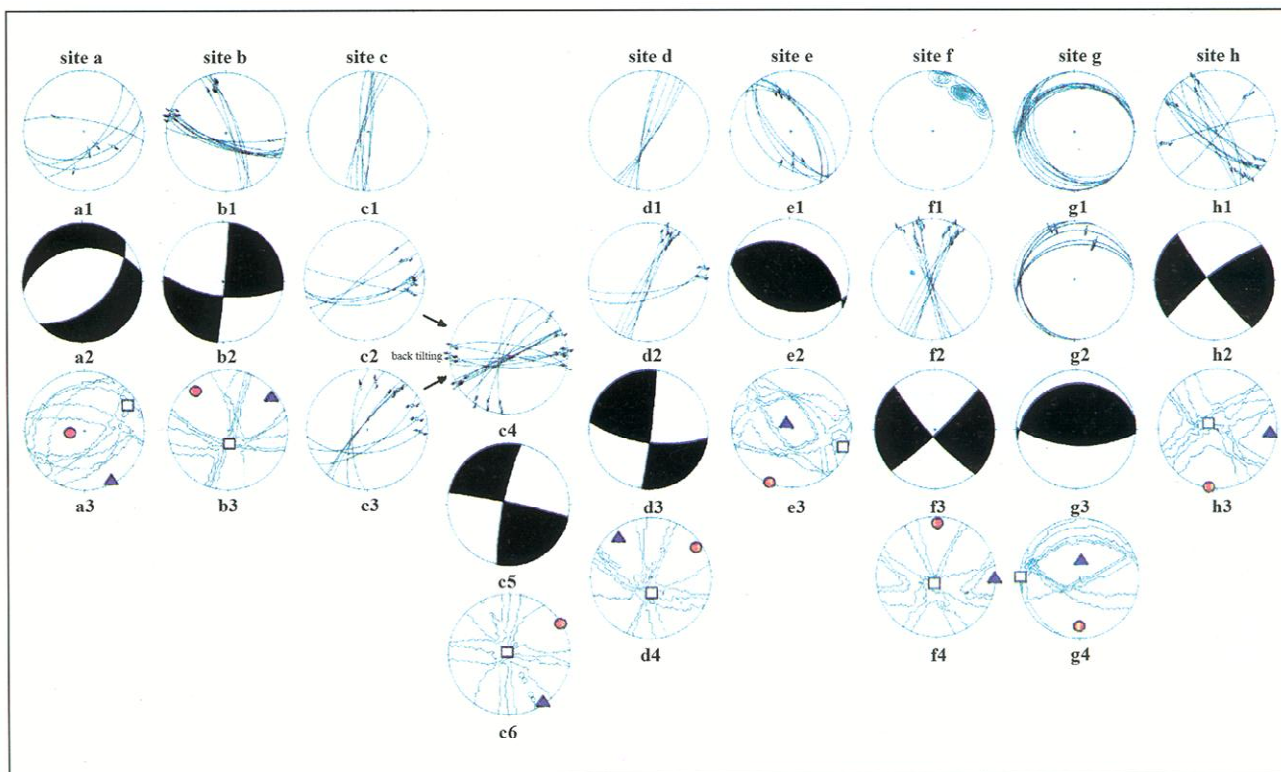
شکل ۲- موقع ایستگاههای برداشت ساختارهای شکننده (سطوح لغزش گسلی و درزه های کششی) در دو گستره که داغ و بینالود، شمال خاوری ایران

جدول ۱- خلاصه‌ای از ویژگیهای زمین شناختی، نوع سطوح گسیختگی و موقعیت محورهای تنش محاسبه شده در ایستگاه

موقعیت زمین شناختی - جغرافیایی	موقعیت محورهای تنش برپایه سطوح لغزش گسلی			نوع سطح گسیختگی	موقعیت لایه بندی	سنگ شناسی و سن	نام ایستگاه
	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\sigma 3$				
آق دربند- که داغ	262/71	060/18	152/07	گسلهای عادی	23/020	آذرآواری تریاس	A
مشهد- بینالود	319/15	180/71	052/12	درزه های برشی همیوگ	-	گرانیت ژوراسیک پسین	b
که داغ- گوجگی	056/03	304/82	147/07	درزه های برشی همیوگ و کششی	30/050 عادی و برگشته	کربناتهای ژوراسیک پسین	c
که داغ- بزنگان	054/10	177/72	321/15	درزه های برشی همیوگ و کششی	12/055	سنگ ماسه های کربناتی کرتاسه پیشین	d
که داغ- بزنگان	201/03	111/07	315/83	لغزش موازی لایه بندی	60/050	کربناتهای ژوراسیک پسین	e
که داغ- بزنگان	002/09	195/80	092/02	درزه های برشی همیوگ و استیلولیتها	10/005	کربناتهای پالئوسن	f
که داغ- کشف رود	179/24	271/05	011/88	لغزش موازی لایه بندی	40/350	رسوبات آواری قاره ای نئوژن	g
که داغ مرکزی	187/03	293/78	097/11	سامانه گسلهای راستالغز جوان	-	رسوبات کرتاسه- کواترنری	h



شکل ۳. a- نمونه‌ای از سطوح لغزش گسلی شامل پله‌های کلسیتی که نشان دهنده لغزش راست گرد می‌باشند؛ b، نمونه‌ای از درزه‌های کششی در بردارنده کانیهای کلسیتی؛ c، نمونه‌ای از استیلولیت‌های ساختاری عمود بر لایه‌بندی که نشان دهنده تنش فشاری موازی لایه‌بندی است؛ d، گسلش عادی پیش از چین خوردگی در لایه‌های تریاس منطقه آق دربند که معرف وجود میدان کششی پیش از چین خوردگی است؛ e، درزه‌های برشی هم یوغ پر شده با پگماتیت در گرانیتهای مشهد؛ f، چین خوردگی و برگشتگی لایه‌های چمن بید و مزدوران در منطقه گوجگی که سوی رانش جنوب باختری را نشان می‌دهند؛ g، حرکت واژگون موازی لایه‌بندی در لایه‌های تبخیری نئوژن که به وسیله تغییر آرایش و برش در بلورهای سوزنی ژیبس بازتاب یافته است؛ h، نمونه‌ای از سطوح لغزش گسل‌های راست‌الغز کبه داغ مرکزی؛ i، سطح دگرشیب بین لایه‌های تریاس در پایین و ژوراسیک در بالا در منطقه آق دربند؛ j، سطح دگرشیب بین لایه‌های ژوراسیک، نئوژن و کواترنری در بخش‌های میانی کمربند کوهستانی.



شکل ۴- نمودارهای اشمیت و دو وجهی راست رسم شده برپایه داده‌های برداشت شده از ایستگاههای مختلف و موقعیت محورهای تنش محاسبه شده برپایه روش دو وجهی راست (Hugo et al, 2002) از (Mechler و Angelier, 1977)، مناطق فشارش و کشش به ترتیب با رنگهای سفید و سیاه مشخص شده‌اند. در این نمودارها موقعیت محورهای تنش σ_1 ، σ_2 و σ_3 به ترتیب با علامتهای \square ، \bullet و \blacktriangle مشخص شده است.

کتابنگاری

- افشارحرب، ع.، ۱۳۷۳- زمین‌شناسی کپه‌داغ. طرح تدوین کتاب، سازمان زمین‌شناسی، کتابهای زمین‌شناسی ایران، ۱۱.
- درویش‌زاده، ع.، ۱۳۷۰- زمین‌شناسی ایران. مجموعه کتابهای علوم پایه، نشر دانش امروز، تهران.
- نبوی، م. ح.، ۱۳۵۵- دیباچه‌ای بر زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۰۹ص، تهران.
- نواب‌پور، پ.، حیدرزاده، ق.، مافی، آ. و نعیمی قصابان، ن.، ۱۳۸۲ (الف)- زمین‌ساخت و لرزه‌زمین‌ساخت ایالت ساختاری کپه‌داغ-بینالود. گزارش داخلی شماره یک، گروه زمین‌ساخت، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران. (منتشر نشده)
- نواب‌پور، پ.، حیدرزاده، ق.، ۱۳۸۲ (ب)- زمین‌ساخت و لرزه‌زمین‌ساخت ایالت ساختاری کپه‌داغ-بینالود. گزارش داخلی شماره دو، گروه زمین‌ساخت، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران. (منتشر نشده)
- نواب‌پور، پ.، حیدرزاده، ق.، مافی، آ. و حقی‌پور، ن.، ۱۳۸۲ (پ)- الگوی دگربرختی و پهنه بندی ساختاری ایالت ساختاری کپه‌داغ. بیست و دومین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران.

نواب‌پور، پ.، شیخ‌الاسلامی، م.ر.، مافی، آ. و حقی‌پور، ن.، ۱۳۸۳ (الف) - زمین‌ساخت و لرزه‌زمین‌ساخت ایالت ساختاری کپه‌داغ-بینالود. گزارش داخلی شماره سه، گروه زمین‌ساخت، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران. (منتشر نشده)

نواب‌پور، پ.، ۱۳۸۳ (ب) - طرح پژوهشی زمین‌ساخت و لرزه‌زمین‌ساخت ایالت ساختاری کپه‌داغ-بینالود، گزارش پیشرفت (کپه‌داغ‌خاوری، مرکزی و پهنه بینالود)، گروه زمین‌ساخت، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران. (منتشر نشده)

References

- Afshar-Harb, A., 1969- A brief history of geological exploration and geology of the Sarakhs area and the Khangiran gas field. Bulletin of the Iranian petroleum institute, 37, p.86-96. (in Farsi).
- Afshar-Harb, A., 1979- The stratigraphy, tectonics and petroleum geology of Kopet Dagh region, Northern Iran. Ph.D. thesis, petroleum geology section, Royal school of mines, imperial college london, 316 p.
- Angelier, J. & Mechler, P., 1977- Sur une méthode graphique de recherche des contraintes principales également utilisable en tectonique et enséismologie: la methode des diédres droits. – Bull. Soc. Géol. France , VII, 19: 1309-1318; Paris.
- Berberian, M., and King, G. C. P., 1981- Towards a paleogeography and tectonic evolution of Iran. Canadian journal of earth sciences, v. 18, no. 2, p. 210-265.
- Brunet, M. –F., Korotaev, M. V., Ershov, A. V. & Nikishin, A. M., 2003- The South Caspian Basin: a review of its evolution from subsidence modeling. Sedimentary Geology, v. 156, p. 119-148.
- Hugo, O., Franz, R., & Peter, A., 2002- Easy handling of tectonic data: the programs TectonicVB for Mac and TectonicsFP for Windows. Elsevier Science Ltd., Computers & Geosciences, 28, p. 1193-1200.
- Lyberis, N., Manby, G., Poli, J. T., Kalugin, V., Yousouphocaev, H., and Ashirov, T., 1998- Post Triassic evolution of the southern margin of the Turan plate. Comptes Rendus de l'Academic des sciences, Paris, v. 326, p. 137-143.
- Lyberis, N., and Manby, G., 1999- Oblique to orthogonal convergence across the Turan block in the Post-Miocene. AAPG bulletin, v. 83, no. 7, p. 1135-1160.
- Ruttner, A. W., Brandner, R., and Kirchner, E., 1991- Geology of the Aghdarband area (Kopet Dagh, NE Iran). Abhandlungen der Geologischen, Bundesanstalt, v. 38, p. 7-79.
- Ruttner, A. W., 1993- Southern borderland of Triassic Laurasia in northeast Iran. Geologisches Rundschau, v. 82, p. 110-120.
- Slocklin, J., 1977- Structural correlation of the Alpine ranges between Iran and central Asia. Memoire hors serie de la Societe Geologique, v. 8, p. 333-353.
- Tchalenko, J. S. ,1975- Seismicity and structure of the Kopet Dagh (Iran, U.S.S.R.). PTRMAD v. 278, n. 1275, pp. 1-28, Royal Society, London.
- Trifonov, V. G., 1971- The pulse-like character of tectonic movements in regions of most recent mountain building (Kopet Dagh and Southeast Caucasus). Geotectonics 4, 234-235. (Engl. Transl.)
- Trifonov, V. G., 1978- Late Quaternary movements of western and central Asia. Geological society of America bulletin, v.89, p. 1059-1072.

*گروه زمین‌ساخت، سازمان زمین‌شناسی کشور، تهران.

**دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران-شمال.

***مدیریت زمین‌شناسی شمال‌خاوری، سازمان زمین‌شناسی کشور، مشهد.

* Tectonics Group, Geological Survey of Iran, Tehran, Iran

** Islamic Azad University, Tehran.

***North-East Geological Management, Geological Survey of Iran, Mashad.