

تعیین تنش دیرینه و جهت حرکت راندگی گستره شمال تهران ، بین دره درکه تا دره کن

نویسنده: حمیدرضا کرمی* دکتر منوچهر قرشی** دکتر محمدرضا عباسی***

Determination of Paleostress and trend of thrusting between Darakeh-Kan Valleys, Northern Tehran

By: H.R. Karami*, Dr.M. Qorashi** & Dr.M.R. Abbasi***

Abstract

The region under consideration is part of the Alpine System which is situated between Darakeh Valley in the east and Kan Valley in the west, northern Tehran. It is totally composed of Eocene Karaj Formation. The mechanism of thrust-faulting dipping towards the north in the southern portion of the Central Alborz, whereas, the thrusting of north Tehran is left-lateral movement (Tchalenko, 1975 and Trifonov, 1996). In addition, the faultings with north-south trend to north-northwest to southeast, have right-lateral movement. In this connection, a model is suggested for generation of these faults.

The study of the fractures and faults trend, particularly thrust, reverse-faults, dykes, joints and above all slickensides on fault planes, show that, two totally different attitudes of compressional trends and almost perpendicular to each other are present.

The first generation of compression is trending northwest-southeast, while the second generation of compression possesses northeast to southwest trend.

* Teacher Training University and University for Science and Technology of Iran.

** Geological Survey of Iran.

*** International Institute for Earthquake Engineering and Seismology

* - دانشگاه تربیت مدرس و دانشگاه علم و صنعت

** - سازمان زمین شناسی کشور

*** - موسسه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

چکیده:

گستره مورد بررسی بخشی از سیستم آلپی محسوب می شود که در شمال تهران بین دره درکه در خاور، و دره کن در باختر قرار گرفته است و تماماً از سنگهای سازند کرج با سن ائوسن تشکیل شده است. در بخش جنوبی البرز مرکزی ساز و کار (Mechanism) گسله های راندگی با شیب به سمت شمال است. راندگی شمال تهران دارای مولفه چپگرد می باشد (Trifonov (1996), Tchalenko (1975). و گسله های با روند شمالی- جنوبی تا شمال باختری- جنوب جنوب خاوری دارای مؤلفه راستگرد هستند که در این رابطه مدل تشکیل این گونه گسله ها ارائه شده است.

بررسی روند شکستگی ها و گسله ها (به ویژه گسله های راندگی و معکوس)، ناپکه ها، برزه ها و از همه مهمتر خش لغزهای موجود بر روی سطوح لغزش در روند فشردگی کاملاً متفاوت و تقریباً عمود برهم را نتیجه می دهد. نسل اول فشردگی، دارای روند شمال خاوری- جنوب باختری و نسل دوم جهت شمال خاوری- جنوب باختری دارند.

(1975) Tchalenko و (1996) Trifonov، جهت تنش وارده برای تشکیل آنها شمال خاوری جنوب باختری، نتیجه می‌شود.

۲-۱-۲- بررسی روند شکستگی‌ها و گسله‌ها در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰

شکل ۲ نمایش نقشه ساختاری گسترده مورد بررسی به همراه نمودارهای گل سرخی روند کلی شکستگی‌ها و روند گسله‌های راندگی و معکوس می‌باشد. جهت سانگی و ترک بهتر وضعیت شکستگی‌ها رویه‌ای بر حدود ۱۲۰ کیلومتر مربع به شش بخش مساوی تقسیم شده و روند کل شکستگی‌ها به‌ویژه گسله‌های راندگی و معکوس مشخص شده‌اند.

باتوجه به شکل شماره ۲ و جداول شماره ۲ و ۴ نتیجه می‌شود که روندها متفاوت بوده و به دو بخش غالب، قابل تقسیم می‌باشند. بررسی جدول شماره ۲ نشان می‌دهد که روند غالب تمام شکستگی‌ها شمال باختری - جنوب خاوری و شمال خاوری - جنوب باختری است. بررسی جدول ۴ نشان می‌دهد که روند غالب گسله‌های راندگی و معکوس شمال خاوری - جنوب باختری می‌باشد که با روند غالب گسله‌های راندگی و معکوس در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ کمی متفاوت است. اگر حرکت این گسله‌ها را فقط شیب لغز در نظر بگیریم، با وجودی که می‌دانیم مؤلفه برشی نیز دارند، جهت تنش وارده برای تشکیل آنها شمال باختری - جنوب خاوری می‌باشد.

نکته قابل توجه در شکل ۲، قطع شدن گسله‌های راندگی و معکوس با روند شمال خاوری - جنوب باختری توسط گسله‌های راندگی و معکوس با روند شمال باختری - جنوب خاوری می‌باشد که نشانه تفاوت سنی آنها نیز می‌باشد.

از بررسی شکستگی‌ها و گسله‌ها به‌ویژه گسله‌های راندگی و معکوس، شکل‌های ۱ و ۲ و جدول‌های ۱ و ۲ و ۴ چنین نتیجه می‌شود که حداقل بایستی نونسل فشردگی، برای تشکیل این گسله‌ها وجود داشته باشند، که با توجه به قطع شدن گسله‌های راندگی و معکوس توسط یکدیگر، نسل اول عبارتست از جهت فشردگی با راستای شمال باختری - جنوب خاوری و نسل دوم عبارت است از جهت شمال خاوری - جنوب باختری.

۲-۲- بررسی سطح گسله‌ها و ویژگی‌های موجود در آنها

بررسی سطح گسله‌ها با اندازه‌گیری‌های مختلف روی سطح گسله از قبیل خش لغزها، شیب و امتداد سطح گسله و تعیین نوع گسله (عمودی، معکوس و راستالغز) صورت گرفته است. هدف از بررسی سطح گسله‌ها، تعیین تنش دیرینه (paleostress)

بررسی جهت‌ها و شناسایی نیروهای مؤثر در یک منطقه، بی‌تردید گامی مهم و مؤثر در شناسایی حرکت گسله‌ها در زمان‌های دور می‌باشد که خود می‌تواند زمینه‌ای جهت ترک بهتر حرکت‌های بعدی آنها باشد.

در سال‌های اخیر نیز بر قالب رساله‌های کارشناسی ارشد یساقی (۱۳۶۸)، صدر (۱۳۷۰)، صائقی (۱۳۷۰)، ساعدی بناب (۱۳۷۱)، طبسی (۱۳۷۵) و فقهی (۱۳۷۶) به بررسی عناصر ساختاری در محدوده البرز و گامی راندگی شمال تهران پرداخته‌اند.

هدف از اجرای پژوهش حاضر بررسی گسله‌های موجود در گستره مورد بررسی در دو بعد متفاوت می‌باشد که عبارتند از:

۱- بررسی روی سطح گسله‌ها و پی‌آمدهای بوجود آمده روی آنها (خطواره‌ها و خش لغزها)

۲- بررسی روی روند شکستگی‌ها و گسله‌ها با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی و ساختاری تهیه شده در مقیاس ۱:۲۵۰،۰۰۰ و همچنین نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰،۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی کشور (برگه تهران). تعیین جهت حرکت راندگی از هدف‌های دیگر این پژوهش به شمار می‌رود که با مشخص شدن وضعیت نیروهای چهره در گستره مورد بررسی و شناسایی ساختارهای حاصله، مشخص و معرفی می‌گردد.

۲- تحلیل هندسی و دینامیکی عناصر ساختاری

۲-۱- بررسی روند شکستگی‌ها و گسله‌ها

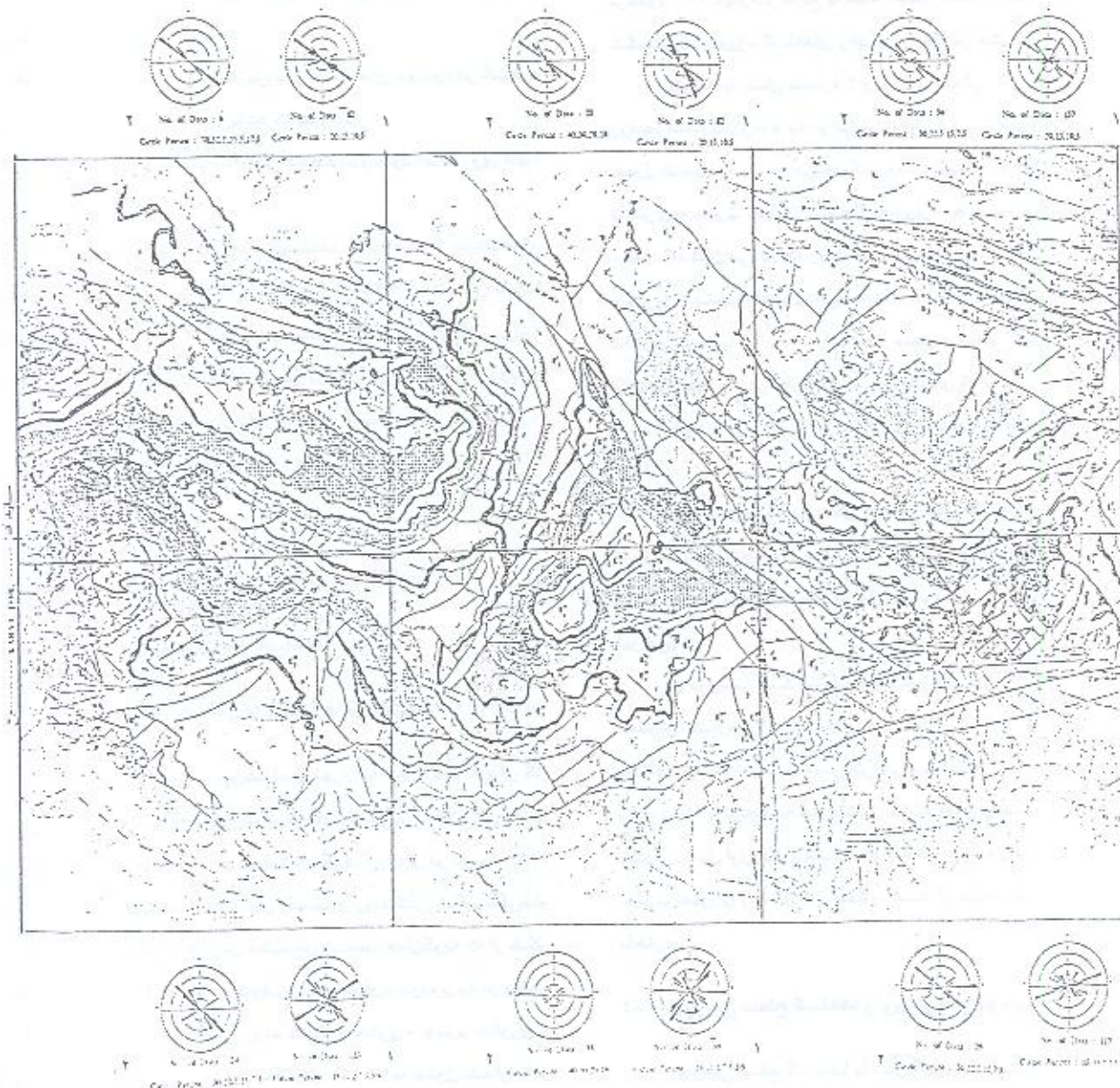
۲-۱-۱- بررسی روند شکستگی‌ها و گسله‌ها در مقیاس ۱:۱۰۰،۰۰۰

شکل ۱ نمایش نقشه زمین‌شناسی تهران به همراه نمودارهای گل سرخی روند کلی شکستگی‌ها و روند گسله‌های راندگی و معکوس می‌باشد. جهت سانگی و ترک بهتر وضعیت شکستگی‌ها رویه‌ای بر حدود ۱۲۵۰ کیلومتر مربع به شش بخش مساوی تقسیم و روند کلی شکستگی‌ها به‌ویژه گسله‌های راندگی و معکوس مشخص شده‌اند، همان‌گونه که از شکل ۱ و جداول شماره ۱ و ۲ نتیجه می‌شود روندها متفاوت بوده و به دو بخش غالب، قابل تقسیم می‌باشند، یکی روند شمال باختری - جنوب خاوری و دیگری روند شمال خاوری - جنوب باختری. باتوجه به جدول شماره ۲ و همچنین شکل شماره ۱ روند غالب گسله‌های راندگی و معکوس شمال باختری - جنوب خاوری می‌باشد. اگر حرکت این گسله‌ها را فقط شیب لغز در نظر بگیریم، با وجودی که می‌دانیم فعالیت برشی و مورب لغز دارند

۲- جهت لغزش مشاهده شده روی صفحه گسله همان جهت تنش برشی ماکزیمم روی سطح گسله می‌باشد. (Marret & Allmendinger, 1990). به وسیله استریوننت هم رویه و با استفاده از موقعیت صفحه گسله و موقعیت خش لغز روی آن، به بررسی تنش دیرینه پرداخته‌اند. در این روش ابتدا بر روی استریوننت صفحه گسله و قطب آنرا رسم می‌کنیم و سپس زاویه میل (Pitch) و یا انحراف (Rake) خش لغز را وارد می‌کنیم که بایستی

مؤثر بر گستره مورد بررسی می‌باشد. در چند دهه اخیر بررسی تنش دیرینه بر پایه اطلاعات سطح گسله پیشرفت‌های قابل ملاحظه‌ای نموده است. این مطالعات به دو روش اساسی محاسباتی و ترسیمی تقسیم می‌شوند. در تعیین تنش دیرینه یک گستره تراکتر روش‌ها دو فرض اساسی را باید بر نظر گرفت:

۱- تنش در محدوده مورد بررسی یکنواخت و همگن اثر می‌کند.



شکل ۱- نقشه زمین شناسی تهران به همراه نمودار گل سرخی کل شکستگیها (۱) و روند گسلهای زانندگی و معکوس (۲) در نواحی شش گانه، مقیاس ۱:۲۰۰,۰۰۰ (برداشت از نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ تهران)

موقعیت	روند درجه دوم	روند غالب	
شمال خاوری	N135-140	N120-125	ناحیه ۱
شمال مرکز	N135-140	N120-125	ناحیه ۲
شمال باختری	N140-145	N130-135	ناحیه ۳
جنوب خاوری	N125-130	N85-90	ناحیه ۴
جنوب مرکز	---	N90-95	ناحیه ۵
جنوب باختری	N60-65	N130-135	ناحیه ۶

جدول ۲- روند گسله‌های راندگی و معکوس درمقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ (برداشت از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰)

موقعیت	روند درجه دوم	روند غالب	
شمال خاوری	N125-130	N120-125	ناحیه ۱
شمال مرکز	N45-50	N90-95	ناحیه ۲
شمال باختری	N110-115	N135-140	ناحیه ۳
جنوب خاوری	---	N60-65	ناحیه ۴
جنوب مرکز	N55-60	N45-50	ناحیه ۵
جنوب باختری	N55-60	N150-155	ناحیه ۶

جدول ۳- روند شکستگی‌ها و گسله‌ها درمقیاس ۱:۲۵,۰۰۰ (برداشت از نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵,۰۰۰)

موقعیت	روند درجه دوم	روند غالب	
شمال خاوری	N125-130	N120-125	ناحیه ۱
شمال مرکز	N45-50	N55-60	ناحیه ۲
شمال باختری	-----	-----	ناحیه ۳
جنوب خاوری	N45-50	N55-60	ناحیه ۴
جنوب مرکز	N55-70	N60-65	ناحیه ۵
جنوب باختری	N90-95	N55-60	ناحیه ۶

جدول ۴- روند گسله‌ها راندگی و معکوس درمقیاس ۱:۲۵,۰۰۰ (برداشت از نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵,۰۰۰)

بر روی دایره بزرگ واقع شود (شکل ۲)، آنگاه به‌وسیله برداری جهت حرکت فرا دیواره را مشخص می‌نمائیم. و نقطه جهت لغزش و قطب گسله بر روی صفحه‌ای قرار می‌گیرند که صفحه حرکت نامیده می‌شود. برای تکمیل نمودن تجزیه و تحلیل صفحه را می‌چرخانیم تا صفحه حرکت بر جهت خاوری- باختری شبکه قرارگیرد. محور کشیدگی بر فاصله ۲۵ درجه قطب سطح گسله و نقطه جهت لغزش و محور کوتاه شدگی بر فاصله ۹۰ درجه از آن واقع می‌شود، به عبارت دیگر بر حالت گسله نرمال نیم‌ساز نقاط P و S برابر با محور فشردگی یا محور کوتاه شدگی می‌باشد (شکل ۳).

محورهای کوتاه شدگی و کشیدگی بر محدوده‌هایی واقع می‌شوند که در صفحه لغزش ۹۰ درجه از یکدیگر فاصله دارند. چون تعداد دانه‌ها زیاد است، بر نتیجه محورهای کوتاه شدگی و کشیدگی متفاوتی بدست خواهد آمد که در این مرحله با کنتوربندی، تمرکز حداکثر را به‌عنوان محورهای σ_3 , σ_1 در نظر خواهیم گرفت.

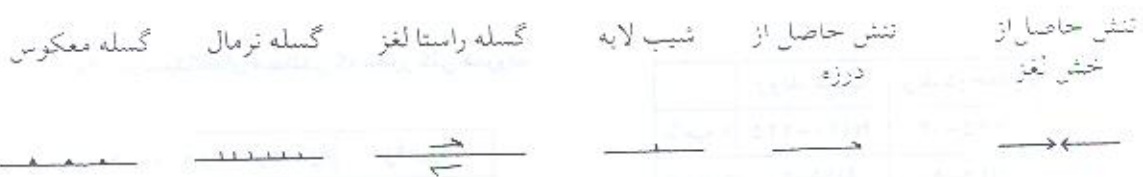
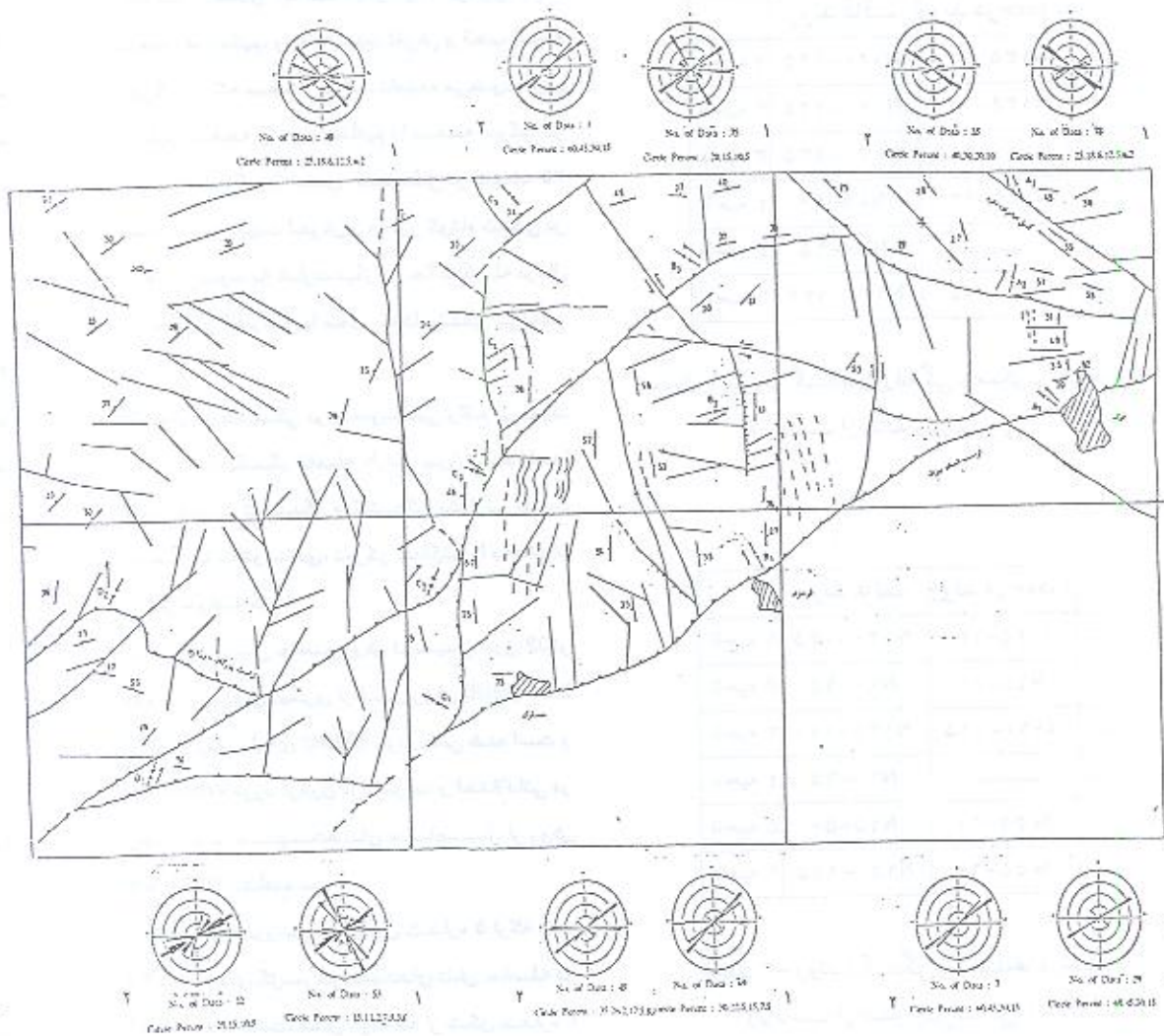
روش مورد استفاده در بررسی حاضر روش ترسیمی فوق‌الذکر می‌باشد. نتایج روش فوق با روش‌های دیگری از قبیل روش Lisle (1988) که توسط طیبسی (۱۳۷۵) به زبان پایه‌ای (Basic) بازنویسی شده است و همچنین نرم‌افزار Wintek (1996) مورد آزمون قرار گرفت و اختلافاتی در حدود ۵ تا ۱۰ درجه با جهت‌های حاصل از روش Marret & Allmendinger (1990) مشاهده شد.

نتایج حاصل از روش مورد بررسی در جدول شماره ۵ ارائه شده است. در شکل شماره ۴ نمودارهای گل‌سرخ جهت‌های تنش حاصله در ۱۲ ایستگاه مختلف را نمایش داده است. همان‌گونه که از شکل شماره ۴ نتیجه می‌شود بر جهت و روند کلی از بررسی خش لغزها قابل برداشت می‌باشد.

تغییرات جهت σ_1 در ایستگاه‌های مختلفی که بطور کلی هم‌روند

موقعیت	روند درجه دوم	روند غالب	
شمال خاوری	N30-35	N120-125	ناحیه ۱
شمال مرکز	N120-125	N150-155	ناحیه ۲
شمال باختری	N110-135	N120-125	ناحیه ۳
جنوب خاوری	---	N70-75	ناحیه ۴
جنوب مرکز	N35-40	N90-95	ناحیه ۵
جنوب باختری	N130-135	N50-55	ناحیه ۶

جدول ۱- روند شکستگی‌ها و گسله‌ها درمقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ (برداشت از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰)



شکل ۲- نقشه زمین شناسی نهران به همراه نمودار گل سرخی کل شکستگیها (۱) و روند گسله‌های راست‌الغزی و معکوس (۲) در نواحی شش‌گانه، مقیاس ۱:۵۰,۰۰۰ (بر پایه نقشه زمین شناسی ۱:۲۵,۰۰۰)

می‌باشند را می‌توان به چند عامل مختلف نسبت داد

که مهمترین آنها عبارتند از:

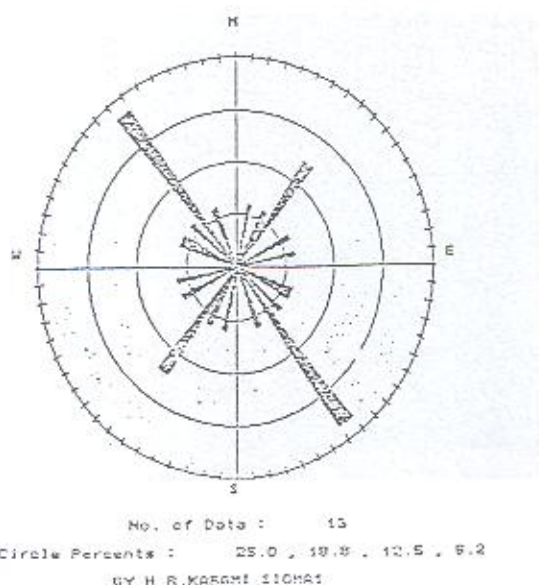
۱- تغییرات جهت

تغییرات جهت σ_1 ، در نواحی مختلف تابعی از وجود گسله‌ها و

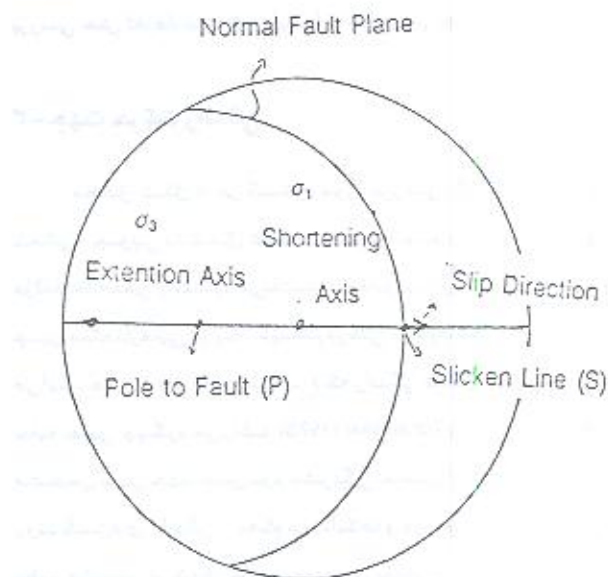
ساختارهای موجود در آن ناحیه می‌باشد.

۲- دقت اندازه‌گیری‌های صحرایی

۳- دقت محاسبات دفتری



شکل ۴- نمودار نمایش دهنده جهت‌های کلی σ_1 در ۱۳ ایستگاه مورد بررسی (بر پایه جدول شماره ۵)



شکل ۳- نمایش روش ترسیمی با استفاده از استریونت Marret Allmendinger (1990)

شکل ۵ عکس و طرح عکس مربوط به تقاطع دو سری خش لغز را بر روی یک سطح نشان می‌دهند. بررسی جدول شماره ۵ و همچنین نمودارهای گل سرخی مربوط و همچنین با توجه به عکس شماره ۱، از مجموع بررسی‌های خش لغز سایر ایستگاه‌های مختلف به این نتیجه می‌رسیم که بانو روند کلی و متفاوت از فشردگی موثر بر گستره مورد بررسی مواجه می‌باشیم. با استفاده از جدول شماره ۵ جهت فشردگی نسل اول عبارت از $313^{\circ}N$ و جهت فشردگی نسل دوم $40^{\circ}N$ تعیین شده است.

۲-۳- بررسی وضعیت دایکها

دایکها جزو کهن‌ترین سنگهای گستره مورد بررسی می‌باشند و مطابق راهنمای نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ تهران (امینی و امامی ۱۳۷۲) بر زمانهای متفاوتی تشکیل شده‌اند. دایکهای دارای روند شمال باختری- جنوب خاوری مربوط به اثوسن زیرین بوده و دایکهای با روند شمال خاوری- جنوب باختری به بعد از اثوسن زیرین نسبت داده شده‌اند. بر شکل ۶ (نقشه زمین‌شناسی تهران) روند کلی دایکها برگستره مورد بررسی نمایش داده شده است. بررسی کلی نمودارهای ارائه شده نو روند کاملاً متفاوت و تقریباً عمود برهم را از دایکها به نمایش می‌گذارد.

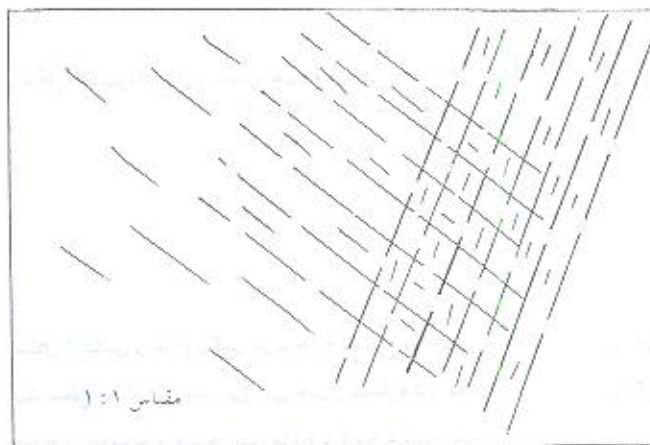
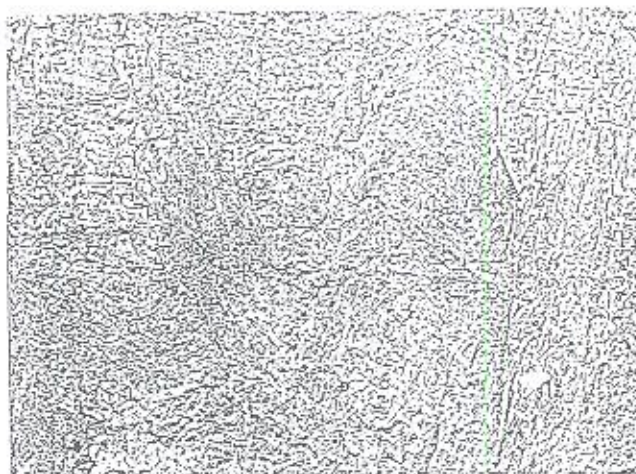
ردیف	منطقه مورد بررسی	وضعیت تنش T_1	موقعیت
۱	دره درکه	N۲۱۰	ایستگاه شماره ۱
۲	دره درکه	N۱۰	ایستگاه شماره ۲
۳	دره درکه	N۲۲۰	ایستگاه شماره ۳
۴	دره فرحزاد	N۲۲۰	ایستگاه شماره ۱
۵	دره فرحزاد	N۷۵	ایستگاه شماره ۲
۶	دره فرحزاد	N۲۹۰	ایستگاه شماره ۳
۷	دره حصارک	N۳۲۱	ایستگاه شماره ۱
۸	دره حصارک	N۳۵	ایستگاه شماره ۲
۹	دره حصارک	N۲۹۵	ایستگاه شماره ۳
۱۰	دره حصارک	N۶۰	ایستگاه شماره ۴
۱۱	دره حصارک	N۳۳۵	ایستگاه شماره ۵
۱۲	دره کن	N۲۵	ایستگاه شماره ۱
۱۳	دره کن	N۲۵	ایستگاه شماره ۲

جدول شماره ۵- وضعیت T_1 در ایستگاه‌های مورد بررسی

بررسی خش لغزها، برزها و دایکها را نمایش می‌دهد.

۳- جهت حرکت رانندگی

مطابق شکل ۸، بر گستره مورد بررسی، گسله‌های دارای روند شمالی- جنوبی تا شمال شمال باختری- جنوب جنوب خاوری دارای مؤلفه جابه‌جایی راستگرد می‌باشند و مطابق شکل ۹ (مدل ارائه شده) این چنین ساختارهایی بر یک سیستم برشی چپگرد تحت اثر تنش، بوجود می‌آیند. حال با علم به این موضوع که رانندگی شمال شمال خاوری دارای مؤلفه جابه‌جایی چپگرد می‌باشد (Tchalenko (1975) و Trifonov (1996) و با مشخص شدن جهت نسل دوم فشردگی حاصل از بررسی خش لغزها، روند گسله‌های رانندگی و معکوس، دایکها و برزها، جهت حرکت رانندگی بطور مشخص از شمال خاوری به جنوب باختری نتیجه می‌شود.



۴- نتیجه‌گیری:

نتایج حاصل از این پژوهش عبارت است از بدست آوردن دو جهت و روند کلی از «بررسی روند گسله‌ها» و «به‌ویژه گسله‌های رانندگی و معکوس، خش لغزها، دایکها و برزها که جهت فشردگی نسل اول عبارتست از جهت $313^{\circ} N$ (شمال باختری- جنوب خاوری) و جهت فشردگی نسل دوم عبارتست از جهت $40^{\circ} N$ (شمال خاوری- جنوب باختری).

این نتایج به نحو مطلوبی با نتایج بررسی‌های بربریان و همکاران (۱۳۶۴) که نو فاز را بر این گستره معرفی می‌نمایند و همچنین بررسی‌های (Alavi (1996) که تشکیل عناصر ساختاری شمال تهران تا کرج را طی دو نسل معرفی می‌نمایند، همخوانی دارد.

جهت حرکت رانندگی مطابق با نسل دوم فشردگی و با توجه به مؤلفه چپگرد رانندگی شمال شمال خاوری از شمال خاوری به جنوب باختری نتیجه می‌گردد. همچنین با توجه به شکل ۸ برمی‌یابیم که گسله‌های دارای روند شمالی- جنوبی بر حال چرخش و تغییر وضعیت به حالت شمال شمال باختری- جنوب جنوب خاوری می‌باشند که بر نتیجه چرخش از راست به چپ در این گسله‌ها مشهود می‌باشد.

شکل ۵- عکس و طرح مربوطه از دو سری خش لغز در سطح گسله‌ای در دره فرحزاد

۴-۲- بررسی روند برزها

بررسی برزها بطور کلی بر مناطقی صورت پذیرفته که آثاری از وجود خش لغزها مشاهده گردیده است و بر این اساس، سعی شده برزهای پرشده، همپوگ (Conjugate) و همچنین کلیه برزهای سیستماتیک برداشت و مورد بررسی قرار گیرند.

بررسی برزها نشان می‌دهد که روند کلی آنها بر ایستگاههای مختلف، اولاً مطابقت بسیار خوبی با جهات فشردگی خش لغزها دارد، ثانیاً این مطلب که با دو روند کلی و متفاوت از وضعیت روند برزها مواجه می‌باشیم. شکل ۷ تراکتوری‌های توزیع تنش (σ_1) حاصل از تلفیق

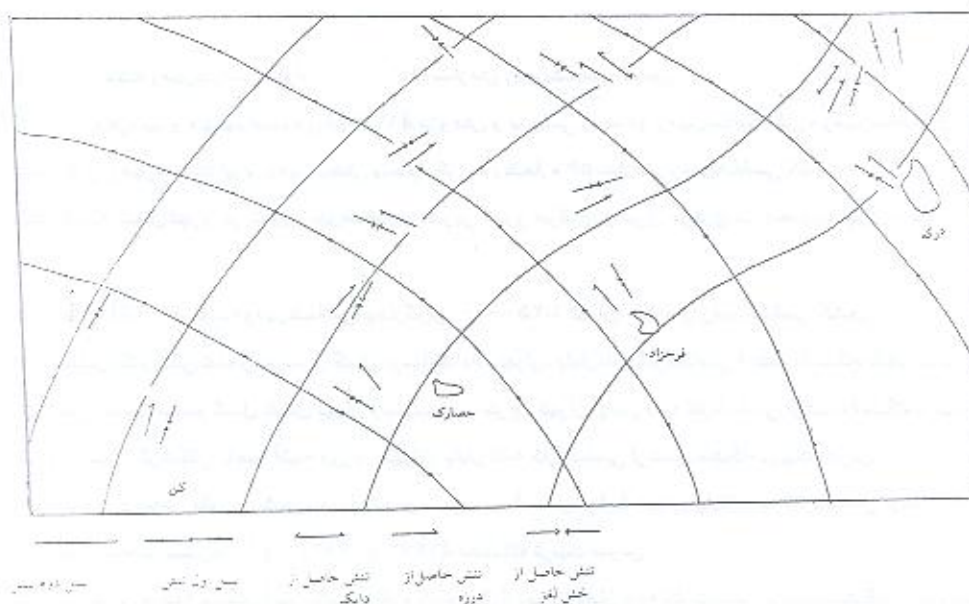
شکل ۶ - نقشه زمین شناسی تهران به همراه نمودار گل سرخی روند کلی دایکها
مقیاس ۱:۲۰۰,۰۰۰ (برداشت از نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ تهران)



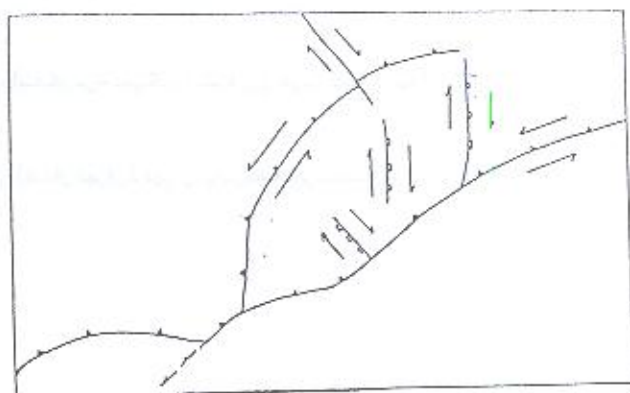
شکل ۶ - نقشه زمین شناسی تهران به همراه نمودار گل سرخی روند کلی دایکها مقیاس ۱:۲۰۰,۰۰۰ (برداشت از نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ تهران)



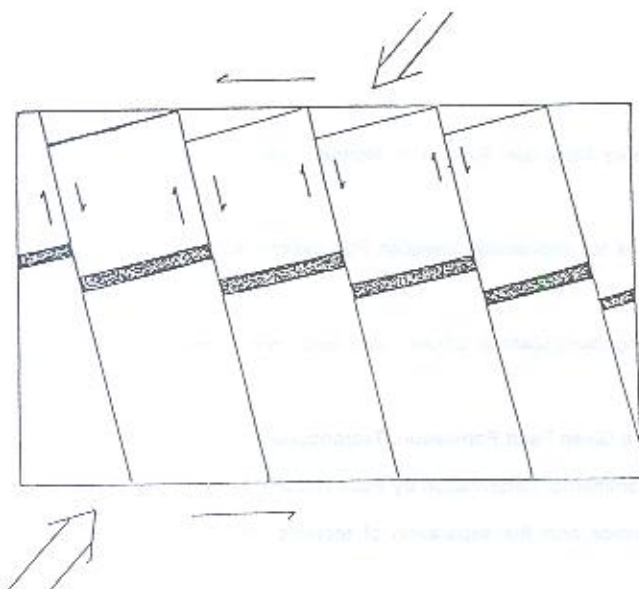
شکل ۷- نمایش نقشه زمین‌شناسی تهران به همراه رزیدیاگرام روند کلی دایکدها مقیاس ۱:۲۰۰,۰۰۰ (اقتباس از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ تهران)



شکل ۸- توزیع تنش حاصل از تلفیق روند کلی تنش لغزه‌ها، درزه‌ها و دایکها - مقیاس ۱:۵۰۰,۰۰۰



شکل ۹- نمایش مؤلفه حرکتی گسله‌های معکوس و نرمال در گستره مورد مطالعه (مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰)



شکل ۱۰- مدل ارائه شده جهت بیان چگونگی تشکیل گسله‌های راستگرد در یک سیستم چپگرد تحت تنش (σ_۱) N40°

- امینی، ب - امامی، م. (۱۳۷۲)، نقشه زمین‌شناسی تهران ۱:۱۰۰۰۰۰، سازمان زمین‌شناسی کشور.
- بربریان، م. قرشی، م. ارژنگ روش، ب. و مهاجر اشجعی، ا. (۱۳۶۳)، پژوهش و بررسی ژرف نو زمین‌ساخت، لرزه زمین‌ساخت و خطر لرزه، گسلش بر تهران و پیرامون (پژوهش و بررسی لرزه زمین‌ساخت ایران زمین بخش پنجم)، گزارش شماره ۵۶ سازمان زمین‌شناسی کشور.
- بوئری، س. (۱۳۷۳)، نقش گسله شمال تهران در تکوین حوضه‌های رسوبی البرز مرکزی و ایران مرکزی بر محدوده تهران - کرج، فصلنامه علوم زمین، شماره ۱۲، صفحه ۲۷-۱۲.
- حقی‌پور، ع. وحتی دانشمند، ف. (۱۳۶۵)، نقشه زمین‌شناسی چهارگوش ۱:۲۵۰،۰۰۰ تهران، سازمان زمین‌شناسی کشور.
- ساعدی بناب، ج. (۱۳۷۲)، تحلیل تکتونیکی تداخل دوسری گسل در مبارک‌آباد، تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی.
- صائب فر، و. (۱۳۷۰)، بررسی ژئودینامیسم گسل شمال تهران (جنوب غرب کرج)، تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم.
- صدر، ا. (۱۳۷۰)، بررسی و تحلیل دگرشکلی ناحیه آئینه و رزان، تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
- طیسی، ه. (۱۳۷۵)، آنالیز ساختاری معدن فلورین شش رویار (جنوب غرب زیرآب مازندران)، تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
- عباسی، م. جزوات نرسی زمین ساخت پیشرفته ۱ و ۲ (۱۳۷۲ و ۱۳۷۳)، دانشگاه تربیت مدرس.
- فقهی، خ. (۱۳۷۶)، تحلیل ساختاری منطقه سنگان (بین تالون و کوه گندم چال)، تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
- قرشی، م. جزوات نرس ساینز مکتونیک و نئوتکتونیک، (۱۳۷۳)، دانشگاه تربیت مدرس.
- قرشی، م. ارژنگ روش، ب. (۱۳۵۸)، معرفی و بررسی گسله‌های کوتاه‌تر ناحیه تهران، سازمان زمین‌شناسی کشور.
- نوی، م. (۱۳۵۳)، نیباجه‌ای بر زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی کشور.
- ولادیمیرتریفونوف، حسامی، خ. جمالی، ف. (۱۳۷۵)، سیستم گسلی مورب لغز (معکوس-چپگرد) شرقی و غربی شمال ایران، گزارش شماره ۷۵، مؤسسه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله جلد ۲.
- بساتی، ع. (۱۳۶۸)، تحلیل ساختاری و تکوین زمین‌ساختی جنوب باختری البرز (شمال تهران)، تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.

References

- Alavi, M. (1996), Tectonostratigraphy Synthesis and Structural Style of the Alborz Mountain System in Northern Iran, *J. Geodynamics*, Vol. 21, No. 1, PP. 1-33.
- Aleksandrowski, P., (1985), Graphical Determination of Principal Stress Directions for Slickenside lineation Populations and attempt to modify Arthaud's Method, *J. Struct. Geology*, Vol. 7, No. 1, PP. 738-4.
- Allenbach, P., 1966, *Geologie und Petrographie des Damavand und Seiner Umgebung (Zentral Elburz)*, Iran Geol. Mitt., Geol. Inst. ETH Univ. Zurich, n.s., 63, 144p.
- Angelier, J., 1979, Determination of the Mean Principal Direction of Stresses for a Given Fault Population, *Tectonophysics*, Vol. 56, PP. T 17-T 26.
- Angelier, J., *Fault Slip Analysis and Paleostress Reconstruction*, Chapter 4 of *Continental Deformation* by Paul Hncock.
- Armijo, R., Carey, E., Cisternes, A., (1982), The inverse problem in microtectonics and the separation of tectonic phases, *Tectonophysics*, Vol. 82, PP. 145-160.



- Asserto, R., 1966, Geological map of Upper Dajrud Lar Valleys, (Central Elburz, Iran), Inst. Geol. Univ. Milano, Serie G, Publi. N. 232, 86P.
- Beker, A., 1996, Conical Dragfolds as Kinematic Indicators for Strike-Slip Fault Motion, *J. of Structural Geology*, Vol. 176, No. 11, PP. 1497-1506.
- Berberian, M., 1979, Contribution to the Sismotectonics of Iran Part (II), *Geol., Surv. Iran*, 40, 570P.
- Berberian, M., 1981, Active Faulting and Tectonics of Iran, in Gupta, H.K., and Delany, F.M., (eds), *Zagros-Hindu-Himalaya Geodynamic Evolution*, *Am. Geophys. Un. and Geol. Soc. Am., Geodynamics Series*, 3, 33-69.
- Castle, H.C., Hills, S.L. (1991) BRETE 3 and select: Quickbasic 4 Programs for Determination of Stress Tensor Configurations and separation of heterogeneous population of Fault Slip Data *Computer & Geoscience*, Vol. 17, Vol. 17, Vol. 23-43.
- Dedual, E., 1967, Zur Geologie des Mittleren und Unteren Karaj Tales, Zentral-Elburz (Iran). *Eidgen Tech. Hochsch. Univ. Zurich, Mitt. Geol. Inst., N.F.*, 79, 123p.
- Dellenbach, J., 1996, Contribution à l'étude géologique de la Région située à l'est de Téhéran (Iran), *Fac. Sci., Univ. Strasbourg (France)*, 117p.
- Ethacopar, A., Vasseur, G., (1981), Pagnieres, M. An Inverse Problem in Microtectonic for the Determination of Stress Tensor from fault striation analysis, *J. Struct. Geol.*, Vol. 13, No. 1, PP. 51-56.
- Gephart, J.W., Forsyth, D.W. (1984), An Improved Method for Determining the Regional Stress Tensor Using Earthquake Focal Mechanism Data Application to the Sanfernando Earthquake Sequence, *J. Geophys. Res.*, Vol. 89, No. B11, PP. 9305 - 9320.
- Gephart, J.W., (1990), Stress and the Direction of Slip Fault Planes, *Tectonics*, Vol. 1, No. 4, PP. 845 - 858.
- Huang, Q. (1988), Computer-Based Method to Separate Heterogeneous Sets of Fault - Slip Data into Sub - Sets, *J. Struct. Geol.*, Vol. 10, No. 3.
- Iwao, S., Hushmand - Zadeh, A., 1971, Stratigraphy and Petrography of Low-grade Regionally Metamorphosed Rocks of the Eocene Formation in the Alborz Range, North of Tehran, Iran, *J. Jap. Assoc. Pet. Econ. Geol.*, 65(5), 265-285.
- Knill, J.L., and Jones, K.S., 1968, Ground Water Conditions in Greater Tehran, *Quart. J. Eng.*, 1, 181-194.
- Lisle, J. (1988), Romsa: A basic Program for Paleostress Analysis Using Fault-Striation Data, *Computer & Geosciences*, Vol. 14, No. 2, PP. 255 - 259.
- Marret, R., Allmendinger, R. (1990), Kinematic Analysis of Fault-Slip Data, *J. of Structural Geology*, Vol. 12, No. 3, PP. 973 - 986.
- Michael, A.J. (1984), Determination of Stress From Slip Data, Fault & Folds, *J. Geophys. Res.* Vol. 89, PP. 11517 - 11226.
- Reches, Z. (1976), Analysis of Joints in Two Monoclines in Israel, *GSA Bulletin*, Vol. 87, PP. 1654 - 1662.
- Reches, Z. (1987), Determination of the Tectonic Stress Tensor From Slip Fault that Obey the Coulomb Yield Condition, *Tectonics*, Vol. 6, No. 6.
- Rieben, E.H., (1955), The Geology of the Tehran Plane, *A.M., J. Sci.*, 253, 617 - 639.
- Saiedy, A., Continental Accretion of the Iran Block to Eurasia as seen From Palaeozoic to Early Cretaceous Subsidence Curve, *Geodinamica Acta (Paris)* 1997, 10, 5.
- Stocklin, J. (1974), Northern Iran: Alborz Mountains; in A.M. Spenser, *Mesozoic - Cenozoic - Cenozoic Orogenic Belt*, *Geol. Soc. London. Spec. Bull. No. 6*, PP. 213 - 234.
- Tchalenko, J.S., (1974), Recent Destructive Earthquakes in the Central Alborz, *Surv. Iran*, 29, 97 - 116.
- Tchalenko, J.S., Berberian, M., Iranmanesh, H., Bailly, M., and Arsovsky, M. (1974), Tectonic Framework of the Tehran Region, in *Materials for the study of Seismotectonics of Iran; North Central Iran*. *Geol. Surv. Iran*, 29, 7 - 49.
- Tchalenko, J.S., (1975), Seismotectonic Framework of the North Tehran Fault, *Tectonophysics*, 29(1975), 411-420.