

# کاربرد روش مغناطیس سنجی بر روی گسل پارچین (جنوب تهران)

محمد فولادی<sup>۱</sup> و دکتر بهرام عکاشه<sup>۲</sup>

## چکیده

با توجه به اهمیت حیاتی محدوده تهران و پیرامون آن و با جمع آوری اطلاعات و کارهای انجام شده قبلی، بدین واقعیت برخورد می‌کنیم که در بسیاری از موارد با سؤالات بزرگ بدون پاسخ و با نواحی که هنوز کار جدی بر روی آنها صورت نگرفته، خصوصاً در جنوب تهران، مواجه هستیم.

مقاله حاضر، کاربرد روش اکتشافات مغناطیسی را بر روی گسل جنوبی تهران به نام گسل پارچین (ایوانکی) نشان می‌دهد. هدف از بررسی رسیدن به شناختی بهتر از وضعیت ژئوفیزیکی و زمین ساختی و یا به عبارت دیگر وجود یا عدم وجود گسل بوده است که با تحلیل داده‌های مغناطیسی انجام گرفته در منطقه، مشخص گردید که منحنی‌های مغناطیسی از روند ساختاری منطقه پیروی می‌کنند و وجود گسل پارچین محتمل به نظر می‌رسد.

کلید واژه ها: ژئومغناطیس، اکتشافات مغناطیس سنجی، گسل، پارچین.

## Application of magnetic method on Parchin Fault (South of Tehran)

Mohammad Fouladi and Dr.B. Akasheh

### Abstract

According to importance of Tehran and its suburbs and by gathering information and researches done before, the fact is that in most of subjects there are a lot of questions without answers and there are some areas, specially in south of Tehran without any work done.

This article shows up investigation on Parchin fault (Eivanaki) base on geomagnetic exploration method. The purpose of this research is to understand geophysical and tectonic conditions or in other fact, by using geomagnetic method, we found out if there could be any fault and by analyzing magnetic data done in the field, we will see that magnetic chart follow the field structure and there could be parchin fault.

**Keywords:** Geomagnetic, Magnetic exploration, Fault, Parchin.

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد ژئوفیزیک دانشکده علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال

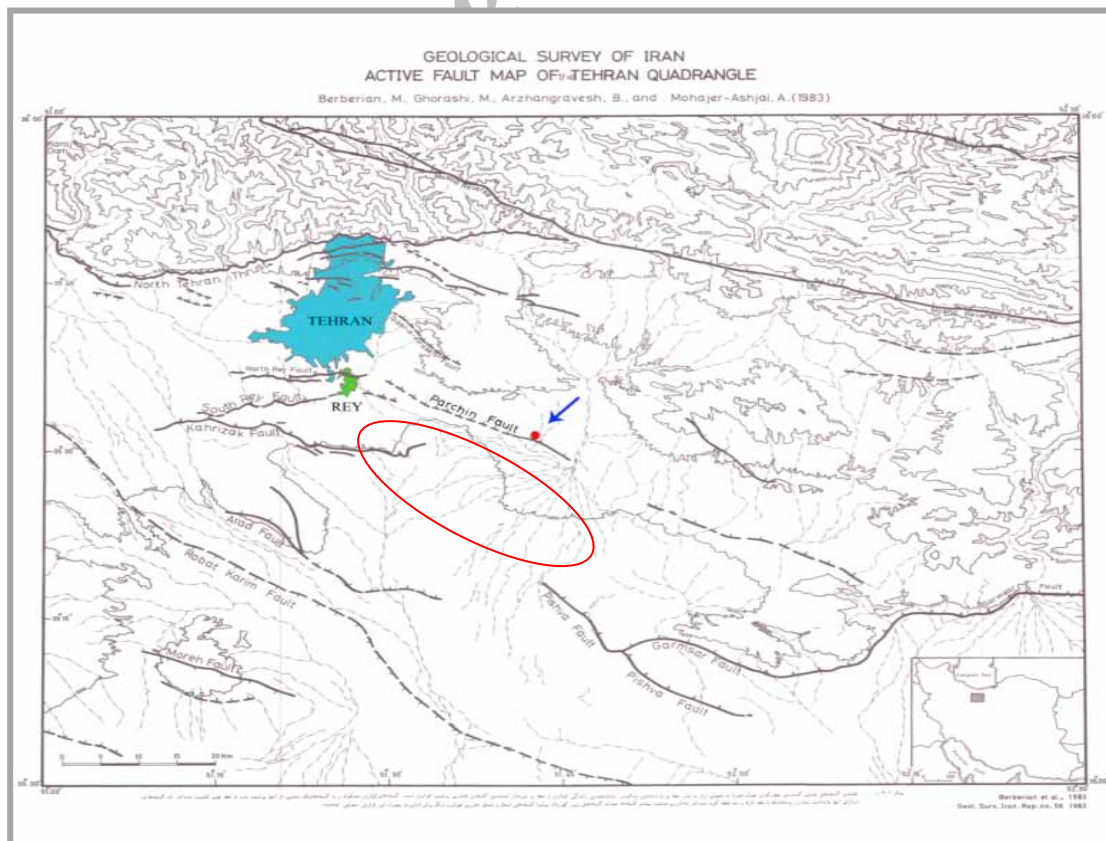
<sup>۲</sup> عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال

## مقدمه:

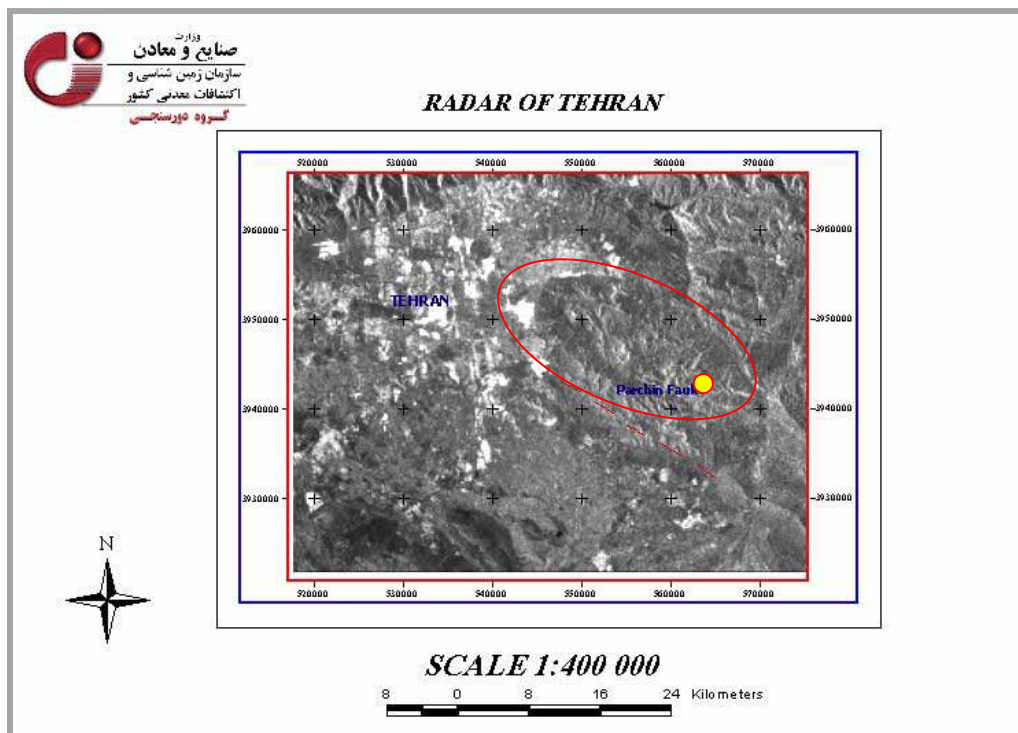
محدوده مورد بررسی در این پژوهش محدود بین  $35^{\circ}/33N$  و  $51^{\circ}/43E$  می باشد (شکل ۱). این محدوده در جنوب شهر تهران، شهری و در ۲۷ کیلومتری جنوب تهران به سمت گرمسار و در منطقه ای به نام پاکدشت و معروف به گسل پارچین قرار دارد و طول تقریبی آن ۸۰ - ۷۵ کیلومتر است. این منطقه از تنوع و گوناگونی جغرافیایی و ساختاری خاصی برخوردار می باشد. گسل پارچین در جنوب پارچین و دهانه خروجی رودخانه جاجرود به دشت ورامین در مرز میان سازند آبرفتی هزاردره و دشت قرار دارد و در قسمت باختری دره جاجرود بروشنی رسوبات آبرفتی دشت را بریده است. راستای گسل پارچین شمال باختری - جنوب خاوری بوده و گسلی فشاری با شیب به سمت شمال می باشد. احتمال دارد گسل پارچین در رویداد زمینلرزه سده چهارم پیش از میلاد ری - ایوانکی با بزرگی پیرامون  $M_s = 7.6$  و به شدت  $I_0 = X$  نقشی داشته باشد.

تصویر رادار با قدرت تفکیک مکانی ۵۰ متر نمائی از این گسل را نشان می دهد (شکل ۲).

اهمیت محدوده مورد مطالعه، نیمه جنوبی شهر تهران می باشد که در این محدوده واقع شده است. نیمه جنوبی شهر تهران، بیشترین جمعیت کلان شهر تهران را در خود جای داده و علاوه بر فراوانی جمعیت در این قسمت با تمرکز مراکز صنعتی در نواحی جنوب تهران، شهری و جنوب شرقی تهران، مواجه می باشیم. پالایشگاه تهران، کارخانجات بزرگ، ایستگاه راه آهن، فرودگاه بین المللی امام خمینی (ره)، انبارهای بزرگ مواد غذایی، سیلوها و مجتمع های صنعتی، همه و همه در گستره جنوب تهران متمرکز بوده و در صورت وقوع زلزله ای مخرب - اگر ضوابط و معیارهای مهندسی مناسب و دقیق در ساخت و سازها رعایت نشده باشد - صدمات جبران ناپذیری را متحمل خواهند شد. همانطور که در بررسیهای صحرایی ملاحظه شد ساخت و ساز در این ناحیه غیرمهندسی می باشد و لزوم انجام چنین مطالعاتی ضروری بنظر می رسد.



شکل ۱: محدوده مورد بررسی (گسل پارچین)



شکل ۲: تصویر رادار تهران

### ساختمان پی دشت تهران و پوسته زمین:

در این بخش اشاره کوتاهی به داده‌های اندک موجود در زمینه ساختمان پی دشت تهران و ساختمان پوسته زمین در گستره تهران و پیرامون می‌شود.

#### - ساختمان پی دشت تهران:

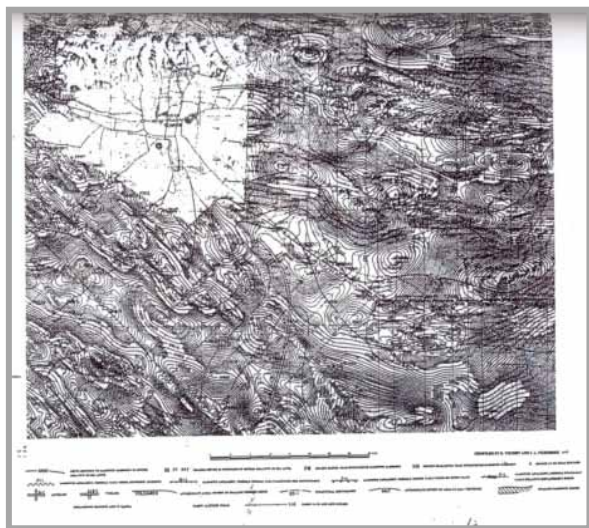
داده‌های زیادی از چگونگی ساختمان پی گسترده دشت تهران در دست نیست. بیرون‌زدگی‌های سازند ائوسن کرج در خاور تهران در لتیان و شمال کوه‌های سه‌پایه، و پوشیده شدن آنها به وسیله سازند هزاردره در جنوب لتیان ممکن است گویای این واقعیت باشد که سازند کرج پی سنگ (Basement) دشت تهران را تشکیل می‌دهد. از دیدگاه اداره کل منابع آب (۱۳۴۶) سنگ کف مقاوم پی دشت تهران سنی پیش از اولیگوسن دارد و شامل سازند کرج (ائوسن) و با لایه‌های پالئوزوئیک و مزوزوئیک است.

سازند آبرفتی هزاردره در هزاردره و تهران پارس با ستبرای پیرامون ۱۰۰۰ متر میان راندگی شمال تهران و گسل‌های شمالی کوه‌های سه‌پایه در سرخه‌حصار (گسله سرخه‌حصار) قرار گرفته و نماینده ژرف بودن این

گسل‌ها و فرونشست بخش میان آنها است. برداشت‌های ثقل‌سنجی (گزارش ۵۶ تهران) پیشنهاد می‌کند که رشته کوه‌های بی‌بی‌شهربانو با راستای شمال باختری - جنوب خاوری به سمت دشت تهران ادامه پیدا می‌کند، در حالی که بررسی برداشت‌های با روش الکتریکی (اداره کل منابع آب ۱۳۴۶) نشان می‌دهد که راستای توده کوه بی‌بی‌شهربانو با راستای خاوری - باختری و به سمت باختر ادامه می‌یابد. در فرونشست میان این راستا و ادامه باختری کوه‌های سه‌پایه (گسل سرخه‌حصار؛ دو خطواره پی)، سازند آبرفتی ناهمگن شمال تهران رسوب نموده است. در شمال و جنوب این دو خطواره پی بررسی‌های ثقل‌سنجی فرونشست‌های ژرفی را نشان می‌دهد. ژرفای سنگ کف حساب شده در تهران پارس پیرامون ۵۸۵ متر است که به سمت عباس‌آباد به ۳۳۵ متر می‌رسد. این ژرفا از ۳۳۵ متر در شهر ری ۱۰۲۰ متر در مهرآباد افزایش می‌یابد.

اندازه‌گیری‌های مقاومت الکتریکی انجام شده نشان می‌دهد که ستبرای سازند آبرفتی ناهمگن شمال تهران در جنوب خطواره بی‌بی‌شهربانو افزایش شدید پیدا می‌کند.

نقشه هوا مغناطیسی چهار گوش تهران (Yousefi and Friedberg 1977) به سبب نداشتن پرواز در گستره جنوب توچال تا کهریزک، و کرج تا سرخه حصار، داده ای درباره ژرفای پی سنگ مغناطیسی در گستره تهران به دست نمی دهد. آنچه از داده های پیرامون تهران نتیجه می شود اینست که از باختر و جنوب خاوری تهران خم هم ژرفای پی سنگ 1000 + متر بالای رویه دریا می گذرد. در خاور تهران (جنوب سرخه حصار) خم + 2000 متر بالای رویه دریا دیده می شود (شکل ۳). آنچه روشن است پی سنگ مغناطیسی گستره بررسی شده را سنگ های آتشفشانی سازند کرج تشکیل می دهند.



شکل ۳: نقشه هوا مغناطیسی چهار گوش تهران

#### - خطواره های موجود در پی سنگ مغناطیسی:

بر پایه نقشه هوا مغناطیسی موجود (Yousefi and Friedberg 1977) به سبب نداشتن پرواز در گستره تهران، بینشی از خطواره های مغناطیسی که پی سنگ مغناطیسی گستره را جا به جا نموده باشد نداریم. گروهی از گسل های شناخته شده روی زمین هیچگونه خطواره مغناطیسی همتا ندارند. این گروه عبارتند از:

گسل گرمسار، گسل پیشوا، گسل کهریزک، گسل رباط کریم، گسل بایجان، گسل پارچین، گسل شمال تهران

(گزارش ۵۶ تهران) بررسی رویه آب های زیرزمینی چاه ها و کاریزها نیز دوناهنجاری (anomaly) شدید را در شهر ری در راستای گسله شمال ری و در سرخه حصار - طرشت (در راستای سرخه حصار) نشان می دهد.

بررسی نقشه خم های هم ژرفای سنگ کف مقاوم گستره تهران (اداره کل منابع آب ۱۳۴۶) نشان می دهد که در بخش جنوبی راندگی شمال تهران، خم های هم ژرفای ۵۰۰ متر وجود دارد. این نکته یعنی وجود دست کم ۵۰۰ متر رسوبات آبرفتی در نزدیکی راندگی شمال تهران، اهمیت این راندگی و سترگی حرکت آنها به سمت بالا و جنوب را می رساند. در بی بی شهربانو، راستای توده بی بی شهربانو به صورت منطقه بالا آمده با راستای خاوری - باختری و به طرف باختر (شهرری و کوی سیزده آبان) دیده می شود. براساس این نقشه در این گستره (شهرری و کوی سیزده آبان) ژرفای سنگ کف مقاوم در خیلی از جاها کمتر از ۴۰۰ متر می باشد. به طرف جنوب بی بی شهربانو تالاب ژرف تر شده و به سمت ورامین امتداد می یابد.

نقشه خم های هم ژرفای سنگ کف مقاوم گستره تهران، منطقه بالا آمده ای را با راستای شمال خاوری - جنوب باختری در جنوب دشت تهران (کهریزک - بهرام آباد - نصیرآباد) نشان می دهد. به سمت شمال خاوری و جنوب باختری این آسه بالا آمده، تالاب های ژرف تری دیده می شوند.

#### - ستبری پوسته:

داده های اندکی از ویژگی های ساختمان پوسته زمین در گستره تهران و پیرامون در دست است. نقشه ژرفای موهوی گرانی سنجی نشان می دهد که پوسته جامد زمین در تهران دارای ستبری پیرامون ۴۳ کیلومتر بوده و موهو (Moho) دارای شیبی به سوی شمال (به زیر البرزکوه) است و به سوی جنوب تهران از ژرفای موهو کاسته می شود. (گزارش شماره ۵۶ سازمان زمین شناسی کشور)

#### - ژرفای پی سنگ مغناطیسی:

۲- از ۴۵/۱۱/۲۲ تا ۴۵/۱۲/۷

۳- از ۴۶/۱/۲۶ تا ۴۶/۳/۲۰

در طی این مطالعات جمعاً ۳۰۹ سونداژ الکتریکی انجام شده که از این تعداد ۱۹ سونداژ الکتریکی با فاصله الکترودهای فرستنده ۶۰۰۰ متر و پنج سونداژ الکتریکی با فاصله الکترودهای فرستنده ۴۰۰۰ متر و ۳۹ سونداژ با فاصله الکترودهای فرستنده ۳۰۰۰ متر و بقیه با اکثریت قریب باتفاق با فاصله الکترودهای فرستنده ۲۰۰۰ متر انجام شده است گزارش کامل آن طی نقشه‌های مربوطه توسط کمپانی CGG در تابستان سال ۴۶ تهیه و به اداره کل آب‌های زیرزمینی وزارت آب و برق تقدیم شده است اینکه با در نظر گرفتن پیشرفت مطالعات هیدروژئولوژی پروژه مطالعات آب‌های زیرزمینی تهران و تلفیق این مطالعات با سونداژهای الکتریکی انجام شده توسط CGG نقشه منحنی‌های هم ضخامت رسوبات آبرفت جدید و نقشه مقاومت عرضی لایه آبدار و همچنین نقشه منحنی‌های هم ضخامت لایه آبدار (آکیفر) دشت تهران توسط این پروژه تهیه شده است. (وزارت نیرو)

## روش

### - اصول و کاربرد مغناطیس‌سنجی

مغناطیس‌سنجی از جمله قدیمی‌ترین روش‌های ژئوفیزیک است که برای تعیین محل کانی‌هائی که دارای خواص مغناطیسی هستند و نیز تعیین ساختارهای مربوط به نهشته‌های نفت و گاز و همچنین زمین‌شناسی مهندسی کاربرد فراوان دارد، امروزه از این روش در اکتشافات باستان‌شناسی نیز به طور گسترده استفاده می‌گردد. (تلفورد) آنچه در این متد مورد اندازه‌گیری و مطالعه قرار می‌گیرد، عبارت است از شدت میزان مغناطیسی کل شامل شدت میدان مغناطیسی اصلی که منشأ آن داخلی (داخل کره زمین) است و به دلیل تغییرات آرام آن در مراحل زمانی مشخص مقدار آن را ثابت تلقی می‌کنیم و شدت میدان مغناطیسی خارجی که در حقیقت جزئی کوچک از میدان اصلی می‌باشد و منشأ آن از خارج از زمین می‌باشد

در جنوب باختری چهارگوش تهران (شکل ۳) دو خطواره مغناطیسی به نام گسل‌های کششی N - 1 (normal) و N - 2 با راستای شمال باختری - جنوب خاوری معرفی شده‌اند (Yousefi and Friedberg 1977). این دو خطواره هیچگونه گسل هم‌تایی روی زمین ندارند. از سوی دیگر تعیین ساز و کار (مکانیسم) کششی برای این گسل‌ها و پیشنهاد تشکیل کافت (گرابن) به وسیله آنها در جایی که تمامی داده‌ها نشان‌دهنده رژیم زمین ساخت فشاری است، پذیرفته نمی‌باشد.

### داده های ژئوفیزیکی گستره مورد مطالعه

مطالعات ژئوفیزیکی دشت تهران نخست با بررسی‌های گرانی‌سنجی (گزارش ۵۶ تهران) آغاز شد. پس از آن بررسی‌های ژئوالکتریک با شروع مطالعات نیمه تفصیلی منابع آب زیرزمینی دشت تهران در سال 1966 بوسیله C.G.G با انجام ۸ مرحله عملیات ژئوفیزیک، حفر ۱۰۳۳ متر چاه اکتشافی ۴۵۰ متر پیزومتر صورت گرفت. (رضائیان ۱۳۷۹)

### گرانی‌سنجی

وجود ناهنجاریهای شدید در داده های گرانی گستره، مؤید توپوگرافی ناهموار پی سنگ است. اندازه‌گیرها نشان می‌دهد که عمق پی سنگ از ۹۰ متری زیر سطح در مقابل دماغه بی‌بی شهربانو تا عمق ۱۰۲۰ متری دریافت آباد در تغییر است. در طرفین دو پشته اصلی که حاصل تداوم آنتی البرز در زیر شهر هستند، سه افتادگی در پی سنگ تشخیص داده شده است این پشته‌ها نتیجه ادامه یافتن توده‌های بی‌بی شهربانو و دوشان تپه با روند شمال باختری - جنوب خاوری بسمت باختری می‌باشند.

مطالعات ژئوالکتریک دشت تهران - کرج

مطالعات ژئوالکتریک دشت تهران - کرج در چهار مرحله که مرحله اول در سال ۴۳ و مراحل بعدی به شرح زیر انجام گرفته است:

۱- از ۴۵/۵/۱۰ تا ۴۵/۷/۱۰

طبق تعریف تمامی مواد که دیامغناطیس نیستند پارامغناطیس می‌باشد یعنی  $K$  (ضریب خودپذیری مغناطیسی) برای آنها مثبت است، مانند کلسیم.

فرومغناطیس‌ها که خود به چند دسته تقسیم می‌شوند بر هم‌کنش مغناطیسی در آنها بین اتم‌ها و گروه‌های اتمی به اندازه‌ای قوی است که به خط شدگی گشتاورها در داخل حوزه بزرگی از جسم منتهی می‌گردد از جمله کانی‌ها منیتیت، تیتانومنییت و ...

یکی دیگر از پارامترهایی که در تغییرات میدان‌های محلی حائز اهمیت است پارامتری است به نام مغناطیس بازمانده یا بازماند (Remanent) این اثر می‌تواند به ادله مختلفی ایجاد گردد به عنوان مثال سنگ‌های آذرین می‌توانند به هنگام سرد شدن در داخل میدان زمین مغناطیده شوند که تاریخ این مرحله از مغناطیس می‌تواند به زمان تشکیل و همین‌طور برای سنگ‌های رسوبی در طول رسوب‌گذاری آنها بر می‌گردد. تغییرات شیمیائی نیز در طول دیاژنز سنگ می‌تواند چنین اثری ایجاد نماید، به هر حال علت این اثر هر چه باشد، جهت بازماندگی مغناطیسی در سنگها که در زمان شکل‌گیری آنها ایجاد شده و یا به هر حال در گذشته به هر دلیلی از جمله گسلش و چین خوردگی ایجاد شده اکنون با توجه به تغییر موقعیت قطب‌های مغناطیسی نسبت به توده‌های سنگی گذشته با برداری مغناطیسی و در جهتی نا معلوم مواجه هستیم که بی شک در نحوه تغییرات میدان‌های محلی بی‌اثر نیست.

جهت این مغناطیس باقیمانده را یا با کمک اطلاعات به دست آمده از پالئومغناطیس تعیین می‌کنیم و یا با استفاده از آزمایش بر روی نمونه‌هایی از توده مورد نظر توسط تجهیزات خاص مربوطه که جهت و اندازه این بردار مشخص می‌گردد.

در نهایت مغناطیس القاء شده و باقیمانده به شکل برداری با هم جمع و مغناطیس منتهی را به وجود می‌آورند، جهت این بردار برآیند بستگی به قدرت و جهت مؤلفه باقیمانده نسبت به مؤلفه القاء شده دارد. (Runcorn 1956)

(تأثیرات متقابل خورشید و لایه یونوسفر) و نسبتاً سریع تغییر می‌کند که بخشی از این تغییرات دوره‌ای (Periodic) و بخشی دیگر اتفاقی (Random) می‌باشد. سومین پارامتر مورد اندازه‌گیری بی‌هنجاری‌های مغناطیس محلی در نزدیکی سطح پوسته زمین می‌باشد که در نهایت این تغییرات پس از حذف تغییرات اتفاقی و دوره‌ای خارجی هدف‌های ژئوفیزیک اکتشافی را تشکیل می‌دهند. جهت نشان دادن این تغییرات می‌توانیم پارامترهای مختلفی را از قبیل خطوط هم انحراف و یا خطوط هم‌میل و یا خطوط هم شدت افقی و قائم و ... را بر روی نقشه رسم کنیم و نقشه‌هایی به نام نقشه‌های هم مغناطیسی ایجاد کنیم، چنین نقشه‌هایی نشان‌دهنده میدان مغناطیسی بر روی سطح زمین‌اند که در اکتشافات ژئوفیزیکی خطوط هم شدت میدان کل و نیز خطوط هم شدت افقی و قائم مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند.

آنچه در این تغییرات به طور مشهودی سهم و حائز اهمیت در کاوش‌های مغناطیسی هستند "بی‌هنجاری‌های مغناطیسی محلی" می‌باشند، این تغییرات نتیجه تغییرات در محتوای کانی مغناطیسی سنگ‌های نزدیک به سطح زمین می‌باشند، این بی‌هنجاری‌ها بعضاً میدان اصلی را در محل به دو برابر نیز می‌رسانند. جهت روشن شدن مفهوم مغناطیس محلی در ابتدا باید با ویژگی مغناطیسی ساختار زمین بیشتر آشنا شویم، به طور کلی تمامی اجسام را می‌توان بر حسب ویژگی مغناطیسی‌شان به سه دسته تقسیم کرد:

#### دیامغناطیسی، پارامغناطیسی، فرومغناطیسی.

جسم دیا مغناطیسی جسمی است که دارای خود پذیری مغناطیسی منفی باشد. یعنی شدت مغناطیدگی القاء شده در جسم بر اثر میدان مغناطیسی کل زمین بر خلاف میدان مذکور باشد. بسیاری از عناصر و ترکیبات، دیامغناطیس هستند از جمله نمک که کانی مورد بحث ما خواهد بود. از دیگر مواد دیامغناطیس، گرافیت، ژئپس، مرمر و کوارتز را می‌توان ذکر کرد.

- ۳- اجرای برداشت‌های ژئوفیزیکی بر روی ایستگاه‌های مذکور.
- ۴- انتقال اطلاعات مغناطیس‌سنجی در انتهای هر روز از دستگاه به رایانه.
- ۵- اعمال تصحیحات لازم و پردازش اطلاعات خام مغناطیس‌سنجی.
- ۶- تفسیر نتایج به دست آمده و تلفیق آنها با نتایج گرانی‌سنجی.

### معرفی دستگاه‌های اندازه‌گیری

در این پروژه از سری دستگاه‌های مغناطیس‌سنج پروتون جهت اندازه‌گیری‌های صحرائی و نیز در ایستگاه ثابت استفاده گردید. قبل از معرفی قابلیت دستگاه‌های مغناطیس‌سنج گروه ژئوفیزیک، مروری براساس کار عمومی این نوع مغناطیس‌سنج‌ها می‌کنیم.

اساس کار مغناطیس‌سنج پروتون حرکت بعضی هسته‌های دارای گشتاور خالص مغناطیسی‌اند که همزمان با چرخش به دور محور خود، حول یک میدان مغناطیسی نوسان می‌کنند. اساس کار مغناطیس‌سنج‌های حرکت هسته‌ای مبتنی بر اندازه‌گیری فرکانس حرکت پروتون‌ها می‌باشد که در راستائی تقریباً عمود بر راستای میدان زمینی قطبیده شده‌اند، وقتی میدان ناگهان حذف شود، پروتون‌ها نظیر یک فرفره حرکت خواهند نمود، میدان مغناطیسی زمین نیروی این نوع حرکت را، همانند نیروی گرانی، در مورد فرفره تأمین می‌کند. بدیهی است که سرعت زاویه‌ای حرکت چنین فرفره‌ای متناسب با قدرت میدان مغناطیسی  $F$  می‌باشد.

(شکل ۵) دستگاه‌های مورد استفاده مدل MP3 ساخت شرکت Scintrex کانادا و از نوع مغناطیس‌سنج‌های پروتون را نشان می‌دهد. مشخصات و قابلیت‌های دستگاه‌های فوق عبارتند از:

- ۱- دقت اندازه‌گیری تا ۰/۱ گاما (nT)
- ۲- قابلیت تصحیح روزانه با اتصال دو دستگاه ثابت و اندازه‌گیری به یکدیگر پس از اتمام برداشت‌ها.

لازم به ذکر است که در این بی‌هنجاری‌های محلی نه تنها باید مغناطیدگی سنگ بلکه جهت‌گیری خود سنگ و به طور دقیق‌تر توده سنگ نیز که باعث تغییر جهت بردار برآیند مغناطش می‌شود در نظر گرفته شود، همچنین زاویه میل میدان مغناطیسی کنونی زمین نیز در تغییر شکل منحنی بی‌هنجاری مغناطیسی جسم مؤثر و باید در نظر گرفته شود.

با این تفصیلات پر واضح است که تفسیر دقیق داده‌های میدان مغناطیسی بسیار پیچیده و مشکل‌تر از تفسیر دیگر روش‌های ژئوفیزیک می‌باشد، البته در مقایسه با اغلب روش‌های ژئوفیزیکی به دلیل سادگی و ارزانی دستگاه‌های اندازه‌گیری و نیز اعمال تصحیحات ساده و همچنین به علت اینکه تغییرات میدان مغناطیسی مشخص کننده بسیاری از ساختارهای کانی و منطقه‌ای می‌باشد لذا روش مذکور از کاراترین روش‌های کاوش ژئوفیزیکی می‌باشد و معمولاً در اکثر پروژه‌های ژئوفیزیکی از روش مغناطیس‌سنجی در مرحله شناسائی و تهیه نقشه مبنا (پایه) (Base) استفاده می‌گردد. همچنین از مهم‌ترین کاربردهای این روش می‌توان به تعیین خطواره‌ها نظیر گسل‌ها، درزه‌ها و ساختارهای زمین‌شناسی اشاره نمود. (صباحی)

### مراحل مطالعات مغناطیس‌سنجی

مراحل اجرایی پروژه مغناطیس‌سنجی در منطقه به طور مختصر عبارت بود از:

- ۱- همزمان با عملیات ثقل‌سنجی بازدید مقدماتی از منطقه مورد مطالعه به جهت طراحی شبکه برداشت ژئوفیزیکی مناسب و پیش‌بینی زمان لازم برای اجرای عملیات مغناطیس‌سنجی. (شکل ۴)
- ۲- سنگ‌چین با متر و کمپاس و استفاده از رنگ در بین ایستگاه‌ها و نیز بین کلیه خطوط شبکه ثقل‌سنجی. به عبارتی شبکه مغناطیس‌سنجی با ابعاد  $100 * 40$  متر در بین شبکه ثقل‌سنجی طراحی گردید.

۵۰ بوده و علاوه بر ایستگاه های با فواصل خطوطی ۱۰۰ متر می باشد.

همانگونه که قبلاً ذکر شد دستگاه اندازه گیری از نوع مگنتومتر پروتون مدل MP3 بود که همزمان با اندازه گیری های ایستگاه ثابت بر روی ایستگاه های مذکور اندازه گیری انجام گردید و لازم به ذکر است که به منظور اطمینان از صحت و دقت عملیات در ابتدا و انتهای هر روز بر روی آخرین ایستگاه اندازه گیری شده در روز قبل برداشت های مجدد و تکراری انجام می گرفت.

هنگام اندازه گیری هر ایستگاه چند نکته مهم رعایت گردید:

- جهت سنسور در تمام اندازه گیری ها به طرف شمال بود.
- حفظ فاصله سنسور تا نقاط اندازه گیری برای تمام ایستگاه ها به طور یکسان رعایت گردید.
- حداقل ۳۰ ثانیه مکث جهت آرامش سنسور در هر ایستگاه و نیز چند بار اندازه گیری در هر ایستگاه جهت حصول اطمینان از صحت اندازه گیری.
- یکسان بودن وسایل مغناطیسی همراه اپراتور در طول مدت اندازه گیری به منظور جلوگیری از اغتشاشات متغیر و کاذب مغناطیسی.

۳- دارای حافظه ۴۸kb جهت ضبط اطلاعات مغناطیسی، شماره ایستگاه و خط، زمان اندازه گیری و سایر اطلاعات جانبی.

۴- قابلیت تغییر شماره ایستگاه ها و خطوط به طور خودکار پس از اندازه گیری در هر ایستگاه که این امر سبب جلوگیری از بروز اشتباه و اتلاف وقت می گردد.

۵- قابلیت انتقال اطلاعات ذخیره شده به کامپیوتر.

۶- سرعت عمل و راحتی کار و حمل و نقل دستگاه از سایر مزایای این دستگاه است.

### نحوه پیمایش و اندازه گیری

بنابراین شبکه مغناطیس سنجی با فواصل ایستگاهی ۴۰ متر و شامل ۲۰ پروفیل (ایستگاه) با فواصل خطوطی ۱۰۰ متر اندازه گیری شد. قبل از شروع برداشت های روزانه مغناطیس سنجی ابتدا مراحل ذیل انجام می پذیرد:

۱- ساعت تمامی دستگاه ها با هم تنظیم می گردند.

۲- Tune field منطقه تعیین و به تمامی دستگاه ها وارد می شود.

۳- محلی برای دستگاه ثابت به دور از آلودگی های مغناطیسی تعیین و محل سه پایه دستگاه دقیقاً علامتگذاری می گردد، تا در روزهای بعدی نیز سه پایه دستگاه ثابت در همان محل قرار گیرد. (شکل ۶)

۴- Base Field منطقه در محل ایستگاه ثابت اندازه گیری می شود.

۵- مقدار Base Field را به تمامی دستگاه ها وارد می کنیم.

۶- حافظه تمامی دستگاه ها را کاملاً پاک کرده تا آماده برای اندازه گیری شوند.

۷- ایستگاه ثابت را در حالت دوره ای (Cycling mode) قرار داده و با فاصله زمانی ۶۰ ثانیه شروع به ثبت تغییرات روزانه مغناطیس گردید و در انتهای هر روز، اندازه گیری های ایستگاه ها نسبت به نموداری که از تغییرات روزانه به دست می آمد تصحیح می گردید.

نمودار یکی از ۲۰ پروفیل در (تصویر ۷) نشان داده شده است با این تفاوت که این پروفیل مربوط به ایستگاه





شکل ۴: نمایی از محدوده انتخاب شده برای برداشت مغناطیس سنجی



شکل ۵: مغناطیس سنج پروتون مدل MP3 ساخت شرکت Scintrex کانادا



شکل ۶: محل ثابت قرار گرفتن دستگاه مغناطیس سنج و سه پایه

## بحث

آنومالی مغناطیسی در این ناحیه از روند ساختاری منطقه پیروی می کند (N30E). لازم به ذکر است روند مذکور به موقعیت پروفیل اندازه گیری و روند اصلی منطقه شمال باختر- جنوب خاور (عمود بر پروفیل) است که منطبق بر روند گسل پارچین می باشد.

(جدول ۱) پارامترهای مغناطیسی را در محدوده برداشت بر اساس IGRF سال ۲۰۰۵ نشان می دهد.

جدول ۱: پارامترهای مغناطیسی بر اساس IGRF

سال ۲۰۰۵

	پارامتر	مقدار	واحد
۱	شدت کل میدان	۴۷۶۰۰	نانتوسلا
۲	زاویه میل مغناطیسی	۵۳/۷	درجه
۳	زاویه انحراف مغناطیسی	۳/۸	درجه

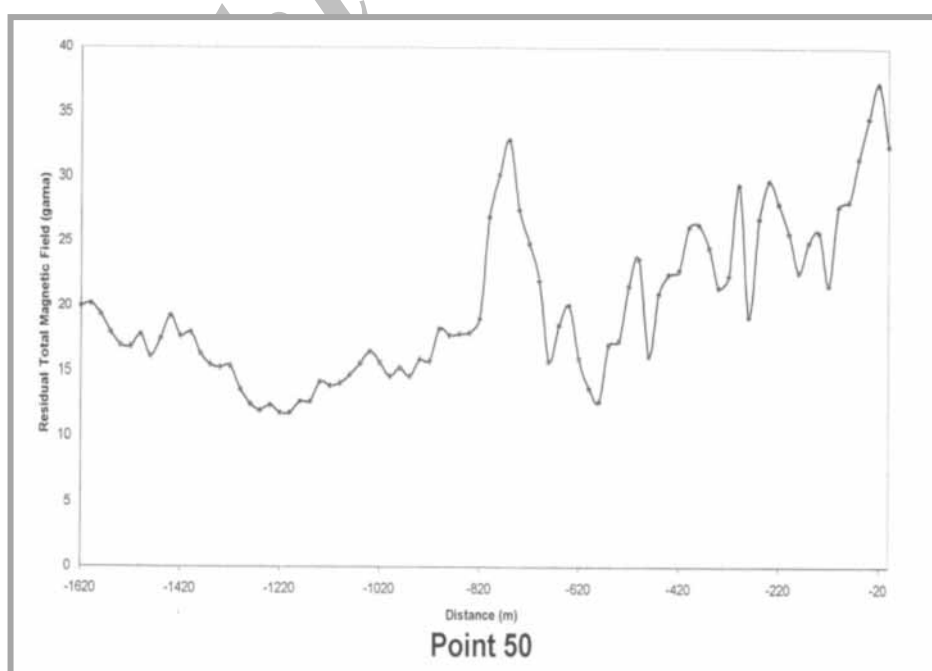
## نتیجه گیری

تحلیل داده های مغناطیسی که به طور محلی در منطقه انجام گردید، نشان می دهد که منحنی های هم مغناطیس از روند ساختاری منطقه پیروی می کنند و وجود گسل

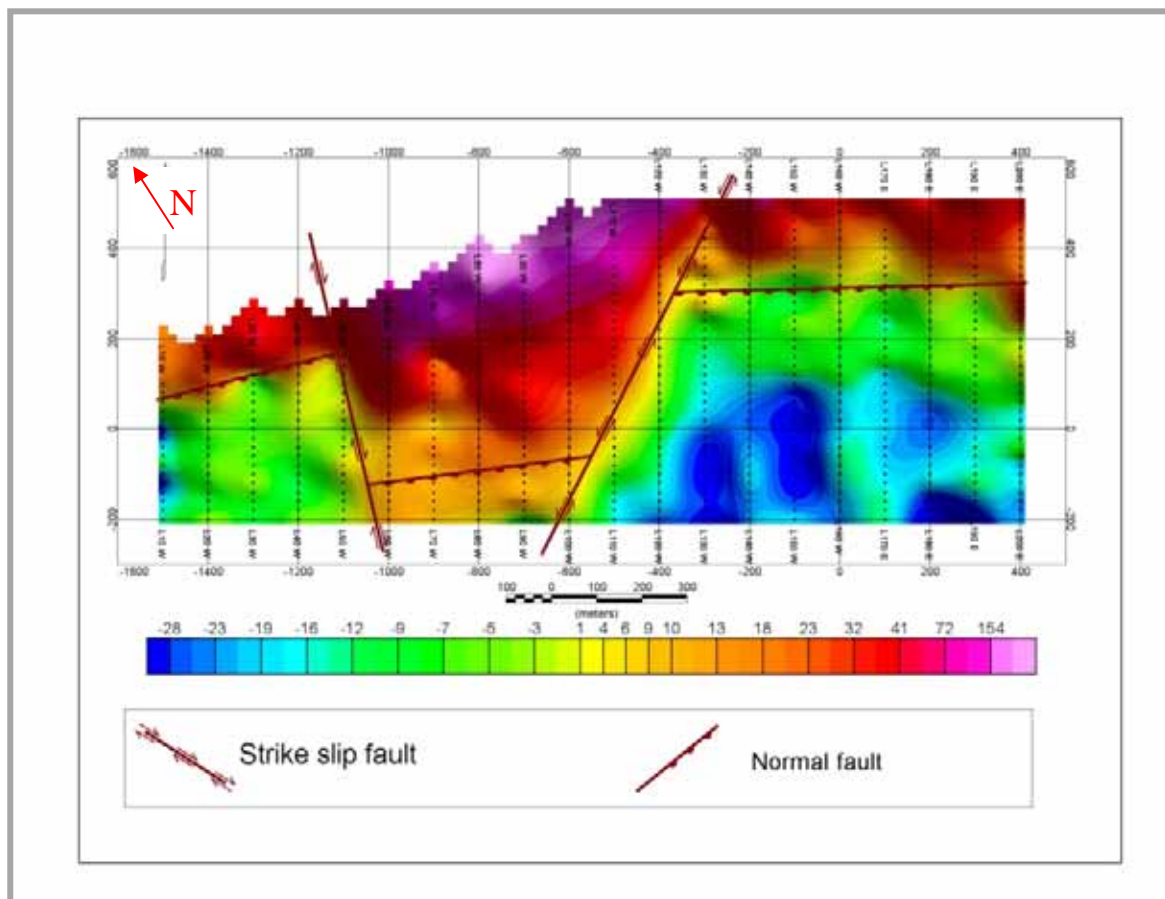
پارچین متحمل به نظر می رسد. همچنین با توجه به (شکل ۸) بخش هایی از این گسل، خود را به صورت گسل های نرمال و معکوس نشان داده است. روند کلی گسل شرقی- غربی بوده که به صورت جزئی به سمت جنوب شرق نیز متمایل شده است و گسل های امتداد لغز در جهت های شمال شرق و شمال غرب، گسل مورد نظر را قطع نموده است.

پی سنگی که در (شکل ۹) دیده می شود، یک سنگ آذرین اسیدی تا متوسط می باشد که دو گسل نرمال آنرا قطع نموده اند. موقعیت گسل شمالی به خوبی در نقشه مغناطیسی (شکل ۸) دیده می شود ولی گسل دوم فقط در مدل (شکل ۹) خود را نشان داده است.

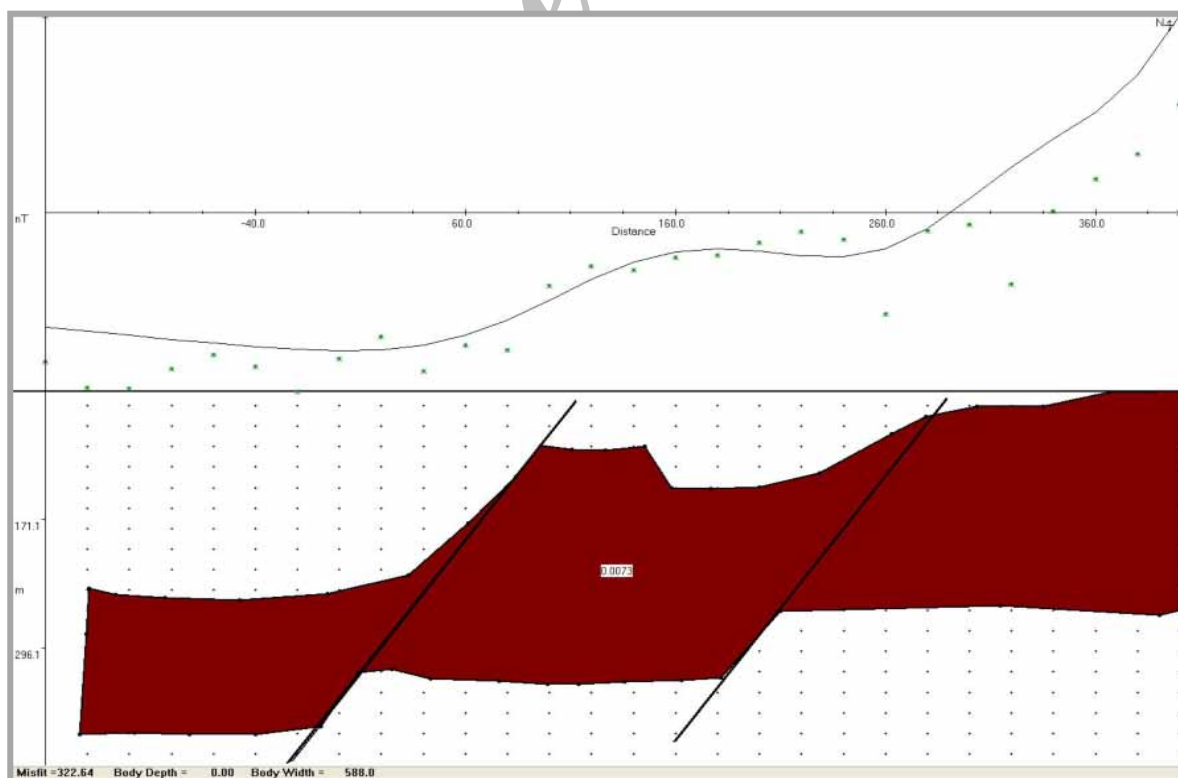
ضخامت رسوبات پوشاننده این پی سنگ از شمال به جنوب افزایش می یابد و در جنوبی ترین مناطق به ۲۰۰ متر نیز می رسد و شاید یکی از دلایل پنهان ماندن محل دقیق گسل پارچین همین ضخامت زیاد رسوبات باشد ولی در نقشه مغناطیس با توجه به اینکه رسوبات پاسخ مغناطیسی ندارند و فقط پاسخ پی سنگ قابل ثبت می باشد، بنابراین گسل به وضوح خود را نشان داده است.



شکل ۷: ایستگاه ۵۰ از برداشت مغناطیسی



شکل ۸: نقشه مغناطیسی گسل پارچین با تحلیل کیفی صورت گرفته بر روی آن



شکل ۹: مدل دو بعدی در راستای L180E

## منابع

- ژئوفیزیک کاربردی، تألیف تلفورد، جلدالرت، شریف، ترجمه حسینی، زمردیان، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم، ۱۳۷۵.
- سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۷۲، نقشه زمین شناسی تهران (۱:۱۰۰۰۰۰).
- صباحی، ع، پایان نامه کارشناسی ارشد واحد تهران شمال بررسی مغناطیس سنج و ثقل سنج.
- وزارت نیرو، واحد آب، اداره کل آبهای زیرزمینی، گزارش نهایی و تکمیلی ژئوالکتریک دشت تهران، نشریه شماره ۴۶، پروژه مطالعاتی تهران.
- Runcorn, S. K. (1956). The magnetism of the earth's body. Handbuch der Physik (ed. By J. Bartels), 47,493-533. Berlin, Springer-Verlag.
- Yousefi, E., and Friedberg, J.L. 1977. Aeromagnetic map of the Tehran quadrangle. Geol. Surv. Iran, F5. ZUR-Zurich, Schweizerischer Erdebendiend. Erst., Institute fur Geophysic Der ETH, Aussenstation Hanggerberg Zurich.
- بربریان، قریشی، ارژنگ روش، ب، مهاجر اشجعی، ۱۳۶۴، پژوهش و بررسی ژرف نو زمین ساخت، لرزه زمین ساخت و خطر زمین لرزه- گسلش در گستره تهران و پیرامون (پژوهش و بررسی لرزه زمین ساخت ایران زمین بخش پنجم)، گزارش شماره ۵۶ سازمان زمین شناسی کشور، چاپ اول.
- رضائیان، م، ۱۳۷۹، عملکرد گسل ها بر تغییرات سطح ایستایی آبهای زیرزمینی دشت تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد، گرایش تکنوتیک، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زمین.
- زارع، مهدی، رابطه های مناسب برای بزرگا، شدت و بیشینه شتاب افقی براساس زمین لرزه های ایران، پژوهشنامه مؤسسه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله.
- زمین شناسی عمومی، حسن مدنی، سیروس شفیقی، ۱۳۳۲، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، فرآیندهای داخلی زمین تغییر شکل پوسته زمین.

Archive of SID