همبستگی خطواره‌های حاصل از داده‌های مغناطیسی و زمین‌لرزه‌ها در شمال غرب مکران

ندا نجفی[۱]، محمد مختاری[۲]، عبدالرضا پرتابیان[۳]، حسن خیرالهی[۴]

[۱]دانشجو ، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، neda.najafi@iiees.ac.ir
[۲]استادیار ، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله ، mokhtari@iiees.ac.ir
[۳]استادیار، دانشگاه سیستان و بلوچستان، partabian_reza@Science.usb.ac.ir
[۴]کارشناس ارشد، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران، h.kheyrollahi@gmail.com

چکیده

منطقه مکران وسیع‌ترین گوه برافزایشی در جهان است که در اثر فرورانش صفحه اقیانوسی عربی به زیر پوسته قاره‌ای ایران شکل گرفته و امروزه نیز فعال است. هدف مطالعه حاضر بررسی ارتباط بین فرایندهای دگرشکلی مانند زلزله‌ها و ساختارهای زیرزمینی پنهان، مانند خطواره گسلی در قسمت شمال غربی مکران بود. برای استخراج ساختارهای زیرسطحی منطقه از داده‌های ژئومغناطیسی هوابرد ۷/۵کیلومتر استفاده شد. با اعمال فیلترهای گوناگونی مانند برگردان به قطب، فیلتر مشتق قائم و تیلت و نقشه شدت میدان مغناطیسی کل، روی داده‌های مغناطیسی هوابرد، روند ساختارها در منطقه شناسایی و بررسی شد. کاتالوگ زلزله‌های ده سال اخیر از سایت موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران استخراج شد. تفسیر داده‌ها توسط نرم‌افزار GeoSoft Oasis Montaj 6.4.2 صورت گرفت. ساختارهای زیرسطحی و زلزله‌ها انطباق معنی‌دار تعداد زیادی از زلزله‌های رخداده در منطقه با خطواره‌ای با روند شمال شرق- جنوب غرب را نشان داد، این خطواره به‌عنوان یک ساختار زیرسطحی فعال معرفی شد.

واژه‌های کلیدی: مکران، داده‌های ژئومغناطیسی، شناسایی ساختارها، خطواره‌های گسلی، زلزله، ژئوسافت اسیس مونتاژ

Correlation between Liniaments derived from magnetic data and earthquakes in Northwest Makran

N. najafi1, M. Mokhtari[2], A. Partabian[3], H. Kheyrollahi[4]

M. Sc, student at IIEES[1]
Associate Professor at IIEES[2]
Assistant Professor of geology, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran[3]
PH.D, Student, Geological survey of Iran, Tehran, Iran[4]

Abstract:

The study area is located in the south of Iran in the vicinity of the world largest Makran Accenary Wedge. In this study we investgated the coleration between the the airborne geomagnetic (7.5 km) drived linemant and the seismicity of the region close to Bashagard. To utlize the gemagnatic data a proceesing of it has been considered. Among the processing the Filterin such as turning to pole, vertical derivation and tilt filters and total magnetic field intensity map has been applied. The trend of the stuctures are being indentified in the study area. Futher the seismicity of the region has been extracted from the buliten of seismolog belong to the institute of geophysics, University of Tehran. For the geomagnetic analysis we used the GeoSoft Oasis Montaj 6.4.2 Soaftware. The achieved result is very promising and there a very goos correlation btween the magnetic linement location and the occurred seismicity.

Keywords: Makran, Geomagnetic method, Structure identification, Fault liniaments, Earthquake, Geosoft Oasis Montaj

مقدمه

روش مغناطیسی قدیمی ترین روش ژئوفیزیکی است که هم برای تعیین محل کانه های پنهان و برای تعیین ساختارهای مربوط به رسوبات نفت و گاز بکار می رود .این روش از جمله روش هایی است که منشاء آن طبیعی بوده و ناشی از تاثیرا میدان مغناطیسی زمین بر روی سنگها می باشد. تغییرات میدان اصلی معمولاً خیلی کوچکتر از میدان اصلی بوده و در اثر بی هنجاریهای مغناطیسی محلی که نتیجه تغییرات در محتوای کانی مغناطیسی سنگها است در نزدیکی سطح پوسته زمین

بوجود می آید. بررسی این تغییرات هدفهای ژئوفیزیک اکتشافی را تشکیل می دهد زیرا بی هنجاریهای محلی میدان مغناطیسی را می توان در ارتباط با ساختار محلی زمین تفسیر کرد. در این مطالعه از اطلاعات مغناطیس‌سنجی هوایی استفاده شده است. این روش، زیرشاخه‌ای از روش اکتشافی مغناطیس‌سنجی است که با هلیکوپتر و یا هواپیما عملیات برداشت داده‌ها صورت می‌گیرد(کامکار و بیکی، ۱۳۸۸). به‌منظور بررسی وجود احتمالی ساختارهای کم‌عمق نظیر گسل، تاقدیس، ناودیس، حفرات زیرسطحی و توده‌های نفوذی از فیلتر مشتق اول قائم که تغییرات میدان را در جهت قائم نشان می‌دهد، استفاده می‌شود.

مکران شامل کوه‌های خاوری – باختری است که از سواحل دریای عمان تا فروافتادگی جازموریان دنباله دارد. مرز باختری این کوه‌ها توسط خط عمان (گسل میناب) از زون برخوردی زاگرس جدا می‌شود و در خاور پس از گذر از بلوچستان پاکستان تا محور لاس بلا (Las Bela) ادامه می‌یابد. در امتداد محور لاس بلا، گسل‌های چپگرد چمن (Fault Chaman) و اُرناچ نال (Ornach Nal) معرف یک زون ترادیسی بین زون فرورانش مکران و زون برخوردی هند – اوراسیا است. گفتنی است که از ۱۶۰ هزارکیلومتر مربع گسترهٔ مکران، حدود ۷۰ هزارکیلومتر مربع آن در ایران و بقیه در پاکستان است (آقانباتی، ۱۳۸۴). این مطالعه با هدف شناسایی ساختارهای منطقه مکران با استفاده از داده های ژئومغناطیس هوابرد و بررسی وضعیت زلزله های رخداده در بازه ده ساله و تعیین ارتباط بین زلزله های رخ داده در منطقه شمالغرب مکران و خطواره های استخراج شده از اطلاعات مغناطیس هوابرد است انجام شد.

زمین شناسی و تکتونیک مکران

مکران نوعی اشتقاق درون قاره‌ای، به سن ژوراسیک پسین – کرتاسهٔ پیشین (Glennie et al., 1990) در سکوی ایران است که با توجه به رفتار امواج صوتی و سرعت امواج در پی‌سنگ، با اقیانوس‌زایی همراه بوده است. به همین دلیل، پی‌سنگ ناحیه نوعی پوستهٔ اقیانوسی با میانگین ستبرای حدود ۷ کیلومتر است که با توالی ستبری از رسوب‌های فلیش‌گونه و گاه شبه مولاس پوشیده شده که ممکن است تا حدود ۱۰هزار متر ضخامت داشته باشند. در یک راستای شمال به جنوب، پوشش رسوبی روی پی‌سنگ، جوان‌تر است.

به دلیل رژیم تکتونیکی فشارشی شمالی- جنوبی حاکم بر رشته کوه‌های مکران و تشکیل گوه‌های افزایشی، چهار دسته سیستم شکستگی و گسلش در مکران حاکم شده است.: الف - گسل های معکوس با روند شرقی-غربی ب- گسل‌های نرمال با روند شرقی-غرب ج- گسل‌های امتدادلغز با راستای شمال شرق - جنوب غرب د- گسل‌های امتداد لغز با راستای شمال غرب - جنوب شرق. گسلهای دسته ج و د از نوع گسل‌های مزدوج (Conjugated Faults) هستند(McCall G ,2002).

روش تحقیق

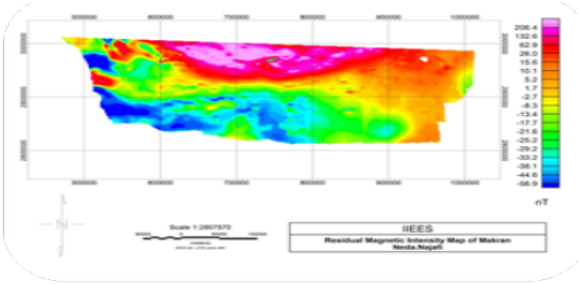
به‌منظور شناسایی روند ساختارهای زیر سطحی در منطقه، پردازش‌های لازم روی داده‌های ژئومغناطیس هوابرد ۷/۵کیلومتر، از قبیل اعمال فیلترهای شدت کل، برگردان به قطب، مشتق اول قائم و تیلت انجام شد. زلزله‌های رخ داده شده در منطقه از کاتالوگ موسسه ژئوفیزیک استخراج شده است.

تلاش‌های زیادی توسط محققین برای بهبود تفسیر داده‌های مغناطیسی صورت گرفته است که به طور مثال می توان به موارد (peters، ۱۹۴۹؛ Handerson، ۱۹۷۰؛ Reid ، ۱۹۸۰؛ Parkinson ، ۱۹۸۳؛ Nabighian ، ۱۹۸۴؛ Reeves ، ۲۰۰۵، Salem، ۲۰۰۵). اشاره کرد.

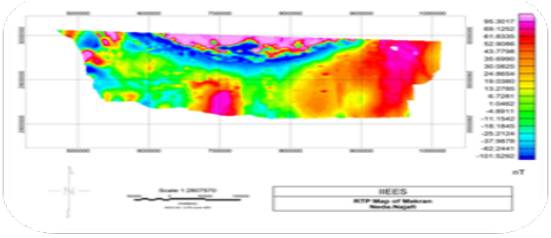
منطقه مورد مطالعه قسمت شمالغربی مکران است. پردازش داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار GeoSoft Oasis Montaj بر روی داده‌های ژئومغناطیس هوابرد ۷/۵کیلومتر که در دو مرحله زمانی که در طی سال‌های ۷۵-۱۹۷۴ و ۷۷-۱۹۷۶ برداشت شده است انجام شده (نقشه ۱). هواپیمای به‌کار رفته یک هدایت‌گر هوایی دو موتوره و حاوی یک مغناطیس‌سنج بخار سزیم با حساسیت ثبت ۰/۰۲ (نانوتسلا) گاما بوده است (گزارشات برداشت مغناطیس هوایی ایران).

اولین فیلتر اعمال‌شده بر روی داده‌ها، فیلتر برگردان به قطب می‌باشد (نقشه ۲). با استفاده از این فیلتر، میدان مغناطیسی از یک عرض مغناطیسی که در آن بردار میدان زمین مایل و شیب‌دار است، به قطب مغناطیسی یعنی جایی که میدان القایی قائم است، منتقل می‌شود، زیرا اگر میدان زمین مایل باشد شکل ناهنجاری‌های مغناطیسی که به‌صورت القایی به وجود

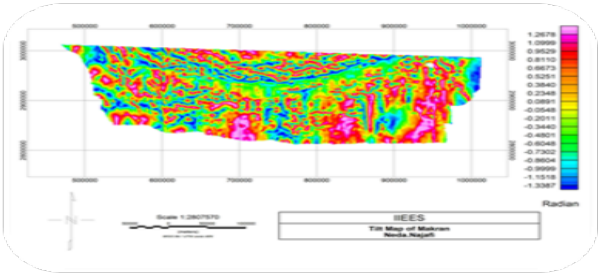
آمده‌اند، نسبت به منابع به وجود آورنده نامتقارن خواهند بود. ولی در صورتی که میدان القایی قائم باشد، ناهنجاری‌های به وجود آمده در اثر القای مغناطیسی روی منبع خودشان قرار می‌گیرند، بنابراین تفسیر داده‌های مغناطیس هوایی به‌طور معمول روی نقشه‌های برگردان به قطب صورت می‌گیرد. دومین فیلتر اعمال‌شده روی داده‌ها فیلتر تیلت می‌باشد (نقشه ۳) که در آن ناهنجاری‌های سطحی و عمقی نرمالیزه شده و در بازه[π/۲ – و π/۲] نمایش داده می‌شوند. با اعمال این فیلتر میتوان ساختارهای مغناطیسی را بارز نمود. همچنین سومین فیلتر مورد استفاده فیلتر مشتق قائم مرتبه اول می‌باشد که توسط آن ناهنجاری‌های سطحی بارز می‌گردند. در این فیلتر ناهنجاری‌های سطحی دارای فرکانس بالاتری نسبت به ناهنجاری‌های عمیق هستند. با در نظر گرفتن نقشه‌های حاصل از دو فیلتر تیلتو مشتق اول قائم با شناسایی ساختارهای مغناطیسی صورت گرفته است که نتایج در شکل ۴ آورده شده است. پس از آن به منظور بررسی ارتباط زلزله‌ها با ساختارهای مغناطیسی، استخراج زلزله‌ها طی ده سال اخیر انجام شده و موقعیت آنها نسبت به خطواره‌های رسم‌شده، در محدوده‌ای که در شکل ۵ قابل مشاهده است نشان داده شده است. همانطوری که در نقشه ها مشاهده می‌شود ساختارهای مغناطیسی ترسیم شده به وسیله داده‌های مغناطیس هوابرد نسبت به گسل‌های زمین‌شناسی پیوستگی ساختاری بهتری را نشان می‌دهند. در این نقشه-های مغناطیسی روندهای ساختاری به شکل پیوسته قابل ردیابی هستند.نکته مهم در این نقشه‌ها آنست که در قسمت شمال منطقه مورد مطالعه واحدهای زمین‌شناسی رخنون داشته و مرز آنها با محدوده رسوبی جنوب منطقه قابل ردیابی است. همچنین گسل‌های پی سنگی و محل شکستگیهایی که باعث جدایش بلوک‌ها شده اند در نقشه‌های مغناطیسی از جمله در نقشه تیلت قابل مشاهده وردیابی هستند.



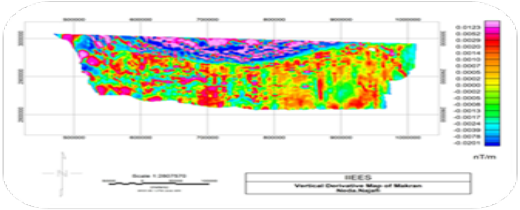
نقشه ۱) نقشه شدت میدان مغناطیسی کل



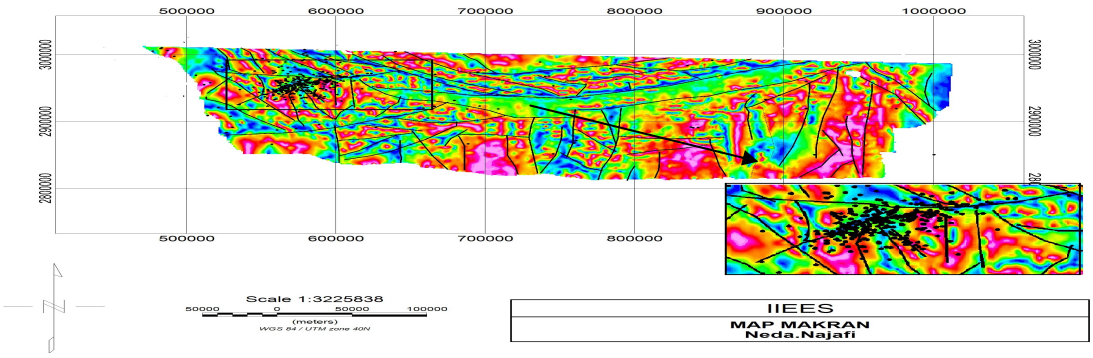
نقشه ۲) نقشه برگردان به قطب



نقشه ۳) نقشه تیلت



نقشه ۴) نقشه مشتق قائم اول



نقشه ۵) همبستگی خطواره‌های حاصل از داده‌های مغناطیسی و زمین‌لرزه‌ها در یکی از نواحی منطقه مکران

نتیجه‌گیری

تطابق بسیار خوبی بین ساختارها و زمین لرزه‌ها در این منطقه مشاهده شد (نقشه ۵) که احتمال می‌رود یک ساختار زیر سطحی فعال وجود داشته باشد. که با توجه به ساختارهای تکتونیکی مکران پیشنهاد می شود این خطوراه ی با امتداد شمال شرق- جنوب غرب از نوع گسلهای مزدوج مکران باشد که در حال حاضر فعال می باشد.

منابع

آقانباتی، ع. (۱۳۸۴)، زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشاف معدنی کشور.

کامکار، ر. ا.، بیکی، م.، ۱۳۸۸، پردازش و تفسیر داده‌های مغناطیس هوایی به‌منظور پی‌جویی ذخایر کرومیت در منطقه سبزوار: مجله فیزیک زمین و فضا، ۳۵، ۳.

Henderson, R. G., 1970, On the validity of the use of the upward continuation integral for total magneti c intensity data: Geophysics 35, 916-19.

Nabighian, M. N., 1984, Toward a three-dimensional automatic interpretation of potential field data via generalized Hilbert transforms: Fundamental relations: Geophysics, 49, 780-789.

McCall G ,2002 A summary of the geology of the Iranian Makran, *Geological Society, London, Special Publications* 195:147-204.

Parkinson, W. D., 1983, Introduction to Geomagnetism: Edinburgh and London, Scottish Academic Press.

Peters, L. J., 1949, the direct approach to magnetic interpretation and its practical application: Geophysics, 14, 290-320.

Reeves, C., 2005, Aeromagnetic Surveys: Principles, Practice&Interpretation: Torento, Canada, Geosoft.

Reid, A. b., 1980, Aeromagnetic suevey design: Geophysics, 45, 973-976.

Salem, A., 2005, Interpretation of magnetic data using analytic signal derivatives: Geophysical Prospecting, 53, (1), 75-82

Glennie K, Clarke MH, Boeuf M, Pilaar W, Reinhardt B ,1990 Inter-relationship of Makran-OmanMountains belts of convergence, *Geological Society,London, Special Publications* 49:773-786.