

# مطالعات دورسنجی بر روی سامانه دگرسانی طاقدیس ایمان خان، شمال تکاب، استان آذربایجان- غربی، شمال غرب ایران

## چکیده

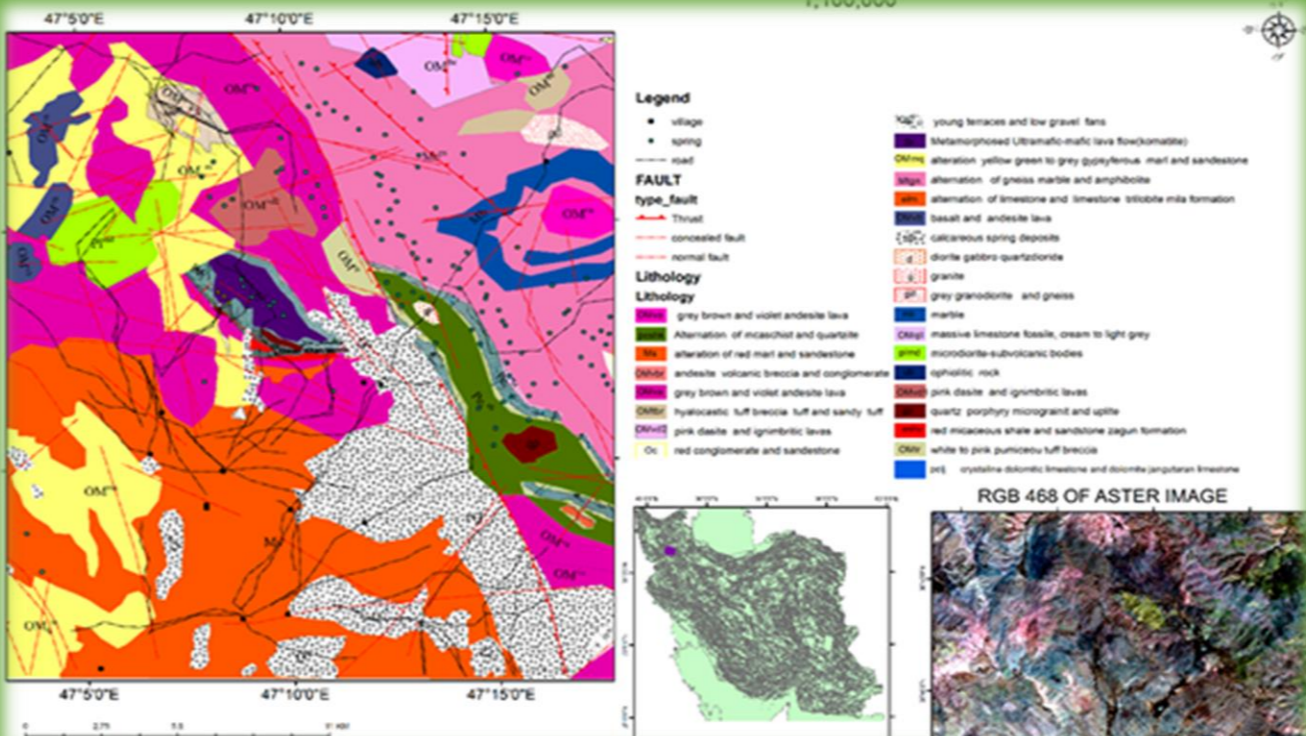
این پژوهش با هدف نقشه برداری از زون‌های دگرسانی اطراف طاقدیس ایمان خان، بارزسازی خطواره‌ها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مختلف و اعمال الگوریتم‌های پردازشی متنوع جهت تعیین مناطق مستعد کانه‌زایی با بهره‌گیری از متدهای دورسنجی انجام شده است. بعد از پردازش تصاویر، از روش‌های آمار پایه و طیف مینا ( ترکیب رنگی کاذب، کروسا، نسبت بانندی، و روش‌های طیف مینا همچون SFF و OSP MF جهت تفکیک و برجسته‌سازی پهنه‌های دگرسانی آرژلیک، فیلیک، پروپیلیتیک، و اکسید و هیدروکسیدهای آهن بهره گرفته شد. بررسی‌های سنجش از دور به دلیل دارا بودن داده‌هایی با دید گسترده و یکپارچه و هزینه بسیار کم روش مناسبی برای اکتشاف ذخایر معدنی می‌باشند. این پژوهش به دلیل استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و الگوریتم‌های پردازشی متنوع به منظور نقشه برداری از زون‌های دگرسانی و تعیین مناطق مستعد کانه‌زایی دارای اهمیت زیادی است. امید است نتایج این مطالعه بتواند در اکتشاف زون‌های فلزی جدید در سایر مناطق ایران مفید و مؤثر واقع شود.

## مقدمه

شناسایی و تحلیل دگرسانی‌ها، به عنوان یکی از روش‌های مؤثر در اکتشاف مواد معدنی، از اهمیت بالایی برخوردار است. علم دورسنجی بهترین روش برای شناسایی و تحلیل دگرسانی‌ها می‌باشد. با استفاده از پردازش داده‌های ماهواره‌ای، می‌توان کانی‌های شاخص برخی از دگرسانی‌ها را شناسایی کرد. تصاویر ماهواره‌ای، به دلیل توانایی بالا در تفکیک مکانی، رادیومتری، طیفی و پوشش گسترده، قادر به ارائه اطلاعات دقیق و ارزشمند در حوزه اکتشاف مواد معدنی هستند. یکی از مزایای برجسته استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در این زمینه، قابلیت تشخیص ایالت‌ها و کمربندهای کانی‌زایی است (Gupta, 2003). از اینرو، تصاویر ماهواره‌ای می‌توانند به‌عنوان ابزاری ارزشمند در برنامه‌های اکتشاف معدنی مورد استفاده قرار گیرند. هدف از این پژوهش، استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مختلف و به‌کارگیری الگوریتم‌های پردازشی گوناگون جهت تفکیک و برجسته‌کردن پهنه‌های دگرسانی و بارزسازی خطواره‌های اطراف طاقدیس ایمان خان در شمال تکاب می‌باشد. شمال تکاب در استان آذربایجان- غربی با دارا بودن زون‌های دگرسانی گسترده و کانسارهای با ارزش نظیر معادن طلای آق دره و زرشوران، سرب و روی انگوران و انواع ذخایر فلزی و غیرفلزی دیگر یکی از مناطق توانمند از نظر تعدد ذخایر فلزی به شمار می‌رود. این ذخایر فلزی با دگرسانی‌های گسترده همراه بوده و مطالعات زیادی از منظر زمین‌شناسی بر روی آنها صورت گرفته است. طاقدیس ایمان خان (واقع در شمال تکاب) به عنوان یک منطقه حیاتی با دارا بودن دگرسانی‌های گسترده و کانه‌زایی‌های فلزی نظیر طلا دارای اهمیت زمین-شناسی بسیار بالایی هست. تاکنون مطالعات جامعی از منظر سنجش از دور بر روی این منطقه و دگرسانی‌های آن صورت نگرفته است. در این پژوهش، سعی شده است با استفاده از مطالعات دورسنجی، انواع زون‌های دگرسانی حاضر در اطراف طاقدیس شناسایی شوند و از اطلاعات به دست آمده از این مطالعه برای شناسایی زون-های کانه‌زایی در سایر مناطق ایران بهره گرفته شود.

## زمین‌شناسی منطقه

طاقدیس ایمان خان (شمال تکاب) در بخش مرکزی برکه 1:10000 تخت‌سلیمان قرار دارد. این منطقه در بین دو زون ساختاری مهم کشور ( زون سنندج - سیرجان و کمر بند ماگمایی ارومیه - دختر) واقع شده است. واحدهای سنگ‌شناسی مختلفی در این منطقه وجود دارد که عبارتند از (شکل 1):



الف) واحد مافیک و الترامافیک دگرگون شده؛  
این واحد شامل سنگ‌های دگرگونی میکا شیست، سرپانتینیت و سرپانتین شیست، متا گابرو و سنگ‌های بازالتی دگرگون شده هستند که در واقع معادل واحد ایمان-خان در نظر گرفته می‌شوند.

ب) واحد آهکی جانگوتاران: این واحد نه تنها شامل آهک و دولومیت، بلکه میزبان کانی‌زایی طلا نیز می‌باشد.

پ) واحد شیست: این واحد در جنوب و جنوب غرب طاقدیس ایمان خان قرار دارد و شامل شیست، شیل و دولومیت-های حاوی چرت (سازند سلطانیه) می‌باشد.

ت) واحد شیل و ماسه-سنگ: این واحد بخشی از سازند زاگون محسوب می‌شود.

ث) واحد کوارتز پورفیری، آندزیتی و کربناتی: سنگ‌های کربناتی این واحد شامل آهک و دولومیت-های حاوی فسیل هستند.

## 3- روش مطالعه

در این تحقیق، تلاش شده است تا با توجه به هدف پژوهش، از کارآمدترین منابع قابل دسترس استفاده شود. از اینرو، جهت نقشه برداری پهنه‌های دگرسانی و بارزسازی کانی‌زایی‌ها از داده‌های ASTER، Landsat8-OLI، و ETM، همچنین Sentinel-2 استفاده شد. افزون بر این، از تصاویر

Sentinel-2 برای نقشه برداری خطواره‌های منطقه استفاده شد. در این پژوهش، ابتدا تصاویر ماهواره‌ای با یک فرمت خاص دانلود شدند. به دلیل اینکه تصحیحات هندسی بر روی این تصاویر اعمال شده بود و تصاویر ژنورفرنس شده هستند، نیازی به اعمال الگوریتم هندسی نبود. لذا، فقط تصحیحات رادیومتری و اتمسفری بر روی داده‌های ماهواره‌ای انجام گردید. در نهایت، با استفاده از روش Gram-Schmidt Pan Sharpening بر روی داده‌های ماهواره‌ای، اطلاعات داده‌ها شفاف شدند و تصویر رنگی با رزولوشن بالا ایجاد گردیدند. این امر از طریق ادغام تصویری با قدرت تفکیک مکانی پایین با تصویری با رزولوشن و قدرت تفکیک مکانی بالا انجام شد. در نهایت، با ماسک کردن پیکسل‌هایی که به پوشش گیاهی در منطقه اشاره دارند، به بارزسازی دگرسانی محدود ایمان خان با استفاده از روش‌های پردازشی مختلف مبادرت شد.

دربا عثمان نژاد\*1، علی عابدینی2، مهدی بهیاری3، عباس اروچی4

1- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه ارومیه

deryaosmannejad@gmail.com

2-استاد، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه ارومیه

a.abedini@urmia.ac.ir

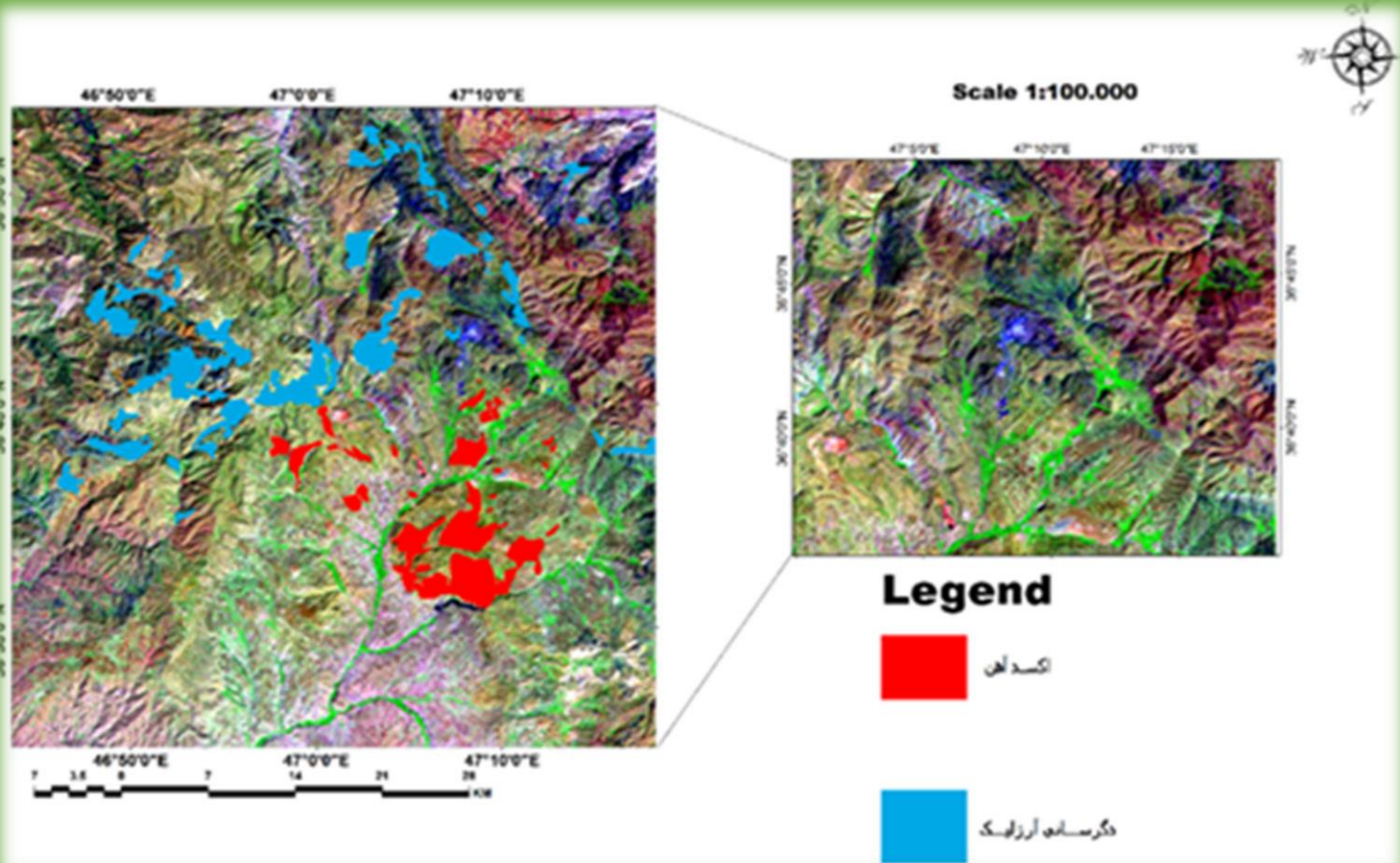
3-دانشیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه ارومیه

m.behyari@urmia.ac.ir

4-دانشجوی دکتری، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بو علی همدان

abbas3585@gmail.com

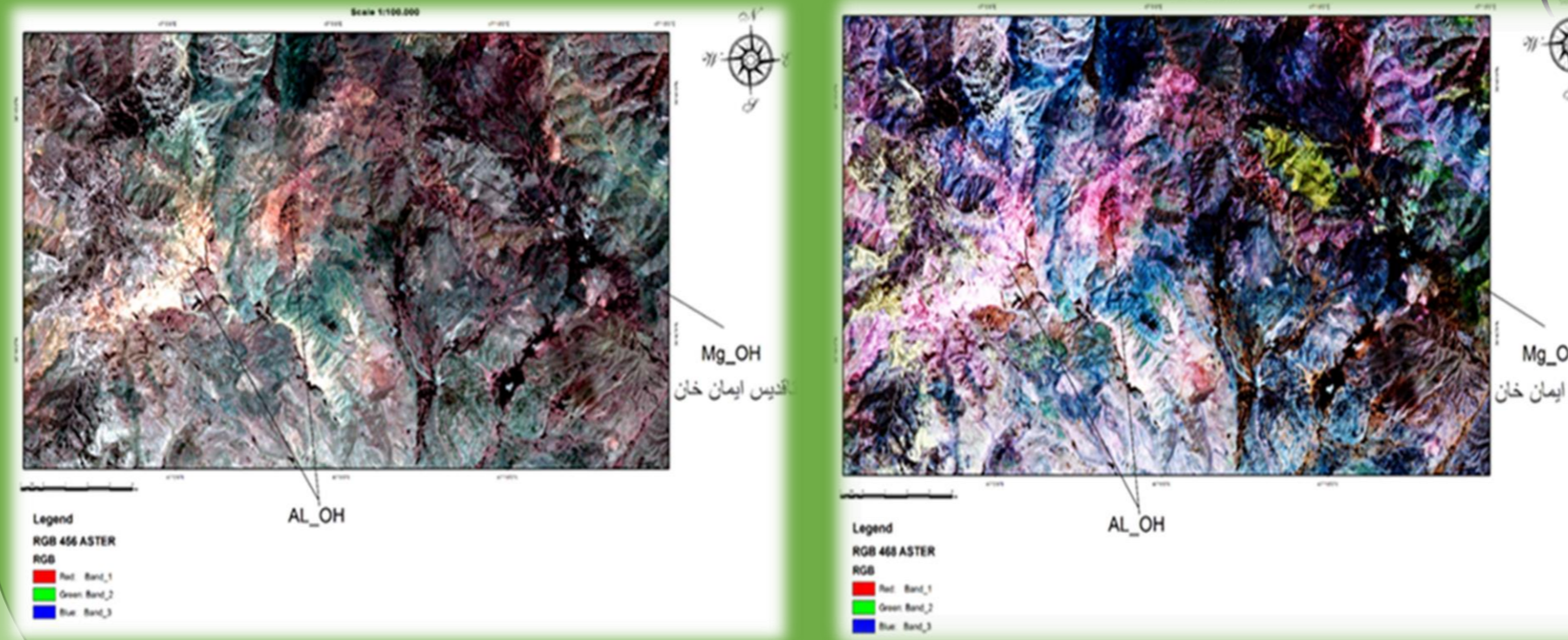
## نسبت بانندی در تصویر سنتینل 2



برای بارزسازی اکسید آهن در منطقه از نسبت بانندی چهار به دو و برای بارزسازی دگرسانی‌های آرژلیک از نسبت بانندی باند یازده به باند دوازده

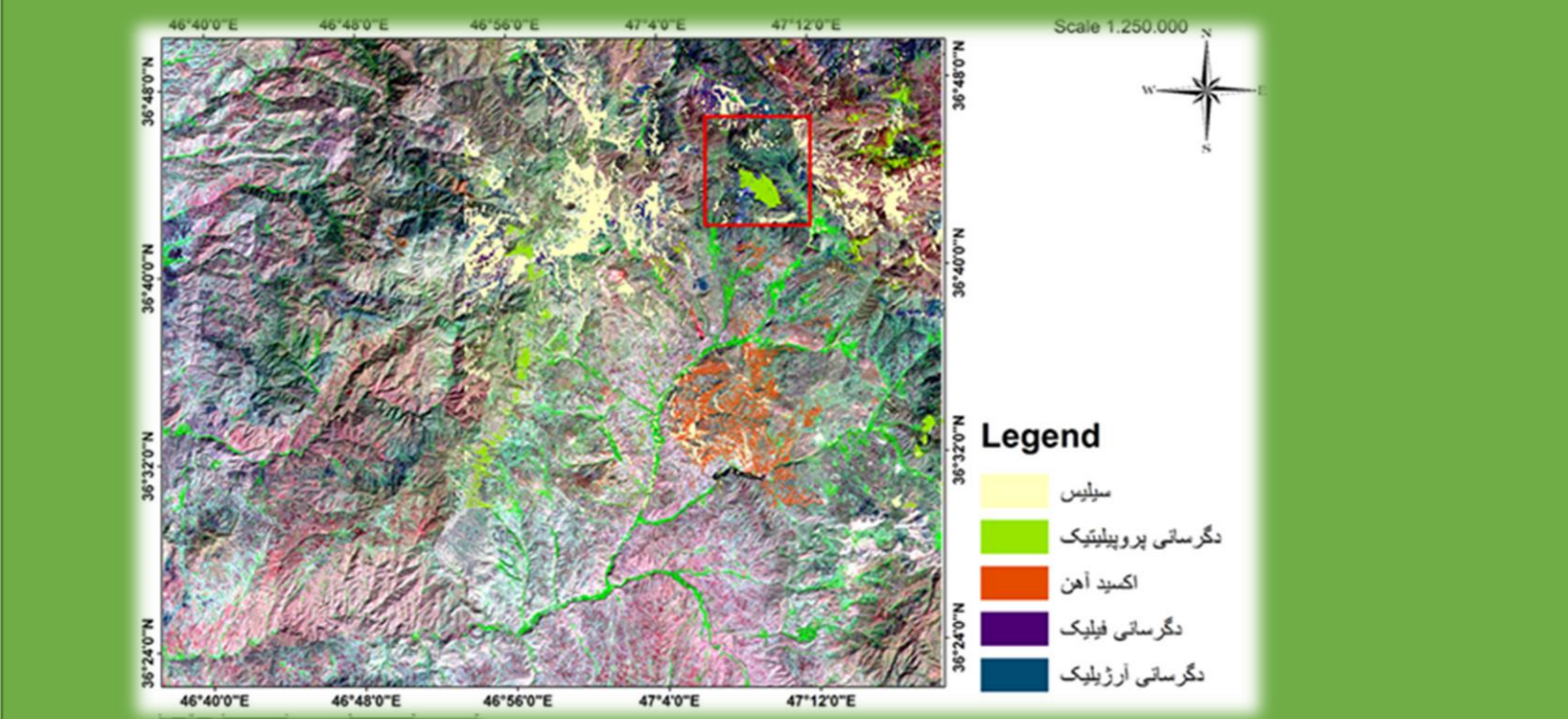
## بارزسازی دگرسانی‌ها با اعمال الگوریتم‌های مختلف پردازشی

برای ساخت ترکیب رنگی، معمولاً از ترکیب سه باند مختلف با اختصاص رنگ قرمز، سبز و آبی به هر باند استفاده می‌شود. با انتخاب باندهای مناسب در ساخت ترکیب رنگی، داده‌های کم ارزش حذف شده و از اطلاعات مفید حداکثر استفاده می‌گردد. ماهواره استر به دلیل قدرت طیفی بالا قادر به بارزسازی پهنه‌های دگرسانی فیلیک، آرژلیک و پروپیلیتیک، با مدت ترکیب رنگی کاذب می‌باشد. به عنوان مثال، در ترکیب رنگی 468 کانی‌های شاخص دگرسانی فیلیک و آرژلیک مانند کاتولینیت، موسکویت و ایلیت در باند 6 ناحیه فرورسرخ موج کوتاه (SWIR) سنجنده استر حداکثر جذب و کانی‌های شاخص دگرسانی پروپیلیتیک مانند اپیدوت و کلریت در باند 8 محدوده فرورسرخ موج کوتاه حداکثر جذب را دارند. کانی‌های رسی، سربسیت، کلریت، اپیدوت و کلسیت نیز بازتاب بالایی در باند 4 تصویر استر را دارا هستند. کلریت و اپیدوت به دلیل وجود Fe و Mg-OH قدرت جذب بالایی در باند 8 دارند، به همین دلیل یکی از رایج‌ترین ترکیبات رنگی برای بارزسازی دگرسانی عبارت 468 می‌باشد. از اینرو، مجموعه کانی‌های کلریت و اپیدوت به رنگ سبز و کاتولینیت به رنگ صورتی نمایان می‌گردد (شکل 2 و 3). (Mars and Rowan, 2006).



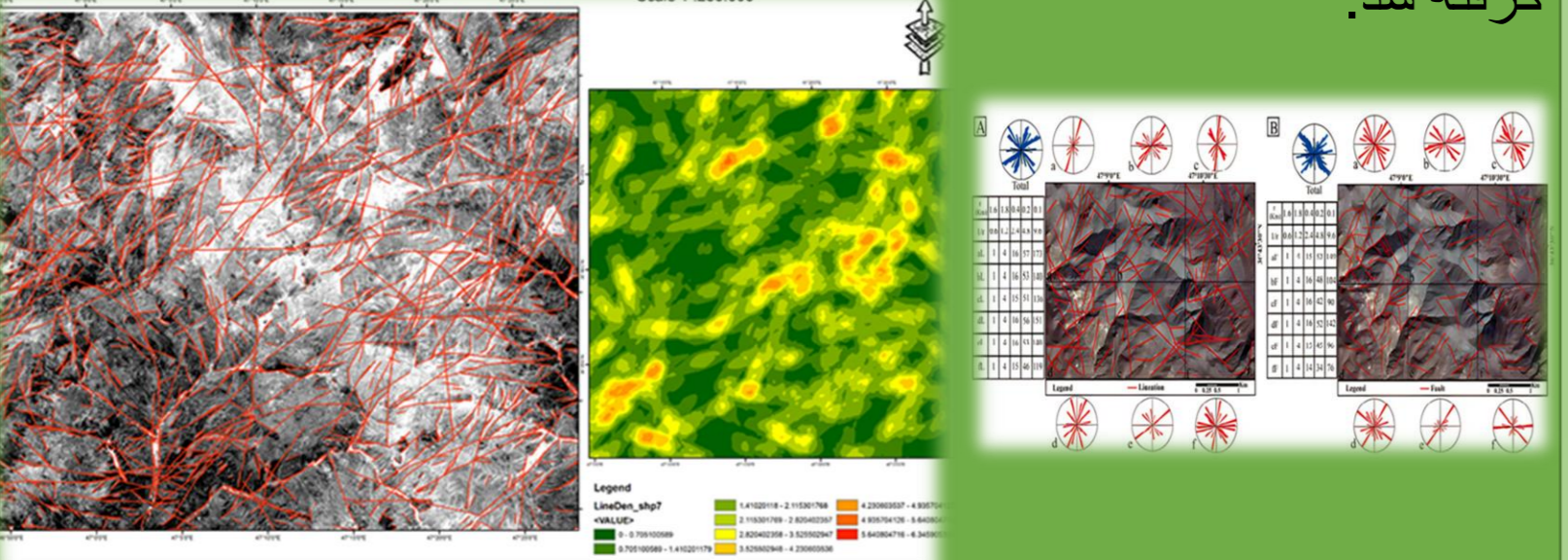
## بر روی داده‌های سنتینل متد MF جهت بارزسازی دگرسانی‌ها

در پردازش تصویر ماهواره‌ای Sentinel-2، از باندهای طیفی واقع در محدوده‌های مرئی و مادون قرمز نزدیک ( VNIR و SWIR) تصویر سنتینل از رفتار طیفی کانی‌های کاتولینیت، موسکویت، آلونیت، کلریت، کلسیت، اپیدوت، هماتیت و کوارتز کتابخانه طیفی سازمان زمین‌شناسی آمریکا ( USGS) استفاده شده است. (Harris, 2018).



## آشکار سازی خطواره‌ها و عوارض ساختاری منطقه

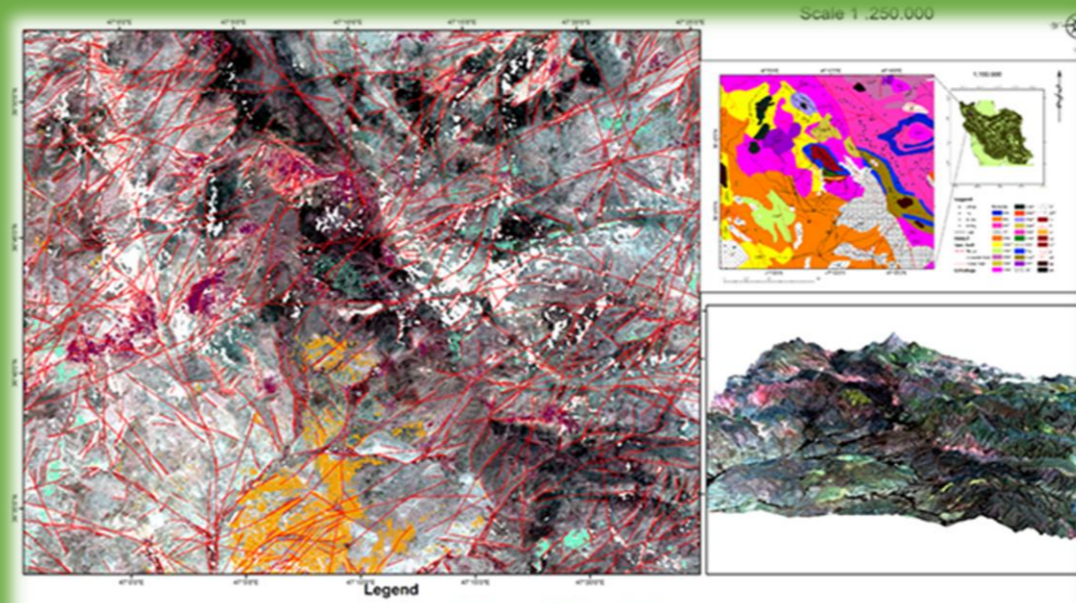
در این پژوهش برای تهیه لایه خطواره‌های محدوده از باندهای 10 متری تصویر سنتینل 2 استفاده شد. همزمان از نقشه زمین شناسی محدوده نیز کمک گرفته شد.



## نتیجه‌گیری

امروزه سنجش از دور به‌عنوان یک روش اکتشافی کارآمد در مراحل اکتشافات بزرگمقیاس می‌تواند ما را در زمینه اکتشاف انواع کانی‌سازی یاری دهد. از اینرو، در این پژوهش پس از انجام پردازش طیفی بر روی تصاویر ماهواره‌ای مختلف مربوط به محدوده شمال تکاب اطراف طاقدیس ایمان خان، نقشه دگرسانی‌های گرمایی و نقشه خطواره تهیه گردید. در این منطقه معدنی، دگرسانی‌های پروپیلیتیک، آرژلیک، فیلیک، و کانی‌های اکسید-هیدروکسیدهای آهن توسعه یافته‌اند که در تصاویر به همراه عوامل دیگری از جمله شرایط سنگ‌شناسی منطقه عملکرد زمین ساختی از جمله وجود گسل‌ها و چین‌خوردگی مشخص گردیدند. این پژوهش نشان می‌دهد با کمک پردازش تصاویر ماهواره‌ای می‌توان با صرف کمترین هزینه و کمترین اتلاف وقت، زون‌های کانی‌سازی در یک منطقه را بارزسازی نمود.

## بارزسازی دگرسانی‌ها و گسل‌های اطراف طاقدیس ایمان خان با روش OSP طیف مینا



## زمین دما- فشارسنجی سنگ‌های توده گرانیتوئیدی گودحوض، بافت، کرمان براساس زوج آمفیبول-پلاژیوکلاز

محبوبه عرب زاده بنی اسدی<sup>1\*</sup>، حبیب ا. قاسمی<sup>2</sup>، مهدی رضایی کهخایی<sup>3</sup>

### منابع

- Anderson, J.L., and Smith, D.R. (1995) The effect of temperature and oxygen fugacity on Al-in-hornblende barometry. *American Mineralogist*, 80(5-6), 549-559.  
- Anderson, J.L. (1996) Status of thermobarometry in granitic batholiths, Earth and Environmental Science, Transactions of the Royal Society of Edinburgh, 87(1-2), 125-138. [also published in GSA Special Paper 315]. DOI: 10.1017/S0263593300006544  
- Arabzadeh Baniasadi, M. (in press) Petrogenesis and Mineralization of Gowd-e-Howz Granitoid Pluton, Baft, South of Kerman. Ph.D. Thesis in Geology-Petrology, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran.  
- Blundy, J.D. and Holland, T.J.B. (1990) Calcic amphibole equilibria and a new amphibole-plagioclase geothermometer. *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 104, 208-24.

- Hammarstrom, J.M., and Zen, E.-a. (1986) Aluminum in hornblende: an empirical igneous geobarometer. *American mineralogist*, 71(11-12), 1297-1313.  
- Hollister, L.S., Grissom, G., Peters, E., Stowell, H., and Sisson, V. (1987) Confirmation of the empirical correlation of Al in hornblende with pressure of solidification of calc-alkaline plutons. *American Mineralogist*, 72(3-4), 231-239  
- Hawthorne, F.C., and Oberti, R. (2007) Classification of the Amphiboles. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, 67, 55-88. DOI: 10.2138/rmg.2007.67.2  
- Hawthorne, F.C., Oberti, R., Harlow, G.E., Maresch, W.V., Martin, R.F., Schumacher, J.C., and Welch, M.D. (2012) Nomenclature of the amphibole supergroup, *American Mineralogist*, 97(11-12), 2031-2048. <http://dx.doi.org/10.2138/am.2012.4276>  
- Holland, T., and Blundy, J. (1994) Non-ideal interactions in calcic amphiboles and their bearing on amphibole-plagioclase thermometry. *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 116, 433-47. doi:10.1007/BF00310910  
- Leake, B.E., Woolley, A.R., Arps, C.E., Birch, W.D., Gilbert, M.C., Grice, J.D., Hawthorne, F.C., Kato, A., Kisch, H.J., and Krivovichev, V.G. (1997) Nomenclature of amphiboles; report of the Subcommittee on Amphiboles of the International Mineralogical Association Commission on new minerals and mineral names, *Mineralogical magazine*, 61, (405), 295-310.  
- Leake, B.E., Woolley, A.R., Birch, W.D., Burke, E.A.J., Ferraris, G., Grice, J.D., Hawthorne, F.C., Kisch, H.J., Krivovichev, V.G., Schumacher, J.C., Stephenson, N.C.N. and Whittaker, E.J.W. (2004) Nomenclature of amphiboles: additions and revisions to the International Mineralogical Association's amphibole nomenclature. *Mineralogical Magazine*, 68(1), 209-215. DOI: <https://doi.org/10.1180/0026461046810182>  
- Molina, J.F., Scarow, J.H., Montero, P.G., and Bea, F. (2009) High-Ti amphibole as a petrogenetic indicator of magma chemistry: Evidence for mildly alkali hybrid melts during evolution of Variscan basic-ultrabasic magmatism of Central Iberia. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 158, 69-98. DOI 10.1007/s00410-008-0371-4.

- Molina, J.F., Moreno, J.A., Castro, A., Rodriguez, C., and Fershtater, G.B. (2015) Calcic amphibole thermobarometry in metamorphic and igneous rocks: New calibrations based on plagioclase/amphibole Al-Si partitioning and amphibole/liquid Mg partitioning. *Lithos*, 232, 286-305. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lithos.2015.06.027>  
- Nazemzadeh, M., Rashid, A. (2006) Geological map of the Dehsard (Bezar), Scale 1/100,000. Geological Survey of Iran. Sheet No. 7347.  
- Ridolfi, F., Renzulli, A., and Puerini, M. (2010) Stability and chemical equilibrium of amphibole in calc-alkaline magmas: an overview, new thermobarometric formulations and application to subduction-related volcanoes. *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 160(1), 45-66. DOI 10.1007/s00410-009-0465-7  
- Ridolfi, F., and Renzulli, A. (2012) Calcic amphiboles in calc-alkaline and alkaline magmas: thermobarometric and chemometric empirical equations valid up to 1,130°C and 2.2 GPa. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 163(5), 877-895. DOI 10.1007/s00410-011-0704-6  
- Sabzehei, M., Houshmandzadeh, A., Berberian, M., Nowgole Sadat, M.A.A., Alavi Tehrani, N., Majidi, B., Nazemzadeh, M., Azizan, H., and Roshan Ravan, J. (1998) Geological map of Hadji Abad, Scale 1:250000. Geological Survey of Iran, Tehran.  
- Stein, E., and Dietl, C. (2001) Hornblende thermobarometry of granitoids from the Central Odenwald (Germany) and their implications for the tectonic development of the Odenwald. *Mineralogy and petrology*, 72 (1), 207-285. <https://www.researchgate.net/publication/225775322>.

### بحث

**ت- زمین دما- فشارسنجی سنگ‌های توده گرانیتوئیدی گودحوض با استفاده از شیمی آمفیبول**  
آمفیبول‌ها از بهترین کانی‌ها برای مطالعات زمین دما-فشارسنجی سنگ‌های دگرگونی و آذرین نفوذی کالک آلکان با ترکیب بازی، جدواسط آسیدی هستند، زیرا در همه این سنگ‌ها متبلور می‌شوند و در شرایط دما-فشاری مختلف از فشارهای ۱ تا ۲۳ کیلوپار و دماهای ۴۰۰ تا ۱۱۵۰ درجه سانتی‌گراد پدیدار هستند (Blundy and Holland, 1990; Stein and Dietl, 2001; Leake et al., 2004).

**زمین فشارسنجی**  
هامستر و زن (Hammarström and Zen, 1986) برای اولین بار رابطه بین میزان آلومینیم کل موجود در آمفیبول‌ها را با فشار تبلور آن پیشنهاد دادند. نامبردگان براساس نتایج آنالیز مایکروپروب آمفیبول‌های موجود در توده‌های گرانیتوئیدی متبلور شده در اعماق ۲ و ۸ کیلومتری اولین زمین فشارسنج را به شرح ذیل ارائه دادند:

$$P(\pm 3 \text{ kbars}) = -3.92 + 5.03A_{\text{Al}}^{\text{Am}}$$

$$P(\pm 1 \text{ kbars}) = -4.76 + 5.6A_{\text{Al}}^{\text{Am}}$$

همچنین هالیستر و همکاران (Hollister et al., 1987) این ارتباط را تأیید کردند و معادله را برای توده‌های گرانیتوئیدی متبلور شده در فشارهای بین ۴ تا ۶ کیلوپار گسترش دادند. نامبردگان محدوده عدم قطعیت این زمین فشارسنج را کاهش داده و آن را به صورت ذیل دوباره کالیبره کردند. همچنین فشارسنج‌های پژوهشگران دیگر نیز بکار گرفته شده و نتایج به دست آمده بیانگر میانگین فشار حدود ۲ تا ۸ کیلوپار برای توقف تابد کاتیونی و برقراری تعادل در آمفیبول‌های توده گرانیتوئیدی گود حوض است.

**زمین دماسنجی**  
زمین دماسنج زوج آمفیبول-پلاژیوکلاز (Blundy and Holland, 1990; Holland and Blundy, 1994) براساس تعداد کاتیون‌های Si و Al موجود در جایگاه چهاروجهی آمفیبول استوار است و سه کالیبراسیون مختلف برای آن وجود دارد. دوتا از این کالیبراسیون‌ها برمیآید واکنش ادنیت- ترمولیت استوار است و سه کالیبراسیون مختلف برای آن وجود دارد. دوتا از این کالیبراسیون‌ها برمیآید معادله مربوطه به شرح ذیل است:

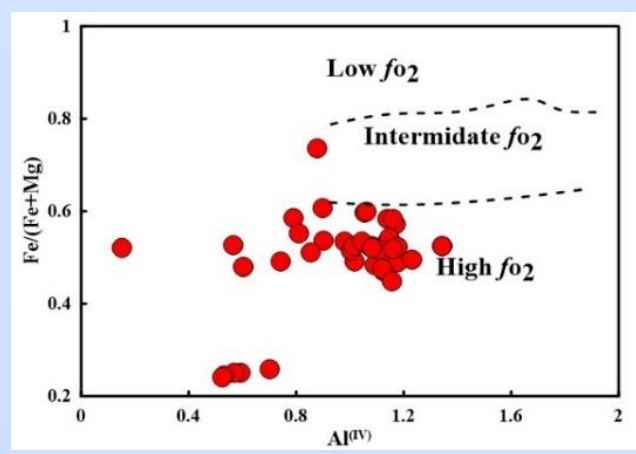
$$T(\pm 313 \text{ K}) = -76.95 + 0.79P(\text{kbar}) + 39.4X_{\text{Ni}}^{\text{Am}} + 22.4X_{\text{K}}^{\text{Am}} + (41.5 - 2.89P(\text{kbar}))X_{\text{Mg}}^{\text{Am}} / -0.0650 - 0.0083144 \ln \left( \frac{27X_{\text{Si}}^{\text{Am}} X_{\text{Al}}^{\text{Am}}}{256X_{\text{Na}}^{\text{Am}} X_{\text{Ti}}^{\text{Am}}} \right)$$

بکارگیری این معادله برای داده‌های آمفیبول-پلاژیوکلاز سنگ‌های توده گرانیتوئیدی گودحوض در فشارهای حداقل و حداکثر به همراه دیگر دماسنج‌های ارائه شده توسط پژوهشگران مختلف بیانگر دماهای ۷۴۲ تا ۷۶۲ برای توقف تابد کاتیونی و برقراری تعادل در آمفیبول‌های توده گرانیتوئیدی گود حوض است.

**فوکاسیته اسیژن**  
مقدار فوکاسیته اسیژن ماگما به ماهیت محل منبع و جایگاه زمین‌ساختی تشکیل آن مرتبط است. ماگماهای با درجه فوکاسیته بالا (اسیدان) اغلب با مرزهای ورفه‌های همگرا (محیط فرورانشی) و ماگماهای با فوکاسیته پایین (احیایی) با محل منبع‌های گوشته‌ای مناطق کانی درون ورفه‌های همراهند. همچنین، گرانیتوئیدهای نوع I از نوع اسیدان و گرانیتوئیدهای نوع S از نوع احیایی هستند. این ویژگی ماگماها به خوبی در ترکیب کانی شناسی و به ویژه ترکیب آمفیبول‌ها انعکاس می‌یابد. ریدولفی و رینزولی (Ridolfi and Renzulli, 2012) برای محاسبه فوکاسیته اسیژن با استفاده از ترکیب آمفیبول‌ها معادله زیر را بیان کردند:

$$\log f_{\text{O}_2} = 25018.7/T + 273.15 + 12.981 + 0.046^*(P - 10) + 0.5117^* \ln(T + 273.15) + \Delta \text{NNO}$$

استفاده از این رابطه نشان می‌دهد که آمفیبول‌های سنگ‌های توده گرانیتوئیدی گودحوض در فوکاسیته اسیژن بالا تشکیل شده‌اند (شکل ۶).



شکل ۶. موقعیت ترکیب آمفیبول‌های سنگ‌های توده گرانیتوئیدی گودحوض در نمودار تعادل آهن (FeFe) در برابر آهن آلومین (AlM) از آندرسون و اسمیت (Anderson and Smith, 1995) که نشانگر فوکاسیته بالای اسیژن حاکم بر تبلور آمفیبول‌ها است.

### نتایج

#### نتیجه‌گیری:

آمفیبول‌ها و فلدسپارها به عنوان اصلی‌ترین کانی‌های سازنده سنگ‌های توده گرانیتوئیدی گودحوض، حاوی اطلاعات مهمی در باره شرایط تبلور، توقف تبلورات کاتیونی، برقراری تعادل و جایگزینی نهایی این توده در پوسته هستند. نتایج حاصل از بکارگیری داده‌های تجزیه نقطه‌ای این کانی‌ها نشان می‌دهد که ترکیب فلدسپارها از الیگوکلاز (Ab<sub>77</sub>An<sub>19</sub>Or<sub>1</sub>) در گرانتیت‌ها تا لاپرادوریت (Ab<sub>99</sub>An<sub>0</sub>Or<sub>0</sub>) در گابرویدوریت‌ها متغیر است. آمفیبول‌ها در گروه کلسیک فشار پایین، با ترکیب غالب هورنبلند، اسیدان و متعلق به سری ماگمایی کالکوآلکان مناطق فرورانش که در فوکاسیته بالای اسیژن متبلور شده‌اند و در دماهای ۷۴۲ تا ۷۶۹ درجه سانتی‌گراد و فشارهای ۲ تا ۸ کیلوپار در جریان جایگزینی نهایی این توده در پوسته به تعادل رسیده‌اند.

### چکیده

**چکیده:**  
توده گرانیتوئیدی گودحوض به سن ژوراسیک پیشین (حدود ۱۸۶ میلیون سال پیش) یکی از مهم‌ترین توده‌های ماگمایی در نوار دگرگونی-ماگمایی نواحی آندس-سندج-سیرجان است، که در جنوب‌خاور این نوار در منطقه بافت استان کرمان واقع شده است. سنگ‌های سازنده توده شامل گابرویدوریت، دیوریت/کوارتزیدوریت، مونوزیت/کوارتزیدوریت، گرانیت و آلکانی گرانتیت با بافت دانه متوسط تا درشت دانه هستند. کانی‌های اصلی سازنده این سنگ‌ها در نمونه‌های مایفک- جدواسط شامل کالسیپروکسن، آمفیبول و پلاژیوکلاز، و در نمونه‌های جدواسط- فلیسک شامل، آمفیبول، پیوتیت، پلاژیوکلاز، آلکانی فلدسپار، کوارتز می‌باشد. از کانی‌های فرعی نیز می‌توان به زیرکون، آپاتیت، اپک و اسفن اشاره کرد. آمفیبول به عنوان یک سازنده اصلی و مهم در نمونه‌های سنگی مورد مطالعه، از نوع کلسیک با ترکیب غالب هورنبلند و متعلق به سری ماگمایی کالکوآلکان مناطق فرورانش است. فلدسپار نیز به عنوان دیگر سازنده مهم این سنگ‌ها دارای ترکیب الیگوکلاز تا لاپرادوریت است. برآوردهای دما-فشارسنجی زوج آمفیبول-پلاژیوکلاز با روش‌های مختلف بیانگر میانگین دماهای ۷۴۲ تا ۷۶۹ درجه سانتی‌گراد در فشارهای ۲ تا ۸ کیلوپار برای بسته شدن سیستم تابد عناصر و برقراری تعادل در جریان جایگزینی نهایی این توده در پوسته است. همچنین فوکاسیته اسیژن ماگما در زمان تبلور در آشیانه ماگمایی بالا بوده است (log f<sub>O2</sub> = 13).

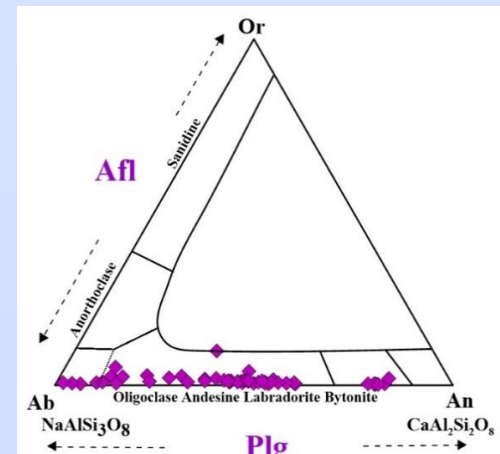
### بحث

#### سنگ‌نگاری:

توده گرانیتوئیدی گودحوض از گابرویدوریت، دیوریت، کوارتزیدوریت، مونوزیت، کوارتزیدوریت، گابرویدوریت، گرانتیت و آلکانی گرانتیت تشکیل شده است. گابرویدوریت‌ها دارای بافت دانه‌ای ناخودشکل متشکل از کالسیپروکسن و پلاژیوکلاز و مقدار کمتر از ۵ درصد ارتوپروکسن هستند. دیوریت‌ها نیز معمولاً دارای بافت دانه‌ای ناخودشکل و در نمونه‌های حاشیه‌ای دارای بافت ایترگراتولار متشکل از کالسیپروکسن، آمفیبول و پلاژیوکلاز هستند. گابرویدوریت‌ها دارای بافت دانه‌ای ناخودشکل متوسط تا درشت دانه متشکل از آمفیبول، پیوتیت و فلدسپار (پلاژیوکلاز و آلکانی فلدسپار) و کوارتز هستند. گرانتیت‌ها نیز دارای بافت دانه‌ای ناخودشکل متوسط تا درشت دانه متشکل از آمفیبول، پیوتیت، فلدسپار آلکانی، کوارتز و مقدار کمتری پلاژیوکلاز هستند. نمونه‌های آلکانی گرانتیتی (به ویژه آپلیت‌ها و پگماتیت‌ها) دارای بافت‌های دانه‌ای ناخودشکل ریز تا درشت دانه، گرافیک، گرانوفیری، پرتیتی و میرمیکتی هستند. اورالیتی شدن پیروکسن‌ها، کربنی و اپیدوتی شدن آمفیبول‌ها، پیوتیت‌ها و سوسوریتی و سریسیتی شدن فلدسپارها از دگرسانی‌های شایع در نمونه‌هاست.

#### شیمی کانی‌ها

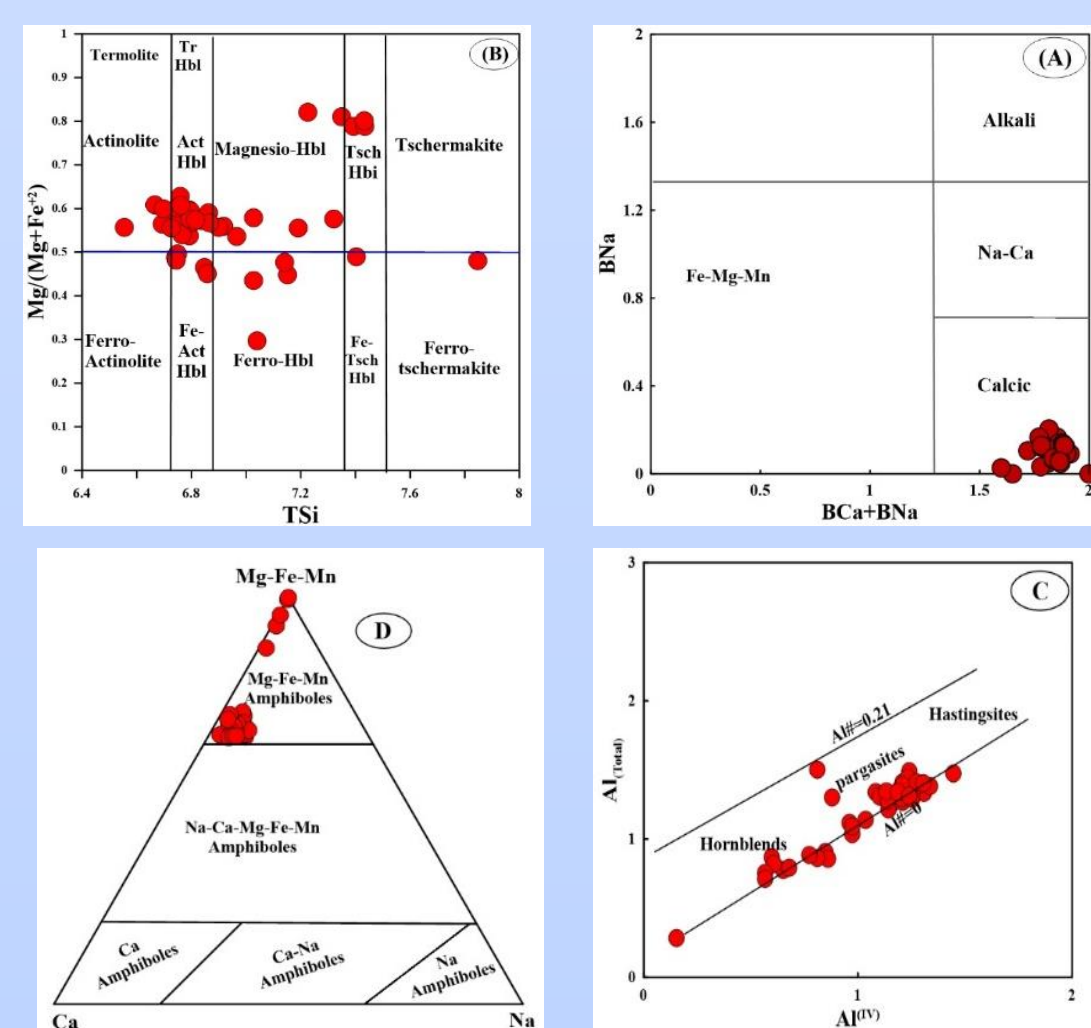
**الف- شیمی کانی فلدسپار**  
فلدسپار، از کانی‌های مهم تشکیل دهنده سنگ‌های توده گرانیتوئیدی گودحوض است. ترکیب این کانی در نمودار مثلثی ارتوز-آلیت-آرتویت (Deer et al., 1992) در محدوده گستره ترکیبی Ab<sub>77</sub>An<sub>19</sub>Or<sub>1</sub> (آلیت) تا Ab<sub>99</sub>An<sub>0</sub>Or<sub>0</sub> (لاپرادوریت) با متوسط Ab<sub>99</sub>An<sub>0</sub>Or<sub>0</sub> (آندزین) در دیوریت‌ها، Ab<sub>77</sub>An<sub>19</sub>Or<sub>1</sub> (آلیت) تا Ab<sub>77</sub>An<sub>19</sub>Or<sub>1</sub> (لاپرادوریت) با متوسط Ab<sub>77</sub>An<sub>19</sub>Or<sub>1</sub> (آندزین) در گابرویدوریت‌ها، و Ab<sub>97</sub>An<sub>11</sub>Or<sub>2</sub> (آلیت) تا Ab<sub>99</sub>An<sub>0</sub>Or<sub>0</sub> (لاپرادوریت) با متوسط Ab<sub>99</sub>An<sub>0</sub>Or<sub>0</sub> (آندزین) در گرانتیت‌ها متغیر است (شکل ۳).



شکل ۳. موقعیت ترکیب فلدسپارهای سنگ‌های توده گرانیتوئیدی گودحوض در نمودار مثلثی ارتوز-آلیت-آرتویت (Deer et al., 1992).

#### ب- شیمی کانی آمفیبول

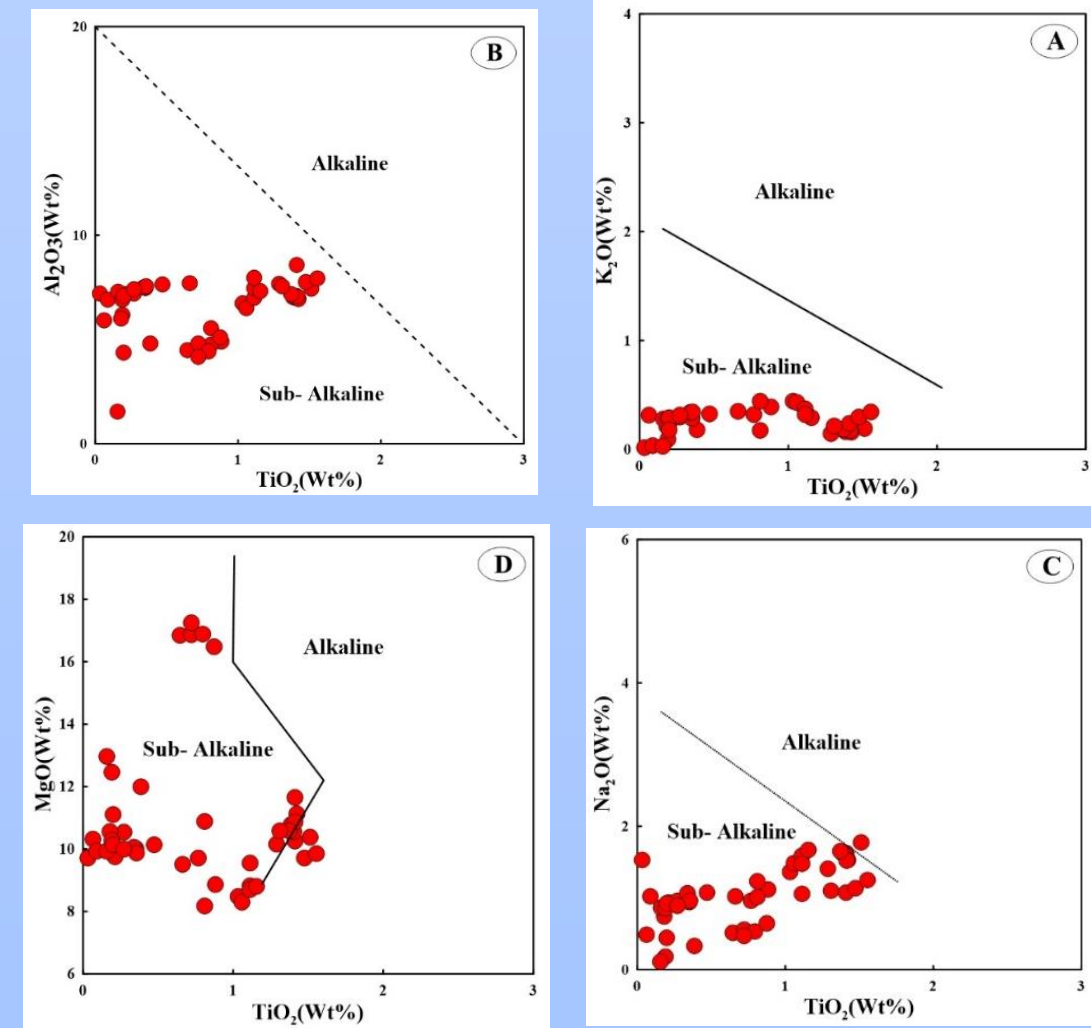
آمفیبول‌های موجود در سنگ‌های توده گرانیتوئیدی گودحوض در تقسیم‌بندی‌های مختلف (Leake et al., 1997; Hawthorne et al., 2007; Ridolfi et al., 2010; Hawthorne and Oberti, 2007) از نوع کلسیک و ترکیب هورنبلند دارند (شکل ۴-۵). آمفیبول-های کلسیک، خاصیت توده‌های گرانیتوئیدی نوع I هستند (Stein and Dietl, 2001).



شکل ۴. موقعیت ترکیب آمفیبول‌های سنگ‌های توده گرانیتوئیدی گودحوض در نمودارهای تقسیم‌بندی آمفیبول‌ها. (A) از Leake et al., 1997. (B) از هاتورن و همکاران (Hawthorne et al., 2012). (C) از (Anderson, 1996). (D) از (Hawthorne and Oberti, 2007).

#### ب- تعیین سری ماگمایی با استفاده از شیمی آمفیبول

به طور کلی، شیمی کانی‌های مختلف موجود در سنگ‌های آذرین، انعکاسی از ترکیب ماگمای سازنده آن‌هاست. حضور آمفیبول‌های کلسیک در سنگ‌های گرانیتوئیدی نشان می‌دهد که این سنگ‌ها به گرانیتوئیدهای نوع I تعلق دارند (Stein and Dietl, 2001; Molina et al., 2009). در گرانتیت‌ها نوع I منجر به تبلور هورنبلند می‌شود. مشارکت Ti و K و Mg در ساختار آمفیبول به ماهیت ماگما وابسته است، به گونه‌ای که آمفیبول‌های سیسم ساب‌آلکان در مقایسه با سیسم آلکان دارای مقادیر Na<sub>2</sub>O، K<sub>2</sub>O، TiO<sub>2</sub> و Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> کمتری هستند (Molina et al., 2009). تصویر کردن شیمی آمفیبول‌های سنگ‌های گرانیتوئیدی گودحوض در نمودارهای مختلف بیانگر ماهیت کالکوآلکان نوع I برای آن است (شکل ۵ A و D).



شکل ۵. موقعیت ترکیب آمفیبول‌های سنگ‌های توده گرانیتوئیدی گودحوض در نمودارهای تعیین سری ماگمایی از مولینا و همکاران (Molina et al., 2009).



## بیست و ششمین همایش انجمن زمین شناسی ایران ۲۱ و ۲۲ شهریور ماه ۱۴۰۲ دانشگاه ارومیه



### اکتشاف چشمه های هیدروکربنی با استفاده از چند الگوریتم در سنجش از دور تصاویر ماهواره ای در منطقه مغان

نگین فرهمندپور<sup>۱\*</sup>، دکتر خلیل رضایی<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی ارشد رسوب شناسی و سنگ شناسی رسوبی، دانشگاه خوارزمی، تهران

Neginfarahmandpour@gmail.com

۲- عضو هیئت علمی گروه زمین شناسی، دانشگاه خوارزمی، تهران

Kh.rezaei@gmail.com

#### چکیده

ریز تراوش هیدروکربنی به عنوان یکی از نشانگرهای هیدروکربن ها در سطح زمین ظاهر می شود که می تواند به صورت گاز یا مایع از طریق شکاف ها، گسل ها، یا سایر ویژگی های زمین شناختی نمایان شود. تراوش طولانی مدت هیدروکربن ها در سطوح زیرین می تواند انواع مختلفی از تغییرات شیمیایی و کانی شناسی را در گل و خاک ایجاد کند. نقش برداری از این تغییرات برای کشف هیدروکربن مهم است. در این پژوهش، از تصاویر ماهواره ای برای شناسایی تغییرات سطحی ناشی از ریز تراوش های هیدروکربنی در منطقه مغان استفاده شد. پس از جمع آوری داده های تصاویر Landsat 8، از تحلیل طیفی و استفاده از روش های مختلف برای تحلیل داده ها و همچنین، از ابزارهای سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) برای ترکیب و تفسیر نتایج بهره برده می شود. این اطلاعات برای کشف و استخراج هیدروکربن ها و ارزیابی پتانسیل منابع در محدوده میداین نفتی نوروش کندی، انجیرلو و دره قیرلو بسیار مفید و کارآمد هستند.

**واژه های کلیدی:** ریز تراوش، هیدروکربن، سنجش از دور، دگرسانی، Landsat8

#### مقدمه

شناسایی و اکتشاف مواد مختلف به روش سنتی از طریق عملیات زمینی و کارهای میدانی نیازمند زمان، هزینه و نیروی انسانی فراوانی است و گاه نیز با خطا همراه است. امروزه علم سنجش از دور با بهره گیری از رفتارهای طیفی منحصر به فرد مواد مختلف و نیز کانی ها، به عنوان روشی جدید مورد استفاده ی علم اکتشاف در زمین شناسی و معدن و ذخایر هیدروکربنی قرار گرفته است (ارغوانیان و همکاران، ۱۳۹۰). در حوزه صنعت نفت فعالیت هایی مانند اکتشاف چاه های نفتی استخراج خطواره ها و نشانه های محیطی حضور نفت و یافتن مناطق قابل استخراج هیدروکربن بسیار مهم و کلیدی هستند. این فعالیت ممکن است نقطه شروع پروژه های اکتشافی باشند و همچنین در برخی موارد می توانند به نتایج بهتری نسبت به روش های اکتشاف دیگر منجر شوند. در این زمینه راه حل های مختلفی وجود دارد از جمله استفاده از روش های زمین شناسی ژئوشیمی ژئوفیزیک و استفاده از تکنولوژی سنجش از دور که می تواند نقش مهمی در صنعت نفت داشته باشد. با توجه به هزینه های بالای فعالیت های اکتشافی دستیابی به قطعیت بالا در خصوص حضور هیدروکربن در یک منطقه یکی از اهداف مهم فعالیت های اکتشافی است در این زمینه استفاده از تصاویر ماهواره ای و بهره برداری از روش های سنجش از دور می تواند ریسک را کاهش داده و قطعیت را افزایش دهد (سیدین و همکاران، ۱۳۹۳).



## بیست و ششمین همایش انجمن زمین شناسی ایران ۲۱ و ۲۲ شهریور ماه ۱۴۰۲ دانشگاه ارومیه



### روش تحقیق

پردازش داده ها به دلیل استخراج اطلاعات از داده های ماهواره ای برای هدف های مختلف استفاده می شود. یکی از این هدف ها، بارز سازی دگرسانی ها است. این دگرسانی ها به تبدیل بستر آهن فریک به فروس، تبدیل رس های ایلیتی پایدار به کائولینیت و افزایش کانی های کربناته اشاره دارد که با روش های پردازشی نظیر ترکیب رنگی کاذب (FCC)، نسبت بانندی (Band ratio)، نقشه برداری زاویه طیفی (SAM) و روش کمترین مربعات رگرسیون شده (LS\_Fit) می توان این تغییرات در دگرسانی ها را شناسایی و مشخص کرد. پیش از به کار گیری هر یک از روشها باید یکسری پیش پردازش شامل تصحیحات رادیومتریکی و جوی روی داده ها انجام گیرد. برای ترکیب رنگی کاذب از RGB (۳/۴، ۷/۶، ۵/۶) که شامل نسبت بانندی آهن فروس، رس و آهن فریک می باشد استفاده شده است. در این ترکیب، رنگ سبز مایل به زرد دگرسانی رس و رنگ قرمز دگرسانی آهن فروس را در اطراف میداین منطقه مورد مطالعه نشان می دهد. در روش نسبت بانندی برای دگرسانی کانی های رسی از نسبت بانندی ۶ به ۷ و برای کانی های آهن فریک از ۴ به ۳ استفاده شده است و در روش کمترین مربعات رگرسیون شده برای کانی های رسی بانند ۷ و برای آهن فروس بانند ۶ انتخاب شده است که در هر دو روش مناطق هدف با پیکسل روشن نمایان شده اند. همچنین در روش طبقه بندی زاویه طیفی، بر اساس کتابخانه USGS که برای بررسی کانی اکسید آهن، کربناته و رسی انجام شده است کانی رسی به رنگ سبز، کانی اکسید آهن (فریک) به رنگ قرمز و کربناته به رنگ زرد به عنوان دگرسانی های منطقه نشان داده شده است.

### نتیجه گیری

امروزه سنجش از دور به عنوان یک روش اکتشافی کارآمد در مراحل اکتشافات کوچک مقیاس قادر است به ما در زمینه اکتشاف گونه های مختلف و شناسایی نواحی دگرسانی مرتبط با مناطق کانی سازی شده کمک نماید. بر این اساس در این مطالعه از تصاویر ماهواره ای لندست ۸ به منظور شناسایی نواحی دگرسان شده با ریز تراوشات هیدروکربنی در نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ مغان استفاده شده است. در این راستا روش های پردازش مختلف همچون ترکیب رنگی کاذب، نسبت بانندی، نقشه برداری زاویه طیفی و کمترین مربعات رگرسیون شده بر روی تصاویر ماهواره ای منطقه اعمال شد و نتایج آن بر روی شبه تصاویر تولید شده مشخص کننده مناطق دگرسانی مرتبط با حضور کانی های رسی و اکسیدهای آهن در تصاویر مجزا و به صورت نواحی روشن می باشد.

### مراجع

سیدین، س، "اکتشافات تراوشات هیدروکربنی با استفاده از روشهای آشکارسازی"، ماهنامه علمی- ترویجی اکتشاف و تولید نفت و گاز شماره ۱۱۱، ۱۳۹۳  
بابلی نیا، ع، ۱۳۹۹، "شناسایی مناطق مستعد منابع هیدروکربنی با استفاده از اثرات ریز تراوشات و تکنیک های سنجش از دور در محدوده ی میداین نفتی دهلران، چشمه خوش و ابو غریب" پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی اکتشاف نفت، دانشکده مهندسی مهند، دانشگاه صنعتی اصفهان.

Asadi Haroni, H., and Lavafan, A., 2007, "Integrated Analysis of ASTER and Landsat ETM Data To Map Exploration Targets In The Muteh Gold-Mining Area, Iran", 5<sup>th</sup> international symposium spatial data quality 2007 Theme: Modelling qualities in space and time.

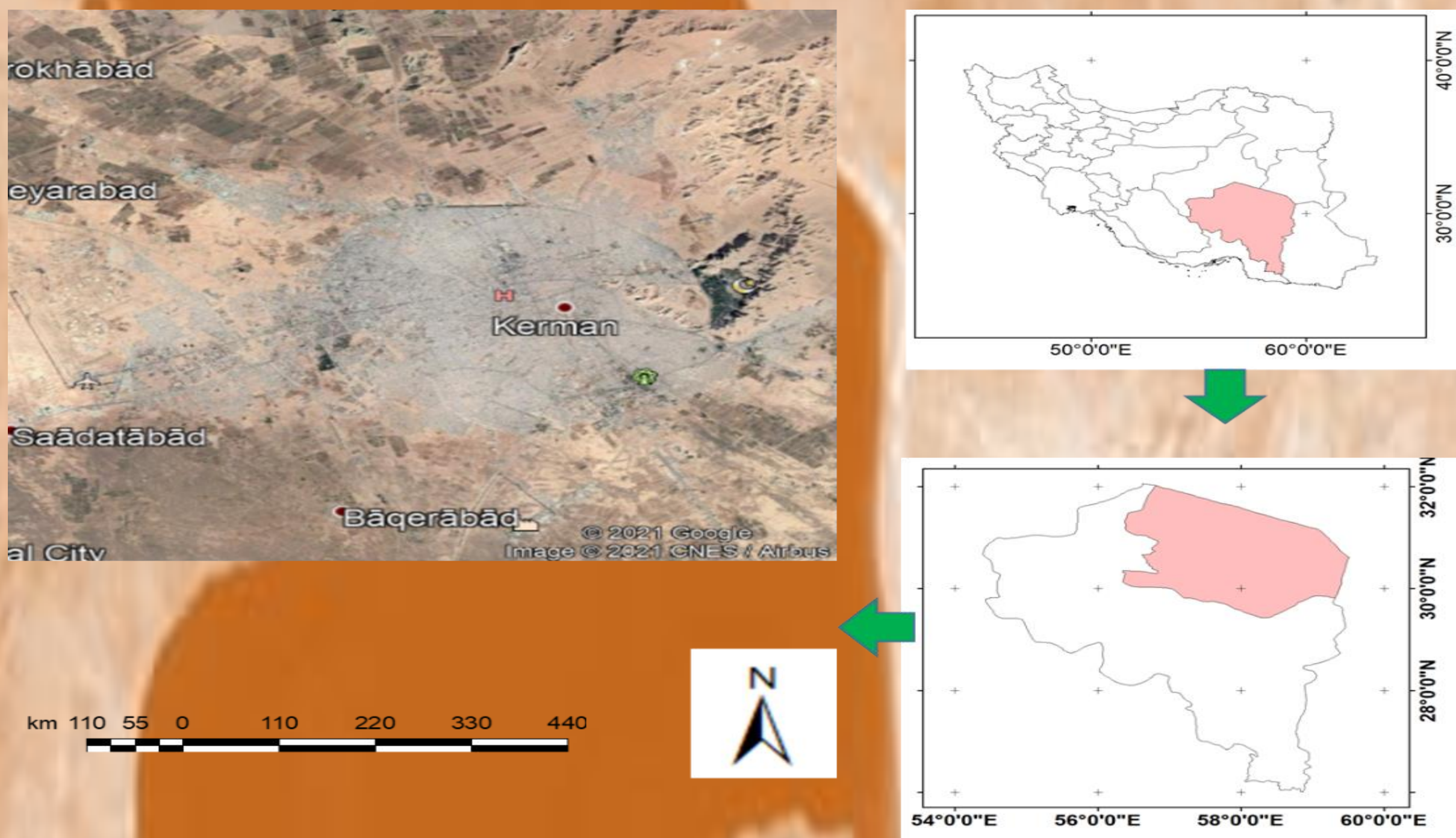
Judd, A. G., & Holland, R. (2007). Remote sensing of oil spills on water- a review. Journal of hazardous materials, 137(3), 1-14.

## بررسی رشد شهری کرمان در دوره ۲۰ ساله با استفاده از داده های سنجش از دور

کد مقاله: 01150130

بهبود رنجبر\*<sup>۱</sup> و فرید فروغی<sup>۲</sup>

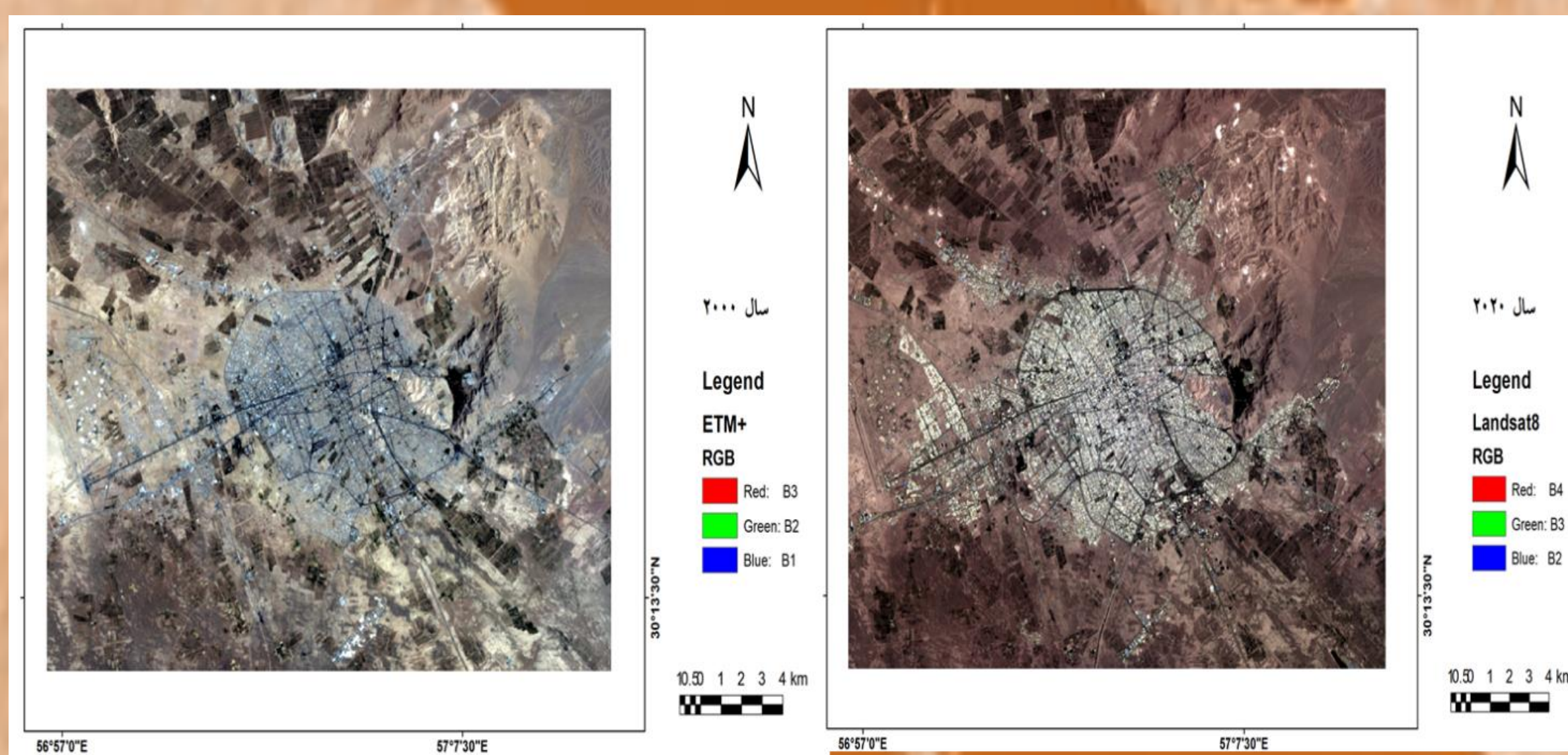
۱-دانش آموخته کارشناسی ارشد جی آی اس و سنجش از دور، دانشگاه شهید چمران اهواز  
foroughifarid@gmail.com  
۲- استادیار، بخش مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز،  
behboodranjbarr@gmail.com \* نویسنده مسوول:



شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه در این تحقیق.



شکل (۲)، فلوچارت مراحل انجام تحقیق.



شکل ۳: تصاویر مربوط به لندست ۷ و لندست ۸ برای سال ای ۲۰۰۰ و ۲۰۲۰.

### نتایج و بحث

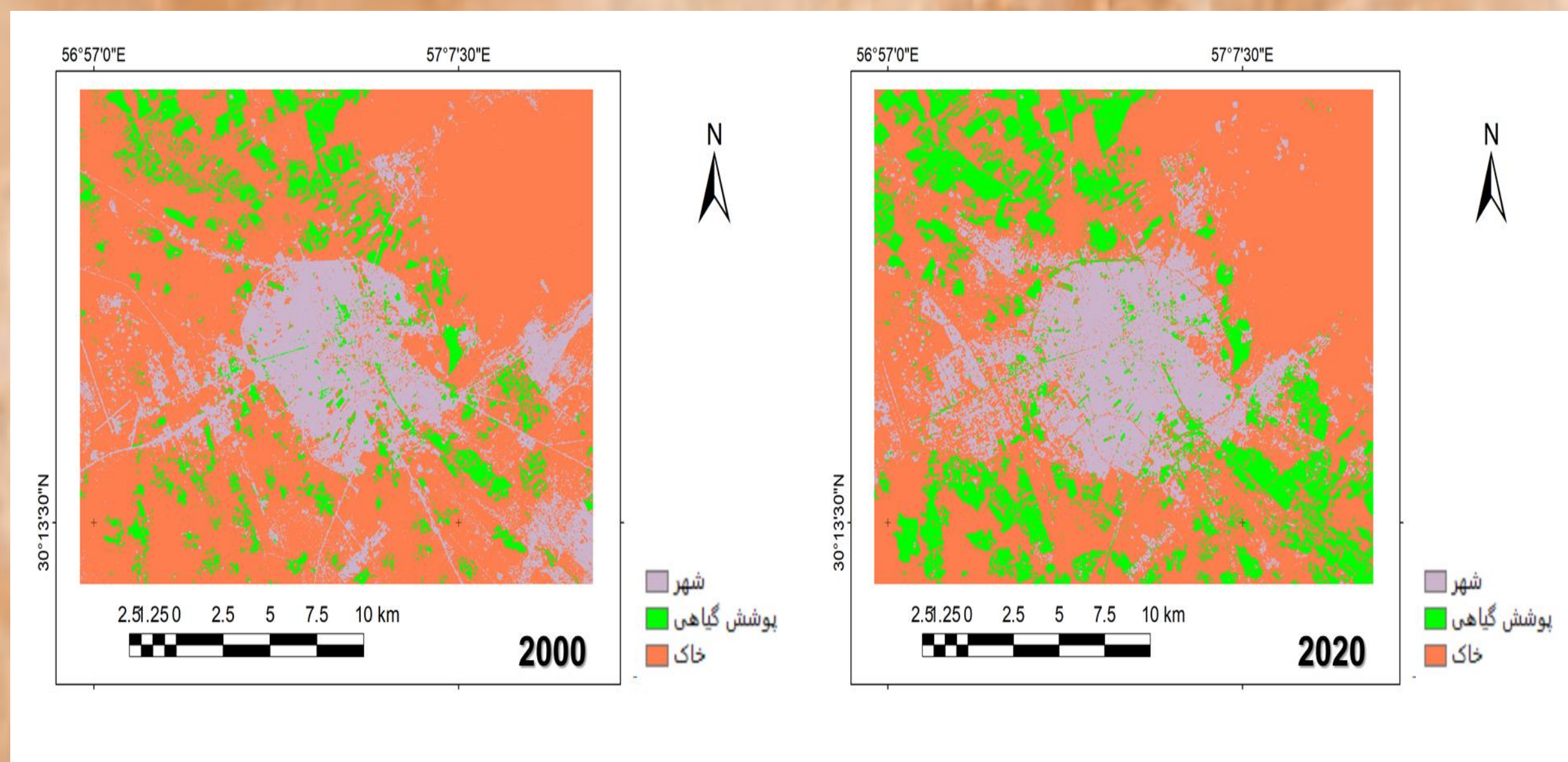
در این تحقیق، رشد شهر کرمان در یک دوره ۲۰ ساله از سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ بررسی شد. برای پیدا کردن ساختار مناسب شبکه عصبی از روش آزمون و خطا استفاده شد. به طور متوسط، برای هر حالت تقریباً ۲۰ شبکه عصبی ساخته شد و بهترین شبکه از میان مدل های ساخته شده به عنوان شبکه بهینه با دو لایه میانی، و ۲۰ نرون و تابع انتقال لوگ زیگموئید انتخاب شده است. شکل ۴، نمودار مقدار خطا در اپوک های مختلف برای مراحل آموزش، آزمایش و صحت سنجی را نشان می دهد، که در اپوک ۸ مقدار خطا کمترین میزان بوده و شبکه بهترین عملکرد را داشته است. در شکل ۵، مقادیر خروجی شبکه عصبی (ضریب همبستگی و معادله خط رگرسیون) جهت طبقه بندی کلاس کاربری های تعیین شده و پیش بینی شده برای سه کلاس شهر، خاک و گیاه به همراه معادله خط یک به یک برای مراحل آموزش، آزمایش، صحت سنجی و کل ارائه شده است. مقادیر ضریب همبستگی داده ها برای مرحله آموزش، آزمایش، صحت سنجی و کلی به ترتیب برابر ۰/۷۵۷، ۰/۷۳۰ و ۰/۷۴۸ می باشد.

### مقدمه و اهداف

تغییرات کاربری اراضی، نتیجه تبدیل اراضی طبیعی از جمله جنگل و مرتع به کاربری های کشاورزی، صنعتی، شهری و بالعکس می باشد (Reger et al., 2007 and Serra et al., 2008). یکی از پیش شرط های اصلی برای استفاده بهینه از زمین، اطلاع از الگوهای کاربری اراضی و تغییرات آن در طول زمان است (Assefa, 2010). به طور کلی مشخص شده است که نیروهای طبیعی و فعالیت های انسانی دو فاکتور اصلی ایجاد تغییرات در کاربری اراضی و پوشش زمین در مقیاس های محلی تا جهانی می باشند. باید مد نظر قرار داشت که در فواصل زمانی کوتاه (کمتر از صد سال) تأثیر نیروهای طبیعی به نسبت نیروهای انسانی بسیار ناچیز می باشند (Haub, 2007) بنابراین توجه به فعالیت های انسانی در ایجاد تغییر کاربری اراضی از اهمیت دوچندانی برخوردار است. همچنین سنجش و آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی را می توان در یک مقیاس زمانی مانند یک دهه به منظور ارزیابی تغییرات منابع طبیعی روی زمین انجام داد (Gibson, et al 2000). ارزیابی تغییرات کاربری اراضی به طور فرایند ای وابسته به اطلاعات مشتق شده از تصاویر ماهواره ها می باشد. در شرایط کنونی فن آوری های جدیدی مانند سنجش از دور (RS) و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) به عنوان یک روش جایگزین دقیق و مقرون به صرفه در مقایسه با روش های سنتی برای درک میزان تغییرات پوشش زمین و کاربری اراضی شناخته شدند (Sundarakumar et al., 2012). (Wu, et al., 2006) با استفاده از سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی، تغییرات کاربری اراضی در پکن را پیش و پیش بینی نمودند. همچنین الگوی کاربری اراضی برای سال های ۱۹۸۶، ۱۹۹۱، ۱۹۹۶ و ۲۰۰۱ با استفاده از تصاویر سنجنده TM ماهواره لندست نقشه برداری شد. در این مطالعه از روش طبقه بندی نظارت شده با حداکثر احتمال استفاده گردید. سینگ و خاندوری در سال ۲۰۱۱ با استفاده از داده های سنجش از دور و GIS به آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی در پنجاب هند بین سال های ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۶ پرداختند. داده های مورد استفاده در این پژوهش داده های سنجنده TM و ETM+ از ماهواره لندست و IRS بوده است. روش آشکارسازی تغییرات بعد از انجام طبقه بندی تصاویر ماهواره های صورت گرفت و مساحت کاربری های مورد نظر بدست آمده با یکدیگر مقایسه شدند. با افزایش جمعیت در مناطق شهری، خدمات رسانی و امکانات رفاهی نیز به همان میزان گسترش می یابد. لذا تغییر کاربری اراضی امری اجتناب ناپذیر می باشد. تغییر کاربری اراضی و توسعه فیزیکی شهری به نوبه خود باعث افزایش دما در سطح زمین و انباشته شدن گرما در محیط های شهری می گردد که با پیش و شناسایی فعالیت های انسانی می توان تغییر کاربری ایجاد شده در محیط های شهری را بهتر مدیریت کرد. در این راستا بررسی رشد شهری کرمان در یک دوره ۲۰ ساله با تاکید بر روش های سنجش از دور انجام گردید.

### مواد و روش ها

شهر کرمان یکی از کلان شهرهای ایران و مرکز استان کرمان است که پهناورترین استان ایران است و در جنوب شرقی کشور قرار دارد. متوسط بارندگی کرمان در طول سال برابر ۱۲۲ میلی متر است و اقلیم آن بر اساس روش دمارتن بیابانی است. در شکل ۱ منطقه مطالعاتی نمایش داده شده است. در این تحقیق به منظور بررسی رشد شهر کرمان از تصاویر ماهواره لندست بازه زمانی سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰، و نرم افزار ENVI نسخه ۳/۵ استفاده شد. در انتخاب تصاویر سعی شده است که ماه اول تابستان در نظر گرفته شود که شرایط اتمسفری مساعد باشد و پوشش ابر زیاد نباشد. ابتدا تصاویر مورد نظر تهیه گردید. سپس پیش پردازش تصاویر انجام شد و تصحیحات رادیومتری و اتمسفری نیز صورت گرفت. یکی از روش های مهم در تفسیر تصاویر سنجش از دور، طبقه بندی تصاویر است که کاربرد زیادی در بررسی تغییرات زمین دارد. در این مقاله به منظور تهیه نقشه کاربری اراضی از روش شبکه عصبی برای طبقه بندی استفاده شده است. در شکل ۲ فلوچارت مراحل انجام کار ارائه شده است. جهت طراحی شبکه عصبی، از نرم افزار Matlab 2013، و شبکه هایی با الگوریتم آموزشی پس انتشار خطا استفاده گردید. پس از مرتب کردن مجموعه داده ها اقدام به آموزش شبکه عصبی گردید. ۷۰ درصد داده ها به عنوان داده های آموزش و ۳۰ درصد دیگر برای فرآیند ارزیابی دقت مدل سازی اختصاص داده شد. با آزمون و خطا (با تغییر تعداد نرون ها و لایه ها و توابع مختلف)، معماری های مختلفی به دست آمد که مناسب ترین آنها انتخاب گردید. برای انجام یک طبقه بندی نظارت شده، می بایست نمونه هایی تعلیمی برای هر کلاس در نظر گرفته شود. در این تحقیق تعداد ۳ کلاس شهر، خاک و گیاه برای طبقه بندی در نظر گرفته شد. همچنین به منظور بررسی تغییرات از روش Change detection statistics در نرم افزار انوی استفاده شد و در نهایت برای اعتبار سنجی از تصاویر گوگل ارث نمونه هایی برداشت گردید. در شکل ۳ تصاویر با ترکیب رنگی طبیعی از منطقه نمایش داده شده است.



شکل ۶، نتایج طبقه بندی برای سال های ۲۰۲۰ و ۲۰۰۰ با روش شبکه عصبی.

جدول ۱، مقادیر مساحت کاربری های مختلف (حسب هکتار) برای سه کلاس شهر، گیاه و خاک و نمایش درصد تغییرات آنها

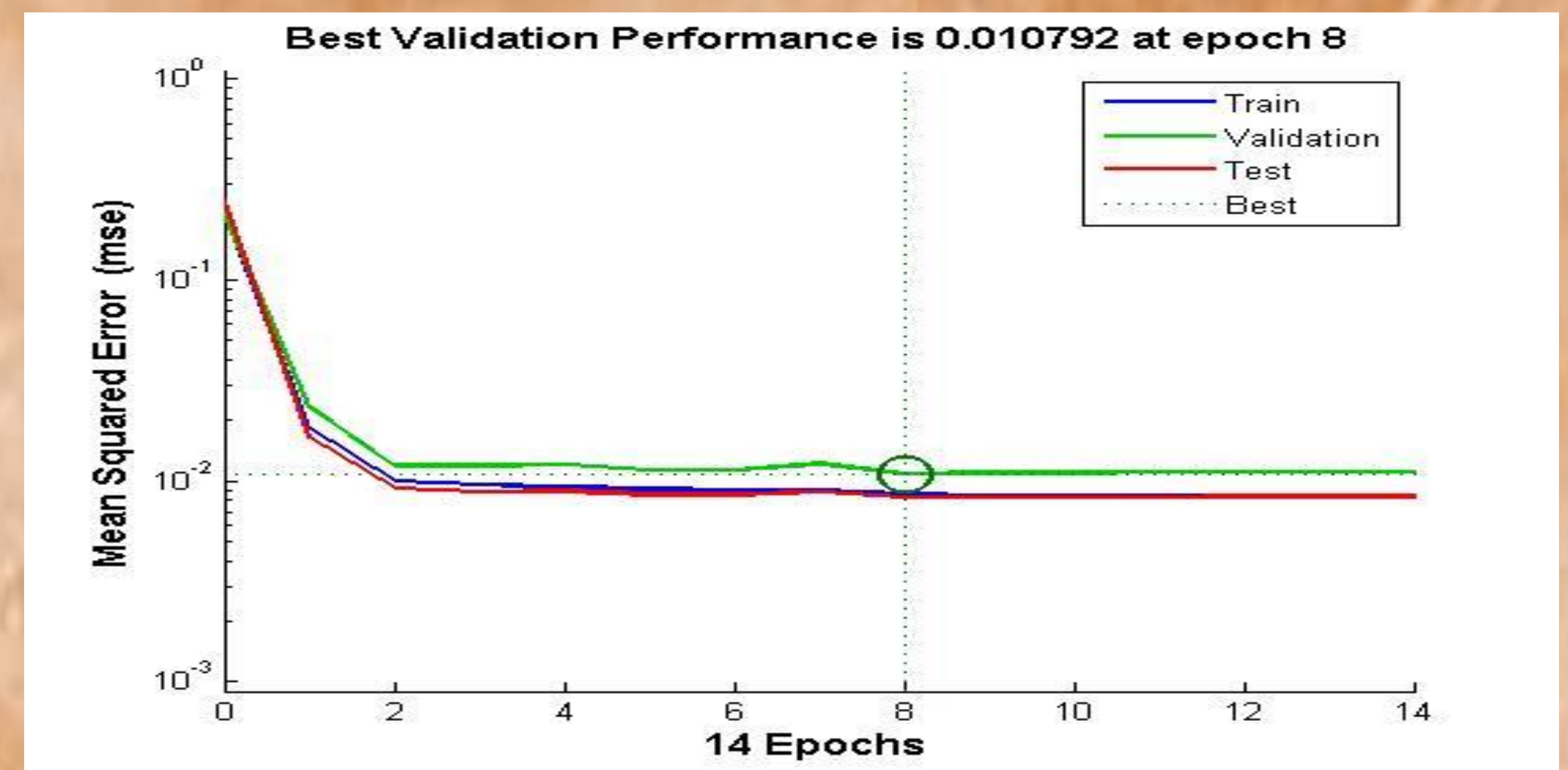
کلاس	تغییرات (درصد)	متوسط تغییر (سالانه هکتار)	تغییرات (هکتار)	سال ۲۰۲۰	سال ۲۰۰۰
شهر	۴	۲۱/۸۳	۴۳۶/۵	۱۰۶۰۴/۲۵	۱۰۱۶۷/۷۵
گیاه	۸۷	۲۲۸/۸	۴۵۷۵/۹۶	۹۸۴۷/۲۶	۵۲۷۱/۳
خاک	-۱۳	۲۵۰/۶۲	-۵۰۱۲/۴۶	۳۳۵۷۰/۰۹	۳۸۵۸۲/۵۵

### نتیجه گیری کلی

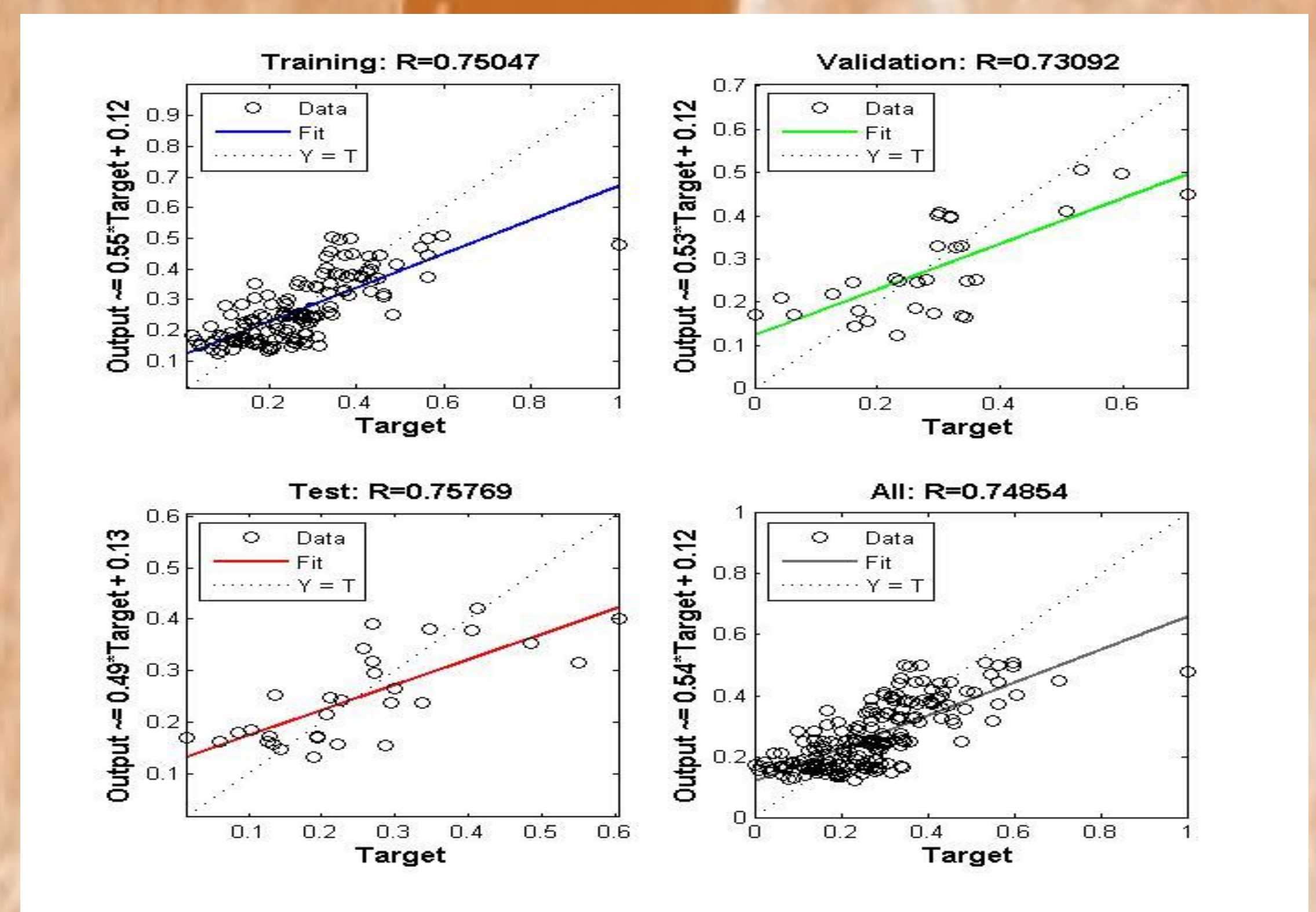
در این تحقیق رشد شهری کرمان در یک دوره ۲۰ ساله (۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰) با استفاده از تصاویر ماهواره لندست و نرم افزار Envi (نسخه ۳/۵) بررسی گردید. از یک شبکه عصبی با مشخصات دو لایه میانی، ۲۰ نرون و تابع انتقال لوگ زیگموئید نیز برای طبقه بندی اراضی و تهیه نقشه کاربری اراضی در کلاس های شهر، خاک و گیاه استفاده شد. بر اساس نتایج بدست آمده مساحت کاربری شهر و گیاه در بازه زمانی ۲۰ ساله افزایش یافته است که مساله تهدید آمیزی برای منابع آب محسوب می گردد و در سیاست گذاری جهت تامین آب می بایست لحاظ گردد. نتایج نشان دهنده کاهش چشم گیر کاربری خاک در منطقه می باشد که نتیجه تبدیل اراضی با کاربری خاک به کاربری شهری یا اراضی کشاورزی بوده است. نتایج نشان دهنده دقت بالا در ضرایب صحت کلی و ضریب کاپا می باشد.

### مراجع

- Assefa, b., 2010. Analysis of Impact of Resettlement on Land Use and Land Cover Dynamics and Change Modeling: The Case of Selected Resettlement Kebeles in Gimbo Woreda, Kafa Zone. MSc thesis, Addis Ababa University.
- Gibson, P. J. and C. H. Power. 2000. Introductory Remote Sensing: Digital Image Processing and Applications, London Routledge, 249 pp.
- Haub, C. 2007. World population data sheet. Population Reference Bureau [http://www.prb.org/pdf17/17WPDS\\_Eng.pdf](http://www.prb.org/pdf17/17WPDS_Eng.pdf) Washington.
- Reger B, Otte A and Waldhardt, R. 2007. Identifying patterns of land-cover change and their physical attributes in a marginal European landscape. Landscape and urban planning 81, 104-113.
- Sundarakumar, K., M. Harika, S.A. Begum, S. Yamini and K. Balakrishna. 2012. Land Use and Land Cover Change Detection and Urban Sprawl Analysis of Vijayawada City Using a Landsat Data. Engineering Science and Technology, 4: 170-178.
- Singh, P. and Khanduri, K, 2011: Land use and land cover change detection through Remote Sensing and GIS technology: case study of pathankot and dhar kalan tehsils, Punjab. international Journal of Geomatics And Geosciences, 4, 839-846.
- Wu, Q., H.Q. Li, R.S. Wang, J. Paulussen, Y. He, M. Wang, B. H. Wang and Z. Wang. 2006. Monitoring and predicting land use change in Beijing. Landscape and Urban Planning. 78: 322-333.



شکل ۴، مقادیر خطا در اپوک های مختلف برای مراحل آموزش، آزمایش و صحت سنجی.



شکل ۵، مقادیر ضریب همبستگی و خروجی شبکه عصبی برای مراحل آموزش، آزمایش و صحت سنجی و کل.

برای طبقه بندی سه کاربری شهر، گیاه و خاک در نظر گرفته و مساحت آنها در سال های ۲۰۰۰ و ۲۰۲۰ تعیین گردید که نتایج در شکل ۶ و مقدار مساحت آنها در جدول ۱ ارائه شده است. مساحت کاربری شهر، گیاه و خاک به ترتیب برابر ۱۰۱۶۷/۷۵، ۵۲۷۱/۳ و ۳۸۵۸۲/۵۵ هکتار در سال ۲۰۰۰ و برای سال ۲۰۲۰ به ترتیب برابر ۱۰۶۰۴/۲۵، ۹۸۴۷/۲۶ و ۳۳۵۷۰/۰۹ هکتار بود. میزان تغییر کاربری در طول ۲۰ سال برای کاربری های شهر و گیاه مثبت و به ترتیب برابر ۴۳۶/۵ و ۴۵۷۵/۹۶ هکتار بوده که به ترتیب برابر ۴ و ۸۷ درصد رشد داشته و نشان می دهد که در طول ۲۰ سال به مساحت این مناطق افزوده شده است. به طور متوسط سالانه حدود ۲۱/۸۳ و ۲۲۸/۸ هکتار به مساحت کاربری شهر و گیاه اضافه شد که می تواند مسئله تهدید آمیزی برای مصرف منابع آب باشد که همزمان با تامین آب این مساله باید در نظر گرفته شود. نکته حائز اهمیت افزایش میزان پوشش گیاهی و باغات اطراف شهر کرمان بوده است. نتایج نشان می دهد که در این بازه زمانی ۴۵۷۵/۹۶ هکتار به اراضی گیاهی یا پوشش گیاهی اضافه شده است که می تواند مسئله تهدید آمیزی برای مصرف آب باشد. میزان تغییر کاربری در طول ۲۰ سال برای کاربری خاک منفی بوده و برابر ۵۰۱۲/۴۶- هکتار (۱۳- درصد) بوده است، یعنی به طور متوسط سالانه معادل ۲۵۰/۶۲- هکتار از مساحت این کاربری کاسته شده است. با کاهش چشم گیر کاربری خاک در منطقه، مقدار مساحت کاربری شهر و گیاه افزایش یافته و نشان می دهد که بخش قابل ملاحظه ای از اراضی با کاربری خاک به اراضی شهری و یا زمین کشاورزی تبدیل شده است. نتایج طبقه بندی نشان دهنده ضرایب قابل قبولی از مقدار صحت کلی و ضریب کاپا (به ترتیب برابر با ۹۶/۹۹ و ۰/۸۹) برای سال ۲۰۲۰ می باشد.



بیست و ششمین همایش انجمن زمین شناسی ایران  
۲۱ و ۲۲ شهریور ماه ۱۴۰۲  
دانشگاه ارومیه



## پetroگرافی، ژئوشیمی و پتروژنز توده گرانیتوئیدی میجان، شرق جیرفت

حسین فلاحي\*<sup>۱</sup>، محمد پارسائی<sup>۲</sup>، رامین شهبازی<sup>۳</sup>، اسلام عابدینی<sup>۳</sup>، علی اکبری<sup>۳</sup>

۱- مدیر دفتر فنی پهنه اکتشافی سبزواران، دانشجوی دکتری سنگ شناسی، دانشگاه تبریز؛ [Hosein.falahi@gmail.com](mailto:Hosein.falahi@gmail.com)

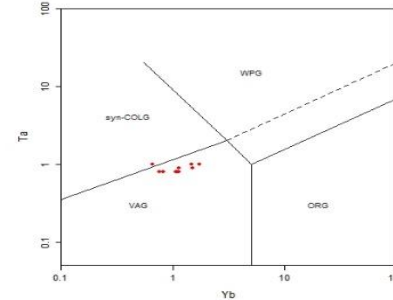
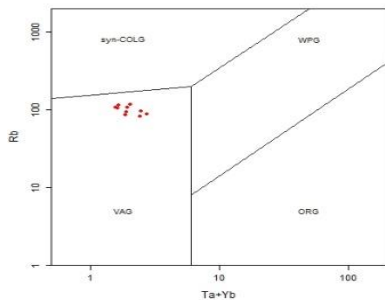
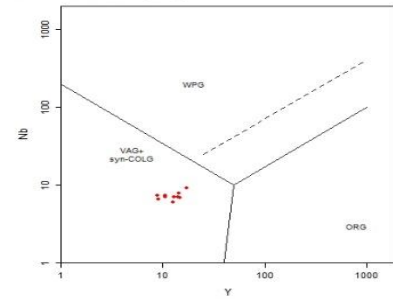
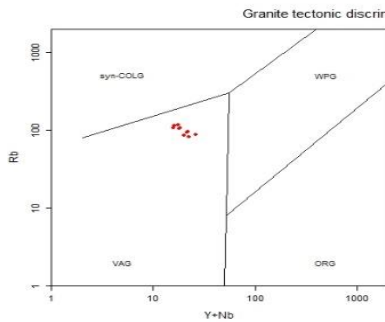
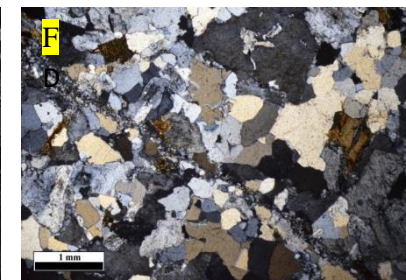
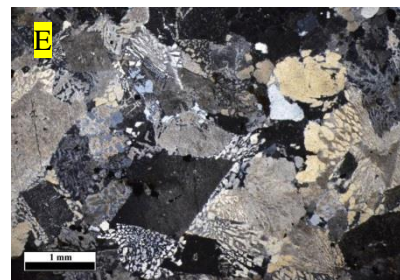
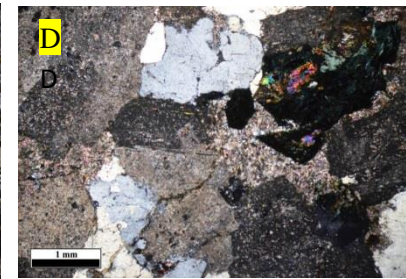
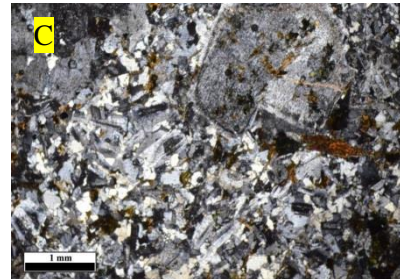
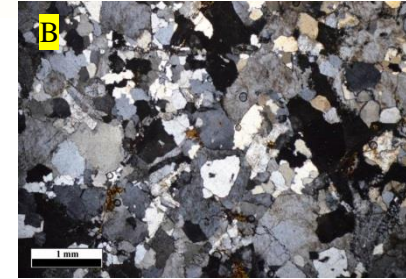
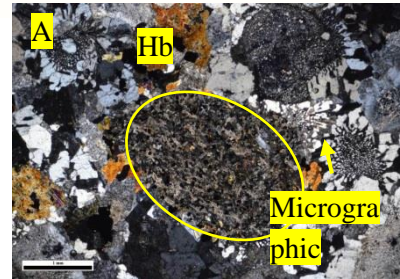
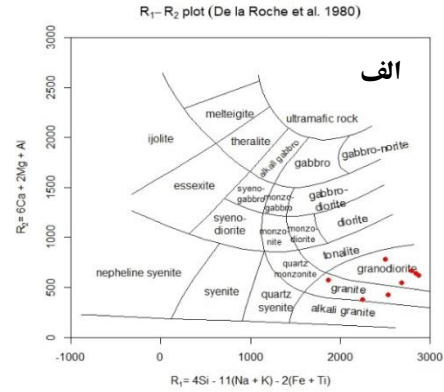
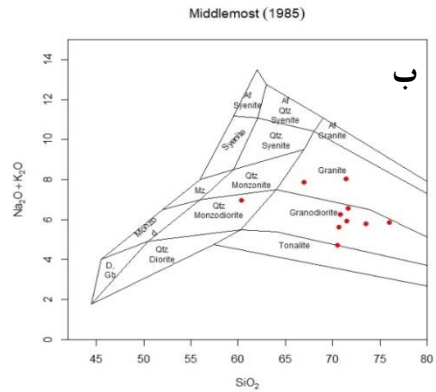
۲- مدیر پروژه پهنه اکتشافی سبزواران، موسسه نارالله، قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء (ص)، کرمان

۳- کارشناس ارشد زمین شناسی اقتصادی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران

### چکیده

توده نفوذی گرانیتوئیدی میجان در باتولیت های جبال بارز نفوذ کرده است. این توده در بخش جنوب شرقی کمربند ماگمایی ارومیه دختر (UDMA) و در بخش مرکزی باتولیت جبال بارز واقع شده است. ترکیب سنگ شناسی منطقه مطالعاتی شامل گرانیت، گرانودیوریت، داسیت و تونالیت می باشد. کانی های اصلی تشکیل دهنده سنگ های منطقه شامل پلاژیوکلاز، کوارتز، آلکالی فلدسپار و آمفیبول، بیوتیت و کانی های ثانویه شامل کلریت، اپیدوت، اکسید آهن بصورت اپک نمود داشته اند. بافت اصلی سنگ پورفیری، گرانولار و میکروگرانولار و بافت های فرعی گرانوفیری، میکروگرافیک، آنتی راپاکیوی، میرمکیت، پرتیت، بافت غربالی به چشم می خورد. سنگ های مذکور به وسیله دایک های مافیک و آپلیتی قطع شده و دارای آنکلاوهای مافیک در ابعاد مختلف می باشد. مطالعات ژئوشیمیایی نشان می دهد که توده های منطقه کالک آلکان و از نوع تیپ I می باشد و از نظر تکتونیک با گرانیت های حاشیه محیط فرورانش مطابقت و قرابت بسیار داشته اند. براساس این مطالعات، منشا این واحدهای سنگی در محدوده پایداری گارنت بوده است.

واژه های کلیدی: میجان، گرانیت، باتولیت جبال بارز، کالک آلکان



## نتیجه گیری

واحدهای سنگی منطقه میجان شامل گرانیت، گرانودیوریت، دیوریت و مقادیری تونالی می باشد. این سنگ پرآلومینوس-متا آلومینوس اشباع از سیلیکا، با سری ماگمایی کالک آلکالن پتاسیم بالا قرار گرفته است. در محیط حاشیه فعال قاره قرار دارد و از لحاظ آنومالی عناصر نادر خاکی دارای آنومالی های مثبت از ناصر HREE و آنومالی منفی از عناصر LREE می باشد؛ که گویای ارتباط نزدیک با محیطهای فرورانش و آلودگی ناشی از اسلب اقیانوسی فرورانش می باشد. عدم تهی شدگی از عناصر HREE می تواند بیانگر منشأ ذوب ماگما در اعمال بالاتر از ذوب گارنت بوده باشد، به نحوی که عنصر HREE این شانس را داشته اند در فرآیند ذوب مشارکت داشته باشند.





بیست و ششمین همایش انجمن زمین شناسی ایران  
۲۱ و ۲۲ شهریور ماه ۱۴۰۲  
دانشگاه ارومیه



## بررسی رفتار عناصر شاخص و هاله‌های دگرسانی سیستم پورفیری منطقه میجان، جنوب ایران

حسین فلاحي\*<sup>۱</sup>، محمد پارسائی<sup>۲</sup>، مرتضی صحیح<sup>۳</sup>، رامین شهبازی<sup>۳</sup>، محمد امینی<sup>۳</sup>

۱- مدیر دفتر فنی پهنه اکتشافی سبزواران، دانشجوی دکتری سنگ‌شناسی، دانشگاه تبریز؛ [Hosein.falahi@gmail.com](mailto:Hosein.falahi@gmail.com)

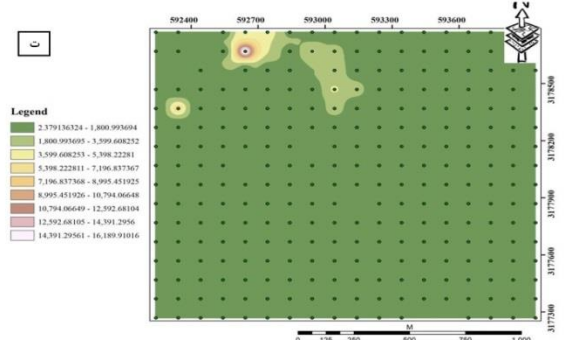
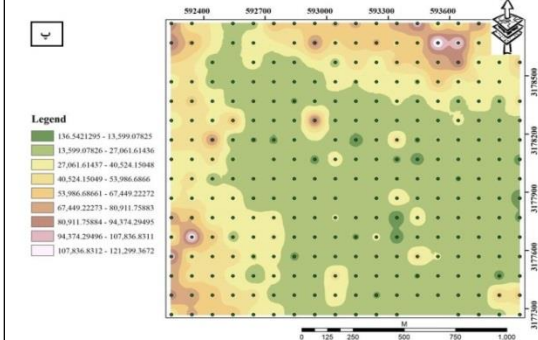
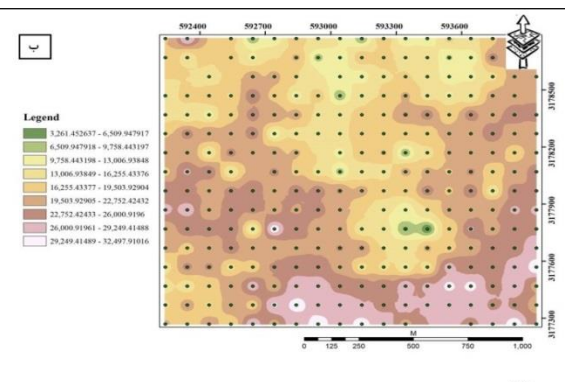
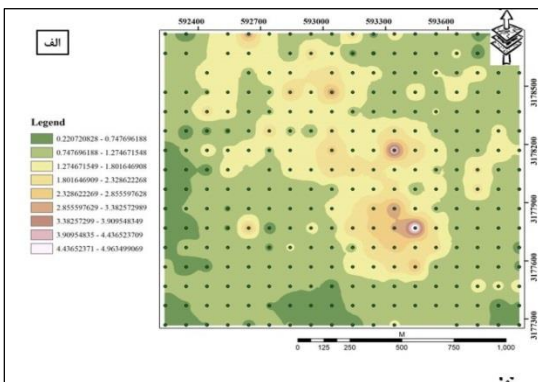
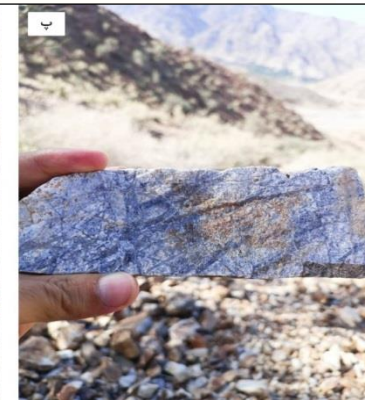
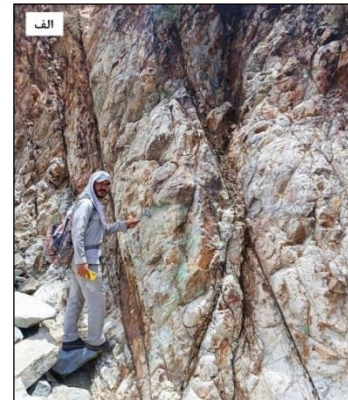
۲- مدیر پروژه پهنه اکتشافی سبزواران، موسسه ثارالله، قرارگاه سازندگی خاتم الانبیا (ص)، کرمان

۳- کارشناسان اکتشافی، پهنه اکتشافی سبزواران، موسسه ثارالله قرارگاه سازندگی خاتم الانبیا (ص)، کرمان

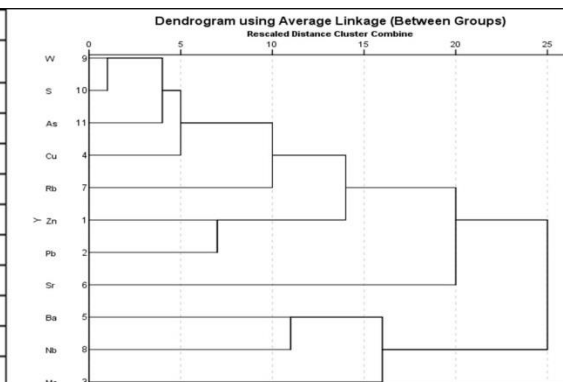
### چکیده

توده نفوذی گرانیتوئیدی میجان در باتولیت های جبال بارز نفوذ کرده است. این توده در جنوب زون ماگمایی ارومیه دختر و در کمربند فلزائی کرمان (دهج- ساردوئیه) واقع شده است. کانه زایی مس در ارتباط با جایگزینی توده های نفوذی گرانیت، گرانودیوریت، کوارتزدیوریت پورفیری جبال بارز سن الیگو میوسن می باشد. در این محدوده چهار نوع دگرسانی پتاسیک، فلیک، آرژیلیک، پروپیلیتیک شناسایی شده اند. وجود زون های برشی متعدد در محدوده میجان باعث تسهیل عملکرد دگرسانی شده است. در این پژوهش اندیسهای آلتراسیونی در منطقه مورد مطالعه به روش درون یابی مورد بررسی قرار گرفت و نتایج حاصله با شواهد صحرایی مطابقت داشته است. عملیات شناسایی و پی جویی به منظور بارزسازی کانه زایی انجام گرفت، کانه زایی مس به صورت ملاکیت و آزوریت مشاهده گردید. منجر به ثبت آنومالی های ثانویه و مثبت گردید که رفتار این آنومالی ها توسط نمونه برداری لیتوژئوشیمیایی و تجزیه و تحلیل آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. به همین منظور رفتار عناصر شاخص سیستم‌های پورفیری (Cu, Mo, Zn, Nb, Rb, Sr, Ba, S, As, W) مورد بررسی قرار گرفت و همبستگی بالای تنگستن، گوگرد و آرسنیک، مس و همچنین همبستگی بالای سرب و روی مشاهده گردید.

واژه‌های کلیدی: میجان، مطالعات لیتوژئوشیمیایی، سیستم پورفیری، دگرسانی



همبستگی	Zn	Pb	Mo	Cu	Ba	Sr	Rb	Nb	W	S	As
Zn	1.000										
Pb	0.466	1.000									
Mo	-0.178	-0.030	1.000								
Cu	0.222	0.256	-0.23	1.000							
Ba	-0.332	-0.324	0.182	-0.543	1.000						
Sr	0.335	-0.071	-0.326	-0.066	0.007	1.000					
Rb	-0.113	0.116	-0.153	0.422	-0.113	-0.379	1.000				
Nb	-0.247	-0.21	0.049	-0.258	0.308	0.112	0.057	1.000			
W	0.225	0.183	-0.421	0.61	-0.42	-0.037	0.432	-0.141	1.000		
S	0.294	0.22	-0.293	0.436	-0.352	0.139	0.25	-0.178	0.683	1.000	
As	0.202	0.256	-0.097	0.53	-0.352	-0.137	0.308	-0.222	0.55	0.549	1.000



### نتیجه گیری

در این پژوهش اندیسه‌های آلتراسیونی در منطقه مورد مطالعه به روش درون‌یابی مورد بررسی قرار گرفتند و نتایج حاصله با شواهد صحرایی مطابقت داشته است. برداشت نمونه‌های سنگی جهت شناسایی و پی‌جویی و مشاهده کانه‌های مس به صورت ملاکیت و آزوریت منجر به ثبت آنومالی‌های ثانویه و مثبت گردید. پس از بررسی رفتار عناصر شاخص سیستم‌های پورفیری (Cu, Mo, Zn, Nb, Rb, Sr, Ba, S, As, W)، همبستگی بالای تنگستن، گوگرد و آرسنیک، مس و همچنین همبستگی بالای سرب و روی نیز قابل توجه می‌باشد.



بیست و ششمین همایش انجمن زمین شناسی ایران  
۲۱ و ۲۲ شهریور ماه ۱۴۰۲  
دانشگاه ارومیه



## بررسی روش گرافیکی ارزیابی و بازنگری پروژه‌ها (GERT) در برنامه‌ریزی، مدیریت و کنترل پروژه‌های اکتشاف معادن

حسین فلاحي\*<sup>۱</sup>، محمد پارسائی<sup>۲</sup>، محمدرضا رحمانی<sup>۳</sup>، مهدی شمس‌الدینی<sup>۳</sup>

۱- مدیر دفتر فنی پهنه اکتشافی سبزواران، دانشجوی دکتری سنگ‌شناسی، دانشگاه تبریز؛ [Hosein.falahi@gmail.com](mailto:Hosein.falahi@gmail.com)

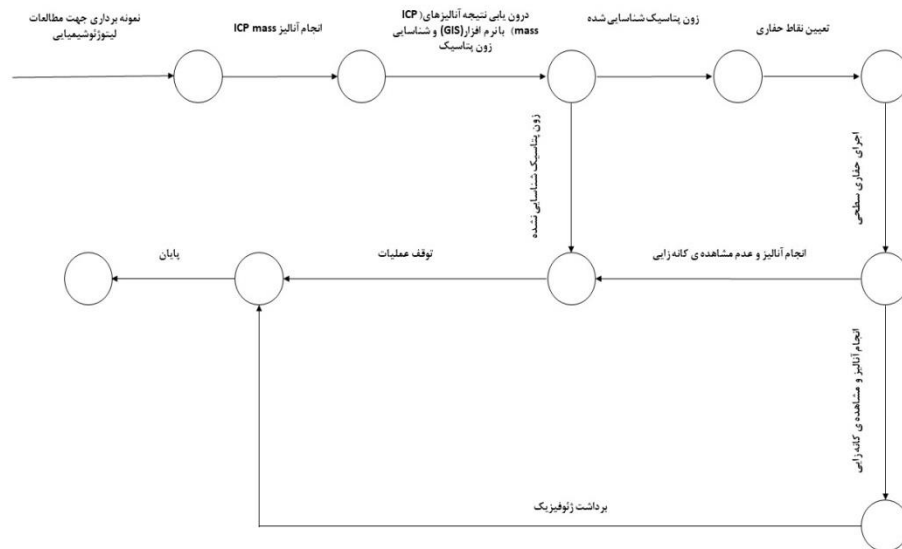
۲- مدیر پروژه پهنه اکتشافی سبزواران، موسسه ثارالله، قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء (ص)، کرمان

۳- کارشناس مهندسی صنایع، کارگاه سبزواران، موسسه ثارالله؛ هلدینگ صنعت و معدن، قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء (ص)

### چکیده

پروژه را می‌توان مجموعه‌ای از فعالیت‌هایی که توسط فرد یا افرادی به منظور رسیدن به یک نقطه هدف، تنها برای یک‌بار، در یک زمان مشخص و در یک مکان انجام می‌پذیرد، دانست. از ابزارهای رایج جهت کنترل پروژه می‌توان به روش‌های شبکه‌ای مانند روش مسیر بحرانی (CPM)، روش ارزیابی و بازنگری پروژه‌ها (PERT) و روش گرافیکی ارزیابی و بازنگری پروژه‌ها (GERT) اشاره کرد. در روش مسیر بحرانی (CPM)، برآورد زمان قطعی پروژه و در روش ارزیابی و بازنگری پروژه‌ها (PERT) برآوردهای زمان احتمالی مورد استفاده قرار می‌گیرد، اما روش گرافیکی ارزیابی و بازنگری پروژه‌ها (GERT) برای پروژه‌هایی به کار می‌رود که در آنها فعالیت‌هایی وجود دارند که اجرا یا عدم اجرای آنها جنبه احتمالی دارد و ادامه فعالیت تا انتهای پروژه منوط به تایید مراحل قبل می‌باشد. میتوان از زمان و هزینه، بعنوان عوامل کلیدی در برنامه‌ریزی، مدیریت و کنترل پروژه یاد کرد و از آنجایی که مراحل مختلف فعالیت‌های اکتشافی با عواملی همچون ساختار، توپوگرافی، تیپ کانه‌زایی، عیارحد و ذخیره ماده معدنی و شیوه استخراج ارتباط مستقیم وجود دارد، نمیتوان با قطعیت در مورد ادامه پروژه سخن به میان آورد. اصل اخذ نتایج مثبت از انجام فعالیت‌های اکتشافی در هر مرحله به منظور انجام مطالعات بعدی، یک اصل پایدار در پروژه‌های اکتشافی محسوب می‌شود. لذا با توجه به حضور عوامل تغییر دهنده و کنترل کننده در مسیر برنامه‌ریزی و مدیریت پروژه‌های اکتشافی، نمیتوان با قطعیت در مورد زمان اتمام و یا هزینه‌های آن اظهار نظر نمود. آگاهی از میزان احتمال وقوع یک فعالیت می‌تواند در افزایش بهره‌وری پروژه از منظر زمان و هزینه موثر باشد.

**واژه‌های کلیدی:** روش مسیر بحرانی؛ روش گرافیکی ارزیابی و بازنگری پروژه‌ها، برنامه ارزیابی و بازنگری پروژه‌ها؛ برآورد زمان قطعی پروژه



### نتیجه گیری

در برنامه ریزی پروژه های اکتشاف معادن با استفاده از روش های شبکه ای، با توجه به وجود فعالیت های احتمالی در این پروژه ها، استفاده از روش برنامه ریزی گرافیکی ارزیابی و بازنگری پروژه ها، نسبت به سایر روش ها ارجحیت دارد. این شبکه ها علاوه بر نشان دادن رابطه بین فعالیت ها با اطلاعاتی (نظیر زودترین و دیرترین زمان های ممکن برای شروع هر فعالیت، زودترین و دیرترین زمان های ممکن برای خاتمه هر فعالیت، تاریخ پایان و زمان های شناوری مجاز هر فعالیت) که ارائه می دهند، بهترین وسیله برای نشان دادن مشخصات زمانی فعالیت ها برای افراد در ارتباط با آن پروژه می باشند. همچنین فعالیت های بحرانی که از نظر زمان و تاریخ های شروع و پایان دارای اهمیت خاصی هستند (تاثیر روی کل پروژه می گذارند)، به راحتی شناسایی شده و مدیریت پروژه می تواند بر روی اجرای به موقع اینگونه فعالیت ها توجه کند. در پروژه های صنعتی و عمرانی، به علت وجود تجربه بالا و ثابت بودن پارامترهای موثر در عملیات و استانداردهای ذکر شده و مفید در این زمینه، عوامل زمانی معین و نوع فعالیت های قابل انجام برای مسئولین مشخص است. به همین علت شبکه روش مسیر بحرانی برای صنایع به خوبی پذیرفته شده است. برای برنامه ریزی پروژه های اکتشاف معادن با استفاده از روش شبکه ای، به علت وجود فعالیت های احتمالی در چنین پروژه هایی و با توجه به اینکه شبکه های روش ارزیابی و بازنگری پروژه ها و روش مسیر بحرانی قابلیت قبول فعالیت های احتمالی را ندارند، استفاده از شبکه روش گرافیکی ارزیابی و بازنگری پروژه ها (GERT) مناسب به نظر می رسد در نهایت با استفاده از برنامه ریزی موجی، می توان بین روش گرافیکی ارزیابی و بازنگری پروژه ها و روش مسیر بحرانی، در مسیر پیشبرد پروژه ارتباط برقرار کرد.

در یک پروژه اکتشافی معدنی فعالیت های متعددی پیش روی ما قرار دارند. این فعالیت ها با توجه به اینکه در چه مرحله از اکتشاف هستیم (شناسایی و پیجویی، اکتشاف عمومی و اکتشاف تفصیلی)، چه نوع کانساری را مورد اکتشاف قرار می دهیم و چه اهدافی مورد نظر ما است، باید تعریف شوند. از آنجا که پروژه های اکتشافی، هزینه های زیادی را به خود اختصاص می دهند، داشتن برنامه زمان بندی دقیق و مناسب، می تواند در کاهش هزینه های اکتشافی موثر باشد. برای تخمین زمان فعالیت ها در یک پروژه اکتشافی، باید از شخصی استفاده نمود که به عملیات اجرایی تسلط داشته باشد و بر اساس تجربه و با توجه به شرایط موجود بتواند بهترین زمان را برای انجام آن فعالیت پیش بینی کند. معمولاً افرادی که مسئول یک عملیات می باشند و در زمینه آن فعالیت تخصص مرتبط دارند، مناسب ترین افراد برای تخمین زمان فعالیت های مربوط به آن عملیات هستند. برای این منظور مسئول عملیات باید میزان تجهیزات، ماشین آلات یا نیروی انسانی مورد نیاز برای آن فعالیت را برآورد کند تا زمان اجرای فعالیت را تخمین بزند. در برنامه ریزی یک پروژه علاوه بر عامل زمان که می تواند احتمالی باشد، ماهیت برخی از فعالیت ها نیز احتمالی در نظر گرفته می شوند. یعنی در مرحله برنامه ریزی پیش بینی دقیق برای اجرای آنها، امکان پذیر نیست و در حین اجرای پروژه، انجام آن فعالیت ها الزامی تشخیص داده می شود. به عبارت دیگر لزوم یا عدم لزوم اجرای چنین فعالیت هایی بستگی به نتایج یا اجرای فعالیت های قبلی آنها دارد. در یک پروژه معدنی که در مرحله اکتشاف قرار دارد، به علت ارتباط مستقیم با شرایط زمین شناسی، کانی شناسی محل کانی سازی و طبیعت احتمال پذیر این عوامل، طرح از درجه احتمال و خطا پذیری بیشتری نسبت به سایر مراحل برخوردار است و به عبارتی ریسک معدنکاری در این مرحله زیاد می باشد. به عنوان مثال در مرحله نمونه برداری و آنالیز نمونه ها، در صورتیکه جواب آنالیزها رضایت بخش باشد، فعالیت بعدی (مثلاً ارزیابی ذخیره) انجام می گیرد ولی در صورت عدم تایید نتایج، باید آنالیزها مجدداً تکرار گردند، یا در طراحی و روش نمونه برداری تجدیدنظر شده و یا از ادامه فعالیت اکتشافی دست کشیده شود. این امر در مورد حفاریات اکتشافی (ترانشه، چاهک، ...)، بکارگیری روشهای ژئوشیمی، ژئوفیزیکی و ارزیابی ذخیره نیز وجود دارد. اکتشاف معادن با توجه به نوع کانسار و هدف مطالعات می تواند از محیط سنگ، خاک، آب، رسوب آبراهه ای، گیاه و حتی گاز انجام گیرد. حفاریات اکتشافی مانند تونل ها، ترانشه ها، چاهک ها و گمانه ها به منظور دسترسی مستقیم به ماده معدنی و نمونه برداری از آن حفر می شوند. در مناطقی که شبکه آبراهه های وجود دارد، نمونه برداری از رسوبات آبراهه ای و مطالعه همزمان کانی سنگین، در کاهش تعداد نمونه ها و هزینه عملیات اکتشافی بسیار مؤثر خواهد بود. البته باید توجه داشت که طراحی شبکه نمونه برداری باید به گونه ای باشد که به یک روش بهینه (کاهش خطای نمونه برداری) برای اخذ نمونه ها دست یافت.



بیست و ششمین همایش انجمن زمین شناسی ایران  
۲۱ و ۲۲ شهریور ماه ۱۴۰۲  
دانشگاه ارومیه



## بررسی کاربرد تصاویر سنجنده MSI در بارزسازی دگرسانی هیدروترمال محدوده میجان، شرق جیرفت

حسین فلاحي\*<sup>۱</sup>، علی اکبری<sup>۲</sup>، اسلام عابدینی<sup>۲</sup>، فرشاد جلالی<sup>۲</sup>، رامین شهبازی<sup>۲</sup>

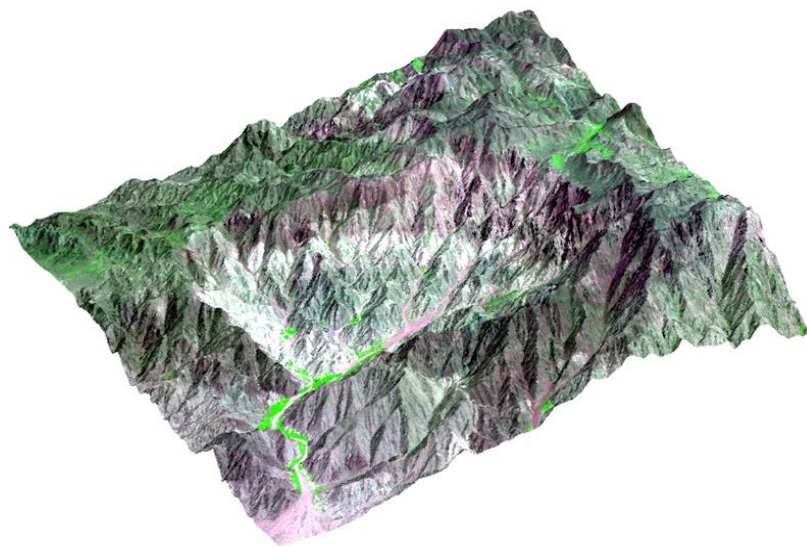
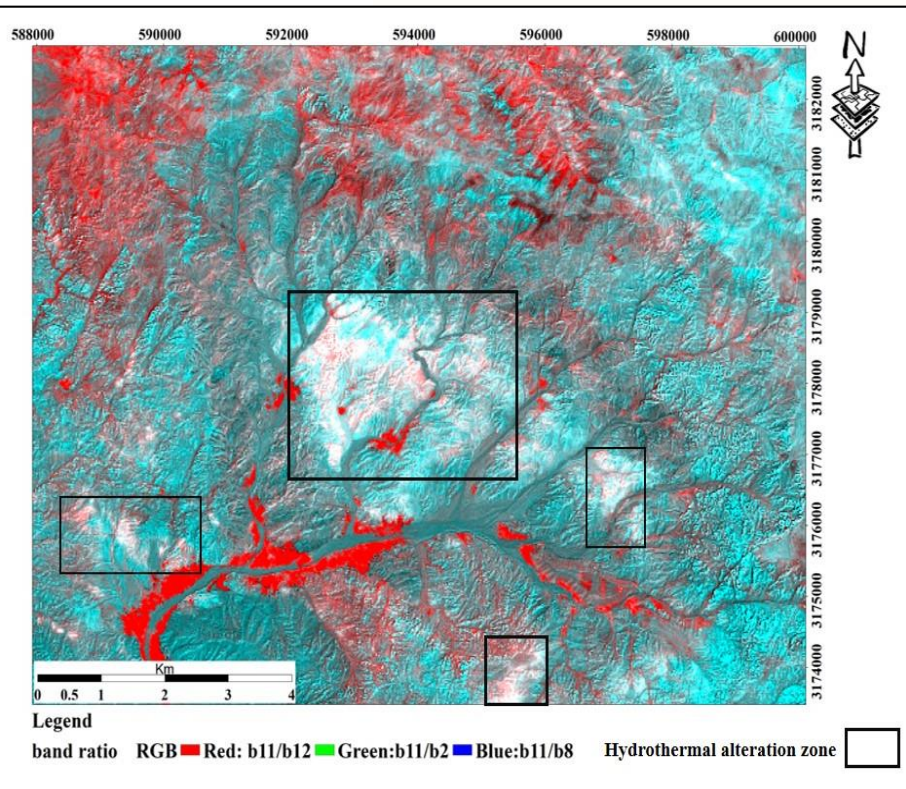
۱- مدیر دفتر فنی پهنه اکتشافی سبزواران، دانشجوی دکتری سنگ‌شناسی، دانشگاه تبریز، [Hosein.falahi@gmail.com](mailto:Hosein.falahi@gmail.com)

۲- کارشناس اکتشاف و معدن، کارگاه سبزواران، موسسه ثارالله؛ هلدینگ صنعت و معدن، قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء (ص)

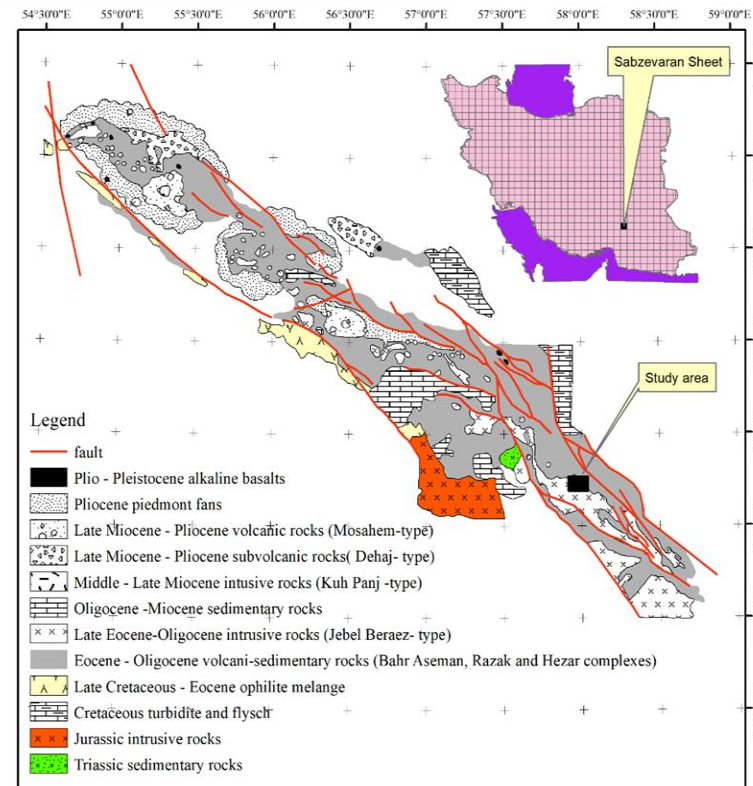
### چکیده

استفاده از سنجنده‌های جدید و دارای توان تفکیک مکانی و طیفی بالاتر در اکتشاف و نقشه‌برداری از واحدهای سنگی می‌تواند نتایجی به مراتب دقیق‌تر را ارائه دهد. استفاده از تصاویر ماهواره‌ی سنتینل-2A به منظور اکتشاف و بررسی محدوده‌های معدنی می‌تواند نقطه عطفی در افزایش بهره‌وری از این تصاویر باشد. توده نفوذی میجان در مرکز بوتولیت جبال بارز و در جنوب شرق نوار ماگمایی دهج ساردوئیه و شرق شهرستان جیرفت واقع گردیده است. این توده در جنوب زون ماگمایی ارومیه‌دختر و در کمربند کانه‌زایی مس در ارتباط با جایگزینی توده‌های نفوذی گرانیت، گرانودیوریت، کوارتزیدیوریت پورفیری رشته کوه‌های جبال بارز سن الیگومیوسن می‌باشد. از روش‌های سنجش از دور به منظور تفکیک هاله‌های دگرسانی در سیستم‌های پورفیری با استفاده از تصاویر چند طیفی ماهواره سنتینل-2 می‌توان بهره گرفت. روش نسبت بانندی و همچنین روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی بر روی باندهای بازتابی سنجنده MSI به منظور تفکیک هاله‌های دگرسانی سیستم پورفیری میجان اجرا شد و نتایج حاصل از روش‌های انجام‌شده توسط مطالعات صحرائی درستی‌سنجی شد. با توجه به پردازش‌های صورت پذیرفته و تطابق آن با بازدیدهای میدانی؛ می‌توان اظهار داشت بارزسازی به روش نسبت بانندی نسبت به تحلیل مولفه‌های اصلی از دقت بالاتری در تفکیک زون‌های هیدروترمال دارد.

واژه‌های کلیدی: میجان، ارومیه‌دختر، سنتینل-2A، روش نسبت بانندی، روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی



شکل ۲: موقعیت منطقه مورد مطالعه در تصویر سه بعدی ترکیب رنگی (RGB-324) سنجنده MSI



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه در نقشه زمین شناسی دهج-ساردوئیه

## نتیجه گیری

در این پژوهش از روش های دانش محور ترکیب رنگی کاذب (FCC)، نسبت بانندی (BR) و تحلیل مؤلفه های اصلی (PCA) بر روی تصاویر سنجنده MSI به جهت بارزسازی دگرسانی های هیدروترمال استفاده شد؛ که نتایج نشان از قابلیت ویژه تصاویر ماهواره سنتینل-۲A در بارزسازی دگرسانی های سیستم پورفیری میجان دارد. محدوده های بارز شده با استفاده از مطالعات صحرائی درستی سنجی شدند و میزان مطابقت نتایج نسبت بانندی با مطالعات صحرائی و دقت آن به مراتب از روش تحلیل مؤلفه های اصلی بیشتر است.

شکل ۴: ترکیب رنگی کاذب با استفاده از نسبت بانندی های (b11/b12)G (b11/b2)B (b11/b8)R، محدوده های روشن نشانگر دگرسانی هیدروترمال است.

## آشکار سازی ساختار زمین لغزش فعال پادناى علیا از طریق تصویر سازی مقاومت ویژه الکتریکی

حسینعلی قاری<sup>۱\*</sup>، احمد قربانی<sup>۲</sup>

۱- \* استادیار، گروه اکتشاف، دانشکده مهندسی معدن و متالورژی، دانشگاه یزد، یزد، ایران [hghari@yazd.ac.ir](mailto:hghari@yazd.ac.ir)

۲- دانشیار، گروه اکتشاف، دانشکده مهندسی معدن و متالورژی، دانشگاه یزد، یزد، ایران [aghorbani@yazd.ac.ir](mailto:aghorbani@yazd.ac.ir)

### چکیده

زمین لغزش پادناى علیا در دهستان پادناى علیا (سمیرم، اصفهان) واقع شده است. این زمین لغزش مثلث شکل دارای قاعده‌ای حدودی ۷۰۰ متر در سمت غرب و به سمت رودخانه دنگرلو می‌باشد که فاصله قاعده تا راس ۶۰۰ متر است. جهت حرکت کلی توده از سمت شرق به غرب، به طرف رودخانه می‌باشد. زمین لغزش در سازند بختیاری (کنگلوئرها با میان لایه‌های مارنی) رخ داده است. زمین لغزش توسط برداشت‌های مقاومت ویژه الکتریکی با آرایه دوقطبی-دوقطبی بر روی سه پروفیل در جهت حرکت و سه پروفیل در جهت عمود بر جهت حرکت زمین لغزش، مجموعاً به طول ۳ کیلومتر، مطالعه گردید. نتایج این مطالعه وجود یک لایه مارنی با ضخامت بیش از ۵۰ متر را در سرتاسر محدوده زمین لغزش نشان می‌دهد. گسلی با امتداد کلی شمال غرب-جنوب شرق باعث حضور کنگلوئرها (شرق) در کنار مارن (غرب) شده است. وجود مارن در نزدیکی سطح زمین و در عمق باعث ایجاد دو مکانیزم لغزش: سطح لغزش کم عمق (حدود ۲۰ متر) و سطح لغزش عمیق (حدود ۵۰ متر) شده است.

### مقدمه

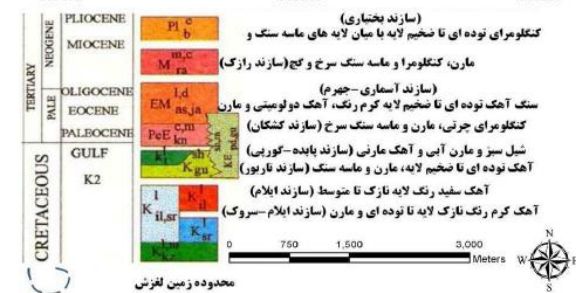
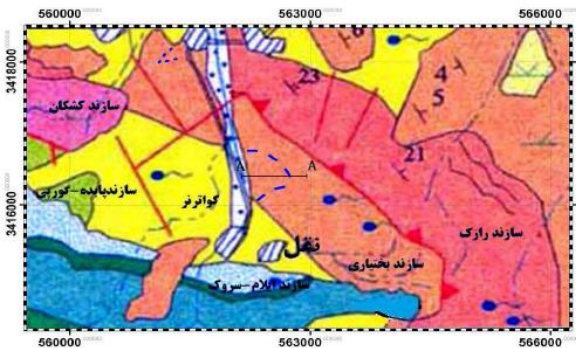
توموگرافی مقاومت ویژه الکتریکی بطور وسیع در بررسی زیر سطحی زمین لغزش ها کاربرد دارد. در این روش، تصویرهای دو یا سه بعدی از تغییرات مقاومت ویژه الکتریکی ساختار زمین لغزش تولید می‌شود. با توجه به وابستگی مقاومت ویژه الکتریکی به اشباع، درز و شکاف، محتوی رس و هوازدگی سنگ ها، اغلب برای تخمین سطوح شکست (لغزش) به کار می‌رود. در بسیاری از حالات، نتایج بدست آمده از این روش به ساخت هندسه توده لغزیده، طرح سطح لغزش و تعیین مناطق با محتوی آب بالا می‌باشد.

### زمین شناسی محدوده زمین لغزش

محل پروژه در واحد زمین ساختی زاگرس بلند (مرتفع) که یکی از مناطق فعال زمین شناسی ایران محسوب می‌شود، قرار دارد. سازندهای موجود در منطقه عمدتاً از رخساره‌های رسوبی سنوزوویک هستند که گسترش نسبتاً وسیعی در زون ساختمانی زاگرس مرتفع دارند و در محل پروژه عمدتاً سازندهای رازک و بختیاری و نهشته‌های کواترنری برنزد دارند. توده اصلی زمین لغزش در سازند بختیاری و یا هم ارز بختیاری رخداده است. بر اساس مطالعات صورت گرفته در منطقه پادناى سمیرم، عوامل ایجاد کننده زمین لغزش به طور خلاصه شامل وجود سازند ها و یا میان لایه های شیلی، مارنی ضعیف از نظر مکانیکی و نفوذناپذیر و وجود گسل های فراوان و قرار گیری در زون زاگرس مرتفع که سبب گردیده از نظر تکتونیکی فعال و پرتکاپو باشد. تصویر ماهواره و باز دیده‌ها نشان می‌دهد که شکل توده لغزش مخروط ناقص با زاویه راس به سمت شرق می‌باشد (شکل ۲).



شکل ۲- تصویر محدوده مورد مطالعه به همراه لغزش های صورت گرفته (دید به سمت شرق)



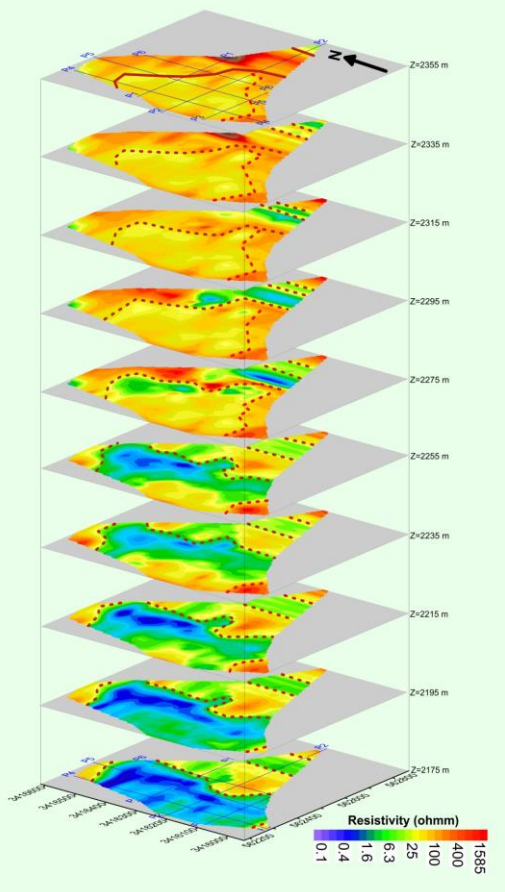
شکل ۱- بخشی از نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰۰ یاسوج. سازندهای رازک و بختیاری و تماس گسله آنها در نزدیکی محدوده پروژه در شکل نشان داده شده است. محدوده زمین لغزش های نقل و کهنگان در روی تصویر ماهواره ای استخراج شده از Google Earth نیز نشان داده شده است.

### مطالعات مقاومت ویژه الکتریکی

در مطالعه ژئوالکتریک زمین لغزش نقل از توموگرافی دو بعدی الکتریکی با آرایه دوقطبی-دوقطبی در طول ۶ پروفیل با آزمون های صفر و ۹۰ درجه اندازه گیری استفاده شد (مجموع طول پروفیل ها ۳ کیلومتر می باشد). طول پروفیل ها بیشتر از عرض زمین لغزش انتخاب شد، تا وضعیت زیر سطحی در هر دو مصالح گسیخته و بکر بررسی شوند. کوچکترین فاصله الکترودی ۲۰ متر برای برداشت ها انتخاب شد (عمق بررسی حدود ۶۰ متر). همانطور که در شکل (۳) دیده می شود، گسل با امتداد کلی شمال غرب-جنوب شرق باعث شده تا کنگلومرا (شرق) در کنار مارن (غرب) قرار گیرد. این گسل عمیق بوده بطوری که در تمام مقاطع افقی قابل تعقیب است. گسلی دیگر با عمق کمتر که بخش جنوبی زمین لغزش را محدود می کند، دارای امتداد کلی شمال شرق-جنوب غرب است (شکل ۳). این گسل احتمالی، پرتگاه جنوبی محدوده زمین لغزش را به وجود آورده است. گسترش آن در ارتفاع ۲۱۷۵ متر کاملاً محدود می شود. از ارتفاع ۲۲۱۵ متر به سمت بالا، لغزش های کم عمق در سطح مارن صورت گرفته است (شکل ۳).

### نتیجه گیری

بررسی ۶ پروفیل ژئوالکتریک نشان می دهد که مقاومت ویژه الکتریکی مارن ها از ۱/ تا ۱۵ اهم متر به ترتیب از مارن اشباع از آب تا مارن هوازه تغییر می کند. در رخنمون ها، مارن هوازه دارای مقاومت ویژه الکتریکی ۱۵ اهم متر اندازه گیری شد. مقاومت ویژه رسوبات واریزه ای و نیز سازند کنگلومرای به مراتب بیشتر از مقاومت ویژه مارن است و در مواردی به حدود ۱۰۰ اهم متر و بیش تر نیز می رسد. بنابراین در نیمرخ های توموگرافی واریزه ها و سازندهای کنگلومرای با مقادیر مقاومت ویژه بالا و سازندهای مارنی با مقاومت ویژه پایین قابل بررسی و تعقیب هستند. پدیده های ساختاری و لغزش باعث ایجاد ناهمگنی هایی در نیمرخ ها شده است. واحد کنگلومرای در شرق گسل (قرار گرفته در شمال شرق محدوده) و مارن در غرب آن قرار دارد. نتایج نشان می دهد که واحد کنگلومرای در شرق گسل (شمال شرق محدوده) و مارن در غرب آن قرار دارد. وجود مارن در نزدیکی سطح زمین (در غرب گسل و در محدوده زمین لغزش) باعث ایجاد دو مکانیزم لغزش شده است که نتیجه آن لغزش بر روی دو سطح لغزش کم عمق و عمیق می باشد. برخی از عوامل موثر در ایجاد سطح لغزش کم عمق (عمق حدود ۲۰ متر) عبارتند از وجود رسوبات مارنی تا نزدیک سطح زمین، وجود واریزه بر روی آن، شیب توپوگرافی تند و نفوذ آب های سطحی برای مثال بارش در گستره محدوده مورد مطالعه و یا نفوذ رواناب های سطحی که در اثر چشمه های تماسی در گستره مورد مطالعه جاری می شوند. سطح لغزش عمیق در عمق حدود ۵۰ متر و بیش تر اتفاق افتاده است. عامل اصلی در ایجاد این سطح لغزش وجود گسل های نسبتاً عمیق (در مقیاس زمین لغزش) در محل تماس کنگلومرا و مارن می باشد. این گسل ها باعث ایجاد منطقه ضعیف مکانیکی شده است. محدوده گسل خورده، متخلخل و نفوذپذیر بوده و مسیری برای انتقال آب از طریق سازند کنگلومرا و تماس دائمی آب با مارن می باشد. وجود چشمه های تماسی در منطقه، وجود آبخوان احتمالی در سازند کنگلومرای را نشان می دهد. به منظور تکمیل اطلاعات، مطالعات هیدروژئولوژیکی در داخل کنگلومرا پیشنهاد می شود. با توجه به این که شیب عمومی گسل ها در جهت لغزش و در جهت شیب توپوگرافی می باشد، لغزش تسریع می شود. فرسایش توده مارنی در تماس مستقیم آن با رودخانه در غرب محدوده زمین لغزش و حرکت مانداری آن باعث تسریع در لغزش می گردد.



شکل ۳- پلان های حاصل از مدل سازی سه بعدی مقاومت ویژه واقعی. پروفیل های ژئوالکتریک (آبی) و گسل های محدود کننده محدوده لغزش (قرمز) نیز نشان داده شده اند.





## بیست و ششمین همایش انجمن زمین شناسی ایران ۲۱ و ۲۲ شهریور ماه ۱۴۰۲ دانشگاه ارومیه



### بررسی کانی‌شناسی، منشاء و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی ماسه‌های سیلیسی جنوب شهر بابک، استان کرمان

- 1- ذهرا قوی البنیه<sup>1\*</sup>، فریبرز مسعودی<sup>2</sup>، هادی پورفریضی<sup>3</sup> علی اکبر بهاری<sup>4</sup>
- 1- دانشجوی کارشناسی ارشد پترولوژی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی.
- 2- استاد پترولوژی، هیئت علمی دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی.
- 3- کارشناس گروه زیست محیطی، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- 4- هیئت علمی دانشگاه پیام نور.

#### چکیده:

معدن ماسه سیلیسی گودغلامعلی در جنوب شهر بابک (استان کرمان) واقع شده است. این منطقه در تقسیم‌بندی واحدهای ساختاری ایران در حد فاصل زون‌های ساختاری سنندج- سیرجان و کمان ماگمایی ارومیه- دختر واقع شده است. طیف سنگی منطقه شامل سنگ‌های گرانیتی، ماسه‌سنگ‌ها، کنگلومرا و نیز تراورتن‌های عهد حاضر می‌باشند. کانی‌های اصلی منطقه شامل کوارتز و فلدسپات، و کانی‌های فرعی میکاها و کانی‌های سنگین می‌باشند. ماسه‌های معدن گودغلامعلی اغلب از دانه‌های سیلیسی و به میزان کمتر فلدسپار و لیتیک ساخته شده‌اند. دانه‌های سیلیسی دو فاز متمایز سیلیکا را نشان می‌دهد. هسته دانه‌های کوارتز و حاشیه آنها سیلیکا به صورت آمورف است. تغییر فاز بخش‌های حاشیه می‌تواند در اثر عملکرد سیال‌های گرازن‌ساز باشد.

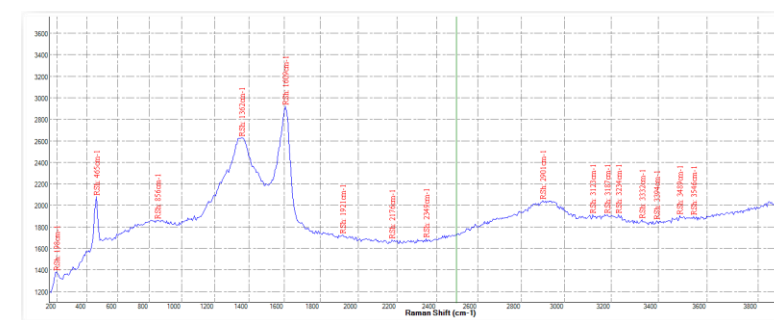
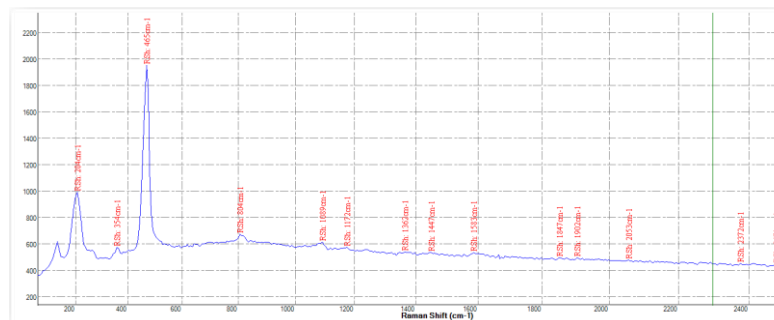
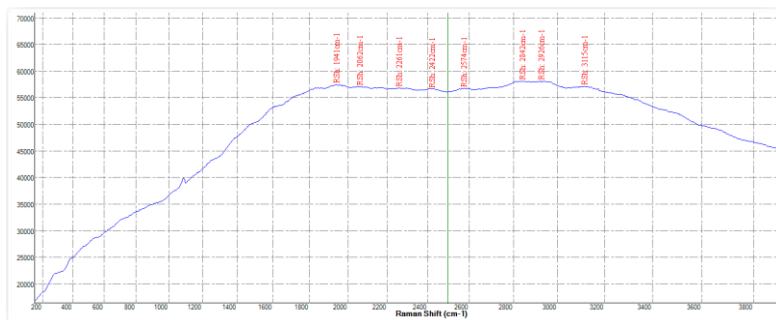
#### -زمین شناسی و سنگ شناسی:

معدن ماسه سیلیسی گودغلامعلی در جنوب غرب شهرستان شهر بابک، واقع در شمال- غربی استان کرمان می‌باشد. منطقه مورد مطالعه در بخش شرقی نقشه زمین‌شناسی 1:100000 زردو (سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور) قرار دارد. این منطقه در تقسیم‌بندی واحدهای ساختاری ایران، در حدفاصل زون‌های ساختاری سنندج- سیرجان و کمان ماگمایی ارومیه- دختر واقع شده است. محدوده معدن رسوبات جدیدی رخنمون دارند، اما در بررسی نزدیک ترین واحدهای سنگی به معدن که تحت عنوان منطقه مورد مطالعه از آن یاد شده است، سنگ‌های قدیمی‌تر از سنوزوئیک دیده نمی‌شود. واحدها از قدیم با گدازه‌های آندزیتی، توف برشی و ائوسن زیرین آغاز شده، و به دنبال آن ماسه‌سنگ و کنگلومرای ائوسن میانی تا بالایی قرار دارد. برونزدهایی از گرانودیوریت پورفیری با سن الیگوسن واحدهای سنگی جوان‌تر منطقه هستند. اما منطقه دارای تنوع بالایی از واحدهای کواترنری است. رسوبات بادی و لس، تراورتن، پادگانه‌های آبرفتی و در نهایت ماسه‌های سیلیسی جوان مهم‌ترین سازنده‌های کواترنری هستند.

پتروگرافی یا سنگ-نگاری سنگ-های آذرین شامل بررسی کانی-ها و بافت-های آن-ها می‌باشد که انعکاسی از شیمی و تاریخچه سرد شدن آن-هاست. ماسه‌های منطقه مورد پژوهش بر اساس اندازه دانه در مقیاس میکروسکوپی، از ریز تا درشت 5/0 تا 1 میلی‌متر متغیر بوده‌اند. ابعاد دانه متوسط غالب بوده و از این‌رو رسوبات ماسه نامیده شدند. ترکیب دانه‌ها عموماً خصوصیات عمومی کوارتز را دارند، میزان رس ماتریکسی در نمونه‌های ماسه‌سنگی بسیار اندک (کمتر از 2 درصد) بوده است، و ذرات جورشدگی متوسط تا خوب و گردشدگی نیمه‌زایده‌دار تا نیمه‌گرد شده را نشان می‌دهند. بنابراین با توجه به موارد گفته شده بلوغ بافتی آن‌ها مچور تا ساب مچور می‌باشد. بلورهای محدودی از فلدسپار دیده می‌شوند. دانه‌ها زاویه دار نیستند، اما دانه گردشدگی خوبی کاملی مانند انواع رسوبی حمل شده را نشان نمی‌دهد. کوارتزها فاقد خاموشی موی، اما دارای شکستگی‌های نامنظم موزایکی و در برخی موارد ساختار زونه هستند. فراوانی فلدسپات‌ها در نمونه‌های مورد مطالعه متغیر بوده و سهم ارتوکلاز به نسبت پلاژیوکلاز بیشتر بوده، و پلاژیوکلازها دارای بخش‌های کلسیتی شده‌اند.

- بررسی فازهای کانی‌های سیلیس به روش طیف سنجی میکرورامان:

به منظور تعیین فازهای کانی سیلیس (کوارتز) و ناخالصی‌های موجود از روش طیف سنجی رامان استفاده شد که اساس آن جذب و پراکندگی امواج الکترومغناطیسی از ذرات (اتم‌ها و مولکول‌ها) است (Fredricks et al., 1999). از کاربردهای ویژه این روش در شناسایی کانی‌های چند ریخت از جمله شکل‌های مختلف سیلیس است. کانی اصلی ترکیب‌های سیلیسی ریز بلور (کلسدون، ژاسپر، چرت یا فیلیت)، کوارتز آلفا یا کوارتز دما پایین است، که اغلب به صورت هم رشدی نزدیکی با کوارتز آلفا در بسیاری از گونه‌های کوارتز ریز بلور تشکیل می‌شود. بر این اساس برای تشخیص فازهای کانی سیلیس و ناخالصی‌های موجود در منطقه، یک نمونه از سنگ‌های منطقه با طیف سنجی میکرورامان بررسی شدند. در نمودارهای رامان که در زیر مشاهده می‌شوند هر یک پیک نشان دهنده ترکیب مختلف می‌باشند، ۱- طول موج‌های بیشتر از ۱۰۵۰ و طول موج‌های بین ۷۰۰-۸۰۰ که مربوط به مدهای انبساطی Si-O هستند. ۲- طول موج‌های ۳۵۰-۵۰۰ مدهای خمشی Si-O را نشان می‌دهند. ۳- طول موج‌های کمتر از ۳۰۰ که مربوط به مدهای خمشی و چرخشی Si-O-Si هستند. پیک ظاهر شده بر روی شکل‌ها برای سیلیس مانند یک اثر انگشت تلقی می‌شود، و در حقیقت تشخیص سیلیس با استفاده از طیف رامان، با استناد بر این پیک صورت می‌گیرد.



نتیجه گیری:

معدن ماسه سیلیسی گود غلامعلی به لحاظ جغرافیایی در ۹۵ کیلومتری جنوب شهربابک در استان کرمان واقع شده است، و دارای لیتولوژی یکنواختی از واحدهای آتشفشانی و رسوبی می‌باشد. سنگ‌های آتشفشانی این منطقه شامل آندزیت، گرانودیوریت و داسیت و سنگ‌های آذرآواری شامل توف و برش، و کانی‌های اصلی شامل: کوارتز، پلاژیوکلاز و کانی‌های فرعی آن اپیک، مسکویت، اپیدوت، بیوتیت و مگنتیت می‌باشد، و بافت غالب آن پورفیری است. با توجه به شرایط تشکیل دانه‌های سیلیسی منطقه، احتمال می‌رود که این دانه‌ها ابتدا به صورت گرانودیوریت‌ها در منطقه رخمون پیدا کرده‌اند و بعدها در اثر گرایزن شدن طی فرایندهای گرمایی به ماسه تبدیل شده‌اند.

منابع:

کریم پور، م. ح. 1389. ژئوشیمی، پتروولوژی سنگهای آذرین و کانسارهای ماگمایی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، 270 ص.

شناسایی زردو به مقیاس 1:100000 سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور 1383، نقشه زمین  
Fredricks S., Enhanced S., (1999). "Raman Spectroscopy of Peptides Proteins absorbed on a Silver Surface on an electrochemically Prepared Silver Surface", Spectrochimica Acta, Part A, Vol. 55 pp. 1615-1640.

## مرور آماری تغییر اقلیم و پایش خشکسالی استان خراسان

### جنوبی

محمد اکبری ۱، مبیناگرگانی ۲، عطیه حسینی مقدم ۳  
۱- دانشیار گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه بیرجند  
moakbari@birjand.ac.ir

**مواد و روش ها:** این پژوهش قصد دارد تا اطلاعات معتبر از وضعیت موجود را ارائه و سپس با تکیه بر آن و بررسی دیگر اطلاعات کتابخانه ای، راهکاری را برای برون رفت از این وضعیت و یا سازگاری با این شرایط پیشنهاد دهد. الف) علل تغییر آب و هوای کره زمین و خشکسالی ب) اثر تغییرات آب و هوایی ج) ارزیابی روند تغییرات زمانی- مکانی متغیرهای اقلیمی استان خراسان جنوبی با استفاده از GIS

وضعیت بارندگی ماهانه در ایستگاه های مورد مطالعه برحسب میلی متر

پارامترها	ایستگاهها					
	بیرجند	نهبندان	طبس	بشرویہ	قاین	فردوس
کمینه	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۰	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۰
بیشینه	۳۶/۱۰	۳۴/۵۶	۱۷/۱۸	۱۹/۶۶	۳۷/۱۰	۲۷/۳۶
میانگین	۱۲/۷۷	۱۰/۵۴	۶/۹۰	۷/۶۱	۱۳/۶۶	۱۱/۰۱
دامنه تغییرات	۳۶/۰۴	۳۴/۵۲	۱۷/۱۸	۱۹/۶۶	۳۷/۰۶	۲۷/۳۶
انحراف معیار	۱۳/۷۵	۱۳/۰۳	۷/۱۲	۷/۵۴	۱۴/۱۰	۱۱/۱۲
ضریب تغییرات	۱۰۷/۶۷	۱۲۳/۶۱	۱۰۳/۱۴	۹۹/۰۱	۱۰۳/۲۸	۱۰۱/۰۳
چولگی	۰/۷۰	۰/۹۶	۰/۳۹	۰/۳۶	۰/۵۶	۰/۴۱
کشیدگی	-۱/۱۶	-۰/۷۵	-۱/۸۵	-۱/۶۰	-۱/۳۹	-۱/۷۵
میانگین بارش سالانه	۱۵۳	۱۶۳/۸۷	۱۲۶/۵۳	۹۱/۳۴	۸۷/۹۶	۱۳۲/۲۴

**چکیده:** در این مقاله، تأثیر تغییر اقلیم بر استان خراسان جنوبی و پایش خشکسالی در این منطقه مورد بررسی قرار می‌گیرد. استان خراسان جنوبی یکی از مناطقی است که به شدت تحت تأثیر تغییرات اقلیمی قرار دارد. این منطقه در سال‌های اخیر با کمبود آب روبرو بوده و مشکلاتی نظیر کاهش سطح آب زیرزمینی، کاهش بارندگی و تشدید خشکسالی را تجربه کرده است. در این پژوهش، تاریخچه بارش‌ها و دماها در استان خراسان جنوبی مورد بررسی قرار گرفته و سپس الگوهای تغییر اقلیم بر مبنای داده‌های آماری مورد ارزیابی قرار گرفته است.

**مقدمه:** تغییر اقلیم به معنای تغییر طولانی مدت در الگوهای آب و هوایی جهان است. این تغییرات می‌توانند شامل افزایش دما، تغییر الگوی بارش، افزایش سطح دریا و تغییرات دیگر باشند. تغییر اقلیم به دلیل فعالیت‌های انسانی مانند انتشار گازهای گلخانه‌ای، تخریب جنگل‌ها و تغییر کاربری اراضی رخ می‌دهد و نیز خشکسالی به معنای کمبود طولانی مدت بارش و کاهش منابع آبی است. این پدیده می‌تواند تأثیرات جدی بر روی منابع آب، کشاورزی، بیابان‌زایی و سایر بخش‌های اقتصادی و اجتماعی داشته باشد. خشکسالی‌ها معمولاً به دلیل کاهش بارش‌ها، تغییر الگوی بارش و افزایش تبخیر رخ می‌دهند در میان بلایای طبیعی مرتبط با آب و هوا، خشکسالی به دلیل ماهیت ذاتی و تأثیرات گسترده بر تولیدات کشاورزی، تأمین آب عمومی، تولید انرژی، حمل و نقل، گردشگری، سلامت انسان و اکوسیستم‌های طبیعی، پیچیده‌ترین و شدیدترین بلای طبیعی است

### منابع:

- ۱- لیلا ملکی، تغییر اقلیم، خشکسالی و پیامدها، دانشگاه پیام نور مرکز الیگودرز
- ۲- خشکسالی و تغییر اقلیم، صدیقه معصومی، هائیه نودری (۱۳۹۳).
- 3\_ Thomson, A.M., Calvin, K.V., Smith, S.J., Kyle, G.P., Volke, A., Patel, P., DelgadoArias, S., Bond-Lamberty, B., Wise, M.A., Clarke, L.E. and Edmonds, J.A., (2011), RCP4.5: a pathway for stabilization of radiative forcing by 2100". Climatic change, 109(1-2), 77 in [55].
- 4- Riahi, K., Rao, S., Krey, V., Cho, C., Chirkov, V., Fischer, G., Kindermann, G., Nakicenovic, and N. Rafaj, P., (2011), " RCP 8.5 — A scenario of comparatively high greenhouse gas emissions". Climatic Change, 109(1-2), 33 in [55].



## بیست و ششمین همایش انجمن زمین شناسی ایران ۲۱ و ۲۲ شهریور ماه ۱۴۰۲ دانشگاه ارومیه



زیست چینه نگاری سازند قم در جنوب کاشان  
مرضیه لفظی<sup>۱\*</sup>، علی اصغر ثیاب قدسی<sup>۲</sup>، سعیده سنماری<sup>۳</sup> و میر امیر صلاحی<sup>۴</sup>

**چکیده**  
به منظور مطالعه زیست چینه نگاری رسوبات سازند قم در یال جنوب غربی تاقدیس نواب، برشی با ضخامت در حدود ۳۴۶ متر انتخاب گردید. در این برش سازند قم اساساً از آهک مارنی، مارن و سنگ آهک تشکیل شده است. به منظور تعیین گونه های شاخص، تجمعات فسیلی همراه و بیوزون ها، اسلایدهای سازند قم مطالعه شد که در نتیجه منجر به تشخیص ۲۹ گونه از نانوفسیلهای آهکی شد. در این مطالعه ۴ بیوزون در توالی سازند قم تعیین گردید. بر اساس بیوزون های بدست آمده، بازه زمانی توالی مورد مطالعه از الیگوسن پسین (اواخر چاتین) تا میوسن پیشین (بوردیگالین- لانگین) مشخص گردید. این بازه سنی با زونهای نانوفسیلی *Triquetrorhabdulus carinatus zone*, *Discoaster druggii zone*, *Sphenolithus belemnos zone* and *Helicosphaera ampliaperta zone* از زون بندی مارتینی (۱۹۷۱) مطابقت دارد که با زونهای CN1a-b, CN1c, CN2, CN3 از زون بندی اکادا و بوکری (۱۹۸۰) همخوانی دارد.

### مطالعات بیواستراتیگرافی بر اساس نانوفسیلهای آهکی

#### • *Triquetrorhabdulus carinatus zone / CN1a-b*

این بیوزون از آخرین حضور (LO) گونه *Helicosphaera recta* و *Sphenolithus ciperoensis* تا اولین ظهور (FO) گونه *Discoaster druggii* ادامه دارد. این زون معادل با زیرزون CN1a-b از زون بندی Okada and Bukry (1980) است. ضخامت این زون 13 متر و سن آن بر اساس تجمعات فسیلی همراه، اواخر الیگوسن پسین (شاتین)- اوایل میوسن پیشین (آکیتانین) است.

#### • *Discoaster druggii zone / CN1c*

این بیوزون از اولین ظهور (FO) گونه *D. druggii* تا آخرین حضور (LO) گونه *Triquetrorhabdulus carinatus* تعریف می شود. این زون معادل با زون CN1c از زون بندی Okada and Bukry (1980) است. در عرضهای جغرافیایی بالا گونه های *T. carinatus*, *D. druggii* مشاهده نشده یا خیلی نادرند. ضخامت این زون 199 متر و سن آن بر اساس تجمعات فسیلی همراه، میوسن پیشین است.

#### • *Sphenolithus belemnos zone / CN2*

سومین زون زیستی شناسایی شده از آخرین حضور (LO) گونه *T. carinatus* تا آخرین حضور (LO) گونه *S. belemnos* ادامه دارد. این زون معادل با زون CN2 از زون بندی Okada and Bukry (1980) است و در این زون بندی اولین ظهور و آخرین حضور گونه *S. belemnos* ملاک تشخیص زون CN2 بوده است. ضخامت این زون 80 متر و سن آن بر اساس تجمعات فسیلی همراه، میوسن پیشین (بوردیگالین) است. در بخش انتهایی زون به دلیل وجود لایه های تبخیری ژیبس و گچ، هیچ یک از گونه های نانوفسیلی مشاهده نشد. بعد از اتمام لایه های تبخیری در بخش انتهایی زون آخرین حضور گونه *S. belemnos* به همراه برخی از گونه ها مشاهده شد.

#### • *Helicosphaera ampliaperta zone / CN3*

این زون از آخرین حضور (LO) گونه *S. belemnos* تا آخرین حضور (LO) گونه *H. ampliaperta* تعیین میشود. زون مذکور معادل با زون CN3 از زون بندی Okada and Bukry (1980) است. ضخامت این زون 54 متر و مرز تحتانی این زون توسط آخرین حضور گونه *S. belemnos* و بخش بالایی زون توسط آخرین حضور گونه *H. ampliaperta* تعیین شد. سن این زون میوسن پیشین (بوردیگالین تا پایین ترین قسمت اشکوب لانگین) است.



## بررسی رخدادهای رفتار زمین لغزش سورین بانه (استان کردستان) بر پایه مطالعات زمین شناسی مهندسی

مهدی تلخابلو<sup>۱</sup>، سید محمود فاطمی عقدا<sup>۲</sup>، محمد فتح الهی<sup>۳</sup>، کامران ذوالفقاری (نویسنده مسئول)<sup>۴</sup>؛ شایسته نازنین پوری<sup>۵</sup>

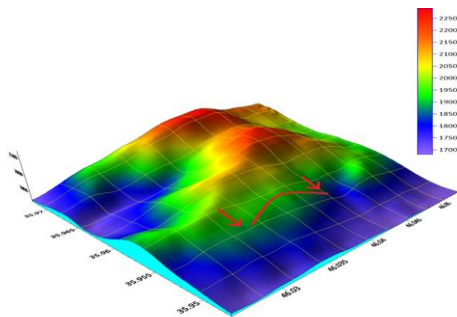
۱- عضو هیأت علمی، گروه زمین شناسی کاربردی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران [Talkhablu@gmail.com](mailto:Talkhablu@gmail.com)

۲- عضو هیأت علمی، گروه زمین شناسی کاربردی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران [fatemi@khu.ac.ir](mailto:fatemi@khu.ac.ir)

۳- عضو هیأت علمی، گروه زمین شناسی کاربردی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران [m.fathollahy@uok.ac.ir](mailto:m.fathollahy@uok.ac.ir)

۴- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زمین شناسی کاربردی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران [kamran74zolfaghari@gmail.com](mailto:kamran74zolfaghari@gmail.com)

۵- کارشناس ارشد جغرافیا، دانشگاه پیام نور مرکز بیجار، ایران [Nazaninpuril6@gmail.com](mailto:Nazaninpuril6@gmail.com)



### مقدمه:

زمین لغزش به حرکت ثقلی توده‌ای از مواد سنگی، خرده‌سنگی یا خاکی گفته می‌شود (Varnes, 1978). عوامل متعددی مانند شرایط زمین‌شناسی، شرایط آب‌شناختی، وضعیت پستی و بلندی، ریخت‌شناسی، آب‌وهوا و هوازدگی بر پایداری یک دامنه تأثیر گذاشته و می‌تواند باعث ایجاد لغزش شوند (Garfi & Bruno, 2007). این عوامل با افزایش نیروهای محرکه و کاهش نیروهای مقاوم موجب حرکت توده‌ی لغزشی می‌شوند. حرکات لغزشی، از مهم‌ترین و گسترده‌ترین مخاطرات مناطق کوهستانی هستند که، حیطه‌ی فعالیت آن‌ها از تپه‌های ملایم تا کوهستان‌های شیب‌دار است (Gruber et al., 2009). شهرها و روستاهای زیادی در بخش‌های کوهستانی و پرشیب کشور به دلیل بنا شدن بر روی سنگ‌ها، خاک‌های سست و شرایط خاص زمین‌شناسی مستعد خطر زمین‌لغزش می‌باشند. این زمین‌لغزش‌ها معمولاً پس از بروز یک عامل محرک مانند زلزله یا بارش اتفاق می‌افتند. مستعد بودن این زمین‌ها برای لغزش، هم به دلیل وضعیت خاک و هم شرایط خاص زمین‌شناسی می‌باشد. بنابراین بسته به قدرت و بزرگی عامل تحریک‌کننده، اندازه این زمین‌لغزش‌ها و ناپایداری‌ها نیز متفاوت می‌باشد. هدف از این پژوهش، بررسی سازوکار زمین لغزش و همچنین تحلیل پایداری سطوح لغزش در روستای سورین به کمک مطالعات زمین‌شناسی مهندسی می‌باشد.

### محدوده مورد مطالعه:

روستای سورین در شمال غرب استان کردستان، در شهرستان بانه و جنوب شرق شهرستان بانه قرار دارد. این منطقه، منطقه‌ای چین خورده و به شدت گسلی است و به دلیل نزدیکی به مرز میان زون‌های زاگرس مرتفع و زون سنندج - سیرجان ویژگی‌های تکنیکی منطقه متأثر از ویژگی‌های زاگرس مرتفع نیز می‌باشد.

### روش تحلیل زمین لغزش:

بارندگی‌های طولانی مدت در روزهای ۸ و ۹ فروردین سال ۱۳۹۵ منجر به اشباع و افزایش فشار منفذی در توده لغزشی سورین شد و این اتفاق موجب فعال شدن زمین لغزش کهن سورین و وقوع زمین لغزش جدیدی در آن شد. بنابراین با توجه به تأثیر فراوان بارندگی، سطح آب زیر زمینی در تحلیل‌ها متغیر در نظر گرفته شده است.

در این پژوهش از روش المان محدود در نرم افزار slide که بر پایه‌ی روش‌های تعادل حدی است استفاده شده است. مبنای تمام روش‌های تعادل حدی، مقایسه‌ی نیروهای مقاوم نسبت به نیروهای محرک است. با رسم پروفیل مناسب به کمک نقشه توپوگرافی منطقه و نرم افزار اتوكد و در نهایت با تعریف ویژگی‌های مصالح در نرم افزار، مورد تحلیل قرار گرفته است.

### یافته های پژوهش:

۱- دامنه هایی از شیب متوسط تا زیاد ۲- گسترش زمین های کشاورزی و باغات در دامنه های مسطح  
۳- هوازگی و فرسایش زیاد، لیتولوژی ضعیف، مقدار بارش و آب های سطحی منطقه ۴- پوشش گیاهی مناسب در منطقه. تمام این سیما ها توسط دو پدیده ی غالب فرسایش و تکتونیک در حال پیشرفت هستند.

### روش های پیشنهادی جهت پایداری زمین لغزش سورین:

۱- زهکشی سطحی (احداث کانال های بتنی) (شکل ۱) ۲- زهکشی زیر سطحی (حفاری های افقی به طول ۳۰ تا ۵۰ متر و حفر چاه های زهکشی) ۳- اجرای شمع های بتنی در جاریز



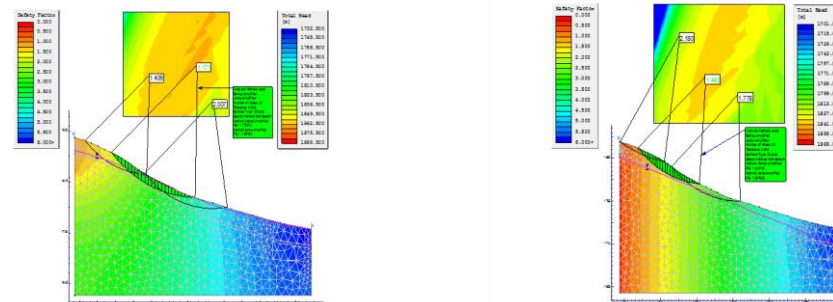
شکل ۱: زهکشی آب های سطحی منطقه با احداث کانال های بتنی

### نتیجه گیری:

- سطح لغزش در دامنه سورین در بخش زیرین لایه خاکی رسی و نزدیک و به مرز زون هوازده شیستی قرار دارد.
- ضریب اطمینان در حالت استاتیک و سطح آب زیر زمینی پایین حدود ۱/۴۴ است (شکل ۲)- در حالت استاتیک و سطح آب زیر زمینی بالا حدوداً ۱/۱۷ است (شکل ۳). که می توان تأثیر بالای سطح آب زیر زمینی ناشی از نفوذ آب حاصل از بارش را در پایداری زمین لغزش مشاهده کرد.
- در حالت دوم هر چند که با توجه به عدد ضریب اطمینان لغزش پایدار به نظر می رسد ولی با وجود بارش های طولانی مدت و در نهایت اشباع توده لغزشی و افزایش وزن توده، زمینه برای لغزش های بعدی فراهم خواهد شد و امکان لغزش در آینده وجود خواهد داشت.

### مراجع:

- ۱- ذوالفقاری، ک. (۱۴۰۲). بررسی رخداد و رفتار زمین لغزش روستای سورین بانه (استان کردستان) بر پایه ی مطالعات زمین شناسی مهندسی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین، دانشگاه خوارزمی، تابستان ۱۴۰۲.
- 2- Garfi, G., Bruno, D.E., Calcaterra, D. and Parise, M., 2007. Fan morphodynamics and slope instability in the Mucone River basin (Sila Massif, southern Italy): significance of weathering and role of land use changes. *Catena*, 69(2), pp.181-196.
- 3- Gruber, S., Huggel, C. and Pike, R., 2009. Modelling mass movements and landslide susceptibility. *Developments in Soil Science*, 33, pp.527-550.
- 4- Varnes, D.J., 1978. Slope movement types and processes. *Special report*, 176, pp.11-33.



شکل ۳: شرایط استاتیک-سطح آب زیرزمینی بالا

شکل ۲: شرایط استاتیک-سطح آب زیرزمینی پایین

## پیش بینی میزان آلودگی سرب حاصل از فعالیت های معدنی با استفاده از روش جنگل تصادفی (Random Forest)

حسین مهدیانفر<sup>۱</sup>، میرمهدی سیدرحیمی نیارق<sup>۲\*</sup>، محمدحسین اولیائی<sup>۱</sup>

۱- عضو هیات علمی مجتمع آموزش عالی گناباد

Hssn.mahdiyanfar@gmail.com

۲- دانشیار گروه مهندسی معدن، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه محقق اردبیلی

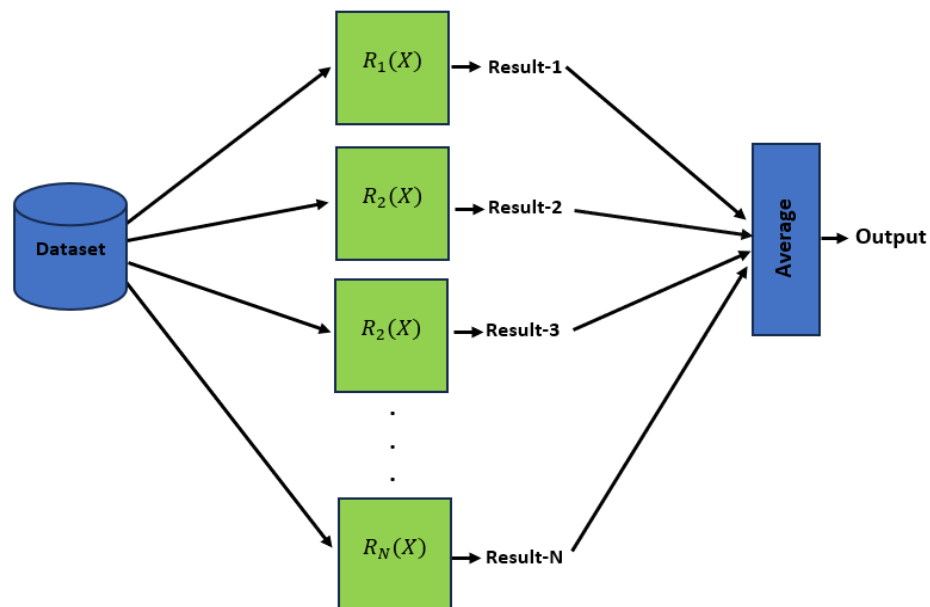
m.seyedrahimi@uma.ac.ir

### چکیده

روش جنگل تصادفی یک روش ترکیبی و قدرتمند است که می تواند با داده های با بعد بالا مرتبط شود و برای برنامه های بلادرنگ به طور موثری کاربرد داشته باشد. با ترکیب پیش بینی های چندین درخت تصمیم گیری، نتایج دقیق و پایدار برای وظایف طبقه بندی و رگرسیون ارائه می دهد و در زمینه های مختلف از جمله سنجش از دور، بیوانفورماتیک، و پردازش زبان طبیعی کارایی بسیار مناسبی ارائه داده است. در این مطالعه به منظور پیش بینی مقدار آلودگی عنصر سرب در اطراف محدوده معدنی ایران کوه از روش جنگل تصادفی استفاده شده است. برای پیش بینی از ۹ عنصر آهن، آرسنیک، مس، روی، کادمیوم، نیکل، منیزیم، نقره و منگنز استفاده شده است. در ادامه نتایج مقادیر پیش بینی با مقادیر واقعی در میزان خطای حاصل مورد بحث قرار گرفته است. میانگین مربع خطاها برابر با ۲۶/۰ و اکثر نمونه ها با خطای قابل قبولی پیش بینی شده اند.

### روش جنگل تصادفی (Random Forest)

روش جنگل تصادفی (Random Forest) از جمله روش های کارآمد در یادگیری گروهی است که ترکیب چندین درخت تصمیم گیری (Decision Tree) را برای مدیریت داده های با بعد بالا و افزایش دقت پیش بینی فراهم می کند [۳]. مطابق با شکل (۲) در این روش، مجموعه ای از  $N$  درخت  $\{R_1(X), R_2(X), \dots, R_N(X)\}$  برای ایجاد یک جنگل تشکیل می شود که  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_p\}$  بردار ویژگی ها می باشد [۳]. هر درخت با استفاده از یک زیرمجموعه تصادفی از نمونه های آموزش با جایگذاری ساخته می شود.



شکل ۲- شمای کلی روش جنگل تصادفی





## بیست و ششمین همایش انجمن زمین شناسی ایران ۲۱ و ۲۲ شهریور ماه ۱۴۰۲ دانشگاه ارومیه

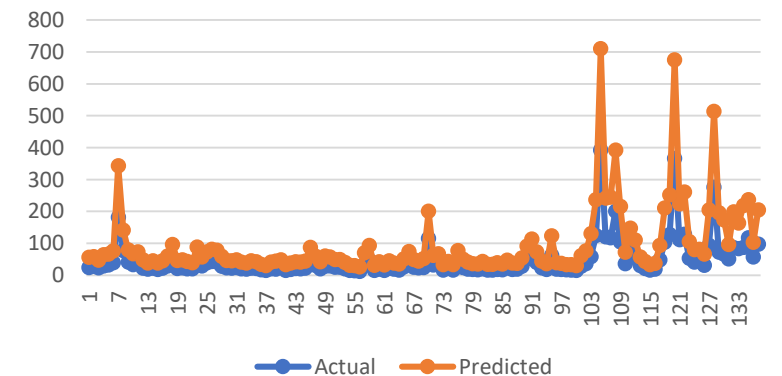
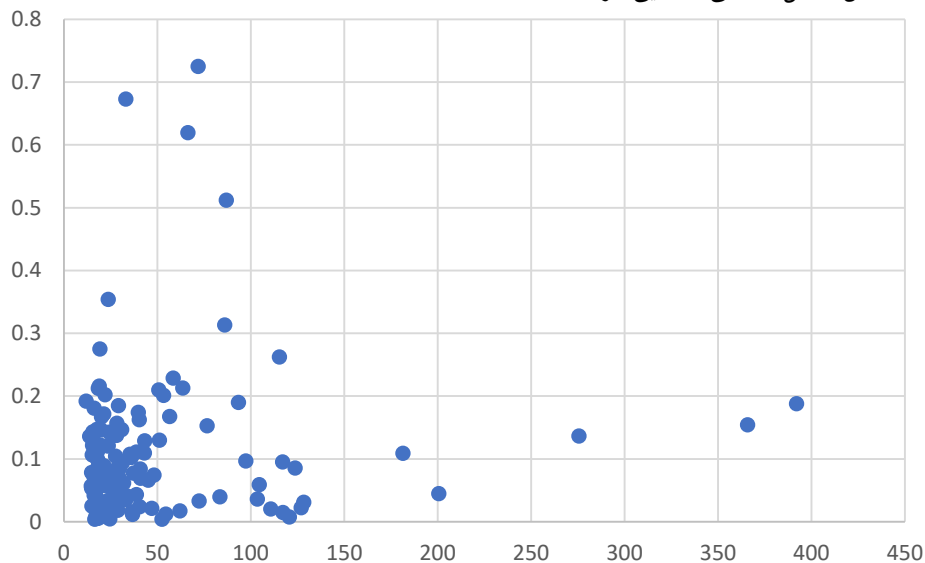


### بحث و نتایج

فاکتورهای مورد استفاده برای آموزش الگوریتم، ۹ عنصر آهن، آرسنیک، مس، روی، کادمیوم، نیکل، منیزیم، نقره و منگنز می‌باشند. این عناصر دارای ارتباط معنادار و همبستگی مناسب با عنصر سرب در منطقه هستند. عنصر سرب یکی از مهمترین عناصر آلاینده در این منطقه می‌باشد.

شکل زیر مقادیر واقعی و مقادیر پیش بینی شده را نشان می‌دهد. در این نمودار مقادیر آنالیز شده با مقادیر پیش بینی شده مقایسه شده است. به طور کلی روند تغییرات عیاری در هر دو نمودار مشابه یکدیگر است و در نمونه هایی که مقدار واقعی سرب افزایش می‌یابد مقدار سرب پیش بینی شده نیز افزایش نشان می‌دهد. بنابراین انتخاب نوع عناصر برای آموزش و از طرفی فرایند یادگیری با یک منطق قابل توجهی مواجه بوده است. الگوریتم بر اساس این نمودار فاصله دو نمودار در نمونه هایی که عیار بالاتری دارند افزایش می‌یابد و نمونه هایی که عیار پایین تر دارند مقادیر واقعی و مقادیر حاصل از الگوریتم به یکدیگر نزدیکتر هستند.

در شکل زیر مقدار درصد نسبی خطا حاصل از پیش بینی مقدار عنصر سرب در نمونه های منطقه نشان داده شده است. به منظور ارزیابی مقدار نسبی خطا در هر نمونه و تعیین نمونه هایی که میزان خطای پیش بینی در آنها زیاد است این نمودار ترسیم شده است. در این نمودار محور افقی مقدار عیار سرب نمونه ها و محور قائم درصد نسبی خطا در هر نمونه را نشان می‌دهد. درصد نسبی خطا از قدر مطلق تفاضل بین عیار واقعی و عیار پیش بینی شده تقسیم بر مقدار واقعی بدست آمده است. همان طور که مشاهده می‌شود در اکثر نمونه ها مقدار درصد نسبی خطا کمتر از ۲۰ درصد است و تنها در چند نمونه محدود میزان خطای پیش بینی افزایش نشان می‌دهد. با توجه به اینکه الگوریتم جنگل تصادفی به خوبی توانسته است روند افزایش و کاهش عیارها را مدل کند و برای مقادیر واقعی بالای سرب، مقادیر بالای پیش بینی کند و همچنین مقادیر عیار پایینی برای مقادیر واقعی ( دارای عیار پایین) پیش بینی نماید بنابراین در نهایت با خطای بسیار پایینی می‌توان محل آلودگی های سرب را با استفاده از روش جنگل تصادفی شناسایی کرد.



### روش رگرسیون بردار پشتیبان:

رگرسیون برداری پشتیبان (SVR) یک انتخاب رایج برای پیش‌بینی و تناسب منحنی‌ها در مدل‌های رگرسیون خطی و غیرخطی است. SVR با فراهم کردن یک مسئله بهینه‌سازی، یک تابع رگرسیونی را یاد می‌گیرد که ورودی‌ها (متغیرهای پیش‌بینی‌کننده) را به خروجی‌ها (مقادیر پاسخ مشاهده‌شده) نگاشت می‌دهد. از مزیت‌های این تکنیک می‌توان به توازن میان پیچیدگی مدل و خطای پیش‌بینی، و همچنین عملکرد خوب در داده‌های با ابعاد بالا اشاره کرد. مزیت دیگر SVR در مقایسه با روش‌های دیگر رگرسیون، استفاده از هسته (Kernel) است. با استفاده از هسته، SVR به ما اجازه می‌دهد به‌طور کارآمد با مسائل رگرسیون غیرخطی کار کنیم، با این که ابتدا ویژگی‌های اصلی را به یک فضای هسته‌ای تبدیل کرده و در آنجا داده‌ها قابل تمایز خواهند شد [۱۰-۱۱]. در شکل زیر نمونه‌ای از چگونگی عملکرد SVR در جداسازی داده‌ها را می‌توان مشاهده کرد.

### استفاده از روش رگرسیون بردار پشتیبان جهت تعیین رفتار عیارهای کمتر از حد تشخیص دستگاه برای عنصر نقره در حفاری‌های معدنی

حسین مهدیانفر<sup>۱</sup>، محمدحسین اولیائی<sup>۱</sup>، میرمهدی سیدرحیمی نیارق<sup>۲\*</sup>

۱- عضو هیات علمی مجتمع آموزش عالی گناباد

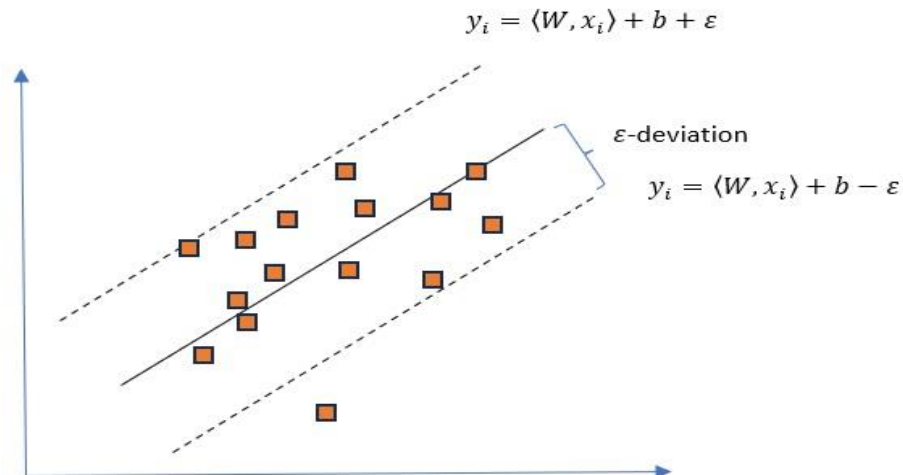
Hssn.mahdiyanfar@gmail.com

۲- دانشیار گروه مهندسی معدن، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه محقق اردبیلی

m.seydrahimi@uma.ac.ir

### چکیده

حجم بالای نمونه‌های سنسورد در داده‌های ژئوشیمیایی باعث ایجاد مشکل در تشخیص آنومالی‌های ژئوشیمیایی می‌شود. در این پژوهش جهت تشخیص مقادیر سنسورد عنصر نقره در یک گمانه اکتشافی در منطقه دالی از روش الگوریتم یادگیری رگرسیون بردار پشتیبان استفاده شده است. کل مترآژ حفاری ۲۲۸ متر بوده و از تمام قسمت‌های حفاری نمونه‌گیری انجام شده و برای چندین عنصر آنالیز شده است. تعداد ۷۳ داده از کل ۲۲۸ نمونه آنالیز شده سنسورد هستند. جهت تشخیص مقادیر نقره در این روش، از عناصر طلا، مس، آهن، گوگرد، منیزیم و منگنز استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد خطای بالایی در آنالیز نمونه‌های برداشت شده وجود نداشته و تمام مقادیر سنسورد گزارش شده برای عنصر نقره، واقعا سنسورد هستند و با الگوهای موجود در داده‌های ژئوشیمی که با استفاده از این روش تشخیص داده شده سازگار است.



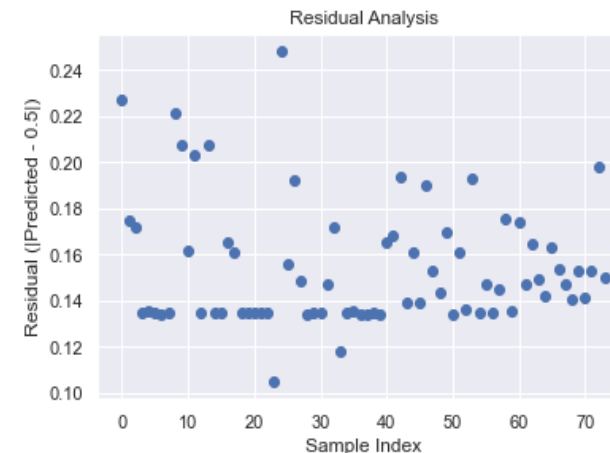


## بیست و ششمین همایش انجمن زمین شناسی ایران ۲۱ و ۲۲ شهریور ماه ۱۴۰۲ دانشگاه ارومیه



### بحث

منطقه دالی یکی از مناطق کانی سازی طلا-مس است که عمایات اکتشافی مختلفی در آن انجام شده است. چندین حفاری عمیق در مرحله اکتشاف تفصیلی در این منطقه صورت گرفته است. وجود مقادیر سنسورد برای برخی عناصر از جمله نقره تحلیل های اکتشافی چند متغیره را با مشکل مواجه کرده است. روش های مرسوم فعلی جهت تشخیص مقادیر سنسورد با خطا مواجه هستند. جایگزینی مقادیر سنسورد با مقادیری که دقیق پیش بینی نشده اند مجموعه داده ها را با خطا مواجه می کند بنابراین جایگزینی بهینه اعداد سنسورد می تواند دقت تحلیل های اکتشافی را بالا ببرد. در این مطالعه حفاری DDH1 که با عمق ۲۲۸ متر در منطقه دالی حفاری شده مورد استفاده قرار گرفته است. تعداد ۲۲۸ نمونه این حفاری برای چندین عنصر آنالیز شده است. یکی از عناصری که دارای تعداد بالایی از مقادیر سنسورد است عنصر نقره می باشد. مقدار حد تشخیص دستگاه برای این عنصر ۰.۵ گرم بر تن بوده است. شکل زیر نمودار اختلاف مقادیر پیش بینی شده نسبت به عدد ۰.۵ را نشان می دهد. همان طور که این نمودار نشان می دهد مقدار واقعی مقادیر سنسورد یکسان نیستند و تفاوت زیادی بین این نمونه ها با یکدیگر وجود دارد. در حالتی که از روش های سنتی و مرسوم استفاده کنیم برای تمام نمونه ها مقدار یکسانی در نظر گرفته می شود که ممکن است الگوهای واقعی موجود در داده ها را دچار تغییراتی کند و تحلیل های ژئوشیمی چند متغیره را با مشکل و خطا مواجه نماید.



### نتیجه گیری

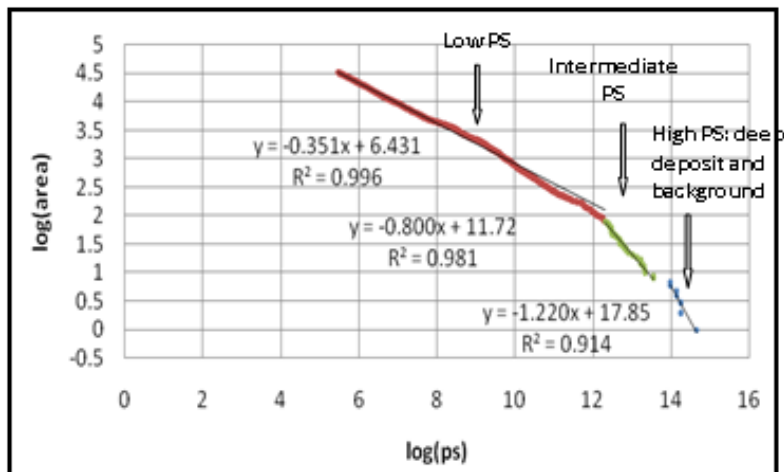
در این پژوهش جهت تشخیص مقادیر سنسورد عنصر نقره در یک گمانه اکتشافی در منطقه دالی از روش الگوریتم یادگیری رگرسیون بردار پشتیبان استفاده شده است. این روش یکی از روش های کارآمد در تشخیص و پیش بینی مقادیر مجهول در داده ها است. در حفاری یاد شده، تعداد ۷۳ داده از کل ۲۲۸ نمونه آنالیز شده سنسورد هستند. جهت تشخیص مقادیر نقره در این روش، از عناصر طلا، مس، آهن، گوگرد، منیزیم و منگنز استفاده شد. مقدار حد تشخیص دستگاه برای عنصر نقره برابر ۰.۵ گرم بر تن بوده است که با استفاده از این الگوریتم این مقادیر مورد پیش بینی قرار گرفتند. روش رگرسیون بردار پشتیبان برای تمامی این داده های سنسورد مقادیر کمتر از ۰.۵ پیش بینی کرده است که کاملاً با ماهیت این داده ها سازگار است. این نتایج دقت بالای روش رگرسیون بردار پشتیبان را نشان می دهند. علاوه بر این این نتایج نشان می دهد آنالیز نمونه ها خطای بالایی نداشته و تمام مقادیری که برای عنصر نقره سنسورد گزارش شده اند واقعا سنسورد هستند و با الگوهای موجود در داده های ژئوشیمی که با استفاده از این روش تشخیص داده شده سازگار است. با توجه به اینکه در این روش برای تمامی مقادیر سنسورد یک عدد ثابت در نظر گرفته نمی شود و مقادیر پیش بینی شده بهینه شده اند با این روش می توان کیفیت مجموعه داده ها و دقت آن را افزایش داد و نتایج تحلیل های ژئوشیمی را بهبود بخشید.

## تلفیق روش فرکتال طیف توان-مساحت داده‌های ژئوشیمیایی و روش آنالیز تمایز خطی جهت تعیین مرز جوامع فرکانسی

### بحث و نتایج

#### مدل فرکتال طیف توان-مساحت (S-A)

فرض اساسی برای روش S-A این است که یک داده یا تصویر میدانی مشاهده شده ژئوشیمیایی که توسط فرآیندهای زمین‌شناسی خاص تولید می‌شود، ممکن است از نظر ویژگی‌های فرکتالی آن متمایز شود. ویژگی ثابت مقیاس اکثر فرآیندهای زمین‌شناسی (مانند فرآیندهای فرسایش، رویدادهای کانی‌سازی و فوران آتشفشانی) اغلب "خودتشابهی" را نشان می‌دهد. این ویژگی‌ها را می‌توان هم در حوزه فرکانس و هم در حوزه فضایی اندازه‌گیری کرد [۱۳]. هدف از این نوع بررسی‌ها تقسیم PS به اجزایی است که با ویژگی‌های مقیاس بندی مشابه مشخص می‌شوند [۱۲]. مقادیر PS محاسبه شده و مساحت شبکه‌های دارای این مقادیر در مقیاس لگاریتمی رسم شده است. سه خط مستقیم را می‌توان با استفاده از روش حداقل مربع روی نمودار log-log برازش داد (شکل زیر). از روی این نمودار، می‌توان کلاس‌های متمایزی مانند مقادیر PS پایین، متوسط و بالا را شناسایی کرد.



میرمهدی سیدرحیمی نیارق<sup>۱</sup>، حسین مهدیانفر<sup>۲\*</sup>

۱- دانشیار گروه مهندسی معدن، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه محقق اردبیلی  
m.seyedahimi@uma.ac.ir

۲- عضو هیات علمی مجتمع آموزش عالی گناباد  
Hssn.mahdiyanfar@gmail.com

### چکیده

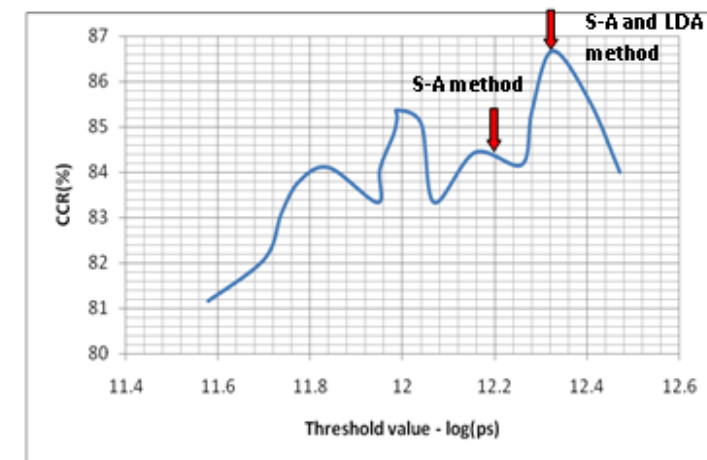
روش‌ها و تکنیک‌های جداسازی آنومالی، زمینه و نویزهای ژئوشیمیایی موضوع مهم پژوهشی در سال‌های اخیر است که پژوهشگران متعددی از مدل فرکتال طیف توان-مساحت (S-A) برای شناسایی آن‌ها استفاده کرده‌اند. فرکانس‌های بالا در نقشه توزیع ژئوشیمیایی سطحی مربوط به نویزهای ژئوشیمی و ذخایر معدنی سطحی است. فرکانس‌های بسیار پایین مربوط به مقادیر زمینه و ذخایر معدنی بسیار عمیق است. برای شناسایی ذخایر معدنی عمیق و کور می‌توان از روش فرکتال S-A استفاده کرد. در این مطالعه، بررسی‌هایی بر روی کانسار پورفیری مس-طلائی دالی در استان مرکزی ایران انجام شده است. سه کلاس و دو مقدار مرز جدایش برآیند مقادیر طیف توان برای Cu با استفاده از مدل S-A شناسایی شده است. این مقاله مدل تلفیقی روش فرکتال S-A و آنالیز تمایز خطی (LDA) را در حوزه فرکانس داده‌های ژئوشیمیایی برای بهبود این مقادیر آستانه ای معرفی می‌کند. در این مطالعه، روش LDA بر روی نتایج روش S-A مدل شد. سپس شاخص‌های نرخ طبقه بندی صحیح (CCR) در مقادیر آستانه متفاوت محاسبه شد و مقدار آستانه بهینه بین مقادیر طیف توان پایین و متوسط تعیین شد. با این روش تلفیقی، نتایج روش فرکتال S-A به درستی بهبود یافته است.

## آنالیز تمایز خطی (LDA)

این مطالعه از یک آنالیز تمایز خطی کلاسیک، LDA استفاده کرد که توسط فیشر [۲۹] و ماهالانویس [۳۰] معرفی شده است. آنالیز تمایز (DA)، یک رویکرد تشخیص الگوی آماری است که در روش‌های استخراج ویژگی، کاهش ابعاد و طبقه‌بندی استفاده می‌شود. DA یک روش طبقه‌بندی نظارت شده است که رابطه بین فضای ویژگی و یک کلاس طبقه‌بندی وابسته را با استفاده از مجموعه‌ای از داده‌های آموزشی بررسی می‌کند [۳۱]. در این طبقه‌بندی تنها ۵/۵۲ درصد از نمونه‌های فرکانس‌های متوسط به درستی طبقه‌بندی شده‌اند. بنابراین به منظور بهبود دقت طبقه‌بندی و تعیین مرز جداسازی دقیق جوامع، مقدار آستانه بین کلاس‌های فرکانس متوسط و مقادیر PS پایین در حدود ۲/۱۰۱۲ تغییر کرد و LDA بر اساس این مقادیر آستانه به طور جداگانه بر روی داده‌های حوزه فرکانس انجام شد. برای مقایسه نتایج LDA در مقادیر آستانه‌های مختلف، ماتریس درهم‌ریختگی تشکیل شد و شاخص‌های نرخ طبقه‌بندی صحیح (CCR) در هر مورد محاسبه شد. برای دستیابی به مقدار آستانه مطلوب بین کلاس‌های مقادیر PS متوسط و پایین، مقادیر CCR بر روی نمودار رسم شد (شکل زیر). همان‌طور که مشاهده می‌شود، CCR به دست آمده با روش S-A و مدل تلفیقی LDA و S-A به ترتیب برابر با ۸۴٪ و ۷/۸۶٪ و حداکثر CCR مربوط به آستانه ۳۲/۱۰۱۲ است.

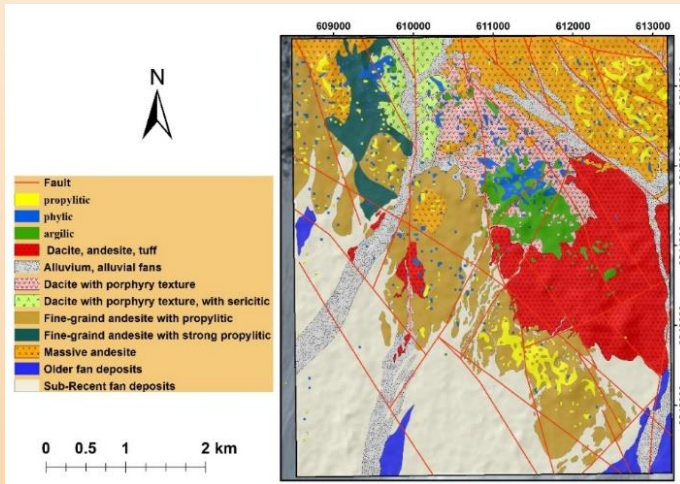
## نتیجه‌گیری

این مقاله مدل تلفیقی روش‌های فرکتال S-A و LDA را در حوزه فرکانس داده‌های ژئوشیمیایی برای بهینه‌سازی مقادیر آستانه بین جوامع ژئوشیمیایی بر روی کانسار مس-طلا پورفیری معرفی می‌کند. این مقادیر آستانه نقش مهمی در تعیین کانسار عمیق و نقشه‌ناهنجاری دارند. مدل S-A دو آستانه را برای مقادیر PS شامل ۹۵/۱۰۱۳ و ۲/۱۰۱۲ شناسایی کرد که داده‌ها و کلاس‌های مجزا را به مقادیر PS پایین، متوسط و بالا تقسیم می‌کند. روش LDA بر اساس این طبقه‌بندی بر روی داده‌های حوزه فرکانس انجام شد. در این کلاس‌بندی (روش S-A) تنها ۵/۵۲ درصد از نمونه‌های PS میانی به درستی کلاس‌بندی شدند. بنابراین به منظور بهبود دقت طبقه‌بندی و تعیین مرز جداسازی دقیق جوامع، مقدار آستانه بین کلاس‌های PS پایین و متوسط در حدود ۲/۱۰۱۲ تغییر یافت و LDA بر روی داده‌های حوزه فرکانس بر اساس این مقادیر آستانه به طور جداگانه انجام شد. برای مقایسه نتایج LDA در مقادیر آستانه مختلف، ماتریس درهم‌ریختگی تشکیل شد و CCR برای هر مورد محاسبه شد. حداکثر CCR مربوط به آستانه ۳۲/۱۰۱۲ است. CCR های بدست آمده با روش S-A و مدل تلفیقی LDA و S-A به ترتیب برابر با ۸۴٪ و ۷/۸۶٪ می‌باشد. در روش تلفیقی LDA و S-A به ترتیب ۶۰، ۱۰۰ و ۱۰۰ درصد نمونه‌های PS کم، متوسط و بالا به درستی طبقه‌بندی شدند. مدل تلفیقی LDA و S-A می‌تواند مقادیر آستانه کلاس‌های ژئوشیمیایی و نتایج روش فرکتال S-A را بهبود بخشد.



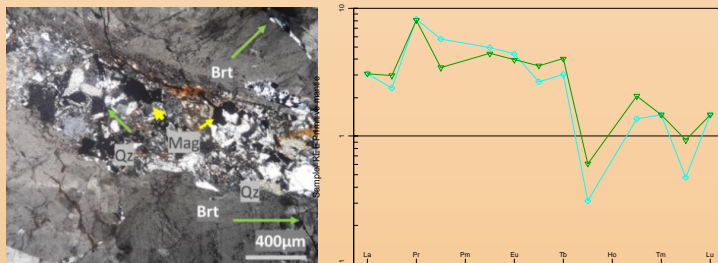
## ارتباط بین کانه‌سازی باریت و مس در منطقه اکتشافی کوه کپوت با استفاده از مطالعات زمین‌شیمیایی

نسیم حقیقت جو<sup>۱</sup>، علیرضا زراسوندی<sup>۲</sup>، نادر تقی‌پور<sup>۳</sup>، محسن رضایی<sup>۴</sup>، محمد امیری حسینی<sup>۵</sup>  
 ۱ دانشجوی دکتری، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز (Nhjgeo@gmail.com)  
 ۲ استاد، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز (Zarasvandi\_a@scu.ac.ir)  
 ۳ دانشیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه دامغان (Taghipour@du.ac.ir)  
 ۴ استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز (M.Rezaei@scu.ac.ir)  
 رئیس تحقیقات معدن و زمینشناسی مدیریت تحقیقات و فناوری شرکت معدنی و صنعتی  
 گل‌گوهر (amiri\_moh@golgohar.com)

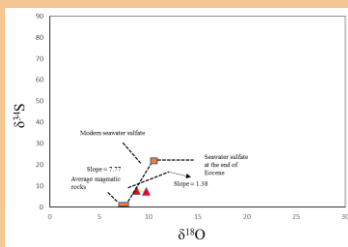


نقشه زمین‌شناسی منطقه کوه کپوت، واحدهای سنگی منطقه و رخداد گسلش

Spider plot - REE Primitive mantle (McDonough and Sun 1995)



باریت در مقطع تکونیزه شده همراه با مگنتیت و رخداد پارائز باریت و همایت (XPL) آتومالی مثبت عناصر نادر خاکی سبک در نرمالایز به گوشته



Stage	Early Hydrothermal mineralization stage (گل‌گوهر)		Late Supergene stage
	Minerals	Pyrite	
	Hematite		
	Barite		
	Goethite		
	Malachite		

**نتیجه‌گیری:** آتومالی منفی Ce و حضور Ce<sup>+4</sup> در محیط اکسیدان بنظر می‌رسد Ce به صورت یون Ce<sup>+4</sup> از محیط تشکیل باریت خارج شده است چنین حالتی در باریت‌های گرمایی مشاهده شده است. وجود مقادیر نسبتاً بالا از Sr در باریت نشان‌دهنده‌ی خاستگاه شاره‌های کانه‌ساز گرمایی دما پایین و جایگیری Sr در ساختار باریم است. نتایج آنالیز ایزوتوپی گوگرد و اکسیژن نشان‌دهنده‌ی مقادیر  $\delta^{18}O = 7.4 \pm 0.7$  در  $\delta^{34}S = 7.8 \pm 0.7$  و  $\delta^{34}S = 7.8 \pm 0.7$  نزدیک به میانگین سنگ‌های ماگمایی می‌باشد. مطالعات منشا تشکیل گرمایی باریت و رخداد برهمکنش سیال هیدروترمال و سنگ‌های ماگمایی مرتبط با کمان ماگمایی را عامل رخداد رگه‌های باریت پیشنهاد می‌دهد.

### چکیده

کانه‌سازی باریت در ارتباط با سیستم ماگمایی-هیدروترمال مس پورفیری کوه کپوت بعنوان بخشی از کانه‌سازی مرتبط با ماگماتیسم زون ماگمایی ارومیه-دختر یا رخداد‌های وسیع رگه-رگچه‌های باریت همراه با دگرسانی گستره سرسیتی شدن شکل گرفته است. کانه‌سازی به صورت دو مرحله‌ی اولیه و تاخیری در ارتباط با گسلش و رخداد‌های تکتونیک در منطقه رخ داده است. مطالعات ژئوشیمیایی بر روی رگه‌های باریت نشان‌دهنده‌ی مقادیر کم REEs و غنی‌شدگی کلی LREEs در نرمالایز داده‌ها به کندریت است. آتومالی منفی در  $Ce/Ce^* = 0.45$  و  $Eu/Eu^* = 0.998$  و  $1.1/22$  و  $0.998$  در نمونه‌های باریت نشان‌دهنده‌ی رخداد کانه‌سازی مرتبط با شرایط اکسیدان می‌باشد. Sr و Ba در نمونه باریت دارای غنی‌شدگی شدید و آتومالی مثبت هستند. نسبت مقادیر  $Ce/La$  برابر ۲ و ۲/۵ می‌باشد که نشان‌دهنده‌ی باریت قاره‌ایی (رگه) است. پارائز باریت و همایت همراه با دیگر کانه‌های کربنات آهن و کربنات مس مانند مالاکیت و رخداد ناچیز کانی‌های فلزی-سولفیدی (گالن و پیریت) مشاهده می‌شوند. شواهد ایزوتوپی از نمونه‌های باریت برای گوگرد  $\delta^{34}S = 7.8 \pm 0.7$  و  $\delta^{18}O = 7.4 \pm 0.7$  و اکسیژن  $\delta^{18}O = 7.4 \pm 0.7$  و  $\delta^{34}S = 7.8 \pm 0.7$  مشاهده می‌شوند. این مقادیر در نمودار نشان‌دهنده‌ی رخداد باریت نزدیک به میانگین سنگ‌های ماگمایی است. شواهد بر منشا گرمایی سیالات و برهمکنش با سنگ‌های ماگمایی قاره‌ایی برای تشکیل باریت‌های منطقه کوه کپوت دلالت میکند.

### ژئوشیمی عناصر کمیاب باریت و مطالعات ایزوتوپ‌های پایدار

در این مطالعه مقادیر  $Ce/La > 1$  و برابر با ۲ و ۲/۵ می‌باشند که نشان‌دهنده‌ی منشا غیر دریایی و قاره‌ایی برای باریت است، و مقادیر  $(Ce/Ce^*)_{sn} = Ce/(0.5La) + (0.5Pr)$  در نرمالایز REEs به کندریت دارای آتومالی منفی می‌باشد،  $Ce/Ce^*$  در این مطالعه برابر با ۳/۵ و ۴/۵ می‌باشد، آتومالی منفی Ce می‌تواند دلیل گریزندگی اکسیژن بالای محیط، در زمان نهشت باریت و مرتبط با رخداد‌های گرمایی باشد گرچه رخداد مقادیر بزرگتر از یک برای  $Ce/La$  و  $Ce/Ce^*$  در باریت لزوماً با منشا دریایی برای باریت در تضاد نیست اما مقادیر  $Ce/Ce^*$  در آب‌های دریایی و رسوبات وابسته به آن کم‌تر از ۱ می‌باشد و مقادیر  $Ce/La < 1$  مشخصه باریت‌های دریایی عمیق و مشابه با آب دریا می‌باشد که در اکثر موارد  $> 0.5$  است مقادیر Eu در نمونه‌ها در نرمالایز داده‌ها به کندریت  $(Eu/Eu^*)_{cn} = Eu_{cn} / ((Gd_{cn}) \times \sqrt{Sm_{cn}})$  نشان‌دهنده‌ی آتومالی مثبت می‌باشد، مقادیر مورد محاسبه  $Eu/Eu^* = 0.998$  و  $1.1/22$  می‌باشند، در شرایط احیا  $Eu^{+2}$  جایگزین Ba میشود، وجود بی‌هنجاری مثبت نشانگر نهشت باریت در شرایط اکسیدان است. باریت در اکثر محیط‌های قاره‌ایی دارای آتومالی مثبت  $Eu/Eu^*$  می‌باشد با توجه به مقادیر ایزوتوپ‌های گوگرد و اکسیژن در نمونه‌های باریت منطقه بنظر می‌رسد  $\delta^{34}S$  باریت نزدیک به مقادیر میانگین سنگ‌های ماگمایی باشد؛ چنین مقادیری برای ایزوتوپ گوگرد منشا آب دریایی امروزی معادل  $22$   $\delta^{18}O = 7.4 \pm 0.7$  مقادیر ایزوتوپ اکسیژن  $7.4 \pm 0.7$   $\delta^{18}O$  از دهانه‌های هیدروترمال دما بالا کمان ولکانیک و حوضه‌های پشت کمان آب دریایی امروزی بدست آمده است که مقادیر اندازه‌گیری شده در این مطالعه به این میزان نزدیک است