معرفی نوار فلورین زائی در جنوب مازندران- غرب سمنان با استفاده از روش تشخیص الگو و تلفیق معیارهای توصیفی زمین شناسی و گسل ها

مهیار یوسفي[۱]، رضا خالو کاکائی[۲]، حمزه طهماسب پور[۳]

۱. عضو هیات علمي دانشگاه آزاد اسلامي واحد سواد کوه، **E-mail:M.Yousefi.Eng@gmail.com**

۲. دانشکده معدن، نفت و ژئوفیزیك، دانشگاه صنعتي شاهرود **E-mail: R_kakaiee@shahroodut.ac.ir**

۳. کارشناس ارشد اکتشاف معدن **E-mail: Hamze32158@yahoo.com**

چکیده

کوچک نمودن محدوده مورد مطالعه و معرفی نواحي امید بخش در مرحله اکتشافات شناسایی در مناطق با وسعت زیاد باید با روش هایی صورت گیرد که ضمن استفاده از يك روال منطقي و معقول، زمان و هزینه اکتشاف را نیز کاهش دهد. هدف از این مقاله شناسايي مناطق امید بخش اکتشافی فلورین با استفاده از روش تشخیص الگو، در محدوده ای با مساحت حدود ۴۵۰۰ کیلومتر مربع در ناحیه سوادکوه و در جنوب استان مازندران می باشد. یکی از روش هاي تشخیص الگو، روش داده محور وزنهاي نشانگر مي باشد. در این روش ابتدا خصوصیات اندیسهای شناخته شده، مشخص و جمع آوری می شود و سپس نقاطی جستجو می شود که این خصوصیات در آن مناطق صدق می کنند. در این حالت می توان مناطقی را که دارای خصوصیات مشابه می باشند به عنوان مناطق امید بخش در نظر گرفت. در منطقه مورد مطالعه نیز با توجه به مطالعاتی که روی اندیسهای شناخته شده صورت گرفته به منظور تشخیص الگوی فضایي این اندیسها از روش وزنهای نشانگر استفاده شده و در نهایت با استفاده از تحلیل دو معیار اکتشافی واحدهای زمین شناسی و گسلها و ترکیب آنها، نواحی امیدبخش به صورت یک نقشه معرفی شده اند. روی این نقشه نحوه توزیع مکانی مناطق امید بخش به گونه ای است که با توجه به سایر شواهد می توان فلورین زائی را به صورت نوارهایی با روند شمال شرق- جنوب غرب در آن شناسایی نمود.

کلمات کلیدی: نوار فلورین زائی، روش تشخیص الگو، معیارهای توصیفی زمین شناسی، گسل، جنوب مازندران، غرب سمنان

Mentioned Of Fluorite Belts Mineralization Using Pattern Recognition Method And Combination Of Geological Criteria And Fault In South Of Mazandaran And West Of Zanjan Province

M. Yousefi [1], R. Khalokakaie[2], H.Tahmasbpoor[3]

Abstract

In exploration, expense and time are important. For minimizing these parameter and for decreasing the risk of exploration, should be used the quickly and inexpensive methods for limiting the study area and identification of promising areas in prospecting stage. The aim of this study is to describes application of pattern recognition method for develop a preliminary model to predict the locations of undiscovered fluorite deposits in Savadkooh area. The study area with a surface of 4500 km^2 is located in south of Mazandaran province. For identification of spatial pattern of known mineral occurrences the weights of evidence analysis is used .This is a quantitative tool for mineral resource mapping that can be used to delineate and predict favorable areas for further exploration using the characteristics of known and similar mineral deposits. The means of favorable area is a place where, there are suitable conditions of mineralization. For this purpose at first two maps representing favorable host lithology, and structural features are created and then combined with the model of weights of evidence to obtain a final map of the favorable areas for further exploration of fluorite in the study area. The final predictive model highlights some favorable areas for further exploration. This model is a preliminary model to predict the location of undiscovered fluorite deposits in Savadkooh area. The favorable areas are small parts of the study area. Notable features in final map are the favorable areas which have the highest probability of fluorite mineralisation. These areas are located as belts that have NS-SW trend. Therefore, fluorite belts mineralization can be mentioned in south of Mazandaran.

Keywords: fluorite belts mineralization, Pattern recognition, Geological descriptive criteria, Fault features, South of Mazandaran, West of Zanjan

۱- مقدمه

فعالیتهای اکتشافی مستلزم تصمیم گیریهاي منطقي در مورد نوع ماده معدنی مورد اکتشاف، مناطق تحت پوشش عملیات اکتشافی و نوع روشهای اکتشافی مورد استفاده، می باشد که در ارتباط با آن مقدار قابل توجهي پول، زمان و دانش فني به امید سوددهي هزينه مي گردد. به طور كلي يك پروژه اكتشافي داراى ساختار مرحله اى بوده و بايد توالى و پياپي بودن عمليات رعايت شود[۱۰]. يعنى اينكه نبايد مراحل پي جويي، مقدماتي و عمليات اكتشافي تفضيلي به طور هم زمان انجام شوند. بنابراين ابتدا بايد عمليات اكتشافي پي جويي يا شناسايي صورت گرفته و با توجه به نتايج به دست آمده به ترتيب مراحل اكتشافات مقدماتى و تفضيلى تر انجام شود. بنابراين به طور كلى ابتدا اكتشاف در يك منطقه وسيع و با استفاده از روشهاي سريع و كم هزينه در واحد سطح و در مقياس كوچك شروع شده و پس از كسب نتيجه در هر مرحله مناطق اميد بخش تعيين شده و عمليات مراحل بعدى كه تفضيلي تر مي باشند بر روي مناطق اميد بخش به دست آمده از مراحل قبل متمركز مي شوند. مسئله اى كه وجود دارد نحوه انتخاب بهينه مناطق اميدبخش می باشد و بايد روشي در نظر گرفته شود كه بتوان با استفاده از آن و با يك روال منطقي و معقول منطقه مورد مطالعه را كوچك نمود و نواحي اميد بخش را معرفي كرد. انتخاب مناطق اميدبخش ممكن است به روش هاي مختلفي صورت گيرد. از اين روشها مي توان تكنيكهاي دورسنجي، سيستم اطلاعات جغرافيايي، روش های ژئوفيزيک هوايي، اكتشافات ژئوشيميايي رسوبات رودخانه اي و ... را نام برد. البته در خيلي از مواقع نيز توان مالي پروژه تعيين كننده روش اكتشاف بوده و در انتخاب روش تاثير بسزايي دارد[۱۰]. عموما در برنامه ريزي اكتشافات مقدماتي و شناسائى انتخاب مناطق اميدبخش بر اساس قضاوتهاي طراح پروژه اكتشافي می باشد. در اين راستا هدف از مقاله حاضر معرفی یک روش نیمه کمی تحت عنوان روش تشخیص الگو و کاربرد آن در کوچک نمودن محدوده مورد مطالعه و شناسائی مناطق امید بخش اکتشافی فلورین در شهرستان سوادکوه می باشد. در این روش می توان با استفاده از یک حالت بهینه از میزان اطلاعات، مطالعات و هزینه، با شناسایی مناطق امیدبخش و متمرکز شدن روي آنها، در مراحل بعدي اکتشاف به رخنمونهای جدید فلورین و حتي ذخاير پنهان آن دست یافت [۱۰]،[۱۱]. بنابراین در ادامه ضمن معرفی منطقه مورد مطالعه و تشریح روش تشخیص الگو، به نحوه استفاده از آن در شناسائی مناطق امیدبخش اکتشافی فلورین در ناحیه سوادکوه و نتایج به دست آمده پرداخته می شود.

۲- منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه در جنوب استان مازندران در شهرستان سوادکوه قرار داشته و از لحاظ تقسيمات زمين ساختي ايران در زون البرز مرکزی واقع است واحدهای رخنمون دار در منطقه از پرکامبرین تا عهد حاضر می باشند که در سراسر منطقه گسترش دارند در این منطقه ذخایر معدنی فلورین تقریبا به طور کامل در سازند الیکا انباشته شده اند. با توجه به اینکه هدف از مطالعه حاضر شناسايي مناطق اميدبخش اكتشافى فلورين بوده، منطقه اي وسيع با مساحت حدود ۴۵۰۰ كيلومتر مربع در قسمت جنوبى ورقه ۱/۲۵۰۰۰۰ ساری و در قسمت شمالی ورقه ۱/۲۵۰۰۰۰ سمنان انتخاب گرديد. دليل انتخاب اين منطقه اين بوده كه كل انديسهاي شناخته شده اي كه از فلورين در منطقه وجود دارد داخل محدوده قرار گيرد تا بتوان از روش تشخيص الگو به عنوان يك معيار براي مدل سازي و اكتشاف ذخاير جديد استفاده نمود[۶]، [۷]، [۸]، [۱۰]، [۱۱].

۳- کاربرد روش تشخیص الگو در معرفی مناطق امید بخش اکتشافی فلورین

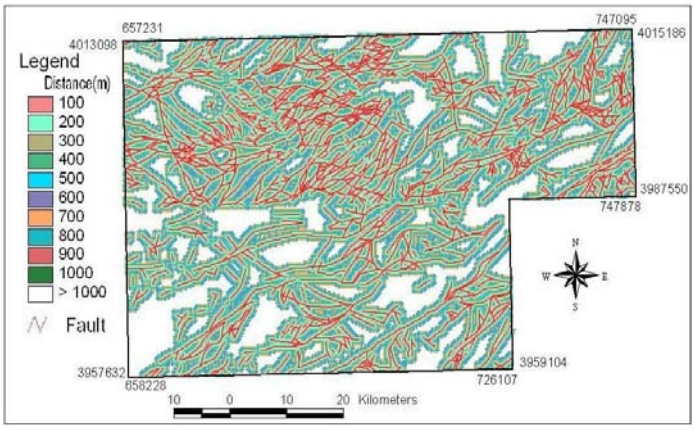
روش تشخيص الگو يك روش داده محور يا متكى بر داده (Data driven) مي باشد[۸] و اساس آن اين است كه با توجه به وجود انديسهاي معدني شناخته شده در يک منطقه، فرضيه وجود انديسهاى مشابه قوت گرفته و انديسهاي ديگري نيز مشابه اين ذخاير شناخته شده در منطقه وجود دارند و با توجه به اينكه شناخت مشخصات يك تيپ كانسار خاص در يك محيط زمين شناسي معلوم، بزرگترين راهنماي برنامه ريزان اكتشافي براي دستيابي به كانسارهاي مشابه است[۸]، [۱۰]. بنابراين در اين روش هدف پاسخ به دو سئوال ۱- ويژگيهاي يك انديس شناخته شده چيست؟۲- در چه جاهايي اين ويژگيها وجود دارند؟، مي باشد[۸]. در بخش عمده اي از عمليات اكتشافي، فاكتور هاي زمين شناسي موثر دراكتشاف در كنترل طراح پروژه

نیستند. از جمله این عوامل مي توان مشخصات کانسار مورد انتظار را نام برد. این مشخصات را مي توان از مطالعه اندیسهاي شناخته شده مشابه در يك منطقه به دست آورد و به اصطلاح مدل کانسارهای منطقه را مشخص نمود[۱۰] و سپس با يك طرح مناسب و مرحله اي به دنبال مناطقي گشت که داراي خصوصيات مشابه مدل بدست آمده باشند و آن مناطق رابه عنوان الويت اکتشافي در نظر گرفت[۱۱]. بنابراین به طور خلاصه در روش تشخیص الگو ابتدا خصوصیات اندیسهای شناخته شده، مشخص و جمع آوری می شود و سپس نقاطی جستجو می شود که این خصوصیات در آن مناطق صدق می کنند. در این حالت می توان مناطقی را که دارای خصوصیات مشابه می باشند به عنوان مناطق امید بخش در نظر گرفت. در مطالعه حاضر نیز سعي شده تا با توجه به مقدماتی بودن عملیات اکتشافی از روش تشخیص الگو استفاده شود[۸]، [۹]، [۱۰]، [۱۱]. بنابراین ابتدا برداشت مشخصات اندیسهاي شناخته شده قبلي فلورین، شامل ۷ محدوده معدنی و نیز موقعیت فضايي آنها به طور دقیق صورت گرفته و به منظور تشخیص الگوی فضايي این اندیسها از روشی موسوم به روش وزنهای نشانگر (weight of evidence) استفاده شده است. در نهایت با استفاده از دو معیار اکتشافی واحدهای زمین شناسی و گسلها و ترکیب آنها، مناطق امیدبخش معرفی گردیده است. در این روش ابتدا جدولی تحت عنوان پارامترهای وزنهای نشانگر محاسبه می شود که با توجه به آن مي‌توان وزنهايي را تحت عنوان W^+ و W^- محاسبه کرد که مي‌توانند ملاکي براي همراهي و يا عدم همراهي بین نقاط معدنی (اندیسهاي شناخته شده) و بخشهاي مختلف یک نقشه شاهد و الگو باشند (منظور از نقشه شاهد نقشه ای است که بر اساس شواهد حاصل از یک نوع روش اکتشافی خاص مثلا نقشه‌هاي زمین شناسي، نقشه های ژئوفیزیکي، نقشه های ژئوشیمیایي و... به دست آمده باشد). این وزنها براي تمام کلاسهاي نقشه شاهد(مثلا برای تمام واحدهای لیتولوژیکی در یک نقشه زمین شناسی)، محاسبه مي‌شوند. W^+ وزني است که معرف حضور و همراهي مثبت نقاط مورد نظر با هر کلاس خاص و W^- معرف عدم حضور یا همراهي منفي مکاني نقاط مورد نظر با آن کلاس خاص است. تفاضل این دو وزن (C)، تباین یا کنتراست (Contrast) پارامتري است که معرف وضعیت کلي همراهي یا عدم همراهي نقاط مورد نظر با قسمت های مختلف از نقشه الگو مي‌باشد و هر چه بزرگتر باشد بهتر است[۵]، [۸]، [۹]، [۱۱]. همانطور که در بالا تشریح شد استفاده از روش تشخیص الگو و وزنهای نشانگر در واقع یافتن مکانها یا مناطقي است که يك سري معیارها و ملاکها در آنها صدق کند. پس از به دست آوردن جدول پارامترهای وزنهای نشانگر قسمتهايي از نقشه الگو که دارای بالاترین کنتراستها می باشند به عنوان نقاط مناسب جدا می شوند و این مکانها بر روي يك نقشه خروجي که معمولا به صورت دوتايي (Binary) است مشخص خواهند شد. منظور از نقشه دوتایی یعنی نقشه ای که از دو قسمت و دو رنگ با دو کد ۱ و ۰ به معناي ارزش درستي و نادرستي تشکیل شده است زیرا در این حالت هر موقعیت یا مناسب است یا مناسب نیست. در نهایت پس از انجام مراحل فوق و به دست آوردن کلیه نقشه های دوتايي حاصل از مطالعه وزنهای نشانگر روی معیارها و روشهاي مختلف اکتشافی (زمین شناسی، گسلها و ...)، تمام نقشه های دوتايي ترکیب شده و مناطق امیدبخش معرفی می شوند[۵]، [۸].

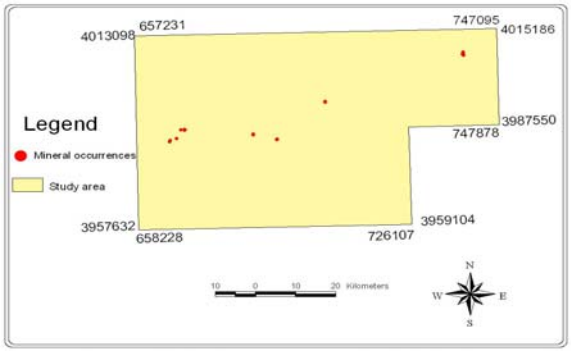
٤- تجزیه و تحلیل وزنهاي نشانگر بر روی گسلهای منطقه

به جهت مشخص شدن وابستگیهاي فضايي بین اندیسهاي معدني شناخته شده و گسلها، به عنوان معیاري براي شناسایي پتانسیلهاي جدید، ابتدا کلیه گسلهاي مشخص شده روي نقشه زمین‌شناسي منطقه مورد مطالعه، به صورت یک نقشه جداگانه رقومي شد. سپس به منظور آماده سازی برای تحلیل وزنهای نشانگر، روی این نقشه عملیات حریم بندي (بافرینگ) انجام شده و مناطق تا فاصله ۱۰۰۰ متري از گسلها به فواصل ۱۰۰ متر به ۱۰۰ متر تقسیم شدند. شکل ۱ نقشه حریم بندي گسلهاي منطقه را نشان مي دهد. پس از این مرحله روي نقشه شکل ۱، عملیات وزن دهي به فواصل مختلف از طریق محاسبات وزنهاي نشانگر با توجه به پراکندگی اندیس های شناخته شده در منطقه انجام شد. نقشه پراکندگی اندیس های شناخته شده در شکل ۲ نشان داده شده است. لازم به ذکر است که در محاسبات وزن های نشانگر از اطلاعات ۷ محدوده معدنی استفاده شده است ولی از آنجا که برای این محاسبات، اطلاعات نقطه ای شامل مختصات یک نقطه شناخته شده مد نظر است در هر محدوده معدنی مختصات دقیق نقاط رخنمون دار و جاههایی که در آن نقاط، وجود کانی سازی کاملا مشهود است برداشت شده تا نتایج دقیقتری به دست آید. بنابراین از مختصات ۳۰ نقطه استفاده شده است. در نقشه شکل ۲ با توجه به اینکه نقشه

برای نمایش کوچک شده است بعضی نقاط روی هم افتاده اند ولی در تجزیه تحلیل رقومی با توجه به اینکه نقشه ها ژئورفرنس (زمین مرجع) مي باشند، هر نقطه با مختصات خاص خودش در تجزیه و تحلیل دخالت داده می شود. نتایج محاسبات وزنهاي نشانگر برای گسل ها در جدول ۱ نشان داده شده است. مهمترین پارامترهای این جدول شامل تعداد اندیسها، وزنهاي W^+ و W^- و کنتراست هاي محاسبه شده مي باشد. همان طور که مشاهده می شود براي بسیاري از فواصل هیچگونه داده اي (اندیس معدني) وجود ندارد و در نتیجه ارزشهاي وزني و کنتراست براي این واحدها تعیین نگردیده است.



شکل۱- نقشه حریم بندی گسلهای منطقه مورد مطالعه[٦]



شکل۲- پراکندگی اندیسهای شناخته شده [٦]

جدول۱- نتایج محاسبات وزنهای نشانگر برای گسل های منطقه[٦]

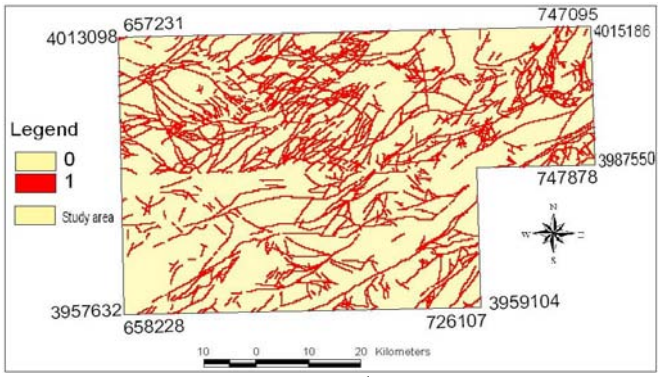
Class	#Points	W+	s(W+)	W-	s(W-)	Contrast	s(C)	stud(C)
100	17	1.0467	0.2445	-0.6144	0.2778	1.6611	0.3701	4.4886
200	6	-0.0319	0.4094	0.0081	0.2047	-0.0400	0.4577	-0.0875
300	0							
400	1	-0.7060	1.0014	0.0360	0.1862	-0.7421	1.0186	-0.7285
500	0							
600	0							
700	0							
800	1	0.1741	1.0034	-0.0055	0.1862	0.1796	1.0206	0.1760
900	0							
1000	5	-0.4979	0.4480	0.1382	0.2007	-0.6361	0.4909	-1.2958

طبق این جدول مشاهده مي‌شود که فاصله ۱۰۰ متري از گسل ها داراي بالاترین کنتراست است. بنابراین با توجه به خروجی این مرحله و به دست آوردن پارامترهاي لازم، نقشه دوتایي گسلهاي ناحیه مورد بررسي تهیه شد که در آن به فواصل ۱۰۰ متر اول از گسلها ارزش ۱ و به بقیه مناطق ارزش ۰ داده شده است (در بسیاری از مطالعات دیده شده که فواصلی غیر از ۱۰۰ متر اول دارای کنتراست بالا بوده اند و با کانی سازی ارتباط داشته اند یعنی در واقع کانی سازی در فاصله ای بیش از ۱۰۰ متر

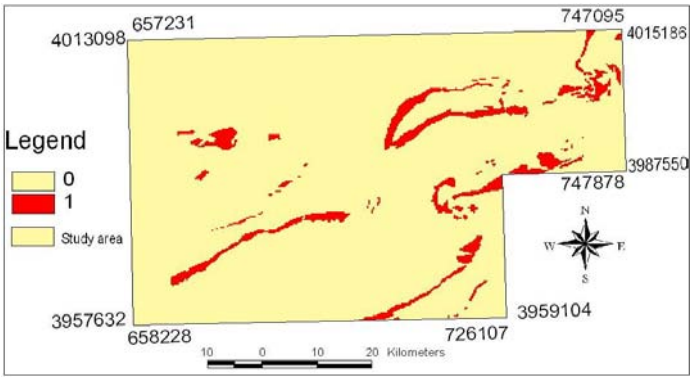
اول رخ داده است[۸]). این نقشه در شکل ۳ نشان داده شده است. لازم به ذکر است که در این قسمت کلیه تحلیل ها به صورت رقومی صورت گرفته و هر شکل فقط یک گراف ساده نیست بلکه کلیه نقشه ها با مختصات واقعی به صورت زمین مرجع در کامپیوتر ذخیره شده و بنابراین تحلیل های مکانی روی آنها به صورت مقیاس یک به یک (واقعی) قابل انجام بوده است.

۵- تجزیه وتحلیل رقومی بر روي واحدهاي نقشه زمین‌شناسي

در مقیاس اکتشافات ناحیه ای، جدایش محیطهای زمین شناسی می تواند موجب افزایش نسبت موفقیت تکنیکی شود. با شناخت و جدایش مناسبترین محیطهای زمین شناسی موفقیت تکنیکی اکتشاف تا ۴۰% قابل افزایش خواهد بود[۱۰]. بنابراین در مطالعه حاضر نیز با توجه به اندیسهاي شناخته شده موجود در منطقه و نیز با توجه به اینکه سازند الیکا مهمترین سازند در ارتباط با کانی سازی فلورین می باشد، نقشه دوتایی واحدهاي زمین‌شناسي تهیه شد. به این صورت که ابتدا واحدهایي که شامل آهک دولومیتی و دولومیت ضخیم لایه تا توده ای سازند الیکا می باشند به عنوان بهترین واحدهای داراي ارزش بالا انتخاب شده و از روی نقشه های زمین شناسی جدا و به صورت یک نقشه، رقومی شده اند. سپس با توجه به این نقشه و به منظور اجرای تحلیل های مکانی و قابلیت تلفیق با دیگر داده ها در عملیات وزنهای نشانگر، نقشه دوتایي زمین شناسی تهیه شد که در آن به واحدهای فوق به عنوان نشان دهنده نواحي مناسب کد ۱ و به سایر واحدها به عنوان نواحي نا مناسب کد ۰ داده شد. این نقشه ژئورفرنس بوده و يك نقشه امید بخش از لحاظ معیار زمین شناسي می باشد که در شکل ٤ نشان داده شده است.



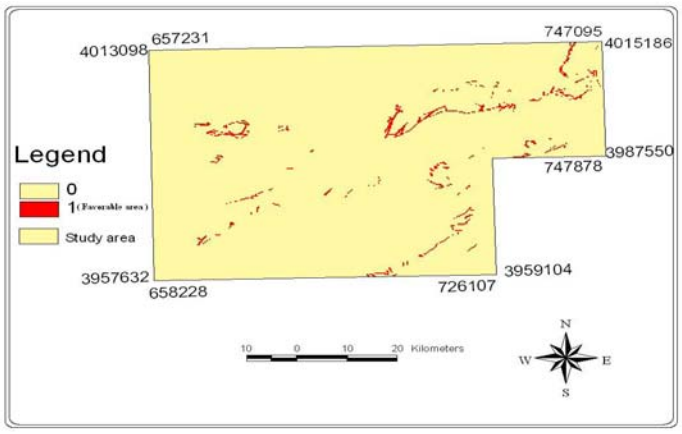
شکل۳- نقشه دوتایی گسلهای منطقه مورد مطالعه[٦]



شکل٤- نقشه دوتایي واحدهاي زمین شناسي[٦]

٦- ترکیب نقشه ها و مدل پیش بینی مناطق امیدبخش

پس از اینکه نقشه دوتایی (شاهد) واحد های زمین شناسی با توجه به مدل توصیفی ذخایر شناخته شده منطقه به دست آمد این نقشه با نقشه شاهد دوتایی گسلهای منطقه با استفاده از ترکیب های منطقی جبر بولی ترکیب شده و نقشه شکل ٥ به عنوان یک نقشه نشان دهنده نواحی امید بخش در الویت با کد ۱ و نواحی غیر امید بخش با کد ۰ به دست آمد.



شکل٥- نقشه دوتایي نشان دهنده نواحی امید بخش بر اساس دو معیار اکتشافی گسل ها و واحدهای زمین شناسی

همانطور که مشخص است در روی این نقشه مناطق امید بخش با رنگ قرمز جدا شده اند و مشاهده می شود که مساحت مناطق امیدبخش بسیار کوچکتر از نقشه های قبلی است. نکته جالب توجه این است که با توجه به اندیس های شناخته شده فلورین و نیز نحوه پراکندگی مناطق امید بخش واضح است که اکثر مطالعات اکتشافی گذشته در قسمت نوار بالایي محدوده صورت گرفته و قسمت جنوبی آن حتی با توجه به اینکه دارای عدم پوشش گیاهی متراکم می باشد احتمالا با توجه به داشتن توپوگرافی شدید مورد اکتشاف قرار نگرفته است و با توجه به اینکه در مطالعه حاضر به عنوان مناطق امیدبخش معرفی شده با طراحی اکتشافات مراحل بعدی و به صورت تفضیلی تر می توان به ذخایر جدید دست یافت.

۷- نتیجه گیری

با توجه به روشی که برای این مطالعه انتخاب شده نتایج مطلوبی حاصل شده است که خروجی آن به صورت یک نقشه نشان دهنده مناطق امیدبخش معرفی شد (شکل ٥). در روی این نقشه با توجه به نحوه پراکندگی مناطق امیدبخش، می توان فلورین زائی را به صورت نوارهایی با روند شمال شرق – جنوب غرب تشخیص داد و با توجه به وجود اندیس های شناخته شده و نیز مدل سازی صورت گرفته احتمال وجود اندیس های ناشناخته بسیار بالاست. بنابراین با توجه به بررسي های انجام شده ادامه عملیات اکتشافی در مناطق معرفی شده به منظور پی جویی فلورین توجیه پذیر بوده و از آنجایی که روز به روز با گذشت زمان لزوم اکتشاف این ذخایر در عمق بیشتر احساس می شود نیاز به یک طرح جامع به منظور شناسایی نقاط پتانسیل دار و در نهایت یافتن نقاط مناسب برای حفاری احساس می شود. بنابراین با بررسی بیشتر و انجام عملیات اکتشافي متمرکز و سیستماتیك نظیر نمونه برداری ژئوشیمیایی در مناطق معرفی شده و برداشتهای بزرگ مقیاس و پیمایشهای لازم و نیز تهیه نقشه های زمین شناسی بزرگ مقیاس می توان به ذخایر جدید از نوع پنهان و نیز رخنمون های احتمالی فلورین دست یافت.

۸- مراجع

[۱] موئسسه تحقیقات و مواد معدنی ایران؛ (۱۳۷۳)؛ پی جوئی فلورین منطقه شرق دوآب مازندران.

[۲] نقشه زمين شناسي ۲۵۰۰۰۰: ۱ چهارگوش سمنان؛ سازمان زمين شناسي كشور.

[۳] نقشه زمين شناسي ۲۵۰۰۰۰: ۱ چهارگوش ساری؛ سازمان زمين شناسي كشور.

[٤] یعقوب پور، عبدالمجید؛ (۱۳٦۷)؛ مبانی زمین شناسی اقتصادی، مرکز نشر دانشگاهی.

[٥] یوسفی، مهیار؛ خالوکاکائی، رضا؛ (۱۳۸٥)؛ کاربرد کامپیوتر در معدن (اکتشاف، استخراج، زمین شناسی و نقشه برداری)؛ جهاد دانشگاهی صنعتی امیرکبیر.

[٦] یوسفی، مهیار؛ (۱۳۸٦)؛ طرح شناسایی پتانسیل های جدید فلورین در شهرستان سوادکوه (جنوب مازندران - شرق سمنان)، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سوادکوه.

[7] Bonham-Carter, G.F.; 1994; *Geographic Information System for geoscientists: Modelling with GIS*, Pergamon, Oxford.

[8] Bonham-Carter, G.F.; 1995; *Geological applications of GIS mineral mapping*, CRCAMET, Department of exploration Geophisics: Curtin university of tecnology,Western Australia.

[9] Boleneus, D.E., Raines, G.L., Causy, J.D., Bookstrom, A.A., Frost, T.P. and Hyndman, P.C.; 2001; *"Assessment method for epithermal gold deposits in northeast Washington State using weights of evidence GIS modeling"*; US Geological Survey, Openfile report 01-501.

[10] De Geoffroy, J., and Wingall, T.K.; 1985; *Designing Optimal Strategies for Mineral Exploration*, Plenum Press, New York.

[11] Yousefi, M. and Kamkar-Rouhani, A.; 2005; *"Modelling of mineral potentials of gold and base metals using GIS in Mahneshan area, Iran"*; New Zealand Minerals Conference Proceedings.