

## پتانسیل یابی مس در اندیس نوچون با استفاده از مدل همپوشانی شاخص در GIS

غلامرضا الیاسی<sup>۱</sup>؛ امیر عادل سارچشمه<sup>۲</sup>؛ عباس بحرودی<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد اکتشاف معدن دانشکده فنی دانشگاه تهران؛ [rezaelyasi@ut.ac.ir](mailto:rezaelyasi@ut.ac.ir)

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد اکتشاف معدن دانشکده فنی دانشگاه تهران؛ [amiradeli@ut.ac.ir](mailto:amiradeli@ut.ac.ir)

۳- استادیار دانشکده معدن دانشکده فنی دانشگاه تهران؛ [bahroudi@ut.ac.ir](mailto:bahroudi@ut.ac.ir)

### چکیده

امروزه بسیاری از مجموعه داده‌های فضایی تولید شده به گونه‌ای ناموثر مورد استفاده قرار گرفته و بدون وجود سیستم‌های مطلوب به منظور مدیریت داده‌ها، به منابع هدر رفته تبدیل می‌شوند. استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی ضمن آنکه می‌تواند در ساماندهی اطلاعات مربوط به مطالعات اکتشاف ذخایر معدنی مورد استفاده قرار گیرد، توانایی آن را دارد که تهیه و تلفیق لایه‌های اطلاعاتی مختلف را در قالب مدل‌های گوناگون، با سرعت و دقت بیشتری انجام داده و به عنوان پشتیبانی برای تصمیم‌گیری‌های فضایی مورد استفاده قرار گیرد.

در این مقاله به عنوان مطالعه موردی نقشه پتانسیل معدنی در اندیس نوچون واقع در استان کرمان تهیه شده است. مراحل اصلی تهیه نقشه پتانسیل معدنی شامل تعیین فاکتورهای تشخیص کانی‌سازی، آماده‌سازی اطلاعات، تهیه نقشه‌های فاکتور و تلفیق نقشه‌ها و ارزیابی نتایج می‌باشد. لایه‌های مورد استفاده شامل لایه‌های تیپ سنگ‌شناسی، ساختار، آلتراسیون، نشانه‌های کانی‌سازی، ژئوفیزیک و ژئوشیمی می‌باشند. نقشه‌های فاکتور با استفاده از دانش کارشناسی، وزندهی و در غالب یک شبکه استنتاجی و با بکارگیری مدل همپوشانی شاخص تلفیق شده‌اند. در نهایت با توجه به نقشه پتانسیل معدنی تهیه شده در این مقاله، مناطق پتانسیل‌دار به لحاظ وجود کانی‌سازی مس پرفیری در شمال شرقی منطقه مورد مطالعه بر روی نقشه نهایی مشخص شده است و انجام عملیات حفاری در این مناطق توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: سامانه اطلاعات جغرافیایی، نقشه پتانسیل معدنی، همپوشانی شاخص، نوچون

## Copper Exploration Using Index Overlay Modeling In GIS:

### Now-Chun Prospect, A Case Study

Gholamreza Elyasi, Amir Adeli Sarcheshme, Abbas Bahroudi

### Abstract

Today, many of produced spatial data sets are used non-effective and without using of desired systems for data management, convert to wasted sources. Using GIS not only organizes the information related to mineral exploration but also has the ability to produce and integrate information layers in different models with more precision and speed and supports spatial decision makings.

In this article, Now Chun mineral potential map has prepared as a case study. Main stages of mineral potential map preparation is including designation of mineralization identifying factors, preparing the information, preparation of factor maps, integration of maps and results evaluation. Used layers includes rock type, structure, alteration, mineralization indicators, geophysics and geochemistry. Factor maps are weighted in the inference network with using expert knowledge and integrated by Index Overlay model. Finally with respect to prepared mineral potential map, mineral potential zones of porphyry copper are located in north-east parts of studied area and drilling is suggested in these zones.

**Keywords:** Geographic Information System, Mineral Potential Map, Index Overlay, Now Chun

## ۱- مقدمه

داده‌های گردآوری شده از مطالعات انجام شده، حجم عظیمی از اطلاعات را به دست می‌دهند که تا وقتی به درستی سازماندهی نشوند، نتایج مفید و قابل اطمینانی را نشان نمی‌دهند. تهیه نقشه پتانسیل معدنی با استفاده از روشهای سنتی و متداول بسیار دشوار و در بعضی مواقع ناممکن می‌باشد. سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) دارای قابلیت‌های مختلفی از جمله امکان ذخیره‌سازی، نمایش، بازیابی، پردازش، تلفیق و تبادل اطلاعات مکان مرجع می‌باشد. این سیستم می‌تواند بعنوان علم و فناوری بهینه در جهت ساماندهی، پردازش، تحلیل و تلفیق نتایج مطالعات زمین‌شناسی، ژئوشیمی و ژئوفیزیک به منظور شناسایی و ارزیابی پتانسیل‌های معدنی مس مورد استفاده قرار گیرد [۱].

امروزه استفاده از GIS به منظور تهیه نقشه پتانسیل معدنی توسط دانشمندان علوم زمین متداول گردیده است. به عنوان مثال تعدادی از محققین دیگر نظیر بونهام‌کارتر، رایت و همکاران، کرانزا و هال، گیتکس و بولتمان، باسب موخوپاژایای و همکاران نیز روش همپوشانی شاخص را به منظور تهیه نقشه پتانسیل معدنی به کار برده‌اند [۲]، [۳]، [۴]. در این مقاله سعی بر آن است تا با استفاده از وزندهی به لایه‌های اطلاعاتی و شواهد کانی‌سازی موجود در اندیس مس نوچون و بکارگیری روش همپوشانی شاخص، نقشه پتانسیل معدنی این اندیس تهیه شود.

## ۲- تهیه نقشه پتانسیل معدنی

در مسائل تصمیم‌گیری فضایی، اغلب لازم است تعداد زیادی از گزینه‌های ممکن را بر مبنای معیارهای چندگانه ارزیابی کرد. تصمیمات فضایی خود ماهیتاً چند معیاری می‌باشند. تصمیم‌گیری چند معیاری، پیچیده‌تر از تصمیم‌گیری تک معیاری است، زیرا با در نظر گرفتن تمامی معیارها پیدا کردن یک گزینه غالب در میان گزینه‌های دیگر مشکل است. برخی از گزینه‌ها ممکن است با توجه به برخی معیارها مناسب به نظر برسند، در حالی که برخی دیگر می‌توانند بر اساس معیارهای دیگر با اهمیت تلقی شوند [۳]. در زمینه مسائل معدنی استفاده از تصمیم‌گیری چند معیاری، در بهبود نتایج حاصل تاثیر قابل ملاحظه‌ای داشته است. امروزه استفاده از معیارهای چندگانه در تهیه نقشه‌های پتانسیل معدنی بسیار متداول گشته است. مهندسیین اکتشاف معدن بسته به مقیاس مطالعه انجام شده از معیارهای مختلفی به منظور تهیه نقشه پتانسیل معدنی استفاده می‌نمایند [۱]. محققین علوم زمین با توجه به معیارهای موجود اقدام به تهیه لایه‌های اطلاعاتی نموده و سپس با وزندهی و تلفیق لایه‌های اطلاعاتی، نقشه پتانسیل معدنی را تهیه می‌نمایند. از دیدگاه مهندسی، نقشه پتانسیل معدنی نقشه‌ای می‌باشد که بر روی آن نواحی موجود در یک منطقه مورد بررسی از نظر اولویت پتانسیل معدنی طبقه بندی شده‌اند. مراحل اصلی تهیه نقشه پتانسیل معدنی را می‌توان شامل تعیین فاکتورهای تشخیص کانی‌سازی، آماده‌سازی اطلاعات، تهیه نقشه‌های فاکتور و تلفیق نقشه‌ها و ارزیابی نتایج دانست [۱].

## ۳- مدل همپوشانی شاخص

هدف از این بخش ارائه مدل تلفیق همپوشانی شاخص در زمینه اکتشاف ذخایر معدنی است که نشان می‌دهد چگونه می‌توان نقشه‌های فاکتور مختلف را در محیط GIS با یکدیگر تلفیق نمود. ساده‌ترین و شناخته شده ترین مدل GIS بر اساس عملیات منطقی بولین می‌باشد. این روش دارای نقایصی از جمله ارزش برابر کلیه فاکتورهای ورودی، عدم امکان استفاده از الگوی هدفمند تلفیق نقشه‌ها، تلفیق فاکتورها در یک مرحله و عدم توانایی در اولویت‌بندی مناطق انتخاب شده در نقشه خروجی می‌باشد [۱]. همپوشانی شاخص امکان ترکیب قابل انعطاف‌تر نقشه‌های فاکتور را در مقایسه با عملیات منطقی بولین به تنهایی فراهم می‌سازد و نقایص موجود در روش بولین را برطرف می‌نماید. در این روش فاکتورهای تشخیص کانی‌سازی بسته به اهمیت آنها از نقطه نظر مدل مفهومی ذخیره معدنی، داده‌ها و یا دانش کارشناسی، وزندار می‌شوند و مطابق با یک الگوی هدفمند با یکدیگر ترکیب می‌شوند. ساده‌ترین نوع وزن‌دار کردن فاکتورها حالتی است که نقشه‌های ورودی باینری باشند و هر نقشه یک عامل وزنی منفرد را

داشته باشد. با این حال وقتی نقشه‌های چند کلاسه استفاده می‌شوند، به هر کلاس از هر نقشه یک وزن متفاوت منتسب می‌شود. در این روش به منظور تلفیق نقشه‌های فاکتور از رابطه (۱) استفاده می‌شود.

$$\bar{S} = \frac{\sum_i^n S_{ij} W_i}{\sum_i^n W_i} \quad (1) \text{ رابطه}$$

در این رابطه  $\bar{S}$  امتیاز محاسبه شده برای موضوع یا عارضه،  $W_i$  وزن  $i$  امین نقشه‌ی ورودی و  $S_{ij}$  امتیاز  $i$  امین نقشه است [۱].

#### ۴- مطالعه موردی

اندیس مس نوچون در نزدیکی روستای نوچون و در دامنه‌های جنوب شرقی کوه منظر واقع شده است. این اندیس در ۴ کیلومتری جنوب غربی معدن سرچشمه، در حدود ۱۰ کیلومتری شمال شرقی پاریز و در ۶۰ کیلومتری شمال شهر سیرجان واقع در استان کرمان، قرار دارد (برگه پاریز ۱:۱۰۰,۰۰۰).

مطالعات زمین‌شناسی اندیس نوچون در طی سالهای ۱۳۴۹ تا ۱۳۵۰ توسط یوگوسلاوها انجام گردیده است. نتایج این مطالعات به صورت نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۵۰۰۰ می‌باشد. ناحیه پیرامون اندیس نوچون، شامل کمپلکس آتشفشانی- رسوبی می‌باشد که چندین توده پولوتونیک و نیمه عمیق ولکانیک با سن‌های گوناگون و ترکیب‌های متفاوت گرانیت، دیوریت پورفیریت و ریوداسیت در آنها نفوذ کرده‌اند. این سنگ‌های نفوذی آلتراسیونهای دگرگونی همبری واضحی را در ولکانیک‌های ائوسن پدید آورده‌اند و آلتراسیون‌های هیدروترمال با شدت‌های متفاوت، بر روی ناحیه‌ای نسبتاً وسیع توسعه یافته‌اند. رسوبات کواترنری نیز شامل آبرفت و نهشته‌های تالوس، بر روی قسمت‌های وسیعی از این ناحیه گسترده شده‌اند. توالی توفها و آندزیت‌های ائوسن، قدیمی‌ترین و گسترده‌ترین تیپ‌های سنگی موجود در ناحیه‌اند و قسمت‌های مرکزی، شمالی و شمال شرقی ناحیه نوچون را می‌پوشانند. تقریباً بر روی کل ناحیه، این سنگ‌ها در معرض دگرگونی همبری (کنتاکت متامورفیک) قرار گرفته‌اند.

ریوداسیت‌ها، تعداد زیادی استوک و دایک‌های کوچک را در داخل زون سنگ‌هایی که به صورت هیدروترمال دگرسان شده‌اند، تشکیل می‌دهند. جهت کشیده شده است. ظاهراً بیشتر توده‌های ریوداسیتی در امتداد برخی ساختارهای از قبل موجود و در جهت شمال شرقی - جنوب غربی کشیده شده‌اند. اگرچه اکثر توده‌های ریوداسیت در قسمت شمال شرقی ناحیه مشاهده می‌شوند، ولی ممکن است که در قسمت جنوب غربی ناحیه، توده‌های مشابهی در زیر پوشش آبرفتی وجود داشته باشند.

بر پایه مورفولوژی کلی و همبری‌های زمین‌شناسی، می‌توان نتیجه گرفت که فاکتور ساختاری عمده، تکتونیک‌های نوع گسلی است. گسل‌ها به ویژه در جهت ENE-WSW در ناحیه فراوان و دارای اهمیت می‌باشند. سنگ‌های قرار گرفته در میان این گسل‌ها به شدت خرد و جابجا شده‌اند و کانال‌هایی را ایجاد کرده‌اند که محلول‌های هیدروترمال با گذار از درون آنها، باعث دگرسانی سنگ‌های اطراف شده‌اند. گسل خوردگی ثانویه WNW-ESE، گودال ساختاری را به دو قسمت تقسیم کرده و بلوک شرقی نسبت به بلوک غربی، به سمت جنوب شرقی جابجا شده است.

آلتراسیون‌های شدید اغلب در داخل توده‌های نفوذی ریوداسیتی گسترده می‌شوند و جهت توده‌های ریوداسیتی و اکثر آلتراسیون‌های هیدروترمال شدید، به رابطه آنها با ساختارهای متمایل به شمال شرقی - جنوب غربی اشاره می‌کند. توده‌های سنگی دگرسان شده وسیعی در شمال شرقی ناحیه قابل مشاهده است. اگرچه ممکن است آلتراسیون‌های شدید مشابه، در زیر نهشته‌های کواترنری در بخش مرکزی و جنوب غربی ناحیه مورد انتظار باشد. کانی‌سازی مس، به طور عمده ورقه‌ها و رگچه‌های آזורیت و مالاکیت به همراه کمی کالکوپیریت در داخل رگچه‌های کوارتز، در چندین مکان در داخل رخنمون سنگ‌های دگرسان شده مشاهده می‌شود. سطوحی که در آنها کانی‌سازی شدید رخ داده است، نسبتاً کوچک و در حدود چند ده متر مربع می‌باشند.

مطالعات ژئوشیمیایی تفصیلی اندیس نوچون همانند مطالعات زمین‌شناسی در طی سال‌های ۱۳۴۹ تا ۱۳۵۰ توسط یوگوسلاوها انجام شده است. مطالعات ژئوشیمیایی تفصیلی، ناحیه‌ای در حدود ۳/۱ کیلومترمربع را تحت پوشش قرار داده است. پروفیل‌ها در فواصل ۲۰۰ متری قرار گرفته و نمونه‌ها با فاصله ۲۵ متری جمع‌آوری شده‌اند. در مجموع ۶۳۰ نمونه خاکی جمع‌آوری و جهت تعیین مقادیر عناصر مس، مولیبدن، سرب و روی آنالیز شده‌اند. نتایج بررسی ژئوشیمیایی تفصیلی، به وجود آنومالی‌های توسعه یافته تمامی عناصر آنالیز شده، بر روی نواحی نسبتاً وسیعی اشاره می‌کند. بخصوص از مهمترین آنها، آنومالی‌های مس و مولیبدن می‌باشند که ممکن است نشان دهنده حضور کانی‌سازی پراکنده و با اهمیت مس باشند.

با توجه به بررسی‌های به عمل آمده و انطباق مناسب بین دو عنصر مس و مولیبدن و هم‌ژن بودن آنها، معیار ژئوشیمی به دو زیر معیار تک عنصری و چند عنصری تقسیم شد. در زیر معیار تک عنصری مس به عنوان عنصر اصلی و مولیبدن به عنوان عنصری که بیشترین همبستگی با مس را دارا می‌باشد انتخاب گردید. همچنین در زیر معیار چند عنصری اقدام به تهیه نقشه اندیس‌های ادیتو مس و مولیبدن گردید.

مطالعات ژئوفیزیکی اندیس نوچون نیز در طی سال‌های ۱۳۴۹ تا ۱۳۵۰ توسط یوگوسلاوها انجام گردیده است و روش‌های پلاریزاسیون القائی و مقاومت الکتریکی، هر دو در بررسی‌های تفصیلی و نیمه تفصیلی به کار رفته‌اند. بررسی‌های ژئوفیزیکی، برای تعیین وجود کانی‌سازی سولفیدی در سطوح عمیق‌تر و به جهت مشخص کردن زون کانی‌سازی سولفیدی و در صورت امکان تعیین محل توده‌های سولفیدی و همچنین تمرکز کانی‌های سولفیدی انجام شده است.

در این بررسی‌ها، آرایه الکتروگرا دیان (مستطیلی) با الکترودهای جریان با فاصله ۱۶۰۰ متر به کار گرفته شده است. در بررسی‌های تفصیلی، پروفیل‌ها با فاصله ۱۰۰ متر و فاصله ایستگاه‌های ۲۰ متری بوده‌اند. همچنین با استفاده از رابطه (۲) میزان فاکتور فلزی نقاط محاسبه گردید و با استفاده از این پارامتر، نقشه رستری فاکتور فلزی نیز تهیه گردید.

$$MF=2000*(CH/RS)$$

رابطه (۲)

در این رابطه منظور از CH, Rs و MF به ترتیب مقدار شارژ ایلیتیته، مقاومت ظاهری و فاکتور فلزی نقاط برداشت ژئوالکتریکی می‌باشد. با تطابق سه نقشه فوق با یکدیگر مشخص گردید که آنومالی فاکتور فلزی همپوشانی نسبتاً خوبی با آنومالی‌های شارژ ایلیتیته و مقاومت ظاهری دارا می‌باشد. با توجه به اطلاعات ژئوفیزیکی موجود در این قسمت از نقشه‌های منفرد (شارژ ایلیتیته، مقاومت ظاهری) و همچنین از نقشه‌های ترکیبی (فاکتور فلزی) استفاده شده است.

#### ۴-۱- تعیین فاکتورهای تشخیص کانی‌سازی در منطقه نوچون

در این مرحله با توجه به مدل مفهومی ذخیره مورد نظر و استفاده از دانش کارشناسی اقدام به تعیین فاکتورهای موثر در رخداد کانی‌سازی نموده‌ایم. مدل مفهومی ذخایر معدنی به منظور تهیه و تدارک چارچوب نظری برای هدایت مطالعات پتانسیل‌یابی معدنی به کمک GIS دارای اهمیت می‌باشد. به عبارت دیگر مدل ذخیره معدنی همان مدل مفهومی است که بیانگر ویژگی‌های معمول و متداول یک گروه از ذخایر معدنی می‌باشد. این مدل در انتخاب فاکتورهای تشخیص کانی‌سازی و مدل‌سازی داده‌ها مفید می‌باشد. با توجه به نتایج بررسی‌های فوق فاکتورهای تشخیص کانی‌سازی اندیس نوچون شامل فاکتورهای زون منشأ حرارت و سنگ میزبان، گسل‌ها، آلتراسیون هیدروترمال، نشانه‌های کانی‌سازی، توزیع میزان عیار عنصر مس، توزیع میزان عیار عنصر مولیبدن، توزیع میزان ادیتو عناصر مس و مولیبدن، توزیع میزان شارژ ایلیتیته، توزیع میزان مقاومت ظاهری و توزیع میزان فاکتور فلزی می‌باشد.

#### ۴-۲- آماده سازی اطلاعات

در این مرحله کلیه لایه‌های اطلاعاتی مشخص شده در مرحله قبل جمع‌آوری و رقومی شده و مطابق با استاندارد پایگاه داده‌های مکانی و دستورالعمل‌های تدوین شده، آماده‌سازی شدند. لایه‌های اطلاعاتی آماده‌سازی شده شامل تیپ سنگ شناسی، گسل، آلتراسیون، نشانه‌های کانی‌سازی، نقاط برداشت ژئوشیمی، منحنی هم عیار عنصر مس، آنومالی عنصر مس، منحنی هم عیار عنصر

مولیدن، آنومالی عنصر مولیدن، منحنی شارژ ایلیتیه، زون ناهنجاری شارژ ایلیتیه، منحنی مقاومت ظاهری و زون ناهنجاری مقاومت ظاهری می‌باشد. نقشه زمین‌شناسی در شکل (۱) ارائه شده است.

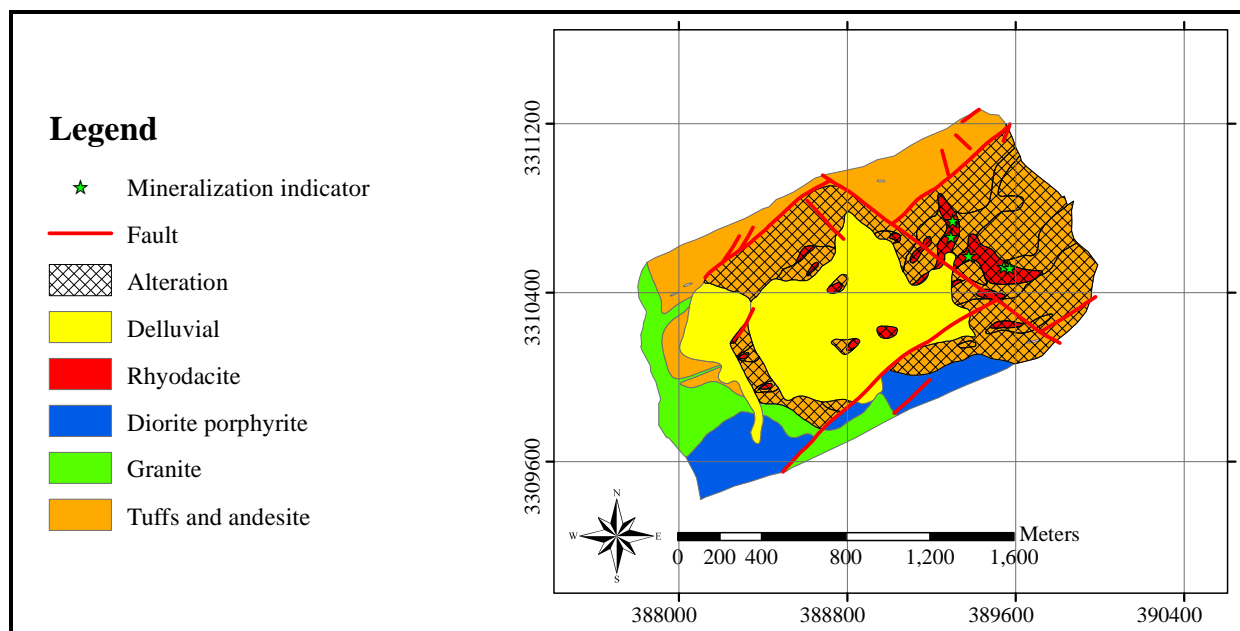
#### ۳-۴- تهیه نقشه‌های فاکتور تشخیص کانی‌سازی

لایه‌های اطلاعاتی و به طور کلی اطلاعات، از ارزش یکسانی برخوردار نمی‌باشند. در واقع میزان تأثیرگذاری لایه‌های اطلاعاتی در پاسخ نهایی، یکسان نمی‌باشد. با توجه به این مسائل، باید پیش از انجام عملیات تلفیقی بر روی اطلاعات، مرحله ارزش‌گذاری آنها انجام گیرد که از آن به عنوان وزندهی به اطلاعات یاد می‌شود. نقشه پتانسیل معدنی از تلفیق لایه‌های اطلاعاتی با توجه به نحوه تأثیر و ارزش لایه‌ها تهیه می‌شود. به همین منظور لازم است با انجام یکسری پردازش‌ها نظیر ایجاد بافر و کلاسه بندی مجدد، نقشه یا نقشه‌های فاکتور هر لایه اطلاعاتی تهیه شود. با توجه به تنوع تأثیر و ارزش‌دهی لایه‌های اطلاعاتی مختلف، پردازش‌های موردنیاز برای تهیه نقشه‌های فاکتور متفاوت می‌باشد [۱].

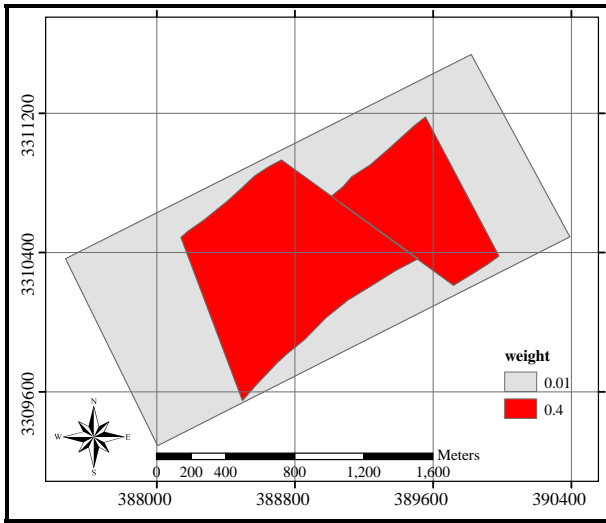
در تهیه نقشه‌های فاکتور یک کانسار خاص، علاوه بر استفاده از مدل مفهومی زمین‌شناسی و کانی‌سازی ذخیره معدنی مربوطه، نیاز به وارد نمودن دانش کارشناسی در تعیین نحوه تأثیر و ارزش اطلاعات می‌باشد. در این راستا با برگزاری جلسات کارشناسی مختلف با کارشناسان شرکت ملی صنایع مس ایران، وزن مربوط به هر یک از فاکتورها مشخص شده است. نقشه‌های مربوط به برخی از فاکتورهای موثر در کانی‌سازی در شکل‌های (۲) تا (۷) ارائه شده است.

#### ۴-۴- تلفیق نقشه‌ها و ارزیابی نتایج

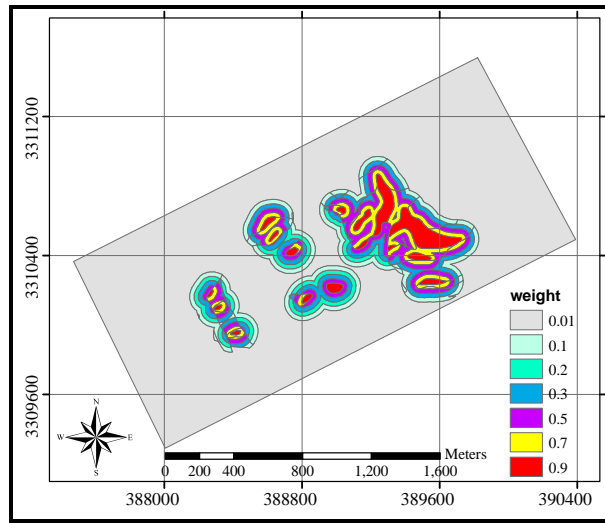
به منظور تهیه نقشه پتانسیل معدنی در مرحله تفصیلی بایستی نقشه‌های فاکتور را مطابق با شبکه استنتاجی مناسبی با هم تلفیق نمود. در شبکه استنتاجی مورد استفاده از مدل همپوشانی شاخص استفاده شده است. با توجه به درجه اهمیت هر یک از فاکتورهای زمین‌شناسی، ژئوشیمی و ژئوفیزیک، وزن لایه‌های مورد استفاده برای هر یک از این فاکتورها در مدل همپوشانی شاخص به ترتیب ۰/۹، ۰/۸۵ و ۰/۷۵ در نظر گرفته شده است. نقشه پتانسیل معدنی اندیس نوچون مطابق با شبکه استنتاجی ارائه شده در شکل (۸) تهیه گردیده است. نقشه‌های فاکتور زمین‌شناسی، ژئوشیمی و ژئوفیزیک تهیه شده با استفاده از مدل همپوشانی شاخص در شکل‌های (۹) تا (۱۱) ارائه شده است. همچنین نقشه نهایی پتانسیل معدنی اندیس نوچون در شکل (۱۲) آورده شده است.



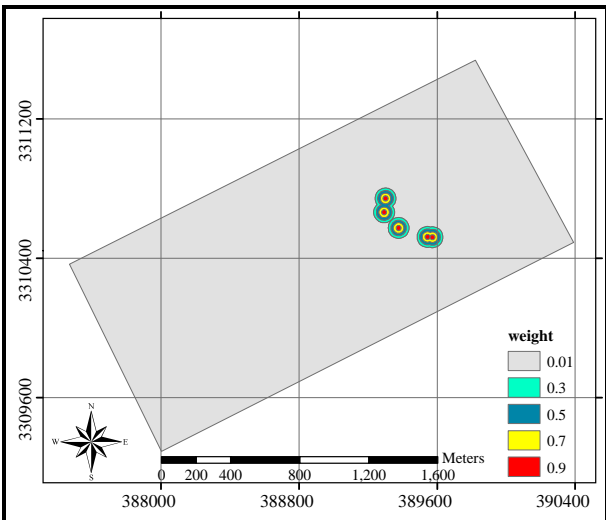
شکل ۱- نقشه زمین‌شناسی اندیس نوچون



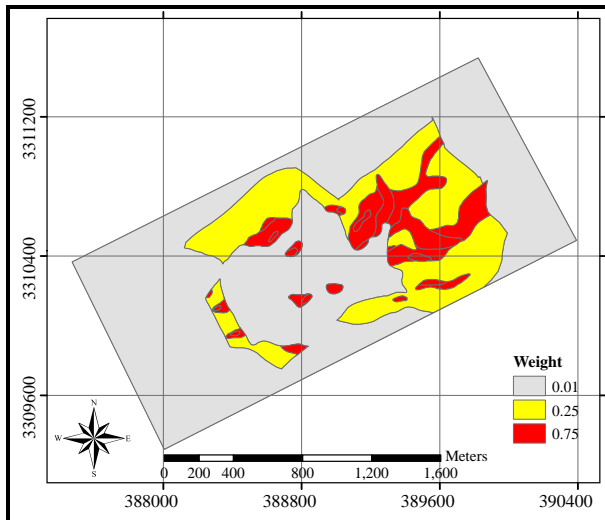
شکل ۳- نقشه فاکتور گسل‌های اصلی



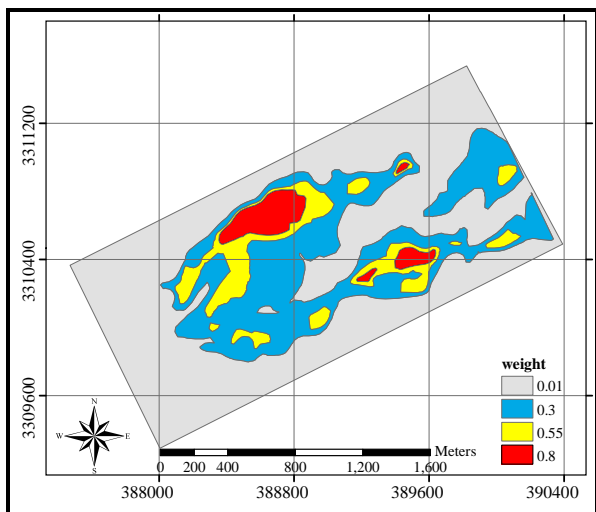
شکل ۲- نقشه فاکتور زون منشأ حرارت و سنگ میزبان



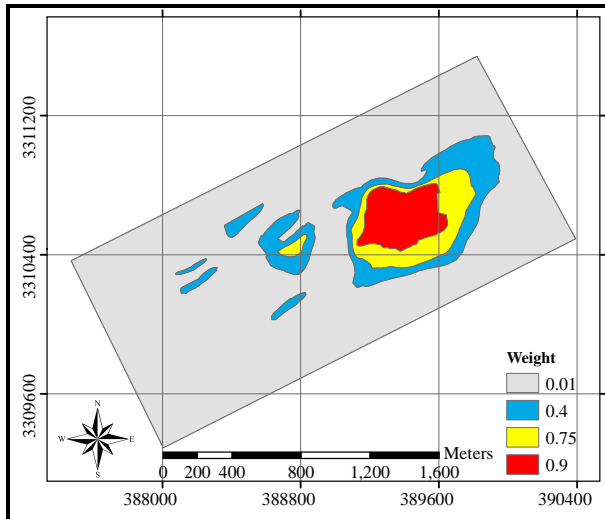
شکل ۵- نقشه فاکتور نشانه‌های کانی‌سازی



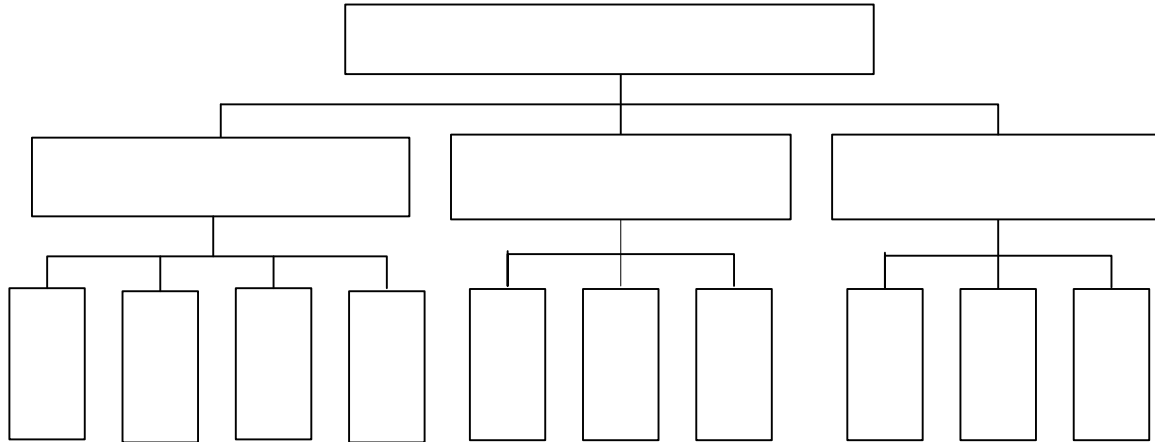
شکل ۴- نقشه فاکتور آلتراسیون



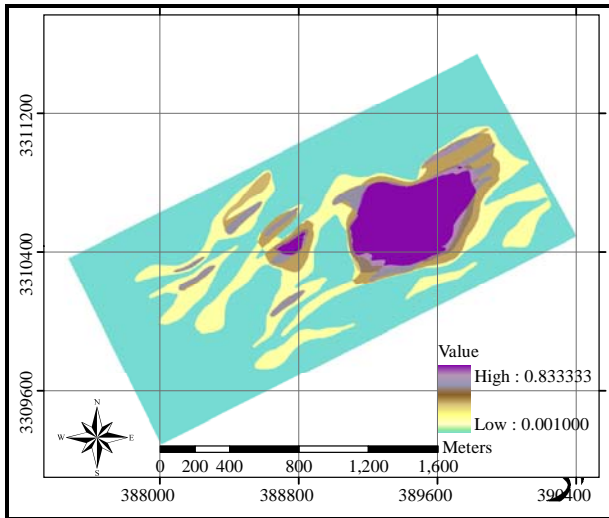
شکل ۷- نقشه فاکتور فاکتور فلزی



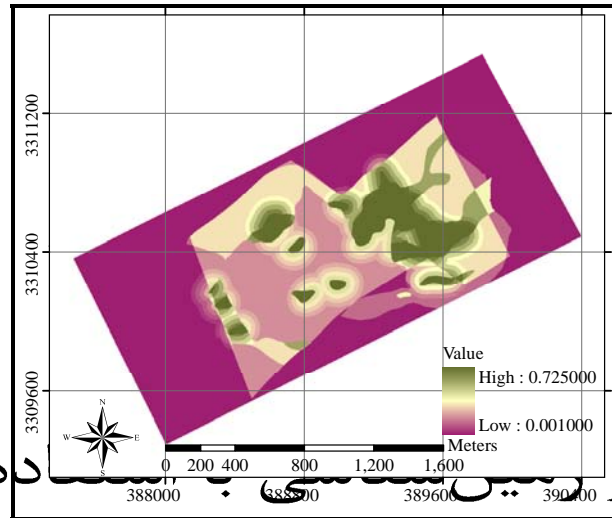
شکل ۶- نقشه فاکتور اندیس‌های ادیتیو



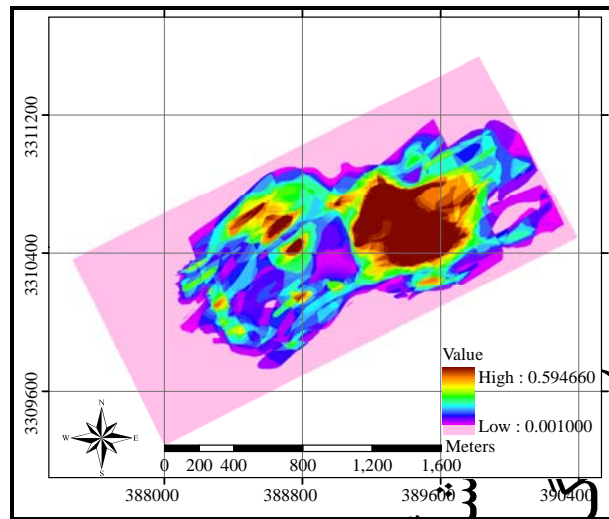
شکل ۸- شبکه استنتاجی مورد استفاده در تهیه نقشه پتانسیل معدنی اندیس نوچون



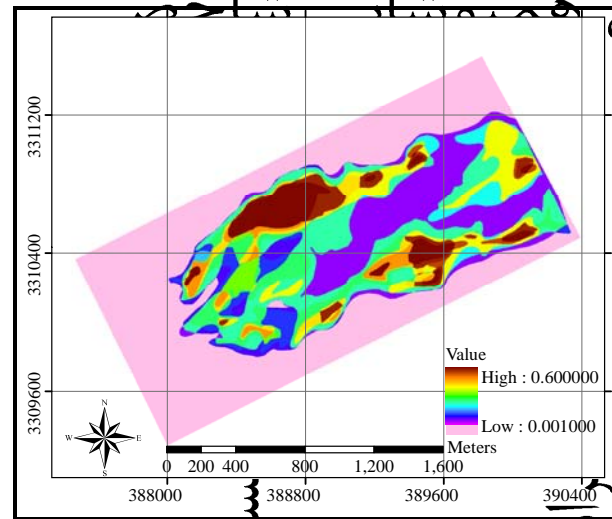
شکل ۱۰- نقشه فاکتور ژئوشیمی اندیس نوچون



شکل ۹- نقشه فاکتور زمین شناسی اندیس نوچون



شکل ۱۲- نقشه نهایی پتانسیل معدنی اندیس نوچون



شکل ۱۱- نقشه فاکتور ژئوفزیک اندیس نوچون

میزبان  
گزارت

سپون

نقشه فاکتور زمین شناسی

مدل

نقشه نهایی

### ۵- نتیجه گیری و پیشنهادات

سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) به عنوان ابزاری توانمند در جمع‌آوری، مرتب‌سازی، ذخیره‌سازی، بازیابی، پردازش و تحلیل داده‌های فضایی می‌باشد. از آنجا که سامانه‌های اطلاعات مکانی، دارای توانمندی‌های فراوان در حمایت از تصمیم‌گیری می‌باشند، دارای کاربردهای وسیعی در عرصه‌های مختلف برنامه‌ریزی، مدیریت و تصمیم‌گیری بوده و روز به روز بر حوزه‌های کاربردی آنها افزوده می‌شود. این سیستم می‌تواند بعنوان علم و فناوری بهینه در جهت ساماندهی، پردازش، تحلیل و تلفیق نتایج مطالعات زمین‌شناسی، ژئوشیمی و ژئوفیزیک به منظور شناسایی و ارزیابی پتانسیل‌های معدنی مس مورد استفاده قرار گیرد.

با توجه به بررسی‌های انجام شده مدل همپوشانی شاخص امکان ترکیب قابل انعطاف‌تر نقشه‌های فاکتور را در مقایسه با عملیات منطقی بولین فراهم می‌سازد و نقایص موجود در روش بولین از جمله ارزش برابر کلیه فاکتورهای ورودی، عدم امکان استفاده از الگوی هدفمند تلفیق نقشه‌ها، تلفیق فاکتورها در یک مرحله و عدم توانایی در اولویت‌بندی مناطق انتخاب شده در نقشه خروجی را برطرف می‌نماید.

در نهایت با توجه به نقشه پتانسیل معدنی تهیه شده در این مقاله، مناطق پتانسیل دار به لحاظ وجود کانی‌سازی مس پرفیری در شمال شرقی منطقه مورد مطالعه بر روی نقشه نهایی مشخص شده است و انجام عملیات حفاری در این مناطق توصیه می‌شود.

### ۶- تشکر و قدردانی

نگارندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند تا از همکاری مدیریت امور اکتشافات و مهندسی توسعه شرکت ملی صنایع مس ایران علی‌الخصوص مهندس حیدری و مهندس صاحب‌الزمانی به دلیل در اختیار قرار دادن داده‌های مورد نیاز و همچنین همکاری در تشکیل جلسات کارشناسی تشکر و قدردانی نمایند. در پایان از مهندس محمد کریمی به دلیل کمک‌های بی‌دریغشان نهایت تشکر و سپاسگذاری را داریم.

### ۷- مراجع

1. Bonham-Carter, G.F., (1994): "Geographic Information Systems for Geoscientists: Modeling with GIS", Pergamon Press, Ontario, Canada.
2. Carranza, J., (2002): "Geographically-Constrained Mineral Potential Mapping", PhD Thesis, Delft University of Technology, The Netherlands, 480 pp.
3. Malczewski, J., (1999): "GIS and Multicriteria Decision Analysis", John Wiley & Sons INC.
4. Mukhopadhyay, B., Hazra, N., Sengupta, S.R., Kumar Das, S., (1996): "Mineral Potential Map by a Knowledge Driven GIS Modeling: an Example from Singhbhum Copper Belt", Jharkhad, Geological Survey of India.
5. Wright, D.F., Bonham-Carter, G.F., (1996): "VMS Favourability Mapping with GIS-based Intergration Models, Chisel Lake-Anderson Lake area", Geological Survey of Canada.