

مدل ساختار شکست کار (WBS) و دیاگرام شبکه برداری برای مدیریت اثربخش پروژه در اکتشاف اسکارن سرب و روی با داده‌های اکتشافی

الهام قدیری صوفی^{۱*}، سعید سلطانی محمدی^۲ و هادی مختاری^۳

اطلاعات مقاله	چکیده
دریافت مقاله: ۹۴/۱۱/۰۷ پذیرش مقاله: ۹۶/۰۳/۲۳	
واژگان کلیدی: دانش مدیریت پروژه، اسکارن سرب و روی، اکتشاف، ساختار شکست کار، (Work Breakdown Structure) شبکه برداری، (Activity On Arrow)	در طی سال‌های اخیر سرمایه گذاری در پروژه‌های اکتشاف ذخائر معدنی رشد چشمگیری در ایران داشته است. از آنجا که اجرا و تکمیل پروژه‌های اکتشافی، تلاش، هزینه و زمان زیاد و نیز قابلیت‌های فنی و تخصصی مدیران پروژه را می‌طلبد، استفاده از تکنیک‌های مدیریتی از جمله ساختار شکست کار و دیاگرام‌های مدلسازی پروژه‌ها اعم از شبکه‌های برداری در امر اکتشاف مواد معدنی می‌تواند از هدر رفتن زمان و هزینه در این نوع پروژه‌ها جلوگیری و موجبات تصمیم‌گیری درست و بهنگام در مراحل مختلف اکتشاف را فراهم آورد. پروژه‌های اکتشاف نهشته‌های اسکارن، به عنوان یکی از منابع مهم آهن، مس، طلا، سرب و روی، از جمله پروژه‌های بزرگ و مهم اکتشافی می‌باشد. نهشته‌های اسکارن یکی از گسترده‌ترین نوع نهشته‌ها در پوسته زمین هستند و موضوع مطالعات بسیاری در طول قرن‌ها بوده است. امروزه با استفاده از تکنیک‌ها و روش‌های مختلف اکتشافی می‌توان این نوع نهشته‌ها را با دقت بیشتری مورد مطالعه، بررسی و اکتشاف قرار داد. در این مقاله سعی شده است تا با بکارگیری دانش مدیریت پروژه و ساختار شکست کار، الگوی مناسب جهت انجام مراحل اولیه اکتشاف کانسارهای اسکارن سرب و روی و در نهایت تلفیق نتایج در محیط GIS برای تهیه نقشه پتانسیل معدنی در منطقه ماهنشان ارائه گردد.

۱-مقدمه

با توجه به حجم بالای فعالیت‌هایی که در یک پروژه معدنی صورت می‌گیرد و با در نظر گرفتن زمان و هزینه بالایی که صرف انجام مراحل مختلف اکتشاف در چنین پروژه‌هایی می‌گردد، ترسیم شبکه فعالیت‌های پروژه و خرد و تفکیک آن به مراحل مختلف اکتشاف جهت تسریع در امر اکتشاف ضروری است. از این رو ساختار شکست کار در پروژه‌های

می‌بایست تهیه گردد. این امر موجب مدیریت بهتر زمان، هزینه و سایر منابع در مراحل مختلف اکتشافی می‌گردد [۱]. استفاده از تکنیک‌های مدیریتی در امر اکتشاف مواد معدنی امری ضروری و مهم می‌باشد به طوری که اگر پروژه‌های اکتشافی مواد معدنی به درستی مدیریت و برنامه‌ریزی نشوند می‌توانند باعث هدر رفتن زمان و هزینه که از فاکتورهای بسیار مهم در امر اکتشاف می‌باشند، شوند.

* پست الکترونیک نویسنده مسئول: Elham_ghadirisufi@yahoo.com

۱. دانشجوی دکتری مهندسی معدن دانشگاه کاشان

۲. استادیار گروه معدن دانشکده مهندسی، دانشگاه کاشان

۳. استادیار گروه صنایع دانشکده مهندسی، دانشگاه کاشان

بخش‌های پیچیده‌تر پروژه را به بخش‌های مدیریت‌پذیر تقسیم می‌نماید [۳] به طوری که در پروژه‌های مختلف و نیز با اهداف مختلف به طور قابل توجهی تغییر می‌نماید [۴]؛ از این رو می‌توان با استفاده از ساختار شکست کار، عملیات اکتشافی را که از جمله پروژه‌های پیچیده در سراسر دنیا می‌باشد را مدیریت نمود. همچنین سیستم اطلاعات جغرافیایی که در حقیقت وظیفه مدیریت و بهنگام سازی اطلاعات مکانی را بر عهده دارد نیز نقش بسزایی در این زمینه دارد. از این رو در این مقاله از تکنیک ساختار شکست کار برای تقسیم پروژه اکتشاف کانسار اسکارن سرب و روی در منطقه ماهنشان در مراحل انتخاب محدوده و شناسایی، به اجزایی که راحت‌تر مورد بررسی و مدیریت قرار داد، استفاده شده است همچنین به منظور نشان دادن ارتباط بین این فعالیت‌ها، دیاگرام شبکه برداری برای فعالیت‌های انجام شده در اکتشاف کانسار اسکارن سرب و روی رسم گردید و در نهایت تلفیق نتایج در محیط GIS در راستای تهیه نقشه پتانسیل معدنی ارائه گردید.

۲- کانسارهای اسکارن

امروزه اسکارن به سنگ‌های دگرگونی‌ای گفته می‌شود که با استفاده از جانشینی سنگ‌های دربرگیرنده کربنات (در اکثر موارد) در طول دگرگونی مجاورتی یا ناحیه‌ای تشکیل شده و حاوی سیلیکات‌های کلسیم، آهن، منیزیم و آلومینیوم می‌باشند [۸-۵]. نهشته‌های اسکارنی بر اساس معیارهای مختلفی تقسیم‌بندی می‌شوند. هر یک از کلاس‌های اسکارن دارای ویژگی‌ها اندازه، عیار، کانی‌شناسی و جایگاه زمین‌شناسی، هر چند لزوماً منحصر به فرد نیست، می‌باشند [۹]. اسکارن‌ها را بر اساس نوع مواد معدنی به اسکارن‌های تنگستن، آهن، مس، سرب، روی، مولیبدن، قلع، نقره، اورانیوم و برلیوم تقسیم می‌کنند.

اسکارن‌های سرب و روی در اعماق مختلف و در ارتباط با توده‌های نفوذی اسیدی- حد واسط تشکیل می‌شوند. اغلب کانسارهای اسکارن سرب و روی در ارتباط با کانی‌سازی مس پورفیری، مولیبدن پورفیری و یا قلع پورفیری هستند [۱۰].

۳- ساختار شکست کار^۱

برای اینکه یک پروژه بزرگ به درستی برنامه‌ریزی و اجرا

هدف از اکتشاف، کشف نهشته‌های اقتصادی از طریق چندین مرحله برای کاهش ریسک می‌باشد. این فرآیند چهار مرحله دارد که شامل (۱) انتخاب محدوده، (۲) شناسایی هدف، (۳) ارزیابی منبع و (۴) تعریف ذخیره می‌باشد. در مرحله اول، محدوده‌ای مشخص می‌شود که بر اساس دانش محیط‌های سطحی، فرآیندهای زمین‌شناسی که منجر به کانی‌سازی می‌شوند، در آن تشکیل شده است. مرحله دوم مرحله‌ای است که در آن مناطقی معرفی می‌شوند که باید برای مطالعات اکتشافی بیشتر تر و تفصیلی‌تر با استفاده از روش‌های اکتشافی موجود، مورد جستجو قرار می‌گیرند. این مناطق درواقع قسمتی یا سطحی کوچکتر از منطقه انتخاب شده اولیه می‌باشند. در مرحله سوم، عیار و تناژ کانی‌های خاص یا مواد در نهشته‌های کشف شده تخمین زده می‌شود که تا حدود زیادی بر اساس اطلاعات حفاری سیستماتیک صورت می‌گیرد؛ و در نهایت در مرحله تعیین ذخیره، قسمت‌های مختلف نهشته معدنی به عنوان ذخایر معدنی (قطعی، احتمالی) یا منابع معدنی (اندازه‌گیری شده، اشاره‌ای، استنباطی) بر اساس آنالیزهای اقتصادی و امکان‌سنجی تکنیکی طبقه‌بندی می‌شوند [۲]. در این مقاله تنها قسمت‌های اول و دوم (انتخاب محدوده، شناسایی هدف) اکتشافات معدنی در مورد نهشته‌های اسکارن سرب و روی در منطقه ماهنشان مورد بررسی قرار گرفته است.

شناسایی مناطق هدف خود یک فرآیند چند مرحله‌ای است که از مقیاس ناحیه‌ای (کوچک مقیاس) تا مقیاس محلی (بزرگ مقیاس) ادامه می‌یابد. عملیات اکتشافی انجام شده در هر یک از مراحل فوق اعم از برداشت‌های زمین‌شناسی، ژئوفیزیکی، ژئوشیمیایی و غیره، تحلیل‌های اکتشافی را با حجم زیادی از داده‌ها روبه‌رو می‌سازد. وجود حجم بالای داده در مطالعات اکتشافی هیچ‌گاه ضامن نتیجه‌گیری مطلوب نبوده است، بلکه آن چه یک پروژه اکتشافی را به‌سوی بهترین و کامل‌ترین نتیجه رهنمون می‌سازد، انتخاب بهترین روش تحلیل برای هر نوع داده، ایجاد روابطی معنادار بین نتایج حاصل از تفسیر داده‌های مختلف و نیز مدیریت فعالیت‌های مورد نیاز جهت اکتشاف مواد معدنی است. ساختار شکست کار از جمله ابزارهای مدیریتی می‌باشد که با تفکیک پروژه به قسمت‌های ریز (فعالیت‌ها،

^۱ Work Breakdown Structure (WBS)

سپس هر یک از عناصر سطح دوم را به نوبه خود به چندین کار دیگر (عناصر سطح سوم) تفکیک می‌کنیم. ریز کردن کارها در هر سطح را بنا به نیاز یا تمایل تا آنجا که صلاح بدانیم، به همین ترتیب برای عناصر سطوح پایین‌تر ادامه می‌دهیم و این کار سرانجام در جایی که آن را سطح فعالیت‌ها، می‌نامند خاتمه می‌یابد [۱۴].

۴- روش مطالعه

در این مقاله ابتدا با توجه به نوع کانسار مورد جستجو در منطقه کلیه معیارهای مناسب و در دسترس برای اکتشاف، در قالب یک مدل هدف و مفهومی تعریف گردید. سپس با استفاده از ساختار شکست کار، کلیه فعالیت‌های لازم برای دستیابی به مناطق هدف اکتشافی مشخص شد. از این رو با جمع‌آوری داده‌ها و تجزیه و تحلیل‌های لازم، هریک از متغیرهای مدل هدف جستجو و موقعیت هر یک از آن‌ها به صورت یک نقشه، پیش‌بینی شد. سپس با تلفیق تمام نقشه‌ها در محیط ArcGIS با استفاده از منطق فازی، محل‌هایی که در آن‌ها کلیه معیارهای مدل هدف یکدیگر را تأیید می‌کنند، معرفی گردید.

۵- ساختار شکست کار در پروژه اکتشاف

کانسارهای سرب و روی در منطقه ماهنشان

در این بخش سعی خواهد شد که تا چارچوبی برای تهیه ساختار شکست کار پروژه تهیه نقشه پتانسیل کانی زایی اسکارن سرب و روی که در منطقه ماهنشان انجام گردید، ارائه شود.

۱- جمع‌آوری منابع و مراجع و آموزش‌ها

۱-۱- جمع‌آوری گزارشات و مستندات مربوط به

منطقه مورد مطالعه

۱-۱-۱- A-گردآوری و مطالعه کلیه فعالیت‌های

اکتشافی پیشین در منطقه مورد مطالعه

۱-۱-۲- B- بررسی اندیس‌ها، کانسارها و معادن

موجود در منطقه

۱-۲- C- جمع‌آوری اطلاعات در مورد کانسارهای

اسکارن سرب و روی و شرایط عمومی تشکیل

آن‌ها

۱-۳- جمع‌آوری اطلاعات کلی منطقه

۱-۳-۱- D- موقعیت جغرافیایی منطقه

گردد، باید آن پروژه را به اجزای کوچکتر به شیوه ساختاری تقسیم‌بندی نمود. پس از آن برنامه‌ریزی و اجرای این بخش‌ها به واحدهای سازمانی خاص اختصاص داده می‌شود. این روش تقسیم‌بندی ساختار شکست کار (WBS) نامیده می‌شود [۱۱-۱۳]. WBS را می‌توان یک شکل سلسله مراتبی از نقشه تفکر فرض کرد که کمک می‌کند تا بخش‌های پیچیده پروژه به بخش‌های مدیریت‌پذیر شکسته شود [۳]. کار شناخت و فعالیت‌های پروژه از طریق ریز و خرد کردن یا تقسیم و تفکیک پروژه (WBS) که روشی منظم یا سیستماتیک است، انجام می‌شود [۱۴]. صاحبان شرکت و مدیران پروژه به منظور اینکه پروژه‌های پیچیده به اجزای مدیریت‌پذیر تقسیم‌بندی شوند از ساختار شکست کار استفاده می‌کنند. از این رو استفاده از ساختار شکست کار در مدیریت پروژه توسط محققان و متخصصان امری ضروری می‌باشد [۱۵]. بعضی از دلایل استفاده از ساختار شکست کار شامل: (۱) سازمان‌دهی دقیق پروژه، (۲) اختصاص دادن مسئولیت‌ها، (۳) نشان دادن نقاط کنترل و عطف پروژه، (۴) امکان برآورد دقیق زمان، هزینه و ریسک، (۵) کمک به توضیح پروژه به ذینفعان می‌باشد [۱۶].

برای کاربرد و استفاده از روش‌های مسیر بحرانی یا روش‌های تحلیل شبکه، باید پروژه را به اجزای تشکیل دهنده آن یا فعالیت‌های ریز خرد کرد. این کار در بسیاری از پروژه‌ها، به‌ویژه پروژه‌های غیر کوچک، بدون بهره‌جویی از یک روش منظم، نمی‌توان به‌خوبی و درستی انجام داد. ساختار شکست کار ما را در شناخت فعالیت‌های پروژه یاری می‌دهد [۱۴]؛ به عبارت دیگر ساختار شکست کار مانند یک ماشین عمل کرده که کارها را به عناصر کوچکتر تقسیم می‌کند؛ بنابراین، در صورت استفاده از WBS اطمینان خاطر بیشتری از شناخت فعالیت‌های کوچک و بزرگ ایجاد می‌گردد. برای طراحی و تهیه WBS باید توجه ویژه‌ای بکار برد؛ زیرا مطابق شکل ۱، ساختار شکست کار به عنوان زیربنای ماتریس توزیع مسئولیت‌ها، زمان‌بندی شبکه‌ای، تخمین و تخصیص هزینه، آنالیز ریسک، چارت سازمانی، هماهنگی اهداف و کنترل بکار می‌رود.

روش ریز و خرد کردن یا تقسیم و تفکیک پروژه، روشی از بالا به پایین و از کلیات به جزئیات و به‌طور کلی، روش سلسله‌مراتبی است. ابتدا کل یک پروژه (یا سطح اول) را با انتخاب و استفاده از شیوه‌های متداول در این زمینه، به چندین بخش عمده (یا عناصر سطح دوم) تقسیم می‌کنیم.

۴-۱-G - مطالعه روش‌های پیشین اکتشاف اسکارن

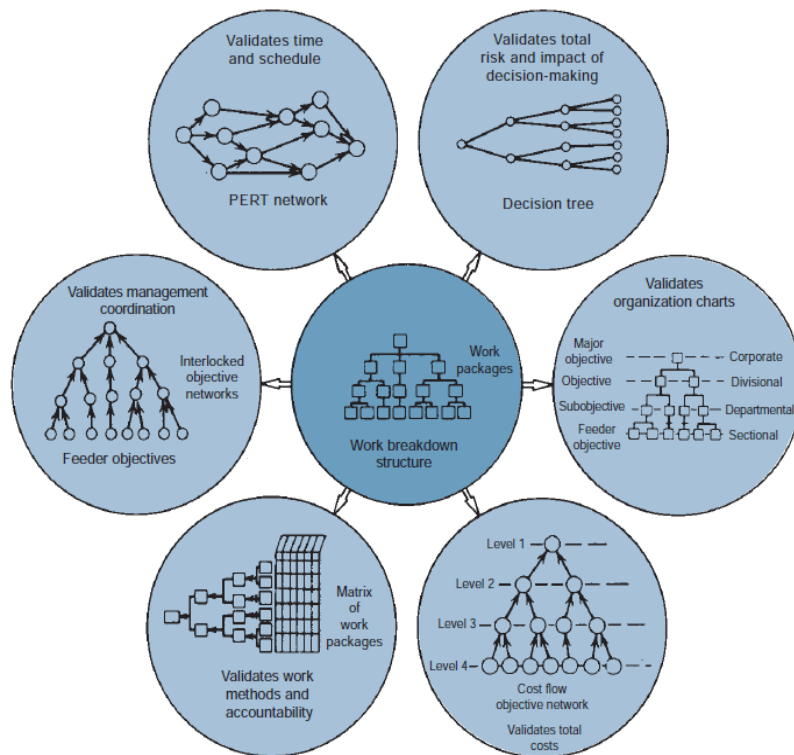
سرب و روی

۵-۱-H - آموزش نرم‌افزار ArcGIS

۲-۳-۱-E - موقعیت آب و هوای منطقه

۳-۳-۱-F - راه‌های دسترسی و امکانات زیرسازی

برای عملیات اکتشافی



شکل ۱- ساختار شکست کار در کنترل و ارزیابی پروژه [۱۷]

۴-۶-۱-L - اختصاص وزن‌های مختلف به هر یک از

واحدهای مختلف زمین‌شناسی و تهیه لایه

شاهد زمین‌شناسی

۷-۱- فعالیت‌های انجام شده برای تهیه لایه شاهد

ژئوشیمیایی

در مراحل اولیه اکتشاف در مناطق با گسترش زیاد، استفاده از اکتشافات ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای یک از روش‌های مؤثر در شناسایی مناطق با پتانسیل و هدف، به منظور متمرکز شده در مراحل تفصیلی است [۱۸]. در این روش با شناسایی مناطق ناهنجار پراکندگی عناصر مورد اکتشاف و یا ردیاب‌های آن‌ها می‌توان دگرسانی‌ها، هاله‌های پراکندگی و حتی رخنمون‌ها را شناسایی کرد [۱۹]. به منظور بررسی ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای در محدوده ۱:۱۰۰۰۰۰ ماهنشان، در مساحتی در حدود ۲۵۰۰ کیلومتر مربع، اقدام به نمونه‌برداری از این منطقه شد و تعداد ۸۱۷ نمونه رسوبات آبراهه‌ای جمع‌آوری گردید. آنالیز

پردازش و آنالیز داده‌های مکانی

۶-۱- فعالیت‌های انجام شده برای تهیه لایه شاهد

زمین‌شناسی

در ابتدا نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ ماهنشان تهیه گردید و پس از رقومی کردن نقشه زمین‌شناسی و انتقال به محیط GIS، بنا بر نظر کارشناس، وزندهی کلاس‌های موجود در این لایه، با توجه به ویژگی‌های زمین‌شناسی و سنگ‌شناسی منطقه و ارتباط واحدهای سنگی مختلف با کانی‌سازی اسکارن سرب و روی انجام گردید. از این فعالیت‌های انجام شده در این مرحله شامل:

۱-۶-۱-I - تهیه نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ از

منطقه مورد مطالعه

۲-۶-۱-J - شناسایی واحدهای زمین‌شناسی

دربگیرنده کانسار مورد مطالعه

۳-۶-۱-K - تبدیل نقشه زمین‌شناسی به لایه رقومی

زمین‌شناسی

قسمت‌های مختلف و تهیه لایه شاهد ژئوفیزیکی منطقه مورد مطالعه

۹-۱- تهیه لایه چگالی گسل‌ها

گسل‌ها مناطق خوبی برای تشکیل نهشته‌های اسکان هستند [۲۲-۲۰]. در نتیجه مناطق با چگالی گسل بالا به طور مطلوبی برای نهشته‌های اسکارن سرب و روی در منطقه مورد مطالعه مناسب هستند. از این رو در ابتدا نقشه گستردگی گسل‌های موجود در منطقه تهیه گردید و سپس با پردازش‌های لازم، نقشه شاهد چگالی گسل‌ها تهیه گردید از این رو فعالیت‌های لازم برای تهیه نقشه شاهد چگالی گسل‌ها شامل:

۱-۹-۱- V- تهیه نقشه ۱/۱۰۰۰۰۰ از گسل‌های

موجود در منطقه

۲-۹-۱- W- تبدیل نقشه گسل‌ها به لایه رقومی

گسل‌های موجود در منطقه

۳-۴-۲- X- انجام پردازش‌های مختلف بر روی لایه

رقومی و تهیه لایه شاهد چگالی گسل‌ها

۲- تلفیق لایه‌های شاهد مختلف در محیط GIS

سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌تواند در جهت کسب، جمع‌آوری، ذخیره‌سازی، سازمان‌دهی، پردازش و استفاده بهینه از مجموعه داده‌ها جهت تفسیر و تولید نقشه‌های گوناگون زمین‌شناسی و اکتشافی، امکانات و تسهیلاتی را در اختیار کاربران قرار دهد. GIS می‌تواند مقدراتی را فراهم آورد که به وسیله آن لایه‌های اطلاعاتی مختلف که در اینجا شامل، لایه‌های زمین‌شناسی، ژئوشیمی رسوبات آبراه‌های، ژئوفیزیکی و گسل‌ها، تلفیق، آنالیز و مدل‌سازی شده و جهت تعبیر و تفسیر با هدفی خاص به صورت یک نقشه با استفاده از قابلیت‌های نقشه‌کشی رقومی سیستم اطلاعات جغرافیایی در اختیار استفاده کننده قرار گیرد [۲۳]. به منظور پیش‌بینی پتانسیل کانی‌زایی موردنظر در محیط GIS تلفیق لایه‌های شاهد مختلف انجام می‌گیرد، این تلفیق در قالب مدل‌سازی نتایج حاصل از مرحله پردازش صورت می‌گیرد.

۱-۳- Y- تهیه نقشه پتانسیل کانی‌زایی اسکارن سرب و

روی

مدل‌سازی پتانسیل معدنی در واقع یافتن مکان‌ها یا مناطقی است که یکسری معیارها و ملاک‌ها برای حضور

نمونه‌ها برای تعیین غلظت عناصر Ni, Cr, Ag, Pb, Zn, Hg, Sr, V, Ba, Y, Sn, Co, Cd, Sb, As, Cu, Sc, Bi و W انجام شد و نتایج آن اساس کار تحلیل‌های آماری قرار گرفت. پس از مرتب‌سازی داده‌ها و رفع نواقص موجود در نتیجه کار آزمایشگاه، داده‌ها اولیه جهت بررسی‌های آماری تک متغیره و چند متغیره آماده و در نهایت نقشه‌های آنومالی برای عناصر اصلی کانی‌سازی رسم شد. از این رو فعالیت‌هایی که برای ترسیم نقشه شاهد ژئوشیمیایی مورد نیاز بود شامل:

۱-۷-۱- M- حضور در منطقه مورد مطالعه و

نمونه‌برداری از رسوبات آبراه‌های و کانی سنگین

۲-۷-۱- N- آماده‌سازی و تجزیه نمونه‌های برداشت

شده و تهیه فایل حاوی تجزیه نمونه‌ها

۳-۷-۱- O- ورود داده‌های حاصل از تجزیه نمونه‌ها

به محیط SPSS و انجام محاسبات آماری بر روی آن‌ها

۴-۷-۱- P- تهیه نقشه ارتفاعی ۱/۱۰۰۰۰۰ از منطقه

مورد مطالعه

۵-۷-۱- Q- به دست آوردن حوضه آبریز با استفاده

از نقشه ارتفاعی منطقه مورد مطالعه

۶-۷-۱- R- انتقال خروجی نرم‌افزار SPSS به نرم-

افزار ArcGIS و پردازش داده‌ها

۸-۱- تهیه لایه شاهد ژئوفیزیکی

در اسکارن‌های سرب و روی روش مغناطیسی برای مشخص نمودن زون غنی پیرویتی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۰]. از این رو ابتدا داده‌های مربوط برداشت‌های مغناطیسی گردآوری و بعد از پردازش‌های لازم بر روی آن‌ها انجام گردید و در نهایت با دادن وزن به قسمت‌های مختلف در محیط GIS نقشه شاهد ژئوفیزیکی تهیه گردید. فعالیت‌های لازم برای تهیه نقشه شاهد ژئوشیمیایی شامل:

۱-۸-۱- S- تهیه داده‌های مغناطیس هواپردی از

منطقه مورد مطالعه

۲-۸-۱- T- ورود داده‌ها به نرم‌افزار Oasis montaj

و انجام پردازش‌های لازم بر روی داده‌ها

۳-۸-۱- U- انتقال خروجی نرم‌افزار Oasis montaj

به نرم‌افزار ArcGIS و دادن وزن به

دیاگرام به صورت گرافیکی نشان داده شده است.

۷ - بحث

در طراحی اکتشافات سیستماتیک و پی‌جویی ذخایر معدنی می‌توان با استفاده از مدل‌سازی ذخایر شناخته شده، الگوریتمی را طراحی نمود تا اجرای عملیات اکتشاف، تولید مدل‌پتانسیل معدنی و شناسایی نواحی هدف بر اساس مراحل ارائه شده در آن صورت گیرد. از این رو در هر مقیاسی از مدل‌سازی پتانسیل‌یابی، تعریف یک مدل مفهومی در اولین قدم امری اجتناب‌ناپذیر است [۲]. مدل‌های مفهومی ذخایر معدنی خصوصیات ذخیره را با استفاده از کلمات و نمودارها توصیف می‌نمایند [۲۴]. در این خصوص، کلیه مراحل تولید مدل پتانسیل معدنی و شناسایی مناطق هدف و پتانسیل‌دار اسکارن سرب و روی از ابتدا تا انتها به صورت مرحله به مرحله نشان داده شده است. اگر این الگوریتم پیش از شروع هر پروژه اکتشافی برای هر نوع ماده معدنی به طور خاص، طراحی شود، روند اجرای عملیات اکتشافی سیستماتیک خواهد بود و کنترل و مدیریت پروژه به راحتی صورت می‌گیرد.

مسئله‌ای که در مورد پروژه‌های اکتشاف مواد معدنی وجود دارد این است که روش‌های گوناگونی (از جمله ژئوشیمی، ژئوفیزیک، سنجش از دور، زمین‌شناسی و...) برای پی‌جویی مواد معدنی وجود دارد که بسته به نوع ماده معدنی و اهمیت هر یک از این روش‌ها در اکتشاف ماده معدنی مورد نظر، از درجه اهمیت مختلفی برخوردار می‌باشند.

از این رو هر مدل پیش‌بینی پتانسیل معدنی فقط برای یک تیپ خاص از کانی‌سازی مناسب است، بنابراین مدلی که از آن برای پتانسیل‌یابی اسکارن سرب و روی استفاده شده است نمی‌تواند برای مس پورفیری نیز به کار رود و برعکس. بنابراین در هر مقیاسی از مدل‌سازی پتانسیل‌یابی، تعریف یک مدل مفهومی در اولین قدم امری اجتناب‌ناپذیر است [۲]. در این راستا مطالعات محدودی در زمینه مدیریت پروژه‌های اکتشافی سایر تیپ‌های کانساری همچون مس پورفیری [۲۵]، سنگ‌های تزئینی [۲۶]، طلای اپی ترمال [۱۹] و زغالسنگ [۲۷] و نیز مطالعات زیست محیطی کانسارهای مس پورفیری [۲۸] صورت گرفته است که در هر کدام از این مطالعات با توجه به مدل

ذخیره در آن‌ها صدق کند. در اینجا از روش منطق فازی که از روش‌های دانش‌محور در مدل‌سازی پتانسیل معدنی می‌باشد به منظور تهیه نقشه پتانسیل کانی‌زایی اسکارن سرب و روی استفاده گردید.

کنترل نتایج

۱-۲- Z- تهیه موقعیت اندیس‌های مختلف در منطقه

مورد مطالعه

۲-۲- AA- تبدیل موقعیت اندیس‌های موجود به یک

لایه رقومی و مقایسه آن با مناطق آنومالی به

دست آمده با استفاده از تلفیق لایه‌های شاهد

اطلاعاتی

۳-۲- AB- بازدید مقدماتی از مناطق امیدبخش توسط

کارشناسان و نمونه‌برداری سطحی

۳- AC- تعبیر و تفسیر نتایج و مشخص کردن

محدوده‌های امیدبخش برای انجام مطالعات

مرحله پی‌جویی

۴- AD- تهیه گزارش نهایی

در ادامه ساختار شکست کار برای تهیه نقشه پتانسیل معدنی اسکارن سرب و روی در منطقه ماهنشان در محیط ArcGIS در شکل (۲) نشان داده شده است.

۶- شبکه برداری (AOA)

یکی از ابزارهایی که می‌توان با استفاده از آن ارتباط بین فعالیت‌های یک پروژه را نشان داد استفاده از دیاگرام شبکه برداری است. با استفاده از این ابزار می‌توان ارتباط بین فعالیت‌ها را به صورت گرافیکی بیان نمود و همچنین جریان کاری در یک پروژه را نشان می‌دهد. علاوه بر این، این دیاگرام ابزاری مناسب برای طراحی، کنترل و همچنین زمانبندی می‌باشد. از آنجایی که اکتشاف مواد معدنی یک فرآیند مرحله‌ای است و این مراحل و همچنین فعالیت‌های انجام شده در هر مرحله با یکدیگر مرتبط می‌باشند، از این رو رسم این شبکه و نشان دادن ارتباط بین فعالیت‌های انجام شده برای اکتشاف مواد معدنی بسیار مفید می‌باشد. از این رو در جدول ۱ فعالیت‌های انجام شده به منظور اکتشاف اسکارن سرب و روی و پیشنیازهای لازم برای شروع هر فعالیت آورده شده است و در شکل (۳) این

مفهومی نهشته مورد جستجو، فعالیت های مورد نیاز برای اکتشاف هر کدام از این نهشته‌ها ارائه گردیده است.

جدول ۱- لیست فعالیت‌ها و پیشنیازها در پروژه اکتشاف اسکارن سرب و روی

فعالیت	پیشنیاز	فعالیت	پیشنیاز
A	-	P	A
B	A	Q	H,P
C	-	R	O,Q
D	-	S	A
E	-	T	S
F	-	U	H,T
G	C	V	A
H	-	W	H,V
I	A	X	W
J	G	Y	L,R,U,X
K	H,I	Z	B
L	J,K	AA	Y,Z
M	D,E,F	AB	AA
N	M	AC	AB
O	N	AD	AC

گیرد. در مراحل بعدی با استفاده از جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز، لایه های زمین‌شناسی، ژئوشیمی، ژئوفیزیک و چگالی گسل‌ها تهیه گردید که در نهایت برای به دست آوردن بهترین ناحیه برای اکتشافات بیشتر در مرحله پی-جویی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی نقشه‌های به دست آمده در قسمت‌های مختلف با یکدیگر ترکیب گردیدند.

بازدید مقدماتی از مناطق امیدبخش و نمونه‌برداری سطحی و پس از آن تعبیر و تفسیر نتایج و مشخص کردن محدوده‌های امیدبخش برای انجام مطالعات مرحله پی‌جویی توسط کارشناسان صورت گرفت و در انتها نیز گزارش نهایی در مورد کانی‌سازی اسکارن سرب و روی در مرحله مقدماتی در منطقه ماهنشان تهیه گردید.

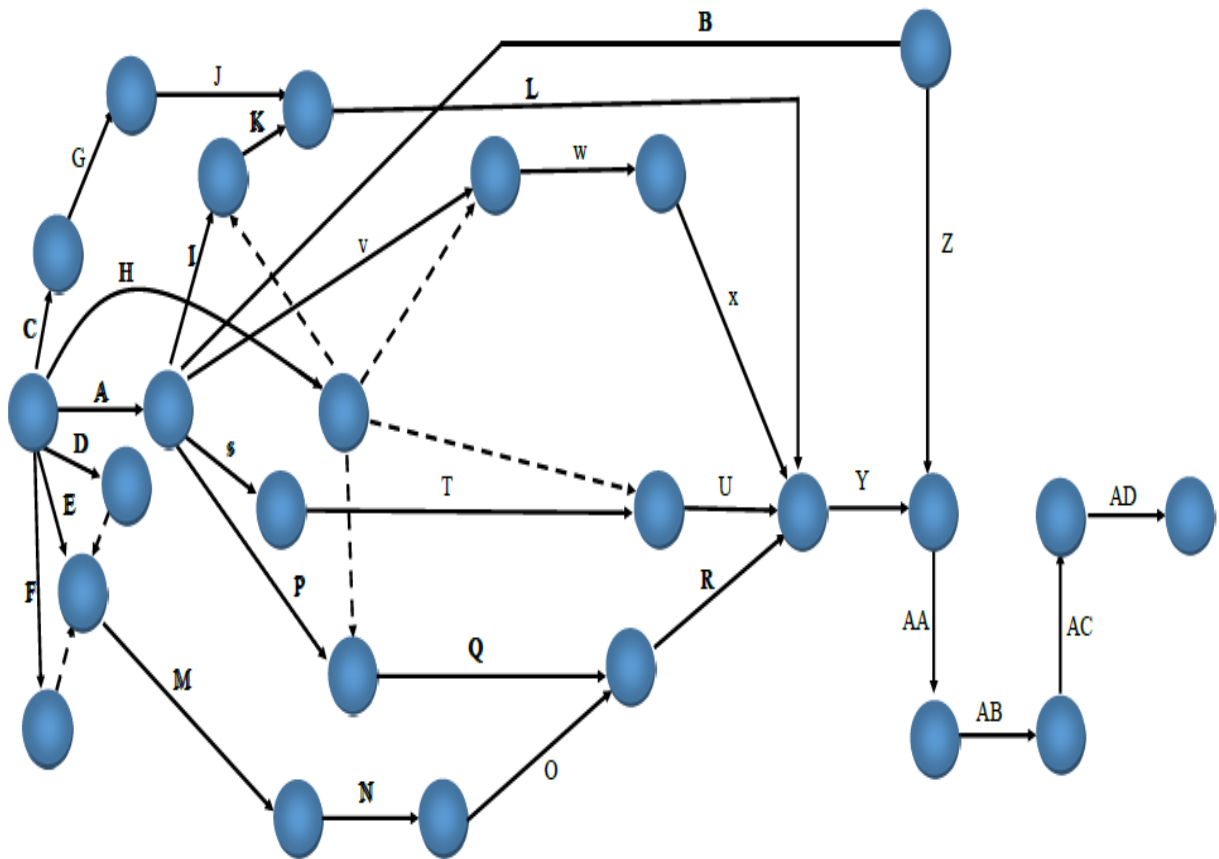
با توجه به اینکه پروژه‌های اکتشافی بسیار پرهزینه و زمان‌بر هستند و همچنین دارای حجم و پیچیدگی بالایی برخوردار می‌باشند از این رو می‌بایست ساختار شکست کار مناسب برای این پروژه‌ها تهیه گردد.

ساختار شکست کار برای تمام مراحل پروژه اکتشاف یک کانسار ضروری می‌باشد تا در صورت به نتیجه نرسیدن در مراحل اولیه از ادامه فعالیت اکتشافی جلوگیری به عمل آید؛ اما از آنجایی در این پروژه تنها مرحله انتخاب محدوده و شناسایی هدف مدنظر بود تفکیک پروژه تنها بر اساس فعالیت‌های انجام شده در این مراحل صورت گرفت.

برای این منظور ابتدا منابع، و اطلاعات مربوط به منطقه ماهنشان و نیز کانی‌سازی اسکارن سرب و روی در این منطقه جمع‌آوری گردید تا با استفاده از آن کلیه فعالیت‌های اکتشافی پیشین در منطقه مورد بررسی و مطالعه قرار



شکل ۲- ساختار شکست کار برای تهیه نقشه پتانسیل معدنی اسکارن سرب و روی در منطقه ماهنشان در محیط ArcGIS



شکل ۳- دیاگرام شبکه برداری در اکتشاف اسکارن سرب و روی

۸- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

با توجه به مطالعات صورت گرفته در این مقاله، می‌توان نتیجه گرفت که اگر قبل از شروع عملیات اکتشافی برنامه مدونی به صورت سیستماتیک و با استفاده از ابزار مدیریتی ساختار شکست کار طراحی شود که در آن فرایند عملیات اکتشافی به صورت مرحله به مرحله و نیز فعالیت‌های مختلف در هر مرحله مشخص شده باشد، مدیریت بهینه زمان، هزینه و کنترل پروژه صورت گرفته و از ریسک عملیات اکتشافی نیز کاسته می‌شود. علاوه بر این می‌توان با در نظر گرفتن شرایط منطقه اکتشافی، الگوی ارائه شده شبکه برای یک عملیات اکتشافی را رسم نمود و با توجه به بزرگی و محل اجرای پروژه نسبت به زمانبندی و آن اقدام نمود.

در مورد اکتشاف کانسارهای اسکارن سرب و روی، حجم بالایی از داده‌ها مورد نیاز است از این رو استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی به منظور دستیابی به نتیجه‌ای جامع در تعیین نواحی امیدبخش معدنی و تهیه نقشه پتانسیل کانی‌زایی در مناطق تحت اکتشاف بسیار مفید خواهد بود.

در نهایت می‌توان با توجه به فعالیت‌های صورت گرفته در هر بخش، به بررسی، زمان‌بندی و گردآوری داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز پرداخت و در انتها بهترین مناطق را برای پی‌جویی‌های بیشتر به دست آورد.

با توجه به اهمیت، حجم، هزینه بالا و پیچیدگی پروژه‌های اکتشافی، ترسیم شبکه فعالیت‌های اکتشافی تقریباً ضروری می‌باشد، بنابراین بایستی ساختار شکست مناسب در این پروژه‌ها تهیه گردد. این کار باعث سازمان‌دهی پروژه اکتشافی خواهد شد، که خود باعث نظم در انجام پروژه و اجتناب از صرف بی‌مورد هزینه‌های هنگفت در مراحل مختلف پروژه‌های اکتشافی می‌شود. همچنین به دلیل بالا بودن فعالیت‌های اکتشافی و احتمال عدم موفقیت این پروژه‌ها، ترجیح داده می‌شود که پروژه در مراحل مختلفی صورت گیرد و ساختار شکست کار برای هر کدام از این مراحل به طور جداگانه ترسیم گردد تا علاوه بر مدیریت مناسب و راحت مراحل مختلف پروژه‌های اکتشافی، چنانچه مراحل اولیه به نتایج قابل قبولی نرسد، از ادامه فعالیت اکتشافی جلوگیری به عمل آید. علی‌رغم اهمیت پروژه‌های

شده است که می‌تواند در مناطق دیگر و نیز برای مواد معدنی دیگر توسعه داده شود. همچنین با توجه به اهمیت موضوع زمانبندی پروژه‌های اکتشافی در واقعیت، پیشنهاد می‌شود تحقیقات آتی در این حوزه صورت گیرد.

اکتشافی، هنوز لزوم استفاده از چنین ساختاری که دربرگیرنده تمام اجزای پروژه باشد برای تمامی پروژه‌های اکتشافی در نظر گرفته نمی‌شود. در این مقاله ساختار شکست کار برای پروژه اکتشاف نهشته‌های اسکارن و سرب و روی در منطقه ماهنشان ارائه

مراجع

- [۱] م. عباس زاده، و ا. هزارخانی، "ساختار شکست کار در پروژه تهیه نقشه پتانسیل کانی زائی مس پورفیری در محیط GIS بر پایه بکارگیری داده‌های اکتشافی"، سمینار تخصصی کانه زایی مس در ایران، تهران، ۱۳۹۱.
- [2] E.J.M. Caranza, Geochemical anomaly and mineral prospectivity mapping in GIS, Handbook of Exploration and Environmental Geochemistry, Elsevier B.V., Vol. 11, 2009.
- [۳] غ. ملک زاده، س. سعید ساختیانچی، مقدمه‌ای بر مدیریت پروژه، انتشارات جهان فردا، ۱۳۸۵، صفحه ۴۵۶.
- [4] Z. Guan, T. Deng, Y. Jiang, C. Zhao, H. Huang, "Probabilistic estimation of ground condition and construction cost fomountain tunnels", Tunnelling and Underground Space Technology, Vol. 42, 2014, pp. 175–183.
- [5] L.D. Meinert, Skarns and skarn deposits, Geoscie Can 19, 1992, pp. 145–162.
- [6] L.D. Meinert, J.W. Hedenquist, H. Satoh, Y. Matsuhisa, "Formation of anhydrous and hydrous skarn in Cu – Au ore deposits by magmatic fluids", Economic Geology, Vol. 98, No. 1, 2003, pp. 147–156.
- [7] L.D. Meinert, G.M. Dipple, S. Nicolescu, World skarn deposits, Economic Geology 100th Anniversary Volume, Society of Economic Geologists. Littleton, Colorado, 2005, pp. 299–336.
- [8] K. Naito, Y. Fukahori, H. Peiming, W. Sakurai, H. Shimazaki, Y. Matsuhisa, "Oxygen and carbon isotope zonations of Kamioka Pb-Zn skarn deposits, central prospecting", Journal of Geochemical Exploration, Vol. 54, No. 3, 1995, pp. 199-211.
- [9] M.T. Einaudi, D.M. Burt, "Introduction-terminology, classification, and composition of skarn deposits", Economic Geology, Vol. 77, No. 4, 1982, pp. 745–754.
- [۱۰] م. کریم‌پور، س. سعادت، زمین‌شناسی اقتصادی کاربردی، انتشارات ارسلان، ۱۳۸۹، صفحه ۵۳۵.
- [11] Sh. Globerson, "Impact of various work-breakdown structures on project conceptualization", international Journal of Project Management, Vol. 12, No. 3, 1994, pp. 165–171.
- [12] Y.S. Li, X.Q. Zhang, G. Ding, Z. Feng, "Developing a quantitative construction waste estimation model for building construction projects", Resources, Conservation and Recycling, Vol. 106, 2016, pp. 9–20.
- [13] E. Siami-Irdemoosa, S.R. Dindarloo, M. Sharifzadeh, "Work breakdown structure (WBS) development for underground construction", Automation in Construction, Vol. 58, 2015, pp. 85–94.

[۱۴] م. نادری پور، برنامه‌ریزی و کنترل پروژه، انتشارات سازمان برنامه و بودجه، مرکز مدارک اقتصادی- اجتماعی و انتشارات، ۱۳۷۲، صفحه ۴۲۶.

[15] D. Li, M. Lu, "Automated Generation of Work Breakdown Structure and Project Network Model for Earthworks Project Planning: A Flow Network-Based Optimization Approach", *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 143, No. 1, 2017, art. No. 04016086.

[16] T.R. Devi, and V.Sh. Reddy, "Work Breakdown Structure of the Project", *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)*, Vol. 2, No. 2, 2012, pp. 683–686.

[17] H. Kerzner, *Project Management: a System Approach to Planning, Scheduling, & Controlling*, 9th Edition, John Wiley & Sons, Inc, 2009.

[۱۸] ع.ا. حسنی پاک، اصول اکتشافات ژئوشیمیایی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۳، صفحه ۶۱۵.

[۱۹] م. یوسفی، ر. غلامی، ا. کامکار روحانی، ع. مرادزاده، "طراحی الگوریتم تولید مدل پتانسیل معدنی به منظور مدیریت بهینه عملیات اکتشاف، با نگرش ویژه به اکتشاف مقدماتی ذخایر طلا"، فصلنامه علوم زمین، سال بیست و یکم، شماره ۸۱، ۱۳۹۰، صفحه ۱۳۵-۱۴۲.

[20] C. Canet, E. González-Partida, A. Camprubí, J. Castro-Mora, F.M. Romero, R.M. Prol-Ledesma, C. Linares, J.A. Romero-Guadarrama, L.I. Sánchez-Vargas, "The Zn – Pb– Ag skarns of Zacatepec, Northeastern Oaxaca, Mexico: A study of mineral assemblages and ore-forming fluids", *Ore Geology Reviews*, Vol. 39, No. 4, 2011, pp. 277–290.

[21] R. Zuo, "Identifying geochemical anomalies associated with Cu and Pb– Zn skarn mineralization using principal component analysis and spectrum – area fractal modeling in the Gangdese Belt, Tibet (China)", *Journal of Geochemical Exploration*, Vol. 111, No. 1–2, 2011, pp. 13–22.

[22] F. Chen, J. Deng, Q. Shu, G. Li, X. Cui, F. Zhao, Q. Wang, "Geology, fluid inclusion and stable isotopes (O, S) of the Hetaoping distal skarn Zn-Pb deposit, northern Baoshan block, SW China", *Ore Geology Reviews*, Vol. 90, 2017, pp. 913–927.

[۲۳] م. زارعی نژاد، پ. گیاهی، "کاربرد GIS در استفاده بهینه از اطلاعات زمین‌شناسی و اکتشافی"، مجموعه مقالات پانزدهمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۷۵.

[24] G. Bonham-Carter, *Geographic Information Systems for Geoscientists: Modelling with GIS*, Pergamon, Oxford, 1994.

[۲۵] م. عباس زاده، ا. هزارخانی، "ساختار شکست کار در پروژه تهیه نقشه پتانسیل کانی زائی مس پورفیری در محیط GIS بر پایه بکارگیری داده های اکتشافی"، سمینار تخصصی کانه زایی مس در ایران، تهران، (پذیرفته و چاپ شده در مجموعه مقالات کنفرانس)، ۱۳۹۱.

[۲۶] ی. شرقی، ح. سکاکی، م.ج. محمدزاده، ف. علی نیا، "ساختار شکست کار و نمودار کارهای پروژه اکتشاف سنگهای تزئینی"، دومین کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه، تهران، ۱۳۸۴.

[۲۷] س. سلطانی محمدی، ح. سکاکی، ح. رمضی، "تهیه شبکه پروژه عملیات اکتشافی زغالسنگ برای مدیران سطوح مختلف پروژه، همایش معدن چرخ صنعت، تهران"، (مقاله برگزیده برای چاپ در نشریه علمی پژوهشی)، ۱۳۸۹.

[۲۸] ا. قدیری صوفی، م. عباس زاده، "تهیه ساختار شکست کار در مطالعات زیست‌محیطی کانسارهای مس پورفیری"، ششمین همایش ملی زمین‌شناسی محیط زیست، تهران، ۱۳۹۴.