بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مهندسی معدن

کاربرد روش فازی تاپسیس(FuzzyTopsis) در بهبود انتخاب زون های پرپتانسیل مواد معدنی مس پورفیری در زون متالوژنی جنوب مس سرچشمه

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی اکتشاف معدن

شکوه ریاحی

اساتید راهنما

دکتر نادر فتحیان پور

دکتر سید حسن طباطبایی

۱۳۹۳

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مهندسی معدن

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی اکتشاف معدن خانم شکوه ریاحی

تحت عنوان

کاربرد روش فازی تاپسیس (Topsis) در بهبود انتخاب زون های پر پتانسیل مواد معدنی مس پورفیری در زون متالوژنی جنوب مس سرچشمه

در تاریخ ۱۳۹۳/۶/۲۹ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱ .اساتید راهنمای پایان نامه	دکتر نادر فتحیان پور
	دکتر سید حسن طباطبایی
۲. استاد داور داخلی	دکتر احمدرضا مختاری
۳. استاد داور خارجی	دکتر رضا جعفری
سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده	دکتر مرتضی طبایی

تشکر و قدردانی:

پس از شکر و سپاس فراوان خداوند بخشنده و مهربان، تشکر فراوان دارم از اساتید گرانقدر و بزرگوارم، دکتر نادر فتحیان پور و دکتر سید حسن طباطبایی و هم چنین سایر اساتید گرانقدر و محترم که از آن ها علم و دانش کسب کردم. از دوستان و همراهان بسیار خوبم بینهایت سپاسگزارم و از تمامی عزیزانی که از راهنمایی های مفید و ارزنده شان استفاده نمودم کمال تشکر و قدردانی دارم.

و در نهایت تشکر و سپاس بی حد و حصر از خانواده عزیزم، بالاخص پدر و مادر بسیار مهربان و خوبم دارم و تشکر ویژه مخصوص همسرم...

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات ونوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست مطالب ۵
چکیده ۱
فصل اول: مقدمه و اهداف پروژه ۲
۱-۱- مقدمه ۲
۱-۲- سابقه موضوع تحقیق و ضرورت انجام آن ۴
۱-۳-اهداف پایان نامه ۵
فصل دوم: روش شناسی تحقیق ۷
۲-۱- مقدمه ۷
۲-۲ کلیات تصمیم گیری چند معیاره (MCDM) ۸
۲-۳ روش MCDM فازی(FMCDM) ۹
۲-۴ روش تاپسیس(TOPSIS) ۱۰
۲-۵ روش تاپسیس فازی(Fuzzy Topsis) ۱۱
۲-۶ مراحل اجرای روش تصمیم گیری چند معیاره ۱۲
۲-۷ چگونگی انجام روش تاپسیس(TOPSIS) ۱۵
۲-۸ مراحل انجام روش تاپسیس ۱۶
۲-۹ روش فازی تاپسیس(Fuzzy TOPSIS) ۱۸
۲-۹-۱ توابع عضویت فازی ۱۸
۲-۹-۲ تعریف اعداد فازی ۱۹
۲-۹-۳ بی مقیاس سازی فازی ۲۰
۲-۱۰ الگوریتم روش فازی تاپسیس ۲۰
۲-۱۱ مراحل انجام روش Fuzzy TOPSIS : ۲۴
۲-۱۲ روش شناسی تحقیق حاضر ۲۶
فصل سوم: آشنایی با محدوده مورد مطالعه ۲۸
۳-۱- مقدمه ۲۸
۳-۲- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی محدوده مورد بررسی ۲۹
۳-۳ موقعیت محدوده ی مورد مطالعه در واحدهای ساختاری- رسوبی ایران ۲۹
۳-۴ زمین شناسی محدوده مورد مطالعه ۳۲

۳-۵ کانسارهای مس پورفیری موجود در محدوده ۳۳
۳-۵-۱ کانسار دره زار ۳۴
۳-۵-۲ رگه مس، سرب وروی در شمال دره زار ۳۷
۳-۵-۳ ناحیه ده سیاهان –بندرباغو ۳۷
۳-۵-۴ نشانه معدنی کوه پنج ۴۰
۳-۵-۵ نشانه معدنی مس بندممزار ۴۲
۳-۵-۶ نشانه معدنی مس گورعلی اسماعیلی ۴۲
۳-۵-۷ کانسار مس سریدون شمالی ۴۲
فصل چهارم: تهیه لایه های داده های اکتشافی ۴۳
۴-۱ مقدمه ۴۳
۴-۲ لایه اطلاعاتی سنجش از دور ۴۴
۴-۳ لایه اطلاعاتی ژئوفیزیک ۴۶
۴-۳-۱ مغناطیس سنجی ۴۶
۴-۳-۲ میدان مغناطیسی زمین و عوامل ایجادکننده آنومالی های مغناطیسی ۴۷
۴-۳-۳ تصحیح و پردازش داده های مغناطیسی ۴۸
۴-۳-۴ تصحیحات روزانه ۴۸
۴-۳-۵ تعیین شدت میدان ناحیه ای و محاسبه مقدار باقیمانده ۴۸
۴-۳-۶ انتخاب فیلتر مناسب در روش مغناطیس سنجی ۴۹
۴-۳-۷ نقشه سیگنال تحلیلی ۴۹
۴-۳-۸ گسترش رو به بالای داده های مغناطیسی ۴۹
۴-۳-۹ مشتقات قائم اول و دوم میدان مغناطیسی ۵۰
۴-۳-۱۰ پردازش داده های مغناطیس در محدوده مورد بررسی ۵۱
۴-۴ لایه اطلاعاتی ژئوشیمی ۵۳
۴-۴-۱ بررسی های اکتشاف ژئوشیمیایی برروی داده های ژئوشیمی محدوده مورد مطالعه ۵۴
۴-۵ لایه اطلاعات ساختارهای محدوده مورد بررسی ٥٤
۴-۶ لایه اطلاعات زمین شناسی سازندهای موجود در محدوده مورد بررسی ۵۵
فصل پنجم: تلفیق لایه ها و پهنه بندی در محیط *GIS* ۵۷
۵-۱مقدمه ۵۷
۵-۲ تولید لایه های اطلاعات اکتشافی در محیط GIS ۵۸

۵-۳ روش منطق فازی ۵۸
۵-۳-۱ تئوری مجموعه فازی ۵۹
۵-۳-۲ توابع عضویت فازی ۶۰
۵-۳-۳ عملگرهای فازی ۶۲
۵-۳-۴ انواع لایه های اطلاعاتی موجود ۶۳
۵-۳-۵ مدل همپوشانی وزن دار ۶۸
۵-۳-۶ نتایج حاصل از روش همپوشانی وزن دار ۶۸
فصل ششم: پیاده سازی و اجرای الگوریتم تصمیم گیری چندمعیاره تاپسیس و فازی-تاپسیس ۷۰
۶-۱ مقدمه ۷۰
۶-۳ تعیین اولویت مناطق مستعد به روش تاپسیس ۷۷
۶-۳ تعیین اولویت مناطق مستعد به روش فازی تاپسیس ۷۷
فصل هفتم: جمع بندی نتایج و ارائه پیشنهادات ۸۳
۷-۱ مقدمه ۸۳
۷-۲ جمع بندی نتایج ۸۴
۷-۳ پیشنهادات ۸۵
منابع ۸۷

فهرست اشکال

شکل۲-۱. فواصل اقلیدسی بین گزینه ها با راه حل ایده آل مثبت و ضدایده آل ۱۵
شکل ۲-۲. نمایش عدد فازی مثلثی ۱۹
شکل۲-۳. توابع عضویت فازی مثلثی و اعداد مربوط به آن ها ۲۱
شکل۲-۴. متغیرهای زبانی برای اهمیت وزن هر یک از معیارها ۲۳
شکل ۲-۵. متغیرهای زبانی جهت امتیاز دادن و مرتب کردن معیارها ۲۳
شکل۲-۶. فلوچارت توضیح مراحل انجام مطالعه ۲۷
شکل۳-۱. راه های دسترسی به محدوده مورد بررسی و محدوده مورد بررسی ۲۹
شکل۳-۲. موقعیت محدوده مس- مولیبدن پورفیری مورد نظر بر روی کمربند ولکانیکی ارومیه-دختر ۳۰

شکل۳-۳. .نقشه زمین شناسی به همراه ساختارهای محدوده مورد بررسی که در بخشی از نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰پاریز و بخشی از نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ چهارگنبد قرار گرفته است..... ۳۳

شکل۳-۴. نشانه ها و کانسارهای معدنی موجود در محدوده مورد بررسی..... ۳۴

شکل۴-۱. تصویر ۴۶۸ به دست آمده محدوده مورد بررسی از داده های ماهواره ای ASTER..... ۴۵

شکل۴-۲.تصویر حاصل از ترکیب ۶بان استر با ۷باند ALI, R(B8/B10) B(B7/B2) G(B6/B4)..... ۴۵

شکل۴-۳. تصاویر حاصل از انجام پردازش بر روی داده های ماهواره ای منطقه، (الف): اکسید آهن موجود در محدوده (ب): آلتراسیون هیدروترمال موجود در محدوده..... ۴۶

شکل۴-۴. نقشه حاصل از مغناطیس باقیمانده محدوده مورد نظر..... ۵۲

شکل۴-۵. تصاویر حاصل از انجام پردازش داده های مغناطیسی، (الف): تصویر حاصل از اعمال فیلتر کاهش به قطب ، (ب): تصویر حاصل از سیگنال تحلیلی در محدوده مورد بررسی..... ۵۳

شکل۴-۶. نقشه حاصل از انجام PC1 بر روی داده های ژئوشیمی مربوط به محدوده مورد بررسی..... ۵۵

شکل۴-۷. نقشه خطواره های موجود در محدوده مورد بررسی ۵۶

شکل۴-۸. نقشه زمین شناسی مربوط به محدوده مورد بررسی که سازندهای زمین شناسی به همراه ساختارهای موجود در محدوده در آن مشخص می باشد..... ۵۷

شکل۵-۱.روند تهیه نقشه پیش بینی مناطق با پتانسیل کانی سازی با استفاده از لایه های اطلاعاتی اکتشافی..... ۵۸

شکل۵-۲چگونگی ترکیب لایه های به دست آمده از داده های دورسنجی جهت به دست آوردن لایه اطلاعاتی آلتراسیون..... ۶۴

شکل۵-۳. چگونگی ترکیب لایه های حاصل داده های ژئوفیزیک جهت به دست آوردن لایه اطلاعاتی ژئوفیزیکی..... ۶۴

شکل۵-۴. چگونگی ترکیب لایه های مربوط به ساختارهای موجود در منطقه و به دست آودن لایه اطلاعاتی ساختارهای موحود در محدوده..... ۶۵

شکل۵-۵. تلفیق فازی لایه های اطلاعاتی اکتشافی به دست آمده با یکدیگر و به دست آوردن نقشه نشان دهنده مناطق باپتانسیل کانی سازی مس پورفیری..... ۶۷

شکل۵-۶. نقشه حاصل از تلفیق فازی لایه های اطلاعاتی، همانطور که درشکل مشاهده می شود، مناطق پرپتانسیل مشخص شده اند..... ۶۷

شکل۵-۷. نقشه حاصل از همپوشانی وزن دار لایه های اطلاعاتی که مناطق پرپتانسیل همانند روش فازی مشخص شده اند..... ۶۹

شکل۶-۱. مناطق مشخص شده مستعد کانی سازی مس پورفیری که به عنوان گزینه های ماتریس تصمیم گیری چندمعیاره Topsis و Fuzzy Topsis استفاده می شوند و همچنین مناطقی که به عنوان نقاط کانی سازی مس پورفیری در محدوده شناخته شده است..... ۷۳

شکل۶-۲. مقایسه نتایج به دست آمده در حالات مختلف انجام روش تاپسیس برای سه گزینه برتر حاصل از این روش،منطقه دره زار،گزینه شماره ۱۴، منطقه گزینه۵ که در نزدیکی سریدون است و منطقه گزینه ۸که در نزدیکی سریدون شمالی می باشد.....۷۶

فهرست جداول

جدول۲-۱. ساختار ماتریس تصمیم.....۱۲

جدول ۲-۲.وضعیت تایید گزینه ها در حالت استفاده از ضریب نزدیکی به گزینه ایده آل.....۲۴

جدول ۲-۳.وضعیت تایید گزینه ها در حالت استفاده ازمیزان شباهت به گزینه ایده آل.....۲۴

جدول ۲-۴. وزن های اهمیت معیار ها که توسط تصمیم گیرندگان داده می شود.....۲۴

جدول۲-۵. متغیرهای زبانی فازی و اعداد فازی مطابق با هر کدام ازگزینه ها.....۲۵

جدول۲-۶. متغیرهای زبانی فازی و اعداد فازی مطابق با هر کدام از معیارها.....۲۵

جدول۴-۱. نتایج مربوط به انجام روش PCA.....۵۴

جدول۵-۱. سازندهای موجود در منطقه و امتیازات داده شده به هرکدام بر اساس اهمیت هر کدام از آن ها.....۶۶

جدول ۵-۲. وزنهای داده شده به هر یک از لایه ها در روش همپوشانی وزن دار.....۶۸

جدول ۶-۱.گزینه ها و معیارهای مورد استفاده در روش TOPSIS، و مقدار هر معیار موجود در هر گزینه.....۷۴

جدول۶-۲. وزن های داده شده به هریک از معیارها، بر اساس اهمیت آن ها.....۷۴

جدول۶-۳.ضرایب نزدیکی(CL) به دست آمده از انجام روش TOPSIS درحالت های مختلف.....۷۵

جدول۶-۴. نتایج حاصل از تغییرمقادیر معیارها و اوزان اختصاص یافته به هریک از معیارها.....۷۷

جدول۶-۵. مقادیر مربوط به هر یک از متغیرهی زبانی اختصاص داده شده به هر یک از ۶ معیار.....۷۸

جدول۶-۶. متغیرهای زبانی اختصاص داده شده به هر کدام از ۶ معیار موجود در هر یک از گزینه ها.....۷۹

جدول ۶-۷. نتایج حاصل از انجام روش فازی تاپسیس در حالت استفاده از هر ۶ معیار موجود.....۸۰

جدول۶-۸. مقادیر مربوط به هر یک از متغیرهی زبانی اختصاص داده شده به هر یک از معیار ها در حالتی که معیار سطح در نظر گرفته نشد..۸۰

جدول۶-۹. متغیرهای زبانی اختصاص داده شده به هر کدام از معیار ها موجود در هر گزینه در حالتی که معیار سطح در نظرگرفته نشود.....۸۱

جدول ۶-۱۰. نتایج حاصل از انجام روش فازی تاپسیس، در حالتی که از معیار سطح در به دست آوردن نتایج استفاده نگردد.....۸۲

چکیده

مطالعه حاضر کوششی است جهت استفاده از روشی که بتوان با بکارگیری آن در زمینه اکتشاف معدن، هنگام انتخاب بهترین منطقه جهت تمرکز عملیات اکتشافی و اولویت بندی مناطق براساس اهمیت آن ها از نظر پتانسیل ماده معدنی، در وقت و هزینه و انرژی تا حد زیادی صرفه جویی گردد و نتیجه به دست آمده، قابل قبول، منطقی و تا حدود زیادی قابل اطمینان باشد. بدین منظور از روش های تصمیم گیری چندمعیاره TOPSIS و Fuzzy TOPSIS، که روش های ساده، راحت، سریع و مطمئنی در زمینه انتخاب می‌باشند استفاده گردید. جهت استفاده از این روش، محدوده جنوب و جنوب شرقی مس سرچشمه که دارای پتانسیل کانی سازی ماده معدنی مس پورفیری می باشد و شامل مناطق شناخته شده کانی سازی مس پورفیری مانند کانسارهای دره زار، سریدون، سریدون شمالی، ناحیه ده سیاهان(بندر باغو)، نشانه معدنی کوه پنج، نشانه معدنی مس بند ممزار و نشانه معدنی مس گورعلی اسماعیلی می باشد تعیین گردید. پس از آن با تهیه و جمع آوری لایه های اطلاعاتی اکتشافی همچون دورسنجی، ژئوشیمی، ژئوفیزیک، زمین شناسی و ساختاری موجود در محدوده، در محیط GIS و تلفیق آن ها به روش های منطق فازی(Fuzzy Logic) و همپوشانی وزن دار(Weighted Overlay)، مناطقی که دارای پتانسیل کانی سازی مس پورفیری بودند مشخص شدند. پس از آن با اعمال مقدار حد آستانه مناسب از نظر اهمیت کانی سازی تعداد ۲۰ منطقه دارای حداقل دو کیلومتر مساحت به عنوان مناطقی که دارای اهمیت اکتشافی از نظر پتانسیل مس پورفیری بودند، جهت ورود به الگوریتمهای تصمیم گیری چند معیاره تاپسیس و فازی تاپسیس انتخاب شدند. سپس با استفاده از این مناطق به عنوان گزینه های مورد نظر و مقدار متوسط هر کدام از لایه های اکتشافی در مناطق که به عنوان معیارهای مورد بررسی می باشند، ماتریس تصمیم گیری که سطرهای آن گزینه های انتخابی و ستون های آن معیارهای در نظر گرفته می باشد، تشکیل و الگوریتمهای تاپسیس و فازی تاپسیس بر روی آن اعمال شد. بدین ترتیب ۲۰ منطقه مورد نظر توسط اعمال هر کدام از روش های تصمیم گیری چندمعیاره ذکر شده، به ترتیب اهمیت اکتشافی اولویت بندی و مستعد ترین مناطق جهت تمرکز عملیات اکتشافی مشخص شد. با مقایسه و بررسی آنچه که از اعمال هر کدام از روش ها به دست آمد، منطقه دره زار با بیشترین ضریب نزدیکی به گزینه ایده آل به عنوان اولویت اول و پس از آن محدوده های سریدون و سریدون شمالی به عنوان اولویت های بعدی شناخته شدند. بررسی و مقایسه نتایج روش تاپسیس و فازی-تاپسیس حاکی از توانمندی هر دو روش در اولویت بندی مناطق مستعد جهت ادامه عملیات اکتشافی می‌باشد، هر چند که روش فازی-تاپسیس از حساسیت بسیار کمتری نسبت به پارازیت در لایه های ورودی و انعطاف پذیری بالاتر در نظر کارشناسی اوزان اختصاص یافته به معیارها، برخوردار است. همچنین مقایسه ویژگیهای اکتشافی اولویتهای پیشنهادی بروشهای تاپسیس و فازی تاپسیس با مناطقی که به عنوان اندیس کانی سازی مس پورفیری شناخته شده اند، حاکی از همخوانی و تطبیق قابل قبولی بین نتایج این تحقیق با واقعیت‌های زمین شناسی می باشد.

کلمات کلیدی: جنوب و جنوب شرقی سرچشمه، منطق فازی، همپوشانی وزن دار، زمین شناسی، دورسنجی، ژئوفیزیک، ژئوشیمی، ساختارها، سیستم اطلاعات جغرافیایی، تاپسیس، فازی تاپسیس

فصل اول

مقدمه و اهداف پروژه

۱-۱- مقدمه

بشر از آغاز پیدایش پیوسته برای ادامه حیات به زمین و مواد تشکیل دهنده‌ی آن متکی بوده است. بنابراین کانی های موجود در پوسته‌ی زمین به نسبت اهمیت همیشه مورد توجه انسان بوده و تلاش برای یافتن کانسارهای جدید و یا گسترش و استفاده‌ی هر چه بیشتر از کانسارهای موجود همچنان ادامه دارد. در این بین اکتشاف کانسارهای فلزی از جایگاه ویژه ای برخوردار هستند.

نیاز روز افزون به فلزات پایه نظیر آهن، مس، سرب و روی از یک طرف و کاهش منابع سهل الوصول و سطحی این عناصر از طرف دیگر موجب شده است تا ذخایر عمیق تر این فلزات مورد توجه قرار گیرند. بنابراین کشف این کانسارها روش‌های پیشرفته تر و پیچیده تر را در مطالعات اکتشافی طلب می‌کند.

از آنجا که کشف نهشته‌های جدید بطور روز افزونی مشکل تر می‌گردد مسئله‌ی استفاده از تکنولوژی جدید و متنوع در امر اکتشاف مطرح می‌شود، بطوری که شایسته است در این ارتباط از روش‌های مختلفی استفاده شود تا صرف هزینه‌های هنگفت بهره برداری و حفاری از یک توده‌ی معدنی با ریسک کمتری روبرو باشد. بدین منظور از روشهای اکتشافی استفاده می‌شود که این روش‌ها قادرند با اندازه گیری‌های مستقیم یا غیر مستقیمی که بر روی مناطق مرتبط با کانی سازی انجام می‌دهند، اطلاعات مفیدی را از منطقه‌ی مورد مطالعه ارائه دهند و با پردازش و تفسیر این اطلاعات مناطقی را به عنوان مناطق مستعد کانی‌سازی معرفی نمایند تا اقدام به حفاری در همان مناطق شود. از آنجا که عملیات حفاری با صرف هزینه های سنگین همراه است و برای حفاری محدودیت سرمایه گذاری وجود دارد امکان حفاری کل منطقه وجود ندارد و لذا برداشت های اکتشافی می‌تواند در انتخاب بهینه مناطق مناسب برای حفاری ما را یاری دهد. برای شناسایی یک سیستم کانی سازی لازم است تا پس از پردازش و تصحیح داده ها و سپس مدلسازی داده های به دست آمده و تفسیر این مدل ها ، آنها به نحوی شایسته در محیط GIS تلفیق گردند تا ضمن تعیین ارتباط داده های زمین شناسی، ژئوشیمیایی و ژئوفیزیکی بتوان نقاط امید بخش برای حفاری را مشخص نمود. در این مطالعه از داده های اکتشافی زمین شناسی، دورسنجی، ژئوفیزیک و ژئوشیمی استفاده شده تا با استفاده از روش تصمیم گیری چندمعیاره TOPSIS و Fuzzy TOPSIS بهترین مناطق از نظر پتانسیل ماده معدنی شناخته شود.

قسمت عمده و اصلی برداشت‌های زمین شناسی شامل طراحی ترکیب و ساختار پوسته‌ی زمین با استفاده از روشهای سنتی و تکنیک های ژئوفیزیکی و ژئوشیمیایی پیشرفته است. سیستم اطلاعات جغرافیایی وظیفه‌ی تلفیق برداشت‌های انجام شده با اطلاعات ذخیره شده مانند نقشه‌ها و داده‌های رقومی شده به منظور تخمین مناطق کانی سازی شده و اکتشاف آنها را به عهده دارد[۱].

با این حال استفاده از اطلاعات جغرافیایی به تنهایی جهت انتخاب مناطق کانی سازی شاید نتواند به خوبی در این زمینه عمل کند، از این رو اگر از روش های تصمیم گیری چند معیاره در اولویت بندی و انتخاب گزینه های مناسب جهت انجام عملیات اکتشافی استفاده گردد، می توان تا حد زیادی در صرف هزینه، وقت و انرژی صرفه جویی نمود و از طرفی انتخاب بهتری انجام داد.

۱-۲- سابقه موضوع تحقیق و ضرورت انجام آن

یکی از نقاط ضعف فرآیندهای ارزشیابی کلاسیک این است که تصمیم گیر مجبور است براساس نتایج به دست آمده بدون تحلیل و ارزیابی دقیق، نتیجه قضاوت خود را بیان کند. از این رو اگر از روش تصمیم گیری چند معیاره استفاده شود نتایج به دست آمده با تحلیل مناسب و دقیق تر ارائه خواهند شد، معمولا افراد تصمیم گیر ترجیح می‌دهند به جای یک عدد قاطع قضاوت خود را به صورت گستره ای از اعداد ارائه دهند. در واقع روش‌هایی که بر پایه قضاوت‌های ارزشی هستند نمی‌توانند ابهامات و عدم قطعیت‌های موجود در ذهن تصمیم گیر را در نتیجه نهایی اعمال کنند. استفاده از نظریه مجموعه فازی اجازه استفاده از اطلاعات کیفی و غیر قطعی را به تصمیم می‌دهند. بر این اساس حل مسائل مربوط به روش تصمیم گیری چند معیاره فازی در علم تصمیم گیری مورد توجه ویژه قرار گرفته و استفاده از منطق فازی موجب ایجاد روش‌های متنوعی در مسائل تصمیم گیری چند معیاره شده است.

روش تعیین ارجحیت با استفاده از میزان نزدیکی به راه حل ایده آل TOPSIS یکی از مهم‌ترین روش‌های تصمیم گیری چند معیاره محسوب می‌شود. این روش به طور گسترده ای برای اولویت بندی گزینه‌ها استفاده می‌شود. با این حال به دلیل ناتوانی در مدیریت، عدم قطعیت ذاتی و کاهش دقت ناشی از اعمال نظر تصمیم گیر، به صورت اعداد قاطع مورد نقد است[۲]. در روش TOPSIS قضاوت‌های شخصی به صورت اعداد قاطع ارائه می‌شوند. که این باعث می‌شود در بسیاری از موارد عملی نتایج اولویت بندی این مدل دقیق نبوده و مطلوب تصمیم گیر نباشد[۳]. در روش FTOPSIS (اولویت بندی فازی بر اساس نزدیکی به راه حل ایده آل) ارجحیت نسبی گزینه نسبت به معیارها با استفاده از اعداد فازی مشخص می‌شود. بنابراین مشکل مربوط به قضاوت‌های قاطعانه رفع می‌شود. به دلیل استفاده از اعداد فازی محاسبات نیز در محیط فازی و با استفاده از عملگرهای فازی انجام می‌شود. استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در کنار روش‌های تصمیم گیری چند معیاره MCDM[1] ابزار قدرتمند تصمیم گیری‌های فضایی را فراهم می‌کند. از یک طرف MCDM دارای ابزارهای مناسبی برای طراحی ساختار تصمیم، ارزیابی و اولویت بندی گزینه‌های تصمیم است و از طرف دیگر GIS امکان تجزیه و تحلیل حجم بالای داده‌های جغرافیایی ایجاد می‌کند[۴]. مدل هایی که از روش‌های معطوف به مدل های چند معیاره MCDM و انواع آن مانند روش TOPSIS استفاده شده به طور گسترده در پژوهش‌های پیشین مورد استفاده قرار گرفته‌اند، اما به ندرت در زمینه مهندسی معدن و به خصوص در زمینه اکتشاف معدن از آن بهره برده شده است، از روش های تصمیم گیری چند معیاره در اکتشاف ، روش پرومیتی(PROMETHEE) دراکتشاف

1- Multi Criteria Decision Making

مس‌پورفیری استفاده شده است[۵]، اما از روش تصمیم گیری چند معیاره Topsis و Fuzzy Topsis تنها یک نمونه کار تحقیقاتی با استفاده از این روش تحت عنوان پی جویی و نقشه برداری کانسار مس پورفیری با استفاده از روش Interval Valued Fuzzy Sets Topsis با استفاده از معیارهای زمین شناسی، ژئوشیمی، ژئوفیزیک و دورسنجی در ایران مرکزی انجام شده است[۶].

با توجه به کاربردهای زیاد و موثر این روش در ارزیابی گزینه های مختلف جهت انتخاب بهترین گزینه در امور تصمیم گیری و از آن جا که در حیطه اکتشاف معدن، که همواره همراه با عدم قطعیت و ریسک فراوان می باشد، نیاز اساسی به چنین روشی که بتواند با صرف هزینه، زمان و انرژی بسیار کمی بهترین گزینه جهت ادامه و تمرکز عملیات اکتشافی را مشخص کند احساس می شود، از این رو این مطالعه تلاشی برای معرفی و شرح این روش و بیان کاربرد مهم آن در امر اکتشاف معدن می باشد.

۱-۳- اهداف پایان نامه

هدف اصلی این پایان نامه استفاده از تکنیک های تصمیم گیری چند معیاره در امتیاز دهی به اولویت های اکتشافی و پتانسیل یابی مواد معدنی در محیط GIS[1] می باشد. به گونه ای که سرمایه گذار در انتخاب مناطق امید بخش با ریسک کمتری مواجه شده و بتوان با ارائه کلیه ی معیارهای محدود کننده، بهترین گزینه را برای ادامه عملیات اکتشافی انتخاب و سایر مناطق را برحسب امتیاز دهی اولویت بندی نمود، جهت تحقق این هدف کارهای زیر صورت گرفت:

۱. مطالعات کتابخانه ای، شامل جمع آوری داده‌ها، گزارشات و مدارک زمین شناسی، ژئوفیزیکی، ژئوشیمیایی و دورسنجی.

۲. صحت سنجی داده‌ها و گزارشات جمع آوری شده.

۳. آماده سازی لایه های اطلاعاتی زمین شناسی، آلتراسیون، ژئوفیزیک، ژئوشیمی و ساختارهای منطقه جهت ورود به محیط GIS.

۴. پهنه بندی بر مبنای روش های همپوشانی وزن دار و تلفیق فازی.

۵. تعیین حد آستانه و تعیین تعدادی از محدوده ها با پتانسیل برتر بر مبنای آن.

۶. امتیاز دهی به نواحی با پتانسیل برتر بر اساس روش های TOPSIS و Fuzzy TOPSIS .

1- Geographic Information Systems

۷. مقایسه بین اولویت بندی نواحی توسط روش TOPSIS و Fuzzy TOPSIS و پیشنهاد اولویت های برتر بر مبنای روش های TOPSIS و Fuzzy TOPSIS.

آنچه در این مطالعه آورده خواهد شد، ابتدا شرح کامل روش های تصمیم گیری چندمعیاره تاپسیس و فازی تاپسیس و نحوه انجام آن ها می باشد، پس از آن خصوصیات و ویژگی های محدوده مورد بررسی شرح داده خواهد شد، در ادامه داده های اکتشافی که از محدوده مورد بررسی در دست می باشد و نحوه پردازش آن ها و تهیه لایه های اطلاعات اکتشافی با استفاده از آن ها توضیح داده خواهد شد، پس از آن چگونگی پهنه بندی لایه های اکتشافی در محیط GIS روش های همپوشانی آن ها جهت انتخاب گزینه ها بررسی خواهد شد و سپس اعمال روش های تصمیم گیری چندمعیاره تاپسیس و تاپسیس فازی برروی گزینه ها و اولویت بندی گزینه های مستعد کانی سازی مس پورفیری و انتخاب بهترین منطقه توضیح داده می شود و در انتها به بحث درباره نتایج به دست آمده و ارائه پیشنهادات پرداخته می‌شود.

فصل دوم

روش شناسی تحقیق

۲-۱- مقدمه

با توجه به اهمیت کانسارهای مس پورفیری و اکتشاف این کانسارها، در مناطق مختلف دنیا به منظور اکتشاف این فلز کارهای بسیاری صورت پذیرفته است. بدون شک در این راستا، روشهای ژئوشیمیایی و ژئوفیزیکی نقش مهمی را ایفا می‌کنند و تلفیق نتایج حاصل از این روش ها به منظور حصول و ارائه نتایج هر چه بهتر می‌باشد. از طرفی چون از تصمیم‌گیری چند معیاره در انتخاب بهترین مکان کانی سازی مس پورفیری استفاده می شود، نتیجه حاصله بهتر و رضایت بخش‌تر می‌باشد، زیرا که در مسائل تصمیم گیری چند شاخصه، هرگزینه با چند شاخص ارزیابی می شود و انتخاب گزینه از طریق تعیین سطح مورد نظر برای معیارها و یا از طریق مقایسه های زوجی معیارها و گزینه ها صورت می‌گیرد. در این روش ها، شاخص های کیفی به اعداد کمی تبدیل می شوند و با مقایسه شاخص ها با یکدیگر، اهمیت و ارجحیت هر یک تعیین و گزینه بهتر انتخاب می‌شود.

در این فصل نحوه تشکیل ماتریس تصمیم، نحوه تبدیل شاخص های کیفی به شاخص های کمی، روش‌های مختلف بی مقیاس کردن و وزن دار کردن ماتریس تصمیم گیری، روش فازی کردن آن ها و روش های تعیین ضریب اهمیت شاخص ها توسط روش تصمیم گیری چند معیاره تاپسیس و تاپسیس فازی مورد بررسی قرار گرفته است.

۲-۲ کلیات تصمیم گیری چند معیاره (MCDM)

. تصمیم گیری عبارت است از استفاده از منابع و امکانات و انتخاب شیوه و را هکار مناسب برای دستیابی به یک هدف معین. هربرت سایمون[1] محققی است که در رابطه با مفهوم و مکانیسم تصمیم گیری مطالعات زیادی انجام داده ، این فرد و بسیاری از صاحب نظران تصمیم گیری و مدیریت را یکی و هم معنی دانسته اند. این صاحب نظران معتقدند که کانون اصلی مدیریت را تصمیم گیری تشکیل می دهد. ایشان اضافه می کند که انجام وظایفی چون برنامه ریزی، سازماندهی و یا کنترل در واقع کاری جز تصمیم گیری درباره نحوه و چگونگی انجام این فعالیت ها نیست.

تصمیم‌گیری جوهره اصلی مدیریت است و عمل تصمیم گیری در واقع دشوارترین و خطرناک ترین کار هر مدیر تلقی می گردد. یک مدیر با یک تصمیم گیری نادرست ممکن است صدمات جبران ناپذیری بر پیکره سازمان خود وارد کند[۷].

در بخش معدن، از قسمت پی جویی و اکتشاف معدن که شامل انتخاب بهترین مکان جهت تمرکز عملیاتی می باشد تا قسمت تعیین بهترین روش استخراج، حتی تصمیم گیری در انتخاب ماشین آلات معدنی، و قسمت بهره برداری از معدن و انتخاب مکان مناسب جهت احداث کارخانه فرآوری و سایر قسمت ها از تکنیک های تصمیم گیری استفاده می شود.

تصمیم‌گیری شامل بیان درست اهداف، تعیین راه‌حل‌های مختلف و ممکن، ارزیابی امکان پذیری آنان، ارزیابی عواقب و نتایج ناشی از اجرای هر یک از راه‌حل‌ها و بالاخره انتخاب و اجرای آن می‌باشد. کیفیت مدیریت اساسا تابع کیفیت تصمیم گیری است زیرا کیفیت طرح و برنامه‌ها، اثربخشی و کارآمدی راهبردها و کیفیت نتایجی که از اعمال آنها بدست می‌آید، همگی تابع کیفیت تصمیماتی است که مدیر اتخاذ می‌نماید. در اکثر موارد تصمیم‌گیری‌ها وقتی مطلوب و مورد رضایت تصمیم‌گیرنده است که تصمیم‌گیری براساس چندین معیار[2] مورد بررسی قرار گرفته باشد. معیارها ممکن است کمی یا کیفی باشند. در روشهای تصمیم‌گیری چند معیاره که در دهه‌های اخیر مورد توجه محققان قرار گرفته است بجای استفاده از یک معیار سنجش بهینگی از چند معیار سنجش استفاده می‌شود.

1- Herbert .A. Simon
2- Criteria

مدیر با استفاده از تکنیک های تصمیم گیری چندمعیاره می تواند با در نظر گرفتن معیارهای متفاوت برای تصمیم‌گیری که گاها" با یکدیگر در تعارض هستند، به طریقی عقلایی تصمیم سازی نماید. تصمیم‌گیری چندمعیاره(MCDM) به دو دسته تصمیم گیری چندشاخصه(MADM[1]) و تصمیم‌گیری چند هدفه(MODM[2]) تقسیم می شود.

برای تحلیل یک سیستم چند معیاره باید عناصر آنرا به خوبی شناخت و آنها را به طور دقیق تعریف کرد و سپس به مدلسازی و تجزیه و تحلیل آن پرداخت. به طور کلی می‌توان گفت مسائل تصمیم گیری چند معیاره MCDM شامل ۶ مولفه می‌باشند:

۱. یک هدف یا مجموعه‌ای از اهداف

۲. تصمیم گیرنده (DM) یا گروهی از تصمیم گیران

۳. مجموعه‌ای از معیارهای ارزیابی

۴. مجموعه‌ای از گزینه‌های تصمیم

۵. مجموعه‌ای از متغیرهای مجهول یا متغیرهای تصمیم

۶. مجموعه‌ای از نتایج حاصل شده از هر زوج گزینه – معیار

عنصر مرکزی این ساختار، یک ماتریس تصمیم است که شامل مجموعه‌ای از سطرها و ستون‌هاست. این ماتریس نتایج تصمیم را برای مجموعه‌ای از گزینه‌ها و معیارهای ارزیابی بیان می کند[۸].

۲-۳ روش MCDM فازی(FMCDM):

در تصمیم گیری های کلاسیک وقتی که مقدار بدست آمده برای هر آلترناتیو از آلترناتیو دیگر بیشتر می‌شود، در اولویت بالاتری قرار می گیرد، ولی در عمل، اولاً اعداد نادقیق هستند ، ثانیاً مسأله انتقال اولویت بندی همیشه صادق نیست و این مشکلات ما را برای استفاده از فازی ترغیب می کند. هم چنین در تصمیم گیری های چند معیاره کلاسیک سعی می شود که تاثیر عوامل مختلف در تصمیم گیری با استفاده از مفاهیم ریاضی محاسبه شود. اما بیان بسیاری از عوامل با منطق ریاضی کلاسیک امکان پذیر نیست. از طرف دیگر همیشه در دنیای واقعی عدم قطعیت وجود داشته و شرایط نامطمئن همواره در مراحل مختلف مطالعه و بررسی یک مسئله وجود دارد. بنابراین در بسیاری از موارد، تمام و یا قسمتی از داده های یک مسئله تصمیم گیری چند معیاره، فازی هستند. در این صورت اگر مسئله با استفاده از داده های قطعی مدل و

1- Multi Attribute Decision Making
2- Multi Objective Decision Making

فرموله شود، جواب درست و دقیقی به دست نخواهد آمد و در نتیجه گزینه ارجح انتخاب نخواهد شد. در چنین تصمیم گیری های غیر دقیقی نمی توان به هدف و مقصود مورد نظر دست یافت. لذا در مدل های تصمیم گیری که داده های آن تصادفی یا فازی هستند، باید با وجود محاسبات و عملیات بیشتر به طور منطقی و دقیق برخورد کرده و عدم قطعیت را در مدل تصمیم گیری لحاظ کرد. مدل کردن عدم قطعیت در مسائل تصمیم گیری به وسیله تئوری مجموعه های فازی انجام می شود.

نارسایی و محدودیت هایی که در روش های تصمیم گیری چند معیاره کلاسیک وجود دارد باعث شده که تصمیم گیری های چند معیاره فازی معرفی شوند[۹].

ترکیبی از تئوری فازی و فنون تصمیم گیری با معیارهای چندگانه را MCDM فازی (FMCDM) گویند. مسئله MCDM ابتدا به بخش های جداگانه ای تقسیم می شوند، ابتدا معیارها تعییین شده سپس مجموعه ای محدود از گزینه ها می تواند بر پایه معیارهای تعریف شده ارزیابی گردد. انتخاب روش مناسب اندازه گیری می تواند تحلیل گر را در فرآیند ارزیابی و تعیین بهترین گزینه ها یاری نماید. بسیاری از موارد، تعدادی از معیارها برای ارزیابی مورد توجه قرار می گیرند[۱۰].

از آن جا که در این مطالعه از روش تاپسیس و تاپسیس فازی جهت تصمیم گیری جند شاخصه استفاده شد، به طور مفصل به توضیح این روش پرداخته می شود.

۲-٤ روش تاپسیس(TOPSIS):

TOPSIS مخفف عبارت (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) است. مدل TOPSIS توسط هوانگ و یون در سال ۱۹۸۱ پیشنهاد شد. سابقه استفاده از مدل تاپسیس در ایران با طیف های کاربردی در زمینه های امکان سنجی، اولویت بندی و ارزیابی عملکرد از آغاز دهه ۱۳۷۰ به شکل محدود آغاز شده است. این مدل یکی از بهترین مدلهای تصمیم گیری چند شاخصه می باشد. در این روش m عامل یا گزینه به وسیله یک فرد یا گروهی از افراد تصمیم گیرنده مورد ارزیابی قرار می گیرند. اساس این تکنیک بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی بایستی کمترین فاصله را با راه حل ایده آل مثبت (بهترین حالت ممکن) و بیشترین فاصله را با ایده آل منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد. حل مسئله با این روش دارای شش گام است، در ادامه توضیحات بیشتر درباره این روش آورده خواهد شد.