

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک

گروه مهندسی استخراج معدن

انتخاب محل دمپ باطله با توجه به عوامل اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی (مطالعه

موردی: معدن سنگ آهن فلات شرق خواف)

سعید جوادی

اساتید راهنما:

دکتر محمد عطایی

دکتر رضا خالو کاکائی

تیرماه ۱۳۹۶

با احترام تقدیم به
پدرم، اولین استادم، که همواره چتر
محبتش بر سرم است
بزرگواری که الفبای زندگی را از او
آموختم.

مادرم، بلند تکیه‌گاهم، که دامن پرمهرش
یگانه پناهم است
مهربانی که عشق ورزیدن را از او
آموختم.

.

.

.

و تقدیم به
همسر و خواهران عزیزم که من رو توی
همه مراحل زندگی‌ام یاری کردند.

تشکر و قدردانی

با سپاس از سه وجود مقدس:

آنان که ناتوان شدند تا ما به توانایی
برسیم...

موهایشان سفید شد تا ما روسفید
شویم...

و عاشقانه سوختند تا گرمابخش وجود
ما و روشنگر راهمان باشند.

پدرانمان
مادرانمان
استادانمان

چکیده

بخش اصلی هزینه تمام شده ماده معدنی در معادن تحت تأثیر هزینه‌های حمل و نقل است. صرفه‌جویی در این بخش از هزینه‌های معدن‌کاری که بخش اعظم هزینه‌ها را شامل می‌شود، می‌تواند راهکار مناسبی برای مقابله با افت و کاهش قیمت فروش ماده معدنی برای ادامه حیات معدن و اقتصادی بودن استخراج باشد. لذا، لازم است هزینه‌های حمل و نقل، مخصوصاً در بخش باطله‌برداری به حداقل برسد. در این پژوهش به منظور کاهش هزینه‌های باطله‌برداری، هدف انتخاب محل مناسب دمپ باطله می‌باشد. علاوه بر متفاوت بودن اهمیت هر کدام از معیارهای مورد نظر، نظرات متخصصین نیز متفاوت است. همچنین برتری گزینه‌ها از قانون صفر و یک پیروی نمی‌کند به همین دلیل برای رسیدن به این مهم، از میان روش‌های تصمیم‌گیری، روش تحلیل سلسله مراتبی فازی دلفی به عنوان مبنای کار انتخاب شده است.

در این پژوهش در معدن پلاسری سنگ آهن گلستان از مجموعه معادن شرکت فلات شرق خواف، معیارها در دو زمینه اصلی اقتصادی و محیط زیستی انتخاب شده‌اند: عوامل اقتصادی عبارتند از: فاصله دمپ از دستگاه‌های پیش‌فرآوری، هموار بودن مسیر، عدم وجود ماده معدنی در محل دمپ باطله با بررسی نقشه‌های آنومالی، فاصله دمپ تا پیت استخراجی و ظرفیت دمپ. عوامل زیست محیطی شامل: عدم قرارگیری دمپ در مسیر باد، عدم قرارگیری ساختمان اداری در مسیر باد و دمپ، شرایط هیدروژئولوژی و انتشار گرد و غبار. گزینه‌های موجود در این پژوهش ۴ محل برای انباشت باطله است. برای حل این مسأله ابتدا اهمیت هر کدام از پارامترها نسبت به یکدیگر سنجیده شده است، سپس اهمیت هر کدام از گزینه‌ها نسبت به هر معیار ارزیابی شده و پس از آن در مرحله بعد امتیاز هر گزینه از جمع حاصل ضرب وزن هر گزینه نسبت به معیار در وزن همان معیار نسبت به هدف، بدست آمده است. در پایان دمپ شماره ۱ به عنوان بهترین گزینه انتخاب شده است.

کلمات کلیدی

انتخاب محل دمپ باطله، روش تحلیل سلسله مراتبی فازی دلفی (FDAHP)، معدن سنگ آهن
گلستان، کاهش هزینه‌های باطله‌برداری

فهرست مطالب

عنوان

صفحه

فصل اول: کلیات

- ۱-۱- مقدمه ۲
- ۲-۱- ضرورت و اهمیت انجام تحقیق ۳
- ۳-۱- هدف از انجام تحقیق ۴
- ۴-۱- پیشینه تحقیق ۴
- ۵-۱- روش انجام تحقیق ۶
- ۶-۱- ساختار پایان نامه ۶

فصل دوم: عوامل مؤثر بر انتخاب

محل دمپ باطله

- ۱-۲- مقدمه ۸
- ۲-۲- معیارهای مؤثر در انتخاب محل دمپ باطله ۸
- ۲-۲-۱- فاصله بهینه از دستگاه‌های پیش‌فرآوری ۹
- ۲-۲-۲- هموار بودن مسیر دسترسی به دمپ باطله ۱۰
- ۲-۲-۳- عدم قرارگیری دمپ باطله در مسیر باد ۱۰

- ۴-۲-۲- عدم وجود ماده معدنی در محل دمپ باطله با بررسی نقشه‌های آنومالی ۱۰
- ۵-۲-۲- عدم قرارگیری تأسیسات و ساختمان اداری در مسیر باد و دمپ باطله ۱۱
- ۶-۲-۲- بررسی توپوگرافی و ارتفاع محل موردنظر ۱۱
- ۷-۲-۲- نزدیکی دمپ باطله به پیت استخراجی موردنظر ۱۱
- ۸-۲-۲- شرایط هیدروژئولوژی ۱۲
- ۹-۲-۲- ملاحظات زیست‌محیطی ۱۲
- ۳-۲- جمع‌بندی ۱۲

فصل سوم: روش‌های انتخاب محل دمپ باطله

- ۱-۳- مقدمه ۱۵
- ۲-۳- روش‌های انتخاب محل دمپ ۱۶
- ۱-۲-۳- روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره ۱۶
- ۲-۲-۳- سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) ۱۸
- ۳-۲-۳- تلفیق تصمیم‌گیری چند معیاره با GIS (پیکره آنالیز چند معیاره مکانی) ۱۹
- ۴-۲-۳- روش‌های تصمیم‌گیری فازی ۲۰
- ۱-۴-۲-۳- مجموعه‌های فازی ۲۱
- ۲-۴-۲-۳- روش شباهت به گزینه ایده‌آل فازی (FTOPSIS) ۲۲

۲۲	 روش تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP)
۲۳	 روش تحلیل سلسله مراتبی فازی دلفی (FDAHP)
۲۵	 جمع بندی

فصل چهارم: معدن پلاسری سنگ آهن فلات شرق خواف

۲۷	 ۱-۴- مقدمه
۲۷	 ۲-۴- معرفی معدن سنگ آهن فلات شرق سنگان
۲۸	 ۳-۴- موقعیت جغرافیایی
۲۹	 ۴-۴- شرایط آب و هوایی منطقه
۳۰	 ۵-۴- روش استخراج معدن سنگ آهن فلات شرق
۳۱	 ۵-۴- اقدامات انجام شده
۳۵	 ۱-۶-۴- دیدگاه اقتصادی
۳۷	 ۲-۶-۴- دیدگاه زیست محیطی
۴۱	 ۷-۴- جمع بندی

فصل پنجم: انتخاب دمپ باطله

مناسب به روش FDAHP

۴۳	 ۱-۵- مقدمه
----	------------------

۴۳	۲-۵- پارامترهای موثر در انتخاب گزینه های موجود
۴۴	۳-۵- پیاده سازی مسأله تصمیم گیری
۴۴	۱-۳-۵- ساختن درخت تصمیمگیری
۴۵	۲-۳-۵- تعریف مقیاس اعداد فازی
۴۵	۴-۵- امتیاز کارشناسان به معیارهای تصمیمگیری
۴۹	۵-۵- تشکیل ماتریس مقایسه زوجی فازی
۵۱	۶-۵- محاسبه Z_i و Z
۵۱	۷-۵- محاسبه وزن فازی و غیرفازی پارامترها
۵۳	۸-۵- اهمیت هر گزینه نسبت به هر معیار
۵۵	۹-۵- ماتریس مقایسه زوجی گزینهها
۵۵	۱۰-۵- محاسبه Z_i و Z برای گزینهها
۵۹	۱۱-۵- محاسبه وزن فازی و غیرفازی گزینهها
۶۲	۱۲-۵- جمعبندی

فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۶۵	۱-۶- نتیجه گیری
۶۷	۲-۶- پیشنهادات
۶۸	منابع فارسی
۶۸	منابع انگلیسی

فهرست شکل ها

- شکل ۴- ۱- نقشه آنومالی معدن فلات شرق سنگان ۲۸
- شکل ۴- ۲- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه (بدون مقیاس) ۲۹
- شکل ۴- ۳- روند استخراج تا فرآوری در معادن پلاسری سنگان ۳۲
- شکل ۴- ۴- گرد و غبار تولید شده ناشی از تخلیه بار در محل انباشت باطله ۳۹
- شکل ۴- ۵- گرد و غبار ناشی از حرکت تراک در معدن ۳۹
- شکل ۵- ۱- ساختار سلسله مراتبی مربوط به انتخاب محل مناسب دمپ باطله ۴۵
- شکل ۵- ۲- نمودار مقایسه وزن معیارها ۵۲

فهرست جدول‌ها

- جدول ۱-۱- خلاصه‌ای از مطالعات محققین در رابطه با جانمایی و مکان‌یابی ۵
- جدول ۳-۱- انواع روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه (عطائی، ۱۳۸۸) ۱۷
- جدول ۴-۱- فواصل بین مراکز پیش‌فرآوری و دمپ‌های باطله ۳۵
- جدول ۴-۲- فواصل پیت استخراجی تا دمپ‌های باطله ۳۶
- جدول ۴-۳- آنومالی بررسی شده در محل هر کدام از دمپ‌های پیش‌بینی شده ۳۶
- جدول ۴-۴- میزان هموار بودن مسیر دسترسی به دمپ‌های باطله ۳۷
- جدول ۴-۵- سطح آب زیرزمینی در محله‌های مورد نظر برای انباشت باطله ۴۱
- جدول ۵-۱- اعداد تعریف شده در روش تحلیل سلسله مراتبی فازی ۴۵
- جدول ۵-۲- ماتریس مقایسه زوجی معیارها با توجه به نظرات کارشناس اول ۴۶
- جدول ۵-۳- ماتریس مقایسه زوجی معیارها با توجه به نظرات کارشناس دوم ۴۶
- جدول ۵-۴- ماتریس مقایسه زوجی معیارها با توجه به نظرات کارشناس سوم ۴۷
- جدول ۵-۵- ماتریس مقایسه زوجی معیارها با توجه به نظرات کارشناس چهارم ۴۷
- جدول ۵-۶- ماتریس مقایسه زوجی معیارها با توجه به نظرات کارشناس پنجم ۴۷
- جدول ۵-۷- ماتریس مقایسه زوجی معیارها با توجه به نظرات کارشناس ششم ۴۸
- جدول ۵-۸- ماتریس مقایسه زوجی معیارها با توجه به نظرات کارشناس هفتم ۴۸
- جدول ۵-۹- ماتریس مقایسه زوجی معیارها با توجه به نظرات کارشناس هشتم ۴۸
- جدول ۵-۱۰- ماتریس مقایسه فازی دلفی بین ۹ پارامتر نظرسنجی شده ۴۹
- جدول ۵-۱۱- محاسبه اعداد فازی Z_i و Z ۵۱
- جدول ۵-۱۲- وزن فازی و غیرفازی معیارها ۵۲
- جدول ۵-۱۳- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیار C_1 از نظر کارشناس اول ۵۳

- جدول ۵- ۱۴- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیار C_1 از نظر کارشناس دوم..... ۵۳
- جدول ۵- ۱۵- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیار C_1 از نظر کارشناس سوم..... ۵۳
- جدول ۵- ۱۶- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیار C_1 از نظر کارشناس چهارم..... ۵۳
- جدول ۵- ۱۷- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیار C_1 از نظر کارشناس پنجم..... ۵۴
- جدول ۵- ۱۸- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیار C_1 از نظر کارشناس ششم..... ۵۴
- جدول ۵- ۱۹- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیار C_1 از نظر کارشناس هفتم..... ۵۴
- جدول ۵- ۲۰- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیار C_1 از نظر کارشناس هشتم..... ۵۵
- جدول ۵- ۲۱- ماتریس مقایسه زوجی فازی دلفی گزینه‌ها نسبت به معیار C_1 ۵۵
- جدول ۵- ۲۲- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار C_1 ۵۶
- جدول ۵- ۲۳- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار C_2 ۵۶
- جدول ۵- ۲۴- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار C_3 ۵۶
- جدول ۵- ۲۵- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار C_4 ۵۷
- جدول ۵- ۲۶- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار C_5 ۵۷
- جدول ۵- ۲۷- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار C_6 ۵۷
- جدول ۵- ۲۸- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار C_7 ۵۸
- جدول ۵- ۲۹- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار C_8 ۵۸
- جدول ۵- ۳۰- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار C_9 ۵۸
- جدول ۵- ۳۱- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار C_1 ۵۹
- جدول ۵- ۳۲- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار C_2 ۵۹
- جدول ۵- ۳۳- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار C_3 ۶۰
- جدول ۵- ۳۴- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار C_4 ۶۰
- جدول ۵- ۳۵- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار C_5 ۶۰

- جدول ۵-۳۶- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار C_6 ۶۰
- جدول ۵-۳۷- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار C_7 ۶۰
- جدول ۵-۳۸- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار C_8 ۶۱
- جدول ۵-۳۹- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار C_9 ۶۱
- جدول ۵-۴۰- وزن نهایی معیارها ۶۱
- جدول ۵-۴۱- وزن نهایی هر گزینه نسبت به هر معیار ۶۱
- جدول ۵-۴۲- وزن نهایی گزینه‌ها ۶۱

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

جانمایی برای دمپ باطله‌های حاصله از معدن به‌منظور جلوگیری از آسیب‌های زیست‌محیطی و همچنین تأثیر مستقیم بر روی هزینه‌های معدنکاری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هست. قبل از انتخاب مکان دمپ باطله‌ها، به‌منظور شناسایی مزایا و معایب مکان پیشنهادشده مطالعاتی با توجه به جنبه‌های زیست‌محیطی، هزینه‌های حمل، خصوصیات سایت و شرایط پایداری در میان شرایط بسیار دیگری که می‌تواند تشخیص داده شود، می‌بایست انجام گیرد. این عوامل هم کمی و هم کیفی هستند. بعضی از این ویژگی‌ها را می‌توان دقیقاً تشخیص داد ولی بعضی از این ویژگی‌ها قابل ارزیابی نخواهند بود. از آنجایی که اولویت‌ها و بررسی‌های انسانی اغلب مبهم و پیچیده می‌باشند و تصمیم‌گیرندگان نمی‌توانند اولویت‌هایشان را با مقیاس دقیق تخمین بزنند، فقط می‌توان ارزیابی‌های زبانی را به‌جای ارزیابی‌های دقیق انجام داد.

انتخاب مکان مناسب برای یک دمپ باطله نیازمند بررسی از دیدگاه‌های مختلف است. به‌منظور مکان‌یابی صحیح یک دمپ باطله باید حجم زیادی از اطلاعات جمع‌آوری، ترکیب و تجزیه و تحلیل شوند تا ارزیابی صحیحی از عواملی که ممکن است در انتخاب تأثیر داشته باشند، صورت پذیرد.

قابلیت‌های یک مکان با توجه به این که برای چه مفاهیمی در نظر گرفته شوند متفاوت خواهد بود. بنابراین بسته به نوع کارکرد موردنظر باید شاخص‌ها با معیارهایی تلفیق شود تا قابلیت مکان با توجه به آن مورد بررسی قرار گیرد. این شاخص‌ها و معیارها نسبت به نوع کاربرد متفاوت هستند اما همه آن‌ها در جهت انتخاب مکان مناسب همسو می‌شوند. استفاده از این شاخص‌ها نیاز به داشتن اطلاعات صحیح و کامل از مکان دارد و دستیابی به اطلاعات نیازمند تحقیقات گسترده و جامع است.

حل مشکلات در فرایندهایی از داده‌های فضایی همچون انتخاب دمپ باطله چالش‌هایی را به همراه دارد که اغلب آن‌ها با تکنیک‌های صرفاً عددی حل نمی‌شود بلکه شامل حل مسائل اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی و ابعاد گوناگونی که در تضاد با یکدیگر قرار دارند، است. انتخاب محل دمپ

عوامل متعددی در تعیین مکان مناسب محل دمپ باطله مؤثر است. انتخاب این فاکتورها و در نتیجه تعدد لایه‌های اطلاعاتی، پیچیدگی‌های محیط برنامه‌ریزی و مشکلات عدیده‌ای که در جهان کنونی با آن مواجه است، منطق تک بعدی نگری را بر نمی‌تابد. بسیار مشکل است که از یک زاویه‌ی تک بعدی پدیده‌های اطراف خود را ببینیم و با یک شاخص به قضاوت بپردازیم (عطایی ۱۳۸۸). پیچیدگی ذاتی بسیاری از محیط‌های تصمیم‌گیری در جهان امروز، تصمیم‌گیران را به‌طور ناخودآگاه به سمت استفاده از سیستمی سوق می‌دهد که علاوه بر دقت بالا، از سرعت عمل و سهولت انجام عملیات نیز در حد بالایی قرار داشته باشد. لذا لزوم جامع نگری در تصمیم‌گیری‌ها و بهره‌گیری از افراد مختلف با مشاغل، تخصص‌ها، تجربیات، سوابق و دیدگاه‌های علمی گوناگون، همراه با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری‌های گروهی و چند معیاره فازی را بیش‌ازپیش ضروری کرده است.

۱-۲- ضرورت و اهمیت انجام تحقیق

از آنجایی که مقدار و حجم باطله استخراجی در معادن سنگ‌آهن پلاسر زیاد است لذا بخش زیادی از هزینه‌های معدن به حمل‌ونقل این مواد تعلق می‌گیرد. در این معادن اغلب چندین جبهه کار استخراجی وجود دارد که بایستی باطله استخراج‌شده از آن مکان‌ها حمل شود و به مکان یا مکان‌های مشخص‌شده ریخته شوند. از طرفی دیگر پس از اتمام استخراج و در مرحله بازسازی مکان‌های استخراج‌شده بایستی با این مواد باطله پرشده تا منطقه شکل طبیعی خود را از دست ندهد. پس تعیین یک مکان مناسب برای انباشت این مواد که بتوان هزینه حمل‌ونقل آن‌ها را به حداقل مقدار ممکن رساند می‌تواند کمک بسیار زیادی به اقتصاد معدن کند. باطله از مهم‌ترین و حساس‌ترین عملیات در مرحله پیش‌فراوری یک معدن سنگ‌آهن پلاسر است، چراکه با انتخاب صحیح محل این دمپ باطله، هزینه‌های اضافی، اثرات مخرب زیست‌محیطی و ... را می‌توان تا حد زیادی کاهش داد و با توجه به این که این دمپ برای بلندمدت و در تمام طول عمر معدن پیش‌بینی می‌شود، تعیین محل مناسب آن از ضروری‌ترین کارها در یک معدن است.

۱-۳- هدف از انجام تحقیق

تعیین محل دمپ باطله، یکی از کلیدی‌ترین گام‌های شروع استخراج و پیش‌فراوری در معادن سنگ آهن پلاسراست و در سطوح استراتژیک تصمیم‌گیری قرار دارد. نتایج این تصمیم در درازمدت اثرات به سزایی از بعد اقتصادی، زیست‌محیطی و فنی خواهد داشت.

هزینه‌ی زیاد حمل‌ونقل تأثیر مستقیمی در قیمت تمام‌شده سنگ آهن دارد، علاوه بر این ماشین‌آلاتی که درگیر حمل‌ونقل باطله هستند می‌توان با کنترل و مدیریت مکان‌های تخلیه و تعیین یک مسیر بهینه این ماشین‌آلات را آزاد کرده و در بخش تولید به‌کارگیری شوند و با افزایش تولید باعث کاهش قیمت تمام‌شده سنگ و در نتیجه سود بیشتر در فروش آن شود. تأثیر دیگر این کاهش فاصله حمل‌ونقل را می‌توان در فرسودگی و استهلاک کمتر ماشین‌آلات باربری مشاهده کرد که خود این موضوع نیز می‌تواند باعث کاهش هزینه‌های معدن گردد.

هدف این تحقیق بررسی پارامترهای مؤثر بر جانمایی دمپ باطله و انتخاب بهترین گزینه از بین گزینه‌های کاندید در معدن فلات شرق سنگان خواف است. این محل انتخاب شده دارای مسیرهای بهینه به جبهه کارهاست که مسیر رفت و برگشتی کامیون‌های حاوی باطله را به حداقل می‌رساند.

۱-۴- پیشینه تحقیق

در مورد مکان‌یابی تحقیقات متعددی صورت گرفته که خلاصه‌ای از آن‌ها در جدول ۱-۱ آورده شده است.

جدول ۱-۱- خلاصه‌ای از مطالعات محققین در رابطه با جانمایی و مکان‌یابی

موضوع	مؤلف (سال انتشار)
عطایی (۱۳۸۴)	انتخاب محل مناسب برای احداث کارخانه سیمان الو مینا با استفاده از روش TOPSIS
عطایی (۱۳۸۷)	انتخاب محل مناسب برای کارخانه سیمان الو مینا با استفاده از روش ELECTRE
محسن صفری (۱۳۸۹)	انتخاب محل تأسیسات سطحی (سایت کارخانه و سد باطله) معدن سنگ آهن سنگان با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و GIS
مرجان جوهری پور (۱۳۹۱)	مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهری آبادان با استفاده از GIS و ارزیابی زیست‌محیطی آن با تلفیق TOPSIS و AHP
نغمه میر قعی (۱۳۹۱)	کاربرد روش ترکیب خطی وزنی (WLC) و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در مکان‌یابی محل دفن پسماند
زهره موسوی نسب (۱۳۹۱)	مکان‌یابی محل دفن پسماند و مسائل زیست‌محیطی مربوط به آن
میر جهانگیری لاکانی (۱۳۹۲)	مکان‌یابی محل دفن پسماند با توجه به خصوصیات خاک در شهرستان آستانه اشرفی و لاهیجان
Tombari, (1979)	فاکتورهای اقتصادی و غیراقتصادی مؤثر در تصمیم‌گیری در مورد انتخاب محل کارخانه
Valadan Zoej et al, (2004)	انتخاب محل نیروگاه برق با استفاده از روش GIS
Ataei, (2005)	انتخاب محل مناسب برای احداث کارخانه سیمان الو مینا در آذربایجان شرقی با استفاده از روش AHP
Azizi, (2005)	تصمیم‌گیری برای محل کارخانه تولید مواد اولیه
Cotana and Goretti, (2005)	انتخاب محل نیروگاه
Deputy, (2006)	انتخاب محل کارخانه پلاستیک‌سازی
Young, (2006)	انتخاب محل کارخانه با Fuzzy TOPSIS
Badri, (2007)	اهمیت انتخاب محل سایت‌های صنعتی
Young and Hung, (2007)	انتخاب محل کارخانه با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره
Yavuz, (2008)	انتخاب محل کارخانه برای صنعت سنگ‌های طبیعی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره فازی
Mojtaba tabari, (2008)	یک روش جدید برای انتخاب محل: تجزیه تحلیل ترکیبی
Kantha, (2009)	انتخاب محل کارخانه اتانول با استفاده از GIS در استان Nakhonratchasima تایلند
Chia-Wei Hsu (2012)	انتخاب محل مناسب برای ذخیره‌سازی دی‌اکسید کربن زمین‌شناسی با استفاده از فرایند شبکه تحلیلی
Naser rahmani (2013)	شناسایی عوامل مؤثر بر انتخاب محل پردازش مواد معدنی و رتبه‌بندی آن‌ها با استفاده از روش AHP
Mevlut Uyan (2013)	انتخاب سایت خورشیدی با استفاده از فرایند سلسله مراتبی AHP و GIS
Aleksander Rikalovi (2013)	انتخاب سایت صنعتی بر اساس تجزیه و تحلیل چند معیاره GIS
Jacek ZAKa (2014)	انتخاب محل مرکز تأسیسات بر اساس روش‌شناسی MCDM/ A

۱-۵- روش انجام تحقیق

در این پایان‌نامه از تجربه افراد متخصص در زمینه فعالیت‌های مشابه با این معدن و کارشناسان مشغول به کار در معدن استفاده شده است، تا نتیجه این پژوهش مستند به فعالیت‌های عملیاتی باشد. همچنین قابل ذکر است که در این مسیر سعی بر آن شده است تا شرایط کامل‌تر بررسی شود تا تصمیم‌گیری در حد امکان از نتیجه مطلوب‌تری برخوردار باشد.

روش کار به این صورت است که پس از مطالعات اولیه انجام شده و جمع‌آوری اطلاعات لازم، پارامترهای موثر در انتخاب محل دمپ باطله تعیین شده است. با توجه به اینکه اهمیت معیارها با یکدیگر متفاوت است، برای تعیین وزن مناسب از کارشناسان متخصص نظرسنجی شده و ماتریس تصمیم تشکیل شده است. سپس با توجه به روش تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی دلفی گزینه برتر انتخاب شده است.

در روند این روش، ابتدا اهمیت نسبی معیارها به یکدیگر سنجیده شده است و سپس وزن هر گزینه نسبت به هر معیار با توجه به وزن آن معیار سنجیده شده است و گزینه برتر تعیین شده است.

۱-۶- ساختار پایان‌نامه

این تحقیق مشتمل بر شش فصل است. پس از فصل اول که به کلیات اختصاص داشت، در فصل دوم، عوامل موثر بر انتخاب محل دمپ باطله شرح داده خواهد شد. در فصل سوم، روش‌های انتخاب محل دمپ باطله بررسی خواهد شد. فصل چهارم، به معرفی معدن مورد مطالعه اختصاص خواهد داشت. فصل پنجم، با توجه به مطالب بیان شده در فصل سوم و چهارم مراحل انتخاب محل مناسب برای دمپ باطله ارائه خواهد شد. فصل ششم نتیجه‌گیری از این تحقیق آورده خواهد شد و همچنین پیشنهاداتی در زمینه بهتر شدن این نوع تصمیم‌گیری‌ها ارائه خواهد شد.

فصل دوم

عوامل مؤثر بر انتخاب

محل دمپ باطله

۲-۱- مقدمه

بررسی و انتخاب محل مناسب برای دمپ باطله به نحوی که از جهات فنی امکان پذیر و از جهات اقتصادی باصرفه باشد، کاملاً ضروری و اجتناب ناپذیر است. انتخاب محل ایده آل دمپ باطله به طوری که از جمیع جهات مناسب باشد ممکن است به علت محدودیت‌هایی مقدور نباشد، بنابراین می‌بایستی در حد امکان مناسب‌ترین محل را انتخاب کرد. در این فصل به معرفی معیارهای مؤثر در انتخاب محل دمپ باطله و بررسی هر کدام از آن‌ها پرداخته می‌شود.

با توجه به این که مطالعه در مورد انتخاب محل دمپ باطله از جهات گوناگون از قبیل مسائل زیست‌محیطی و از جهات فنی و اقتصادی حائز اهمیت است، عوامل زیادی وجود دارد که در تصمیم‌گیری برای انتخاب محل دمپ باطله مؤثر است. لذا برای انتخاب محل مناسب هر دمپ باطله نیاز به شناخت معیارهای مؤثر در این زمینه دارد تا از امکانات و توانایی‌های مناطق مختلف استفاده صحیح و مطلوبی به عمل آید. در کشورهایی که با محدودیت منابع و امکانات مواجه هستند، تعیین و شناخت این معیارها اهمیت بیشتری پیدا می‌کند.

۲-۲- معیارهای مؤثر در انتخاب محل دمپ باطله

برای انتخاب محل دمپ باطله‌های معدنی عوامل متعددی باید مورد توجه قرار گیرد که از جمله مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به موقعیت پیت و میزان گسترش آن، خصوصیات محدوده و مرز پیت توپوگرافی، حجم باطله‌های که باید برداشت شود، شرایط زهکشی، شرایط هیدرولوژیکی، شرایط سنگ‌بستر، نوع ماشین‌آلات حمل باطله و فاصله حمل مواد و شرایط زیست‌محیطی اشاره کرد. به دلیل مسائل اقتصادی، معمولاً محدوده مناسب در نزدیکی معدن در شعاع ثابتی از معدن (معمولاً حدود نیم تا یک مایل)، که طول آن با توجه به هزینه‌های حمل و سایر عوامل عملیاتی تعیین می‌شود، در نظر گرفته می‌شود. مناطقی که به دلایلی مانند مالکیت منطقه، احتمال وقوع سیل، شرایط نامساعد خاک زیرین و یا وجود منطقه کانی‌سازی، نتواند سازه را در آنجا بنا کرد، از محدوده موردنظر

حذف می‌شوند. سپس در محدوده باقیمانده، مکان‌هایی برای دمپ باطله معرفی می‌شوند. مساحت لازم برای این محل‌ها، به تناژ ماده معدنی و نوع عملیات بستگی دارد. با بررسی مجدد مناطق مشخص‌شده، مکان‌هایی با توپوگرافی شیب‌دار، شرایط نامساعد زمین‌شناسی، شرایط نامناسب هیدرولوژیکی مثل حجم زیاد آب جاری به‌نحوی که کنترل آن به‌سادگی امکان‌پذیر نباشد، نیز حذف می‌شوند. درنهایت، مناطق باقیمانده، بر اساس روشی منطقی، مورد مقایسه قرار گرفته و بهترین محل تعیین می‌شود.

انتخاب محل دمپ باطله، به عوامل متعددی بستگی دارد که بخشی مستقیماً مربوط به مساحت پیت استخراجی و بخشی نیز وابسته به فاکتورهای زیست‌محیطی و یا اقتصادی است. مهم‌ترین این معیارها در انتخاب دمپ باطله عبارت‌اند از: فاصله بهینه از دستگاه‌های پیش‌فرآوری، هموار بودن جاده‌های دسترسی به دمپ در مسیر دستگاه‌های پیش‌فرآوری، عدم قرارگیری دمپ باطله در مسیر باد، بررسی نقشه‌های آنومالی در محل و بررسی این‌که در زیر محل قرارگیری دمپ باطله ماده معدنی وجود نداشته باشد یا در صورت وجود برداشت آن غیراقتصادی باشد، قرار نداشتن تأسیسات و ساختمان‌های اداری در مسیر دمپ و باد، بررسی توپوگرافی منطقه و ارتفاع محل موردنظر نسبت به دستگاه‌های پیش‌فرآوری، نزدیکی دمپ باطله به پیت استخراجی، شرایط هیدروژئولوژی، مطالعات ژئوتکنیکی، ملاحظات زیست‌محیطی، هیدرولوژی و وضعیت آب و هوایی منطقه و... است.

در ادامه بعضی از مهم‌ترین عوامل شرح داده می‌شود:

۲-۱-۲- فاصله بهینه از دستگاه‌های پیش‌فرآوری

در معادن پلاسر سنگ‌آهن برای جداسازی آهن از باطله از دستگاه‌های پیش‌فرآوری استفاده می‌شود، عملکرد این دستگاه‌ها به این صورت است که پس از تخلیه بار درون دستگاه، آهن موجود به‌وسیله درام دستگاه جداسازی شده و بقیه‌ی مواد که باطله و بی‌کاربرد است بایستی از زیر نوار باطله دستگاه جابه‌جا و در محل مناسب تخلیه شود. جابه‌جایی این حجم باطله بستگی به فاصله دستگاه تا

دمپ باطله دارد که در صورت نزدیکی این حمل و نقل با لودر صورت می گیرد و در صورت فاصله زیاد باطله با کامیون حمل می شود. حال اگر فاصله دمپ باطله خیلی زیاد باشد نیاز به ماشین آلات زیادی برای حمل این مواد دارد تا دستگاه به علت زیاد شدن باطله در زیر نوار متوقف نشود. بنابراین انتخاب محل دمپی که دارای فاصله بهینه از دستگاه های پیش فرآوری باشد حائز اهمیت است و نقش بسیار مهمی در تولید دارد.

۲-۲-۲- هموار بودن مسیر دسترسی به دمپ باطله

به علت زیاد بودن حجم باطله در معادن پلاس و حمل و نقل زیاد، انتخاب مسیرهایی که پستی و بلندی زیادی نداشته باشند بسیار ضروری است چرا در صورت هموار نبودن این مسیرهای دسترسی استهلاک ماشین آلات بالا رفته و هزینه تعمیر و نگهداری افزایش پیدا می کند، همچنین خرابی ماشین آلات نیز منجر به تعطیلی دستگاه ها و کاهش میزان تولید می شود، لذا انتخاب مسیرهایی صاف و هموار بسیار ضروری و مهم است.

۲-۲-۳- عدم قرارگیری دمپ باطله در مسیر باد

به مرور زمان و پس انباشت باطله در محل دمپ باطله و افزایش ارتفاع آن اگر در ناحیه ای باشد که جهت باد در آن به صورت مستقیم باشد گردوغبار ناشی از آن باعث آلودگی های زیست محیطی می شود، علاوه بر آن اگر ماشین آلات در مسیر این گردوغبار قرار گیرند باعث خرابی زودرس آنها، و در نتیجه تعطیلی دستگاه و کاهش تولید خواهد شد.

۲-۲-۴- عدم وجود ماده معدنی در محل دمپ باطله با بررسی نقشه های آنومالی

یکی از گزینه هایی که برای انتخاب محل دمپ حتماً باید در نظر گرفته شود، بررسی نقشه های آنومالی معدن و منطقه مورد نظر است. بررسی این نقشه ها به تشخیص وجود ماده معدنی در محل دمپ مورد نظر کمک می کند. بنابراین بایستی قبل از احداث دمپ باطله آن محل را از لحاظ وجود یا عدم وجود ماده معدنی بررسی کرد.

۲-۵- عدم قرارگیری تأسیسات و ساختمان اداری در مسیر باد و دمپ باطله

اگر دمپ باطله در محلی قرار بگیرد که در مسیر آن و باد، تأسیسات و ساختمان‌های اداری قرار داشته باشند، در فصول بادخیز باعث می‌شود تا گردوغبار ناشی از آن برای افراد و همچنین ماشین‌آلات مشکل به وجود بیاورد. لذا دقت به این موضوع که دمپ باطله را در مسیری انتخاب شود که در فصول بادخیز مزاحمت ایجاد نکند بسیار ضروری و مهم است.

۲-۶- بررسی توپوگرافی و ارتفاع محل موردنظر

دمپ‌ها با ارتفاع زیاد ایمنی پایینی دارند و ممکن است برای ماشین‌آلات و یا حتی افراد مشکل به وجود بیاورند. دمپ‌های باطله نبایستی از یک حد استاندارد ارتفاعشان افزایش پیدا کند، لذا توجه به این موضوع که ارتفاع محل موردنظر ما برای دمپ چقدر است بسیار مهم است.

۲-۷- نزدیکی دمپ باطله به پیت استخراجی موردنظر

با توجه به مسائل محیط‌زیستی و ایمنی هر پیت و یا قسمتی از معادن که برداشت و استخراج شوند در پایان بایستی که پر و بازسازی شوند، در معادن پلاسر برای پر کردن این فضاهای خالی اغلب از باطله‌ی همان قسمت برداشته‌شده استفاده می‌کنند حال اگر فاصله دمپی که باطله در آن قسمت انباشته‌شده است زیاد باشد هزینه‌ی حمل‌ونقل آن بسیار زیاد شده و باعث می‌شود تا معدن هزینه‌ی زیادی برای این کار بپردازد، بنابراین بهتر است حتی‌المقدور این دمپ به پیت استخراجی نزدیک باشد تا از هزینه‌های حمل آن بکاهد. در مواردی که نیز امکانش باشد فاصله دمپ و پیت به گونه‌ای انتخاب می‌شود که خاک موردنظر برای پر کردن پیت را توسط بولدوزر جابه‌جا کنند که هزینه‌ی آن نسبت به کامیون کم‌تر است.

۲-۸- شرایط هیدروژئولوژی

شرایط هیدروژئولوژی شامل کیفیت آب‌های زیرزمینی، سطح سفره آب زیرزمینی، میزان استفاده مناطق پایین‌دست از سفره آب زیرزمینی است. که در انتخاب محل دمپ باطله موردنیاز بایستی این مسائل را در نظر داشت تا مشکلاتی از قبیل ورود زهاب‌های اسیدی حاصله از جاری شدن آب باران بر روی دمپ‌های باطله به وجود نیاید.

۲-۹- ملاحظات زیست‌محیطی

ملاحظات زیست‌محیطی اهمیت روزافزونی در انتخاب محل‌های انباشت باطله دارد. مسائل مختلفی که مهم‌ترین آن‌ها جلوگیری از ورود مواد مضر به آب‌های زیرزمینی است، بایستی موردتوجه قرار گیرد (Krause, 1999).

- جلوگیری از آلودگی آب‌های زیرزمینی توسط محلول‌های مضر عبوری از دمپ.
- جلوگیری از آلودگی آب‌های سطحی توسط فرسایش دمپ.
- جلوگیری از فرسایش خاک منطقه، نابودی پوشش گیاهی و زندگی جانوری، همچنین
- ضعیف جنبه‌های کشاورزی در منطقه

۲-۳- جمع‌بندی

در این فصل معیارهای موثر در انتخاب محل دمپ باطله معرفی و هرکدام از آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. بطور کلی این معیارها به دسته اصلی از نظر اقتصادی و زیست محیطی تقسیم می‌شوند. با توجه به قیمت پایین فروش سنگ آهن در حال حاضر این معیارها مهمتر به نظر می‌رسد. معیارهای زیست محیطی با توجه به نیاز اساسی کشور به توسعه پایدار در محل، باید بیشتر مورد بررسی و تحلیل قرار بگیرد. در فصل بعد با توجه به شرایط معدن و بررسی تمامی عوامل مطابق با معدن، معیارهای انتخابی برای تعیین گزینه برتر معرفی خواهند شد و هرکدام از این معیارها از کارشناسان نظرسنجی خواهد شد.

فصل سوم

روش‌های انتخاب محل

دمپ باطله

افزایش توجهات به مخاطرات زیست‌محیطی حاصل از انباشت باطله‌های معدنی بخصوص باطله‌های با خاصیت رادیواکتیویته، مواد سمی، فلزات سنگین و همچنین آب‌های اسیدی، طراحان و برنامه ریزان را وادار کرده است تا در مورد انتخاب محل انباشت باطله‌های معدنی توجه خاصی داشته باشند زیرا انتخاب نادرست محل انباشت باطله خسارات جبران‌ناپذیری خواهد داشت. به هنگام ارزیابی محل انباشت باطله، باید مکان‌هایی انتخاب شوند که نه تنها از نظر فنی و تکنیکی بلکه از نظر زیست‌محیطی مناسب بوده و در درازمدت پایدار باشند. انتخاب مکان‌هایی که از نظر زیست‌محیطی حساس بوده و یا سطح بستر ضعیف دارند نمی‌تواند ایمنی محیط‌زیست را در درازمدت تضمین کند. برای مثال زمین‌های مرطوب، سنگ‌بستر شنی یا ماسه‌ای، مسیر سیلاب‌ها مکان‌هایی با سطح آب زیرزمینی بالا، از نظر زیست‌محیطی حساس بوده و انباشت باطله در چنین مکان‌هایی موجب آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌شود. دره‌های عمیق، مناطق جنگلی و نواحی پرشیب نیز محل ناپایداری بوده و در معرض فرسایش سریع قرار دارند. همچنین مناطق عمومی و مکان باستانی نباید برای انباشت باطله انتخاب شوند. در نتیجه محل انباشت باطله‌های معدن و کارخانه فرآوری به‌منظور جلوگیری از آسیب‌های زیست‌محیطی و همچنین تاثیر مستقیم بر روی هزینه‌های معدنکاری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در مدیریت باطله‌ها ضروری است که یک سایت کاملاً مناسب برای انباشت مواد باطله در طولانی مدت با احتساب عوامل زیست‌محیطی، هزینه‌ای و ایمنی انتخاب شود. در این پروژه پس از معرفی مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، معیارهای انتخاب محل انباشت باطله تشریح شده و به انتخاب مکان مناسب انباشت پرداخته شده است.

در گذشته پروژه انتخاب محل دمپ باطله‌های معدنی مسیر ساده‌ای را طی می‌نمود به‌طوری‌که فاصله افقی و عمودی محل استخراج تا دمپ برای هر محل محاسبه می‌شد و بهترین گزینه را که دارای کمترین فاصله از معدن بود انتخاب می‌کردند. امروزه انتخاب محل مناسب دمپ باطله متأثر از

پارامترهای زیادی شده است که انجام این تصمیم‌گیری را با روش‌های قدیمی از توان طراحان خارج ساخته و اهمیت روش‌های نوین و معیارهای تصمیم‌گیری چند معیاره را بیشتر نمایان می‌سازد. بنابراین، تئوری سیستم فازی، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) را معرفی و AHP فازی برای حل چنین مسائل نامطمئنی مطرح شد (Yang T and Hang C, 2007).

۳-۲- روش‌های انتخاب محل دمپ

فرآیند انتخاب بهترین محل یا گزینه از میان محل‌ها یا گزینه‌های موجود اغلب کار بسیار دشواری است. که برای تعیین بهترین محل برای دمپ باطله روش‌هایی ارائه شده است. این روش‌ها عبارت‌اند از (صفری، ۱۳۸۹):

- روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM)

- سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

- تلفیق تصمیم‌گیری چند معیاره با GIS

- روش‌های تصمیم‌گیری فازی

۳-۲-۱- روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره

علم تصمیم‌گیری یکی از زمینه‌هایی است که به سرعت در حال رشد است. تصمیم‌گیری چند معیاره به مسائل تصمیم‌گیری اطلاق می‌شود که با چندین معیار و معمولاً معیارهای ناسازگار باهم، مواجه است یا به عبارت دیگر تصمیم‌گیری چند معیاره، انتخاب گزینه برتر با در نظر داشتن چندین معیار است. این معیارها می‌توانند کمی یا کیفی، مثبت یا منفی باشند.

مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره به‌طور کلی به دودسته کلی مدل‌های چند هدفه و مدل‌های چند شاخصه تقسیم می‌شوند (عطائی، ۱۳۸۹):

الف - تصمیم‌گیری چند هدفه (MODM)

ب - تصمیم‌گیری چند شاخصه (MADM)

الف) تصمیم‌گیری چند هدفه

اگر مجموعه جواب‌های قابل قبول، غیرقابل شمارش باشد در این صورت مسأله چند هدفه نامیده می‌شود، مانند تعیین عمر بهینه یک قطعه برای تعویض، به طوری که هزینه کاهش یافته و قابلیت اطمینان حداکثر شود. همچنین تعیین مقدار خرید از یک یا چند فروشنده در صورت وجود محدودیت در ظرفیت، بودجه، کیفیت و... نیز می‌تواند نمونه‌های دیگری از مسائل چندهدفه باشد.

ب) تصمیم‌گیری چند شاخصه

مسائل تصمیم‌گیری چند شاخصه با مسائل انتخاب یک گزینه از مجموعه‌ی گزینه‌هایی که به وسیله معیارها سنجیده می‌شوند، سروکار دارند. تصمیم‌گیری چند شاخصه یک رویکرد کیفی است، و نیازمند اطلاعاتی در زمینه‌ی اولویت‌بندی بین معیارها و اولویت‌بندی گزینه‌های موجود است. تصمیم‌گیرنده ممکن است، رتبه‌بندی در مورد گزینه‌ها را با وزن دهی یا میزان اهمیت نسبی آن‌ها بیان کند. هدف تصمیم‌گیری چند شاخصه بیان گزینه بهینه‌ای است که بالاترین درجه‌ی ارضای معیارها را داشته باشد. روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه به دودسته‌ی تعاملی و غیرتعاملی تقسیم می‌شوند که در جدول زیر انواع این روش‌ها درج شده است.

جدول ۳-۱- انواع روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه (عطائی، ۱۳۸۸)

روش‌های حل بدون ترجیحات معیارها	روش تسلط
---------------------------------	----------

روش حداقل حداکثرها	روش‌های غیرتعاملی	روش‌های حل با سطح استاندارد
روش حداکثر حداقلها		
روش ارضای منفرد		
روش ارضای جامد		
روش حذفی	روش‌های حل با ترجیحات کیفی	
روش لغت‌نامه‌ای		
روش نیمه لغت‌نامه‌ای		
روش تقدم (رتبه‌بندی)		
	روش‌های تعاملی	روش وزن دهی ساده
		روش برنامه‌ریزی توافقی
		روش VIKOR
		روش شباهت به گزینه ایدئال
		روش الکتور
		روش تحلیل سلسله مراتبی

۳-۲-۲- سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در اوایل دهه ۱۹۶۰، برای نخستین بار در کانادا مطرح شده و از آن تاریخ به بعد، روزبه‌روز به تعداد طرفداران آن افزوده شد. در این دهه پیشرفت‌های حاصل شده در زمینه‌ی رایانه، نقشه‌کشی و تکنیک استفاده از عکس‌های هوایی، بستر مناسبی برای سیستم اطلاعات جغرافیایی خودکار به وجود آورد. در این دوره، مدیران منابع و متخصصان امر به این نتیجه رسیدند که به جمع‌آوری داده‌ها از منابع مختلف نیاز دارند و از سوی دیگر این داده‌ها باید به نحو صحیح تجزیه و تحلیل شوند و خروجی مناسبی برای طراحان و تصمیم‌گیران فراهم شود.

در پدید آمدن سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی مواردی از قبیل بهبود روش‌های نقشه‌کشی، گسترش سریع سیستم‌های یارانه‌ای، انقلاب کمی در تجزیه و تحلیل‌های جغرافیایی، تنوع و پیچیدگی پدیده‌های

جغرافیایی و لزوم شناخت دقیق آن‌ها در برنامه‌ریزی‌های شهری، منطقه و محیطی و بکارگیری سیستم‌هایی که بتواند حجم بسیار زیاد اطلاعات را نگهداری، پردازش و تجزیه و تحلیل کند، مؤثر بوده است. در دهه بعد، رشد سریع جمعیت، مهاجرت و رشد سریع شهرها، باعث شد تا به شکل بی‌رویه از منابع محیطی بهره‌برداری شود. در چنین شرایطی، استفاده از GIS شکل عمومی به خود گرفت. در واقع GIS در دوره جدید با فعالیت‌هایی که در کشور کانادا برای تعیین حدود زمین‌های کشاورزی صورت گرفت شروع شد (ارنوف، ۱۳۷۵).

استفاده از GIS برای انتخاب یک‌دمپ باطله به این صورت است که ابتدا تعدادی از لایه‌های داده‌ها تعیین می‌شود که هر لایه، داده‌هایی از یک معیار تعیین دمپ جداگانه را شامل است (برای نمونه فاصله بهینه مسیرهای دسترسی به دمپ، توپوگرافی و ارتفاع محل موردنظر، مسائل زیست‌محیطی و ...). این داده‌ها به وسیله فرمت رقومی سازی از نقشه کاغذی به صورت رقومی تبدیل می‌شوند. سپس لایه‌های داده‌ها به گونه‌ای پردازش می‌شود که یک معیار تعیین دمپ باطله را ارائه دهد. سپس نرم‌افزار GIS برای تلفیق این لایه‌های جدید با لایه‌های اضافی اطلاعات نشانگر سایر معیارهای تعیین دمپ مورد استفاده قرار می‌گیرد. در نهایت حاصل کار نقشه‌ای است که در آن موقعیت‌های تمام معیارهای تعیین دمپ رعایت شده است. بنابراین تعدادی از مکان‌های مناسب برای دمپ باطله به دست می‌آید. مزیت استفاده از GIS به این شیوه آن است که معیار تعیین دمپ باطله می‌تواند تغییر یابد و روش تکرار شود (هایوود، ۱۳۸۱).

۳-۲-۳- تلفیق تصمیم‌گیری چند معیاره با GIS (پیکره آنالیز چند معیاره مکانی)

در پایین‌ترین سطح، هر تصمیم‌گیری چند معیاره مکانی شامل مجموعه‌ای از گزینه‌های تعریف‌شده از لحاظ جغرافیایی است که در آن یک گزینه از میان گزینه‌ها با رعایت یک مجموعه معین معیارهای ارزیابی انتخاب می‌شود. بر مبنای این تعریف گزینه‌ها مجموعه‌ای از عوارض سطحی، خطی و نقطه‌ای هستند که مقادیر معیار به آن اضافه می‌شوند. در مقایسه با سایر تصمیم‌گیری‌ها، آنالیز چند معیاره

مکانی به داده‌های مقادیر معیار و مکان‌های جغرافیایی گزینه‌ها، هر دو نیاز دارد. در نتیجه عبارات آنالیز تصمیم‌گیری چند معیاره مربوط به GIS و آنالیز چند معیاره مکانی به یک معنی به کار می‌روند. آنالیز تصمیم‌گیری چند معیاره مکانی به صورت فرایندی تصور می‌شود که داده‌های جغرافیایی (ورودی) را برای رسیدن به یک تصمیم نهایی (خروجی) تلفیق و تبدیل می‌کند. روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره ارتباط بین نقشه‌های ورودی و خروجی را تعریف می‌کند. این روش‌ها مشتمل بر استفاده از داده‌های جغرافیایی، اولویت‌های تصمیم‌گیری و پردازش داده‌ها و اولویت‌ها بر اساس قوانین تصمیم‌گیری مشخص می‌باشند. آن‌ها اطلاعات و داده‌های جغرافیایی چندبعدی را برای دستیابی به مقادیر یک‌بعدی ادغام می‌کنند. جنبه بحرانی آنالیز چند معیاره مکانی این است که شامل رویدادهای جغرافیایی بر مبنای مقادیر معیار و اولویت‌های تصمیم‌گیری با رعایت مجموعه‌ای از معیارهای ارزیابی می‌باشند. این موضوع به این معنی است که نتایج آنالیز نه تنها به توزیع جغرافیایی پدیده‌ها بلکه به قضاوت‌های ارزشی موجود در فرایند تصمیم‌گیری بستگی دارد. بدین جهت در بحث آنالیز تصمیم‌گیری چند معیاره مکانی دو بررسی از اهمیت زیادی برخوردار است. یکی قابلیت‌های GIS برای کسب، ذخیره و آنالیز داده‌ها و دیگری قابلیت‌های GIS برای ادغام داده‌های جغرافیایی و اولویت‌های تصمیم‌گیر برای دستیابی به مقادیر تک‌بعدی تصمیمات گزینه است. نقش تکنیک‌های MCDM و GIS پشتیبانی تصمیم‌گیر در بالا بردن کارایی و بازده تصمیم‌گیری به هنگام حل مسئله تصمیم‌گیری مکانی است. عملیات تصمیم‌گیری شامل زنجیره‌ای از عملیات است که با شناسایی مسئله تصمیم‌گیری آغاز و با توصیه‌ها پایان می‌یابد (Malczewski, 1999).

۳-۲-۴- روش‌های تصمیم‌گیری فازی

عدم قطعیت همیشه در دنیای واقعی وجود داشته و شرایط نامطمئن همواره در مراحل مختلف مطالعه و بررسی یک مسئله وجود دارد. در بسیاری از موارد تمام یا قسمتی از مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره، فازی هستند. اگر تمام یا قسمتی از داده‌های یک مسئله فازی باشند و آن مسئله با استفاده از

داده‌های قطعی مدل و فرموله شود، جواب درست و دقیقی به دست نخواهد آمد و در نتیجه گزینه ارجح انتخاب نخواهد شد. در چنین تصمیم‌گیری‌های غیردقیقی نمی‌توان به هدف و مقصود موردنظر دست یافت. لذا در مدل‌های تصمیم‌گیری که داده‌های آن تصادفی یا فازی هستند باید باوجود محاسبات و عملیات بیشتر به‌طور منطقی و دقیق برخورد کرده و عدم قطعیت را در مدل تصمیم‌گیری لحاظ کرد. مدل کردن عدم قطعیت در مسائل تصمیم‌گیری به‌وسیله‌ی تئوری مجموعه‌های فازی انجام می‌شود. روش‌های تصمیم‌گیری شامل مجموعه‌های فازی، روش شباهت به گزینه ایده آل فازی، روش تحلیل سلسله مراتبی فازی و روش تحلیل سلسله مراتبی فازی دلفی است که در ادامه ابتدا مختصری در مورد مجموعه‌های فازی بیان خواهد شد.

۳-۲-۴-۱- مجموعه‌های فازی

مجموعه‌های فازی که برای نخستین بار توسط پرفسور لطفی زاده ارائه شده در حل مسائلی مورد استفاده قرار می‌گیرد که نمی‌توان پارامترها و کمیت‌ها را به‌طور دقیق تعریف نمود. مجموعه‌های فازی تعمیمی بر مجموعه‌های قطعی است. در نظریه مجموعه‌های قطعی، مجموعه‌ها به‌صورت معین تعریف می‌شوند. به عبارت دیگر هر مجموعه با یک ویژگی "خوش تعریف" مشخص می‌شود. اگر یک شیء مفروض، دارای ویژگی‌های آن باشد، عضو مجموعه متناظر است و اگر نباشد، عضو آن نیست. حال فرض کنید در مورد آن مجموعه از اعداد صحبت شود که "بزرگ" باشند در اینجا با یک ویژگی "ناخوش" تعریف و مبهم یعنی "بزرگ" مواجه می‌شویم. این که چه اعدادی بزرگ هستند و چه اعدادی نیستند، بسته به افراد مختلف فرق می‌کند. بیشتر مفاهیم و ویژگی‌هایی که در زندگی واقعی به‌کاربرده می‌شوند این‌گونه اند، یعنی مفاهیم نادقیق و مبهم هستند. نظریه مجموعه‌های فازی می‌تواند به‌صورت کمی با این ابهامات برخورد نماید و زمینه را برای استدلال، استنتاج، کنترل و تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان فراهم آورد. در مواردی که می‌توان چندین مقدار برای هر پارامتر در نظر گرفت، به‌طوری که هر مقدار دارای یک درجه عضویت برای آنکه پارامتر مقدار مربوطه

را اخذ کند، می‌توان یک مجموعه زوج‌های مرتب تعریف کرد که عناصر اول زوج‌های مرتب بیانگر مقادیر ممکن برای کمیت مربوطه بوده و عناصر دوم زوج‌های مرتب نشانگر درجه عضویت مقادیر مربوطه می‌باشند که اعدادی بین صفر و یک هستند. به عبارت دیگر می‌توان گفت مجموعه فازی A از تعدادی زوج مرتب تشکیل شده است که جزو اول "عضو" را نشان می‌دهد و جزو دوم "میزان عضویت" آن عضو به مجموعه مرد نظر را می‌رساند. به این نوع مجموعه‌ها، مجموعه‌های فازی گویند (Chen and Hwang, 1992).

۳-۲-۴-۲- روش شباهت به گزینه ایده‌آل فازی (FTOPSIS)

در روش شباهت به گزینه ایده‌آل کلاسیک، وزن معیارها و رتبه‌بندی گزینه‌ها توسط مقادیر دقیق و معین تعیین می‌شود. بسیاری از مواقع تفکرات انسان با عدم قطعیت همراه است و این عدم قطعیت در تصمیم‌گیری تأثیرگذار است. لذا بایستی از روش‌های تصمیم‌گیری فازی استفاده کرد که روش شباهت به گزینه ایده‌آل فازی یکی از این روش‌ها است. در این حالت عناصر ماتریس تصمیم‌گیری یا وزن معیارها و یا هر دوی آن‌ها توسط متغیرهای زبانی که توسط اعداد فازی ارائه شده‌اند، ارزیابی شده و بدین ترتیب بر مشکلات روش شباهت به گزینه ایده‌آل کلاسیک غلبه شده است (عطائی، ۱۳۸۸).

۳-۲-۴-۳- روش تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP)

اگرچه روش AHP دانش کارشناسان را تسخیر کرده است ولی AHP سنتی هنوز قادر نیست به خوبی تفکر بشر را بازتاب کند (Kahraman et al, 2004). روش AHP سنتی در استفاده دقیق مقدار، برای بیان کردن نظر دقیق تصمیم‌گیرنده‌ها در گزینه‌های مقایسه‌ای دارای نقص است (Wang and Chen, 2007). همچنین روش AHP سنتی به علت مقیاس نامتوازن در قضاوت‌ها و عدم قطعیت و نادقیق بودن مقایسه‌های زوجی مورد نکوهش قرار می‌گیرد. تصمیم‌گیرندگان اغلب در قضاوت‌هایشان ارائه یک بازه را نسبت به یک عدد ثابت ترجیح می‌دهند زیرا آن‌ها به علت طبیعت فازی مقایسه‌های زوجی قادر نیستند به صراحت نظرشان را در مورد برتری‌ها اعلام کنند.

برای غلبه بر همه این نقایص، AHP فازی (FAHP) گسترش پیدا کرد. تصمیم‌گیرنده‌ها پی بردند که دادن یک فاصله قضاوتی از یک قضاوت ثابت معمولاً قابل اطمینان‌تر است (Kahraman et al, 2004).

۳-۲-۴- روش تحلیل سلسله مراتبی فازی دلفی (FDAHP)

روش دلفی فازی در سال ۱۹۸۸ توسط کوفمان^۱ و گوپتا^۲ ارائه شده است. در روش دلفی، پیش‌بینی‌ها توسط افراد خبره در قالب اعداد قطعی بیان می‌شوند، در حالی که استفاده از اعداد قطعی برای پیش‌بینی‌های بلند مدت، نتیجه‌ی پیش‌بینی را از واقعیت دور می‌سازد. از طرفی افراد خبره از توانایی‌های ذهنی خود برای پیش‌بینی استفاده می‌کنند و این نشان می‌دهد که عدم قطعیت حاکم بر این شرایط از نوع امکانی است و نه احتمالی. امکانی بودن عدم قطعیت، با مجموعه‌های فازی سازگاری دارد و بهتر است با استفاده از اعداد فازی، به تصمیم‌گیری اقدام کرد. در روش دلفی فازی معمولاً کارشناسان نظر خود را در قالب حداقل مقدار، ممکن‌ترین مقدار و حداکثر مقدار (اعداد فازی مثلثی) ارائه می‌دهند (عطایی، ۱۳۹۴).

با توجه به اهمیت معیارها و تفاوت ارزش هر کدام از آن‌ها و تفاوت نوع نظر افراد در انتخاب اهمیت هر معیار، با نظر سنجی میان کارشناسان متخصص در زمینه خاص مورد مطالعه می‌توان از تجربیات هر کدام از کارشناسان بهره برد و معیارها وزن دهی شوند.

در ادامه روند حل مسأله با استفاده از روش FDAHP تشریح شده است (عطایی، ۱۳۹۴):

الف) نظر سنجی از متخصصان

^۱ - Kaufman

^۲ - Gupta

در این مرحله ابتدا از متخصصان مختلف در مورد پارامترهای مؤثر بر یک تصمیم به صورت کمی یا کیفی نظرسنجی به عمل می‌آید.

ب) محاسبه اعداد فازی

برای محاسبه اعداد فازی نظرات متخصصان به طور مستقیم مد نظر قرار می‌گیرد. در این مرحله می‌توان از توابع عضویت مثلثی یا دوزنقه‌ای استفاده کرد. با توجه به کاربرد زیاد و آسان محاسبه روش مثلثی، از این تابع استفاده می‌شود. اگر کمینه تصمیم‌گیرنده دارای چندین تصمیم‌گیرنده باشد (k تصمیم‌گیرنده)، درایه‌های ماتریس مقایسه زوجی جامع که در روش تحلیل سلسله مراتبی فازی به کار می‌رود، یک عدد فازی مثلثی است که مؤلفه‌ی اول آن حداقل نظرسنجی‌ها (α_{ij})، مؤلفه‌ی دوم آن میانگین هندسی نظرسنجی‌ها (δ_{ij}) و مؤلفه‌ی سوم آن حداکثر نظرسنجی‌ها (γ_{ij}) می‌باشد. همچنین β_{ijk} نشان‌دهنده اهمیت نسبی پارامتر i بر پارامتر j از دیدگاه کارشناس k است.

یک عدد فازی به صورت روابط زیر تعریف می‌شود.

$$\alpha_{ij} = \text{Min}(\beta_{ijk}), k=1, \dots, n \quad (1-3)$$

$$\delta_{ij} = (\prod_{k=1}^n \beta_{ijk})^{1/n}, k=1, \dots, n \quad (2-3)$$

$$\gamma_{ij} = \text{Max}(\beta_{ijk}), k=1, \dots, n \quad (3-3)$$

عدد فازی مثلثی را به صورت سه تایی $a_{ij} = (\alpha_{ij}, \delta_{ij}, \gamma_{ij})$ نشان می‌دهند.

ج) تشکیل ماتریس معکوس فازی

در این مرحله با توجه به اعداد فازی به دست آمده در مرحله قبل، ماتریس مقایسه زوجی فازی $\tilde{A}$ بین پارامترهای مختلف به ترتیب زیر خواهد بود:

$$(\tilde{A}) = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12} & \cdots & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a}_{12} & 1 & \cdots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

د) محاسبه وزن فازی نسبی پارامترها

وزن نسبی هر کدام از پارامترها از روابط زیر محاسبه می شود (عطایی، ۱۳۹۴):

$$\tilde{Z} = [\tilde{a}_{ij} * \dots * \tilde{a}_{ij}] \quad (4-3)$$

$$\tilde{Z}_i = \tilde{Z}^{1/n} \quad (5-3)$$

$$\tilde{W}_i = \tilde{Z}_i * (\tilde{Z}_1 + \dots + \tilde{Z}_n)^{-1} \quad (6-3)$$

بردار سطری $\tilde{W}_i$ نشان دهنده وزن پارامتر i ام می باشد.

ه) غیر فازی کردن وزن پارامترها

به منظور غیر فازی کردن وزن پارامترها، طبق رابطه ۴-۱۰ میانگین هندسی مؤلفه های عدد فازی وزن پارامترها به دست می آید و بدین ترتیب وزن پارامترها به صورت یک عدد قطعی بیان می شود:

$$W_i = (\prod_{j=1}^3 w_{ij})^{1/3} \quad (7-3)$$

۳-۳- جمع بندی

در این فصل مبانی انتخاب محل دمپ باطله و روش های انتخاب محل دمپ باطله همچون روش های تصمیم گیری چند معیاره، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تلفیق تصمیم گیری چند معیاره با GIS و روش های تصمیم گیری چند معیاره توضیح داده شد. با توجه به مزایای روش دلفی فازی در این زمینه که نظرات کارشناسان به صورت گزارش کتبی و از محل فعالیت قبلی یا فعلی ایشان انجام شده است، به عنوان مناسب ترین روش برای حل مسئله و انتخاب بهترین گزینه به عنوان دمپ باطله برگزیده شده است.

فصل چهارم

معدن پلاسری سنگ آهن

فلات شرق خواف

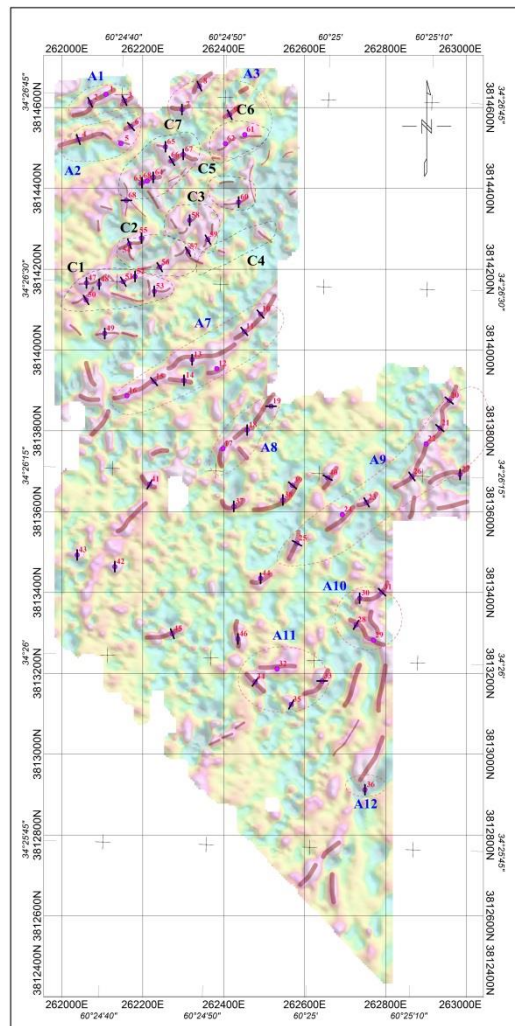
۴-۱- مقدمه

معدن سنگ آهن سنگان یکی از بزرگ‌ترین معادن سنگ آهن در خاورمیانه است که به صورت روباز استخراج می‌شود و در کنار کارخانه گندله‌سازی سنگان و خط آهن خواف - سنگان - هرات به عنوان بزرگ‌ترین پروژه ملی شرق کشور معرفی شده است. به همین دلیل، ارائه راه کارهای مناسب برای بهره‌برداری صحیح و اصولی از این معادن اجتناب ناپذیر است.

محدوده معادن سنگان از لحاظ وضعیت ساختمانی جزء ایران مرکزی است و سنگ‌های مختلف آذرین درونی و بیرونی، دگرگونی و رسوبی در این منطقه حضور دارند. کانی‌سازی فلزی موجود در منطقه شامل مگنتیت، هماتیت، پیریت، پیروتیت، کالکوپیریت و کوولیت می‌باشد که اغلب این کانی‌ها در دوره‌های مختلف تشکیل شده‌اند. در این کانسار مطالعات ژئوفیزیکی با بررسی‌های مغناطیس-سنجی صورت گرفته است. از جمله مشخصات این کانسار عیار بالا، گسترش زیاد و حجیم بودن مواد معدنی همراه با مقادیر بسیار ناچیز عناصر مضر از جمله فسفر است که اهمیت ویژه‌ای به کانسار داده است. همچنین افزایش قیمت سنگ آهن در سال‌های گذشته باعث شد بهره‌برداری از این ذخایر شدت بگیرد و با توجه به عدم وجود تجربه کافی در کشور برای استخراج این نوع ذخایر و استخراج غیر فنی، لزوم ارائه الگوهای بهینه برای استخراج این ذخایر را دوچندان می‌کند.

۴-۲- معرفی معدن سنگ آهن فلات شرق سنگان

معدن سنگ آهن سنگان در قسمت شرقی رشته کوه ولایت قرار دارد. نتایج مطالعات انجام شده در این منطقه نشان می‌دهد که ابعاد تقریبی کانسار سنگان در حدود 26×8 کیلومتر مربع بوده و ذخیره زمین‌شناسی آن در حدود $1/2$ میلیارد تن تخمین زده می‌شود. در این منطقه آنومالی‌های زیادی از آهن وجود دارد که در بخش شرقی این محدوده، معدن سنگ آهن فلات شرق ثبت شده است. در شکل (۴-۱) نقشه محدوده آنومالی معدن فلات شرق سنگان آورده شده است.



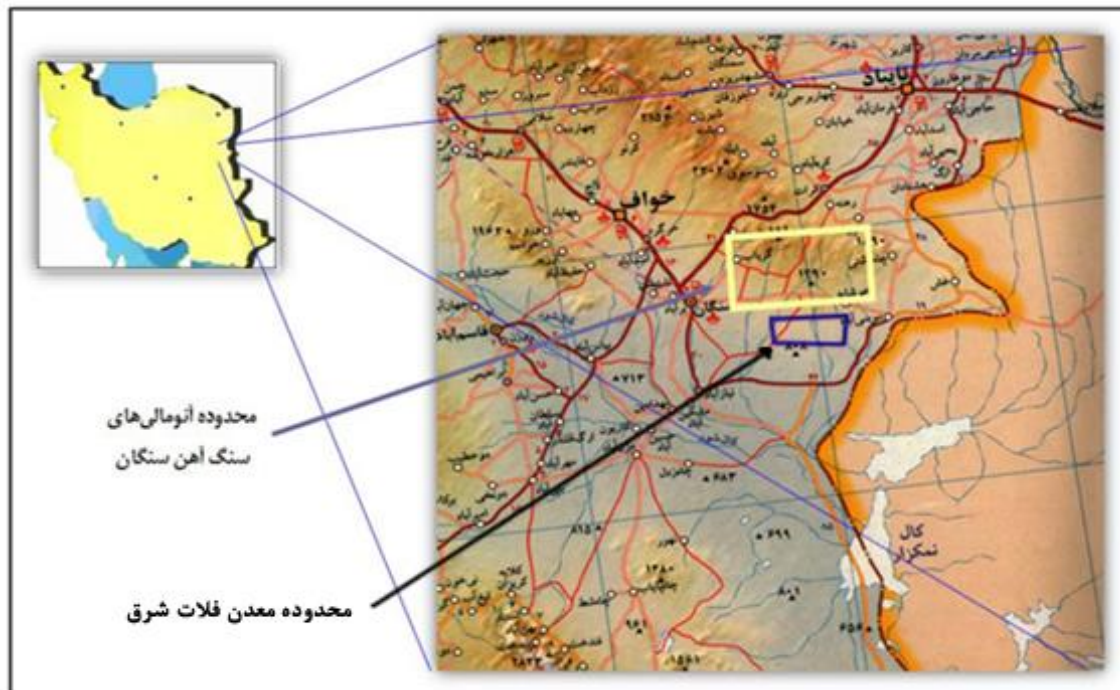
شکل ۴- ۱- نقشه آنومالی معدن فلات شرق سنگان

۴-۳- موقعیت جغرافیایی

کانسار سنگ آهن فلات شرق سنگان در ۲۹۰ کیلومتری جنوب شرقی مشهد، ۶۸ کیلومتری جنوب- غرب تایباد، ۴۰ کیلومتری جنوب شرقی خواف، ۱۸ کیلومتری شمال شرقی شهرستان سنگان و ۴۰ کیلومتری مرز افغانستان قرار دارد (شکل ۴-۲).

راه دسترسی به معدن از دو مسیر آسفالته امکان پذیر است. مسیر اول جاده مشهد - فریمان - تربت - جام - تایباد - سنگان با فاصله ۳۱۱ کیلومتر و مسیر دوم جاده مشهد - تربت حیدریه - خواف - سنگان با فاصله ۲۸۵ کیلومتر می باشد. در حال حاضر، این معدن از طریق خط آهن خواف - تربت حیدریه - نیشابور به شبکه ریلی کشور متصل است. همچنین، با ادامه ساخت خط آهن

خواف - سنگان - هرات که در دست اجرا است، دسترسی به کشورهای همسایه شرقی ایران نیز ممکن می‌شود.



شکل ۴-۲- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه (بدون مقیاس) (برگرفته از دلربایی، ۱۳۹۴)

۴-۴- شرایط آب و هوایی منطقه

در این منطقه بادهای شدیدی در تابستان می‌وزد. میانگین سرعت باد روزانه در حدود ۵۰ کیلومتر در ساعت است. آب و هوای این منطقه نیمه‌خشک و بیابانی است. میزان بارش سالیانه تقریباً بین ۱۴۰ تا ۲۰۰ میلی‌متر در سال متغیر است. در ارتفاعات هوا سردتر و میزان بارندگی بیشتر است. به طوری که میزان متوسط بارندگی در ارتفاعات ۱۵۰ میلی‌متر در سال است. بارش در زمستان عمدتاً به صورت برف است. متوسط میزان رطوبت نسبی سالیانه در این منطقه در حدود ۴۰ درصد بوده و از ۱۲ تا ۷۶ درصد به ترتیب در ماه‌های خرداد تا دی تغییر می‌کند. متوسط درجه حرارت سالیانه ۱۵ درجه سانتی‌گراد و بالاترین مقدار ۳۸ و کم‌ترین مقدار ۱۱- درجه سانتی‌گراد می‌باشد. در زمستان و بهار هوا غالباً ابری است. اکثر رودخانه‌ها فقط چند هفته در سال جریان دارند. ولی چشمه‌ها در تمام طول سال جریان ثابتی دارند. منطقه از لحاظ پوشش گیاهی فقیر است و در قسمت‌های پست و دشت‌ها

بوته‌های کوتاه قد بیابانی مشاهده می‌شود و در بخش‌های کوهستانی و ارتفاعات درختچه‌هایی به نام بنه موجود است (ایلخانی، ۱۳۹۴).

به طور کلی منطقه سنگان خواف بادخیز بوده و در بیشتر ایام سال باد در جهت جنوب‌غرب جریان دارد. در نیمه اول سال، باد در جهت شمال‌شرق تا جنوب‌غرب با سرعت تقریبی ۳۰ تا ۶۰ کیلومتر بر ساعت و در نیمه دوم سال، باد در جهت‌های مختلف و با سرعت تقریبی ۵۰ کیلومتر بر ساعت می‌وزد (ایلخانی، ۱۳۹۴).

۴-۵- روش استخراج معدن سنگ آهن فلات شرق

در معادن سنگ‌آهن پلاسری سنگان روش استخراجی که بتوان آن را با یکی از روش‌های استخراج متداول سنجید وجود ندارد و فرآیند استخراج در این معادن به صورت سطحی و شبیه به استخراج روباز و بدون نظم و برنامه‌ریزی در حال انجام است. تاکنون هیچ گونه طرح استخراج مدون و قابل اجرایی برای این معادن ارائه نشده است و تمام معادن بدون طرح مدون و استاندارد در حال بهره‌برداری هستند (دلربایی، ۱۳۹۴).

در واقع یکی از مشکلات اصلی استخراج بدون برنامه‌ریزی این معادن قیمت بالا فروش ماده معدنی در گذشته و رضایت از سود کوتاه مدت فروش این مواد بوده است. در کنار تولید با این نرخ در سال‌های گذشته، عدم وجود راهنمای مشخص برای بهره‌برداری از این معادن و حتی عدم وجود اطلاعات اکتشافی کافی از این ذخایر باعث به وجود آمدن مشکلات عدیده‌ای در منطقه شده است که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- استخراج غیر اصولی ذخایر پرعیار در معادن و عدم برنامه‌ریزی برای ذخایر با عیار پایین‌تر

- استخراج غیر اصولی ذخایر سطحی در معادن و عدم برنامه‌ریزی برای ذخایر عمیق‌تر

- انباشت غیر اصولی باطله‌ها بر روی ذخایر مجاور و تضييع شديد ذخایر معدنی

- تشکیل انباشت‌گاه‌های باطله متعدد در معادن بدون طرح و برنامه مشخص

- باقی ماندن بخشی از محصول در داخل باطله‌ها (به طور خاص هماتیت موجود در

کانسنگ) به دلیل عدم آشنایی با روش‌های بازیابی در این نوع ذخایر

- جانمایی نامناسب دستگاه‌های پیش‌فرآوری و تغییر مکان آن‌ها به صورت پیوسته

- پرداخت هزینه‌های زیاد برای جابجایی خاک، باطله و ماده معدنی استحصال شده

در شکل ۳-۴ روند استخراج در معادن پلاسری نشان داده شده است. همانطور که در شکل مشخص

است، در سه مرحله پس از جداسازی اولیه، پس از مرحله عملیات دانه‌بندی و پس از مرحله

رمق‌گیری باطله‌های جدا شده به دمپ باطله انتقال داده می‌شود.

معدن پلاسری سنگ آهن فلات شرق از مشکلات بیان شده مستثنی نبوده و در سال‌های اخیر با این

مشکلات روبرو شده است. اصلی‌ترین مشکل در این بخش، انباشت مواد باطله در محلی بوده است که

بدون مطالعه انتخاب شده و منجر به تضييع مواد معدنی در این ناحیه شده است.

در این تحقیق محل مناسب برای انباشت باطله‌های معدن گلستان شرکت معادن فلات شرق خواف

مورد مطالعه قرار گرفته است و از این پس با نام معدن گلستان عنوان خواهد شد.

ظرفیت تولید در معدن گلستان ۲۸۰ تن سنگ آهن به صورت روزانه است که سهم هرکدام از

دستگاه‌های پیش‌فرآوری ۷۰ تن است. میزان خوراک اولیه این دستگاه‌ها ۷۰۰ تن در روز است که

پس از جدایی ۱۰ درصدی سنگ آهن موجود در خوراک اولیه، ۶۴۰ تن باطله به صورت روزانه باید

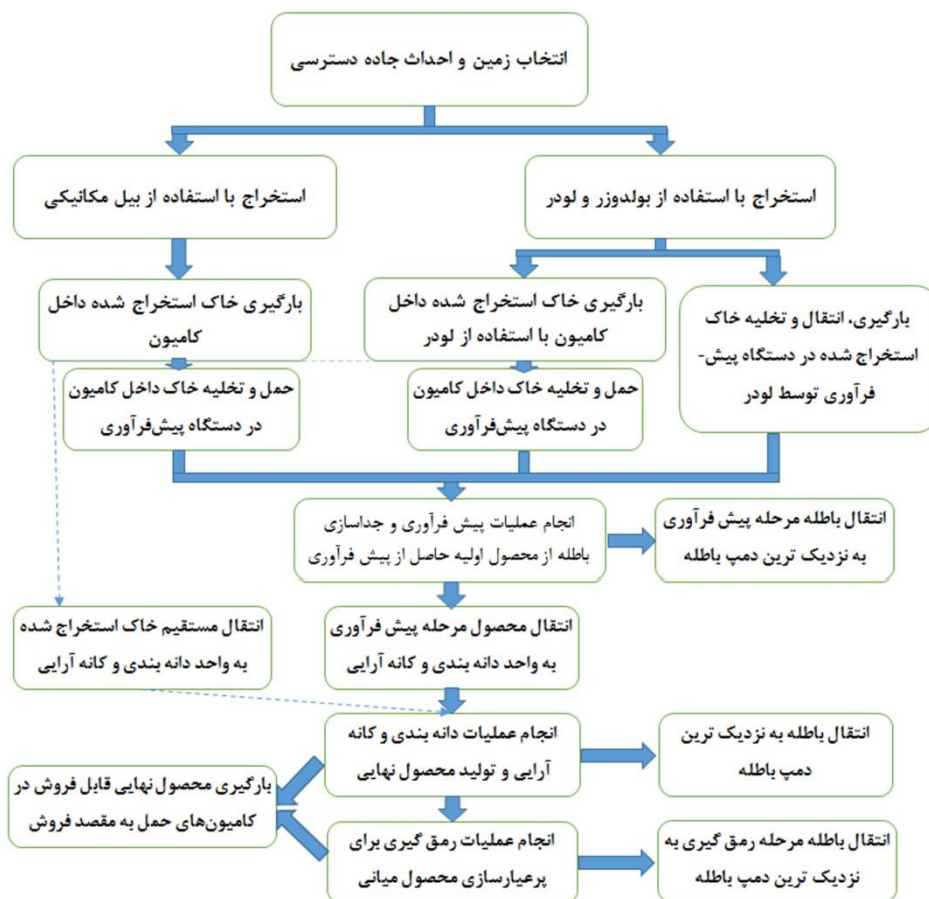
دمپ باطله انتقال داده شود.

۴-۵- اقدامات انجام شده

اولین اقدام مدیران معدن گلستان برای رفع مشکلات استخراج، هزینه‌های زیاد و برداشت‌های غیر

مهندسی، فعالیت بیشتر در زمینه نظم دهی معدن است. پس از انتخاب و تعیین محل استخراج و

جبهه‌کارها در معدن، گام دوم تعیین محل انباشت مواد باطله که از این پس دمپ باطله نامیده می‌شود، خواهد بود. در شکل زیر مراحل مختلف کار از قبیل استخراج، پیش‌فراوری و مرحله نهایی فراوری در معدن پلاسری سنگ آهن فلات شرق را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۳- روند استخراج تا فراوری در معادن پلاسری سنگان (دلربایی، ۱۳۹۴)

در راستای این برنامه‌ریزی چند مرحله برای دستیابی به هدف مورد نظر وجود دارد:

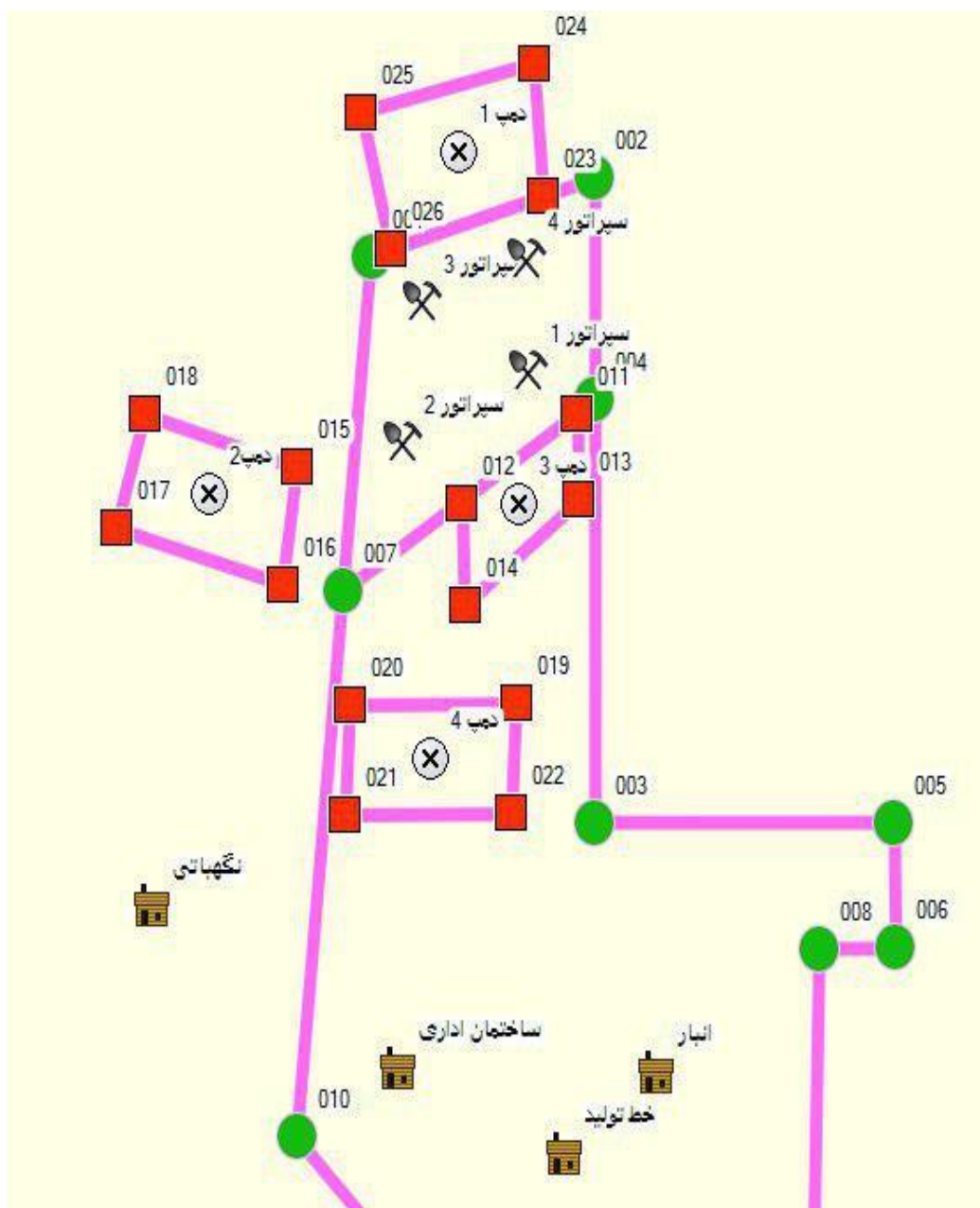
گام اول، انتخاب مکان‌های مناسب برای استخراج ماده معدنی با عیار بالا در مجموعه معدن است. گام دوم، انتخاب مناسب‌ترین انباشتگاه‌ها برای تخلیه باطله اولیه است که یکی از اهداف اصلی مدیران در رویکرد مهندسی در این بخش از محدوده پلاسری معادن فلات شرق است. گام سوم، انتخاب

مناسب محل دستگاه‌های پیش‌فرآوری است. گام چهارم بررسی مسیرهای مناسب برای کامیون‌ها و به حداقل رساندن هزینه‌های ترابری است.

۴-۶- محل‌های مناسب دمپ باطله

برای انتخاب محل دمپ باطله یکی از شرایطی که لازم است، میزان تسطیح بودن منطقه است. لذا در مناطقی که ارتفاع از سطح دریا افزایش پیدا می‌کند و شیب زمین اضافه می‌شود، مناطق مناسبی برای انتخاب دمپ باطله نخواهند بود. همچنین گزینه‌هایی که برای بررسی و برگزیده شدن انتخاب می‌شوند باید از فضای کافی برخوردار باشند. از دیگر شرایط لازم برای انتخاب محلی مناسب دمپ باطله در معادن پلاسری، استخراج سطوح اولیه ماده معدنی است. معدن گلستان از سمت شرق دارای یک مرز ۲۰ تا ۵۰ متری می‌باشد که به این دلیل در قسمت شرقی آن نمیتوان مکان کاندیدی برای آن در نظر گرفت. در قسمت شمالی این معدن فضای استخراج شده‌ی مناسبی وجود دارد که هم از نظر عدم وجود ماده معدنی هم از لحاظ ارتفاع از سطح پیت استخراجی شرایط مناسبی را دارد. شایان ذکر است که مقدار کمی ماده‌ی معدنی در این قسمت وجود دارد که هم از لحاظ عیار، هم از لحاظ درصد آهن موجود بسیار ناچیز و استخراج آن غیر اقتصادی می‌باشد بنابراین قرار گیری دمپ در این محل مشکل ساز نمی‌باشد (دمپ شماره ۱). قسمت غربی این معدن در سال‌های ۸۶ تا ۹۰ جزو محدوده‌های ثبتی این شرکت به شمار می‌آمد که در سال ۹۰ به علت هم مرزی آن قسمت‌ها با خط لوله‌ی پس اب کارخانه‌ی فراوری معدن دولتی، این محدوده تا حدودی کاسته شد ولی از لحاظ باطله ریزی مجوزات لازم گرفته شده است. اکثر نقاط در این قسمت استخراج شده ولی به علت اینکه به طور نامنظم در نقاط مختلف باطله ریزی شده تنها یک مکان با وسعت مناسب می‌توان برای باطله ریزی کاندید کرد (دمپ شماره ۲). در ضلع جنوبی این معدن با استفاده از نقشه‌های ژئوفیزیک و بررسی‌های انومالی آن می‌توان دو نقطه کاندید برای محل انباشت باطله در نظر گرفت که در محل دمپ شماره ۴ مادی معدنی با عیار و ریکاوری ناچیز وجود دارد که همانند دمپ شماره‌ی ۱ برداشت

ماده‌ی معدنی آن محل اقتصادی نمی باشد و مشکلی برای کاندید شدن آن‌ها ایجاد نمی‌کند (دمپ
های شماره ۳ و ۴). بر این اساس، ۴ مورد از این مکان‌ها به عنوان گزینه تعیین شده تا با معیارهای
دقیق‌تر اولویت بندی شوند در شکل ۴-۴ محل‌های برگزیده در این معدن نشان داده شده است.



شکل ۴-۴ - موقعیت نسبی نقاط مختلف معدن گلستان

۷-۴- معیارهای انتخاب محل باطله

پارامترهای تصمیم‌گیری در انتخاب محل مناسب دمپ باطله به دو گروه اصلی اقتصادی و زیست محیط تقسیم می‌شوند. در ادامه این پارامترها معرفی شده است.

۷-۴-۱- دیدگاه اقتصادی

انتخاب محل دمپ باطله از دیدگاه اقتصادی شامل پارامترهایی از قبیل کوتاه‌ترین مسیر برای انتقال مواد باطله، عدم وجود ماده معدنی در محل دمپ باطله با بررسی نقشه‌های آنومالی، هموار بودن مسیر دسترسی و ظرفیت دمپ می‌باشد که در زیر به توضیح آن‌ها می‌پردازیم.

۷-۴-۱-۱- کوتاه‌ترین مسیر برای انتقال مواد باطله

انتخاب کوتاه‌ترین مسیر برای انتقال باطله یکی از مهمترین عوامل تأثیرگذار در کاهش هزینه‌های معدن‌کاری و باطله‌برداری است. پس نزدیک بودن محل دمپ باطله از ویژگی‌های اصلی محل مناسب بشمار می‌رود.

همانطور که در شکل ۳-۴ نشان داده شده است، اولین و اصلی‌ترین بخش جدایش باطله توسط دستگاه‌های پیش‌فرآوری انجام می‌شود. فواصل بین دستگاه‌های پیش‌فرآوری و هر کدام از دمپ‌های باطله در جدول ۱-۴ آورده شده است.

جدول ۱-۴- فواصل بین مراکز پیش‌فرآوری و دمپ‌های باطله

دمپ شماره ۱	دستگاه پیش‌فرآوری شماره ۱ (متر)	دستگاه پیش‌فرآوری شماره ۲ (متر)	دستگاه پیش‌فرآوری شماره ۳ (متر)	دستگاه پیش‌فرآوری شماره ۴ (متر)
۳۴۷	۴۳۹	۲۳۱	۱۹۹	دمپ شماره ۱
۵۷۴	۳۴۰	۴۶۲	۶۴۳	دمپ شماره ۲
۱۹۴	۲۱۶	۳۳۷	۳۵۹	دمپ شماره ۳
۵۹۳	۴۶۸	۶۷۱	۷۵۲	دمپ شماره ۴

همچنین فاصله پیت‌های استخراجی تا دمپ باطله ماده معدنی در چرخه استخراجی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و کوتاه بودن مسیر در کاهش هزینه‌های باطله برداری موثر است. در جدول ۲-۴

فواصل بین مرکز تولید و دمپ‌های باطله آورده شده است. همچنین لازم به ذکر است که پس از پایان مراحل استخراج از پیت، برای حفظ شرایط محیط زیستی باطله های باید به پیت انتقال بازگردانده شوند.

جدول ۴-۲- فواصل پیت استخراجی تا دمپ‌های باطله

دمپ باطله شماره ۱ (متر)	دمپ باطله شماره ۲ (متر)	دمپ باطله شماره ۳ (متر)	دمپ باطله شماره ۴ (متر)	پیت استخراجی
۲۹۰m	۵۱۰m	۲۵۰m	۶۳۰m	

در شکل ۴-۴ موقعیت نسبی دستگاه‌های پیش‌فرآوری، دمپ‌های کاندیدا، پیت استخراجی و تأسیسات و ساختمان‌ها نشان داده شده است.

۴-۷-۱-۲- عدم وجود ماده معدنی در محل دمپ باطله با بررسی نقشه‌ها آنومالی

همانطور که در شکل ۴-۱ نشان داده شده است، پس از انجام مطالعات ژئوفیزیک در محدوده، میزان وجود ماده معدنی در هر بخش از معدن مشخص شده است. شایان ذکر است که میزان ماده‌ی معدنی موجود در مکان‌های کاندید شماره‌ی ۱ و ۴ هم از لحاظ عیار و هم از لحاظ درصد سنگ آهن موجود در آن‌ها بسیار پایین بوده که استخراج آن‌ها غیر اقتصادی می‌باشد. همچنین محل‌های تعیین شده برای انباشت باطله‌های معدن از نظر آنومالی تعیین شده که به شرح جدول ۴-۳ می‌باشد.

جدول ۴-۳- آنومالی بررسی شده در محل هرکدام از دمپ‌های پیش‌بینی شده

دمپ باطله شماره ۱	دمپ باطله شماره ۲	دمپ باطله شماره ۳	دمپ باطله شماره ۴	میزان ماده معدنی
مقدار کمی ماده معدنی	خالی از ماده معدنی	خالی از ماده معدنی	دارای ماده معدنی	

۴-۷-۱-۳- هموار بودن مسیر دسترسی

هموار بودن مسیر کامیون‌ها علاوه بر کاهش زمان رفت و آمد و در نتیجه افزایش میزان کارایی و راندمان کامیون‌ها در کاهش هزینه‌های تعمیر و استهلاک ماشین‌آلات تأثیر قابل توجهی داشته و آن را می‌توان به‌عنوان عامل مهمی در زمینه اقتصادی در نظر گرفت.

وضعیت راه‌های معدن گلستان در جدول ۴-۴ آورده شده است که پس از آخرین مراحل تسطیح در معدن سنجیده شده است.

جدول ۴-۴- میزان هموار بودن مسیر دسترسی به دمپ‌های باطله

دمپ شماره ۱	دستگاه پیش‌فرآوری شماره ۱ (متر)	دستگاه پیش‌فرآوری شماره ۲ (متر)	دستگاه پیش‌فرآوری شماره ۳ (متر)	دستگاه پیش‌فرآوری شماره ۴ (متر)
هموار	ناهموار	هموار	هموار	هموار
هموار	ناهموار	هموار	هموار	هموار
هموار	هموار	ناهموار	ناهموار	هموار
ناهموار	ناهموار	ناهموار	ناهموار	ناهموار

۴-۷-۱- ظرفیت دمپ

ظرفیت دمپ در هر گزینه از معیارهای مهم بشمار می‌رود. با توجه به نیاز معدن در مورد انباشت باطله‌های ماده معدنی، با توجه به هزینه‌های زیاد جابجایی مواد در معادن پلاسری، دمپی که ظرفیت بیشتری داشته باشد تا بتواند در طول عمر معدن باطله بیشتری در خود جای دهد، ارزشمندتر است.

ظرفیت هر کدام از دمپ‌ها در جدول ۴-۵ محاسبه شده است.

جدول ۴-۵- مشخصات ظرفیت دمپ

دمپ شماره ۱	مساحت دمپ (هکتار)	ارتفاع مجاز دمپ (متر)	وزن مخصوص خاک	ظرفیت دمپ (تن)
۵/۹	۷	۲/۲۳	۹۲۰۹۹۰	دمپ شماره ۱
۴/۹	۷	۲/۲۳	۷۶۴۸۹۰	دمپ شماره ۲
۲/۸	۷	۲/۲۳	۴۳۷۰۸۰	دمپ شماره ۳
۴/۸	۷	۲/۲۳	۷۴۹۲۸۰	دمپ شماره ۴

۴-۷-۲- دیدگاه زیست محیطی

استخراج سنگ آهن اغلب از طریق عملیات معدن‌کاری روباز انجام می‌شود که در مقایسه با معدن‌کاری زیرزمینی از ضریب بهره‌وری بیشتر و ایمنی بالاتری برخوردار است. اما این روش استخراج

آثار زیست‌محیطی قابل توجهی به دنبال دارد. به همین دلیل یکی از پارامترهای موثر در انتخاب محل مناسب برای دمپ باطله محسوب می‌شود.

یکی از مهم‌ترین مسائل زیست‌محیطی در استخراج سنگ آهن، تولید باطله‌های معدنی است. عدم مدیریت صحیح زیست‌محیطی و تخلیه غیر اصولی مواد باطله می‌تواند منجر به تخریب محیط‌زیست شود. آلاینده‌های موجود در مواد باطله، اکوسیستم منطقه را تحت تأثیر قرار داده و باعث آلودگی آن می‌شود. همچنین، تخلیه و دمپ باطله‌ها در محیط، باعث تخریب چشم‌انداز منطقه و مناظر طبیعی می‌شود. تخریب پوشش گیاهی و در معرض خطر قرار گرفتن حیات جانوران از دیگر آثار زیست‌محیطی باطله‌های معدنی است.

معدن سنگ آهن سنگان فلات شرق نیز به صورت روباز استخراج می‌شود و به دلیل فعالیت گسترده آثار زیست‌محیطی بسیاری را به دنبال دارد. از این رو، بررسی این آثار و مشکلات و انجام اقدامات پیشگیرانه لازم می‌تواند میزان آسیب وارده به محیط‌زیست منطقه را کاهش دهد.

۴-۶-۲-۱- انتشار گرد و غبار

استخراج سنگ آهن در معادن روباز با حفاری و انفجار صورت می‌گیرد که منجر به تولید گرد و غبار می‌شود. همچنین، در اثر بارگیری و حرکت کامیون‌ها در جاده، گرد و غبار تولید می‌شود. وزش باد نیز می‌تواند منجر به تولید گرد و غبار از دمپ‌های باطله و کانسنگ شود.

گرد و غبار بر سلامت و ایمنی انسان تأثیر می‌گذارد و موجب ایجاد بیماری می‌شود. سیلیکوزیس یکی از خطرناک‌ترین بیماری‌های ناشی از گرد و غبار است. این بیماری که در اثر استنشاق ذرات قابل تنفس سیلیس ایجاد می‌شود، غیر قابل برگشت بوده و بیشتر اوقات باعث از کار افتادن ریه‌ها و مرگ می‌شود. گرد و غبار همچنین باعث پایین آمدن کیفیت هوا، تخریب پوشش گیاهی، چشم‌انداز نامناسب، آثار مضر بر جانوران و... می‌شود.

در معادن سنگ آهن سنگان، در اثر عملیات‌های حفاری که با دریل‌واگن و پیکور انجام می‌شود، آتشباری، فعالیت سنگ‌شکن‌ها، بارگیری به وسیله لودر، حرکت کامیون‌ها و مخصوصاً هنگام تخلیه بار در محل انباشت باطله در جاده گرد و غبار تولید می‌شود. از طرفی، چون در این منطقه میزان وزش باد زیاد است، سبب می‌شود تا گرد و غبار در شعاع بیشتری پراکنده شود و بخش وسیع‌تری را تحت تأثیر قرار داده و باعث پایین آمدن شاخص کیفی هوا شود. شکل‌های ۴-۵ و ۴-۶ تولید گرد و غبار را در بخش‌های مختلف معدن نشان می‌دهند.



شکل ۴-۵- گرد و غبار تولید شده ناشی از تخلیه بار در محل انباشت باطله



شکل ۴-۶- گرد و غبار ناشی از حرکت تراک در معدن

۴-۶-۲-۲- شرایط هیدروژئولوژی (منابع آب زیرزمینی)

منطقه خواف جزء مناطق نیمه خشک و بیابانی است و همانند اکثر مناطق کشور با مشکل کمبود آب روبرو است. مهم ترین منبع تأمین آب در این منطقه، سفره های آب زیرزمینی است که تنها از طریق بارش های جوی تأمین می شوند. کمبود بارش و مصرف بی رویه آب در بخش های کشاورزی، شهری و صنعتی باعث افت سطح آب در این منطقه شده است.

کانسارهای فلزی مانند آهن، معمولاً غنی از گوگرد و ترکیبات سولفیدی هستند. با تغییر وضعیت محیط، این ترکیبات پایداری خود را از دست می دهند. استخراج سنگ آهن، کانی های سولفیدی موجود در آن را در معرض اکسیژن، آب و دیگر عوامل، هوازده می کند. قرار گرفتن این کانی ها در شرایط اکسیداسیون باعث ناپایداری و از هم پاشی آن ها در اثر اکسایش می شود. در این شرایط، کانی های سولفیدی اکسید شده و محصول این اکسایش، اسید سولفوریک است که اصطلاحاً زهاب اسیدی نامیده می شود. این زهاب در مسیر حرکت خود ممکن است با مواد معدنی مختلفی در تماس بوده و به علت خاصیت اسیدی که گاه ممکن است بسیار شدید باشد، قادر است تا عناصر نادر و خطرناک را از این مواد معدنی شسته و همراه با خود به منابع آبی سطحی (همچون رودخانه ها، دریاچه ها و آب های ساحلی) و یا سفره های آب زیرزمینی منتقل کند. از دیگر آثار زهاب های اسیدی می توان به خاصیت خوردگی، آلوده کردن خاک و از بین بردن موجودات به ویژه آبزیان اشاره کرد (Costello, 2003).

در معدن گلستان آب مورد نیاز خود را از طریق حفر چاه های عمیق و برداشت آب از منابع زیرزمینی تأمین می کنند. از طرفی در این مجتمع معدنی، کارخانه ها بسیاری از قبیل گندله سازی، کارخانه ذوب آهن و... در دست ساخت می باشند. با شروع فعالیت این کارخانه ها در آینده ای نه چندان دور، منابع آب بسیاری مورد نیاز خواهد بود که با توجه به کمبود آب در منطقه، می تواند مشکلات بسیاری را ایجاد کند.

به همین دلیل، هرچه سطح آب زیر زمینی در محل انتخابی برای انباشت باطله‌های معدنی پایین‌تر باشد، امکان نفوذ زهاب اسیدی و آلوده شدن منابع آب زیرزمینی کمتر خواهد بود. لذا سطوح آب زیر زمینی در محل‌های نامزد شده برای دمپ باطله اندازه‌گیری شده و در جدول ۴-۶ آورده شده است.

جدول ۴-۶- سطح آب زیرزمینی در محل‌های مورد نظر برای انباشت باطله

محل گزینه مورد نظر	سطح آب زیرزمینی (متر)
دمپ شماره ۱	۴۵
دمپ شماره ۲	۳۵
دمپ شماره ۳	۳۵
دمپ شماره ۴	۲۸

۴-۸- جمع‌بندی

بررسی وضعیت منطقه خواف و همچنین شرایط معدن سنگ آهن پلاسری فلات شرق نشان می‌دهد که این معدن در انتخاب محل انباشت باطله‌های معدنی هم با مشکلات اقتصادی و هم با مشکلات زیست‌محیطی فراوانی در منطقه مواجه است. مهم‌ترین مشکلات اقتصادی را می‌توان بالا بودن قیمت تمام شده سنگ آهن برای بهره‌بردار و کاهش سودآوری معدن دانست و مهم‌ترین مشکلات زیست‌محیطی را می‌توان پایین آمدن کیفیت هوا و تحت تأثیر قرار گرفتن منابع آب زیرزمینی دانست که در این راستا شرایط آب و هوایی منطقه نظیر بادخیزی و کمبود بارش و نیمه‌خشک بودن منطقه نیز در ایجاد این مشکلات بسیار تأثیرگذار بوده است. از این رو، باید مشکلات و آلودگی‌های ایجاد شده به طور دقیق‌تر شناسایی و اقدامات پیشگیرانه لازم اندیشیده و اجرا شود.

بدین منظور، در فصل پنجم روند نظرسنجی از کارشناسان متخصص و سپس داده‌کاوی از اطلاعات به‌دست آمده شرح داده شده و سپس با استفاده از نتایج آن به تعیین محل مناسب برای انباشت باطله‌های جداسازی شده پرداخته شده است.

فصل پنجم

انتخاب دمپ باطله مناسب

به روش FDAHP

۵-۱- مقدمه

انتخاب مکان مناسب برای انباشت باطله برای یک معدن نیازمند بررسی از دیدگاه‌های مختلف است. به‌منظور مکان‌یابی صحیح یک دمپ باطله باید حجم زیادی از اطلاعات جمع‌آوری، ترکیب و تجزیه و تحلیل شوند تا ارزیابی صحیحی از عواملی که ممکن است در انتخاب تأثیر داشته باشند، صورت پذیرد.

در اغلب معادن روباز از جمله معادن سنگ آهن پلاسز بخش زیادی از مواد استخراجی که ارزش اقتصادی ندارند (باطله) بایستی به‌طور جداگانه در مکان‌های مخصوص و حساب‌شده‌ای جمع‌آوری شوند. حال تعیین این مکان‌های دمپ باطله باید به‌صورت مهندسی و با در نظر گرفتن پارامترهای زیادی مشخص شود چراکه اهمیت زیادی در مسائل اقتصادی معدن دارد. تعیین مکان مناسب برای جمع‌آوری باطله علاوه بر کاهش هزینه‌ی حمل و نقل در تولید نیز تأثیر مستقیمی دارد به‌گونه‌ای که افزایش تولید باعث کاهش قیمت تمام‌شده سنگ می‌شود. مسئله دیگری که در اینجا بررسی می‌شود تأثیر مستقیم این کار بر مسائل زیست‌محیطی است که می‌توان با انتخاب یک دمپ مناسب بسیاری از مسائل زیست‌محیطی را در نظر گرفت.

۵-۲- پارامترهای موثر در انتخاب گزینه‌های موجود

پارامترهای متعددی در انتخاب محل مناسب برای تجمیع باطله‌های معدن وجود دارد. از آنجایی که هدف پروژه مناسب‌ترین محل با توجه به مسائل اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی است، پارامترهای انتخاب شده نیز بر همین اساس بوده است. پارامترهایی که در این تحقیق مورد مطالعه قرار گرفته‌اند عبارتند از: فاصله دمپ‌ها از دستگاه‌های پیش‌فرآوری، هموار بودن مسیر دسترسی، عدم قرارگیری دمپ در مسیر باد، عدم وجود ماده معدنی در محل دمپ باطله با بررسی نقشه‌های آنومالی، عدم قرارگیری تأسیسات و ساختمان اداری در مسیر باد و دمپ باطله، فاصله دمپ تا پیت استخراجی، شرایط هیدروژئولوژی، ظرفیت دمپ و انتشار گرد و غبار.

در ادامه چگونگی پیاده سازی مسأله انتخاب محل مناسب دمپ باطله با استفاده از روش FDAHP تشریح شده است.

۵-۳- پیاده سازی مسأله تصمیم گیری

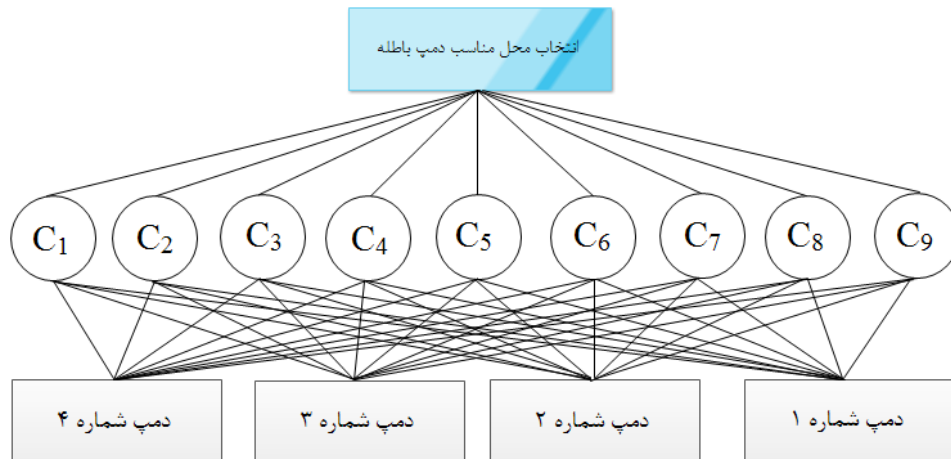
روش فازی دلفی بر مبنای تجربیات و نظر متخصصان استوار است. بنابراین نتایج به دست آمده از این روش می تواند یک چراغ راه برای ارزیابی اهمیت پارامترهای موثر بر یک پدیده و مفهوم باشد. با توجه به اینکه امکان فرموله کردن مسأله در این روش وجود دارد، می توان معیارهای مختلف کمی و کیفی را مد نظر قرار داد.

۵-۳-۱- ساختن درخت تصمیم گیری

گام اول در فرآیند سلسه مراتبی فازی ترسیم درخت تصمیم گیری است. برای سادگی در مسیر حل مسأله تا پایان فصل، برای هر کدام از پارامترهای در نظر گرفته شده نماد اختصاری به شرح زیر در نظر گرفته شده است:

C ₁ :	فاصله دمپ ها از دستگاه های پیش فرآوری	C ₄ :	بررسی نقشه های آنومالی	C ₇ :	شرایط هیدروژنولوژی
C ₂ :	هموار بودن مسیر دسترسی	C ₅ :	عدم قرار گیری تأسیسات و ساختمان اداری در مسیر باد و دمپ باطله	C ₈ :	ظرفیت دمپ
C ₃ :	عدم قرار گیری دمپ در مسیر باد	C ₆ :	فاصله دمپ تا پیت استخراجی	C ₉ :	انتشار گرد و غبار

شکل ۵-۱- ساختار سلسله مراتبی مربوط به انتخاب محل مناسب دمپ باطله را نشان می‌دهد.



شکل ۵- ۱- ساختار سلسله مراتبی مربوط به انتخاب محل مناسب دمپ باطله

۵-۳-۲- تعریف مقیاس اعداد فازی

برای تشکیل ماتریس مقایسه زوجی از اعدادی مطابق جدول ۵-۱ استفاده شده است.

جدول ۵-۱- اعداد تعریف شده در روش تحلیل سلسله مراتبی فازی

مقایسه نسبی شاخص‌ها (قضاوت شفاهی)	اهمیت مطلق (خیلی زیاد)	اهمیت خیلی قوی (زیاد)	اهمیت قوی (متوسط)	اهمیت ضعیف (کم)	اهمیت یکسان	ترجیحات بین فواصل
امتیاز عددی	۹	۷	۵	۳	۱	۲، ۴، ۶، ۸

۵-۴- امتیاز کارشناسان به معیارهای تصمیم‌گیری

بر اساس پرسشنامه های طراحی شده که در پیوست ۱ نیز آورده شده است، اهمیت معیارها سنجیده شده است. در پرسش‌نامه‌های تهیه شده، در جدول ابتدایی اهمیت نسبی پارامترهای موثر در انتخاب محل دمپ باطله نسبت به یکدیگر تعیین شده است. در جدول دوم امتیازهای مربوط به هر گزینه را با توجه به هر معیار در سطر مربوط به آن معیار نظرسنجی شده است. لازم به ذکر است که این پرسش‌نامه‌ها برای ۸ نفر از کارشناسان متخصص با سابقه فعالیت در زمینه استخراج معادن پلاستی

ارسال شده است که در این زمینه صاحب نظر هستند. این متخصصین یا در حال فعالیت در معدن هستند و یا در گذشته در این زمینه فعالیت داشته‌اند.

جدول پرسشنامه ارسالی برای متخصصین در جدول ۵-۲ تا ۵-۹ آورده شده است.

جدول ۵-۲- ماتریس مقایسه زوجی معیارها با توجه به نظرات کارشناس اول

C _۹	C _۸	C _۷	C _۶	C _۵	C _۴	C _۳	C _۲	C _۱	
۳	۰/۲۵	۰/۲	۱	۳	۳	۰/۵	۰/۲۵	۱	C _۱
۶	۱	۲	۵	۶	۶	۲	۱	۴	C _۲
۲	۳	۳	۱	۲	۲	۱	۰/۵	۲	C _۳
۱	۰/۳۳	۰/۱۷	۲	۰/۵	۱	۰/۵۰۰	۰/۱۶۷	۰/۳۳۳	C _۴
۳	۰/۵	۰/۰۳۳	۱	۱	۲/۰۰۰	۰/۵۰۰	۰/۱۶۷	۰/۳۳۳	C _۵
۲	۰/۳۳	۰/۱۷	۱	۱/۰۰۰	۰/۵۰۰	۱/۰۰۰	۰/۲	۱	C _۶
۶	۶	۱	۶/۰۰۰	۶/۰۰۰	۶/۰۰۰	۰/۳۳۳	۰/۵	۵	C _۷
۶	۱	۰/۱۶۷	۳/۰۳۰	۳/۰۰۰	۳/۰۰۰	۰/۳۳۳	۱	۴	C _۸
۱	۰/۱۶۷	۰/۱۶۷	۰/۵۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۵۰۰	۰/۱۶۷	۰/۳۳۳	C _۹

جدول ۵-۳- ماتریس مقایسه زوجی معیارها با توجه به نظرات کارشناس دوم

C _۹	C _۸	C _۷	C _۶	C _۵	C _۴	C _۳	C _۲	C _۱	
۴	۰/۵	۰/۳۳	۲	۰/۲۵	۲	۲	۰/۵	۱	C _۱
۶	۱	۰/۳۳	۲	۰/۵	۳	۰/۳۳	۱	۲	C _۲
۷	۲	۰/۵	۲	۱	۲	۱	۳/۰۳۰	۰/۵	C _۳
۱	۳/۰۰	۵/۰۰	۲	۳	۱	۰/۵	۰/۳۳۳	۰/۵	C _۴
۵	۲	۰/۵۰	۳	۱	۰/۳۳۳	۱	۲/۰۰۰	۴	C _۵
۳	۰/۵	۰/۳۳	۱	۰/۳۳۳	۰/۵	۰/۵	۰/۵۰۰	۰/۵	C _۶
۵	۳	۱	۳/۰۳۰	۲	۰/۲	۲	۳/۰۳۰	۳/۰۳۰	C _۷
۳	۱	۰/۳۳۳	۲	۰/۵	۰/۳۳۳	۰/۵	۱/۰۰۰	۲	C _۸
۱	۰/۳۳۳	۰/۲	۰/۳۳۳	۰/۲	۱	۰/۱۴۳	۰/۱۶۷	۰/۲۵	C _۹

جدول ۵-۴- ماتریس مقایسه زوجی معیارها با توجه به نظرات کارشناس سوم

C _۹	C _۸	C _۷	C _۶	C _۵	C _۴	C _۳	C _۲	C _۱	
۴	۰/۵	۰/۳۳	۲	۰/۳۳	۲	۳	۰/۳۳	۱	C _۱
۶	۱	۰/۳۳	۲	۰/۵	۳	۱	۱	۳/۰۳۰	C _۲
۷	۲	۰/۵	۲	۱	۴	۱	۱/۰۰۰	۰/۳۳۳	C _۳
۱	۳/۰۰	۵/۰۰	۲	۳	۱	۰/۲۵۰	۰/۳۳۳	۰/۵۰۰	C _۴
۵	۲	۰/۵۰	۳	۱	۰/۳۳۳	۱/۰۰۰	۲/۰۰۰	۳/۰۳۰	C _۵
۳	۰/۵	۰/۳۳	۱	۰/۳۳۳	۰/۵۰۰	۰/۵۰۰	۰/۵۰۰	۰/۵۰۰	C _۶
۵	۳	۱	۳/۰۳۰	۲/۰۰۰	۰/۲۰۰	۲/۰۰۰	۳/۰۳۰	۳/۰۳۰	C _۷
۳	۱	۰/۳۳۳	۲/۰۰۰	۰/۵۰۰	۰/۳۳۳	۰/۵۰۰	۱/۰۰۰	۲/۰۰۰	C _۸
۱	۰/۳۳۳	۰/۲۰۰	۰/۳۳۳	۰/۲۰۰	۱/۰۰۰	۰/۱۴۳	۰/۱۶۷	۰/۲۵۰	C _۹

جدول ۵-۵- ماتریس مقایسه زوجی معیارها با توجه به نظرات کارشناس چهارم

C _۹	C _۸	C _۷	C _۶	C _۵	C _۴	C _۳	C _۲	C _۱	
۵/۰۰۰	۲/۰۰۰	۰/۲۵۰	۲/۰۰۰	۰/۳۳۳	۲/۰۰۰	۲/۰۰۰	۰/۵۰۰	۱	C _۱
۴/۰۰۰	۲/۰۰۰	۱/۰۰۰	۳/۰۰۰	۰/۵۰۰	۴/۰۰۰	۲/۰۰۰	۱	۲/۰۰۰	C _۲
۶/۰۰۰	۳/۰۰۰	۲/۰۰۰	۲/۰۰۰	۱/۰۰۰	۳/۰۰۰	۱	۱/۰۰۰	۰/۵۰۰	C _۳
۳/۰۰۰	۲/۰۰۰	۳/۰۰۰	۲/۰۰۰	۴/۰۰۰	۱	۰/۳۳۳	۰/۲۵۰	۰/۵۰۰	C _۴
۷/۰۰۰	۳/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱	۰/۲۵۰	۱/۰۰۰	۲/۰۰۰	۳/۰۰۳	C _۵
۵/۰۰۰	۲/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱	۱/۰۰۰	۰/۵۰۰	۰/۵۰۰	۰/۳۳۳	۰/۵۰۰	C _۶
۹/۰۰۰	۲/۰۰۰	۱	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۳۳۳	۰/۵۰۰	۱/۰۰۰	۴/۰۰۰	C _۷
۷/۰۰۰	۱	۰/۵۰۰	۰/۵۰۰	۰/۳۳۳	۰/۵۰۰	۰/۳۳۳	۰/۵۰۰	۰/۵۰۰	C _۸
۱	۰/۱۴۳	۰/۱۱۱	۰/۲۰۰	۰/۱۴۳	۰/۳۳۳	۰/۱۶۷	۰/۲۵۰	۰/۲۰۰	C _۹

جدول ۵-۶- ماتریس مقایسه زوجی معیارها با توجه به نظرات کارشناس پنجم

C _۹	C _۸	C _۷	C _۶	C _۵	C _۴	C _۳	C _۲	C _۱	
۰/۵۰۰	۰/۲۵۰	۰/۵۰۰	۱/۰۰۰	۴/۰۰۰	۰/۲۵۰	۰/۵۰۰	۲/۰۰۰	۱	C _۱
۰/۵۰۰	۰/۲۵۰	۱/۰۰۰	۰/۵۰۰	۰/۳۳۳	۰/۲۰۰	۰/۵۰۰	۱	۰/۵۰۰	C _۲
۶,۰۰۰	۳/۰۰۰	۲/۰۰۰	۲/۰۰۰	۱/۰۰۰	۳/۰۰۰	۱	۲/۰۰۰	۲/۰۰۰	C _۳
۳/۰۰۰	۲/۰۰۰	۳/۰۰۰	۲/۰۰۰	۴/۰۰۰	۱	۰/۳۳۳	۵/۰۰۰	۴/۰۰۰	C _۴
۷/۰۰۰	۳/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱	۰/۲۵۰	۱/۰۰۰	۳/۰۰۰	۰/۲۵۰	C _۵
۵/۰۰۰	۲/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱	۱/۰۰۰	۰/۵۰۰	۰/۵۰۰	۲/۰۰۰	۱/۰۰۰	C _۶
۹/۰۰۰	۲/۰۰۰	۱	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۵۰۰	۱/۰۰۰	۲/۰۰۰	C _۷
۷/۰۰۰	۱	۰/۵۰۰	۰/۵۰۰	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۴/۰۰۰	۴/۰۰۰	C _۸
۱	۰/۱۴۳	۰/۱۱۱	۰/۲۰۰	۰/۱۴۳	۰/۱۴۳	۰/۱۶۷	۲/۰۰۰	۲/۰۰۰	C _۹

جدول ۵-۷- ماتریس مقایسه زوجی معیارها با توجه به نظرات کارشناس ششم

	C _۱	C _۲	C _۳	C _۴	C _۵	C _۶	C _۷	C _۸	C _۹
C _۱	۱	۱/۰۰۰	۰/۲۰۰	۰/۱۴۳	۰/۱۴۳	۵/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۱۶۷	۰/۲۰۰
C _۲	۱/۰۰۰	۱	۱/۰۰۰	۰/۲۰۰	۰/۲۵۰	۶/۰۰۰	۰/۵۰۰	۰/۲۰۰	۰/۲۵۰
C _۳	۵/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱	۱/۰۰۰	۰/۳۳۳	۵/۰۰۰	۳/۰۰۰	۲/۰۰۰	۰/۳۳۳
C _۴	۷/۰۰۰	۵/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱	۲/۰۰۰	۵/۰۰۰	۶/۰۰۰	۴/۰۰۰	۳/۰۰۰
C _۵	۷/۰۰۰	۴/۰۰۰	۳/۰۰۰	۰/۵۰۰	۱	۶/۰۰۰	۴/۰۰۰	۴/۰۰۰	۲/۰۰۰
C _۶	۰/۲۰۰	۰/۱۶۷	۰/۲۰۰	۰/۲۰۰	۰/۱۶۷	۱	۱/۰۰۰	۰/۱۶۷	۰/۱۴۳
C _۷	۱/۰۰۰	۲/۰۰۰	۰/۳۳۳	۰/۱۶۷	۰/۲۵۰	۱/۰۰۰	۱	۰/۲۵۰	۰/۳۳۳
C _۸	۶/۰۰۰	۵/۰۰۰	۰/۵۰۰	۰/۲۵۰	۰/۲۵۰	۶/۰۰۰	۴/۰۰۰	۱	۱/۰۰۰
C _۹	۵/۰۰۰	۴/۰۰۰	۳/۰۰۰	۰/۳۳۳	۰/۵۰۰	۷/۰۰۰	۳/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱

جدول ۵-۸- ماتریس مقایسه زوجی معیارها با توجه به نظرات کارشناس هفتم

	C _۱	C _۲	C _۳	C _۴	C _۵	C _۶	C _۷	C _۸	C _۹
C _۱	۱	۲/۰۰۰	۰/۲۰۰	۰/۱۱۱	۵/۰۰۰	۵/۰۰۰	۳/۰۰۰	۷/۰۰۰	۳/۰۰۰
C _۲	۰/۵۰۰	۱	۰/۲۰۰	۰/۱۱۱	۰/۳۳۳	۰/۲۰۰	۳/۰۰۰	۵/۰۰۰	۵/۰۰۰
C _۳	۵/۰۰۰	۵/۰۰۰	۱	۰/۱۱۱	۰/۲۰۰	۰/۱۴۳	۳/۰۰۰	۵/۰۰۰	۳/۰۰۰
C _۴	۹/۰۰۰	۹/۰۰۰	۹/۰۰۰	۱	۹/۰۰۰	۹/۰۰۰	۹/۰۰۰	۹/۰۰۰	۷/۰۰۰
C _۵	۰/۲۰۰	۳/۰۰۰	۵/۰۰۰	۰/۱۱۱	۱	۵/۰۰۰	۵/۰۰۰	۳/۰۰۰	۵/۰۰۰
C _۶	۰/۲۰۰	۵/۰۰۰	۷/۰۰۰	۰/۱۱۱	۰/۲۰۰	۱	۷/۰۰۰	۵/۰۰۰	۷/۰۰۰
C _۷	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۰/۱۱۱	۰/۲۰۰	۰/۱۴۳	۱	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳
C _۸	۰/۱۴۳	۰/۲۰۰	۰/۲۰۰	۰/۱۱۱	۰/۳۳۳	۰/۲۰۰	۳/۰۰۰	۱	۵/۰۰۰
C _۹	۰/۳۳۳	۰/۲۰۰	۰/۳۳۳	۰/۱۴۳	۰/۲۰۰	۰/۱۴۳	۳/۰۰۰	۰/۲۰۰	۱

جدول ۵-۹- ماتریس مقایسه زوجی معیارها با توجه به نظرات کارشناس هشتم

	C _۱	C _۲	C _۳	C _۴	C _۵	C _۶	C _۷	C _۸	C _۹
C _۱	۱	۰/۵	۳/۰۰۰	۲/۰۰۰	۰/۳۳۳	۳/۰۰۰	۰/۵	۰/۲۵	۴/۰۰۰
C _۲	۲/۰۰۰	۱	۰/۳۳	۲/۰۰۰	۰/۲۵	۱/۰۰۰	۲/۰۰۰	۱/۰۰۰	۷/۰۰۰
C _۳	۰/۳۳۳	۳/۰۳۰	۱	۱/۰۰۰	۲/۰۰۰	۳/۰۰۰	۲/۰۰۰	۱/۰۰۰	۵/۰۰۰
C _۴	۰/۵۰۰	۰/۵۰۰	۱/۰۰۰	۱	۴/۰۰۰	۲/۰۰۰	۴/۰۰۰	۱/۰۰۰	۲/۰۰۰
C _۵	۳/۰۰۰	۴/۰۰۰	۰/۵۰۰	۰/۲۵۰	۱	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۳/۰۰۰	۷/۰۰۰
C _۶	۰/۳۳۳	۱/۰۰۰	۰/۳۳۳	۰/۵۰۰	۱/۰۰۰	۱	۰/۵۰	۰/۳۳۳	۲/۰۰۰
C _۷	۲/۰۰۰	۰/۵۰۰	۳/۰۰۰	۰/۵۰۰	۱/۰۰۰	۲/۰۰۰	۱	۳/۰۰۰	۱/۰۰۰
C _۸	۴/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۳۳۳	۳/۰۰۰	۰/۳۳۳	۱	۴/۰۰۰
C _۹	۰/۲۵۰	۰/۱۴۳	۰/۲۰۰	۰/۵۰۰	۰/۱۴۳	۰/۵۰۰	۱/۰۰۰	۰/۲۵۰	۱

۵-۵- تشکیل ماتریس مقایسه زوجی فازی

پس از انجام نظرسنجی و ارزیابی نتایج حاصل از آن، کلیه نتایج برای تشکیل ماتریس مقایسه زوجی پارامترها مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در تشکیل این ماتریس از تابع عضویت مثلثی اعداد فازی، که با توجه به روابط ۱-۳، ۲-۳ و ۳-۳ به‌دست آمده‌اند، استفاده شده است. در جدول ۵-۱۰ ماتریس مقایسه فازی دلفی بین ۹ پارامتر مسأله نشان داده شده است.

جدول ۵-۱۰- ماتریس مقایسه فازی دلفی بین ۹ پارامتر نظرسنجی شده

	C_3			C_2			C_1			
	MAX	GeoMEAN	MIN	MAX	GeoMEAN	MIN	MAX	GeoMEAN	MIN	
۳	۰/۸۸	۰/۲		۲	۰/۶۷۱	۰/۲۵۰	۱	۱	۱	C_1
۲	۰/۶۱۹	۰/۲		۱	۱	۱	۴	۱/۴۸۹	۰/۵	C_2
۱	۱	۱		۵	۱/۶۱۳	۰/۵	۵	۱/۱۳۶	۰/۳۳۳	C_3
۹	۰/۷۰۷	۰/۲۵		۹	۰/۹۲۱	۰/۱۶۷	۹	۱/۲۳۰	۰/۳۳۳	C_4
۵	۱/۱۷۹	۰/۵		۴	۱/۹۲۹	۰/۱۶۷	۷	۱/۳۷۴	۰/۲	C_5
۷	۰/۶۴۲	۰/۲		۵	۰/۶۳۸	۰/۱۶۷	۱	۰/۴۴۹	۰/۲	C_6
۲	۰/۶۰۷	۰/۳۳۳		۳/۰۳	۱/۰۵۴	۰/۳۳۳	۵	۱/۹۸۹	۰/۳۳۳	C_7
۱	۰/۴۱۷	۰/۲		۵	۱/۰۹۰	۰/۲	۶	۱/۷۹۹	۰/۱۴۳	C_8
۳	۰/۲۹۴	۰/۱۴۳		۴	۰/۳۵۷	۰/۱۴۳	۵	۰/۴۹۲	۰/۲	C_9

ادامه ماتریس مقایسه فازی دلفی بین ۹ پارامتر نظرسنجی شده

C _۶			C _۵			C _۴			
MAX	GeoMEA N	MIN	MAX	GeoMEA N	MIN	MAX	GeoMEA N	MIN	
۵	۲/۲۲۵	۱	۵	۰/۷۲۷	۰/۱۴۳	۳	۰/۸۱۲	/۱۱۱ .	C _۱
۶	۱/۵۶۵	۰/۲	۶	۰/۵۱۸	۰/۲۵۰	۶	۱/۰۸۴	/۱۱۱ .	C _۲
۵	۱/۵۵۶	۰/۱۴۳	۲	۰/۸۴۷	۰/۲	۴	۱/۴۱۴	/۱۱۱ .	C _۳
۹	۲/۷۰۷	۲	۹	۲/۹۱۲	۰/۵	۱	۱	۱	C _۴
۶	۲/۰۱۳	۱	۱	۱	۱	۲	۰/۳۴۳	/۱۱۱ .	C _۵
۱	۱	۱	۱	۰/۴۹۶	۰/۱۶۷	۰/۵	۰/۳۶۹	/۱۱۱ .	C _۶
۶	۱/۴۱۱	۰/۱۴۳	۶	۱/۰۲۳	۰/۲	۶	۰/۳۷۲	/۱۱۱ .	C _۷
۶	۱/۳۴۸	۰/۲	۳	۰/۴۶۸	۰/۲۵	۳	۰/۴۴۵	/۱۱۱ .	C _۸
۷	۰/۴۲۷	۰/۱۴۳	۱	۰/۲۴۱	۰/۱۴۳	۱	۰/۴۲۸	/۱۴۳ .	C _۹

ادامه ماتریس مقایسه فازی دلفی بین ۹ پارامتر نظرسنجی شده

C _۹			C _۸			C _۷			
MAX	GeoMEAN	MIN	MAX	GeoMEAN	MIN	MAX	GeoMEAN	MIN	
۵/۰۰۰	۲/۰۲۹	۰/۲۰۰	۷/۰۰۰	۰/۵۵۶	۰/۱۶۷	۳/۰۰۰	۰/۵۰۲	۰/۲	C _۱
۷/۰۰۰	۲/۸۰۰	/۰۲۵۰	۵/۰۰۰	۰/۹۱۷	۰/۲	۳/۰۰۰	۰/۹۴۸	۰/۳۳۰	C _۲
۷/۰۰۰	۳/۳۹۴	۰/۳۳۳	۵/۰۰۰	۲/۳۹۴	۱/۰۰۰	۳/۰۰۰	۱/۶۴۶	۰/۵	C _۳
۷/۰۰۰	۲/۰۹۹	۱/۰۰۰	۹/۰۰۰	۲/۱۳۵	۰/۳۳۳	۹/۰۰۰	۳/۰۸۰	۰/۱۶۷	C _۴
۷/۰۰۰	۴/۷۴۵	۲/۰۰۰	۴/۰۰۰	۲/۲۴۶	۰/۵۰	۵/۰۰۰	۱/۰۶۵	۰/۳۳۳	C _۵
۷/۰۰۰	۲/۳۴۰	۰/۱۴۳	۵/۰۰۰	/۰۷۴۲	۰/۱۶۷	۷/۰۰۰	۰/۷۰۸	۰/۱۶۷	C _۶
۷/۰۰۰	۲/۴۶۲	۰/۳۳۳	۶/۰۰۰	۱/۶۴۶	۰/۲۵۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	C _۷
۷/۰۰۰	۳/۸۹۴	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۴/۰۰۰	۰/۶۰۷	۰/۱۶۷	C _۸
۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۲۵۷	۰/۱۴۳	۳/۰۰۰	۰/۴۰۶	۰/۱۱۱	C _۹

۵-۶- محاسبه $\tilde{Z}$ و $\tilde{Z}_i$

در این مرحله اعداد فازي $\tilde{Z}$ و $\tilde{Z}_i$ به ازاي پارامترهاي مختلف، براساس روابط ۳-۴ و ۳-۵ محاسبه شده و نتيجه محاسبات در جدول ۵-۱۱ درج شده است.

جدول ۵-۱۱- محاسبه اعداد فازي $\tilde{Z}$ و $\tilde{Z}_i$

$\tilde{Z}_i$	$\tilde{Z}$	
۳/۸۳۹۷۲۵۹ ۰/۹۰۲۶۹۸۵۹۳ ۰/۲۱۹	۴۷۲۵۰ ۰/۴۴۰ ۰/۰۰۰۰۰۰۵۲	C _۱
۴/۵۴۲۹۸۸۴ ۰۸۹۰۳۱۰۷۲ ۰/۲۳۴	۱۸۱۴۴۰ ۱/۹۷۸ ۰/۰۰۰۰۰۰۹۱	C _۲
۴/۲۴۲۷۶۱۹ ۱/۶۱۲۶۸۴۲۲۶ ۰/۳۱۱	۱۰۵۰۰۰ ۴۵/۷۵۰ ۰/۰۰۰۰۰۰۸۸	C _۳
۸/۷۲۱۶۶۶ ۱/۷۴۸۳۵۲۵۱۳ ۰/۴۰۸	۳۳۴۸۰۷۸۳ ۸۷/۳۰۳ ۰/۰۰۰۰۷۷	C _۴
۴/۶۹۲۷۷۴۳ ۱/۴۹۲۰۹۵۳۱۵ ۰/۳۹۷	۲۳۵۲۰۰ ۲۴/۵۶۸ ۰/۰۰۰۰۶۱	C _۵
۲/۸۴۴۶۲۸۲ ۰/۶۷۲۱۷۹۹۴۹ ۰/۱۶۲۶۵۳۸۳۴	۴۲۸۷/۵ ۰/۰۴۱۶ ۰/۰۰۰۰۰۰۴۸	C _۶
۴/۹۳۷۸۹۳۲ ۱/۱۳۶۱۹۴۳۶۱ ۰/۲۳۶۵۳۳۷۱۶	۳۵۳۴۵۴/۵۵ ۲/۷۷۷ ۰/۰۰۰۰۰۰۹۷	C _۷
۳/۸۲۰۱۸۲۷ ۰/۹۲۶۸۹۰۶۹۱ ۰/۲۱۸۹۹۹۰۷۲	۴۵۳۶۰ ۰/۵۴۴ ۰/۰۰۰۰۰۰۵۲	C _۸
۲/۴۴۰۸۷۹۴ ۰/۳۵۲۶۴۶۳۱۴ ۰/۱۴۴۳۸۵۹۴	۱۲۶۰ ۰/۰۰۰۰۲ ۰/۰۰۰۰۰۰۱۸	C _۹
۴۰/۰۸۳۵ ۹/۹۳۲۷۷۳۰۳۴ ۲/۳۳۲۷۰۶۳۳۱	$\tilde{Z}_1 + \tilde{Z}_2 + \dots + \tilde{Z}_n$	
۰/۴۲۸۶۸۶۶ ۰/۱۰۰۶۷۶۸۲ ۰/۰۲۴۹۴۷۹۲۱	$(\tilde{Z}_1 + \tilde{Z}_2 + \dots + \tilde{Z}_n)^{-1}$	

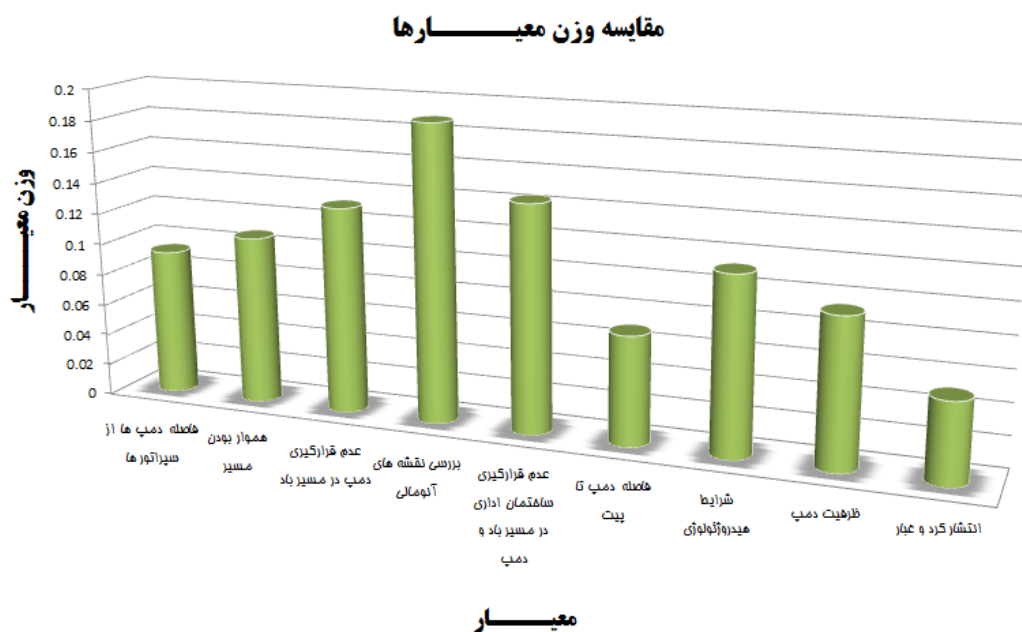
۵-۷- محاسبه وزن فازي و غيرفازي پارامترها

در مرحله پاياني وزن فازي و غير فازي پارامترها را بر اساس روابط ۳-۶ و ۳-۷ محاسبه شده است و نتيجه آن در جدول ۵-۱۲ آورده شده است.

جدول ۵- ۱۲- وزن فازی و غیرفازی معیارها

وزن غیرفازی	وزن فازی معیارها			معیار
۰/۰۹۳۴۹۶۷۱	۱/۶۴۶۰۳۹۱۴۳	۰/۰۹۰۸۸	۰/۰۰۵۴۶	C _۱
۰/۱۰۷۷۰۹۵۱	۱/۹۴۷۵۱۸۳۶۵	۰/۱۰۹۴۶	۰/۰۰۵۸۵	C _۲
۰/۱۳۱۸۷۳۷۶	۱/۸۱۸۸۱۵۲۸۱	۰/۱۶۲۳۶	۰/۰۰۷۷۷	C _۳
۰/۱۸۸۵۴۶۶۷	۳/۷۳۸۸۶۱۵۴۳	۰/۱۷۶۰۲	۰/۰۱۰۱۸	C _۴
۰/۱۴۴۱۱۶۴۵	۲/۰۱۱۷۲۹۵۵۷	۰/۱۵۰۲۲	۰/۰۰۹۹	C _۵
۰/۰۶۹۴۴۲۶۷	۱/۲۱۹۴۵۴۰۷۳	۰/۰۶۷۶۷	۰/۰۰۴۰۶	C _۶
۰/۱۱۲۶۳۲۵	۲/۱۱۶۸۰۸۷۸۱	۰/۱۱۴۳۹	۰/۰۰۵۹	C _۷
۰/۰۹۴۱۶۴۲۹	۱/۶۳۷۶۶۱۲۱۱	۰/۰۹۳۳۲	۰/۰۰۵۴۶	C _۸
۰/۰۵۱۱۴۹۱۱	۱/۰۴۶۳۷۲۳۳۸	۰/۰۳۵۵	۰/۰۰۳۶	C _۹

با توجه به نتایج به دست آمده، درجه اهمیت معیارها طبق نمودار شکل ۵- ۲ نشان داده شده است.



شکل ۵- ۲- نمودار مقایسه وزن معیارها

مرحله بعد به دست آوردن وزن هرگزینه نسبت به معیارهای سنجیده شده است.

۵-۸- اهمیت هر گزینه نسبت به هر معیار

گزینه های مورد نظر با توجه به هر معیار در جدول نظرسنجی که در پیوست ۱ آورده شده است، توسط کارشناسان امتیازدهی می شوند. نظرات کارشناسان در مورد اهمیت هر گزینه نسبت معیار C_1 در ادامه آورده شده است و بقیه جداول در پیوست ۲ آورده شده است.

جدول ۵-۱۳- ماتریس مقایسه زوجی گزینه ها براساس معیار C_1 از نظر کارشناس اول

C_1	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	۱	۱/۸	۱/۲۸۶	۳
دمپ ۲	۰/۵۵۶	۱	۰/۷۱۴	۰/۳۳۳
دمپ ۳	۰/۷۷۸	۱/۴	۱	۲/۳۳۳
دمپ ۴	۰/۳۳۳	۳	۰/۴۲۹	۱

جدول ۵-۱۴- ماتریس مقایسه زوجی گزینه ها براساس معیار C_1 از نظر کارشناس دوم

C_1	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	۱	۱	۱/۴	۲/۳۳۳
دمپ ۲	۱	۱	۱/۴	۲/۳۳۳
دمپ ۳	۰/۷۱۴	۰/۷۱۴	۱	۱/۶۶۷
دمپ ۴	۰/۴۲۹	۰/۴۲۹	۰/۶	۱

جدول ۵-۱۵- ماتریس مقایسه زوجی گزینه ها براساس معیار C_1 از نظر کارشناس سوم

C_1	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	۱	۱/۲۸۶	۱	۱/۸
دمپ ۲	۰/۷۷۸	۱	۰/۷۷۸	۱/۴
دمپ ۳	۱	۱/۲۸۶	۱	۱/۸
دمپ ۴	۰/۵۵۶	۰/۷۱۴	۰/۵۵۶	۱

جدول ۵-۱۶- ماتریس مقایسه زوجی گزینه ها براساس معیار C_1 از نظر کارشناس چهارم

دمپ ۴	دمپ ۳	دمپ ۲	دمپ ۱	C ₁
۲/۳۳۳	۰/۷۷۸	۱/۴	۱	دمپ ۱
۱/۶۶۷	۰/۵۵۶	۱	۰/۷۱۴	دمپ ۲
۳	۱	۱/۸	۱/۲۸۶	دمپ ۳
۱	۰/۳۳۳	۰/۶	۰/۴۲۹	دمپ ۴

جدول ۵- ۱۷- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیار C₁ از نظر کارشناس پنجم

دمپ ۴	دمپ ۳	دمپ ۲	دمپ ۱	C ₁
۱/۶	۰/۸۸۹	۱/۱۴۳	۱	دمپ ۱
۱/۴	۰/۷۷۸	۱	۰/۸۷۵	دمپ ۲
۱/۸	۱	۱/۲۸۶	۱/۱۲۵	دمپ ۳
۱	۰/۵۵۶	۰/۷۱۴	۰/۶۲۵	دمپ ۴

جدول ۵- ۱۸- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیار C₁ از نظر کارشناس ششم

دمپ ۴	دمپ ۳	دمپ ۲	دمپ ۱	C ₁
۲	۱	۱/۳۳۳	۱	دمپ ۱
۱/۵	۰/۶۶۷	۱	۰/۷۵	دمپ ۲
۲/۲۵	۱	۱/۵	۱	دمپ ۳
۱	۰/۴۴۴	۰/۶۶۷	۰/۵	دمپ ۴

جدول ۵- ۱۹- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیار C₁ از نظر کارشناس هفتم

دمپ ۴	دمپ ۳	دمپ ۲	دمپ ۱	C ₁
۱/۴	۲/۳۳۳	۱/۴	۱	دمپ ۱
۱	۱/۶۶۷	۱	۰/۷۱۴	دمپ ۲
۰/۶	۱	۰/۶	۰/۴۲۹	دمپ ۳
۱	۱/۶۶۷	۱	۰/۷۱۴	دمپ ۴

جدول ۵-۲۰- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیار C_1 از نظر کارشناس هشتم

C_1	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	۱	۱/۱۶۷	۰/۷۷۸	۱/۴
دمپ ۲	۰/۸۵۷	۱	۰/۶۶۷	۱/۲
دمپ ۳	۱/۲۸۶	۱/۵	۱	۱/۸
دمپ ۴	۰/۷۱۴	۰/۸۳۳	۰/۵۵۶	۱

۵-۹- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها

در ادامه، تشکیل ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌ها بر اساس روش دلفی برای استفاده از نظر هشت کارشناس برگزیده انجام می‌شود.

در جدول ۵-۲۱ مقایسه زوجی فازی دلفی گزینه‌ها با توجه به معیار فاصله دمپ‌ها از دستگاه‌های پیش‌فرآوری که به اختصار C_1 نامیده شده برای نمونه، آورده شده است.

جدول ۵-۲۱- ماتریس مقایسه زوجی فازی دلفی گزینه‌ها نسبت به معیار C_1

C_1	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	۱ ۱ ۱	۱/۸ ۱/۲۹۸ ۱	۰/۷۷۷ ۱/۱۰۷ ۰/۳۳۳	۱/۴ ۱/۹۲ ۳
دمپ ۲	۰/۵۵۵ ۰/۷۷۰ ۱	۱ ۱ ۱	۰/۵۵۵ ۰/۸۴۰ ۱/۶۶۶	۰/۳۳۳ ۱/۲۰۹ ۲/۳۳۳
دمپ ۳	۰/۴۲۸ ۰/۹۰۳ ۱/۲۸۶	۰/۶ ۱/۱۸۹ ۱/۸	۱ ۱ ۱	۰/۶ ۱/۷۵۹ ۳
دمپ ۴	۰/۳۳۳ ۰/۵۲۰ ۰/۷۱۴	۰/۴۲۹ ۰/۸۲۶ ۳	۰/۳۳۳ ۰/۵۶۸ ۱/۶۶۶	۱ ۱ ۱

۵-۱۰- محاسبه $\tilde{Z}$ و $\tilde{Z}_i$ برای گزینه‌ها

در این مرحله اعداد فازی $\tilde{Z}$ و $\tilde{Z}_i$ را برای هر کدام از گزینه‌ها و به ازای پارامترهای مختلف محاسبه شده است و در جدول ۵-۲۲ تا ۵-۳۰ آورده شده است.

جدول ۵- ۲۲- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار C_1

$\tilde{Z}_i$	$\tilde{Z}$	C_1
۱/۸۸۴۰۵۰۹۲ ۱/۲۸۸۸۱۶۲۲ ۱/۰۲۱۵۱۷۶۹	۱۲/۶ ۲/۷۵۹۰۷۸ ۱/۰۸۸۸	دمپ ۱
۱/۴۰۴۲۸۸۶۴۴ ۰/۹۴۰۶۵۶۰۴ ۰/۵۶۶۳۴۸۰۸	۳/۸۸۸۸۸۸۸۹ ۰/۷۸۲۹۳۱ ۰/۱۰۲۸۸۰۷	دمپ ۲
۱/۶۲۳۲۴۶۸۰۷ ۱/۱۷۲۶۳۲۸۲ ۰/۶۲۶۷۳۱۳۶	۶/۹۴۲۸۵۷۱۴ ۰/۸۹۰۸۱۱ ۰/۱۵۴۲۸۵۷	دمپ ۳
۱/۳۷۴۷۰۸۱۰۲ ۰/۷۰۳۴۲۲۲۷ ۰/۴۶۷۱۳۷۹۸	۳/۵۷۱۴۲۸۵۷ ۰/۲۴۴۸۳ ۰/۰۴۷۶۱۹	دمپ ۴
۴۰/۰۸۳۵ ۹/۹۳۲۷۷۳۰۳۴ ۲/۳۳۳۲۷۰۶۳۳۱	$\tilde{Z}_1 + \tilde{Z}_2 + \dots + \tilde{Z}_n$	
۰/۴۲۸۶۸۶۶ ۰/۱۰۰۶۷۶۸۲ ۰/۰۲۴۹۴۷۹۲۱	$(\tilde{Z}_1 + \tilde{Z}_2 + \dots + \tilde{Z}_n)^{-1}$	

جدول ۵- ۲۳- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار C_2

$\tilde{Z}_i$	$\tilde{Z}$	C_2
2/432299279 1/32948632 0/91932272	35 3/124176 0/7142857	دمپ ۱
1/719895314 0/77695874 0/26970224	8/75 0/364411 0/005291	دمپ ۲
2/479550455 1/18560869 0/68173162	37/8 1/975902 0/216	دمپ ۳
1/495348781 0/81653875 0/53452248	5 0/444536 0/0816327	دمپ ۴
40/0835 9/932773034 2/332706331	$\tilde{Z}_1 + \tilde{Z}_2 + \dots + \tilde{Z}_n$	
0/4286866 0/10067682 0/024947921	$(\tilde{Z}_1 + \tilde{Z}_2 + \dots + \tilde{Z}_n)^{-1}$	

جدول ۵- ۲۴- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار C_3

$\tilde{Z}_i$	$\tilde{Z}$	C_3
---------------	-------------	-------

1/466852895	1/06593591	1	4/62962963	1/290994	1	دمپ ۱
1/136219366	1	0/88011174	1/66666667	1	0/6	دمپ ۲
1	0/93814271	0/68173162	1	0/774597	0/216	دمپ ۳
1/136219366	1	0/88011174	1/66666667	1	0/6	دمپ ۴
40/0835	9/932773034	2/332706331	$\tilde{Z}_1 + \tilde{Z}_2 + \dots + \tilde{Z}_n$			
0/4286866	0/10067682	0/024947921	$(\tilde{Z}_1 + \tilde{Z}_2 + \dots + \tilde{Z}_n)^{-1}$			

جدول ۵- ۲۵- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار C4

$\tilde{Z}_i$			$\tilde{Z}$			C4
2/279507057	0/78129495	0/35494811	27	0/372615	0/015873	دمپ ۱
3/474876556	1/60612084	0/54219219	145/8	6/654461	0/0864198	دمپ ۲
3	1/49234472	0/49844959	81	4/959942	0/0617284	دمپ ۳
1/732050808	0/53399551	0/25327856	9	0/081311	0/0041152	دمپ ۴
40/0835	9/932773034	2/332706331	$\tilde{Z}_1+\tilde{Z}_2+\ldots+\tilde{Z}_n$			
0/4286866	0/10067682	0/024947921	$(\tilde{Z}_1+\tilde{Z}_2+\ldots+\tilde{Z}_n)^{-1}$			

جدول ۵- ۲۶- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار C5

$\tilde{Z}_i$			$\tilde{Z}$			C_5
2/744073658	1/38375617	0/77459667	56/7	3/666387	0/36	دمپ ۱
2/140695143	0/99143503	0/53452248	21	0/966178	0/0816327	دمپ ۲
2/224802793	1/20743675	0/65599656	24/5	2/125483	0/1851852	دمپ ۳
1/290994449	0/60368694	0/21821789	2/77777778	0/132815	0/0022676	دمپ ۴
40/0835	9/932773034	2/332706331	$\tilde{Z}_1+\tilde{Z}_2+\ldots+\tilde{Z}_n$			
0/4286866	0/10067682	0/024947921	$(\tilde{Z}_1+\tilde{Z}_2+\ldots+\tilde{Z}_n)^{-1}$			

جدول ۵- ۲۷- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار C6

$\tilde{Z}_i$	$\tilde{Z}$	C_6
1/93433642 1/28099662 0/72084342	14 2/692725 0/27	دمپ ۱
1/930486975 1/06097626 0/68658905	13/8888889 1/267134 0/2222222	دمپ ۲
2/279507057 1/45626219 0/77459667	27 4/497367 0/36	دمپ ۳
1/290994449 0/50525053 0/2373681	2/77777778 0/065167 0/0031746	دمپ ۴
40/0835 9/932773034 2/332706331	$\tilde{Z}_1 + \tilde{Z}_2 + \dots + \tilde{Z}_n$	
0/4286866 0/10067682 0/024947921	$(\tilde{Z}_1 + \tilde{Z}_2 + \dots + \tilde{Z}_n)^{-1}$	

جدول ۵- ۲۸- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار C_7

$\tilde{Z}_i$	$\tilde{Z}$	C_7
2/089322127 1/2163335 0/88011174	19/0555556 2/188823 0/6	دمپ ۱
1/189207115 0/98068417 0/71210431	2 0/924947 0/2571429	دمپ ۲
1/189207115 0/98068417 0/71210431	2 0/924947 0/2571429	دمپ ۳
1/466852895 0/85484821 0/51697315	4/62962963 0/534018 0/0714286	دمپ ۴
40/0835 9/932773034 2/332706331	$\tilde{Z}_1 + \tilde{Z}_2 + \dots + \tilde{Z}_n$	
0/4286866 0/10067682 0/024947921	$(\tilde{Z}_1 + \tilde{Z}_2 + \dots + \tilde{Z}_n)^{-1}$	

جدول ۵- ۲۹- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار C_8

$\tilde{Z}_i$	$\tilde{Z}$	C_8
2/045311745 1/37435141 1	17/5 3/567723 1	دمپ ۱
1/554100852 1/0022684 0/62673136	5/83333333 1/009105 0/1542857	دمپ ۲
1/136219366 0/72063945 0/38141656	1/66666667 0/269695 0/021164	دمپ ۳
1/495348781 1/0073958 0/77459667	5 1/029913 0/36	دمپ ۴
40/0835 9/932773034 2/332706331	$\tilde{Z}_1 + \tilde{Z}_2 + \dots + \tilde{Z}_n$	
0/4286866 0/10067682 0/024947921	$(\tilde{Z}_1 + \tilde{Z}_2 + \dots + \tilde{Z}_n)^{-1}$	

جدول ۵- ۳۰- محاسبه اعداد فازی نسبت به معیار C_9

$\tilde{Z}_i$	$\tilde{Z}$	C_9
1/466852895 1/04905515 1	4/62962963 1/211137 1	دمپ ۱
1 0/98416344 0/88011174	1 0/938143 0/6	دمپ ۲
1/136219366 0/98416344 0/88011174	1/66666667 0/938143 0/6	دمپ ۳
1/136219366 0/98416344 0/88011174	1/66666667 0/938143 0/6	دمپ ۴
40/0835 9/932773034 2/332706331	$\tilde{Z}_1 + \tilde{Z}_2 + \dots + \tilde{Z}_n$	
0/4286866 0/10067682 0/024947921	$(\tilde{Z}_1 + \tilde{Z}_2 + \dots + \tilde{Z}_n)^{-1}$	

۵-۱۱- محاسبه وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها

پس از محاسبه اعداد فازی، وزن فازی و غیر فازی هریک از گزینه‌ها با توجه به هرکدام از معیارها محاسبه شد. در جدول ۵-۳۱ تا جدول ۵-۳۹ وزن فازی و غیرفازی هریک از گزینه‌ها نسبت به هر معیار نشان داده شده است.

جدول ۵-۳۱- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار C_1

وزن غیرفازی گزینه‌ها	وزن فازی گزینه‌ها			C_1
0/331	5/0525255	5/29127	6/421561	دمپ ۱
0/222	3/7659302	3/861889	3/5602308	دمپ ۲
0/259	4/353118	4/814276	3/9398179	دمپ ۳
0/188	3/686603	2/887919	2/9365669	دمپ ۴

جدول ۵-۳۲- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار C_2

وزن فازی گزینه‌ها	وزن غیرفازی گزینه‌ها			C_2
0/336	5/8503585	5/462318	7/471422	دمپ ۱
0/166	4/1368282	3/192207	2/1918954	دمپ ۲
0/295	5/9640108	4/871183	5/5404968	دمپ ۳
0/203	3/5967311	3/354825	4/3441144	دمپ ۴

جدول ۵-۳۳- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار C₃

وزن فازی گزینه‌ها	وزن فازی گزینه‌ها			C ₃
0/289	5/0488418	4/268091	4/7392916	دمپ ۱
0/249	3/910816	4/004079	4/1711062	دمپ ۲
0/214	3/4419551	3/756397	3/230925	دمپ ۳
0/249	3/910816	4/004079	4/1711062	دمپ ۴

جدول ۵-۳۴- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار C₄

وزن فازی گزینه‌ها	وزن فازی گزینه‌ها			C ₄
0/203	3/7586073	3/448445	3/72214	دمپ ۱
0/342	5/7296143	7/089026	5/6856628	دمپ ۲
0/309	4/9466053	6/586846	5/226959	دمپ ۳
0/146	2/8559239	2/356926	2/655989	دمپ ۴

جدول ۵-۳۵- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار C₅

وزن فازی گزینه‌ها	وزن فازی گزینه‌ها			C ₅
0/338	5/9912282	5/792839	6/5070505	دمپ ۱
0/246	4/6738516	4/150459	4/4902914	دمپ ۲
0/285	4/8574867	5/05471	5/5107424	دمپ ۳
0/131	2/8186716	2/527224	1/8331538	دمپ ۴

جدول ۵-۳۶- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار C₆

وزن فازی گزینه‌ها	وزن فازی گزینه‌ها			C ₆
0/286	4/6799282	5/51275	5/3597051	دمپ ۱
0/264	4/6706149	4/565896	5/1050126	دمپ ۲
0/323	5/5150331	6/267003	5/7593779	دمپ ۳
0/127	3/1234284	2/174338	1/764909	دمپ ۴

جدول ۵-۳۷- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار C₇

وزن فازی گزینه‌ها	وزن فازی گزینه‌ها			C ₇
0/323	5/894591	4/904926	5/2231017	دمپ ۱
0/232	3/3551023	3/954658	4/2260466	دمپ ۲
0/232	3/3551023	3/954658	4/2260466	دمپ ۳
0/214	4/1384226	3/447218	3/0680233	دمپ ۴

جدول ۵- ۳۸- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار C₈

وزن فازی گزینه‌ها	وزن فازی گزینه‌ها			C ₈
0/341	5/6915802	5/641238	6/2309807	دمپ ۱
0/24	4/3246657	4/113966	3/9051511	دمپ ۲
0/164	3/1618083	2/957976	2/3765993	دمپ ۳
0/255	4/1611737	4/135012	4/8264969	دمپ ۴

جدول ۵- ۳۹- وزن فازی و غیرفازی گزینه‌ها برحسب معیار C₉

وزن فازی گزینه‌ها	وزن فازی گزینه‌ها			C ₉
0/282	5/3398362	4/197842	4/7392916	دمپ ۱
0/233	3/6403352	3/938175	4/1711062	دمپ ۲
0/243	4/1362194	3/938175	4/1711062	دمپ ۳
0/243	4/1362194	3/938175	4/1711062	دمپ ۴

وزن معیارها و گزینه‌ها نسبت به معیارها محاسبه شده است. اکنون وزن هر گزینه محاسبه می‌شود. در جدول ۵- ۴۰ وزن نهایی هر معیار و در جدول ۵- ۴۱ وزن گزینه‌ها نسبت به هریک از معیارها درج شده است.

جدول ۵- ۴۰- وزن نهایی معیارها

معیار	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
وزن	۰/۰۹۳۴	۰/۱۰۷۷	۰/۱۳۱۸	۰/۱۸۸۵	۰/۱۴۴۱	۰/۰۶۹۴	۰/۱۱۲۶	۰/۰۹۴۱	۰/۰۵۱۱

جدول ۵- ۴۱- وزن نهایی هر گزینه نسبت به هر معیار

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
دمپ ۱	۰/۳۳۱۰۲۳	۰/۳۳۶۱۳۲	۰/۲۸۸۵۶۱	۰/۲۰۲۹۹۵	۰/۳۳۸۱۰۷	۰/۲۸۶۱۱۶	۰/۳۲۲۶۵۵	۰/۳۴۱۳۴۳	۰/۲۸۱۷۸۳
دمپ ۲	۰/۲۲۱۹۹۳	۰/۱۶۶۳۶	۰/۲۴۸۶۱۸	۰/۳۴۲۱۱۲	۰/۲۴۶۱۱۶	۰/۲۶۴۱۹۵	۰/۲۳۱۹۰۹	۰/۲۳۹۹۳۱	۰/۲۳۲۶۶
دمپ ۳	۰/۲۵۹۳۵۳	۰/۲۹۴۷۳۳	۰/۲۱۴۲۰۳	۰/۳۰۹۰۸۷	۰/۲۸۵۰۳۴	۰/۳۲۳۰۶۳	۰/۲۳۱۹۰۹	۰/۱۶۴۰۹۶	۰/۲۴۲۷۷۸
دمپ ۴	۰/۱۸۷۶۳۱	۰/۲۰۲۷۷۵	۰/۲۴۸۶۱۸	۰/۱۴۵۸۰۶	۰/۱۳۰۷۴۳	۰/۱۲۶۶۲۵	۰/۲۱۳۵۲۸	۰/۲۵۴۶۳۱	۰/۲۴۲۷۷۸

در نهایت وزن هر گزینه در جدول ۵- ۴۲ آورده شده است.

جدول ۵- ۴۲- وزن نهایی گزینه‌ها

گزینه	وزن نهایی
دمپ ۱	۰/۲۹۴۹۷
دمپ ۲	۰/۲۵۰۳۹
دمپ ۳	۰/۲۶۰۰۲
دمپ ۴	۰/۱۸۷۷۴

با توجه به محاسبات انجام شده و نتیجه به دست آمده، دمپ شماره ۱ بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داده که به عنوان گزینه برتر انتخاب خواهد شد.

پس از آن به ترتیب دمپ‌های شماره ۳، دمپ شماره ۲ و دمپ شماره ۴ اولویت بندی خواهد شد.

ظرفیت تولید در معدن گلستان ۲۸۰ تن سنگ آهن به صورت روزانه است که سهم هرکدام از دستگاه‌های پیش‌فرآوری ۷۰ تن است. میزان خوراک اولیه این دستگاه‌ها ۷۰۰ تن در روز است که پس از جدایی ۱۰ درصدی سنگ آهن موجود در خوراک اولیه، ۶۴۰ تن باطله به صورت روزانه باید دمپ باطله انتقال داده شود. حال با توجه به ظرفیت دمپ شماره ۱ که ۹۲۰۹۹۰ تن می باشد حدود ۴ سال طول می کشد تا دمپ شماره ۱ با توجه به محدودیت ارتفاع آن پر شود. بعد از پر شدن دمپ شماره یک باطله تولیدی با توجه به الویت بندی بایستی بر روی دمپ شماره ۳ با ظرفیت ۴۳۷۰۸۰ تن ریخته شود که پر شدن آن نیز حدود ۱ سال و ۹ ماه به طول خواهد انجامید، سایر دمپ ها نیز با توجه به ظرفیتشان به ترتیب دمپ شماره ۲ حدودا ۳ سال و دو ماه و دمپ شماره ۴ حدودا ۵ سال و ۶ ماه پر شدن آن‌ها به طول خواهد انجامید.

این معدن با توجه به زمین استخراجی باقیمانده خود که حدود ۱۶ هکتار می باشد در نظر دارد تا عمق ۸ متر با توجه به گمانه‌های اکتشافی خود آن را استخراج کند. باطله تولیدی آن با احتساب میانگین ۱۰ درصدی سنگ آهن حدود ۲۸۵۴۴۰۰ تن می‌باشد که تقریبا با مجموع ظرفیت ۴ دمپ الویت بندی شده که حدود ۲۸۷۲۲۴۰ تن می باشد برابری می کند، در نتیجه این ۴ دمپ ظرفیت

جای دادن باطله تولیدی زمین استخراجی مورد نظر را دارند و نیاز به جانمایی دمپ باطله‌ی دیگری نمی‌باشد.

۵-۱۲- جمع‌بندی

در این فصل پس از معرفی معیارها و گزینه‌های مسأله، با استفاده از روش فازی دلفی حل مسأله آغاز شده و با توجه به پرسش‌نامه‌های ارسالی برای کارشناسان متخصص اهمیت هر معیار در زمینه تصمیم‌گیری و انتخاب گزینه با تشکیل ماتریس مقایسه زوجی بین معیارها و استفاده از روابط بیان شده در فصل چهار محاسبه شد. سپس ماتریس مقایسه زوجی بین گزینه‌ها با توجه به هر کدام از معیارها تشکیل شد و وزن گزینه‌ها نسبت به معیارها محاسبه شد. در انتها وزن نهایی هر گزینه برای تعیین محل مناسب دمپ باطله محاسبه و انتخاب شد. دمپ شماره ۱ با توجه به مزایا و نکات مثبت به عنوان گزینه برتر انتخاب شد. سایر دمپ‌ها نیز با توجه به امتیاز کسب شده الویت بندی شدند و مشخص شد که ۴ دمپ موجود در این معدن در طول حدود ۱۵ سال ظرفیت لازم جهت جای دادن باطله تولیدی از زمین استخراجی را دارا است.

فصل ششم

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۶-۱- نتیجه‌گیری

سیستم حمل و نقل که به تنهایی ۴۵ تا ۶۰ درصد هزینه‌های عملیاتی و سرمایه‌ای معادن روباز را تشکیل می‌دهد، می‌تواند اقتصادی بودن یک معدن را به خطر اندازد و یا حداقل سبب شود که بخشی از ذخیره‌ی قابل استخراج معدن به ذخیره‌ی غیر قابل استخراج تبدیل شود. در سیستم انتخاب محل مناسب دمپ باطله در معدن به منظور کاهش هزینه‌ها و همچنین کاهش اثرات زیست محیطی در چرخه‌ی معدن‌کاری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. حمل باطله در معادن پلاسری سنگان حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد کل هزینه‌ها را در بر می‌گیرد که این درصد میزان قابل توجهی است.

امروزه با توجه به هزینه‌های زیاد معدن و کاهش قیمت‌های فروش، تلاش معدن‌کاران در جهت بهینه‌سازی روش‌های استخراجی افزایش پیدا کرده است که در این پژوهش هدف اصلی کاهش هزینه‌های باطله‌برداری و همچنین در نظر گرفتن مسائل زیست محیطی با انتخاب محل مناسب برای انباشت باطله‌های معدن پلاسری سنگ آهن گلستان است.

در انتخاب محل دمپ باطله پارامترهای زیادی تاثیر گذار هستند و محققین بسیاری در زمینه انتخاب محل مناسب برای انباشت مواد باطله، تأسیسات، پیت استخراجی و... تلاش‌های بسیاری انجام داده‌اند، اما هر کدام از محققین پارامترهای متفاوتی را مورد بررسی قرار دادند که بیشتر آن‌ها در زمینه اقتصادی بوده است. در این پژوهش علاوه بر پارامترهای اقتصادی، پارامترهای زیست محیطی مورد بحث و بررسی قرار گرفته است.

با توجه به متفاوت بودن اهمیت معیارهای تصمیم‌گیری در این پژوهش برای انتخاب محل دمپ باطله و از طرفی متفاوت بودن نظر کارشناسان در ارتباط با یک مسأله، انتخاب محل دمپ باطله در این پژوهش را بایستی به کمک روش تصمیم‌گیری فازی دلفی انجام داد و در این پژوهش نیز با استفاده از روش فازی دلفی انتخاب محل دمپ باطله مناسب برای معدن سنگ آهن پلاسری گلستان سنگان انجام شد.

در فصل های قبل به معرفی پارامترهای موثر در انتخاب و روش های تصمیم گیری پرداخته و پس از آن بررسی موضوع اصلی پژوهش، انتخاب محل مناسب دمپ باطله برای معدن سنگ آهن گلستان با استفاده از روش تصمیم گیری فازی دلفی انجام شد. در راستای انجام تحقیق با تهیه ی دو پرسشنامه و ارائه آن به کارشناسان و متخصصان آن معدن، نظرات آن ها مورد بررسی قرار گرفت. این پرسشنامه ها برای هشت کارشناس ارسال شد که تمامی آن ها پرسشنامه ها را تکمیل کردند. تیم کارشناسی شامل مهندسان بخش اکتشاف، استخراج و همچنین سرپرست های بخش فرآوری می باشد. در جدول دوم از پرسشنامه اهمیت ۹ پارامتر انتخاب محل دمپ باطله نسبت به هم از نظر کارشناسان سنجیده شد و در پرسشنامه دوم امتیاز هر گزینه نسبت به هر کدام از پارامتر ها مشخص شد.

پس از انجام محاسبات فازی بر روی نظرات کارشناسان مشخص شد که پارامتر عدم وجود ماده ی معدنی در محل دمپ باطله با بررسی نقشه های آنومای بیشترین اهمیت و انتشار گرد و غبار دارای کم ترین اهمیت از نظر کارشناسان مربوطه می باشد.

در پایان با بررسی تمامی امتیازات و وزن های حاصله از نظرات کارشناسان با استفاده از روش فازی دلفی مشخص شد که دمپ شماره ی یک دارای بیشترین امتیاز که در ابتدا باطله ریزی در این قسمت شروع خواهد شد و با توجه به باطله تولیدی روزانه پر شدن آن حدود ۴ سال طول خواهد کشید. دمپ شماره ی سه در رتبه ی دوم قرار گرفته است که با توجه به ظرفیت آن عمر آن حدود ۱ سال و ۹ ماه خواهد بود. دمپ شماره ی دو در رتبه ی سوم و عمر آن حدود ۳ سال و ۲ ماه و در نهایت دمپ شماره ی چهار در آخرین رتبه قرار گرفت که در مدت زمان ۵ سال و ۶ ماه ظرفیت آن پر خواهد شد. به طور کلی مشاهده شد که مجموع ظرفیت ۴ دمپ کاندید و الویت بندی شده تقریباً برابر باطله تولیدی زمین استخراجی ۱۶ هکتاری این معدن می باشد، بنابراین نیازی به افزودن دمپ باطله ی دیگری برای این پیت استخراجی نمی باشد.

۶-۲- پیشنهادات

انتخاب محل دمپ باطله از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد و به علت داشتن نقش مهم در هزینه‌های معدن‌کاری و همچنین اثرات زیست محیطی، بایستی از تمامی جهات مورد بررسی گردد. در این پژوهش، ۹ پارامتر اقتصادی و زیست محیطی در فرآیند تصمیم‌گیری مورد ارزیابی قرار گرفت که در بین آن‌ها ۵ معیار در زمینه اقتصادی و ۴ معیار در زمینه ملاحظات زیست محیطی و بهداشت قرار دارد.

اثرات و تخریب‌های زیست محیطی در چرخه معدن‌کاری از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند که بایستی در تمامی مراحل معدن‌کاری آن‌ها را مورد توجه قرار داد به همین دلیل پیشنهاد می‌شود برای کاهش اثرات مخرب معدن‌کاری پارامترهای زیست محیطی بیشتری در روند تعیین محل دمپ باطله مورد توجه قرار گیرد.

همچنین، می‌توان موارد زیر را به عنوان پیشنهاد ارائه کرد:

- می‌توان علاوه بر معیارهای اقتصادی در نظر گرفته شده، برای معادنی که دارای خط فرآوری و بازیابی باطله را دارند، نزدیک بودن محل انباشت باطله‌های اولیه به کارخانه یه عنوان یک معیار در نظر گرفته شود.

- این روش تصمیم‌گیری با معیارهای ثابت مکان‌یابی برای معادن دیگر انجام شود و نتایج حاصل از انتخاب محل مناسب با روش‌های پیشین مقایسه شود و میزان بازدهی عملیات محاسبه شود.

منابع و مراجع

منابع فارسی

ارنوف ا، ۱۳۷۵. "سیستم اطلاعات جغرافیایی"، ترجمه سازمان نقشه‌برداری کشور، تهران.

ایلخانی ا.، ۱۳۹۳، " ارزیابی توسعه پایدار در معدن کاری روباز (مطالعه موردی: معدن سنگ آهن سنگان)"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شاهرود.

جوهری پور م و پور مشهدی ع، ۱۳۹۱، " مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهری آبادان با GIS و ارزیابی زیست‌محیطی آن با تلفیق AHP و TOPSIS" اولین همایش سراسری محیط‌زیست و انرژی. دلبابی م.، ۱۳۹۳، "بهینه‌سازی سیستم حمل و نقل و جانمایی تجهیزات پیش‌فرآوری در معادن پلاسری سنگ‌آهن سنگان (مطالعه موردی: معدن امیرسنگان پارسین)"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شاهرود.

رسولی ع ا، ۱۳۸۴، "تحلیلی بر فناوری سیستم‌های جغرافیایی"، انتشارات دانشگاه تبریز.

صفری م، ۱۳۸۹، "انتخاب محل تأسیسات سطحی (سایت کارخانه و سد باطله) معدن سنگ‌آهن سنگان با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و GIS"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شاهرود.

عطائی م، ۱۳۸۴، " انتخاب محل مناسب برای احداث کارخانه سیمان الو مینا با استفاده از روش TOPSIS.

عطائی م، ۱۳۸۸، "روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره" انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود.

مجیدیان د. ۱۳۸۲، ارزیابی طرح‌های صنعتی (مطالعات فنی-اقتصادی-مالی)"، انتشارات سازمان مدیریت صنعتی

هایوود ا، ۱۳۸۱، "مقدمه‌ای بر سیستم‌های جغرافیایی"، ترجمه سازمان نقشه‌برداری کشور، تهران

منابع انگلیسی

Chen S.J, and Hwang, C.L. (1992) “Fuzzy multiple attribute decision making” method and Applications, Berlin: Springer-Verlag.

Krause A. J. and Dwire D. L., 1999; Site selection approach for mine tailings;Proceedings of tailings and mine waste 99; Balkema, Rotterdam.

Kahraman C. Cebeci U and Ulukan Z, 2003, “Multi criteria supplier selection using fuzzy AHP” Logistics information management, 16(6),

Malczewski, 1999, “GIS and Multicriteria Decision Analysis”, John Wiley & SONG,INC. University of Western Ontario.

Wang T..C. and Chen Y.H., 2007, “Applying consistent fuzzy preference relation to partnership selection”, Omega the International Journal of management science, 35, 384-.

Taylor (Gordon Rattray); 1972; the doomsday book; Panther books Ltd, pp. 13.

Wang T..C. and Chen Y.H., 2007, “Applying consistent fuzzy preference relation to partnership selection”, Omega the International Journal of management science, 35, 384-388.

Yang T and Hang C. C., 2007, “Multiple, attribute decision making method for plant layout design problem”, robotics and computer-Integrated Manufacturing 23, 126-137.

Costello, C., 2003, “Acid Mine Drainage: Innovative Treatment Technologies”, U.S. Environmental Protection Agency Office of Solid Waste and Emergency Response Technology Innovation Office Washington, DC.

پیوست‌ها

پیوست ۱

مقایسه نسبی شاخص‌ها (فضاوت شفاهی)	اهمیت مطلق (خیلی زیاد)	اهمیت خیلی قوی (زیاد)	اهمیت قوی (متوسط)	اهمیت ضعیف (کم)	اهمیت یکسان	ترجیحات بین فواصل
امتیاز عددی	۹	۷	۵	۳	۱	۲,۴,۶,۸

جدول شماره ۱: امتیاز و اهمیت معیارها باتوجه به گزینه های موجود

ردیف	معیار	گزینه	امتیاز معیار	دسته شماره ۱	دسته شماره ۲	دسته شماره ۳	دسته شماره ۴
۱	فاصله دمپ ها از دستگاهای پیش فراوری						
۲	هموار بودن مسیر دسترسی						
۳	عدم قرار گیری دمپ در مسیر باد						
۴	بررسی نقشه های انومالی						
۵	عدم قرار گیری تاسیسات و ساختمان اداری در مسیر باد و دمپ باطله						
۶	فاصله دمپ تا پیت استخراجی						
۷	شرایط هیروژنولوژی						
۸	ظرفیت دمپ						
۹	انتشار گرد و غبار						

جدول شماره ۲: (مقایسه زوجی معیارها نسبت به یکدیگر)

	فاصله دمپ ها از دستگاه های پیش فراوری	هموار بودن مسیر دسترسی	عدم قرار گیری دمپ در مسیر باد	بررسی نقشه های انومالی	عدم قرار گیری تاسیسات و ساختمان اداری در مسیر باد و دمپ باطله	فاصله دمپ تا پیت استخراجی	شرایط هیروژنولوژی	ظرفیت دمپ	انتشار گرد و غبار
فاصله دمپ ها از دستگاه های پیش فراوری	۱								
هموار بودن مسیر دسترسی		۱							
عدم قرار گیری دمپ در مسیر باد			۱						
بررسی نقشه های انومالی				۱					
عدم قرار گیری تاسیسات و ساختمان اداری در مسیر باد و دمپ باطله					۱				
فاصله دمپ تا پیت استخراجی						۱			
شرایط هیروژنولوژی							۱		
ظرفیت دمپ								۱	
انتشار گرد و غبار									۱

پیوست ۲

ماتریس‌های مقایسه زوجی گزینه‌ها نسبت به معیار C_2

کارشناس دوم

دمپ ۴	دمپ ۳	دمپ ۲	دمپ ۱	C_2
1	0.714	1.667	1	دمپ ۱
0.6	0.429	1	0.6	دمپ ۲
1.4	1	2.333	1.4	دمپ ۳
1	0.714	1.667	1	دمپ ۴

کارشناس اول

دمپ ۴	دمپ ۳	دمپ ۲	دمپ ۱	C_2
2.333	0.778	7	1	دمپ ۱
0.333	0.111	1	0.143	دمپ ۲
3	1	9	1.286	دمپ ۳
1	0.333	3	0.429	دمپ ۴

کارشناس چهارم

دمپ ۴	دمپ ۳	دمپ ۲	دمپ ۱	C_2
2.333	1.4	1.4	1	دمپ ۱
1.667	1	1	0.714	دمپ ۲
1.667	1	1	0.714	دمپ ۳
1	0.6	0.6	0.429	دمپ ۴

کارشناس سوم

دمپ ۴	دمپ ۳	دمپ ۲	دمپ ۱	C_2
1.4	1	2.333	1	دمپ ۱
0.6	0.429	1	0.429	دمپ ۲
1.4	1	2.333	1	دمپ ۳
1	0.714	1.667	0.714	دمپ ۴

کارشناس ششم

دمپ ۴	دمپ ۳	دمپ ۲	دمپ ۱	C_2
1.8	1.125	1.125	1	دمپ ۱
1.6	1	1	0.889	دمپ ۲
1.6	1	1	0.889	دمپ ۳
1	0.625	0.625	0.556	دمپ ۴

کارشناس پنجم

دمپ ۴	دمپ ۳	دمپ ۲	دمپ ۱	C_2
2.25	1.286	1.286	1	دمپ ۱
1.75	1	1	0.778	دمپ ۲
1.75	1	1	0.778	دمپ ۳
1	0.571	0.571	0.444	دمپ ۴

کارشناس هشتم

دمپ ۴	دمپ ۳	دمپ ۲	دمپ ۱	C_2
1.6	1.333	1.333	1	دمپ ۱
1.2	1	1	0.75	دمپ ۲
1.2	1	1	0.75	دمپ ۳
1	0.833	0.833	0.625	دمپ ۴

کارشناس هفتم

دمپ ۴	دمپ ۳	دمپ ۲	دمپ ۱	C_2
1	1.667	1	1	دمپ ۱
1	1.667	1	1	دمپ ۲
0.6	1	0.6	0.6	دمپ ۳
1	1.667	1	1	دمپ ۴

ماتریس‌های مقایسه زوجی گزینه‌ها نسبت به معیار C_3

کارشناس اول

C _۳	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	1	7	0.778	2.333
دمپ ۲	0.143	1	0.111	0.333
دمپ ۳	1.286	9	1	3
دمپ ۴	0.429	3	0.333	1

کارشناس دوم

C _۳	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	1	1.667	0.714	1
دمپ ۲	0.6	1	0.429	0.6
دمپ ۳	1.4	2.333	1	1.4
دمپ ۴	1	1.667	0.714	1

کارشناس سوم

C _۳	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	1	2.333	1	1.4
دمپ ۲	0.429	1	0.429	0.6
دمپ ۳	1	2.333	1	1.4
دمپ ۴	0.714	1.667	0.714	1

کارشناس چهارم

C _۳	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	1	1.4	1.4	2.333
دمپ ۲	0.714	1	1	1.667
دمپ ۳	0.714	1	1	1.667
دمپ ۴	0.429	0.6	0.6	1

کارشناس پنجم

C _۳	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	1	1.286	1.286	2.25
دمپ ۲	0.778	1	1	1.75
دمپ ۳	0.778	1	1	1.75
دمپ ۴	0.444	0.571	0.571	1

کارشناس ششم

C _۳	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	1	1.125	1.125	1.8
دمپ ۲	0.889	1	1	1.6
دمپ ۳	0.889	1	1	1.6
دمپ ۴	0.556	0.625	0.625	1

کارشناس هفتم

C _۳	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	1	1	1.667	1
دمپ ۲	1	1	1.667	1
دمپ ۳	0.6	0.6	1	0.6
دمپ ۴	1	1	1.667	1

کارشناس هشتم

C _۳	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	1	1.333	1.333	1.6
دمپ ۲	0.75	1	1	1.2
دمپ ۳	0.75	1	1	1.2
دمپ ۴	0.625	0.833	0.833	1

ماتریس‌های مقایسه زوجی گزینه‌ها نسبت به معیار C_4

کارشناس دوم

C_4	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	1	1.667	0.714	1
دمپ ۲	0.6	1	0.429	0.6
دمپ ۳	1.4	2.333	1	1.4
دمپ ۴	1	1.667	0.714	1

کارشناس اول

C_4	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	1	7	0.778	2.333
دمپ ۲	0.143	1	0.111	0.333
دمپ ۳	1.286	9	1	3
دمپ ۴	0.429	3	0.333	1

کارشناس چهارم

C_4	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	1	1.4	1.4	2.333
دمپ ۲	0.714	1	1	1.667
دمپ ۳	0.714	1	1	1.667
دمپ ۴	0.429	0.6	0.6	1

کارشناس سوم

C_4	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	1	2.333	1	1.4
دمپ ۲	0.429	1	0.429	0.6
دمپ ۳	1	2.333	1	1.4
دمپ ۴	0.714	1.667	0.714	1

کارشناس ششم

C_4	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	1	1.125	1.125	1.8
دمپ ۲	0.889	1	1	1.6
دمپ ۳	0.889	1	1	1.6
دمپ ۴	0.556	0.625	0.625	1

کارشناس پنجم

C_4	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	1	1.286	1.286	2.25
دمپ ۲	0.778	1	1	1.75
دمپ ۳	0.778	1	1	1.75
دمپ ۴	0.444	0.571	0.571	1

کارشناس هشتم

C_4	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	1	1.333	1.333	1.6
دمپ ۲	0.75	1	1	1.2
دمپ ۳	0.75	1	1	1.2
دمپ ۴	0.625	0.833	0.833	1

کارشناس هفتم

C_4	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	1	1	1.667	1
دمپ ۲	1	1	1.667	1
دمپ ۳	0.6	0.6	1	0.6
دمپ ۴	1	1	1.667	1

ماتریس‌های مقایسه زوجی گزینه‌ها نسبت به معیار C₅

کارشناس دوم

C ₅	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	1	1.667	0.714	1
دمپ ۲	0.6	1	0.429	0.6
دمپ ۳	1.4	2.333	1	1.4
دمپ ۴	1	1.667	0.714	1

کارشناس اول

C ₅	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	1	7	0.778	2.333
دمپ ۲	0.143	1	0.111	0.333
دمپ ۳	1.286	9	1	3
دمپ ۴	0.429	3	0.333	1

کارشناس چهارم

C ₅	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	1	1.4	1.4	2.333
دمپ ۲	0.714	1	1	1.667
دمپ ۳	0.714	1	1	1.667
دمپ ۴	0.429	0.6	0.6	1

کارشناس سوم

C ₅	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	1	2.333	1	1.4
دمپ ۲	0.429	1	0.429	0.6
دمپ ۳	1	2.333	1	1.4
دمپ ۴	0.714	1.667	0.714	1

کارشناس ششم

C ₅	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	1	1.125	1.125	1.8
دمپ ۲	0.889	1	1	1.6
دمپ ۳	0.889	1	1	1.6
دمپ ۴	0.556	0.625	0.625	1

کارشناس پنجم

C ₅	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	1	1.286	1.286	2.25
دمپ ۲	0.778	1	1	1.75
دمپ ۳	0.778	1	1	1.75
دمپ ۴	0.444	0.571	0.571	1

کارشناس هشتم

C ₅	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	1	1.333	1.333	1.6
دمپ ۲	0.75	1	1	1.2
دمپ ۳	0.75	1	1	1.2
دمپ ۴	0.625	0.833	0.833	1

کارشناس هفتم

C ₅	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	1	1	1.667	1
دمپ ۲	1	1	1.667	1
دمپ ۳	0.6	0.6	1	0.6
دمپ ۴	1	1	1.667	1

ماتریس‌های مقایسه زوجی گزینه‌ها نسبت به معیار C_6

کارشناس دوم

دِمپ ۴	دِمپ ۳	دِمپ ۲	دِمپ ۱	C_6
1	0.714	1.667	1	دِمپ ۱
0.6	0.429	1	0.6	دِمپ ۲
1.4	1	2.333	1.4	دِمپ ۳
1	0.714	1.667	1	دِمپ ۴

کارشناس اول

دِمپ ۴	دِمپ ۳	دِمپ ۲	دِمپ ۱	C_6
2.333	0.778	7	1	دِمپ ۱
0.333	0.111	1	0.143	دِمپ ۲
3	1	9	1.286	دِمپ ۳
1	0.333	3	0.429	دِمپ ۴

کارشناس چهارم

دِمپ ۴	دِمپ ۳	دِمپ ۲	دِمپ ۱	C_6
2.333	1.4	1.4	1	دِمپ ۱
1.667	1	1	0.714	دِمپ ۲
1.667	1	1	0.714	دِمپ ۳
1	0.6	0.6	0.429	دِمپ ۴

کارشناس سوم

دِمپ ۴	دِمپ ۳	دِمپ ۲	دِمپ ۱	C_6
1.4	1	2.333	1	دِمپ ۱
0.6	0.429	1	0.429	دِمپ ۲
1.4	1	2.333	1	دِمپ ۳
1	0.714	1.667	0.714	دِمپ ۴

کارشناس ششم

دِمپ ۴	دِمپ ۳	دِمپ ۲	دِمپ ۱	C_6
1.8	1.125	1.125	1	دِمپ ۱
1.6	1	1	0.889	دِمپ ۲
1.6	1	1	0.889	دِمپ ۳
1	0.625	0.625	0.556	دِمپ ۴

کارشناس پنجم

دِمپ ۴	دِمپ ۳	دِمپ ۲	دِمپ ۱	C_6
2.25	1.286	1.286	1	دِمپ ۱
1.75	1	1	0.778	دِمپ ۲
1.75	1	1	0.778	دِمپ ۳
1	0.571	0.571	0.444	دِمپ ۴

کارشناس هشتم

دِمپ ۴	دِمپ ۳	دِمپ ۲	دِمپ ۱	C_6
1.6	1.333	1.333	1	دِمپ ۱
1.2	1	1	0.75	دِمپ ۲
1.2	1	1	0.75	دِمپ ۳

کارشناس هفتم

دِمپ ۴	دِمپ ۳	دِمپ ۲	دِمپ ۱	C_6
1	1.667	1	1	دِمپ ۱
1	1.667	1	1	دِمپ ۲
0.6	1	0.6	0.6	دِمپ ۳

د مپ ۴	0.625	0.833	0.833	1
-----------	-------	-------	-------	---

د مپ ۴	1	1	1.667	1
-----------	---	---	-------	---

ماتریس‌های مقایسه زوجی گزینه ها نسبت به معیار C_7

کارشناس دوم

C_7	د مپ ۱	د مپ ۲	د مپ ۳	د مپ ۴
د مپ ۱	1	1.667	0.714	1
د مپ ۲	0.6	1	0.429	0.6
د مپ ۳	1.4	2.333	1	1.4
د مپ ۴	1	1.667	0.714	1

کارشناس اول

C_7	د مپ ۱	د مپ ۲	د مپ ۳	د مپ ۴
د مپ ۱	1	7	0.778	2.333
د مپ ۲	0.143	1	0.111	0.333
د مپ ۳	1.286	9	1	3
د مپ ۴	0.429	3	0.333	1

کارشناس چهارم

C_7	د مپ ۱	د مپ ۲	د مپ ۳	د مپ ۴
د مپ ۱	1	1.4	1.4	2.333
د مپ ۲	0.714	1	1	1.667
د مپ ۳	0.714	1	1	1.667
د مپ ۴	0.429	0.6	0.6	1

کارشناس سوم

C_7	د مپ ۱	د مپ ۲	د مپ ۳	د مپ ۴
د مپ ۱	1	2.333	1	1.4
د مپ ۲	0.429	1	0.429	0.6
د مپ ۳	1	2.333	1	1.4
د مپ ۴	0.714	1.667	0.714	1

کارشناس ششم

C_7	د مپ ۱	د مپ ۲	د مپ ۳	د مپ ۴
د مپ ۱	1	1.125	1.125	1.8
د مپ ۲	0.889	1	1	1.6
د مپ ۳	0.889	1	1	1.6
د مپ ۴	0.556	0.625	0.625	1

کارشناس پنجم

C_7	د مپ ۱	د مپ ۲	د مپ ۳	د مپ ۴
د مپ ۱	1	1.286	1.286	2.25
د مپ ۲	0.778	1	1	1.75
د مپ ۳	0.778	1	1	1.75
د مپ ۴	0.444	0.571	0.571	1

کارشناس هشتم

C_7	د مپ ۱	د مپ ۲	د مپ ۳	د مپ ۴
د مپ ۱	1	1.333	1.333	1.6
د مپ ۲	0.75	1	1	1.2

کارشناس هفتم

C_7	د مپ ۱	د مپ ۲	د مپ ۳	د مپ ۴
د مپ ۱	1	1	1.667	1
د مپ ۲	1	1	1.667	1

1.2	1	1	0.75	دمپ ۳
1	0.833	0.833	0.625	دمپ ۴

0.6	1	0.6	0.6	دمپ ۳
1	1.667	1	1	دمپ ۴

ماتریس‌های مقایسه زوجی گزینه‌ها نسبت به معیار C8

کارشناس دوم

دمپ ۴	دمپ ۳	دمپ ۲	دمپ ۱	C8
1	0.714	1.667	1	دمپ ۱
0.6	0.429	1	0.6	دمپ ۲
1.4	1	2.333	1.4	دمپ ۳
1	0.714	1.667	1	دمپ ۴

کارشناس اول

دمپ ۴	دمپ ۳	دمپ ۲	دمپ ۱	C8
2.333	0.778	7	1	دمپ ۱
0.333	0.111	1	0.143	دمپ ۲
3	1	9	1.286	دمپ ۳
1	0.333	3	0.429	دمپ ۴

کارشناس چهارم

دمپ ۴	دمپ ۳	دمپ ۲	دمپ ۱	C8
2.333	1.4	1.4	1	دمپ ۱
1.667	1	1	0.714	دمپ ۲
1.667	1	1	0.714	دمپ ۳
1	0.6	0.6	0.429	دمپ ۴

کارشناس سوم

دمپ ۴	دمپ ۳	دمپ ۲	دمپ ۱	C8
1.4	1	2.333	1	دمپ ۱
0.6	0.429	1	0.429	دمپ ۲
1.4	1	2.333	1	دمپ ۳
1	0.714	1.667	0.714	دمپ ۴

کارشناس ششم

دمپ ۴	دمپ ۳	دمپ ۲	دمپ ۱	C8
1.8	1.125	1.125	1	دمپ ۱
1.6	1	1	0.889	دمپ ۲
1.6	1	1	0.889	دمپ ۳
1	0.625	0.625	0.556	دمپ ۴

کارشناس پنجم

دمپ ۴	دمپ ۳	دمپ ۲	دمپ ۱	C8
2.25	1.286	1.286	1	دمپ ۱
1.75	1	1	0.778	دمپ ۲
1.75	1	1	0.778	دمپ ۳
1	0.571	0.571	0.444	دمپ ۴

کارشناس هشتم

دمپ ۴	دمپ ۳	دمپ ۲	دمپ ۱	C8
1.6	1.333	1.333	1	دمپ ۱
1.2	1	1	0.75	دمپ ۲

کارشناس هفتم

دمپ ۴	دمپ ۳	دمپ ۲	دمپ ۱	C8
1	1.667	1	1	دمپ ۱
1	1.667	1	1	دمپ ۲

1.2	1	1	0.75	دمپ ۳
1	0.833	0.833	0.625	دمپ ۴

0.6	1	0.6	0.6	دمپ ۳
1	1.667	1	1	دمپ ۴

ماتریس‌های مقایسه زوجی گزینه‌ها نسبت به معیار C9

کارشناس دوم

C ₉	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	1	1.667	0.714	1
دمپ ۲	0.6	1	0.429	0.6
دمپ ۳	1.4	2.333	1	1.4
دمپ ۴	1	1.667	0.714	1

کارشناس اول

C ₉	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	1	7	0.778	2.333
دمپ ۲	0.143	1	0.111	0.333
دمپ ۳	1.286	9	1	3
دمپ ۴	0.429	3	0.333	1

کارشناس چهارم

C ₉	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	1	1.4	1.4	2.333
دمپ ۲	0.714	1	1	1.667
دمپ ۳	0.714	1	1	1.667
دمپ ۴	0.429	0.6	0.6	1

کارشناس سوم

C ₉	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	1	2.333	1	1.4
دمپ ۲	0.429	1	0.429	0.6
دمپ ۳	1	2.333	1	1.4
دمپ ۴	0.714	1.667	0.714	1

کارشناس ششم

C ₉	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	1	1.125	1.125	1.8
دمپ ۲	0.889	1	1	1.6
دمپ ۳	0.889	1	1	1.6
دمپ ۴	0.556	0.625	0.625	1

کارشناس پنجم

C ₉	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	1	1.286	1.286	2.25
دمپ ۲	0.778	1	1	1.75
دمپ ۳	0.778	1	1	1.75
دمپ ۴	0.444	0.571	0.571	1

کارشناس هشتم

C ₉	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	1	1.333	1.333	1.6
دمپ ۲	0.75	1	1	1.2
دمپ ۳	0.75	1	1	1.2
دمپ ۴	0.625	0.833	0.833	1

کارشناس هفتم

C ₉	دمپ ۱	دمپ ۲	دمپ ۳	دمپ ۴
دمپ ۱	1	1	1.667	1
دمپ ۲	1	1	1.667	1
دمپ ۳	0.6	0.6	1	0.6
دمپ ۴	1	1	1.667	1

Abstract

The main part of mineral expenses is affected by transportation. Saving fund in this part of mineral expenses – which is the largest expense part – can be a very good way to prevent sale price decrease, mine life increase and economical extraction. Therefore, it is necessary to minimize shipping costs, especially in the wagging sector.

In this study, in order to reduce the cost of vector grabbing, the goal is to select the appropriate tailgate demolition site. In addition to the importance of each criterion, the opinions of experts are also different. Also, the superiority of options does not follow the zero and one rule. For this reason, Delphi fuzzy hierarchy analysis method has been chosen as the basis of work among decision-making methods.

In this research, Golestan Iron Ore Plateau mine has been selected from two sets of mines in East K sheets, two main economic and environmental fields: the economic factors are: the distance between the dummies of the pre-processing machines, the smooth path, the failure The presence of mineral material in the tailings area by examining anomalous maps, the distance between the dropper and extraction pit and the capacity of the dummy. Environmental factors include: the absence of a dummy in the wind direction, the absence of an office building in the wind direction and the dummy, hydrological conditions and dust emissions. The options available in this research are 4 locations for waste accumulation.

To solve this problem, the importance of each of the parameters is first measured relative to each other, then the importance of each option is evaluated for each criterion, and then in the next step, the rating of each option from the sum of the weight of each option is compared to the criterion in weight The same criterion has been achieved in relation to the goal. At the end, the dummy number 1 is chosen as the best option.

Keywords: Selecting waste dumping place, Delphi Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FDAHP), Golestan Iron Ore Mining, Reducing Waste Cost



دانشگاه صنعتی شاهرود

Shahrood University of Technology

**Damp Site Selection by considering Economic and Enviromental
factors (Case Sudy: Falate Shargh iron ore mine of khaf)**

Saeid Javadi

Supervisors:

Prof. Mohammad Ataei

Prof. Reza Khalu Kakaei

Advisor:

Dr. Kiumars Seif Panahi

July 2017