

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



IRANIAN MINES AND MINING INDUSTRIES DEVELOPMENT
AND RENOVATION ORGANIZATION

سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران

طرح دستیابی به دانش فنی تولید فلز منیزیم
از ترکیبات منیزیم دار مجتمع پتاس خور و
بیابانک در مقیاس آزمایشگاهی

گزارش مدیریتی

شماره قرارداد ۳۲۳۰۶

دانشگاه کاشان

دکتر علیرضا جوادی

۱۴۰۰-۱۳۹۹

چکیده

تقاضای جهانی برای فلز منیزیم به عنوان یک فلز سبک برای کاربرد در صنایع خودروسازی، هوافضا، نظامی، آلیاژسازی و ... رو به گسترش است به طوری که فلز منیزیم فلز آینده دنیا نامیده شده و در لیست مواد خام و فلزات استراتژیک کشورهای توسعه یافته از جمله اتحادیه اروپا قرار گرفته است.

دهیدراته کردن $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ در محیط گاز HCl در همان شرایط آزمایشی هوا انجام شد. محصول خشک شده در دمای $200^\circ C$ درجه سانتیگراد مخلوطی از کلرید منیزیم دی هیدرات و مونوهیدرات با همان نتیجه در هوا بود. هنگامی که دمای دهیدارسیون به بیش از $300^\circ C$ درجه سانتیگراد افزایش یافت، تشکیل کلرید منیزیم بی آب آغاز شد ولی پیک های MgO مشاهده نشد. $MgCl_2$ کاملاً متبلور تا $400^\circ C$ مشخص نشد. از نتایج، در نظر گرفته شد که کلرید منیزیم بی آب در دمای $300^\circ C$ درجه سانتیگراد تشکیل شده و در حدود $500^\circ C$ درجه سانتیگراد کاملاً متبلور می شود. این مشاهدات نشان داد که کلرید منیزیم بی آب مستقیماً با دهیدراته کردن $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ در محیط گاز HCl تولید شد. دهیدارسیون کارنالیت در دو مرحله انجام شد: در مرحله اول کارنالیت در حالت جامد تا دمای $205^\circ C - 230^\circ C$ گرم شد. مدت زمان انجام این فرآیند $1.5 - 2$ ساعت بود. در محدوده دما از 90 تا $140^\circ C$ درجه سانتیگراد آب هیدروسکوپی حذف شد و کارنالیت با توجه به واکنش به شکل کارنالیت دو ابه تبدیل شد. در محدوده دما از 150 تا $230^\circ C$ درجه سانتیگراد، کارنالیت دو ابه با توجه به واکنش تا حدی به کارنالیت دی هیدراته تبدیل شد. در مرحله دوم دهیدارسیون کارنالیت تا دمای $550^\circ C$ درجه سانتیگراد انجام شد. در این شرایط آب تقریباً به طور کامل از مذاب خارج شد و هیدروکسی کلرید منیزیم با تشکیل اکسید منیزیم جامد بر اساس واکنش تجزیه می شود. دهیدارته کردن کارنالیت به مصرف انرژی بالاتری نیاز دارد.

برای الکترولیت مورد استفاده در بیسوفیت تصمیم گرفته شد که ترکیب $MgCl_2 - NaCl$ با نسبت

۱:۱ استفاده شود که میزان حلالیت منیزیم 0.03% می باشد. پس تنها ماده ای که به عنوان الکترولیت

اضافه شد مقدار ۵۰٪ کلرید سدیم بود. برای الکترولیت مورد استفاده در کارنالیت تصمیم گرفته شد که همان کارنالیت بدون هیچ افزودنی در کارنالیت مورد استفاده قرار گیرد. ترکیب $MgCl_2-KCl-NaCl$ با نسبت ۰.۴:۰.۳:۰.۳ میزان حلالیت منیزیم ۰.۰۴٪ می باشد. پس تنها ماده ای به عنوان الکترولیت در کارنالیت اضافه نشد

بر اساس اطلاعات اخذ شده، با توجه به خوراک ۴۰۰۰۰ تن بیشوفیت ۹۸٪ سالانه از شرکت پتاس می باشد و همچنین حداقل ظرفیت های طراحی رایج، می توان ظرفیت ۱۳۳ تن در روز و با احتساب ۳۰۰ روز کاری، ۴۰۰۰۰ تن کانسنگ ورودی در سال را برای احداث کارخانه مناسب در نظر گرفت. با توجه به اینکه بازیابی فلز منیزیم در الکترولیز بالای ۹۰٪ بدست آمد ولی در محاسبات اقتصادی میزان بازیابی ۸۰٪ در نظر گرفته شد، تولید منیزیم سالیانه معادل ۳۸۰۰ تن خواهد بود. قیمت هر تن منیزیم ۹۹ درصد معادل ۴۰ میلیون تومان در نظر گرفته شده است که فروش ۳۸۰۰ تن کنسانتره حاصله بالغ بر ۱۵۲ میلیارد تومان می باشد. بر اساس اطلاعات اخذ شده، با توجه به خوراک ۵۰۰۰۰ تن کارنالیت ۸۰٪ سالانه از شرکت پتاس می باشد و همچنین حداقل ظرفیت های طراحی رایج، می توان ظرفیت ۱۶۶ تن در روز و با احتساب ۳۰۰ روز کاری، ۵۰۰۰۰ تن کانسنگ ورودی در سال را برای احداث کارخانه مناسب در نظر گرفت. با توجه به اینکه در کارنالیت (دارای ۶.۳٪ منیزیم)) بازیابی فلز منیزیم بالای ۹۰٪ بدست آمد ولی در محاسبات اقتصادی میزان بازیابی ۸۰٪ در نظر گرفته شد، تولید منیزیم سالیانه معادل ۲۵۰۰ تن خواهد بود. قیمت هر تن منیزیم ۹۹ درصد معادل ۴۰ میلیون تومان در نظر گرفته شده است که فروش ۲۵۰۰ تن کنسانتره حاصله بالغ بر ۱۰۰ میلیارد تومان می باشد. مدت اجرای طرح ۱ سال می باشد که شامل انجام مطالعات، ایجاد زیرساخت های لازم، شبکه ارتباطی راه های معدن به کارخانه و احداث کارخانه فرآوری می باشد.

مقدمه

فلز منیزیم، فلز آینده دنیاست و کشورهای اروپایی این فلز را در لیست مواد خام و فلزات استراتژیک اتحادیه اروپا قرار داده اند. منیزیم به دلیل سبک بودن و داشتن خواص مکانیکی و مقاومت حرارتی مناسب، جایگزین فلزات متداول مورد استفاده (فولاد، چدن، آلومینیم و...) در صنایع مختلف به ویژه صنعت خودرو شده است که موجب سبکتر شدن خودروها و کاهش قابل توجه مصرف سوخت میگردد. همچنین منیزیم و آلیاژهای آن یکی از فلزات مهم در توسعه صنایع دفاعی و هوافضا محسوب می شود.

در سالهای اخیر، تقاضای جهانی برای منیزیم به ویژه در صنایع خودروسازی و صنعت تولید آلیاژهای آلومینیمی رشد قابل توجهی داشته است و پیش بینی میشود با افزایش سهم منیزیم در ساخت قطعات خودروها، درصد رشد تقاضا برای این فلز در سالهای آینده افزایش یابد. همچنین گسترش صنایع تولید فولاد و آلومینیم در کشورهای حاشیه خلیج فارس و استفاده از منیزیم به عنوان عامل گوگردزدا در صنایع فولاد و عنصر آلیاژی در صنعت آلومینیم، موجب افزایش تقاضا برای منیزیم در کشورهای منطقه نیز شده است. در حال حاضر، چین بزرگترین تولیدکننده منیزیم در جهان میباشد، اما به دلیل استفاده از زغالسنگ به عنوان منبع اصلی سوخت در واحدهای تولید منیزیم که منجر به تولید گازهای گلخانه‌ای میشود، از طرف نهادهای بین المللی ملزم به تعطیلی واحدهای صنعتی یا کاهش آلاینده های زیست محیطی شده است. با توجه به استراتژیهای دولتی چین درخصوص تعطیلی صنایع آلاینده، به نظر میرسد که صنایعی مانند منیزیم که در مقایسه با صنایع آلومینیم و فولاد چین، صنایع کوچکی محسوب میشوند، از این نظر آسیب پذیرتر باشند کما اینکه بیش از ۷۰ واحد صنعتی کوچک تولید منیزیم در چین در چند سال اخیر به همین دلیل تعطیل شده اند.

از حدود ۶۰ ماده معدنی که منیزیم در آنها یافت میشود، دولومیت و منیزیت از لحاظ تجاری و صنعتی دارای اهمیت هستند. سازندهای دولومیت در بیشتر نقاط ایران در مناطق کربناته از جمله سازندهای سبزا و شتری در ایران مرکزی، لار، الیکا و سلطانیه در البرز و خانهکت و بخش چمپه سازند گچساران در زاگرس موجود است. مهمترین معادن فعال دولومیت ایران در استانهای فارس، همدان، کرمان، سمنان، کرمانشاه، آذربایجان شرقی و غربی، هرمزگان، سیستان و بلوچستان قرار دارند. در حال حاضر عمده منیزیم تولید شده در جهان از منابع معدنی دولومیتی و به روش حرارتی است که نسبت به سایر منابع از مزایای زیادی برخوردار است. علاوه بر معادن دولومیت، منابع شورابه ای مانند: دریاچه نمک قم، دریاچه ارومیه، شورابه های کویر مرکزی ایران (خور بیابانک)، تلخابه های تولید شده در صنایع پتروشیمی و ... از جمله منابع غنی از منیزیم هستند که در گذشته عمدتاً برای تولید منیزیم به روش الکترولیز و در حال حاضر با توجه به قیمت انرژی و هزینه های تولید بالا، برای تولید ترکیبات منیزی می مانند اکسید منیزیم مناسب می باشند.

در سال های اخیر با توجه به ویژگیهای خاص منیزیم که مهمترین آن سبک بودن و نسبت وزن به استحکام بالاست، توجه خاصی به این ماده ارزشمند شده است. در سال ۲۰۱۶، میزان تقاضا برای منیزیم به طور متوسط در صنعت آلیاژسازی آلومینیم ۳۳ درصد، در تولید قطعات دایکست خودرو ۳۳ درصد، صنعت آهن و فولاد ۱۵ درصد و سایر (عمدتاً شامل استفاده از منیزیم به عنوان عامل احیاکننده در تولید فلزاتی مثل تیتانیوم و...)، ۱۹ درصد بوده که این روند تاکنون ادامه یافته است. مؤسسه مطالعات انرژی در آمریکا برآورد کرده است که با جایگزینی قطعات منیزی می میتوان وزن خودرو را تا ۱۸۰ کیلوگرم کاهش داد که تأثیر قابل توجهی در کاهش مصرف سوخت و آلودگی هوا دارد.

فلز منیزیم در دنیا به دو روش حرارتی و الکترولیزی تولید میشود که با توجه به نوع انرژی مصرفی، روش حرارتی از برتری ویژه های برخوردار است و بر همین اساس، کشور چین توانسته است سهم عمده تولید منیزیم جهان را به خود اختصاص دهد و در رقابت با تولیدکنندگان اروپایی و آمریکایی که از روش

الکترولیزی (انرژی الکتریکی) بهره میبرند، پیروز شود. در حال حاضر ۸۰ درصد تولید منیزیم دنیا به روش حرارتی و عمدتاً در چین انجام میشود.

به دلیل مزیت های ایران در زمینه منابع معدنی، انرژی، دانش فنی و نیروی انسانی، اولین واحد صنعتی تولید منیزیم در کشور در سال ۱۳۹۳ در شهرستان فردوس استان خراسان جنوبی با سرمایه گذاری بخش خصوصی و بهره گیری از دانش فنی بومی طراحان و مهندسان داخلی به بهره برداری رسیده و ظرفیت آن ۶۰۰۰ تن در سال است که بجز بخش محدودی از محصولات تولیدی این کارخانه که برای مصارف داخلی مورد استفاده قرار میگیرد، عمده تولید این محصول به کشورهای مختلف صادر می شود.

در گزارش پیش رو سعی شده است منیزیم و کاربردهای آن به عنوان فلز آینده دنیا معرفی و وضعیت عرضه و تقاضای منیزیم در جهان مورد بررسی قرار گرفته، پتانسیل ها و مزیت های ایران برای تبدیل شدن به قطب تولید منیزیم جهان و نتایج حاصل از آن ذکر شده است. بررسی تولید منیزیم از منظر اقتصادی و زیست محیطی و ارائه پیشنهادهایی در خصوص هموار کردن مسیر توسعه صنعت تولید منیزیم بخش پایانی این گزارش را تشکیل میدهد.

این پروژه با عنوان " طرح دستیابی به دانش فنی تولید فلز منیزیم از ترکیبات منیزیم دار مجتمع پتاس خور و بیابانک در مقیاس آزمایشگاهی " در ۶ فاز تعریف شد:

فاز اول- جمع آوری اطلاعات و مطالعات کتابخانه ای بررسی تکنولوژی های تولید فلز منیزیم به خصوص از کلرید منیزیم و بررسی دهیدارته کردن بیشوفیت و کارنالت، معرفی بهترین روش دهیدارته کردن مواد اولیه

فاز دوم- طراحی و ساخت یا خرید تجهیزات لازم برای انجام فرآیند تولید فلز منیزیم با خلوص ۹۹/۸ درصد و تامین مواد شیمیایی مورد نیاز برای تست و راه اندازی آن

فاز سوم- دهیدارته کردن مواد اولیه با صرف کمترین انرژی و مصرف مواد شیمیایی، ساخت الکترولیت مناسب و آماده سازی خوراک سلول الکترولیز

فاز چهارم- انجام آزمایشات الکترولیز و بررسی و تحلیل نتایج، ارائه مشخصات بهینه ترین شرایط و مشخصات بهترین الکترولیت

فاز پنجم- ثبت پارامترهای لازم برای کنترل و آموزش به پرسنل کارفرما جهت بهره برداری
فاز ششم-انجام مطالعات امکان سنجی فنی و اقتصادی با حداقل ظرفیت اقتصادی در اشل پایلوت
این گزارش ۶ فصل دارد که در فصل اول جمع آوری اطلاعات و مطالعات کتابخانه ای بررسی تکنولوژی های تولید فلز منیزیم به خصوص از کلرید منیزیم و بررسی دهیدارته کردن بیشوفیت و کارنالیت، معرفی بهترین روش دهیدارته کردن مواد اولیه آورده شده است. در فصل دوم طراحی و ساخت یا خرید تجهیزات لازم برای انجام فرآیند تولید فلز منیزیم با خلوص ۹۹/۸ درصد و تامین مواد شیمیایی مورد نیاز برای تست و راه اندازی آن توضیح داده شده است. در فصل ۳ دهیدارته کردن مواد اولیه با صرف کمترین انرژی و مصرف مواد شیمیایی، ساخت الکترولیت مناسب و آماده سازی خوراک سلول الکترولیز انجام شد. در فصل ۴ آزمایشات الکترولیز و بررسی و تحلیل نتایج، ارائه مشخصات بهینه ترین شرایط و مشخصات بهترین الکترولیت انجام شده است. در فصل ۵ پارامترهای لازم برای کنترل و آموزش به پرسنل کارفرما جهت بهره برداری داده شده است. در فصل ۶ هم از مطالعات امکان سنجی فنی و اقتصادی با حداقل ظرفیت اقتصادی در اشل پایلوت بررسی شده است.

۱،۱ مجتمع پتاس خوروبیابانک

اولین تولید کننده پتاس در جمهوری اسلامی ایران و یکی از بزرگترین تولید کنندگان پتاس در خاورمیانه می باشد. این مجتمع با وسعت معدنی ۲۰۰۰ کیلومترمربع در استان اصفهان، شهرستان خوروبیابانک واقع شده است. این مجتمع با هدف تولید سالانه ۵۰۰۰۰ تن کلرید پتاسیم بعنوان کود شیمیایی و ۳۰۰۰۰۰۰ تن کلرید سدیم جهت مصارف پتروشیمی، خوراکی و دارویی و ۳۰۰۰۰ تن هیدروکسید منیزیم به بهره برداری رسیده است. شکل ۱-۱ نمایی از کارخانه فرآوری مجتمع پتاس خور و بیابانک را نشان می دهد.



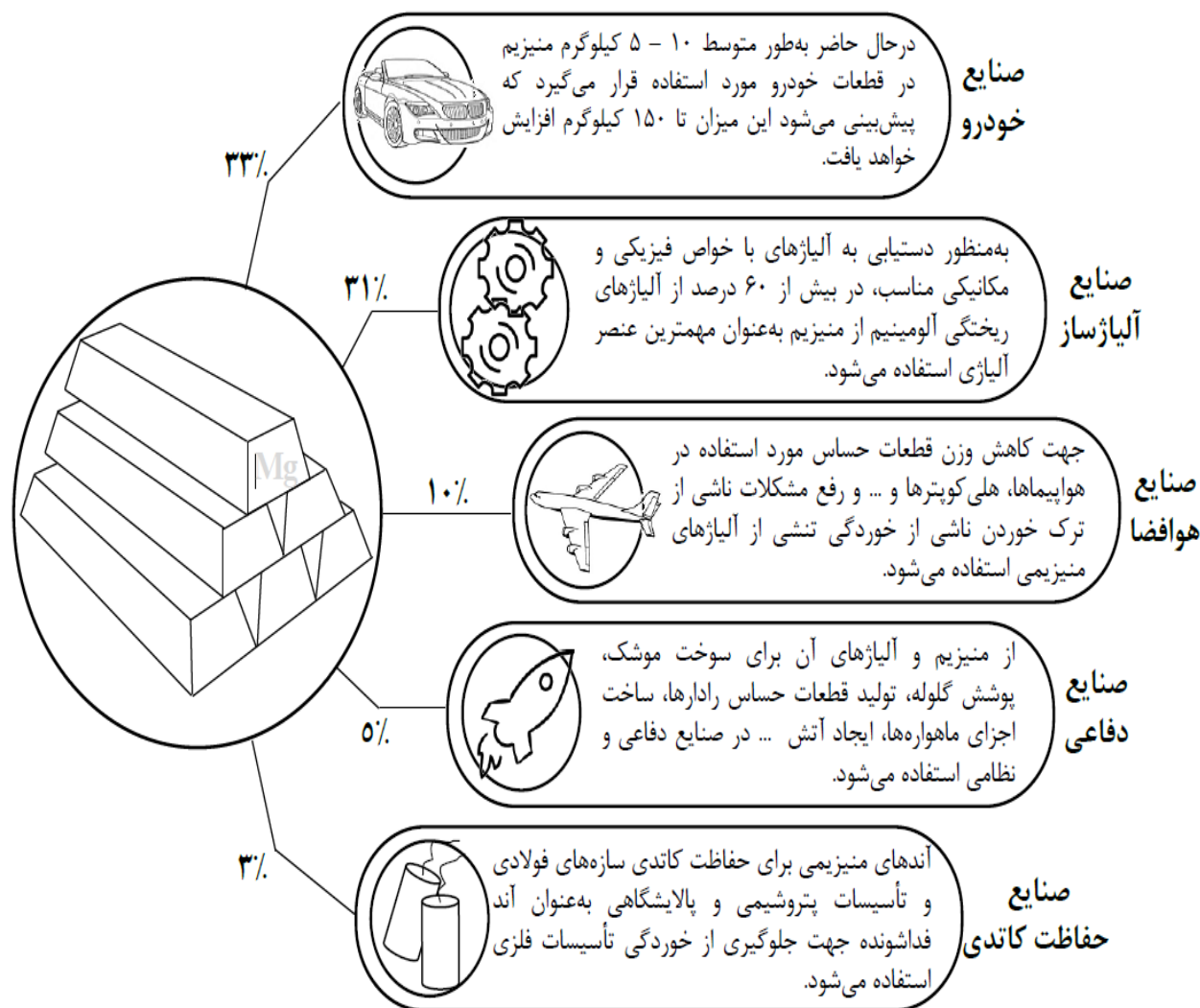
(شکل ۱-۱) نمایی از کارخانه فرآوری مجتمع پتاس خوروبیابانک

۱,۲ منیزیم

منیزیم فلزی است ضعیف و نادر به رنگ سفید تا نقره‌ای با نماد Mg، عدد اتمی ۱۲، وزن اتمی ۲۴.۳۰۵۰ و ساختار بلور آن شش گوش یا هگزاگونال متراکم است. منیزیم در گروه دو (IIA) جدول تناوبی به عنوان فلز قلیایی خاکی قرار دارد [۱]. نام منیزیم از واژه یونانی Magnesia حوضه‌ای در Thessaly یا از نام شهر قدیمی Magnesia در آسیای صغیر گرفته شده است. منیزیم هشتمین عنصر فراوان در پوسته زمین و سومین عنصر فراوان و قابل حل در آب دریاست [۲-۳]. منیزیم در حالت پودری، گرم می‌شود و زمانی که در معرض هوا قرار می‌گیرد، آتش گرفته و با شعله‌ای به رنگ سفید می‌سوزد. این فلز قلیایی خاکی عمدتاً به عنوان یک عامل آلیاژ دهنده برای ساخت آلیاژهای آلومینیوم - منیزیم استفاده می‌شود. این عنصر بصورت سه ایزوتوپ یافت می‌شود: Mg^{24} ، Mg^{25} و Mg^{26} که همه این ایزوتوپ‌ها به مقادیر زیاد یافت می‌شوند. حدود ۷۹٪ از منیزیم نوع Mg^{24} است [۳].

۱,۳ کاربردهای منیزیم در صنایع مختلف

شکل ۱-۴، مهمترین کاربردهای منیزیم و آلیاژهای آن را نشان می‌دهد. صنایع خودروسازی، صنایع تولید آلیاژهای آلومینیومی، صنایع دفاعی، نظامی و هوافضا و صنایع حفاظت کاتدی از جمله مهمترین متقاضیان مصرف منیزیم و آلیاژهای آن هستند. یکی دیگر از مهمترین ویژگیهای منیزیم و آلیاژهای آن قابلیت بازیافت آسان قراضه‌های منیزیمی است که میتوان با روشهای ذوب، تصفیه و ریخته‌گری مجدداً از آن برای تولید قطعات منیزیمی استفاده کرد. بنابراین توسعه صنعت تولید محصولات منیزیمی موجب توسعه صنعت بازیافت قراضه‌های منیزیمی و تولید قطعات صنعتی نیز خواهد شد



(شکل ۴-۱) کاربردهای مهم فلز منیزیم و آلیاژهای آن در صنایع مختلف

۱,۴ عرضه و تقاضای جهانی منیزیم و آلیاژهای آن

تولید منیزیم در جهان به طور عمده (۸۵ درصد) در کشور چین و ۱۵ درصد در کشورهای چین ایالات متحده آمریکا، روسیه، برزیل، اوکراین، مالزی و رژیم صهیونیستی انجام میشود. جدول ۲-۱ آمار تولید منیزیم دنیا را در سال های اخیر نشان می دهد.

(جدول ۱-۲) روند تولید منیزیم در دنیا در سالهای اخیر

کشور / سال	۲۰۰۹	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱۴	۲۰۱۵	۲۰۱۶	۲۰۱۷	۲۰۱۸	۲۰۱۹
تولید سالیانه منیزیم (تن)											
آمریکا	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
برزیل	۱۶,۰۰۰	۱۶,۰۰۰	۱۶,۰۰۰	۱۶,۰۰۰	۱۶,۰۰۰	۱۶,۰۰۰	۱۵,۰۰۰	۱۵,۰۰۰	۱۵,۰۰۰	۱۵,۰۰۰	۱۵,۰۰۰
چین	۵۰۱,۰۰۰	۶۵۴,۰۰۰	۶۶۱,۰۰۰	۶۹۸,۰۰۰	۷۷۰,۰۰۰	۸۷۴,۰۰۰	۸۵۲,۰۰۰	۸۸۰,۰۰۰	۸۶۰,۰۰۰	۸۶۰,۰۰۰	۹۰۰,۰۰۰
رژیم صهیونیستی	۱۹,۴۰۵	۲۳,۳۰۹	۲۶,۲۸۴	۲۷,۲۹۲	۲۸,۰۰۰	۲۶,۰۰۰	۱۹,۰۰۰	۲۵,۰۰۰	۲۶,۰۰۰	۲۱,۰۰۰	۲۰,۰۰۰
قزاقستان	۲۱,۰۰۰	۲۱,۰۰۰	۲۱,۰۰۰	۲۱,۰۰۰	۲۱,۰۰۰	۲۰,۰۰۰	۸,۰۰۰	۱۰,۰۰۰	۲۰,۰۰۰	۱۷,۰۰۰	۲۵,۰۰۰
ترکیه	-	-	-	-	-	-	۴,۰۰۰	۶,۰۰۰	-	۴,۰۰۰	۵,۰۰۰
روسیه	۲۹,۰۰۰	۲۹,۰۰۰	۲۹,۰۰۰	۲۰,۰۰۰	۳۲,۰۰۰	۱۸,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۱۸,۰۰۰	۷۰,۰۰۰	۸۰,۰۰۰
کره جنوبی	-	-	-	۲,۵۰۰	۷,۵۰۰	۱۰,۰۰۰	۱۰,۰۰۰	۱۰,۰۰۰	۱۰,۰۰۰	۱۰,۰۰۰	۱۰,۰۰۰
اوکراین	۲,۰۰۰	۲,۰۰۰	۲,۰۰۰	۲,۰۰۰	-	۷,۰۰۰	۸,۰۰۰	۸,۰۰۰	۷,۰۰۰	۸,۰۰۰	۱۰,۰۰۰
جمع	۵۸۸,۴۰۰	۷۴۵,۳۰۰	۷۵۵,۳۰۰	۷۸۶,۸۰۰	۸۷۴,۵۰۰	۹۷۱,۰۰۰	۹۷۶,۰۰۰	۱,۰۱۰,۰۰۰	۹۵۶,۰۰۰	۱,۰۰۵,۰۰۰	۱,۰۶۵,۰۰۰

مأخذ: سایت www.USGS.cm

همچنین پیش بینی شده است که با در نظر گرفتن رشد صنایع مختلف به ویژه صنایع خودروسازی و آلیاژسازی که بخش عمده بازار منیزیم را به خود اختصاص داده اند، میزان تقاضا برای تولید فلز منیزیم تا سال ۲۰۲۰ به بیش از ۱.۲۰۰.۰۰۰ تن خواهد رسید.

بیشترین میزان واردات منیزیم در جهان توسط کشورهای آمریکا، کانادا، آلمان، ژاپن، انگلیس، مکزیک، کره جنوبی، فرانسه، هلند، برزیل، هند، ایتالیا، اتریش و نروژ صورت میگیرد که این میزان بیش از ۵۰۰ هزار تن در سال ۲۰۱۴ بوده است. میزان واردات منیزیم در کشورهای اروپایی در مجموع بیش از ۲۳۰.۰۰۰ تن و در کشورهای حاشیه خلیج فارس و ترکیه بیش از ۳۰.۰۰۰ تن در سال ۲۰۱۴ بوده است.

۲ انجام مطالعات امکان سنجی فنی و اقتصادی با حداقل ظرفیت اقتصادی در اشل پایلوت

۲,۱ مبانی محاسبات اقتصادی برای تولید منیزیم از بیشوفیت

بر اساس اطلاعات اخذ شده، با توجه به خوراک ۴۰۰۰۰ تن بیشوفیت ۹۸٪ سالانه از شرکت پتاس می باشد و همچنین حداقل ظرفیت های طراحی رایج، می توان ظرفیت ۱۳۳ تن در روز و با احتساب ۳۰۰ روز کاری، ۴۰۰۰۰ تن کانسنگ ورودی در سال را برای احداث کارخانه مناسب در نظر گرفت. محاسبات اقتصادی بشرح زیر انجام شده است.

با توجه به اینکه بازیابی فلز منیزیم در الکترولیز بالای ۹۰٪ بدست آمد ولی در محاسبات اقتصادی میزان بازیابی ۸۰٪ در نظر گرفته شد، تولید منیزیم سالیانه معادل ۳۸۰۰ تن خواهد بود.

قیمت هر تن منیزیم ۹۹ درصد معادل ۴۰ میلیون تومان در نظر گرفته شده است که فروش ۳۸۰۰ تن کنسانتره حاصله بالغ بر ۱۵۲ میلیارد تومان می باشد.

مدت اجرای طرح ۱ سال می باشد که شامل انجام مطالعات، ایجاد زیرساخت های لازم، شبکه ارتباطی راه های معدن به کارخانه و احداث کارخانه فرآوری می باشد.

طول مدت بهره برداری ۱۵ سال در نظر گرفته شده است.

حداقل نرخ جذب کننده در محاسبات ۲۰ درصد در نظر گرفته شده است.

با توجه به عدم معافیت مالیاتی طرح های دولتی، میزان مالیات نیز از ابتدای سال اول بهره برداری معادل ۲۰٪ از سود خالص سالیانه محاسبه شده است.

۲،۱،۱ برنامه ریزی تولید و فروش

سود ناخالص سالیانه بر اساس میزان فروش سالیانه و قیمت واحد محصولات تعیین می گردد.

با در نظر گرفتن خوراک ورودی ۱۳۳ تن بر روز و ۳۰۰ روز کاری، میزان خوراک ورودی سالیانه بالغ بر ۴۰۰۰۰ تن در نظر گرفته شده است.

محاسبات اقتصادی بشرح زیر انجام شده است.

در صورت عیار ورودی ۹۸ درصد بیشوفیت (دارای ۱۲٪ منیزیم) و با در نظر گرفتن میزان بازیابی ۸۰ درصد، تولید منیزیم سالیانه معادل ۳۸۰۰ تن خواهد بود.

قیمت هر تن منیزیم ۹۹ درصد معادل ۴۰ میلیون تومان در نظر گرفته شده است که فروش ۳۸۰۰ تن کنسانتره حاصله بالغ بر ۱۵۲ میلیارد تومان می باشد.

۲,۱,۲ تحلیل پارامترهای اقتصادی

در این بخش شاخص های مالی پروژه مورد بررسی قرار می گیرند.

شاخص های مالی شامل ارزش فعلی، بازده داخلی، دوران برگشت سرمایه و تحلیل نقطه سر به سر می

باشد

منافع خالص و هزینه های ناشی از اجرای پروژه به منظور تعیین ارزش فعلی خالص طرح تنزیل می

گردند. به بیان دیگر، ارزش کالا و خدمات تولیدی و ارزش منابع بکار گرفته شده و در پروژه در نرخ معادل

با هزینه فرصت سرمایه مورد نیاز جهت تامین مالی پروژه، تنزیل می گردند تا معیارهایی جهت ارزیابی مالی

طرح بدست آید. این معیارها شامل ارزش فعلی خالص طرح (NPV)، نرخ بازده داخلی (IRR)، دوره

بازگشت سرمایه عادی (بدون تنزیل) می باشد.

۲,۱,۲,۱ ارزش خالص فعلی طرح (NPV):

این نسبت ارزش فعلی طرح را در هر واحد سرمایه گذاری اندازه گیری می نماید.

در این طرح ارزش فعلی خالص در نرخ تنزیل ۲۰ درصد برای بیشوفیت برابر با ۳۱۷ میلیارد تومان

می باشد. بالا بودن ارزش فعلی خالص طرح نشان می دهد که نرخ بازده حقیقی پروژه سرمایه گذاری بسیار

بیشتر از نرخ هزینه تامین مالی آن می باشد.

۲,۱,۲,۲ نرخ بازگشت سرمایه (IRR):

در رابطه با نرخ بازده داخلی (IRR) این نکته لازم به ذکر است که با توجه به نحوه محاسبه آن می

توان ادعا نمود که مقادیر مربوط به این معیار منحصر به فرد نمی باشد. همچنین پیش فرض موجود در

محاسبه IRR این است که تمامی نقدینگی های مازاد مجدداً در پروژه سرمایه گذاری می شوند. از اینرو به دلیل وجود نواقص فوق و مرتفع نمودن این مشکل نرخ تنزیل مورد بررسی قرار می گیرد.

نرخ بازگشت سرمایه برای بیشوفیت ۶۹.۶۳ درصد می باشد. بالاتر بودن این نرخ از نرخ تنزیل کل سرمایه گذاری (۲۰٪) نشان می دهد که سرمایه گذاری در پروژه معقول و سودآور می باشد.

۲,۱,۲,۳ دوره بازگشت سرمایه:

بررسی دوره بازگشت سرمایه گذاری نشان میدهد که دوره بازگشت عادی سرمایه کمتر از ۲ سال از ابتدای زمان بهره برداری می باشد. این عدد بیانگر آن است که مدت لازم جهت بازگشت سرمایه گذاری اولیه کمتر از چهار سال بوده و در انتهای سال چهارم کل سرمایه گذاری طرح بازگشت خواهد شد. این موضوع از آن جهت اهمیت دارد که در این زمان، جریان نقدی خالص بدست آمده، کل سرمایه گذاری طرح را جبران می نماید.

۲,۱,۲,۴ نقطه سر به سر:

نتایج تحلیل نقطه سر به سر تولید بر اساس محاسبات ۴۷٪ ظرفیت برای بیشوفیت می باشد. نقطه سر به سر نقطه ای از تولید و فروش نشان می دهد که در آن نقطه، سود و یا زیانی متوجه شرکت نمی شود. به عبارت دیگر این نقطه نشان دهنده آن است که در چه سطحی از تولید و یا فروش، بهای تمام شده کل و درآمد کل با یکدیگر برابری دارند. از آنجا که تنها سرمایه گذار طرح حاضر آورنده آن است، لذا تحلیل نقطه سر به سر در شرایط وجود یا عدم وجود هزینه های مالی یکسان بدست می آید. در ادامه به بررسی شاخص های مهم جهت تحلیل نقطه سر به سر می پردازیم.

۲,۱,۲,۵ تجزیه و تحلیل حساسیت

جهت انجام تجزیه و تحلیل حساسیت تغییر در سه پارامتر سرمایه گذاریهای ثابت ، هزینه های تولید و بر نامه فروش و تاثیرات آن بر مشخصات طرح به طور جداگانه مورد بررسی قرار خواهد گرفت. البته بدلیل اهمیت برخی از متغیرهای موجود در پارامترهای سه گانه، از بررسی تاثیرات متغیرهای کلی این پارامترهای خودداری شده و تنها متغیرهای مهم آن مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرند.

۲,۱,۲,۶ جدول گزارش نقدینگی و محاسبات سود و زیان

در جدول ۱۱-۶ گردش نقدینگی و محاسبات سود زیان طرح محاسبه شده است.

جدول ۱۱-۶: گزارش نقدینگی و محاسبات سود و زیان واحد بیشوفیت

سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	واحد	شرح
۱۶	۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۰		
	۴۰۰۰	۴۰۰۰	۴۰۰۰	۴۰۰۰	۴۰۰۰	۴۰۰۰	۴۰۰۰	۴۰۰۰	۴۰۰۰	۴۰۰۰	۴۰۰۰	۴۰۰۰	۴۰۰۰	۴۰۰۰	۴۰۰۰	۴۰۰۰	تن	میزان تولید منیزیم
	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	میلیون تومان	قیمت فروش هر تن منیزیم
	۱۶۰۰۰۰	۱۶۰۰۰۰	۱۶۰۰۰۰	۱۶۰۰۰۰	۱۶۰۰۰۰	۱۶۰۰۰۰	۱۶۰۰۰۰	۱۶۰۰۰۰	۱۶۰۰۰۰	۱۶۰۰۰۰	۱۶۰۰۰۰	۱۶۰۰۰۰	۱۶۰۰۰۰	۱۶۰۰۰۰	۱۶۰۰۰۰	۱۶۰۰۰۰	میلیون تومان	درآمد حاصل از فروش
	۳۰۱۰۰	۳۰۱۰۰	۳۰۱۰۰	۳۰۱۰۰	۳۰۱۰۰	۳۰۱۰۰	۳۰۱۰۰	۳۰۱۰۰	۳۰۱۰۰	۳۰۱۰۰	۳۰۱۰۰	۳۰۱۰۰	۳۰۱۰۰	۳۰۱۰۰	۳۰۱۰۰	۳۰۱۰۰	میلیون تومان	هزینه های جاری
	۱۴۲۳۳	۱۴۲۳۳	۱۴۲۳۳	۱۴۲۳۳	۱۴۲۳۳	۱۴۲۳۳	۱۴۲۳۳	۱۴۲۳۳	۱۴۲۳۳	۱۴۲۳۳	۱۴۲۳۳	۱۴۲۳۳	۱۴۲۳۳	۱۴۲۳۳	۱۴۲۳۳	۱۴۲۳۳	میلیون تومان	استهلاک دارائنها
	۱۱۵۵۶۷	۱۱۵۵۶۷	۱۱۵۵۶۷	۱۱۵۵۶۷	۱۱۵۵۶۷	۱۱۵۵۶۷	۱۱۵۵۶۷	۱۱۵۵۶۷	۱۱۵۵۶۷	۱۱۵۵۶۷	۱۱۵۵۶۷	۱۱۵۵۶۷	۱۱۵۵۶۷	۱۱۵۵۶۷	۱۱۵۵۶۷	۱۱۵۵۶۷	میلیون تومان	درآمد مشمول مالیات
	۲۳۱۱۳	۲۳۱۱۳	۲۳۱۱۳	۲۳۱۱۳	۲۳۱۱۳	۲۳۱۱۳	۲۳۱۱۳	۲۳۱۱۳	۲۳۱۱۳	۲۳۱۱۳	۲۳۱۱۳	۲۳۱۱۳	۲۳۱۱۳	۲۳۱۱۳	۲۳۱۱۳	۲۳۱۱۳	میلیون تومان	مالیات (۲۰ درصد)
	۹۲۴۵۳	۹۲۴۵۳	۹۲۴۵۳	۹۲۴۵۳	۹۲۴۵۳	۹۲۴۵۳	۹۲۴۵۳	۹۲۴۵۳	۹۲۴۵۳	۹۲۴۵۳	۹۲۴۵۳	۹۲۴۵۳	۹۲۴۵۳	۹۲۴۵۳	۹۲۴۵۳	۹۲۴۵۳	میلیون تومان	سود(زیان) پس از کسر مالیات
	۱۰۶۷۸۷	۱۰۶۷۸۷	۱۰۶۷۸۷	۱۰۶۷۸۷	۱۰۶۷۸۷	۱۰۶۷۸۷	۱۰۶۷۸۷	۱۰۶۷۸۷	۱۰۶۷۸۷	۱۰۶۷۸۷	۱۰۶۷۸۷	۱۰۶۷۸۷	۱۰۶۷۸۷	۱۰۶۷۸۷	۱۰۶۷۸۷	۱۰۶۷۸۷	میلیون تومان	نقد رسیده
						#####					۱۷۰۰					#####	میلیون تومان	نقد رفته
	- ۱۰۶۷۸۷	۱۰۶۷۸۷	۱۰۶۷۸۷	۱۰۶۷۸۷	۱۰۶۷۸۷	-۱۹۹۱۳	۱۰۶۷۸۷	۱۰۶۷۸۷	۱۰۶۷۸۷	۱۰۶۷۸۷	۱۰۵۰۸۷	۱۰۶۷۸۷	۱۰۶۷۸۷	۱۰۶۷۸۷	۱۰۶۷۸۷	۱۰۶۷۸۷	میلیون تومان	گردش نقدینگی
	-۰/۵	-۰/۶	-۰/۸	-۰/۹	-۰/۱۱	-۰/۱۳	-۰/۱۶	-۰/۱۹	-۰/۲۳	-۰/۲۸	-۰/۳۳	-۰/۴۰	-۰/۴۸	-۰/۵۸	-۰/۶۹	-۰/۸۳	۲۰	ضریب تنزیل
	۰	۶۹۳۱	۸۳۱۷	۹۹۸۱	۱۱۹۷۷	۱۴۳۷۲	-۳۲۱۶	۲۰۶۹۶	۲۴۸۲۵	۲۹۸۰۲	۳۵۷۶۳	۴۲۳۳۳	۵۱۴۹۸	۶۱۷۹۸	۷۴۱۵۷	۸۸۹۸۹	-۱۴۹۱۰۰	
	۳۳۹۰۳۲	۳۳۹۰۳۲	۳۳۳۱۰۱	۳۱۳۷۸۳	۳۰۳۸۰۳	۲۹۱۸۲۶	۲۷۷۴۵۳	۲۸۰۶۷۰	۲۵۹۹۷۴	۲۳۵۱۳۹	۲۰۵۳۳۷	۱۶۹۵۷۴	۱۳۷۳۲۲	۷۵۸۴۴	۱۴۰۴۶	-۶۰۱۱۱	-۱۴۹۱۰۰	جمع ارزش سالانه
																	میلیون تومان	ارزش خالص فعلی NPV = ۳۳۹۰۳۲
																		نرخ بازگشت داخلی (IRR) = ۷۱/۳۶%
																		آنالیز حساسیت
																		اطلاعات مبنا
																		(افزایش یا کاهش)
																	۱	میزان تولید (تن)
																	۱	هزینه سرمایه گذاری (میلیون تومان)
																	۱	هزینه های جاری (میلیون تومان)
																	۱	قیمت فروش (میلیون تومان)

۲,۲ مبانی محاسبات اقتصادی برای تولید منیزیم از کارنالیت

بر اساس اطلاعات اخذ شده، با توجه به خوراک ۵۰۰۰۰ تن کارنالیت ۸۰٪ سالانه از شرکت پتاس می باشد و همچنین حداقل ظرفیت های طراحی رایج، می توان ظرفیت ۱۶۶ تن در روز و با احتساب ۳۰۰ روز کاری، ۵۰۰۰۰ تن کانسنگ ورودی در سال را برای احداث کارخانه مناسب در نظر گرفت. محاسبات اقتصادی بشرح زیر انجام شده است.

با توجه به اینکه در کارنالیت (دارای ۶.۳٪ منیزیم) بازیابی فلز منیزیم بالای ۹۰٪ بدست امد ولی در محاسبات اقتصادی میزان بازیابی ۸۰٪ در نظر گرفته شد، تولید منیزیم سالیانه معادل ۲۵۰۰ تن خواهد بود.

قیمت هر تن منیزیم ۹۹ درصد معادل ۴۰ میلیون تومان در نظر گرفته شده است که فروش ۲۵۰۰ تن کنسانتره حاصله بالغ بر ۱۰۰ میلیارد تومان می باشد.

مدت اجرای طرح ۱ سال می باشد که شامل انجام مطالعات، ایجاد زیرساخت های لازم، شبکه ارتباطی راه های معدن به کارخانه و احداث کارخانه فرآوری می باشد.

طول مدت بهره برداری ۱۵ سال در نظر گرفته شده است.

حداقل نرخ جذب کننده در محاسبات ۲۰ درصد در نظر گرفته شده است.

با توجه به عدم معافیت مالیاتی طرح های دولتی، میزان مالیات نیز از ابتدای سال اول بهره برداری

معادل ۲۰٪ از سود خالص سالیانه محاسبه شده است.

۲,۲,۱ تحلیل پارامترهای اقتصادی

در این بخش شاخص های مالی پروژه مورد بررسی قرار می گیرند.

شاخص های مالی شامل ارزش فعلی، بازده داخلی، دوران برگشت سرمایه و تحلیل نقطه سر به سر می

باشد

منافع خالص و هزینه های ناشی از اجرای پروژه به منظور تعیین ارزش فعلی خالص طرح تنزیل می

گردند. به بیان دیگر، ارزش کالا و خدمات تولیدی و ارزش منابع بکار گرفته شده و در پروژه در نرخ معادل

با هزینه فرصت سرمایه مورد نیاز جهت تامین مالی پروژه، تنزیل می گردند تا معیارهایی جهت ارزیابی مالی

طرح بدست آید. این معیارها شامل ارزش فعلی خالص طرح (NPV)، نرخ بازده داخلی (IRR)، دوره

بازگشت سرمایه عادی (بدون تنزیل) می باشد.

۲,۲,۱,۱ ارزش خالص فعلی طرح (NPV):

این نسبت ارزش فعلی طرح را در هر واحد سرمایه گذاری اندازه گیری می نماید.

در این طرح ارزش فعلی خالص در نرخ تنزیل ۲۰ درصد برای کارنالیته برابر با ۱۰۴ میلیارد تومان می

باشد. بالا بودن ارزش فعلی خالص طرح نشان می دهد که نرخ بازده حقیقی پروژه سرمایه گذاری بسیار

بیشتر از نرخ هزینه تامین مالی آن می باشد.

۲,۲,۱,۲ نرخ بازگشت سرمایه (IRR):

در رابطه با نرخ بازده داخلی (IRR) این نکته لازم به ذکر است که با توجه به نحوه محاسبه آن می

توان ادعا نمود که مقادیر مربوط به این معیار منحصر به فرد نمی باشد. همچنین پیش فرض موجود در

محاسبه IRR این است که تمامی نقدینگی های مازاد مجدداً در پروژه سرمایه گذاری می شوند. از اینرو به دلیل وجود نواقص فوق و مرتفع نمودن این مشکل نرخ تنزیل مورد بررسی قرار می گیرد.

نرخ بازگشت سرمایه برای بیشوفیت ۳۷.۷۱ درصد می باشد. بالاتر بودن این نرخ از نرخ تنزیل کل سرمایه گذاری (۲۰٪) نشان می دهد که سرمایه گذاری در پروژه معقول و سودآور می باشد.

۲,۲,۱,۳ دوره بازگشت سرمایه:

بررسی دوره بازگشت سرمایه گذاری نشان میدهد که دوره بازگشت عادی سرمایه ۴ سال از ابتدای زمان بهره برداری می باشد. این عدد بیانگر آن است که مدت لازم جهت بازگشت سرمایه گذاری اولیه کمتر از چهار سال بوده و در انتهای سال چهارم کل سرمایه گزاری طرح بازگشت خواهد شد. این موضوع از آن جهت اهمیت دارد که در این زمان، جریان نقدی خالص بدست آمده، کل سرمایه گذاری طرح را جبران می نماید.

۲,۲,۱,۴ نقطه سر به سر:

نتایج تحلیل نقطه سر به سر تولید بر اساس محاسبات ۴۷٪ ظرفیت برای کارنالیته می باشد. نقطه سر به سر نقطه ای از تولید و فروش نشان می دهد که در آن نقطه، سود و یا زیانی متوجه شرکت نمی شود. به عبارت دیگر این نقطه نشان دهنده آن است که در چه سطحی از تولید و یا فروش، بهای تمام شده کل و درآمد کل با یکدیگر برابری دارند. از آنجا که تنها سرمایه گذار طرح حاضر آورنده آن است، لذا تحلیل نقطه سر به سر در شرایط وجود یا عدم وجود هزینه های مالی یکسان بدست می آید. در ادامه به بررسی شاخص های مهم جهت تحلیل نقطه سر به سر می پردازیم.

۲,۲,۱,۵ تجزیه و تحلیل حساسیت

جهت انجام تجزیه و تحلیل حساسیت تغییر در سه پارامتر سرمایه گذاریهای ثابت ، هزینه های تولید و بر نامه فروش و تاثیرات آن بر مشخصات طرح به طور جداگانه مورد بررسی قرار خواهد گرفت. البته بدلیل اهمیت برخی از متغیرهای موجود در پارامترهای سه گانه، از بررسی تاثیرات متغیرهای کلی این پارامترهای خودداری شده و تنها متغیرهای مهم آن مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرند.

۲,۲,۱,۶ جدول گزارش نقدینگی و محاسبات سود و زیان

در جدول ۶-۲۲ گردش نقدینگی و محاسبات سود زیان طرح محاسبه شده است.

جدول ۲۲-۶: گزارش نقدینگی و محاسبات سود و زیان واحد کارنالت

سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	واحد	شرح	
۱۶	۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۰			
		۲۵۰۰	۲۵۰۰	۲۵۰۰	۲۵۰۰	۲۵۰۰	۲۵۰۰	۲۵۰۰	۲۵۰۰	۲۵۰۰	۲۵۰۰	۲۵۰۰	۲۵۰۰	۲۵۰۰	۲۵۰۰	۲۵۰۰	تن	میزان تولید منیزیم	
		۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	میلیون تومان	قیمت فروش هر تن منیزیم	
		۱۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	میلیون تومان	درآمد حاصل از فروش	
		۳۰۱۰۰	۳۰۱۰۰	۳۰۱۰۰	۳۰۱۰۰	۳۰۱۰۰	۳۰۱۰۰	۳۰۱۰۰	۳۰۱۰۰	۳۰۱۰۰	۳۰۱۰۰	۳۰۱۰۰	۳۰۱۰۰	۳۰۱۰۰	۳۰۱۰۰	۳۰۱۰۰	میلیون تومان	هزینه های جاری	
		۱۴۳۳۳	۱۴۳۳۳	۱۴۳۳۳	۱۴۳۳۳	۱۴۳۳۳	۱۴۳۳۳	۱۴۳۳۳	۱۴۳۳۳	۱۴۳۳۳	۱۴۳۳۳	۱۴۳۳۳	۱۴۳۳۳	۱۴۳۳۳	۱۴۳۳۳	۱۴۳۳۳	میلیون تومان	استهلاک داراییها	
		۵۵۵۶۷	۵۵۵۶۷	۵۵۵۶۷	۵۵۵۶۷	۵۵۵۶۷	۵۵۵۶۷	۵۵۵۶۷	۵۵۵۶۷	۵۵۵۶۷	۵۵۵۶۷	۵۵۵۶۷	۵۵۵۶۷	۵۵۵۶۷	۵۵۵۶۷	۵۵۵۶۷	میلیون تومان	درآمد مشمول مالیات	
		۱۱۱۱۳	۱۱۱۱۳	۱۱۱۱۳	۱۱۱۱۳	۱۱۱۱۳	۱۱۱۱۳	۱۱۱۱۳	۱۱۱۱۳	۱۱۱۱۳	۱۱۱۱۳	۱۱۱۱۳	۱۱۱۱۳	۱۱۱۱۳	۱۱۱۱۳	۱۱۱۱۳	میلیون تومان	مالیات (۴۰ درصد)	
		۴۴۴۵۳	۴۴۴۵۳	۴۴۴۵۳	۴۴۴۵۳	۴۴۴۵۳	۴۴۴۵۳	۴۴۴۵۳	۴۴۴۵۳	۴۴۴۵۳	۴۴۴۵۳	۴۴۴۵۳	۴۴۴۵۳	۴۴۴۵۳	۴۴۴۵۳	۴۴۴۵۳	میلیون تومان	سود(زیان) پس از کسر مالیات	
		۵۸۷۸۷	۵۸۷۸۷	۵۸۷۸۷	۵۸۷۸۷	۵۸۷۸۷	۵۸۷۸۷	۵۸۷۸۷	۵۸۷۸۷	۵۸۷۸۷	۵۸۷۸۷	۵۸۷۸۷	۵۸۷۸۷	۵۸۷۸۷	۵۸۷۸۷	۵۸۷۸۷	میلیون تومان	نقد رسیده	
						#####					۱۷۰۰					#####	میلیون تومان	نقد رفته	
		۵۸۷۸۷	۵۸۷۸۷	۵۸۷۸۷	۵۸۷۸۷	۵۸۷۸۷	۵۸۷۸۷	۵۸۷۸۷	۵۸۷۸۷	۵۸۷۸۷	۵۷۰۸۷	۵۸۷۸۷	۵۸۷۸۷	۵۸۷۸۷	۵۸۷۸۷	۵۸۷۸۷	میلیون تومان	گردش نقدینگی	
		-۰/۵	-۰/۶	-۰/۸	-۰/۹	-۰/۱۱	-۰/۱۳	-۰/۱۶	-۰/۱۹	-۰/۲۳	-۰/۲۸	-۰/۳۳	-۰/۴۰	-۰/۴۸	-۰/۵۸	-۰/۶۹	-۰/۸۳	۲۰	ضریب تنزیل
		۰	۳۸۱۶	۴۵۷۹	۵۴۹۴	۶۵۹۳	۷۹۱۲	-۱۰۹۶۸	۱۱۳۹۳	۱۳۶۷۲	۱۶۴۰۶	۱۹۶۸۷	۲۳۹۴۲	۲۸۳۵۰	۳۴۰۲۰	۴۰۸۲۴	۴۸۹۸۹	-۱۴۹۱۰۰	
		۱۰۴۶۰۹	۱۰۴۶۰۹	۱۰۰۷۹۳	۹۶۲۱۵	۹۰۷۲۰	۸۴۱۲۷	۷۶۲۱۵	۸۷۱۸۳	۷۵۷۹۰	۶۲۱۱۸	۴۵۷۱۲	۲۶۰۲۵	۳۰۸۳	-۲۵۲۶۷	-۵۹۲۸۷	-۱۰۰۱۱۱	-۱۴۹۱۰۰	جمع ارزش سالانه
																	میلیون تومان	ارزش خالص فعلی NPV = ۱۰۴۶۰۹	
																		۳۷/۷۱% = (IRR)	نرخ بازگشت داخلی
																			آنالیز حساسیت (افزایش یا کاهش)
																		اطلاعات مبنا (افزایش یا کاهش)	
																	۱	۲۵۰۰	میزان تولید (تن)
																	۱	۱۴۹,۱۰۰	هزینه سرمایه گذاری (میلیون تومان)
																	۱	۳۰,۱۰۰	هزینه های جاری (میلیون تومان)
																	۱	۴۰	قیمت فروش (میلیون تومان)

۴ نتیجه گیری

تقاضای جهانی برای فلز منیزیم به عنوان یک فلز سبک برای کاربرد در صنایع خودروسازی، هوافضا، نظامی، آلیاژسازی و ... رو به گسترش است به طوری که فلز منیزیم فلز آینده دنیا نامیده شده و در لیست مواد خام و فلزات استراتژیک کشورهای توسعه یافته از جمله اتحادیه اروپا قرار گرفته است.

دهیدراته کردن $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ در محیط گاز HCl در همان شرایط آزمایشی هوا انجام شد. محصول خشک شده در دمای $200^\circ C$ درجه سانتیگراد مخلوطی از کلرید منیزیم دی هیدرات و مونوهیدرات با همان نتیجه در هوا بود. هنگامی که دمای دهیدارسیون به بیش از $300^\circ C$ درجه سانتیگراد افزایش یافت، تشکیل کلرید منیزیم بی آب آغاز شد ولی پیک های MgO مشاهده نشد. $MgCl_2$ کاملاً متبلور تا $400^\circ C$ مشخص نشد. از نتایج، در نظر گرفته شد که کلرید منیزیم بی آب در دمای $300^\circ C$ درجه سانتیگراد تشکیل شده و در حدود $500^\circ C$ درجه سانتیگراد کاملاً متبلور می شود. این مشاهدات نشان داد که کلرید منیزیم بی آب مستقیماً با دهیدراته کردن $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ در محیط گاز HCl تولید شد. دهیدارسیون کارنالیت در دو مرحله انجام شد: در مرحله اول کارنالیت در حالت جامد تا دمای $205^\circ C - 230^\circ C$ گرم شد. مدت زمان انجام این فرآیند $1.5 - 2$ ساعت بود. در محدوده دما از 90 تا $140^\circ C$ درجه سانتیگراد آب هیدروسکوپی حذف شد و کارنالیت با توجه به واکنش به شکل کارنالیت دو ابه تبدیل شد. در محدوده دما از 150 تا $230^\circ C$ درجه سانتیگراد، کارنالیت دو ابه با توجه به واکنش تا حدی به کارنالیت دی هیدراته تبدیل شد. در مرحله دوم دهیدارسیون کارنالیت تا دمای $550^\circ C$ درجه سانتیگراد انجام شد. در این شرایط آب تقریباً به طور کامل از مذاب خارج شد و هیدروکسی کلرید منیزیم با تشکیل اکسید منیزیم جامد بر اساس واکنش تجزیه می شود. دهیدارته کردن کارنالیت به مصرف انرژی بالاتری نیاز دارد.

برای الکترولیت مورد استفاده در بیسوفیت تصمیم گرفته شد که ترکیب $MgCl_2 - NaCl$ با نسبت

۱:۱ استفاده شود که میزان حلالیت منیزیم 0.03% می باشد. پس تنها ماده ای که به عنوان الکترولیت

اضافه شد مقدار ۰.۵٪ کلرید سدیم بود. برای الکترولیت مورد استفاده در کارنالیت تصمیم گرفته شد که همان کارنالیت بدون هیچ افزودنی در کارنالیت مورد استفاده قرار گیرد. ترکیب $MgCl_2-KCl-NaCl$ با نسبت ۰.۴:۰.۳:۰.۳ میزان حلالیت منیزیم ۰.۰۴٪ می باشد. پس تنها ماده ای به عنوان الکترولیت در کارنالیت اضافه نشد

بر اساس اطلاعات اخذ شده، با توجه به خوراک ۴۰۰۰۰ تن بیشوفیت ۹۸٪ سالانه از شرکت پتاس می باشد و همچنین حداقل ظرفیت های طراحی رایج، می توان ظرفیت ۱۳۳ تن در روز و با احتساب ۳۰۰ روز کاری، ۴۰۰۰۰ تن کانسنگ ورودی در سال را برای احداث کارخانه مناسب در نظر گرفت. با توجه به اینکه بازیابی فلز منیزیم در الکترولیز بالای ۹۰٪ بدست آمد ولی در محاسبات اقتصادی میزان بازیابی ۸۰٪ در نظر گرفته شد، تولید منیزیم سالیانه معادل ۳۸۰۰ تن خواهد بود. قیمت هر تن منیزیم ۹۹ درصد معادل ۴۰ میلیون تومان در نظر گرفته شده است که فروش ۳۸۰۰ تن کنسانتره حاصله بالغ بر ۱۵۲ میلیارد تومان می باشد. بر اساس اطلاعات اخذ شده، با توجه به خوراک ۵۰۰۰۰ تن کارنالیت ۸۰٪ سالانه از شرکت پتاس می باشد و همچنین حداقل ظرفیت های طراحی رایج، می توان ظرفیت ۱۶۶ تن در روز و با احتساب ۳۰۰ روز کاری، ۵۰۰۰۰ تن کانسنگ ورودی در سال را برای احداث کارخانه مناسب در نظر گرفت. با توجه به اینکه در کارنالیت (دارای ۶.۳٪ منیزیم) بازیابی فلز منیزیم بالای ۹۰٪ بدست آمد ولی در محاسبات اقتصادی میزان بازیابی ۸۰٪ در نظر گرفته شد، تولید منیزیم سالیانه معادل ۲۵۰۰ تن خواهد بود. قیمت هر تن منیزیم ۹۹ درصد معادل ۴۰ میلیون تومان در نظر گرفته شده است که فروش ۲۵۰۰ تن کنسانتره حاصله بالغ بر ۱۰۰ میلیارد تومان می باشد. مدت اجرای طرح ۱ سال می باشد که شامل انجام مطالعات، ایجاد زیرساخت های لازم، شبکه ارتباطی راه های معدن به کارخانه و احداث کارخانه فرآوری می باشد.