

مطالعات امکان سنجی مقدماتی

تولید شمش منیزیم

مقدمه

منیزیم به عنوان یک فلز استراتژیک در اقتصاد جهانی نقش به سزایی دارد. چین به عنوان بزرگترین تولیدکننده و مصرفکننده منیزیم به عنوان بازار اصلی منیزیم برای اروپا می باشد. در سال ۱۹۹۳، میزان منیزیم تولیدی توسط چین، مقداری ناچیز بود که در حدود ۲۰ سال بعد، حدود ۹۰ درصد منیزیم تولیدی جهان را از آن خود کرد. تولید منیزیم، به مقادیر زیادی از انرژی نیاز دارد که به همین دلیل، تولید آن در بسیاری از کشورها متوقف شده است به گونه ای که دیگر در غرب اروپا، این عنصر به تولید نمی رسد. میزان تولید منیزیم در کشور چین به عنوان بزرگترین کشور تولیدکننده منیزیم در سال ۲۰۱۸ به مقدار ۹۳۰ هزار تن بوده است. تولید فلز منیزیم و استفاده از آن در ایران در مقایسه با سایر فلزات صنعتی سابقه کمتری داشته و کمتر توسعه یافته است. دلایل متعددی برای این عدم توسعه قابل ذکر است که از جمله این دلایل می توان به تقاضای بین المللی کمتر آن نسبت به آلومینیوم و عدم اطلاع صنعتگران و سرمایه گذاران کشور از مزایای نسبی تولید منیزیم در ایران اشاره نمود. از سوی دیگر صنایع پایین دستی منیزیم نیز مانند فرآیندهای تولید قطعات از طریق ریخته گری، اکستروژن و یا تولید پودر در کشور توسعه قابل قبولی نیافته است. یکی دیگر از این دلایل، عدم اطمینان از تأمین پیوسته مواد اولیه از خارج کشور و ترس از احتمال احتراق منیزیم و بروز حادثه می باشد. علی رغم وجود محدودیت ها، در به کارگیری آلیاژهای منیزیم در برخی کاربردهای صنعتی، مزایای استفاده از آن به قدری قابل توجه است که جامعه علمی و صنعتی در تلاشی گسترده برای رفع این محدودیت ها فعالیت می نمایند. خواص منحصر به فرد این فلز سبب شده است که در سال های اخیر توجه ویژه ای به تولید آن شود.

۱- معرفی محصول

منیزیم فلزی است به رنگ سفید یا نقره‌ای با نماد Mg، عدد اتمی ۱۲، وزن اتمی ۲۴/۳۰۵۰ و ساختار بلور آن شش گوش یا هگزاگونال متراکم است. نام منیزیم از واژه‌ی 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 محلول در آب دریاست. منیزیم در گروه دو (IIA) جدول تناوبی به عنوان فلز قلیایی خاکی قرار دارد. منیزیم به عنوان سبک‌ترین فلز صنعتی با ویژگی‌های منحصر به فرد متالورژیکی، کاربردهای وسیعی در صنایع مختلف یافته است. علی‌رغم وجود محدودیت‌های ذاتی در تولید و استفاده از منیزیم به دلیل این ویژگی‌ها روز به روز به کاربرد این فلز در صنایع مختلف افزوده می‌شود. منیزیم با چگالی ۱/۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب، سبک‌ترین فلز با قابلیت تولید قطعات صنعتی می‌باشد. همراه با چگالی پایین، آلیاژهای منیزیم استحکام قابل توجهی از خود نشان می‌دهند. این ویژگی سبب افزایش نسبت استحکام به وزن این فلز شده است. از ویژگی‌های دیگر آلیاژهای منیزیم می‌توان به قابلیت جذب ارتعاشات توسط این فلز اشاره کرد. این ویژگی سبب شده استفاده از آلیاژهای منیزیم برای مدیریت ارتعاشات مخصوصاً در صنعت خودرو بسیار مورد توجه قرار گیرد. علاوه بر قابلیت میرایی ارتعاشات، منیزیم سپری قوی در برابر امواج الکترومغناطیس نیز می‌باشد. دیواره‌ای ۱ میلی‌متری از منیزیم به راحتی می‌تواند امواجی با شدت‌های بالاتر از ۸۵ دسی‌بل را رصد کند. یکی دیگر از خصوصیات آلیاژهای منیزیم در مقایسه با آلومینیوم پایداری ابعادی در برابر تغییرات حرارتی می‌باشد. در منیزیم، پارامترهای مختلف خواص حرارتی مانند رسانایی پایین‌تر و گرمای ویژه بالاتر از آلومینیوم می‌باشد. منیزیم در مقایسه با آلومینیوم، سیالیت بالا در ریخته‌گری، نیاز به فشار کمتر در دایکست و عدم واکنش با فولاد در بوته و قالب می‌باشد. این فلز همراه با چگالی پایین، آلیاژهای منیزیم استحکام بسیار بالایی از خود نشان می‌دهند. این خاصیت مهم سبب بالا رفتن نسبت استحکام به وزن این فلز شده است. آلیاژهای منیزیم عموماً ترکیب منیزیم با فلزات دیگر مانند آلومینیوم، روی، منگنز، مس است. منیزیم، سبک‌ترین فلزات ساختاری است. آلیاژهای منیزیم یک ساختار شبکه شش ضلعی دارند که بر خواص بنیادی این آلیاژ تأثیر می‌گذارد.

تغییر شکل پلاستیک از شبکه شش ضلعی منیزیم، پیچیده‌تر از فلزات با شبکه مکعبی مانند آلومینیوم، مس و فولاد است؛ بنابراین، شمش منیزیم معمولاً به عنوان آلیاژهای ریخته‌گری استفاده می‌شود، اما تحقیقات بر روی آلیاژ منیزیم کار شده از سال ۲۰۰۳ گسترش پیدا کرد. آلیاژهای ریخته‌گری منیزیم برای بسیاری از قطعات اتومبیل‌های مدرن استفاده می‌شود. نسبت بالای استحکام به وزن باعث شده در بسیاری از صنایع مختلف صنایع هوایی و خودروسازی از شمش منیزیم استفاده شود. شمش منیزیم فلزی نقره‌ای مشابه آلومینیوم است و در بسیاری از صنایع مانند صنایع پزشکی، کشاورزی، خودروسازی و ... مورد استفاده قرار می‌گیرند. در فلزات ریزدانه و شمش، خلوص منیزیم از ۹۹/۱٪ تا ۹۹/۹۸٪ می‌باشد.

۲- کاربرد محصول

در سال‌های اخیر با توجه به ویژگی‌های خاص منیزیم که مهم‌ترین آن‌ها دانسیته پایین، نسبت وزن به استحکام بالاتر از آلومینیوم، قابلیت تشکیل ترکیبات بین فلزی و فعالیت شیمیایی بالا است، توجه خاصی به این ماده ارزشمند شده است. منیزیم فلزی به عنوان یک کالای واسطه‌ای در صنایع آلومینیوم و فولاد با عنوان عنصر آلیاژی، احیاکننده و یا عنصر گوگرد زدا و ... استفاده می‌شود. عمده مصرف منیزیم و آلیاژهای آن مربوط به صنایع تولید قطعات دایکست خودرو و صنعت آلیاژسازی آلومینیوم می‌باشد. صنایع هوافضا و خودروسازی از مهم‌ترین مصرف‌کنندگان آلیاژهای منیزیم، آلیاژهای آلومینیوم-منیزیم، فولادها و چدن‌های منیزیم دار هستند. از دیگر کاربردهای منیزیم می‌توان به ریخته‌گری آهن و گوگردزدایی از فولاد، تولید چدن داکتیل یا نشکن، سوخت جنگ‌افزارها، فرآوری اورانیوم خالص، احیاء تیتانیوم، آندهای

فداشونده‌ی سازه‌های فولادی، تصفیه فاضلاب‌ها و زدودن فلزات سنگین و سیلیکات‌ها در فرایند آمونیم‌زدائی اشاره کرد. مصرف شمش منیزیم در صنایع مختلف به شرح زیر می‌باشد:

۱- صنایع اتومبیل‌سازی: کاربرد در ساخت کلیه قطعات فلزی خودرو بابت سبک‌سازی، استحکام بالا، ماشین‌کاری آسان، شکل‌دهی راحت، ضربه‌پذیری و ...

۲- آلیاژسازی آلومینیوم: کاربرد در صنایع هواپیماسازی، قطارهای سریع‌السیر، قطعات حساس در صنعت اپتیک، دستگاه‌های رادیولوژی و ...

۳- سایر صنایع: کاربرد در صنایع الکترونیک، شامل تلویزیون، کامپیوتر، گوشی‌های موبایل، دوربین‌های فیلم‌برداری، تلسکوپ، ماکرو و مخابرات و ...

۴- فرآیند سولفور زدایی در تولید فولادها

۵- تولید تیتانیوم

۶- صنایع دفاعی، موشکی، هوافضا و ...

۷- صنایع ریخته‌گری

۸- در شکسته‌بندی و ارتوپدی، پیچ‌های دندان، مهره‌های ستون فقرات و ...

۹- حفاظت‌های کاتدیك جهت جلوگیری از خوردگی، کاربرد در مراکز صنعتی شامل پالایشگاه‌ها، پتروشیمی‌ها، اسکله‌ها، سکوهاى نفتی، مراکز اتمی و ...

۳- انواع شمش منیزیم موجود در بازار

شمش منیزیم در دو نوع ایرانی و چینی در بازار موجود می‌باشد. وزن هر شمش منیزیم چینی ۷ الی ۸ کیلوگرم و وزن هر شمش منیزیم ایرانی ۱۰ الی ۱۱ کیلوگرم می‌باشد. مشخصات هر یک از شمش‌های منیزیم چینی و ایرانی در جدول ذیل بیان شده است:

جدول آنالیز منیزیم چینی و ایرانی

آنالیز منیزیم ایرانی			آنالیز منیزیم چینی		
درصد وزنی	عنصر	ردیف	درصد وزنی	عنصر	ردیف
۹۹/۹۱	Mg	۱	۹۹/۹۷	Mg	۱
<۰/۰۰۱	Zr	۲	۰/۰۱۱۵	Al	۲
۰/۰۲۴	Zn	۳	۰/۰۰۲۳	Zn	۳
۰/۰۲۱	Fe	۴	۰/۰۱۵۵	Mn	۴
۰/۰۰۱۱	Ni	۵	۰/۰۰۱۴	Fe	۵
۰/۰۰	Al	۶	۰/۰۰۱۶	Cu	۶
<۰/۰۰۰۲	Cu	۷	۰/۰۱۲۱	Si	۷
<۰/۰۰۱	Mn	۸	۰/۰۰۰۵	Ni	۸
۰/۰۴۶	Si	۹	۰/۰۰۲۰	Ca	۹

۴- فرآیند تولید محصول

دو روش اصلی تولید منیزیم روش الکترولیز و روش سیلیکوترمی (احیای حرارتی با سیلیسیم) می‌باشد. فرآیند احیای حرارتی منیزیم از سنگ معدن دولومیت به دلیل امکان استفاده از انرژی نسبتاً پاک و ارزان قیمت گاز طبیعی، مورد توجه کشورهای بزرگ صنعتی از جمله چین قرار دارد به طوری که بیش از ۸۵٪ منیزیم جهان در کشور چین و به طور عمده به روش احیای سیلیکوترمی صورت می‌گیرد. منابع شورابه‌ای (Brine) و آب دریا از دیگر منابع تولید منیزیم هستند که با استفاده از این منابع منیزیم به روش الکترولیز نمک مذاب تولید می‌گردد. روش الکترولیز در مقایسه با روش حرارتی میزان الکتریسیته بیشتری مصرف می‌کند و قیمت تمام شده منیزیم تولیدی به روش الکترولیز بالاتر از روش حرارتی است. در حال حاضر تنها تعداد محدودی از کشورهای دنیا از روش الکترولیز برای تولید منیزیم بهره می‌برند و محصول تولیدی این واحدها عمدتاً در صنایع نظامی و دفاعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در روش الکترولیز دسترسی آسان به کلرید منیزیم و همچنین برق ارزان بسیار حائز اهمیت است. همان‌طور که از نام فرآیند و ماده اولیه آن مشخص است، در فرآیند الکترولیز کلرید منیزیم مقدار قابل توجهی گاز کلر در دمای بالا تولید می‌شود. وجود این دو پارامتر در کنار هم پیچیدگی کنترل فرآیند را چند برابر می‌نماید. علاوه بر این پیچیدگی‌ها، در این فرآیند، منیزیم و کلرید آن که در حالت مذاب کنار یکدیگر قرار می‌گیرند به راحتی با یکدیگر مخلوط شده و عملاً تفکیک صد در صد آن‌ها از یکدیگر با روش‌های متداول و ارزان قیمت امکان‌پذیر نمی‌باشد. از این رو معمولاً در شمش‌های تولید شده به روش الکترولیز مقداری ترکیبات کلریدی وجود دارد که مقاومت به خوردگی قطعات تولید شده با آن را به شدت کاهش می‌دهد. علیرغم کاهش فزاینده تعداد کارخانه‌هایی که با این روش به تولید منیزیم می‌پردازند، کماکان در برخی نقاط جهان که کلرید منیزیم و برق ارزان در اختیار است، این روش به حیات خود ادامه می‌دهد. همان‌طور که در ابتدا عنوان شد روش دیگر تولید منیزیم روش احیای حرارتی با سیلیسیم یا سیلیکوترمی است فرآیند سیلیکوترمی روشی ارزان تر نسبت به روش الکترولیز می‌باشد. در (جدول ۲) مواد خام مورد استفاده و همچنین پارامترهای مهم دیگر در دو روش الکترولیز و سیلیکوترمی آورده شده است. در سال ۲۰۱۸ میزان تولید منیزیم به روش الکترولیز حدود ۹۹ هزار تن در سال و به روش سیلیکوترمی ۸۲۰ هزار تن در سال بوده است و عامل اصلی توسعه روش سیلیکوترمی در دنیا، خلوص بالای منیزیم تولید شده به این روش (حدود ۹۹/۹۵٪ خلوص) همچنین فراوانی منابع دولومیت می‌باشد.

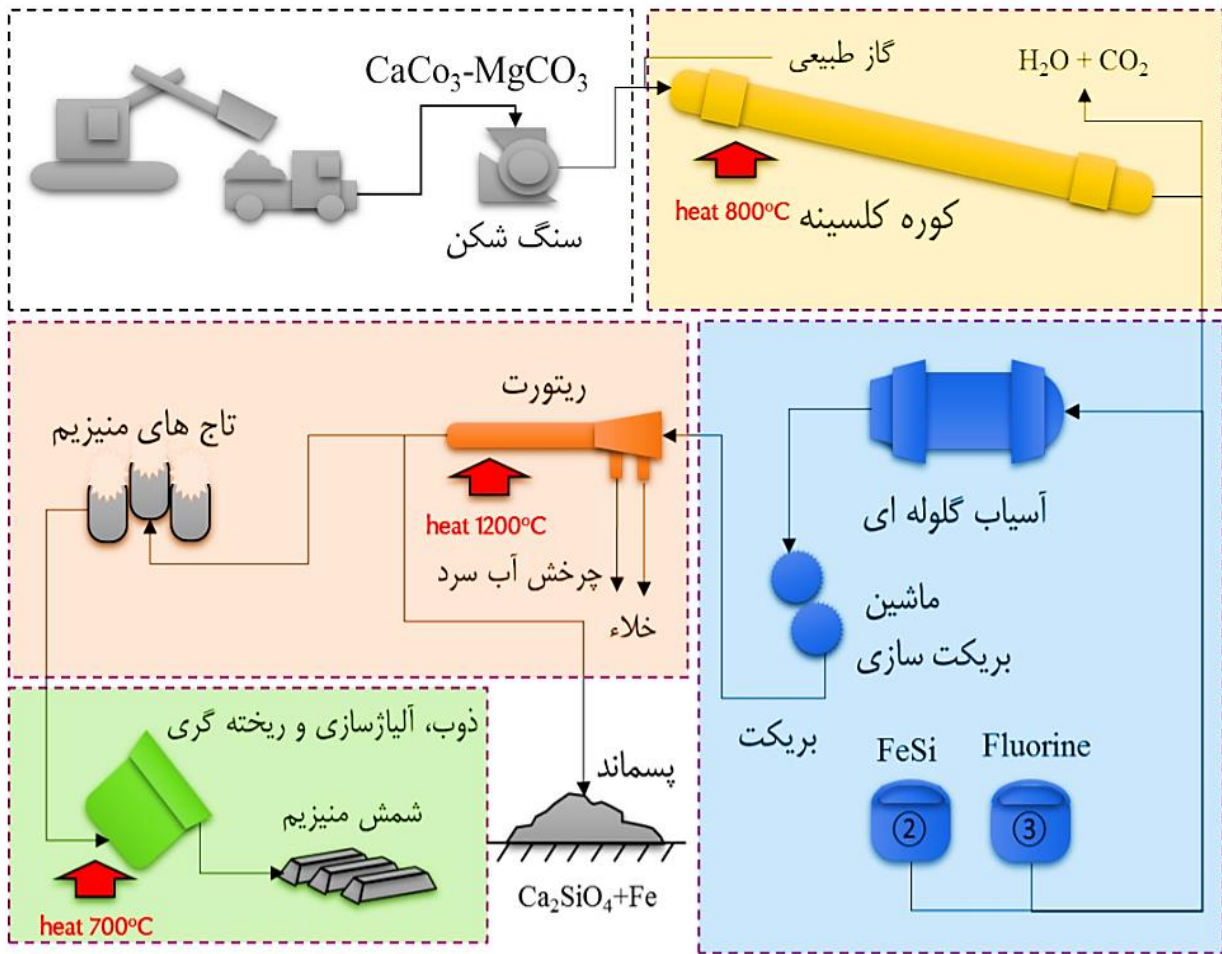
مقایسه دو روش الکترولیز و سیلیکوترمی

سیلیکوترمی	الکترولیز	روش تولید
دولومیت- مگنیزیت	مگنیزیت- دولومیت- آب دریا- بیسوفیت	مواد خام
گاز- ذغال سنگ	برق- گاز- نفت	نوع انرژی
۴۵-۸۰	۱۸-۲۸	میزان مصرف انرژی (mwh/tonnes of mg)
≤۲۰۰۰	۱۰۰۰۰-۱۸۰۰۰	میزان سرمایه گذاری (us\$/tonnes of mg)
۳۴ تُن	۱۷ تُن	میزان تولید گاز گلخانه‌ای (گاز CO ₂) در هر تُن تولید منیزیم
۵X	X	نیروی انسانی مورد نیاز

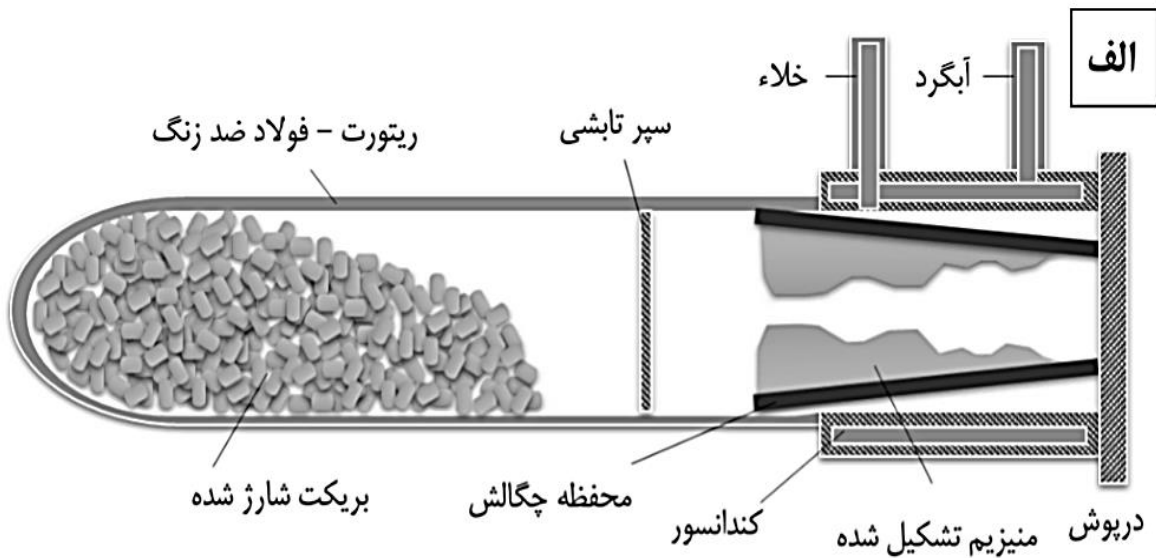
دولومیت یکی از کانی‌های رایج سازنده سنگ‌های رسوبی با ساختار شیمیایی متشکل از کربنات کلسیم و منیزیم می‌باشد که در سیستم رومبوندریک متبلور شده و در سه جهت رخ کامل دارند. اکثر دولومیت‌ها به رنگ‌های خاکستری مایل به کرم و سفید مایل به خاکستری یافت می‌شوند، اما برخی دیگر به رنگ‌هایی مانند سفید، زرد، سبز و سیاه نیز دیده می‌شوند. وزن مخصوص این ماده معدنی حدود ۲/۶ کیلوگرم بر سانتی متر مکعب بوده و دارای جلای شیشه‌ای یا مرواریدی است. دولومیت دارای کاربردهای زیادی است و همچنین بدون جایگزین می‌باشد؛

بنابراین این محصول یک کالای استراتژیک به حساب می آید. عناصر تشکیل دهنده دولومیت عمدتاً اکسید منیزیم و آهک می باشد اما ممکن است عناصر دیگری همچون اکسیدهای آهن، سدیم و پتاسیم نیز در ساختمان آن های یافت می شود.

کد آیسیک تولید فلز منیزیم از دولومیت ۲۶۹۹۱۴۶۱ و شماره تعرفه آن ۲۵۱۹۱۰۰۰ می باشد. کشور چین و ایالات متحده از عمده تولید کنندگان و مصرف کنندگان طرح حاضر می باشند. در روش سیلیکوترمی بر خلاف روش الکترولیز که برای استحصال کلرید منیزیم از آب دریا و یا شورابه ها استفاده می شد، از کانی دولومیت با ترکیب $MgCO_3 \cdot CaCO_3$ (کربنات دوگانه منیزیم و کلسیم) استفاده می شود. در این روش پس از استخراج سنگ معدن دولومیت و خردایش اولیه، دولومیت در داخل کوره های دوار و در دمای بالا کلسینه می شود. در این فرآیند CO_2 از ترکیب کریستالی خارج می شود و دولومیت کلسینه شده ($CaO \cdot mMgO$) حاصل می گردد. دولومیت کلسینه شده پودر سفید و نرمی است که به همراه فروسیلیسم (منبع تامین کننده سیلیسیم به عنوان ماده احیا کننده) و سایر افزودنیهای (با غلظت خیلی کم) به نسبت تقریباً ۲۰٪ فروسیلیسم و ۸۰٪ دولومیت وارد آسیاب گلوله ای می شود. در آسیاب گلوله ای خردایش انجام شده و پودر نرم حاصل با عبور از میان غلتک های مخصوص به بریکت تبدیل می شود. بریکتهای حاوی گرد فشرده شده دولومیت کلسینه شده و فروسیلیسم به منظور احیا به داخل کوره های مخصوص شارژ می شوند. این کوره ها شامل استوانه های فولادی به طول سه متر و قطر ۳۰ تا ۴۰ می باشند. این استوانه ها به صورت افقی (در برخی فناوری ها به صورت عمودی) داخل اتاقک کوره مشعل دار قرار گرفته و دمای آنها تا حدود ۱۲۰۰ درجه سانتیگراد بالا می رود. در اصطلاح صنعتی این استوانه ها ریتورت نامیده می شوند. پس از شارژ بریکت ها، درپوش ریتورت بسته می شود و شرایط خلاء در داخل استوانه ایجاد می گردد. بدین ترتیب واکنش احیای منیزیم در اثر ایجاد خلاء و در دمای بالا صورت می پذیرد. با پیشروی واکنش احیا، اکسیژن و کلسیم موجود در ترکیب $CaO \cdot mMgO$ با SiO_2 موجود در فروسیلیسم واکنش داده و تشکیل Ca_2SiO_4 می دهند. همراه با تشکیل این ترکیب گاز منیزیم نیز متصاعد می شود و با سرعت به سمت انتهای سرد ریتورت (محفظه چگالش متصل به کندانسور) حرکت و در آنجا به فاز جامد تبدیل می شود. با چگالش منیزیم، این فلز از تعادل با واکنش دهنده های داخل ریتورت خارج شده و واکنش به سمت پیشروی بیشتر هدایت می شود. کریستال های منجمد شده منیزیم با خلوص ۹۹/۸ درصد در مرحله بعد ذوب، پالایش و نهایتاً به شکل شمش منیزیم ریخته گری می شوند.



شکل ۱- شماتیک فرآیند احیا حرارتی (سیلیکوترمی) منیزیم.



شکل ۲- تصویر شماتیک از سطح مقطع طولی ریتورت احیا منیزیم

۵- ماشین آلات مورد نیاز تولید شمش منیزیم از دولومیت

۵-۱- واحد آماده سازی دولومیت

۵-۲- واحد آماده سازی فرو سیلیس

۵-۳- واحد آماده سازی فلوریت

۵-۴- واحد اختلاط مواد جهت ذوب

۵-۵- کوره القایی

۵-۶- فرآیند حرارتی پیگون

۵-۷- فرآیند ریتورت فولادی تحت

۵-۸- شرایط خلاء

۵-۹- واحد تفکیک مواد خروجی

۵-۱۰- ریخته گری شمش منیزیم

۶- تولید منیزیم در ایران

تولید منیزیم اولین بار در ایران در سال ۱۳۸۳ به صورت محدود توسط سازمان انرژی اتمی جهت مصرف در فرآیند استحصال زیرکونیوم صورت گرفت. بدین ترتیب در کارخانه ZPP اصفهان در طی فرآیند کرول از منیزیم به منظور تولید زیرکونیوم استفاده می شود؛ بنابراین منیزیم به عنوان محصول نهایی تولید نمی گردد بلکه طی سیکل بسته ای کلرید منیزیم به روش الکترولیز به منیزیم تبدیل می شود. تولید صنعتی منیزیم تاکنون توسط گروه های مختلف مطرح شده که تنها دو مورد از آنها توانسته اند به مرحله تولید برسد و دو طرح دیگر کماکان در مراحل اولیه و در حد مطالعات مقدماتی باقی مانده اند. از مجموع ۱۷ جواز تأسیس صادره از سوی وزارت صنعت، معدن و تجارت (جدول ۳)، طرح شمش منیزیم شمش فلز رویال فرودس در خراسان جنوبی با ظرفیت ۶۰۰۰ تن در سال و طرح شمش منیزیم رهاورد منیزیم پاریسیان در قم با ظرفیت ۳۰۰۰ تن به بهره برداری رسیده اند.

مجازهای صادر شده جهت تولید منیزیم در ایران مطابق اطلاعات منتشر شده وزارت صمت

ردیف	نام واحد تولیدی	استان	شهر	رشته فعالیت	ظرفیت (تن)
۱	کشت و صنعت زرین دشت اصفهان	اصفهان	اصفهان	ساخت سایر محصولات کانی غیر فلزی طبقه بندی نشده در جای دیگر	۵۰۰۰
۲	آذر سپید سپاهان	اصفهان	شهرضا	ساخت سایر محصولات کانی غیر فلزی طبقه بندی نشده در جای دیگر	۱۰۰۰۰
۳	آگاهان راه میهن	کرمانشاه	اسلام آباد غرب	ساخت فلزات اساسی قیمتی و فلزات غیر آهنی	۱۲۰۰۰
۴	تیوا تجارت ماهان	چهارمحال و بختیاری	بروجن	ساخت سایر محصولات کانی غیر فلزی طبقه بندی نشده در جای دیگر	۶۰۰۰
۵	شمش منیزیم میناکاوان پاژ	خراسان رضوی	زاوه	ساخت سایر محصولات کانی غیر فلزی طبقه بندی نشده در جای دیگر	۲۴۰۰۰
۶	فروسلیسیم و منیزیم آتین	خراسان رضوی	گناباد	ساخت آهن و فولاد اساسی	۱۲۰۰۰
۷	بین المللی منیزیم لامرد	فارس	لامرد	ساخت آهن و فولاد اساسی	۱۲۰۰۰
۸	مسعود خجسته	لرستان	ازنا	ساخت فلزات اساسی قیمتی و فلزات غیر آهنی	۶۰۰۰۰
۹	صنایع فرو آلیاژ ایران	لرستان	ازنا	ساخت فلزات اساسی قیمتی و فلزات غیر آهنی	۱۲۰۰۰
۱۰	فروآلیاژ لوتوس آدلی	همدان	ملایر	ساخت فلزات اساسی قیمتی و فلزات غیر آهنی	۶۰۰۰
۱۱	غلامرضا رسولی	همدان	کبودر آهنگ	ساخت آهن و فولاد اساسی	۲۴۰۰۰
۱۲	فروسلیسیم غرب پارس	همدان	ملایر	ساخت فلزات اساسی قیمتی و فلزات غیر آهنی	۱۲۰۰۰
۱۳	رزن کامپوزیت	همدان	رزن	ساخت فلزات اساسی قیمتی و فلزات غیر آهنی	۶۰۰۰
۱۴	حبیب قیاسی	همدان	نهادند	مواد شیمیایی اساسی به جز انواع کود و ترکیبات ازت	۱۲۰۰۰
۱۵	آراد لیان فراور آریا	خراسان شمالی	گرمره	ساخت فلزات اساسی قیمتی و فلزات غیر آهنی	۶۰۰۰
۱۶	مهندسی رهاورد منیزیم پاریسیان	قم	قم	ساخت فلزات اساسی قیمتی و فلزات غیر آهنی	۳۰۰۰
۱۷	شمش فلز رویال	خراسان جنوبی	فردوس	ساخت فلزات اساسی قیمتی و فلزات غیر آهنی	۶۰۰۰

۷- مزیت‌های نسبی ایران در تولید منیزیم

مقایسه شرایط تولید منیزیم در ایران با سایر کشورهای دنیا و تولید سایر فلزات از جنبه‌های مختلفی توجیه‌پذیر است و در مقایسه با سایر فرآیندهای تولید فلزات اقتصادی‌تر می‌باشد. از جمله مزیت‌های اصلی تولید منیزیم در ایران می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- ۱- فراوانی سنگ‌های دولومیتی مناسب برای تولید منیزیم
- ۲- دسترسی آسان به انرژی گاز طبیعی
- ۳- فرآیند دوستدار محیط‌زیست از لحاظ تولید آلودگی و مصرف آب
- ۴- نیاز فرآیند تولید منیزیم به نیروی کار ارزان و در نتیجه ایجاد اشتغال
- ۵- حجم سرمایه‌گذاری به مراتب پایین‌تر در مقایسه با تولید سایر فلزات
- ۶- قابلیت تفکیک کارخانه به اجزا منفک با سرمایه‌گذاری پایین‌تر

کدهای تعریف‌شده برای واردات منیزیم به کشور

کد تعرفه	شرح	حقوق ورودی
۸۱۰۴۱۱۰۰	منیزیم بصورت کار نشده، با خلوص حداقل ۹۹/۸ درصد (منیزیم خالص)	٪۱۰
۸۱۰۴۱۹۰۰	منیزیم بصورت کار نشده، با خلوص کمتر از ۹۹/۸ درصد (منیزیم آلیاژی)	٪۱۰
۸۱۰۴۳۰۰۰	براده، تراشه و دانه‌های کوچک، گرانول درجه‌بندی شده برحسب اندازه، پودر از منیزیم	٪۴
۸۱۰۴۲۰۰۰	قراضه و ضایعات از منیزیم	٪۴
۸۱۰۴۹۰۰۰	مصنوعات از منیزیم، که در جای دیگر گفته نشده است (قطعات ساخته شده منیزیمی).	٪۴

۸- ملاحظات اقتصادی

صنعت فرآوری مواد معدنی، موجب خلق ارزش افزوده در بخش معدن شده و تاثیر مثبتی در بهبود توان اقتصادی و رقابت‌پذیری استان دارد. جذب سرمایه‌گذاری‌ها در بخش بهره‌برداری و فرآوری مواد معدنی، در توسعه و رونق اقتصادی تاثیرات مثبتی دارد. تصحیح ماشین‌آلات و تجهیزات اکتشاف و استخراج معادن منجر به افزایش ظرفیت‌های استخراجی می‌گردد و از سویی دیگر، زمینه استقرار و گسترش واحدهای فرآوری محصولات معدنی را نیز فراهم می‌نماید. استان کرمانشاه بعد از دوران دفاع مقدس و شرایط نامناسب آن زمان و بالا بودن ریسک کشف معدن نتوانست در زمینه توسعه معادن اقدام چندانی انجام دهد اما بعد از جنگ با توجه به رویکرد حمایتی دولت به مناطق محروم در ارائه تسهیلات و رعایت ایمنی در معادن، تمهیدات مناسبی در نظر گرفته شده است. با سیاست‌های جدید سازمان صنایع و معادن و رویکرد دولت به معدن به عنوان یک فعالیت سودآور و خارج کردن فعالیت‌ها از حالت سنتی، استان توانست ذخائر معدنی را با کمترین ضرر استخراج کند. از سال ۱۳۸۲ به این طرف همه فعالیت‌های معدنی زیر نظر سازمان نظام مهندسی معدن انجام می‌شود و طرح‌های معدنی که از طریق اشخاص حقیقی بدون مجوز انجام شود غیرقانونی محسوب شده و با آنان برخورد قانونی می‌شود. استان کرمانشاه به لحاظ ذخایر مواد معدنی یکی از غنی‌ترین استان‌های کشور است. اما علیرغم برخورداری از چنین ظرفیتی، عدم تناسب میان صنایع بهره‌برداری و فرآوری مواد معدنی با ظرفیت‌های موجود، مانع قابل توجهی در عملکرد بخش معدن ایجاد کرده است. در حال حاضر تناسب شایسته‌ای بین حجم سرمایه‌گذاری و میزان

ذخایر معدنی چه در سطح کشور و چه در سطح استان وجود ندارد و بخش معادن به دلیل سطح پایین فناوری با رشد منفی کیفیت تولید و بهره-وری سرمایه مواجه است. مهمترین پتانسیل های معدنی استان عبارت اند از:

۱- وجود معادن قیر طبیعی در استان (حدود ۷۵٪ ذخایر کشور در استان کرمانشاه)

۲- وجود معادن با کیفیت مصالح ساختمانی از جمله سنگ های تزئینی (مرمریت- دولومیت، سنگ گچ، سنگ لاشه، آهک و مارن و...)

۳- وجود معادن فلزی و غیرفلزی از جمله معادن منیزیم بالای ۲۰٪ از سنگ های دولومیتی منگنز، سنگ آهن، سیلیس و فلدسپات، خاک صنعتی

پراکندگی مواد معدنی استان کرمانشاه

منطقه	نوع معدن
گیلان غرب - سومار	ذخائر غنی قیر طبیعی
پراکندگی در سطح استان (مهم ترین آن ها در منطقه فرامان)	ذخائر سنگ تزئینی
منطقه شاینگان شهرستان روانسر	ذخائر سیلیس رسوبی
رادبولاریتهای هرسین	ذخائر منگنز
قصر شیرین - گیلان غرب	ذخائر عظیم سنگ گچ
شهرستان اسلام آباد	ذخائر عظیم دولومیت
دو مورد در منطقه خسروآباد سنقر	پتانسیل و اندیس های سنگ آهن
یک اندیس در منطقه هفت آشیان سنقر	پتانسیل های مس
منطقه کرگسار صحنه	ذخائر خاک های صنعتی
منطقه سنقر	پتانسیل پوزولان
دولومیت های اسلام آباد	ذخائر منیزیم
پراکندگی در استان (به ویژه کرمانشاه، اسلام آباد، گیلان غرب، هرسین)	ذخائر عظیم سنگ آهک

ساختار کلی زمین شناسی و نوع ذخایر معدنی کشف شده نشان دهنده آن است که استان کرمانشاه از نظر از نظر برخی مواد معدنی غیرفلزی نظیر سنگ گچ، سنگ آهک، سنگ لاشه، سنگ مرمریت، دولومیت، قیر طبیعی و شن و ماسه از امکانات بالقوه مناسبی برخوردار است. ذخائر عظیم دولومیت واقع در شهرستان اسلام آباد غرب و همچنین ذخائر منیزیم واقع در این شهرستان، پتانسیل ویژه ای جهت توسعه صنعت فرآوری مواد معدنی و تولید شمش منیزیم را دارا می باشد.

۹- صنایع پایین دستی منیزیم در ایران

مصرف منیزیم و کاربردهای آن در صنعت به دودسته کلی تقسیم بندی می شوند، کاربردهای متالورژیکی و کاربردهای سازه ای. در کاربردهای متالورژیکی منیزیم در طول فرآیند تولید و طی واکنش های فیزیکی یا شیمیایی مصرف می شود. این در حالی است که در کاربردهای سازه ای قطعه ای از جنس منیزیم و یا آلیاژهای آن جهت تحمل نیروهای مکانیکی ساخته می شود. در ادامه انواع کاربردهای منیزیم در صنایع ایران به تفکیک کاربردهای متالورژیکی و سازه ای مورد بررسی قرار خواهد گرفت. مطابق آمار، میزان تولید منیزیم در دنیا حدود یک میلیون تن می باشد که حدود ۶۰ درصد این میزان مصرف متالورژیکی و ۴۰ درصد آن مصرف سازه ای دارد. البته این نسبت در حال تغییر است و همزمان با افزایش تحقیقات و بررسی های متعددی که به منظور رفع مشکلات تکنولوژیکی استفاده از منیزیم صورت گرفته است، میزان مصرف سازه ای منیزیم در دنیا در حال افزایش می باشد و بیشترین میزان مصرف سازه ای منیزیم در صنعت خودروسازی و به منظور ساخت قطعات سبک تر می باشد.

۱۰- برآورد سرمایه ثابت طرح

به آن دسته از سرمایه گذاری‌ها مانند احداث ساختمان‌ها، تاسیسات، تجهیزات، ماشین‌آلات و ... اطلاق می‌شود که برای راه‌اندازی و اجرایی نمودن طرح مورد نیاز هستند. قیمت و هزینه‌های خریداری و تهیه آن‌ها در این بخش برآورد می‌گردد.

۱۰-۱- زمین و معدن

محل اجرای این طرح در زمینی به مساحت ۱۵۰۰ مترمربع با هزینه ۲۴۰۰ میلیون ریال پیش‌بینی گردیده است.

عنوان	میزان (مترمربع)	قیمت واحد (هزار ریال)	جمع کل (میلیون ریال)
زمین و معدن	۳۰۰۰۰	۱۲۰۰	۳۶۰۰۰

۱۰-۲- محوطه سازی

ردیف	شرح کار	واحد	مقدار	قیمت واحد (هزار ریال)	جمع (میلیون ریال)
۱	خاکریزی و تسطیح	متر مکعب	۴۰۰	۵۸۰	۲۳۲
۲	فضای سبز و روشنایی محوطه	متر مربع	۵۰۰	۷۶۰	۳۸۰
۳	حصارکشی	مترمربع	۲۰۰۰	۱۸۱۵	۳۶۳۰
۴	پارکینگ، خیابان و پیاده‌رو سازی	متر مربع	۴۰۰	۲۱۰۰	۸۴۰
۵	درب ورودی	باب	۱	۲۵۰۰۰۰	۲۵۰
	جمع کل				۵۳۳۲

۱۰-۳- ساختمان

ردیف	اجزاء	مساحت (متر مربع)	هزینه واحد (هزار ریال)	هزینه کل (میلیون ریال)
۱	سوله سالن تولید شماره ۱	۲۵۰۰	۲۲۲۰۰	۵۵۵۰۰
۲	سوله سالن تولید شماره ۲	۸۰۰	۲۲۲۰۰	۱۷۷۶۰
۳	سوله سالن تولید شماره ۳	۸۰۰	۲۲۲۰۰	۱۷۷۶۰
۴	انبار مواد اولیه	۲۰۰۰	۲۰۰۰۰	۴۰۰۰۰
۵	انبار محصول	۱۲۰۰	۲۰۰۰۰	۲۴۰۰۰
۶	اداری و رفاهی	۲۵۰	۲۸۵۰۰	۷۱۲۵
۷	سوئیت نگهبانی	۵۰	۲۸۵۰۰	۱۴۲۵
	جمع		--	۱۶۳۵۷۰

۱۰-۴- ماشین آلات و تجهیزات

ردیف	عنوان	شرح	تعداد	هزینه هر واحد (میلیون ریال)	جمع کل (میلیون ریال)
۱	واحد آماده سازی اولیه مواد	واحد آماده سازی دولومیت	۱	۱۴۸۰۰۰۰	۱۴۸۰۰۰۰
		واحد آماده سازی فروسیلیس	۱		
		واحد آماده سازی فلوریت	۱		
		واحد اختلاط مواد جهت ذوب	۱		
۲	واحد ذوب	کوره القایی	۱	۱۵۷۰۰۰۰	۱۵۷۰۰۰۰
		فرآیند حرارتی پیگون	۱		
		فرآیند ریتورت فولادی تحت شرایط خلاء	۱		
۳	واحد تولید شمش	واحد تفکیک مواد خروجی	۱	۳۶۲۰۰۰	۳۶۲۰۰۰
		ریخته گری شمش منیزیم	۱		
۴	تجهیزات کارگاه تعمیرات و نگهداری	-	۱	۳۴۰	۳۴۰
۵	جرتقیل دروازه ای	-	۱	۸۹۰	۸۹۰
۶	جرتقیل متحرک	-	۱	۲۸۰	۲۸۰
		جمع			۳۴۱۳۵۱۰

۱۰-۵- تأسیسات مورد نیاز

ردیف	اقلام	شرح	هزینه کل (میلیون ریال)
۱	برق رسانی	انشعاب برق ۵ مگاواتی و هزینه خرید تابلو و سایر تجهیزات مربوطه و کابل کشی	۲۴۰۰۰
۲	سیستم گرمایش	سیستم گرمایش ساختمان های جانبی و تولیدی	۲۰۰۰
۴	سیستم سرمایش	سیستم سرمایش ساختمان های جانبی و تولیدی	۲۷۰۰
۵	اگزوز فن تهویه هوا	تهویه هوا ساختمان تولیدی	۲۷۰۰
۶	فن تهویه و نصب و راه اندازی	تهویه هوا ساختمان جانبی	۴۸۰
۷	اجرای F.B	ساختمان های جانبی و تولیدی	۶۵
۸	شبکه توزیع هوای فشرده	توزیع هوای فشرده ساختمان تولیدی	۱۵۰۰
۹	خرید و نصب خط تلفن	-	۶۰
۱۰	حق انشعاب آب و لوله کشی	-	۳۵۰۰
۱۱	خرید و نصب تجهیزات تصفیه و سختی گیری آب	-	۶۰۰
۱۲	سیستم اطفاء حریق	شامل سیستم مرکزی و کپسول آتش نشانی و لباس های ضد حریق و ...	۱۵۰۰
۱۳	هزینه قطعات یدکی معادل ۵ درصد هزینه ماشین آلات	-	۱۷۰۶۷۵
		جمع	۲۰۹۷۸۰

۱۰-۶- وسایل نقلیه

ردیف	شرح	تعداد	هزینه هر واحد (میلیون ریال)	جمع کل (میلیون ریال)
۱	بلدوزر	۲	۵۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰
۲	لودر	۵	۴۵۰۰۰	۲۲۵۰۰۰
۳	کمپرسی	۲	۲۳۰۰۰	۴۶۰۰۰
۴	ماشین آتش نشانی	۱	۲۵۰۰۰	۲۵۰۰۰
۵	آمبولانس	۱	۶۰۰۰	۶۰۰۰
۶	وانت	۴	۱۵۰۰	۶۰۰۰
		جمع		۴۰۸۰۰۰

۱۰-۷- تجهیزات اداری

ردیف	شرح	تعداد	هزینه هر واحد (میلیون ریال)	جمع کل (میلیون ریال)
۱	رایانه	۲۰	۱۲۰	۲۴۰۰
۲	دستگاه چاپگر	۱۰	۶۰	۶۰۰
۳	گوشی تلفن	۲۰	۱۲	۲۴۰
۴	دستگاه فاکس	۱۰	۳۵	۳۵۰
۵	دستگاه کپی	۱	۱۰۰	۱۰۰
۶	دستگاه کارت ساعت زنی	۱	۲۰	۲۰
۷	وسایل آبدارخانه (سری کامل)	۱	۱۰۰	۱۰۰
	جمع			۳۸۱۰

۱۰-۸- هزینه‌های قبل از بهره‌برداری

ردیف	شرح	هزینه کل (میلیون ریال)
۱	هزینه‌های ثبت شرکت پروژه	۱۰۰
۲	هزینه‌های تهیه طرح و مشاوره	۴۴۲
۳	هزینه اخذ مجوزها	۳۳۴
	جمع کل	۸۷۶

۱۱- سرمایه در گردش

سرمایه در گردش در واقع به آن مقدار نقدینگی و سرمایه مورد نیاز بابت هزینه مواد اولیه، کالاهای ساخته شده برای حداقل یک دوره تولید، یا آن مقدار از هزینه‌ها که مستقیماً در تولید نقش دارند اطلاق می‌شود. در طرح‌های خدماتی در یک دوره مشخص مقدار سرمایه و نقدینگی مورد نیاز برای تامین هزینه‌هایی از قبیل هزینه‌های آب و برق، پرسنل و در نظر گرفته می‌شوند.

۱۱-۱- مواد اولیه

هزینه بکارگیری مواد اولیه

ردیف	شرح	واحد	هزینه خرید (هزار ریال)	مقدار مصرف سالیانه	هزینه سالیانه (میلیون ریال)
۱	سنگ دولومیت	تُن	۱۰۰۰	۲۵۵۰۰	۲۵۵۰۰
۳	فروسیلیس	تُن	۲۰۰۰۰	۲۲۰۰	۴۴۰۰۰
۴	فلوریت	تُن	۳۵۰۰	۴۰۰	۱۴۰۰
جمع کل					۷۰۹۰۰

۱۱-۲- حقوق و دستمزد

ردیف	عنوان شغلی	مدرک تحصیلی	تعداد نیروی انسانی	تعداد شیفت	حقوق ماهیانه (میلیون ریال)	حقوق سالیانه (میلیون ریال)
۱	مدیر عامل	کارشناسی ارشد	۱	۱	۶۰	۷۲۰
۲	مدیر تولید	کارشناسی ارشد	۱۴	۱	۵۰	۸۴۰۰
۳	مدیر امور مالی و اداری	کارشناسی ارشد	۴	۱	۵۰	۲۴۰۰
۴	کارمند اداری، مالی و بازرگانی	کارشناسی	۱۰	۱	۴۵	۵۴۰۰
۵	منشی و مسئول دفتر مدیرعامل	کارشناسی	۲	۱	۴۰	۹۶۰
۶	آبدارچی و نظافت‌چی	سیکل	۴	۱	۳۰	۱۴۴۰
۷	نگهبان	دیپلم	۱۲	۱	۳۵	۵۰۴۰
۸	تکنسین برق، مکانیک و پنوماتیک	کاردانی	۹	۱	۳۸	۴۱۰۴
۹	انباردار	کاردانی	۶	۱	۳۸	۲۷۳۶
۱۰	کارگر ماهر	دیپلم	۲۴	۱	۳۵	۱۰۰۸۰
۱۱	کارگر ساده	سیکل	۴۵	۱	۳۰	۱۶۲۰۰
حق بیمه (۲۳٪)					۱۳۲۲۰	
جمع					۷۰۷۰۰	

۱۱-۳- هزینه آب، برق، سوخت و ارتباطات

میزان هزینه آب، برق، سوخت و ارتباطات در جدول زیر برآورد شده است.

ردیف	شرح	واحد	مصرف سالیانه	بهای واحد(ریال)	هزینه کل(میلیون ریال)
۱	برق	کیلو وات ساعت	۱۴۶۰۰۰۰۰	۱۷۸۶	۲۶۰۷۶
۲	آب	مترمکعب	۱۸۶۱۵۰	۴۳۹۶	۸۱۸
۳	گاز	مترمکعب	۴۵۰۰۰۰۰	۲۱۹۸	۹۸۹۱
	مجموع				۳۷۷۸۵

۱۱-۴- هزینه استهلاک، تعمیرات و نگهداری

ردیف	شرح	استهلاک		تعمیرات و نگهداری	
		درصد	مبلغ (میلیون ریال)	درصد	مبلغ (میلیون ریال)
۱	ساختمان و محوطه سازی	۵	۸۴۴۵	۲	۳۳۷۸
۲	ماشین آلات و تجهیزات	۵	۱۷۰۶۷۶	۵	۱۷۰۶۷۶
۳	تاسیسات	۱۰	۲۰۹۷۸	۵	۱۰۴۸۹
۴	تجهیزات اداری	۱۰	۳۸۱	۱۰	۳۸۱
۵	وسایل نقلیه	۲۰	۸۱۶۰۰	۱۰	۴۰۸۰۰
۶	هزینه های قبل از بهره برداری	۲۰	۱۷۵	۰	۰
۷	وسایل دفتری	۱۰	۰	۰	۰
۸	پیش بینی نشده	۱۰	۲۱۲۰۰	۱۰	۲۱۲۰۰
	جمع	-	۳۰۳۴۵۵	-	۲۴۶۹۲۴

۱۱-۵- سرمایه در گردش مورد نیاز طرح (دوره دو ماهه)

شرح	مبلغ (میلیون ریال)
مواد اولیه	۱۱۸۱۷
حقوق و دستمزد	۱۱۷۸۳
تعمیرات و نگهداری	۴۱۱۵۴
سوخت و انرژی	۶۲۹۸
جمع کل	۷۱۰۵۲

۱۲- هزینه سرمایه گذاری طرح

ردیف	شرح	انجام شده	مورد نیاز (میلیون ریال)	جمع کل (میلیون ریال)
۱	زمین	-	۳۶۰۰۰	۳۶۰۰۰
۲	محوطه سازی	-	۵۳۳۲	۵۳۳۲
۳	بناهای ساختمانی	-	۱۶۳۵۷۰	۱۶۳۵۷۰
۴	ماشین آلات و تجهیزات	-	۳۴۱۳۵۱۰	۳۴۱۳۵۱۰
۵	تاسیسات و انشعابات	-	۲۰۹۷۸۰	۲۰۹۷۸۰
۶	وسایل نقلیه	-	۴۰۸۰۰۰	۴۰۸۰۰۰
۷	تجهیزات اداری	-	۳۸۱۰	۳۸۱۰
۸	سرمایه گذاری پیش بینی نشده	-	۲۱۲۰۰۰	۲۱۲۰۰۰
۹	جمع سرمایه گذاری ثابت	-	۴۴۵۲۰۰۲	۴۴۵۲۰۰۲
۱۰	هزینه های قبل از بهره برداری	-	۸۷۶	۸۷۶
۱۱	جمع کل سرمایه گذاری ثابت	-	۴۴۵۲۸۷۸	۴۴۵۲۸۷۸
۱۲	سرمایه در گردش	-	۷۱۰۵۲	۷۱۰۵۲
	جمع			۴۵۲۳۹۳۰

۱۳- جمع هزینه‌های جاری

شرح	مبلغ (میلیون ریال)
مواد اولیه و بسته بندی	۷۰۹۰۰
حقوق و دستمزد	۷۰۷۰۰
هزینه نگهداری و تعمیرات	۲۴۶۹۲۴
سوخت و انرژی	۳۷۷۸۵
پیش بینی نشده (۵ درصد اقلام بالا)	۲۱۳۱۵
هزینه استهلاک	۳۰۳۴۵۵
هزینه اداری و فروش (۱ درصد از فروش)	۲۸۳۵۰
هزینه تسهیلات مالی (۹ درصد مقدار وام سرمایه ثابت)	۳۲۴۰۰۰
هزینه بیمه (دو در هزار سرمایه ثابت)	۸۹۰۵
جمع	۱۱۱۲۳۳۴

۱۴- هزینه ثابت و متغیر

ردیف	شرح	هزینه‌های ثابت		هزینه‌های متغیر	
		درصد	هزینه	درصد	هزینه
۱	مواد اولیه و بسته بندی	۰	۰	۱۰۰	۷۰۹۰۰
۲	حقوق و دستمزد	۶۵	۴۵۹۵۵	۳۵	۲۴۷۴۵
۳	هزینه نگهداری و تعمیرات	۲۰	۴۹۳۸۵	۸۰	۱۹۷۵۳۹
۴	سوخت و انرژی	۲۰	۷۵۵۷	۸۰	۳۰۲۲۸
۵	پیش بینی نشده	۱۵	۳۱۹۷	۸۵	۱۸۱۱۸
۶	هزینه استهلاک	۱۰۰	۳۰۳۴۵۵	۰	۰
۷	هزینه اداری و فروش	۰	۰	۱۰۰	۲۸۳۵۰
۸	هزینه تسهیلات مالی	۱۰۰	۳۲۴۰۰۰	۰	۰
۹	هزینه بیمه	۱۰۰	۸۹۰۵	۰	۰
	جمع کل	-	۷۴۲۴۵۴	-	۳۶۹۸۸۰

۱۵- درآمد حاصل از اجرای طرح

ردیف	شرح	میزان تولید در سال (تن)	ارزش واحد (هزار ریال)	ارزش کل (میلیون ریال)
۱	شمش منیزیم	۲۸۰۰	۱۰۱۲۵۰۰	۲۸۳۵۰۰۰
جمع کل				۲۸۳۵۰۰۰

۱۶- جدول پیش‌بینی صورت سود و زیان

ارقام به میلیون ریال

میلیون (ریال)	سال اول (٪۸۰)	سال دوم (٪۸۵)	سال سوم (٪۹۰)	سال چهارم (٪۹۵)	سال پنجم (٪۱۰۰)
درآمد	۲۲۶۸۰۰۰	۲۴۰۹۷۵۰	۲۵۵۱۵۰۰	۲۶۹۳۲۵۰	۲۸۳۵۰۰۰
کسر می‌شود					
جمع هزینه‌های تولید	۶۰۰۷۲۳	۶۳۸۲۶۸	۶۷۵۸۱۴	۷۱۳۳۵۹	۷۵۰۹۰۴
سود ناویژه					
	۱۶۶۷۲۷۷	۱۷۷۱۴۸۲	۱۸۷۵۶۸۶	۱۹۷۹۸۹۱	۲۰۸۴۰۹۶
کسر می‌شود					
هزینه‌های عملیاتی (اداری، فروش و بیمه)	۳۱۵۸۵	۳۳۰۰۲	۳۴۴۲۰	۳۵۸۳۷	۳۷۲۵۵
هزینه‌های غیر عملیاتی (مالی و استهلاک قبل از بهره‌برداری)	۳۲۴۱۷۵	۳۲۴۱۷۵	۳۲۴۱۷۵	۳۲۴۱۷۵	۳۲۴۱۷۵
سود ویژه					
	۱۳۱۱۵۱۷	۱۴۱۴۳۰۵	۱۵۱۷۰۹۱	۱۶۱۹۸۷۹	۱۷۲۲۶۶۶

* هزینه‌های تولید شامل هزینه مواد اولیه، هزینه حقوق و دستمزد، هزینه تعمیرات و نگهداری، هزینه سوخت و انرژی، هزینه پیش‌بینی نشده و هزینه استهلاک می‌باشد.

بر اساس محاسبات انجام شده نرخ بازدهی داخلی طرح (IRR) برای ۱۰ سال عمر مفید ۳۳ درصد خواهد بود که براساس این نرخ بازدهی دوره بازگشت طرح تقریباً ۳ سال و ۱ ماه پیش‌بینی می‌گردد. همچنین ارزش خالص فعلی (NPV) این طرح با نرخ تنزیل ۱۸ درصد ۲۵۲۸۶۳۱ میلیون ریال می‌باشد.

۱۷- شاخص‌های اقتصادی طرح

۱۷-۱- درصد فروش در نقطه سر به سر

$$\text{درصد فروش در نقطه سر به سر} = \frac{\text{جمع هزینه‌های ثابت}}{\text{جمع هزینه‌های متغیر} - \text{فروش کل}} \times 100 = \frac{742454}{2835000 - 369880} \times 100 = 30\%$$

۱۷-۲- ارزش افزوده

$$\text{ارزش افزوده ناخالص} = 2479391 = (\text{تعمیرات و نگهداری} + \text{انرژی} + \text{مواد اولیه}) - \text{درآمد کل}$$

$$\text{ارزش افزوده خالص} = 2175936 = (\text{استهلاک} + \text{استهلاک قبل از بهره‌برداری}) - \text{ارزش افزوده ناخالص}$$

$$\text{نسبت ارزش افزوده ناخالص به درآمد} = \frac{\text{ارزش افزوده ناخالص}}{\text{درآمد کل}} = \frac{2479391}{2835000} = 87\%$$

$$\text{نسبت ارزش افزوده خالص به درآمد} = \frac{\text{ارزش افزوده خالص}}{\text{درآمد کل}} = \frac{2175936}{2835000} = 77\%$$

$$\text{نسبت ارزش افزوده خالص به کل سرمایه‌گذاری} = \frac{\text{ارزش افزوده خالص}}{\text{سرمایه‌گذاری کل}} = \frac{2175936}{4523930} = 48\%$$

۱۷-۳- سرمایه ثابت سرانه

$$\text{سرمایه ثابت سرانه} = \frac{\text{سرمایه ثابت}}{\text{تعداد پرسنل}} = \frac{4452878}{131} = 33991$$

۱۷-۴- کل سرمایه‌گذاری سرانه

$$\text{کل سرمایه‌گذاری سرانه} = \frac{\text{کل سرمایه‌گذاری}}{\text{تعداد پرسنل}} = \frac{4523930}{131} = 34533$$

۱۷-۵- دوره بازگشت سرمایه

$$\text{دوره بازگشت سرمایه} = \frac{1}{\text{IRR}} = \frac{1}{0,33} = 3 \text{ سال و } 1 \text{ ماه}$$