

بسمه تعالی

طرح مطالعات امکان سنجی ریخته گری قطعات خود رو با تکنولوژی بالا

کارفرما: شرکت شهرک های صنعتی استان زنجان

مشاور: شرکت فنی و مهندسی فن آوران نوین زنجان

تابستان ۸۹

فهرست مطالب

صفحه	عنوان	صفحه	عنوان
۶۰	فصل سوم) بررسی فنی و تکنولوژیکی	۲	مقدمه و خلاصه طرح
۶۰	تشریح تکنولوژی تولید	۷	فصل اول (معرفی و شناخت محصول
۸۵	معرفی ماشین آلات ، تجهیزات و ابزار آلات	۷	تاریخچه محصول
۸۶	برآورد مواد اولیه و منبع تهیه هر کدام از آنها	۱۸	تعریف محصول
۸۸	برآورد تاسیسات مورد نیاز	۱۹	دلایل انتخاب محصول (صنعت) مورد نظر
۸۹	طراحی کارخانه ، تخمین فضاهای مورد نیاز	۲۰	کاربردهای محصول
۹۰	برآورد لوازم و تجهیزات اداری	۲۱	مشخصات فنی محصول
۹۱	برآورد نیروی انسانی و ساختار سازمانی	۳۸	فصل دوم) مطالعه بازار
۹۴	فصل چهارم) مکان بایی طرح	۴۲	میزان عرضه (تولید داخلی ، واردات)
۹۸	فصل پنجم) برنامه زمانبندی اجرای پروژه	۵۱	بررسی میزان تقاضا(مصرف داخلی و صادرات)
۱۰۰	فصل ششم) تجزیه و تحلیل مالی طرح	۵۵	تحلیل توازن عرضه و تقاضا
۱۰۹	فصل هفتم) جمع بندی و نتیجه گیری	۵۶	تعیین ظرفیت کارخانه
--	منابع و مراجع	۵۷	قیمت گذاری در صنعت قطعه سازی

در پایان طرح و جهت ارائه اطلاعات تکمیلی به سرمایه گذاران و علاقمندان محترم ، علاوه بر ارائه لیست منابع و مراجع مورد استفاده ، مطالب زیر تحت عنوان ضمائم ارائه شده است .

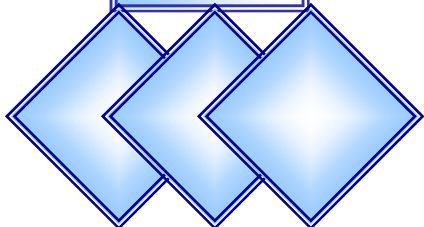
پیوست : چشم انداز صنعت خودرو در افق ۱۴۰۴

پیوست : بررسی علل ایجاد عیوب سطحی و شکست در قطعات ریخته گری خودرو



طرح مطالعات امکان سنجی ریخته گری قطعات خودرو با تکنولوژی بلا

مقدمه و خلاصه طرح



به منظور توسعه سرمایه گذاریهای جدید در گروه های زیر ساخت ، صنایع و خدمات که پیامد درک نیازها و تمایلات انسان در جامعه است ، سیستم مطالعات سرمایه گذاری میتواند برای تخصیص صحیح منابع به منظور تحقق چنین نیازهایی ضروری و ثمر بخش باشد. لذا در مراحل اولیه مطالعات سرمایه گذاری ، هر گاه آثار مثبتی از دور نمای روش طرح مشاهده گردد ، انگیزه های لازم برای سرمایه گذاری و برنامه ریزی اجرایی طرح ایجاد می گردد . مطالعات و تحلیل های سرمایه گذاری نقش غیر قابل انکار در موفقیت یا شکست نهایی طرح دارد . اگر مبنای مطالعات سرمایه گذاری بر تحلیل ها و استدلال علمی و منطقی استوار نباشد ، بی شک طرح مورد بررسی نتایج اقتصادی ، فنی و مالی مطلوب نخواهد داشت .

از مراحل شناسایی ایده و امکانات سرمایه گذاری تا بهره برداری موفق و کارآمد ، گستره و طیف وسیعی از مطالعات در راستای سرمایه گذاری وجود دارد به طوریکه طرح مورد نظر بایستی از عهده آزمایشات مطالعات امکان سنجی اقتصادی ، فنی و مالی در شرایط نهادی ، اجتماعی ، سیاسی و فرهنگی برآید . لذا اولویتهای انواع مطالعات سرمایه گذاری از مرحله شناسایی ایده و امکانات تا مرحله بهره برداری به شرح زیر می باشد :

✓ مطالعات فرصت (*OPPRUNTNY STUDY*)

✓ مطالعات پیش مهندسی (*PRE-FEASIBILITY STUDY*)

✓ مطالعات امکان سنجی (*FEASIBILITY STUDY*)

✓ طرح تجاری (*BUSINESS PLAN*)

✓ فاز ساخت (*CONSTRUCTION PHASE*)

✓ فاز بهره برداری (*PRODUCTION PHASE*)

بررسی امکان سنجی دقیق هر طرح از ابعاد اقتصادی (*MARKET STUDY*) ، فنی (*TECHNIC STUDY*) و مالی (*FINANCI STUDY*) صورت می گیرد. چنین بررسی و مطالعه ای برای ایجاد یا توسعه هر واحد صنعتی ، خدماتی کشاورزی و معدنی مورد نیاز می باشد. به طوریکه بر این اساس دورنمای آتی طرح توسط مطالعات امکان سنجی بررسی می گردد. معمولا تامین کنندگان منابع مالی مانند بانکها و موسسات مالی و پولی، شرکت های سرمایه گذاری، سهامداران و شرکا بر اساس نتایج و شاخص های حاصل از این مطالعات ، منابع مالی را به طرح های در دست اجرا

تخصیص می دهند. به طوریکه پس از تأیید گزارشات امکان سنجی تهیه شده ، قراردادهای مشارکت مدنی و غیره منعقد گردیده و سپس فاز ساخت پروژه شروع می گردد .

در گزارش حاضر و بر اساس طرح ارجاعی از سوی شرکت شهرک های صنعتی استان زنجان ، مطالعات امکان سنجی تولید قطعات خودرو به روش ریخته گری با تکنولوژی بالا ، مورد بررسی ، تجزیه و تحلیل واقع می گردد . با توجه به عنوان طرح و جهت ارائه اطلاعات کامل به سرمایه گذاران محترم ، در این گزارش مطالعاتی ، علاوه بر آشنایی اجمالی با کلیات صنعت خودرو و صنعت قطعه سازی ، مطالب تخصصی در زمینه صنعت ریخته گری قطعات و به ویژه معرفی روشهای مدرن و تکنولوژی های نوین ، مبتنی بر استفاده از سیستم های کامپیوتری در ریخته گری ، روش SLC ، ریخته گری به روش فوم های فدا شونده ارائه خواهد شد .

قبل از پرداختن به موضوعیت اصلی طرح حاضر ، عنایت ویژه سرمایه گذاران به نکات کلیدی زیر حائز اهمیت است .
الف) اصولاً توجیه پذیری هر پروژه اجرایی ، تابع زمان می باشد . بدین معنی که پروژه دارای توجیه در شرایط حاضر الزاماً در سال های آتی توجیه پذیر نخواهد بود و بایستی ، مطالعات مربوطه مجدداً مورد بازنگری قرار گیرد چرا که شرایط اقتصادی ، تکنولوژیکی ، اجتماعی ، فرهنگی و سیاسی حاکم در بستری از شرایط رقابتی قرار داشته و لذا عوامل موثر بر طرح ها تحت تاثیر و احیاناً تغییرات جدی قرار می گیرند .

ب) توجیه پذیری طرح ها ، دارای یک مفهوم نسبی است به طوریکه این مفهوم در کنار پارامتر مهم دیگری تحت عنوان میزان توانمندی و اهلیت مدیریتی سرمایه گذار به مفهوم عام کلمه کامل می گردد . در این راستا بایستی سرمایه گذاران محترم به عواملی همچون نحوه تامین منابع مالی در زمان مناسب ، انتخاب مدیران و کارشناسان مجرب و کار آزموده در هسته مدیریتی و اجرایی پروژه و به ویژه پیش بینی مناسب بازارهای هدف و مکانیزم دستیابی به آن توجه خاصی داشته باشند .

در این بخش و قبل از ارائه جزئیات طرح ابتدا برخی از تشکل های مرتبط با صنعت قطعه سازی خودرو معرفی گردیده و در ادامه خلاصه اطلاعات طرح در قالب جدولی ارائه شده است .

برخی از تشکل های فعال در حوزه قطعه سازی صنعت خودرو

مشخصات تماس	نام تشکل
۰۲۱-۸۸۸۲۷۲۰۲ ۰۲۱-۸۸۸۲۴۹۲۷	انجمن ریخته گری ایران (انجمن علمی)
۰۲۱-۸۸۸۳۱۷۱۳ ۰۲۱-۸۸۸۲۰۶۲۴	انجمن صنفی کارخانجات صنعت ریخته گری ایران
۰۲۱-۸۸۳۲۸۴۱۷	بانک اطلاعات صنعت متالورژی ایران
۰۲۱-۸۸۷۹۳۹۷۰	انجمن خودرو سازان ایران
۰۲۱-۸۸۸۹۵۳۲۱-۳	انجمن سازندگان قطعات و مجموعه های خودرو
www.apmec.ir	شورای عالی تولید کنندگان قطعات خودرو
www.ghatehsazan.com	شبکه اطلاع رسانی قطعه سازان ایران
www.Iapma.ir	انجمن سازندگان قطعات و مجموعه های خودرو

جدول خلاصه طرح

عنوان	شرح
نوع صنعت	قطعه سازی / بالا دست صنعت خودرو
نام محصولات	انواع قطعات ریخته‌گری آلومینیومی مانند پوسته سر سیلندر، پوسته کلاچ، پوسته اویل پمپ، پوسته جعبه دنده، پوسته جعبه فرمان، پوسته سبک
ظرفیت سالیانه	۶۰۰ تن
کاربردهای متداول محصول	موتناژ انواع خودرو
نام مواد اولیه اصلی و محل تامین آن	قراضه آلومینیومی: ۴۸۰ تن، شمش آلومینیوم: ۱۴۴ تن / قابل تامین از داخل کشور
مدت زمان مورد نیاز برای فاز ساخت	دو سال
محل پیشنهادی برای اجرای طرح	با پیش فرض اجرا در استان زنجان: شهرک‌های صنعتی زنجان یا ابهر
مساحت زمین (متر مربع)	۳۰۰۰
مساحت زیربنای کارخانه	فضای تولید: ۱۰۰۰ متر مربع
	انبارها: ۵۰۰ متر مربع
	اداری و رفاهی: ۲۵۰ متر مربع
محل تامین ماشین‌آلات	قابل تهیه از داخل کشور
ارزش تقریبی ماشین‌آلات	۱۰۷۳۰ میلیون ریال
ارزش تقریبی تاسیسات زیربنایی و جانبی	۲۱۴۲ میلیون ریال
دیماند برق (کیلووات)	۵۰۰ کیلووات
مصرف سالیانه حامل‌های انرژی	برق (کیلووات ساعت): ۱۸۰۰۰۰۰
	آب (مترمکعب): ۳۰۰۰
	گاز (مترمکعب): ۸۲۵۰۰۰
سرمایه ثابت	ارزی: --
	ریالی: ۱۹۵۹۸ میلیون ریال

مجموع: ۱۹۵۹۸ میلیون ریال	
ارزی: --	
ریالی: ۶۳۷۶ میلیون ریال	سرمایه در گردش
مجموع: ۶۳۷۶ میلیون ریال	
۲۹ نفر	تعداد پرسنل در فاز بهره‌برداری
بیش از ۲۰۰ نفر	پیش‌بینی اشتغال زایی غیر مستقیم
سه سال	دوره برگشت عادی سرمایه (سال)
پنج سال	دوره برگشت دینامیک سرمایه (سال)
۳۲/۶٪	درصد فروش در نقطه سر به سر
این طرح با لحاظ نمودن چشم‌انداز توسعه صنعت خودرو و صرفاً با رویکرد صادراتی دارای توجیه اقتصادی می‌باشد.	رویکرد اقتصادی
کشور: بیش از ۳۰ هزار تن / استان: ۳۰۰ تن	میزان نیاز سالیانه

طرح مطالعات امکان سنجی ریخته گری قطعات خودرو با تکنولوژی بالا

فصل اول: معرفی و شناخت محصول

معرفی و شناخت محصول

۱-۱ تشریح تاریخچه محصول

تاریخچه خودرو در جهان

شاید بتوان اولین ایده مکتوب در مورد وسیله نقلیه ای را که بدون نیروی انسان یا حیوانات قادر به حرکت باشد، در ایلید اثر هومر یافت. در قسمتی از رمان، هفاستوس (خدای آتش و فلزکاری) یک سه چرخه متحرک می سازد و از آن برای جابجایی استفاده می کند. اما در عالم واقع این وسیله برای اولین بار در کشور انگلستان ساخته شد. این وسیله نقلیه به کمک نیروی بخار کار می کرد. این وسیله دارای یک موتور بزرگ بخار بود که برای تولید توان به مقادیر زیادی آب و ذغال سنگ نیاز داشت و جهت استفاده از آن به چند خدمه نیاز بود. موتور احتراقی در سال ۱۸۶۰ میلادی به وسیله یک بلژیکی به نام اتین لونوار اختراع شد. پس از آن روند تکامل صنعت خودروسازی تداوم یافت و در بین سال های ۱۸۶۰ تا ۱۹۷۰ میلادی در اروپا اختراعات مختلفی بوسیله چند تن از مهندسان انجام گرفت. نخستین خودرو با موتور درون سوز، یک موتور کوچک بود که بر روی یک گاری کوچک نصب شد. این خودرو را زیگفرد مارکوس در سال ۱۸۷۴ میلادی در شهر وین ساخت. موتور این وسیله نقلیه، موتور بخاری یا موتور برونسوز نام گرفت. اما به تدریج موتورهای برونسوز تبدیل به موتورهای درونسوز گردیدند. در موتورهای درونسوز، مخلوط هوا و گاز در داخل سیلندر به وسیله جرقه محترق می گردد. اولین نمونه موتور احتراق داخلی را یک مهندس آلمانی به نام نیکلاس اتو ساخت. موتورهای امروزی درحقیقت نمونه تکامل یافته این موتور محسوب می شوند. اما معمولاً اختراع خودرو به گات لیب دایملر، یا کارل بنز نسبت داده می شود. این دو نفر در یک زمان و به صورت جداگانه برای ساخت یک خودرو کامل تلاش می نمودند. دایملر در ابتدا عضو تیم نیکلاس اتو بود ولی بعداً به طور جداگانه به همراه ویلهلم مای باخ موتور سبک با سرعت بالا (دور موتور ۹۰۰ rpm) را ساخت. همچنین اولین سیستم جرقه زنی الکتریکی را بنز طراحی نمود. درعین حال، برخی به اشتباه، هنری فورد را به عنوان مخترع خودرو می دانند. این اشتباه به این خاطر رخ می دهد که هنری فورد، در واقع، ایده تولید اتومبیل ارزان قیمت را تحقق بخشید و استفاده از خودرو را در مقیاس گسترده و توسط مردم عادی امکان پذیر نمود. هنری فورد در سال ۱۸۹۱ یک موتور کوچک گازوئیلی طراحی کرد. سه سال بعد، یک ماشین گازوئیلی ساخت که به نام کالسکه بدون اسب شناخته می شود. ۵ سال بعد، هنری فورد طراحی ماشین های موسوم به مدل A و مدل

T را آغاز کرد. او سرانجام توانست خط تولید و مونتاژ این اتومبیل‌ها را توسعه دهد تا تولید ماشین‌ها سریع‌تر و اقتصادی‌تر شود. مدل T اتومبیلی بود که در همه جای اروپا به راحتی استفاده می‌شد و موتورش آنقدر قوی بود که در زمین‌های ناهموار به راحتی حرکت می‌کرد. این اتومبیل به سادگی تعمیر می‌شد و حتی یک کشاورز با کمی دقت می‌توانست قطعات معیوب آن را عوض کند. قیمت این اتومبیل در آن زمان، ۸۵۰ دلار بود. این قیمت اگرچه نسبت به درآمد مردمان عادی، قیمت بالایی محسوب می‌شد، ولی نسبت به اتومبیل‌های زمان خودش بسیار ارزان بود.

چندی از مقاطع بسیار مهم و تحولات اساسی در تاریخچه خودرو

سال	تحولات مهم
سال ۱۸۷۶ میلادی	ساخت موتور چهارزمانه توسط اتو و لانگن
سال ۱۸۸۳ میلادی	ساخت موتور کاربراتوردار با دور زیاد توسط دایملر
سال ۱۸۸۴ میلادی	ساخت اولین موتور سیکلت با قدرت ۲/۱ اسب بخار توسط دایلمر
سال ۱۸۸۶ میلادی	ساخت اتومبیل سه چرخه با دستگاه اشتعال برقی توسط بنز و دایلمر
سال ۱۸۹۳ میلادی	ساخت کاربراتور انژکتوری توسط مایباخ
سال ۱۸۹۷ میلادی	ساخت موتور دیزل توسط ردولف دیزل
سال ۱۹۰۰ میلادی	طراحی ساختمان کلی اتومبیل به نحوی که امروزه هم رایج است
سال ۱۹۲۴ میلادی	ساخت یک خودرو با استفاده از موتور دیزل توسط کارخانه بنز
سال ۱۹۵۷ میلادی	ساخت موتور وانکل

تاریخچه صنعت خودرو در ایران

صنعت خودروی ایران با قدمتی در حدود ۴۵ سال، همچون کشورمان، شاهد فراز و نشیبهای فراوانی بوده است. اما در مجموع، امروزه به عنوان بخش مهمی از کل صنعت و اقتصاد ملی کشور محسوب می‌شود بنحوی که جامعه از آن، انتظارات فراوانی دارد. صنعت خودروسازی هم‌اکنون در وضعیت خاصی به سر می‌برد و استراتژی این صنعت، نیاز به بازنگری جدی و اساسی دارد. خودرو سازی از اجزاء مهم و لاینفک تجارت و صنعت جهانی است. صنعت خودرو به دلیل ارتباط با بیش از ۶۰ صنعت دیگر، مشهور به لوکوموتیو صنایع می‌باشد. در ساخت خودرو، مجموعه‌ای از

تکنولوژی رشته های مختلف صنعتی (فلزی، پلاستیک، شیمیایی، پارچه، عایق، شیشه، الکترومکانیک، برق، الکترونیک، متالورژی و...) طراحی، مدیریت و اقتصاد بکار رفته است. این صنعت یکی از شاخصهای توسعه یافتگی است. برای بررسی وضعیت استراتژی صنعت خودرو ایران، دوره زمانی سال های ۱۳۴۱ تا ۱۳۸۷ را به چهار دوره تقسیم می کنیم:

دوره زمانی	شرح
سال های ۱۳۴۶ تا ۱۳۵۷ (تولد یک صنعت)	صنعت خودرو ایران فعالیت خود را برای نخستین بار در سال ۱۳۴۱ با احداث کارخانجات مونتاژ با هدف رسیدن به تولید انبوه آغاز نمود. فعالیت خودروسازان تحت لیسانس شرکتهای معتبر خارجی نظیر جنرال موتورز آمریکا و تالبوت انگلیس انجام می شد. استراتژی در این سالها بر مبنای تامین و ایجاد زیرساختهای لازم برای رسیدن به یک صنعت مونتاژ به منظور رقابت با واردات رو به گسترش خودرو از خارج کشور و همچنین تامین تقاضای داخلی، استوار بود.
سال های ۱۳۵۸ تا ۱۳۶۹ (تلاش برای بقا)	این دوران مقارن با انقلاب شکوهمند اسلامی و در ادامه آن جنگ تحمیلی می باشد و به طور طبیعی کشور در این دوران با انواع بحرانهای مدیریتی و اقتصادی روبرو بوده است. لذا می توان گفت که استراتژی صنعت خودرو در این دوره زمانی دوره تنها حفظ و بقاء صنعت خودرو و سپس کمک به جبهه های جنگ بوده است.
سال های ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۴ (دوران رشد و بلوغ صنعت)	مشخصه این سالها پایان جنگ و اجرای برنامه اول توسعه می باشد. توسعه روابط خارجی، جذب سرمایه گذاری خارجی، اقدامات زیاد برای ورود تکنولوژی و انجام زیر ساخت های کلان ملی از دیگر مشخصه های این دوران می باشد. میتوان این سالها را سالهایی طاقت فرسا ولی مفید و اثرگذار بر روی سایر شاخص های مهم اقتصادی و صنایع کشور نامید. در این دوران دو برنامه توسعه در کشور پیاده شد. همچنین از سال ۷۳ با رونق گرفتن صنعت خودرو در ایران، انگیزه های لازم برای تاسیس شرکتهای خصوصی بوجود آمد. این شرکتهای با تولید مجموعاً ۷۲۳۷۰ دستگاه خودرو در طی سالهای ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۲ توانایی های خود را نشان دادند. بدین ترتیب خودروهای روز دنیا به جرگه تولیدات داخلی صنعت خودرو در آمدند و تجربیات گرانقدر مدیریتی و کارشناسی نصیب صنعت خودرو و صنعت کشور گردید. بدین ترتیب بزرگان این صنعت آماده شدند تا به جرگه خودروسازان بزرگ دنیا بپیوندند.
سال های ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۷ (پیری زود هنگام)	صنعت خودروسازی عملاً با رسیدن به تیراژ یک میلیون خودرو در سال ۱۳۸۵ به عنوان یک خودروساز در جهان مطرح گردید. نزول شاخص ها، به دلیل بروز مشکلات مختلف و شکست بعضی از طرحهای خودروهای جدید در بازار، شوک توقف تولید پیکان در ایران خودرو، پیش بینی توقف تولید پراید و شوک آن برای سایپا، رشد تورم داخلی کشور، نوسانات در ارائه تسهیلات بانکی، مشکلات طرح خصوصی سازی در صنایع مختلف، از جمله اتفاقات مهم این دوره می باشند. از جمله این شاخصها می توان از نرخ رشد کیفی، نرخ رشد تولید، سود، سرمایه گذاری در طرحهای جدید و سرعت اجرای پروژه های در دست اقدام که همگی با کاهش روبرو شدند نام برد.

لازم به ذکر است در کشور ایران توسعه صنعت خودرو از سال ۱۳۷۱ شروع شده و سیاست های دولت در گسترش

این صنعت و کسب سهم از بازار جهانی می باشد. توسعه صنعت خودرو سبب توسعه صنعت قطعه سازی در کشور

شده است بطوری که هم اکنون حدود ۱۷۰۰ قطعه ساز در کشور فعالیت می‌نمایند. صنعت خودرو حدود چهار درصد و صنعت قطعه سازی حدود ۲/۵ درصد از GNP صنعت کشور را تشکیل می‌دهند. در این میان قطعات کندمصرف خودرو به لحاظ تکنولوژیکی از اهمیت بالایی در قطعه سازی برخوردار می‌باشند.

گروه ایران خودرو

ایران ناسیونال یا همان ایران خودرو در روز ۱۲ مهرماه ۱۳۴۱ با سرمایه‌ای در حدود ۱۰ میلیون تومان و با هدف مونتاژ و تولید انواع خودرو در خیابان اکباتان تهران تأسیس شد و از ۲۸ اسفندماه ۱۳۴۲ با تولید اتوبوس شروع به کار کرد. اینک با گذشت بیش از ۴۰ سال از زمان تأسیس آن همچنان در زمینه طراحی و تولید خودروهای سواری، اتوبوس و مینی بوس به عنوان یکی از بزرگترین تولیدکنندگان خودرو در کشور، در راستای تأمین نیازهای جامعه، ورود به بازارهای جهانی، تعمیق ساخت داخل کردن قطعات و در نهایت تحقق اهداف صنعت خودروی ایران به فعالیت خود ادامه می‌دهد.

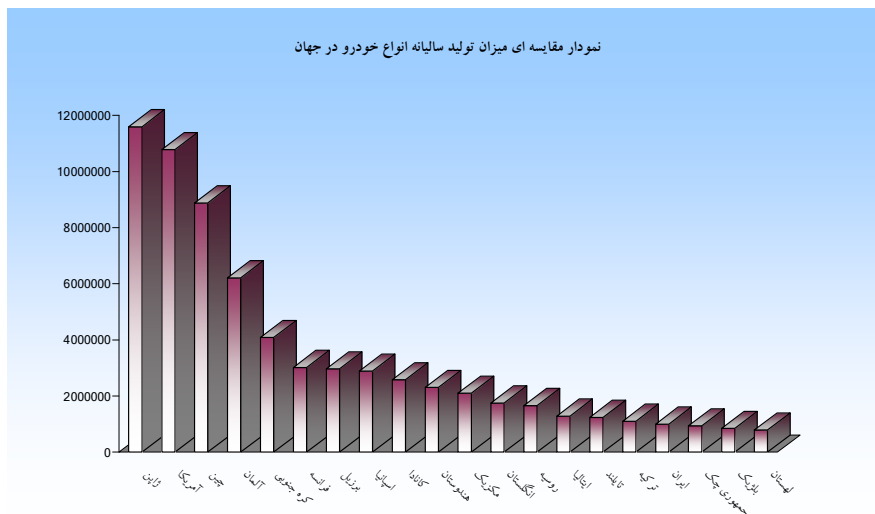
سال شمار تولید انواع سواری

وضعیت	سال
سواری پیکان در مدل‌های دو لوکس، کار لوکس، جوانان و تاکسی با حجم موتور ۱۶۰۰ و ۱۷۲۵ و ۱۸۰۰ سی سی	۱۳۴۶
سواری پژو ۴۰۵ در مدل‌های <i>Gl</i> و <i>Glx</i> با حجم موتور ۱۵۸۰ سی سی	۱۳۶۹
سواری پژو ۴۰۵ در دو مدل دنده ای و اتوماتیک با حجم موتور ۲۰۰۰ سی سی	۱۳۷۴
سواری پژو ۲۰۵ مدل <i>Gr</i> با حجم موتور ۱۳۶۰ سی سی	۱۳۷۴
سواری پژو <i>Rd</i> با حجم موتور ۱۶۰۰ سی سی	۱۳۷۶
سواری استیشن پژو ۴۰۵ با حجم موتور ۲۰۰۰ سی سی	۱۳۷۷
پارس با حجم موتور ۱۸۰۰ سی سی	۱۳۷۸
تولید آزمایشی سمند با حجم موتور ۱۸۰۰ سی سی و سیستم انژکتوری	۱۳۷۹
پژو ۲۰۶ با حجم موتور ۱۴۰۰ سی سی، افتتاح خط تولید سمند و پس از آن تولید سمند LX.	۱۳۸۰
تولید سومین مدل سمند. (سمند سریر)	۱۳۸۳
پرده برداری از اولین پژو فرانسوی، ایرانی. پژو آریان و تولید آخرین پیکان!	۱۳۸۴

گروه صنعتی سایپا در سال ۱۳۴۴ بنیان‌گذاری شد و در اواخر سال ۱۳۴۷ به مرحله بهره‌برداری رسید. این شرکت تولید نخستین فرآورده‌های خود را که شامل وانت آکا و سواری ژیان بود را با روش کاملاً دستی آغاز نمود. پس از سال ۱۳۵۳ بر تنوع محصولات این شرکت افزوده شد و خودروهای ژیان مهاری و ژیان پیکاب در مدل‌های معمولی، دولوکس نیز تولید شد. نام شرکت در اوایل سال ۵۴ با حذف کلمه سیتروئن از انتهای نام فرانسوی آن به شرکت سهامی ایرانی تولید اتومبیل به نام اختصاری (سایپا) تغییر یافت. این شرکت در ۱۶ تیرماه ۱۳۵۸ تحت مالکیت دولت در آمد.

رده‌بندی کشورهای سازنده خودرو در جهان براساس اطلاعات منتشره از سوی (OICA) در سال ۲۰۰۷

ردیف	نام کشور	میزان تولید خودرو (دستگاه)
۱	ژاپن	۱۱۵۹۶۳۲۷
۲	آمریکا	۱۰۷۸۰۷۲۹
۳	چین	۸۸۲۴۵۶
۴	آلمان	۶۲۱۳۴۶۰
۵	کره جنوبی	۴۰۸۶۳۰۸
۶	فرانسه	۳۰۱۹۱۴۴
۷	برزیل	۲۹۷۰۸۱۸
۸	اسپانیا	۲۸۸۹۷۰۳
۹	کانادا	۲۵۷۸۲۳۸
۱۰	هندوستان	۲۳۰۶۷۶۸
۱۱	مکزیک	۲۰۹۵۲۴۵
۱۲	انگلستان	۱۷۵۰۲۵۳
۱۳	روسیه	۱۶۶۰۱۲۰
۱۴	ایتالیا	۱۲۸۴۳۱۲
۱۵	تایلند	۱۲۳۸۴۶۰
۱۶	ترکیه	۱۰۹۹۴۱۴
۱۷	ایران	۹۹۷۲۴۰
۱۸	جمهوری چک	۹۳۸۵۲۷
۱۹	بلژیک	۸۴۴۰۳۰
۲۰	لهستان	۷۸۴۷۰۰



تاریخچه ریخته گری

بنا به تعریف ، ریخته گری شکل دادن فلزات و آلیاژها از طریق ذوب فلز و ریختن آن در محفظه ای به نام قالب است که مطابق با شکل مورد نیاز ساخته می شود . در تعریف فوق نکات عمده ای نام برده شده که هر یک نیازمند تعریف دقیقی است تا بتوان در ابتدای سخن مفهوم و مضمون تعریف ریخته گری را دریافت . لغت ریخته گری در حقیقت روش شکل دادن اجسام و فلزات را در زبان فارسی بیان می کند . در زبان فارسی ریخت و ریختن دو معنای کاملاً جداگانه دارند که در بیان این روش صنعتی هر دو معنی به کار می رود. اول ریخت به معنای شکل و قیافه و دوم ریخت و ریختن به معنای سرریز کردن و پخش کردن است . چنانچه به تعریف ریخته گری توجه شود هر دو معنی ریختن و شکل دادن از آن درک می شود و از این رو میتوان تأکید کرد که اصطلاحاتی نظیر ذوب فلزات ، قالبگیری قالبسازی و کوره گری به تنهایی ریخته گری نیستند و بلکه هر یک بخشی از مجموعه عملیاتی هستند که کلاً ریخته گری نامیده می شود .

کشف هیچ عنصری نتوانسته است که عنصر یا فلز دیگری را به بوته فراموشی بسپارد زیرا نیازمندی های بشر همواره نامحدود و خواسته های او بی پایان است و مواد و ابزار محدودی در دست دارد که ناگزیر روش جایگزینی را به

او آموخته است. اگر مس در ساخت تجهیزات جنگی قدیم اهمیت خود را از دست داد، در عوض در ساخت وسایل حرارتی و انتقال الکتریسیته نظیر سیم‌های برق اهمیت و ارزش دوباره‌ای پیدا کرده است.

مسلاً کسی نمی‌داند که اولین انسان فلزکار تحت نام «ریخته‌گر» یا «آهنگر» چه کسی است و همچنین به طور قطعی مشخص نیست که اولین فلز که در دست انسان تغییر شکل پذیرفت کدام عنصر است؟ طلا، بنا بر خواص طبیعی و به دلیل حضور خالص آن در طبقات زمین و نیز به علت درخشش آن در نور، شاید اولین فلزی باشد که مورد استفاده بشر قرار گرفته است. به هر حال واضح است که اولین انقلاب در صنعت، با دستیابی به مس آغاز شد که از استحکام مطلوبی برخوردار بوده است.

بر اساس شواهد تاریخی، اولین انسان‌هایی که از فلز استفاده کرده‌اند، مردمانی از نژاد هند و اروپایی بوده‌اند که در خاورمیانه (اقوام ساکن در ایران، عراق و ترکیه) زندگی می‌کردند. تمدن‌های مصری و چینی از گسترش فرهنگ خاورمیانه به غرب و شرق حاصل شده است.

وقتی که مردمان آسیای صغیر (ترکیه فعلی) بر منطقه بین‌النهرین (عراق امروزی) دست یافتند و مردم بومی آن ناحیه را شکست دادند، از سلاح‌های آهنگری شده استفاده می‌کردند و با توجه به استحکام بیشتر قطعات چکش کاری شده نسبت به قطعات ریخته‌گری بود که توانستند بر ریخته‌گران بین‌النهرین پیروز شوند. با توجه به وقوع این حادثه در ۴ هزار سال قبل از میلاد می‌توان گفت که ریخته‌گری قبل از آهنگری آغاز شده است و بدیهی است که عملیات حرارتی به منظور سخت کردن قطعات فولادی نظیر شمشیر و نیزه بسیار جوان‌تر از هر دو حرفه فوق است. بشر به تدریج دریافت که قدرت آتش که برای ذوب بکار می‌رود، به مقدار زیادی به هوا بستگی دارد و اگر هوای بیشتری به سوخت رسانیده شود، سرعت ذوب و قدرت آتش بیشتر می‌شود. بدیهی است نتیجه‌ی چنین دریافتی از فوت کردن به آتش آغاز شد و سپس به کیسه‌های دم و یا فوتک‌ها منجر گردید. امروزه از ونتیلاتورها و موتورهای تنظیم هوا با فشار مناسب استفاده می‌شود.

در محیط تجاری رقابتی و دائماً در حال تغییر امروز، صنایع و کسب و کارها دیگر نمی‌توانند بر یک بازار ثابت و پایدار برای محصولات خود متکی باشند. آنها باید در زمینه‌های کیفیت، قیمت و خدمات پس از فروش، با رقبایی که روز به روز در حال افزایش هستند، رقابت نمایند. برای موفقیت در بازار آنها نه تنها باید قیمت‌ها را پایین آورد بلکه باید

تغییرات عمده بیشتری را در روش‌های تولید، روابط تجاری و حتی فرهنگ سازمانی خود به عمل آورند. صنعت ریخته‌گری نظیر دیگر فرایندهای تولید در طی سال‌های گذشته با تحولات بسیاری همراه بوده است. توسعه دانش و پیشرفت‌های مهندسی و فناوری در این فرایند کهن سبب تولید قطعات صنعتی بیش از دیگر روش‌های ساخت قطعات شده است.

از دیدگاه ارزشی نیز اگر سهم صنعت را در تولید ناخالص ملی ۱۵ درصد (بر اساس مطالعات استراتژی توسعه صنعت کشور) در نظر گرفته شود سهم صنعت ریخته‌گری ۴/۵ درصد از کل سهم صنعت است و از بعد اشتغال مستقیم نیز نزدیک به ۴۰ هزار نفر در این صنعت مشغول به کار هستند.

با توجه به اینکه صنعت ریخته‌گری به سه عامل انرژی، مواد و نیروی کار وابستگی زیادی دارد و وجود مواد اولیه، دسترسی به انرژی و بهره‌مندی از نیروی کار جوان می‌تواند در درازمدت ایران را به یکی از تولیدکنندگان مهم ریخته‌گری تبدیل کند و این امر مزیت صنعتی مهمی در آینده به حساب می‌آید. هم‌اکنون کشورهای بزرگ صنعتی مانند آمریکا، ژاپن، آلمان، فرانسه، ایتالیا و انگلستان با تولیدی نزدیک به ۲۹ میلیون تن یعنی ۴۰ درصد تولید جهانی با مشکل گرانی دستمزد که بین ۲۰ تا ۲۵ دلار در هر ساعت است و علیرغم وجود محدودیت‌های زیست محیطی، با کشورهایمانند چین و هندوستان که دستمزد کمتر از ساعتی یک دلار دارند، رقابت می‌کنند و هنوز بازار خود را در اختیار تولیدات ارزان قرار نداده‌اند. این در حالی است که هر چند افزایش قیمت انرژی به شدت بر قیمت‌های قطعات چین و هندوستان نیز اثر گذاشته اما این تاثیر در آینده شدیدتر خواهد شد.

بر اساس آمارهای موجود مصرف سرانه قطعات ریخته‌گری برای کشورهایی که در مرحله صنعتی شدن هستند حداقل ۲۰ کیلوگرم برای هر نفر می‌باشد و این عدد نشان می‌دهد کشور ما در صورتی که در عرصه توسعه صنایع ماشین‌سازی و ساخت داخلی و توسعه معادن و عرصه‌های مختلف صنعتی حرکت خود را برپایه استفاده از امکانات و توانمندی داخلی سامان دهد، به بیش از دو برابر تولید فعلی به قطعات ریخته‌گری نیازمند خواهد بود.

در صورت مساعد شدن فضای کسب و کار در کشور می‌توان به توسعه صادرات قطعات ریخته‌گری امید داشت. البته امروزه صادرات قطعات به کشورهای فرانسه، ایتالیا، دانمارک، آلمان، سوریه و عراق و سایر کشورهای منطقه در جریان است و اخیراً نیز به دلیل افزایش قیمت انرژی و افزایش قیمت یورو نسبت به دلار سفارش‌های اروپای غربی نیز رو به

افزایش است، ولی تاکنون میزان صادرات قابل توجه نبوده است (کمتر از ۲۰ میلیون دلار). بدیهی است با ادامه روند صنعتی شدن کشور و توجه بیشتری به مدیریت در عرصه استفاده از توانمندی‌های داخلی تولید، شاهد رشد صنعت ریخته‌گری همگام با صنایع سنگین کشور خواهیم بود. البته به دلیل رشد نیاز داخلی میزان صادرات افزایش نیافته و حداکثر بین پنج تا هفت درصد کل تولید است. با این وجود باید توجه داشت که تولیدات ارزان چینی در مورد برخی از کالاها مانند لوله‌های آبرسانی به دلیل قبول هزینه حمل که در مورد لوله‌های ریخته‌گری بسیار سنگین است و از سوی دولت چین به عنوان یارانه به برخی صادرکنندگان چینی، فضای رقابتی دشواری ایجاد کرده است.

لازم به ذکر است صنعت ریخته‌گری به عنوان یکی از صنایع مادر در حوزه صنعت سنگین کشور و تامین‌کننده نیاز بسیاری از صنایع مانند صنایع خودروسازی، سیمان، تولید فلزات اساسی، نفت و گاز و پتروشیمی، نیرو، شهرسازی و ماشین‌سازی، محسوب می‌گردد. بطوریکه مثلاً در صنعت خودرو، به عنوان بحث اصلی طرح حاضر، نزدیک به ۲۰ درصد وزن یک خودرو را قطعات ریخته‌گری تشکیل می‌دهند و کلیه کشورهای عمده تولیدکننده خودرو در ردیف تولیدکنندگان عمده قطعات ریخته‌گری در جهان نیز هستند همچنین بیش از ۶۰ درصد کلیه شیرآلات و پمپ‌های صنعتی قطعات ریخته‌گری هستند

قطعه‌سازی و مونتاژ صنعت خودرو در ایران

در ایران و از دهه هفتاد به بعد بسیاری از بنگاه‌های تولید خودرو چه دولتی و چه خصوصی با شعار تولید داخل به سوی تولید و مونتاژ روی آوردند و این درحالیست که تولیدکنندگان، قطعات منفصله و حتی اطاق را وارد کرده و خودرو تولید می‌کردند. حدود ۴۰ سال پیش که اولین خودروی سواری مونتاژ داخل به بازار عرضه شد برخی از کشورها در آسیای جنوب شرقی حسرت مونتاژ خودروی سواری ایران را، در دل داشتند و آرزو می‌کردند که بتوانند روزی این نوع خودرو را در کشور خود تولید کنند.



خط سیر ۴۰ ساله گذشته صنعت خودروسازی کشور نشان می‌دهد که این صنعت با گذشت این سالها، هنوز در حد همان «صنعت نوزاد» سال ۱۳۴۶ که نیازمند حمایت بود، باقی مانده است نتوانسته کیفیت تولیدات خود را همگام با استانداردهای جهانی تطبیق سازد، بلکه تا حدود دو یا سه سال پیش از تأمین حداقل سلائق مصرف کنندگان داخلی نیز ناتوان بوده است. بطوریکه حتی وقتی در قانون بودجه سال ۱۳۷۸ کشور پیشنهاد واردات خودرو به میزان ۱۰ درصد تولیدات داخلی به تصویب رسید، داد متولیان این صنعت در آمد.

واقعیت آن است نگاه به درون که بر این صنعت و به ویژه صنعت بالادست آن صنعت قطعه سازی حاکم بوده، علاوه بر آن بازار انحصاری که در اختیار داشته، مانع رشد و تکامل این صنعت ۴۰ ساله و طی سیر بلوغ آن شده است. چرا که نگاه به درون و گستردگی انحصار بازار داخلی صنعت خودروسازی کشور آنقدر عمیق است که با افزایش درصد ساخت داخل خودروهای مونتاژ شده خارجی، کیفیت آن پایین می‌آید و نمره منفی آن بالا می‌رود. (کاهش کیفیت برای خودروهایی نظیر پراید، دوو سی یلو، پژو ۴۰۵ و پژو پارس به دلیل افزایش ساخت داخل ناگهان از ۳۸ نمره منفی به ۶۰ تا ۷۵ می‌رسد و برای پژو آردی، پیکان و سپند با جهش قابل توجه از ۱۲۸ به ۲۳۸ می‌رسد)

لازم به ذکر است عملکرد خودرو سازان در چند سال اخیر به صورت نسبی بهبود یافته و در مسیر امیدوار کننده ای قرار گرفته است به ویژه آنکه با تدوین چشم انداز بیست ساله برای صنعت خودرو، انتظار می‌رود عملکرد این به سطح مناسب و معقولی برسد.

به عنوان نمونه بر اساس چشم انداز شرکت سایکو، این مجموعه تا سال ۱۳۹۵، جزو ۱۵ شرکت اول تأمین کننده جهانی قطعات خودرو (۱ درصد سهم بازار جهانی OEM) و ۳۰ درصد از کل درآمد آن از نوع ارزی خواهد بود. چشم‌اندازی که برای شرکت سایکو به عنوان پایلوت صنعت قطعه‌سازی ترسیم شده، متأثر از تحولاتی است که در جهان، با مطرح شدن تکنولوژی اطلاعات و ارتباطات پدید آمده و در حال تجلی اندیشه‌ای خاص در افکار تک‌تک اعضای جامعه قطعه‌سازان خودرو در ایران است. این، همان پارادایم جدیدی است که فقط با رخنه در جامعه شبکه‌ای قطعه‌سازان و تولید کنندگان خودرو در دنیا و تحت عنوان جهانی شدن، معنا و مفهوم می‌یابد. اصطلاح اقتصاد شبکه‌ای با الهام گرفتن از کتاب (عصر اطلاعات اقتصاد، جامعه و فرهنگ) مانوئل کاستلز، استاد رشته برنامه‌ریزی دانشگاه برکلی کالیفرنیا، انتخاب شده است.

موتور جهانی گرایی، سرمایه‌داری جدیدی است که منشاء آن به قرن ۱۶ باز می‌گردد، سرمایه‌داری که حصار علائق فئودالی و قبیله‌گی، قومی و ملی را به سود بین‌المللی شدن مراکز داد و ستد افکار و کالاها، از هم گسیخت. حاملان این روند، شرکت‌های بین‌المللی هستند که نوعاً در بیش از ۱۰۰ کشور جهان عمل کرده و هر جا که مداخله دولت‌ها کمتر و احتمال سود بیشتر باشد، از موقعیت استفاده می‌کنند. فناوری‌های عمده این روند، عبارتند از: انرژی، حمل و نقل و ارتباطات راه دور. همین سه پیشرفت فن‌شناختی پی‌درپی، منجر به ایجاد سه موج بلند پی‌درپی در رشد اقتصادی جهان شده‌اند. مجموع این ملاحظات است که جغرافیای سیاسی معاصر را دستخوش دگرگونی کرده و چنین به نظر می‌رسد که این بحث، از موضوعات و مفاهیمی همچون: شمال و جنوب، شرق و غرب، جهان اول و سوم، کشورهای مرکز و پیرامون و مقولاتی از این دست که در گذشته معنادار بودند، فراتر رفته و این‌گونه مفاهیم دیگر اعتبار چندانی ندارند. جهان، بویژه در بخش صنعت و اقتصاد، نیازمند تعاریفی جدید است که بیانگر این نظم نوین باشند. در این فضا، شرکت‌ها و بنگاه‌های اقتصادی موفق خواهند بود که بتوانند خود را با آن تطبیق دهند. این تطبیق را اگر به پیوندی ارگانیک تشبیه کنیم، براه نگفته‌ایم. با نیم‌نگاهی به دستاوردهای شرکت‌های پیشتاز در قطعه‌سازی، فرهنگی مدرن را که لازمه این شبکه فرا ملیتی است، می‌توان باز شناخت.

ما باید فرهنگ مدرن آنها را بگیریم و آن را از آن خود کنیم زیرا تا مدرنیته را درک نکنیم، هرگز ورود موفق به وضعیت پست مدرن نخواهیم داشت. با ساختار سنتی کنونی، نمی‌توان بازیگری فعال بود، مگر اینکه ساختار شکنی و تغییر پارادایم در دستور کار شرکت‌های فعال در صنعت خودرو و زیر مجموعه‌های آن از جمله قطعه‌سازان قرار گیرد.

۲-۱ تعریف محصول

همانطور که در مقدمه عنوان گردید محصول مورد نظر در طرح حاضر، تولید انواع قطعات خودرو به روش ریخته گری است. به لحاظ طبقه بندی، این دسته از محصولات ممکن است در گروه های عمومی ریخته گری قرار گیرند و یا اینکه تحت عنوان قطعه خاصی طبقه بندی شده باشند که در حالت اخیر، به لحاظ تنوع قطعات ساخته شده به شیوه ریخته گری، گستره نسبتاً گسترده ای از کدهای آیسیک مرتبط با محصولات مورد نظر طرح، قابل تصور می باشد. با این رویکرد، در جدول ذیل، کلیه کدهای آیسیک مرتبط با ریخته گری و نمونه هایی از قطعات خودرو ارائه شده است.

کدهای آیسیک مرتبط با محصولات طرح

نام محصول و یا فعالیت	کد آیسیک	نام محصول و یا فعالیت	کد آیسیک
انواع ریخته گری فولاد و آهن	۲۷۳۱۱۱۱۰	ریخته گری آلومینیوم به روش معمولی	۲۷۳۲۱۱۱۱
ریخته گری قطعات فولادی	۲۷۳۱۱۱۱۱	ریخته گری آلومینیوم به روش تحت فشار (دایکاست)	۲۷۳۲۱۱۱۱۳
ریخته گری قطعات فولادی (به روش دقیق)	۲۷۳۱۱۱۱۱۲	ریخته گری آلومینیوم به روش اکسترودر	۲۷۳۲۱۱۱۱۴
ریخته گری قطعات آهنی	۲۷۳۱۱۱۱۱۳	محصولات ریخته گری فلزات رنگین	۲۷۳۲۱۱۱۲۰
ریخته گری قطعات آهنی (به روش دقیق)	۲۷۳۱۱۱۱۱۴	رینگ پیستون	۳۴۳۰۱۶۲۹
ریخته گری قطعات چدن نشکن (داکتیل)	۲۷۳۱۱۱۱۱۵	پیستون	۳۴۳۰۱۶۶۵
ریخته گری قطعات چدن سفید	۲۷۳۱۱۱۱۱۶	بوش پیستون	۳۴۳۰۱۶۷۱
ریخته گری قطعات چدن خاکستری (روش القایی)	۲۷۳۱۱۱۱۱۷	پوسته اکسل	۳۴۳۰۱۳۳۰
ریخته گری قطعات چدن چکش خوار	۲۷۳۱۱۱۱۱۸	پوسته کلاچ	۳۴۳۰۱۲۴۵

اصولاً ماهیت قطعات خودرو طوری است که نمی توان استاندارد خاصی را برای آن تعیین کرد و عملاً هیچگونه استاندارد ملی یا بین المللی برای این قطعات وجود ندارد. در عوض این قطعات تحت مشخصات فنی ارائه شده از طرف خودروسازان صورت می گیرد که به نوعی نیز می توانیم مشخصات فوق را به عنوان الزامات و استانداردهای مورد نیاز در تولید تلقی نماییم. مشخصات فنی قطعات در قالب نقشه فنی، برگ آنالیز مواد اولیه مصرفی و برگ مشخصات مکانیکی و متالژیکی از طرف هر خودروساز تهیه و ارائه می گردد که رعایت تک تک آنها از طرف سازندگان امری اجتناب ناپذیر است. لازم به ذکر است که هر شرکت خودروساز استاندارد و الزامات فنی مخصوص به خود را دارا است

۱-۳ دلایل انتخاب محصول مورد نظر

قطعه‌سازی یکی از صنایع مادر و اساسی در هر کشور به شمار می‌آید. این قطعات خود به عنوان کالای واسطه‌ای برای تولید انواع خودرو و خدمات پس از فروش آن مورد استفاده دارند. از اینرو توسعه صنعت قطعه‌سازی به مفهوم توسعه صنعت خودروسازی کشور است و لذا مجموعه قطعه‌سازی را می‌توان به عنوان یکی از محورهای توسعه کشورها تلقی کرد. در حال حاضر صدها واحد صنعتی مشابه طرح حاضر در کشورمان مشغول قطعه‌سازی برای خودرو می‌باشند. خودروهای صنعتی و کشاورزی از دیگر موارد کاربرد قطعات طرح است و اهمیت این صنعت نیز برای همگان روشن و شفاف می‌باشد. بنابراین در مجموع ملاحظه می‌گردد که قطعات تولیدی طرح به عنوان زیرساخت‌های صنعت کشور به شمار می‌آیند و از درجه اهمیت بالایی برخوردار می‌باشند. در این میان طبعاً بایستی جهت افزایش توان رقابت با واحدهای مشابه و با پیشینه و تجارب طولانی در این صنعت، استفاده از تکنولوژی‌های مدرن مد نظر سرمایه‌گذاران قرار گیرد تا از این طریق زیرساخت مناسب جهت دستیابی به محصولات استاندارد و با کیفیت بالا و قیمت تمام‌شده مناسب و معقول ایجاد گردد.

ماهیت طرح حاضر، قطعه‌سازی است و در صنعت قطعه‌سازی نیز تولید بر اساس مستندات فنی، نقشه، روش تولید و دستورالعمل‌های آن صورت می‌گیرد و لذا خارج از فرآیند فوق، نمی‌توان قطعه‌ای را تولید و عرضه کرد. از طرف دیگر هر قطعه در جایگاه خود دارای کاربرد است. به طوری که در عرض یک قطعه، هیچ نوع قطعه دیگری را نمی‌توان استفاده کرد. از اینرو در مجموع می‌توان گفت که برای محصولات تولیدی طرح، هیچگونه کالای جایگزین وجود ندارد. البته واردات همین قطعات یا قطعات تولید شده توسط دیگر واحدهای صنعتی وجود دارند که از موارد فوق نیز به عنوان محصولات رقیب می‌توان یاد کرد نه محصولات جایگزین.

۱-۴ کاربردهای محصول

محصولات تولیدی این طرح قطعات آلومینیومی خودرو به روش ریخته گری است و لذا کاملا واضح است که مورد مصرف و کاربرد این قطعات در خودرو سازی است. برخی قطعات مهم در هر خودرو عبارتند از: پوسته سر سیلندر، پوسته کلاچ، پوسته اویل پمپ، پوسته جعبه دنده، پوسته جعب فرمان، پوسته سبک، پوسته زیر موتور، قطعات نگهدارنده آینه ها، طوقه فرمان، رینگ چرخ، مثلثی بدنه. لازم به ذکر است برخی از این قطعات از طریق دایکاست (ریخته گری تحت فشار) و برخی دیگر از طریق ریخته گری در ماسه و یا ماشینکاری انجام می گیرد که انتخاب روش دقیق تابع نوع خودرو و محل استفاده قطعه می باشد. در این بخش، بعنوان نمونه مشخصات فنی برخی از قطعات خودرو ارائه می گردد.

نام قطعه	مشخصات تولید
کاسه ترمز (Brake drum)	از آلومینیوم ۳۵۵ تا ۳۵۶ (خانواده آلیاژهای آلومینیوم <i>Si-CulMag</i> - که در قالب دائم ریخته گری استفاده می شود. این خانواده فراوانترین خانواده آلومینیوم است و <i>ultra security</i> نامیده می شوند چون ضریب امنیتی بالایی دارند به عنوان مثال رینگ چرخ خودرو از این آلیاژ ساخته می شود و استحکام این آلیاژها بسیار بیشتر از فولادهای ساده کربنی است.
بدنه کاربراتور	از آلومینیوم دایکاست (ریخته گری شده تحت فشار) ۳۶۰ یا ۳۸۰ .
بدنه کمپرسور	از آلومینیوم دایکاست ۳۶۰ یا ۳۸۰ .
میله های اتصال کمپرسور	از آلومینیوم دایکاست ۳۶۰ یا ۳۸۰ .
پیستون های کمپرسور	از آلومینیوم دایکاست ۳۶۰ یا ۳۸۰ .
ریلهای تبدیل جانبی (Convertible side rails)	از آلومینیوم دایکاست ۳۶۰ یا ۳۸۰ یا آلومینیوم ۳۵۵ یا ۳۵۶ ریخته گری شده در قالب دائم.
درپوش در دلکو (cap inserts distributor)	از سیم آلومینیومی ۱۱۰۰ .
بدنه دلکو (distributor housing base)	از آلومینیوم دایکاست ۳۶۰ یا ۳۸۰ .
گلدانی جعبه دنده (Extension housings)	از آلومینیوم دایکاست ۳۶۰ یا ۳۸۰ .
قطعات تزئینی بیرونی (Exterior trim parts)	از ورقه های آندایز شده ۵۴۵۷ یا ۵۵۵۷ یا ورقه های الکتروود شده ۶۴۶۳ .
لوله های بنزین (Fuel lines)	از لوله های آلومینیومی ۳۰۰۳ .
پمپ های روغن	از آلومینیوم دایکاست ۳۶۰ یا ۳۸۰ .

لازم به ذکر است ریخته گری قطعات چدنی نیز در صنعت قطعه سازی و صنایع خودرو از اهمیت بالایی برخوردار است
برخی از قطعات چدنی عبارتند از: سیلندر موتور، دیسک ترمز، منیفلد دود، چرخ دنده ها، کاسه ترمز، میل
لنگ و محور تعلیق.

۱-۵ مشخصات فنی محصول

آلومینیوم

آلومینیوم فلزی است سبک، با رنگ روشن، مقاوم در مقابل بسیاری از عوامل شیمیایی مانند زنگ زدگی، خوردگی و
غیره و این خواص بارز آن سبب شده است که امروزه بسیاری از قطعات خودروها از آن ساخته شود. ترکیب این فلز با
فلز روی تشکیل آلیاژی تحت عنوان زاماک را می دهد که در آلیاژ فوق بسیاری از نواقص فنی آلومینیوم برطرف شده و
قابلیت تولید قطعات بسیار متنوع برای شاخه های مختلف صنعت از جمله خودرو فراهم گردیده است. قطعات تولید شده
از آلومینیوم به میزان ۳/۲ برابر از فولاد سبک تر است. از اینرو مطابق برآوردهای صورت گرفته حدود ۱۱ درصد
قطعات یک خودرو را قطعات آلومینیومی آن تشکیل می دهد این قطعات در قسمت های مختلف موتور، سیستم انتقال
قدرت، بدنه و سایر بخش های خودرو مورد استفاده قرار می گیرد و همین امر اهمیت این قطعات را در صنایع خودرو
سازی نشان می دهد. قطعات آلومینیومی به روش های مختلف تولید می گردند که ماشینکاری، ریخته گری دستی،
ریخته گری تحت فشار و ریژه از جمله آنها می باشد. در طرح حاضر هدف تولید قطعات آلومینیومی می باشد.

از کشف آلومینیوم حدود ۲۶۰ سال می گذرد. عمده استفاده ای که در قرون اولیه کشف این فلز از آن می شد، صرفا
کاربرد تزینی بود، اما از سال ۱۹۷۸ به بعد انقلابی در صنعت آلومینیوم اتفاق افتاد. شاید کمتر کسی با نگاه به
خودروهایی که هر روزه و هر ثانیه در خیابانها، بزرگراهها و آزادراهها در حال حرکت هستند، دریابد که اکثر اجزای
داخلی این غول آهنی، آلومینیومی است.

کاربرد آلومینیوم در صنایع خودرو سازی به روزهای اولیه تولید خودرو باز می گردد. قطعات آلومینیومی در آن زمان در
ماسبه ریخته گری، به میزان گسترده ای برای ساخت سایر قطعات خودرو بکار برده می شد. در سال ۱۹۰۳ بدنه
آلومینیومی در خودروهای *Jordan* و *Beerless Franklin Pierce-Arrow* بکار رفت. اما با افزایش تولید خودرو
استفاده از آلومینیوم در این صنعت کمتر و رقابتها هر روز بیشتر و بیشتر می شد. تولید کنندگان خودرو به آلیاژهای آهنی

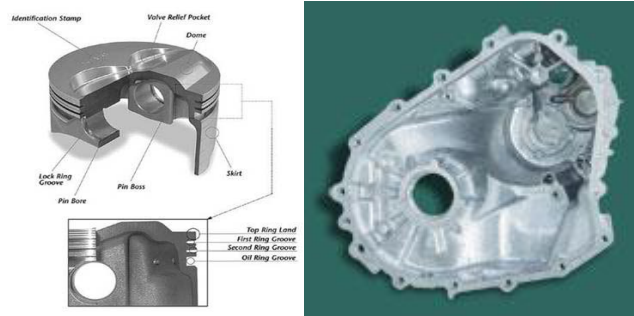
که قیمت کمتری داشتند، روی آوردند. این روند ادامه یافت تا جایی که در سال ۱۹۴۸ متوسط وزن آلومینیوم در خودروها به حدود هفت پوند رسید با این حال پیشرفت در تکنولوژی آلومینیوم این فلز را برای برخی از کاربردها مقرون به صرفه ساخت.

روشهای فراوری مختلفی برای کاهش قیمت و افزایش مصرف آلومینیوم معرفی شد. پایین بودن وزن مخصوص آلومینیوم نسبت به آلیاژهای آهنی تمایل به استفاده از آلومینیوم را افزایش داد و همین امر باعث شد تا متوسط وزن آلومینیوم مصرفی در خودروهای سال ۱۹۶۵ به حدود ۶۰ پوند رسید و حتی در برخی از خودروها به مرز ۱۳۰ پوند نیز برسد. کاربرد روزافزون آلومینیوم در صنعت خودرو به خواص فوق‌العاده این فلز که آن را *Magic Met* (فلز جادویی) نام نهاده‌اند، برمی‌گردد. وزن مخصوص پایین، انتقال حرارت بالا، هدایت الکتریکی بالا، مقاومت در برابر خوردگی، شکل‌پذیری خوب و خواص مکانیکی عالی جزء خواص فوق‌العاده این فلز است. وزن کم و هدایت حرارتی بالای آلیاژهای آلومینیوم، کاربرد آن در موتورهای خنک‌شونده با هوا بسیار بالا برده است. در قطعات موتور خودروهایی که با این سیستم کار می‌کنند به تنهایی بیش از ۱۰۰ پوند آلومینیوم بکار رفته است. همین خواص عالی آلومینیوم سبب شد تا در سال ۱۹۵۴ پیستونهای آلومینیومی جانشین پیستونهای سابق خودروها شود. این جانشینی به دلیل افزایش تقاضا برای پرشتاب و موتورهای با تراکم بیشتر بود. امروزه نیز اکثر پیستونها از آلیاژ *FI32* آلومینیوم ساخته می‌شوند. این آلیاژها در قالبهای دایم ریخته‌گری کرده و با استفاده از عملیات حرارتی، سختی، مقاومت سایشی و پایداری ابعادی موردنیاز را برای آنها فراهم می‌کنند.

توجه به این نکته مهم است که ۸۵ درصد از کل آلومینیوم بکار رفته در یک خودرو مربوط به قطعات کاری است و تنها ۱۵ درصد باقی مانده مربوط به قطعات تزئینی است. اگر نگاهی به پیشرفت صنعت خودرو داشته باشیم، خواهیم دید در طول زمان فولادهای آلیاژ و چدن‌ها جانشین قطعات فولادی شده و جای آنها را گرفته‌اند. با پیشرفت صنعت خودرو از سال ۲۰۰۰ میلادی به بعد قطعات منیزمی بتدریج جانشین برخی از قطعات آلومینیومی شده و سعی شده تا برخی از قطعات منیزمی هم توسط قطعات لاستیکی و پلاستیکی جانشین شوند.

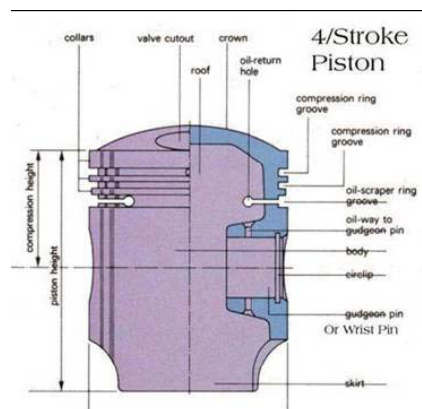
یکی از دلایل جانشین‌سازی قطعات خودرو توسط آلومینیوم به مسأله بازیافت برمی‌گردد. برای مثال رادیاتورهای آلومینیومی جانشین رادیاتورهای مسی و تمامی سیمهای برق خودرو آلومینیومی شده‌اند. زیرا در هنگام بازیافت، اگر

مسی وارد مذاب فولاد شود ، مکهای گازی و انقباضی را ایجاد می کند و در نتیجه به کاهش استحکام و خراب شدن قطعه و تبدیل انجماد از نوع پوسته ای به خمیری می انجامد. همین مسائل کاربرد فوق العاده آلومینیوم را در صنعت خودرو و استفاده روزافزون آن را در این صنعت برای ما روشن و واضح می کند .
در شکل زیر چند نمونه قطعات آلومینیومی تولید شده از روش ریخته گری آمده است .



معرفی پیستون به عنوان نمونه ای از قطعات آلومینیومی

پیستون قطعه ای استوانه ای شکل است که در درون سیلندر بالا و پایین می رود. در حرکت انبساط تا ۱۸۰۰۰ نیوتون نیرو به طور ناگهانی به کف پیستون وارد می شود. وقتی با سرعت زیاد رانندگی می کنید این اتفاق در هر سیلندر ۳۰ تا ۴۰ بار در ثانیه رخ می دهد. دمای کف پیستون به ۲۲۰۰ درجه سانتی گراد یا بیشتر می رسد. پیستون باید به اندازه ای محکم باشد که بتواند این تنشها را تحمل کند، در عین حال پیستون باید چنان سبک باشد که بار وارد بر یاتاقانها کاهش یابد. وقتی پیستون در نقطه مرگ بالایی یا پایینی متوقف می شود و سپس در جهت عکس به حرکت در می آید بار وارد به یاتاقان را تغییر می دهد. پیستون را از آلومینیوم می سازند، زیرا فلزی سبک است در بیشتر موتورهای خودرو از پیستونهای تمام لغزان استفاده می شود. دامنه یا قسمت پایین پیستون را می تراشند تا هم وزن آن کاهش یابد و هم جا برای وزنه های تعادل میل لنگ باز شود.



قطر پیستون موتور خودرو بین ۷۶ تا ۱۲۲ میلیمتر تغییر می کند. وزن این پیستون ها در حدود ۴۵۰ گرم است. همه پیستون ها باید هم وزن باشند تا موتور دچار لرزش نشود. پیستون های آلومینیومی را به یکی از دو روش ریخته گری و آهنگری می سازند. پیستون های آهنگری شده را با استفاده از لقمه آلومینیوم آلیاژی می سازند، پس از ماشینکاری پیستون آن را طبق روال خاصی گرم و سرد می کنند. به اصطلاح روی آن عملیات گرمایی انجام می دهند تا خواص مطلوب را پیدا کنند. پس از این مرحله روی بسیاری از پیستونها را با لایه نازکی از آب قلع یا مواد دیگر می پوشانند. در نتیجه هنگام راه اندازی موتور سطح پیستون ساییده نمی شود. سایش هنگامی رخ می دهد که ذره های فلزی از یک متحرک به قطعه دیگر انتقال یابد و در نتیجه حفره ها یا شیارهای روی سطح در تماس ایجاد شود.

خلاصی پیستون : خلاصی پیستون (یا خلاصی دامنه پیستون) عبارت است از فاصله بین جدار سیلندر و دامنه پیستون. این فاصله معمولاً بین ۰,۰۲۵ تا ۰,۱۰ میلیمتر است. وقتی موتور روشن است پیستون به رینگ های روی لایه ای از روغن حرکت می کنند که این فاصله را پر کرده است. اگر خلاصی پیستون خیلی کم باشد در نتیجه اصطکاک زیاد و سایش شدید توان موتور کاهش می یابد. در این حالت ممکن است پیستون به جداره سیلندر بچسبد و به اصطلاح گریاژ می کند. اگر خلاصی پیستون بیش از حد باشد سبب زدن پیستون می شود.

کنترل انبساط پیستون : پیستونهای آلومینیومی در نتیجه افزایش دما بیشتر از سیلندر های چدنی منبسط می شوند و همین امر ممکن است سبب از بین رفتن خلاصی پیستون شود. پیستون از جداره سیلندر بیشتر گرم می شود و همین امر نیز سبب می شود که باز هم بیشتر انبساط یابد. اما اگر کف پیستون خیلی داغ شود ممکن است سبب خود سوزی شود. در نتیجه ترتیب احتراق بهم می خورد و ممکن است موتور آسیب ببیند. یکی از راههای کنترل انبساط پیستون، افزایش آهنگ دفع گرما از کف پیستون است. هرچه کف پیستون ضخیمتر باشد، گرمای بیشتری دفع خواهد شد و پیستون خنکتر کار می کند. اما افزایش ضخامت کف پیستون، سبب افزایش وزن آن می شود.

همچنین اگر کف پیستون خیلی سرد کار کند لایه های مخلوط هوا - سوخت مجاور آن نمی سوزد. مخلوط هوا - سوخت نسوخته از طریق اگزوز در محیط پخش می شود، در نتیجه بازده موتور کاهش و دود افزایش می یابد. برای کمک کردن به کنترل انبساط پیستون بیشتر پیستونها را طوری تراشکاری می کنند که اتاقک آنها اندکی بیضوی شود. وقتی پیستونهای اتاقک - بیضوی گرم می شوند شکل بیضوی خود را از دست می دهند و گرد می شوند. راه دیگر کنترل انبساط پیستون، تعبیه یک پشت بندی فولادی در پیستون است. وقتی پیستون گرم می شود، این تقویت کننده انبساط کف پیستون و برآمدگی بوش گزینین را محدود می کند.

شکل کف پیستون : در بسیاری از موتورها از پیستون کف تخت استفاده می شود. اما شکلهای کف پیستون ممکن است مطابق طرح موتور تغییر کند. شکل کف پیستون مطابق با شکل سرسیلندر و شکل محفظه احتراق نیز تغییر کند. بعضی از پیستون ها کف پیستون فنجانی یا فرورفتگی جای سوپاپ دارد که وقتی سوپاپها باز می شوند می توانند در آن حرکت کنند. در بعضی از پیستونها سر پیستون گنبدی یا به شکلهای دیگر است تا تلاطم در محفظه احتراق افزایش یابد

خارج از مرکزی گژن پین : زدن پیستون صدایی است که از جابجا شدن پیستون از یک طرف سیلندر به طرف دیگر آن در آغاز حرکت انبساط ناشی می شود . برای جلوگیری از زدن پیستون در بسیاری از موتورها از پیستون هایی استفاده می شود که گژن پین آنها اندکی خارج از مرکز است . این خارج از مرکزی به طرف دامنه پیستون است که به منزله سطح فشار گیر اصلی عمل می کند . این همان سطحی از پیستون است که در حین حرکت انبساط بیشترین تماس را با جداره سیلندر پیدا می کند . با نصب خارج از مرکز گژن پین پیستون نوعی حرکت نوسانی انجام می دهد و بر یک طرف آن نسبت به طرف دیگر فشار بیشتری وارد می شود . فشار ناشی از احتراق سبب می شود که پیستون در حال حرکت به سمت بالا وقتی به نقطه مرگ بالایی نزدیک می شود اندکی به طرف راست کج می شود ، در نتیجه سرپایینی سطح فشار گیر اصلی با جداره سیلندر تماس می گیرد . پس از آنکه پیستون از نقطه مرگ بالایی گذشت صاف می شود . در این هنگام سطح فشار گیر اصلی به طور کامل با جداره سیلندر تماس پیدا می کند . این تماس نوعی عمل روبشی است که زدن پیستون را به حداقل می رساند . در نتیجه همین عمل ، موتور آرامتر کار می کند و دوام پیستون افزایش می یابد . زدن پیستون معمولا فقط در موتورهای کهنه ای مشاهده می شود که جداره سیلندرهای آنها ساییده شده و دامنه پیستون آنها ساییده یا شکسته شده است .

تقویت رینگ نشین : وقتی پیستون در سیلندر بالا و پایین می رود ، رینگهای تراکم هم در رینگ نشینها بالا و پایین می رود . وقتی پیستون در نقطه های مرگ بالایی و پایینی جهت حرکت خود را عوض می کند . هر رینگ لحظه ای از پیستون عقب می ماند . این تأخیر لحظه ای از اثر لختی و خلاصی جانبی رینگ ناشی می شود . لحظه ای بعد بغل رینگ نشین به رینگ می خورد و آن را در سیلندر بالا و پایین می راند . وقتی حرکت انبساط آغاز می شود ، فشار شدید ناشی از احتراق رینگ تراکم بالایی را به شدت به سطح پایینی رینگ نشین می فشارد .

این برخورد های مکرر سبب ساییدگی رینگ نشین بالایی می شود . برای مقابله با این سایش در بعضی از پیستونها رینگ نشین بالایی را تقویت می کند . یکی از روش های مورد استفاده در پیستونهای ریخته گری آن است که رینگ نشین بالایی را به طور کامل به صورت یک مغزی از جنس چدن یا چدن نیکل دار در قالب قرار می دهند و آلومینیوم را دوران بریزند . روش دیگر نصب یک فاصله گذار فولادی است که به منزله سطح بالای رینگ نشین عمل می کند . در هنگام تولید پیستون به روش آهنگری ناحیه رینگ نشین را فلز پاشی می کنند .

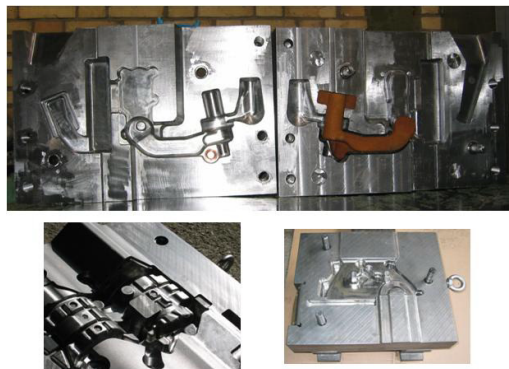
پیستون های کم اصطکاک : این پیستونها را از آلیاژ آلومینیوم با سیلیسیم می سازند . پس از آنکه پیستون ریخته شد، روی دامنه آن ماده ای شیمیایی می مالند که ذرات آلومینیوم را از سطح می زداید و ذرات سیلیسیم را باقی می گذارد. در نتیجه سطح سخت تر و بادوامتری حاصل می شود.

این کالا دارای استاندارد داخلی ۳۲۹۱ با عنوان ویژگیها و روشهای آزمون پیستون و استاندارد بین المللی DIN 4237-1 می باشد، که در آن نحوه پرداخت و ابعاد سوراخها و سایر ابعاد پیستون تشریح گردیده است .

با توجه به اینکه مورد مطالعه تولید پیستون خودرو به روش ریخته گری می باشد ، لذا پیستونهای آهنگری شده را می توان بعنوان کالای جایگزین معرفی نمود . در بیشتر موتورهای پر قدرت از پیستونهای آهنگری شده استفاده می کنند . پیستونهای آهنگری شده در مقایسه با پیستون های ریخته گری متراکم تر و محکم ترند و در دمای پایینتری کار می کنند زیرا گرما را بهتر انتقال می دهند و قطر پیستون در ناحیه سر از همه جاکمتر است . نتیجه در بالای پیستون فضای بیشتری برای انبساط وجود دارد بعضی پیستونها از محور گزینین تا پایین دامنه شیب دارند در این پیستون قطر در پایین دامنه از همه جا بیشتر است .

مروری بر شرایط ریخته گری آلومینیوم و آلیاژهای آن

در این بخش و با توجه به اینکه قطعات آلومینیومی خودرو به عنوان محصول اصلی طرح انتخاب شده است، شرایط فنی در فرایند ریخته گری آلومینیوم و آلیاژهای آن ارائه شده است. لازم به ذکر است شرایط زیر عمومی بوده و در کلیه روش های ریخته گری اعم از روش های مدرن یا نیمه مدرن صادق است. لازم به ذکر است مطالب تخصصی در زمینه معرفی تکنولوژی های نوین در زمینه ریخته گری، در فصل آتی (بررسی فنی و تکنولوژیکی) ارائه شده است.



آلومینیوم یکی از عناصر گروه سوم در جدول تناوبی است. مهمترین آلیاژهای صنعتی و تجارتي این عنصر با عناصری مانند منیزیم، سیلیسیم، و مس می باشد. آلیاژ های آن به دلیل نقطه ذوب پایین و برخورداری از سیالیت نسبی خوب و همچنین گسترش خواص مکانیکی و فیزیکی در اثر آلیاژ سازی و قبول پدیده های عملیات حرارتی و عملیات مکانیکی، در صنایع امروز اهمیت زیادی برخوردارند و روز به روز موارد مصرف این آلیاژها توسعه می یابد.

برخی از ویژگیهای مطلوب و جالب توجه آلیاژهای آلومینیوم عبارتند از: جذب لرزش (دمپینگ)، وزن نسبتاً کم، قابلیت انعطاف، استحکام دینامیکی خوب، استمرار استحکام، قابلیت تغییر شکل بالا، مقاومت در برابر ترک، عدم شکنندگی در درجه حرارتهای خیلی پایین، مقاومت سایشی مطلوب، پایداری شکل، توزیع تنش مطلوب.

قطعات ریخته گری آلومینیم از لحاظ اقتصادی، هدایت حرارتی بالا، غیر قابل اشتعال بودن، هدایت الکتریکی قابل قبول، مقاومت در برابر اتصال کوتاه، ظرفیت حرارتی زیاد، مقاومت در برابر آب دریا و خوردگی، داشتن سطح تزئینی و براق، غیر سمی بودن، قابلیت انعکاس بالا، کیفیت فرزکاری مطلوب، بازیابی آسان و سیالیت مطلوب در هنگام ریخته گری، خواص بسیار مناسبی دارند. هر کدام از این ویژگیها باعث شده است تا قطعات ریخته گری آلومینیوم، جایگزین آلیاژهای

تجاری دیگر در صنعت شود. آلیاژهای آلومینیوم در اولین مرحله به دو دسته آلیاژهای نوردی و آلیاژهای ریخته گری تقسیم میگردند.

آلیاژ ریخته گری آلومینیوم از طرق مختلف ریخته گری شکل می گیرند و بطور مستقیم و یا بعد از عملیات حرارتی در صنعت استفاده می شوند. مواد مختلفی که در ریخته گری آلیاژهای آلومینیوم بکار میروند، بر اساس نوع ترکیب خواسته شده و شرایط ترمودینامیکی عبارتند از: شمش های اولیه، شمش های دوباره ذوب، قراضه ها، برگشتیه ها، و آلیاژسازها.

تفاوت عمده بین شمش های اولیه و شمش های دوباره ذوب آن است که شمش های اولیه که از کارخانجات ذوب بدست می آیند حاوی مقادیر زیادی ناخالصی و گاز می باشند که تاثیر منفی و نامطلوب در قطعه ایجاد می کنند، در حالی که شمش های ثانویه در اثر خروج ناخالصی ها و سایر موارد (بر اساس تصفیه) از کیفیت ترکیبی برتری برخوردار می باشند. در ریخته گری آلیاژهای آلومینیوم، بسیاری از عناصر به صورت ناخالصی های فلزی، ترکیبات بین فلزی، گازها و اینکلوزن ها از منابع متنوع و متعدد به مذاب افزوده می شود که در صورت عدم کنترل دقیق بر آنها و یا انجام عملیات خاص جهت حذف این مواد و یا تقلیل خواص مضر آن، آلیاژ ریخته شده از کیفیت مطلوب برخوردار نخواهد بود. وجود مواد اکسیدی، حبابهای گازی، و درشت بودن شبکه از جمله مسائلی است که در ذوب آلومینیوم همواره مورد توجه و بررسی قرار می گیرد. عملیات کیفی در مذاب آلومینیوم به دسته های مختلف تقسیم میگردند:

کیفیت ترکیب، گاززدایی با گازهای بی اثر، با کلو و ترکیبات قابل تبخیر آن و یا به روش ذوب در خلاء و اکسیژن زدایی خارج کردن مواد غیر فلزی با فلاکس ها.

به دلیل اشکالات متالورژیکی ناشی از مصرف فلاکس ها، سیستم فیلتر کردن در صنایع آلومینیوم توسعه روزافزون یافته است و این امر با استفاده از مواد متخلخل در سیستم راهگامی و یا در مخازن نگهداری مذاب و یا در سیستمهای فیلتر مجزا انجام می گیرد که هر یک در نوع خود از مزایا و محدودیت هایی برخوردار است.

ساختن ریخته گری آلیاژهای آلومینیوم به کلیه اعمال اساسی و کیفی در جریان ذوب و ریخته گری آلومینیوم و انجماد آن بستگی دارد که بخصوص در مورد آلیاژهای نوردی و آلیاژهایی که عملیات حرارتی معینی را پذیرا می شوند، مختصات نهایی و خواص عمومی آلیاژها به ساختمان قطعه پس از انجام عملیات بعدی نیز وابستگی شدید دارد.

بدیهی است ساختمان کریستالی ریز و یکنواخت، خواص مکانیکی مطلوب تر و اشکالات کمتری را ایجاد می نماید و در این میان تاثیر سرعت سرد کردن از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در قطعات ریخته گری با مقاطع یکنواخت تحت درجه حرارت بارریزی ثابت، شبکه کریستالی در قالب های ماسه ای، فلزی و تحت فشار به ترتیب ریز تر و یکنواخت تر می گردد. قطعاتی که مقاطع یکنواختی ندارند، با ایجاد مبرد در ماسه و تغییر سرعت سرد کردن در مقاطع مختلف به شبکه یکنواخت دست می یابند که نهایتاً زمان انجماد در تمام مقاطع یکسان می گردد و در این حالت، استفاده از منابع تغذیه برای جلوگیری از شکستگی های گرم و رفع کسری های ناشی از انقباض مورد توجه قرار می گیرد.

تعداد کانال های فرعی در توزیع یکنواخت حرارت، عامل بسیار مهمی است و از این رو استفاده از چند کانال فرعی در انجماد یکنواخت آلیاژ تاثیر خوبی دارد.

از آنجا که فاصله انجماد، شدیداً تحت تاثیر نوع آلیاژ می باشد، برای حذف مشکلات مربوط به فاصله انجماد زیاد و نوع انجماد خمیری، حتی المقدور بایستی قطر متوسط قطعه یا شمش را کاهش داد و در عین حال نیز از عوارض ناشی از سگرگاسیون ترکیبات بین فلزی در حد امکان جلوگیری نمود. از طرف دیگر ابعاد کوچکتر شمش باعث تقلیل تخلخل و حباب های ناشی از وجود گاز هیدروژن در قطعه می گردد که این امر نیز ناشی از افزایش سرعت سرد کردن است.

آلیاژهای آلومینیوم با کلیه روش های مختلف ریخته گری (در ماسه، در گچ، پوسته ای و در سرامیک) و در قالب های فلزی و تحت فشار قابلیت ریخته گری دارند. تمام آلیاژهای صنعتی و تجاری این عنصر بایستی از طرق فوق تولید می گردد که از آن میان، ریخته گری در ماسه، در قالب های فلزی و تحت فشار از گسترش بیشتری برخوردار است. به دلیل نقطه ذوب و وزن مخصوص کم این آلیاژها، قالب های مورد استفاده کمتر تحت تاثیر واکنشهای حرارتی و هیدروستاتیکی مذاب قرار می گیرند و از این رو سطح ریخته گری و دقت ابعادی آن از کیفیت بهتری نسبت به سایر آلیاژهای سنگین و آهنی برخوردار است. لازم به ذکر است که روش ریخته گری و کنترل شرایط ریخته گری در خواص مکانیکی محصول نهایی از اهمیت ویژه ای برخوردار است و فقط ترکیب شیمیایی آلیاژ نمی تواند خواص مکانیکی و فیزیکی را تعیین کند.

نکته حائز اهمیت در ریخته گری با قالب های ماسه ای آن است که وزن مخصوص کم آلیاژهای آلومینیوم و کاهش نیروهای هیدروستاتیکی و شرایط تسهیلی خروج گازها از محفظه قالب باعث می شود که مقاومت در حالت تر ماسه کم

شود. جهت تقلیل تولید گاز و همچنین استحکام کم قالب، رطوبت از ۵٪ تجاوز نمی کند و در غیر این صورت بخار ناشی از فعل و انفعالات رطوبت قالب و مذاب باعث ایجاد تخلخل بخصوص در پوسته خارجی و قسمتهای نزدیک به پوسته می گردد. برای ایجاد قابلیت نفوذ در ماسه و استحکام سطح آزاد ماسه (در قطعات بزرگ) معمولاً مواد سلولزی و خاک اره به ماسه می افزایند. در شرایط عمومی، قالب های ماسه از ماسه سوزی و فعل و انفعالات شدید مذاب و قالب برکنار می باشند و به همین دلیل در این قالب ها هیچ گونه مواد پوششی بکار نمی رود.

ایجاد سرعت انجماد و تشکیل انجماد پوسته ای، می تواند به مقدار زیادی از فعل و انفعالات قالب و فلز مذاب جلوگیری کند و در نتیجه در اغلب کارگاهها با افزایش رطوبت ماسه به میزان ۰/۸، جهت انجماد و انجماد پوسته ای را تسهیل می کنند. با توجه به توضیحات فوق، ریخته گری در ماسه خشک در صنایع ریخته گری آلومینیوم از اهمیت کمتری برخوردار است و فقط در مورد قطعات بزرگ بکار می رود.

ایجاد سیستم راهگامی و تغذیه گذاری در ریخته گری آلومینیوم از دیر باز به عنوان عامل موثر در ایجاد قطعه سالم شناخته شده است. قابلیت اکسیداسیون و جذب گاز در شرایط مختلف، حرکت مذاب و تلاطم آن را تشدید می کند و بخصوص فعل و انفعالات ناشی از مواد قالب در سطح قطعه ریختگی، تولید تخلخل می نماید و همچنین دخول گازهای ناشی از تلاطم مذاب باعث پر شدن قالب و ایجاد محفظه های هوا در سطح قطعه می گردد. لذا، ایجاد سیستم راهگامی مطلوب در حذف تلاطم مذاب و ایجاد حرکت آرام و یکنواخت مذاب در پر کردن قالب و نصب سیستم تغذیه گذاری صحیح در جهت حذف انقباضات متمرکز و پراکنده در قطعه ریختگی الزامی است.

چنانچه مذاب مستقیماً به دهانه راهگاه ریخته شود، سرعت خطی آن افزایش می یابد و در نتیجه تلاطم مذاب و حرکت گردابی آن تشدید می گردد و باعث دخول گاز، تخریب و دخول مواد قالب و اکسید های فراوان به قطعه ریختگی خواهد شد، از این رو ساختن حوضچه بالای راهگاه به صورت های مختلف قیفی و یا مکعبی الزامیست. در مورد قطعات ریختگی با کیفیت بسیار خوب، حوضچه بالایی می تواند همراه با مانع و فیلترهای مشبک بکار رود. در ریخته گری آلیاژهای آلومینیوم، طویل نمودن حوضچه و یا سایر اجزاء سیستم راهگامی در جهت حذف تلاطم مذاب در حد امکان، توصیه می شود.

اصولاً سیستم تغذیه گذاری برای تصحیح انجماد آلومینیوم و برای حل دو مسئله اساسی بکار می رود: جلوگیری از انقباضات بزرگ که محفظه های انقباضی و کشیدگی تغذیه که معمولاً در قسمتهای ضخیم قطعه پدید می آید و همچنین جلوگیری از انقباضات میکروسکوپی و پراکنده: که بخصوص هسته های مناسبی برای رشد گازهای مولکولی هستند. آلومینیوم و آلیاژهای آن، انقباض حجمی زیادی در فاصله انجماد دارند و از اینرو در مقایسه با سایر آلیاژها به تعداد تغذیه های بیشتر و بزرگتری نیاز دارند و بالطبع راندمان ریختگی قطعات آلومینیوم پایین تر از سایر آلیاژها و برحسب وزن قطعه برابر ۲۵-۴۵ درصد معمولی است. در مورد اندازه منبع تغذیه هنوز مطالعات زیادی در حال انجام است ولی طبیعتاً بایستی اندازه تغذیه به گونه ای باشد که مذاب درون آن زمان بیشتری را طی کند و همچنین اصول جهت انجماد از قسمت های دیگر به منبع تغذیه کاملاً رعایت شود.

با وجود آنکه به سهولت و با محاسبات ساده، جبران کمبودهای ناشی از انقباض در فاز جامد، در مورد انقباضات متمرکز امکان پذیر می باشد، حذف انقباضات پراکنده، به دلیل دامنه انجماد طولانی آلیاژهای آلومینیوم و انجماد خمیری آنان دشوار و گاه غیرممکن است. تعقیب شیب حرارتی از قسمت های مختلف قالب و استفاده از مبرد و ایجاد جهت انجماد اکیداً توصیه می شود ولی حذف کامل این انقباضات به دلیل انجماد خمیری و همچنین در اثر وجود گاز حل شده در مذاب بطور کلی امکان پذیر نیست.

در رابطه با انتخاب محل تغذیه، در آلیاژهای آلومینیوم کمتر از تغذیه اتمسفری استفاده می شود و تغذیه های فوقانی که ماکزیم نیروهای متالواستاتیکی را در قسمتهای تحتانی مذاب ایجاد می کنند، استفاده زیادی دارند. در این مواقع به محل اتصال تغذیه توجه می شود. نکات حائز اهمیت در انجماد اتصالات، بایستی مراعات شود چون در غیر این صورت همیشه در سطح فوقانی قطعه ریختگی، انقباضات و شکستگی های گرم و سرد پدیدار می گردد.

تصفیه فلز مایع به یکی از فرایندهای ضروری در تولید فلزات خالص تر تبدیل شده است. این موضوع خصوصاً در صنعت آلومینیم که با افزایش تقاضا برای کیفیت بالای محصولات روبرو است، صادق است. تصفیه آلومینیم به عنوان آخرین تکنیک خالص سازی مورد استفاده قبل از ریخته گری فلز بسیار گسترش یافته است و ضرورت تحقیقات بیشتر بر روی این فرایند احساس می شود. خارج کردن ناخالصی های جامد سیالیت فلز را بهبود می بخشد و در نتیجه قابلیت ریختگی را زیاد می کند. بعلاوه، ساختار بدست آمده منجر به خواص مکانیکی مطلوب می شود، مثلاً استحکام و

انعطاف پذیری افزایش و قابلیت شکل پذیری و ماشینکاری بهبود می یابد، همچنین فلز بدون ناخالصی ساییدگی ابزار را کم می کند اما فرایند تصفیه، فرایندی ناپایدار است یعنی با زمان تغییر می کند. این موضوع به دلیل آن است که ذرات گیر افتاده درون فیلتر، خواص فیلتر را تغییر می دهند و به اصطلاح پیری فیلتر رخ می دهد. پژوهش های بسیاری بر روی پیری فیلتر و همچنین تغییرات بازده تصفیه و افت فشار در هنگام رسوب ذرات درون فیلترهای سرامیکی مشبک مورد استفاده در تصفیه مذاب آلومینیم، انجام شده است. در مطالعات گرفته به این نتیجه رسیده اند که از زمانی که ذرات درون فیلتر وارد می شوند، پیری فیلتر آغاز می شود و ساختار درونی فیلتر در نتیجه تجمع پیوسته ذرات گیر افتاده، تغییر می کند. در طی این فرایند، متغیرهایی چون تخلخل فیلتر، قطر معادل شبکه فیلتر یا سطح مخصوص نیز با زمان تغییر می کنند. بسته به چگونگی انباشتگی ذرات، تاثیر آنها متفاوت است. اگر ذرات بصورت یکنواخت در بافت فیلتر رسوب کنند، باعث افزایش قطر شبکه و اثر منفی بر بازده تصفیه می شوند اما اگر ذرات بصورت دندریتی و خوشه ای تجمع یابند، اثر مطلوبی بر بازده تصفیه خواهند گذاشت زیرا خوشه های دندریتی بعنوان بافت های فیلتر جدید با قطری کمتر از قطر شبکه در حالت قبل عمل می کنند. می دانیم که سه مدل برای رسوب ذرات ناخالصی بر بافت فیلتر وجود دارد: مدل پوشش صاف، مدل دندریتی و مدل صرفاً تغییر تخلخل. مشاهداتی که روی فیلترهای مصرف شده در تصفیه آلومینیم صورت گرفته، نشان می دهد که ذرات بصورت توده درون فیلتر گیر افتاده اند و بیانگر آن است که مدل صرفاً تغییر تخلخل برای توصیف فرایند هایی که درون فیلتر حین عمل تصفیه مذاب آلومینیم رخ می دهد، مناسبتر است. نتایجی که بر پایه مدل صرفاً تغییر تخلخل بدست می آید، بیانگر آن است که گرادیان های فشار از دهانه ورودی تا خروجی فیلتر تغییر می کنند و بیشترین گرادیان در دهانه ورودی فیلتر وجود دارد. در همه شرایط، گرادیان فشار با گذشت زمان و با افزایش غلظت ذرات ورودی، زیاد می شود. نرخ این تغییرات از ورودی تا خروجی کاهش می یابد؛ البته تغییرات فوق برای دوساعت تصفیه و غلظت ذرات کمتر از 10 ppm بسیار ناچیز و اندک است ولی هنگامی که غلظت ذرات به 10 ppm می رسد، این تغییرات محسوس می شود.

نکته قابل توجه دیگر در حرکت مذاب، عدم تلاطم و جریان آرام سیال، حین پر کردن قالب است. با توجه به آنکه داشتن اطلاعات مربوط به خواص سیلانی مذاب و علی الخصوص افت فشار مذاب در سیستم فیلتر، جهت پیش بینی رفتار مذاب و سرعت خروجی مذاب از سیستم فیلتر مفید می باشد، تاثیر فیلتر در کاهش نرخ جریان و چگونگی حضور

فیلتر در داخل سیستم راهگامی سوال برانگیز بوده است. در بخشی از یک طرح تحقیقاتی، چگونگی سیلان آلیاژهای آلومینیوم Si در داخل سیستم خاصی از فیلتر، شامل ورودی و خروجی مذاب، تله حباب گیر و فیلتر سرامیکی اسفنجی با تخلخل $40\% \text{ppi}$ و با بکارگیری دستگاه فیلمبرداری با اشعه ایکس مطالعه گردیده است. عدد رینولدز بدست آمده در این پژوهش حدوداً صد برابر کمتر از عدد مورد نیاز برای حضور جریان آشفته بوده و حاکی از جریانی بسیار آرام و لایه ای در فیلتر می باشد. در خارج از فیلتر نیز، عدد رینولدز بدست آمده، دلالت بر حضور جریانی نسبتاً لایه ای دارد. نتایج بدست آمده حاکی از آن است که سیستم فیلتر صحیح می تواند براحتی شدت جریان های متلاطم مذاب را تخفیف بخشد، و باعث افت فشار در جریان مذاب بدلیل تبرید و اصطکاک فیلتر شود و در نتیجه میزان عیوب ریختگی را در قطعه کاهش دهد البته باید به این نکته نیز توجه کرد که میزان افت فشار و کاهش شدت جریان باعث عیب نیامد در قطعه نشود.

از آن جایی که مواد شارژ در ذوب شامل قراضه ها و برگشتی ها می باشند به همین دلیل پس از تهیه مذاب آلومینیم بایستی درصد عناصر در آلومینیم مشخص شود برای انجام این عملیات ابتدا مذاب را داخل قالب پولکی ریخته و نمونه برداری می کنند سپس توسط دستگاه آنالیز در صد عناصر مشخص می شود پس از مشخص شدن درصد عناصر میزان کمبود و یا ازدیاد عناصر آلیاژی را مشخص می کنند. و در درجه حرارت را تصحیح می کنیم.

تصفیه مذاب

عمده ناخالصی های موجود در مذاب آلومینیم شامل سدیم، کلسیم، آهن، سیلیسیم، منیزیم و تیتانیوم است جهت حذف منیزیم از مذاب آلومینیم از دو روش استفاده می شود.

۱ افزایش درجه حرارت مذاب و نگهداری مذاب در درجه حرارت های بالا به جهت آن که منیزیم در این درجه حرارت تبخیر شود. این روش امروزه به علت افزایش تلفات آلومینیم در سرباره کمتر استفاده می شود

۲ اضافه کردن ترکیبات کلر مانند نمک و یا دمش گاز کلر که نمک های استفاده شده در این روش شامل $NaCl$ یا نمک طعام و $CaCl_2$ می باشد

جهت حذف سیلیسیم و آهن از روش الکترولیز استفاده می شود و همچنین جهت حذف عناصری چون کادمیوم، بیسموت، سرب نیز با اضافه کردن سدیم و کلسیم این عناصر وارد سرباره شده و از مذاب حذف می شود.

گاز زدایی

آلومینیم قابلیت انحلال گاز هیدروژن می باشد و قابلیت انحلال اکسیژن در آلومینیم نیز وجود دارد و مجموعاً این گازها موجب افزایش مک و حفرات گازی در قطعات آلومینیومی می شوند. درصد انحلال هیدروژن در آلومینیم بیشتر از اکسیژن در آلومینیم می باشند.

گاز زدایی به روش ذوب در خلا

در این روش فشار اتمسفر را در روی سطح مذاب کاهش داده که این امر باعث می شود که گازهای حل شده در مذاب به علت اختلاف فشار بین سطوح بیرونی مذاب و داخلی مذاب از مذاب خارج شوند که در صنعت ریخته گری این روش بهترین روش برای گاززدایی به شمار می رود اما به علت نیاز به تجهیزات گران قیمت کمتر استفاده می شود و عموماً بیشتر از دگازور ها و گاززداها استفاده می شود.

گاز زدایی به روش استفاده از دگازور

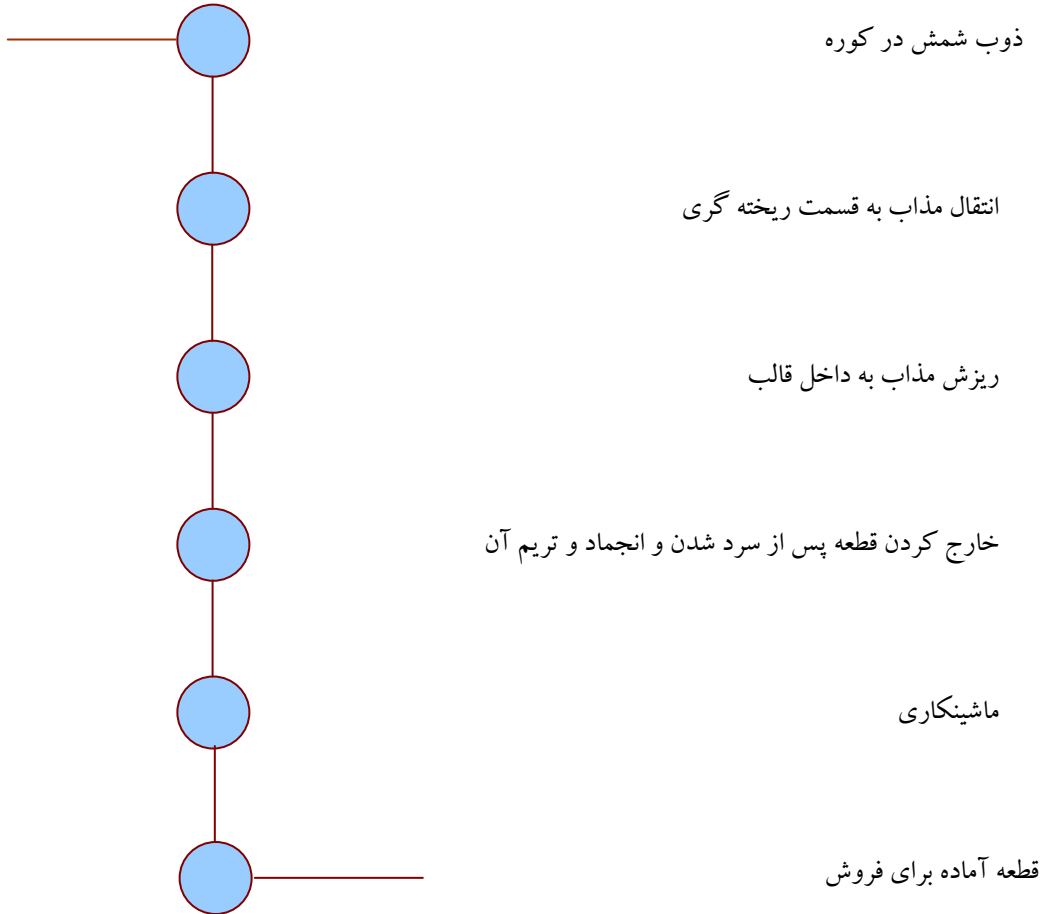
که این مواد شامل ترکیبات کلر بوده که این ترکیبات می توانند هیدروژن را از محیط مذاب خارج کنند که معمولاً ترکیبات مانند هگزا کلر متان. این ماده با هیدروژن واکنش ایجاد کرده و ایجاد گاز HCl می نماید که این گاز به علت سبکی خود را به سمت بالایی کشد و از مذاب آلومینیم خارج می شود. با توجه به فرمول بالا کربن باقی مانده با تیتانیم موجود در مذاب ایجاد کاربید تیتانیم TiC می نماید که این ترکیب جهت جوانه زایی مذاب آلومینیم استفاده می شود.

گاز زدایی به روش استفاده از دمش گاز خنثی

در این روش با افزایش فشار در داخل مذاب و ایجاد اختلاف فشار بین مذاب و محیط بیرون موجب خروج گازهای مضر از مذاب می شود. که گازهای خنثی برای مذاب آلومینیم شامل نیتروژن و آرگون می شود.

در این روش گاز هیدروژن پس از دمیده شدن در پایین پاتیل مذاب آلومینیم گاز خود را به سمت بالا کشیده و در حین بالا آمدن گازهایی چون هیدروژن را جذب خود می نماید و همچنین ناخالصی های موجود در مذاب را جذب خود کرده و وارد سرباره می نماید.

فرایند تولید منتخب



آنچه که در فرآیند تولید این قطعات دارای اهمیت است و حتی می توان گفت که این عوامل کیفیت قطعه تولید شده را تشکیل داده و در کشورهای صنعتی درجه بالاتری برخوردار می باشد موارد ذیل هستند .

✓توان مهندسی واحد تولیدی در انتخاب مواد و آماده سازی آن

✓توان مهندسی در آلیاژ سازی ها

✓دقت عمل و کیفیت در قالب گیری ها و فرایند ریخته گری در قالب

✓دقت عمل اپراتورها در هنگام ماشینکاری

✓دقت عمل کنترل کیفیت در جلوگیری از ورود قطعات نامرغوب به مجموعه قطعات آماده فروش

تشریح فرایند تولید

نام فرایند	شرح
ذوب شمش آلومینیوم در کوره	مواد اولیه تولید محصولات آلومینیومی ، شمش آلو مینیوم است . این شمش عموماً دارای آلیاژ مورد نظر قطعه نهایی است و بسیار به ندرت قطعه ساز اقدام به آلیاژ سازی می نماید. شمش از بازار تهیه شده و به وسیله کوره هایی با حرارت ۱۵۰۰۰ - ۱۰۰۰۰ درجه سانتیگراد ذوب می گردد.
انتقال مذاب به قسمت ریخته گری	آلومینیوم پس از ذوب به وسیله کارگر به قسمت ریخته گری منتقل می شود تا در این قسمت به داخل قالب تزریق گردد.
ریخته گری مذاب به داخل قالب	فلز مذاب به دو صورت در داخل قالب شارژ می گردد. در روش اول که برای قالب های دائمی انجام می گیرد(دایکاست) شارژ مذاب تحت فشار دستگاه دایکاست انجام می گیرد همچنین در روش دوم ریخته گری به صورت دستی در قالب ماسه ای ریخته می شود.
خارج کردن قطعه از قالب و تریم	پس از انجماد و سرد شدن مذاب در داخل قالب ، در قالب های ماسه ای به صورت دستی و با خراب کردن قالب ، و در قالب های دائمی به وسیله سیستم پران قطعه از قالب خارج می گردد این قطعات جمع آوری شده و قسمت های زائد که شامل راهگاهها و گلوبی ها می باشد از قطعه اصلی جدا می شود (تریم کردن قطعه)
ماشینکاری	قطعات ریخته گری شده عموماً به لحاظ ابعادی و صافی سطح از وضعیت مورد انتظار برخوردار نمی باشند. از اینرو لازم است محل های مورد نظر قطعه ماشینکاری و به صافی و دقت ابعادی مورد نیاز رسانده شود. به عنوان مثال در مورد پوسته جعبه فرمان ، محل اتصال دو نیمه پوسته به همدیگر لازم است کاملاً صاف و آب بندی شده باشد ، از طریق ماشینکاری ایجاد می گردد.

روش ریخته گری (Streamline Curvature) SLC

این روش نسل جدیدی از ساخت حفره با سیکل زمانی کوتاه، عدم نیاز به پاک نمودن و ریزش ماسه در مدت ذوب ورق و افزایش ۲۰٪ تا ۳۰٪ بهره وری می باشد. قالبهای حفره می توانند در مدت ۴۰ ثانیه تغییر داده شوند، حفره های خام تولید و عمر ابزار افزایش یابد. همچنین این روش ریخته گری چگالی حفره را افزایش و نیاز به چسب را کاهش می دهد. شوک هوایی و قالب ریزی افقی تحت فشار محتملاً یکی از سیستمهای قالب ریزی با ماسه سبز در بازار، به دلیل بهترین ترکیب از نفوذپذیری و تراکم پذیری برای رفع تمامی نیازها می باشد. سطح مناسب قالب و دقت ابعادی ریخته گری وزن و هزینه های ماشینکاری را کاهش میدهد. این موضوع سبب میگردد تا صرفه جویی در هزینه ها، افزایش دقت ابعادی، کاهش ضایعات حفره، کاهش قطع زائده ها و کاهش وزن کالا نتیجه شود.

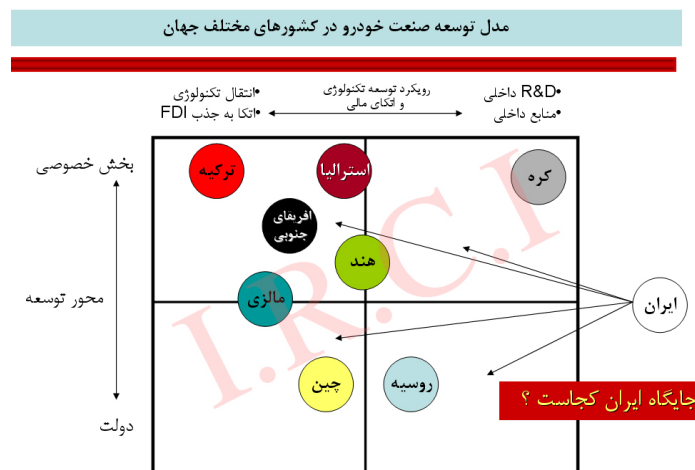
طرح مطالعات امکان سنجی ریخته گری قطعات خودرو با تکنولوژی بالا

فصل دوم: مطالعه بازار

مطالعه بازار

مطالعه الگوهای توسعه صنعت خودرو در کشورهای پیشرو نشان می دهد در این صنعت هشت مشخصه اصلی و کلیدی برای خودروسازان معتبر وجود دارد. این مشخصه ها عبارتند از: داشتن برند معتبر، توانایی قطعه سازی، توانایی طراحی، تیراژ تولید بالا، صادرات، انعطاف پذیری و نوآوری در ارائه محصولات، داشتن توانایی تطبیق محصولات با استانداردهای روز دنیا در زمینه های ایمنی، محیط زیست، مصرف سوخت و غیره، تعرفه پایین (در کشورهای صاحب صنعت خودروسازی).

در تصویر زیر، مدل توسعه صنعت خودرو در کشورهای مختلف دنیا ارائه شده است.



بر اساس اعلام نظر انجمن سازندگان قطعات و مجموعه های خودرو، راهبرد (استراتژی) صنعت قطعه سازی ایران با نگرش بر اجرای پروژه پلات فرم مشترک خودرو تدوین شده است. صنعت خودرو قصد دارد با اجرای پروژه پلات فرم مشترک، هدفهایی چون ارزان سازی با تیراژ تولید بالا، افزایش کیفیت، تنوع محصول و داشتن سهمی از بازار جهانی خودرو را دنبال نماید. راهبرد صنعت قطعه سازی نیز بر همین اساس و برای نخستین بار در کشور تدوین شده و این راهبرد، شش محور اساسی را در این صنعت دنبال میکند. بر همین اساس توسعه فرهنگ ادغام، آماده سازی شرکتها برای تخصصی کردن فعالیتهای، الزامات پیوستن به سازمان جهانی تجارت، بستر سازی برای خرید دانش فنی لازم و تولید با نام تجاری، توسعه تفکر تمرکز بر تولید قطعات مزیت دار در کشور و زمینه سازی برای بهره گیری از اصل صرفه جویی به منظور حضور در بازارهای داخلی و خارجی، محورهای اصلی راهبرد صنعت قطعه سازی است.

بررسی صنعت قطعه سازی حاکی از آن است که قیمت قطعات خودرو توسط قطعه سازان در سه سال گذشته تغییر نکرده در حالی که کیفیت قطعات تولیدی روند روبه رشدی را داشته است. در این میان در بیشتر موارد تجارب مناسبی از خرید دانش فنی از خارج از کشور وجود نداشته و عملاً فروشندگان تکنولوژی، فناوری های قدیمی و منسوخ شده خود را ایران ارائه داده اند که حتی در زمان خودش، امکان تولید به روز وجود نداشته است. لذا بایستی من بعد در تصمیم گیری ها و اجرای هر حرکت جدید با سرمایه گذار خارجی و تولید تحت لیسانس، طرح مشترک به سرمایه گذاری مشترک تبدیل شود که لازم است دولت بسترهای لازم را در این زمینه فراهم کند.

اصولاً بازار قطعات خودرو در کشورمان به سه گروه *OEM*، *OES* و *AM* تقسیم می گردد.

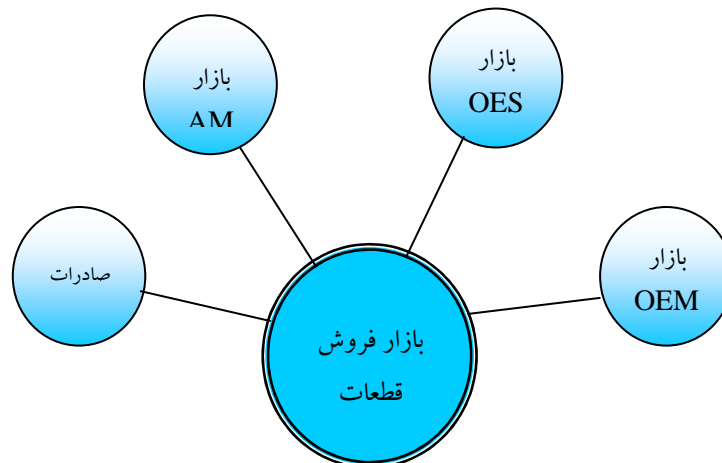
نام بازار	شرح
بازار <i>OEM</i>	این بازار را خودروسازان کشور تشکیل می دهند که شرکت های تأمین کننده آنها اقدام به تأمین قطعات مورد نیاز خود از قطعه سازان می نمایند. شرکت های سایکو (تأمین کننده شرکت ایران خودرو) شرکت سازه گستر سایپا (تأمین کننده شرکت سایپا) شرکت اپکو (تأمین کننده شرکت ایران خودرو دیزل) از شرکت اصلی فعال در این بازار به شمار می آیند. در این بازار به طور کامل قطعات از داخل کشور تهیه می شود و در صورتی که امکان ساخت داخل برای قطعه ای موجود نباشد. خودروساز خود رأساً اقدام به واردسازی قطعه مورد نیاز می نماید. لذا واردات توسط غیر و فروش آن به خودروساز اتفاق نمی افتد (خودروساز قطعات وارداتی را خرید نمی کند).
بازار <i>OES</i>	این بازار خدمات پس از فروش خودروها می باشد که وابسته به شرکت های خودرو ساز است. سازمان خدمات پس از فروش ایران خودرو (ایساکو)، شرکت سایپا یدک، شرکت گسترش خدمات پارس خودرو، مزدا یدک از شرکت های این گروه محسوب می شوند. شرایط این بازار نیز مشابه شرایط عنوان شده برای بازار <i>OEM</i> است.
بازار <i>AM</i>	این بازار قطعات خودرو شامل کلیه لوازم یدکی فروش های مختلف در سطح کشور می باشد که به صورت آزاد (بدون ارتباط خاص با خودروسازان) اقدام به فروش قطعات خودرو می نمایند. در این بازار شرایط رقابتی برقرار است. لذا در صورتیکه قطعاتی وارداتی قابلیت رقابت به لحاظ کیفی و قیمت به موارد مشابه داخلی را داشته باشند، امکان واردات وجود خواهد داشت.

لذا عملاً امکان واردات و فروش قطعات در بازار *OEM* و *OES* برای شرکتهای خودرو ساز قابل انجام بوده ولی در بازار *AM* واحدهای مختلف امکان واردسازی و فروش قطعات منفصله خودرو را دارا هستند.

در این میان قطعات آلومینیومی خودرو در گروه قطعات کند مصرف خودرو طبقه بندی می گردند، لذا مصرف آن در بازار خدمات پس از فروش بسیار پایین تر از بازار خودروسازان است بطوریکه بخش قریب به اتفاق این قطعات در بازار

OEM مصرف می شود و از اینرو میزان واردات نیز در سطح پایین خواهد بود. علاوه بر آن علیرغم نبود محدودیت

برای واردات، عملاً واردات این قطعات در سطح بسیار پایین اتفاق می افتد .



در بخش مطالعه بازار طرح حاضر با عنوان تولید قطعات خودرو با تکنولوژی بالا ، به صورت خاص بر قطعات آلومینیومی و همچنین محصول خاص پیستون تمرکز شده است . علی القاعده تکنولوژی مورد استفاده برای تولید این قطعات در وضعیت عرضه و تقاضا به لحاظ آماری تاثیرگذار نخواهد بود ، درمقابل استفاده از شیوه های مدرن و به روز در تولید این محصول مانند تکنولوژی **SLC** ، به لحاظ دستیابی به کیفیت بالا و قیمت تمام شده قابل رقابت ، زمینه را برای ورود تولید کنندگان جدید به عرصه رقابت تسهیل خواهد کرد .

تولید کنندگان و مصرف کنندگان معتبر جهانی

اصولاً بزرگترین کمپانی‌های تولید خودرو، مهمترین مصرف کنندگان قطعات خودرو و از جمله قطعات ریخته‌گری آلومینیومی خواهند بود.

کمپانی‌های برتر دنیا در صنعت خودرو سازی

نام کمپانی	ظرفیت تولید سالانه (دستگاه)	نام کمپانی	ظرفیت تولید سالانه (دستگاه)
جنرال‌موتورز (اپل، واکسهال و دوو)	هشت میلیون و ۹۲۶ هزار	مزدا	یک میلیون و ۳۹۶ هزار
تویوتا	هشت میلیون و ۳۶ هزار	کیا	یک میلیون و ۳۸۱ هزار
فورد (جگوار - ولوو)	شش میلیون و ۲۶۸ هزار	بی‌ام‌و	یک میلیون و ۳۶۶ هزار
رنو نیشان	با پنج میلیون و ۷۱۵ هزار	میتسوبیچی	یک میلیون و ۳۱۳ هزار
گروه فولکس واگن	پنج میلیون و ۶۸۴ هزار	دایهاتسو	یک میلیون و ۹۲ هزار
هوندا	سه میلیون و ۶۶۹ هزار	افتاواز روسیه	۷۶۵ هزار
PSA پژو سیتروئن	سه میلیون و ۳۵۶ هزار	سویارو	۵۸۷ هزار
کرایسلر	دو میلیون و ۵۵۴ هزار	تاتا موتورز هند	۵۶۰ هزار
هیوندای	دو میلیون و ۴۶۲ هزار	ایران‌خودرو	۵۵۸ هزار
فیات	دو میلیون و ۳۱۷ هزار	سایا	۵۳۰ هزار
سوزوکی	دو میلیون و ۲۹۷ هزار	ایسوزو	۵۲۳ هزار
دایملر بنز	دو میلیون و ۴۴ هزار	چانا موتورز	۵۲۲ هزار

۱-۲ میزان عرضه (تولید داخلی ، واردات)

میزان تولید داخلی

در صنعت قطعه سازی ۱۹ شرکت در بورس تهران حضور دارند که ذیلاً به طور اجمال مورد بررسی قرار گرفته اند. هم اکنون در زنجیره تامین قطعات خودرو، حدود هزار واحد کوچک و بزرگ در حال فعالیت بوده و امکان اشتغال ۵۰۰ هزار نفر را فراهم نموده است. گردش مالی این شبکه تامین قطعات، حدود ۵۰ تریلیون ریال در سال است که پیش بینی می شود این گردش در چند سال آینده به ۱۰۰ تریلیون ریال افزایش یابد.

برای خدمات رسانی به صنعت خودروی داخل کشور باید صنعت قطعه سازی کارکرد جهانی پیدا کرده و وارد سایر بازارهای خارج از کشور شود، زیرا بدون جهانی شدن صنعت قطعه سازی، برای حضور در بازارهای جهانی خودروسازان نیز با مشکل مواجه خواهد شد.

جذب دست کم یک درصد از سهم بازار جهانی قطعه سازی از جمله اهداف کمی صنعت قطعه سازی کشور می باشد و پیش بینی می شود در طول دهه آینده حدود ۱۰ میلیارد دلار در آمد ارزی از این طریق نصیب کشور شود.

اشباع بازارهای توسعه یافته جهان و نیاز به انتقال سرمایه به بازارهای نوظهور، رشد ۷۰ درصدی صنعت قطعه سازی جهان تا سال ۲۰۱۵، نیاز جهانی به تولید قطعات خودرو با هزینه پایین، از جمله فرصت هایی است که صنعت قطعه سازی کشور باید آن را بطور جدی مورد توجه قرار دهد.

شرکتهای قطعه ساز حاضر در بورس اوراق بهادار تهران

سال ورود به بورس	سال تاسیس	نام شرکت
۱۳۷۰	۶۴	نیرو محرکه
۱۳۸۳	۷۳	نصیر ماشین
۱۳۸۲	۶۹	مهر کام پارس
۱۳۷۳	۴۳	محورسازان
۱۳۷۰	۴۱	لنت ترمز ایران
۱۳۷۵	۴۹	کمک فنر ایندامین
۱۳۷۵	۳۱	کاربراتور ایران
۱۳۷۱	۵۷	قطعات اتومبیل ایران
۱۳۷۵	۵۶	فنر سازی خاور
۱۳۷۵	۴۳	فنر سازی زر
۱۳۷۵	۵۴	صنایع ریخته گری ایران
۱۳۸۰	--	سایپا آذین
۱۳۸۳	۱۳۷۶	سازه پویش
۱۳۸۲	۱۳۷۶	رینگ سازی مشهد
۱۳۷۷	۱۳۷۶	ریخته گری تراکتور
۱۳۷۵	۱۳۴۱	رادیاتور ایران
۱۳۷۲	۱۳۴۸	چرخشگر
۱۳۸۲	۱۳۷۶	الکترونیک خودرو شرق
۱۳۷۶	۱۳۶۶	آهنگری تراکتور سازی ایران

پویایی صنعت خودرو و تحولات سریع و تغییر بی‌پایه خطوط تولید، موجب شده تا این شرکتها خصوصا در سالهای اخیر خود را به روز نگهداشته و همگام با نیاز بازار داخلی حرکت نمایند که با توجه به محدودیت‌های واردات خودرو و انحصاری بودن بازار خودرو این شرکتها تا حدودی موفق بوده‌اند. اما این شرکتها با توجه به کیفیت محصولات خود نیاز به تحولات اساسی دارند تا بتوانند در صحنه رقابت‌های جهانی حضور داشته باشند.

کشور ما در زمینه تولید خودرو دارای مزیت نسبی نیست و از این رو شاید تنها با توجه به مقتضیات حال حاضر و در سایه انحصار و یا توسعه و تثبیت دیدگاه صادراتی به تولید خودرو پرداخته شده است.

در ترکیب سهامداران شرکت های قطعه سازی حضور موثر شرکت ها و سازمان های دولتی کاملاً محسوس است و عمده سهام آنها در اختیار شرکت های خودروسازی کشور از جمله ایران خودرو، سایپا، گروه بهمن و تراکتور سازی که بزرگترین شرکت های خودروساز کشور هستند، می باشد. عمده سهام این شرکت ها نیز در اختیار سازمان گسترش و نوسازی صنایع ایران قرار دارد.

حضور سهامداران حقیقی در این شرکت ها از نسبت مناسبی برخوردار نمی باشد که همین امر باعث حجم پائین معاملات و نقدشوندگی نه چندان خوب این شرکت ها شده است.



در این میان و فارغ از دیدگاه بورسی، بر اساس آخرین اخبار منتشره شرکت های موفق و برتر در صنعت خودرو سازی عبارتند از: اریش خودرو، استام صنعت، اطلس پمپ سپاهان، گروه صنعتی برنز، پویا گستر خراسان، سندن ایرانیان، فراصنعت شمال، گروه تولیدی کروز، تولیدی صنعتی کولر ایران، مهر آریای پلیمر پارس، شرکت گوهر بافان، آگروز خودروی خراسان، مهندسی ایداج، گروه صنعتی بارز، شرکت سامفر، قالب های صنعتی ایران خودرو، قالب و قطعه سازی شمال، غرب استیل، کوبنتا، گروه تولیدی کروز و همگام خودروی آسیا .

بر اساس آخرین آمارهای اخذ شده از وزارت صنایع و معادن ، میزان ظرفیت داخلی برای واحدهای فعال در صنعت ریخته گری آلومینیوم (که طبعا فعالیت آنها صرفا در صنعت قطعه سازی متمرکز نمی باشد) به همراه یکی از قطعات پرمصرف نمونه به نام پیستون به شرح زیر می باشد .

الف) آمارهای مربوط به صنعت ریخته گری آلومینیوم

وضعیت واحدهای فعال (دارای پروانه بهره برداری) در صنعت ریخته گری آلومینیوم

ظرفیت کل (تن)	تعداد واحدها در سطح کشور	نام فعالیت
۹۹۳۷۵	۲۱۸	ریخته گری فلزات رنگین (آلومینیوم)
۳۸۴۴۳	۵۵	ریخته گری آلومینیوم به روش معمولی
۲۷۶۷۹	۸۸	ریخته گری آلومینیوم تحت فشار
۱۶۰۰	۵	ریخته گری آلومینیوم (روش اکسترودر)
۱۶۷۰۹۷	۳۶۶	جمع کل

وضعیت ظرفیت واحدهای فعال (دارای پروانه بهره برداری) در صنعت ریخته گری آلومینیوم در سالهای اخیر

نام فعالیت	۸۵	۸۶	۸۷	۸۸
ریخته گری فلزات رنگین (آلومینیوم)	۶۷۸۱۲	۹۳۷۳۹	۹۹۳۷۵	۹۹۳۷۵
ریخته گری آلومینیوم به روش معمولی	۹۸۱۹	۱۲۴۶۱	۳۵۶۹۳	۳۸۴۴۳
ریخته گری آلومینیوم تحت فشار	۱۴۹۸۱	۲۱۴۷۷	۲۷۰۲۹	۲۷۶۷۹
ریخته گری آلومینیوم (روش اکسترودر)	۶۰۰	۱۳۸۰	۱۶۰۰	۱۶۰۰
جمع کل	۹۳۲۱۲	۱۲۹۰۵۷	۱۶۳۶۹۷	۱۶۷۰۹۷

وضعیت طرح‌های در دست اجرا (با پیشرفت فیزیکی ۱ تا ۲۴ درصد) در صنعت ریخته‌گری آلومینیوم

نام فعالیت	تعداد واحدها در سطح کشور	ظرفیت کل (تن)
ریخته‌گری فلزات رنگین (آلومینیوم)	۳۰	۲۶۱۴۰
ریخته‌گری آلومینیوم به روش معمولی	۱۷	۱۴۳۰۰
ریخته‌گری آلومینیوم تحت فشار	۳۵	۱۰۲۳۶۰
ریخته‌گری آلومینیوم (روش اکسترودر)	۳	۱۲۴۰۰
جمع کل	۸۵	۱۵۵۲۰۰

وضعیت طرح‌های در دست اجرا (با پیشرفت فیزیکی ۲۵ تا ۴۹ درصد) در صنعت ریخته‌گری آلومینیوم

نام فعالیت	تعداد واحدها در سطح کشور	ظرفیت کل (تن)
ریخته‌گری فلزات رنگین (آلومینیوم)	۱۰	۵۰۴۰۵
ریخته‌گری آلومینیوم به روش معمولی	۷	۱۷۳۷۵
ریخته‌گری آلومینیوم تحت فشار	۱۹	۲۰۷۷۸
جمع کل	۳۶	۳۶

وضعیت طرح‌های در دست اجرا (با پیشرفت فیزیکی ۵۰ تا ۷۴ درصد) در صنعت ریخته‌گری آلومینیوم

نام فعالیت	تعداد واحدها در سطح کشور	ظرفیت کل (تن)
ریخته‌گری فلزات رنگین (آلومینیوم)	۱۹	۸۴۷۷
ریخته‌گری آلومینیوم به روش معمولی	۲	۴۳۰
ریخته‌گری آلومینیوم تحت فشار	۱۳	۲۳۰۷۸
جمع کل	۳۴	۳۴

وضعیت طرح های در دست اجرا (با پیشرفت فیزیکی ۷۵ تا ۹۹) در صنعت ریخته گری آلومینیوم

نام فعالیت	تعداد واحدها در سطح کشور	ظرفیت کل (تن)
ریخته گری فلزات رنگین (آلومینیوم)	۱۱	۶۶۲۰
ریخته گری آلومینیوم به روش معمولی	۳	۲۰۷
ریخته گری آلومینیوم تحت فشار	۲	۷۶۰۰
ریخته گری آلومینیوم (روش اکسترودر)	۲	۳۵۰۰
جمع کل	۱۸	۱۷۹۲۷

ب) آمارهای مربوط به پیستون به عنوان یک محصول نمونه از قطعات آلومینیومی

وضعیت واحدهای فعال (دارای پروانه بهره برداری) در زمینه تولید پیستون

نام استان	تعداد واحد	ظرفیت به همراه واحد
آذربایجان شرقی	۷	۲۸۰۲۵۵ تن
اردبیل	۱	۲۰۰ تن
تهران	۲	۶۴ تن
خراسان رضوی	۱	۸۰ تن
لرستان	۱	۲۰۰۰ تن
خراسان رضوی	۲	۳۰۱۰۰۰ دست
اصفهان	۴	۱۶۱۷۰۰۰ عدد
تهران	۱	۲۰۰۰ عدد
خراسان رضوی	۳	۴۸۰۰۰۰ عدد
آذربایجان غربی	۱	۳۰۰۰۰ قطعه
تهران	۱	۲۲۵۰۰ کیلوگرم
خراسان رضوی	۱	۳۵۰ هزار عدد

وضعیت طرح‌های در دست اجرا (ادارای جواز تاسیس) در زمینه تولید پیستون

با پیشرفت فیزیکی ۱ تا ۲۴ درصد

نام استان	تعداد واحدها	ظرفیت کل
آذربایجان غربی	۱	۵ تن
سمنان	۱	۱۰۰ تن
خراسان رضوی	۱	۲۰۰۰۰ دستگاه
اصفهان	۱	۴۰۰۰۰۰ عدد
مرکزی	۱	۳۰۰ هزار عدد

با پیشرفت فیزیکی ۲۵ تا ۴۹ درصد

نام استان	تعداد واحدها	ظرفیت کل
مازندران	۱	۷۰ تن
فارس	۱	۱۱۴۰۰۰ قطعه

با پیشرفت فیزیکی ۵۰ تا ۷۴ درصد

نام استان	تعداد واحدها	ظرفیت کل
آذربایجان شرقی	۲	۷۵ تن
خراسان رضوی	۱	۱۰۰۰۰۰ عدد

با پیشرفت فیزیکی ۷۵ تا ۹۹ درصد

نام استان	تعداد واحدها	ظرفیت کل
آذربایجان شرقی	۱	۳۵ تن
قزوین	۱	۱۰۰ تن
اصفهان	۱	۱۰۰۰۰۰۰ عدد
سمنان	۱	۶۰۰ عدد

واردات

شماره تعرفه گمرکی قطعات خودرو براساس سهم تولید داخل آنها تعیین شده است. و از آنجائیکه قطعات مورد مطالعه در قسمت‌های مختلف خودرو دارای کاربرد هستند، لذا نمی‌توان قطعه خاص را تعیین و شماره تعرفه دقیقی را برای آن عنوان کرد. از اینرو در جدول زیر شماره تعرفه بر اساس تقسیم‌بندی وزارت بازرگانی آورده شده است.

شماره تعرفه گمرکی و حقوق ورودی قطعات منفصله خودرو

شرح قطعات	شماره تعرفه گمرکی	حقوق ورودی
تولید و مینوی بروس قطعات منفصله برای	با ساخت داخل کمتر از ۱۴ درصد	۹۸۸۷۰۲۱۰
	با ساخت داخل بیشتر از ۱۴ درصد	۹۸۸۷۰۲۳۰
	با ساخت داخل ۱۴ لغایت ۴۰ درصد	۹۸۸۷۰۲۲۰
قطعات منفصله برای تولید سواری	شماره تعرفه بر حسب درصد ساخت داخل از ۹۸۸۷۰۳۱۱ تا ۹۸۸۷۰۳۳۸ است.	حقوق ورودی بر حسب درصد ساخت داخل از ۲۷ تا ۹۰ درصد متغیر است.

میزان واردات پیستون طی سالهای اخیر

سال	۸۴	۸۵	۸۶	۸۷
میزان واردات (تن)	۱۷۷۵	۱۹۹۰	۳۴۱۵	۴۱۵۹
ارزش دلاری (هزار دلار)	۱۵۴۸۳	۲۸۴۸۱	۷۱۵۶۹	۱۰۱۰۹۰

در این بخش و به عنوان نمونه وضعیت واردات در سال ۸۷ برای محصول پیستون ارائه شده است.

مبدا و میزان واردات پیستون

کشور	میزان (تن)	ارزش (هزار دلار)	کشور	میزان (تن)	ارزش (هزار دلار)
ایتالیا	۷۴۸	۲۵۸۱۷۳	لهستان	۴	۲۰۵
آلمان	۳۴۴	۱۲۴۳۳	لبنان	۲۳	۱۵۸
امارات متحده عربی	۹۵۳	۱۱۱۷۶	فنلاند	۱	۱۱۹
فرانسه	۹۳	۹۲۹۳	اسپانیا	۴	۱۰۳
مالزی	۱۰	۶۳۹۵	برزیل	۲	۸۹
انگلستان	۴۹	۶۵۶۸	هلند	۱	۸۷
اوکراین	۱۳	۵۵۵۲	کرواسی	۱	۶۲
بلژیک	۳۴	۳۹۰۰	رومانی	۲۰	۵۱
چین	۶۳۹	۳۷۵۴	اتریش	۸	۶۱
ترکیه	۵۱۱	۳۶۵۷	پاکستان	۱	۴۴
هند	۴۲۰	۳۲۶۳	هنگ‌کنگ	۲	۸۸
روسیه	۳	۱۸۸۸	منطقه حسن رود	۵	۲۰
کره	۱۰۸	۱۸۹۱	منطقه آزاد کیش	۱	۱۹
آرژانتین	۶۹	۱۷۱۶	سوریه	۱	۱۶
ژاپن	۱۸	۹۹۱	سنگاپور	۱	۱۲
تایوان	۶۸	۸۳۱	آمریکا	۱	۱۲
سوئد	۱	۷۴۶	کریباتی	۱	۷
ارمنستان	۱	۳	تایلند	۱	۴
منطقه آزاد چابهار	۱	۲	ارمنستان	۱	۳
سوئیس	۱	۲	تایلند	۱	۴

۲-۲ بررسی میزان تقاضا (مصرف داخلی و صادرات)

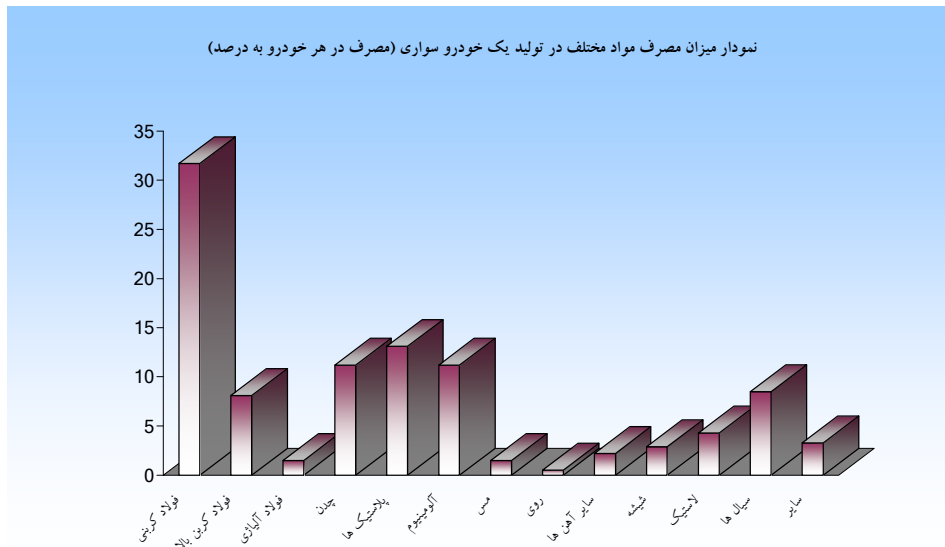
مصرف داخلی

کالاهای مورد مطالعه با عنوان قطعات خودرو از جمله انواع پیستون در دسته محصولات واسطه ای می باشند که در صنایع خودروسازی کاربرد دارند. بنابراین برنامه ریزی تولید واحدهای صنعتی قطعه ساز به طور کامل تابع سیاست های خودروسازان و بازار خدمات پس از فروش آنان می باشد. در خصوص راندمان تولید در واحدهای قطعه سازی می توان گفت که هر واحد صنعتی متناسب با توان رقابتی خود سهمی را از بازار کسب می نماید. راندمان تولید واحدهای موجود کشور، مطابق مطالعات میدانی صورت گرفته حدود ۸۰ درصد برآورد شده است.

قطعات آلومینیومی در قسمت های مختلف خودرو از جمله پوسته موتور، پوسته سیستم انتقال قدرت، پوسته جعبه دنده، پوسته اویل پمپ و دیگر قطعات خودرو کاربرد دارد. تعداد، تنوع، وزن و مشخصات قطعات فوق بسته به محل دقیق مصرف کاملاً متفاوت است و لذا برای تعیین حجم مصرف دقیق این قطعات، لازم است نقشه فنی تک تک این قطعات به تفکیک انواع خودروها تهیه شود که این امر امکان ناپذیر است. از اینرو برای برآورد حجم مصرف با انجام مشاوره فنی کارخانجات ریخته گری، براساس مواد مورد استفاده در ساخت یک دستگاه خودرو، تخمین مصرف این قطعات در هر خودرو انجام گردیده است.

میزان مصرف مواد مختلف در تولید یک خودرو سواری

نام مواد	مصرف در هر خودرو	نام مواد	مصرف در هر خودرو
فولاد کربنی	۳۱/۷	روی	۰/۵۲
فولاد کربن بالا	۸/۱	سایر آهن ها	۲/۲
فولاد آلیاژی	۱/۵	شیشه	۲/۹
چدن	۱۱/۲	لاستیک	۴/۳
پلاستیک ها	۱۳/۱	سیال ها	۸/۵
آلومینیوم	۱۱/۲	سایر	۳/۲
مس	۱/۵	---	---



مجموعه خودروهای تولید داخل کشورمان را می توان از نگاه مصرف قطعات تولید داخل در ساخت آنها، به دو گروه عمده تقسیم بندی کرد.

گروه	شرح
گروه اول	این گروه از خودروها بخش عمده قطعات مصرفی در تولید خودرو را از سازندگان داخلی تأمین می نمایند و درصد کمی قطعات وارداتی در ساخت این گروه از خودروها کاربرد دارد. بخش عمده خودروهای تولیدی گروه ایران خودرو و سایپا در این گروه قرار دارند.
گروه دوم	در این گروه آن دسته از خودروها قرار دارند که تولید آنها در کشور با تعداد پایین صورت می گیرد و لذا داخلی کردن تولید قطعات آنها از توجیه اقتصادی لازم برخوردار نمی باشد. همچنین برخی از خودروها علاوه بر تیراژ پایین در گروه خودروهای لوکس نیز طبقه بندی می شوند و تولید داخلی آنها صرفه اقتصادی ندارد.

با توجه به مطالب ذکر شده می توان گفت که برای برآورد نیاز صنایع خودروسازی کشورمان به قطعات ساخت داخل، تنها می توان به حجم تولید دو شرکت اصلی ایران خودرو و سایپا به عنوان بازار مصرف کننده قطعات خودرو استناد کرد. طبیعتاً در این میان علاوه بر خودروهای جدید ساخت کمپانی های مذکور، خدمات پس از فروش اتومبیل های واگذار شده نیز تقاضای خاص خود را خواهند داشت.

میزان مصرف قطعات آلومینیومی توسط دو خودرو ساز داخلی

میزان مصرف در سال (تن)	میزان تولید سالانه	شرح
۶۵۷۵	۵۸۷ هزار دستگاه	ایران خودرو
۵۹۳۶	۵۳۰ هزار دستگاه	سایا

صادرات

از نقطه نظر مقررات وزارت بازرگانی، برای صادرات محصولات تولیدی طرح هیچگونه شرایط و محدودیتی وجود ندارد. لیکن از آنجایی که این محصولات، یک کالای صنعتی و مهندسی محسوب می گردند، از اینرو ورود به بازارهای جهانی مستلزم برخورداری تولیدکننده از شرایطی می باشد که در جدول زیر به برخی از آنها اشاره شده است.

معرفی شرایط مورد نیاز برای صادرات محصولات طرح

شرح	شرایط لازم
یکی از معیارهای مهم در صادرات قطعات خودرو، قیمت های رقابتی جهانی می باشد که این مورد نیز به شرایط اقتصاد کلان کشور در مقایسه با کشورهای مقصد صادرات باز می گردد. از جمله این شرایط می توان به نرخ ارز، نرخ بهره، قیمت مواد اولیه، نرخ تورم و موارد مشابه اشاره کرد با توجه به متغیر بودن عوامل، لازم است توجه پذیری اقتصادی صادرات در زمان واقعی صادرات و کشورهای مقصد مورد تحلیل قرار گیرد.	برخورداری از مزیت رقابتی به لحاظ قیمت
قطعات خودرو، از سری قطعات حساس به کیفیت می باشند. از این رو برای ورود به بازار جهانی لازم است از کیفیت رقابتی جهانی برخوردار بود.	برخورداری از مزیت رقابتی به لحاظ کیفیت
توان مهندسی در طراحی قطعات، انجام فرآیند مهندسی معکوس، قابلیت تولید با کیفیت مورد انتظار و رعایت کلیه الزامات مورد نیاز خریدار از مواردی است که برخورداری تولیدکننده از توان فنی و مهندسی لازم اجتناب ناپذیر است.	برخورداری از توان فنی و مهندسی مناسب
دوره وصول مطالبات در صادرات عموماً بالا است از اینرو لازم است صادرکننده از توان مالی مناسب برخوردار باشد.	برخورداری از توان مالی مناسب
فعالیت در بازارهای جهانی مستلزم آگاهی کامل صادرکننده از مقررات و الزامات تجارت جهانی می باشد.	آشنایی کامل با امور تجارت جهانی

میزان صادرات پیستون طی سالهای اخیر

سال	۸۴	۸۵	۸۶	۸۷
میزان صادرات (تن)	۲۵۵	۲۵۵	۳۳	۱۵۳
ارزش دلاری (هزار دلار)	۴۱۸	۴۱۸	۱۱۸	۴۷۹

در این بخش و به عنوان نمونه وضعیت صادرات در سال ۸۷ برای محصول پیستون ارائه شده است .

مقصد و میزان صادرات پیستون

کشور	میزان (تن)	ارزش (هزار دلار)
عراق	۹۸	۱۸۷
هلند	۴	۱۸۱
افغانستان	۴۷	۷۹
ارمنستان	۱	۱۸
ایتالیا	۱	۴
چین	۱	۴
انگلستان	۱	۲
امارات متحده عربی	۱	۱
اوکراین	۱	۱
جمع کل	۱۵۳	۴۷۹

۳-۲ تحلیل توازن عرضه و تقاضا

وضعیت عرضه و تقاضا برای قطعات آلومینیومی خودرو در بازار AM

سال	تعداد خودروهای موجود (هزار دستگاه)	تعداد خودروهای فعال (هزار دستگاه)	تقاضای بازار برای محصولات (تن)
۸۶	۸۶۳۷	۶۸۷۳	۷۶۹۷
۸۷	۸۵۸۷	۷۷۲۸	۸۶۵۵
۸۸	۹۵۳۷	۸۵۸۳	۹۶۱۲

وضعیت عرضه و تقاضا برای قطعات آلومینیومی خودرو

سال	تقاضا (تن) در بازار خودرو سازان	بازار AM	مجموع تقاضای بازار (تن)
۸۶	۱۲۵۱۱	۷۶۹۷	۲۰۲۰۸
۸۷	۱۲۵۱۱	۸۶۵۵	۲۰۲۰۸
۸۸	۱۲۵۱۱	۹۶۱۲	۴۰۴۱۶

وضعیت عرضه و تقاضا برای پیستون خودرو

سال	میزان واردات (تن)	میزان صادرات (تن)	میزان تولید داخلی (تن)	میزان مصرف (تن)
۸۴	۱۷۷۵	۲۵۵	۱۹۹۲	۳۵۱۲
۸۵	۱۹۹۰	۳۰۴	۲۱۹۲	۳۸۷۸
۸۶	۳۴۱۵	۳۳	۲۱۹۲	۵۵۷۵
۸۷	۴۱۵۹	۱۵۳	۲۱۹۲	۶۱۹۸
۸۸	۴۲۴۶	۶۲	۲۷۹۶	۶۹۸۱

۴-۲ تعیین ظرفیت کارخانه

کارگاهها و کارخانه های قطعه سازی که از روش ریخته گری استفاده می نمایند ، عموماً لازم است تعداد متنوعی از قطعات مورد نیاز صنعت را تولید و عرضه نمایند . لذا تولید و عرضه تنها یک نوع قطعه به هیچ وجه اقتصادی و معقول نمی باشد و لذا حداقل ظرفیت براساس حداقل امکانات و ماشین آلات مورد نیاز و در نهایت حجم سرمایه ثابت آن تعیین می گردد .

شرح	ظرفیت سالیانه	واحد
انواع قطعات ریخته گری آلومینیومی	۶۰۰	تن

۲-۵ قیمت گذاری در صنعت قطعه سازی

شرح	گروه قطعات خودرو
این گروه تحت عنوان کارگاه های ریخته گری اقدام به انتخاب مواد اولیه، آماده سازی آن، ریخته گری و تولید قطعه خام را انجام داده و در نهایت قطعه ریخته شده را به گروه دوم می فروشند.	گروه اول
این گروه بعنوان واحدهای ماشینکار، قطعه ریخته شده خام را از کارگاههای ریخته گری خریداری کرده و سپس اقدام به ماشینکاری و رساندن قطعه به شکل و ابعاد نهایی می نمایند. همچنین در مورد قطعاتی که از طریق ماشینکاری تولید می شوند، این گروه مواد اولیه لازم را از بازار تأمین و قطعه سازی را انجام می دهند.	گروه دوم

برخی کارگاههای بزرگ خود عهده دار اجرای هر دو مرحله ریخته گری و ماشینکاری می باشند که در طرح حاضر نیز هدف انجام مطالعات برای ایجاد چنین کارگاهی است. با توجه به فرآیندهای مطرح در تولید قطعات آلومینیومی خودرو و دو گروه فعال در فرآیند تولید آن، می توان گفت که قیمت گذاری قطعه نهایی برحسب فرایند تولید به صورت زیر انجام می گیرد:

قیمت گذاری مرحله اول (ریخته گری)

در این مرحله قیمت قطعه با توجه به قیمت تمام شده آن و با اضافه کردن درصدی به عنوان هزینه ها و سود کارگاه ریخته گر تعیین می شود که معیارهای مطرح در این قیمت گذاری را می توان عوامل زیر عنوان کرد:

شرح	عوامل تاثیر گذار
مواد اولیه مصرفی در ساخت قطعات آلومینیومی انواع آلیاژهای آلومینیومی و زاماک می باشد که این مواد خود به لحاظ آلیاژ متفاوت هستند و لذا قیمت های متفاوتی برای آن وجود دارد.	نوع مواد اولیه و قیمت آن
پیچیدگی فنی یک قطعه سبب افزایش قیمت ساخت قالب آن می گردد که بدینوسیله قیمت قطعات تولید شده توسط آن نیز افزایش پیدا می کند.	درجه پیچیدگی فنی قطعه
روش های مطرح در ریخته گری قطعات آلومینیومی شامل سه روش دایکاست، ریخته گری در ماسه و ریخته گری ریژه می باشد. تجهیزات و ماشین آلات و همچنین مراحل تولید در هر کدام از روش های فوق متفاوت است. از اینرو قیمت این قطعات در مرحله ریخته گری تابع روش تولید می باشد	روش تولید
وزن قطعه در میزان مواد مصرفی و همچنین هزینه قالب سازی تأثیر مستقیم دارد و لذا سبب افزایش قیمت قطعه ریخته شده می گردد.	وزن قطعه
بطور مسلم رد تولید هر قطعه، تعداد سفارش و استمرار آن سبب تغییر قیمت فروش قطعه می گردد. قطعات تولید انبوه معمولاً از قیمت های پایین تری به نسبت قطعات تک ساز برخوردار هستند.	تعداد تولید

قابل ذکر است که برای تعیین قیمت لازم است نوع دقیق قطعه مشخص شده و متناسب با آن قیمت ارائه گردد. به عنوان مثال قیمت پوسته جعبه فرمان خودرو از آلیاژ زاماک (آلومینیوم و روی) با وزن ۱۰۰۰-۷۵۰ گرم است برای خودروهای مختلف متفاوت است. از طرف دیگر پیچیدگی فنی این قطعات در هر خودرو مخصوص همان خودرو است و در نهایت می توان گفت همین قطعه در مورد خودروی پژو ۴۰۵ یک قیمت و در مورد پژو ۲۰۶ یک قیمت دیگر دارد و لذا نمی توان به صورت عمومی قیمت خاصی را برای آن ارائه کرد و روی همین امر جهت تعیین قیمت این قطعات با استفاده از نظر سنجی از تولیدکنندگان آن نتیجه گیری شده است که قیمت قطعه نهایی حدود ۲-۱/۵ برابر قیمت مواد اولیه مورد استفاده در ساخت قطعه می باشد که بازه فوق در ارتباط با درجه پیچیدگی فنی و همچنین وزن قطعه خواهد بود.

قیمت گذاری مرحله دوم (ماشینکاری)

قیمت گذاری در این مرحله با توجه به عرف معمول کسب و کار ماشینکاری انجام می گیرد که در آن معیارهای اصلی محاسبه قیمت عبارتند از: نفر ساعت کار لازم برای ماشینکاری، نوع ماشین مورد استفاده ماشینکاری، شکل، ابعاد و وزن قطعه، درجه پیچیدگی فنی قطعه، تعداد تولید و نوع جنس مواد اولیه مصرفی قطعه (به لحاظ سختی و غیره). با عنایت بر مطالب ذکر شده می توان گفت که برای مرحله دوم تولید نیز می توان رقم دقیقی را بعنوان قیمت فروش قطعه عنوان کرد ولی در اینجا جهت آشنائی بیشتر، نفر ساعت کار لازم برای ماشینکاری که بعنوان یکی از عوامل اصلی تعیین قیمت قطعات می باشد، برآورد شده است.

هزینه هر نفر ساعت کار ماشینکاری در فرایند قطعه سازی

قیمت هر نفر ساعت	نوع ماشینکاری
۲۰۰,۰۰۰	تراشکاری
۳۰۰,۰۰۰	فرزکاری
۳۰۰,۰۰۰	سنگ کاری
۱۵۰,۰۰۰	سوراخکاری

در مورد قیمت جهانی قطعات خودرو نیز نمی توان اقدام به تعریف رقم خاصی نمود. چرا که قیمت ها تابع نوع قطعه تولیدی و همچنین خودروئی می باشد که قطعه برای آن ساخته می شود و نظر به اینکه یک کارخانه قطعه سازی اقدام به تولید رنج وسیعی از قطعات می نماید از اینرو ارائه قیمت واحد برای آن امکان ناپذیری باشد. لازم به ذکر است که در بررسی امکان پذیری صادرات قطعات صنعتی ، عموماً مزیت های رقابتی تولید در کشور مبدا با موارد مشابه در کشور مقصد مورد مقایسه قرار می گیرد و در صورت وجود مزیت ، صادرات شکل می گیرد .

طرح مطالعات امکان سنجی ریخته گری قطعات خودرو با تکنولوژی بالا

فصل سوم: بررسی فنی و تکنولوژیکی

بررسی فنی و تکنولوژیکی

۱-۳ معرفی تکنولوژی های مختلف ، تحلیل آنها و انتخاب تکنولوژی مورد نظر

معرفی روش های متداول ریخته گری

فرایند ریخته گری با تولید قالب آغاز می شود که شکل قالب ، قرینه و معکوس قطعه ای است که ما نیاز داریم . قالب از مواد نسوز مانند ماسه تهیه می شود. فلز در داخل یک کوره حرارت داده می شود تا ذوب شود . سپس فلز مذاب در گودی قالب که کل قطعه مورد نظر است ، ریخته می شود و تا زمان جامد شدن خنک می گردد . نهایتاً قطعه فلزی شکل گرفته از قالب جدا می شود . تعداد زیادی از سازه های فلزی که هر روز با آنها سروکار داریم به روش ریخته گری تولید شده اند . علل این (گسترده گی کاربرد ریخته گری) عبارتند از :

۷ به ریخته گری می توان قطعاتی را تولید کرد که هندسه بسیار پیچیده ای دارند و یا دارای حفره های درونی می باشند
۷ برای تولید قطعات بسیار کوچک و همچنین قطعات بسیار بزرگ از چند صد گرم تا چندین هزار کیلوگرم می توان از این روش استفاده کرد .

۷ این روش از نظر اقتصادی بسیار مقرون به صرفه است . و هدر رفت کمی دارد . فلزات اضافی در هر بار ریخته گری دوبار ذوب شده و استفاده می شوند .

۷ فلز ریخته گری شده ایزو تروپیک است یعنی در تمام جهات دارای خواص فیزیکی و مکانیکی یکسانی است .
واحد ذوب در صنعت ریخته گری از زمان پیدایش این صنعت دستخوش تحولات عظیم گردیده است . این تحولات به دلیل قدمت بالای این صنعت و نیز تقاضای روز افزون به فرآورده های حاصل از این صنعت و نیاز به بهره وری بالا در آن از فن آوریهای ابتدایی سوختی با راندمان پائین شروع شده و به فن آوریهای پیشرفته الکتریکی که در آنها از آخرین تحولات صنعت الکترونیک بهره گرفته شده ختم می شود . واحد ذوب اساسی ترین بخش یک کارخانه ریخته گری بوده و نه تنها وظیفه تأمین مواد مذاب لازم برای ریخته گری را داراست بلکه از نظر مصرف انرژی حدود ۵۰-۸۰ درصد مصرف انرژی کل کارخانه را به خود اختصاص می دهد و لذا جایگاه بسیار مهمی چه از نظر فرآیند تولید و چه از نظر مصرف انرژی دارد . کوره های القایی متداولترین کوره های ذوب در صنعت ریخته گری چدن ریز هستند .

ریخته گری با ماسه

در ریخته گری ماسه ای از ماسه طبیعی یا ماسه ترکیبی (ماسه دریاچه) استفاده میشود، که دارای یک ماده نسوز به نام سیلیکا (SiO_2) می باشد. دانه های شن باید بقدر کافی کوچک باشند تا بتوان آن ها را متراکم کرد . و درعین حال باید آنقدر درشت باشند تا گازهای تشکیل شده در هنگام ریخته گری از بین منافذ آنها خارج شوند . در قالب های بزرگ تر از ماسه سبز استفاده می کنند (ترکیبی از ماسه، خاک رس و مقداری آب). ماسه را می توان مجددا مورد استفاده قرار داد . همچنین زائده ها و فلزات اضافی بریده شده و مجددا استفاده می گردند

قالب های ماسه ای دارای قسمت های زیر می باشند :

- ✓ قالب از دو قسمت اصلی تشکیل شده است . درجه بالایی *cope* و درجه پایینی *drag* نامیده می شوند .
- ✓ مذاب در فضای بین دودرجه که حفره قالب نام دارد، جاری می گردد . هندسه طرح توسط یک قطعه، چوبی که الگو نام دارد، ایجاد می شود . شکل طرح ، تقریباً شبیه به قطعه ای که ما نیاز داریم می باشد .
- ✓ حفره قیفی شکل : بالای این قیف ظرف مذاب ریزی قرار دارد. و به قسمت لوله مانند قیف *sprue* گفته می شود . فلز مذاب در داخل ظرف مذاب ریزی ریخته شده و از طریق *sprue* به سمت پایین جاری می شود .
- ✓ راهگاهها، کانل هایی عمودی و توخالی هستند که حفره قالب را به سطح آن متصل می کنند . منطقه ای که این راهگاه ها به حفره قالب می رسند ، دروازه (*gate*) نام دارد .
- ✓ چندین حفره دیگر نیز درون قالب تعبیه می شوند که با سطح آن در تماسند . اضافی مذابی که درون قالب ریخته می شود، به داخل این حفره ها که "لوله های تغذیه " نام دارند جاری می گردد. این لوله ها مانند مخازن ذخیره مذاب عمل می کنند . همینطور که مذاب در داخل حفره قالب در حال جامد شدن است حجم آن کم می شود . برای جلوگیری از ایجاد حفره در داخل قطعه، مذاب جبران کننده از داخل این لوله ها به قالب وارد می شود .
- ✓ منافذ هوا: لوله های باریکی هستند که حفره قالب را به فضای بیرون متصل می کنند و به گازها و هوای داخل قالب اجازه می دهند که از قالب خارج شوند .

✓ ماهیچه ها : بسیاری از قطعات ریخته گری دارای سوراخ های داخلی هستند (فضاهای خالی) . یا برخی حفره های موجود در ساختار آنها از هیچ کجای قالب قابل دسترسی نیستند . این سطوح درونی به وسیله ماهیچه ها ایجاد می گردند

. ماهیچه ها از طریق آمیختن ماسه با یک سری چسب های خاص تهیه می شوند. این چسب باعث می شود که وقتی ماهیچه را در دست می گیریم شکل خود را حفظ کند. قالب از طریق قرار دادن ماهیچه در داخل حفره درجه پایینی و قرار دادن درجه بالایی روی آن و قفل کردن دو درجه به هم، ساخته می شود. بعد از انجام عملیات ریخته گری، ماسه ها کنار زده می شوند و ماهیچه بیرون کشیده شده و معمولاً شکسته می شود.

خلاصه ای از انواع روش ریخته گری

فرایند	مزایا	معایب	نمونه ها
ماسه	هزینه پایین، گستره وسیعی از فلزات، اندازه ها و شکل ها	تلرانس زیاد، کیفیت سطح نامطلوب	سر سیلندر ها، بدنه موتورها
قالب پوسته ای	دقت بالا، نرخ تولید بیشتر و کیفیت سطح بهتر	محدودیت در اندازه قطعات	میله های اتصال، جعبه دنده ها
الگوی مصرفی شدنی Expendable	گستره وسیعی از فلزات، اندازه ها و شکل ها	الگو ها استحکام پایین دارند	سر سیلندر ها، اجزای ترمز
قالب گچی	اشکال پیچیده، کیفیت سطح عالی	فقط برای فلزات غیر آهنی، نرخ تولید پایین	نمونه های اولیه قطعات مکانیکی
قالب سرامیکی	اشکال پیچیده، دقت بالا و کیفیت سطح خوب	فقط اندازه های کوچک	پروانه ها، تجهیزات قالب های تزریق
Investment	اشکال پیچیده و کیفیت سطح عالی	قطعات کوچک و گران قیمت	جوهرات
قالب دائمی	کیفیت سطح خوب، نرخ تولید بیشتر و تخلخل کم	اشکال ساده، گرانی قالب	چرخ دنده ها و جعبه دنده ها
تحت فشار	دقت ابعادی عالی، نرخ تولید بالا	گرانی قالب، قطعات کوچک، فلزات غیر آهنی	چرخ های اتومبیل، بدنه دوربین و چرخ دنده های دقیق
گریز از مرکز	احجام سیلندری شکل بزرگ، کیفیت خوب	محدودیت در شکل، هزینه بالا	لوله ها، بویلرها و چرخ طیارها

معرفی روش های نوین و تکنولوژی های روز در صنعت ریخته گری

متالورژی پودر

روشی برای ساخت و تولید قطعات فلزی و سرامیک است که اساس آن بر فشردن پودر مواد به شکل مورد نظر و تف جوشی آن است. تف جوشی در درجه حرارتی زیر نقطه ذوب صورت می پذیرد. متالورژی پودر بخشی کوچک ولی بسیار مهم از صنایع متالورژی می باشد. اولین کاربرد متالورژی پودر برای تولید پلاتین با دانسیته کامل بود که در قرن ۱۹ میلادی صورت گرفت چون در آن زمان امکان ذوب پلاتین به دلیل نقطه ذوب بالا وجود نداشت. در اوایل قرن بیستم فلزهای دیر گدازی مانند تنگستن، مولیبدن توسط روش متالورژی پودر شکل داده شدند. کاربردهای سمانیت و یاتاقانهای برنزی متخلخل نسل بعدی قطعات متالورژی پودر بودند. به این صورت قطعات متالورژی پودر در انواع صنایع مانند لوازم خانگی، اسباب بازی سازی و الکترونیک کاربرد پیدا نمود. آخرین کاربردهای قطعات متالورژی پودر در صنایع خودرو سازی می بود که موازی با رشد صنایع اتومبیل سازی رشد نمود به صورتی که امروزه بقای صنعت متالورژی پودر در کشورهای صنعتی بسیار وابسته به صنعت خودرو سازی می باشد.

در سال های ۱۹۶۰-۱۹۵۰ روشهای نوین مانند فرج پودر و ایزو استالیک گرم در صنعت متالورژی پودر بکار گرفته شد. این روشها با تولید قطعات با دانسیته بالا توان رقابتی قطعات متالورژی پودر را افزایش دادند. گرچه روش متالورژی پودر امکانات ویژه ای را جهت تولید بعضی قطعات خاص فراهم ساخته است، که تولید آنها از طریق روشهای دیگر غیر ممکن یا بسیار مشکل می باشد ولی زمینه های که باعث فراگیر شدن استفاده از این روش گردیده است، عبارتند از: زمینه های اقتصادی، بهره وری انرژی، انطباق زیست محیطی و ضایعات بسیار پائین.

متالورژی پودر تکنولوژی است، پویا که در طول سالها عوامل موثر بر این فن آوری بهبود داده شده اند به علاوه، تولید آلیاژهای جدید و مستحکمتر و فرآیندهای تولید قطعات با دانسیته بالا مانند (*Warm compaction*)، ایزو استالیک گرم، فرج پودر، (*Incretion mounding Powders, Powders rolling, extrusion*) همراه با کنترل عالی بر زیر ساختار هم چنین خصوصیت ذاتی فن آوری متالورژی پودر در تولید مواد مرکب، امکان ساخت محصولات از مواد ویژه و سنتی را در طیف وسیع از خواص با بالاترین کیفیت فراهم ساخته است.

با وجود تمامی مزایای متالورژی پودر، محدودیت این روش در اندازه و شکل قطعات تولیدی و هم چنین گران بودن

ابزار و تجهیزات تولید که ظرفیتهای تولید کم را غیر اقتصادی می نماید، از نقاط ضعف این فن آوری در رقابت با دیگر فرآیندهای تولید است. توجه استفاده از روش متالورژی پودر بر اساس تیراژ تولید می باشد. این امر در استفاده از متالورژی پودر در صنایع اتومبیل سازی از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

با وجود اینکه از نظر تاریخی متالورژی پودر از قدیمی ترین روشهای شکل دادن فلزات است، اما تولید در مقیاس تجارتي با این روش، از جدیدترین راههای تولید قطعات فلزی است. در دوران باستان از روشهای متالورژی پودر برای شکل دادن فلزاتی با نقطه ذوب بالاتر از آنچه در آن زمان داشتند، استفاده می شد. اولین بار در اوایل قرن نوزدهم بود که پودر فلزات با روشی مشابه آنچه امروزه بکار می رود، با متراکم نمودن به صورت یکپارچه در آورده شد.

متالورژی پودر فرایند قالب گیری قطعات فلزی از پودر فلز توسط اعمال فشارهای بالا می باشد. پس از عمل فشردن و تراکم پودرهای فلزی، عمل تف جوشی در دمای بالا در یک اتمسفر کنترل شده، انجام پذیرفته که در آن فلز متراکم، جوش خورده و به صورت ساختمان همگن محکمی پیوند می خورد.

ریخته گری انجمادی

این روش نوین ریخته گری از یک قالب غیر قابل نفوذ پرشونده با دوغاب استفاده می شود. بعد از انجماد دوغاب (توسط دستگاه *Freeze dryer* که با کاهش فشار عمل تصعید انجام میشود) در دمای مناسب، مایع توسط خشک کردن انجمادی زوده می شود. این روش ایجاد دوغابهای غلیظ و ترکیبات شیمیایی نوین را مقدور می سازد و سبب می شود که انجماد سریع قبل از ته نشین شدن انجام گردد. در این روش از چسب زیاد، فشار، افزودنیهای سمی خودداری می شود و به نوعی با ریخته گری تزریقی، ژله ای و انعقاد مستقیم مقایسه می شود. استفاده از ابزارآلات ساده، دوغابهایی با پایه آب و شکل پذیری عالی و امکانات تکمیل کننده ریخته گری انجمادی را به یک تکنیک با ارزش، منوع و سازگار با محیط تبدیل کرده است.

ریخته گری کف زا (*Foam Casting*)

دوغابهایی که به طور گسترده در اندازه ذرات شرکت کننده و افزودنیهای آلی متفاوت اند، ممکن است به صورت ساختاری باز (*open-cell*) یا بسته (*closed-cell*) تشکیل گردند. جزء اصلی سرامیک به همراه حلال، پلیمر، واکنش کننده

هایی که حبابهای گازی به وجود می‌آورند با یکدیگر مخلوط می‌شوند و ریخته‌گری انجام می‌گیرد. قالب فومی به دست آمده سپس خشک شده و پخته می‌شود تا یک محصول سرامیکی متخلخل تولید گردد. این سیستم و پیشرفت آن توسط *scott* و *Saggio-Woyansky* تشریح و خلاصه شده است. در این روش از مواد کف‌زا (*Foaming Agent*) استفاده می‌شود. این مواد ایجاد کف و حباب می‌کنند که این حبابها بعد از ریخته‌گری هم، در قطعه وجود دارند و موجب ایجاد تخلخل می‌گردند؛ مانند گازها. این روش برای ساخت سنسورها و کاتالیستها مورد استفاده قرار می‌گیرند. سنسورها با جذب گاز و رطوبت در تخلخل‌هایشان هدایتشان تغییر می‌کند. هر چه ماده متخلخل تر باشد سطح تماس با محیط اطراف آن بیشتر است؛ پس در سنسورها هر چه سطح تماس بیشتر شود حساسیت بیشتر است و در کاتالیستها واکنش پذیری بیشتر می‌شود

ریخته‌گری نواری

در برخی از کاربردها مانند زیرلایه‌ها و پکیج‌های الکتریکی و دی‌الکتریک‌ها برای خازن‌ها به ورقهای نازک سرامیکی احتیاج داریم. ریخته‌گری نواری برای ساخت چنین ورقهای نازکی در حجم زیاد و هزینه کم توسعه یافته است. این روش مشابه ریخته‌گری دوغابی است، بجز اینکه دوغاب بجای اینکه درون یک قالب ریخته شود، روی یک سطح صاف گسترده میشود. ریخته‌گری نواری متشکل از یک دوغاب بر پایه پودرهای سرامیکی، حلالها، پراکننده سازها چسب و پلاستیک سازها هستند. یک دوغاب گاز زدایی شده و بخوبی پراکنده گردیده به داخل یک حمل‌کننده متحرک، تغذیه شده و توسط تیغه نازکی مسطح میشود. بعد از اینکه یک ورقه نازک کاملاً یکنواخت تشکیل شد، حلال تبخیر شده و نوار خشکی را با استحکام کافی ایجاد می‌نماید که میتواند بریده شود و تحت عملیات پخت قرار بگیرد. ورقه‌های نازک خامی توان لایه لایه بر روی هم قرار داد و کامپوزیتهای چند لایه ایجاد نمود.

همچنین ریخته‌گری نواری امکان ایجاد مواد دارای شیب عملکردی را برای کاربردهای ویژه میسر می‌نماید. این مواد را میتوان توسط قرار دادن لایه لایه نوارها با ترکیبات شیمیایی متفاوت ایجاد نمود.

مواد کامپوزیتی با خواص بهبود یافته را میتوان با جهت دادن ویسکرها یا ذرات صفحه ای توسط ریخته گری نواری تولید نمود. این اثر در ریخته گری نواری پودرهای $Bi4Ti3O_{12}$ با مورفولوژی صفحه ای و ویسکرها یا ذرات صفحه ای SiC در زمینه Al_2O_3 نشان داده شده است.

پودر های سرامیکی باید عاری از آگلومره های سخت باشند که می توانند تراحماتی را در فشردگی ذرات بصورت متراکم و دستیابی به دانسیته کامل در طی عمل زینتر ایجاد نماید. بخاطر فشارهای بالای شکل دادن که در ریخته گری نواری وجود ندارند، متلاشی شدن کامل آگلومره ها برای تهیه نوارهای خیلی نازک ضروری می باشد.

حلالهای مورد استفاده قرار می گیرند تا بایندر، پلاستیک ساز، و پراکنده ساز را حل می نماید. آنها نباید با سرامیک واکنش دهند. حلالهای آبی و غیر آبی را می توان برای ریخته گری نواری Al_2O_3 و ZrO_2 بکار برد. حلال های آبی برای ریخته گری نواری سرامیکهای غیر اکسیدی نظیر SiC ، آلومینیوم، Si_3N_4 مناسب نمی باشد، زیرا آنها با آب واکنش داده و تولید هیدروژن مت نماید. این امر pH سیستم را تغییر داده و سبب تشکیل حفره میشود. پراکنده سازها در غلظت $(0.5-2\% \text{Wt})$ درصود وزنی) افزوده می شود. برای قضاوت در مورد کارایی یک پراکنده ساز و پیدا کردن غلظت بهینه آن، رفتار ته نشین شدن و ویسکوزیته دوغاب را می توان به صورت تابعی از غلظت پراکنده ساز پیدا نمود. برای حصول بهترین تاثیر پراکنده ساز، حلال، پراکنده ساز و پودرهای سرامیکی قبل از افزودن چسب و پلاستیک ساز آسیاب می گردد.

بایندر قابلیت انعطاف و استحکام نوار خام را افزایش داده و حمل و نقل و جابجایی، نگهداری، و تحت عملیات قرار دادن نوار مثل عملیات برش و پانچ کردن را مقدور می سازد. بایندر باید سازگار با پراکنده ساز باشد و باید روانسازی بین ذرات را فراهم نماید و نباید در طی تبخیر حلال واکنش دهد. وزن مولکولی بالای بایندر برای ایجاد چقرمگی و استحکام و دمای گذر شیشه ای پایین، مطلوب باشد. نمونه ای از این بایندهایی که در سیستمهای غیر آبی بکار می روند عبارتند از PVA, PVB ، پلی اتیلن و $PMMA$ پلاستیک سازهای رایج عبارتند از دیوکتیل فتالات، دی بوتیل فتالات، بوتیل بنزیل فتالات، و پلی اتیلن گلیکول است. در سیستمهای آبی پلیمرهای آکرلیک، متیل سلولز، و PVA اغلب به عنوان

بایندر به کار می روند. گلیسرین، اتیل گلیکول، و دی بوتیل فتالات به عنوان پلاستیک سازها در این سیستمها استفاده میشوند.

سوزاندن بایندر می تواند در ریخته گری نواری و دیگر عملیات شکل دادن خام مشکل ساز باشد. یکی از شیوه ها برای حذف بایندر پلیمری، پلیمریزاسیون حلال و پراکنده ساز بعد از ریختن می باشد. مزیت حذف بایندر پایین تر آوردن ویسکوزیته دوغاب است که میزان بیشتر بار کردن (افزودن) پودر به دوغاب را مجاز می نماید. روش جایگزین دیگر استفاده از ژلهای کلونیدی بدون استفاده از بایندهای آلی است.

سه نوع از انتقال دهنده ها که معمولا برای ریخته گری نواری استفاده می گردند عبارتند از: صفحه شیشه ای صلب، نوار نقاله فولادی پیوسته، و لایه نازک پلاستیکی قابل انعطاف. صفحه شیشه ای معمولی با ضخامت $6mm$ یا بالاتر برای بیشتر عملیات ریخته گری نواری رضایتبخش می باشند. با این وجود، جابجایی و حمل و نقل صفحات شیشه ای بالقوه خطرناک می باشد.

ریخته گری دوغابی

نزدیک ۱۵۰ سال است که تکنیک شکل دهی قطعات سرامیکی از طریق ریختن دوغاب در یک قالب متخلخل انجام میشود. در ابتدا هنوز نقش روان کنندگی املاح سدیم مشخص نشده بود و لذا دوغابهایی که مورد استفاده قرار می گرفتند نزدیک ۴۰ تا ۶۰ درصد آب داشتند. در اوایل قرن نوزدهم استفاده از کربنات سدیم به منظور ساخت دوغابی با حداقل آب مورد توجه قرار گرفت. با کاهش میزان آب در دوغاب ریخته گری: معایبی از قبیل انقباض زیاد قطعات: ترکهای ناشی از فرایند خشک شدن و زمان زیاد برای تولید قطعه از بین خواهد رفت.

ریخته گری دوغابی اساسا به دو روش ریخته گری باز و ریخته گری بسته انجام می شود. روش ریخته گری باز که ضمنا رایج ترین روش ریخته گری نیز هست: سوسپانسیون غلیظ به خوبی روان شده و داخل یک قالب گچی ریخته شده و شکل مورد نظر را به خود میگیرد. به دلیل جذب آب قالب گچی یک لایه تقریبا متراکم از دوغاب مورد نظر تشکیل شده و مابقی دوغاب اضافی از قالب خارج میگردد و قطعه خام به دلیل انقباض جزیی که در آن به وجود می آید از قالب خارج میشود.

در روش ریخته‌گری بسته، دوغاب آنقدر در داخل قالب گچی می‌ماند تا تمام قسمت‌های داخلی آن اصطلاحاً همینند و قطعه‌ای توپر به وجود می‌آید. عمده‌ترین امتیاز روش ریخته‌گری دوغابی نسبت به سایر روش‌های دیگر امکان شکل‌دهی قطعات بزرگ و پیچیده است در حالیکه شکل‌دهی چنین قطعاتی با روش‌های دیگر تولید تقریباً غیر ممکن است. اما معایب روش ریخته‌گری مجموعاً بیشتر از مزایای آن است. از جمله معایب آن میتوان به زمان زیاد برای تولید: کیفیت کم در قطعه تولید شده: تلرانس ابعادی زیاد در قطعه تولید شده و ... را نام برد.

در گام اول از توضیحات بالا میتوان فهمید که عوامل مختلفی در شکل‌گیری لایه ریخته‌گری شده نقش دارند. عواملی مانند دانسیته دوغاب، میزان آب موجود در دوغاب، میزان تخلخل در قالب گچی، زمان، فشار سیستم، آنالیز بدنه، دانه بندی دوغاب و ...؛ حتی عوامل جزئی دیگری نظیر دمای سیستم، میزان رطوبت در قالب گچی، توزیع تخلخل در قالب گچی و ... نیز در ضخامت لایه ریخته‌گری شده موثر هستند. برای فهم اساسی شکل‌گیری یک دوغاب سرامیکی ابتدا باید به تعامل بین ذرات رسی و آب اشاره کرد. به عبارت دیگر ابتدا باید سیستم رس-آب مورد بررسی قرار گیرد. ذرات رسی به هنگام معلق شدن در آب ممکن است دو رفتار کاملاً متمایز از خود نشان دهند. با توجه به بارالکترو استاتیکی سطحشان، رس‌ها یا جذب یکدیگر شده و یا یکدیگر را دفع میکنند.

به بیان واضح‌تر ذرات رس در محیط اسیدی یکدیگر را به صورت لبه‌به سطح جذب کرده که اصطلاحاً حالت فلکولاسیون در دوغاب به وجود می‌آید. یا اینکه در محیط قلیایی به صورت سطح‌به‌سطح یکدیگر را دفع میکنند و اصطلاحاً حالت دفلکولاسیون به وجود می‌آورند. در حالت فلکوله جاذبه لبه‌به سطح در ذرات باعث بالا رفتن ویسکوزیته دوغاب میشود و در حالت دفلکوله دافعه سطح‌به‌سطح ذرات باعث کاهش ویسکوزیته و روانی دوغاب رسی می‌شود.

بر طبق تئوری لایه مضاعف و پتانسیل زتا، سطح رس از دو لایه بار دار تشکیل شده است. لایه داخلی دارای بار منفی بوده لایه خارجی بار مثبت دارد. بارهای منفی لایه داخلی همان بارهای خنثی نشده سطح رس هستند. بارهای مثبت لایه خارجی ناشی از کاتیون‌هایی است که سطح رس جذب می‌کند. در حالت معلق شدن ذرات رسی در آب ملکول‌های قطبی آب نیز توسط لایه داخلی جذب می‌شوند باید توجه داشت که ملکول‌های قطبی آب به صورت منظم جذب سطح

رس می شوند یعنی سر مثبت آنها در طرف لایه داخلی بوده و سر منفی آنها به سمت خارج است.

در فاصله Δx از سطح رس، میزان بار منفی سطح، توسط بارهای مثبت خنثی می شود. میزان بار الکتریکی در مرز دبا عنوان جنبش الکتریکی یا همان پتانسیل زتا معرفی می شود. میزان پتانسیل زتا عملاً مشخص کننده روانی یا انعقاد دوغاب است. روانی یا انعقاد دوغاب نیز تاثیر مستقیم بر ضخامت لایه ریخته گری شده دارد. در همینجا اهمیت میزان آب موجود در دوغاب و دانسیته دوغاب در ضخامت لایه ریخته گری شده مشخص می شود.

قالب گچی به عنوان یکی از عوامل مهم در ضخامت لایه ریخته گری شده می باشد. میزان تخلخل قالب گچی، توزیع این تخلخل، قطر تخلخل های موجود و حتی میزان رطوبت قالب گچی تاثیر مهمی در ضخامت لایه ریخته گری شده دارند. در نسبت های حدود 80% درصد، بهترین سرعت ریخته گری حاصل می شود. علت افت شدید سرعت ریخته گری در تخلخل های بالاتر مربوط به پیوستن تخلخل ها به هم و بزرگ شدن قطر آنها می شود. با بزرگ شدن قطر تخلخل ها پدیده اسمز و جذب آب قالب گچی کاهش می یابد. میزان رطوبت قالب گچی به عنوان لایه مقاومت کننده ای در مقابل جذب آب مطرح است. همچنین باید به میزان مقاومت خود ضخامت Δx نیز در مقابل جذب آب توجه شود.

ریخته گری تحت فشار

ریخته گری تحت فشار نوعی ریخته گری می باشد که مواد مذاب تحت فشار بداخل قالب تزریق می شود. این سیستم بر خلاف سیستم ریزشی که مذاب تحت نیروی وزن خود بداخل قالب می رود امکانات تولید قطعات محکم و بدون مک می باشد. دایکاست کواهرترین راه تولید یک محصول از فلز می باشد.

مزایای ریخته گری تحت فشار عبارتند از: تولید انبوه و با صرفه، تولید قطعه مرغوب با سطح مقطع نازک، تولید قطعات پیچیده، قطعات تولید شده در این سیستم از پرداخت خوبی برخوردار است، قطعه تولید شده استحکام خوبی دارد و در زمان کوتاه تولید زیادی را امکان می دهد.

معایب ریخته گری تحت فشار عبارتند از: هزینه بالا، وزن قطعات در این سیستم محدودیت دارد (حداکثر 83 کیلوگرم)، از فلزاتی که نقطه ذوب آنها در حدود آلیاژ مس می باشد می توان استفاده نمود.

ماشینهای دایکاست بر دو نوع کلی قابل تهیه هستند :

الف) ماشینهای با محفظه تزریق سرد *coldchamber*: در این نوع سیلندر تزریق خارج از مذاب بوده و فلزاتی مانند *AL*

و *Cu* و *mg* تزریق می شود و مواد مذاب توسط دست به داخل سیلندر تزریق منتقل می شود .

ب) ماشینهای با محفظه تزریق گرم *Hotchamber*: در این نوع سیلندر تزریق داخل مذاب و کوره بوده و فلزاتی مانند

سرب خشک و روی تزریق می شود و مذاب اتوماتیک تزریق می شود

محدودیتهای سیستم سرد کار افقی:

✓ لزوم داشتن کوره های اصلی و فرعی برای تهیه مذاب و رساندن مذاب به داخل سیلندر تزریق

✓ طولانی بودن مراحل کاری

✓ امکان بوجود آمدن نقص در قطعه بدلیل افت حرارت مذاب آکومولاتور یک سیلندر دو طرفه باز شو که داخل آن

یک پیستون شناور وجود دارد که یک سمت آن فشار گاز از نوع گاز بی اثر مانند گاز ازت که در سیستم *DO* مشخص

می باشد ، تحت فشار است و در سمت دیگر فشار روغن که در سیستم *PN* مشخص می باشد.

وظیفه آکو مولاتور

چون پیستون شناور آکو مولاتور بوسیله فشار روغن شارژ شده است و پشت آن هم فشار متراکم گاز وجود دارد در زمان

تزریق وقتی فشار روغن در یک سمت کم می شود . فشار گاز با سرعت زیادی پیستون را به سمت روغن هدایت نموده

و باعث سرعت زیادی در ضربه دوم تزریق شده و مذاب را در مدت زمان کوتاه بداخل حفره قالب می راند. اگر این

اجزاء عمل نکند و در واقع نقشی در تزریق مذاب نداشته باشد قطعات دارای مک و بد تزریقی بوده و استحکام

لازم راندارد.

بسته نگه داشتن قالب :

فشارهایی که در ریخته گری تحت فشار در فلز مذاب به وجود می آیند مستلزم داشتن تجهیزات ویژه جهت بسته

نگهداشتن قالب می باشد تا از فشاری که برای باز کردن قالب در طی تزریق بوجود می آید و باعث پاشیدن فلز از سطح

جدا کننده قالب می شود اجتناب شده و تیرانسهای اندازه قطعه ریخته گری تضمین گردد. قالبهای دایکاست بصورت دو

تکه ساخته می شوند یک نیمه قالب به کفشک ثابت (طرف تزریق) و نیمه دیگر به کفشک متحرک (طرف بیرون انداز) بسته می شود . قسمت متحرک قالب بوسیله ماشین روی خط مستقیم به جلو و عقب می رود و به این ترتیب قالب دایکاست باز و بسته می شود. بسته نگهداشتن هر دو نیمه قالب طی تزریق ، بسته به طراحی ماشین ریخته گری تحت فشار با روشهای مختلف صورت می گیرد. یک روش اتصال با نیرو است که از طریق اعمال یک نیروی هیدرولیکی بر کفشک متحرک به وجود می آید. روش دیگر، اتصال با فرم به کمک قفل و بندهای مکانیکی صورت می گیرد این قفل و بندها فقط با یک نیروی کوچک پیش تنش کار می کنند . در هر دو مورد یک بسته نگهدارنده ایجاد می گردد که با نیروی به وجود آمده باز کننده در قالب دایکاست مقابله می کند. نیروی باز کننده نتیجه فشار تزریق است که هنگام پر کردن قالب ایجاد می گردد.

سیستم قفل قالب به روش اتصال با نیرو معمولاً شامل قسمتهای زیر است:

دومیز ثابت جلو و عقب و یک میز متحرک میانی ، چهار عدد بازوی راهنما و هشت عدد مهره فیکس ، سیلندر محرک میز متحرک .

قدرت قفل شوندگی قالب بستگی به قدرت پمپ ، قدرت سیلندر محرک میز، قدرت چهار عدد میله راهنما و زاویه شیب گوه ها دارد .

آشنایی با ریخته گری با مدل های فومی فناشونده

ریخته گری با مدل های فومی فناشونده یکی از روش های جدید و مدرن ریخته گری است که به علت برخورداری از ویژگی های منحصر بفرد خود، مورد توجه خاص قرار گرفته است و روز به روز در حال توسعه است. در حال حاضر، تحقیقات متعددی در زمینه شناخت مکانیزم های کنترل کننده این فرایند، در حال انجام است. در این فرایند، به محض تماس مذاب با مدل فومی جامد، این مدل تبخیر یا ذوب شده و مذاب جای آن را پر کرده و شکل قطعه نهایی را به وجود می آورد. روش ریخته گری با استفاده از مدل های فومی، یکی از روش های تولید قطعات با پیچیدگی بالا و دقت مناسب است و امروزه در شرکت های پیشرفته خودروسازی نظیر بنز، BMW، فورد و جنرال موتورز برای تولید انبوه

برخی از قطعات پیچیده آلومینیمی و چدنی استفاده می شود. در این بخش ، تلاش شده تا فرایند ریخته گری با این روش و برخی عوامل مؤثر بر تهیه و تولید مدل های فومی، شرح داده شود .

فرایند ریخته گری با مدل از بین رونده در کشورهای صنعتی با نام های *(EPC) Evaporative pattern casting*،

(LFC) Lost foam casting و *(EPC) casting Ecpandable pattern casting (EPC), Full mold* و در ایران با نام های

فرایند ریخته گری توپر، ریخته گری با مدل از بین رونده و یا ریخته گری با مدل تبخیر شونده شناخته شده است.

در این روش، مدل از جنس پلی استیرن منبسط شده *EPS* یا پلی متیل متا کریلات منبسط شده *EPMIMA* ساخته می شود.

مدل فومی توسط دوغاب حاوی مواد دیرگداز، پوشش داده شده و خشک می شود. پس از مونتاژ و خوشه چینی درون

یک درجه ، توسط ماسه بدون چسب قالب گیری می شود. برای افزایش استحکام خام، معمولاً درجه را در حین پر کردن

از ماسه، تحت ارتعاش مکانیکی قرار می دهند. سپس عمل مذاب ریزی انجام می شود. مدل فومی به مجرد ورود مذاب

شروع به تجزیه شدن کرده و مواد حاصل از تجزیه به درون ماسه بدون چسب نفوذ کرده و از محفظه قالب خارج

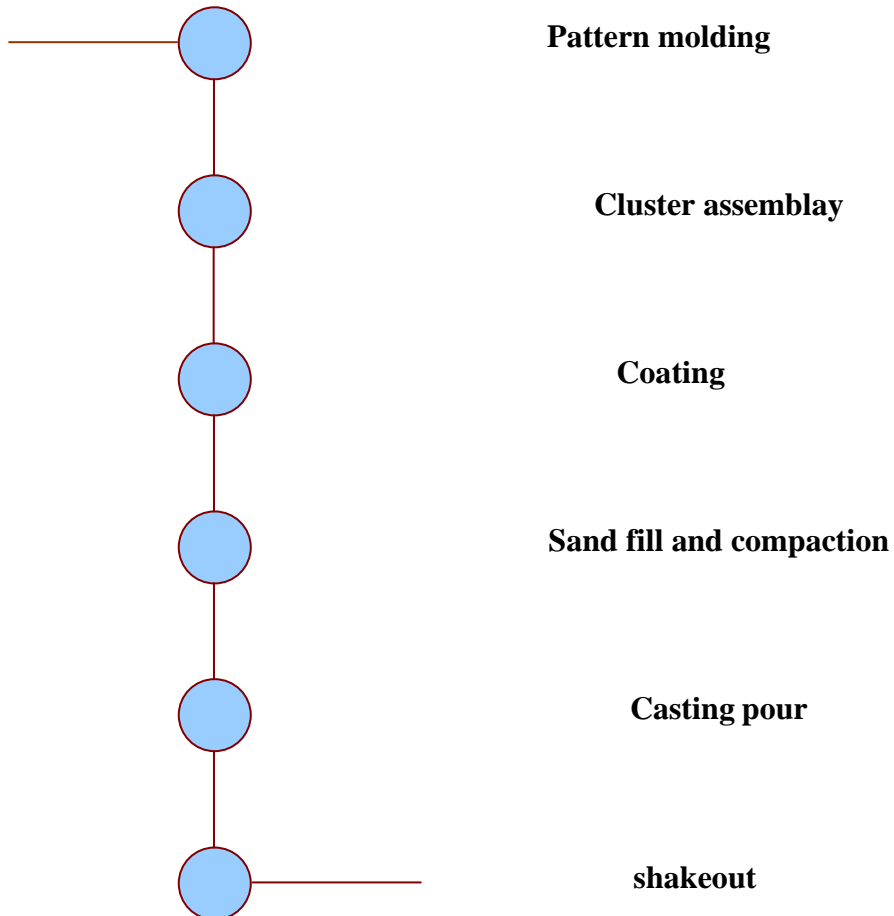
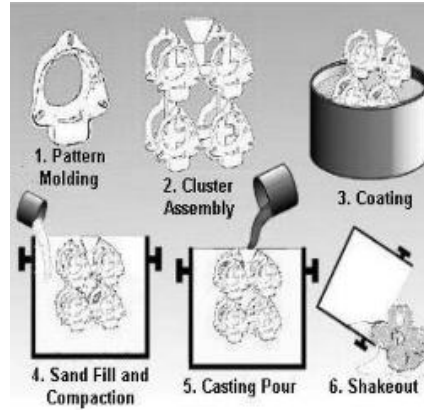
می شوند. در روش ریخته گری توپر، سرعت پر شدن قالب، سرعت و نحوه انتقال حرارت درون محفظه به محیط اطراف،

نحوه انجماد و احتمال ایجاد انواع عیوب ریختگی، به نحوه تجزیه فوم پلیمری و خروج مواد حاصل از تجزیه بستگی

دارد. گرچه تمام فلزات را می توان از این روش ریخته گری کرد، اما اکثراً برای ریخته گری آلیاژهای آلومینیم و چدن

استفاده می شود و تقریباً تمامی مطالعات انجام شده، بر روی این دو دسته از آلیاژها صورت پذیرفته است.

مراحل تولید و نمودار فرایند عملیات قطعه به روش ریخته گری با مدل های فومی فداشونده



- ✓ مهم ترین مزایای روش ریخته گری توپر در مقایسه با روش ریخته گری معمولی در ماسه
- ✓ حذف سطح جدایش و قابلیت تولید قطعات پیچیده و سهولت تولید قطعات با شیب های منفی (عدم نیاز به خارج کردن مدل) و تولید آسان تر قطعاتی که نیازمند ماهیچه های ظریف و شکننده می باشند.
- ✓ فرایند قالب گیری بسیار ساده تر و نداشتن پلیسه
- ✓ کاهش اتلاف مواد اولیه و کاهش تولید مواد آلوده کننده محیط زیست (در این روش به چسب نیازی نیست و تقریباً تمام ماسه مصرف شده به سهولت و بدون هیچ فرایند اضافی قابل بازیابی است).
- ✓ افزایش دقت ابعادی ناشی از وجود پوشان بر سطح مدل فومی و کاهش سرعت سرد شدن قطعه (و در نتیجه کاهش تاب برداشتن و ترک گرم) و در نتیجه افزایش قابل ملاحظه کیفیت سطحی.
- ✓ ساده، سریع و ارزان بودن ساخت مدل فومی و داشتن توجه اقتصادی برای تولید قطعاتی که به صورت تک ریزی مدل سازی می شوند.
- ✓ حذف ماهیچه و در نتیجه عدم شکست و جابجایی ماهیچه و عدم نیاز به تخلیه ماهیچه و تمیز کاری کانال های قطعه
- ✓ عدم سرمایه گذاری در تجهیزات ماهیچه گیری، بازیافت ماسه و تجهیزات پیچیده تخلیه ماهیچه
- ✓ صرفه جویی در مواد اولیه و بازدهی بالا به دلیل استفاده از خوشه چینی و حجم کمتر مصرفی برای راهگاهها
- ✓ عدم از دست دادن دقت ابعادی قالب های تولید فوم بر اثر استفاده مکرر

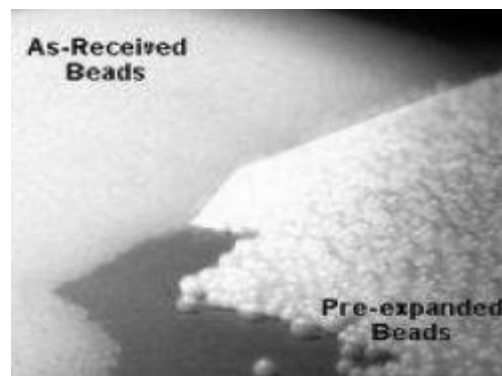
اجزای فرایند

مدل فومی

پلی استیرن منبسط شده (EPS) ماده ای ترموپلاستیک و مرکب از ۹۲ درصد کربن و ۸ درصد هیدروژن است. این ماده، شامل یک عامل فرار و پف کننده هیدروکربنی مانند پنتان (Pentane) است که باعث می شود ذرات پلی استیرن بر اثر حرارت تا چگالی ۱۵ کیلوگرم بر مترمکعب منبسط شوند و با این چگالی کم بتوانند علاوه بر حفظ صلبیت لازم، قالبهای پیچیده را براحتی پر کنند.

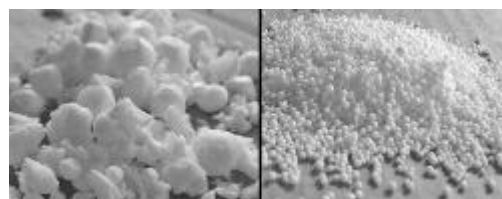
تبدیل ذرات جامد و متراکم EPS به مدل منبسط شده دارای چگالی کم، طی دو مرحله اصلی انجام می شود: انبساط اولیه و قالب گیری. در خلال مرحله انبساط اولیه، دانه های EPS حرارت داده می شوند و در نتیجه پلی استیرن ترموپلاست، نرم می شود و مواد فرار موجود در دانه های پلیمر تبخیر شده و به تدریج بر اثر افزایش درجه حرارت، منبسط می شوند. در این مرحله، چگالی حجمی دانه ها به اندازه مورد نظر برای مدل نهایی می رسد. سپس، دانه هایی که انبساط اولیه را گذرانده اند، وارد محفظه ای می شوند که شکل نهایی مدل مورد نظر را دارد.

دانه های فوم اولیه (بالاچپ) و دانه ها در مرحله انبساط اولیه (پایین - راست)



به طوری که دانه های کروی، تمامی زوایا و گوشه های محفظه را پر می کنند. بر اثر حرارت (معمولاً ناشی از بخار آب)، دانه های کروی بیشتر منبسط شده و فضای بین خود و همچنین گوشه ها را به طور کامل پر می کنند.

دانه ها در مرحله انبساط اولیه (راست) دانه ها بعد از انبساط نهایی (چپ)



بخار آب، ابتدا از یک قسمت قالب دمیده شده و از منافذ سمت دیگر قالب خارج می شود. سپس این کار به طور معکوس انجام می گیرد. بر اثر حرارت، ذرات پلاستیکی شده و به یکدیگر جوش می خورند و توده ای کفی شکل را تشکیل می دهند که تمامی محفظه قالب را پر کرده است. پس از آن، مدل توسط دمش آب به دیواره های قالب یا اعمال خلاء، به درون منافذ دیواره های قالب خنک شده تا فشار گاز داخل هر ذره کاهش یابد و دیواره آن سخت شود و شکل نهایی مدل بر اثر خروج از محفظه ثابت باقی بماند.

حالت بهینه پرشدن قالب و قانون «سه دانه مجاور در باریک ترین مقطع»



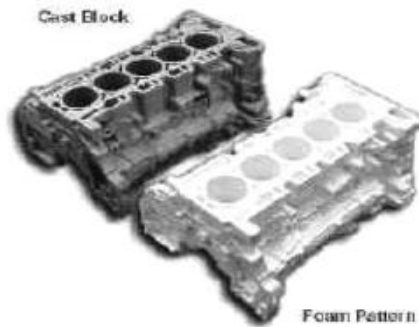
در مورد اندازه دانه هایی که انبساط اولیه را گذرانده اند، قانونی وجود دارد که بر طبق آن، اندازه بهینه این دانه ها برای بهترین حالت پرشدن قالب باید به قدری باشد که در باریک ترین مقطع مدل حداقل سه دانه در کنار هم قرار گیرد. مدل های ساخته شده از *EPS* به مرور زمان منقبض می شوند. کارخانه ای که از مدل های از بین رفته استفاده می کند، باید هنگام ساخت قالب مدل به انقباض مدل نیز در کنار انقباض ناشی از انجماد توجه داشته باشد. مقدار و سرعت انقباض مدل های فومی به ابعاد و چگالی ذرات *EPS* مورد استفاده بستگی دارد. عمر دانه ها قبل از انبساط اولیه و قالبگیری نیز ممکن است بر شدت و میزان انقباض تأثیر بگذارد. بیشتر انقباض در خلال ۳۰ روز اول تولید مدل ایجاد می شود و میزان آن می تواند در حدود ۰/۸ درصد انقباض خطی باشد.

عوامل بسیاری بر دقت ابعادی مدل فومی تأثیر می گذارد که از جمله آنها می توان به نوع پلیمر مورد استفاده، مقدار و نوع مواد منبسط کننده، دمای بخار آب، زمان بخاردهی، چرخه سرد کردن قالب، زمان خارج کردن مدل از قالب، دمای مدل در حین خروج و زمان و دمای پایداری، اشاره کرد. مدل های فومی دارای چگالی های متفاوت، مقادیر متفاوتی گاز در اثر تجزیه تولید می کنند. هر چه چگالی مدل بیشتر باشد، حجم گاز حاصل از تجزیه فوم بیشتر خواهد بود. علاوه بر آن، مدل های ساخته شده از *EPMIMA* گاز بیشتری نسبت به مدل های *EPS* در حین تجزیه تولید می کنند. حجم گاز تولید شده بر سرعت خروج فراورده های تجزیه از قالب و در نتیجه بر سرعت حرکت مذاب در درون قالب تأثیر زیادی دارد.

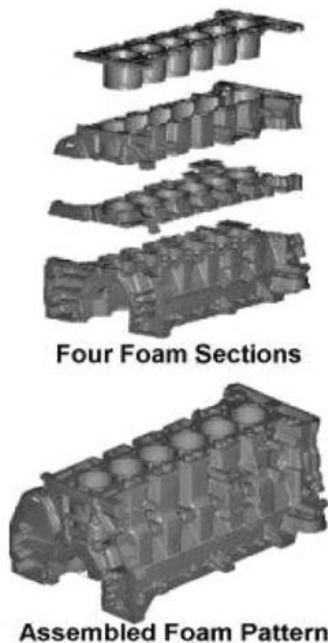
مونتاژ و خوشه چینی

برای تهیه مدل های پیچیده در این روش، ابتدا مدل را به قطعه های ساده تر قابل ساخت تقسیم کرده و سپس هر قطعه را در قالب فوم مخصوص به آن تولید می کنند. در مرحله بعد قطعه های تولید شده را به وسیله چسب های مخصوص با یکدیگر مونتاژ می کنند تا شکل نهایی قطعه حاصل شود. معمولاً برای مونتاژ قطعه های فومی از چسب گرم استفاده میشود. برای ریخته گری راهگامها که بصورت جداگانه تهیه شده به قطعه مونتاژ می شود. در بیشتر موارد برای بهینه سازی ذوب ریزی و کاهش مذاب مصرفی قطعه ها خوشه چینی می شوند.

مدل فومی و قطعه ریخته شده بلوک سیلندر (یکی از محصولات کارخانه جنرال موتورز)



مدل به قطعه های ساده تر قابل ساخت تقسیم شده و سپس مونتاژ می شود

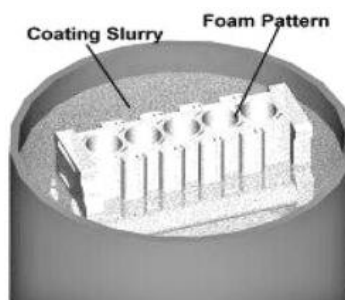


پوشان

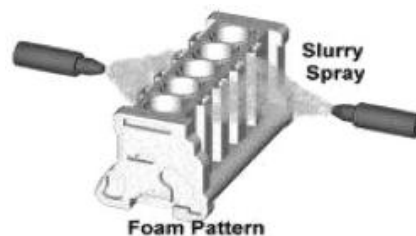
ویژگی ها و فواید پوشان

مدل پلی استیرنی، قبل از قالب گیری در ماسه بدون چسب، توسط دوغابی دیرگداز، پوشش داده می شود. این دوغاب پس از خشک شدن پوسته ای محکم را بر سطح مدل ایجاد می کند. پوشش دهی می تواند به دو روش غرق در حوضچه و یا اسپری مواد پوشان انجام شود.

پوشش دهی به روش غرق کردن در حوضچه



پوشش دهی به روش اسپری مواد پوشان



پوشان از مواد متعددی شامل پودر ماده دیرگداز، ماده معلق کننده، چسب، مواد دگرروانی و حامل (معمولاً آب) تشکیل شده است. به عنوان پودر دیرگداز، معمولاً از سیلیس، آلومینا، زیرکن، کرومیت و آلومینوسیلیکات های نظیر مولایت و پیروفیلایت استفاده می کنند. فرایند خشک کردن معمولاً در دمای ۵۰ تا ۶۰ درجه سانتی گراد و زمان ۲۴ ساعت در خشک کن انجام می شود.

قابلیت پوشان در عبور دادن مواد حاصل از تجزیه فوم را معمولاً نفوذپذیری می نامند. بسته به دمای فلز مذاب ورودی، مواد حاصل از تجزیه فوم ممکن است به صورت گاز یا مایع باشند. هر دو فرآورده ها باید بتوانند در زمان مناسب از پوشان عبور کنند. چدن های با دمای بارریزی حدود ۱۴۰۰ درجه سانتی گراد باعث می شوند که قسمت عمده مواد حاصل

از تجزیه فوم به صورت گاز در آیند. در این حالت، نفوذپذیری پوشان از اهمیت زیادی برخوردار است. دمای بارریزی آلیاژهای آلومینیم معمولاً در حدود ۷۵۰ درجه سانتی گراد است و این باعث می شود که مواد حاصل از تجزیه فوم اکثراً به حالت مایع باشند. در این حالت قابلیت جذب مایع توسط پوشان در حد قابل قبول باشد.

ضخامت پوشان معمولاً در حد ۰/۲۵ تا ۰/۵ میلی متر است. هرچه ضخامت پوشان بیشتر باشد، نفوذپذیری آن کمتر است. نفوذپذیری پوشان به طور عمده، توسط اندازه، توزیع اندازه و شکل ذرات دیرگداز موجود در پوشان تعیین می شود.

هنگامی که مذاب وارد محفظه قالب می شود مدل فومی تجزیه شده و مذاب ورودی جایگزین آن می شود. در این حال، بر اثر تشعشع حاصل از مذاب، فاصله ای خالی (*gap*) مابین جبهه مذاب در حال پیشروی و فوم در حال تجزیه به وجود می آید. این فاصله حاوی مخلوطی از هوا و گازهای حاصل از تجزیه فوم است. مهم ترین هدف پوشش دادن سطح خارجی مدل فومی توسط دوغاب دیرگداز، نگه داشتن ماسه در زمان کوتاه بین تجزیه فوم و جایگزینی آن توسط مذاب است. علاوه بر آن لایه پوشان باعث بهبود کیفیت سطحی و دقت ابعادی قطعه می شود. اعمال پوشان همچنین باعث کاهش ضریب انتقال حرارت کلی شده و سیالیت مذاب درون قالب را افزایش می دهد و در نهایت اعمال پوشان باعث جلوگیری از تغییر شکل مدل فومی در حین قالب گیری و ارتعاش شده و دقت ابعادی قطعه افزایش می یابد.

تجزیه مدل فومی و خروج مواد حاصله از طریق پوشان

یکی از مهم ترین پدیده های مؤثر بر ایجاد انواع عیوب قطعات ریختهگری تولید شده به روش *EPS* نیاز به خروج مواد حاصل از تجزیه فوم از درون قالب است. قسمت عمده مواد حاصل از تجزیه فوم در تماس با مذاب چدن به گاز و در تماس با مذاب آلومینیم به مایع تبدیل می شوند. مواد گازی حاصل از تجزیه فوم می توانند به سهولت از خلل و فرج پوشان دیرگداز عبور کنند، اما مواد مایع یا مابین فلز مذاب و پوشان به دام می افتند و یا به تدریج به درون منافذ پوشان نفوذ می کنند. ترکندگی و نفوذ این مواد مایع به درون پوشان در درجه حرارتی بحرانی اتفاق می افتد. این دمای بحرانی به نوع و جنس پوشان بستگی دارد.

مذاب آلومینیم

حذف مدل پلی استیرین با ذوب شدن آن آغاز می شود و بر اثر آن ساختار سلولی فوم در هم ریخته و کاهش حجمی به اندازه ۵۰ به ۱ ایجاد می کند. مواد مایع حاصل از ذوب فوم یا توسط جبهه انجماد به سمت جلو رانده می شوند و یا به

درون پوشان و سپس به درون ماسه اطراف نفوذ می کنند و در این حال حرارت درون قالب را نیز همراه با خود به درون ماسه حمل می کنند. در این حالت، فاصله هوای قابل ملاحظه ای بین جبهه پیشروی مذاب و فوم در حال تجزیه مشاهده نشده است. مقدار کمی گاز نیز در جلوی جبهه انجماد تولید می شود و به صورت حباب های در درون پلیمر مذاب حرکت می کنند. سرعت حرکت مذاب در قالب حدود ۶۰ تا ۸۰ میلی متر بر ثانیه اندازه گیری شد که بسیار کمتر از حداکثر سرعت در نظر گرفته شده در هنگام طراحی سیستم راهگامی، یعنی ۱۵۰ میلی متر بر ثانیه بود و این مسئله نشان می دهد که سرعت حرکت مذاب توسط سرعت تجزیه مدل و خروج مواد حاصل از آن کنترل می شود، نه سیستم راهگامی. این مسئله هنگام طراحی سیستم راهگامی از اهمیت زیادی برخوردار است. هنگام استفاده از مدل های دارای چگالی بالا، سرعت حرکت مذاب کمی کاهش یافت.

مذاب چدن

مذاب چدن نسبت به آلومینیم دارای حرارت بسیار بیشتری است. این بار نیز مدل پلیمری ذوب شده و ساختار سلولی آن تخریب می شود، اما این تجزیه نسبت به حالت قبل، بسیار سریع تر انجام می شود. حرارت بالای مذاب باعث می شود که قسمت عمده مواد حاصل از ذوب و تجزیه فوم به گاز تبدیل شوند. همچنین فاصله ای چند سانتی متری نیز بین جبهه مذاب و پلیمر در حال تجزیه ایجاد می شود. سرعت حرکت مذاب چدن در سیستم راهگامی (۱۵۰ میلی متر بر ثانیه) بسیار بیشتر از مذاب آلومینیم است. این عدد نشان دهنده کنترل سرعت حرکت مذاب توسط سیستم راهگامی است. از این رو طراحی دقیق سیستم راهگامی نقش مهمی در کنترل اغتشاش مذاب و سلامت قطعه ایفا می کند.

قالب گیری

مجموعه قطعه درون درجه های مخصوص ریخته گری قرار می گیرد و یک قطعه سرامیکی نسوز به عنوان حوضچه بارریزی روی مجموعه سوار می شود. درجه در سه مرحله با ماسه خشک روان حاوی کربن پر می شود. بعد از هر بار تزریق ماسه درجه در سه جهت و بره می شود تا ماسه تمام فرورفتگی های قطعه را پر کند. در هنگام تزریق ماسه معمولاً یک صفحه فلزی کوچک بالای قطعه و زیر نازل ها قرار می گیرد تا از برخورد مستقیم ماسه با قطعه و خورده شدن قطعه فومی یا تغییر شکل آن در اثر فشار تزریق جلوگیری شود. از کف درجه بر روی مجموعه قطعه و ماسه درون مکش ایجاد می شود تا هوای بین دانه های ماسه از درجه تخلیه شده و ماسه ها با استحکام بیشتری دور قطعه قرار بگیرند تا هنگام

ریختن مذاب و از بین رفتن مدل فومی، قالب ماسه ای تهیه شده شکل قطعه را حفظ کرده و بر اثر وزن مذاب فرو نریزد. در قسمت کف درجه یعنی سطحی که مکش روی آن ایجاد می شود، چند لایه از فیلترهایی وجود دارد که از خارج شدن ماسه از کف درجه در هنگام ایجاد مکش جلوگیری می کند.

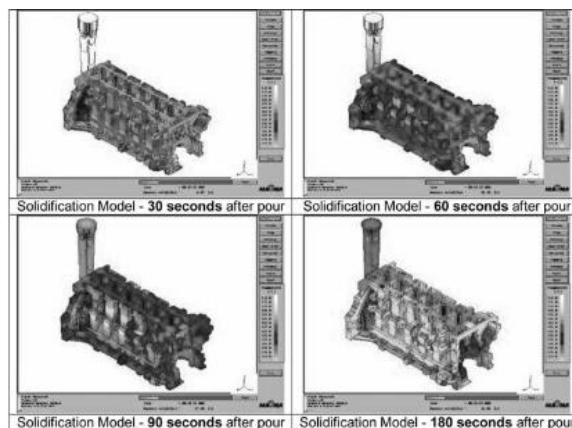
پر کردن درجه با ماسه خشک روان



شبیه سازی و ریخته گری

برای دستیابی به بهترین کیفیت قطعات و کوتاه نمودن زمان طراحی فرایند برای محصول جدید، می توان از شبیه سازی های کامپیوتری و نرم افزارهای پیشرفته برای مدل کردن سیالیت مذاب و نحوه انجماد آن استفاده کرد. نتایج حاصل منجر به طراحی سیستم راه گاهی بهینه ای خواهد شد که پر شدن یکنواخت و جریان بدون تلاطم مذاب در تمامی قسمت های قطعات پیچیده را تضمین می کند.

مراحل شبیه سازی برای بررسی نحوه انجماد قطعه بلوک سیلندر



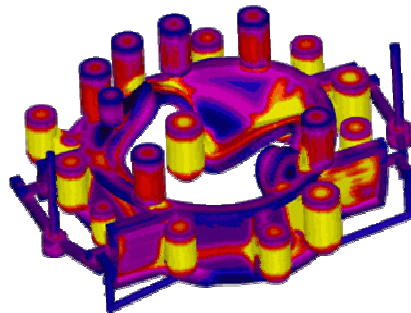
مهم ترین عامل تاثیر گذاری که در هنگام بارریزی مذاب باید به آن توجه شود، دما و ترکیب شیمیایی مذاب است. دمای بارریزی بهینه در فرایند لاست فوم برای آلومینیم ۱۰۱۵ درجه سانتی گراد گزارش شده. در هنگام برخورد مذاب با فوم حرارت مذاب موجب بخار شدن فوم داخل قالب می شود. در روش ریخته گری با فوم انتقال حرارت علاوه بر روش های جابجایی، همرفت و تشعشع، توسط انتقال جرم مواد گازی حاصل از تجزیه فوم نیز انجام می گیرد. هنگامی که فوم توسط فلز مذاب تجزیه می شود، اختلاف فشار بین درون و بیرون محفظه قالب باعث انتقال فرآورده های گازی از میان پوشان دیرگداز به درون دانه های ماسه می شود و این باعث گرم شدن سریع تر دانه های ماسه نزدیک به فصل مشترک قالب- فلز نسبت به روش ریخته گری معمولی می شود. این اختلاف مخصوصاً در مراحل اولیه انتقال حرارت دارای اهمیت زیادی است. از آنجا که عمق نفوذ مواد حاصل از تجزیه فوم کوتاه است. به این ترتیب ماسه های کمی دورتر از این منطقه به این زودی تحت تأثیر حرارت منتقل شده توسط این مواد قرار نمی گیرند. سپس ماسه های دورتر این مواد گازی را خنک و درون حفره های خالی مابین ذرات ماسه متراکم می کند. از این به بعد از آنجا که دیگر پلی استیرنی برای تجزیه شدن باقی نمانده است، به تدریج شیب فشار از بین رفته و سرعت حرکت مواد به درون ماسه کاهش خواهد یافت. پس از این حرارت تنها به روش های متداول جابجایی، همرفت و تشعشع از فلز در حال انجماد به درون دانه های ماسه منتقل می شود. ممکن است مواد مذاب یا گازی شکل حاصل از تجزیه فوم که در اطراف قالب متراکم شده اند، بر اثر این حرارت مجدداً تجزیه شوند این «تجزیه ثانویه» باعث تشکیل لایه سیاه رنگ اطراف قطعه می شود.

بارریزی مذاب آلومینیم در قالب تهیه شده



کاربرد کامپیوتر در ریخته گری

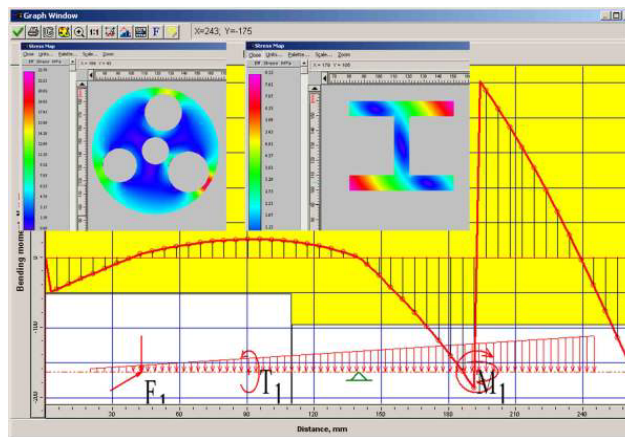
یکی از مهم ترین زمینه های توسعه علم و فناوری در ریخته گری، کاربرد کامپیوتر و روش های عددی برای حل مسایل مکانیک سیالات و ترمودینامیک در جریان حرکت مذاب در راهگاه ها و قالب و انجماد مذاب در قطعه است. این توسعه به ویژه موجب گردیده تا طراحان بتوانند از طریق طراحی روش های تولید به وسیله کامپیوتر قبل از اقدام به ساخت مدل و ریختن فلز مذاب در قالب، به مشخصات ساخت و تولید قطعه دست یافته و از قابل تولید بودن قطعه اطمینان حاصل نمایند .



این پیشرفت باعث شده تا طراحان بتوانند قبل از صرف وقت و هزینه های زاید نسبت به اصلاح طرح های خود اقدام نموده و روش های بهینه تولید قطعه ریخته گری مورد نظر خود را به دست آورند. نتیجه عملی استفاده از نرم افزارهای کامپیوتری در طراحی فرایندهای تولید، دستیابی سریع به قطعه ای ارزان تر است. امروزه طول زمان ساخت یک محصول از ماه ها و سال ها به روزها و هفته ها کاهش یافته است. این تحول از طریق توسعه فناوری کامپیوتری و پیشرفت در روش های شبیه سازی عددی تحقق یافته است. نوآوری های بسیار در این حوزه موجب گردیده تا مهندسان و طراحان بتوانند محصولاتی را تولید کنند که دارای پیچیدگی های بالاتر و زمینه های کاربردی بیشتر می باشند. تولید محصول با سرعت بالاتر با صرف هزینه های کمتر، تنها با سرمایه گذاری در خرید کامپیوتر و نرم افزار بوده است. در رابطه با کاربرد کامپیوتر در ساخت محصول می توان مزایایی مانند بهینه سازی طرح و وزن قطعات، بهبود در کارایی و کیفیت محصول، کاهش زمان ساخت و پذیرش محصول و کاهش هزینه های تولید قطعه مورد تاکید قرار داد .

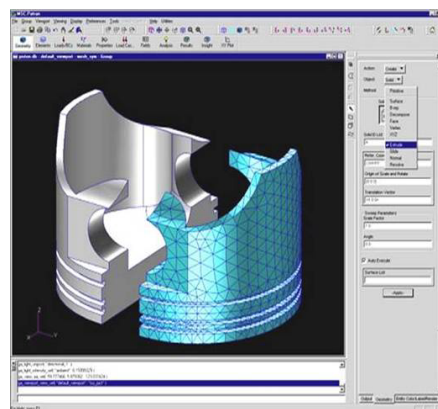
حقیقت آن است که در جهان معاصر قدرت کامپیوترها به تدریج افزایش یافته و در مقابل قیمت آنها کاهش می یابد و از طرف دیگر استفاده از آن برای کاربران آسان تر می شود. از این جهت کاربرد این ابزار در بسیاری از فناوری های ساخت و تولید با جاذبه های بسیاری همراه گشته است. بعلاوه نرم افزارها دارای انتخاب های بسیار به همراه بانک های

اطلاعاتی قوی تر شده اند، به گونه ای که محاسبات بسیار پیچیده ریاضی به همراه تحلیل های سخت مهندسی را می توان به سهولت و در حداقل زمان ممکن با کامپیوتر انجام داد.



امروزه کاربرد کامپیوتر در شبیه سازی بسیار گسترده شده به گونه ای که حتی کارگاه های کوچک در آینده نه چندان دور از این تکنولوژی استفاده خواهند کرد. یکی از پیچیده ترین صنایع و فرایندهای تولید که دانش بسیاری را در خود جای داده است، ریخته گری است. موضوعات حوزه های دانش و فناوری در این صنعت بسیار متنوع است: راهگاه گذاری، تغذیه گذاری، انجماد مذاب در قالب، حرکت فرایندهای تولید به کمک کامپیوتر و ساخت ابزارهای مورد نیاز تولید. به دلیل وجود چنین فرایندهای پیچیده ای در ریخته گری این صنعت در گذشته بیش از آنچه که به حوزه های دانش بشری مرتبط باشد در زمره هنرهای استادکاران و مهندسان قرار داشت. اما امروزه با توسعه کامپیوترهای با حافظه بالا، قوی و سریع به همراه توسعه کدهای بهینه کامپیوتری در حوزه مدلسازی و شبیه سازی فرایندهای تولید، این صنعت در گروه فرایندهای مدرن علوم و فناوری قرار گرفته که دیگر برخلاف گذشته حدس و گمان جای خود را به اطلاعات علمی داده است. مهندسان و تکنولوژیست های عصر ریخته گری مدرن، روزانه موفق به حل بسیاری از مسایل پیچیده مهندسی می گردند، نظیر: بهینه سازی سیستم های راهگاهی و تغذیه گذاری، طراحی برای محصولاتی که به سهولت قابل تولید یا مونتاژ باشند، شبیه سازی فرایندهای تولید بر اساس تغییرات آماری، آنالیز پارامتریک تولید، آنالیز عمر خستگی قطعه .

اگرچه در حال حاضر برای دستیابی به نرم افزارهایی که بتوانند دارای حداکثر توانمندی و کارایی بوده و همه نیازهای طراحان، مهندسان و تکنولوژیست های ریخته گری را برآورده سازند کارهای تحقیقاتی دیگری مورد نیاز است، اما امروزه استفاده از کامپیوتر و نرم افزارهای شبیه سازی بهبودهای اساسی در صنعت ریخته گری به وجود آورده است. لذا آشنایی ریخته گران و دانشجویان جوان با این فناوری پیشرفته از اهمیت زیادی برخوردار بوده و بدون تردید همگی آنان دیر یا زود ناگزیر به استفاده از این ابزار پیشرفته خواهند بود.



۲-۳ معرفی ماشین آلات ، تجهیزات و ابزار آلات مورد نیاز

محل تامین	تعداد (دستگاه)	نام دستگاه
داخل یا خارجی	۲	کوره ذوب پاتیلی با دمای ۲۰۰۰ درجه
داخل یا خارجی	۱	کوره عملیات حرارتی ویژه ریخته گری SLC
داخلی	۲	ماشین برش زوائد
داخلی	۶	انواع ماشین تراش ، فرز و تجهیزات سنگ زنی
داخلی	۱۰	انواع قالب ها و تجهیزات مذاب ریزی

۳-۳ برآورد مواد اولیه و منبع تهیه هر کدام از آنها

معرفی آلومینیوم

یک متر مکعب آلومینیوم خالص $2827/8$ کیلوگرم وزن دارد و یک متر مکعب از سنگین ترین آلیاژهای آلومینیوم (یعنی آلیاژهای حاوی مس و روی) دارای وزنی در حدود 2953 کیلوگرم است. حتی این سنگین ترین آلیاژهای آلومینیوم نیز حداقل 1978 کیلوگرم در هر متر کعب سبک تر از وزن هم حجم سایر فلزات ساختمانی (بجز منیزیم) است

مزیت های آلومینیوم

عنوان مزیت	شرح
حمل و نقل ارزانتر	چه در مورد حمل و نقل کالاهای آلومینیومی و چه در مورد وسیله نقلیه ساخته شده از آلومینیوم.
ظرفیت بیشتر	امکان صرفه جویی در وزن ساختمان های آلومینیومی بخوبی در پایه ها و تاسیسات حفاری چاه های نفت دیده می شود. لوله های حفاری که شافت مته حفاری نیز محسوب می گردد امروزه از آلومینیوم ساخته می شود. وزن کم این لوله خود می تواند ظرفیت دکل حفاری که باید تمام وزن سیم مته را تحمل نماید دو برابر کند.
صرفه جویی در کار	بعلت سبکی که به معنی نصب سریعتر و اقتصادی تر ساختمان ها، تعداد کمتر کارگر مورد نیاز و خستگی کمتر استفاده از وسایل آلومینیومی خانگی است.
ممان اینرسی کمتر	در نتیجه دانسیته آلومینیوم ممان اینرسی قطعات آلومینیومی کمتر می گردد. این کلمه نام علمی برای تمایل یک قطعه برای متوقف و یا در حالت یکنواخت ماندن مگر اینکه یک نیروی خارجی اعمال گردد می باشد. هر چه قطعه سنگین تر باشد ممان اینرسی آن بیشتر و کار بیشتری برای حرکت دادن و یا متوقف کردن آن مورد نیاز است. ماشین کاری های سریع مدرن امروزی نیاز به موادی با ممان اینرسی کم دارد طوریکه که بتوان بسرعت و با بازدهی خوب دستگاه را بکار انداخت و یا از کار باز داشت، این مطلب خصوصاً برای دستگاه های بسته بندی و ماشین های چاپ با قطعات دارای حرکت متناوب صادق است.
تعداد قطعات بیشتر به ازای هر کیلو وزن	وزن کمتر به معنی تعداد قطعات بیشتر به ازای هر کیلو وزن است. میخ، پیچ، مهره و واشر آلومینیومی را می توان به ازای واحد وزن تا سه برابر تعداد قطعات مشابه فولادی ساخت.
مقاومت زیاد در مقابل خوردگی	یکی دیگر از خواص مشخصه آلیاژهای آلومینیوم مقاومت در مقابل خوردگی است. آلومینیوم خالص وقتی که در هوا قرار گیرد بلافاصله با یک لایه چسبنده اکسید آلومینیومی پوشیده می شود، این لایه پوششی، مانع خوردگی می گردد. اگر در اثر سائیدگی این لایه کنده شود بلافاصله دوباره تشکیل می گردد. ضخامت این لایه نازک طبیعی در حدود 0.25 میکرون (یک میکرون = یک هزارم میلی متر) است، با این وجود بقدری محکم است که مانع موثری در مقابل اغلب مواد خوردنده محسوب می گردد.

البته برخی از آلیاژهای خاص آلومینیوم نسبت به دیگران مقاومتر است. برای مثال گروه آلیاژهای *AL-mg* مخصوصاً در مقابل هوا و آب دریا مقاوم است. از طرف دیگر آلیاژهای آلومینیوم حاوی مس یا روی از نظر مقاومت خوردگی ضعیف تر و از نظر استحکام مکانیکی قویتر می باشد. اگر مقاومت طبیعی آلومینیوم برای بعضی از محیطها کافی نباشد در آن صورت روشهایی وجود دارد که بتوان مقاومت آن را افزایش داد. برخی از این روشها عبارتند از: «پوشش دادن با آلومینیوم آلومینیوم *cladding*»، «آندایزه کردن (آبکاری) *Anodizing*»، «پوشش سخت دادن *Hard Coating*» و «محافظت کاتدی *Cathodic Protection*».

روند تغییرات قیمت جهانی آلومینیوم آلیاژی

شرح	۲۰۰۲	۲۰۰۳	۲۰۰۴	۲۰۰۵	۲۰۰۶	۲۰۰۷
قیمت به دلار	۹۶۰	۱۱۵۰	۱۳۷۰	۱۷۴۰	۲۰۲۰	۲۱۳۱
درصد تغییر به سال قبل	-	۲۰	۱۹	۲۷	۱۶	۵/۵

برآورد مواد اولیه مصرفی کارخانه

نام ماده اولیه	میزان مصرف سالیانه	واحد	محل تامین
قراضه آلومینیوم	۴۸۰	تن	قابل تهیه از داخل کشور
شمش آلومینیوم	۱۴۴	تن	قابل تهیه از داخل کشور
مواد کمکی غیر مذکور			قابل تهیه از داخل کشور

۳-۴ برآورد تاسیسات مورد نیاز

مشخصات مصرف		مشخصات انشعاب		تاسیسات
میزان مصرف سالیانه	واحد	میزان	واحد	
۱۸۰۰۰۰۰	کیلووات ساعت	۵۰۰	کیلووات	انرژی الکتریکی
۳۰۰۰	مترمکعب	۱/۲	اینچ	آب
۸۲۵۰۰۰	مترمکعب	۳۰۰	مترمکعب بر ساعت	گاز

تاسیسات جانبی و تکمیلی

شرح	تاسیسات
دو دستگاه کمپرسور هوای فشرده با ظرفیت ۱۰ مترمکعب بر دقیقه با تجهیزات جانبی	شبکه هوای فشرده
سیستم گرمایش مرکزی به همراه یونیت ها و رادیاتورها	گرمایش
انواع کولرهای آبی	سرمایش
اگزوز فن برای نهویه هوای آلوده سالن های تولید	تجهیزات تهویه صنعتی
سیستم اعلام و اطفاء حریق	ایمنی
دو دستگاه لیفتراک ۵ تنی به همراه تعداد متناسبی لیفتراک دستی	وسائط نقلیه درون کارخانه
انواع تجهیزات جوشکاری ، ابزارآلات دستی و تعمیراتی	ابزار آلات کارگاهی

۳-۵ طراحی کارخانه ، تخمین فضاهای مورد نیاز و ارائه الگوی جریان مواد

در هر واحد صنعتی اختصاص فضای مناسب و کافی جهت استقرار ماشین آلات ، جابجایی مواد اولیه و محصولات و سهولت در امر تردد کارکنان امری ضروری است . در این بخش مساحت مورد نیاز جهت سالن تولید ، انبار ساختمانهای غیر تولیدی و در نهایت زمین و محوطه سازی برآورد می گردد . برای محاسبه مساحت سالن تولید ابتدا مساحت خالص دستگاه ها از کاتالوگ های مربوطه استخراج می شود . سپس با توجه به خصوصیات کاری هر دستگاه فضای مورد نیاز جهت جابجایی مواد اولیه و محصول خروجی ، مانور اپراتور به همراه عملیات سرویس و نگهداری برآورد شده به مساحت خالص دستگاه افزوده می گردد . سپس با در نظر گرفتن تعداد دستگاه ها ، جمع کل مساحت هر کدام از ماشین آلات محاسبه می شود . برای کارهای غیر ماشینی نیز مساحت میز کار و محوطه مورد نیاز به همین صورت محاسبه میگردد . حاصل جمع فوق بعلاوه مساحت مورد نیاز جهت لحاظ نمودن مساحت راهروها ، گسترش و توسعه احتمالی ظرفیت تولید به واسطه افزایش ماشین آلات و تجهیزات ، مساحت مورد نیاز سالن تولید را ارائه خواهد کرد . علاوه بر فضاهای صنعتی و تولیدی ، ساختمان های اداری ، رفاهی و نگهبانی به منظور اداره امور روز مره کارخانه و متناسب با حجم فعالیتهای اداری و تعداد پرسنل غیر اداری واحد طراحی می گردد .

در نهایت مساحت کل زمین و محوطه کارخانه در حدود ۳ تا ۵ برابر مساحت ساختمان های آن می باشد . به طوریکه ۲۰ درصد مساحت زمین به خیابان کشی و پارکینگ و همچنین ۲۵ درصد آن به فضای سبز اختصاص خواهد یافت .

مساحت حصار کشی نیز با محاسبه طول حصار کشی و ارتفاع دیوار بدست می آید . حصار کشی محوطه به ارتفاع ۲/۵ متر می باشد که یک متر پایین آن از جنس آجر و سیمان و بالای آن نرده آهنی می باشد . از بابت روشنایی محوطه نیز به ازای هر هشتاد متر مربع ، یک چراغ پایه بلند در نظر گرفته می شود .

مشخصات سایت پلان کارخانه تولید قطعات خودرو به روش ریخته گری

شرح	مساحت (متر مربع)	شرح	مساحت (متر مربع)
زمین	۳۰۰۰	سالن تولید	۱۰۰۰
خیابان کشی و پارکینگ	۶۰۰	انبار مواد اولیه و محصول	۵۰۰
فضای سبز	۶۰۰	ساختمان اداری و خدماتی	۲۰۰
حصار کشی	۵۵۰	نگهبانی و سرایداری	۵۰
تعداد چراغ های محوطه	۳۸	--	--

۳-۶ برآورد لوازم و تجهیزات اداری

در این بخش و با لحاظ نمودن تعداد کارکنان ، حجم امور اداری و بازرگانی واحد ، لوازم اداری و ستادی به شرح زیر پیش بینی شده است .

نام لوازم و تجهیزات	شرح
تلفن و سیستم های ارتباطی	حداقل سه خط تلفن ، سیستم تلفن مرکزی ، گوشی های تلفن ، سیستم پیجینگ ، خطوط همراه برای مدیران
تجهیزات رایانه ای	دستگاه کامپیوتر به همراه پرینتر ، سیستم شبکه داخلی و امکان دسترسی به اینترنت ، سیستم های نرم افزاری
انواع میز و صندلی اداری	برای واحد های مدیریت ، اداری مالی ، کارگرفینی و دفاتر کاری کارشناسان ،
سیستم بایگانی اداری	جهت ایجاد امکان بایگانی متمرکز
لوازم غذاخوری	تجهیز رستوران برای پخت غذا ، میز و صندلی به همراه سایر ملزومات
سیستم حمل و نقل	یک خودرو سواری برای تردد مدیران و یک دستگاه نیسان برای امور تدارکاتی
تجهیز میهمان سرا	امکانات اسکان برای میهمانان

۳-۷ برآورد نیروی انسانی و ساختار سازمانی

کارائی هر سازمان تا حدود زیادی به شیوه اعمال مدیریت و کاربرد صحیح و موثر منابع انسانی بستگی دارد ، تعیین تعداد مشاغل، پست های سازمانی و تنظیم شرح وظایف هر شغل در طبقات مختلف سازمان متناسب با نوع و ویژگیهای تخصصی فعالیت مورد نظر از اصول اساسی تشکیلات یک واحد می باشد . چارت سازمانی مورد نظر این طرح با در نظر گرفتن مشخصات تکنولوژیکی خط تولید قطعات خودرو به روش ریخته گری با تکنولوژی بالا و همچنین لحاظ نمودن ظرفیت و سایر ملاحظات اقتصادی زیر تعریف میگردد.

مدیر کارخانه

مدیر کارخانه مسئولیت مستقیم نظارت و سازماندهی کل عملیات اجرایی کارخانه از جمله فعالیتهای تولیدی ، انبارش ، تدارکات ، اداری و بازرگانی را به عهده دارد . این مسئولیت باید ترجیحا توسط فرد دارای تحصیلات مدیریتی با سابقه مدیریت در صنعت ریخته گری و یا سایر زمینه های مرتبط با ساخت و تولید صورت گیرد . زیر مجموعه های عبارتند از : واحد تولید ، کنترل کیفیت ، امور اداری و مالی و واحد بازرگانی .

واحد بهره برداری

در این واحد عملیات اجرایی کارخانه از مرحله تحویل قراضه آلومینیوم و یا شمش آلومینیوم مورد استفاده در صنعت ریخته گری قطعات خودرو تا مرحله تبدیل آن به محصول نهایی مشتمل بر انواع قطعات خودرو صورت می گیرد . جهت هماهنگی امور ، شخصی به عنوان مدیر تولید ترجیحا مهندس مکانیک با گرایش ساخت و تولید با تجربه کار در صنعت قطعه سازی در نظر گرفته شده است . مدیر تولید به کمک ۶ نفر کارگر ماهر و ۱۰ نفر کارگر ساده ، یک نفر تکنسین تعمیرات جهت انجام وظایف شامل اپراتوری خط تولید ، پشتیبانی مواد اولیه و محصول ، سرویس و نگهداری ، مسئولیت بهره برداری از خط تولید را برعهده خواهند داشت .

واحد کنترل کیفیت

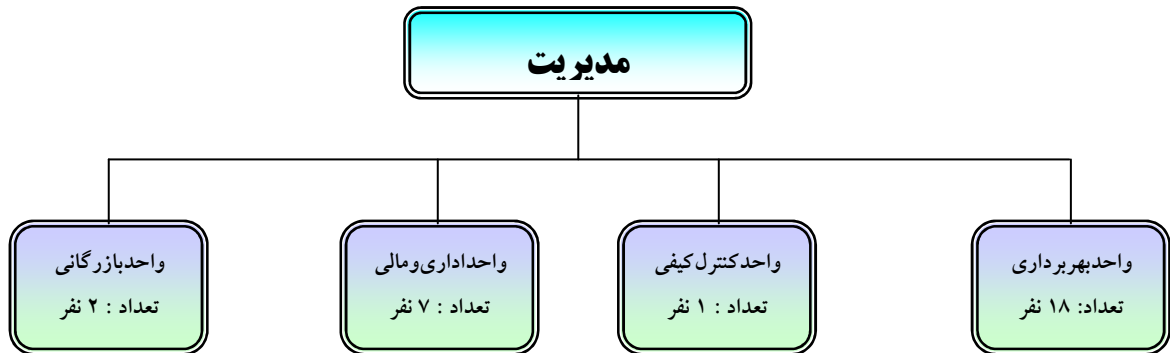
در این واحد امور مربوط به کنترل ویژگی‌های مواد اولیه اصلی و جانبی و همچنین کنترل مداوم بر انطباق فرایندهای تولید و محصولات نهایی با استانداردهای مربوطه و همچنین مدیریت استانداردهای مورد نظر خودرو سازان صورت خواهد گرفت. فعالیت این واحد توسط فردی با تخصص مهندس صنایع انجام خواهد گرفت.

حوزه اداری و مالی

در این حوزه انجام کلیه امور اداری و پرسنلی، حسابداری، مالی و فعالیتهای پشتیبانی مورد نظر میباشد. مسئولیت این بخش به عهده فردی با تحصیلات مرتبط با مدیریت امور اداری یا مالی می باشد. سایر پرسنل این حوزه عبارتند از: ۶ نفر نیروی ساده جهت انجام امور پشتیبانی شامل نگهبانی، راننده و امور خدماتی.

حوزه بازرگانی

در این حوزه انجام کلیه امور مربوط به تامین به موقع مواد اولیه اصلی و جانبی همچنین تهیه قطعات مورد نیاز جهت انجام سرویس، نگهداری و تعمیرات ماشین آلات صورت خواهد گرفت، علاوه بر آن کلیه فعالیت های بازاریابی داخلی و خارجی و برنامه ریزی میزان و تنوع تولید متناسب با تقاضای بازار و بالاخره فروش محصولات تولیدی توسط این بخش انجام خواهد گرفت. مسئولیت این واحد به عهده شخصی با تحصیلات مدیریت بازرگانی می باشد و یک نفر کارشناس بازرگانی وی را در تحقق اهداف یاری خواهد نمود. لازم به ذکر است در صورت نیاز، بخشی از پرسنل اداری، مالی یا بازرگانی در دفتر مرکزی مستقر خواهند گردید.



تعداد و وضعیت پرسنل تولیدی

تعداد	تحصیلات	پست سازمانی
۱	کارشناس	مدیر تولید
۶	فوق دیپلم و پایین تر	کارگر ماهر
۱۰	دیپلم و پایین تر	کارگر ساده
۱	فوق دیپلم	تکنسین تعمیرات

تعداد و وضعیت پرسنل غیر تولیدی

تعداد	تحصیلات	پست سازمانی
۱	حداقل کارشناسی	مدیریت کارخانه
۱	کارشناس	کارشناس کنترل کیفی
۱	کارشناس	مدیر اداری و مالی
۶	دیپلم و پایین تر	پرسنل خدماتی و پشتیبانی
۱	کارشناس	مدیر بازرگانی
۱	کارشناس و پایین تر	کارمند بازرگانی

طرح مطالعات امکان سنجی ریخته گری قطعات خودرو با تکنولوژی بالا

فصل چهارم: مکان یابی طرح

مکان‌یابی طرح

مکان‌یابی یکی از مباحث مهم مطالعات امکان‌سنجی است که توجه به آن سبب کاهش هزینه‌ها و موفقیت واحدهای صنعتی می‌شود. مکان‌یابی مراکز (مکان‌یابی ساختمانها و مراکز) را انتخاب مکان برای یک یا چند مرکز، با در نظر گرفتن سایر مراکز و محدودیت‌های موجود می‌دانند، به گونه‌ای که هدف ویژه‌ای بهینه شود. این هدف می‌تواند هزینه حمل و نقل، ارائه خدمات عادلانه به مشتریان، در دست گرفتن بزرگترین بازار و غیره باشد. انجام مطالعات مکان‌یابی نیازمند تخصص‌هایی از جمله: تحقیق در عملیات، روشهای تصمیم‌گیری، جغرافیا (زمین‌شناسی و آب و هوا)، اقتصاد مهندسی، علوم کامپیوتر، ریاضی، بازاریابی، طراحی شهر می‌باشد.

بر همین اساس تعیین محل کارخانه یکی از کلیدی‌ترین گامهای تأسیس کارخانه است چرا که نتایج این تصمیم در درازمدت ظاهر شده و اثرات بسزایی از بعد اقتصادی، محیط زیست، مسایل اجتماعی دارد. یکی از جنبه‌های تاثیرهای درون سازمانی، تاثیر مستقیم آن در سوددهی کارخانه خواهد بود و از بعد برون سازمانی، ساخت کارخانه‌های بزرگ در یک منطقه می‌تواند شرایط مختلف اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، محیط زیست را تحت تاثیر خود قرار دهد. تعیین محل کارخانه از نظر اقتصادی نقش مهمی در میزان سرمایه‌گذاری اولیه به هنگام تأسیس کارخانه دارد. همچنین هنگام بهره‌برداری طرح، این تصمیم‌گیری، تاثیر کلیدی در قیمت تمام‌شده کالا یا خدمت دارد.

احداث یک یا چند واحد صنعتی در مکانهای بهینه و در بهترین وضعیت ممکن، نه تنها گردش مواد و خدمات به مشتریان را بهبود می‌بخشد، بلکه کارخانه را در یک وضعیت مطلوب قرار می‌دهد. تصمیمهای مرتبط با انتخاب و فراگیری ویژگیهای مکان‌یابی یک مرکز، می‌تواند اثر بزرگی بر توانایی کسب و حفظ مزیت رقابتی باشد.

در بررسی مشاغل زود بازده مشخص شده است که بیش از پنجاه درصد آنها در سال اول و حدود سی درصد آنها پس از دو سال ورشکسته می‌شوند و به شغل دیگری رو می‌آورند. با اینکه در آغاز راه‌اندازی این مشاغل، تمام جوانب ارایه خدمات بررسی می‌شود ولی بی‌توجهی به مساله مهم مکان سبب می‌شود تا واحد تولیدی به سوددهی مورد نظر نرسد و از رسیدن به هدف خود باز ماند.

انجام مطالعات مکان‌یابی درست و مناسب، علاوه بر تاثیر اقتصادی بر عملکرد واحد صنعتی، اثرات اجتماعی، محیط زیستی، فرهنگی و اقتصادی در منطقه محل احداث خود خواهد داشت. در ضمن ویژگی‌های منطقه ای نیز به عنوان عوامل کلیدی موثر در تعیین محل در مسایل مکان‌یابی محسوب می‌شوند.

مسایل مکان‌یابی، هدفهای مختلفی را دربردارند. هدفها در شناسایی و اولویت‌بندی معیارهای تصمیم‌گیری در یک مساله مکان‌یابی و زیر معیارهای آنها، اهمیت و نقش مهمی دارند. در یک تقسیم‌بندی، هدفهای مسایل مکان‌یابی با رویکرد برنامه‌ریزی ریاضی و برحسب انواع تابع هدف، به سه دسته تقسیم شده‌اند.

انواع اهداف مسایل مکان‌یابی

شرح	نوع اهداف
این هدفها اشاره به نزدیکی هر چه بیشتر محل استقرار کارخانه به مشتریان و کمتر کردن مسافت دارند که شامل قدیمی‌ترین مسایل مکان‌یابی می‌شوند.	اهداف کششی (Pull)
این هدفها مسایل مکان‌یابی مراکز نامطلوب را در بر می‌گیرند و از اوایل دهه ۱۹۷۰ بوجود آمدند. هدف در این مسایل، حداکثر کردن فاصله مراکز جدید از مراکز موجود است. مدل‌هایی که برای این نوع هدفها ارائه شدند بعدها به مدل‌های مکان‌یابی مضر (Noxious Location Models) معروف شدند. مثال برای این هدفها، یافتن مکان مناسب برای دفن زباله است که در آن، یکی از هدفها بیشینه کردن فاصله این مکان از مناطق مسکونی است.	اهداف فشاری (Push)
هدفهایی هستند که تلاش در متعادل ساختن مسافت بین مراکز و مشتریان دارند. این هدفها پیوسته‌ترین نوع هدفها هستند و هدف اصلی آنها دستیابی به برابری است. این هدفها بیشتر در تصمیم‌گیری‌های عمومی کاربرد دارند؛ جایی که هدف برقراری عدالت بین افراد است. مانند متعادل کردن حجم کاری مراکز پلیس که سبب متعادل شدن ارائه خدمات به متقاضیان می‌شود.	اهداف متعادل (Balancing)

اشتباه در تعیین محل کارخانه، ضررهای جبران‌ناپذیری به دنبال خواهد داشت و گاهی منجر به تغییر محل کارخانه با صرف هزینه‌های زیاد شده، یا به رکود و تعطیلی کامل کارخانه می‌انجامد. عموماً اشتباه در تعیین محل، هنگامی پیش می‌آید که تعریف درستی از آنچه از ما خواسته می‌شود در دست نباشد. ولی اشتباههای دیگری نیز وجود دارد که حتی مدیران زیرک نیز دچار آن می‌شوند. برخی از این نوع اشتباهات برای توجه بیشتر مدیران، محققان و افراد کلیدی و تصمیم‌گیری در مسایل مکان‌یابی به این شرح بیان می‌شود.

- ✓ فقدان بازرسی و شرح دقیق عوامل و نیازمندی ها.
- ✓ چشم پوشی از بعضی شرایط مورد نیاز و بررسی ناقص نیازمندی های طرح.
- ✓ علایق شخصی یا تعصبات مسئولان در پذیرش حقایق و دلایل منطقی و علمی.
- ✓ مقاومت مدیران اجرایی در انتقال به محل جدید.
- ✓ توجه بیش از اندازه به نواحی شلوغ و صنعتی و در نتیجه نادیده گرفتن ناحیه هایی که به تازگی صنعتی شده و یا در شرف صنعتی شدن قرار دارند.
- ✓ توجه بیش از اندازه به هزینه های زمین و در نتیجه انتخاب زمینهای ارزان یا رایگان.
- ✓ بی توجهی به هزینه حمل و نقل و عدم برآورد درست آن.
- ✓ قضاوت در مورد نیروی انسانی بالقوه بر مبنای نرخ دستمزد و بدون توجه به کارایی، مهارت، سابقه و تاریخچه کاری و سایر عوامل مؤثر در انتخاب نیروی انسانی.
- ✓ انتخاب جامعه ای با سطح فرهنگ و تحصیلات پایین به گونه ای که جذب نیروی متخصص بسیار مشکل باشد.
- ✓ پافشاری در منافع آنی و کوتاه مدت و بی توجهی به آینده.
- ✓ کافی نبودن اطلاعات و یا نادرست بودن آنها در مورد بازار، شیوه های حمل و نقل، مواد خام و سایر عوامل که در برآورد هزینه ها تأثیر دارند.
- ✓ عوامل محیطی از جمله فشارهای سیاسی.
- ✓ خطا در به کارگیری روشها و تکنیک های تصمیم گیری مکان یابی.
- ✓ عدم اولویت بندی (وزن دهی) مناسب به معیارهای تصمیم گیری.
- ✓ نبود اطلاعات دقیق و کافی در زمینه معیارهای مورد نظر.
- ✓ بی توجهی به استراتژیک بودن و اثرات بلندمدت تصمیم های مکان یابی.
- ✓ بی توجهی به تغییر و تحولات آینده (تهدیدها، فرصتها، رشد تقاضا، به هم خوردن توازن مناطق و ...)
- ✓ در نظر نگرفتن تغییرات سازمانی لازمه مکان یابی.

در زمینه مکان یابی طرح حاضر با عنوان تولید قطعات خودرو به روش ریخته گری با تکنولوژی بالا ، موارد زیر مطرح است .

۷ مواد اولیه این طرح عمدتاً مشتمل بر آلومینیوم می باشد که تامین آن از طریق خارج استان صورت خواهد پذیرفت و طبعاً نقاط مختلف استان در این زمینه دارای شرایط نسبتاً یکسانی می باشند ، هرچند که شهرک های صنعتی مستقر در مجاورت مراکز شهرستان های زنجان و ابهر دارای مزیت نسبی در این زمینه می باشند .

۷ در شرایط حاضر و به دلیل استقرار گروه های خودرو ساز و همچنین مراکز عمده فروشی قطعات یدکی در تهران و در نتیجه تمرکز بازار هدف محصولات تولیدی در مرکز کشور ، طبعاً قرارگیری محل کارخانه در استان زنجان به واسطه نزدیکی به مرکز به نوعی مزیت نسبی برای این طرح به شمار می آید . در داخل استان زنجان ، نیز شهرک های صنعتی مستقر در شهرستان های زنجان و ابهر دارای اولویت نسبی می باشند .

۷ با توجه به مدرن بودن تکنولوژی ، دستیابی به متخصصین و همچنین مراکز صنعتی جهت پشتیبانی خط تولید در این طرح دارای اهمیت خاصی است که در داخل استان زنجان چنین شرایطی صرفاً در شهرستان های زنجان و ابهر قابل دستیابی است .

با توجه به جمیع شرایط فوق و تاکید مجدد بر این مطلب که استان زنجان دارای اولویت های مناسبی برای استقرار و توسعه صنعت قطعه سازی خودرو می باشد ، چنین می توان عنوان داشت که شهرک های صنعتی شماره ۱ و ۲ زنجان و شهرک های صنعتی مستقر در شهرستان ابهر ، می توانند انتخاب نخست برای سرمایه گذاری در زمینه تولید قطعات خودرو با تکنولوژی بالا باشند .

طرح مطالعات امکان سنجی ریخته گری قطعات خودرو با تکنولوژی بالا

فصل پنجم : برنامه زمانبندی اجرایی پروژه

برنامه زمان بندی اجرای پروژه

یکی از ارکان مهم اجرای پروژه ها که ضامن موفقیت آن می باشد پیروی از یک برنامه زمان بندی مدون است که احداث واحد های صنعتی نیز از این قاعده کلی مستثنی نیستند. زمان بندی فعالیتها ضمن سازمان دهی و قاعده مند کردن آنها، باعث اعمال مدیریت بهتر و تخصیص به موقع منابع می گردد. بنابراین ضرورت دارد مجری با در نظر گرفتن ویژگیهای خاص طرح با دید جامعی حجم هر کدام از فعالیت ها از مرحله تحقیقات اولیه و انتخاب مشاور تا مرحله بهره برداری تجاری واحد صنعتی را برآورد نماید و سپس زمان مناسب برای هر فعالیت را پیش بینی کند. علاوه بر آن با شناخت روابط پیش نیازی فعالیت ها، زمان شروع و خاتمه را طوری برنامه ریزی کند که بتواند در مدت زمان تعیین شده پروژه را به اتمام برساند، چرا که تاخیر در اجرای پروژه در برخی موارد باعث ایجاد خساراتی خواهد شد که جبران آن بسیار دشوار است. بررسی و تحلیل موضوع فوق بحث بسیار گسترده ای است که از نقطه نظر های مختلفی می توان آن را مطرح نمود.

در این قسمت سعی بر این است برنامه زمان بندی اجرای پروژه احداث کارخانه تولید قطعات خودرو به روش ریخته گری با تکنولوژی مدرن، بر اساس فازبندی متداول طرح های صنعتی و متناسب با ویژگی های اقتصادی و تکنولوژیکی این طرح مورد بررسی قرار گیرد.

فاز اول

فاز اول طرح عموماً در بردارنده فعالیت هایی از قبیل انجام مطالعات و مشاوره تخصصی، اخذ مجوزهای دولتی تا مرحله انتخاب و خرید و آماده سازی محل، تکنولوژی و فرایند عملیات، تعیین جانمایی موقت، مهندس مشاور، تهیه و تدوین پیش نویس قراردادهای مربوطه می باشد. این فاز از طرح مورد نظر در محدوده زمانی شش ماهه قابل انجام است.

فاز دوم

این فاز از فعالیت های تخصصی تری برخوردار بوده و مواردی همچون تامین خدمات مهندسی و طراحی فرایند، تهیه مشخصات عمومی ماشین آلات، جانمایی تجهیزات اصلی، شناسایی و انتخاب سازندگان تجهیزات و فروشندگان تکنولوژی، طرح تفصیلی کارخانه، اقدامات مقدماتی جهت تامین و تدارک ماشین آلات و تجهیزات اصلی و جانبی و در نهایت طراحی سایت پلان ساختمان را در بر می گیرد. این فاز از طرح در محدوده زمانی شش ماهه قابل انجام است.

فاز سوم

در این فاز عمدتاً مراحل اجرایی، محور کار بوده که در این رابطه می توان از فعالیتهایی مانند تدارک لوازم و مصالح، انتخاب پیمانکاران ساختمانی، نظارت بر حسن اجرای عملیات عمرانی، خرید ماشین آلات و تجهیزات اصلی و فرعی به همراه تعیین دستور العمل های نصب و راه اندازی آزمایشی و دیگر موارد مشابه نام برد. با توجه به ماهیت و مشخصات طرح حاضر این فاز از طرح در زمان تقریبی ده ماهه قابل انجام است.

فاز چهارم

در این فاز ساخت و انتقال کلیه ماشین آلات و تجهیزات خط تولید همچنین آموزش بهره برداری و نگهداری و تعمیرات، طراحی و تدوین سیستم برای امور عملیاتی کارخانه و به طور کلی روشهای مدیریت و در نهایت تهیه و تدوین دستور العمل امور اجرایی تولید و توزیع صورت خواهد پذیرفت ارکان اصلی اجرایی و مسئول برای انجام وظایف فوق عمدتاً مشاور و فروشنده تکنولوژی و تجهیزات اصلی خواهند بود. با توجه به مذاکرات انجام شده با شرکتهای طرف قرارداد پیش بینی می گردد در صورت تامین بموقع منابع مالی این فاز در سیکل شش صورت پذیرد.

فاز پنجم

این فاز شامل نصب ماشین آلات و تجهیزات، اجرای تاسیسات زیربنایی و جانبی مورد نیاز، تامین مواد اولیه تکمیل ساختار تشکیلات پرسنلی و بالاخره راه اندازی و بهره برداری آزمایشی از خطوط تولید و نهایتاً تولید آزمایشی محصولات نهایی خواهد بود. ارکان اصلی اجرایی در این فاز پیمانکار نصب، مدیریت بهره برداری، فروشنده تکنولوژی و تجهیزات و مهندسی مشاور می باشد. بر مبنای ویژگیهای اقتصادی و تکنولوژیکی این طرح پیش بینی می گردد فاز پنجم طرح حدود نه ماه به طول بینجامد.

با توجه به موارد مذکور و همچنین لحاظ نمودن مدت زمان مورد نیاز جهت تامین منابع مالی از طریق تسهیلات بانکی (با زمان تقریبی هشت ماه) و همچنین انجام تولید آزمایشی در دوره زمانی سه ماهه، حداکثر مدت زمان دوره اجرای این پروژه (فاز ساخت) معادل دو سال تعریف می شود. بدیهی است زمان ذکر شده مشروط بر اعمال مدیریت صحیح در طول اجرای پروژه و همچنین تامین به موقع منابع مالی می باشد. در پایان این فصل و جهت روشن تر شدن موضوع، برنامه زمان بندی اجرای طرح (منطبق با مفاهیم فوق) ارائه شده است.

برنامه زمان بندی پروژه احداث کارخانه تولید قطعات خود با تکنولوژی بالا

سال دوم												سال اول												مدت شرح کار	
۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱		
																									انجام مطالعات و مشاوره تخصصی
																									کسب مجوز های لازم
																									اقدام برای تامین مالی طرح
																									تامین خدمات مهندسی
																									خرید زمین و آماده سازی
																									انتخاب مجری طرح - پیمانکاران
																									تجهیز کارگاه
																									عملیات ساختمانی و محوطه سازی
																									سفارش ، خرید و حمل ماشین آلات
																									نصب و راه اندازی ماشین آلات
																									تامین تاسیسات زیربنایی و جانبی
																									استخدام و آموزش کارکنان
																									بهره برداری آزمایشی
																									تاخیرهای پیش بینی نشده
																									تولید آزمایشی
																									تولید تجاری

طرح مطالعات امکان سنجی ریخته گری قطعات خودرو با تکنولوژی بالا

فصل هشتم: تجزیه و تحلیل مالی طرح

تجزیه و تحلیل مالی طرح

در فصول گذشته فعالیت تولیدی و صنعتی مورد نظر جهت احداث کارخانه تولید قطعات خودرو به روش ریخته گری با تکنولوژی مدرن به لحاظ توجیه پذیری فنی و اقتصادی مورد بررسی قرار گرفت. اساسا حوزه قطعه سازی خودرو و به صورت مشخص ریخته گری قطعات خودرو زمینه گسترده ای است. در یک تقسیم بندی کلی، ریخته گری قطعات چدنی یا آلومینیومی دو دسته مشخص از این حوزه می باشند. مضافا اینکه هر کدام از این گروه ها، خود دارای زیر مجموعه های جداگانه ای می باشند. از این رو جهت شفاف سازی طرح، تولید انواع قطعات آلومینیومی به روش ریخته گری به عنوان نمونه ای از این خانواده انتخاب شده و مورد بررسی قرار گرفته است.

در این فصل به منظور تعیین میزان سوددهی و شاخصهای مالی، لازم است بررسی جامعی مشتمل بر برآورد هزینه ها شامل هزینه های سرمایه ای، هزینه مواد اولیه، تعمیرات و نگهداری، بالاسری کارخانه، استهلاک و سایر هزینه های جاری صورت گیرد. در این میان، مقصود اصلی بیان کلیات مالی طرح بوده و جداول به گونه ای طراحی شده است که گویای توجیه پذیری مالی باشد. لازم به ذکر است جهت تسهیل در پیش بینی میزان درآمد، شرایط فروش و هزینه های مربوطه، محاسبات بر اساس معیارهای عرف در صنعت قطعه سازی خودرو صورت گرفته و از تخصیص و تفکیک ظرفیت به انواع و تیپ های مختلف محصولات (مثل پیستون، پوسته کلاچ، پوسته سرسیلندر) خودداری شده است. بدیهی است این پیش فرض صرفا مدلی از موضوع بوده و عملا عرضه محصول، متناسب با سفارشات و تقاضای بازارهای هدف دستخوش تغییر خواهد شد، ولی در عین حال، این مدل دورنمای مالی طرح را به خوبی نشان میدهد.

در این محاسبات براساس برآورد های فنی به عمل آمده در فصول گذشته، با ارائه معیارهای محاسبه هریک از موارد مربوط به برآورد سرمایه گذاری سرمایه ثابت و در گردش در طی جداول ۱ تا ۱۲، میزان درآمد و فروش، هزینه های بهره برداری، تفکیک هزینه های ثابت و متغیر تولید و محاسبه درصد فروش در نقطه سر به سر و سایر شاخص های مالی در جداول ۱۳ تا ۲۲ و در نهایت پیش بینی وضعیت طرح در سالهای مختلف بهره برداری طی جداول ۲۳ تا ۲۸ برآورد شده است. قبل از ارائه جداول مالی فوق الذکر توضیحات ذیل مبنای محاسبات را روشن می سازد.

برآورد هزینه زمین، ساختمان و محوطه سازی (جدول ۱)

در محاسبات مالی و جهت برآورد هزینه خرید زمین، هزینه ها بر اساس شرایط و قیمت عرف خرید زمین در شهرک های صنعتی زنجان وارد شده است. همچنین هزینه های مربوط به مجموعه عملیات عمرانی شامل آماده سازی زمین، خاکبرداری، خاکریزی، تسطیح، حصارکشی، اجرای آسفالت، فضای سبز و روشنایی محوطه و احداث زیربنای مشتمل بر سالنهای تولید، انبارهای مواد اولیه و محصول، ساختمان اداری رفاهی براساس قیمت روز پیش بینی شده است.

هزینه تامین تکنولوژی و استقرار ماشین آلات و تجهیزات خط تولید (جدول شماره ۲)

همانطور که قبلا عنوان شد خوشبختانه امکان تامین ماشین آلات خط ریخته گری قطعات خودرو در داخل کشور فراهم می باشد، البته امکان واردات نیز وجود دارد و لذا ماشین آلات و تجهیزات خط تولید پس از اخذ پیشنهادات سازندگان مختلف داخلی انتخاب شده اند.

لازم به ذکر است میانگینی از قیمت های مندرج در پیش فاکتورهای اخذ شده، اساس محاسبه ارزش ماشین آلات قرار گرفته است. علاوه بر آن هزینه های جانبی از بابت انتقال و نصب و راه اندازی تجهیزات در محل کارخانه منظور شده است. لازم به ذکر است هزینه تامین ماشین آلات و تجهیزات جانبی از جمله ابزار آلات کارگاهی و وسایل آزمایشگاهی نیز بر اساس پیش فاکتورهای داخلی و یا استعلامات تلفنی لحاظ گردیده است.

تاسیسات زیربنایی و جانبی (جدول شماره ۳)

از مهمترین تاسیسات زیر بنایی هر واحد صنعتی و تولیدی ، تاسیسات مربوط به تامین انرژی الکتریکی و آب مصرفی می باشد . در محاسبات هزینه مورد نیاز جهت برقراری انشعاب برق بر اساس قراردادهای مشابه فیما بین مجری طرح های صنعتی و شرکت توزیع برق منطقه ای و همچنین با احتساب عملیات اجرایی جهت تکمیل برق رسانی داخلی از جمله تجهیز ترانس و پست برق ، کابل کشی زمینی و هوایی ، مونتاژ تابلوهای اصلی و تکمیل شبکه توزیع داخلی برای دیمانند معادل ۵۰۰ کیلووات پیش بینی شده است . ازسوی دیگر جهت برآورد هزینه تاسیسات آبرسانی هزینه های مربوط به اخذ حق انشعاب آب و همچنین اجرای سیستم توزیع آب مصرفی ، بهداشتی و صنعتی با انشعاب ۱/۲ اینچ اختصاص یافته است . همچنین بر اساس استعلامات صورت گرفته از سازندگان داخلی ، سرمایه گذاری مورد نیاز جهت تاسیسات جانبی مانند سیستمهای تولید و توزیع بخار و هوای فشرده ، مجموعه های باسکول ، تاسیسات گرمایشی و سرمایشی ، هزینه تامین سیستم های ارتباطی و موارد مشابه ، در جدول مربوطه برآورد گردیده است .

وسایل حمل و نقل داخل کارخانه (جدول شماره ۴)

ابزار آلات کارگاهی (جدول شماره ۵)

اثاثیه و لوازم اداری (جدول شماره ۶)

برآورد هزینه های سرمایه ای (ثابت) (جدول شماره ۷)

سرمایه ثابت یا دارایی سرمایه ای آن گروه از دارایی متعلق به واحد صنعتی است که ماهیتی نسبتا ثابت یا دائمی دارند و به منظور استفاده در جریان عملیات جاری شرکت حفظ و نگهداری می شوند . از اجزا تشکیل دهنده سرمایه ثابت میتوان زمین ، ساختمان ، محوطه سازی ، وسائل نقلیه ، اثاثیه و لوازم اداری ، دستگاهها ، ماشین آلات و تجهیزات خط تولید ، ابزارآلات کارگاهی و آزمایشگاهی ، تاسیسات زیربنایی و جانبی و هزینه قبل از بهره برداری را نام برد . گرچه هیچ معیاری برای تعیین حداقل طول عمر لازم جهت شمول یک دارایی در طبقه سرمایه ثابت وجود ندارد ، اما این قبیل دارایی ها باید بیش از یک سال دوام داشته باشد ، زیرا هزینه پرداخت شده برای اقلام مصرفی جزء هزینه های سالیانه تولید محسوب میگردند .

هزینه‌های قبل از بهره‌برداری (جدول شماره ۸)

هزینه قبل از بهره‌برداری شامل اقدامات مربوط به مطالعات مقدماتی، عقد قرارداد با مشاور و تهیه طرح اجرایی، اخذ مجوز از ارگان‌های دولتی، آموزش مقدماتی، تامین مواد اولیه و انرژی جهت راه‌اندازی و بهره‌برداری آزمایشی، هزینه اخذ تسهیلات و هزینه جاری دوره اجرای طرح می‌باشد که متناسب با طرح حاضر لحاظ شده است.

برآورد سرمایه ثابت (جدول ۹) مجموع هزینه برای تامین اقلام سرمایه‌ای و هزینه‌های قبل از بهره‌برداری

سرمایه در گردش (جدول شماره ۱۰)

در این قسمت سرمایه در گردش از جمله مقدار و هزینه مواد اولیه مصرفی، تامین انواع انرژی و خدمات نیروی انسانی بر اساس الگوهای استاندارد نظر است. لازم به ذکر است در صنعت مورد نظر به دلیل لزوم تامین بخش قابل توجهی از مواد اولیه از طریق واردات طبعاً حجم نسبتاً بالایی از مواد اولیه بایستی در هر دوره کاری خریداری گردد تا امکان توقف خط تولید به دلیل فقدان مواد اولیه در زمان مقتضی به حداقل ممکن کاهش یابد و به همین دلیل بالا بودن حجم سرمایه در گردش مورد نیاز یکی از ویژگی‌های خاص این واحد صنعتی است.

برآورد سرمایه گذاری کل (جدول شماره ۱۱) مجموع سرمایه گذاری ثابت و سرمایه در گردش.

نحوه تامین منابع مالی (آورده نقدی سهامداران و تسهیلات بانکی) و برآورد هزینه تسهیلات بانکی (جدول شماره ۱۲/الف، ۱۲/ب)

برنامه سالیانه تولید و برآورد میزان فروش (درآمد ناخالص) سالیانه (جدول شماره ۱۳)

پس از تبیین و ارائه هزینه‌های سرمایه‌ای مورد نیاز طرح در قالب سرمایه گذاری ثابت و در گردش جهت ایجاد کسب و کار مورد نظر، در این بخش درآمد سالیانه بر حسب ظرفیت طرح و قیمت فروش محصولات برآورد شده است.

هزینه تامین مواد اولیه (جدول شماره ۱۴)

بر اساس برآورد صورت گرفته در فصل پیشین در زمینه مواد اولیه اصلی و کمکی مورد لحاظ نمودن ضایعات متعارف در خط تولید و با احتساب قیمت‌های به روز مواد اولیه، هزینه سالیانه تامین مواد اولیه محاسبه شده است.

برآورد هزینه منابع انسانی مورد نیاز (جدول شماره ۱۵)

برآورد کمی نیروی انسانی مورد نیاز ورده های تشکیلاتی آن جهت طرح مورد نظر ، در بخش های پیشین انجام گردید که براین اساس و معیارهای متداول قوانین کار هزینه های پرسنلی محاسبه شده است . در این محاسبات جهت برآورد نسبتا دقیق از مزایای سالیانه مانند پاداش ، عیدی ، اضافه کاری احتمالی ، حق بیمه سهم کارفرما ، علاوه بر مجموع حقوق سالیانه دریافتی ، مبلغی معادل ۹۰٪ حقوق سالیانه برای پرسنل تولیدی و ۷۰٪ حقوق سالیانه برای پرسنل غیر تولیدی ، لحاظ شده است .

برآورد هزینه های عملیاتی (جدول شماره ۱۶) مشتمل بر هزینه های غیر پرسنلی دفتر مرکزی ، هزینه های

جاری آزمایشگاه ، هزینه های فروش و هزینه های حمل و نقل .

برآورد هزینه استهلاک سالیانه (جدول شماره ۱۷)

بدیهی است با گذشت زمان سرمایه های ثابت (به استثنا زمین) قابلیت بهره دهی خود را از دست می دهند و بدین لحاظ در طی عمر مفیدشان برای بهای تمام شده این قبیل دارایی ها ، باید به طور منظم و به تدریج به حساب هزینه گذاشته شود ، این کاهش بهای تمام شده استهلاک و ارزش قابل بازیافت دارایی مستهلک شده در تاریخ خروج از خدمت ، ارزش اسقاطی خوانده می شود . مازاد بهای تمام شده نسبت به ارزش اسقاط دارایی ثابت ، نشان دهنده مبلغی است که

باید طی دوره عمر مفید دارایی به عنوان هزینه استهلاک در حسابها منظور گردد. چنانچه ارزش اسقاط در مقایسه با بهای تمام شده، قابل توجه نباشد در محاسبه استهلاک میتوان از آن صرف نظر کرد. اساسا استهلاک دارای معانی بسیاری است که چند تعریف آن عبارتند از:

✓ کاهش ارزش یک دارایی: این کاهش عبارت است از اختلاف ارزش یک دارایی در دو زمان مختلف به هر دلیلی که کاهش صورت گرفته باشد.

✓ توزیع ارزش اولیه یک دارایی منهای ارزش اسقاطی (اگر قابل پیش بینی و تخمین باشد) در طول عمر مفید دارایی
✓ تفاوت ارزش یک دارایی موجود که قبلا خریداری شده، با یک دارایی فرضی که به عنوان استاندارد مقایسه به کار رفته است.

دلایل وجود استهلاک عبارتند از: پیشرفت تکنولوژی، فرسودگی ماشین آلات و ساختمانها، تغییر مقررات عمومی و الزامات قانونی مربوط به ماشین آلات یا ساختمانها، تغییر در مقدار و نوع سرویس مورد لزوم، ایجاد خسارت جانی و مالی توسط یک دارایی که باعث تعویض آن می شود، ایجاد توانایی در سرمایه گذاری مجدد.

بر اساس قوانین جاری کشور، روشهای مورد استفاده عبارتند از: روش خط مستقیم، روش موجودی نزولی. در این طرح از روشهای متناسب، جهت محاسبه و پیش بینی استهلاک هر کدام از اقلام سرمایه ثابت استفاده شده است.

محاسبه هزینه انرژی، هزینه بیمه داراییها و هزینه نگهداری و تعمیرات (جداول شماره ۱۸، ۱۹ و ۲۰)
در این بخش و طی جداول جداگانه ای، هزینه سالیانه تامین انرژی مشتمل بر هزینه تامین انرژی الکتریکی، آب و سوخت (بر اساس میزان مصرف و تعرفه قانونی) و مکالمات تلفنی و هزینه نگهداری و تعمیرات المانهای سرمایه ثابت شامل ساختمانها و محوطه سازی، ماشین آلات خط تولید، تاسیسات زیربنایی و جانبی، ابزار آلات کارگاهی و تجهیزات آزمایشگاهی، وسائط نقلیه و لوازم اداری بر اساس نرم های متعارف در تهیه طرح های توجیهی محاسبه شده است. علاوه بر آن هزینه بیمه دارایی های ثابت شامل ساختمانها و محوطه سازی، ماشین آلات خط تولید، تاسیسات زیربنایی و جانبی نیز محاسبه شده است.

برآورد مجموع هزینه‌های سالیانه (هزینه ثابت و متغیر) و محاسبه درصد فروش در نقطه سر به سر

(جدول شماره ۲۱)

هزینه‌های ثابت تولید عبارت است از هزینه‌هایی که با تغییر سطح و میزان تولید تغییر نمی‌کند. هر چند با به صفر رسیدن میزان تولید بعضی از اقلام هزینه ثابت نیز حذف می‌گردند. در عوض بعضی از اقلام نیز کاملاً ثابت نیستند ولی تا حدودی ماهیت ثابت دارند و در تجزیه و تحلیل مالی با توجه به کوتاه مدت بودن وقفه می‌توان فرض کرد که این هزینه‌ها وجود دارند. از بارزترین مثال‌های چنین هزینه‌ای هزینه بیمه کارخانه و هزینه تسهیلات بانکی می‌باشند. بعضی از هزینه‌های تولید کاملاً ثابت نبوده و تا حدودی ماهیت ثابت دارند به عنوان مثال هزینه حقوق کارکنان دفتر مرکزی و اداری واحد بستگی به میزان تولید ندارد و همچنین با تغییرات جزئی در میزان تولید هزینه پرسنل تولیدی نیز ثابت است. لذا برای در نظر گرفتن چنین استقلال‌هایی ۸۵٪ هزینه‌های حقوق کارکنان به عنوان هزینه‌های ثابت منظور می‌گردد و در سایر موارد درصد ثابت بودن هزینه متناسب با نوع آن تعیین می‌گردد. برخلاف هزینه‌های ثابت، هزینه‌های متغیر نوعی از هزینه‌ها هستند که با تغییر میزان تولید تغییر می‌یابند به عنوان مثال هرچه میزان تولید بیشتر شود به همان میزان مواد اولیه بیشتری مورد نیاز است. این بستگی همیشه ۱۰۰٪ نبوده و بعضی از اقلام متناسب با ظرفیت تولید تغییر می‌کند. به عنوان مثال با افزایش و یا کاهش تولید در حدود کم، هزینه‌های حقوق تغییر نمی‌کند ولی در صورتیکه افزایش تولید، منجر به اضافه کاری شود، هزینه حقوق افزایش می‌یابد و یا اگر تولید از سطح خاصی کمتر باشد به کاهش پرسنل منجر می‌گردد و حقوق نیز کاهش پیدا می‌کند، به این منظور ۱۵٪ از هزینه حقوق کارکنان به عنوان هزینه متغیر منظور می‌گردد. در سایر موارد درصدی از اقلام هزینه‌ای به این بخش اختصاص داده می‌شود.

شاخص‌های مالی طرح (جدول شماره ۲۲)

در این بخش و پس از ارائه جداول مالی مربوط به محاسبه سرمایه، هزینه و درآمد، جهت بررسی بیشتر توجیه‌پذیری اقتصادی طرح شاخص‌های مهم مرتبط از جمله قیمت تمام‌شده محصولات، سود ناخالص سالیانه، نرخ برگشت سرمایه، مدت زمان برگشت سرمایه، درصد تولید در نقطه سر به سر، سرمایه ثابت و کل سرانه و موارد مشابه محاسبه شده است.

مقدار سالیانه تولید / هزینه‌های تولید سالیانه = قیمت تمام‌شده واحد محصول

هزینه کل سالانه - فروش کل سالیانه = سود ناخالص سالیانه

$100 \times (\text{هزینه کل سالیانه} / \text{سود ناخالص سالیانه}) = \text{درصد سود سالیانه به هزینه کل}$

$100 \times (\text{فروش کل سالیانه} / \text{سود ناخالص سالیانه}) = \text{درصد سود سالیانه به فروش}$

$100 \times (\text{سرمایه گذاری کل} / \text{سود سالیانه}) = \text{نرخ برگشت سرمایه}$

نرخ برگشت سرمایه / $100 = \text{مدت زمان برگشت سالیانه}$

تعداد پرسنل در فاز بهره‌برداری / سرمایه گذاری ثابت = سرمایه ثابت سرانه

تعداد پرسنل در فاز بهره‌برداری / سرمایه گذاری کل = سرمایه کل سرانه

$100 \times (\text{فروش کل} - \text{هزینه متغیر}) / \text{هزینه ثابت} = \text{درصد تولید در نقطه سر به سر نسبت به ظرفیت اسمی}$

جداول پیش‌بینی شاخص‌ها و تنظیم جداول مالی برای سالهای بهره‌برداری (از جدول ۲۳ تا ۲۸)

پس از پایان محاسبات مالی و انجام برآوردهای فوق، با رویکرد ارائه اطلاعات تکمیلی جهت برآورد توجیه‌پذیری طرح به ویژه با لحاظ نمودن ارزش زمانی پول برای سرمایه‌گذاران محترم، جداول کلیدی دیگری شامل نحوه بازپرداخت وام‌های بانکی، محاسبه نقطه سر به سر در طی سالهای مختلف بهره‌برداری، پیش‌بینی عملکرد سود و زیان، جریان نقدینگی، تنزیل یافته و محاسبه نرخ بازگشت داخلی و خارجی، دوره برگشت سرمایه در حالت عادی و دینامیک (با لحاظ نمودن ارزش زمانی پول) و در نهایت تحلیل حساسیت شاخص‌ها به برخی از پارامترهای کلیدی در طی جداول مستقلی ارائه شده است. توصیه می‌گردد قبل از اقدام به اجرای سرمایه‌گذاری به صورت واقعی، محاسبات مالی با داده‌های کمی به روز و در قالب نرم افزار **COMAR** تکرار و شبیه‌سازی گردد.

جدول شماره یک (برآورد هزینه زمین ، ساختمانها و محوطه سازی

درصد به کل	ارزش (میلیون ریال)	ارزش واحد (ریال)	مقدار (متر مربع)	شرح	
15.3	600.0	200,000	3,000	زمین (دارای کاربری صنعتی)	
40.7	1,600.0	1,600,000	1000	سالن تولید	ساختمان سازی
20.4	800.0	1,600,000	500	انبار مواد اولیه و محصول	
11.2	440.0	2,200,000	200	ساختمان های اداری و رفاهی	
2.7	105.0	2,100,000	50	تکبانی و سرایداری	
74.9	2,945.0	جمع هزینه های ساختمان سازی			
2.3	90.0	30,000	3,000	تسطیح ، خاکبرداری و خاکریزی	محوطه سازی
3.5	137.5	250,000	550	حصار کشی	
1.4	54.0	90,000	600	خیابان کشی و پارکینگ /آسفالت و پیاده روسازی	
1.2	48.0	80,000	600	ایجاد فضای سبز	
1.4	56.3	1,500,000	38	روشنایی محوطه (پایه روشنایی)	
9.8	385.8	جمع هزینه های محوطه سازی			
100	3,931	جمع کل			

جدول شماره دو) ارزش کل ماشین آلات و تجهیزات خط تولید

درصد به کل	قیمت کل (میلیون ریال)	قیمت واحد (ریال)	تعداد	نام دستگاه
21	2,200	1,100,000,000	2	کوره ذوب پاتیلی با دمای ۲۰۰۰ درجه
56	6,000	6,000,000,000	1	کوره عملیات حرارتی ویژه ریخته گری SLC
1	160	80,000,000	2	ماشین برش زوائد
7	720	120,000,000	6	انواع ماشین تراش ، فرز و تجهیزات سنگ زنی
5	500	50,000,000	10	انواع قالب ها و تجهیزات مذاب ریزی
11	1,150	هزینه های جانبی (نصب و راه اندازی در محل ، مالیات بر ارزش افزوده ، هزینه حمل و جاکداری) معادل ۱۲ درصد ارزش ماشین آلات		
100	10,730	جمع کل		

کلیه ماشین آلات (حتی مارک های خارجی) قابل تامین از داخل کشور می باشد و عملا نیازی به خرید خارجی نخواهد بود (پرداخت صرفا ریالی است)

جدول شماره سه) ارزش تاسیسات زیر بنایی و جانبی

درصد به کل	ارزش (میلیون ریال)	عنوان و شرح
13.15	282	حق انشعاب برای دیمانند ۵۰۰ کیلووات
11.67	250	تاسیسات (ترانسفورماتور ، پست برق ، تابلوهای اصلی ، کابل کشی قدرت تا سر دستگاه ها و تجهیزات مصرف کننده)
2.80	60	حق انشعاب یک دوم اینچ
3.74	80	تاسیسات و شبکه آبرسانی داخلی
9.34	200	حق انشعاب
7.00	150	تاسیسات و شبکه گازرسانی داخلی
9.34	200	سیستم تولید و توزیع هوای فشرده صنعتی
7.00	150	سرمایش ، گرمایش و تهویه
7.00	150	سیستم اعلام و اطفای حریق
28.02	600	ژنراتور اضطراری
0.93	20	سیستم تلفن و تجهیزات ارتباط شبکه های
100	2,142	جمع ارزش تاسیسات

جدول شماره چهار (وسایل حمل و نقل داخل کارخانه

درصد به کل	ارزش (میلیون ریال)	قیمت واحد ریال)	تعداد	عنوان
78.26	360	180,000,000	2	لیفتراک دو گانه سوز
21.74	100	5,000,000	20	پالت تراک های مواد اولیه و محصول
100	460	جمع کل		

جدول شماره پنج (ابزار آلات کارگاهی

درصد به کل	ارزش (میلیون ریال)	شرح
100	120	ابزارهای متداول کارگاهی (انواع لوازم جوشکاری ، دریل ، پرس و ابزارهای دستی)
100	120	جمع کل

جدول شماره شش (اثاثیه و لوازم اداری

درصد به کل	ارزش (میلیون ریال)	ارزش واحد ریال)	تعداد	شرح
4	15	15,000,000	1	تلفن سانترال و سیستم های ارتباطی
15	64	8,000,000	8	تجهیزات رایانه ای
8	32	4,000,000	8	انواع میز و صندلی اداری به همراه لوازم متعارف
2	10	10,000,000	1	سیستم پایتانی اداری
5	20	500,000	40	میز و صندلی مخصوص غذاخوری به همراه لوازم مربوطه
28	120	120,000,000	1	خودرو سواری
33	140	140,000,000	1	خودرو نیسان
6	25	تجهیز میهمان سرا و نماز خانه		
100	426	جمع کل		

جدول شماره هفت (برآورد هزینه های سرمایه ای

درصد به کل	ارزش سرمایه گذاری (میلیون ریال)	شرح
3.21	600	زمین
2.06	386	محوطه سازی
15.75	2,945	ساختمانهای تولیدی و غیر تولیدی
57.38	10,730	ماشین آلات خط تولید
11.45	2,142	تاسیسات زیر بنایی و جانبی
0.64	120	ابزار آلات کارگاهی و تجهیزات آزمایشگاهی
2.46	460	وسایل حمل و نقل داخل کارخانه
2.28	426	وسایل و تجهیزات اداری
4.76	890	هزینه های پیش بینی نشده (پنج درصد فوق)
100	18,698	جمع کل

جدول شماره هشت) برآورد هزینه های قبل از بهره برداری

درصد به کل	هزینه (میلیون ریال)	شرح
33	300	مطالعات مقدماتی ، تهیه طرح ، امکان سنجی ، هزینه اخذ تسهیلات ، دریافت مجوز های دولتی
44	400	هزینه های جاری در دوره اجرای طرح
22	200	هزینه های آموزش ، تامین انرژی و مواد اولیه برای تولید دوره آزمایشی
100	900	جمع کل

19,598	برآورد سرمایه ثابت (میلیون ریال)
---------------	----------------------------------

جدول شماره نه) برآورد سرمایه ثابت

درصد به کل	ارزش (میلیون ریال)	شرح
95.41	18,698	مجموع هزینه های سرمایه ای
4.59	900	مجموع هزینه های قبل از بهره برداری
100	19,598	جمع کل

جدول شماره ده) برآورد سرمایه در گردش

درصد به کل	هزینه (میلیون ریال)	تعداد روز های کاری	شرح
32.05	2,043	45	تامین مواد اولیه داخلی
0.00	0	0	تامین مواد اولیه خارجی
53.64	3,420	30	کالای ساخته شده و در جریان ساخت
2.16	138	45	نگهداری و تعمیرات
7.20	459	60	حقوق و مزایای کارکنان
2.45	156	60	تامین انرژی مورد نیاز
0.54	34	60	هزینه های فروش
1.96	125		تنخواه و سایر هزینه های جاری (دو درصد هزینه های فوق)
100	6,376		جمع کل

جدول شماره یازده) برآورد سرمایه گذاری کل

درصد به کل	ارزش (میلیون ریال)	شرح
75.5	19,598.4	سرمایه ثابت (میلیون ریال)
24.5	6,375.6	سرمایه در گردش (میلیون ریال)
100.00	25,974	سرمایه گذاری کل

جدول شماره دوازده / الف) نحوه تامین منابع مالی

منابع	نوع سرمایه گذاری	ارزش ریالی (میلیون ریال)	درصد به کل
آورده نقدی سهامدار	سرمایه ثابت	6,000	23
	سرمایه در گردش	4,000	15
	جمع آورده	10,000	39
تسهیلات بانکی	سرمایه ثابت	13,598	52
	سرمایه در گردش	2,376	9
	جمع تسهیلات	15,974	61
جمع کل		25,974	100

جدول شماره دوازده / ب) برآورد هزینه تسهیلات بانکی

نوع وام	میزان تسهیلات (میلیون ریال)	سود سالیانه (میلیون ریال)	نرخ بهره (درصد)
سرمایه ثابت (تسهیلات بلند مدت)	13,598	1,729	14
سرمایه در گردش (تسهیلات کوتاه مدت)	2,376	195	16
مجموع	15,974	1,925	--

جدول شماره سیزده (برنامه سالیانه تولید و برآورد میزان فروش (درآمد ناخالص) سالیانه

درصد به کل	فروش سالیانه (میلیون ریال)	قیمت فروش واحد محصول (ریال)	ظرفیت اسمی سالیانه	واحد	نوع محصولات
100.00	34,200	57,000,000	600	تن	انواع قطعات آلومینیومی خودرو مانند پیستون ، پوسته سرسیلندر ، پوسته کلاچ و ...
100	34,200	----	600	تن	جمع کل

جدول شماره چهارده (نام ، میزان و هزینه سالیانه مواد اولیه مصرفی

درصد هزینه به کل	ارزش سالیانه (میلیون ریال)	قیمت واحد (ریال)	میزان مصرف سالیانه	محل تامین	واحد	نام مواد اولیه
63.42	8,640	18,000,000	480.00	داخلی	تن	قراضه آلومینیوم
27.48	3,744	26,000,000	144.00	داخلی	تن	شمش آلومینیوم
9.09	1,238	مواد اولیه غیر مذکور مورد مصرف در صنعت ریخته گری				
100	13,622.4	جمع کل				

جدول شماره پانزده) بر آورد هزینه منابع انسانی مورد نیاز

حقوق سالیانه(میلیون ریال)	متوسط حقوق ماهیانه (ریال)	تعداد	شرح	
84	7,000,000	1	مدیریت کارخانه	
60	5,000,000	1	مدیر تولید	واحد بهره برداری پرسنل مستقیم تولید
252	3,500,000	6	کارگر ماهر	
384	3,200,000	10	کارگر ساده	
46	3,800,000	1	تکنسین تعمیرات	
54	4,500,000	1	کارشناس مسئول	کنترل کیفی
60	5,000,000	1	مدیر اداری و مالی	
216	3,000,000	6	پرسنل ساده خدماتی	اداری و مالی
60	5,000,000	1	مدیر بازرگانی	بازرگانی
48	4,000,000	1	کارمند بازرگانی	
1,264	--	29	جمع کل	
742		مجموع حقوق سالیانه پرسنل تولیدی		
522		مجموع حقوق سالیانه پرسنل غیر تولیدی		
667		مزایای سالیانه پرسنل تولیدی (نود درصد حقوق سالیانه)		
365		مزایای سالیانه پرسنل غیر تولیدی (هفتاد درصد حقوق سالیانه)		
1,409		جمع حقوق و مزایای سالیانه پرسنل تولیدی		
887		جمع حقوق و مزایای سالیانه پرسنل غیر تولیدی		
2,296		جمع کل		

جدول شماره شانزده) هزینه های عملیاتی

درصد به کل	هزینه سالیانه (میلیون ریال)	شرح
0	0	هزینه های غیر پرسنلی دفتر مرکزی
30	150	هزینه های جاری آزمایشگاه
35	171	هزینه های فروش
35	171	هزینه های حمل و نقل
100	492	جمع کل

جدول شماره هفده) برآورد هزینه استهلاك ساليانه

ساليهاي بهره برداري										ارزش اسقاط	دوره (سال)	نرخ استهلاك	روش محاسبه	مبلغ سرمايه گذاري(ميليون ريال)	شرح
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1						
110	120	130	141	152	165	179	194	210	228	10	28.56	7	نزولي	2,945	ساختمان
14	16	17	18	20	22	23	25	28	30	10	28.56	7	نزولي	386	محوطه سازي
966	966	966	966	966	966	966	966	966	966	10	10	10	مستقيم	10,730	ماشين آلات و تجهيزات
80	92	105	121	138	159	183	210	241	276	10	16.67	12	نزولي	2,142	تاسيسات زير بنايي و جاني
9	12	15	20	27	36	49	65	86	115	10	8	25	نزولي	460	وسايط نقليه داخل كارخانه
77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	10	5	20	مستقيم	426	وسايل و تجهيزات اداري
11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	10	10	10	مستقيم	120	ابزار آلات كارگاهي و تجهيزات آزمايشگاهي
180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	0	5	20	مستقيم	900	هزينه هاي قبل از بهره برداري
80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	10	10	10	مستقيم	890	هزينه هاي پيش بيني نشده
1,526	1,552	1,580	1,613	1,651	1,696	1,747	1,807	1,878	1,963	---			مستقيم	18,998	جمع كل

جدول شماره هیجده) مقدار و هزینه انواع انرژی مصرفی سالیانه

شرح	مصرف روزانه	مصرف سالیانه	هزینه واحد(ریال)	هزینه کل (میلیون ریال)	درصد به کل
انرژی الکتریکی (کیلو وات ساعت)	6,000	1,800,000	300	540.00	69.19
آب (متر مکعب)	10	3,000	1,200	72.00	9.22
سوخت (گاز) (متر مکعب)	3,000	825,000	180	148.50	19.03
هزینه مکالمات تلفن					2.56
جمع کل					780.5
					100

جدول شماره نوزده) برآورد هزینه بیمه دارائیهای ثابت

عنوان دارائی	ارزش دارائی (میلیون ریال)	نرخ	هزینه سالیانه بیمه (میلیون ریال)	درصد به کل
ساختمانها و محوطه	3,331	0.002	6.7	20.56
ماشین آلات خطوط تولید و و تجهیزات آزمایشگاهی	10,730	0.002	21.5	66.22
تاسیسات زیربنایی و جانبی و تجهیزات	2,142	0.0020	4.3	13.22
جمع کل				32.40
				100

جدول شماره بیست) برآورد هزینه سالیانه نگهداری و تعمیرات

عنوان دارائی	ارزش دارائی	نرخ	هزینه سالیانه (میلیون ریال)	درصد به کل
ساختمان و محوطه سازی	3,331	2	66.6	7.26
ماشین آلات خط تولید	10,730	5	536.5	58.45
تاسیسات زیربنایی و جانبی	2,142	10	214.2	23.33
ابزارآلات کارگاهی و تجهیزات آزمایشگاهی	120	10	12.0	1.31
وسائط نقلیه داخل کارخانه	460	10	46.0	5.01
اثاثیه و لوازم اداری	426	10	42.6	4.64
جمع کل				918
				100

جدول شماره بیست و یک (برآورد مجموع هزینه های سالیانه (هزینه ثابت و متغیر) و محاسبه درصد فروش در نقطه سر به سر

شرح	درصد ثابت	هزینه ثابت (میلیون ریال)	درصد متغیر	هزینه متغیر (میلیون ریال)	جمع هزینه های سالیانه (میلیون ریال)
مواد اولیه	0	0.00	100	13,622.40	13,622.40
حقوق و مزایای سالیانه	70	1,607.51	30	688.93	2,296.44
انواع انرژی	30	234.15	70	546.35	780.50
هزینه استهلاک	100	1,701.39	0	0.00	1,701.39
هزینه نگهداری و تعمیرات	20	183.57	80	734.29	917.86
هزینه های پیش بینی نشده تولید	20	77.27	80	309.10	386.37
هزینه های عملیاتی	15	73.80	85	418.20	492.00
هزینه بیمه	100	32.40	0	0.00	32.40
هزینه تسهیلات دریافتی	100	1,924.59	0	0.00	1,924.59
جمع کل	--	5,834.69	--	16,319.26	22,153.95

فروش کل (در ظرفیت اسمی)	هزینه های ثابت (در ظرفیت اسمی)	تفاضل فروش کل و هزینه های متغیر	درصد فروش در نقطه سر به سر
34,200.00	5,834.69	17,880.74	32.63

جدول شماره بیست و دو (شاخص های مالی طرح

کمیت عددی	شاخص مالی
36,923,249	قیمت تمام شده واحد محصول (ریال بر هر تن)
12,046.1	سود ناخالص سالیانه (میلیون ریال)
0.54	درصد سود ناخالص سالیانه به هزینه کل
0.35	درصد سود ناخالص سالیانه به فروش
46.4	نرخ برگشت سرمایه (درصد)
675.8	سرمایه ثابت سرانه (میلیون ریال بر هر نفر)
895.7	سرمایه کل سرانه (میلیون ریال بر هر نفر)
32.6	درصد فروش در نقطه سر به سر
195.8	میزان تولید در نقطه سر به سر (تن)
سه سال	دوره برگشت استاتیک سرمایه (سال) از جدول شماره بیست و شش
پنج سال	دوره برگشت دینامیک سرمایه (سال) از جدول شماره بیست و شش

جدول شماره بیست و سه (نحوه بازپرداخت وام های دریافتی (با شرط اقساط مساوی)

سالیهای بازپرداخت						بازپرداخت	نرخ بهره (درصد)	مدت بازپرداخت	دوره توقف	میزان تسهیلات	شرح
6	5	4	3	2	1						
4,449	4,449	4,449	4,449	4,449	0	اقساط سالیانه	14	6	2	13,598	سرمایه ثابت (تسهیلات ریالی)
2,720	2,720	2,720	2,720	2,720	0	اصل					
968	968	968	968	968	0	فرع					
762	762	762	762	762	0	فرع زمان توقف					
1,729	1,729	1,729	1,729	1,729	0	جمع بهره					
2,720	2,720	2,720	2,720	2,720	0	جمع اصل					
1,729	1,729	1,729	1,729	1,729	0	جمع فرع					
0	0	0	987	987	987	اقساط سالیانه	16	3	0	2,376	سرمایه در گردش (تسهیلات ریالی)
0	0	0	792	792	792	اصل					
0	0	0	195	195	195	فرع					
0	0	0	792	792	792	جمع اصل					
0	0	0	195	195	195	جمع فرع					
2,720	2,720	2,720	3,512	3,512	792	جمع کل اصل	--	--	--	15,974	جمع کل
1,729	1,729	1,729	1,925	1,925	195	جمع کل بهره					

جدول شماره بیست و چهار (تحلیل نقطه سر به سر در سالهای مختلف بهره برداری (ارقام به میلیون ریال)

سال های بهره برداری										شرح
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
90	90	90	90	90	90	90	90	80	70	درصد بهره برداری
540	540	540	540	540	540	540	540	480	420	ظرفیت بهره برداری (تن)
57,000,000	57,000,000	57,000,000	57,000,000	57,000,000	57,000,000	57,000,000	57,000,000	57,000,000	57,000,000	قیمت فروش واحد (ریال)
30,780	30,780	30,780	30,780	30,780	30,780	30,780	30,780	27,360	23,940	عایدی فروش
14,687.34	14,687.34	14,687.34	14,687.34	14,687.34	14,687.34	14,687.34	14,780.34	13,137.41	11,494.49	هزینه های متغیر
16,092.66	16,092.66	16,092.66	16,092.66	16,092.66	16,092.66	16,092.66	15,999.66	14,222.59	12,445.51	مابه التفاوت متغیر
52.2829	52.2829	52.2829	52.2829	52.2829	52.2829	52.2829	51.9807	51.9831	51.9863	نسبت مابه التفاوت متغیر (درصد)
با در نظر گرفتن هزینه های مالی										
5,834.69	5,834.69	5,834.69	5,834.69	5,834.69	5,834.69	5,834.69	5,834.69	5,834.69	5,834.69	هزینه های ثابت
0.00	0.00	585.99	0.00	1,729.26	1,729.26	1,729.26	1,924.59	1,924.59	195.33	هزینه های مالی
11,159.84	11,159.84	12,280.65	11,159.84	14,467.35	14,467.35	14,467.35	14,927.22	14,926.52	11,599.24	ارزش فروش سر به سر
36.26	36.26	39.90	36.26	47.00	47.00	47.00	48.50	54.56	48.45	نسبت سر به سر (درصد)
بدون در نظر گرفتن هزینه های مالی										
5,834.69	5,834.69	5,834.69	5,834.69	5,834.69	5,834.69	5,834.69	5,834.69	5,834.69	5,834.69	هزینه های ثابت
11,159.84	11,159.84	11,159.84	11,159.84	11,159.84	11,159.84	11,159.84	11,224.71	11,224.19	11,223.51	ارزش فروش سر به سر
36.26	36.26	36.26	36.26	36.26	36.26	36.26	36.47	41.02	46.88	نسبت سر به سر (درصد)

جدول شماره بیست و پنج (پیش بینی عملکرد سود و زیان ویژه طرح در سال های بهره برداری

سالهای بهره برداری										شرح
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
90	90	90	90	90	90	90	90	80	70	درصد بهره برداری
540	540	540	540	540	540	540	540	480	420	میزان تولیدات (تن)
30,780	30,780	30,780	30,780	30,780	30,780	30,780	30,780	27,360	23,940	کل فروش (میلیون ریال)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	تعدیل فروش
30,780	30,780	30,780	30,780	30,780	30,780	30,780	30,780	27,360	23,940	فروش خالص
12,260.16	12,260.16	12,260.16	12,260.16	12,260.16	12,260.16	12,260.16	12,260.16	10,897.92	9,535.68	مواد اولیه
2,227.55	2,227.55	2,227.55	2,227.55	2,227.55	2,227.55	2,227.55	2,227.55	2,158.65	2,089.76	حقوق و دستمزد
725.87	725.87	725.87	725.87	725.87	725.87	725.87	725.87	671.23	616.60	انرژی
844.43	844.43	844.43	844.43	844.43	844.43	844.43	844.43	771.00	697.57	نگهداری و تعمیرات
355.46	355.46	355.46	355.46	355.46	355.46	355.46	355.46	324.55	293.64	هزینه های پیش بینی نشده
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	هزینه های تولید غیر مذکور
1,526.49	1,551.66	1,580.41	1,613.41	1,651.46	1,695.55	1,746.92	1,807.15	1,878.21	1,962.62	استهلاک دارایی های ثابت
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	تعدیل موجودی
17,939.95	17,965.12	17,993.88	18,026.87	18,064.92	18,109.01	18,160.39	18,220.62	16,701.57	15,195.87	بهای تمام شده محصول
12,840.05	12,814.88	12,786.12	12,753.13	12,715.08	12,670.99	12,619.61	12,559.38	10,658.43	8,744.13	سود ناویژه
450.18	450.18	450.18	450.18	450.18	450.18	450.18	450.18	408.36	366.54	جمع هزینه های عملیاتی
12,109.20	12,109.20	12,109.20	12,109.20	12,109.20	12,109.20	12,109.20	12,109.20	10,250.07	8,377.59	سود عملیاتی
180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	استهلاک هزینه های قبل از بهره برداری
0.00	0.00	0.00	0.00	1,729.26	1,729.26	1,729.26	1,729.26	1,729.26	0.00	هزینه تسهیلات بانکی بلند مدت
0.00	0.00	585.99	0.00	0.00	0.00	0.00	195.33	195.33	195.33	هزینه تسهیلات بانکی کوتاه مدت
180.00	180.00	765.99	180.00	1,909.26	1,909.26	1,909.26	2,104.59	2,104.59	375.33	جمع هزینه های غیر عملیاتی
11,929.20	11,929.20	11,343.21	11,929.20	10,199.95	10,199.95	10,199.95	10,004.62	8,145.48	8,002.26	سود و زیان ویژه
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	مالیات
11,929.20	11,929.20	11,343.21	11,929.20	10,199.95	10,199.95	10,199.95	10,004.62	8,145.48	8,002.26	سود ویژه پس از کسر مالیات
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	سود سهام / برداشت
11,929.20	11,929.20	11,343.21	11,929.20	10,199.95	10,199.95	10,199.95	10,004.62	8,145.48	8,002.26	سود ویژه پس از کسر مالیات و سود سهام
91,953.82	80,024.62	68,681.40	56,752.20	46,552.25	36,352.31	26,152.36	16,147.75	8,002.26	0.00	سود سنواتی

جدول شماره بیست و شش (جریان نقدینگی تنزیل یافته برای کل سرمایه گذاری ومحاسبه نرخ بازگشت داخلی (ارقام به میلیون ریال)

سال	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
کل جریانات نقدی وروی (CIF)	0	0	0	23,940	27,360	30,780	30,780	30,780	30,780	30,780	30,780
کل جریانات نقدی خروجی (COF)	5,195	10,390	10,390	15,196	16,702	18,221	18,160	18,109	18,065	18,027	17,994
خالص جریانات نقدی (NCF)	-5,195	-10,390	-10,390	8,744	10,658	12,559	12,620	12,671	12,715	12,753	12,786
خالص جریانات نقدی تجمعی (CNCF)	-5,195	-15,584	-25,974	-17,230	-6,571	5,988	18,608	31,279	43,994	56,747	69,533
خالص ارزش فعلی درآمدهای پروژه (PVB)	0	0	0	13,854	13,194	12,370	10,308	8,590	7,158	5,965	4,971
خالص ارزش فعلی هزینه های پروژه (PVC)	5,195	8,658	7,215	8,794	8,054	7,322	6,082	5,054	4,201	3,494	2,906
خالص ارزش فعلی کل پروژه (NPV)	-5,195	-8,658	-7,215	5,060	5,140	5,047	4,226	3,536	2,957	2,472	2,065
خالص ارزش فعلی تجمعی (CNPV)	-5,195	-13,853	-21,068	-16,008	-10,867	-5,820	-1,594	1,942	4,900	7,371	9,436

محاسبه شاخص نرخ بازگشت سرمایه گذاری

نرخ تنزیل (DR)	0.290	0.300	0.310				نرخ بازگشت داخلی (IRR)	NPVR
خالص ارزش فعلی کل پروژه (NPV)	765.0	82.6	-557.3				31.5	0.448

جدول شماره بیست و هفت (محاسبه نرخ بازگشت خارجی (ارقام به میلیون ریال)

سال	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
کل جریان‌های نقدی ورودی (CIF)	0	0	0	23,940	27,360	30,780	30,780	30,780	30,780	30,780	30,780
کل جریان‌های نقدی خروجی (COF)	5,195	10,390	10,390	15,196	16,702	18,221	18,160	18,109	18,065	18,027	17,994
سود خالص	0	0	0	8,744	10,658	12,559	12,620	12,671	12,715	12,753	12,786
استهلاک	0	0	0	1,963	1,878	1,807	1,747	1,696	1,651	1,613	1,580
مجموع سود و استهلاک	0	0	0	10,707	12,537	14,367	14,367	14,367	14,367	14,367	14,367
سرمایه گذاری	5,195	10,390	10,390	0	0	0	0	0	0	0	0
سرمایه گذاری تجمعی	5,195	15,584	25,974	25,974	25,974	25,974	25,974	25,974	25,974	25,974	25,974
نرخ بازگشت خارجی / عدد به درصد	0	0	0	41	48	55	55	55	55	55	55

میانگین ROI (نرخ بازگشت خارجی) 38.30

جدول شماره بیست و هشت (آنالیز حساسیت نقطه سر به سر نسبت به شاخص های قابل تغییر

افزایش	افزایش	حالت اصلی مورد مطالعه	کاهش		شاخص قابل تغییر
			دو درصد	پنج درصد	
31.48	29.89	32.63	33.88	35.94	قیمت فروش واحد محصول
31.98	31.05	32.63	33.32	34.4	میزان فروش (با حجم تولید)
33.9	35.9	32.63	31.41	29.65	هزینه های تولید

طرح مطالعات امکان سنجی ریخته گری قطعات خودرو با تکنولوژی بالا

فصل هفتم : جمع بندی و نتیجه گیری

جمع بندی و نتیجه گیری

بر اساس شواهد موجود ، صنعت تولید خودرو و قطعه سازی از مولدهای کلیدی برای اشتغال پایدار و توسعه اقتصادی کشورهای مختلف و به ویژه کشورهای در حال توسعه به شمار می آید . امروزه اکثر کشورهای صنعتی پیشرفته ، جایگاه شایسته ای از این حیث برای صنعت خودروسازی قائل هستند . این حوزه صنعتی به دلیل ارتباطات بالادست و پایین دست با بسیاری از شاخه های صنعتی ، تجاری و خدماتی ، می تواند به عنوان نیروی محرکه قوی و محوری در توسعه اقتصادی یک کشور به شمار آید . در سالهای اخیر ، صنعت خودروسازی که به حق صنعتی کلیدی و شاخص در ایران به شمار می رود ، تأثیر مهمی در روند رشد و شکوفایی سایر بخش های صنعتی و اقتصادی داشته است . در این میان ، مطالعه بازار قطعات خودرو بیانگر آن است که در حال حاضر تعادل نسبی مابین میزان عرضه و تقاضا (بازار خودرو سازان و خدمات پس از فروش) وجود دارد بطوریکه در مجموع می توان چنین ابراز داشت که صنعت قطعه سازی بر اساس ظرفیت های موجود ، می تواند پاسخگوی نیاز فعلی و سالهای آتی صنعت خودرو با فرض استمرار رشد و توسعه آن طبق ادوار گذشته باشد . در حالی که بر اساس سند چشم انداز صنعت خودرو و برخی مستندات دیگر از جمله برنامه های میان مدت دو کمپانی بزرگ ایران خودرو و سایپا ، مقرر گردیده است توسعه این صنعت در سالهای آتی به ویژه با رویکرد صادراتی شتاب بیشتری داشته باشد لذا با لحاظ نمودن این موضوع ، ایجاد واحدهای قطعه سازی جدید می تواند دارای توجیه اقتصادی باشد ، البته جهت به حداقل رساندن ریسک احتمالی سرمایه گذاری ناشی از دسترسی به سهم مناسب از بازارهای داخلی ، بایستی در طراحی واحدهای جدید ، دیدگاه صادراتی به صورت جدی لحاظ شود . ورود به عرصه های نوین رقابت در بازارهای امروزی نیازمند به کارگیری تکنولوژی های مدرن در زمینه های مختلف صنعتی است . در صنعت ریخته گری نیز با پیشرفت تکنولوژی ، امکان دستیابی سریع تر ، آسان تر و کم هزینه تر به قطعات استاندارد میسر شده است . از آنجا که همواره یکی از محدودیت های طراحی یک قطعه پیچیده ، به قابلیت فرایند ریخته گری مربوط می شود ، استفاده از روش هایی که این محدودیت ها را برطرف می نمایند بسیار سودمند خواهد بود . روش های مبتنی بر *SLC* ، ریخته گری با مدل های فومی فداشونده و استفاده از تکنیک های کامپیوتری از روش هایی است که در دهه های اخیر رشد گسترده ای به ویژه در میان کارخانه های پیشرفته تولید قطعات خودرو داشته است .

منابع و ماخذ :

- ۱- آمارهای منتشره از سوی وزارتخانه های صنایع و معادن و وزارت بازرگانی (تا پایان سال ۸۸).
- ۲- آخرین نسخه کتاب مقررات صادرات و واردات (تا پایان سال ۸۸).
- ۳- سازمان توسعه تجارت ایران .
- ۴- مستندات سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران .
- ۵- مستندات سازمان صنایع کوچک و شهرک های صنعتی ایران .
- ۶- مستندات گمرک و مرکز آمار ایران .
- ۷- سایت های معتبر اینترنتی از جمله سایت های مرتبط با سازمان گسترش و نوسازی صنایع ایران و کمپانی های تولید خودرو (ایران خودرو ، سایپا و ...)
- ۸- مستندات شرکت ها یا انجمن های فعال در حوزه ریخته گری و صنعت قطعه سازی خودرو مانند انجمن ریخته گری ایران ،انجمن صنفی کارخانجات صنعت ریخته گری ایران ، بانک اطلاعات صنعت متالوژی ایران ،انجمن خودرو سازان ایران ،انجمن سازندگان قطعات و مجموعه های خودرو ،شورای تعالی تولید کنندگان قطعات خودرو ، شبکه اطلاع رسانی قطعه سازان ایران و انجمن سازندگان قطعات و مجموعه های خودرو .
- ۱۱- ارتباط و مذاکره با فعالان صنعت تولید قطعات خودرو و ریخته گری .
- ۱۳- سالنامه آمارش سازمان توسعه تجارت ایران .

طرح مطالعات امکان سنجی ریخته گری قطعات خودرو با تکنولوژی بالا

پیوست ۱: چشم انداز صنعت خودرو در افق ۱۴۰۴

چشم انداز صنعت خودرو در افق ۱۴۰۴

در راستای سند چشم انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ ابلاغی مقام معظم رهبری دست یافتن به جایگاه نخست اقتصادی، علمی و فناوری در سطح منطقه آسیای جنوب غربی با تاکید بر جنبش نرم افزاری و تولید علم صنعت خودرو به عنوان پیشتاز و لکوموتیو صنعت کشور از طریق ایجاد توانمندی ها و قابلیت های علمی، فنی می تواند در دستیابی به چشم انداز کشور ایفای نقش نماید. بر این اساس چشم انداز صنعت خودرو به شرح زیر تعیین می شود:

دستیابی به جایگاه نخست صنعت خودرو منطقه، رتبه پنجم آسیا و رتبه یازدهم در جهان از طریق رقابت پذیری مبتنی بر توسعه فناوری.

۱- راهبردهای دستیابی به چشم انداز فوق عبارتند از:

- ۱- پایگاه تولید خودرو با علامت تجاری داخلی، مشترک یا جهانی در منطقه با تاکید بر صادرات محصولات تولیدی
- ۲- پایگاه تولید قطعات و مجموعه های خودرو با علامت تجاری معتبر داخلی یا جهانی در منطقه، با تاکید بر مزیت رقابتی
- ۳- جذب سرمایه گذاری داخلی و خارجی (مستقیم یا مشترک) در راستای جذب فناوری های نوین و توسعه صادرات
- ۴- پایگاه مراکز طراحی، آزمون و خدمات مهندسی خودرو در منطقه

۲- اهداف صنعت خودرو

۲-۱ خودروهای سبک (سواری و وانت): تولید دو میلیون دستگاه برای بازار داخل، تولید یک میلیون دستگاه برای صادرات (صادرات از هر سه دستگاه یک دستگاه)

- تامین حداقل ۵۰ درصد از خودروهای سبک ساخت داخل با برند داخلی

- تامین حداقل ۲۵ میلیارد دلار قطعه توسط قطعه سازان برای خودروهای ساخت داخل

- صادرات قطعات به ارزش شش میلیارد دلار توسط قطعه سازان به بازارهای مستقل خارجی (خطوط تولید، یدکی و متفرقه)

۲-۱ خودروهای تجاری (حمل کالا و مسافر): تولید حداقل ۱۲۰ هزار دستگاه خودرو

- تولید ۹۰ هزار دستگاه برای بازار داخل

- تولید ۳۰ هزار دستگاه برای صادرات (صادرات از هر چهار دستگاه یک دستگاه)

- کسب سهم ارزش افزوده صنعت خودرو حداقل ۴ درصد از تولید ناخالص ملی

- کسب سهم ارزش افزوده صنعت خودرو حداقل ۱۹ درصد از ارزش افزوده کل صنعت کشور

اهم پیش فرض های اهداف:

۱- پیش بینی تقاضای بازار داخلی خودروهای سبک به تعداد ۲/۳ میلیون دستگاه می باشد که دو میلیون از طریق تولید داخل و ۳۰۰ هزار دستگاه از طریق واردات تامین می گردد.

۲- پیش بینی تقاضای بازار داخلی خودروهای تجاری به تعداد ۱۰۰ هزار دستگاه می باشد که ۹۰ هزار از طریق تولید داخل و ۱۰ هزار دستگاه از طریق واردات تامین می گردد.

۳- سهم قطعه سازان داخلی از ارزش فروش یک دستگاه خودروی تولید داخل : ۵۰٪

۴- تامین قطعه سازان برای خودروهای ساخت داخل : ۲۲/۵ میلیارد دلار برای خطوط تولید و یدکی و ۲/۵ میلیارد دلار برای بخش متفرقه

۵- قیمت متوسط یک دستگاه خودرو در سال ۱۴۰۴ حدود ۱۵ هزار دلار

۶- صادرات قطعه سازان : شامل قطعات مرتبط با خودروهای CBU یا CKD صادراتی توسط خودروسازان داخلی نمی باشد.

۵ سال اول	(میلیارد دلار $= 1 \times 10 \times 0.1$) برابر وضعیت فعلی
۵ سال دوم	(میلیارد دلار $= 3 \times 1 = 3$) برابر برنامه ۵ ساله اول
۵ سال سوم	(میلیارد دلار $= 6 \times 2 = 12$) برابر برنامه ۵ ساله دوم

۳- پیش نیازها و بسترهای لازم برای تحقق اهداف:

دستیابی به اهداف فوق الذکر مستلزم پشتیبانی و حمایت هدفمند، منسجم و مدت دار دولت از فرآیند توسعه صنعتی کشور می باشد. دولت با جلب همکاری سایر قوا، بسترهای لازم برای تحقق اهداف فوق و توسعه صنعتی کشور را به شرح ذیل فراهم می نماید:

۳-۱- بسترسازی مناسب در جهت اجرای برنامه های توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور، با تاکید بر حفظ هویت بنگاه ها به عنوان بنگاه اقتصادی و رقابت پذیر کردن آنها

۳-۲- سرعت بخشیدن به اجرای اصل ۴۴ قانون اساسی

۳-۳- بهبود شاخص های فضای پیش برنده محیط کسب و کار، ارتقای بهره وری و شناسایی و اصلاح عوامل بازدارنده:

- ثبات در قوانین و ضوابط، مبتنی بر اصول شفاف و متکی بر موازین شناخته شده جهانی
- اصلاح قوانین و تثبیت سیاست های پولی
- اصلاح قوانین مادر، مانند مالکیت معنوی ضد دامپینگ، کار، تامین اجتماعی، تجارت و ...
- اصلاح قوانین و ضوابط در ارتباط با تسهیل و روان سازی امور برای دستیابی به مقیاس اقتصادی، تجمیع، ادغام، انحلال شرکت ها، تشکیل شرکت های مادر/ هولدینگ، ایجاد خوشه های صنعتی و ...
- تولید و عرضه محصولات بر اساس اصول حاکم بر بازار عرضه و تقاضا (قیمت بازار)

۳-۴- تسهیل فرآیند جذب سرمایه گذاری مستقیم خارجی (FDI) و سرمایه گذاری مشترک (j.v) با هدف انتقال فناوری های نوین و استفاده از شبکه فروش / صادراتی آنها

۳-۵- حضور فعال در پیمان های منطقه ای و جهانی

۴- سیاست‌های وزارت صنایع و معادن در خصوص صنعت خودرو:

۴-۱- ارتقاء توانمندی‌ها و قابلیت‌های فناورانه از طریق:

• توسعه مشارکت‌های بین‌بنگامی (مراکز D&R، شرکت‌های قطعه‌ساز، خودروساز، تست و آزمون و ...) در حوزه خرید و انتقال تکنولوژی مورد نیاز صنعت خودرو

• ارتباط نظام‌مند صنعت خودرو با دانشگاه مخصوصاً در حوزه فناوری‌های جدید و منتج به توسعه پایدار (سازگار با محیط زیست، مواد قابل بازیافت، خودروهای کم‌مصرف، برقی، هیبریدی و ...)

• توسعه پارک‌های علمی و فناوری

• توسعه خدمات مهندسی و مشاوره

• توسعه و گسترش انجمن‌های تخصصی

۴-۲- تولید مواد اولیه رقابت‌پذیر از طریق:

• ایجاد و توسعه مراکز تولید مواد اولیه عمده مورد نیاز صنعت خودرو (ورق، شیشه، رنگ و ...)

• توسعه فناوری‌های نوین در مواد جدید و مواد پایه پتروشیمی

• تحقیق و توسعه در حوزه مواد قابل بازیافت و سازگار با محیط زیست

۴-۳- تولید قطعات / مجموعه‌های رقابت‌پذیر از طریق:

• توسعه و ارتقاء صنعت قطعه‌سازی و مجموعه‌سازی و صنایع جانبی متناسب با ارزش افزوده

• سرمایه‌گذاری مستقیم / مشترک با قطعه‌سازان / مجموعه‌سازان خارجی با علامت تجاری معتبر

• ایجاد و گسترش مراکز تحقیق و توسعه به ویژه در بخش قوای محرکه

• طراحی محصول و توسعه در حوزه تکنولوژی‌های نوین در بخش قوای محرکه به ویژه موتورهای پایه گاز سوز، بنزینی، دیزلی، برقی و هیبریدی

• طراحی و توسعه فناوری‌های نوین در زمینه مجموعه‌های برق و الکترونیک

• ایجاد و ارتقاء مراکز طراحی قطعات و مجموعه‌های خودرو

• ایجاد و توسعه مراکز آزمون قطعات و مجموعه‌های خودرو

• ایجاد و توسعه شهرک‌های صنعتی تخصصی در حوزه صنعت قطعه‌سازی

۴-۴- تولید خودرو رقابت‌پذیر از طریق:

• طراحی و تولید خودرو با علامت تجاری داخلی، استفاده از پلتفرم مشترک توسط یک یا چند خودروسازی داخلی و یا معتبر جهانی با حفظ مزیت

رقابتی / صادراتی

• تولید خودروهای ارزان قیمت / کم‌مصرف و سازگار با محیط زیست

- یکارگیری و توسعه فناوری های نوین در تولید خودرو
- توقف تدریجی تولید خودرو به روش SKD و FCKD
- ارتقاء کیفیت و ایمنی خودروهای تولید داخل در سطح استانداردهای جهانی
- ارتقاء استانداردهای ایمنی و آلاینده گی برابر با استانداردهای روز اتحادیه اروپا
- ایجاد و توسعه مراکز آزمون و تست خودرو برای دستیابی به استانداردها و تاییدیه های لازم
- ۴-۵- توسعه فروش و خدمات پس از فروش رقابت پذیر در کلاس جهانی از طریق:
 - توسعه زیر ساخت های فروش و خدمات پس از فروش
 - توسعه سیستم های فروش و خدمات پس از فروش
 - ارتقاء سطح رضایتمندی مشتریان
- ۴-۶- توسعه صنایع جانبی رقابت پذیر (ماشین آلات و تجهیزات خطوط تولید، قالب و ابزار، آزمون های مرتبط با صنایع بازیافت و ...)
- ۴-۷- واردات خودرو، قطعات و مجموعه ها:
 - حذف تدریجی موانع غیر تعرفه ای - غیر فنی
 - اخذ تمام عوارض قانونی مشمول کالاهای تولید داخل، از کالاهای وارداتی
 - تعیین تعرفه ها برای دوره های پنج ساله در راستای شفاف سازی فضای رقابتی صنعت خودرو
 - کاهش تدریجی تعرفه ها متناسب با توسعه صنعت خودرو
 - تدوین و توسعه استانداردهای خودرو، قطعات و مجموعه های خودرو و اجباری نمودن آنها
 - مدیریت کمی حجم و تنوع واردات خودرو براساس اهداف بند دو این سند
 - ممنوعیت واردات خودرو، قطعات و مجموعه های دست دوم
 - الزام وارد کنندگان خودرو به ایجاد مراکز خدمات پس از فروش برابر آیین نامه های مصوب وزارت صنایع و معادن
- ۴-۸- صادرات خودرو، قطعات و مجموعه ها:
 - تسهیل و تقویت زیرساخت های مورد نیاز و بسترهای قانونی صادرات
 - افزایش مشوق های صادراتی متناسب با ارزش افزوده محصولات صادراتی و نسبت صادرات به تولید داخل
 - ارتقاء نقش صنعت خودرو در پیمان های منطقه ای و جهانی در جهت توسعه صادرات
 - مساعدت در تامین خطوط اعتباری مناسب برای بازارهای هدف صادراتی
 - ایجاد و توسعه مراکز بازاریابی بین المللی
- ۴-۹- حمایت از مصرف کنندگان خودروهای داخلی و وارداتی:
- مشارکت در تدوین و نظارت بر اجرای قانون حمایت از حقوق مصرف کنندگان و آیین نامه اجرایی آن

• نظارت بر عملکرد شرکت‌های خودروساز و واردکنندگان خودرو در حوزه کیفیت و خدمات فروش و خدمات پس از فروش خودرو براساس ضوابط ابلاغی

• نظارت بر عملکرد سیستم نظرسنجی مشتریان و رسیدگی به شکایات آنها

۱۰-۴- اصلاح ساختار صنعت خودرو:

• شرکت‌های خودروساز سبک با ظرفیت اسمی حداقل ۱۰۰ هزار دستگاه و فروش سالانه حداقل ۶۵ هزار دستگاه و تخصیص حداقل ۲٪ فروش به عنوان بودجه تحقیق و توسعه در اولویت حمایت دولت قرار می‌گیرند.

• شرکت‌های خودروساز تجاری با ظرفیت اسمی ۱۵ هزار دستگاه و فروش سالانه ۱۰ هزار دستگاه و تخصیص حداقل ۲٪ فروش بعنوان بودجه تحقیق و توسعه در اولویت حمایت دولت قرار می‌گیرند.

• شرکت‌های قطعه و مجموعه‌ساز با سهم بازار حداقل ۲۵٪ و تخصیص حداقل ۲٪ فروش بعنوان بودجه تحقیق و توسعه در اولویت حمایت دولت قرار می‌گیرند.

• ایجاد مجموعه سازان بزرگ در تولید قطعات و مجموعه‌های رقابت‌پذیر با تاکید بر ادغام و تجمیع، جهت دستیابی به مقیاس اقتصادی تولید و توسعه متوازن صنعت قطعه‌سازی با هدف دستیابی به حداقل ۵ قطعه ساز بزرگ در مقیاس جهانی که توانمندی تامین حداقل ۵۰٪ بازار تولید داخل را داشته باشند.

• اتحاد استراتژیک، تجمیع، ادغام و ... شرکت‌های تولید خودرو با هدف دستیابی به حداقل یک خودروساز بزرگ در مقیاس جهانی (شاخص‌های مقیاس جهانی: داشتن برند محصول - تعداد تولید - فروش و خدمات پس از فروش از طریق شبکه جهانی)

۱۱-۴- هماهنگی و پیگیری ایفای تعهدات سایر ذینفعان صنعت خودرو:

• ستاد مدیریت حمل و نقل سوخت:

تاکید بر استفاده از سوخت گاز طبیعی CNG یا سوخت‌های جایگزین با آلاینده‌گی پایین و صرفه‌جویی انرژی در وسایل حمل و نقل پر پیمایش مانند تاکسی، وانت، مسافربر، ون، مینی‌بوس، اتوبوس، کامیونتهای خدماتی (در تمام موارد درون/برون شهری) خودروهای دولتی / نیروهای نظامی و انتظامی

• تاکید بر ممنوعیت دوگانه سوز کردن کارگاهی خودروهای در حال تردد و همچنین خودروهای با ضریب تراکم کمتر از ۹ و یا خودروهای با سن بیش از پنج سال

• تاکید بر سرعت بخشیدن به خروج خودروهای فرسوده با میانگین عمر سنی تعیین شده در ضوابط مربوطه وزارت کشور:

• اولویت دادن به نوسازی ناوگان حمل و نقل عمومی (مترو، مونوریل و خودرو)

• شهرداری‌های کلان شهرها:

• توسعه به ساخت پارکینگ در کلان شهرها متناسب با توسعه صنعت خودرو

• ایجاد و توسعه مراکز معاینه فنی متناسب با توسعه صنعت خودرو

- استفاده از استانداردهای متداول شهرسازی در کشورهای پیشرفته موثر بر ترافیک شهری
- توسعه متوازن معابر درون شهری
- توسعه خطوط ریلی درون شهری و بین شهرک‌ها یا اقماری کلان شهرها
- وزارت نفت:
- تامین و توزیع سراسری سبک سوخت مصوبه دولت با کیفیت هم تراز با استانداردهای مصوب مورد عمل صنعت خودرو
- توسعه تدریجی جایگاه‌های سوخت مناسب با رشد صنعت خودرو
- حذف ماده سرطان‌زای MTBE
- وزارت راه و ترابری:
- تسریع در تخصیص بودجه نوسازی ناوگان حمل و نقل و تسریع در اجرای آن
- استانداردهای جاده‌های اصلی و نصب علائم هشدار دهنده دیداری (مخصوصاً تا فاصله ۳۰ کیلومتری خارج از شهرها)
- توسعه متوازن راه‌ها و زیرساخت‌های حمل و نقل متناسب با صنعت خودرو
- وزارت بازرگانی و گمرک: رعایت استاندارد مصوب در مورد واردات و جلوگیری از کم‌اظهاری‌ها
- تسهیل، شفاف‌سازی و روان‌سازی عملیات بازرگانی و تجارت خارجی
- وزارت اقتصاد و دارایی و بانک مرکزی:
- حمایت از شرکت‌ها در جهت تامین مالی (سرمایه در گردش)
- اعطای تسهیلات، توسط بانک‌ها برای خرید خودرو (در ۵ سال اول این سند با توجه به شرایط بازار خودروهای تجاری اولویت در واگذاری تسهیلات به خودروهای تجاری می‌باشد)
- اعطای تسهیلات به منظور جایگزینی خودروهای فرسوده
- حمایت از سرمایه‌گذاری در ایجاد و توسعه قطعات و مجموعه‌های کلیدی با فناوری نوین
- مشارکت دولت در تامین هزینه‌های تحقیق و توسعه و طراحی محصول و فناوری‌های بنیادی
- حمایت از سرمایه‌گذاری خارجی در صنعت خودرو که حائز شرایط زیر باشد:
 - تاسیس مرکز تحقیق و توسعه در داخل کشور
 - ایجاد تراز ارزی صادرات و واردات
 - اولویت تامین قطعات از شرکت‌های داخلی
- سازمان محیط زیست:
- ممنوعیت تردد خودروهای فاقد استانداردهای آلاینده‌گی مصوب
- ممنوعیت استفاده از انواع مواد مضر در سوخت و مواد اولیه

× موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران:

• تدوین، توسعه و بروز آوری استانداردهای مرتبط با صنعت خودرو و نظارت عملی برای اجرای آنها در مورد کالاهای تولید داخلی و وارداتی بعنوان تنها مرجع قانونی

• توسعه مراکز آزمون قطعات و مجموعه‌های خودرو در ارتباط با استاندارد اجباری ۵۵ دایرکتیو

• راهورناجا: اعمال قوانین مصوب در مورد تردد خودروها

• مرکز آمار ایران: جمع آوری، بروز آوری و ارائه آمار و اطلاعات مربوط به صنعت خودرو متناسب با نیاز این صنعت

۵- الزامات خودروسازان:

۵-۱- رعایت مفاد اهداف و سیاست‌های توسعه صنعت خودرو کشور

۵-۲- رعایت ضوابط ابلاغی وزارت صنایع و معادن از جمله:

• رعایت استانداردهای تولید، ایمنی و عملکرد

• استقرار و اجرای سیستم نظارت بر فرآیند تولید (COP)

• رعایت استانداردهای زیست محیطی مصوب (اعمال مشوق‌ها و جرائم مالی برای انحراف از معیار)

• استقرار نظام کیفیت و عملکرد محصولات

• تهیه و انتشار گزارش‌های ادواری و مقایسه‌ای از عملکرد واقعی با معیارهای تعیین شده

• اجرای آیین‌نامه قانون حمایت از حقوق مصرف‌کنندگان خودرو

• تولید خودرو براساس سبد سوخت مصوب دولت برای بازار داخلی (هیتی متشکل از نمایندگان وزارت صنایع و معادن از سایر ذینفعان ظرف مدت سه ماه نسبت به اعلام سبد سوخت کشور اقدام می‌نمایند)

۶- بازنگری سیاست‌ها:

۶-۱- هر ۵ سال یکبار سند اهداف و سیاست‌های صنعت خودرو در افق ۱۴۰۴ مورد بازنگری قرار گیرد.

۶-۲- تهیه برنامه‌های ۵ ساله برای تحقق اهداف و سیاست‌های مندرج در سند

۶-۳- این سند توسط شورای سیاست‌گذاری صنعت خودرو و یا کمیته‌های تخصصی این شورا مورد بازنگری قرار می‌گیرد.

طرح مطالعات امکان سنجی ریخته گری قطعات خودرو با تکنولوژی بالا

پوست ۲: بررسی علل ایجاد عیوب سطحی و شکست در قطعات
ریخته گری خودرو

عنوان: بررسی علل ایجاد عیوب سطحی و شکست در قطعات ریخته گری خودرو

علی دوست محمدی^۱، محمد حسین فتحی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده مهندسی مواد دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲- استادیار دانشکده مهندسی مواد دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

چدن خاکستری از پر مصرف ترین فلزات ریختگی در جهان است. قطعات ریخته شده چدنی در کاربردها و مصارف گوناگون از جمله صنعت خودروسازی توسعه و گسترش بسیار یافته اند. از این رو تهیه و تولید قطعات سالم، مطمئن و بدون عیب بسیار حائز اهمیت است. از آن جا که صنعت ذوب و ریخته گری بسیار حساس به حضور ناخالصی ها و مواد ناخواسته در ذوب و قطعه نهایی است، کنترل مواد اولیه ذوب، مواد افزودنی به مذاب و ممانعت از آلوده شدن مذاب به ناخالصی ها، بسیار لازم و ضروری به نظر می رسد.

پژوهش حاضر با هدف بررسی علل پیدایش عیوب سطحی و شکست در قطعات ریخته گری خودرو انجام شد. از آن جا که مذاب چدن در حین انجام عملیات ذوب و ریخته گری در معرض پارامترهای متعدد و متغیری قرار دارد، از این رو کنترل مواد ورودی به مذاب نظیر جوانه زا، فروژن (خالص ساز)، سلاکس (سر باره ساز) و موادی که با مذاب در تماسند مانند سر باره، بسیار اهمیت دارد.

در آغاز انجام پژوهش، پس از جمع آوری قطعات ریخته شده معیوب که دارای عیوب سطحی بودند، به بررسی مرفولوژی و آنالیز عنصری عیوب، پرداخته شد. آزمون های متعدد توسط میکروسکوپ الکتروی روبشی (SEM) و آنالیز توزیع انرژی پرتو ایکس (EDX)، بر روی عیوب انجام گرفت. آنالیزهای به دست آمده نشان دهنده حضور عناصری خاص مانند کلسیم و آلومینیوم در ریز مک های سطحی ایجاد شده بود. در مرحله بعد، از تمامی اجزای درگیر با مذاب از جمله جوانه زا، فروژن، سلاکس، سر باره و ماسه نیز آنالیز عنصری به عمل آمد. نتایج نشان دهنده عدم تطابق آنالیز جوانه زا ی مصرفی (فروسلیسیس سمنان)، با استاندارد معمول جوانه زا و حضور بیش از حد آلومینیوم در آن بود. آنالیز فروژن نیز که به کمک آزمون های متعدد پراش پرتو ایکس و آنالیز توزیع انرژی پرتو ایکس به دست آمد، نشان دهنده وجود کلسیم و ترکیبات آن به عنوان اجزای اصلی این ماده بود.

با توجه به نتایج بدست آمده و با استفاده از جوانه زا با درصد کم آلومینیوم (جوانه زای استرانسیم دار) و مصرف کنترل شده فروژن در فرآیند ریخته گری قطعات، به میزان قابل توجهی از عیوب و ریزمک های سطحی کاسته شد. مقدار جوانه زا و طریقه افزودن آن به مذاب نیز از عوامل مؤثر بر انحلال کامل جوانه زا و جلوگیری از ایجاد عیوب در قطعات نهایی است.

مقدمه

یکی از مهم ترین صنایعی که در سال های اخیر رشد چشم گیری داشته و با شتاب فزاینده ای به سوی توسعه و گسترش پیش می رود، صنعت خودروسازی است. واحدهای صنعتی در زمینه های

متفاوت برای ساخت و تولید قطعات و مجموعه‌های خودرو فعالیت می‌کنند و پیشرفت‌های بسیاری در دهه گذشته حاصل شده است [۱].

در بین واحدها و مراکز تولیدی قطعه ساز و مجموعه ساز، واحدهای ریخته‌گری و همچنین فرایند ریخته‌گری از اهمیت، به سزایی برخوردارند. ریخته‌گری روشی برای تولید بسیاری از قطعات خودرو مانند پوسته موتور، گلدانی گیربکس، پوسته گیربکس، کاسه چرخ، دیسک ترمز، پوسته واتر پمپ و امثال این‌هاست. قدمت، تجربه و تبحر صنعت ریخته‌گری در ایران، امکان تولید قطعات برای مصرف داخلی و نیز صدور آن‌ها به خارج از کشور را میسر ساخته است.

جنس اکثر قطعات خودرو که توسط صنعت ریخته‌گری تولید می‌شوند، چدن است. صرفه اقتصادی و خواص مکانیکی و فیزیکی مناسب برای تولید قطعات خودرو از طریق ریخته‌گری، چدن را به یکی از پر مصرف‌ترین مواد اولیه تبدیل کرده است [۲ و ۱]. تهیه و فرآوری مذاب مناسب از یک سو و حصول اطمینان از تولید قطعه‌ای بدون عیب و با کیفیت مناسب از سویی دیگر، بسیار اهمیت دارد [۳].

یکی از مشکلات عمده در صنعت ریخته‌گری، آلوده شدن مذاب فلزات به انواع ناخالصی و آخال‌های غیر فلزی و نامطلوب است [۴ و ۱]. قطعاتی که از مذاب‌های به اصطلاح کثیف تولید می‌شوند، قطعاتی معیوب‌اند که عیوب آن‌ها عمدتاً به صورت ترک، حفره و مک در قطعات خود نمایمی می‌کند [۵]. وجود ناخالصی‌های ناخواسته در مذاب چدن، از علل اصلی ایجاد این عیوب در قطعات تولیدی است. کنترل مذاب حاصل و جلوگیری از ورود ناخالصی‌ها به آن از یک سو و تصفیه و پاک سازی مذاب آلوده از سوی دیگر، دو راهکار اصلی برای مقابله با آلوده شدن مذاب و تولید قطعات معیوب است [۶ و ۲ و ۵].

در این پژوهش، شناسایی ناخالصی‌های موجود در مذاب و قطعه و عیوب ناشی از آن انجام شد. محل تشکیل عیوب و علت آن، ارتباط حضور ناخالصی‌ها با مواد اولیه و فرآیند تهیه و تأمین مذاب و سیستم راهگامی ذوب رسان مورد بررسی قرار گرفت. امکان سنجی تصفیه مذاب چدن خاکستری و نیز راهکار جلوگیری از ورود ناخالصی‌ها به محفظه قالب و قطعه نیز بررسی گردید.

آزمون‌های فراوان بر روی مواد مصرفی و قطعات ریخته شده نهایی انجام گرفت و نتایج به دست آمده تحلیل و بررسی شد.

به طور کلی هدف از اجرای این پروژه تحقیقاتی، کاهش ضایعات و بهبود زمان بندی تحویل و مشکلات مرتبط با آن از طریق شناسایی علل و سرچشمه حضور ناخالصی‌ها در قطعات چدنی ریخته‌گری مصرفی در صنایع خودرو است. در نتیجه از طریق حذف عوامل ایجاد و ورود ناخالصی‌ها به مذاب و از جمله تصفیه مناسب مذاب، کنترل تهیه مذاب و کنترل ورود مواد اولیه و سیستم ذوب رسانی می‌توان کاهش عیوب و ضایعات را فراهم نمود.

روش تحقیق

۱-۱- مواد فلزی

قطعات ریختگی معیوب چدن خاکستری جهت ارزیابی آزمون‌های آزمایشگاهی مورد استفاده قرار گرفت.

الف) از چدن خاکستری با ترکیب شیمیایی مذاب برای تولیدات قطعات ریختگی استفاده شد و بعد از آماده سازی تحت آزمون‌های آزمایشگاهی قرار گرفت.

ب) مواد مصرفی؛ جوانه‌زا (۰.۷۵٪ فروسیلیس) با سایز ۱/۲-۰/۴ mm و مقدار مصرف ۱ پیمانه ۷۰ گرمی به ازای هر قالب برای ذوب ریز بود.

پ) فروژن ۸ برای سرباره گیری از پاتیل و سلاکس برای سرباره گیری از کوره استفاده شد.

۱-۲- شرایط آزمون

الف) دمای ذوب کوره هنگام تخلیه پاتیل پیش گرم شده (۱۰-، ۱۰+) ۱۴۶۰ درجه سانتیگراد و هنگام تخلیه توسط ذوب ریز (۱۰-، ۱۰+) ۱۴۳۰ درجه سانتیگراد بود.

ب) زمان ریخته‌گری؛ زمان ریخته‌گری هر قالب ۱۴-۱۲ ثانیه برای ذوب ریز است.

پ) شرایط ریز ساختار؛ گرافیت نوع A، زمینه عمدتاً پرلیتی با حداقل فریت و کاربیدها کمتر از ۰.۲٪ بود. سختی قطعات نیز ۲۱۷-۲۰۷ برنیل اندازه گیری شد.

ث) شرایط ماسه سازی؛ درصد رطوبت ماسه ۰/۲ + ۴/۷، استحکام فشاری تر ۰/۹۲، ماسه کهنه ۱۲۰۰ کیلوگرم، بتونیت ۴ کیلوگرم، گرد زغال یک کیلوگرم، مواد فرار ۲/۶ کیلوگرم و مواد سوختنی ۸/۷ کیلوگرم.

۲- روش‌ها

- آماده سازی نمونه‌های آزمایشگاهی: با انتخاب قطعات معیوب نمونه‌هایی از عیوب مورد نظر در کف و کناره‌های قطعات ریخته‌گری به اندازه مورد نظر بریده شد. آزمون‌های آزمایشگاهی مشتمل بر مشخصه‌یابی ساختاری و شناسایی عیوب آخال‌ها و آنالیز عناصری ناخالصی محبوس در حفره‌ها بود.

- ارزیابی منابع آخال‌ها: ارزیابی منابع آخال‌ها مشتمل بر ارزیابی منابع اصلی ناخالصی‌ها مانند سرباره، مواد دیر گداز، جوانه‌زا، مواد افزودنی برای سرباره گیری و مواد تلقیحی غیر قابل حل می‌باشد.

- مشخصه‌یابی ساختاری: تکنیک پراش پرتو ایکس برای شناسایی ساختار و فازهای موجود در سرباره، فروژن، سلاکس، خاک نسوز و جوانه‌زا مورد استفاده قرار گرفت. تیوب به کار رفته پرتو $K\alpha$ مس با طول موج ۱/۵۴۲ آنگستروم را تامین کرده و فیلتری از نیکل داشت. نرخ روبشی معادل نیم درجه (۰/۵) بر دقیقه، ولتاژ اعمالی برابر ۳۰ کیلوولت و جریان معادل ۳۰ میلی‌آمپر بوده و زاویه پراش ۲۰ تا ۱۰۰ درجه انتخاب گردید. پس از حصول الگوی پراش پرتو X، فازها و اجزای سازنده تخمین زده شد.

میکروسکوپ الکترونی روبشی (Philipsxl 30) برای مطالعه مرفولوژی عیوب به کار رفت. میکرو آنالیز عنصری نیز به کمک تکنیک آنالیز توزیع انرژی پرتو ایکس برای ارزیابی ذرات آخال‌ها انجام شد.

نتایج

میکرو آنالیز عنصری از سرباره که با تکنیک طیف سنجی توزیع انرژی پرتو ایکس حاصل شده است در شکل ۱ مشاهده می‌شود. در نتایج آنالیز انجام شده وجود عناصر آلومینیوم، سیلیسیم، منگنز، کلسیم و اکسیژن که طبیعت سرباره است به وضوح دیده می‌شود. شکل ۲ نیز الگوی پراش پرتو ایکس سرباره را نشان می‌دهد. در الگوی پراش، پیک‌های منگنز و اکسید سیلیسیم مشهود است.

میکرو آنالیز عنصری از جوانه‌زای فروسیلیس، سلاکس، خاک نسوز و فروژن به ترتیب در شکل‌های ۳، ۵، ۶ و ۷ مشاهده می‌شود. عناصری مانند کلسیم و آلومینیوم در فرو سیلیس، عناصر پتاسیم، آلومینیوم، کلسیم و سیلیسیم در سلاکس و همچنین عناصری مانند سدیم، کلسیم و سیلیسیم در فروژن به وضوح دیده می‌شود. شکل ۴ ترکیب شیمیایی استاندارد برای فرو سیلیس را نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود، میزان کلسیم و آلومینیوم فروسیلیس مصرفی تا حد زیادی با استاندارد متفاوت است.

الگوی پراش پرتو ایکس فروژن در شکل ۸ مشاهده می‌شود. شکل ۹ نیز تصویر گرفته شده با میکروسکوپ الکترونی از قطعات ریختگی و منطقه معیوب را نشان می‌دهد. ساختار دندریتی و آخال‌ها در شکل‌های مذکور دیده می‌شود. میکرو آنالیز عنصری از ذرات آخال در شکل ۱۰ نشان داده شده و عناصری مانند آلومینیوم، کلسیم، اکسیژن و حتی سیلیسیم در حفره مشاهده می‌شود.

بحث و نتیجه گیری نهایی

به طور کلی و باتوجه به آزمون‌های انجام شده و نتایج به دست آمده و با عنایت به تصاویر گرفته شده توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)، مشاهده می‌شود که مرفولوژی تمام عیوب و ریزمک‌های ایجاد شده در قطعات با هم مشابه است که این امر وجود ناخالصی در سیستم را به عنوان علت اصلی این عیوب تأیید می‌کند.

منشأ این ناخالصی‌ها عمدتاً، مواد افزودنی به مذاب بوده و یک منشاء داخلی است. کلسیم، آلومینیوم و منگنز از عوامل اصلی ناخالصی وارد شده به سیستم هستند که منابع اصلی ورود آن‌ها به ترتیب جوانه‌زا، فروژن و سرباره تشخیص داده شدند. تصفیه مذاب توسط فیلتر و فیلترگذاری تا حد زیادی قادر به جداسازی این مواد ناخالصی از سیستم مذاب خواهد بود ولی با توجه به قیمت بالای فیلتر و عدم توانایی آن در جداسازی ناخالصی‌های بسیار ریز، استفاده از آن جز در برخی موارد، به

صرفه نخواهد بود. کنترل مواد اولیه ورودی به مذاب از جمله جوانه‌زا، فروژن و سلاکس و نیز ممانعت از تداخل بیش از حد مذاب و سرباره، به عنوان راهکار اصلی حصول یک مذاب تمیز و عاری از ناخالصی مطرح می‌شود.

استفاده از جوانه زای استرانسیوم دار به جای جوانه‌زای سمنان با درصد بالای آلومینیم، تا حد زیادی از ورود آلومینیوم اضافی به سیستم خواهد کاست. حضور کلسیم در مذاب نیز به کمک استفاده از جوانه‌زای مناسب و نیز استفاده کنترل شده فروژن، تحت کنترل قرار خواهد گرفت. در نهایت و با توجه به اینکه قطعاتی که در ریخته‌گری آن‌ها از جوانه‌زای استرانسیوم دار به میزان مناسب و در سیستم راهگامی استفاده شده بدون هیچ گونه عیوب و ریزمک بودند، لذا نوع، میزان و محل افزودن جوانه‌زا از عوامل اصلی در ایجاد این عیوب تشخیص داده شدند که با بهینه سازی هر سه پارامتر، قطعاتی سالم و بدون عیب قابل تولید خواهند بود. مطالب فوق را می‌توان در ۳ بند زیر خلاصه کرد:

۱- با توجه به آنالیز عنصری جوانه زای سمنان و بالا بودن میزان آلومینیم آن (۲ تا ۳ درصد بیش از استاندارد)، می‌توان این جوانه‌زا را منشأ حضور آلومینیم در عیوب دانست.

۲- فروژن با داشتن ۲۱ درصد وزنی کلسیم، می‌تواند عامل ورود این عنصر در مذاب و قطعات نهایی باشد. لذا کاهش مصرف فروژن و مصرف کنترل شده آن ضروری به نظر می‌رسد.

۳- آنالیز عنصری سرباره وجود منگنز را در آن نشان می‌دهد. منگنز همچنین در عیوب ایجاد شده توسط سرباره نیز به چشم می‌خورد. پس سرباره را می‌توان منشأ حضور منگنز در عیوب دانست.

تشکر و قدردانی:

مولفین مقاله بر خود لازم می‌دانند که از بذل توجه و همکاری صمیمانه واحد تحقیق و توسعه و کنترل کیفیت کارخانه ریخته‌گری آذرین کمال تشکر و سپاس را داشته باشند.

مراجع

- ۱- فتحی محمد حسین، ریخته‌گری چدن، ۱۳۷۴، انتشارات جهاد دانشگاهی
- 2- Elliot, "Cast Iran technology", 1988
- 3- ASM Hand book (Metals Hand book), ASM, vol. : 15 (Casting)
- 4-Cast Iran Hand book , ASM, 1996.
- ۵- اطلس عیوب قطعات ریخته‌گری، جلال حجازی- پرویز دوامی، انتشارات جامعه ریخته‌گران ایران، ۱۳۶۵.
- 6- "Casting Defects Handbook", American Foundrymen Society, 1972.

۷- متالورژی کاربردی چدن ها، مرعش مرعشی، انتشارات اقبال، ۱۳۷۱.

8- Cast Iron technology, Elliot , 1988.

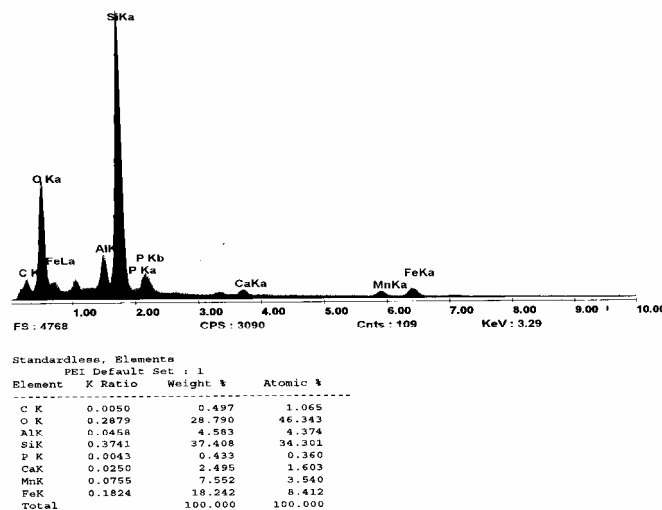
9- Lzudin Dugic and Ingvar L Svensson , “The effect of inoculant amount and casting temperature on metal expansion in gray cast iron” , Division of component Technology Jonkoping University, Box 1026 , S-551 11 Jonkoping, Sweden, 1996.

10- G.L. Rivera , J.A. sikora “solidification of gray cast iron” , Scripta materialia 50 (2004) , P: 331-335.

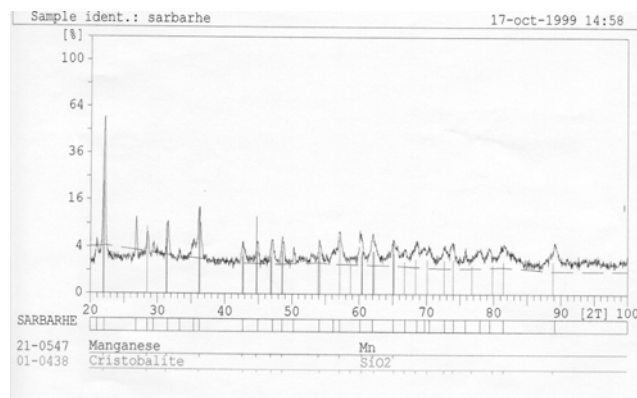
11- United States Patent 6,590,200 , “systems for detecting and measuring inclusion” , july 2003.

12- D. B. Craig , M. J. Hamung and T. K. Mccluhan , “Gray Iron” , Elkam Metals Company , 1991.

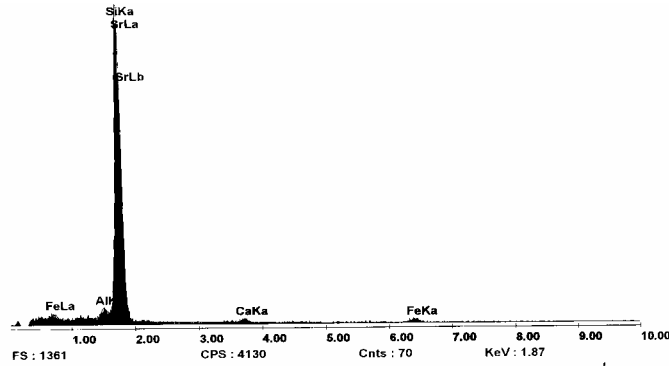
۱۳- ترمودینامیک مهندسی مواد و متالورژی ، جلد سوم، دکتر ناصر توحیدی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۲.



شکل ۱- آنالیز عنصری سرباره



شکل ۲ - آنالیز XRD از سرباره



Standardless, Elements
PFI Default Set : 1

Element	K Ratio	Weight %	Atomic %
AlK	0.0311	3.111	3.532
SiK	0.7902	79.023	86.195
SrL	0.0000	0.000	0.000
CaK	0.0219	2.188	2.672
FeK	0.1560	15.679	8.601
Total		100.000	100.000

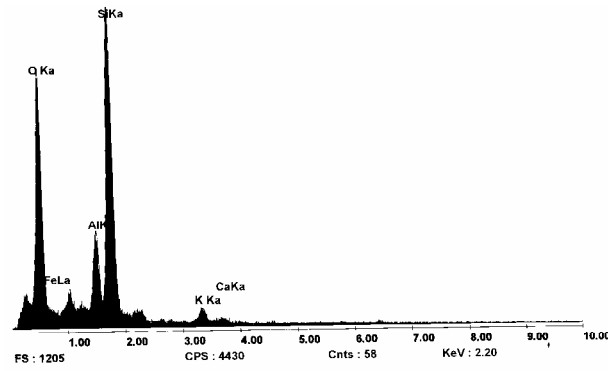
شکل ۳ - آنالیز عنصری فروسیلیس

Table 5 Compositions of ferrosilicon inoculants for gray cast iron

Performance category of inoculant	Composition, %(a)									
	Si	Al	Ca	Ba	Ce	TRE(b)	Ti	Mn	Sr	Others
Standard	46-50	0.5-1.25	0.60-0.90	...	...	...	...	...	...	...
	74-79	1.25 max	0.50-1.0	...	...	...	...	...	...	...
	74-79	0.75-1.5	1.0-1.5	...	...	...	...	...	...	...
Intermediate	46-50	1.25 max	0.75-1.25	0.75-1.25	...	...	...	1.25 max	...	...
	60-65	0.8-1.5	1.5-3.0	4-6	...	...	...	7-12	...	...
	70-74	0.8-1.5	0.8-1.5	0.7-1.3	...	...	...	...	...	...
				0.75-1.25	...	...	9-11	...	...	...
	42-44	...	0.75-1.25	...	...	9-11	...	...	...	...
	50-55	...	5-7	...	...	9-11	...	...	...	...
	50-55	...	0.5-1.5	...	...	9-11	...	...	...	...
High	36-40	...	...	...	9-11	10.5-15	...	...	...	...
	46-50	0.50 max	0.10 max	...	...	...	...	...	0.60-1.0	...
	73-78	0.50 max	0.10 max	...	...	...	...	...	0.60-1.0	...
Stabilizing	6-11	0.50 max	0.50 max	...	...	...	...	...	...	48-52 Cr

(a) All compositions contain balance of iron. (b) TRE, total rare earths

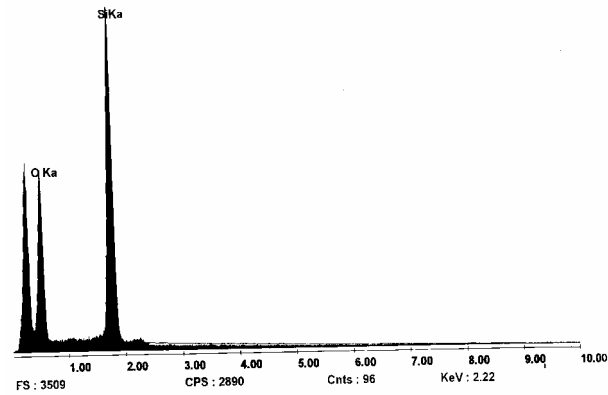
شکل ۴ - استاندارد ترکیب شیمیایی فرو سیلیس [۷۲]



Standardless, Elements
PEI Default Set : 1

Element	K Ratio	Weight %	Atomic %
O K	0.4615	46.151	62.830
Fe L	0.0973	9.731	3.795
Al K	0.0795	7.950	6.418
Si K	0.3125	31.246	24.232
K K	0.0368	3.676	2.048
Ca K	0.0125	1.246	0.677
Total		100.000	100.000

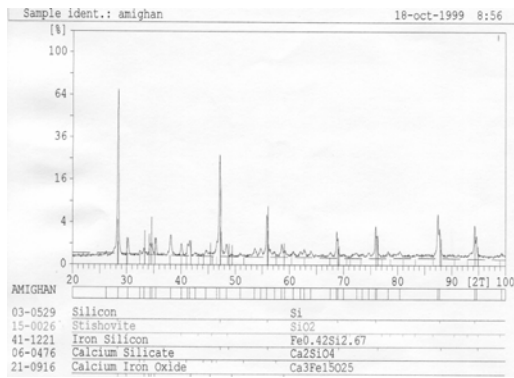
شکل ۵- آنالیز عنصری سلاکس



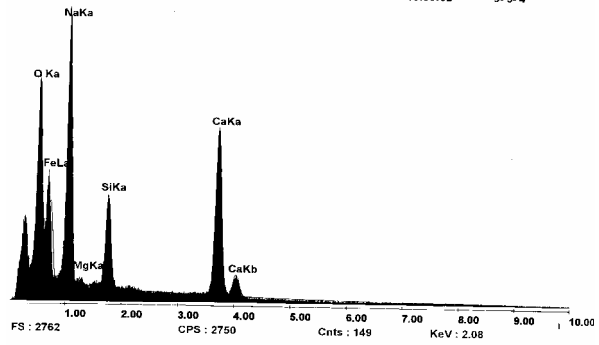
Standardless, Elements
PEI Default Set : 1

Element	K Ratio	Weight %	Atomic %
O K	0.4989	49.894	63.611
Si K	0.5011	50.106	36.389
Total		100.000	100.000

شکل ۶- آنالیز عنصری خاک نسوز



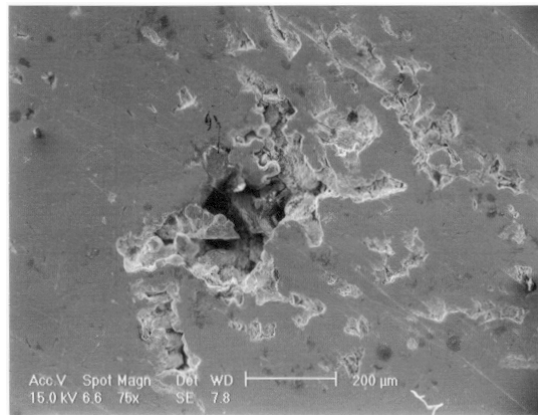
شکل ۸ - آنالیز XRD از فروژن



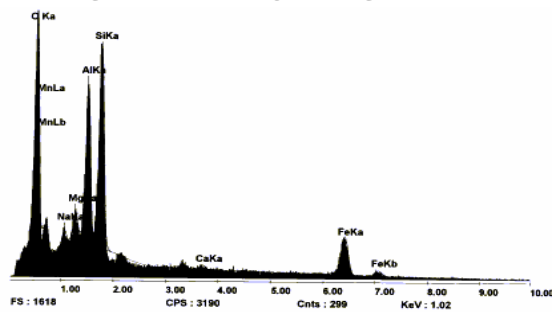
Standardless, Elements
PEI Default Set : 1

Element	K Ratio	Weight %	Atomic %
O K	0.2613	16.133	32.507
Fe L	0.4433	44.328	25.589
Mg K	0.1448	14.480	20.304
Si K	0.0036	0.359	0.476
Ca K	0.0366	3.656	4.196
Total	0.2104	100.000	100.000

شکل ۷ - آنالیز عنصری فروژن



شکل ۹ - مورفولوژی حفره های ریز موجود در قطعه معیوب، ساختار دندریتی به وضوح در شکل دیده می شود.



Standardless, Elements
PEI Default Set : 1

Element	K Ratio	Weight %	Atomic %
O K	0.2259	22.587	44.422
Mn L	0.2383	23.826	13.444
Mn K	0.0094	0.944	1.292
Mg K	0.0141	1.414	1.829
Al K	0.0729	7.287	8.498
Si K	0.0972	9.725	10.895
Ca K	0.0063	0.628	0.499
Fe K	0.3359	33.591	16.996
Total		100.000	100.000

شکل ۱۰ - آنالیز عنصری از ناخالصی های محبوس در حفره ها