



سازمان صنایع کوچک  
و شهرکهای صنعتی ایران

## مطالعات امکان سنجی مقدماتی طرح تولید پوشش دهی تحت خلا

تهیه کننده:

شرکت گسترش صنایع پائین دستی پتروشیمی

تاریخ تهیه:

مرداد ماه ۱۳۸۷

خلاصه طرح

نام محصول		فرایند پوشش دهی تحت خلا
ظرفیت پیشنهادی طرح		۶۴۸۰۰ متر مربع
موارد کاربرد		رفلکتورهای چراغهای جلو انواع خودروها، آینه-های آلومینیومی، قطعات مختلف روکش دار اتومبیلها و وسایل نقلیه
مواد اولیه مصرفی عمده		مفتول آلومینیوم، کویل تنگستن، رزین ملامین-آلکید، رزین اوره- وینیل بوتیرال، رزین کامپاند شده اوره- فرمالدئید
کمبود محصول (سال ۱۳۹۲)		---
اشتغال زایی (نفر)		۳۰
زمین مورد نیاز (m <sup>2</sup> )		۴۰۰۰
زیربنا	اداری (m <sup>2</sup> )	۵۰۰
	تولیدی (m <sup>2</sup> )	۱۰۰۰
	سوله تاسیسات (m <sup>2</sup> )	۲۰۰
	انبار (m <sup>2</sup> )	۴۰۰
میزان مصرف سالانه مواد اولیه اصلی		مفتول آلومینیوم ۱۷۰ کیلوگرم، کویل تنگستن ۹۲۰۰ عدد، رزین ملامین-آلکید ۶۱۱۰ کیلوگرم، رزین اوره- وینیل بوتیرال ۶۰۴۰ کیلوگرم، رزین کامپاند شده اوره- فرمالدئید ۸۹۲۵ کیلوگرم
میزان مصرف سالانه یوتیلیتی	آب (m <sup>3</sup> )	۶۹۹۰
	برق (kw)	۵۲۱
	گاز (m <sup>3</sup> )	۹۴۵۰۰
سرمایه گذاری ثابت طرح	ارزی (دلار)	۵۲۱۴۸۳
	ریالی (میلیون ریال)	۱۳۴۷۸
	مجموع (میلیون ریال)	۱۸۳۲۸
محل پیشنهادی اجرای طرح		مرکزی، یزد، اصفهان یا کردستان یا چهار محال و بختیاری



## فهرست

- ۱- معرفی محصول..... ۱
- ۱-۱- نام و کد محصول..... ۷
- ۱-۲- شماره تعرفه گمرکی..... ۸
- ۱-۳- شرایط واردات..... ۸
- ۱-۴- بررسی و ارائه استاندارد ملی..... ۸
- ۱-۵- بررسی و ارائه اطلاعات لازم در زمینه قیمت داخلی و جهانی..... ۹
- ۱-۶- توضیح موارد مصرف و کاربرد..... ۱۰
- ۱-۷- بررسی کالاهای جایگزین و تجزیه و تحلیل اثرات آن بر محصول..... ۱۲
- ۱-۸- اهمیت استراتژیکی کالا در دنیای امروز..... ۱۷
- ۱-۹- کشورهای عمده تولید کننده و مصرف کننده محصول..... ۱۷
- ۱-۱۰- شرایط صادرات..... ۱۷
- ۲- وضعیت عرضه و تقاضا..... ۱۸
- ۲-۱- بررسی ظرفیت بهره برداری و روند تولید..... ۱۸
- ۲-۲- بررسی وضعیت طرحهای جدید و طرحهای توسعه در دست اجرا..... ۱۹
- ۲-۳- بررسی روند واردات محصول از آغاز برنامه سوم..... ۱۹
- ۲-۴- بررسی روند مصرف از آغاز برنامه..... ۱۹
- ۲-۵- بررسی روند صادرات محصول از آغاز برنامه سوم..... ۲۰
- ۲-۶- بررسی نیاز به محصول با اولویت صادرات تا پایان برنامه چهارم..... ۲۰
- ۳- بررسی اجمالی تکنولوژی و روشهای تولید و عرضه محصول در کشور..... ۲۱
- ۴- تعیین نقاط قوت و ضعف تکنولوژی های مرسوم..... ۳۲
- ۵- بررسی و تعیین حداقل ظرفیت اقتصادی..... ۳۳
- ۶- میزان مواد اولیه مورد نیاز و محل تامین آن..... ۴۰
- ۷- پیشنهاد منطقه مناسب برای اجرای طرح..... ۴۱
- ۸- وضعیت تامین نیروی انسانی و اشتغال..... ۴۲
- ۹- بررسی و تعیین میزان تامین آب، برق، سوخت، امکانات مخابراتی و ارتباطی..... ۴۳
- ۱۰- وضعیت حمایت های اقتصادی و بازرگانی..... ۴۵
- ۱۱- تجزیه و تحلیل و جمع بندی و پیشنهاد نهایی در مورد احداث واحدهای جدید..... ۴۸
- منابع..... ۴۹



## ۱- معرفی محصول

### • مقدمه:

پوشش دهی تحت خلا هر چند امروزه دیگر تکنیک چندان جدیدی محسوب نمی‌شود و در دنیا کاملاً شناخته شده می‌باشد، اما از طرفی دائماً در حال پیشرفت و تکامل بوده و از سوی دیگر در کشور ما هنوز به درستی و بطور کامل شناخته نشده و در حد لازم از آن بهره‌گیری نمی‌شود.

### • معرفی تکنیکهای پوشش دهی تحت خلا

پوشش دهی تحت خلا عبارت است از ایجاد یک پوشش ( فلزی، آلیاژی، سرامیکی و ... ) بوسیله ترسیب نمودن بخارات ایجاد شده تحت شرایط خلا از ماده مورد نظر، بر روی یک پایه (سابستریت) مناسب. اصول کلی روش به این صورت است که ابتدا در محفظه‌ای قطعات اولیه بدون پوشش، در مکانهای مخصوص خود قرار گرفته و به کمک واحد تولید خلا ( پمپ خلا ) میزان خلا لازم (حدود  $0.0001$  پاسکال) ایجاد می‌گردد. سپس به روش مناسبی (حرارت دهی توسط رشته مقاومت دار، بمباران یونی و یا الکترونی) فلز یا هر جسمی را که باید بر روی سطح مورد نظر ( سابستریت ) بنشانند از حالت جامد بصورت بخار تبدیل می‌نمایند. بدلیل کم بودن دمای سابستریت نسبت به بخارات ایجاد شده، فلز یا جسم مورد نظر بر روی سابستریت تغییر حالت داده و مجدداً به شکل جامد تبدیل می‌شود. بدین صورت روکش فلزی یا پوشش مورد نظر بر روی سابستریت تشکیل می‌گردد.

تفاوت روشهای مختلف پوشش دهی تحت خلا عمدتاً در نحوه تهیه بخارات جسم پوشش دهنده و نیز چگونگی نشان دادن آن بر روی سطح سابستریت ( جسمی که پوشش داده می‌شود ) می‌باشد. روش مورد استفاده در واحد حاضر، تکنیک پوشش دهی فیزیکی تحت خلا با بکارگیری المنت حرارتی بعنوان منبع تبخیر فلز می‌باشد.

**• محدوده فعالیت واحد**

تکنیکهای پوشش دهی تحت خلاً اصولاً از پیشرفته ترین و جدید ترین روشهای پوشش دهی به شمار می‌روند. کارآیی و کیفیت مطلوب پوششهای ایجاد شده را می‌توان بر حسب نیازهای کاری و با استفاده از روش مناسب پوشش دهی تحت خلاً تضمین نمود. خواص پوششهایی که بدین روش می‌توان بدست آورد، با خواص پوششهای بدست آمده از روشهای دیگر متفاوت می‌باشد. بنابراین می‌توان پوششهایی بدست آورد که دارای درجه خلوص زیادتر، اکسیدهای کم، شفافیت خوب، ضخامت بسیار نازک و ساختمان غیر کریستالی بوده و روی قطعات فلزی و غیر فلزی قابل آبکاری هستند. مزیت قابل توجه روشهای تحت خلاً این است که عمدتاً به دلیل کاهش قابل توجه ضخامت پوششهای ایجاد شده، نسبت به روشهای دیگر اقتصادی تر هستند.

واحد حاضر با استفاده از تکنیک تبخیر حرارتی تحت خلاً قادر است پوششهای فلزی مختلف از جنس آلومینیوم، آنتیموان، کادمیوم، زیرکونیوم، مس، نیکل، روی نقره، سرب، کرم، آهن و ... و پوششهای الیازی بخصوصی را چنانچه نقطه تصعید اجزای تشکیل دهنده آن تقریباً یکسان باشند، بر روی پایه هایی از جنس فلز، پلاستیک و یا شیشه ایجاد نماید.

خواص و ضخامت کم پوششهای قابل حصول در این گونه واحدها آنها را بویژه برای ایجاد پوششهای تزئینی از انواع فلزات نامبرده، سطح شفاف و آینه‌ای و بویژه تهیه پوششهای آلومینیومی که به روشهای آبکاری الکتریکی قابل حصول نمی‌باشند، مناسب می‌سازد.

**• انواع محصولات قابل پوشش دهی**

از ویژگیهای قابل اهمیت تکنیکهای پوشش دهی تحت خلاً، قابلیت بکار گیری یکسان آنها برای پوشش دهی پایه‌هایی از جنسهای بسیار متفاوت می‌باشد. بطور کلی از این تکنیکها برای پوشش دادن پایه‌هایی از جنسهای مختلف فلزی، پلاستیکی، شیشه‌ای و یا کاغذی می‌توان استفاده نمود.

**۷ پلاستیکها**

پوشش دهی فلزی پلاستیکها امروزه اهمیت بسیاری پیدا کرده است و روز به روز موارد استفاده بیشتری پیدا می کند. جنس پلاستیکهای مصرفی بر حسب نوع کاربرد آنها و خصوصیات مورد انتظار متفاوت می باشد. بر همین اساس قابلیت آبرکاری بر روی پلاستیکهای مختلف مطرح می گردد. روشهای الکترولس برای آبرکاری پلاستیکها برای همه جنسها قابل استفاده و یا کاملاً یکسان نمی باشند، اما تکنیکهای تحت خلا را می توان بطور یکسان برای بسیاری از انواع پلاستیکها بکار برد. پلاستیکهای قابل استفاده عبارتند از:

الف) پلی استالها: به راحتی توسط تبخیر حرارتی در خلا پوشش داده می شوند و بدین منظور از پوشش بسیاری از فلزات که مهمترین آنها آلومینیوم است، استفاده می شود.

ب) پلی آکرلیکها: پوشش دهی آنها توسط روش تبخیر حرارتی و یا اشعه الکترونی امکان پذیر بوده و عمدتاً از پوشش آلومینیوم، مولیبدن، فولاد، مس و یا آلیاژ نیکل-مس بدین منظور استفاده می شود.

ج) سایر پلیمرها: شامل پلی آریلونیتریل- بوتادین- استایرن (ABS)، پلیمرهای سلولزی (عمدتاً استات و بوتیلات سلولز)، رزینهای فنولیک، پلی کربناتها، پلی اتیلن، پلی پروپیلن و پلی اتیلن ترفتالات نیز به سهولت توسط اغلب روشهای تحت خلا قابل پوشش دهی می باشند.

بسیاری از پلاستیکهای معرفی شده در شرایط دما و فشار اتاقک خلا دستگانههای پوشش دهی به روش تبخیر حرارتی پایداری کافی نداشته و اجزا و افزودنیهای فرار آنها تبخیر می گردند. برای جلوگیری از این پدیده و اثرات نامطلوب آن بر روی کیفیت پوششهای ایجاد شده و شرایط عملکرد دستگانهها، اغلب لازم است که سطح این اجسام پیش از پوشش دهی فلزی توسط لاکهایی از جنس رزینهای ترموست شونده یک پوشش ابتدایی داده شود.

**۷ فلزات**

اغلب فلزات (آلیاژها، عناصر و ...) توسط روشهای مختلف تحت خلا قابل پوشش دهی می باشند و محدودیت چندانی برای آنها وجود ندارد. این نوع پوششها اغلب برای ایجاد لایه های خارجی محافظ در مقابل



خورندگی، سایش و سایر شرایط محیطی بر روی فلزات ( عمدتاً به روش تابش الکترونی یا روش اغتشاشی ) انجام می‌شود. در برخی موارد نیز مانند کاسه چراغ خودروها هدف از پوشش دهی فلزات ایجاد سطوح یکنواخت و صیقلی (آینه‌ای ) از جنس یک فلز مناسب بر روی آنها می‌باشد. در مواردی که صیقلی و شفاف بودن سطح فلز اهمیت داشته باشد، اغلب استفاده از پوششهای اولیه‌ای از انواع ذکر شده برای پلاستیکها در مورد فلزات نیز مناسب خواهد بود.

### ۷ شیشه

ایجاد پوششهای فلزی بر روی شیشه اغلب برای کاربردهای تزئینی و یا آینه کاری انجام می‌شود. آینه‌هایی که به روشهای پوشش دهی تحت خلا ساخته می‌شوند از نظر یکنواختی و صیقلی بودن سطوح و نیز چسبندگی پوشش بر روی سطح شیشه و دوام آنها نسبت به روشهای متداول آینه کاری مناسبتر می‌باشند. ایجاد پوششهای زینتی بر روی شیشه نیز اغلب توسط این روشها انجام می‌شود. علاوه بر این پوش دهی شیشه در ساخت وسایل اپتیکی، شیشه‌های فتوکرمیک و لنزهای عکاسی نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. این نوع پوششها را نمی‌توان توسط روشهای تبخیر حرارتی تحت خلا ایجاد نمود و لزوماً باید از روشهای پیچیده‌تر و پیشرفته‌تری نظیر پوشش دهی اغتشاشی ( اسپاترینگ ) تحت خلا استفاده شود.

### ۷ کاغذ

ایجاد پوششهای فلزی بر روی کاغذ یا مقوا به دو منظور می‌تواند انجام پذیرد. مورد اول برای تهیه کاغذهای بسته بندی مواد غذایی و دارویی جهت ایزوله کردن اینگونه مواد از محیط و ممانعت از ورود هوا و میکروبها که باعث فساد محصولات مزبور می‌گردند، یک لایه روکش داخلی (لفاف) از جنس آلومینیوم بر روی سطح کاغذ پوشش می‌دهند ( این پوشش را نهایتاً توسط یک لایه پوشش انتهایی پلاستیکی روکش می‌دهند)



مورد دوم جنبه زینتی داشته و سطح خارجی کاغذهای بسته بندی را بصورت شکلها و قطعات مختلف بوسیله فلزات و در رنگهای گوناگون پوشش می‌دهند.

#### • ویژگیها، مشخصات فنی و کاربرد پوششها

واحد حاضر به عنوان یک واحد خدماتی و سرویس دهنده برای پوشش دهی انواع محصولات و قطعات ساخته شده یا نیم ساخته صنعتی و غیر صنعتی فعالیت نموده و قادر خواهد بود بر طبق سفارشات دریافت شده انواع مختلف قطعات را بر طبق مشخصات فنی پوششهای مورد نیاز پوشش دهی نماید. بنابراین واحد برای تهیه محصول خاصی طراحی نمی‌گردد و مسائلی از قبیل بسته بندی، مشخصات و شرایط ورود محصول برای آن مطرح نخواهد بود. در این قسمت ابتدا مشخصات عمومی پوششهایی که بدین روش قابل تهیه هستند، معرفی گردیده و در ارتباط با همین مشخصات کاربردهای این نوع پوشش دهی و در نهایت استانداردهای موجود برای این پوششها ارائه می‌گردد. طبقه بندی پوششها، تنها بر حسب جنس پوشش، ضخامت آن، خواص و نوع کاربرد پوششها قابل انجام است.

#### • مشخصات فنی پوششها

پوششهای فلزی (و یا اکسید فلزی) معمولاً به دلیل نیاز به ایجاد خصوصیات ویژه‌ای در مقابل عوامل محیطی و یا جنبه‌های تزئینی و زیبایی ظاهری بر روی جسم کشیده می‌شوند. اینگونه پوششها صرفنظر از اینکه به روشهای آبرکاری سنتی و یا روش پوشش دهی تحت خلا ایجاد شوند، باید از یک سری خصوصیات معین برخوردار باشند که اهم آنها به شرح ذیل می‌باشند.

الف) ظاهر روکش (پوشش) باید صیقلی و براق باشد. این امر بویژه در ساخت آئینه‌ها و بازتابنده‌ها بسیار اهمیت دارد و در سایر موارد از جنبه تزئینی و ایجاد جلوه و زیبایی ظاهری برای محصول اهمیت دارد.

ب) چسبندگی روکش به پایه باید مناسب و پایدار باشد تا بر حسب نوع کاربرد و نیازهای مربوطه، در مقابل شرایط دشوار محیطی (ضربه و سایش) موجودیت آن حفظ گردد.





ج) مقاومت روکشها در مقابل شرایط محیطی (عوامل شیمیایی، رطوبت و خوردگی) از پارامترهای مهمی است که معمولاً در انتخاب جنس آنها مورد دقت قرار می‌گیرد. برخی از انواع فلزات بدلیل مقاومت بسیار خوب در برابر عوامل محیطی بیشترین کاربرد را در چنین مواردی دارند.

د) ضخامت روکشهای فلزی معمولاً کم می‌باشد که این امر از ماهیت و هدف از ایجاد آنها ناشی می‌گردد. اغلب پوششهای فلزی گراتر از جنس پایه اصلی جسم می‌باشند و یا از نظر استحکام یا مشخصات دیگر مکانیکی خصوصیات پایه را دارا نمی‌باشند. چنین عواملی کم بودن ضخامت پوششها را الزامی می‌سازند.

پوششهایی که به روش تبخیر حرارتی تحت خلأ تهیه می‌شوند عمدتاً شامل پوششهای فلزی بویژه آلومینیوم، روی، کادمیم، تیتانیوم، زیرکونیوم و همچنین آنتیموان، مس، نیکل، روی، نقره، سرب، کرم و آهن می‌باشند. علاوه بر این برخی ترکیبات فلزی مانند هالیدها و سولفیدهای فلزی را نیز در صورت نیاز می‌توان بدین روش پوشش داد. در برخی موارد محدود، بعضی از انواع پوششهای آلیاژی را نیز می‌توان به این روش تهیه نمود که در این صورت باید نقطه تصعید اجزای تشکیل دهنده آلیاژ تقریباً یکسان باشد اما در هر صورت کیفیت پوششهای آلیاژی حاصل پایین تر از پوششهای قابل حصول از روش دیگر تحت خلأ یعنی روش اغتشاشی (اسپاترینگ) خواهد بود. همچنین در برخی موارد می‌توان از این روش برای تهیه پوششهایی از جنس اکسیدهای فلزی نیز استفاده نمود که در این صورت باید اکسیدهای فلزی مربوطه در دمای پایین پایدار باشند و علاوه بر این پس از اتمام پوشش دهی نیاز به عملیات پخت در حضور اکسیژن خواهد بود تا درجه اکسیدی لایه‌های سطحی پوشش کامل گردد. کیفیت پوششهای اکسید فلزی قابل حصول در این روش چندان بالا نبوده و روش مناسب برای تهیه آنها روش اسپاترینگ می‌باشد. بنابراین روش مورد استفاده در واحد حاضر عمدتاً برای تهیه پوششهای فلزی مناسب بوده و بیشترین کاربرد آن نیز به پنج نوع اول فلزات نامبرده مربوط می‌گردد.

ضخامت پوششهای تهیه شده می‌تواند از یک نانومتر تا یک میکرون (میکرومتر) و یا بیشتر باشد، اما با افزایش ضخامت پوششها به بیش از یک میکرون استحکام آنها بتدریج کاهش می‌یابد. اصولاً از مزایای عمده



این روش پوشش دهی، قابلیت حصول ضخامت‌های بسیار پایین پوشش می‌باشد که آن را در مقایسه با دیگر روشها بسیار اقتصادی می‌سازد. بنابراین در مواردی که تنها جنبه‌های تزئینی برای محصول مورد نظر باشد معمولاً از حداقل ضخامت پوشش استفاده می‌گردد و بر حسب نوع کاربرد هرچه مقاومت پوشش در برابر عوامل محیطی و شرایط استفاده بیشتر مطرح گردد، ضخامت پوشش بر حسب نیاز افزایش داده می‌شود. از مشخصات قابل توجه کلیه پوشش‌های ایجاد شده به روش‌های تحت خلا، درجه خلوص زیاد، اکسیدهای کم، شفافیت و جلای خوب، یکنواختی قابل توجه سطوح، ضخامت بسیار کم و ساختمان غیر کریستالی آنها می‌باشد. یکنواختی، صیقلی و براق بودن پوشش‌های حاصل، آنها را برای استفاده در کاربردهای زینتی و ساخت آینه‌ها و رفلکتورها بسیار مناسب می‌سازد. بطور کلی در صورت عدم دقت، بویژه از جهت عاری نمودن سطوح پایه از هرگونه آلودگی قبل از پوشش دهی، چسبندگی پوشش به پایه و در نتیجه پایداری آن چندان مناسب نخواهد بود. اما در صورت رعایت موارد فوق این خصوصیت با پوشش‌های حاصل از آبکاری الکتریکی قابل رقابت می‌باشد. پوشش‌های ایجاد شده به روش تبخیر حرارتی تحت خلا از جهت مقاومت در برابر شرایط سخت محیطی (عوامل شیمیایی، خوردگی، سایش و ضربه) با توجه به اینکه با افزایش ضخامت پوشش استحکام آن کاهش می‌یابد، در مقایسه با پوشش‌های تهیه شده به روش‌های سنتی آبکاری ضعیفتر هستند. در این رابطه در مواردی که لازم است پوشش‌های ایجاد شده بطور مداوم در معرض تماس با عوامل محیطی باشند، معمولاً جهت افزایش دوام و پایداری آنها یک لایه پوشش نهایی شفاف پلیمری بر روی آنها داده می‌شود که قادر است ضمن حفظ خواص مورد نیاز پوشش اصلی مانند جلا، براقیت و صیقلی بودن، دوام و پایداری محیطی آنها را به حد مطلوب برساند.

### ۱-۱- نام و کد محصول (آیسیک ۳)

محصول بررسی شده در این طرح ۲۸۹۲۱۲۲۲ با کد شناسایی کالا (کد آیسیک) ۲۸۹۲۱۲۲۲ می‌باشد. بر اساس سیستم طبقه بندی آیسیک، عدد ۲۸ مربوط به محصولات فلزی فابریکی، ۲۸۹۲ مربوط به عملیات صنعتی کوتینگ فلزات مهندسی مکانیک عمومی و ۲۸۹۲۱۲۲۲ شامل عملیات ۲۸۹۲۱۲۲۲ می‌باشد.



### ۱-۲- شماره تعرفه گمرکی

از انجایی که طرح مورد مطالعه بر روی محصول خاصی متمرکز نبوده و تنها یک روش را مورد مطالعه قرار میدهد و شامل محدوده وسیعی از محصولات میگردد، از این رو ارائه یک تعرفه برای محصول خاصی ممکن نمیشود.

### ۱-۳- شرایط واردات

حقوق پایه طبق ماده (۲) قانون اصلاح موادی از قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران، شامل حقوق گمرکی، مالیات، حق ثبت سفارش کالا، انواع عوارض و سایر وجوه دریافتی از کالاهای وارداتی می باشد و معادل ۴٪ ارزش گمرکی کالاها تعیین می شود. به مجموع این دریافتی و سود بازرگانی که طبق قوانین مربوطه توسط هیات وزیران تعیین میشود، حقوق ورودی اطلاق می شود.

### ۱-۴- بررسی و ارائه استاندارد ملی

جهت جلب اعتماد مصرف کنندگان محصول تولیدی و نیز رعایت کلیه نکات مربوط به کنترل کیفیت محصول توجه به استانداردهای موجود امری ضروری است. به طور کلی در مورد هر محصول استانداردهای مختلف ملی و بین المللی وجود دارد. استانداردهای ملی توسط موسسه استانداردها و تحقیقات صنعتی ایران تهیه میگردد و کلیه تولید کنندگان محصول ملزم به رعایت این استانداردها می باشند. به نظر می رسد برای پوشش دهی تحت خلا که در کاربردهای مختلف به شکل مشابهی بکار گرفته شده و بر خلاف روشهای آبرکاری الکتریکی از ویژگیهای گوناگون، مواد شیمیایی خاص، روشهای عملکرد جداگانه و کیفیت گوناگون برخوردار نمی باشد، نیاز چندانی به استانداردهای تعریف شده از جهت طریق پوشش دهی نداشته باشد. در هر صورت در هیچ یک از استانداردهای متداول و شناخته شده بین المللی و همچنین در فهرست استانداردهای ملی ایران، هیچگونه استاندارد تدوین شده ای برای آن مشاهده نگردید.



در این ارتباط تنها می‌توان استانداردهای مربوط به اندازه‌گیری و تعیین مشخصات پوششهای فلزی را برای این واحد مناسب دانست، که استاندارد ملی مربوط به آن به شرح ذیل می‌باشد:

- استاندارد ملی: ۱۲۲۷- پوششهای فلزی - روش اندازه‌گیری ضخامت به طریق میکروسکوپی

- استاندارد ملی: ۱۰۰۴۱- پوششهای فلزی - پوششهای ترسیب بخار آلومینیوم-ویژگیها و روشهای آزمون

همچنین در فهرست استانداردهای موسسه استاندارد بریتانیا، در رابطه با موضوع مزبور استاندارد ذیل مشاهده می‌گردد:

- شماره استاندارد: B5 5411 (1982)

- عنوان استاندارد: Method of test metallic and related coating ( Chromate conversion coating on zinc and cadmium )

در فهرست استاندارد موسسه استاندارد امریکا نیز، استاندارد ذیل در رابطه با تست شکنندگی پوششهای فلزی مشاهده می‌شود:

- شماره استاندارد: ASTM-B489-85

- عنوان استاندارد: Bend Test For ductility

#### ۵-۱- بررسی و ارائه اطلاعات لازم در زمینه قیمت داخلی و جهانی محصول

ارزیابی امکانات فروش و یا بازاریابی برای ارائه خدمات صنعتی در تعیین موفقیت اقتصادی آینده واحد بسیار حایز اهمیت میباشد و در تصمیم‌گیری برای احداث هر واحد جدید صنعتی عامل تعیین‌کننده ای است. واحدهای پوشش دهی تحت خلا که به صورت مستقل و نه به عنوان یک واحد تکمیلی در یک مجموعه صنعتی احداث می‌شوند، به عنوان واحدهای صنعتی خدماتی و سرویس دهنده صنایع دیگر مطرح خواهد بود. بنابراین امکانات بازاریابی و فروش این واحدها مستقیماً به کاربردهای مختلف آنها و چگونگی رشد و نیازهای صنایع سرویس‌گیرنده از آنها وابسته خواهد بود.



فعالیت این صنایع ماهیتاً یک عمل خدماتی بوده و در طی فرایند آن، محصول خاصی تولید نگردیده، بلکه بر روی قطعه معینی، بر اساس سفارش، پوشش مورد نظر ایجاد می‌گردد. بنابراین قیمت فروش خدمات در این صنعت ثابت نبوده و تابع سطح پوشش دهی، ضخامت پوشش مورد نظر، جنس پوشش، ابعاد و چگونگی پیچیدگی سطح پوشش شونده می‌باشد.

یکی از روشهایی که می‌توان قیمت فروش خدمات را برای این صنعت ارایه نمود، براساس وزن پوشش برای جنسهای مختلف می‌باشد، اما این گونه ارایه قیمت به دلیل اینکه ابعاد قطعه و میزان پیچیدگی سطح آن را شامل نمی‌گردد، به هیچ وجه دقیق نبوده و نمیتواند معیار مناسبی جهت ارزیابی قیمت فروش باشد.

#### ۶-۱- توضیح موارد مصرف و کاربرد

پوشش دهی تحت خلاً به روشهای مختلفی انجام می‌گیرد. هر یک از روشهای مزبور کاربردهای قابل توجهی دارند که مستقیماً به ویژگیهای روش و کیفیت پوشش بدست آمده مربوط می‌گردد. ادامه مشخصات روشهای پوشش دهی تحت خلاً و کیفیت پوششهای حاصل به تفصیل معرفی گردیده و پارامترهای مطرح در گزینش روش تبخیر حرارتی تحت خلاً برای واحدهای حاضر بحث خواهد شد. در این قسمت تنها کاربردهای مربوط به روش انتخاب شده برای واحد حاضر معرفی می‌گردد.

روش تبخیر حرارتی تحت خلاً عمدتاً برای تهیه پوششهای فلزی با ضخامت کم بر روی پایه‌هایی از جنس فلز، پلاستیک و یا شیشه مورد استفاده قرار می‌گیرد زیرا در این ضخامتها با حداقل هزینه بهترین کیفیت پوشش، قابل حصول می‌باشد.

یکی از عمده ترین کاربردهای این روش، تهیه پوششهای نازک از جنس آلومینیوم می‌باشد. این مسأله بویژه از این جهت حائز اهمیت بسیار است که تهیه پوششهای نازک آلومینیوم تنها به روشهای تحت خلاً امکان پذیر بوده و به روش آبرکاری الکتریکی مقدور نمی‌باشد. و از میان روشهای تحت خلاً نیز مناسبترین آنها برای این منظور روش تبخیر حرارتی می‌باشد. انواع مختلف پوششهای نازک آلومینیومی را بدین روش تهیه می‌نمایند. برخی از این پوششها که در قطعات داخلی محصولات مختلف مورد استفاده قرار گرفته و در تماس



با محیطهای شیمیایی یا عوامل ساینده نمی‌باشند، بدون پوشش انتهایی و برخی دیگر از آنها که در هنگام کاربرد در معرض چنین عواملی قرار دارند، با استفاده از یک پوشش انتهایی مناسب از جنس یک پلیمر شفاف (و معمولاً ترموپلاست) بکار گرفته می‌شوند. برخی از متداولترین کاربردهای مزبور به شرح ذیل می‌باشند.

• رفلکتورهای چراغهای جلو انواع خودروها

• آئینه‌های آلومینیومی

• قطعات مختلف روکش دار اتومبیلها و وسایل نقلیه

• قطعات مختلف روکش دار انواع اسباب بازیها، لوازم خانگی و اداری، کالاهای تزئینی و ...

• کاغذها و پوششهای دارای روکش (لفاف) آلومینیوم برای انواع مصارف بسته بندی (موادغذایی،

دارویی، بهداشتی و ...)

• ایجاد تصاویر و اجزای تزئینی دارای جلای فلزی بر روی سطح بیرونی پوششهای بسته بندی انواع

محصولات.

موارد فوق، به همراه بسیاری از قطعات محصولات دیگر که احتمالاً از قلم افتاده‌اند از عمده‌ترین کاربردهای پوششهای نازک آلومینیوم تهیه شده به روش مزبور می‌باشند. اما کاربردهای این روش تنها به آلومینیوم محدود نمی‌باشد و تمامی انواع کالاهای نامبرده شده در فوق را چنانچه ضرورتهای مربوط به نوع مصرف، خواص نهایی و رنگ پوشش ایجاب نماید می‌توان با استفاده از سایر فلزات نیز به همین روش تهیه نمود. در برخی موارد نیز برای انواع دیگر فلزات کاربردهای خاص دیگری را نیز می‌توان جستجو نمود که از آن جمله می‌توان به تهیه صفحات خازن (با روکش) مس اشاره کرد.

کاربردهای نامبرده شده تمامی کالاهایی را که به روش تبخیر حرارتی تحت خلأ قابل تهیه هستند در بر می‌گیرند. برای برخی از این کاربردها به دلیل شکل و مشخصات ویژه محصول، لزوم پیوستگی و مداوم بودن تولید، استفاده از دستگاههای تبخیر در خلأ خاصی که برای همان مورد طراحی می‌شوند، ضروری می‌باشد که از آن جمله می‌توان به تهیه کاغذ و پوششهای بسته بندی با روکش محافظ (لفاف آلومینیوم) و یا



روکشهای بیرونی فلزی و یا تهیه صفحات خازن اشاره نمود و در برخی موارد دیگر استفاده از دستگاههای عمومی تبخیر در خلا ( پیوسته یا ناپیوسته ) با اندکی تغییر در طراحی اجزای داخلی و نگهدارنده‌های قطعات کفایت می‌نماید. تجهیزات انتخاب شده برای واحد حاضر برای پوشش دهی (به روش تبخیر حرارتی تحت خلا) قطعات عمومی، کوچک و تزئینی مناسب می‌باشد و موارد خاصی را که احتیاج به دستگاهی به طراحی ویژه دارند، در بر نمی‌گیرد.

### ۷-۱- بررسی کالاهای جایگزین و تجزیه و تحلیل اثرات آن بر محصول

بحث رقابت در میان روشهای مختلف پوشش دهی، تنها در صورتی قابل طرح می‌باشد که موارد کاربرد کاملاً مشابه یکدیگر باشند. اما واقعیت این است که اغلب روشهای پوشش دهی تنها در حیطه‌های خاصی قابل استفاده بوده و یا بهترین کارایی و راندمان فنی و اقتصادی را دارا می‌باشند و به همین جهت در همان کاربردهای خاص بیشترین استفاده را داشته و در سایر کاربردها جای خود را به روشهای دیگر خواهند داد. به دلیل اینکه روشهای پوشش دهی بسیار متنوع و گسترده می‌باشند، ارائه بحث کامل کاربردهای هر یک از آنها بسیار مفصل بوده و در رابطه با طرح حاضر ضرورتی نخواهد داشت. در این ارتباط چون روش تبخیر حرارتی تحت خلا عمدتاً به منظور پوشش دهی فلزات بر روی پایه‌هایی از جنس فلز، پلاستیک یا شیشه بکار می‌رود، تنها مقایسه متداولترین روشهای موجود برای ایجاد این گونه پوششها آن هم بر روی قطعات و کالاهای عمومی مورد استفاده کافی خواهد بود. در این رابطه قابل ذکر است که برای کالاهای خاصی که دستگاههای ویژه تبخیر در خلا برای آنها طراحی گردیده است، این روش کاملاً منحصر به فرد و بدون رقیب می‌باشد.

### ۵ پوشش دهی بر روی فلزات

روش عمده پوشش دهی بر روی قطعات عمومی و معمولاً کوچک فلزات به منظور کاربردهای حفاظتی ( در برابر خوردگی و عوامل محیطی ) و تزئینی و ... روش آبرکاری الکتریکی می‌باشد که در ضخامتهای در دامنه



دهم میکرون تا چند میکرون انجام می‌گیرد. پوشش دهی فلزی به روش تبخیر حرارتی تحت خلا در این موارد، عمدتاً به منظور ایجاد سطوح براق و صیقلی (آئینه‌ای) با ضخامتهای کمتر از یک میکرون انجام می‌شود، زیرا در این ضخامتها پوششهای فلزی ایجاد شده به این روش ضمن داشتن استحکام و پایداری کافی، خواص آئینه‌ای بهتری را ایجاد نموده و هزینه‌های تمام شده کمتری را در بر دارند، اما در ضخامتهای متجاوز از یک میکرون که معمولاً برای مقاصد حفاظتی مورد استفاده قرار می‌گیرد، شکنندگی این گونه پوششها و حفره‌های سطحی آنها (که مانع از مقاومت محیطی کافی آنها می‌گردند) نقاط ضعفی هستند که استفاده از روش آبکاری الکتریکی را توجیه‌پذیر می‌نمایند. در این رابطه آلومینیوم استثنا می‌باشد، زیرا ایجاد پوششهای آلومینیومی بر روی فلزات به روش آبکاری الکتریکی امکان‌پذیر نبوده و به همین دلیل کلیه پوششهای این نوع را بر روی فلزات مختلف تنها به روشهای تحت خلا می‌توان تهیه نمود که از آن میان روش تبخیر حرارتی تحت خلا به دلیل کیفیت بهتر پوشش، سرعت بیشتر پوششدهی و هزینه پایینتر نسبت به دیگر روشها برتری دارد.

ایجاد پوششهای بسیار مقاوم از جنس فلزات دیرگداز، آلیاژها، ترکیبات فلزی و سایر ترکیبات دیرگداز بر روی پایه‌های فلزی به منظور مقاومت در برابر شرایط بسیار سخت کاری از نظر درجه حرارت و سایش بالا (برای مثال در سر مته‌های فلزی و سایر ابزار برش فلزی) به هیچ یک از روشهای گفته شده قابل انجام نبوده و معمولاً به روش تابش الکترونی (تحت خلا) یا روش اسپاترینگ (تحت خلا) انجام می‌گیرد.

### ۵ پوشش دهی بر روی پلاستیکها

ایجاد پوششهای فلزی بر روی مواد مختلف پلاستیکی معمولاً یا به روشهای مختلف پوشش دهی تحت خلا انجام می‌شود و یا با استفاده از روشهای جانشینی شیمیایی (آبکاری الکترولس) انجام خواهد گرفت. روشهای تحت خلا و روش الکترولس هر یک نسبت به دیگری مزایا و معایبی دارند و تصمیم‌گیری در مورد انتخاب هر یک از آنها بستگی به کاربرد محصول و خواص مورد نیاز آن خواهد داشت. برای مثال برای تولید آئینه‌های پلاستیکی (عمدتاً از جنس آکریلات هستند)، در صورت استفاده از روش الکترولس محل اتصال فلز





به پلاستیک کدر گردیده و شفافیت لازم را نخواهد داشت، به همین دلیل استفاده از روشهای تحت خلا برای آن مناسبتر می باشد.

مزایای روشهای پوشش دهی تحت خلا فلزات بر روی پلاستیکها را در مقابل روش الکترولس می توان در موارد ذیل خلاصه نمود:

الف) در این روشها پلاستیکهای روکش شونده در معرض تماس مستقیم با مواد شیمیایی قرار نگرفته، امکان تخریب پلیمر کمتر است.

ب) کنترل ضخامت پوشش فلزی راحت تر و با دقت بیشتری انجام می گیرد.

ج) خواص اپتیکی پوشش داده شده بهتر است.

د) ایجاد پوشش بر روی بسیاری از انواع پلاستیکها امکان پذیر است، در صورتی که روش الکترولس تا کنون تنها برای برخی از انواع پلاستیکها ( مثل ABS، پلی پروپیلن، پلی یورتان و ... ) موفق بوده است.

ه) بدین روش می توان تعداد قابل توجهی از فلزات را بر روی پلاستیکها پوشش داد، در صورتی که در روش الکترولس اولاً برخی از فلزات را (مانند آلومینیوم) اصولاً نمی توان بر روی پلاستیک پوشش داد و ثانیاً بسیاری از انواع دیگر فلزات نیز بطور غیر مستقیم بر روی پلاستیک پوشش داده می شود، بدین طریق که ابتدا پوشش از مس یا نیکل به روش الکترولس ایجاد می شود و سپس به روش آبکاری الکتریکی بر روی آن پوشش دیگری از فلز مورد نظر قرار می دهند. در واقع در روش الکترولس تنها پوشش دهی مس یا نیکل ( و احتمالاً چند مورد دیگر ) بر روی برخی از پلاستیکها امکان پذیر است.

و) ایجاد ضخامتهای بسیار پایین فلز بر روی پلاستیک امکان پذیر است که این امر هزینه های پوشش دهی را بسیار کاهش می دهد.

ز) برای ایجاد براقیت در پوشش داده شده احتیاج به عملیات بعدی از قبیل صیقل دادن نیست.

ح) در روش الکترولس ابتدا باید سطح پلاستیکها اکسیده و زبر شوند و سپس با استفاده از محلول کلرید پالادیم ( ماده ای گرانبه است ) بصورت دانه ای با پالادیم فلزی پوشانده شوند.



ط) در روشهای تحت خلا بسیاری از مشکلات روشهای الکترولس و آبکاری الکترولیتی که ناشی از سر و کار داشتن با مواد شیمیایی مختلف می باشد، وجود ندارد. از جمله مساله آلودگی محیط زیست و تجهیزات تصفیه پساب برای اینگونه واحدها مطرح نمی باشد.

ی) بطور کلی هزینه پوشش دهی ( به ویژه برای ضخامتهای کم ) در روشهای تحت خلا به مراتب کمتر است.

معایب روشهای پوشش دهی تحت خلا فلزات بر روی پلاستیکها در مقابل روش الکترولس به شرح ذیل می باشند.

الف) هزینه اولیه سرمایه گذاری برای خرید دستگاههای تحت خلا زیاد است.

ب) اتصال فلز به سطح جسم پایه در روش الکترولس به مراتب بهتر از روشهای خلا ( به ویژه روش تبخیر حرارتی تحت خلا ) می باشد، در نتیجه پایداری و دوام پوشش حاصل بیشتر است.

ج) با افزایش ضخامت پوشش مورد نیاز به تدریج برتریهای اقتصادی روشهای تحت خلا کاهش یافته و از بین می رود.

د) در ضخامتهای بیش از یک میکرون پوشش شکننده می شود.

ه) در روش خلا نمی توان از ایجاد حفره های ریز بر روی سطح پوشش جلوگیری نمود که این امر موجب عدم پایداری پوشش در مقابل عوامل محیطی، خوردگی و مواد شیمیایی می گردد. برای کاهش این نقیصه در موارد لازم باید از پوششهای انتهایی از جنس پلیمرهای ترموپلاست استفاده نمود که مستلزم هزینه های اضافی می باشد.

و) برای جلوگیری از خروج نرم کننده ها، مواد فرار و سایر افزودنیها از سطح پلاستیک در شرایط فشار و دمای محفظه خلا در بسیاری از موارد لازم است که یک پوشش پلیمری اولیه ( معمولاً از جنس لاکهای سخت شونده ) قبل از قرار گیری در محفظه خلا بر روی قطعه پلاستیکی داده شود که این امر مستلزم افزایش هزینه خواهد بود.



ز) در روشهای تحت خلا، به علت نیاز به دانش فنی و تکنولوژی جدید، مشکلاتی در ارتباط با آموزش و بهره برداری صحیح از دستگاهها وجود داشته و بطور کلی نیاز به نیروی متخصص بسیار بیشتر و با اهمیت تر است.

از میان روشهای پوشش دهی تحت خلا نیز روش تبخیر حرارتی برای پوشش دادن فلزات بر روی پلاستیکها، سریعتر، ارزانتر و ساده تر بوده و کیفیت پوششهای حاصل نیز بهتر است، اما این پوششها در مجموع برای استفاده در شرایط سخت کاری و تماس مداوم با عوامل ساینده مناسب نبوده و در چنین مواردی معمولاً از پوششهای فلزات دیر گداز، آلیاژها و ترکیبات شیمیایی دیر گداز استفاده می شود که با سایر روشهای پوشش دهی تحت خلا قابل حصول می باشند.

### ۵ سایر موارد کاربرد

در پوشش دهی فلزات بر روی کاغذ، روش جایگزین و رقیبی برای روشهای تحت خلا وجود ندارد اما در پوشش دهی فلز بر روی شیشه تنها روش سنتی شیمیایی به عنوان رقیب مطرح است که کاربرد آن به آئینه های نقره ای و موارد جزئی احتمالی دیگر محدود می باشد. در صورتی که به کمک روشهای تحت خلا علاوه بر آئینه های نقره ای و آلومینیومی پوشش دهی انواع دیگر فلزات نیز به منظورهای تزئینی بر روی شیشه و محصولات شیشه ای امکان پذیر است، که برای فلزات معمولی مناسبترین روش، تبخیر حرارتی تحت خلا خواهد بود.

### ۵ جمع بندی روشهای رقیب

مطالب بیان شده نشان می دهند که روش تبخیر حرارتی تحت خلا در کاربردهای خاص خویش بر کلیه روشهای دیگر پوشش دهی برتری دارد، اما در بسیاری از کاربردهای دیگر استفاده از سایر روشها مناسبتر میباشد. بنابراین موارد کاربرد روشهای پوشش دهی عمدتاً شناخته و تفکیک شده است و هر یک از روشها در محدوده کاربرد مربوط به خود بهترین کارایی را خواهند داشت. استفاده از روش پوشش دهی تحت خلا



در موارد بسیار نادری ممکن است با سایر روشهای پوشش دهی (عمدتاً فلزات) در شرایط یکسان در رقابت باشد که در زمره کاربردهای اصلی این روش محسوب نمی‌گردند.

### ۸-۱- اهمیت استراتژیکی کالا در دنیای امروز

در مقایسه با روشهای سنتی پوشش دهی مانند آبکاری بر روی فلزات یا پلاستیکها و غوطه وری، روشهای پوشش دهی تحت خلا دارای این مزایا هستند که ضخامتهای بسیار کم پوشش دهی به وسیله آنها قابل ایجاد است، به طور یکسانی بر روی بسیاری از انواع مختلف قطعات پایه با جنس و شکل متفاوت قابل استفاده می‌باشند و یکنواختی سطح پوشش بسیار مناسب بوده و به ویژه در مورد فلزات خواص انعکاس نور و آئینه‌ای آنها عالی است و مهمتر از همه اینکه اقتصادی ترین و ارزانترین روش پوشش دهی برای مواد خاص کاربرد خود می‌باشند. علاوه بر این، روشهای تحت خلا بر خلاف بسیاری از روشهای دیگر پوشش دهی با مشکلات آلوده سازی محیط زیست روبرو نمی‌باشند.

### ۹-۱- کشورهای عمده تولید کننده و مصرف کننده محصول

پوشش دهی قطعات فلزی و پلاستیکی فرآیندی کاملاً فیزیکی است. از این رو، واحدهای صنعتی در مناطقی احداث می‌شوند که به مراکز مصرف نزدیک باشند. به همین دلیل، واردات و صادرات برای این محصول صورت نمی‌گیرد. همچنین، آمار دقیقی در خصوص ظرفیت، تولید و مصرف قطعات پوشش دهی شده به روش خلا در مناطق مختلف جهان وجود ندارد. اما آنچه مسلم است کشورهای تولید کننده لوازم خانگی، لوازم الکتریکی و الکترونیکی و مخابراتی و وسایل تزئینی تولید کننده این نوع قطعات هستند و می‌توان چنین نتیجه گرفت که فرایند پوشش دهی تحت خلا قطعات فلزی و پلاستیکی تقریباً در اکثر کشورهای دنیا صورت می‌گیرد.

### ۱۰-۱- شرایط صادرات

صادرات قطعات فلزی و پلاستیکی پوشش داده شده تحت خلا از هرگونه تعهد و پیمان ارزی معاف



می‌باشد. بر طبق قانون معافیت صادرات کالا و خدمات از پرداخت عوارض، تصویب شده در تاریخ ۱۳۷۹/۱۲/۲۷، صادرات کالا و خدمات از پرداخت هر گونه عوارض معاف است و هیچ یک از وزارتخانه‌ها، سازمانها، نهادها، دستگاههای اجرایی، شهرداری ها و شوراهای محلی که بر طبق قوانین و مقررات حق وضع و اخذ عوارض را دارند، مجاز نیستند از کالاها و خدماتی که صادر می‌شوند عوارض اخذ نمایند یا مجوز اخذ آن را صادر نمایند.

## ۲- وضعیت عرضه و تقاضا

### ۲-۱- بررسی ظرفیت بهره برداری و روند تولید

در این بخش واحدهای فعال دارای مجوز از وزارت صنایع که در زمینه پوشش دهی به روش خلا مجوز گرفته‌اند، معرفی شده اند.

جدول ۱- واحدهای فعال در زمینه پوشش دهی به روش خلا

نام واحد	محل	ظرفیت	اشتغال
سخت افزا	اصفهان- منطقه صنعتی اشترجان	۲۵۰ تن	۲۴
صنعتی سازان	سمنان	۹۰۰۰۰ متر مربع ۸۰ تن	۴۸
ستاره زرین شکوهیه	قم	۱۰۰ تن	۴۰
جمع		۴۳۰ تن ۹۰۰۰۰ متر مربع	--

میزان ظرفیت پوشش دهی به روش خلا مطابق جدول فوق می‌باشد. به این آمار، باید ظرفیت کارگاه های پوشش دهی تحت خلا را که به عنوان بخشی از یک واحد بزرگتر و جهت رفع نیازهای آن واحد فعالیت مینمایند، اضافه کرد، مانند واحدهای پوشش دهی تحت خلا موجود در کارخانجات پارس خزر و چراغ خودرو ملارد. همچنین برخی واحدهای آبکاری در جهت توسعه فعالیت خود اقدام به خرید تجهیزات پوشش دهی تحت خلا نموده و در این زمینه نیز فعالیت مینمایند. برخی از این واحدها مجوز از وزارت صنایع دریافت نکرده اند و این مسئله ارائه آمار دقیق واحدهای پوشش دهی تحت خلا در کشور را بسیار مشکل می‌سازد.

**۲-۲- بررسی وضعیت طرحهای جدید و طرحهای توسعه در دست اجرا**

در این بخش طرحهای جدید و طرحهای توسعه در دست اجرا جهت احداث واحد پوشش دهی به روش خلا ذکر شده است.

جدول ۲- واحدهای در دست احداث پوشش دهی به روش خلا

نام واحد	محل	ظرفیت	درصد پیشرفت	اشتغال
بهر روز تسلیم	سمنان	۱۰۰۰ تن	۰	۱۰
محمد ایزدی	مرکزی- اراک	۳۰۰۰ تن	۰	۲۳
<b>جمع</b>		<b>۴۰۰۰ تن</b>	<b>--</b>	<b>--</b>

همانطور که در جدول فوق مشاهده می شود، این دو واحد پیشرفت فیزیکی نداشته اند و فقط مجوز از وزارت صنایع اخذ نموده اند.

**۲-۳- بررسی روند واردات محصول از آغاز برنامه سوم**

به طور کلی واردات قطعات پلاستیکی و فلزی پوشش داده شده به روش خلا به دلیل تنوع زیاد این قطعات و اینکه این قطعات عمدتاً به عنوان قسمتی از یک وسیله به کار می روند، عملاً قابل آمارگیری نیست و امکان ارائه تعرفه مشخص و واردات آن مقدور نمی باشد.

**۲-۴- بررسی روند مصرف از آغاز برنامه**

در مورد مصرف قطعات پوشش داده شده به روش خلا با توجه به تنوع مصرف این قطعات در صنایع مختلف و نیز کاربردهای زینتی آمار دقیقی نمی توان ارائه داد. اما آنچه مسلم است ظرفیت واحدهای پوشش دهی تحت خلا در حال حاضر در کشور بیشتر از مجوزهای داده شده توسط وزارت صنایع و معادن می باشد. پوشش دهی علاوه بر صنعت، یک هنر نیز محسوب می شود و با این هنر می توان برخی اشکالات ظاهری تولید را با پوششی زیبا مرتفع کرد. پوشش دهی به روش خلا در بیشتر صنایع به خصوص خودرو، لوازم خانگی، فلزات گرانبها و لوازم تزئینی کاربرد دارد و با این روش می توان شکلی جذاب و زیبا به تولیدات داد.



استفاده از دانش روز پوشش دهی، نیاز واحدهای صنعتی است و باید با ارتباط بیشتر با دانشگاهها و مراکز تخصصی، سطح علمی آنها ارتقا یابد.

میزان مصرف ظاهری فعلی در کشور در سال ۱۳۸۶ برابر ۴۳۰ تن به علاوه ۹۰۰۰۰ متر مربع پوشش دهی تحت خلا قطعات بوده است (معادل تولید). در سال ۱۳۹۲ میزان ظرفیت به بالغ بر ۴۰۰۰ تن به علاوه ۹۰۰۰۰ متر مربع افزایش خواهد یافت. اگر فرض کنیم که واحدهای در دست احداث شروع به فعالیت نمایند.

#### ۵-۲- بررسی روند صادرات محصول از آغاز برنامه سوم

به طور کلی صادرات قطعات پلاستیکی و فلزی پوشش داده شده به روش خلا به دلیل تنوع زیاد این قطعات و اینکه این قطعات عمدتاً به عنوان قسمتی از یک وسیله به کار می‌روند، عملاً قابل آمارگیری نیست و امکان ارائه تعرفه مشخص و صادرات آن مقدور نمی‌باشد.

#### ۶-۲- بررسی نیاز به محصول با اولویت صادرات تا پایان برنامه چهارم

بازار هدف به بازاری گویند که خارج از مرزهای یک کشور قرار داشته ولی هنوز به فعلیت نرسیده است، اما در صورت تدوین استراتژی صحیح بازار شناسی و بازاریابی بین المللی میتوان در آن بازارها نفوذ نمود. امروزه که عرضه کالاها در بازارهای صادراتی در سطوح انبوهی صورت میگیرد، شناسایی و تعیین بازارهای هدف صادراتی و مشتریان خاص در بازارهای مذکور از اهمیت ویژه ای برخوردار است. امروزه به جهت آنکه شمار عرضه کنندگان کالاها و خدمات مشابه بسیار زیاد شده است، این امکان برای مشتریان فراهم شده که بتوانند کالاهای مورد نظر خویش را از میان انبوهی از کالاهای عرضه شده انتخاب نمایند. از این حیث صادر کنندگان در رقابتی شدید قرار گرفته اند و هر یک که بازاریابی مطلوب تری داشته باشند، در واقع برنده خواهند شد.



بر اساس نظریه‌های نوین تجارت بین‌الملل یکی از مراحل توسعه بازارهای صادراتی، مطالعه و تعیین راههای دسترسی به بازارهای هدف صادراتی است.

اما در مورد قطعات پوشش داده شده به روش خلا از آنجایی که این قطعات تعرفه مشخصی ندارند و عمدتاً تحت نام قطعات اصلی تجارت می‌شوند در نتیجه نمی‌توان آمار دقیقی از صادرات و یا واردات این محصولات ارائه داد.

جدول ۳- جمع‌بندی نهایی بازار پوشش دهی به روش خلا

ردیف	عنوان	مقدار
۱	تولید داخلی (۱۳۸۶)	۴۳۰ تن + ۹۰۰۰۰ مترمربع
۲	مصرف داخلی (۱۳۸۶)	۴۳۰ تن + ۹۰۰۰۰ مترمربع
۳	صادرات	--
۴	واردات	--
۵	تولید در سالهای آتی (۱۳۹۲)	۴۴۳۰ تن + ۹۰۰۰۰ مترمربع
۶	مصرف در سالهای آتی (۱۳۹۲)	۴۴۳۰ تن + ۹۰۰۰۰ مترمربع
۷	امکان کسب بازار صادراتی	---
۸	کمبود داخلی در سالهای آتی (۱۳۹۲)	---

### ۳- بررسی اجمالی تکنولوژی و روشهای تولید و عرضه محصول در کشور

طراحی و احداث صنایع اعم از تولیدی و خدماتی، نیازمند شناخت مبانی تئوریک و برخورداری از دیدگاههای فنی و علمی کافی جهت بهینه سازی روشهای تولید، متناسب با شرایط اقتصادی تکنولوژیکی و فرهنگی کشور و دانش فنی موجود می‌باشد. بررسی روشهای مختلف تولید، ارزیابی اولیه هر یک از آنها و در نهایت جمع‌بندی، مقایسه و انتخاب مناسبترین روش یا روشهای تولید، نخستین و قطعی ترین گام فنی در پاسخگویی به نیازهای آن صنعت خواهد بود.

#### لا اصول فرایندهای پوشش دهی تحت خلا

فرایندهای پوشش دهی فیزیکی تحت خلا بر اساس این واقیت فیزیکی عمل می‌نمایند که هر گاه فشار محیط یک جسم جامد تقلیل داده شود، شرایطی به وجود می‌آید که مولکولهای جامد بتوانند با دریافت





انرژی بسیار پایبندی از یکدیگر جدا شوند. تفاوت روشهای مختلف فیزیکی عمدتاً در طریقه ایجاد و انتقال انرژی مورد نیاز به ذرات و مولکولهای جسم جامد خواهد بود. بدین ترتیب چنانچه از انرژی حرارتی ناشی از یک المنت حرارتی استفاده شود، روش تبخیر حرارتی نامیده می‌شود، اما در صورت استفاده از انرژی الکترونی یا یونهای پر سرعت، روش اشعه الکترونی یا روش اغتشاشی (پلازما) نامیده می‌شود. میزان خلا مورد نیاز برای تمامی این روشها حدود  $1/0.00000$  پاسکال می‌باشد. مولکولهای جدا شده از سطح جامد سپس در اثر برخورد پر انرژی و یا اختلاف درجه حرارت بر روی سطح ماده نشست و آن را پوشش می‌دهند. در انواع دیگری از فرایندهای پوشش دهی تحت خلا، پوشش مورد نظر را از طریق واکنش شیمیایی معمولاً در فاز گاز و سپس رسوب دادن فاز جامد تشکیل شده بر روی ماده به وجود می‌آورند. این فرایندها را پوشش دهی شیمیایی تحت خلا می‌نامند.

### ۳ روشهای مختلف پوشش دهی تحت خلا

اساس فرایندهای پوشش دهی تحت خلا رسوب دادن یک جسم (پوشش) به صورت جامد از فاز گاز بر روی سطح یک جسم پایه می‌باشد. شرایط مناسب برای رسوب دهی جامد معمولاً فشار بسیار پایین (خلا) است. روشهای پوشش دهی تحت خلا را به دو گروه کلی پوشش دهی فیزیکی و پوشش دهی شیمیایی میتوان تقسیم نمود.

### ۴ پوشش دهی فیزیکی تحت خلا

برای پوشش دادن یک جسم جامد به طریق فیزیکی لازم است ابتدا مولکولهای آن را به طریق مناسب جدا کرده و وارد فاز گاز نمود. ایجاد شرایط خلا به میزان کافی برای به حداقل رساندن انرژی برای جداسازی مولکولهای جسم ضروری می‌باشد. اما روشهای پوشش دهی فیزیکی تحت خلا بر حسب نوع، نحوه و چگونگی انتقال انرژی به جسم برای جدا شدن مولکولها از آن متفاوت می‌باشد. روشهای شناخته شده صنعتی عبارتند از



## الف) روش تبخیر حرارتی تحت خلا

ساده ترین روش برای انتقال انرژی به جسم جامد جهت جدا نمودن مولکولهای آن حرارت دادن جسم جهت تبخیر آن می باشد. شرایط خلا شدید در داخل محفظه دستگاه پوشش دهی به گونه ای است که جسم مورد نظر قادر است با کسب انرژی حرارتی ناشی از المنتهای حرارتی مستقیماً از فاز جامد وارد فاز بخار گردد. استفاده از این روش برای ایجاد پوششهایی از جنس اغلب فلزات خاص بسیار مناسب می باشد و به ویژه در ضخامت های کمتر از یک میکرون اقتصادی ترین روش خواهد بود.

## ب) روش تابش الکترونی تحت خلا

در این روش برای انتقال انرژی به مولکولهای جسم جامد و کندن آنها از روی سطح از تابشهای پرشتاب الکترونی استفاده می گردد. ذرات در اثر برخورد الکترونها پرشتاب از سطح جسم کنده شده و در اثر انرژی جنبشی این برخورد به سوی سطح جسم پایه پرتاب شده و به آن می چسبند. به کمک این روش میتوان اغلب آلیاژهای فلزی و بسیاری از ترکیبات شیمیایی را به عنوان پوشش مورد استفاده قرار داد.

## ج) روش اغتشاشی (تابش یونی تحت خلا)

در این روش برای انتقال انرژی به مولکولهای جسم جامد و جداسازی آنها از روی سطح از انرژی یونهای پر سرعت استفاده می شود. به وسیله اعمال میدان مغناطیسی قوی در تحت شرایط خلا یک گاز بی اثر (معمولاً آرگون) را که در محفظه دستگاه حضور دارد یونیزه می نمایند. یونهای گازی حاصل در اثر قرار گرفتن در یک میدان الکتریکی شتاب گرفته و به سمت کاتد کشیده می شوند و در اثر برخورد پر سرعت با جسم جامد پوشش دهنده که بر روی کاتد قرار می گیرد، مولکولهای آن را به صورت لایه لایه از روی سطح جدا نموده و با انرژی جنبشی بالا به سمت جسم پایه پرتاب می نمایند.

## پوشش دهی شیمیایی تحت خلا

در این نوع از روشهای تحت خلا، تهیه جنس پوشش مورد نظر در اثر انجام واکنش شیمیایی و در داخل محفظه خلا دستگاه انجام می گیرد. واکنش شیمیایی ممکن است پس از پوشش دادن مواد شیمیایی و بر



روی جسم پایه انجام گیرد و یا اینکه ابتدا واکنش در فاز گاز انجام گردیده و سپس محصول یا محصولات واکنش بر روی جسم پایه رسوب داده شوند. شرایط خلا داخل دستگاه نیز بر حسب نوع واکنش شیمیایی می‌تواند بسیار متفاوت باشد. از این روشها معمولا برای پوشش دهی ترکیبات شیمیایی دیرگداز، تهیه قطعات الکترونیکی، تهیه گرافیت‌های پیرولیتیک و موارد خاص دیگر استفاده می‌شود.

### انتخاب روش تولید

روشهای مختلف پوشش دهی تحت خلا اغلب برای اهداف و کاربردهای متفاوتی مورد استفاده قرار می‌گیرند. بنابراین مقایسه آنها جهت یافتن برتریهای یک روش بر دیگری بی حاصل بوده و قطعا نمی‌تواند موجب نفی استفاده از هریک از روشهای مزبور گردد. در این قسمت هدف از انتخاب روش پوشش دهی مناسب در واقع تطابق آن با ضروری ترین نیازهای داخلی و معیارهای صنایع کوچک می‌باشد.

متداولترین و پرکاربردترین انواع پوششهای تحت خلا معمولا از جنس فلزات مختلف به ویژه آلومینیوم می‌باشند که عمدتا بر روی پایه های پلاستیکی یا فلزی ایجاد می‌شوند. سایر انواع پوششهای قابل تهیه به روشهای تحت خلا عمدتا دارای کاربردهای ویژه می‌باشند که نسبت به پوششهای فلزی عموما گرانتر بوده و در تحت شرایط سخت تر محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

مناسب ترین و اقتصادی ترین روش تحت خلا برای تولید پوششهای فلزی متداول روش تبخیر حرارتی می‌باشد. علاوه بر این از میان روشهای تحت خلا روش مزبور کمترین هزینه سرمایه گذاری اولیه را دربردارد که با توجه به معیارهای مورد قبول برای صنایع کوچک می‌توانند در چهارچوب این مقیاسهای تولیدی مورد استفاده قرار گیرد.

**U تشریح فرایند تولید**

فرایند تبخیر حرارتی تحت خلا که روش پوشش دهی مورد استفاده در این پروژه می باشد، مراحل مختلفی را در بر می گیرد که به طور کلی آن را می توان در سه بخش متمایز مورد بررسی قرار داد که عبارتند از آماده سازی سطح برای ایجاد پوشش اصلی، عملیات تحت خلا و پوشش دهی انتهایی. وجود تمامی مراحل فوق برای هر نوع کاربرد پوشش دهی الزامی نمی باشد و بر حسب نیاز ممکن است مرحله پوشش دهی محافظ انتهایی و برخی از اجزای مرحله آماده سازی اولیه سطح مورد استفاده قرار نگیرند. اما در هر صورت عملیات تحت خلا قلب واحد بوده و برای تمامی انواع پوشش دهی مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

**o مراحل آماده سازی سطح برای ایجاد پوشش اصلی**

برای اینکه چسبندگی پوشش اصلی (غالباً فلزی) به سطح جسم پایه در حد مناسبی باشد و سطح آن از پرداخت و جلای کافی برخوردار باشد، لازم است که در درجه اول سطح جسم پایه تا حدودی از آمادگی و پرداخت اولیه برخوردار باشد. به همین دلیل باید سطح اجسامی که برای پوشش دهی فرستاده می شوند، قبلاً باید پولیش یا پرداخت شده باشد. این امر، به ویژه در رابطه با اجسامی که پوشش اولیه پلیمری بر روی آنها داده نمی شود، الزامی می باشد.

از آنجایی که روکش دهی تحت خلا به واسطه اتصالات فیزیکی بین جسم روکش دهنده و پایه صورت میگیرد، باید سعی شود که حتی الامکان این اتصالات به مقدار بیشتر و قویتر به وجود آید. بر این مبنا یکی از شرایط اولیه تمیز بودن سطح جسم پایه و عاری بودن آن از مواد مزاحم است. این عمل را می توان به کمک روشهای مکانیکی یا حلالهای شیمیایی انجام داد ولی امروزه دستگاههای پوشش دهی تحت خلا، خود قادر هستند که به موثرترین شکل این عمل را به انجام رسانند.

برای این منظور با برقراری الکتریکی بین یک الکتروده از جنس آلومینیوم است و بدنه محفظه ای که خلا در آن صورت می گیرد، مولکولهای گاز موجود در محیط یونیزه می گردند و بر اثر این وضعیت و به واسطه



وجود میدان الکتریکی، یونها شتاب دار می گردند. با قرار دادن جسم پایه در مسیر حرکت یونها در اثر انتقال گشتاور و انرژی جنبشی یونها به سطح جسم، علاوه بر آنکه هر نوع آلودگی و مواد مزاحم از روی سطح کنده می شود، سطح جسم زبر و خشن می گردد.

از سوی دیگر بر اثر برخورد یونهای پر انرژی با سطح، دمای جسم افزایش می یابد و این خود به ویژه در رابطه با مواد پلیمری موجب نرم شدن رویه جسم گردیده و کیفیت اتصال و چسبندگی پوشش را به سطح چندین برابر خواهد نمود.

اجسامی که از پوشش اولیه پلیمری برای آنها استفاده می گردد نیز هر قدر سطح اولیه آنها مناسب تر باشد، تعداد مراحل پوشش دهی پلیمری کمتر خواهد بود. البته کیفیت و خصوصیات پوشش نهایی مستقیماً به نوع کاربرد محصول نیز بستگی خواهد داشت. معمولاً برای قطعات فلزی در صورت نیاز باید از پولیش کردن استفاده شود. در مورد قطعات پلاستیکی که غالباً قالب زده می شوند، دقت در مراحل قالب زنی در تعیین کیفیت سطح بیشترین تاثیر را دارد.

اعمال فوق در واحد حاضر انجام نخواهد گرفت. اما حتی در صورت وجود شرایط فوق، لازم است سطح جسم قبل از پوشش دهی تحت خلا آماده سازی شود. آماده سازی اولیه حداکثر سه مرحله تمیز کردن سطح، تنش زدایی و پوشش دهی اولیه را شامل می گردد. مرحله اول همواره ضروری است اما مراحل دوم و سوم ممکن است در برخی موارد و بر حسب نیاز محصول و کاربرد آن حذف گردند.

پوششهای اولیه معمولاً از جنس رزینهای مختلف پلیمری انتخاب می شوند و باید دارای خصوصیات زیر باشند.

- قدرت چسبندگی مناسبی به سطح جسم پایه و پوشش اصلی داشته باشند تا کیفیت و دوام پوشش اصلی تضمین گردد.
- با جسم پایه تولید واکنش شیمیایی ننموده و باعث تخریب و نقص سطح آن نگردند.
- دارای اجزای فرار نبوده و پس از پخت نیز آب جذب نکنند. زیرا آب و اجزای فرار در تحت شرایط خلا آزاد شده و سیستم خلا را آلوده می کنند.



- پوشش ایجاد شده علاوه بر اینکه باید تمامی قسمتهای سطح را به طور یکنواخت بپوشاند، لازم است خود نیز سطحی هموار، سخت و یکنواخت ایجاد نماید.
- برای پایه های پلاستیکی که حاوی مایعات فرار هستند، این پوششها باید سطح را کاملاً آب بندی کرده و مانع از فرار این اجزا در فشار کم گردند.
- پوششهای زیرین نباید در هنگام استفاده یا وقتی پوشش رویی (محافظتی) پخت می شود، دچار تغییرات ابعادی گردند.

### ○ عملیات تحت خلا

در داخل محفظه دستگاه پوشش دهی تحت خلا دو عمل بر روی سطح اجسام پایه انجام می شود. ابتدا سطح اجسام قبل از پوشش دهی به طور نهایی و با استفاده از سیستم تخلیه تابان تمیز گردیده و کلیه ذرات و آلودگیهای احتمالی موجود بر روی سطح برداشته می شود. اساس عمل بر مبنای ایجاد میدان الکتریکی قوی در داخل دستگاه و یونیزه نمودن مولکولهای گاز و استفاده از انرژی حاصل از برخورد این یونها به سطح جسم در تمیز کردن آن می باشد. این عمل برای حصول مناسب ترین چسبندگی پوشش اصلی بر روی سطح جسم ضروری می باشد و تقریباً در اکثر دستگاههای جدید پوشش دهی تحت خلا از آن استفاده می گردد. البته در صورت عدم تجهیز دستگاه پوشش دهی به امکانات تخلیه تابان می توان از روشهای متداول شستشو و خشک کردن سطح جسم استفاده نمود.

پس از این عمل، محفظه دستگاه تحت خلا قرار گرفته و به وسیله عبور جریان الکتریکی از المنتهای حرارتی و گرمای حاصل از آن، تبخیر فلز و عملیات پوشش دهی انجام می گیرد. معمولاً در حین عمل پوشش دهی برای ایجاد یکنواختی کامل پوشش بر روی سطح اجسام پایه آنها را حول محور دستگاه با سرعت مناسب به چرخش در می آورند.

تولید خلا به مقدار لازم از ضروریات روشهای پوشش دهی تحت خلا می باشد. تامین خلا از طریق پمپهای خلا مناسب انجام می شود. نوع و مقدار این پمپها وابسته به مقدار خلا مورد نیاز می باشد. پمپهای خلا باید به



طریق مناسبی انتخاب و با یکدیگر سری گردند که مجموعه آنها به عنوان سیستم خلا بتواند افت فشار مورد نظر را در محفظه دستگاه پوشش دهی ایجاد نماید.

#### الف) پمپ خلا مکانیکی

از این نوع پمپ معمولاً برای ایجاد خلا تا ۲۰۰ میلیمتر جیوه استفاده می‌شود. حصول فشارهای پایین تر به کمک این نوع پمپ میسر نیست. در صورتی که محیط خلا حاوی بخارات و گازهای مختلف باشد، روغن مورد استفاده در این پمپ خیلی سریع اشباع شده و قابلیت و کارایی خود را از دست می‌دهد.

#### ب) پمپ خلا دیفیوژنی

امروزه پمپهای دیفیوژنی به طور گسترده برای ایجاد فشارهای بسیار پایین مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این پمپها با تبخیر روغنهایی که از جنس هیدروکربنهای خاصی می‌باشند و با خروج پر سرعت آنها از شیپوره های مخصوص، گازهای موجود در محفظه مکیده می‌شود و از این طریق خلا به وجود می‌آید. هیدروکربنی که به صورت بخار است سپس در تماس با بدنه سرد پمپ دوباره تبدیل به مایع می‌شود و این چرخه ادامه می‌یابد.

این نوع پمپها توانایی دستیابی به مقدار خلا پایین در مدت زمان کوتاهی را دارا می‌باشند و به همین دلیل معمولاً در مراحل نهایی سیستمهای خلا از آنها استفاده می‌شود.

### ○ مشخصات و اجزای اصلی دستگاه پوشش دهی

دستگاههای پوشش دهی به روش تبخیر حرارتی تحت خلا در انواع گوناگون و توسط سازنده های مختلف تولید و عرضه می‌گردند. پیشرفته ترین این دستگاهها که از سرعت پوشش دهی بسیار بالایی نیز برخوردار می‌باشند، برای کارکرد مداوم و پیوسته طراحی می‌گردند.

معمول ترین دستگاههای تبخیر حرارتی تحت خلا که عمدتاً برای تهیه پوششهای زینتی بر روی قطعات نسبتاً کوچک مورد استفاده قرار می‌گیرند، به صورت ناپیوسته عمل نموده و محفظه آنها ممکن است به



صورت کرووی یا استوانه‌ای باشد که البته انواع استوانه‌ای در مقیاس صنعتی کاربرد بیشتری دارند. محفظه دستگاه به صورت عمودی و یا افقی طراحی میگردد.

جهت ایجاد خلا لازم معمولاً محفظه خلا به سه دستگاه پمپ خلا پشت سر هم (سری) متصل می‌باشد که به ترتیب از نوع پمپهای خلا دیفیوژنی، روت پمپ و روتاری پمپ می‌باشند. در هنگام شروع عملیات و اعمال خلا ابتدا پمپهای مکانیکی فعال شده و سپس پمپ دیفیوژنی شروع به کار می‌کند و از طریق یک مسیر کنار گذر به محفظه دستگاه متصل می‌گردد. پمپ دیفیوژنی به وسیله روغنهای مخصوصی عمل نموده و مجهز به تله روغن می‌باشد. سیستم خلا برای خارج نمودن بخار آب از محفظه خلا به یک تله سرمایی مجهز است که به کمک نیتروژن مایع عمل می‌نماید و دستگاه را قادر می‌سازد حتی اجسام به شدت جاذب آب را پوشش دهد.

منابع حرارتی مورد نیاز حداقل در دو ردیف بر روی محور محفظه استوانه‌ای قرار می‌گیرند و به تعداد ردیفهای آن از ترانسفورماتور و میله‌های حامل جریانهای قوی الکتریکی استفاده می‌شود. بر روی هر محور تعداد مناسبی پایه برای قرار دادن منابع حرارتی جاگذاری می‌گردد که قادر هستند انواع مختلف منابع حرارتی به شکلهای مختلف را بر روی خود نگهدارند. سیستم نگهدارنده منابع حرارتی متحرک بوده و میتوان آنها را از دستگاه خارج کرده و منابع حرارتی را تعویض نمود.

برای نگه داشتن مناسب قطعات پوشش دهی شونده در داخل دستگاه، آنها را بر روی قفس‌های نگهدارنده مناسب سوار نموده و داخل دستگاه قرار می‌دهند. قفس‌ها معمولاً دارای تعدادی میله موازی محور محفظه استوانه‌ای هستند که به صورت سیاره‌ای حول محور استوانه می‌چرخند. به دور میله‌ها، محل‌های قرارگیری مناسبی برای قطعات تعبیه شده است که به دور محور میله می‌چرخند. به کمک این سیستم پوشش دهی یکنواخت تمامی قطعات و قرارگیری یکسان آنها در معرض منابع حرارتی تضمین می‌گردد. چنانچه لازم باشد هر دو روی قطعات پوشش دهی شود، خود قطعه نیز باید بتواند به طور وضعی حول پایه نگهدارنده خود گردش نماید. برای حمل و نقل قفسه‌های نگهداری قطعات از گاری‌های مخصوصی استفاده می‌شود که مجهز به ریل‌های مناسبی جهت ورود و خروج قفسه به محفظه دستگاه





پوشش دهی می‌باشند. هر دستگاه پوشش دهی تحت خلا حداقل به دو سری از تجهیزات فوق نیازمند است.

سایر اجزای سیستم شامل تابلوهای کنترل، شیرها، اتصالات و ملحقات سیستم خلا، منبع تامین تخلیه تابان، صفحه پوشاننده و حذف کننده یکسری از منابع حرارتی و بدنه داخلی محافظ برای جلوگیری از رسوب بخارات بر روی دیواره های اصلی دستگاه می‌باشد.

اجزای اصلی سیستم خلا مورد نیاز برای دستگاههای پوشش دهی عبارتند از:

۱- سبد(قفس) بارگذاری

۲- پایه پوشش دهی

۳- تبخیر کننده

۴- محفظه خلا

۵- کاتد تخلیه تابان (Glow Discharge)

۶- شیر ورود هوا (رسیدن به فشار محیط)

۷- شیر کاهش خلا

۸- تله سرمایی

۹- پمپ دیفیوژن

۱۰- شیر خط برگشتی خلا

۱۱- شیر خلا اولیه محفظه

۱۲- روت پمپ مکانیکی

۱۳- پمپ روتاری پیستونی



### ○ روش انجام عملیات تحت خلا

ابتدا قطعات آماده برای ورود به دستگاه بر روی پایه های نگهدارنده قطعات در داخل قفسه نگهدارنده آنها چیده می شوند. با استفاده از گاری حمل قفسه و ریل هدایت کننده، قفسه به داخل محفظه خلا هدایت می گردد. قبل از حمل قفسه به داخل محفظه، قفسه قبلی حاوی قطعات که در مرتبه پیشین پوشش دهی در داخل دستگاه قرار گرفته بود، از آن خارج می گردد. در واقع در فاصله هر دور (batch) از عملیات پوشش دهی عمل تخلیه قطعات از روی یک قفسه و جاگذاری قطعات جدید بر روی آن باید انجام شود.

پس از قرار گیری قفسه حامل قطعات در داخل محفظه و بسته شدن در آن، ابتدا پمپهای خلا مکانیکی به کار افتاده و تا چند دقیقه به تنهایی عمل می کند و از این طریق فشار سیستم تا حد معینی تقلیل داده می شود. سپس منبع تخلیه تابان نیز فعال می شود و در نتیجه تخلیه الکتریکی میان قطبهای قوی میدان الکتریکی حاصل، سطح قطعات در اثر برخورد یونهای پر سرعت گازهای موجود در محفظه دستگاه تمیز می گردد. هم زمان پمپ خلا دیفیوژنی نیز به کار می افتد، به طوری که به تدریج خلا سیستم بیشتر می شود تا اینکه به حداکثر مقدار خود برسد. سپس با قطع شدن میدان الکتریکی و با عبور جریان الکتریکی از درون منابع حرارتی و گرم شدن آنها، عمل تبخیر و پوشش دهی آغاز می گردد. معمولا کل زمان پوشش دهی از ۳۰ ثانیه تجاوز نمی نماید و پس از آن به تدریج فشار محفظه سریعاً افزایش یافته و به فشار محیط می رسد. در این هنگام می توان در محفظه را گشود و قفس حاوی قطعات پوشش داده شده را خارج نمود. زمان کل عملیات بسته به نوع دستگاه از ۱۰ الی ۴۰ دقیقه متغیر است.

### ○ پوشش دهی انتهایی

پوشش دهی انتهایی معمولا برای ایجاد یک لایه محافظ بر روی سطح پوشش اصلی جهت افزایش دوام و پایداری آن در برابر سایش و عوامل محیطی و در برخی موارد نیز به منظور رنگی کردن پوشش اصلی به کار می رود. در هر صورت بدین منظور از پوششهای پلیمری شفاف بیرنگ یا رنگی استفاده می شود. پوششهای مورد استفاده ممکن است ترموپلاست یا ترموست باشند. برای رنگی کردن سطح پوششها در صورت امکان



رنگ را به داخل پوشش محافظ اضافه می‌نمایند. اما در صورت عدم امکان این عمل، پس از ایجاد پوشش محافظ یک لایه دیگر پوشش رنگی بر روی آن داده شده و سپس خشک و پخت می‌گردد.

پوششهای نهایی باید دارای خصوصیات زیر باشند.

- به خوبی به پوشش اصلی (معمولا فلز) متصل شوند، بدون اینکه باعث تخریب و یا چین خوردگی آن گردند.
- شفاف بوده و تحت شرایط مختلف محیطی و به ویژه در معرض نور، درخشندگی و شفافیت خود را از دست ندهند.
- در مقابل نفوذ رطوبت و مواد شیمیایی دیگر مقاوم باشند.
- حلال آنها نباید موجب تورم یا حمل کردن لاک زیرین شود.
- باید مقاومت خوبی در مقابل سایش و آسیب سطحی داشته باشند.
- در هنگام استفاده نباید دچار تغییرات ابعادی گردند.
- در اثر تابش اشعه ماورا بنفش نباید تجزیه گردند.

#### ۴- تعیین نقاط قوت و ضعف تکنولوژی های مرسوم

در حالت کلی روش پوشش دهی تحت خلا برای اکثر پوششها دارای کاربرد است. ولی بر مبنای اینکه مکانیسم جدا نمودن ذرات از جسم جامد روکش دهنده چیست، چگونگی تامین انرژی لازم برای این عمل هم تفاوت خواهد کرد. برای فلزات خالص که می‌توان به راحتی آنها را تبخیر کرد، با استفاده از حرارت مستقیم که به کمک اجسام داغ به فلز داده می‌شود، تبخیر به راحتی صورت می‌گیرد. البته در این رابطه باید مواردی هم رعایت گردد. جسم واسطه انتقال حرارت باید خود نقطه تبخیر بالایی داشته باشد و با جامد در حال تبخیر تولید آلیاژ ننماید. در صورتی که جسم تبخیر شونده به صورت پودر باشد و یا اگر بخواهیم مقادیر زیادی از آن را تبخیر کنیم، بهتر است که از تشتک مخصوص استفاده شود. شکل و نوع این تشتک بستگی به خواص ترکیب جامد دارد. در مواردی هم به جای استفاده از تشتک المنت حرارتی استفاده می‌شود که



اغلب به صورت پاریچ است و جسم روکش دهنده بر اثر تماس با آن تبخیر میگردد. بر مبنای اینکه جسم در حال تبخیر میتواند سطح المنت را مرطوب کند یا خیس، شکل و ابعاد المنت حرارتی هم تفاوت خواهد کرد. در برخی از روشهای پوشش دهی تحت خلا فرایند جداسازی ذرات از جامد(پوشش دهنده) به وسیله تاباندن ذرات پر انرژی بر سطح جسم پوشش دهنده صورت میگیرد. در این حالت بر حسب چگونگی و نحوه تاباندن ذرات و نوع آنها می توان دو روش جداگانه یعنی روش اشعه الکترونی و روش اغتشاشی را به کار برد. در این روشها، به واسطه انتقال گشتاور که در اثر برخورد ذرات پر شتاب به سطح صورت میگیرد، ذرات و مولکولهای ترکیب پوشش دهنده از سطح جامد جدا شده و وارد فاز گاز می گردند. سپس به واسطه ایجاد میدان الکتریکی یا اختلاف درجه حرارت این ذرات پر انرژی به سطح جسم پایه برخورد می نمایند و بر روی آن رسوب می نمایند. به کمک این حالت می توان به راحتی اشکال پیچیده را به طور کاملاً یکنواخت و با کیفیت مناسب پوشش داد.

## ۵- بررسی و تعیین حداقل ظرفیت اقتصادی طرح

انتخاب ظرفیت و برنامه تولید مناسب برای واحدهای صنعتی علاوه بر بهره برداری بهینه از سرمایه گذاری انجام شده، عاملی در جهت کسب بیشترین سود ممکن خواهد بود. نظر به اینکه احداث واحدهای صنعتی مستلزم سرمایه گذاری اولیه ای است که در بعضی موارد تقریباً ثابت است لذا انتخاب ظرفیتهای خیلی کم سودآوری طرح را غیر ممکن می سازد. علاوه بر آن در صنایع کوچک انتخاب ظرفیت های بالا سرمایه گذار را مجبور به تامین سرمایه زیادی می کند که در آن صورت واحد مورد نظر از چهارچوب مطالعات صنایع کوچک و احداث آن فراتر می رود. لذا در این زمینه، با توجه به بررسی بازار، شناخت کانونهای مصرف، نیازهای داخلی و امکان صادرات ظرفیت طرح با تقابل سودآوری ظرفیت های بالا و محدودیتهای صنایع کوچک و نیازهای مصرفی تعیین می گردد.

یکی از روشهای معمول انتخاب ظرفیت، ارزیابی ظرفیت واحدهای موجود می باشد.

واحد حاضر قادر است دامنه وسیعی از کالاهای مختلف فلزی، پلاستیکی و شیشه ای را پوشش دهد.



ظرفیت واحد بر مبنای ظرفیت دستگاه پوشش دهی تحت خلا ارزیابی می‌گردد. ظرفیت دستگاه مزبور تابع نوع و مدل دستگاه، ابعاد، حجم محفظه و سرعت پوشش دهی (زمان هر batch) بوده و بر حسب حداکثر سطح قابل پوشش دهی ارائه می‌گردد.

حداکثر سطح قابل پوشش دهی برای دستگاه منتخب ۸ متر مربع در هر batch می‌باشد. این میزان تقریباً معادل ۶۴۸۰۰ متر مربع پوشش دهی تحت خلا در سال می‌باشد.

در ادامه هزینه های سرمایه گذاری طرح آورده شده است.

- زمین

باتوجه به مکان یابی طرح و محل اجرای آن که در مناطق محروم انتخاب شده است، قیمت زمین در این منطقه ۲۵۰،۰۰۰ ریال به ازای هر متر مربع برآورد می‌شود، لذا با توجه به متراژ مورد نیاز زمین که در حدود ۴۰۰۰ مترمربع پیش‌بینی می‌گردد، هزینه خرید زمین برابر ۱۰۰۰ میلیون ریال برآورد می‌گردد.

$$(میلیون ریال) ۱۰۰۰ = (مترمربع / ریال) ۲۵۰,۰۰۰ \times (مترمربع) ۴۰۰۰$$

- هزینه‌های محوطه‌سازی

جدول ۴- آماده سازی محوطه

بخش	مساحت (مترمربع)	مبلغ واحد (مترمربع/هزار ریال)	هزینه کل (میلیون ریال)
تسطیح زمین	۴۰۰۰	۴۰	۱۶۰
دیوار کشی	۱۰۰۰	۳۰۰	۳۰۰
خیابان کشی و آسفالت و جدول کشی و فضای سبز و...	۱۹۰۰	۷۵	۱۴۳
مجموع			۶۰۳



## - احداث ساختمانهای صنعتی و غیرصنعتی

جدول ۵- هزینه احداث ساختمانهای بخش صنعتی و غیر صنعتی

بخش	متراژ (متر مربع)	مبلغ واحد (متر مربع/هزار ریال)	هزینه کل (میلیون ریال)
سوله تولید	۱۰۰۰	۲۶۰۰	۲۶۰۰
سوله انبار	۴۰۰	۲۵۰۰	۱۰۰۰
سوله تاسیسات	۲۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰
ساختمانهای اداری، رفاهی و خدماتی	۵۰۰	۳۲۰۰	۱۶۰۰
مجموع			۵۶۰۰

## - هزینه حق انشعابها

جدول ۶- کل هزینه حق انشعابها (میلیون ریال)

ردیف	عنوان	هزینه کل
۱	انشعاب برق	۶۲۴
۲	انشعاب آب	۷۵
۳	انشعاب گاز (سوخت)	۶۶
۴	انشعاب مخابرات	۳۶
مجموع		۸۰۱

## - هزینه تاسیسات زیر بنایی

جدول ۷- کل هزینه تاسیسات زیر بنایی

شرح	هزینه (میلیون ریال)
تاسیسات آب	۱۰۰
دیزل ژنراتور اضطراری	۲۰۰
تاسیسات سرمایش و گرمایش ساختمان اداری	۷۵
تاسیسات سرمایش و گرمایش ساختمان تولید	۵۰
تاسیسات اطفاء حریق	۵۰
مجموع	۴۷۵



- هزینه وسایل نقلیه و وسایل اداری

جدول ۸- وسایل حمل و نقل مورد نیاز

قیمت کل	قیمت واحد	تعداد	نام دستگاه یا تجهیزات
۲۲۰	۱۱۰	۲	سواری
۲۰۰	۱۰۰	۲	وانت
۴۲۰	مجموع		

جدول ۹- هزینه وسایل اداری

هزینه	مشخصات
۸۰	میز و صندلی و قفسه
۲۰	دستگاه فتوکپی و پرینتر
۵۰	کامپیوتر و لوازم جانبی
۲۰	قفسه های رختکن
۲۰	تجهیزات اداری
۱۹۰	مجموع

- هزینه خرید تجهیزات و ماشین آلات اصلی مورد نیاز

هزینه ماشین آلات و تجهیزات بکار رفته در خط تولید (اعم از داخلی و خارجی) بر اساس استعلامهای به عمل آمده از شرکتهای معتبر برآورد گردیده است که علاوه بر نرخهای ارائه شده از سوی این سازندگان، هزینههایی نیز جهت نصب، حمل و نقل، لوله کشی و برق کشی، ابزار دقیق و رنگ کاری منظور شده است. در این قسمت کلیه ماشین آلات خط تولید معرفی گردیده و مشخصات فنی هر دستگاه ارائه خواهد شد.

- دستگاه پوشش دهی تحت خلا

الف) محفظه خلا

ابعاد محفظه: ۱۰۵۰ میلیمتر (قطر) × ۱۴۰۰ میلیمتر (طول)



قفسه چرخنده نگهدارنده قطعات:

۱- دارای ۸ محور (میله) سیاره ای به طول ۱۲۰۰ میلیمتر و حداکثر قطر مجاز قطعات معادل ۲۴۰ میلیمتر در حول محور

۲- دارای ۱۲ محور (میله) سیاره ای به طول ۱۲۰۰ میلیمتر و حداکثر قطر مجاز قطعات معادل ۱۷۰ میلیمتر در حول محور

- سرعت چرخش قفسه نگهدارنده: ۲۰-۳ دور در دقیقه

- حداکثر سطح قابل پوشش دهی: ۸ متر مربع

- زمان متوسط هر مرتبه عملیات پوشش دهی: ۲۵-۳۰ دقیقه

(ب) تبخیر کننده

- دو ردیف پایه برای تبخیر کننده ها (کویل یا بوتله) هر ردیف شامل ۶ پایه

- تنظیم کننده جریان متناوب

- دو ترانسفورماتور جریان بالا

(ج) مجموعه پمپاژ خلا

- پمپ خلا روتاری با ظرفیت مکش ۱۵۰ متر مکعب در ساعت

- روت پمپ خلا با ظرفیت مکش ۱۸۰۰ متر مکعب در ساعت

- پمپ دیفیوژن روغنی با ظرفیت مکش ۸۰۰۰ متر مکعب در ساعت

- زمان تخلیه تا فشار ۰/۰۰۷ پاسکال حداکثر ۶ دقیقه میباشد.

- فشار خلا نهایی قابل حصول ۰/۰۰۰۷ پاسکال است.

• کوره های پخت رزین

به منظور پخت پوششهای اولیه و نهایی پلیمری و در صورت لزوم پخت و رنگ انتهایی باید از کوره

های کنوکسیون استفاده نمود. برای این دستگاه پوشش دهی تحت خلا، یک دستگاه کوره به ابعاد





پوششهای اولیه در نظر گرفته شده است. پوششهای محافظ انتهایی و دو دستگاه کوره به ابعاد  $4 \times 1/5 \times 1/5$  متر برای پخت سایر تجهیزات مورد نیاز برای این واحد امکانات آغشته سازی سطح به رزین به روش غوطه وری و اسپری کردن و مخازن شستشو و دستگاه چربیگیر می باشند.

اسپری کردن و مخازن شستشو و دستگاه چربیگیر می باشند.

جدول ۱۰- مشخصات تجهیزات اصلی

تعداد	مشخصات فنی	نام دستگاه
۱	قطر: ۱۰۵۰ میلیمتر طول: ۱۴۰۰ میلیمتر حداکثر سطح قابل پوشش دهی: ۸ متر مربع زمان متوسط هر مرتبه از عملیات: ۳۰-۲۵ دقیقه به همراه سیستم خلا، دستگاه تخلیه تابان، سه عدد قفسه نگهدارنده قطعات و گاری و ریلهای مربوطه	دستگاه پوشش دهی تحت خلا به روش تبخیر حرارتی و ملحقات ضروری آن
۲	ابعاد داخلی: $4 \times 1/5 \times 1/5$ متر حداکثر درجه حرارت: ۲۰۰ درجه سانتیگراد	کوره پخت در دمای بالا (کنوکسیون-مجهز به المنت حرارتی)
۱	ابعاد داخلی: $2 \times 1/5 \times 1/5$ متر حداکثر درجه حرارت: ۱۲۰ درجه سانتیگراد	کوره پخت در دمای پایین (کنوکسیون-مجهز به المنت حرارتی)
۱	حجم مخزن: ۵۰۰ لیتر حداکثر درجه حرارت: ۱۲۰ درجه سانتیگراد	کوره عملیات حرارتی
۱	به طول ۶ متر با دو بازوی انتقال دهنده عمودی با سرعت حرکت قابل تنظیم	نقاله سقفی و بازوهای متحرک
۴	کمپرسوری به حجم مخزن ۲۰۰ لیتر به همراه افشانک (اسپری کننده) و تجهیزات مربوط	کمپرسور و وسایل اسپری کننده
۱	به وسیله تری کلرو اتیلن به روش بخار	دستگاه چربیگیر
۴	ابعاد: $1/5 \times 1/2 \times 1/5$ متر جنس: فایبر گلاس	وان غوطه وری
۲	سوار شده بر روی بازوی انتقال متحرک	میکسر جهت وانهای غوطه وری
۳	قطر: ۰/۸ متر ارتفاع: یک متر مجهز به همزن	مخازن اختلاط رزین
۶	ابعاد: $1 \times 2 \times 0/5$ متر جنس: فایبر گلاس	وان شستشو
۲۵ سری	سبدهای نگهدارنده قطعات، گاری ها	سایر تجهیزات



جدول ۱۱- هزینه های تجهیزات اصلی (میلیون ریال)

ارزش کل		شرح
دلار	میلیون ریال	
۴۳۰۰۰۰	۲۵۰۰	تجهیزات خط تولید
-	۵۰	تجهیزات تعمیرگاه
-	۲۰	سایر تجهیزات
-	۳۲۶	هزینه نصب
-	۲۰	سایر هزینه های جانبی تجهیزات
۴۳۰۰۰۰	۲۹۱۶	جمع
۶۹۱۵		جمع کل (میلیون ریال)

- هزینه های قبل از بهره برداری

جدول ۱۲- هزینه های قبل از بهره برداری (میلیون ریال)

هزینه	شرح	ردیف
۲۰۰	آموزش پرسنل	۱
۱۰۰	هزینه بهره برداری آزمایشی	۲
۱۵	سایر هزینه ها	۳
۳۱۵	مجموع	

- هزینه های پیش بینی نشده

در این طرح ۵ درصد هزینه های مربوط به سرمایه گذاری ثابت به عنوان هزینه های پیش بینی نشده در نظر گرفته شده است.

در جدول ۱۳ فهرست کاملی از کل هزینه های سرمایه گذاری ثابت آورده شده است.



جدول ۱۳- کل هزینه‌های سرمایه‌گذاری ثابت (میلیون ریال-دلار)

عنوان	هزینه (میلیون ریال)	هزینه (دلار)	هزینه کل (میلیون ریال)
زمین	-	-	۱۰۰۰
محوطه سازی	-	-	۶۰۳
ساختمان سازی	-	-	۵۶۰۰
حق انشعاب	-	-	۸۰۱
تاسیسات زیربنایی	-	-	۴۷۵
تجهیزات اصلی	۴۳۰۰۰۰	۲۹۱۶	۶۹۱۵
گمرک تجهیزات خارجی	-	-	۴۰۰
هزینه حمل و نقل تجهیزات اصلی	۴۵۱۵۰	۱۱۷	۵۳۷
لوازم اداری	-	-	۱۹۰
وسایل نقلیه	-	-	۴۲۰
قبل از بهره برداری	-	-	۳۱۵
پیش بینی نشده	۲۴۸۳۳	۶۴۲	۶۴۲
<b>مجموع</b>	<b>۵۲۱۴۸۳</b>	<b>۱۳۴۷۸</b>	<b>۱۸۳۲۸</b>

نرخ تسعیر ارز برابر ۹۳۰۰ ریال منظور شده است.

## ۶- میزان مواد اولیه مورد نیاز و محل تامین آن

در جدول ۱۴ لیست مواد اولیه مصرفی به همراه محل تامین و مقدار مصرف سالیانه هر یک ارائه شده

است.

برای پوشش دهی آلومینیوم بر روی محصولات مواد اولیه مختلفی مورد نیاز می‌باشد.

پوشش اصلی مورد نیاز برای محصول آلومینیوم می‌باشد. مواد اولیه آلومینیومی مورد نیاز مفتولهایی به

قطر ۱/۵ میلیمتر و با درجه خلوص ۹۹/۹۹٪ می‌باشند. در روشهای پوشش دهی تحت خلا معمولا

حداکثر ضخامت پوششها یک میکرون می‌باشد.

منابع حرارتی مورد نیاز برای تبخیر آلومینیوم به صورت کویل‌های تنگستن می‌باشد. تعداد منابع حرارتی

در هر بار عملکرد دستگاه ۱۲ عدد (۲ ردیف ۶ تایی) می‌باشد. عمر متوسط مابع حرارتی ۱۰ batch

می‌باشد. یعنی پس از ۱۰ بار استفاده باید تعویض گردند.



جدول ۱۴- لیست مواد اولیه مصرفی به همراه محل تامین و مقدار مصرف سالیانه

نام ماده اولیه	مشخصات	مصرف سالیانه	واحد	محل تامین
مفتول آلومینیوم	خلوص ۹۹/۹۹٪ قطر ۱/۵ میلیمتر	۱۷۰	کیلوگرم	وارداتی
کویل تنگستن	دو سیم پیچ شده به قطر یک میلیمتر و طول ۱۲ میلیمتر	۹۲۰۰	عدد	وارداتی
رزین کامپاند شده ملامین- آلکید	پوشش اولیه محصولات پلاستیکی	۶۱۱۰	کیلوگرم	وارداتی
رزین کامپاند شده اوره- وینیل بوتیرال	پوشش انتهایی محصولات پلاستیکی و فلزی	۶۰۴۰	کیلوگرم	وارداتی
بوتانل	حلال رزین اوره- وینیل بوتیرال	۴۱۸۵	کیلوگرم	داخلی
ایزوبوتانل	حلال رزین اوره- فرمالدئید	۱۸۱۱	کیلوگرم	وارداتی
رزین کامپاند شده اوره- فرمالدئید	پوشش اولیه محصولات فلزی	۸۹۲۵	کیلوگرم	داخلی
تری کلرو اتیلن	حلال چربی گیر	۸۵۰	کیلوگرم	وارداتی
شوینده های مایع	پاک کننده شیمیایی	۱۳۰۰	کیلوگرم	داخلی

## ۷- پیشنهاد منطقه مناسب برای اجرای طرح

در مورد مسئله مکان‌یابی احداث واحد و یا طرح، مدلها و روشهای متعددی وجود دارد که پارامترهای بسیار مهم، اساسی و مؤثر در دستیابی به محل مناسب اجرای طرح دخالت می‌کنند. از مهمترین پارامترهای موجود در این رابطه می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- ۱- نیروی انسانی (جمعیت کاری و اداری مورد نیاز جهت ایجاد اشتغال)
- ۲- قیمت زمین (ارزانی زمین و دستیابی به مساحت زیاد و قابل تامین)
- ۳- معافیت مالیاتی (جهت افزایش میزان سوددهی طرح)
- ۴- دستیابی به منابع تامین مواد اولیه اصلی
- ۵- دسترسی به پایگاههای جهانی (جهت صادرات محصول و واردات مواد مورد نیاز)
- ۶- امکان تامین موارد تاسیساتی همچون برق و سوخت مورد نیاز



با توجه به فرایند تولید، مکان خاصی با مشخصه‌های ویژه برای اجرای طرح در مراجع توصیه نشده است. لذا اجرای طرح در دیگر مناطق محروم به علت معافیت مالیاتی ده ساله توصیه میشود. در این پروژه چند منطقه برای احداث این واحد در نظر گرفته شده است.

- استانهای مرکزی کشور: با توجه به وجود واحدهای مصرف کننده اصلی تولیدات این واحد در مرکز کشور و امکان دسترسی آسان از مرکز به سایر نقاط کشور، استانهای مرکزی، یزد و اصفهان دارای مزیت هستند.

-- استانهای غربی کشور: احداث واحد در استانهای کردستان، ایلام، چهارمحال و بختیاری و کهگیلویه و بویر احمد، به دلیل ایجاد اشتغال در این مناطق، دارای مزیت نسبی است.

## ۸- وضعیت تامین نیروی انسانی و اشتغال

کارایی و اثربخشی هر سازمان تا حدود زیادی به مدیریت صحیح و به کارگیری مؤثر منابع انسانی بستگی دارد. تعیین تعداد مشاغل و تنظیم شرح وظایف هر شغل در طبقات مختلف سازمان، از اصول اساسی تشکیلات یک واحد می‌باشد. عوامل مختلفی در تعیین تعداد و تخصص نیروهای انسانی واحد تولیدی دخالت دارند. از جمله این عوامل می‌توان به سطح اتوماسیون در تکنولوژی مورد استفاده، حدود تخصص و مهارت مورد نیاز و... اشاره کرد. حد تخصص مورد نیاز برای کار با یک ماشین و میزان وابستگی ماشین به کارگر (درجه اتوماسیون) از عوامل تعیین کننده ای است که مشخص میکند هر ماشین چه تعداد پرسنل و با چه مهارتی نیاز دارد.

در جدول ۱۵ پرسنل مورد نیاز واحد که شامل پرسنل بخش تولید و پرسنل بخش اداری و مدیریت است، لیست شده است.



جدول ۱۵- نیروی انسانی مورد نیاز طرح

بخش	سمت	تعداد
اداری	مدیر عامل	۱
	کارمند اداری، مالی	۲
	کارگر تاسیسات و تعمیرگاه	۱
	کارگر خدمات	۳
تولید	مدیر تولید	۱
	کارگر فرایند	۱۸
	کنترل کیفیت	۲
	راننده	۱
	انباردار	۱
مجموع		۳۰

#### ۹- بررسی و تعیین میزان تامین آب، برق، سوخت، امکانات مخابراتی و ارتباطی

در یک واحد تولیدی، علاوه بر مواد اولیه مورد نیاز جهت تولید محصول، تاسیساتی جهت راهاندازی تجهیزات و ماشین آلات موجود نیز مورد نیاز می‌باشد. این قبیل ملزومات که تحت عنوان یوتیلیتی نیز شناخته می‌شوند عبارتند از: برق، آب، بخار، گاز خنثی و گاز طبیعی. در این قسمت، میزان مصرف هر یک از این اجزاء مورد نیاز به تفکیک جزء فرایندی (مورد نیاز تجهیزات تولیدی) و جزء غیر فرایندی (مصارف تاسیساتی و عمومی) مشخص می‌شود.

#### آب-

آب مورد نیاز واحدهای صنعتی شامل آب مورد نیاز در خط تولید، تاسیسات، مصارف آشامیدنی و بهداشتی و نیز آبیاری فضای سبز محوطه کارخانه می‌شود. با توجه به عدم نیاز فرایند تولید به آب در این واحد، آب مورد نیاز فقط به مصرف آشامیدن، مصارف بهداشتی و آبیاری محوطه خواهد رسید.

آب بهداشتی و آشامیدنی مورد نیاز، براساس مصرف سرانه هر نفر حدود ۱۵۰ لیتر در روز تعیین می‌شود. همچنین آب مورد نیاز برای آبیاری محوطه و فضای سبز، به ازای هر متر مربع فضای سبز، ۱/۵ لیتر در روز منظور می‌گردد. کل آب مورد نیاز واحد در جدول ۱۶ ارائه شده است.



جدول ۱۶- کل آب مورد نیاز واحد

میزان (متر مکعب در روز)	شرح
۰/۵	آب فرایندی
۰/۱۹	آب آشامیدنی
۰/۰۲	آب برای مصارف غیر صنعتی (فضای سبز و ..)
۰/۱	شستشو محوطه و تجهیزات
۰/۰۶	آب اطفاء حریق
۰/۸۷	مجموع (متر مکعب در ساعت)
۶۹۹۰	مصرف سالیانه (متر مکعب)

**- برق**

اساسی ترین و زیربنایی ترین تأسیسات هر واحد صنعتی، تأسیسات برق می باشد. زیرا تقریباً همه دستگاه های اصلی خط تولید نیاز به برق دارند. از طرفی برق واحد تولیدی، تأمین کننده انرژی مربوط به سایر تأسیسات و همچنین روشنایی کارخانه می باشد. در ادامه، برق مورد نیاز هر یک از بخشهای موجود در واحد، ارائه شده است.

**الف) برق مورد نیاز خط تولید و تأسیسات**

برق مورد نیاز خط تولید حدود ۴۰۰ کیلو وات می باشد. برق مورد نیاز سالانه تأسیسات و تعمیرگاه شامل سیستم اطفای حریق، تصفیه آب و... نیز حدود ۴۰ کیلووات تعیین می گردد.

**ب) برق روشنایی ساختمانها و محوطه**

به منظور برآورد برق مورد نیاز ساختمانها، تخمینی از مقدار برق برحسب مساحت ساختمانها ارائه می شود.

میزان کل برق مورد نیاز واحد در جدول ۱۷ ارائه شده است.



## جدول ۱۷- کل برق مورد نیاز واحد

مصرف کل (kw)	شرح
۴۰۰	خط تولید
۴۰	برق مورد نیاز تاسیسات و تعمیرگاه
۲۰	سوله خط تولید
۸	سوله انبارها
۴	سوله تاسیسات
۱۷/۵	ساختمانها
۱۹	روشنایی محوطه
۱۳/۲	سرمایش
۵۲۱/۷	مجموع

## - تأسیسات سوخت رسانی

سوخت یکی از منابع تأمین انرژی در واحدهای صنعتی می باشد. به دلیل اهمیت گرمایشی، تأسیسات سوخت در همه واحدهای صنعتی پیش بینی می گردد. موارد مصرف سوخت در این واحد صنعتی شامل گرمایش ساختمانها است. همچنین جهت تأمین گرمایش ساختمانهای اداری و خدماتی به ازای هر ۱۰۰ متر مربع ۲۵ متر مکعب گاز طبیعی در روز منظور شده است. میزان مصرف گاز طبیعی این واحد ۹۴۵۰۰ متر مکعب در سال است.

با توجه به اینکه اطراف شهرهای بزرگ برای احداث این واحد در نظر گرفته شده است، از لحاظ راههای ارتباطی مانند راه، راه آهن و فرودگاه با مشکلی مواجه نخواهیم بود.

## ۱۰- وضعیت حمایت های اقتصادی و بازرگانی

هر واحد تولیدی چنانچه مورد برخی حمایتهای دولت قرار نگیرد، دچار مشکلاتی در تولید خواهد شد. از آنجا که واحدهای جدید در سالهای ابتدایی راه اندازی در ظرفیت کامل تولید ندارند، لذا حاشیه سود آنها پایین خواهد بود و نقدینگی واحد در وضعیت مطلوبی قرار ندارد و برای بقا در میدان رقابت نیاز به حمایتهای مالی است. از طرف دیگر برای واحدهایی که دارای قدمت چندین ساله می باشند و در بازارهای جهانی تا حدودی نفوذ پیدا کرده اند، باید دولت از آنها حمایت کرده و برای تسهیل و آرامش خاطر آنها مشوقها و





قوانین ارائه دهد که فضا را برای سایر تولید کنندگان نیز آماده کند تا محصولات آنها به راحتی در بازارهای جهانی به فروش برسد. در ادامه دو نوع حمایت که می تواند دولت در این زمینه انجام دهد مورد بررسی قرار گرفته است:

### حمایت تعرفه گمرکی (محصولات و ماشین آلات) و مقایسه با تعرفه های جهانی

در اغلب واحدهای تولیدی بخشی از ماشین آلات از خارج از کشور تامین می شود. این ماشین آلات پس از تستهای اولیه و عدم مشکلات فنی از طریق گمرک وارد کشور خواهند شد. حقوق گمرکی که در حال حاضر برای این گونه ماشین آلات وجود دارد حدود ۱۰ درصد قیمت ماشین آلات خارجی می باشد. از طرف دیگر واحدهای تولیدی که محصولات آنها به خارج از کشور صادر می شود، مستلزم پرداخت حقوق گمرکی می باشند. خوشبختانه در سالهای اخیر برای ترغیب تولیدکنندگان داخلی به امر صادرات مشوقهایی برای آنها تصویب شده است که باعث شده است حجم صادرات افزایش یابد.

### - حمایت های مالی (واحدهای موجود و طرحها)، بانکها و شرکتهای سرمایه گذار

یکی از مهمترین حمایت های مالی برای طرح های صنعتی اعطای تسهیلات بلند مدت برای ساخت و تسهیلات کوتاه مدت برای خرید مواد و ملزومات مصرفی سالانه طرح می باشد. در ادامه شرایط این تسهیلات برای طرح های صنعتی آمده است.

۱- در بخش سرمایه گذاری ثابت جهت دریافت تسهیلات بلند مدت بانکی اقلام ذیل با ضریب عنوان شده تا سقف ۷۰ درصد سرمایه گذاری ثابت در محاسبه لحاظ می شود.

۱-۱- ساختمان و محوطه سازی طرح، ماشین آلات و تجهیزات داخلی، تأسیسات و تجهیزات کارگاهی با ضریب ۶۰ درصد محاسبه می گردد.

۱-۲- ماشین آلات خارجی در صورت اجرای طرح در مناطق محروم با ضریب ۹۰ درصد و در غیر این صورت با ضریب ۷۵ درصد محاسبه می گردد.



۱-۳- در صورتیکه حجم سرمایه‌گذاری ماشین‌آلات خارجی در سرمایه‌گذاری ثابت کمتر از ۷۰ درصد

باشد، ارقام اشاره شده در بند ۱-۱ جهت دریافت تسهیلات ریالی با ضریب ۷۰ درصد محاسبه

می‌گردد.

۲- این امکان وجود دارد، طرح‌هایی که به مرحله بهره‌برداری می‌رسند سرمایه در گردش مورد نیاز آنها به

میزان ۷۰ درصد از شبکه بانکی تأمین گردد.

۳- نرخ سود تسهیلات ریالی در وام‌های بلند مدت و کوتاه مدت در بخش صنعت ۱۲ درصد و نرخ سود

تسهیلات ارزی  $Libor + 2\%$  و هزینه‌های جانبی، مالی آن در حدود  $1/25\%$  مبلغ تسهیلات اعطایی و نرخ

سود تسهیلات ارزی برای مناطق محروم ۳ درصد ثابت می‌باشد.

۴- مدت زمان دوران مشارکت، تنفس و بازپرداخت در تسهیلات ریالی و ارزی را با توجه به ماهیت طرح از

نقطه نظر سودآوری و بازگشت سرمایه حداکثر ۸ سال در نظر گرفته می‌شود.

۵- حداکثر مدت زمان تأمین مالی از محل حساب ذخیره ارزی برای مناطق کم توسعه یافته و محروم ۱۰

سال در نظر گرفته می‌شود.

علاوه بر تسهیلات مالی معافیت‌های مالیاتی نیز برای برخی مناطق وجود دارد که به شرح زیر می‌باشد:

۱- با اجرای طرح در شهرک‌های صنعتی، چهار سال اول بهره‌برداری ۸۰ درصد معافیت مالیاتی شامل طرح

خواهد شد.

۲- با اجرای طرح در مناطق محروم ۱۰ سال اول بهره‌برداری شرکت از مالیات معاف خواهد بود.

۳- مالیات برای مناطق عادی (به جز شهرک‌های صنعتی و مناطق محروم) ۲۵ درصد سود ناخالص تعیین

شده است.



## ۱۱- تجزیه و تحلیل و جمع بندی و پیشنهاد نهایی در مورد احداث واحدهای جدید

✓ پوشش دهی تحت خلا هرچند امروزه دیگر تکنیک چندان جدیدی محسوب نمی‌گردد و کاملاً شناخته شده می‌باشد، اما از طرفی روز به روز در حال پیشرفت و تکامل بوده و از سوی دیگر در کشور ما به درستی و به طور کامل شناخته نشده و از آن در حد لزوم بهره برداری نمی‌شود.

✓ تکنیکهای پوشش دهی تحت خلا، از پیشرفته ترین و جدیدترین روشهای پوشش دهی به شمار می‌روند. کارایی و کیفیت مطلوب پوششهای ایجاد شده را می‌توان بر حسب نیازهای کاری و با استفاده از روش مناسب پوشش دهی تحت خلا تضمین نمود.

✓ با این روش میتوان پوششهایی به دست آورد که دارای درجه خلوص زیادتر، اکسیدهای کم، شفافیت خوب، ضخامت بسیار نازک و ساختمان غیر کریستالی باشند.

✓ تکنیک تبخیر حرارتی تحت خلا قادر است پوششهای فلزی مختلف را بر روی پایه هایی از جنس فلز، پلاستیک و شیشه ایجاد نماید.

با توجه به جمیع بررسی های به عمل آمده، کمبود قطعات پوشش دهی شده به روش خلا در

کشور در سالهای آتی به دلیل وجود واحدهای ایجاد این پوشش در جوار صنایع نیازمند به آن و

همچنین احداث چند واحد جدید، احساس نمی‌شود و مشاور احداث واحد جدیدی را پیشنهاد

نمی‌نماید.



منابع

1-PC TAS(TRADE ANALYSIS SYSTEM)

2- <http://www.palsanco.com/Aboutme.html>

۳- کتاب آمار وزارت بازرگانی-۱۳۸۶-۱۳۸۰

۴- CD واحدهای فعال و طرحهای در دست اجرای وزارت صنایع