جمهوری اسلامی ایران
وزارت صنایع و معادن
سازمان صنایع کوچک و شهرک‌های صنعتی ایران

واحد صنعتی امیرکبیر
معاونت پژوهشی

**عنوان:**

# مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی تولید فوم پلی‌اتیلن

**کارفرما:**

**سازمان صنایع کوچک و شهرک‌های صنعتی ایران**

**مشاور:**

**جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر**

**معاونت پژوهشی**

**خرداد ۱۳۸۷**

**آدرس:** تهران ـ خیابان حافظ ـ دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی‌تکنیک تهران) ـ جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر ـ معاونت پژوهشی تلفن: ۸۸۸۰۸۷۵۰ و ۸۸۸۹۲۱۴۳ فکس: ۸۸۸۰۶۹۸۴
**Email:research@jdamirkabir.ac.ir** **www.jdamirkabir.ac.ir**

# خلاصه طرح

| | | |
|---|---|---|
| **نام محصول** | | فوم پلی اتیلن |
| **موارد کاربرد** | | صنایع ساختمانی، بسته بندی، مبلمان، ورزشی |
| **ظرفیت پیشنهادی طرح** | (تن) | ۲۵۰۰ |
| **عمده مواد اولیه مصرفی** | | پلی اتیلن سبک و بوتان مایع |
| **میزان مصرف سالیانه مواد اولیه** | (تن) | ۲۵۰۰ |
| **کمبود محصول (سال ۱۳۹۰)** | | ۳۰۰۰۰ تن |
| **اشتغال زایی** | | ۲۳ نفر |
| **سرمایه‌گذاری ثابت طرح** | **ارزی** (دلار) | ۲۵۲۰۰۰ |
| | **ریالی** (میلیون ریال) | ۴۷۸۲۴/۴ |
| | **مجموع** (میلیون ریال) | ۷۱۶۱ |
| **سرمایه در گردش طرح** | **ارزی** (یورو) | - |
| | **ریالی** (میلیون ریال) | ۸۰۴۶/۸ |
| | **مجموع** (میلیون ریال) | ۸۰۴۶/۸ |
| **زمین مورد نیاز** | (متر مربع) | ۲۷۰۰ |
| **زیربنا** | **تولیدی** (متر مربع) | ۷۵۰ |
| | **انبار** (متر مربع) | ۸۰۰ |
| | **خدماتی** (متر مربع) | ۱۵۰ |
| **مصرف سالیانه آب، برق و گاز** | **آب** (متر مکعب) | ۲۴۵۷ |
| | **برق** (کیلو وات) | ۹۰۹۵۶ |
| | **گاز** (متر مکعب) | ۷۶۰۰۰ |
| **محل‌های پیشنهادی برای احداث واحد صنعتی** | | شهرک‌های صنعتی استان‌های بزرگ |

# فهرست مطالب


| عناوین | صفحه |
|---|---|
| ۱ـ معرفی محصول..... | ۵ |
| ۱ـ۱ـ نام و کد آیسیک محصول..... | ۹ |
| ۱ـ۲ـ شماره تعرفه گمرکی..... | ۹ |
| ۱ـ۳ـ شرایط واردات..... | ۱۰ |
| ۱ـ٤ـ بررسی و ارائه استاندارد (ملی یا بین‌المللی)..... | ۱۰ |
| ۱ـ۵ـ بررسی و ارائه اطلاعات لازم در زمینه قیمت تولید داخلی و جهانی محصول..... | ۱۱ |
| ۱ـ۶ـ توضیح موارد مصرف و کاربرد..... | ۱۲ |
| ۱ـ۷ـ بررسی کالاهای جایگزینی و تجزیه و تحلیل اثرات آن بر مصرف محصول..... | ۱۵ |
| ۱ـ۸ـ اهمیت استراتژیکی کالا در دنیای امروز..... | ۱۷ |
| ۱ـ۹ـ کشورهای عمده تولید کننده و مصرف کننده محصول (حتی‌الامکان سهم تولید یا مصرف ذکر شود)..... | ۱۸ |
| ۱ـ۱۰ـ شرایط صادرات..... | ۱۸ |
| ۲ـ وضعیت عرضه و تقاضا..... | ۱۹ |
| ۲ـ۱ـ بررسی ظرفیت بهره‌برداری و روند تولید از آغاز برنامه سوم تا کنون و محل واحدها و تعداد آنها و سطح تکنولوژی واحدهای موجود، ظرفیت اسمی، ظرفیت عملی، علل عدم بهره‌برداری کامل از ظرفیت‌ها، نام کشورها و شرکت‌های سازنده ماشین‌آلات مورد استفاده در تولید محصول..... | ۱۹ |
| ۲ـ۲ـ بررسی وضعیت طرح‌های جدید و طرح‌های توسعه در دست اجرا (از نظر تعداد، ظرفیت، محل اجراء، میزان پیشرفت فیزیکی و سطح تکنولوژی آنها و سرمایه‌گذاری‌های انجام شده اعم از ارزی و ریالی و مابقی مورد نیاز)..... | ۲۰ |
| ۲ـ۳ـ بررسی روند واردات محصول از آغاز برنامه سوم تا پایان سال ۸٤ (چقدر از کجا) | ۲۰ |
| ۲ـ٤ـ بررسی روند مصرف از آغاز برنامه..... | ۲۲ |
| ۲ـ۵ـ بررسی روند صادرات محصول از آغاز برنامه سوم تا پایان سال ۸٤ و امکان توسعه آن (چقدر به کجا صادر شده است)..... | ۲۳ |
| ۲ـ۶ـ بررسی نیاز به محصول با اولویت صادرات تا پایان برنامه چهارم..... | ۲٤ |

| عناوین | صفحه |
|---|---|
| ۳ـ بررسی اجمالی تکنولوژی و روش های تولید و عرضه محصول در کشور و مقایسه آن با دیگر کشورها..... | ۲۵ |
| ٤ـ تعیین نقاط قوت و ضعف تکنولوژی‌های مرسوم (به شکل اجمالی) در فرآیند تولید محصول..... | ۳۲ |
| ۵ـ بررسی و تعیین حداقل ظرفیت اقتصادی شامل برآورد حجم سرمایه‌گذاری ثابت به تفکیک ریالی و ارزی (با استفاده از اطلاعات واحدهای موجود، در دست اجراء، UNIDO و اینترنت و بانک‌های اطلاعاتی جهانی، شرکت‌های فروشنده تکنولوژی و تجهیزات و ... )..... | ۳۵ |
| ۶ـ میزان مواد اولیه عمده مورد نیاز سالانه و محل تأمین آن از خارج یا داخل کشور قیمت ارزی و ریالی آن و بررسی تحولات اساسی در روند تأمین اقلام عمده مورد نیاز در گذشته و آینده..... | ٤۷ |
| ۷ـ پیشنهاد منطقه مناسب برای اجرای طرح..... | ۵۰ |
| ۸ـ وضعیت تأمین نیروی انسانی و تعداد اشتغال..... | ۵۱ |
| ۹ـ بررسی و تعیین میزان تأمین آب، برق، سوخت، امکانات مخابراتی و ارتباطی (راه ـ راه‌آهن ـ فرودگاه ـ بندر ...) و چگونگی امکان تأمین آنها در منطقه مناسب برای اجرای طرح..... | ۵۲ |
| ۱۰ـ وضعیت حمایت‌های اقتصادی و بازرگانی..... | ۵۵ |
| ـ حمایت تعرفه گمرکی (محصولات و ماشین‌آلات) و مقایسه با تعرفه‌های جهانی..... | ۵۵ |
| ـ حمایت‌های مالی (واحدهای موجود و طرح‌ها)، بانک‌ها ـشرکت‌های سرمایه‌گذار..... | ۵۵ |
| ۱۱ـ تجزیه و تحلیل و ارائه جمع‌بندی و پیشنهاد نهایی در مورد احداث واحدهای جدید..... | ۵۷ |
| ۱۲ـ منابع و ماخذ..... | ۵۸ |

## ۱ـ معرفی محصول

از آغاز قرن بیستم پلیمرهای مصنوعی اهمیت بسیار زیادی در صنعت پیدا کردند. با پیشرفت تکنولوژی پلاستیک ها، افزودن یک عامل دمشی (blowing agent) به منظور تولید محصولات فومی شکل رواج یافت. فرآیند تهیه فوم در طول جنگ جهانی دوم و پس از آن در آمریکای شمالی و اروپا گسترش پیدا کرد. در دهه ۱۹۶۰ ژاپن نیز به لیست کشورهای تولیدکننده فوم پیوست. فوم به معنای ماده‌ای است که با به دام انداختن حباب های زیاد گاز در یک مایع یا جامد ایجاد می شود.

از اوایل قرن بیستم انواع مختلفی از فوم های جامد برای استفاده به بازار عرضه شد. از فوم های با دانسیته کم به عنوان بهترین عایق های حرارتی و وسایل شناوری مورد استفاده قرار گرفت. وزن کم و قابلیت فشرده شدن در فوم‌ها باعث شد تا این مواد مورد توجه صنایع بسته بندی و ساختمان نیز قرار بگیرند. ساختار فوم هایی که امروزه استفاده می شوند، بی نظم بوده و دارای حباب های با اندازه های مختلف می باشد. مهمترین گروه از مواد مهندسی متخلخل (روزنه دار) با وزن کم، فوم های جامد هستند. این فوم ها را بر حسب ساختار خلل و فرج آن ها می توان به دو دسته تقسیم نمود. به اولین دسته، فوم‌های با منافذ باز گفته می شود. در این فوم ها روزنه های موجود در ساختار فوم به یکدیگر متصل بوده و شبکه های به هم پیوسته را تشکیل می‌دهند. دسته دوم فوم ها، روزنه های متصل به هم نداشته و به آنها فوم های با منافذ بسته میگویند. معمولاً فوم های با منافذ بسته به دلیل ساختارشان از استحکام فشاری بهتری برخوردار هستند. فوم های با منافذ بسته نسبت به فوم های با منافذ باز دارای پایداری ابعادی بیشتر، درصد جذب آب کمتر و استحکام بیشتری می باشند. در جدول زیر تاریخچه مختصری از پیشرفت فوم های پلیمری و مخترعان آنها مشاهده می شود:

**جدول (۱): مخترعین و سال اختراع انواع مختلف فوم ها**

| سال | فوم | مخترع |
|---|---|---|
| ۱۹۳۱ | پلی استایرن | Munters&Tandberg |
| ۱۹۳۷ | پلی یورتان | Baper |
| ۱۹۴۱ | پلی اتیلن | Johnson |
| ۱۹۶۶ | پلی ایزوسیانورات | Ashida & Yagi |

| ادامه جدول (۱) | | |
|---|---|---|
| ۱۹۶۷ | ABS | Woollard |
| ۱۹۶۷ | PVC | Assigned to ICI |
| ۱۹۶۸ | X-PE | Assaka et al |
| ۱۹۷۱ | پلی اتیلن ترفتالات | Dijkstra et al |
| ۱۹۷۲ | پلی پروپیلن | Parrish |

در مورد فوم‌های پلیمری فاز جامد از پلیمر ساخته شده است که البته هر پلیمری نمی تواند کاندیدای مناسبی برای فوم شدن باشد. از جمله فوم های پلیمری می توان به فوم پلی یورتان، فوم پلی استایرن ، فوم فنولیک، فوم اوره فرمالدئید، فوم پلی وینیل کلراید، فوم اپوکسی، فوم پلی اتیلن و فوم پلی پروپیلن اشاره کرد. وجود ساختار اسفنجی در پلیمرها آنها را برای کاربردهای عایق کاری بسیار مناسب کرده است. زمانی که یک دیواره سلولی الاستیسیتی کافی داشته باشد می تواند در صنایع ورزشی و مبلمان سازی نیز مورد استفاده قرار بگیرد.

فوم ها از جهات گوناگون قابل تقسیم بندی هستند. محصولات فوم را می توان از نظر ابعاد، دانسیته، اندازه سلول، دانسیته سلول، مورفولوژی و خواص تقسیم بندی نمود. از نظر تکنولوژی اساساً فوم ها به دو دسته فیزیکی و شیمیایی طبقه بندی می شوند. از نظر نوع ماده پلیمری به کار رفته نیز فوم ها به دو دسته ترموپلاستیک ها و ترموست ها قابل تقسیم هستند.

روش تهیه فوم آسان است: ایجاد حباب ها و پایدار کردن آنها در یک ماتریس پلیمری. عموماً ایجاد حباب نتیجه یک پدیده ناپایدار یا یک راه برای پراکندگی آشفتگی برای باقی نگه داشتن حالت پایدار است. زمانی که سیستم به یک حالت ناپایدار اسفنجی می رسد، یک مکانیزم پایدار سازی در همان زمان برای انتقال حالت ناپایدار به یک محصول فوم پایدار صورت می گیرد. اصول بنیادی فرآیندهای تولید فوم به هم شبیه بوده اما روش های متنوعی برای ساخت فوم های پلیمری وجود دارد.

دو روش مهم در صنعت تولید فوم وجود دارد که عبارتند از فوم کردن فیزیکی و فوم کردن شیمیایی. اولی شامل تغییرات فیزیکی در حالت های پلیمری بوده و دومی منحصراً به واکنش های شیمیایی وابسته است. در روش اول ماده ای در داخل پلیمر با اختلاط درون یک محفظه، به منظور تبخیر گاز هنگام کاهش

فشار، دمیده می شود و در روش دوم واکنش دهنده ها برای ایجاد گاز در یک محیط متراکم با پلیمر مخلوط می شوند. در هر دو روش سه مرحله پرسازی گاز، انبساط گاز و پایدارسازی فوم وجود دارد. تکنولوژی های مختلفی در تولید فوم ها در ۵۰ سال اخیر به کار گرفته شده اند. مهم ترین تکنولوژی های فرآیندی در تولید فوم های پلیمری اکستروژن و قالبگیری تزریقی بوده که دلیل آن هم توانایی این دستگاه‌ها در انتقال انرژی برای تغییر حالت پلیمرهای توموپلاستیک در پذیرش عوامل دمشی است تا یک محلول مذاب برای ایجاد حباب در زمانی که کاهش فشار رخ می دهد، تشکیل شود. جدول بعد تکنولوژی های مرسوم در تولید فوم های مختلف پلیمری را نشان می دهد.

**جدول (۲):تکنولوژی های مرسوم تولید فوم**

| تکنولوژی | پلیمرها | کاربردها |
|---|---|---|
| فوم کردن شیمیایی (reactive) | PU و فنولیک ها | ساختمان، اتومبیل،ورزشی، اسباب بازی، مبلمان، بسته بندی |
| اکستروژن | PS, PVC, PE, PP, PET | غذایی، ساختمان، دکوراسیون، بسته بندی، پزشکی |
| قالبگیری تزریقی | PS, PE, PP | اتومبیل |
| قالبگیری فشاری | PS, X-PE, PP | غذایی، بسته بندی، ترموفرمینگ |
| X-PE | PE | ورزشی، ترموفورمینگ |

بسته به نوع پلیمر و استفاده نهایی آن، فوم های ترموپلاستیک با دانسیته های بین ۳٪ تا ۵۰٪ دانسیته پلیمر اصلی تولید می شوند. برای تولید فوم های با دانسیته بالا از عوامل دمشی شیمیایی استفاده می شود. این عوامل با تجزیه شدن، تولید گاز می کنند که در مذاب حل می شود. برای تولید فوم های با دانسیته کم از عوامل دمشی مایع یا گازی استفاده می شود. این مواد در فشار و دمای بالا در مذاب حل شده و باعث کاهش زیاد ویسکوزیته مذاب می شوند. عوامل دمشی فیزیکی متداول عبارتند از: هیدروکلرو فلوئورو کربن ها (HCFC) ، هیدروکربن‌های پروپان، بوتان و پنتان، آرگون و دی اکسید کربن. برای ایجاد یک

ساختار ریز سلولی عوامل هسته گذار مانند کربنات کلسیم یا تالک با غلظت های ۱ تا ۲٪ هم استفاده می‌شوند.

قبلاً اشاره شد که یکی از فوم های پلیمری پر مصرف فوم های پلی اتیلن هستند. مواد اولیه فوم پلی اتیلن، پلی اتیلن با دانسیته کم (LDPE) می باشد. دانسیته این پلیمر کمتر از $۹۴۰\ kg/cm^3$ بوده و متوسط دانسیته فوم پلی اتیلن نیز در حدود $۳۰\ kg/cm^3$ است. علت این کاهش وزن، منبسط شدن پلی اتیلن به اندازه ۳۰ برابر می باشد. فوم های پلی اتیلن همه مزایای پلیمر اصلی را دارا بوده علاوه بر این که دارای مقاومت شیمیایی بالا نسبت به مواد آلی و غیر آلی نیز می باشند. این فوم ها معمولاً سلول بسته هستند و به دو طبقه انعطاف پذیر و نیمه سخت با توجه به دانسیته و شکلشان تقسیم می شوند. این فوم ها را می توان به نرمی فوم پلی یورتان و به سختی فوم پلی استایرن ساخت.

عموماً دو نوع فوم پلی اتیلن با دانسیته کم وجود دارد. یکی فوم اکسترود شده و دیگری فوم شبکه ای. فوم اکسترود شده در یک فرآیند پیوسته با مخلوط کردن رزین PE مذاب با یک عامل دمشی (معمولاً یک گاز هیدروکربنی هالوژنه) تحت فشار بالا ساخته می شود. این مخلوط در یک اکسترودر با قابلیت کنترل دما به یک دای هدایت شده که این دای به یک انتقال دهنده پیوسته که در معرض فشار اتمسفری قرار دارد، باز می شود. زمانی که محلول گاز- مایع ویسکوز داغ در معرض فشار اتمسفری قرار می گیرد، عوامل دمشی انبساط یافته و سلول های منفرد را می سازند. همزمان جرم پلیمر خنک شده و مذاب PE جامد می شود و باعث گیر افتادن عوامل دمشی در سلول های درون شبکه ای می گردند. میزان انبساط اندازه و آرایش یافتگی سلول را می توان با تغییر سرعت جریان، دماهای گرمایش و سرمایش، نسبت گاز- مایع و افت فشار زمان باز شدن دای کنترل کرد. در ادامه فرایند تولید این نوع فوم به طور مفصل شرح داده خواهد شد.

فوم های پلی اتیلن دارای خصوصیاتی مختلفی چون عایق صدا، عایق حرارتی و برودتی، عایق رطوبتی، قابلیت انعطاف پذیری و ضربه گیری، مقاومت شیمیایی و فیزیکی مناسب و کاربردهای راحت و اقتصادی بوده و دارای مصارف فراوانی در صنایع مختلف می باشند. به عنوان مثال مزایای استفاده از فوم های پلی اتیلن در صنعت ساختمان عبارتند از صرفه جویی در هزینه پی ریزی، عایق در برابر گرما، سرما و صدا، نصب و حمل و نقل سریع و آسان، نداشتن ضایعات، انتقال آسان به طبقات بالا و ... که منجر به افزایش تقاضا برای مصرف این فوم پلیمری در دنیا شده است.

## ۱ـ۱ـ نام و کد آیسیک محصول

متداول‌ترین طبقه‌بندی و دسته‌بندی در فعالیت‌های اقتصادی همان تقسیم‌بندی آیسیک است. تقسیم‌بندی آیسیک طبق تعریف عبارت است از: طبقه‌بندی و دسته‌بندی استاندارد بین‌المللی فعالیت‌های اقتصادی. این دسته‌بندی با توجه به نوع صنعت و محصول تولید شده به هریک کدهایی دو، چهار و هشت رقمی اختصاص داده می‌شود. کدهای آیسیک مرتبط با صنعت تولید فوم پلی اتیلن در جدول (۳) ارائه شده است.

**جدول (۳): کدهای آیسیک مرتبط با صنعت فوم پلی اتیلن**

| ردیف | کد آیسیک | نام کالا |
|---|---|---|
| ۱ | ۲۵۲۰۱۷۱۷ | فوم پلی اتیلن |

## ۲ـ۱ـ شماره تعرفه گمرکی

در داد و ستدهای بین‌المللی جهت کدبندی کالا در امر صادرات و واردات و مبادلات تجاری و همچنین تعیین حقوق گمرکی و غیره از دو نوع طبقه‌بندی استفاده می‌شود که عبارت است از طبقه‌بندی و نامگذاری براساس بروکسل و طبقه‌بندی مرکز استاندارد و تجارت بین‌المللی بر همین اساس در مبادلات بازرگانی خارجی ایران طبقه‌بندی بروکسل جهت طبقه‌بندی کالاها استفاده می‌شود که در خصوص فوم پلی اتیلن در جدول (۴) ارائه شده است.

**جدول (۴): تعرفه‌های گمرکی مربوط به صنعت فوم پلی اتیلن**

| ردیف | شماره تعرفه گمرکی | نوع کالا | حقوق ورودی | SUQ |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۳۹۲۱/۱۹/۰۰ | صفحه ها، ورق ها، ورقه های نازک و باریکه های اسفنجی از سایر مواد پلاستیکی ( که شامل فوم پلی اتیلن نیز می شود) | ۴ | Kg |

### ۳ـ۱ـ شرایط واردات

واردات صفحه ها، ورق ها، ورقه های نازک و باریکه های اسفنجی از سایر مواد پلاستیکی ( که شامل فوم پلی اتیلن نیز می شود) با تعرفه ۳۹۲۱/۱۹/۰۰ با موافقت وزارت بازرگانی و با سود ۴٪ انجام می گیرد. با توجه به آمار واردات موجود در سال های ۸۱ تا ۸۴ ، میزان واردات محصولات فومی شکل و باریکه های اسفنجی خیلی بالا نبوده که علت آن را می توان حجیم بودن این محصولات و در نتیجه قیمت بالای حمل و نقل برای آنها دانست. از آنجایی که فرآیند تولید فوم پلی اتیلن آسان است و ماده اولیه مورد نیاز آن که گرانول های پلی اتیلن با دانسیته کم می باشد، به اندازه کافی در کشور تولید می شود واردات این محصول خیلی رایج نیست.

### ۴ـ۱ـ بررسی و ارائه استاندارد (ملی یا بین‌المللی)

استاندارد های ملی و بین المللی موجود در ارتباط با مواد اسفنجی نرم که شامل فوم پلی اتیلن نیز می شود در جدول زیر ارائه شده است:

**جدول (۵): استانداردهای مرتبط با فوم پلی اتیلن**

| ردیف | شماره استاندارد | عنوان استاندارد | مرجع |
|---|---|---|---|
| ۱ | ۸۳,۱۰۰ | استاندارد بین المللی ICS برای پلاستیک های اسفنجی | موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران |
| ۲ | ۲۴۳۳ | استاندارد ملی برای پلاستیک – مواد اسفنجی نرم – روش اندازه گیری ابعاد آزمونه های مواد اسفنجی نرم | موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران |
| ۳ | ۲۴۳۴ | استاندارد ملی برای پلاستیک های اسفنجی نرم – تعیین وزن مخصوص ظاهری | موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران |
| ۴ | ISO ۸۴۵:۲۰۰۶ | استاندارد بین المللی ISO برای پلاستیک های اسفنجی و لاستیک ها، تعیین دانسیته ظاهری | www..ISO.org |
| ۵ | ISO ۱۹۲۳:۱۹۸۱ | استاندارد بین المللیISO برای پلاستیک های اسفنجی و لاستیک ها، تعیین ابعاد خطی | www..ISO.org |
| ۶ | ISO ۴۸۹۷:۱۹۸۵ | استاندارد بین المللی ISO برای پلاستیک های اسفنجی، تعیین ضریب انبساط حرارتی خطی مواد سخت در زیر دمای محیط | www..ISO.org |
| ۷ | ISO ۷۲۱۴:۲۰۰۷ | استاندارد بین المللی ISO برای پلاستیک های اسفنجی، پلی اتیلن، روش های آزمایش | www..ISO.org |

| ادامه جدول (۵) | | | |
|---|---|---|---|
| ۸ | ISO ۲۰۳۹۲:۲۰۰۷ | استاندارد بین المللی ISO برای مواد عایق حرارتی، تعیین خزش فشاری | www..ISO.org |
| ۹ | ISO ۲۰۳۹۳:۲۰۰۷ | استاندارد بین المللی ISO برای مواد عایق حرارتی، تعیین جذب طولانی مدت آب توسط نفوذ | www..ISO.org |
| ۱۰ | ISO ۲۰۳۹۴:۲۰۰۷ | استاندارد بین المللی ISO برای مواد عایق حرارتی، تعیین مقاومت گرمایی- سرمایی | www..ISO.org |
| ۱۱ | ISO ۹۷۷۴:۲۰۰۴ | استاندارد بین المللی ISO برای عایق کاری حرارتی در کاربردهای ساختمانی، راهنمایی برای انتخاب خواص | www..ISO.org |
| ۱۲ | ASTM C۱۴۲۷-۰۷ | استاندارد بین المللی ASTM برای پلی الفین‌های اکسترود شده اسفنجی انعطاف پذیر عایق حرارت به شکل ورق یا لوله | www.ASTM.org |
| ۱۳ | ASTM D۳۵۷۵ | استاندارد بین المللی ASTM برای روش های آزمایش مواد اسفنجی انعطاف پذیر ساخته شده از پلیمرهای الفین | www.ASTM.org |
| ۱۴ | ASTM WK۷۲۸۸ | استاندارد بین المللی ASTM برای پلی الفین های اسفنجی انعطاف‌پذیر عایق حرارتی به شکل ورق یا لوله | www.ASTM.org |
| ۱۵ | ASTM WK۳۵۰۵ | استاندارد بین المللی ASTM برای راهنمایی در ارتباط با انتخاب و استفاده کلمات کلیدی برای روش های آزمایش و استانداردهای عایق های حرارتی | www.ASTM.org |

## ۵ـ۱ـ بررسی و ارائه اطلاعات لازم در زمینه قیمت تولید داخلی و جهانی محصول

در حال حاضر در ایران شرکت های مختلفی فوم پلی اتیلن را به شکل های ورق، لوله و توری تولید می کنند. از جمله شرکت های عمده تولید کننده فوم پلی اتیلن می توان به شرکت های کیمیا پلیمر پارس، صائین صنعت، پارس پلی فوم شرق، سپهر پلیمر اسپادانا و تولیدی نیکو اسفنج اشاره کرد. در جدول بعد قیمت های استعلام شده در اردیبهشت ماه ۱۳۸۷ از دو شرکت صائین صنعت و پارس پلی فوم شرق آورده شده است.

**جدول (۶): قیمت محصولات داخلی**

| شرکت | مشخصات محصول | قیمت (ریال) |
|---|---|---|
| صائین صنعت | هر ورق با ضخامت ۳۲ میلیمتر با وزن ۸ کیلوگرم | ۲۰۰۰۰۰ |
| پارس پلی فوم شرق | هر متر مربع از ورق با ضخامت بین ۱-۱۰۰ میلیمتر | ۲۱۰۰-۲۳۸۷۰۰ |

با توجه به قیمت های استعلام شده قیمت ورق فوم پلی اتیلن به ازای هر کیلوگرم تقریباً ۲۵۰۰۰ ریال می‌باشد. در استعلام قیمتی که از شرکت کره ای Polycell Incorporation انجام شد قیمت ورق های فوم پلی اتیلن با ضخامت های ۱-۵ میلیمتر ، ۲/۲-۲/۸ دلار به ازای هر کیلوگرم بود که با قیمت های شرکت های ایرانی تقریباً مشابه است.

### ۶ـ۱ـ توضیح موارد مصرف و کاربرد

فوم پلی اتیلن دارای خواص ضد رطوبت، ضربه گیری، عایق صدا، عایق گرما ، انعطاف پذ یری خوب و مقاومت شیمیایی و فیزیکی مناسب است. مصارف عمده فوم های پلی اتیلن عبارت است از:

- **استفاده در صنایع بسته بندی و تبلیغاتی:** با توجه به اسفنجی و انعطاف پذیر بودن فوم پلی اتیلن که مانع از ضربه پذیری ، شکسته شدن و آسیب پذیری به محصولات تولیدی می گردد، به راحتی می توان به استفاده از ورق های مختلف فوم از قطر ۱ میلیمتر تا ۲۰ میلیمتر در فرم یک لایه و تا قطر۱۰۰ میلیمتر در فرم چند لایه، نسبت به بسته بندی و پوشش محصولات مختلف، شامل صنایع شیشه و آبگینه ، ظروف چینی، کریستال ، لوازم خانگی و صوتی و تصویری نظیر کامپیوتر ، رادیو ، تلویزیون ، ویدئو VCD ، ابزار دقیق ، تجهیزات پزشکی و به خصوص محصولات صادراتی، همچنین بسته بندی میوه های صادراتی با توجه به بهداشتی بودن و تنوع رنگ محصول و قابلیت چاپ کامل مشخصات محصول از طریق لامینه کردن (نایلکس چاپ شده) بر روی فوم تولیدی، اقدام نمود.

**شکل(۱): استفاده از فوم پلی اتیلن در صنایع بسته بندی و تبلیغاتی**

- **استفاده در صنایع نساجی:** با توجه به ایزولاسیون حرارتی- رطوبتی و ضربه پذیری و انعطاف پذیر بودن فوم های ورقه ای شکل پلی اتیلن، از آن ها می توان در تهیه ی لایی برای انواع اورکت ، کاپشن ، بارانی ، کیف ، ساک ، چمدان و تشک های طبی ، خوشخواب و معمولی صنایع مبل سازی و ... استفاده نمود.

**شکل(۲): استفاده از فوم پلی اتیلن در صنایع نساجی**

- **استفاده در صنعت کشاورزی:** ازمحصولات توری و یا ورقی شکل فوم های پلی اتیلن در بستر سازی مناسب برای بسته بندی صیفی جات و مرکبات استفاده می شود. علاوه بر این از این فوم ها در مناطق کم آب بر روی سطوح خاک و زیر درختان به صورت ورق به منظور جلوگیری از تبخیر آب در فصول گرم سال و جمع آوری و جلوگیری از آلودگی میوه هایی که از درختان ثمرده در زمان برداشت، ریخته می شود نیز استفاده می گردد.

- **استفاده در صنعت** : با توجه به خصوصیات ویژه فوم پلیمری از جمله عایق حرارت، رطوبت، صدا و بهداشتی بودن آن (در مقایسه با پشم شیشه و پشم سنگ ) می توان از ورق های فوم در قطرهای مختلف با پوشش مقوا و آلومینیوم و یا پلاستیک برای ایزوله کردن سقف سالن های تولیدی، مرغداری ها ، گاوداری ها ، سالن های بزرگ و سردخانه ها و صنایع تولید یخچال و فریزر استفاده بهینه نمود.

**شکل (۳): به کارگیری فوم پلی اتیلن در عایق کاری**

- **استفاده در ساختمان و تاسیسات** : استفاده از انواع ورق ها و لوله های فوم پلی اتیلن جهت ایجاد عایق حرارتی و برودتی برای لوله های آب و گاز و کانال های تاسیساتی جهت جلوگیری از یخ زدگی و کاهش انتقال برودت و حرارت. استفاده از انواع لوله های فوم پلی اتیلن جهت جلوگیری از پوسیدگی لوله ها در زیر خاک. ایزوله کردن کف و در و دیواره ساختمان ها جهت ممانعت از انتقال صدا از طبقات و یا واحدها به یکدیگر به صورت انواع ورق و بلوک. ایجاد عایق رطوبتی برای کف، دیواره سرویس های بهداشتی و آشپزخانه، پی ها و پشت بام به منظور ممانعت از نفوذ پذیری آب و یا رطوبت در لایه های مجاور به صورت انواع ورق. ایجاد عایق رطوبتی و صدا در محل نصب پارکت و یا فرش های چوبی به صورت انواع ورق. پرکردن درز انبساط و اتصالات واحدهای بتونی و خانه‌های پیش ساخته ، پنجره ها و تونل ها و پل ها و ... با استفاده از انواع ورق و میله های فوم پلی‌اتیلن.

**شکل (۴): استفاده از فوم پلی اتیلن در ساختمان و تاسیسات**

- **کاربرد در وسائل ورزشی و تزئینی:** از انواع ورق های تولیدی فوم پلی اتیلن می توان برای ساخت تشک سالن های بدنسازی، کشتی، جودو، ژیمناستیک و ... و همچنین کیف های ورزشی و کوله پشتی های کوهنوردی و جلیقه های نجات، پوشش سقف سالن های ورزشی, محافظ های ضربه گیر و ایزوله کردن استخرهای شنا استفاده نمود. از انواع ورق های تولیدی در رنگ های مختلف نیز می توان برای تزئینات داخلی اتومبیل با بهره گیری از خواص ضربه پذیری مناسب و عایق حرارت صدا بودن آن، استفاده بهینه نمود. از ورقهای نازک و رنگی آن می توان به صورت پوششی با چاپ رنگی برای بسته بندی و تبلیغات محصولات صنعتی و لوازم خانگی نیز استفاده کرد. همچنین در ساخت اسباب بازی و پازل سه بعدی برای کودکان نیز از فوم های پلی اتیلن استفاده می شود.

### ۷ـ۱ـ بررسی کالاهای جایگزینی و تجزیه و تحلیل اثرات آن بر مصرف محصول

در صنعت برای عایق کاری علاوه برفوم پلی اتیلن از فوم های پلیمری دیگری نیز استفاده می شود. به طور مثال این محصول قابلیت جایگزینی با فوم های پلیمرهای دیگری مانند فوم پلی استایرن را دارد. فوم پلی‌استایرن به طور وسیعی به عنوان عایق حرارتی به کار برده می شود. قیمت این فوم پایین بوده، در دسترس بوده و به راحتی ساخته می‌شود، محکم و پایدار بوده و در برابر تخریب مقاوم است.

فوم دیگری که در صنعت برای عایق بندی استفاده می شود فوم پلی‌یورتان است. مزیت‌های فوم پلی‌یورتان عبارتند از: هدایت حرارتی کم که از تمامی مصالح عایق متداول دیگر کمتر است. وزن سبک و استحکام بالا، قابلیت بسیار زیاد در پذیرش تغییر در فرمولاسیون جهت برآورده کردن انتظارات کاربردی، چسبندگی قوی به بسیاری از مواد، نفوذپذیری کم در برابر بخار آب، مقاومت حرارتی در دمای بیش از ۱۰۰ درجه سلسیوس، قابلیت فوم شوندگی در محل برای پر کردن شکل‌های پیچیده از ویژگی های این فوم است. فوم سخت پلی‌یورتان در گستره وسیعی از دما به عنوان عایق حرارتی به کار برده شده است. برای مثال، این نوع فوم در عایق‌کاری ازت مایع در ۱۹۶- درجه سلسیوس و بخار در ۱۲۶+ درجه سلسیوس به کار برده شده است.

به دلایل ذکر شده در بالا فوم پلی‌یورتان در ساخت عایق پانل ساندویچی سبک به کار برده شده است. فوم انعطاف‌پذیر پلی‌یورتان نیز در عایق‌کاری لوله‌ها می‌تواند به کار برده شود. فوم‌های پلی‌یورتان به صورت

یک لایه نازک با کارآیی بالا در عایق‌کاری بدنه یخچال‌ها و فریزرها به کار برده می‌شود. فوم فنولیک (PF) به طور عمده ساختار سلولی بسته دارد و از رزین فنولیک در ترکیب با یک ماده دمنده و یک کاتالیزور، با افزودن حرارت خارجی یا بدون آن ساخته می‌شود. چند سال پیش، این نوع فوم به عنوان یک عایق تخته‌ای صلب تا حدی متداول بود. در حال حاضر تنها به صورت یک عایق فوم شده در محل در دسترس است. در تولید آن از هوا به عنوان ماده دمنده استفاده می‌شود.

عیب اصلی فوم فنولیک این است که می‌تواند پس از عمل‌آوری تا ۲ درصد جمع شود. این مورد باعث شده است که این عایق امروزه کمتر متداول باشد، چون گزینه‌هایی وجود دارد که این عیب را ندارند. فوم فنولیک یک کامپوزیت گرماسخت ارزان قیمت دارای استحکام مکانیکی بالا و مقاومت عالی در برابر دماهای بالاست. برای مثال، حداکثر دمای پیوسته فوم‌های فنولیک ۱۴۹ درجه سلسیوس است در حالی که فوم‌های پلی‌استایرن، پلی‌الفین و کوپلیمراستایرن را نمی‌توان در بالاتر از ۷۹-۷۱ درجه سلسیوس به کار برد.

فوم فنولیک خود خاموشگر بوده و نسبت به فوم‌های پلاستیکی دارای دو مزیت است: اول آن که در هنگام سوختن چکه نمی‌کند و دوم در هنگام سوختن زغال سختی تولید می‌شود که از توسعه شعله جلوگیری می‌کند جرم ویژه فوم‌های فنولیک به کار رفته بین ۴۰ تا ۶۴ کیلوگرم بر مترمکعب است و هدایت حرارتی آنها از فوم‌های پلی‌استایرن و پلی‌یورتان بیشتر است. عایق حرارتی اتیلن - پروپیلن – دی ان – منومر(EPDM) مخلوط اتیلن، پروپیلن و دی ان است. EPDM مصالح ساختمانی مناسب برای مناطق سردسیر است و حتی در دماهای زیر ۳۰ درجه سانتی‌گراد خصوصیات عالی از خود نشان می‌دهد. محدوده دمایی آن ۴۵- تا ۱۲۰ درجه سلسیوس است. مقاومت زیادی در برابر ازن دارد. زمان‌مند شدن، اکسیدشوندگی، پیرشدن ناشی از گرمای آن کم است. در برابر مواد شیمیایی آلی و غیرآلی مقاوم است. ضعف آن مقاومت کم در برابر مایعات بر پایه نفت است. EPDM انتخاب معمول در بین فوم‌هاست چون مقاومت عالی در برابر ازن، هوازدگی و زمان‌مندی دارد. هم‌چنین مقاومت زیادی در برابر آب و بخار داشته و قابلیت انعطاف را در دماهای کم حفظ می‌کند. مقاومت شیمیایی آن در برابر فرآورده‌های بر پایه غیرمحلول کم است.

فوم پلی وینیل کلراید (PVC) محدوده وسیعی از تغییر شکل فشاری همراه با مزایای عالی عایق رطوبت و بخار ارایه می‌دهد. فوم PVC از طریق آمیزه‌سازی انواع مختلف نرم‌کننده و کوپلیمر به دو طریق فیزیکی و شیمیایی با خواص مختلف به دست می‌آید. این نوع فوم‌ها به صورت نرم، سلول باز، بخشی سلول

باز، نیمه سخت و سخت سلول بسته می‌توانند باشند. از نظر عایق حرارتی فوم PVC سخت دو برابر گران‌تر از فوم‌های پلی‌استایرن و پلی‌یورتان است. در مقایسه با دیگر پلاستیک‌های سول‌دار به کار رفته در عایق حرارتی PVC انبساطی، مقاومت بالایی داشته و بسیار سخت است. فوم PVC سخت، عایق حرارتی و صوتی بسیار خوبی بوده و نفوذ بخار و رطوبت در آن بسیار کم است. از آنجا که مقاومت برشی فوم PVC بالاست سطح آن برای اعمال سیمان و گچ بسیار مناسب است.

مزیت عمده فوم‌های PVC عملکرد بهتر آنها در برابر آتش نسبت به سایر فوم‌های پلیمری است. از این‌رو این نوع پانل‌ها در کاربردهای دریایی و ساختمانی در اروپا پذیرفته شده‌اند. علاوه بر این کارایی بسیار بالا و قیمت کمتر فوم های پلی اتیلن باعث شده تا در بسیاری از موارد جایگزین مواد دیگر مانند فوم پلی استایرن و فوم پلی یورتان باشد. بنابراین با توجه به نکات بالا انتخاب نوع فوم در صنایع مختلف به خواص فوم و شرایط محیطی بستگی دارد. علاوه بر آن در مواردی که می توان از چندین نوع فوم برای یک کاربرد خاص استفاده کرد مسائل اقتصادی و قیمت فوم های موجود در بازار اصلی ترین عامل برای انتخاب فوم مناسب خواهند بود.

## ۸ـ۱ـ اهمیت استراتژیکی کالا در دنیای امروز

فوم پلی اتیلن به دلیل داشتن مزیت هایی چون کیفیت و دوام به وسیله خاصیت ضد آب و مقاومت شیمیایی، راندمان بالا در جذب ارتعاش ، عایق صدا، عایق حرارتی و برودتی، عایق رطوبتی، قابلیت انعطاف و ضربه پذیری ، مقاومت شیمیایی و فیزیکی مناسب، قدرت چسبندگی قوی به هر ماده ای، حمل آسان، سرویس و نصب سریع و کاربرد راحت و اقتصادی امروزه از اهمیت خاصی در دنیا برخوردار است و می تواند جایگزین فوم های دیگر در صنایع دیگر همچون صنایع بسته بندی، مبلمان و ساختمان و ... شود. علاوه بر این در تولید این فوم ها از CFC ها که از عوامل تخریب کننده لایه ازن می باشند استفاده نشده و قابل بازیافت و استفاده مجدد نیز می باشند. این فوم ها دارای وزن کم بوده و با توجه به استفاده فراوان از آنها در صنعت بسته بندی کالاهای مختلف به منظور جلوگیری از صدمات احتمالی در حین جابجایی، باعث کاهش هزینه های نگهداری و حمل و نقل کالاها به خصوص در هنگام صادرات و واردات می شوند.

### ۹ـ۱ـ کشورهای عمده تولید کننده و مصرف کننده محصول

از آنجایی که فرآیند تولید فوم پلی اتیلن آسان است و به دلیل حجیم بودن محصولات تولیدی صادرات و واردات آن کمتر انجام می شود، بنابراین عمده ترین تولیدکنندگان این محصول مصرف کنندگان عمده آن نیز محسوب می شوند. عمده ترین تولیدکنندگان فوم پلی اتیلن در دنیا کشورهای آمریکای شمالی، کشورهای اروپایی مانند آلمان، فرانسه، انگلستان و ایتالیا و کشورهای آسیایی همچون ژاپن، چین، کره جنوبی می باشند. بنابراین نمی توان آمار دقیقی از میزان تولید و مصرف این محصول در نقاط مختلف دنیا ارائه کرد.

### ـ شرکت‌های داخلی عمده تولید کننده و مصرف کننده محصول

از جمله شرکت های تولیدکننده فوم پلی اتیلن با ظرفیت بالا می توان به شرکت های زیر اشاره کرد:

**جدول (۷): برخی تولیدکنندگان عمده فوم پلی اتیلن در ایران**

| ردیف | نام کارخانه | نوع تولیدات | محل کارخانه |
|---|---|---|---|
| ۱ | صائین صنعت | ورق | ابهر – شهرک صنعتی صائین قلعه |
| ۲ | سپهر پلیمر اسپادانا | ورق | اصفهان – شهرک صنعتی مورچه خورت |
| ۳ | تولیدی نیکو اسفنج | ورق | تهران – شهرک صنعتی شمس آباد |

عمده ترین مصرف کنندگان فوم پلی اتیلن شرکت های ساختمانی، شرکت های مختلف تولیدی به ویژه تولیدکنندگان محصولات شیشه ای، کامپیوتری و وسایل صوتی و تصویری جهت بسته بندی، کارخانجات تولید مبلمان، پوشاک، تشک و وسایل ورزشی می باشند.

### ۱۰ـ۱ـ شرایط صادرات

صادرات و واردات این محصول با توجه به حجیم بودن و اشغال فضای زیاد در حمل و نقل رایج نیست. همچنین فرایند تولید ساده و سرمایه گذاری کم واحد تولیدی باعث شده است تا اکثر مصرف کنندگان خود مبادرت به تولید این محصول کنند و از محصول وارداتی استفاده نکنند . تولید این محصول حتی اگر با ماده اولیه وارداتی هم باشد از نظر اقتصادی مقرون به صرفه تر از واردات می باشد با این وجود برای صادرات این محصول شرایط صادراتی خاصی وجود نداشته و صادرات آن آزاد می باشد.

## ۲ـ وضعیت عرضه و تقاضا

در حال حاضر میزان تولید فوم پلی اتیلن در کشور ۳۲۶۰۰ تن می‌باشد که با راه اندازی واحدها جدید این ظرفیت به ۸۶۰۰۰ تن خواهد رسید. با توجه به این که واردات این محصول به دلیل حجیم بودن آن خیلی مرسوم نیست نیاز به تولید فوم پلی اتیلن در کشور کاملاً آشکار بوده و میزان تولید آن در حال حاضر از میزان تقاضای آن بیشتر بوده و هزاران تن ظرفیت خالی برای تولید این محصول وجود دارد.

### ۱ـ۲ـ بررسی ظرفیت بهره‌برداری و روند تولید از آغاز برنامه سوم تا کنون و محل واحدها و تعداد آنها و سطح تکنولوژی واحدهای موجود، ظرفیت اسمی، ظرفیت عملی، علل عدم بهره‌برداری کامل از ظرفیت‌ها، نام کشورها و شرکت‌های سازنده ماشین‌آلات مورد استفاده در تولید محصول

آمار و اطلاعات به‌دست آمده از مرکز آمار وزارت صنایع و معادن در خصوص ظرفیت واحدهای موجود و فعال تولید کننده فوم پلی اتیلن به جدول زیر ارائه شده است.

**جدول (۸): تعداد کارخانه‌های فعال واقع در استان‌ها به تفکیک و ظرفیت کل تولید فوم پلی اتیلن در ایران**

| ردیف | نام استان | تعداد کارخانه | ظرفیت (تن) |
|---|---|---|---|
| ۱ | همدان | ۱ | ۱۱ |
| ۲ | اصفهان | ۱ | ۳۳۰ |
| ۳ | تهران | ۱ | ۳۵۰۰ |
| ۴ | قم | ۱ | ۱۰۰۰ |
| ۵ | آذربایجان شرقی | ۲ | ۲۴۰۰ |
| ۶ | فارس | ۱ | ۳۱۵۰ |
| **جمع** | | ۷ | ۱۰۳۹۱ |

**جدول (۹): آمار تولید فوم پلی اتیلن در سال‌های اخیر**

| نام کالا | واحد سنجش | میزان تولید داخلی | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | سال ۱۳۸۱ | سال۱۳۸۲ | سال ۱۳۸۳ | سال ۱۳۸۴ | سال۱۳۸۵ | سال۱۳۸۶ |
| فوم پلی اتیلن | تن | ۰ | ۱۱ | ۷۲۴۱ | ۱۰۳۹۱ | ۱۹۸۵۰ | ۳۲۶۰۰ |

## ۲ـ۲ـ بررسی وضعیت طرح‌های جدید و طرح‌های توسعه در دست اجرا (از نظر تعداد، ظرفیت، محل اجراء، میزان پیشرفت فیزیکی و سطح تکنولوژی آنها و سرمایه‌گذاری‌های انجام شده اعم از ارزی و ریالی و مابقی مورد نیاز)

وضعیت طرح های جدید در دست اجرا اعم از تعداد طرح ها ، درصد پیشرفت فیزیکی و ظرفیت تولید آنها در جداول ۱۰، ۱۱ و ۱۲ آورده شده است:

**جدول (۱۰): تعداد و ظرفیت طرح‌های با ۲۰ درصد پیشرفت فیزیکی در صنعت فوم پلی اتیلن**

| نام کالا | تعداد طرح‌های با درصد پیشرفت فیزیکی ۲۰ درصد | ظرفیت تولید | واحد کالا |
|---|---|---|---|
| فوم پلی اتیلن | ۵۵ | ۷۰۸۸۶ | تن |

**جدول (۱۱): تعداد و ظرفیت طرح‌های بالای بین ۲۰ تا ۶۰ درصد پیشرفت فیزیکی در صنعت فوم پلی اتیلن**

| نام کالا | تعداد طرح‌های بین ۲۰ تا ۶۰ درصد پیشرفت فیزیکی | ظرفیت تولید | واحد کالا |
|---|---|---|---|
| فوم پلی اتیلن | ۷ | ۱۲۳۷۰ | تن |

**جدول (۱۲): تعداد و ظرفیت طرح‌های بین ۶۰ تا ۱۰۰ درصد پیشرفت فیزیکی در صنعت فوم پلی اتیلن**

| نام کالا | تعداد طرح‌های با درصد پیشرفت فیزیکی بین ۶۰ تا ۱۰۰ درصد | ظرفیت تولید | واحد کالا |
|---|---|---|---|
| فوم پلی اتیلن | ۱ | ۳۰۰۰ | تن |

با توجه به آمار ارائه شده مجموع ظرفیت تولید برای طرح های در دست اجرا تا پایان سال ۱۳۹۰، ۸۶۰۰۰ تن می باشد.

## ۳ـ۲ـ بررسی روند واردات محصول از آغاز برنامه سوم تا پایان سال ۸۵ (چقدر از کجا)

با توجه به آمار و اطلاعات موجود در وزارت صنایع میزان واردات صفحه ها، ورق ها و باریکه های اسفنجی به جز فوم های پلی یورتان، فوم پلی استایرن، فوم های ساخته شده از کلرور وینیل و باریکه های

اسفنجی از پلیمرهای سلولز احیا شده (میزان واردات فوم پلی اتیلن به صورت مجزا ذکر نشده است ) به صورت زیر می باشد:

**جدول (۱۳): آمار واردات صفحه ها، ورق ها و باریکه های اسفنجی در سال‌های اخیر**

**( به جز فوم های پلی یورتان، پلی استایرن، فوم های ساخته شده از کلرور وینیل و باریکه های اسفنجی از پلیمرهای سلولز احیا شده)**

| عنوان | سال ۱۳۸۱ | | سال ۱۳۸۲ | | سال ۱۳۸۳ | | سال ۱۳۸۴ | | سال ۱۳۸۵ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | وزن* | ارزش** | وزن | ارزش | وزن | ارزش | وزن | ارزش | وزن | ارزش |
| صفحه ها، ورق ها و باریکه های اسفنجی | ۹۵/۸۷۷ | ۴۶۷۶۷۴ | ۷۸/۵۵۶ | ۴۳۱۳۷۲ | ۴۰۷/۱۴۴ | ۱۵۴۹۰۳۲ | ۲۷۷/۶۷۲ | ۱۲۸۰۷۵۲ | ۳۲۳/۵۳۰ | ۸۰۹۵۶۴ |

*وزن: تن ** ارزش: دلار

**جدول (۱۴): مهم‌ترین کشورهای تأمین کننده محصولات صفحه ها، ورق ها و باریکه های اسفنجی شرکت‌های داخلی**

| نام کشور | عنوان محصول | سال ۱۳۸۲ | | | سال ۱۳۸۳ | | | سال ۱۳۸۴ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | وزن | ارزش | درصد از کل | وزن | ارزش | درصد از کل | وزن | ارزش | درصد از کل |
| چین | صفحه ها، ورق ها و باریکه های اسفنجی | ۱۸/۷۸۳ | ۵۶۷۰۲ | ٪۲۴ | - | - | - | ۶۹/۱۲۴ | ۱۵۹۴۳۷ | ٪۲۵ |
| تایوان | صفحه ها، ورق ها و باریکه های اسفنجی | - | - | - | ۱۱۷/۳۷۸ | ۹۶۹۸۲ | ٪۲۹ | - | - | - |

وزن: تن ارزش: دلار

**ادامه جدول (۱۴)**

| نام کشور | عنوان محصول | سال ۱۳۸۵ | | |
|---|---|---|---|---|
| | | وزن | ارزش | درصد از کل |
| چین | صفحه ها، ورق ها و باریکه های اسفنجی | ۲۰۹/۶۳۰ | ۲۹۹۵۳۴ | ٪۷۶ |
| آلمان | صفحه ها، ورق ها و باریکه های اسفنجی | ۳۳/۰۰۵ | ۲۵۷۰۶۸ | ٪۱۲ |
| ترکیه | صفحه ها، ورق ها و باریکه های اسفنجی | ۳۰/۹۸۶ | ۷۲۰۴۷ | ٪۱۱ |

### ۴ـ۲ـ بررسی روند مصرف از آغاز برنامه

همان طور که قبلاً نیز اشاره شد آمار مربوط به صادرات و واردات فوم پلی اتیلن به صورت مشخص و مجزا وجود ندارد، بلکه در قالب محصولات اسفنجی ( غیر از موارد ذکر شده در بخش قبل) در بخش آمار وزارت صنایع و معادن آورده شده است. از آنجایی که اولین واحد تولیدی فوم پلی اتیلن در کشور از سال ۸۲ شروع به فعالیت نموده است، بنابراین آمار صادراتی که در جدول (۱۶) برای سال ۱۳۸۱ آورده شده، شامل فوم پلی اتیلن نمی شود. تعیین میزان دقیق مصرف برای سال های بعد نیز با توجه به مشخص نبودن آمار دقیق واردات فوم پلی اتیلن و میزان صادرات فوم تولیدی در کشور از سال ۱۳۸۲ به بعد مقدور نمی‌باشد.

با نگاهی به میزان تولید فوم پلی اتیلن بین سال های ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۶ می توان به رشد چشمگیر میزان تولید این محصول در کشور پی برد که این امر خود بیانگر اهمیت محصول و افزایش میزان تقاضا و مصرف آن در صنایع مختلف می باشد. اگر جمعیت کشور ایران به طور متوسط هفتاد میلیون نفر در نظر گرفته شود (جمعیت ایران در سال ۸۵ ، ۷۰۴۷۵۰۰۰ نفر بوده است) مصرف سرانه فوم پلی اتیلن طی سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۶ به صورت زیر خواهد بود:

**جدول(۱۵): مصرف سرانه فوم های پلی اتیلن در کشور**

| سال | مصرف سرانه (کیلوگرم) | درصد رشد مصرف |
|---|---|---|
| ۱۳۸۳ | ۰/۱۰ | ۱/۵ |
| ۱۳۸۴ | ۰/۱۵ | ۱/۷ |
| ۱۳۸۵ | ۰/۲۸ | ۱/۹ |
| ۱۳۸۶ | ۰/۴۷ | ۱/۷ |

با توجه به درصد رشد مصرف فوم پلی اتیلن، می توان متوسط رشد سالیانه را برای این محصول ۱/۵٪ در کشور در نظر گرفت. بنابراین با توجه به رشد ۱/۲٪ جمعیت ایران، میزان نیاز به این محصول تا پایان سال ۱۳۹۰، تقریباً ۷۰۰۰۰ تن می باشد.

**۵ـ۲ـ بررسی روند صادرات محصول از آغاز برنامه سوم تا پایان سال ۸۵ و امکان توسعه آن (چقدر به کجا صادر شده است).**

با توجه به آمار و اطلاعات موجود در وزارت صنایع میزان صادرات صفحه ها، ورق ها و باریکه های اسفنجی به جز فوم های پلی یورتان، فوم پلی استایرن، فوم های ساخته شده از کلرور وینیل و باریکه های اسفنجی از پلیمرهای سلولز احیا شده (میزان واردات فوم پلی اتیلن به صورت مجزا ذکر نشده است ) مطابق جدول ۱۶ می باشد:

**جدول (۱۶): آمار صادرات صفحه ها، ورق ها و باریکه های اسفنجی در سال‌های اخیر**

**( به جز فوم های پلی یورتان، پلی استایرن، فوم های ساخته شده از کلرور وینیل و باریکه های اسفنجی از پلیمرهای سلولز احیا شده)**

| عنوان | سال ۱۳۸۱ | | سال ۱۳۸۲ | | سال ۱۳۸۳ | | سال ۱۳۸۴ | | سال ۱۳۸۵ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | وزن* | ارزش** | وزن | ارزش | وزن | ارزش | وزن | ارزش | وزن | ارزش |
| صفحه ها، ورق‌ها و باریکه های اسفنجی | ۱۴/۷۴۱ | ۳۰۸۷۶ | ۵/۲۰۳ | ۲۹۳۶۲ | ۳۵/۶۵۴ | ۸۲۳۳۷ | ۳۵۶/۵۴۰ | ۷۹۳۷۱۲ | ۱۲۸۴/۵ | ۲۳۱۰۶۳۹ |

*وزن: تن ** ارزش: دلار

**جدول (۱۷): مهم‌ترین کشورهای مقصد صادرات صفحه ها، ورق ها و باریکه های اسفنجی**

**( به جز فوم های پلی یورتان، پلی استایرن، فوم های ساخته شده از کلرور وینیل و باریکه های اسفنجی از پلیمرهای سلولز احیا شده)**

| نام کشور | عنوان محصول | صادرات در سال ۱۳۸۲ | | | صادرات در سال ۱۳۸۳ | | | صادرات در سال ۱۳۸۴ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | وزن | ارزش | درصد از کل | وزن | ارزش | درصد از کل | وزن | ارزش | درصد از کل |
| ترکمنستان | صفحه ها، ورق ها و باریکه های اسفنجی | ۳/۱۳۹ | ۱۹۷۳۱ | ٪۶۰ | – | – | – | – | – | – |
| قرقیزستان | صفحه ها، ورق ها و باریکه های اسفنجی | – | – | – | ۱۸/۸۴۶ | ۴۶۱۹۶ | ٪۵۳ | – | – | – |
| افغانستان | صفحه ها، ورق ها و باریکه های اسفنجی | – | – | – | – | – | – | ۱۶۸/۸۰۴ | ۴۱۳۸۹۱ | ٪۴۷ |

وزن: تن ارزش: دلار

**ادامه جدول (۱۷)**

| نام کشور | عنوان محصول | صادرات در سال ۱۳۸۵ | | |
|---|---|---|---|---|
| | | وزن | ارزش | درصد از کل |
| افغانستان | صفحه ها، ورق ها و باریکه های اسفنجی | ۳۱۴/۰۳ | ۸۰۶۵۳۸ | ٪۲۵ |
| عراق | صفحه ها، ورق ها و باریکه های اسفنجی | ۶۷۵/۷۳ | ۷۸۱۷۳۸ | ٪۵۴ |
| پاکستان | صفحه ها، ورق ها و باریکه های اسفنجی | ۱۱۰/۶۴ | ۲۷۶۶۰۰ | ٪۹ |

وزن: تن ارزش: دلار

### ۶ـ۲ـ بررسی نیاز به محصول با اولویت صادرات تا پایان برنامه چهارم

از آن جایی که یکی از عمده ترین مصارف فوم های پلی اتیلن جهت بسته بندی کالا هایی چون انواع میوه جات، لوازم صوتی و تصویری، لوازم شیشه ای و حساس می باشد و استفاده از این فوم ها باعث بهبود نوع و کیفیت بسته بندی کالاهای صادراتی می شود، بنابراین اهمیت این محصول نیز مشخص بوده و مصرف آن در سال های آتی رو به افزایش خواهد بود. البته با توجه به حجیم بودن محصولات فومی شکل و آسان بودن فرآیند تولید و پرهزینه بودن حمل و نقل آنها صادرات این نوع محصولات خیلی رایج نیست. با این وجود با راه اندازی طرح های در دست اجرا با ظرفیت تولید حدود ۸۶۰۰۰ تن تا پایان سال ۱۳۹۰، میزان تولید فوم پلی اتیلن در کشور به حدود ۱۱۸۰۰۰ تن در سال خواهد رسید.

میزان نیاز به این محصول با توجه به رشد سرانه پیش بینی می شود تا پایان سال ۱۳۹۰ برابر با ۷۰ هزار تن باشد. با فرض راه اندازی ۳۰ درصد ظرفیت واحدهای با بیش از ۲۰ درصد پیشرفت و نیز ۶۰ درصد ظرفیتهای با بیش از ۶۰ درصد پیشرفت، میزان تولید کشور در سال ۱۳۹۰ حدود ۴۰ هزار تن خواهد بود. لذا میزان نیاز کشور به این محصول حدود ۳۰ هزار تن پیش بینی می شود.

## ۳ـ بررسی اجمالی تکنولوژی و روش های تولید و عرضه محصول در کشور و مقایسه آن با دیگر کشورها

مهم ترین فرآیند تولید فوم های پلی اتیلن، فرآیند اکستروژن می باشد. اکستروژن محصولات فومی شکل روز به روز اهمیت بیشتری پیدا می کند. اکسترودر یک وسیله مناسب برای تولید فوم است زیرا فرآیند در آن پیوسته بوده، دارای وزن کم و طولی می باشد. فرآیندهای عمومی برای تولید فوم در جدول زیر مشاهده می شود. هر فرآیند اکستروژن، مزایا و معایبی دارد. درک درست از پلیمرها که شامل مواردی چون مفاهیم ذوب، جریان و فوم شدن می باشد، باعث تسهیل طراحی بهینه ماشین آلات و افزایش خواص محصولات نهایی می شود. به بیان دیگر دانش کافی از اکسترودرها می تواند باعث حداقل شدن خطاها در انتخاب نوع و اندازه مناسب ماشین آلات در حین مطالعات مقدماتی شود.

**جدول(۱۸): فرآیندهای عمومی اکستروژن برای تولید و مزایا و معایب آنها**

| فرآیندهای عمومی اکستروژن | مزایا | معایب |
|---|---|---|
| اکسترودر تک پیچه بلند<br>L/D : ۳۸-۴۲ | * نقاط نشتی کمتر<br>* سرمایه گذاری و هزینه کمتر | * محدوده کنترل گرمایش/سرمایش باریک<br>* نیاز به طراحی پیچه دقیق<br>* طول پیچه بلند |
| اکسترودرهای جفت<br>L/D : ۲۴-۳۲ , ۲۸-۳۰ | * گرمایش/سرمایش مستقل<br>* قابلیت فرآیند کردن پلیمرهای با درجه ذوب بالا | * نقاط نشتی بیشتر<br>* هزینه بالا<br>* مصرف انرژی بیشتر |
| اکسترودر دو پیچه<br>L/D : around ۲۵ | * کنترل آسان<br>* اختلاط خوب<br>* انتقال حرارت خوب | * سرمایش محدود<br>* محدوده گرمایش/سرمایش باریک |

برای تولید محصولات فومی شکل هم از اکسترودرهای تک پیچه و هم دو پیچه استفاده می شود. علاوه بر استفاده از عوامل دمشی ممکن است از مواد دیگری هم برای تولید فوم استفاده شود مانند رنگ ها،

پایدارکننده ها، عوامل هسته زا یا اصلاح کننده ها ( برای کمک به ایجاد و رشد بهتر حباب ها).

اکسترودرهای تک پیچه عموماً بر اکسترودرهای دو پیچه به دو دلیل ارجحیت دارند:

۱- برای یک قطر مشخص پیچه، یک اکسترودر تک پیچه دارای نصف قیمت دو پیچه است.

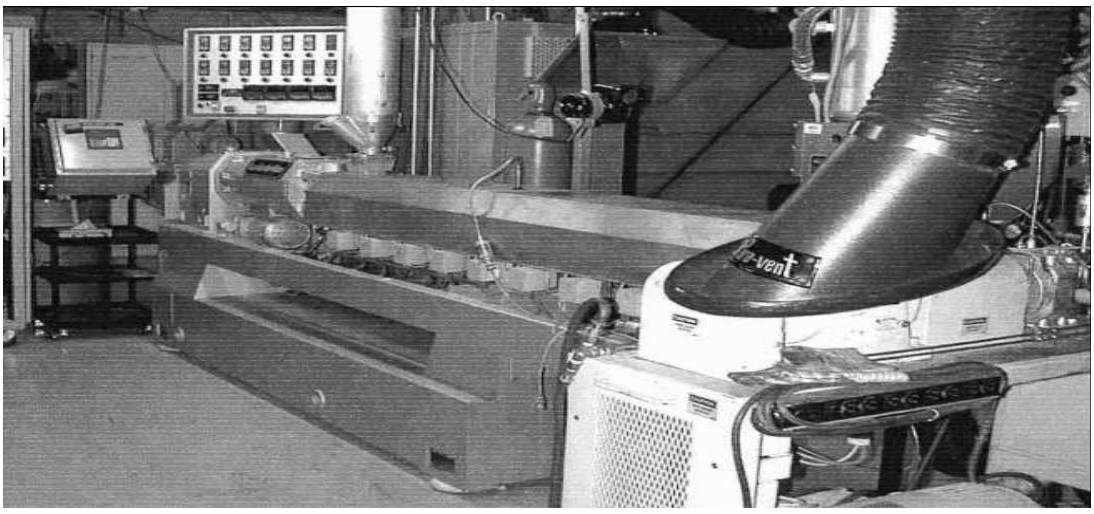
۲- فهم اکسترودرهای تک پیچه و نگهداری آنها نسبت به دو پیچه ها آسان تر است. با این وجود لزوماً از نظر عملیات و کار آسان تر نیستند.

اکسترودرهای دو پیچه ممکن است به دلایل اجرایی انتخاب شوند. بعضی از توانایی های ویژه که توسط اکسترودرهای دو پیچه نسبت به اکسترودرهای تک پیچه نشان داده شده عبارتند از:

- خوراک بیشتر و پایدارتر
- اختلاط پراکنشی بهتر برای عوامل هسته زا و سیستم های پلیمری
- سریع حتی برای ترکیب عوامل دمشی
- توانایی کنترل دما و سرمایش بهتر
- یکنواخت سازی بهتر دمای جرم

با این وجود اکسترودرهای دو پیچه محدودیت هایی نیز دارند که از آن جمله می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- گران بودن این اکسترودرها و شفت های موجود در آن در حالتی که متناسب با فرآیند پیچه ها جدا هستند ، با وجود پیشرفت های اخیر صنعت باعث محدود شدن گشتاور می شوند.
- خوراک ذرات جامدی که بزرگتر از عمق مانع باشند، ممکن نیست.



**شکل(۵): اکسترودر دو پیچه برای ساخت فوم**

با توجه به تمامی نکات ذکر شده امروزه در صنعت در تمام دنیا از جمله در ایران از اکسترودرهای تک پیچه برای تولید فوم پلی اتیلن استفاده می شود. اکسترودرهای دو پیچه در تولید فوم های PVC سخت مورد استفاده قرار می گیرند. در ادامه فازهای مختلف فرآیند تولید فوم پلی اتیلن توسط اکسترودر تک پیچه توضیح داده می شود.

## فازهای فرآیند تولید

تولید محصولات میانی فوم توسط اکستروژن نیاز به انتخاب دقیق مواد اولیه و هماهنگی مناسب مراحل مختلف در فرآیند دارد. برای تولید فوم پلی اتیلن با دانسیته کم از عوامل دمشی مایع (فیزیکی) استفاده می شود. مهم ترین فازها در تولید فوم پلی اتیلن عبارتند از:

- انتخاب مواد اولیه و دستور العمل تهیه
- خوراک مواد اولیه به داخل دستگاه
- اکستروژن
- سردکردن و کالیبره کردن
- جمع آوری
- پیچیدن یا بریدن به ابعاد مشخص

## مواد اولیه فوم پلی اتیلن و دستورالعمل آن

برای اکستروژن فوم پلی اتیلن از پلی اتیلن با دانسیته کم (LDPE) با شاخص مذاب (MFI) ۰/۵ تا ۲ گرم در ده دقیقه و دانسیته ۰/۹۷۱ تا ۰/۹۲۲ گرم بر سانتیمتر مکعب استفاده می شود. یک دستورالعمل پایه برای تولید ورق های فوم پلی اتیلن با استفاده از فرآیند ورود مستقیم گاز به شکل زیر است:

**جدول(۱۹): مواد اولیه تهیه فوم و مقدار آنها**

| اجزا | مقدار (parts) |
|---|---|
| LDPE | ~۹۰ |
| عوامل هسته زا | ۰/۱ تا ۰/۳ |
| عامل دمشی فیزیکی | ۲ تا ۶ |
| رنگدانه | ۰/۴ تا ۰/۰۵ |

عوامل هسته زا بر ساختار فوم و دانسیته آن تأثیر گذاشته و اندازه سلول ها و تعداد آن ها را تعیین می کنند. از جمله این عوامل که در تولید فوم پلی اتیلن مورد استفاده قرار می گیرند می توان به تالک، سیلیکا و دی اکسید تیتانیوم اشاره کرد. در تولید فوم پلی اتیلن از عوامل دمشی فیزیکی با دمای جوش کمتر از نقطه نرم شدن رزین PE با خواص زیر استفاده می شود:

- ✓ حلالیت بالا در رزین بدون تغییر جدی ویسکوزیته یا دمای انتقال شیشه ای آن
- ✓ تبخیر سریع در حین انبساط برای رسیدن به غلظت کمتر گاز باقیمانده در دیواره سلول ها

هیدروکربن های آلیفاتیک ، نیتروژن و دی اکسید کربن عوامل دمشی فیزیکی مناسب با خواص بالا بری تولید فوم می باشند. از هیدروفلوئوروکلروکربن ها به دلیل آسیبی که به لایه اوزن می رسانند در تولید فوم پلی اتیلن استفاده نمی شود.

## خوراک مواد اولیه

در یک دستورالعل استاندارد اکستروژن فوم، درصد وزنی جزء پلیمری بیش از ۹۰٪ می باشد. رزین پلی اتیلن به صورت گرانول است. اندازه گیری و پیش اختلاط اجزا جامد برای رسیدن به کیفیت یکنواخت فوم نیاز به دقت بالایی دارد. بدین منظور از یک سیستم اندازه گیری مقدار خوراک حجمی یا وزنی برای تعیین مقدار درست اجزا استفاده می شود.

زمانی که سیستم ورود گاز مستقیم باشد مقدار خوراک عامل دمشی بسیار مهم است. چون مقدار اضافه شده ویسکوزیته مذاب را تعیین می کند. برای ورود دقیق عامل دمشی به اکسترودر از پمپ های پیستونی چندسر با حرکات قابل تنظیم استفاده می شود.

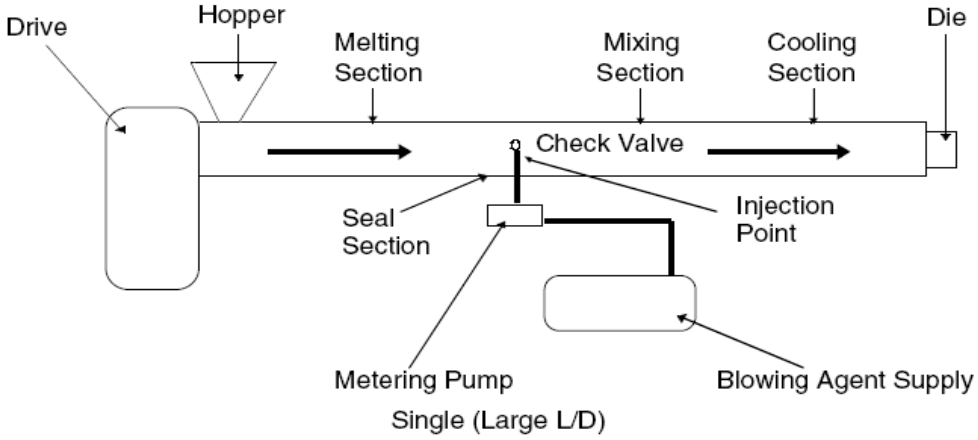
## اکستروژن

شکل کلی فرآیندهای اکستروژن بدین صورت است که عوامل دمشی همیشه در داخل اکسترودر با مذاب پلیمر مخلوط می شوند. بنابراین مهم ترین مراحل فرآیند تولید فوم پلی اتیلن پیش اختلاط رزین و مواد افزودنی، تزریق عامل دمشی، شکل دهی فوم و انبساط نهایی می باشد. مراحل فرآیندی که در داخل اکسترودر انجام می شوند عبارتند از:

- ورود رزین پیش اختلاط شده با مواد افزودنی

- انتقال مواد به داخل دستگاه
- ذوب شدن و یکنواخت شدن مواد
- رسیدن به یکنواختی حرارتی مناسب قبل از تزریق عامل دمشی
- اختلاط یکنواخت عامل دمشی تحت فشار
- حمل پایدار مواد و سرد کردن مذاب
- اکستروژن مذاب در فشار بالاتر از فشار بخار عامل دمشی

شکل کلی اکسترودر تک پیچه و اجزای مختلف آن برای تولید ورق فوم پلی اتیلن در تصویر زیر مشاهده می شود.




**شکل(۶): اکسترودر تک پیچه و اجزای آن**

طول موثر پیچه در اکسترودرهای تک پیچه باید حداقل ۲۲ برابر قطر آن باشد تا عملیات ورود خوراک، ایجاد فشار، ذوب، یکنواخت سازی و اختلاط عامل دمشی را به طور مطلوب انجام دهد.

برای تولید فوم پلی اتیلن، علاوه بر مواد خام از ضایعات فوم نیز در ترکیب با مواد خام استفاده می‌شود. ذرات خارجی موجود در این مخلوط ها می‌توانند باعث آلودگی مذاب شده و جریان ناصافی را در دای و شکاف آن ایجاد کنند. برای جلوگیری از این کار، مذاب باید با عبور از یک توری مبدل صاف شود. این توری معمولاً بین اکسترودر و دای قرار می گیرد. مذاب با جریان و فشار یکنواخت از این توری عبور کرده و پس از آن وارد دای می شود. بخش شکل دهنده پروفیل دای باید طوری طراحی شود که مانع از انبساط مذاب

قبل از خروج از دای شود. با توجه به ظرفیت خروجی و ابعاد ورق مورد نیاز می توان از دای با قطرهای ۷۵ تا ۲۵۰ میلیمتر استفاده کرد.

## فرآیند فوم شدن

فرآیند فوم شدن از ویسکوزیته، الاستیسیته مذاب، نفوذپذیری گاز در پلیمر، فشار بخار و حلالیت عامل دمشی تأثیر می پذیرد. علاوه بر این اگر نیاز به رشد یکنواخت سلول ها در خروجی دای باشد، عامل دمشی گازی می باید در مذاب پلیمر حل و یا به طور جزیی حل شود. در این فرآیند منشأ گاز مهم نیست. گاز می تواند به طور مستقیم از داخل مخزن اکسترودر به مذاب وارد شود و یا توسط یک عامل دمشی شیمیایی که به صورت خشک با رزین مخلوط شده، ایجاد شود. به دلیل افت ناگهانی فشار در خروجی دای، مذاب توسط گازهای حل شده در آن به حالت فوق اشباع می رسد که این امر باعث جدایی گاز از مذاب می‌شود. بنابراین حباب های کوچک زیادی تشکیل می شوند. این حباب ها تا زمانی که بین فشار بخار، کشش سطحی، ویسکوزیته مذاب و درجه اشباع شدن گازهای حل شده باقیمانده تعادل ایجاد شود، منبسط می شوند. دمای مذاب در حین این فرآیند به دلیل انبساط گاز و انتقال حرارت با محیط کاهش می یابد. در اکستروژن فوم ها باید فشار روی مذاب داخل اکسترودر بالای فشار جزیی عامل دمشی نگه داشته شود.

## سرد کردن و جمع آوری فوم

پس از سرد کردن مذاب خارج شده از دای ( توسط سیستم خنک کننده آبی) جمع آوری فوم با سرعت ثابت متناسب با سرعت خروجی اکسترور انجام می شود. برای اطمینان از جمع آوری فوم بدون لغزش، نیروی فشار بین رول ها می باید به دقت تنظیم شود. رول (لوله)، تسمه و زنجیر از انواع مختلف وسایل جمع آوری فوم می باشند که بسته به شکل نهایی محصول انتخاب می شوند. نوع زنجیری و تسمه‌ای بیشتر برای فوم های لوله ای و پروفیل و نوع رول بیشتر برای ورق ها استفاده می شوند.

فرآیند اکستروژن فوم های ورقه ای شکل پلی اتیلن شامل یک سیستم پیچاندن هم می باشد. در اکسترودرهای تک پیچه سیستم پیچاندن دارای دو شفت بوده که از یک طرف با یاتاقان ثابت نگه داشته شده و قابلیت جابه جا شدن را دارند. ورق فوم پلی اتیلن به دور این رول ها پیچیده شده و زمانی که رول به قطر مورد نظر رسید، برش داده می شوند. با استفاده از یک پیچنده دو روله که از یک طرف ثابت هستند،

می توان فرآیند تغییر رول را تسهیل کرد. دو شفت پیچان بر روی یک صفحه چرخان قرار گرفته و به محض رسیدن رول هدف به قطر مورد نظر شفت خالی توسط صفحه چرخان به محل پیچیدن منتقل می شود. سپس ورق به صورت عرضی بریده می شود. در هنگام افزایش قطر رول و کاهش سرعت شفت لازم است که کشش و سرعت پیچش ورق ثابت بماند.

**شکل(۷): تصویری از یک دستگاه اکسترودر تولید فوم پلی اتیلن**

## ۴ـ تعیین نقاط قوت و ضعف تکنولوژی‌های مرسوم (به شکل اجمالی) در فرآیند تولید محصول

از مهم ترین نقاط قوت استفاده از اکسترودرهای تک پیچه بلند در تولید فوم پلی اتیلن نقاط نشتی کمتر و هزینه کمتر این تکنولوژی نسبت به سایر تکنولوژی ها می باشد. اما استفاده از اکسترودر تک پیچه معایبی هم دارد که از آن جمله می توان به محدوده باریک کنترل دمایی، نیاز به طراحی دقیق پیچ و بلند بودن پیچ اشاره کرد.

مهم ترین اجزا یک فوم پلیمری، پلیمر و گاز است که از نظر طبیعت وخواص بسیار با یکدیگر متفاوت هستند. در فرآیند تولید فوم این دو ماده متفاوت با یکدیگر به صورت یکنواخت باقی مانده ، سپس به یک ساختار سلولی تجزیه شده و با گذشت زمانی مناسب پایدار می شوند. شکی نیست که برای داشتن یک فرآیند تولید موفق باید مواد و مکانیزم مکمل یکدیگر باشند. تنها تعداد مشخصی از پلیمرها این سه قابلیت ( حل شدن در گاز، جدایی فازی و پایدار سازی) را دارا هستند.

برای فوم هایی که به روش فیزیکی تهیه می شوند مانند فوم پلی اتیلن، حلالیت گاز در پلیمر تحت شرایط فرآیندی، مسئله مهمی است. حلالیت معمولاً توسط فشار اطراف تحمیل می شود. هرچه حلالیت عامل دمشی در پلیمر بیشتر باشد فشار مذاب کمتری لازم است، اما هر چه این حلالیت کمتر باشد انرژی بیشتری برای حل شدن عامل دمشی در مذاب پلیمر مورد نیاز خواهد بود. این انرژی توسط دستگاه تأمین شده و مذاب تحت فشار بیشتری قرار می‌گیرد. فشار بیشتر باعث ایجاد گرمای برشی بیشتر شده که نتیجه آن مشکل تر شدن فرآیند خنک کردن تا دمای فوم شدن می باشد.

علاوه بر این حداقل دانسیته ای که از یک عامل دمشی با حلالیت ضعیف بدست می آید از دانسیته فوم بدست آمده با عامل دمشی با حلالیت بالا بیشتر است. در واقع برای پلیمرهای مذاب، حلالیت عامل دمشی شرایط ایجاد حباب و رشد آن ها را تعیین می کند. حتی پس از فوم شدن نیز خواص طولانی مدت فوم همچنان توسط حلالیت و نفوذ عوامل دمشی تأثیر می پذیرد. پارامترهای کلیدی برای یک فرآیند فوم شدن فیزیکی در جدول (۲۰) ارائه شده است.

**جدول(۲۰): پارامترهای کلیدی برای یک فرآیند فوم شدن فیزیکی**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **مرحله** | تزریق گاز در پلیمر | ایجاد حباب های گاز در پلیمر | باقی ماندن حباب های هوا در پلیمر |
| **مکانیزم** | حل شدن/یکنواخت شدن | فوم شدن | پخت شدن |
| **پارامترها** | حلالیت ، ضریب نفوذ | فراریت، کشش سطحی | نفوذپذیری |

از جمله عوامل دمشی معروف هیدروکربن های هالوژنه (CFC) هستند که انحلال پذیری بسیار خوبی در بعضی مذاب های ترموپلاستیک نشان داده اند، اما این مواد در محیط بسیار پایدار بوده و تجزیه نمی شوند که به همین علت مشکلات فراوانی را در ارتباط با تخریب لایه اوزن ایجاد می کنند. استفاده از این مواد به عنوان عوامل دمشی از سال ۱۹۹۰ تحریم شده و تولیدکنندگان فوم مجبور به استفاده از سایر مواد شیمیایی شدند. امروزه یک ماده دمشی نه تنها نیازهای فنی و اقتصادی، بلکه نیازهای زیست محیطی و ایمنی را نیز باید برآورده کند.

به طور کلی یک عامل دمشی مناسب باید ارزان و قابل دسترس بوده و از نظر نگهداری، حمل و نقل و استفاده ایمنی کافی داشته باشد. یک عامل دمشی ایده آل غیر سمی و اشتعال ناپذیر است و پایداری شیمیایی و حرارتی خوبی دارد. سایر ویژگی های آن همان طور که اشاره شد حلالیت خوب در پلیمر، فشار بخار کم در دمای اتاق، دمای جوش کم و ضریب نفوذ کمتر از هوا به داخل پلیمر می باشد. عوامل دمشی فیزیکی که امروزه در تولید فوم پلی اتیلن استفاده می شوند، هیدروکربن های آلیفاتیک مانند بوتان نرمال هستند که هم از نظر اقتصادی ارزان بوده (با توجه به منابع غنی گاز در ایران) و هم مشکل زیست محیطی ندارند. علاوه بر این پارامتر حلالیت این ماده به پلی اتیلن نزدیک بوده و در نتیجه در آن انحلال پذیر است. تنها مشکل این ماده اشتعال پذیری بالای آن است که در ترکیب با اکسیژن با وجود پیشگیری های ایمنی و تجهیزات پیچیده، مخلوط های انفجارپذیر می سازند. به همین دلیل با افزایش قوانین و مقررات استفاده از هیدروکربن های اشتعال پذیر و فرار، امروزه تحقیقات فراوانی برای جایگزینی این گونه عوامل دمشی با گازهای خنثی موجود در اتمسفر مانند نیتروژن، آرگون، دی اکسید کربن و حتی آب در حال انجام است.

گازهای خنثی کاملاً ایمن بوده، اشتعال ناپذیر و غیر سمی نیز هستند. البته نا گفته نماند که استفاده از گازهای خنثی در اکستروژن فوم ها باعث باریک شدن پنجره فرآیندی نسبت به هیدروکربن ها می شود. علاوه بر این، گازهای خنثی حلالیت کمتری در پلیمر داشته و فشار بخار آنها نیز نسبت به هیدروکربن ها و CFC ها بیشتر است و در نتیجه بر راندمان تولید و کیفیت محصول اثر گذاشته و سیستم برای کار نیاز به فشار بیشتری خواهد داشت. بنابراین به نظر می رسد که در حال حاضر بهترین مواد برای استفاده در فرآیند تولید فوم پلی اتیلن، هیدروکربن های آلیفاتیک مانند بوتان مایع و پروپان می باشند. اما برای استفاده از هیدروکربن ها باید مسائل مختلفی جهت ایمنی رعایت شود که کمی هزینه بر است. تنها مزیت CFC ها اشتعال ناپذیر بودن و ضریب ایمنی بالاتر آنهاست ولی از نظر قیمت، هزینه ای بالغ بر دو تا پنج برابر هزینه هیدروکربن ها خواند داشت.

در مورد پلیمرهای مورد استفاده در صنعت فوم نیز باید اشاره کرد که این پلیمرها باید هم با عامل دمشی و هم بدون عامل دمشی قابل فرآیند بوده و استحکام کافی برای حفظ انبساط دینامیک جهت ساختن یک ساختار سلولی را داشته باشد، چون در هنگام رشد سلول ها مذاب پلیمری تغییر شکل های کششی بسیاری را متحمل می شود که رزین های پلیمری با خواص رئولوژیکی ناکافی تحمل این تغییر فرم‌ها را نخواهند داشت. پلی اتیلن سبک (LDPE) مورد استفاده در تولید فوم پلی اتیلن خواص رئولوژیکی مناسب برای تولید فوم را داشته و نیاز به اصلاحات ندارد.

بنابراین می توان نتیجه گرفت که تکنولوژی تولید فوم پلی اتیلن که در آن از پلی اتیلن سبک به عنوان پلیمر و بوتان یا پروپان مایع به عنوان عامل دمشی استفاده می شود، نقاط ضعف خاصی نداشته و تنها مشکل آن رعایت مسائل ایمنی مربوط به اشتعال پذیری عامل دمشی می باشد. از جمله نقاط قوت آن، استفاده نکردن از هیدروکربن های هالوژنه، ارزان بودن خط تولید نسبت به سایر فوم ها، طولی بودن و کم حجم بودن خط تولید می باشد. علاوه بر این هزینه تأمین مواد اولیه فوم پلی اتیلن نیز با توجه به تولید مواد اولیه در ایران و دسترسی آسان به آنها، نسبت به تولید سایر فوم های پلیمری کمتر می باشد.

## ۵ـ بررسی و تعیین حداقل ظرفیت اقتصادی شامل برآورد حجم سرمایه‌گذاری ثابت به تفکیک ریالی و ارزی (با استفاده از اطلاعات واحدهای موجود، در دست اجراء، UNIDO و اینترنت و بانک‌های اطلاعاتی جهانی، شرکت‌های فروشنده تکنولوژی و تجهیزات و ... )

در این بخش بررسی‌های پارامترهای مهم اقتصادی احداث یک واحد صنعتی تولید فوم پلی اتیلن با حداقل ظرفیت اقتصادی نظیر؛ برآورد هزینه‌های ثابت و در گردش مورد نیاز واحد، نقطه سر به سر، سرانه سرمایه‌گذاری و ... انجام می‌گیرد. برای این منظور ابتدا برنامه سالیانه تولید واحد مورد نظر، بر اساس مشخصات فنی ماشین‌آلات خط تولید، برآورد می‌شود که در جدول زیر ارائه شده است. لازم به ذکر است؛ تولید سالیانه بر اساس تعداد ۳ شیف کاری ۸ ساعته برای ۳۰۰ روز کاری محاسبه گردیده است.

**جدول (۲۱): برنامه سالیانه تولید**

| ردیف | شرح | واحد | ظرفیت سالیانه | قیمت فروش واحد (ریال) | کل ارزش فروش (میلیون ریال) |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ورق فوم پلی اتیلن | تن | ۲۵۰۰ | ۲۵۰۰۰ | ۶۲۵۰۰ |
| مجموع (میلیون ریال) | | | | | ۶۲۵۰۰ |

### ۱ـ۵ـ اطلاعات مربوط به سرمایه ثابت طرح

سرمایه ثابت به آن دسته از دارائی‌ها اطلاق می‌شود که دارای طبیعتی ماندگار داشته که در جریان عملیات واحد تولیدی از آنها استفاده می‌شود. این دارائی‌ها شامل زمین، ساختمان، وسایل نقلیه، ماشین‌آلات تولید، تأسیسات جانبی و ... می‌باشد که در ادامه هریک از آنها برای واحد تولیدی فوم پلی اتیلن محاسبه می‌شود.

### ۱ـ۱ـ۵ـ هزینه‌های زمین و ساختمان‌سازی

برای محاسبه هزینه‌های تهیه زمین و ساختمان‌های مورد نیاز این واحد، لازم است اندازه بناهای مورد نیاز از قبیل؛ سالن تولید، انبارها، ساختمان‌های اداری، محوطه، پارکینگ و ... برآورد شود. سپس مقدار زمین

مورد نیاز برای احداث بناها با در نظر گرفتن توسعه طرح در آینده، محاسبه شود. در جداول زیر مقدار زمین و انواع بناهای مورد نیاز، برآورد و هزینه‌های تهیه آنها محاسبه شده است.

**جدول (۲۲): هزینه‌های زمین**

| ردیف | شرح | ابعاد (متر مربع) | بهای هر متر مربع (ریال) | جمع (میلیون ریال) |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | زمین سالن‌های تولید و انبار | ۱۵۵۰ | ۲۲۰/۰۰۰ | ۳۴۱ |
| ۲ | زمین ساختمان‌های اداری، خدماتی و عمومی | ۱۵۰ | | ۳۳ |
| ۳ | زمین محوطه | ۱۰۰۰ | | ۲۲۰ |
| ۴ | زمین توسعه طرح | - | | - |
| **جمع زمین مورد نیاز (متر مربع)** | | **۲۷۰۰** | **مجموع (میلیون ریال)** | **۵۹۴** |

**جدول (۲۳): هزینه‌های ساختمان‌سازی**

| ردیف | شرح | مساحت (مترمربع) | بهای هر متر مربع (ریال) | هزینه کل (میلیون ریال) |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | سوله خط تولید | ۷۵۰ | ۱/۷۵۰/۰۰۰ | ۱۳۱۲/۵ |
| ۲ | انبارها | ۸۰۰ | ۱/۲۵۰/۰۰۰ | ۱۰۰۰ |
| ۳ | ساختمان‌های اداری،خدماتی و عمومی | ۱۵۰ | ۲/۵۰۰/۰۰۰ | ۳۷۵ |
| ۴ | محوطه‌سازی، خیابان کشی، پارکینگ و فضای سبز | ۱۰۰۰ | ۱۵۰/۰۰۰ | ۱۵۰ |
| ۵ | دیوارکشی | ۲۵۰ | ۳۰۰/۰۰۰ | ۷۵ |
| **مجموع (میلیون ریال)** | | | | **۲۹۱۲/۵** |

## ۲ـ۱ـ۵ـ هزینه ماشین‌آلات و تجهیزات خط تولید

این هزینه‌ها براساس استعلام صورت گرفته از شرکت‌های مهم تولید کننده یا نمایندگی‌های معتبر برآورد می‌گردد. همچنین هزینه‌های جانبی تهیه ماشین‌آلات، شامل؛ هزینه‌های حمل و نقل، نصب و

راه‌اندازی، عوارض گمرکی و ... نیز محاسبه می‌شود. در جدول زیر فهرست ماشین‌آلات تولیدی و تعداد مورد نیاز آن در خط تولید ارائه شده است و براساس قیمت‌های اخذ شده، هزینه‌های اصلی و جانبی تهیه ماشین‌آلات و تجهیزات، محاسبه گردیده است.

قیمت ماشین آلات خط تولید به همراه هزینه گمرک تا بندر عباس استعلام گرفته شده است. در تولید ورق فوم پلی اتیلن با این خط، از LDPE به عنوان پلیمر، بوتان مایع به عنوان عامل دمشی و پودر تالک به عنوان عامل هسته زا استفاده می شود.

**جدول (۲۴): هزینه ماشین‌آلات خط تولید**

| ردیف | شرح | تعداد | قیمت واحد | | هزینه کل |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | هزینه به ریال | هزینه به دلار | (میلیون ریال) |
| ۱ | تجهیزات اصلی خط تولید ورق فوم پلی اتیلن | ۱خط (۱۹ واحد+۵ست) | - | ۲۵۲۰۰۰ | ۲۳۴۳/۶ |
| ۲ | کمپرسور هوا | ۱ | ۱۰۰۰۰۰۰۰ | - | ۱۰ |
| ۳ | چیلر | ۱ | ۲۵۰۰۰۰۰۰ | - | ۲۵ |
| **مجموع (میلیون ریال)** | | | | | **۲۳۷۸/۶** |

### ۳ـ۱ـ۵ـ هزینه‌های تأسیسات

هر واحد تولیدی، علاوه بر دستگاه‌های اصلی خط تولید، جهت تکمیل یا بهبود فرآیندها، نیاز به تجهیزات و تأسیسات جانبی، نظیر؛ تأسیسات گرمایش و سرمایش، آب، برق، دیگ بخار، کمپرسور، تأسیسات اطفاء حریق و ... خواهد داشت. انتخاب این موارد با توجه به ویژگی‌های فرآیند و محدودیت‌های منطقه‌ای و زیست‌محیطی انجام می‌گیرد. تأسیسات و تجهیزات مورد نیاز این طرح و هزینه‌های تهیه آن در جدول (۲۵) ارائه شده است.

**جدول (۲۵): هزینه‌های تأسیسات**

| ردیف | شرح | هزینه (میلیون ریال) |
|---|---|---|
| ۱ | تأسیسات سرمایش و گرمایش | ۱۰۰ |
| ۲ | تأسیسات اطفاء حریق | ۱۵۰ |
| ۳ | تأسیسات آب و فاضلاب | ۱۰۰ |
| **مجموع (میلیون ریال)** | | **۳۵۰** |

## ۴ـ۱ـ۵ـ هزینه لوازم اداری و خدماتی

واحدهای اداری و خدماتی هر واحد تولید نیاز به لوازم و تجهیزات خاص خود را دارند که برای واحد فوم پلی اتیلن در جدول زیر برآورد شده است.

**جدول (۲۶): هزینه لوازم اداری و خدماتی**

| ردیف | شرح | تعداد | قیمت واحد (ریال) | جمع هزینه (میلیون ریال) |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | میز و صندلی | ۵ سری | ۲/۵۰۰/۰۰۰ | ۱۲/۵ |
| ۲ | دستگاه فتوکپی | ۱ | ۲۰/۰۰۰/۰۰۰ | ۲۰ |
| ۳ | کامپیوتر و لوازم جانبی | ۵ سری | ۱۰/۰۰۰/۰۰۰ | ۵۰ |
| ۴ | تجهیزات اداری | ۱۰سری | ۱/۰۰۰/۰۰۰ | ۱۰ |
| ۵ | خودرو سبک | ۱ | ۱۵۰/۰۰۰/۰۰۰ | ۱۵۰ |
| ۶ | خودرو سنگین | - | ۵۰۰/۰۰۰/۰۰۰ | - |
| **مجموع (میلیون ریال)** | | | | **۲۴۲/۵** |

### ۵ـ۱ـ۵ـ هزینه‌های خرید حق انشعاب

هر واحد تولیدی برای شروع فعالیت و ادامه آن، نیاز به آب، برق، گاز، ارتباطات و ... دارد. در جدول زیر، هزینه خرید انشعاب‌های برق، گاز، تلفن براساس ظرفیت مورد نیاز واحد فوم پلی اتیلن ارائه شده است.

**جدول (۲۷): حق انشعاب**

| ردیف | شرح | واحد | ظرفیت مورد نیاز | قیمت واحد (ریال) | هزینه کل (میلیون ریال) |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | آب | متر مکعب | ۳/۴" | ۵۰۰۰۰۰۰ | ۵ |
| ۲ | گاز | متر مکعب | ۴۰ | ۲۰۰۰۰۰۰۰ | ۲۰ |
| ۳ | برق | کیلو وات | ۴۰۰ | ۲۵۰۰۰۰۰۰۰ | ۲۵۰ |
| ۴ | تلفن | ۵ خط | - | ۱۰۰۰۰۰۰ | ۵ |
| **مجموع (میلیون ریال)** | | | | | **۲۸۰** |

### ۶ـ۱ـ۵ـ هزینه‌های قبل از بهره‌برداری

هزینه‌های قبل از بهره‌برداری شامل مطالعات اولیه، اخذ مجوزها، هزینه‌های آموزش پرسنل و راه‌اندازی آزمایشی و... می‌باشد که در جدول زیر، برآورد شده است.

**جدول (۲۸): هزینه‌های قبل از بهره‌برداری**

| ردیف | عنوان | هزینه (میلیون ریال) |
|---|---|---|
| ۱ | مطالعات اولیه و اخذ مجوزهای لازم | ۲۰ |
| ۲ | آموزش پرسنل | - |
| ۳ | راه‌اندازی آزمایشی | ۵۰ |
| **مجموع (میلیون ریال)** | | **۷۰** |

با توجه به جداول ۲۰ الی ۲۶ کلیه هزینه‌های ثابت مورد نیاز برای احداث طرح برآورد گردید که در جدول ذیل به‌طور خلاصه کل سرمایه ثابت مورد نیاز طرح ارائه شده است.

**جدول (۲۹): جمع‌بندی سرمایه‌گذاری ثابت طرح**

| ردیف | عنوان هزینه | هزینه | |
|---|---|---|---|
| | | میلیون ریال | دلار |
| ۱ | زمین | ۵۹۴ | - |
| ۲ | ساختمان‌سازی | ۲۹۱۲/۵ | - |
| ۳ | تأسیسات | ۳۵۰ | - |
| ۴ | لوازم و تجهیزات اداری و خدماتی | ۲۴۲/۵ | - |
| ۵ | ماشین‌آلات تولیدی | ۲۳۷۸/۶ | - |
| ۶ | حق انشعاب | ۲۸۰ | - |
| ۷ | هزینه‌های قبل از بهره‌برداری | ۷۰ | - |
| ۸ | پیش‌بینی نشده (۵ درصد) | ۳۴۱ | - |
| **جمع** | | **۷۱۶۱** | - |
| **مجموع (میلیون ریال)** | | **۷۱۶۱** | |

## ۲ـ۵ـ هزینه‌های سالیانه

علاوه بر سرمایه‌گذاری مورد نیاز جهت احداث و راه‌اندازی واحد، یک سری از هزینه‌ها بایستی به صورت سالانه براساس تولید محصول انجام شود. این هزینه‌ها شامل تهیه مواد اولیه، نیروی انسانی، انرژی مصرفی، هزینه استهلاک تجهیزات، ماشین‌آلات و ساختمان‌ها، هزینه تعمیرات و نگهداری، هزینه‌های فروش محصولات، هزینه تسهیلات دریافتی، بیمه و ... می‌باشد. در جداول بعد، هزینه‌های سالیانه هریک از این موارد برآورد شده است.

**جدول (۳۰): هزینه سالیانه مواد اولیه**

| ردیف | شرح | واحد | محل تأمین | قیمت واحد | | مصرف سالیانه | قیمت کل (میلیون ریال) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ریال | دلار | | |
| ۱ | پلی اتیلن سبک | Kg | داخل | ۱۵۰۰۰ | - | ۲۴۰۰۰۰۰ | ۳۶۰۰۰ |
| ۲ | بوتان مایع | لیتر | داخل | ۵۰۰۰ | - | ۷۵۰۰۰ | ۳۷۵ |
| ۳ | مواد افزودنی(تالک و رنگدانه) | Kg | داخل | ۳۰۰۰ | - | ۲۵۰۰۰ | ۷۵ |
| **مجموع (میلیون ریال)** | | | | | | | **۳۶۴۵۰** |

**جدول (۳۱): هزینه سالیانه نیروی انسانی**

| ردیف | شرح | تعداد | حقوق ماهیانه (ریال) | حقوق و مزایای سالیانه معادل ۱۴ ماه (میلیون ریال) |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | مدیر ارشد | ۱ | ۸/۰۰۰/۰۰۰ | ۱۱۲ |
| ۲ | مدیر واحدها | ۱ | ۶/۰۰۰/۰۰۰ | ۸۴ |
| ۳ | پرسنل تولیدی متخصص | ۱ | ۳/۵۰۰/۰۰۰ | ۴۹ |
| ۴ | پرسنل تولیدی (تکنسین) | ۲ | ۳/۰۰۰/۰۰۰ | ۸۴ |
| ۵ | کارگر ماهر | ۳ | ۳/۰۰۰/۰۰۰ | ۱۲۶ |
| ۶ | کارگر ساده | ۱۲ | ۲/۵۰۰/۰۰۰ | ۴۲۰ |
| ۷ | خدماتی | ۳ | ۲/۵۰۰/۰۰۰ | ۱۰۵ |
| **مجموع (میلیون ریال)** | | | | **۹۸۰** |

**جدول (۳۲): مصرف سالیانه آب، برق، سوخت و ارتباطات**

| ردیف | شرح | واحد | مصرف روزانه | قیمت واحد (ریال) | تعداد روز کاری | هزینه سالیانه (میلیون ریال) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | برق مصرفی | کیلو وات ساعت | ۷۲۰۰ | ۲۵۰ | ۳۰۰ | ۵۴۰ |
| ۲ | آب مصرفی | متر مکعب | ۸ | ۵۰۰۰ | | ۱۲ |
| ۳ | تلفن | ۵ خط | - | - | | ۳۶ |
| ۴ | سوخت | متر مکعب | ۲۰۰ | ۸۰۰ | | ۴۸ |
| **مجموع (میلیون ریال)** | | | | | | **۶۳۶** |

**جدول (۳۳): استهلاک سالیانه ماشین‌آلات، تجهیزات و ساختمان‌ها**

| ردیف | شرح | هزینه (میلیون ریال) | نرخ استهلاک (٪) | هزینه استهلاک (میلیون ریال) |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | ساختمان‌ها، محوطه و ... | ۲۹۱۲/۵ | ۵ | ۱۴۵/۶۲۵ |
| ۲ | ماشین‌آلات خط تولید | ۲۳۷۸/۶ | ۱۰ | ۲۳۷/۸۶ |
| ۳ | تأسیسات | ۳۵۰ | ۱۰ | ۳۵ |
| ۴ | لوازم و تجهیزات اداری و خدماتی | ۲۴۲/۵ | ۱۵ | ۲۴/۲۵ |
| **مجموع (میلیون ریال)** | | | | **۴۴۲/۷۳۵** |

**جدول (۳۴): تعمیرات و نگهداری سالیانه ماشین‌آلات، تجهیزات مورد نیاز**

| ردیف | شرح | هزینه (میلیون ریال) | نرخ استهلاک (٪) | هزینه استهلاک (میلیون ریال) |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | ساختمان | ۲۹۱۲/۵ | ۵ | ۱۴۵/۶۲۵ |
| ۲ | ماشین‌آلات خط تولید | ۲۳۷۸/۶ | ۱۰ | ۲۳۷/۸۶ |
| ۳ | تأسیسات | ۳۵۰ | ۷ | ۲۴/۵ |
| ۴ | لوازم و تجهیزات اداری و خدماتی | ۲۴۲/۵ | ۱۰ | ۲۴/۲۵ |
| **مجموع (میلیون ریال)** | | | | **۴۳۲/۲۳۵** |

**جدول (۳۵): هزینه تسهیلات دریافتی**

| ردیف | شرح | مقدار (میلیون ریال) | نرخ سود (٪) | سود سالیانه (میلیون ریال) |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | تسهیلات بلند مدت | ۵۰۱۲/۷ | ۱۰ | ۵۰۱/۲۷ |
| ۲ | تسهیلات کوتاه مدت | ۴۰۲۳/۴ | ۱۲ | ۴۸۲/۸ |

**جدول (۳۶): هزینه‌های سالیانه**

| ردیف | شرح | هزینه سالیانه | |
|---|---|---|---|
| | | میلیون ریال | دلار |
| ۱ | مواد اولیه | ۳۶۴۵۰ | - |
| ۲ | نیروی انسانی | ۹۸۰ | - |
| ۳ | آب، برق، تلفن و سوخت | ۶۳۶ | - |
| ۴ | استهلاک ماشین‌آلات، تجهیزات و ساختمان‌ها | ۴۴۲/۷۳۵ | - |
| ۵ | تعمیرات و نگهداری ماشین‌آلات، تجهیزات و ساختمان | ۴۳۲/۲۳۵ | - |
| ۶ | هزینه تسهیلات دریافتی | ۹۰۳۶ | - |
| ۷ | هزینه‌های فروش (۲ درصد کل فروش) | ۱۲۵۰ | - |
| ۸ | هزینه بیمه کارخانه (۰/۲ درصد) | ۱۴/۳ | - |
| ۹ | پیش‌بین نشده (۵ درصد) | ۲۴۶۲ | - |
| **جمع** | | **۵۱۷۰۲** | - |
| **مجموع (میلیون ریال)** | | **۵۱۷۰۲** | |

## ۳ـ۵ـ سرمایه در گردش مورد نیاز طرح

سرمایه در گردش به نقدینگی اطلاق می‌شود که برای تهیه مواد و ملزومات مورد نیاز در جریان تولید نظیر مواد اولیه، نیروی انسانی و ... هزینه می‌شود و به‌طور کلی شامل سرمایه‌ای است که باید کلیه هزینه‌های جاری واحد تولیدی را پوشش دهد و لازم است در هر زمان در دسترس باشد. مقدار سرمایه در گردش بستگی به توان بازرگانی و مدیریتی واحد تولیدی دارد به‌طور مثال اگر امکان دسترسی سریع به مواد اولیه در هر زمان وجود داشته باشد، نیاز کمتری به سرمایه برای تهیه آن است و برعکس در صورت طولانی بودن فرآیند دسترسی به آن، سرمایه در گردش برای خرید افزایش می‌یابد چراکه لازم است مواد مورد نیاز برای زمان بیشتری سفارش داده شود.

به‌طور معمول حداقل سرمایه در گردش مورد نیاز، معادل ۲۰ الی ۲۵ درصد کل هزینه‌های جاری سالیانه واحد تولیدی (معادل هزینه‌های ۲ الی ۳ ماه) است. این مسأله برای مواد اولیه خارجی که ممکن است فرآیند سفارش و خرید آن طولانی باشد دوازده ماه در نظر گرفته می‌شود تا ریسک توقف خط تولید به علت فقدان مواد اولیه کاهش یابد. در جدول زیر سرمایه در گردش مورد نیاز برای انجام مطلوب جریان تولید محصول محاسبه شده است.

**جدول (۳۷): برآورد سرمایه در گردش مورد نیاز**

| ردیف | شرح | مقدار مورد نیاز | ارزش کل | |
|---|---|---|---|---|
| | | | میلیون ریال | دلار |
| ۱ | مواد اولیه داخلی | ۲ ماه | ۶۰۷۵ | - |
| ۲ | حقوق و مزایای کارکنان | ۲ ماه | ۱۶۳/۳ | - |
| ۳ | آب و برق، تلفن و سوخت | ۲ ماه | ۱۰۶ | - |
| ۴ | تعمیرات و نگهداری | ۲ ماه | ۷۲ | - |
| ۵ | استهلاک | ۲ ماه | ۷۴ | - |
| ۶ | تسهیلات دریافتی | ۳ ماه | ۱۲۵۳ | - |
| ۷ | هزینه‌های فروش، بیمه، پیش‌بینی نشده | ۳ ماه | ۳۰۳/۵ | - |
| **جمع** | | | ۸۰۴۶/۸ | - |
| **مجموع (میلیون ریال)** | | | **۸۰۴۶/۸** | |

## ۴ـ۵ـ کل سرمایه مورد نیاز طرح

کل سرمایه مورد نیاز برای احداث واحد تولید فوم پلی اتیلن شامل دو جزء سرمایه ثابت (جدول۲۹) و سرمایه در گردش (جدول۳۷) است که به‌طور خلاصه در جدول زیر ارائه شده است.

**جدول (۳۸): سرمایه‌گذاری کل**

| ردیف | شرح | ارزش کل (میلیون ریال) |
|---|---|---|
| ۱ | سرمایه ثابت | ۷۱۶۱ |
| ۲ | سرمایه در گردش | ۸۰۴۶/۸ |
| **مجموع (میلیون ریال)** | | **۱۵۲۰۷/۸** |

**ـ نحوه تأمین سرمایه**

برای تأمین سرمایه مورد نیاز طرح، از تسهیلات بلندمدت (۲ـ۵ ساله) برای تأمین ۷۰ درصد سرمایه ثابت مورد نیاز و از تسهیلات کوتاه مدت (۶ـ۱۲ ماهه) برای تأمین ۵۰ درصد سرمایه در گردش مورد نیاز استفاده می‌شود.

**جدول (۳۹): نحوه تأمین سرمایه**

| نوع سرمایه | مبلغ (میلیون ریال) | تسهیلات بانکی | | سهم سرمایه‌گذاران (میلیون ریال) |
|---|---|---|---|---|
| | | سهم (درصد) | مقدار (میلیون ریال) | |
| سرمایه ثابت | ۷۱۶۱ | ۷۰ | ۵۰۱۲/۷ | ۲۱۴۸/۳ |
| سرمایه در گردش | ۸۰۴۶/۸ | ۵۰ | ۴۰۲۳/۴ | ۴۰۲۳/۴ |
| **مجموع (میلیون ریال)** | | | ۹۰۳۶/۱ | ۶۱۷۱/۷ |

## ۶ـ۵ـ شاخص‌های اقتصادی طرح

پس از ارائه جداول مالی سرمایه، هزینه و درآمد، جهت بررسی بیشتر مسائل اقتصادی طرح، لازم است شاخص‌های مهم مرتبط، از قبیل؛ قیمت تمام شده، سود ناخالص سالیانه، نرخ برگشت سرمایه، مدت زمان بازگشت سرمایه، درصد تولید در نقطه سر به سر، درصد سرمایه‌گذاری ارزی به سرمایه‌گذاری کل، سرانه سرمایه‌گذاری ثابت و ... برای متقاضیان سرمایه‌گذاری طرح تولید ورق فوم پلی اتیلن محاسبه شود که در ادامه ارائه می‌شود.

**ـ قیمت تمام شده:**

$$\frac{\text{هزینه سالیانه}}{\text{مقدار تولید سالیانه}} = \text{قیمت تمام شده واحد کالا} \Rightarrow \frac{۵۱۷۰۲۰۰۰۰۰۰}{۲۵۰۰۰۰۰} = \text{قیمت تمام شده واحد کالا}$$

**قیمت تمام شده واحد کالا = ۲۰۶۸۰ ریال**

**ـ سود ناخالص سالیانه:**

**سود ناخالص سالیانه = ۱۰۷۹۸۰۰۰۰۰۰ ریال**

**سود ناخالص سالیانه = فروش کل ـ هزینه کل ⇐**

**ـ درصد سود سالیانه به هزینه کل و فروش کل:**

$$\text{درصد سود سالیانه به هزینه کل} = \frac{\text{سود ناخالص سالیانه}}{\text{هزینه کل تولید}} \times ۱۰۰ \Rightarrow \text{درصد سود سالیانه به هزینه کل} = \underline{۲۱}$$

$$\text{درصد سود سالیانه به فروش} = \frac{\text{سود ناخالص سالیانه}}{\text{فروش کل}} \times ۱۰۰ \Rightarrow \text{درصد سود سالیانه فروش کل} = \underline{۱۷}$$

**ـ نرخ برگشت سالیانه سرمایه:**

$$\text{درصد برگشت سالیانه سرمایه} = \frac{\text{سود سالیانه}}{\text{سرمایه‌گذاری کل}} \times ۱۰۰ \Rightarrow \text{درصد برگشت سالیانه سرمایه} = \underline{۷۱}$$

**ـ مدت زمان بازگشت سرمایه**

$$\text{مدت زمان بازگشت سرمایه} = \frac{۱۰۰}{\text{درصد برگشت سالیانه سرمایه}} \Rightarrow \text{مدت زمان بازگشت سرمایه} = \underline{۱/۴} \text{ سال}$$

**ـ درصد سرمایه‌گذاری ارزی به سرمایه‌گذاری کل:**

$$\text{درصد سرمایه‌گذاری ارزی به سرمایه‌گذاری کل طرح} = \frac{\text{معادل ریالی سرمایه‌گذاری ارزی}}{\text{سرمایه‌گذاری کل}} \times ۱۰۰$$

$$\Rightarrow \text{درصد سرمایه‌گذاری ارزی به سرمایه‌گذاری کل طرح} = \underline{۱۵} \text{ درصد}$$

**ـ سرمایه‌گذاری ثابت سرانه:**

$$\text{سرمایه‌گذاری ثابت سرانه} = \frac{\text{سرمایه‌گذاری ثابت}}{\text{تعداد کل پرسنل}} \Rightarrow \text{سرمایه‌گذاری ثابت سرانه} = \underline{۳۱۱۳۴۷۸۲۶} \text{ ریال}$$

**ـ سرمایه‌گذاری کل سرانه:**

$$\text{سرمایه‌گذاری کل سرانه} = \frac{\text{سرمایه‌گذاری کل}}{\text{تعداد کل پرسنل}} \Rightarrow \text{سرمایه‌گذاری کل سرانه} = \underline{۶۶۱۲۰۸۶۹۵} \text{ ریال}$$

## ۶ـ میزان مواد اولیه عمده مورد نیاز سالانه و محل تأمین آن از خارج یا داخل کشور قیمت ارزی و ریالی آن و بررسی تحولات اساسی در روند تأمین اقلام عمده مورد نیاز در گذشته و آینده

میزان ماده اولیه مورد نیاز تولید ورق فوم پلی اتیلن،۹۶۰ کیلوگرم پلی اتیلن سبک (LDPE) به ازای هر تن فوم می باشد. جدول زیر میزان تولید واقعی و همچنین پیش بینی تولید LDPE را در ایران از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۶ نشان می دهد:

**جدول (۴۰): میزان تولید LDPE در ایران از سال ۲۰۰۳ تا سال ۲۰۱۶**

| پتروشیمی | میزان تولید واقعی (هزار تن) | | | | | پیش بینی تولید ( هزار تن) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۲۰۰۳ | ۲۰۰۴ | ۲۰۰۵ | ۲۰۰۶ | ۲۰۰۷ | ۲۰۰۸ | ۲۰۰۹ | ۲۰۱۰ | ۲۰۱۱ | ۲۰۱۶ |
| بسپاران بندر امام | ۱۱۳ | ۱۲۶ | ۱۲۶ | ۱۲۶ | ۱۲۶ | ۱۲۶ | ۱۲۶ | ۱۲۶ | ۱۲۶ | ۱۲۶ |
| آریا ساسول پلیمر | - | - | - | - | - | ۳۰۰ | ۳۰۰ | ۳۰۰ | ۳۰۰ | ۳۰۰ |
| لاله | - | - | - | - | - | ۳۰۰ | ۳۰۰ | ۳۰۰ | ۳۰۰ | ۳۰۰ |
| سیمرغ | - | - | - | - | - | ۲۲۵ | ۳۰۰ | ۳۰۰ | ۳۰۰ | ۳۰۰ |
| **مجموع** | **۱۱۳** | **۱۲۶** | **۱۲۶** | **۱۲۶** | **۱۲۶** | **۹۵۱** | **۱۰۲۶** | **۱۰۲۶** | **۱۰۲۶** | **۱۰۲۶** |

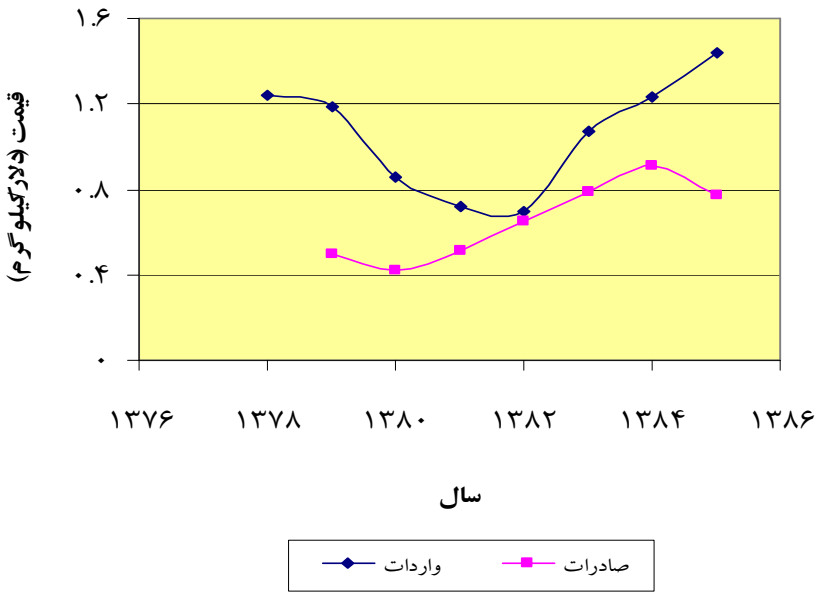
با توجه به جدول بالا کل ظرفیت تولید پلی اتیلن سبک در کشور تا پایان سال ۲۰۰۷ ،۱۲۶هزار تن بوده که با تکمیل واحد LDPE پتروشیمی های آریا ساسول، لاله و سیمرغ هر کدام با ظرفیت ۳۰۰ هزار تن در سال، پیش بینی می شود که تا پایان سال ۲۰۱۰ این ظرفیت به ۱۰۲۶هزار تن برسد.

جدول زیر متوسط قیمت های صادرات و واردات پلی اتیلن سبک را که با استفاده از آمار صادرات و واردات موجود در وزارت بازرگانی بدست آمده، بین سال های ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۵ نشان می دهد. میزان واردات پلی اتیلن سبک به ایران در سال ۲۰۰۱ تنها ۱۰۰۰۰ تن و میزان صادرات آن نیز در سال ۲۰۰۲ ، ۵۰۰۰ تن بوده است. در سال ۲۰۰۵ میزان واردات خالص این محصول به ۵۳۰۰۰ تن رسید. با راه اندازی سه واحد تولید LDPE در پتروشیمی های آریا ساسول ، لاله و سیمرغ ایران به یکی از بزرگترین صادر کنندگان پلی اتیلن سبک در دنیا تبدیل خواهد شد.

جدول (۴۱): متوسط قیمت وارداتی و صادراتی پلی اتیلن سبک در ایران در سال های مختلف

| سال | قیمت ( دلار/کیلوگرم) | |
|---|---|---|
| | صادرات | واردات |
| ۱۳۷۸ | - | ۱/۲۴ |
| ۱۳۷۹ | ۰/۵ | ۱/۱۹ |
| ۱۳۸۰ | ۰/۴۲ | ۰/۸۶ |
| ۱۳۸۱ | ۰/۵۱ | ۰/۷۲ |
| ۱۳۸۲ | ۰/۶۵ | ۰/۷ |
| ۱۳۸۳ | ۰/۷۹ | ۱/۰۷ |
| ۱۳۸۴ | ۰/۹۱ | ۱/۲۳ |
| ۱۳۸۵ | ۰/۷۷ | ۱/۴۴ |

شکل زیر روند تغییرات قیمت وارداتی و صادراتی پلی اتیلن سبک را در ایران نشان می دهد. همان طـور که مشاهده می شود قیمت وارداتی این محصول از قیمت صادراتی آن در سال های مختلف بیشتر است.




شکل(۸): روند تغییرات قیمت وارداتی و صادراتی پلی اتیلن سبک در ایران

در جدول (۴۲) ظرفیت های تولید LDPE در دنیا و پیش بینی میزان تولید و درصد سرعت رشد آن را تا سال ۲۰۱۶ نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می شود ظرفیت تولید پلی اتیلن سبک تا پایان

سال ۲۰۰۷، ۲۱ میلیون تن بوده که تا سال ۲۰۱۶ این ظرفیت بـه ۲۴ میلیـون تـن خواهـد رسـید. میـزان مصرف سرانه LDPE در آسیا، در سال ۲۰۰۷ ، ۰/۹ کیلوگرم بوده که در مقایسه با اروپـای مرکـزی، خـاور میانه و اروپای غربی بسیار کم می باشد. در اروپای غربی مـصرف سـرانه LDPE ، ۱۲ کیلـوگرم و در خـاور میانه ۷/۶ کیلوگرم در سال ۲۰۰۷ بوده است. به طور کلی تولید پلی اتیلن ها در خاورمیانه محدود است که از این نظر ایران موقعیت خوبی را داراست. در حال حاضر اگر ترکیـه جـزو کـشورهای خاورمیانـه محـسوب نشود، فقط عربستان واحد پلی اتیلن سبک وسنگین دارد. با این وجود پیش بینی می شود کـه میـزان نیـاز سالیانه به این محصول طی سال های ۲۰۰۷-۲۰۱۲ در خاور میانه با ۰/۶٪ کاهش به ۳/۸ ٪ در سال رسیده و میزان تولید آن به ۱۲۷۱۰۰۰ تن در سال ۲۰۱۲ برسد که سـهم ایـران در تولیـد LDPE از ۹٪ در سـال ۲۰۰۷ به بیش از ۵۰٪ در سال ۲۰۱۲ خواهد رسید.

**جدول (۴۲): ظرفیت های تولید LDPE در دنیا و پیش بینی سرعت رشد**

| سال | ظرفیت تولید (هزار تن) | میزان تولید واقعی (هزار/تن) | سرعت رشد (٪/ سال) |
|---|---|---|---|
| ۲۰۰۱ | ۱۸۵۴۸ | ۱۵۵۰۵ | ۱/۴ |
| ۲۰۰۲ | ۱۸۹۷۴ | ۱۶۵۳۱ | ۱/۴ |
| ۲۰۰۳ | ۱۹۱۵۶ | ۱۶۵۱۸ | ۱/۴ |
| ۲۰۰۴ | ۱۸۹۴۸ | ۱۶۸۱۴ | ۱/۴ |
| ۲۰۰۵ | ۱۹۳۲۳ | ۱۶۸۹۱ | ۱/۴ |
| ۲۰۰۶ | ۱۹۸۸۲ | ۱۷۳۲۲ | ۱/۴ |
| ۲۰۰۷ | ۲۰۵۶۶ | ۱۷۸۷۹ | ۳/۹ |
| ۲۰۱۱ | ۲۴۱۱۱ | ۱۹۲۱۰ | ۳/۹ |
| ۲۰۱۶ | ۲۴۳۱۱ | ۲۰۸۴۴ | ۰/۲ |

در حال حاضر قیمت پلی اتیلن سبک ۱۵۰۰۰-۱۷۰۰۰ ریال می باشد. با توجه به مطالعات انجام شـده پیش بینی می شود که میزان مصرف داخلی این ماده تا پایان سال ۱۳۹۰، ۲۰۰۰۰۰ تن در سال باشد که با توجه به تولید کافی پلی اتیلن سبک در کشور، ماده اولیه مورد نیاز فوم پلـی اتـیلن از داخـل تهیـه شـده و تولیدات پتروشیمی ایران نیاز داخل را تأمین کرده و احتیاجی به تهیه مواد از خارج از کشور نمی باشد.

## ۷ـ پیشنهاد منطقه مناسب برای اجرای طرح

از جمله پارامترهای موثر بر تعیین محل احداث واحد می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- نزدیکی به محل تامین مواد اولیه

۲- نزدیکی به بازارهای فروش داخل و خارج

۳- دسترسی آسان به تأسیسات مورد نیاز واحد مانند برق و سوخت

۴- دسترسی به نیروی کار کافی ارزان قیمت

۵- نداشتن مشکل در زمینه مسائل زیست محیطی

۶- قیمت زمین (ارزانی زمین و دستیابی به مساحت زیاد و قابل تامین)

۷- معافیت مالیاتی (جهت افزایش میزان سوددهی طرح)

از آن جایی که محصولات فومی شکل حجیم هستند و حمل و نقل آنها در وزن های بالا مشکل است ، در نتیجه در تعیین محل اجرای طرح توجه به بازار مصرف اهمیت بیشتری پیدا می کند. به دلیل کاربرد فراوان فوم های پلی اتیلن در صنعت ساختمان ، بسته بندی و نساجی و همچنین با در نظر گرفتن این نکته که تامین مواد اولیه فوم پلی اتیلن به دلیل تولید داخلی پلی اتیلن سبک تقریباً در همه جای کشور ممکن می باشد، پیشنهاد می شود که محل احداث واحد تولیدی فوم پلی اتیلن نزدیک به شهرهای بزرگ بوده تا دسترسی به بازار مصرف محصول بیشتر باشد. بنابراین شهرک های صنعتی واقع در استان های تهران، اصفهان، خراسان، فارس و آذربایجان می توانند مکان های مناسبی برای اجرای طرح تولید فوم پلی اتیلن باشند.

## ۸ـ وضعیت تأمین نیروی انسانی و تعداد اشتغال

وضعیت نیروی انسانی تولید ورق فوم پلی اتیلن در جدول (۳۱) آورده شده که در مجموع ۲۳ نفر برای اجرای طرح که شامل مدیر ارشد، مدیر واحد، پرسنل تولیدی متخصص، پرسنل تولیدی (تکنسین)، کارگر ماهر، کارگر ساده و خدمات می باشد، در نظر گرفته شده است. در جدول زیر ترکیب نیروی انسانی و تخصص‌های مورد نیاز ارائه شده است.

**ترکیب نیروی انسانی و تخصص‌های مورد نیاز**

| عنوان شغلی | تعداد- نفر ( برای سه شیفت کاری) | تخصص مورد نیاز |
|---|---|---|
| مدیر ارشد | ۱ | کارشناسی یا کارشناسی ارشد رشته مهندسی صنایع، مدیریت، مهنس پلیمر با تجربه حداقل ۱۰سال فعالیت مرتبط |
| مدیر واحدها | ۱ | مهندسی پلیمرـ صنایع پلیمر با تجربه حداقل ۵ سال فعالیت مرتبط |
| پرسنل تولیدی متخصص | ۱ | کاردان یا کارشناس صنایع پلیمر با تجربه حداقل ۳ سال فعالیت مرتبط |
| پرسنل تولیدی (تکنسین) | ۲ | کاردان مکانیک و برق با تجربه حداقل ۵ سال آشنایی با دستگاه‌های خط تولید |
| کارگر ماهر | ۳ | دیپلم با الویت رشته‌های فنی حرفه‌ای و دارا بودن گواهی‌نامه رانندگی |
| کارگر ساده و خدماتی | ۱۵ | دیپلم با گواهی‌نامه رانندگی |

## ۹ـ بررسی و تعیین میزان تأمین آب، برق، سوخت، امکانات مخابراتی و ارتباطی (راه ـ راه‌آهن ـ فرودگاه ـ بندر ...) و چگونگی امکان تأمین آنها در منطقه مناسب برای اجرای طرح

با توجه به اینکه مناطق مناسب برای اجرای این طرح استان های بزرگ مانند تهران ، اصفهان، خراسان، فارس و آذربایجان می باشند و این مناطق از نظر تامین آب، برق، سوخت و امکانات ارتباطی اعم از راه آهن و فرودگاه در وضعیت نسبتا مناسبی هستند لذا از نظر تامین این امکانات طرح مشکل عدیده ای نخواهد داشت. سرویس های جانبی مورد نیاز برای واحد عبارتند از:

### ۱-۹- آب

انواع آب مورد نیاز در این واحد عبارتند از:

**آب مورد نیاز جهت شستشو و آبیاری فضای سبز**

در مجموع برای آبیاری فضای سبز و برای شستشوی کارخانه ۲۰۰۰ مترمکعب آب در سال نظر گرفته شده است.

**آب مورد نیاز جهت آشامیدن، سرویس بهداشتی و آشپزخانه**

موارد فوق به ازای هر نفر ۳۰ لیتر در روز در نظر گرفته می شود بدین ترتیب چون تعداد پرسنل در سه شیفت برای کارخانه، ۲۳ نفر پیش بینی شده مقدار آب مورد نیاز این واحد جهت مصارف فوق حدود ۲۰۷ متر مکعب در سال تخمین زده می شود.

**آب سیستم اطفاء حریق و سیستم خنک کننده**

سیستم خنک کننده دستگاه آب چرخشی است در نتیجه آب زیادی مصرف نمی شود . به طور متوسط ۱۰۰ متر مکعب در سال آب برای سیستم خنک کننده کافی خواهد بود. آب یکی از معمول ترین مواد جهت کنترل و خاموش کردن آتش به شمار می رود و از آن به تنهایی و یا از ترکیبات آن که به صورت کف هستند، برای کنترل آتش و یا خاموش کردن آن استفاده می شود ،آب مخصوص فرونشاندن آتش به هیچ عنوان نباید برای مصارف دیگر به کار رود .با توجه به مساحت سالن های تولید و انبا رها در این واحد، آب مورد نیاز برای ۴ ساعت فرو نشاندن آتش حدود ۱۵۰ متر مکعب برآورد می شود. در جدول زیر مقدار آب مصرفی نشان داده شده است.

## ۲-۹- الکتریسیته

**الکتریسیته مورد نیاز در خط تولید**

حداکثر الکتریسیته مورد نیاز برای خط تولید با در نظر گرفتن الکتریسیته مورد نیاز سیستم خنک کننده آب ۲۵۰ کیلو وات می باشد.

**جدول (۴۳): مقدار کل آب مصرفی سالیانه**

| شرح | مقدار مصرف (متر مکعب) |
|---|---|
| آب خنک کننده | ۱۰۰ |
| آب مورد نیاز جهت شستشو و آبیاری فضای سبز | ۲۰۰۰ |
| آب مورد نیاز جهت آشامیدن، سرویس بهداشتی و آشپزخانه | ۲۰۷ |
| سیستم اطفاء حریق | ۱۵۰ |
| **مجموع** | **۲۴۵۷** |

**الکتریسیته مورد نیاز جهت روشنایی**

الکتریسیته مصرفی در سال جهت روشنایی نقاط مختلف کارخانه با فرض آن که در شبانه روز به طور متوسط ۱۵ ساعت از برق استفاده شود، در جدول زیر ارائه شده است.

**جدول (۴۴): الکتریسیته مصرفی کل جهت روشنایی**

| شرح | متراژ | مقدار مصرف به ازای هر متر مربع (وات) | کل مصرف سالیانه ( کیلو وات ساعت) |
|---|---|---|---|
| سولهٔ خط تولید | ۷۵۰ | ۱۰ | ۳۳۷۵۰ |
| سولهٔ انبار مواد اولیه و محصول | ۸۰۰ | ۱۰ | ۳۶۰۰۰ |
| ساختمان های اداری | ۱۵۰ | ۲۰ | ۱۳۵۰۰ |
| محوطه | ۱۰۰۰ | ۵ | ۲۲۵۰۰ |
| **مجموع** | **۲۷۰۰** | **۴۵** | **۱۰۵۷۵۰** |

**الکتریسیته مورد نیاز جهت سرمایش و تهویه**

الکتریسیته لازم جهت سرمایش و گرمایش در جدول (۴۵) محاسبه شده است.

**جدول(۴۵): الکتریسیته لازم جهت سرمایش و گرمایش**

| شرح | متراژ | مقدار مصرف (کیلو وات) | کل مصرف سالیانه ( کیلو وات ساعت) |
|---|---|---|---|
| ساختمان های اداری | ۱۵۰ | هر ۱۰۰ متر مربع، ۵ | ۵۴۰۰۰ |
| ساختمان تولید و انبارها | ۱۵۵۰ | هر ۱۵۰ متر مربع، ۳ | ۲۲۳۲۰۰ |
| **مجموع** | **۱۷۰۰** | - | **۲۷۷۲۰۰** |

بنابراین کل الکتریسیته مورد نیاز کارخانه در سال به طور متوسط برابر خواهد بود با :

**جدول(۴۶): کل الکتریسیته مورد نیاز سالانه**

| شرح | میزان مصرف (کیلو وات ساعت) |
|---|---|
| الکتریسیته مورد نیاز در خط تولید | ۱۸۰۰۰۰۰ |
| الکتریسیته مورد نیاز جهت روشنایی | ۱۰۵۷۵۰ |
| الکتریسیته مورد نیاز جهت سرمایش و تهویه | ۲۷۷۲۰۰ |
| **مجموع** | **۲۱۸۲۹۵۰** |

## ۳-۹- سوخت گاز طبیعی

در این واحد گاز طبیعی برای گرمایش به کار برده می شود . جهت گرمایش ساختمان ها میزان سوخت مورد نیاز برای هر ۱۰۰ متر مربع از ساختمان ها، ۵۰ متر مکعب گاز طبیعی در روز است . بدین ترتیب اگر ۳ ماه گرمایش در نظر گرفته شود میزان گاز طبیعی مورد نیاز ۷۶۵۰۰ متر مکعب در سال خواهد بود.

## ۱۰ـ وضعیت حمایت‌های اقتصادی و بازرگانی

### ـ حمایت تعرفه گمرکی (محصولات و ماشین‌آلات) و مقایسه با تعرفه‌های 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.

### ـ حمایت‌های مالی (واحدهای موجود و طرح‌ها)، بانک‌ها ـشرکت‌های سرمایه‌گذار

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 طر ح 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 صورتی که حجم سرمایه گذاری ماشین آلات خارجی در سرمایه گذاری ثابت کمتر از ۷۰ درصد باشد، اقلام اشاره شده در بند ۱-۱ جهت دریافت تسهیلات ریالی با ضریب ۷۰ درصد محاسبه می گردد.

۲ -این امکان وجود دارد، طر ح هایی که به مرحله بهره برداری می رسند سرمایه در گردش مورد نیاز آنها به میزان ۷۰ درصد از شبکه بانکی تأمین گردد.

۳ - 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 می شود.

۴ -حداکثر مدت زمان تأمین مالی از محل حساب ذخیره ارزی برای مناطق کم توسعه یافته و محروم ۱۰ سال در نظر گرفته می شود.

علاوه بر تسهیلات مالی معافیت های مالیاتی نیز برای برخی مناطق وجود دارد که به شرح زیر می باشد:

۱- با اجرای طرح در شهرک های صنعتی، چهار سال اول بهره برداری ۸۰ درصد معافیت مالیاتی شامل طرح خواهد شد.

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

۳- مالیات برای مناطق عادی (به جز شهرک های صنعتی و مناطق محروم ) ۲۵ درصد سود ناخالص تعیین شده است.

سایر مشوق های مالی نیز به شرح زیر است:

- هزینه حق انتفاع از تاسیسات در شهرک های صنعتی با نظر هئیت مدیره شرکت شهرک های صنعتی استان بصورت ۳۰ درصد نقدی و ۷۰ درصد طی ۳۰ قسط ( سی ماه) دریافت خواهد شد. در صورتی که این واحدها زودتر از سی ماه به بهره برداری برسند بر اساس موافقت هئیت مدیره شرکت استانی، اقساط باقیمانده بخشوده خواهد شد.
- هزینه انشعاب برق واحدهای متقاضی استقرار در شهرک های صنعتی طی اقساط ۵ ساله و بدون بهره دریافت خواهد شد.
- امکان پرداخت ۱۵ تا ۳۰ درصد مبلغ قرارداد بصورت نقدی و پرداخت مابقی در ۱۰ تا ۱۲ قسط سه ماهه (چنانچه کل مبلغ بصورت نقد پرداخت شود، مشمول ۱۲ درصد تخفیف خواهد بود.)
- هزینه انشعاب برق واحدها طی اقساط ۵ ساله و بدون بهره دریافت خواهد شد.
- بهره بردارانی که زودتر از جدول زمان بندی اجرای طرح به بهره برداری برسند پس از تایید شرایط احراز توسط هیئت مدیره شرکت استانی بخشی، از ۵۰٪ اقساط باقیمانده (به نسبت مدت زمان تعجیل در بهره برداری) بهره‌مند خواهند شد.

## ۱۱ـ تجزیه و تحلیل و ارائه جمع‌بندی و پیشنهاد نهایی در مورد احداث واحدهای جدید

با توجه به مطالعات انجام شده می توان نتیجه گرفت که:

۱- فوم پلی اتیلن از محصولات مورد نیاز کشور بوده که میزان تقاضا و مصرف آن در کشور در حال افزایش می باشد و با وجود راه اندازی واحدهای جدید در سال های آینده همچنان با کمبود این محصول روبه رو خواهیم بود.

۲- میزان سرمایه گذاری این طرح ۱۵ میلیارد ریال است که با توجه به حمایت های مالی و همچنین با توجه به مدت زمان کم بازگشت سرمایه آن تولید این محصول بسیار مقرون به صرفه و اقتصادی خواهد بود.

۳- دانش فنی این طرح به راحتی و با هزینه نه چندان بالا نسبت به سایر فوم های پلیمری قابل دسترس می باشد.

۴- این محصول اثرات زیست محیطی ندارد.

۵- تأمین مواد اولیه فوم پلی اتیلن به راحتی در داخل در همه نقاط کشور امکان پذیر بوده و نیازی به وارد کردن آن ها از خارج نمی باشد.

۶- با توجه به حجیم بودن محصول احداث واحد تولیدی در نزدیکی شهرهای بزرگ به منظور دسترسی به بازار مصرف اهمیت زیادی دارد.

بنابراین ظرفیت خالی برای تولید حتی با وجود احداث واحد های جدید همچنان وجود داشته و تولید این محصول با توجه به میزان سرمایه گذاری کم آن و زمان کوتاه بازگشت سرمایه به علاقمندان فعالیت در بخش های تولیدی پیشنهاد می شود.

## ۱۲ـ منابع و ماخذ

۱. اداره کل اطلاعات و آمار وزارت صنایع و معادن.
۲. لیست تولیدکنندگان فوم پلی اتیلن استخراج شده از CD وزارت صنایع و معادن
۳. مرکز اطلاعات و آمار وزارت بازرگانی.
۴. کتاب "مقررات صادرات و واردات سال ۱۳۸۶"، انتشارات شرکت چاپ و نشر بازرگانی.
۵. پایگاه اطلاع‌رسانی مرکز آمار ایران.
۶. مرکز اطلاع رسانی شرکت ملی پتروشیمی
۷. سازمان توسعه تجارت ایران
۸. سازمان صنایع کوچک و شهرک‌های صنعتی ایران
۹. شرکت ملی پتروشیمی ایران
۱۰. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
۱۱. گمرک جمهوری اسلامی ایران
۱۲. اینترنت