



واحد صنعتی امیرکبیر

معاونت پژوهشی



جمهوری اسلامی ایران

وزارت صنایع و معادن

سازمان صنایع کوچک و شهرک‌های صنعتی ایران

عنوان:

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی تولید کامپوزیت‌های پلی‌آمید

کارفرما:

سازمان صنایع کوچک و شهرک‌های صنعتی ایران

مشاور:

جهد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر

معاونت پژوهشی

خرداد ۱۳۸۷

آدرس: تهران - خیابان حافظ - دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی‌تکنیک تهران) - جهد دانشگاهی

واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی تلفن: ۸۸۸۰۸۷۵۰ و ۸۸۸۹۲۱۴۳ فکس: ۸۸۸۰۶۹۸۴

www.jdamirkabir.ac.ir

Email: research@jdamirkabir.ac.ir

خلاصه طرح

نام محصول		کامپوزیت‌های پلی‌آمید
موارد کاربرد		صنعت اتومبیل سازی، ساختمان، الکترونیک، هوا فضا
ظرفیت پیشنهادی طرح	(تن)	۳۰۰۰
عمده مواد اولیه مصرفی		پلی‌آمید، الیاف شیشه
میزان مصرف سالیانه مواد اولیه	(تن)	پلی‌آمید ۲۱۰۰، الیاف شیشه ۹۰۰
کمبود محصول (سال ۱۳۹۰)		۱۵۰۰۰
اشتغال زایی		۲۳ نفر
سرمایه‌گذاری ثابت طرح	ارزی (دلار)	۶۰۰۰۰
	ریالی (میلیون ریال)	۴۰۰۳
	مجموع (میلیون ریال)	۴۵۶۱
سرمایه در گردش طرح	ارزی (دلار)	۷۳۸۷۰۹۶
	ریالی (میلیون ریال)	۱۶۷۴/۲۳۱
	مجموع (میلیون ریال)	۷۰۳۷۴/۲۳۱
زمین مورد نیاز		(متر مربع) ۲۴۰۰
زیربنا	تولیدی (متر مربع)	۷۵۰
	انبار (متر مربع)	۵۰۰
	خدماتی (متر مربع)	۱۵۰
مصرف سالیانه آب، برق و گاز	آب (متر مکعب)	۴۵۰۰
	برق (کیلو وات)	۲۱۰۰۰۰۰
	گاز (متر مکعب)	۵۴۰۰۰
محل‌های پیشنهادی برای احداث واحد صنعتی		شهرک‌های صنعتی جنوب کشور

فهرست مطالب

صفحه	عناوین
۵	۱- معرفی محصول.....
۱۲	۱-۱- نام و کد آیسیک محصول.....
۱۳	۱-۲- شماره تعرفه گمرکی.....
۱۴	۱-۳- شرایط واردات.....
۱۴	۱-۴- بررسی و ارائه استاندارد (ملی یا بین‌المللی).....
۱۵	۱-۵- بررسی و ارائه اطلاعات لازم در زمینه قیمت تولید داخلی و جهانی محصول.....
۱۶	۱-۶- توضیح موارد مصرف و کاربرد.....
۲۰	۱-۷- بررسی کالاهای جایگزینی و تجزیه و تحلیل اثرات آن بر مصرف محصول.....
۲۳	۱-۸- اهمیت استراتژیکی کالا در دنیای امروز.....
۲۴	۱-۹- کشورهای عمده تولید کننده و مصرف کننده محصول (حتی‌الامکان سهم تولید یا مصرف ذکر شود).....
۲۶	۱-۱۰- شرایط صادرات.....
۲۷	۲- وضعیت عرضه و تقاضا.....
۲۷	۲-۱- 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.....
۲۸	۲-۲- 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).....
۲۹	۲-۳- بررسی روند واردات محصول از آغاز برنامه سوم تا پایان سال ۸۴ (چقدر از کجا).....
۳۱	۲-۴- بررسی روند مصرف از آغاز برنامه.....
۳۳	۲-۵- بررسی روند صادرات محصول از آغاز برنامه سوم تا پایان سال ۸۴ و امکان توسعه آن (چقدر به کجا صادر شده است).....
۳۴	۲-۶- بررسی نیاز به محصول با اولویت صادرات تا پایان برنامه چهارم.....

صفحه	عناوین
۳۶	۳- بررسی اجمالی تکنولوژی و روش‌های تولید و عرضه محصول در کشور و مقایسه آن با دیگر کشورها.....
۴۲	۴- تعیین نقاط قوت و ضعف تکنولوژی‌های مرسوم (به شکل اجمالی) در فرآیند تولید محصول.....
۴۴	۵- 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 ...)
۵۶	۶- 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.....
۶۲	۷- پیشنهاد منطقه مناسب برای اجرای طرح.....
۶۳	۸- وضعیت تأمین نیروی انسانی و تعداد اشتغال.....
۶۴	۹- بررسی و تعیین میزان تأمین آب، برق، سوخت، امکانات مخابراتی و ارتباطی (راه - راه‌آهن - فرودگاه - بندر ...) و چگونگی امکان تأمین آنها در منطقه مناسب برای اجرای طرح.....
۶۷	۱۰- وضعیت حمایت‌های اقتصادی و بازرگانی.....
۶۷	- حمایت تعرفه گمرکی (محصولات و ماشین‌آلات) و مقایسه با تعرفه‌های جهانی.....
۶۷	- حمایت‌های مالی (واحدهای موجود و طرح‌ها)، بانک‌ها - شرکت‌های سرمایه‌گذار.....
۶۹	۱۱- تجزیه و تحلیل و ارائه جمع‌بندی و پیشنهاد نهایی در مورد احداث واحدهای جدید.....
۷۱	۱۲- منابع و مآخذ.....

۱- معرفی محصول

کامپوزیت‌ها موادی هستند که از ترکیب دو ماده با خواص متفاوت برای رسیدن به خواص برتر و بهتر ساخته می‌شوند. طبق آمار موجود، ۳۰ درصد کامپوزیت تولیدی در جهان در صنعت حمل و نقل، ۱۷ درصد در صنایع الکترونیکی، ۱۰ درصد در صنایع خانگی و یک درصد در صنایع هواپیماسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. نخستین کامپوزیت‌ها در دهه ۴۰ در آمریکا و شوروی سابق بوده که در ساخت شاتل فضایی، هواپیماهای کوچک، تانک‌ها، کلاه‌های ضد گلوله، در صنعت دریایی و صنعت خودرو کاربرد داشته است. می‌توان به این نوع مصالح نام چند سازه‌ای را نیز اطلاق نمود.



شکل (۱): کاربرد کامپوزیت‌ها در صنایع مختلف

انواع چندسازه‌ها را می‌توان به گروه‌های زیر طبقه‌بندی نمود:

۱- کامپوزیت‌های پایه پلیمری: این مواد اهمیت صنعتی فراوانی دارد و هنوز هم تحقیقات در این زمینه ادامه دارد. مواد مصنوعی تقویت شده با الیاف شیشه (فایبرگلاس‌ها) یکی از این مواد می‌باشد که تاکنون کاربرد صنعتی وسیعی پیدا کرده است.

۲- کامپوزیت‌های پایه فلزی

۳- کامپوزیت‌های پایه سرامیکی

کامپوزیت‌های پایه پلیمری بیش از ۹۰ درصد کاربرد کامپوزیت‌ها را به خود اختصاص داده‌اند و از بقیه مهم‌تر هستند. صنعت ساختمان پرمصرف‌ترین صنعت برای مواد کامپوزیتی است. استخرهای شنا، وان حمام، سینک ظرفشویی و دست‌شویی، کف‌پوش، نمای‌پوش، سقف‌پوش، برج‌های خنک‌کننده و ... همگی

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۵)

کامپوزیت‌های پایه پلیمری هستند. سبکی، سهولت شکل‌دهی، مقاومت در برابر خوردگی و قابلیت آب‌بندی از ویژگی‌های کامپوزیت‌هایی است که در صنعت ساختمان به کار می‌رود. تقویت بتن‌ها را از کاربردهای بسیار مهم کامپوزیت‌ها می‌توان عنوان کرد. چسباندن الیاف کربن بر سطح بتن می‌تواند استحکام بتن ساختمان‌ها را تا پنج برابر افزایش دهد.

کشور آمریکا ۴۲ درصد، اروپا ۳۰ درصد و آسیا ۲۰ درصد تولیدات کامپوزیت را در اختیار دارند. هر کشوری که سرانه استفاده آن از کامپوزیت بیشتر از ۳ کیلوگرم باشد، کشور پیشرفته‌ای شناخته می‌شود. این رقم در آمریکا ۷/۸ کیلوگرم، اروپای غربی ۳/۵ کیلوگرم، امریکای لاتین ۰/۹ کیلوگرم، اروپای شرقی ۰/۶ کیلوگرم و در آسیا ۰/۳ کیلوگرم در سال است. در ایران نیز مصرف این مواد از ۰/۲ کیلوگرم در سال ۱۹۹۶، به ۰/۶ کیلوگرم در سال ۲۰۰۶ افزایش یافته که این خود دلیل بر شناخت بیشتر مهندسان و کارشناسان از این ماده با ارزش می‌باشد.

یکی از کاربردهای اساسی کامپوزیت‌ها در ایران ساخت لوله‌های کامپوزیتی برای انتقال آب و نفت می‌باشد. در کامپوزیت‌ها الیاف شیشه، کربن و الیاف طبیعی وجود دارد. از اولین کامپوزیت‌ها یا همان چندسازه‌های ساخت بشر می‌توان به کاه گل اشاره کرد. قایق‌هایی که سرخ‌پوست‌ها با قیر و بامبو می‌ساختند و تنورهایی که از گل، پودر شیشه و پشم بز ساخته می‌شدند و در نواحی مختلف کشورمان یافت شده است، از کامپوزیت‌های نخستین هستند.

در کاربردهای مهندسی، اغلب به تلفیق خواص مواد نیاز است. به عنوان مثال در صنایع هوافضا، کاربردهای زیر آبی، حمل و نقل و امثال آنها، امکان استفاده از یک نوع ماده که همه خواص مورد نظر را فراهم نماید، وجود ندارد. در صنایع هوافضا به موادی نیاز است که ضمن داشتن استحکام بالا، سبک باشند، مقاومت سایشی و UV خوبی داشته باشند و از آنجا که نمی‌توان ماده‌ای یافت که همه خواص مورد نظر را دارا باشد، باید به دنبال چاره‌ای دیگر بود. کلید این مشکل، استفاده از کامپوزیت هاست. کامپوزیت‌ها موادی چند جزئی هستند که خواص آنها در مجموع از هر کدام از اجزاء بهتر است. ضمن آنکه اجزای مختلف، کارایی یکدیگر را بهبود می‌بخشند. در کامپوزیت‌های پلیمری حداقل دو جزء مشاهده می‌شود:

۱. فاز تقویت کننده که درون ماتریس پخش شده است.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۶)

۲. فاز ماتریس که فاز دیگر را در بر می‌گیرد و یک پلیمر گرماسخت یا گرمانرم می‌باشد که گاهی قبل از سخت شدن آنرا رزین می‌نامند.

تقسیم بندی‌های مختلفی در مورد کامپوزیت‌ها انجام گرفته است. خواص کامپوزیت‌ها به عوامل مختلفی از قبیل نوع مواد تشکیل دهنده و ترکیب درصد آنها، شکل و آرایش تقویت کننده و اتصال دو جزء به یکدیگر بستگی دارد. از نظر فنی، کامپوزیت‌های لیفی، مهمترین نوع کامپوزیت‌ها می‌باشند که خود به دو دسته الیاف کوتاه و بلند تقسیم می‌شوند. الیاف می‌بایست استحکام کششی بسیار بالایی داشته و خواص لیف آن (در قطر کم) از خواص توده ماده بالاتر باشد. در واقع قسمت اعظم نیرو توسط الیاف تحمل می‌شود و ماتریس پلیمری ضمن حفاظت الیاف از صدمات فیزیکی و شیمیایی، کار انتقال نیرو به الیاف را انجام می‌دهد. ضمناً ماتریس، الیاف را به مانند یک چسب کنار هم نگه می‌دارد و البته گسترش ترک را محدود می‌کند. مدول ماتریس باید از الیاف پایین تر باشد و اتصال قوی بین الیاف و ماتریس به وجود بیاورد. خواص کامپوزیت بستگی زیادی به خواص الیاف و پلیمر و نیز جهت و طول الیاف و کیفیت اتصال رزین و الیاف دارد. اگر الیاف از یک حدی که طول بحرانی نامیده می‌شود، کوتاه تر باشند، نمی‌توانند حداکثر نقش تقویت کنندگی خود را ایفا نمایند. الیافی که در صنعت کامپوزیت استفاده می‌شوند به دو دسته تقسیم می‌شوند: الف) الیاف مصنوعی ب) الیاف طبیعی

کارایی کامپوزیت‌های پلیمری مهندسی توسط خواص اجزاء آنها تعیین می‌شود. اغلب آنها دارای الیاف با مدول بالا هستند که در ماتریس‌های پلیمری قرار داده شده‌اند و فصل مشترک خوبی نیز بین این دو جزء وجود دارد. ماتریس پلیمری دومین جزء عمده کامپوزیت‌های پلیمری است. این بخش عملکردهای بسیار مهمی در کامپوزیت دارد. اول این که به عنوان یک بایندر یا چسب الیاف تقویت کننده را نگه می‌دارد. دوم، ماتریس تحت بار اعمالی تغییر شکل می‌دهد و تنش را به الیاف محکم و سفت منتقل می‌کند. سوم، رفتار پلاستیک ماتریس پلیمری، انرژی را جذب کرده، موجب کاهش تمرکز تنش می‌شود که در نتیجه، رفتار چقرمگی در شکست را بهبود می‌بخشد. تقویت کننده‌ها معمولاً شکننده هستند و رفتار ماتریس پلیمری می‌تواند موجب تغییر مسیر ترک‌های موازی با الیاف شود و موجب جلوگیری از شکست الیاف واقع در یک صفحه شود. بحث در مورد مصادیق ماتریس‌های پلیمری مورد استفاده در کامپوزیت‌ها به معنای بحث در مورد تمام پلاستیک‌های تجاری موجود می‌باشد. در تئوری تمام گرماسخت‌ها و گرمانرم‌ها

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۷)

می‌توانند به عنوان ماتریس پلیمری استفاده شوند. در عمل، گروه‌های مشخصی از پلیمرها به لحاظ فنی و اقتصادی دارای اهمیت هستند. در میان پلیمرهای گرماسخت پلی‌استر غیر اشباع، وینیل استر، فنل فرمالدهید (فنولیک) اپوکسی و رزین‌های پلی‌ایمید بیشترین کاربرد را دارند. در مورد گرمانرم‌ها، اگرچه گرمانرم‌های متعددی استفاده می‌شوند، PEEK، پلی‌پروپیلن و نایلون بیشترین زمینه و اهمیت را دارا هستند.

کامپوزیت‌های ترموپلاستیک ۳۰ درصد از کل بازار کامپوزیت‌های دنیا را یعنی در حدود ۲/۲ میلیون تن در سال، به خود اختصاص داده‌اند. در حالی که کامپوزیت‌های ترموست مانند اپوکسی و رزین‌های ترموست پلی‌استر که با الیاف رشته‌ای پیوسته با طول بیشتر از ۱۰ میلیمتر ساخته می‌شوند، خواص مفید زیادی مثل دانسیته کم، خواص مکانیکی خوب همراه با مقاومت محیطی دارند، اما از ناپایداری‌های شیمیایی مانند محدودیت‌های زمان سخت شدن رنج می‌برند. کامپوزیت‌های ترموپلاستیک این مشکل را ندارند. چون از ماتریس ترموپلاستیک در آن‌ها استفاده می‌شود. زمانی که این کامپوزیت‌ها گرم می‌شوند، نرم شده و می‌توانند بدون تخریب دوباره قالبگیری شوند و زمانی که سرد می‌شوند جامد شده و به شکل نهایی محصول تبدیل می‌شوند. این فرآیند گرمایش و سرمایش می‌تواند بارها تکرار گردد. کامپوزیت‌های ترموپلاستیک بر خلاف ترموست‌ها قابل بازیافت نیز می‌باشند.

کامپوزیت‌های ترموپلاستیک را می‌توان به دو گروه عمده تقسیم بندی کرد:

۱. ترموپلاستیک‌های تقویت شده با الیاف نمدی شیشه (Glass Mat Thermoplastics(GMT))

۲. کامپوزیت‌های ترموپلاستیک پیشرفته (Advanced Thermoplastic composites (ATC))

در گروه اول یعنی GMT‌ها از هر نوع ترموپلاستیکی می‌توان به عنوان ماتریس استفاده کرد اما در عمل تنها تعدادی از ترموپلاستیک‌ها مانند پلی‌وینیل کلراید، پلی‌پروپیلن، پلی‌آمیدها، پلی‌استرها، پلی‌کربنات و پلی‌پروپیلن سولفید مورد استفاده قرار می‌گیرند. الیاف شیشه E خرد شده و یا نمدهای پیوسته مهم‌ترین مواد برای فاز تقویت کننده این دسته از کامپوزیت‌ها می‌باشند. در گروه دوم یعنی کامپوزیت‌های پیشرفته برای ماتریس از رزین‌های آمورف مانند پلی‌اترایمید و پلی‌اترسولفون استفاده می‌شود. با این وجود زمانی که به مقاومت بالا در برابر حلال‌ها نیاز باشد از پلیمرهای نیمه کریستالی مانند پلی‌اتیلن اترکتون و پلی‌فنیلین سولفید نیز استفاده می‌گردد. تعداد محدودی از شبه ترموپلاستیک‌ها مانند پلی

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۸)

آمید-ایمید و پلی‌ایمید ها نیز ممکن است مورد استفاده قرار بگیرند. فاز تقویت کننده پیوسته در این نوع کامپوزیت ها ممکن است به شکل رشته ای یا بافته شده و از جنس کربن، آرامید و یا شیشه نوع E، S و R باشد که از کربن برای کاربردهای در دمای بالا و از شیشه E برای کاربردهای دمای پایین استفاده می شود. از الیاف متداول در کامپوزیت ها می‌توان به الیاف شیشه، کربن، آرامید و بور اشاره نمود که توضیح مختصری راجع به هر کدام ارائه می شود:

الیاف شیشه:

الیاف شیشه مشهورترین تقویت کننده مورد استفاده در صنعت کامپوزیت می‌باشد. فایبرگلاس یا الیاف شیشه که پرکاربردترین کامپوزیت‌ها هستند، فیبرها یا الیاف ساخت بشر است که در آن ماده‌ی تشکیل دهنده‌ی فیبر، شیشه است. الیاف شیشه‌ها، موارد استفاده فراوانی از جمله در: ساخت بدنه‌ی خودروها و قایق‌های تندرو و مسابقه‌ای، کلاه ایمنی موتورسواران، عایق کاری ساختمان ها و کوره‌ها و یخچالها و ... دارند.

ساختمان و اندازه‌ی این الیاف شیشه‌ها بسیار متغیر است. کوچکترین آنها به وسیله‌ی چشم غیر مسلح دیده نمی‌شود و بسیار ریز هستند. اندازه‌های کمی بزرگتر از آن ذراتی هستند که در کارخانجات ساخت فرآورده‌های الیاف شیشه‌ها به کمک هوا نقل و انتقال یافته و سبب سوزش پوست و بینی و گلو می‌شود. الیاف شیشه متداولترین الیاف مصرفی کامپوزیت‌ها در دنیا و ایران است که متاسفانه در ایران ساخته نمی‌شود. انواع مختلفی از آن بصورت تجاری وجود دارند که برخی از آنها عبارتند از: E، R، C، S، AR و ECR. ترکیبات شیمیایی این الیاف با هم متفاوت است و هر کدام برای کاربرد خاصی مناسب است. تقریباً ۹۰ درصد الیاف مورد استفاده در کامپوزیت های مهندسی الیاف شیشه می‌باشد. الیاف شیشه استحکام و سختی مناسبی دارد، خواص مکانیکی خود را در دماهای بالا حفظ می‌کند، مقاومت رطوبت و خوردگی مناسبی دارد و نسبتاً ارزان است. تقسیم بندی شش نوع الیاف شیشه و ترکیب درصدی آن در زیر نشان داده شده است:

- glass-E مصارف عمومی
- glass-R خواص مکانیکی بالاتر

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر- معاونت پژوهشی	صفحه (۹)	

- glass-S خواص مکانیکی بالاتر
- glass-c مقاومت شیمیایی مناسب
- glass-ECR مقاومت اسید و باز خوب
- glass-AR مقاومت اسید و باز خوب

برای کامپوزیت‌های الیاف پیوسته، انتخاب نوع الیاف، بستگی به فرآیند شکل دهی و میزان آرایش یافتگی الیاف دارد. تعداد تارهای (filament) یک رشته توسط تکس (tex) بیان می‌شود. به عنوان مثال ۶۰۰، ۱۲۰۰، ۲۴۰۰ (tex ۱ = ۱۰۰۰m/g) می‌توان رشته‌ها را خرد کرد (chopped) و برای تولید نمد شیشه (strand mat chopped) استفاده کرد. در این حالت از یک بایندر (binder) برای ثابت نگاه شدن الیاف در کنار هم استفاده می‌کنند. بایندر فوق به هنگام آغشته سازی الیاف با رزین خیس خوردگی (-wet out) را کنترل می‌کند و بنابراین آرایش اتفاقی الیاف در نمد حفظ می‌شود. انتخاب بایندر با توجه به کاربرد مواد انجام می‌گیرد و دوام یک قطعه کامپوزیتی می‌تواند متأثر از نوع بایندر باشد.

نمدهای الیاف پیوسته (mat continous random) شکل دیگری از الیاف مورد استفاده می‌باشند که در آنها الیاف پیوسته با آرایش اتفاقی نمد درست می‌شود. این شکل از الیاف برای قرار گرفتن در قسمت‌های تیز و کنج قالب مناسبند و در این حالت الیاف آن نمی‌شکنند. همچنین می‌توان از الیاف شیشه با طول‌های متفاوت برای کاربرد مستقیم در آمیزه سازی (BMC) استفاده کرد. طول الیاف در نمد (CSM) معمولاً بیشتر از ۲۰ میلی‌متر و بلندتر از الیاف مورد کاربرد در آمیزه سازی است. طول الیاف مورد استفاده در رزین‌های گرماسخت نیز بیشتر از گرمانرم هاست. انواع پارچه‌ها با بافت‌های مختلف نیز از رشته‌های شیشه بافته می‌شود.

الیاف کربن:

اگرچه اکثر الیاف مورد استفاده در صنعت کامپوزیت از جنس شیشه می‌باشد ولی مدول آن نسبتاً پایین است. در سال‌های پیش تلاش‌های زیادی انجام گرفت تا تقویت‌کننده‌های جدیدی با تبدیل حرارتی الیاف آلی به الیاف کربن ساخته شود. الیاف حاصل به سرعت کاربرد وسیعی در کامپوزیت‌های فنولیکی به منظور استفاده در عایق‌های فداشونده در صنایع نظامی پیدا کرد. مشخصه الیاف کربن، سبکی، استحکام و

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۱۰)

سفتی بالا می‌باشد. همه انواع الیاف کربن از پیرولیز الیاف آلی در یک محیط خنثی بدست می‌آید. همچنین الیاف کربن بخاطر داشتن خصوصیات چگون مقاومت زیاد، وزن کم و مقاومت در برابر خوردگی و حرارت، ماده بسیار مناسبی جهت تقویت دیگر مواد به حساب می‌آید. در دنیای مواد، الیاف کربن همانند آخرین امید برای افزایش خواص مکانیکی عمل می‌کند؛ یعنی در تقویت دیگر مواد و بهبود ویژگی‌های آن‌ها معجزه‌وار عمل می‌کند. کامپوزیت‌های تقویت شده با الیاف کربن دارای ویژگی‌های برجسته‌ای مانند استحکام و چقرمگی بالا، سبکی، مقاومت در برابر خوردگی و حرارت و هدایت الکتریکی بالا هستند. از دیگر ویژگی‌های الیاف کربن، قابلیت استفاده همراه با مواد گوناگون همانند دیگر الیاف، پلاستیک‌ها، فلزات، چوب و سیمان است. زولتک یکی از شرکت‌های تولید کننده الیاف کربن است که محصولات آن در صنایع گوناگون به کار گرفته می‌شوند. این شرکت الیاف کربن را از یک فرایند کربونیزاسیون پیوسته تولید می‌کند و هم‌اکنون توجه خود را به تولید الیاف کربن ارزان معطوف کرده است.

الیاف آرامید:

الیاف آرامید که در حدود سال‌های ۱۹۷۰ معرفی شد، ترکیب آلی حلقوی از کربن، هیدروژن، اکسیژن و نیتروژن می‌باشد. دانسیته کم و استحکام کششی بالا در این الیاف، موجب تشکیل یک ساختار چقرمه و مقاوم به ضربه با سفتی حدود نصف الیاف کربن می‌شود. الیاف آرامید در ابتدا به منظور جایگزینی فولاد در تیرهای رادیال ساخته شدند و بعداً کاربردهای دیگری پیدا کردند. جلیقه ضد گلوله از موفقیت‌آمیزترین کاربردهای الیاف آرامید می‌باشد. الیاف آرامید همانند الیاف شیشه و کربن می‌توانند در ساخت کامپوزیت‌ها مورد استفاده قرار گیرد. الیاف آرامید به دلیل سبکی، پایداری حرارتی خوب و چقرمگی عالی، مورد توجه قرار گرفته‌اند. کامپوزیت‌های آرامیدی عایق هستند و در تماس با فلزات جریان الکتریسیته تولید نمی‌کنند. درحالی که رفتار کششی آنها خطی است و شکست در تنش‌های بالا اتفاق می‌افتد، رفتار فشاری و خمشی کامپوزیت‌های آرامیدی، داکتایل می‌باشد و استحکام نهایی آنها از کامپوزیت‌های الیاف شیشه و کربن کمتر است. می‌توان الیاف آرامید را به همراه شیشه و کربن در ساخت کامپوزیت‌های هیبرید به کار برد و از خواص انحصاری هر دو نوع الیاف بهره برد. با به کار بردن ترکیبی از الیاف در یک کامپوزیت، می‌توان به نتایج مطلوب از نظر خواص و مسایل اقتصادی دست یافت. این نوع کامپوزیت را کامپوزیت هیبرید می‌نامند.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۱۱)

الیاف بور:

بور یک ماده مناسب برای ساخت الیاف با کارایی بالاست. اتم‌های سبک بور چند ظرفیتی هستند و پیوندهای با ظرفیت بالا ایجاد می‌نمایند و در عین حال دانسیته پایینی دارند. در یک سیستم هالیدی، هیدروژن برای احیاء هالید به بور استفاده می‌شود. در سیستم هیدریدی، از تخریب حرارتی در فشار پایین استفاده می‌شود. قطر رشته‌های بر صد میکرومتر می‌باشد و استحکام کششی آنها می‌تواند در محدوده دو تا چهار گیگاپاسکال و مدول آنها در حدود سیصد و هشتاد مگاپاسکال باشد. در مجموع می‌توان گفت این الیاف خواص بسیار جالبی دارند ولی گران قیمتند.

در نهایت اگر بخواهیم به کلیدی‌ترین خواص کامپوزیت‌های ترموپلاستیک اشاره کنیم می‌توان

موارد زیر را بر شمرد:

- دانسیته کم و در نتیجه وزن بسیار کم
- استحکام خوب
- چقرمگی خوب
- مقاومت محیطی خوب
- قابلیت قالبگیری دوباره
- بهبود ترکیبات به منظور استفاده در شرایط مختلف دمایی و مکانی

۱-۱- 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. در 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 کامپوزیت‌ها در جدول (۱) ارائه شده است.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۱۲)

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی تولید کامپوزیت‌های پلی‌آمید

جدول (۱): کدهای آیسیک مرتبط با صنعت کامپوزیت‌ها

ردیف	کد آیسیک	نام کالا
۱	۲۴۱۳۱۵۱۵	گرانول کامپوزیت
۲	۲۴۱۳۱۵۸۰	انواع گرانول و کامپاند پلاستیکی
۳	۲۵۲۰۱۱۸۰	انواع قطعات کامپوزیتی
۴	۲۵۲۰۱۱۸۱	قطعات کامپوزیتی
۵	۲۵۲۰۱۱۸۸	ورق کامپوزیت

۲-۱- 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 کامپوزیت‌های پلی‌آمید در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول (۲): تعرفه‌های گمرکی مربوط به صنعت کامپوزیت پلی‌آمید

ردیف	شماره تعرفه گمرکی	نوع کالا	حقوق ورودی	SUQ
۱	۳۹۰۸/۱۰/۰۰	پلی‌آمید ۱۲،۶،۱۱،۱۱،۶،۶،۹،۱۰/۶، ۱۲/۶ به شکل ابتدایی	۴	Kg
۲	۳۹۰۸/۹۰/۹۰	سایر پلی‌آمیدها به شکل ابتدایی	۴	Kg

۳-۱- شرایط واردات

واردات گرانول‌های کامپوزیت پلی‌آمید تقویت شده با الیاف شیشه با تعرفه گمرکی ۳۹۰۸/۹۰/۹۰ با موافقت وزارت بازرگانی و با حقوق گمرکی ۴ درصد انجام می‌شود.

۴-۱- بررسی و ارائه استاندارد (ملی یا بین‌المللی)

استاندارد‌های ملی و بین‌المللی موجود در ارتباط با پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف شیشه در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول (۳): استانداردهای مرتبط با کامپوزیت‌های پلی‌آمید

ردیف	شماره استاندارد	عنوان استاندارد	مرجع
۱	۸۱۷۶	استاندارد ملی برای پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف شیشه- استحکام برشی میان لایه ای ظاهری-روش آزمون	موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
۲	۸۱۷۷	استاندارد ملی برای پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف شیشه-خواص فشاری-روش آزمون	موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
۳	۸۱۷۸	استاندارد ملی برای پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف-خواص خمشی-روش آزمون	موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
۴	۸۱۷۹	استاندارد ملی برای پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف شیشه-استحکام برشی عمودی-روش آزمون	موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
۵	۸۱۸۰	استاندارد ملی برای پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف شیشه-خواص برشی-روش آزمون	موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
۶	۸۱۸۱	استاندارد ملی برای پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف شیشه-خواص کششی-روش آزمون	موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
۷	۸۱۸۲	استاندارد ملی برای پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف شیشه-سختی بارکول	موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
۸	۸۱۸۳	استاندارد ملی برای پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف شیشه-مقدار فضای خالی-روش آزمون	موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
۹	۶۸۸۴	استاندارد ملی برای پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف شیشه-قواعد عمومی جهت روش آزمون‌ها	موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
۱۰	ISO ۱۲۶۸-۱:۲۰۰۱	استاندارد بین‌المللی ISO برای پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف - روش‌های تهیه صفحات آزمایش - بخش ۱: شرایط کلی	www.ISO.org
۱۳	ISO ۱۵۱۰۰:۲۰۰۰	استاندارد بین‌المللی ISO برای پلاستیک‌ها-الیاف تقویت کننده - تعیین دانسیته بالک	www.ISO.org
۱۴	ISO/CD ۲۲۳۱۴	استاندارد بین‌المللی ISO برای پلاستیک‌ها-محصولات تقویت شده با الیاف شیشه - تعیین طول لیف	www.ISO.org
۱۵	ISO ۲۲۳۱۴:۲۰۰۶	استاندارد بین‌المللی ISO برای پلاستیک‌ها-محصولات تقویت شده با الیاف شیشه - تعیین طول لیف	www.ISO.org

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر- معاونت پژوهشی		صفحه (۱۴)

جدول زیر هم خواص فیزیکی مکانیکی یک نوع نایلون ۶ تقویت شده با ۳۴ درصد الیاف شیشه را نشان

می دهد:

جدول (۴): خواص فیزیکی مکانیکی نایلون ۶ تقویت شده با ۳۴ درصد الیاف شیشه

مقدار	واحد	استاندارد	خواص
۰,۰۴۹۵	lb / in^2	ISO ۱۱۸۳	دانسیته
۲۴۷۰۰	Psi	ISO ۵۲۷	تنش کششی در نقطه شکست ($176^{\circ}F$)
۳,۳	درصد	ISO ۵۲۷	کرنش کششی در نقطه شکست
$1,22 E+6$	Psi	ISO ۱۷۸	مدول خمشی ($73^{\circ}F$)
۱۲,۴	$ft.lb / in^2$	ISO ۱۸۰/۱A	استحکام ضربه Izod ($73^{\circ}F$)
۴۲۸	F°	ISO ۳۱۴۶	دمای ذوب

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

در حال حاضر در ایران شرکت های معدودی به تولید و عرضه کامپوزیت های الیاف شیشه پلی آمید می پردازند. از جمله مهم ترین آن ها می توان به شرکت های کیمیا فروز، شرکای سه گانه و شرکت نیرومند پلیمر اشاره کرد. علاوه بر شرکت های نام برده شده شرکت های مختلفی در داخل به واردات این محصولات می پردازند که از آن جمله می توان به شرکت آریان ترمینال که وارد کننده محصولات شرکت DSM است، شرکت نیک پلاست، پلاستیک کایسا، پلاستیک مهرگان و شرکت آذروان اشاره کرد.

در جدول زیر حدود قیمت برای محصولات داخلی و خارجی گزارش شده است:

جدول (۵): قیمت های داخلی و خارجی کامپوزیت های پلی آمید

شرکت	نوع محصول	قیمت (ریال / کیلوگرم)	توضیحات
کیمیا فروز	پلی آمید ۶/۶ مشکی تقویت شده با ۳۰ درصد الیاف شیشه	۳۹۰۰۰-۳۵۰۰۰	بسته به کیفیت پلیمر قیمت متفاوت است.
کیمیا فروز	پلی آمید ۶/۶ مشکی تقویت شده با ۳۰ درصد الیاف شیشه	۴۵۰۰۰-۲۷۰۰۰	بسته به کیفیت پلیمر قیمت متفاوت است.

ادامه جدول (۵)			
-	۳۲۰۰۰	پلی‌آمید ۶ مشکی تقویت شده با ۳۰ درصد الیاف شیشه	کیمیا فروز
-	۲۸۰۰۰	پلی‌آمید ۶ مشکی تقویت شده با ۳۰ درصد الیاف شیشه	کیمیا فروز
-	۲۹۰۰۰	پلی‌آمید ۶ تقویت شده با ۳۰ درصد الیاف شیشه	نیرومند پلیمر
-	۲۶۰۰۰	پلی‌آمید ۶/۶ تقویت شده با ۳۰ درصد الیاف شیشه	نیرومند پلیمر
وارد کننده محصولات شرکت DSM هلند	۳۸۰۰۰	پلی‌آمید ۶ مشکی تقویت شده با ۳۰ درصد الیاف شیشه	آریان ترمینال
وارد کننده محصولات شرکت DSM هلند	۵۰۰۰۰	پلی‌آمید ۶/۶ سفید تقویت شده با ۳۰ درصد الیاف شیشه	آریان ترمینال
-	۴۱۰۰۰	پلی‌آمید ۶/۶ تقویت شده با ۳۰ درصد الیاف شیشه	Eurotec

۶-۱- توضیح موارد مصرف و کاربرد

همان‌طور که قبلاً گفته شد کامپوزیت‌های ترموپلاستیک، کامپوزیت‌هایی هستند که از پلیمر ترموپلاستیک به عنوان ماتریس در آنها استفاده می‌شود. این کامپوزیت‌ها با شیشه، کربن، الیاف آرامید و یا الیاف فلزی تقویت می‌شوند. یک پلیمر ترموپلاستیک پلیمری است با زنجیر بلند که می‌تواند با ساختار آمورف یا نیمه کریستالی باشد. این پلیمرها موادی با وزن مولکولی متوسط تا زیاد هستند که خواص عمومی آنها چقرمگی، مقاومت در برابر مواد شیمیایی و بازیافت پذیری می‌باشد. ترموپلاستیک‌های مورد استفاده در کامپوزیت‌ها به دو دسته ترموپلاستیک‌های با دمای بالا و ترموپلاستیک‌های مهندسی تقسیم می‌شوند. این تقسیم بندی بر اساس دمای انتقال شیشه ای (دمایی که بخش آمورف پلیمر در اثر حرارت از حالت شیشه ای به حالت لاستیکی در می‌آید) انجام می‌گیرد.

پلیمرهای ترموست ممکن است توانایی حمل بار مکانیکی را در دمای بالای دمای انتقال شیشه ای نداشته باشند اما پلیمرهای ترموپلاستیک نیمه کریستالی این قابلیت را دارند چون تنها فاز آمورف آنها به حالت لاستیکی در آمده است. بخش کریستالی تا رسیدن به دمای ذوب جامد باقی می‌ماند. جداول زیر این دو دسته ترموپلاستیک‌ها را به همراه دمای انتقال شیشه ای، دمای ذوب، دمای فرآیندی آنها نشان می‌دهد.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۱۶)

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی تولید کامپوزیت‌های پلی‌آمید

جدول (۶): ترموپلاستیک‌های مهندسی

Polymer type	Chemical name	Structure	T_g (°C)	T_m (°C)	Processing temp. (°C)
Polyolefin	Polypropylene (PP)	Crystalline	-10	165	200-240
Polyamides	Polyamide 6,6 (PA6,6)	Crystalline	55	265	270-320
	Polyamide 12 (PA12)	Crystalline	35	180	220-260
Polyesters	Polyethylene terephthalate (PET)	Crystalline	70	265	280-310
	Polybutylene terephthalate (PBT)	Crystalline	20	240	260-290

جدول (۷): ترموپلاستیک‌های با دمای بالا

Polymer type	Chemical name	Trade name and supplier	Structure	T_g (°C)	T_m (°C)	Processing temp. (°C)
Polyester	Polycarbonate (PC)	Lexan, GE	Amorphous	150	none	280-330
Polyarylene ether or sulfide	Polyphenylene sulfide (PPS)	Makrolon, Bayer	Crystalline	90	280	300-340
		Ryton, Phillips				
	Polyarylene sulfide	PAS-2, Phillips	Amorphous	215	none	330
	PEEK	Victrex PEEK, ICI	Crystalline	143	343	380-400
	PEEKK	Hostatec, Hoechst	Crystalline	165	365	390-415
	PEKK	Declar, DuPont	Crystalline	155	340	380-400
	PEKEKK	Ultrapek, BASF	Crystalline	175	375	400-420
Poly-sulfones	Polysulphone (PSU)	Polyketone	Crystalline	205	385	420-430
		Udel P1700, Amoco	Amorphous	190	none	300-350
	Polyether-sulfone (PES)	Victrex 4100G, ICI	Amorphous	220	none	300-320
Polyamide-imides	Polyamide-imide (PAI)	Ultrason E, BASF				
		Torlon C, Amoco	Amorphous	275	none	350-400
Polyimides	Polyetherimide (PEI)	Torlon AIX-159	Amorphous	290	none	350-400
		Amoco				
	Polyimide (TPI)	Ultem, GE	Amorphous	217	none	335-420
Polyimide (TPI)	Polyimide (TPI)	Avimid KIII, Du Pont	Amorphous	250	none	340-360
		Aurum, Mitsui Toatsu	Crystalline	260	390	400-420

کامپوزیت‌های ترموپلاستیک یک گروه نسبتاً جدید از مواد هستند. نوارهای تجاری PEEK/الیاف کربن و پس از آن پلی‌فنیلن سولفید/الیاف کربن در اوایل دهه ۱۹۸۰ معرفی شدند. با این وجود در سال ۱۹۶۶، Menges گزارشی در ارتباط با خواص بهبود یافته‌ای مانند استحکام و مقاومت خستگی برای زمانی که پلی‌آمید ۶ جایگزین ماتریس اپوکسی شد، ارائه کرد. در اواسط دهه ۱۹۷۰، کامپوزیت‌های پلی‌سولفون/الیاف کربن به دلیل روش‌های فرآیندی بهتر و خواص چقرمگی بهتر توجه زیادی را به خود جلب کردند. با این وجود مقاومت در برابر حلال‌ها یک مشکل برای آنها به حساب می‌آمد. کامپوزیت‌هایی که بعداً معرفی شدند و بر پایه ترموپلاستیک‌های نیمه کریستالی بودند، مانند PEEK و PPS، مقاومت شیمیایی بسیار خوبی داشته و از این نظر بسیار بهتر از کامپوزیت‌های بر پایه اپوکسی می‌باشند. علاقه به

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۱۷)

کامپوزیت‌های ترموپلاستیک به سه دلیل به وجود آمد، اول، فرآیند سریع‌تر آنها نسبت به کامپوزیت‌های ترموست به علت نداشتن واکنش پخت بود. دوم، خواص جالب آنها مانند مقاومت در برابر لایه لایه شدن، تحمل آسیب پذیری بالا، جذب آب کم، مقاومت شیمیایی خوب پلیمرهای نیمه کریستالی بود. سومین دلیل هم در ارتباط با مسائل زیست محیطی بود که این دسته از کامپوزیت‌ها چون شامل مواد شیمیایی واکنش پذیر نیستند سمیت بسیار کم دارند و در نتیجه زمان نگهداری آنها نا محدود است. به علاوه، این کامپوزیت‌ها به راحتی بازیافت شده و یا با مواد بازیافتی دیگر ترکیب شده و قالبگیری می‌شوند. مصارف عمده کامپوزیت‌های ترموپلاستیک عبارت است از:

الف - صنعت اتومبیل

در صنعت خودرو کامپوزیت‌های ترموپلاستیک می‌توانند در کاربردهایی مشابه با کامپوزیت‌های ترموست استفاده شوند. در بهبود و تولید محصولات به خصوص در صنعت اتومبیل سازی قیمت حرف اول را می‌زند. مدت استفاده از کامپوزیت‌های ترموپلاستیک در صنعت اتومبیل سازی به بیش از ۴۰ سال می‌رسد. در اروپا بازار اتومبیل برای کامپوزیت‌های GMT بسیار مهم است. فرآیند سریع با قالبگیری تزریقی و زمان چرخه ۳۰ ثانیه‌ای حتی برای ساختارهای بزرگ در کامپوزیت‌های ترموپلاستیک، منجر به محصولات ارزان‌تر در این صنعت می‌شود. علاوه بر این، کامپوزیت‌های ترموپلاستیک در مقایسه با ساختارهای فلزی عملکردهای بیشتری دارند. در بازار آمریکا سپرهای ضربه گیر، بازار غالب را داشته در حالی که در اروپا تنوع وسیعی از کاربردها وجود دارد.

این مواد برای کاربردهای ساختاری و نیمه ساختاری برای جایگزینی با آلومینیوم، فولاد و بعضی قطعات ترموپلاستیکی تزریقی در ساخت اتومبیل‌ها استفاده می‌شوند. به دلیل وزن کم و چقرمگی بالا، GMT‌ها در صنعت اتومبیل سازی استفاده فراوانی دارند. از این مواد در کاربردهایی چون قاب صندلی‌ها، سینی باتری، سپرهای اتومبیل، کف‌های ماشین، میله‌های نگهدارنده کاپوت، سینی روغن، پوشش‌های سوپاپ و سایر پوشش‌های موتور استفاده می‌شود. اخیراً پیشرفت‌هایی در تکنولوژی نمد (mat) صورت گرفته که باعث ایجاد گروه جدیدی از کامپوزیت‌های GMT شده است. این کامپوزیت‌های GMT پیشرفته در جایی که نیاز به عملکرد بالاتر، وزن و هزینه کمتر است و GMT‌های اولیه قادر به رقابت با آن نیستند، مورد استفاده قرار می‌گیرند. امروزه GMT‌های پیشرفته را در فرورفتگی‌های چرخ‌های یدک با شکل یکپارچه، درهای بالابر ماشین‌های هاچ‌بک، نسل جدید صندلی‌ها و سپرهای اتومبیل استفاده می‌کنند. بیشترین مصرف کامپوزیت‌های ترموپلاستیک از جمله کامپوزیت پلی‌آمید در صنعت خودرو می‌باشد.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۱۸)



شکل (۲): کاربرد کامپوزیتها در صنعت خودرو

ب- صنعت هوا فضا

در بازار هوا فضا کامپوزیت‌های بر پایه اپوکسی چقرمه شده به دلیل ارزان بودن غالب هستند. با این وجود برای نسل آینده هواپیماها علاقه به کامپوزیت‌های ترموپلاستیک بسیار زیاد است. هر چه سرعت پرواز بیشتر باشد نیاز به موادی با دمای بالاتر از دمای حداکثر کامپوزیت‌های اپوکسی، بیشتر می‌شود. از آنجایی که آزاد سازی گازها در حین فرآیند و شکنندگی بالا جدی‌ترین مشکلات پلی‌ایمیدهای ترموست هستند، کامپوزیت‌های ترموپلاستیک اهمیت بیشتری پیدا می‌کنند.

کامپوزیت‌های ترموپلاستیک پیشرفته (ATC) در صنعت هوا فضا مصارف محدودی دارند که دلیل استفاده از آنها در این صنعت چقرمه تر بودن آنها نسبت به کامپوزیت‌های ترموست می‌باشد. این کامپوزیت‌ها با کامپوزیت‌های ترموست با ۵۰ درصد حجمی الیاف مشابه بوده و در آنها از الیاف با ساختار پیوسته با نظم بالا استفاده می‌شود. از این کامپوزیت‌ها برای ساخت پره‌های تثبیت‌کننده هواپیما و موشک، تیغه‌ها و پانل‌های بال، پوشش‌های دیواره و بدنه هواپیما و محفظه‌های بار، کمربندها و بدنه موتور استفاده می‌شود. شرکت Dupont یک کامپوزیت ترموپلاستیک پلی‌ایمید برای هواپیمای جنگی F۲۲ ساخته است. در ساخت هواپیمای مافوق صوت همین کامپوزیت به عنوان پوشش بال‌ها استفاده شده است که علت استفاده از آن دمای پیوسته بالای آن است.

ج- صنعت ساختمان

کامپوزیت‌های ترموپلاستیک در صنعت ساختمان برای پروفیل‌های ساختاری، لوله‌ها، بتون و ساختارهای سبک و پانل‌های عایق کاری استفاده می‌شوند. در فرمولاسیون این کامپوزیت‌ها از مواد بهبود دهنده ضربه و پایدارکننده‌ها (در برابر UV) به منظور بهبود خواص استفاده می‌شود.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر- معاونت پژوهشی		صفحه (۱۹)

د- صنعت الکترونیک

مصرف عمده کامپوزیت‌های ترموپلاستیک و به خصوص کامپوزیت‌های پلی‌آمید تقویت شده در صنعت الکترونیک در ساخت کلیدهای الکتریکی، پوشش‌ها، رابط‌ها، قطعات نهایی و حلقه سیم پیچ‌ها می‌باشد.

ه- صنعت حمل و نقل

این مواد در صنعت حمل و نقل به شکل پالت‌ها و کانتینرهای حمل بار استفاده می‌گردند.

و- سایر مصارف

از کامپوزیت‌های پلی‌آمید در تولید اسکلت ماشین چمن زنی که نیاز به کنترل دقیق انقباض، سختی بالا و استحکام خوب دارد، استفاده می‌شود. علاوه بر این، این نوع کامپوزیت‌ها برای ساخت اجزا ماشین‌های گلف که باید سختی و چقرمگی خوبی داشته باشند هم مصرف دارند.

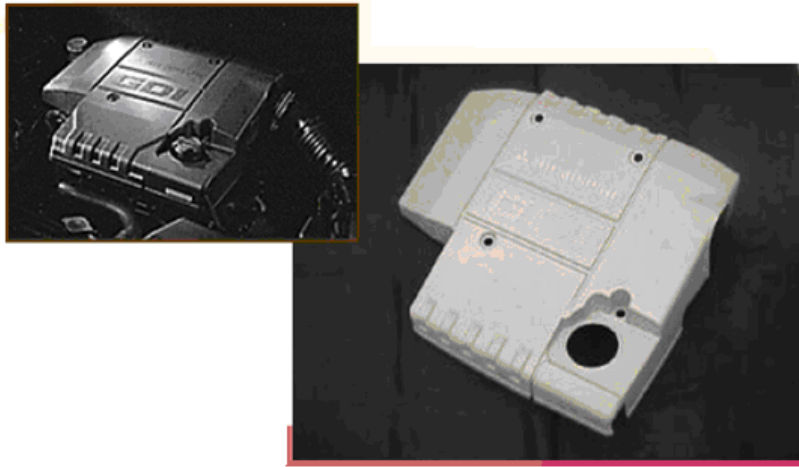


شکل (۳): اجزا ماشین‌های چمن‌زنی و گلف ساخته شده از نایلون ۶ تقویت شده با الیاف شیشه

۱-۷- بررسی کالاهای جایگزینی و تجزیه و تحلیل اثرات آن بر مصرف محصول

کامپوزیت‌های ترموپلاستیک و از جمله کامپوزیت الیاف شیشه پلی‌آمید می‌توانند جایگزین قطعات تزریقی خودرو شوند. به عنوان مثال نایلون ۶ در ساخت خودرو در بخش‌های مختلفی مانند دسته‌ها و بازکننده‌های درهای عقب و جلو، قطعات بدنه، پنجره‌های رادیاتور، دکمه‌های بالابر پنجره‌ها، جعبه فیوز، رابط‌ها، جعبه‌های رله، سنسورها، دریچه‌های هوا، پوشش‌های موتور و سوپاپ، فن‌ها و صفحات جعبه دنده مورد استفاده قرار می‌گیرد که می‌توان به جای نایلون ۶ از کامپوزیت الیاف شیشه آن برای تولید بعضی از کاربردهای ذکر شده استفاده نمود.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر- معاونت پژوهشی		صفحه (۲۰)



شکل (۴): استفاده از کامپوزیت نایلون ۶ به عنوان جایگزین در قطعات خودرو

کامپوزیت‌های ترموپلاستیک جذب انرژی بسیار بالاتری نسبت به فلزات دارند. علاوه بر این به دلیل جذب انرژی متفاوتشان نسبت به فلزات، در هنگام ضربه کمتر جمع می‌شوند. داده‌های آزمایشگاهی نشان می‌دهند که کامپوزیت‌های ترموپلاستیک در این مورد بسیار برتر از فلزات هستند و کامپوزیت‌های کربن دار عملکرد بهتری نسبت به کامپوزیت‌های تقویت شده با الیاف شیشه دارند. آزمایش‌ها نشان داده‌اند که کامپوزیت پلی‌آمید ۶ / شیشه نزدیک به 53 J/g انرژی جذب می‌کند. کامپوزیت پلی‌آمید ۶ / شیشه جذب انرژی بسیار خوبی نسبت به اپوکسی / کربن از خود نشان می‌دهد. آنچه مسلم است این است که کامپوزیت‌های شیشه / ترموپلاستیک عملکرد بهتری نسبت به ترموست / شیشه داشته و از آلومینیوم‌ها نیز به مراتب برتر می‌باشند. بنابراین با استفاده از این کامپوزیت‌ها ساختارهای بسیار سبک‌تر نسبت به آلومینیوم یا فولاد برای جذب انرژی خواهیم داشت که البته میزان کاهش وزن به خواص سختی مورد نیاز بستگی خواهد داشت.

استفاده از کامپوزیت‌های ترموپلاستیک علاوه بر کاهش وزن باعث کاهش مصرف سوخت در خودروهای سنگین نیز می‌شود. جدا از مزیت قیمت کمتر، در جایگزینی یک ترموپلاستیک تقویت شده با شیشه به جای کامپوزیت اپوکسی / کربن نگرانی کمبود الیاف کربن برای تولید، حتی در یک رنج متوسط وجود ندارد. مسئله‌ای که در مورد کامپوزیت‌های ترموپلاستیک وجود دارد این است که آیا این کامپوزیت‌ها در دماهای بالا و پائین‌ترین ماشین به خوبی عمل می‌کنند؟ برای دماهای بالا $(90^\circ\text{C}/144^\circ\text{F})$ ، ۲۰ درصد کاهش عملکرد برای این نوع کامپوزیت‌ها وجود دارد اما در دماهای پائین $(40^\circ\text{C}/104^\circ\text{F})$ ، عملکرد بهتری از خود نشان می‌دهند.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۲۱)

از اواسط دهه ۱۹۸۰ ترموپلاستیک‌های تقویت شده تزریقی استفاده محدودی در بدنه عمودی خارجی اتومبیل - به خصوص در درها و گلگیرها - پیدا کردند. اما این مواد سختی کافی برای جلوگیری از خزش در صفحات بزرگ افقی بدون تکیه‌گاه مثل کاپوت و سقف‌ها نداشتند. از سال ۱۹۵۰ از ورق‌های قالبگیری شده ترموست‌ها، هم برای بدنه افقی و هم عمودی اتومبیل استفاده می‌شد. با وجود مزایایی چون سختی بالا، تولید مقرون به صرفه، قابلیت رنگ‌پذیری درجا این کامپوزیت‌ها سنگین بوده و کشش کم و شکنندگی زیاد داشتند. امروزه نوعی از کامپوزیت‌های ترموپلاستیک با عملکرد بالا ساخته شده‌اند که برای استفاده در صفحات افقی بدنه نه تنها وزن مخصوص کم، بلکه چقرمگی بالا و ضربه‌پذیری بهتری نسبت به فلزات و ترموست‌ها دارند.

در بررسی حجم تولید، کامپوزیت‌های ترموپلاستیک دارای قیمت رقابتی هستند. عموماً ساختارهای فلزی قیمت واحد کمتری دارند اما هزینه سرمایه‌گذاری برای آنها بیشتر است. هزینه سرمایه‌گذاری کامپوزیت‌های ترموپلاستیک تقریباً ۰/۴ هزینه سرمایه‌گذاری فلزات است.

با توجه به پیشرفت سریع نانو تکنولوژی و اهمیت آن در بخش‌های مختلف یکی از موادی که می‌تواند در آینده‌ای بسیار نزدیک جایگزین کامپوزیت الیاف شیشه پلی‌آمید شود نانو کامپوزیت آن است. نانو کامپوزیت‌های پلی‌آمید ۶ سنتز آسان و فرآیند سریع دارند. خواص بسیار بهتر مانند شفافیت، مدول بالاتر و عبور گاز کمتر دارند. شرکت‌های تویوتا و UBE این مواد را مورد امتحان قرار داده‌اند. در جدول ۷ خواص پلی‌آمید‌های ۶ و ۶۶ و نانو کامپوزیت آن نشان داده شده است. با افزایش درصد فیلر نانو خواص مکانیکی نیز افزایش خوبی نشان می‌دهند.

جدول (۸): خواص مکانیکی پلی‌آمیدهای ۶ و ۶۶ و نانو کامپوزیت پلی‌آمید ۶

انواع پلی‌آمیدها و نانو کامپوزیت پلی‌آمید				ASTM	واحد	خواص
PA _۶ +NC ۲	PA _۶ +NC ۱	PA _{۶۶}	PA _۶			
درصد	درصد					
۹۶	۸۸	۷۸	۷۶	D-۶۳۸	Mpa	استحکام کششی در نقطه yield
۵۰	۹۰	۱۲۰	۲۰۰	D-۶۳۸	درصد	ازدیاد طول در نقطه شکست
۱۳۶	۱۲۲	۱۱۰	۱۰۰	D-۷۹۰	MPa	استحکام خمشی
۳/۵	۳/۲	۲/۹	۲/۶	D-۷۹۰	GPa	مدول خمشی
۵۰	۵۰	۵۰	۷۰	D-۲۵۶	J/m	استحکام ضربه
۱۴۰	۱۳۰	۹۰	۸۰	D-۶۴۸	C°	DTUL(۱,۸۲ MPa)

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۲۲)

۱/۱۵	۱/۱۴	۱/۱۴	۱/۱۴	D-۷۹۲	وزن مخصوص
------	------	------	------	-------	-----------

۸-۱- اهمیت استراتژیکی کالا در دنیای امروز

برای ساخت بسیاری از مواد کامپوزیتی، پلیمرهای ترموست اولین انتخاب هستند. مهم‌ترین و تنها مزیت ترموست‌ها ویسکوزیته کم آنهاست که باعث می‌شود به راحتی و در فشار کم بتوانند با الیاف مخلوط شوند. اشباع کردن الیاف با ماتریس با پخت شیمیایی و رسیدن به یک ساختار جامد همراه است که معمولاً به صورت هم‌دما انجام می‌شود. مزیت ترموپلاستیک‌ها این است که قالبگیری آنها به صورت غیر همدماست یعنی یک مذاب داغ در یک قالب سرد برای رسیدن به چرخه زمانی کوتاهتر. با این وجود ترموپلاستیک‌های پلیمری ویسکوزیته‌های بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ برابر ترموست‌ها دارند که نیاز به فشارهای بالاتر و مشکلات فرآیندی و هزینه بیشتر از عواقب آن می‌باشد.

کامپوزیت‌های ترموپلاستیک به راحتی می‌توانند بازیافت شوند که همین مزیت موضوع مهمی در بسیاری از بازارها به خصوص صنعت خودرو محسوب می‌شود. اما مواد کامپوزیتی ترموست را تنها می‌توان آسیب کرده به عنوان فیلر استفاده کرد، فرآیندی که ارزش کامپوزیت را به شدت کاهش می‌دهد. مزیت دیگر کامپوزیت‌های ترموپلاستیک مقاومت بسیار بالای ضربه آسیب در آنهاست. بیش از ۹۰ درصد پلیمرهای مورد استفاده در کامپوزیت‌ها ترموست‌ها هستند که علت آن مشکلات موجود در فرآیند کامپوزیت‌های ترموپلاستیک است.

علاوه بر این، موضوعات زیست‌محیطی هم در ارتباط با فرآیند ترموست‌ها، که وجود واکنش شیمیایی برای جامد شدن پلیمر در آن لازم است، وجود دارد. تقریباً ۶۵ درصد از ماتریس‌های ترموست مورد استفاده در کامپوزیت‌های پلی‌استرهای غیر اشباع هستند. قوانین زیست‌محیطی مربوط به خروج استایرن پلی‌استرهای غیر اشباع بر ارزش کاربردی آنها اثر می‌گذارد. به همین دلیل بسیاری از محققان و شرکت‌های سازنده به دنبال یک جایگزین مناسب برای پلی‌استرهای غیر اشباع هستند. کامپوزیت‌های ترموپلاستیک و از جمله کامپوزیت‌های پلی‌آمید، نیاز به فشار فرآیندی بالا داشته که نتیجه آن شکل‌دهی گران‌تر محصول خواهد بود. این معایب در بسیاری از موارد بر مزایای این مواد مانند آسانی بازیافت و چقرمگی بالا غلبه کرده و کاربردهای آنها را محدود ساخته است. به بیان دیگر کامپوزیت‌های ترموست فرآیند آسان‌تری دارند و نیاز به انرژی و فشار در آنها کمتر است اما به شدت شکننده بوده و قابل بازیافت نیز نیستند. با وجود این مصرف کامپوزیت‌های ترموپلاستیک در دنیا به شدت رو به افزایش بوده و این دسته از کامپوزیت‌ها از اهمیت ویژه‌ای به خصوص در صنایعی چون صنعت اتومبیل‌سازی برخوردار هستند.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۲۳)

۹-۱- کشورهای عمده تولید کننده و مصرف کننده محصول (حتی‌الامکان سهم تولید یا مصرف ذکر شود)

در حال حاضر بزرگترین مصرف کننده کامپوزیت‌ها در دنیا آمریکا است. مصرف سرانه کامپوزیت در آمریکا ۷/۸ کیلوگرم و سهم تولید جهانی آن ۴۲ درصد می‌باشد. با توجه به پیشرفت روزافزون و سریع کامپوزیت‌ها در چین، این کشور در مقام دوم مصرف کنندگان کامپوزیت‌ها در دنیا قرار دارد. پیش بینی می‌شود میزان تولید کامپوزیت‌ها در کشور چین به ۲۲۹۰۰۰۰ تن تا سال ۲۰۱۱ رسیده و تا سال ۲۰۱۳ از بازار کامپوزیت آمریکا پیشی گیرد. در حال حاضر کشور چین بزرگترین صادرکننده محصولات کامپوزیتی در دنیا محسوب می‌شود.

جدول (۹): قاره‌های عمده تولیدکننده کامپوزیت‌ها

ردیف	نام قاره	سهم جهانی تولید (درصد)
۱	آمریکا	۴۲
۲	اروپا	۳۰
۳	آسیا	۲۰
۴	سایر	۸

جدول (۱۰): کشورهای عمده مصرف کننده کامپوزیت‌ها

ردیف	نام کشور	مصرف سرانه (کیلوگرم/نفر)
۱	آمریکای شمالی	۷/۸
۲	اروپای غربی	۳/۵
۳	اروپای شرقی	۰/۹
۴	آمریکای لاتین	۰/۶
۵	آسیا	۰/۳

جدول بعد میزان مصرف کامپوزیت‌های ترموپلاستیک در دنیا را تا سال ۲۰۰۵ نشان می‌دهد. بیش از ۹۰ درصد از این کامپوزیت‌ها تقویت شده با الیاف شیشه هستند.

جدول (۱۱): میزان مصرف کامپوزیت‌های ترموپلاستیک در دنیا

سال	میزان مصرف (هزار تن)
۱۹۹۵	۸۶۰
۲۰۰۰	۱۴۱۰
۲۰۰۲	۱۷۴۷
۲۰۰۵	۲۲۲۰

در حال حاضر بزرگ‌ترین کشورهای تولیدکننده کامپوزیت‌های پلی‌آمید کشورهای آمریکای شمالی، هلند، آلمان، انگلستان، ایتالیا، فرانسه، چین، ژاپن، کره جنوبی و عربستان سعودی می‌باشند. عمده‌ترین مصرف‌کنندگان این محصول نیز کشورهای آمریکای شمالی، کشورهای اروپایی و کشور چین می‌باشند.

– شرکت‌های داخلی عمده تولیدکننده و مصرف‌کننده محصول

مهم‌ترین شرکت‌های تولیدکننده کامپوزیت‌های پلی‌آمید در جدول زیر آورده شده‌اند:

جدول (۱۲): برخی تولیدکنندگان عمده پلی‌آمیدهای تقویت شده با الیاف شیشه در ایران

ردیف	نام کارخانه	نوع تولیدات	محل کارخانه
۱	شرکت تولیدی شرکای سه‌گانه	پلی‌آمید ۶ و پلی‌آمید ۶/۶ با ۳۰ درصد الیاف شیشه	جاده قدیم کرج- خیابان آزادگان
۲	شرکت کیمیا فروز	پلی‌آمید ۶ و پلی‌آمید ۶/۶ با ۳۰ درصد الیاف شیشه	تهران- شهرک صنعتی اشتهارد
۳	شرکت نیرومند پلیمر	پلی‌آمید ۶ و پلی‌آمید ۶/۶ با ۳۰ درصد الیاف شیشه	تهران



واحد صنعتی امیر کبیر

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی تولید کامپوزیت‌های پلی‌آمید



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

از آنجایی که بیشترین مصرف کامپوزیت‌های الیاف شیشه پلی‌آمید در صنعت خودرو سازی است بنابراین عمده‌ترین مصرف‌کننده‌گان این محصول شرکت‌های سازنده خودرو و لوازم خودرو می‌باشند. در ایران شرکت‌های خودرو سازی بزرگ مانند ایران خودرو، سایپا، بهمن و مزدا و... و همچنین کارخانه‌های سازنده قطعات پلاستیکی اتومبیل به عنوان مهم‌ترین مصرف‌کنندگان کامپوزیت‌های پلی‌آمید محسوب می‌شوند.

۱-۱۰- شرایط صادرات

صادرات گرانول‌های کامپوزیتی پلی‌آمید تقویت‌شده با الیاف شیشه با تعرفه گمرکی ۳۹۰۸/۹۰/۹۰ با موافقت وزارت بازرگانی انجام می‌گیرد و محدودیتی برای صادرات این محصول وجود ندارد.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر- معاونت پژوهشی		صفحه (۲۶)

۲- وضعیت عرضه و تقاضا

بیشترین تقاضا برای کامپوزیت‌های الیاف شیشه پلی‌آمید در بخش خودرو سازی می‌باشد که با توجه به تعداد کم واحدهای تولیدی گرانول‌های کامپوزیتی پلی‌آمید، بخشی از نیاز بازار از کشورهای دیگر وارد می‌شوند. البته آمار و اطلاعات دقیقی از میزان مصرف کامپوزیت‌های پلی‌آمید در بخش‌های مختلف صنعت در دسترس نیست اما با توجه به رشد چشمگیر کامپوزیت در ایران ظرفیت خالی زیادی برای تولید این محصول در سال‌های آتی وجود خواهد داشت.

۲-۱- 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 انواع گرانول و کامپاندهای پلاستیکی که شامل کامپوزیت الیاف شیشه پلی‌آمید نیز می‌شوند، در جدول زیر ارائه شده است. آماری که به صورت مجزا تعداد واحدهای تولید کننده گرانول کامپوزیت پلی‌آمید را نشان دهد یافت نشد.

جدول (۱۳): تعداد کارخانه‌های فعال واقع در استان‌ها به تفکیک و ظرفیت کل تولید انواع گرانول و کامپاندهای

پلاستیکی در ایران

ردیف	نام استان	تعداد کارخانه	ظرفیت (تن)
۱	اردبیل	۱	۳۷۵
۲	اصفهان	۴	۵۳۰۰
۳	تهران	۳	۱۰۵۰۵
۴	خراسان رضوی	۱	۲۱۸۰
۵	خراسان شمالی	۱	۱۵۰
۶	زنجان	۳	۴۵۰۰۰

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر- معاونت پژوهشی		صفحه (۲۷)

ادامه جدول (۱۳)			
۱۱۰	۱	سمنان	۷
۵۵۳	۵	قزوین	۸
۱۰۵۵۰	۱	قم	۹
۸۴۰۰	۱	مازندران	۱۰
۱۶۵۰۰	۳	یزد	۱۱
۹۹۶۲۳	۲۴	جمع	

در جدول بالا یک کارخانه مستقر در استان یزد با ظرفیت ۱۴۰۰۰ تن و یکی از کارخانه‌های استان تهران با ظرفیت ۹۰۰۰ تن صرفاً گرانول‌های PVC و یک کارخانه در استان قزوین با ظرفیت ۴۶۵ تن گرانول‌های تقویت شده ABS و پلی‌استایرن تولید می‌کنند اما در مورد سایر واحدها نوع دقیق محصولات مشخص نشده است.

جدول (۱۴): آمار تولید انواع گرانول و کامپاندهای پلاستیکی در سال‌های اخیر

میزان تولید داخلی						واحد سنجش	نام کالا
سال ۱۳۸۶	سال ۱۳۸۵	سال ۱۳۸۴	سال ۱۳۸۳	سال ۱۳۸۲	سال ۱۳۸۱		
۹۹۶۲۳	۸۴۲۷۳	۶۹۸۵۵	۴۴۵۵۵	۲۹۴۶۷	۱۵۴۶۷	تن	انواع گرانول و کامپاندهای پلاستیکی

۲-۲- 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 طرح‌های جدید در دست اجرا اعم از تعداد طرح‌ها، درصد پیشرفت فیزیکی و ظرفیت تولید آنها برای انواع گرانول و کامپاندهای پلاستیکی در جداول زیر آورده شده است. در اطلاعات بدست آمده از وزارت صنایع و معادن نوع دقیق محصولات ذکر نشده و تنها با نام گرانول و کامپاند پلاستیکی از آنها یاد

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۲۸)

شده است. بنابراین چون کامپوزیت الیاف شیشه پلی‌آمیدها نیز از این گروه محسوب می‌شوند، در این قسمت اطلاعات مربوط به کلیه کامپاند ها و گرانول های پلاستیکی آورده شده است.

جدول (۱۵): تعداد و ظرفیت طرح‌های با ۲۰ درصد پیشرفت فیزیکی در صنعت گرانول و کامپاندهای پلاستیکی

نام کالا	تعداد طرح‌های با درصد پیشرفت فیزیکی ۲۰ درصد	ظرفیت تولید	واحد کالا
انواع گرانول و کامپاند پلاستیکی	۱۰۶	۵۶۷۲۲۲	تن

جدول (۱۶): تعداد و ظرفیت طرح‌های بالای بین ۲۰ تا ۶۰ درصد پیشرفت فیزیکی در صنعت گرانول و کامپاندهای پلاستیکی

نام کالا	تعداد طرح‌های بین ۲۰ تا ۶۰ درصد پیشرفت فیزیکی	ظرفیت تولید	واحد کالا
انواع گرانول و کامپاند پلاستیکی	۹	۲۵۶۰۰	تن

جدول (۱۷): تعداد و ظرفیت طرح‌های بین ۶۰ تا ۱۰۰ درصد پیشرفت فیزیکی در صنعت گرانول و کامپاندهای پلاستیکی

نام کالا	تعداد طرح‌های با درصد پیشرفت فیزیکی بین ۶۰ تا ۱۰۰ درصد	ظرفیت تولید	واحد کالا
انواع گرانول و کامپاند پلاستیکی	۴	۹۰۰۰	تن

با توجه به این آمار در مجموع ۶۰۰ هزار تن گرانول و کامپاند پلاستیکی تا پایان سال ۱۳۹۰ در کشور تولید خواهد شد اما تعداد دقیق طرح‌های کامپوزیت الیاف شیشه پلی‌آمید و ظرفیت آنها مشخص نمی‌باشد.

۲-۲- بررسی روند واردات محصول از آغاز برنامه سوم تا پایان سال ۸۴ (چقدر از کجا)
با توجه به آمار و اطلاعات موجود در وزارت صنایع میزان واردات سایر پلی‌آمیدها به شکل ابتدایی به جز پلی‌آمیدهای ۶، ۱۱، ۱۲، ۶/۶، ۹/۶، ۱۰/۶، ۱۲/۶ (که شامل گرانول‌های کامپوزیتی پلی‌آمید نیز میشود) به صورت زیر می‌باشد:

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۲۹)

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی
تولید کامپوزیت‌های پلی‌آمید

جدول (۱۸): آمار واردات سایر پلی‌آمیدها به شکل ابتدایی به جز پلی‌آمیدهای ۶، ۱۱، ۱۲، ۶/۶، ۹/۶، ۱۰/۶، ۱۲/۶ در سال‌های اخیر

سال ۱۳۸۳		سال ۱۳۸۲		سال ۱۳۸۱		عنوان
ارزش	وزن	ارزش	وزن	ارزش	وزن	
۱۹۳۰۷۶۶	۶۳۸/۱۷۸	۲۸۱۵۵۹۳	۹۸۴/۹۷۷	۱۹۴۹۵۶۳	۹۷۲/۴۶۴	پلی‌آمیدها به شکل ابتدایی به جز پلی‌آمیدهای ۶، ۱۱، ۱۲، ۱۲/۶، ۱۰/۶، ۹/۶، ۶/۶

وزن: تن ارزش: دلار

ادامه جدول (۱۸)

سال ۱۳۸۵		سال ۱۳۸۴		عنوان
ارزش	وزن	ارزش	وزن	
۱۰۲۴۶۸۶	۳۰۸/۰۳۹	۳۳۸۹۷۹۶	۷۴۴/۸۴۴	پلی‌آمیدها به شکل ابتدایی به جز پلی‌آمیدهای ۶، ۱۱، ۱۲، ۱۲/۶، ۱۰/۶، ۹/۶، ۶/۶

جدول (۱۹): مهم‌ترین کشورهای تأمین‌کننده سایر پلی‌آمیدها به شکل ابتدایی به جز پلی‌آمیدهای ۶، ۱۱، ۱۲،

۶/۶، ۹/۶، ۱۰/۶، ۱۲/۶ به شکل ابتدایی برای شرکت‌های داخلی

سال ۱۳۸۴			سال ۱۳۸۳			سال ۱۳۸۲			عنوان محصول	نام کشور
درصد از کل	ارزش	وزن	درصد از کل	ارزش	وزن	درصد از کل	ارزش	وزن		
-	-	-	۶۰	۱۰۰۲۳۸۸	۳۸۲/۳۹۴	۴۱	۹۱۱۵۱۰	۴۰۱/۱۲۵	پلی‌آمیدها به شکل ابتدایی به جز پلی‌آمیدهای ۶، ۱۱، ۱۲، ۱۲/۶، ۱۰/۶، ۹/۶، ۶/۶	امارات متحده عربی
۲۶	۶۰۵۹۷۹	۱۹۳/۸۸۶	-	-	-	-	-	-	پلی‌آمیدها به شکل ابتدایی به جز پلی‌آمیدهای ۶، ۱۱، ۱۲، ۱۲/۶، ۱۰/۶، ۹/۶، ۶/۶	فرانسه

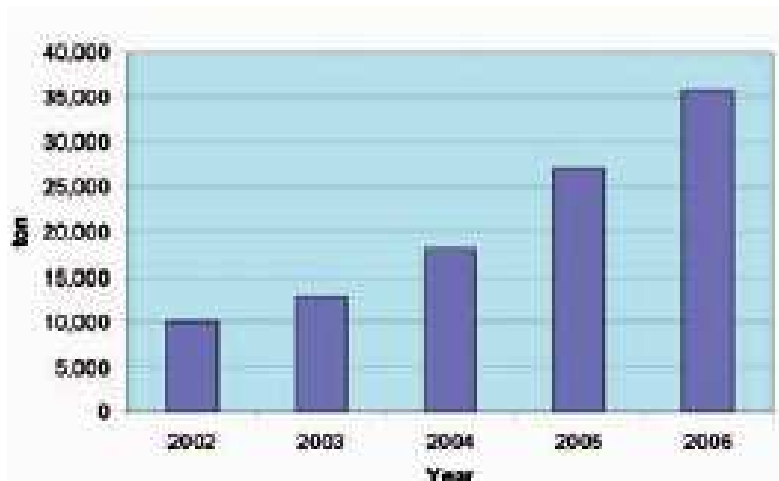
وزن: تن ارزش: دلار

ادامه جدول (۱۹)

سال ۱۳۸۵			عنوان محصول	نام کشور
درصد از کل	ارزش	وزن		
۴۹	۴۲۶۱۵۳	۱۵۳/۹۸۰	پلی‌آمیدها به شکل ابتدایی به جز پلی‌آمیدهای ۶، ۱۱، ۱۲، ۱۶/۶، ۹/۶، ۱۰/۶، ۱۲/۶	امارات متحده عربی

۴-۲- بررسی روند مصرف از آغاز برنامه

صنعت کامپوزیت در ایران در سال‌های گذشته رشد چشمگیری نشان داده است. میزان کل مصرف کامپوزیت‌های تقویت شده با الیاف از ۱۰۰۰۰ تن در سال ۲۰۰۲ به ۳۵۷۰۰ تن در سال ۲۰۰۶ رسیده است. شکل زیر نمایانگر رشد متوسط ۳۹ درصد در سال برای کامپوزیت‌ها در ۵ سال گذشته می‌باشد. پیشرفت‌های کیفی و کمی در بخش‌های مختلف این صنعت در طول این سال‌ها مشاهده شده است.

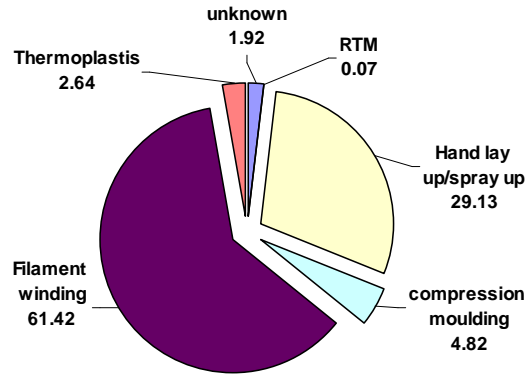


شکل (۵): میزان کل مصرف کامپوزیت‌ها در ایران در سال‌های ۲۰۰۶-۲۰۰۲

در سال‌های اخیر مشارکت بازار برای فرآیندهای مختلف به طور چشمگیری تغییر کرده که دلیل آن رشد صنعت‌هایی است که از محصولات کامپوزیتی استفاده می‌کنند. در سال ۲۰۰۵، ۲/۶۴ درصد از بازار کامپوزیت‌ها به کامپوزیت‌های ترموپلاستیک اختصاص داشت که محرک اصلی آن رشد سریع این نوع کامپوزیت‌ها در صنعت خودرو بود. خودروهای مدرن (چه وارداتی و چه تولید داخل) دسترسی خوبی به

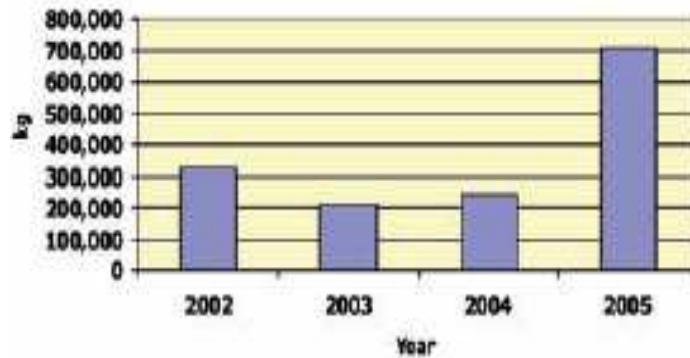
مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر- معاونت پژوهشی		صفحه (۳۱)

بازار ایران پیدا کرده اند که با توجه به پیشرفت استانداردهای کنترل کیفیت و تولید، تقاضا برای تولید ترموپلاستیک های تقویت شده افزایش یافته است.



شکل (۶): روش های فرآیند کامپوزیت ها بر اساس مشارکت بازار در سال ۲۰۰۵

در شکل زیر حجم تولید کامپوزیت های ترموپلاستیک تقویت شده با الیاف در ایران بین سال های ۲۰۰۲-۲۰۰۵ نشان داده شده که از ۳۰۰ تن در سال ۲۰۰۲ به ۷۰۰ تن در سال ۲۰۰۵ رسیده است.



شکل (۷): حجم تولید کامپوزیت های ترموپلاستیک در ایران

بنابراین با توجه به پیشرفت صنعت خودروسازی و صنایع دیگر همچون هوا فضا در ایران پیش بینی می‌شود که مصرف محصولات نهایی کامپوزیت های ترموپلاستیک رو به افزایش بوده و به بیش از ۱۰۰۰ تن تا سال ۲۰۱۰ برسد.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر- معاونت پژوهشی		صفحه (۳۲)

۵-۲- بررسی روند صادرات محصول از آغاز برنامه سوم تا پایان سال ۸۴ و امکان توسعه آن (چقدر به کجا صادر شده است).

با توجه به آمار و اطلاعات موجود در وزارت صنایع میزان واردات سایر پلی‌آمیدها به شکل ابتدایی به جز پلی‌آمیدهای ۶، ۱۱، ۱۲، ۶/۶، ۹/۶، ۱۰/۶، ۱۲/۶ (که شامل گرانول‌های کامپوزیتی پلی‌آمید نیز می‌شود) به صورت زیر می‌باشد:

جدول (۲۰): آمار صادرات پلی‌آمیدها به شکل ابتدایی به جز پلی‌آمیدهای ۶، ۱۱، ۱۲، ۶/۶، ۹/۶، ۱۰/۶، ۱۲/۶ در سال‌های اخیر

سال ۱۳۸۴		سال ۱۳۸۳		سال ۱۳۸۲		سال ۱۳۸۱		عنوان
ارزش	وزن	ارزش	وزن	ارزش	وزن	ارزش	وزن	
۳۱۵۶	۱/۵۷۵	۷۰۱۵۰۷	۸۳۹/۳۴۱	۴۹۵۷۰۹	۳۴۱/۶۹۴	۷۲۰۰۰	۱۲۰	پلی‌آمیدها به شکل ابتدایی به جز پلی‌آمیدهای ۶، ۱۱، ۱۲، ۶/۶، ۹/۶، ۱۰/۶، ۱۲/۶

وزن: تن ارزش: دلار

ادامه جدول (۲۰)

سال ۱۳۸۵		سال ۱۳۸۴		عنوان
ارزش	وزن	ارزش	وزن	
۴۷۰۸۸	۲۰/۱۱۷	۳۱۵۶	۱/۵۷۵	پلی‌آمیدها به شکل ابتدایی به جز پلی‌آمیدهای ۶، ۱۱، ۱۲، ۶/۶، ۹/۶، ۱۰/۶، ۱۲/۶

جدول (۲۱): مهم‌ترین کشورهای مقصد صادرات پلی‌آمیدها به شکل ابتدایی به جز پلی‌آمیدهای ۶، ۱۱، ۱۲، ۶/۶، ۹/۶، ۱۰/۶، ۱۲/۶

صادرات سال ۱۳۸۴			صادرات در سال ۱۳۸۳			صادرات در سال ۱۳۸۲			عنوان محصول	نام کشور
درصد از کل	ارزش	وزن	درصد از کل	ارزش	وزن	درصد از کل	ارزش	وزن		
-	-	-	۴۷	۴۳۷۹۰۱	۳۹۳/۳۲۰	۸۲	۳۸۷۳۵۸	۲۸۰/۵۹۹	پلی‌آمیدها به شکل ابتدایی به جز پلی‌آمیدهای ۶، ۱۱، ۱۲، ۶/۶، ۹/۶، ۱۰/۶، ۱۲/۶	ترکیه
۱۰۰	۳۱۵۶	۱/۵۷۵	-	-	-	-	-	-	پلی‌آمیدها به شکل ابتدایی به جز پلی‌آمیدهای ۶، ۱۱، ۱۲، ۶/۶، ۹/۶، ۱۰/۶، ۱۲/۶	افغانستان

وزن: تن ارزش: دلار

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۳۳)

ادامه جدول (۲۱)

صادرات در سال ۱۳۸۵			عنوان محصول	نام کشور
درصد از کل	ارزش	وزن		
۶۴	۳۴۱۸۸	۱۲/۹۵۰	پلی‌آمیدها به شکل ابتدایی به جز پلی‌آمیدهای ۶، ۱۱، ۱۲، ۱۲/۶، ۱۰/۶، ۹/۶، ۶/۶، ۱۲	امارات متحده عربی
۲۸	۱۰۲۸۱	۵/۷۱۲	پلی‌آمیدها به شکل ابتدایی به جز پلی‌آمیدهای ۶، ۱۱، ۱۲، ۱۲/۶، ۱۰/۶، ۹/۶، ۶/۶، ۱۲	افغانستان

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

همان‌طور که قبلاً اشاره شد کامپوزیت‌های ترموپلاستیک ۳۰ درصد از کل بازار کامپوزیت‌های دنیا را یعنی در حدود ۲/۲ میلیون تن در سال، به خود اختصاص داده‌اند که در ایران این رقم ۲/۶۴ درصد از کل بازار را شامل می‌شود. با توجه به آمار موجود میزان کل مصرف کامپوزیت‌ها در سال ۲۰۰۶، در ایران ۳۵۷۰۰ تن بوده که در حدود ۷۰۰ تن از این مقدار مربوط به کامپوزیت‌های ترموپلاستیک تقویت‌شده با الیاف می‌باشند. بنابراین می‌توان مصرف سرانه کامپوزیت‌ها را در سال ۲۰۰۶ در ایران تقریباً ۰/۵ کیلوگرم و مصرف سرانه کامپوزیت‌های ترموپلاستیک را ۰/۱ گرم برای هر نفر دانست که نسبت به دیگر کشورها رقم بسیار کمی می‌باشد. تولید کامپوزیت‌های ترموپلاستیک در ایران تقریباً ۰/۰۳۵ درصد از کل تولید دنیا است.

سرعت رشد مصرف کامپوزیت‌ها در دنیا در بین سال‌های ۲۰۰۲-۲۰۰۵، ۴/۵ درصد و برای کامپوزیت‌های ترموپلاستیک ۲۵ درصد بوده که در ایران در بین سال‌های ۲۰۰۲-۲۰۰۵ میزان تولید بیش از دو برابر شده و از ۳۰۰ تن به ۷۰۰ تن در سال رسیده است. ناگفته نماند که این رقم مربوط به محصولات نهایی کامپوزیت‌های ترموپلاستیک می‌باشد. در مورد گرانول‌های کامپوزیتی آمار دقیقی در دسترس نیست. بنابراین با توجه به پیشرفت رو به رشد صنعت خودروسازی در ایران انتظار می‌رود میزان مصرف کامپوزیت‌های ترموپلاستیک و به خصوص کامپوزیت‌های پلی‌آمید تقویت‌شده با الیاف شیشه روندی صعودی طی کرده و علاوه بر تأمین بازار داخل، بتواند در بخش صادرات نیز جایگاه مناسبی پیدا کند.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۳۴)



مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی تولید کامپوزیت‌های پلی‌آمید



در مورد کامپوزیت‌های پلی‌آمید، با توجه به اینکه در گروه کامپاندهای پلاستیکی دسته بندی می‌گردد، آمار دقیقی از میزان مصرف آن در دست نیست. با در نظر گرفتن ۱۰ درصد کل این محصول، میزان مصرف کامپوزیت‌های پلی‌آمید در کشور حدود ۱۰ هزار تن در سال پیش بینی می‌گردد که با در نظر گرفتن رشد ۱۰ درصدی تا سال ۱۳۹۰، این مقدار به ۱۵۰۰۰ تن خواهد رسید. با در نظر گرفتن طرح‌های در دست اجرا، و با فرض راه اندازی ۳۰ درصد ظرفیت طرح‌های با بیش از ۲۰ درصد پیشرفت و ۵۰ درصد واحدهای با بیش از ۶۰ درصد پیشرفت کار، میزان تولید واقعی این محصول در سال ۱۳۹۰ به حدود ۱۵۰۰۰ تن خواهد رسید. لذا تقریباً طرح‌های در دست اجرا پاسخگوی نیاز کشور بوده و احداث واحد جدید می‌تواند با اولویت صادرات صورت گیرد.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر- معاونت پژوهشی		صفحه (۳۵)

۳- بررسی اجمالی تکنولوژی و روش‌های تولید و عرضه محصول در کشور و مقایسه آن با دیگر کشورها

اصول فرآیند کامپوزیت‌های ترموپلاستیک بسیار متفاوت از ترموست هاست. در حین فرآیند کردن ترموست‌ها، پلیمر در ابتدا مایع است که در اثر تشکیل شبکه مولکولی سه بعدی ناشی از واکنش‌های شیمیایی جامد می‌شود. ترموپلاستیک‌ها به دلیل وزن مولکولی بالایشان، قبل از فرآیند جامد هستند. آنها در حین فرآیند تا بالای دمای نرم شدن خود گرم شده و به یک مذاب با ویسکوزیته بالا تبدیل می‌شوند. سپس شکل داده شده و با سرد شدن جامد می‌شوند. در جدول زیر روش‌های مختلف تولید مورد استفاده برای محصولات نهایی کامپوزیت‌های ترموپلاستیک آورده شده است.

جدول (۲۲): روش‌های مختلف تولید کامپوزیت‌های ترموپلاستیک

روش ساخت	شکل اجمالی روش ساخت و فرآیند
فرآیندهای قالب باز	
اتو کلاو	الیاف بافته یا تک جهته که با رزین پیش‌آغشته شده اند استفاده می‌شوند. شکل‌های دیگر پیش‌آغشته‌ها شامل الیاف تقویت‌کننده آغشته با رزین به شکل پودری یا لیفی می‌باشند. لایه‌های پیش‌آغشته بر صفحه قالب قرار گرفته و با یک کیسه انعطاف‌پذیر پوشیده می‌شوند. با فشار خارجی در دمای بالا عملیات تثبیت و به هم پیوستگی انجام می‌شود.
رشته پیچی	نوار پیش‌آغشته یا نوار رزینی به شکلی لیف یا پودر روی یک مندرل با زاویه مشخص پیچیده می‌شوند. فشار و دمای وارد بر نوار باعث به هم پیوستگی نوار و ماده زیرین آن می‌شود.
تا کردن	ورق‌های از پیش تهیه شده گرم شده و با تجهیزات ساده به آنها شکل داده شده و به شکل دلخواه در می‌آیند.
فرآیندهای قالب بسته	
قالبگیری تزریقی	مخلوطی از ترموپلاستیک مذاب و الیاف کوتاه به یک قالب فلزی سردتر با فشار بسیار بالا تزریق می‌شوند. سپس اجزا جامد شده و به صورت اتوماتیک خارج می‌شوند.
(الیاف کوتاه، ۱۰mm-۰/۱)	
قالبگیری فشاری	ورق‌های نیمه‌نهایی ترموپلاستیک با الیاف شیشه‌نمدی گرم شده و با یک پرس سریع به پائین‌ترین قسمت قالب می‌روند. پرس به سرعت بسته شده و با اعمال فشار ماده در قالب جریان می‌یابد. ترکیبات قالبگیری گرم می‌توانند به طور مستقیم از اکسترودر هم به قالب فشاری انتقال یابند.
(الیاف کوتاه ۵۰mm-۵)	

<p>اصول کلی این روش همانند الیاف کوتاه است. الیاف پیوسته نیاز به تجهیزات مهار کردن (چفت کردن) داشته و برای شکل‌های ساده استفاده می‌شوند.</p> <p>مقدار زیادی از مواد پیش‌آغشته بین دو دیافراگم (پرده) قرار می‌گیرند. دیافراگم‌ها طوری که مواد پیش‌آغشته بتوانند به راحتی حرکت کنند ثابت می‌شوند. مواد در اثر اعمال فشار بیرونی و قالب به آهستگی تغییر شکل می‌یابند.</p>	<p>قالبگیری فشاری (الیاف پیوسته) شکل دهی دیافراگم</p>
<p>نوار پیش‌آغشته یا نوار به شکل لیف یا پودر داخل یک دای گرم شده و تیرها یا سایر ساختارهای پیوسته مشابه که سطح مقطع یکسان دارند را می‌سازند. سپس ماده سرد و جامد می‌شود.</p>	<p>پالتروژن</p>
<p>الیاف خشک تقویت‌کننده در قالب قرار می‌گیرند. مونومرها و یا پلیمرهای با وزن مولکولی و با ویسکوزیته کم تزریق شده و الیاف آغشته می‌شوند. با اختلاط مواد واکنش‌دهنده و یا فعال‌سازی حرارتی، پلیمریزاسیون صورت می‌گیرد.</p>	<p>تزریق رزین</p>

در کامپوزیت‌های ترموپلاستیک مانند کامپوزیت‌های ترموست، مواد با درصد حجمی کم الیاف فرآیند ساده‌تری داشته اما سختی و استحکام‌شان کمتر است. به بیان دیگر مواد با درصد حجمی بالای الیاف استحکام و سختی بالایی دارند ولی شکل‌دهی آنها به اشکال پیچیده سخت می‌باشد. برای مواد با درصد بالای الیاف، ویسکوزیته بالای ترموپلاستیک مذاب به نوعی مرحله پیش‌آغشته‌سازی قبل از فرآیند نهایی نیاز دارد. مواد پیش‌آغشته نیز ممکن است قبل از فرآیند نهایی به ورق‌های یکپارچه نیمه‌نهایی تبدیل شوند.

برای کامپوزیت‌های ترموپلاستیک می‌توان از فرآیندهای عادی اتوکلاو استفاده کرد. برای بیشتر ترموپلاستیک‌های با عملکرد بالا باید دما بیشتر از 177°C (دمای مورد استفاده برای کامپوزیت‌های اپوکسی) باشد. در این روش یکپارچه‌سازی نوارهای پیش‌آغشته موضوع مهمی است. در یک دمای مشخص، می‌بایست زمان کافی برای نفوذ مولکول‌های پلیمری از یک لایه آغشته به سایر لایه‌ها وجود داشته باشد تا گره خوردگی‌های فیزیکی محکم تشکیل شود.

روش رشته‌پیچی پتانسیل اقتصادی خوبی را برای کامپوزیت‌های ترموپلاستیک ایجاد کرده است. مشکل اصلی در این روش یکپارچه‌شدن رشته‌ها یا نوارها به لایه‌های کامپوزیتی زیرین است. گرمای مورد نیاز در این روش از شعله‌گاز، IR، پرتو لیزر یا یک سطح فلزی داغ تأمین می‌شود. پالتروژن در کامپوزیت‌های ترموپلاستیک نیز فرآیند سریع‌تری نسبت به ترموست‌ها ایجاد می‌کند. روش کم‌هزینه‌تر تا کردن،

<p>۱۳۸۷ خرداد</p>	<p>گزارش نهایی</p>	<p>مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی</p>
<p>صفحه (۳۷)</p>	<p>مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر - معاونت پژوهشی</p>	

برای اجزا بزرگ با شکل ساده استفاده می‌شود. قالبگیری فشاری ترموپلاستیک‌های با الیاف شیشه‌نمدی فرآیند بسیار گسترده و مهمی در صنعت خودرو سازی محسوب می‌شود. روش تزریق رزین هم شبیه به فرآیند ترموست هاست با این تفاوت که واکنش‌های شیمیایی باعث افزایش وزن مولکولی رزین می‌شوند نه شبکه‌ای شدن آن. روش شکل دهی دیافراگم برای مواد پیش‌آغشته با قابلیت کشش کم مورد استفاده قرار می‌گیرد.

روش‌های عنوان شده در واقع روش‌های تولید محصولات نهایی کامپوزیت‌های ترموپلاستیک می‌باشد. از آنجایی که در این پروژه هدف تولید گرانول‌های کامپوزیتی یا همان مواد پیش‌آغشته می‌باشد و این فرآیند در صنعت، نوعی از فرآیند آمیزه سازی است، در ادامه به توضیح روش تولید گرانول‌های پلیمری تقویت شده با الیاف شیشه پرداخته می‌شود.

هدف از آمیزه سازی و عملیات واحد:

آمیزه سازی برای تغییر مواد خام پلاستیکی به ترکیبات فرآیند پذیر برای کاربردهای خاص به کار می‌رود. در آمیزه سازی، ترموپلاستیک‌ها، ترموست‌ها و الاستومرها مورد استفاده هستند. آمیزه سازی شامل ترکیب فرآیندهای زیر می‌باشد:

- اختلاط پلیمر با مواد افزودنی (رنگ‌ها، فیلرها، پایدارکننده‌ها، نرم‌کننده‌ها، عوامل دمشی و ...)
- تقویت پلیمر با الیاف شیشه یا کربن
- آلیاژ کردن پلیمرها با یکدیگر
- یکنواخت سازی مذاب‌های پلیمری یا رسیدن به رفتار جریان مذاب با استفاده از شرایط برش کنترل شده

آمیزه سازی به فرآیندهای جداگانه‌ای وابسته است مانند:

- حذف مواد فرار (مونومر باقیمانده یا حلال‌ها)
- غلیظ سازی محلول‌های پلیمری
- تصفیه مذاب‌های پلیمری برای جداسازی ناخالصی‌ها
- گرانول سازی، این مرحله نیاز به رسیدن به یک شکل مناسب فرآیند پذیر از آمیزه دارد.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۳۸)

خطوط آمیزه سازی برای پلاستیک‌ها، دستگاه اصلی آمیزه سازی و تجهیزات جانبی آن است که برای انجام یک عملیات خاص آماده شده‌اند. دستگاه اصلی آمیزه سازی یک Kneader پیوسته و یا یک اکسترودر خاص است.

آمیزه سازی پلاستیک‌های مهندسی

پلاستیک‌های مهندسی شامل تعداد زیادی از ترموپلاستیک‌ها، همه ترموست‌ها و همه پلاستیک‌های تقویت شده و پر شده می‌شوند. یک فرآیند کلی آمیزه سازی شامل بخش‌های عملیاتی زیر می‌باشد:

۱. نرم کردن پلاستیک
۲. اختلاط توزیعی و پراکنشی مواد افزودنی (پایدار کننده‌ها، رنگها، مواد تأخیر اندازنده اشتعال)
۳. حذف مواد فرار
۴. تقویت سازی - اگر مورد نیاز است.
۵. آلیاژسازی - اگر مورد نیاز است.
۶. گرانول سازی

پلاستیک‌های مهندسی در مقادیر بسیار کمی نسبت به پلیمرهای بالک ساخته می‌شوند. به دلیل کاربردهای متفاوت و بسیار تکنیکی این مواد، برای تولید آنها به تعداد زیادی فرمولاسیون و شرایط آمیزه سازی خاص نیاز است. سرعت عادی تولید برای پلاستیک‌های مهندسی بین ۱۰۰ تا ۱۵۰۰ Kg/h می‌باشد و امروزه به سرعت‌های تولید ۵ t/h هم دست پیدا کرده‌اند.

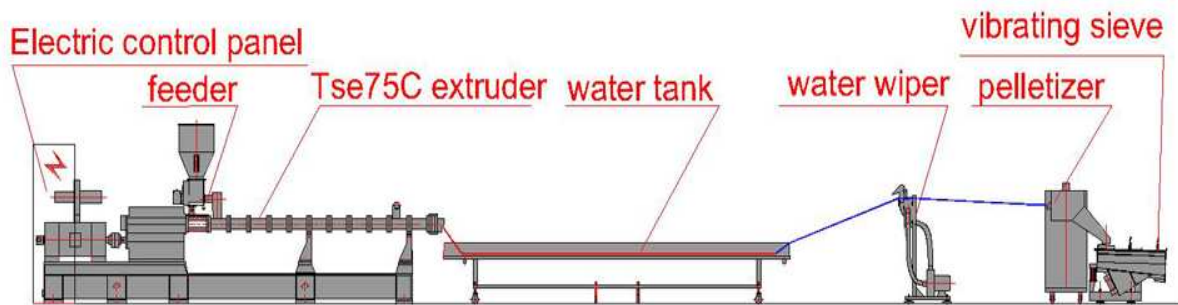
سیستم‌های مورد نیاز برای تولید ترموپلاستیک‌های تقویت شده:

مواد تقویت کننده‌ای که عموماً استفاده می‌شوند الیاف شیشه، الیاف کربن، الیاف فولاد، الیاف سلولز و سایر الیاف آلی می‌باشند. پرمصرف‌ترین عامل تقویت کننده ترموپلاستیک‌ها، الیاف شیشه می‌باشند. الیاف شیشه معمولاً به صورت خرد شده (با طول لیف بین ۳ تا ۱۲ میلیمتر) تا درصد وزنی ۵۰ درصد به پلیمر اضافه می‌شوند. ورود الیاف صرفاً از طریق یک بخش خوراک ثانویه به مذاب پلیمر صورت می‌گیرد که باعث کاهش آسیب دیدگی ماشین و سایش الیاف شیشه (که اگر ورود الیاف در خلاف جهت منطقه نرم کردن (plastication) باشد رخ می‌دهد) می‌شود. الیاف به صورت یکنواخت با مذاب پلیمر مخلوط شده و مواد فرار و حباب‌ها توسط خلأ از محصول خارج می‌شوند تا الیاف به خوبی با ماتریس ترموپلاستیک

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۳۹)

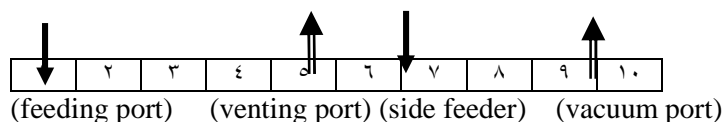
آغشته شوند. مرحله گرانول سازی معمولاً در واحدهای برش مقابل دای داغ یا واحد برش رشته ای انجام می شود. متداول ترین دستگاه برای تولید کامپوزیت های ترموپلاستیک تقویت شده با الیاف، اکسترودر دو پیچه همسان گرد می باشد. شکل کلی این خط تولید این نوع کامپوزیت ها در تصویر زیر مشاهده می شود.

TSE-75 twin screw extruder strand pelletizing line



شکل (۸): خط تولید ترموپلاستیک های تقویت شده با استفاده از اکسترودر دو پیچه همسان گرد

در ابتدا پلیمر به اولین بخش ورود خوراک پیچه وارد می شود. در مناطق دوم و سوم سیلندر ذوب اتفاق می افتد. در بخش چهارم سیلندر الیاف شیشه خرد شده به مذاب پلیمر اضافه می شوند. در قسمت پائینی سیلندر هم الیاف شیشه با مذاب آغشته شده و به خوبی یکنواخت و مخلوط می شوند. سپس در بخش بعدی سیلندر حباب ها و مواد فرار به کمک خلأ خارج می گردند. در نهایت هم در قسمت آخر سیلندر، فشار ایجاد می شود تا بر افت فشار دای غلبه کند. تولید کنندگان مختلف ماشین های آمیزه سازی، روش های متفاوتی برای ورود الیاف به منطقه مذاب ایجاد کرده اند. برای این منظور از پیچه های تک یا دوتایی، عمودی و یا افقی استفاده کرده اند.



شکل (۹): بخش های مختلف سیلندر در اکسترودر دو پیچه همسان گرد

شکل پیچه برای تولید پلاستیک های مهندسی تقویت شده باید دارای تنوع مناطق باشد تا بتواند بر تعدد عملیات مانند نرم کردن، خروج حباب، اختلاط الیاف، تولید فشار و ... فائق آید. این تنوع مناطق پیچه

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر- معاونت پژوهشی		صفحه (۴۰)

با شکل‌های هندسی مختلف در ماشین‌هایی که بر اساس اصل مدولار (چند تکه ای) طراحی شده و اجزای پیچیده بر یک میله سوار شده‌اند، بدست می‌آید. تقریباً در همه دو پیچ‌های همسان گرد، Ko-kneader ها و بعضی دو پیچ‌های غیرهمسان گرد، این اصل استفاده شده است. نظر به مسئله آسیب دیدگی و فرسودگی پیچ‌ها که هنگام استفاده از تقویت‌کننده‌های معدنی اجتناب‌ناپذیر است، اصل مدولار مزیت‌های دیگری هم دارد. به عنوان مثال بخش‌هایی از پیچ‌ها که دچار آسیب بیشتری می‌شوند را می‌توان بدون تغییر بقیه اجزا پیچ‌ها تعویض کرد که همین امر منجر به کاهش بسیار زیاد هزینه‌ها می‌شود. با استفاده صحیح از مواد مقاوم در برابر آسیب دیدگی و سایش، طول عمر پیچ‌ها به حداقل ۵۰۰۰ ساعت در منطقه اختلاط با الیاف شیشه با ۳۰ درصد وزنی الیاف شیشه برای نایلون ۶ و حداقل به ۱۲۰۰۰ ساعت در بخش سیلندر می‌رسد. در اکسترودرهای دو پیچ همسان گرد پوشش‌های بیضی‌شکل بزرگی از نوعی استیل خاص برای محافظت از بخش‌های سیلندر استفاده می‌شود. اجزا پیچ‌ها خود از فولاد سخت ساخته شده‌اند که با پوششی از لایه‌های مختلفی از کاربرد فلز محافظت می‌شوند.

سیستم گرانول‌سازی برای پلاستیک‌های مهندسی:

برای گرانول‌سازی، از سیستم نوار اکستروژن با راهنمای اتوماتیک یا بدون آن و یا از سیستم برش گرم مقابل دای استفاده می‌شود. مدتی است که از واحدهای گرانول‌سازی هوا / آب با صفحات افقی یا گردابی استفاده می‌شود. در یک سیستم جدید گرانول‌سازی مقابل دای، برای سرعت‌های بیشتر از ۱۰۰۰ Kg/h، مذاب مستقیماً در دای به وسیله یک تیغه چرخان بریده می‌شود. آبی که برای خنک کردن گرانول‌ها به کار می‌رود معمولاً به شکل مخلوطی از آب / هواست که به کمک یک اسپری آب به روی آنها پاشیده می‌شود. گرانول‌های تازه بریده شده در مسیر حرکت از صفحه دای به بخش خروجی گرانول‌ساز سرد شده و به همراه آب خنک در طول یک مسیر خنک‌کننده به سمت خشک‌کننده پیش می‌روند.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۴۱)

۴- تعیین نقاط قوت و ضعف تکنولوژی‌های مرسوم (به شکل اجمالی) در فرآیند

تولید محصول

فرآیندی که برای تولید گرانول‌های کامپوزیتی ترموپلاستیک استفاده می‌شود فرآیند اکستروژن با دستگاه اکسترودر دو پیچه می‌باشد. از جمله مزایای این روش می‌توان به انتقال حرارت و توانایی کنترل دمای خوب اشاره کرد. به طور کلی سرعت خروجی دستگاه‌های آمیزه‌سازی به عوامل مختلفی بستگی دارد. یکی از این عوامل سرعت پیچه است که امروزه نیاز به نسبت قیمت/سرعت کمتر، منجر به استفاده از پیچه‌های با سرعت‌های بالا شده است. اما این سرعت می‌تواند توسط میزان تحمل آسیب دستگاه محدود شود. در محاسبات پیچیده اقتصادی یک کارخانه تولیدی، داشتن یک دستگاه با سرعت بالا بسیار مهم‌تر از قیمت خرید تجهیزات اولیه می‌باشد.

دومین عامل موثر بر سرعت خروجی دستگاه گشتاور مورد استفاده است. برای استفاد از ماشین‌های پیچه‌ای با درجه پرشدگی بالا، دستگاه می‌باید قابلیت گشتاورهای بالا را داشته باشد. پیچه‌های جزیی پر شده که با سرعت‌های بالا کار می‌کنند، به دلیل کمبود گشتاور ایجاد دماهای زیاد می‌کنند که این امر برای کیفیت محصول مناسب نمی‌باشد. علاوه بر این موارد، سرعت خروجی یک دستگاه آمیزه‌سازی به صورت معکوس با انرژی مخصوص (Kwh/Kg) مورد نیاز نیز رابطه دارد. به منظور حداکثر کردن سرعت خروجی و به طور همزمان برای کاهش هزینه انرژی، باید در هر مرحله از فرآیند به حداقل انرژی مخصوص دست یافت. با بهبود شکل‌های بهینه برای پیچه‌ها و اجزا اختلاط، انرژی به صورت کارا و با کاهش طول ماشین به حداقل طول سازگار با نیازهای فرآیند، می‌توان انرژی مخصوص مورد نیاز را به حداقل رسانید. همه تولیدکنندگان دستگاه‌ها برای کاهش انرژی ورودی و در نتیجه کاهش دمای محصول و افزایش کیفیت، تلاش‌هایی انجام داده‌اند. در واقع می‌توان گفت سه نکته مهم در فرآیند آمیزه‌سازی پلیمرها، مهم و اساسی می‌باشد:

- پیشرفت و بهبود کیفیت محصولات
- کاهش نسبت قیمت/سرعت
- کاهش هزینه‌های عملیاتی

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۴۲)

که بهبود کیفیت محصولات نیاز دارد به:

- تنش کمتر در کمترین دمای محصول
 - شرایط یکنواخت و تکثیر پذیر در فرآیند آمیزه سازی برای محدود کردن نوسانات خواص محصول
- برای کاهش نسبت قیمت / سرعت می باید انرژی مخصوص ورودی کاهش و گشتاور افزایش یابد. سرعت انتخابی پیچه باید تا حد امکان بالا باشد که میزان آسیب دیدگی دستگاه و کیفیت محصول این سرعت را محدود می کنند. علاوه بر این برای کاهش قیمت ماشین نیاز به طراحی های هوشمندانه و روش های تولید کارآمد می باشد. در مجموع می توان گفت که امروزه با وجود ماشین هایی با سرعت پیچه بالا و گشتاور بالا، استفاده از اکسترودرهای دو پیچه همسان گرد روشی اقتصادی و مناسب برای تولید پلاستیک های تقویت شده می باشد. علاوه بر این داشتن خصوصیات مکانیکی خوب و قالبگیری آسان محصول تولیدی نیز از دیگر مزایای این تکنولوژی می باشد.

البته این روش معایبی هم دارد. یکی از معایب روش آمیزه سازی با اکستروژن برای تولید گرانول های ترموپلاستیک تقویت شده با الیاف شیشه این است که در این روش تنها می توان از الیاف با طول کوتاه (۶-۳ میلیمتر) استفاده کرد. فرآیند اکستروژن خود باعث شکسته شدن بیشتر الیاف شده و در نتیجه طول الیاف را کوتاه تر می کند. علاوه بر این در این روش برای ذوب پلیمر و رسیدن به ویسکوزیته مناسب برای آغشته سازی الیاف، نیاز به دماهای بالا می باشد.

از دیگر معایب این روش نیز می توان به این نکته اشاره کرد که این فرآیند قابلیت اختلاط خوب مواد افزودنی خاص مانند مایعات (که ورود آنها به اکسترودر راحت نیست) و یا مواد کنترل کننده سطح مشترک پلیمر / لیف (که باید به صورت رندوم و نه به صورت موضعی در مخلوط پلیمر / لیف پخش شوند) را ندارد. در واقع ایجاد یک پوشش در اطراف الیاف و یا سایر روش های موثر بر سطح مشترک پلیمر / لیف در این نوع کامپوزیت ها آسان نیست مگر آن که این کار توسط سازندگان الیاف انجام شود. بنابر این امروزه از روش هایی چون تزریق پلیمر با وزن مولکولی کم به داخل قالب حاوی الیاف و سپس پلیمریزاسیون آن، کامپوزیت های ترموپلاستیک الیاف بلند ساخته اند که علاوه بر بهبود خواص مکانیکی، آغشته سازی الیاف با پلیمر و در نتیجه چسبندگی در فصل مشترک لیف / پلیمر در آنها بسیار بهتر می باشد.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر- معاونت پژوهشی		صفحه (۴۳)

۵- 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 گرانول کامپوزیت پلی‌آمید 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 شیفت کاری ۸ ساعته برای ۳۰۰ روز کاری محاسبه گردیده است.

جدول (۲۲): برنامه سالیانه تولید

ردیف	شرح	واحد	ظرفیت سالیانه	قیمت فروش واحد (ریال)	کل ارزش فروش (میلیون ریال)
۱	گرانول کامپوزیت پلی‌آمید تقویت شده با الیاف شیشه	تن	۳۰۰۰	۳۵۰۰۰	۱۰۵
مجموع (میلیون ریال)					۱۰۵

۵-۱-۱ 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 هر یک از آنها برای واحد تولیدی گرانول کامپوزیت پلی‌آمید محاسبه می‌شود.

۵-۱-۱-۱ 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

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۴۴)

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 (۲۴): هزینه‌های زمین

ردیف	شرح	ابعاد (متر مربع)	بهای هر متر مربع (ریال)	جمع (میلیون ریال)
۱	زمین سالن‌های تولید و انبار	۱۲۵۰	۲۲۰/۰۰۰	۲۷۵
۲	زمین ساختمان‌های اداری، خدماتی و عمومی	۱۵۰		۳۳
۳	زمین محوطه	۱۰۰۰		۲۲۰
جمع زمین مورد نیاز (متر مربع)			مجموع (میلیون ریال)	۵۲۸

جدول (۲۵): 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	۵۰۰	۱/۲۵۰/۰۰۰	۶۲۵
۳	ساختمان‌های اداری، خدماتی و عمومی	۱۵۰	۲/۵۰۰/۰۰۰	۳۷۵
۴	محوطه‌سازی، خیابان‌کشی، پارکینگ و فضای سبز	۱۰۰۰	۱۵۰/۰۰۰	۱۵۰
۵	دیوارکشی	۲۰۰	۳۰۰/۰۰۰	۶۰
مجموع (میلیون ریال)				۲۵۲۲/۵

۲-۱-۵- 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

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر- معاونت پژوهشی		صفحه (۴۵)

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 ماشین‌آلات خط تولید (اکسترودر دو پیچه با خط گرانول سازی) به همراه هزینه گمرک تا بندر عباس و نصب دستگاه از شرکت چینی Nanjing Guangda Chemical Equipment استعمال شده است. در تولید گرانول‌های تقویت شده پلی‌آمید، از پلی‌آمید (۶ یا ۶۶) به عنوان پلیمر اصلی، الیاف شیشه خرد شده به عنوان تقویت کننده و مواد افزودنی (بر طبق خواص مورد نیاز) استفاده می‌شود.

جدول (۲۶): هزینه ماشین‌آلات خط تولید

ردیف	شرح	تعداد	قیمت واحد		هزینه کل (میلیون ریال)
			هزینه به ریال	هزینه به دلار*	
۱	تجهیزات اصلی خط تولید گرانول تقویت شده پلی‌آمید با الیاف شیشه	۱	-	۶۰۰۰۰	۵۵۸
۲	کمپرسور هوا	۱	۱۰۰۰۰۰۰۰	-	۱۰
مجموع (میلیون ریال)					۵۶۸

* هر دلار آمریکا، ۹۳۰۰ ریال محاسبه شده است

۳-۱-۵- 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 (۲۷) ارائه شده است.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۴۶)

جدول (۲۷): 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

۴-۱-۵- هزینه لوازم اداری و خدماتی

واحدهای اداری و خدماتی هر واحد تولید نیاز به لوازم و تجهیزات خاص خود را دارند که برای واحد تولید گرانول‌های تقویت شده پلی‌آمید در جدول زیر برآورد شده است

جدول (۲۸): 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	۱۰ سری	۱/۰۰۰/۰۰۰	۱۰
۵	خودرو سبک	۱	۱۵۰/۰۰۰/۰۰۰	۱۵۰
۶	خودرو سنگین	-	۵۰۰/۰۰۰/۰۰۰	-
	مجموع (میلیون ریال)			۲۴۲/۵

۵-۱-۵- 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 تولید گرانول‌های تقویت شده پلی‌آمید ارائه شده است.

جدول (۲۹): حق انشعاب

ردیف	شرح	واحد	ظرفیت مورد نیاز	هزینه کل (میلیون ریال)
۱	انشعاب برق	رشته	یک رشته ۴۰۰ آمپر سه‌فاز دو رشته ۵۰ آمپر تک‌فاز	۲۳۵
۲	انشعاب آب	اینچ	۳/۴"	۲۰
۳	انشعاب مخابرات	خط	۵	۱۰
۴	انشعاب گاز	اینچ	۳/۴"	۱۵
مجموع (میلیون ریال)				۲۸۰

۵-۱-۶- 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 (۳۰): 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

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر- معاونت پژوهشی		صفحه (۴۸)

با توجه به جداول ۲۴ الی ۳۰ کلیه هزینه‌های ثابت مورد نیاز برای احداث طرح برآورد گردید که در جدول زیر به‌طور خلاصه کل سرمایه ثابت مورد نیاز طرح ارائه شده است.

جدول (۳۱): جمع‌بندی سرمایه‌گذاری ثابت طرح

ردیف	عنوان هزینه	هزینه	
		میلیون ریال	دلار
۱	زمین	۵۲۸	-
۲	ساختمان‌سازی	۲۵۲۲/۵	-
۳	تأسیسات	۳۵۰	-
۴	لوازم و تجهیزات اداری و خدماتی	۲۴۲/۵	-
۵	ماشین‌آلات تولیدی	۵۶۸	۶۰۰۰۰
۶	حق انشعاب	۲۸۰	-
۷	هزینه‌های قبل از بهره‌برداری	۷۰	-
۸	پیش‌بینی نشده (۵ درصد)	۵۴۰/۶۸	-
	جمع	۴۵۶۱	۶۰۰۰۰
	مجموع (میلیون ریال)	۴۵۶۱	

۲-۵- 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 زیر هزینه‌های سالیانه هر یک از این موارد برآورد شده است.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر- معاونت پژوهشی		صفحه (۴۹)

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی
تولید کامپوزیت‌های پلی‌آمید

جدول (۳۲): هزینه سالیانه مواد اولیه

ردیف	شرح	واحد	محل تأمین	قیمت واحد		مصرف سالیانه	قیمت کل (میلیون ریال)
				ریال	دلار		
۱	پلی آمید	Kg	خارج	۲۸۰۰۰	۲/۹	۲۱۰۰۰۰۰	۵۸۸۰۰
۲	الیاف شیشه خرد شده	Kg	خارج	۱۱۰۰۰	۱/۲	۹۰۰۰۰۰	۹۹۰۰
مجموع (میلیون ریال)							۶۸۷۰۰

جدول (۳۳): 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 (۳۴): 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	۷۰۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۵۲۵
۲	آب مصرفی	متر مکعب	۱۵	۵۰۰۰		۲۲/۵
۳	تلفن	خط ۵	-	-		۳۶
۴	سوخت	متر مکعب	۱۸۰	۸۰۰		۴۳/۲
مجموع (میلیون ریال)						۶۲۶/۷

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی تولید کامپوزیت‌های پلی‌آمید

جدول (۳۵): استهلاک سالیانه ماشین‌آلات، تجهیزات و ساختمان‌ها

ردیف	شرح	هزینه (میلیون ریال)	نرخ استهلاک (درصد)	هزینه استهلاک (میلیون ریال)
۱	ساختمان‌ها، محوطه و ...	۲۵۲۲/۵	۵	۱۲۶/۱۲۵
۲	ماشین‌آلات خط تولید	۵۶۸	۱۰	۵۶/۸
۳	تأسیسات	۳۵۰	۱۰	۳۵
۴	لوازم و تجهیزات اداری و خدماتی	۲۴۲/۵	۱۵	۳۶/۳۷۵
مجموع (میلیون ریال)		۲۵۴/۲		

جدول (۳۶): تعمیرات و نگهداری سالیانه ماشین‌آلات، تجهیزات مورد نیاز

ردیف	شرح	هزینه (میلیون ریال)	نرخ تعمیرات و نگهداری (درصد)	هزینه تعمیرات و نگهداری (میلیون ریال)
۱	ساختمان	۲۵۲۲/۵	۵	۱۲۶/۱۲۵
۲	ماشین‌آلات خط تولید	۵۶۸	۱۰	۵۶/۸
۳	تأسیسات	۳۵۰	۷	۲۴/۵
۴	لوازم و تجهیزات اداری و خدماتی	۲۴۲/۵	۱۰	۲۴/۲۵
مجموع (میلیون ریال)		۲۳۱/۶۷۵		

جدول (۳۷): هزینه تسهیلات دریافتی

ردیف	شرح	مقدار (میلیون ریال)	نرخ سود (درصد)	سود سالیانه (میلیون ریال)
۱	تسهیلات بلند مدت	۳۱۹۲/۷	۱۰	۳۱۹/۲۷
۲	تسهیلات کوتاه مدت	۳۵۱۸۷	۱۲	۴۲۲۲/۴۴

جدول (۳۸): هزینه‌های سالیانه

ردیف	شرح	هزینه سالیانه	
		میلیون ریال	دلار
۱	مواد اولیه	۶۸۷۰۰	۷۳۸۷۰۹۷
۲	نیروی انسانی	۹۸۰	-
۳	آب، برق، تلفن و سوخت	۶۲۶/۷	-
۴	استهلاک ماشین‌آلات، تجهیزات و ساختمان‌ها	۲۵۴/۳	-
۵	تعمیرات و نگهداری ماشین‌آلات، تجهیزات و ساختمان	۲۳۱/۶۷۵	-
۶	هزینه تسهیلات دریافتی	۴۵۴۱/۷۱	-
۷	هزینه‌های فروش (۲ درصد کل فروش)	۲۱۰۰	-
۸	هزینه بیمه کارخانه (۰/۲ درصد)	۹/۱۲۲	-
۹	پیش‌بین نشده (۵ درصد)	۳۸۷۲	-
جمع		۷۷۴۴۰	۷۳۸۷۰۹۷
مجموع (میلیون ریال)		۷۷۴۴۰	

۳-۵- 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 چرا که لازم است مواد مورد نیاز برای زمان بیشتری سفارش داده شود.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۵۲)

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 (۳۹): برآورد سرمایه در گردش مورد نیاز

ردیف	شرح	مقدار مورد نیاز	ارزش کل	
			میلیون ریال	دلار
۱	مواد اولیه خارجی	۱۲ ماه	۶۸۷۰۰	۷۳۸۷۰۹۷
۲	حقوق و مزایای کارکنان	۲ ماه	۱۶۳/۳۳۳	-
۳	آب و برق، تلفن و سوخت	۲ ماه	۱۰۴/۴۵	-
۴	تعمیرات و نگهداری	۲ ماه	۳۸/۶۱۲۵	-
۵	استهلاک	۲ ماه	۴۲/۳۸	-
۶	تسهیلات دریافتی	۳ ماه	۷۹۸/۱۷۵	-
۷	هزینه‌های فروش، بیمه، پیش‌بینی نشده	۳ ماه	۵۲۷/۲۸۰۵	-
جمع			۷۰۳۷۴/۲۳۱	۷۸۳۸۷۱۰
مجموع (میلیون ریال)			۷۰۳۷۴/۲۳۱	

۴-۵- کل سرمایه مورد نیاز طرح

کل سرمایه مورد نیاز برای احداث واحد تولید گرانول کامپوزیت پلی‌آمید شامل دو جزء سرمایه ثابت (جدول ۳۱) و سرمایه در گردش (جدول ۳۹) است که به‌طور خلاصه در جدول (۴۰) ارائه شده است.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۵۳)

جدول (۴۰): سرمایه‌گذاری کل

ردیف	شرح	ارزش کل (میلیون ریال)
۱	سرمایه ثابت	۴۵۶۱
۲	سرمایه در گردش	۷۰۳۷۴/۲۳۱
	مجموع (میلیون ریال)	۷۴۹۳۵/۲۳۱

– نحوه تأمین سرمایه

برای تأمین سرمایه مورد نیاز طرح، از تسهیلات بلندمدت (۲-۵ ساله) برای تأمین ۷۰ درصد سرمایه ثابت مورد نیاز و از تسهیلات کوتاه مدت (۶-۱۲ ماهه) برای تأمین ۵۰ درصد سرمایه در گردش مورد نیاز استفاده می‌شود.

جدول (۴۱): نحوه تأمین سرمایه

سهم سرمایه‌گذاران (میلیون ریال)	تسهیلات بانکی		مبلغ (میلیون ریال)	نوع سرمایه
	مقدار (میلیون ریال)	سهم (درصد)		
۱۳۶۸/۳	۳۱۹۲/۷	۷۰	۴۵۶۱	سرمایه ثابت
۳۵۱۸۷/۱۱۵۵	۳۵۱۸۷/۱۱۵۵	۵۰	۷۰۳۷۴/۲۳۱	سرمایه در گردش
۳۶۵۵۵/۴۱۵۵	۳۸۳۷۹/۸۱۵۵		مجموع (میلیون ریال)	

۵-۶- 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 گرانول کامپوزیت پلی‌آمید محاسبه شود که در ادامه ارائه می‌شود.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۵۴)

- قیمت تمام شده:

$$\text{قیمت تمام شده واحد کالا} = \frac{\text{هزینه سالیانه}}{\text{مقدار تولید سالیانه}} \Rightarrow \frac{7744000000}{3000000}$$

ریال = ۲۵۸۰۰ = قیمت تمام شده واحد کالا

- سود ناخالص سالیانه:

ریال = ۲۷۵۶۰۰۰۰۰۰ = سود ناخالص سالیانه \Rightarrow هزینه کل - فروش کل = سود ناخالص سالیانه

- درصد سود سالیانه به هزینه کل و فروش کل:

$$\text{درصد سود سالیانه به هزینه کل} = \frac{\text{سود ناخالص سالیانه}}{\text{هزینه کل تولید}} \times 100 \Rightarrow 35 \text{ درصد}$$

$$\text{درصد سود سالیانه به فروش کل} = \frac{\text{سود ناخالص سالیانه}}{\text{فروش کل}} \times 100 \Rightarrow 26 \text{ درصد}$$

- نرخ برگشت سالیانه سرمایه:

$$\text{درصد برگشت سالیانه سرمایه} = \frac{\text{سود سالیانه}}{\text{سرمایه‌گذاری کل}} \times 100 \Rightarrow 37 \text{ درصد}$$

- مدت زمان بازگشت سرمایه

$$\text{سال} = \frac{100}{\text{درصد برگشت سالیانه سرمایه}} \Rightarrow 2.7 \text{ سال} = \text{مدت زمان بازگشت سرمایه}$$

- درصد سرمایه‌گذاری ارزی به سرمایه‌گذاری کل:

$$\text{درصد سرمایه‌گذاری ارزی به سرمایه‌گذاری کل} = \frac{\text{معادل ریالی سرمایه‌گذاری ارزی}}{\text{سرمایه‌گذاری کل}} \times 100$$

$$\Rightarrow 92 \text{ درصد} = \text{درصد سرمایه‌گذاری ارزی به سرمایه‌گذاری کل}$$

- سرمایه‌گذاری ثابت سرانه:

$$\text{ریال} = 198304348 = \text{سرمایه‌گذاری ثابت سرانه} = \frac{\text{سرمایه‌گذاری ثابت}}{\text{تعداد کل پرسنل}}$$

- سرمایه‌گذاری کل سرانه:

$$\text{ریال} = 3258053522 = \text{سرمایه‌گذاری کل سرانه} = \frac{\text{سرمایه‌گذاری کل}}{\text{تعداد کل پرسنل}}$$

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۵۵)

۶- 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

مواد اولیه اصلی مورد نیاز تولید کامپوزیت‌های پلی‌آمید، پلی‌آمید ۶ یا ۶/۶ و الیاف شیشه می‌باشند. به ازای هر تن گرانول کامپوزیت پلی‌آمید با ۳۰ درصد وزنی الیاف شیشه، نیاز به ۷۰۰ کیلوگرم پلیمر پلی‌آمید و ۳۰۰ کیلوگرم الیاف شیشه می‌باشد. بخش عمده‌ای از پلیمرهای نایلون ۶ و نایلون ۶/۶ از خارج وارد شده و گزارشی از تولید عمده این محصولات در کشور مشاهده نشده است. جدول زیر میزان واردات و صادرات پلی‌آمیدها را که بخش عمده آن پلی‌آمید ۶ و ۶/۶ می‌باشند، بین سال‌های ۸۰-۸۵ نشان می‌دهد. با توجه به جدول زیر میزان واردات پلی‌آمیدها از ۴۰۰۰ تن در سال ۱۳۸۰ به ۱۲۴۰۰ تن در سال ۱۳۸۵ رسیده که تقریباً ۳ برابر بوده و نشان دهنده افزایش میزان مصرف این پلیمر در کشور می‌باشد.

جدول (۴۲): میزان واردات و صادرات پلی‌آمیدها به کشور

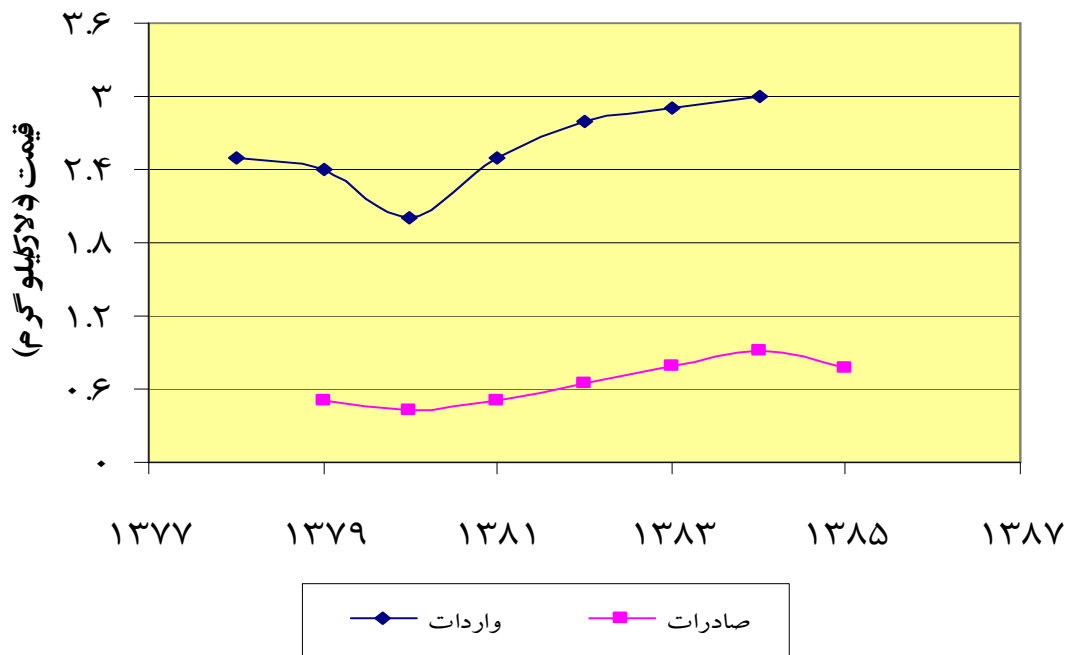
سال	میزان واردات (تن)	میزان صادرات (تن)
۱۳۸۰	۴۱۲۸/۵۸۰	۶۶۹/۹۰۶
۱۳۸۱	۶۲۹۹/۷۵۸	۱۱۲۱/۵۵۴
۱۳۸۲	۵۸۸۴/۲۶۹	۱۴۳۹/۸۵۹
۱۳۸۳	۷۵۷۹/۴۶۲	۱۲۲۰/۹۹۸
۱۳۸۴	۸۷۴۱/۷۲۸	۲۷۸/۵۷۷
۱۳۸۵	۱۲۳۹۸/۰۹۵	۴۲۶/۸۷۲

در جدول ۴۳ متوسط قیمت صادرات و واردات پلی‌آمیدها با توجه به آمار موجود در وزارت بازرگانی، و در شکل بعد روند تغییرات قیمت صادرات و واردات آنها آورده شده است:

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۵۶)

جدول (۴۳): متوسط قیمت وارداتی و صادراتی پلی‌آمیدها در ایران در سال‌های مختلف

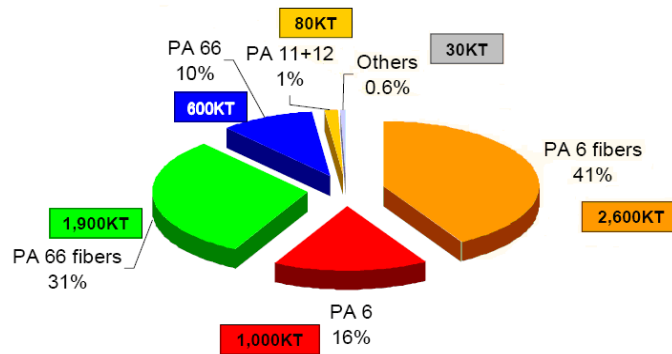
قیمت (دلار/کیلوگرم)		سال
واردات	صادرات	
۲/۵	۰/۶	۱۳۷۹
۲/۴	۰/۶	۱۳۸۰
۲	۱/۸	۱۳۸۱
۲/۵	۱/۳	۱۳۸۲
۲/۸	۱/۳	۱۳۸۳
۲/۹	۱/۵	۱۳۸۴
۳	۱/۳	۱۳۸۵



شکل (۱۰): روند تغییرات قیمت وارداتی و صادراتی پلی‌آمیدها در ایران

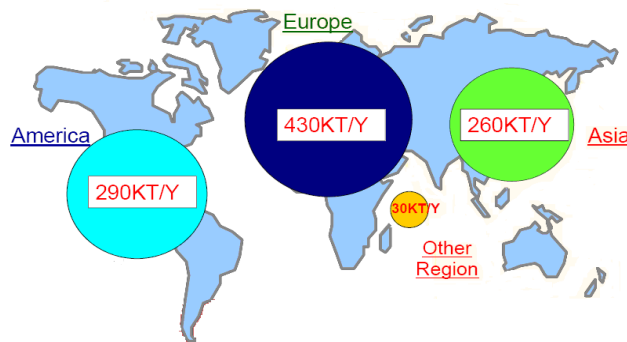
با توجه به آمار موجود بیشترین میزان واردات پلی‌آمیدها در سال‌های اخیر از کشورهای هلند، آلمان، ترکیه، امارت و جمهوری کره بوده است. میزان نیاز به پلی‌آمیدها در دنیا به تفکیک نوع آنها در شکل زیر مشاهده می‌شود که میزان نیاز به پلی‌آمیدهای ۶ و ۶/۶ در مجموع ۲۶ درصد از کل را شامل می‌شود.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۵۷)



شکل (۱۱): میزان نیاز به پلی‌آمیدها در دنیا

در بین پلی‌آمیدها، عمده‌ترین مصرف‌کنندگان نایلون ۶ در کاربردهای مهندسی در نقاط مختلف دنیا به ترتیب قاره‌های اروپا، آمریکا و آسیا می‌باشند.

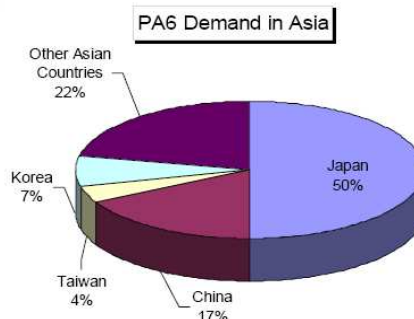


شکل (۱۲): میزان مصرف نایلون ۶ در نقاط مختلف دنیا

در قاره آسیا بیشترین مصرف متعلق به کشورهای ژاپن و چین است که در مجموع ۶۷ درصد از کل نیاز به نایلون ۶ را شامل می‌شوند. پیش‌بینی می‌شود سرعت رشد متوسط این محصول در چین سالانه ۱۲ درصد باشد.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۵۸)

Countries	Demand (KT/Y)	(%)
Japan	130	50%
China	45	17%
Taiwan	10	4%
Korea	19	7%
Other Asian Countries	56	22%
Total	260	100%

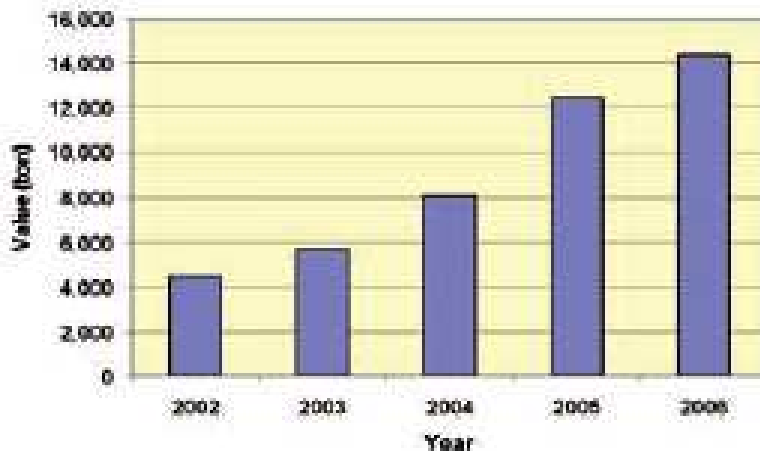


شکل (۱۳): میزان مصرف نایلون ۶ در آسیا

در حال حاضر قیمت وارداتی پلی‌آمیدها بسته به نوع کیفیت و کشور تولید کننده بین ۲/۵ تا ۳/۴ دلار در هر کیلوگرم بوده و بیشترین واردات نیز از کشورهای امارات، آلمان و ترکیه صورت می‌گیرد. بنابراین با توجه به تولید نشدن پلی‌آمیدها در ایران، برای تأمین پلی‌آمید مورد نیاز این طرح باید این پلیمر را از کشورهای خارجی وارد نمود.

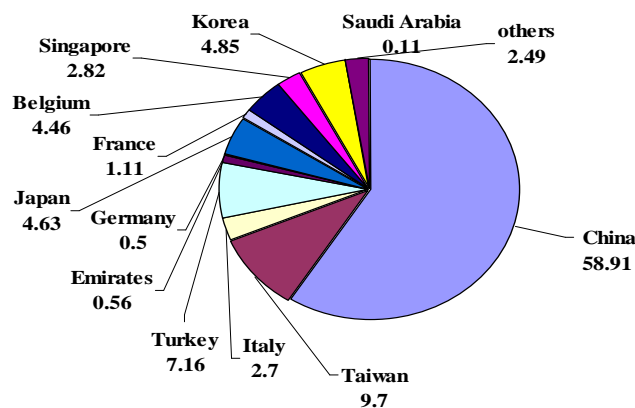
از دیگر مواد اولیه اصلی مورد استفاده در تولید کامپوزیت‌های پلی‌آمید، الیاف شیشه می‌باشند. الیاف شیشه در ایران تولید نمی‌شوند. در سال ۲۰۰۶ بیش از ۱۴۳۰۰ تن الیاف شیشه با ارزشی برابر با ۱۸ میلیون دلار وارد کشور شد که این رقم در سال ۲۰۰۲، ۴۶۰۰ تن (با ارزش ۶/۵ میلیون دلار) بوده است. طرح تولید الیاف شیشه سال‌ها پیش متوقف شد. سیستم اداری، حجم کم مصرف، تولید الیاف شیشه در کشورهای همسایه (ترکیه) و تولید زیاد آن با قیمت کم در کشور چین عواملی هستند که از پیشرفت طرح تولید الیاف شیشه در ایران جلوگیری می‌کنند. بنابراین به نظر می‌رسد که سرمایه‌گذاری در این زمینه از نظر اقتصادی در ایران مقرون به صرفه نباشد. در واقع تولید الیاف شیشه یک صنعت مادر است، صنعتی که حجم سرمایه‌گذاری بالایی می‌طلبد. در مقیاس پایین، تولید الیاف شیشه به صرفه نیست. اغلب تولیدکنندگان الیاف شیشه در کشورهای همسایه ما با ظرفیت‌های بالاتر از نیاز داخلی خود تولید می‌کنند. اگر کارخانه‌ای در مقیاس بالا تولید کند می‌تواند هزینه‌ها را کاهش دهد. احداث یک کارخانه بزرگ الیاف شیشه از عهده بخش خصوصی خارج است؛ چرا که سرمایه اولیه بسیار زیادی می‌طلبد. شکل زیر میزان واردات الیاف شیشه را در طول سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۶ نشان می‌دهد.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۵۹)



شکل (۱۴): میزان واردات الیاف شیشه در سال‌های ۲۰۰۲-۲۰۰۶

اصلی‌ترین منابع تأمین الیاف شیشه برای بازار کامپوزیت ایران، کشورهای اروپایی و آسیای جنوب شرقی هستند. این منابع در سال‌های اخیر به دلیل تغییر بازار کامپوزیت‌ها تغییر زیادی داشته‌اند. از زمانی که چین به بازار صادرکنندگان الیاف شیشه پیوست، با افزایش ظرفیت و کیفیت الیاف خود، بر بازار ایران غالب شد. بر اساس آمار سهم چین در بازار کامپوزیت ایران از ۱۱/۵ درصد در سال ۲۰۰۱ به ۶۰ درصد در سال ۲۰۰۵ رسیده که دلیل اصلی آن ارزان بودن الیاف چینی است. با این حال این الیاف برای صنعت کامپوزیت ایران که هنوز به تکنولوژی‌های بالا دست نیافته است، مناسب می‌باشد. میزان صادرات الیاف شیشه کشورهای مختلف به ایران در شکل زیر مشاهده می‌شود. با توجه به شکل زیر چین، تایوان و ترکیه بزرگترین صادرکنندگان الیاف شیشه به ایران هستند.



شکل (۱۵): سهم کشورهای مختلف در صادرات الیاف شیشه به ایران در سال ۲۰۰۵

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۶۰)

میزان مصرف الیاف شیشه در کاربردهای مختلف به طور جداگانه مشخص نیست. با این وجود می‌توان بر اساس نوع الیاف وارداتی و شرکت‌های درگیر میزان آن را تخمین زد. در جدول زیر متوسط قیمت واردات الیاف شیشه خرد شده با طول کمتر از ۵۰ میلی‌متر با استفاده از آمار و اطلاعات موجود در وزارت بازرگانی آورده شده است:

جدول (۴۴): متوسط قیمت وارداتی الیاف شیشه با طول کمتر از ۵۰ میلیمتر در ایران در سال‌های مختلف

سال	قیمت (دلار/کیلوگرم)
۱۳۷۹	۱/۸
۱۳۸۰	۰/۹
۱۳۸۱	۰/۸
۱۳۸۲	۰/۹
۱۳۸۳	۲/۲
۱۳۸۴	۱/۴
۱۳۸۵	۱/۶

همان‌طور که مشاهده می‌شود قیمت الیاف شیشه در طول چند سال گذشته بسیار متغیر بوده و از ۰/۸ تا ۲/۲ دلار در هر کیلوگرم تغییر داشته است. در سال ۸۵ بزرگترین صادرکنندگان الیاف شیشه به ایران کشورهای امارات و چین بوده‌اند که قیمت الیاف وارداتی از هر کدام به ترتیب ۰/۸ و ۱/۱ دلار در هر کیلوگرم و بیشترین قیمت وارداتی الیاف شیشه نیز مربوط به کشور دانمارک با ارزشی برابر با ۱۲ دلار در هر کیلوگرم بوده است. همان‌طور که قبلاً نیز گفته شد در حال حاضر الیاف چینی از نظر کیفیت و قیمت مناسب‌ترین الیاف برای تولید کامپوزیت‌ها در ایران می‌باشند.

۷- پیشنهاد منطقه مناسب برای اجرای طرح

از جمله پارامترهای موثر بر تعیین محل احداث واحد می‌توان 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 سود دهی طرح)

از آنجایی که مواد اولیه مورد نیاز تولید گرانول‌های کامپوزیت الیاف شیشه پلی‌آمیدها از خارج تأمین می‌شوند، در نتیجه نزدیکی به محل تأمین مواد اولیه و همچنین صادرات محصول اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. بنابراین شهرک‌های صنعتی واقع در استان‌های جنوبی کشور به دلیل نزدیکی به بنادر جهت واردات مواد اولیه و صادرات محصول پیشنهاد می‌شوند.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر- معاونت پژوهشی		صفحه (۶۲)

۸- وضعیت تأمین نیروی انسانی و تعداد اشتغال

وضعیت نیروی انسانی تولید کامپوزیت پلی‌آمید/الیاف شیشه در جدول ۳۳ 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 می‌باشد، در نظر گرفته شده است. ساعت کاری نیز سه شیفت و ۳۰۰ روز در سال (۷۲۰۰ ساعت) 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، مهندس پلیمر با تجربه حداقل ۱۰ سال فعالیت مرتبط
مدیر واحدها	۱	مهندسی پلیمر- 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

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

با توجه به اینکه مناطق مناسب برای اجرای این طرح استان‌های جنوبی کشور می‌باشند و این مناطق از نظر تأمین آب، برق، سوخت و امکانات ارتباطی اعم از راه آهن و فرودگاه در وضعیت نسبتاً مناسبی هستند لذا از نظر تأمین این امکانات طرح مشکل عدیده‌ای نخواهد داشت. سرویس‌های جانبی مورد نیاز برای واحد عبارتند از:

۹-۱- آب

آب مورد نیاز جهت شستشو و آبیاری فضای سبز

در مجموع برای آبیاری فضای سبز و برای شستشوی کارخانه ۳۰۰۰ مترمکعب آب در سال نظر گرفته شده است.

آب مورد نیاز جهت آشامیدن، سرویس بهداشتی و آشپزخانه

موارد فوق به ازای هر نفر ۴۰ لیتر در روز در نظر گرفته می‌شود 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 ۹۲۰ متر مکعب در سال تخمین زده می‌شود.

آب سیستم اطفاء حریق و سیستم خنک‌کننده

برای سیستم خنک‌کننده به طور متوسط ۵۰۰ متر مکعب در سال آب کافی خواهد بود. آب یکی از معمول‌ترین مواد جهت کنترل و خاموش کردن آتش به شمار می‌رود و از آن به تنهایی و یا از ترکیبات آن که به صورت کف هستند، برای کنترل آتش و یا خاموش کردن آن استفاده می‌شود. آب مخصوص فرونشاندن آتش به هیچ عنوان نباید برای مصارف دیگر به کار رود. با توجه به مساحت سالن‌های تولید و انبارها در این واحد، آب مورد نیاز برای ۴ ساعت فرونشاندن آتش حدود ۱۵۰ متر مکعب برآورد می‌شود. در جدول زیر مقدار آب مصرفی نشان داده شده است.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۶۴)

جدول (۴۵): مقدار کل آب مصرفی سالیانه

شرح	مقدار مصرف (متر مکعب)
آب خنک کننده	۵۰۰
آب مورد نیاز جهت شستشو و آبیاری فضای سبز	۳۰۰۰
آب مورد نیاز جهت آشامیدن، سرویس بهداشتی و آشپزخانه	۹۲۰
سیستم اطفاء حریق	۱۵۰
مجموع	۴۵۷۰

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. مصرف سالیانه الکتریسیته خط تولید ۱۸۰۰۰۰۰ کیلو وات ساعت خواهد بود.

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 آورده شده است:

جدول (۴۶): الکتریسیته مصرفی کل جهت روشنایی

شرح	متراژ	مقدار مصرف به ازای هر متر مربع (وات)	کل مصرف سالیانه (کیلو وات ساعت)
سوله خط تولید	۷۵۰	۱۰	۳۳۷۵۰
سوله انبار مواد اولیه و محصول	۵۰۰	۱۰	۲۲۵۰۰
ساختمان های اداری	۱۵۰	۲۰	۱۳۵۰۰
محوطه	۱۰۰۰	۵	۲۲۵۰۰
مجموع	۲۷۰۰	۴۵	۷۲۰۰۰

الکتریسیته مورد نیاز جهت سرمایه‌ش و تهویه

الکتریسیته لازم جهت سرمایه‌ش و گرمایش عبارت است از:

جدول (۴۷): الکتریسیته لازم جهت سرمایه‌ش و گرمایش

شرح	مترائز	مقدار مصرف (کیلو وات)	کل مصرف سالیانه (کیلو وات ساعت)
ساختمان های اداری	۱۵۰	هر ۱۰۰ متر مربع، ۵	۵۴۰۰۰
ساختمان تولید و انبارها	۱۲۵۰	هر ۱۵۰ متر مربع، ۳	۱۸۰۰۰۰
مجموع	۱۷۰۰	-	۲۳۴۰۰۰

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

جدول (۴۸): الکتریسیته مورد نیاز سالانه

شرح	میزان مصرف (کیلو وات ساعت)
الکتریسیته مورد نیاز در خط تولید	۱۸۰۰۰۰۰
الکتریسیته مورد نیاز جهت روشنایی	۷۲۰۰۰
الکتریسیته مورد نیاز جهت سرمایه‌ش و تهویه	۲۳۴۰۰۰
مجموع	۲۱۰۶۰۰۰

۹-۳- سوخت گاز طبیعی

در این واحد گاز طبیعی برای گرمایش به کار برده می‌شود. جهت گرمایش ساختمان‌ها میزان سوخت مورد نیاز برای هر ۱۰۰ متر مربع از ساختمان‌ها، ۵۰ متر مکعب گاز طبیعی در روز است. بدین ترتیب اگر ۳ ماه گرمایش در نظر گرفته شود میزان گاز طبیعی مورد نیاز ۵۶۲۵۰ متر مکعب در سال خواهد بود.

۱۰- وضعیت حمایت‌های اقتصادی و بازرگانی

- حمایت تعرفه گمرکی (محصولات و ماشین‌آلات) و مقایسه با تعرفه‌های جهانی

در اغلب واحدهای تولیدی بخشی از ماشین‌آلات از خارج از کشور تامین می‌شود. این ماشین‌آلات پس از تست‌های اولیه و عدم مشکلات فنی از طریق گمرک وارد کشور خواهند شد. حقوق گمرکی که در حال حاضر برای این گونه ماشین‌آلات وجود دارد حدود ۱۰ درصد قیمت ماشین‌آلات خارجی می‌باشد. از طرف دیگر واحدهای تولیدی که محصولات آنها به خارج از کشور صادر می‌شود، مستلزم پرداخت حقوق گمرکی می‌باشند. 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.

- حمایت‌های مالی (واحدهای موجود و طرح‌ها)، بانک‌ها - شرکت‌های سرمایه‌گذار

یکی از مهمترین حمایت‌های مالی برای طرح‌های صنعتی اعطای تسهیلات بلند مدت برای ساخت و تسهیلات کوتاه مدت برای خرید مواد و ملزومات مصرفی سالانه طرح می‌باشد. در ادامه شرایط این تسهیلات برای طرح‌های صنعتی آمده است.

۱ - در بخش سرمایه‌گذاری ثابت جهت دریافت تسهیلات بلند مدت بانکی ارقام ذیل با ضریب عنوان شده تا سقف ۷۰ درصد سرمایه‌گذاری ثابت در محاسبه لحاظ می‌شود.

۱-۱- ساختمان و محوطه‌سازی طرح، ماشین‌آلات و تجهیزات داخلی، تأسیسات و تجهیزات کارگاهی با ضریب ۶۰ درصد محاسبه می‌گردد.

۲-۱- ماشین‌آلات خارجی در صورت اجرای طرح در مناطق محروم با ضریب ۹۰ درصد و در غیر این صورت با ضریب ۷۵ درصد محاسبه می‌گردد.

۳-۱- در صورتی که 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.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۶۷)

۳ - نرخ سود تسهیلات ریالی در وا م های بلند مدت و کوتاه مدت در بخش صنعت ۱۲ درصد و نرخ سود تسهیلات ارزی ۲ درصد + Labor و هزینه های جانبی ، مالی آن در حدود ۱/۲۵ درصد مبلغ تسهیلات اعطایی و نرخ سود تسهیلات ارزی برای مناطق محروم ۳ درصد ثابت می باشد.

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 می شود.

۵ - 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:

۴- هزینه حق انتفاع از تاسیسات در شهرک های صنعتی با نظر هیئت 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 هیئت مدیره شرکت استانی، اقساط باقیمانده بخشوده خواهد شد.

۵- هزینه انشعاب برق واحدهای متقاضی استقرار در شهرک های صنعتی طی اقساط ۵ ساله و بدون بهره دریافت خواهد شد.

۶- 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)

۷- هزینه انشعاب برق واحدها طی اقساط ۵ ساله و بدون بهره دریافت خواهد شد.

۸- 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 درصد اقساط باقیمانده (به نسبت مدت زمان تعجیل در بهره برداری) بهره مند خواهند شد.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر- معاونت پژوهشی		صفحه (۶۸)

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

با توجه به آمار و اطلاعات موجود مصرف کامپوزیت‌ها در ایران در حال افزایش است و این خود دلیل بر شناخت بیشتر مهندسان و کارشناسان از این ماده با ارزش است. در میان کامپوزیت‌ها، کامپوزیت‌های ترموپلاستیک یک گروه جدید از مواد هستند که دارای مزایایی چون فرآیند سریع‌تر، جذب آب کمتر، مقاومت بیشتر در برابر لایه لایه شدن، سمیت کمتر، مقاومت شیمیایی بهتر و قابلیت بازیافت و قالبگیری دوباره نسبت به کامپوزیت‌های ترموست می‌باشند. بر اساس مطالعات انجام شده در رابطه با طرح تولید گرانول‌های تقویت شده پلی‌آمید با الیاف شیشه نتایج زیر بدست آمد:

۱. تولید کامپوزیت‌های پلی‌آمید مشکلات زیست‌محیطی نداشته و زمان نگهداری از این مواد نیز نامحدود می‌باشد.

۲. با توجه به مصرف عمده این کامپوزیت‌ها در صنعت خودروسازی، این کامپوزیت‌ها قابلیت جایگزینی با قطعات فلزی خودرو را داشته که همین امر علاوه بر کاهش وزن خودرو باعث کاهش مصرف سوخت نیز می‌گردد. هزینه سرمایه‌گذاری برای کامپوزیت‌های ترموپلاستیک تقریباً ۰/۴ هزینه سرمایه‌گذاری فلزات است.

۳. تولید گرانول‌های تقویت شده پلی‌آمید با الیاف شیشه نیاز به دانش فنی خاصی نداشته و به راحتی در دسترس می‌باشد.

۴. هزینه سرمایه‌گذاری برای این طرح در حدود ۷۵ میلیارد ریال است که بیش از نیمی از آن توسط تسهیلات بانکی قابل تأمین است.

۵. تهیه مواد اولیه این طرح از خارج از کشور بوده و در حال حاضر این مواد (پلی‌آمیدها و الیاف شیشه) در کشور تولید نمی‌شوند. در صورت تولید مواد اولیه این طرح در داخل قیمت نهایی محصول بسیار کاهش یافته و تولیدکنندگان بسیار راحت‌تر و سریع‌تر نیاز خود را مرتفع کرده و صنعت کامپوزیت‌های ترموپلاستیک رونق بیشتری پیدا می‌کند.

۶. با توجه به وارداتی بودن مواد اولیه این طرح و بازار صادرات خوب این محصولات، برای احداث کارخانه تولیدی کامپوزیت‌های پلی‌آمید، شهرک‌های صنعتی جنوبی کشور پیشنهاد می‌شوند تا تأمین مواد اولیه و صادرات محصول آسان‌تر و اقتصادی‌تر باشد.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۶۹)



بنابراین با توجه به پیشرفت روزافزون کامپوزیت‌های ترموپلاستیک و استفاده فراوان از آنها در صنایع مختلف به خصوص صنعت خودرو سازی و از طرفی با توجه به پیشرفت‌های انجام شده در صنعت اتومبیل سازی در ایران، نیاز به محصولات جدید به منظور افزایش کیفیت خودروهای ساخته شده امری اجتناب ناپذیر بوده و در این میان کامپوزیت‌های ترموپلاستیک نقش مهمی را در برآورده ساختن این نیاز ایفا می‌کنند. در واقع همین امر باعث افزایش تقاضا برای این محصولات و در نتیجه افزایش واردات آنها از کشورهای دیگر در طی سال‌های اخیر شده است.

در صورتی که با تولید این محصولات در داخل علاوه بر تأمین نیاز داخلی می‌توان در زمینه صادرات نیز گام‌هایی را برداشته و به اقتصاد کشور کمک کرد. هم‌اکنون در اکثر کشورهای پیشرفته دنیا استفاده از فلزات در صنایع مختلف جای خود را به کامپوزیت‌ها داده‌اند که امید است در ایران نیز با شناخت هر چه بیشتر این محصولات و اهمیت آنها، شاهد افزایش سرمایه‌گذاری در این بخش باشیم. در مجموع سرمایه‌گذاری در بخش تولید کامپوزیت‌های پلی‌آمید با توجه به مطالعات انجام شده و با در نظر گرفتن بازار مصرف رو به رشد مقرون به صرفه می‌باشد.

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر - معاونت پژوهشی		صفحه (۷۰)



۱۲- منابع و مآخذ

۱. اداره کل اطلاعات و آمار وزارت صنایع و معادن.
۲. لیست تولیدکنندگان 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 اطلاع‌رسانی شرکت ملی پتروشیمی
۷. سازمان توسعه تجارت ایران
۸. سازمان صنایع کوچک و شهرک‌های صنعتی ایران
۹. سازمان توسعه و نوسازی صنایع معدنی ایران
۱۰. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
۱۱. گمرک جمهوری اسلامی ایران
۱۲. اینترنت

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	گزارش نهایی	خرداد ۱۳۸۷
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر- معاونت پژوهشی		صفحه (۷۱)