مطالعه امکان سنجی مقدماتی

طرح تولید ورق کامپوزیتی

کارفرما: شرکت شهرکهای صنعتی استان خراسان رضوی

مشاور : سید مصطفی وزیری

زمستان ۱۳۸٦

فهرست مطالب

موضوع	صفحه
۱- مقدمه	۱
۲- کلیاتی در مورد کامپوزیت	۲
۲-۱- کاربردهای کامپوزیت:	۴
۲-۲- مزایای اصلی کامپوزیت ها:	۵
۲-۳- نحوه ساخت کامپوزیت ها	۶
۲-۴- دسته بندی کامپوزیتها:	۶
۳- کامپوزیت‌های سبز:	۷
۴- کامپوزیتهای چوبی:	۸
۵- کاربرد کامپوزیت در صنعت برق و الکترونیک	۱۱
۵-۱- لوله کامپوزیتی عبور کابل:	۱۱
۵-۲- سیستم حمل کابل کامپوزیتی:	۱۲
۵-۳- بازوهای عرضی کامپوزیتی:	۱۴
۵-۴- تیرهای کامپوزیتی:	۱۶
۶- کاربرد کامپوزیت در صنعت لوله سازی:	۱۷
۷- ساخت لوله های FRP:	۱۹
۸- کاربردهای جدید کامپوزیت :	۲٤
۸-۱- توسعه بازار قایق ها و هواپیماهای کامپوزیتی:	۲۴
۸-۲- ساخت پره های توربین های بزرگ با کامپوزیت ها:	۲۶
۸-۳- ساخت دوچرخه های مسابقه از مواد کامپوزیتی جدید:	۲۶
۸-۴- ساخت قطعات بدنه هواپیماهای تجاری با کامپوزیت:	۲۷
۸-۵- وسایل ورزشی ساخته شده از مواد کامپوزریتی :	۲۸
۹- وضعیت تحقیقات و کاربری کامپوزیتها در ایران:	۳۰
۹-۱- تقویت درپوش موتور و ساخت گلگیر برای خودروهای نظامی:	۳۱
۹-۲- ساخت کف اتوبوس کامپوزیتی :	۳۱
۹-۳- طراحی و ساخت تابلو برق کامپوزیتی:	۳۲
۹-۴- ترمیم و تقویت لوله‌های انتقال گاز با مواد کامپوزیت:	۳۲
۹-۵- عایق کاری لوله‌های گاز با مواد کامپوزیت:	۳۳
۹-۶- طراحی و ساخت کابین کامپوزیتی هلیکوپتر آپاچی:	۳۴
۹-۷- ساخت ۲۰۰ عدد تسمه بافت کابل های مخابراتی:	۳۴
۹-۸- طراحی و ساخت پانل ضد گلوله کامپوزیتی برای محافظت افراد و تجهیزات:	۳۴
۹-۹- تقویت داخلی بتن با استفاده از الیاف شیشه:	۳۵
۹-۱۰- ترمیم و تقویت سازه های عمرانی:	۳۵

۹-۱۱- طراحی و ساخت کراس آرم کامپوزیتی: ۳۶
۹-۱۲- طراحی و ساخت فنر تخت کامپوزیتی: ۳۶
۱۰- محل پیشنهادی اجرای طرح : ۳۷
۱۱- مطالعه بازار: ۴۴
۱۲- فرآیند تولید: ۴۹
۱۳- نیروی انسانی مورد نیاز واحد ۵۱
۱۴- زمین مورد نیاز، عملیات سیویل، ساختمان و محوطه سازی ۵۳
۱۵- تاسیسات، ماشین آلات و تجهیزات مورد نیاز طرح ۵۷
۱۶- سرمایه گذاری مورد نیاز ۵۹
۱۷- منابع و مواخذ ۶۳

۱- مقدمه :

استفاده از مواد جدید برای ساخت مصنوعات مختلف همیشه یکی از مهمترین دغدغه های متخصصین علم مواد بشمار می رود. مواد کلاسیکی که در ساخت مصنوعات مختلف بکار می روند مانند ترکیبات مختلف فلزی، پلاستیکی و چوب علاوه بر قیمت گزافشان موجبات از بین رفتن منابع طبیعی می شوند. از طرف دیگر ماهیت طبیعی این مواد باعث می شود که خصوصیات فیزیکی و مکانیکی آنها ثابت باشد و تغییرات زیادی را نتوان در آنها ایجاد کرد. برای حل این مشکل مهندسین مواد و شیمی دان ها دست به ابداعات مختلفی زده اند. یکی از این ابداعات مواد ترکیبی موسوم به کامپوزیت هستند که کاربردهای مختلفی در ساخت مصنوعات مختلف پیدا کرده اند. این مواد در ساخت خودروها، هواپیماها، توربینها، دیوارهای پیش ساخته، صندلی و مبلمان، لوله و اتصالات، ملزومات بسته بندی و بسیاری دیگر از مصنوعات بکار گرفته می شوند. یکی از مهمترین انواع کامپوزیتها فایبرگلاس است که کاربردهای بسیار زیادی دارد. در این تحقیق به امکان سنجی ساخت ورقهای کامپوزیتی پرداخته می شود.

۲- کلیاتی در مورد کامپوزیت:

کامپوزیت یا ماده مرکب بصورت زیر تعریف می‌شود:

- در مهندسی مواد این اصطلاح معمولاً به موادی گفته می‌شود که یک فاز زمینه (ماتریکس) و یک تقویت کننده (پرکننده) تشکیل شده باشند.

- تعریف انجمن متالورژی امریکا: به ترکیب ماکروسکوپی دو یا چند مادهٔ مجزا که سطح مشترک مشخصی بین آنها وجود داشته باشد، کامپوزیت گفته می‌شود.[۱]

کامپوزیت از دو قسمت اصلی ماتریکس و تقویت کننده تشکیل شده‌است. ماتریکس با احاطه کردن تقویت کننده آن را در محل نسبی خودش نگه می‌دارد. تقویت کننده موجب بهبود خواص مکانیکی ساختار میگردد. به طور کلی تقویت کننده میتواند به صورت فیبرهای کوتاه و یا بلند و پیوسته باشد.

از دیرباز انسان مواد مختلف را با هم ترکیب کرده تا ماده ای جدید با خواص بهتر به دست آورد. بعنوان مثال در زمان فراعنه، کارگران یهودی برای افزایش استحکام آجرها از تکه های کاه در آنها استفاده می کرده اند. اغلب مواد طبیعی نیز از خواص فوق العاده خود را از ترکیب دو یا چند جزء به دست می آورند. مثلاًبسیاری از بافتهای بدن که استحکام بالا و انعطاف پذیری فوق العاده دارند از رشته های سفت درون زمینه ای با استحکام کمتر تشکیل

شده اند. این رشته ها طوری در کنار هم قرار گرفته اند که هنگام اعمال بارهای زیاد، حداکثر استحکام را تأمین کنند و همچنین به راحتی به روی یکدیگر بلغزند تا بافت انعطاف پذیر باشد.

اغلب مواد مهندسی نیز ترکیبی از دو یا چند فاز پخش شده در مقیاس میکروسکوپی اند. به عنوان مثال چنانچه یک فولاد کربنی ساده از دمای ۸۰۰ درجه سانتیگراد سرد شود، ریزساختاری با لایه های متناوب یک فاز نرم انعطاف پذیر (آهن خالص) و یک ترکیب سخت و شکننده (سمنتیت Fe_3C) خواهد داشت.

مواد طبیعی و مواد مهندسی در واقع میکروکامپوزیت هایی هستند که خواص آنها از پراکندگی مناسب فازها بدست می آید. یک کامپوزیت ماده ای است که یک فاز متمایز فیزیکی و یا شیمیایی پخش شده در یک فاز پیوسته دارد و عموماً دارای خصوصیاتی متفاوت و یا بهتر از آن دو جزء می باشد.

فاز پیوسته، فاز زمینه نام دارد و فاز پخش شده معمولاً فاز تقویت کننده نامیده می شود. فاز تقویت کننده می تواند به صورت ذره، رشته یا صفحه باشد. مرسوم است که کامپوزیت ها را براساس خصوصیات فاز زمینه طبقه بندی می کنند. از این نظر با توجه به اینکه مواد مذکور به سه دسته کلی تقسیم می شوند، سه نوع کامپوزیت وجود دارد:

کامپوزیت های زمینه سرامیکی (CMC)، کامپوزیت های زمینه فلزی (MMC) و کامپوزیت های زمینه پلیمری (PMC). در هر زمینه ای فاز تقویت کننده می تواند از جنس سرامیک، فلز و یا پلیمر باشد.

کامپوزیت های زمینه پلیمری با الیاف تقویت کننده ای مثل کربن، شیشه یا آرامید (Aramid) به عنوان مواد مهندسی، کاملاً شناخته شده هستند. فلزات حاوی ذرات و الیاف سرامیکی نیز اهمیت زیادی دارند و کامپوزیت های زمینه سرامیکی جدیدترین نوع کامپوزیت ها می باشند.

در سال های اخیر استفاده از کامپوزیت ها بخصوص کامپوزیت های زمینه پلیمری (PMC) رشد سریعی داشته و این روند همچنان ادامه دارد. عامل اصلی توسعه کامپوزیت ها خواص بهینه آنها نسبت به اجزای تشکیل دهنده می باشد. این توسعه عمدتاً با جایگزینی کامپوزیت بجای مواد معمول و بخصوص فلزات صورت می گیرد.

اغلب کامپوزیت های زمینه پلیمری از رزین های ترموست و الیاف تقویت کننده ساخته می شوند. ترموست به محصولی گفته می شود که در یک واکنش بازگشت ناپذیر شیمیایی ساخته می شود. متفاوت از پلاستیک ها با حرارت نمی توان یک محصول ساخته شدهٔ پلیمری ترموست را نرم کرد. الیاف تقویت کننده در کامپوزیت ها هنگامی که با رزین ترکیب می شوند نقش استحکام بخشی به آن را ایفا می نمایند. صنایع کامپوزیت طیف وسیعی از محصولات را تولید می کنند.

۲-۱- کاربردهای کامپوزیت: در زیر زمینه های مختلفی که محصولات کامپوزیتی در آن مورد استفاده قرار گرفته اند ارائه شده است:

الف) هواپیما، هوافضا، صنایع دفاعی: اجزاء هواپیما، سپرهای حرارتی، پوسته موتور راکت و ملزومات دیگر

ب) ملزومات و تجهیزات اداری: دستگاههای کپی، اجزاء کامپیوتر، ملزومات خانگی و ابزار الکتریکی

ج) ساخت و ساز: استخرهای شنا، وان حمام، برجهای خنک کننده، کف پل ها و علائم راهنمایی و رانندگی

د) ورزشی: چوب گلف، کمپ، وسایل ورزشی، صندلی، یخ نورد، اسکی و چوب ماهیگیری

ه) تجهیزات مقاوم به خوردگی: لوازم کنترل آلودگی، محصولات تصفیه آب، لوله ها و فیتینگ ها، تانک های ذخیره سازی زیرزمینی و...

و) الکتریک و الکترونیک: جعبه فیوز (دکل های برق)، اتصالات الکترونیکی و لوله ها

ز) دریایی: قایق، کرجی، کانو، کشتی و سازه های دریایی

ح) حمل و نقل: بدنه و اجزاء اتومبیل، قطعات مختلف خودرو

۲-۲- مزایای اصلی کامپوزیت ها: مهم‌ترین مزیت مواد کامپوزیتی آن است که با توجه به نیازها، می‌توان خواص آنها را کنترل کرد. به طور کلی مواد کامپوزیتی دارای مزایای زیر هستند:

الف) مقاومت مکانیکی نسبت به وزن بالا

ب) مقاومت در برابر خوردگی بالا

ج) خصوصیات خستگی عالی نسبت به فلزات

د) خواص عایق حرارتی خوب

ه) قابلیت شکل دهی

و) عمر نسبتاً طولانی

۲-۳- نحوه ساخت کامپوزیت ها: روش های متعددی برای ساخت کامپوزیت های پلیمری وجود دارد. هر روشی برای ترکیبهای خاصی از محصول، بازار و مواد خام مناسب است. تمام کامپوزیت ها در موارد ذیل مشترک هستند:

الف) در تمام آنها میزان مناسبی از رزین، پرکننده های تقویت کننده و الیاف به کار رفته است.

ب) در تمام آنها یک سیال یا یک ماده خمیری شکل به فرم نهایی درمی آید.

ج) در تمام آنها عمل پلیمریزاسیون در حین پخت صورت می گیرد.

د) در تمامی آنها مخلوطی از رزین، تقویت کننده و مواد دیگر به فرم یک جامه صلب در می آیند.

۲-٤- دسته بندی کامپوزیتها: کامپوزیتها از نقطه نظرهای مختلفی بسته بندی می شوند. در اینجا به برخی از دسته بندی های کامپوزیت پرداخته می شود. دسته‌بندی کامپوزیت‌ها از دیدگاه زیستی به صورت زیر است:

الف) کامپوزیت‌های طبیعی. مانند استخوان، ماهیچه، چوب و ...

ب) کامپوزیت‌های مصنوعی(مهندسی)

دسته‌بندی کامپوزیت‌های مهندسی از لحاظ فاز زمینه به صورت زیر است:

الف) کامپوزیت‌های با زمینه سرامیکی (CMC)

ب) کامپوزیت‌های با زمینه پلیمری (PMC)

ج) کامپوزیت‌های با زمینه فلزی(MMC)

دسته‌بندی کامپوزیت‌ها از لحاظ نوع تقویت کننده به صورت زیر است:

الف) کامپوزیت‌های تقویت شده با فیبر (FRC)

ب) کامپوزیت‌های تقویت شده توسط ذرات (PRC)

۳- کامپوزیت‌های سبز:

کامپوزیت‌های سبز همان کامپوزیت‌های تجزیه‌پذیر زیستی هستند. در اینگونه کامپوزیت‌ها، فاز زمینه و تقویت کننده، از موادی که در طبیعت تجزیه می‌شوند، ساخته می‌شوند. در کامپوزیت‌های سبز، معمولاً فاز زمینه از پلیمرهای سنتزی قابل جذب بیولوژیکی و تقویت کننده‌ها از فیبرهای گیاهی ساخته می‌شوند.

۴- کامپوزیتهای چوبی:

در عصر حاضر پیشرفت فناوری به پیشرفت هایی که در زمینه مواد حاصل شده است، بستگی دارد.مواد کامپوزیت، نشانه گامهای بزرگی است که در راه تکامل مواد مهندسی برداشته شده است.

با ترکیب فیزیکی دو یا چند ماده نه تنها مواد سبکتر و محکم تری به دست می آید که جایگزین مصالح سنتی از قبیل فلزات، سرامیک، چوبها و پلیمرهای معمولی می شوند بلکه می توان با توجه به کاربرد مورد نظر، خواص مشخصی را در این مواد ایجاد کرد.

در ترکیب فیزیکی اجزای تشکیل دهنده ماهیت خود را کاملاً حفظ می کنند اما در برخی از مواد کامپوزیت پیشرفته برای بهبود خواص، اصلاحات جزئی سطحی در مورد مواد تشکیل دهنده اعمال میشود.

با توجه به اهمبت و نقش مواد کامپوزیت در توسعه فناوری های نوین محققان دانشگاه تربیت مدرس برای نخستین بار در کشور، امکان ساخت تخته های چوب پلاستیک را با استفاده از دو روش مورد بررسی قرار داده اند و موفق به ساخت چوب پلاستیک از ضایعات خرده چوب و پلی اتیلن سنگین شده اند.

ماده کامپوزیت که از ترکیب دو یا چند ماده به دست می آید معمولاً از یک یا چند فاز ناپیوسته و یک فاز ضعیف پیوسته که همان ماده زمینه است تشکیل شده است. فاز ناپیوسته معمولاً سخت تر و قوی تر از فاز پیوسته استو به همین دلیل به آن فاز تقویت کننده نیز می گویند. فاز ناپیوسته میتواند نقش پرکنندگی را در ترکیب ایفا کند. پرکننده ها موادی بی اثر هستند که به پلیمرها اضافه میشوند تا هزینه ساخت مواد کامپوزیت را کاهش و برخی از

خواص فیزیکی مانند سفتی و سختی آنها را افزایش دهند. پلیمرهای تقویت شده با الیاف و پرکننده های معدنی، مصنوعی و آلی از مهمترین مواد کامپوزیت هستند که سالانه مقادیر بسیار زیادی از آنها در سراسر دنیا تولید میشود. مواد کامپوزیت چوب پلاستیک که به اختصار wpc نامیده میشوند، مخلوطی از مواد لیگنوسلولزی و پلاستیک هستند که ظاهری شبیه چوب دارند اما به وسیله فرآیندهای تولید پلاستیک شکل می گیرند و تا تجهیزات صنایع چوب قابل برش، متر و سمباده زنی و ... هستند.

اگر درصد مواد لیگنوسلولزی از ۵۰٪ کمتر باشد خواص محصول بیشتر به پلاستیک نزدیک است اما اگر درصد مواد لیگنوسلولزی از ۵۰٪ بیشتر باشد خواص محصول تولیدی به چوب نزدیک تر است.

کامپوزیت های با ترکیب های چوب پلاستیک در بسیاری از کشورهای پیشرفته بسرعت در حال تولید و گسترش هستند. در ساخت این مواد کامپوزیت محدوده وسیعی از پلیمرها مانند پروپیلن، پلی اتیلن، پلی وینیل کلراید، پلی استر و... همراه پرکننده های سلولزی شامل آرد و الیاف چوب، کتان، کنف، بامبو، کاه، کلش و... مورد استفاده قرار می گیرند. به دنبال افزایش نسبی قیمت پلاستیک در سالهای گذشته، افزودن پرکننده های طبیعی به منظور کاهش هزینه ها در صنعت پلاستیک و در برخی موارد افزایش تولید، مورد توجه قرار گرفت.

کاهش قیمت، افزایش قابلیت پرکنندگی و دسترسی به انواع گوناگونی از الیاف از مهمترین مزایای استفاده از این مواد در مقایسه با پرکننده های معدنی مانند رس، تالک، آهن و الیاف مصنوعی مانند شیشه و کربن است.

قابلیت تخریب بیولوژیکی در طبیعت، تجدیدپذیری و عدم تولید مواد سمی پس از سوختن نیز از دیگر ویژگی های مواد کامپوزیت چوب پلاستیک است.

ویژگی های مواد چوب پلاستیک با ساختار آنها ارتباط مستقیم دارد. در این مواد پلاستیک به صورت لایه نازکی ذرات چوب را می پوشاند. این مواد مرکب، ویژگی های هر دو ماده اصلی تشکیل دهنده آنها یعنی چوب و پلاستیک را با هم دارند. سختی و مقاومت این مواد بین سختی چوب و پلاستیک است اما چگالی آن به طور کلی بالاتر از هردوی آنها خواهد بود. این مواد در برابر قارچ زدگی و حمله حشرات مقاوم و در شکل های پیچیده نیز قابل تولید هستند. گفتنی است این ماده شکل ظاهری بسیار زیبایی دارد و در ساختار، ابعاد و اشکال مختلف قابل عرضه است. مواد کامپوزیت چوب پلاستیک ضایعات بسیار کمی تولید می کنند و ضایعات تولید شده نیز قابل مصرف مجدد هستند و جالب اینکه میتوان از ضایعات چوبی و پسماندهای کشاورزی و حتی ضایعات پلاستیکی درون زباله ها به عنوان مواد اولیه در تولید این ماده استفاده کرد. به گفته چهارمحالی، یکی از عمده ترین مشکلاتی که بر اثر برداشت از طبیعت برای ج.امع انسانی به وجود آمده مواد زاید است که به عنوان محصول مصرف و توسعه روی دست انسان مانده و رفع آنها تلاش و هزینه های گزافی را طلب می کند. بازیافت مواد مؤثرترین راه برای جلوگیری از انباشته شدن مواد زاید است که دامنه و ابعاد آن در زندگی امروز انسان ها افزایش یافته است.

گستردگی کاربرد مواد پلاستیکی در زندگی کنونی انسان ها و مصرف روزافزون آنها سبب شده است حجم زیادی از آن مواد پس از استفاده به صورت ضایعات دور ریخته شوند.در ایران نیز ضایعات پلاستیکی حجم زیادی از

زباله های شهری، روستایی و صنعتی کشور را تشکیل می دهند. این ترکیبات قابل تجزیه بیولوژیکی نیستندو زمانی که در محیط پراکنده شوند مشکلات زیادی را برای محیط زیست ایجاد خواهند کردبنابراین بازیافت این مواد از نظر زیست محیطی و اقتصادی بسیار حائز اهمیت است و بازیابی ضایعات پلاستیک از مدتها پیش بعنوان مسأله ای مهم توجه کارشناسان را به خود معطوف داشته است.

مناسب ترین راه افزایش، چرخه زندگی مواد است.با توجه به حجم قابل توجه ضایعات پلاستیک و ضایعات مواد لیگنوسلولزی (چوبی) بازیابی و مصرف مجدد این مواد ضروری خواهد بود.

۵- کاربرد کامپوزیت در صنعت برق و الکترونیک

حدود ۲۰ سال است که کامپوزیتهای پلیمری تقویت شده با الیاف FRP در کاربردهای الکتریکی مصرف می شوند . این مواد در ساخت قطعات گوناگون صنعت برق به کار می روند ؛ از جمله لوله های عبور کابل ، سیستم های حمل کابل در تونل ها و پل ها ، تیرهای انتقال برق ، بازوهای عرضی (کراس آرم ها) ، مقره ها ، برج های ارتباطی و جز آن .

۵-۱- لوله کامپوزیتی عبور کابل: یکی از موارد کاربرد کامپوزیت در صنعت برق ، ساخت لوله های عبور کابل است . لوله های پلیمری تقویت شده با الیاف شیشه GRP را می توان در ترکیب با اتصالات و متعلقات ویژه ای به کاربرد و آن ها را به شکل یک سیستم عبور کابل چندلایه و چند ردیفی شکل داد . این لوله ها برای کابل های

شبکه برق شهری و کابل های مخابراتی زیرزمینی مورد استفاده قرار می گیرند . علاوه بر این در موارد زیر نیز کاربرد دارند :

۱) برای کابل هایی که از زیر ریل جرثقیل های سقفی و یا راه های اصلی شهری عبور می کنند .

۲) برای کابل هایی که از روی پل ها و رودخانه ها عبور می کنند . به ویژه برای کابلهایی که از روی پل عبور می کنند ، به کارگیری لوله های GRP ، بار وارده بر پل را کاهش داده و ساخت و ساز پل را تسهیل خواهد کرد .

۵-۲- سیستم حمل کابل کامپوزیتی: سیستم های حمل کابل کامپوزیتی ، یک محصول سازه ای برای حل بسیاری از مشکلات مهندسی و طراحی در شبکه های برق رسانی و مخابراتی هستند که برای نگهداری کابل های گرانبها و اغلب حساس و استراتژیک در دراز مدت قابل اعتمادند . این سیستم ها ویژگی های منحصربه فردی دارند که آن ها را قادر به تحمل بسیاری از محیط های خورنده می کند ؛ به ویژه شرایطی که مواد سنتی در آن ها عمر کاری مفید و اقتصادی ندارند . این محصولات از رزین های گرما سخت تقویت شده با شیشه و به نحوی طراحی و ساخته می شوند که یکپارچگی سازه ای آنها با انواع فولادی و آلومینیمی رقابت می کند ؛ با این تفاوت که مشکلات خوردگی ، سنگینی وزن و هدایت الکتریکی آنها را ندارند .

این محصولات در برابر اسیدها ، نمک ها ، قلیاها و محدوده وسیعی از محیط ها و مواد شیمیایی خورنده که بر آلومینیم و فولاد گالوانیزه اثرات شدیدی دارند ، مقاومند . حتی محصولات آلومینیمی یا فولادی پوشش داده شده نیز ممکن است به علت خراش های کوچک ایجاد شده حین نصب یا پس از آن ، در معرض آسیب باشند .

این محصولات در مقایسه با فولاد یا آلومینیم ، دارای نسبت استحکام به وزن بسیار بالایی هستند درحالی که یکپارچگی سازه ای مشابهی با آنها دارند .

پروفیل های کامپوزیتی پالترود شده که در این سیستم ها به کارگرفته می شوند دارای وزن مخصوصی حدود یک چهارم فولاد و یک سوم آلومینیم هستند که این امر حمل و نقل و برپا کردن آن ها را تسهیل می کند . برخلاف فولاد زنگ نزن این قطعات را می توان در محل و با وسایل دستی برید و سوراخ کرد . از آنجاییکه سینی و نردبان های این سیستم نارسانا هستند ، از بابت انتقال برق به سیستم حمل کابل از کابل های آسیب دیده هیچ نگرانی وجود ندارد . علاوه بر آن احتیاجی به جلوگیری از خوردگی الکترولیتی در شرایط ویژه نیست . ویژگی های نارسانایی و مغناطیسی نبودن به معنی سیستم حمل کابل ایمن ترند .

در بزرگترین پروژه مهندسی انجام شده با سرمایه خصوصی – تونلی که بریتانیا را به اروپا متصل می کند – بیش از ۳/٦۳ هزارتن FRP پالترود شده ، ۱۲٦۰ کیلومتر کابل الکتریکی و فیبر نوری را بر روی خود نگه داشته اند. این کابل ها ، روشنایی ، تهویه و ارتباطات درون تونل را کنترل می کنند . کابل های ۲۵ کیلو ولتی تأمین کننده انرژی قطارها نیز با این کامپوزیت های پالترود شده حمل می شوند . این محصولات با شرایط زیر سازگارند:

– محدوده دمایی ۵ تا ٤۰ درجه سانتی گراد

– رطوبت ۱۰۰ درجه

– سرعت باد ۳۵۹ km/h

- پاشش مداوم آب نمک و حتی غوطه وری در آن

- نصب آسان

- حداقل تعمیرات

- هزینه کلی کمینه

- مقاومت در برابر بارگذاری استاتیک کابل ها

۵-۳- بازوهای عرضی کامپوزیتی: هر تیر انتقال برق فشار متوسط (۲۰ و ۳۳ کیلوولت) از سه قسمت اصلی یعنی تیر ، بازوهای عرضی و مقره ها تشکیل شده است . بازو های عرضی معمولاً از جنس فولاد ساخته می شوند . با این وجود در بعضی از کشورها نظیر آمریکا ، استرالیا ، کانادا و بخشهایی از اروپا این محصولات از مواد کامپوزیتی ساخته می شوند . به کارگیری بازوهای عرضی کامپوزیتی به جای نمونه فلزی دارای برتری هایی است ؛ از جمله :

الف) کاهش وزن : سنگینی وزن بازوهای عرضی فلزی (حدود ۲۰ کیلوگرم) یکی از مشکلات شرکتهای انتقال و توزیع برق است . در مناطقی که به دلایل گوناگون از جمله ناهمواری سطح زمین ، امکان استفاده از ماشین های بالابر در آن ها وجود ندارد ، حمل بازوهای عرضی فلزی تا بالای تیر بسیار سخت و خطرناک است ؛ درصورتی که کامپوزیت ها وزن نسبتاً کمی دارند و حمل آنها آسان است .

ب) مقاومت در برابر خوردگی : بازوهای عرضی فلزی در آب و هوای مرطوب و خورنده ، عمر نسبتاً کمی دارند . یکی از برتری های مواد کامپوزیت ، مقاومت بسیار مناسب آنها در برابر خوردگی است که این مواد را برای این مناطق مطلوب می سازد .

ج) نارسانایی الکتریکی : کامپوزیت ها را می توان به صورت موادی عایق طراحی کرده و ساخت . این ویژگی خطر برق گرفتگی و اتصال کوتاه را کاهش می دهد . شاید بتوان با به کارگیری بازوهای عرضی کامپوزیتی از کاربرد مقره های حامل کابل(که در واقع نقش عایق را بین کابل و پروفیل بازی می کنند) جلوگیری کرد .

د) زیبایی : در ساخت بازوهای عرضی فلزی همیشه محدودیت هایی وجود دارد که طراح را مجبور به استفاده از قطعات استاندارد نبشی می کند . با به کارگیری کامپوزیت ها می توان به سراغ طرح هایی رفت که علاوه بر بهینه بودن ، زیبا نیز باشند .

ه) عمر بیشتر : عمر بازو های عرضی کامپوزیتی حدود سه برابر طول عمر نمونه فلزی است . به دلیل عمر بیشتر و عدم نیاز به تعویض و تعمیر در کامپوزیت ها ، هزینه های تعویض و نگهداری حذف خواهند شد .

و) کاهش تداخلات امواج رادیویی : امواج رادیویی بدون هرگونه انحراف و شکست از کامپوزیت ها عبور میکنند .

ز) کاهش افت توان خط : به کارگیری بازوهای عرضی کامپوزیتی از نشت جریان الکتریکی از خط به سمت پایه ها تا حدودی جلوگیری می کند و به این ترتیب میزان افت توان خط کاهش خواهد یافت .

علاوه بر موارد فوق با به کارگیری بازوهای عرضی کامپوزیتی می توان از طرح هایی استفاده کرد که یکپارچه بوده و نیازی به سوار کردن قطعات برروی هم نباشد .

۵-٤- تیرهای کامپوزیتی: به کارگیری تیرهای کامپوزیت FRP ، موضوع جدیدی در خدمات برق رسانی نیست ، با این وجود تیرهای انتقال برق FRP پالترود شده ۲۱ تا ۲٤ متری داستان دیگری است . تیرهای FRP با یک سوم وزن تیرهای چوبی ، نصف وزن تیرهای فولادی و تنها یک دهم وزن تیرهای بتنی ، انتخاب بسیار جذابی برای اغلب شرکتهای خدماتی برق رسانی هستند .

شرکت آمریکایی بریستول تنسی الکتریک سیستم BTES به تازگی ۱٤٤ تیر FRP را در دو خط انتقال نصب کرده است . شرکت استرانگ ول Strongwell Corp واقع در ایالت ویرجینیا این تیرهای FRP پالترود شده ۲۸ SE را با بیشترین ظرفیت ممان اینرسی در مقطع پایینی طراحی و برای جایگزینی تیرهای چوبی ، فولادی و بتنی در خطوط انتقال برق تولید کرده است . شرکت های خدمات برق رسانی در حال کشف برتری های تیرهای ۲۸ SE ، نسبت به تیرهای ساخته شده از مواد سنتی هستند . تیرهای ۲۸ SE شرکت استرانگ ول ، سبک ، محکم و دارای ویژگی های هدایتی خیلی کمی هستند . این تیرها همچنین در برابر خوردگی ، پوسیدگی ، پرتوهای فرابنفش ، نفوذ آب ، حشرات و دارکوب ها مقاومت بسیار بالایی دارند .

به عقیده دکتر مایکل برودر ، مدیر عامل شرکت BTES ، تیرهای کامپوزیتی ۲۸ SE ، در مقایسه با تیرهای چوبی ، با گذشت زمان استحکامشان را از دست نمی دهند و تقریباً به هیچ گونه ترمیم و تعمیری احتیاج ندارند . او هم

چنین به ویژگی های الکتریکی تیرهای FRP و تحمل ضربه و بار ناشی از بادهای شدید توسط آن ها اشاره می کند .

۶- کاربرد کامپوزیت در صنعت لوله سازی:

لوله های FRP با استفاده از تقویت کننده های الیاف شیشه ، رزین های گرما سخت ، مواد linerviel و انواع دیگر افزودنی ها ساخته می شوند . الیاف تقویت کننده معمولاً از جنس الیاف شیشه E است . مشخصات اسمی الیاف شیشه E عبارتند از سفتی کششی در حدود ۷۲٤۰۰ مگا پاسکال ، استحکام کششی در حدود ۳٤۵۰ تا ۳۸۰۰ مگا پاسکال و درصد افزایش طول در حدود ٤ تا ۵ درصد . انواع دیگری از الیاف در این رده عمومی وجود دارند که نیازهای گوناگون مقاومت به خوردگی را برطرف می کنند اما الیاف شیشه E تا حدودی تمام بازار را تحت سلطه خود درآورده است . الیاف تقویت کننده دیگری برای کاربردهای ویژه و شرایط خورنده منحصربه فرد وجود دارد مانند FCR ، C ، AR و جز آن . الیاف تقویت کننده بسته به فرآیند ساخت لوله و تحمل بار مورد نیاز ، تغییر می کنند . الیاف تک جهته تابیده شده ، الیاف کوتاه ، تقویت کننده های رشته ای ، نمد ، الیاف بافته شده و انواع دیگر الیاف درساخت لوله های FRP کاربرد گسترده ای دارند .

درصد وزنی الیاف به طراحی محصول نهایی وابسته خواهد بود . جهت الیاف ، شیوه چیدمان لایه ها روی هم و تعداد لایه های تقویت کننده ، ویژگی های مکانیکی ، سفتی و استحکام واقعی لوله را تعیین می کند . رزین مورد استفاده در ساخت لولهٔ FRP ویژگی های خاص خود را دارد . درحالی که ویژگی های استحکام و سفتی رزین

چندین بار کم تر از الیاف است ، رزین نقش اساسی را ایفا می کند . رزین های گرما سخت گروه عمده ای هستند که در ساخت لوله FRP به کار می روند . رزین به عنوان چسب عمل کرده و الیاف را در ساختار لایه ای محصول پخت شده به هم متصل می کند . رزین در برابر خوردگی ناشی از عبور گازها و سیالات از درون لوله مقاومت می کند . مشخصات فیزیکی و شیمیایی رزین ، مقاومت حرارتی که به شکل یک مشخصه که دمای انتقال شیشه ای ، Tg ، نامیده می شود و ویژگی های روش ساخت نقشی کلیدی در طراحی لوله ایفا می کنند . درحالی که رزین های پلی استر ، وینیل استر و اپوکسی قصد تسلط بر بازار لوله های FRP را دارند ، رزین های دیگری نیز وجود دارند که مقاومت به خوردگی منحصر به فردی ایجاد می کنند . پلی استرها اغلب برای تولید لوله هایی با قطر زیاد استفاده می شوند . وینیل استرها مقاومت به خوردگی بیشتری معمولاً در برابر مایعات خورنده قوی مانند اسیدها و سفیدکننده ها دارند . رزین اپوکسی معمولاً برای لوله هایی با قطر کم تراز ۷۵۰ میلی متر و فشارهایی در حدود ۲۰/۸ مگا پاسکال تا ۳٤/٦ مگا پاسکال استفاده می شوند .

طراحی و تولید لوله های FRP اغلب به اجزای افزودنی نیز نیاز دارد . بیشترین افزودنی ها به شکل دهی رزین های گرما سخت کمک می کنند و همچنین ممکن است برای تکمیل واکنش های شیمیایی و پخت چند لایی مورد نیاز باشند . کاتالیزورها و سخت کننده ها در این دسته قرار می گیرند . پرکننده ها ممکن است به علت مسایل اقتصادی و یا افزایش کارایی استفاده شوند . بعضی از لوله ها به ویژه لوله های گرانشی به شدت به سفتی خمشی بالایی نیاز دارند . در مورد لوله های زیر خاک ، سفتی خمشی با عامل EI اندازه گیری می شود که حاصل

ضرب سفتی چندلایی کامپوزیتی E و ممان اینرسی سطح مقطع لوله I است . سفتی چندلایی E را می توان با تغییر جهت الیاف و افزایش حجم الیاف و موارد دیگر افزایش داد . از آنجایی که ممان اینرسی I با توان سوم ضخامت دیوار نسبت دارد ؛ هرگونه کوششی برای افزایش ضخامت دیواره ، ممان اینرسی را به طور چشمگیری افزایش می دهد . در نتیجه بعضی از لوله های گرانشی با افزودن شن در مرحله تولید ساخته می شوند . افزایش شن مایهٔ افزایش ضخامت دیواره و در نتیجه افزایش ممان اینرسی و افزایش عامل EI می شود . این کار افزایش سفتی با استفاده از ماده نسبتاً ارزان مانند شن نامیده می شود . بنابراین شن می تواند یک افزودنی مهم در ساخت لولهٔ FRP باشد .

۷- ساخت لوله های FRP :

لوله های FRP به دو روش اصلی ساخته می شوند : ریخته گری گریز از مرکز و پیچش الیاف . با این وجود روش های بسیار متغیر و بهبود یافته ای در این سالها ایجاد شده است . در روش ریخته گری گریز از مرکز ، الیاف درون یک لولهٔ فولادی قالب قرار داده می شوند . مواد تقویت کننده خشک هستند و در این مرحله به رزین آغشته نمی شوند . لایه چینی ویژه مواد در لوله فولادی به وسیله مهندس طراح و با توجه به کارآیی نهایی مورد نیاز ، مشخص می شود . هنگامی که الیاف در سر جای خود قرار گرفتند ، لوله فولادی با سرعت بالایی آغاز به چرخیدن می کند . رزین مایع در مرکز لوله پاشیده می شود و با توجه به نیروی گریز از مرکز ، تقویت کننده

خشک را آغشته می کند . پوسته کامپوزیتی در حال چرخش با استفاده از گرما به لوله ای با سطح داخلی و خارجی صاف تبدیل می شود . سطح داخلی ، اغلب یک سطح هموار و غنی از رزین است .

روش شرح داده شده ، روش ریخته گری گریز از مرکز معمولی و متداول است . الیاف بافته شده ، پارچه و نمدهای سوزنی از مواد ساختاری این روش هستند . درصد وزنی الیاف دراین روش ساخت ، معمولاً بین ۲۰ تا ۳۵ درصد است . می توان با استفاده از بافت های متراکم تر با افزایش سرعت چرخش برای دست یابی به فشردگی بیشتر به درصد وزنی الیاف بالاتری دست یافت .

برای ساخت لوله های گرانشی با قطرهای زیاد که سفتی لوله یک عامل بحرانی است و به سختی حاصل می شود ، اغلب اوقات از روش بهینه شده ای به نام ریخته گری گریز از مرکز Hobas استفاده می شود . روش Hobas شبیه به ریخته گری گریز از مرکز معمولی است ، افزون براین که برای افزایش عامل EI ، شن نیز به مواد اولیه افزوده می شود . این روش اغلب در قطرهای بزرگ تر از ۵۰۰ میلی متر استفاده می شود و شن بخش عمده ای از سازه خواهد شد . درصد وزنی الیاف حدود ۲۰ درصد است . درصد وزنی رزین ۳۵ درصد و مقدار شن ٤٥ درصد وزنی است . بنابراین درصد بالای شن باعث افزایش سفتی مقطع I می شود ولی سفتی الاستیک E را افزایش نمی دهد . به خاطر اینکه شن یک ماده ساختاری نیست ، از لولهٔ Hobas به عنوان لوله گرانشی استفاده می شود نه لوله فشاری . در فرآیند پیچش الیاف ، پوسته ای پیرامون یک سنبه چرخان با قطری برابر با قطر داخلی لوله به طور پیوسته پیچیده می شود و به طور کلی در این روش ، تغییراتی ایجاد شده است . در فرآیند پیچش الیاف دو

جهته یا مارپیچی ، الیاف تحت زاویه و به صورت مارپیچی روی سنبه پیچیده می شود ، تا هنگامی که تمام سطح پر شود و تعداد لایه های درست روی هم چیده شود . زاویه پیچش معمولاً در محدوه زاویه بهینه تئوری و بین ۵۵ تا ۷۵ درجه است . طراحی ، زاویه پیچش مناسب را مشخص می کند . این روش بیشترین سفتی E و استحکام را ایجاد می کند ؛ چون الیاف پیوسته هستند نه بریده شده و می توان به درصد وزنی الیاف ۶۰ تا ۸۰ درصد رسید . یک نسخه بهینه شده این روش ، روش پیچش الیاف پیوسته Drostholm است که برای ساخت لوله های پیوسته نوآوری شده است . در این روش یک سنبه انعطاف پذیر به کار می رود که پس از پخت لوله و حرکت لوله به جلو به جای اول خود برمی گردد . به خاطر اینکه در این روش لایه چینی به صورت کاملاً مارپیچی امکان ندارد ، پیچش الیاف به صورت حلقه ای ۹۰ درجه انجام می شود و بین لایه های محیطی الیاف کوتاه پاشیده می شود ، ممکن است پرکننده های شنی و الیاف نمدی نیز به کار روند . درهر حال الیاف محیطی بریده شده ساختار اولیه هستند . درصد وزنی الیاف در این روش بین ۴۵ تا ۷۰ درصد است . در حالت ثابت بودن طول لوله که از پیچش الیاف به صورت محیطی به همراه الیاف کوتاه استفاده می شود ، این فرآیند پیچش حلقوی کوتاه Chop-Hoop Winding نامیده می شود . ممکن است از شن نیز در این روش استفاده شود . با این کار درصد وزنی الیاف نیز به ۴۵ تا ۶۵ درصد کاهش می یابد .

ممکن است بر سر این که کدام یک از این روش ها بهینه است ، بحث باشد . با این وجود بحث های فنی کلیدی معمولاً پیرامون اثر افزایش شن بر روی ویژگی های مکانیکی چند لایی کامپوزیت FRP است . اثرات دراز مدت

تحمل بار و رفتار خزشی در حضور پرکننده شنی در سالهای اخیر مورد توجه بوده است . طراحی لوله هـای FRP با توجه به موضوعات هیدرولیکی و شارجریان انجام می شود ؛ چون این مسایل از ملاحظات اساسـی در طراحـی مؤثر جریان گاز و سیال در سیستم های لوله کشی هستند . لوله های FRP برتری های قابل توجهی نسبت به مـواد مرسوم مانند لوله های فلزی و بتنی دارند . به عنوان مثال ، هموار بـودن سـطح داخلـی لولـه FRP باعـث کـاهش مقاومت سیال و انرژی لازم برای جریان یافتن سیال در داخل لوله می شود . به دلیل مقاومـت لولـه FRP در برابـر خوردگی ، با گذشت زمان و استفاده از لوله ، سطح داخلی هموار باقی مانده و مقاومت در برابر خوردگی نیز نقـش اساسی در لوله های FRP بازی می کند .

گستره دمایی در طراحی لوله های FRP به نوع کاربرد و نوع مـاده ای کـه در درون لولـه جریـان خواهـد داشـت بستگی دارد . لوله های زیرزمینی برای دمای ثابتی که میانگین دمای محیط پیرامون آن ها با توجه به شـرایط محلـی است ، طراحی می شوند . لوله های سطح زمین چون تحت شرایط باد ، باران ، برف و پرتوهای فرابنفش قرار مـی گیرند گستره دمایی وسیع تری دارند . در هر دو حالت گستره دمایی براساس آب و هوا و شرایط منطقه ای که لوله در آن نصب می شود تثبیت می شود . این شرایط معمولاً از محدوده ۲۰ تا ٦٥ درجه سانتی گراد خارج نمی شـود. در حقیقت به جز در موارد اندک ، محدوده دمای کاری معمولاً بین ۲۰ تا ۵۵ درجه سانتی گراد قرار دارد . با ایـن وجود توجه به دمای سطح داخلی لوله مهم است چون معمولاً سیال یا گاز در دماهای بالایی بین ۵۲ تا ۱۵۰ درجه سانتی گراد در داخل لوله جریان می یابد . رزین و لایه آستر درونی اغلـب اوقـات بـر اسـاس نـوع مـاده خورنـده

عبوری از درون لوله و دمای فرآوری آن برگزیده می شود . لوله های FRP را می توان برای بسیاری از کاربردها ساخت .

طراحی لوله FRP هم چنین به شدت ، تحت تأثیر محدوده فشار کاری است ؛ در حالی که بیشتر لوله ها طی عمر کاری خود در معرض فشار داخلی مثبت قرار دارند . بار خلأ نیز می تواند به عنوان یکی از فاکتورهای طراحی لوله، به ویژه در مورد لوله های زیرزمینی مورد توجه قرار بگیرد . در مورد لوله های گرانشی زیرزمینی ، لوله های FRP اساساً بر مبنای سفتی مورد نیاز و با توجه به شرایط خاک ، عمق دفن و فشار خارجی طراحی می شوند .

با این وجود ، اگرچه لوله های گرانشی در رده های متفاوت سفتی طراحی می شوند ولی این طراحی به گونه ای است که لوله بتواند در محدوده فشار روزانه که به وسیله کاربر نهایی مشخص می شود ، به طور موفقیت آمیزی کار کند . دور از انتظار نیست که حتی یک لوله گرانشی FRP هنگام کار تحت فشارهای حدود ۸ مگا پاسکال قرار بگیرد . در حقیقت لوله های گرانشی نیز برای تحمل خوب بارهای طولانی مدت طراحی می شوند . لوله های فشاری درواقع بنابر شرایط تحمل بارهای فشاری بلند مدت برای کار پیوسته در خط طراحی می شوند . در نتیجه، لوله های فشاری FRP اساساً برای تأمین استحکام طراحی می شوند تا سفتی ؛ چون در شرایط بارگذاری کوتاه مدت و بلند مدت بارهای فشاری ، بسیار مورد توجه هستند .

بارهای خارجی می توانند به صورت بارهای ناشی از دفن لوله لوله های زیرزمینی ، بارهای خمشی و یا تماسی ، لوله های سطح زمین و یا بارهای حاصل از ترافیک لوله های زیرزمینی باشند . بسیاری از این بارها ممکن است

در کارآیی بلند مدت لوله FRP بحرانی باشند و محاسبه جابه جایی ها و تنش های چندلایی تحت بار برای تضمین یک پارچگی سازه در طول عمر مفید مورد انتظار مهم است . بسیاری از راهنماهای طراحی و استانداردها ، طراحی لوله های FRP را از طریق این گونه محاسبات و تأییدیه ها کنترل می کنند .

در برخی از کاربردها که قابلیت اشتعال ، دود ، مقاومت در برابر آتش و سمی بودن مهم هستند ، مقاومت در برابر شعله می تواند از اصول طراحی باشد . از جاهایی که این مسایل مورد توجه هستند ، سکوهای نفتی دور از ساحل است . تولید کننده ها می توانند از رزین های گوناگون مقاوم در برابر شعله و یا لایه های خارجی مقاوم ، برای این منظور استفاده کنند .

۸- کاربردهای جدید کامپوزیت :

در این بخش به کاربردهای جدید و فراوانی که کامپوزیتها پیدا کرده اند پرداخته می شوند.

۸-۱- توسعه بازار قایق ها و هواپیماهای کامپوزیتی: شرکت نیوزیلندی های ماجولوس جهت جوابگوئی به تقاضای مشتریان اسیائی خود، که مرتباً در حال افزایش هستند، اخیراً یک نمایندگی در چین تاسیس کرده است. ماه گذشته این شرکت یک دفتر نمایندگی در شهر کین گادا افتتاح کرد که بیشتر فعالیتش در جهت فروش و توسعه بازار در منطقه متمرکز خواهد شد. شرکت های ماجولوس در ضمن مشارکتی را با شرکت کامپوزیتهای سینو (توزیع کننده ای صاحب نام در چین) آغاز کرده است. این همکاری جدید باعث خواهد شد که ارائه اسمارت پک بی ۳ که یک روش مهندسی ساخت قایقهای کامپوزیتی است به مشتریان آسیائی بصورت اقتصادی تری عرضه

شود. شرکت های ماجولوس سالهاست که به مشتریان آسیائی علی الخصوص شرکت کشتی سازی چوی لی در هنگ کنگ خدمات میرساند لیکن فعالیتهای این شرکت در چهار سال گذشته خیلی بیشتر توسعه یافته است. طبق اظهارات مدیرکل شرکت های ماجولوس، آقای ریچارد دانزهانی اخیراً تلاش این شرکت برای رخنه به بازارهای آسیائی بیشتر شده است و موفقیتهایی را در چین، مالزی، تایلند و چند کشور آسیائی دیگر تجربه کرده اند و با آوردن تکنولوژی ساخت شناورهای کامپوزیتی به روش اسمارت پک بی ۳ در محل هر کشور در صرفه جوئی در هزینه ها و نیز سرعت خدمات رسانی پیشرفتهای قابل ملاحظه ای صورت خواهد گرفت و کمک خواهد کرد که سازندگان محلی قایقهای کامپوزیتی با کیفیت بالا و مقرون بصرفه تولید کنند. ضمناً با استفاده از تجربیات دریائی شرکت های ماجولوس در یک پروژه هواپیماسازی باعث انتقال برخی از تکنولوژی های صنعت هوافضا به بخش طراحی روشهای خود شده است. آقای لاپوآنچیلوتی که در مدیریت پروژه های ساخت شناورها صاحب نام است، در سال ۲۰۰٤ ساخت یک کیت هواپیما را به شرکت "های ماجولوس" پیشنهاد کرد که با همکاری شرکت خدمات مهندسی هواپیمائی نیوزلند بمرحله عمل درآمده و نمونه های اولیه آن در ماه فوریه ۲۰۰۸ در شهر الکند- نیوزلند به پرواز درآمد.

۸-۲- ساخت پره های توربین های بزرگ با کامپوزیت ها: شرکت دیویند کـه یکـی از زیرمجموعـه هـای شـرکت کامپوزیت تکنولوژی (سی تی سی) میباشد یک قرارداد ۹۰ میلیون دلاری برای ساخت ٤٠ دستگاه توربین دیویند با شرکت اس- اند- ام در چکسلواکی امضاء کرد. این توافقنامه شامل چهل دستگاه توربین ۲ مگـاواتی اسـت کـه در شهرهای مختلف کشور چکسلواکی نصب خواهند شد. توربینهای فوق الذکر در کارخانـه وسـتینگهاوس در ایالـت تکزاس آمریکا مونتاژ میشوند. طبق برنامه تحویل ده دستگاه از این توربینها در سال ۲۰۰۸ و ۳۰ تـوربین بعـدی تـا آخر سال ۲۰۰۹ تحویل خواهد شد. مدیر سی تی سی آقای بنتون ویل کاکسن اعـلام کـرد " مـا از اینکـه بـاز هـم توربینهای با کیفیت به بازار اروپا صادر میکنیم شادمانیم و با توجه به توانائیهای شرکت دیویند انتظار داریم بازارمان را توسعه بدهیم.

۸-۳- ساخت دوچرخه های مسابقه از مواد کامپوزیتی جدید: شرکت تایم اسپورت که سازنده بدنه دوچرخه هـای اسپورت و مسابقه ای میباشد اخیراً با همکاری شرکت هانتزمن که سازنده مواد پیشرفته کامپوزیتی است توانسته اند یک دوچرخه بنام پی اکس آر (PXR) با توانائی های استثنائی طراحی کرده و بسازند. با استفاده از یک تکنولـوژی جدید و خاص، جهت بهم وصل کردن قطعات مختلف ساخته شـده از کامپوزیتهـای الیـاف کـربن ایـن دوچرخـه، میتوان آنرا کاملاً مطابق میل و سفارش استفاده کننده طراحی و ساخت. این تکنولـوژی چنـد مرحلـه ای نتیجـه دو سال تلاش و تحقیق است که شامل تعداد زیادی آزمایشات تونل باد جهت بهینه سازی ایرودینامیک طرح برای هر

یک از قسمتهای دوچرخه و مجموعه کار بود. این طرح انقلابی ایرودینامیکی با استانداردهای روز دنیا مطابقت دارد. هر بدنه دوچرخه از سه قسمت تشکیل میشود که بصورت جداگانه قالبریزی و با استفاده از اپوکسی آرالدایت و الیاف کربن ساخته میشود. این تکنولوژی توانائی آنرا دارد که برای هر نمونه قطعات مکانیکی مطابق نیاز مشخص بهسازی شود. هر بدنه دوچرخه در ٤ اندازه مختلف ساخته میشود که وزن کلی آن حدود ۱۳۰۰ گرم است و شامل پایه زین نیز میشود. بدنه براق این دوچرخه ها با آرم مشخص شرکت تایم اسپورت آراسته شده است. سیستم آرالدایت فوق الذکر شامل نوع بخصوصی از الیاف کربن است که در حدود ۱۰۰ درجه سانتیگراد با استفاده از آمین ها پخته میشود. این سیستم گرانروی پائینی دارد لذا برای روشهای جدید تزریق (که توسط تایم اسپورت استفاده میشود) بسیار مناسب است. دوچرخه های پی اکس آر از ابتدای ورودشان به بازار در سال ۲۰۰۵ کارآئی خود را به دفعات در مسابقات جهانی به اثبات رسانیده اند.

٨-٤- ساخت قطعات بدنه هواپیماهای تجاری با کامپوزیت: شرکت هوافضای جی کی ان (GKN) اولین قطعه از مواد کامپوزیتی را برای بال هواپیماهای بوئینگ ۷۳۷ ساخته و در اول بهار، جلوتر از برنامه زمانبندی شده تحویل کارفرمایش داد. قرارداد مربوطه که برای تأمین این قطعه طی چندین سال توسط یکی از زیرمجموعه های شرکت بوئینگ (اِی پی بی) در آوریل سال ۲۰۰۷ منعقد گردیده بود شامل تهیه و تحویل ۲۰۰ قطعه برای سر- بال هواپیماهای بوئینگ ۷۳۷ میشود. هر یک از این قطعات ۷ فوت (۲۱۰ سانتیمتر) طول دارد. توافقنامه مورد بحث

همینطور شامل طراحی و تهیه ۳۰۰ قطعه مشابه برای سر- بال جتهای مسافری ۷۶۷ نیز میشود که ۱۱ فوت (۳۳۰ سانتیمتر) طول دارند. تمامی این قطعات در کارگاه شرکت جی کی ان در انگلستان ساخته خواهند شد. ساخت قطعات سر- بال هواپیماهای بوئینگ توسط شرکت جی کی ان در حقیقت حرکتی کلیدی در جهت توسعه اقتصادی این شرکت است. این قطعات که در انتهای بال هواپیماهای بوئینگ نصب خواهد شد نیروی ممانعت ا زحرکت هواپیما را بصورت قابل ملاحظه ای کمتر کرده باعث صرفه جوئی عمده (حدود ۵ درصد) در سوخت هواپیما میشوند که عاملی تعیین کننده از نظر بهره وری و نیز محیط زیستی محسوب میشود. ضمناً این قطعات قابل نصب کردن بر روی بال هواپیماهایی که هم اکنون در حال پرواز هستند نیز میباشد. طبق نظر آقای جف آرمیتاژ مدیر جی کی ان تا دو سال دیگر مجموع صرفه جوئی در سوخت هواپیماها بخاطر این بالک ها بیشتر از ۲ میلیارد گالن خواهد شد که معادل صد هزار گالن برای هر سال یک هواپیما خواهد بود. مدیرکل شرکت ای پی بی، آقای جان ریمرز اظهار داشت که شرکت جی کی ان یکی از بزرگترین و مهمترین تولیدکنندگان قطعات کامپوزیتی برای هواپیماهاست و ما امیدواریم همکاری این دو شرکت باعث پیشبرد اهداف مشترک صنعت هواپیماسازی و مشتریان آنها بشود.

۸-۵- وسایل ورزشی ساخته شده از مواد کامپوزریتی : شرکت نایک بائر با همکاری شرکت اُکسیان یک ماده جدید منحصر به فرد کامپوزیتی پیشرفته، با استفاده از الیاف کربن، طراحی کرده و ساخته اند که هم سبک وزن

است و هم فوق العاده مقاوم و با خواص مکانیکی بسیار خوب جهت ساخت تجهیزات ورزشی نظیر چوب ورزش هاکی که نامش را تکستریم اسپرد تو (تی- اس- تی) گذاشته اند. تی- اس- تی بصورت الیاف کربن پارچه ای با وزن فوق العاده کم تهیه میشود که باعث سبکتر بودن کلیه ادواتی که از آن میسازند میشود. چوبهای هاکی کامپوزیتی جدید اخیراً توسط تیم ملی هاکی آمریکا مورد استفاده قرار گرفته اند و بلافاصله بصورت کلی به بازارهای جهانی عرضه شده اند. گفته میشود چوبهای هاکی جدید پیشرفته ترین نوع ساخته شدهٔ این وسیله ورزشی در دنیاست. آقای آدام گنز مدیر تحقیقات و توسعه شرکت نایک بائر اظهار داشت که این ماده کامپوزیتی ابتدا بخاطر سبکی وزنش مورد توجه گروه قرار گرفت زیرا تی اس تی به ما اجازه داد که صرفه جوئی عمده ای در وزن این قطعه و تیغه و دسته آن بعمل آوریم که در مقابل باعث شد چوب متناسبتری داشته باشیم که در عین حال ظاهری قشنگ و مشتری پسند داشته است. البته چوبهای کامپوزیتی هاکی یک نمونه از کاربردهای این ماده کامپوزیتی مفید یعنی تی اس تی میباشد و کاربردهای بسیاری برای استفاده از این ماده پیش بینی میشود. ناگفته نماند که این تکنولوژی اول بار در دانشگاه چالمرز در شهر گوتنبرگ کشور سوئد توسط دکتر ناندان کوکار ابداع گردید و توسط شرکت اکسیان که دفتر مرکزی آنهم در شهر بوراس کشور سوئد واقع است پشتیبانی مالی گردید.

۹- وضعیت تحقیقات و کاربری کامپوزیتها در ایران:

نظر به اهمیت تکنولـوژی مـواد و سـازه‌هـای کـامپوزیتی و سـرعت توسـعه آن در صـنایع مختلـف ایـران، ایجـاد مرکزی بعنوان یک واحد تحقیق و توسعه و آموزشی پویا الزامی است . در راستای تحقق این امر، دانـشگاه علـم و صنعت ایران با همکاری دفتر همکاری های فن آوری نهاد ریاست جمهوری با توجه به پتانـسیل هـای موجـود در این راستا به ایجاد موسسه کامپوزیت ایران اقدام نموده است. این موسسه با هدف ایجـاد مرکـزی جهـت تحقیـق و توسعه در زمینه مواد و سازه های کامپوزیتی در سال ۱۳۷۸ تشکیل گردیده است. با توجه به مشارکت گرایش‌هـای مختلف مهندسی مکانیک، مهندسی مواد و متالوژی و مهندسی شیمی در تکنولوژی مواد و سازه‌های کامپوزیتی، این مؤسـسه، مرکـزی جهـت جـذب نیروهـای متخـصص و اسـاتید، از سـه دانـشکده فـوق در دانـشگاه گردیـده است. موضوعات مختلفی نظیر مطالعه بر روی پلیمرها و انواع رزین‌ها، مطالعه بر روی انواع الیـاف شیـشه، کـربن، آرامید و ... ، مطالعه بر روی روش‌ها و فرآیندهای ساخت و تولید و همچنین مطالعه بـر روی طراحـی سـازه‌هـای کامپوزیتی از موضوعات کلی است که در این مؤسسه مورد تحقیق قـرار مـی گیـرد. از برنامـه‌هـای ایـن مؤسـسه برقـراری ارتبـاط نزدیـک بـا صـنایع مختلـف کـامپوزیتی در سـطح کـشور و همکـاری نزدیـک بـا آن مراکـز می‌باشد. هم‌اکنون ارتباط بسیار نزدیکی با صنایع مختلف کامپوزیت کشور در سطح بسیار وسیعی برقرار مـی‌باشـد. انجمن کامپوزیت ایران که به تصویب وزارت محترم کشور رسیده اسـت، حاصـل ایـن ارتبـاط نزدیـک بـا صـنایع کامپوزیت کشور می باشد و در زمینه آموزش نیروهای متخصص در زمینه مواد و سازه‌های کامپوزیتی نیز فعالیتهای

گسترده ای در دست انجام است تکنسین ها و کارگران ماهر خطوط تولید چندین شرکت بزرگ کـامپوزیتی کـشور توسط این موسسه آموزش دیده اند. برنامه های آموزشی موسسه، مجموعه ای از سطح کارگر ساده تـا متخصـصین دانشگاه را در بر می گیرد. در این بخش پروژه هایی را که موسسه به سفارش صنایع مختلف انجام داده، آورده شده است.

۹-۱- تقویت درپوش موتور و ساخت گلگیر برای خودروهای نظامی: هدف از این پروژه تقویت درپوش موتـور و طراحی و ساخت گلگیر تمام کامپوزیتی بری خودروهای نظامی است، به نحوی که بتواند در برابـر مـوج ناشـی از شلیک توپ ۲۰٦ میلیمتری مقاومت کافی داشته باشد. در این پروژه از ساختار ساندویچی با الیـاف شیـشه و رزیـن اپوکسی استفاده شده است. این پروژه بعد از طراحی و ساخت با موفقیت آزمایش شده است.

۹-۲- ساخت کف اتوبوس کامپوزیتی : در ساخت این کف اتوبوس از کامپوزیت های شیشه/ اپوکـسی و سـاختار موجی در سطح مقطع برای افزایش ممان اینرسی استفاده شده است.

۹-۳- طراحی و ساخت تابلو برق کامپوزیتی: در ساخت این تابلوها از کامپوزیت های شیشه / پلی استر بـه علـت مقاومت بالا در برابر خوردگی و عایق بودن جریان برق استفاده شده است. تعدادی از این تابلوها بعد از ساخت در مناطق مرطوب شمال ایران نصب شده است.

تابلو برق کامپوزیتی ۶۳۰ آمپر تک واحد

تابلو برق سه واحدی ۲۰ کیلو وات ساختمانی قابل نصب

۹-٤- ترمیم و تقویت لوله‌های انتقال گاز با مواد کامپوزیت: هدف از انجام این پروژه تـرمیم و تقویـت لولـه‌هـای انتقال گاز با استفاده از مواد کامپوزیتی می‌باشد. در این پروژه لوله های خورده شده خط انتقال گاز اصـفهان بعـد از انتقال به کارگاه در ابعاد استاندارد جوشکاری شده و بعد از آماده سازی سطحی و طراحی تعداد لایه های مورد نیاز از طریق نرم افزار ANSYS ۷,۱، با استفاده از کامپوزیت های شیشه / اپوکسی تقویت و ترمیم شده و آزمایشات بر اساس استاندارد API در شرکت لوله و پروفیل سدید با موفقیت انجام شده است. بـا اجـراء موفـق ایـن پـروژه در موسسه کامپوزیت ایران نشان داده شده است که امکان ترمیم و تقویت لوله های انتقال گاز خورده شده بـا اسـتفاده

از مواد کامپوزیتی در داخل کشور امکان پذیر می باشد. لازم به توضیح است که روش تقویتی بکـار رفتـه یکـی از جدید ترین روشهای پذیرفته شده توسط API بری تقویت لوله ها می باشد. این پروژه بعنوان طرح پژوهشی برتـر شرکت ملی گاز ایران در سال ۱۳۸۳ انتخاب شده و همچنین برنده جایزه مقاله برتر کنفرانس بین المللی مهندسـین ساخت تولید TICME۲۰۰۵ در سال ۱۳۸٤ شده است.

۹-۵- عایق کاری لوله‌های گاز با مواد کامپوزیت: موسسه کامپوزیت ایران در تابـستان ۱۳۸۳، ۱۵ متـر از خطـوط لوله اصفهان واقع در میمه را بدون قطع خط گاز با روش پیچش الیاف با کامپوزیت های شیشه / اپوکسی با روش Hand Lay Up عایق نموده است. با انجـام ایـن پـروژه نـشان داده شـده اسـت در صـورت اسـتفاده از مـواد کامپوزیتی بری تقویت خطوط انتقال گاز دیگر نیازی به استفاده از مواد عایق نبوده و این مواد عـلاوه بـر تقویـت خطوط خاصیت عایق را نیز بصورت ذاتی دارا می باشند.

۹-٦- طراحی و ساخت کابین کامپوزیتی هلیکوپتر آپاچی: هدف از انجام این پروژه طراحی و ساخت کابین کامپوزیتی برای هلیکوپتر بل ۲۰۹ می‌باشد. طراحی سازه ای آیرودینامیک، آزمایشات تونل باد، ساخت نمونه و نصب مکانیزم های مربوطه به اتمام رسیده و پرواز آزمایشی با موفقیت انجام شده است.

۹-۷- ساخت ۲۰۰ عدد تسمه بافت کابل های مخابراتی: این پروژه برای صنایع کابل سازی شهید قندی یزد در پاییز سال ۱۳۸۳ انجام شده است. در این پروژه ۲۰۰ عدد تسمه بافت کابل های مخابراتی با استفاده از کامپوزیت های الیاف شیشه با رزین اپوکسی تولید شده است. این قطعات در مدت سه ماه طراحی، ساخته شده و بعد از کنترل کیفی و تایید توسط کارفرما تحویل داده شده است.

۹-۸- طراحی و ساخت پانل ضد گلوله کامپوزیتی برای محافظت افراد و تجهیزات: هدف از انجام این تحقیق طراحی و ساخت پانل ضد گلوله با استفاده از الیاف شیشه، صفحات آلومینا و رزین‌های اپوکسی می‌باشد بطوری که بتواند از افراد و تجهیزات در برابر گلوله ژ-۳ محافظت نماید.

۹-۹- تقویت داخلی بتن با استفاده از الیاف شیشه: هدف از انجام این پروژه تقویت بتن با استفاده از الیاف کوتاه شیشه می‌باشد. با انجام این پروژه امکان افزایش مقاومت فشاری بتن تا ۲۵ درصد با استفاده از ضایعات آسیاب شده صنعت کامپوزیت نشان داده شده است. این پروژه در سال ۱۳۸۳ بصورت اختراع ثبت شده است.

۹-۱۰- ترمیم و تقویت سازه های عمرانی: هدف از انجام این پروژه تقویت تیرهای بتنی با استفاده از صفحات کامپوزیتی از جنس شیشه و کربن بوده است. در این پروژه نشان داده شد مقاومت خمشی تیرهای بتنی با استفاده از کامپوزیت های کربن تا چهار برابر و با استفاده از کامپوزیت های شیشه تا دوبرابر افزایش پیدا می کند این پروژه در سال ۱۳۸۰بصورت اختراع ثبت شده است.

۹-۱۱- طراحی و ساخت تسمه دستگاه‌های نساجی: این تسمه ها بصورت هیبرید از کامپوزیت های کربن، شیشه و رزین اپوکسی ساخته شده اند. از این تسمه ها در ماشین های نساجی استفاده می شود.

۹-۱۱- طراحی و ساخت کراس آرم کامپوزیتی: هدف از انجام این پروژه طراحی و ساخت کراس آرم مربوط به خطوط انتقال برق فشار متوسط با استفاده از مواد کامپوزیتی می باشد. در سال ۸۱ این پروژه در موسسه شروع شده و بعد از طراحی و ساخت تعداد ۸ عدد نمونه در سال ۸۲ به چند شرکت برق منطقه ای در نقاط مختلف داده شده است تا از نظر آزمایشات میدانی بررسی شوند.

۹-۱۲- طراحی و ساخت فنر تخت کامپوزیتی: هدف از انجام این پروژه طراحی و ساخت فنر تخت کامپوزیتی با استفاده از الیاف پیوسته شیشه و رزین اپوکسی می باشد. جهت ساخت این فنر تخت از کامپوزیت پلیمری با زمینه اپوکسی و تقویت کننده الیاف شیشه استفاده شده است. در اینجا از یک فرآیند دو مرحله ای استفاده شده است که مرحله اول آن پیچش الیاف به دور قالب و آغشته پذیری الیاف به رزین (مرحله شکل دهی) و مرحله دوم عبارت است از قالبگیری تحت فشار جهت تثبیت شکل قطعه و افزایش خواص نهایی و کمک به خروج گاز و حباب در

حین پخت. در این تحقیق تمام تست های استاتیکی و دینامیکی مورد استفاده برای فنر تخت فلزی روی فنر کامپوزیتی نیز انجام شده است. فنر تخت کامپوزیتی مطابق استاندارد کرایسلر در شرکت فنر سازی زر، موفق به گذراندن تست استاتیک و خستگی شده است. این پروژه به صورت اختراع ثبت گردیده است.

۱۰- محل پیشنهادی اجرای طرح :

استان خراسان رضوی یکی از مراکز بزرگ جمعیتی کشور بوده که دومین کلان شهر کشور را در خود جای داده است. مشهد شهری در شمال شرقی ایران و مرکز استان خراسان رضوی است. این شهر با ۲,۹ میلیون نفر جمعیت دومین شهر پرجمعیت ایران است. وجود آرامگاه امام رضا، هشتمین امام مذهب شیعه، در این شهر، سالانه بیش از ۱۳ میلیون زائر را به این شهر می‌کشاند. شهر مشهد با مساحت تقریبی ۲۰٤ کیلومتر مربع، در شمال شرق ایران و در طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۵ دقیقه تا ٦۰ درجه و ۳٦ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ٤۳ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۸ دقیقه و در حوضه آبریز کشف رود، بین رشته کوه‌های بینالود و هزار مسجد واقع است. ارتفاع شهر از سطح دریا ۹۸۵ متر و فاصله آن از تهران ۹٦٦ کیلومتر است. حوضه رودخانه‌ی

کشف‌رود، که شهر مشهد در آن قرار دارد، به خاطر شرایط مناسب طبیعی، از پیش از اسلام به عنوان یکی از مناطق مورد توجه برای سکونت در خراسان به حساب می‌آمد. این منطقه ابتدا مسکن اقوام غیرآریائی بود. در داستان‌های ملی ایران بنای اصلی شهر توس را به جمشید و تجدید بنای آن را به توس، پهلوان و سپهسالار ایرانی نسبت می‌دهند. صنایع استان خراسان رضوی و بویژه شهر مشهد شامل مشهد صنایع غذایی، نساجی، شیمیایی، برق و الکترونیک و کانی غیرفلزی می باشد.

بر اساس مصوبات هیئت محترم وزیران برای ساماندهی و ارائه تسهیلات مختلف به واحد های صنعتی با توجه به تسهیلات و ریزبناهای موجود در شهرکهای صنعتی استان خراسان رضوی استقرار واحدهای تولیدی در این شهرکهای بسیار سودمند است. مزایای استقرار در شهرکهای صنعتی و مناطق مجاز صنعتی به شرح زیر است {۸}:

- عدم نیاز به دریافت مجوزهای جداگانه از ادارات مختلف
- مستثنی بودن از قانون شهرداری ها
- پرداخت نقد و اقساط هزینه های انتقاع از تاسیسات
- صدور رایگان و در اسرع وقت مجوزهای ساخت و ساز و پایان کار
- واگذاری اداره شهرک های صنعتی به هیأت امنای متشکل از صاحبان صنایع
- امکان اجاره و یا خرید سالن های آماده برای تسریع در بهره برداری از واحد تولیدی

- بخشودگی قسمتی از هزینه های انتقاع از تاسیسات برای واحد هایی که زودتـر از زمـان پرداخـت اقـساط خود به بهره برداری می رسند.
- کاهش هزینه های سرمایه گذاری به دلیل استفاده از خدمات مشترک سازماندهی شده شرکت شهرک هـای صنعتی از جمله آب، برق، تلفن، گاز و تسفیه خانه فاضلاب.
- در شعاع ۳۰ کیلومتری مراکز استان ها و شهرهای بالای ۳۰۰ هزار نفر، معافیت مالیـاتی مـاده ۱۳۲ قـانون مالیاتها فقط مشمول واحدهایی می شودکه در شهرک های صنعتی مستقر می باشند

امکانات زیر بنایی و مورد نیاز تامین شده در شهرکهای صـنعتی شـامل آب لولـه کـشی بهداشـتی و صـنعتی، بـرق صنعتی مورد نیاز واحدهای مستقر، تلفن، پوشش تلفن همراه ، شبکه گازرسانی، شبکه جمع آوری فاضلاب، اتصال به شبکه گاز کشور، تصفیه خانه فاضلاب می باشد{۸}. موقعیت شهرکهای صـنعتی اسـتانهای خراسـان نـسبت در شکل زیر نمایش داده شده است:

جانمایی شهرکهای صنعتی استانهای خراسان رضوی، شمالی و جنوبی

تعداد واحدهای به بهره برداری رسیده در شهرکهای صنعتی استان تا پایان ۱۳۸۳ به صورت زیر بوده است:

نام شهرک صنعتی	غذایی	نساجی	سلولزی	شیمیایی	کانی غیر فلزی	فلزی	برق و الکترونیک	خدمات	جمع	تعداد اشتغال (نفر)
مشهد (کلات)	۱۶	۲۵	۱۴	۵۳	۲	۷۴	۴	۲	۱۹۰	۴۱۹۳
طوس	۱۱۳	۲۱	۱۳	۵۱	۲	۱۴۸	۲۹	۳۱	۴۰۸	۱۱۴۵۲
چرمشهر	–	۱۳	–	–	–	–	–	–	۱۳	۵۶۴
اسفراین	–	۱	–	۱	–	–	–	–	۲	۴۳
کاویان (سنگ بست)	۱	۱	۳	۱۸	۷	۸	–	–	۳۸	۷۲۲
قوچان	۱۳	۲	۲	۳	–	۵	۱	–	۲۶	۲۶۲
بجنورد	۸	۱	–	۲	۲	۵	۱	–	۱۹	۳۸۸
بینالود	۲	–	–	–	۱	۱	–	–	۴	۱۲۰
نیشابور	۲۸	۳	۱	۱۳	۱	۱۸	–	۱	۶۵	۱۵۰۲
سبزوار	۱۵	۲	۲	–	۱	۵	–	–	۲۵	۳۹۵
تربت حیدریه	۴	۱	۱	۲	–	۱	–	–	۹	۱۲۶
کاشمر۱	۱	۱	۲	–	۱	–	–	–	۵	۲۰۶
گناباد	۲	۳	–	۷	۱۴	۸	–	–	۳۴	۱۱۰۳
قائن	۳	۱	–	۴	–	–	–	–	۸	۲۰۵
بیرجند	۱۸	۶	۲	۸	۳	۱۳	–	۱	۵۱	۱۱۲۵
نهبندان	۱	–	–	۲	۱	–	–	–	۴	۴۶
کاشمر۲	۴	–	–	۱	–	–	–	–	۵	۳۵۷
فردوس	۱	۱	–	۱	۲	–	–	–	۵	۹۴
مشهد ۳	۱	–	–	–	–	۱۰	۲	–	۱۳	۲۳۲
چناران	۷	۲	۳	۴	–	۳	–	–	۱۹	۵۰۵
ماشین سازی	–	۱	–	–	–	۱۸	۱	–	۲۰	۶۰۱
جمع استان	۲۳۸	۸۵	۴۳	۱۷۰	۳۷	۳۱۷	۳۸	۳۵	۹۶۳	۲۴۴۴۱

فهرست واحدهای تولیدی و خدمات فنی و مهندسی دارای قابلیت صدور خدمات استان به صورت زیر است:

ردیف	نام شرکت	نوع فعالیت
۱	سنتراژ	تولید انواع پمپ های صنعتی
۲	ستاره صنعت	تولید انواع ماشین آلات بسته بندی
۳	صنایع پخت مشهد	تولید انواع ماشین آلات نان وکیک وکلوچه
٤	صنایع هیدرولیک ایران	تولید انواع پمپ های هیدرولیک
٥	مهندسین طراح	تولید انواع ماشین الات صنعت قند
٦	گسترده توس	تولید انواع آسانسور
۷	گرم ایران	تولید رادیاتور وسوخت پاش
۸	بهساز	تولید انواع ماشین آلات کارخانه ای
۹	نامجو	تولید دیگ های بخار و ماشین آلات خط تولید رب
۱۰	پولاد خشت	تولید ماشین آلات آجرسازی
۱۱	ایران مهند	تولید انواع ماشین آلات کاشی وسرامیک
۱۲	ابزار وبسته بندی خراسان	تولید ماشین آلات صنایع غذایی
۱۳	مشهد گیربکس	تولید انواع گیربکس های صنعتی
١٤	کاوه ابزار	ساخت انواع پرس وقیچی
١٥	تک تابلو	تولید انواع تابلوهای صنعتی
١٦	فن ژنراتور	تولید انواع ژنراتورهای صنعتی
۱۷	زنیط	تولید انواع حلال
۱۸	مشهد سرما	تولید انواع یخچال های صنعتی
۱۹	اسفیوخ	تولید انواع کوره های حرارتی وکوره های رنگ ومبدل های حرارتی
۲۰	پیله وران	تولید انواع پرس های هیدرولیک
۲۱	تیا	تولید ماشین آلات صنعت قند
۲۲	لینگر	تولید انواع ماشین آلات بسته بندی
۲۳	قطعات آهنگری خراسان	تولید انواع ادوات کشاورزی و فورج
٢٤	عظمت	تولید ماشین آلات صنعتی و فلزی
٢٥	طوس فدک	تولید انواع ماشین آلات سم پاشی
٢٦	شهد ایران	تولید انواع ماشین الات بسته بندی
۲۷	آلومینیوم رض	تولید ماشین آلات پرس اکستروژن وقطعات ریخته گری بزرگ
۲۸	ماشین سازی رنگین	تولید ماشین آلات چاپ و بسته بندی
۲۹	الکترواستیل	تولید انواع یخچال های صنعتی
۳۰	آتی بین	طراحی وساخت انواع اسکلت های فلزی و سوله
۳۱	چیلان	تولید انواع ماشین آلات تولید پیچ ومهره
۳۲	زمان الکتریک	تولید انواع قالبهای کلید وپریز

آزمایشگاههای استاندارد موجود در استان خراسان رضوی بشرح زیر هستند:

- آزمایشگاه آکرودیته پیام سلامت
- شرکت حمید آزمون
- شرکت جهاد زمزم
- شرکت مهندسی معیار فراز توس
- شرکت کائولن
- شرکت جهاد دانشگاهی
- پگاه زعفران
- شرکت آلومینیوم رضا
- شرکت سیمان شرق
- شرکت خضرا توس
- شرکت ثبات آزمایش
- شرکت چین چین بین الملل
- شرکت گاز اکسیژن طوس
- آزمایشگاه الکرودیته توانکاران
- شرکت خدمات مهندسی رادتوس
- شرکت زعفران ادمان

۱۱- مطالعه بازار:

پلاستیک های تقویت شده که با عناوینی همچون کامپوزیت های زمینه پلیمری، پلاستیک های کامپوزیتی یا کامپوزیت ها نیز شناخته می شوند، ترکیباتی پلاستیکی هستند که با تقویت کننده های رشته ای تقویت شده اندو ویژگی مکانیکی آنها نسبت به رزین پایه بالاتر است. صنعت کامپوزیت شامل تعداد زیادی شرکت کوچک است که هر یک، از مهارت های منحصر به فردی برخوردارند و به سمت بازارهای گوناگون جهت گیری کرده اند. پیش بینی میشود بازار جهانی پلاستیک های تقویت شده تا سال ۲۰۱۰ سالانه ٤/٥ درصد رشد داشته و در این سال از ۹ میلیون تن در سال بگذرد.

پلاستیک های تقویت شده با توجه به ویژگیهای عملکردی عالی و فناوری طراحی خود در مقایسه با سایر همتایان فلزی، به طور گسترده ای در کاربردهای گوناگون استفاده میشوند. انتظار میرود ضرورت بازارهای مصرفی جدید همانند انرژی بادی، لوازم ورزشی و تجهیزات پزشکی فرصت های جدیدی برای این مواد فراهم کنند. پیشرفت های فنی و در نتیجه گسترش محصولات نوآورانه در بازار پلاستیک های تقویت شده بسیار مهم است.

سال ۲۰۰٦ سال رشد کامپوزیت ها در همه جهان به ویژه در سه منطقه عمده کامپوزیتی یعنی آسیا- اقیانوسیه، آمریکای شمالی و اروپا بود. در این سال ٦۰ درصد از حجم فروش کامپوزیت ها به بازار کامپوزیت ها در ایالات متحده و اروپا اختصاص داشت. صنعت حمل و نقل با سهم بیش از ۲۷ درصد از کل فروش کامپوزیت ها در سال ۲۰۰٦، بزرگترین بازار مصرفی این مواد بوده است. انتظار میرود این بخش از بازار با رشد متوسط سالانه ٥/٥

درصد، تا سال ۲۰۱۰ به ۲/٦ میلیون تن برسد. برنده بی چون و چرای صنعت کامپوزیت در سال ۲۰۰٦ بخش انرژی بادی بود که رشد خارق العاده ای را به ویژه در اروپا و آسیا- اقیانوسیه تجربه کرد. همانگونه که انتظار میرفت بازارهای هند و چین بسیار تأثیرگذار بودند و اروپا و آمریکای شمالی نیز عملکرد قابل تحسینی داشتند.

یک از خصیصه های بازار جهانی پلاستیک های تقویت شده، تنوع و گستردگی بخش های آن است که خود نشان دهندهٔ وجود تعداد زیادی از صنایع کوچک با مهارت های منحصر به فرد در این بازار است. علاوه بر این، موانع ورود نسبتاً کم، چندین بازیگر جدید را برای ورود به این بازار ترغیب کرده است.

تقاضا برای کامپوزیت های تقویت شده در امور زیربنایی، انرژی بادی و خودرو نیز افزایش می یابد. پیش بینی میشود بازار پلاستیک های تقویت شده در بخش زیربنایی تا سال ۲۰۱۰ از یک میلیارد دلار آمریکا فراتر رود. این مقدار درسال ۲۰۰۰ بالغ بر ۲۷۰ میلیون دلار بود. موضوعاتی همانند مقررات زیست محیطی سخت و هزینه های بالای کارگری و حمل و نقل، چالش های اساسی فراروی این صنعت محسوب می شوند.

سرمایه گذاری عظیم در زمینه تحقیق و توسعه، پیشرفت فنی قابل قبول، روش های تولید پیشرفته و محصولات با کیفیت عالی، ویژگی های کلیدی بازارهای آمریکای شمالی و اروپا محسوب می شوند. سهم اروپا به عنوان بزرگترین بازار پلاستیک های تقویت شده تا سال ۲۰۱۰ از ۳/٤ میلیون تن خواهد گذشت.

کامپوزیت های چوب پلاستیک (WPC) یا طبیعی، بازار قابل توجهی در صنعت پلاستیک خواهند داشت. این کامپوزیت ها به طور روزافزون در صنایع زیربنایی، خودرو، صنعتی/ مصرفی و محصولات ساختمانی کاربرد دارند.

محصولات ساختمانی، تأسیسات زیربنایی و حمل و نقل، بازارهای مهم کامپوزیت های چوب پلاستیک در آمریکای شمالی هستند در حالی که در اروپا، صنعت خودرو بازار مهم این کامپوزیت ها محسوب می شود. پیش بینی می شود بازار کامپوزیت های چوب پلاستیک در آمریکای شمالی تا سال ۲۰۱۰ حدود ١٤ درصد رشد داشته باشد در حالی که نرخ رشد این کامپوزیت ها در اروپای غربی در همان بازه زمانی ۱۸ درصد پیش بینی میشود.

تقاضا برای تقویت کننده های الیاف شیشه در آسیا و اقیانوسیه بیشترین نرخ رشد را در جهان داشت. این امر به علت رشد اقتصادی خوب این منطقه بود. چین به دلیل بازار قابل توجه مسکن در این کشور، از نظر تقاضا برای بخش ساختمان در صدر قرار داشت و نقش آفرین اصلی و حرکت دهندهٔ این بازار در منطقه آسیا- اقیانوسیه بود.

انرژی بادی نقش قابل توجه و عظیم در به کارگیری کامپوزیت ها داشت. در حال حاضر منطقه آسیا- اقیانوسیه ۱۳/۱ درصد از بازار انرژی بادی جهان را تشکیل می دهد. با توجه به این که در صنعت خودرو تلاش می شود تا میزان انتشار گاز CO_2 کاهش یافته و بهره وری سوخت بهبود یابد هر روز تقاضا برای به کارگیری کامپوزیت در این بخش بیشتر می شود. در این زمینه به ویژه در چین تقاضای زیادی برای کامپوزیت وجود داشته است.

جدول۱. اگرچه پیش بینی می شود رشد تولید ناخالص ملی چین در سال های ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ کم شود ولی در سال ۲۰۰٦ این رشد عالی بوده است.

درصد تغییر	۲۰۰٤	۲۰۰۵	۲۰۰٦	۲۰۰۷	۲۰۰۸
تولید ناخالص ملی چین	۱۰/۱	۹/۹	۱۰/٦	۹/۳	۸

با توجه به کاهش رشد اقتصاد و همچنین رکود بازار مسکن در آمریکای شمالی، تقاضا برای تقویت کننده ها در آمریکای شمالی کمترین میزان رشد (۳/۸ درصد) را داشته و حتی ممکن است بازار مسکن در سال ۲۰۰۷ با رشد منفی مواجه شود. با این وجود بازار خودرو و انرژی بادی خوب عمل کردند.

در کنار صنعت خودرو، بزرگترین بخش های صنعت کامپوزیت در آمریکای شمالی، ساختمان و حمل و نقل بوده است که به ترتیب ۲۰ و ۹ درصد بازار را تشکیل داده اند. و سایل مصرفی و لوازم برقی نیز بخش قابل توجهی از بازار را تشکیل دادند که این امر نشانه ای از بازار نسبتاً متعادل این منطقه است. در برخی از کشورهای در حال توسعه به ویژه در آمریکای لاتین، بخش ساختمان ممکن است ٤٠ تا ٥٠ درصد بازار را تشکیل دهد.

با توجه به جنگ آمریکا در عراق و افغانستان، کاربردهای نظامی یکی از عوامل اصلی رشد تقاضا برای الیاف در این منطقه بودند ولی الیاف شیشه بیشتر برای تلاش در راستای کاهش وزن به کار گرفته می شوند.

مشابه سایر بازارهای عمده، بخش انرژی بادی صنعت کامپوزیت در این منطقه نیز با نرخ دلگرم کنندۀ نزدیک به ۱۰ درصد رشد کرد. ولی این رقم همانند افزایش مشاهده شده در اروپا و آسیا- آقیانوسیه چندان چشمگیر نبود.

اروپا با مصرف بیش از ۳۵ درصد الیاف شیشه جهان، همچنان بزرگترین مصرف کننده الیاف شیشه است و به دنبال آن، منطقه آسیا- اقیانوسیه با بیش از ۳۰ درصد مصرف قرار دارد. کاربردهایی که در این منطقه تقاضای قابل توجهی دارند عبارتند از صنایع ساخت لوله، توربین های بادی و مخازن. بخش بزرگی از تقاضای اروپا از اروپای شرقی نشأت می گیرد که به دلیل هزینه های عملیاتی پایین، بسیاری به آن به عنوان یک بازار جذاب نگاه می کنند.

در حقیقت بازار کامپوزیت در شرق از سال ۲۰۰۱ بیش از چهار برابر رشد تولید خالص ملی اتحادیه اروپا رشد داشته است. صنایع دریایی اروپا نیز به طور شگفت انگیزی به سمت شرق و عمدتاً به لهستان و سواحل دریای بالتیک حرکت کرده اند.

جدول۲. رشد اقتصاد در اروپای شرقی

درصد تغییر	۲۰۰٤	۲۰۰۵	۲۰۰٦	۲۰۰۷
اروپای غربی	۲/۱	۱/٦	۲/٦	۱/۹
اروپای شرقی	٦/۷	۵/۵	۵/۵	۵/۱
خاورمیانه و آفریقای شمالی	٦/٤	٦/٤	۵/۲	۵/٤

بر خلاف کندی اقتصاد عمومی در اروپای شرقی، میزان تقاضا برای کامپوزیت ها در این منطقه از طرف صنایع انرژی بادی، هوافضا و دفاعی به طور مداوم افزایش می یابد. از تمام این بخش ها بی شک انرژی بادی سریع ترین رشد را (نزدیک به ۲۵درصد) داشته است.

یکی از عوامل بازدارنده در بازار اروپا، افزایش مالیات ارزش افزوده در آلمان از ١٦ درصد به ۱۹ درصد بود که از ژانویه ۲۰۰۷ اعمال شده است. افزایش مالیات در آلمان به عنوان یکی از بزرگترین قطب های اقتصادی اروپا به طور بالقوه می تواند رشد صنعت کامپوزیت را با کندی مواجه کند.

بازیگران کلیدی بازار جهانی کامپوزیت ها عبارتند از آزدل (AZDEL)، کامپوزیت پروداکتز (Composite Products)، فاستر (Foster Corporation)، های سایت (Hysite Reinforced Plastics)، هکسل

(Hexcel Corporation)، اونز کورنینگ(Owens Corning)، سنت گوبین (Saint- Gobain) و داو (Dow Chemical Company).

۱۲- فرآیند تولید:

کامپوزیت از دو قسمت اصلی ماتریکس و تقویت کننده تشکیل شده‌است. ماتریکس با احاطه کردن تقویت کننده آن را در محل نسبی خودش نگه می‌دارد. تقویت کننده موجب بهبود خواص مکانیکی ساختار میگردد. به طور کلی تقویت کننده میتواند به صورت فیبرهای کوتاه و یا بلند و پیوسته باشد. اغلب مواد مهندسی نیز ترکیبی از دو یا چند فاز پخش شده در مقیاس میکروسکوپی اند. به عنوان مثال چنانچه یک فولاد کربنی ساده از دمای ۸۰۰ درجه سانتیگراد سرد شود، ریزساختاری با لایه های متناوب یک فاز نرم انعطاف پذیر (آهن خالص) و یک ترکیب سخت و شکننده (سمنتیت Fe_3C) خواهد داشت. مواد طبیعی و مواد مهندسی در واقع میکروکامپوزیت هایی هستند که خواص آنها از پراکندگی مناسب فازها بدست می آید. یک کامپوزیت ماده ای است که یک فاز متمایز فیزیکی و یا شیمیایی پخش شده در یک فاز پیوسته دارد و عموماً دارای خصوصیاتی متفاوت و یا بهتر از آن دو جزء می باشد.

فاز پیوسته، فاز زمینه نام دارد و فاز پخش شده معمولاً فاز تقویت کننده نامیده می شود. فاز تقویت کننده می تواند به صورت ذره، رشته یا صفحه باشد. مرسوم است که کامپوزیت ها را براساس خصوصیات فاز زمینه طبقه بندی می کنند. از این نظر با توجه به اینکه مواد مذکور به سه دسته کلی تقسیم می شوند، سه نوع کامپوزیت وجود دارد: کامپوزیت های زمینه سرامیکی (CMC)، کامپوزیت های زمینه فلزی (MMC) و کامپوزیت های زمینه پلیمری (PMC). در هر زمینه ای فاز تقویت کننده می تواند از جنس سرامیک، فلز و یا پلیمر باشد. کامپوزیت های زمینه پلیمری با الیاف تقویت کننده ای مثل کربن، شیشه یا آرامید (Aramid) به عنوان مواد مهندسی، کاملاً شناخته شده هستند. فلزات حاوی ذرات و الیاف سرامیکی نیز اهمیت زیادی دارند و کامپوزیت های زمینه سرامیکی جدیدترین نوع کامپوزیت ها می باشند.

۱۳- نیروی انسانی مورد نیاز واحد:

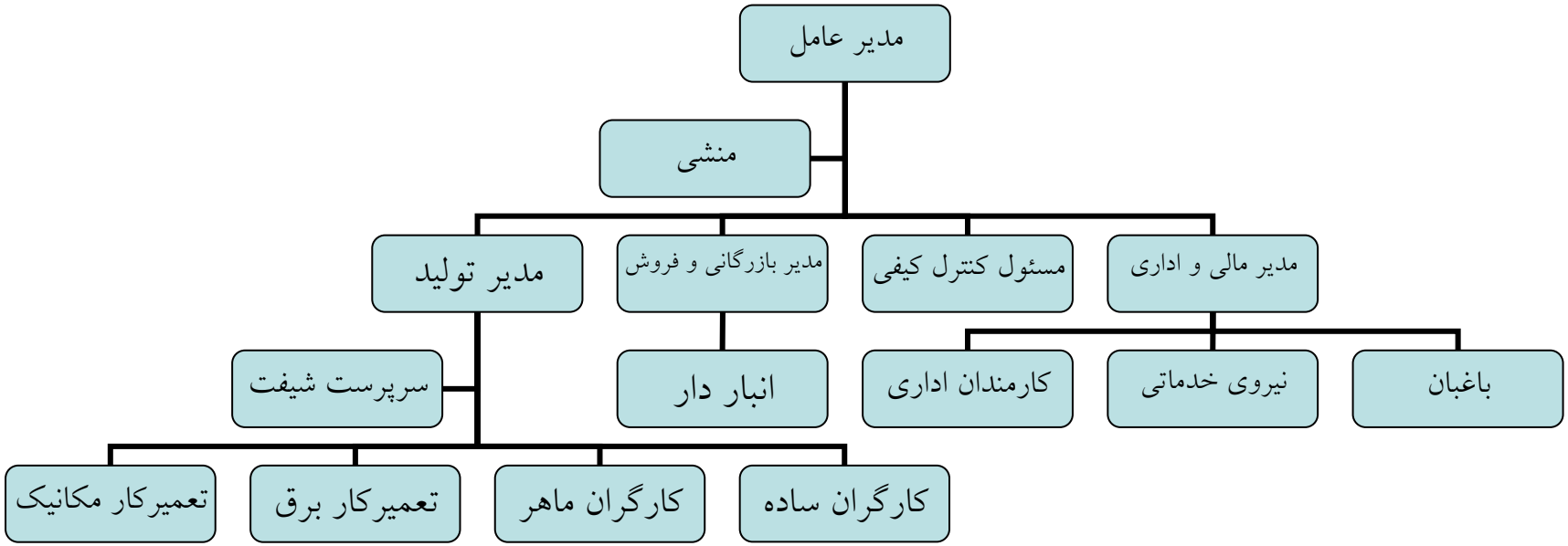
نیروی انسانی متخصص و غیر متخصص مورد نیاز طرح در بخش تولیدی با در نظر گـرفتن تعـداد و تخـصص و مهارتهای لازم به صورت جدول زیر است.

شرح	تحصیلات	تعداد (نفر)	نوع همکاری
مدیرتولید	لیسانس الکترونیک یا مکانیک	۱	تمام وقت
سرپرست شیفت	لیسانس الکترونیک یا مکانیک	۱	تمام وقت
تعمیر کار	تکنسین برق یا مکانیک	۱	تمام وقت
مسئول کنترل کیفی	تکنسین برق یا مکانیک	۱	تمام وقت
کارگر ماهر	دیپلم برق یا مکانیک	۲	تمام وقت
کارگر ساده	دیپلم فنی	۲	تمام وقت
انتظامات	دیپلم	۱	تمام وقت
انبار دار	دیپلم	۱	تمام وقت

نیروی انسانی متخصص و غیر متخصص مورد نیاز طرح در بخش اداری و پشتیبانی نیز با در نظـر گـرفتن تعـداد و تخصص و مهارتهای لازم به صورت جدول زیر است.

شرح	تحصیلات	تعداد (نفر)	نوع همکاری
مدیر عامل	لیسانس مهندسی یا مدیریت	۱	تمام وقت
مدیر اداری و مالی	لیسانس حسابداری	۱	تمام وقت
مدیر بازرگانی و فروش	لیسانس مهندسی یا مدیریت	۱	تمام وقت
کارمند اداری	دیپلم	۱	تمام وقت
نیروی خدماتی	سیکل	۱	تمام وقت
منشی	دیپلم	۱	تمام وقت

همانطور که مشاهده میشود تعداد پرسنل مورد نیاز طرح ۱٦ نفر است که ۱۰ نفر مربوط به بخش تولیـدی و ٦ نفـر مربوط به اداری و پشتیبانی می باشد. سازمان اداره کننده واحد تولیدی در دوران بهره برداری به صورت زیر اسـت:



چارت سازمانی واحد تولیدی ورق کامپوزیتی در دوران بهره برداری

۱۴- زمین مورد نیاز، عملیات سیویل، ساختمان و محوطه سازی:

ساختمانهای اداری، پشتیبانی و صنعتی مورد نیاز بصورت زیر است:

شرح	مقدار	واحد	شرح عملیات
زمین صنعتی	۵۰۰۰	مترمربع	تامین زمین صنعتی در یکی از شهرکهای صنعتی و یا مناطق مجاز صنعتی با ابعاد ۵۰ در ۱۰۰ متر
ساختمان اداری	۱۰۰	مترمربع	ساخت ساختمان اداری یک طبقه برای کادر اداری ٦ نفره
نگهبانی و سرایداری	۵۰	مترمربع	ساخت ساختمان نگهبانی و ساختمان سرایداری یک طبقه برای اسکان نگهبان شبانه روزی کارخانه
انبار عمومی	۱۲۰	مترمربع	سوله و یا ساختمان با ابعاد ۵ متر در ۲٤ متر جهت انبار مواد اولیه و قطعات یدکی و مصرفی
انبار محصول	۱۲۰	مترمربع	سوله و یا ساختمان با ابعاد ۵ متر در ۲٤ متر جهت انبار محصول
سالن تولید	۸٦٤	مترمربع	سوله صنعتی با ابعاد ۱٦ متر در ۵٤ متر جهت سالن تولید
جمع کل	---	مترمربع	

سایت پلان کارخانه بصورت زیر خواهد بود که در آن:

(۱) ساختمان تولید

(۲) محوطه انبار روباز

(۳) انبار عمومی

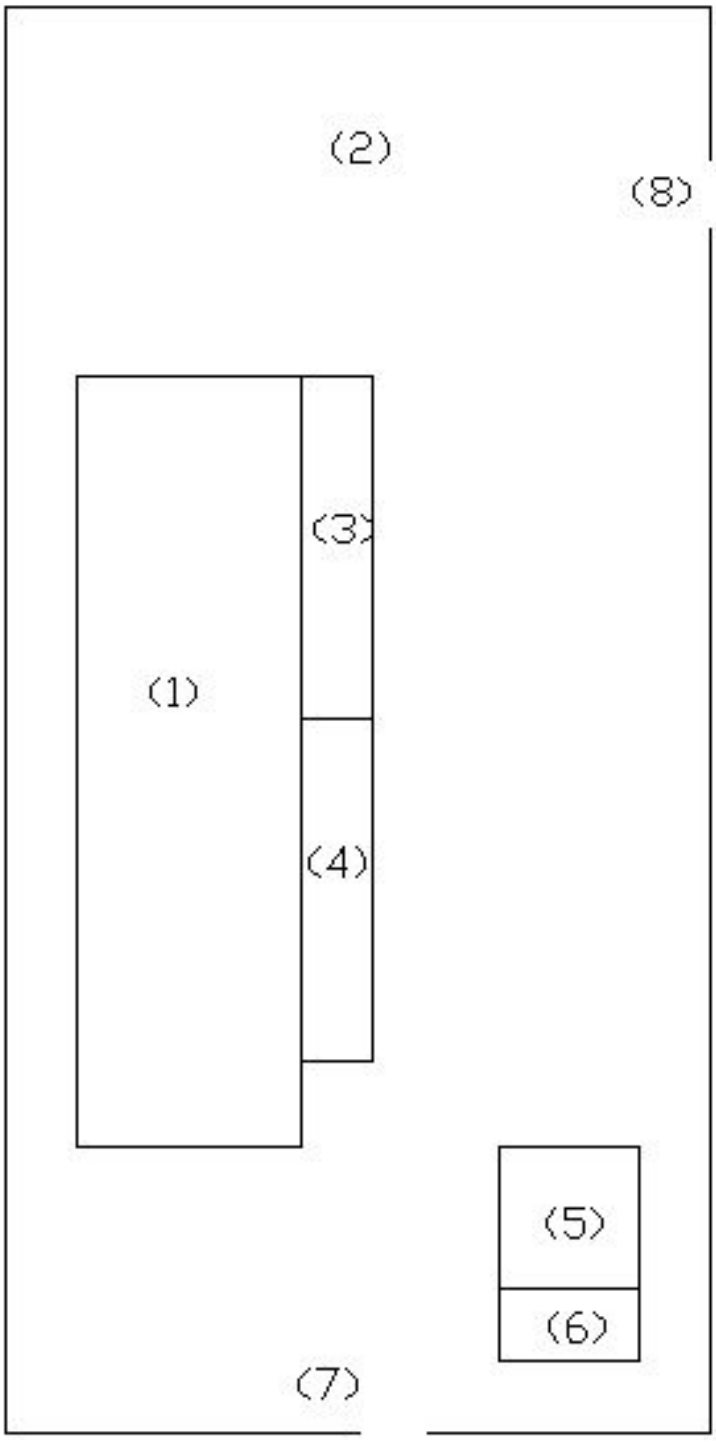
(٤) انبار محصول

(۵) ساختمان اداری

(٦) نگهبانی و سرایداری

(۷) درب ورودی شماره ۱ کارخانه

(۸) درب ورودی شماره ۲ کارخانه



طرح پیشنهادی برای سایت پلان کارخانه

محوطه سازی شامل تسطیح زمین، دیوار کشی دور زمین، زیر سازی و آسفالت، پیاده رو سازی و جدول کشی، ایجاد فضای سبز معادل ۲۰ ٪ از کل زمین، تهیه و نصب درب ورودی کارخانه و تامین روشنایی محوطه کارخانه می باشد. مقادیر و مشخصات فنی عملیات یاد شده به شرح زیر هستند:

عملیات	مقدار	واحد	شرح عملیات
تسطیح زمین	۵۰۰۰	متر مربع	تسطیح زمین شامل یک مرحله تیغ زنی توسط گریدر یا تراکتور تیغ دار انجام می شود. با توجه به مسطح بودن زمین محل اجرای طرح یک مرحله تیغ زنی در نظر گرفته شده است.
دیوار کشی	۲۹۰	متر	پی کنی و شفته آهکی به عمق ٦٠ ساتیمتر و عرض ٦٠ سانتیمتر، دیوار چینی به ارتفاع ۰,٤ متر با آجر گری و ملات سیمان به عرض ۳۰ سانتیمتر، سنگ کاری پایین دیوار با سنگ تیشه ای به ارتفاع ۰,٤ متر و پوشش کامل روی دیوار آجر گری، دیوار چینی با آجر سافل به عرض ۳۵ سانتیمتر و ارتفاع ۷۰ سانتیمتر با ملات سیمان، بندکشی، قرنیز کاری با ملات سیمان و نصب نرده فلزی به ارتفاع ۱,۲ متر
آسفالت	۲۵۰	متر مربع	زیر سازی با مصالح بیس و کوبیدن با قلطک دستی و آب پاشی، قیر پاشی و پخش آسفالت بیندر و قلطک زنی آسفالت با قلطک دستی
پیاده رو سازی	۱۲۵	متر مربع	خاکریزی به ضخامت ۱۵ سانتیمتر و کوبیدن و آب پاشی، بلوکه چینی با بلوکه سیمانی کف با ملات سیمان
جدول کشی	۱۲۵	متر	زیر سازی و رگلاژ و چیدن تیرچه بلوک با ملات سیمان
فضای سبز	۱۰۰۰	متر مربع	چاهک زنی به ابعاد نیم متر و عمق ۰,۷ سانتیمتر، کود ریزی کف چاهک با بار حیوانی به مقدار مورد نیاز و کاشت نهال کاج و یا سفیدال و یا چمن کاری
روشنایی محوطه	٤۰	شعله	چاهک زنی به ابعاد نیم متر و عمق یک متر، نصب تیر های فولادی به ارتفاع ۱۲ متر و بتن ریزی دور آن، سیم کشی و نصب وسایل مربوطه
درب ورودی	۱	باب	ساخت درب فولادی به عرض ۳ متر و ارتفاع ۲,۵ متر از پروفیل و ورق ۲,۵ میلیمتری فولادی، رنگ آمیزی درب، نصب درب بر روی پایه های مربوطه و تراز نمودن آن

عملیات سیویل و ساختمان طرح توسعه شامل احداث سالن تولید، انبار عمومی، انبار محصول، ساختمان اداری و نگهبانی و سرایداری می باشد. احجام و مشخصات مربوطه به شرح زیر می باشد:

عملیات	مقدار	واحد	شرح عملیات
سالن تولید، انبار عمومی و انبار محصول	۱۱۰٤	مترمربع	پی کنی، رگلاژ، قالب بندی با آجری گری و گچ خاکی، آرماتور بندی شناژها، پایه ها و رابط ها، بتن ریزی فونداسیون با بتن عیار ۳۰۰، نصب و تنظیم پلیت ها و بولتها، سفارش، ساخت و حمل و نصب اسکلت فولادی سوله به فواصل دهانه ای ٦ متر و ارتفاع کناری ٦ متر، ترانشه زنی کف سوله برای کابل کشی برق، ساخت فونداسیون ماشین آلات و تجهیزات تولید، لوله کشی که سالن برای فاضلاب، کف سازی سوله با بتن عیار ۲۵۰ و شیب بندی های مربوطه، دیوار کشی دو رو نما با آجر سفال و بندکشی به همراه اجرای سنگ تیشه ای در دو طرف دیوار، نصب پنجره های سوله، نصب درب های کشویی به تعداد ۲ درب و عرض ٤ متر و ارتفاع ٤ متر، اجرای آبرو با ورق گالوانیزه و لوله های ناودانی هدایت آب، پوشش سقف سوله با ورق کرکره آبی، پشم شیشه و توری لانه مرغی. سیم کشی و روشنایی داخل سوله به تعداد ۲۰ شعله آویز، اجرای دیوار تفکیک کننده انبار از سالن تولید در داخل سوله
ساختمان اداری و نگهبانی و سرایداری	۱۵۰	مترمربع	پی کنی، رگلاژ، قالب بندی با آجری گری و گچ خاکی، آرماتور بندی شناژها و پایه ها ، بتن ریزی فونداسیون با بتن عیار ۳۰۰، نصب و تنظیم پلیت ها، نصب اسکلت فولادی با تیر آهن و جوشکاری های مربوطه، اجرای سقف با کرومیت و یا بلوک سقفی، دیوار کشی با آجر سفال یک رو نما، لوله کشی آب سرد و گرم، شیب بندی کف و موزائیک فرش، گچ خاکی دیوارهای و لوله خرطومی و جعبه کلید و پریز های برق، نصب چهارچوب دربها، نصب پنجره ها، نصب چینی آلات بهداشتی، کاشی کاری سرویس بهداشتی، سفید کاری، سیم کشی نهایی و نصب کلیدها و پریزها، رنگ آمیزی داخلی و نصب دربهای داخلی و شیشه ها، بند کشی دیوارهای آجر سفال از بیرون، شیب بندی پشت بام با پوکه معدنی، سیمان کاری پشت بام، ایزوگام پشت بام

۱۵- تاسیسات، ماشین آلات و تجهیزات مورد نیاز طرح:

تاسیسات مورد نیاز شامل تاسیسات برق رسانی، آبرسانی، گازرسانی، تلفن، تاسیسات سرمایشی و گرمایشی و آتش نشانی و سیستم پیجینگ می باشد. شرح عملیات مربوطه به صورت زیر است:

عملیات	مقدار	واحد	شرح عملیات
برق رسانی	۵۰۰	کیلووات	برق مورد نیاز: - تجهیزات خط آماده سازی ۱۰۰ کیلووات - تجهیزات خط الکترونیک ۳۵۰ کیلووات - سایر مصارف ۵۰ کیلووات اشتراک برق به میزان ۵۰۰ کیلووات سه فاز، احداث سویچ خانه و تامین تجهیزات اندازه گیری و سویچ آف، ترانسفورماتور، کابل کشی زمینی، تابلوهای اصلی برق
آب رسانی	۱	اینچ	مصارف: - بهداشتی برای ۳۲ نفر پرسنل روزانه ٦٤٠ لیتر و سالانه ۱۹۲ متر مکعب - فضای سبز روزانه ٦۰۰۰ لیتر و سالانه ٦۰۰ مترمکعب بر مبنای ۱۰۰ روز در سال - سایر مصارف سالانه ۲۰۸ متر مکعب انشعاب آب صنعتی یک اینچ بر مبنای مصرف سالانه ۱۰۰۰ متر مکعب، لوله کشی و نصب کنتور آب، شیر آلات محوطه و سالن تولید.
گاز رسانی	۵۰۰۰۰	مترمکعب	مصارف: - مصارف گرمایش روزانه ٤۰۰ متر مکعب و سالانه ٤۰۰۰۰ متر مکعب بر مبنای ۱۰۰ روز - سایر مصارف سالانه ۱۰۰۰۰ مترمکعب اشتراک گاز، لوله کشی و کنتور گاز
تلفن	۲	خط	اشتراک چهار خط تلفن و کابل کشی های مربوطه
تاسیسات سرمایشی و گرمایشی	---	---	تهیه و نصب ۵ دستگاه کولر آبی، تهیه و نصب ۳ دستگاه بخاری گازی در بخش اداری و نگهبانی، تهیه و نصب دو دستگاه بخاری سالنی گازی برای سالن تولید
تاسیسات آتش نشانی	---	---	تهیه ۵ کپسول ۵ کیلوگرمی آتش نشانی
سیستم پیجینگ	---	---	تهیه و نصب سیستم پیجینگ داخلی کارخانه

ماشین آلات و تجهیزات خط تولید شامل تجهیزات خط تزریق پلاستیک و خط الکترونیک هستند که در بخش فرآیند تولید توضیح داده شده اند. تجهیزات کارگاهی شامل لوازم تعمیراتی و آچار آلات به شرح زیر هستند:

نام تجهیز	تعداد	واحد	مشخصات فنی
لوازم تعمیراتی	۱	سری کامل	دریل، فرز، گیره و میز کار و ...
آچار آلات	۱	سری کامل	آچار آلات ، بکس، تجهیزات گریس کاری و روغن کاری و....

وسایط نقلیه داخل کارخانه جک پالت و وانت بوده که تعداد و مشخصات فنی آنها در جدول زیر آورده شده است.

نام تجهیز	تعداد	واحد	مشخصات فنی
لیفتراک ۲ تنی	۱	دستگاه	لیفتراک ۲ تنی
جک پالت	۵	دستگاه	دستی با ظرفیت یک تن
وانت	۱	دستگاه	نیسان ۲ تنی با اتاق بار فولادی

تجهیزات اداری مورد نیاز طرح به شرح زیر هستند:

شرح	تعداد	واحد	مشخصات
کامپیوتر و پرینتر	۲	دستگاه	پنتیوم ٤ با پرینتر لیزری
لوازم دفتری کامل	۱	سری کامل	در حد معمول
تلویزیون	۱	دستگاه	۲۱ اینچ برای نگهبانی
کمد بایگان	۱	عدد	برای بایگانی پرونده های اداری و مالی
فکس	۱	دستگاه	پاناسونیک
تلفن	۳	دستگاه	پاناسونیک
یخچال	۱	دستگاه	۱۲ فوت از نوع مرغوب
گاو صندوق	۱	دستگاه	از نوع مرغوب ٦۰ کیلوگرمی

۱۶- سرمایه گذاری مورد نیاز:

هزینه های سرمایه گذاری در بخش زمین، محوطه سازی و ساختمان سازی بصورت زیر هستند. توضیح اینکه کلیه

هزینه ها درشرایط ایده آل منظور شده است و در صورت نیاز بسته به مورد باید به روز رسانی گردند:

شرح	مقدار	واحد	هزینه واحد (ریال)	هزینه کل (میلیون ریال)
تامین زمین صنعتی	۵۰۰۰	مترمربع	۱۵۰۰۰۰	۷۵۰,۰۰
تسطیح زمین	۵۰۰۰	متر مربع	۲۰۰۰۰	۱۰۰,۰۰
دیوار کشی	۲۹۰	متر	۷۰۰۰۰۰	۲۰۳,۰۰
آسفالت	۲۵۰	متر مربع	۱۵۰۰۰۰	۳۷,۵۰
پیاده رو سازی	۱۲۵	متر مربع	۱۵۰۰۰۰	۱۸,۷۵
جدول کشی	۱۲۵	متر	۱۵۰۰۰۰	۱۸,۷۵
فضای سبز	۱۰۰۰	متر مربع	۱۲۰۰۰۰	۱۲۰,۰۰
روشنایی محوطه	٤۰	شعله	۱۵۰۰۰۰۰	٦۰,۰۰
درب ورودی	۱	باب	۱۵۰۰۰۰۰۰	۱۵,۰۰
سالن تولید	۱۰۰	مترمربع	۲,۵۰	۲۵۰,۰۰
سالن انبار عمومی	۵۰	مترمربع	۲,۵۰	۱۲۵,۰۰
سالن انبار محصول	۱۲۰	مترمربع	۱,۲۰	۱٤٤,۰۰
ساختمان اداری	۱۲۰	مترمربع	۱,۲۰	۱٤٤,۰۰
نگهبانی و سرایداری	۸٦٤	مترمربع	۱,۲۰	۱۰۳٦,۸۰
جمع کل				۲۳۵۹,۸

هزینه های سرمایه گذاری در بخش تاسیسات، تجهیزات کارگاهی، وسایط نقلیه و ملزومات اداری به شرح زیر خواهد بود. توضیح اینکه کلیه هزینه ها درشرایط ایده آل منظور شده است و در صورت نیاز بسته به مورد باید به روز رسانی گردند:

شرح	تعداد	واحد	هزینه واحد (ریال)	هزینه کل (میلیون ریال)
اشتراک برق	۵۰۰	کیلووات	۵۰۰۰۰۰	۲۵۰,۰۰
کابل کشی و تابلوهای برقی	درحد نیاز	---	---	۲۵۰,۰۰
اشتراک آب	۱۰۰۰	متر مکعب	---	۲۵,۰۰
لوله کشی آب	درحد نیاز	---	---	۲۵,۰۰
اشتراک گاز	۵۰۰۰۰	مترمکعب	---	۳۵,۰۰
لوله کشی گاز	درحد نیاز	---	---	٤۵,۰۰
تاسیسات سرمایشی و گرمایشی	طبق طرح	---	---	۲۰,۰۰
تلفن	۳	خط	۱۰۰۰۰۰۰	۳,۰۰
ابزار آلات کارگاهی و	۱	سری کامل	---	۲۰
میزکار، دستگاه جوش و....	۱	سری کامل	---	۲۰
لیفتراک ۲ تنی	۱	دستگاه	۳۵۰	۳۵۰,۰۰
جک پالت یک تنی	۵	دستگاه	۵	۲۵,۰۰
وانت	۱	دستگاه	۱۵۰	۱۵۰,۰۰
لوازم و ملزومات اداری	۱	سری کامل	---	۵۷
جمع کل				۱۲۷۵

هزینه های سرمایه گذاری در بخش ماشین آلات و تجهیزات به شرح زیر خواهد بود. توضیح اینکه کلیه هزینـه هـا درشرایط ایده آل منظور شده است و در صورت نیاز بسته به مورد باید به روز رسانی گردند:

شرح	مقدار	واحد	هزینه واحد (هزار ریال)	هزینه کل (میلیون ریال)
میکسر و بلندر	٤	دستگاه	١٠٠,٠٠	٤٠٠,٠٠
کوره پخت	٢	دستگاه	٤٠٠,٠٠	٨٠٠,٠٠
تجهیزات پرداخت	١	سری	١٠٠,٠٠	١٠٠,٠٠
قالبها	٢٠	سری	٢٥,٠٠	٥٠٠,٠٠
جمع کل				١٨٠٠

هزینه های قبل از بهره برداری و هزینه های متفرقه که ٥ درصد از کل هزینه های سـرمایه گـذاری طـرح را شـامل می شوند بصورت زیر هستند:

شرح	**مقدار**	**هزینه کل (میلیون ریال)**
هزینه هـای مـشاوره، تهیـه طـرح، نقـشه جـات، حـق ثبـت قراردادهـای بـانکی و اداری و ...	١٪ از کل	٥٤,٣٥
هزینـــه حمـــل و نـــصب و راه انـــدازی دستگاهها	١ ٪ قیمت تجهیزات	١٨,٠٠
آموزش پرسنل	١٦ نفر ماه	٣٢,٠٠
هزینه های پرسنلی دوره اجرا	طبق طرحهای مشابه	١٢٠,٠٠
هزینه های متفرقه و پیش بینی نشده	٥ درصد از کل	٢٨٠,٤٦
جمع کل		٥٠٤,٨١

کل هزینه های سرمایه گذاری طرح بصورت زیر می باشد:

شرح	هزینه کل (میلیون ریال)	سهم از کل (درصد)
هزینه های زمین، محوطه سازی و ساختمان سازی	۲۳۵۹,۸۰	۳۹,۷۳٪
هزینه های تامین تاسیسات، لوازم کارگاهی، وسلیط نقلیه و ملزومات اداری	۱۲۷۵,۰۰	۲۱,٤۷٪
هزینه های تجهیزات و ماشین آلات تولیدی	۱۸۰۰,۰۰	۳۰,۳۱٪
هزینه های قبل از بهره برداری و متفرقه	۵۰٤,۸۱	۸,۵۰٪
جمع کل	۵۹۳۹,٦۱	۱۰۰,۰۰٪

۱۷- منابع و مؤاخذ:

۱- گزارش فنی توجیهی ساخت ورق کامپوزیت

۲- آمار واحدهای صنعتی کشور بر اساس انتخاب محصول، وزارت صنایع و معادن، معاونت توسعه صنعتی، دفتر آمار و اطلاع رسانی

۳- مجموعه قوانین با آخرین اصلاحات قانون مالیاتهای مستقیم سال ۱۳۸۵، تدوین مسعود دانایی، انتشارات سعید نوین قم

٤- قانون تامین اجتماعی، بیمه همگانی خدمات درمانی کشور، تدوین بهرام تاجانی، انتشارات لاهیجی قم، ۱۳۸۵

۵- اقتصاد مهندسی، تالیف دکتر کاظم اورعی و مهندس احمد اسدی، انتشارات دانشگاه هرمزگان- سال ۱۳۸۰

٦- اصول ارزیابی فنی و اقتصادی پروژه های صنعتی، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، معاونت فنی، چاپ ۱۳۸۲

۷- دستور العمل تهیه طرح توجیهی بانک صنعت و معدن، سال ۱۳۸۳

۸- وب سایت رسمی شرکت شهرکهای صنعتی خراسان رضوی www.khorasaniec.ir

۹- وب سایت رسمی وزارت بازرگانی جمهوری اسلامی ایران. نقطه تجاری ایران www.irtp.com

۱۰- کتاب مقررات صادرات و واردات سال ۱۳۸٤ ، موسسه مطالعات و پژوهشهای بازرگانی