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

واحد صنعتی امیرکبیر
معاونت پژوهشی

عنوان:

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی تولید دکل‌های کامپوزیتی تلسکوپی برای توزیع برق

کارفرما:

سازمان صنایع کوچک و شهرک‌های صنعتی ایران

مشاور:

جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر

معاونت پژوهشی

تیر ۱۳۸۷

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

خلاصه طرح

نام محصول		دکل تلسکوپی کامپوزیتی
موارد کاربرد		انتقال انرژی از نیروگاه به محل مصرف
ظرفیت پیشنهادی طرح	(تن)	۴۲۰۰
عمده مواد اولیه مصرفی		الیاف شیشه، رزین
میزان مصرف سالیانه مواد اولیه	(تن)	۴۲۰۰
کمبود محصول (سال ۱۳۹۰)		۲۷۰۰۰ عدد (حدود ۱۴۰۰۰ تن)
اشتغال زایی		۶۵ نفر
سرمایه‌گذاری ثابت طرح	**ارزی** (یورو)	۱۸۶۲۰۰
	ریالی (میلیون ریال)	۱۸۵۰۰
	مجموع (میلیون ریال)	۲۱۱۹۴,۲۷
سرمایه در گردش طرح	**ارزی** (یورو)	۳۴۸۹۶۵۵
	ریالی (میلیون ریال)	۱۰۲۸۷,۷۵
	مجموع (میلیون ریال)	۶۰۸۸۷,۷۵
زمین مورد نیاز	(متر مربع)	۵۰۰۰
زیربنا	**تولیدی** (متر مربع)	۱۵۰۰
	انبار (متر مربع)	۴۰۰
	خدماتی (متر مربع)	۱۰۰
مصرف سالیانه آب، برق و گاز	**آب** (متر مکعب)	۳۰۰۰
	برق (کیلو وات)	۳۵۱۰۰۰
	سوخت (لیتر)	۹۰۰۰
محل‌های پیشنهادی برای احداث واحد صنعتی		خوزستان، بوشهر و هرمزگان

فهرست مطالب

عناوین	صفحه
۱ـ معرفی محصول.....	۵
۱ـ۱ـ نام و کد آیسیک محصول.....	۱٤
۱ـ۲ـ شماره تعرفه گمرکی.....	۱۵
۱ـ۳ـ شرایط واردات.....	۱۵
۱ـ٤ـ بررسی و ارائه استاندارد (ملی یا بین‌المللی).....	۱۵
۱ـ۵ـ بررسی و ارائه اطلاعات لازم در زمینه قیمت تولید داخلی و جهانی محصول.....	۱۶
۱ـ۶ـ توضیح موارد مصرف و کاربرد.....	۱۶
۱ـ۷ـ بررسی کالاهای جایگزینی و تجزیه و تحلیل اثرات آن بر مصرف محصول.....	۱۷
۱ـ۸ـ اهمیت استراتژیکی کالا در دنیای امروز.....	۱۸
۱ـ۹ـ کشورهای عمده تولید کننده و مصرف کننده محصول (حتی‌الامکان سهم تولید یا مصرف ذکر شود).....	۱۸
۱ـ۱۰ـ شرایط صادرات.....	۲۰
۲ـ وضعیت عرضه و تقاضا.....	۲۱
۲ـ۱ـ بررسی ظرفیت بهره‌برداری و روند تولید از آغاز برنامه سوم تا کنون و محل واحدها و تعداد آنها و سطح تکنولوژی واحدهای موجود، ظرفیت اسمی، ظرفیت عملی، علل عدم بهره‌برداری کامل از ظرفیت‌ها، نام کشورها و شرکت‌های سازنده ماشین‌آلات مورد استفاده در تولید محصول.....	۲۱
۲ـ۲ـ بررسی وضعیت طرح‌های جدید و طرح‌های توسعه در دست اجرا (از نظر تعداد، ظرفیت، محل اجراء، میزان پیشرفت فیزیکی و سطح تکنولوژی آنها و سرمایه‌گذاری‌های انجام شده اعم از ارزی و ریالی و مابقی مورد نیاز).....	۲۱
۲ـ۳ـ بررسی روند واردات محصول از آغاز برنامه سوم تا پایان سال ۸٤ (چقدر از کجا)	۲۱
۲ـ٤ـ بررسی روند مصرف از آغاز برنامه.....	۲۱
۲ـ۵ـ بررسی روند صادرات محصول از آغاز برنامه سوم تا پایان سال ۸٤ و امکان توسعه آن (چقدر به کجا صادر شده است).....	۲۲
۲ـ۶ـ بررسی نیاز به محصول با اولویت صادرات تا پایان برنامه چهارم.....	۲۲

عناوین	صفحه
۳ـ بررسی اجمالی تکنولوژی و روش های تولید و عرضه محصول در کشور و مقایسه آن با دیگر کشورها.....	۲۳
٤ـ تعیین نقاط قوت و ضعف تکنولوژی‌های مرسوم (به شکل اجمالی) در فرآیند تولید محصول.....	۲۹
۵ـ بررسی و تعیین حداقل ظرفیت اقتصادی شامل برآورد حجم سرمایه‌گذاری ثابت به تفکیک ریالی و ارزی (با استفاده از اطلاعات واحدهای موجود، در دست اجراء، UNIDO و اینترنت و بانک‌های اطلاعاتی جهانی، شرکت‌های فروشنده تکنولوژی و تجهیزات و ...).....	۳۰
۶ـ میزان مواد اولیه عمده مورد نیاز سالانه و محل تأمین آن از خارج یا داخل کشور قیمت ارزی و ریالی آن و بررسی تحولات اساسی در روند تأمین اقلام عمده مورد نیاز در گذشته و آینده.....	٤۳
۷ـ پیشنهاد منطقه مناسب برای اجرای طرح.....	٤۵
۸ـ وضعیت تأمین نیروی انسانی و تعداد اشتغال.....	٤۶
۹ـ بررسی و تعیین میزان تأمین آب، برق، سوخت، امکانات مخابراتی و ارتباطی (راه ـ راه‌آهن ـ فرودگاه ـ بندر ...) و چگونگی امکان تأمین آنها در منطقه مناسب برای اجرای طرح.....	٤۷
۱۰ـ وضعیت حمایت‌های اقتصادی و بازرگانی.....	٤۸
ـ حمایت تعرفه گمرکی (محصولات و ماشین‌آلات) و مقایسه با تعرفه‌های جهانی.....	٤۸
ـ حمایت‌های مالی (واحدهای موجود و طرح‌ها)، بانک‌ها ـشرکت‌های سرمایه‌گذار.....	٤۸
۱۱ـ تجزیه و تحلیل و ارائه جمع‌بندی و پیشنهاد نهایی در مورد احداث واحدهای جدید.....	۵۰
۱۲ـ منابع و ماخذ.....	۵۱

۱ـ معرفی محصول

قدیمی ترین مثال از کامپوزیت ها مربوط به افزودن کاه به گل جهت تقویت گل و ساخت آجری مقاوم جهت استفاده در بناها بوده است . قدمت این کار به ۴۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح باز می گردد . در این مورد کاه نقش تقویت کننده و گل نقش زمینه یا ماتریس را دارد . ارگ بم که شاهکار معماری ایرانیان بوده است . نمونه بارزی از استفاده از تکنولوژی کامپوزیت ها در قرون گذشته بوده است . مثال دیگر تقویت بتن توسط میله های فولادی می باشد . که قدمت آن به سال ۸۱ میلادی باز می گردد . در بتن مسلح یا تقویت شده میله های فلزی استحکام کششی لازم را در بتن ایجاد می نمایند چرا که بتن یک ماده ترد می باشد و مقاومت اندکی در برابر بارهای کششی دارد . بدین ترتیب بتون وظیفه تحمل بارهای فشاری و میله های فولادی وظیفه تحمل بارهای کششی را بر عهده دارند .

تاریخچه مواد پلیمری تقویت شده با الیاف به سال‌های ۱۹۴۰ در صنایع دفاعی و به خصوص کاربردهای هوا - فضا بر می گردند برای مثال در سال ۱۹۴۵ بیش از ۷ میلیون پوند الیاف شیشه به طور خاص برای صنایع نظامی ، مورد استفاده قرار گرفته است . در ادامه با توجه به مزایای آنها ، به صنایع عمومی نیز راه یافتند.

ـ تعریف کامپوزیت

ترکیب دو یا چند ماده با یکدیگر به طوری که به صورت شیمیائی مجزا و غیر محلول در یکدیگر باشند و بازده و خواص سازه ای این ترکیب نسبت به هریک از اجزاء تشکیل دهنده آن به تنهایی ، در موقعیت برتری قرار بگیرد را کامپوزیت می نماند . به عبارت دیگر کامپوزیت به دسته ای از مواد اطلاق می شود که آمیزه ای از مواد مختلف و متفاوت در فرم و ترکیب باشند و اجزاء تشکیل دهنده آنها هویت خود را حفظ کرده ، در یکدیگر حل نشده ، با هم ممزوج نمی شوند . با توجه به این امر کامپوزیت از آلیاژ فلزی متفاوت می باشد . بنابراین کامپوزیت ترکیبی است از حداقل دو ماده مجزای شیمیایی با فصل مشترک مشخص بین هر جزء تشکیل دهنده .

ـ تقسیم بندی کامپوزیت ها

مواد کامپوزیتی از یک ماده زمینه (ماتریس) تقویت شده با انواع مختلفی از الیاف ها ساخته شده است. الیافهای تقویت کننده تحمل کننده اصلی بارها می باشند وزمینه ویفه فراهم سازی بستر مناسب جهت انتقال باز از الیافی به الیاف دیگر را بر عهده دارد .

کامپوزیت ها بر اساس نوع زمینه ای که تقویت کننده را احاطه نموده است و آنها را به هم اتصال می دهد به سه گروه عمده بر اساس یک طبقه بندی بین المللی واحد تقسیم می شوند که عبارتند از :

۱- کامپوزیت های پایه فلزیMattel Matrix Composites یا MMC

۲- کامپوزیت های پایه سرامیکی Ceramic Matrix Composites یا CMC

۳- کامپوزیت های پایه پلیمری Polymer Matrix Composites یا PMC

کامپوزیتهای پایه پلیمری مهم ترین دسته از کامپوزیت ها می باشند طیف وسیعی از صنایع ، از صنایع رده بالا مثل تولید قطعات هواپیما گرفته تا صنایع رده پایین مثل تولید سینک ظرفشویی و .... از کامپوزیتهای پایه پلیمری تولید می شوند و درحال حاضر ۵۹ درصد بازار کامپوزیت ها را به خود اختصاص داده اند و به همین دلیل بزرگترین زیر مجموعه مواد مرکب محسوب می گردند .

جهت انتقال انرژی ار نیروگاه به محل مصرف دو راه وجود دارد که بدون ایجاد خطرات زیست محیطی و انسانی میتواند انرژی برق را منتقل نماید :

۱ – کابلکشی از زیر زمین

۲ – کابلکشی هوائی

از انجائیکه در کشور ما امکانات تولید کابلهای فشار قوی زیر زمینی بسیار محدود و گران است و تهیه این نوع کابلها و اتصالات آنها از خارج از کشور بسیار پر هزینه می باشند ، لذا راه اول بسیار به ندرت و در مکانهای بخصوصی مورد استفاده قرار میگیرد .

راه دوم که مستلزم استفاده از دکلهای هوائی میباشد بسیار به صرفه تر از راه اول است وظیفهٔ دکل‌ها نگهداری کابل‌های برق با ولتاژ قوی در ارتفاع مناسبی از سطح زمین می‌باشد تا قابل دسترسی نبوده و وسایل نقلیه مرتفع با آن برخورد نکنند. بنابراین می‌بایست به گونه‌ای طراحی شوند تا در برابر نیروهای مختلف از مقاومت کافی برخوردار باشند. هزینهٔ بالای تعمیر دکل‌های معیوب و نصب مجدد دکل‌های جدید و همچنین خسارت وارده به مراکز مصرفی در اثر قطع برق و اتلاف زمان ناشی از راه‌اندازی مجدد ایستگاه-های خراب، از جمله خساراتی است که برای جبران آنها مبالغ هنگفتی را باید پرداخت. در استفاده از این دکلها نیز بایستی موارد زیر رعایت شوند :

۱ – فاصله بین نقطه حضیض کابل در هر دهانه تا زمین در هر شرایط آب وهوائی کمتر از مقدار مجاز نگردد.

۲ – در حریم این برجها از ساخت هر گونه سازه ای خودداری شود.

۳ – پایداری برج وفونداسیون آن به زمین به گونه ای باشدکه از هر گونه خرابی ناگهانی جلوگیری بعمل آید.

از آنجا که جهت پایداری برجهای مشبک نیاز به فونداسیون های تک پایه با فاصله های زیاد می باشد ، لذا فضای زیاد اشغال شده توسط برج و حریم آن باعث می شود که استفاده از اینگونه برجها در داخل شهرها مقرون به صرفه نباشد.

در حالیکه به جهت تک پایه بودن برجهای تلسکوپی فقط از یک فونداسیون عمیق با ابعاد کوچک استفاده می شود ، لذا فضای اشغال شده توسط این برج و حریم آن بسیار کم بوده و استفاده از اینگونه برجها را در داخل شهر بسیار مقرون به صرفه می نماید . البته عملا به دلیل نصب سریع و بدون اشتباه اینگونه برجها ، استفاده از آنها را در خارج شهر نیز توجیه می نماید .

برجهای تلسکوپی معمولی از ورق و با مقطع چند وجهی تهیه شده و قطعات برج پس از گالوانیزه گرم ، در محل نصب به صورت کشوئی (OVERLAP) به هم اتصال یافته و توسط بولت به فونداسیون اتصال می یابند .

وزن دکل‌های تلسکوپی کامپوزیتی یک سوم وزن نوع چوبی، نصف وزن نوع فولادی و فقط یک دهم وزن نوع بتنی آن است، بنابراین به‌علت وزن کم دکل کامپوزیتی این نوع برای بسیاری از کارفرماها مناسب است.

در بریستول آمریکا اخیراً تعداد ۱۴۴ دکل تلسکوپی در دو پروژه خط انتقال استفاده شده است. شرکت Strong well (بریستول، ویرجینیا، ایرکا) دکل‌های کامپوزیتی از نوع SE۲۸ شده با ظرفیت خمشی بالا برای جایگزینی انواع چوبی و فولادی و بتنی در خطوط انتقال طراحی و تولید کرده است. پالترود دکل SE۲۸ مزیت‌های مختلفی نسبت به نوع ساخته شده با مواد سنتی دارد که می توان آنها را در وزن سبک، مقاومت و خصوصیات رسانایی کم نام برد. همچنین دکل کامپوزیتی در برابر خوردگی، پوسیدگی، اشعه UV، جذب آب، حشرات و دارکوب مقاوم می‌باشد.

مبلغ این توافقنامه ۲/۷ میلیون دلار بود، که در این پروژه از ۶۰۰ دکل کامپوزیتی که سبک‌تر و قوی‌تر از انواع سنتی بود استفاده شد. این دکل‌ها نارسانا، بدون نیاز به نگهداری و به تجهیزات و کارگر کمتر جهت نصب نسبت به نمونه‌های چوبی و فولادی (بتنی) نیاز داشتند.

ـ دکل‌های تلسکوپی کامپوزیتی پالترود شده برای انتقال نیرو

مقاطع کامپوزیتی (به روش پالتروژن) در دهه اخیر در توزیع برق و روشنایی استفاده شدند. مقاومتشان در برابر خوردگی و ...، خصوصیات ضد باردار شدن و نسبت مقاومت به وزن بالا، آنها را بهترین جایگزین برای دکل‌های چوبی، فلزی و بتنی نموده است. اخیراً دکل‌های تلسکوپی از FRP برای خط انتقال سرهم شدند که با قویتر نمودن نیز می‌توان از نمونه‌های بلند نیز استفاده نمود. ایالات متحده یک سیستم انتقال قدرت دارد که سالانه دکل‌های چوبی را جایگزین می‌نمایند. زیرا چوب در برابر حشرات، دارکوب‌ها، پوسیدگی و آتش آسیب‌پذیر است و در واقع عمل اکسیداسیون شیمیایی هزینه‌های دکل را برای انتقال نیرو تا حد قابل ملاحظه‌ای بالا می‌برد. حدوداً ۲۱ میلیون مایل خط انتقال نیرو در امریکا وجود دارد که به‌طور متوسط در هر مایل ۲۸/۵ دکل وجود دارد.

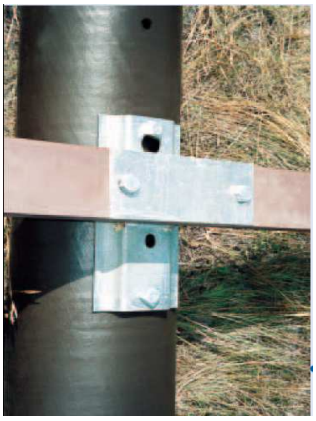
از دیگر مزایای دکل ساخته شده از کامپوزیت قابلیت جذب انرژی ناشی از برخورد وسایل نقلیه با آنها می باشد که منجر به کاهش صدمات و تلفات می شود که در ادامه شکلی از آزمایش با مقیاس کامل نشان داده شده است. که در ضمیمه ضوابط آزمایش ضربه بر اساس استاندارد NCHRP قید شده است.

شکل ۱-آزمایش قابلیت جذب انرژی

تغییر شکل دکل در اثر برخورد اتومبیل که حاکی از قابلیت بالای استهلاک انرژی توسط آن میباشد. البته طراحی برای کاهش آسیب به دکل در اثر برخورد وسیله نقلیه برای جلوگیری از شکست آن بر اساس

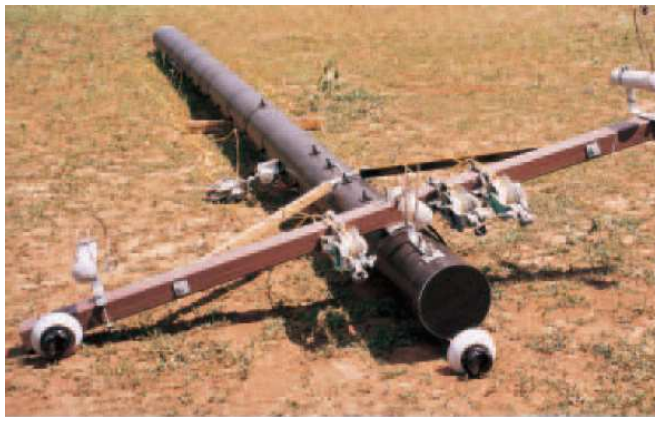
راهنمای FHWA صورت پذیرد. در ادامه مراحل نصب یک دکل کامپوزیتی تلسکوپی با شکل زیر نشان داده شده است.

شکل ۲-آزمایش و سپس حمل پایه ها به داخل سایت



شکل ۳-مشخص کردن سوراخ ها ی اتصال برای نصب بازو های عرضی

شکل ۴-سوراخ نمودن محل اتصال برای بازو های عرضی



شکل ۵-نصب و پیچ نمودن بازو های عرضی

شکل ۶-حمل هوایی با هلیکوپتر کوچک به محل سایت در مناطق جنگلی (مونتانا) حمل ونقل آسان

شکل ۷-استفاده دو منظوره از پایه دکل(روشنایی، انتقال برق)

شکل ۸-دکل تلسکوپی کامپوزیتی استفاده شده در ایالت فلوریدا(آمریکا)

شکل ۹-دکل تلسکوپی کامپوزیتی استفاده شده در ایسلند

شکل ۱۰-توانایی کاربری دکل تلسکوپی کامپوزیتی در مناطق سردسیر آلاسکا با بیش از ۲۰ متر برف

- دکل کامپوزیتی H شکل

برای خطوط با ظرفیت بالا که بار وارده بر روی دکل زیاد میباشد از ترکیب دو پایه تلسکوپی جهت انتقال نیرو استفاده میگردد که در شکل۱۱ نشان داده شده است.

شکل ۱۱-نمونه ای از دکل کامپوزیتی H شکل

همانطور که از شکل ۱۱مشخص است دکل کامپوزیتی دو پایه بلند تر و با ظرفیت بیشتر نسبت به نوع تک پایه تلسکوپی آن میباشد. در طراحی پایه های دکل تلسکوپی از ضرایب کاهش مقاومت در جهت اطمینان از عملکرد دکل براساس نوع آن استفاده میشود که به قرار زیر میباشند:

دکل های چوبی=۰,۶۵

سازه های کامپوزیتی=۱

ـ نحوه نصب دکل های کامپوزیتی در گودال:

نحوه نصب این نوع دکل همانند دیگر انواع دکل ها میباشد. اما یکی از روش های سریع که امروزه در کشور امریکا برای نصب این دکل ها استفاده میشود، نصب بدون استفاده از بتن یا شن در پر نمودن گودال پای دکل می باشد در این روش از یک ماده پلیمری با فرمول پیشرفته استفاده می شود که به PoleCrete معروف است. این ماده همانند یک فوم گودال پای دکل را پر کرده و سبب استحکام دکل میشود. این ماده را میتوان در هر نوع خاک ، اعم از ماسه ای تا سنگی استفاده نمود. و در هر شرایط آب و هوایی عملکرد خود را حفظ مینماید. در اشکال زیر نحوه استفاده از آن نشان داده شده است.

شکل ۱۲-ترکیب دو بخش در یک ظرف

شکل ۱۳-ریختن مایع داخل ظرف درون گودال دور پایه

بعد از ۱۵ دقیقه میتوانید تکیه گاه ها را برداشته و دور پایه را پاکیزه کنید

شکل ۱۴- پاکیزه نمودن تکیه گاه ها

مزایای استفاده از ماده PoleCrete :

۱- ایمن و اقتصادی
۲- نصب آسان با استفاده از ابزار معمولی
۳- منبسط شونده تا ۲۰ برابر حجم اولیه آن
۴- مقاومت فشاری معادل با ۳ تا ۴ برابر خاک متراکم
۵- مقاومت در برابر بلند شدگی همانند سنگ
۶- مقاومت در برابر واژگونی بیشتر از سنگ
۷- کمک به کاهش عمق مدفون در دکل های چوبی
۸- کاهش ۵۰ ٪ در نیروی انسانی
۹- بدون نیاز به پر کردن خاک اطراف

ـ بازوهای عرضی بر روی دکل های تلسکوپی

برای انتقال خطوط برق به جهت ایجاد فاصله عایقی مناسب و نیز انتقال وزن کابلها به دکل، روی دکلها بازوهای عرضی نصب می شود.

۱ـ۱ـ نام و کد آیسیک محصول

متداول‌ترین طبقه‌بندی و دسته‌بندی در فعالیت‌های اقتصادی همان تقسیم‌بندی آیسیک است. تقسیم‌بندی آیسیک طبق تعریف عبارت است از: طبقه‌بندی و دسته‌بندی استاندارد بین‌اللمللی فعالیت‌های اقتصادی. این دسته‌بندی با توجه به نوع صنعت و محصول تولید شده به هریک کدهایی دو، چهار و هشت رقمی اختصاص داده می‌شود. کدهای آیسیک مرتبط با صنعت تولید **کامپوزیتها** در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول (۱): کدهای آیسیک مرتبط با صنعت کامپوزیتها

ردیف	کد آیسیک	نام کالا
۱	۲۸۱۱۱۱۳۲	دکل انتقال نیرو

۲ـ۱ـ شماره تعرفه گمرکی

در داد و ستدهای بین‌المللی جهت کدبندی کالا در امر صادرات و واردات و مبادلات تجاری و همچنین تعیین حقوق گمرکی و غیره از دو نوع طبقه‌بندی استفاده می‌شود که عبارت است از طبقه‌بندی و نامگذاری براساس بروکسل و طبقه‌بندی مرکز استاندارد و تجارت بین‌المللی بر همین اساس در مبادلات بازرگانی خارجی ایران طبقه‌بندی بروکسل جهت طبقه‌بندی کالاها استفاده می‌شود که در خصوص کامپوزیت در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول (۲): تعرفه‌های گمرکی مربوط به صنعت کامپوزیت

ردیف	شماره تعرفه گمرکی	نوع کالا	حقوق ورودی	SUQ
۱	۳۰۰۶۴۰۵۰	کامپوزیت	۴۰	kg

۳ـ۱ـ شرایط واردات

با توجه به اینکه تعرفه گمرکی برای دکل تلسکوپی به طور ویژه در مقررات صادرات و واردات ایران در نظر نگرفته شده، حقوق ورودی آن بر اساس شماره تعرفه گمرکی کامپوزیت‌ها، ۴۰ درصد می‌باشد.

۴ـ۱ـ بررسی و ارائه استاندارد (ملی یا بین‌المللی)

جدول (۳): استانداردهای مرتبط با طراحی و آزمایشات دکل تلسکوپی کامپوزیتی

ردیف	شماره استاندارد	عنوان استاندارد	مرجع
۱	Report ۳۵۰ NCHRP	Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features	
۲	NESC۰۷ ۲۰	National Electric Safety Code)	
۳	ASTM D ۵۷۰	Standard Test Method for Water Absorption of Plastics	

۴	ASTM D ۳۰۳۹/D ۳۰۳۹M	Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials	ASTM
۵	ASTM D ۳٤۱۸	Title: Standard Test Method for Transition Temperatures of Polymers by Differential Scanning Calorimetry	ASTM
۶	ASTM D ٥۳۷۹/D ٥۳۷۹M	Standard Test Method for Shear Properties of Composite Materials by the V-Notched Beam Method	ASTM
۷	ASTM E ۱۳۹٤	Standard Guide for Development of Standard Data Records Computerization of Mechanical Test Data for High-Modulus Fiber Reinforced Composite Materials	ASTM
۸	ASTM D ۳٤۱۰/D ۳٤۱۰M	Standard Test Method for Compressive Properties of Polymer Matrix Composite Materials with Unsupported Gage Section by Shear Loading	ASTM
۹	ASCE-۱۰۴	Recommended Practice For Fiber-Reinforced Polymer Products for Overhead Utility Line Structure	

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

با توجه به عدم تولید صنعتی در داخل کشور قیمت آن در دسترس نمیباشد. ولی نوع فلزی دارای قیمتی در حدود ۲,۲ $/Kg است. نوع کامپوزیتی دارای وزنی در حدود نصف نوع فلزی و قیمتی در حدود دو برابر فلزی بر حسب کیلوگرم است. لذا قیمت یک دکل کامپوزیتی با فلزی تقریبا یکسان بوده و یا ۲۰ تا ۳۰ درصد نسبت به نوع فلزی گران تر است.

۶ـ۱ـ توضیح موارد مصرف و کاربرد

محصول دکل تلسکوپی کامپوزیتی علاوه بر انتقال برق جهت استفاده در پایه چراغهای روشنایی و آنتن های تلفن سیار و ... استفاده میشود. همچنین امروزه اغلب صنایع از مزایای منحصر به فرد مواد کامپوزیتی بهره می جویند و ردپای کامپوزیت ها را در حوزه های زیر می توان جستجو نمود :

۱- صنایع حمل و نقل شامل حمل و نقل هوایی ، جاده ای و دریایی

۲- صنایع نظامی و هوا – فضا

۳- صنایع انرژی در هر حوزه های تولید و انتقال برق و صنعت نفت ، گاز و پتروشیمی

۴- صنعت ساخت و ساز شامل صنایع زیر بنایی و صنعت ساختمان

۵- صنایع مبلمان شهری

۶- وسایل خانگی

۷- لوازم ورزشی

کامپوزیت‌ای پایه پلیمری در حال حاضر تنها به میزان ۱ درصد در مهد تولد خود یعنی صنایع هوا – فضا کاربرد دارند و قسمت عمده الباقی در صنایع ساخت و ساز و حمل و نقل به کار گمارده می شوند. درحقیقت توسعه فناوری تولید کامپوزیتهای پایه پلیمری این امکان را فراهم کرده است تا اغلب صنایع از مزایای منحصر به فرد این مواد بهره جویند .

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

هم اکنون در کشور بیشتر از نوع دکل فلزی برای انتقال نیرو استفاده میشود. ولی با توجه به مصرف رو به فزون کامپوزیتها در کشور که در ذیل شرح داده شده است، جایگزینی درصدی از سهم مصرف دکل انتقال نیرو توسط نوع کامپوزیتی قابل پیش بینی است.

ـ کاربرد کامپوزیتهای پلمیری در صنایع ایران

استفاده از کامپوزیتها در صنایع به منظورحفاظت در برابر خوردگی که در قالب لوله و مخازن نمود پیدا می کند مقام چهارم را به خود اختصاص داده است و این در حالی است که بخش عمده ای از صنایع کشور از مشکل خوردگی و تبعات هزینه ناشی از آن رنج می برند . خوردگی در ایران درسال ۱۳۷۹ معادل ۲۷۰۰ میلیارد ریال بر اساس ۵ درصد از تولید ناخالص ملی برآورد شده است که براساس تقسیم بندی انجام شده از سوی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران خسارت مستقیم خوردگی در چهار بخش اصلی برای سال ۱۳۷۹ محاسبه گردیده است.

۸ـ۱ـ اهمیت استراتژیکی کالا در دنیای امروز

مزایای سازه های مبتنی بر کامپوزیت ها نسبت به نمونه های سنتی بتنی ، چوبی و فلزی را که باعث نفوذ آنها درگستره وسیعی از صنایع مختلف از جمله صنعت برق شده است . و بنابر پیش بینی های کارشناسان این صنعت ، استفاده و جایگزینی نوع کامپوزیتی محصولات بسیار سریع و چشمگیر خواهد بود.

۹ـ۱ـ کشورهای عمده تولید کننده و مصرف کننده محصول (حتی‌الامکان سهم تولید یا مصرف ذکر شود)

جدول (۴): کشورهای عمده تولیدکننده دکل‌های کامپوزیتی

ردیف	نام کشور	نوع تولیدات
۱	امریکا	انواع دکلهای تلسکوپی و برجهای کامپوزیتی
۲	کلمبیا	انواع دکلهای تلسکوپی و برجهای کامپوزیتی
۳	کانادا	انواع دکلهای تلسکوپی و برجهای کامپوزیتی
۴	انگلیس	انواع دکلهای تلسکوپی و برجهای کامپوزیتی

جدول (۵): کشورهای عمده مصرف کننده دکل‌های کامپوزیتی

ردیف	نام کشور	عنوان محصول
۱	امریکا	انواع دکلهای تلسکوپی و چهارپایه کامپوزیتی
۲	کلمبیا	انواع دکلهای تلسکوپی و چهارپایه کامپوزیتی
۳	انگلیس	انواع دکلهای تلسکوپی و چهارپایه کامپوزیتی
۴	کانادا	انواع دکلهای تلسکوپی و چهارپایه کامپوزیتی

ـ شرکت‌های داخلی عمده تولید کننده و مصرف کننده محصول

در حال حاضر در داخل کشور تولید و مصرف نمی‌شود. در حال حاضر یک نمونه ۱۵ متری از این دکل به وسیله موسسه کامپوزیت ایران طراحی گردیده است که در برابر وزن ۱۲۶۰ کیلوگرمی نمونه چوبی دارای وزنی در حدود ۳۱۶ کیلوگرم می‌باشد. در حال حاضر این تکنولوژی در ساخت تیرهای چراغ برق در خیابان-ها نیز استفاده می‌شود. لازم به ذکر است که تا کنون دکل های کامپوزیتی تلسکوپی بصورت صنعتی در داخل تولید نگردیده است. و در ادامه به برخی تولیدکنندگان عمده دکل تلسکوپی فلزی در ایران اشاره میشود.

جدول (۶): برخی تولیدکنندگان عمده دکل تلسکوپی فلزی در ایران

ردیف	نام کارخانه	نوع تولیدات	محل کارخانه
۱	تولید ملزومات برق	انواع پلهاو برجها و دکلهای فلزی	اصفهان
۲	فراساز	انواع پلهاو برجها و دکلهای فلزی	اصفهان
۳	پارس ساختار	پایه بتونی دکلهای خطوط انتقال نیرو	آذربایجان شرقی - تبریز
۴	برق و صنعت ره پویا ایلام	پایه بتونی دکلهای انتقال نیرو	ایلام
۵	پلوان پیشرو	تیر برق بتونی	مازندران - قائمشهر
۶	تولیدی تیرکاران بابل	پایه دکلهای خطوط انتقال نیرو	مازندران - بابل
۷	وحدت بتن ملایر	پایه بتونی برق	همدان- ملایر
۸	پل سوله	انواع پلهاو برجها و دکلهای فلزی	آذربایجان شرقی - تبریز
ادامه جدول (۹)			
۹	جهاد تحقیقات سهند	انواع پلهاو برجها و دکلهای فلزی	آذربایجان شرقی - تبریز
۱۰	فن آور نوین نیرو	انواع پلهاو برجها و دکلهای فلزی	آذربایجان شرقی – آذر شهر
۱۱	صنایع ماشین سازی آذربایجانی	انواع پلهاو برجها و دکلهای فلزی	اصفهان-منطقه صنعتی جی
۱۲	ارتباطات زیر ساخت	سازه های فلزی و دکل مخابراتی	تهران-جاده مخصوص کرج
۱۳	دلتا سازه (بهریز ممتاز)	دکل انتقال نیرو مخابرات برق	تهران- شهرک نصیر آباد
۱۴	پلی سوله و صنعت توس	انواع پلهاو برجها و دکلهای فلزی	خراسان رضوی-مشهد
۱۵	قطعات فولادی پویا	انواع پلهاو برجها و دکلهای فلزی	خراسان رضوی-مشهد

۱۶	مخزن ساز پیشرو جنوب	انواع پلهاو برجها و دکلهای فلزی	خوزستان-اهواز
۱۷	نیک روی پوشش شیراز	دکل برج وتیرچراغ فلزی	فارس -شیراز
۱۸	نیک روی پوشش	انواع پلهاو برجها و دکلهای فلزی	فارس -شیراز
۱۹	اهواز فانوس	انواع برجها و دکلهای فلزی	قزوین-بوئین زهرا
۲۰	ماشین سازی سازه های صنعتی آستوتوس	طراحی و ساخت تجهیزات ماشین آلات	قزوین- آبیک
۲۱	استن غرب مهندسی فولاد	انواع پلهاو برجها و دکلهای فلزی	کردستان- سنندج
۲۲	شرکت فرانیر	دکل های فلزی تلسکوپی	

جدول (۷): برخی مصرف‌کنندگان عمده دکل های تلسکوپی در ایران

ردیف	نام	نوع تولیدات
۱	سازمان توسعه برق ایران	پایه دکلهای تلسکوپی کامپوزیتی
۲	شرکت های برق منطقه ای	پایه دکلهای تلسکوپی کامپوزیتی

۱۰ـ۱ـ شرایط صادرات

در کتاب مقررات واردات و صادرات سال ۸۶ تعرفه ای برای دکلهای تلسکوپی کامپوزیتی ذکر نشده است.

۲ـ وضعیت عرضه و تقاضا

۲ـ۱ـ بررسی ظرفیت بهره‌برداری و روند تولید از آغاز برنامه سوم تا کنون و محل واحدها و تعداد آنها و سطح تکنولوژی واحدهای موجود، ظرفیت اسمی، ظرفیت عملی، علل عدم بهره‌برداری کامل از ظرفیت‌ها، نام کشورها و شرکت‌های سازنده ماشین‌آلات مورد استفاده در تولید محصول

آمار و اطلاعات به‌دست آمده از مرکز آمار وزارت صنایع و معادن در خصوص ظرفیت واحدهای موجود و فعال تولید کننده دکل کامپوزیتی نشان میدهد تا حال حاضر این کالا در داخل کشور تولید و مصرف نمی‌شود.

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

تا به حال هیچگونه طرح جدید و طرح توسعه در دست اجرایی مشاهده نشده است.

۲ـ۳ـ بررسی روند واردات محصول از آغاز برنامه سوم تا پایان سال ۸۴

بر اساس آمار و اطلاعات به‌دست آمده از مرکز آمار وزارت صنایع و معادن در خصوص واردات محصول دکل کامپوزیتی نشان میدهد تا پایان سال ۸۴ این کالا به داخل کشور وارد نشده است.

۲ـ۴ـ بررسی روند مصرف از آغاز برنامه

میزان ظرفیت تولید دکلهای فلزی در سال ۸۱ حدود ۷۰ هزارتن، در سال ۸۲ حدود ۱۰۰ هزار تن، سال ۸۳ حدود ۱۲۰ هزار تن، سال ۸۴ حدود ۱۵۰ هزار تن، سال ۸۵ حدود ۲۵۰ هزار تن و در سال ۸۶ حدود ۲۷۰ هزار تن می باشد. این روند افزایش ظرفیت حدود ۴۰۰ درصد را برای ۶ سال نشان می دهد. ولی نوع کامپوزیتی در داخل کشور تولید و مصرف نشده است.

۵ـ۲ـ بررسی روند صادرات محصول از آغاز برنامه سوم تا پایان سال ۸۴ و امکان توسعه آن (چقدر به کجا صادر شده است).

بر اساس آمار و اطلاعات به‌دست آمده از مرکز آمار وزارت صنایع و معادن در خصوص صادرات محصول دکل کامپوزیتی نشان میدهد تا پایان سال ۸۴ این کالا به خارج کشور صادر نشده است. ولی در صورت تولید این محصول در داخل کشور، با توجه به همجواری کشورهای در حال بازسازی مانند عراق و افغانستان افق آینده صادرات این کالا روشن میباشد.

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

در حال حاضر در کشور سالیانه حدود ۲۰۰ هزار تن دکل فلزی تولید می گردد که حداقل ۱۰ درصد این ظرفیت می تواند با نوع کامپوزیتی جایگزین گردد. به خصوص در مناطقی که با شرایط بد آب و هوا مواجه هستند، استفاده از دکلهای کامپوزیتی مناسب می باشد. همچنین با توجه به رشد مصرف این محصول، با در نظر گرفتن رشد سالیانه ۱۰ درصدی، میزان نیاز به این محصول در سال ۱۳۹۰ برابر با ۳۷۰ هزار تن (حدود ۲۰۰ هزار عدد) خواهد بود. همچنین با توجه به طرحهای در دست اجرا، پیش بینی می‌گردد میزان تولید دکل فلزی تا سال ۱۳۹۰ حدود ۷۰ هزار عدد افزایش یابد. این میزان تولید پاسخگوی نیاز کشور خواهد بود. با در نظر گرفتن جایگزینی ۱۰ درصد تولید دکل فلزی با نوع کامپوزیتی، میزان نیاز به دکل کامپوزیتی تا سال ۱۳۹۰ به حدود ۲۷ هزار عدد خواهد رسید.

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

روش تولید دکل‌های کامپوزیتی و نحوهٔ رفع معایب در آن‌ها

با وجود ابداع مواد کامپوزیت از ۴۰ سال پیش تاکنون، عواملی همچون هزینه بالای فرایند تولید و عدم وجود راهکار مناسب برای حفظ آنها از اشعه ماورای بنفش نور خورشید، سبب شده است که استفاده از آنها تاکنون به تعویق بیفتد. روشیهایی که هم اکنون برای تولید این دکل‌ها استفاده می‌شود به نام روش پیچش الیاف (Filament Winding) و پالتروژن (Pultrusion) مشهور است. در روش پیچش الیاف به وسیله یک دستگاه دوار که حول محور ارتفاعی دکل دوران می‌کند و به وسیلهٔ سرعت قابل تنظیم در همان جهت پیشروی می‌کند، به دور دکل پیچانده می‌شود. در این سیستم از یک کنترل کنندهٔ دیجیتال قابل برنامه ریزی، جهت کنترل حرکت سیستم استفاده می‌گردد.

دو راهکار مختلف برای حفاظت دکل‌ها در برابر اشعهٔماوراء بنفش وجود دارد:

۱- استفاده از پوشش ضد اشعهٔماوراء بنفش از جنس پلی اورتان

۲- استفاده از رزین اضافی در سطح موثر مقابل با اشعهٔماوراء بنفش

با استفاده از هر کدام از دو روش فوق، عمر دکل‌ها به ۳۵ سال افزایش می‌یابد و با ادغام آنها تا ۸۰ سال می‌توان از آنها استفاده نمود. معضل افزایش وزن این سازه‌ها در اثر افزایش لایه‌ها به وسیله افزایش سفتی سازه‌ها با افزایش قطر بر طرف می‌گردد.

وضعیت فعلی

کشور کلمبیا هم اکنون مشغول جایگزینی دکل‌های فعلی با نوع کامپوزیتی همتای خود می‌باشد و کشور ژاپن نیز در حال بررسی جایگزینی دکل‌های قبلی می‌باشد.

در حال حاضر یک نمونه ۱۵ متری از این دکل به وسیله موسسه کامپوزیت ایران طراحی گردیده است که در برابر وزن ۱۲۶۰ کیلوگرمی نمونه چوبی دارای وزنی در حدود ۳۱۶ کیلوگرم می‌باشد. در حال حاضر این تکنولوژی در ساخت تیرهای چراغ برق در خیابان‌ها نیز استفاده می‌شود.

با توجه به مزیت‌های دکل‌های کامپوزیتی نظیر وزن کم، عمر زیاد و نداشتن آلودگی، هزینه‌های نگهداری و تعمیر این دکل‌ها به مراتب کمتر از نوع چوبی و فلزی آن است. ولی در متن فوق به قیمت تمام شدهٔ این دکل‌ها و مقایسهٔ آن با نوع چوبی و فلزی آن اشاره نشده است و در مورد تولید انبوه آنها نیز مطلبی

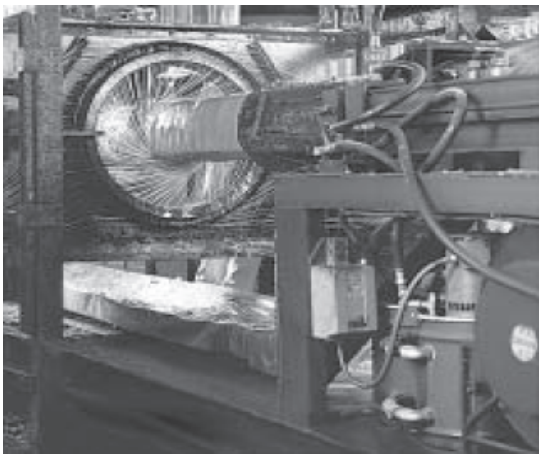
بیان نشده است. با وجود این ابهامات نمی‌توان نظر قطعی در مورد توجیه اقتصادی تولید این دکل‌ها داد. البته باتوجه به زلزله‌خیز بودن کشور و مقاوم بودن این دکل‌ها در برابر زلزله و با عنایت به اینکه کشوری مانند ژاپن نیز که مانند کشور ما زلزله‌خیز است، به این تکنولوژی توجه کرده است، ممکن است آینده خوبی برای این محصول وجود داشته باشد.

با توجه به موجود بودن تکنولوژی تولید این محصول در کشور و خصوصاً اینکه تکنولوژی آن در سطح طراحی نیز موجود می‌باشد و باتوجه به مزیتهای این محصول نسبت به نوع چوبی و فلزی آن و شرایط اقلیمی خاص بعضی از مناطق کشور (مرطوب بودن شمال و جنوب و زلزله‌خیز بودن کشور)، بررسی دقیق ابعاد اقتصادی آن در یک طرح مطالعاتی با حمایت وزارت نیرو ضروری به‌نظر می‌رسد.

ـ شرح تولید دکل هرمی به روش Filament Winding

در این روش رشته های الیاف شیشه اشباع شده با رزین معمولی بصورت مارپیچ به دور محور گرم شده میچرخند. البته این کار با ایجاد کشش یکنواخت و پیوسته تحت زاویه کوچک برای مقاومت مناسب انجام میشود. علاوه براین مارپیچ های دایره ای باعث ایجاد مقاومت فشاری میشود. تمام کار با ارتباط دستگاه به سیستم CAD کامپیوتر انجام میشود.

برای رنگ نمودن دکل ماده رنگی را به رزین اضافه مینمایند. در نتیجه دکل کامپوزیتی یکپارچه از الیاف شیشه تولید میشود.



شکل ۱۵-تولید دکل های مربعی به روش پالتروژن Pultrusion

- تولید به روش پالتروژن

پالتروژن یکی از فرآیندهایی است که جهت ساخت قطعات با خواص مکانیکی بالا یعنی کامپوزیت هاییکه بتوانند با مواد رایج سنتی و مهندسی قابل رقابت باشند طراحی شده است . این فرآیند جهت تولید قطعاتی با کسر حجمی بالای الیاف طراحی شده است که در آن الیاف بیشتر در جهت طولی قطعه قرار می گیرند. اگرچه می توان با استفاده از بافت مناسب الیاف، درجهت عرضی هم الیاف داشت اما عمدتاً خواص اصلی در جهت طولی است . فرآیند پالتروژن فرآیندی است که برای تولید قطعات پیوسته، مانند میله ها، لوله ها، تیرها به کار می رود .به طور کلی این فرآیند هر نوع قطعه ای را می‌توان تولید نمود به شرطی که سطح مقطع آن در طول قطعه ثابت باشد و شیار و یا سوراخ عمود بر جهت کشش در آن وجود نداشته باشد

توسعه عمده این فرآیند ابتدا در آمریکا انجام شده است و اولین ثبت اختراع در این زمینه در سال۱۹۴۶ در خصوص تولید می لۀ ماهیگیری بصورت تجاری به ثبت رسید . قطعاتی که در فرآیندهای اولیه تولید می شد سطوحی خشن داشته که سپس بوسیله ماشین کاری آنها را بصورت مطلوب و مخروطی در م ی آورند. در توسعه های بعدی این فرآیند از قالب گرم بمنظور دستیابی به سطوحی صاف استفاده شد که در ده ۀ ۱۹۵۰ تکمیل گردید . در قطعات اولیه فقط از الیاف تک جهته استفاده می شد لکن پس از آن استفاده ازپارچه های بافته شده و پارچه های نمدی رایج گردید و این سبب تولید قطعات گسترده تری با این فرآیند شد. تکنولوژی فرایند پالتروژن به جهت نیاز به نیروی کاری کم، پیوسته بودن و قابلیت اتوماتیک شدن مورد توجه قرار گرفته است

فرآیند پالتروژن شامل مراحل زیر می گردد:

الف - آغشته شدن الیاف به رزین مایع

ب - متراکم شدن، جدا شدن هوای بین الیاف و رزین اضافی

ج -شکل گیری و پخت در قالب

د - جدا شدن قطعه از قالب و مراحل برش و عملیات پرداخت کاری

تمامی مراحل فوق در یک فرایند بصورت پیوسته انجام می شود. الیاف تقویت کننده بصورت پیوسته و به اشکال مختلف از روی قرقره های خود بازشده و به سمت قسمت آغشته سازی هدایت می شوند. الیاف از بین میله های راهنما عبور کرده و پس از آغشته سازی به بیرون کشیده می شوند. سرعت تولید در این فرایند بسته به (die) شکل گیری اولیه از درون یک قالب گرم متغیر است. ماشین پالتروژن می تواند بصورت شبانه روزی حدود m/h ۳۰-۱ کار کند. شکل قطعه و سیستم رزین فقط هر دو هفته یکبار یک توقف کوتاه جهت

تمیز کردن سیستم و تغذیه سبدهای الیاف ضروری است. قسمت های مختلف این فرآیند را می توان به شش قسمت سبد الیاف، حمام یا محل آغشته ساز ی، ناحیه پیش شکل دهی، ناحیه پخت یا قالب، ناحیه کشش و قسمت برش تقسیم نمود.

توضیحات مختصری پیرامون هر بخش ذیلاً آورده می شود.

۱ - سبد الیاف

بخش تغذیه الیاف اولین قسمت این فرآیند است که حجم یا فضای بسیار زیادی را در برمی گیرد. در این قسمت الیاف عمدتاً بصورت دوکهای دسته الیاف نتابیده (Roving) و مقداری نیز بصورت پارچه های نمدی با الیاف پیوسته (Continous Filament Mat, CFM) قرار دارند. گاهاً از پارچه های بافته شده یا پارچه های دوخته شده به هم(STICHED FABRIC) نیز استفاده می‌شود. الیافCSM جهت استفاده در این فرآیند مناسب نیستند زیرا براحتی از هم جدا می شوند اما الیاف سوزنی CFM از استحکام بیشتری برخوردار بوده و جهت افزیش خواص در جهت عرضی نیز استفاده می شوند. منافذی که ا لیاف از آنها عبورکرده و به سمت حمام رزین هدایت می شوند غالباً سرامیکی بوده تا در اثر حرکت الیاف ساییده نشده و الیاف هم صدمه ای نبینند.دسته الیاف نتابیده ای که در این فر ایند استفاده می شود، عمدتاً الیاف شیشه نوع E می باشندکه بصورت تک جهته در طول قطعه قرار می گیرند، اما الیاف CFM عمدتاً از الیاف نوعA می باشند و از الیاف با قطر کم استفاده می شود تا کیفیت سطح قطعه بهترشود. استفاده از الیافCFM جهت درکنار هم نگهداشتن الیاف تک جهته ضروری است و در افزایش استحکام عرضی قطعه بسیار مؤثرند.

۲- ناحیه پیش شکل دهی

پس از آغشته شدن رزین، الیاف آغشته شده وارد ناحیه پیش شکل دهی شده که قبل از قالب قرار دارد. طول این قسمت حدود۱۲۰ -۶۰ سانتیمتر می باشد. دلایل استفاده از این ناحیه آن است که معمولاً الیاف آغشته شده بصورت یک سطح صاف می باشند و تغییر شکل الیاف و خم کردن آنها به شکل مورد نظر از تنش های پخت می کاهد. این قسمت همچنین در گرفتن رزین اضافی و دستیابی به حداکثر کسر حجمی الیاف کمک می کند .

۳- ناحیه پخت

عمل پخت در ناحیه (die) قالب انجام می شود. طول این قسمت از ۷۰ تا ۱۵۵ سانتیمتر متغیر است و بستگی به سیستم رزین و سرعت تولید دارد. عمل شبکه ای شدن رزین بصورت پیوسته در این قسمت انجام می شود. صافی سطح قالب بسیار حائز اهمیت است و باید حدود ۲/۰ µmباشد و جهت افزایش سختی، سطح داخلی آن را پوشش گرمی می دهند.گرم کردن قالب را می توان به کمک الکتریسیته و یا روغن داغ انجام داد و با توجه به ضرورت داشتن تغییرات دمایی در طول قالب معمولاً آن را چند قسمتی ساخته و به کمک المان‌های حرارتی مختلف گرم می شوند. دمای قالب بستگی به سیستم رزین و سرعت تولید داشته و معمولاً از ۱۳۰ تا ۱۷۰ درجه سانتیگراد متغیر است.

۴- ناحیه کشش

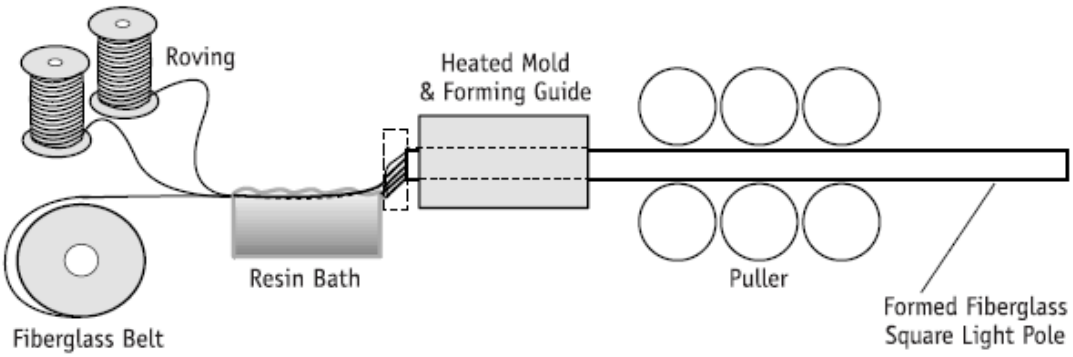
اسم این فرآیند یعنی پالتروژن از همین عمل کشش (pulling) گرفته شده است. سرعت کشش باید قابل تنظیم باشد و بسته به نوع تولید تنظیم شود. معمولاً دو نوع سیستم کشنده رفت و برگشتی (reciprocating) و سیستم کاتر پیلار مورد استفاده قرار می گیرد. سیستم رفت و برگشتی که به سیستم دست به دست نیز معروف است از دو قسمت تشکیل شده که هر لحظه، یک قسمت قطعه را محکم گرفته وعمل کشش را انجام می دهد و قسمت دیگر در حالت برگشت به موقعیت قبلی است. در سیستم کاتر پیلار فاصله بین دو قسمتی که قطعه را محکم می گیرد قابل تنظیم است و می توان فشار کنترل شده ای روی قطعه اعمال کرد . نیروی گرفتن قطعه در این سیستم بیشتر از نوع اول است لذا بروی قطعات نازک و با شکل پیچیده مشکلاتی را ایجاد می کند.

۵- قسمت برش

قسمت برش آخرین قسمت فرآیند پالتروژن است و معمولاً از اره های دوار با تیغه های لبه الماسه استفاده می شود و هنگام برش بوسیله آب خنک می شود. لازم به تذکر است که اره باید ضمن عمل برش متناسب با سرعت تولید حرکت نیز داشته باشد.

در ادامه بصورت شماتیک و واقعی خط تولید دکل تلسکوپی کامپوزیتی را مشاهده می کنید.

دکل های یکنواخت(منشوری) بصورت یک تیکه با کشیدن از یک قالب مخصوص ساخته میشوند. مقاومت بالایی از این آرایش رشته های شیشه در راستای طولی ایجاد میشود. در ادامه بصورت شماتیک و واقعی خط تولید دکل تلسکوپی کامپوزیتی را در اشکال۱۶و۱۷ مشاهده میکنید.



شکل ۱۶-**مراحل تولید دکل تلسکوپی از نوع کامپوزیت مسلح شده با الیاف شیشه**

شکل ۱۷-**نمایی از خط تولید دکل تلسکوپی کامپوزیتی به روش پالتروژن**

۴ـ تعیین نقاط قوت و ضعف تکنولوژی‌های مرسوم (به شکل اجمالی)

محدودیت‌های دکل‌های فعلی

دکل‌های انتقال قدرت بین شهری که در حال حاضر استفاده می‌شوند، عمدتاً از چوب، بتن و فلز ساخته می‌شود.

الف) دکل‌های چوبی

دکل‌های چوبی که در طیف وسیعی به‌کار برده می‌شوند، از مشکلات بسیار زیادی برخوردارند. در زیر به چند مورد از این محدودیتها اشاره شده است:

۱. یکی از معایب این دکل‌ها عدم سازگاری آنها با شرایط اقلیمی مختلف است. دکل‌های چوبی اغلب در اثر باران و برف دچار مشکل می‌گردند و در مناطق مرطوب، خطر خوردگی دکل چوبی به وسیله موریانه‌ها امری اجتناب ناپذیر است. همچنین این دکل‌ها در مناطق مرطوب بوسیلهٔ گیاهان قارچی خورده می‌شوند که برای جلوگیری از این موضوع سطح این دکل‌ها را به مواد سمی آغشته می‌سازند. این موضوع باعث می‌شود تا در اثر بارش باران و برف این مواد سمی شسته شده و محیط زیست را آلوده نمایند.

۲. همچنین به دلیل استحکام پایین چوب، وزن سازه ساخته شده به وسیله چوب بسیار زیاد می‌باشد، به‌طوری که باید برای حمل و نقل آن از وسایل نقلیه سنگین استفاده کرد. در مناطق صعب‌العبور که حرکت این وسایل میسر نمی‌باشد، احتیاج به استفاده از حدود ۸ یا ۹ نفر نیروی انسانی می‌باشد. در بعضی موارد نیز آنقدر سنگین هستند که برای حمل آنها به بالگرد نیاز است.

۳. از جمله سایر مشکلات موجود در دکل‌های چوبی، خطر آسیب دیدگی آنها به وسیله دارکوب در مناطق جنگلی است.

ب) دکل‌های فلزی

دکل‌های فلزی نیز مشکلات مربوط به خود را دارا هستند که از جمله می‌توان به وزن بالا، خطر زنگ زدگی و هزینه‌های بسیار بالای ناشی از تمهیدات مقابله با این موضوع مثل حفاظت کاتدی اشاره کرد.

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

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

جدول (۸): برنامه سالیانه تولید

ردیف	شرح	تعداد	ظرفیت سالیانه(تن)	قیمت فروش واحد (ریال)	کل ارزش فروش (میلیون ریال)
۱	دکل تلسکوپی کامپوزیتیCLASSHI	۴۰۰۰	۲۴۰۰	۲۴۰۰۰۰۰۰	۹۶۰۰۰
۲	دکل تلسکوپی کامپوزیتیCLASSI	۳۰۰۰	۱۸۰۰	۲۰۰۰۰۰۰۰	۶۰۰۰۰
مجموع (میلیون ریال)					۱۵۶۰۰۰

۱ـ۵ـ اطلاعات مربوط به سرمایه ثابت طرح

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

۱ـ۱ـ۵ـ هزینه‌های زمین و ساختمان‌سازی

برای محاسبه هزینه‌های تهیه زمین و ساختمان‌های مورد نیاز این واحد، لازم است اندازه بناهای مورد نیاز از قبیل؛ سالن تولید، انبارها، ساختمان‌های اداری، محوطه، پارکینگ و ... برآورد شود. سپس مقدار زمین مورد نیاز برای احداث بناها با در نظر گرفتن توسعه طرح در آینده، محاسبه شود. در جداول زیر مقدار زمین و انواع بناهای مورد نیاز، برآورد و هزینه‌های تهیه آنها محاسبه شده است.

جدول (۹): هزینه‌های زمین

ردیف	شرح	ابعاد (متر مربع)	بهای هر متر مربع (ریال)	جمع (میلیون ریال)
۱	زمین سالن‌های تولید و انبار	۱۹۰۰	۲۲۰/۰۰۰	۴۱۸
۲	زمین ساختمان‌های اداری، خدماتی و عمومی	۱۰۰		۲۲
۳	زمین محوطه	۱۵۰۰		۳۳۰
۴	زمین توسعه طرح	۱۵۰۰		۳۳۰
جمع زمین مورد نیاز (متر مربع)		**۵۰۰۰**	**مجموع (میلیون ریال)**	**۱۱۰۰**

جدول (۱۰): هزینه‌های ساختمان‌سازی

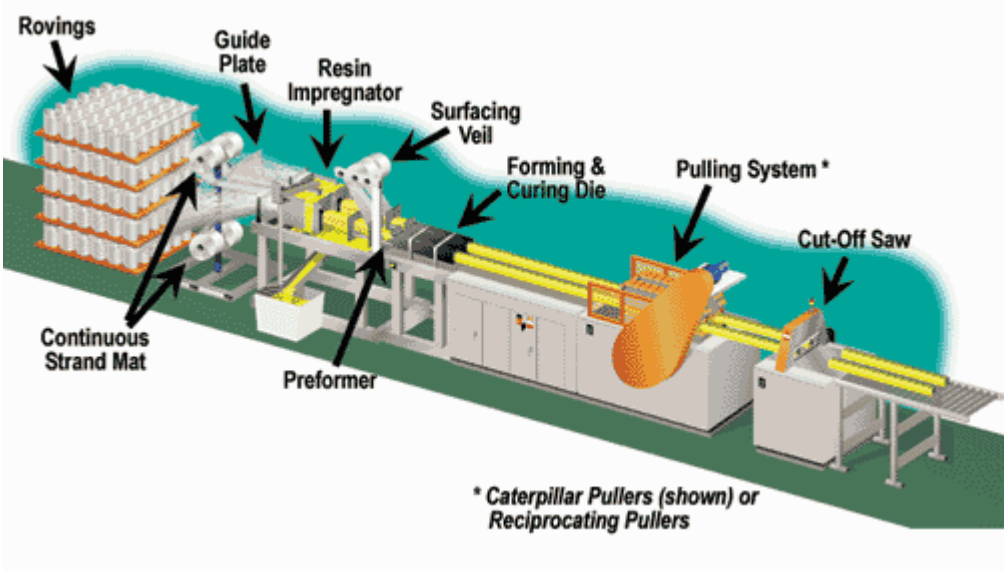
ردیف	شرح	مساحت (مترمربع)	بهای هر متر مربع (ریال)	هزینه کل (میلیون ریال)
۱	سوله خط تولید	۱۵۰۰	۱/۷۵۰/۰۰۰	۲۶۲۵
۲	انبارها	۴۰۰	۱/۲۵۰/۰۰۰	۵۰۰
۳	ساختمان‌های اداری،خدماتی و عمومی	۱۰۰	۲/۵۰۰/۰۰۰	۲۵۰
۴	محوطه‌سازی، خیابان کشی، پارکینگ و فضای سبز	۱۵۰۰	۱۵۰/۰۰۰	۲۲۵
۵	دیوارکشی	۶۰۰	۳۰۰/۰۰۰	۱۸۰
مجموع (میلیون ریال)				**۳۷۸۰**

۲ـ۱ـ۵ـ هزینه ماشین‌آلات و تجهیزات خط تولید

در جدول زیر فهرست ماشین آلات خط تولید محصول دکل تلسکوپی کامپوزیتی و تعداد مورد نیاز آن در خط تولید ارائه شده است که در ادامه شکل شماتیک (شکل ۱۸) خط تولید آورده شده است.

جدول (۱۱): ماشین آلات خط تولید

ردیف	عنوان دستگاه	تعداد
۱	دستگاه پیچنده الیاف	۱
۲	اشباع کننده با رزین	۱
۳	شکل دهنده	۱
۴	قالب داغ برای پخت رزین	۱
۵	سیستم کشنده	۱
۶	دستگاه برش	۱



شکل ۱۸-شکل شماتیک از خط تولید دکل به روش پالتروژن

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

راه‌اندازی، عوارض گمرکی به میزان ۱۰ درصد کل هزینه و سایر لوازم و متعلقات خط تولید شامل آزمایشگاه و... به میزان ۵ درصد کل هزینه محاسبه شده است. و براساس قیمت‌های اخذ شده، هزینه‌های اصلی و جانبی تهیه ماشین‌آلات و تجهیزات، محاسبه گردیده است که قیمت تمام شده خط تولید۲۷۰۰۰۰۰۰۰ ریال برآورد شده است.

۳ـ۱ـ۵ـ هزینه‌های تأسیسات

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

جدول (۱۲): هزینه‌های تأسیسات

ردیف	شرح	هزینه (میلیون ریال)
۱	تأسیسات سرمایش و گرمایش	۲۰۰
۲	تأسیسات اطفاء حریق	۳۰۰
۳	تأسیسات آب و فاضلاب	۱۰۰
مجموع (میلیون ریال)		**۶۰۰**

۴ـ۱ـ۵ـ هزینه لوازم اداری و خدماتی

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

جدول (۱۳): هزینه لوازم اداری و خدماتی

ردیف	شرح	تعداد	قیمت واحد (ریال)	جمع هزینه (میلیون ریال)
۱	میز و صندلی	۷	۱/۵۰۰/۰۰۰	۱۰,۵
۲	دستگاه فتوکپی	۱	۲۰/۰۰۰/۰۰۰	۲۰
۳	کامپیوتر و لوازم جانبی	۴	۱۰/۰۰۰/۰۰۰	۴۰
۴	تجهیزات اداری	۷ سری	۱/۰۰۰/۰۰۰	۷
۵	خودرو سبک	۱	۱۵۰/۰۰۰/۰۰۰	۱۵۰
۶	خودرو سنگین	۲	۵۰۰/۰۰۰/۰۰۰	۱۰۰۰
مجموع (میلیون ریال)				**۱۲۲۷,۵**

۵ـ۱ـ۵ـ هزینه‌های خرید حق انشعاب

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

جدول (۱۴): حق انشعاب

ردیف	شرح	واحد	ظرفیت مورد نیاز	هزینه کل (میلیون ریال)
۱	آب	اینچ	۲	۱۰۰
۲	برق	آمپر	۲۰۰	۳۸۰
۳	تلفن	خط	۳	۷,۵
۴	گاز	اینچ	$^3/_4$	۴۰
مجموع (میلیون ریال)				**۵۲۷,۵**

۶ـ۱ـ۵ـ هزینه‌های قبل از بهره‌برداری

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

جدول (۱۵): هزینه‌های قبل از بهره‌برداری

ردیف	عنوان	هزینه (میلیون ریال)
۱	مطالعات اولیه و اخذ مجوزهای لازم	۳۰۰
۲	آموزش پرسنل	۵۰
۳	راه‌اندازی آزمایشی	۵۰۰
مجموع (میلیون ریال)		**۸۵۰**

با توجه به جداول (۹) الی (۱۵) 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 (۱۶): جمع‌بندی سرمایه‌گذاری ثابت طرح

ردیف	عنوان هزینه	هزینه	
		میلیون ریال	دلار
۱	زمین	۱۱۰۰	-
۲	ساختمان‌سازی	۳۷۸۰	-
۳	تأسیسات	۶۰۰	-
۴	لوازم و تجهیزات اداری و خدماتی	۱۲۲۷,۵	-
۵	ماشین‌آلات تولیدی	۲۷۰۰	-
۶	حق انشعاب	۸۱,۱۶۵	-
۷	هزینه‌های قبل از بهره‌برداری	۸۵۰	-
۸	پیش‌بینی نشده (۵ درصد)	۱۰۸۵۵,۶	-
جمع		**۲۱۱۹۴,۲۷**	-
مجموع (میلیون ریال)		**۲۱۱۹۴,۲۷**	

۲ـ۵ـ هزینه‌های سالیانه

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

جدول (۱۷): هزینه سالیانه مواد اولیه

ردیف	شرح	واحد	محل تأمین	قیمت واحد		مصرف سالیانه	قیمت کل (میلیون ریال)
				ریال	دلار		
۱	الیاف شیشه	تن	خارج	۱۸۰۰۰۰۰۰	۱۸۰۰	۲۷۰۰	۴۸۶۰۰
	رزین پلی استر	تن	داخل	۲۵۰۰۰۰۰۰	۲۵۰۰	۱۴۵۰	۳۶۲۵۰
۲	افزودنیها	تن	خارج	۴۰۰۰۰۰۰۰	۴۰۰۰	۵۰	۲۰۰۰
مجموع (میلیون ریال)							**۸۶۸۵۰**

جدول (۱۸): 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	۴	۶/۰۰۰/۰۰۰	۳۳۶
۳	پرسنل تولیدی متخصص	۱۰	۳/۵۰۰/۰۰۰	۴۹۰
۴	پرسنل تولیدی (تکنسین)	۶	۳/۰۰۰/۰۰۰	۲۵۲
۵	کارگر ماهر	۶	۳/۰۰۰/۰۰۰	۲۵۲
۶	کارگر ساده	۳۰	۲/۵۰۰/۰۰۰	۱۰۵۰
۷	خدماتی	۸	۲/۵۰۰/۰۰۰	۲۸۰
مجموع (میلیون ریال)				**۲۷۷۲**

جدول (۱۹): 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	۱۱۷۰	۱۷۵	۳۰۰	۶۱,۴
۲	آب مصرفی	مترمکعب	۱۰	۱۱۰۰		۳ .۳
۳	تلفن	دقیقه	۱۰	۳۱۰		۹,۳
۴	سوخت	لیتر	۳۰	۱۰۰۰		۹
مجموع (میلیون ریال)						**۸۳**

جدول (۲۰): استهلاک سالیانه ماشین‌آلات، تجهیزات و ساختمان‌ها

ردیف	شرح	هزینه (میلیون ریال)	نرخ استهلاک (٪)	هزینه استهلاک (میلیون ریال)
۱	ساختمان‌ها، محوطه و ...	۳۷۸۰	۵	۱۸۹
۲	ماشین‌آلات خط تولید	۲۷۰۰	۱۰	۲۷۰
۳	تأسیسات	۶۰۰	۱۰	۶۰
۴	لوازم و تجهیزات اداری و خدماتی	۱۲۲۷,۵	۱۵	۱۸۴
مجموع (میلیون ریال)				**۷۰۳**

جدول (۲۱): تعمیرات و نگهداری سالیانه ماشین‌آلات، تجهیزات مورد نیاز

ردیف	شرح	هزینه (میلیون ریال)	نرخ استهلاک (٪)	هزینه استهلاک (میلیون ریال)
۱	ساختمان	۳۷۸۰	۵	۱۸۹
۲	ماشین‌آلات خط تولید	۲۷۰۰	۱۰	۲۷۰
۳	تأسیسات	۶۰۰	۷	۴۲
۴	لوازم و تجهیزات اداری و خدماتی	۱۲۲۷,۵	۱۰	۱۲۲,۷۵
مجموع (میلیون ریال)				**۶۲۳,۷۵**

جدول (۲۲): هزینه تسهیلات دریافتی

ردیف	شرح	مقدار (میلیون ریال)	نرخ سود (٪)	سود سالیانه (میلیون ریال)
۱	تسهیلات بلند مدت	۱۴۸۳۶	۱۰	۱۰۶۰
۲	تسهیلات کوتاه مدت	۳۰۰۰۰	۱۲	۳۶۰۰

جدول (۲۳): هزینه‌های سالیانه

ردیف	شرح	هزینه سالیانه	
		میلیون ریال	دلار
۱	مواد اولیه	۸۶۸۵۰	-
۲	نیروی انسانی	۲۷۷۲	-
۳	آب، برق، تلفن و سوخت	۸۳	-
۴	استهلاک ماشین‌آلات، تجهیزات و ساختمان‌ها	۷۰۳	-
۵	تعمیرات و نگهداری ماشین‌آلات، تجهیزات و ساختمان	۶۲۳,۷۵	-
۶	هزینه تسهیلات دریافتی	۴۶۶۰	-
۷	هزینه‌های فروش (۲ درصد کل فروش)	۳۱۲۰	-
۸	هزینه بیمه کارخانه (۰/۲ درصد)	۱۹۷	-
۹	پیش‌بین نشده (۵ درصد)	۴۹۴۰	-
	جمع	**۱۰۳۹۴۸,۸**	-
	مجموع (میلیون ریال)	**۱۰۳۹۴۸,۸**	

۳ـ۵ـ سرمایه در گردش مورد نیاز طرح

سرمایه در گردش به نقدینگی اطلاق می‌شود که برای تهیه مواد و ملزومات مورد نیاز در جریان تولید نظیر مواد اولیه، نیروی انسانی و ... هزینه می‌شود و به‌طور کلی شامل سرمایه‌ای است که باید کلیه

هزینه‌های جاری واحد تولیدی را پوشش دهد و لازم است در هر زمان در دسترس باشد. مقدار سرمایه در گردش بستگی به توان بازرگانی و مدیریتی واحد تولیدی دارد به‌طور مثال اگر امکان دسترسی سریع به مواد اولیه در هر زمان وجود داشته باشد، نیاز کمتری به سرمایه برای تهیه آن است و برعکس در صورت طولانی بودن فرآیند دسترسی به آن، سرمایه در گردش برای خرید افزایش می‌یابد چراکه لازم است مواد مورد نیاز برای زمان بیشتری سفارش داده شود.

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

جدول (۲۴): برآورد سرمایه در گردش مورد نیاز

ردیف	شرح	مقدار مورد نیاز	ارزش کل	
			میلیون ریال	دلار
۱	مواد اولیه داخلی	۲ ماه	۶۰۴۲	-
۲	مواد اولیه خارجی	۱۲ ماه	۵۰۶۰۰	-
۳	حقوق و مزایای کارکنان	۲ ماه	۴۶۲	-
۴	آب و برق، تلفن و سوخت	۲ ماه	۱۴	-
۵	تعمیرات و نگهداری	۲ ماه	**۱۰۴**	-
۶	استهلاک	۲ ماه	**۱۱۷**	-
۷	تسهیلات دریافتی	۳ ماه	۱۱۶۵	--
۸	هزینه‌های فروش، بیمه، پیش‌بینی نشده	۳ ماه	۲۳۸۳,۷۵	-
	جمع		۶۰۸۸۷,۷۵	-
	مجموع (میلیون ریال)		**۶۰۸۸۷,۷۵**	

۴ـ۵ـ کل سرمایه مورد نیاز طرح

کل سرمایه مورد نیاز برای احداث واحد تولید دکل تلسکوپی کامپوزیتی شامل دو جزء سرمایه ثابت (جدول ۱۶) و سرمایه در گردش (جدول ۲۴) است که به‌طور خلاصه در جدول زیر ارائه شده است.

جدول (۲۵): سرمایه‌گذاری کل

ردیف	شرح	ارزش کل (میلیون ریال)
۱	سرمایه ثابت	۲۱۱۹۴,۲۷
۲	سرمایه در گردش	۶۰۸۸۷,۷۵
مجموع (میلیون ریال)		**۸۲۰۸۲**

ـ نحوه تأمین سرمایه

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

جدول (۲۶): نحوه تأمین سرمایه

نوع سرمایه	مبلغ (میلیون ریال)	تسهیلات بانکی		سهم سرمایه‌گذاران (میلیون ریال)
		سهم (درصد)	مقدار (میلیون ریال)	
سرمایه ثابت	۲۱۱۹۴	۷۰	۱۴۸۳۶	۶۳۵۸
سرمایه در گردش	۶۰۸۸۷,۷۵	۵۰	۳۰۰۰۰	۳۰۸۸۷,۷۵
مجموع (میلیون ریال)			۱۰۷۹۱۷	۳۷۲۴۵,۷۵

۶ـ۵ـ شاخص‌های اقتصادی طرح

پس از ارائه جداول مالی سرمایه، هزینه و درآمد، جهت بررسی بیشتر مسائل اقتصادی طرح، لازم است شاخص‌های مهم مرتبط، از قبیل؛ قیمت تمام شده، سود ناخالص سالیانه، نرخ برگشت سرمایه، مدت زمان

بازگشت سرمایه، درصد تولید در نقطه سر به سر، درصد سرمایه‌گذاری ارزی به سرمایه‌گذاری کل، سرانه سرمایه‌گذاری ثابت و ... برای متقاضیان سرمایه‌گذاری طرح تولید دکل تلسکوپی کامپوزیتی محاسبه شود که در ادامه ارائه می‌شود.

ـ قیمت تمام شده:

$$\frac{۱۰۳۹۴۸,۸}{۷۰۰۰} = \text{قیمت تمام شده واحد کالا} \Rightarrow \frac{\text{هزینه سالیانه}}{\text{مقدار تولید سالیانه}} = \text{قیمت تمام شده واحد کالا}$$

ریال ۱۴۸۵۰۰۰۰ = قیمت تمام شده واحد کالا

ـ سود ناخالص سالیانه:

ریال ۵۲۰۵۱۲۰۰۰۰۰ = سود ناخالص سالیانه ⇒ هزینه کل ـ فروش کل = سود ناخالص سالیانه

ـ درصد سود سالیانه به هزینه کل و فروش کل:

$$\text{درصد } ۵۰ = \text{سود سالیانه به هزینه کل} \Rightarrow \frac{\text{سود ناخالص سالیانه}}{\text{هزینه کل تولید}} \times ۱۰۰ = \text{درصد سود سالیانه به هزینه کل}$$

$$\text{درصد } ۳۳,۳ = \text{سود سالیانه فروش کل} \Rightarrow \frac{\text{سود ناخالص سالیانه}}{\text{فروش کل}} \times ۱۰۰ = \text{درصد سود سالیانه به فروش}$$

ـ نرخ برگشت سالیانه سرمایه:

$$\text{درصد } ۶۳,۴ = \text{درصد برگشت سالیانه} \Rightarrow \frac{\text{سود سالیانه}}{\text{سرمایه‌گذاری کل}} \times ۱۰۰ = \text{درصد برگشت سالیانه}$$

ـ مدت زمان بازگشت سرمایه

$$\text{یک سال و نیم} = \text{مدت زمان بازگشت سرمایه} \Rightarrow \frac{۱۰۰}{\text{درصد برگشت سالیانه سرمایه}} = \text{مدت زمان بازگشت سرمایه}$$

ـ درصد سرمایه‌گذاری ارزی به سرمایه‌گذاری کل:

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

$$\Rightarrow \text{درصد سرمایه‌گذاری ارزی به سرمایه‌گذاری کل طرح} = ۶۴,۹ \quad \text{درصد}$$

ـ سرمایه‌گذاری ثابت سرانه:

$$\text{سرمایه‌گذاری ثابت سرانه} = \frac{\text{سرمایه‌گذاری ثابت}}{\text{تعداد کل پرسنل}} \Rightarrow \text{سرمایه‌گذاری ثابت سرانه} = ۳۲۶۰۰۰۰۰۰ \text{ ریال}$$

ـ سرمایه‌گذاری کل سرانه:

$$\text{سرمایه‌گذاری کل سرانه} = \frac{\text{سرمایه‌گذاری کل}}{\text{تعداد کل پرسنل}} \Rightarrow \text{سرمایه‌گذاری کل سرانه} = ۹۳۶۷۰۰۰۰۰ \text{ ریال}$$

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

از آنجایی که الیاف شیشه بعنوان ماده اصلی تولید مواد کامپوزیت از جمله دکل میباشد لذا به بررسی آن پرداخته میشود.

با توجه به اهمیت تولید الیاف شیشه در پیشبرد صنعت کامپوزیت کشور و سرمایه‌گذاری زیادی که برای تولید آن (حدود ۵۰۰ میلیارد ریال) مورد نیاز است و با توجه به اینکه در سال‌های گذشته علاوه بر اعلام آمادگی سازمان گسترش و نوسازی صنایع ایران به سرمایه‌گذاری ۴۹ درصدی در این طرح هنوز بخش خصوصی جهت سرمایه‌گذاری در آن اعلام آمادگی ننموده است، ابعاد اقتصادی تولید الیاف شیشه در کشور بایستی مورد مطالعه جدی قرار گیرد. متن زیر صرفاً به ارایهٔ برخی نتایج مطالعهٔ شرکت پارس‌کانی (وابسته به سازمان گسترش و نوسازی) و دیدگاه‌های برخی کارشناسان در این مورد پرداخته است:

ـ تولیدکنندگان جهانی الیاف شیشه

عمده‌ترین مناطق تولید الیاف شیشه در جهان، شامل آمریکا با ۴۰ درصد کل تولید جهان، اروپای غربی (عمدتاً فرانسه، آلمان، انگلیس و ایتالیا) با ۲۴ درصد و ژاپن با ۱۳,۴ درصد می‌باشند که از بیشترین میزان صادرات نیز برخوردار هستند. بیشترین سهم تولید انواع محصولات الیاف شیشه نیز مربوط به پارچه‌های الیاف شیشه (با ۲۶ تا ۲۷ درصد کل تولید) است. در نزدیکی ایران، کشورهای عربستان سعودی و ترکیه از تولیدکنندگان این محصول می‌باشند.(طرح توجیهی الیاف شیشه، شرکت پارس‌کانی)

ـ نیاز داخلی و واردات الیاف شیشه

نیاز صنایع مختلف کشور از طریق واردات (عمدتاً از کشورهای کره جنوبی، عربستان سعودی، ترکیه، آلمان و روسیه) تامین می‌گردد. متوسط میزان واردات رسمی الیاف شیشه و محصولات آن طی ده سال گذشته معادل ۳۴۷۴۵۸۱ کیلوگرم با متوسط قیمت ۲,۵

دلار بر کیلوگرم بوده است. (لازم به ذکر است که آمار فوق مربوط به ۳ سال پیش است که در طرح توجیهی تولید الیاف شیشه شرکت پارس‌کانی آمده است. آمار فعلی نیاز کشور به الیاف شیشه به دلیل توسعه صنایع کامپوزیتی کشور به ویژه در بعضی حوزه‌ها مانند صنایع بهداشتی در چند سال اخیر، به مراتب بیشتر از این مقدار است.)

بیشترین میزان مصرف الیاف شیشه در ایران مربوط به نوع E است و تا سه سال پیش مصرف سالانه بالقوهٔ این محصول ۱۹۱۹۰ تن بوده است. .(طرح توجیهی الیاف شیشه، شرکت پارس‌کانی)

ـ پتانسیل‌های داخلی برای تولید الیاف شیشه

برآورده کردن نیاز صنایع داخلی، اشتغال‌زایی و وجود مواد اولیه و انرژی ارزان از جمله دلایلی است که کارشناسان به عنوان مزایای تولید الیاف شیشه در داخل کشور مطرح می‌کنند.

کشور ما از لحاظ منابع سیلیس به عنوان ماده اولیه الیاف شیشه و نیز داشتن انرژی ارزان، دارای مزیت نسبی در تولید الیاف شیشه است.

۷ـ پیشنهاد منطقه مناسب برای اجرای طرح

در مکان یابی یک طرح توجه نکات ضروری بسیاری، نظیر نزدیکی به محل تأمید مواد اولیه، بازارهای عمده مصرف، امکانات زیربنایی، حمایت‌های دولت و نیروی انسانی متخصص وجود دارد که‌در ادامه به بررسی گزینه‌های فوق خواهیم پرداخت.

- **محل تامین مواد اولیه**

همانطور که اشاره شد الیاف شیشه یکی از مهمترین مواد اولیه این طرح می‌باشد که از خارج از کشور قابل تامین است.

- **بازارهای فروش محصولات**

یکی از معیارهای مکان یابی برای یک طرح، انتخاب مکان مناسب برای ارائه محصولات تولید شده به بازار مصرف می‌باشد. با توجه به ماهیت طرح، اکثر استان‌های کشور نیازمند این گونه محصولات می‌باشند ولی در استان‌های جنوبی و شمالی مصرف بیشتری برای دکل کامپوزیتی متصور است.

- **امکانات زیربنایی طرح**

برای تامین نیازهایی زیربنایی طرح، مانند شبکه برق سراسری، راههای ارتباطی و شبکه آبرسانی و فاضلاب و غیره، در سطح نیاز این طرح هیچ یک از استان‌های کشور دارای محدودیت خاصی نمی‌باشند.

- **حمایت های خاص دولت**

با توجه به اینکه طرح حاضر جزء طرح‌های صنعتی عمومی‌به حساب می‌آید، به نظر نمی‌رسد که شامل حمایت‌های خاص دولت شود. با این حال اگر این طرح در مناطق محروم راه اندازی شود، مشمول بعضی از حمایت های دولت می‌شود.

با توجه به اینکه ماده اولیه این طرح و نظر به اینکه قسمتی از محصول تولیدی برای صادرات در نظرگرفته شده است لذا با توجه به نزدیکی مناطق جنوبی به بنادر صادراتی و محل تامین ماده اولیه پیشنهاد میگردد که واحد تولیدی دکل تلسکوپی کامپوزیتی در شهرکهای صنعتی اطراف شهرهای جنوبی کشور، نظیر خوزستان، بوشهر و هرمزگان احداث گردد.

۸ـ وضعیت تأمین نیروی انسانی و تعداد اشتغال

در طرح تولید به نیروی انسانی متخصص در رشته های مهندسی پلیمر ، مکانیک و صنایع و مدیریت بازرگانی مورد نیاز میباشد و تکنسین های مد نظر باید در رشته های برق و مکانیک تامین شوند. در جدول زیر ترکیب نیروی انسانی و تخصص‌های مورد نیاز ارائه شده است.

جدول (۲۷): ترکیب نیروی انسانی و تخصص‌های مورد نیاز

عنوان شغلی	تعداد- نفر (برای سه شیفت کاری)	تخصص مورد نیاز
مدیر ارشد	۱	کارشناسی یا کارشناسی ارشد رشته مهندسی صنایع، مدیریت، مهنس پلیمر با تجربه حداقل ۱۰سال فعالیت مرتبط
مدیر واحدها	۴	مهندسی پلیمرـ صنایع پلیمر با تجربه حداقل ۵ سال فعالیت مرتبط
پرسنل تولیدی متخصص	۱۰	کاردان یا کارشناس صنایع پلیمر با تجربه حداقل ۳ سال فعالیت مرتبط
پرسنل تولیدی (تکنسین)	۶	کاردان مکانیک و برق با تجربه حداقل ۵ سال آشنایی با دستگاه‌های خط تولید
کارگر ماهر	۶	دیپلم با الویت رشته‌های فنی حرفه‌ای و دارا بودن گواهی‌نامه رانندگی
کارگر ساده و خدماتی	۳۸	دیپلم با گواهی‌نامه رانندگی

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

در یک مطالعه جامع، بررسی و انتخاب محل مناسب جهت اجرای طرح، به نحوی که از جهت فنی امکان پذیر و هم از جهات اقتصادی باصرفه باشد، کاملاً ضروری و اجتناب ناپذیر است. وجود امکانات زیربنـایی در منطقه احداث طرح از عوامل مؤثر در جذب بهتر نیروهای متخـصص وکـاهش هزینـه خـدمات بـه حـساب می‌آید. دسترسی به آب قابل شرب، وجود شبکه برق شهری و پست های برق فشار قوی، وجـود دانـشگاه و مراکز تربیت نیروهای متخصص، امکان بهر ه گیری از راه های آسفالت، راه آهن و فرودگاه و نیز دسترسی به شبکه توزیع گاز از جمله امکانات زیربنایی به حساب می آیند که وجود آنها در منطقه احداث طرح به نحـو مؤثری در کاهش هزینه ها دخیل می باشد.

با توجه به مشخصه های فنی و نیز ظرفیت طرح دکل های کامپوزیتی هر کدام از شهرهای جنوبی کشور می‌توانند تأمین کننده نیازهای زیربنایی این طرح باشند.

۱۰ـ وضعیت حمایت‌های اقتصادی و بازرگانی

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

حمایت تعرفه گمرکی شامل دو بخش تعرفه واردات ماشین‌آلات و مواد نیاز طرح حقوق گمرکی صادرات محصولات واحد تولیدی است که می‌بایست در جهت رشد صنعت انتخاب و اعمال شود. حقوق ورودی ماشین‌آلات خارجی مورد نیاز طرح همانند اکثر ماشین‌آلات صنعتی حدود ۱۰ درصد است که تعرفه نسبتاً پایینی است و به سرمایه‌گذاران هزینه بالایی را تحمیل نمی‌کند. از طرف دیگر در سال‌های اخیر دولت جمهوری اسلامی ایران برای محصولاتی که توانایی رقابت در بازارهای بین‌المللی را داشته باشند و بتوان آنها را به خارج از کشور صادر کرد، مشوق‌هایی در نظر گرفته است و به این واحدها جوایز صادراتی می‌دهد، این مسأله باعث شده است که حجم صادرات غیر نفتی کشور در سال‌های اخیر از رشد فزاینده برخوردار شود. بنابراین در صورت تولید دکل تلسکوپی کامپوزیتی با کیفیت و قیمت مناسب مشوق‌هایی برای صادرات آن از طرف دولت در نظر گرفته شده است که باعث رقابتی‌تر شدن محصول در بازارهای کشور هدف می‌شود.

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

حمایت‌های مالی واحدهای تولیدی شامل اعطای تسهیلات بانکی و نحوه بازپرداخت آنها، همچنین معافیت‌های مالیاتی است که در صورت مناسب بودن آنها تسهیل در اجرای طرح می‌شوند و شرایط را برای سرمایه‌گذاری افراد کارآفرین مهیا می کند. در ادامه به برخی از این شرایط پرداخته می‌شود.

ـ یکی از تسهیلات بانکی مهم برای واحدهای تولیدی، پرداخت وام بانکی بلند مدت تا ۷۰ درصد سرمایه‌گذاری ثابت توسط بانک‌های دولتی کشور است. این مقدار برای مناطق محروم در صورت استفاده از ماشین‌آلات خارجی تا ۹۰ درصد هم قابل افزایش می‌باشد.

نرخ سود تسهیلات ریالی بلند مدت در بخش صنعت ۱۰ درصد است که برای برخی از شرکت‌های تعاونی و واحدهای احداث شده در مناطق محروم قسمتی از سود تسهیلات، توسط دولت به بانک‌ها پرداخت می شود.

ـ مدت زمان بازپرداخت تسهیلات بانکی بلند مدت با توجه به ماهیت طرح تولیدی، نوع تکنولوژی و امکان صادر شدن محصول تا حداکثر ۸ سال می‌باشد که امکان استفاده از دوره تنفس یک الی دو ساله بازپرداخت اقساط نیز وجود دارد.

ـ یکی دیگر از تسهیلات بانک مهم، وام‌های بانکی کوتاه مدت (۶ الی ۱۲ ماهه) برای استفاده به‌عنوان سرمایه در گردش مورد نیاز برای انجام فرآیندهای تولید است که شبکه بانکب تا ۷۰ درصد آن را تأمین می‌کند. اخذ تسهیلات کوتاه مدت تا این میزان، منوط به جلب اعتماد بانک‌های عامل و سابقه مطلوب در انجام بازپرداخت تسهیلات دریافتی قبلی است.

ـ علاوه بر تسهیلات بانکی که برای احداث واحدهای تولیدی جدید وجود دارد، برای تشویق سرمایه‌گذاران و هدایت آنها به احداث کارخانجات در مناطق محروم، معافیت‌های مالیاتی در نظر گرفته شده است که برخی از آنها عبارتند از:

۱ـ معافیت مالیاتی تا ۱۰ سال برای اجرای طرح در مناطق محروم

۲ـ معافیت مالیاتی تا ۴ سال برای اجرای طرح در شهرک‌های صنعتی

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

در حالیکه به جهت تک پایه بودن برجهای تلسکوپی فقط از یک فونداسیون عمیق با ابعاد کوچک استفاده می شود، لذا فضای اشغال شده توسط این برج و حریم آن بسیار کم بوده و استفاده از اینگونه برجها را در داخل شهر بسیار مقرون به صرفه می نماید. البته عملا به دلیل نصب سریع و بدون اشتباه اینگونه برجها ، استفاده از آنها را در خارج شهر نیز توجیه می نماید. از این میان، نوع کامپوزیتی آن بدلیل برتری های ذکر شده در الویت قرار خواهد گرفت. و البته با توجه به بازار خرید کشورهای عربی همسایه و برگشت سریع سرمایه، طرح مزبور قابل توجیه میباشد.

۱۲ـ منابع و ماخذ

۱ـ اداره کل اطلاعات و آمار وزارت صنایع و معادن.

۲ـ مرکز اطلاعات و آمار وزارت بازرگانی.

۳ـ کتاب "مقررات صادرات و واردات سال ۱۳۸۶"، انتشارات شرکت چاپ و نشر بازرگانی.

۴ـ پایگاه اطلاع‌رسانی مرکز آمار ایران.

۵ـ پایگاه اطلاع‌رسانی مرکز پژوهش‌های مجلس جمهوری اسلامی ایران.

۶ـ نمایندگی شرکت‌های تولیدکنندگان ماشین‌آلات

۷ـ پایگاه‌های اطلاع‌رسانی شرکت‌های تولید کننده ماشین‌آلات

۸ـ سازمان توسعه تجارت ایران

۹ـ سازمان صنایع کوچک و شهرک‌های صنعتی ایران

۱۰ـ شرکت ملی پتروشیمی ایران

ضمیمه

آزمایش ضربه برای دکل های کامپوزیتی

آزمایش جذب انرژی دکل ها در جدول ۵,۱ استانداردNCHRP گزارش ۳۵۰ برای دو سطح آزمـایش قیـد شده است. که این دو آزمایش با سرعتهای ۵۰ کیلومتر بر ساعت و ۷۰ کیلومتر بر ساعت میباشد.

شکل ۱-آزمایش واقعی ضربه

جدول زیر آزمونهای مختلف ضربه را بر اساس استانداردNCHRP نشان می دهد

Energy Absorbing Pole Testing
Test Level 2 from NCHRP Report 350, Table 5.1

Evaluation Criteria	Results: 50 km/h	Pass/Fail	Results: 70 km/h	Pass/Fail
B. The test article should readily activate in a predictable manner by breaking away, fracturing, or yielding.	The test article collapsed predictably in the manner designed.	Pass	The test article collapsed predictably in the manner designed.	Pass
D. Detached elements, fragments or other debris from the test article should not penetrate or show potential for penetrating the occupant compartment, or present undue hazard to other traffic, pedestrians, or personnel in work zone. Deformations of, or intrusion into, the occupant compartment that could cause serious injuries should not be permitted.	No elements detached from the test article.	Pass	No elements detached from the test article.	Pass
F. The vehicle should remain upright during and after collision although moderate roll, pitching and yawing are acceptable.	The test vehicle did not significantly roll, pitch or yaw during impact.	Pass	The test vehicle did not significantly roll, pitch or yaw during impact. Measured from test film.	Pass
H. Occupant Impact Velocity Limits (m/s) Longitudinal: 9 m/s Preferred Limit 12 m/s Max. Limit Lateral: 3 m/s Preferred Limit 5 m/s Max. Limit	Maximum change in velocity in the longitudinal direction was 10.6 m/s and 0.4 m/s in the lateral direction.	Pass	Maximum change in velocity in the longitudinal direction was 10.7 m/s and 0.5 m/s in the lateral direction.	Pass
I. Occupant Ridedown Acceleration Limits (G's) Longitudinal and Lateral Direction: 15 G's Preferred Limit 20 G's Maximum Limit	Maximum ridedown accelerations were: 7.6 G's Longitudinal 2.3 G's Lateral	Pass	Maximum ridedown accelerations were: 5.6 G's Longitudinal 0.9 G's Lateral	Pass
K. After collision it is preferable that the vehicle's trajectory not intrude into adjacent traffic lanes.	The vehicle was stopped by the pole.	Pass	The vehicle was stopped by the pole.	Pass
N. Vehicle trajectory behind the test article is acceptable.	Not Applicable	N/A	Not Applicable	N/A