

فناوری های نوین در ساخت پنجره های با اتلاف انرژی پایین

سعید ارشاد لنگرودی^۱، مهدی اکبری^۱، امیرارشاد لنگرودی^۲، علی اکبریوسفی^۲
۱ کارشناس پژوهشکده توسعه تکنولوژی
۲ عضو هیئت علمی پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

چکیده:

ساختمان و مسکن به عنوان یکی از نیازهای اولیه بشر برای حفاظت در برابر گرما و سرما محسوب می شود. جهت حصول دمای مطلوب در ساختمان در زمستان و تابستان، مصرف سوخت و انرژی امری بدیهی است و سیستم های حرارتی و برودتی ساختمان یکی از منابع عمده مصرف انرژی محسوب می شود. طبق بررسی های صورت گرفته، حدود ۴۰٪ اتلاف انرژی در ساختمانها از طریق دربها و پنجره ها صورت می گیرد و با توجه به اینکه در جهان امروز مسئله بحران انرژی و سوخت یکی از مسائل بسیار مهم تلقی می شود، بنابراین، دستیابی به فناوری که بتوان از طریق آن اتلاف انرژی را به حداقل رساند، امری کاملاً ضروری است. یکی از راهکارهای مناسب جهت جلوگیری از اتلاف زیاد انرژی، استفاده از دربها و پنجره های اصلاح شده است که کمترین میزان تبادل حرارتی را بین درون و بیرون ساختمان ایجاد مینمایند.

در این پژوهش نقش مواد تشکیل دهنده صنایع ساختمانی (در و پنجره) در بهینه سازی مصرف سوخت و انرژی مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است و موارد ذیل بررسی شده است:

- مقایسه انواع محصولات ساخت و ساز در و پنجره و ارائه نتایج علمی در بهینه سازی مصرف سوخت و انرژی (از قبیل آلومینیومی، PVC پنجره های جدید گرمابند)
- بررسی نقش پنجره های گرمابند و اثرات آن در بهینه سازی مصرف سوخت و انرژی و ارائه یک نمونه طراحی شده در این زمینه و مقایسه خواص نمونه داخلی با نمونه مشابه خارجی.

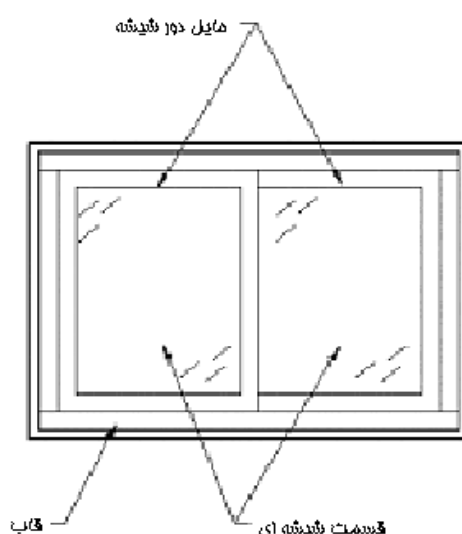
- محاسبات راه اندازی یک واحد تولیدی پنجره های گرمابند در داخل کشور و برآوردهای اقتصادی و اثرات آن بر اشتغال زایی.

در این پژوهش، پس از اتمام مراحل مطالعاتی، مراحل عملی جهت تهیه یک نمونه از پنجره های گرمابند با لایه پلیمری پلی امید تقویت شده با ۲۵ درصد وزنی الیاف شیشه و ۵ درصد وزنی دوده صورت پذیرفت. نتایج حاصله نشان می دهد امکان تولید این نوع گرمابندها در کشور فراهم شده است که علاوه بر جلوگیری از خروج ارز از کشور، موجب اشتغال زایی در این صنعت می شود.

مقدمه:

ساختمان و مسکن به عنوان یکی از نیازهای اولیه بشر برای حفاظت در برابر گرما و سرما محسوب می شود. جهت حصول دمای مطلوب در ساختمان در زمستان و تابستان، مصرف سوخت و انرژی امری بدیهی است و سیستم های حرارتی و برودتی ساختمان یکی از منابع عمده مصرف انرژی محسوب می شود. حدود ۴۰٪ اتلاف انرژی ساختمان از طریق پنجره ها صورت می گیرد. بنابراین کنترل و جلوگیری از اتلاف سوخت و انرژی از طریق در و پنجره ها امری ضروری است. [۱]

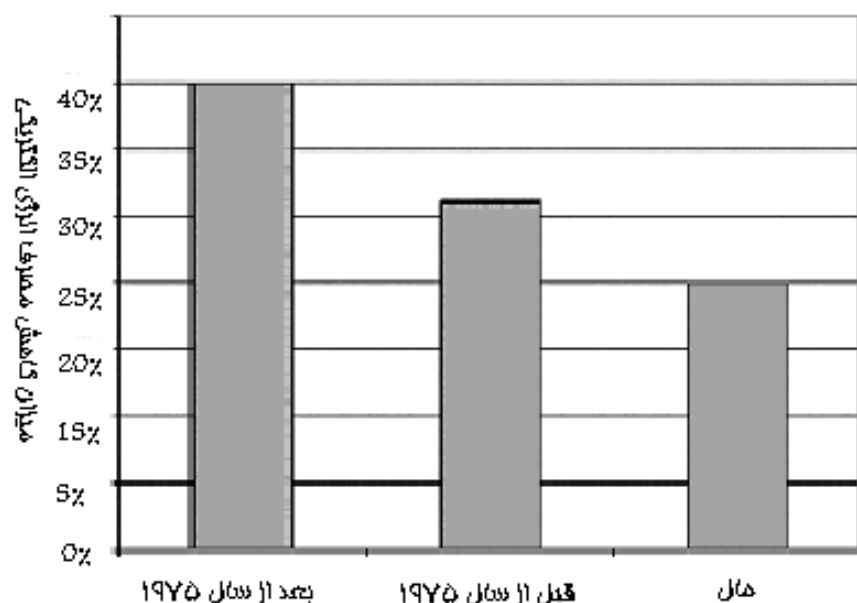
به منظور اینکه اتلاف انرژی از طریق پنجره ها را کم کنیم لازم است ابتدا اجزای اصلی یک پنجره را بشناسیم. قسمتهای اصلی یک پنجره که در شکل شماره (۱) آمده است شامل موارد زیر است: قسمت شیشه ای، حایل دور شیشه ها و قاب. [۲]



شکل شماره (۱) قسمتهای اصلی یک پنجره

کارایی انرژی یک پنجره با فاکتوری بنام فاکتور انتقال گرمایی (U value) مشخص می شود، هر چه مقدار این فاکتور کمتر باشد نشان دهنده ویژگی عایق سازی مناسبتر این ماده است. در واقع هرچه

فاکتور U ماده ای که ما برای در و پنجره استفاده می کنیم کمتر باشد، اتلاف انرژی کمتر است. نمودار شماره (۱) مقایسه کاهش کارایی مصرف انرژی الکتریکی برای مصرف خانگی در سالهای قبل از ۱۹۷۵، بعد از آن و زمان حال را نشان می دهد. [۳]



نمودار (۱) مقایسه کاهش کارایی مصرف انرژی الکتریکی برای مصرف خانگی

بازده انرژی یک پنجره توسط سه عامل تعیین می شود فاکتور U، فاکتور کسب گرما از نور خورشید (SHGC) و تراوش هوا از میان درزهای در و پنجره (air leakage) که در جدول شماره (۱) آمده است. اما عامل اصلی که میزان اتلاف انرژی را از طریق پنجره ها تعیین می کند فاکتور U است. در مورد فاکتور U پنجره های آلومینیومی از نظر بهینه سازی مواد مناسبی نیستند، پنجره های چوبی بهترند و پنجره های با قابهای وینیل و فایبرگلاس مواد عالی محسوب می شوند [۴]

جدول شماره (۱) مشخصات حرارتی چند نوع پنجره

مشخصات حرارتی انواع پنجره ها		
نوع پنجره	فاکتور U	SHGC
تک جداره	۰٫۹۳-۱٫۲۳	۰٫۶۹-۰٫۸۴
دوجداره	۰٫۴۶-۰٫۷۳	۰٫۶۲-۰٫۷۶
دوجداره پر شده با گاز با انتقال حرارتی کم	۰٫۳۴-۰٫۴۲	۰٫۴۸-۰٫۵۸
سه جداره	۰٫۳۸-۰٫۶۰	۰٫۵۴-۰٫۶۸
سه جداره پر شده با دو گاز با انتقال حرارت کم	۰٫۲۴	۰٫۴۰

به طور کلی اتلاف انرژی و انتقال حرارت از طریق پنجره های پلاستیکی و پلیمری نسبت به پنجره های فلزی بسیار کمتر است. جداول شماره ۲ و ۳ به ترتیب نمونه هایی از آلیاژهای پلاستیکی و خواص حرارتی برخی از انواع پلاستیکها را نشان می دهد.[۵]

جدول شماره (۲) نمونه ای از آلیاژهای پلاستیکی

آلیاژ	مشخصات
PVC/کریلیک	چقرمه، با مقاومت خوب در برابر ماد شیمیایی و شعله
ABS/PVC	به راحتی فراوری می شود و مقاومت خوبی در برابر ضربه و شعله دارد
پلی کربنات/ABS	سخت با دمای تغییر شکل بالا و مقاومت ضربه خوب
نایلون/لاستومر	مقاومت بهبود یافته در برابر ضربه خوری با شکاف
نایلون بی شکل اصلاح شده	به راحتی با سطح ظاهری و چقرمگی بالا فراوری می شود
پلی کربنات/PBT	پلاستیک چقرمه مهندسی

جدول شماره (۳) نمونه ای از آلیاژهای پلاستیکی

ماده	چگالی gr/Cm3	هدایت گرمایی W/m/k	گرمای ویژه KJ/kgk	دمای شیشه ای شدن	حداکثر دمای کار (° c)
ABS	۱۰۴۰	۳۰	۱،۳	۱۱۵	۷۰
اپوکسی	۱۲۰۰	۰،۲۳	۰،۸	—	۱۳۰
نایلون ۶.۶	۱۱۴۰	۰،۲۴	۱،۷	۵۶	۹۰
نایلون ۶.۶ با ۳۳٪ شیشه	۱۳۸۰	۰،۵۲	۱،۶	—	۱۰۰
پلی پروپیلن	۹۰۵	۰،۲۴	۲	-۱۰	۱۰۰
PVC سخت	۱۴۰۰	۰،۱۶	۰،۹	۸۰	۵۰
PVC نرم	۱۳۰۰	۰،۱۴	۱،۵	۸۰	۵۰

عوامل انتخاب پلاستیکها که در مورد تولید قطعات عایق حرارتی باید مد نظر قرار گیرند عبارتند از:

خواص مکانیکی (استحکام، سختی، خستگی و چقرمگی)

مقاومت در محیطهای خورنده

مقاومت در برابر فرسودگی و تخریب زنجیر پلیمری

خواص اختصاصی مانند خواص گرمایی و جذب انرژی

فرایندهای شکل پذیری آسان[۵]

در ذیل چندگونه از پلیمرهای مورد استفاده در صنایع ساختمانی معرفی می شوند.

پنجره های پروپیلنی (PP):

پروپیلن از نظر قیمت باصرفه است، به راحتی شکل دهی (تزریق) میشود، مقاومت شیمیایی عالی و خواص مکانیکی خوبی دارد استحکام خمشی پروپیلن تقویت شده با الیاف شیشه ۱۷۹ مگاپاسکال و مدول خمشی آن ۸،۳ گیگا پاسکال است آمیزه های پلاستیک حاوی الیاف شیشه خزش کم و نسبت استحکام به وزن بالایی دارند. وزن، کم رنگ ذاتی و مقاومت در برابر خوردگی از جمله مزایای دیگر این گونه آمیزه های پلاستیک می باشند.[۶]

پنجره های PVC:

هنگامی که ما پنجره های فلزی معمولی را مورد استفاده قرار می دهیم بایستی هزینه ای را طی سالها بابت اتلاف انرژی به خاطر هدر رفتن انرژی از طریق این پنجره ها، پرداخت کنیم. اما در صورت استفاده از پنجره های دو جداره تهیه شده از پروفیل های PVC در مدت دو و نیم سال می توانیم سرمایه گذاری اولیه این پنجره ها را جبران کرد و از آن پس اختلاف هزینه مربوط به کاهش مصرف انرژی را صرفه جویی کنیم. مزیت این نوع پنجره ها عبارتست از صرفه جویی انرژی، بی نیازی از رنگ، عدم زنگ زدگی و پوسیدگی در محیطهای خشک و مرطوب و قابلیت های بالاتر نسبت به فلز و چوب. در ساخت پنجره ها انتخاب موادی با هدایت گرمایی پایینتر از اهمیت بسیاری برخوردار است. هدایت حرارتی پلاستیکها بسیار پایین است به ویژه PVC سخت هدایت حرارتی نسبتاً پایین تری نیز دارد که آن را برای ساخت در و پنجره ایده آل می سازد. مقدار هدایت حرارتی بعضی مواد در جدول شماره (۴) ذکر شده است. ضریب هدایت حرارتی هوا بسیار پایین است و در نتیجه هوای محبوس شده در داخل پروفیل PVC بهترین ساختار را از نظر هدایت گرمایی پایین ارائه می دهد. در جدول شماره (۵) ضریب هدایت حرارتی و فاکتور U مواد مختلف با هم مقایسه شده است.[۶]

جدول شماره (۴) مقایسه ضرایب هدایت گرمایی مواد مختلف [۷]

انواع پروفیل های پنجره	U-Value
پروفیل های چوبی (۶۰ میلی متر)	۱/۵ - ۱/۶
پروفیل آلومینیم بدون حایل گرمایی	۵/۲ - ۵/۸
پروفیل آلومینیم با حایل گرمایی	۲/۹ - ۳/۹
پروفیل (PVC) (با یک کانال)	۲/۴ - ۲/۶
پروفیل (PVC) (۲-۳ کانال)	۱/۶ - ۱/۹

جدول شماره (۵) مقایسه فاکتور جابجایی گرمایی پروفیل های مختلف در و پنجره

ماده	ضریب هدایت گرمایی	ماده	ضریب هدایت گرمایی
(PVC) نرم	۰ / ۱۵	(PVC) سخت	۰/۱۷ - ۰/۱۴
فولاد استاندارد	۱۵	هوای بدون حرکت	۰/۰۲
قاب پنجره	۰ / ۸۱	آلومینیم	۲۴۰
آجر	۰ / ۵	چوب	۰/۱
آهن	۸۰	بتن	۱/۰۵
برنج	۱۰۹	بتن سبک	۰/۱۴ - ۰/۲۹
پلی آمید	۰,۴	پلی یورتان	۰,۰۳
شیشه متخلخل	۰,۰۵	-	-

پنجره های پلی آمیدی:

پلی آمیدها (نایلون) انواع مختلفی دارند (مانند نایلون ۶، نایلون ۶،۶، نایلون ۱۱) اما به عنوان یک خانواده، به علت مقاومت، سفتی و چقرمگی خوبی که دارند در زمره پلاستیکهای مهندسی شمرده میشوند. چگالی نایلون 1100 Kg/m^3 است. [۵]

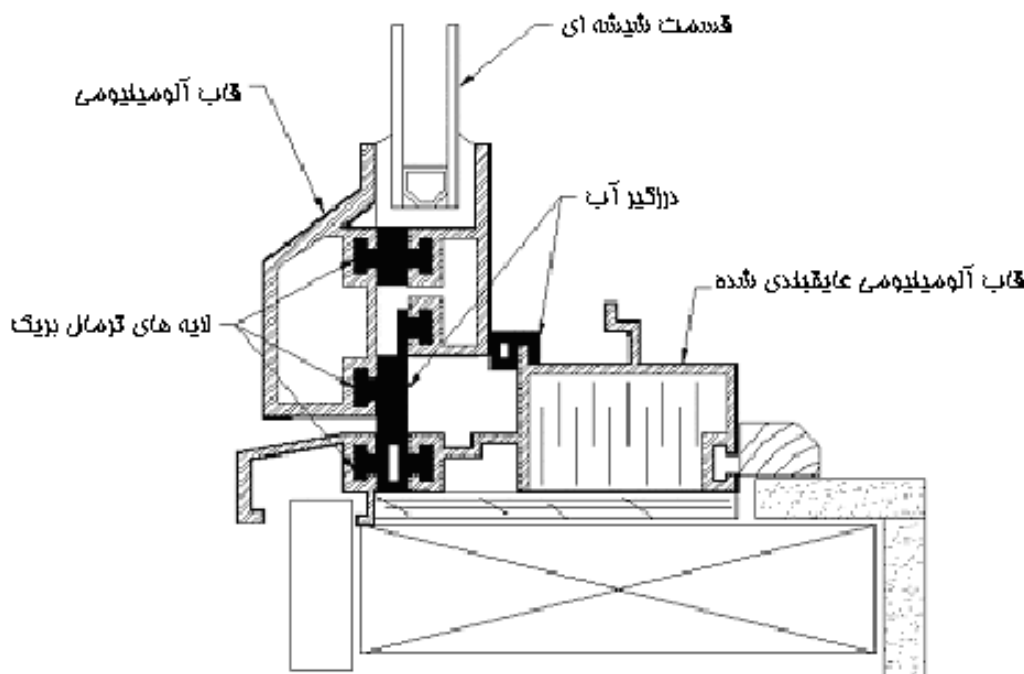
مهمترین نکته ای که در طراحی با استفاده از نایلون باید مدنظر داشت، جذب رطوبت هوا در نایلون است که بر خواص و استحکام ابعادی آن اثر می گذارد. اکثر پلیمرها در نقطه تعادل با توجه به شرایط محیط حاوی مقدار معینی آب هستند و در مورد پلی آمیدها رطوبت به عنوان یک نرم کننده عمل کرده و اثر سوء بر خواص مکانیکی محصول نهایی دارد. در صد رطوبت جذب شده به درصد پلی لامید موجود در آمیزه مربوط می باشد و استفاده از تقویت کننده ها جذب آب را بطور قابل ملاحظه ای کاهش می دهد [۶]. از طرفی استحکام دهی با الیاف شیشه مشکل فوق را کاهش داده و ترکیبی بسیار قوی و مقاوم در مقابل ضربه را بوجود می آورد. با افزودن موادی نظیر الیاف شیشه یا الیاف کربن مقاومت و سختی پلیمرها افزایش می یابد. افزودن مواد ضد اکسایش باعث جلوگیری از تخریب عوامل محیطی در پلیمرها می گردد. الیاف شیشه از مهمترین تقویت کننده های پلیمرها محسوب میشوند، زیرا ترکیب خوبی از نظر استحکام، سختی و قیمت تمام شده در قطعه ارائه می دهد خواص مناسب مذکور با الیاف دیگری مانند الیاف آراماید (کولار) و الیاف کربن نیز قابل حصول است [۵]. با توجه به مطالب و جداول ارائه شده اتلاف انرژی از طریق پنجره های پلیمری بسیار کمتر از پنجره های فلزی است همچنین خواصی نظیر استحکام به وزن بالا و شکل پذیری خوب از خواص عمومی در و پنجره های پلیمری می باشد، اما معایبی نظیر تغییر رنگ در نور آفتاب (زرد شدن)، خش پذیری زیاد، تغییر فرم در اثر قرار گرفتن در نور طولانی مدت و عدم وجود جلای فلزی و مواردی مشابه مانع از آن می شود که پنجره ها را کاملاً از پلیمر بسازیم. در مقابل صرف نظر از هدایت حرارتی بالای پنجره های فلزی (آلومینیومی) دارای مزایایی از

جمله استحکام خوب، جلای فلزی، مقاومت در برابر خوردگی، عدم نیاز به رنگ و... هستند. بنابر این باید دنبال راهکاری باشیم که از خصوصیات مشترک هر دو ماده (آلومینیوم و پلیمر) در ساخت پنجره‌ها استفاده شود. راهکار مناسب استفاده از سیستم درو پنجره‌های گرما بند (Thermal Break) است.

سیستم در و پنجره‌های گرما بند (Thermal Break):

پیشرفت تکنولوژی و اهمیت بهینه‌سازی مصرف سوخت و انرژی پنجره‌هایی با فناوری جدید در خدمت بشر قرار داده است که در آن از مزایای مشترک پلیمر و فلز استفاده میشود و به آن گرمابند می‌گویند. سیستم گرمابند فاکتور U پنجره‌های آلومینیومی را از دو $Btu/hr-sq.ft.f$ به یک $Btu/hr-sq.ft.f$ می‌رساند. سیستم گرمابند از دو مقطع پروفیل اکستروژده آلومینیومی از هم مجزا که توسط یک لایه پلیمری پلی‌آمید به هم متصل شده‌اند، تشکیل شده است. لایه پلیمری پلی‌آمید از انتقال حرارت از یک محیط به محیط دیگر جلوگیری می‌کند و علیرغم هدایت حرارتی بالای آلومینیوم چون حرارت بایستی از طریق لایه پلی‌آمیدی عبور کند و بدلیل هدایت حرارتی پایین آن، انتقال حرارت از طریق این قسمت از پنجره محدود شده و در واقع لایه پلی‌آمیدی کنترل‌کننده انتقال حرارت می‌گردد. [۱]

معمولاً برای افزایش خواص پلی‌آمیدها مواد افزودنی به آنها اضافه می‌کنند که از جمله این مواد الیاف کوتاه شیشه می‌باشد. افزایش این مواد باعث می‌شود که استحکام کششی و مدول الاستیسیته به ترتیب ۱۰۰٪ و ۲۰۰٪ افزایش پیدا کند و پروفیل‌های عایق شده در دمای بالاتر تغییر شکل بدهند. تصویر شماتیکی از اینگونه پنجره‌ها در شکل شماره (۲) آمده است.



شکل شماره (۲) تصویر شماتیکی از یک پنجره با سیستم گرمابند

استفاده از پروفیل های گرمابند باعث می شود مقدار اتلاف حرارتی تقریباً ۱۰٪ اتلاف حرارتی از طریق معمولی شود. قابل ذکر است که بیشترین مقدار حرارت از طریق شیشه ها تلف می شود و در سیستم گرمابند از شیشه های دوجداره استفاده می شود که اتلاف حرارتی از طریق آنها تنها ۲۵٪ اتلاف حرارتی از طریق شیشه های یک جداره می باشد، بنابراین با همراه ساختن سیستم گرمابند و شیشه های دوجداره می توان اتلاف حرارتی را تا حد بالایی کاهش داد و متعاقب آن حدود ۱۰٪ از سطح خارجی ساختمان پنجره باشد آنگاه حدود ۲۵٪ از اتلاف حرارتی ساختمان کاسته خواهد شد و حدود ۱۵٪ از مقدار سرمایه گذاری اولیه تاسیسات حرارتی و برودتی کاسته می شود و مصرف انرژی ۲۰٪ کاهش می یابد. [۱]

مثالی از استفاده پنجره های فوق در شرکت VISIONWALL در بخشی از دانشگاه ویکتوریا که باعث صرفه جویی در انرژی سالانه ۲۷۳۰۰۰ کیلو وات ساعت و به مبلغ ۳۶۰۰۰ دلار شده است. [۹]

در سیستم گرمابند برای جلوگیری از نفوذ آب و گرد و غبار از نوارهای لاستیکی اتیلن پروپیلن دی متاکریلات استفاده می شود این نوار لاستیکی با مقاومت خوب در برابر شرایط جوی برای مصارف خارجی در تماس با هوا مناسب می باشند. مزیت دیگر استفاده از سیستم گرمابند عدم ورود سر و صدا به داخل ساختمان است که با وجود آلودگیهای صوتی امروزی، امری مهم تلقی می شود. استفاده از سیستمهای گرمابند باعث می شود و تلفات حرارتی ساختمان در فصل سرما در حدود ۲۰ الی ۳۰ درصد و تلفات برودتی ساختمان در فصل گرما در حدود ۱۰ الی ۲۰ درصد کاهش یابد و بطور کلی مصرف انرژی

در حد ۱۰ الی ۲۵ درصد صرفه جویی شود که نتیجه آن کاهش هزینه های سرمایه گذاری ساختمان درحد ۱۰ الی ۲۰ درصد است [۱].

پس با توجه به مطالب ذکر شده در بالا پنجره های گرمابند دارای خواص مشترک فلز (از نظر زیبایی و استحکام و دوام) و پلیمر (از نظر پایین بودن میزان انتقال حرارت و سبکی) می باشند. با توجه به بررسی های انجام شده و به دلیل وجود امکانات مناسب در پژوهشگاه پلیمر ایران تصمیم گرفته شد که کارهای عملی و تحقیقاتی در پژوهشگاه مزبور، انجام گیرد.

تهیه پنجره های گرمابند داخلی:

در این پژوهش، پس از اتمام مراحل مطالعاتی، مراحل عملی جهت تهیه یک نمونه از پنجره های گرمابند صورت پذیرفت. بدین منظور جهت تهیه نمونه داخلی از دو نوع پلیمر با مشخصات زیر استفاده شد:

(۱) نایلون ۶،۶

دانسیته 1.27 gr/cm^3

رنگ سفید

نقطه خمیری شدن ۲۵۵ درجه سانتیگراد

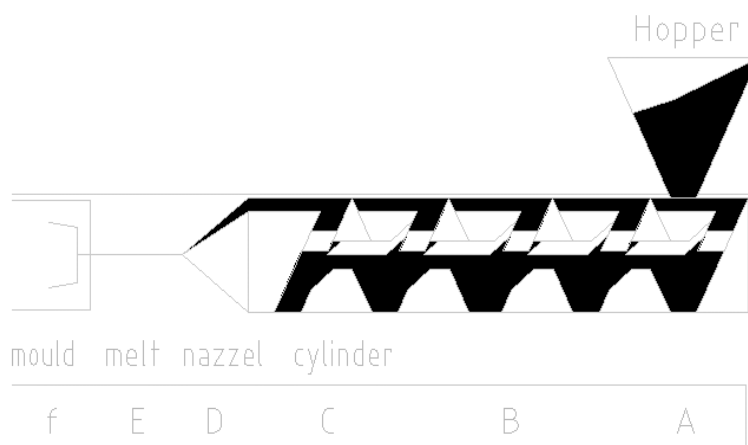
(۲) نایلون ۶،۶ با حدود ۲۵%Wt الیاف شیشه و ۵%Wt کربن (دوده)

دانسیته 1.27 gr/Cm^3

رنگ سیاه

نقطه خمیری شدن ۲۵۵ درجه سانتیگراد

به منظور حذف آب از نمونه های پلیمری، آنها در داخل کوره خلا در دمای ۷۰ الی ۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت رطوبت گیری شدند و سپس توسط یک تغذیه کننده با سرعت یکنواخت داخل مخزن دستگاه اکستروژن قرار گرفت. پروفیل دمایی دستگاه شامل قسمتهای ذیل بود که تصویر شماتیک آن در شکل شماره (۳) آمده است



شکل شماره (۳) تصویر شماتیک دستگاه اکستروود

قسمت ورودی با دمای ۲۸۰ درجه سانتیگراد که مواد در آن مخلوط می شد. در قسمت بعد پلیمر و شیشه با دمای ۲۷۵ درجه سانتیگراد کاملاً به صورت پیوسته درآمد و به سمت قسمت بعدی (سیلندر) رانده می شد. سیلندر که قسمت اصلی دستگاه است که پلیمر در آن با دمای ۲۷۰ درجه سانتیگراد به صورت فشرده در آمده و به سمت نازل هدایت می شد. نازل با دمای ۲۸۰ تا ۲۹۰ درجه سانتیگراد که مقطع خروج را کاهش داده و مواد خمیری را به سمت قالب هدایت می کرد. قالب که عملیات شکل دهی را برعهده داشت و برای انجام آزمایشات از سه نوع قالب با ابعاد ذیل استفاده شد :

15.2mm*1.5mm

18.2mm*1.5mm

24.2mm*1.5mm

هر قالب دارای دو جز بالا و پایین بوده و قالبها به ترتیب دارای مقاطع خروجی بودند و باتوجه به نوع پلی امید مورد استفاده درصد انقباض جهت تسمه های پلیمری خروجی ۱٪ در نظر گرفته شد.

قالب در یک محفظه المنتی با دمای ۸۰ تا ۹۰ درجه سانتیگراد قرار گرفت سرعت اکستروود ابتدا یک متر در دقیقه که بعد از یکنواخت شدن سرعت کمی افزایش یافته و به حدود ۲ متر در دقیقه رسید سپس پلیمر خروجی داخل محفظه ای شد که به صورت یکنواخت توسط اسپری آب خنک شد و سپس بر روی نوار نقاله به سمت جلو رانده شد. در مرحله بعد از نوارهای اکستروود شده حاصل، نمونه های کششی بر اساس استاندارد ASTM D882 بدست آمد که نتایج آن به همراه نتایج ازدیاد طول نسبی در جدول شماره (۶) آمده است. همچنین از نمونه ها آزمون سختی سنجی بر اساس استاندارد Shore D بعمل آمد که نتایج آن در جدول شماره (۶) مشاهده میشود همچنین در جدول شماره (۷) خواص مکانیکی پلی امید اکستروود شده مشابه شرکت ALFAMID تقویت شده با الیاف شیشه و دوده جهت مقایسه نتایج، ارائه شده است. با مقایسه جداول شماره ۶ و ۷ و جداول قبلی می توان دریافت که پلی امید تقویت شده با الیاف شیشه و کربن دارای استحکام، سختی و مقاومت حرارتی بالاتری نسبت به پلی امیدهای تقویت

نشده و پروپیلن می باشد. همچنین میزان درصد ازدیاد طول نسبی نمونه های پلی آمید تقویت شده با الیاف شیشه و کربن پایینتر از نمونه های پلی آمیدی تقویت نشده میباشد که عامل اصلی این کاهش وجود الیاف شیشه میباشد. بنابر این نمونه های ساخته شده در داخل کشور از نظر خواص مکانیکی قابل رقابت با نمونه های خارجی می باشند و از اینرو امکان طراحی و ساخت پنجره های گرمابند با مشخصات فوق در داخل کشور وجود دارد.

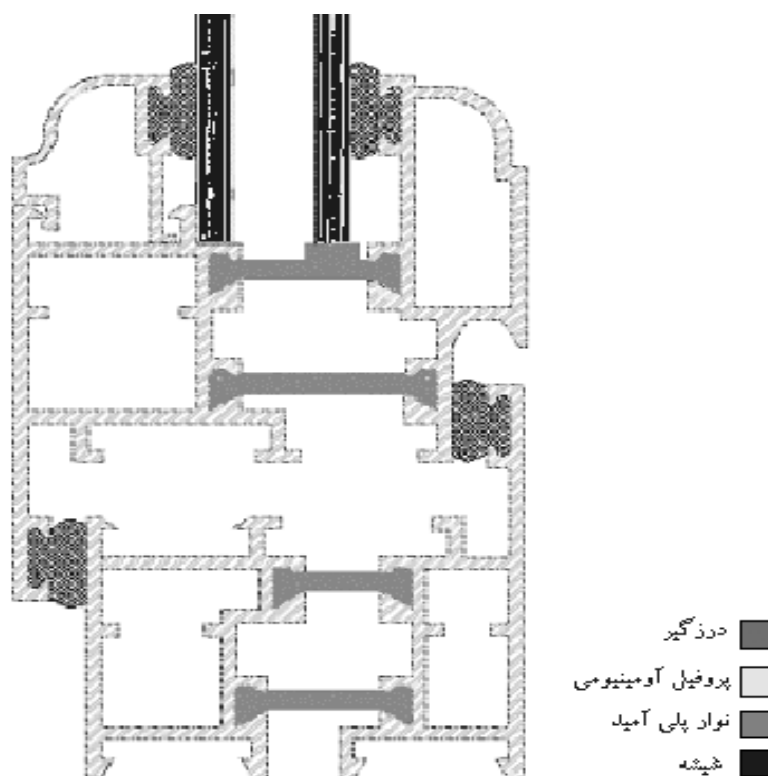
جدول شماره (۶) خواص مکانیکی نمونه ها

نمونه	استحکام تسلیم N/mm^2	استحکام کششی نهایی N/mm^2	درصد ازدیاد طول نسبی	سختی ShD
۱	۵۸	۶۸	۱۸،۳	۶۵
	۶۱	۷۴	۱۶	۶۲
۲	۷۵	۸۸	۳،۳	۷۷
	۶۹	۸۱	۳،۷	۷۹

جدول شماره (۷) خواص مکانیکی تسمه های پلی آمیدی خارجی

آزمایش	استاندارد	واحد	مقادیر خشک	مقدار مرطوب
سختی	ISO868	ShD	۸۲-۲/+۴	-
استحکام کششی	ISO527	N/mm^2	۹۰-+۱۵	۶۵-+۱۵
درصد ازدیاد طول نسبی	ISO527	%	۵-+۲	۱۰-+۳

در شکل (۴) یک نمونه پروفیل پنجره گرمابند پلی آمید ۶،۶ با حدود ۲۵%Wt الیاف شیشه و ۵%Wt کربن (دوده) طراحی و ساخته شده توسط اعضا این گروه ارائه گردیده است.



شکل شماره (۴) نقشه نمونه ای از طرحهای اجرا شده

برآورد اقتصادی راه اندازی یک واحد تولیدی پنجره های گرمابند: از آنچه بحث و نتایج نشان می دهد می توان دریافت که امکان تولید در و پنجره های گرمابند با مشخصات مشابه نمونه های خارجی وجود دارد. لذا در این قسمت امکانات و تجهیزات مورد نیاز جهت ایجاد و راه اندازی یک واحد تولیدی پنجره های گرمابند با ظرفیت تولید سالانه ۳۰۰ تن پنجره گرمابند، با سه شیفت کاری فعال مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

تجهیزات مورد نیاز:

دستگاه اکسترود آلومینیوم ۲۰۰۰۰۰۰۰۰ ریال

دستگاه اکسترودر پلیمر و متعلقات ۶۰۰۰۰۰۰۰ ریال

قالب اکسترودر (یک قالب) ۴۰۰۰۰۰۰ ریال

دستگاه اتصال پروفیل ۳۰۰۰۰۰۰۰ ریال

کوره عملیات حرارتی ۲۰۰۰۰۰۰۰ ریال

تجهیزات و ادوات متفرقه ۳۰۰۰۰۰۰۰ ریال

هزینه تعمیرات و نگهداری ماهیانه ۲۵۰۰۰۰۰۰ ریال

مواد مورد نیاز:

بلیت آلومینیوم هر تن ۱۵۰۰۰۰۰ ریال
 مواد پلیمری هر تن ۳۲۰۰۰۰۰ ریال
 فولاد جهت قالبسازی هر تن ۲۰۰۰۰۰۰ ریال

نیروی انسانی مورد نیاز

سمت تعداد میزان حقوق ماهیانه
 مدیر طرح ۱ نفر ۷۰۰۰۰۰۰ ریال
 مهندس متخصص ۴ نفر ۳۰۰۰۰۰۰ ریال
 مسئول کنترل کیفیت ۳ نفر ۳۰۰۰۰۰۰ ریال
 کارگر(هر شیفت) ۱۸ ۸۵۰۰۰۰ ریال

توجه: میزان حقوق کارگر محاسبه شده بر اساس تعیین میزان حقوق و دستمزد وزارت کار و امور اجتماعی در سال ۱۳۸۲ می باشد.

با توجه به محاسبات فوق و نیز با توجه به اینکه هر متر مربع از پنجره های متداول لولایی حدود ۱۱ کیلوگرم می باشد، قیمت تمام شده هر متر مربع از پنجره های تولیدی داخلی ۲۲۷۹۰۰ ریال می باشد که با توجه به اینکه قیمت نوع مشابه خارجی، هر متر مربع حدود ۷۰۰۰۰۰ ریال می باشد، لذا موجب جلوگیری از خروج ارز به میزان سالیانه ۱۵۰۰۰۰۰ دلار از کشور می شود. بعلاوه احداث کارخانه موجب ایجاد ۶۲ فرصت شغلی جدید می شود.

نتیجه گیری:

باتوجه به مباحث مطرح شده در قسمتهای قبل نتیجه می گیریم
 با توجه به مساله بحران انرژی استفاده از فناوریهای جدید در ساخت در و پنجره به عنوان یکی از مهمترین عوامل اتلاف انرژی امری ضروری است.
 استفاده از سیستم پنجره های گرمابند در عین حال که از نظر قیمت تفاوت زیادی با پنجره های معمولی ندارد، موجب کاهش اتلاف انرژی تا حد ۴۰٪ می شود و همچنین مزایای جانبی مثل عایق صوتی دارند.

امکان ساخت پروفیل پنجره گرمابند پلی آمید ۶،۶ با حدود ۲۵٪Wt الیاف شیشه و ۵٪Wt کربن (دوده) طراحی و ساخته شده توسط اعضا این گروه ارائه گردیده است.
 احداث یک کارخانه ساخت پنجره های گرمابند با ظرفیت تولید سالیانه ۳۰۰ تن، موجب ایجاد اشتغال برای ۶۲ نفر و جلوگیری از خروج ارز به میزان ۱۵۰۰۰۰۰ دلار می شود.

تقدیر و تشکر:

در پایان از کلیه کسانی که در تهیه این تحقیق ما را یاری نمودند خصوصاً مدیریت محترم مرکز توسعه تکنولوژی جهاد دانشگاهی صنعتی شریف جناب آقای مهندس صادقی کمال تقدیر و تشکر بعمل می آید.

منابع و مراجع:

- ۱- جواد قربانیان، "نقش پنجره و مواد آلومینیومی در بهینه سازی انرژی در ساختمان"، آلومینیوم، ۱۳۸۲.
- 2- Armand Patenaude, "Energy Efficient Window Selection", learning unit 01, 2002.
- 3- Giardino John , Jeff kosta, Emily Schnieder, Improving home Energy Efficiency, university of Colorida, May 2003.
- 4- Alison Trrible, energy efficiency fundamental, US Department of Energy, 2002.
- ۵- مهرداد کوبی، مهندسی پلاستیک، ۱۳۷۹.
- ۶- گزارش، "در و پنجره ها را به روی PVC بگشایید"، پلاستیک، شماره ۱۸۲، ۱۳۸۲.
- ۷- عایق بندی و تنظیم صدا، مقررات ملی ساختمان، مبحث هجدهم.
- ۸- رابطه بین رطوبت و جریان پذیری در پلی آمیدها، مجله پلاستیک، شماره ۱۵۱.
- 9- Reduce energy consumption, Visionwall corporation, United States Sales Office, www.visionwall.com.