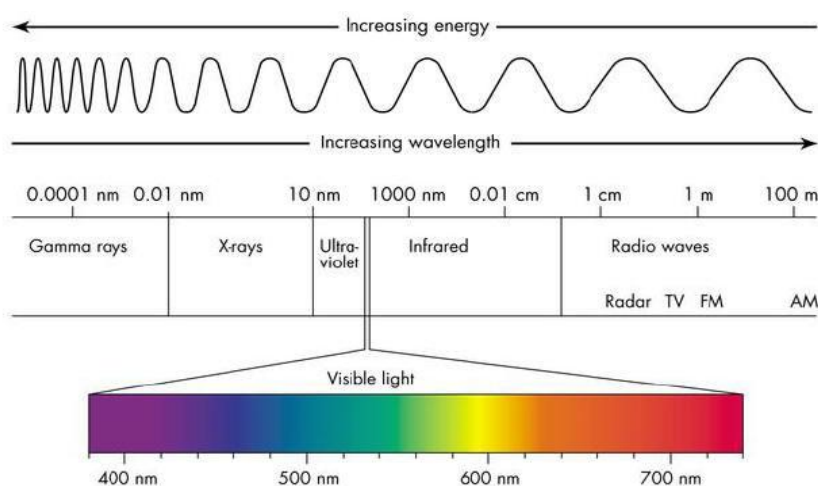


انواع ورق‌های پلی‌کربنات جهت استفاده در گلخانه

همان طور که در مباحث قبلی بیان شد از جمله مهمترین کاربردهای ورق‌های پلی‌کربنات در پوشش گلخانه هاست. از این رو با گسترش بیش از پیش این نوع محصول در بخش گلخانه، افزودنیهای متنوعی بر حسب نیاز، به ورق‌های پلی‌کربنات افزوده شده است و تنوع عظیمی از این لحاظ در این نوع محصول ایجاد شده است. علاوه بر افزودنی ضد UV که در تمام ورق‌های تخت و چند جداره پلی‌کربنات به صورت یک لایه 50 میکرونی در یک یا دو طرف ورق پلی‌کربنات جهت مقاومت در برابر اشعه UV خورشید می‌باشد، افزودنی‌های دیگری از جمله افزودنی ضد IR، ضد چکه (Anti drip)، ضد میکروب (Antimicrobial)، افزودنی ضد بخار ((ضد قارچ) (Anti Fog)) نیز به اضافه می‌شوند که هر کدام مزایای مخصوص به خود را دارا می‌باشد. در این بخش به تفضیل چگونگی کارایی و عملکرد افزودنی ضد IR در ورق‌های پلی‌کربنات جاذب اشعه IR بیان خواهد شد و موارد دیگر در مقاله بعدی به آن خواهیم پرداخت.

ورق‌های پلی‌کربنات جاذب اشعه IR

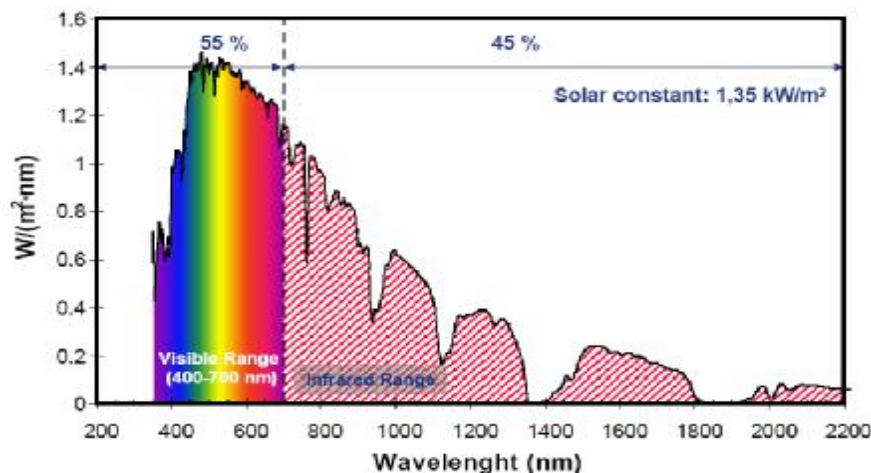
گرمایی که ما از خورشید یا از یک محیط گرم احساس میکنیم، همان تشعشعات مادون قرمز¹ (IR) یا به عبارتی انرژی گرمایی است که بخشی از گستره طول موجهای الکترومغناطیسی می‌باشد.



شکل 1: طیف الکترومغناطیسی

در شکل 1 حدود طول موج های مختلف تشعشعات نشان داده شده است که حدود اشعه مادون قرمز بالاتر از 700nm تا حدود 0.01Cm می‌باشد. چنانچه در شکل زیر مشاهده می‌کنید 45% نور خورشید مرئی نبوده اما تولید گرما می‌کند و این مسئله سبب تجمع گرما در اثر عبور نور از جداره‌ها و نورگیرها همانند ورق پلی‌کربنات می‌شود.

¹. InfraRed (IR)



شکل 2: طیف مرئی

امروزه گروه جدیدی از ورقهای پلی کربنات تخت و چند جداره به بازار عرضه شده‌اند که عبور نور خورشیدی (Solar transmission) را کاهش داده در حالی که به طور همزمان سطوح بالایی از عبور نور مرئی را نیز ارائه می‌دهد که این مسئله موجب کمک در صرفه‌جویی هزینه‌ی انرژی جهت خنک‌سازی و روشنایی مکان مورد نظر می‌شود. جذب اشعه IR روی سطح خارجی سازه به رهایی از گرمای همرفتی کمک می‌کند.

دمای مناسب برای گلخانه توسط انرژی حاصل از تابش خورشید فراهم می‌شود و در صورتی که این انرژی کافی نباشد دما بوسیله حرارت تکمیلی تامین می‌گردد. گیاهان مختلف به محدوده دمایی متفاوتی نیاز دارند. برای مثال گیاهان گرمسیری به محدوده دمایی 70 تا 80 درجه فارنهایت نیازمند می‌باشند. دمای داخل گلخانه باید در روز در دمای مورد نظر ثابت بماند؛ و در شب 10 درجه فارنهایت پایینتر باشد.

از آنجاییکه خروج اشعه مادون قرمز از گلخانه باعث هدر رفتن گرما می‌شود، افزودن مواد جاذب IR باعث نگهداری اشعه مادون قرمز تابیده شده از سطح گلخانه می‌شود و باعث حفظ حدود 50 درصد گرمای تابشی می‌گردد.

محصول جدیدی از pty تحت عنوان Solar Control ارائه گردیده که علاوه بر این که گرمای ایجاد شده را کنترل می‌کند اجازه ورود میزان بالایی از نور مرئی را نیز فراهم می‌کند به عبارتی با خاصیت فیلتراسیون اشعه مادون قرمز جهت استفاده بهینه از نور با ممانعت از ورود اشعه گرمایی ایفای نقش می‌کنند.

استفاده از ورقهای معمولی پلی کربنات منجر به افزایش گرمای داخلی به سبب نفوذ اشعه IR نور خورشید و وقوع پدیده‌ای مشابه پدیده گلخانه‌ای می‌شود که در نتیجه موجب افزایش هزینه‌های انرژی برای خنک‌کاری و ثابت نگه داشتن دما می‌شود.

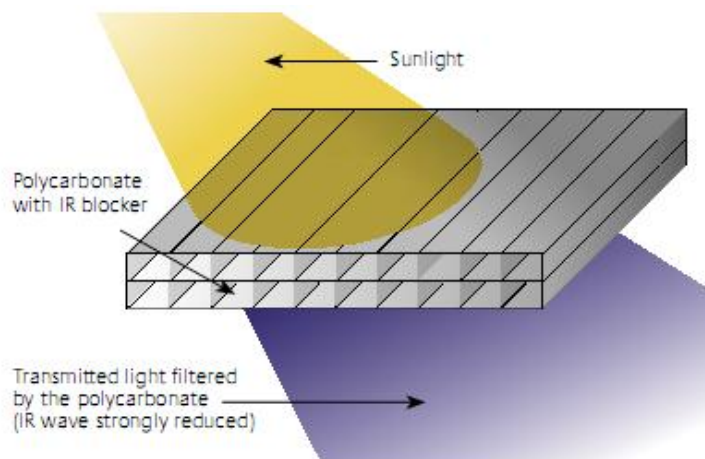
البته محصولات Solar Control قبلی شرکت pty از یک پوشش یا یک لایه کواکسترود شده روی یک طرف ورق جهت جذب IR استفاده می‌گردید اما این اقدامات سبب مات شدن ورق شده که عبور نور آن به شدت کاهش می‌یابد از این رو طراحانی که می‌خواستند از جداره‌های نورگذر (Glazing) پلیمری استفاده کنند باید بین شفافیت و

فیلتراسیون IR یکی را انتخاب می‌نمودند. آنها هر دو خاصیت را در یک محصول پیدا نکردند مگر این که شیشه‌های Solar Control گران قیمت تهیه کنند.

در ورقهای جدید که شفاف همراه با ته رنگ سبز می‌باشند جهت فیلتراسیون IR از افزودنی‌های مخصوصی به جای موارد قبلی بیان شده استفاده می‌گردد. در موارد قبلی در حین حمل و نقل و جابه جایی و نیز نصب امکان آسیب به پوشش‌های ضد IR وجود داشت اما اکنون به دلیل این که افزودنی‌ها با پلی‌کربنات مخلوط و مذاب می‌شوند خواص آنها دائمی بوده و نگرانیهای قبلی وجود ندارد.

در طی مطالعاتی که بر روی ورقهای Solar Control IR در مرکز آزمایشگاههای ptv انجام گرفته است نشان داد که تولید گرمای داخلی به طور عمده توسط این ورقها کاهش می‌یابد که حدود 40 الی 25 درصد صرفه‌جویی در مصرف انرژی رخ می‌دهد.

مکانیسم حفاظت در برابر اشعه IR در ورقهای حفاظت شده در برابر IR به صورت انعکاس و یا جذب می‌باشد:



انواع سیستم‌های جذب IR مناسب جهت استفاده در پلی‌کربنات به قرار زیر می‌باشد:

1. جذب IR آلی (به طور مثال فتالوسیانین phthalocyanines)

انتخاب پذیری خوبی دارند اما قیمت بالا و مهاجرت به سطح تحت نور خورشید و رنگ قهوه‌ای آن از معایب این جذب‌ها می‌باشد.

2. دوده

از لحاظ قیمت و پایداری در برابر آب و هوا مناسب بوده اما انتخاب پذیری ندارد.

3. نانو ایندیوم اکسید تیتانیوم (Nano-ITO)

علاوه بر قیمت بالای این نوع مواد، عدم ناسازگاری با PC و ایجاد ماتی در ورق از معایب آن می‌باشد.

4. پیگمنت‌های معدنی

در حال حاضر از این نوع مواد در PC استفاده می‌شود که دارای انتخاب پذیری مناسب و پایداری خوب در برابر آب و هوا می‌باشد اما از لحاظ رنگی دارای محدودیت است.

در حال حاضر در محصولات شرکت‌های اروپایی، حفاظت در برابر اشعه IR بر اساس پیگمنت معدنی بوده که این پیگمنتها سایزی در حد نانو داشته و بنابراین در پلی کربنات شفاف می‌باشند. این گونه افزودنی در برابر فرسایش آب و هوایی پایدار بوده و در این حین دچار کاهش حفاظت در برابر IR و تغییر رنگ نمی‌شوند و در کل حفاظت گرمایی خوبی از خود نشان می‌دهند.

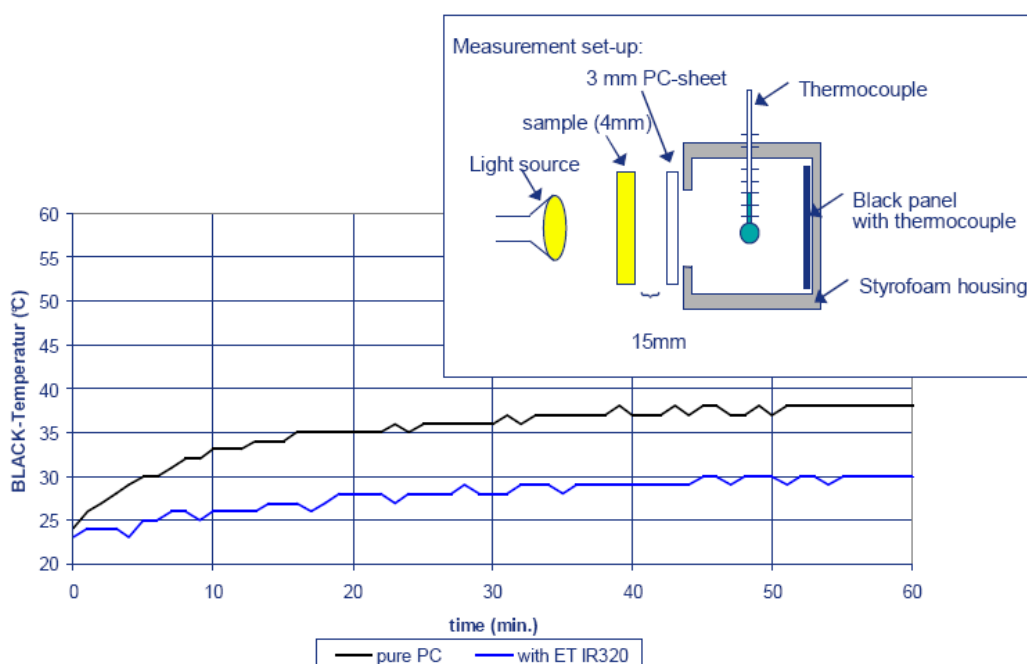
مستریچ ماکرولون Makrolon ET IR320 بر پایه رزین ماکرولون (Makrolon) از شرکت بایر آلمان، افزودنی جاذب IR می‌باشد. مطابق شکل زیر ورق حاوی افزودنی IR سبزرنگ بوده که این رنگ سبز به دلیل جذب افزودنی در ناحیه مرئی می‌باشد. شدت رنگ و کارایی جذب باید در حال تعادل باهم باشند.



Concentration	1 %	2 %	3 %	5 %	8 %
Shading Coefficient SC	0,79	0,69	0,61	0,53	0,43
Energy Transmittance g	0,69	0,6	0,53	0,46	0,38
Light Transmission Ty	0,79	0,74	0,65	0,59	0,44

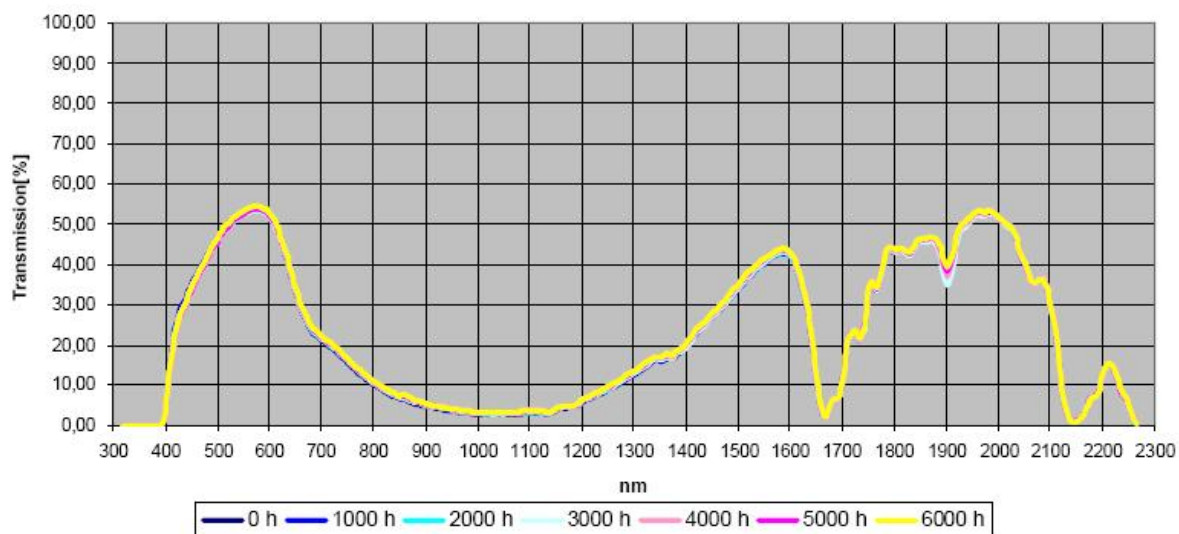
شکل 3: نتایج ورقهای حاوی درصدهای مختلف جاذب IR

روش استاندارد خاصی جهت تعیین کارایی جذب وجود ندارد اما با یک روش انتخابی مطابق شکل 4 با افزایش دمای صفحه سیاه در اثر قرار گرفتن ورق پلی کربنات با و بدون جاذب IR مقایسه‌ای در این زمینه می‌توان انجام داد که نتایج در شکل مذکور به وضوح بیانگر عملکرد مستریچ ET IR320 می‌باشد.



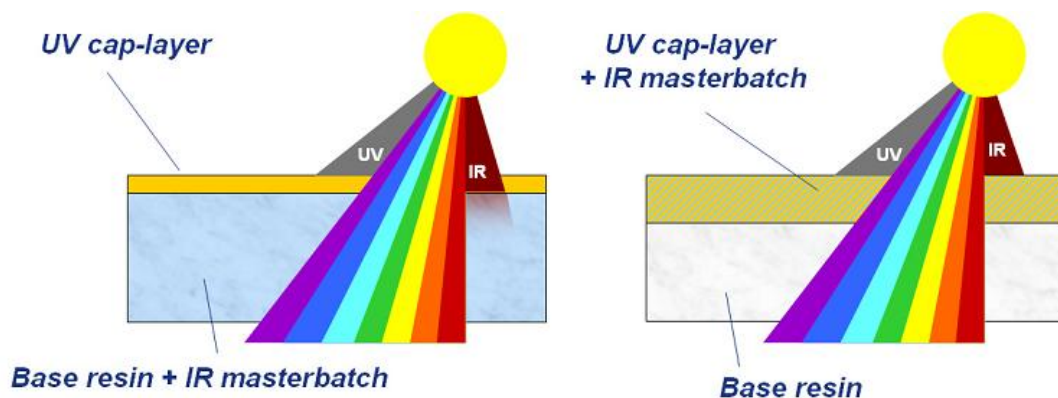
شکل 4: روش ابتکاری تست ورق IR

جهت ارزیابی اثر آب و هوا روی طیف جذبی ورق پلی کربنات حاوی جاذب IR طیف زیر به دست آمده که تغییری در حفاظت در برابر IR و رنگ در طول فرسایش آب و هوایی نداشته است.

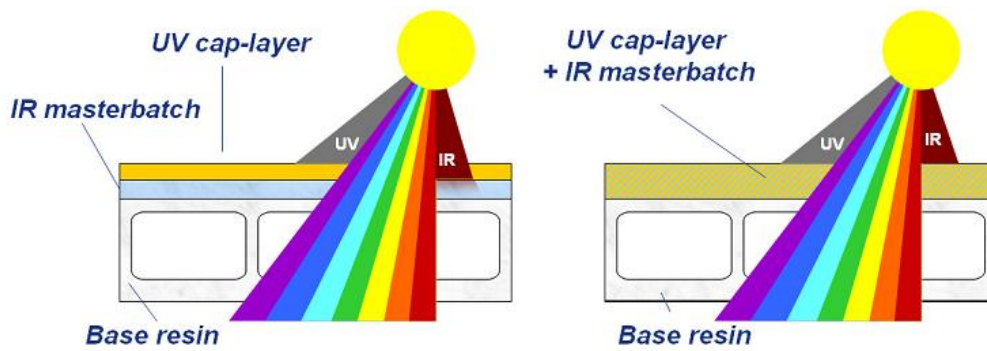


شکل 5: طیف عبور نور ورق در ساعت‌های مختلف فرسایش آب و هوایی

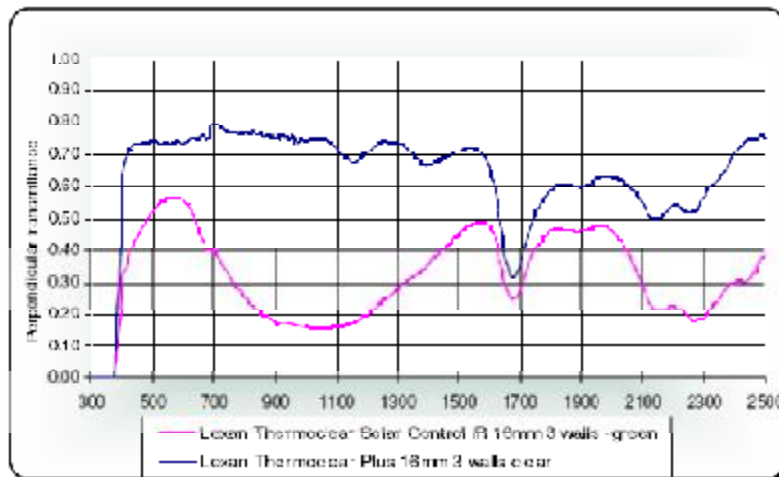
مستریج حاوی جاذب IR به خوبی با پلی کربنات Makrolon امتزاج پذیر بوده و غلظت بالاتر مستریج منجر به جذب بیشتر و انتخابی‌تر می‌گردد. برای ورقهای تخت (شکل 6) مستریج IR را می‌توان هم به رزین اصلی اضافه کرد هم به لایه کواکسترودی UV. برای ورقهای چند جداره (شکل 7) افزودن مستریج IR به رزین پلی کربنات توصیه نمی‌شود زیرا مقداری از این مستریج در داخل دیواره‌ها قرار می‌گیرد بدون این که موجب افزایش کارایی شود از این رو با گرانول UV مخلوط و کواکسترود می‌شود. اگر مستریج IR به لایه کواکسترود شده اضافه شود ضخامت باید به منظور جلوگیری از ناهمگن شدن توزیع رنگ ایجاد شده توسط تغییر در ضخامت لایه کواکسترود، افزایش یابد. به منظور پایداری UV توصیه می‌شود از مستریج UV با غلظت بالاتر استفاده شود. به سبب رنگ سبز افزودنی IR، ماکزیمم غلظت افزودنی توسط رنگ مورد نظر برای ورق محدود می‌شود در واقع سبزی رنگ هدف هر چه بیشتر باشد، غلظت بالاتری از افزودنی می‌توان استفاده کرد.



شکل 6: عملکرد ترکیب مستریج IR با مستریج UV و رزین اصلی (پلی کربنات) در ورق تخت



شکل 7: عملکرد ترکیب مستر بیچ IR با مستر بیچ UV و رزین اصلی (پلی کربنات) در ورق دوجداره



شکل 8: مقایسه عبور نور ورق معمولی pty و ورق pty حاوی مستر بیچ IR