چالشهای آزمون دوام نوری پلاستیک‌ها در ایران

علیرضا میربلوک[۱] ، پرهام نوری کوهانی[۲*]، علیرضا افشارخوش[۳]

۱- کارشناسی ارشد پلیمر دانشگاه امیرکبیر- مدیرعامل موسسه اندیشه برتر میران، *amirblook@yahoo.com*

۲- کارشناسی ارشد مخابرات دانشگاه امیرکبیر- مدیرفنی موسسه اندیشه برتر میران، *parham.noori85@gmail.com*

۳- کارشناسی ارشد شیمی معدنی دانشگاه آزاد اسلامی یادگار امام(ره)- مدیر کیفی موسسه اندیشه برتر میران، *afsharkhosh@gmail.com*

چکیده

با توجه به افزایش روزافزون استفاده از پلیمرها در مصارف گوناگون و در معرض نور خورشید بودن اکثر آنها، بررسی اثر تخریب نور خورشید و شرایط محیطی بسیار حائز اهمیت است. امواج نور خورشید متشکل از نور مرئی، فرابنفش(UVA، UVB،UVC)، مادون قرمز و .... می باشد. از این محدوده، طول موجهایی که اثر تخریبی دارند و به زمین می رسند مربوط به UVA و مقدار جزیی UVB می باشد و امواج با طول موجهای کمتر از محدوده طول موج UVB توسط لایه اوزون جذب شده و به زمین نمی رسند. برای بررسی شبیه سازی میزان تخریب در پلاستیک ها، معمولا طول موج UVA که مقدار عمده نور مضر دریافتی خورشید را تشکیل می دهد جهت انجام آزمون مورد استفاده قرار می گیرد. موسسه اندیشه برتر میران در طی چند سال اخیر تحقیقات فراوانی را در خصوص روش های مختلف انجام این آزمون و همچنین جمع آوری اطلاعات اقلیمی و .... انجام داده است که در طی این تحقیقات مواردی را به عنوان چالش جهت بررسی می توان در نظر گرفت: ۱- یافتن روش یا استانداردی جهت معادل سازی واحدهای شدت تابش نور خورشید، ۲- کالیبراسون سنسورهای اندازه گیری شدت تابش و لامپ ها، ۳- تطابق مدت زمان لازم برای قرارگیری محصول تحت تابش نور UV مطابق شرایط عنوان شده در استاندارد با مدت زمان دوام محصول در برابر نور طبیعی خورشید و آزمون‌های مورد نیاز جهت بررسی تغییرات خواص آنها می باشد.

واژه‌های کلیدی : شدت تابش، امواج فرابنفش، محدوده طول موج

۱- مقدمه

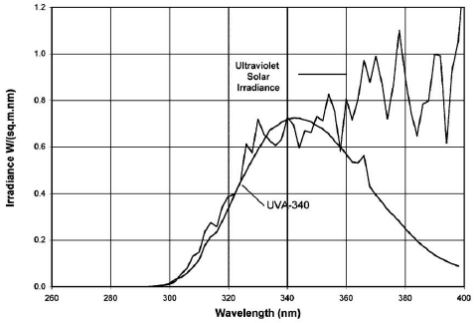
آزمون‌های دوام پلاستیک‌ها از موارد بسیار مهم در تضمین کیفیت آنها به منظور استفاده در مناطق مختلف به مدت طولانی می‌باشد. یکی از این آزمون‌ها، آزمون دوام نور می‌باشد که هدف از انجام آن شبیه‌سازی میزان تخریب نور خورشید است. محدوده طول موج طیف تابشی نور خورشید شامل نور فرابنفش[1]، مرئی، مادون قرمز و.. می‌باشد که نور فرابنفش عامل مخرب در این طیف بوده و به UVA، UVB و UVC تقسیم بندی می‌شود که از این سه طیف فقط UVA که طول موج آن در حدود ۳۰۰ تا ۴۰۰ نانومتر می‌باشد به سطح زمین رسیده و موجب تخریب می‌گردد و دو طیف دیگر تقریبا به سطح زمین نمی‌رسند. در این مقاله چالش‌های مربوط به این آزمون را که متشکل از اختلاف در محاسبات مقدار شدت تابش دستگاه‌های آزمایشگاهی، عدم توانایی کالیبراسیون شدت تابش لامپ‌های دستگاه و همچنین عدم توانایی تعیین مدت زمان لازم برای قرارگیری در معرض لامپ آزمایشگاهی و یافتن رابطه آن با مدت زمان قرارگیری در معرض نور خورشید به منظور تضمین کیفیت محصولات پلیمری در مناطق مختلف از نظر شدت تابش می‌باشد، مورد بررسی قرار می‌دهیم.

۲- چالش‌های آزمون دوام نوری پلاستیک‌ها

در این مقاله در نظر داریم که چالش‌های آزمون دوام نوری را در سه بخش که شامل یکسان‌سازی روش انجام آزمون توسط آزمایشگاه-ها، کالیبراسیون تجهیز و لامپ و در نهایت تطبیق مدت زمان قرارگیری در معرض نور آزمایشگاهی با مدت زمان قرارگیری در معرض نور خورشید می‌باشد را بیان کنیم.

۲-۱- انجام آزمون به روش یکسان در آزمایشگاه‌ها

میزان شدت تابش[2] نور در برخی از استانداردها برحسب وات بر مترمربع بر نانومتر[3] ذکر شده است (جدول۱) که بیانگر شدت تابش در طول موج[4] مشخصی از طیف تابش (شکل۱) است(ASTM G154، 2016: 6,9)، (ASTM D4329، 2013: 2) .



شکل۱- طیف تابش نور خورشید و لامپ UVA340 [1]

[1] Ultraviolet
[2] Irradiance
[3] $W/m^2.nm$
[4] Wavelength

جدول۱-تعدادی از شرایط در معرض قرارگیری[1]

Cycle	Lamp	Typical Irradiance	Approximate Wavelength	Exposure Cycle
1	UVA-340	0.89 W/(m² • nm)	340 nm	8 h UV at 60 (±3) °C Black Panel Temperature; 4 h Condensation at 50 (±3) °C Black Panel Temperature
2	UVB-313	0.71 W/(m² • nm)	310 nm	4 h UV at 60 (±3) °C Black Panel Temperature; 4 h Condensation at 50 (±3) °C Black Panel Temperature
3	UVB-313	0.49 W/(m² • nm)	310 nm	8 h UV at 70 (±3) °C Black Panel Temperature; 4 h Condensation at 50 (±3) °C Black Panel Temperature
4	UVA-340	1.55 W/(m² • nm)	340 nm	8 h UV at 70 (±3) °C Black Panel Temperature; 4 h Condensation at 50 (±3) °C Black Panel Temperature
5	UVB-313	0.62 W/(m² • nm)	310 nm	20 h UV at 80 (±3) °C Black Panel Temperature; 4 h Condensation at 50 (±3) °C Black Panel Temperature
6	UVA-340	1.55 W/(m² • nm)	340 nm	8 h UV at 60 (±3) °C Black Panel Temperature; 4 h Condensation at 50 (±3) °C Black Panel Temperature.
7	UVA-340	1.55 W/(m² • nm)	340 nm	8 h UV at 60 (±3) °C Black Panel Temperature; 0.25 h water spray (no light), temperature not controlled; 3.75 h condensation at 50 (±3) °C Black Panel Temperature
8	UVB-313	28 W/m²	270 to 700 nm	8 h UV at 70 (±3) °C Black Panel Temperature; 4 h Condensation at 50 (±3) °C Black Panel Temperature

در برخی دیگر از استانداردها مقدار چگالی تابش را ذکر می‌کنند که منظور مقدار تابش طیفی در تمام طول موج مربوط به UVA می-باشد و واحد این کمیت وات بر مترمربع[5] می‌باشد که از انتگرال‌گیری برروی طیف تابشی در محدوده طول موج بدست می‌آید(EN12224، 4:2000)، (ASTM G177، 2008: 3) .

جدول۲- طیف شدت تابش نور لامپ UVA

Wavelength band (λ) (in nm)	Irradiance in the band (in W/m²)	
	Type I (340 nm)	Combination of different types of lamps
290 to 320	3,1	3,3
320 to 360	25,1	22,0
360 to 400	11,0	18,0

پس از بررسی چندین آزمایشگاه مشخص گردید که تنظیمات دستگاه‌های ساخته شده توسط شرکت‌های مختلف متفاوت بوده و در ننتیجه خروجی آنها نیز متفاوت خواهد بود. به بیان روشن‌تر برخی دستگاه‌ها قابلیت تنظیم بر حسب واحد وات بر مترمربع را ندارند و بر حسب وات بر مترمربع بر نانومتر تنظیم می‌شوند و مسئول دستگاه عدد وات بر مترمربع بر نانومتر را در پهنای باند (محدوده طول موج) ضرب می‌کند تا به مقدار وات بر مترمربع برسد که این روش کاملا اشتباه است بدلیل اینکه طیف تابشی که در شکل (۱) هم قابل مشاهده است، طیفی گوسی بوده ولی اینگونه محاسبه مربوط به طیف مستطیلی می‌باشد.

[5] W/m^2

۲-۲- کالیبراسیون رادیومتر و لامپ‌ها

اطمینان از صحت عملکرد لامپ‌ها و رادیومتری که شدت تابش را اندازه‌گیری می‌کند از عوامل بسیار مهم و تاثیرگذار در آزمون دوام نوری پلاستیک‌ها می‌باشد(ASTM G151، 2010 :4) .

برای صحت عملکرد لامپ‌ها دو مورد باید مورد توجه قرار گیرد. مورد اول مدت زمان طول عمر لامپ می‌باشد که توسط تولید کننده اعلام می‌گردد و پس از گذشت زمان اعلام شده لامپ می‌بایست تعویض گردد. مورد دوم بررسی طیف تابشی لامپ می‌باشد که باید مطابق با استاندارد اعلام شده باشد و از روی آن بتوان مقدار شدت تابش در طول موج مشخصی را بر حسب وات بر مترمربع بر نانومتر محاسبه نمود و دستگاه اسپکترومتری که بتواند این طیف را تولید کند در کشور ایران موجود نمی‌باشد و در نتیجه میزان افت لامپ قابل اندازه-گیری نخواهد بود.

در مورد عملکرد رادیومتر نیز دستگاهی که بتواند صحت اندازه‌گیری حسگر رادیومتر بر حسب وات بر مترمربع بر نانومتر را بررسی و کالیبره کند موجود نمی‌باشد در نتیجه در مورد بررسی عملکرد رادیومتر نیز به مشکل برخواهیم خورد.

۲-۳- مدت زمان قرارگیری در معرض نور لامپ UVA آزمایشگاهی و تطابق آن با مدت زمان قرارگیری در معرض نور خورشید به منظور تضمین کیفیت محصول

مهمترین چالشی که در این مقاله عنوان می‌کنیم تعیین مدت زمان قرارگیری در معرض لامپ آزمایشگاهی و یافتن رابطه آن با مدت زمان قرارگیری در معرض نور خورشید در مناطق مختلف جغرافیایی است که از نتایج آن بتوان کیفیت محصول را برای مدت زمان مشخصی تضمین نمود. مطالعات بسیار زیادی توسط کارشناسان موسسه اندیشه برتر میران در این مورد صورت پذیرفت که می‌توان به ثبت اطلاعات تابش نور خورشید به مدت یکسال در محدوده جاده مخصوص کرج و دریافت اطلاعات تابش خورشید سایر شهرهای ایران از سازمان هواشناسی و ... اشاره کرد. با مقایسه نتایج بدست آمده از این اطلاعات و همچنین مقایسه با مقادیر ذکر شده در استانداردهای بین-المللی که اغلب مربوط به شهرهای کشور آمریکا می‌باشند، مشخص گردید بدلیل اختلاف این مکان‌ها از نظر موقعیت جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا، تغییرات دمایی، مدت زمان حضور نور خورشید و ... ، و در نتیجه تفاوت در مقدار میانگین شدت تابش، نمی‌توان شدت تابش مشخص و یکسانی برای همه آنها در نظر گرفت. در نتیجه برای تضمین کیفیت محصول پلاستیکی در یک منطقه خاص نیاز به روابط محاسباتی داریم که بتوان با استفاده از آن مدت زمان لازم برای قرارگیری در معرض نور لامپ آزمایشگاهی و تسریع تخریب نور خورشید را تخمین زد (ASTM G177، 2008).

البته در برخی استانداردها که مربوط به محصول می‌باشند، مدت زمان قرارگیری در معرض نور لامپ آزمایشگاهی و معادل سازی آن با زمان قرارگیری در معرض نور خورشید و تضمین حفظ کیفیت محصول بیان شده است که رابطه‌ای برای بدست آمدن این زمان در استاندارد مربوطه ذکر نشده است. شایان ذکر است که این زمان برای محصولات مختلف، متفاوت بوده و هر محصول باید مطابق استاندارد مربوط به آن آزمون شود. (EN12224، 2000 :5) .

نتیجه‌گیری

پس از مطالعات و بررسی‌های صورت گرفته در خصوص آزمون تسریع نور خورشید توسط لامپ فرابنفش آزمایشگاهی و همچنین دستگاه‌های انجام این آزمون در آزمایشگاه‌های مختلف، می‌توان گفت که امکان انجام کالیبراسیون دستگاه‌ها و لامپ‌ها در کشور ایران وجود ندارد که این امر باعث بوجود آمدن اختلاف در نتایج نهایی آزمون می‌گردد. علاوه بر این موضوعی که تا به حال در هیچ استانداردی به آن اشاره نگردیده و از موارد مهم در تضمین کیفیت محصولات پلاستیکی می‌باشد، تطابق زمان قرارگیری در معرض نور لامپ و زمان قرارگیری در معرض نور خورشید در مناطق مختلف می‌باشد که از موارد حائز اهمیت در صنعت خودرو، قطعات تزیینی، و.... بوده و مستلزم یافتن رابطه‌ای منطقی و فراگیر می‌باشد.

مراجع

1- **ASTM D4329 − 13, Standard Practice for Fluorescent Ultraviolet (UV) Lamp Apparatus Exposure of Plastics.**

2- **ASTM G151 – 10, Standard Practice for Exposing Nonmetallic Materials in Accelerated Test Devicesthat Use Laboratory Light Sources.**

3- **ASTM G154 – 16, Standard Practice for Operating Fluorescent Ultraviolet (UV) Lamp Apparatus for Exposure of Nonmetallic Materials.**

4- **ASTM G 177 – 03 (Reapproved 2008) , Standard Tables for Reference Solar Ultraviolet Spectral Distributions:Hemispherical on 37° Tilted Surface.**

5- **BS EN 12224:2000, Geotextiles and geotextile-related products_ Determination of the resistance to weathering.**