عکاسی

نور نامرئی ماورای بنفش یا اولترا ویوله

هادی شفائیه

درسال ۱۶۳۲ ، نیوتون Newton نور خورشید را که به‌نظر سفید میرسد از منشور بلوری گذراند و نشان داد که این نور سفید در حقیقت مخلوطی است از چند اشعهٔ رنگین که یکی در دیگری میآمیزد : بنفش ــ آبی ــ سبز ــ زرد ــ سرخ .

سالهای متمادی ، مشاهدات به همین ناحیهٔ مرئی طیف محدود بود . اما پس از آزمایشات متعدد که به‌کمك شیشه‌های حساس عکاسی و ترموتر (حرارت سنج) به‌عمل آمد مشاهده شدکه درآن سوی بنفش وسرخ میدان‌های کشف‌نشدهٔ مهمی گسترده است . بدین‌ترتیب مسئلهٔ «نورنامرئی» پیش آمد ؛ یعنی آن قسمت از طیف کـه چشم ما در برابرش هیچگونه احساسی ندارد .

کم‌کم ، از اشعهٔ کیهانی تا امواج رادیو الکتریك ، که با همدیگر از لحاظ طول موج و فرکانس[1] اختلاف دارنـد ، همه شناخته شد ولیست آنها تهیه‌گردید :

اشعهٔ کیهانی : طول موجشان تغییر میکند بطور تقریبی از ۰/۰۰۰۰۱ تا ۰/۰۰۱ انگستروم .

اشعهٔ گاما : طول موجشان تغییر میکند بطور تقریبی از ۰/۰۰۱ تا ۰/۱ انگستروم .

اشعهٔ ایکس : طول موجشان تغییر میکند بطور تقریبی از ۰/۱ تا ۱۰۰ انگستروم .

ماورای بنفش : طول موجشان تغییرمیکند بطور تقریبی از ۱۰۰ تا ۳۸۰۰ انگستروم .

طیف مرئی : طول موجشان تغییر میکند بطور تقریبی از ۳۸۰۰ تا ۷۸۰۰ انگستروم .

مادون قرمز : طول موجشان تغییر میکند بطور تقریبی از ۰/۷۸ تا ۱۰۵ میکرون .

امواج رادیو الکتریك : طول موجشان تغییر میکنـد بطور تقریبی از ۳ تا ۱۰[۵] سانتی‌متر .

باتوجهی به‌این جدول[2] معلوم میگرددکه در این مجموعه چشم ما جز نقطهٔ بسیار کوچك قادر به دیدن چیزی نیست . Charles Fabry فیزیك‌دان دراین‌باره میگوید : « ما کاملاً کور نیستیم ، اما چیز زیادی نمی‌بینیم . باتوجه به‌جدول فوق مشاهده میشودکه جهان حقیقی از آنچه در برابر چشمان ما قرار دارد بسی وسیع‌تر است . »

---

۱ - اگر فرکانس (تعداد پریودها درثانیه) $= F$

طول موج $= \lambda$

سرعت نور (تقریباً ۳۰۰۰۰۰ کیلومتر درثانیه) $= V$

باشد ، $\lambda \times F = V$ خواهد بود .

۲ - واحدهای موج عبارتست از :

میکرون یا ۱/۱۰۰۰ میلی‌متر که با حروف یونانی μ نشان داده میشود .

میلی میکرون یا ۱/۱۰۰۰ μ کـه به‌شکل μm نشان داده میشود .

واحد انگستروم یا ۱/۱۰۰۰۰ μ که با حروف A نشان داده میشود .

اولترا ویوله و اینفرا روز رنگی از خود نشان نمیدهد اما حدود نواحی طیفی آنها نسبت به طیف قابل‌دید معین بوده و بطور تقریبی عبارتست از ۴۰۰۰ انگسترم و ۷۸۰۰ انگسترم Angstrôm .

اشعهٔ اولترا ویوله درسال ۱۸۰۲ ازطرف Ritter کشف شد . وجود این اشعه با تأثیر برروی برمور نقره معلوم گردید. این‌اشعه ، برحسب طول موجشان‌که از ۴۰۰۰ تا ۱۰۰ انگسترم است ، خواص بسیار مختلف از خود نشان میدهد .

این ناحیه از طیف ، خود به سه قسمت متمایز تقسیم میگردد :

اولترا ویولهٔ نزدیك (A) از ۴۰۰۰ تا ۳۱۵۰ انگسترم
اولترا ویولهٔ میانه (B) از ۳۱۵۰ تا ۲۸۰۰ انگسترم
اولترا ویولهٔ دور (C) پایین ۲۸۰۰ انگسترم

درمنطقهٔ اولترا ویولهٔ بسیاردور یا انتهائی اغلب بداسامی دانشمندانی‌که دراینمورد مطالعاتی‌بعمل‌آورده‌اند برمیخوریم. از قبیل : شومان (از ۱۸۵۰ تا ۱۲۰۰ انگسترم) لیمان (از ۱۲۰۰ تا ۵۰۰ انگسترم) میلیکان (از۵۰۰ تا ۱۳۶ انگسترم). اشعهٔ اخیر دارای خواص مشترك اولترا ویوله و اشعهٔ ایکس است‌که درسال ۱۹۲۱ (پیش‌از گرفته‌شدن طیف اشعهٔ ایکس) Holweck آنرا نشان داده بود .

اولترا ویولهٔ A شامل قسمت نامرئی طیف خورشید است‌که تقریباً به ۳۰۰۰ انگسترم محدود میشود و به‌علت وجود Ozone در آتمسفر بالا که درخشش‌های امواج کوتاهتر را کاملاً جذب میکند موجودات زنده از تأثیرات مضرهٔ آنها محافظت میگردد .

حداکثر حساسیت امولسیون‌های عکاسی ژلاتینو برمور دارژان درحدود ۳۵۰۰ انگسترم است . عبور اشعهٔ کوتاهتر از ژلاتین و رسیدن آنهـا به مواد حساس به زحمت انجام میگیرد .

در این منطقـه از طیف خاصیـهٔ فتولـومینسانس Photoluminescence [۳] تظاهرمیکندکه خود شامل فلورسانس Fluorescence و فسفرسانس Phosphorescence است.

موضوع عبارت از خاصیتی‌است‌که بعضی مواد دارا بوده و درنتیجهٔ آن با جذب اشعهٔ اولترا ویوله اشعهٔ قابل‌دید منتشر میکنند. مثلاً سولفات‌دوکنین تورآبی - بنفش، Fluorescéine تور سبز ، Rhodamine نور قرمز انتشار میدهد .

فرق فلورسانس و فسفرسانس در مدت انتشار نور پس‌از قطع عمل تشعشع محرکه میباشد ، بدین‌معنی‌که در فسفرسانس ساعت‌ها انتشار نور ادامه دارد ، درصورتیکه در فلورسانس بلافاصله قطع میشود . (برای مثال میتوان ساعت‌های شب‌نما و رنگهای شبرنگ را درنظر گرفت .) برحسب قانونی که ازطرف Stokes بیان شده طول موج تشعشعات منتشر معمولاً بزرگتر از نور محرکه است .

رنگهای زنـده و نورانی‌که بعضی مواد در زیر اشعهٔ اولترا ویوله (به‌اصطلاح عوامانه نورسیاه) به‌خود میگیرند آثار تزیینی متعدد دارند . منبع نور معمولا لامپ بخار جیوه با فشار زیاد است‌که حباب آن از شیشهٔ خاصی به‌نام Wood (شیشهٔ سیاه از اکسید نیکل) ساخته شده که تقریباً مانع عبور همهٔ تشعشعات قابل‌دید است وتنها اشعهٔ اولترا ویوله موج بلند را ازخود عبور میدهد .

رنگهای حاصل از لومینسانس ، کـه شباهت زیادی به شیشه‌های رنگین پنجره‌ها دارد ، با وسایل عکاسی رنگین بدراحتی قابل عکسبرداری میباشد .

شیشه‌های اپتیك ، Crown و مخصوصاً Flint ، نسبت به‌اشعهٔ اولترا ویولهٔ میانه ودور تار است. درصورتیکه Quartz میتواند تا ۱۸۵۰ انگسترم را منتقل کند (حد تقریبی شفافیت ژلاتین و هوا) فلوئورین Fluorine (فلوئورورکلسیم) تا ۱۲۰۰ انگسترم را عبور میدهد ، اما درآن‌سوی این‌حد ، هیچ محیطی جزخلاء کامل قادربه‌گذراندن تشعشات‌نیست واستعمال منشورها و عدسی‌ها ناممکن میگردد .

اولترا ویولهٔ میانه قلمرو درخشش‌هایی است‌که از نقطهٔ نظر بیولوژیك خواص سودمند وسلامت‌بخش دارد . این اشعه به علت تشکیل دادن ویتامین D ضد راشیتیسم میباشند و در پوست بدن نوعی پیگمانتاسیون (رنگدانه‌دار شدن) به وجود میآورند که درصورت شدت حتی میتواند ایجاد سوختگی‌بکند (Erythème) .

در آن‌سوی ۲۸۰۰ انگسترم (اولترا ویولـهٔ دور) درخشش دارای خاصیت میکرب‌کشی است و هرگونه حیاتی‌را منهدم میکند . از این خاصیت در استرلیزاسیون بعضاً استفاده میشود .

ایجاد اشعهٔ اولترا ویوله بطورمصنوعی

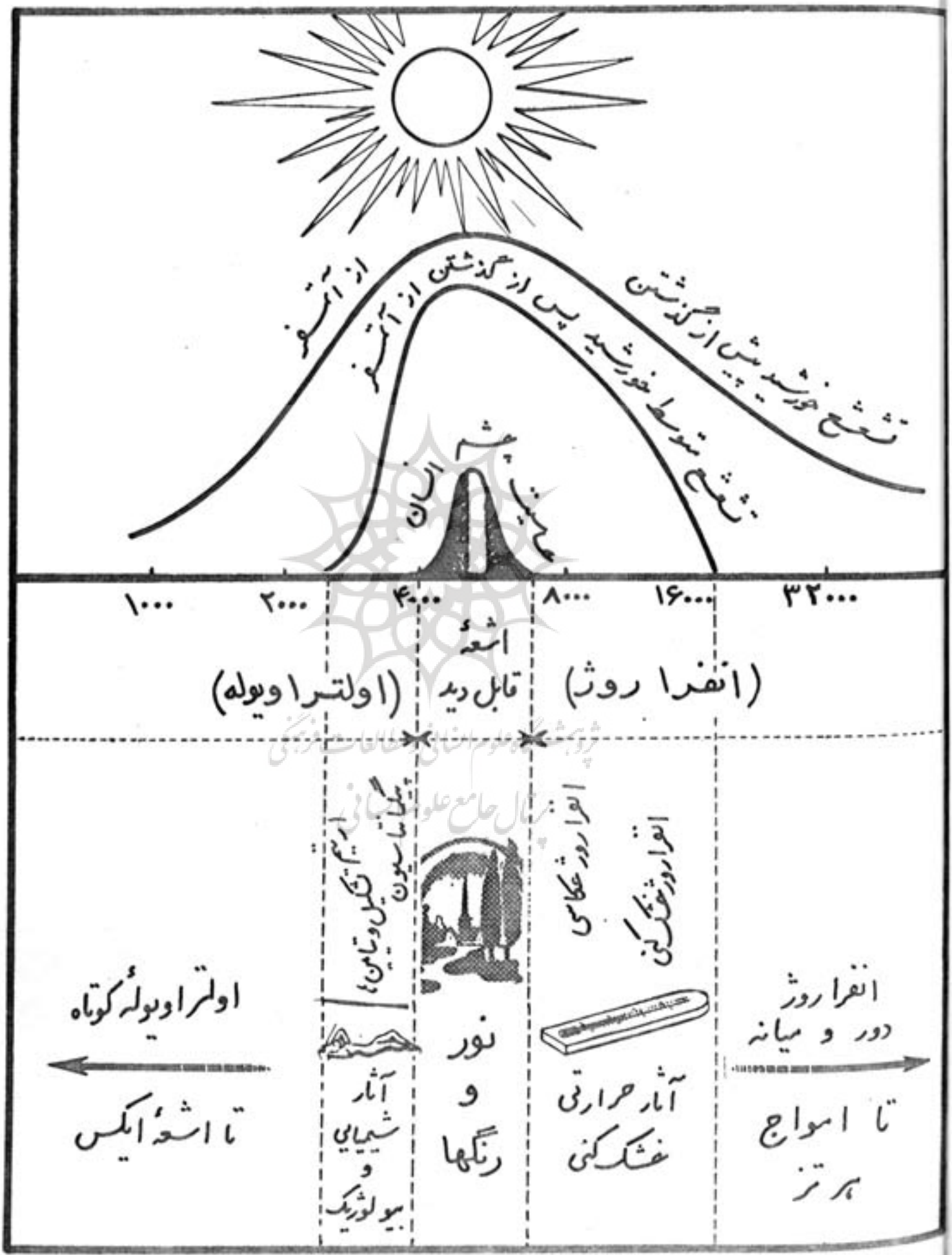
تحت شرائط چند ، لامپ‌های آرك arc میتواند بعنوان منبع نور اولترا ویوله مورد استفاده قرار گیرد . در صنعت گرافیك بجای آنها از لامپ‌های بخارجیوه با فشار خیلی زیاد استفاده میکنند ، مانند لامپ‌هایی از نوع HPR فیلیپس که حباب‌آنها ازشیشهٔ بسیار مقاوم ساخته شده وشکل خاصی دارند .

برای اولترا ویولهٔ موج‌کوتاه نیز لامپ‌های بخار جیوه بکار میرود که جدار آنها از کوارتز ساخته شده . درموقع

---

۳ - سوزش وتظاهرنور (Incandescence) ازتبدیل‌وتغییرشکل انرژی حرارتی به انرژی نورانی حاصل میشود .

وقتی میگویند لومینسانس Luminescence وجود دارد کـه انتشار نور درنتیجهٔ عملی غیر از درخشش حرارتی حاصل شود .


تشعشع خورشید پیش از گذشتن از آتمسفر
تشعشع متوسط خورشید پس از گذشتن از آتمسفر
حساسیت چشم انسان
۱۰۰۰
۲۰۰۰
۴۰۰۰
۸۰۰۰
۱۶۰۰۰
۳۲۰۰۰
اشعهٔ قابل دید
(اولترا ویوله)
(انفرا روژ)
اولترا ویولهٔ کوتاه
تا اشعهٔ ایکس
آثار شیمیایی و بیولوژیک
نور و رنگها
آثار حرارتی خشک کنی
انفرا روژ دور و میانه
تا امواج هرتز

روشن کردن این لامپ‌ها ، کسانیکه با آنها سروکار دارند برای محافظت چشم وپوست بدن از فیلترهای مخصوص باید استفاده کنند .

عکاسی در اولترا ویوله

سطوح حساس عکاسی محتوی برمور نقره ، در اولترا ویولهٔ نزدیك میتواند مورد استفاده قرارگیرد زیرا حداکثر حساسیت آنها برای تشعشاتی درحدود ۳۵۰۰ انگستروم میباشد. اما بعلت اینکه در برابر اشعه‌یی با طول موج کوتاهتر ، ژلاتین وضع تار دارد لذا حساسیت امولسیون بتدریج کاهش میابد تا اینکه درحدود ۲۰۰۰ انگستروم بهیچ میرسد .

درقلمرو طول‌موج‌های کوتاه دوطریقه میتواند درعکاسی مورد استفاده قرارگیرد :

اولی متد شومان ، که عبارت است از بکاربردن لایه‌های حساس ساخته شده با مقدار بسیارکمی اززژلاتین و یا قراردادن رسوبی از برمور نقره روی حاملی اززژلاتین . چنین لایه‌های حساس بسیار ظریف وشکننده است و احتیاط فوق‌العاده لازم دارد . مانند شیشه‌های Kodak B. 10 با کنتراست زیاد و ظهور سریع که مخصوصاً در کارهای فتومیکروگرافی و اسپکتروگرافی آبی و اولترا ویوله تاحدود ۲۱۰۰ انگستروم قابل استفاده است .

طریقهٔ دیگر عبارت است ازگستردن لایهٔ نازکی از یك مادهٔ فلورسانت برروی امولسیون‌های عادی عکاسی که درنتیجهٔ تحریك با اشعهٔ اولترا ویوله اشعه‌یی با طول موج‌های بزرگتر انتشار خواهد داد که امولسیون نسبت به‌آنها حساس است .

بدین‌منظور ، چند قطره روغن معدنی برسطح امولسیون حساس قرار داده با یك پارچهٔ پنبه‌یی باید آنرا بطورکاملاً یکنواخت در همه‌جا گسترد . این روغن پیش‌از ظهور بوسیلهٔ شستشو در اتر ، لازم است بخوبی پاك گردد .

طریقهٔ دیگر ، عبارتست از غوطه‌ورساختن شیشه یا فیلم عکاسی‌درمحلول‌الکلی یك‌درصد سالیسیلات‌سدیم وخشك‌کردن سریع آن . دراین طریقه پاك‌کردن مادهٔ مزبور پیش‌از ظهور لزومی ندارد زیرا درمحلول ظهور کاملاً بی‌اثر است .

اشعهٔ اولترا ویوله در عکاسی آماتوری مورد استفادهٔ زیاد ندارد . با بکارگرفتن تشعشعات امواج‌کوتاه به‌تنهایی ، که درنورخورشید موجود است ، به شرط استفاده ازفیلترهای مخصوص که اشعهٔ قابل دید را جذب میکند ، آثار بسیار غیرمنتظره‌یی میتوان به‌دست‌آورد : درعکاسی‌منظره ، پلان‌های دور ، اگر در فاصلهٔ چند صدمتری واقع شده باشد ، فوراً درهم‌رفته وکاملاً محو میشود . اغلب گیاهان ، حتی بعضی گل‌های سفید ، به‌تیرگی میگراید . بسیاری از رنگهای مواد ملونهٔ پوست تیره‌تر مینماید درحالیکه قرمزهایی از منشاء آلی رنگهای روشن تظاهرمیکند .

وقتی هوا بسیار تمیز بوده و خورشید در بالای آسمان باشد (درکوهستانها وکنار دریا در فصل تابستان) استفاده از فیلتر ضد اشعهٔ ماوراء بنفش ضروری است .

این‌فیلتر به‌علت نداشتن‌رنگ ، افزودن به‌زمان ویاگشادن دیافراگم را ایجاب نمیکند .

استفاده‌های علمی‌عکاسی در اولترا ویوله متعدد ومختلف است . از قبیل تعیین‌ماهیت سریع که مزیت اساسی‌آن عبارتست ازصدمه نزدن به مادهٔ مورد آزمایش .

مطالعهٔ فلورسانس‌ها که بالخاصه کمك ذیقیمتی درپزشکی، شیمی، گیاه‌شناسی ومعدن‌شناسی انجام میدهد .

کنترل‌های صنعتی درمورد پارچه‌ها ، کاغذها ، کائوچو وچربی‌ها درامورشناسایی علمی برای شناختن هرنوع تقلب‌ها : تابلو ، تمبرپست ، اسناد قدیمی وجدید .

ازتوضیحات وتفصیلات‌فوق‌نتیجه‌گرفته میشودکه عکاسی حقیقةً کمك لازم وغیرقابل اجتناب دانشمندان وپژوهشگران میباشد ، زیرا در منطقه‌یی از طیف الکترومانتیك‌که از ترصد نظری میگریزد وسیلهٔ پرارزشی برای بررسی است .

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی