



فیزیک و ابزارشناسی

(رشته هنر)

پویا زمانیان

امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.

مقام معظم رهبری

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتاب‌خوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چند هزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه‌ی فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه‌ی الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پربار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه‌ی مطالعه‌ی هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد و رهبر معظم انقلاب اسلامی نیز از این وضعیت بارها اظهار گله و ناخشنودی نموده‌اند.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره‌ی دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه‌ی دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه‌ی بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاوردهای انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام (ص) این است که «بخوان!» و در اولین

سوره‌ای که بر آن فرستاده‌ی عظیم‌الشان خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد شده‌است: «اقْرَأْ وَ رَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه‌ی انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده‌اند.

دانشگاه پیام‌نور با گستره‌ی جغرافیایی ایران‌شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه‌جا و همه‌وقت، به‌عنوان دانشگاهی کتاب‌محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه‌سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره‌گیری از تجربه‌های گرانقدر استادان و صاحب‌نظران برجسته کشورمان، کتاب‌ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام‌نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به‌طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب‌نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه‌ی مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه‌ی خطیر یاری می‌رسانند، سپاسگزاری می‌نماییم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام‌نور را منزلگاه اندیشه‌سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده‌اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش‌پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

دانشگاه پیام‌نور

فهرست مطالب

پیشگفتار	نه
راهنمای مطالعه کتاب	یازده
هدف کلی کتاب	سیزده
فصل اول - نور	۱
اهداف یادگیری	۱
۱-۱ فیزیک نور	۱
۲-۱ ویژگی موجی طیف	۲
۳-۱ ویژگی ذره‌ای طیف	۴
۴-۱ تقسیم‌بندی پرتوهای طیف الکترومغناطیس	۴
۱-۴-۱ امواج رادیو و تلویزیون	۵
۲-۴-۱ امواج مادون قرمز	۶
۳-۴-۱ امواج رادار	۶
۴-۴-۱ امواج گاما	۶
۵-۴-۱ امواج X	۷
۶-۴-۱ امواج ماوراء بنفش	۸
۷-۴-۱ امواج مرئی نور سفید	۸
۵-۱ تجزیه‌ی نور	۱۰
۶-۱ بازتاب و شکست نور	۱۱
۷-۱ شکست نور در سطوح شفافِ شیشه‌ای	۱۴
۱-۷-۱ شکست نور در تیغه‌ی شفاف متوازی‌السطوح	۱۴
۲-۷-۱ شکست نور در منشور	۱۵

۱۷	خودآزمایی
۱۹	فصل دوم - عدسی‌ها
۱۹	اهداف یادگیری
۱۹	۱-۲ ساختمان عدسی‌ها
۲۰	۲-۲ شکست نور در عدسی‌ها
۲۱	۳-۲ انواع عدسی
۲۱	۴-۲ عدسی‌های مرکب
۲۲	۵-۲ نقاط اصلی در هر عدسی
۲۴	۶-۲ تشکیل تصویر در عدسی‌های محدب
۲۶	۷-۲ تشکیل تصویر در عدسی‌های مقعر
۲۶	۸-۲ روش ساخت عدسی
۳۱	خودآزمایی
۳۳	فصل سوم - خطاهای عدسی
۳۳	اهداف یادگیری
۳۳	۱-۳ خطای عدسی‌ها
۳۴	۲-۳ خطاهای عدسی‌ها
۳۴	۱-۲-۳ خطای کروی
۳۵	۲-۲-۳ خطای رنگی
۳۸	۳-۲-۳ خطای آستیگماتیسم
۳۹	۴-۲-۳ خطای کوما
۴۰	۵-۲-۳ خطای انحنای میدان
۴۰	۶-۲-۳ خطای تغییر شکل
۴۲	۳-۳ خطای رنگی مورب
۴۲	۴-۳ سایه‌افکنی
۴۳	۵-۳ تفرق نور
۴۴	۶-۳ انعکاس تصویر
۴۶	خودآزمایی
۴۹	فصل چهارم - لنزها
۴۹	اهداف یادگیری
۴۹	۱-۴ لنزها در عکاسی
۵۲	۲-۴ انواع لنزها
۵۲	۱-۲-۴ لنزهای نرمال
۵۳	۲-۲-۴ لنزهای واید
۵۵	۳-۲-۴ لنزهای تله
۶۰	۳-۴ لنزهای ویژه
۶۰	۱-۳-۴ لنزهای زوم

۶۳	۲-۳-۴ لنزهای چشم ماهی
۶۴	۳-۳-۴ لنزهای تله فوتوی آینه‌ای یا کاتادیوپتريک
۶۶	۴-۳-۴ لنزهای کنترل پرسپکتیو pc
۶۸	۵-۳-۴ لنزهای ماکرو
۷۱	۶-۳-۴ لنزهای فوکوس نرم
۷۲	۷-۳-۴ لنزهای تثبیت کننده تصویر
۷۳	۴-۴ شناسایی لنزها
۷۳	خودآزمایی

۷۵	فصل پنجم - اطلاعات فنی مربوط به لنزها
۷۵	اهداف یادگیری
۷۵	۱-۵ دیافراگم در لنزهای عکاسی
۷۹	۲-۵ سرعت لنز
۸۱	۳-۵ واضح سازی یا فوکوس در لنزها
۸۲	۱-۳-۵ فوکوس دستی
۸۳	۲-۳-۵ فوکوس خودکار
۸۵	۳-۳-۵ حداقل فاصله ی فوکوس
۸۶	۴-۵ فاصله ی هایپر فوکال
۸۷	۵-۵ دایره ی اغتشاش (COC)
۸۹	۶-۵ زاویه دید لنزها
۹۰	۱-۶-۵ عوامل تعیین کننده ی زاویه دید یک لنز
۹۱	۷-۵ قدرت پوشش عدسی
۹۳	۸-۵ سیستم های تثبیت تصویر (لرزشگیر)
۹۴	۱-۸-۵ تکنیک های تثبیت تصویر
۹۵	خودآزمایی

۹۷	فصل ششم - فیلترها در عکاسی
۹۷	اهداف یادگیری
۹۷	۱-۶ فیلترها در عکاسی
۹۸	۲-۶ عملکرد چشم و مغز در رابطه با رؤیت فضای اطراف
۹۹	۳-۶ منابع نوری مورد استفاده برای عکاسی
۱۰۰	۴-۶ رنگ منابع نور
۱۰۲	۵-۶ امولسیون های عکاسی
۱۰۳	۶-۶ کاربرد اولیه ی فیلترها
۱۰۴	۷-۶ فیلترهای مورد استفاده در عکاسی سیاه و سفید
۱۰۵	۸-۶ ضریب جذب نور
۱۰۶	۹-۶ فیلترهای مورد استفاده در عکاسی رنگی (فیلترهای اصلاح کلورین)
۱۰۸	۱۰-۶ وایت بالانس
۱۰۹	۱۱-۶ فیلترهای مشترک در عکاسی سیاه و سفید و رنگی

۱۰۹	۱-۱۱-۶ فیلترهای خاکستری
۱۱۲	۲-۱۱-۶ فیلترهای ضد انعکاس
۱۱۴	۳-۱۱-۶ فیلترهای ضد ماوراء بنفش
۱۱۴	۴-۱۱-۶ فیلترهایی با بزرگ‌نمایی
۱۱۵	۵-۱۱-۶ فیلترهای جلوه‌های ویژه
۱۲۰	۱۲-۶ نکات فنی ضروری در استفاده از فیلترها
۱۲۲	۱۳-۶ استفاده‌ی به جا از فیلترها
۱۲۳	خودآزمایی

۱۲۵	فصل هفتم - آشنایی با ابزار و دوربین‌های عکاسی
۱۲۵	اهداف یادگیری
۱۲۵	۱-۷ انواع مختلف دوربین‌های عکاسی
۱۲۶	۲-۷ انواع دوربین
۱۲۶	۱-۲-۷ دوربین‌های آنالوگ
۱۳۴	۲-۲-۷ دوربین‌های دیجیتال
۱۳۷	۳-۷ لوازم جانبی
۱۳۸	۱-۳-۷ کیف دوربین
۱۳۸	۲-۳-۷ سه پایه
۱۴۲	۳-۳-۷ سیم دکلاشور
۱۴۴	۴-۳-۷ آفتابگیر لنز
۱۴۴	۵-۳-۷ مبدل تله
۱۴۵	۶-۳-۷ حلقه گسترش فاصله کانونی یا افزاینده
۱۴۶	۷-۳-۷ مبدل واید
۱۴۶	۸-۳-۷ فلاش
۱۴۹	۹-۳-۷ نورسنج
۱۵۲	۱۰-۳-۷ جلد غواصی
۱۵۲	۱۱-۳-۷ کاور باران
۱۵۳	خودآزمایی

۱۵۵	پیوست فصل چهارم
۱۶۱	پاسخنامه
۱۶۳	کتابنامه

پیشگفتار

وقتی قرار است راجع به عکاسی صحبت شود، افراد عامی تنها تصورشان تصویری ثبت شده از یک لحظه‌ی ناب با دوربین موبایل یا دوربین دیجیتالشان است. اما تمام افرادی که در این شاخه به شکل جدی و حرفه‌ای فعالیت می‌کنند می‌دانند که این رشته، مجموعه‌ای بسیار گسترده است که هم با علم و دانش و تکنولوژی سر و کار دارد و هم با مسائل هنری و زیبایی‌شناسی.

بدیهی است فردی که دوربین به‌دست می‌گیرد و قرار است صحنه‌ای را به تصویر بکشد، باید شناخت درست و دقیقی از زیبایی‌شناسی داشته باشد. او باید با مبانی هنرهای تجسمی آشنا باشد، رنگ‌ها را بشناسد، در مورد انواع ترکیب‌بندی و کادرها آگاه باشد و خوب البته از ذوق و خلاقیت نیز بی‌بهره نباشد تا بتواند عکس زیبایی ثبت کند.

اما یک عکس هیچ‌گاه بدون اشکال و صحیح ثبت نخواهد شد مگر این‌که عکاس، ابزار مورد استفاده‌ی خود را به خوبی بشناسد و بداند چگونه با آن کار کند. ابزار مورد استفاده در این رشته که شامل رنج گسترده‌ای از دوربین‌ها، لنزها، فیلترها و... است، به مرور زمان و با پیشرفت علم و تکنولوژی کامل شده و از یک جعبه‌ی چوبی با یک سوراخ ریز، به ساختار پیچیده‌ی دوربین‌های دیجیتال امروزی رسیده است.

یک عکاس حرفه‌ای و خوب باید به درستی از عهده‌ی کار با دوربین خود بریاید و بتواند از همه‌ی امکانات آن به‌نحو صحیح استفاده کند.

مواد حساس و فیلم‌هایی که در دوربین‌ها استفاده می‌شود، با بررسی و آزمایش محققان در زمینه علم شیمی، از ساختار ساده‌ی قیر طبیعی و سفیده‌ی تخم‌مرغ و نقره، به سنسورهایی از جنس سیلیکون رسیده است. یک عکاس آگاه باید مواد موجود را بشناسد و برای همین امر باید کمی هم علم شیمی بداند.

لنزها جزء لاینفک دوربین عکاسی هستند. بدون وجود آنها هیچ تصویری بر روی سطوح حساس ثبت نمی‌شود. بدون استفاده از قوانین علمی در شناخت نور و علم فیزیک، یک لنز به طرز صحیح ساخته نخواهد شد.

عکاس نیز باید برای ثبت تصویر، با عملکرد نور و رفتارهای آن در هنگام عبور از عدسی‌های لنز آشنا باشد. او هرچقدر شناخت بیشتری در رابطه با ابزار خود و مسائل وابسته به آن داشته باشد، در انجام کارش موفق‌تر است.

کتاب پیش رو سعی دارد به مسائل مربوط به نور و عملکرد آن در عدسی‌ها و لنزها بپردازد. همچنین انواع لنز و ابزار نورشناختی وابسته به آن، مثل فیلترها نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد. در انتهای کتاب به منظور آشنایی بیشتر دانشجویان، ابزارهایی که در این رشته مورد استفاده‌ی عکاس است، به او معرفی می‌شود.

شناخت مفاهیم ذکر شده در زمینه‌ی نور، عدسی، لنز، فیلترها و ابزار عکاسی، از اصول اولیه‌ی این رشته است، به همین دلیل این مباحث، تحت عنوان درس فیزیک و ابزارشناسی به‌عنوان یکی از دروس پایه در رشته‌ی عکاسی در ترم اول برای دانشجویان تدریس می‌شود.

مطالبی که در کتاب پیش رو مورد مطالعه قرار می‌گیرد، برگرفته از مباحث کلی فیزیک و ابزارشناسی رشته‌ی عکاسی است و ممکن است بسیاری از شما کم و بیش با آن آشنایی داشته باشید.

سعی شده که مطالب موجود در کتاب از منابع معتبر و موثق جمع‌آوری شود و تا حد ممکن عاری از خطا، به روز و جدید باشد و بنابر شیوه‌ی آموزش از راه دور در دانشگاه پیام‌نور، بتواند به‌صورت یک خودآموز مورد استفاده قرار بگیرد.

در خاتمه از همکاری صمیمانه‌ی کلیه همکاران به‌ویژه آقای دکتر محمدعلی ابراهیمی (مدیریت محترم تدوین)، آقای محمدرضا ثمری (معاون محترم تدوین)، سرکار خانم مینا حاجی انزهایی (کارشناس محترم تدوین) به دلیل زحمات بی‌دریغ‌شان در راستای چاپ کتاب، کمال سپاسگزاری و امتنان را دارم.

راهنمای مطالعه‌ی کتاب

کتاب پیش رو در هفت فصل تنظیم گشته است. فصل اول کتاب در رابطه با نور و ویژگی‌های طیف الکترومغناطیس که نور جزئی از آن است و قواعد شکست نور می‌باشد. فصل دوم در رابطه با عدسی که جزء اصلی لنزهای عکاسی است می‌باشد. در این فصل راجع به عملکرد نور در عدسی‌ها صحبت شده است. در فصل سوم خطاهایی که عدسی‌ها دارند مورد مطالعه قرار گرفته است. فصل چهارم کتاب نیز در رابطه با لنزهای عکاسی، انواع آن و ویژگی‌های هر کدام از لنزها صحبت می‌کند. قوانین علمی و فیزیکی خاصی در لنزها حاکم است که در فصل پنجم به شکل جداگانه در رابطه با آنها صحبت می‌شود. فصل ششم مربوط به فیلترهایی است که در عکاسی آنالوگ و در عکاسی دیجیتال مورد استفاده قرار می‌گیرد. فصل هفتم که فصل آخر کتاب است، شناخت کاملی از ابزار مورد استفاده در عکاسی در اختیار دانشجو قرار می‌دهد. فصل لنزها و فیلترها، ابزار نورشناختی عکاسی را به‌طور کامل معرفی می‌کند ولی فصل آخر علاوه بر انواع دوربین‌های مورد استفاده در عکاسی، ابزار فرعی را که ممکن است یک عکاس نیازمند استفاده از آنها باشد، به دانشجو معرفی می‌کند. بخش آخر کتاب پیوستی است مربوط به فصل چهارم لنزها. لنزها براساس کمپانی سازنده و تکنولوژی مورد استفاده در آن، هر روز تغییر می‌کنند، اما براساس آنچه که در حال حاضر در بازار موجود است، دسته‌بندی کلی از نظر امکانات لنز برای انواع آنها صورت گرفته که در پیوست ارائه می‌شود. با توجه به این‌که عکاسی مخصوصاً عکاسی دیجیتال با پیشرفت علم و تکنولوژی ارتباط تنگاتنگی دارد هر روزه ابزار و تجهیزات جدیدی وارد بازار این شاخه می‌شود و ممکن است تغییراتی در بخش‌هایی از این کتاب ایجاد شود، اما امید است که مطالب آن که مباحثی اصولی و پایه در یادگیری عکاسی است، مورد استفاده‌ی دانشجویان و دوستان این شاخه قرار بگیرد.

هدف کلی کتاب

براساس سیاست‌های کلی دانشگاه پیام نور مبنی بر آموزش از راه دور، کتاب پیش رو سعی دارد با ارائه‌ی مباحثی پیرامون فیزیک، به دانشجو کمک کند تا بتواند با مباحث تئوری و علمی موجود در عکاسی آشنا شود.

در دنیای دیجیتال امروز، بدون نیاز به دانستن قوانین و اصول پایه‌ی عکاسی هر کس می‌تواند عکاسی کند، اما با شناخت بهتر ابزار و عملکرد صحیح هر کدام، ثبت تصویر آسان‌تر و کیفیت آن نیز بیشتر خواهد شد. کتاب پیش رو سعی دارد دانشجو را ضمن آشنایی با ماهیت و عملکرد نور که یکی از عناصر اولیه‌ی عکاسی است برای شناخت و استفاده از ابزاری که در عکاسی به آن نیاز دارد آماده کند. دانشجو باید بتواند با مطالعه‌ی کتاب ضمن شناخت کامل از تمامی تجهیزات مورد نیاز در عکاسی، با چگونگی عملکرد نور در لنزها و طریقه‌ی ثبت تصویر در دوربین عکاسی آشنا می‌شود.

فصل اول

نور

اهداف یادگیری

در پایان مطالعه‌ی این فصل از دانشجو انتظار می‌رود:

۱. با امواج طیف الکترومغناطیس آشنا شده باشد.
۲. بتواند ویژگی‌های هر کدام از موج‌های طیف را توضیح دهد.
۳. با نور مرئی و چگونگی تجزیه‌ی آن در منشور آشنا شده باشد.
۴. با چگونگی شکست نور در محیط‌های مختلف آشنا شده باشد.
۵. چگونگی شکست نور در تیغه‌ی متوازی‌السطوح و منشور را بداند.

۱-۱ فیزیک نور

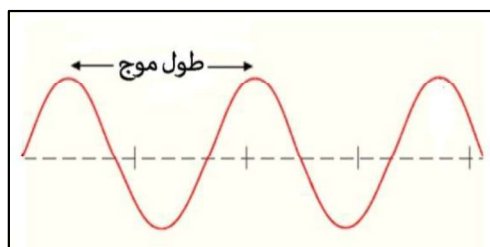
نور منبع روشن‌کننده در این هستی و اصل و اساس عکاسی است. بدون وجود آن هیچ تصویری قابل دیدن توسط چشم یا ثبت‌شدن بر روی سطح حساس نیست. یکی از منابع اصلی آن خورشید است. خورشید به‌طور مداوم در حال سوختن و گداختن است و از خود امواجی ساطع می‌کند. مجموعه‌ی این امواج طیف گسترده‌ای است که اصطلاحاً به بخشی از آن، طیف الکترومغناطیس گفته می‌شود.

پرتوهای این طیف برای انتشار نیازی به محیط مادی ندارند و در خلاء هم می‌توانند منتشر شوند. همگی با سرعتی معادل 3×10^8 K/S یا 186000 مایل در ثانیه و بر روی

خط مستقیم حرکت می‌کنند. تشکیل سایه‌ها خود گواهی بر حرکت مستقیم نور است. امواج طیف الکترومغناطیس؛ هم ویژگی‌های یک ذره را دارند و هم ویژگی‌های یک موج را.

۲-۱ ویژگی موجی طیف

همه‌ی پرتوهای طیف، به شکل موجی حرکت می‌کنند. موج‌های در حرکت، دارای یک قله و یک دره هستند. فاصله‌ی قله‌ها و دره‌های موجود در هر موج، با موج دیگر متفاوت است. در یک موج این فاصله بیشتر و در موج دیگر، فاصله کم‌تر است (تصویر ۱-۱).



تصویر ۱-۱

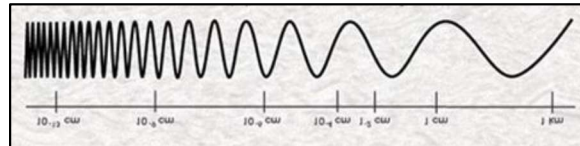
فاصله‌ی دو قله از هم، طول موج نامیده می‌شود. طول موج عامل متمایزکننده‌ی امواج از یکدیگر است. به عنوان مثال در میان امواج مرئی نور سفید، طول موج مشخص‌کننده‌ی رنگ آن موج است.

همه‌ی امواج ساطع شده از خورشید، دارای طول موج هستند. در یک بازه‌ی زمانی مشخص، موجی که دارای طول بیشتری باشد، تعداد برجستگی‌ها و فرورفتگی‌های آن کم‌تر است و موجی که دارای طول کم‌تری باشد، تعداد برجستگی‌ها و فرورفتگی‌های آن بیشتر است.

به تعداد قله‌ها و دره‌های یک موج، در یک بازه‌ی زمانی مشخص، فرکانس یا بسامد گفته می‌شود. در حقیقت تعداد موج در واحد زمان را فرکانس می‌نامند. هرچه طول موج کوتاه‌تر باشد، فرکانس آن بیشتر است و برعکس هرچه طول موج بلندتر باشد، فرکانس آن کمتر است (تصویر ۱-۲).

نور ۳

واحد اندازه‌گیری طول موج، نانومتر، و واحد اندازه‌گیری فرکانس، یک بر ثانیه (یا هرتز، Hz) است. بین طول موج، فرکانس و سرعت حرکت موج، یک رابطه‌ی منطقی وجود دارد.

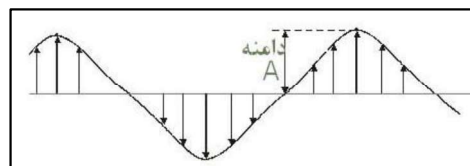


تصویر ۱-۲

طول موج را با حرف یونانی λ ؛ فرکانس را با حرف f و سرعت را با v نمایش می‌دهند. بین طول موج، فرکانس و سرعت حرکت موج، رابطه‌ی زیر برقرار است:

$$V = \lambda \times f$$

یکی دیگر از مشخصه‌های موج، دامنه‌ی آن است. هر یک از ذرات سازنده‌ی نور یا فوتون‌های نور در هنگام حرکت به شکل موجی، نسبت به محور تعادل مقداری جابه‌جایی دارند. به حداکثر جابه‌جایی ذره از محور تعادل، دامنه یا ارتفاع موج گفته می‌شود (تصویر ۱-۳).



تصویر ۱-۳

این دامنه نماینده‌ی قدرت و انرژی موج است. در امواج صوتی هرچه مقدار دامنه‌ی موج صدا بزرگ‌تر باشد، صدا بلندتر شنیده می‌شود و در امواج نوری، هرچه دامنه‌ی موج بلندتر باشد، شدت نور و تابندگی آن بیشتر است. یک موج زمانی که از یک نقطه شروع به حرکت می‌کند تا زمانی که دوباره به همان نقطه برسد، اصطلاحاً یک دوره‌ی تناوب را طی می‌کند.

۳-۱ ویژگی ذره‌ای طیف

یکی از مشخصه‌های اصلی نور ذره‌ای بودن آن است. امواج از ذرات ساخته شده‌اند. اگر نور را به عنوان ذره در نظر بگیریم، می‌تواند با ذرات خود ذرات عناصر دیگر را تحت تأثیر قرار دهد.

به کوچکترین جزء سازنده‌ی نور که همان ذرات نور هستند، فوتون گفته می‌شود. یک فوتون می‌تواند به ذرات مادی ریزی مثل الکترون ضربه وارد کند و آنها را به حرکت درآورد. به این ترتیب آرایش مولکولی ماده به هم می‌خورد و ممکن است در ساختار شیمیایی آن تغییراتی ایجاد شود.

هر چه شدت نور بیشتر شود، تعداد فوتون‌های آن بیشتر می‌شود. به دلیل همین ویژگی است که پرتوهای نوری هنگام تابش به بدن، به سلول‌های پوست ضربه می‌زنند چرا که ذرات موجود در نور، با وارد کردن ضربه به ذرات سازنده‌ی پوست، ساختار مولکولی آنرا تحت تأثیر قرار می‌دهند و باعث آفتاب سوختگی پوست می‌شوند.

۴-۱ تقسیم‌بندی پرتوهای طیف الکترومغناطیس

طیف الکترومغناطیس شامل تعداد زیادی پرتو است که از نظر ماهیت هیچ تفاوتی با یکدیگر ندارند، اما دسته‌بندی و نام‌گذاری که بر روی آنها صورت گرفته است براساس خواص ویژه، چگونگی تولید و نحوه‌ی مشاهده‌ی آنهاست.

این خواص بر اثر تفاوت کوچکی است که ناشی از اختلاف اندازه‌ی طول موجشان می‌باشد. پرتوهای طیف الکترومغناطیس با توجه به طول موج و فرکانسشان مشخصه‌های متفاوتی دارند.

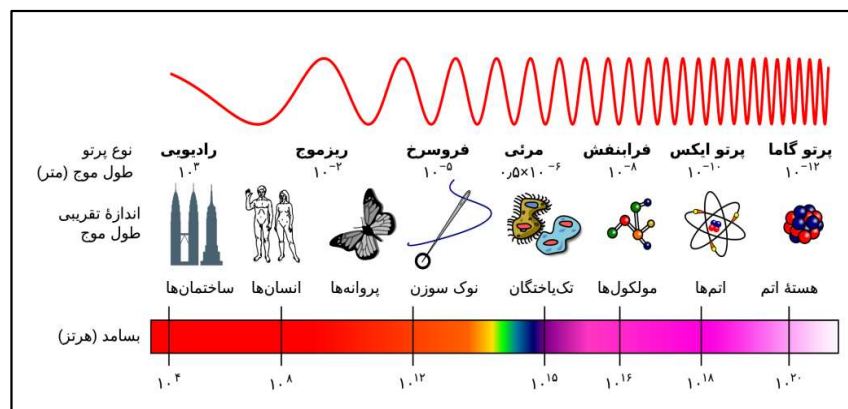
اما در این طیف گسترده هیچ‌گونه مرز جدایی مشخصی بین امواجی که در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند وجود ندارد، بلکه هر دسته در ابتدا و انتهای خود با دسته‌ی دیگر تداخل دارد یا بهتر است گفته شود هر دسته، دسته‌ی دیگر را می‌پوشاند.

برخی از امواج این طیف، دارای طول موج‌های بلندی هستند و در نتیجه بسامد یا فرکانس آنها و به عبارت دیگر (تعداد طول موج در واحد زمان) آنها کمتر است. این امواج دارای سرعت بیشتر و قدرت کمتری نسبت به دیگر امواج می‌باشند.

از جمله‌ی این پرتوها می‌توان به امواج رادیو تلویزیون، رادار، پرتوهای گرمایی و

امواج مادون قرمز اشاره کرد.

برخی دیگر از امواج طیف، دارای طول موج‌های کوتاه‌تر و فرکانس بیشتری هستند. این امواج دارای قدرت بیشتر و سرعت حرکت کمتری می‌باشند. از جمله‌ی این پرتوها می‌توان به امواج کیهانی، امواج گاما، پرتوهای X و اشعه‌ی ماوراء بنفش اشاره کرد. طول موج و فرکانس برخی از پرتوهای طیف در جدول نشان داده شده است (تصویر ۴-۱).



تصویر ۴-۱

۱-۴-۱ امواج رادیو و تلویزیون

امواج رادیو تلویزیون باید سرعت زیادی داشته باشند تا بتوانند اخبار و اطلاعات را خیلی سریع از فرستنده‌ها در ایستگاه‌های رادیو و تلویزیون، به گیرنده‌ها در خانه‌ی مخاطبان برسانند و در ضمن باید قدرت کمی داشته باشند، چرا که در هنگام انتشار در اطراف ما، آسیبی به سلول‌های بدن موجودات زنده نرسانند.

موج‌های رادیویی به صورت طبیعی توسط آذرخش و اجرام فلکی تولید می‌شوند. موج‌های رادیویی تولید شده بصورت مصنوعی، در سیستم‌های ارتباطاتی ثابت و متحرک، سخن‌پراکنی، رادار و دیگر سیستم‌های ناوبری، ارتباطات ماهواره‌ای، شبکه‌های رایانه‌ای و... کاربرد دارند.

انرژی فرکانس رادیویی (RF)، سال‌هاست که برای درمان‌های پزشکی به کار

می‌رود. این موج‌ها بیشتر در جراحی‌های کوچک و انعقاد خون کاربرد دارند.

۱-۴-۲ امواج مادون قرمز

پرتوی مادون قرمز، دارای طول موجی کوتاه‌تر از امواج رادیویی است. هر جسمی که درجه‌ی حرارتی بالاتر از 273°C - درجه‌ی سانتی‌گراد داشته باشد، از خود پرتوهای مادون قرمز ساطع می‌کند. این موج، جزء طول موج‌هایی است که وقتی به جسمی بتابد در آن تولید گرما می‌کند. علاوه بر آن می‌تواند در شاخه‌های مختلف علمی و پزشکی و همچنین عکاسی مادون قرمز مورد استفاده قرار بگیرد.

از جمله کاربردهای پرتوی مادون قرمز می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- در تلفن همراه: قابلیت تبادل اطلاعات از راه پرتوی نامرئی
- در فیزیوتراپی: تولید گرما جهت درمان بسیاری از بیماری‌ها و کنترل درد
- در طیف بینی: کاربرد در مطالعه‌ی ترکیبات شیمیایی، بررسی سطوح و اندازه‌گیری کمی و ...
- در ابزارهای دید در شب: ابزارهایی که براساس سنجش تابش مادون قرمز کار می‌کنند

۱-۴-۳ امواج رادار

رادار که طول موجی کمتر از مادون قرمز دارد، برای مشاهده‌ی اجسام و اندازه‌گیری برخی ویژگی‌های آنها به کار می‌رود. کاربرد اصلی رادار و محل رشد آن، در صنایع نظامی و هوانوردی است و نقش اصلی یک سیستم راداری، نظارت بر یک محدوده‌ی بزرگ و تشخیص اجسام متحرک، ردیابی اهداف و استخراج مشخصاتی مانند سرعت و ارتفاع و ... می‌باشد.

۱-۴-۴ امواج گاما

امواج کیهانی و گاما دارای انرژی بسیار زیاد و طول موج خیلی کوتاه، در حدود 0.01 نانومتر هستند. این امواج فرکانس بالایی دارند که این ویژگی، آنها را کمی خطرناک

کرده است. به همین دلیل جو اتمسفر زمین مانع از ورود آنها به زمین می شود چرا که می توانند تأثیرات مخربی بر حیات کره ی زمین داشته باشند.

اشعه ی گاما به هنگام فروپاشی هسته ی عناصر رادیو اکتیو به وجود می آید. این پرتو هنگام عبور از مواد، با اتم های آن برخورد می کند و گاه بر اثر این برخوردها ممکن است الکترون ها را از اتم های این مواد جدا کند. با جدا شدن الکترون مواد، آنها به یون تبدیل می شوند. این فرایند را یونیزاسیون (یونش) می گویند. یونش، فرایند فیزیکی تبدیل اتم ها یا مولکول ها به یون، به وسیله ی افزودن یا کاستن ذرات باردار می باشد.

اشعه ی گاما هنگامی که از بدن بگذرد، در بافت های بدن یونش ایجاد می کند و اگر بیش از اندازه به بدن بتابد، ممکن است به سلول های بدن آسیب برساند. با این که اشعه ی گاما به میزان زیاد ممکن است برای بدن خطرناک باشد، ولی گاه فایده ی بسیار دارد. از این اشعه می توان برای درمان برخی بیماری های سرطانی و نارحتی های پوستی استفاده کرد. درمان به وسیله ی اشعه ی گاما را رادیوتراپی می نامند. در صنعت نیز از اشعه ی گاما که از رادیم و کبالت رادیواکتیو، با قدرت زیاد تابش می شود، برای پیدا کردن حفره های ریز و شکستگی های قطعات فلزی استفاده می کنند.

۱-۴-۵ امواج X

پرتوی X جزء پرتوهایی با طول موج کوتاه در حدود 0.1 تا 1 نانومتر است و انرژی زیادی دارد، به همین خاطر قابلیت نفوذ به داخل عناصر و نیز نسوج بدن را داراست. این پرتو از استخوان عبور نمی کند، به همین دلیل در عکسبرداری های پزشکی برای نشان دادن استخوان از آن استفاده می شود.

به دلیل قدرت نفوذ بالای آن، در بازرسی های امنیتی برای رؤیت داخل چمدان ها از آن استفاده می شود.

پرتوی ایکس می تواند برای انسان بسیار خطرناک باشد و آسیب های زیستی قابل توجهی پدید آورد. این آسیب ها در انسان شامل سوختگی، بیماری ناشی از دریافت تابش بیش از حد و اثرات ژنتیکی است.

۱-۴-۶ امواج ماوراء بنفش

امواج ماوراء بنفش دارای طول موج تقریباً کوتاه هستند. این پرتو به شکل طبیعی در امواجی که از خورشید ساطع می‌شود وجود دارد، اما لامپ‌های فلورسنت قادرند که با یونیزه نمودن بخار جیوه، تابش فرابنفش تولید کنند. در این لامپ‌ها لایه‌ای فسفری در داخل تیوپ، با جذب تابش فرا بنفش، نور موجود را تبدیل به نور مرئی می‌نماید. پرتوهای ماوراء بنفش خاصیت میکروب‌کشی هم دارند و در مراکز درمانی و بیمارستان‌ها برای نظافت و پاکسازی محیط به کار می‌روند.

این موج به دلیل طول کوتاهی که دارد، فرکانس بیشتر و در نتیجه قدرت بیشتری دارد. همین مسئله باعث می‌شود قدرت مخرب داشته باشد. به عنوان مثال پرتوی ماوراء بنفش می‌تواند به سلول‌های پوست آسیب بزند و آنها را بسوزاند، به همین دلیل بسیاری از افراد در مقابل خورشید از کرم‌های دافع UV استفاده می‌کنند.

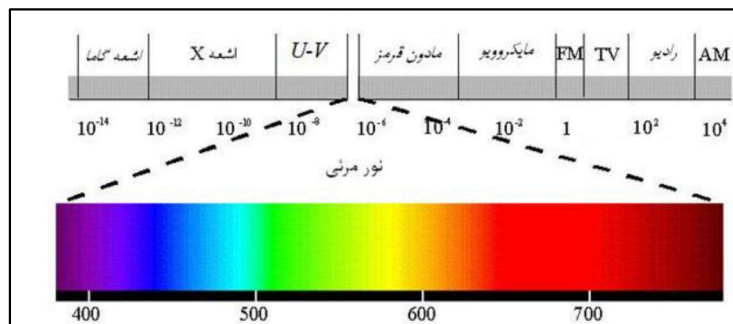
۱-۴-۷ امواج مرئی نور سفید

در میانه‌ی طیف الکترومغناطیس، پرتوهایی وجود دارند که دارای طول موج متوسطی هستند. این پرتوها همان پرتوهای نور سفیدند. همان نوری که محیط اطراف را روشن و قابل رؤیت می‌سازد.

نور مرئی سهم کوچکی از تمامی طیف الکترومغناطیس را داراست. این نور از رنگ قرمز که بلندترین طول موج (۷۰۰nm) را دارد، شروع می‌شود و به نور بنفش با کوتاه‌ترین طول موج (۴۰۰ nm) می‌رسد.

امواجی که دارای طول موجی بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر هستند، همگی برای چشم قابل رؤیت هستند. این امواج دارای تفاوت جزئی در طول موجشان می‌باشند و همین مسئله آنها را از هم متمایز کرده است.

این پرتوها براساس طول موج، دارای رنگ‌های مختلفی هستند، ولی چنان در هم تنیده شده‌اند که قابل تمایز نیستند. این امواج شامل موج‌هایی به رنگ بنفش، آبی، نیلی، سبز، زرد، نارنجی و قرمز هستند. طول موج و رنگ ویژه‌ی هر کدام در جدول ذکر شده است (تصویر ۱-۵).



تصویر ۱-۵

امواج نور سفید، تنها طیفی هستند که برای انسان قابل رؤیتند. هیچ کدام از امواج دیگر برای چشم قابل رؤیت و مرئی نیستند.

چشم انسان دارای سلول‌های بینایی است. این سلول‌ها بر روی شبکیه قرار گرفته‌اند و اندازه‌های بسیار کوچکی دارند، ولی اندازه‌ی این سلول‌ها تقریباً برابر با اندازه‌ی طول موج پرتوهای نور سفید است، به همین دلیل چشم انسان قادر به رؤیت امواج نور سفید می‌باشد.

سلول‌های بینایی موجود در چشم انسان دو دسته هستند. دسته‌ی اول سلول‌های استوانه‌ای شکل هستند که برای مشاهده‌ی تیرگی‌ها و روشنایی‌ها به‌وجود آمده‌اند و دسته‌ی دوم سلول‌های مخروطی‌اند، که به انواع رنگ‌ها حساسیت دارند و چشم با کمک این سلول‌هاست که می‌تواند جهان را رنگی ببیند.

سلول‌های مخروطی خود به سه دسته تقسیم می‌شوند و هر دسته به یک رنگ خاص حساس است. این سلول‌ها به سه رنگ سبز، قرمز و آبی حساس هستند و چشم انسان به‌واسطه‌ی این سه دسته سلول، تمام رنگ‌های موجود در جهان اطرافش را می‌تواند ببیند.

سلول‌های مخروطی در شب خوب عمل نمی‌کنند و شب‌ها بیشتر سلول‌های استوانه‌ای فعال هستند. به همین دلیل است که رنگ‌ها در شب به‌خوبی قابل رؤیت نیستند.

اجسام بعد از برخورد نور سفید به آن‌ها، بسته به رنگی که دارند، همه‌ی

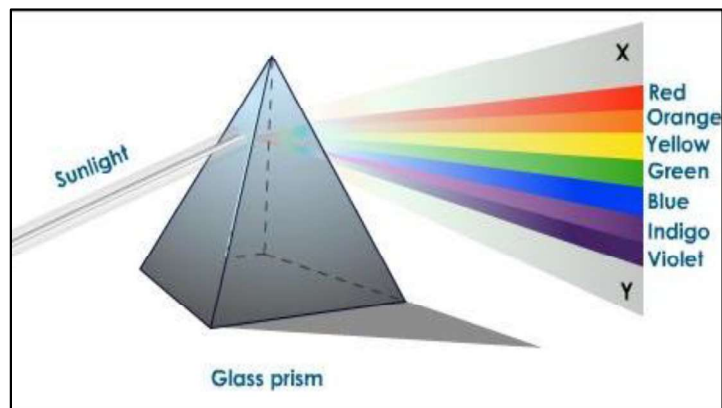
پرتوهای نور سفید را جذب می‌کنند، غیر از پرتویی که به آن رنگ هستند و آن پرتو را بازمی‌تابانند. چشم براساس نوع سلولی که مخصوص آن رنگ است، تحت تأثیر قرار گرفته و رنگ را تشخیص می‌دهد.

۵-۱ تجزیه‌ی نور

اولین بار نیوتن دانشمند انگلیسی، در نیمه‌ی قرن هفدهم، موفق شد نور سفید را تجزیه کند.

نیوتن با ایجاد یک سوراخِ گردِ کوچک در پرده‌ی پنجره‌ی اتاق خود، نور آفتاب را به‌صورت یک دسته پرتو به درون اتاق هدایت کرد و در مسیر این دسته پرتو، یک منشور شیشه‌ای که قاعده‌ی آن به شکل مثلث بود قرار داد. نور که در هوا سیر می‌کرد بعد از ورود به شیشه به دلیل شرایط خاصی که بر آن تحمیل می‌شد، دچار پراش گشته و به عناصر سازنده‌اش تجزیه می‌شد.

نیوتن به همین شکل، نشان داد پرتوی نور سفید، خود از چندین پرتوی دیگر تشکیل شده است که در شرایط عادی از هم قابل تفکیک نیستند و همه به رنگ سفید دیده می‌شوند. این پرتوها همان‌طور که در تصویر نشان داده می‌شود، شامل نورهای قرمز، نارنجی، زرد، سبز، نیلی، آبی و بنفش است که به‌گونه‌ای به هم آمیخته‌اند که قابل تفکیک نیستند (تصویر ۶-۱).



تصویر ۶-۱

۱-۶ بازتاب و شکست نور

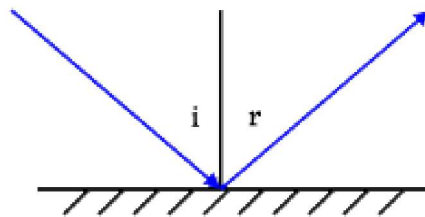
اجسام در مقابل تابش نور براساس واکنش، به چند دسته‌ی کلی تقسیم می‌شوند. گروهی از اجسام تمام پرتوهای نور را جذب می‌کنند. به این گروه از اجسام، اُپک^۱ یا کدر گفته می‌شود.

گروهی از اجسام بخشی از نور را جذب کرده و بخشی را عبور می‌دهند، مثل کاغذ کالک و شیشه‌ی مات. به این گروه از اجسام ترانسلسونت^۲ یا نیمه شفاف گفته می‌شود.

گروه دیگر مثل شیشه، تمام نور را از خود عبور می‌دهند که این دسته اصطلاحاً شفاف یا ترنسپرنت^۳ نامیده می‌شوند. اما بخشی از اشیاء نیز تمام نوری که به آنها برخورد می‌کند را منعکس می‌کنند، مثل آینه‌ها.

وقتی نور به سطوح صاف و صیقلی بتابد، بازتاب پیدا می‌کند. معمولاً پرتویی که تابیده می‌شود با پرتویی که بازتاب می‌شود، زاویه‌ای برابر دارند.

اگر در نقطه‌ی برخورد پرتوی تابش، خطی عمود بر سطح تابش رسم کنیم، زاویه‌ای که پرتوی تابش و پرتوی بازتاب با این خط می‌سازند، زاویه‌ی تابش و زاویه‌ی بازتاب نامیده می‌شود. این دو زاویه همواره با هم برابرند مگر زمانی که در دو فضای مختلف از نظر غلظت قرار داشته باشند (تصویر ۷-۱).



تصویر ۷-۱

با توجه به زاویه‌ی تابش نور و سرعت حرکت آن، زاویه‌ی تابش و در نتیجه بازتابش تفاوت پیدا می‌کنند.

1. Opac
2. Translucent
3. Transparent