

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

موضوع

فنزیک نورو

فنزیک در علم پزشکی

تهیه کننده:

زهرا آشکار

# دیرستان دخترانه دوره دوم

## فهرست مطالب

### فیزیک نور

- ۴..... مقدمه
- ۵..... پیدایش فیزیک نوین
- ۵..... فیزیک نور
- ۶..... شکست نور و نتایج حاصل از آن
- ۸..... ماهیت نور
- ۹..... کشف بزرگ فرنل
- ۱۰..... اندازه گیری سرعت نور

### فیزیک در علم پزشکی

- ۱۴..... مقدمه
- ۱۵..... فن آوری
- ۱۶..... نقش فیزیک در تشخیص بیماری ها
- ۱۶..... رادیوگرافی و رادیوسکوپی

- ۱۷.....سونوگرافی
- ۱۸.....وسایل الکتروپزشکی
- ۱۹.....تهیه طرح های سه بعدی از بدن
- ۲۰.....فیزیک هته ای در عرصه پزشکی
- ۲۳.....فواید آشنایی پزشکان و پیرا پزشکان با فیزیک پزشکی
- ۲۶.....چگونه فیزیک پزشکی بخوانیم
- ۲۶.....ارتباط فیزیک پزشکی با سایر علوم
- ۲۷.....آینده فیزیک پزشکی
- ۲۸.....نتیجه گیری
- ۲۹.....منابع

## مقدمه

علم فیزیک یکی از شاخه های مهم علوم است تا آنجا که دانشمندان آن را زیر بنای بسیاری از علوم تجربی می دانند. تاکنون تعریف های زیادی از این شده است. برخی از دانشمندان در تعریف آن می گویند: علم فیزیک علم تحقیق در خواص اجسام و قوانینی است که به وسیله آن قوانین تغییر حالت و حرکت اجسام، بدون تغییر ماهیت آنها مورد مطالعه قرار می گیرد. برخی از دانشمندان آن را علمی می دانند که درباره اجزای اصلی تشکیل دهنده مواد و نیروهایی که آن اجزا بر یکدیگر اعمال می کنند و نیز نتایج حاصل از اعمال این نیروها بحث می کند.

علم فیزیک تحت عنوان قدیم ترش یعنی، فلسفه طبیعی تا نیمه دوم قرن بیستم میلادی طیف وسیعی از علوم شامل می شد ولی به تدریج که شاخه هایی به صورت علوم خاص (شیمی، نجوم، فلزات، هواشناسی و...) از آن جدا شدند، به مرزهای فعلی خود محدود شد. در حدود سال ۱۸۷۰ م. نام جدید فیزیک جایگزین نام قدیم تر این علم شد. برخی از دانشمندان علم فیزیک را علم انرژی نیز نامیده اند.

تا نیمه دوم قرن بیستم علم فیزیک تنها به ۳ شاخه تقسیم می شد اما پیشرفتهای سریع و شگفت انگیز آن در نیمه دوم قرن بیستم بر تعداد شاخه های این علم افزود. گسترش دانش بشری در هر یک از شعبه های این علم آنچنان است که حتی انسان های بسیار هوشمند به سختی می توانند در هر یک از آنها به مرحله تخصصی برسند و تردیدی نیست که هر یک از این شاخه ها در آینده نزدیک، خود به شاخه های متعدد دیگر تقسیم می شوند.

## پیدایش فیزیک نوین

سیر تحولات علم فیزیک تنها به رد شدن برخی از نظرات نیوتن درباره نور منجر نمی شد. در اواخر قرن نوزدهم، دانشمندان با پدیده های جدیدی روبه رو شدند که قوانین و اصول شناخته شده در فیزیک از حل بسیاری از آنها عاجز مانده بود و لازم بود که برای توجیه آنها طراحی جدید اعلام گردد. از همین رو دانشمندان علم فیزیک را به فیزیک کلاسیک و فیزیک نوین تقسیم کردند. اگر چه این بدان معنی نیست که همه قوانین فیزیک کلاسیک بی اعتبار بوده است اما اکتشافات انسان در اواخر قرن نوزدهم در زمینه سرعت نور، پدیده فوتو الکتریک، طیف تابشی و جذبی گازها، تابش مداوم اتم ها، خاصیت رادیو اکتیویته با معادلات و روابط موجود در فیزیک کلاسیک قابل توجیه نبود و لذا فیزیک نوین جای فیزیک کلاسیک را گرفت. فیزیک کلاسیک متضمن کشف هایی در الکتروستاتیک و مغناطیس بود. فارادی پی برد که از واکنش میان میدان های الکتریکی و مغناطیسی باید اختلالات الکتریکی متحرکی به صورت موج، نتیجه شود. ماکسول به اندیشه های فارادی قالبی ریاضی داد و توانست سرعت حرکت این امواج را حساب کند. معلوم شد که این سرعت همان سرعت سیر نور است. او به این ترتیب، ماهیت الکترومغناطیسی امواج نور و گرما را محقق ساخت. آزمایش های تامس یانگ درباره ی تداخل نور، ثابت کرد که نور متشکل از امواج است نه ذرات. فرنل، ثابت کرد که وقتی نور از سوراخ های ریز می گذرد و موانع را دور میزند، الگوهای تداخلی (آثار پراش) بوجود می آید. در آغاز قرن نوزدهم رامفورد نشان داد که گرما نوعی انرژی است و کارنو با سیکل کارنو، علم ترمودینامیک را بنیان نهاد. این مبانی به نظریه ی جنبشی گازها انجامید و علاوه بر این، مفهوم آنتروپی از آنها زاده شد.

در اواخر قرن نوزدهم به نظر میرسید که دیگر چیزچندانی برای کشف کردن باقی نمانده است؛ اما چند کشف بزرگ همه چیز را تغییر داد: کشف الکترون و پرتو رونتگن یا پرتو X و نظریه کوانتا موجب پدید آمدن فیزیک نوین گشت که در ادامه به شرح آن می پردازیم.

امروزه برای همه دانشمندان این موضوع روشن شده است که هیچ کس نمی تواند مانند گذشته خود را «علامه» یا «جامع العلوم» بداند و بخواهد در چندین رشته علمی متخصص و کارشناس شود.

## فیزیک نور

از میان همه ی شاخه های فیزیک، بی گفتگو مبحث نور شاخه ای است که کار تحقیق در آن از همه بیشتر پیش رفته است.

### ماکس پلانک

مطالعه ی نور از دوران تمدن یونان باستان آغاز شد اما دانشمندان یونانی دستاوردهای چندانی در این زمینه نداشتند. نور شناسی در سده ی ۱۷ بیش از همه ی رشته های فیزیک جز مکانیک پیشرفت کرد. در اوایل سده ی ۱۷ عینک سازان هلندی با آزمایش و روی هم نهادن عدسی ها سرانجام به اصول تلسکوپ و میکروسکوپ پی بردند. در دوران شکوفایی تمدن اسلامی چند تن از دانشمندان به پژوهش درباره ی نور پرداختند که مشهورترین آنان ابو علی حسن بن الحسن بن الهیثم بصری (۳۵۴-۴۳۰ ه ق) مشهور به ابن هیثم، ریاضیدان، طبیب و فیزیکدان بصره ای است. ابن هیثم در بصره متولد شد و در همان جا به تحصیل علوم ریاضی و طبیعی پرداخت و در رشته ی نور شناسی به مقام استادی رسید.

علاقه ی ابن هیثم به فنون مختلف و مهارت در ساختن و به کار بردن ابزار مکانیکی او را به شهرت رسانید به طوری که خلفای فاطمی او را به مصر دعوت کردند تا با ارائه روش های فنی از طغیان هر ساله رود نیل که موجب ضررهای بسیار میشد جلوگیری کند.

تعداد آثار باقیمانده از ابن هیثم در فیزیک، نجوم و ریاضیات بالغ بر دویست تالیف بوده است و علاوه بر تالیف های شخصی شرح هایی بر کتاب های ارسطو و جالینوس نوشته است. ابن هیثم در مهمترین کتابش در مورد نور شناسی، در کتاب المناظر، پدیده های شکست، بازتابش نور، سرعت نور در محیط های شفاف متفاوت، اتاق تاریک و نیز رنگین کمان را مورد مطالعه قرار داده است. ابن هیثم در مورد آینه های سوزان مدور نوشته است: «اشعه ی خورشید، به خط مستقیم پیش می آید و بر هر سطح صیقلی به زاویه های مساوی انعکاس پیدا می کنند، یعنی شعاع های

تابش وانعکاس با خطی که در نقطه ی تابش بر سطح منعکس کننده مماس شده و در سطح انعکاس باشد، زاویه های مساوی می سازند».

## شکست نور و نتایج حاصل از آن

یوهانس کپلر (۱۵۷۱-۱۶۳۰م) منجم و ریاضیدان آلمانی و مؤسس واقعی علم نجوم تلاش زیادی برای پیدا کردن قوانین شکست نور انجام داد ولی چندان موفقیتی به دست نیاورد. رنه دکارت (۱۵۹۶-۱۶۵۰م) فیلسوف، ریاضیدان و عالم فرانسوی در این مورد به کوشش هایی دست زد. دکارت با کشف قانون صحیح شکست نور، هلندی ها را به ساختن عدسی هایی با کیفیت های عالی توانا ساخت.

دکتر ابوالقاسم قلمسیاه درباره ی نظرات رنه دکارت راجع به قانون های شکست نور می نویسد:

«... [دانشمندان]، شکست نور را از مدت ها پیش می شناختند و تلاش زیادی برای پیدا کردن قوانین آن به عمل آمده بود ولی همیشه نا موفق بودند. الحسن دانشمند فیزیکدان اسلامی هم آزمایشهای نسبتاً دقیقی در این زمینه انجام داد و کار اندازه گیری را تا زاویه تابش ۱۸۰ درجه ادامه داد و نسبت بین زاویه های فرود و شکست را حساب کرد. کپلر نیز به این کار راغب شد، ولی هیچکدام نتوانستند رابطه ی مشخصی را بدست آورند. سرانجام دکارت در سال ۱۶۱۷م. قانون شکست نور ( $\sin i = n \sin r$ ) را که در کشور فرانسه به نام خود او معروف شد بیان کرد، او نور را متشکل از ذرات ریزی در نظر گرفت که در محیط چگالتر تندتر از هوا حرکت می کنند. ولی پیردوفرما (۱۶۰۱-۱۶۶۵م). ریاضیدان فرانسوی، این نظریه را مورد انتقاد قرار داد: فرما قانون را پذیرفت ولی توجیه آن را رد کرد (خیلی جالبه!.....) در مقابل، اصل مهمی را بیان کرد که به نام خود او اصل فرما نامیده می شود، و طبق این اصل، نور برای رفتن از یک نقطه به نقطه دیگر همواره مسیری را می پیماید که زمان آن مینیمم است. قانون شکست از این اصل با این شرط نتیجه گرفته شد که نور برعکس نظریه دکارت، هوا را تندتر از آب سیر می کند. این اختلاف نظر بین دکارت و فرما نزاع سختی به وجود آورد و هر یک از آنان به شدت از نظریه خود دفاع می کردند. مردم می بایستی منتظر فرا رسیدن قرن نوزدهم میلادی می بودند تا با دادن حق به فرما به این اختلاف نظر خاتمه داده شود.

به هر صورت، دکارت به کمک قانونش توانست به درستی پدیده ی رنگین کمان را با تعقیب مسیر واقعی پرتوهای نور درون قطره های آب معلق در هوا تشریح کند. در آن زمان هنوز حساب دیفرانسیل طرح نشده بود. او روش شجاعانه

ای بکار برد: از این قرار که ده هزار پرتو نور موازی که بطور منظم درجه بندی شده بودند روی یک قطره ی کروی تاباند و با تعقیب هر یک از آنها همه ی زوایای خروجی را حساب کرد و پی برد که پرتوهای ورودی به ازای زاویه ۴۱ و ۳۰ در دانه باران انبار می شوند و در نتیجه شکل و مقطع رنگین کمان اول را توضیح داد و همین کار را برای رنگین کمان دوم نیز کرد. این نتایج توسط نیوتن کامل شد و او تجزیه نور را تشریح کرد.

قانون شکست نور کم کم این امکان را به وجود آورد که طرز کار عدسی ها و در نتیجه اسباب های اپتیکی عدسی دار و همچنین اعمال چشم مورد دقت قرار گیرند. پدیده های رؤیت بهتر درک شدند. کپلر اطمینان حاصل کرد که قاعدتاً از یک شیء تصویری معکوس بر روی پرده شبکیه تشکیل می شود. این فکر توسط شینر به اثبات رسید، به این طریق که وی چشم گاو را گرفت و پوسته روی آن را تا شبکیه برداشت و آن را به طرف نور چرخاند و دید که تصویری واضح و معکوس تشکیل می شود. همین محقق پی برد که تطابق با فاصله، در اثر تغییر تحدب عدسی چشم صورت می گیرد. ماریوت (۱۶۲۰-۱۶۸۴ م.) نیز کشف کرد که محل ورود عصب بینایی یک نقطه کور است.

در نیمه قرن هفدهم میلادی تصور می رفت که همه چیز درباره ی شکست نور گفته شده است. ولی در سال ۱۶۶۹ م. یک نفر دانمارکی به نام پارتولین موضوع تازه ای را کشف کرد: وی ضمن امتحان یک بلور اسپات دیسلند، که توسط خریداران آن به کپنهاگ باز آورده شده بود، مشاهده کرد که از پشت آن تمام اشیاء مضاعف دیده می شوند. پدیده شکست مضاعف، مورد سوال دانشمندان قرار گرفت و آنان را سخت مشغول داشت ولی تا قرن نوزدهم بدون جواب ماند.

از جمله تحقیقاتی که در زمینه ی فیزیک نور در آغاز قرن نوزدهم میلادی صورت پذیرفت پژوهشی بود که در سال ۱۸۰۲ م. توسط ویلیام هرشل (۱۷۳۸-۱۸۲۲ م.) انجام گرفت. هرشل مطالعات خود را بر روی طیف نوری امواج الکترومغناطیس انجام داد. البته این در حالی بود که او از ماهیت امواج الکترومغناطیس آگاهی نداشت و صرفاً تحقیق خود را بر روی نور خورشید که خود نوعی از امواج طیف نوری الکترومغناطیس می باشد متمرکز نمود. ولی مشاهدات خود را در زمینه ی تولید حرارت نور خورشید که ناشی از بخش مادون قرمز آن است انجام داد. مقارن همین اوقات دو دانشمند دیگر به نام های یوهان ویلهلم ریتر (۱۷۷۶-۱۸۱۰ م.) و بعد از او ولستن (۱۷۶۶-۱۸۲۸ م.) تحقیقاتی در زمینه ی اثرات شیمیایی بخش ماوراء بنفش نور خورشید انجام دادند. آنان دریافتند که اثر شیمیایی نور (مثلاً سیاه کردن کلرور نقره) تا ناحیه ی فرابنفش ادامه دارد.

ماهیت نور



در سده ی ۱۷ سه فرضیه رواج داشت: ذره ای، طولی و عرضی. هر سه فرضیه روح مکانیکی آن عصر را باز می تافتند؛ زیرا هر سه ی آنها نور را به اعتبار ماده و حرکت تفسیر می کردند.

نظریه موجی نور: این نظریه نخست در سال ۱۶۶۵م. توسط رابرت هوک فیزیکدان انگلیسی مطرح شد و دو سال بعد کریستیان هویگنس هلندی آن را به صورت کامل تری بیان کرد. در سال ۱۸۷۳م. ماکسول ثابت کرد که نور از جنس امواج الکترومغناطیسی با طول موج کوتاه است.

نظریه ذره ای نور: آیزاک نیوتن فیزیکدان، ریاضیدان و فیلسوف انگلیسی طرفدار نظریه ذره ای نور بود. اما این نظریه در سال ۱۸۰۱م. از اعتبار افتاد زیرا که تامس یانگ فیزیکدان و پزشک انگلیسی با آزمایش های خود اعتبار نظریه موجی را بیشتر کرد و نظریه ذره ای را عقب راند. او با پژوهش پیرامون تداخل (interference) و پراش (diffraction) دلایل تازه ای به سود نظریه موجی بدست آورد. او و هویگنس هم عقیده بودند که امواج نور، طولی است واز نوسان های سریع فشار در اتر پدید می آید. تامس یانگ در نوجوانی زبان های لاتینی، فرانسوی، ایتالیایی حتی عربی و فارسی را فرا گرفت. سپس به تحصیل پزشکی پرداخت. یانگ در ضمن تحصیل پزشکی مطالعاتی روی چشم مخصوصا اثر رنگ های قرمز و بنفش بر آن انجام داد. وی در باره ی سازوکار (مکانیسم) صدای انسان نیز مطالعاتی به عمل آورد.

وی بعد متوجه نورشناسی (اپتیک) شد و نشان داد که بسیاری از آزمایش های نیوتن درباره ی نور را می توان با نظریه ی موجی نور به آسانی توجیه کرد. او با آزمایش هایی که انجام داد پدیده تداخل را توضیح داد، ولی در سال ۱۸۰۱م. نظرات خود را به انجمن سلطنتی انگلستان عرضه کرد با بی تفاوتی همکاران خود که به نظریه های پیشین پایبند بودند مواجه شد. یانگ به جای اینکه روی فرضیه ی خود پافشاری کند و آن را به دقت اثبات نماید اپتیک را رها کرد و به مطالعه ی شاخه دیگری از دانش زمان خود پرداخت. (احتمالا یکی از علل روی آوردن یانگ به شاخه های متعدد علم و رها کردن آنها بدون نتیجه گیری عمیق و دقیق، همین عدم ثبات او در پیگیری کامل موضوع مورد مطالعه اش بوده است).

یکی دیگر از دانشمندانی که درباره ی نور مطالعاتی انجام داد اتین لویی مالوس (۱۷۸۸-۱۸۱۲م.) افسر مهندس و فیزیکدان فرانسوی بود. مهمترین کشف وی کشف نور پولاریزه یا نور قطبیده بود این کشف بزرگ در سال ۱۸۰۸م. انجام شد.

## کشف بزرگ فرنل

یکی از دانشمندان پیشتاز در پژوهش های مربوط به نور اگوستین ژان فرنل (۱۷۸۸-۱۸۲۷م.) فیزیکدان سخت کوش فرانسوی است که با آزمایش هایی که در زمینه تداخل و انکسار مضاعف انجام داد توانست نظریه ی موجی نور را ثابت کند.

فرنل هم نظریه پرداز بود و هم آزمایشگری قابل. وی ابتدا هیچ وسیله ای برای آزمایش نداشت، اما با استفاده از نبوغ خود دو آینه ساخت (آینه هایی که به آینه فرنل معروف می باشند) و از طریق آنها توانست نظریه ی موجی نور را شرح دهد. وی به تدریج وسایل تازه دیگری برای آزمایش های خود ساخت. او با این وسایل جدید و با کوشش شبانه روزی توانست به مسئله پراش نور و آزمایش روی آن و شرح این پدیده بر اساس همان نظریه موجی نور بپردازد. فرنل برای توجیه این پدیده چنین فرض کرد که ارتعاشات امواج نور در راستای انتشار آنها صورت نمی گیرند بلکه عمود بر راستای انتشارند، به عبارت دیگر، ارتعاشات نوری عرضی هستند نه طولی.

فرنل توانست از یک طرف نظریه کاملی بر پایه محاسبات ریاضی وضع کند و از طرف دیگر آزمایش هایی بسیار عالی طرح ریزی نماید که مبین نتایج پیشگویی شده به وسیله نظریه، حتی در مواردی که متناقض به نظر می رسیدند، باشند. نظریه او به سرعت در سطح جهانی پذیرفته شد.

به نظریه فرنل اشکالاتی نیز وارد بود. در واقع نظریه او در توجیه بعضی از پدیده ها ناکار آمد بود. اما از آنجایی که این نظریه در زمان فرنل در توجیه بسیاری از پدیده های نوری موفق بود لذا دانشمندان معاصر او این نظریه را به عنوان مرجع اصلی در توجیه پدیده های نوری قرار دادند.

### اندازه گیری سرعت نور

در زمینه اندازه گیری سرعت نور دو فیزیکدان فرانسوی نقش مهمی داشتند. این دو تن ژان برنارلئون فوکو (۱۸۱۹-۱۸۶۸م.) و لویی فیزو (۱۸۱۹-۱۸۹۶م.) نام داشتند. آنان ابتدا با هم کار می کردند ولی پس از مدتی از هم جدا شدند. این جدایی موفقیت هر دوی آنها را به تاخیر انداخت. فیزو قبل از فوکو در این اندازه گیری موفق شد. او با روش چرخ دنداندارش زمان رفت و برگشت نور را در یک فاصله ی هشت کیلومتری که کمتر از ده میلیونیم ثانیه بود اندازه گرفت و سرعت انتشار نور را ۳۱۵۳۰۰ کیلومتر در ثانیه به دست آورد.

یک سال بعد، فوکو روش آینه چرخان را، که بسیار دقیق تر بود، ابداع کرد. این روش امکان میداد که زمان رفت و برگشت نور را در فاصله چند متری اندازه بگیرند. فوکو با این روش سرعت نور را ۲۹۸۱۸۷ کیلومتر بر ثانیه بدست آورد که نسبتاً دقیق تر بود. (امروزه سرعت نور مورد قبول  $C=299792.458$  کیلومتر بر ثانیه برآورد شده است). علاوه بر این، روش فوکو امکان اندازه گیری در فواصل بسیار کوتاه را داشت و می توانست سرعت نور را در محیط های دیگر اندازه گیری کند.

از ۱۸۳۰م. ماسدونو ملونی به کمک پیل گرما-برقی (ترمو الکتریک) که خود مخترع آن بود، به تحقیقات طولانی روی پرتوهای فرسرخ (زیرقرمز) پرداخت؛ او نشان داد که بازتابش و شکست این پرتوها درست مانند نور معمولی است و نتیجه گرفت که آنها پرتوهای نامرئی نور هستند. به موازات این تحقیقات، کارهایی نیز روی پرتوهای فرابنفش انجام گرفت و سبب شد که این پرتوها نیز به عنوان نور نامرئی شناخته شوند.

این پژوهش ها تاثیر فوق العاده ای بر کشفیات شاخه دیگری از علم فیزیک، یعنی اختر فیزیک داشت. در واقع تجزیه و تحلیل طیفی سرآغاز پیشرفت های عظیم در نجوم بود. در میان ابهاماتی که بر نخستین اکتشافات سایه افکنده بودند یکی از آنها مدت طولانی بی پاسخ ماند و آن وجود خطوط تاریک در طیف خورشید بود. حل مسئله به صورت مطلوب توسط دو دانشمند آلمانی: گوستاو روبرت ویلهلم کیرشهف (۱۸۲۴-۱۸۸۷م.) و روبرت ویلهلم بونزن (۱۸۱۱-۱۸۹۹م.) صورت گرفت که همکاری طولانی و تنگاتنگ داشتند. آنان برای این منظور از طیفنما (اسپکتروسکوپ) که توسط کیرشهف اختراع شد، و از یک مشعل خاص که سازنده آن بونزن بود (مشعل بونزن) استفاده کردند. آنان صریحاً اعلام نمودند که هر جسم ساده (عنصر) دارای خطوط طیفی مشخص مخصوص به خود می باشد که بستگی به طریقه بررسی آن جسم ندارد. بدین وسیله طریقه ی آسانی برای تجزیه و تحلیل یک جسم از راه مطالعه ی دقیق خطوط تاریکی که در طیف جذبی اجسام تشکیل می شد در ۱۸۶۰ کشف کردند که یک عنصر دقیقاً همان پرتوهای را جذب می کند که می تواند آنها را گسیل دارد. این پدیده مهم وجود خطوط تاریک در طیف خورشید را توضیح می داد و ثابت می کرد که جو خورشید از همان عناصری تشکیل شده است که در زمین وجود دارند.

بدین ترتیب آنالیز طیفی به ظهور رسید؛ فیزیک، کاربرد جدیدی در شیمی پیدا کرد و آن کشف عناصر جدید از راه مطالعه دقیق خطوط طیفی آنها بود: در ۱۸۶۰م. بونزن و کیرشهف نمک طعام ناحیه استاسفورت (نام منطقه ای در کشور آلمان) را مورد آزمایش قرار دادند و خطوط ناشناخته ای را در طیف حاصل از آن کشف کردند؛ در نتیجه به وجود اجسام ناشناخته ای در این نمک پی بردند و پس از عمل جداسازی طولانی، دو عنصر روییدیم و سزیوم را از آن

اخراج کردند. شیمیدانان دیگر، روش موثر آنان را تعقیب نمودند؛ از جمله سرویلیام کروکس فیزیکدان و شیمیدان انگلیسی (۱۸۳۲-۱۹۱۹م.) عنصر تالیوم را در ۱۸۶۲ کشف کرد؛ عنصر ایندیوم در ۱۸۶۴م. توسط رایش و ریشتر آلمانی و عنصر گالیوم در ۱۸۷۶م. توسط لوکوک \_دو\_ بوآبودران فرانسوی کشف شد.

ستاره شناسان نیز از این روش استقبال کردند؛ با استفاده از طیفنما در وسایل کار خود، توانستند طیف های ستارگان مختلف را مورد بررسی قرار دهند و ترکیب شیمیایی آنها را، که نیم قرن پیش حتی تصور آن را نمی کردند و افسانه بود، پیدا کنند.

در ۱۸۶۸ سر جوزف نورمن لاکیر منجم انگلیسی (۱۸۳۶-۱۹۲۰م.) (که از پیشروان تحقیق طیفی در ستارگان است) و ژول ژانسن منجم و فیزیکدان فرانسوی (۱۸۲۴-۱۹۰۷م.) (که ماموریت های علمی متعددی از جمله تعیین استوای مغناطیسی در کشور پرو و مطالعه در مغناطیسی زمین در جزایر آسور انجام داد و رصدخانه های در موناواتر تاسیس کرد) همزمان خطوط طیفی غیر منتظره ای در طیف خورشید مشاهده کردند و به وجود عنصر ناشناسی در اطراف خورشید پی بردند که هلیوم نامیده شد؛ این نتیجه در ۱۸۹۵م. توسط سرویلیام رمزی شیمیدان اسکاتلندی (۱۸۵۲-۱۹۱۶م.) که هلیوم را کشف کرد، مورد تایید قرار گرفت.

علاوه بر اینها، به کمک طیفنمایی سرعت حرکت ستارگان نسبت به زمین معین شد: کریستیان یوهان دوپلر (۱۸۰۳-۱۸۵۳م.)، فیزیکدان و ریاضیدان اتریشی در سال ۱۸۴۲ اصلی را بیان کرد که به موجب آن ارتفاع صوتی که به گوش یک شنونده می رسد در نتیجه حرکت نسبی شنونده و منبع تولید صوت تغییر می کند (اثر دوپلر)؛ در ۱۸۴۸ فیزو این اصل را در مورد امواج نور تعمیم داد، از همین رو اصل تعمیم یافته ی دوپلر را اصل دوپلر- فیزو نیز می نامند. تغییر بسامد (فرکانس) نوری که از ستارگان به زمین می رسد به جابجایی جزئی خطوط طیفی آنها و در نتیجه تغییر طول موج مربوط به این خطوط تعبیر می شود که منجر به اندازه گیری سرعت حرکت ستاره در امتداد شعاع رؤیت آن می گردد. بر این اساس، در ۱۸۶۸م. برای نخستین بار سرعت حرکت یک ستاره اندازه گرفته شد.

نظریه ی کوانتومی نور که فرض می کنند نور متشکل از جریان ذرات بسیار کوچک یا کوانتومها است در ۱۹۰۰ توسط ماکس پلانک پیشنهاد شد تا حقایقی جدید را توضیح دهد و لذا آغاز گر انقلابی جالب شد که فیزیک قرن نوزدهم را به کلی دگرگون کرد.

اما این سؤال همچنان باقی ماند که آیا نور را باید به عنوان ذرات توصیف کرد یا امواج. بعضی خواص - به عنوان مثال تفرق و تداخل - پدیده هایی موجی بودند که می توانستند فقط با امواج همراه باشند. از طرف دیگر، روشی که نور با سیستم های اتمی تعامل دارد پدیده فوتوالکتریک و وجود خطوط طیفی منفصل، بر حسب ذرات قابل توصیف بود. پس وضعیت های متفاوت مستلزم توصیف های متفاوت و ظاهراً متناقض بود.

با پیشرفت نظریه کوانتوم، ریاضیات تا حدی به نجات آمد. نوشتن معادلاتی امکان پذیر شد که بیانگر بسته های موج هستند، گروه هایی از موج که در فضا محدود شده اند چنان که گویی ذراتی هستند. سپس معادله ی شرودینگر ارائه شد که طبیعت موجی رفتار ماده را توصیف می کرد، و بالاخره معادله ای توسط پال دیراک عرضه شد که تابش الکترومغناطیسی و مکانیک کوانتومی را به شیوه ای فوق العاده دقیق وفق می داد.

دیراک به طور قاطع به توضیح ریاضی اش چسبید، و با دقت از معرفی هر نوع مدل تصویری یا تصویر ذهنی از پدیده های توصیف شده به وسیله ی علائم ریاضی پرهیز کرد؛ او توضیح داد که تصاویر ذهنی را نمی توان بدون وارد کردن کمیات نامربوط تبیین کرد.

تصاویر ذهنی یا مدل های فیزیکی، علیرغم محدودیت هایشان، بخشی اساسی از شناخت علمی ما را تشکیل می دهند. گرچه دوگانگی نهفته در طبیعت نور پذیرفته می شود، و گرچه نظر معتبری داریم که در چه شرایطی مدل موجی یا ذره ای نور را می توان بکار برد، در سطح توصیف مدل، پارادوکسی که به وسیله ی دو مدل متضاد مطرح می شود باقی می ماند.

## فیزیک و کاربردهای آن در پزشکی

### مقدمه

فیزیک پزشکی به معنی کاربرد فیزیک در حرفه پزشکی است، مانند رادیوگرافی، سونوگرافی، بینایی‌سنجی و غیره. چون بیوفیزیک به معنی فیزیک حیات است، فیزیک پزشکی درباره فیزیک حیات بشر بحث می‌کند. مانند گردش خون، آناتومی گوش، آناتومی چشم و غیره. از طرفی بکارگیری اصول و قوانین این گروه‌های علمی در طرح‌ریزی و یا ساختن یک سیستم، به ترتیب مهندسی پزشکی و بیومهندسی نامیده می‌شود.

تأسیس دوره‌های آموزشی مهندسی پزشکی و بیومهندسی از ضروریات یک جامعه پیشرفته است. از طرف دیگر، آموزش فیزیک و بیوفیزیک پزشکی، مقدم بر آموزش تکنولوژی و یا مهندسی پزشکی است. به عبارت دیگر، می‌توان چنین بیان کرد که فیزیک پزشکی، ابزاری بسیار قوی و قدرتمند است که می‌تواند در اختیار پزشکان و مهندسان پزشکی قرار گیرد.

پزشکان برای تشخیص بیماری‌ها از انواع وسایل ساده مانند دماسنج و فشارسنج، گوشی طبی (استتوسکوپ) تا دستگاه‌های بسیار پیچیده مانند میکروسکوپ الکترونی، لیزر و هولوگراف که همه براساس قانون‌های فیزیک طراحی و ساخته شده استفاده می‌کنند.

فیزیک علم شناختن قانون‌های عمومی و کلی حاکم بر رفتار ماده و انرژی است. کوشش‌های پیگیر فیزیکدانان در این راه سبب کشف بسیاری از قانون‌های اساسی، بیان نظریه‌ها و آشنایی با بعضی پدیده‌های طبیعی شده است. هرچند این موفقیت‌ها در برابر حجم ناشناخته‌ها، اندک است لیکن تلاش همه جانبه و پرشتاب دانشمندان امید بسیار آفریده که انسان می‌تواند رازهای هستی را دریابد. انسان در یکی دو قرن اخیر، با بهره‌گیری از روش علمی و

ابزارهای دقیق توانسته است در هر یک از شاخه های علم، به ویژه فیزیک دنیای روشن و شناخته شده خود را وسعت بخشد. در این مدت با دنیای بی نهایت کوچک ها آشنا شده، به درون اتم راه یافته تا انواع نیروهای بنیادی طبیعت را شناخته، الکترون و ویژگی های آن را دریافته و طیف گسترده امواج الکترومغناطیسی را کشف کرده است. فیزیک که تا اواخر قرن نوزدهم مباحث مکانیک، گرما، صوت، نور و الکتریسیته را شامل می شد اکنون در اوایل قرن بیست و یکم در اشتراک با سایر علوم (مانند شیمی، زیست شناسی و...) روز به روز گسترده تر و ژرفتر شده و بیش از ۳۰ موضوع و مبحث مهم را در بر گرفته است (دانشنامه فیزیک تعداد شاخه های فیزیک را ۳۳ مورد معرفی کرده است).

#### ● فناوری

فناوری، چگونگی استفاده از علم، ابزار، راه و روش برای انجام کارها و برآوردن نیازها است. به عبارت دیگر فناوری به کارگیری آگاهی های انسان برای تغییر در محیط به منظور رفع نیازها است. اگر علم را فرآیند شناخت طبیعت تعریف کنیم، فناوری فرآیند انجام کارها خواهد بود. در گذشته مثلاً در کشور ایران تا حدود یک صد سال پیش، زندگی ساده و ابتدایی بود و کارها با ابزارهای ساده و روش های اولیه انجام می شد. کشاورزی، حمل و نقل، تجارت، ساختمان سازی با روش های سنتی و ابزارهایی که در طول زمان از راه تجربه به دست آمده بود صورت می گرفت. گرچه انسان به برخی از قانون های طبیعی دست یافته بود لیکن علم و عمل کمتر اثر متقابل در یکدیگر داشتند. دانشمندان راه خود را می پیمودند و صنعتگران و ابزارکاران به راه خود می رفتند تا آنکه عصر جدید آغاز شد و تمدنی به وجود آمد که همه چیز در راه مصالح زندگی انسان و توانایی او به کار گرفته شد.

در سال ۱۶۶۳ میلادی «جامعه سلطنتی لندن» تاسیس شد و هدف خود را ارتقای سطح علوم مربوط به امور و پدیده های طبیعی و هنرهای مفید از طریق آزمایش و تجربه به نفع «ابنای بشر» انتخاب کرد. چهار سال بعد فرهنگستان علوم فرانسه در پاریس شکل گرفت و بر مفید واقع شدن علم تاکید فراوان شد. اعضای این فرهنگستان برای هرچه به ثمر رساندن تحقیقات علمی در زندگی انسان، به تلاش پرداخته و از این بابت حقوق دولتی دریافت می کردند.

در سال ۱۸۵۳ موزه علوم لندن با نام «هیات معتمدین دایره علم و هنر و موزه ملی علم و صنعت» گشایش یافت اما نزدیک تر شدن علم و صنعت سبب شد که در سال ۱۸۸۲ بخش های مختلف این موسسه در هم ادغام شود و سازمان جدیدی با نام «دایره علوم کاربردی و تکنولوژی» تاسیس شود.

علم، کوشش در جهت دانایی و فناوری تلاشی در جهت توانایی است. این هر دو اثر متقابل در هم داشته اند. دانش سبب شد که ابزارها و روش ها کامل تر شوند و ابزارها نیز دقت انسان را در اندازه گیری ها و رسیدن به نتایج علمی بیشتر کرده است.

اکنون بسیاری از موضوع ها و مباحث فیزیک پیامدهای کاربردی داشته و عملاً در فناوری ها موثر بوده است. فناوری های ارتباطات، فناوری های حمل و نقل (خشکی، دریایی، هوایی و فضایی)، فناوری های تولید (کشاورزی \_ صنعتی)، فناوری های استخراج انواع معادن و فناوری های ساختمان و انواع ماشین ها و فناوری های آموزشی وابسته به دانش مکانیک، الکترومغناطیس، ترمودینامیک، فیزیک هسته ای، نورشناسی، فیزیک بهداشت، فیزیک پزشکی و... است.

در این مقاله فقط به نقش فیزیک در فناوری های بهداشت و درمان می پردازیم تا مشخص شود چه اندازه فیزیک در تشخیص و درمان بیماری ها و بهداشت محیط موثر است.

#### ● نقش فیزیک در تشخیص بیماری ها

پزشکان برای تشخیص بیماری ها از انواع وسایل ساده مانند دماسنج و فشارسنج، گوشی طبی (استتوسکوپ) تا دستگاه های بسیار پیچیده مانند میکروسکوپ الکترونی، لیزر و هولوگراف که همه براساس قانون های فیزیک طراحی و ساخته شده استفاده می کنند. در این قسمت به ساختمان و طرز کار برخی از آنها می پردازیم.

#### ● رادیوگرافی و رادیوسکوپی

رادیوگرافی عکسبرداری از بدن با پرتوهای ایکس و رادیوسکوپی مشاهده مستقیم بدن با آن پرتوها است. در عکاسی معمولی از نوری که از چیزها بازتابش می شود و بر فیلم عکاسی اثر می کند استفاده می شوند در صورتی که در رادیوگرافی پرتوهایی را که از بدن می گذرند به کار می برند.



پرتوهای ایکس را نخستین بار در سال ۱۸۹۵ میلادی، ویلهلم کنراد رنتیگن استاد فیزیک دانشگاه ورتسبورگ آلمان کشف کرد. این کشف بسیار شگفت انگیز بود و خبر آن با سرعت در روزنامه های جهان منتشر شد. جالب است که رنتیگن بر روی پرتوهای کاتدی کار می کرد و به طور اتفاقی متوجه شد که وقتی این پرتوها، که همان الکترون های سریع هستند به مواد سخت و فلزات سنگین برخورد می کنند پرتوهای ناشناخته ای تولید می شود او این پرتوها را پرتو ایکس به معنی مجهول نامید.

پرتوهای ایکس قدرت نفوذ و عبور بسیار زیاد دارند. به آسانی از کاغذ، مقوا، چوب، گوشت و حتی فلزهای سبک مانند آلومینیوم می گذرند، لیکن فلزهای سنگین مانند سرب مانع عبور آنها می شود. اشعه ایکس از استخوان های بدن که از مواد سنگین تشکیل شده اند عبور نمی کنند در صورتی که از گوشت بدن به آسانی می گذرند. همین خاصیت سبب شده که آن را برای عکسبرداری از استخوان های بدن به کار برند و محل شکستگی استخوان ها را مشخص کنند. برای عکسبرداری از روده و معده هم از پرتوهای ایکس استفاده می شود لیکن برای این کار ابتدا به شخص مایعاتی مانند سولفات باریوم می خوراند تا پوشش کدری اطراف روده و معده را بپوشاند و سپس رادیوگرافی صورت می دهند.

کشف پرتوهای ایکس که به وسیله رنتیگن عملی شد سرآغاز فعالیت های دانشمندی مانند تامسون، بور، رادفورد، ماری کوری، پیرکوری، بارکلا و بسیاری دیگر شد به طوری که نه فقط چگونگی تولید، تابش و اثرهای پرتو ایکس و گاما و نور شناخته شد بلکه خود اشعه ایکس یکی از ابزارهای شناخت درون ماده شد و انسان را با جهان بی نهایت کوچک ها آشنا کرد و انرژی عظیم اتمی را در اختیار بشر قرار داد.

پرتوهای ایکس در پزشکی و بهداشت برای پیشگیری، تشخیص و درمان به کار می رود به طوری که در فناوری های مربوطه یکی از ابزارهای اساسی است.

#### ● سونوگرافی

سونوگرافی عکسبرداری با امواج فراصوت است. فراصوت امواج مکانیکی مانند صوت ۲ است که بسامد آن بیش از ۲۰ هزار هرتز است. این امواج را می توان با استفاده از نوسانگر پتروالکترونیک یا نوسانگر مغناطیسی تولید کرد. خاصیت پیزوالکترونیک عبارت است از ایجاد اختلاف پتانسیل الکتریکی در دو طرف یک بلور هنگامی که آن بلور تحت فشار یا

کشش قرار گیرد و نیز انبساط و انقباض آن بلور هنگامی که تحت تاثیر یک میدان الکتریکی واقع شود. بنابراین هرگاه از یک بلور کوارتز تیغه متوازی السطوحی عمود بر یکی از محورهای بلور تهیه کنیم و این تیغه را میان دو صفحه نازک فولادی قرار دهیم و آن دو صفحه را به اختلاف پتانسیل متناوبی وصل کنیم، تیغه کوارتز با همان بسامد جریان منبسط و منقبض می شود و به ارتعاش درمی آید و در نتیجه امواج فراصوت تولید می کند. پدیده پیزوالکتریک در سال ۱۸۸۰ به وسیله پیرکوری کشف شد و از آن علاوه بر تولید امواج فراصوتی، در میکروفن های کریستالی و فندک استفاده می شود.

امواج فراصوتی دارای انرژی بسیار زیاد است و می تواند سبب بالا رفتن دمای بافت های بدن انسان، سوختگی و تخریب سلول ها شود. از این امواج در دریانوردی، صنعت و پزشکی استفاده می شود.

در پزشکی برای تشخیص، درمان و تحقیقات این امواج را به کار می برند. دستگاهی که برای عکسبرداری به کار می رود اکوسکوپ ۳ یا سونوسکوپ ۴ است. اساس کار عکسبرداری با امواج فراصوت بازتابش امواج است در این عمل دستگاه گیرنده و فرستنده موجود است و از بسامدهای میان یک میلیون تا پانزده میلیون هرتز استفاده می کنند. دستگاه مولد ضربه های موجی در زمان های بسیار کوتاه یک تا پنج میلیونیم ثانیه را در حدود ۲۰۰ ضربه در ثانیه می فرستد و این ضربه ها در بدن نفوذ می کند و چنانچه به محیطی برخورد کند که غلظت آن با محیط قبلی متفاوت باشد پدیده بازتابش روی می دهد و با توجه به غلظت نسبی دو محیط مقداری از انرژی ضربه های فراصوت بازتابش می شود. دستگاه گیرنده این امواج را دریافت می کند و به کمک دستگاه الکترونی و یک اسیلوسکوپ آن را به نقطه یا نقاط نورانی به تصویر تبدیل می کند. عکسبرداری با فراصوت را برای تشخیص بیماری های قلب، چشم، اعصاب، پستان، کبد و لگن انجام می دهند.

#### ● وسایل الکتروپزشکی

بخشی از وسایل تشخیص بیماری ها، دستگاه هایی هستند که براساس قانون های مربوط به الکتریسیته و الکترونیک ساخته و به کار گرفته می شوند. نمونه ای از این دستگاه ها عبارتند از الکتروکاردیوگراف، الکتروبیوگراف و الکترو آسفالوگراف. این دستگاه ها می توانند با رسم نمودارهایی وضع سلامت یا بیماری را برای پزشک مشخص کنند. ممکن است این دستگاه ها مجهز به نوسان نگار باشند و در نتیجه نمودارها مستقیماً بر روی یک صفحه تلویزیون

مشاهده شود. نمونه این دستگاه‌ها کاردیوسکوپ است که معمولاً در اتاق بیمار قرار می‌گیرد و بر آن منحنی ضربان قلب بیمار مشاهده می‌شود. در الکتروکاردیوگراف به جای آنکه منحنی‌ها مستقیماً دیده شود آن منحنی‌ها (نمودارها) بر روی نواری از کاغذ ثبت و ضبط می‌شود و پزشک از روی آنها می‌تواند وضعیت قلب و نوع بیماری را تشخیص دهد.

الکتروانسفالوگرافی دستگاهی است که با آن بیماری‌هایی چون صرع، تومورهای مغزی، ضربه، اعتیاد به دارو و الکلی تشخیص داده می‌شود و کار این دستگاه با استفاده از فعالیت‌های الکتریکی که در سطح بدن ظاهر می‌شود، صورت می‌گیرد. اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهد که در قشر مغز تغییرات پتانسیل الکتریکی منظمی انجام می‌شود. «این پتانسیل‌های الکتریکی به استثنای حالت بیهوشی عمیق یا قطع جریان خون به مغز همیشه وجود دارند. هنگامی که قشر مغز خراب شود، این نقش تغییر می‌کند. با قرار دادن الکترودهای پهن یا الکترودهای سوزنی شکل بر روی پوست سر می‌توان امواج را از پوست سر به سمت دستگاه ثبت هدایت کرد... این امواج نتیجه پتانسیل‌های کار نورون‌های عصبی قشر مغزند که در سطح مغز ظاهر می‌شوند... خاصیت مهم این امواج بسامد آنها است. گستره معمولی این بسامد از یک تا ۶۰ هرتز تغییر می‌کند... این امواج برحسب بسامد، ولتاژ، محل‌های تلاقی، شکل امواج و نقش‌هایی که دارند، ارزیابی می‌شوند.»<sup>۵</sup>

### تهیه طرح‌های سه بعدی از بدن

- در سال‌های ۷۰-۱۹۶۰ برای تشخیص بیماری‌ها چهار روش جدید ابداع شد:

الف \_ گرمانگاری: نخستین روش گرمانگاری بود که در سال ۱۹۶۲ عرضه شد. می‌دانیم که هر جسمی که دمایش بالاتر از صفر مطلق (۲۷۳- درجه سلسیوس) باشد از خود امواجی تابش می‌کند که به نام امواج گرمایی معروف است. از این خاصیت یعنی انتشار امواج گرمایی از بدن انسان استفاده شده و اختلاف دمای قسمتی از بدن را به صورت تصویری رنگی تهیه می‌کنند. این روش برای تحقیق و بررسی رگ‌های خونی سطحی بدن مفید است و با آن می‌توان از وجود تومورها نیز باخبر شد.

ب- توموگرافی: پرتوهای ایکس می توانند از بافت های نرم بگذرند، لیکن میزان جذب یا عبور آنها به غلظت بافت بستگی دارد. چنانچه پرتو ایکس در مسیر خود از غده ای بگذرد، میزان جذب آن نسبت به وضعیتی که غده وجود نداشته باشد، تفاوت می کند. به کمک کامپیوتر می توانند تصویری را که از بدن گرفته اند، پردازش کنند و اطلاعات دقیق مربوط به ساختمان بدن و وجود غده را مشخص نمایند. عملی که با کمک پرتو ایکس و کامپیوتر برای تعیین غده ها صورت می گیرد را توموگرافی می نامند.

پ- هولوگرافی (تمام نگاری): دنیس گابور فیزیکدان نوع جدیدی از عکاسی را در سال ۱۹۴۷ ابداع کرد که بعداً در موارد گوناگون از جمله در پزشکی از آن استفاده شد. هولوگرافی براساس خواص امواج متکی است و تصویری که از ریزشیء گرفته می شود، سه بعدی است. در این طریقه تصویری که از هر عضو بدن گرفته می شود، کاملاً همه قسمت های اطراف آن عضو دیده می شود. برای تهیه عکس سه بعدی معمولاً از پرتوهای لیزر استفاده می شود.

ت- دستگاه تشدید مغناطیسی (NMR) :اساس این دستگاه بر این خاصیت است که هسته اتم های خاصی در صورت قرار گرفتن در میدان مغناطیسی امواجی از خود تابش می کنند که قابل ردیابی است. این پدیده در سال ۱۹۴۰ شناخته شد و کاربرد آن در پزشکی برای نخستین بار در سوئد توسط «اریش اودبلاد» ۶ و از دهه ۱۹۵۰ شروع شد.

در سال ۱۹۷۳ در انگلیس از طریق ردیابی تابش تراکم اتم های هیدروژن در بافت های مختلف بدن نخستین تصویر NMR تهیه شد. از سال ۱۹۷۷ به بعد تصویر از مغز نیز به این وسیله گرفته شد.

### فیزیک هسته ای در عرصه پزشکی

استفاده از پرتو در تشخیص و درمان بیماری و نیز استفاده از رادیونوکلئیدها در پزشکی (پزشکی هسته ای) بخشی از کاربردهای فیزیک از جمله فیزیک هسته ای در عرصه پزشکی است.

با وجود اینکه نقش شیمی و زیست شناسی در پزشکی به خوبی پذیرفته شده است نقش فیزیک در پزشکی به همان اندازه روشن نیست، چرا که اکثر کسانی که در رشته پزشکی در حال تحصیل هستند دوره مقدماتی فیزیک را می گذرانند اما آنان غالباً یا هیچگونه ارتباطی میان فیزیک و پزشکی نمی بینند یا این ارتباط را بسیار ناچیز می دانند.

استفاده از پرتو در تشخیص و درمان بیماری و نیز استفاده از رادیونوکلئیدها در پزشکی (پزشکی هسته ای) بخشی از کاربردهای فیزیک از جمله فیزیک هسته ای در عرصه پزشکی است.

پیشرفت تکنیک های فیزیک هسته ای تجربی به طور موازی تصویربرداری پزشکی را هم گسترش داده است: دوربین های پرتوگاما، شتاب دهنده های مخصوص برای تولید ایزوتوپ های پزشکی و تکنیک های اعجاب انگیز برای به دست آوردن تصاویر اعماق مشخص بدن. این شاخه تحقیقی را پزشکی هسته ای می گویند که مسئولان آن معمولاً متخصصان فیزیک هسته ای تجربی هستند که در همکاری تنگاتنگ با پزشکان برای توسعه و کاربرد این تکنیک ها کار می کنند. به عنوان نمونه فیزیكدانی که در بخش رادیوتراپی کار می کند، سه وظیفه مهم بر عهده دارد:

(۱) تعیین میزان تابش تولید شده با یک ماشین درمانی در شرایط استاندارد، یعنی واسنجی ماشین Calibration.

(۲) محاسبه دزی که باید به تومور و هر بافت طبیعی در بیمار داده شود.

(۳) تأیید اینکه مقدار صحیح تابش، به درستی در نواحی مناسب به بیمار داده شده است.

حتماً شما هم تصویر یا عکس پرتورونگن (پرتو ایکس) تشخیص از دندان ها یا سایر بخش های بدن را گرفته اید. پرتو رونگن در تشخیص بیماری ها کاربرد بسیار دارد. به گونه ای که بیش از نیمی از مردم در سال حداقل یک تصویر پرتو رونگن می گیرند. کشف این پرتوها مانند بسیاری از دستاوردهای مهم علمی، اتفاقی بود که در سال ۱۸۹۵ از سوی وی.سی.روننگن فیزیكدان آلمانی در دانشگاه ورزبورگ در هنگام آزمایش با پرتوهای کاتودی متوجه پرتوهای ایکس شد. او پس از چند روز اولین تصویر پرتو رونگن (X) را از دست همسرش گرفت.

از آنجا که پرتو X به سادگی از بافت های نرم بدن عبور می کند ولی در استخوان به طور قوی تضعیف می شود. عکاسی با پرتو X اطلاعات جامعی از ساختمان اسکلت بدن به انسان به دست می دهد و در نتیجه در روش تشخیص پزشکی که منجر به ترمیم استخوان های شکسته می شود ارزش بسیار دارد چرا که پرتوهای (X) ایکس به طور یکسان جذب همه مواد نمی شوند. اگر چنین بود کاربرد مفیدی در تشخیص نداشتند.

رادیواکتیویته طبیعی برای فیزیكدانان شگفت انگیزتر از پرتوهای رونگن بود زیرا برای تولید پرتوهای رونگن انرژی الکتریکی لازم بود. در حالی که رادیواکتیویته طبیعی منبعی ثابت از ذرات پرانرژی را برای مدت زمان نامحدود بدون

نیاز به انرژی تأمین می کرد. مادام کوری یکی از پیشگامان برجسته در این زمینه است. وی که از سال ۱۸۹۸ تا ۱۹۰۴ با همسرش پی یر کار می کرد به جداسازی یک عنصر بسیار قدرتمند رادیواکتیو، یعنی رادیم از چندین سنگ کانی اورانیم پرداخت. این عنصر نقشی بزرگ در درمان سرطان ایفا کرد و امروزه هنوز هم کاربرد دارد.

رادیواکتیویته طبیعی کمک بزرگی به دانش ما درباره هسته اتم کرده و پاره ای از پژوهش های اولیه «ردیابی» در پزشکی با به کارگیری عناصر رادیواکتیو طبیعی انجام گرفته است. با این وجود، نقطه عطف در کاربرد رادیواکتیویته در پزشکی، ساخت راکتور هسته ای هنگام جنگ جهانی دوم درباره پروژه بمب اتمی بود. راکتور هسته ای تولید بسیاری از رادیونوکلیدهای مصنوعی را به مقدار زیاد ممکن ساخت. از این عناصر رادیواکتیو در پزشکی برای پژوهش، تشخیص و درمان استفاده می شود. در پایان دهه ۴۰ میلادی رادیواکتیویته به دست آمده از راکتورها بیشتر در پژوهش های پزشکی کاربرد داشت تا تشخیص. مثلاً رادیواکتیو برای بررسی چگونگی کار بسیاری از اندام ها و نیز تغییرات شیمیایی که در بدن رخ می دهد به کار رفته است.

مفیدترین رادیونوکلیدها در پزشکی هسته ای آنهایی هستند که پرتوهای گاماگسیل می کنند چرا که پرتوهای گاما قابلیت نفوذ بیشتری دارند. یک عنصر رادیواکتیو گسیل کننده گاما را که درون بدن است می توان از بیرون بدن شناسایی کرد. به عنوان نمونه اکنون تکنیکی را بررسی می کنیم که برای ایجاد تصویر از قسمت های خاص بدن از ایزوتوپ های گاماگسیل استفاده می کند. در این روش با به کار بردن نقش پرتو گامای گسیل شده می توان تصویری از آن قسمت از بدن تهیه کرد.

یک کاربرد ساده و سریع این تکنیک در اندازه گیری مقدار جذب ید در غده تیروئید است.

ید رادیواکتیو بلعیده می شود و شمارشگر پرتو گاما در نزدیکی گردن ازدیاد فعالیت را برحسب زمان، در حالی که ید در غده تیروئید متمرکز می شود، نشان می دهد. در ابتدا ید ۱۳۱ برای این منظور به کار می رفت که یک محصول شکافت با نیمه عمر ۸ روز است ولی از آنجا که معمولاً زمان لازم برای مشاهده غده تیروئید از مرتبه ساعت ها است. چنین طول عمری خیلی زیاد است و در نتیجه فعالیت در بدن به درازا می کشد و بیمار دز زیادی دریافت می کند. اما اکنون ید ۱۳۲ با نیمه عمر ۱۳ ساعت به طور گسترده ای به کار گرفته شده است و نیمه عمر این ایزوتوپ نیز

ایده آل است زیرا برای آزمایش ۲۴ ساعته کافی است. در ضمن به آن اندازه کم است که بعد از آزمایش دز زیادی در بیمار باقی نمی ماند.

کار کلیه نیز با استفاده از ترکیبی با ایزوتوپ ید ۱۳۱ نشان داده شده است (سدیم ید و هیپوریت) از طریق تزریق وریدی مورد بررسی قرار گرفته است. یک آشکار ساز گاما هر کلیه را زیر نظر می گیرد و با مقایسه آهنگ پذیرش ید ۱۳۱ و اختلاف آن در دو کلیه چگونگی اختلال آنها را مشخص می سازد. تازه بیماران دز نسبتاً کمی را دریافت می کنند زیرا ترکیب رادیواکتیو بعد از یک دوره گردش کاملاً از خون خارج و از کلیه دفع می شود.

برخی تصور می کنند که پرتودرمانی روشی موقت در درمان سرطان است که سرانجام با یک «درمان سرطان» جایگزین آن خواهد شد. اما در حال حاضر به کارگیری مناسب پرتو درمانی بهترین راه برای زنده ماندن مبتلایان به سرطان است. پرتودرمانی اگر در آغاز بیماری صورت گیرد، احتمال درمان بیش از ۹۰ درصد است. این شیوه درمانی به اندازه جراحی شکل ظاهری بیمار را تغییر نمی دهد و از این رو برای درمان سرطان های سر و گردن انتخاب می شود.

### فواید آشنایی پزشکان و پیراپزشکان با فیزیک پزشکی

برای انجام صحیح کارهای تشخیصی و درمانی و جلوگیری از آسیبهای وارده به بیماران و حفظ و حراست دستگاهها ، باید به فیزیک مربوطه تسلط داشته باشیم. بدین معنی که همه فارغ التحصیلان رشته های پزشکی و پیراپزشکی باید به اصول فیزیک پزشکی آشنایی کافی پیدا کنند، تا به نگهداری از دستگاهها و انجام صحیح کار با آنها توانایی داشته باشند. در این صورت نه تنها احتیاج ما به مهندسی پزشکی بصورت روزافزون احساس نمی شود، بلکه از آسیب دیدن دستگاهها و خرید دستگاههای ناخواسته جلوگیری خواهد شد.

مباحث علمی، کاربردی و تجربی مرتبط با " فیزیک پزشکی "

▪ فیزیک آندوسکوپی مکانیسم تولید نور اثرات بیولوژیکی نور مرئی

▪ استفاده از نور برای درمان

▪ اسپکتروسکوپی در پزشکی لیزر در پزشکی

▪ اشکال طیف فتوترایی

▪ سنجش نور یا فتومتری ساخته شدن تریدمیت

▪ نور مرئی دستگاه PUV-A

▪ اپتیک هندسی کاربرد درمانی اشعه فرابنفش

▪ فوتون شیوه های درمانی لیزر

▪ خاصیت موجی نور محاسبه دوز اشعه فرابنفش

▪ اثرات فیزیولوژیک اشعه فرابنفش آشکار سازی اشعه فرابنفش

▪ کاربرد اشعه فرابنفش در پزشکی اثرات اشعه فرورسرخ بر پوست

▪ زخم های پوست اثرات اشعه فرورسرخ بر چشم

▪ خطرات اشعه فرابنفش بر چشم اثرات دیگر اشعه فرورسرخ

▪ روشهای درمان با گرما خطرات تابش فرورسرخ

▪ اشعه فرورسرخ (IR) کاربرد لیزر در پزشکی

▪ تولید و خصوصیات IR کاربرد لیزر درمعالجه امراض زنان

▪ دستگاه تولید اشعه فرورسرخ درمان بیماری پوستی با لیزر

▪ توموگرافی کاربرد لیزر در دندانپزشکی



▪ وابستگی دمایی اشعه فرسرخ کاربرد لیزر در گوش و حلق و بینی

▪ بستگی فرسرخ به سطح تابنده کاربرد لیزر در اعمال جراحی

▪ انحنای سطح تابش کننده درمان دوربینی

▪ موارد منع کاربرد اشعه فرابنفش انواع عینک

▪ آینده لیزر در پزشکی تشخیص آستیگماتیسم

▪ فیزیک چشم و بینایی بیومیکروسکوپ

▪ آستیگماتیسم چشم عادی

▪ چشم عادی اسکیاکوپیی

▪ دیوپتری تصحیح آستیگماتیسم

▪ تصویردر یک دیوپتر تصحیح پیرچشمی

▪ تشکیل تصویر در چشم معایب چشم

▪ چشم ساده آزمایش دید رنگ ها

▪ چشم هنجار سونوگرافی

▪ مکانیسم تطابق امپدانس صوتی

▪ میکروسکوپ آزمایش رین

▪ انواع آستیگماتیسم انواع سونوگرافی

▪ حد بینایی انواع اسکن

▪ آفتالموسکوپیی عکسبرداری MRI

▪ تست سبز و قرمز هولوگرافی

▪ علل لوچی چشم اسکن بهنگام

▪ اسپکترومتر جرمی برش نگاری با اولتراسوند

▪ آناتومی چشم پرتونگاری

▪ طریقه تحریک گیرنده ها درمان با مواد رادیواکتیو

▪ میدان بینایی چشم تصویر اولیه رادیولوژی

▪ آناتومی گوش کنتراست مصنوعی

▪ گوش داخلی و اهمیت آن روش حاجب

▪ حساسیت گوش روش شفاف

▪ اودیومتری رادیوسکوپی

▪ وابستگی محیطی فرورسرخ تجربه شاینر

▪ تصویر گیری از بافت ثابت رادیوگرافی

### چگونه فیزیک پزشکی بخوانیم؟

فیزیک پزشکی یکی از گرایشهای فیزیک در مقطع کارشناسی ارشد می باشد. به بیان دیگر ، دانشجویان رشته فیزیک بعد از اخذ مدرک کارشناسی در این رشته ، می توانند بعد از امتحان ورودی وارد رشته فیزیک پزشکی شده و مدرک فوق لیسانس خود را در این رشته اخذ نمایند. البته لازم به ذکر است که در کشور ما ، در مقایسه با سایر گرایشهای رشته فیزیک که در بیشتر دانشگاهها ارائه می گردد، گرایش فیزیک پزشکی در تعداد کمی از دانشگاهها وجود دارد.

### ارتباط فیزیک پزشکی با سایر علوم

می‌توان گفت که رشته فیزیک تقریباً با بیشتر شاخه‌های علوم ارتباط دارد. رابطه فیزیک با پزشکی نیز از طریق فیزیک پزشکی برقرار می‌شود. به بیان دیگر، فیزیک پزشکی مانند پلی است که بین شاخه‌های مختلف فیزیک و پزشکی وجود دارد. به عنوان مثال، فیزیک پزشکی با گرایشهای لیزر و فیزیک هسته‌ای ارتباط تنگاتنگ دارد.

### آینده فیزیک پزشکی

با توجه به کاربردی که علوم در بهینه‌سازی زندگی بشر دارد، توجه اندیشمندان و نخبگان دنیا به پیشرفت و ترقی شاخه‌های مختلف علمی معطوف شده است. لذا در حال حاضر شاهد پیشرفت وسیع تکنولوژی هستیم. هر روز وسایل جدید و پیشرفته‌تری ساخته می‌شوند که نسبت به وسایل قبلی از کارایی بیشتری برخوردار هستند. بوجود آمدن وسایل پیشرفته و استفاده از آنها نیازمند تربیت افراد متخصص در این زمینه است.

به بیان دیگر، هر روز وسایل مختلف پیشرفته‌ای در علم پزشکی بوجود می‌آیند. مثلاً چاقوی لیزری، چاقوی پلاسمایی و ... چند نمونه از این موارد فوق‌العاده زیاد هستند. اما برای استفاده بهینه از این وسایل و جلوگیری از صدمات جانبی آنها که جان بیمارانی را که بوسیله این ابزار مورد درمان قرار می‌گیرند، وجود متخصصین فیزیک پزشکی، امری اجتناب‌ناپذیر است. بنابراین باید در این زمینه سرمایه‌گذاری بیشتری انجام شده و نسبت به تربیت چنین افرادی اقدام شود، تا ما نیز در آینده بتوانیم از این حیث به خودکفایی برسیم و شاهد هیچگونه آسیبی ناشی از استفاده نادرست این ابزارها نباشیم.

## نتیجه گیری:

### ضرورت آشنایی با فیزیک پزشکی

امروزه بواسطه پیشرفت سریع تکنولوژی و افزایش روزافزون دستگاهها در بیمارستانها و کلینیکها نه تنها وجود هزاران مهندس پزشکی در جامعه ما مورد نیاز است، بلکه پزشکان و پیراپزشکان باید در زمینه نگهداری از دستگاهها نیز توانا باشند و لازمه این امر نیز آشنایی با فیزیک پزشکی است.

### عواقب بی توجهی به فیزیک پزشکی

بی توجهی به اصول فیزیکی حاکم بر کار تشخیص و درمان ، باعث تشدید بیماری ، اتلاف وقت و سرمایه ملی و بالاخره اتلاف جان بیماران خواهدشد. به عنوان مثال ، می توان از بی دقتی در اندازه گیری مواد رادیواکتیو مصرفی در بخش پزشکی هسته ای یاد کرد که گاهی باعث نمایش نادرست تصویر ارگان مورد آزمایش می شود. اگر بخواهیم تمام ناهماهنگیها و گرفتاری های حاصل از ناآگاهی از فیزیک پزشکی را بیان کنیم، شاید چندین مقاله نیز کفایت نکند.

منابع:

- دانشنامه علوم و هنر ، نویسنده:محمود حکیمی
- در جستجوی خدا ، نویسنده:جان هاتون ، مترجم: بتول نجفی
- تاریخ علم ، نویسنده:دمپی یر ، مترجم :عبدالحسین آذرنگ
- تاریخ و فلسفه علم ، نویسنده : لويس ویلیام هلزی هال ، مترجم :عبدالحسین آذرنگ

<http://www.aftab.ir>

<http://daneshnameh.roshd.ir>