رادیولوژی دهان

اصول و تفسیر (وایت و فارو)

۲۰۱۹

سرپرست گروه مترجمین و ویراستار:

دکتر اسماعیل پورداور

مترجمین:

دکتر اسماعیل پورداور

متخصص رادیولوژی دهان، فک و صورت

دکتر ویدا مسرت

متخصص رادیولوژی دهان، فک و صورت

دکتر سوگل احمدپور

متخصص رادیولوژی دهان، فک و صورت

ROYAN-PAZHOUH PUBLISHER

انتشارات رویان پژوه

فهرست

بخش اول: مبانی ۱۱

فصل اول: فیزیک ۱۱

فصل دوم: اثرات بیولوژیک رادیاسیون یونیزان ۳۳

فصل سوم: حفاظت و ایمنی ۴۷

بخش دوم: تصویربرداری ۶۵

فصل چهارم: تصویربرداری دیجیتال ۶۵

فصل پنجم: تصویربرداری با فیلم ۹۵

فصل ششم: ژئومتری تصویربرداری ۱۲۱

فصل هفتم: تصاویر داخل دهانی ۱۳۱

فصل هشتم: تصویربرداری‌های سفالومتری و جمجمه ۱۶۷

فصل نهم: تصویربرداری پانورامیک ۱۸۳

فصل دهم: دریافت حجم در CBCT ۲۰۹

فصل یازدهم: آماده‌سازی حجم در CBCT ۲۳۱

فصل دوازدهم: آناتومی در رادیوگرافی ۲۵۱

فصل سیزدهم: سایر مدالیته‌های تصویربرداری ۲۹۹

فصل چهاردهم: فراسوی تصویربرداری سه‌بعدی ۳۲۹

فصل پانزدهم: ایمپلنت‌های دندانی ۳۴۱

فصل شانزدهم: تضمین کیفیت و کنترل عفونت ۳۶۹

فصل هفدهم: تجویز تصویربرداری تشخیصی ۳۸۷

بخش اول: مبانی

۱

فیزیک
Physics

یک اتم به دوستش می‌گوید: «فکر می‌کنم یک الکترون گم کرده‌ام». دوستش پاسخ داد: «مطمئن هستی؟». اتم اول گفت: «بلی، من مثبت هستم»

بررسی رادیولوژیک، بخش اساسی ابزار تشخیصی دندانپزشک است. دندانپزشکان اغلب زمانی از بیمار تصاویر رادیوگرافی تهیه می‌نمایند که به اطلاعات اضافی، ورای آنچه از معاینه بالینی و یا تاریخچه بیمارشان به دست می‌آورند نیاز داشته باشند. اطلاعات حاصل از این تصاویر، با تاریخچه و معاینه بالینی (بیمار) ترکیب می‌شود تا تشخیص حاصل گردیده و طرح درمان مناسبی اتخاذ گردد. این فصل، دانش پایه در مورد ماهیت رادیاسیون، عملکرد دستگاه اشعه X، و تداخلات رادیاسیون X با ماده را ارائه نموده و تاکیدی بر رادیاسیون X تشخیصی دارد. این دانش پایه، برای کاربرد ایمن و موثر پرتوهای X در دندانپزشکی دارای اهمیت است.

ترکیب ماده COMPOSITION OF MATTER

هر چیز که توده‌ای داشته و فضا اشغال کند، ماده است. اتم واحد پایه همه مواد بوده و از یک هسته‌ی حاوی پروتون‌ها، نوترون‌ها و الکترون‌ها که توسط نیروهای الکتروستاتیک به هسته محدود می‌شوند تشکیل می‌شود. نمای کلاسیک اتم، **مدل Bohr**، ساختار اتم‌ها را مشابه منظومه شمسی در نظر می‌گیرد، به گونه‌ای که الکترون‌های دارای بار منفی در مدارهای مجزا، به دور هسته‌ای با بار مثبت گردش می‌کنند (**شکل A ۱-۱**). نمای معاصر، **مدل مکانیکی کوانتوم**[1]، الکترون‌ها را درون مجموعه‌ای سه‌بعدی از اوربیتال‌ها که دارای سطوح متعدد انرژی[2] هستند، در نظر می‌گیرد (**شکل B ۱-۱**).

1.Quantum mechanical model
2.Energy sublevels

ساختار اتمی Atomic Structure

هسته Nucleus

در همه اتم‌ها بجز هیدروژن، هسته از پروتون‌های با بارمثبت و نوترون‌های خنثی تشکیل می‌شود. هسته هیدروژن تنها دارای یک پروتون است. تعداد پروتون‌های موجود درهسته، **عدد اتمی** (Z)[3] آن بوده، برای هر عنصری منحصر به فرد است. هر یک از ۱۱۸ عنصر شناخته شده، یک عدد اتمی منحصر به فرد دارد. مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های موجود درهسته یک اتم، **جرم اتمی** (A)[4] آن است. نسبت نوترون‌ها به پروتون‌ها، ثبات هسته را تعیین می‌کند و اساس فروپاشی رادیواکتیو می‌باشد.

اوربیتال‌های الکترون Electron Orbitals

الکترون‌ها اجزایی با بار منفی هستند که در فضای خارج هسته‌ای وجود دارند و توسط جاذبه الکتروستاتیک به هسته محدود می‌شوند. *مدل* Bohr چنین بیان می‌نماید که الکترون‌ها در مدارها یا «لایه‌هایی[5]» مجزا قرار دارند که به صورت K, L, M, N, O, P علامت‌گذاری می‌شوند و لایه K نزدیکترین لایه به هسته می‌باشد (**شکل A ۱-۱**). این لایه‌ها توسط عددهای کوانتومی ۱ و ۲ و ۳ و ... نیز توصیف می‌شوند که عدد کوانتومی ۱ نشانگر لایه K است. هر لایه می‌تواند حداکثر $2n^2$ الکترون داشته باشد، که n نشانگر عدد کوانتومی آن لایه است.

مدل مکانیکی کوانتوم، الکترون‌ها را درون اوربیتال‌های سه‌بعدی یا ابرهای الکترونی توصیف می‌کند (**شکل B ۱-۱**). اوربیتال‌های الکترونی بر اساس فاصله‌شان از هسته (عدد کوانتومی اصلی، n=۱،۲،۳...) و شکل‌شان (که حروف s, p, d, f, g, h, i به آن‌ها

3. Atomic number
4. Atomic mass
5. Shells

اختصاص داده شده است) مشخص می‌شوند. هر اوربیتال می‌تواند تنها توسط دو الکترون اشغال شود. ترتیب پر شدن اوربیتال‌های الکترونی به صورت ۱s، ۲s، ۲p، ۳s، ۳p، ۳d، ۴s، ۴p، ۴d، ۴f، ... می‌باشد. هر دو مدل Bohr و مدل مکانیکی کوانتوم، بستر مناسبی را برای درک تصویری تداخلات و تولید اشعه X تشخیصی فراهم می‌آورند.

انرژی مورد نیاز برای غلبه بر نیروی الکتروستاتیکی که یک الکترون را به هسته متصل نگاه می‌دارد، **انرژی باندینگ الکترون**[1] نامیده می‌شود. انرژی باندینگ الکترون به عدد اتمی و نوع اوربیتال بستگی دارد. عناصر با عدد اتمی بزرگ (Z بیشتر)، پروتون‌های بیشتری در هسته خود دارند و در نتیجه، در هر یک از اوربیتال‌های موجود، الکترون‌ها را نسبت به عناصری با Z کمتر، محکم‌تر نگاه می‌دارند. درون هر اتم، الکترون‌های موجود در اوربیتال‌های داخلی، محکم‌تر از اوربیتال‌های خارجی دورتر اتصال دارند. انرژی باندینگ الکترون، اساس درک یونیزاسیونی است که هنگام تابش اشعه X به ماده رخ می‌دهد.

یونیزاسیون Ionization

زمانی که تعداد الکترون‌های یک اتم برابر تعداد پروتون‌های موجود درهسته اش باشد، اتم از نظر الکتریکی خنثی است. اگر اتم خنثی، یک الکترون ازدست بدهد، تبدیل به یک یون مثبت شده والکترون آزاد، یک یون منفی می‌شود. این فرایند تشکیل جفت یون، **یونیزاسیون** نامیده می‌شود. برای یونیزاسیون یک اتم، انرژی خارجی کافی برای غلبه بر نیروهای الکتروستاتیک و آزاد شدن الکترون از هسته باید فراهم گردد. ذرات پرانرژی، اشعه X و اشعه ماورای بنفش، دارای انرژی کافی برای جابجا نمودن الکترون‌ها از اوربیتال شان و یونیزه نمودن اتم‌ها می‌باشند. چنین رادیاسیون‌هایی را **رادیاسیون‌های یونیزان**[2] می‌نامند. در مقابل، نور مرئی، رادیاسیون‌های مادون قرمز و مایکروویو، و امواج رادیویی فاقد انرژی کافی برای جابجا نمودن الکترون‌های باند شده از اوربیتال‌های شان بوده و **رادیاسیون‌های غیر یونیزان** هستند.

ماهیت رادیاسیون NATURE OF RADIATION

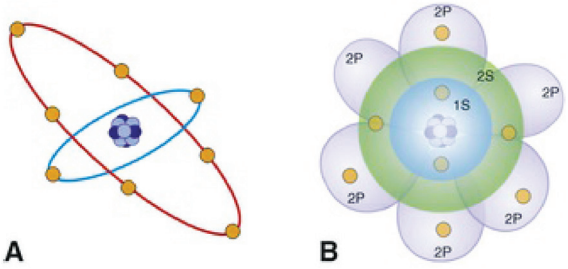
رادیاسیون، انتقال انرژی از میان فضا و ماده است. ممکن است به دو شکل ایجاد گردد: (۱) الکترومگنتیک و (۲) ذره‌ای[3] (**جدول ۱-۱**). کاربردهای عملی این رادیاسیون‌ها در مراقبت‌های سلامت لیست شده‌اند.

- تصویربرداری تشخیصی در تصاویر رادیوگرافی و توموگرافی کامپیوتری، از اشعه‌های X - شاخه‌ای از رادیاسیون الکترومگنتیک که ماهیت آن یونیزان است- استفاده می‌نماید.
- تصویربرداری رزونانس مغناطیسی (MRI، **فصل ۱۳**) از رادیاسیون‌های الکترومگنتیکی استفاده می‌کند که انرژی‌های آن به طور قابل ملاحظه‌ای کمتر از پرتوهای X بوده و میزان انرژی‌هایی که یونیزان نیستند.
- گروهی از رادیوداروها[4] که در پزشکی هسته‌ای تشخیصی به کار می‌روند، رادیاسیون ذره‌ای ساطع می‌نمایند. برای مثال، ^{18}F-fluorodeoxyglucose (^{18}F-FDG) پوزیترون ساطع می‌کند که یک گام کلیدی در تصویربرداری توسط **positron emission tomography** (PET) (**فصل ۳۱**) است.

TABLE 1.1 Particulate Radiation

Particle	Symbol	Elementary Charge[a]	Rest Mass (amu)
Alpha	α	+2	4.00154
Beta$^+$ (positron)	β^+	+1	0.000549
Beta$^-$ (electron)	β^-	−1	0.000549
Electron	e^-	−1	0.000549
Neutron	n^0	0	1.008665
Proton	p	+1	1.007276

[a]Elementary charge of 1 equals that the charge of a proton or the opposite of an electron.
amu, Atomic mass units, where 1 amu = 1/12 the mass of a neutral carbon-12 atom.



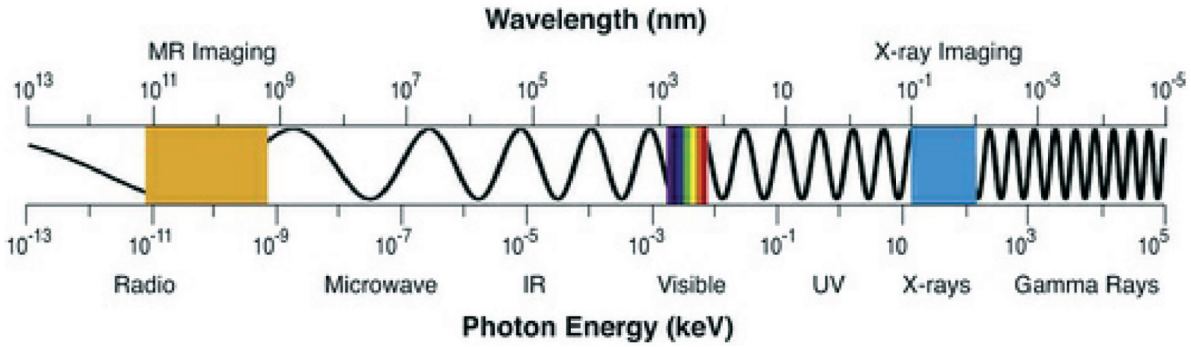
شکل ۱-۱: (A) نمای شماتیک مدل Bohr از اتم اکسیژن که یک هسته را به همراه الکترون‌های اطراف آن که در مدارهایی حلقوی گردش می‌کنند نشان می‌دهد. (B) مدل شماتیک مدل مکانیکی کوانتومی اتم اکسیژن . هسته مرکزی توسط یک ابر الکترونی احاطه شده است که نشان دهنده موقعیت‌های احتمالی الکترون در یک طرح پیچیده است.

- رادیاسیون‌های الکترومگنتیک پرانرژی (اشعه‌های گاما، γ) و رادیاسیون‌های ذره‌ای پرانرژی (پرتوهای الکترونی و پروتون‌ها) در درمان سرطان به کار می‌روند.

1. Electron binding energy
2. Ionizing radiations
3. Particulate
4. Radiopharmaceuticals

رادیاسیون الکترومگنتیک
Electromagnetic Radiation

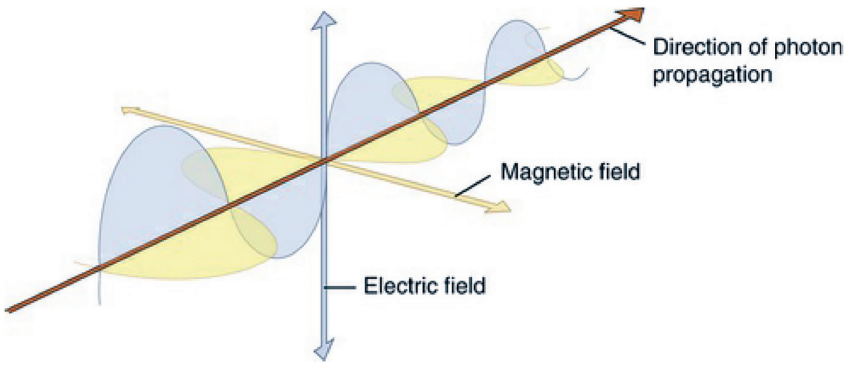
رادیاسیون الکترومگنتیک، حرکت انرژی از میان فضا به صورت ترکیبی از میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی است. زمانی بوجود می‌آید که سرعت یک ذره باردار الکتریکی تغییر می‌کند. اشعه‌های γ، اشعه‌های X، اشعه‌های ماوراء بنفش، نور مرئی، رادیاسیون مادون قرمز(گرما)، مایکروویوها و امواج رادیویی، همگی نمونه‌هایی ازرادیاسیون الکترومگنتیک هستند (شکل۲ -۱). اشعه‌های گاما از درون هسته اتم‌های رادیواکتیو منشاء می‌گیرند. آنها معمولا انرژی بالاتری از اشعه‌های X دارند. در مقابل، اشعه‌های X در خارج از هسته تولید می‌شوند و حاصل تداخل الکترون‌ها با هسته‌های اتم‌های بزرگ دردستگاه‌های اشعهX هستند. انواعی از رادیاسیون که انرژی بالاتری در طیف الکترومگنتیک دارند - اشعه‌های ماوراء بنفش، اشعه‌های X واشعه‌های گاما - قادربه یونیزه کردن ماده می‌باشند. برخی ویژگی‌های رادیاسیون الکترومگنتیک به بهترین نحو با تئوری کوانتومی توضیح داده می‌شود، در حالیکه توصیف سایر آنها با تئوری موجی موفقیت‌آمیزتر است.



شکل۲-۱: طیف الکترومگنتیک، رابطه بین طول موج وانرژی فوتون وخصوصیات فیزیکی بخش‌های مختلف طیف را نشان می‌دهد. فوتون‌های با طول موج‌های کوتاه‌تر، انرژی بالاتری دارند. فوتون‌های به کار رفته در رادیوگرافی دندانی(رنگ آبی)، انرژی‌هایی از ۱۰ تا ۱۲۰KeV دارند. در تصویربرداری رزونانس مغناطیسی (MR) از امواج رادیویی استفاده می‌شود(رنگ نارنجی). IR نشاندهنده رادیاسیون مادون قرمز و UV نشاندهنده رادیاسیون ماوراء بنفش است.

تئوری کوانتومی،رادیاسیون الکترومگنتیک رابصورت بسته‌های مجزا وکوچک انرژی در نظر می‌گیرد که **فوتون** نامیده می‌شوند. هر فوتون با سرعت نور حرکت کرده و دارای مقدارمشخصی انرژی می‌باشد که با واحد **الکترون ولت** (eV) نمایش داده می‌شود.

تئوری موجی رادیاسیون الکترومگنتیک بیان می‌دارد که رادیاسیون به شکل امواجی، مشابه امواج حاصل از تلاطم آب، منتشر می‌شوند. این امواج از میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی تشکیل می‌شوند که در پلن‌هایی عمود بر یکدیگر قرار داشته و عمود بر جهت حرکت نوسان می‌نمایند (شکل ۳ -۱). همه امواج الکترومگنتیک با سرعت نور($c = 3/0 \times 10^{8}$ m/s) در خلاء حرکت می‌کنند. امواج بر اساس طول موج (λ، متر) و فرکانس (ν، سیکل در ثانیه، هرتز) خود توصیف می‌شوند.



شکل۳-۱: میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی مربوط به رادیاسیون الکترومگنتیک.