عرض كتاب

الأشعة من حولنا

عرض: أ.د. يوسف حسن يوسف

قام بتأليف كتاب «الأشعة من حولنا» الأستاذ الدكتور محمد فاروق أحمد. وهو الكتاب الثالث من سلسلة كتيبات التوعية العلمية التي تصدرها الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية. صدر الكتاب عام ١٤٢٢هـ - ٢٠٠٢م ويتناول من خلال فصوله الخمسة - جاء في ٩٢ صفحة من القطع المتوسط - أنواع الأشعة من حيث خصائصها وكيفية توليد شرائحها المختلفة وتأثيراتها والوقاية من مخاطر أنواعها المختلفة.

استهل المؤلف **الفصل الأول** من الكتاب بإعطاء نبذة تاريخية عن الأشعة الكهرومغناطيسية مستعرضاً الاكتشافات التي تمت خلال القرن التاسع عشر بواسطة **ميشل فاراداي** و **جيمس ماكسويل** و **هنريك هيرتز** والتي تمخض عنها ولوج عصر الإتصالات اللاسلكية وما تبعهما من استخدام النظم اللاسلكية مثل الراديو والرادار والتلفاز. بعد ذلك إستعرض الكاتب خصائص الموجات الكهرومغناطيسية (الفوتونات) مشيراً إلى أنها عبارة عن مجال كهربائي متعامد مع مجال مغناطيسي متغيران بتغير الزمن والموضع بين قيمة موجبة قصوى يطلق عليها القمة مروراً على الصفر إلى قيمة سالبة قصوى تدعى القاع. ويكون "اتجاه انتشار الموجة من نقطة تولدها دائماً عمودياً على أقصر المستقيمات الواصلة بين قمم الموجات أو قيعانها وخط الإنتشار" بحيث تصل الموجتان إلى القمة أو القاع معاً.

ويواصل الكاتب شرحه للموجات الكهرومغناطيسية مشيراً إلى أن المسافة بين قمتي الموجة أو قاعيها يطلق عليها طول الموجة (λ)، أما عدد الموجات - الإهتزازات - في الثانية الواحدة فيطلق عليه تردد الموجة (f)، وله وحدة تسمى الهيرتز تخليداً للعالم **هيرتز**. كما أن طول الموجة وترددها يرتبطان بسرعة الضوء في الفراغ (C) بالمعادلة: $C = \lambda f$

ويتواصل شرح الموجات الكهرومغناطيسية بأن أطوالها تتراوح بين أكثر من ألف كيلومتر في الثانية للموجات منخفضة الطاقة إلى حوالي ١×١٠^{-١٥} متر في الثانية للموجات فائقة الطاقة، مثل طاقة إشعاعات جاما. حيث ترتبط الطاقة الكهرومغناطيسية بعلاقة خطية مع تردد الموجة هي $E=hf$

حيث h ثابت بلانك ($٦,٦٣\times١٠^{-٣٤}$ جول ثانية) .

عليه فإن الطاقة الصادرة عن الموجة تزيد مع زيادة التردد، كذلك تتميز الموجة الكهرومغناطيسية بزخم (Momentum) يساوي طاقة الموجة مقسومة على سرعة الضوء، وبالتالي فإنه عند سقوط الضوء على سطح ما فإنه يقع على السطح ضغط يسهل حسابه.

ويسترسل الكاتب في شرح كيفية توليد بعض الموجات الكهرومغناطيسية في الهوائيات بواسطة التيار الكهربائي المتردد مشيراً إلى أن هناك أنواعاً متعددة من الهوائيات تختلف بإختلاف مصادر الذبذبات الكهربائية وأطوالها، وحسب الأغراض المستخدمة من أجلها، حيث منها ما يبث موجاته في جميع الاتجاهات أو إتجاه معين (رأسي أو عمودي).

يتناول **الفصل الثاني** شرائح الأشعة الكهرومغناطيسية من حيث المصادر والاستخدامات، مشيراً إلى أن الطيف الكهرومغناطيسي شديد الاتساع يمتد من موجات خطوط نقل التيار الكهربائي (٥٠-٦٠ هيرتز) إلى موجات أشعة جاما ($١٠^{٢٣}$ هيرتز)، ورغم أنه لاتوجد فواصل بين شريحة وأخرى من تلك الشرائح إلا أنه يمكن تحديدها حسب تطبيقاتها إلى:-

- شريحة الموجات فائقة الطول ويتراوح طولها من ٦ آلاف كيلو متر إلى واحد كيلو متر (ترددها بين ٥٠ إلى ١×١٠^{٥} هيرتز)، وتستخدم لأغراض الإتصالات المحلية بسبب أنخفاض ترددها، وبالتالي محدودية انتشارها في الفضاء لمسافات بعيدة. أما توليدها فيتم بإستخدام دوائر مهتزة عبارة عن ملف حثي ومكثف.
- شريحة الموجات الراديوية ويتراوح طولها من واحد كيلو متر إلى المتر الواحد (بتردد ٣٠٠كيلو هيرتز إلى ٣٠٠ ميقا هيرتز) وتستخدم في البث الإذاعي والتلفاز والرادار، حيث تتراوح موجات الراديو بين كيلو متر واحد إلى عشرة أمتار، بتردد ٣٠٠ كيلو هيرتز إلى ٣٠ ميغا هيرتز، أما البث التلفازي فيلزمه موجات ذات تردد من حوالي ٣٠ ميغا هيرتز إلى واحد ميغا هيرتز، بينما الموجات الدقيقة - تستخدم في الإرسال والرادار والاتصالات - يكون ترددها بين واحد غيغا هيرتز إلى ٣٠٠ غيغا هيرتز. إضافة إلى إستخدامها في التسخين بمختلف أنواعه سواء للإغراض الصناعية أو المنزلية - أفران الميكروويف - حيث يتم التسخين بسرعة شديدة.
- شريحة الأشعة تحت الحمراء ويتراوح ترددها بين ٣٠٠ غيغا هيرتز إلى $٤,٢\times١٠^{١٤}$ هيرتز وتعرف بشريحة الأشعة الحرارية بسبب تولدها من الأجسام والجزيئات الساخنة، وتمتص في صورة حرارة لأنها لاتستطيع الانتشار بعيداً، وتستخدم في أجهزة تصوير الأشعة تحت الحمراء والقياسات الطيفية الإهتزازية والعلاج الطبيعي.
- شريحة الضوء المرئي ويتراوح طول الموجة بين ٠,٧ ميكرون للضوء الأحمر إلى ٠,٤ ميكرون للضوء البنفسجي (التردد $٤,٢\times١٠^{١٤}$ إلى $٧,٥\times١٠^{١٤}$ هيرتز)، وتأتي هذه الشريحة بصفة أساسية من الشمس.
- شريحة الأشعة فوق البنفسجية وتمتد من

٠,٣٨ ميكرون إلى حوالي واحد نانو متر (١٠$^{-٩}$ متر)، وتأتي بصفة أساس من الشمس، كما يمكن إنتاجها بواسطة مصابيح شديدة التوهج للأغراض العلمية والطبية. وتساعد طبقة الأوزون في الاستراتوسفير على امتصاص تلك الأشعة.

– شريحة الأشعة السينية ويتراوح ترددها بين ١×١٠^{١٧} هيرتز إلى ٣×١٠^{٢٠} هيرتز وتتداخل تداخلاً كبير بين الأشعة التي قبلها والتي تليها، وتنتج عن تصادم الإلكترونات السريعة بالأهداف المادية، وتوجد بتراكيز مختلفة في شاشات التلفزة والحاسبات، وتستخدم في الطب والصناعة ولكن لها مخاطر وخيمة.

– شريحة أشعة جاما وهي شريحة عالية الطاقة يتراوح ترددها من ١٠^{١٨} هيرتز إلى أكثر من ١٠^{٢٣} هيرتز وتنطلق عند إثارة النوى عبر تفكك ألفا أو بيتا لتكوين نواة وليدة أو إثارة نواة غير قابلة للتفكك. وتتميز بطاقة عالية جداً تجعلهاتخترق الجدران الخرسانية وغيرها دون فقدها لطاقتها، وتستخدم في التشخيص والعلاج الطبي والتعقيم وفي المجالات الصناعية، كما أن التعرض لها ينجم عنه عواقب وخيمة.

يستعرض **الفصل الثالث** من الكتاب التأثيرات الضارة لبعض أنواع الأشعة المذكورة في الفصل الثاني فيذكر تأثيرات الأشعة فوق البنفسجية والضوء المرئي المتمثلة في الإلتهابات والحروق الجلدية بسبب ارتفاع درجة الحرارة، موضحاً – في نفس الوقت – إمكانية تسبب الأشعة فوق البنفسجية في سرطان الجلد، كما تؤثر سلباً على شبكية وعدسة العين. كذلك أوضح الكاتب أن الدراسات أشارت إلى أن الأشعة المرئية يمكنها أن تقضي على بعض الكائنات الحية مثل البكتيريا.

بجانب ذلك تمت الإشارة في هذا الفصل إلى التأثيرات الضارة للموجات الدقيقة بسبب أثرها الحراري في الغالب الأعم، حيث يكون أكثر الاعضاء تضرراً العين والخصيتين، أما بخصوص التأثيرات غير الحرارية للموجات الدقيقة فلا تزال غير واضحة، ولكن هناك بعض المؤشرات لتأثيرها على القلب والدم والغدة الدرقية.

ثم أفرد المؤلف **الفصل الرابع** لأشعة الليزر موضحاً أن مصدر كلمة (Laser) أتت من الحروف الأولى من العبارة الإنجليزية (Light Amplificahon by Stimlated Emission Radiation) وتعني تضخيم الضوء بالإنبعاث (الحفزي) للإشعاع، وأن شعاع الليزر ينفرد – دون غيره – بأنه عبارة عن حزمة ضوئية وحيدة التردد والطاقة والطول الموجي ضمن شريحة الضوء المرئي – في العادة – أو الموجات فوق البنفسجية وتحت الحمراء.

وتختلف أشعة الليزر عن أشعة الضوء العادية بأنها لاتتشتت في مسارها حتى لو قطعت مسافات بعيدة، وهي عبارة عن حزمة لها زاوية تفرق تقترب من الصفر، لذا فإنها تكون ذات تركيز عال بالنسبة للمساحة التي تسقط عليها حتى لو أتت من مسافة بعيدة، وهي بذلك عكس أشعة الضوء التي تقل شدتها مع زيادة المسافة من المصدر.

ثم ينتقل الفصل المذكور إلى أجهزة توليد أشعة الليزر وأنواعها ذاكراً أن منها ما يعمل بنظام الحزمة المستمرة، ومنها ما يعمل بنظام الحزمة النبضية بنوعيه العادي وذو الإغلاق النوعي. كذلك يتناول الفصل التأثيرات البيولوجية لأشعة الليزر مستعرضاً مخاطرها على العين والجلد ومعايير الوقاية من تلك المخاطر مع سرد لبعض متطلبات الوقاية منها بالولايات المتحدة الامريكية.

استعرض **الفصل الخامس** والأخير من الكتاب الأشعة المؤينة من حيث التعريف بأنواعها وتأثيراتها وقياس جرعاتها ومصادرها وجرعات تعرض البشر لها. حيث أشار إلى أنها عبارة عن إشعاعات وجسيمات لها القدرة على تأيين ذرات المادة وأن خطورتها تكمن في أنها تتسلل إلى الجسم دون أن يحس بها الإنسان، وأنها لايمكن رؤيتها أو تحسسها، وأن التأيين الناتج عنها ينجم عنه مخاطر عدة. وأنها تنقسم إلى اشعاعات جاما والأشعة السينية – كلاهما من مجموعة الاشعة الكهرومغناطيسية – والجسيمات المادية – جسيمات ألفا وجسيمات بيتا – والنيوترونات والميونات – موضحاً أن هذه الأنواع من الأشعة المؤينة تعمل على تحويل ذرات الماء في الجسم إلى أيونات موجبة الشحنة وإلكترونات سالبة مكونة – خلال وقت وجيز جداً – الهيدروجين (H) والهيدروكسيد (OH) وجزيئات فوق أكسيد الهيدروجين (H_2O_2) مؤدية إلى تكسير الكروموسومات أو جزيئات ألـ (DNA) محدثة تغيرات قد تكون مستديمة في المورثات تؤدي إلى تشوهات في الخلية يمكن أن تنتقل وراثياً إلى الشخص المتعرض أو إلى أبنائه وأحفاده. هذا إذا لم تحدث أنواعاً من السرطانات القاتلة.

إضافة لذلك شرح المؤلف في هذا الفصل بعض المصطلحات المتعلقة بتعرض الإنسان للأشعة المؤينة مثل الجرعة الممتصة والمكافئة والفعالة والجرعة الفعالة الجماعية ومعامل الخطورة. كما استعرض المصادر الطبيعية للأشعة المؤينة ذاكراً أن تلك المصادر تتمثل في الأشعة الكونية – سواء كانت الأشعة الصادرة من المجرات أو الصادرة من الشمس – والأشعة الأرضية الطبيعية وغاز الرادون والمصادر الصنعية. ذاكراً أن الأشعة الكونية المجرية تأتي للأرض من المجرات البعيدة وتتضمن جسيمات مشحونة، مثل البروتونات، وجسيمات ألفا، وأيونات بعض العناصر الثقيلة. وأن طاقة تلك الجسيمات قد تصل إلى مئات الألاف من الميغا إلكترون فولت، وأن كثافتها تزداد أثناء فترات النشاط المنخفض للشمس وتتأثر بالمجال المغناطيسي للأرض خاصة بالقرب من خط الاستواء.

أما الأشعة الكونية الشمسية فتتميز بانخفاض طاقتها مقارنة بالأشعة الكونية المجرية – وتصل هذه الطاقة إلى حوالي ألف ميغا إلكترون فولت كأقصى حد – وأنه يغلب عليها البروتونات وجسيمات ألفا.

كذلك استعرض المؤلف في هذا الفصل مخاطر الأشعة الكونية على رواد الفضاء خاصة في فترات الوهج الشمسي، وكذلك جرعات التعرض البشري لها مشيراً إلى أن معدل الجرعة يزداد بارتفاع المستوى فوق سطح البحر وبزيادة خط العرض شمالاً وجنوباً، وأن السفر بالطائرات يتسبب في زيادة الجرعة التي يتلقاها المسافرون والطيارون خاصة في الطيران الأسرع من الصوت الذي يتطلب طيران يزيد علوه عن ١٥كم.

يعد الكتاب من أجود الكتب وأقيمها التي تناولت هذا المجال الهام، وقد تميز بسلاسة الأسلوب والتبويب الجيد، ورغم صعوبة الموضوع للفئات المستهدفة إلا أن الكاتب استطاع أن يقربه لتلك الفئات. ولكن يعاب عليه استعراضه لبعض قياس المصطلحات التي تهم المتخصص أكثر من الشخص العادي مثل: قياس الأشعة المؤينة والمعايير الدولية للتعرض وغيرها.