



في عالم الأمواج

للدكتور محمد محمود غالى

سير العلماء لمراد الاشعاع — طول الموجة وعدد الدبذبات — من الموجات اللاسلكية إلى الأشعة السافدة — أشعة اللوت — الأشعة السينية وصل «لاويه» — الضوء والكهرباء أنواع كونية واحدة

حدثنا القارىء عن الموجات الكهربائية التي نستخدمها في الاستماع إلى الإذاعة اللاسلكية ، وعن الموجات الضوئية التي نرى بها صور الأشياء وذكرنا عقيدة «هرتز Hertz» من أنها أمواج واحدة لا يتميز فريق منها عن الآخر إلا باختلاف أطوالها ، فهي كأهل مدينة كبيرة بينهم من هو طويل القامة ومن هو قصيرها ؛ كلهم من البشر ويمثلون جنساً واحداً ولكن يتحتم أن يوجد بينهم الطويل والقصير

ونذكر الآن أنه كان للمصادفة شأن هام في كشف «هرتز» لوحدة هذه الأمواج ، ذلك أنه أراد أن يعرف ما إذا كانت للأمواج الكهربائية خواص الأمواج الضوئية كخاصية الانكاس مثلاً ، وتصادف أنه استخدم أمواجاً قصيرة طول موجتها بضعة أمتار فكان هذا الاختيار سبباً في نجاح تجاربه وفي نجاح نظريته الضوئية في الكهرباء ؛ إننا لا نستطيع اليوم أن نمكس أمواج الراديو على مرآة لسبب واحد هو عدم استطاعتنا أن نصنع مرآة كبيرة تناسب وأطوال الأمواج التي نستخدمها الآن ، ولم نستخدم في الإذاعة الأمواج القصيرة إلا في للمهد الأخير ، وهي الأمواج التي أمكن عكسها بواسطة شبكة سلكية بدل المرآة ، وليس ثمة شك في أن اختيار «هرتز» لنوع معين من الأمواج كان توفيقاً محمد للظروف عليه ، فقد تقدمت بذلك العلوم خطوة كبرى إلى الأمام

ولأننا نذكر القارىء كلمة أمواج دون أن يتأبنا في المعنى المراد من هذه الكلمة ونعبد عليه أن الأمواج التي نعرفها

في الظواهر المختلفة تنقسم إلى أمواج طولية وأمواج مستعرضة ، وتعتبر الأمواج الضوئية والأمواج الكهربائية من النوع الأخير فهي أمواج مستعرضة ، ومعنى ذلك أن الدبذبات تحدث عمودية على الخط الضوئي أو الكهربائي الواصل من المنبع إلى مكان وصول الشعاع ، ويسمون طول الموجة المسافة الواقعة بين قمتين الأوضاع المختلفة التي تأخذها نقطتان تتذبذبان على هذا الخط ، ويحسن بالقارىء لكي يتخيل طول الموجة أن يتصور تلك الأمواج التي تحدث على سطح الماء فإنها هي أيضاً من النوع المستعرض ، وطول الموجة بالذريف هو المسافة الواقعة بين قمة الماء عند مكان معين وللقمة التي تليها ، وهذه المسافة في حالة أمواج الماء تبلغ مثلاً متراً أو اثنين ولكنها تبلغ في الأمواج الكهربائية الطويلة من ٢٠٠ إلى ٢٠٠٠ متر وفق طول الموجة التي تنتجها محطة الإذاعة

وينبني ونحن نتكلم عن طول الموجة أن نذكر للقارىء شيئاً عما يسمونه عدد الدبذبات . فثمة علاقة بين سرعة الضوء وطول موجته وعدد الدبذبات الحادثة ، ذلك أن سرعة الضوء تساوي عدد الدبذبات مضروباً في طول الموجة فبمعرفة سرعة الضوء يمكننا إيجاد عدد الدبذبات إذا عرفنا طول الموجة أو نعرف طول الموجة من عدد الدبذبات ، وما يقال عن الضوء يقال عن الكهرباء لأننا نعرف أن سرعتها واحدة

فإذا رمزنا بالحرف ع لسرعة الضوء و م لطول الموجة و ز للفترة التي تستغرقها الدبذبة الواحدة

$$\text{فإن السرعة ع} = \frac{\text{م}}{\text{ز}}$$

وإذا رمزنا بالحرف ن للتردد أى لعدد الدبذبات الحادثة

$$\text{في الثانية الواحدة فإنه من الواضح أن ن} = \frac{1}{\text{ز}}$$

$$\text{أى أن ع} = \text{م} \times \text{ن}$$

ومعنى ذلك أن سرعة الضوء أو للكهرباء تساوى طول الموجة مضروباً في عدد الدبذبات في الثانية

وعلى ذلك ، فإننا نميز للظواهر الضوئية والكهربائية على السواء إما من طول الموجة أو من عدد الدبذبات الحادثة في وحدة الزمن وهي الثانية ، ويبلغ عدد الدبذبات في حالة الأمواج الطويلة

المستخدمة في الراديو الملايين في الثانية الواحدة ، ويزيد هذا العدد وفق للقانون المتقدم كلما كانت الأمواج قصيرة

أما الأمواج الضوئية فتختلف في أطوالها وبالتالي في عدد ذبذباتها عن الأمواج الكهربائية رغم تماثل طبيعتها ، فبينما تبلغ أطوال الأخيرة في كثير من الأمواج التي نستمع بواسطتها للاذاعة بضعة كيلو مترات ويبلغ ترددها الملايين ، فإن أمواج الضوء المرئي تختلف أطوالها من $\frac{1}{1000000}$ من المليمتر للضوء الأحمر إلى $\frac{1}{10000000}$ من المليمتر للضوء البنفسجي ويبلغ ترددها التريلونات من الذبذبات في الثانية الواحدة

ومن السهل على القارئ أن يحسب عدد الذبذبات الحادثة عند نقطة معينة من شعاع مرئي معتبر بين الأشعة الحمراء والأشعة البنفسجية وليكن طول موجة هذا الشعاع $\frac{1}{1000000}$ من المليمتر وتتمثل في الواقع اللون الأصفر المائل إلى البرتقالي

فن المروف مما تقدم أن سرعة الضوء تساوي طول الموجة مضروباً في عدد الذبذبات أي أن عدد الذبذبات يساوي سرعة الضوء مقسوماً على طول الموجة

ولكن سرعة الضوء تساوي ٣٠٠ ألف كيلومتر في الثانية أي تساوي :

$$300000 \times 1000 \times 1000 \text{ مليمتر}$$

ومن ثم يكون عدد الذبذبات يساوي $300000 \times 1000 \times 1000$ مقسوماً على $\frac{1}{1000000}$ أي يساوي ٥٠٠ مليون المليون من الذبذبات في الثانية

وإن نظرنا إلى مجموعة الأشعة التي نعرفها الآن كهوائية كانت أم ضوئية لوجدنا أن أسهل مراحلها في الدراسة هو الأشعة المرئية التي ذكرنا أطوال أمواجها ، ولقد استخدم « نيوتن » وغيره أبسط الأجهزة ليقوم بتحليل أشعة الشمس أو عكسها أو كسرهما ، وتسعى له بأبسط الوسائل أن يجوب هذه المدار من مراحل الإشعاع ، وزودنا باستخدام أشعة الشمس وبثقب كان في نافذة معملة ومنشور من الزجاج ينصف علم للضوئيات الذي نعرفه لليوم ، ولكن لم تكن معرفة ما بعد الأشعة المرئية وما قبلها من الأشعاع بالشيء المين إذ تطلب ذلك أبحاثاً طويلة

ما زالت قاعة حتى اليوم ، ولا يتسع هذا المجال لنذكر الوسائل للطبيعية المختلفة والأجهزة المقدمة التي استخدمها الإنسان للتوصل إلى معرفة مراحل الأشعاع المختلفة ، فائدة الكوارتز حلت محل الزجاج كما حل اللوح الفوتوني والترموتر وغيره من الوسائل محل العين لمعرفة وجود الأشعة ، وكان لهذه الأجهزة شأن كبير في الكشف عن مراحل الإشعاع وقياس سحلة الأمواج المختلفة التي تبدأ من أشعة الراديو التي نجهلها حواسنا وتنتهي بالأشعة النافذة أو الكونية التي لا تشر بها هذه الحواس رغم مقدرتها على اختراق ما سمكه عشرة أمتار من الرصاص ، وهكذا كشف العلماء عن مراحل الإشعاع التي تقع في منتصفها هذه المنطقة المحدودة ، والضيقة من الأشعة المرئية ، وهكذا تعرف العلماء على أنواع الإشعاع لمختلف الأمواج كما عرفوا أن سرعة الأشعة الكهربائية هي سرعة الأشعة الضوئية ، وأن طبيعة الشعاعين واحدة على أننا تقسم الأشعة التي نعرفها في الكون إلى ثلاثة أقسام :

القسم الأول من الأشعة غير المرئية تبدأ من الأمواج الهرتزية أو اللاسلكية وتنتهي بالأشعة تحت الحمراء القسم الثاني الأشعة المرئية وتبدأ بالأشعة الحمراء وتنتهي بالأشعة البنفسجية

القسم الثالث : وهو الطرف الآخر من الأمواج غير المرئية وتبدأ من الأشعة فوق البنفسجية وتنتهي على حد ما بلقنا إليه لليوم بالأشعة النافذة أو الأشعة الكونية ، وهي أعزب ما نعرفه من الإشعاعات^(١)

ولم يكن التعرف على مراحل الإشعاع نتيجة لتتبع متعلم لأطوال الأمواج المختلفة والبحث عن الأطوال غير المعروفة بين الأطوال التي نعرفها ، لأن سبيل تقدير هذه الأطوال وقياس التردد سبيل وعراً ألبأ العلماء في كل مرحلة إلى فن خاص يختلف عن الفن المتبع في المرحلة القريبة منها . إنما كان

(١) يراجع القارئ مقالاتنا الخت من الأشعة الكونية المنشورة في أعداد الرسالة ٣٠٣ و ٣٠٤ و ٣٠٥ و ٣٠٦ و ٣٠٧ من ٢٤ أبريل سنة ١٩٣٩ إلى ٢٢ مايو سنة ١٩٣٩

للتعرف على الإشعاع سابقاً في المادة لدراسة خواص الإشعاع من طول موجته أو تردده أو خواصه الطبيعية ، وكان التعرف على الإشعاع في كثير من الأحيان نتيجة لمصادفات علمية موقفة ، وقد ضربنا للقارى مثلاً بكشف « بكارل » لأشعة الإبرانيوم ، ولولا أنه ترك غير عامد قطعة من الإبرانيوم في أحد أدراج مكتبه على لوح فوتوغرافي ، ولولا أنه لاحظ بعد ذلك على هذا اللوح أن مطبوعاً يدل على شكل هذه القطعة من الإبرانيوم لتعدت على الإنسان معرفة هذه المرحلة من الإشعاع المادى ، ولما كشف الإنسان بعده إشعاع الراديوم العجيب

وليس المجال هنا لتعرف خواص الإشعاع المختلفة ، وما زال الإنسان دائماً وراء توسيع معارفه في استخدام الأشعة في أغراضه ، ففي الناحية الأولى من الأشعة غير المرئية التي تبدأ من الأمواج المرئية وتنتهى بالأشعة تحت الحمراء استخدم الإنسان مرحلة من هذه الأشعة في الإذاعة ، وهو ما زال يسمى لمعرفة المرحلة الأخرى من هذه الأشعة ، وقد عثرنا في كتاب ريشنباخ على أن الأشعة التي طول موجاتها من ثلاثة أمتار إلى خمسة تقتل بعض الحيوانات الصغيرة كالغيران وبعض الحشرات ، ولا شك في أن ثمة أبحاث موجودة خاصة بهذا الموضوع لم نتح لنا فرصة الاطلاع عليها ، ولعل هذه الملاحظة الخاصة بالحيوان والحشرات سبب جعل فريقاً من الناس يتحدث أحياناً عن استخدام الإنسان يوماً لا يسمونه الأشعة القاتلة التي أطلق عليها البعض أشعة Z أو أشعة الموت ، وليس في هذا الحديث إذن من سخف شديد ما دام أن هناك مرحلة من مراحل الإشعاع لها هذا الأثر على الحيوان الصغير ، ومع ذلك فإننا لا نعرف حتى الآن أشعة قاتلة للإنسان سهلة الوجود والاستخدام ، وهو الكائن الذي تحترقه في النهار يتبعه الليل كل أنواع الأشعة من أشعة الراديو الطويلة التي يبلغ طول موجاتها بضعة كيلومترات إلى أشعة الشمس المرئية وغير المرئية إلى الأشعة الكونية الخارقة ، وطول موجتها أجزاء من ملايين ملايين المليمترات ، ويعيش الإنسان تحت كل هذه الأنواع من الإشعاعات المختلفة ، يروح جيئةً وذهاباً ، ينعم بالشباب بعد الطفولة ، ويألم من

الشيخوخة بعد الرجولة ، وبأخذ قسطاً وافراً من الحياة يلجأ خلالها إلى هذه الأشعة في مراحلها المختلفة يستخدمها في الإذاعة وفي نقل الصور الفوتوغرافية باللاسلكي وفي التليفزيون ، ونأمل أن نستخدمها بطريقة عملية قريباً فيما نسميه « التحليل عن بعد » ، بل يستخدمها الإنسان في العلاج دون أن يتألم في كل ذلك أثر مميت ، ولو أننا سمعنا لليوم الدرج إلى عيادة أحد الأطباء المشغلين بالأشعة وفي جسمنا ألم فإنه يستطيع بين لحظة وأخرى أن يعطينا صورة واضحة لجزء دفين من أجسامنا وذلك باستخدام مرحلة من مراحل الأشعة التي لا تراها بالعين ، وهي الأشعة

السينية X Rayons

فيمكننا أن نرى مثلاً حصوة في الكلى يجب استئصالها أو نعلم مثلاً أن وراء هذا للفرس خراجاً هو سبب مباشر لورم معين ، وهكذا أخذ بعض الكشوف العلمية الكبرى مرحلتها التجارية ، فأصبح له أجهزة تباع في الأسواق يستخدمها الإخصائيون ، وأصبحت بذلك نفعاً للبشر

ولقد كانت معرفة أطوال الأمواج من المسائل العلمية المعقدة في كثير من هذه المراحل ، وإننا نذكر للقارى على سبيل المثال كيف عرف العلماء طول موجة الأشعة السينية المتقدمة ؛ فلقد كانت ظاهرة الحيود Diffraction الضوئية التي سبق أن تحدثنا عنها ، والتي قامت دليلاً على أن الضوء ظاهرة موجية ، بل قامت دليلاً على النظرية الحديثة للضوء ، من الظواهر التي استخدمها الباحثون لمعرفة أطوال الأمواج الضوئية في جزء هام من مراحل الإشعاع ، على أن هذه الظاهرة بذاتها لم تعد تصلح سبيلاً لدراسة الأشعة السينية ، إذ أن أطوال أمواج هذه الأشعة من الصغر بحيث أن أية فتحة نعد إلى صنعها في معاملنا مهما صغرت تعتبر كبيرة بنسبة موجة الأشعة السينية ، فلا تصلح لتري بواسطتها ظاهرة الحيود اللازمة لنا لدراسة هذه الأشعة

ولكن العالم الكبير « ماكس لاويه » Max Von Laue استطاع أن يعرف بهذه الظاهرة طول الموجة السينية ، وبحصل على أشكال بدئية ناتجة من ظاهرة الحيود المتقدمة ، مستخدماً فيها تلك الأشعة ، وذلك بالجوء إلى البلورات ، فهذه تكون