من أسرار العلم

ماكسويل

J. C. MAXWELL

للأستاذ قدرى حافظ طوقان

أليس عجيباً أن يستنبط العالم بعض النظريات عن طريق الأرقام والمعادلات الرياضية ؟ أليس مدهشاً أن تتنبأ المعادلات عن بعض الأجرام السماوية قبل أن يراها الفلكيون بالرصد ؟

لقد رأى فراداى بعين البصيرة النافذة أن هناك صلة بين الضوء والاهتزازات الكهربائية المغناطيسية فى الأثير ، ولكنه لم يثبت ذلك عملياً . وجاء ماكسويل Maxwell وأتى بالعجب العجاب ، إذ لجأ إلى الرياضيات فى حل هذه المعضلة : هل هناك صلة بين الضوء والاهتزازات الكهربائية المغناطيسية ؟

وكانت محاولة ، ولكنها موفقة ، وانتصار عظيم للعلوم الطبيعية والرياضية . فلقد ابتدع معادلات أثبت بها أن فى الفضاء اضطرابات كهربائية مغناطيسية تتصف بصفات الضوء ، أى أن الاضطرابات الناشئة من شرارة كهربائية تبدو فى مظاهر أمواج فى الأثير لا نراها ، ولكنها كالأمواج التى تحدث الضوء والحرارة ، وتسير جميعها بسرعة الضوء وقدرها ١٨٦٠٠٠ ميل فى الثانية ! فهو بذلك قد وضع أساس الفنون اللاسلكية التى نراها منتشرة فى العمران ومنتشرة فى كل مكان

كانت معادلات ماكسويل من أعظم الأعمال العلمية التى قام بها عالم ، فقد رفعته إلى مصاف العلماء العالميين الذين أدوا للحضارة أجل الخدمات التى قامت عليها الاختراعات العديدة والاكتشافات المختلفة التى تفرعت عن بحوث اللاسلكى

رأى بعض العلماء أن هناك اضطراباً فى فلك أورانوس ، وقالوا بوجود قوة تقصيه عن الطريق التى تحددها الحسابات والأرصاد ، وأن هذه القوة ليست إلا نتيجة لجذب كوكب غير معروف . وقام الفلكيان (ادمس) الإنكليزى و (الفريه) الفرنسى حوالى منتصف القرن التاسع عشر للميلاد ، بالبحث فى هذه المسألة فاستطاعا بقوانين الجاذبية والمعادلات الرياضية وحساباتها المعقدة أن يعينا مكان السيار المجهول وأن يحددا موقعه والطريق التى يسير عليها حول الشمس . وقد وجه الفلكيون فيما بعد مراقبهم إلى مكان السيار الجديد (نبتون) فوجدوه فى الموضع الذى تنبأت عنه رياضيات ادمس والفريه

وكذلك تنبأ العلماء عن طريق المعادلات والأرقام عن موقع سيار تاسع جديد أطلقوا عليه إسم (بلوتو Pluto)

كانت هذه الحوادث واكتشاف الأمواج اللاسلكية من أجل الأعمال التى أقامت الدليل على صحة القوانين الطبيعية والمعادلات الرياضية ، وهى من العوامل التى زادت ثقة العلماء بأنفسهم وبمقدرتهم على اكتناه أسرار الكون وروائع الوجود ، كما كانت أيضاً من العوامل التى دفعت بالعلوم الطبيعية والرياضية والفلكية خطوات واسعة إلى التقدم والابتكار

انحدر ماكسويل من عائلة عريقة فى سكوتلاندة ، وولد فى ادنبرغ عام ١٨٣١ وتعلم فى جامعتها وفى جامعة كمبردج ونال الجوائز التى لا تمنح إلا للمتفوقين . شغل مركز أستاذ فى الفلسفة فى Marischal College مدة أربع سنوات ، وكذلك أستاذ فى الطبيعة والفلك فى كلية الملك التابعة لجامعة لندن مدة ثمانى سنوات (١٨٦٠ ـ ١٨٦٨) ثم اعتزل التعليم . وفى سنة (١٨٧١) تعين أستاذاً للعلوم الطبيعية التجريبية فى جامعة كمبردج ، وتحت رعايته نشأ معمل كافندش Cavendish Lab. الشهير بنتائج بحوثه وروائع تجاربه . وتوفى فى كمبردج عام (١٨٧٩) أى أنه مات وعمره (٤٦) سنة . وعلى الرغم من هذا العمر القصير ، فقد وصل إلى أعلى المراكز العلمية التى يطمح إليها رجال العلم ، وكان له مقام خطير بين علماء الفلسفة الطبيعية

لقد تفتحت مداركه ومواهبه حينما كان فى الخامسة عشرة من العمر فنشر رسائل علمية قيمة منها رسالة تبحث فى طريقة ميكانيكية لرسم الأشكال الديكارتية البيضوية ، وقد قرأها عنه

الأستاذ فوربس Forbes فى جمعية أدنبرغ الملكية

وفى سن الثانية والعشرين نشر فى مجلة هذه الجمعية رسالتين نفيستين تبحث إحداهما فى توازن الأجسام المرنة ، ويعترف العلماء بأن هذا البحث هو من الموضوعات الهامة التى تناولها ماكسويل ، وكان الأساس الذى بنى عليه ابتكاراته فيما بعد .

واعترف معاصروه بفضله وعبقريته فمنحوه جائزة أدمس Adams من كمبردج وذلك على أثر نشر رسالة مبتكرة فى حلقات زحل ، فقد بين فيها أنها ليست مناطق جامدة أو سائلة وأنها مؤلفة من نيزكان . وكذلك منح جائزة رومفرد Rumford من الجمعية الملكية لبحوثه وتجاربه فى اللون والألوان الأساسية فى الطبيعة . وعنى بنظرية الغازات وحركاتها ، وكانت من أهم البحوث التى طرقها ، وظهر فيها كعالم جمع بين التجربة والرياضة فقد قدم سنة (١٨٦٠) إلى مجمع تقدم العلوم البريطانى موضوعاً يتعلق بنظرية (برنوى) القائلة بأن الغازات مؤلفة من دقائق عديدة متحركة فى حالة تصادم شديد ، فأثبت فى هذا الموضوع أن المستمتر المكعب من الهواء (على درجة عادية) يحدث فيه (٨٠٠٠) مليون اصطدام بين دقائقه . وكذلك كشف قانون توزيع السرعات فى ذرات الغازات ويعرف هذا القانون بقانون (ماكسويل)

وألف كتاباً نفيساً فى نظرية الحرارة ورسالة قيمة فى المادة والحركة واشتهر بتبسيطه بعض البحوث الطبيعية ، تشهد بذلك محاضراته التى كان يلقيها أحياناً فى مجمع تقدم العلوم البريطانى فى (الجزئيات) و (المادة والحركة) و (التلفون) وبحوث أخرى فى الغازات ولزوجتها

درس الرياضيات وجال فيها وغاص فى أرقامها ومعادلاتها فرسخت قدمه فيها رسوخاً مكنه من تسخيرها لميادين الطبيعة ، وفى ذلك كشف أعظم مكتشفاته ، وبلغ درجة جعلته من المقدمين فى تاريخ تقدم الاختراع والاكتشاف . لقد فسر (ماكسويل) بحوث فراداى فى خطوط القوة lines of forc رياضياً ، وكان من ذلك أن مكّن العلماء فيما بعد من توسيع نطاق هذه البحوث وتطبيقها فى ميادين الاختراع

رأى فى انتظام برادة الحديد خطوطاً فى أشكال معينة عند نشرها على ورقة تحتها مغناطيس ، دليلاً على وجود قوة مغناطيسية وأن خطوط هذه القوة هى شيء حقيقى أكثر من مجرد تفاعل بين قوتين ، ويقول : « ... ولا يسعنا إلا الظن بأنه حيث توجد هذه الخطوط لا بد من وجود حالة طبيعية أو فعل طبيعى على جانب كاف من الطاقة لإحداث ظاهرة انتظام برادة الحديد . . . » وفوق ذلك فرض ماكسويل أن للتيارات الكهربائية وجوداً مستقلاً فى الفضاء والمواد المزولة ، وقد أسند إلى هذه التيارات الخواص التى تسند إلى التيارات الكهربائية التى تجرى فى دورات كهربائية مقفلة ، وعلى ذلك فمن شأن هذه التيارات إحداث حقل مغناطيسى وتيارات بالتأثير بالإضافة إلى حقلها الكهربائى ... وضع هذه الفروض أساساً وسخر الأساليب الرياضية ، فإذا هو يستنتج وجود الأمواج الكهرطيسية وخرج بالقول إنه « ... إذا تغيرت قوة (الحقل الكهربائى) تغيراً دورياً فى الشدة والاتجاه كان لا بد من حدوث موجة كهربائية ... » وأوضح أنه إذا طبق هذا الأسلوب على الحقل المغناطيسى أمكن إحداث أمواج مغناطيسية ، وقال : « إن الموجة الكهربائية يصحبها موجة مغناطيسية ، والمغناطيسية يصحبها موجة كهربائية وأن الواحدة لا تحدث إلا والثانية معها ، وأثبت أن قوة الحقل الكهربائى عمودية على قوة الحقل المغناطيسى ، وأن كلا منهما عمودى على اتجاه التيار . . . » وظهر له أيضاً أن هذه الأمواج مستعرضة تشبه أمواج الضوء وأنها تسير بسرعة الضوء

ولا يخفى أن هذا الاستنتاج ذو أهمية عظمى وكان له شأن كبير فى تقدم اللاسلكى ، وقد حمله على القول بأن الضوء قد يكون نوعاً من أنواع الطاقة الكهرطيسية [1] لولا بحوث ماكسويل ومعادلاته لما تقدمت المخاطبات اللاسلكية تقدمها الحاضر ، ولما كان فى إمكان العلماء أن يملأوا الجواء بعجيج الأمواج اللاسلكية وقد حملت على أجنحتها الأنباء والأخبار والصور

إن ماكسويل من الذين وضعوا الأسس التى يقوم عليها الاختراع فى هذا العصر ، ومن الذين أنعم الله عليهم بقوى خارقة عملت على ترقية الفكر العلمى وكشفت عن أسرار الطبيعة وغرائبها وأخضعت قواها لمطالب الإنسان ، فهو من مفاخر

(١) رجعنا فى هذا المقال إلى المصادر الآتية : دائرة المعارف البريطانية ، كتاب أعلام المقتطف ، كتاب أساطين العلم الحديث لصروف ، كتاب تاريخ الفيزياء لنطيف ، وكتاب كبار رجال العلم لويلسون ، وكتاب تاريخ الرياضيات لسمث ، وتاريخ الرياضيات لكاجورى وغيرها .