أفق جديد

الكهرباء والضوء يلتقيان

للدكتور محمد محمود غالى

أزمة الأثير — فراداى والكهرباء — نبوءة ماكسويل — أعمال هرتز — « برانلى » يخترع اللاسلكى ويموت محتاراً من اختراعه

لو أننا أعدنا اليوم مطالعة الصفحات المجيدة التى خطها فرنل Fresnel ويجانز Huyghens ، ووقفنا عند هذا القدر دون متابعة التطورات العلمية ، لأيقنا أن البناء الذى شيّداه لا يمكن أن يعتوره خلل ، ولو أننا جئنا فى الوقت ذاته فى الهيكل الرياضى الذى شيده « نيوتن » العظيم ، واشترك فى إقامته « أيلر » L. Euler ولاجرانج J. Lagrange ، لأدركنا فى غير عناء لماذا طبق فرنل الميكانيكا النيوتونية فى تفسير الظواهر الضوئية الدقيقة ، التى اعتبر أنها ذبذبات حادثة فى وسط مرن افترضه افتراضاً ، ولكن تجربة « ميكلسون » تقف عقبة فى طريق التقدم فى هذا السبيل ، وتتطلب من الباحثين تفسيراً يختلف والميكانيكا النيوتونية .

إن أرضاً تجرى حول الشمس بسرعة كبيرة تحمل مصباحاً والمصباح يرسل فى طريق سير الأرض شعاعاً ضوئياً كما يرسل فى طريق عمودى على الطريق الذى تسير فيه الأرض شعاعاً له طبيعة الأول وسرعته ، وهذان الشعاعان يعودان فى اللحظة ذاتها إلى النقطة التى خرجا منها ، فى وقت لم تكف الأرض فيه عن الجرى فى مستقرها الأبدى حول الشمس ، لأمر لا يسيغه عقل ولا يقبله منطق ، إذ كيف لا يحدث رغم رحلة الأرض المستمرة وسرعتها الملحوظة ، أى فارق فى الوقت لمسافرين لهما فى الواقع ظروف مختلفة ؟ كان لا بد من طرق أبواب جديدة فى التفكير للاجابة على ذلك . ولقد كان للنظريات الكهربائية شأن فى هذا الميدان الأثيرى ، ولندع الآن هذه الأزمة جانباً ، لننعم النظر فى أمر جديد . ذلك أن الضوء الذى يتموّج على النحو الذى ذكرناه هو جزء من الكهرباء[1] ، وإدماج الجزء فى الكل يحتم علينا أن نعرف شيئاً عن خواص الكهرباء ، وسيرى القارئ أنه بمعرفتنا هذه الخواص ، يتقق السبب فى افتراض وجود هذا الوسط الأثيرى ، ولعل هذا التفكير الجديد يكون خطوة لازمة قبل أن نعرض عن الميكانيكا النيوتونية ، ونستعين بميكانيكة جديدة لا نيوتونية ، نفهم بواسطتها الكون على شكل أكثر وضوحاً من الشكل الذى نعرفه له .

* * *

عند ما يهم عامل لإصلاح خلل فى الشبكة الكهربائية فى منازلنا قد لا يفوتنا أن ننبّهه ليتخذ الحيطة لنفسه ، ذلك أننا نعلم أنه يكفى أن يلمس العامل خطأ طرف أحد الأسلاك المكهربة لكى يفقد حياته ، ويصبح بين طرفة عين وانتباهتها فى عداد الأموات ، ولو أن العامل الذى يلمس السلك الكهربائى كان ممسكا بيده الأخرى واحداً أو أكثر من زملائه ؛ فإن جميع المتصلين به يفقدون حياتهم فى اللحظة ذاتها ، وقد حدث أن قُضى على ثلاثة أشخاص العام الماضى فى حى ولاق بالقاهرة بلمس أحدهم سلكا كهربائياً . بيد أننا نشعر بالطمأنينة لو اقترب العامل من السلك دون أن يمسّه ، إذ أننا واثقون بأنه فى هذه الحالة لن يُصاب بأذى ، كما أننا واثقون بأنه لا يشعر عندئذ ولا يشعر من بجواره بوجود الكهرباء بمجرد الاقتراب من الأسلاك الحاملة لها ، ولهذا بالطبع أثره فى اعتقادنا أن للكهرباء سارية فى الأسلاك لا تتعداها إلى خارجها

ومع ذلك وبالرغم من مقدرة الجسم الإنسانى على الإحساس بالكهرباء بلمسها فإنه لم تكن أجسامنا يوماً ما أجهزة لائقة للتعرف على المحيط المتأثر بها ، وكما أن العين ليست الوسيلة الوحيدة لمعرفة الظواهر الضوئية ، كذلك اللمس ليس الوسيلة الأولى والأخيرة لمعرفة الظواهر الكهربائية ، فلقد كانت هاتان الحاستان فى حاجة لوسائل أخرى يتسنى لنا بها استجلاء هذه الظواهر

(١) نستعرض القارئ الآن أمراً ذكرناه له فى مقدمة هذه المقالات عن الكون التى بلغت اليوم الأربعين مقالاً ، فقد توهنا له فى المقدمة بأن الكهرباء هى الضوء وفق التفكير الحديث .

فى صورة أدق من تلك التى نعرفها لها ، ولقد تقدمت الوسائط التعليمية فى معرفة الظواهر المختلفة حتى باتت حواسنا الخمس وحدها فى المرتبة الأخيرة لمعرفة حقائق الكون

إننا نروم من هذه الأسطر أن نلفت نظر القارئ إلى عبقرية « فـــراداى » M. Faraday الذى أدرك أن الكهرباء غير مستكنـــة فى الأسلاك فحسب ، وإنما فى الفضاء المحيط بها أيضاً ، فقد لاحظ أنه يمكن لكرة متصلة بمنبع كهربائى ذى ضغط عال أن تجذب كرة صغيرة معزولة موضوعة بالقرب منها ، واستخلص من هذا أن الكهرباء كائنة فى الفراغ المحيط بالكرة . ولقد لاحظ « فراداى » أنه بتقريبه إبرة ممغطسة من دائرة كهربائية تدور الإبرة حول محور دورانها

صورة «فراداى» مأخوذة من المتحف البريطانى مؤسس الكهرباء ، رجل كشكل الرجال ولكنه كشف عن أهم ما ورثه الانسان من معرفة

ما أسعد العالم بهذه المشاهدة الأخيرة لفراداى ، وإذا كانت مركبات الكهرباء تجوب المدن الآن بسرعتها المعهودة ، وإذا كان المصعد يعمل فى عماراتنا بلاملل طول اليوم صعوداً وهبوطاً ؛ فما هذا أو ذاك إلا تطبيق مباشر لمشاهدات فراداى التى قصها لقرينته فى يوم من أعياد الميلاد ، ومات فراداى ولم يستمتع بركوب الترام ولم يشاهد المصعد ، وهكذا نظر الباحثون من عهده إلى الكهرباء لا كمادة فى الأسلاك فحسب ، بل كمجال حولها أيضاً

أما اليوم فشد ما تتابعت الطفرات العلمية ، ولم يعد القارئ بحاجة ليستحضر إبرة ممغطسة ليرى آثار الكهرباء عن بعد ، بل إنه يشاهد ذلك فى تجاربه اليومية . من منا لم يشعر وهو يجوب بسيارة عرض المدينة بالتأثيرات المختلفة التى تحدثها أسلاك الترام على « الراديو » الذى أصبح فى السيارات الخاصة فى مصر والعامة فى أوربا من دواعى الرفاهية ؟

وقد يتساءل القارئ مالنا والنجوء إلى هذا الموضوع الذى يُعد من أبدع ما وصل إليه الإنسان فى التقدم ولم ننته بعد من حل الأزمة العلمية الكبيرة التى ذكرناها له وشغلنا ذهنه بها فى مقالات متواصلة ؟ وهو بهذا التساؤل لايرى صلة بين الظواهر الكهربائية وما ذكرناه من عدم استساغة العكرة الأثيرية بعد تجربة « ميكلسون » ، ولكننا لم نذكر مشاهدة « فراداى » عبثاً ، فلم يكن اتجاهه التجريبى ليمر دون أن يفيد منه البشر ، فقد تناول « مكسويل » J. Maxwell الإنجليزى مشاهداته ، ووضع نظريات هامة أصبحت بعده أساس الدراسة لأهم الظواهر الكهربائية ، ولم يكتف « مكسويل » بتفسير الظواهر التى شاهدها الإنسان حتى عهده بل كان واثقاً من طريقه الرياضى وثوقاً جعله يتنبأ بظواهر أخرى لم تكن قد اكتشفت بعد ولم يكن قد دل عليها فى زمانه العلم التجريبى ، ذلك أنه استنتج من معادلاته الأساسية مجموعة أخرى من المعادلات أثبت بها أن الكهرباء تنتشر فى الفراغ بحالة موجية ، وبهذا تنبأ بوجود الموجات الكهربائية ، ولم يكن فى عهده سبيل لإحداث هذه الأمواج والتثبت من صفاتها على هذا التشكل الموجى ، ولكن « مكسويل » اعتبر أنها موجودة ، واعتبر أن الموجات الضوئية ليست إلا أمواجاً كهربائية

صورة «ماكسويل» مأخوذة عن المتحف البريطانى، وهو الذى تنبأ باللاسلكى بمعادلاته الرياضية الشهيرة

من هذا يدرك القارئ لماذا نذكر الكهرباء مع الضوء الموجى وقبل أن نفسر كيف ساعدت هذه الخطوة الجريئة من « مكسويل » العلماء على التخلص من الأثير الذى افترضوه افتراضاً نذكر أولاً النتائج التجريبية العظمى التى خلص بها العالم من تفكير مكسويل الرائع ومن أدواته الرياضية البديعة .

ولقد كان لهرتز (Heinrich Hertz) الألماني الفضل الأول في الحصول على موجات كهربائية غير متصلة بموصل كهربائي ، وتخترق الفضاء ، واستطاع أن يعاملها كما نعامل الأشعة الضوئية فيعكسها مثلاً كما نعكس هذه الأشعة ، واتجه كثير من الباحثين إلى دراسة هـذه الناحية للأمواج الهرتزية ، أوَ لم تتجه « ماري سكلودوفسكا » ذاتها المعروفة باسم مدام « كيري » شطر الأمواج الهرتزية قبل انشغالها بالنشاط الإشعاعي ، وكشفها للراديوم ؟ . إننا نعرف أنها حاولت أن تتخذ لهـا مكاناً في معامل الأبحاث الطبيعية في السوربون التي كان يديرها في ذلك العهد « ليمان Lippmann المعروف بكشفه لفوتوغرافية الألوان ، ولم يكن المكان ليتسع للأجهزة التي أرادت أن تستخدمها في بحثها ، فاتجهت الطالبة البولونية شطر العالم « بكارل » في الوقت الذي كشف فيه أشعة الأورانيوم ، ولا نسرد الوقائع التي يعلمها كل من تابع مقالاتنا[1] ، وما كان من أمر هذه الفتاة بعد ذلك فيما أوتيت من حظ في بحثها الموفق ، فقد خرجت على العالم بالراديوم سنة ١٨٩٧ ، وقبل ذلك العهد اتجه « برانلي » Branly الفرنسي سنة ١٨٩١ عن غير قصد نحو الأمواج الكهربائية بدراسة طبيعة الكهرباء ، ففاز بالكشف عن اللاسلكي ؛ وكرت السنون وتقدم « برانلي » و « كيري » لعضوية المجمع العلمي الفرنسي ، وفاز « برانلي » وخُذِلت « كيري » . أوَ كان فيما قدمه « برانلي » للعالم ما جعل نصف هؤلاء الذين يسمونهم الخالدين يعرضون عن أعظم امرأة عرفها التاريخ؟ هذا ما سيدركه القارئ في هذه السطور

* * *

ليس المجال هنا لنشرح للقارئ جهاز « الراديو » ، وسنعمد إلى ذلك عند ما ننتهي من قصة العلم الشائقة ومن سرد التطورات التي حدثت في معارفنا عن الكون ؛ ولكنا نوجز هنا من الخطوات التجريبية ما له علاقة بحديثنا ، وهي خطوات كانت إلى حد كبير أساساً للانتشار الموجي الكهربائي

درس (برانلي) الضوء البنفسجي المنبعث من الشرارات الحادثة من « زجاجات ليد » Bouteilles de Leyde ، وتوصل من هذه الدراسة إلى مايسمونه اليوم التفريغ الموجي المكثف الكهربائي فتوصل في الواقع إلى عمل مرسل اللاسلكي ، ولقد وضع « برانلي » في حجرة مجاورة للحجرة التي كانت بها زجاجات « ليد » « جالفانومتر »[1] ذا مرآة ، وكان يستخدمه في دراسة المقاومة الكهربائية للوحة زجاجية مغطاة براسب من البلاتين

الأستاذ « برانلي » عضو المجمع العلمي الفرنسي مخترع اللاسلكي وفي هذا الشهر تاركا وراءه أعجب ما عرفه الانسان

وهي دراسة لا ترتبط في شيء ما بدراسة الشرارات الحادثة في الحجرة المجاورة وقد حدث في ساعة كان « برانلي » قريباً من « الجلفانومتر » بينما كان أحد مساعديه يشتغل على زجاجة « ليد » في الحجرة المجاورة . أن رأى « برانلي » رأي العين حركة فجائية سريعة في « الجلفانومتر » لفتت نظره ليدرس السبب في تغير التيار في هذه اللحظة التي لم يعمد فيها إلى تغييره ، وبالاحرى أراد أن يعرف لماذا تغيرت المقاومة الكهربائية لهذه القطعة من الزجاج المغطاة بالبلاتين دون أن يسبب هو هذا التغيير . هذا البلاتين توزع بشكل معين وتجمعت جسيماته بشكل خاص كما تتجمع أو تنتظم البرادة الحديدية عند مرها ، وقد فهم « برانلي » أن ثمة علاقة بين هذا الحادث وحادث التفريغ الكهربائي في الحجرة المجاورة . وبهذا توصل إلى اختراع أول نوع من المستقبل اللاسلكي يسمونه جهاز التماسك Cohereur . وبذلك يكون قد اخترع هذا العالم المرسل والمستقبل ، واستطاع بهما أن يرسل ويستقبل لمسافة تزيد عن ٢٠ متراً وخلال الجدران الإشارات المنبعثة من دائرة كهربائية باعثة ، وقد نشر « برانلي » كشفه فعُرف في أنحاء أوربا ،

(١) مقالنا بالرسالة بعنوان مدام « كيري » العدد ٢٨٦ المنشور في ٢٦ ديسمبر سنة ١٩٣٨ ص ٢١٠١ — ٢١٠٤

(١) الجلفانومتر جهاز لقياس التيار الكهربائي

وتطلب للباحثون الحصول على نتائج أهم من التي وصل إليها

ولقد كان الفضل في سنة ١٨٩٩ ـ وبعد عشرة أعوام من تجارب برانلي الأولى ـ لماركوني الإيطالي في أن يبعث بإشارات تلغرافية لاسلكية تعبُر بحر المانش ، فبعث بأول رسالة إلى « برانلي » نفسه ، مشيراً بذلك إلى فضله الأول في الكشف عن اللاسلكي

وشاء الزمن للرجل الذي كشف جهاز التماسك أن يظل حياً حتى اليوم الذي رأى فيه رأي العين « التليفزيون »[1] ؛ وهذا يجعلنا نلمس السرعة الخارقة التي تقدمت فيها الكهرباء الموجية في الأربعين سنة الأخيرة

من كان يدري ـ عند ما عرف « أراجو » و « أمبير » و « أيرستد » Œrstedt آثار التيار الكهربائي لمسافة قريبة ، وعند ما تنبأ « ماكسويل » عن آثاره لمسافات بعيدة ـ أن سيصل الإنسان في فن الراديو للحد الذي وصل إليه اليوم ؟

من كان يدري أن سيصل « ماركوني » و « فرييه Ferrié » و « فلمنج » Fleming إلى اختراع الصمام « اللمبة الألكترونية » العجيبة فأتموا بها الأعمال الأولى والعظيمة للاسلكي

أما « برانلي » فقد عاش فقيراً باقي دروساً لطلبة « البكالوريا » وفي الأيام الأخيرة أنشأ المعهد الكاثوليكي معملاً له ، وهو معمل مُغطًى في أجزائه بطبقة من النحاس ، فهو بذلك معزول تماماً عن الذبذبات الكهربائية الموجودة في أنحاء المدينة ، تلك الذبذبات التي كانت تؤثر على أجهزته الدقيقة ، فقد كان يمقت في سنيه الأخيرة الإذاعات اللاسلكية المستمرة التي تمنعه عن مواصلة أبحاثه ، وحبس نفسه في ذلك القفص النحاسي لينجو من آثار كشفه الأول إلى أن وافتنا الأنباء بوفاته في الشهر الحالي عن ٩٦ عاماً .

* * *

(١) كان لصديقنا بيلان الفرنسي الفضل في اختراع نقل الصور الفوتوغرافية باللاسلكي ، وكان لبيرد الانجليزي الفضل في اختراع التليفزيون ، وقد شاهدنا التليفزيون لأول مرة في معرض اللاسلكي « بالجراند بالايه » بباريس حوالي صيف سنة ١٩٣٢ ، فقد عرضوا عند ذلك مشاهد لعمال الورش الكائنة في حي مونت روج ، في الوقت الذي يقومون فيه بأعمالهم.

وأستميح القارئ عذراً في سرد جزء أصبح في الواقع بعد وفاة « برانلي » من أبواب التاريخ ، فقد ذهب « برانلي » للتاريخ يحكم على أعماله ، ولكن العمل الذي قدمه يستحق منا أكثر من هذه السطور

وسأحدث القارئ في المقال القادم عن سير العلماء لمراحل الإشعاع المختلفة من الراديو إلى الأشعة النافذة مشيراً إلى عمل « لوه » Max Laue وسيرى القارئ من كل ذلك أن الضوء والكهرباء أمواج كونية واحدة ، بحيث لو أننا فقدنا البصر لأمكننا أن نعرف الموجودات ، وسنطلعه على شيء يدور بخلدنا ، ولمناسبة ما نخوض فيه الآن ، عن احتمال قد يكون لصفات الأحياء التي لا زالت فرضية والتي قد تكون موجودة في الكواكب الأخرى . هذه تأملات تبدأ تأملات ، ولكنها تصبح برنامجاً للقارئ تحدثه عنه قبل أن تحدثه عن الضوء كمادة في الوجود ، وقبل أن نشرح له نوع التفكير الجديد للعالمين الكبيرين لورانتز وأينشتاين .

محمد محمود غالي
دكتوراه الدولة في العلوم الطبيعية من السوربون
ليسانس العلوم التعليمية . ليسانس العلوم الحرة . دبلوم الهندسخانة

الافصـــاح

المعجم العربي الفذ ، وهو خلاصة وافية للمخصص وغيره من المعجمات ، يرتب الألفاظ العربية على حسب معانيها ، ويسعفك باللفظ للمعنى المراد ، يعين العلماء على وضع المصطلحات العربية في العلوم المختلفة ، ولا يستغني عنه مترجم ولا أديب ، ٨٠٠ صفحة تقريبا ، طبع دار الكتب ، أشرفت طبعته على النفاد ، ثمنه ٢٥ قرشاً يطلب من مجلة الرسالة ومن المكتبات الكبيرة ومن مؤلفيه :

عيسى يوسف موسى
المدرس بمدرسة الخديوي إسماعيل الثانوية

عبد الفتاح الصعيدي
رئيس التحرير بمجمع اللغة الملكي