



تضارب في الرأي يؤدي إلى كشف خفي للدكتور محمد محمود غالى

الفكرة الموجبة والفكرة الحديثة — لماذا تمذهب العلماء بالفكرة الحديثة
أو الموجبة — ظاهرة التداخل الضوئي والاستقطاب

فيم كان التضارب ؟ وفي أى المناحي ظهرت أزمة علمية ؟
لقد كان في أهم مرحلة من المراحل العلمية التي تتصل بفهمنا للكون
ورؤيتنا له ، وللقارىء بيان ذلك

حاولنا أن نرجع الكون في مجموعه إلى ظواهر أربع :
للكهرباء والمادة والإشعاع والطاقة . وحاولنا أن نرجع كل هذه
الظواهر إلى ست وحدات أصلية ، وذكرنا أن ظاهرة الإشعاع

ويتغذى من نفسه وينميه فيها فيظهر في لهجته وكلامه . فالألمان
يمتقدون أنهم أقوى ما في الدنيا ولذلك فإنهم يقبلون على الدنيا بهذا
الإحساس يتحدون كل قواها مقنعين بلقائهم وكلامهم كأنهم الدافع ،
والفرنسيون يمتقدون أنهم أجمل ما في الدنيا وأشد ما فيها عسفاً
وهم لهذا يقبلون على الحياة مدللين متأقنين متلطفين منزعجين للناس
بأنفسهم قد أرهقوا انتباههم إلى مسة نخدشهم فما نخدشهم حتى
يثوروا فما يسترضون حتى يرضوا ... طبيعة الجليل المدلل الأنيق
المتلطف ؛ وكل هذا باد في لثمتهم ومطامير الرشيقة ووقوفاتهم الأنيقة
كما يبدو في عواصف إلقائهم وزواجرهم إذا هم غضبوا ... وأهل
لبنان في إلقائهم للمرية بداوتهم الباقية وعنجهيتها للفخور ...
وأهل المغرب في سرعة إلقائهم ومضغ الحروف و « كركبة »
الألفاظ بعضها فوق بعض لا يزالون في الملح الذي أساليب منذ
أزحموا عن الأندلس بما كانوا يلهون فيها ...

— وأهل مصر ؟

— تسميهم أنت ... ونبشني غداً بما تسمين

هزبه أحمد فهدى

١٤٠٣٥

ترجع إلى ذرة ضوئية يسمونها الفوتون ، والواقع أن
ظاهرة الإشعاع تتكون من الفوتون ومن موجة
مستمحبة له ، وذكرنا أن هذه الذرة الضوئية تسافر
بسرعة عظيمة تبلغ حوالى ثلاثمائة ألف كيلو متر في
الثانية . ولا تتوسع اليوم مع القارىء في شرح الطرق التجريبية
المختلفة التي توصل بها العلماء لقياس سرعة الفوتون الذي لا يمكن
أن نثر عليه إلا وهو في حالة حركة سريعة بالنسبة للمادة ، ولكننا
نستعرض مناحي التفكير في فهم الظاهرة الضوئية ، والوسط
الذي ينتقل فيه الضوء ، والكيفية التي تصور بها الباحثون هذا
الوسط الذي يتصل في أساسه بالكون وبالوجود والحالة التي اضطر
لها العلماء في تعديل تصوراتهم والاتجاهات العلمية التي تناولت هذا
للتعديل ، وبهذا نستعرض موضوعاً تضاربت فيه الآراء ، وأزمة
كانت من أشد الأزمات العلمية ، أزمة لم تنته إلا بتطور علمي
جديد ، عدل تصوراتنا عن الكون وهذب طريقتنا لمعرفة

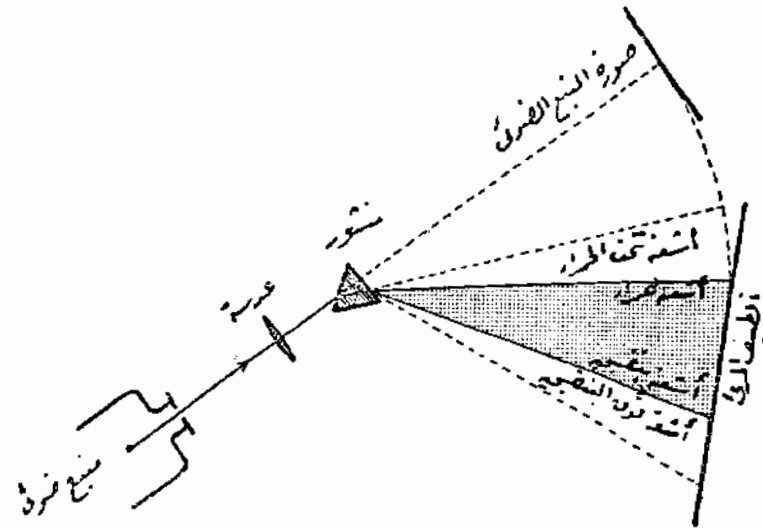
ولا عجب في ظاهرة ترجع في تكوينها وفي معرفتنا لها إلى
ظروف معقدة يجعل بنا أن نذكرها ، فالضوء الذي ترسله إلينا
الشمس مثلاً أو المصباح يصل لنا في الجيز من أجسام مادية ،
لا نعرف على وجه التدقيق ما حدث فيها من عمليات يصل أثرها
إلى حاسة من أهم حواسنا هي البصر نعرف به صور الأشياء
بالمظهر ذاته الذي يراه كل من وهب هذه العيون

كذلك عند ما يتلقن الطفل أن هذا اللون هو اللون الأحمر
وذاك هو الأخضر ، فإنه بمسد الران يعرف دائماً الأحمر من
الأخضر ، ولا يحدث خلاف بين بني الإنسان في تمييز لون معين
من بين الألوان ، فتمت اتفاق عام على أن هذا أحمر وذاك أخضر ،
تلك مسألة تقررها بتجاربتنا اليومية ، ولكنها تجارب بدائية تقف
في حد ذاتها عن الكشف عن طبيعة الظاهرة التي تجعلنا جميعاً
نتفق في هذا التمييز

وقد يكون غريباً على القارىء أن نقول له إن الضوء عملية
موجية ، وإن اللون يترجم عدداً من الذبذبات في الزمن ، وإنه إنما
يعبر الأحمر من الأخضر ، لأن ثمة عدداً من الذبذبات في الثانية
أثرت على العين ليرى اللون الأحمر . وثمة عدد آخر من الذبذبات
يختلف عن العدد الأول وصل إلى العين ليرى اللون الأخضر ،

ذلك أن القارى لا يرى هذه التذبذبات، وليس في تجاربه اليومية ما يؤيدها، ولكننا نطالبه أن يتبعنا قليلاً ليرى معنا ماذا تكنه هذه الظاهرة العجيبة التي عرفت عندها الأشياء بصورها واستوعب الألوان بحالتها

أول معارفنا عن الضوء ترجع للملاحظة الظواهر المادية التي تتصل بما يسمونه الضوء الهندسى Optique Geometrique الذى يبين مسيرات الأشعة الضوئية. كلنا يعرف أن الضوء يسير في خط مستقيم مادامت المادة التي يسير فيها لا تتغير، ويعرف أن الأشعة تنكسر عند انتقالها من مادة إلى أخرى، وما السراب إلا ظاهرة حادثة من انكسار الضوء في الهواء الذى يتكون منه في الواقع طبقات مختلف كثافتها لاختلاف درجة حرارتها وقد عرفت نيوتن ظاهرة انكسار الضوء في الزجاج، ودرس من ذلك ظاهرة تحليل الضوء الأبيض إلى الألوان المعروفة، وبذلك عرفت أن الضوء الأبيض الذى يصلنا من الشمس خليط من أشعة مختلفة ألوانها وقد أثبت ذلك بأن جعل الضوء يمر في منشور زجاجي فيتحلل إلى الألوان المعروفة: الأحمر، والبرتقالي، والأصفر، والأخضر، والأزرق، والأرجواني، والبنفسجي، وهي ظاهرة اللطيف التي نشاهدها أيضاً في قوس قزح حيث تلعب كرات الماء المنتشرة في الفضاء دور المنشور فيتحلل الضوء عند اختراقها إلى ألوانه السبعة



(شكل ١) تحليل الضوء الأبيض : سطة منشور زجاجي

ويرى القارى في الشكل (١) تحليل الضوء بواسطة المنشور، ويرى المنطقة التي يكون فيها اللون الأحمر واللون

البنفسجي، كما يرى المنطقة التي تكون فيها الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية ولو أننا وضعنا - كما فعل نيوتن - أمام الأشعة المنعكسة عدسة فإن هذه الأشعة تتجمع مرة أخرى بمد خروجها من العدسة وتكون الضوء الأبيض من جديد

ولقد كان الانكسار في الضوء الأساس في اختراع كل الأجهزة الضوئية: كالمنظار الفلكي (التليسكوب) والمجهر (الميكروسكوب) والجهاز الفوتوغرافي. بهذه الأجهزة جال الإنسان بنظره وفكره من المواقف البعيدة إلى الدقائق التي لا تراها العين، واستطاع أن يحتفظ بصور الأشياء والحوادث، اجتماعية كانت أم علمية؛ وهكذا يتمدد في شكل الزجاج خرجت صناعة هامة هي صناعة العدسات، وافتتحت هذه بأعمال الإنسان حتى بات فريق كبير يحملها على العميون ليرى للعالم صورة أوضح من التي تسمح له بها حواسه، وكان ذلك امتداداً عجيماً لوظيفة العين البشرية، أي امتداداً لحياتنا البيولوجية لم تكن هذه الظواهر: من مسار الضوء في خط مستقيم، وانكساره عند اختراقه المواد، وتحليله إلى ألوان مختلفة - بكافية لتتعرف حقيقة الضوء؛ وكان على الباحثين لمعرفة ذلك أن يدرسوا خواصه دراسة وافية، وهذا ما عكف عليه العلماء الذين ذهب التفكير بهم إلى افتراض احتماليين:

الأول أن يكون الضوء مكوناً من جسيمات صلبة مقدوفة في الحيز

وللتاني أن يكون الضوء حادثة وقعت على جسيمات أخرى مادية، وليس هو الجسيمات بذاتها، وفي الحالة الثانية يكون الكون بأسره مملوءاً بهذه المادة التي سموها الأثير Ether وهذه المادة لا تراها بالذات إنما نرى ما يحدث فيها من تعديل أو تعوجات، وظل الرأيان يتناوبان المكان الأول عند العلماء الذين اعتقدوا أولاً في الفكرة الشبيهة (أي الجسيمية) ثم اعتقدوا ثانياً في الفكرة الحديثة (أي الموجية)، ولأسباب سنذكرها هنا انتصرت الفكرة الأخيرة

عهداً طويلاً، وظلت للنظرية الصحيحة إلى أن حولت النظريات الحديثة ونظرية الكم Quanta مرة أخرى المقادير الفكرة الأولى أما النظرية الشبيهة فقد أسسها نيوتن Neuton ففرض أن

به ثقبان أمام منبع ضوئي وشاهد على حاجز آخر موضوع خلف الأول سلسلة من الخطوط المضيئة والمظلمة المتجاورة ، ذلك أن هذا الحاجز يضاء بما ينبعث من ضوء خلال الثقبين ، وفي الشكل (٢) يرى القارئ صورة لهذه الظاهرة التي لا يمكن تفسيرها بنظرية « نيوتن » ويمكن تفسيرها بالوسائل الرياضية إذا اعتبرنا الضوء ظاهرة موجية^(١) ، ذلك لأن موجتين متضادتين وحادتين في مكان واحد تمحو إحداها أثر الأخرى ، ويظهر ذلك في هذه الخطوط السوداء التي رغم تضرعها للعينين لا يظهر عليها أثر للضوء. وليس المجال هنا لذكر التجارب المختلفة التي وفق فيها العلماء لرؤية هذه الظاهرة ، ولا بد أن يكون قد رآها كل من أتيح له فرصة عمل تجارب في إحدى كليات العلوم ، مثل التجارب المعروفة باسم حلقات « نيوتن » أو « مرآة فرنل » وغيرها . كذلك لا ندخل في تفصيل التطبيقات العديدة التي استخدمت فيها ظاهرة التداخل لكل مهندس تناح له الفرصة في معرفة ما تقدمه للعلوم الطبيعية من تطبيقات مفيدة يعلم أنه يستطيع أن يعرف درجة تمدد أو ضغط إحدى الأعتاب الحاملة للجسور الحديدية^(٢) بواسطة أجهزة ضوئية تستند إلى ظاهرة التداخل الضوئي ، كما يعرف أنه من السهل الآن تعيين سمك لوحة رقيقة أو دراسة ما على سطحها من تعاريج أو حركة بالاتجاه إلى أمواج الضوء ، واستخدام ظاهرة التداخل في القيام بما يصعب قياسه بالطرق العادية^(٣)

أما الظاهرة الثانية فهي ظاهرة الاستقطاب التي تفرغ لدراستها أيضاً المهندسين والعالم « فرنل » ونشرها هنا في كلمتين : ثمة نوعان من الأمواج في الظواهر الطبيعية المختلفة ، أمواج طولية حيث تتذبذب الجسيمات في اتجاه سير الموجة ، وأمواج مستعرضة حيث تتذبذب الجسيمات في اتجاه عمودي على سير الموجة. وأظهر مثال للأخيرة تلك الأمواج التي نشاهدها على سطح المياه حيث يرتفع الماء ويهبط في مكانه عمودياً على الاتجاه الظاهري لمسار الموج دون أن يتحرك الماء من مكانه نحو هذا الاتجاه ،

(١) يرجع تفسير ظاهرة التداخل إلى المهندس الفرنسي المعروف فرنل Fresnel الذي قام أيضاً بتجارب هامة عن الضوء الموجي والذي توفي من

عام ٣٩

(٢) قام بهذه التجربة الأستاذ « ميتاجيه » من أساتذة مدرسة الكباري والجسور بباريس

(٣) مما هو جدير بالذكر أن ثمة ظاهرة أخرى اسمها ظاهرة الحيود الضوئية Diffraction ، ولا ندخل في تفاصيلها ، أبدت أيضاً النظرية للوجبة ومارضت النظرية الجسيمية

الضوء مكون من جسيمات صلبة صغيرة مقذوفة في خط مستقيم في الفضاء ، وكان لما يتكون من ظل لأي جسم موضوع أمام منبع ضوئي دليل عند نيوتن على ما احتجزه الجسم من هذه السكرات التي حال الجسم دون مرورها

أما النظرية الحديثة ، فقد أسسها الرياضي الهولندي ويجانز Huyghens وقامت في المبدأ على اعتبارات نظرية وحسابات قام بها هذا العالم ، وكان لا بد من أسباب علمية هامة لكي يهجر العلماء نظرية نيوتن الجسيمية Corpusculaire على ما مؤسسها من مكانة ليتمذهبوا بالمذهب الجديد .

على أننا نلخص المهم من هذه الأسباب التي خرج بها علينا العلم التجريبي :

السبب الأول كان في ظاهرة يسمونها (التداخل الضوئي) Intérence ، والسبب الثاني كان في ظاهرة يسمونها الاستقطاب^(١) Polérisation ، وللقارئ نوجز الظاهرتين :

عندما يقع شعاع على جسم يضيئه شعاع آخر ، فإنه من البديهي أن يزداد توهج الجسم بهذا الشعاع الثاني ، وهي نتيجة حتمية لنظرية « نيوتن » التي تقول بإزداد عدد الجسيمات للضوئية الواقعة على الجسم ، ورغم هذه الحقيقة التي نشاهدها في تجاربنا العادية توصل العلماء إلى تجارب من نوع معين يبين منها أن هذه الإضافة لشعاعين من الضوء ينتج عنها ظلمة حلكة بدل أن ينتج عنها زيادة في الضوء



(شكل ٢) ما عراه في ظاهرة التداخل الضوئي

وقد كشف هذه الظاهرة الطبيب والطبيعي المعروف توماس يونج^(٢) Thomas Young وتتلخص تجربته في أنه وضع حاجزاً

(١) في محاولة لا أدرى مدى نجاحها أعتقد أنه ربما نستطيع معرفة سرعة المياه في المنطقة المجاورة لقاع النيل والترع بالاتجاه إلى ظاهرة الاستقطاب دون ما التجاه لاستخدام الجهاز المعروف لدى مهندسي الرأي باسم « الكارنتيمتر » Current metre أو moulinet Hydrométrique الذي يصعب استعماله في المنطقة القريبة من القاع

(٢) أعتقد أنه كان ليونج بالذات بحث هام قام به في مصر عن الآثار المصرية

Arago من أن يوقع معه للنشرة العلمية النهائية الخاصة بهذا الموضوع. وفي القرن التاسع عشر عكف العلماء على القيام بتجارب عديدة يتبينون منها وجود هذا الأثير ويتمتعون بها على شيء من خواصه ، وتساءل بعضهم ماذا يحدث في الأثير عند ما يتحرك جسم فيه ؟ ثمة احتمالات ثلاثة :

الأول أن يحمل الجسم معه الأثير بأمره المحبوس بين جزيئات الجسم . والثاني أن للأثير مرونة عظيمة تسمح أن يمر الجسم فيه دون أي احتكاك ظاهر

والثالث أن يكون للأثير حالة متوسطة ، أي أنه يشترك جزئياً مع حركة الجسم ، وهو رأى مال إليه « فرنل » وعززها بحسابات أراد منها أن يعرف درجة اشتراك الأثير في مثل هذه الحركة وقد عمد فيزو Fizeau لتحقيق ما ذهب إليه فرنل ، وفي تجربة معروفة أرسل شمعاً في أنبوبة مملوءة بالماء الجاري كما أرسل في الأنبوبة ذاتها شمعاً آخر في الاتجاه المضاد ، بحيث يسير مع الماء أحد الشعاعين ويسير بعكسه الشعاع الآخر ، وباعتبار أن المادة الحاملة للضوء هي الأثير وأن هذا ، وفق النظرية المتقدمة ، يتحرك مع الماء بمحض الشيء ؛ فإنه يجب أن تختلف السرعة لشعاع الضوء في الحالين . وبالحجاء إلى طريقة دقيقة استخدم « فيزو » فيها لقياس السرعة ظاهرة التداخل الضوئي استطاع أن يقيس الفرق بين سرعتين ، فأيدت صحة هذه التجربة فكرة « فرنل » عن وجود الأثير وعن معرفة شيء عن حركته^(١)

على أن تجربة أخرى تعد في نظري من أهم التجارب التي أحدثت انقلاباً في التفكير الحديث قام بها العالم المعروف « ألبرت ميكلسون » Albert michelson في سنة ١٨٨١ ، وكان لها أثر في عقيدة العلماء فيما يخص الأثير ، هذا الوسط الرهيب ، وسيرى القاري كيف سببت تجربة ميكلسون تضارباً في الرأي وأحدثت أزمة علمية عصبية ، وماذا كان أثرها على التفكير الحديث في فهم للكون . محمد محمود غالي

دكتوراه الدولة في العلوم الطبيعية من السوربون
ليسانس العلوم التعليمية . ليسانس العلوم الحرة . دبلوم الهندسة

(١) سيتضح من التجربة التالية لميكلسون خطأ « فيزو » ومما يكن من أمر تجربة « فيزو » هذه ، فإنها توحى للباحث فكرة أخرى تبيننا في حياتنا العملية ، وهي احتمال قياس السرعة المتوسطة لمياه الأنهار كالليل بإرسال ذبذبة صوتية في اتجاه سير المياه ، والمسافة الكبيرة تبلغ بضعة الكيلومترات ، وإرسال ذبذبة ماثلة في الاتجاه المضاد ، ومحاولة استنتاج السرعة المتوسطة لمياه النهر وبالتالي تصرف النهر من مقارنة الفترتين القتين وصلت فيهما هذه الذبذبتان ومن معرفتنا لسرعة الصوت في الماء

ولقد أثبت « فرنل » أن الضوء ظاهرة موجية من النوع الأخير فهي كموجة الماء تنذبذب في اتجاه عمودي على مسار الموجة ، ولا تختلف عنها إلا في أنها مع مرور الوقت تدور هذه الذبذبة في المستوى العمودي الذي تنذبذب فيه ، وقد لاحظ « فرنل » أن الضوء عند ما يخترق نوعاً من البلور فإنه يتذبذب عمودياً كما كان قبل اختراقه البلورة ، ولكن الذبذبة تتخذ صفة جديدة ، ذلك أنها تنذبذب في اتجاه واحد ، ويسمى هذا الشعاع مستقطباً ؛ وقد بين « فرنل » أن ظاهرة التداخل لا تحدث بين شعاعين من هذا النوع إلا إذا كانا مستقطبين في اتجاه واحد . وظلت فكرة « فرنل » التي تلخص في أن الضوء ظاهرة موجية مستمرة تستلزم وجود مادة أثيرية لحدوث هذه الموجات فكرة غير مقبولة من العلماء الذين لم يؤمنوا بوجود مثل هذه المادة في الكون ، وهي المادة التي لجأ إليها كل من « فرنل » و « ويجانز » لتفسير ظاهرة التداخل والاستقطاب التي صعب تفسيرها بنظرية « نيوتن » الجسيمية ، وظل الأثير وسطاً يتطلب اقتراسة

وهكذا لم يكن من المستطاع التعرف على الضوء كحالة موجية دون أن يكون هناك هذه المادة الأثيرية التي تملأ الكون ، وكان شأن الأثير من الضوء شأن الماء في بحيرة سقط فيها حجر ، وإلا فكيف تصل لنا آثار الحجر إذا لم يوجد الماء ، وكيف تصل لنا هذه الدوائر على سطح البحيرة تتسع رويداً رويداً حتى تبلغ الشاطئ إذا خلت البحيرة مما يحمل هذه الدوائر ، ومع ذلك ظل الأثير فرضاً لا نعرف عن خواصه شيئاً ، وكل ما نعرفه أنه مادة خفيفة شبيهة بالغازات ، لا نستطيع تقريبها مهما كانت أجهزتنا قوية ، فهو يملأ المصباح الكهربائي مهما كان مفرغاً ، وبواسطته يمر الضوء من السلك الممدد إلى الغلاف الزجاجي وإلى ما وراء هذا الغلاف ولقد صادفت فكرة « فرنل » عن الموجات الضوئية ووصفها بأنها مستمرة عقبة جديدة ، ذلك أن الأثير باعتباره مادة شبيهة بالغازات لا يقبل غير الموجات الطولية ، وقد استمسك « فرنل » برأيه في أن الضوء أمواج مستمرة حتى أنه ، عند ما تشبث « بواسون » Poisson بأن التموجات الطولية هي وحدها الكائنة في الأجسام الغازية ، لم يسع « فرنل » إلا أن يطلب من هذا العالم أن يصحح رأيه في خواص الأثير الذي قد يكون له خواص الأجسام الصلبة ، ويقول « ريشنباخ » Reichenbach إن تصميم « فرنل » هذا كان سبباً لكي يتمتع زميله « أراجو »