ظاهرة دبلر

في الطبيعيات والفلك

قد اعتدنا نحن ابناء القرن العشرين سماع اصوات مختلفة كأصوات كثير من المخترعات الحديثة التي لم يتسنَّ لاجدادنا ان يروها كالقاطرة والباخرة والترام والسيارة وغيرها من وسائل النقل العديدة . واظنني غير مبالغ اذا قلت أن كل واحد منا شاهد قاطرة او باخرة وسمع صفيرها المتعالي مخترقاً طبقات الجو . ولكن قلَّ من اعار هذا الصفير عناية واخذ على عاتقه تطبيق احد القوانين الطبيعية المشهورة التي درسها في المدرسة . وهذا ما نريد ان نحاوله في هذا السطور

ربما لاحظ القارىء وهو ينتظر في محطة ما والقاطرة مقبلة نحوه ، يسبقها صفيرها المتعالي ان الصوت يتغير تدريجاً اي يرتفع وربما لاحظ كذلك ان صفيرها يظهر آخذاً في الانخفاض ان كانت القاطرة مدبرة عنهُ . ولا يخفى على سكان الموانىء ان الباخرة القادمة اليهم يرتفع صفيرها تدريجاً على ضدّ تلك التي على اهبة السفر فان صفيرها يظهر منخفضاً تدريجاً وهي تبتعد عن الشاطىء . هذه الظاهرة الطبيعية مدونة في اكثر كتبنا المدرسية شأن غيرها من الحقائق التي كشف عنها جهابذة العلم وتعرف بظاهرة دُبلر Doppler والقانون الذي تسير بموجبه يعرف بقانون «دُبلر» . ويبدو لاول وهلة ان هذا القانون عديم الفائدة او قليلها لا يستحق الالتفات اليهِ والنظر فيهِ ولكنهُ كبقية المكتشفات التي احتقرها الناس لجهلهم اياها له أثر خطير في تاريخ التفكر البشري وبوجه خاص في الطبيعيات والفلك

ولد دُبلر مكتشف القانون المنسوب اليهِ في سلسبورغ من اعمال النمسا وانتظم في جامعة فينا حيث درس الطبيعة ويمم فيها وربما اكتشف قانونه وهو بعد في سلك التعليم واخذ في تفسيره سنة ١٨٤٢ فعرض على علماء زمانه يومذاك — وفرضهم اصبح اليوم حقيقة مقررة — أن الصوت ليس سوى اهتزازات دقائق الهواء او امواج تسير فيهِ . فالقطار والعربة والناقوس ترسل امواجاً حين اخراجها للصوت تلتقطها آذاننا فتقرع طبلة الاذن وتنقل الى الدماغ وتختلف هذه الامواج بعضها عن بعض طولاً وقصراً كما ان الاصوات تختلف علوّاً وانخفاضاً وشدة

والصوت العالي او المرتفع هو ما كانت موجاته قصيرة فتكون سريعة الاهتزاز على الضد من الصوت المنخفض فامواجه طويلة قليلة الاهتزاز بطيئتهُ . وتتبين صحة هذا القول عند ما ننصت لاصوات الآلات الموسيقية المختلفة من بوق وارغن وكمنجة وقربطة وعود وغيرها

والقطار عند صفيره تنطلق منهُ امواج صوتية تهتز اهتزازات معينة وتسير بسرعة ٣٣٣ متراً في الثانية فاذا كان القطار مقبلاً نحونا اندفعت الامواج الكثيرة الى الامام فتتجمهر امام أذننا كأنَّ قائدها يضغط سابقها ، وكلما اقترب منا قصرت المسافة بيننا وبينهُ ونظراً الى كثرة

الامواج وازدحامها تحير على الانكسار فتنقسم الطريقة الى اقصر فنقول عند ذلك ان « الصوت يعلو تدريجاً ». ويتبين ذلك لرجل واقف عند شاطىء البحر وامواج البحر تهاجمه وتتكسر عند رجليه فيرى كيف الامواج تصغر — تقصر — كلما دنت منهُ ويتعالى هديرها. هذا عند اقبال القاطرة نحونا اما عند ادبارها اي ابتعادها عنا فيجري عكس ماسبق. فالقطار المدبر يرسل امواجه الصوتية المعهودة والمسافة بيننا وبينه آخذة في الزيادة والنتيجة ان الامواج يصبح طول مدى اوسع فتأخذ في الاستطالة اي تقل ارتجاجاتها فنقول إن الصوت قد اخذ في الانخفاض. هذا ما يعلل به علماء الطبيعة هذه الظاهرة ودعامتهم الكبرى في ذلك ان الصوت امواج او ارتجاجات دقائق الهواء

وربما يسأل القارىء نفسه كما سأل كاتب هذه السطور السؤال التالي : اذا كان صفير القطار وهو مقترب نحونا يرتفع تدريجاً افلا يظهر كذلك اذا كان القطار واقفاً ونحن الذين نقترب اليه ؟ والجواب عن هذا السؤال بالايجاب ، فان المسافة والسرعة في الكون نسبية كما ابانت نسبية اينشتين الحديثة ومن اراد ان يتحقق ذلك فلينصت الى اجراس الكنيسة وهو مقترب نحوها فيسمع صوتها يعلو تدريجاً ان كان آتياً نحوها وهي تقرع وينخفض كذلك ان كان مبتعداً عنها . وانما الفرق في شعورنا في الحالين يختلف لان سرعة اقبالنا نحن او ادبارنا نحن ابطأ كثيراً من اقبال قطار او ادباره فالاختلاف في ارتفاع صوت الناقوس او القطار لا يبدو جلياً

بقي القسم الثاني من قانون دپلر اعني اثره في علم الفلك والبحث فيه شائق طريف فلما يخلو من اللذة والفائدة . واذا علمنا الفوائد التي جناها علم الفلك بواسطته عن حقيقة النجوم والسيارات والثوابت القريبة من ارضنا وحركة مجموعنا الشمسي والمجرة وسرعتها في الفضاء اللانهائي — اقول ولو عرفنا ان ما دما اينشتين ودي ستر الهولاندي للبحث في تمدُّد كوننا وتقلصه وفي صدق نظرية النسبية والكم — انما يرجع الى النتائج التي اسفرت عن تطبيق قانون دُبلَر لادركنا ما لهذا القانون من الشأن في صدر علماء الفلك

يعلم اكثر التلامذة وغيرهم من المتعلمين النظرية القائلة بأن الضوء أشبه بالصوت وانهُ ليس الاَّ امواجاً اثيرية تنطلق من الجسم المضيء الى شبكية العين حيث تؤثر في الاعصاب فنرى الاشياء وتتحقق وجودها . وهذه المعرفة مع بساطتها والسذاجة التي يظن انه تنطوي عليها لم يعلمها امير الفلاسفة نيوتن ولا مَنْ سبقه من علماء الطبيعة الذين كشفوا عن نواميسها الزاهرة . واظن ان القراء يعلمون النظرية الذرية في الضوء Corpuscular Theory التي اثبتها نيوتن في كتابه « المبادىء » Principia وبقيت هذه النظرية الى ان تصدى لها العالم الهولاندي هو جنس سنة ١٦٦٠ وقاومها قائلاً : انها لا تستطيع تعليل خواص النور كلها . وادَّعى أن الضوء امواج اثيرية لا ذرات مادية فتفقد الضوء عند ذاك صفة المادة واصبح امواجاً يتقاذفها بحر مجهول الكنه والمادة دعوهُ الاثير . وقد لقيت هذه النظرية ، نظرية الامواج Wave Theory رواجاً عظيماً بين الاوساط العلمية اولاً لبساطتها في تعليل جميع مظاهر النور — كما كان

يظن — وثانياً لان لكل جديد طلاوة غريبة . وظلت هذه النظرية حتى أواخر القرن التاسع عشر النظرية الوحيدة التي يعتدُّ بها العلم لانها ثبتت امامه في بوتقة التجربة والامتحان الطويل. ولكن ما عتم ان أتى القرن العشرون حتى ظهر ان نظرية الامواج امست على وشك الانهيار. وما تجارب الدكتور جيرريف حسن وابنه ووندرفرس وبلنك الا برهاناً واضحاً على فشل هذه النظرية في بعض نواحيها . وكان البروفسور بلنك من جملة من حمل عليها حملته الشعواء فهاجمها بسلاح التجربة والبرهان وقال بأنها امست على فراش الموت ووضع من ثم أسس نظرية جديدة تعرف في علم الطبيعيات بنظرية الكم Quantum . وقد بسطها المقتطف سابقاً بأسلوب رائق سهل التناول وعلق عليها قائلاً : نظرية الكم كأختها نظرية النسبية من ثمار الفكر الالماني زعزعت كثيراً من معتقداتنا القديمة وازالت جلالة « البيبة » عن عرشها القديم

وقد يدرك اللبيب ان قانون ديلر لا يصح في علم البصريات الا اذا عُدَّ النور أمواجاً أثيرية وهذا ما وعدنا به هوجنس في نظرية الامواج فلنبسط بحثنا اذاً لنرى اي مكان لقانون ديلر من الاعراب . جاء في كتاب المبادىء لنيوتن ان النور مركب من سبعة ألوان أولها الأحمر وآخرها البنفسجي وقد اثبت ذلك نيوتن وهو طالب حديث السن وجاء هوجنس فقسر لنا هذه الالوان قائلاً . انها امواج مختلفة الطول. والقصر فهي مختلفة الارتجاجات كما تختلف اصوات السلم الموسيقي تماماً في الارتفاع والانخفاض نظراً الى اختلاف طولها وقصرها وذكر من ثم ان اقصر الامواج في الوان الطيف هي للون البنفسجي وأطولها للون الأحمر

ولنفرض ان شعاعة آتية الينا من نجم سحيق في بعده ثابت في مركزه فأمواج نوره تبقى بلاشك على ماهي عليه من لون طبقه اللهم اذا لم يعترض ذلك النجم كارثة عظمى تمحو أثره من الوجود. ولكن لو فرضنا ان النجم مقبلٌ نحونا بسرعة عظيمة فلا بدَّ من ملاحظة تغيير يطرأ على طيف نوره اعني انه لابدَّ ان يحدث للامواج الآتية الينا منه كما حدث للامواج الصوتية الخارجة من صفير القطار المقبل أي تقصر وتميل نحو اللون البنفسجي وذلك لان الامواج البنفسجية هي اقصر الامواج كما ان الصوت المرتفع اقصر الامواج الصوتية. ولو كان لدينا آلة بصرية دقيقة تستطيع ان تدوّن لنا هذا التغيير — كما هو للسكترسكوب اليوم — لتوصلنا الى معرفة هذا النجم باستعمال قانون ديلر

ولنفرض كذلك ان نجماً آخر يسبح في الفضاء يبتعد عنا بسرعة ١٠٠ ميل في الثانية فلا بدَّ لسرعته البعيدة هذه من ان تؤثر في طيفه وحالته تكون اشبه بحالة القطار المبتعد عنا اي ان امواجه تطول فيقل اهتزازها فتميل او تحيد نحو اللون الاحمر لان امواج الاحمر اطول امواج الطيف المرئية. ولو استطعنا ايضاً حساب هذا الاختلاف لتسنى لنا معرفة سرعة هذا النجم الشاسع. وبمثل هذه الاستنتاجات أخذ علم الفلك يتحص اختلاف طيف النجوم المرصعة القبة الزرقاء لتطبيقها بموجب هذا القانون لاستخراج نتائج غريبة جداً وبعيدة عن التصديق والاحتمال . فقد ثبت مثلاً ان لبعض النجوم سرعة تزيد ١٥٠ ميلاً في الثانية مقتربة من سيارنا وظهر ان اخرى تبتعد عنا

بسرعة تماثلها . وعرف ايضاً ان مجموعتنا الشمسي يسير في الفضاء اللامتناهي بسرعة ١٢ ميلاً في الثانية ويزعم بعض الراصدين في مرصد جبل « ولسن » ان سرعة الاجرام السماوية تزداد بسعدها عنا وقالوا أن نظرية النسبية تؤيد مزاعمهم فالنجوم التي تبعد عنا ١٠ ملايين سنة نورية لها سرعة تقارب ٩٠٠ ميل في الثانية والتي يحتاج نورها الى ٥٠ مليون سنة للوصول الينا لها سرعة تقارب ٤٥٠٠ ميلاً في الثانية . والعمليات الرياضية في هذه المسائل تستوعب زمناً طويلاً وتفكيراً عميقاً حاداً ولكن النتيجة التي توصلوا اليها بعيدة الاحتمال جداً فضلاً عن انهُ اذا عادينا في البعد وحساب السرعة وجدنا اذ هناك في آخر اركان الكون — ولا اركان للكون — اجرام تدور بسرعة النور، وهو قول تنفيه نظرية النسبية على خط مستقيم. والعجب كل العجب ان العقل الذي ابدع قوانين الرياضيات هو نفسه يعجب للنتائج التي توصل اليها ولا يكاد يصدقها . فلا غرابة اذا قام بعض الباحثين لانتقاد هذه الاعداد الغريبة ولتأكيد عدم دقتها واشهرهم جيمس جينز مؤلف كتاب « الكون المفعم بالاسرار » وزفسكي استاذ الطبيعيات في جامعة كاليفورنيا بأميركا . قال الاول ما خلاصته :

ان النتائج التي حصلنا عليها لسرعة الاجرام السماوية ليست حقيقية فيها كثير من المبالغة وذلك لانها لم تقس رأساً كما قيست ابعاد النجوم بل باستخدام قانون دبلر في فحص طيوف النجوم وقياس زاوية الاختلاف فيها ولكن هناك مسببات اخرى قد يكون لها المقام الاول في جعل الطيف ضارباً الى الحمرة والزرقة فالشمس مثلاً يحمر لونها عند الشفق والغسق فتكسب الغيوم لوناً احمر قانياً وذلك لمجرد مرور اشعتها في جو الارض . وهناك سبب آخر ارتآه الفلكي دي ستر وهو ان البعد ايضاً يجعل لون النور مائلاً نحو الحمرة حتى ان البعد الشديد اذا سلمنا بأنها ثابتة تظهر لنا حمراء عند رصدها . بقي علينا تعليل الاستاذ زفسكي لهذه المسألة الخطيرة وهاك رأيه :

ان الاشعة الصادرة من النجوم والسدم تصادف في اثناء سيرها في الفضاء كثيراً من الالكترونات الضالة السابحة فتنحرف بتأثيرها عن سيرها فيحصل من ثم طيفها الواصل الينا . ولاثبات رأي زفسكي رُصد عدد من السدم المتساوية الابعاد تقريباً واختيرت بحيث يكون البعد بينا وبينها تارة محتشداً بالمادة وطوراً قليلها فأسفرت النتيجة عن ان طيف الاولى كان اشد احماراً من طيف الثانية كما اثبتت معادلات زفسكي الرياضية . وعلى ذلك لا تكون هذه النجوم السحيقة البعد عظيمة الحركة كما زعم الفلكيون سابقاً . وتفسير ميل طيفها نحو الحمرة لا يتأتى عن سرعتها فحسب ولكن لتعليل زفسكي المقام الاول لهذه المسألة . اذ ثبت ان هناك عوامل خفية هي السبب في جعل طيف النجوم ضارباً الى الحمرة وجهلنا بهذه العوامل هو الذي جعلنا نعتقد ان الحمرة ناتجة عن سرعتها . وقد اخذ العلم يكشف النقاب عن هذه العوامل السرية. فلننتظر ما يتحفنا به في القريب العاجل

القدس حمزه بيا