نماذج من الكون غير المرئي

د. عبد الرحمن على ملاوي

الكون غير المرئي يشمل جميع مكونات الكون من أجرام سماوية وغيرها ، التي لا يمكن رصدها بصريا . كما أنه يشمل أيضا مكونات الكون الأخرى التي نحس بوجودها ولكننا لا نستطيع أن نرصدها بأي وسيلة من وسائل الرصد التي تتم عبر النافذة المرئية الضيقة من الطيف الكهرومغناطيسي العريض ، التي هي وسيلة الرصد الوحيدة المستخدمة في دراسة الكون حتى عهدنا القريب .

ومما يجدر ذكره أن معظم الصور التي نحتفظ بها في أذهاننا عن الأجرام السماوية المنتشرة في مجرتنا مبنية في الواقع على الدراسات البصرية ، وذلك يعود إلى أن معظمنا يستخدم حاسة بصره في اكتشاف ما يدور من حوله. ولو خيرً الفلكيون بين استخدام النافذة المرئية فقط في دراسة الكون أو استخدام كل ما سواها من النوافذ الكهرومغناطيسية الأخرى لاختاروا دون أدنى شك تلك النوافذ ، وذلك لأن المعلومات التي نستقيها من هذه النوافذ تفوق كثيرا ما يمكن أن نحصل عليه عبر النافذة المرئية فقط .

إن الإختلاف الكبير في خصائص ومسافات المادة الكونية يحتم استخدام تقنيات وطرق مختلفة لدراستها ، إذ من الطبيعي مثلا أن تختلف الطرق المستخدمة في تحليل التربة الصلبة لسطح القمر عن الطرق المستخدمة في تحليل الأشعة الراديوية القادمة من المجرات السحيقة، ومن المعلوم أن شعاع الطيف الكهرومغناطيسي في حالة الإنبعاث والإمتصاص يتكون من جسيمات وليس موجات مستمرة ، وعليه يمكن اعتبار الضوء جسيمات من الطاقة يطلق عليها الفوتونات بدلا من الموجات . وتعتمد طاقة الفوتون على الطول الموجي حسب المعادلة التالية ($E = hc / \lambda$) بحيث تمثل (E) طاقة الفوتون ، (h) ثابت بلانك (Plank constant) ، (c) سرعة الضوء ، (λ) طول الموجة، وحسب المعادلة السابقة فإن الفوتونات ذات الطاقة العالية والقادرة على اختراق المواد الصلبة تكون أطوال موجاتها (λ) قصيرة ، كالأشعة السينية المستخدمة طبيا في تصوير جسم الإنسان وذلك لقدرتها على النفاذ ، أما الفوتونات ذات الموجات الطويلة كالأشعة تحت الحمراء أو موجات الراديو ، فإن طاقتها ضعيفة بحيث لا تستطيع في الغالب أن تؤثر على الألواح الفوتوغرافية .

أدى اختلاف طاقة الفوتونات السابق ذكره إلى تطوير واستخدام أجهزة خاصة تستطيع أن تلتقط تلك الفوتونات ، وقد أدى هذا الى تقسيم علم الفلك إلى عدة فروع تتطابق مع نوافذ محدودة من الطيف الكهرومغناطيسي ، ومن ذلك يمكن الإشارة إلى أن الكون غير المرئي هو الذي يمكن رصده عن طريق تأثيره على الفوتونات التي تتكون خارج نطاق الطيف المرئي ، وقد أظهرت طرق الرصد الحديث أن الكون غير المرئي يشمل أجسام عدة منها الثقوب السوداء والبيضاء وأشباه النجوم والنجوم النيوترونية وغيرها ، وحيث أن المجال لايتسع لهذا الكم الهائل من الأجسام فإن هذا المقال سيتناول الأجسام التالية :-

الأجرام السحيقة

تشمل المجرات السحيقة والأجسام الشبيهة بالنجوم والتي تم رصدها عن

● توزيع السحب المعتمة سيرس في المجرة .

طريق إزاحة الأشعة الحمراء ، وحيث أن الأجسام الشبيهة بالنجوم قد تم تناولها في مقال آخر فسيقتصر الحديث عن المجرات السحيقة .

● المجرات السحيقة

حاول العلماء رصد المجرات الأكثر بعداً عن الأرض أملا في الحصول على بعض المعلومات التي قد تدل على الكيفية التي تطورت بها تلك المجرات - والتي تعد أقدم عمرا من غيرها — أملا في الكشف عن العالم القديم . ولقد تمكن العلماء من رصد عدة مجرات تزيد إزاحتها الحمراء عن ٧٥ ميكرومتر، وتُعد المجرات البيضاوية العملاقة 3C324,3C427 ضمن المجرات الأكثر بعدا عن الأرض ، حيث تبعد عنا بحوالي عشرة بلايين سنة ضوئية ، وهذا يعني أننا ننظر إلى المجرة قبل عشرة بلايين سنة مضت، قال تعالى : ﴿فلا أقسم بمواقع النجوم ، وإنه لقسم لو تعلمون عظيم﴾ سورة الواقعة ، آية ٧٥ ، ومن المعلوم أن طيف المجرة 3C427 قد يدل على أن عمرها قد بلغ ستة بلايين سنة عندما انطلق منها الإشعاع الذي وصلنا بعد عشرة بلايين سنة ، وبذلك يكون عمر المجرة الفعلي ستة عشر بليون سنة ، وتفيد دراسة مثل هذه المجرات ومقارنتها بمجرات حديثة كالتي نعيش فيها في إلقاء الضوء على مدى التغير الذي يحدث في تركيب المجرات مع الزمن .

الأجرام المعتمة

وهي الأجرام التي يتم رصدها حسب مصدر الطيف الكهرومغناطيسي غير المرئي ، وقد تم تصنيفها بموجب ذلك الى مصادر أشعة جاما ، مصادر الأشعة تحت الحمراء ، المصادر الراديوية ، المادة المعتمة .

● مصادر اشعاعات جاما

تعد مفجرات اشعاعات جاما أحد المصادر الغامضة في ميدان الفلك الفيزيائي، فبعض هذه المصادر تصدر كميات هائلة من أشعاعات جاما (تعد أكبر

● توزيع النجوم والسدم اللامعة في المجرة .

حالات الإشعاع الكهرومغناطيسي طاقة) بينما يصدر البعض الآخر كميات أقل لأنها أبطأ قليلا (أطول انفجار يستغرق عدة مئات من الثانية الزمنية الواحدة) .

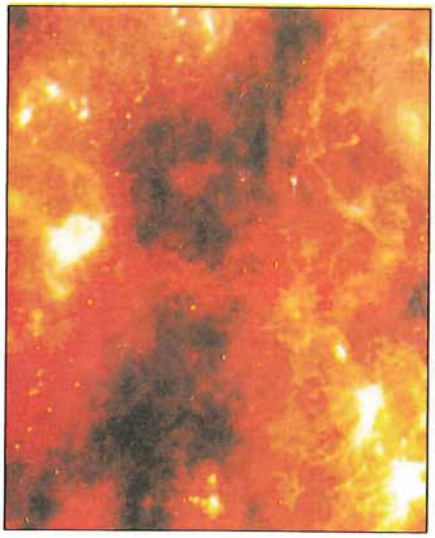
تتميز مصادر اشعاعات جاما الغريبة هذه بأنها اشعاعات ذات نطاق ترددي ضيق ، أما المصادر القوية الأخرى فإنها تصدر إشعاعا واسع النطاق نوعا ما ، ولكنها لا تشمل أياً من الأشعة الراديوية أو تحت الحمراء ، أو فوق البنفسجية ، وقد اتضح أن عددا بسيطا من المصادر المنعزلة تصدر أشعة سينية ضعيفة ، وقد اتجهت أنظار العلماء إلى أن ما يسمى بالنجوم النيوترونية ، والتي تمثل المرحلة النهائية من مراحل تطور النجوم ، هى أفضل ما يمثل اشعاعات جاما .

ويرى العلماء أن بداية تكوين النجوم النيوترونية كان باندماج نووي أدى إلى تكون كتلة النجم الجديد ثمانية أضعاف كتلة الشمس ، بعدها نشأ نجم ذو قلب ثقيل من المعدن ، ثم عقب ذلك انفجر النجم مؤديا إلى انكماش القلب ليكوّن ما يعرف بالسوبر نوفا . ونتج عن هذه العمليات المتعاقبة تكوُّن ما يسمى بالنجم النيوتروني، وهو عبارة عن كرة صغيرة لا يزيد قطرها عن عشرة كيلو مترات وذات كتلة تساوي ضعف كتلة الشمس. غير أن أرصاد اشعاعات جاما التي أخذت بوساطة المركبة الفضائية GRO(Gamma Rays Observer) والتي أطلقت في أبريل ١٩٩٢م ، استبعدت كون النجوم النيوترونية هي مصادر اشعاعات جاما ، وذلك يعود إلى أن هذه الأرصاد أظهرت أن اشعاعات جاما تأتي من جميع الإتجاهات في الفضاء ، وهذا يتنافى مع توزيع النجوم النيوترونية التي تشكل حشودا في مستوى المجرة .

وإذا لم تكن النجوم النيوترونية هي مصادر اشعاعات جاما ، فما هي مصادرها ؟ الإجابة المباشرة توحي بأن مفجرات اشعاعات جاما ليست أعضاء في مجرتنا ، بل إنها موزعة في داخل وخارج الكون توزيعا متساويا . وإذا كانت هذه الإجابة صحيحة ، فهذا يعني أن انفجارات اشعاعات جاما هي ضمن أقوى الأحداث الكونية .

بدأ العلماء النظريون في البحث عن العمليات الفيزيائية التي يمكنها أن تطلق طاقة كبيرة بهذا الحجم ، وقد ساد الإعتقاد في أحد الفروض بأن تصادما قد وقع بين ثقب أسود ذي كتلة تقارب كتلة النجوم ونجم نيوتروني ، فنتج عن ذلك انطلاق فيض هائل من اشعاعات جاما ، أما الإفتراض الآخر فيشير إلى أن الإندماج الحلزوني لنجمين نيوترونيين يدوران حول بعضهما قد يؤدي إلى إنتاج مثل هذه الطاقة ، وإذا حدث مثل هذا الإندماج في كل مجرة بمعدل كل مئة مليون عام فإنه سوف يؤدي إلى انفجارات تكفي لمحاكاة

● كوكبة الجبار حسب رؤيتها بمنظار بصري .



● كوكبة الجبار بمنظار الأشعة تحت الحمراء .

المعدل المرصود من اشعاعات جاما . ومن التفاسير البديلة لما تم رصده بوساطة GRO ، تفسير يعد أقل جاذبية فحواه الإعتقاد بأن اشعاعات جاما قد تصدر من أجسام موجودة حولنا وفي داخل مجرتنا ، غير أن أحدا لم يستطع أن يعطي أي فكرة عن ماهية الأجسام التي يمكن أن تتسبب في إصدار اشعاعات جاما عالية الطاقة .

● مصادر الأشعة تحت الحمراء

يقسم علماء الفلك مصادر الأشعة تحت الحمراء إلى السحب المعتمة والأشعة تحت الحمراء الخارجية .

(أ) السحب المعتمة

مكث الفلكيون ردحاً من الزمن في محاولة لفهم السحب المعتمة التي تنتشر على طول الطريق اللبني علها تلقي الضوء على معرفة وفهم الظروف والخطوات التي تولد من خلالها النجوم .

في عام ١٩٨٣م لمحت بارقة أمل ، وبدأت الخطوة الأولى عندما تمكن المنظار الفلكي للأشعة تحت الحمراء والمحمول على قمر اصطناعي يعرف باسم IRAS (Infrared Astronomical Satillite) ، من تزويد الفلكيين بأول صورة أشعة تحت حمراء كاملة للكون ، ولقد كشفت أجهزة المنظار أن الفضاء بأسره يكاد يكون مغطى بأشعة تحت حمراء ذات طول موجي يبلغ ١٠٠ ميكروميتر ، فقد امتلأت السماء بقطع مبعثرة تشبه في شكلها السحب الخفيفة المنتشرة في الطبقات العليا من الغلاف الجوي الأرضي والمعروفة باسم سيرس (Cirrus) ، ولهذا أطلق الفلكيون اسم (سيرس) على هذا النوع من سحب الأشعة تحت الحمراء ، ويتراوح عرض الفضاء المغطى بتلك السحب ما بين سنة ضوئية وعدة سنوات ضوئية .

اقتصرت الفترة التي سبقت اكتشاف IRAS لهذه السحب المعتمة ، على أرصاد السحب الترابية المظلمة والمنتشرة بين النجوم ، والمرصودة بوساطة المناظير البصرية . ولقد كانت هذه السحب تحجب ضوء النجوم التي تقع خلفها كلياً ، مما جعل الفلكيين في ذلك الوقت يعتقدون بأنها ثقوب في السماء ، وأنهم سوف يتمكنون من خلالها رصد المناطق التي تقع خلف النجوم .

وتتكون هذه السحب من كتل هائلة من الحبيبات الترابية البين نجمية ، والمكونة من السليكون ، والكربون والمغلفة بالمياه الثلجية المخلوطة ببعض الجزيئات العضوية كالكحول المثيلي والإثيلي والفورمالدهيد . وتشغل الذرات الترابية حيزا صغيرا في السحب المعتمة ، ولكنها كفيلة بحجب الضوء الموجود خلفها نسبة للحجم الهائل للسحب ، وهذا ما يجعلنا نرى هذه السحب معتمة مقارنة بمحيطها الذي تضيئه نجوم الطريق اللبني (مستوى المجرة) ، ومما يجدر ذكره أنه لوحظ أن هناك ارتباطا وثيقا بين توزيع السحب الترابية والهيدروجين الذري في المجرة .

(ب) الأشعة تحت الحمراء الخارجية

تبلغ الأشعة تحت الحمراء الصادرة من بعض المجرات حوالي عشرة أضعاف الأشعة المرئية الصادرة من نفس المجرات ، مما يدل على أن معدل إنتاج النجوم في تلك المجرات أكثر من غيرها ، وتشير الدلائل الأولى إلى أن الأشكال المرئية لهذه المجرات مخلخلة ، وقد تكون قوى الجذب المتبادلة التي أدت إلى تخلخل الشكل قد تسببت في انكماش السحب وتكوين النجوم ، ولقد لوحظ أيضا أن بعض مصادر الأشعة تحت الحمراء المكتشفة بوساطة IRAS لاتوجد لها مصادر مرئية (بصرية) مطابقة ، فقد تكون بعض هذه المصادر عبارة عن مجرات سحيقة تشع في مجال الأشعة تحت الحمراء بضع أضعاف ما تشعه في مجال الضوء المرئي ، ولكنها بعيدة عنا جدا بحيث لا يمكن رؤيتها بصريا ، ولا يستبعد أيضا أن تكون هذه المصادر عبارة عن مجرات أقزام تقع بالقرب منا ولكن لم يتسن لنا رؤيتها بالمناظير الفضائية الموجودة حاليا .

● المصادر الراديوية

من ضمن مصادر الطيف الكهرومغناطيسي غير المرئي للأجرام المعتمة المصادر الراديوية والتي تشتمل على المصادر الراديوية الخطية المجرية ومصادر المجرات النشطة .

(أ) المصادر الراديوية الخطية المجريّة

يعد الهيدروجين الذري H_I ذو الطول الموجي ٢١ سم ، أول خط طيفي راديوي يتم اكتشافه على الإطلاق ، ففي عام ١٩٤٥م تمكن العالم الهولندي فان دي هولست (Van de Holst) ، من قياس الطول الموجي للهيدروجين الذري في المعمل ، وقد توقع إمكان رصده في المادة البين نجمية ، وبعد سبعة أعوام من هذا التوقع ، تمكنت ثلاث مجموعات مختلفة في كل من أمريكا، هولندا ، واستراليا من رصده في المادة البين نجمية .

ويعد الهيدروجين الذري H_1 من أهم مكونات الوسط البين نجمي، حيث تقدر كتلته الكلية في المجرة بحوالي $٤,٨ \times ١٠^{٩}$ كتلة شمسية، أو ما يعادل ١٠ في المائة من كتلة المجرة، ويوجد الهيدروجين الجزيئي H_2 بنفس النسبة تقريبا. ولكنه على شكل سحب عملاقة (أماكن ولادة النجوم)، ذات كتل كبيرة من الغازات والأتربة ومن جانب آخر فإن الهيدروجين الذري ينتشر في جميع أنحاء المجرة، ويكثر وجوده في الأذرع وفي مستوى المجرة، ولذلك كان لرصده الأثر الكبير في رسم الصورة التفصيلية لشكل المجرة.

توالت بعد ذلك اكتشافات المركبات الكيميائية الأخرى، كغازات أول وثاني أكسيد الكربون، الأمونيا، الفورمالدهيد، الكحول المثيلي والاثيلي، وغيرها من المركبات العضوية وغير العضوية مع تفاوت نسب وجودها حسب الوفرة الكونية.

(ب) المجرات النشطة

إتضح أن معظم الأجسام التي تصدر إشعاعا راديويا مستمرا تقع خارج مجرتنا، ولذا فإنها تسمى بالمصادر الراديوية الخارجية، ويعد قلب مجرتنا المصدر الراديوي المعروف باسم SAGITTARIUS -A أحد أقوى المصادر الراديوية التي يمكننا رصدها داخل مجرتنا، ولكن إذا وضعنا مجرتنا (الطريق اللبني) على نفس المسافة التي تقع عليها المجرات الأخرى، فسوف يظهر إشعاعها الراديوي ضعيف جدا.

تصدر بعض المجرات إشعاعا راديويا قويا جدا يبلغ عشرات أضعاف ما تشعه المجرات العادية، ويطلق على مثل هذه المجرات اسم المجرات الراديوية، وهي في العادة تظهر بصريا على هيئة مجرات بيضاوية الشكل عملاقة غير متجانسة (غريبة الشكل). من جانب آخر فإن المجرات الراديوية والمجرات التي تشع كميات كبيرة من الأشعة السينية تزيد عن تلك التي تشعها المجرات العادية وتسمى بالمجرات النشطة.

كانت سيقناس (CYGNUS) هي أول مجرة راديوية تم رصدها، وهي تصدر إشعاعا راديويا تبلغ طاقته مليون مرة طاقة الإشعاع الراديوي التي تشعها مجرة الطريق اللبني، وتشع مجرة CYNGNUS- A وعدد كثير من المجرات الراديوية الأخرى إشعاعها ـ غالبا ـ من منطقتين منفصلتين تسميان الفصوص تقعان على جانب الجسم المرئي (البصري). ومما يجدر ذكره أن التحليلات المتواصلة التي خضعت لها الأجزاء البصرية (المرئية) لـ CYGNUS-A والمتصفة بجزأين منفصلين لم تعط أي إشارة عن أصل وتكوين هذا المصدر.

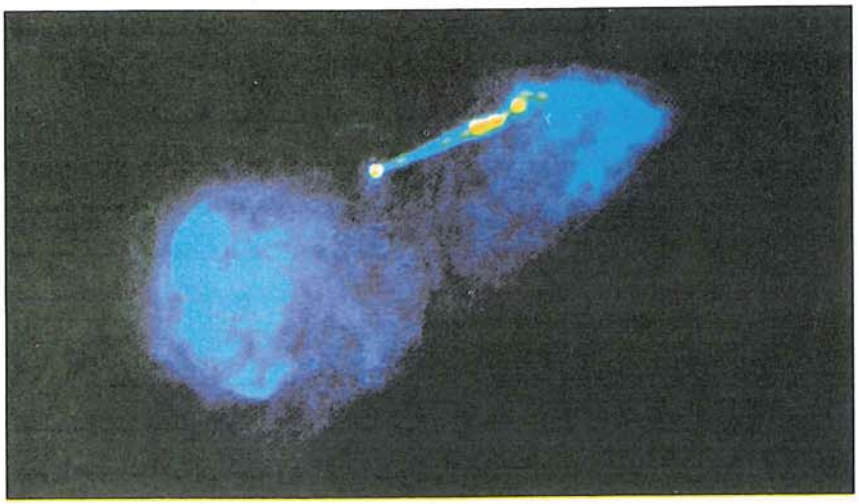
تظهر الصور المرئية المطابقة للمصادر الراديوية غريبة، فعلى سبيل المثال نجد أن التعريض الضوئي القصير للمجرة M87 ذات الفص الواحد المطابق للمجرة الراديوية القوية VIRGO-A، يظهر قاذفا بصريا من الغاز ويكون الضوء الخارج من القاذف مستقطبا مما يدل على أن عمليات التسريع الإلكتروني ما تزال في حالة نشاط.

وتشير أفضل النماذج النظرية إلى أن ثقبا أسودا عظيما يدور في قلب المجرة الراديوية متسببا في جذب المادة إليه، كما يوجد باستمرار قاذف ثنائي يحمل المادة ويسير بسرعات كبيرة في اتجاه مواز لقطبي الدوران، وهذا القاذف الثنائي هو الذي يحمل الطاقة إلى الفصوص (الفلقات). وقد يظهر أحيانا فص واحد فقط وفقا للإستقامة وإزاحة دوبلر، كذلك أظهرت الحسابات أن ثقبا أسودا عملاقا يستطيع أن يزود الفصوص بكمية الطاقة اللازمة لإبقائها مشعة.

● المادة المعتمة

عضدت اكتشافات القمر الإصطناعي المعروف باسم مكتشف الأشعة الكونية الخلفية COSMIC BACKGROUND EXPLORER "COBE") النظريات القائلة بأن الكون يحتوي على كميات كبيرة من المادة المعتمة تعادل أكثر من ٩٠٪ من مكونات الكون، وتختلف المادة المعتمة عن المادة الإعتيادية المكونة أصلا من الذرة وأجزائها في كونها لا ترى إلا عن طريق تأثير جاذبيتها على المادة الإعتيادية، وتقول النظريات بأنه لايمكن لهذه المناطق الهائلة أن تكون مكونة من المادة الإعتيادية، ولهذا السبب فإنها لابد وأن تكون مشتملة على مادة ما لم يسبق لنا رؤيتها أو تحضيرها في معاملنا، فلو كانت هذه المادة مادة اعتيادية تتفاعل مع الضوء، لكنا رأينا اختلافا كبيرا في درجة حرارة الأشعة الكونية المرصودة، ولكن التغير الطفيف المرصود في درجة الحرارة لا يمكن أن يحدث إلا بسبب مادة لا تتفاعل مع الضوء إلا عن طريق جاذبيتها.

ويمكن للمادة المعتمة أن تأخذ أشكالا عدة، إلا أن نتائج (COBE) تشير إلى أن المادة المعتمة الباردة هي أفضل شكل لها، وتتكون المادة المعتمة الباردة من جسيمات بطيئة الحركة ذات كتل كبيرة بحيث إنها تستطيع بفعل جاذبيتها أن ترتبط مع بعضها مكونة بذورا تقوم بدورها بسحب المادة الإعتيادية وتجميعها بصورة تؤدي إلى تكوين الكتل المادية الكبيرة كالمجرات وغيرها. وأخيرا فإن المرء يقف حائرا أمام ما يجري في هذا الكون الفسيح الذي لا يعلم سره إلا الخالق عز وجل.



● المنظر الراديوي للمجرة M87 وفيها يظهر قاذف واحد فقط يغذي الفص.