مقدمة في علم الفلك

تأليف

أ.د. محمد صالح النواوي

د. أيمن سعيد كردي **أ. حسين علي الطرابلسي**

قسم الفيزياء والفلك – كلية العلوم– جامعة الملك سعود

النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية

ح جامعة الملك سعود، ١٤٣٢هـ (٢٠١١م)
فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

النواوي، محمد صالح
مقدمة في علم الفلك . / محمد صالح النواوي ؛ أيمن سعيد كردي ؛ حسين علي الطرابلسي. - الرياض ، ١٤٣٢هـ
٢٧٨ص ؛ ٢١سم × ٢٨سم
ردمك : ٦- ٨٣٥- ٥٥- ٩٩٦٠- ٩٧٨
١- الفلك أ. كردي ، أيمن سعيد (مؤلف مشارك) ب- الطرابلسي ، حسين علي (مؤلف مشارك) ج.العنوان

ديوي ، ٥٢٠ ١٤٣٢/٦١٦٥

رقم الإيداع : ١٤٣٢/٦١٦٥
ردمك : ٦- ٨٣٥- ٥٥- ٩٩٦٠- ٩٧٨

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة، شكلها المجلس العلمي بالجامعة، وقد وافق المجلس العلمي على نشره - بعد اطلاعه على تقارير المحكمين - في اجتماعه السادس للعام الدراسي ١٤٣٢/١٤٣١هـ، الذي عقد بتاريخ ١٤٣١/١٢/٢٩هـ، الموافق٢٠١٠/١٢/٥م.

النشر العلمي والمطابع ١٤٣٢هـ

كلمة المؤلفين

بسم الله الرحمن الرحيم والصلاة والسلام على خاتم الأنبياء والمرسلين وعلى آله الطيبين وصحبه الغر الميامين وبعد، من الأمور المتفق عليها أن علم الفلك من العلوم المثيرة الجاذبة الماتعة في نفس الوقت. فالتطلع إلى السماء وتأمل أجرامها المختلفة وحركتها كفيلة بإثارة إعجاب الإنسان ثم فضوله بطرح الأسئلة والاستفسارات، التي لا تكاد أن تجد جواب لها إلا يتبعها وبشكل أكبر، فيض جديد آخر من التساؤلات، وكأننا في سباق غير متكافيء بين الاكتشافات والتساؤلات. حاول الإنسان وضع الأسس التي تحكم هذا العلم، مبنية على المشاهدة والبرهان، فكتب ووصف وحلّل، فنشأ عن ذلك مكتبة ضخمة لهذا العلم، وأصبح علم الفلك مقرراً لا تكاد تخلو منه جامعة رصينة للعلوم. ولكن مما يؤسف له المعاناة التي تعاني منها المكتبة العربية في النقص الحاد في المراجع العلمية الرصينة في شتى العلوم، ومنها علم الفلك. فمن هذا المنطلق، كان هدفنا منذ سنوات عديدة إخراج كتاباً في هذا الفن يكون مقدمة فيه. وكانت النواة الأولى له مذكرات أعطيت للطلاب الدارسين لمقرر الفلك (مقدمة للمجموعتين الشمسية والنجمية) في كلية العلوم بجامعة الملك سعود. وقد بذلنا جهدنا المتواضع في وضع محتويات هذا الكتاب ليكون مرجعاً ينهل منه الدارسون والمهتمون بعلم الفلك، لعله يسد ثغرة في مكتبة العلوم باللغة العربية.

وقد راعينا فيه بوصفه مقدمة لعلم الفلك، أن يغطي المطالب الرئيسة فيه، بطريقة مبسطة سلسة مدعومة بالأشكال التوضيحية والصور الحديثة الصادرة من المراصد الفلكية العالمية ووكالات الفضاء المعروفة وكذلك الجداول اللازمة المحتوية على أحدث المعلومات ما استطعنا إلى ذلك سبيلا. وقد أنهينا كل باب من أبواب هذا الكتاب بملخص مفيد لكل ما ورد فيه، ثم ختمناه بمجموعة من الأسئلة يختبر فيها الطالب نفسه ويقيم مقدار ما اكتسبه من معلومات.

يحتوي الكتاب على أحد عشر فصلاً، يتناول الفصل الأول مقدمة عامة وموجزة جداً عن علم الفلك، ثم في الفصل الثاني دور الحضارة الإسلامية ومشاهير علمائها الفلكيين في علم الفلك. خصصنا الفصل الثالث للتلسكوبات، بوصفها أداة مهمة تربط بيننا وبين أجرام السماء المختلفة وتفك الكثير من أسرارها وملامحها. أما

حركة الأجرام السماوية والقوانين التي تحكمها فقد تناولناها في الفصل الرابع. الفصول التالية حتى التاسع فقد أفردناها للمجموعة الشمسية: الأرض والقمر، الكواكب، الكويكبات والمذنبات، وأخيراً الشمس. أما العالم الخارجي، عالم النجوم بأنواعها المختلفة وحشودها ولمعانها وأطيافها، وكذلك مجرتنا درب التبانة والمجرات الخارجية ونشأت الكون وتطوره فقد احتواها الفصلان الأخيران بشرح مفصل ومبسط.

نأمل أن يكون ما كتبناه فائدة ومنبع معرفة لأبنائنا الدارسين ومعينا لهم في الاستزادة من هذا العلم، ومفتاحاً لما استعصي فهمه. ونحب أن نذكر هنا أن هذا جهد بشري يعتريه الهفوات والهنّات. فإن كان هذا، فصدورنا رحبة وقلوبنا سعيدة بتلقي أي ملاحظة بناءة تخدم ما يهدف إليه هذا الكتاب وتطويره. والله من وراء القصد.

المؤلفون

المحتويات

الفصل الأول: مقدمة

الفهم الحديث لعلم الفلك ١
دوران الأرض ٢
موقعنا في الكون ٣
التلسكوبات ٣
مجموعتنا الشمسية ٤
وحدات قياس المسافات الكونية ٥
سحب بين النجوم ٦
عالم النجوم ٦
الحشود النجمية ٧
المجرات والبناء الكوني ٨
بعض الأرقام الفلكية ٩

الفصل الثاني: علم الفلك في الحضارة الإسلامية

مقدمة ١١
تأثير اللغة العربية في الحضارة الغربية ١٢
أجهزة الرصد الفلكية الإسلامية ١٤
أهم المراصد الإسلامية ١٦
أهم الأعمال الفلكية الإسلامية ١٧
بعض مشاهير علماء الفلك العرب والمسلمين ١٩

ملخص ٢٤

الفصل الثالث: التلسكوبات

الطيف الكهرومغناطيسي ٢٧
الدراسات الطيفية ٢٨
مهام التلسكوب ٢٩
أنواع التلسكوبات ٣١
تلسكوبات الضوء المرئي ٣١
التلسكوبات الراديوية ٣٩
تلسكوبات الأشعة تحت الحمراء ٣٩
الرصد في الأشعة فوق البنفسجية والسينية ٤٠
ملخص ٤٢
أسئلة ٤٢

الفصل الرابع: خصائص عامة في المجموعة الشمسية

مقدمة ٤٣
قوانين كبلر ٤٤
قانون الجذب العام لنيوتن ٤٦
قانون كبلر المعدل ٤٨
السرعة المدارية لجرم سماوي ٤٩
مفاهيم فيزيائية لديناميكية الكواكب وتطبيقاتها ٥٠
مدارات الأقمار الصناعية ومركبات الفضاء ٥١
خصائص عامة للمجموعة الشمسية ٥٢
ملخص ٥٦
أسئلة ٥٦

الفصل الخامس: الأرض وتابعها

أولا: الأرض ٥٩
الغلاف الجوي ٦٠

طبقة الأوزون ٦١
نظريات عن ثقب الأوزون ٦٢
الملوثات التي تهدد طبقة الأوزون ٦٣
جيولوجية الأرض ٦٤
أهمية النشاط الجيولوجي على الأرض ٦٥
الغلاف المغناطيسي ٦٧
الأيونوسفير ٦٩
ثانيا: القمر ٦٩
مقدمة ٧٠
أطوار القمر ٧١
سماء القمر ٧٣
جيولوجية القمر ٧٤
تضاريس سطح القمر ٧٥
نظرية الفوهات ٧٦
ثالثا: حركة الأرض والقمر ٧٦
حركة الأرض المدارية ٧٦
حركة الأرض اليومية ٨٠
السبق ٨٤
دوران القمر حول الأرض ٨٥
الكسوف والخسوف ٨٧
ملخص ٩١
أسئلة ٩٢

الفصل السادس: الكواكب الأرضية (شبيهة الأرض)

صفات عامة للكواكب الأرضية ٩٣
أولا: عطارد ٩٤
اسنكشاف عطارد ٩٤

عبور عطارد ٩٦
الغلاف المغناطيسي والتركيب الجيولوجي ٩٧
تضاريس السطح ٩٨
ثانيا: الزهرة ٩٩
استكشاف الزهرة ٩٩
خواص عامة ١٠٠
الغلاف الجوي ١٠١
جيولوجية الزهرة ١٠٢
ثالثا: المريخ ١٠٤
استكشاف المريخ ١٠٤
خواص عامة ١٠٤
الغلاف الجوي ١٠٥
قبعات الثلج ١٠٦
جيولوجية المريخ ١٠٨
القنوات المريخية ١٠٩
رابعا: فهم تطور الكواكب الأرضية ١١٠
ملخص ١١٢
أسئلة ١١٢

الفصل السابع: الكواكب المشتراوية (شبيهة المشتري)

استكشاف الكواكب الخارجية ١١٣
صفات عامة للكواكب العملاقة ١١٤
أولا: المشتري ١١٦
الغلاف الجوي ١١٧
المجال المغناطيسي ١١٩
الأقمار والحلقات ١١٩
ثانيا: زحل ١٢٣
الأقمار ١٢٥

الأقمار المتوسطة والصغيرة ١٢٦
الحلقات ١٢٨
ثالثا: أورانوس ١٢٩
الغلاف الجوي والتركيب الداخلي ١٣٠
الأقمار والحلقات ١٣٠
رابعا: نبتون ١٣١
الأقمار والحلقات ١٣٢
القمر تريتون ١٣٣
ملخص ١٣٥
أسئلة ١٣٦

الفصل الثامن: الكويكبات والمذنبات

أولا: الكويكبات ١٣٧
خصائص عامة ١٣٨
تسمية الكويكبات ١٤٠
مدارات الكويكبات ١٤٠
عائلات الكويكبات ١٤٢
طرق قياس حجم الكويكب ١٤٢
كتلة الكويكبات ١٤٣
أنواع الكويكبات ١٤٣
أصل الكويكبات ١٤٣
ثانيا: المذنبات ١٤٤
خصائص عامة ١٤٤
تركيب المذنبات ١٤٦
احتراق المذنب شوميكر- ليفي ٩ في غلاف المشتري ١٤٧
مستقبل المذنب ١٤٨
الشهب والنيازك ومادة ما بين الكواكب ١٤٨

ثالثا: نشأة المجموعة الشمسية ١٥٣
هل توجد مجموعات شمسية أخرى ١٥٤
ملخص ١٥٤
أسئلة ١٥٥

الفصل التاسع: الشمس

خواص عامة ١٥٧
التركيب ١٥٩
اللف ١٦٥
البقع الشمسية ١٦٥
تأثير أشعة الشمس على الأرض ١٦٧
الطاقة النووية ١٦٨
ملخص ١٧٠
أسئلة ١٧١

الفصل العاشر: النجوم

أولا: خواص أساسية للنجوم ١٧٤
أقدار النجوم ١٧٤
القدر الظاهري ١٧٦
القدر المطلق ١٧٧
الدليل اللوني ١٧٨
قانون بلانك للإشعاعية ١٧٨
أبعاد النجوم ١٧٩
سرعات النجوم ١٨١
أطياف الهيدروجين ١٨٢
الأنواع الطيفية للنجوم ١٨٣
العلاقة بين ألوان النجوم وحرارتها ١٨٤
شكل H-R ١٨٥

أقسام الضياء ١٨٧
النجوم المزدوجة ١٨٨
تحديد كتل النجوم ١٨٩
حساب أقطار النجوم ١٩١
ثانيا: النجوم المتغيرة والحشود النجمية ١٩٢
النجوم المتغيرة ١٩٢
أنواع النجوم النابضة ١٩٢
الحشود النجمية ١٩٣
الخواص العامة للحشود بأنواعها المختلفة ١٩٥
شكل H-R للحشود النجمية ١٩٦
ثالثا: تركيب النجوم وتفاعلاتها النووية ١٩٨
سلسلة التفاعلات النووية ١٩٨
رابعا: سحب بين النجوم (مهد النجوم) ٢٠١
كيمياء سحب ما بين النجوم ٢٠٣
ولادة النجوم ٢٠٥
خامسا: قصة حياة النجوم ٢٠٦
تطور حياة النجم على التتابع الرئيس ٢٠٧
تطور الشمس إلى عملاق أحمر ٢٠٨
انحلال الإلكترونات ٢٠٩
شرارة الهيليوم ٢٠٩
القزم الأبيض ٢١٠
السوبر نوفا ٢١١
النجم النيتروني أو البلسار ٢١٢
أهم خواص النجم النيتروني ٢١٣
قصة حياة السوبر نوفا 1987A ٢١٥
الثقب الأسود ٢١٦

ملخص ٢١٨
أسئلة ٢٢١

الفصل الحادي عشر: الكون

أولا: مجرتنا درب التبانة ٢٢٤
وصف عام للمجرة ٢٢٤
الحشود الكرية داخل المجرة ٢٢٧
نظرية موجات الكثافة الحلزونية ٢٢٨
النجوم القديمة والحديثة ٢٢٩
كتلة المجرة ٢٣٠
نواة المجرة ٢٣٠
ثانيا: المجرات ٢٣٢
أنواع المجرات ٢٣٢
المجرات الحلزونية ٢٣٣
المجرات البيضاوية ٢٣٣
المجرات غير المنتظمة ٢٣٥
أبعاد المجرات ٢٣٦
الخواص الفيزيائية للمجرات ٢٣٧
ثالثا: المجرات النشطة ٢٣٨
مقدمة ٢٣٨
تصادم وتلاحم المجرات ٢٤٢
رابعا: حشود المجرات ٢٤٣
الحشد المحلي ٢٤٣
الحشود الغنية بالمجرات ٢٤٣
تمدد الكون ٢٤٧
قوة الجاذبية وخاصية العدسة ٢٤٨
نشأة الكون وتطوره ٢٤٩

ملخص ٢٥١
أسئلة ٢٥٣
الملاحق ٢٥٥
المراجع ٢٥٩
ثبت المصطلحات ٢٦١

قائمة الأشكال

الفصل الأول

الشكل (١,١): تلسكوب كوديه الكاسر 15سم (مرصد جامعة الملك سعود) ٤

الشكل(١,٢): صورة تخيلية للمجموعة الشمسية حيث تظهر الكواكب في مداراتها حول الشمس (NASA) ٥

الشكل(١,٣): سديم السرطان. ويتضح من الصورة أن السحب كبيرة في حجمها واتساعها (HST) ٦

الشكل(١,٤): نجم الشعرى ورفيقه القزم (على رأس السهم)، وحشد الثريا (HST) ٧

الشكل(١,٥): صورة أرضية للحشد النجمي الكُري NGC 6397، وصورة فضائية له (ESA) ٨

الشكل(١,٦): صورة تخيلية للحشد المحلي الفائق ٩

الشكل(١,٧): تلاحم بين مجرتين حلزونيتين NGC 2207 مع IC 2163 (HST) ٩

الفصل الثاني

الشكل(٢,١): اسطرلاب، ونماذج لكرات سماوية (مرصد جامعة الملك سعود) ١٥

الشكل(٢,٢): بقايا مرصد أولغ بك بسمرقند ١٦

الفصل الثالث

الشكل(٣,١): ألوان الطيف الكهرومغناطيسي ٢٧

الشكل (٣,٢): تلسكوب كاسر 15سم، وتلسكوب عاكس 45 سم (مرصد جامعة الملك سعود) ٣١

الشكل(٣,٣): مرصد Yerkes ٣٢

الشكل(٣,٤): الزيغ اللوني الناشيء عن العدسات، وطريقة تصحيحه ٣٣

الشكل(٣,٥): أنواع التلسكوبات العاكسة ٣٤

الشكل(٣,٦): (أ) العيب (الزيغ) الكروي الناشيء عن المرآة الكروية، وطريقة تصحيحه ٣٥

الشكل(٣,٧): تلسكوب مرصد Palomar ٣٦

الشكل(٣,٨): تلسكوب متعدد المرايا (MMTO) ٣٧
الشكل(٣,٩): مرآة مرصد Keck ٣٨
الشكل(٣,١٠): تلسكوب Hubble الفضائي ٣٨
الشكل(٣,١١): مرصد Arecibo الراديوي (NAIC) ٣٩
الشكل(٣,١٢): منظومة VLA لتلسكوبات راديوية (NRAO) ٤٠
الشكل(٣,١٣): القمر الصناعي للأشعة تحت الحمراء (NASA) ٤١
الشكل(٣,١٤): القمر الصناعي الفلكي للأشعة فوق البنفسجية (NASA)..... ٤١

الفصل الرابع

الشكل(٤,١): قطع ناقص..... ٤٤
الشكل(٤,٢): قوة التجاذب ٤٦
الشكل(٤,٣): الأبعاد النسبية للكواكب ٥٣

الفصل الخامس

الشكل(٥,١): طبقات الغلاف الجوي للأرض (Astronomy Today) ٦١
الشكل(٥,٢): التركيب الداخلي للأرض..... ٦٥
الشكل(٥,٣): صفائح القارات (Astronomy Today) ٦٦
الشكل(٥,٤): طبيعة طبقات الأرض، وسيناريو مبسط للنشاط الداخلي بالأرض ٦٦
الشكل(٥,٥): قوة وآثار النشاط الجيولوجي المدمرة: الزلازل والبراكين (Astronomy Today)..... ٦٦
الشكل(٥,٦): الغلاف المغناطيسي للأرض ٦٧
الشكل(٥,٧): ظاهرة الشفق القطبي..... ٦٧
الشكل(٥,٨): صورة لقطعة من نيزك وجدت في صحراء المملكة العربية السعودية (جامعة الملك سعود) ٦٨
الشكل(٥,٩): صور لأوجه القمر المختلفة (Lick observatory) ٧٢
الشكل(٥,١٠): كيفية حدوث أوجه القمر..... ٧٣
الشكل(٥,١١): دائرة البروج ٧٨
الشكل(٥,١٢): الفرق بين اليوم الشمسي واليوم النجمي..... ٨٠
الشكل(٥,١٣): مزولة شمسية ٨١
الشكل(٥,١٤): معادلة الوقت خلال السنة ٨٢

الشكل(٥,١٥): خط طول جرينتش ٨٣
الشكل(٥,١٦): المناطق التوقيتية ٨٣
الشكل(٥,١٧): مقارنة بين لف مغزل ولف الأرض ٨٤
الشكل(٥,١٨): الدائرة التي يعملها محور الأرض نتيجة للسبق خلال 258000 سنة ٨٥
الشكل(٥,١٩): شكل هندسي لكسوف الشمس ٨٨
الشكل(٥,٢٠): صورة الشمس وقت الكسوف الكلي، مناطق ظل القمر على الأرض (NASA)..... ٨٨
الشكل(٥,٢١): كسوف حلقي وكسوف جزئي (NASA). ٨٨
الشكل(٥,٢٢): شكل هندسي لخسوف القمر..... ٨٩
الشكل(٥,٢٣): خسوف كلي وجزئي (مرصد جامعة الملك سعود)..... ٩٠
الشكل(٥,٢٤): مقطع لمخروط ظل الأرض، ومسار القمر في الظل وشبه ظل الأرض. ٩٠

الفصل السادس

الشكل(٦,١): البعد الزاوي بين عطارد والشمس كما يرى من الأرض ٩٥
الشكل(٦,٢): رسم توضيحي يبين العلاقة بين مدة لف عطارد ومدة دورته..... ٩٦
الشكل(٦,٣): يواجه عطارد الشمس بنفس الجانب في كل دورتين حولها. ٩٦
الشكل(٦,٤): اليمين: صورة لعبور عطارد أمام قرص الشمس عام 2006، وتوضيح لمسار العبور ٩٧
الشكل(٦,٥): عطارد أغلبه لب ٩٨
الشكل(٦,٦): تضاريس سطح عطارد (NASA)..... ٩٨
الشكل(٦,٧): تركيب الغلاف الجوي لكوكب الزهرة ١٠١
الشكل(٦,٨): فوهة بركانية على الزهرة بارتفاع 1.5 كم، والمادة البركانية تمتد لمسافة 300 كم وبعرض 5 كم (NASA) ١٠٢
الشكل(٦,٩): أكبر فوهة نيزكية رصدت على الزهرة واتساعها 280كم، ومكان هبوط المركبة الروسية فينيرا 9 (NASA) ١٠٣
الشكل(٦,١٠): قمرا المريخ فوبوس وديموس (NASA) ١٠٥
الشكل(٦,١١): جبل أوليمبوس مونز Olympus mons وهو أعلى جبال المجموعة الشمسية (NASA) ١٠٧
الشكل(٦,١٢): تغير قبعات الثلج على القطب الشمالي للمريخ خلال فصول السنة المريخية (HST) ١٠٧
الشكل(٦,١٣): أهم معالم سطح المريخ: فوهات، الغلاف الجوي الرقيق، سطح المريخ المتميز بالحمرة (NASA) . . ١٠٨

الشكل(٦,١٤): قناة مريخية ضخمة (NASA). ١٠٩

الفصل السابع

الشكل(٧,١): تركيب الأغلفة الجوية للكواكب العملاقة. ١١٥
الشكل(٧,٢): التركيب الداخلي للكواكب المشتراوية (NASA) ١١٦
الشكل(٧,٣): البقعة الحمراء، ويتضح عنف الحركة في الغلاف الجوي للمشتري (HST)..... ١١٨
الشكل(٧,٤): المجال المغناطيسي للمشتري، والتيار الكهربي الناتج عن مسار القمر ايو <(Astronomy Today) .. ١١٩
الشكل(٧,٥): أقمار المشتري الكبيرة (أقمار جاليلو). من اليمين: كالستو، جانيميد، اوروبا، أيو ذو البراكين النشطة..... ١٢٠
الشكل(٧,٦): القمر تيتان أكبر أقمار زحل ١٢٥
الشكل(٧,٧): تركيب الغلاف الجوي لتيتان..... ١٢٦
الشكل(٧,٨): حلقات زحل، مقارنة مع الأرض (NASA) ١٢٨
الشكل(٧,٩): سطح القمر تريتون (NASA)..... ١٣٣
الشكل(٧,١٠): حلقات نبتون(NASA) ١٣٤

الفصل الثامن

الشكل(٨,١): حزام الكويكبات في المنطقة الواقعة بين مداري المريخ والمشتري..... ١٣٨
الشكل(٨,٢): الكويكبات: جاسبرا Gaspra، إيروس Eros، ماثيلد Mathilde (NASA). ١٣٩
الشكل(٨,٣): غالبية الكويكبات تقع على بعد يتراوح بين 2.2 إلى 3.3 وحدة فلكية..... ١٤٠
الشكل(٨,٤): الكويكبات الطروادية. ١٤١
الشكل(٨,٥): قياس القطر الزاوي لكويكب..... ١٤٢
الشكل(٨,٦): يتغير شكل المذنب عند اقترابه من الشمس..... ١٤٥
الشكل(٨,٧): المذنب C/2002 V1 عام 2003 ، وتركيب المذنب ١٤٦
الشكل(٨,٨): الذيلان الترابي والأيوني للمذنب (NASAg)..... ١٤٧
الشكل(٨,٩): في الأعلى: نواة المذنب Tempel 1 عند ألتحام المجس Deep Impact بها في يوليو 2005. وأوضح صورة أخذت لنواة مذنب وهي لنواة المذنب Wild 2's كما صورتها المركبة Stardust في يناير 2004 (NASA) .. ١٥٠
الشكل(٨,١٠): متابعة لقطع مذنب شوميكر- ليفي خلال سنة (HST)، ومكان احتراق قطع المذنب في جو المشتري، وصورة مكبرة لمكان الارتطام (ESA)..... ١٥١

الشكل(٨,١١): الدمار الناتج في منطقة تنجسكا Tunguska ١٥١
الشكل(٨,١٢): فوهة أريزونا الناشئة عن سقوط نيزك.....١٥٢
الشكل(٨,١٣): فكرة حدوث ظاهرة الزخ الشهبي عند مرور الأرض بمدار المذنب. ١٥٢

الفصل التاسع

الشكل(٩,١): توازن الجاذبية والضغط في الشمس وهي خاصية عامة في النجوم المستقرة.....١٥٩
الشكل(٩,٢): المناطق الداخلية للشمس (SOHO)..... ١٦٠
الشكل(٩,٣): الحبيبات الشمسية (NASA) ١٦١
الشكل(٩,٤): شياظ شمسية (Institute for Solar Physics of the Royal Swedish Academy of Sciences)... ١٦٢
الشكل(٩,٥): تغير درجة الحرارة من مركز الشمس إلى سطحها..... ١٦٢
الشكل(٩,٦): تغير درجة الحرارة خلال طبقات الغلاف الجوي للشمس. ١٦٢
الشكل(٩,٧): غازات كثيفة هائلة من الحمم شمسية، تواريخ الصور: 15 مايو 2001، 28 مارس 2000, 18 يناير 2000, 2 فبراير 2001 (SOHO)..... ١٦٣
الشكل(٩,٨): تأثير الرياح الشمسية على الغلاف المغناطيسي للأرض (SOHO). ١٦٤
الشكل(٩,٩): حساب لف الشمس باستخدام ظاهرة دوبلر. ١٦٤
الشكل(٩,١٠): دورة البقع الشمسية (National High Altitude Observatory). ١٦٦
الشكل(٩,١١): مجموعة من البقع الشمسية العملاقة، ومقارنة مع حجم الأرض (SOHO). ١٦٧
الشكل(٩,١٢): صور حقيقية لمختلف الظواهر الشمسية، والطبقات الداخلية، وطبقات الغلاف الجوي للشمس (SOHO). ١٦٨
الشكل(٩,١٣): التفاعلات النووية التي تحدث في باطن الشمس وينتج عنها تكوين الهيليوم من الهيدروجين.....١٦٩

الفصل العاشر

الشكل(١٠,١): توضيح لفكرة القدر المطلق ١٧٧
الشكل(١٠,٢): منحنيات بلانك لإشعاع النجوم..... ١٧٨
الشكل(١٠,٣): التغير في اتجاه الجرم بالنسبة للخلفية كما يشاهد من راصدين متباعدين..... ١٧٩
الشكل(١٠,٤): أكبر خط أساس على الأرض يساوي قطرها..... ١٨٠
الشكل(١٠,٥): قياس زاوية اختلاف المنظر وحساب بعد النجم..... ١٨١
الشكل(١٠,٦): العلاقة بين البعد والحركة الذاتية والسرعة العمودية..... ١٨٢

الشكل(١٠,٧): سلاسل الطاقة الناتجة عن انتقال إلكترون ذرة الهيدروجين بين مستويات الطاقة المختلفة..... ١٨٣
الشكل(١٠,٨): الأنواع الطيفية للنجوم..... ١٨٥
الشكل(١٠,٩): شكل H-R لمجموعة من مشاهير النجوم..... ١٨٦
الشكل(١٠,١٠): أقسام ضياء النجوم، وكتل النجوم على التتابع الرئيس مقارنة بكتلة الشمس..... ١٨٨
الشكل(١٠,١١): حساب كتلة نجمين في نظام مزدوج..... ١٩٠
الشكل(١٠,١٢): العلاقة بين الكتلة والضياء..... ١٩٠
الشكل(١٠,١٣): العلاقة بين القدر ومدة تغير اللمعان للنجوم المتغيرة..... ١٩٣
الشكل(١٠,١٤): علاقة H-R لحشود كرية افتراضية (Exploration of the Universe). ١٩٦
الشكل(١٠,١٥)أ: علاقة H-R لحشد مفتوح حديث (Exploration of the Universe)..... ١٩٧
الشكل(١٠,١٥)ب: علاقة H-R للحشود المفتوحة (Exploration of the Universe). ١٩٨
الشكل(١٠,١٦): سلسة التفاعلات النووية..... ٢٠٠
الشكل(١٠,١٧)أ: منطقة N11 لتكون النجوم في سحابة ماجلان الكبرى (HST). ٢٠٢
الشكل(١٠,١٧)ب: نجوم حديثة النشأة NGC 346 في سحابة ماجلان الصغرى (HST)..... ٢٠٢
الشكل(١٠,١٨)أ: سديم رأس الحصان NGC 2024، ونجم النطاق متوهجا بالقرب من رأس الحصان (Astronomy Today). ٢٠٣
الشكل(١٠,١٨) ب: سديم لامع NGC 1999 (HST)..... ٢٠٣
الشكل(١٠,١٩): سديم الجبار (M42 or NGC1976) (HST) ٢٠٤
الشكل(١٠,٢٠): مسار التطور لنجم كتلته قريبة من كتلة الشمس (Exploration of the Universe) ٢٠٨
الشكل(١٠,٢١): سديم Helix، وسديم عين القط (HST)..... ٢١٠
الشكل(١٠,٢٢): نجم الشعرى ورفيقه B (على رأس السهم) (HST) ٢١١
الشكل(١٠,٢٣): خمس صور لمجرات مختلفة مع سوبرنوفا (HST) ٢١٢
الشكل(١٠,٢٤): سديم السرطان (HST) ٢١٣
الشكل(١٠,٢٥): النجم النيوتروني في حجم مدينة على سطح الأرض رغم كبركتلته..... ٢١٣
الشكل(١٠,٢٦): نموذج للنجم النيوتروني ومجاله المغناطيسي ٢١٤
الشكل(١٠,٢٧): سديم السرطان من مرصد Palomar، وصورة فضائية رائعة لوسط السديم ونجم بلسار داخله (HST) ٢١٤

الشكل(١٠,٢٨): سوبر نوفا 1987A في سحابة ماجلان الكبرى، وصورة مكبرة له (HST) ٢١٧
الشكل(١٠,٢٩): تجربة مركبة فايكنج في انحرف الضوء نحو الشمس ٢١٨

الفصل الحادي عشر

الشكل(١١,١): منظران رأسي وجانبي لدرب التبانة وأذرع المجرة..... ٢٢٥
الشكل(١١,٢): مجرة المرأة المسلسلة (NASA).....٢٢٥
الشكل(١١,٣): الريشة التي تحتوي على الشمس وجيرانها من النجوم (Astronomy Today).....٢٢٦
الشكل(١١,٤): صورتان لمجرتنا: في المجال تحت الأحمر، وفي المجال المرئي (NASA)..... ٢٢٧
الشكل(١١,٥): نموذج للمنطقة المركزية لمجرة درب التبانة ٢٣٢
الشكل(١١,٦): صور مختلفة لمجرات حلزونية من اليمين: M100, M51, M81 (HST). ٢٣٤
الشكل(١١,٧) مجرات حلزونية عصوية M1300, M 1672 (HST).. ..... ٢٣٤
الشكل(١١,٨): مجرات بيضاوية VCC 1993, NGC 4660 (HST). ٢٣٤
الشكل(١١,٩): مجرات غير منتظمة NGC 1427A, NGC 6822 (HST) ٢٣٥
الشكل(١١,١٠): كوازار 3C 273 (HST). ٢٤٠
الشكل(١١,١١): صور عديدة لتلاحم مجرات (HST)..... ٢٤٢
الشكل(١١,١٢): حشد المجرات المحلي ٢٤٤
الشكل(١١,١٣): 100 مجرة من حشد السنبلة (HST). ٢٤٥
الشكل(١١,١٤): حشد شعر الأميرة (HST)..... ٢٤٥
الشكل(١١,١٥): حشد من المجرات على بعد 4 بليون سنة ضوئية (HST)..... ٢٤٦
الشكل(١١,١٦): قوة الجاذبية وخاصية التكبير. الأقواس الكبيرة دليل لخاصية الجاذبية في التكبير (HST). ٢٤٩
الشكل(١١,١٧): فكرة عمل قوة الجاذبية للحشد على انحراف الأشعة الصادرة من الأجرام البعيدة. ٢٤٩

المصادر التي أقتبست منها أغلب الصور وبعض الأشكال التوضيحية في هذا الكتاب:

1) Astronomy Today by E. chisson and S. HeMillan,2002.
2) European Space Agency (ESA)
3) Exploration of the universe by G. Abell, D. Morrison and S. Wolff, 1987
4) Hubble Space Telescope (HST)
5) Institute for Solar Physics of the Royal Swedish Academy of Sciences
6) Keck Observatory
7) King Saud university observatory (مرصد جامعة الملك سعود، قسم الفيزياء والفلك)
8) Lick observatory

9) Multiple Mirror Telescope Observatory (MMTO)
10) National Aeronautics and Space Administration (NASA)
11) National Astronomy and Ionosphere Center (NAIC)
12) National High Altitude Observatory
13) National Radio Astronomy Observatory (NRAO)
14) Palomar observatory
15) Solar and Heliospheric Observatory (SOHO)
16) Yerkes observatory, the university of Chicago, Department of astronomy and astrophysics.

قائمة الجداول

الجدول(٢,١): بعض الألفاظ العربية التي دخلت في اللغات الأوربية..... ١٤

الجدول(٣,١): الأشعة الكهرومغناطيسية. ٢٨

الجدول(٤,١): توزيعات الكتل داخل المجموعة الشمسية..... ٤٣

الجدول(٤,٢): المجال المغناطيسي وتركيب الغلاف الجوي للكواكب ٥٤

الجدول(٤,٣): اليوم والسنة والبعد بين الشمس والكواكب. ٥٥

الجدول(٤,٤): الجاذبية ودرجة الحرارة للكواكب المختلفة..... ٥٥

الجدول(٥,١): معلومات عن الأرض. ٦٠

الجدول(٥,٢): معلومات عن القمر..... ٧١

الجدول(٥,٣): الأشهر الميلادية والسريانية. ٧٨

الجدول(٥,٤): أشهر التقويم البروجي..... ٧٩

الجدول(٥,٥): الأسماء الدارجة لمنازل الشمس ٨٠

الجدول(٥,٦) : منازل القمر. ٨٦

الجدول(٦,١): معلومات عن عطارد. ٩٤

الجدول(٦,٢): عبورات عطارد لخمس سنوات قادمة، التوقيت حسب جرنتش. ٩٧

الجدول(٦,٣): معلومات عن الزهرة..... ١٠٠

الجدول(٦,٤): النسبة المئوية لبعض الغازات الموجودة في جو: الأرض والزهرة والمريخ ١٠١

الجدول(٦,٥): معلومات عن المريخ ١٠٥

الجدول(٦,٦): مكونات سطح المريخ. ١٠٨
الجدول(٧,١): نسبة العناصر داخل الكواكب العملاقة. ١١٤
الجدول(٧,٢): بعض المقارنات بين الكواكب المشتراوية ١١٥
الجدول(٧,٣): خصائص المشتري. ١١٨
الجدول(٧,٤): التركيب الكيميائي للغلاف الجوي للمشتري..... ١٢٠
الجدول(٧,٥): بعض خواص الأقمار الكبيرة في المجموعة الشمسية. ١٢١
الجدول(٧,٦): تكوين الأسطح في الأقمار السبعة الكبيرة. ١٢٢
الجدول (٧,٧): معلومات عن حلقات الكواكب العملاقة.....١٢٣
الجدول(٧,٨): الخواص العامة لزحل..... ١٢٤
الجدول(٧,٩): تركيب الغلاف الجوي لكل من المشتري وزحل..... ١٢٤
الجدول(٧,١٠): المجال المغناطيسي لبعض الكواكب. ١٢٤
الجدول(٧,١١): تركيب الغلاف الجوي لتيتان..... ١٢٥
الجدول(٧,١٢): الخواص العامة لأورانوس..... ١٢٩
الجدول(٧,١٣): معلومات عن كوكب نبتون..... ١٣٢
الجدول(٨,١): بعض الزخات الشهبية المشهورة. ١٤٩
الجدول(٩,١): بعض المعلومات المهمة عن الشمس..... ١٥٨
الجدول(١٠,١): القدر الظاهري والمطلق لبعض الأجرام السماوية ١٧٦
الجدول(١٠,٢): مقارنة بين ثلاثة نجوم مختلفة اللمعان. ١٨٥
الجدول(١٠,٣): النجوم المتغيرة..... ١٩٣
الجدول(١٠,٤): نوعا الحشود وصفاتها العامة..... ١٩٦
الجدول(١٠,٥): جمهرتا النجوم الحديثة والقديمة..... ١٩٧
الجدول(١٠,٦): خواص كل من الشمس والقزم الأبيض والنجم النيوتروني..... ٢١٥
الجدول(١٠,٧): حجم الثقب الأسود ٢١٧
الجدول(١١,١): أنواع المجرات ٢٣٢