الفصل الثالث
الكواكب السيارة و أصل المنظومة الشمسية

دراسة الكواكب السيارة

١- **قطر الكوكب :** يستخدم احياناً جهاز المايكرومتر الذي يربط بالمرقب الفلكي لأجل قياس القطر المرئي للكوكب بالثواني القوسية ومن معرفة القطر نتمكن من حساب المساحة السطحية وحجم الكوكب.

٢- **كتلة الكوكب:** ان حسساب كتلة الكوكب تتم استخدام قانون كبلر فيما كان للكوكب تابع ويتم ذلك بقياس مدة دورة التابع حول الكوكب وبأستخدام العلاقة أدناه :

$$M_s + M_E = \frac{4\pi^2 r^3}{GP^2}$$

حيث أن M_S كتلة الشمس
M_E كتلة الأرض
r معدل بعد الشمس عن الأرض
P الزمن الدوراني للأرض حول الشمس = ٣١.٥٦ مليون ثانية
G ثابت الجذب العام = ٦.٦٦٧ x 10^{-8} داين سم^{٢} / غم^{٢}

أما اذا لم يكن للكوكب تابع كما هو الحال في عطارد والزهرة فأننا نحصل على كتلته من مدى تاثيره على مدارات الكواكب الاخرى أو على مدار مذنب معين فيما اذا أقرب منه

٣- **كثافة الكوكب:** أن كثافة الكوكب هي كتلته مقسومه على حجمه أي أن :

$$\rho_p = \frac{M_p}{\frac{4}{3}\pi R_p^3}$$

حيث R_p معدل نصف قطر الكوكب

٤- **معدل الجاذبية السطحية للكوكب:** اذا ما تعرفنا على كتلة الكوكب فأن الجاذبية السطحية للكوكب a_p تستخرج من المعادلة التالية:

$$a_p = G\frac{M_p}{R^2}$$

حيث M_p كتلة الكوكب و G ثابت الجذب العام.

٥- **مدة دورة الكواكب حول نفسها:** لقياس المدة الدورانية لأي كوكب نستخدم الطريقة التالية:
يقاس الزمن المستغرق بين دورتين متتاليتين لعلامه واضحة على سطح الكوكب ثم ادخال ابسبب الانكسارات الجوية للأشعة وكذلك بسبب تغيير زمن وصول ضوء هذه الكواكب علينا وفي حالة عدم وجود علامات متميزة على سطح الكوكب نستخدم الطرق التالية:

أ- استخدام ظاهرة دوبلر في ازاحة الخطوط الطيفية لحافة قرص الكوكب للحصول على سرعة الاقتراب أو الابتعاد عن الارض.

ب- التغييرات الفوتومترية الناشئة من اختلاف النورانية من منطقة لأخرى على سطح الكوكب.
ج- يمكن حساب سرعة دوران الكوكب من التغيرات الحاصلة في القوة المركزية الناتجة من البعد بين قطبي الكوكب

٦- **لمعان الكوكب:** نحصل على لمعان الكوكب من الارصادات الفوتومترية وبما أن لمعانه يعتمد على بعده من الشمس لذلك تتغير نورانيته تغيراً عكسياً مع مربع بعده عن الشمس.
٧- **درجة حرارة الكوكب :** يمكن تقدير درجة حرارة الكوكب بواسطة الدراسات الخاصة بكمية الحرارة المشعة لأنها تبين معدل امتصاص الكوكب للحرارة ومعدل ما يشعه منه.
٨- **معالم سطح الكوكب :**تتم دراستها باستخدام المراقب البصرية ثم تدون العلامات البارزة في أوقات مختلفة أو بواسطة بعض الاجهزة الموضوعة على متن المركبات الفضائية.
٩- **توابع الكوكب:** بواسطة القياسات المايكرومترية نتمكن من التعرف على ابعاد وماوقع الاقمار بالنسبة الى مركز قرص الكوكب .

الكواكب السيارة:

عطارد (رمزه ☿) هو أصغر كواكب المجموعة الشمسية وأقربها إلى الشمس، وتسميته الكوكب عطارد: مصدر التسمية - لسان العرب – طارد ومطّرَد أي المتتابع في سيره، وأيضاً سريع الجري ومن هنا اسم الكوكب عطارد الذي يرمز إلى السرعة الكبيرة لدوران الكوكب حول الشمس.

يبلغ قطره حوالي ٤٨٨٠ كلم وكتلته ٠.٠٥٥ من كتلة الأرض ويتم دورته حول الشمس خلال ٨٧.٩٦٩ يوم. لعطارد أعلى قيمة للشذوذ المداري من بين جميع كواكب المجموعة الشمسية، ولديه أصغر ميل محوري من بين هذه الكواكب وهو يكمل ثلاث دورات حول محوره لكل دورتين مداريتين. يتغير الحضيض في مدار عطارد في حركته البدارية بمعدل ٤٣ دقيقة قوسية في كل قرن، وشُرح ذلك من خلال النظرية النسبية العامة لألبرت أينشتاين في مطلع القرن العشرين.

يظهر عطارد بشكل متألق عندما يراه الناظر من الأرض، ويتراوح القدر الظاهري له بين -٢.٣ إلى ٥.٧، لكن ليس من السهل رؤيته عندما يكون في زاوية الاستطالة الأعظمية بالنسبة إلى الشمس والتي تبلغ ٢٨.٣ درجة. وبما أنه لا يمكن رؤية عطارد في وهج النهار إلا إذا كان هناك كسوف للشمس لذلك يمكن مشاهدته في الفجر والشفق.

المعلومات المتوفرة حول عطارد قليلة نسبياً إذ أن التلسكوبات الأرضية لم تكشف سوى الأجزاء الهلالية من سطح عطارد. إن أول مسبار فضائي فضائي زار كوكب عطارد هو مارينر ١٠ والذي أسقط خرائطاً لحوالي ٤٥% من سطحه منذ عام ١٩٧٤ حتى ١٩٧٥، أما الرحلة الثانية فكانت بواسطة المسبار ميسنجر الذي أضاف ٣٠% من الخرائط لهذا الكوكب عندما مر بقربه في ١٤ كانون الثاني سنة ٢٠٠٨.

يشبه عطارد قمر الأرض في شكله، إذ يحوي العديد من الفوهات الصدمية ومناطق سهلية ناعمة. ولا يوجد له أقمار طبيعية أو غلاف جوي. ولكنه يملك نواة حديدية على عكس القمر مما يؤدي إلى توليد حقل مغناطيسي يساوي ١% من قيمة الحقل المغناطيس للأرض. تعتبر كثافة هذا الكوكب استثناء بالنسبة إلى حجمه نظراً للحجم الكبير لنواته، أما درجات الحرارة فهي متغيرة بشكل كبير وتتراوح بين ٩٠ إلى ٧٠٠ كلفن.

يبلغ من صغر عطارد أن بعض الأقمار الضخمة، من شاكلة غانيميد وتيتان، أكبر منه حجمًا. تتكوّن تركيبة عطارد من ٧٠% معادن و ٣٠% سليكات، وكثافته هي ثاني أكبر كثافة في المجموعة الشمسية وتقل عن كثافة الأرض بحوالي ٥.٥١٥ غ/سم^3 فقط. يلجأ العلماء إلى كثافة عطارد لتحديد بنيته الداخلية، حيث يقولون أنه بسبب حجم الكوكب الصغير وعدم انضغاط مكوناته الداخلية، فإنه لا بد من أن تكون نواته ضخمة الحجم ومكونة بمعظمها من الحديد.

يرجع تاريخ رصد عطارد إلى الألفية الأولى قبل الميلاد. كان علماء الفلك الإغريق يعتقدون أن هذا الكوكب عبارة عن جرمين منفصلين، وذلك قبل القرن الرابع قبل الميلاد، وأطلقوا على أحد هذين الجرمين تسمية "أبولو"، واعتقدوا أنه لا يظهر للعيان إلا عند الشروق، وأطلقوا على الآخر تسمية "هرمس"، واعتقدوا أنه لا يمكن رؤيته إلا عند الغروب. يُشتق الرمز الفلكي لعطارد من شكل الصولجان الأسطوري لإله التجارة الإغريقي هرمس.

سطح عطارد كروي ومشابه إلى حد كبير لسطح قمر الأرض وتظهر عليه بقع معتمة تسمى بحار القمر مشابهة لما هو على القمر، تشكلت نتيجة النشاط البركاني، وحفر كبيرة مما يدل على نشاطه الجيولوجي منذ مليارات السنين. بما أن المعلومات حول تضاريس عطارد مستقاة من رحلة مارينر ١٠ والمراقبة الأرضية فإن المعرفة بطبيعته أقل من بقية الكواكب، وحاليا فإن المعلومات المستقاة من خلال بيانات المسبار مسينجر تزيد في المعرفة الإنسانية لهذا الكوكب، وعلى سبيل المثال اكتشاف فوهة تصادمية غير عادية ذات نشاط إشعاعي أطلق العلماء عليها اسم "العنكبوت".

تشير خصائص البياض إلى وجود مناطق ذات انعكاسيات مختلفة، وبالتالي يمتلك عطارد تضاريس مختلفة من جبال وسهول وأودية وتلال ومنحدرات. تعرض عطارد لقصف نيزكي وبالكويكبات بعد فترة قليلة من تكونه منذ ٤.٦ مليارات سنة وربما تعرض خلال فترة لاحقة إلى ما يسمى قصف شديد متأخر منذ ٣.٨ مليارات سنة، وخلال هذه الفترة تشكلت فوهات تصادمية كثيرة وتلقى تصادمات على كامل سطحه، ومع مضي بعض الوقت أصبح الكوكب نشط بركانيا وتشكلت بعض التضاريس المختلفة. ويستدل على قدم الفوهات التصادمية عن النشاط الداخلي للكوكب بسبب رصد التضاريس المختلفة من سلاسل جبلية وسهلية ووديان تقطع الفوهات التصادمية. ومن أشهر معالم السطح منطقتين حاراتين تصل فيهما درجة الحرارة إلى أعلى قيمة، يقع في إحدهما أشهر فوهة وهي "حوض كالوريس" التي يقدر عمرها بأربعة آلاف مليون سنة ويعتقد أن سبب تكونها هو اصطدام ضخم حصل على سطح الكوكب في هذه المنطقة، ودعيت بهذا الاسم لتعني الحرارة، *Calorie*، حيث أن متوسط الحرارة يصل إلى أقصى درجاتها ٤٣٠ درجة مئوية حين يكون هذا الحوض في الحضيض ومقابل الشمس مباشرة. أما في الجهة المقابلة للحوض مباشرة من الجهة الأخرى فهي منطقة ذات مرتفعات وتضاريس شاذة غير منتظمة تغطي ٣٦٠ ألف كلم مربع من مساحة الكوكب وتتألف من أودية وتلال وجبال يصل ارتفاعها إلى كيلومترين وتدعى الأرض الغريبة (بالإنكليزية: Weird terrain) والتي يعتقد أن الموجات الناتجة عن الاصطدام المسبب لفوهة كالوريس هي السبب في تكوين هذه المنطقة على الجهة المقابلة.

خصائص المدار	
الدهر	J2000
الأوج	69,816,900كم 0.466 697وحدة فلكية
الحضيض	46,001,200كم 0.307 499وحدة فلكية

نصف المحور الرئيسي	57,909,100كم 0.387 098وحدة فلكية
الشذوذ المداري	0.205 630
فترة الدوران	1 87.969يوم (0.240 846سنة يوليوسية) 0.5أيام شمسية عطارديّة
الفترة الإقترانية	115.88أيام
متوسط السرعة المدارية	47.87كم/الساعة
زاوية وسط الشذوذ	174.796°
الميل المداري	7.005°بالنسبة لمسار الشمس 3.38°بالنسبة لخط الاستواء 6.34°بالنسبة إلى مستو ثابت
قطر زاو	4.5" – 13"
زاوية نقطة الاعتدال	48.331°
زاوية الحضيض	29.124°
الأقمار	لا يوجد
الخصائص الفيزيائية	
متوسط نصف القطر	2,439.7 ± 1.0كم 0.3829الأرض
التفلطح	0
مساحة السطح	7.48×10^7كم² 0.147أرض
الحجم	6.083×10^{10}كم³ 0.056أرض
الكتلة	3.3022×10^{23}كلغ[1] 0.055أرض
متوسط الكثافة	5.427غرام/سم٣
جاذبية السطح	3.7م/ث² 0.38غ
سرعة الإفلات	4.25كم/ثانية[1]
مدة اليوم الفلكي	58.646يومًا 1407.5ساعات
سرعة الدوران	10.892كم/ساعة
المطلع المستقيم القطبي الشمالي	18س ٤٤ د ٢ ث 281.01°
الميلان القطبي	61.45°
بياض	0.068 (رباط بياضي)

	) 0.142بياض هندسي (

حرارة السطح	الدنيا	المتوسطة	القصوى
- 0°N, 0°W	100كلفن	340ك	700ك
- 85°N, 0°W	80ك	200ك	380ك

القدر الظاهري	2.6–حتى ٥.٧
الغلاف الجوي[1]	
الضغط السطحي	ضئيل
العناصر	**قائمة**