الشهب ما هي؟
وكيف نرصدها؟
تأليف
سناء مصطفى عبده

إهداء

بعد حمد الله العظيم وشكره،
أهدي عملي هذا لعائلتي التي آزرتني دائماً...

المؤلفة

سناء مصطفى عبده

محتويات الكتاب

المقدمة

الفصل الأول ظاهرة الشهب Meteors

أولاً مكونات النظام الشمسي

ثانياً المذنبات

ثالثاً الكواكب

رابعاً المادة الشهابية أو النيزكية

٤-١ الشهب

٤-١-١ زخات الشهب والمذنبات

٤-١-٢ المذنب سويفت – تتل وشهب البرشاويات

٤-١-٣ المذنب تمبل – تتل وشهب الأسديات

٤-٢ الكرات النارية

٤-٣ النيازك

خامساً تاريخ علم فلك الشهب

سادساً منظمة الشهب الدولية

سابعاً الطرق المتبعة في رصد الشهب

ثامناً أهمية رصد الشهب

الفصل الثاني عملية الرصد Meteors Observing

أولاً توقيت عملية الرصد

ثانياُ موقع الرصد

ثالثاُ متطلبات عملية الرصد

رابعاً الاستعداد لعملية الرصد

خامساً ماذا سنسجل؟

سادساً القدر الحديّ

سابعاً الشهاب المرصود

ثامناً زخات الشهب النشطة

تاسعاً رصد الكرات النارية

الفصل الثالث تقرير منظمة الشهب IMO-Meteor report

الفصل الرابع الملاحق

المقدمة

الشهب ظاهرة فلكية تحدث في الغلاف الجوي للأرض، وهي ظاهرة تلفت انتباه العديد من هواة الفلك وتحفزهم على الخروج إلى الأماكن المعتمة بحثاً عن سماءٍ صافية لرصدها، وربما يميل البعض إلى بعث نتائج الرصد التي حصلوا عليها إلى منظمة الشهب الدولية للمشاركة في الأرصاد العالمية. والشهب تستوجب الكثير من المعرفة الفلكية لإتقان رصدها بصرياً، فلا عجب أن أطلق عليها صائد المذنبات المشهور ديفيد ليفي لقب " أحسن معلم للفلك" فراصد الشهب يحتاج إلى معرفة بعض المصطلحات الفلكية وفهمها حتى يتمكن من فهم ما هي ظاهرة الشهب، ويعرف كيفية رصدها بطريقة علمية صحيحة. ومن هذه المصطلحات العامة المذنبات، والكواكب، والمادة الشهابية والظواهر الناشئة عنها مثل الشهب، والكرات النارية، والنيازك وجميع هذه المصطلحات ضرورية وعلى الراصد التأكد من معناها وعدم اللبس بينها. ثم ينتقل راصد الشهب إلى المصطلحات المتعلقة بعملية رصد الشهب بشكل خاص، والتي حاولت في كتابي هذا أن أقوم بتوضيحها بشكل مبسط لتكون قريبة من فهم القارئ مهما كان مستوى معرفته الفلكية.

وعلى القارئ معرفة أن الشهب لا تشكل خطراً أبداً على الأرض حتى وإن كانت على شكل عاصفة شهابية. لأن المادة الشهابية المسؤولة عن حدوث مثل هذه الظواهر تتأين وتضمحل بشكل كامل عند دخولها الغلاف الجوي وكما أنها تحدث على ارتفاعات عالية جداً عن سطح الأرض. ولكن هذه الحبيبات الغبارية قد تشكل خطراً ضئيلاً جداً على الأقمار الصناعية التي تدور حول الأرض في حال اصطدمت بها. فمن يرغب برصد الشهب عليه القيام بذلك والاستمتاع دون خوف أو قلق.ويتم رصد الشهب بالعين المجردة وقد يقوم الراصد بتصويرها بالكاميرا للحصول على صور جميلة غالباً ما يتم نشرها في مجلات فلكية عالمية متخصصة، مما يزيد من الدافعية والحماس لانتظار مواعيد زخات الشهب وخاصة اللامعة منها.

الفصل الأول ظاهرة الشهب Meteors

قبل أن نبدأ الحديث عن ظاهرة الشهب في النظام الشمسي علينا أن نتعرف على مكونات النظام الشمسي بشكل بسيط ومختصر لأن هذا سيساعدنا على ربط الأمور دون لبس عند طرح المفاهيم والمصطلحات الفلكية المختلفة والمتعلقة بالشهب ما هي؟ وكيف نرصدها؟

أولاً مكونات النظام الشمسي Solar System

يتألف **النظام الشمسي Solar System** بشكل أساسي من أقرب نجم للأرض وهو **الشمس Sun**. والشمس نجم أصفر اللون، متوسط الحجم، يبلغ متوسط حرارة سطحها الخارجي قرابة ستة آلاف درجة سليسيوس. ويقدر متوسط بعد الأرض عن الشمس بقرابة ١٥٠ مليون كم وهو ما يدعى **بالوحدة الفلكية Astronomical Unit**. وتقدر قيمة الوحدة الفلكية بأنها متوسط بعد الأرض عن الشمس، لأن مدار الأرض حول الشمس إهليلجي حيث تكون الأرض في أبعد نقطة عن الشمس في شهر حزيران ويكون فصل الصيف لسكان النصف الشمالي للأرض ويصل بعد الأرض عن الشمس حينها ١٥٢ مليون كم، أما أقرب نقطة إلى الشمس فتكون في شهر كانون أول ويكون فصل الشتاء لسكان النصف الشمالي للأرض ويصبح بعد الأرض عن الشمس ١٤٧ مليون كم فقط، فعند الحديث عن بعد الأرض عن الشمس نأخذ المتوسط وهو الذي يمثل بالوحدة الفلكية. وكذلك الحال بالنسبة لبعد باقي الكواكب عن الشمس.

والأرض Earth أحد **الكواكب Planets** التي تدور حول الشمس في مدارات إهليلجية ويبلغ عددها ثمانية كواكب رئيسية بدءاً بكوكب عطارد الأقرب وانتهاءً بكوكب نبتون الأبعد–حيث قام الاتحاد الفلكي العالمي بإقصاء بلوتو من مرتبة

كوكب رئيس إلى مرتبة كوكب قزم- وتحتل الأرض البعد الثالث بينها، ولبعض هذه الكواكب عدداً من **الأقمار التابعة Moons** ويتغيّر عددها مع تطور وتقدم وسائل الرصد والتصوير الفلكي ومع تطور تكنولوجيا المركبات الفضائية التي تبث كماً هائلاً من المعلومات الجديدة عن هذا النظام الشمسي، وقد أصبح عدد هذه الأقمار (حتى عام ٢٠٠٦) ١٦٢ قمرا.

وهناك مجموعة هائلة من الأجسام الصخرية التي تدور في مدار يقع بين مداري كوكبي المريخ والمشتري تُعرف باسم **الكويكبات Asteroids** ويقدر بعدها عن الشمس بقرابة ٢,٨ وحدة فلكية، ويعتقد بأن أصل هذه الكويكبات كوكب فشل في التكوّن بسبب وقوعه بين قوتي جذب عملاقتين هما الشمس من جهة وعملاق المجموعة الشمسية كوكب المشتري من جهة أخرى.

وكما يوجد العديد من الأجسام الجليدية خارج مدار الكوكب نبتون وتعرف باسم **حزام كايبر Kuiper Built** ويعتقد أن كوكب بلوتو ينتمي إلى هذا الحزام لتشابه الصفات بينها وقد تم اكتشاف العديد من الأجسام الشبيه بهذا الكوكب مثل سيدنى وأيرس وغيرها.

ومن مكونات النظام الشمس أيضاً **المذنبات Comets** وهي أجسام جليدية صخرية تدور حول الشمس في مدارات شديدة التفلطح (الاستطالة)، بحيث تقترب جداً من الشمس وهي في الحضيض، وتبتعد جداً عن الشمس وهي في الأوج. وعند اقترابها من الشمس وهي في الحضيض تُحَرر الكثير من الغازات بسبب تسخين سطح المذنب بأشعة الشمس، فيتسامى الجليد ويتحول إلى غاز يجرف معه الغبار المخلوط بالجليد ويبقى سابحا في نفس المدار وراء المذنب مشكلاً ذيلاً طويلاً يمتد إلى آلاف بل ملايين الكيلومترات باتجاه معاكس لاتجاه الشمس.

وأما المادة الموجودة بين الكواكب وتقع خارج حدود الغلاف الجوي للأرض فتدعى **المادة الشهابية أو النيزكية Meteoroids** وتعدّ هذه المادة المسؤولة بشكل أساسي عن تكون ظاهرة **الشهب Meteors** عند تفاعلها مع الغلاف الجوي للكوكب، أما إذا كانت كتلتها كبيرة ولم تتأين بالكامل وسقط جزء منها على سطح الكوكب فتدعى **النيازك Meteorites**.

من هنا نلاحظ أن الشهب ظاهرة تحدث في الغلاف الجوي للكوكب وليست مكوّن من مكونات النظام الشمسي.

ثانياً المذنبات Comets

المذنبات أجرام سماوية غير منتظمة الشكل، تتكون من كتلٍ من الجليد والصخور والغازات، وقد اقترح الفلكي Fred Whipple فرد ويبل عام ١٩٥٠ وصفاً يدل على أن المذنبات كرات جليدية متسخة "dirty snowballs" لأنها في معظمها تتكون من الجليد المخلوط بالغازات وبعض الأتربة والصخور. وتختلف في خصائصها عن الكواكب فعدا عن أشكالها غير المنتظمة مقارنة مع الكواكب كروية الشكل بشكل عام، فان مداراتها شديدة الاستطالة بحيث يتفاوت موقعها بالنسبة للشمس بشكل كبير جداً من حيث القرب والبعد مقارنة مع مدارات الكواكب الإهليلجية أو الشبه دائرية.

وقد تم الاتفاق على تقسيم المذنبات إلى قسمين رئيسيين حسب طول دورة كل منها حول الشمس وهذان القسمان هما:

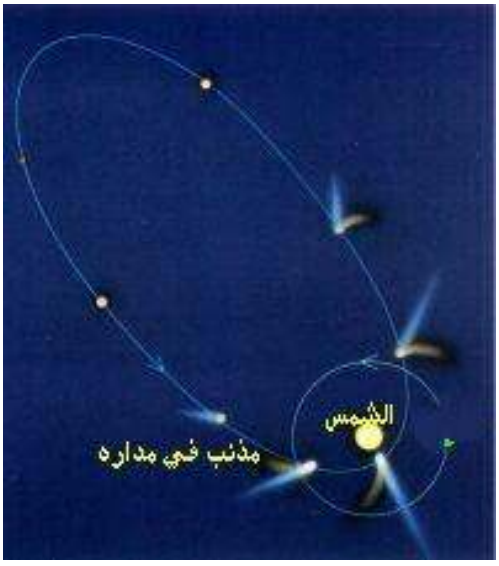
١- مذنبات طويلة الدورة Long –period comets حيث تستغرق مدة دورانها حول الشمس فترة زمنية أكثر من ٢٠٠ سنة.

٢- مذنبات قصيرة الدورة Short-period comets حيث تستغرق مدة دورانها حول الشمس فترة زمنية أقل من ٢٠٠ سنة. ومذنب هالي Halley الذي يتم دورة واحدة حول الشمس خلال ٧٦ سنة يعد من هذا النوع. بينما مذنب هيل–بوب Hale-Bopp الشهير والذي مر في سماء الأردن عام ١٩٩٧ وتم التقاط العديد من الصور الرائعة له وحاز بعضها على شهرة عالمية كما في الشكل(١-١) (الصورة بعدسة الزميل محمد عودة– الجمعية الفلكية الأردنية) هذا المذنب يعد من النوع الأول طويل الدورة حيث يتم دورة واحدة حول الشمس في ٢٤٠٠ سنة.

ولا ترى المذنبات عند وجودها في مدارها بعيداً عن الشمس لأنـــها أجسام معتمة وغير مضيئة بذاتها، ولكن مع اقترابها من الشمس تبـــدأ مادة هذه الكتلة المظلمة بالتبخر والتفكك والتسامي. وتُـكنس هذه المادة خلف جسم المذنب بفعـــــــل الرياح الشمسية فتشكل ذيلاً طويلاً جداً يمتـــــد خلف نواة المذنب الشكل (١-٢)، حيث تعمل هذه المادة على عكس أشعة الشمس الساقطة عليها فنراه.ويكون اتجاه هذا الذيل دائما معاكساً للشمس، وعند وصول المذنب إلى هذه المرحلة يتشكل مفهومه كما نتصوره من نواة وهالة تحيط بالنواة وذيلاً قـــــــد يمتد إلى ملايين الكيلومترات وتبدو أجزاء المذنب واضحة في الشكل (١-٣) والذي يمثل صورة المذنب وست الذي ظهر عام ١٩٧٥م. ومع دوران المذنب وابتعاده عن الشمس يبدأ الذيل بالاختفاء تدريجيا أيضا. وقد يتكون للمذنب أكثر من ذيل كما، وهذان الذيلان هما:

الذيل الأيوني(الغازي) Plasma Tail :

الشكل(١-١): مذنب هيل- بوب في سماء الأردن عام ١٩٩٧



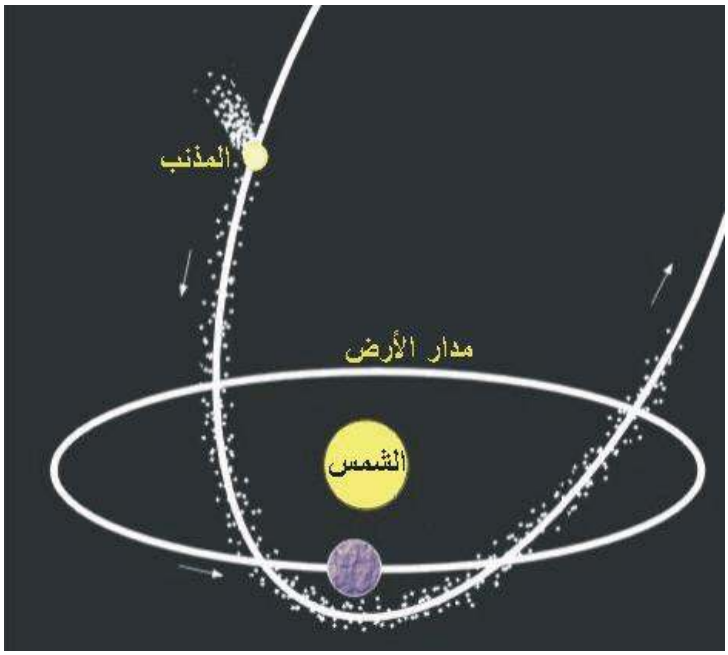
الشكل (١-٢): المذنب في مداره.

الشكل(١-٣): أجزاء المذنب

يتكون هذا الذيل من غازات متأينة والكترونات ويكون لونه مائلاً إلى الأزرق بسبب تأين أول أكسيد الكربون الذي يعطي اللون الأزرق الحاد كما يظهر في الصورة، ويمتد هذا الذيل بشكل مستقيم إلى مسافات كبيرة جداً تقارب الوحـــدة الفلكية أي ما يعادل ١٥٠ مليون كم خلف نواة المذنب باتجاه معاكس للشمس.

١- الذيل الغباري Dust tail:

يمثل هذا الذيل حبيبات الغبار التي تم كنسها بفعل الرياح الشمسية خلف المذنب، لذا يكون لونه مائلاً إلى البياض أو الصفرة، ويتميّز هذا الذيل الغباري بكونه أعرض وأقصر من الذيل الأيوني وينحرف عنه على شكل قوس لأن جسيمات الغبار أثقل من الغاز المتأين.



الشكل (١-٣): تقاطع مدار الأرض مع مدار المذنب.

وتبقى جسيمات الغبار هذه خلف المذنب مكونةً جدولاً من الحبيبات والأتربة والجليد وغيرها من المواد التي تسامت أو تبخرت بفعل اقتراب المذنب من الشمس، ويسير هذا الجدول من الجسيمات حول الشمس في مدار المذنب نفسه. ويحرر المذنب في كل زيارة له بالقرب من الشمس الكثير من الغاز والغبار في مداره. ومع مرور الزمن وبعد عدة زيارات تنتشر هذه المادة في مدار المذنب نفسه وتمر بعدة مراحل من التطورات تنتهي فيها بمدار عريض وقليل الكثافة. وتعبر الأرض هذا المدار مرة واحدة على الأقل في أثناء حركتها حول الشمس في مدارها. وقد تعبر من خلاله مرتين كما يظهر في الشكل رقم (١-٣).

وعملية العبور هذه هي التي تولد ظاهرة زخات الشهب وترتبط معها كما سنرى لاحقا.

ثالثاً الكواكب Planets

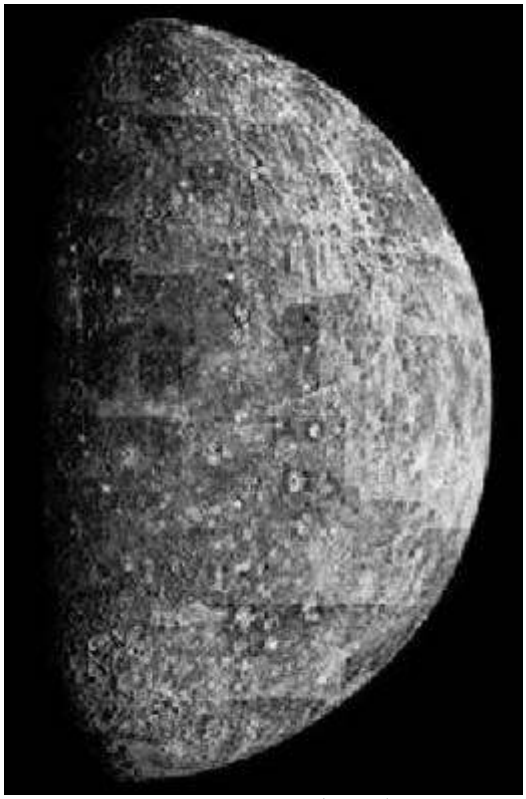
تعرف الكواكب بأنها أجرام سماوية باردة تدور حول الشمس في مدارات إهليلجية بحيث تتفاوت في بعدها وهي في مدارها عن الشمس، وحسب قانون كبلر الأول فإن أقرب موقع لها بالنسبة للشمس يدعى **بالحضيض Perihelion**، وأبعد موقع لها عن الشمس يدعى **بالأوج Aphelion**. والأرض الكوكب الثالث من حيث البعد عن الشمس وتبعد بالمتوسط قرابة ١٥٠ مليون كيلومتراً وتعرف هذه المسافة باسم الوحدة الفلكية كما مر معنا.وتقسم الكواكب إلى فئتين رئيسيتين هما **الكواكب الداخلية Inner Planets** وتشمل عطارد، والزهرة، والأرض، والمريخ وتدعى بالكواكب الصخرية وذلك بسبب تركيبها الصخري وهي صغيرة الحجم نسبياً وعالية الكثافة ولها أغلفة جوية رقيقة السمك أو معدومة

والكواكب الخارجية Outer Planets وتشمل المشتري، وزحل، وأورانوس، ونبتون.

وترتبط ظاهرة الشهب فقط بالكواكب والأقمار التابعة التي لها غلاف جوي مثل الأرض، لأن هذا الغلاف ضروري لاحتكاك حبيبات الغبار المتساقطة نحو سطح

الكوكب بفعل الجاذبية وبالتالي تأين جزيئات الغاز وتبخر واضمحلال مادتها وحدوث ظاهرة الشهب والتي سنتعرف عليها بالتفاصيل لاحقا.

أما الكواكب والأقمار التي لا تملك غلافاً جوياً لا يمكن رصد ظاهرة الشهب فيها، وعليه فان أية مواد ساقطة على سطح هذه الكواكب تهبط إلى السطح مباشرة دون أن تتأين أو تتبخر أو تضمحل مادتها. وإذا كان سقوطها قوياُ فإنها تسبب في حدوث فوهات نيزكية تتفاوت في أقطارها من ملليمترات إلى أمتار بل وكيلومترات في بعض الأحيان إذا كان حجمها كبيراً حيث تولد انفجارات هائلة بسبب تحول طاقتها الكامنة إلى حرارة مباشرة. ويمكن مشاهدة مثل هذه الفوهات بوضوح على سطح القمر وسطح كوكب عطارد كونهما يخلوان من الغلاف الجوي والشكل (١-٥) يمثل صورة سطح الكوكب عطارد حيث تظهر الفوهات بشكل واضح.



الشكل(١-٥): سطح كوكب عطارد

رابعاً المادة الشهابية أو النيزكية Meteoroids

تمثل المادة الشهابية أو النيزكية المادة المنتشرة في الفضاء الواسع بين كواكب النظام الشمسي خارج حدود الغلاف الجوي للأرض. وتوجد هذه المادة على شكل حبيبات من الغازات والأتربة، وقد تكون قطعا صخرية أو جليدية. وتدور في مستوى مدار الكواكب حول الشمس وبنفس اتجاه حركة الكواكب من الغرب إلى الشرق.

وتعدّ مخلفات المذنبات وهي المادة التي يخلفها المذنب وراءه بعد دورانه حول الشمس أحد المصادر لهذه المادة، وتدور هذه المخلفات في مستوى مدار المذنب نفسه وبنفس الاتجاه.

ومن المصادر الأخرى لها تصادم الكويكبات مع بعضها، ومهما كان أصل هذه المادة فإنها المسؤول الأول والرئيس عن حدوث عدد من الظواهر في أثناء سقوطها في الغلاف الجوي للكوكب مثل ظاهرة الشهب، والكرات النارية، أما حين تسقط على كوكبٍ خالٍ من الغلاف الجوي فإنها تسبب الفوهات النيزكية في موقع تصادمها على سطح الكوكب. وسنتعرف على هذه الظواهر في البند التالي.

وتختلف الظواهر التي تنشأ عن دخول المادة الشهابية أو النيزكية إلى الغلاف الجوي للأرض من حيث النوع والتسمية فقد تكوّن ظاهرة **الشهب الفرادى Sporadic meteors** أو ظاهرة **زخات الشهب Meteor showers** أو ظاهرة **الكُرات النارية Fire balls** أو **النيازك Meteorite**.

وسبب الاختلاف بين ظاهرة الشهب مهما كان نوعها والكرات النارية والنيازك هو كتلة حبيبات المادة الشهابية التي تدخل الغلاف الجوي للكوكب.

فالشهب والكرات النارية والنيازك ظواهر تحدث في الغلاف الجوي للكوكب التابع للنظام الشمسي ولا يجوز أن نعدها من مكونات النظام الشمسي نفسه إذ تعدّ قبل

دخولها الغلاف الجوي وتفاعلها معه مادة شهابية أو نيزكية Meteoroids سابحة في الفضاء بين الكواكب.

١-٤ الشهب Meteors

يسقط الكثير من المادة الشهابية كل يوم على الأرض. فبعضها نراه ليلاً للحظة قصيرة على شكل خط لامع من الضوء بفعل احتكاك هذه الحبيبات بالهواء الجوي وتبخر المادة كاملة عن سطحها فتنتهي حياتها بعد ومضة خاطفة وهذا ما يسمى **بالشهاب Meteor**.

والكثير من هذه المواد المتساقطة لا نراه بسبب سقوطها في مناطق غير مأهولة أو بفعل الغيوم أو سقوطها أثناء النهار أو بفعل التلوث الضوئي. فنحن نرى من الشهب ما كان لامعاً وسقط أمامنا في لحظة معينة من الليل. كما يظهر في الشكل (١-٦).

فالشهب تمثل الضوء الساطع الناتج عن الاحتكاك بين هذه المواد المتساقطة وغازات الغلاف الجوي، حيث تسقط هذه الجسيمات في الغلاف الجوي بفعل الجاذبية الأرضية وبسرعة هائلة تتراوح بين ١١-٧٠كلم/ث (٤٠-٢٥٠ألف كلم/ساعة). الشهب: الجسيمات التي تولد ظاهرة الشهب صغيرة جداً كحبات الرمل ولا تتجاوز المليغرامات.

ويبدأ حدوث التأين بفعل الاحتكاك على ارتفاع ١١٠ كلم تقريباً فتتولد كمية حرارة كبيرة تكفي لرفع درجة حرارة هذه الأجسام إلى عدة آلاف من الدرجات السلسيوسية فتشتعل بضوء ساطع يدوم لفترة قصيرة ثم يتلاشى على ارتفاع ٨٠ كلم تقريباً. ولا يصل من مادتها شيء إلى الأرض، فهي تضمحل وتتبخر كلياً في الجو. فلا يوجد خطر من مراقبتها ورصدها لأنها تحدث على ارتفاعات عالية جدا يصعب أن تؤثر علينا.

وهذه الطبقة التي تُرى فيها الشهب ترتفع من٨٠ -١١٠ كيلومتراً عن سطح الأرض وتعرف باسم طبقة الشهب.

والشهب التي يمكن للراصد أن يلاحظها نوعان:-

١- **شهب فرادى Sporadic**:

وهي الشهب العشوائية والتي تظهر في أي اتجاه في السماء وليس لها أوقات محددة في السنة، ويمكن رصدها في أي وقت من الليل. يكفي أن تكون رافعا عينيك إلى السماء في اللحظة المناسبة لترى وميضها الخاطف في لحظة قصيرة جدا. كما يظهر في الشكل(١-٧). حيث تظهر الأقواس الدالة على حركة النجوم في فترة التعريض ويقطعها شهاب ممثل بالخط المضيء.

الشكل(١-٧): شهاب فرادى

٢- **زخات الشهبMeteor shower** : وهي الشهب التي تظهر على شكل أسراب وبعدد كبير في وقت محدد من السنة كما يظهر في الشكل(١-٨) والدال على ظهور عدد من الشهب في نفس الوقت تبدو وكأنها قادمة من اتجاه محدد في السماء. وترتبط مع المذنبات وتبدو وكأنها قادمة من منطقة معينة في السماء، وقد تدوم مدة رصدها فترات مختلفة تتراوح بين ساعات وأسابيع، ولكن أعلى نشاط لها يكون في موعد محدد يسمى فترة الذروة وهي الفترة المناسبة لمراقبة هذه الظاهرة.

الشكل(١-٨): زخات شهب

وتتميّز الشهب التي تحدث من مادة شهابية أصلها مخلفات المذنبات بقلة كثافة مادتها التي قد تصل إلى ٠,٣ غم /سم^{٣} مقارنة مع الشهب التي من مادة

شهابية أصلها من الكويكبات أو من مخلفات تصادم الكويكبات مع بعضها والتي تكون كثافتها مثل كثافة المادة الصخرية وتقارب ٢ غم /سم^{٣} وذات بنية قوية نوعاً ما.

ومن الجدير بالذكر أن معدل رؤية الشهب يتزايد مع مرور الوقت في الليلة الواحدة، حيث يتزايد عدد الشهب التي يمكن رصدها من أول الليل إلى ساعات ما قبل الفجر وذلك يعود لسببين حسب نوع الشهب المرصودة، فإذا كانت الشهب المرصودة من زخات الشهب فإن نقطة الإشعاع –والتي تمثل المنطقة التي تظهر وكأن الشهب قادمة من اتجاهها– ترتفع في الليل بسبب حركة القبة السماوية الظاهرية إلى أعلى وبالتالي يمكن رؤية عدد أكبر من شهب هذه الزخة.

أما إذا كانت الشهب المرصودة شهب فرادى فإن عددها المرصود يزداد أيضاً، ويعزى السبب في هذا إلى حركة الأرض المحورية حول نفسها وفي نفس الوقت حركتها في مدارها حول الشمس حيث يكون اتجاه حركة الأرض مع اتجاه حركة المادة الشهابية وعلى نفس المستوى تقريباً. ففي ساعات الليل الأولى فيظهر وكأن هذه المادة تحاول اللحاق بالأرض، بينما تصبح المادة الشهابية بعد منتصف الليل وفي ساعات الصباح مواجهة لاتجاه حركة الأرض مما يزيد من فرصة ارتطامها بها وسقوطها في الغلاف الجوي فتزيد من عدد الشهب التي يمكن رصدها.

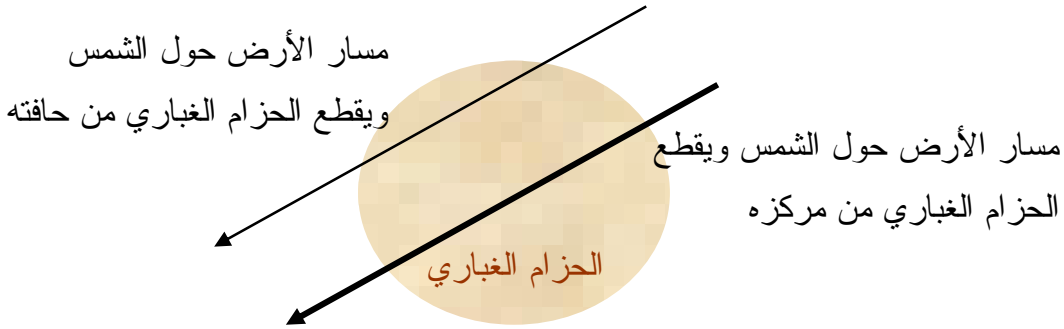
٤–١–١ زخات الشهب والمذنبات Meteor showers and comets

بعد أن تعرفنا على مفهوم زخات الشهب لا بد من التساؤل عن سبب حدوث هذه الظاهرة ؟

للإجابة عن هذا السؤال لا بد وأن نعرف بدايةً أن هذه الزخات ترتبط مع المذنبات فعندما تدور الأرض حول الشمس وتقطع الحزام الغباري لأحد المذنبات

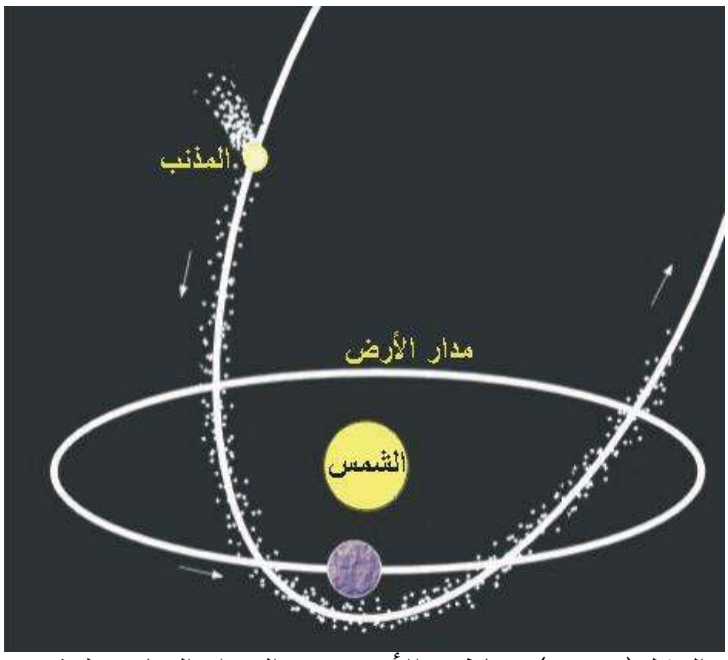
والذي يمثل مدار المذنب الذي تنتشر فيه حبيبات الغبار والحصى والجليد وهي ما يعرف بالمادة الشهابية من أصل مخلفات المذنب كما مر معنا سابقاً. تبدأ هذه المواد بفعل الجاذبية الأرضية بالسقوط نحو الأرض وتدخل الغلاف الجوي الأرضي وتكوّن ظاهرة الشهب. وقد تقطع الأرض هذا الحزام الغباري قريباً من نواته (مركزه) أو بالقرب من حافته، فإذا قطعته قريباً من نواته أو مركزه تكون كمية المادة المتساقطة نحو الأرض أكبر حيث تكون كثافة وتركيز المادة في المركز أكبر، فيزداد عدد الشهب المرئية.

أما إذا قطعته بالقرب من الحافة حيث كثافة وتركيز المادة أقل فان عدد الشهب المرئي سيكون أقل كما يبدو في الشكل (١-٩) الذي يوضح مقطع عرضي للحزام الغباري ويظهر أسطوانيّ الشكل.



الشكل(١-٩): الأرض تقع الحزام الغباري لمذنب

وقد تقطع الأرض أثناء حركتها حول الشمس مدار المذنب في منطقة واحدة أو قد تقطعه في منطقتين وذلك يعتمد على طبيعة مدار المذنب بالنسبة لمدار الأرض، فإذا كان التقاطع في منطقة واحدة تظهر زخة شهابية واحدة مرتبطة بالمذنب مثل تقاطع الأرض مع الحزام الغباري لمذنب سويفت-تتل فيحدث زخات شهب البرشاويات كما يظهر في الشكل(١-١٠).



الشكل(١-١٠): تقاطع الأرض مع الحزام الغباري لمذنب.

أما إذا كان التقاطع في منطقتين فتظهر زخات شهابيتان مرتبطتان بالمذنب، مثل مذنب هالي الذي تقطع الأرض مداره مرتين، مرة في أيار فتحدث زخات شهب إيتا الدلويات، ومرة في تشرين أول فتحدث شهب الجباريات. ولا بد ذكر أن عملية عبور الأرض للحزام الغباري تحدث في وقت محدد من السنة.

وقد لاحظنا أن الشهب تبدو وكأنها قادمة من نقطة إشعاع معينة وهي تمثل نقطة تقاطع الأرض مع الحزام الغباري الذي يمثل مدار المذنب، ويمكن تحديد اتجاه نقطة الإشعاع في السماء ثم تحديد المجموعة النجمية التي تقع خلفها، فيتم تسمية هذه الزخة باسم هذه المجموعة النجمية والتي يظهر أن نقطة الإشعاع قادمة من اتجاهها كما يبدو في الشكل(١-١١) والذي يمثل زخات شهب البرشاويات ونقطة إشعاعها.

الشكل(١-١١): نقطة الإشعاع

فعندما نقول زخات شهب الأسديات تكون خلفية النجوم لنقطة الإشعاع هي مجموعة نجوم الأسد، أو بدت نقطة الإشعاع كما لو أنها في برج الأسد. وكذلك شهب البرشاويات التي تبدو نقطة الإشعاع لها واقعة في مجموعة برشاوس (حامل رأس الغول)، وهكذا تتم تسمية زخات الشهب المختلفة حسب المجموعات النجمية التي تبدو نقطة الإشعاع وكأنها واقعة فيها.

لكن هذه الخلفية السماوية من المجموعات النجمية في الحقيقة لا علاقة لها بظاهرة الشهب أبداً، إلا من حيث التسمية، لأن الشهب تظهر على ارتفاعات تتراوح من ١١٠ كلم إلى ٧٠ أو ٨٠ كلم . أما نجوم هذه المجموعات فتبعد عنا آلاف الملايين من الكيلومترات.

والآن نستطيع أن نربط بين ظاهرة زخات الشهب والمذنبات. فظاهرة زخات الشهب مرتبطة مع عبور الأرض للحزام الغباري للمذنبات حول الشمس. قد تكون الشهب الفرادى من أصول غير المذنبات أما زخات الشهب فهي بشكل عام من المذنبات باستثناء زخة شهب واحدة أصلها من كويكب وهي زخات شهب التوأميات.

الجدول رقم (١) يضم أسماء بعض هذه الزخات والمذنبات المرتبطة بها ومواعيد حدوثها:

جدول (١): أشهر زخات الشهب

اسم الزخة	المذنب المسؤول عن حدوثها	موعد حدوثها
إيتا الدلويات	مذنب هالي	٢٤ / ٤ - ٢٠ / ٥
البرشاويات	مذنب سويفت- تتل	٢٣ / ٧ - ٢٠ / ٨
الجباريات	مذنب هالي	١٦ / ١٠ - ٢٧ / ١٠
الأسديات	مذنب تمبل – تتل	١٥ / ١١ - ٢٠ / ١١
التوأميات	كويكب phaeton3200	٧ / ١٢ - ١٦ / ١٢

٤-١-٢ المذنب سويفت – تتل وشهب البرشاويات

Comet Swift-Tuttle and Perseids meteor shower

مذنب سويفت–تتل مذنب أصله من **سحابة أورت Oort Cloud** موطن المذنبات. اكتشف هذا المذنب في ١٥ تموز عام ١٨٦٢ م من قِبَل الفلكي Lewis Swiftوبمعزل عنه وبعد ثلاثة أيام تم رصده من قِبَل الفلكي Horace Tuttle، فتمت تسميته Comet 1862III. وقد كان ظهوره في السماء لمدة ثلاثة أسابيع وإمكانية رؤيته بالعين المجردة أمراً مثيراً للانتباه، فكان طول ذيله ٢٥ ° قوسية في السماء.

وفي ذلك العام بالتحديد كان هناك نشاطاً واضحاً للشهب التي ظهرت في شهر آب والتي عُرفت فيما بعد باسم شهب البرشاويات، ولم يتم الربط بين المذنب وزخات الشهب تلك حينذاك. ولكن في الفترة الواقعة بين ١٨٦٤ – ١٨٦٦ م استطاع الفلكي الإيطالي شيابريللي Schiaparelli أن يبرهن بأن مدار الحزام الغباري للبرشاويات يتطابق مع مدار المذنب Comet 1862III كما كان يدعى آنذاك قبل أن تتم تسميته في القرن العشرين على اسم مكتشفيه سويفت–تتل.

وكان مدار الحزام الغباري الذي خلفه المذنب سويفت– تتل يميل ١١٣ ° عن دائرة البروج وهو عالٍ جداً بالنسبة لمدار الأرض، وبعيداً عن الكواكب وتأثيراتها الجاذبية. أما المذنب سويفت– تتل نفسه فيدور دورة واحدة حول الشمس كل ١٣٠ سنة، وقد تنبأ مارسدن Marsden الذي أعاد دراسة مدار هذا المذنب عام ١٩٧٣ بعودته في شهر ١٢من عام ١٩٩٢، وبالفعل ظهر المذنب ففي نفس الموعد ليؤكد على براعة هذا العالم في علم فلك المذنبات، كما أنه انتبه إلى أنه نفس المذنب الذي رصده كل من سويفت وتتل في العام ١٨٦٢ لذلك دعي على اسم الفلكيين سويفت –تتل.

وقد أدت دراسة وحسابات العالم الفلكي بيمان Don Yeamans والتي اعتمدت على ٢٣٧ رصداً للمذنب إلى معرفة مداره بدقة وحدد بأنه نفس المذنب الذي ظهر في تواريخ الأرصاد الآتية:

- شباط ١٦١٠
- ١٦ حزيران ١٧٣٧ شوهد في الصين .
- ٢٣ آب ١٨٦٢ شوهد من قبل الفلكيين سويفت وتتل.
- آخر ظهور له كان في ١٢/١٢/ ١٩٩٢ حيث عبر الحضيض الشمسي.

وتنبأ بيمان بعودة المذنب في ١٢ حزيران عام ٢١٢٦.

وتجدر الإشارة إلى أن شدة إضاءة المذنب في عودته الأخيرة كان من القدر +٤,٥ وهذا يدل على أن المذنب لا يزال نشطاً ويحرر الكثير من الغاز والغبار عند اقترابه من الشمس.

شهب البرشاويات Perseid والتي تم ربطها مع مدار المذنب سويفت- تتل تحدث حين تقطع الأرض الحزام الغباري لهذا المذنب في منطقة واحدة، وتعدّ شهب البرشاويات من أشهر زخات الشهب التي يتم رصدها حول العالم، لأنها تحقق الرغبة في رصد الشهب وتظهر في ليالي الصيف الدافئة في شهر آب مما يسهل على الراصد عملية الرصد ويخفف عبء الاستعداد والتحضير.

ويعتقد أن أول الدلائل إلى تشير إلى ملاحظة زخات الشهب كانت عند الصينيين في العام ٣٦ م حيث أشير إلى تسجيل مائة شهاب. وفي الفترة الواقعة بين القرن الثامن والقرن الحادي عشر الميلاديين وجدت أرصاد في التاريخ الصيني والياباني والكوري لهذه الشهب. أما أوروبا فقد خلت من أي توثيق لظاهرة الشهب حتى العام ١٧٦٢.

ويعتقد أن شهب البرشاويات هي الظاهرة التي كانت شائعة عند أهل أوروبا باسم دموع القديس لورنس الذي مات في العاشر من آب ٢٥٨ م كما في التقاويم الكاثوليكية. وبالفعل هذا التاريخ يتطابق مع أيام نشاط البرشاويات من ١٠ – ١٤ آب من كل عام.

وقد استطاع الفلكي لوك John Locke عام ١٨٣٤ م أن يحدد منطقة الإشعاع Radiant لشهب البرشاويات وهي النقطة التي تبدو وأن جميع هذه الشهب قادمة منها والتي تقع في مجموعة برشاوس The constellation of Perseus. وبما أن خلفية النجوم التي تحتوي هذه النقطة هي برشاوس كانت تسمية هذه الزخة باسم شهب البرشاويات. وقد اعتمدت هذه الطريقة لتسمية زخات الشهب المختلفة كما مر معنا في البند السابق. وفي العام ١٨٣٦ أيّد الفلكي الألماني شايفر Schaeffer موقع نقطة الإشعاع هذه.

ويتكرر حدوث ظاهرة شهب البرشاويات مرة واحدة كل عام وبالتحديد في الفترة الواقعة بين ١٠ –١٤ آب.

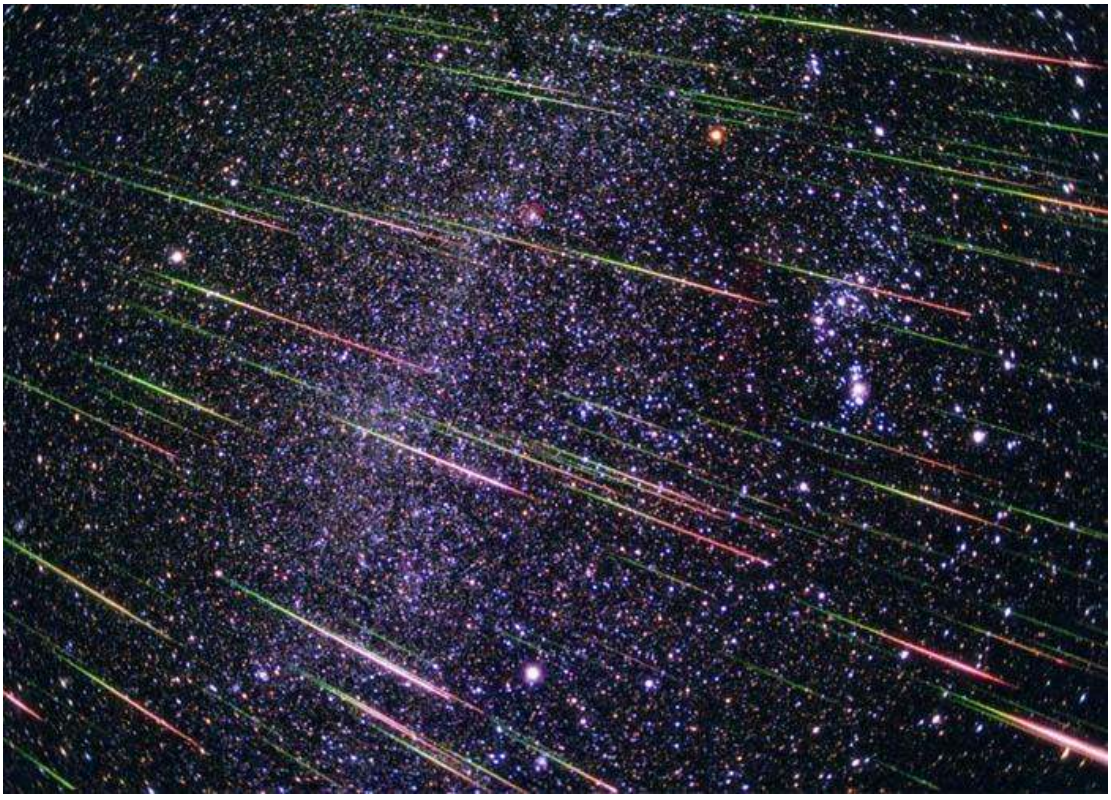
٤–١–٣ المذنب تمبل – تتل وشهب الأسديات

Comet Tempel-Tuttle and Leonids meteor shower

مذنب تمبل– تتل Tempel- Tuttle من المذنبات الشهيرة والذي تم اكتشافه في العام ١٨٦٥ –١٨٦٦م على يد كل من الفلكيين Tempelو Tuttle كل على حدة. ويدور هذا المذنب حول الشمس مرة واحدة كل ٣٣,٢٥ سنة ويقدر قطر هذا المذنب ٤ بقرابة كلم تقريباً.

شهب الأسديات Leonids والتي تم ربطها مع المذنب تمبل–تتل من زخات الشهب الشهيرة التي تنشط على شكل عاصفة شهابية كل ٣٣ سنة تقريباً. ويكون نشاط شهب الأسديات في الفترة الواقعة بين ١٥ – ١٩ تشرين ثاني كل عام، وفي عام ١٩٦٦م نشطت شهب الأسديات على شكل عاصفة عرفت بأنها أعظم عاصفة للشهب تم تسجيلها في التاريخ، حيث تمت رؤية ٤٠ شهاب في الثانية الواحدة أي بمعدل ١٥٠ – ٢٠٠ ألف شهاب في الساعة كما يظهر في الشكل(١–١٢) والذي يمثل صورة لعاصفة شهب الأسديات.

وآخر عاصفة لشهب الأسديات كانت في العام ١٩٩٩م بعد وصول المذنب تمبل–تتل إلى الحضيض الشمسي يوم ٢٨ / ٢ / ١٩٩٨ وقد تم إقامة مخيم عالمي لرصد هذه العاصفة في الأردن في مخيم حمزة الفلكي البيئي تحت إشراف وإعداد الجمعية الفلكية الأردنية وقد تم رصد عشرات الآلاف من هذه الشهب ليلة الذروة. ويعد العلماء أن هذه العاصفة لشهب الأسديات ربما ستكون الأخيرة حيث تظهر الدراسات التي أجريت على مدار المذنب تمبل– تتل أنه سيمر عام ٢٠٢٩ قريبا من كوكب المشتري الذي سيعمل على تغيير مدار المذنب بسبب جاذبية هذا الكوكب العملاقة.



الشكل(١–١٢): عاصفة شهب الأسديات

وقد قدر العلماء سرعة شهب الأسديات لدى دخولها الغلاف الجوي للأرض بقرابة ٧٠,٨ كم /ث.

٤-٢ الكرات النارية Fire balls

الكرات النارية Fireballs من الظواهر التي تحدث بفعل دخول المادة الشهابية إلى الغلاف الجوي وبسرعة كبيرة، وتعرّف بأنها الشهب التي يكون شدة إضاءتها كبيراً جداً ويعادل الشدة إضاءة الظاهري لكوكب المشتري أو أكثر شدة إضاءةً منه. وتكون كتلة المادة للحبيبات التي تولِّد هذه الظاهرة أكبر من كتلة مادة الحبيبات التي تولِّد الشهاب العادي، وتتراوح هذه الكتلة بين ٨-٢٨غم. وكلما زادت الكتلة كان شدة إضاءة الكرة النارية أشد وأكثر سطوعاً في السماء، فالراصد لمثل هذه الظاهرة يلاحظ سطوع إنارة شديدة في السماء كما يظهر في الشكل(١-١٣). وقد تنفجر هذه الكرة في بعض الأحيان، وكل هذا يضفي شعورا من الرهبة عند رصد مثل هذه الأحداث.

الشكل(١-١٣): كرة نارية

وقد يكون سطوع إنارة الكرة النارية مصحوباً بألوان كثيرة تمثل لون الغاز المتوهج والمحيط بالكرة النارية، فألوان الشهب والكرات النارية دليلا مؤشرا على مكوناتها. فالأصفر بفعل وجود ذرات الحديد، والبرتقالي المصفر بفعل وجود ذرات الصوديوم، والبنفسجي يعود لوجود ذرات الكالسيوم، والأحمر لوجود السيلكون، أما اللون الأزرق المخضر فيدل على وجود ذرات المغنيسيوم.

٤-٣ النيازك Meteorites

النيازك Meteorites هي المخلفات المتبقية من الكتل الكبيرة من المادة الشهابية أو النيزكية الصخرية أو المعدنية أو الاثنين معاً والتي تدخل الغلاف الجوي الأرضي وتبدأ بالتبخر والاضمحلال وبسبب كتلها الكبيرة فإنها لا تتبخر ولا تضمحل بالكامل، بل يتبقى منها جزء يصل إلى سطح الأرض ويرتطم بها، وهذا الجزء الساقط على سطح الأرض هو النيزك. وهذه الظاهرة توجد على الكواكب والأقمار والأجرام السماوية المختلفة ويمكن ملاحظتها من الفوهات النيزكية التي تحدثها عند التصادم كما يظهر في الشكل(١-١٤-أ) الذي يمثل فوهات نيزكية على سطح القمر والشكل (١-١٤-ب) الذي يمثل فوهة أريزونا على الأرض.

الشكل(١-١٤): الفوهات النيزكية

ويشترط أن يكون هذا الجسم متماسكاً وقوياً حتى لا ينقسم إلى شظايا أثناء سقوطه.

وهناك نوعان من النيازك ، النوع الأول نيازك مجهرية Micro meteorite تصل إلى سطح الأرض دون اضمحلال أو تبخر بسبب سرعتها البطيئة ولا تُحدث فوهات نيزكية عند اصطدامها بالسطح. أما النوع الثاني نيازك كبيرة الكتلة

والتي قد تصل إلى الأطنان فلا تضمحل كلياً أثناء سقوطها فيتبقى منها كتلة تصل إلى سطح الأرض تحدث فوهة نيزكية إذا اصطدمت بشدة مع السطح. فالفوهة النيزكية المتكونة من اصطدام هذه الكتل تعتمد على كتلة النيزك وسرعته وزاوية سقوطه.

وتعدّ النيازك التي سقطت على سطح الأرض وقطع النيازك التي تم جمع عيناتها من سطح القمر أثناء سلسلة رحلات أبوللو والتي هبط فيها الإنسان على سطح القمر الأجرام الفضائية الوحيدة التي تم استكشافها وفحصها بشكل مباشر في المختبرات الأرضية ومعرفة تركيبها، وأعمارها، وأشكالها.

وفي الغالب يعد أصل هذه النيازك من بقايا القطع الناتجة عن تصادم أجرام في النظام الشمسي بعضها ببعض مثل تصادم الكويكبات.

ويقدر العلماء عمر هذه البقايا المختلفة في تركيبها بقرابة ٤٥٠٠ مليون سنة من

الشكل(١-١٥): نيزك

وقت تصلبها، باستثناء بعض القطع يقدر عمرها بقرابة ٥٠ مليون سنة فقط.

ومصدر هذه النيازك صغيرة العمر من المريخ أو القمر حيث تم العثور عليها ودراستها في المختبرات الأرضية كما في الشكل (١-١٥) الذي يمثل صورة لنيزك مريخي عثر عليه على الأرض. ويرمز للنيازك المريخية بالرمز SNC والذي يدل على المناطق التي وجدت فيها هذه النيازك أول مرة وهي: Shergotty في الهند، Nakhla في مصر، وChassigny في فرنسا. وهذا العمر الذي يتم تقديره للنيازك يختلف عن تقدير عمر تعرضها للإشعاعات الشمسية حيث يكون عمر التعرض للإشعاعات الشمسية في الغالب أصغر من عمرها الحقيقي قبل التصادمات.

ويفضل العلماء دراسة هذه النيازك حال سقوطها على الأرض قدر المستطاع لتحليل تركيبها النظائري من العناصر قبل أن يتم تلوثها بالمكونات الأرضية.

ويتم تصنيف النيازك كما في الجدول رقم (٢).

جدول (٢): تصنيف النيازك

نيازك مُعرفـــــة	نيازك غير مُعرفـــــة
Achondrite	**Carbonaceous Chondrites**
Iron	**Ordinary Chondrites**
Stony- iron	**Enstatite Chondrites**

النيازك الكربونية Carbonaceous Chondrites من النيازك الهشة والتي إذا تمكنت من الوصول إلى سطح الأرض سرعان ما تتحلل بفعل عوامل الحت والتعرية في فترة زمنية قصيرة وتختلط مع المكونات الأرضية ويصعب تمييزها.

أما نيازك Ordinary Chondrites فهي من أكثر أنواع النيازك شهرة، وهي صخرية تحتوي على معادن سيليكاتية.

ومن المتعارف عليه وجود أجسام كروية صغيرة داخل بلورات بعض النيازك وهي التي تدعى كوندرايت Chondrites وهذه النيازك لا تتأثر بالحرارة بحيث لا يتم صهر مكوناتها الداخلية.

وإذا تم صهر مادة النيزك الداخلية فإن هذه الأجسام الكروية الصغيرة تختفي ولن نتمكن من مشاهدتها تحت المجهر وتدعى حينها باسم أكوندرايت Achondrite.

تحاط النيازك التي تسقط على سطح الأرض بطبقة سوداء منصهرة تشكل قشرة بسمك عدة مليمترات. والتركيب الشائع للنيازك هو من الحديد والنيكل، وهذه المكونات تجعل هذه القطع صلبة وتحتمل الظروف القاسية التي تمر بها النيازك دون أن تتغيّر مادتها، ويعتقد بأن أصل هذه النيازك المعدنية هو قطع من أنوية الأجسام الأصلية التي انشطرت منها عند التصادم ثم بردت ببطء عبر ملايين السنين. أما تلك النيازك التي تحتوي على نسب متفاوتة وأقل من الحديد والنيكل فيعتقد أنها من الأجزاء الخارجية للأجسام الأصلية التي انشطرت.

وغالباً ما تعدّ منطقة القطب الجنوبي المنطقة المناسبة لاصطياد النيازك على الرغم من احتمالية سقوطها في أي موقع من الكرة الأرضية. لكن الجليد في منطقة القطب الجنوبي غير المأهولة يعمل على حفظ هذه النيازك دون تلوث لفترات زمنية طويلة، وعند العثور عليها يتم لفها وحفظها بعناية فائقة لتجنب تلوثها حتى أنها لا تلمس باليد مباشرة. وعند العثور على نيزك يجب أن يتم تسجيل بعض المعلومات الهامة مثل موقع العثور عليه لونه، وحجمه، ومقدار القشرة المنصهرة عنه إضافة إلى بعض الملاحظات الخاصة بالنيزك نفسه.

خامساً تاريخ علم فلك الشهب

لقد ورد في كتاب "الدليل لرصد الشهب البصري" والصادر عن منظمة الشهب الدولية في العام ١٩٩٥ بعض الدلالات التي تشير إلى تاريخ الشهب قبل أن يتطور مفهومها وماهيتها وكيفية رصدها إلى ما نعرفه اليوم. وسأورد هذه المعلومات لإعطاء لمحة عن تطور علم فلك الشهب.

أصل كلمة الشهب Meteor إغريقي ويعني في الهواء In the air وحتى القرن الثامن عشر كان هذا المصطلح يطلق على جميع الظواهر التي تحدث في الغلاف الجوي مثل البرق والشفق القطبي والمطر والثلج وتكوّن الغيوم وقوس قزح. واعتقد بعض الناس أن الشهب مرتبطة بالنشاط البركاني الأرضي. وبقي الاعتقاد بأن أصل هذه الظاهري هو أرضي المنشأ حتى نهاية القرن الثامن عشر، على الرغم من أن بعض الفلكيين أشاروا إلى أن ظاهرة الكرات النارية تعود لأصل فضائي مثل Schickard عام ١٦٢٤ والذي حاول إجراء حسابات رياضية لمسار كرة نارية ظهرت في السماء بتاريخ ١٧ /١٦٢٣/١١ ولكنه لم يستطع أن يثبت أن أصلها غير أرضي.

أثار ظهور كرة نارية ليلة ٢١/٥ /١٦٧٦ م الفلكي Montanari لإجراء حسابات رياضية لمسار هذه الكرة النارية والتي شوهدت من قبل عدد من الأشخاص حول منطقة البحر الأدرياتيكي Adriatic Sea والتي خلص فيها إلى الاعتقاد بأن أصلها غير أرضي.

كتب الفلكي ايدموند هالي E. Halley في بداية العام ١٧١٤ مقالة وضح فيها أن الشهب ظاهرة غير أرضية الأصل Extraterrestrial origin. وساعد رصده للكرة النارية اللامعة في ١٧١٩/٣/١٩ والتي شوهدت من أكثر من موقع على إجراء حسابات رياضية لتتبع مسارها ووصل إلى نتيجة مفادها أن الارتفاع الذي حدث عنده تأين هذه الكرة كان ١١٩كم وأن سرعتها ٨ كم/ث. وكان ظهور هذه الكرة مصحوباً بصوت وتساءل الجميع كيف انتقل الصوت في الفضاء شبه المفرغ.

أما في عام ١٧٩٤ اقترح Chladni بأن أصل الشهب والكرات النارية والنيازك وخاصة تلك النيازك الغنية بالحديد والتي لا يمكن أن تكون من إنتاج طبيعي أو صناعي أرضي لا بد وأن يكون أصلها من خارج الأرض. ولكن فكرته هذه لم تلاق قبولاً واسعاً.

واحتاج علم فلك الشهب إلى عدد من الخطوات ليصل إلى ما هو عليه الآن، ومن هذه الخطوات الرصد المشترك في آن واحد من منطقتين متباعدتين عام ١٧٩٨

من قبل الطالبين الألمانيين Brandes و Benzenberg من جامعة غوتنجن. ففي الفترة بين ٩/١١ إلى ١١/٤ من عام ١٧٩٨م قام الطالبان بعمل محطة ثنائية لرصد الشهب ودرسا مسار ٢١ شهاب مشترك، وباستعمال حساب المثلثات عند رؤية نفس الشهاب قدرا أن أصل الشهب غير أرضي. ومع بداية القرن التاسع عشر وبالتحديد بتاريخ ٢٦ /١٨٠٣/٤م حدث سقوط لنيزك على قرية فرنسية L`Aigle أثار انتباه العلماء إلى أهمية دراسة مثل هذه الظواهر. وبتاريخ ١٨٣٣/١١/١٢م حدثت عاصفة شهب الأسديات بشكل أثار الانتباه وأعاد الجماهيرية لدراسة الشهب. وعند رصد البرشاويات في شهر آب دعم فكرة الأصل غير الأرضي لهذه الظواهر.

ونشر في العام ١٨٤١ أول عمل فلكي منظم من قبل الفلكي Que`telt على شكل كتالوج عن الشهب جمع فيه نتائج أرصاد الشهب وجميع التقارير والنشرات حول الموضوع حتى منتصف القرن التاسع عشر.

واستنتج هيوبرت نيوتن H.A.Newton عام ١٨٦٣ أن شهب الأسديات تحدث بسبب مرور الأرض في حزام غباري يوجد في مدار حول الشمس، وأنها تحدث كل ٣٣ عام مرة. وتنبأ بعودتها عام ١٨٦٦، وعندما حدثت بالفعل اهتم العلماء بهذه الظاهرة وظهر ما يعرف بتخصص رصد الشهب.

وتمكن العلماء من دراسة الرياح في الطبقات العليا للغلاف الجوي عن طريق وصف الذيل الذي تخلفه الشهب، أما اختلاف ألوان هذه الشهب جعل علماء الكيمياء يتساءلون عن التركيب الكيميائي لها.

وفي عام ١٨٦٧ سجل Kirkwood بأن هذه العواصف الشهابية مصدرها مذنب قديم وبهذا تم أول ربط بين المذنبات وزخات الشهب. وفي العام ١٨٦٧ استنتج كل من Schiaparelli،Peters، Von oppolzer بأن حساب مدار مذنب تمبل- تتل يتطابق مع المدار الغباري لزخات شهر تشرين ثاني والتي تدعى الأسديات. وعام ١٨٧١ تابع Schiaparelli دراسته وتوصل إلى أن مدار الحزام الغباري المسؤول عن حدوث زخات شهب البرشاويات يتطابق مع مدار المذنب سويفت- تتل.

ومن أشهر من درس الشهب على الإطلاق هو الفلكي البريطاني Denning وكانت بداية أرصاده في العام ١٨٦٠ واعتنى برصد الشهب وأشار إلى عدد من زخات الشهب المختلفة . وقضى ٦٥ عاما من حياته في رصد الشهب وقام بنشر وكتابة الكثير من المقالات عن الشهب، وقد حظي بالاحترام الكبير على الرغم من بعض الأخطاء التي وجدت في مقالاته بسبب الجهد العلمي الكبير الذي بذله.

في العام ١٨٨٥ كانت أول صورة فوتوغرافية لشهاب، تم التقاطها في تشيكوسلوفاكيا في أثناء حدوث زخات شهب أندروميدا. وفي عام ١٨٩٨ تم تطوير الغالق الدوار لكاميرات من نوع هارفارد، ومع بداية القرن العشرين تحسنت تقنيات التصوير بشكل ساعد على فهم الشهب ودراستها وتصنيفها. وفي العام ١٩٤٥ أصبح رصد الشهب راديوياً ممكناً بعد تطور تقنيات الرصد الراديوي.

وفي الفترة الواقعة بين الحربين العالميتين تمحور النقاش حول طبيعة مدارات الأحزمة الغبارية التي تعبرها الأرض، هل لها مدارات إهليلجية أي تتبع النظام الشمسي أم مدارات قطع زائد Hyperbolic ذات أصل من خارج النظام الشمسي؟

وقد عانى علم فلك الشهب كباقي العلوم في فترة الحربين العالميتين وما بعدها من التراجع الكبير.

وكان لتأسيس منظمة الشهب الدوليةIMO في العام ١٩٨٨ من هواة فلك بلجيكيين الفضل في تنظيم وتنسيق أعمال الراصدين في جميع أنحاء العالم والاستفادة من التقارير الرصدية كبيانات علمية في دراسة الشهب.

ولا بد أن العرب قد عرفوا الشهب سابقاً حيث وجدت الكثير من الإشارة الدالة على الشهب في الشعر العربي القديم مثل قصيدة الشاعر لبيد بن ربيعة العامري في رثاء أخيه أربد. مطلع القصيدة

بلينا وما تبلى النجوم الطوالع وتبقى الجبال بعدنا والمصانعُ

إلى أن يقول:

وما المرء إلا كالشهاب وضوئه يحور رماداً بعد إذ هو ساطعُ

سادساً منظمة الشهب الدولية
International Meteor Organization

لقد قضى العديد من الأشخاص ساعات طويلة أثناء حياتهم في رصد الشهب، وكانت هذه الجهود تذهب هباء. ولكن الرصد المنظم بطريقة هادفة أمر حيوي لفهم ماهية الأجسام الصغيرة التي تسبح في نظامنا الشمسي، ودراسة الأجرام القريبة من فضاء الأرض. فبدأت الأدلة العملية التي توضح كيف يكون الرصد المنظم والهادف للشهب بالظهور، ففي العام ١٩٨٢ أصدر Paul Roggeman أول دليل لرصد الشهب ليلبي احتياجات الراصدين باللغة الألمانية. وقام فريق من الراصدين بقيادته بنشر دليل آخر باللغة الإنجليزية لوضع معايير طرق رصد الشهب المختلفة، وكيفية تحليل بيانات ونتائج هذه الطرق.

ثم حدث تعاون عالمي في موضوع أرصاد الشهب أدى إلى ولادة **منظمة الشهب الدولية International Meteor Organization (IMO)** في العام ١٩٨٨. والتي أخذت على عاتقها نشر الأدلة العملية التي توضح كيفية رصد الشهب بطرق مختلفة. وحتى يتم التحليل العلمي لنشاط الشهب على مستوى عالمي فان منظمة الشهب الدولية تحتاج إلى تخزين المعلومات التي يقوم الراصدين بجمعها في وحدات خاصة تدعى Visual Meteor Data Base (VMDB) ويتم ذلك حين يقوم الراصد بملء النموذج الخاص بالمعلومات الضرورية التي قام برصدها وتسجيلها وإرسالها إلى المنظمة في أسرع وقت بعد الرصد، ويجب أن يتم ملء هذه المعلومات في التقرير بعناية فائقة تعادل عناية الدقة في عملية الرصد لان أي نقص أو خلل في المعلومات المعبأة في النموذج تجعل هذه الأرصاد غير صالحة للتحليل العلمي والاستفادة منها.

وبتقديم المعلومات الكاملة الدقيقة نوفر على أعضاء منظمة الشهب الدولية المسؤولين عن تخزين المعلومات في برامجهم الخاصة الكثير من الوقت، ونزودهم بالكثير من المعلومات المفيدة لتحليلها لفهم ماهية زخات الشهب وكيفية

حدوثها. ولهذا على الراصد أن يقوم بملء التقرير مباشرة بعد الرصد وإرساله إلى المنظمة على أحد العنوانين المرفقة لاحقاً. وسأقوم في الفصل الثاني والثالث من هذا الكتب بتوضيح كيف تتم عملية الرصد العلمية بطريقة مقبولة ثم كيفية تفريغ النتائج وكتابة تقرير دقيق وعلمي وإرساله إلى منظمة الشهب الدولية للاستفادة منه.

سابعاً الطرق المتبعة في رصد الشهب

هناك طرق عدة متبعة في رصد الشهب سنذكر أهمها بشكل عام:

١) الرصد البصري بالعين المجردة

ترتبط طريقة رصد الشهب بالعين المجردة مع تصوير الشهب بالكاميرا والرصد بالرسم. وهذه الطريقة أكثر الطرق شيوعاً خاصة في الليالي الملائمة لعملية الرصد. ويعيب هذه الطريقة ظهور القمر وخاصة البدر حيث يعمل على تعطيل عملية الرصد والتصوير بسبب ضوءه الساطع. وسنقوم في الفصل الثاني بتسليط الضوء على كيفية رصد الشهب بصرياً لأن هذه الطريقة تعتمد على الرصد بالعين المجردة وهي طريقة فعالة وضرورية لهواة الفلك وتساعد في تثبيت الكثير من المفاهيم الفلكية كما أنها غير مكلفة.

وفي عملية الرصد البصري يهتم بعض الراصدون بتصوير الشهب. وعملية تصوير الشهب عملية بسيطة تحتاج إلى كاميرا عادية من النوع الجيد وفيلم بحساسية عالية للضوء، ومن الأمور الواجب مراعاتها لالتقاط أكبر عدد من الشهب في الصورة الواحدة أن يتم تغطية أكبر مساحة ممكنة من حقل الرصد. ويلجأ البعض إلى استخدام أكثر من كاميرا في نفس الوقت مع مراعاة مدة التعريض حسب درجة حساسية الفيلم. والجمعية الفلكية لها باع طويل في هذا المجال إذ استطاع أعضائها الحصول على صور رائعة للشهب وخاصة الأسديات.

أما الرصد بالرسم فيعتمد أيضاً على الرؤية بالعين المجردة، ويكون مع الراصد خارطة نجمية تمثل المنطقة التي سيقوم بمراقبتها، وعند رؤية الشهاب يتم تحديد النقطة التي بدأ منها الشهاب بين النجوم والنقطة التي اختفى فيها ثم يرسم خطاً يمثل مسار الشهاب واتجاهه ويكتب على الخط مقدار الشدة إضاءة للشهاب المرصود. وعلى الراصد في هذه الحالة أن يملك معرفة جيدة بصفحة السماء.

٢) الرصد باستخدام المقراب

وهذه الطريقة غير شائعة حيث يستخدم الراصد المقراب لرصد الشهب. وتتميّز بإمكانية تحديد تفاصيل أكثر عن نقطة الإشعاع للشهب ودراسة زخات الشهب قليلة النشاط. ولكن قد يضطر الراصد البصري للشهب أن يستخدم المنظار لرصد الذيل للشهاب اللامع والذي ينتج بعد التأين فيتم معرفة زمن بقاءه واتجاه حركته ولونه وما شابه من معلومات تفيد الرصد.

٣) الرصد بواسطة كاميرات فيديو خاصة

طريقة الرصد بكاميرات الفيديو لها نفس حسنات وعيوب الرصد البصري ولكنها ذات أهمية قصوى، حيث يتم بهذه الطريقة تصوير السماء باستخدام آلة تصوير فيديو ولكن يتم تركيب العديد من الأجزاء الإضافية لتلاءم رصد الشهب. وقد تعرّف الفريق الأردني لرصد الشهب في الجمعية الفلكية الأردنية على هذه الكاميرات الخاصة لرصد الشهب في أثناء التدريب الذي حصل عليه بعض أعضاء الجمعية –ومنهم كاتبة هذه السطور– على يد أعضاء منظمة الشهب الدولية عام ١٩٩٧ وعام ١٩٩٩ في المخيم الدولي الأول لرصد عاصفة الأسديات والذي أقيم في مخيم حمزة الفلكي البيئي في مدينة الأزرق والتابع للجمعية الفلكية الأردنية.

٤) الرصد الراديوي

ويتم في هذه طريقة استخدام الراديو والرادار لعملية رصد الشهب. ومن مزايا الرصد الراديوي إمكانية استخدامها في جميع الأوقات بغض النظر عن وجود الغيوم أو القمر البدر أو حتى ضوء الشمس نهاراً، فساعدت على التغلب على سلبيات الرصد البصري. ويمكن العمل في عملية الرصد بهذه الطريقة على مدى

أربعة وعشرين ساعة من اليوم. وتعتمد هذه الطريقة بشكل أساسي على عمود الهواء المتأين بفعل مرور الشهاب وعكسه لأمواج الرادار التي يتم التقاطها بهوائيات خاصة، وقد يتم تسجيلها وتحليلها لمعرفة تفاصيل الشهاب. وبهذه الطريقة يمكن رصد شهب يصل شدة إضاءتها حتى القدر الثامن بينما العين المجردة في حالة الرصد البصري لا تحدد إلا الشهب التي تصل إلى القدر السادس في ظروف رصد مثالية وهذه ميزة أخرى للرصد الراديوي على البصري.

ولكن سلبية هذه الطريقة أنها تُبعد الراصد عن مفهوم الفلك الحقيقي من معرفة النجوم والمجموعات النجمية والأقدار وغيرها من المصطلحات الفلكية المتعلقة بالشهب. وكذلك لا يمكن تمييز الشهب الفرادى من الشهب التابعة للزخة الشهابية المرصودة لأنها تعتمد فقط على الموجات التي يتم التقاطها.

وقد بدأ رصد الشهب عن طريق الراديو بعد الحرب العالمية الثانية حيث لوحظ أن الشهب تعمل على عكس أمواج الراديو. وتبين أن هناك طريقتان لرصد الشهب عن طريق الراديو الأولى تسمى Backscatter وفيها يتم استخدام الرادار حيث يقوم الرادار بإرسال الموجة ويتم استقبالها فيما بعد. والطريقة الثانية والأسهل والأكثر انتشاراً والتي لا تحتاج إلى احتراف لاستخدامها هي طريقة Forward scatter.

وعندما يدخل الشهاب الغلاف الجوي فإنه يكوّن عموداً من جزيئات الغاز المتأينة على ارتفاع يتراوح بين ٨٠-١٠٠ كلم عن سطح الأرض يبلغ قطره أقل من متر وطوله عشرات الكيلومترات وله قابلية على عكس أمواج الراديو.

وتعدّ الأمواج التي تقع بين التردد ٤٠ -١٥٠ ميجا هرتز والتي تغطي موجة Low UHV وموجة FM من الأمواج التي يمكن الاستفادة منها في عملية رصد الشهب بالراديو.

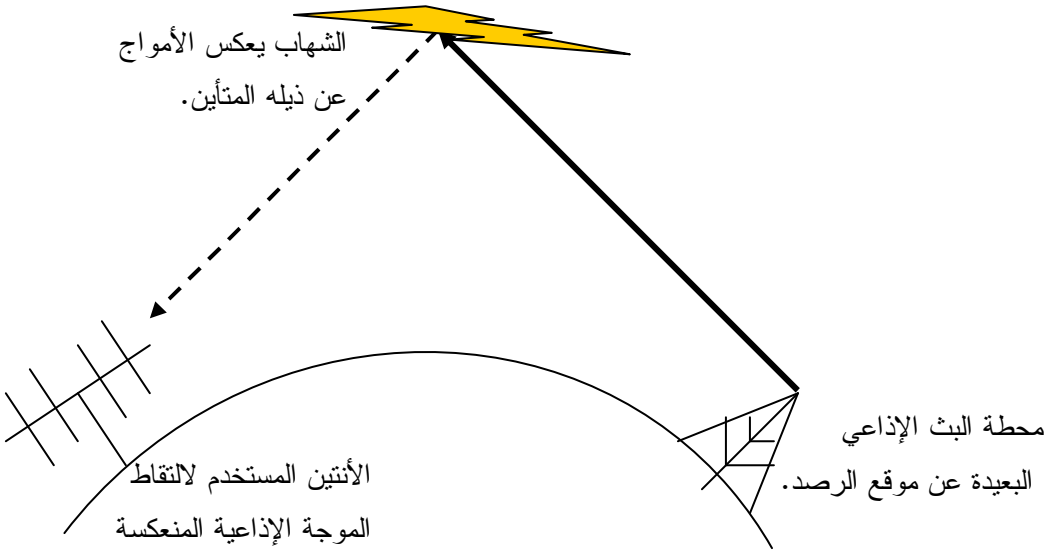
وهذه الأمواج المنعكسة عن الذيل الأيوني للشهاب تنقسم إلى قسمين هما: أمواج Under dense وهي ناتجة عن ذيل أيوني تكون الكثافة للإلكترونات الحرة فيه أقل من ١٠ ^{١٤} إلكترون/متر، وفي هذه الحالة يكون وضع الذيل الأيوني كأنه مرآة

تقوم بعكس الموجة إلى منطقة الرصد، والشهب التي لها هذا الأثر تعدّ من الشهب الخافتة والتي يتراوح شدة إضاءتها بين القدر الخامس إلى الثامن.

أما القسم الثاني فهو أمواج Over dense وهي ناتجة عن تأين قوي وفي هذه الحالة يتصرف الذيل الأيوني وكأنه اسطوانة تعكس الأمواج في جميع الاتجاهات مما يزيد من مساحة المنطقة التي يمكن لها رصد هذا الشهاب وهذه الشهب تكون ذات شدة إضاءة عالي وترتبط غالباً مع زخات الشهب.

ويحتاج الراصد الراديوي للشهب إلى بعض الأدوات المتخصصة مثل: راديو FM من النوع الرقمي والذي يمكن وصله مع أنتين خارجي من نوع FM عدد عناصره تتراوح بين ٣-٦ عناصر. وهذا الأنتين يتم نصبه بطريقتين إما النصب الأفقي باتجاه محطة الإرسال التي نسعى للالتقاط بثها على أن لا يزيد ارتفاعه عن ٢ متر وقد يكون هناك ميلان بمقدار $2,5^{\circ}$. وهذه الطريقة تساعد على التقاط الشهب البعيدة عن منطقة الرصد وفي هذه الحالة يفضل استخدام إذاعة تبعد ٢٠٠٠ كلم عن منطقة الرصد.

أما طريقة النصب الثانية فهي العمودية حيث يوجه الأنتين نحو سمت الراصد فيتم التقاط عدد أقل من الشهب ولكنها قريبة من موقع الرصد. وهنا يجب أن تكون الإذاعة قريبة من منطقة الرصد.



الشكل رقم (١-١٦): عكس الموجة الإذاعية عن ذيل الشهاب واستقبالها.

ولا بد لنا من الإشارة إلى أن الإذاعة التي نبحث عنها هي إذاعة لا يمكن لنا استقبال بثها بطريقة مباشرة حيث نسمع صوت التشويش إذا تم تحديدها، ويفضل أن يتراوح بعدها بين ٣٠٠ إلى ٢٠٠٠كلم وقوة البث تزيد عن KW٣٠. وعند مرور شهاب لامع فإن صوت التشويش يختفي ونسمع للحظات صوت بث الإذاعة الحقيقي وذلك لأن الشهاب قام بعكس الموجة نحو منطقة الرصد، والشهاب اللامع هو الذي تكون مدة سماع البث الناتج عن عكسه للموجة أطول كما يوضح الشكل رقم (١-١٦).

ويتم تسجيل النتائج التي حصلنا عليها عن طريق السمع المباشر وأخذ الملاحظات الكتابية أو عن طريق التسجيل على شريط، وفي بعض الأحيان يمكن استخدام الراسم وذلك بربط المستقبل مع Pen record أو قد يتم ربط المستقبل من استعمال برامج خاصة مع الحاسوب وهذه الطريقة ممتازة لتغطي الظاهرة على مدى ٢٤ ساعة يومياً.

ثامناً أهمية رصد الشهب

يرتبط رصد الشهب بالكثير من المصطلحات الفلكية التي لا بد من فهمها ومعرفتها قبل المبادرة في عملية الرصد، فالشهب على رأي ديفيد ليفي أحسن معلم للفلك، ومن المصطلحات المرتبطة بالشهب: المجموعات النجمية، والإحداثيات السماوية، واختلاف شدة الإضاءة الظاهرية للأجرام السماوية، وعلاقة الأجرام الموجودة في النظام الشمسي مع الأرض، وغيرها.

وما تم شرحه من المصطلحات في البنود السابقة بعض من المفاهيم الأساسية والتي كثيراً ما يحدث اللبس بينها، وما زال أمامنا الكثير من المصطلحات التي سنتعرف عليها في الفصول القادمة لخدمة رصد الشهب والتي تفيد الراصد وتعمل على تطوير ثقافته الفلكية بشكل عام، وهذا من فوائد رصد الشهب على المستوى الشخصي.

تعدّ مادة الشهب من مكونات ما بين الكواكب قبل دخولها إلى الغلاف الجـــوي للأرض، وقد تكون في مدارات لها حول الشمس منذ آلاف أو ملايين الـــسنين ولعلها تعود إلى بدايات تكوين النظام الشمسي، وبالتالي فان دراستها يـــساعدنا في فهم النظام الشمسي تكوينه، ونشأته، وتطوره، وعلاقته مع الأرض.

والكثير من المادة الشهابية أصولها من المخلفات التي تطلقها المذنبات عنـــد اقترابها من الشمس، وعند دراسة زخات الشهب المرتبطة بمـــذنب مـــا فإننـــا ندرس هذه المذنبات بطريقة غير مباشرة، ويعتقد العلماء أنها أجسام بدائية لـــم تتغير كثيراً منذ تكوينها في بدايات تكون النظام الشمسي.

وعن طريق رصد الشهب ودراسة أطيافها وألوانها أثناء التأين نستطيع معرفة تكوينها الكيميائي، ويتم في رصد الشهب دراسة توزيع الأحزمـــة الغباريـــة للمذنبات في النظام الشمسي والتأكد من صحة النمـــاذج المقدمـــة فـــي هـــذا الموضوع، وبالتالي يمكننا دراسة وفهم تكوين ونشأة وتطور النظام الشمـــسي بطريقة غير مباشرة.