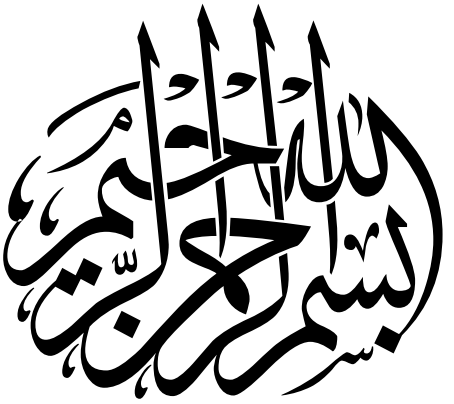
وداعًا هالي

محفوظة
جميع الحقوق

الطبعة الأولى
١٤٣٧هـ - ٢٠١٦م

وداعًا هالي

الدكتور
محمّد عبدُه يَماني


بسم الله الرحمن الرحيم

١

المقدمة

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله فاطر السموات والأرض... وسبحانه تعالى جعل الشمس سراجًا، والقمر نورًا... وبث فيهما من كل دابة، وهو على جمعهم إذا يشاء قدير... أمرنا بالتفكر في خلق السموات والأرض... بقوله تعالى: ﴿ٱلَّذِينَ يَذْكُرُونَ ٱللَّهَ قِيَـٰمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِى خَلْقِ ٱلسَّمَـٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضِ﴾ [آل عمران: ٣].

﴿ٱلَّذِى خَلَقَ سَبْعَ سَمَـٰوَٰتٍ طِبَاقًا ۖ مَّا تَرَىٰ فِى خَلْقِ ٱلرَّحْمَـٰنِ مِن تَفَـٰوُتٍ ۖ فَٱرْجِعِ ٱلْبَصَرَ هَلْ تَرَىٰ مِن فُطُورٍ﴾ [الملك: ٣].

﴿وَٱلسَّمَآءَ بَنَيْنَـٰهَا بِأَيْىْدٍ وَإِنَّا لَمُوسِعُونَ﴾ [الذاريات: ٤٧].

﴿فَلَآ أُقْسِمُ بِمَوَٰقِعِ ٱلنُّجُومِ ﴿٧٥﴾ وَإِنَّهُۥ لَقَسَمٌ لَّوْ تَعْلَمُونَ عَظِيمٌ﴾ [الواقعة: ٧٥ ـ ٧٦].

﴿أَوَلَمْ يَرَ ٱلَّذِينَ كَفَرُوٓا۟ أَنَّ ٱلسَّمَـٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَـٰهُمَا ۖ﴾ [الأنبياء: ٣٠].

﴿ٱللَّهُ ٱلَّذِى خَلَقَ سَبْعَ سَمَـٰوَٰتٍ وَمِنَ ٱلْأَرْضِ مِثْلَهُنَّ يَتَنَزَّلُ ٱلْأَمْرُ بَيْنَهُنَّ لِتَعْلَمُوٓا۟ أَنَّ ٱللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَىْءٍ قَدِيرٌ وَأَنَّ ٱللَّهَ قَدْ أَحَاطَ بِكُلِّ شَىْءٍ عِلْمًا﴾ [الطلاق: ١٢].

وصلى الله على سيدنا محمد... الذي بعثه الله رحمة للعالمين.

وبعد، فقد شغل الناس بتحركات المذنب المشهور هالي؛ الذي لفت انتباه حضارات مختلفة منذ فترة تزيد على الألفي عام... حتى استطاع العالم المشهور الإنجليزي (أدموند هالي) أن يحدد مسار هذا المذنب ودورته، ومن يومها حمل هذا المذنب اسم هذا العالم المشهور، على الرغم من أنه معروف منذ فترة طويلة... وهو أول مذنب

أمكن التنبؤ بعودته إلى الظهور في مجموعتنا الشمسية، وفي إطار مجرتنا بصورة خاصة... والمذنبات ظاهرة فلكية عرفها الإنسان منذ القدم، ورآها أجدادنا، وعدّوها نذير شؤم وبلاء في كثير من الأحيان... بل وقرنوا ظهورها بحلول الكوارث والحروب في أحيان أخرى، كما نسبوا الكثير من هذه البلايا بظهور هذا المذنب، أو ذاك، بعد أن استغلق عليهم فهمها، وإدراك تفسير واضح لها، وأعوزتهم القدرة في ذلك الوقت على حساب دورة هذه المذنبات، وأوقات ظهورها، ومكوناتها... وقد ورد ظهور هذه المذنبات في السجلات التاريخية، فشاهدها الصينيون القدامى، والبابليون، كما أن هناك مدونات عربية تاريخية ذكرتها، وتناولت بحثها، ولا شك أن للعلماء المسلمين دورًا كبيرًا في مجال علم الفلك، ولمشاهداتهم العظيمة، وإرصاداتهم الفلكية دور كبير في تقدم هذا العلم، فقد أخذوا من مختلف الأمم والحضارات، واقتبسوا، واستوعبوا، وترجموا، وهضموا الكثير حتى تكونت عندهم المعلومات الكافية، وتبلورت، وتحولت إلى مرحلة الإبداع، والإضافة، والتصحيح، والتعديل، والتجربة إلى أن أصبحوا فيما بعد يمثلون مرحلة مستقلة ومميزة في تاريخ العلوم...

وقد حرصت على أن أخصص فصلًا مستقلًا في نهاية هذا الكتاب، ملحقًا خاص هو الملحق (أ) تناولت فيه موضوع العلماء المسلمين، وتأثيرهم في العلوم عامة، وفي علم الفلك على وجه الخصوص... ولا شك أن المتدبر في آيات القرآن الكريم، وأحكام التنزيل الإلهية الكريمة الذي أضاء قلوب العلماء المسلمين، ونوّر بصائرهم، واتخذوا منه منطلقًا للبحث، والدرس، والتجربة، والملاحظة، حتى جاءت بحوثهم، وإنجازاتهم مساهمة حضارية فعالة، شهد لها العالم أجمع، وجاءت هذه الأبحاث شاهدًا على مدى القدرة العظيمة التي تمتع بها هؤلاء الأجداد، وما اتسمت به أعمالهم من جدية في البحث، والدراسة، والتقصي،

وكان لهم فيما أفاء الله به على الأمة الإسلامية من نعمة القرآن الكريم هديًا، ونورًا، استضاؤوا به في هذه الأبحاث، وخصوصًا في جانب إعجاز الخلق الإلهي في هذا الكون العظيم، وما ورد في القرآن الكريم من إشارات واضحة، وبراهين ساطعة، ولفتات واعية تدعو كل متفكر إلى أن يستفيد مما جاء في هذا القرآن الكريم من آيات محكمات تأخذ بيد ذوي البصيرة إلى مزيد من التفكر في خلق السموات والأرض، والوصول إلى استنتاجات صحيحة بين علاقة هذا الكون بعضه ببعض، وما فيه من أجسام مختلفة كالنجوم، والكواكب، والكويكبات، والشهب، والنيازك، والمذنبات التي نحن بصدد الحديث عنها في هذا الكتاب؛ الذي حرصت أن أضعه بين يدي أبنائها المهتمين بهذا الجانب بعد أن لاحظت ذلك، في عدة لقاءات ومحاضرات دعيت لإلقائها في هذا الموضوع، ووجدت اهتمامًا، وتجاوبًا كبيرًا يدعو إلى تبسيط هذه الجوانب المهمة في موضوع المذنبات؛ حتى تكون في متناول جميع أبنائنا، على أني حرصت على أن أتريث في إصدار هذا الكتاب حتى ضمنته آخر النتائج التي حصلت عليها من مراكز البحث في أوربا وأمريكا على وجه الخصوص، بعد أن تم تحليل الإشارات والمعلومات المختلفة التي أخذت من رحلات المركبات الروسية فيجا (١) وفيجا (٢) والمركبات اليابانية ساكيجاكي وسويزي، والمركبة الأوربية جيوتو، والمركبات الأمريكية بيونير و(أي سي أي).

وأردت أن أُذكّرَ وأنا أتحدث عن هذا الموضوع، أن من الواجب أن نذكر أبناءنا أننا أمة علم، وأمة بحث، وقد كانت لنا القيادة يوم كنا سباقين في دخول عالم الفضاء وأن ما توصل إليه أسلافنا هو أحد الأسس التي قامت وتقوم عليه العلوم؛ التي مكنت أول إنسان في عصرنا هذا من المشي على سطح القمر، ثم يتجه بأبحاثه وعرباته نحو بقية كواكب المجموعة الشمسية، حتى وصلت عربات البحث إلى كوكب

أورانوس، وحتى خرجت إحدى عربات البحث، وهي مارينر ١٠، عن إطار مجموعتنا الشمسية بكاملها، واتجهت إلى الفضاء السحيق إلى حيث لا يعلم إلا الله ﷻ إلى أين يمكن أن تسير، ومتى تلتقي بمجموعة شمسية أخرى.

أما بالنسبة لموضوع هذا المذنب، فالحقيقة أن العلماء استعدوا لظهوره منذ فترة طويلة، وأعدوا العدة لدراسته، وشهدت جميع المراصد والهيئات العلمية في العالم نشاطًا مكثفًا، وتكونت لذلك لجان البحث والمراقبة، وأرسلت المركبات، التي ذكرناها، لمراقبة المذنب عن قرب، والتي أعطيتُ عنها تفصيل في هذا الكتاب؛ لأنها درست المذنب عن قرب أثناء سيره في الفضاء... ولا شك في أن هناك تساؤلات عديدة قد وردت، وسترد لدى القارئ الكريم حول هذا الموضوع؛ ولهذا فقد حرصت على محاولة الإجابة على كل التساؤلات الممكنة حتى أضع بين يدي القارئ الكريم معلومات تريحه، وتجيب على تساؤلاته عن هذا الكائن الفضائي الضخم المذنب هالي، والذي هو، كما سنراه، لا يعدو أن يكون مذنبًا واحدًا بسيطًا من ألفي مذنب أخرى، تفوقه في الحجم والطول، وقد تشترك معه في التركيب هذه المذنبات التي نعرفها، ونعلمها.

ثم هذه الألفا مذنب التي نعرفها لا تعدو كذلك أن تكون جزءًا بسيطًا من ملايين المذنبات المنتشرة في هذا الكون، والتي لا يعلم كنهها، ولا تكوينها إلا الله ﷻ.

وفي الختام، أرجو أن أكون قد وفقت إلى ما قصدت إليه من وضع هذه المعلومات وعرضها على القارئ العزيز، مدعمة بالصور والرسوم، آملًا في أن نقضي وقتًا ممتعًا عبر صفحات الكتاب، نتجول فيه في آفاق هذا العالم العجيب الذي نعيش فيه... ونحمد الله الذي يمسك السموات والأرض أن تزولا، ولئن زالتا إن أمسكهما أحد من بعده، وصدق الله العظيم حين يقول: ﴿إِنَّ ٱللَّهَ يُمۡسِكُ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلۡأَرۡضَ أَن تَزُولَاۚ

وَلَئِن زَالَتَآ إِنۡ أَمۡسَكَهُمَا مِنۡ أَحَدٖ مِّنۢ بَعۡدِهِۦٓ﴾ [فاطر: ٤١]. . . وسبحان الله الذي يلفت نظرنا إلى ضخامة هذا الكون، وعظم خلق السموات والأرض، حيث يقول عز من قائل: ﴿لَخَلۡقُ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلۡأَرۡضِ أَكۡبَرُ مِنۡ خَلۡقِ ٱلنَّاسِ وَلَٰكِنَّ أَكۡثَرَ ٱلنَّاسِ لَا يَعۡلَمُونَ﴾ [غافر: ٥٧].

د. محمد عبده يماني

٢

ما المذنبات؟ ومن أين تأتي؟

شكل رقم ١

المذنب هالي ينطلق في الفضاء وقد بدا الذيل في المؤخرة والرأس مندفعًا إلى الأمام.

ما المذنبات؟

المذنبات، كما وصفها العالم الفلكي المعروف فريد هوايبل، هي عبارة عن كرة ثلجية ضخمة، تتكون نواتها من مادة ثلجية، تلتصق بها جزيئات صخرية.

تكوين المذنب:

أوضحت الدراسات المختلفة؛ التي أجريت بوساطة دراسة أشعة الطيف وغيرها على هذه المذنبات أن مادة ذنب المذنب تحوي غازات كثيرة، منها:

ثاني أكسيد الكربون

غاز الميتان

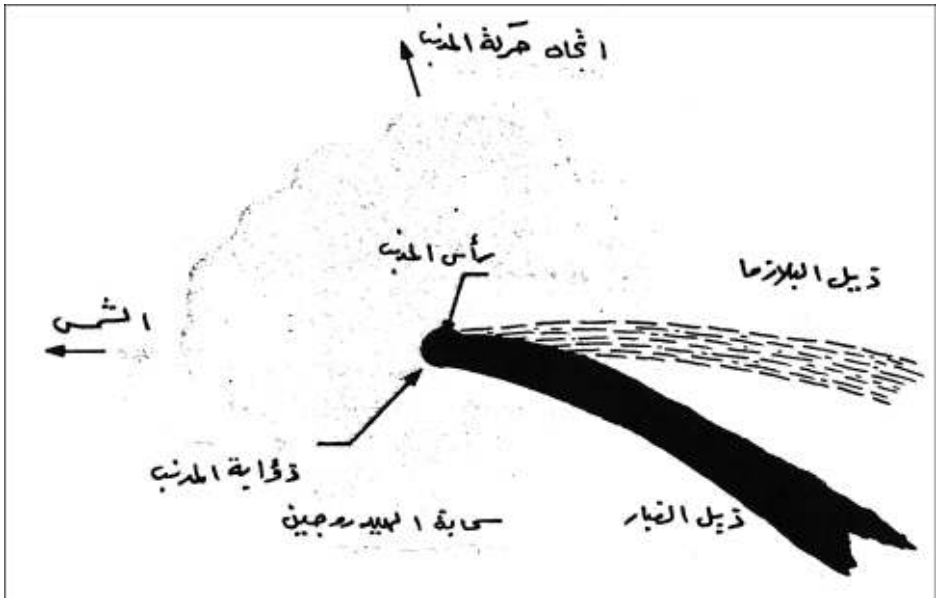
غاز النشادر

كما تحتوي على مواد صلبة مثل النحاس... الكربون... الحديد، والسليكون، والمنغنيز... والكبريت... ويتحول كل هذا إلى كتلة ثلجية عندما يبتعد عن الشمس، ويذوب، ويتبخر، ويتحول إلى النيتروجين، والإيدروجين، والمركبات الأصلية عندما يقترب من الشمس، وهو يتحول من الحالة الثلجية إلى الحالة الغازية دون المرور بالحالة السائلة.

ويرى بعض العلماء أن نواة المذنب تتكون من عدد من الأجزاء من الصخور الملتصقة ببعضها، والتي تتخللها المسام، فتجعلها ذات نسيج أسفنجي كرواسب الطفوح البركانية الإسفنجية، والتي بها تجاويف مكان خروج الغازات المنطلقة، ونظرًا إلى صعوبة دراسة نواة المذنب بوساطة المراصد، فإن الجهود اتجهت إلى الدراسة الطيفية، كما ذكرنا...

ولوجود:

- الكربون
- الصوديوم



شكل رقم ٢
الأجزاء الرئيسية التي يتكون منها المذنب

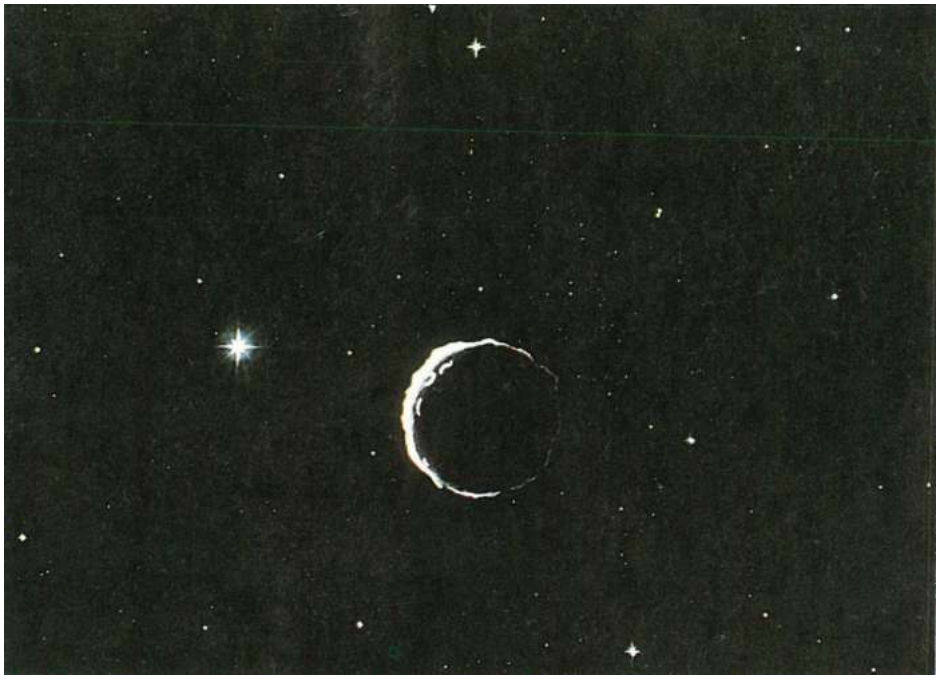
- النيتروجين
- البوتاسيوم
- الهيدروجين

فإنها تؤدي إلى تكون الغازات التي ذكرناها عند المسافات البعيدة جدًا، ولكن عند الاقتراب تصبح النواة ساخنة، وتنطلق هذه الغازات، ويكون ذيل المذنب عبارة عن شريط طويل، يتبع الرأس في اتجاه معاكس للشمس، وتتجدد هذه الغازات، وتغذي الذيل بصورة مستمرة، وعندما تدور المذنبات حول الشمس، وتبدأ في الاقتراب تندفع بعض الأجزاء منها، وتنطلق على هيئة شهب متوهجة نحو الأرض، وعادة ما يبدو شكل المذنب جميلًا رائعًا برأس هو ذؤابة جميلة تشبه التاج، وخلفها الذيل في منظر جميل ورائع يتغنى فيه بعض الناس، ولكن البعض يسميه (رداء الموت) لأنه يتبدد مع تعداد مروره حول الشمس، وقد ينقسم ويتفتت كما حصل للمذنب بيللا؛ الذي انقسم سنة ١٨٤٦م، وظهر في سنة ١٨٥٢م، ثم اختفى بعد ذلك داخل الشمس وإلى الأبد[١].

وبعض المذنبات يزيد حجم الرأس فيها عن حجم قرص الشمس، وهذا نادر... ولكن ذيل المذنب يتراوح بين خمسة ملايين إلى مئة مليون ميل... ولو التف ذيل هذا المذنب بكوكب الأرض لأمكنه أن يغطيه أكثر من ألف مرة... وهناك أيضًا مذنب آخر ظهر عام ١٦٨٠م، وكان طول ذيله (١٣٣) مليون ميل، والذنب دائمًا يكون خلف المذنب، ولكن عندما يبتعد عن الشمس يكون الذنب أمام الرأس.

---

(١) دافيد برجمان ـ الكون ـ (د. طه الفرا، مجلة كلية الملك خالد العسكرية، العدد ١١، السنة الثالثة).



شكل رقم ٣
صورة التقطت للمذنب هالي في أعماق الفضاء قبل نشوء الذؤابة وذيل الغبار

وقد علق العالم إسحاق نيوتن، صاحب نظرية الجاذبية، على موضوع تأثير المذنبات الضخمة على الأرض، وقال كلمته المشهورة: (إنه لو رفع إنسان يده في الهواء؛ فلا بد أن يكون لذلك أثره على وضع العالم بأسره)... فما بالك بمرور مذنبات بهذه الضخامة، وهذا الطول؟!.. وهو من الذين يرون أن المذنبات تحدث تفاعلات كيميائية، وتؤثر على ما حولها بسبب الجاذبية.

وهناك الدكتور فورستر الذي ربط بين حدوث الزلازل والانفجارات البركانية، وبعض الحوادث الجوية عند ظهور المذنبات الكبرى.

على أن مسألة التأثير بالنسبة للأرض، أو بصورة أدق مجموعة التأثيرات التي يحدثها المذنب على كوكب الأرض هي في الحقيقة مجال مناقشات، ودراسات كثيرة. فقد ذكر البعض تأثر كوكب الأرض بالأبخرة والغازات؛ التي تشكل غلافًا كبيرًا حول الأرض، أو على

مسافة معينة من الأرض بعدت أو صغرت، بينما يعتقد بعض آخر أن هذه الأبخرة والغازات تسبب نوعًا من الاختناقات على الأرض من ناحية، وإن بعضها يساهم في انتشار الأوبئة المختلفة والأمراض على سكان الأرض... ولكنني شخصيًا من الذين لا يستطيعون قبول هذا الكلام بصورة مطلقة؛ لأن هذا المذنّب يمر على مسافة كبيرة من الأرض... وهذه المذنبات ـ بصورة خاصة مذنّب هالي ـ كثافة الذيل فيه هو (١٠) كجم على المتر المكعب، في وقت نعرف فيه أن كثافة الغلاف الجوي حول الأرض هو (١٠) كجم على المتر المكعب، فمن غير المعقول أن تكون للمذنّب هذه القدرة على اختراق هذا الغلاف الغازي، والتأثير على الأرض... ولكن من المقبول، مثلًا، أن الأشعة البنفسجية الصادرة من الشمس، والتي تتفاعل مع مكونات المذنّب عند مروره بها تتسبب في تنشيط أنواع معينة من الفيروسات على الأرض، وبالتالي المساهمة في نشر الأوبئة في تلك الفترة التي يمر فيها المذنّب بالأرض، فإذا كانت هناك تأثيرات من ناحية الأوبئة والأمراض، فإنها تأثيرات في الغالب غير مباشرة... هذا من ناحية ومن ناحية أخرى؛ فإن البعض يعتقد أن دراسة رأس المذنب، ومدى وجود مجال كهرومغناطسي فيه، قد يكون من الأمور الأساسية التي تتسبب في حدوث هذه التفاعلات المختلفة، والتأثير على المجال الكهرومغناطيسي على الأرض.

أما من ناحية حدوث الفيضانات والزلازل، وتنشيط بعض البراكين الخاملة، فهذا صحيح أن مرور مذنب بهذه الضخامة ـ وخصوصًا عندما يمر على مقربة من كوكب الأرض ـ من المحتمل أن يتسبب في أنواع من الفياضانات، وأنواع من الحركات الأرضية والزلازل، وغير ذلك؛ لأنه جسم ضخم، وتأثيره، دون شك، لا يمكن أن يستهان به... كما حصل عام ١٩١٠م حيث مر بمسافة تبعد (١٤) مليون ميل من الأرض، أو عام ٨٣٧م حيث قيل: إنه مر على مسافة (٣) ملايين ميل من الأرض، فإن

أحدًا لا يمكن أن يستبعد تأثيره على الأرض، وعلى مكونات القشرة الأرضية؛ وحركات الوشاح الأرضي، مما قد يتسبب في حدوث تحركات الألواح المختلفة من القشرة الأرضية، وقد ينتج عنه بالتالي حدوث زلازل وهزات مختلفة القوى.

كذلك الأمر، بطبيعة الحال، بالنسبة للبراكين الخاملة، وبالنسبة، أيضًا، للفيضانات التي يمكن حدوثها... فهناك تأثير متوقع، وهذا التأثر يتراوح إلى حد كبير بين الشدة والضعف؛ اعتمادًا على ضخامة المذنّب الذي يمر، ومكونات المذنّب والبعد الذي يمر به عن الأرض، والسرعة التي يمر فيها. أما بالنسبة للمذنّب هالي فمعروف أنه في هذه الدورة قد مر على مسافة أكبر بكثير؛ مما سبق، وفي مدار بعيد عن الأرض يقدر بحوالي (٣٩) مليون ميل.

وقد كانت تأثيراته، ولله الحمد، أقل بكثير جدًا مما كانت عليه في المرات السابقة، وربما كان هذا تبعًا لفقدانه نسبة من مكوناته في الدورات الماضية؛ بعد أن مر بكوكب الأرض ثلاثين دورة سابقة، تسعة عشر منها منذ البعثة النبوية الشريفة.

ونستخلص من هذا... أن هناك تأثيرات للمذنّب (هالي) على الكرة الأرضية، دون شك، ولكن ما هي هذه التأثيرات، وما أسبابها الحقيقية؟.. ثم ما القوى الفاعلة التي تؤثر بصورة مباشرة أو غير مباشرة في ذلك؟ وسوف نتعرض لهذه التأثيرات بالتفصيل تحت عنوان: (هالي ومصدر الرعب). ولا شك أن المصدر الأساس لهذه الطاقة الكبيرة هو الشمس... هذا النجم الكبير الوهاج، والذي هو مضيء في ذاته... ومادته تشبه المادة التي تتكون منها الأرض، غير أنها في حالة غازية بسبب الحرارة الشديدة، والتي تبلغ في قلب الشمس (٢٠ مليون درجة مئوية) وفي أطرافها (٦٠٠٠ درجة مئوية)... وللشمس جاذبية كبيرة جدًا، تهيمن بها على حركة الكواكب من

حولها، وهي المصدر الأساس للطاقة على سطوح الكواكب الأخرى.

وتتراوح كمية ما يصل من حرارة الشمس إلى الكواكب تبعًا لبعد هذه الكواكب عنها؛ وذلك لأن المسافة بين الشمس والكواكب التسعة المعروفة، تتراوح بين حوالي (٥٨) مليون وستة آلاف مليون كيلومتر... ومتوسط بعد الأرض عن الشمس هو ٩٣٠٠٠٣٠٠ ميل... أي: ١٤٩٦٤١٨٢٧ كيلومترًا... وهذا البعد بين الشمس والأرض هو الذي نسميه بالوحدة الفلكية للقياس... وقد لوحظ أن كمية الطاقة الشمسية؛ التي تصل إلى سطح الكواكب التسعة في المجموعة الشمسية يتناسب تناسبًا عكسيًا، مع بعد هذه الكواكب عن الشمس... وكذلك سرعة هذه الكواكب؛ لأن كلًا منها يدور في مدار حول الشمس... وكل كوكب يدور في دورة تسمى سنته، أي: سنة هذا الكوكب (انظر الجداول في الخلف) وهذه الكواكب ليست على هيئة كرات، ولكنها مفلطحة عند خطوط الاستواء... ولذلك فهي ليست تامة التكوين... بل تكون أوضح ما يكون بالنسبة لهذه الظاهرة عندما يكون حجم الكوكب كبيرًا.

تجارب صناعة مذنبات صناعية:

أما عن التجارب التي عملت لصناعة مذنبات صناعية... لمعرفة كيفية تحرك هذه المذنبات، وتصرفاتها، فقد: (انفردت ألمانيا الاتحادية بتجربة مثيرة، أجريت في أول يناير عام ١٩٨٥م، وتمثلت في إطلاق (٤) عبوات تحتوي على مسحوق الباريوم المشع... والنحاس من قمر صناعي ألماني؛ لكي يتكون منها مذنّب صناعي مشع على ارتفاع يقرب من (١٠٠) ألف كيلومتر... وقام قمران صناعيان، أحدهما بريطاني، والآخر أمريكي، برصد إشعاعات سحابة الباريوم التي أخذت شكل ذيل مذنب، وذلك لدراسة تأثرها بالرياح الشمسية... ورصده القمران الصناعيان، بل لقد تمكنت الأرجنتين من رؤيته كذلك... ولكن تعذرت

رؤيته من الأرض بسبب الغيوم...)[1].

من أين تأتي المذنبات:

يعتقد بعض العلماء أن المذنبات نشأت نتيجة لتراكم الغبار الكوني خلال ملايين السنين، وفي هذا يرجعون أصلها إلى أصل الكون نفسه، أي إلى النظرية السديمية، والتي ترى أن أصل الكون كله نشأ من سديم واحد تكثف، فانفصلت منه كل هذه المجرات... والتي كونت بالتالي مجموعات تحتوي كل منها على شمس ومجموعة كواكب حولها، تسمى كل منها بالمجموعة الشمسية... وتتحكم في حركة هذه الكواكب ثلاثة قوانين:

١ ـ سرعة الكواكب في مدارها حول الشمس، والتي تتغير قيمتها حيث إن الخط الوهمي الذي يصل بين الكواكب والشمس يقطع مساحات متساوية في أزمنة متساوية... وإن سرعة الكوكب تزيد باقترابه من الشمس... وتنقص بابتعاده.

٢ ـ مدار الكوكب حول الشمس... وهو مدار إهليلجي... تحتل الشمس بؤرته... وهذا الكوكب يبتعد عن الشمس مسافة تزيد وتنقص حسب بعد محيط مداره عن الشمس...

٣ ـ مربع زمن الدورة الكاملة حول الشمس... تسمى سنة الكوكب، وهي تتناسب طرديًا مع مكعب المسافة المتوسطة بينه وبين الشمس.

وهناك قانون الجاذبية العام، وهي الخاصية التي أودعها الله ﷻ في جميع أشكال المادة، وكذلك القوة الطاردة المركزية.

---

(١) مذنَّب هالي زائر من أعماق الكون، المهندس سعد شعبان، مجلة العربي، العدد ٣٣٢، سبتمبر ١٩٨٥م.

وهناك نظرية أخرى ترى أن المذنبات جاءت من سحابة ضخمة تتكون من حوالي (٣٠٠) مليون مذنّب... وتقع على مسافة تبعد حوالي سنتين ضوئيتين من الشمس... وقد جاء بهذه النظرية العالم الهولندي (جان أورت) عام ١٩٥٠م... وأطلق على هذه السحابة اسمه... ويبلغ نصف قطرها حوالي سنة ضوئية... وفي هذا يرى أن أصل المذنبات نشأت مع ميلاد الكون... ولها عمر مجموعتنا الشمسية نفسه... والذي قدر بحوالي (٤,٥) بليون عام... على أن بعضًا من العلماء يرجع أصل المذنبات إلى المادة التي بين النجوم... والتي هي عبارة عن ذرات، وأيونات، وجسيمات مختلفة... فإذا ما تعرضت هذه الأجزاء إلى قوى تؤدي إلى تجميدها، وضغطها، فإنها تكون نواة المذنب... أما لماذا يتكرر ظهور المذنبات في وقت واحد... وبعضها يكون ذا مدار محدد مثل هالي؟ فإن بعض العلماء: يرجع ذلك إلى عملية دوران المجموعة الشمسية حول المجرة... لأن من المفروض أن كل كوكب من كواكب المجموعة الشمسية يدور حول نفسه... وكذلك يدور حول الشمس... ثم إن كل المجموعة الشمسية تدور حول المجرة... والمجرة نفسها تدور حول مجرات أخرى:

﴿وَٱلْقَمَرَ قَدَّرْنَٰهُ مَنَازِلَ حَتَّىٰ عَادَ كَٱلْعُرْجُونِ ٱلْقَدِيمِ ﴿٣٩﴾ لَا ٱلشَّمْسُ يَنۢبَغِى لَهَآ أَن تُدْرِكَ ٱلْقَمَرَ وَلَا ٱلَّيْلُ سَابِقُ ٱلنَّهَارِ ۚ وَكُلٌّ فِى فَلَكٍ يَسْبَحُونَ﴾ [يس: ٣٩ ـ ٤٠].

﴿لَخَلْقُ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضِ أَكْبَرُ مِنْ خَلْقِ ٱلنَّاسِ وَلَٰكِنَّ أَكْثَرَ ٱلنَّاسِ لَا يَعْلَمُونَ﴾ [غافر: ٥٧].

﴿صُنْعَ ٱللَّهِ ٱلَّذِىٓ أَتْقَنَ كُلَّ شَىْءٍ ۚ إِنَّهُۥ خَبِيرٌۢ بِمَا تَفْعَلُونَ﴾ [النمل: ٨٨].

وهناك رأي بأن المذنبات جاءت نتيجة لتناثر مجموعة كواكب تحطمت، وتفرقت في الفضاء... وبالتالي تكون على إثر هذا التناثر كل هذه المذنبات صغر حجمها أم كبر...

أما بالنسبة للنظرية الثانية... وهي نظرية سحابة (أورت) فإن النظر إليها يتلخص في أن المذنبات داخل هذه السحابة كانت في حالة ركود، ولكن نتيجة لقوة هائلة حركتها، وتحركها بين وقت وآخر... فإن هذه القوة تدفعها نحو الشمس، ويحكم حركتها كتلتها من ناحية... والقوة الطاردة المركزية... وجاذبية الكواكب الضخمة التي تمر بها مثل المشتري... وزحل... والزهرة وغيرها... بالإضافة إلى جاذبية الشمس، خصوصًا عندما يقترب منها، فتزيد من سرعتها، إضافة إلى مدارها البيضاوي الذي يجعلها عندما تكون في القمة (الأوج) أقرب ما تكون للمسافة بين المشتري وبلوتو... وفي قاع الحضيض... عندما تكون على مقربة من الشمس، وبعض المذنبات لها مدارات واسعة جدًا، وأكبر بكثير من مذنب هالي، وبعضها بطبيعة الحال أصغر بكثير... على أنه من الخطر بالنسبة للمذنب مروره في المنطقة القريبة بين كوكبي المشتري وزحل؛ لأنه في هذه المنطقة يتغير مدار المذنّب... وقد يؤدي ذلك إلى تخفيض السرعة، أو تبطيئها بصورة يفقد معها المذنّب طاقته... ولا تصبح لديه القدرة على الاستمرار، أو العودة إلى مكانه في طرف المجموعة الشمسية... ويستمر في موقعه حول كوكب المجموعة الشمسية... ويستمر في موقعه حول كوكب المشتري... ومن هنا عرف المشتري (بأنه صائد المذنّب)[1].

أما لماذا يندفع المذنّب في اتجاه الشمس، ويترك موقعه في سحابة (أورت) التي تحدثنا عنها؛ فإن:

(هناك عدة نظريات تحاول تفسير هذا الأمر، فتقول إحدى

---

(١) رؤوف وصفي، المذنبات جبال جليد في الفضاء، مجلة العربي، العدد ٣٣٢، سبتمبر عام ١٩٨٥م.

النظريات: إن للشمس رفيقًا حفيفًا هو النجم (نيميسيس) الذي يستغرق حوالي (٢٦) مليون عام ليكمل دورة حول الشمس، وهذا النجم المعتم يقترب كثيرًا من سحابة أورت، فتسبب جاذبيته الكبيرة خروج بعض المذنبات عن السحابة وسقوطها إلى داخل المجموعة الشمسية، فتتخذ لها مدارات حول الشمس.

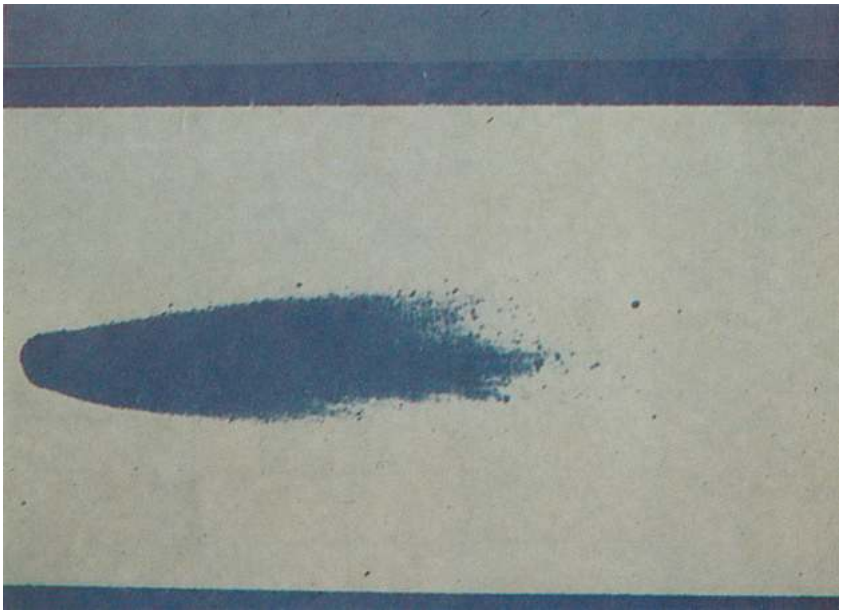
٣

المذنبات عبر العصور وأسباب الاهتمام بها

المذنب هالي والأهمية التي اكتسبها في السنوات الأخيرة:

لقد أثير الكثير من الاهتمام حول المذنب هالي بصورة خاصة... وعلى الرغم من أن هناك الكثير من المذنبات، كما ذكرنا، حيث يوجد ما يزيد عن ألفي مذنب معروف، ويكتشف في كل عام مذنبات جديدة كذلك... إلا أن المذنّب هالي اكتسب أهمية خاصة... ولعل مرد ذلك إلى أنه ساطع... وربما يكون أكثر سطوعًا، أو لمعانًا في مداره الخارجي عما هو في مداره الداخلي في المجموعة الشمسية... هذه الحقيقة وحدها أو بمفردها لا تبرر كل هذه الأهمية التي أصبحت لهذا المذنّب، خصوصًا أن هناك مذنبات أكبر من المذنّب هالي ظهرت في القرنين الأخيرين، ولها لمعان، ولها ذيل طويل أيضًا مثل المذنّب (وست) (WEST) الذي سجل ظهوره في عام ١٩٧٦م... والمذنّب (بنيت) (BENNET) ظهر في عام ١٩٧٠م، والمذنّب المشهور أيضًا (ماركوس) ١٩٥٧م (MARKOS) حتى إن الفلكي الياباني (آي ها سيجاوا) أوحى بأن المذنّب (بنيت) (BENNET)، الذي سبق ذكره، قد شوهد من قبل الصينيين عام ٣٦٣م.

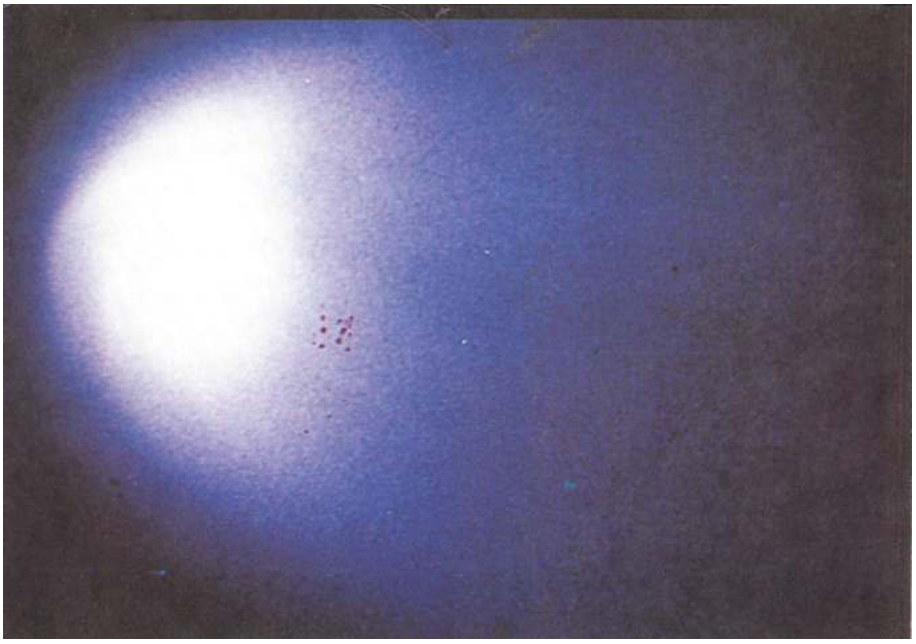
ومذنّب هالي حظي باهتمام كبير، مع أن المذنبين متشابهين... ولعل أهمية مذنّب هالي تأتي من أنه يظهر كل (٧٦) عامًا بعد اكتشاف أدموند هالي لدورته... وهي في مدى زمني قريب من متوسط عمر الإنسان.



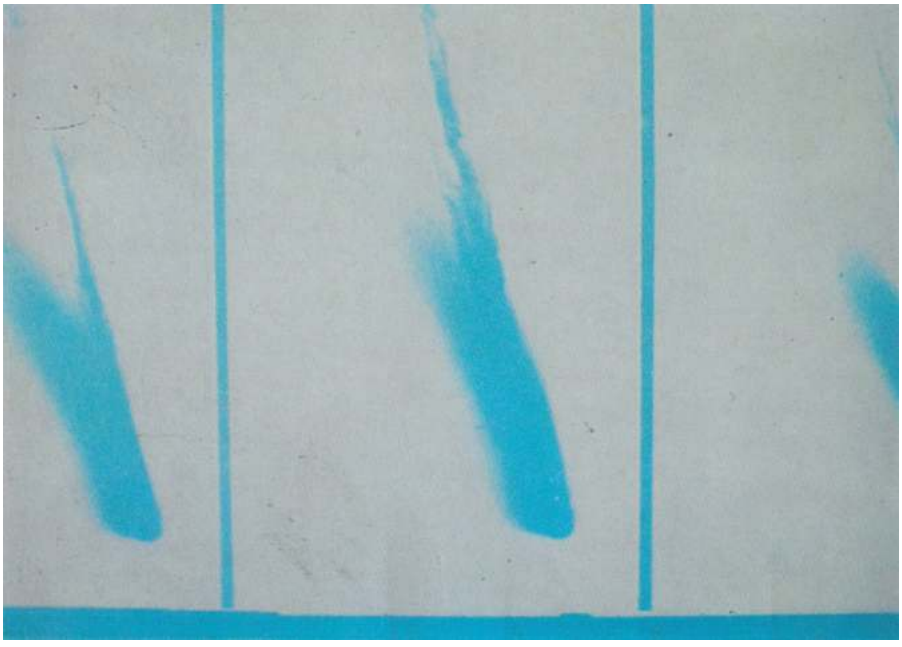
شكل رقم ٤
المذنّب ماركوس أثناء انطلاقه في الفضاء

شكل رقم ٥
المذنّب بنيت. وقد التقطت هذه الصورة في سويسرا

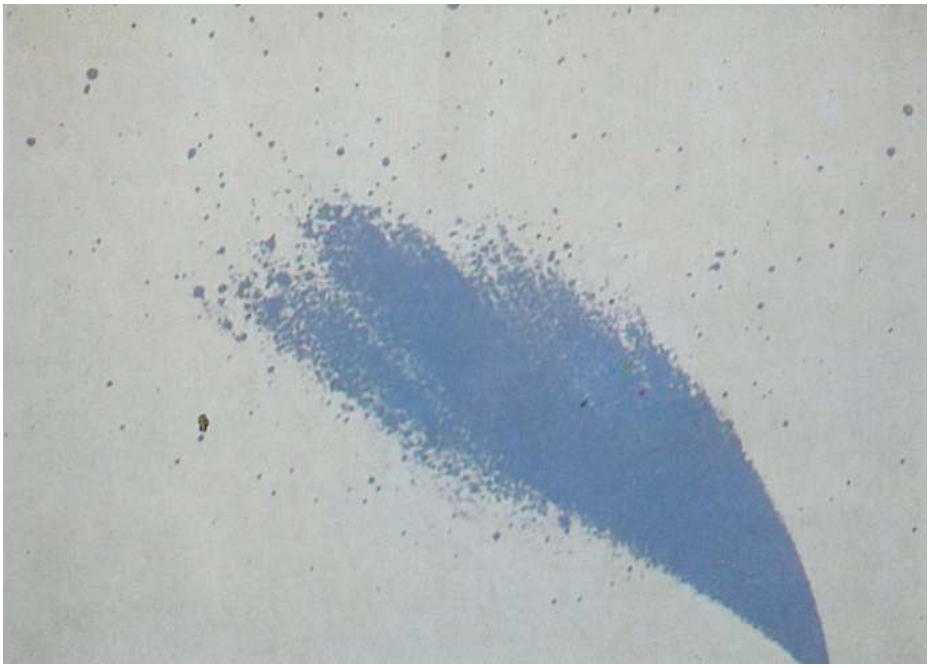
لم يكن لهالي كل هذه الأهمية في السابق... ربما لأن دورته لم تكتشف... أو لم تكن معروفة بعد... وهناك موضوع أيضًا مهم بالنسبة لهالي... وهو أنَّه يمر قريبًا جدًا من الأرض... ومروره على مسافة قريبة من الأرض ربما هو الذي يفسر اهتمام الناس به... فهو مثلًا قد مر في عام (١٩١٠م) في الشهر الخامس يوم ١٩. وعند مروره في أقرب نقطة للشمس... مر المذنّب هالي مرورًا مباشرًا ما بين الكرة الأرضية والشمس... واجتاز قرص الشمس... وفي اليوم التالي وصل إلى أدنى مسافة بينه وبين الكرة الأرضية، وهي أربعة عشر مليون وثلاثمئة ألف ميل... وفي وقت مبكر من شهر مايو ظهر المذنّب أيضًا في شكل جسم بهي لامع المظهر، وأخذ يتضخم شيئًا فشيئًا... وتزيد درجة لمعانه يومًا بعد يوم... وهو يقترب من الكرة الأرضية... حتى تاريخ أسبوع واحد من مروره، حيث كان رأس المذنب يشع بلمعان كألمع ما تكون عليه الكواكب... وكان له ذنب طويل يبلغ طوله ستين درجة... وبعد حوالي (١٦) يومًا بلغ رأس المذنب نقطة قريبة جدًا من الشمس... مما حال دون رؤيته، في وقت بقي الذنب واضحًا في الصباح الباكر قبل أن يرتفع الرأس في شكل شريط من الضوء يشبه المجرة في عرضه، ولمعانه... ويمتد بوضوح في الأفق السماوي لمسافة تبعد أكثر من (١٢٠) درجة عن الرأس... وفي الشرق ظل المذنب واضحًا للرؤية حتى بعد مرور يومين من مرور رأس المذنّب؛ إلى الجهة المقابلة للخط الذي يربط ما بين الكرة الأرضية والشمس، وبعد ذلك ظهر المذنّب في الأفق في فترة المساء، إلا أنه سرعان ما أخذ يصغر شيئًا فشيئًا، كما ضعف لمعانه مع ابتعاده عن الكرة الأرضية...



شكل رقم ٦
صورة توضح نواة وذؤابة المذنّب بنيت



شكل رقم ٧
المذنّب ماركوس في مراحل من اندفاعه في الفضاء



شكل رقم ٨
المذنّب وست... وهذه الصورة تم التقاطها من المكسيك في ٤ مارس ١٩٧٦م

أما بالنسبة للدورة الحالية (١٩٨٦م) فلم تكن شدة اللمعان كما في الدورة السابقة، ولم يمر قريبًا من الأرض بالمسافة نفسها السابقة بل مر المذنّب في حدود (٣٩) مليون ميل من الأرض... وكانت درجة سطوعه تقريبًا بمستوى لمعان نجم الشمال... وفي الجزء الشمالي من السماء كان المذنّب منخفضًا، وكانت مشاهدته ضعيفة في الولايات المتحدة الأمريكية... وقد توقع (فريد هويبل)... المدير السابق لمرصد (سميثونيان) في جامعة هارفارد، وذلك قبيل اقتراب المذنب من الأرض: إن الاحتمال ضعيف بأن يسطع هالي بمستوى سطوع كبير مثل المذنّب (كوهيتك)، مثلًا، الذي ظهر في السبعينيات... والذي كان متوقعًا أن يكون أكثر المذنبات سطوعًا على مدى سنوات طويلة... إلا أنه خيب الظنون... ولم يكن لمعانه بتلك الدرجة التي كانت متوقعة...

النظرة إلى المذنبات عبر التاريخ:

ظل الناس، لفترات طويلة، يضعون اللوم على هذه المذنبات، ويعدّونها نذير شؤم، ويحملونها مسؤولية وفاة الكثير من العظماء والقادة، ويعزون إليها انتشار الأوبئة... وحدوث الكوارث... ولكنهم لم يتمكنوا، في وقت متأخر، من كشف بعض طبائعها، وأنها تأتي من عوالم بعيدة... وقد اعتقد بعض الناس أن للمذنّب شعرًا طويلًا ينسدل وراءه، وذلك قبل أن يكتشف العلماء طبيعة ذيل المذنّب.

ومن الخرافات التي ترددت أيضًا، وكانت مثارًا للسخرية: (أن البابا إليكتوس الثالث عندما رأى أحد المذنبات يشق عنان السماء سنة ١٤٥٦م قال بأن شكله يشبه الصليب، واستبشر به خيرًا في بادئ الأمر، وأخذ يطمئن بني جلدته الذين كانوا يتحاربون مع الأتراك، ويقول لهم بأن ذلك «هو بشير بركة عليهم، ونذير شر لأعدائهم» إلا أن الأتراك وجدوا في ذيل المذنّب المقوس صورة سيف محدب ذي حدين... وعدّوا ظهوره بشيرًا بنصرهم، فلما خاب ظن البابا؛ أنحى باللائمة على بصره، وأخذ يلعن المذنّب[١].

ومما تردد أيضًا: (أنه من المحتمل أن المذنب هالي هو المذنب نفسه الذي أشار إليه الشاعر أبو تمام في شعره عندما قال:

وخوَّفوا الناس من دهياء مظلمة ... إذا بدا الكوكب الغربي ذو الذنب
تخرص وأقاويل ملفقة ... ليست بنبع إذا عدت ولا غرب

لو رجع أحدنا زمنيًا إلى الوراء متتبعًا أوقات ظهور المذنّب؛ فإنه يجده وفقًا لفترة الظهور كل (٧٦) عامًا قد ظهر سنة ٨٣٧م، ويوافق تلك الفترة التي عاش فيها أبو تمام حين كان عمره في تلك السنة (٣٤) عامًا[٢].

---

(١) شفيق عبد الرحمن علي ـ الجغرافية الفلكية ـ دراسة في المقومات العامة، مجلة كلية الملك خالد العسكرية، العدد ١، السنة الثالثة.

(٢) طه عثمان الفرا، محمد محمود محمدين، الشمس في حياة الإنسان، مجلة كلية الملك خالد العسكرية.

وقد استطاع أحد كبار الفلكيين الدانمركيين أن يوضح بأن المذنب الذي ظهر في عام ١٥٧٧م كان يتحرك في الفضاء، ويعبر بين الكواكب بسرعة معينة... وأنه ليس زفيرًا ناريًا كما كان قد تخيله أرسطو طاليس، وحتى الذين كانوا يعدون المذنبات نجومًا هاوية، أو نيازك عادية، أدركوا أن هناك فروقًا واضحة... وأن المذنّب هو كتلة ضخمة تزيد ملايين المرات عن حجم النيازك أو الشهب التي نعهدها، وإن قطر بعض المذنبات كبير مثل هالي، ففي دورته السابقة عام ١٩١٠م كان قطره عنها (٥٥٠) ألف كيلومتر، وقطر الهالة المحيطة به (٩٧٠) ألف كيلومتر... وعندما اقترب في ذلك العام من الأرض كان رأسه يبعد مسافة حوالي (١٤) مليون كيلومتر، وقد حف ذيله بالأرض.

وقد لوحظ كذلك أن المذنّب هالي ذو شكل يختلف عن شكل النجوم المذنبة، والتي يكون لها ذنب طويل خلف كتلة مشعة من الضوء... فهو يبدو على شكل مروحي... ويدور حول الشمس في مدار ثابت كل (٧٦) عامًا، علمًا بأن هناك مذنبات أخرى لا تدور في مدار ثابت... بل لها مدار مفتوح، ولذلك فبعد أن تمر خلف الشمس تذهب إلى غير رجعة، وتسير مبتعدة عن المجموعة الشمسية... تسبح في الفضاء بين المجموعات الكونية في الكون الفسيح.

على أن العلماء قد لاحظوا أن هذه المذنبات الساطعة، والتي تدور في مدارات تحملها إلى مسافات كبيرة جدًا، سواء داخل مجموعتنا الشمسية، أو المجموعات الشمسية الأخرى... وغالبًا ما تكون هذه المدارات مدارات إهليليجية، وليست دائرية، ولكن بالنسبة لمجموعتنا الشمسية لوحظ أن هذه المذنبات التي تدخل إلى الأجزاء الداخلية في النظام الشمسي في المجموعة الشمسية التي تتبع لها أرضنا... عندما يمر بعضها بقرب كوكب المشتري تتغير جاذبيته واتجاهات بعضهما وسرعاتهما؛ مما يؤدي في بعض الأحيان إلى قذفه في مدارات قصيرة

وسريعة حول الشمس... وبدلًا من أن تسير هذه المذنبات في اتجاه الشمس، وتدور مرة كل عدد من الملايين من السنين، فإنها أصبحت، ونتيجة للجاذبية التي تتعرض لها من مثل هذه الكواكب، تدور حول الشمس، وتمر بها كل (٢٠٠) سنة تقريبًا بعد أن كانت تستغرق كل دورة لها ما يزيد عن ملايين السنين؛ ولهذا فقد أصبحت بعض المذنبات تكمل دورتها في مدة لا تزيد عن (٢٠٠) سنة تقريبًا، ومنها ما هو أقل من ذلك بكثير... كما في حالة المذنب هالي الذي نحن بصدد الحديث عنه، والذي أصبح يمر حول الشمس ومجموعتنا الشمسية، ويكمل الدورة فيها كل (٧٦) عامًا كما تحدثنا. (انظر ص٥٦ ـ صائد المذنبات).

وهناك العدد الكبير من هذه المذنبات؛ الذي قد يقذف في بعض الأحيان خارج المجموعة الشمسية، وبالتالي، كما قلنا، يذهب في مدارات مفتوحة، ويصدق فيه القول أنه ذهب إلى غير رجعة، أو إلى رجعة بعيدة تقدر بملايين السنين، أما إذا قذف به نتيجة لهذه الجاذبية حول المشتري إلى داخل المجموعة الشمسية؛ فإنه قد يصبح في مدار أصغر بكثير من هذا، وبالتالي يذوب بسرعة... ومن هنا أطلق على المشتري، كما سنرى فيما بعد، بأنه (صائد المذنبات).

إذًا فتأثير المشتري يتراوح بين قذف المذنب إلى خارج المجموعة في مدارات بعيدة جدًا، أو اصطياده إذا كان صغيرًا ليدور في جو المشتري، وبالتالي في مدارات أقصر، ودورات أقصر، ويذوب بعد عدد من السنين على حسب حجمه، وعلى حسب الانقسامات التي تحدث في الذيل، وبالتالي في بقية مكوناته.

المذنبات عبر العصور:

يتضح للمتتبع لموضوع ظهور المذنبات أنه قد سجل ظهورها عبر التاريخ القديم... منذ القرن الثاني قبل الميلاد تقريبًا... كما يرى

البعض أن هذه المذنبات قد عرفت في الحضارت المختلفة، وأن هناك كتاباتٍ ورسومًا صينية وبابلية تتحدث عن هذه المذنبات، وعن مذنب هالي على وجه الخصوص بين عام ٨٧ و١٦٣ قبل الميلاد. ولم يكن بطبيعة الحال قد عرف بهذا الاسم الذي اكتسبه؛ بعد أن حدد، كما ذكرنا العالم (أدموند هالي)، دورته، وتنبأ بعودة ظهوره، وأنه هو المذنّب نفسه الذي وصف عبر تاريخ الحضارات المختلفة، وتضمنت بعض الرقوم إشارات واضحة إليه، وفي بعض الأحيان كان يعتمد على مصادر صينية، وعربية، وفارسية تعود إلى القرون الوسطى لتتبع ظهوره، ولقد قيل أن أقدم رصد لهذا المذنّب كان لعالم فلكي صيني عام ٢٤٣ قبل الميلاد، وذكر أنه ظهر في جهة الشرق في الفترة بين (٢٤) مايو وحتى (٢٣) يونيو (وتابع الفلكيون الصينيون بعد ذلك ظهوره، ووصفوه بدقة طيلة القرون الثمانية التي تلت ذلك).

وفي عام ٨٣٧ بعد الميلاد ظهر المذنب في أقرب مسافة له على الأرض، وسجل ذلك في العراق، وفي دورته التالية سجل ابن الجوزي في بغداد ظهوره أيضًا عام ٩١٢، أما المقريزي فقد سجل في عام ٩٨٩ ظهور «كوكب له ذنب» الذي شوهد فوق القاهرة لفترة اثنين وعشرين يومًا، وفي عام ١٠٦٦م ظهر فوق بغداد، وجاء وصفه كالآتي:

(إنه ظهر مساء الثلاثاء بعد مغيب الشمس، تحيط به هالة مدورة، وكأنه القمر، وقد انتاب الناس الخوف والغم منه، كما سجل ابن الأثير عام ١٢٢٢م في الموصل بالعراق ظهور مذنب ضخم في الجهة الغربية يبقى مرئيًا حتى الفجر، ولمدة عشرة أيام، ابتداء من يوم ٢٩ سبتمبر)[١].

(١) المذنَّب هالي في التاريخ، جودي كمبرباتش، الشرق الأوسط، العدد ٥٢٣١، في ١٩/ ٢/ ١٤٠٦هـ.

البابليون شاهدوا المذنّب هالي أيضًا قبل المستر هالي بنحو ألفي عام:

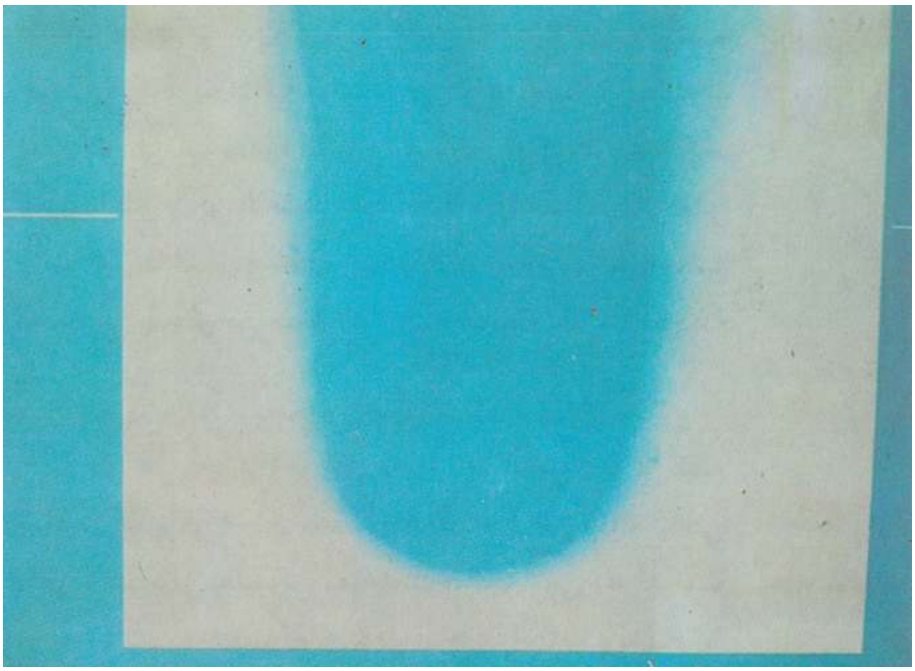
(بينما كان علماء الفضاء يترقبون المذنب هالي داخل النظام الشمسي، كان باحثون آخرون يقومون بفحص السجلات القديمة الخاصة بظهور المذنب، وكان أهم ما تم التوصل إليه هو اكتشاف ملاحظات مدونة ترجع إلى العامين ٧٧ و١٦٤ ق.م مكتوبة على ألواح فخارية بابلية موجودة في الوقت الحاضر في المتحف البريطاني في لندن. هذه الألواح الفخارية تعدّ أهم السجلات التاريخية التي يمكن الاعتماد عليها لمعرفة دورة المذنب هالي، وإلى جانب أهميتها التاريخية؛ فإن الملاحظات المكتوبة عليها مكنت العلماء من التحقق من صحة النظريات المتداولة حاليًا، والمتعلقة بالحركة المدارية للمذنب.

حتى قبل نحو قرن لم يكن معروفًا إلا القليل جدًا عن تقدم البابليين الكبير في مجال الفلك، وكان قد نوّه إلى ذلك الفلكي الشهير (كلوديوس بطليموس) مؤلف كتاب المجسطي. وقد تعرضت آثار بابل للنهب، ووصلت إلى أيدي تجار التحف والآثار في بغداد، إلا أن كل الكمية تقريبًا، وعددها (١٠,٠٠٠) لوح، منقوش عليه بالحروف المسمارية ـ الحروف البابلية القديمة، والتي كان أول من كتب بها هم السومريون ـ كان قد اشتراها المتحف البريطاني في أواخر القرن التاسع عشر.

وقد تضمنت هذه المخطوطات العديد من المدونات التي تشير إلى المذنب هالي، وذلك قبل أن يتوصل أدموند هالي في أوائل القرن التاسع عشر لمعرفة عودة ظهور المذنب، وحسب النظريات الفلكية الحديثة يتوقع أن يكون المذنب قد ظهر ثلاث مرات في ٢٤٠، ١٦٤، ٨٧ قبل الميلاد على التوالي.

المعروف أنه من بين شعوب الحضارات القديمة كان البابليون

وحدهم هم الذين اهتموا بمراقبة النجوم ورصد الظواهر الفلكية، مثلهم مثل الصينيين، إلا أن الدراسة لملاحظاتهم كانت جِدّ محدودة.

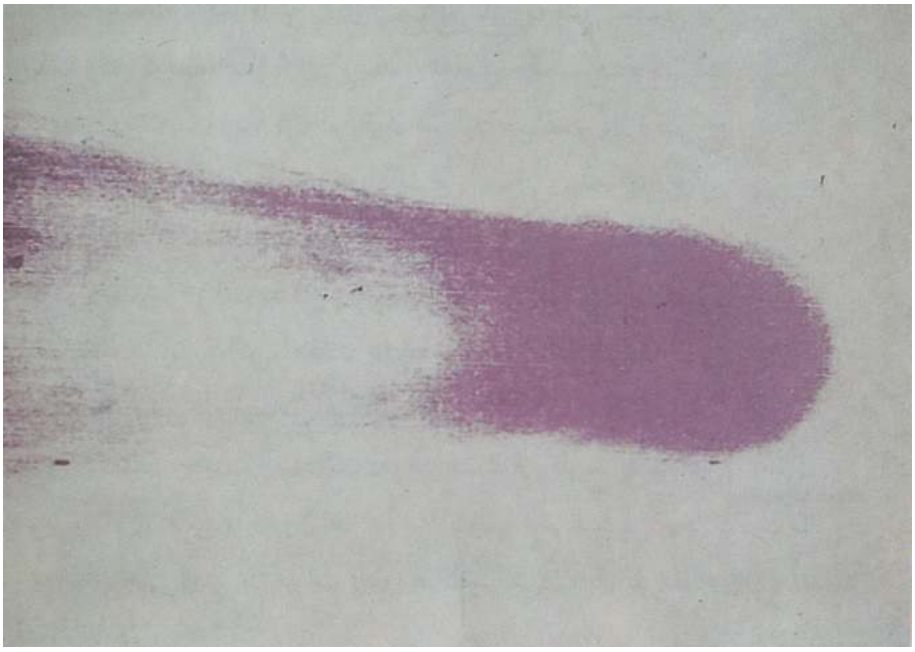


شكل رقم ٩
رأس المذنب هالي عندما صوِّر عام ١٩١٠م

وقد كان البابليون في كل ليلة من ليالي الشهر يراقبون العلاقة المكانية التي تربط القمر بالكواكب الخمسة (عطارد ـ الزهرة ـ والمريخ ـ المشتري ـ زحل) إضافة إلى (٣١) نجمًا آخر من النجوم اللامعة المختارة، كما قاموا بتقدير مسافة الزاوية التي تفصل بين القمر وكل كوكب، إضافة إلى رصد الكسوف والخسوف، وحساب مدتهما ومداهما، وربما كان البابليون أول من قسَّم دائرة البروج إلى (١٢) قسمًا (برج) المعروفة، وذلك في حوالي سنة (٤٥٠ ق.م)، والمؤكد أن الأسماء اللاتينية التي تعرف بها الآن، والمأخوذة من كتاب بطليموس (المجسطي) هي في الغالب ترجمات مباشرة للأسماء البابلية التي أطلقت عليها. ويعدّ الكسوف الكلي المسجل

ضمن المدونات البابلية أدق وصف لكسوف كلي في التاريخ القديم، وحسب السجلات، فهو قد حدث في تاريخ يطابق (١٥) أبريل ١٣٦ ق.م. وهذه الدراسات لها من الأهمية قدر كبير في مجال الدراسات؛ التي تعنى بالتغيرات الطويلة الأمد؛ التي تطرأ على نظام ودورة الأرض.

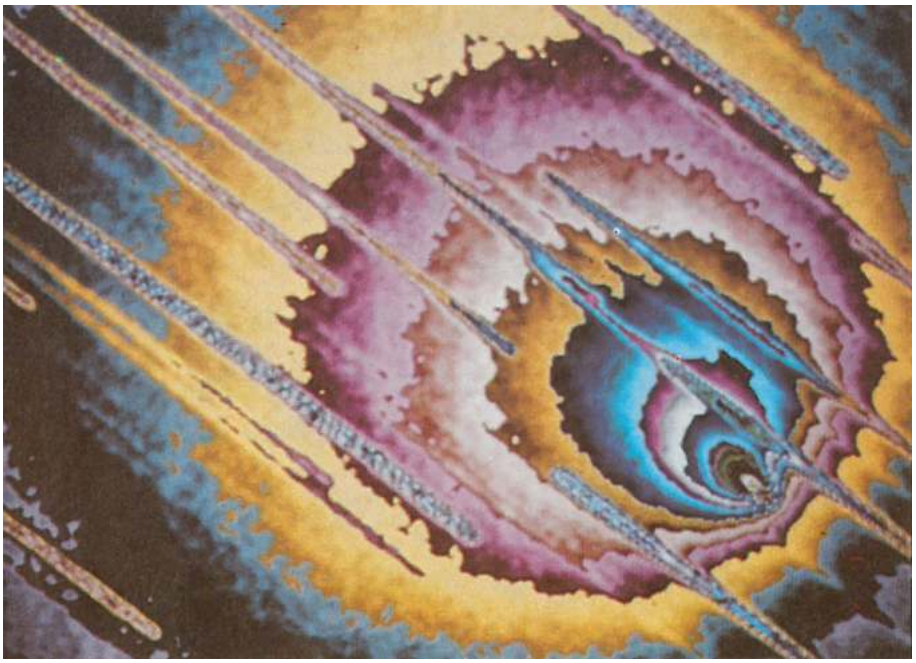
والواضح أن البابليين قد راقبوا المذنبات، ورصدوها، والمرجح أن الأجسام التي أطلقوا عليها اسم (سالومو) هي مذنبات، وأشاروا إلى الاتجاه الذي يشير إليه ذنب المذنب، ويبدو أن المذنب (السالومو) الذي ظهر حسب ما تورد السجلات البابلية في ١٥٧ و١٣٨ ق.م يشبه إلى حد كبير المذنبات التي شوهدت في الصين.



شكل رقم ١٠
المذنب هالي وهو يقترب من الشمس

وقد اتفق السرد الوصفي للمذنب الذي ظهر في عام ١٦٤ ق.م تمامًا مع نتائج الحركة المحسوبة المبنية على النظريات المدارية الحديثة، وهذا مما لا يدع مجالًا للشك من أن المذنب الذي شاهده البابليون هو

في الواقع مذنب هالي. وقد وسعت المخطوطات البابلية السجل الخاص بمذنب هالي بإضافة مشاهدتين إضافيتين لظهوره في عام ٨٧، ١٦٤ ق.م. وربما أمكن العثور على الجزء المفقود من المدونات البابلية؛ التي يمكن أن تكشف عن ظهوره في أزمان أخرى أوغل في القدم[١].



شكل رقم ١١
رأس المذنب إنك

هالي ومصدر الرعب:

بعد أن تحدثنا عن المذنب هالي من ناحية أصله، ومكوناته، ومساره، واهتمامات الحضارات المختلفة عبر التاريخ... يجدر بنا أن نتحدث عن آثار هذا المذنب، وما ينسب إليه من أحداث، وخوف، وقلق، ورعب، وما هي حقيقة ذلك. لنسأل عن مصدر الخوف والقلق الذي يصاحب ظهوره.

(١) مجلة التاريخ الطبيعي، رتشارد ستيفنس، عدد ٨٦/١٢.

ففي الوقت الذي استعد فيه الآلاف لمشاهدة المذنب، والاستمتاع بمنظره وهو يقترب من الأرض... أو يقترب من الشمس، حيث أمكن، كما ذكرت، مشاهدته في آخر الليل... وبالقرب من موعد الفجر تقريبًا... في ذلك الوقت الذي استعد فيه الآلاف من الناس لمشاهدة هذا المذنب، فإنه من الناحية الأخرى كان هناك رجال يشعرون بالقلق من المخاطر التي يمكن أن يتسبب فيها مرور المذنب هالي بالقرب من الشمس... وكذلك عند اقترابه إلى أقرب نقطة من الأرض...

أما المخاطر التي تنشأ عن اقترابه من الشمس... فإن أهم ما ينتج عنها هو تلك الغازات التي تنتج من هذا الاحتكاك، وخصوصًا من غاز الميتان، وثاني أكسيد الكربون، وسيانيد البوتاسيوم، والنشادر... كل هذه الغازات عندما تنتشر بكميات كبيرة وضخمة؛ فإنها تحدث نوعًا من الاختناقات في جو الأرض، وتجعل جو الأرض جوًا موبوءًا إلى حد كبير... لا سيما عندما تقترب هذه الغازات من الغلاف الهوائي للأرض، وإضافة إلى هذا فإن المذنب مع ما يحمله من هذه الغازات عندما يقترب إلى أقرب نقطة من الأرض، وهي كما ذكرنا حوالي (٣٩) مليون ميل. ومن حسن الحظ أن اقترابه من الأرض هذه المرحلة ليس بدرجة اقترابه السابق نفسها؛ الذي تحدثنا عنه عندما كان على مسافة حوالي (١٤) مليون تقريبًا... هذا الاقتراب من الأرض مع هذه الكمية من الغازات يحدث هذه الاختناقات والأوبئة التي تنتشر... ويفسد الغلاف الجوي الذي حول الأرض... إضافة إلى أن مرور المذنب هالي على مقربة من الأرض... على الرغم من صغر كتلته، كما لاحظنا... والتي تقل عن كتلة القمر... إلا أنه بتلك السرعة التي يمر بها، وهي كما ذكرنا، (٤٦) ألف ميل تقريبًا في الساعة، وبوجود هذه الغازات... وهذه الحركة التي يمر بها... فقد تحدث بعض القلاقل المحتملة على الأرض... مما قد تنشط بعض البراكين التي خمدت، ولكن لا زالت قنواتها البركانية نشطة على مسافة

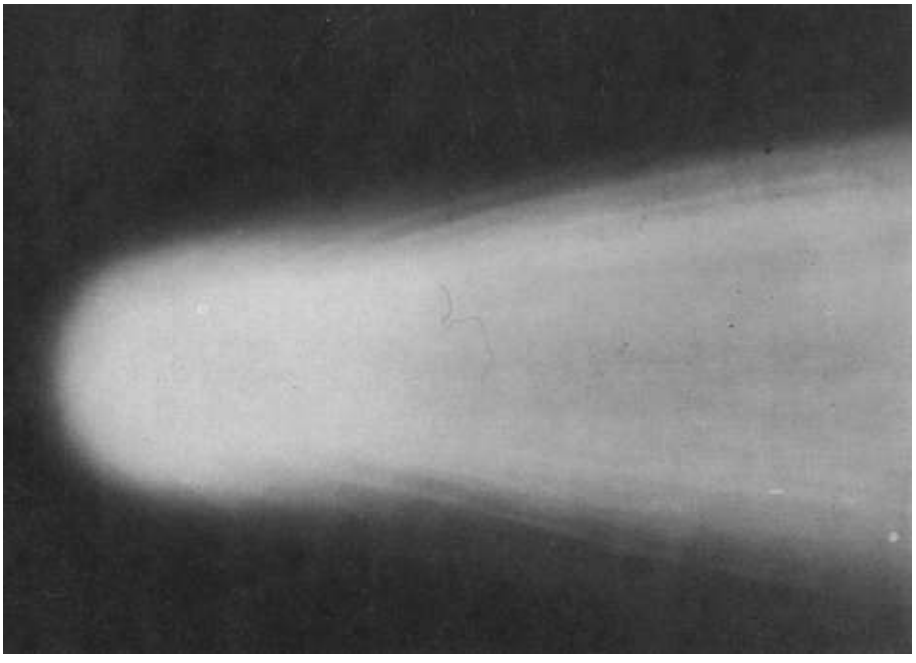
من القشرة الأرضية... فعند مرور المذنب قد تنشط هذه البراكين مرة أخرى، ويؤدي إلى اندفاعات بركانية غير متوقعة أيضًا عندما يمر المذنب في مناطق من القشرة الأرضية... هي من مناطق الضعف... أو ما نسميها بـ: (الويك زون) (WEAK ZONE) فإن مروره بهذه السرعة، وهذه الخلخلة قد يؤدي إلى تجدد الحركات على مناطق الضعف هذه... فينتج من ذلك بعض الحركات الأرضية البسيطة، أو الزلازل، أو نحو ذلك.

أما من ناحية تسببه في الحروب... فمصدر ذلك في الغالب أن هذا الانتشار للأوبئة، وعدم الاستقرار الذي يحدث في الكرة الأرضية بمرور المذنب هالي في هذه الناحية يُحْدث نوع، كما ذكرنا، من الاختناق والضيق النفسي لدى الناس، ويؤدي إلى تصرفات غير طبيعية... وربما اتجاهات عدوانية، وعندها يتصرف الناس على الأرض بصورة غير طبيعية... فالقواد قد يتخذون قرارات مفاجئة... وكذلك رؤساء الدول قد تحدث بينهم مشاحنات، أو خلافات... فعندما يكون الإنسان في حالة عصبية غير مستقرة قد يؤدي ذلك إلى تصرفات غير متوقعة، وبالتالي ينتج عن هذا، كما ذكرنا، قرارات غير سليمة... أو قد يتخذ بعض الرؤساء، أو بعض القواد قرارات بالحرب تحت ضغوط نفسية معينة ناتجة عن هذا الجو الاختناقي الذي ينتج عن هذه الغازات في جو الأرض، أي: في الغلاف الجوي بمرور هذا المذنب، إلى غير ذلك من الأمور.

أيضًا قد يسبب مرور المذنب بعض التحركات في الغلاف المائي... وتحدث فيضانات في بعض مناطق العالم... وإذًا فهذا ما يتوقعه الناس من مشاكل ومن كوارث، لا قدر الله، ولكن لطف الله ﷻ أعظم... ولم يحدث شيء مما كان يتوقعه الناس... وقد سبق ذلك لطف الله ﷻ خصوصًا أن هذه المرة مر المذنب على مسافة أكبر بكثير من المسافة التي مر فيها في المرة الماضية من الأرض، فقد كان مروره عام ١٩١٠م، كما ذكرنا، على مسافة تقرب منا حوالي (١٤) مليون ميل،

أما هذه المرة؛ فإنه قد مر على مسافة تزيد عن (٣٩) مليون ميل، أي: تقل قليلًا عن ثلاثة أضعاف المسافة السابقة. . .

وحسب التوقعات فقد كان الخطر أقل، ولله الحمد، إضافة إلى أن حجم المذنب كان أقل من الحجم السابق، وكتلته أصغر لما كان قد فقده خلال مروره في المرة السابقة. . . وخلال مرحلة الخمول التي ابتعد فيها عن الشمس، وكان سابحًا في الفضاء الكوني في دورته التي استمر فيها خلال الـ (٧٦) عامًا الماضية. وعلى أية حال فإن معظم ما قدمته لنا هذه الدراسات لا يعدو أن يكون معلومات مدارية، أو مبنية على تحليلات على أشعة الطيف، ونحو ذلك من الأمور التي لا تعطي أحكامًا دقيقة جدًا في جميع الأحوال. . . ولا شك أن بعث المركبات الجيدة. . . مثل المركبة الأوربية، والمركبة السوفياتية، وغيرها، زودنا بمعلومات أفضل. . . ولطف الله، على أية حال، أكبر. . .

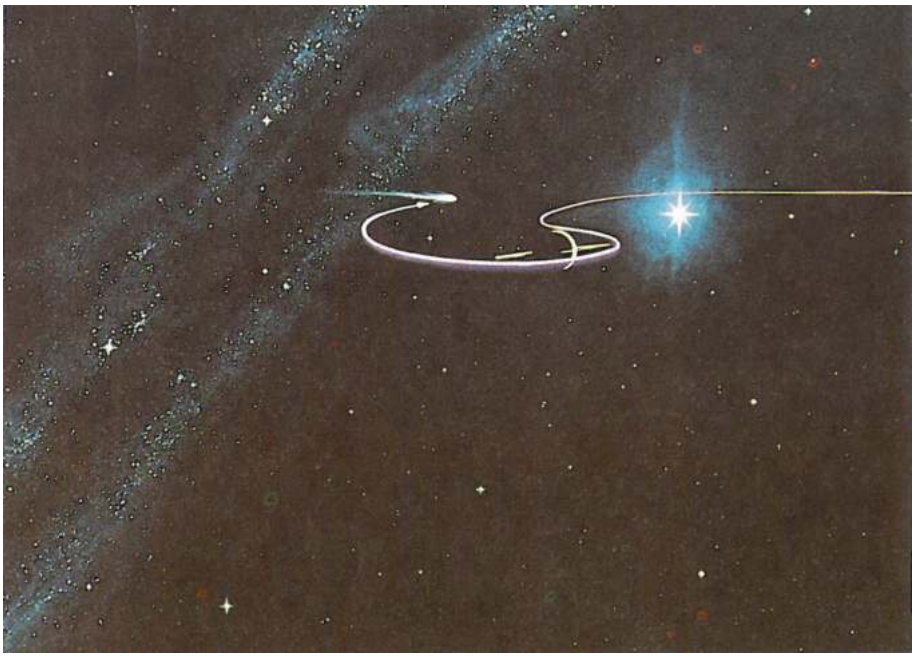


شكل رقم ١١
رأس المذنب هالي

والله ﷻ هو الذي يمسك السموات والأرض أن تزولا... كما في قوله ﷻ: ﴿إِنَّ ٱللَّهَ يُمۡسِكُ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلۡأَرۡضَ أَن تَزُولَاۚ وَلَئِن زَالَتَآ إِنۡ أَمۡسَكَهُمَا مِنۡ أَحَدٖ مِّنۢ بَعۡدِهِۦٓۚ إِنَّهُۥ كَانَ حَلِيمًا غَفُورٗا﴾ [فاطر: ٤١]... والله لطيف بعباده على أية حال... وهذه الآيات يخوفنا الله ﷻ بها حتى نشعر أنه لا مفر من قدرة الله، وعظمته...

٤

دورة المذنب هالي الفلكية



شكل رقم ١٢
المذنبات عرضة للاصطياد من قبل الكواكب العملاقة داخل المجموعة الشمسية

دورة المذنب هالي:

بالنسبة لدورة هالي؛ فإنه بعد أن يكمل دورته بعيدًا عن الشمس يستدير عائدًا إليها، وخلف مداره كوكب بلوتو أصغر الكواكب في المجموعة الشمسية، بمعنى أنه بعد أن يصل إلى بلوتو يقفل عائدًا... وكوكب بلوتو هو أبعد وأصغر كواكب المجموعة الشمسية... متوسط درجة حرارة سطحه حوالي (٤٠٠) درجة تحت الصفر... ومعظم تكوينه من مواد غازية متجمدة... وهو يشبه في تكوينه تكوين المذنبات.

بعد أن يدور المذنب هالي ببلوتو يمر بالكوكب نبتون، ثم الكوكب

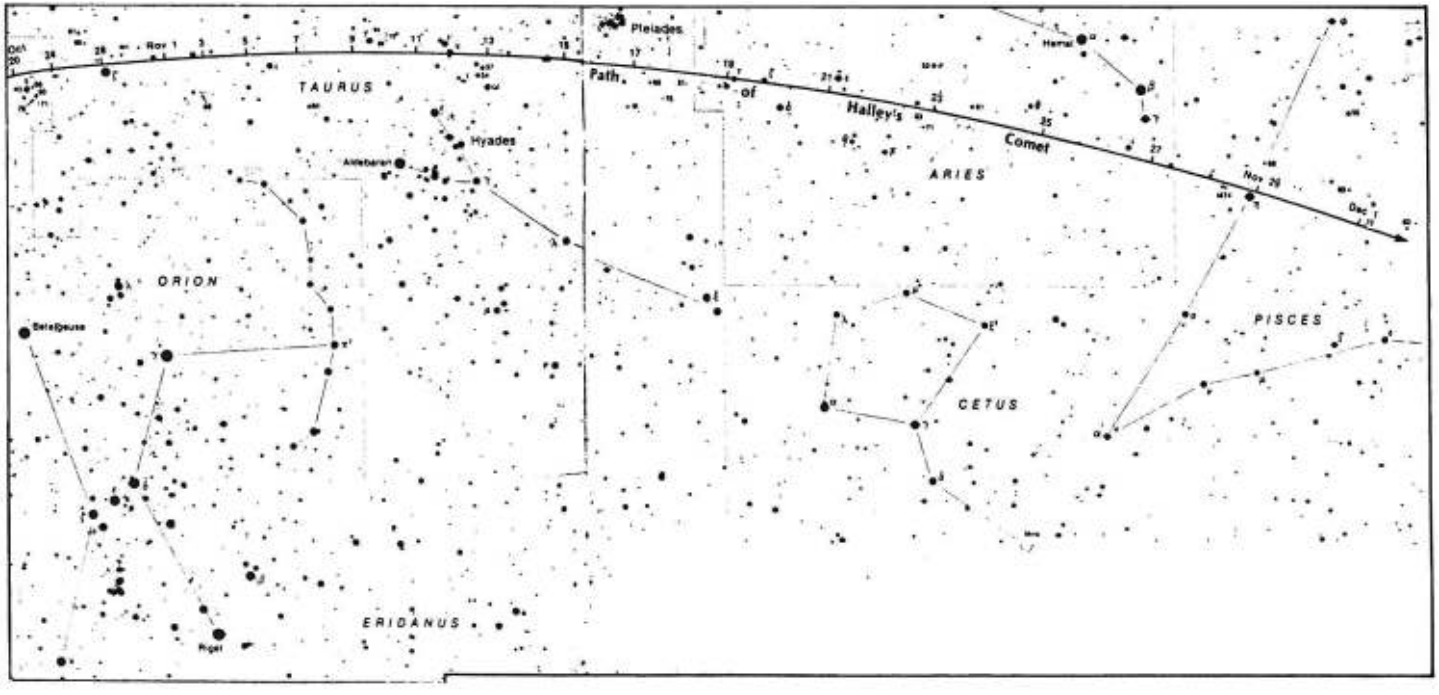
أورانوس، وكلاهما مغطيان بسحب كثيفة... ويتقاربان في الحجم، وهما أيضًا يشبهان المذنبات في أن تكوينهما الكيميائي يشبه تكوين المذنب، حيث إنه يمكن أن يطلق عليها اسم مذنبات ضخمة.

بعد أن يترك هالي هذه الكواكب الثلاثة يتابع رحلة العودة، وتزداد سرعته قبل أن يصل إلى زحل... وزحل هو الكوكب المشهور ذو الحلقات الثلجية حوله... وله (٢٣) قمرًا... تدور حوله... وعندما يقترب من هذه المرحلة تبدأ المراصد الأرضية في التقاط صور للمذنب في هذه المرحلة، ولكنها تكون ضعيفة... لمعانه في هذه المرحلة أيضًا يكون لمعانًا بسيطًا جدًا، وكأنه شمعة ترى من على بعد كبير جدًا.

بعد ذلك يترك المذنب هالي كوكب زحل، ويتجه ناحية المشتري... وهو أكبر الكواكب في المجموعة الشمسية... ويعدّ أيضًا من أخطرها بالنسبة للمذنبات؛ لأن مرور المذنبات بالقرب من هذا الكوكب... في بعض الأحيان يؤدي إلى اصطيادها.

ومن هنا جاءت التسمية المعروفة بأن المشتري هو (صائد المذنبات)... وإذا اقترب المذنب بصورة أكبر من كوكب المشتري، فإن جاذبية هذا الكوكب قد تقذف بالمذنب خارج المجموعة الشمسية... وبالتالي يذهب في مدار مفتوح... أو تدخله في مدار قصير حول المشتري، فلا تعود لديه القدرة على إكمال مساره.

وبعد أن يمر المذنب هالي بالمشتري تزداد سرعته بصورة أكبر في المرحلة بين المشتري والمريخ... وتبدأ حرارة الشمس في تكسير الثلوج التي تتواجد فيه، وبصورة خاصة على سطح المذنب، وتتكون سحابة من الغازات، وتبدأ الذؤابة في التكون... وتتوسع ذؤابة المذنب... ويبدأ الضغط الناشئ من ضوء الشمس، وسرعة حركة الجزئيات القادمة من الشمس في دفع بعض الغبار والغازات بعيدًا عن الذؤابة، وبذلك يتكون الذيل.

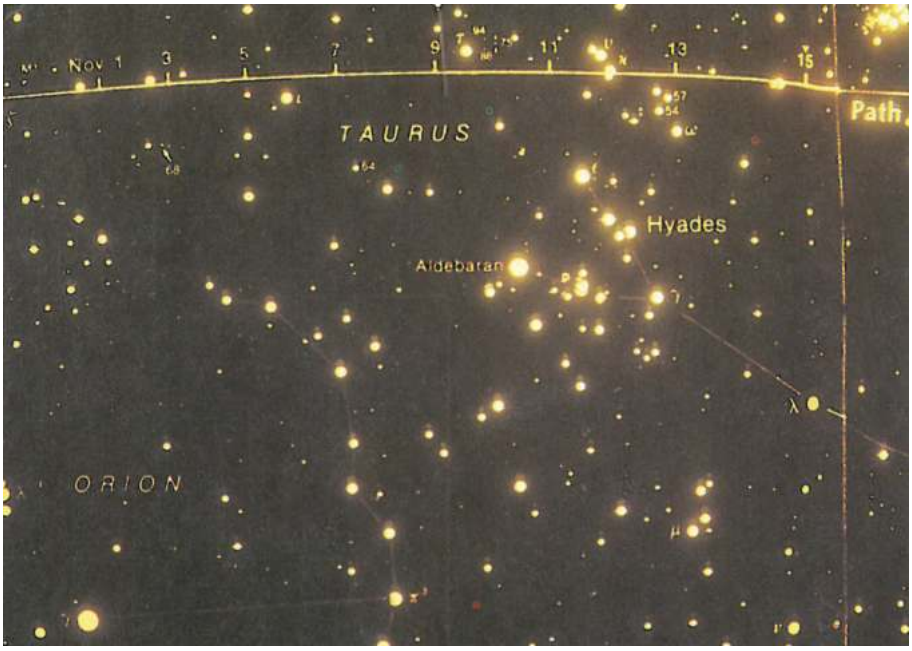


شكل رقم ١٣

المذنب هالي يتسارع مندفعًا إلى الغرب مارًا بمجموعات النجوم طوروس وبيزس خلال شهر نوفمبر ٨٥م
والعلامات الموضحة على المسار تشير إلى مساره حسب التوقيت الكوني... وبالتواريخ الموضحة في الشكل.

شكل رقم ١٤

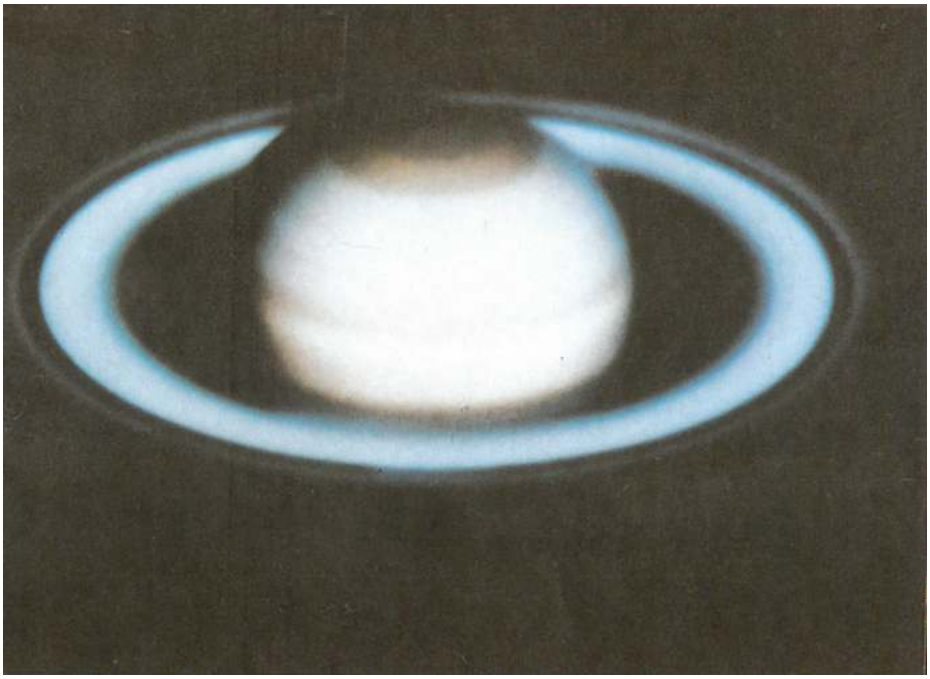
مذهب هالي يبدو كنقطة مضيئة في الفضاء بين مجموعات النجوم



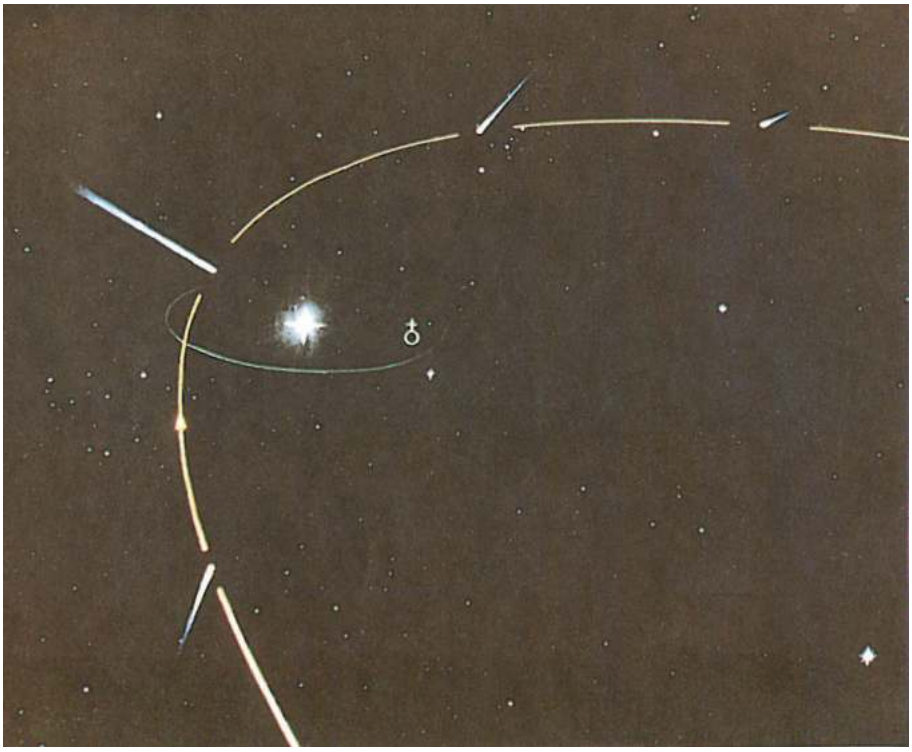
شكل رقم ١٥

مسار المذنب هالي بين مجموعة النجوم طوروس في طريقه إلى الشمس

ومن ثم يقترب المذنب من بقية الكواكب الأخرى، ومنها الأرض، وحين يقترب هذا المذنب، أو بعض المذنبات الأخرى من الكرة الأرضية، فإنها تسبب بعض التأثيرات على الغلاف الصخري للكرة الأرضية، وهذه التأثيرات مهمة جدًا كما ذكرت؛ لأن أي حركة تؤدي إلى تحريك الكرة الأرضية تؤثر مباشرة على قلب القشرة... أو المركز الذي هو في حالة شبه سائلة، وأي اختلال في الضغط الواقع على هذا الجزء يؤدي إلى تحركه واندفاعه في مناطق الضعف، ويعمل على تخلخل الكتلة البنائية... وتحريك بعض الألواح في الوشاح الأرضي... فيحدث التأثير في مناطق الضعف... وينتج عن تلك الحركات الأرضية المختلفة القوى.



شكل رقم ١٦
كوكب زحل الذي يمر به المذنب وقد ظهرت الحلقات الثلجية المحيطة بالكوكب



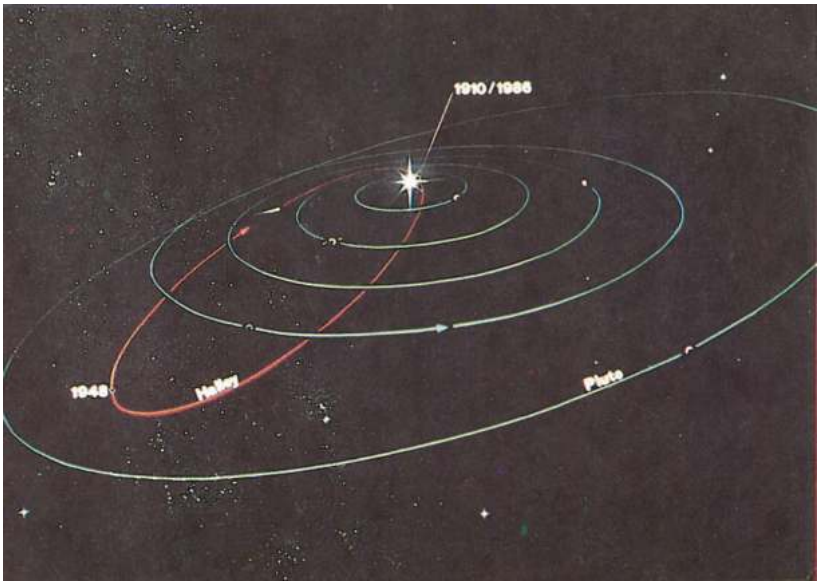
شكل رقم ١٧

ذيول الغبار للمذنبات تتجه دائمًا مبتعدة عن الشمس

هذه الطاقة الناتجة عن تحرك المذنب قد تؤدي في بعض الأوقات إلى تنشيط أجزاء من البراكين الخامدة؛ مما ينتج عنه بعض الثورات البركانية في مناطق العالم.

غير أن الهزات الأرضية التي تحدث قد لا تكون بالضرورة كبيرة، وملموسة... وإنما حركات بسيطة... وهزات ضعيفة تسجلها أجهزة رصد الهزات الأرضية فقط... بعد ذلك يقترب المذنب من الشمس، ثم يلف حولها، وفي هذه المرحلة تزداد كمية انبعاث الغازات، وتزداد ضغوط الشمس الإشعاعية على الجزئيات، فيفتقد بذلك كمية كبيرة من مكوناته، ويزداد نشاط انبعاث نفثات الغبار، ويمتد الذنب إلى أقصى طول له، بعدها يترك المذنب الشمس عائدًا مرة أخرى إلى النقطة التي بدأ منها رحلته، والتي تقترب من مدار الكوكب بلوتو أبعد كواكب المجموعة عن الشمس.

شكل رقم ١٨
يوضح بداية تكوين ذيل الغبار عند اقتراب المذنب من الشمس



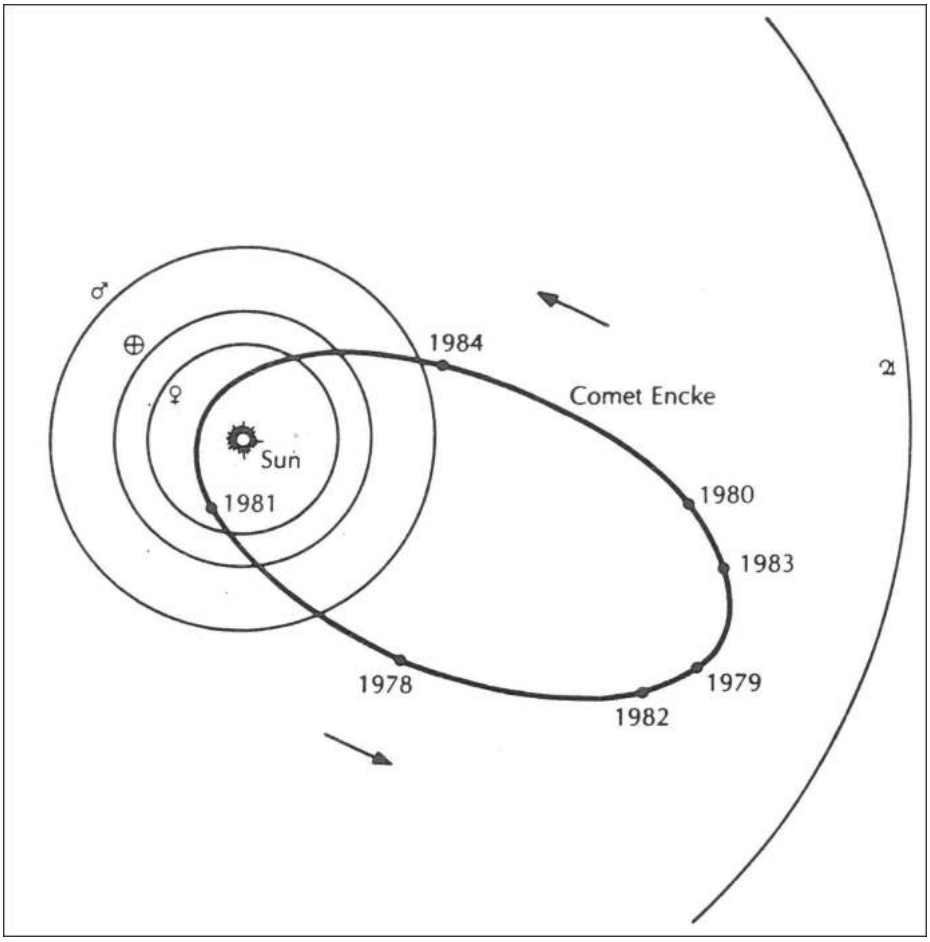
شكل رقم ١٩
مدار المذنب هالي ويبدو واضحًا من الشكل أن المذنب عندما يقترب من مدار الكوكب بلوتو يقفل عائدًا مرة أخرى متجهًا إلى الشمس.

سرعة المذنب:

يسير المذنب هالي بسرعة تقدر بـ (٤٦) ألف ميل في الساعة... ووصل إلى أقرب نقطة له من الكرة الأرضية هذه الدورة يوم (١١) أبريل ١٩٨٦م أي: كان تقريبًا على مسافة تقدر بحوالي (٣٩) مليون ميل، ما يعادل (٦٢) مليون كيلومتر، وكان واضحًا للرؤية ابتداء من شهر مايو. يلاحظ أن المذنب هالي عندما يقترب من الشمس فإن جاذبية الشمس تشده وتزداد سرعته في هذه المرحلة، وتصل سرعته إلى (١٨٨,٠٠٠) ميل في الساعة، وبالنسبة للدورة الحالية، وبصورة خاصة في أبريل عام ١٩٨٦م، كان ذا لمعان واضح وصل إلى الدرجة الأولى، أو الدرجة الثانية في اللمعان، ولم يكن بعيدًا عن سمت السماء... كما أنه لم يتأثر بالظروف الجوية... وكان منظرًا رائعًا، دون شك، للذين يتابعون هذا المذنب.

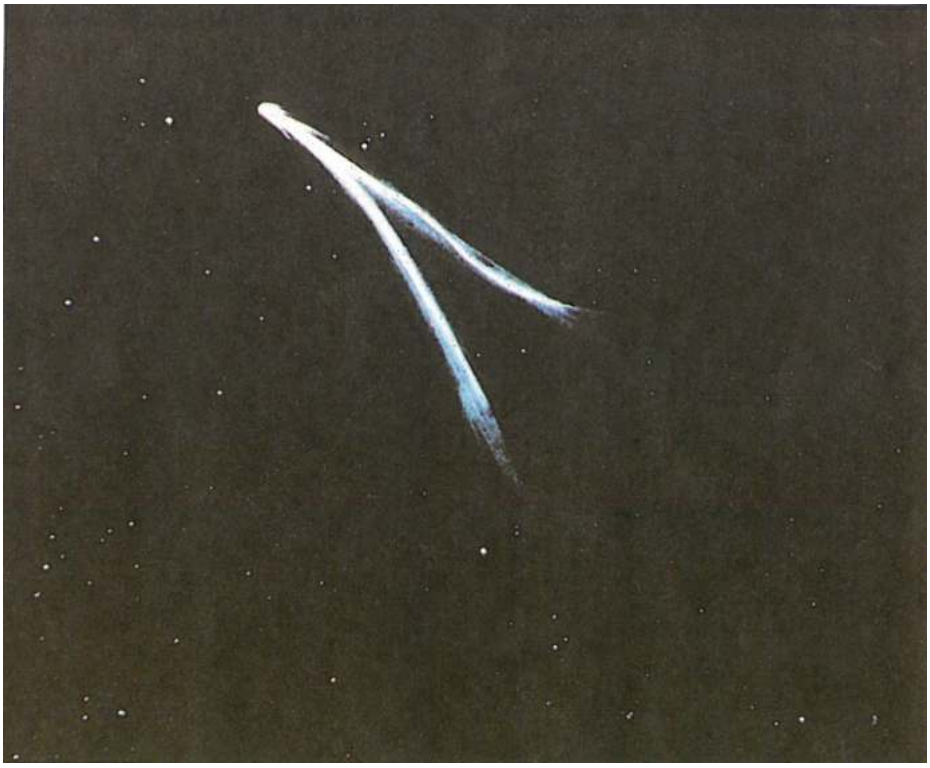
متى شوهد هالي وأين؟

كانت مشاهدة المذنب هالي بالعين المجردة ممكنة في شهر يناير ١٩٨٦م تقريبًا، وبعد ذلك ولنهاية يناير، وربما بداية فبراير، ويوم (٩) فبراير كان أقرب ما يكون للأرض، حيث كان في الجانب البعيد عن الشمس، ومر في مسافة حوالي (٥٤) مليون ميل من الشمس ساعة الحضيض، ومعظم شهر فبراير اختفى المذنب، ولكن عند عودته للظهور في أواخر فبراير بدا في أقصى درجات نشاطه، وأفضل المناطق التي شوهد فيها تقع في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية... وعند حلول شهر أبريل كان متعذرًا رؤية المذنب بالعين المجردة، ولكن أمكن رؤيته بالمناظير المكبرة، والتلسكوبات المخصصة لذلك... وأفضل وقت للرؤية كان بتاريخ (١١) أبريل ١٩٨٦م.



شكل رقم ٢٠

يوضح مدارات الكواكب الداخلية للمجموعة الشمسية مقارنة بمسار المذنب (أنك) ومدارات الكواكب في الشكل تقريبًا دائرية ومشار إليها برموز كواكبها الفلكية، وهي تشير إلى مدار كوكب الزهرة والدائرة الخارجية مدار كوكب المريخ... والقوس الموضح في أقصى اليمين هو مدار كوكب المشتري. وهناك مذنبات كثيرة تكون مساراتها أوسع وأطول من مسار المذنب (أنك) والنقاط الموضحة على مسار المذنب تشير إلى موضعه في تاريخ ١ يناير للسنوات الموضحة.



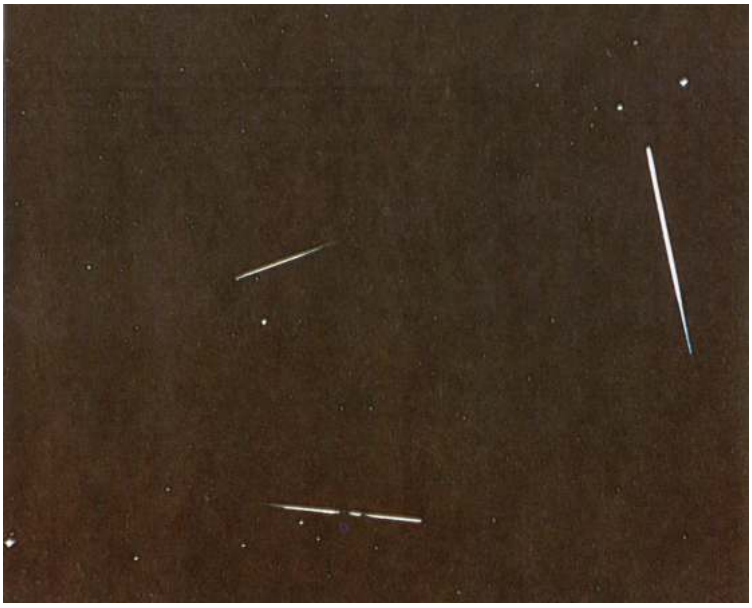
شكل رقم ٢١
ذيول الغبار للمذنبات قد تنقسم إلى عدد من الأجزاء أو تتقوس

العلاقة بين المذنبات والشهب:

لا شك أنه قد حدث ليلة من الليالي المقمرة الصافية أن نظرت متطلعًا إلى السماء... ورأيت شهابًا من تلك الشهب التي تتساقط وكأنها نجوم تهوي مخلفة وراءها وميضًا خاطفًا... وما هذه الشهب التي رأيتها في الحقيقة إلا جسيمات من الغبار الذي ينتشر في الفضاء الداخلي لمجموعتنا الشمسية... وفي بعض الأحيان تنجذب بعض هذه الجسيمات إلى الغلاف الجوي المحيط بالأرض بوساطة مجال الجاذبية، وبسرعات عالية، وعند اختراقها طبقات الغلاف الجوي تتبخر في ومضة سريعة مكونة لمعانًا، وذيلًا خلفها... هذا اللمعان يكون نتيجة للطاقة الحرارية التي تتولد عند احتكاكها بالجزئيات الموجودة في الغلاف الجوي... وبلا شك

فإن تلك الجسيمات ذات كتل مختلفة. . . ولكن الجسيم الذي تقارب كتلته حبة العنب، مثلًا، يمكن رؤية لمعانه بالعين المجردة.

إن نسبة كبيرة (٨٠٪ تقريبًا) من الشهب التي نراها ليلًا في السماء تسمى (الشهب المتفرقة) وهي تتساقط في أي وقت من أوقات السنة. . . وتحدث من (٥ ـ ١٥) مرة كل ساعة. . . ولكن في بعض الأوقات الأخرى من السنة تزداد أعداد الشهب المتساقطة بدرجة ملحوظة، ومثيرة للانتباه. . . فسميت هذه الظاهرة بـ: (حمام الشهب) وهي تتساقط في أوقات معينة، ومعروفة، ولفترات قصيرة. . . وتكون نتيجة لمرور الأرض أثناء دورانها حول الشمس في منطقة تكثر بها جسيمات الغبار، ويكون تركيزُها عاليًا. . . هذه المناطق تسمى بـ: (جداول الشهب) والجسيمات الموجودة بها عبارة عن مخلفات متكسرة تتركها المذنبات الدورية (قصيرة الدورة) وتنثرها في مداراتها بتكرار دورانها حول الشمس. . . وتتحرك الجسيمات في هذه المدارات متوازية لبعضها بعض.



شكل رقم ٢٢
الشهب المتفرقة وتتساقط من (٥ ـ ١٥) مرة كل ساعة

أما الوقت الذي يستغرقه الحمام فيتفاوت، ويعتمد أساسًا على عرض الجدول الذي تمر به الأرض، وعند حدوث الحمام... قد يبدو للناظر من الأرض، وكأن الشهب تأتي من نقطة معينة في أفق السماء، وهي نقطة غير ثابتة بل تتحرك درجة واحدة في السماء إلى ناحية الغرب كل يوم، وذلك نتيجة لحركة الأرض حول الشمس.

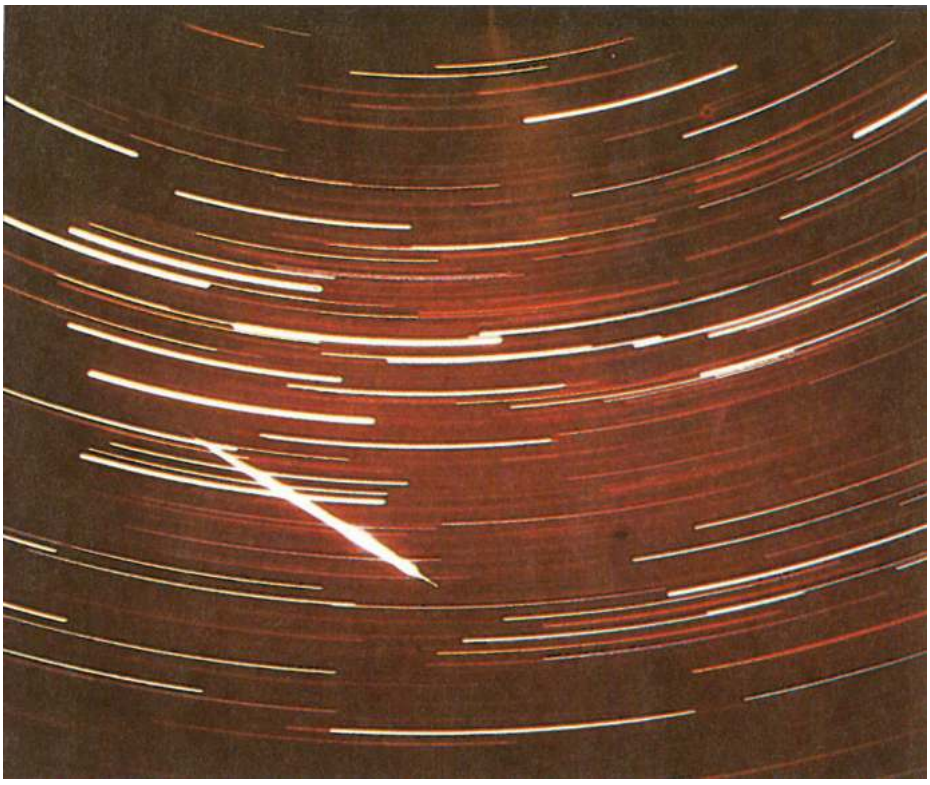
وكما ذكرت فحمامات الشهب تكون ناتجة عن جداول المذنبات الدورية (قصيرة الدورة)... ولكن هناك جدولًا يشذ عن هذه القاعدة، وهذا الجدول يتخلف عن المذنب (ثاتشر) الذي يكمل دورته حول الشمس في (٤١٥) سنة... ويعدّ الجدولان (كودرانتيدس) الذي يسقط في يناير و(جيمينيدس) الذي يسقط في ديسمبر من أنشط الجداول المعروفة التي تسبب هذه الظاهرة، ولم تعرف بعد المذنبات التي تخلفها.

وهناك جدولان يرتبطان بالمذنب هالي، وهذان بدورهما يتسببان في حدوث حمامين أحدهما يسقط في مايو، ويسمى (أيتا كوريدس)، والثاني يسقط في شهر أكتوبر، ويسمى (أورينوديس).

غير أن هنالك جداولَ تتكون من التحلل الكامل لبعض المذنبات، ومثال ذلك الجدول (أندروميدس) وقد نتج عن تحلل المذنب (بـ/ بيلا) الذي انشطرت نواته إلى قسمين عام (١٨٤٦م) وقد عادا في سنة (١٨٥٢م) ولم يشاهدا بعد ذلك.

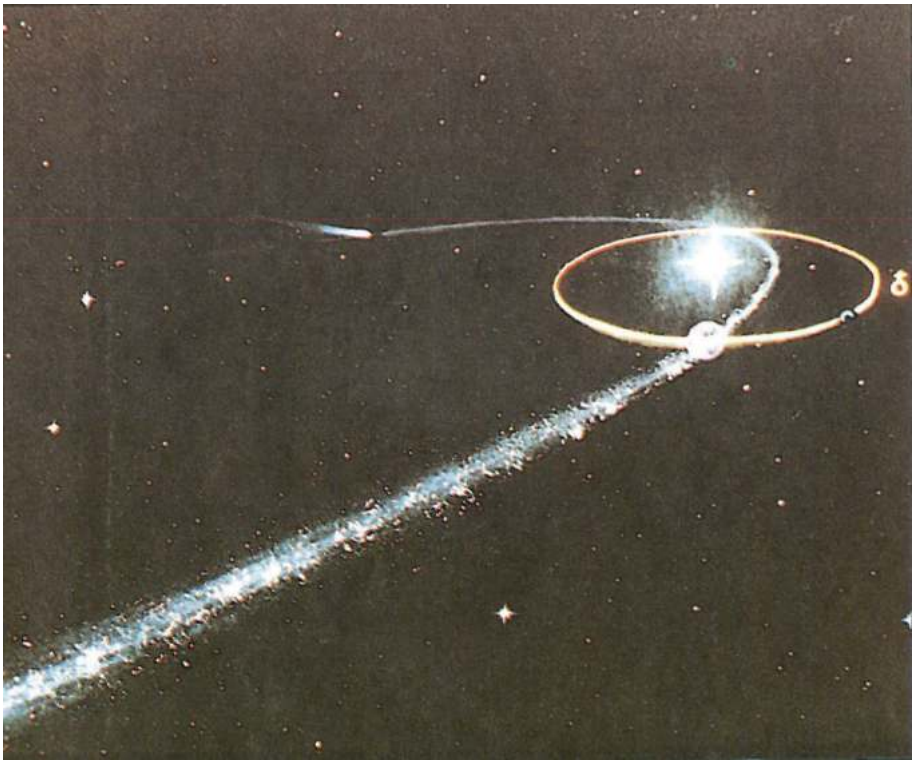
وكما سبق أن أوضحت أنه عند اقتراب المذنب من الشمس يزداد نشاط انبعاث الغبار... ولذلك فإن المناطق القريبة من الشمس، من هذه الجداول تكون أكثر تركيزًا وامتلاءً بالجسيمات على اختلاف أحجامها... أما الجسيمات الصغيرة جدًا فتؤثر عليها ضغوط الشمس

الإشعاعية، بينما الجسيمات الكبيرة تتخذ لها مدارات خاصة حول الشمس، وتكون أقصر من مدارات المذنبات المخلفة لها.



شكل رقم ٢٣
حمام شهب يسقط نتيجة لمرور الأرض بجدول جسيمات شهب ويراه الناظر من الأرض وكأن الشهب تتساقط من نقطة في أفق السماء

والجداول التي نراها تتساقط على شكل حمامات شهب في السماء... فهي في الواقع ليست كل الجداول الموجودة في الفضاء، ذلك لأن اشتراط حدوث الحمام هو وقوع جدوله على مسافة (٠,١ وحدة فلكية) أو أقل من ذلك... أما الجداول التي تقع على مسافة أبعد فإنها لا تتسبب في سقوط أية حمامات.



شكل رقم ٢٤

تكوّن المذنبات بتكرار دورانها حول الشمس جداول

وتكون مليئة بالجسيمات المتكسرة، وتعرف بجداول جسيمات الشهب

٥

دراسة المذنبات ومستقبل هذه الدراسة

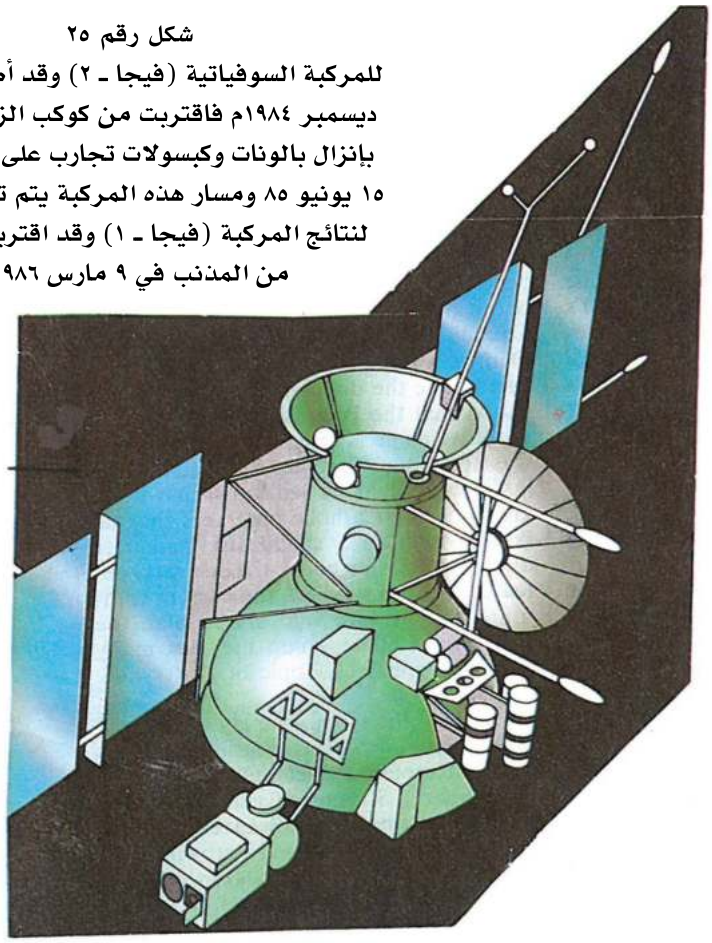
ما الهدف من دراسة المذنبات:

ظلت المذنبات إلى وقت قريب بالنسبة لعلماء الفلك أجسامًا فضائية مجهولة التكوين، وظاهرة لا يعرف الكثير عنها، ودأب العلماء ووكالات الفضاء على معرفة أسرارها، وكشف طبيعتها ومكوناتها من السحب المعدنية، والغبار الذري، والغازات المختلفة المتجمدة، والأسباب التي تؤدي إلى انبعاث الضوء من منطقة الذيل، وتكوينها الكيميائي بصفة عامة. ويعتقد العلماء أنها ربما تكون قد تكونت من السحابة الكونية نفسها المجموعة الشمسية قبل حوالي (٤,٦) مليار سنة، وتتجمع في هذه المذنبات عناصر قديمة من الغبار الكوني منذ لحظة ميلاد المجموعة الشمسية، وقد تكمن بين خلايا المذنبات أسرار غاية في الأهمية عن الكون، وقد تلقي دراسة هذه المكونات بعض الضوء عن الأسرار الأولية للمجموعة الشمسية.

لماذا تم اختيار المذنب هالي ليكون موضوع الدراسة؟

هناك العديد من المذنبات التي لها مدارات، وتظهر في مواعيد ثابتة، ويقارب عددها (٦٠٠) مذنب، منها المذنب (هالي) والمذنب (كوهتيك) الذي يمر بالأرض مرة كل خمسة آلاف سنة تقريبًا، وقد تم رصده وتصويره في يناير عام ١٩٧٤م، وكذلك المذنب (أنك) الذي يمر في أجوائنا مرة كل ثلاث سنوات وثلاثة شهور، والأسباب التي أدت إلى اختيار المذنب هالي بالذات ليكون موضع دراسة وبحث من بين هذه المذنبات؛ كونه منتظم الحركة، فسبق أن زار الأرض ٢٩ مرة، وهذه المرة هي الدورة الثلاثون له، ويمر بالأرض كل (٧٦) عامًا على وجه التقريب، فهذا الانتظام يمكن العلماء من إجراء الحسابات، ومعرفة موعد

مروره بدقة بالغة، والاستعداد لقدومه، وإعداد العدة لدراسته، بالإضافة إلى أن هالي يعدّ من المذنبات الحديثة والنشطة عند اقترابه من الشمس.



شكل رقم ٢٥
للمركبة السوفياتية (فيجا ـ ٢) وقد أطلقت في ٢١ ديسمبر ١٩٨٤م فاقتربت من كوكب الزهرة وقامت بإنزال بالونات وكبسولات تجارب على سطحه في ١٥ يونيو ٨٥ ومسار هذه المركبة يتم تحديده وفقًا لنتائج المركبة (فيجا ـ ١) وقد اقتربت المركبة من المذنب في ٩ مارس ١٩٨٦م.

شكل رقم ٢٦
مركبة الفضاء السوفياتية (فيجا ـ ١) وقد أطلقت في ١١ يونيو ١٩٨٥م ومرت على بعد (٩٠٠٠ كيلومتر) من النواة في ٦ مارس ١٩٨٦م.

البرامج الدولية لدراسة المذنب هالي:

معظم النشاطات الدولية لدراسة المذنب كانت في منطقة الذنب، حيث كان هناك حشد من المجسات الفضائية التي أرسلت خصيصًا لهذا الغرض، منها المجسات الروسية فيجا (١) وفيجا (٢)، واليابان شاركت بالمجسين (ساكيجاكي) و(سويزي)، أما وكالة الفضاء الأوربية فقد أرسلت المجس (جيوتو)... وكانت مهمة هذه المركبة من المهمات العلمية المثيرة للغاية... وقد رأى الأمريكيون أن إرسالهم مركبات لمقابلة المذنب ستكون عملية مكْلفة للغاية، فاكتفوا بدراسة المعلومات والتجارب الواردة من المركبات الأخرى... وقد استغلوا وجود المركبة بيونير التي اتخذت لها مدارًا ثابتًا حول كوكب الزهرة... ووجهوها لمقابلة المذنب... وهناك أيضًا مركبتهم (أي. سي) وقد أطلقت لعمل دراسات عن الرياح الشمسية، فما كان منهم إلا أن حولوها لمقابلة المذنب من على بعد (٢٨) مليون كيلومتر.

كما عملوا على الاستفادة من برامج دراسة الفضاء الخارجي على متن مكوكات الفضاء، وتعطلت هذه البرامج نظرًا لانفجار المكوك تشالنجر... وقاموا أيضًا باستخدام طائرات خاصة بطبقات الجو العليا؛ لتقوم بالمراقبة، والدراسة.

وقد سبق الإيضاح أنه في عام ١٩١٠م تمت دراسة ظهور المذنب هالي بصورة مكثفة بوساطة العلماء في ذلك الوقت، ولكن هذه المرة اختلف الأمر؛ لأن هذه الدورة هي الدورة الثلاثون التي يظهر فيها المذنب، وفي هذه الدورة استخدمت تكنولوجيا متقدمة تقريبًا لدراسات مختلفة وحديثة، وكان من ضمنها أطوار الموجات، والضوء، والإشعاعات التي يطلقها المذنب هالي، ومعظم المعلومات التي وصلت تفيد في معرفة تحركات المذنب، وعلى الرغم من كل هذه الاستعدادات

فقد كان تفاؤل العلماء قليلًا حول الفوائد العلمية؛ التي ستجنى من هذه التجارب منذ البداية.

وتعدّ المذنبات ذات أهمية من ناحية حركتها وتفاعلاتها، وليس من ناحية مكوناتها، فالمكونات، كما سبق أن ذكرنا، مجموعة الغازات المختلفة، والتي تتحد عند مرورها بالشمس، وتكون الغازات المواد التي ذكرناها، إلا أن هذا المذنب، والذي قد يصل عرضه تقريبًا في المتوسط (١٠٠) ألف كيلومتر، وطول ذيله يمتد، كما ذكرنا، إلى ملايين الأميال له كتلة أقل من كتلة القمر مثلًا، وكميات المواد المكونة له قليلة، حيث إن الكرة الأرضية تمر من خلال الذيل دون أن تصاب بأضرار، وكذلك المركبات التي خطط لها أن تمر في الذيل لإعطاء معلومات عنه، فهي ضعيفة التكوين، قليلة الكتلة، ضعيفة التفاعل، وذلك لأن هذه المذنبات أجرام سماوية بدائية التكوين في النظام الشمسي القديم، وصغيرة الحجم، ومعظمها تكون بعيدة عن الشمس وبعيدة عن الطاقة، فلا تحصل فيها تفاعلات مهمة إلا عند اقترابها من الشمس، ولا تتعرض لحركات النشاط البركاني، ولا عوامل التعرية مثل التي تتعرض لها بعض الكواكب الأخرى وبعض الشهب، فكثير من تكويناتها تعدّ تكوينات بكرًا منذ بداية خلق الكون، أي: منذ حوالي (٤,٥) بليون سنة تقريبًا.

أما عن التفاعلات التي تتم لمكونات المذنب مثل الغبار والثلج، وما يتكون من مواد مثل النشادر، وغاز الميتان، والإيثان، والمكونات الأخرى المتواجدة مثل الكبريت، والكربون، وسيانيد البوتاسيوم، فإن هذه الكتل المتجمدة عندما تقترب أكثر فأكثر من الشمس يتحول الثلج طبعًا إلى غاز دون المرور بمرحلة السيولة، ويبدأ الغبار المتناثر في الدوران حول النواة، وبسبب ضغط أشعة الشمس ينعكس الغبار، ويبدأ لمعان المذنب، وكذلك الذيل، ولكن عندما يزداد اقتراب المذنب من الشمس يزداد هذا النشاط، وتقوم في بعض الأحيان الأشعة فوق

البنفسجية المتواجدة من الشمس بتفريق الجزئيات، وتنتج سحابة هيدروجينية ضخمة تلتف حول رأس المذنب، ولا يمكن بطبيعة الحال رؤية هذه السحابة بالعين المجردة، وإنما تشاهد بتلسكوبات فوق البنفسجية خاصة لهذا الغرض، متواجدة في مدار حول الأرض.

وفي كثير من الأحيان تقوم أشعة الشمس الكثيفة بتجريد بعض الجزئيات من إليكتروناتها، وتحولها إلى أيونات مشحونة تقوم الرياح الشمسية بدفعها بعيدًا عن المذنب... ويتكون ما يسمى بالذيل البلازمي الذي يضاف إلى ذيل الغبار، فينشأ ذيل طويل يمتد، كما ذكرنا، إلى ملايين الأميال عندما يقترب من ساعة الحضيض بالنسبة للشمس... ويستغرق المذنب حوالي (٧٦) سنة للوصول إلى مداره حول الشمس، ولكنه يكون على مقربة من الشمس لمدة سنة واحدة فقط، تحدث خلالها التغييرات الكيميائية التي ذكرناها... ثم إن بعض كتلة المذنب تفقد أثناء مروره على مقربة من الشمس... ودورانه حولها... وباستمرار مروره دورة بعد دورة يفقد أجزاء من كتلته؛ التي هي أساسًا كتلة صغيرة، كما ذكرنا... ولكنه لا يفقد كميات كبيرة... وفي السابق كان يعتقد أن ما يفقده المذنب كمية بسيطة جدًا، لا تؤثر عليه إطلاقًا... غير أن الدراسات الجديدة، والمركبات التي أرسلت، قد أتت بالكثير من المعلومات الحديثة والمفاجآت، خصوصًا أن هذه الدراسة الجديدة كما ذكرت اشتركت فيها أكثر من دولة... وهناك اهتمامات كبيرة من قبل العلماء، وكثير من الهواة أيضًا في أنحاء العالم... بالإضافة إلى الكثير من الدول المهتمة التي جهزت مراصدها لمراقبة ودراسة تحركات المذنب... وقد تم الاتفاق على تجميع هذه المعلومات لتنشر كما اتفق في نهاية عام ١٩٨٩م من مؤسسة هالي واتش.

ومراقبة هالي الدولية منظمة تضم حوالي ألف من علماء الفلك في (٥١) دولة، كما يوجد حوالي (٩٠٠) من هواة علم الفلك يقومون

بمساعدتهم في المراقبة. وقد اقترح تأسيسها عالم الفلك الأمريكي (لويس فريدمان) عام ١٩٧٩م الذي يعمل في (مختبر الدفع النفاث) في وكالة أبحاث الفضاء الأمريكية.

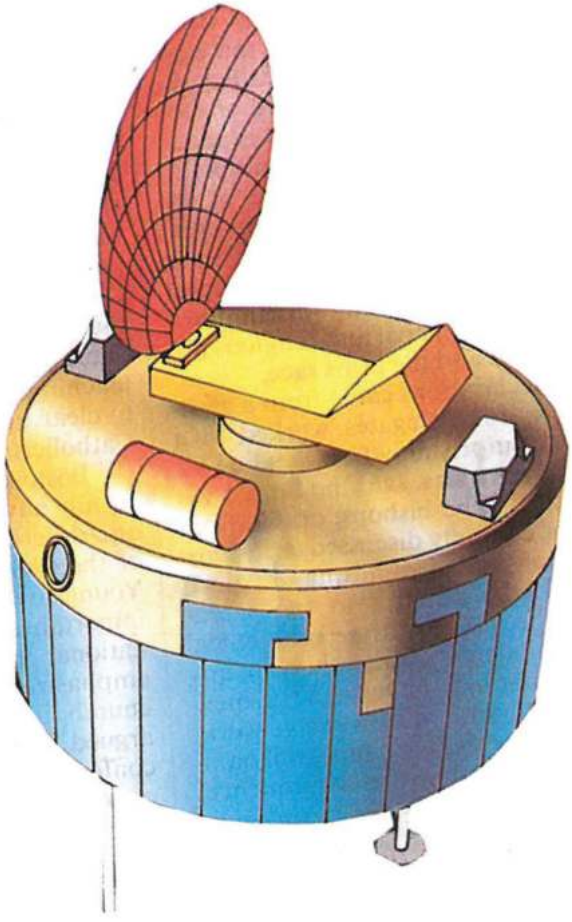
نظرًا لأن شكل المذنب يمكن أن يتغير بصورة ملحوظة خلال ساعة، إلا أن هذه التغييرات يمكن أن تكون لظواهر مثيرة للاهتمام تطرأ على سطح نواة المذنب، ووجود مراقبين دائمين في جميع خطوط الطول والعرض، ساعد العلماء كي لا تمر هذه التغيرات دون ملاحظة، وقد تكون لمراقبة بعضهم أهمية، وقد ينجحون في الحصول على معلومات تعدّ ذات أهمية عند تجميع المعلومات في المستقبل، ويتلخص دور مركز مراقبة هالي الدولية في تشجيع وتنسيق عمليات المراقبة إلى أقصى حد ممكن، وحفظها في ملفات، وسوف يتم حفظ هذه الملفات على أسطوانات سميكة تعيش طويلًا، وبالتالي يمكن إدخالها في ذاكرات الكمبيوترات لتشكل بنوك معلومات، واستخدامها مراجع لدراسة مذنبات أخرى، وأيضًا لدى مرور هالي عام ٢٠٦١م.

وأقيم مركزان رئيسان للمراقبة، لجمع وحفظ هذه المعلومات في (باسادينا) في (مختبر الدفع النفاث) تحت مسؤولية الدكتور نيوبورون، وفي (بامبرج) في جمهورية ألمانيا الاتحادية تحت مسؤولية البروفيسور جيوجيرن راهي. وتم تشكيل مجموعة استشارية بين وكالات الفضاء الأمريكية، والسوفياتية، والأوربية، واليابانية، وتتولى التنسيق في كل ما يتعلق بالمجسات الفضائية التي تم توجيهها لهالي. وهناك تبادل للمعلومات بين علماء الوكالات الأربعة، وأقيم اتفاق خاص بين أنتركوزموس والوكالة الأوربية التزم السوفيات بتقديم جميع المعلومات عن مدار مجساتهم (فيجا) حين اقتربت من المذنب، ولعبت المجسات فيجا دور المرشد، وأعطت لوكالة الفضاء الأوربية فرصة لإجراء بعض التعديلات الأخيرة في مسار المجس (جيوتو).

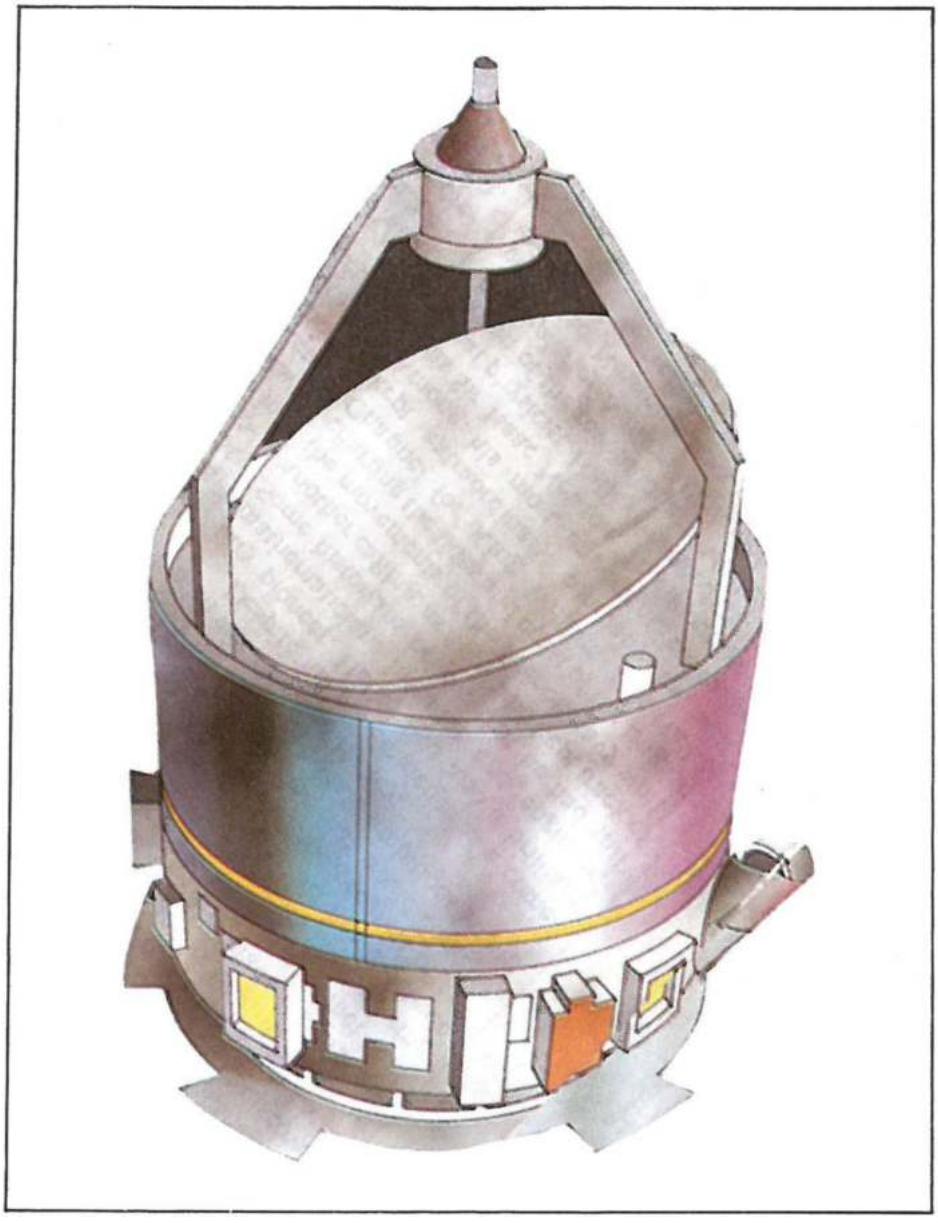
مستقبل دراسة المذنبات والفائدة المرجوة منها:

هناك معلومات كثيرة، وبالغة الأهمية من الناحية العلمية قد حصل عليها العلماء من المركبات الفضائية؛ التي أرسلت لملاقاة المذنب في مداره، كل هذه المعلومات الحديثة دون شك ستسهم في وضع القاعدة الأساسية التي ستنطلق منها الدراسات المستقبلية للمذنبات. فالعلماء وإلى فترة قريبة كانوا يجهلون الكثير عنها، فكل هذه المعلومات الراهنة ستضع نقاطاً أساسية، وبالغة الأهمية، فتساهم، وتعين على دراسة المذنبات في المستقبل، ويجري الآن الإعداد لإرساء هذه الأسس في عمليات تنظيمية واسعة جدًا، والتنسيق بين الهيئات العلمية كافة لتبادل جميع المعلومات، والنتائج التحليلية التي حصل عليها العلماء، وتخزينها في ذاكرة أجهزة الكمبيوتر؛ للرجوع إليها عند دراسة المذنبات في المستقبل، أو عند عودة ظهور هالي عام ٢٠٦١م بإذن الله تعالى... وقد تلقي الضوء على أصل الكون؛ لأن بعض العلماء يقولون: إن المذنبات والمجموعة الشمسية كلها قد نشأت من السحابة الكونية، ولكن المذنبات نظرًا لبعدها الشاسع جدًا في أعماق الفضاء، فقد ظلت في حالة شديدة من التجمد، فبقيت مكوناتها الأصلية بكرًا، وقد يستدل العلماء من دراسة هذه المكونات إلى شيء عن نشأة مجموعتنا، كما ذكرت.

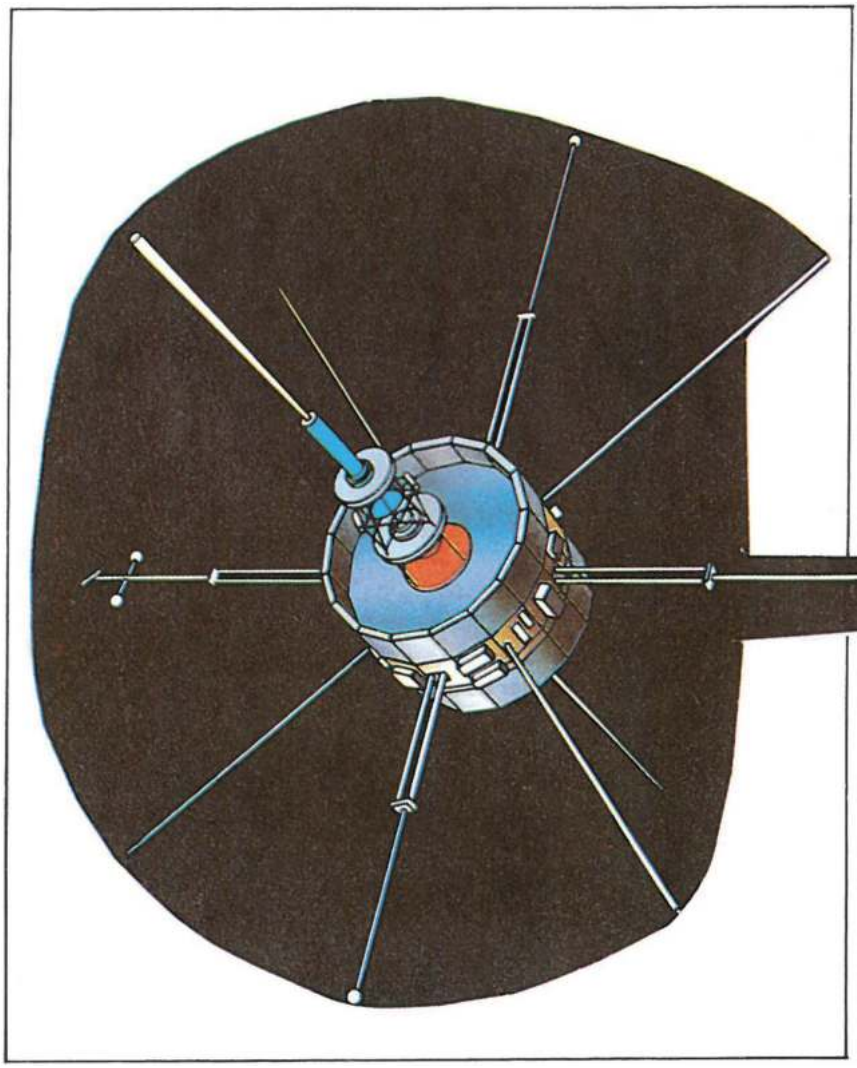
شكل رقم ٢٧
مركبة الفضاء اليابانية سويزي... وقد أطلقت في ١٨ أغسطس ١٩٨٥م ومرت بقرب المذنب هالي في ٨ مارس ١٩٨٦م على بعد (٩٠٠٠٠) ميل لدراسة سحابة الهيدروجين التي تحيط بالمذنب.



شكل رقم ٢٨
مركبة الفضاء اليابانية (ساكيجاكي) وقد اقتربت لبضعة ملايين الأميال من المذنب في ١١ مارس ١٩٨٦م.



شكل رقم ٢٩
مركبة الفضاء الأوربية (جيوتو)... أطلقت في ٢ يوليو ١٩٨٥م ومرت على بعد (٦٠٠ كيلومتر) من النواة، وبذلك كانت أقرب المركبات مرورًا من هالي



شكل رقم ٣٠
سفينة الفضاء الأميركية أكسبلورر وقد أطلقت في ١٢ أغسطس ١٩٧٨م لاستقصاء الرياح الشمسية، ومرت على بعد ١٩ مليون ميل من مذنب هالي في مارس ١٩٨٦م

٦

المعلومات المستجدة من نتائج الدراسات الحديثة على المذنب هالي في دورته رقم (٣٠)

لقد كان مرور المذنب هالي فريدًا هذه المرة، وذلك لأنها المرة الأولى التي يرسل فيها الإنسان مركبات فضائية؛ لتلتقي معه عن قرب، كما ذكرت سابقًا، حيث اقتربت المركبة (جيوتو) إلى مسافة (٦٠٥ كيلومترًا) تقريبًا، ثم تحطمت بعد أن نقلت لحظات تاريخية لهذا اللقاء الفريد... وكان برنامج المركبات الذي أرسل برنامجًا ضخمًا، وتكوَّن من عدد من المركبات تضافرت جهودها لنقل المعلومات إلى الأرض... ولقد ابتعد عنا هالي الآن... وسيذهب في رحلته المحددة بكل دقة إلى أطراف المجموعة الشمسية... ليعود إلينا بعد دورة كاملة تبلغ (٧٦) عامًا، ولا شك في أنه سيكون أصغر من ذي قبل، بعد أن فقد جزءًا من مكوناته أثناء مروره بكوكب المشتري، ثم عند اقترابه من الشمس، وتحول مكوناته إلى غازات... ومن المؤكد أن تحليل المعلومات التي بعثت بها المركبات سوف يضيف الكثير من المعلومات، ويكشف عن كثير من الحقائق، وقد تكوّن برنامج المركبات من:

برنامج المركبة بيونير والمكتشف (وكالة الفضاء الأمريكية) (ناسا):

لم يخطط الأمريكيون لإرسال مركبات لمقابلة هالي؛ لأنهم يرون أن إرسالهم مركبات لغرض واحد ستكون عملية مكلفة، كما ذكرت، وقرروا الاكتفاء بتحليل تجارب المركبات الروسية والأوربية، وقاموا بعمل تجارب لتوجيه المركبة (بيونير) ـ التي أطلقت عام ١٩٧٨م لتدور بصورة منتظمة حول كوكب الزهرة ـ لتتمكن من مراقبة المذنب، وإرسال بيانات ومعلومات للعلماء في مركز البحوث الموجود في ماونت فيو.

وهذه المركبة مزودة بجهاز قياس للأشعة فوق البنفسجية مصمم خصيصًا لدراسة الظواهر الجوية للمذنبات، ويستطيع تحديد النسب المئوية، والكميات للعناصر المختلفة الموجودة في سحابتها.

وسبق أن أطلق الأمريكان المركبة (المكتشف) (آي سي آي) في عام ١٩٧٨م لدراسة الرياح الشمسية، وتأثيرها على الأرض، فقرروا الاستفادة منها، وحولوا مدارها لمقابلة المذنب في يوم (٢٨) مارس ١٩٨٦م على بعد (٢٨) مليون كيلومتر من النواة. واستفادوا أيضًا من وجود المجس سولار ماكس الذي أطلق في (١٤) فبراير ١٩٨٠م لقياس النشاط الشمسي، واستخدم في مراقبة المذنب من على مداره حول الأرض، وكان البرنامج الأمريكي، بالإضافة لذلك، يتضمن القيام بالمراقبة من على متن مكوكات الفضاء التابعة لوكالة الفضاء الأمريكية (ناسا)، وإرسال معدات وأجهزة علمية مختلفة لدراسة هالي.

وبدأ رواد رحلة المكوك كولومبيا الذي أطلق في (١٤) يناير ١٩٨٦م بالفعل عملية المراقبة للمرة الأولى، إلا أن الحدث المروع الأخير، وانفجار مكوك الفضاء (تشالنجر) الذي راح ضحيته (٧) من الرواد، تسبب في تعطيل برامج الدراسات الأمريكية التي كانت موضوعة ليؤديها رواد الفضاء على رحلات المكوك في الفضاء الخارجي، وأيضًا إلغاء كل رحلات المكوك إلى أن تقوم الجهات المختصة بمعرفة الأسباب التي أدت إلى هذا الانفجار؛ الذي شاهده الملايين على شاشات التلفزيون، والآلاف الذين كانوا متواجدين في قاعدة الإطلاق، فاستخدم الأمريكان عوضًا عن ذلك طائرات خاصة بطبقات الجو العليا زودت بالأجهزة، والمعدات اللازمة للقيام بالمراقبة، وإجراء الدراسات على المذنب.

وقد بدا (هالي) في أسطع وأفضل حالاته في اليوم التاسع من شهر فبراير، ولكن لحظة الاقتراب من الشمس، والتي تعدّ من أهم الظواهر في النظام الشمسي، قد حدثت في الجانب الآخر من الشمس غير

المواجه للأرض، ولذلك لم نتمكن من رؤيته، ولكن لحسن الحظ إن وكالة أبحاث الفضاء الأمريكية قد قامت بتسجيل المشاهدة بوساطة مركبة الفضاء بيونير.

وفي أوائل شهر فبراير انبعثت من الشمس كمية ضخمة من أشعة الضوء الساطع، مما نتج عنه خلق أسوأ حالة اضطراب للجاذبية الأرضية خلال عشر سنوات... هذه الأشعة أربكت الاتصالات على سطح الأرض، كما تداخلت أيضًا ـ على غير ما يهوى العلماء ـ مع الإشارات القيمة المرسلة من المركبة بيونير، ومع ذلك فقد تمكن العلماء من استخلاص ما يكفي من المعلومات لمعرفة رصد المركبة للظاهرة.

كما لاحظت مركبة الفضاء بيونير وجود غلاف كروي غير متناسق ضخم من الهيدروجين يحيط بالمذنب، يصل طول قطره إلى (١٢,٥) مليون ميل (٢٠ ميلون كيلومتر)، هذه الهالة الهيدروجينية أكبر من الشمس بنحو (١٥) مرة، وبهذا فقد عُدَّت أكبر أجرام النظام الشمسي (المجموعة الشمسية) في ذلك الوقت.

وكانت هناك ضغوط إشعاعية قوية من الشمس على جميع الذرات والجزئيات المحيطة بالمذنب، حتى إنه قد بدا في حالة سطوع بنسبة (١٥٪) ولمدة عشر ساعات تقريبًا، ما دل على حدوث زيادة سريعة، ولكن مؤقتة في نسبة التبخر للمذنب، ويعتقد أن الأشعة الشمسية التي سببت لهم الاضطرابات في تلقي البيانات ربما كانت هي نفسها المسؤولة عن جعل المذنب يبدو أكثر لمعانًا، وكان المذنب في ذلك الوقت ـ أي: أوائل شهر فبراير ـ يفقد ما يقدر بنحو (٤٠) طنًا من الجليد في الثانية مقابل (١٢) طن في الثانية هي نسبة الجليد المفقود في أوائل شهر يناير. وقد احتاجت عملية تجميع الصورة الكاملة للمذنب هالي في أقرب نقطة له من الشمس إلى عدد من الأيام، وذلك بسبب تداخل الإشارات المرسلة مع الأشعة المتوهجة المنبعثة من الشمس.

ولقد توافرت معلومات قيمة عن توافر الكربون، والكبريت، والهيدروجين، والأوكسجين في مذنب هالي، فجرى في ذلك الوقت تزويد العلماء في الدول الأخرى بهذه المعلومات الجديدة، والنظريات المتعلقة بالمذنبات، والتي كانت تعتمد على معلومات ضئيلة للغاية مستمدة من الملاحظات السابقة، وعليه فإن الملاحظات الجديدة سوف تساعد الباحثين والدارسين للنظريات على مراجعة، وتنقيح معتقداتهم.

ويعتقد أن المذنبات تتكون من المخلفات نفسها، وبقايا المواد البدائية التي تجمعت، واتحدت لتكون الشمس والكواكب، وهي بالتالي الكومة التي توضح أصل ومنشأ المجموعة الشمسية، ويقدر عدد المذنبات التي يعتقد بأنها تدور حول كواكب المجموعة الشمسية بالأجزاء الساكنة من الكواكب الخارجية بنحو الترليون مذنب. . . والقليل من المذنبات هي التي تسير في مدارات بيضوية عظيمة حول الشمس، ومثلها في ذلك مثل مذنب هالي.

والمعروف أنه عندما يمر المذنب في نطاق كوكب المشتري تندفع سحابة تتكون من الغاز والغبار تسمى (الكوما) لتحيط بنواة المذنب الثلجية، وتتفاعل الطاقة الشمسية مع سحابة المذنب المرئية؛ ما ينتج عنه تكوين الذنب، وهو عبارة عن غبار ناعم، وغازات، وفي كل مرة يقترب فيها المذنب من الشمس، أو يجتازها، فإنه يفقد جزء من (٠,٠١٪) من كتلته.

وعلى الرغم من كل هذه المعلومات الواردة، إلا أن الشيء الكثير ما يزال غامضًا، وغير معروف، فمثلًا ما هي بالضبط مكونات أعماق المذنب؟ هل هو سطح مغطى بطبقات وبقشرة خارجية سميكة من الغبار، أم هل تغطيه طبقات من الجليد الهش، والمعرض لعوامل التعرية؟ وما نظام دورة (حركة) نواة المذنب هالي؟ ما الكيفية بالضبط التي تؤدي إلى انبثاق وتدفق الغازات لاختلاف درجة سطوع المذنب، ومداره؟

ولا شك أن الملاحظات المباشرة للمذنب هالي عندما يكون في ذروة نشاطه يمكن أن تكون قد أعطت إجابات لبعض من هذه الأسئلة، كما أن وجود مركبة الفضاء بيونير في مدارها حول كوكب الزهرة؛ كان ذا نفع كبير، فهي مزودة بجهاز قياس للأشعة فوق البنفسجية، مصمم خصيصًا لدراسة الظواهر الجوية للمذنبات، ويمكن أن يكون أداة فعالة لدراسة المذنبات، حيث يستطيع تحديد النسب المئوية، وكميات العناصر المختلفة الموجودة في سحابة المذنب. وجهاز قياس الأشعة فوق البنفسجية هذا لا يلتقط الصور بطريقة كاميرا التصوير نفسها؛ التي استخدمت في مركبة الفضاء مؤخرًا لالتقاط صور لكوكب أرورانوس، بل يقوم الجهاز بدلًا من ذلك برصد هدف، وتجميع صور لنوع واحد من أنواع الذرات الموجودة فيه، ويستطيع مشاهدة أي كمية من الهيدروجين، الأوكسجين، الكربون أو الكبريت الموجود في المذنب. . . ولكن لا بد من فحص كل عنصر من هذه العناصر على حدة.

وفي (٢٦) ديسمبر الماضي (١٩٨٦م) وخلال عملية مناورة، قام مهندسو وكالة الفضاء الأمريكية لأبحاث الفضاء بتوجيه جهاز قياس الأشعة فوق البنفسجية بعيدًا عن كوكب الزهرة باتجاه مذنَّب هالي، ومن موقعه الخاص، والاستراتيجي جدًا في الفضاء، استطاعت المركبة بيونير أن توجه جهازها لقياس الأشعة فوق البنفسجية نحو المذنَّب، وتوجيه جهاز إرسالها نحو الأرض، وبالتالي قامت بنقل معلومات من المذنَّب إلى الأرض بصورة فعالة. وخلال عشرة أيام من المراقبة والمتابعة اتضح أن المذنَّب يفقد (١٢) طنًا من المياه في الثانية، أو حوالي بوصة واحدة من سطحه يوميًا، وأنه وعلى أساس هذا المعدل فإن المذنَّب سيظل ويبقى لآلاف السنوات القادمة قبل أن يتضاءل ويتقشر، ثم يذوب نهائيًا.

وفي السابع من يناير ١٩٨٦م اختفى كوكب الزهرة، ومركبته الفضائية بيونير خلف الشمس، وانقطع الاتصال اللاسلكي لمدة (٣)

أسابيع، وعند استئناف الاتصال في (٣٠) يناير استخدم العلماء جهاز قياس الأشعة فوق البنفسجية لرسم صورة لسحابة الهيدروجين الضخمة المحيطة بالمذنَّب، حيث بلغ طول رأسه المرئي نحو (١٠٠,٠٠٠) ميل، إلا أن السحابة الهيدروجينية غير المرئية تمتد لملايين الأميال. وقد تم البحث عن التموجات في السحابة الهيدروجينية التي توضح التغيرات في معدلات التبخر لنواة المذنَّب، وقد تكون الدليل أيضًا على نوافير الغاز التي تنبعث فجأة من النواة، وتقوم بتغيير مسار واتجاه المذنَّب، كما هو الحال بالنسبة لدور القاذفات الصاروخية في إطلاق مركبات الفضاء، ووجد أن المعدل الذي يفقد فيه المذنَّب الماء؛ هو الذي يحدد المعدل الذي يفقد فيه الغبار.

وقد قامت بيونير برصد ومتابعة المذنَّب حتى أوائل مارس، وعندها بدأ في التحرك إلى ما وراء الشمس، ومر عبر مدار الأرض، واعترضته عن بعد المركبات التي جهزت لهذا الغرض.

برنامج المركبة (جيوتو) (وكالة الفضاء الأوربية):

ويُعَدُّ هذا البرنامج مثيرًا للغاية إذا ما قورن ببقية البرامج الأخرى؛ التي قامت بها الدول التي شاركت في الدراسة بإرسال مركبات للاقتراب من المذنَّب، وقد تولى بناء وتصميم هذه المركبة عشرة علماء تقريبًا من الدول الأوربية، وعلى رأسهم العالم الإنجليزي (برنارد لوفيل)، وجهزت بعدسات لالتقاط صور ملونة لنواة المذنّب عند اقترابها منه... هذا وقد قامت المركبة بوساطة أجهزتها بتحليل وتسجيل كل المعلومات، وإرسالها مباشرة إلى المحطات الأرضية، حيث زودت بعشرة معامل للتحليل الكيميائي لدراسة مكونات المذنَّب، وكان من المتوقع أن يقوم المذنَّب بتحطيمها عند اختراقها لمنطقة الذيل، وتعرضها لذلك السيل المنهمر من ذرات الغبار، والسحب المعدنية، والكتل الثلجية، ولذلك فقد زودت

بدرع واق ليمكنها من الصمود أمام هذه العوائق، وإعطائها الوقت الكافي للاقتراب منه، وإرسال كل المعلومات المطلوبة قبل أن تتحطم، وقد تم إطلاق المركبة على متن الصاروخ الأوربي إيريان من قاعدة جباينا في فرنسا بتاريخ (٢) يوليو لملاقاة المذنَّب في يوم (١٣) من شهر مارس ١٩٨٦م.

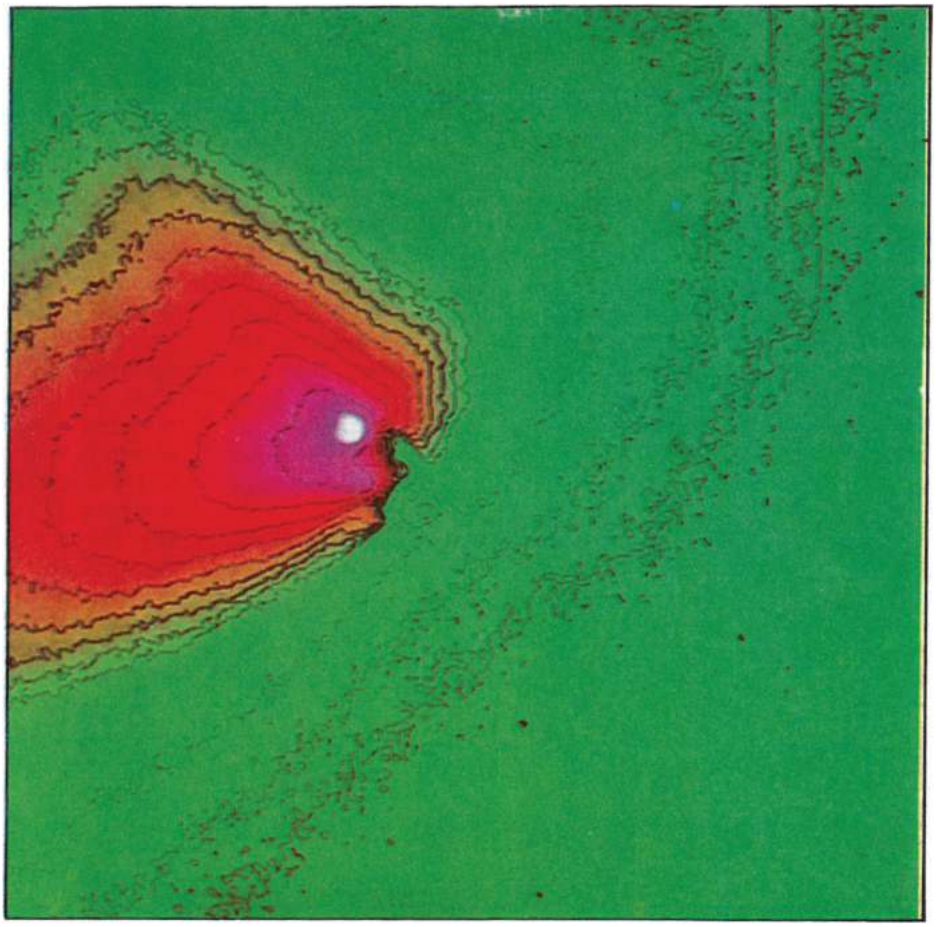
أما بالنسبة لعلمية التحكم والتشغيل للمركبة الفضائية؛ فقد تم استخدام المحطة الأرضية التابعة لوكالة الفضاء الأوربية في كارنارفون بأستراليا، وكذلك استخدمت المحطة الأرضية ٦٤ ـ أم في باركس أستراليا لإرسال البيانات... بالإضافة إلى هوائي محطة باركس التابع لمنظمة الكومنولث للأبحاث العلمية والصناعية، وهو يستخدم عادة في علم الفلك الإشعاعي... إلى جانب أنه قد تم إرسال البيانات العلمية إلى كارنارفون، ومحطة ويلهايم في ألمانيا الغربية عددًا من المرات في الأسبوع أثناء مرحلة الملاحة.

وقد قدمت محطة باركس الأرضية بالاشتراك مع شبكة ٦٤ ـ أم للفضاء العميق التابعة لوكالة (ناسا) في كل من (جولدستون ـ مدريد ـ كانبيرا) تغطية مستمرة لمدة (٧٠) ساعة تقريبًا قبل (٣٠) ساعة بعد أقرب نقطة وصلت إليها المركبة.

وكان الهدف المرسوم للمركبة الفضائية هو أن تمر أمام نواة المذنَّب على أقرب مسافة ممكنة بمقدار (٥٠٠ - + ٤٠) كيلومتر من الجانب المواجه للشمس. وتم اختيار هذه المسافة كحل وسط بين متطلبات ثلاثة مجموعات من التجارب المتضاربة، فتجارب كامير هالي المتعددة الألوان كانت تستهدف العبور أمام المذنَّب على بعد (١٠٠٠ كيلومتر) ولكن على ألا تقترب أكثر من (٥٠٠) كيلومتر، وأرادت مجموعة ثانية الاقتراب ما أمكن من نواة المذنَّب، حتى وإن كان في ذلك دمار لأقرب نقطة ممكنة، مع التركيز على المحافظة على المركبة الفضائية.

شكل رقم ٣١

ذؤابة الغبار الداخلية لمذنب هالي كما بدت من على بعد ١٢٤٠٥٠ كلم بعد تحلل النفثات... والشمس على يسار الصورة وبانحراف ٧ درجات أسفل خط الأفق وبمعدل ١٥ درجة خلف مستوى الصورة.



شكل رقم ٣٢

الذؤابة الداخلية الأعمق مع نفثات الغبار والنواة كما بدت من على بعد (٢٥٦٥٠ كلم)
والشمس على اليسار بزاوية ارتفاع ٢٦ درجة فوق مستوى خط الأفق
وبمعدل ١٦ درجة خلف مستوى الصورة.

شكل رقم ٣٣

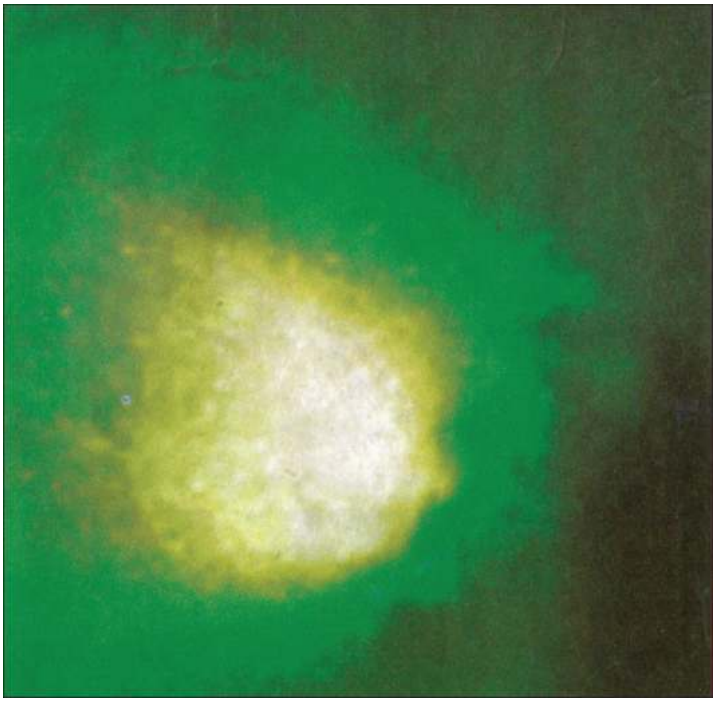
صورة التقطتها مركبة الفضاء الأوربية جيوتو للمنطقة الداخلية من الكوما في ١٣ مارس ١٩٨٦م والشمس تضيء الجانب الأيمن من الصورة، بينما الجانب المعتم والمتعرج هو للمنطقة الصلبة (النواة) وقد بدا في الجانب المواجه للشمس شكل مروحي، وهو عبارة عن نفثات الغبار التي تنبعث من الجانب المضيء من النواة... وهذه الصورة التقطت على بعد (٢٥,٦٠٠ كيلومتر) من نواة المذنب هالي.

وأقرب مسافة وصلت إليها جيوتو كانت (٦٠٥) كيلومترًا. . . وكما توقع العلماء، فما كادت المركبة جيوتو تقترب إلى أقرب نقطة بلغتها من النواة في يوم (١٣) مارس. . . حتى انهال عليها سيل الغبار المتدفق من النواة فكانت عملية الارتطام بحبيبات الغبار والأتربة تحدث بمعدل (١٥٠) حبيبة في الثانية، ولم يجد الدرع الواقي الذي أحاط بها، حيث أدت عملية الارتطام إلى تحطيم الكاميرا التلفزيونية، وانقطع الإرسال.

شكل رقم ٣٤

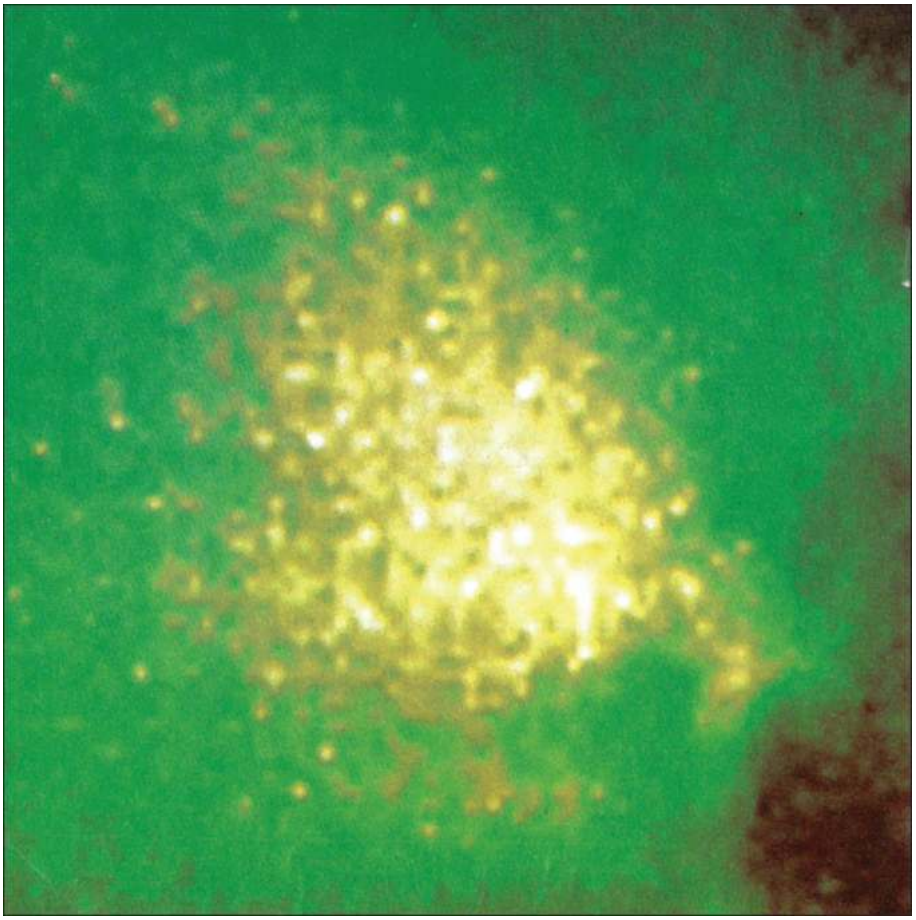
نواة المذنَّب هالي كما بدت من على بعد (١٨,٢٧٠ كيلومتر) والشمس على اليسار بزاوية الارتفاع ٢٧ درجة عن مستوى الأفق و١٥ درجة خلف مستوى الصورة... أما المنطقتان الساطعتان قرب الحافة الشمالية والمتجهتان نحو الشمس فهي لمناطق انبعاث الغبار.

وكان من ضمن الأهداف، والتي عدل العلماء عنها، هو إرسال المركبة إلى مسافة أقرب نسبيًا من منطقة يعرف عن وجود نفثات الغبار، إلا أنه لم يعرف بعد مكانها بالتحديد، ولا نمط نشاطها المؤقت. . . (نفثات الغبار هي مناطق في ذؤابة المذنَّب يزداد فيها تدفق ذرات الغبار؛ ما يجعل النفث يبدو أنصع من ذؤابة المذنَّب). . . ومن الواضح أنهم تفادوا أن تدخل المركبة إحدى مناطق نفث الغبار خشية تحطمها نظرًا لصعوبة تفادي الجزئيات الكبيرة الموجودة في تلك المناطق. . . وبالإضافة إلى أن سرعة تدفقها بطيئة (عشرات الأمتار في الثانية) ولأن نواة المذنَّب هالي تدور على فترة (٥٢) ساعة، فإن المناطق تشكل حلزونات ضيقة حول النواة. وتشكل بذلك نوعًا من الخطورة على المركبة.



شكل رقم ٣٥

صورة مصدر نفثات الغبار الساطعة في الطرف الشمالي للنواة كما ظهر من على بعد (٤,٩١٠ كلم) والشمس على اليسار بزاوية ارتفاع ٣٠ درجة عن مستوى الأفق وبزاوية ١١ درجة خلف مستوى الصورة، والمنطقة النشطة قطرها حوالي ٣ كلم.



شكل رقم ٣٦

تفاصيل مصدر نفث في درجة تحلل عالية كما ظهرت من على بعد (٢٢٢٠ كلم) والشمس إلى اليسار وبزاوية ارتفاع ٢٩ درجة عن مستوى الأفق وبزاوية ٤ درجات خلف مستوى الصورة... هذه الصورة هي واحدة من آخر صور التقطتها المركبة جيوتو.

وقبل (١٤) ثانية من أقصى اقتراب اصطدمت المركبة بإحدى تلك الجزئيات الكبيرة من الغبار... وقد تسبب ذلك في تغيير القوة الموجهة (الزاوية) للقوة الدافعة بمقدار (٠,٩) درجة، وترنحت المركبة حول المحور الجديد لمدة ١٦ ثانية... وكما كان متوقعًا في مثل هذه الحوادث فإن المحطات الأرضية لم تتمكن من المحافظة على الاتصال مع المركبة باستمرار، ولمدة (٣٢) دقيقة التي تلت ذلك... فكانت

البيانات العلمية تصل متقطعة، ولكن الأجهزة في داخل المركبة تمكنت من تخفيف الترنح والانحراف، وعاد الاتصال مرة أخرى... وكان هذا الحدث قد طرأ من على بعد (٦٧٠) ألف كم تقريبًا من النواة، وحدثت تأثيرات على أجهزة التصوير بالمركبة، وقد أوضحت هذا الخلل المركبة الروسية (فيجا ـ ١) من البيانات التي أرسلتها، وتبين لها أن صفحة المرايا الشمسية لجيوتو قد تأثرت من جراء اقترابها من المركز، واصطدامها بوابل الغبار والثلوج التي يقذفها المذنَّب، إلا أنها استطاعت الاستمرار في إرسال الصور حتى (١٤) ثانية تقريبًا من وقت وصولها إلى أقرب نقطة. بعدها توقفت المركبة عن إرسال الإشارات لمركز دارمستان بألمانيا لمدة خمسة وعشرين دقيقة، ويئس العلماء وقتها من عودتها، ولكن الحظ كان إلى جانبهم، حيث استطاع الأستراليون في مركزي باركز وكامبر بأستراليا من التقاط إشارات المركبة مرة أخرى، وكانت مشوشة في البداية، ثم وضحت بعد ذلك، واستمرت المركبة في إرسال إشاراتها لمدة خمسة وعشرين دقيقة تقريبًا... هذا وقد عانت المركبة أيضًا من بعض الأعطال الأخرى خلال مرورها بالمذنَّب، وكان من الممكن ـ لولا ذلك ـ العمل على إعادة توجيهها للعودة بالقرب من الأرض يوم (٢) يوليو ١٩٩٠م، وباستخدام مساعدة جاذبية الأرض... فيمكن تغيير وجهتها إلى مذنَّب (جريج ـ سكيلراب) لمواجهته يوم (١٤) يوليو ١٩٩٢م.

هالي يكشف عن نواته:

كانت مجموعة الصور التي أرسلتها المركبة غاية في الدقة والوضوح... وأمكن، من دراسة البيانات الواردة ونتائجها، التوصل إلى معلومات لم تكن معروفة من قبل عن النواة... ومن خلال الصور التي وردت، فقد بدت هذه النواة ذات شكل مطول غير كروي (مثل شكل حبة البطاطا) في قلب المذنَّب... وبلغ طول المحور الأكبر حوالي (١٥)

كيلومترًا... والأصغر حوالي (٧ ـ ١٠) كيلومترات... غير أن طول المحور الأصغر غير مؤكد نظرًا لأنه متجه نحو الشمس، والجانب المواجه للشمس محجوب عن الرؤية بوساطة الغبار... إلا أن النواة كانت واضحة جدًا أكثر مما كان متوقعًا (قطر بطول ٦ كيلومترات) ذات سطح غير منتظم، ويظهر أشكالًا كروية تشبه فوهات البراكين، والأودية، والجبال... واتضح أن هناك منطقتين لنفث الغبار تنبعثان من الجانب المواجه للشمس منها... وربما كانت أنصع الأماكن هي الأقرب للمركز، حيث الكثافة العالية لذرات الغبار... ويبدو أن معظم نشاط المذنَّب من عدد من المصادر الخفية في النواة... ولم يكن بالإمكان استنتاج الدورة ومحور التدوير من الصور... وكما أشارت التوقعات فإن الماء هو الجزيء الأساس المسيطر في ذؤابة المذنَّب.

وقد تبين أن مصادر انبعاث الغبار تنتج حزمًا صغيرة من النفثات المتوازية، والتي تقطع بعضها البعض عند رؤيتها في السماء... ويشاهد على المدى القريب هياكل دائرية على السطح، ويبدو أن النفثات تنبعث من هذه المنطقة الوعرة... لذلك فإنه من المحتم أن تكون القشرة سميكة بما يكفي لعزل الثلج داخل النواة من حرارة الشمس؛ لذلك فإن درجة حرارة معظم السطح لا يتحكم فيها التصعيد مباشرة... ولا يوجد دليل على وجود نشاط باعث للغبار فوق مساحات كبيرة من السطح... ويبدو أن جزيئات الغبار تنجرف تجاه الجانب المظلم بجوار السطح... أما تصعيد الماء الخالي من الغبار، فلم يكن بإمكان الكاميرا التي حملتها المركبة الكشف عنه.

وباختصار فإن نواة المذنَّب هالي لا تبدو مجرد كرة ثلجية متسخة، كما كنا نعتقد دائمًا، فهي ذات شكل غير منتظم، ومظهرها الخارجي متعرج ومظلم مع قشرة ثابتة، لا بد أن تصبح أكثر حرارة من درجة الموازنة لتصعيد الثلوج... وقد بدا حجم وكتلة النواة أضخم مما هو متوقع.

الغبار:

أظهر التحليل المبدئي للطيف الذي سجلته الأجهزة للغبار المنبعث من المذنَّب وجود (الهيدروجين ـ الكربون ـ النيتروجين ـ الأوكسجين ـ الصوديوم ـ الماغنيسيوم ـ السيليكون ـ البوتاسيوم ـ الكالسيوم ـ الحديد) وتكثر ذرات الغبار من الهيدروجين، والكربون، والنيتروجين، والأوكسجين... وكان أول أثر للغبار تم تسجيله من على بعد (٢٩٠,٠٠٠) كلم من النواة... حيث تم تسجيل (١٢,٠٠٠) ذرة غبار.

تركيب جزيئات الغبار:

ظهرت بعض النتائج غير المتوقعة والمدهشة نظرًا لوجود كميات من الجزيئات الصغيرة الأقل من (١٠) جرام بوفرة أكثر من المتوقع، ومعظم الجزيئات غنية بعناصر الضوء مثل (الهيدورجين ـ الكربون ـ النيتروجين ـ الأوكسجين) والتي تشير إلى اشتمال غبار المذنَّب على مواد عضوية... ويبدو أن نسبة الكتلة إلى الحجم منخفضة في عناصر الضوء بالتحديد.

البلازما:

يمكن تمييز التداخل بين بلازما الرياح الشمسية والغلاف الأيوني (الأيونوسفير) بوساطة حدين ظاهرين هما سطح التماس وعدد من التداخلات الحادة الأخرى التي الانطباع بوجود منطقة ذات طبقات عديدة متداخلة... وكانت الرياح الشمسية هادئة لعدد من الأيام قبل الاقتراب... وبلغت سرعتها (٤٥٠) كيلومترات في الثانية... وكانت أول أيونات هيدرجين من المذنَّب قد تم اكتشافها على بعد (٧,٨ × ١٠) كلم من النواة... وبمجرد تأيّن جزيئات المذنَّب تلتقطها الرياح الشمسية، وتشكل حلزونات حول المجال المغناطيسي، وتبدأ في الوقت نفسه في الانجذاب نحوها في شكل عمودي.

مقاييس الغاز والأيون الموضعي في مذنب هالي:

أوضحت النتائج الأولى سيطرة بخار الماء بنسبة (٨٠٪)، أما التقييم المبدئي للنتائج فيشير إلى وجود كثافة ماء بمعدل (٤,٧ × ١٠) جزيئات سم ـ ٣ على (١٠٠٠) كلم... وقد تم تحديد أيونات أثقل على مسافة ٣ × ١٠ (٥)... أما أهم أيونات ساخنة تم تحديدها فهي (- H - H2 - C - O - OH - H2O - H3O - CO - S)... وقد وجدت كمية كبيرة من غاز الكربون في الذؤابة، وذلك يشير إلى عدم توقع مصدر مباشر للكربون الذري... كما أن النيتروجين منخفض نسبيًا.

الذؤابة:

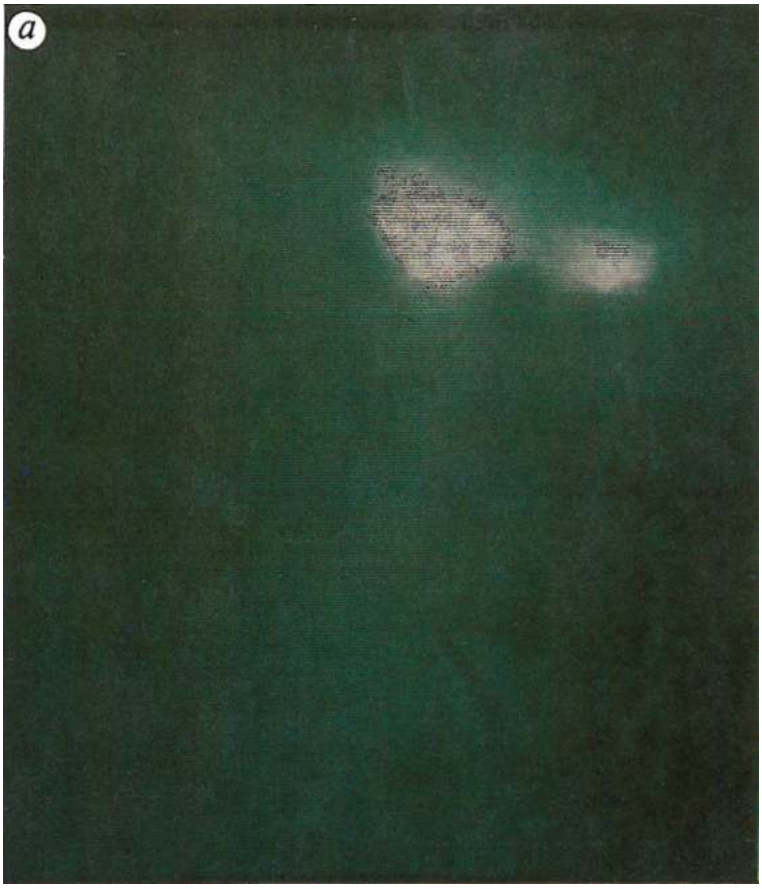
أمكن ملاحظة الجزء الداخلي الأكثر سطوعًا من الذؤابة على بعد (٢,٠٠٠) كم وسجلته آلة التصوير. ذؤابة من الغبار المضيء على شكل مروحة تتسع من نقطة ساطعة إلى قطاع يمتد لأكثر من (٧٠) درجة من الجهة المواجهة للشمس إلى الجنوب، أما النصف الذي يواجه الشمس فهو أقل سطوعًا؛ ويمتد قليلًا إلى الجانب المظلم.

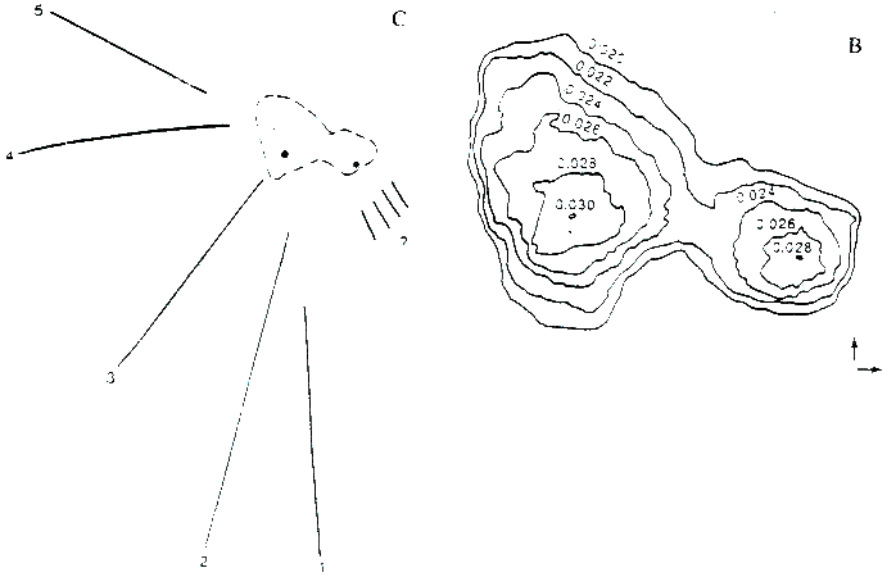
برنامج المركبات فيجا (١) وفيجا (٢):

استعد السوفيات لهذا اللقاء التاريخي بمركبتين فيجا (١) وفيجا (٢) وتم إطلاقهما في ديسمبر ١٩٨٤م للتحليق قرب النواة، واختراق الذيل بسرعة تقارب (٨٥) كلم في الثانية، وقد حملت هذه المركبات أجهزة دقيقة شاركت في صنعها ألمانيا الغربية، وفرنسا، وبعض الدول الاشتراكية لرصد حركة المذنَّب، وإرسال صور ملونة إلى الأرض... وأطلقت فيجا (١) في (١٥) ديسمبر ١٩٨٤م للقيام بتحليل الغازات حول النواة. أما فيجا (٢) فقد أطلقوها في (٢١) ديسمبر ١٩٨٤م للقيام بتحليل الهالة حول النواة، هذا بالإضافة إلى أن السوفيات استخدموا المحطة

المدارية ساليوت في عملية المراقبة، والقيام بعدد من التجارب الأخرى.

ووفقًا للبرنامج الموضوع تمكنت فيجا (١) وفيجا (٢) من الاقتراب من النواة، فاقتربت فيجا (١) إلى مسافة (٨,٨٨٩) كيلومتر منها تقريبًا في (٦) مارس ١٩٨٦م، وبلغت سرعتها لحظات اللقاء (١٧٥,٠٠٠) ميل/ ساعة تقريبًا، فقامت بالتقاط (٥٠٠) صورة خلال ثلاث ساعات. واستغرقت الموجات التي تحمل إشارات الصور (٩) دقائق للوصول إلى الأرض، فقد قطعت هذه الموجات المسافة (١٠٩ مليون ميل) الفاصلة بين الأرض ونقطة اللقاء بسرعة الضوء. أما الحدث التاريخي فقد شاهده مئة عالم من دول مختلفة حضروا إلى معهد الأبحاث الفضائية في موسكو.





شكل رقم ٣٧
صورة بألوان غير صحيحة التقطتها مركبة الفضاء فيجا (٢):
من على بعد (٨٠٣٠ كيلومتر) تقريبًا من نواة المذنَّب هالي وقبل ١,٥ ثانية من وصولها إلى أقرب نقطة (٨٠٠٠ كيلومتر)
والشكل (C) يوضح الدفق النافوري للغبار، وتظهر فيه خمس عمليات نفث قوية.

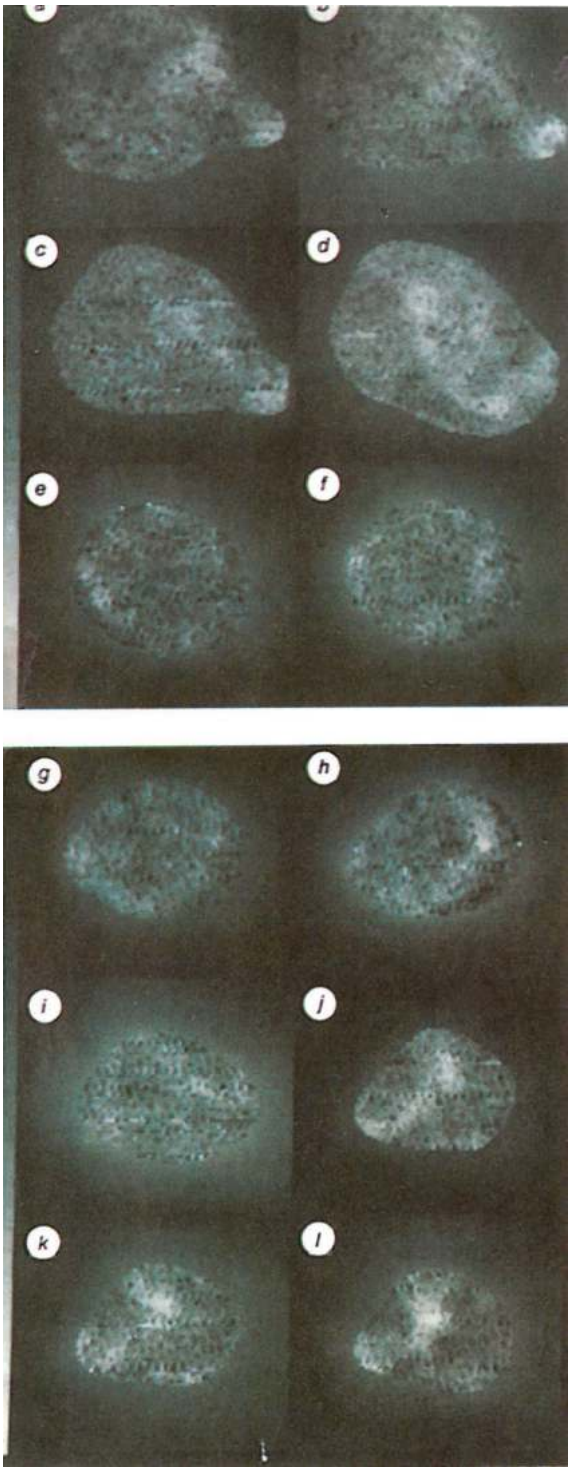
أما المركبة الأخرى فيجا (٢) فقد تمكنت من الاقتراب إلى مسافة (٨٠٣٠) كيلومتر من النواة على وجه التقريب، وأمكن بوساطة آلات التصوير التلفزيونية التي تعمل بالأشعة تحت الحمراء، والأجهزة المتطورة التي تحملها المركبتان من إرسال صور عديدة، ومعلومات بالغة الأهمية، قد يستغرق العلماء شهورًا عديدة لدراستها، واستخلاص نتائجها. وبينما كانت المركبة فيجا (١) تشق طريقها نحو المذنَّب، ومن على بعد (٤,٤) مليون ميل تقريبًا تمكنت من التقاط صور... وهذه الصور هي التي دفعت العلماء، في بادئ الأمر، إلى الاعتقاد بأن هناك نواتين... بينما قال البعض الآخر بأن النواة الأخرى هذه ما هي إلا عبارة عن تيارات من الغبار تندفع بسرعة شديدة، ووقف الآخرون منهم في حيرة بالغة

تمنعهم شكوكٌ كثيرةٌ عن إبداء الرأي... غير أن المعلومات والصور التي أرسلتها المركبة جيوتو قد حسمت هذا الموضوع كلية... ولم تكن لهالي إلا نواة واحدة...

وكانت الصور التي أرسلتها المركبات فيجا واضحة جدًا... وأظهرت تفاصيل عن النواة... وقد بلغت هذه الصور قرابة (٢٠٠٠) صورة نقلت خلال لحظات الاقتراب عند أقرب نقطة، فلجأ العلماء إلى أجهزة الكمبيوتر التي ساعدتهم في عملية التلوين، ومكنت من تمييز الفروق بين ألوان الغاز، والغبار... وقد ظهرت أول صورة للمذنَّب على شكل كرة ذات ألوان مختلفة محاطة بلون بنفسجي، وبدت النواة ذات لون أصفر.

وعلى ضوء هذه المعلومات والصور تمكن العلماء الفرنسيون من توجيه منظارهم الذي يعمل بالأشعة تحت الحمراء، ورصدوا في المنطقة الوسطى من المذنَّب بقعة ساخنة، تبلغ حرارتها حوالي (٥٧ درجة مئوية) بعرض (٧ ـ ٨) كيلومتر تقريبًا، وأمكن تحديد مسافة فاصلة بينها وبين منطقة أخرى باردة جدًا.

أما بالنسبة لمعدل التبخر الذي يتعرض له السطح الجليدي للنواة أثناء تعرضه لأشعة الشمس... فقد ظهر أن نسبة التبخر فيه كانت أكثر من المعدل الذي كان يعتقده العلماء بثلاثة أضعاف تقريبًا، وتبلغ درجة حرارة مركز المذنَّب حوالي (٣٠) درجة مئوية حسب المعلومات الواردة عن فيجا (١).



شكل رقم ٣٨

صور التقطتها مركبة الفضاء فيجا (١) في ٦ مارس ١٩٨٦م وتوضح منطقة النواة... وقد تم تقريب شكل النواة باستخدام نظام حساب تدريجي انضباطي يأخذ في الاعتبار الاختلافات في توزيع السطوع بالنسبة لمناطق ما بين الجزيئات والمناطق القريبة من النواة... والصور الظاهرة تعتمد اعتمادًا كبيرًا على زاوية إضاءة الشمس، ومتى ما تم تحديد شكل النواة تتم معالجة مجال سطوع الصورة من خلال إجراء تفريغ نسيجي.

شكل رقم ٣٩
صور التقطتها مركبة الفضاء فيجا (٢) في ٩ مارس ١٩٨٦م وتوضح منطقة النواة... وقد تم تقريب شكل النواة ومعالجة مجال سطوع الصورة.

معاينة النواة عند أقرب نقطتين وصلت إليها المركبات فيجا:

قامت المركبتان بمعاينة نواة المذنَّب من على بعد (٨٠٣٠ ـ ٨٨٨٩) كيلومتر، وقد لاحظتا أن النواة عبارة عن جسم مستطيل، له محور طويل يصل طوله إلى (١٤ + - ١) كيلومتر، ومحور قصير بطول (٧,٥ + - ١) كيلومتر، وعلى الرغم من أن سطحها يميل إلى التقوس، وعدم الانتظام، فإنه من المؤكد عدم وجود النواة المزدوجة، والتي تتكون من أكثر من جسم واحد... وقد تم التوصل لمعرفة نظام الدوران بمعدل (٥٣ + - ٣) ساعة من خلال مقارنة الصور المتحصل عليها... وقد أسفرت التقديرات الأولى عن مدى السطوع عن قدرة سطحية هندسية لعكس الضوء، وهي منخفضة، وتعادل على الأقل تلك القدرة الخاصة في سطح القمر.

درجة الحرارة:

تعد واحدة من أهم النتائج الجديدة الاكتشاف بوساطة جهاز قياس الأشعة تحت الحمراء في منطقة النواة، وقد وجد أن درجة حرارة النواة أعلى، وربما يتراوح بين (٣٠٠ ـ ٤٠٠ ك) من التقديرات المتحصل عليها من النظريات الثلجية عن النواة، والتي قدرت بـ: (١٨٠ ك ـ ٢٠٠ ك).

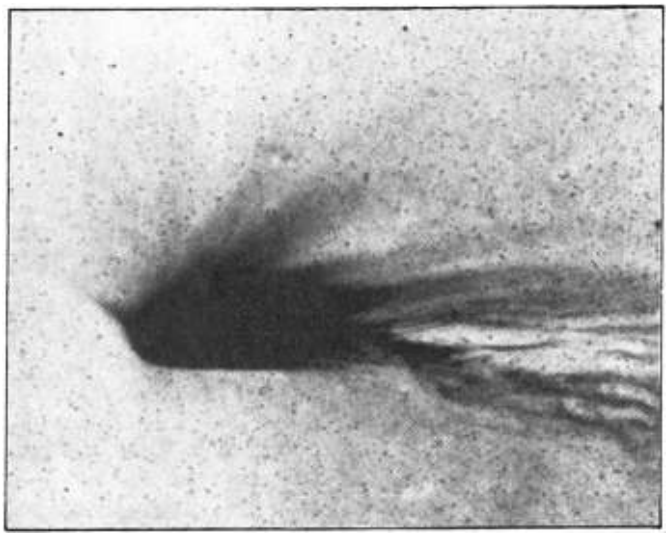
ولا بد من أن تبخر الثلوح يؤدي إلى عملية تبريد بدرجة كبيرة، وملحوظة... ولذلك فإن هذه الثلوج لا بد أن تكون موجودة في النواة لتزويد الذؤابة بالغاز... وهي تتم من كامل السطح المضاء، والمواجه للشمس... واتضح أن حوالي نصف الطاقة الشمسية المكتسبة يتم تحويلها إلى طاقة تبخر.

برنامج المركبات ساكيجاكي وسويزي اليابانية:

أرسل اليابانيون مركبتين فضائيتين، تختلف مهماتهما عن مهمات المركبات الروسية والأوربية، وتم إطلاق الأولى في يوم (٨) يناير ١٩٨٥م، أما الثانية فقد تم إطلاقها في يوم (١٨) أغسطس، وكانت المدارات المتوقعة لهما هي (٢٠٠,٠٠٠) كلم على الجانب المواجه للشمس من نواة المذنَّب، وقد تمت عملية الإطلاق بنجاح تام، وحلقت المركبة سويزي على بعد (٢١٠,٠٠٠) من النواة، بينما كانت أقرب نقطة توصلت إليها ساكيجاكي على بعد (١٥١,٠٠٠) كيلومتر من النواة، وكانت مهمة المركبة سويزي دراسة تأثيرات الرياح الشمسية على المذنَّب، أما ساكيجاكي فللقيام بدراسة الهالة الهيدروجينية المحاطة به، وهذه الهالة لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة، ولكن المركبة زودت بأجهزة تصوير تعمل بالأشعة فوق البنفسجية، حتى تتمكن من تصوير هذه الهالة. وقد تبين أن المذنَّب يفقد كمية كبيرة من الماء قدرت بحوالي (٥٠) طنًا في الثانية.

ملاحظات عن البلازما:

خلال خط سير المركبة سويزي عبرت منطقة تفاعلات قوية، حيث يتعرض تدفق التيارات الشمسية للاضطراب بشدة، والتشويش عليه بوساطة الأيونات المتجمعة، والتي هي في الأصل راجعة إلى المذنَّب... وملاحظات البلازما من سويزي تدل بوضوح على تشابه لأيونات المذنَّب في تدفقات الأيونات الشمسية... وقد كشفت بعض التجارب التي قامت بها المركبة ساكيجاكي عن تعرض الفضاء الموجود بين الكواكب لحركة اضطراب سببتها الرياح الشمسية، ولذلك فإنه من الصعب استبعاد احتمال أن يكون الغلاف الجوي المحيط بالمذنَّب هو المتسبب لهذا التشويش، وتخفيف سرعة الرياح الشمسية.



شكل رقم ٤٠

صورة لمذنب هالي في ٢٢ فبراير ١٩٨٦م تم التقاطها بتلسكوب شميدت بأستراليا.

وهكذا نرى أن هذا اللقاء فريد بالفعل، خصوصًا إذا أضفنا إلى ذلك أن المركبة الروسية قامت بعملية تتطابق مع مسيرة المذنب، وصاحبته في رحلة العودة إلى ما شاء الله لها أن تسير... وسبحان القائل:

﴿يَٰمَعۡشَرَ ٱلۡجِنِّ وَٱلۡإِنسِ إِنِ ٱسۡتَطَعۡتُمۡ أَن تَنفُذُواْ مِنۡ أَقۡطَارِ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلۡأَرۡضِ فَٱنفُذُواْۚ لَا تَنفُذُونَ إِلَّا بِسُلۡطَٰنٍ﴾ [الرحمن: ٣٣].

إلى أين؟

والسؤال الذي يبرز الآن هو: إلى أين يسير هذا المذنَّب في طريق عودته؟.. ومتى سوف يعود؟.. وما التغيرات التي تطرأ عليه أثناء العودة، وهو يبتعد عن أرضنا وبالتالي عن الشمس؟..

ما الذي حدث؟

والسؤال التالي هو: ماذا أحدث هالي؟ وما الذي حدث أثناء مروره بنا؟.. ولماذا لم نسمع عن الكوارث الكبرى التي كانت متوقعة أثناء مروره؟

وللجواب عن هذا السؤال... لا بد من الرجوع إلى حقيقة كونية مهمة... وهي أن جميع هذا الكون بيد الله، ولا يحدث في كونه إلا ما يشاء ﷻ... وما هذا المذنَّب غير جسم بسيط... ضعيف إذا ما قورن ببعض المذنَّبات الضخمة، أمثال المذنَّب (وست) الذي سجل ظهوره في عام ١٩٧٦م... والمذنَّب (بنيت) الذي ظهر في عام ١٩٧٠م، والمذنَّب المشهور أيضًا ماركوس الذي سجل ظهوره في عام ١٩٥٧م... هذا إذا ما قورن بهؤلاء، فضلًا عن بقية الأجرام الكونية الأخرى... وصدق الله حيث يقول: ﴿لَخَلۡقُ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلۡأَرۡضِ أَكۡبَرُ مِنۡ خَلۡقِ ٱلنَّاسِ وَلَٰكِنَّ أَكۡثَرَ ٱلنَّاسِ لَا يَعۡلَمُونَ﴾ [غافر: ٥٧].

وأوضح لنا ﷻ أن مواقع النجوم أمر عظيم، وكبير... حتى إنه ليقسم به سبحانه: ﴿فَلَآ أُقۡسِمُ بِمَوَٰقِعِ ٱلنُّجُومِ ۝٧٥ وَإِنَّهُۥ لَقَسَمٞ لَّوۡ تَعۡلَمُونَ عَظِيمٌ﴾ [الواقعة: ٧٥ ـ ٧٦].

وإذًا فالمذنَّب هالي على ضخامة حجمه، وطول ذيله، وقطر

سحابته الهيدروجينية غير المرئية الذي بلغ حوالي (٢٠) مليون كيلومتر، وعلى الرغم من كل هذا فإن المذنَّب لا يعدو أن يكون في الحقيقة غير جسم صغير بسيط في هذا الكون الفسيح الواسع... ولكن عندما يقترب كثيرًا من الأرض؛ فإنه دون شك يحدث تخلخلات، واضطرابات... ولكن شاء الله أن يبتعد عن كوكب الأرض هذه المرة، فيمر بنا على مسافة شاسعة، قدرت بحوالي (٣٩) مليون ميل، وهي مسافة بعيدة مقارنة بالمرات الماضية، والتي أحدث فيها بعض الزلازل والاضطرابات، حيث مر بالأرض عام ١٩١٠م على مسافة (١٤) مليون ميل، وفي عام ٨٣٨م قيل: إنه مر على مسافة (٣) مليون ميل من الأرض.

إضافة إلى أنه قد فقد بعض حجمه مع تعداد مرات مروره بالشمس، حيث يفقد مع عملية التبخر بعض مكوناته بسبب تعرضه للطاقة الحرارية الضخمة الصادرة من الشمس، والتي تؤدي إلى تحول المذنَّب من كتلة ثلج متسخة إلى هالة كبيرة من الغازات، والأبخرة المكونة من الكربون، والصوديوم، والنيتروجين، والبوتاسيوم، والهيدروجين. كما أن مرور المذنَّب بالمشتري يعرضه دائمًا لفقدان بعض أجزائه؛ بسبب جاذبية المشتري الكبيرة.

ومع هذا فإن بعض آثار مرور المذنَّب هالي كانت واضحة، وخصوصًا عندما اقترب من الأرض في أقرب نقطة يومي (٨، ١١) أبريل، وكذلك يوم (٢٢) حيث شعر الناس خلال هذه الفترة بنوع من الضيق... كما جير له الكثيرون موضوع بعض الحروب التي نشبت، والاشتباكات التي نشطت... ولم يعفوه من الشؤم الذي أصاب المركبة الفضائية الأمريكية تشالنجر التي تحطمت أثناء إقلاعها من قاعدة كيب كانافيرال بفلوريدا، ولكنها تبقى جميعًا... مجرد افتراضات، وتخرصات، لا يمكن إقامة الدليل عليها، وإن بقيت في نفسي أشياء تؤيد الاعتقاد فيها، أو في جزء منها... ولكن من الواجب أن نقف عند

حدود ما نعلم... وفوق كل ذي علم عليم. وسبحان القائل: ﴿وَلَا تَقْفُ مَا لَيْسَ لَكَ بِهِۦ عِلْمٌ ۚ إِنَّ ٱلسَّمْعَ وَٱلْبَصَرَ وَٱلْفُؤَادَ كُلُّ أُوْلَٰٓئِكَ كَانَ عَنْهُ مَسْـُٔولًا﴾ [الإسراء: ٣٦].

متى يعود المذنَّب؟

المفروض أن يعود المذنَّب من جديد عام ٢٠٦١م، وفق الحقيقة التي اكتشفها العالم الإنجليزي سير أدموند هالي.

فوداعًا (هالي)... وإلى أن تعود إلى أجيال جديدة تلتقي بك، فسوف نظل نراقب عشرات المذنبات التي تمر بنا قبلك، وبعدك... وحتى نعلم أنها كلها مخلوقات ضعيفة إذا قيست ببعضها، أو بما هو أكبر منها... وسبحان القائل: ﴿لَخَلْقُ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضِ أَكْبَرُ مِنْ خَلْقِ ٱلنَّاسِ وَلَٰكِنَّ أَكْثَرَ ٱلنَّاسِ لَا يَعْلَمُونَ﴾ [غافر: ٥٧] صدق الله العظيم.

وهكذا نصل إلى نهاية هذه الدراسة التي حاولت فيها أن ألقي الضوء على مخلوق بسيط صغير من آلاف المخلوقات المنتشرة في هذا الكون؛ الذي يتكون من مليارات المجموعات الشمسية، ومجموعتنا الشمسية البسيطة التي نتحدث عنها، وهي واحدة من ملايين المجموعات الشمسية التي تكون المجرة... وملايين المجرات تكوّن هذا الكون... وهذا يوضح عظم قدرة الله ﷻ، وعظمة هذا الكون الفسيح... ويدعونا إلى مزيد من الإيمان بالله ﷻ... وصلى الله على سيدنا محمد وعلى آله وصحبه وسلم تسليمًا كثيرًا...

اللهم علمنا ما ينفعنا، وانفعنا بما علمتنا، وزدنا علمًا... اللهم إنا نستودعك ما حفظناه، فرده إلينا عند حاجتنا إليه.

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته...

ملحق رقم (١)

العلماء المسلمون وأثرهم في العلوم وعلم الفلك على وجه الخصوص

العلماء المسلمون وأثرهم في العلوم وعلم الفلك على وجه الخصوص:

من المؤسف حقًا أن دور العلماء المسلمين قد لقي جحودًا وإهمالًا، بل وتزويرًا من بعض العلماء في الغرب بعد فترة الغفلة، والتخلف، والركود التي مرت بها الأمة الإسلامية... خصوصًا عندما ساد ذلك التيار المجحف عند اللاتين المعادين للعرب في البيئات الدينية، والثقافية في أوربا، حيث ترجمت كتب بكاملها، ثم نسبت إلى علماء لم يكن لهم فيها غير دور النقل، وأغفلت أسماء مؤلفيها من العرب المسلمين:

(لقد اتخذت عملية الأخذ عن اللاتين من علوم المسلمين صفة الانتحال في كثير من الأحيان، ولقد بيَّن هذا عدد من العلماء المتخصصين في بحوث كثيرة، إذ أظهروا كيف انتحل علماء اللاتين لأنفسهم بحوثًا أخذوها من كتب العلماء المسلمين، أو انتحلوا كتبًا كاملة ترجموها إلى فقههم؛ زاعمين أنها من إبداعهم، وتأليفهم، كما أنهم نقلوا كتبًا عربية أخرى، ثم زعموا أنها لمشاهير من الإغريق، مثل: (أرسطاطاليس) و(جالينوس) و(روفوس) وسواهم)[1].

وقد كان بعض العلماء أمثال (سرفت) قد سرق كتابًا كاملًا لابن النفيس، ونسبه إلى نفسه، ومن أشهر الذين حملوا هذا التيار (ليونهارت فوكس) (LEONHART FUCHS) من جامعة توبنكن.

---

(١) فؤاد سزكين، مكانة المسلمين والعرب في تاريخ العلوم.

(لا يخفى علينا أن هناك بعض العلماء الذين راحوا يدافعون عن العرب، وأبرزهم (أندرياس الباغوس) (ANDEREAS ALPAGUS) الذي دفعه تقديره للعلوم الإسلامية أن يرحل إلى الشرق، وأن يقيم في دمشق ثلاثين عامًا... وترجم كتبًا كثيرة من العربية إلى اللاتينية.

وجاء القرن الثامن عشر بعنصر جديد لمصلحة العلوم العربية بظهور مستشرقين، كان الكثير منهم يحاول أن يولي العلوم الإسلامية ما تستحق من مكانة، ويضعها في موضعها من تاريخ العلوم... ومن أهم الشخصيات في هذا المجال (ياكوب ريسكه) (YAKOB RISKE) وقد ساعده بعض مؤرخي العلوم مثل: كورت سرنجل (KURT SRINGLE)[1] وجوته (J.W.V GOETHE) وألكسندر فون همبولد (ALEXANDER VAN HUMBOLDT)[1].

وعلى الرغم من ظهور أمثال هؤلاء المنصفين، إلا أن دور علماء المسلمين، ومشاهداتهم العظيمة، وأرصادهم الفلكية ظلت مجهولة في الغرب بسبب شعور العداوة والبغضاء عند اللاتين، حيث انعكس ذلك على منهجهم في الأخذ والاقتباس، على غير الصورة التي كان عليها المسلمون عندما أخذوا من مختلف الأمم، وترجموا، واقتبسوا، واستوعبوا، وهضموا الكثير، حتى تكونت عندهم المعلومات الكافية، ثم تبلورت وجاءت بعد ذلك مرحلة الإبداع، والإضافة، والتصحيح، والتعديل، والتجربة، وحتى أصبحوا فيما بعد ممثلين حقيقيين لمرحلة مستقلة، وجديدة، ومميزة في تاريخ العلوم، وهم في كل ذلك لم يغفلوا حقوق من أخذوا عنهم، ولم ينتحلوا كتبًا، وينسبوها إلى أنفسهم... فكان أسلوبهم في غاية من الدقة والأمانة، وقد اشتهروا بمبدأ العدل والميزان بين النظرية والتجربة، وكانت التجربة ذات قيمة أساسية في البحث العلمي عندهم،

(١) فؤاد سزكين، مكانة المسلمين والعرب في تاريخ العلوم.

ولكن روجيه باكون عدّ نفسه، وعدّه الغرب المؤسس الأول لهذا المنهج، حتى قيض الله المؤرخ برانتل (C. PRANTL) الذي صرح:

(بأن روجيه باكون أخذ كل النتائج المنسوبة إليه في العلوم الطبيعية من العرب)[1].

وقد استطاع بعض المختصين أمثال (فيديمان) (EWIEDEMANN) وشرام (M. SCHRAMM) أن يوضحوا، بجلاء كبير، مكانة العلماء المسلمين من تأسيس قانون التجربة والنظرية، وأثرهم الواضح في (روجيه باكون) (وليونارد دافنشي) وسواهم، واتضح بما لا يقبل الجدل أن مهمة العلماء المسلمين لم تكن تعتمد على التجربة وحدها، وإنما اهتموا، في الواقع، بمسألة أن التجربة يجب أن تسبقها النظرية، وأن فيديمان يقول بكل صراحة: إن العرب كانوا سباقين إلى هذا الموضوع، وأن ما توصل إليه روجيه باكون أقل بكثير مما كان موجودًا عند العلماء العرب القدماء[2].

وكذلك الحال مع (جربت) الذي ألف أول كتاب عن الأسطرلاب في القرن العاشر الميلادي، ثم ثبت أنه ترجمة لكتاب عربي في الأسطرلاب، وقد أثبت المؤرخون أن جربت كان يسعى للحصول على الترجمة، ووجدت له رسائل بذلك، ولكن عندما حصل عليها ادعاها لنفسه.

وهناك أيضًا روبرتوس كروستسته (ROBERTUS CROSSESTESTE) الذي لقي شهرة كبيرة، وكان من أتباع أرسطاطاليس، ولكنه كما يقول الدكتور فؤاد سزكين لم يعرف كتب أرسطاطاليس، وإنما كان ما ألفه نقلًا مترجمًا حرفيًا لأجزاء من كتب البتاني، وثابت بن قرة... وقد وضع كتابًا في المد والجزر يعدّ مرجعًا حتى يومنا هذا... وقد أثبت

---

(١) فؤاد سزكين، مكانة المسلمين والعرب في تاريخ العلوم.

(٢) منشورات معهد العلوم العربية والإسلامية، جامعة فرانكفورت.

الدكتور سزكين أن هذا الكتاب ليس إلا كتاب الكندي ملخصًا فقط.

كذلك فعل ليفي أحد علماء الغرب في القرن الرابع عشر، ويسمى (ليفي بن كرسون) وهذا العالم اشتهر بأنه هو الذي اكتشف الحجرة المظلمة... ولكن ثبت فيما بعد أن الذي اكتشفها هو العالم المسلم (ابن الهيثم)[1].

وهكذا نرى أن أسلافنا الكرام أخذوا كما ذكرت، ثم هضموا، وأبدعوا، وأثروا، ثم خلف من بعدهم أجيال ضيعوا وأضاعوا، حتى وصلنا إلى المرحلة الحاضرة.

ولقد كان العراقيون القدماء، وكذلك قدماء المصريين، أول من لاحظ حركة الأرض في مدارها حول الشمس... وقد وضعوا قوانينها... وعرفوا نتائجها... ولذلك عرف العرب والكلدانيون موضوع دوران الأرض حول محورها... وعرفوا قوانين هذه الحركة... وفي عهد الخليفتين العباسيين الرشيد والمأمون؛ أثبت العرب كروية الأرض... وقاسوا الطول في صحراء العراق... وعلى ساحل البحر الأحمر... كما قاسوا محيط الأرض قياسًا دقيقًا، واستدلوا في ذلك الوقت على كروية الأرض من الظواهر الطبيعية التالية:

١ ـ استدارة حد ظل الأرض حين يقع على سطح القمر، في أوقات خسوفه.

٢ ـ اختلاف ارتفاع النجم القطبي بتغير مكان الرائي قربًا من خط الاستواء، أو بعدًا عنه.

٣ ـ تغير شكل قبة السماء ـ من حيث توزيع النجوم، ومواقعها فيها ـ باقتراب الرائي إلى أحد القطبين.

---

(١) منشورات معهد تاريخ العلوم العربية والإسلامية، جامعة فرانكفورت.

٤ ـ دائرية الأفق حيثما رُئي... واتساع دائرته بارتفاع مكان الرائي على سطح الأرض.

٥ ـ ظهور قمم الجبال البعيدة قبل سفوحها باقتراب الإنسان إليها، كذلك اختفاء أسافل السفن قبل أعاليها؛ حين تجري على صفحة الماء مبتعدة عن الناظر إليها.

ولقد تأخر علم الأوربيين بذلك نحو ستة قرون بعد أن عرفه العرب.

على أن كروية الأرض هذه قد أثبتها الأوربيون بطريقة عملية؛ نتيجة رحلتين حول الأرض، قام بالأولى منها ماجلان (MAGELLAN) سنة ١٥١٩م مبتدئًا من سيفيل (SEVILLE)، وقام بالأخرى (دل كانوا) (DEL CANO) سنة ١٥٢٢م منتهيًا إلى نفس المكان)[١].

ولقد اعترف الغرب بجانب من فضل أسلافنا من علماء الفلك والفضاء، إلا أن الحقيقة أن جهود أولئك العلماء الكبار كانت هي الأساس الحقيقي الذي قامت عليه نهضة أوربا، كما هو معروف... ولقد برز أولئك الأسلاف في مجال إعادة دراسة الكتب العلمية القديمة لدى مختلف الشعوب، وعملوا على تصحيح كثير منها، وتنقيحه، وإضافة مكتشفاتهم الخاصة.

فهم أول من عينوا مبادرة الاعتدالين بدقة فائقة... واكتشفوا النقص المتواصل في انحراف سمة الشمس، والاضطرابات التي تحدث للقمر وهو في عرضه الأقصى... وعلاوة على ذلك بينوا اضطراب السيارات في أفلاكها، وساروا شوطًا بعيدًا في حساب الاختلاف الثالث في حركة القمر... وشاهدوا الكلف على سطح الشمس... وحسبوا بالضبط عبور عطارد على سطحها، وأصلحوا قيمة مبادرة الاعتدالين... ومقدار ميل دائرة البروج على دائرة خط الاستواء... وما يحدث فيها

(١) علم الأرض، الدكتور إبراهيم محمد فرج، ص٤٠.

من نقص تدريجي بطيء، وبأرصاد دقيقة عينوا طول السنة العادية، والسنة النجمية.

وكانت جهودهم ذات تأثير في تاريخ العلوم، وخاصة في مجال الفلك، وقد حرص الغرب في مجال اعترافه ببعض أفضالهم على وضع أسماء بعضهم على خريطة القمر، ومن هذه الأسماء: المأمون، والبتاني، وأبو الفداء، وألغ بك، وغيرهم.

ولا تزال أسماء النجوم ذات الأصل العربي، وبعض التعابير والاصطلاحات الفلكية برهانًا ساطعًا على الطابع العربي في علم الفلك، مثل (النسر الواقع) (النسر الطائر) و(الشعرى) و(الغول) و(النظير) و(السمت) و(الدب الأكبر) و(الدب الأصغر) و(درب التبانة) و(المجرة) و(البطين) و(الجوزاء) و(سهيل) وغيرها مما يعد بالمئات.

وقد اهتم بعض علماء الغرب، عمومًا، بالتفتيش عن تراث العرب في علم الفلك، وغيره من العلوم، وأرجعوا إلى علماء العرب قسطًا كبيرًا؛ مما كان قد نسب إلى غيرهم.

أقول ـ بعض علماء الغرب ـ ولم أقل كلهم؛ لأن فيهم من اعترف بالفضل لأهله... وبعضهم انتحل كثيرًا من تراث علمائنا، ونسبه لنفسه... بل إن بعضهم قد سطوا على كتب بأكملها، وادعوها لأنفسهم، كما ذكرت، وقد أوضح المستشرق الفرنسي (سيديو) أن بعض الاكتشافات الفلكية التي نسبها بعض علماء الغرب لأنفسهم كانت من عمل الفلكي المشهور أبو الوفا اليوزجاني؛ الذي سبقهم إلى اكتشافها بستة قرون من الزمن.

وقد انتشرت المراصد في فترة ازدهار العلوم في العواصم الإسلامية في طليطلة، وسمرقند، وبغداد، وغيرها من المدن، وتم بناء البرج الشامخ المشهور في مدينة (أشبيلية) بالأندلس، وخصص لرصد

الأجرام السماوية تحت إشراف جابر الرياضي... وكان هذا البرج على جانب كبير من جمال البناء، وروعة الهندسة.

وهناك المرصد الذي تم بناؤه في (المراغة) الواقعة في القسم الشمالي الشرقي من بلاد فارس... وكان يشرف عليه محمد بن حسن الطوسي... وشيَّد خزانة كبيرة، وضع فيها ما أخذه من كتب كانت في بغداد والشام، حتى بلغ عدد هذه الكتب (٤٠٠) ألف مجلد، عين لها عددًا من المختصين في العلوم من العرب.

وهناك أيضًا المرصد الشهير؛ الذي أنشأه السلطان السالم (ألغ بك) في سمرقند عام ١٤٢٠م، وكانت له آثار كبيرة في تنقيح كثير من النتائج، وإصلاح الأرصاد، وقد كان هذا السلطان المسلم يعمل في المرصد بنفسه، ويشاركه في ذلك عدد من علماء الفلك... ولا يزال بناء هذا المرصد قائمًا إلى اليوم؛ بعد أن حول إلى قبة لقرع الأجراس.

ونتيجة للنشاط العظيم الذي قام به علماء المسلمين، فقد ابتكروا عددًا غير قليل من الأدوات، والمعدات الفلكية؛ التي كانت تساعدهم على أداء أعمالهم، فصنعوا الساعة الرملية، والمثلثة، والحلقة الاعتدالية، والربع المجيب، والمزولة، وقوس درج الشمس، وذات الحلق، وذات الشعبتين، وذات الجيب، وبرج الدائرة، والأسطرلاب الذي أدخلوا عليه تعديلات، وأتقنوه.

وقبل أن نشرع في ذكر بعض علماء الفلك المسلمين... نشير إلى أن هذه النهضة العلمية الكبيرة قد بدأت عندما اهتم الخليفة العباسي أبو جعفر المنصور بترجمة العديد من مراجع العلوم، وخاصة في الرياضيات، والفلك عن اليونانية، والهندية، والسريانية... وأنفق على ذلك بسخاء؛ ما دفع النهضة العلمية إلى الأمام، لا سيما وأنه استخدم مترجمين متخصصين لنقل تلك المراجع إلى اللغة العربية.

وقد استمرت هذه النهضة في فترات الخلفاء الذين تعاقبوا بعد المنصور، وبلغت أعلى ذراها في عهد هارون الرشيد، وولده المأمون، فكانت الأساس الذي قامت عليه نهضة العلوم الفضائية والفلكية في أوربا.

ولقد كان للمأمون شأن كبير في تشجيع هذه النهضة، ورعايتها؛ إذ استفاد من انتصار المسلمين على الأمبراطور البيزنطي (ميخائيل الثاني)، فضمن اتفاقية السلام شروط توجب تزويد الدولة الإسلامية بالمخطوطات والمراجع، وعمل نسخًا منها.

كما ساهم المأمون بنفسه في ترجمة بعض المخطوطات؛ التي كانت تترجم إلى العربية مباشرة إذا تيسر ذلك... أو تترجم إلى السريانية، ومنها إلى اللغة العربية بعد ذلك... ولا يزال بعض هذه المخطوطات موجودًا حتى الآن في بعض جامعات إنجلترا، ومنها ـ حسب ما يذكر الأستاذ نقولا شاهين ـ جامعة لايدن.

أما أبرز علماء الفلك المسلمين؛ الذين أشرنا إليهم من قبل، فهم:

١ ـ أبو الحسن عبد الرحمن الصوفي الرازي:

المولود عام (٢٩١هـ) وقد رصد ما يزيد عن ألف نجم، وحدد أماكنها جميعًا بالنسبة لمدار الاعتدالين... وعين أقدار النجوم بدقة كبيرة، بحيث لا يختلف أكثرها عما هو معتمد الآن... وهو الذي ذكر سديم المرأة المسلسلة قبل (مربوس) بأكثر من ستة قرون، كما حدد دائرة القرون، ومبادرة الاعتدالين بدرجة كل ستة وستين عامًا، وتحدث عن النجوم الخفية، والنجوم الظاهرة... وبلغ ما حصره منها حوالي (١٠٢٢) نجمًا منها (٣٦٠) من الصور الشمسية و(٣٤٦) من دائرة البروج و(٣١٦) من الصور الجنوبية، وقد قدره العلماء والمؤرخون المسلمون وغيرهم، وأثبتوا جهده، ومنهم ابن النديم، وابن القفطي، وابن العبري، كما أثنى عليه علماء الغرب ثناءً عظيمًا، ومنهم: سارطون، وشبلرب، والأردغوق، ومن أشهر مؤلفاته:

ـ كتاب الكواكب الثابتة.

ـ كتاب التذكرة.

ـ كتاب مطارح الشعاعات.

ـ كتاب الأرجوزة في الكواكب الثابتة (وهو شعر).

ولا تزال بعض كتبه موجودة في مكتبات أكسفورد، وباريس، وكوبنهاجن، وبتسبرغ... كما طبع منها كتاب (صور الكواكب) في حيدر أباد (الهند) وكتاب (الأسطرلاب).

٢ ـ البتاني:

وهو فلكي، وعالم مشهور، له كتاب (الزيج الصابي) وكتاب (مطالع البروج)، ويعود إليه فضل إصلاح قيمة مبادرة الاعتداليين، وقيمة ميل دائرة البروج على دائرة خط الاستواء... وهو أول من استخدم الجيوب والأوتار في قياس المثلثات والزوايا... علاوة على ذلك توصل إلى نظرية انتقال الرأس ونقطة الذنب، ويعبر عنها بأن الخط الموصل بين نقطة الرأس والذنب له حركة سنوية من الغرب إلى الشرق، ويدور دورانًا كاملًا في (١٤٩/١١١) سنة، وقد طبع كتابه (الزيج الصابي) في ليدن.

٣ ـ أبو الوفا البوزجاني:

وله الزيج المعروف بالزيج الشامل، وهو من سبقت لنا الإشارة إلى ما كان له من جهود، انتحلها غيره، ونسبها لنفسه؛ إلى أن كشف ذلك المستشرق الفرنسي (سيديو).

٤ ـ أبو الريحان البيروني:

ويعدّه بعض علماء المستشرقين أعظم علماء الفلك بين العرب، ويعتقد المستشرق نلينو أن البيروني أعظم المبتكرين الضليعين في الفلك،

وله كتاب نفيس جامع، شامل، دقيق المباحث، وطبع له كتاب: الآثار الباقية في ليدن ورسائل أخرى في حيدر أباد.

٥ ـ أبو الحسن بن أبي سعيد بن يونس:

وهو أحد مشاهير علماء الفلك، وله الزيح المعروف بالزيح الحاكمي، وكان يعمل في المرصد الذي شيده الخلفاء الفاطميون في جبل المقطم بمصر، وهو الذي اخترع بندول الساعة الدقاقة، ورصد كسوف الشمس، وخسوف القمر، وفي منتصف القرن العاشر للميلاد ازدهرت النهضة الفلكية في الأندلس إلى جانب العلوم الأخرى، وفي مقدمتها الطبيعيات، وكان من أهم العلماء العرب الذين أسهموا في هذه النهضة بنصيب.

٦ ـ أبو الفتح عبد الرحمن المنصور الخازن الأندلسي:

عاش في أواخر القرن الحادي عشر وأوائل القرن الثاني عشر، وله مؤلفات شهيرة في قواعد النور، وآلات الرصد، وهو الذي اكتشف قانون انكسار أشعة الضوء عند انتقالها من وسط إلى آخر، كما كان هو أول من قال بأن الضوء يتألف من حبيبات، أي: أنه ذري التركيب، وقد اعترف له العالم (أدربي) باكتشاف قانون انكسار الضوء الذي سبق به نيوتن بخمسة قرون، كما أوردت إحدى الموسوعات الأمريكية أن الخازن هو واضع أساس نظرية آلة التصوير ذات الثقب، وكان يستعملها لمراقبة كسوف الشمس.

٧ ـ ابن رشد:

وهو عالم، وفيلسوف مشهور، وله مكانة مرموقة في علم الفلك، والرياضيات، والعلوم، وهو الذي توصل إلى تحديد وقت عبور عطارد على قرص الشمس، وهو عمل دقيق جدًا، ولا يحسنه في وقتنا الحاضر إلا عدد قليل من المتخصصين على الرغم مما لديهم من آلات وأجهزة حديثة.

٨ ـ أبو القاسم مسلمة بن أحمد الأندلسي المجريطي:

ولد سنة (٣٣٥هـ) في مجريط، وأقام في قرطبة، وكان متقدمًا في الرياضيات والفلك، حتى عدّ عمدة فيها، وكان أوسع العلماء الأندلسيين إحاطة بعلم الأفلاك وحركات النجوم، وقد رصد كثيرًا من الكواكب، واهتم بالزيج وصرف تاريخه الفارسي إلى العربي، كما وضع أوصاف الكواكب لأول تاريخ الهجرة، وزاد على زيج الخوارزمي جداول مهمة، وجعل نقاط الابتداء هي خط منتصف النهار المار بقرطبة.

وأقر بعلمه كثير من علماء الغرب، وأعدّوا (الجداول المجريطية) أساسًا مهمًا في كثير من المؤلفات الفلكية المتأخرة، وخصوصًا في أوربا، ومن كتبه المهمة في هذا المجال: كتاب (الأسطرلاب)، وكتاب (اختصار تعديل الكواكب في زيج البتاني). وقد برع المجريطي أيضًا في علوم أخرى كالكيمياء، والتاريخ الطبيعي، وله فيها مؤلفات مهمة منها كتاب (غاية الحكيم) الذي ذكره ابن خلدون في المقدمة، وأثنى عليه.

٩ ـ ألغ بك محمد بن شاه رخ:

ولد سنة (٧٩٦هـ) في (سلطانية)، وكان ذا نبوغ مبكر... تولى الحكم في سمرقند وهو دون العشرين، وظل فيه حوالي ثلاثين عامًا، ورعًا، محافظًا على الصلاة حتى وهو يحتضر، كما كان عالمًا بالفلك، والهندسة... وله فيها أعمال جليلة، كما أن له أرصادًا دقيقة، وزيجًا قيمًا عظيمًا، وهو أحد الكتب الرئيسية الثلاثة المشهورة في علم الفلك عند العلماء المسلمين.

اخترع ألغ بك بعض الآلات الفلكية المهمة، وزود بها مرصده الشهير الذي سبق ذكره، والذي انتفع به الباحثون، كما انتفعوا بتلك الآلات. وقد عدّ هذا المرصد أعجوبة الدهر لما حواه من زخارف داخلية، وكانت أحد دوائره مزودة بنقوش تمثل الأجرام السماوية

المتعددة بدقة بالغة، وينقسم زيج السلطاني الذي وضعه ألغ بك إلى أربعة أقسام:

القسم الأول: ويعنى بحساب التقاويم والتواريخ الزمنية، ويضم مقدمة وخمسة أبواب.

القسم الثاني: ويعنى بمعرفة الأوقات والمطالع في كل وقت، ويحتوي على اثنين وعشرين بابًا.

القسم الثالث: ويعنى بمعرفة سير الكواكب ومواضعها، وفيه ثلاثة عشر بابًا.

القسم الرابع: وهو في مواقع النجوم الثابتة.

وقد طبع هذا الكتاب لأول مرة في لندن عام ١٦٠٥م، ونقل إلى كثير من اللغات الأوربية، كما نشرت جداوله باللغة الفرنسية عام ١٨٤٧م، واعتمد عليه علماء كثيرون في شتى أنحاء العالم.

هذا؛ وتجدر الإشارة إلى مدرسة علم الفلك في بغداد، وهي المدرسة التي يرجع تاريخها إلى أيام ولاية أبي جعفر المنصور، وكانت على جانب كبير من الأهمية، ولها تأثيرها المجيد في نهضة علم الفلك في تلك الفترة وما تلاها[1].

(١) انظر مراجع لهذا البحث: شمس العرب تسطع على الغرب، علم الفلك عند العرب، حضارة العرب لغوستاف لوبون، قصة الحضارة، القاموس الفلكي، النجوم في مسالكها.

ملحق رقم (٢)

الكرة الأرضية ومكوناتها

الكرة الأرضية ومكوناتها:

الأرض هي ثالث الكواكب قربًا من الشمس، وتبعد عنها بمقدار وحدة فلكية واحدة، وتدور حول الشمس بسرعة (٢٩,٦) كيلومترًا في الثانية... وتكمل هذه الدورة في سنة واحدة مقدارها (٣٦٥) يومًا و(٦) ساعات و(٩) دقائق و(٩,٦) ثانية... والشمس تشع طاقة كبيرة من الحرارة والضوء من على كل سم مربع من سطحها وتقدر بحوالي (١٠) حصان ميكانيكي، ولكن ما يصل إلى الأرض ليس إلا جزءًا بسيطًا يقدر بحوالي (٢٠٠٠) مليون جزء، وهو قدر كافٍ بإرادة الله لحفظ الحياة على الأرض على النحو الذي نراه... وقد قدر ما يصل إلى الأرض من طاقة من الشمس بحوالي (١٢٩٥٠٠٠٠) حصانًا ميكانيكًا على كل كيلومتر مربع من سطح الأرض في كل ثانية... وقد قدَّر العالم الإنجليزي سبنسر جونز ثمن ما يصل من طاقة الشمس الإشعاعية في كل ثانية بنحو: (٢٠٠,٠٠٠,٠٠٠) جنيهًا إسترلينيًا بالسعر العادي (هذا التقدير قبل سنة ١٩٤٥م) يمكن تحويلها بعد ذلك.

فإذا كانت هذه هي الأرض... وهذا هو مقدار ما يصلها من طاقة، فدعونا الآن نحاول معرفة أغلفة هذه الأرض؛ لأنها في الحقيقة عبارة عن كرة من الصخر يغطي الماء جزءًا كبيرًا منها... ويحيط بها غلاف من الهواء، ثم هناك الحياة المنتشرة في الهواء، وفي الماء، وعلى سطح الأرض... ومن المهم طبعًا دراسة أغلفة الأرض لمعرفة تأثير الطاقة عليها، وبالتالي تأثير مرور مذنَّب مثل هالي بها... والآثار والتأثيرات التي يحدثها... فالأغلفة المكونة للأرض أربعة أغلفة...

وهذه الأغلفة هي: الغلاف الهوائي... والمائي... والغلاف الصخري... ثم جو الأرض، وكذلك الغلاف الحيوي...

وهذه الأغلفة تزداد كثافتها كلما سرنا من الخارج نحو المركز، أي: من خارج أغلفة الأرض إلى داخلها.

وهناك صلة وثيقة تربط بين هذه الأغلفة... وأول هذه الأغلفة:

الغلاف الهوائي:

هذا الغلاف يتكون من خليط من الغازات المختلفة التي نطلق عليها الهواء. وهو يحيط بالأرض، ويقدر سمكه بحوالي (١٠٠٠٠) كيلومتر، ولكن لا يحس به الإنسان بعد مسافة (٤٠) كيلومترًا من سطح الأرض... حيث يقل الضغط، فيصبح جزءًا من المليون على ارتفاع مئة كيلومتر، وكثير من الغازات تظل محتشدة ومتجمعة قرب سطح الأرض؛ بسبب جاذبية الأرض لها؛ ولهذا فإن ما يزيد عن (٩٩٪) منها متجمع حول الأرض، وإلى مسافة مئة وخمسين كيلومترًا... ودرجة الحرارة أيضًا تقل مع الارتفاع.

ويتكون هواء الأرض، وهو الغلاف الغازي، من مجموعتين من الغازات، إحداهما ثابتة النسبة من حيث الحجم بفعل التيارات الرئيسية في الهواء، والأخرى متغيرة النسبة تبعًا لتغير المكان والزمان ودرجة حرارة الجو... وأهم غازات المجموعة الأولى غاز النيتروجين (الآزوت) والأوكسجين... ويتكون منهما معظم الغلاف الهوائي... ومنها غازات ضئيلة المقدار جدًا، مثل: غاز الأرجون... وغاز الكريبتون، والأيدروجين، والزينون، والهيليوم، وأهم غازات المجموعة الثانية غاز بخار الماء، وثاني أوكسيد الكربون، ثم غاز الأوزون الذي تتزايد قيمته الضئيلة مع الارتفاع في طبقات الهواء... ويلاحظ أنه في الطبقات العليا من الجو تتزايد كثيرًا من الغازات الأخف وزنًا، مثل: الإيدروجين، والهليوم.

وغاز الأوزون: وهو من غازات المجموعة الثانية... وكما ذكرت... له أهميته الخاصة، إذ توجد على ارتفاع (٣٠) كيلومترًا من سطح الأرض طبقة منه، تمتص الأشعة ذات الموجة القصيرة في المنطقة التي فوق البنفسجية من أشعة الشمس... ولهذا فإنني أعتقد أن تأثير مرور المذنَّب هالي من ناحية مرور الغازات المتبخرة منه، ودخولها إلى جو الأرض سيكون محدودًا بسبب كثافة الغلاف الهوائي، ووجود طبقة الأوزون التي تمنع وصول إشعاعات كثيفة إلى سطح الأرض... حيث تقوم هذه الطبقة بعملية تصفية وترشيح تمنع اختراق هذه الأشعة القادمة من المذنَّب إلى الغازات المتطايرة من الدخول إلى سطح الأرض بكميات كبيرة... ولكن هذا لا يعني الحيلولة دون نفاذها نهائيًا... أو نفاذ بعض منها.

على أن للغلاف الهوائي أهميته الخاصة من الناحية الجيولوجية، فهو الوسط للمناخ والطقس، كما هو موطن الريح، وبخار الماء (وهو مهم جدًا من هذه الناحية) والسحاب، والمطر، والثلج، والجليد، وما إليها... وكلها عوامل طبيعية ذات أثر فعال في تغيير سطح الأرض... حيث تتم العمليات الكيميائية والطبيعية التي تحلل الصخور، وتفتتها إلى فتات من حصى، ورمال، وتراب، ورماد، تنقلها عوامل النقل الطبيعية... من مكان إلى آخر، وهذا الفتات في تنقله هذا يؤثر بدوره في صخور سطح الأرض فيخرشها، ويبريها.

الغلاف (المحيط) المائي:

ويحتوي هذا الغلاف على كل ما حملت الأرض على ظهرها من ماء، وليس فقط ذلك الماء الذي يملأ قيعان المحيطات، والبحار، والبحيرات، وتلك المياه التي تجري في الأنهار... وما يجري في

المثالج من ثلج وجليد، كذلك المياه الباطنية... وهو الماء الذي يتخلل صخور القشرة الأرضية، ويملأ مسامها وفجواتها، والشقوق بينها، ويغوص تحت سطح الأرض في شكل ينابيع وآبار، كما قد يوجد بكميات كبيرة في بعض المناجم، وتهدد بالخطر كيانها. وعلى ذلك فإن غلالة من الماء غير منتظمة... ولكنها تكون متصلة تحيط بالكرة الأرضية تشبع صخورها في بعض الأماكن، وتغرقها كلية في أماكن أخرى، هي قيعان المحيطات، وأحواض البحار.

ولو لم يكن سطح الأرض قد تشكل من منخفضات، ومرتفعات، ولو أنه استوى في شكل كرة تامة التكور والاستواء؛ لوزع الماء عليه بالتساوي في جميع أنحائه في شكل محيط أعظم عمقه حوالي (٢،٥) كيلومترًا، ولهذا فإن تأثير مرور المذنبات الضخمة مثل هالي... أو كوهتيك أو بنيت أو غيرهم يؤدي، في كثير من الأحيان، إلى التأثير على الغلاف المائي للأرض... ويؤثر فيه بصورة تدفعه إلى التحرك تحت تأثير الطاقة القادمة من حركة هذه المذنبات... ما ينتج عنه تغييرات جوهرية في بعض مناطق الغلاف المائي... وبصورة خاصة في المياه السطحية مثل الأنهار، وبعض البحيرات... فتحدث الفيضانات في بعض مناطق العالم تبعًا لذلك.

الغلاف الحيوي:

هو نطاق الحياة على ظهر الأرض... ويصعب عدّه غلافًا كبقية الأغلفة، ويتكون من الغابات، والأدغال، والبراري، والحشائش، والحيوانات، والأعشاب البحرية، والرخويات، والشعاب المرجانية، والأسماك، بالإضافة إلى الكائنات الدقيقة من البكتيريا وخلافه... وإذا تصورنا ذلك كله مجتمعًا لأصبح من السهل تصور أنواع الحياة المختلفة، وقد كونت فيما بينها شبكة حيوية كثيرة التعقيد، دائمة التغيير، تغطي

سطح الأرض ببساط من الكائنات الحية يكاد يكون مستمرًا، ومتصلًا... فيه مناطق تبدو قاحلة، حيث تكثر الثلوج فوق المرتفعات، وتكون البرودة شديدة... أو ينتشر رمل الصحاري إذ تكون الحرارة مرتفعة، أو تندفع اللَّابات من فوهات البراكين، حيث النار متوهجة.

هذا هو الغلاف الحيوي؛ الذي لا يقل أهمية عن غيره من الأغلفة الطبيعية، سواء من الناحية الجغرافية، أو الناحية الجيولوجية.

وتأثيرات مرور المذنبات على هذا الغلاف تأتي من ناحية التأثيرات الناتجة عن تكون بعض الأبخرة عند رأس المذنَّب؛ خلال مروره بالقرب من قرص الشمس... وتكوّن الغازات المختلفة مثل غاز الميثان، وغاز أول أوكسيد الكربون، وسيانيد البوتاسيوم والصوديوم، وغيرها من الغازات السامة والخانقة مثل: غاز النشادر الذي يتكون بكثرة عند مرور المذنَّب بقرب قرص الشمس... ويعتقد البعض، كما سبق أن ذكرت... إن هذه الغازات تحدث نوعًا من الاختناقات للكائنات الحية في الغلاف الحيوي على الأرض... وينتج عن هذا نوع من الكتمة، أو الضيق لسكان الأرض، إضافة إلى ما يتسرب من إشعاعات... وخاصة البنفسجية منها. ويرى بعض المهتمين أن مثل هذه الأجواء تؤدي إلى توتر أعصاب أهل الأرض، وتدفع بعضهم إلى اتخاذ قرارات مفاجئة، وغير سليمة أو منطقية، وهذا هو ما يؤدي إلى نشوب الخلافات... وحدوث بعض الحروب على الأرض... وهو افتراض نظري... كما أن بعض المهتمين بدراسة هذا الغلاف يعتقدون أن المذنبات كانت سببًا في انقراض بعض أنواع الحياة من الغلاف الحيوي، مثل: الديناصورات.

الغلاف الصخري (الحجر أو اليابس):

هو عبارة عن قشرة الأرض الخارجية الصلبة التي تتكون منها القارات، وأحواض المحيطات... وسمك هذه القشرة لا يسهل تقديره

لعدم وضوح الحد الفاصل بينها وبين جوف الأرض، فقد اختلف العلماء في تقدير سمك هذا الغلاف ما بين (٢٥ ـ ١٠٠) كيلومتر، ولكنه يقدر بحوالي (٦٠) كيلومترًا، وبنسبة $\frac{١}{١٠}$ من نصف قطر الأرض، والأرض بذلك أشبه ما تكون بحبة فاكهة ناضجة، قشرتها رفيعة، ذات غصون.

هذا؛ وإن دراسة تكوين هذه القشرة هو أول ما يعنى به علم الأرض، ومكونات هذه القشرة صخور مختلفة من معادن مختلفة في بقاع مختلفة، وتتكون القشرة الأرضية من ثلاثة أنواع من الصخور تختلف من حيث النشأة وطبيعة مكوناتها، ووضعها في الطبيعة، وهي:

أ ـ الصخور النارية.

ب ـ الصخور الرسوبية.

ج ـ الصخور المتحولة.

وبعض العلماء يطلقون لفظ الغلاف اليابس (الحجري، والصخري) على القشرة، وباطن القشرة معًا.

تضاريس الغلاف الصخري:

إن سطح الغلاف الصخري من الأرض معقد التضاريس بين مرتفعات هي القارات، ومنخفضات هي قيعان المحيطات.

وتظهر اختلافات الارتفاعات جلية على سطح القارات المعروفة، وهي: أوربا، وآسيا وما يتبعها، ثم أفريقيا وتتبعها مدغشقر، ثم الأمريكيتين الشمالية والجنوبية، ثم أستراليا والقارة المتجمدة الجنوبية، وكلها تبرز بين المحيطات العظيمة كتلًا شاسعة المساحة لا تغطي إلا ربعه، أو أكثر قليلًا.

ولقد دلت الأبحاث على أن سطوح القارات، حيث: السهول، والوديان، والهضاب، والنجاد، وسلاسل الجبال أكثر تعرجًا من قيعان المحيطات، وإن سطح القشرة الأرضية يسوده مستويان رئيسان، هما:

ـ الرصيف القاري.

ـ الرصيف الصخري.

يصل بينهما منحدر القارة... وإن الارتفاعات الشاهقة فوق الأول، والأغوار السحيقة تحت الثاني قليلة نسبيًا.

الرصيف القاري:

هو الجزء من سطوح القارات، حيث تسود الارتفاعات أقل من (١٠٠٠) متر... وتقدر مساحته بحوالي (٧٣٪) من سطح الجزء اليابس من القشرة الأرضية... علمًا بأن توزيع القارات والمحيطات على سطح الأرض يظهر فيه ما يلي:

١ ـ رقعة البر لا تعدو في مساحتها $\frac{٢}{٥}$ (خمسي) مساحة البحر.

٢ ـ يتركز البر في نصف الكرة الشمالي... ويتجمع معظم البحر في نصفها الجنوبي، في حين أن عكس ذلك نلاحظه في المنطقتين القطبيتين.

٣ ـ يوجد (٨١٪) من البر فيما يسمى نصف الكرة البري الذي يتكون من أمريكا الشمالية، وأوربا، وآسيا، وأفريقيا، وأكثر من نصف أمريكا الجنوبية، ويقع قطبه في شمال شرق فرنسا، بينما تسود المياه فيما يسمى نصف الكرة المائي؛ الذي يقع قطبه قرب نيوزلندا.

٤ ـ تنتهي كل من القارات الجنوبية (أمريكا الجنوبية، وأفريقيا، وأستراليا) بطرف مسحوب نحو الجنوب على شكل مثلث.

اتزان القشرة الأرضية:

من المعروف أن الصخور التي تُكوِّن قاع المحيط الغائر تزيد كثافتها كثيرًا عن كثافة الصخور؛ التي تكوِّن الجبل المرتفع، كما أن صخور القشرة الأرضية موزعة فيما بينهما في مجموعتين مختلفتين من

حيث الكثافة هما: الصخور الخفيفة أو السيالة، والصخور الثقيلة أو السيما، ويوجد بين المجموعتين صخور وسط.

١ ـ السيال:

هو الإطار الخارجي من القشرة الأرضية... يتكون من صخور خفيفة من الجرانيت... وفصيلته غنية جدًا بمادة السيلكا... (حوالي ٧٠٪) ثم الألومينا... وكثافة هذا الإطار حوالي (٢,٧) وقد يصل إلى (٢,٩)، وصخوره هي السائدة في جسم القارات.

ويختلف العلماء في تقدير سمك هذا الإطار، فمنهم من قدره ما بين (١٥ ـ ٤٥) كيلومترًا، ومنهم من قال: إن سمكه ما بين (٢٥ ـ ٥٠) كيلومترًا، ومنهم من قال: إن سمكه بين (٤٠ ـ ٨٠) كيلومترًا، وعدّه بعض العلماء أنه المكوِّن الأساس للقشرة الأرضية بسمك حوالي (١٠٠) كيلومتر.

السيما:

وهو الغلاف الناري الملتهب... ويتكون من نطاقين: نطاق خارجي لزج ونطاق داخلي أكثر تماسكًا وأثقل قوامًا.

أ ـ النطاق الخارجي:

قوامه صخور ثقيلة لزجة سمراء من البازلت... وفصيلته كثافتها ما بين (٢,٩ ـ ٣) وهو يمتد تحت القارات إلى عمق كبير من سطح الأرض... ويختلف العلماء في تقديره ما بين (٢٦ ـ ٧٠) كيلومترًا، وأحيانًا يصل إلى ٣٠٠ كيلومترًا، وكثيرًا ما تندفع مادة هذا النطاق إلى سطح الأرض على هيئة لابات بازلتية خلال كثير من البراكين القارية والتحت بحرية، ومن هنا اشتق الاسم الناري لهذا الإطار.

ب ـ النطاق الداخلي:

قوامه صخور أثقل من صخور النطاق الخارجي... من وشاح السيما تزيد كثافته إلى (٣,٤)، وتزداد هذه الكثافة كلما امتد نحو جوف

الأرض، واختلف العلماء في تقدير هذا العمق ما بين (٨٠٠) إلى (٣٠٠٠) كيلومتر تقريبًا.

وفي صخور هذا الإطار تقل نسبة السيلكا ما بين (٤٠ ـ ٥٠٪) وتليها ماجنيزيا في صخور النطاق الداخلي... وقد حمل هذا الإطار بنطاقية اسم السيما التي تكون أصول قيعان المحيطات... كما تمتد تحت القارات بعمق لا يعرف مداه على وجه التأكيد.

وعلى هذا الأساس فإن القارات وما عليها من جبال من سيال تطفو على سطح السيما الثقيل القوام... كما تطفو جبال الثلج على ماء البحار، وإن هناك تجاوب دائمًا بين سطح السيما، ووزن السيال الطافي عليها، والمعتقد الآن أن القارات تبرز فوق سطح الماء، حيث تقل الجاذبية بسبب تكوُّن هذه القارات من مواد السيال الخفيفة، بينما قيعان البحار تتكوَّن من مواد السيما الثقيلة الأمر الذي خسفت بسببه القشرة الأرضية، فهوت في شكل منخفضات بنائية.

أما الجبال فقد ارتفعت بدورها فوق ظهور القارات، حيث تجمعت تحتها صخور السيال الخفيفة، وغارت إلى أسفل بين صخور السيما الثقيلة إلى أعماق تفوق كثيرًا ارتفاعات الجبال نفسها، وتلك هي ما تسمى بالجذور.

أما أوتاد الجبال فهي يتناسب غورها تحت سطح الأرض تناسبًا مطردًا مع ارتفاع الجبال فوقها.

فالجبال بذراها السامقة... وبجذورها العميقة... على هذا الأساس أوتاد راسيات... ولقد وجدوا من بين أوتاد الجبال وجذورها ما يغوص إلى عمق (٤٠) كيلومترًا أو أكثر... بينما يقل هذا الغور إلى ما بين (١٠ ـ ١٢) كيلومترًا، بل تنعدم تمامًا صخور السيال تحت قيعان المحيطات... حيث يقابل ذلك ازدياد سمك صخور السيما الثقيلة،

وبذلك تحتفظ القشرة الأرضية بالتعادل بين مرتفعاتها ومنخفضاتها فيما يسميه العلماء بالتوازن، أو (اتزان القوام)... وهي حالة التوازن القائمة بين الكتل الصخرية... من القشرة الأرضية التي ترتفع إلى مستويات مختلفة فوق سطح الأرض، في شكل سلاسل شاهقة، وهضاب متسعة، وسهول شاسعة... ويقول الله تعالى: ﴿وَجَعَلْنَا فِي ٱلْأَرْضِ رَوَٰسِيَ أَن تَمِيدَ بِهِمْ وَجَعَلْنَا فِيهَا فِجَاجًا﴾ [الأنبياء: ٣١] ويقول الله تعالى: ﴿أَلَمْ نَجْعَلِ ٱلْأَرْضَ مِهَٰدًا ۝٦ وَٱلْجِبَالَ أَوْتَادًا﴾ [النبأ: ٦ ـ ٧].

ملحق رقم (٣)

حقائق عددية عن الأرض

حقائق عددية عن الأرض

أطوال

أبعاد	كيلومترات	أميال
متوسط بعد الأرض عن الشمس	١٤٩٦٤١٨٢٧	٩٣٠٠٣٠٠٠
محيط فلك الأرض حول الشمس	٩٣٣٠٠٠٠٠٠	٥٨٠٠٠٠٠٠
قطر الأرض الاستوائي	١٢٧٥٦,٧٨٦	٧٩٢٦,٧
قطر الأرض القطبي	١٢٧١٣,٠٩٨	٧٩٠٠
الفرق بين القطرين	٤٣,٦٨٤	٦,٢٧
متوسط قطر الأرض	١٢٧٤٠	٧٩١٨
محيط الأرض الاستوائي	٤٠٠٧٧	٢٤٩٠٢
محيط الأرض القطبي	٤٠٠٠٠	٢٤٨٦٠
الفرق بين المحيطين	٧٧	٤٢
متوسط محيط الأرض	٤٠٠٤٢	٢٤٨٨٢

زاوية

ميل محور الأرض عن مستوى مدارها حول الشمس ٣٠ ـ ٣٢°، ٣٠ ـ ٦٦°

		كيلومترات	أميال
المسافة من المحيط الاستوائي مقابل درجة من زوايا الطول		١١١	٧
سمك الغلاف الهوائي		٤٠ ـ ١٥٠ ـ ١٠٠	٢٥ ـ ٩٣ ـ ٦٠٠
متوسط سمك الغلاف المائي		٣,٨	٢,٤
متوسط سمك الغلاف الصخري		٦٠ ـ ١٠٠	٣٧ ـ ٦٢
متوسط قطر الكرة المركزية	اختلاف كبير	؟١٢٥٤٠	؟٢٤٨٢٠
سمك السيال		١٥ ـ ٤٠ ـ ٨٠	١٠ ـ ٢٥ ـ ٥٠
سمك السالسيما		٧٠ ـ ٣٠٠	٤٣ ـ ١٨٦
سمك السيما		٨٠٠ـ ٢٩٠٠ < ٣٠٠٠	٥٠ ـ ١٨٠٠ ـ ١٨٦٠
سمك النيفسيما		١٩٠٠ ـ ٢٢٥٠	١١٨٠ ـ ١٤٠٠
متوسط قطر النيفا		١٥٠٠ ـ ٦٦٠٠	١٥٥٠ ـ ٤١٠٠

سرعة

	كيلومترات	أميال
سرعة دوران الأرض حول الشمس	في الثانية ٢٩,٦	١٨,٤
سرعة لف الأرض حول محورها	في الدقيقة ٢٧,٨	١٧,٤٣
سرعة الإفلات على سطح الأرض	في الثانية ٧١١,٢٦	
ضد الجاذبية الأرضية		٧

زمن

	ثانية	دقيقة	ساعة	يوم
سنة الأرض الشمسية	٦,٩	٩	٦	٣٦٥
يوم الأرض	٤,٩	٥٦	٢٣	

حجم

	كيلومترات مكعبة	أميال مكعبة
حجم الأرض	١٠٨١٢٣ × ١٠^٦	

مساحات

	كيلومترات مربعة	أميال
مساحة سطح الأرض	٥١٠٠٠٠٠٠٠	١٤٦٩٠٠٠٠٠
مساحة قيعان المحيطات ٧١،٥٧٪	٢٦٥٠٠٠٠٠٠	١٤٠٩٠٠٠٠٠
مساحة القارات ٢٨،٣٤٪	١٤٥٠٠٠٠٠٠	٥٦٠٠٠٠٠٠
مساحة المحيط الهادي	١٢٦٨٠٠٠٠٠	٤٩٠٠٠٠٠٠
مساحة المحيط المتجمد الجنوبي	٨٥٥٠٠٠٠٠	٣٣٠٠٠٠٠٠
مساحة المحيط الأطلسي	٥٨٢٠٠٠٠٠	٢٢٤٠٠٠٠٠
مساحة المحيط الهندي	٤٢٤٠٠٠٠٠	١٦٤٠٠٠٠٠
مساحة المحيط المتجمد الشمالي	١٤٠٠٠٠٠٠	٥٤٠٠٠٠٠
مساحة البحار القارية	٣٨١٠٠٠٠٠	١٤٧٠٠٠٠٠
مساحة أوراسيا	٥٤٠٠٠٠٠٠	٢١٠٠٠٠٠٠
مساحة أفريقيا	٣٠٠٠٠٠٠٠	١١٦٠٠٠٠٠
مساحة أمريكا الشمالية	٢١٠٠٠٠٠٠	٨١٠٠٠٠٠
مساحة أمريكا الجنوبية	٢٠٠٠٠٠٠٠	٧٧٠٠٠٠٠
مساحة القارة المتجمدة الجنوبية	١٢٠٠٠٠٠٠	٤٦٠٠٠٠٠
مساحة أستراليا	٨٠٠٠٠٠٠	٣٠٠٠٠٠٠

كثافة

كثافة الأرض	٥,٥٨	كثافة السيال	٢,٧ ـ ٣,٩
كثافة السالسيما	٢,٩ ـ ٣	كثافة السيما	٣,٤
كثافة النيفسيما	٦	كثافة النيفا	١٠ ـ ١١

كتلة

	كيلوجرامات	أطنان
وزن الأرض	٦٠٤٣٨٨٨١ × ١٠^٩	٥٩٤٩ × ١٠^٩

ضغط

متوسط الضغط الجوي على سطح الأرض	٠,١٠٢ كجم/ سم٢
الضغط عند مركز الأرض	٣٥٠٠٠٠٠كجم/ سم٢

حرارة

	مئوية	فهرنهيتية
درجة الحرارة عند سطح الأرض	٥٥ ؟ -٧٣,٧٥	١٣١ ؟ -١٠٠,٧٥
درجة الحرارة عند نهاية القشرة الأرضية	٢٠٠٠	٣٦٣٢
درجة الحرارة عند مركز الأرض	٢٠٠٠٠٠ ٣٠٠٠٠٠	٣٦٠٠٠٠ ٥٤٠٠٠٠

نسبة

مقدار تكور الأرض	١ : ٨٠٠٠
مقدار تفلطح الأرض عند القطبين	١ : ٢٩٣
معدل المتر وحدة لقياس الطول بالنسبة لربع دائرة خط الطول	١ : ١٠٠٠٠٠٠٠
نسبة قطر الأرض إلى قطر الشمس	١ : ١٠٩,٣٤
نسبة مساحة سطح الأرض إلى مساحة سطح الشمس	١ : ١١٩٦٢
نسبة حجم الأرض إلى حجم الشمس	١ : ١٣٠٨٤٩٦
نسبة كثافة الشمس إلى كثافة الأرض	١ : ٤,٠١٤
نسبة كتلة الأرض إلى كتلة الشمس	١ : ٣٢٦١٢١
نسبة حرارة سطح الأرض إلى حرارة سطح الشمس	١ : ١٠٩
نسبة حرارة مركز الأرض إلى حرارة مركز الشمس	١ : ١٠٠
نسبة سرعة لف الأرض حول نفسها إلى دورانها حول الشمس	١ : ٥٦,٤
نسبة أعلى ارتفاع إلى نصف قطر الأرض	١ : ٧٢٠
نسبة أغور عمق إلى نصف قطر الأرض	١ : ٥٩٠
نسبة مجموع أعلى ارتفاع وأغور عمق إلى نصف قطر الأرض	١ : ٣٢٤
نسبة سمك القشرة الأرضية إلى نصف قطر الأرض	١ : ١٠٦

جدول إحصائي للشمس وكواكبها السيارة

في هذه الجداول اختيرت المقاييس الفرنسية.

لتحويل الكيلومترات إلى أميال اضرب بـ ٠,٦٢١٤

لتحويل الكيلومترات المكعبة إلى أميال مكعبة اضرب بـ ٠,٢٣٩٩

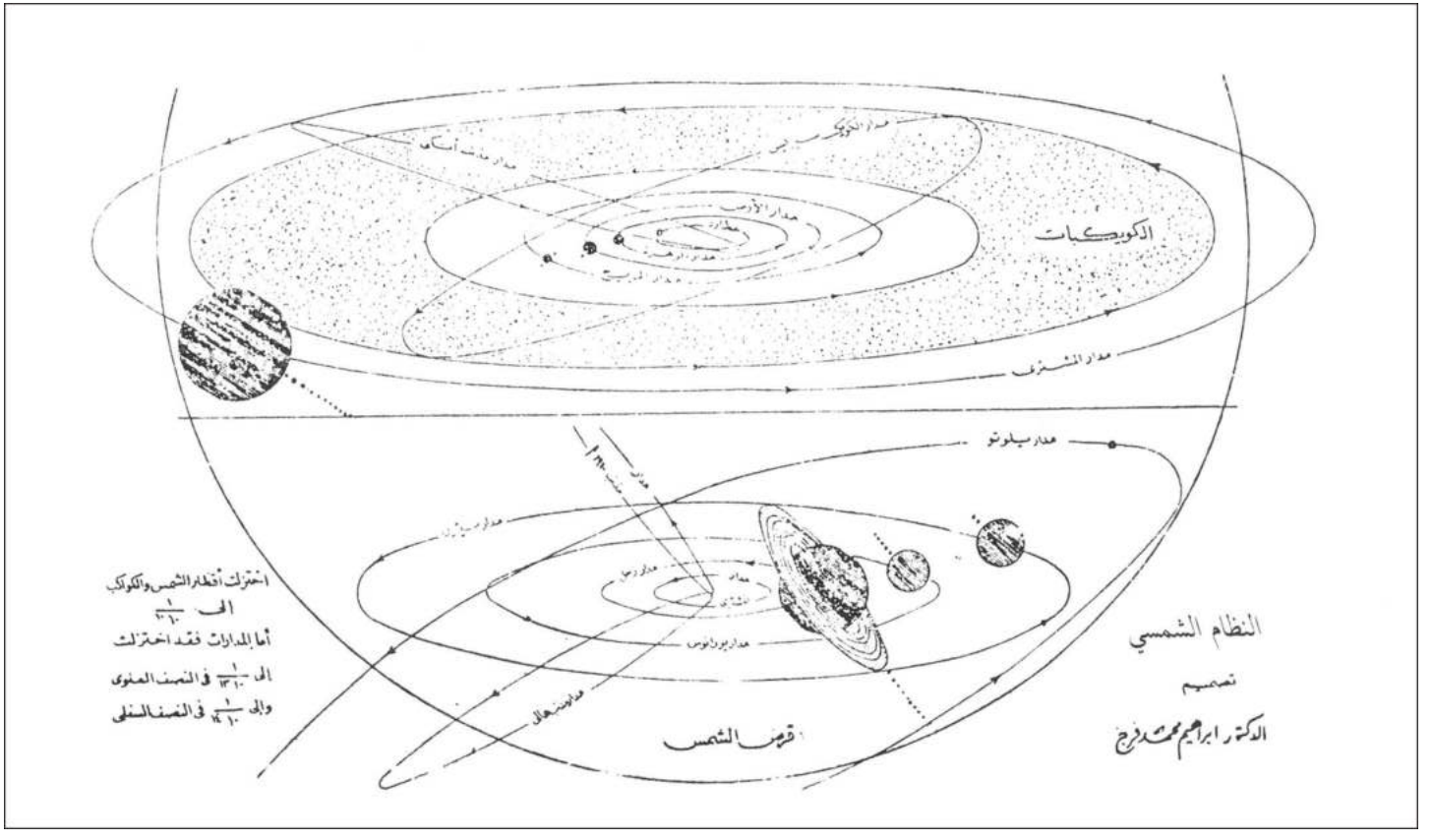
لتحويل الكيلوجرامات إلى أطنان اضرب بـ ٠,٠٠٠٩٨٤٣

لتحويل درجات الحرارة المئوية إلى درجات فهرنهيتية اضرب بـ $\frac{٩}{٥}$ وأضف ٣٢.

الجرم	البعد عن الشمس			متوسط القطر		
	بلايين الكيلومترات	النسبة لبعد الأرض	النسبة لبعد الكوكب قبله	بالكيلومترات	النسبة لقطر الأرض	متوسط المحيط بالكيلومترات
الشمس				١٣٩٣٤٠٠	١٠٩،٣٤	٤٣٧٩٤٥٦
١ ـ عطارد	٥٨	٠,٣٩		٤٩٨٨	٠,٢٩	١٥٧٥٣
٢ ـ الزهرة	١٠٨	٠,٧٢	١,٨٦	١٢٣٩٠	٠,٩٧	٣٨٩٧٣
٣ ـ الأرض	١٤٩,٥	١,٠٠	١,٣٨	١٢٧٤٠	١,٠٠	٤٠٠٤٢
٤ ـ المريخ	٢٢٧	١,٥٢	١,٥٢	٦٨٠٦	٠,٥٣	٢١٣٧٢
٥ ـ المشتري	٧٧٧	٥,١٩	٣,٤٢	١٤٢٥٥٧	١,١١٩	٤٤٨١٩٢
٦ ـ زحل	١٤٢٦	٩,٥٤	١,٨٣	١١٩٢٢٧	٩,٣٦	٣٧٤٦٤٦
٧ ـ يورانوس	٢٨٦٧	١٩,١٩	٢,٠٠١	٥١٣٢٧	٤,٠٣	١٦١٢٣٦
٨ ـ نبتون	٤٤٩٢	٣٠,٠٧	١,٥٦	٥٥٩١٣	٤,٣٩	١٧٦٠٠٨
٩ ـ بلوتو	٥٩٠٥	٣٩,٥٢	١,٣١	٥٨٠٠	٠,٤٥	١٨٢٢٩

	الحجم			الكثافة		الكتلة		السرعة كم/ثانية		
	بالكيلومترات المكعبة 10^{9}	النسبة لحجم الأرض	ترتيب تصاعدي	النسبة لكثافة الماء	النسبة لكثافة الأرض	بالكيلوجرامات $\times 10^{33}$	النسبة لكتلة الأرض	المدار حول الشمس	اللف حول المحور كم/ دقيقة	الجاذبية عند السطح
	١٤١٧٠١٠١٥	١٣٠٨٤٩٦		١,٣٩	٠,٢٥	١٩٦١٧٧٠٤١	٣٢٦١٢١			٦٣٠
١	٦٥	٠,٠٦	١	٣,٧٣	٠,٦٧	٢٤	٠,٠٤	٤٨,٣	٠,١٢	٣,٥
٢	٩٩٩	٠,٩٢	٤	٤,٨٥	٠,٨٧	٤٨٤	٠,٨	٣٥,٤		١٠,٧
٣	١٠٨٣	١,٠٠	٥	٤,٥٨	١,٠٠	٦٠٤	١,٠٠	٢٩,٦	٢٧,٨	١١,٢
٤	١٦٥	,٠١٥	٣	٤,٠١	٠,٧٢	٦٦	٠,١١	٢٤,١	١٤,٥	٥,١
٥	١٥١٨٩١٠	١٤٠٢,٥	٩	١,٣٣	٠,٢٤	٢٠٢٠١٤٥	٣٣٤,٤٦	١٢,٩	٧٥٥,٨	٦١
٦	٨٨٧١٦٠	٨١٩,١٧	٨	٠,٧٢	٠,١٣	٦٣٨٧٦	١٠٥,٧٥	١٠,٥	٦١٠,٢	٢٧
٧	٧٥٧١٧	٦٥,٣	٦	١,٢٢	٠,٢٢	٨٦٢٨	١٤,٢٨	٦,٤	٢٤٨,٨	٢١
٨	٩١٩٨٩	٨٤,٩	٧	١,١١	٠,٢	١٠٢١١	١٦,٨٩	٥,٦	١٨٧,٢	٢٢
٩	١٠٢	٠,٩	٢					٤,٨		

	السنة	اليوم			الحرارة على السطح بالدرجات المئوية	الجـــــــو	عدد الأقمار	الحياة
		ثانية	دقيقة	ساعة				
		بالنسبة للزمن الأرضي						
	٢٢٥ مليون سنة	٢٥ يومًا			٦٠٠٠	خفيف		لا حياة
١	٨٨ يومًا	٨٨ يومًا			٤٠٠ < صفر	مفقود	٠٠٠	لا حياة
٢	٢٥٥ يومًا	بضعة أسابيع			٦٠ ـ ٢٥	ألطف من جو الأرض	٠٠٠	نباتية؟
٣	١٢ شهرًا	ليلة ونهار			٥٥ ـ ٧٤	معروف	١	معروفة
٤	١,٨٨ سنة	٢٣	٢٧	٢٤	٢٠ ـ ٧٠	شبيه بجو الأرض	٢	نباتية
٥	١١,٨٦ سنة		٥٣	٩	ـ ١٤٠	كثيف جاف سام	١٢	لا حياة
٦	٢٩,٤٦ سنة	٢٤	١٤	١٠	ـ ١٥٥	كثيف جاف سام	٩	لا حياة
٧	٨٤,٠٢ سنة		٤٨	١٠	ـ ١٨٠	كثيف جاف سام	٥	لا حياة
٨	١٦٤,٨ سنة		٤٠	١٥	ـ ٢٣٠	كثيف جاف سام	٢	لا حياة
٩	٢٤٧,٧ سنة				ـ ٢٤٥	مفقود	٠٠	لا حياة


الكويكبات
مدار المشترى
مدار بلوتو
مدار الأرض
مدار الزهرة
مدار عطارد
مدار نبتون
مدار يورانوس
مدار زحل
قرص الشمس
اخترق أقطار الشمس والكواكب
الى $\frac{1}{30}$
أما المدارات فقد اخترقت
الى $\frac{1}{130}$ فى النصف العلوى
والى $\frac{1}{140}$ فى النصف السفلى
النظام الشمسي
تصميم
الدكتور ابراهيم محمد فرج

الهوامش

١ ـ شفيق عبد الرحمن (الجغرافية الفلكية) دراسة في المقومات العامة.
٢ ـ د. طه عثمان الفرا، محمد محمود محمدين (الشمس في حياة الإنسان) مجلة كلية الملك خالد العسكرية، العدد (١١)، السنة الثالثة، صفر ١٤٠٦هـ.
٣ ـ مذنَّب هالي في التاريخ ـ جودي كمبر باتش ـ الشرق الأوسط، العدد (٢٥٣١) في ٢٩/ ٢/ ١٤٠٦هـ.
٤ ـ الأطباق الطائرة حقيقة أم خيال ـ د. محمد عبده يماني.
٥ ـ دافيد برجمان ـ الكون ـ د. طه الفرا، مجلة كلية الملك خالد العسكرية، العدد (١١)، السنة الثالثة، صفر ١٤٠٦هـ.
٦ ـ رؤوف وصفي، المذنبات جبال جليد في الفضاء، مجلة العربي، العدد (٣٣٢) سبتمبر ١٩٨٥م.
٧ ـ منشورات معهد تاريخ العلوم العربية والإسلامية، جامعة فرانكفورت.
٨ ـ علم الأرض، د. إبراهيم محمد فرج.
٩ ـ انظر المراجع.
١٠ ـ دافيد برجمان، الكون، د. الفرا، مجلة كلية الملك خالد العسكرية، العدد (١١)، السنة الثالثة، صفر ١٤٠٦هـ.
١١ ـ مذنَّب هالي زائر من أعماق الكون، مهندس سعد شعبان، مجلة العربي، العدد (٣٣٢) سبتمبر ١٩٨٥م.
١٢ ـ المذنَّبات جبال جليد في الفضاء، رؤوف وصفي، مجلة العربي، العدد (٣٣٢) سبتمبر ١٩٨٥م.
١٣ ـ مجلة التاريخ الطبيعي، رتشارد ستيفنس، العدد ٨٦/١٢.

المصادر

المصادر العربية

١ ـ شمس العرب تسطع على الغرب.
٢ ـ علم الفلك عند العرب، د. فؤاد سزكين.
٣ ـ حضارة العرب، غوستاف لوبون.
٤ ـ قصة الحضارة.
٥ ـ القاموس الفلكي.
٦ ـ النجوم في مسالكها.
٧ ـ علم الأرض، الدكتور محمد إبراهيم فرج، الجزء الأول، ١٩٥٩م.
٨ ـ الأطباق الطائرة، د. محمد عبده يماني.
٩ ـ مذنَّب هالي عبر التاريخ العربي، محمد عبد الفتاح أبو غدة.
١٠ ـ مذنَّب هالي كيف ومتى وأين تشاهده، صالح العجيري.
١١ ـ مذنَّب هالي تراه مرة واحدة في العمر، مهندس سعد شعبان، الدوحة، العدد (١٢٣).
١٢ ـ مذنَّب هالي في الأدب العربي، رابح لطفي جمعة، الدوحة، العدد (١٢٥).
١٣ ـ علماء مصر يترقبون النجم الطائر في زيارته الثانية للأرض، عزت الحسيني، الأهرام.
١٤ ـ المذنَّب هالي يكشف أسراره للإنسان، جريدة الرياض، العدد ٦٤٦٧.
١٥ ـ عطارد يرصد المذنَّب هالي ويتابع اقترابه من الأرض، جريدة القبس، العدد ٤٨٨٦.
١٦ ـ هاواي تترقب وصول مذنَّب هالي، جريدة الرأي العام، العدد ٧٩٥٠.
١٧ ـ لقاء مع الجوال الفضائي العجيب المذنَّب هالي، جريدة الندوة، العدد ٨٢٢٩.
١٨ ـ مرصد الوفرة يرصد المذنَّب هالي، جريدة الرأي العام، العدد ٧٩٥٣.

١٩ ـ لقاء تاريخي بين الإنسان ومذنَّب هالي هذا العام، جريدة الرياض، العدد ٦٤٦٨.
٢٠ ـ إجابات علمية حول رؤية هالي كيف ومتى يمكنك رؤية المذنَّب في منطقة الرياض، جريدة الرياض، ٢٧ مارس ١٩٨٦م.
٢١ ـ ألف مليار مذنب في الفضاء معظم حياتها حالة تجمد، جريدة الشرق الأوسط، العدد ٢٦٥٢.
٢٢ ـ المذنَّب هالي يزور سماءنا، هناء فرعون، المجلة العربية.
٢٣ ـ أول تأكيد علمي بوجود المياه في مذنَّب هالي، جريدة الرياض، العدد ٦٤١٢.
٢٤ ـ لقاء في الفضاء مع هالي حصيلته صور تاريخية للمذنَّب، جريدة الشرق الأوسط، العدد ٢٦٦٤.
٢٥ ـ المذنَّب هالي هدف خمسة مجسات فضائية، جريدة السياسة، العدد ٣٦١١.
٢٦ ـ المذنَّب هالي يكشف أسراره للإنسان، جريدة الرياض، العدد ٦٤٦٧.
٢٧ ـ حاولوا أن يرصدوه ولكنه أفقدهم توازنهم، جريدة اليوم، العدد ٤٦٥٦.
٢٨ ـ المذنَّب هالي أفقد جيوتو توازنه، جريدة الرياض، العدد ٦٤٧٤.
٢٩ ـ الوجه الجديد للمذنَّب هالي، جريدة اليوم، العدد ٤٦٥٣.
٣٠ ـ رواد كولومبيا يبدؤون مراقبة هالي، جريدة الندوة، العدد ٨١٦٧.
٣١ ـ المذنبات ومذنَّب هالي، د. طه عثمان الفرا، محمد أوجل، مجلة كلية الملك خالد العسكرية.

المصادر الأجنبية

1 - Giotto on Course For Halley's Comet - ESA Bulletin No. 1985.
2 - Comet Halley Found - Dennis Di Cicco - SKY And Telescope December 1982.
3 - Exploration Of Halley's Comet from Space - The Inter Agency Consultative Group (IACG) And its Associated Working Groups - R. Reinhard.
4 - Soviet Halley Probes Carry U. S Gear - J. Eberhart - Science News - January 5 1985.
5 - Japan Lauches Prob to comet Halley - J. Eberhart Science News - January 12 1985.
6 - Watching Comet Halley Come to Life - J. Eberhart - Science News July 20 1985.
7 - Halley's Comet Is The Star Of A comprehensive New Bibliography - Library Of Congress Information Bulletin - January 28 1985.

8 - Pionner Can Make Unique Halley's Comet Observation.
9 - Rotation Of comet P\Halley Recrrent Brightening observed at the Heliocentric Distance Of 8 Au Astronomy and Astrphsics.
10 - How Best To See Halley's Comet While it Is In View During The Next Few Months - Jearl Walker Scientific American - November 85.
11 - Halley Watch 86 - Stephen J. Edberg - Astronomy March 1983.
12 - Variability Of P\Halley - West R.M. Pedersen H.
13 - Navigation To A Target Hidden In Dust: Comet Hally's Nuclous - J. Fertig - F. Hechler - G. Schwehm - ESA Bulletin No. 38 May 1984.
14 - Heading For A Dusty Death At Comet Halley - Rechard A. Kerr - Science 9 August 1985.
15 - The Portraits Of Edmond Halley - D.W. Hughes Vistas in Astronomy Volume 27 Part 1 1984.
16 - The Comet Fleet - Marica Neugebauer - Mercury May 4 1984.
17 - Backtracking the Comets - Francis Reddy August 1984.
18 - Charge - Coupled Device Photometry Of Comet P\Halley - David jewitt and G. Edward Danielson - ICARUS International Journal Of Solar Seystem Volume 60 Number 3 December 1984.
19 - Coma Morophology And Dust Emission Pattern Of Periodic Comet Halley - S. M Larson - Z. Sekanina Astron. J. 89 April 1984.
20 - Giotto Perilous Probe of Comet Halley - J. Eberhart - Science News.
21 - Astrometric Observation Of Comet Halley - T. a Morly ESA Bulletin No. 43 august 1985.
22 - Comet Halley A News Maker For 2000 Years - Jhon E. Bortle - W. R. Brooks Observatory.
23 - Finding Halley's Comet With Starframes - Ben Mayer.
24 - International Halley Watch - News letter (1 - 2).
25 - Out of Sight Halley's Comet Reaches Brighest Hour - international herald Tribune.
26 - The Giotto Encounter With Comet Halley - R. Rienhard - Space Science Dpt. ESA\ESTEC Keplerlaan Netherland.
27 - The Plan - A Halley Encounters - K. Hirao - Dept. Of aeronautics - Tokai University and T. Itoh Institute of space and Astronomical Science - Japan.
28 - Vega Space Craft encounters with comet Halley - R.Z. Sagdeev - J. blamont - A.A. Galeev - V. I. Moroze - V.D. Shapiro - V.I. Shevenenko - K. Szego.
29 - The return Of Halley's Comet - Patrick Moore and John Mason.

الفهرس

الموضوع	الصفحة
١ ـ مقدمة	٥
٢ ـ ما المذنبات ومن أين تأتي؟	١٣
ـ ما المذنبات	١٥
ـ تكوين المذنب	١٥
ـ تجارب صناعة مذنبات صناعية	٢١
ـ من أين تأتي المذنبات	٢٢
٣ ـ المذنبات عبر العصور وأسباب الاهتمام بها	٢٧
ـ المذنب هالي والأهمية التي اكتسبها في السنوات الأخيرة	٢٩
ـ النظرة إلى المذنبات عبر التاريخ	٣٤
ـ المذنبات عبر العصور	٣٦
ـ البابليون شاهدوا المذنب هالي أيضًا قبل المستر هالي	٣٨
ـ هالي ومصدر الرعب القادم	٤١
٤ ـ دورة المذنب هالي الفلكية	٤٧
ـ دورة المذنب هالي	٤٩
ـ سرعة المذنب	٥٦
ـ متى شوهد هالي وأين	٥٦
ـ العلاقة بين المذنبات والشهب	٥٨
٥ ـ دراسة المذنبات ومستقبل هذه الدراسة	٦٣
ـ ما الهدف من دراسة المذنبات	٦٥
ـ لماذا تم اختيار المذنب هالي ليكون موضع الدراسة	٦٥
ـ البرامج الدولية لدراسة المذنب هالي	٦٧
ـ مستقبل دراسة المذنبات والفائدة المرجوة منها	٧١

الموضوع	الصفحة

٦ ـ النتائج المستجدة من نتائج الدراسات الحديثة على المذنب هالي في دورته الثلاثين ٧٥
ـ برنامج المركبة بيونير والمكتشف (وكالة الفضاء الأمريكية) ٧٧
ـ برنامج المركبة جيوتو (وكالة الفضاء الأوربية) ٨٢
ـ هالي يكشف عن نواته ٩٠
ـ الغبار ٩٢
ـ تركيب جزيئات الغبار ٩٢
ـ البلازما ٩٢
ـ مقاييس الغاز والأيون الموضعي ٩٣
ـ الذؤابة ٩٣
ـ برنامج المركبات فيجا ٩٣
ـ معاينة النواة عند أقرب نقطتين وصلت إليهما المركبتان فيجا ٩٨
ـ درجة الحرارة ٩٩
ـ برنامج المركبات ساكيجاكي وسويزي اليابانية ٩٩
ـ ملاحظات عن البلازما ١٠٠
ـ إلى أين؟ ١٠١
ـ ما الذي حدث؟ ١٠١
ـ متى يعود المذنَّب؟ ١٠٣
* **الملاحق** ١٠٥
١ ـ العلماء المسلمون وأثرهم في العلوم وعلم الفلك على وجه الخصوص ١٠٧
٢ ـ الكرة الأرضية ومكوناتها ١١٩
٣ ـ جداول فلكية إحصائية ١٣١
* **الفهرس** ١٤٩