المقتطف

الجزء الثاني من المجلد التسعين

١ فبراير سنة ١٩٣٧ — ١٩ ذي القعدة سنة ١٣٥٥

السماء والارض

تجتمعان في المطياف

المرتب والمطياف يبرهان حقيقة الاجرام الثانية

إن تاريخ الارض ومصيرها مرتبطان بتاريخ الشمس ومصيرها. هذه حقيقة أدركها الانسان ادراكاً عاماً منذ أشرق في ذهنه نور الإدراك. ولكن ألوفاً من السنين انقضت قبلما خطر لهُ انهُ قد يجد في ذلك الأفق المحتدم تفسيراً لبعض المشكلات العقلية التي تمضُّهُ. كيف السبيل الى دراسة نواة الشمس، وهي تبعد عنا ثلاثة وتسعين مليوناً من الأميال، وقطرها أقل من مليون ميل قليلاً (٨٦٤٠٠٠ ميل) فحجمها يفوق حجم الارض الف الف مرة، وحرارتها تتراوح من ٦٠٠٠ درجة مئوية على سطحها الى نحو ٤٠ مليون درجة مئوية في باطنها

ليس بالعجيب، والمصاعب هي ما هي، ان تظهر أمنية كهذه الامنية، متعذرة على ذكاء الانسان وحيلته الواسعة. وكأن الفيلسوف أوغست كونت كان يفكّر في هذا عند ما قال: «ثمة أمور لا بدَّ للانسان من أن يبقى جاهلاً لحقيقتها مثل معرفة تركيب الشمس والاجرام السماوية من ناحيتها الكيماوية». ان ذلك الفيلسوف الكبير، لم يدرك، والعلم الحديث لم يزل

في جهنم ، ان التنبؤ العلميّ عمل محفوف بالخطر . ذلك ان الانسان بفضل المرقب والمطياف والمطياف الشمسي المصوّر وغيرها من وسائل البحث الحديث ، جاء بالكواكب الى سطح الارض وحلّل بناءها وعرف عناصرها وقاس درجات حرارتها وبردها

في تاريخ هذا البحث الفتّان ، يومان خالدان يفصل بينهما نحو قرنين من الزمان . أولهما يوم حلّ يونّ الفيلسوف الطبيعي الأشهر ضوء الشمس الى ألوانه الستة . وثانيهما يوم تمكّن كيرشوف الالماني ، من البحث في تركيب الشمس وكأنهُ يبحث في تركيب جسم كيمياويّ في المعمل

كان قد سبق الاكتشاف الذي تمّ لطبيعي الالماني ، مكتشفات كثيرة مهّدت لهُ السبيل. ففي سنة ١٨٠٢ ، تحوّل ولستن Wollaston أحد أعضاء الجمعية الملكية بلندن من ممارسة الطب الى البحث في الطبيعة والكيمياء وبدأ يدرس طيف ضوء الشمس جنباً الى جنب مع ضوء الشرارات الكهربائية والغازات المضيئة . وكان يمرّ الضوء المنبعث لغاز من الغازات في شق ضيق ، فيفوز بطيفهِ ، أي بالألوان التي يتألف منها . فتبين لهُ ان الضوء الساطع من لهب غاز من الغازات ، يحدث طيفاً تقطّعهُ خطوط لامعة . ثم ثبت لهُ ان لكل غاز خطوطاً يتميز بها وتختلف عن خطوط الآخر ، فبخار الصوديوم يحدث خطًّا لامعاً اصفر اللون ، وبخار البوتاسيوم يحدث خطًّا لامعاً بنفسجيّ اللون

في هذه الملاحظات ، بدء علم من أشهر العلوم الحديثة وأعظمها فائدة في الفلك والطبيعة والكيمياء وهو علم الحلّ الطيفي

وما انقضت عشر سنوات او اكثر قليلاً ، على مكتشفات ولستن حتى جاء رجل الماني يدعى فرونهوفر Fraunhofer وكان صانع نظارات ولا علم لهُ بمكتشفات ولستن ، فباحث من هذا القبيل ، فأفضت بهِ مباحثهُ الى اكتشاف ظاهرة جديدة لاحظها ولستن اولاً وهي رؤية مئات من الخطوط السود في طيف الشمس . فصنع خريطة لطيف الشمس ، ورسم في مناطقها الملونة المختلفة ، ثلاثمائة واربعاً وعشرين خطًّا اسود ، شاهدها فيها

هوذا اكتشاف ظاهرة كبيرة الشأن ، ولكن فرونهوفر صانع النظارات ، عجز عن فهمها . كان قد جال في خاطرهِ ، ان لهذه الخطوط صلة بطبيعة الضوء ، ولكنهُ لم يرَ سبيلاً الى تعليلها. واقتضت اربعون سنة ، وهذا الاكتشاف مطويٌّ ، ثم جاء الكيميّ يدعى ستوكس Stokes

فنكشف عن مفتاح لفهم هذه الخطوط فهماً صحيحاً. ذلك انهُ وجد انهُ اذا احترق ضوء الشمس بخار ملح يدخل الصوديوم في تركيبه، ظهر في طيف ذلك الضوء خطان اسودان، مكان الخطين اللامعين اللذين يظهران في الطيف المتولد من ضوء بخار الصوديوم - اي ان بخار الصوديوم امتصَّ من ضوء الشمس اللون الذي يطلقهُ هو، عند اشتعاله، فترك محلَّ الخطين الاصفرين، خطين مظلمين. وبذلك فهمت خطوط فرونهوفر السود. واذن يمكن ان يقال، ان الابخرة التي في الفضاء بين الشمس والباحث تمتص من ضوء الشمس الخطوط الملونة او اللامعة التي تحدثها في الطيف، تاركةً في الطيف خطوطاً مظلمة

وفي السنة ١٨٥٩ وهي السنة التي نشر فيها كتاب داروين في « اصل الانواع » صنع كيرشوف وهو في معمل بنسن الكيماوي في هيدلبرج، آلة جديدة يتبين بها العناصر من مراقبة خطوطها، وأطلق عليها اسم سبكترسكوب، اي آلة الطيف وقد ترجمناها بلفظ «مطياف». يؤخذ الضوء — في هذا الجهاز — من اي مصدر متوهج، فيمرّ في شقٍّ ضيق ثم تجمعهُ عدسات خاصة في شعاعة واحدة قبل ان يخترق موشوراً يفرقهُ الى الالوان التي يتألف فيها، وهذا هو الطيف. والطيف يظهر على لوحة خاصة في المطياف، حيث تدوّن طول الامواج الخاصة بكل لونٍ من الالوان. فيستطيع الباحث ان يقول اراى في طيف هذا الضوء كذا خطوطاً في منطقة اللون الاصفر، وكذا خطوطاً في منطقة اللون البنفسجي. ثم عمد كيرشوف الى ضوء الشمس فجعلهُ يخترق بخارات عناصر ومواد مختلفة، قبل حلّيه حلاً طيفيًّا ومراقبة الخطوط السود التي تظهر في مناطق الالوان المختلفة، فأفضى به بحثهُ هذا الى اكتشاف ناموس عام هو الآتي: «ان غازاً متوهجاً يمتص من أشعة الضوء المنطلقة من مصدر حامٍ للضوء تلك الاشعة التي يطلقها هو» فالحديد مثلاً اذا احمي حتى يصبح في حالة بخارية ووضع بين الشمس والمطياف، امتصَّ من ضوء الشمس الذي يخترقهُ الامواج التي يطلقها هو، فاذا حلَّ ضوء الشمس بعد ذلك في المطياف ظهرت خطوط مظلمة، في المنطقة التي تظهر فيه الخطوط اللامعة الخاصة بالحديد

وما كاد يذاع هذا الاكتشاف، حتى أدرك العلماء مقتضياته. هنا مفتاح، يفتح لهم المغلق من اسرار السماء، ويدلُّهم على تركيب الابخرة التي تحيط بالشمس. فالسماء والارض التقتا في

معمل كيرشوف ما في مطبوعه. وقد بلغ من حماسة العلامة هلمهلتز ان قال: «ان هذا الاكتشاف قد آثار من اعجاب الناس ما لم يثره اكتشاف آخر لانهُ يمكننا من الصعود الى عوالم كانت ابداً محجّبة عنا». ولا ريب في ان فكر هلمهلتز كان متجهاً، عندما فاه بهذا القول، الى بناء الشمس والكواكب

وكذلك نهضت نبوءة الفيلسوف كونت. ان هذه الخطوط المظلمة في طيف الشمس، تدلُّ على وجود أبخرة معدنية وغير معدنية فيها. ذلك انا اذا عرفنا الخطوط الطيفية التي يمتاز بها عنصر من العناصر التي على الارض، أمكننا بامرار ضوء الشمس في منشار ذلك العنصر، ان نعرف، هل هو داخل في تركيب الشمس او لا. ولولا الجدال الذي اثارتهُ نظرية التطوُّر العضوي التي بسطها داروين في كتابه، لما انصرف اهتمام الناس حينئذٍ عن اكتشاف خطير، كاكتشاف كيرشوف هذا

ومن ثمَّ اكبَّ كيرشوف على دراسة هذه الخطوط المظلمة عدداً وموقعاً. فبخر الحديد والكلسيوم والمغنيزيوم والباريوم والنحاس والسترنتيوم والزنك والصوديوم والنيكل والكروم والكادميوم والمنغنيس وفلزات اخرى في حرارة الضوء القوسي وصنع خرائط للخطوط اللامعة في طيفها. ثم قابل ذلك بمواقع الخطوط المظلمة في طيف ضوء الشمس، متبيّناً المواقع التي تتوافق فيها الخطوط اللامعة بالخطوط المظلمة، فاستدلَّ من الخطوط اللامعة الخاصة او المميزة لعنصر ما، على وجود ذلك العنصر في الغلاف الغازي الذي يحيط بالشمس، وهو متأكد مما يفعل تأكد استاذه بعض من العناصر التي تدخل في تركيب مركّب على سطح الارض

وبذلك ولد علم الفلك الطبيعي والكيمياوي المعروف الآن باسم Astrophysics فغلب هذا البحث ألباب طائفة كبيرة من العلماء فأقبلوا على دراسة الشمس والنجوم لمعرفة العناصر التي تدخل في تركيبها بالمقابلة مع العناصر الداخلة في تركيب الارض. فلم يعزوا في خلال بحثهم الطويل على عنصر واحد فيها ليس لهُ على الارض ما يقابلهُ، فأقاموا الدليل على الوحدة المادية الكونية. إنَّ الانسان وسائر الاشكال الحية والجامدة ومادة الشمس والكواكب والسيارات والمذنبات والعوالم الجزرية في رحاب الكون النائية، توامها جميعاً العناصر الكيمياوية التي نعرفها

ولكن قبل انقضاء سنة ١٨٦٨ اعلن اكتشاف آثار الخواطر. ذلك ان باحثين، لاحظا

ظاهرة جديدة ولكنّ كلاً منهما لاحظها على حدة. كان احدهما السيو بيو جول سيزار جانسن محل موسيقي فرنسي، وكان مسيو برصد كسوف كلي في غنتور في بلاد الهندستان. والآخر نورمن لكير احد كتاب وزارة الحربية البريطانية حينئذٍ. لاحظ كلٌّ منهما بضعة خطوط لامعة في طيف الشمس. وكان «لكير» أسبقهما إلى القول بان هذه الخطوط اللامعة لا تقابل خطوط اي عنصر معروف على الارض. فكان ذلك غريباً، لانهُ اذا صحَّ، عنى ان في الشمس او في اكليلها عناصر ليست على الارض. فأطلق على هذا العنصر اسم هليوم (وهو مشتقٌّ من هليوس وهو لفظ يوناني يعني الشمس). وقد ظلَّ هذا العنصر مجهولاً على الارض الى منتصف العقد الاخير من القرن الماضي اذ اكتشفهُ رمزي الكيماوي الانكليزي. ومن العجيب ان سبيلهُ الى اكتشافهِ كان اسلوب الحلّ الطيفي. فقد تبين في طيف مركّب كان يعالجهُ خطوطاً تنمّ من الطيف حيث الخطوط الخاصة بالهليوم — العنصر الشمسي — فأدرك ان الهليوم موجود على الارض وبالحلّ الكيماوي تمكن من استفرادهِ وهو الآن من اهم المواد الغازية ولاسيما في البلونات، لانهُ خفيف وغير قابل للالتهاب

وقد كشف حتى الآن نحو ستين عنصراً في الشمس وكلٌّ منها لهُ ما يقابلهُ على الأرض

كانت سنة ١٨٦٨ التي كشف فيها عنصر الهليوم في الشمس، تاريخاً ذا شأن في دراسة الشمس من ناحيتها الطبيعية لان العلامة جورج الري هايل وُلد فيها، وهو أحد نوابغ هذا العلم وباعث الحياة والنشاط فيهِ بمخترعاتهِ ومكتشفاتهِ الباهرة

كان من المتوقع لهذا الفتى، ان يخلف أباهُ في عملهِ الصناعي الكبير — مدير شركة مصنع للرافعات — ولكنهُ نشأ راغباً في البحث العلمي، وتبيَّن والدهُ فيهِ هذه الرغبة فأثنى عليهِ وشجعهُ. قيل ان أباهُ رآه يميل الى البحث الميكروسكوبي، في الحيوينات المائية، فقال لهُ انهُ اذا والى دراستهُ بطريقة منظمة فانهُ يتاح لهُ مجهراً متقن الصنع قوي العدسات. وكذلك تقلَّب الفتى في أنحاء العلم من الحيوينات المائية الى الحفريات القديمة الى التجارب الطبيعية والكيماوية، وكان والدهُ في كلٍّ منها مرشداً حكيماً، يحثهُ على الاجادة ويشجعهُ بما يهديهِ اليهِ من أدوات البحث والتجريب. وأخيراً خلب لبَّ الفتى لبُّهُ، فأقبل عليهِ بكل ما في عقلهِ وجسمهِ من شغفٍ وقوة

وكان لا يزال في السادسة عشرة من عمره عند ما ابقى لهُ والدهُ مرفأً — تلسكوباً — على سطح الدار، ففرّ الفتى بعيد ذلك ان يتفق حياتهُ في دراسة الاجرام السموية، ولكنهُ أدرك من بدء حياته العلمية ادراكاً واضحاً الهدف الذي ينبغي ان يسير اليهِ. فان ان رصد الاجرام واحصاءها وتدوينها في الخرائط عملٌ لهُ قيمة عظيمة. ولكن ما ابغي، هو سلسلة من التجارب تسير بنا خطوة خطوة في ترقية العلم الجديد المعروف بعلم الفلك الطبيعي astrophysics وهو دراسة الاجرام الفلكية بالمطياف spectroscope والمطياف الرسّام spectrograph. فرأى كتابٌ لكير في الحل الطيفي وطبيعة الشمس وكتاب يونغ في الشمس، فاذكت مطالعتها حماستهُ فصنع مطياقاً بنفسهِ وجرّب بهِ تجاربهِ الاولى بطيف اللهب والشرر ثم بطيف الشمس

وكان في جامعة جونز هبكنز الاميركية عالم طبيعي من الطبقة الاولى يدعى رولند (Henry A. Rowland) وكان هذا العالم قد ابتدع طريقة تمكنهُ من تخطيط لوح من الزجاج او المعدن، خطوطاً دقيقة متلازّة متوازية حتى تمكن من صنع ٢٤ الف خط متوازية متساوية البعد بعضها عن بعض في ما مساحته بوصة مربعة. فالزجاج المخطط بهذه الطريقة، أفعل في حل ضوء الشمس الى الالوان المركب منها، من الموشور الزجاجي. وبهِ استعان رولند على صنع خريطتهِ المشهورة لطيف الشمس، واليهِ استند هايل في حل بعض ألغازها

كانت الشمس في نظر العلماء حينئذٍ محاطة بطبقات من الغازات الشفافة أعمقها طبقة تعرف باسم « فوتوسفير » اي الطبقة النيّرة وهي بيضاء الضوء، وفوقها طبقة اخرى مضيئة توامها ابخرة العناصر الثقيلة وتدعى « الطبقة الماكة » فطبقة ثالثة توامها ابخرة العناصر الخفيفة كالايدروجين والهليوم والكلسيوم عمقها مئاية آلاف ميل وتدعى « الكروموسفير » اي الطبقة الملوّنة وخارج هذه طبقة تعرف بالاكليل توامها غازات لطيفة تعكس الضوء وتفرقهُ وتمتد مسافة ملايين من الاميال. وكان تركيب هذه الطبقات حينئذٍ وكثافتها محجباً بحجب الخفاء

وكان في جامعة برنستن في ذلك الوقت استاذ للفلك يدعى يونغ، انصرف عن التبشير الى علم الفلك، فأصبح في طليعة الفلكيين الاميركيين الذين عنوا عناية خاصة بمباحث جانسن ولكير في الحلّ الطيفي. فحجّ اليهِ هايل الشاب، ورأى في مرصدهِ مشهداً من مشاهد الطبيعة الرائعة

فهي الالسنة المندلعة من قرص الشمس ، فحزم امره هناك وقرّر ان يصرف بقية حياته في البحث الفلكي

كانت هذه الالسنة تندلع من قرص الشمس بسرعة ٢٥٠ ميلا في الثانية وتمتدّ الى بعد ٤٠٠ الف ميل . فسأل نفسهُ كيف تكون هذه الالسنة ومن اين تستمدّ هذه النيران الهائلة الوقود وما تأثيرها في الارض . أسئلة كان العلم لا يملك حينئذٍ الاجوبة الشافية عنها . قال هايل في نفسه : « ان هذه البوتقة النارية قد تمهّد لنا السبيل لمشاهدات وتجارب ، لا قبل لنا بمثلها في معاملنا على سطح الارض » حيث يتعذّر علينا الفوز بدرجات عالية من الحرارة . والضغط تقارب درجاتها على سطح الشمس

كان فاسيا بوس قد ذكر في سنة ١٧٣٣ انهُ شاهد ألسنة الشمس وهو يرصد كسوفاً كليًّا . ثم وصفها بايلي الانكليزي وصفاً دقيقاً بعد مشاهدتها في اثناء رصده لكسوف كلي وقع في ٨ يوليو سنة ١٨٤٢ . وكان بايلي هذا مساراً وفلكيًّا هاوياً . ومع وصفه الدقيق لما شاهد عجز عن فهم سرها . فمزاها هو وغيرهُ من علماء ذلك العهد الى القمر ، الاّ انّ التدقيق في دراستها في اثناء كسوف وقع في سنة ١٨٦٠ أثبت انها تندلع من الشمس لا من القمر

ولكن اذا شاء العلماء ان يفهموا هذه الظاهرة العجيبة ، فلا يسعهم الاكتفاء برصدها ثوانٍ معدودة عند وقوع كسوف كلي ، ولا بدّ من ابتداع وسيلة تمكنهم من دراستها في كل ساعة من ساعات النهار ، وذلك بحجب الضوء الباهر المنبث من قرص الشمس . هذه المسألة حيّرت هايل وهو لا يزال طالباً في معهد ماسشوستس التكنولوجي . وكان جانسن قد بحث في الموضوع فتبين في طيفه خطوطاً لامعة عرف انها خاصة بأحد الالسنة المندلعة من قرص الشمس ، فصاح اني أستطيع ان ارى هذه الخطوط في غير وقت الكسوف ، وبتغيير موقع مطيافه تمكن من تخطيط صورة لسان منها وعرف انهُ في الغالب يتكون من الايدروجين لان خطّ الايدروجين كان أبرزها في طيفه . ثم أقبل عجز على الطريقة نفسها فوسع الشق الذي يدخل منهُ النور فتمكن من رؤية لسان كامل كأنهُ يراهُ من نافذة

ثم حاول يونغ بعد ذلك ان يصوّر احد هذه الالسنة بالمصوّرة الضوئية فكانت الصورة غير واضحة فأهمل التصوير كوسيلة من وسائل البحث في هذه الظاهرة الشمسية . ولكن هايل اكبّ على البحث

عن طريقة تمكنهُ من هذا التصوير. وكان هدفهُ الفوز بصورة لقرص الشمس والالسنة مندلعة منهُ، وان يتم لهُ ذلك في رابعة النهار. وكان في احد الايام راكباً مركبة تقلهُ كهربائية في شيكاغو اذ خطرت لهُ طريقة لحل المعضلة التي تعنّتهُ، ولكنهُ لم يعلم حينئذٍ ان هذا الخاطر نفسهُ كان قد خطر لغيرهِ من الباحثين وان احداً منهم لم يفز بتحقيقهِ

كان الخاطر بسيطاً. قال هايل: اصنع شقّاً سعتهُ جزء من مائة جزء من البوصة في قطعة من الورق المقوّى واسلك بهِ بين عينك ومصباح كهربائي فلا ترى الاّ جانباً فقط من السلك المتوهّج. فاذا هززت الشق بان لك السلك المتوهج كلهُ. فما تحتاج اليهِ لتصوير الشمس، جهاز فضعهُ بين الشق المتذبذب والعين يحجب عنك كلّ الضوء الاّ الضوء المنطلق من عنصر واحد

وعلى أساس هذا الخاطر صنع هايل جهازهُ المشهور المعروف باسم مطياف الشمس المصوّر او مصوّرة الطيف الشمسي Spectrohelioograph بعد ما لاقى مصاعب لا توصف في صنعهِ فتغلب عليها ببراعتهِ وذكائهِ ومثابرتهِ. وفي ٧ مايو سنة ١٨٩١ تمكن هايل من ان يصور صورة واضحة لاحد ألسنة الشمس في رابعة النهار بجهازهِ هذا

فلما ظهر الواح التصوير الضوئي وثبتها غلب عليهِ الفرح فأراها لصديقيهِ واستاذيهِ المرتاضين بوفع ورولند. فاتفق من ذهنيهما اي شك في دقة الطريقة الجديدة ونجاحها. وكذلك تم على يدي هايل وهو في الثانية والعشرين، آية من آيات الظفر العلمي في العصر الحديث

بل ان هذا الجهاز كان فاتحة عهد جديد في دراسة الشمس من ناحيتها الطبيعية. وما ذاع نبأهُ حتى دعاهُ السر وليم هجنس Huggins رئيس مجمع تقدم العلوم البريطاني لعرض صوره هذه على اعضاء المجمع. وكان بين الحاضرين العالم الفرنسي هنري الكسندر ديلاندر مدير مرصد الفلك الطبيعي في مودون على مقربة من باريس. وخرج ديلاندر من الاجتماع عائداً الى مرصده حيث والى مباحثهُ فلم تنقض بضعة شهور حتى أيّدت النتائج التي وصل اليها كل ما قالهُ هايل

هوذا الابواب قد تفتحت والشمس قد استسلمت للمطياف وللصوّرة الطيفية، والعلماء لن يقفوا عند تصوير ألسنتها المندلعة من حواشيها مكتفين بما دنوا، بل لا بد من مهاجمة وجهها لكشف ما يخفيهِ من اسرار وراء ذلك الضوء الباهر المنبعث منهُ. وغرائب ما كشفوهُ عليهِ وفيهِ موضوع بحثنا القادم