العرب

والتفكير العلمي[1]

فريد حافظ طوقان

إن موضوع التفكير العلمي عند العرب موضوع واسع عريض من الصعب الاحاطة به هذا المساء، وقد جعلته على قسمين: الاول يبحث في أثر العرب في العلوم الرياضية والطبيعية والفلكية، والثاني في التفكير الذي كان يسيطر على علماء العرب وفي الطريقة التي كانوا يتبعونها في دراساتهم وعليها استقام نتاج قرائحهم. يقول (ويدمان) ان العرب أخذوا بعض النظريات عن اليونان وفهموها فهماً صحيحاً وطبقوها على حالات كثيرة ومختلفة، ثم انشأوا نظريات جديدة وبحثوا بحوثاً مبتكرة فأسدوا بذلك الى العلم خدمات لا تقل عما أسداه نيوتن و فرلداي ورتجن وهذا ما سيتجلى لكم هذا المساء

وضع العرب أساس البحث العلمي، وقويت عندهم الملاحظة وحب الاستطلاع، ورغبوا في التجربة والاختبار فانشأوا (المعمل) ليمتحنوا نظرياتهم وليستوثقوا من صحتها. استنبطوا من مبادىء الميكانيكا وقوانينها الاساسية ما ساعد على تقدمها ونموها. بحثوا في السوائل وفهم فيها شروح وتطبيقات لم يصل اليها غيرهم. اتبعوا طرقاً واخترعوا آلات لاستخراج الوزن النوعي لكثير من المعادن والاحجار الكريمة والسوائل والاجسام التي تذوب في الماء واستعملوا انواعاً من الموازين لم تكن معروفة واخترع الخازن ميزاناً غريب التركيب لوزن الاجسام في الماء والهواء

وضع الخازن كتاباً في الطبيعة سماه (كتاب ميزان الحكمة) هو من أروع الكتب التي ألفت في العربية. وعرف ابلتن في الاكاديمية الاميركية عن هذا الكتاب من الشأن والاثر. ومن هذا الكتاب نتبين انه كان لديه آلة لقياس حرارة السوائل وفكرة عن الجاذبية، كما نتبين ان العرب عرفوا بعض تفصيلات الضغط الجوي فهم بذلك قد سبقوا توريشلي في هذا الموضوع. وثبت ايضاً أنهم قالوا بأن الهواء كالماء يحدث ضغطاً من أسفل الى أعلى على اي

(١) ألقيت هذه المحاضرة في جمعية العلوم الطبيعية في القدس في مساء الخميس ٦ ١١ ١٩٤١ برئاسة الاستاذ احمد سميح بك خلوصي عميد الكلية العربية وعضو مدير معارف فلسطين

جسم مغمور فيه ، ومن هنا لمستنتج علماء العرب ان وزن الجسم في الهواء ينقص عن وزنه الحقيقي ، وان كثافة الهواء في الطبقات السفلى أكبر منها في العليا وان الهواء لا يمتد الى ما لا نهاية ، بل ينتهي عند ارتفاع معين . وهذه المبادىء والحقائق كما لا يخفى هي الاساس الذي بنى عليه الأوربيون فيما بعد بعض مخترعاتهم كالبارومتر ومفرغات الهواء

وقد يجهل كثيرون ان ابن يونس هو الذي اخترع بندول الساعة او الرقاص واعترف بذلك (سيديو) و (سارطون) و (تايلور) و (سدويك) و (بيكر) وغيرهم . وكان عند العرب فكرة عن قانون الرقاص . يقول سمث : « .. ومع ان الرقاص هو من وضع (غاليليو) إلا ان كمال الدين لاحظه وسبقه في معرفة شيء عنه ... وكان الفلكيون يستعملون البندول لحساب الفترات الزمنية في الرصد ... » ومن هنا نتبين ان العرب سبقوا (غاليليو) في اختراع الرقاص وفي معرفة شيء عنه . ثم جاء من بعدهم (غاليليو) وبعد تجارب عديدة استطاع ان يستنبط قوانينه فوجد ان مدة الذبذبة تتوقف على طول البندول وقيمة عجلة التثاقل وتفرغ ذلك في القالب الرياضي المعروف فوسع دائرة استعمال الرقاص وجنى الفوائد الجليلة منه

ولا يتسع المجال لسرد ما كتبه العرب في الروافع والموسيق والصوت ، ولكن في وسعنا ان نقول أنهم وضعوا في هذا كله مؤلفات نفيسة استقى منها علماء أوربة في عصر النهضة وكانت لهم منهلاً نهلوا منه وأساساً بنوا عليه كثيراً من المكتشفات والمخترعات

لولا العرب لما كان علم البصريات على ما هو عليه الآن ولما تقدم علما الطبيعة والفلك تقدمهما العجيب . ولعل الحسن بن الهيثم في مقدمة الذين أضافوا الى هذا العلم . ظهر في أوائل القرن الخامس للهجرة وكان عالماً بالبصريات وأول مكتشف بعد بطليموس كما تقول دائرة المعارف البريطانية . وضع مؤلفاً نفيساً في البصريات سماه (المناظر) ويسرني ان أقول ان الاستاذ الخالدي قد عثر على « تنقيح المناظر » لكمال الدين الفارسي وتفضل فوضعه تحت تصرفي لدرسه والبحث فيه . وأطلعني الاستاذ مصطفى نظيف بك أستاذ الطبيعيات في كلية الهندسة بجامعة فؤاد الاول بالقاهرة على كتاب « المناظر » كاملاً وهو سبعة أجزاء . وقد عثر على مخطوط قديم من هذا الكتاب في احدى مكتبات استانبول ، وأخذت جامعة فؤاد الاول صورة عنه وهو الآن بين يدي الاستاذ نظيف لدرسه وشرحه والتعليق عليه . وأخبرني الاستاذ ان عبقرية ابن الهيثم تتجلى في هذا الكتاب . فقد أتى فيه على بحوث مبتكرة في الضوء وموضوعات تدل على انه هو واضع الطريقة العلمية الحديثة كما وصف تجارب دقيقة نجريها الآن في الدروس النظرية . وأخبرني أيضاً انه معجب كل الاعجاب بمعلومات الضوء فقد استعان ابن الهيثم بالمرايا والمنشورات والهندسة المرئية ووضع كل ذلك في لغة بليغة لا تعقيد

فيها ولا التواء . وفي رأي الاستاذ نظيف (وهذا ما رآه كبار علماء أوربا كذلك) ان هذا الكتاب من افضل الكتب وأغزرها مادة وأعمقها أثراً في تقدم الطبيعة ولعله من أعظم الكتب العلمية التي ظهرت في القرون الوسطى

من هذا الكتاب تتبين أن ابن الهيثم هو الذي أضاف القسم الثاني من قانون الانعكاس القائل بان زاويتي السقوط والانعكاس واقعتان في مستوى واحد . وقد أدخل في كتابه هذا بعض المسائل المهمة عرف بعضها باسم (مسائل ابن الهيثم) فمنها : اذا علم موضع نقطة مضيئة ووضع العين ، فكيف تجد على المرايا الكرية والاسطوانية النقطة التي تتجمع فيها الاشعة بعد انعكاسها . ولقد اشتهرت هذه المسألة كثيراً وشغلت عقول طائفة من علماء اوربا بعد عصر النهضة . وكان ابن الهيثم اول من تمكن من حلها حلاً هندسيًّا معززاً بالبراهين . وصنع مرآة مكونة من بعض حلقات كرية ولكل منها نصف قطر معلوم ومركز معلوم اختارها بحيث تعكس جميع الحلقات الأشعة الساقطة عليها في نقطة واحدة . وقاس كلا من زاويتي السقوط والانكسار وبيّن ان بطليموس كان مخطئاً في نظريته القائلة بأن النسبة بين زاويتي السقوط والانكسار ثابتة . وقال بأن هذه النسبة لاتكون ثابتة بل تتغير ولكنه مع ذلك لم يوفق الى استخراج القانون الحقيقي للانكسار . وأجرى تجارب متعددة لاستخراج العلاقة بين زاويتي السقوط والانكسار واستعمل لذلك جهازاً قوامه حلقة مدرجة من النحاس تغمر وهي في وضع رأسي الى نصفها بالماء . وكان بالحلقة ثقب صغير وعلى سطح الماء قرص منقوب عند مركزه وموضوع بحيث ان مركزه ينطبق على مركز الحلقة ، وهذا يشبه الجهاز الذي تستعمله في قياس الزاويتين . وله جداول أدق من جداول بطليموس في معاملات الانكسار لبعض المواد . وقد شرح ابن الهيثم في كتبه بعض الظواهر الجوية التي تنشأ عن الانكسار فكان أسبق العلماء الى ذلك

ومن الظواهر التي أوردها وشرحها الانكسار الفلكي أي ان الضوء الذي يصل الينا من الأجرام السماوية يعاني انكساراً باختراقه الطبقة الهوائية المحيطة بالأرض . ومن ذلك ينتج انحراف في الاشعة ، ولا يخفى ما لهذا من شأن في الرصد ، وقد علل كثيراً من الظواهر الفلكية الناشئة عن الانكسار تعليلاً صحيحاً ، وعلل الهالة التي ترى حول الشمس او القمر وظهور قرص الشمس (او القمر) بالقرب من الأفق على شكل بيضوي وقال إن شعاع النور يأتي من الجسم المرئي الى العين وأوضح هذا القول بتحليل بديع وشرح وافٍ لم يسبق اليه . وكتب في الرؤية الكرية وفي تعليل الشفق وقال انه يظهر ويختفي عندما تهبط الشمس ١٩ درجة تحت الأفق وان بعض اشعة النور الصادرة من الشمس تنكسر عما في الهواء من ذرات عالقة وترتد ايضا فترى ما انعكست عنه . وبيّن ان الزيادة الظاهرة في قطري الشمس والقمر حينما

يكونان قريبين من الأفق وهمية ، وقد علل هذا الوهم تعليلاً علميًّا دقيقاً فبناه على ان الانسان يحكم على كبر الجسم او صغره بشيئين : الاول : الزاوية التي يبصر منها وهي التي يطلق عليها زاوية الرؤية . والثانية : قرب الجسم او بعده عن العين . وابن الهيثم أول من كتب عن العين وأقسامها وأول من رسمها بوضوح تام . وقد تجلى لي هذا في كتاب (تنقيح المناظر). ويبيّن كيف ننظر الى الاشياء بالعينين في آن واحد وان الاشعة تسير من الجسم المرئي الى العينين . ومن ذلك تقع صورتان على الشبكية في محلين متماثلين . وعلاوة على ذلك انهُ أول من بين ان الصور التي تنشأ من وقوع صورة المرئي على شبكية العين تتكون بنفس الطريقة التي تتكون بها صورة جسم مرئي تمر أشعته الضوئية من ثقب في محل مظلم ثم تقع على سطح يقابل الثقب الذي دخل منهُ النور . والسطح يقابله في العين الشبكية الشديدة الاحساس بالضوء . فاذا ما وقع الضوء حدث تأثير انتقل الى المخ ومن ذلك تتكون صورة الجسم المرئي في الدماغ. وله أيضاً معرفة بخاصيات العدسات اللامة والمفرقة والمرايا في تكوين الصور

وبحث العرب في ظاهرة قوس قزح . نجد ذلك في تآليف قطب الدين الشيرازي الفلكية وقد شرحها في كتابه نهاية الادراك شرحاً وافياً هو الاول من نوعه بالقياس الى الشروح التي سبقته . وبحثوا كذلك في المرايا المحرقة وكانت بحوث ابن الهيثم فيها جلية دقيقة ، دلت على احاطته التامة بمبدأ تحمم الاشعة التي تسقط على السطح موازية للمحور بعد انعكاسها عنه وكذلك بمبدأ تكبير الصور وانقلابها وتكوين الخلفات والالوان

تتبين مما مرَّ ان لعلماء العرب وعلى رأسهم ابن الهيثم أثراً عظيماً في الضوء وفي اضافاتهم الكثيرة التي لم يسبقهم اليها أحد ، فقد بدأوا البحث في كثير من الموضوعات التي تتعلق بالضوء واتجهوا في ذلك اتجاهاً جديداً وسياقاً منطقيًّا وأنشأوا حلولاً مبتكرة . وضعت الامور في أوضاعها الصحيحة وصارت المرآة التي تكشف وتحاط حولها علم الضوء ... (١)

* * *

برع العرب في الرياضيات وأجادوا فيها وأضافوا اليها اضافات أثارت اعجاب علماء الغرب ودهشتهم ، فقد اخترعوا بفضل العرب وأثرهم الكبير في خدمة العلم والعمران . وقد اطلع العرب على حساب الهنود وأخذوا عنهم نظام الترقيم على حساب الجمل . وكان لدى الهنود اشكال عديدة للارقام فبدءوا بعضها وكونوا من ذلك سلسلتين عرفت احداهما بالارقام الهندية وهي التي تستعملها هذه البلاد وأكثر الاقطار الاسلامية والعربية وعرفت الثانية باسم الارقام الغبارية وقد انتشر استعمالها في بلاد المغرب والاندلس . وعن طريق الاندلس دخلت هذه الارقام اوربا وعرفت باسم الارقام العربية Numerals Arabic

(١) راجع محاضرات ابن الهيثم التذكارية — المحاضرة الاولى للدكتور مصطفى لطيف بك

وليس المهم هنا تهذيب العرب للارقام الهندية وادخالها الى اوربا ، بل المهم ابتداع طريقة جديدة لها — طريقة الاحصاء العشري — واستعمال الصفر الذي نستعمله الآن . ومن المرجح ان العرب وضعوا علامة الكسر العشري ، ومما لا شك فيه انهم عرفوا شيئاً عنه

وضع العرب مؤلفات كثيرة في الحساب وترجم الاوربيون بعضها ونقلوا منها وكان لها أكبر أثر في تقدم الحساب . واننا لنتبين من هذه المؤلفات اهم بحثوا في الاعداد وأنواعها وخواصها وتوصلوا الى نتائج هامة فيها انتفاع وفيها متاع ، وانهم استعرضوا مسائل يجد فيها من يحاول حلها ما يشحذ الذهن ويقوي العقل . بحثوا في الاعداد المتحابة والمتواليات العددية والهندسية وقوانين جمعها — ومن هذه تتجلى لنا قوة الاستنباط والاستنتاج التي اتصفوا بها . ولا يتسع المجال لتفصيلها فليراجعها من شاء في كتابنا « تراث العرب العلمي »

واشتغل العرب بالجبر وأتوا فيه بالعجب العجاب حتى ان كاجوري قال : « ... ان العقل ليدهش عند ما يرى ما عمله العرب في الجبر » وهم أول من اطلق لفظة جبر على العلم المعروف بهذا الاسم ، وعنهم اخذ الافرنج هذه اللفظة Algebra . وكذلك هم اول من ألف فيه على منهج علمي منظم وأول من ألف فيه محمد بن موسى الخوارزمي في زمن المأمون وكان كتابه في الجبر سهلاً نهل منه علماء العرب والغرب على السواء واعتمدوا عليه في بحوثهم وأخذوا عنه كثيراً من النظريات . وكان لهذا الكتاب أثر عظيم في تقدم علمي الجبر والحساب « بحيث يصح القول بأن الخوارزمي وضع علم الجبر وعلّمه وعلّم الحساب للناس اجمعين ... »

قسم العرب المعادلات ستة أقسام ووضعوا حلولاً لكل منها وحلوا المعادلات الحرفية واستخدموا الجذور الموجبة ولم يجهلوا ان المعادلة ذات الدرجة الثانية لها جذران كما استخرجوا جذري المعادلة اذا كانا موجبين ، وحلوا كثيراً من معادلات الدرجة الثانية بطرق هندسية ، يدلنا على ذلك كتاب الخوارزمي وغيره من كتب علماء العرب في الجبر . ووضعوا حلولاً جبرية وهندسية لمعادلات ابتدعوها مختلفة التركيب . واستعملوا الرموز في الاعمال الرياضية ، وسبقوا الغربيين (امثال ڤيتا وستيفن وديكارت) في هذا المضمار . ومن يتصفح مؤلفات القلصادي يتبين صحة ما ذهبنا اليه . فلقد استعمل لعلامة المجذور الحرف الاول من كلمة جذر (ج) والمجهول الحرف الاول من كلمة شيء (ش) يعني (س) . والمربع الحرف الاول من كلمة مال (م) يعني س٢ ، والمكعب المجهول الحرف الاول من كلمة كعب (ك) يعني س٣ ، كما استعمل لعلامة المساواة حرف (ل) والنسبة ثلاث نقط (∴) ولا يخفى ما لاستعمال الرموز من أثر بليغ في تقدم الرياضيات العالية

وحل العرب معادلات الدرجة الثالثة وقد اجادوا في ذلك واتوا بمبتكرات بديعة هي مثار اعجاب علماء اوربا . قال كاجوري : « ان حل المعادلات التكعيبية بواسطة قطوع

المخروط من اعظم الاعمال التي قام بها العرب .. » ويقول (بول) ان ثابتاً بن قرة حل معادلات من الدرجة الثالثة بطرق هندسية مشابهة لطرق علماء اوربا في القرنين السادس عشر والسابع عشر . ثم فيكونون بذلك قد سبقوا (ديكارت) و(بيكر) وغيرهما في هذه البحوث . وحلوا بعض اوضاع المعادلات ذات الدرجة الرابعة . وكشفوا النظرية القائلة بان مجموع مكعبين لا يكون مكعباً . وهذا اساس نظرية فرما Fermat . ومن حلولهم هذه وغيرها تتبين انهم جمعوا بين الهندسة والجبر واستخدموا الجبر في بعض الاعمال الهندسية، كما استخدموا الهندسة لحل بعض الاعمال الجبرية فهم بذلك واضعو اساس الهندسة التحليلية . ومن بحوث ابن قرة ومن حلوله بعض الاعمال ، تتبين ان العرب مهدوا للتكامل والتفاضل Calculus وهذا ما أتينا عليه في كتابنا « تراث العرب العلمي » . ولا يخفى ان الرياضيات الحديثة تبدأ بالهندسة التحليلية التي ظهرت في شكل مفصل منظم في القرن السابع عشر للميلاد وتبعتها فروع الرياضيات بسرعة فنشأ علم التكامل والتفاضل ويقول الاستاذ كاربنسكي « .. ويرجع الاساس في هذا كله (اي في تقدم الرياضيات ونشوء التكامل والتفاضل) الى المبادىء والاعمال التي وضعها علماء اليونان والى الطرق المبتكرة التي وضعها علماء الهند. وقد اخذ العرب هذه المبادىء وتلك الاعمال والطرق ودرسوها واصلحوا بعضها ثم زادوا عليها زيادات هامة تدل على نضج افكارهم وخصب عقولهم . وبعد ذلك أصبح التراث العربي حافزاً لعلماء ايطاليا واسبانيا ثم لبقية بلدان اوربا الى دراسة الرياضيات والاهتمام بها . وأخيراً أتى (فيتا) ووضع مبدأ استعمال الرموز في الجبر . وقد وجد فيه ديكارت ما ساعده على التقدم بحوثه في الهندسة خطوات واسعة فاصلة مهدت السبيل لتقدم العلوم الرياضية وارتقائها تقدماً وارتقاء نشأ عنهما علم الطبيعة الحديث وقامت عليهما مدنيتنا الحالية ... »

وبحث العرب في نظرية ذات الحدين التي يمكن بواسطتها رفع مقدار جبري ذي حدين الى عدد صحيح موجب . واشتغلوا ببراهين النظريات المختصة في مربعات ومكعبات الاعداد الطبيعية التي عددها (ك) اكا وجدوا قانوناً لاستخراج مجموع الاعداد الطبيعية المرفوع كل منها الى القوة الرابعة ، وعنوا بالجذور الصم وقطعوا في ذلك شوطاً ، وأوجدوا طرقاً لمعرفة القيم التقريبية للاعداد والكميات التي لا يمكن استخراج جذورها ، واستعملوا في ذلك طرقاً جبرية تدل على قوة التفكير وسعة العقل . ويقول جنتر Junther ان بعض هذه العمليات لا يزاد القيم التقريبية أبانت طرقاً لبيان الجذور الصم بكسور متسلسلة

وتجدر بنا هنا ان نقول انه وجد في الأمة العربية من شذ لاكتشاف اللوغارتمات . وقد يكون هذا موضع دهشة واستغراب . فلقد تبين بعد البحث في مآثر ابن يونس في المثلثات ان فكرة تسهيل الاعمال المعقدة التي تحتوي على الضرب واستعمال الجمع بدلاً منه قد وجدت

عند بعض علماء العرب قبل (تابيير) كما ثبت لي من البحث في مآثر ابن حمزة وبحوثه في المثواليات العددية والهندسية انهُ مهد للذين أتوا من بعده موضوع اللوغارتمات . وقد أوضحت ذلك في كتاب « تراث العرب العلمي »

والحقيقة انهُ ما دار بخلدي اني سأجد بحوثاً لعالم عربي كابن حمزة هي في حد ذاتها الأساس والخطوة الأولى في وضع اصول اللوغارتمات . قد يقول بعضهم ان (تابيير) لم يطلع على هذه البحوث ولم يقتبس منها شيئاً . قد يكون ذلك . ولكن أليست بحوث ابن حمزة في المثواليات تعطي فكرة عن مدى التقدم الذي وصل اليهِ العقل العربي في العلوم الرياضية ؟

لولا العرب لما كان علم المثلثات على ما هو عليهِ الآن ، فاليهم يرجع الفضل الاكبر في وضعهِ بشكل علمي منظم مستقل عن الفلك . وفي الاضافات الأساسية الهامة التي حملت كثيرين يعدُّونهُ علماً عربياً كما عدُّوا الهندسة علماً يونانياً . ولا يخفى ما لعلم المثلثات من أثر في الاكتشاف والاختراع وفي تسهيل كثير من البحوث الطبيعية والهندسية والصناعية

استعمل العرب (الجيب) بدلاً من وتر ضعف القوس الذي كان يستعملهُ علماء اليونان. ولهذا منزلة عالية في تسهيل حلول الاعمال الرياضية . وهم أول من أدخل المماس في عداد النسب المثلثية . وبرهنوا على ان نسبة جيوب الاضلاع بعضها الى بعض كنسبة جيوب الزوايا في أي مثلث كروي ، واستعملوا المماسات والقواطع ونظائرها في قياس الزوايا والمثلثات ، ويعترف العلامة (سوتر Suter) بأن لهم الفضل الاكبر في ادخالها الى حساب المثلثات ، وعملوا الجداول الرياضية للجيب . وقد حسبوا جيب ٣٠ دقيقة فكان حسابهم صحيحاً الى ثمانية أرقام عشرية ، وكشفوا العلاقة بين الجيب والمماس والقاطع ونظائرها ، وتوصلوا الى معرفة القاعدة الأساسية لمساحة المثلثات الكروية كما كشفوا القانون الخامس من القوانين الستة التي تستعمل في حل المثلث الكروي القائم الزاوية . وألف ابن الافلح تسعة كتب في الفلك يبحث أولها في المثلثات الكروية وكان له أثر بليغ في المثلثات وتقدمها . واخترع العرب حساب الاقواس التي تسهل قوانين التقويم وتريح من استخراج الجذور التربيعية . وقد اطلع علماء الافرنج في القرن الخامس عشر على مؤلفات ابن الافلح والطوسي وغيرهم ونقلوها الى لغاتهم . وكان لكتاب الطوسي (شكل القطاع) أثر كبير في الرياضيات ، ولم يطلع الغربيون العلماء (فيما بعد) لم يزيدوا شيئاً هاماً على نظريات هذا الكتاب ودعاويه وتتجلى لنا عظمة الطوسي ومكانتهُ في تاريخ الفكر الرياضي اذا علمنا ان المثلثات هي ملح كثير من العلوم الطبيعية والبحوث الفلكية والموضوعات الهندسية وانهُ لا يمكن لهذه ان تستغني عن المثلثات ومعادلاتها . ولا يخفى ان هذه المعادلات هي عامل أساسي في استغلال القوانين الطبيعية والهندسية في ميدان الاختراع والاكتشاف

أما في الفلك فلم يقف العرب فيه عند حد النظريات بل خرجوا الى العمليات والرصد فهم أول من أوجد بطريقة علمية مبتكرة طول درجة من خط نصف النهار وأول من عرف أصول الرسم على سطح الكرة ، وقالوا باستدارة الارض وبدورانها على محورها وعملوا الازياج الكثيرة العظيمة النفع ، وهم الذين ضبطوا حركة أوج الشمس وتداخل فلكها في أفلاك أخر ، وكشفوا بعض أنواع الخلل في حركة القمر ، واخترعوا الاسطرلاب والربع ذات الثقب وحسبوا الحركة المتوسطة للشمس في السنة الفارسية . وحسب البتاني ميل فلك البروج على فلك معدل النهار وكان حسابهم دقيقاً جداً ، ودققوا في حساب طول السنة الشمسية وأخطأوا في الحساب بمقدار دقيقتين و٢٢ ثانية وحققوا مواقع كثير من النجوم وقالوا بانتقال نقطة الرأس والذنب للارض ، ورصدوا الاعتدالين الربيعي والخريفي وكتبوا عن كلف الشمس وعرفوها قبل غيرهم . وأصلحوا المجسطي وأتوا بمذاهب جديدة في بعض الحركات الفلكية . ويقول الدكتور سارطون : « إنه على الرغم من نقص هذه المذاهب الجديدة فانها مفيدة جداً ومهمة جداً لأنها سهلت الطريق للنهضة الفلكية الكبرى التي لم يكمل نموها قبل القرن العاشر » وأوحت بحوثهم الفلكية لبيكر أن « يكشف القانون الأول من قوانينه الثلاثة الشهيرة وهي أهليلجية فلك السيارات » وعملوا الجداول الدقيقة لبعض النجوم ولهذه منزلة عالية عند علماء الفلك عند البحث في تاريخ النجوم ومواقعها وحركاتها ويمكن القول ان العرب عندما تعمقوا في درس الفلك طهروه من التنجيم وأرجعوه الى ما تركه علماء اليونان علماً رياضياً مبنياً على الرصد والحساب وعلى فروض لتعليل ما يرى من الحركات والظواهر الفلكية . وهم (أي العرب) لم يصلوا بعلم الفلك الى ما وصلوا اليه إلا بفضل الراصد فقد فاقوا غيرهم في عمل الآلات ورصد النجوم والكواكب ويعترف الغربيون بالطرق المبتكرة التي استعملها العرب في رصدهم الاجرام السماوية وفي الجداول الدقيقة التي أنشأوها . ومجمل القول ان للعرب فضلا كبيراً على الفلك وتقدمه لاسباب أربعة: (أولا) لأنهم نقلوا الكتب الفلكية عن اليونان والفرس والهنود والكلدان والسريان وصححوا بعض أغلاطها وتوسعوا فيها — وهذا عمل جليل جداً اذا علمنا ان أصول تلك الكتب ضاعت ولم يبق منها غير ترجماتها العربية — وهذا طبعاً ما جعل الاوربيين يأخذون هذا العلم عن العرب فكانوا بذلك أساتذة العالم فيه . (ثانياً) في اضافاتهم الهامة ومكتشفاتهم الجليلة التي تقدمت بالفلك شوطاً بعيداً . (ثالثاً) في جعلهم الفلك استقرائياً وفي عدم وقوفهم فيه عند حد النظريات . (رابعاً) في تطهير الفلك من أدران التنجيم

[للمحاضرة تتمة]