البيروني وإسهاماته المبكرة في معرفة قانون الجاذبية العام (٣٦٢-٤٤٠هـ/٩٧٣-١٠٤٨م)

أ.م.د.غادة عبدالرحمن جلوي المسعود

جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية

الرياض – المملكة العربية السعودية

الملخص:

أبو الريحان البيروني هو أحد النماذج الرائعة المعبّرة عن أصالة العالم المسلم وعبقريته، وما حققه البيروني من إنجازات متنوعة وأصيلة في مجال الدراسات الطبيعية والفلكية والجغرافية جعلت أعماله موسوعية وعلمية وشاملة تستحق الدراسة.

وقد تنوعت اهتمامات البيروني العلمية بتنوع ثقافته، فهو فيلسوف، وفلكي، وجغرافي، وجيولوجي، ورياضياتي، وصيدلاني، ومؤرخ، ومترجم.

وقدم في علم الأرض وعلم الهيئة (الفلك)، قدم البيروني إسهامات رائعة في نقد التنجيم وفي تأسيس علم الفلك الصحيح وقياساته وأرصاده التجريبية الدقيقة، وتوصل إلى إثبات كروية الأرض ودورانها حول محورها، وقانون الجذب العام.

وفي هذه الدراسة، سنركز على إسهاماته في معرفته لقانون الجاذبية العام، وأسبقيته لعلماء الغرب في هذا المجال بمئات السنين معتمدًا المنهج التجريبي القائم على الفرض العلمي بشكل أساسي، وكان على دراية وفهم للقوانين الطبيعية.

وهذه الدراسة تنقسم إلى مقدمة، ومدخل لبيان مفهوم الألفاظ وحركة الأجسام عند البيروني، وثلاثة محاور: الأول عن البيروني وعصره، والمحور الثاني: يتناول منهج البيروني

ونظامه المعرفي، والمحور الثالث: دور البيروني في اكتشاف قانون الجاذبية العام، وخاتمة تتضمن نتائج البحث والتوصيات.

وقد انطلقت الدراسة من نص صريح للبيروني في كتاب القانون المسعودي عن كشفه المبكر عن فكرة الجاذبية الأرضية، قال: " إن الأرض تجذب كل ما عليها نحو مركزها".

واعتمدت في هذه الدراسة المنهج العقلي القائم على الاستنباط من نصوص البيروني في حركة الأجسام وانجذاب بعضها لبعض وتقديم هذه النصوص كأفكار مبكرة في قانون الجاذبية ومقارنتها مع قوانين الحركة عند إسحاق نيوتن.

الكلمات الدالّة: البيروني ـ قانون الجاذبية ـ تاريخ العلوم.

Abstract

Abu Rihan Al–Biruni is one of the wonderful examples expressing the authenticity and genius of the Muslim world, and the various and authentic achievements that achieved by Al–Biruni in the field of natural, astronomical and geographical studies made his works encyclopedic, scientific and comprehensive worth studying. Al–Biruni's scientific interests varied in the diversity of his culture: philosopher, astronomer, geographer, geologist, mathematician, pharmacist, historian and translator.

In Earth science and astronomy, Al–Biruni made remarkable contributions to the criticism of astrology and to the establishment of correct astronomy, its measurements and precise experimental observations, and to establish the sphericalness and rotation of the Earth around its axis, and the law of general attraction.

In this study, we will focus on his contributions to his knowledge of the general law of gravity, and his past to Western scientists in this field for hundreds of years, adopting a pilot approach based primarily on scientific imposition and who was familiar with and understanding of natural laws.

This study is divided into an introduction, an entry to the concept of words and the movement of objects in Al–Biruni, and

three axes: the first on Al–Biruni and its era, and the second axis: it deals with the Birunist approach and its cognitive system, and the third axis: the role of Birunist in the discovery of the law of general gravity, and a conclusion that includes the results of the research and recommendations.

The study was based on an explicit text of Al–Biruni in the Book of Saudi Law on his early detection of the idea of gravity, saying: "The Earth attracts everything on it towards its center." In this study, the mental approach based on the derivation of Birunist texts was adopted in the movement of objects, attracting each other and presenting them as early ideas in the law of gravity and comparing them with Isaac Newton's laws of motion.

Keywords: Al–Biruni – Law of Gravity – History of Science.

المقدمة:

يكثر في الأدبيات العلمية شرقًا وغربًا أن مُكتشف الجاذبية الأرضية (قانون الجذب) هو العالم الإنجليزي السير إسحاق نيوتن (١٦٤٢ ـ ١٧٢٧ م)، وذلك حينما لاحظ سقوط التفاحة من شجرة كان يستظل بظلّها، ثم بدأ يفترض أسباب لسقوطها حتى تمكن من التوصل لقانون الجاذبية ووضع صياغة عامة له ولمفاهيمه، أثبت من خلال هذا القانون أن كل جسم مادي يجذب غيره من الأجسام المادية بقوة تزيد أو تنقص حسب الكتلة والمسافة بينهما(١).

ومن المعروف أن جذور فكرة الجذب قديمة توصل لها الفلاسفة اليونان القدامى قبل نيوتن بمئات السنين، وكان أرسطو قد حاول تفسير ظاهرة سقوط الأجسام، بحيث رأى أن للأجسام نزوعًا للتحرك نحو أصلها ومنشأها(الأرض)، كالماء والهواء والنار والأرض بحيث تميل وتتحرك باتجاه مواقعها الطبيعية وأن سرعتها تزيد عندما تقترب من مواقعها(٢).

وأما المسلمون، فقد أكملوا بعده، وقدموا براهين على ذلك مثل ابن خرداذبة وهو من أوائل من برزوا في هذا المجال، يقول في كتابه المسالك والممالك: "صفة الأرض إنها مدوّرة كتدوير كرة موضوعة في جوف الفلك كلمحّة في جوف البيضة وكالنسيم حول الأرض، وهو جاذب لها من جميع جوانبها إلى الفلك وبنية الخلق على الأرض أن النسيم جاذب لما في أبدانهم من الخفّة والأرض جاذبة لما في أبدانهم من الثقل؛ لأن الأرض بمنزلة الحجر الذي يجتذب الحديد..."(٣).

وكذا قال الهمداني في كتابه الجهورتين العتيقتين: "فمن كان تحتها، فهو ثابت في قامته كمن فوقها، ومسقطه وقدمه إلى سطحها الأسفل كمسقطه إلى سطحها الأعلى، وكمسقطة إلى سطحها الأعلى، وكثبات قدمه عليه، فهي بمنزلة حجر المغناطيس الذي تجذب قواه الحديد إلى كل جانب"(٤).

وكذلك قال ابن سينا في كتاب الإرشادات والتنبيهات يشير إلى شيء من ذلك، يقول: "إنك لتعلم أن الجسم إذا خُلِّي وطباعه، ولم يَعْرِضْ له من خارجٍ تأثيرٌ غريبٌ، لم يكن له بُدٌّ من موضع معين وشكل معين، فإن في طباعه مبدأ استيجاب ذلك، وليست المعاوقة للجسم بما هو جسم، بل بمعنى فيه يطلب البقاء على حاله"(٥).

ويؤكّد بعده البيروني أن الأرض تجذب ما فوقها نحو مركزها، وهو ما سنتحدث عنه بإسهاب في الفقرات التالية.

كما أن الخازني عرف أن الأجسام الساقطة تنجذب في سقوطها نحو مركز الأرض، وعرف كذلك نسبة السرعة المتصاعدة في سقوط الأجسام، فقال: "الجسم الثقيل هو الذي يتحرك بقوة ذاتية أبدًا إلى مركز العالم فقط، أعني أن الثقل، هو الذي له قوة تحركه إلى نقطة المركز(٦).

وتمكن البغدادي من الوصول إلى إثبات حقيقة أن الأجسام الساقطة سقوط حرًّا تحت تأثير الجاذبية الأرضية لا تتوقف إطلاقًا على كتلته(٧)، ليقدم فهما مغايرا لفهم أرسطو الذي يرى أن الأجسام الثقيلة أسرع من الأجسام الخفيفة(٨).

كما ذكر الإدريسي في نزهة المشتاق أن: "الأرض جاذبة لما في أبدانهم من الثقل بمنزلة حجر المغناطيس الذي يجذب الحديد"(٩).

هكذا يتضح أن علماء المسلمين قد أسهموا إسهامات مبكرة في التوصل إلى معرفة قانون الجاذبية العام وبطرق ومنهجيّة علميّة مستخدمين المنهج التجريبي والبحث العلمي.

المحور الأول: البيروني وعصره:

البيروني مع شهرته وموسوعيته العلمية إلا إن نسبه يشوبه الغموض ولا يُعرف عنه سوى "أبو الريحان محمد بن أحمد الخوارزمي البيروني، "منسوب إلى بيرون وهي مدينة في السند"(١٠).

أما المولد، فالأرجح أنه ولد في بلدة بيرون إحدى ضواحي مدينة كاث عاصمة الدولة الخوارزمية في ٣ من ذي الحجة سنة ٣٦٢هـ، قال هو عن نفسه: "وقت مولدي قد اتفق بمدينة خوارزم...، وكانت الولادة يوم الخميس ثالث ذي الحجة ٣٦٢هـ"(١١). وكانت وفاته على الأرجح في ٢ من رجب ٤٤٠هـ(١٢).

عاش البيروني في خوارزم حوالي عشرين سنة، في كنف أمرائها من بيت مأمون بن مأمون، ثم زار شمس المعالي قابوس بن وشمكير، ومع ذلك لا يُعرف الكثير عن طفولته المبكّرة، كان عصره عصر اضطراب كثرت فيه الدسائس والخصومات المذهبية والمنازعات الطائفية، وقد بثّ في كتابه تحقيق ما للهند من مقولة الكثير من معاناته وزملائه من العلماء الذين استفاد منه، فقد تعلم على يد أبي نصر منصور بن عراق من أهل خوارزم من مدينة كاث، وتعلم منه الصيدلة والفلك والرياضيات ثم انتقل إلى سواحل بحر قزوين، وهناك نزل عند الأمير نوح بن منصور الساماني(٣٥٠-٣٦٦هـ)، وحظي برعايته، وكانت الدولة السامانية ترعى العلم، وبرز في ظلها الكثير من العلماء، ومن أبرز علماء عصرهم ابن سينا(٤٢٩هـ/ ١٠٣٨م)، الذي عالج الأمير نوح بن نصر، فأعطاه الجوائز السنية وحكّمه في خزانة كتبه فرأى فيها العجائب"(١٣)، وفي بلاطه تعرّف البيروني على ابن سينا، ودارت بينهما المناظرات والمراسلات العديدة(١٤)، وفي مجال الفيزياء كانا قد طبّقا المنهج التجريبي في الدراسات الفيزيائية، ففي حين انشغل البيروني بقانون الجذب كذلك ابن سينا قد انشغل بالصوت وسرعة الضوء، وقد سبقا بذلك المنهج علماء أوروبا من أمثال روجر بيكون، وفرانسيس بيكون، في الكشف العلمي وفي تطبيق خطوات الاستقراء من ملاحظة وتجربة.

واضطر البيروني إلى مغادرة بخارى بعد سقوط دولة السامانيين وكان حينها في عمر العشرين، واتجه إلى جورجان وقضى بها حوالي خمسة عشر عامًا في بلاط الأمير شمس المعالي قابوس بن وشمكير، التقى في بلاطه بالطبيب أبي سهل المجسي(١٥).

وفي جورجان ألّف البيروني كتابه الآثار الباقية عن القرون الخالية وأهداه للأمير شمس المعالي. ثم اتجه بعد ذلك حينما سنحت له ا لفرصة للذهاب إلى الهند وبقي بها حوالي ثلاثة عشر عامًا وهذه الفترة بمثابة ربيع البيروني العلمي، ثم عاد إلى غزنة وبقي بها حتى توفي سنة ٤٤٠هـ، وفيها ألّف كتابه القانون المسعودي في الهيئة والنجوم وأهداه للسلطان مسعود بن محمود الغزنوي(١٦). وفي هذا الكتاب ذكر الكثير من أفكاره عن قانون الجاذبية العام كما سنرى.

وقد كان البيروني صاحب ثقافة واسعة، فقد اطلع على تراث من سبقه في العلوم الطبيعية، وكان من بين ما اطلع عليه هندسة أقليدس، والمجسطي لبطليموس واعترض على كثير من آرائه، وبرع في الكثير من العلوم، لكنه برز أكثر ما برز وبرع في الرياضيات وعلم الهيئة(الفلك) الذي يعد فرعاً من الرياضيات، وهذا الذي أكسبه عقلية منهجية مقننة(١٧).

ومع ذلك لم يعرف البيروني في الغرب ولم تنتقل نصوصه إلى أوروبا في عصر انتقال العلم العربي إليها فيما قبل عصر النهضة، بل عُرف مع نمو حركة الاستشراق في القرن التاسع عشر الميلادي، واهتموا به مع تنامي الاهتمام بتاريخ العلوم في القرن العشرين، لكن لا يعني ذلك أنه ليس له دور في التمهيد للنهضة الأوروبية ولحركة العلم الحديث، فلا شك كان له دور ولكن غير مباشر عن طريق التلاميذ والتالين له من أعلام الحضارة العربية في مجال الرياضيات والفلك عبر معابر الحضارة العربية إلى أوروبا في صقلية وأشبيلية وقرطبة(١٨). قال عنه المستشرق سخاو: "البيروني أعظم عقلية عرفها التاريخ "(١٩).

وقال عنه مؤرخ العلم المستشرق الأمريكي جورج سارتون: "كان البيروني باحثًا فيلسوفًا رياضيًّا جغرافيًّا ومن أصحاب الثقافة الواسعة بل من أعظم عظماء الإسلام"(٢٠).

وقال عنه مؤرخ الحضارة ديورانت: "يمثل البيروني العالم الإسلامي في أحسن صوره فقد كان فيلسوفًا ومؤرخًا ورحالة وجغرافيًّا ولغويًّا ورياضيًّا وفلكيًّا وشاعرًا وعالمًا في الطبيعيات، وكان عند المسلمين كما كان (ليبنز) ويوشك أن يكون كما كان (دافنشي) عن الغربيين"(٢١).

المحور الثاني: منهج البيروني:

تأثر البيروني بنزعة أبي بكر الرازي (ت ٣١١ هـ) العلمية التجريبية وسار في طريقه العلمي والمنهجي(٢٢)، فالبيروني تجريبي المنهج، فمصدر المعرفة لديه قائم على الملاحظة والتجربة يمكن قياسه وليست المعرفة لديه قائمة على التأمل العقلي أو الفلسفي أو الإلهام الصوفي، يقول في قيمة العيان والمشاهدة في الكشف العلمي: "إدراك عين الناظر عين المنظور إليه في زمان وجوده وفي مكان حصوله"(٢٣).

وقد حث البيروني على الملاحظة أو (المشاهدة المسلّحة)(٢٤)، وأكّد على أهميتها في أبحاثه عن الأرض وفكرة الجذب وعن علم الفلك بشكل عام ودعا إلى عدم الاستناد إلى التقليد والأخذ عن السابقين مع أنه متعدد الثقافات يجيد الكثير من اللغات موسوعي المعارف كثير السفر والترحال إلا أنه قد انتهج منهجًا خاصًّا، لم يكن لتلك الثقافات أثر فيه، هذا المنهج هو ألا يأخذ النظريات والأرصاد أمرًا مسلمًا أمرًا به، بل استوعب البراهين والأدلة ثم ناقشها وأضاف إليها إبداعاته وفهمه. يقول في كتابه قانون المسعودي: "ولم أسلك فيه مسلك من تقدمني من أفاضل المجتهدين من طالع أعمالهم واستعمل زيجاتهم على مطايا الترديد إلى قضايا التقليد..."(٢٥).

وقد اتبع البيروني خطوات الاستقراء في كشفه العلمي للجاذبية الأرضية، فبعد قيامه بالمشاهدة والعيان أو الملاحظة أو المشاهدة المسلحة يقوم بخطوة الفرض العلمي ثم استنباط القضايا الجزئية منه لمواجهتها بوقائع التجربة، وهذا ما يعرف مناهج الاستدلال بالفرض الاستنباطي(٢٦)، ويمكن ملاحظة ذلك من خلال نص في كتاب الجماهر، قال فيه: "وأما الحواس الباقية، فإنها بالبدن أليق منها بالنفس وبحيوانيتها أشبه منها بالإنسانية وإن كان الإنسان تصرف فيها بأفكاره واستنباطاته حتى بلغ بمحسوساتها أيضًا إلى أقصى غاياتها..."(٢٧).

وللبيروني السبق وباقي علماء المسلمين في تفعيل الفرض العلمي فخطوة الفرض العلمي في الاستقراء التجريبي التي لم يعترف بها إلا في القرن التاسع عشر بفضل أبحاث لود برنار بل كان هناك تحفظ عليها والاعتماد فقط على الوقائع ومنهم ديكارت وبيكون اللذان حذرًا من استعمال الفرض؛ لأنه يقود إلى أشياء غير موجودة، بل كلود برنار يقول لا نستطيع أن نقدم قواعد للاختراعات أو الاكتشافات في العلم ولا نعلم القواعد التي يمكن أن تراعى في إنشاء الفروض إنما القواعد التي نستطيع وضعها تكون بعد وضع الفروض؛ لأن الأمر يتعلق بشيء ذاتي يسميها العاطفة الذاتية(٢٨).

ومنهجيًّا للبرهان مكانة عظيمة عند البيروني في إثبات المكتشفات العلمية، قال فيه: "البرهان من القضية قائم مقام الروح من الجسد، وبحملة النوعين يحصل العلم بالاستيقان، لاقتران الحجة به والبيان، كما يقوم بمجموع النفس والبدن شخص الإنسان كاملًا للعيان..."(٢٩).

وكان البيروني يرى لذلك العلم منهجًا وقانونًا لا يتعداه إلى الخارج عنها. فمبادئ هذا العلم وإن كانت ضرورية لاستنادها إلى البراهين، فإنها لم ترد في الكتب المشهورة بحيث

تستحكم الثقة بها، فيمكن الإشارة إليها والإحالة عليها، ولكنها قوانين تكشف للباحث عنها والمنقب عليها في مكانها، وهي لا تدرك إلا بالعيان والتجربة(٣٠).

على أنه يمكن التنبيه إلى أن البيروني يشترط في خطوة الملاحظة أو المشاهدة – والتي لا تشمل المشاهد فقط بل غير المشاهد ـ أن تكون في حيز الإمكان أو ما يعرف بالممكن في رأيه وهو ضد الممتنع ويستند في الاستقراء على القوانين التي تسري في الطبيعة مما يدل على إدراكه قوانين الطبيعة، والعلم اليقيني عنده هو علم كلي يأتي نتاجًا لما يصل إليه العقل ويعممه من استقراءات الحواس(٣١). فالملاحظة والمشاهدة عنده سابقة على الفرض العلمي بعكس ما ترى الدكتورة يمنى الخولي(٣٢)عند موافقتها لكارل بوبر من أن الملاحظة تالية على الفرض العلمي، وأن الملاحظة لا تفضي إلى شيء وأن منطق الكشف العلمي يقتضي البدء بطرح المشكلة وصياغتها وتحديدها.

واستدلت على ذلك بكلام قاله البيروني في مقدمة كتاب الآثار الباقية من أن أحد الأدباء سأله عن "التواريخ التي يستعملها الأمم والاختلاف الواقع في الأصول التي هي مبادئ والفروع التي هي شهور... (٣٣)" إلى آخر ما قال. وهذا الكلام برأيي – مع مكانة الدكتورة يمنى الخولي في فلسفة العلم – لا يدعم فكرة البدء بصياغة مشكلة البحث ثم الانتقال إلى فكرة التعقيل والتجريب التي استندت عليها من خلال قول البيروني: "أن الاستدلال بالمعقولات والقياس بما يُشاهد من المحسوسات"(٣٤)؛ لأن البيروني يمارس ذلك المنهج في باب معرفة الأيام والتقاويم والشهور، أما في فكرة الجذب، فإن المشاهد عنده ذات قيمة عالية تأتي سابقة وليست تالية للفرض العلمي. ولسان حاله العلمي يقول: "ولكل صناعة منهج وقانون لا يستحكم عليه ما هو خارج عنها"(٣٥).

على أية حال توصل البيروني بعد فرض الفروض إلى حقائق علمية أهمها على الإطلاق فرضه لفكرة كروية الأرض ودورانها حول محورها والتي انبثق منها كشفه عن جاذبية الأرض كما سيأتي.

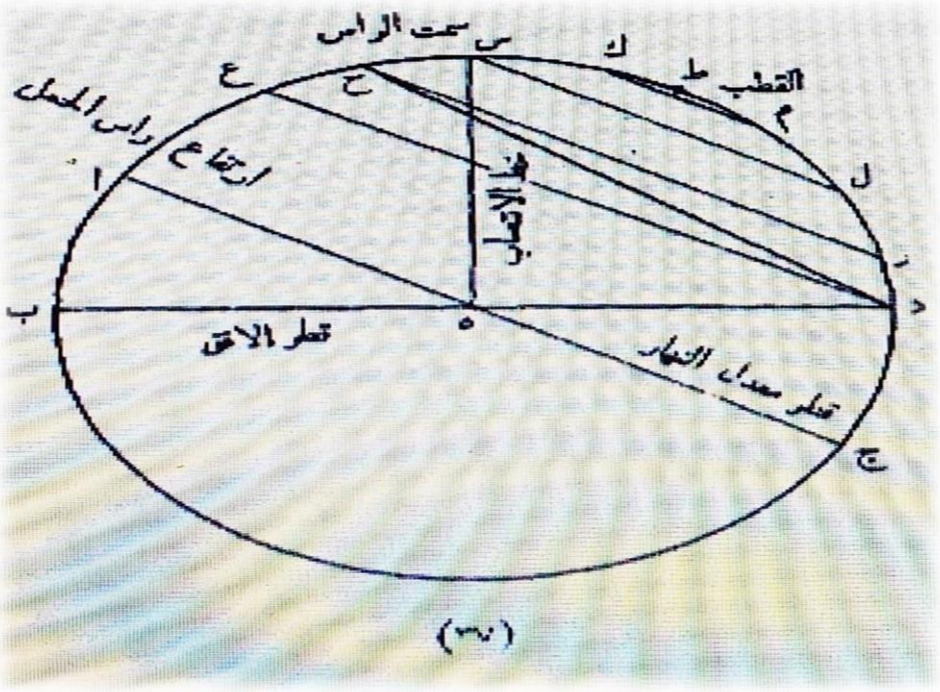
ولم يكن البيروني يبحث ويدرس الظواهر الفيزيائية دون رسم منهج معرفي أو نظام معرفي لمن يأتي بعده فقد وضع قاعدة في تلقي المعرفة بشكل عام، علمية كانت أو حتى تاريخية أفاد منها من جاء بعده، كابن خلدون، وهي التي وصفها "بالعوارض المردية والأسباب المعمية لصاحبها عن الحق..."(٣٦). وهذه العوارض المردية والأسباب المعمية كالعادة المألوفة والتعصب والتظافر واتباع الهوى والتغالب والرياسة..."(٣٧). وهي جميعها نفس المعاني التي ذهب إليها ابن خلدون في القول بالتشيع للآراء والتقرب إلى أصحاب التجلّة والمراتب، والذهول عن المقاصد، والثقة بالناقلين(٣٨).

ولذلك نجده يقوم بنقد المعرفة القائمة على الأوهام والخرافات التي سادت في عصره والتي لم تكن تتفق مع نواميس الطبيعة الثابتة(٣٩).

كما أنه لم يكتف بذلك بل انتقد العلماء القدامى كبطليموس صاحب المجسطي، وعلى الرغم من أن البيروني متعدد الثقافات يجيد الكثير من اللغات موسوعي المعارف كثير السفر والترحال إلا إنه قد انتهج منهجًا خاصًا، لم يكن لتلك الثقافات أثر فيه، هذا المنهج هو ألا يأخذ النظريات والأرصاد قضية مسلمًا بها بل استوعب البراهين والأدلة ثم ناقشها وأضاف إليها إبداعاته وفهمه. وقد جعله شرط كتابه قانون المسعودي: "ولم أسلك فيه مسلك من تقدمني من أفاضل المجتهدين من طالع أعمالهم واستعمل زيجاتهم على مطايا الترديد إلى قضايا التقليد..."(٤٠).

ومن ذلك، أنه أنكر بطليموس تصورات ارستارخوس عن ثبات الأرض في مركز الكون وأن الشمس والقمر والكواكب تدور حولها، وقام بثورة كوبرنيكية مبكرة على ذلك.

وأثبت فرضه بوصفه لحركات الكواكب حول الأرض، وأكّد على أنها في دورانها لا ترسم مدارات دائرية وإنما دوائر متقاطعة في حركتها، ومعنى ذلك أن حركة الكواكب حركة دائرية حول مركزها عدا المركز يدور مداراً دائريًّا مركزه الأرض[٤١].



(الرسم أعلاه)[٤٢]

لكن البيروني قدّم نقدًا لذلك التصور من بطليموس ولبراهينه ونقدًا للمنهج الذي سلكه في إثبات كروية السماء، واعتبر ذلك التصور واه وقال: "ثم استدل بطليموس على كريّة شكل السماء بقياسات طبيعية ومن الطرق الأولى مأخوذة، ولكل صناعة منهج وقانون لا يستحكم عليه ما هو خارج عنها، ولذلك كان ما أورده مما هو خارج عن هذه الصناعة إقناعيًّا غير ضروري وما وجدنا إلى الصناعة سلّمًا ثابتًا على مناهجه لم يتحرف عنه إلى ما هو خارج من طرقه ومدارجه"[٤٣].

المحور الثالث: البيروني واكتشاف قانون الجاذبية:

مدخل مفهومي:

ولفهم أكثر لتطور قوانين الحركة والذي انبثق منه قانون الجاذبية عند البيروني لا بد من تحرير مصطلحات علم الحركة في عصر البيروني، وذلك حتى يتسنى فهم أكثر لمساهمة البيروني في وضع اللبنات الأولى لهذا القانون، وحتى يمكن فهم ما يقابل هذه المصطلحات في الفيزياء الحديثة من ألفاظ ومن ثم مقابلتها ومقارنتها بها.

وهذه الألفاظ ليست خاصة بالبيروني فحسب بل هي الألفاظ العلمية المستعملة في زمانه، استعملها العلماء والفلاسفة، كابن سينا، والخازني، وابن ملكا البغدادي.

وهي ألفاظ لا تزال صالحة للكتابة العلمية المعاصرة كالمدافعة، في معنى العطالة أو القصور الذاتي عند ألبرت أينشتاين(٤٤)، كذلك ألفاظ المعاوقة والممانعة والمقاومة في مجال معوقات الحركة، وكذلك لفظ الميل، والاعتماد التي تعبّر عن مدافعات الجسم(٤٥).

ومن تلك الألفاظ، لفظة الحركة المستديرة المكانية، والحركة العرضية، والحركة الدورية والحركة المستقيمة. ويفرّق البيروني بين هذه الأنواع من الحركة في الكون، والحركة المستديرة المكانية حركة في الوضع لا في المكان؛ لأنه لا يفارق المكان بل يدور في المكان نفسه. وهي حركة متكوّنة زمانيًّا والحركة المستديرة عند الفلاسفة هي العلّة لحدوث الحوادث. ومن هذا المعنى انطلق البيروني في القول بدوران الأرض حول محورها وحول الشمس، وتوصل من خلالها إلى تفسير جذب الأجسام الثقيل للأجسام الخفيفة.

قال: "العالم بكليّته جرم مستدير الشكل متناه في حواشيه بعضه ساكن في جوفه، وإذا نقل جزء من نوع ساكن إلى مكان نوع آخر منه تحرك على استقامة نحو حيّزه حركة عرضية،

وما حول هذه الساكنات في أطرافه، فهو متحرك حركات مستديرة مكانية حول الوسط الذي هو حقيقة السفل ومركز الأرض"(٤٦).

اكتشاف الجاذبية:

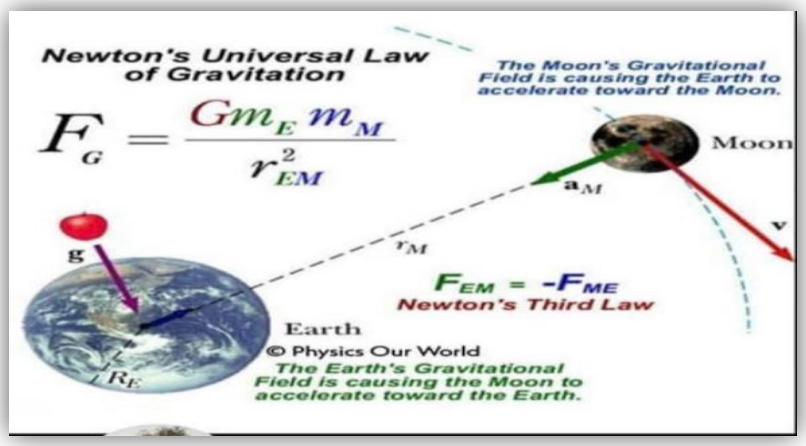
على الرغم من أن ابن خرداذبة والهمداني وغيرهما ممن ذكرناهم في مقدمة البحث قد أشاروا إلى فكرة الجاذبية وسقوط الأجسام للأسفل، إلا إن البيروني يرى بأسبقيته في ذلك، بحيث لم يجد في كتب ومؤلفات السابقين أي ذكر لما تحدث عنه في الجاذبية، يقول:" فالناس في جميع مواضع الأرض على حالة واحدة ليس عندهم مما ذكرنا خبر..."(٤٧).

لقد توصل البيروني لقانون الجاذبية أثناء شرحه لدوران الأرض حول محورها(٤٨) ولكن سياقه الزماني لم يسمح له بأكثر من ذلك الكشف فلم يتمكن من صياغة قانون الجاذبية صياغة رياضية كما صاغه نيوتن، بسبب تواضع العلوم الفيزيائية في عصره.

وربما الإسهام الذي قدّمه البيروني في موضوع الجاذبية الأرضية في التراكم العلمي والمعرفي في علم الفيزياء هو البرهنة على الجاذبية كظاهرة طبيعية مشاهدة، وشرحها بطريقة علمية، تاركًا المجال لمن يأتي بعده – ممن أتيحت له التقنية الحديثة ليقدّم الجاذبية الأرضية كقانون فيزيائي كميًّا، وقد صرّح بلك حينما قال في مقدمة الكتاب بأنه يُخلّي تصانيفه من القوانين والمثالات، وذلك ليجتهد الناظر فيها ما أودعته فيها من كان له دربة واجتهاد وهو محب للعلم، ومن كان من الناس على غير هذه الصفة فلست أبالي له أ فهم أم لم يفهم، وجاء نيوتن ليفعل ذلك ويضع قانونه الثاني(٤٩)في الحركة بناءً على ما توصل له البيروني.

وينص قانون نيوتن على أنه "إذا أثرت قوة على جسم ما، فإنها تكسبه تسارعًا، يتناسب طرديًّا مع قوته وعكسيًّا مع كتلته"(٥٠).

ومعنى ذلك، إن هناك قوة جاذبة بين أي جسمين تسحب الأجسام بعضها في اتجاه بعض معتمدة على كتلة كل من الجسمين فتزداد بازدياد كتلتيهما وتنقص بنقصانها، كما تعتمد قوة الجاذبية على البعد بين الجسمين، فكلما زاد البعد تضعف هذه القوة ولكنها لا تنعدم.



وجاء بعده ألبرت أينشتاين في النسبية العامة ويقول إن الجاذبية ليست قوة بل انحناء في الزمكان تسببه الكتل، والزمكان يعني أن الزمن بعد مع أبعاد المكان مجموعه يشكل نسيج الزمكان(٥١) بفعل هذه الكتل الهائلة، أي إنه عند وجود جسم سماوي هائل الكتلة مجرة مثلاً سينحني نسيج الكون (الزمكان).

ومع أن البيروني لم يقم بصياغة قانون كما صاغه نيوتن، إلا إنه يمكن أن نستشف من نصوصه في كتاب القانون صياغة قانون للحركة شبيه بالقانون الثاني لنيوتن، يقول البيروني: "ولزم أن يبلغ الأرض السماء في جهة الهوى إلا أن تصير للسماء أيضًا حركة نحو تلك الجهة مساوية لحركة الأرض وسكونها بمثابة واحدة للزومها في كليهما الوسط، ثم يشرح كلامه –أي قانونه– ويقول: "وهذا ما اعتمده بطليموس في هذا القسم إلا إن دفعه تعجب المتعجب من كون الأرض مع ثقلها في الهواء طافية غير راسبة، بما أشار إليه من صغرها بالقياس إلى السماء غير دافع له ولا مغن شيئاً، فكل العالم إلى أقصى نهايته لو كان من أثقل الأشياء غير مخالف بعظمه حال الأرض في الطفو والسكون، بل لو توهمت الأرض مرتفعة وفي وسط العالم هيأة واقفة لكان التعجب على حاله بقدر حصتها من الثقل ولن يزول مالم يتبين أنها وغيرها من الأثقال مضطر إلى الوقوف هناك وبقدر مالها من الثقل تسرع إليه وتتسابق نحوه لتستقر في حقيقة السفل ثم الأقاويل في سبب هذا الاضطرار كثيرة منها: جذب السماء للأرض من كل الأنحاء على السواء ، وذلك يبطل بالجزء ومنها المنفصل عنها، فإن ما يلحقه من الجذب من جهة الأرض أفتر وتجب أن تستلبه السماء إلى نفسها من غير تلك الجهة حتى تطير إليها ولم نشاهد ذلك قط لصخرة مثلًا أو مدرة ولم يشعر بقوة هذا الجذب إنسان ومنها جذب الأجسام لإمساكها مع شدّة الاختلاف في نفس الخلاء هل هو موجود بالفعل، وهل يخلو مكان من متمكن بالإطلاق، ومثبتوه لا يضيفون الجذب إليه إلا عند الخلو، فإذا ملأ جسم لم يجذب إليه جسمًا آخر ومكان الأرض مملوء بها، فهبة للمسامحة موجودًا وفي جوف الأرض محصورًا حتى يجذب الأجسام إليه وإن انتقص ذلك بالمتحركات الخفيّة عن المراكز إذا الخلاء غير مفرق في الجذب بين الثقيل والخفيف[٥٢]، وإنما يفرق بين السائل المائع وبين الغليظ المتماسك الممتنع، فلا محالة أن الخلاء الذي في بطن الأرض يمسك الناس حواليها، أليس أحد المتقاطرين من سكانها كالمستقر على القرار عارف من نفسه حال الاستواء، والآخر كالمشدود كرهًا على السقف يعرف من نفسه الانتكاس والاضطرار، وليس أحدهما إذا انتقل إلى مكان الآخر بواجد فيه غير ما كان يجده ذاك..."[٥٣].

معنى ذلك أن البيروني ثبت أن للأرض جاذبية، ويدلل على ذلك بأن الشخص المعلق في السقف ليس كالشخص الثابت على الأرض، فالأول يواجه السقوط إلى أسفل، ويدرك الآخر أنه مستو ومستقر.

لكن الفرق بين الكشفين، أن كشف نيوتن للجاذبية الأرضية وحتى جالييلو في نظرية سقوط الأجسام أن الفرض العلمي الذي قاما به جالييلو ونيوتن كان عن طريق الصدفة(٥٤).

بينما البيروني، توصل لفكرة الجاذبية خلال انشغاله بشرح فكرة دوران الأرض حول محورها أي أن لقاءه مع فكرة الجذب كان عبر نظر وتفكر وعمل ذهني دؤوب وليس مصادفة كما هو الحال مع تفاحة نيوتن(٥٥)، كما أنه اعتمد الملاحظة أو المشاهدة المسلحة كما يسميها بدوي(٥٦) وهي المشاهدة التي يستعين فيها العالم بالأجهزة التي تهيئ لنا تقوية الحواس.

ويبدو أن فكرة دوران الأرض حول محورها كانت الشغل الشاغل للبيروني، فقد كان الرأي السائد عند علماء الهند وحتى عامة الناس هو عدم وجود هذه الحركة، وأن السماء تدور بما فيها من أجرام كل يوم.

وقد رد على أصحاب هذا الرأي من وجهة نظر عالم فلكي مسلم اسمه السجزي وتبنى وجهة نظره وإن لم يذكر البيروني اسمه(٥٧).

قال البيروني: "وأما أنا، فقد شاهدت أحد من مال إلى نصرة هذا الرأي من المبرزين في علم الهيئة. ولم يلزم نزول الثقيل إلى الأرض على القطر عمودًا على وجهها، بل محرّفًا على زوايا مختلفة"(٥٨). وعلى هذا فالبيروني قد تبنى مبدأ الدوران وترك برهان شيخه بطليموس الذي يقول بأن الهبوط الحر للأجسام لا يحصل عموديًّا وأعطى برهانًا معاكسًا يقول بأن

حركة الدوران هذه تدفع كل جسم أرضي على طول الخط العمودي الذي يقع الجسم وفقًا له(٥٩).

والبيروني من خلال هذه التجربة العلمية الدقيقة استطاع البرهنة على صحة فرضية دوران الأرض حول محورها منذ ألف عام، ليأتي الغرب الآن ويؤكدوا على صحة ودقّة كلامه(٦٠)، من أن للأجسام الساقطة سرعتان، الأولى: رأسيّة نحو مركز الأرض، والثانية: أفقيّة مكتسبة من حركة الأرض، الأمر الذي يؤدي بانحراف الأجسام الساقطة نحو الشرق.

على أية حال، فإن البيروني من خلال هذا الكد الذهني توصل إلى الكشف عن قانون الجاذبية، مدركًا أن هذا القانون صفة طبيعية في المادة.

ويمكن –إضافة إلى ما ذكرنا سابقًا– تلمس كشف البيروني وإسهامه المبكر عن فكرة الجاذبية من خلال ما ورد من نصوص في كتبه. ففي كتاب القانون المسعودي، ورد نص يبدو من خلاله أن عصره كان عصر نقاشات حادة في مسائل كروية الأرض ودوران الأرض، فنجده حينما نفى معاصروه من علماء الهند فكرة دوران الأرض حول نفسها معللين ذلك بطيران الأحجار من فوق سطحها واقتلاع الأشجار، فقال: "هذا لا يقع؛ لأنه لا بد لنا من أن ندخل في الحساب أن الأرض تجذب كل ما عليها نحو مركزها"(٦١).

وبيّن أن الناس على الأرض "منتصبو القامات على استقامة أقطار الكرة، وعليها أيضًا نزول الأثقال إلى الأسفل..."(٦٢).

كما أن تفسير قول البيروني "بأن الأرض أن توهمت مرتفعة مخلّا سبيلها عليه بثقلها أنها ستهوى دائمًا على سمتها إلى أن تمانعها السماء فتمنعها ويضطر من ذلك في سبيل قيام الأرض وسط السماء إلى إقامة أجزاء تحتها علوية الاعتماد تدعمها فترتفع ثقلها حتى تكافئ قوة رفعها قوة سفولها..."(٦٣). ما هو إلا محاولة مبكرة للمساهمة في الارتقاء بالمتجمع الفيزيائي المعرفي

في تفسير الجاذبية، وهو قول شبيه بتفسير ألبرت أينشتاين للجاذبية في نظرية النسبية العامة والخاصة بأنها انحناء في نسيج الزمكان.

كما أن البيروني يؤكّد من وقت مبكر على أن هناك نوعين من الجاذبية هما: جاذبية السماء للأرض، وجاذبية الأرض لما فوقها وحولها؛ فالشيء ينجذب إلى النطاق الذي يقع في مجاله وإن كان هو ونطاقه منجذبيْن بدورهما إلى جرم السماء. ولذلك قال: "وليس يخفى عنّا الجبل لبعده في الصدود ولكن لسفوله عن الأفق بسبب كرويّة الأرض وانجذاب الأثقال نحو وسطها"(٦٤).

وليس هذا فحسب، بل نجد البيروني يساهم منذ وقت مبكر في إثبات أن الجاذبية عند خط الاستواء أكثر من الأطراف عند القطبين الشمالي والجنوبي، لذلك يرى أنه لو أنزلنا حجرًا على خط الاستواء لنزل مع المحور بزاوية قائمة وليس ذلك بمشاهد إلا في خط الاستواء، وأما في سائر البلاد، فإنه يحيط مع المحور بزاوية حادة. ويرجع هذا إلى أن قطر الأرض الواصل بين قطبيها أقصر من قطرها عند خط الاستواء، وذلك لعدم تمام كرويتها، فتختلف جاذبية الأرض للجسم باختلاف مكانه من سطحها، فيكون أصغر ما يكون على محيط خط الاستواء، فيسقط عموديًّا ويكون وزنه أكبر ما بكون عند أحد القطبين فيسقط بزاوية حادة"(٦٥).

وفي ظاهرة المد والجزر وهذه الظاهرة لها علاقة بقانون الجذب العام؛ لأن منشأها بفعل جاذبية الشمس والقمر لمياه البحار والمحيطات، يتقدّم البيروني على الفلكي الفرنسي لابلاس (١٨٢٧ ـ ١٧٤٩م)(٦٦)، وعلى نيوتن في شرح هذه الظاهرة(٦٧)، وذلك بالاعتراض على تفسيرات علماء الهنود الخرافية الأسطورية، قال: "إنه سمع من الهنود أن ماني اعتقد أن في البحر عفريتًا يكون المد والجزر من تنفسه جاذبًا ومرسلًا. وأما خاصتهم فيعرفونها في اليوم

بطلوع القمر وغروبه. وفي الشهر بزيادة نوره ونقصانه. وإن لم يهتدوا إلى العلّة الطبيعية منهما"(٦٨).

وفي مدينة سومنات قدّم البيروني تفسيرًا علميًّا لأسباب حدوث تلك الظاهرة وأثبت أن للقمر دور في المد والجزر. قال:" وكلّما طلع القمر وغرب ربا ماء البحر بالمدّ فغرّقه، وإذا وافى فلك نصف النهار والليل نضب بالجزر فأظهره، فكأنّ القمر مواظب على خدمته وغسله، ولذلك نسب إليه..."(٦٩).

الخاتمة

توصلت الدراسة إلى عدّة نتائج:

- أسبقية العلماء المسلمين في مجال علم الفلك وعلم الأرض، وبخاصة الأسبقية في الوصول لتفسير فكرة الجذب بين الأجسام. وفضل الغرب في التقعيد لتلك الأفكار ولإسحاق نيوتن في صياغتها صياغة رياضية واضحة.
- أصالة المنهج العلمي التجريبي عند المسلمين وتفوقهم في مجال الفرض العلمي الذي كان يُحذّر منه في أوروبا؛ لأنه يؤدي إلى نتائج غير دقيقة ولذلك لم يعترف به إلا في القرن التاسع عشر مع لود برنار.
- تعمق البعد الإيماني عقلية البيروني العلمية فكثيرًا ما يقدّم لاستشهاداته بالآيات القرآنية الكريمة.
- لم يكن البيروني ناقلًا عن سابقيه- كبطليموس وغيره بل تميّز البيروني باستيعابه لأفكارهم واعتراضه عليها وإضافاته عليها ليساهم في تطوير قانون الجاذبية.
- اكتشاف الجاذبية عند البيروني جاء نتيجة كدْ ذهني وانشغال بحركة الأرض بعكس نيوتن الذي جاء اكتشافه عن قبيل الصدفة.

وفي الختام، توصي الدراسة بتكثيف الدراسات حول البيروني، فهو برأيي لم يكتشف حتى الآن فلا زال الكثير من تراثه العلمي والفلسفي وفي حكم المخطوط، مثل مخطوط كتاب التوسط بين أرسطو وطاليس وجالينوس في المحرك الأول، ومخطوط رياضة الفكر والعقل، وغيرها الكثير. كما توصي الدراسة بتتبع اعتراضات البيروني على من سبقه من العلماء كبطليموس وارستارخوس؛ لأنه من خلال تلك الاعتراضات يمكن الكشف عن تطور العلوم وارتقائها في سلّم العلم.

هوامش البحث:

(١) السرجاني، راغب: ماذا قدّم المسلمون للعالم، القاهرة: مؤسسة اقرأ، ط٢، ١٤٣٠ ه / ٢٠٠٩ م، ٢٦٧.

(٢) يراجع، أرسطو طاليس: الطبيعة، ترجمة: حنين بن إسحاق، تحقيق: عبد الرحمن، القاهرة: المكتبة العربية، ٢ / ٥٩٦-٦٠٣.

(٣) ابن خرداذبة، أبو القاسم عبيد الله (ت ٢٨٠ ه): المسالك والممالك، بيروت: دار صادر، ١٨٨٩ م، ص ٤.

(٤) الهمداني، أبو الحسن بن أحمد (ت ٣٣٠ ه): كتاب الجوهرتين العتيقتين المائعتين من الصفراء والبيضاء، تحقيق: أحمد فؤاد باشا، القاهرة: مطبعة دار الكتب والوثائق الوطنية، ٢٠٠٩ م، ص ٨٧.

(٥) ابن سينا: الإشارات والتنبيهات، تحقيق: سليمان دنيا، ط٣، القاهرة: دار المعارف، ١٩٥٠ م، القسم الثاني، ص ٢٧٣، ٢٧٤.

(٦) الخازني، أبي الفتح عبد الرحمن (ت ٥٠٨ ه): ميزان الحكمة، الدكن: مطبعة حيدر آباد ١٣٥٠ ه، ص ١٦.

(٧) البغدادي، ابن هبة الله بن علي بن ملكا (ت ٥٦٠ ه): الكتب المعتبر في الحكمة، ط١، الدكن: جمعية دائرة المعارف العثمانية بحيدر أباد، ١٣٥٨ ه، ٢ / ١٢٦.

(٨) البغدادي: الكتاب المعتبر في الحكمة، ٢ / ١٢٦.

(٩) الإدريسي، محمد بن محمد بن عبد الله (ت ٥٦٠ ه): نزهة المشتاق في اختراق الآفاق، ط١، بيروت: عالم الكتب، ١٤٠٩ه، ١ / ٧.

(١٠) ابن أبي أصيبعة، أحمد بن القاسم بن خليفة (ت ٦٦٨ ه): عيون الأنباء في طبقات الأطباء، تحقيق: نزار رضا، بيروت: دار مكتبة الحياة، (د.ت)، ص ٤٥٩.

(١١) الفندي، محمد جمال وآخر: أبو الريحان محمد بن أحمد البيروني، القاهرة: دار الكاتب العربي، ١٩٦٨م، ص٢٤. البيروني، أبو الريحان محمد بن أحمد: تحديد نهايات الأماكن لتصحيح مسافات المساكن، تحقيق: بولجاكوف ط١، القاهرة: معهد المخطوطات العربية، ١٩٦٢ م، مقدمة الكتاب.

(١٢) ابن أبي أصيبعة: عيون الأنباء في طبقات الأطباء، ص ٤٥٩. وهذه التواريخ مثبتة في المقدمة التي كتبها بالألمانية إدوارد سخاو، يراجع، الخولي، يمنى: بحوث في تاريخ العلوم عند العرب، مؤسسة هنداوي، ٢٠١٧ م، ص ٧١.

(١٣) ابن كثير، إسماعيل بن عمر (ت ٧٧٤ ه / ١٣٧٣ م): البداية والنهاية، تحقيق: على شيري، ط١، بيروت: دار إحياء التراث العربي، ١٤٠٨ ه / ١٩٨٨ م، ١٢ / ٥٣.

(١٤) ابن أبي أصيبعة: عيون الأنباء في طبقات الأطباء، ص ٤٥٩.

(١٥) الحموي، ياقوت بن عبد الله (ت ٦٢٦ه): معجم الأدباء، تحقيق: إحسان عباس، ط١، بيروت: دار الغرب الإسلامي، ٥ / ٢٣٣٢.

(١٦) الحموي: معجم الأدباء، ٥ / ٢٣٣١. الفندي: أبو الريحان محمد، ص٢٧.

(١٧) الخولي: بحوث في تاريخ العلوم عند العرب، ص ٧٣.

(١٨) الخولي، يمنى: بحوث في تاريخ العلوم عند العرب، ص ٨٠.

(١٩) الحكيم، صبيح صادق: البيروني العالم العربي الإسلامي الخالد، مجلة المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، العدد١، المجلد ١١، ١٩٧٤ م، ص ١٤١.

(٢٠) الحكيم، صبيح: البيروني، ص ١٤٢.

(٢١) ديورانت، ول: قصة الحضارة، تعريب: زكي نجيب محمود، بيروت: دار الجيل، ١٤٠٨ ه / ١٩٨٨ م، ١٣ / ١٨٣.

(٢٢) الخولي، يمنى: بحوث في تاريخ العلوم عند العرب، ص ٨٢. الفندي: أبو الريحان محمد، ص٣٣.

(٢٣) البيروني، أبو الريحان محمد بن أحمد: تحقيق ما للهند من مقولة مقبولة في العقل أو مرذولة، ط٢، بيروت: عالم الكتب، ١٤٠٣ ه، ص ١. الفندي: أبو الريحان محمد، ص٣٥.

(٢٤) المشاهدة المسلحة هي المشاهدة التي يستعين فيها العالم بالأجهزة التي تهيئ له تقوية الحواس، بدوي، عبد الرحمن: مناهج البحث العلمي، ط٣، الكويت: وكالة المطبوعات، ١٩٧٧ م، ص ١٣٥. ولا يعوّل البيروني في علم الفلك على الحساب والرياضيات دون الأخذ بعين الاعتبار بالأرصاد والعيانات واستعمال الأجهزة كالإسطرلاب وغيره، يراجع، البيروني: تحديد نهايات الأماكن، ص ٢٠٢-٢٠٩.

(٢٥) البيروني: كتاب القانون المسعودي، ١ / ٤.

(٢٦) الخولي، يمنى: بحوث في تاريخ العلوم عند العرب، ص ٨٨.

(٢٧) البيروني، أبو الريحان محمد بن أحمد: الجماهر في معرفة الجواهر، تحقيق: سالم الكرنكوي، ط١، الدكن: حيدر آباد، ١٣٥٢ه، ص ٦.

(٢٨) بدوي: مناهج البحث العلمي، ص ١٤٥، ١٤٨.

(٢٩) البيروني: كتاب القانون المسعود، ١ / ٥.

(٣٠) مراد، بركات محمد: البيروني فيلسوفًا، ط١، مصر: الصدر لخدمات الطباعة، ١٩٨٨ م، ص ١٣٨.

(٣١) البيروني، أبو الريحان محمد بن أحمد (٤٤٠ ه): الآثار الباقية من القرون الخالية، ط١، القاهرة: مكتبة الثقافة الدينية، ٢٠٠٨ م ص ٢٩٨.

(٣٢) الخولي، يمنى: بحوث في تاريخ العلوم عند العرب، ص ٨٣.

(٣٣) البيروني: الآثار الباقية، ص ٤.

(٣٤) البيروني: الآثار الباقية، ص ٤.

(٣٥) البيروني: القانون المسعودي، ١ / ٢٧.

(٣٦) البيروني: الآثار الباقية، ص ٤، ٥. الفندي: أبو الريحان محمد، ص١٢٠، ١٢٢.

(٣٧) البيروني: الباقية، ص ٤، ٥.

(٣٨) ابن خلدون، عبد الرحمن أبو زيد ولي الدين (٨٠٨ ه): مقدمة ابن خلدون، ط٧، القاهرة: دار نهضة مصر، ٢٠١٤ م، ١ / ٣٢٩.

(٣٩) الصالحي، دعا: دحض الاعتقاد بأسبقية الفكر الغربي في تأسيس مناهج البحث العلمي المنهج التجريبي أنموذجًا، مجلة الجمعية الفلسفية المصرية، العدد ٢٥، المجلد ٢٥، ٢٠١٦ م، ص ٣٣٢.

(٤٠) البيروني: كتاب القانون المسعودي، ١ / ٤.

(٤١) مراد، بركات: البيروني فيلسوفًا، ص ١٤٠.

(٤٢) البيروني: القانون المسعودي، ص ٤٠٧.

(٤٣) مراد، بركات: البيروني فيلسوفًا، ص ١٤٠.

(٤٤) ألبرت أينشتاين: النظرية النسبية الخاصة والعامة، تعريب: رمسيس شحاته، القاهرة: الهيئة المصرية للكتاب، (د.ت)، ص ١١٧، ١١٨.

(٤٥) شوقي، جلال: مصطلحات علم الحركة لدى علماء العرب، مجلة مجمع اللغة العربية، المجلد٣٦، القاهرة: ١٩٧٥ م، ص ١٩٣.

(٤٦) البيروني، أبو الريحان محمد بن أحمد: كتاب القانون المسعودي، ط١، الهند: مطبعة مجلس دائرة المعارف العثمانية بحيدر أباد، ١٣٧٣ ه، ١ / ٢١، ٢٢، ٥٠، ٥١.

(٤٧) البيروني: القانون المسعودي، ١ / ٤٤.

(٤٨) البيروني، أبو الريحان محمد: استيعاب الوجوه الممكنة في صفة الاسطرلاب: مخطوط دار الكتب المصرية، رقم ٨٥٥٨. ورقة ٣٣. القانون المسعودي، ١ / ٤٤.

(٤٩) القانون الأول: الجسم الساكن يبقى ساكناً، والجسم المتحرّك يبقى متحركاً، مالم تؤثر عليه قوى ما، والقانون الثالث: لكل قوة فعل قوة رد فعل، مساوٍ له في المقدار ومعاكس له في الاتجاه. يراجع المحامي، محمد كامل حسن: عباقرة خالدون (إسحاق نيوتن)، بيروت: المكتب العالمي، ١٩٧٩ م، ص ٥٨، ٥٩.

(٥٠) المحامي، محمد: عباقرة خالدون (إسحاق نيوتن)، ص ٥٨، ٥٩.

(٥١) يراجع، ألبرت أينشتاين: النظرية النسبية الخاصة والعامة، ص ١١٥ وما بعدها في الفصل ١٩ من مجال الجاذبية. البناي، يوسف: البُنية الواسعة للزمان والمكان مقدمة إلى النظرية النسبية العامة، ط١، (بدون معلومات النشر)، ٢٠١٦ م، ص ٤٤ وما بعدها. ولمعرفة كيف وصل تراث البيروني والخازني وابن الهيثم وغيرهم إلى علماء الغرب كأينشتاين يراجع، مقالة (كيف وصلت المعلومة من الخازن والبيروني إلى أينشتاين، مجلة العالِم، العدد ٢٤، السنة الثالثة، ٢٠٠١ م، ص ٦٢ ـ ٦٤.

(٥٢) البيروني: القانون المسعودي، ١ / ٤٣. سيدو، أمين سليمان: أبو الريحان البيروني دراسة عن حياته ونتاجه الفكري، الرياض: مركز الملك فيصل للدراسات والبحوث الإسلامية، ١٩٩٩م، ص٧٣ – ٧٦.

(٥٣) البيروني: القانون المسعودي، ١ / ٤٣.

(٥٤) لمزيد من التوضيح حول تفاحة نيوتن والاكتشافات العلمية وليدة المصادفة، يراجع، رويستون: السرنديبية اكتشافات علمية وليدة تعريب: مصطفى محمد فؤاد، موسسة هنداوي، ٢٠١٧ م، ص ٣٠.

(٥٥) بدوي، عبد الرحمن: مناهج البحث العلمي، ص ١٣٥.

(٥٦) بدوي، عبد الرحمن: مناهج البحث العلمي، ص ١٣٥.

(٥٧) مراد، بركات: البيروني فيلسوفًا، ص ١٤٠.

(٥٨) البيروني: كتاب القانون المسعودي، ١ / ٥٠. وللدكتور يمنى الخولي رأي وفهم لنص البيروني آخر وهو أن البيروني يرى كما بطليموس بمركزية الأرض ودوران الشمس حولها والتمست له العذر وقالت لن نحاسب البيروني على كل صغيرة وكبيرة أو نلومه من منظور عصرنا على مثل هذه الأغاليط، نظرًا لطبيعة عصره وحدوده المتاحة، يراجع، الخولي، يمنى: بحوث في تاريخ العلوم عند العرب، ص ١٠٣.

(٥٩) فردي، جان بيار: تاريخ علم الفلك القديم والكلاسيكي، تعريب: ريما بركة، ط١، بيروت: مركز دراسات الوحدة العربية، ٢٠٠٩ م، ص ٩٨.

(٦٠) مراد، بركات: البيروني فيلسوفًا، ص ١٤٠.

(٦١) البيروني: القانون المسعودي، ١ / ٤٢ ـ ٤٤.

(٦٢) البيروني: القانون المسعودي، ١ / ٢٢.

(٦٣) البيروني: القانون المسعودي، ١ / ٤٥.

(٦٤) البيروني: تحقيق ما للهند من مقولة، ص ١٨١.

(٦٥) البيروني: القانون المسعودي، ١ / ٤٦.

(٦٦) ولد بيير سيمون دو لابلاس في كالفادوس إحدى مقاطعات نورماندي في أسرة زراعية فقيرة، وتدرجَ في عدد من الوظائف، درس الرياضيات وبرع فيها وكان عالم رياضي وفيزيائي وفلكي، ساهم في تطوير العديد من النظريات في علم االفيزياء، وتمكن من صياغة نظرية الاحتمالات التي ساهمت في تطوير العديد من النظريات في علم الفيزياء وتمكن من صياغة نظرية الاحتمالات التي ساهمت في تفسير منهج العالم نيوتن في التحليل الرياضي. غريبين، جون: تاريخ العلم، ترجمة: شوقي جلال، ٢٠١٢م، عالم المعرفة: الكويت، ١٩٧٨، ص٣٠٣، ٣٦٤، ٣٦٥.

(٦٧) حربي، خالد: البيروني مؤسس علم الفلك الحديث، مجلة المورد، العدد٣، المجلد ٤٣، ٢٠١٦ م، ص ١٤٥.

(٦٨) البيروني: تحقيق ما للهند من مقولة، ص ٣٩١.

(٦٩) البيروني: تحديد نهايات الأماكن، ص ٢٧. سيدو: أبوالريحان البيروني، ص٦٧.

قائمة بثبت المصادر والمراجع

- **أولًا: المصادر:**

ـ المخطوط:

- **البيروني**، أبو الريحان محمد بن أحمد: استيعاب الوجوه الممكنة في صفة الإسطرلاب: مخطوط دار الكتب المصرية، رقم ٨٥٥٨. ورقة ٣٣.

ـ المطبوع:

- **ابن أبي أصيبعة**، أحمد بن القاسم بن خليفة (ت ٦٦٨ه): عيون الأنباء في طبقات الأطباء، تحقيق: نزار رضا، بيروت: دار مكتبة الحياة، (د.ت).
- ابن خرداذبة، أبو القاسم عبيد الله (ت ٢٨٠ه): المسالك والممالك، بيروت: دار صادر، ١٨٨٩م.
- ابن خلدون، عبد الرحمن أبو زيد ولي الدين (٨٠٨ه): مقدمة ابن خلدون، ط٧، القاهرة: دار نهضة مصر، ٢٠١٤ م.
- **ابن سينا**: الإشارات والتنبيهات، تحقيق: سليمان دنيا، ط٣، القاهرة: دار المعارف، ١٩٥٠م.
- ابن كثير، إسماعيل بن عمر (ت ٧٧٤ه / ١٣٧٣م): البداية والنهاية، تحقيق: على شيري، ط١، بيروت: دار إحياء التراث العربي، ١٤٠٨ه / ١٩٨٨م.
- **أرسطو طاليس**: الطبيعة، ترجمة: حنين بن اسحاق، تحقيق: عبد الرحمن، القاهرة: المكتبة العربية (د.ت).
- **الإدريسي**، محمد بن محمد بن عبد الله (ت ٥٦٠ه): نزهة المشتاق في اختراق الآفاق، ط١، بيروت: عالم الكتب، ١٤٠٩ه.
- **البغدادي**، ابن هبة الله بن علي بن ملكا (ت ٥٦٠ه): الكتب المعتبر في الحكمة، ط١، **الدكن**: جمعية دائرة المعارف العثمانية بحيدر أباد، ١٣٥٨ه.
- البيروني، أبو الريحان محمد بن أحمد:

ـ **كتاب القانون المسعودي**، ط١، الهند: مطبعة مجلس دائرة المعارف العثمانية بحيدر أباد، ١٣٧٣ه.

ـ تحقيق ما للهند من مقولة مقبولة في العقل أو مرذولة، ط٢، بيروت: عالم الكتب، ١٤٠٣ه.

ـ تحديد نهايات الأماكن لتصحيح مسافات المساكن، تحقيق: بولجاكوف ط١، القاهرة: مجاة معهد المخطوطات العربية، ١٩٦٢م.
ـ الآثار الباقية من القرون الخالية، ط١، القاهرة: مكتبة الثقافة الدينية، ٢٠٠٨ م.
- الحموي، ياقوت بن عبد الله (ت ٦٢٦ه): معجم الأدباء، تحقيق: إحسان عباس، ط١، **بيروت**: دار الغرب الإسلامي (د.ت).
- الخازني، أبي الفتح عبد الرحمن (ت ٥٠٨ه): ميزان الحكمة، الدكن: مطبعة حيدر آباد ١٣٥٠ه.
- الهمداني، أبو الحسن بن أحمد (ت ٣٣٠ه): كتاب الجوهرتين العتيقتين المائعتين من الصفراء والبيضاء، تحقيق: أحمد فؤاد باشا، القاهرة: مطبعة دار الكتب والوثائق الوطنية، ٢٠٠٩ م.

ثانيًا: المراجع العربية والمعرّبة:

- ألبرت أينشتايت: النظرية النسبية الخاصة والعامة، تعريب: رمسيس شحاته، القاهرة: الهيئة المصرية للكتاب، (د.ت).
- بدوي، عبد الرحمن: مناهج البحث العلمي، ط٣، الكويت: وكالة المطبوعات، ١٩٧٧ م.
- حربي، خالد: البيروني مؤسس علم الفلك الحديث، مجلة المورد، العدد٣، المجلد ٤٣، ٢٠١٦م.
- الخولي، يمنى: بحوث في تاريخ العلوم عند العرب، مؤسسة هنداوي، ٢٠١٧ م.
- ديورانت، ول: قصة الحضارة، تعريب: زكي نجيب محمود، بيروت: دار الجيل، ١٤٠٨ ه / ١٩٨٨م.
- **رويستون**: السرنديبية اكتشافات علمية وليدة تعريب: مصطفى محمد فؤاد، موسسة هنداوي، ٢٠١٧ م، ص ٣٠.
- **السرجاني**، راغب: ماذا قدّم المسلمون للعالم، القاهرة: مؤسسة اقرأ، ط٢، ١٤٣٠ ه / ٢٠٠٩ م.
- **سيدو، أمين سليمان**: أبو الريحان البيروني دراسة عن حياته ونتاجه الفكري، الرياض: مركز الملك فيصل للدراسات والبحوث الإسلامية، ١٩٩٩م.
- غريبين، جون: تاريخ العلم، ترجمة: شوقي جلال، ٢٠١٢م، عالم المعرفة: الكويت، ١٩٧٨م.
- **فردي، جان بيار**: تاريخ علم الفلك القديم والكلاسيكي، تعريب: ريما بركة، ط١، بيروت: مركز دراسات الوحدة العربية، ٢٠٠٩ م.

- الفندي، محمد جمال وآخر: أبو الريحان محمد بن أحمد البيروني، القاهرة: دار الكاتب العربي، ١٩٦٨م.
- المحامي، محمد كامل حسن: عباقرة خالدون (إسحاق نيوتن)، بيروت: المكتب العالمي، ١٩٧٩م.
- **مراد، بركات محمد**: البيروني فيلسوفًا، ط١، مصر: الصدر لخدمات الطباعة، ١٩٨٨ م.

ثالثًا: المجلات:

- **الحكيم، صبيح صادق**: البيروني العالم العربي الإسلامي الخالد، مجلة المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، العدد١، المجلد ١١، ١٩٧٤ م.
- **شوقي، جلال**: مصطلحات علم الحركة لدى علماء العرب، مجلة مجمع اللغة العربية، المجلد٣٦، القاهرة، ١٩٧٥ م.
- الصالحي، دعا: دحض الاعتقاد بأسبقية الفكر الغربي في تأسيس مناهج البحث العلمي المنهج التجريبي أنموذجًا، مجلة الجمعية الفلسفية المصرية، العدد ٢٥، المجلد ٢٥، ٢٠١٦ م.