عبد الرحمن الخازني مكتشف الجاذبية لا إسحاق نيوتن

Abd al-Rahman al-Khazini, the discoverer of gravity, not Isaac Newton

د. عبد الله علي نـوح،[1] جامعة بنغازي . ليبيا. aa24083@gmail.com
د. (ة) كريمة أحمد عوض، جامعة عمر المختار. ليبيا.Dr.Karema552@gmail.com

تاريخ الاستلام: 2020/10/06	تاريخ القبول: 2020/11/29	تاريخ النشر:2021/01/28

الملخص :

لا تحتاج نظرية الجاذبية إلى كثير عرض و شرح لأنها شهدت الكثير من التصانيف المشيدة بها ، وعليها بنيت دراسات كثيرة وفي علوم متنوعة ، وفسرت في جملة ما فسرت: المد والجزر ، واستقرار الأجسام والأجرام ، والعديد من الظواهر الفلكية والكونية .

والواقع أن نظرية نيوتن كانت تتويجاً لجهود إنسانية بالأساس من لدن علماءاليونان إلى عصر نيوتن والحداثة، وساهمت أسماء عديدة في وصول الفكرة إلى مستوى الاستواء والجهوزية ،غير أن عالماً مسلماً ، ربما هضمه أهله قبل الناس ، أطر وأصل للفكرة ، وأشار بألفاظ صريحة وكلمات واضحة إلى الفكرة العامة للجاذبية .

وهذا البحث تقريب بين ألفاظ عبدالرحمن الخازني عن فكرة الجذب للكتل والأجسام إلى الأرض وإلى مركز العالم، وألفاظ وأسس وأطر نظرية نيوتن عن الجاذبية بقوانينها الثلاثة المشهورة.

الكلمات المفتاحية : الجاذبية ، نيوتن ، الخازني ، اكتشاف ، المد والجزر

Abstract:

The theory of gravity does not need a lot of presentation and explanation because it witnessed many literature that recognized its importance, built on it many studies and in different sciences, and explained the phenomenon of tides, and how bodies and planets settle in the universe. And many cosmic astronomical phenomena.

Newton's theory was the culmination of human efforts mainly from Greek scholars to the era of Newton and modernity, and many names contributed to the idea of reaching the level of readiness, but perhaps one of the scholars of the Islamic world referred to the idea and pointed in clear words to the general idea of gravity.

This research is a comparison between Abd al-Rahman al-Khazeni's words about the idea of attracting masses and things to the earth and to the center of the world, and he established Newton's theory of gravity with its three famous laws.

Key words: gravity, Newton, reservoir, discovery, tides

[1] د. عبد الله علي نـوح، . aa24083@gmail.com

1.المقدمة :

عرفت نطرية الجاذبية شهرة طالت الأفاق ، واشرأبت لها الأعناق ، ونالت من الشهرة حظاً كبيراً ، ومن الإشادة نصيباً كبيراً ، ومع ذلك فهي تتويج لجهد إنساني مستنير ، تراكم عبر الحقب ، كديدن المعرفة الإنسانية التي تستوي بالتراكم والتقادم ، و من المنطق ألا يركن العقل البشري إلى أن تفاحة سقطت فأهلمت نيوتن نظرية معقدة متينة ، دخلت وتداخلت مع جل العلوم التطبيقية ، وعليها بنيت اخترعات وملاحظات واستنتاجات جمة ، لكن المقبول أن تكون النظرية معرفة تراكمية من لدن أرخميدس إلى نيوتن ، وكل عالم أو فلكي قال كلمة في مجال الجذب ولو نقلاً ، هو في الواقع مساهم ، ولو على قدره ، في التنظير والتأطير والتأسيس للنظرية حال تتويجها النهائي ، ووضعها في طور الاختبار والتجريب.

وعبد الرحمن الخازني واحد منهم ، لكنه اقترب بشكل كبير للب الفكرة ، وصرح بوجودها وتأثيرها ، لكن دون أن يقول إنه أول من تكلم بها ، ولم تسقط تفاحة أمامه ليسأل عن سر سقوطها الرأسي نحو الأرض ، فكثير من الشياء سقطت قبلاً وبعد ، بل إنه أسس على أفكار سابقيه ، وحلل وقارن ، ثم نطق بعبارت عصره ، و مصطلحات زمانه ، بيد أنه قال بعد أن قرأ السابقين ، ودرس أفكارهم ، وعرضها على محك العقل والتحليل .

وهذا البحث يوجز فكرة الجاذبية كما أطرها نيوتن ، ثم يصف رؤيتها عند الخازني كما وردت في كتاباته ، دون أن يتدخل البحث في الإثبات والنفي والمماحكة ، لأن الموضوع يحتاج للمتخصصين ، من حيث أن تؤخذ أفكار الخازني إلى فضاء التجربة والقياس والمقارنة .

2. إسحاق نيوتن ونظرية الجاذبية:

1.2.ترجمة إسحاق نيوتن :

ولد إسحاق نيوتن في 4 يناير 1643م في مقاطعة لينكونشير الانجليزية (1) بعد وفاة والده بعدة أشهر، والتحق بمدرسة الملك في جرانتهام بعمر الثانية عشر (2) ، وفي يونيو 1661م تم قبوله في كلية الثالوث بكامبريدج كطالب عامل (3)، وهو نظام كان شائعاً حينها يتضمن دفع الطالب لمصاريف أقل من غيره على أن يقوم بأعمال مقابل ذلك .

2.2.الميكانيكا والجاذبية عند نيوتن :

في عام 1679م ركز إسحاق نيوتن أبحاثه حول فكرة الميكانيكا السماوية (4) ،خاصة فكرة الجاذبية وتأثيراتها على الكواكب اعتماداً على أسس قوانين (كبلر) لحركة الكواكب (5)، وأثبت نيوتن أن الشكل البيضاوي لمدارات الكواكب سببه تناسب قوى الجاذبية عكسيًا مع مربع نصف قطر المسافة (6)، وأبلغ نيوتن نتائجه للجمعية الملكية في بحثه حركة الكواكب المكون من حوالي تسع ورقات تم نسخها في سجل الجمعية الملكية في ديسمبر 1684م (7)، واحتوى ذلك البحث على النواة التي طورها ووسعها لتصبح كتابه (الأصول الرياضية للفلسفة الطبيعية).

وفي يوليو 1687م نشر نيوتن كتاب الأصول الرياضية للفلسفة الطبيعية متضمناً قوانين للحركة التي ساهمت في إحداث الكثير من التطويرات خلال الثورة الصناعية ، واستخدم نيوتن لأول مرة مفهوم الجاذبية ، وحدد قانون الجذب العام ، وتوصّل إلى أن الاعتدالات ناتجة عن انجذاب القمر للأرض ، لتبدأ دراسة تأثير الجاذبية على الحركة غير المنتظمة للقمر (8).

ثم قدم نيوتن فكرته حول مركزية الشمس في النظام الشمسي (9) ، حيث أدرك انحراف الشمس عن مركز النظام الشمسي ، وأنكر أن يكون مركز النظام الشمسي أو أي نظام آخر في حالة سكون ، فتعرض نتيجة قوله بوجود قوة مؤثرة عبر مسافات شاسعة لانتقادات كبيرة بدعوى أنه يعتمد على التنجيم لا على العلم ، وفي الطبعة الثانية من الكتاب التي صدرت عام 1713م ، رد نيوتن على تلك الانتقادات بشدة (10) .

توفي إسحاق نيوتن أثناء نومه في لندن يوم 31 مارس 1727م (11)، وقد تم فحص شعر نيوتن ووجدت آثار للزئبق والتي من المرجح أنها ناجمة عن تجاربه الكيميائية ، لذا فإنه يمكن تفسير غرابة أطوار نيوتن في أواخر حياته لإصابته بالتسمم بالزئبق .

ولكي ننصف نيوتن فيما يخص إنجازاته ، فإنه قدم للعلم كثيراً من الجهد استئناساً بجهود سابقيه ، وهو ما ظهر في جملة كتبها تقول : ((إذا رأيت أبعد من الآخرين ، فذلك لأنني أقف على أكتاف العمالقة)) (12) ، كما كتب لاحقاً في مذكراته : ((أنا لا أعرف كيف أبدو للعالم، غير أني أرى نفسي كصبي يلعب على شاطئ البحر ، أتسلى من حين لآخر بإيجاد حصاة ناعمة أو قوقعة جميلة للغاية ، لكن في الواقع هناك محيط كبير من الحقائق غير المكتشفة ما زال خلفي)) (13) .

3.2.قو انين الحركة حسب نظرية نيوتن:

قوانين نيوتن للحركة ، ثلاثة قوانين فيزيائية تأسس الميكانيكا الكلاسيكية وتربط هذه القوانين القوى المؤثرة على الجسم بحركته ، جمعها إسحاق نيوتن و استخدمها في تفسير العديد من الأنظمة والظواهر الفيزيائية.

4.2.قانون نيوتن الأول:

((يظل الجسم الساكن في حالة سكون ما لم تؤثر عليه قوة خارجية ، وبالمثل يميل الجسم المتحرك إلى البقاء متحركاً بسرعة ثابتة في خط مستقيم ، ما لم يتم التأثير عليه بواسطة قوة خارجية)) (14) .

5.2.قانون نيوتن الثاني:

((إذا أثرت قوة أو مجموعة قوى على جسم ما ، فإنها تحدث أو تحاول أن تحدث تغييراً في حالة الجسم عن حالة سكونه أو حركته بسرعة منتظمة ، وعندما تتغير حالة الجسم تحدث عجلة تسارع ، يكون اتجاهها في نفس اتجاه القوة المؤثرة)) (15) ، ويرمز للقوة المؤثرة بالرمز (**F**) ، ويرمز لعجلة التسارع الحاصلة بالرمز (**A**) ، ويرمز لكتلة الجسم بالرمز (**M**) (16)، لذلك فإن (القوة = الكتلة x التسارع) (17) ،

6.2.قانون نيوتن الثالث

((لكل قوة فعل قوة رد فعل، مساوٍ له في المقدار ومضادٌ له في الاتجاه))(18) .

7.2.نيوتن والتفاحة :

يعزى إلى نيوتن أنه أتاه إلهام بفكرة الجاذبية بعد أن شاهد تفاحة تسقط من شجرة ، وعلى الرغم من رأي البعض أن قصة التفاح ما هي إلا أسطورة وأنه لم يتوصل لنظريته حول الجاذبية في لحظة واحدة ، إلا أن المتداول أنه : ((أتته فكرة مفهوم الجاذبية قائلاً : لماذا تسقط التفاحة دائمًا عموديًا على الأرض؟ ثم قال لنفسه : لماذا لا تسقط جانبًا أو تصعد لأعلى؟ لابد أنها تتجه إلى مركز الأرض إذاً بالتأكيد أن الأرض جذبتها ، وبالتالي تسقط التفاحة عموديًا ، أو نحو المركز ، وإذا كانت الأشياء يجذب بعضها بعضاً ، فلابد أن يتناسب ذلك مع حجمها ، فتكون التفاحة تجذب الأرض ، كما تجذب الأرض التفاحة)) (19) .

ومن هنا حصل نيوتن على الفكرة الأولى لنظريته في الجاذبية العامة عندما سقطت تلك التفاحة بالخطأ ، حيث أظهرت الأرض قوة جاذبية على الأجسام القريبة من سطحها ، وعندها كان نيوتن يفكر قوة سحب يمكن أن تجعل القمر في مساره طريقه (20).

8.2.نقاط ومآخذ في حياة نيوتن :

في عام 1703 أصبح نيوتن رئيسًا للمجتمع العلمي الملكي (21)، وفي عام 1705 منحته ملكة إنجلترا آن لقب فارس (سير) وهو ما أعطاه قوة ونفوذًا استخدمهما بشكل استبدادي ضد غيره من العلماء متجاهلًا فكرة أن العلم هو عمل تعاوني تكاملي ، ففي عام 1705 ادعى العالم الألماني غوتفريد لايبنز أن نيوتن سرق بحثه حول الحسابات اللامتناهية

الصغر، ولتبيان حقيقة الادعاء شكّل المجمع الملكي لجنة كان لنيوتن بحكم رئاسته للمجمع القدرة على التحكم بتعيين أعضائها وبشكلٍ متوقع فإن قرارات اللجنة كانت لصالح نيوتن.

تكرر الأمر مع الفلكي جون فلامستييد الذي حاول نيوتن الحصول على ملاحظاته وعمله حول النجوم للاستفادة منها، إلا أن فلامستييد تمكن من الحصول على حكم من المحكمة لإيقاف نيوتن هذه المرة.

3. عبد الرحمن الخازني وفكرة الجذب :

1.3.عبدالرحمن الخازنى : ترجمة وسيرة

عبد الرحمن الخازنى هو : أبو منصور ، وقيل أبو الفتح عبد الرحمن المنسوب إلى الخازن (22) ، حيث كان عبد الرحمن عبداً رومياً ، أعتقه وتكفل به أحد علماء مدينة مرو (23) الخراسانية في القرن الخامس الهجري ، وهو القاضي العميد أبو الحسن علي بن محمد الخازن المروزي ،

وهذه للحق مزية أخرى تُضاف لدين الإسلام ، حيث يجد المرء في ظل هذا الدين فرصته الكاملة للإبداع والظهور بغض النظر عن أصله وعرقه ونسبه ، وأكرم بها من مزية .

ويبدو أن لقب الخازني بياء النسب ، هو أوفق وأنسب للتعريف بصاحبنا ؛ وذلك لتفريقه عمن اشتهر عداه بلقب الخازن (24).

وعلى هذا فعبد الرحمن الخازني هو أوفق الكُنى والألقاب لصاحب هذه الترجمة ، وكذلك لورودها بهذا الرسم في تراجم بعض من تعرضوا له على قلتهم .

وذكره بهذا اللقب والرسم المستشرق الإيطالي (كارلو نالينو) في محاضراته المعروف باسم (علم الفلك ، تاريخه عند العرب في القرون الوسطى) حيث قال : ((عبد الرحمن الخازني في كتابه المعروف بالزيج السنجري)) (25) .

وهو فى الواقع غير(أبى جعفر الخازن) عالم الحساب والهندسة والخبير بالمراصد والأفلاك ، صاحب الكتاب الشهير (زيج الصفائح) (26) ، وصاحب كتاب (المسائل العددية) (27).

وكذا ذكره صاحب (الأعلام) (28) ، والذهبي المؤرخ ، والذي وصفه بالزهد والتقشف (29) ، بينما ترجم له البعض في صورة ((عبد الرحمن الخازن ، أو الخازني أبو الفتوح)) (30) ، في حين أثبت بعض القريبين من عصره اسم (أبا جعفر الخازن)(31) ، وهو كذلك في معجم علماء العرب (32).

ولعل عدم اتفاق من ترجم للخازني على اسمه وكنيته ، جعل ثلة من المستشرقين الذين تعرضوا لذكره يخلطون بينه وبين غيره من علماء الإسلام ، وذلك حين ساهمت ترجمة لقبه (الخازني) إلى اللغات الأجنبية في زيادة الاضطراب ، بالنسبة إليهم في لقبه ، وبالتالي الخلط بينه وبين غيره .

وقد تُرجم اسمه إلى **Alkhazeni** (33) ، وأحياناً تُرجم إلى **Alkhazin** (34) ، وهذا لقب حمله غيره من العلماء ، وأحياناً تُرجم إلى **Alhazen** (35) (الحزين)، وهذا لقب اشتهر به العالم المعروف الحسن بن الهيثم (36) ، وليس الخازني صاحب هذه الترجمة ؛ لهذا ودرءاً للخلط فإن لقب الخازني هو الصحيح والأوفق .

ولا نملك معلومات وافية عن حياة عبد الرحمن الخازني ، إلا ما ورد في ترجمته من أنه : كان مولى رقيقاً في مُستهل حياته ، فهل كان استرقاقه قبل عتقه شراءً أو غير ذلك ؟ كما لا نملك معلومات عن مبدأ تحصيله العلوم ، إلا ما ذُكر عن تكفُّل سيده القاضي أبي الحسن علي بن محمد الخازن المرزوي برعايته، ثمَّ عتقه وتعليمه ، استفادة مما كان بمدينة (مرو) وقتئذ من حركة علمية لها شأنها ، وممن توافر بها من علماء وأعلام .

ويبدو أن النبوغ ظهر باكراً لدى الخازني ، إذ نجد أنه أحسن التصنيف باكراً ، بعد أن استهوته علوم الفلك والحيل والفيزياء ، وهذا ما حدا بالقاضي الخازن أن يأخذ بيده ، ويُوسع دائرة مداركه ، وصولاً إلى تمهيد الطريق أمامه إلى بلاطات الأمراء الخراسانيين ، حتى أصبح عبد الرحمن الخازني في صحبة سلطان خراسان معز الدين أبي الحارث سنجر (37) .

واللافت في صحبة عبدالرحمن الخازني للسلطان سنجر، هو عدم استغلال الخازني لمكانته لدى السلطان لتحقيق الجاه والثراء حيث عُرف عنه زهده وعدم سعيه وراء الثراء ؛ ولعل لتربيته وطفولته ورقه في بداية عمره أثر في تلك الطبائع التي اتصف بها ، والثابت أن الخازني كان يرد عطايا وجوائز الأمراء والسلاطين والمتنفذين بكلِّ أدب العلماء ، وعصامية الفضلاء ، فقد ورد أنه رد بتواضع جمَّ جائزة قدرها ألف دينار بعثها إليه السلطان سنجر نفسه ، وقال نصاً ((يكفيني كل سنة ثلاثة دنانير)) (38).

لقد أصاب الخازني الهدف من صحبة السلاطين ، وحاز الجائزة بتمكنه من المصنفات والكتب ، ونجاحه في تحقيق التجارب العلمية ، وانكبابه على التصنيف والتأليف والتجريب .

ولهذا ، ورغم عدم تفضل السلطان سنجر على الخازني بالأموال لدنو قيمتها لدى الخازني ، فإن مساعدة السلطان سنجر له على الإنتاج والبحث والقراءة كانت أكبر مكافآته ، وهى مزية للسلطان سنجر الذي يراه الخازني رجلاً مفضالاً وحاكما عادلاً تمتد فضائله إلى رعيته ، ويرعى العلماء منهم خير رعاية (39).

وإمعاناً من الخازني في تقدير السلطان سنجر ، فإنه ألف أشهر كتبه على الإطلاق _ ولعله أشهر المصنفات في فرعها العلمي _ لصالح مكتبة السلطان سنجر، وهو كتاب (ميزان الحكمة) الذي قال في مقدمة تصنيفه ((صنفت كتاباً في ميزان الحمة لخزانته المعمورة)) (40).

وعلاوة على ما لدى الخازني من نبوغ ، وما أفاده من صحبة السلطان سنجر، كان تأثره بمن سبقه من العلماء ، ونهله من علوم سابقيه ، رافداً آخر في تكوين شخصيته العلمية ، فقد اعتبر الخازني أعماله وتجاربه العلمية امتداداً واستكمالاً لجهود علماء سبقوه ، وأعلام كتبوا العلوم قبله ، وعلى رأسهم : أبو الريحان البيروني (41) ، والذي كان لأبحاثه وتصانيفه ، وخاصة في مجال قياس الأثقال والأوزان النوعية أثرها الكبير في تعاليل وشروحات وتجارب وتصانيف الخازني .

كما لا يُنكر الخازني ما لآثار الأقدمين من علماء العالم من فضل وسبقٍ في بعض فروع العلم ، خاصة علماء اليونان القدماء ، حين انكب المسلمون على ترجمة ثمَّ تمحيص وتصحيح وتدقيق العديد من صنوف علوم اليونان .

ولعل أكثر الذين انكب الخازني على دراسة آثارهم وآرائهم من أولئك الأقدمين (أرخميدس 287 – 12 ق.م) عالم الإسكندرية الشهير، والذي وضع أسس ومبادئ بعض القياسات والأبعاد ، وكذلك شروحه في الأجسام المغمورة ، والقوى الدافعة للأجسام وموازين السوائل (42) .

ويبدو أن بعض قواعد أرخميدس في الموازين والأثقال وميزان السوائل ، قد أخذت حيزاً من أعمال وجهود الخازني ، حيث عرض لها بالشرح ، ووصل عن طريق التجربة المعملية ، ووفق آلات وموازين صممها بنفسه وأشرف على صناعتها ، إلى أن حسابات ونظريات أرخميدس تنطبق على السوائل فقط (43).

والحق أن الخازني أقرَّ ما وضعه أرخميدس من حقائق ، لكنه نقض ما أخطأ فيه ثمَّ صححه ، وكذلك زاد ما اعتبره سداً للنقص من بعض الوجوه ، حيث وضع أرخميدس ما اعتبره في زمانه وزناً مثالياً للمعادن والسوائل يحتوي على كفتين متماثلتين متعلقتين بحامل في الهواء ، وابتكر منقلة متحركة على العمود الحامل ، الذي يحمل وسطاً يساوي الصفر ، وترقيماً تراتبياً في اتجاهين تتحرك فيهما المنقلة لقياس الفرق بين الأجسام الموزونة في الكفتين (44).

وبعد تمكن الخازني من استيعاب كل طرائق الوزن في الهواء وفي السوائل ، ابتكر ميزاناً للموائع (السوائل) لم يُسبق إليه ، ولم يكن للناس عهدٌ به قبلاً ، يحتوي على خمس كفات كاملة لا كفتين (45) ، ثلاث منها ثابتة ، واثنان منقلبتان عن موضعهما (46) .

ولهذا تمكن الخازني من نقد أرخميدس ، واكتشاف وجوه النقص في معاملته مع موازين الموائع (السوائل) ، حيث أثبت بالتجربة والمعاينة باختراعه الجديد أن هناك فروقاً ملحوظة في موازين السوائل أو الموائع بعضها عن بعض في

الكثافة ، وبالتالي فإن الواجب تحقيق نسب متقاربة في وزن السوائل في الهواء ، وعلى هذا فإن الخازني اعتمد منهجاً علمياً قويماً ، وسلك درباً صحيحاً على ما كان عليه علماء الحضارة الإسلامية الذين لم يصلوا إلى نظريات تجريدية ، إنما نهجوا أسلوب التجريب والتمحيص والدربة والمران ؛ مما مكن الخازني من إيجاد وحساب أوزان نوعية صحيحة تقترب كثيرا من الدقَّة التامَّة (47) ، وصولاً إلى حساب أوزان السوائل المُزاحة والتوصل إلى حسابات صحيحة للأوزان النوعية للموائع (48) .

وقد لمس الخازني نفسه ، فائدة ما أقدم عليه من تطوير في علم موازين الموائع ، حيث ذكر أن دقة الوزن وصحته تحقق غايات عظيمة منها : التحقق من صميم الفلز ، وصحيحه من مغشوشه من الأجرام الممتزجة بالسوائل دون فصلها عن بعضها ، ومعرفة فضل أحد الفلزين على الآخر في الماء (49).

وبالرغم من شهرة البيروني الواسعة في التوصل إلى حساب الكثير من الأوزان النوعية للأجسام والمعادن والموائع ، فإن الخازني وبعد أن استكمل ما عمله البيروني من تحقيق حسابات الأوزان النوعية ، وجرب ما جربه البيروني من آلات القياس ، نجح في التفوق على البيروني في الأوزان الهوائية مقارنة بالأوزان المائية ، حيث استعرض في تجاربه بعض أوزان الفلزات في الأوزان المائية ، وأكد على صحة ودقة ما وصل إليه البيروني من حسابات في الأوزان الفلزية ، ثم زاد بعض الأوزان التي لم يتوصل البيروني إلى حسابها (50) .

ومن مزايا التجريب والإبداع في منهج الخازني ، تلك المسحة الإيمانية التي رافقت نظرته المنهجية ، وازدانت بها مصنفاته ورسائله ، ففي مقدمة أشهر كتبه (ميزان الحكمة) ، أشار إلى أن العدل والقسطاس رحمة من الله تعالى بعباده ، وأن كتاب الله العزيز من أوضح الشرائع والقوانين والضوابط القائمة على العدالة وإقامة الميزان القسط .

وذكر بعد ذلك ما نصه ((الميزان الذي هو لسان العدل ، وترجمان الإنصاف بين العامة والخاصة)) (51) ؛ اهتداءً بقوله تعالى ((اللهُ الَّذِي أنزَلَ الْكِتَابَ بِالْحَقِّ وَالْمِيزَانِ)) (52) ، واستئناساً بالاقتران العجيب بين وضع الميزان ورفع السماء في منةٍ إلهية ظاهرة ، وردت في قوله تعالى : ((وَالسَّمَاءَ رَفَعَهَا وَوَضَعَ الْمِيزَان ، أَلَّا تَطْغَوا فِي الْمِيزَان ، واقِيمُوا الْوَزْنَ بِالْقِسْطِ وَلاَ تُخْسِرُوا الْمِيزَان)) (53) ، مثلما أشار إلى أن الميزان مؤشر مضبوط لدرجات الاستقامة والانحراف والميل ، كما في قوله تعالى : ((وَ أنزلنا مَعَهُمْ الْكِتَابَ وَالْمِيزَانِ لِيَقُومَ النَّاسُ بِالقِسْطِ))(54).

ولهذا ، فلا غرو أن يُعتبر الخازني من أوائل الفيزيائيين المتخصصين في علم الموازين ، بل تخطى بعمله وتجاربه الدقيقة بالميزان ، من مجرد كونه أداة لمعرفة مقادير الأشياء ، إلى طرائق وأدوات عملية لتقدير وحسبان الأوزان النوعية للمعادن والجواهر والموائع ؛ وذلك باختراعه وتطويره لآلات وزن فائقة الدقة ، مما يمكن أن نسميه موازين حساسة ، ثمَّ وضع مؤلفات تضمُّ في مظانها كل تلك التجارب ، ورسومات توضيحية لآلات وزنية لم يسبق إليها .

علاوة على أن الخازني اتبع المسار الصحيح في البحث العلمي ، والذي يذهب في مستويين معروفين : المستوى الأول وهو البحث في الموجودات ، وإعمال ملكة التأمل فيها ، ثم تصنيفها وفق أسس تصنيفية محددة ، والمستوى الثاني وهو البحث في المكونات ، وذلك من حيث التعمق في مكونات الشيء وسبر أغوار أجزائه ؛ وصولاً إلى اكتشاف أجزاء جديدة ، وطرائق مستحدثة للتعامل مع مكونات الأجسام والكتل في الموجودات (55) .

ولذلك كانت منهجية الخازني عندما انكب على دراسة الأوزان النوعية في الهواء والسوائل ، وما تبع ذلك من إقدامه على اختراع موازين جديدة لم تكن معروفة قبله ، قادت كلها على اعتبار الخازني عالماً مخترعاً ومطوراً في آن ، حيث توصل إلى أن الهواء يحوي وزناً يمكن قياسه ، ويحوي قوة رافعة دافعة مثل قوة السوائل (56) .

وكان منهج الخازني في تعامله مع سابقيه وآرائهم وتجاربهم يتفق مع طريقة العلماء المعتمدين على منهج علمي تجريبي فهو على ذلك من الذين : ((نظروا في كتب من تقدمهم من العلماء ، واستقصوا أقاويلهم ، ووجدوا فيها الصواب والخطأ والمشكل ، فأمَّا من كان غرضه العلم ، وكانت طِباعه خيّرة ، فإنَّه ميَّز بعقله الحق من الباطل ، متأملاً مجتهداً في درك

الحق ، طالباً منحه ، متبعاً أثره ، ، فحيث وجد أخذه بأحسن قبول وأتمّ رغبة ، وأين وجد الباطل اجتنبه ، وحاد عن سبيله)) (57) .

وللحق ، فإن الخازني ليس الأسبق من علماء المسلمين في اعتماد التجريب والمشاهدة لإثبات الفرضيات العلمية وإيراد النتائج ، ولكن بشكل مجمل هو من ضمن علماء الإسلام الذين سبقوا علماء العصور اللاحقة ، وأنه من المتعجل القول أن (روجر بيكون) (58) هو أول من نادى بالطريقة العلمية القائمة على أسلوب التجريب على أساس أنَّه مبتدع النظرية القائلة بوجوب اعتماد التجريب والمشاهدة في العلوم (59).

وليس بغريب أن يُقر بعض المنصفين من المتأخرين من غير المسلمين ، بسبق وريادة علماء الإسلام في العديد من مناهج العلوم ومناهج التحصيل ، وخاصة عندما يتم الحديث عن المنهج التطبيقي في العلوم التطبيقية ، فقد ذكر (بريفولت) (60) صراحة ((أنَّ مصدر الحضارة الأوربية الحقيقي هو منهج العرب التجريبي)) (61) .

هذا علاوة على ما زخرت به مؤلفات التجريبيين المسلمين من ألفاظ واضحة ، ورسومات ظاهرة ، وآلات مُخترعة تدل كلها على صرامة منهج التجريب عندهم وتأصله في دراساتهم .

2.3.البيئة العلمية و أثرها في علوم الخازني:

كان عصر السلاجقة رغم كثرة حوادثه التاريخية ووقائعه السياسية زاخراً بحركة فكرية ظاهرة ونهضة عظيمة مشهود لها ، فمن المعروف أن عصر السلاطين السلاجقة شهد نهضة واضحة في بناء المدارس ودور العلم ، خاصة في عهد وزارة نظام الملك وزير ألب أرسلان ملك شاه (62) .

وكان خليفة ألب أرسلان السلطان سنجر، مولعاً بالعلم ، مهتماً بأهله ، فكان زمنه يزخر ((بنهضة علمية وأدبية رائعة ، وقد تمَّ خلال ذلك تأليف عدد من أمهات الكتب)) (63) .

وإذا اقتربنا بشكل أكبر من المحيط العلمي للخازني ، نجده قريبا من علم بارز في مجال بحثه ، وهو العالم أبى الريحان البيروني ، مما جعل الثاني صاحب أثر جلي في علوم الخازني وتجاربه ، حتَّى يمكننا الركون _بعد مواءمة تجارب الرجلين_ إلى أن الخازني كان في الواقع امتداداً لجهود البيروني واستكمالاً لنهجه واختراعاته ، كما يمكن القول بلا مواربة أن زيادات الخازني على ما وصل إليه البيروني كانت واضحة ، بعد مقارنة ما توصل إليه كلاهما في البحث والاستقراء والتجريب ، ولعل سبق البيروني للخازني مهد الطريق أمام الثاني ؛ ليستكمل ما بدأه الأول ، فالخازني استخدم كل ما أمكنه من آلات البيروني ، وفهم طرائق عملها ، ثمَّ استطرد بتطويرها وتحسينها إلى أن توصل إلى اختراع آلات وابتداع موازين جديدة بزت من كان قبله من العلماء .

ولذلك كان عصر الخازني عصراً مستنيراً من الناحية العلمية ، ففيه اتضحت ظاهرة تصنيف الكتب وجمعها بشكل يزيد عن العصور السابقة ، على أن جمع الكتب كان من الواجهة الكبيرة لذلك العصر ، فكان ترديد أقوال السابقين وشرحها والتدليل عليها أغلب وأعمّ ، وبالتالي ظهر ما يمكن أن نسميه الموضوعات العلمية التي طغى عليها أسلوب النظر في تصانيف المتقدمين ، وشرح تصانيفهم اعتماداً على ما في خزائن الكتب من مؤلفات علمية (64) .

وعليه فإن عبد الرحمن الخازني أُحيط ببيئةٍ علمية مناسبة للبحث العلمي ، عاونته بلا ريب على التصنيف والتجريب والابتكار، ففوق قربه من السلطان سنجر المُحبُّ للعلم المُقرِب للعلماء ، حظيّ الخازني ببيئة وفيرة من المصنفات ودور العلم والمدارس ، وكل ما يُساعد على الاختراع والتعلم ، والتصنيف والتجريب .

3.3.مصنفات الخازني :

هناك – للحق – خلطٌ بين الخازني ، صاحبنا ، وبين بعض المصنفين الذين حملوا لقب (الخازن) القريب من لقبه ، فقد نُسبت إليه خطأ بعض التصانيف التي ليست له ، فحين ترجم القفطي للخازن كتب هكذا ((أبو جعفر الخازن ، كنيته هذه أشهر من اسمه ، عجمي النسبة ، خبير بالحساب والهندسة والتسيير ، عالم بالأرصاد والعمل بها ، مذكور

بهذا النوع في زمانهما ، له تصانيف منها : كتاب زيج الصفائح ، وهو أجلُّ كتاب ، وأجمل مصنف في هذا النوع ، وكتاب : المسائل العددية)) (65) ، وقد يُظنُّ للوهلة الأولى أنَّه صاحبنا ، لكن الخازن هذا صاحب كتاب (زيج الصفائح) ، وهو أبو جعفر محمد بن الحسين الصاغاني الخراساني الملقب بالخازن، توفي سنة 400 هـ (66) ،وليس عبد الرحمن الخازني صاحبنا ، والذي يكاد يتفق من ترجم له على مصنفاته التالية :

1- الزيج السنجري ، نسبةً للسلطان سنجر (67)
2- رسالة في الآلات(68) .
3- جامع التواريخ (69).
4- كتاب الفجر والشفق ، وكتاب في الآلات المخروطية (70) .
5- كتاب التفهيم (71).
6- كتاب ميزان الحكمة ، وهو أجلُّ وأشهر كتبه ، بل ويكاد يكون الفريد من نوعه في زمنه ، وبه خلاصة تجارب الخازني ونتائج أبحاثه .

1.3.3.الزيج السنجري :

هو زيج (72) فلكي مخطوط (73) ، أتمه الخازني للسلطان سنجر بن ملك شاه (511- 552هـ) ، وإليه نُسب الزيج ، وفيه إشارات من الخازني لدراسته الزيج السابقة والأزياج الفلكية ، ثم جعل لها إشارات ورموز خاصة لكتبة قيم تلك الأعداد التي تُشير لمواقع الأفلاك وحساباتها الدقيقة (74) .

وفي هذا الزيج دراسات وافية حول مواقع النجوم وحركاتها ، وتبدل أزياجها خلال سنة 530 هـ\ 1135-1136م ، وكذلك تحديد الدوائر الواقعة عليها مدينة مرو الخراسانية ، وفيه كذلك معاينة ومقارنات بين جملة من الكواكب التي نجح الخازني في رصد مواقعها ، وتحديد أطوار حركتها ، فضلاً عن دراسة حالات الخسوف والكسوف للشمس والقمر ، وقد شهد بعض من راجعوا حسابات وقياسات الخازني في زيجه السنجري بدقة وصحة تلك الحسابات ، مما حدا بهم إلى الإعتقاد بأن الخازني كان يملك آلات جيدة ، استعملها في تلك القياسات ، وتوصل بها إلى تلك النتائج الدقيقة (75).

وقد نجح الخازني بعد سلسلة من الحسابات وقياسات الأبعاد في الأزياج السابقة ، في قياس حسابات السنين وارتباطها بالسنوات الكبيسة ، حيث أورد أن التقويم الفارسي يفترض وجود خطأ حسابي بمعدل يومين كل عشرة آلاف عام (76) ، ويقر التقويم المسيحي المعروف بالجريجوري بوجود خطأ قدره ثلاثة أيام في كل عشرة آلاف عام (77) ، وهذا مرده إلى حسابهم للسنوات الكبيسة مقارنة بغيرها حيث اعتبر الأقدمون أن ثمان سنوات من كل ثلاثة وثلاثين عاماً تكون كبيسة ، قام الخازني بالتوصل إلى وجود تسع وثلاثين سنة كبيسة في كل مئة وإحدى وستين سنة (78) ، وهذا تحديداً ما يجعل أيام السنة ثلاثمائة وخمسة وستين يوماً في ألفين وأربعمائة واثنتين سنة ، وحساب السنوات الكبيسة على مر السنين يحتاج إلى حساب وتدقيق (79).

2.3.3.كتاب ميزان الحكمة :

يعتبر هذا الكتاب من أهم الكتب التي صُنفت في مجالها خلال العصور الوسطى (80) ؛ وذلك لدراسته لعلم ، يُعد في زمنه، غفل عن الكثير من العلماء وأرباب الأقلام ، وهو علم الموازين والموائع في صورة تأثرها بعلم الميكانيكا ، وهو ما يعرف حديثاً باسم (الهيدروستاتيكا) (81) ، ويمكن بلا موارية إعتبار أبحاث الخازني في هذا الكتاب ، بادرة وفاتحة لما تلاها من الدراسات الهيدروستاتيكية (ميزان الموائع) ، ونظرياته هي الأسس الأولى الحقيقية لهذا العلم .

والكتاب فوق ما تقدم ، يحتوي منهجاً علمياً رصيناً ، يعتمد منهج التجريب والإهتمام بالكم دون الكيف ، ويشمل على تجارب علمية فيها الكثير من الموضوعية ، والبعد عن التفسيرات الذاتية .

والخازني ، في هذا المصنف العلمي الفريد ، يمزج بين دراسات علوم الآلات والميكانيكا ، وتحديداً الأوزان النوعية للسوائل (الهيدروستاتيك) ، مع علوم الآلات والموازين ، وفيه دراسات عن مراكز الأثقال ، والأوزان النوعية (82).

ولهذا فإن أبحاث وتجارب الخازني كانت أساساً صحيحاً بنى عليه فيما بعد علماء الغرب في العديد من اختراعات العصور الحديثة ومنها جهاز (البارومتر) (83) ، ومفرغات الهواء ، والمضخات المستعملة لدفع المياه ، وكل آلات الموازين الخاصة بوزن الأجسام في الهواء ، وفي الماء ، وفي كل الأبحاث الخاصة بالكثافة (84).

وقد نجح الخازني في اختراع وصنع آلات خاصة لحساب الأوزان النوعية ، ولقياس حرارة السوائل وكثافتها ، وصولاً إلى بحوث مهمة جداً في خاصية الجاذبية ، وقوى الجذب والضغط الجوي ، وكذلك التأكيد على أن الهواء يملك قوة دافعة مثل السوائل تماماً (85).

4.3.الخازني ودراسة الجاذبية الأرضية :

لعل الإحجام في ظل التعتيم المعرفي ، وشهرة بعض النظريات العلمية لأشخاص بعينهم ، يقود البعض إلى التردد في رد بعض أحوال السبق المعرفي إلى أهلها ، وإحقاق الموضوعية والمصداقية العلمية لأصحابها الذين صاغوا حروفها الأولى ، وابتدعوا أسسها الأولية .

فمن من الناس يستطيع إنكار عبقرية العالم إسحاق نيوتن (86) ، في توصله إلى ما عُرف بنظرية الجاذبية الأرضية وقوانينها ؟ (87) ، ولا يستسيغ كل المحدثين أن يظهر من يقول إن أحداً سبق إسحق نيوتن في الإشارة إلى الجاذبية ، وقواها المؤثرة في الأرض وفي الأفلاك ، ومن ثم في حركة الأجرام والأجسام .

ونستعرض أولاً مقالة الخازني الكاملة ، حسب ما أوردها في كتابه (ميزان الحكمة) ، لنرى إلى أي مدى يقترب من التنظير لمسألة الجذب بين الأجسام ، حيث يقول الخازني نصاً :

1.4.3.**الباب الأول منها في رؤس مسائل من مراكز الأثقال** :

عن أبي سهل القوهي وابن الهيثم المصري وهو معين للناظر فيه على تصور معانيه و هو تسعة فصول :

-الفصل الأول

(أ) الثقل هو القوة التي بها يتحرك الجسم الثقيل إلى مركز العالم

(ب) والجسم الثقيل هو الذي يتحرك بقوة ذاتية أبدا إلى مركز العالم فقط ، أعني أن الثقيل هو الذي له قوة تحركه إلى نقطة المركز وفي الجهة أبدا التي فيها المركز ولا تحركه تلك القوة في جهة غير تلك الجهة و تلك القوة هي لذاته لا مكتسبة من خارج ، وغير مفارقة له ما دام على غير المركز ومتحركا بها أبدا ، ما لم يعقه عائق إلى أن يصير إلى مركز العالم

-الفصل الثاني

(أ) والأجسام الثقال مختلفة القوي فمنها ما قوته أعظم وهي الأجسام الكثيفة

(ب) ومنها ما قوته أصغر و هي الأجسام السخيفة

(ج) وكلما كان أشد كثافة كان أعظم قوة

(د) وكلما كان أشد سخافة كان أصغر قوة

(هـ) والأجسام المتساوية القوي هي المتساوية الكثافة أوالسخافة

وتكون المقادير المتساوية منها المتشابهة الأشكال متساوية الثقل وتسم هذه الأجسام المتساوية في القوة

(و) والأجسام المختلفة القوي هي التي ليست كذلك و نسميها المختلفة في القوي

-الفصل الثالث

(أ) و إذا تحرك جسم ثقيل في أجسام رطبة فإن حركته فيها بحسب رطوبتها فتكون حركته في الجسم الأرطب أسرع

(ب) و إذا تحرك في جسم رطب جسمان متساويان الحجم متشابهان في الشكل مختلفان في الكثافة فإن حركة الجسم الأكثف فيه تكون أسرع

(ج) و إذا تحرك في جسم رطب جسمان متساويان في الحجم متساويان في القوة مختلفان في الشكل فإن الذي يلقى الجسم الرطب منه سطح أصغر تكون حركته فيه أسرع

(د) و إذا تحرك في جسم رطب جسمان متساويان في القوة مختلفان في الحجم فإن حركة الأعظم فيه أسرع

-الفصل الرابع

(أ) الأجسام الثقال قد تتساوي أثقالها و إن كانت مختلفة في القوة مختلفة في الشكل

(ب) و الأجسام المتساوية الثقل هي التي إذا تحركت في جسم واحد من الأجسام الرطبة من نقطة واحدة كانت حركتها متساوية أعني أنها تجوز في أزمنة متساوية مسافات متساوية

(ج) و الأجسام المختلفة الثقل هي التي إذا تحركت على هذه الصفة كانت حركتها مختلفة و أعظمها ثقلا أسرعها حركة

(د) و الأجسام المتساوية في القوة و الحجم و الشكل و البعد عن مركز العالم متساوية

(ه) و كل جسم ثقيل يكون على مركز العالم فإن مركز العالم يكون في وسطه و يكون ميل أجزائه مع جميع جهاته إلى مركز العالم ميلا متساويا و يكون كل السطوح التي تخرج من مركز العالم يقسم كل واحد منها الجسم بقسمين متعادلي الثقل عند ذلك السطح

(و) و كل السطوح التي تفصله و لا تمر بمركز العالم تقسمه بقسمين غير متعادلي الثقل عند ذلك السطح

(ز) و كل جسم ثقيل فإن النقطة منه التي تنطبق على مركز العالم إذا كان ساكنا عليه يسمى مركز الثقل لذلك الجسم

-الفصل الخامس

(أ) والجسمان المتعادلان الثقل عند نقطة مفروضة هما اللذان يمكن إذا ضما إلى جسم ثقيل تكون تلك النقطة مركز ثقله و صار مركزا ثقلهما على جانبي تلك النقطة على خط مستقيم يمر بتلك النقطة إلا أن وضع ذلك الجسم و تصير تلك النقطة مركز ثقل مجموعهما

(ب) و الجسمان المتعادلان الثقل عند سطح مفروض هما اللذان يمكن إذا ضما إلى جسم ثقيل يكون مركز ثقله على ذلك السطح و صار مركزا ثقلهما على جانبي ذلك السطح إلا أن يتغير وضع ذلك الجسم و يكون مركز ثقل الجميع على ذلك السطح

(ج) والأثقال المتعادلة لثقل واحد بعينه على مركز واحد فهي متساوية

(د) و إذا ضم إلى أثقال متعادلة عند مركز مفروض أثقال متعادلة عند ذلك المركز فلم يتغير مركز ثقلهما فإن الجميع متعادلة عند ذلك المركز

(ه) و إذا ضم إلى أثقال متعادلة عند سطح مفروض أثقال متعادلة عند ذلك السطح فإن الجميع متعادلة عند ذلك السطح

(و) و إذا نقص من أثقال متعادلة أثقال متعادلة فلم يتغير مركز ثقل الجميع فإن الباقية متعادلة

(ز) و كل جسم ثقيل يعادل جسما ثقيلا فإنه لا يعادل بجميع ثقله و لا بأكثر من ثقله جزءا من ذلك الجسم ما لم يتغير وضع أحدهما

(ح) والأجسام المتساوية في القوة المتساوية في العظم المتشابهة لأشكال التي أبعاد مراكز أثقالها من نقطة واحدة متساوية هي متعادلة الثقل بالإضافة إلى تلك النقطة و متعادله[3] الثقل بالإضافة إلى السطح المستوي الذي يمر بتلك النقطة و يكون وضع تلك الأجسام عندها وضعا متشابها (ط) و كل جسمين ثقيلين فمجموع ثقلهما أعظم من ثقل كل واحد منهما

(ي) و الأجسام الثقال المتساوية البعد عن مركز العالم هي التي تكون الخطوط التي تخرج من مركز العالم إلى مركز أثقالها متساوية.

-الفصل السادس

(أ) كل جسم ثقيل يتحرك إلي مركز العالم فإنه لا يتجاوز المركز وأنه إذا إنتهى إليه إنتهت حركته

(ب) و إذا انتهت حركته صار ميل جميع أجزائه إلى المركز ميلا متساويا

(ج) و إذا إنتهت حركته فإن وضع المركز منه حينئذ لا يتغير

(د) و إذا تحرك إلى المركز أجسام ثقال و لم يعقها عائق فإنها تلتقى عند المركز و يصير وضع المركز منها وضعا لا يتغير

(هـ) و كل جسم ثقيل فله مركز ثقل

(و) كل جسم ثقيل فإن كل سطح مستو يخرج من مركز ثقله فإنه يقسمه بقسمين متعادلي الثقل

(ز) و إذا قسمه بقسمين متعادلي الثقل فإن مركز ثقله على ذلك السطح

(ح) و إن مركز ثقله هو نقطة واحدة

-الفصل السابع

(أ) كل جسمين ثقيلين بينهما واصل يحفظ وضع أحدهما عند الآخر فلمجموعهما مركز ثقل و هو نقطة واحدة فقط

(ب) كل جسمين ثقيلين يصل بينهما جسم ثقيل يكون مركز ثقله على الخط المستقيم الذي يصل بين مركزي ثقلهما فإن مركز ثقل الجميع على ذلك الخط

(ج) كل جسم ثقيل يعادل جسما ثقيلا فإن كل جسم مساو له في الثقل فإنه يعادل ذلك الثقل إذا لم تتغير المراكز .

(د) كل جسمين متعادلين يرفع أحدهما و يوضع على مركز ثقله جسم أثقل منه فإنه لا يعادل الجسم الباقي و لا يعادل إلا جسما أثقل منه .

-الفصل الثامن

(أ) كل جسم متوازي السطوح متشابهة الأجزاء فإن مركز ثقله هو مركزه أعني النقطة التي تتقاطع عليها أقطاره

(ب) كل جسمين متوازيى السطوح متساويين في القوة و ارتفاعهما متساويين وارتفاعهما على قواعدهما على زوايا قائمة فإن نسبة ثقل أحدهما إلى ثقل الآخر كنسبة عظم أحدهما إلى عظم الآخر

(ج) كل جسم متوازي السطوح يفصله سطح على موازاة سطحين متقابلين من سطوحه فيقسمه بجسمين متوازيى السطوح و يستخرج مركز الجسمين و يوصل بينهما بخط مستقيم و يستخرج مركز جميع الجسم و هو أيضا على هذا الخط فإن نسبة ثقلي الجسمين أحدهما إلى الآخر كنسبة قسمي الخط أحدهما إلى الآخر بالتكافؤ (د) كل جسمين ثقيلين متصليين فإن نسبة ثقل أحدهما إلى ثقل الآخر كنسبة قسمي الخط الذي عليه مراكز أثقالها الثلاث الذي لكل واحد منهما و لمجموعهما أحدهما إلى الآخر بالتكافؤ .

-الفصل التاسع

(أ) كل جسمين متعادلي الثقل عند نقطة مفروضة فإن نسبة ثقل أحدهما إلى ثقل الآخر كنسبة قسمي الخط الذي يمر بتلك النقطة و يمر بمركزي ثقلهما أحدهما إلى الآخر (ب) كل جسمين ثقيلين يعادلان جسما واحدا ثقيلا بالقياس إلى نقطة واحدة فإن أقربهما من تلك النقطة أثقل من أبعدهما (ج) كل جسم ثقيل يعادل جسما ثقيلا بالقياس إلى نقطة ثم ينتقل الجسم في ضد الجهة التي فيها الجسم الآخر و يصير أيضا مركز ثقله على الخط المستقيم الذي عليه المراكز فإنه كلما بعد كان ثقله أعظم (د) كل جسمين ثقيلين متساويين في القوة و الحجم و الشكل مختلفي البعد عن مركز العالم فإن أكثرهما بعدا أعظمهما ثقلا تمت مسائل مراكز الأثقال)) (*).

ولكن ؛ ولكي لا نُطلق حكماً متعجلاً ، نذكّر هنا أولاً بأهم الأسس التي بُنيت عليها الجاذبية الأرضية في فكر نيوتن ، فالمعروف أن نيوتن بنى دراسته على مراقبة دقيقة لحركة الكواكب ، استناداً على حسابات ودراسات اثنين من علماء الفلك في أواخر القرن السادس عشر الميلادي وهما الدنماركي (**Tycho Brahe**) تيخو براهي) (88) ، والألماني (**Johannes Kepler**) يوهانز كيبلر (89) ، ومن خلال ذلك أظهر نيوتن أن قوة جذب الشمس لابد وأن تقل بزيادة المسافة ، وأن جاذبية الأرض لابد وأن تقل كذلك ، فتمكن من حساب القوة التي ينجذب القمر بها إلى الأرض عند سطحها ، ونصّت نظريته على أن قوة الجذب بين جسمين تتناسب طردياً مع كتلة كل منهما ، وعنى ذلك أنه كلما زادت كتلة أي من الجسمين ، كلما زادت قوة الجذب بينهما (90) ، وأن وزن جسم ما على سطح الأرض هو في واقع الأمر : قوة جذب الأرض التي تؤثر على هذا الجسم (91) .

كما فسّر نيوتن ظاهرتي المد والجزر بأنهما راجعين إلى جذب الشمس والقمر الموحد للبحار والمحيطات وجذب الأرض لهما في آن (92) ، ولذلك فقد اعتبره (ديورانت) من الذين لا نظير لهم في التأثير وبقاء ذلك التأثير (93) .

وعلى هذا ، فإن وزن الأجسام يعني نظرياً : وجود قوة معينة يظهر تأثيرها من خلال مركز ثقل ذلك الجسم ، وأن قوة هذا الجسم أو الكتلة مساوية للقوة المعاكسة الجاذبة لها (ردة فعل الأرض) (94) ، أي مركز الأرض ، وبهذا يبقى الجسم ساكناً متوازناً .

لذا فإن الوزن يمثل فى الواقع قوة جذب الأرض ، ويمثل كذلك قوة معينة لها مقدار ومتجهة نحو الأسفل دائماً (مركز الأرض) (95) ؛ لهذا فإن هذا القانون المعروف بالجاذبية ساعد في حل الكثير من المشكلات العلمية ، وفسّر كثيراً من الظواهر الطبيعية (96) .

بعد كل ذلك نرجع إلى مقالة صادمة للخازني ، أودعها كتابه (ميزان الحكمة) ونحاول أن نعقد مقارنة عقلية ولفظية وتفسيرية بينها وبين نظرية نيوتن المبهرة .

يقول عبد الرحمن الخازني في الفصل الأول من المقالة الأولى ، ما نصه الآتي :

((الثقل هو القوة التي يتحرك بها الجسم الثقيل إلى مركز العالم ، والجسم الثقيل هو الذي يتحرك بقوة ذاتية أبداً إلى مركز العالم فقط)) (97) .

ومن حقنا الآن أن نتساءل عبر بعض الأسئلة الاستفسارية :

1- ألا تعني عبارة (الثقل هو القوة التي يتحرك بها الجسم) ، ما أثبته نيوتن من أن وزن الجسم ما هو إلا قوة يظهر تأثيرها من خلال مركز ثقلها ؟.

2- ألا يمكن تفسير عبارة الخازني (يتحرك بها الجسم الثقيل إلى مركز العالم) بأن الوزن أو الثقل ينجذب إلى مركز معين : ، ويقصد بمركز العالم (مركز الأرض) ، أو بمعنى لفظي حديث (ردة فعل الأرض) الواردة في أبحاث نيوتن ؟

3- ألا تنم كلمة (فقط) الأخيرة في عبارة الخازني عن تحديد منهجي لمركز الجاذبية وأنه موحد في العالم (الأرض) ، وأن له مركزاَ في الوسط ، وليس في غيره ؟

ولكي لا نتعجل بإصدار النتائج ، نستكمل عبارة الخازني ؛ لنحاول أن نكتشف مزيداً من التوضيحات عنده ، حيث يقول بعد العبارة السابقة مباشرة ، وبشكل تفسيري : ((أعني أن الثقيل هو الذي له قوة تحركه إلى نقطة المركز ، وفي الجهة أبداً التي فيها المركز)) (98).

وتفسير كلام الخازنى معناه : أن (الثقيل) أي الجسم الذي له ثقل يعني الوزن أو الكتلة ، ويقرر أن للثقيل (أي الوزن) قوة تحركه ، أي تجذبه بشكل دائم و بلا انقطاع نحو المركز .

ثم يستطرد الخازني في وضع قانون للجاذبية بين (الثقيل) أي الأجسام التي لها كتلة ، والمركز(الأرض) ، فيضع ثوابت محددة في علاقة الحركة (الجاذبية) بينهما ، فيقول :

((ولا تحركه تلك القوة في جهة غير تلك الجهة ، وتلك القوة هي لذاته ، لا مكتسبة من خارج ، وغير مفارقة له مادام على غير المركز ، ومتحركاً بها أبداً ، مالم يعقه عائق ، إلى أن يصير إلى مركز العالم))(99) .

فهل يتضح من ذلك أن الرجل يقصد أن : لكل جسم وزن وثقل يجعله ساكناً ومستقرا ومتوازناً ((لا تحركه تلك القوة في جهة غير الجهة ((؟ ، وأن هذه القوة موجودة في ذات الأجسام والأجرام ، أى تحتويها أجرامها ؟ ((تلك القوة هي لذاته وليست مكتسبة من الخارج ((، وأن تلك القوة الجاذبة لا تفارق الأجسام والأجرام ما دامت بعيدة عن مركز الجذب للأجسام الأخرى ؟ بمعنى معادلة الجذب بين الجسمين يحافظ على ثبات المسافة بينهما .

ثم يضيف الخازني ما يؤكد درايته بالفروق بالعلاقة الطردية بين كتلة الأجرام ، وقوة جذبها ، فيقول :

((الأجسام الثقال مختلفة القوى ، فمنها ما قوته أعظم ، وهي الأجسام الكثيفة ومنها ما قوته أصغر وهي الأجسام السخيفة ، وكلما كان أشد كثافة ، كان أعظم قوة ، وكلما كان أشد سخافة ، كان أصغر قوة ، والأجسام متساوية القوى ، هي المتساوية في الكثافة أو السخافة ، وتكون المقادير المتساوية منها المتشابهة الأشكال متساوية الثقل ، وتُسمى هذه الأجسام (المتساوية في القوة) والأجسام المختلفة القوى هي التي ليست كذلك ، ونسميها (المختلفة القوى)))(100) .

وإذا فسرت كلمة (مركز العالم) التي استخدمها الخازني على أنها مركز المجموعة الشمسية (كوكب الشمس) ، فإن عباراته وقوانينه تكون أكثر صموداً وأكثر موضوعية قياساً بنظرية الجاذبية الأرضية الحديثة .

ولأن الخازني قد أفرد مقدمة كتابه لما سماه (مراكز الأثقال) ، وأودع فيه نظريات دقيقة عن الأبعاد والمسافات والأثقال ، وقوانين الجذب بين الأجرام والكتل والأجسام ، من وجهة نظره كعالم متخصص في الموازين والميكانيكا ، فإننا نترك الباب موارباً للمتخصصين في تقنية نظريات الخازني ، ثم مقارنتها بالنظريات العلمية الحديثة ؛ لبيان وقياس مدى صمودها وصحتها ومصداقيتها أمام طفرة العلوم الحديثة ؛ ولبيان إن كان الخازني قد قُرئ، ثم حُفظ ، ثم جُربت نظرياته ، وعُدلت أو هُذبت ، وأعلنت للعالم على أنها سبق للمحدثين من علماء الغرب ، وليس اجتراراً لجهود علماء سابقين .

4.الخاتمة :

لامراء في أن قانون الجذب العام المعروف عالمياً باسم السير إسحاق نيوتن ،وأن الرجل صاحب جهد و علم يذكر ، وقد واكبه ثلة من العلماء الغربيين في البحث في مجالات الفلك وحركة الأجرام ، وحدث بينهم ما حدث من تنافس وادعاء بالسبق والبز في غير اختراع ، منهم روبرت هوك ، و غوتفريد لايبنز ، و جون فلامستييد ، ولكل منهم قصة تروى مع نيوتن ، وقضايا شائكة لا مجال لذكرها هنا ، لكنها تحيل إلى أن نيوتن مارس بشكل أو بآخر نوعاً من الانتهاز واستهخدام النفوذ في نسبة بعض الاختراعات لشخصه دون البقية .

غير أن القاسم المشترك بينهم جميعاً أن جهودهم كانت بلا ريب استكمالاً لجهودين علماء وأعلام سابقين لهم ، أخذوا عنهم ، وربما زادوا وطوروا ، و لا مناص هنا من الإشارة إلى جهود الفلكيين : الألماني يوهانز كيبلر ، والدنماركي تيخو براهي ، اللذين أطرا بشكل أو بآخر لفكرة قانون الجاذبية التي تأصلت بمفهومها الرياضي والفيزيائي والديناميكي في كتابات نيوتن فيما بعد.

ولعل من المجدي الإشارة إلى أعمال الترجمة الواسعة التي ترافقت مع خروج المسلمين من الأندلس وتبعته ، فنهاية القرن الخامس عشر الميلادي والقرن السادس عشر كانت أزمان طفرة معرفية ، وأوقات نبوغ واستكشاف واختراع ، ولا نفشي سراً حين نصدع بأن ميراث الأندلسيين كان عماد كل تلك الطفرة .

وغير بعيد عن ذينك الأمور ، بدا عمل الفلكي المسلم عبدالرحمن الخازني تأصيلاً وتأطيراً لفكرة الجاذبية بمفهومها النطري ، وفي أطرها التسجيلية ، فالرجل كان مولعاً بعلوم الهيدروستاتيك (وزن الموائع) ، غير أن كتاباته جنحت نحو أفكار صدع بأنها استكمال لجهود علماء قبله ، فقال بأن الأجسام تنجذب دائماً إلى مركز العالم ، وقال بأن الجسم

الثقيل يتحرك بقوة ذاتية إلى مركز العالم ، وقال بأن قوة الجاذبية لا تفارق الأجسام والأجرام ما دامت بعيدة عن مركز الجذب للأجسام الأخرى ، ولن نزيد لأن عبارات أخرى تزدان بها سطور كتابه ميزان الحكمة .

غير أن الواجب العلمي يلزمنا أن نتوقف عند حد الإشارة بالعبارة ، فالتخصص لأهل التخصص ، ليسبروا أغوار مصطلحات الرجل ، وليفسروا ، وليقاربوا ، وليقارنوا، فمهمة البحث التاريخي تتماهى مع الكشف والفحص والتقريب ، وتترك الباب موارباً لمن يشهر قلم العلم ، وينصف بالحجة والدليل والبرهان .

لذا فقد اقترب البحث من الإقرار لعبد الرحمن الخازني بسبقه ، دون جحود جهد سابقيه ومتأخريه ، بيد أن للرجل حقه في أن ينصف من باب أنه أشار ، وربما سبقه غيره إلى تأطير صحيح لفكرة الجاذبية .

الهوامش (الإحالات):

(1) Peter Mann , Lagrangian and Hamiltonian Dynamics , Oxford University Press , 2018, p 514.

(2) Carlos . I. Calle , Superstrings and Other Things : A Guide to Physics , Chemical Rubber Company Press , Florida , 2001, p 52.

(3) William . R. Newman , Newton the Alchemist: Science, Enigma, and the Quest for Nature's "Secret Fire" , Princeton University Press , 2018 , p 89.

(4) Nicolae Sfetcu , Isaac Newton vs. Robert Hooke on the law of universal gravitation , MultiMedia Publishing , 2019 , p12.

(5) Gerald North , Observing the Solar System : The Modern Astronomer's Guide Cambridge University Press, 2012 , p357.

(6) Michael. A. Seeds , & others , Foundations of Astronomy , eleventh edition , Cengage Learning , boston , 2010 , p96.

(7) Curtis Wilson , from Kipler to Newton: telling the tale , The Foundations of Newtonian Scholarship , editor Richard . H. Dalitz, & Michael Nauenberg . World Scientific , 2000 , p228.

(8) Seeds , Foundations of Astronomy , p90.

(9) Tessa Morrison , Isaac Newton's Temple of Solomon and his Reconstruction of Sacred Architecture, Springer Science & Business Media , 2010 , p61.

(10) peter Dear , Mixed Mithematics, Wrestling with Nature: From Omens to Science, editorMichael. Shank & others , University of Chicago Press , 2011, p159. H.

(11) Paul Sanghera , Quantum Physics for Scientists and Technologists: Fundamental Principles and Applications for Biologists, Chemists, Computer Scientists, and Nanotechnologists , John Wiley & Sons, 2011,p 21 .

(12) David. L. Hull , Science as a Process: An Evolutionary Account of the Social and Conceptual Development of Science , University of Chicago Press, 1990 , p 351.

(13) Edgar Thorpe, & Showick Thorpe , Pearson General Knowledge Manual 2009 , Pearson Education India , Delhi , 2008 , p 191.

(14) Ashok . G. Ambekar , Mechanism and Machine Theory , PHI Learning Private Limited , New Delhi , 2007, p 618 .

(15)ياسين محمد عبدالسلام ، الدليل في الفيزياء : مبادئ الفيزيا العامة ، كفر الشيخ ، دار العلم والإيمان للنشر ، 2018 ، ص36.

(16)مروان بن أحمد بن محمد الفهاد ، تطبيقات الفيزياء النظرية الأساسية ، ج1 ، الرياض ، دار العبيكان للنشر, 2000 ، ص11.

(17)أسامة علي الخضر ، القرآن والكون : من الانفجار العظيم الى الانسحاق العظيم ، القاهرة ، منشورات المكتبة العصرية، 2006

(18)محمد خاقاني ، بيّنات : رحلة في آفاق الفلسفة والعرفان ، ط1 ، بيروت ، دار الهادي للطباعة والنشر ، 1999 ، ص 164.

(19)راما محمد الحجي ، ما خلف الفكرة ، بيروت ، منشورات دار الفارابي ، 2016 ، ص71.

(20) Kalayya Krishnamurthy , Pioneers in scientific discoveries , New Delhi , Mittal Publications, 2002 , P 347.

(21) Charles . E. Hummel , The Galileo Connection , Illinois , Intervarsity Press , 1986 , p 147.

(22)الخازن : نسبة إلى حرفة الخزن والحفظ ، ومنها خازن الأموال وخازن الكتب : كوركيس عواد ، خزائن الكتب القديمة في العراق ، الطبعة الثانية ، دار الرائد العربي ، بيروت ، 1986م ، ص14، ولقد عُرفت جماعة كبيرة من علماء الإسلام بلقب الخازن : أبو سعد عبد الكريم محمد السمعاني ، الأنساب ، الجزء الخامس ، الطبعة الثانية ، منشورات مكتبة ابن تيمية ، القاهرة ، 1980م ، ص 17 . وكذلك : أبو الحسن عز الدين بن الأثير ، اللباب في تهذيب الأنساب ، الجزء الأول ، منشورات مكتبة المثنى ، بغداد ، د .ت ، ص 411 . والخازن كذلك لقب أُطلق على الكاتب الذي يتولى قبض الغلات وحفظها وإخراجها وضبط مقاديرها ، وهو خازن بيت المال الخاص بالدولة : محمد عمارة ، قاموس المصطلحات الاقتصادية في الحضارة الإسلامية ، الطبعة الأولى ، دار الشروق ، بيروت ، 1993م ، ص 185.

(23) مرو : من أشهر مدن خراسان ، وبها مقر أمير خراسان في بعض العصور ، يُنسب إليها جمهور من العلماء بلقب المروزي : مجهول ، حدود العالم من الشرق إلى الغرب ، تحقيق ، يوسف الهادي ، القاهرة ، الدار الثقافية للنشر ، 1999م ، ص 75.

(24)السمعانى، الأنساب ، الجزء الخامس ، ص ص17 ، 18 .

(25)كارلو نالينو ، علم الفلك ، تاريخه عند العرب في القرون الوسطى، مكتبة المثنى، بغداد ، د.ت ، ص179.

(26) أبو نصر منصور علي بن عراق ، رسالة تصحيح زيج الصفائح ، الطبعة الأولى ، مطبعة دائرة المعارف العثمانية ، حيدر آباد الدكن ، 1947م ، ص 3 .

(27) جمال الدين أبو الحسن بن على القفطي ، إخبار العلماء بأخبار الحكماء ، مطبعة السعادة، القاهرة، 1326هـ ، ص 259 .

(28)خير الدين الزركلي ، الأعلام ، الجزء الثالث ، الطبعة التاسعة ، دار العلم للملايين ، بيروت ،1995 ، ص305.

(29)شمس الدين محمود بن أحمد بن عثمان الذهبي ، دول الإسلام ، الجزء الثانى ، القاهرة ، الهيئة العامة للكتاب ، القاهرة ، 1974، ص18.

(30)باقر أمين الورد ، معجم علماء العرب ، الجزء الأول الطبعة الأولى ، عالم الكتب ، بيروت ، 1986، ص 105

(31)ابن عراق ، رسالة تصحيح الزيج ، ص3 . كذلك : محمد حسين محاسنة ، أضواء على تاريخ العلوم عند المسلمين ، دار الكتاب الجامعي ، العين ، 2001م ، ص229.

(32)الورد ، معجم علماء العرب ، ص 105.

(33) David. A. King , World maps for finding the direction and distance of mecca : examples of innovation and tradition in islamic science ,leiden, brill , 1999, p74.

(34) Sonja Brentjes , "patronage of the mathematical sciences in islamic societies", the oxford handbook of the history of mathematics , oxford university press, 2008, p309.

(35)أحمد فؤاد باشا ، آفاق المعاصرة في تراثنا العلمي: ضرورات إحيائه-- تنوع مصادره، خصوصيات تحقيقه ، كتبة الإمام البخاري للنشر , الاسماعيلية ، 2010 ، ص185.

(36)معز الدين سنجر: سلطان خراسان (511/ 552 هـ) من أمراء السلاجقة المقربين للعلماء : عماد الدين اسماعيل بن كثير ، البداية والنهاية ، الجزء الأول ، تحقيق إحسان عبدالمنان ، عمان ، بيت الأفكار الدولية ، د.ت ، ص 1900 (37)الزركلي ، الأعلام ، ص 305.

(38)الخازني ، ميزان الحكمة ، ص 271.

(39)نفس المصدر ، نفس الصفحة .

(40)الخازني ، ميزان الحكمة ،المقدمة.

(41)أبو الريحان البيروني : عالم وفلكى مشهور ، له كتاب (التفهيم) توفى سنة 430هـ : عز الدين بن الأثير الجزرى ، اللباب في تهذيب الأنساب ، الجزء الأول ، بغداد ، مكتبة المثنى ، د.ت ، ص 179

(42)اسماعيل حسن باشا ، خلاصة الطبيعة الحديثة ، الجزء الأول ، القاهرة ، مطبعة المعارف ، 1928 ، ص 147 .

(43)الخازنى ، ميزان الحكمة ، ص 62.

(44)نفس المصدر ، ص ص 367 ، 368 .

(45)الخازنى ، ميزان الحكمة ، ص 123 .

(46)نفس المصدر ، ص 66.

(47) علي عبد الله الدفاع ، أثر علماء العرب و المسلمين الأوائل في العلوم الرياضية ، بيروت ، دار الرسالة العالمية 2009، ص 101.

(48) العمري : عبد الله ، تاريخ العلوم عند العرب ، عمان ، دار مجدلاوي ، 1990، ص 172.

(49) الخازني ، ميزان الحكمة ، ص 8 .

(50) نفس المصدر ، ص 74.

(51) نفس المصدر ، ص 265.

(52)القرآن الكريم ، سورة الشورى ، الآية 42.

(53) سورة الرحمن ، الآيات 6_ 8 .

(54) سورة الحديد ، الآية 25.

(55)محمود أحمد أبو سمرة ، وعماد أحمد البرغوثي ، (منهجية البحث العلمي عند علماء المسلمين)مجلة الجامعة الإسلامية ، سلسلة الدراسات الإنسانية ، المجلد السادس عشر ، العدد الثاني ، منشورات الجامعة الإسلامية ، القدس ، 2008م ، ص 447.

(56)الورد ،معجم علماء العرب ، ص 105.

(57)أبو الحسن علي بن عبد الرحمن بن أحمد بن منيرة ، كتاب الزيج الكبير الحاكمى ، باعتناء بار كاوسين ، منشورات أمبريميري دي لا روبوبليك ، باريس ، 1804م ، ص ص 37، 39 .

(58) روجر بيكون ، راهب وفيلسوف إنجليزي ، ولد سنة 1214م ، ومات سنة 1294م ، وعرفه الغربيون بلقب **Doctor Mirabilis** ، أي المعلم المُذهل ، أكد على نظرية التجريب في العلوم ، ويعتبره الأوربيون أول من وضع قوانين المنهج العلمي .

(59)أبو سمرة ، منهجية البحث العلمي ، ص 463.

(60) روبرت بريفولت : طبيب وعالم اجتماع وروائي فرنسي ، ولد في باريس عام 1874م من عائلة ذات أصول أسكتلندية ، من أشهرمصنفاته كتاب (صناعة الإنسانية) الذي استعرض فيه تاريخ تطور الإنسانية منذ نشأتها وحتى العصر الحديث، وقد تحدث فيه بإسهاب عن إسهام العرب والمسلمين في مسيرة الحضارة الإنسانية .

(61)يوسف السويدي ، الإسلام والعلم التجريبي ، الكويت ، مكتبة الفلاح ، 1981م ، ص 20 .

(62) يحى الجبوري ، الكتاب في الحضارة الإسلامية ، ط1 ، بيروت ، دار الغرب الإسلامي ، 1998م ، ص 189.

(63)أحمد شلبي ، موسوعة التاريخ الإسلامي والحضارة الإسلامية ، ج8 ، مكتبة النهضة المصرية ، القاهرة ، 1983م ، ص 107.

(64) أبو الحسن برهان الدين إبراهيم بن حسن البقاعي ، الأقوال القويمة في حكم النقل من الكتب القديمة ، تحقيق عبد الرحيم السائح وتوفيق علي وهبة ، القاهرة ، مكتبة جزيرة الورد ، 2010 ، ص ص 70 ، 71.

(65)القفطي ، أخبار العلماء ، ص 259.

(66) محمد أحمد عواد ، أبو جعفر الخازن : حياته ومؤلفاته، جهوده الرياضية والفلكية ،ط1 ، عمان ،مركز الأصدقاء للنشر ، 2000 ، ص 17.

(67) أبو سعيد سعد الدين مسعود بن عمر التفتازاني ،شرح المقاصد ، ج2 ، شرح إبراهيم شمس الدين ، بيروت ، دار الكتب العلمية ، 2010 ، ص 398.

(68) لطف الله قاري ، الإنجازات العلمية للعرب والمسلمين في القرون المتأخرة ، بيروت ،الدار العربية للموسوعات , 2006 ، ص34.

(69) الخازني ، ميزان الحكمة ، ص 116.

(70)نفس المصدر ، نفس الصفحة.

(71)نفس المصدر ، نفس الصفحة

(72) الزيج : لفظ معرب يطلق على الجداول الفلكية : نالليو ، علم الفلك ، ص179.

(73) علي عبندة ، القلك والأنواء في التراث، عمان ، د.ن ، 1999، ص225.

(74) نالليو ، علم الفلك ،ص 179.

(75) إيدين صايبلي ، المراصد الفلكية في العالم الإسلامي ، ترجمة ، عبد الله العمر، منشورات مؤسسة التقدم العلمي ، الكويت ، 1995م ، ص 264.

(76) الخازني ، ميزان الحكمة ص 119.

(77) نفس المصدر ، نفس الصفحة .

(78) نفس المصدر ، نفس الصفحة .

(79) رياض حمودة ياسين ،البيروني ودوره في الكتابة التاريخية ، يافا ، دار يافا العلمية للنشر ، 2009 ، ص99.

(80) قدري طوقان ، العلوم عند العرب ، القاهرة ، مكتبة مصر ، 1979م ، ص 34.

(81) الهيدروستاتيكا : هي علم ضغط السوائل وتوازنها : رمضان الصباغ ، العلم عند العرب وأثره على الحضارة الأوروبية ، القاهرة ، دار الوفاء للطباعة والنشر, 1998، ص158.

(82)الوزن النوعي : هو نسبة الكثافة للمادة ، وبشكل أكثر تحديداً ، هو النسبة بين وزن حجم معين من المادة ، ووزن نفس الحجم في الماء ، في درجة حرارية ثابتة وهي 4 درجات مئوية ، وبمعنى آخر فإن كثافة الماء تساوي الوحدة في درجة حرارة الغرفة ، أحمد فتحي البديوي ، الطبيعة العلمية ، دار المعارف ، القاهرة ، 1966م ، ص 15.

(83)البارومتر : كلمة يونانية معناها (مقياس الثقل) أي ثقل الهواء : عبد المنعم عبد الله الدليمي ،الألفاظ اليونانية في مؤلفات العربية وتأصيلها ، عمان ، دار غيداء للنشر ، 2016. ص86.

(84)الخازني ، ميزان الحكمة ، ص 123.

(85)محمد عبد الرحمن مرحبا ، الموجز في تاريخ العلوم عند العرب ، الطبعة الثالثة ، الدار العربية للكتاب ، بيروت ، 1981م ، ص 133.

(86) جيل كريستيانسن ، إسحاق نيوتن : والثورة العلمية ، ترجمة مروان البواب ، الرياض ، دارالعبيكان للنشر ، 2005 ، ص115.

(87) نفس المرجع ، نفس الصفحة .

(*) الخازني ، ميزان الحكمة ، ص 279 وما بعدها .

(88) تيخو براهي **(Tycho Brahe)** : علم فلك دنماركي شهير ، من أعلام القرن السادس عشر الميلادي ، وضع زيجاً للنجوم ، وكان له علم واسع بالمراصد : عماد مجاهد ، الموسوعة الكونية : قصة نشأة الكون ، عمان ، دار الخليج ، 2020 ، ص ص 111، 112.

(89) يوهانز كيبلر **(Johannes Kepler)** : فلكي ألماني من أعلام الفلكيين الأوربيين نهاية القرن السادس عشر ومستهل السابع عشر ، وضع فرضيات كونية تحمل تقصياً هندسياً للمسافات بين الكواكب والمدارات : جيمس فويلكل ، يوهانز كبلر وعلم الفلك الجديد ، ط1 ، ترجمة محمد شموط ، الرياض ، دار العبيكان ، 2004 ، ص ص 30 ، 31

(90) مرفت أمين الشبراوي ، اكتشافات غيرت مجرى التاريخ ، ط1 ،عمان ، دار زهران ، 2017 ، ص206 .

(91) نفس المرجع ، نفس الصفحة .

(92) محمد جمال طحان ، صناع الحضارة: تاريخ الحضارة الإنسانية عبر أعلامها ، ط1 ، دمشق ، دار صفحات للنشر ، 2010، ص 152.

(93) ول وايريل ديورانت ، قصة الحضارة ، ج3 ، مج 8 ، ترجمة فؤاد أندراوس ، بيروت ، دار الجيل ، 1967،ص249.

(94) كريستيانسن ، إسحاق نيوتن ، ص 115.

(95) نفس المرجع ، ص 31.

(96)علي حلمي موسى ، قرن الفيزياء ، القاهرة ، منشورات المكتبة الأكاديمية ، 2005، ص58.

(97)الخازني ، ميزان الحكمة ، ص 279.

(98) نفس المصدر، نفس الصفحة.

(99) نفس المصدر ، نفس الصفحة.

(100)نفس المصدر ، ص 280.