الفصل الثامن

معاوقات الحركة ـ مقاومة الوسط

فطن العرب إلى وجود مقاومة للوسط الذى تتحرك خلاله الأجسام ، ويتضح ذلك بجلاء شديد فى كتاباتهم العديدة ، ولندعهم يعبروا عن مفاهيمهم لهذه المقاومة وتأثرها بنوع الوسط وشكل الجسم المتحرك ، فنورد نماذج من كتاباتهم ، ولنبدأ بقول الشيخ الرئيس ابن سينا فى معرض تناوله لسلوك الأجسام المقذوفة فى الهواء(١) :

« وأما ما يعترى الأجسام الصغيرة مثل الخردلة ، ومثل التبنة ومثل نحاتة الخشب ، من أنها لا تنفذ عند الرمى فى الهواء نفوذ الثقيل ، فليس السبب فيه أن الأثقل أقبل للرمى والجر ، بل لأن بعض هذه لصغرها لا تقبل من الدافع قوة محركة لها ولما يليها تبلغ من شدتها أنها تقدر بها على خرق الهواء ، ومع ذلك فتكون سريعة الاستحالة إلى البطلان من السبب الذى يعرف فى موضعه . »

ويمضى ابن سينا فى هذا الحديث فيقول :

---

(١) كتاب « الشفاء » : الطبيعيات ـ المقالة الرابعة ـ الفصل الرابع عشر .

« و بعضها يكون متخلخلا لا يقدر على خرق الهواء ، بل يداخله الهواء الذى ينفذ فيه ، ويكون سببا لإبطال قوته المستفادة ، فإنك ستعلم أن مقاومة المنفوذ فيه هو المبطل للقوة المحركة » .

ويقول هبة الله بن ملكا البغدادى فى كتابه « المعتبر فى الحكمة »(١) :

« . . . والذى حرمه المتحرك من الأجسام الكثيفة والرقيقة تعوقه ، فالأكثف يبطئ حركته أكثر ، والأرق أقل ، كما تجده فى حركة المتحرك فى الماء والهواء ، فإن حركته فى الماء الذى هو أكثف من الهواء تحتاج إلى قوة أقوى ويكون فى زمان أطول من زمان حركته فى الهواء ، وعلى النسبة فى الكثافة والرقة يبطئ حركة المتحرك فيها ويسرع ، فبعض البطء لبعض الكثافة والمقاومة.

والمتحرك فى الخلاء يتعين لقطعه مسافة مازمان لا محالة ، فإن كان سريعاً فيكون ذلك مثلا نصف زمانها لو كانت فى الهواء ، ونصف زمان الكاينة الهواء كون تحركه فى معاوق أرق وأقل مقاومة ، وتكون نسبة مقاومته إلى مقاومة الهواء كنسبة هذا الزمان المفروض للحركة فى الخلاء إلى زمان الحركة فى الهواء ، فيتساوى زمان حركة الخلاء الذى لا مقاومة فيه بزمان حركة فى مقاومة مفروضة ، فتكون الحركة حيث لا مقاومة مساوية فى السرعة والبطء للحركة

---

(١) مخطوط مكتبة أحمد الثالث رقم ٣٢٢٢ ـ المجلد الثانى ـ الفصل الرابع عشر ـ الورقتان ٤٨ ، ٤٩ .

فى مقاومة ، وذلك محال ، لا يرتفع حتى يرفع الزمان المفروض لهذه الحركة فى الخلاء .... »

ويمضى ابن ملكا فى موضع آخر من كتابه يقول(١) :

« ..... والقوة بنفسها لا تبطل ولا تفنى ، وإنما يبطلها فى الملاء مصادمة مايلاقيها فى مسافتها من معاوق بعد معاوق ، فيضعفها حتى تفنى ، وليس ذلك فى الخلاء ... »

ويشير الإمام الرازى إلى مقاومة الوسط للجسم الذى يتحرك فيه ، فيقول فى كتابه « المباحث المشرقية »(٢) :

« إن الجسم إذا تحرك فى مسافة فكلما كان الجسم الذى فى المسافة أرق كانت الحركة فيه أسرع ، وكلما كان أغلظ كانت الحركة فيه أبطأ ، لأن الرقيق شديد الانفعال عن الدافع الخارق ، والغليظ شديد المقاومة ، وأيضاً المشاهدة تدل على ذلك .

« (وإذا ثبت ذلك فنقول) إذا فرضنا الجسم متحركا فى خلاء لابد وأن يكون فى زمان ، لأن كل حركة فهى قطع مسافة ، وكل مسافة فهى منقسمة وقطع نصفها قبل قطع كلها ، فتكون تلك الحركة فى زمان ، (ولنفرض ذلك الجسم) أيضاً متحركاً فى ملاء ، ولاشك

---

(١) نفس المرجع السابق ـ الفصل الخامس عشر ـ الورقة ٦٠ .

(٢) الكتاب الثانى ـ الفن الاول ـ الفصل التاسع عشر (طبعة حيدر آباد الدكن بالهند ، الصفحتان ٢٣٢ ، ٢٣٣) .

أن زمان حركته فى الملاء أطول من زمان حركته فى الخلاء ، ولاشك أن لزمان الحركة الخلائية إلى زمان الحركة الملائية نسبة ... »

ويسوق الإمام الرازى لذلك مثلا ، هو مقاومة الهواء للأجسام المتحركة فيه ، فيستطرد قائلا :

« إنا سنبين فى باب الحركة أن الحجر إذا رمى قسراً إلى فوق ، فهو إنما يتحرك لأن المحرك أفاده قوة تحركه إلى فوق ، وتلك القوة إنما تبطل بمصادمات الهواء الذى فى المسافة ، فلو لم يكن فى المسافة هواء ، بل كان خلاء صرفا ، لما وجدت المصادمات ، فكان يجب أن لا تضعف القوة ولا تبطل ، فكان يلزم أن لا يرجع الحجر المرمى إلى فوق إلا بعد وصوله إلى سطح الفلك ، ولما لم يكن كذلك ، علمنا أن هذه المسافة غير خالية . »

يجدر بنا فى هذا المقام أن نشير إلى أن الحجر المرمى إلى فوق سيتعرض إلى قوة الجاذبية الأرضية مع تعرضه إلى مقاومة الهواء ، فالمثل الذى ساقه الإمام الرازى قد قصد به التدليل على وجود مقاومة الهواء، وإن لم يغرب عن باله وجود قوة الجاذبية الأرضية ، كما ورد فى موضع آخر من كتاباته أشير إليه فى هذا البحث ، ويؤكد ذلك أيضاً ما ذكره فى كتابه « المباحث المشرقية »(١) فى حديثه عن أسباب البطء حيث يقول :

---

(١) الكتاب الثانى ـ الفن الخامس ـ الفصل الثامن والعشرون (طبعة حيدر آباد الدكن بالهند ، الصفحة ٦٠٥) .

« .... أما فى الحركات الطبيعية فممانعة الهواء المخروق ، وأما القسرية فممانعة الطبيعة .... »

ويمضى الفخر الرازى فى تقريره انخفاض سرعة المتحرك بسبب المقاومة التى تعترضه فيقول(١) :

« .... فإن الحركة ماهيتها أنها قطع المسافة ،ولا محالة يكون قطع الجزء سابقاً على قطع الكل ، فالحركة لذاتها تستدعى أن يكون لها زمان ، ولذلك فإن حركة الفلك لها زمان وإن لم يكن لها شىء من المقاومات ، نعم ما فى مسافتها من المقاومة يوجب أن يصير زمانها أطول ،فطول الزمان إنما حصل بسبب المقاومة ، وأما أصل الزمان فإنما حصل بسبب أصل الحركة ، وإذا ثبت ذلك فنقول أما الزمان الذى يقابل أصل الحركة فهو حاصل للحركة التى تكون فى الخلاء ، وأما الزمان الذى يقابل المقاومة فلا شك أنه يقل بقلة المقاومة ويكثر بكثرتها .... »

« ..... فلا يلزم من هذا أن تكون الحركة فى الخلاء مساوية للحركة فى الملاء . »

ويستطرد الرازى فى كلامه عما يشغل الحيز بين السماء والأرض فيقول :

« ..... المحتمل أن يكون الغالب فى هذه المسافة هو الهواء ،

---

(١) نفس المرجع السابق ـ الفن الاول ـ الفصل التاسع عشر (طبعة الهند ، الصفحتان ٢٣٣ ، ٢٣٤) .

وإن كان يتخللها خلاء كثير ، ثم إن ذلك القدر من الهواء يكفى فى تضعيف الميل القسرى لمصادماته وتعويقاته ... »

وحرىٌ بالذكر أن نتوقف قليلا عندما سجله الرازى فى هذا النص من أن « حركة الفلك لهـا زمان وإن لم يكن لها شىء من المقاومات » ، فخلو الفضاء الخارجى من المقاومة التى تتعرض لها الأجسام المتحركة فى الغلاف الجوى المحيط بالأرض لم يتأكد لنا بطريقة عملية إلا فى عصرنا الحالى بأبحاث الفضاء وإطلاق الأقمار الصناعية ومركبات الفضاء .

ويؤكد الإمام الرازى مرة أخرى فتور الحركة بسبب المقاومة الخارجية فيقول فى كتابه « المباحث المشرقية »(١) :

« وأما إن كان الجسم معارضاً مما يدفعه ، مثل الحجر الهاوى ، فإن الهواء يقاومه ، وبقدر تلك المقاومة يحصل الفتور » .

تأثر المقاومة بشكل الجسم المتحرك :

وقف العرب على حقيقة تغير مقاومة الوسط المنفوذ فيه تبعاً للشكل الهندسى للجسم المتحرك ، ففى هذا المعنى يقول هبة الله ابن ملكا البغدادى فى كتابه « المعتبر فى الحكمة »(٢) :

---

(١) الكتاب الثانى ـ الفن الثانى ـ الفصل العاشر ـ المسئلة السابعة (طبعة حيدر آباد الدكن بالهند ، الصفحة ٢٩٠) .

(٢) مخطوط مكتبة أحمد الثالث رقم ٣٢٢٢ ـ المجلد الثانى ـ الفصل الرابع عشر ، الورقة ٤٩ .

« وأيضاً لو تحركت الأجسام فى الخلاء لتساوت حركة الثقيل والخفيف ، والكبير والصغير ، والمخروط المتحرك على رأسه الحاد، والمخروط المتحرك على قاعدته الواسعة ، فى السرعة والبطء ، لأنها إنما تختلف فى الملاء بهذه الأشياء بسهولة خرقها لما تخرقه من المقاوم المخروق كالماء والهواء وغيره .

فإن المخروط المتحرك على رأسه يخرق أسهل من المتحرك على قاعدته .... »

زمان الحركة فى الخلاء وفى الملاء :

يقول أبو البركات هبة الله بن ملكا البغدادى فى كتابه « المعتبر فى الحكمة »، وذلك فى معرض رده على القائلين ببطلان الخلاء(١):

« وأما الحجة المبطلة للحركة فى الخلاء بالسرعة والبطء فى الزمان، فإن فيها مغالطة أيضاً من وجهين ، أحدهما فى القول بأنه لا يتساوى زمان الحركة فى الخلاء ، وزمانها فى المقاوم المفروض ، وقد يتساوى ذلك . ولا يؤثر المعاوق الضعيف جداً فى المتحرك القوى ، إذ قد يبلغ من ضعف المعاوق ألا يؤثر فى أشياء نراها عياناً ، مثل عشرة من المحركين إذا أقلوا حجراً ونقلوه مسافة ما فى زمان ما ، فإنه لا يلزم أن يكون الواحد منهم يقدر على نقله عُشْر تلك المسافة ، أو تلك المسافة فى عشرة أضعاف الزمان ، بل قد لا يحركه أصلا ،

---

(١) نفس المرجع السابق ـ المجلد الثانى ـ الفصل الخامس عشر ، الورقتان ٥٨ ، ٥٩ .

إذ لا يكون لقوته نسبة اليه مؤثرة فى نقله ، فإن كانت نسبة معلومة ، فليس كل معلوم مؤثراً فى الموجود ....

وهو أنهم جعلوا زمان الحركة كله للمقاوم ، وقسموه على أجزاء المقاومة المفروضة ، فأعطوا بعضها بعضه على النسبة ، ولم يخصوا الحركة بزمان والمقاومة بزمان ، والزمان للحركة أولا بحسب قوة المحرك وخاصية المتحرك ، ثم بعد ذلك تزيد فيه المقاومة أو لا تزيد ، أو تمنع الحركة البتة ، ولو كان الزمان كله لمقاومة المخروق لما كانت الحركات الفلكية فى زمان ، إذ لا معاوق لها فى حركتها الدورية ، ولا تخرق شيئا تحركها فيه ، ولا لها من فوقها ولا من تحتها ، ولا أمامها ولا خلفها ، مانع ولا معاوق ، ولها أزمان مقدرة محدودة ، ثم يقول لهم المجيب ألستم تقولون إن الزمان من اللوازم الذاتية للحركة من حيث هى حركة فى مسافة يقطعها قبلا وبعدا من غير أن يخطر لكم المعاوق ينال فى الرام الزمان ، ولو كان الزمان كله للمعاوقة لقد كانت الحركة من حيث هى حركة لا فى زمان ، بل يقول المجيب إن للحركة زمانا محدودا من جهة القوة المحركة والجسم المتحرك ، ويزيد فيه المعاوق بحسب معاوقته ومقاومته ، فانسبوا اذن نسبة ما يخص المقاومة من الزمان ، واقسموه على ما يفرضونه أى قسمة بينهم ، واتركوا الحصة الأصلية لزمان الخلاء ، فإنه لا يزيد عليها المنع ولا ينقص عنها الحدث . . . . . »

استحالة الحركة الدائمة :

بوعى كامل للمقاومة التى يتعرض لها الجسم المتحرك ، أيقن

الشيخ الرئيس ابن سينا باستحالة تحقيق « الحركة الدائمة » (١) ، فأشار الى هذا المعنى فى كتابه «الاشارات والتنبيهات» (٢) حيث يقول :

« لايجوز أن يكون فى جسم من الأجسام قوة طبيعية تحرك ذلك الجسم بلا نهاية . »

بهذا القول يكون ابن سينا قد سبق ليوناردو دافنيشى فى دحض فكرة « الحركة الدائمة » بنحو أربعة قرون ، وكان ليوناردو دافينشى يسخر من معاصريه الذين كانوا يؤمنون بإمكان تحقيق «الحركة الدائمة» ويسعون إلى إيجاد الآليات المناسبة التى تمكن من ذلك (٣) .

ويقول أبو البركات هبة الله بن ملكا البغدادى فى فناء القوة بالمعاوقات ، وقد تقدم ذكره فى الحديث عن مقاومة الوسط للجسم المتحرك فيه :

« والقوة بنفسها لاتبطل ولاتفنى ، وإنما يبطلها فى الملاء مصادمة مايلاقيها فى مسافتها من معاوق بعد معاوق ، فيضعفها حتى تفنى ، وليس ذلك فى الخلاء . »

---

(١) Perpetual Motion

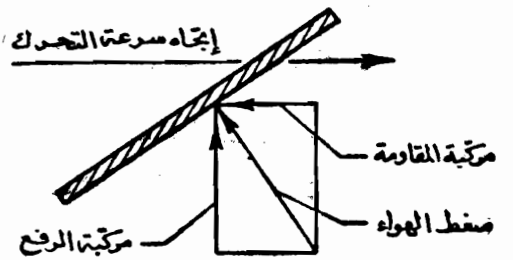
(٢) النمط السادس ـ الفصل الثالث والعشرون .

(٣) كتاب « عبقرية ليوناردو دافينشى فى الهندسة » تأليف الدكتور جلال شوقى ـ مكتبة الانجلو المصرية بالقاهرة ـ سنة ١٩٦٤ ، صفحة ٨٨ .

مبادئ الديناميكا الهوائية :

وقف العرب تماما على مقاومة الهواء للجسم الذى يتحرك فيه ، وعلى أن هذه المقاومة تختلف باختلاف الشكل الهندسى للجسم ، فمقاومة الهواء للمخروط المتحرك على رأسه ليست كمقاومته له وهو يتحرك على قاعدته ، وذلك على حد قول ابن ملكا .

كذلك فقد أدرك العرب أن حركة السهم المائل المندفع تجعل من الهواء وسطا حاملا له ، وفى ذلك يقول الفيلسوف العربى هبة الله ابن ملكا البغدادى فى كتابه « المعتبر فى الحكمة » ، وذلك فى معرض حديثه عن حركة السهم المرمى(١)



شكل (٧) قوة الرفع لسطح مائل يتحرك الى الامام فى الهواء .
(اللبنة الأولى فى صرح الديناميكا الهوائية) .

« . . . . فإن الهواء بجمله باندفاعه ، وما بال الأشياء التى يتفق حصولها فى هذا الهواء المطيف بالسهم لايحملها الهواء كما يحمل الرمح مايحمله . . . »

بذلك يكون العرب قد وضعوا اللبنة الأولى لدراسة حركة الأجسام فى الهواء ، وهى ما نعرفها اليوم بعلم «الديناميكا الهوائية»(٢).

---

(١) مخطوط مكتبة أحمد الثالث رقم ٣٢٢٢ ـ المجلد اثانى ـ الفصل السابع والعشرون ـ الورقة ١٠٧ .

(٢) Aerodynamics

خاتمة

يتعرض هذا الكتاب لأعمال العلماء والفلاسفة العرب بالدراسة والتحليل ، وذلك عن الفترة الممتدة من القرن التاسع الميلادى حتى القرن الثالث عشر الميلادى ، ويهدف البحث الى تقويم مساهمة العرب فى إرساء الأصول الفكرية لما نعرفه اليوم بعلم الميكانيكا ، وتقوم هذه الدراسة على الكتابات العربية مخطوطة ومطبوعة ، وقد قصدنا أن نورد فقرات ونصوص كاملة من هذه الأعمال حرصا على بيان فضل العرب فى أنصع صورة وأدق تحديد .

ويبين البحث أن العرب قد أسهموا بقسط وافر وغزير فى دراسة القوى وأنواعها واتزانها وتحليلها ومعدّل تسليطها ، كذلك تعرضوا بإسهاب للحركة من حيث مفهومها وعناصرها ، كذا لكمية الحركة ولقوانين الحركة ، فتوصلوا الى ماتعارفنا على تسميته بالقانون الأول للحركة والقانون الثالث للحركة ، وذلك قبل علماء الغرب ببضع مئات من السنين ، ويختص القانون الأول بمدافعة الجسم عن استمراره فى البقاء على حاله من سكون أو حركة مستقيمة منتظمة ، بينما يقول القانون الثالث بتساوى الفعل ورد الفعل فى المقدار وتضادهما فى الاتجاه .

ولقد وقف العرب كذلك على المعانى الرئيسية للقانون الثانى للحركة

ـ تلك القوانين المنسوبة عرفا الى اسحق نيوتن ـ وقد قال العرب بأن سرعة سقوط الجسم لاتعتمد على كتلته ، مخالفين بذلك رأى علماء الاغريق، كذلك عرف العرب أن الجسم الساقط تحت تأثير الجاذبية الأرضية يزداد سرعة كلما أمعن فى السقوط ، فتزيد كمية حركته ويشتد تأثيره عند اصطدامه بما يعترض طريقه ، ولقد درس العرب حالات حركية، كثيرة ، منها الطبيعى البحت ، ومنها القسرى البحت، ومنها حالة اجتماع القوتين الطبيعية والقسرية ، كرمى الحجر الى أعلى ، وقذف الرمح والسهم ، وقد اكتشف العرب كذلك الرقاص واستعملوه فى ارصادهم الفلكيـــة .

تنبه العرب تماما لمقاومة الوسط المخروق للاجسام المتحركة فيه ، وبينوا تأثير نوعية الوسط ، وتأثير الشكل الهندسى للجسم المخترق للوسط على المقاومة التى يتعرض لها ، ومن ثم نادى العرب باستحالة الحركة الدائمة ، وذلك قبل أن يتيقن منها الغرب بعدة قرون ، كذلك وضع العرب اللبنة الأولى فى صرح علم الديناميكا الهوائية ، بقولهم إن حركة السهم المقذوف الى أعلى تجعل من الهواء وسطا حاملاله .

ويعد العرب أول من بحث باستفاضة فى القوانين الخاصة بتصادم الأجسام ،ولقد أدت هذه الدراسة الى التعرض لانفعالها نتيجة الصدمة ، واتخاذ الممانعة عن الانفعال مقياسا لصلادة الأجسام ، وهو سبق عظيم على طريقة « شور » التى نستعملها اليوم لقياس صلادة الاجسام.

ويخلص البحث الى أن أهم من ساهم من العلماء والفلاسفة العرب في وضع أصول الميكانيكا هم العالم المصرى « الحسن بن الهيثم » ، والشيخ الرئيس « ابن سينا » ، والفيلسوف « أبو البركات هبة الله ابن ملكا البغدادى » ، والامام « فخر الدين الرازى » ، والخواجة « نصير الدين الطوسى » ، وجدير بالعالم اليوم أن يعيد النظر فى نسبة بعض قوانين الميكانيكا الى علماء الغرب ، وأن يرد الفضل إلى أصحابه الحقيقيين ، وإنى لأدعوا إلى نسبة قوانين التصادم للحسن بن الهيثم ، ونسبة القانون الأول للحركة للشيخ الرئيس ابن سينا ، ونسبة القانون الثالث للحركة لهبة الله بن ملكا البغدادى ، على سبيل المثال لا الحصر ، فهم فى الحقيقة واضعوها وشارحوها قبل علماء الغرب بمئات السنين .

المصادر

(١) « رسائل إخوان الصفا وخلان الوفا »
عنى بتصحيحه خير الدين الزركلى
المكتبة التجارية الكبرى بالقاهرة – عام ١٩٢٨ م .

(٢) « معيار العلم » للإمام أبى حامد الغزالى
تحقيق الدكتور سليمان دنيا
دار المعارف بمصر – الطبعة الثانية–عام١٩٦٩، ٤٠٠صفحة.

(٣) « النجاة » للشيخ الرئيس ابن سينا
طبع بمطبعة السعادة بمصر على نفقة محيى الدين صبرى الكردى
عام ١٣٣١ هـ ، ثم عام ١٣٥٧ هـ = ١٩٣٨ م .

(٤) « الشفاء – الطبيعيات » للشيخ الرئيس ابن سينا
تحقيق الدكتور محمود قاسم–مراجعة وتقديم الدكتور ابراهيم مدكور
دار الكاتب العربى للطباعة والنشر بالقاهرة عام١٣٨٩هـ=١٩٦٩م.

(٥) « المباحث المشرقية فى علم الإلهيات والطبيعيات »
للإمام فخر الدين الرازى
الجزء الأول عام ١٣٤٣ هـ = ١٩٢٤ م ، ٧٠٦ صفحة .
الجزء الثانى عام ١٣٤٣ هـ = ١٩٢٤ م ، ٤٨٠ صفحة .
دائرة المعارف العثمانية – حيدر آباد الدكن بالهند .

(٦) « الكتاب الموسوم بشرحى الإشارات»
للخواجه نصير الدين الطوسى ، وللإمام فخر الدين الرازى
المطبعة الخيرية بالقاهرة ـ الطبعة الأولى ـ عام ١٣٢٥هـ = ١٩٠٧م
الجزء الأول ، ٢٤٣ صفحة ، الجزء الثانى . ١٤٦ صفحة .

(٧) « الإشارات والتنبيهات»
للشيخ الرئيس ابن سينا مع شرح نصير الدين الطوسى
تحقيق الدكتور سليمان دنيا
دار المعارف بمصر ـ القسم الثانى ـ الطبعة الثانية ، ٦٨٤ صفحة.

(٨) « ابن سينا والبعث»
(ويشتمل على « رسالة أضحوية فى أمر المعاد » للشيخ الرئيس
ابن سينا)
للدكتور سليمان دنيا
دار الفكر العربى بالقاهرة .

(٩) « تسع رسايل فى الحكمة والطبيعيات »
للشيخ الرئيس ابن سينا
مطبعة هندية بالموسكى بمصر ، عام ١٣٢٦ هـ = ١٩٠٨ م ،
١٨٠ صفحة .

(١٠) « المعتبر فى الحكمة »
لأبى البركات هبة الله بن ملكا البغدادى
مخطوط مكتبة أحمد الثالث باستانبول ـ رقم ٣٢٢٢ ـ ٢٢٥ ورقة.

(١١) « مقالة فى الشكوك على بطليموس » للحسن بن الهيثم
مخطوط مكتبة بلدية الاسكندرية – رقم ٢٠٥٧ د – ف ٣٣١ – ١٩ ورقة .

(١٢) كتاب « المناظر » للحسن بن الهيثم
المقالتان الرابعة والخامسة – مخطوط مكتبة الفاتح باستانبول رقم ٣٢١٥ – ٣٢٢ ورقة .

(١٣) « قول فى المكان » للحسن بن الهيثم
مخطوط مكتبة الفاتح باستانبول – رقم ٣٤٣٩ ف ٣ .

(١٤) رسالة ابن الهيثم « المكان »
دائرة المعارف العثمانية . حيدر آباد الدكن بالهند ، عام ١٣٥٧ هـ = ١٩٣٨ م ، ١٢ صفحة .

(١٥) كتاب « المناظر » للحسن بن الهيثم
المقالة الثانية – مخطوط مكتبة الفاتح باستانبول – رقم ٣٢١٣ .

(١٦) كتاب « عبقرية ليوناردو دا فينشى الهندسة »
تأليف الدكتور جلال شوقى
مكتبة الانجلو المصرية بالقاهرة ، عام ١٩٦٤ م – ٣٠٤ صفحة .

(١٧) « أصول الميكانيكا فى الفكر العر »
للدكتور جلال شوقى
أسبوع العلم الثالث عشر المنعقد فى مدينة حلب فى تشرين الثانى (نوفمبر) عام ١٩٧٢ م – المجلس الأعلى للعلوم بدمشق .

(١٨) « علم الحركة فى الفلسفة العربية : مفاهيمه وألفاظه »
للدكتور جلال شوقى
مجلة اللسان العربى ، جامعة الدول العربية ، الرباط ، المجلد العاشر – يناير عام ١٩٧٣ م .

(١٩) كتاب « علم الميكانيكا عند العرب »
تأليف الدكتور جلال شوقى
الجزء الأول : جهود العرب فى علم الميكانيكا .
الجزء الثانى : أقوال العلماء العرب فى علم الميكانيكا.
تحت النشر .