

علم الحركة في الفلسفة العربية

مفاهيمه وألفاظه

الدكتور جلال شوقي - جامعة القاهرة -

العلوم سبع رسائل ، أولها هذه الرسالة التي ذكرنا فيها الهيولي والصورة والحركة والمكان والزمان ، اذ كانت هذه الأشياء الخمسة محتوية على كل جسم .

ويستطرد اخوان الصفا في رسالتهم فيعرفون كلا من هذه الاشياء على النحو التالي :

« اعلم وفقك الله أن معنى قول الحكماء « الهيولي » انما يعنون به كل جوهر قابل للصورة ، وقولهم « الصورة » يعنون به كل شكل ونقش يقبله الجوهر . واعلم أن اختلاف الموجودات انما هو بالصورة لا بالهيولي ... » .

« أما المكان عند الجمهور فهو الوعاء الذي يكون فيه الممكن » .

« وأما الحركة التي تسمى النقلة فهي عند جمهور الناس الخروج من مكان الى مكان آخر ... »

« ثم اعلم أنه لا تنفصل حركة عن حركة الا بسكون بينهما ، وهذا يعرفه ولا يشك فيه أهل صناعة الموسيقى ، وذلك ان صناعتهم معرفة تأليف النغم ، والنغم لا يكون الا بالأصوات والأصوات لا تحدث الا من تصادم الاجسام ، وتصادم الاجسام لا يكون الا بالحركات ، والحركات لا تنفصل بعضها عن بعض الا بسكونات تكون بينها » .

درس العرب حركة الأجسام ضمن نطاق « الطبيعيات » ، فحددوا مفاهيمها وعناصرها ، ووضعوا لها التقسيمات المختلفة ، واستعملوا في كتاباتهم لفاظا معينة منها الفاظ « المبدأ » و « الميل » و « الاعتماد » و « قوة الحركة » و « اعتماد المتحرك » وذلك للدلالة على معان شتى . ويهم الباحث في الفلسفة العربية أن يقف تماما على المعاني التي وردت فيها هذه الفاظ حتى يتسنى له الوقوف على ما توصل اليه العرب في مجال علم الحركة ، ويقدم هذا البحث عرضا شاملا وتحليلا دقيقا لمفهوم الحركة والفاظها كما جاءت في كتب الفلسفة والحكمة العربية.

1 - الطبيعيات وعلم الحركة

تعرض العرب بالدراسة لحركة الاجسام في كتب الفلسفة لا سيما في قسيمي « الطبيعيات » و « الالهيات » ونبين فيما يلي بعض كتابات العلماء والفلاسفة العرب التي تدل على نسبتهم لعلم الحركة لقسم « الطبيعيات ».

يقول اخوان الصفا (1) في رسالتهم الخامسة عشرة (2) :

« والامور الطبيعية هي الاجسام وما يعرض لها من الأغراض اللازمة والمزيلة ، وقد عملنا في هذه

(1) من علماء وفلاسفة القرن العاشر الميلادي .

(2) هي نفسها الرسالة الاولى في الجسمانيات الطبيعيات .

المنسوب الى الطبيعة ، وهو المشتل على العلم يسائر المحسوسات من الحركات والمتحركات والمتحركات وما مع الحركات وبالحواس والمتحركات وفي المتحركات من الآثار المحسوسة .

ويضئ ابن ملكا في الورقة الخامسة من نفس المخطوط يقول :

« ... وتقوم سموا بالطبيعة كل قوة جسمانية ، أعنى كل مبدأ عمل يصدر عن الاجسام مما وجوده فيها ، فتكون الامور الطبيعية هي الامور المنسوبة الى هذه القوة ، اما على انها موضوعات لها ولما يصدر عنها كالأجسام ، فيقال أجسام طبيعية ، واما آثار وحركات وهيئات صادرة عنها كالألوان والأشكال .

والعلوم الطبيعية هي العلوم الناظرة في هذه الامور الطبيعية ، فهي الناظرة في كل متحرك وساكن وما عنه ، وما به ، وما منه ، وما اليه ، وما فيه الحركة والسكون .

والطبيعيات هي الأشياء الواقعة تحت الحواس من الاجسام واحوالها ، وما يصدر عنها من حركاتها وانفعالها ، وما يفعل ذلك فيها من قوى وذوات غير محسوسة ، فالعلم يتعرض لآثارها فآثارها أولا ، ويترقى منه الى الأخرى فالأخرى ... » .

2 - عناصر الحركة وأقسامها :

تعرض العلماء والفلاسفة العرب بتفصيل عظيم لحركة الأجسام ، فأسهبوا في الكتابة عن مفهوم الحركة وعناصرها وارتباطها بالزمان ، كما قسموها الى انتقالية ودورانية ، كذا الى طبيعية وقسرية ، ونورد فيما يلي نماذج من كتاباتهم في هذا المجال .

أولا : عناصر الحركة :

يحدد الشيخ الرئيس ابن سينا (9) في كتابه

اما الزمان عند جمهور الناس فهو مرور السنين والأيام والساعات .

ويقول اخوان الصفا أيضا في رسالتهم السادسة عشرة (3) :

« والحركات ستة أنواع ، أحدها النقلة وهي نوعان دورية ومستقيمة ... واتم الحركات الدورية كما بينا في رسالة الحركات » .

ويعود اخوان الصفا مرة ثانية الى تأكيد مفاهيمهم للامور الطبيعية فيورث في رسالتهم الرابعة والعشرين (4) ما نصه :

« بيان ذلك ان الجسم بالسكون أولى من الحركة هو ان الجسم ذو جهات ست ، ولا يمكنه ان يتحرك الى جميع الجهات دفعة واحدة ، وليست حركته الى جهة أولى من جهة ، فاذا السكون أولى به من الحركة » .

ويقول اخوان الصفا في الرسالة الثامنة من القسم الرياضي في فصل ان الجسم لا يتحرك من ذاته :

« والجسم من حيث الجسمية ليس بمتحرك ، والانفعال لا تكون الا بالحركة ، فالحرك للجسام جوهر آخر ... » .

ويعرف الامام محمد أبو حامد الغزالي (5) الطبيعيات في كتابه « معيار العلم » (6) فيقول :

« ولكل علم موضوع ...

وموضوع العلم الملقب بالطبيعي : جسم العالم من جهة ما يتحرك ويسكن » .

ويقول أبو البركات هبة الله بن علي بن ملكا البغدادي (7) في كتابه « المعتبر في الحكمة » (8) :

« ... فعلى هذا يسهل طريق التعليم الحكمي الذي يكون بالنظر والاستدلال ، وهذا القانون بعينه يستعمل في هذا العلم المسمى بالعلم الطبيعي » .

(3) هي الرسالة الثانية من الجسمانيات الطبيعيات.

(4) هي الرسالة العاشرة من الجسمانيات الطبيعيات .

(5) عاش في الفترة من سنة 1059 حتى 1111 م (451 - 505 هـ) .

(6) كتاب القياس - النظر الرابع في لواحق القياس - طبعة دار المعارف بالقاهرة صفحة 251 .

(7) توفي عام 1151 م (547 هـ) .

(8) مخطوط مكتبة أحمد الثالث باستانبول رقم 3222 - المجلد الثاني - الفصل الاول - الورقة 3 .

(9) عاش في الفترة من عام 980 م حتى عام 1037 م (370 - 428 هـ) .

« الشفاء » (10) الأمور المتعلقة بالحركة بكونها ستة أمور ، فيقول :

« المتحرك ، والمحرك ، وما فيه ، وما منه .
وما إليه ، والزمان » .

بالمتحرك يقصد الشيخ الرئيس الجسم الذي به الحركة ، وبالمحرك القوة المسببة للحركة ، ويقول ما فيه يقصد المكان والوضع ، وما منه وما إليه مواضع الابتداء والانهاء ، أي طرفي مسافة الانتقال وتنضم اتجاه الحركة ، أما الزمان فالتقصد منه الفترة الزمنية التي تتم فيها الحركة بتقطع مسافة الانتقال ، وارتباط الزمان بالمسافة يحدد سرعة الحركة .

ويقول أبو البركات هبة الله بن ملكا البغدادي في كتابه « المعتمد في الحكمة » (11) .

« فاتصال الزمان لازم لاتصال الحركة ، ووحددة الحركة هو باتصالها في الزمان والمسافة » .

ثانيا : أقسام الحركة :

تسم فلاسفة العرب الحركة الى انتقالية ووضعية ، كذلك الى حركة طبيعية وحركة قسرية (غير طبيعية) ، وتتضح هذه المفاهيم بجلاء في كتاباتهم التي نورد نماذج منها فيما يلي :

أ) تقسيم الحركة الى انتقالية ووضعية :

يقول الشيخ الرئيس ابن سينا في « الرسالة الاولى في الطبيعيات من عيون الحكمة » (12) :

« الحركة التي من اين الى اين تسمى نقلة الحركة التي من وضع الى وضع تسمى وضعية » (13) :

« فكل حركة في مسافة تنتهي الى حد ما ، تنتهي الى سكون فيه ، فتكون غير الحركة التي بها يستحفظ الزمان المتصل .

فالحركة الوضعية هي التي بها يستحفظ الزمان المتصل ، وهي الدورية » .

أما هبة الله بن ملكا البغدادي فيقول في كتابه : « المعتمد في الحكمة » (14) :

« ... وأعم اعراض الجسم الطبيعي واحسنها به من حيث هو جسم هي الحركة ، وهذا موضع الكلام فيها ، والحركة تقال على وجوه ، فمنها الحركة المكانية وهي التي بها ينتقل المتحرك من مكان الى مكان ، ومنها الحركة الوضعية ، وهي التي تتبدل بها وضاع المتحرك ، وتنتقل أجزاه في أجزاء مكانه ، ولا يخرج عن جملة مكانه ، كالدولاب والرحا ... »

ب) تقسيم الحركة الى طبيعية وقسرية :

1 - بالحركة الطبيعية يقصد العرب حركة الجسم الى موضعه الطبيعي بعد أن يخرج عنه قسرا ، وذلك عند زوال القاسر عنه ، وعلى ذلك فالحركة الطبيعية عندهم هي حركة الثقل الى السفل ، وحركة الخفيف الى العلو ، إذا ما أخرج الجسم قسرا مسن مكانه الطبيعي .

يقول الشيخ الرئيس ابن سينا في « الرسالة الاولى في الطبيعيات من عيون الحكمة » .

« وكل جسم متحرك فحركته إما من سبب من خارج ، وتسمى حركة قسرية ، وإما من سبب في نفس الجسم ، إذ الجسم لا يتحرك بذاته ، وذلك السبب أن كان محركا على جهة واحدة على سبيل التسخير ، فيسمى طبيعة ، وأن كان محركا حركات شتى بارادة أو غير ارادة ، أو محركا حركة واحدة بارادة فيسمى نفسا » .

(10) طبيعيات الشفاء - المقالة الثانية - الفصل الأول .

(11) مخطوط مكتبة أحمد الثالث باستانبول رقم 3222 - المجلد الثاني - الفصل الثالث والعشرون ، الورقة 87 .

(12) كتاب « تسع رسائل في الحكمة والطبيعيات » للشيخ الرئيس ابن سينا ، طبعة القاهرة سنة 1326هـ (1908 م) ، مطبعة هندية بالموسكي بمصر .

(13) النهط السادس - الفصل السادس - الفصل السادس عشر .

(14) مخطوط مكتبة أحمد الثالث رقم 3222 - المجلد الثاني - الفصل التاسع - الورقة 26 .

والقسر فمن شيء خارج عن المتحرك بحركة
على مقتضى طباع المحرك أو رويته ، لا على مقتضى
طباع المتحرك ورويته .

والسواء لا يجوز أن تكون حركتها قسرية ، لأن
القسر إذا دام تبطل الطبيعة ، ويفسد المطبوع
ويحلبه إلى مقتضاه ، وهو فعل الأضداد بأضدادها ،
والسواء لا ضد لها ، ولا تضاد فيها ، ولا فساد لها ،
وحركتها دائمة ، كذلك فليست بقسرية ومن القاسر
غان كل تاسر لجسم عن طبع آخر ، فأما أن القسر
الدايم يبطل الطباع ، ويفسدها فمعلوم من جهة ما
لدينا من المتضادات وفساد بعضها بعضاً ، فما
السموات مقسورة على حركتها الدائمة ، ولا حركتها
بالطبيعية المسخرة ... » .

3 - الفاظ « المبدأ » و « الميل » و « الاعتماد »

استعمل العرب في كتاباتهم عن الحركة تعابير
خاصة تشتمل على ألفاظ « المبدأ » و « الميل »
و « الاعتماد » ، كذا « مبدأ ميل » ، وتقدم فيما يلي
المعاني التي تؤديها هذه الألفاظ من واقع النصوص
التي ورد استعمالها فيها .

أولاً : « المبدأ » :

بكلمة « مبدأ » قصد العرب عموماً السبب
والعلة . هذا إلى جانب استعمالها بمعنى موضع بداية
الحركة .

يعرف الإمام محمد أبو حامد الغزالي لفظ « المبدأ »
فيقول (18) :

« والمبدأ اسم لها يكون قد استتم وجوده في
نفسه ، أما عن ذاته ، وأما عن غيره ، ثم يحصل منه
وجود شيء آخر يتقوم به ، ويسمى هذا علة بالإضافة
إلى ما هو مبدأ له » .

ويقول هبة الله بن ملكا البغدادي في كتابه
« المعبر في الحكمة » (15) :

« ... فإن الحركة إما طبيعية وإما قسرية ،
والقسرية يتقدمها الطبيعية ، لأن المقسور إنما هو
مقسور عن طبعه إلى طبع قاسره ، فإذا لم يكن حركه
بالطبع لم يكن حركه بالقسر ، والطبيعية إنما تكون
عن مابين بالطبع إلى مناسب بالطبع ، أو إلى مناسب
اناسب من مناسب » ...

ويقول الإمام فخر الدين الرازي في كتابه : « المباحث
الشرقية في علم الالهيات والطبيعات » (16) :

« ... وان كانت الحركة حاصلة فيه ، فأما أن
يكون سببه شيئاً موجوداً في الجسم ، أو يكون سبب
تلك الحركة خارجاً عن ذات المحرك ، والقسم الأول
هو الحركة الطبيعية ، والقسم الثاني هو الحركة
القسرية ، وأما القسم الأول وهو الذي يكون مبدأ
الحركة قوة موجودة في ذلك الجسم ، فقد عرفت في
باب القوى أن كل فعل يثبتر من الجسم لا بالعرض
ولا بالقسر ، فلا بد وأن يكون لقوة موجودة فيه » .

2 - بالحركة غير الطبيعية يقصد الحركة التي تنشأ
عن تعريض الجسم لمحرك من الخارج ، وقد سمي
الفلاسفة العرب هذا القسم بالحركة القسرية ،
وفيها يمكن للمحرك أن يلزم الجسم المتحرك أثناء
تحركه ، أو أن يفارقه بعد أن يبدأ الحركة فيه .

يقول هبة الله بن ملكا البغدادي في الجزء الثاني
من كتابه « المعبر في الحكمة » (17) :

« فنقول أن المحرك بالذات لكل متحرك يكون
إما طبيعية ، وإما قسراً ، وإما إرادة ، ويخصون
باسم الطبيعة ما يحرك بالتسخير وعلى سنن واحد ،
ويعني بالتسخير أنه تحرك بغير معرفة ولا روية منه ،
كالحجر في هبوطه ، والإرادة فمعلومة ، وهي معرفة
الفاعل بما يفعله وعزيمته عليه .

(15) مخطوط مكتبة أحمد الثالث رقم 3222 - المجلد الثاني - الفصل الرابع عشر - الورقتان 47 ، 48 ،

(16) الكتاب الثاني - الفن الخامس - الفصل الخامس والأربعون (طبعة حيدرآباد الدكن بالهند ،
الصفحة 621) .

(17) مخطوط مكتبة أحمد الثالث رقم 3222 - الفصل السابع - الورقة 135 .

(18) كتاب « معيار العلم » : كتاب أقسام الوجود وأحكامه ، الفن الثاني ، طبعة دار المعارف بالقاهرة ،
الصفحة 330 .

ويقول الشيخ الرئيس ابن سينا في معرض حديثه عن القوة الطبيعية في كتابه « النجاة » (19) :

« ... فمنها قوى سارية في الأجسام تحفظ عليها كمالاتها من أشكالها ومواضعها الطبيعية وأما عليا : وإذا زالت عن مواضعها الطبيعية وأشكالها وأحوالها، أعادتها إليها وثبتتها عليها ، مانعة من الحالة الغير الملائمة أياها ، بلا معرفة وروية وتصد اختياري بل بل بتسخير ، وهذه القوى تسمى طبيعية ، وهي مبدا بالذات لحركاتها بالذات ، وسيوناتها بالذات . ولسائر كمالاتها التي لها بذاتها ، وليس شيء من الأجسام الطبيعية بخال عن هذه القوة ... »

ويقول ابن سينا عن القوة الطبيعية أيضا في طبيعيات كتابه « الشفاء » (20) :

« كل جسم له مكان طبيعي أو حيز تقتضي طبيعته الكون فيه ، وهو يخالف سائر الأجسام لا لجسميته ، بل لأن فيه مبدا وقوة معدة نحو ذلك المكان . »

ويقول الشيخ الرئيس ابن سينا في كتابه « الاشارات والتنبيهات » (21) :

« انك لتعلم ان الجسم اذا خلي وطباعه ، ولم يعرض له من خارج تأثير غريب ، لم يكن له بد من موضع معين وشكل معين ، فاذن في طباعه مبدا استجاب ذلك . »

بهذه الكلمات يقصد ابن سينا ان الجسم يبقى بطبعه - ساكنا في موضع معين ، متخذا شكلا معيناً ، ومحافظا على هذه الحال بسبب طبعه ، ما لم يطرأ عليه مؤثر خارجي يخرج عن هذا الموضع أو الشكل أو عن كليهما ، أي ان من طبع الجسم المدافعة عن بقاءه على حالة سكونه الطبيعي ويمثل

هذا المفهوم المعنى الأول لما تعارفنا على تسميته بالقانون الأول للحركة .

ويقول ابو البركات هبة الله بن ملكا البغدادي في كتابه «المعتبر في الحكمة» (22) :

« نبيذا يعلم ان لكل جسم طبيعي حيزا طبيعيا . فيه يكون بالطبع ، واليه يتحرك اذا ازيل عنه ، وهذا الحيز ليس هو للجسم بجسميته التي لا يخالف بها غيره من الأجسام . بل بصفة خاصة به هي طبيعة نقوة أو صورة خاصة بذلك الجسم ، خصته بذلك الحيز وحركته اليه ، فتلك الطبيعة الخاصة في ذلك الجسم مبدا حركة بالطبع وسكون بالطبع ، والتحريك النقلى المكاني انما يكون عنها بعد سبب طارئ، يخرج الجسم عن حيزه الطبيعي ، فتحرکه هي اليه . »

ثانيا : « الميل »

استعمل العرب لفظ «الميل» على أربعة وجوه، اولها المعنى الحرفي بمعنى الرغبة والاتجاه ، وثانيها معنى القوة سواء كانت قوة طبيعية ناشئة عن قوة تناقل الجسم ، فيطلق عليها تعبير « الميل الطبيعي » ، او قوة تسرية مسلطة على الجسم من خارج فتسمى « ميلا تسريا » ، أما المعنى الثالث الذي ترد فيه كلمة « الميل » فهو معنى مدافعة الجسم عن حاله التي هو عليها ، سواء كان ساكنا أو متحركا حركة منتظمة وعلى استقامة ، وهو المعنى الذي نشير اليه في كتاباتنا المعاصرة « بالقصور الذاتي » أو « العطالة » (23) ، وهو ذات المعنى الوارد فيما نعرفه اليوم بالقانون الأول للحركة المنسوب عرفا الى اسحق نيوتن (24) . وهناك أيضا معنى رابع ترد فيه كلمة « الميل » هو كمية الحركة (25) . ونسوق فيما يلي نماذج من النصوص الفيلسفية العربية للتدليل على قصد العرب لهذه المعاني .

(19) طبعة القاهرة عام 1331 هـ - الجزء الثاني - الصفحتان 161 ، 162 .

(20) المقالة الرابعة - الفصل الثاني عشر .

(21) النمط الثاني - الفصل السادس .

(22) مخطوط مكتبة أحمد الثالث رقم 3222 - المجلد الثاني - الفصل السادس والعشرون ، الورقة 102 .

(23)

(24) عاش في الفترة من عام 1642 حتى عام 1727 م، واليه تنسب قوانين الحركة الثلاث التي نشرها في كتابه « الأصول الرياضية للفلسفة الطبيعية » .

(25) هي حاصل ضرب الكتلة \times السرعة وهي كمية موجبة قابلة للتحليل والتركيب .

1 - الميل بمعناه الحرفي :

عند الوصول الى الحيز الطبيعي والحركة المستقيمة .
ويعود الميل والحركة المستديرة ... »

2 - الميل بمعنى القوة

1 - الميل الطبيعي :

عبر العرب بالميل الطبيعي عن القوة التي تدفع
بالجسم الى الوصول الى مكانه الطبيعي - عندما
يكون خارجا عنه - وهي قوة الجاذبية الأرضية أو
قوة التناقل . أي ان الميل هنا بمعنى القوة التي تؤدي
الى الحركة الطبيعية للجسم حتى يستعيد موضعه
الطبيعي .

إذا فالميل الطبيعي تدعبر به عن القوة الطبيعية
، قوة التناقل أو قوة الجاذبية الأرضية) التي تؤثر على
الجسم لتعيده الى موضعه الطبيعي ، فالميل الطبيعي
هنا بمعنى السعي الى الوضع الطبيعي ، ووسيلته
الجاذبية الأرضية .

يقول الشيخ الرئيس ابن سينا في كتابه
« الاشارات والتنبيهات » (29) :

« الجسم اذا وجد على حال غير واجبة من
طباعه ، فحصوله عليها من الأمور الإمكانية ، ولعلل
جاعلة ، ويقبل التبدل فيها من طباعه الالمانع ، وإذا
كانت هذه الحال في الموضع والوضع أمكن الانتقال
عنهما بحسب اعتبار الطبع ، فكان فيه ميل » .

من الواضح ان المقصود بالميل في هذا النص
القوة الطبيعية الداعية الساعية الى استعادة الموضع
والوضع الطبيعيين للجسم ، وهي القوة التي نعرفها
اليوم بقوة الجاذبية الأرضية .

ويضحي الشيخ الرئيس فيقول في طبيعيات
كتابه « الشفاء » (30) :

وردت في كتابات علماء العرب وفلاسفتهم لفظة
« الميل » في مواضع أرادوا بها فيها معناها الحرفي ،
فقالوا بأن الجسم ان كان في حيزه الطبيعي ، فانه يميل
ويرغب في البقاء فيه ، ولا يميل أو يتجه الى العزوف
عنه ، وفيما يلي بعض الأمثلة للكتابات التي جاء فيها
هذا المعنى .

يقول الشيخ الرئيس ابن سينا في كتابه
« الاشارات والتنبيهات » (26) :

« وانما يكون الميل الطبيعي - لا محالة نحو
جهة يتوخاها الطبع ، فاذا كان الجسم الطبيعي في
حيزه الطبيعي لم يكن له - وهو فيه - ميل ، لانه -
لا محالة - انما يميل بطبعه اليه لا عنه » .

ويشرح الامام فخر الدين الرازي هذه الاشارة
فيقول (27) :

« واما قوله واذا كان الجسم في حيزه الطبيعي ،
لم يكن له - وهو فيه - ميل ، لانه انما يميل بطبعه
اليه لا عنه ، فاعلم ان هذه الدلالة تدل على ان الجسم
حال كونه في حيزه الطبيعي ، لا يكون له ميل عنه ،
فاذا قلنا ولا يكون له أيضا ميل اليه ، لاستحالة طلب
الحاصل ، فحينئذ تتم الدلالة على انه لا ميل فيه في
تلك الحالة » .

ويقول ابو البركات هبة الله بن ملكا في كتابه
« المعبر في الحكمة » (28) في معرض مقارنته بين
الحركتين المستقيمة والمستديرة :

« ... فكما ان تلك القوة والطبيعة تحدث الميل ،
وتحرك من الأين الغريب على الاستقامة ، لانها اقرب
الى الأين الطبيعي ، كذلك هذه ، وكما يبطل الميل في
تلك عند الوصول الى الحيز الطبيعي ، وتبطل الحركة
ويعود الجسم الى سكونه ، كذلك في هذه يبطل الميل

26 النمط الثاني - الفصل السابع .

27 الكتاب الموسوم بشرح الاشارات لنصير الدين الطوسي وللإمام فخر الدين الرازي : النمط الثاني
- الفصل السابع .

28 مخطوط مكتبة أحمد الثالث باستانبول رقم 3222 - المجلد الثاني - الفصل السادس والعشرون ،
الورقة 104 .

29 النمط الثاني - الفصل الحادي عشر .

30 المقالة الرابعة - الفصل الرابع عشر .

« ان الاجسام الموجودة ذوات الميل كالثقلية والخفيفة ، اما الثقيلة فمما يميل الى اسفل ، واما الخفيفة فمما يميل الى فوق ، فانها كلما ازدادت ميلا كان قبولها للتحريك القسري ابطأ ، فان نقل الحجر العظيم الشديد الثقل او جره ليس كقتل الحجر الصغير القليل الثقل او جره » .

« كل ماله مكان فلا بد وان يكون له مكان طبيعي ومكان غريب ، ويكون له - لا محالة - ميل السى المكان الملائم ، وميل عن المكان الغريب ، والميل هو الثقل والخفة » .

ويؤكد الفخر الرازي ازدياد القوة الطبيعية مع عظم الجسم ، فيقول (36) :

« الاجسام كلما كانت اعظم ، كان ميلها السى احياها الطبيعية اقوى ، وكلما كان كذلك ، كان قبولها للميل القسري اضعف ، لما بينا ان الميل الطبيعي عائق عن القسري .

والشيء كلما كان العائق عنه اقوى ، كان وجوده اضعف » .

ب - الميل القسري :

استعمل العرب لفظ الميل القسري بمعنى القوة الخارجة عن الجسم التي تدفع به للتحرك ، اي بمعنى القوة المؤدية الى الحركة القسرية .

يقول ابو البركات هبة الله بن ملكا البغدادي في كتابه «المعتبر في الحكمة» في معرض تأييده للرأي القائل بوجود سكون بين الحركتين المتضادتين (37) : « ... ونصر الرأي القائل بالسكون بين الحركتين المتضادتين بحجته هذه ، وقال ان كل حركة بالحقيقة فهي تصدر عن ميل يحققه اندفاع الشيء القائم امام المتحرك او احتياجه الى قوة تمنعه بها ، وهذا الميل في نفسه معنى من الأمور به توصل الى حسدود الحركات ، وذلك بابعاد من شيء يلزمه مدافعة لما في وجه الحركة ، وتقريب من شيء ، ومحال ان يكون الواصل الى حد ما واصلا بلا علة موجودة موصلة ، ومحال ان تكون هذه العلة غير التي زالت عسسن المستفسر الاول ، وهذه العلة يكون لها قياس الى ما يزيل ويدافع ، وبذلك القياس يسمى ميلا ، فان هذا

فالميل هنا بمعنى قوة الجاذبية ، ونحن نعلم ان الجسم كلما زاد وزنه كلما زادت قوة احتكاكه بالسطح الذي عليه يرتكز ، اذ ان قوة الاحتكاك تتناسب تناسباً طردياً مباشراً مع وزن الجسم ، وبالتالي فكلما زاد وزن الجسم كلما ازدادت مقاومته للتحريك . بمعنى ان القوة اللازمة للتغلب على قوة الاحتكاك تزيد بزيادة وزن الجسم ، هذا هو المعنى الذي ورد في كلام ابن سينا ، وقد ضرب له مثلاً تحريك الحجر شديد الثقل وقليله .

ويقول ابن سينا أيضاً في معرض حديثه عن الميلين الطبيعي والقسري في كتابه «الاشارات والتنبيهات» (31) .

« وكلما كان الميل الطبيعي اقوى ، كان اضعف لجسمه عن قبول الميل القسري ، وكانت الحركة بالميل القسري اقلر وابطأ » .

ويشير الامام فخر الدين الرازي (32) في كتابه «المباحث المشرقية في علم الالهيات والطبيعات» (33) الى الميل المسبب للحركة الطبيعية فيقول :

« ... فان الثقل قوة محركة الى اسفل ، وهي اما الطبيعة وهي صورة جوهرية ، او الميل الذي هو السبب القريب (34) للحركة ، وهو من مقولة الكيف » .

ويبني الامام الرازي في موضع آخر من كتابه يقول (35) :

- (31) النمط الثاني - الفصل السابع .
(32) عاش في الفترة من عام 1150 م حتى عام 1210/9 م (544 هـ - 606 هـ) .
(33) الكتاب الثاني - الفن الاول - الفصل السادس (طبعة حيدر آباد الدكن بالهند ، صفحة 187) .
(34) يقصد السبب المباشر .
(35) الصفحة 219 من طبعة الهند .
(36) شرح الامام الرازي لكتاب ابن سينا «الاشارات والتنبيهات» : النمط الثاني - الفصل العشرون .
(37) مخطوط مكتبة أحمد الثالث رقم 3222 المجلد الثاني - الفصل الرابع والعشرون ، الورقتان 89 ، 88 .

الشيء من حيث هو موصل لا يسمى ميلا وان كان الموضوع واحدا .

وهذا الشيء الذي يسمى ميلا قد يكون موجودا في آن واحد ، وانما الحركة هي التي عسى ان تحتاج في وجودها الى اتصال زمان ، والميل ما لم يفسر ولم يجمع او لم يفسد ، فان الحركة التي تجب عنه تكون موجودة ، واذا غسد الميل لم يكن غساده هو نفس وجود ميل آخر ، بل ذلك معنى آخر ربما يقاربه .

فاذا حدثت حركتان فعن ميلين ، واذا وجد ميل آخر الى جهة اخرى ، فليس يكون هو هذا الموصل نفسه ، فيكون هو بعينه علة للتحصيل والمفارقة معا ، بل يحدث لا محالة ميل آخر له اول حدوث ، وهو في ذلك الاول موجود ، اذ ليس وجوده متعلقا بزمان : ليس كالحركة والسكون اللذين ليس لهما اول حدوث ، اذ لا يوجدان على وجه ما الا في زمان والا بعد زمان ... » .

ج - اجتماع الميلين الطبيعي والقسري :

يتناول هبة الله بن مالكا البغدادي دراسة حركة الحجر المرمي الى فوق ، فيعرض لها جاء فيها من اتوال شارحا ومفتدا للحجج المختلفة ، الى ان يصل الى حقيقة ان الجسم المقسور على التحرك الى اعلى سيواجه قوة مقاومة لحركته ، سماها ميلا مقاوما ، وما هذه القوة المقاومة سوى قوة الجاذبية الأرضية او « الميل الطبيعي » .

يقول ابن ملكا في هذا المعنى في كتابه « المعبر في الحكمة » (38) :

« ... لو لم يكن فيه ميل مقاوم لما اختلف حال الحجرين المرمين من يد واحدة بقوة واحدة في السرعة والبطء اذا اختلفا في الصغر والعظم ، حتى كان اعظمهما ابدا صعودا واقرب مسافة ، واصغرهما اسرع وابعد مسافة اذا لم يفرط صغره ، وما ذاك الا لان الميل المقاوم في الكبير اكثر وان كان مغلوبا ، واثباته المعاوقية للقوة الطبيعية التي عنها يحدث الميل

لو جعله للميل ايضا ، فقال انه مغلوب الميل لزال الاشكال الابدي » .

ويضئ ابن ملكا في موضع ثان من نفس المصدر يقول :

« فكذاك الحجر المقذوف ، فيه ميل مقاوم للميل القاذف : الا لانه متهور بقوة القاذف ، ولان القوة القاسرة عرضية فيه ، فهي تضعف لمقاومة هذه القوة والميل الطبيعي ولمقاومة المخروق ، ولذلك كلما كان المخروق اكثف واعسر خرقا ، كان بطلان ذلك الميل القسري اسرع ...

فيكون الميل القاسر في اوله على غاية التهور للميل الطبيعي ، ولا يزال يضعف ويبطئ الحركة ضعفا بعد ضعف ، وبطا بعد بطء ، حتى يعجز عن مقاومة الميل الطبيعي ، فيقلب الميل الطبيعي ، ولا يزال يضعف ويبطئ الحركة ضعفا بعد ضعف ، وبطا بعد بطء ، حتى يعجز عن مقاومة الميل الطبيعي ، فيقلب الميل الطبيعي ، فيحرك الى جهته ، ويقوى عليه مستمرا حتى يبطله ، فيسرع بذلك حركته لبطلان المقاوم » .

ويشرح نصير الدين الطوسي (39) اجتماع الميلين الطبيعي والقسري (اي القوتين الطبيعية والقسرية) ، فيقول في معرض شرحه لكتاب ابن سينا « الاشارات والتشبيهات » (40) :

فاذا طرا على جسم ذي ميل بالفعل ، ميل تسري ، تقاوم السببان ، اعني القاسر والطبيعة ، فان غلب القاسر وصارت الطبيعة متهورة ، حدث ميل تسري ، وبطل الطبيعي ، ثم تأخذ الموانع الخارجية والطبيعية معا في افنائها قليلا قليلا ، وتقوى الطبيعة بحسب ذلك ، ويأخذ الميل القسري في الانتفاض ، وقوة الطبيعة في الازدياد ، الى ان تقاوم الطبيعة الباتي من الميل القسري ، فيبقى الجسم عديم الميل ، ثم تجدد الطبيعة ميلها مشوبا باثار الضعف الباقية فيها ، ويشد الميل بزوال الضعف ، فيكون الامر بين قوة الطبيعة والميل القسري ، قريبا من الامتزاج الحادث بين الكيفيات المتضادة ... »

(38) مخطوط مكتبة احمد الثالث باستانبول رقم 3222 ، المجلد الثاني ، الفصل الرابع والعشرون ، الورقتان 94 ، 95 .

(39) « عاش في الفترة من عام 1201 م حتى عام 1274 م (597 هـ - 672 هـ) .

(40) النمط الثاني - الفصل السابع .

ويمضي الطوسي في موضع آخر من شرحه يقول :

« ... لولا اجتماع الميلين ، لكان الحـجران المتساويان اللذان يرميهما قوي وضعيف متساويين في الصعود ... »

تبين هذه النصوص بوضوح تام أن كلمة الميل تد وردت فيها بمعنى القوة ، فالمقصود اذن بالميل الطبيعي فيها القوة الذاتية المعروفة بقوة التثاقل ، وبالميل القسري فيها القوة المسلطة على الجسم من خارجه ، وللتي ان اثرت في اتجاه معاكس لاتجاه قوة التثاقل لقاومتها هذه القوة الأخيرة فضلا عن معاومات الوسط الذي يتحرك الجسم خلاله .

3 - الميل بمعنى المدافعة :

أ - المدافعة عن حالة السكون :

هنا استعمل العرب لفظ « الميل » كذا « مبدأ ميل » للتعبير عن رغبة الجسم وتمسكه والحاحه على البقاء على حالته الطبيعية ، أي مدافعة الجسم عن استمراره على حالته من السكون في موضعه الطبيعي ، ويقتضي ذلك تواجد مقاومة ذاتية للجسم ضد أي تغيير خارجي عليه من حيث الموضع والشكل ليبقى ساكنا في مكانه الطبيعي . وهذا هو بعينه المعنى الأول الذي يقوم عليه القانون الأول للحركة .

يقول ابن سينا في طبيعات كتابه « الشفاء » (41)

« وكل جسم ينتقل بالقسر ففيه مبدأ ميل ما ، أما الانتقال المكاني فقد ببناء ، وأما الانتقال القسري الوضعي فلأن ذلك الجسم ان كان قابلا للنقل عن مكانه فقد ظهر ، وان كان غير قابل له ، فله - لا محالة - قوة بها يثبت في مكانه ويلزمه ، ويختص به ، وهو غير جسبيته » .

ويقول في موضع ثان من نفس المقالة :

« ان كل جسم فيه مبدأ ميل ما ، فان نقله عما هو عليه من أين وضع يقع لا في زمان ، وذلك محال ،

بل يجب ان يكون كل جسم يقبل تحريكا وامالة طارئة ، ففيه مبدأ ميل طبيعي في نفس ما يقبله كان اينسا او وضعا » .

ب) المدافعة عن حالة الحركة :

استخدم العرب لفظ الميل بمعنى ميل الجسم ورغبته والحاحه في ن تستمر حركته ، والميل هنا بمعنى الخاصية الذاتية المدافعة عن الاستمرار في الحركة المنتظمة ، وهذا هو لمعنى الثاني الذي يشتمل عليه القانون الأول للحركة .

يقول الشيخ الرئيس ابن سينا في كتابه « الاشارات والتنبهات » (42) :

« الجسم له في حال تحركه ميل يتحرك به ، ويحس به الممانع ، ولن يتمكن من المنع الا فيما يضعف ذلك فيه ، وقد يكون من طباعه ، وقد يحدث فيه من تأثير غيره ، فيبطل المتبعث من طباعه الى ان يزول فيعود اتبعائه » .

ويمضي ابن سينا في موضع آخر من كتابه (43) يقول :

« الجسم الذي لا ميل فيه ، لا بالقوة ولا بالفعل لا يقبل ميلا قسريا يتحرك به ، وبالجملة لا يتحرك قسرا ، والا فليتحرك قسرا في زمان ما ، مسافة ما ، وليتحرك مثلا في تلك المسافة جسم آخر فيه ميل ما وممانعة ، فبين أنه يتحركها في زمان اطول .

وليكن ميل اضعف من ذلك الميل يقتضي في مثل ذلك الزمان ، عن ذلك التحرك ، مسافة نسبتها الى المسافة الأولى نسبة زمان ذي الميل الأول ، وعديم الميل ، فيكون في مثل زمان عديم الميل يتحرك بالقسر مثل مسافته ، فتكون حركتها مقسورين ذي ممانع فيه ، وغير ذي ممانع فيه ، متساويتي الأحوال في السرعة والبطء ، وهو محال » .

ويذكر ابن سينا فيقول في موضع ثالث (44) :

(41) المقالة الرابعة .

(42) النمط الثاني - الفصل السابع .

(43) نفس المرجع السابق - الفصل الثامن .

(44) نفس المرجع السابق - الفصل التاسع .

4 - الميل والاعتماد بمعنى كمية الحركة :

ورد استعمال لفظي « الميل » و « الاعتماد » في كتابات العالم العربي الحسن بن الهيثم في كتابه « المناظر » بمعنى كمية الحركة ، وقد سماها ابن الهيثم « قوة الحركة » ، كما سيجيء الحديث عنه ، أما الفيلسوف العربي أبو البركات هبة الله بن ملكا البغدادي فقد استعمل كلمة « الميل » و « قوة الميل » في معنى كمية الحركة ، من ذلك قوله في كتابه « المعتبر في الحكمة » (49) .

« فالميل الطبيعي مبدأ له غير مفارق ، ولا يزال يوجبه حتى يبلغ به الحيز الطبيعي ، وكلما حركت القوة في المسافة الغريبة عن الطبع ، أحدثت ميلا بعد ميل ، فتنزايد بذلك قوة الميل مهما استمرت الحركة »

يبين من هذا النص أن الفيلسوف العربي ابن ملكا تد وقف على حقيقة أن الأجسام التي تتحرك حركة طبيعية ، كذلك التي تسقط سقوطا حرا تحت تأثير قوة الجاذبية الأرضية (أي تحت تأثير الميل الطبيعي) ، تزيد سرعتها وبالتالي كمية حركتها كلما أمعنّت في السقوط ، وقد عبر ابن ملكا عن كمية الحركة في هذا النص بالميل بعد الميل وبقوة الميل .

ويميضي ابن ملكا في موضع آخر من نفس المصدر يقول :

« ... فإن قيل أن اشتداد الميل الطبيعي في آخره ليس لانسلاخ القاسر بل لأمر يخصه في نفسه ، ويستدل على ذلك بالحجر الرمي من عال من غير أن يكون عايذا عن صعود بحركة قسرية ، ولا فيه ميل قسري ، فانك ترى أن مبدأ الغاية كلما كان أبعد كان آخر حركته أسرع ، وقوة ميله أشد ، وبذلك يشع ويسحق ، ولا يكون ذلك له إذا لقي عن مسافة أقصر ، بل يبين التفاوت في ذلك بقدر طول المسافة التي يسلكها »

« يجب أن نتذكر ههنا أنه ليس زمان لا ينقسم ، حتى يجوز أن تقع فيه حركة ما لا ميل له ، ولا تكون له نسبة إلى زمان حركة ذي ميل » .

ويعرف الشيخ الرئيس الاعتماد والميل في « الرسالة الرابعة في الحدود » (45) فيقول :

« الاعتماد والميل هو كيفية يكون بها الجسم مدفعا لما يمانعه عن لحركة إلى جهة ما » .

هذا وقد أمرد الإمام الغزالي قسمها مستقلا من كتابه « معيار العلم » لبيان اللفاظ المستعملّة في الطبيعيات (46) ، نورد منها تعريفه للاعتماد والميل فيما يلي ، ويكاد يكون نفس النص الذي ساقه ابن سينا في رسالته الرابعة .

« الاعتماد والميل هو كيفية بها يكون الجسم مدافعا لما يمنعه عن الحركة إلى جهته »

ويزيد الشيخ الرئيس ابن سينا الأمر وضوحا ، فيشرح طبيعة مدافعة الجسم عن استمراره على حاله ، فيقول في معرض حديثه عن الآراء المطروحة في سبب حركة الجسم المقذوف (المتحرك) بعد أن يفارقه التاذف (أي المحرك) بعد استعراضه لجملة الآراء (47) :

« ولكننا إذا حققنا القول ، وجدنا أصح المذاهب مذهب من يرى أن المتحرك يستفيد ميلا من المحرك ، والميل هو ما يحس بالحس إذا ما حوول أن يسكن الطبيعي بالقسر ، أو القسري بالقسر » .

من الواضح هنا استعمال كلمة الميل في معنى المدافعة ، واختصاص الجسم بكيفية أو صفة ذاتية بها يدافع الجسم عن استمراره في الحركة ، وهي الصفة التي تطلق عليها اليوم تسمية « القصور الذاتي » أو « العطالة » (48) ، وهذه إحدى المعاني الواردة في القانون الأول للحركة .

(45) « تسع رسائل في الحكمة والطبيعيات » مطبعة هندية بالموسكى بمصر عام 1908 م (1326 هـ) .

(46) كتاب « معيار العلم » كتاب الحدود - الفن الثاني - القسم الثالث - طبعة دار المعارف بالقاهرة الصفحات 296 حتى 304 .

(47) طبيعيات كتاب « الشفاء » : المقالة الرابعة - الفصل الرابعة عشر .

(48)

(49) مخطوط مكتبة أحمد الثالث باستانبول رقم 3222 - المجلد الثاني - الفصل الرابع والعشرون ، الورقتان 95 ، 96 .

وهو ما نعرفه اليوم بكمية الحركة ، وقد عبر عنها ابن الهيثم بـ « قوة الحركة » وبـ « اعتماد المتحرك » ، فكتب الفصل الثالث من المقالة الرابعة في كتابه « المناظر » (52) يقول :

« والمتحرك اذا لقي في حركته مانعا يمانعه ، وكانت القوة المحركة له باقية فيه عند لقائه المانع ، فانه يرجع من (حيث) كان في الجهة التي منها تحرك ، وتكون قوة حركته في الرجوع بحسب قوة الحركة التي كان تحرك بها في الأول ، وبحسب قوة الممانعة » .

ومضى في الورقة التالية يقول :

« ... لان الحركة المكتبة انما تكون بحسب مقدار المسافة (و) بحسب مقدار الثقل » .

يتضح من هذين النصين وقوف الحسن بن الهيثم على معنى كمية الحركة معبرا عنه بقوة الحركة ، وسبقه اليه ، وبالتالي فانه من المحتمل أن يكون علماء العرب وفلاسفتهم من أمثال أبي البركات هبة الله بن ملكا البغدادي والخواجه نصير الدين الطوسي قد وقفوا على هذا المعنى الكمي الذي ورد محسدا في كتابات الحسن بن الهيثم في أوائل القرن الحادي عشر للميلاد ، والذي حقق به سبقا واضحا على علماء الغرب بعدة مئات من السنين .

خلاصة

يخلص البحث الى أن العرب قد وقفوا على معان واصول فكرية عديدة في مجال علم الحركة ، استعملوا في التعبير عنها اللفاظ خاصة تناولناها في هذه الدراسة بما هي أهل له من الشرح والتفصيل ، وأوردنا نماذج من الكتابات العربية قصدنا بها التذليل على المعاني المتباينة التي عبرت عنها هذه الالفاظ ، ويعتبر هذا البحث دراسة اساسية لا غنى عنها للباحثين عن فضل العرب في علم الميكانيكا ، وهو فضل قد ثبت لنا أنه جد عظيم .

يؤكد أبو البركات هنا زيادة « قوة الميل » (اي كمية الحركة) بازدياد المسافة المقطوعة ، وبازدياد قوة ميل الحجر المرمي يشتد تأثيره حيث يشحج ويسحق على حد قوله ، ومن الواضح أن مفهوم أبي البركات سليم تماما ، إذ أن سرعة حركة الجسم الساقط حرا تزيد بحسب المسافة التي يتحركها ، وبالتالي فان كمية حركته — وقد عبر عنها الفيلسوف العربي هنا بقوة الميل — تشتد ويشتد معها تأثيرها كما جاء بجلاء في معنى كمية الحركة .

يقول نصير الدين الطوسي في معرض شرحه للفصل الأول من النمط الأول في طبيعيات كتاب « الاشارات والتنبيهات » لابن سينا :

« والاعتماد عندهم هو ما يسميه الحكيم ميلا »

اذن فاستعمال كلمة الاعتماد كان مرادفا لاستعمال كلمة الميل .

وفي استعمال كلمة الميل بمعنى كمية الحركة يقول الطوسي (50) :

« اتقول : الميل الطبيعي يزداد بازدياد الجسم الى مكانه الطبيعي تقريبا » .

اي ان الجسم الساقط حرا تزداد كمية حركته كلما اقترب من سطح الأرض او من جسم ثابت عليها ، وهذا يتول صحيح تماما لأن كمية الحركة — وهي حاصل ضرب الكتلة في السرعة — تزيد بازدياد السرعة ، وهذه الأخيرة تزيد بدورها كلما أمعن الجسم في حركته الطبيعية تحت تأثير قوة الجاذبية الأرضية .

4 — تعبيراً « قوة الحركة » و « اعتماد المتحرك »

نظن الحسن بن الهيثم (51) الى معنى كمي في الجسم المتحرك يتوقف على سرعته (معبرا عنها بمسافة السقوط) ، وعلى ثقله (ويتناسب مع كتلته)

(50) شرح نصير الدين الطوسي لكتاب ابن سينا « الاشارات والتنبيهات » : النمط الثاني ، الفصل التاسع عشر .

(51) عاش في الفترة من عام 966/65 م حتى عام 1039 م (354 هـ — 430 هـ) .

(52) مخطوط مكتبة الفتح باستانبول رقم 3215 ، الورقة 70 .

* مصادر البحث *

- (1) « رسائل اخوان الصفا وخلان الوفا »
عني بتصحيحه خير الدين الزركلي
المكتبة التجارية الكبرى بالقاهرة - عام 1928 .
- (2) « معيار العلم » للامام محمد ابي حامد الغزالي
تحقيق الدكتور سليمان دنيا
دار المعارف بمصر - الطبعة الثانية - عام 1969 ، 400 صفحة .
- (3) « المعتبر في الحكمة » لهبة الله بن ملكا البغدادي
مخطوط مكتبة احمد الثالث (طوب قابي سراي باستانبول) رقم 3222 -
225 ورقة .
- (4) « الشفاء - الطبيعيات » للشيخ الرئيس ابن سينا
تحقيق الدكتور محمود قاسم . مراجعة وتقديم الدكتور ابراهيم مذكور ، دار
الكتاب العربي للطباعة والنشر بالقاهرة عام 1389 هـ = 1969 م
- (5) « تسع رسائل في الحكمة والطبيعيات » للشيخ الرئيس ابن سينا
مطبعة هندية بالموسكي بمصر عام 1326 هـ = 1908 م ، 180 صفحة .
- (6) « الاشارات والتنبهات » للشيخ الرئيس ابن سينا مع شرح نصير الديسن
الطوسي
تحقيق الدكتور سليمان دنيا .
دار المعارف بمصر - القسم الثاني - الطبعة الثانية ، 468 صفحة .
- (8) « المباحث المشرقية في علم الالهيات والطبيعيات »
للإمام فخر الدين الرازي
الجزء الاول عام 1343 هـ = 1924 م ، 706 صفحة .
الجزء الثاني عام 1343 هـ = 1924 م ، 548 صفحة .
دائرة المعارف العثمانية - حيدر آباد الدكن بالهند .
- (8) « النجاة » للشيخ الرئيس ابن سينا .
طبع بمطبعة السعادة بمصر على نفقة محي الدين صبري الكردي ، عام 1331 هـ
ثم عام 1357 هـ = 1938 م .
- (9) « الكتاب الموسوم بشرح الاشارات » .
للخواجة نصير الدين الطوسي ، وللإمام فخر الدين الرازي .
المطبعة الخيرية بالقاهرة - الطبعة الاولى - عام 1325 هـ .
الجزء الاول 243 صفحة ، الجزء الثاني 146 صفحة .
- (10) « المناظر » للحسن بن الهيثم .
المقالتان الرابعة والخامسة - مخطوط مكتبة الفتاح باستانبول رقم 3215 ،
322 ورقة .

* مرتبة حسب ورودها في متن البحث .