جامعة وهران 2
كلية العلوم الاجتماعية
اطروحة
لـــــــنيـــــل شهادة دكتوراه علوم
تخصص فلسفة

الأسس الرياضية لبنية المنهج العلمي المعاصر

ماكس بلانك أنموذجا

من إعداد الطالب(ة):
بلهبري عبد العظيم

إشراف :
أ د. بوكرلدة زواوي

تشكيلة لجنة المناقشة :

اسم و لقب الاستاذ	الرتبة	الصفة	مؤسسة الانتماء
يموتن علجية	أستاذة	رئيسا	جامعة وهران 2
بوكرلدة زواوي	أستاذ	مشرفا و مقررا	جامعة وهران 2
بوسيف ليلى	أستاذة	مناقشا	جامعة وهران 2
حمادي السايح	أستاذ	مناقشا	جامعة مستغانم
رمضاني حسين	أستاذ	مناقشا	جامعة تيارت
بن معمر خير الدين	أستاذ محاضر أ	مناقشا	جامعة تلمسان

الموسم الجامعي
2026/2025

قال تعالى :

"يَا مَعْشَرَ الْجِنِّ وَالْإِنْسِ إِنِ اسْتَطَعْتُمْ أَنْ تَنْفُذُوا مِنْ أَقْطَارِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ فَانْفُذُوا لَا تَنْفُذُونَ إِلَّا بِسُلْطَانٍ"

(الرحمن: 31)

إهداء

إلى والدتي التي علمتني الإخلاص في العمل والصبر على المحن

إلى والدي الذي ألهمني قوة الإرادة ، وقادني إلى النجاح حيث علمني أن الفشل هو التجارب التي تسبق النجاح

إليهما و إلى كل أفراد عائلتي أهدي عملي هذا .

شكر و عرفان

أتقدم بشكري الجزيل إلى كل من قدم لي المساعدة ،

ومني كل التقدير والامتنان إلى أستاذي بوكرلدة زواوي

الذي ساعدني كثيرا ومنحني الكثير من وقته واهتمامه فلولا عنايته المستمرة ولولا مساعدته وتشجيعه لي لما أنجزت هذا العمل ، كما أقدم شكري لجميع أعضاء لجنة المناقشة وإلى كل القائمين على قسم الفلسفة .

مقدمة

مقدمة

أكد "جاستون باشلار" على أن الذرة مجتمعا رياضيا لم يفصح بعد عن كامل أسراره ، إن الدور الأساسي للذرة يتمثل في إرغامنا على استعمال الرياضيات . غير أن هذا الاستعمال لا يعني أن الرياضيات ليس لها علاقة بالتجربة فالرياضي يصنع نسقه انطلاقا من أوليات مرتبطة بالتجربة ، فلا توجد فكرة إلا و بها أثر معرفي من التجربة .

1-كتب غاليلي ليؤكد بأن كتاب الطبيعة مكتوب بلغة رياضية حروفها الأرقام والأشكال الهندسية ومن لم يكن متقنا لهذه اللغة فلن يستطيع قراءة هذا الكتاب.

* إذا كان العالم الفيزيائي يطلعنا على حقيقة الواقع، فإن ابستيمولوجية الفيزياء تطلعنا على كيفية تعرف العالم الفيزيائي على الطبيعة وكيف توصل إلى القوانين و النتائج وكيف تشكلت لديه المفاهيم والتصورات و ما هي أصول تلك المفاهيم وما هي أسسها .

و من الخطأ الاعتقاد بأن كل فكرة فيزيائية إنما يتم الحصول عليها بالاستقراء فقط حيث الاعتماد على الملاحظة، ولكن هناك بعض القوانين المعقدة في الفيزياء النظرية التي ينتمي إليها أنموذج ماكس بلانك مثل قوانين فيزياء الأجسام الصلبة فإنها تلجأ إلى مفاهيم نظرية تدخل في مجال الرياضيات وهي بعيدة عن التجربة الإنسانية

إن دور الفرضيات الرياضية هو إنشاء تجارب جديدة مبنية على ملاحظات جديدة إضافة للملاحظة العادية.

إن هدف النظرية الفيزيائية هو تحقيق نظام وتسبيق شامل حول الظواهر المدروسة وهذا لا يتأتي لها إلا بإتباع أدوات أساسية في المنهج الرياضي حيث تحضر الجداول الرقمية التي تساهم في بناء حقيقة القانون الفيزيائي وكذلك حيثيات التغير هي وسيلة وأداة لتنظيم المعطيات الفيزيائية حول الظاهرة الطبيعية. إن تقليل أهمية النظرية الفيزيائية يتم بطريق الاستنتاج حيث توضع الأحكام الدقيقة التي نصف بها الظاهرة .

إن الاستنتاج من الناحية المنطقية يعتمد على مقدمات تتجاوز مادة الدراسة الأولية و في الصورة الكاملة فإن هذا المقدمات تنتمي إلى مجال الفرضيات التي تعتمد في صورتها ومادتها على المفاهيم النظرية الرياضية.

تعتمد النظرية الفيزيائية على مادة تعريف المفهوم أو المفاهيم التي تشكل البناء النظري لجوهر النظرية، إن تعريف – مفهومي الكتلة والقوة في ميكانيك نيوتن مثلا استدعى من الفيزيائيين إدخال عدة صيغ قانونية لشرح المفهومين، وهذه الصيغ أساسية في مراحل بناء النظرية وهي تأخذ صورة المفاهيم الرياضية والمنطقية التي لا يمكن الاستغناء عنها في مجال النظرية الفيزيائية.

إن النظرية الرياضية في ذاتها حيادية في مستقلة عن الفرضيات التخمينية المرتبطة بالعالم الخارجي الواقعي. فمثلا با نظرية التحولات القانونية التي اعتبرت خلال مدة طويلة بمثابة حجر المحك بالنسبة للميكانيك الكم فهي لا تتعلق بنظرية فيزيائية مستقلة ، بل تتعلق بطريقة

رياضية لحل معادلات الحركة مثل معادلات هاملتون" و" شرود ينجر "schrodinger" وهذه النظرية تبسط صياغة المشكلة وبالتالي حلها **(ماريوبونج، 1984، صفحة 70)**

لقد نظر أعلام الفيزياء النظرية كمادة للرياضيات على أنها لا تملك محتوى فيزيائي فنظرية الاحتمالات ينظر إليها على أنها صيادية مثلها مثل الحساب ورغم هذه الخصائص لمادة الرياضيات فإن لها إمكانية التطبيق على مادة الفيزياء وتطبق على الواقع الطبيعي و من الزاوية يمكننا طرح الإشكالية على النحو الآتي : إلى أي مدى وصلت عملية تطبيق المنهج الرياضي على بنية العلوم التجريبية في صورة الفيزياء عبر تاريخها مع الرياضيات في صورة المنتهج الرياضي ؟

و من الفرضيات التي سنحاول إثباتها وهي أنه لا يمكن للفيزياء أن تخطوا خطوات كبيرة في منهجها و في وضعها للقوانين العلمية من دون الاستعانة بالرياضيات وبمنهجها .

ولا يمكن أيضا قيام علم الفيزياء إلا بالموازاة مع وجود علم رياضي تستند إليه.

أسباب اختيار الموضوع

حضرت مجموعة من الأسباب الموضوعية والذاتية التي جعلتنا نطرق هذه الإشكالية نذكر من الذاتية على سبيل المثال لا الحصر وهي رغبتنا في مواصلة البحث في إشكالية المنهج التجريبي بصورة عامة والمنهج الرياضي يوجه أدق حيث حضر هذا المنهج في بناء المنهج العلمي للعلوم الفيزيائية عند مجموعة من الفيزيائيين سواء الفيزياء النظرية أو العلمية حيث ينتمي ماكس بلانك إلى النوع الأول من الفيزياء، وفي هذا المجال عالجنا في دراستنا

لتحضير شهادة الماجستير، أطروحة حول الثورة العلمية المحاضرة في القرن العشرين وعليه فإن الإشكالية التي سندرسها تعتبر امتداد للدراسات السابقة التي قمنا بها أو أردنا بهذا البحث عملية تواصل واستكمال المشروع بحث أكاديمي نسلط من خلاله الضوء على تطور المنهج التجريبي من زاوية تطبيق وتجسيد المسيح الرياضي داخل بنيته ، ذلك عبر مسار تاريخي لتطور العلوم التجريبية خاصة علوم الفيزياء .

أما من الأسباب الموضوعية التي جعلتنا نركز على الأنس الرياضية و المنهج الرياضي هو التطور الحاصل في مجال الميكروفيزياء ونظرية الكونطوم التي أثرت على تطور بنية الفيزياء النظرية والعملية حيث أصبحت للرياضيات وللمنهج الرياضي أهمية قصوى في التوصل إلى نتائج علمية دقيقة أدت إلى تغير بعض خطوات المنهج التجريبي.

أهمية الموضوع :

تعتبر دراسة الأسس الرياضية للمنهج التجريبي من الدراسات الدقيقة في فلسفة العلوم وفي الابستيمولوجيا ، حيث نستفيد منها في تحليل النصوص العلمية المرتبطة بالمنهج التجريبي كما تساعدنا هذه الأسس على فهم النظريات العلمية وبالخصوص الفيزيائية يكشف لنا عن دقة ويقينية العلوم الرياضية التي لا يمكن الاستغناء عنها في كافة العلوم وحتى العلوم الإنسانية هي بحاجة ماسة إلى تطبيق واللجوء إلى المنهج الرياضي الذي يجعلها أكثر وضوحًا في طرح أفكارها .

إن المنهج الرياضي أثبت لنا بأن تطبيق المعادلات التفاضلية أوجد لنا معدلات الحركة، إن المفاهيم الرياضية توجد في جوهر الأفكار الفيزيائية ومن هذه الزاوية تطورت النظريات الفيزيائية.

إن ميزة المنهج الرياضي أنه يتصف بالدقة والوضوح ولذلك أمكن تطبيقه على كافة العلوم التي تحاول إدراك درجة اليقين فهو أنموذج كل معرفة علمية صحيحة.

المنهج المتبع

وفي الدراسة العلمية حاولنا واجتهدنا في توظيف المنهج التحليلي لمجموعة من الأفكار حول الرياضيات والمنهج الرياضي في شرح النظرية الفيزيائية، وبناء الأجزاء الجوهرية لهذه النظرية كما اعتمدنا أيضا على المنهج التاريخي من خلال عرض لمختلف مراحل تطبيق المنهج الرياضي في الفلسفات السابقة على نظرية الكونطوم مثل نموذج الفلسفة العلمية في الإسلام من خلال نموذج ابن الهيثم ثم نموذج الفيزياء الحديثة مع غاليلي و نيوتن. كما اجتهدنا في توظيف من حين لآخر المنتج النقدي لبعض الأفكار الفيزيائية عند بعض أعلام الفيزياء النظرية .

خطة العمل :

إن طبيعة الإشكالية فرضت علينا تقسيم الموضوع إلى ثلاثة فصول مرتبطة فيما بينها حيث عالجنا الفصل الأول إشكالية تطبيق المنهج الرياضي في العالم الإغريقي والإسلامي حيث أشرنا بشيء من التفصيل إلى أهمية المنهج وتطبيقاته في البحث العلمي حيث هو الأداة

التي جعلت العلوم بعدة كلية تخطو خطوات عملاقة في وضع نتائجها كما اجتهدنا في تبيان مدى تطبيق الرياضيات و المنهج الرياضي على بعض التصورات العلمية عند أفلاطون وأرسطو، كما تجلت لنا أهمية الفضل من خلال شرح وتوضيح مسألة تطبيق المنهج الرياضي في صورة الهندسة على المباحث النظرية للفيزياء ونظرية الإبصار عند الحسن بن الهيثم وذلك حتى نتبين مدى شمولية تطبيق المنهج الرياضي على المعارف العلمية .

أما الفصل الثاني، حاولنا التركيز فيه على دراسة تحليلية للبناء الرياضي في الفيزياء الحديثة ، حيث أبرزنا مسألة التكامل بين البناء الفلسفي والأسس الرياضية من خلال فكرة "كانط" حول المكان، واكتملت هذه الفكرة من خلال طرح مسألة أهمية الرياضيات بمثابة علم دقيق ونتائجها يقينية مما أدى بالفيزياء إلى اعتمادها بالضرورة العلمية المنهجية في بناء النظرية الفيزيائية . أما الفصل الثالث تم تخصيصها لشرح الكيفية العلمية لتطبيق المنهج الرياضي في طلب نظرية كوانطوم الطاقة عند "بلانك"، وتم بناء هذا الفصل اعتمادا على دراسة تطور الفيزياء الحديثة من النظرية الفيزيائية عند نيوتن إلى حدود نهاية القرن 19 م، حيث أثبتنا الحضور الرياضي في ثنايا النظريات الفيزيائية، ثم تطرقنا بطريقة عملية تجريبية لصور البناء الرياضي لنظرية "كوانطوم" الطاقة عند "بلانك " من خلال وضع بعض المعادلات الرياضية، كما أشرنا إلى أهمية النظرية النسبية في شرح بعض المفاهيم العلمية من خلال علم الرياضيات ودورها في وضع مبدأ اللاحتمية.

صعوبات البحث :

إن البحث الأكادية المتواضع الذي قدمناه في صورة الفصول والمباحث اعترضته بعض الصعوبات نذكر منها العوائق الذاتية التي جعلتنا نسجل تأخراً في إنجاز الأطروحة بسبب التداخل بين ما هو عملي وما هو علمي، إضافة إلى أن موضوع الدراسة والأطروحة يتميز بالطابع التقني الدقيق الذي يتطلب التحكم في اللغة العلمية الصارمة وهو ما حاولنا إدراكه من خلال طرح الأفكار الأساسية للأطروحة بطريقة موضوعية، ثم إن النموذج الرياضي في العلوم التجريبية يشمل الكثير من أسماء الفيزياء النظرية بصورة خاصة وكان من المتعذر علينا التطرق إليهم جميعا حيث تجاوزنا هذه.

المنهج المتبع :

وذلك بالإقتصار على بعض الأعلام بمثابة نماذج لتطبيق المنهج الرياضي في العلوم التجريبية الفيزياء النظرية و العملية ، ثم إن النماذج المختارة وضعتنا أمام صعوبة تتمثل في قلة المصادر والمراجع المتعلقة بتطبيق المنهج الرياضي بصورة جلية على بنية الفيزياء النظرية ، ثم هناك عامل الوقت الذي داهمنا و نحن ننجز هذا العمل.

الدراسات السابقة

أما الدراسات السابقة التي تناولت هذا الموضوع من بعض الجوانب الرياضية نجد رسالة العنوان: الأسس التجريبية لنظرية المعرفة عند الحسن بن الهيثم من تقديم الطالب بوكرلدة زواوي تحت إشراف الاستاذ محمد عبد اللاوي قسم الفلسفة جامعة وهران – 2004 ، وقد

اطلعنا على محور أساسي فيها حول أهمية علم الرياضيات والمنهج الرياضي عند الحسن بن الهيثم الذي عالج من خلاله مفاهيم الإنعطاف والانكسار من زاوية علم الهندسة وأيضا مفهوم المكان الهندسي، الذي خصص له ابن الهيثم "رسالة في المكان" وهذه الفكرة كانت لها علاقة مباشرة بأطروحتنا في تطور الفيزياء الحديثة ونجد أيضا رسالة بعنوان : الأسس الفلسفية للزمان الجسماني والروحاني في الفكرة سلامي – أبو بكر بن زكريا الرازي أنموذجا، ومكنتنا هذه الرسالة في فصلها الثاني وفي المبحث الرابع منه حيث تناول الطالب الباحث فكرة العدد عند المدرسة الفيثاغورية ، حيث أثبت بأن نظرية العدد ارتبطت بميتافيزيقا ثبات الوجود وكانت لهذه النظرية تأثير في بناء الفكر العالمي في الإسلام حيث أشرنا في أطروحتنا لهذه الفكرة عند حسن بن الهيثم ، كما أشار الباحث إلى فكرة الواحد الهندسي عند الفيثاغوريين والمتمثل في النقطة والخط و المثلث والمربع و التي تدخل ضمن دائرة علم الهندسة بصورة خاصة .

ونجد أيضا رسالة بعنوان : المنهج الرياضي ونظرية المعرفة عند أرسطو للطالب آيت أحمد نور الدين تحت إشراف أ.د بوكرلدة زواوي، قسم الفلسفة، جامعة وهران 2013/2012 ، حيث اطلعنا على مجموعة من الأفكار حول طبيعة المنهج الرياضي وتاريخية المنهج وتناول شروط وعوامل انتقال الإنسان من التفكير الساذج إلى التفكير العلمي والجهود المتعاقبة لتأسيس قواعد المنهج الصحيح ، وكذلك عالج الباحث فكرة أصول المنهج الرياضي

بداية من منطلق أرسطو و منزلة الرياضيات في بنيته. ثم الرياضيات إلى علم عملي من خلال نموذج إقليدس و أرخميدس.

– ونجد أيضا مذكرة ماجستير بعنوان : إشكالية التطور العلمي – مقاربة ابستيمولوجية بين غاستون باشلار و توماس كوهن – للطالب : جمال قوعيش تحت إشراف د. بوعرفة عبد القادر ، قسم الفلسفة، جامعة وهران 2005 . حيث اطلعنا من خلال البحث الثاني الذي عالج من الباحث طبيعة العمل العلمي عند كوهن من خلال الفصل الثاني، حيث أشار إلى أهمية التطور العلمي باعتباره عملية جزئية ويصبح تاريخ العلم بذلك نظاما يؤرخ لقيمة النظريات العلمية التي تقدم حلولا للمشكلات المعرفية التي نواجهها في إطار الثورة العلمية. كما أشار الباحث إلى أهمية الفلسفة الهندسية وهي مجموعة أطروحات حول طبيعة المكان وهي فلسفة علمية تجسد الروح العلمية الجديدة.

آفاق البحث

يفتح لنا هذا البحث أفاقا كبيرة حول معرفة التطورات العلمية في حقل الفيزياء النظرية من خلال تطبيق المنهج الرياضي الذي يجعل النظرية أكثر دقة وهذا ما سيجعلنا نواصل البحث في إبراز أهمية الرياضيات بمثابة علم مجرد يكشف لنا عن أسرار علمية كثيرة حول علم الفيزياء النظرية وحتى علوم أخرى يرى بعض الإبستيمولجيين بأن مجال تطبيق الرياضيات في تحليل العلوم واثبات نتائجها ما زال بعيد المنال في بناء النتائج العلمية المنتظرة من التطبيقات المختلفة لهذا العلم، إن ما أصطلح على تسميته بالذكاء الاصطناعي ما هو إلا

جزء من تطبيقات علوم الرياضيات على البناء المعرفي لعلوم الإعلام الآلي، وحتما سيعرف العقل البشرى تطورا هائلا في مجال علوم الإعلام والاتصال والذكاء الاصطناعي لأن مادة الرياضيات والمنطق الرياضي مع تطبيقات المنهج الرياضي. هذه المجالات المعرفية مجتمعة ستشكل مستقبل البشرية في بناء المعارف.

الفصل الأول

المنهج الرياضي في العلمين الإغريقي والاسلامي

المبحث الأول : أهمية المنهج في المبحث العلمي .

المبحث الثاني : العلم الإغريقي وأهمية الرياضيات .

المبحث الثالث : العلم الإسلامي والمنهج الرياضي عند الحسن بن الهيثم.

المبحث الأول : أهمية المنهج في المبحث العلمي.

نظرا لطبيعة الأطروحة حيث عالجت طريقة إبداع المفاهيم في الفيزياء النظرية عند ماكس بلانك وأعلام الفيزياء فإن هذه الفكرة جعلتنا نحاول دراسة شروط الابداع عند الطلبة الباحثين من أجل تجلي فكرة أهمية البحث و الإبداع في المناهج التجريبية حيث وضعنا لذلك مجموعة من الشروط :

ولعل أبرز شرط من شروط الإبداع والتي يجب أن تتوفر في الطالب الباحث نذكر ونؤكد على الجانب السيكولوجي المتمثل في عنصر السمة وطبيعتها داخل كل شخصية فمن هذا الجانب فإن السمات تحدث تأثيرا كبيرا في سلوك الأفراد لأنها تخلف لديهم ميلا لاستجابات دائمة نسبيا أي تبرز بوصفها عوامل ذاتية تحفز الفرد على سلوك معين دون غيره، وتشير السمات إلى مدى الرضا والارتياح والسعادة التي يجدها الإنسان مع تلك الدراسة أو المهنة. **(كاضم، 1998، صفحة 136)**

ومن هذا الجانب فإن الطالب الباحث الذي يكون هدفه إدراك تشكيل من أشكال الإبداع العلمي في عمله الأكاديمي فيجب أن يميل نحو تنظيم سلوك شخصية وفق السمة التي تساعده على حب الدراسة والبحث في موضوع من المواضيع المطروحة للنقاش والتحليل وهنا يكمن دور السمة في تكوين الشخصية السوية وتحسين أداء دورها في البحث.

إن مفهوم السمة يعتبر من المفاهيم الأساسية في نظرية الشخصية إنها العقدة البنائية فيها وهي عبارة عن منظومات تمثلا تكاملا يدخل في عدد الشخصية، فضلا على أن أغلب تعريفات الشخصية يدور حول عنصر السمات، **(كاضم، 1998، صفحة 136)** أن شخصية الطالب الباحث التي لا تمثل فيها عناصر السمات ذلك التكامل المعرفي تؤدي بالطالب إلى نوع من الإحباط النفسي الذي يجعله يبتعد عن فحوى الإبداع العلمي المنتظر منه في بحثه، ولذلك اهتمت نظريات السمات بهذا النوع من التكامل من المعرفي بين عناصر السمات وذلك بتقديم وصف للفرد من خلال مجموعة كبيرة من السمات المميزة له، التي تنطبق عليه بدرجات متفاوتة ومن ثم فهي تركز على الفروق الفردية بين الأفراد تلك الفروق تلعب دورا كبيرا في تحديد طبيعة الإبداع عند كل طالب ولذلك يتفاوت الإبداع العلمي في إنجاز الأطروحات من طالب لآخر وذلك لأن البناء الداخلي لسلوك الطالب الإبداعي يتأثر بطبيعة السمة وعناصرها المكونة لها ويرى –جوردون ألبورت– Gordan Allport (1897–1967) وهو عالم نفسي أمريكي درس إشكالية السمة درسا وافيا– بأن السمة هي الوهدة الطبيعية لوصف الشخصية والسمات في نظرة هي بناءات داخلية موجهة لسلوك الفرد بشيء من الثبات والخاصية وهي وحدات مستقلة داخل شخصية الفرد ولكنها متوافقة وتتجمع لإحداث الآثار السلوكية، وعلى ذلك يعتقد هذا العالم بإن الاستجابة لا يمكن إرجاعها إلى سمة واحة بل هي نتاج مجموعة من السمات المتوافقة والسمات الفردية هي الاستعدادات الشخصية التي يمتلكها الفرد ولا يشاركه بها الآخرون، **(كاضم، 1998، صفحة 137)** وعند

هذه النقطة بالتحديد يختلف درجة الإبداع من طالب لآخر فالاستعدادات الشخصية هي التي تحدد طبيعة العمل الإبداعي لدى كل طالب، وهناك الكثير من الطلبة الباحثين لا يمتلكون تلك الاستعدادات وهذا يظهر في نتائج أبحاثهم المتواضعة فتراهم يقدمون على طلب تغيير المشرف أو طلب تغيير عنوان الإشكالية أو طلب تغيير فصول كثيرة في البحث وهذا يؤثر سلبا عملية التأطير من جانبها المنهجي والإبداعي وغير بعيد عن عنصر السمة فإن الاستعدادات النفسية العامة المرتبطة بظروف تلعب دورا جوهريا في تحدي طبيعة الإبداع لدى الطالب ومن هذه الزاوية فإن الطالب مرغم على شحن ذهنه بالأهداف الموجودة من البحث الذي سينجزه والمتمثلة خاصة في العلم والمعرفة الدقيقين في مجال تخصصه وغايته في ذلك تثقيف نفسه وإشباع رغباته العملية وإرواء عطشه للقراءة والمطالعة ومن هنا فهو مطالب بإيجاد المناخ النفسي الملائم لتحقيق هذه الغايات وذلك لا يتأتى إلا بضرورة اكتساب لمجموعة من القدرات العقلية والاستطاعات الذاتية ومهارات العمل وهذه العوامل مجتمعة تساعده على الفهم والاستيعاب وحب للمعرفة **(عباس، 2004، صفحة 14)** التي يبحث في مجالها، المحدد له مسبقا من طرف هيأة التأطير.

وفي نفس المجال النفسي العام فإن الطالب الباحث إذا لم يغرس في نفسه حب البحث العلمي المرتبط بالرجوع بصفة خاصة إلى عملية القراءة والإطلاع على كل الكتب والمراجع ذات الصلة بالموضوع وبالإشكالية فإن نتيجة بحثة ستظل قاصرة على إدراك أهدافها

التعليمية والمنهجية، إن فعل القراءة والمطالعة يعتبر حجر الزاوية في أي نشاط إبداعي لدى الطالب الباحث.

الاستنتاج:

إن الإشكالية المطروحة أمامنا للنقاش والبحث والتي حاولنا صياغة بعض أفكارنا والتأسيس لها من الجانب النظري، جعلتنا نكشف بأن تكوين نظرية جديدة لا يشبه مثلما قال ألبرت آتشتين في سنة 1938، هدم كوخ صغير وبناء ناطحة سحاب بدلا منه، بل أقرب شبها بحال رجل يتسلق جبلا فيتسع أفق نظره ويرى آفاقا جديدة كلما ازداد ارتفاعه ويرى طرقا ومسالك جديدة تصل بين البقاع الموجودة في سفح الجبل مما كان يتعذر عليه رؤيتها لو لم يبرح هذا السفح.

وعليه فإننا لا يمكننا الإلمام بكل عناصر الإشكالية في هذه الأسطر بل ذلك يتطلب بحث متعدد الخبرات ومتابعة ميدانية غير متناهية ولا يمكننا أن نقول بأننا درسنا كل عناصر الإشكالية لأن كل دراسة هي بحاجة إلى متابعة ونظر قاطعين مثلما قال عماد الدين الأصفهاني: إني رأيت أنه لا يكتب إنسان كتابا في يومه إلا قال في غذه، لو غيرت هذا المكان لكان أحسن، ولو زيد كذا لكان يستحسن، ولو قدم هذا المكان لكان لأفضل العبر وهو دليل على استيلاء النقص على جملة البشر.

تعريف المنهج:

يعرف المنهج عادة على أنه الأدوات الاستقصائية التي تستعمل في استخراج المعلومات من مصادرها الأصلية والثانوية، البشرية والعادية والفكرية وتنظم بشكل مترابط لكي تفسر وتحلل ويعلق عليها **(العروي، صفحة 396)**

ومصطلح منهج يرجع إلى أصله اليوناني من كلمة (methodos – وقد وظفها أفلاطون بمعنى البحث والمعرفة والنظر **(بدوي، 1968، صفحة 05)**

وهو مصطلح مشتق من فعل نهج ويقال النهج وهو الطريق الصحيح لا اعوجاج فيه ومن خلال تطبيقه ندرك نتيجة أو نتائج معينة ، فالمنهجع هو الوسيلة والأداة التي تدرك بواسطتها حقائق تبحث عنها كل العلوم ، ينظر مناطقة بورروايال "Portroyal إلى المنهج على أنه أسلوب مألوف للعقل " يمكن تحديده بالاستدلال لغرض تطبيقه بنحو أوثق " **(لالاند، 2001، صفحة 803)**

تطور فكرة المنهج :

حاول "راموس" – (1515–1578) Ramus في القرن السادس عشر في دراسة أبحاث علم المنطق حيث قسم المنطقة إلى أربعة أقسام وهو التصور و الحكم والبرهان والمنهج وهي أساسيات علم المنطق واعتبر بعض مؤرخي تاريخ العلوم في أوروبا بأن هذا التقسيم يعد بمثابة كتابة في المنهج العلمي الذي يعتبر فيه علم المنطق و من أهم عناصره . واهتم

"راموس" أيضا بوضع منهج في الكتابة حول البلاغة والأدب ، ووضع بعض عناصر المنهج مثل الملاحظة . والتجربة، ويفضل هذا التقسيم لعلم المنطقة، استطاع مناطقة "بول روايال " Port Royalدراسة علم المنطق من زاوية المنهج حيث وضعوا كتابا ضخما في المنطق بعنوان "المنطق أو فن التفكير الصحيح"

استطاع فيما بعد ديكارت " أن يضع منهجا يسير بمقتضاه العقل في طريق صحيح وكتب كتابه المشهور" مقال في المنهج" الوضع من خلاله ثلاث عشرة قاعدة يتبعها العقل في البحث عن حقائق الأشياء وطبيعتها.

إن المنهج المتبع في الدراسة والبحث ليس هو بالضرورة الطريقة الذي تبناه العالم وهو ينجز أعماله ، إنه حين ينجح عالم ما في مسألة فإن النجاح غالبا ما ينسب إلى ما يتضمنه ذاك الموضوع من أهمية ولا ينسب الفضل في ذلك قط لمنهجية البحث المتبعة **(مدور، 1991، صفحة 18)** ولكن هذه الفكرة يمكن دحضها بصورة معينة لأن المنهجية تتواجد دائما مع العلماء بطريقة مستمرة في أبحاثهم سواء تم إدراكها بنسق ذاتي أو بمنهج موضوعي وتشير هنا إلى ملاحظة : العالم "آينشتين " حين يقول" إذا أردت حرفة طبيعة المناهج التي يستخدمها الفيزيائيون النظريون ، فإني أنصحك بطريق واحد لا غير، لا تستمع إلى أقوالهم بل ركز على أعمالهم **(مدور، 1991، صفحة 19)**

هل هذا يؤكد على عدم إتباع هؤلاء الفيزيائيون النظريون من أمثال "ماكس بلانك" على منهجية معينة لدراسة أبحاثهم ، فمثلا "لو سألنا عالما عما يعني له المنهج العلمي لكانت

إجابته مزيجا من المهابة والتمايل وإذا أخرج في ذلك فستجده يجيب بكلمات الاستقراء وتأسيس قوانين الطبيعة **(مدور، 1991، صفحة 20)**

ورغم فقدا التحفظ فيمكننا القول بأن منهجية البحث العلمي عند معظم العلماء أصبحت قاعدة أساسية في شرح الظواهر وتحليلها ووضع قوانين لها.

إن أهم التجديدات عند الفلاسفة تقع في مستوى المنهاج ومن هنا جاءت أهمية "ديكارت" و"لوك" و "كانط" و "هيجل" و "هوسرل " ، وكما اعتقد أحد الفلاسفة بأن الفلسفة تكاد أن لا تكون سوى منهاج **(عزير، 1989، صفحة 10)**

أما عالم الاجتماع "كارل بوبر " فقد اعتقد بأنه يوجد من المناهج التي يمكن أن يستعملها الفيلسوف بقدر ما يريد فالمهم هنا هو أن تكون لديه مشكلة تستحق النظر وأن يحاول حلها **(popper)**

إن محاولة الكتابة حول المنهج في الفلسفة والعالم الاسلامي ظهرت بوضوح عند الحسن بن الهيثم حيث يقول في المقالة الأولى من كتاب المناظر "... نبتدئ في البحث باستقراء الموجودات وتصفح أحوال المبصرات ، ونميز خواص الجزئيات وتلتقط بالاستقراء ما يخص البصر في حال الإبصار وما هو مطرد لا يتغير وظاهر لا يشتبه من كبيرة الإحساس ، ثم تترقى في البحث و المقاييس على التدريج والترتيب مع انتقاد المقدمات والتحفظ في النتائج، ونجعل عرضنا في جميع ما نستقرئه ونتصفحه استعمال العدل لا إتباع الهوى **(الهيثم،**

1982، صفحة 62)، ونلاحظ من خلال هذه الفقرة وجود عناصر أساسية حول مفهوم المنهج والكتاب في عناصره الأساسية، منها مفهوم الاستقراء، كيفية الإحساس. ومن زاوية أخرى يعتمد كانط في بناء فلسفته على فكرتي القبلي والبعدي لتحديد المسار العام لطبيعة المفاهيم ودورها في بناء النسق المعرفي الصارم ، لقد أكد كان على فكرة الابتعاد عن الرأي الشائع الذي يزعم أن صورنا الذهنية هي نسخ مطابقة للأشياء الخارجية وأن نستبدلها بإفتراض أن الأشياء الخارجية هي معطيات تطابق صورنا الذهبية، وهو يوضح كيفية قيام معرفة مستقلة عن كل تجربة حسية إلى أن يصل إلى افتراض أن المكان والزمان ليسا موضوعين حسيين وإنما هما صورتان تفرضان على الحس " . **(مدور، 1991، صفحة 40)**

أسس فلسفته على مقولات معينة بواسطة الفهم لعقل خالص، حيث العلم ليس إلا مجالا للمعرفة أما العمل فهو مجال الأخلاق .

حاول "برغسون" التمييز بين نوعين من الزمن وهما الزمن الفيزيائي وهو زمن الساعات والأوقات والزمن الحيوي الذي يتميز بالتنوع والديمومة أما "ألبرت آينشتين" أدرك بأن الزمن يشكل مع المكان مجالا آخر اصطلح على وضعه بـ: الزمكان، وفيه أصبح الزمن البعد الرابع إلى جانب الطول والعرض والعمق.

المبحث الثاني : العلم الإغريقي وأهمية الرياضيات .

أفلاطون و المنهج :

استعملت الفلسفة اليونانية مصطلح المنهج من زاوية البحث والنظر في الظواهر المحيطة بالطبيعة والواقع من أجل التعرف على أسباب الظاهرة فقد وظف أفلاطون المصطلح في الجدل حيث أشار إلى وجود نوعين من الجدل، الصاعد، النازل، الأول يتمثل في عنصر الترتيب والثاني يتمثل في عنصر التقسيم وحاول تطبيقه على أمور تحصل في الطبيعة أما أرسطو، فقد وظف المنهج في العلوم العملية وخاصة السياسية والأخلاق، أما "في ميدان الطبيعة كان يحصي جميع الحالات التي يرافق فيها ظرف بعينه الظاهرة التي يبحث عن علتها" **(بربهيه، 1983، صفحة 51)**

وتطور المنهج عند الفلاسفة من طرح السؤال بصيغة لماذا تحدث هذه الظواهر؟ إلى صيغة كيف تحدث الظواهر أي البحث عن الأسباب والعلل .

تطورت فكرة المنهج مع ديكارت حيث أصبح يعتمد عليه للوصول إلى أهداف وذلك بالاعتماد على عنصر العقل ، ولا يهتم ديكارت بدراسة المعارف التي يكون مصدرها العقل فهي من البديهيات.

أحرز العلم قبل أفلاطون تقدما ملحوظا يمكن أن نصنفه على وجه التقريب في ثلاثة أبواب:

1/الباب الأول نربطه بالملطين وهو اتجاه جديد لمحاولة تفسير الظواهر الطبيعية بما فيها طبيعة الإنسان بدون تدخل قوى خارجية خارقة للطبيعة .

2/ الباب الثاني : أنه ظهرت طريقة فنية بدائية لمساءلة الطبيعة عن طريق التجارب.

3/ هناك ممارسة متزايدة للملاحظة وإجراء التجارب أيونيا وفي إيطاليا وفي صقلية وفي أثينا كانت ترافقها جدل حيوي في عن مدى صلاحية الشواهد الحسية – اشتد هذا الجدل حيوية كلما زاد فهم نتائج الفلسفة الطبيعية وطرقها الفنية التي تكشف بواسطتها أسرار الطبيعة والظواهر المحيطة بها .

والفلاسفة لم يدركوا أهمية هذه النقطة إلا قليلا ، بل إن بعضهم لم يعيرها أي اهتمام.

موقف أفلاطون من الفلاسفة الطبيعيين :

1/ أن الفنون التي تسهم أخطر مساهمة في حياة الإنسان هي تلك التي تمتزج **(فارينتن و سالم، 1958 ، صفحة 111)** وقوتها الذاتية بقوة مثل : الطب ، الزراعة و الرياضة البدنية **(فارينتن و سالم، 1958 ، صفحة 111)**

نظرية المعرفة عند أفلاطون

تتضح الملامح والصورة الكبرى لنظرية المعرفة عند أفلاطون من خلال تصحيح محاورة تياتتوس.[1] وذلك أنها تدور حول موضوع تعريف مصطلح معرفة وفي هذه المحاورة سأل سقراط تياتتوس ما هي المعرفة ؟ فكانت إجابته على الشكل الآتي نوردها في هذه النقاط:

1- المعرفة هي الإحساس أو الإدراك الحسي.

2- المعرفة هي الحكم الصادق أو الاعتقاد الصادق.

3- المعرفة هي الاعتقاد الصادق مصحوبا بأساس أو تفسير لهذا الاعتقاد . **(زيدان، 1989، صفحة 18)**

من خلال هذه الإجابات الثلاثة ، يقدم أفلاطون على لسان سقراط إجابات اعتبرت بمثابة أسس نظرية وتطبيقية لبناء نظرية في المعرفة .إن اعتبار المعرفة إدراكا حسيا فقط يعبر عن وجهة نظر السفسطائيين في المعرفة رغم عدم يقينيتها.

و يعتقد أفلاطون بأن الإدراك الحسي[2]، يختلف باختلاف الشخص المدرك ، والمعرفة تتناول بالدراسة والبحث ماله موضوعية في ذاته وبالتالي فإن المعرفة ليست هي الإدراك الحسي ، و يعتقد أفلاطون بأنه لو كان الإحساس هو قاعدة العلم فإنه سيكون لأي حكم نصدره على الأشياء نفس القيمة المعرفية التي للحكم المخالف له وبالتالي فإن الآراء كلها ستتكافأ عندئذ ستتساوى معرفة، الحرفي بمعرفة الفيلسوف . **(هشام، 2001، صفحة 11)**

ومن زاوي أخرى ،وفي نظر "باشلار" فإن الهندسة الإقليدية تنظر إلى المكان على أنه وحدة واقعية غير قابلة للتطور، حيث النقطة والدائرة والمثلث تمتلك تعريفات في طبيعتها لا تحتاج

1سقراط يعبر عن مواقف . heaetetus ، وتياتتوس Heodours المحاورة شخصياتها ثلاثة هم: سقراط، وتيودورس أفلاطون . و تيودورس صديق لسقراط و هو عجوز يخالف سقراط في بعض آرائه ويقنعه سقراط بخطأ ما يقول، أما تياتتوس فهو شاب بارع في الرياضيات ويعارضه سقراط في آرائه في المحاورة.

[2] هو من الأسس الأولى عند معظم الفلاسفة لبناء نظرية في المعرفة

يقال له : أفلاطن ، أفلاطن ، أفلاطون ، وهو من مدينة أثينا ، من أهم مؤلفاته : كتاب السياسة – كتاب النواميس.

إلى تبرير تطبيقي ، اعتقد إقليدس بأن الأرض دائرية فوقع بذلك نسق هندسي وفق هذا المعتقد حيث وضع ثلاث مجموعات للبرهان الهندسي وهي: البديهيات والتعريفات والمسلمات التي تقبلها دون برهان فهي أبسط الأشياء وأوضحها للعقل الرياضي . **(جمال، 2005، صفحة 90)**

ظلت فلسفة إقليدس في الهندسة عبارة عن مجموعة من التصورات لا تعتمد على مرجعية تطبيقية إذ نقلت واقع الفيزياء في صورتها الطبيعية، إن تعريفات إقليدس حصرت المكان في أشكال هندسية وهي محاولة لتفسير طبيعة المكان الفيزيائية من زاوية المنهج الرياضي .إن الباحث في عملية التفكير يسعى إلى وضع نموذج رياضي لتحليل مجموعة من الوقائع .

العلم عند الإغريق

أرسطو والأسس الرياضية لفلسفته :

– إن العودة إلى كتابات أرسطو حول العلم الطبيعي والمنطق والرياضيات . فهي مدفوعة بهم وسؤال تاريخي علمي وليس في صورة علم صرف . فهي تعيدنا من جانب تشكيل المصطلح العلمي في صوره المختلفة والمتعددة حيث تتراجع الفلسفة ويتقدم العلم بفضل بناء المصطلح في كل جوانب العلوم المختلفة.

إننا عندما نكتب حول التراث العلمي الأرسطي ليس من باب بناء محاولة للإجابة عن أسئلة علمية معاصرة دبل الغاية هي محاولتنا الإحاطة بمقادير معينة حول الوجود العلمي لفلسفة العلم عند أرسطو.

الفيزياء النظرية عند أرسطو ومكانة الرياضيات فيها.

تأسست الفيزياء عند أرسطو على مفاهيم ذات طابع ميتافزيقي رسمت بعض الصور عن الكون وظواهره المختلفة ، حيث عالج مفاهيم فيزيائية كثيرة بطريقة نظرية وبمنهج اعتمد فيه على بعض التصورات المنطقية مثل الحدود وخاصة نظرية القياس وطبيعة الحد الأوسط وهو علة النتيجة .ومن بين المفاهيم التي عالجها أرسطو في دراسته للظواهر الطبيعية الاستعانة بالمنهج المتعلق بسلوك الإنسان وأيضا الحيوان **(النشار، 1979، صفحة 337)**

فسر أرسطو حركة الكواكب في السماء اعتماد على تصور ميتافيزيقي وكان يعتقد بأن الطبيعة هي سبب الحركة و السكون في الموجودات وانطلاقا من هذه الفكرة وضع فكرته العلمية حول بعض المفاهيم الفيزيائية مثل المكان والزمان والخلاء أي الفراغ.

اعتبر أرسطو المكان بأنه الحيز الذي يوجد فيه جسم ما وهذا ينتج عنه لا وجود للفراغ في الطبيعة، والحركة ممكنة بلا فراغ عن طريق تدافع الأجسام المتجاورة وتعاقبها على المكان الواحد، وإذا وجد الفراغ فإن أجزاءه متساوية و تتقدم بالتالي فيه الحركة والنتيجة هي بطلان مادة الزمان.

الفيزياء النظرية عند أرسطو .

اعتمد أرسطو على تفسيرات ميتافيزيقية لا تؤكدها الملاحظة ولا التجربة يل تعتمد على التأمل العقلي الذي هو الميزة الأساسية للتفكير الفيزيائي اليوناني، إن هذه الوسائل العملية لا تستعمل الرياضيات ولا العلوم التجريبية ، وهذه الفكرة انتقلت إلى العصور الوسطى حيث

ظل العلم يتحرك داخل النسق الأرسطي الذي ومن وجهة ابستمولوجية شكل عائقا معرفيا أمام تطور علوم الفيزياء .

وكانت المسألة الجوهرية أمام العلم في العصر الحديث بداية مع غاليلي هي هل يمكن تجاوز البنية الفكرية العامة التي سادت في العصور الوسطى والتي اعتمدت في الكثير من عناصرها عل بنية الفكر اليوناني ، واعتبرت هذه المسألة بمثابة عائق معرفي أمام بناء تصور جديد للعلوم يؤدي إلى تطور العلوم التجريبية بصورة خاصة، وكانت مسألة بناء علم جديد يقوم على أسس معرفية و منهجية جديدة من بين المهام الكبرى التي اهتم بها علماء الفلسفة الحديثة من أمثال غاليلي ونيوتن.

المبحث الثالث : أهمية المنطق في التراث الإسلامي

ينتمي العالم المنطقي الجزائري الأخضري إلى عصر عرف في تاريخ المنطق باسم عصر الشراح وأساتذة التعليم وهو يشير إلى فترة القرن الثامن والتاسع للهجرة ويقابله القرن الرابع عشر والخامس عشر الميلاديين، ويجمع الدارسين لهذه العصر على أنه عرف بخصوبة وكثرة التأليف في حقل المنطق ومعظم المؤلفات المنطقية لهذه الفترة جاءت بمثابة شروحات وتعليقات على كتب المنطق السابقة خاصة كتاب الرسالة الشمسية للقزويني الكابتي وكتاب مطالع الأنوار للأموري وكتاب الأحكام للآمدي.

ويعرف بعض الدارسين لكتاب السلم المنورق، بأنه ليس بمثابة شرح فقط بل فيه جانب كبير من الابتكار والإبداع في حقل المنطق، وحجتنا على ما نقول هو كتاب شرح السلم المنورق لأحمد الملوي وحاشيته على شرح السلم للملوي لصاحبه محمد بن علي الصبان.

تميز الكتاب الأول بالعمق في الشرح للألفاظ والمعاني من الجانب المنطقي كما تميزت الحاشية بتدقيق الشرح على الشرح الأول وذلك بالتركيز على الألفاظ والمعاني والجوانب النحوية الواردة في متن الشرح. وفي هذا المقام سيكون نموذج دراستنا لشرح السلم وللحاشية على شرح السلم منصبا على الأبيات الأولى من متن السلم للأخضري والمتعلقة بالإشارة إلى علم المنطق وجاءت على النحو الآتي:

وبعد فالمنطق للجنان نسبته كالنحو للسان

فيعصم الأفكار عن غي الخطا وعن دقيق الفهم يكشف الغطا

فهناك من أصوله قواعد تجمع من فنونه فوائدا

سميته بالسلم المنورق يرقي به سما علم المنطق"

يشير الشيخ أحمد الملوي في بداية شرحه الثاني للسلم المنورق بأنه قد شرح فيما مضى كتاب السلم وقد الشرح الأول حسب قوله صعبا في القراءة ومستعصيا على الفهم عند من انكب على قراءاته ومطالعته، وعليه قرر إعادة شرح السلم للمرة الثانية، متجها نحو الاختصار بصورة خاصة يقول أحمد الملوي في ذلك:" فإني قد كنت قد شرحت فيما مضى كتاب السلم شرحا بديع الإتقان مشتملا على فرائد التحقيقات ونكات التدقيقات وبدائع العرفان وذللت فيه صعاب المشكلات على طرف التمام واستخرجت منه مستودعات أسرار وطرائف أفهام وظفرت منه بدقائق أنظار ومخبآت أستار واهتديت فيه على غرائب نكات وعرائس أبكار، ثم رأيت أن الهمم الآن قد قصرت والعقول في هذا الزمان قد تبدلت وتكدرت فصرفت الهمة ثانيا نحو الاختصار والافتقار على التحقيقات ونبذ الأغيار مازجا للشرح بالمشروح الماء بالراح والجسد بالروح وما توفيقي إلا بالله عليه توكلت وإليه أنيب. **(الصبان، 1938م، صفحة 11)**

نموذج من شرح السلم لأحمد الملوي:

بدأ أحمد الملوي في شرحه لكتاب السلم المنورق بشرحه لمصطلح المنطق الذي ورد في مطلع الكتاب حيث أشار إلى أن المنطق يطلق على الإدراكات الكلية وعلى القوة العاقلة التي هي محل صدور تلك الإدراكات وعلى التلفظ الذي يبرز ذلك وبهذا العلم تتصبب الإدراكات الكلية وتتقوى القوة العاقلة وتكمل وبه تكون القدرة على إبراز تلك العلوم بالنسبة للجنان أي بالنسبة للقلب ويبرز أحمد الملوي هنا الصيغة الصوفية لمفهوم الجنان حيث يستند إلى رأي أبي حامد الغزالي حجة الإسلام الذي قال"القلب لطيفة ربانية وهي المخاطبة التي تشاب وتعاقب ولها تعلق بالقلب اللحماني الصنوبري الشكل، تعلق العرض بالجوهر ويسمى روحا ونفسا وقال أيضا النفس جوهرة حية علامة داركة فعالة" **(الصبان، 1938م، صفحة 31)**ويعتقد "الملوي" أن الجنان عند الأخضري يراد به الذهن وهو قوة للنفس معدة لاكتساب الآراء فيكون من باب شمسية الشيء باسم ما تعلق به.

إن الإشارة إلى مفهوم الذهن ترجع بنا إلى تعريف إيمانويل كانط للمنطق حيث قال بأنه علم القوانين الضرورية للذهن وللعقل بوجه عام، وهنا تظهر أصالة وعمق كتاب السلم للأخضري، إن مفهوم الذهن لم يظهر في الدراسات المنطقية إلا بعد تطور الدراسات والأبحاث السيكولوجية في مطلع القرن التاسع عشر حيث أثرت تلك الأبحاث بنتائجها في تطوير مبادئ الدرس المنطقي خاصة عند الفيلسوف الألماني "كانط" ويصنف الملوي بأن نسبة المنطق للجنان كنسبة النحو للسان كونه يعصمه عن الخطأ كذلك نسبة المنطق للجنان

كونه يعصمه عن الخطأ لكن النحو يعصم اللسان عن الخطأ والمنطق يصم الجنان عن الخطأ في الفكر **(الصبان، 1938م، صفحة 33)** والمنطق علم موضوعة المعلومات التصورية والتصديقية.

أما فكرته عن دقيق لغتهم فينظر إليها الشارح على أنها المفهوم الدقيق الذي بواسطته يكشف الغطا ويشير الشارح بأن الغطا بكسر الغين أي الستر شبه دقيق الفهم بالشيء المحتجب تحت الستر بدليل ذكر الغطا، أما خد "فهاك" فينظر إليها الشارح على أنها اسم فعل بمعنى خد على ما ذكره ابن مالك في التسهيل في حين لم يذكر الزبيدي والجوهري فيها إبلا التنبيه وزاد الجوهري الزجر فهي "–أي فهاك" عندهما حرف فقط، أما لفظ "من أصوله" فقد شرحه الملوي بالتفسير فقال أي أصول هي المنطق فالإضافة بيانية أو الإضافة على معنى من التبعيضية وفيه تكلف إن جعلت من الداخلة على أصول تبعيضية، أما إن جعلت بيانية **(الصبان، 1938م، صفحة 36)** فلا تكون هناك "قواعد" إذن هذه القواعد بيانية و"القواعد" جمع قاعدة وهي الأصل والضابط والقانون وهي كلها ألفاظ مترادفة **(الصبان، 1938م، صفحة 36)** والألفاظ المترادفة تحمل على بعضها البعض لأن ما صدماتها واحدة، وهي قضية كلية يتعرف منها أحكام جزئيات موضوعها الفصل "تجمع" تلك القواعد "من فنونه" والمقصود بها أنواعه وفروعه "فوائد" وبقبول الشارح حول مفهوم فوائد ما يلي: نصه "هي جمع فائدة وهي الغاية مختلفان بالاعتبار فقط كالغرض والعلة فالمصلحة الحاصلة من الشيء من حيث إنها في طرف الفعل تسمى غاية ومن حيث إنها ثمرته ونتيجته تسمى فائدة ومن حيث إنها

مطلوبة للفاعل بالفعل تسمى غرضا، ومن حيث إنها باعثة للفاعل على الإقدام على الفعل وصدور الفعل لأجلها تسمى علة غائية، ويقول الشارح فالأولان أي الغاية والفائدة أعم من الأخيرين أي من الغرض والعلة الغائية وذلك لانفراد الأولين أي الغاية والفائدة بما هو طرف الفعل وليس مطلوبا ولا باعثا **(الصبان، 1938م، صفحة 36)**، وفي نظر الشارح فإنه يصبح كون التاء في فعل تجمع للمخاطب أي تجمع أنت بسبب تلك القواعد فوائد عديدة.

أما فعل "تسميته" فيقول الشارح هو التأليف المفهوم من السياق "بالسلم" والأخضري هنا أخل الباء على المفعول.

الثاني لأنه يجوز أن يقال سميت ابني محمدا أو سميته بمحمد، ويتوقف الشارح عند مصطلح "المنورق" فيقول إن الجاري على ألسنة الناس تقديم الراء على الواو وتأخير النون عنهما ويستدلون بقوله: فهذا عليه رونق الحظ وحده وهذا عليه رونق الخط والملك ويقول الشارح قال بعض مشايخ شيخنا والمروي في هذا النظم والبيت المستشهد به المنورق بتقديم النون على الواو وتأخير الراء عنهما وإن كان هو الجاري على الألسنة بمعنى واحد أي المزين المزخرف، هذا المنورق "يرقى به "سماء علم المنطق" من إضافة المشبه به إلى المشبه أي علم المنطق الذي كالسماء فإن قيل هذا التأليف من علم المنطق فكيف جعله سلما له يقول الشارح قلنا السلم اسم للألفاظ لا العلم فلا يلزم السؤال سلمنا أنه اسم للمعاني فالمراد أن المذكور في هذا التأليف سلم لغيره من المسائل الصعبة. **(الصبان، 1938م، صفحة 36)**

حاولنا من خلال هذا الشرح الأول لهذه الأبيات من مطلع الأرجوزة للشارح أحمد الملوي أن يتبين أولا أصالة النص المنطقي عند الأخضري سواء من حيث الألفاظ والمعاني وثانيا أن نبين المستوى الرفيع في لغة المنطق الذي وصلت إليه الدراسات المنطقية في بلاد الجزائر في فترة القرن التاسع الهجري، وسنحاول التأكيد على هذه المكانة من خلال تقديم نماذج الحاشية على شرح السلم للملوي للعالم والعارف أبي العرفان محمد بن علي الصبان وهو من علماء القرن الثاني عشر للهجرة في مصر، حيث وضع حاشية على شرح السلم طويلة جملة الفوائد، وسنقتصر في الحاشية على ذكر الأبيات المذكورة أعلاه وذلك لبيان وتوضيح شرح الشارح لتلك الأبيات.

بقول صاحب الحاشية "قوله فالمنطق" مبتدأ وللجان متعلق بمحذزف حال منه على مذهب من يحيز مجيء الحال من المبتدأ إكسبويه كما أشار إليه الشارح بقوله بالنسبة للجان أي كائنا بالنسبة للجان أي ملابسا للنسبة للجان ويقول صاحب الحاشية ولو قدر الشارح منسوبا للجان لكان أقل كلفة" **(الصبان، 1938م، صفحة 31)**، ويظهر هنا صاحب الحاشية القدرة العلمية فيما يخص النحو لصاحب السلم الذي كان ملم بكل علوم النحو إضافة إلى علم المنطق الأمر الذي جعله عصره في بلاد الجزائر في تلك الفترة ويضيف صاحب الحاشية شرحه بقوله: وقوله نسبته مبتدأ ثان خبره كالنحو أي كنسبة النحو كما قدر الشارح أي أحمد الملوي ليتناسب المشبه به والمشبه ويتعلق بهذا المضاف المقدر قوله اللسان ويحمل أن يتعلق بمحذوف آخر تقديره منسوبا للجان نسبته كنسبة النحو حالة كونه منسوبا

باللسان كونه أقل تقديرا ويأمرنا صاحب الحاشية في آخر العبارة بقوله فتأمل أي أنظر وأمعن النظر في هذه المسألة.

وينظر صاحب الحاشية إلى معنى قول الشارح "قوله لأن المنطق يطلق" أي بمعنى يكون مشركا بين ثلاثة معان وهو على الأول والثالث مصدر ميمي وعلى الثاني اسم مكان ومن المعنى الأول قولهم – أي المناطقة– في تعريف الإنسان بأنه حيوان ناطق.

أي مدرك إدراكا كليا أي كثيرا فقوله الكلية أي الكثيرة هذا الذي قرره شيخنا الشارح، ويضيف صاحب الحاشية فيقول: وحينئذ فالقيد لإخراج إدراك غير الإنسان من الحيوانات فلا يقال ما نقل عن الشارح أنه ضرب بخطه في بعض النسخ على لفظ الكلية ولو قال الشارح على الإدراك الكلي لكان أنسب بإفراد المفسر أعني المنطق".

أما قول الشارح "بيرز ذلك" والتي وردت فيما سبق بصيغة "إبراز تلك" فإن صاحب الحاشية بقوله في ذلك ما يلي: "أي يظهره ويدل عليه والإسناد مجازي من باب الإسناد إلى الآلة واسم الإشارة يرجع إلى الإدراكات إما بمعناها المصدري أو بمعنى المدركات على طريق الاستخدام لأن اسم الإشارة كالضمير.

إن هذا الربط بين اسم الإشارة والضمير لدليل قوي على متانة النص المنطقي عند الشارح وعند صاحب السلم.

أما قوله:"وهذا العلم" والتي وردت في النص بصيغة "تلك العلوم" فيقول صاحب الحاشية إن هذا محط تعليل التسمية أي فله ارتباط بمعاني المنطق الثلاثة فلهذا يسمى بالمنطق.

أما قوله"به" والتي وردت في النص بصيغة "وبهذا العلم" فهذا فيه تقديم الجار والمجرور في المواضيع الثلاثة ليس للحصر إذ لغير المنطق كمن بقية الفنون دخل في التصييب والتقوى والقدرة المذكورات بل للاهتمام به لكونه أدخل من غيره فيماذكر، أما قول الشارح "تصبب" وقد ورد الفعل في النص بهذه الصورة فيشير صاحب الحاشية إلى المعنى بقوله تتكثر وفي نسخة تصيب أي توافق الصواب، أما قول الشارح "وبه تكون القدرة" بقوله أي التامة أي بالعبارات وأردنا بالعلوم ما عبر عنه فيما تقدم بالإدراكات وإنما غاير في التعبير تفننا منه.

أما مصطلح "القلب" الذي ظهر في الشرح وفي النص أيضا فربطه صاحب الحاشية بالجنان أي أن الجنان يطلق على اللطيفة التي تسمى روحا ونفسا وقلبا حقيقة على الذهن المتعلق بتلك اللطيفة مجازا وأن القلب يطلق على تلك اللطيفة وعلى متعلقها وهو الشكل الصنوبري اللحماني، والمتبادر أن إطلاقه عليهما حقيقة، ويضيف قال حجة الإسلام ذلك لأنه أثبت وفاقا للحكماء أن من العالم قسما ثالثا ليس جوهرا جسمانيا ولا عرضا وسموه جوهرا مجردا أي عن المادة التي تركب غيره منها وعن علائق المادة أي لوازمها كالتحيز وجعلوا منه اللطيفة المسماة جنانا وروحا وقلبا، أما قوله النفس جوهرة بمعنى مجردة فليس

مراد الغزالي هنا أنها من الجوهر الجسماني المقابل للعرض، أما قوله ربانية فيشير صاحب الحاشية بأنها نسبة إلى الرب بزيادة الألف والنون على غير قياس للمبالغة ونسبها إليه – أي إلى الله– لأنه لا يعلمها إلا هو سبحانه أو لأن الجوهر المجرد ليس متحيزا ولا قائما بمتحيز مثل الله تعالى ويختم قوله بمقولة هذا ما ظهر لي، ويواصل صاحب الحاشية شرح رأي الغزالي في قوله تعلق العرض بالجوهر أي تعلقا كتعلق العرض بالجوهر في توقف الصلاح على كل لتوقف صلاح القلب اللحماني على تلك اللطيفة وصلاح الجوهر على العرض إذ لولا إمداد الله الجوهر بالأعراض لتلاشي في الحال وليس المراد أن تلك اللطيفة عرض **(الصبان، 1938م، صفحة 32)**، ويشرح صاحب الحاشية عبارة حية علامة داركة فعالة بقوله: حية أي بذاتها لا بواسطة نفس أخرى والإلزام الدور أو التسلسل أما علامة داركة فمعناها كثيرة العلم جدا كثيرة الإدراك جدا بواسطة الآلات من العقل وغيره أما فعالة، أي بمعنى بواسطة الأعضاء ويختم صاحب الحاشية بقوله هذا ما ظهر لي في: أما قول الشارح"من باب تسمية الشيء" فيشير صاحب الحاشية إلى الذهن المفسر بالقوة المذكورة وهي العقل، أما قوله باسم ما تعلق به فيقول إن الأنسب إضافة التعلق إلى الذهن وعليه فالصلة أو الصفة جرت على غير ما هي له فكان ينبغي الإبراز دفعا للالتباس أي باسم النفس التي تعلق هو أي شيء بها.

ويواصل الصبان شرح قول صاحب الشرح عن المنطق بقوله علم فيقول: يطلق العلم على إدراك المسائل وعلى المسائل وعلى الملكة الحاصلة من مزاولتها ويصح إرادة كل من الثلاثة

هنا واستفيد من التعريف أنه علم في نفسه وإن كان آلة باعتبار أنه واسطة بين النفس والمطالب الكسبية في الاكتساب المصيب وبهذا يعلم أن الخلاف في أنه علم وآلة لفظي فقط، ويواصل صاحب الحاشية شرحه لمفهوم العلم فيقول: إعلم أن كل علم ذو مسائل كثيرة يجمعها جهة واحدة ذاتية وهي لموضوع وجهة وحدة عرضية كالفائدة وهذا التعريف باعتبار جهة وحدة مسائل هذا العلم العرضية ولهذا كان رسما. أما تعريفه باعتبار جهة وحدته الذاتية وهو حده فهو علم يبحث فيه عن المعلومات التصورية والتصديقية من حيث إنها توصل إلى مجهول تصوري أو تصديق أو يتوقف عليها الموصل إلى ذلك **(الصبان، 1938م، صفحة 33)**، أما قول الشارح عن المنطق بأنه يعصم فيقول صاحب الحاشية بمعنى بشرط المراعاة قاله بعض المحققين وهو عندي أوجه مما اشتهر من جعل العاصم نفس المراعاة أما قوله يحفظ بمعنى يعصم أي بيان لمعنى العصمة في اللغة أما معناها في الاصطلاح الشرعي فالحفظ من الشيء مع استحالة وقوعه من المعصوم كما أن الحفظ المنع منه مع إمكان وقوعه من المحفوظ ولذلك اختصت الأنبياء والملائكة بالعصمة وكانت الأولياء محفوظين فقط. **(الصبان، 1938م، صفحة 33)**

أما قول الشارح المنطق علم "موضوعه" فإن صاحب الحاشية يشرح مصطلح موضوع بقوله:"موضوع المنطق المعلومات التصورية والتصديقية من حيث صحة إيصالها إلى المجهولات وإنما قلنا من حيث صحة إيصالها ولم نقل من حيث إيصالها لأن قيد موضوع المنطق صحة الإيصال وأما الإيصال وما يتوقف عليه الإيصال فأعراض ذاتية له يبحث

عنها في المنطق، إن المنطقي يبحث عن أحوال المعلومات التي هي الإيصال إلى المجهولات وما يتوقف عليه الإيصال وهذه الأحوال عارضة للمعلومات التصورية والتصديقية لذواتها". **(الصبان، 1938م، صفحة 34)**

وفي المقام يحاول الصبان إيجاد فرق بين علم المنطق وعلم الحساب فيقول أجيب بالفرق بين موضوع علم المنطق وموضوع علم الحساب وذلك لأنه يبحث في علم المنطق عن هيئة المعلوم الموصل إلى المجهول وكيفية تركيبه وفي الحساب يبحث عن مادته لا عن هيئته وكيفية تركيبه وإنما سمى موضوع العلم موضوعا لأنه في معنى موضوع القضية المقابل للمحمول لأن جزئيات موضوع العلم هي التي تكون موضوعات لمسائله **(الصبان، 1938م، صفحة 35)**

ويفسر صاحب الحاشية قول الشارح حول المفهوم الدقيق بقوله فيه إشارة إلى أن الفهم بمعنى المفهوم وأن إضافة الصفة إلى الموصوف أما قول الشارح كشبه دقيق الفهم، فينظر إليها الصبان على أنها تشبيها مضمرا في النفس على طريق الاستعارة بالكناية.

أما اسم الفعل "فهاك" الذي ورد في نص الشرح فتبادر لصاحب الحاشية أن الذي هو اسم فعل أو للتنبيه أو للزجر جملة هاك وهو أحد وجهين ثانيهما أنه "ها" فقط والكاف حرف خطاب وهو الراجح، أما قول الشارح "على ما ذكره" فيشرحها صاحب الحاشية بأن الذي ذكره

ابن مالك هو كونها اسم فعل فيتحد المبنى والمبنى عليه كونها اسم فعل المذكور من ابن مالك في التسهيل **(الصبان، 1938م، صفحة 35)**.

أما قول الشارح "وزاد الجوهري" قد يقال هذا ينافي الحصر قبله، فيجيب صاحب الحاشية بأن النفي في الحصر منصب على ذكرهما معا لا ذكر كل واحد منهما على انفراده أو الحصر إضافي أي بالنسبة لكونها اسم فعل أي لم يذكرا كونها اسم فعل.

أما قول الشارح "فالإضافة بيانية" فينظر إليها الصبان من زاوية إن كان المنطق إسما للمسائل الكلية وفرعها الجزئية كان قوله بيانية على ظاهره لأن النسبة بين المتضايفين حينئذ العموم والخصوص من وجه، أما إن كان المنطق اسما للمسائل الكلية فقط فالمراد بها التي للبيان لأن النسبة بينهما حينئذ للعموم والخصوص المطلق.

أما قول الشارح "قاعدة وهي الأصل وكلها ألفاظ مترادفة، أي من جهة الإصطلاح أما جهة اللغة فالأصل والقاعدة مترادفان لأن معناهما لغة ما يبني عليه الشيء وأما الضابط فمعناه لغة الحافظ الحازم وأما القانون فمعناه لغة مقياس الشيء **(الصبان، 1938م، صفحة 36)**

أما قول الشارح "وفروعه" فهي ما يتفرع على تلك القواعد من الجزئيات المستفادة منها وإنما فسر الشارح الفنون بالفروع تبعا لشرحه ولم يبقها على ظاهرها من الأنواع لئلا يتحد الجامع والمجموع لأن الأنواع هي القواعد والفوائد المجموعة بعض الأنواع أو نفسها على الاحتمالين **(الصبان، 1938م، صفحة 36)**

أما قول الشارح "جمع فائدة" حول مفهوم فوائد فيشير إليها صاحب الحاشية أنها من الفأد بالهمزة وهو إصابة الفؤاد لانفعاله بها فرحا أو هي من الفيد بالياء وهو الثبوت والذهاب لأنهل تثبت وتذهب والفائدة والغاية "مختلفان بالاعتبار فقط" أي دون الذوات فإنهما متحدان بالذات أما قول الشارح "فالأولان" فهما الفائدة والغاية أعم من الآخرين أي من الغرض والعلة الغائية أي عموما مطلقا لأنهما قد يوجدان مع عدم الآخرين ويقول صاحب الحاشية حول هذه المسألة ما يلي نصه "لا يقال الفائدة أعم من الغاية لإنفرادها إذا كان وجود الكنز في أثناء الفعل لا في طرفه لأنا نقول وجود الكنز في هذه الصورة حصل في طرف الفعل المنتهي بوجود الكنز وأما ما بعد وجوده ففعل آخر. **(الصبان، 1938م، صفحة 36)**

أما قول الشارح "بالسلم" بمعنى أن المنطق هو حقيقة فيما يتوصل به من الحسيات إلى أعلى ومجاز بالاستعارة فيما يتوصل به من المعنويات إلى أعظم ويقول صاحب الحاشية فإن الشارح جعله هنا مجازا بقطع النظر عن جعله علما وإلا فالأعلام المنقولة حقيقة فيكون حقيقة لوضعه بطريق النقل على هذا المتن فلا معنى لما قيل إنه صارا الآن حقيقة عرفية في هذا المتن.

وقد ورد في النص على الملوي "فهذا عليه رونق الخط"، ويستشهد هنا صاحب الحاشية ببيت شعر يقول فيه.

يخطط مولانا خطوط ابن مقلة وينظمها نظم اللآلئي في السلك. **(الصبان، 1938م، صفحة 37)**

أما قوله: "قال بعض مشايخ شيخنا" فيفي به الأستاذ الكبير سيدي عبد الله الكنكسي القصري".

ويقف صاحب الحاشية عند قول الشارح "والمروي في هذا النظم والبيت المستشهد به المنورق" فيقول أما كون المروى في النظم المنورق فلا خفاء فيه وأما كونه المروى في البيت المستشهد به فباطل إذ لم يرو فيه منورق أصلا لعدم صحته فيه وزنا ومعنى، وإنما المروى فيه نورق أو رونق، ويمكن أن يجاب بأن في كلامه اكتفاء أي المنورق ونورق على التوزيع المحسن **(الصبان، 1938م، صفحة 35)**

أما قول الشارح "يرقى" فهو فعل مضارع مجهول لرقى رقي كرضى يرضى إذا علا وجملة يرقى استئناف بياني قصد به بيان وجه تسميته بالسلم، ويتمعن صاحب الحاشية في قول الشارح إن قيل "بهذا التأليف" فيقول إنما أرجع الضمير هنا وفيما يأتي للتأليف المفهوم من السياق ولم يرجعه للسلم مع تقدم ذكره صراحة لأن السلم السابق هو الاسم لأن التسمية باللفظ الذي يرقى به هو المسمى وليتوافق مرجع الضمير وفيما بعده وأرجعه في الكبير إلى السلم ويتعين أن يكون رجوعه إليه لا بالمعنى المتقدم بل بمعنى المسمى على طريق الاستخدام. **(الصبان، 1938م، صفحة 37)**

ويشرح صاحب الحاشية قول الشارح "السلم اسم للألفاظ" أي باعتبار دلالتها على المعاني ويقول وكان الأنسب بالسؤال أن يقول لنا هذا التأليف ألفاظ لا علم إلا أنه عدل إلى التعبير بالسلم الذي هو اسم لهذا التأليف إشارة إلى أن مسمى أسماء الكتب الألفاظ– أما

قول الشارح "فلا يلزم السؤال" لأن ذلك في نظر الصبان صاحب الحاشية مبنى على أن السلم اسم للمعاني المبنية في هذا النظم فحاصل هذا الجواب إبطال ما بني عليه السؤال أما قوله "المراد أن المذكور" فإن ذلك حاصلة منع ما تضمنه السؤال من لزوم كون الشيء سلما لنفسه لأنه إنما يلزم لو جعلت المعاني التي في هذا النظم سلما لجميع علم المنطق وليس كذلك بل إنما جعلت سلما لما عداها من مسائله وهذا إنما يظهر على أن قوله سماء مستعار للمسائل الصعبة على طريق التصريحية بأن شبه المسائل الصعبة بالسماء بجامع عسر التناول والقرينة الإضافة لا على ما قدمه من أن إضافة سماء إلى علم المنطق من إضافة المشبه به إلى المشبه إلى أن يراد بعلم المنطق الصعب منه من إطلاق الكل على البعض. **(الصبان، 1938م، صفحة 38)**

إن إمعان النظر في متن شرح السلم وفي متن الحاشية من خلال هذه الأبيات النموذجية للقراءة يكشف لنا المستوى العلمي الرفيع في علم المنطق وعلم النحو والبيان عند صاحب الشرح عند صاحب الحاشية على الشرح وهذا يدل دلالة قاطعة على قيمة وأهمية كتاب السلم المنورق لصاحبه الأخضري وأيضا يدل على ضرورة وجوب توفر شروط إبداعية في ميدان التخصص سواء من قبل الشارح أو من قبل صاحب الحاشية على الشرح وهذا ما لاحظناه بالفعل من خلال نماذج الأبيات التي درسناها على سبيل المثال لا الحصر.

وإن المقام ضيق هنا لتوضيح كل ما تعلق بالشرح وبالحاشية على الشرح لكتاب السلم فإننا سنعود لاحقا وبالتفصيل لهذه المسألة في كتاب بدأنا في وضع أولى صفحاته.

المبحث الرابع : العلم الإسلامي والمنهج الرياضي عند الحسن بن الهيثم.

أهمية الرياضيات عند علماء الإسلام :

اهتم العرب والمسلمين بالرياضيات في وقت مبكر بعد اتصالهم بعلوم اليونان وبابل ومصر بعد الفتوحات الإسلامية ومن دواعي اهتمامهم نجد اجتهادهم في البحث حول أحكام المواريث ونظامها والتي نزلت حولها آيات كثيرة في القرآن الكريم مثل قوله تعالى:" **يستفتونك قل الله يفتيكم في الكلالة إن امرؤ هلك ليس له ولد وله أخت فلها نصف ما ترك وهو يرثها إن لم يكن لها ولد فإن كانتا اثنتين فلهما الثلثان مما ترك وإن كانوا إخوة رجالا ونساء فللذكر مثل حظ الأنثيين يبين الله لكم أن تضلوا والله بكل شيء عليم**" (قرآن كريم سورة النساء آية 175) .

إن تفسير هذه الآيات والعمل بأحكامها يحتاج إلى معرفة دقيقة بالحساب وهو أحد أجزاء علم الرياضيات . ومن الأسباب أيضا نذكر الاهتمام بالتجارة وحساب الأنصبة والأرباح في البضائع والبيوع وهذا ما عبر عنه الخوارزمي بقوله " الجبر والمقابلة صناعة من صناعات الحساب وتدبير حسن لاستخراج المسائل العريضة في الوصايا والمواريث والمعاملات والمطارحات وسميت بهذا الاسم لما يقع فيها من جبر النقصان والاستثناءات ومن المقابلة بالتشبيهات وإلقائها **(موسى، 1324هـ، صفحة 33)**

و مسألة المواريث هو عامل من العوامل المتعلقة بخصوصيات الحضارة الإسلامية حيث اهتم المسلمين بالرياضيات لاعتبارهم إياها بعلم اليقين ، أما الكندي فقد اعتبر علم الرياضيات مدخلا للعلوم وهي تسبق العلوم جميعا بما فيها المنطق ويعتبرها جسرا للفلسفة التي لا تنال إلا بالرياضيات.

إن هذا الاهتمام بعلم الرياضيات في العلم الإسلامي فتح باب البحث والاجتهاد لدى علماء الإسلام من أجل توظيفها في مختلف العلوم حتى صارت العلم الجوهري في الفلسفة الإسلامية ، إن الخلطة الرياضية التي انتهجها علماء الإسلام لا تجد اختلافا كبيرا بينها وبين الفلسفة الرياضية عند برتراند راسل" الذي يقول " لا شك في أن لفلسفة الرياضيات أهمية كبيرة في فهمتها للرياضيات وطبيعة منهجها إذ أننا في تحليلنا للمفاهيم الرياضية العادية نكتسب قوى جديدة وفطرة نفاذة جديدة وطرقا للوصول إلى موضوعات رياضية جديدة **(Russell B, 1924, p. 2)**

لم يفصل علماء الإسلام بين الرياضيات بمثابة علوم مجردة و بين الحياة العامة ، حيث قاموا بالتداخل بين العلوم الرياضية و العلوم الطبيعية ، وهذه الفكرة جسدها الفيلسوف العالم " الحسن بن الهيثم " من خلال البناء الرياضي في تحليل النظرية الفيزيائية وهو الذي أسس علم المناظر على مبادئ رياضية.

المنهج الرياضي وتحليل ظاهرة الانعطاف والانعكاس

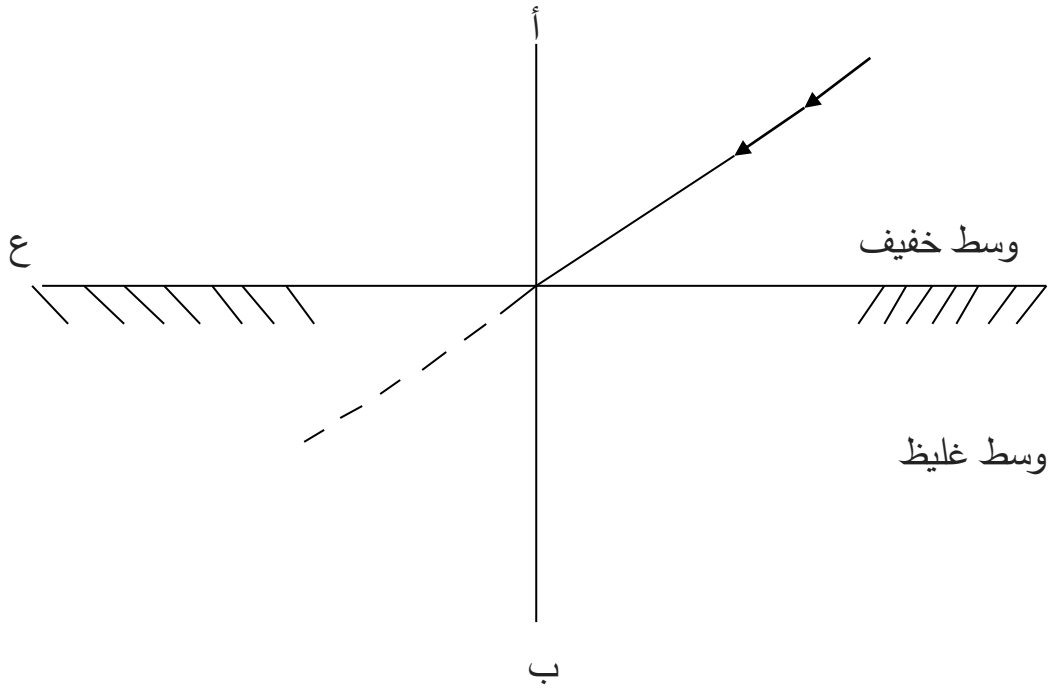
لجأ ابن الهيثم إلى التحليل الهندسي لتفسير ظاهرة الانعطاف بعدما قام بالمشاهدة الحسية لها في الطبيعة حيث يقول: " إن كل ضوء يشرق على جسم مشف فانه ينفذ على سموت خطوط مستقيمة والوجود يشهد بذلك، ثم إذا امتد الضوء في الجسم المشف وانتهى إلى جسم آخر مشف مخالف الشفيف للجسم الأول الذي امتد فيه وكان مائلا على سطح الجسم الثاني انعطف الضوء ولم ينفذ على استقامة". **(الهيثم، صفحة 13)**

وفي نظر ابن الهيثم فان الانعطاف يكون على زوايا مخصوصة وإذا كان الانعطاف من الجسم الألطف إلى الجسم الأغلظ كان الانعطاف إلى جهة العمود الخارج من النقطة التي عندها يقع الانعطاف القائم على سطح الجسم الأغلظ على زوايا قائمة، وإذا كان الانعطاف من الجسم الأغلظ إلى الجسم الألطف كان الانعطاف إلى خلاف جهة العمود، وان الضوء إذا امتد في الجسم الألطف وانعطف" **(الهيثم، صفحة 14)**، ويمكننا أن نشرح المخطط البياني بطريقة رياضية هندسية.

انعطاف الضوء :

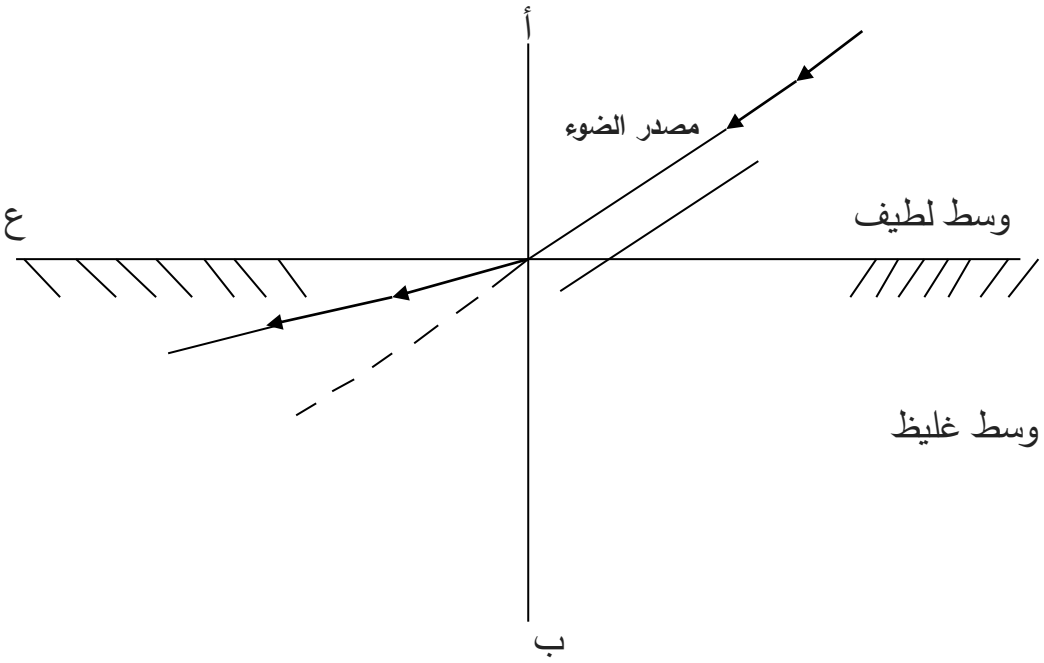
في نظر ابن الهيثم فان سرعة الضوء تكون أعظم في الوسط الألطف منها في الوسط الأغلظ فيكون انعطاف الضوء على الشكل الآتي:

أولا : عندما يخرج شعاع الضوء من وسط مشف لطيف إلى وسط مشف غليظ فيكون انعطاف شعاع الضوء نحو العمود **(العاصمي، 1992، صفحة 199)**، انظر الشكل رقم 01



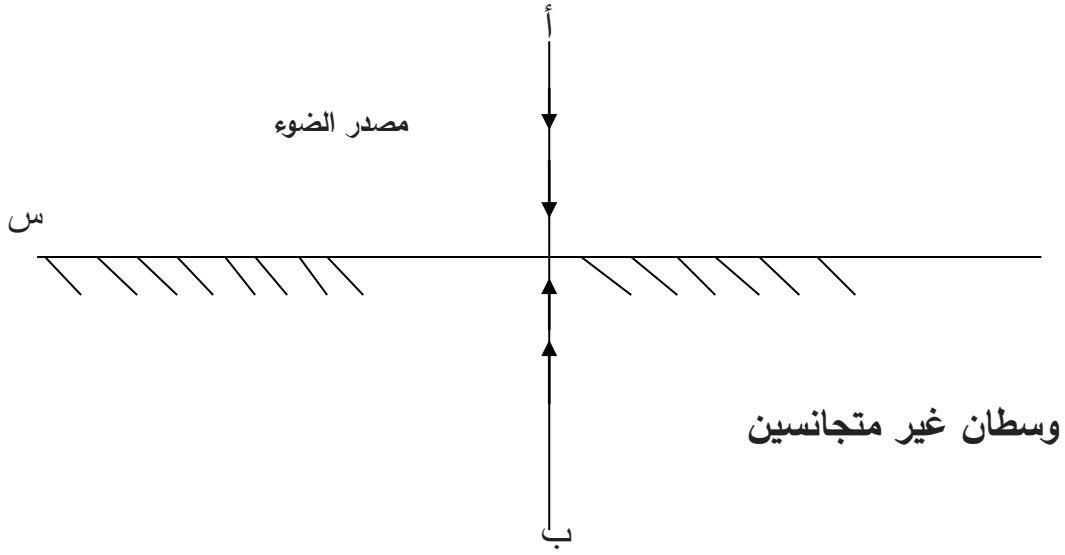
الشكل رقم 01

ثانيا : عندا يجتاز شعاع وسط مشف غليظ إلى وسط مشف لطيف ، يكون انعطافه مقابل جهة العمود **(العاصمي، 1992، صفحة 200)** ويظهر ذلك في الشكل رقم 02



الشكل رقم 02

ثالثا: عندما يجتاز شعاع الضوء وسطين غير متجانسين ، ويكون عبوره واجتيازه عموديا ،فإن انعطافه يكون معدوما **(العاصمي، 1992، صفحة 200)** ، انظر الشكل رقم 03



وسطان غير متجانسين

الشكل رقم 03

تطبيق الهندسة التحليلية على انعكاس الضوء :

قام الحسن بن الهيثم بطرح المسالة على الشكل الآتي :

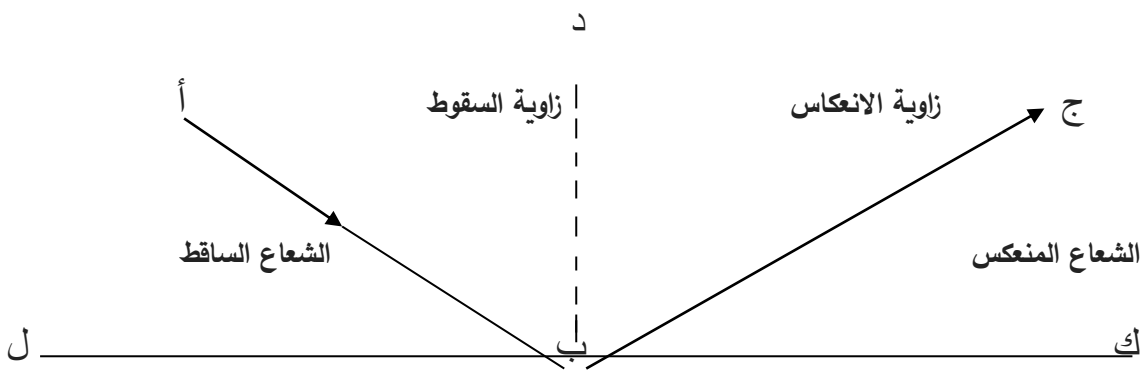
فرض أن ك ل يمثل السطح الأفقي لماء موضوع في إناء، وفرض أن أ **ب** شعاع ساقط على السطح عند **ب**، وأنه ينعكس فيسير في اتجاه **ب ج**.

إن الشعاع **أ ب** الواقع على السطح كل يسمى الشعاع الساقط والشعاع **ب ج** المرتد عنه يسمى الشعاع المنعكس، ونقطة **ب** هي موضع تقابل الشعاع الساقط بالسطح تسمى نقطة السقوط و **ك ل** الذي يحدث عنده الانعكاس يسمى السطح العاكس والعمود **ب د** المقام على السطح العاكس عند نقطة **ب** وهذا الانعكاس هو انعكاس الضوء عن سطح الماء كما عرفه ابن الهيثم (انظر الشكل رقم 11).

إن انعكاس الضوء عن سطح الماء أو الزجاج أو المعادن المصقولة يخضع القانونين يعرفان بقانوني الانعكاس.

القانون الأول: هو أن الشعاع الساقط والعمود والشعاع المنعكس تقع جميعها في مستوى واحد.

أما القانون الثاني : هو أن زاوية السقوط مساوية لزاوية الانعكاس **(شوقي، 1984، صفحة 66)**.



الشكل رقم 11

انعكاس الضوء عن سطح الماء (شوقي، 1984، صفحة 67)

اعتبارات انعكاس الضوء :

بالنسبة لنظرية انعكاس الضوء فان ابن الهيثم أثبته بالاعتبارين الآتيين مدعمين بالبراهين الهندسية.

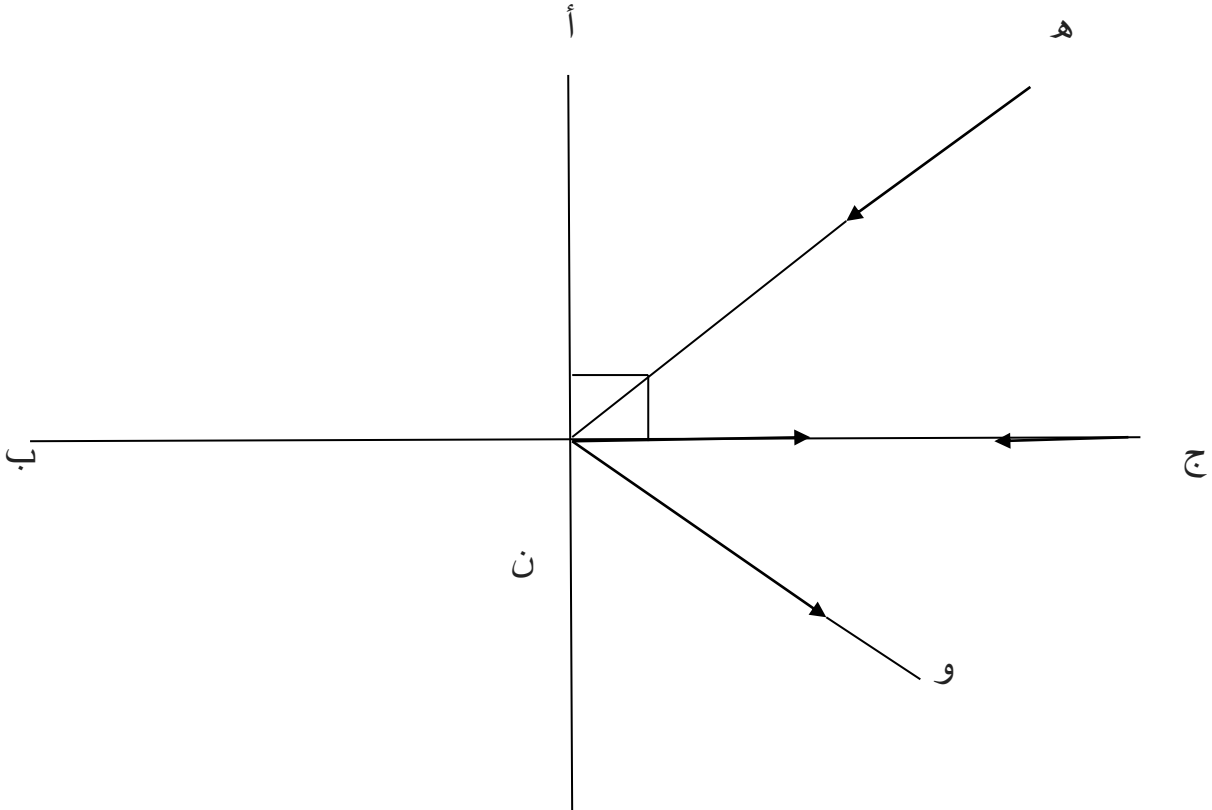
بالنسبة للاعتبار الأول: يقول ابن الهيثم:" يسقط المعتبر كرة صغيرة ملساء من الحديد أو النحاس أو ما يجري مجراهما من موضع مرتفع على مرآة مستوية من الحديد، ثم يتأمل الكرة عند لقائها المرأة وبعده، وبين أن الكرة بعد لقاء المرأة ترجع إلى جهة العلو ثم تهبط إلى جهة الأسفل، وإنها إذا ألقيت من مسافة اقرب كان رجوعها اقل" **(نظيف، صفحة 122)**

الاعتبار الثاني:

نجعل المرأة المستوية من الحديد في جدار قائم على سطح الأرض بحيث يكون سطحها راسيا ثم تقذف الكرة التي تكون في رأس سهم قوس نحو المرأة بقوة، حيث تكون حركاتها على استقامة العمود القائم على سطح المرأة، ثم على استقامة خط مائل على سطح المرأة ومواز للأفق، ثم يتأمل المعتبر الكرة في حالتي حركتها.

ففي الحالة الأولى يقول ابن الهيثم،" أن المعتبر يجد الكرة ترجع إلى العمود نفسه القائم على سطح المرأة، ويدرك المعتبر بان الكرة عند رجوعها موازية للأفق، لا تلبث بعد هذا الرجوع حتى تهبط إلى أسفل" **(نظيف، صفحة 123)**

أما في الحالة الثانية فانه يقول بان المعتبر يجد الكرة ترجع في الجهة المقابلة للجهة التي فيها الرامي، ويجدها في أول رجوعها متحركة على خط مواز للأفق ومائل على سطح المرأة ميلا شبيها بميل السهم عند تفويقه إلى المرآة بالقياس إلى الحس، ثم لا تلبث الكرة حتى تهبط إلى جهة الأسفل للقوة الطبيعية المحركة لها إلى أسفل، وكلما كانت حركة القاذف أقوى فانه يوجد رجوع هذه الكرة أقوى، وان اعتبر هذا المعنى بجسم غير المرأة ويكون فيه بعض اللين كالخشب أو ما يجري مجراه وجد رجوع الكرة بقوة دون القوة الأولى". **(الجندي، صفحة 169)** وقام د/ على عبد الله الدفاع بشرح كيفية ارتداد الكرة رياضيا ومثل له بالشكل الهندسي التالي: شكل رقم 12



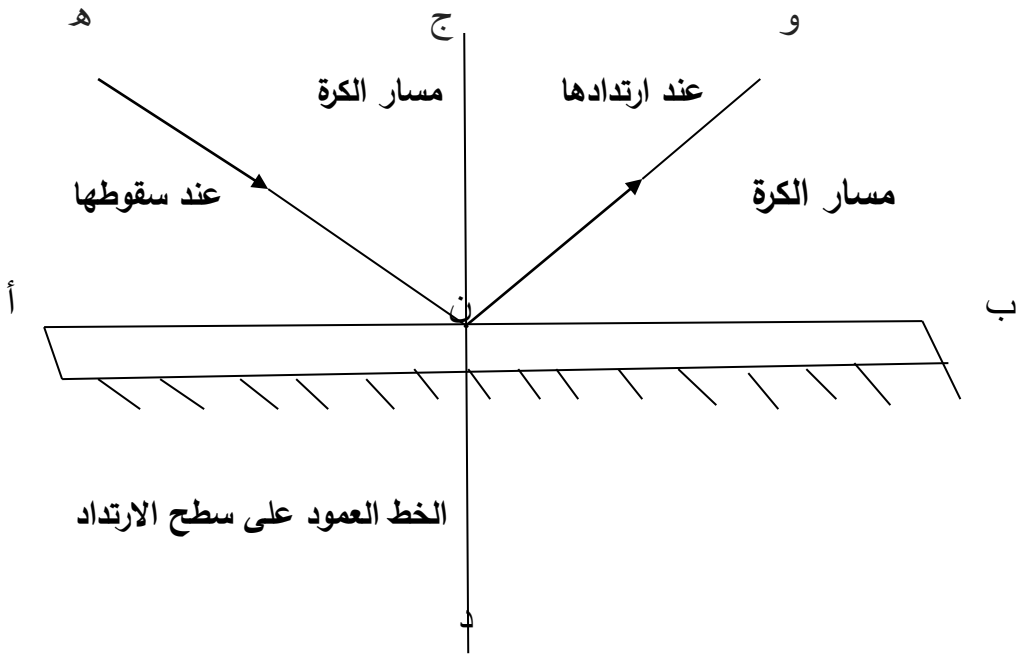
الشكل رقم 12

شرح ارتداد الكرة بيانيا:

لتفرض أن أ ب مانع ذا مقاومة قوية فإذا رميت الكرة من نقطة ج في الاتجاه الأفقي عند الزاوية 90 درجة، فان الكرة لا تمر من نقطة ن، بل ترتد بعد الاصطدام إلى نقطة ج، أما إذا قذفت الكرة من نقطة هـ فإنها لا ترتد إلى نقطة هـ أو إلى نقطة ج بل ترتد إلى نقطة و انظر الشكل رقم 12.

أما انعكاس الضوء عن طريق ارتداد كرة عن جسم صلب فإن ابن الهيثم يشرح المسالة على الشكل الآتي:

حيث فرض أن أ ب مانع ذو مقامة قوية، وإذا رميت الكرة من نقطة ج في الاتجاه الأفقي الزاوية 90 درجة، فان الكرة لا تمر من نقطة ن، بل ترتد بعد الاصطدام إلى نقطة ج **(شوقي، 1984، صفحة 67)** والشكل رقم 13 يبين المسألة.



الشكل رقم 13

انعكاس الضوء عن طريق ارتداد كرة عن جسم صلب

ثم ربط ابن الهيثم بين كثافة الأجسام ونفوذ الضوء فأكد على ذلك بقوله " وإذا كان كل جسم كثيف يثبت الضوء فيه، وكل جسم مشف ينفذ الضوء فيه فليس لثبوت الضوء علة غير الكثافة **(الجندي، صفحة 162)**، وذلك لان كل ما فيه كثافة أكثر كان شفيفه اقل وكلما كانت كثافة فيه اقل كان أكثر. **(الجندي، صفحة 162)**

إذن فعندما عالج ابن الهيثم مسالة الشفيف وانعطاف الضوء فيه على زوايا مخصوصة تبعا لكثافة الوسط فقد اثبت حينها بالبرهان الهندسي مقدار تلك الزوايا **(الجندي، صفحة 162)**، مثلما لاحظنا ذلك في البيانات المتعلقة بانعطاف الضوء.

وهناك مجال آخر استعمل فيه ابن الهيثم البرهان الهندسي لإثبات بعض الحقائق خاصة فيما تتعلق بضوء القمر، يقول ابن الهيثم في هذا المجال "فلنبتدئ الآن فنقول قولا جازما ثبت من بعد بالبرهان أن جزم القمر إذا أشرقت عليه الشمس ثار في تلك الحال مضيئا من ذاته وصار الضوء الذي يخرج منه وينبسط على الأرض هو ضوء جرمه. **(الهيثم، صفحة 17)**.

إن البين من هذه الفقرة أن هناك رأيين لأصحاب التعاليم من اليونانيين، وهما بالنسبة للرأي الأول وهو أن جرم القمر إذا أشرقت عليه الشمس صار في تلك الحال مضينا من ذاته، وهذا الرأي يعتبره ابن الهيثم كلام غير محقق **(الهيثم، صفحة 3)** ، أما الرأي الثاني فهو أن

الضوء الذي يخرج من القمر وينبسط على الأرض هو ضوء جرمه، هذا الرأي يعتبره ابن الهيثم كلاما مرسلا لا مبرهنا. **(الهيثم، صفحة 3)**

ونحن نطرح هذا السؤال كيف فند ابن الهيثم هذين الرأيين وأبطلهما؟ بدا ابن الهيثم بتحليل هندسي متسلسل الخطوات يقدر الجزء من مساحة القمر الذي ينعكس عنه إلى نقطة من سطح الأرض، الضوء الواقع من الشمس على سطح القمر بحسب ما يقتضيه كون السطح العاكس سطحا كريا محدبا **(الجندي، صفحة 164)**، فاكتشف أن ذلك الجزء يمثل جزءا صغيرا من سطح القمر ويقع في الجزء الأوسط منه كما يبدو للعين وهو الأمر الذي لا يتفق البتة والواقع المحسوس المشاهد . **(الجندي، صفحة 164)**

ثم تطرق في بحثه الهندسي إلى تأثير انعطاف الضوء عند نفوذه في الطبقات الهوائية المحيطية بالكرة الأرضية، وبذلك اثبت ابن الهيثم أن ضوء القمر هو ضوء ثانوي يشرق عن القمر كما يشرق الضوء الثانوي عن سطوح الأجسام الكثيفة التي تستضيء بالأضواء المشرقة من الأجسام المضيئة بذاتها . **(الجندي، صفحة 164)**

وانطلاقا من هذه النظرية ذهب ابن الهيثم يطبق نظريته على أضواء الكواكب والضوء المشرق من ضوء ابيض يستضيء بضوء القمر أو ضوء النهار، واستقضى الإضاءة الشديدة والإضاءة الضعيفة، **(الجندي، صفحة 164)** وللبرهنة على صحة نظريته، وضع ابن الهيثم مسألة "the problèmes of Al Hazen" هندسية عرفت عند الأوربيين بمسألة

الحسن فما هي هذه المسألة تقوم هذه المسالة على فكرة "تحديد موضع صورة نقطية مضيئة في مرآة اسطوانية الشكل إذا ما عرف كل من النقطة والعين" **(نظيف، صفحة 48)** .

ومسألة الحسن تتعلق بكيفية رسم خطين في مستوى دائرة بحيث يتلاقيان في نقطة على المحيط ويرسمان متساويين مع الخط العمودي في تلك النقطة، وهذه المسالة تؤدي إلى معادلة من الدرجة الرابعة **(نظيف، صفحة 170)** وهي: أ س 4 + ب س 3 = ج

وقد حل هذه المسألة ابن الهيثم بطريقة القطع الزائد، أي بواسطة تقاطع دائرة مع قطع مخروطي زائد.

في مسألة انعكاس الضوء عن طريق ارتداد كرة عن جسم صلب فإن الكرة إذا رميناها من نقطة نحو جسم ذو مقاومة قوية فإنها لا تمر من نقطة معينة بل ترتد بعد الاصطدام إلى النقطة التي رميناها منها في الاتجاه الأفقي للزاوية 90 درجة، وحول هذه المسألة فإن ابن الهيثم ميز بين انعكاس الضوء وارتداد الكرة، فالكرة ترتد لأن فيها قوة تساعدها على الاتجاه نحو الأرض بدافع الجاذبية، أما الضوء فليس له تلك القوة **(العاصمي، 1992، صفحة 200)**.

إن فكرة الجاذبية وجدت بيئتها الأولى عند الحسن بن الهيثم عندما أشار إلى مسألة ارتداد الكرة بعد اصطدامها بجسم ذو مقامة قوية ذلك الجسم قد يكون الأرض وهذه هي نقطة بداية تفكير نيوتن في قانون الجاذبية العامة، حيث قاد الحدس "نيوتن" إلى أن قوة الجاذبية المسلطة على التفاحة أثناء سقوطها نحو الأرض يجب أن تكون لها علاقة بالقوة التي تمسك

القمر في مداره فربط بين القوتين بالجاذبية التي تسلطها الأرض على الأجسام والتي تنتقض قوتها بتزايد المسافة الفاصلة بين الجسمين المتجاذبين . **(أرتورمارش، 1986، صفحة 24)**

وبعد أبحاث امتدت عشرين عاما قام أثناءها نيوتن بالمقارنة بين القوة المسلطة على التفاحة حتى تأكد من صحة افتراضه **(أرتورمارش، 1986، صفحة 24)**، ومما ساعده على التأكد من هذا الافتراض هو دراسة المعمقة لنظرية "كيبلر" لجهة التجاذب بين الشمس والكواكب المحيطة بها . **(نيوتن، 1987 ، صفحة 13)**

وقانون الجاذبية العامة الشهير الذي توصل إلى وضعه نيوتن يفيد أن كل الأجسام تتجاذب تجاذبا يزداد كتلتها وينقص بتزايد مربع المسافة الفاصلة بينها . **(أرتورمارش، 1986، صفحة 24)**.

وبصيغة أخرى فان قانون التجاذب الكوني ينص على ما يلي: "تتجاذب جميع الأجسام في طبيعة بقوة تتناسب طرديا مع كتلتها وعكسيا مع مربع المسافة التي تفصل بينها". **(نيوتن، 1987 ، صفحة 13)**

$$F = \frac{M_1.M_2}{D2}$$

حيث أن : M_1 : ترمز إلى كتلة الجسم الأول.

M_2 : ترمز إلى كتلة الجسم الثاني.

D : ترمز إلى المسافة الفاصلة بين الجسمين.

F : ترمز إلى قوة التجاذب بين الجسمين.

يقول "جيمس كونانت" "إن" تطبيق الاستدلال الرياضي الهندسي في العلم الطبيعي يمكن إيضاحه من تاريخ ذلك العلم المسمى بالأيدروستاتيكا أي علم موازنة السوائل، والذي هو بعض فروع علم الميكانيكا، ودراسة تاريخ هذا العلم نافعة لأنه لشبهه ولقربه كل القرب من علم الهوائيات، يصلح أن يكون مقدمة للبحث في موضوع التجريب الكمي" **(الجندي، صفحة 168)** ، المرتبطة بالرياضيات والخاصة بالهندسة التحليلية ومن هنا فقد عالج ابن الهيثم نظرية انعكاس الضوء والتي سبق وأن أشرنا بطريقة ميكانيكية جدا، حيث افترض أن الضوء

شيء مادي ينعكس من الأجسام المصقولة، كما ترتد الكرة من الجسم الصلب عند اصطدامها به . **(الجندي، صفحة 168)**

مفهوم المكان عند ابن الهيثم :

يقول ابن الهيثم في مقدمة رسالته في المكان " قد اختلف أهل النظر المتحققين عن حقائق الأمور الموجودة في ماهية المكان فقال إن مكان الجسم هو السطح المحيط بالجسم وقال قوم آخرون إن مكان الجسم هو الخلاء المتخيل الذي قد ملأه الجسم ولم تجد لأحد من المتقدمين كلاما مستقصى في ماهية المكان ولا دليلا واضحا يفصح عن حقيقة المكان. **(الهيثم، رسالة المكان ، 1357هـ، صفحة 02)**

إن البين من خلال هذين الرأيين أنهما من تراث الفلسفة الطبيعية اليونانية وبعض الفلاسفة المشائين المسلمين ، وكما يتضح أيضا من خلال مقدمة الرسالة أن المتقدمين لم ينصحوا بدقة واستقصاء في ماهية المكان ولم ولا يقدموا أولا تجريبية تثبت حقيقة وجود المكان ، قال ابن الهيثم " " لما كان ذلك كذلك رأينا أن نبحث عن ماهية المكان بحثا مستقصى تظهر به ماهية المكان وتتكشف حقيقته ويسقط به الخلاف ويزول معه الاشتباه **(الهيثم، رسالة المكان ، 1357هـ، صفحة 02)**، إن الحقيقة المختلف في أمرها حول المكان والتي يجب البحث فيها هي مكان الجسم الذي لا تزيد أبعاده على أبعاد ذلك الجسم **(الهيثم، رسالة المكان ، 1357هـ، صفحة 03)**، هذه كانت الفرضية التي حاول ابن الهيثم البرهنة عليها والبحث فيها، إذ تحمل هذه الفرضية أبعاد تجريبية ورياضية وتقع ضمن الرياضيات البحتة، وانطلاقا من هذه

الفرضية يبدأ "ابن الهيثم" في نقد تعريف القائلين بأن المكان هو السطح المحيط بالجسم، بمعنى سطح الهواء المحيط بالجسم الذي في الهواء وسطح الماء المحيط بالجسم الذي يكون في الماء و سطح كل جسم في داخله جسم منفصل عنه **(الهيثم، رسالة المكان ، 1357هـ، صفحة 3)**، كما قام بتقد المعنى الآخر للمكان وهو الخلاء المتخيل الذي قد ملأه الجسم.

يرى مصطفى نظيف "بأن ابن الهيثم لا يبدأ في عملية النقد التجريبي إلا إذا حلل المقولة المراد نقدها وهذه طريقة من طرق البحث المنهجي التي تسببت إلى ابن الهيثم ولم يسبقه إليها حد ، فمن المفاهيم التي أبطلها عند التحليل نجد مفهوم" المكان هو السطح المحيط بالجسم" فهو أبطل هذا المفهوم وذلك بإثارة عدة شناعات ضده منها : أن الجسم إذا تغير شكله تغيير شكل السطح المحيط به . وهذه الحجة لاحظها ابن الهيثم في الطبيعة عندما استعان بالإدراك الحسي واعتبر هذه الحجة من أقوى الحجج لإبطال مفهوم المكان هو السطح المحيط بالجسم ،ويحلل "ابن الهيثم" هذه الحجة تحليلا رياضيا هندسيا فيقول : "إذا تغير شكل الجسم تغير شكل السطح المحيط وتزداد مساحة السطح المحيط به ومساحة الجسم تبقى على حالها لم تتغير، ويمثل بأمثلة هندسية لإبطال مفهوم المكان هو السطح المحيط بالجسم." فالجسم المتوازي السطوح إذا فصل بسطوح متوازية وموازية لسطحين من سطوحه ثم نفذت أقسامه وألفت وجعل كل قسم إلى جانب القسم الآخر حتى تصير السطوح المتوازية سطحين متوازيين و تتصل أجزاء الجسم بعضها ببعض فإنه يصير السطح المحيط بالجسم أعظم من السطح الأول الذي كان محيط بالجسم **(الهيثم، رسالة المكان ، 1357هـ،**

صفحة 04). ويدعم ابن الهيثم " حجته بمال هندسي آخر يثبت من خلاله أيضا بأن مفهوم المكان هو السطح المحيط بالجسم لا تؤكده التجربة بل تنقضه فيقول:" إن كل جسم يحيط به سطوح مستوية فإنه إذا حفر في كل سطح من سطوحه حفر مقعر مهما كان شكله فإن السطوح المقعرة التي تحدث كل واحد منها أعظم من قاعدته المستوية التي تطلب فيكون ما بقي من الجسم بعدها ما حفر منها أصغر بكثير من الجسم لأول نفسه ويكون بذلك مكان هذا الباقي أعظم من مكان الجسم الأول فيكون الجسم تبعا لذلك قد تصاغر ومكانه قد تعظيم **(الهيثم، رسالة المكان ، 1357هـ، صفحة 05)**.

ويلجأ "ابن الهيثم" إلى مثال تجريبي حسي يوضح ما خلاله بأن مقدار الجسم لم يتغير أو مساحة الجسم باقية على حالها لم تتغير وهو الشمع الذي يتخذ عدة أشكال منذ أن نشعل الشمع إلى غاية انطفائه. بمعنى أن شكله يتغير غير أن مساحة الجسم أي الشمع لم تتغير فمقدار الجسم يكون واحد وتكون السطوح المحيطة به مختلفة وفي هذه الحالة فإلى الجسم الواحد المعلوم المقدار قد يحيط به في الأوقات المختلفة سطوح مختلفة المقادير **(الهيثم، رسالة المكان ، 1357هـ، صفحة 05)**، ويؤكد ابن الهيثم على أنه إذا كان مكان الجسم هو السطح المحيط بالجسم فالتجربة أبثثت بأن مكان الجسم هو أمكنة مختلفة المقادير لا نهاية لعدتها وليس واحد منها أولى بأن يكون مكانا للجسم من كل واحد من الأماكن الباقية، وكنتيجة منطقية يستنتجها وهي أنه بوجود أمكنة مختلفة المقادير لا يمكن أن نلحقها بالجسم الواحد لأنه لا تتحصل عدة أمكنة للجسم الواحد ، فلفظ المكان في نظر ابن الهيثم "لا نطلقه

إلا مجازاً لا غاية التحقيق " **(الهيثم، رسالة المكان ، 1357هـ، صفحة 05)** ولكن وجوده ضروري إن مصطلح مجازاً الذي وظفه ابن الهيثم حول المكان يقترب في صورته الوضعية من مصطلح المكان المطلق والمكان النسبي الذي وظفهما "نيوتن" لشرح نظريته الفيزيائية حول المكان .

تفسير مفهوم الخلاء عند ابن الهيثم :

اعتبر ابن الهيثم البعد نقطة تقاطع بين المكان والخلاء ، حيث نظر للمكان على أنه البعد الذي لا تزيد أبعاده عن أبعاد ذلك الجسم، كما يؤكد على معنى آخر للمكان بقوله إنه بعد متخيل ، وعند تعريفه للخلاء يقول بأنه أبعاد مجردة من المواد **(الهيثم، رسالة المكان ، 1357هـ، صفحة 03)**كما اعتقد أيضا بأن الخلاء المتخيل هو الأبعاد المتخيلة المساوية لأبعاد الجسم إذا تخيلت مجردة من المادة **(الهيثم، رسالة المكان ، 1357هـ، صفحة 06)**، يؤكد ابن الهيثم على وجود المكان والخلاء فيقول بأن الجسم موجود وكل جسم موجود فهو في مكان وإذا كان المتمكن موجود فكأنه موجود فيلزم أن يكون الخلاء موجود في نظر "ابن الهيثم "فإن الخلاء المتخيل باعتباره بعدا والمكان باعتباره أيضا بعدا فهما متطابقان بمعنى متحدان فوجودهما وجود واحد، وهنا يمكننا أن نطرح سؤالا وهو هل إذا كان المكان بعدا والخلاء المتخيل هو بعد أيضا فكيف يصير بعدا واحدا؟ ألا يمكن اعتبار بأن المكان منفصل عن الخلاء **(زواوي، 2010، صفحة 38)**

يطرح ابن الهيثم هذه الشناعة على الصورة الآتية ، إن الخلاء جسم والجسم المتمكن في المكان جسم فليس يجوز أن يدخل الجسم جسما آخر ويصيرا معا جسما واحدا **(الهيثم، رسالة المكان ، 1357هـ، صفحة 09)** ، إن هذا التساؤل قد أثير حول نظرية المكان عند "ابن الهيثم وعن مفهوم البعد المتخيل أو الخلاء المتخيل فجاء تحليله على الشكل التالي، إن الخلاء المتخيل ليس ذي مادة ولا فيه مدافعة وإنها الخلاء هو أبعاد فقط متهيئة لقبول المواد والجسم الطبيعي هو المادة التي هي الأبعاد المتخيلة متهيئة لقبولها مع الأبعاد **(الهيثم، رسالة المكان ، 1357هـ، صفحة 10)**. وفي نظر "ابن الهيثم" ، فإنه لا يوجد تداخل بين أبعاد الجسم وأبعاد الخلاء بل كل ما يوجد فهو انطياق أبعاد الجسم على أبعاد الخلاء.

لقد اعتمد ابن الهيثم في تحليله هذا على المعرفة الحسية والنظر العقلي والتحليل الهندسي، عكس أرسطو مثلا الذي أنكر وجود الخلاء معتمدا على التفسير الميتافيزيقي فقط وهو أن الطبيعة تخشى الفراغ.

أما "زينون" فيلسوف المدرسة الإيلية طرح سؤالا في أحد صحيحه حول "أين حيز المكان "وقد استند في ذلك على أن كل موجود هو بالضرورة في حيز، أما "ابن الهيثم" حاول وضع "تعريف للحيز الذي يشغل المكان فقال بأن مكان الجسم هو أبعاد الجسم ، وعندما لقيت نظريته في المكان اعتراضات كثيرة خاصة حول أن الخلاء جسم والجسم المتمكن في المكان

هو جسم وغير جائز أن يداخل الجسم جسما آخر ويصبح الجسمان جسم واحد، ويجيب "ابن الهيثم" على ذلك بأن الجسم لا يداخل الجسم إذا كان واحد منهما على الأقل ذا مادة فالخلاء ليس بذي مادة فهو أبعاد متهيئة لقبول المواد. **(الهيثم، رسالة المكان ، 1357هـ، صفحة 10)** والجسم الطبيعي هو المادة التي هي الأبعاد المتخيلة متهيئة لقبولها مع الأبعاد، وأيضا فإن الأبعاد متهيئة لقبول كل مادة ، وإذ ذلك كذلك فقد بطل، القول بأن الجسم الطبيعي لا يداخل الخلاء لأنهما جسمان، **(الهيثم، رسالة المكان ، 1357هـ، صفحة 10)** ولقد تبين جميع ما بيناه فمكان الجسم هو أبعاد الجسم التي إذا جردت في التخيل كانت خلاء لا مادة فيه مساويا لجسم شبيه الشكل يشكل الجسم وذلك ما أردنا بيانه في هذه المقالة. **(الهيثم، رسالة المكان ، 1357هـ، صفحة 10)** . لقد تصور "ابن الهيثم" المكان مفهوما ضروريا لبناء معرفة حسية إن هذا التصور يقترب كثيرا في معناه من مفهوم المكان عند "كانط " الذي اعتبر بأن المكان ليس مفهوما تجريبي، أو مستمد من التجربة وليس مفهوما عام لعلاقات الأشياء، بل هو إطار قبلي يوجد في الذهن ويكون ضروري لتنظيم وتوحيد المعرفة الحسية.

الفصل الثاني :

البناء الرياضي في الفيزياء الحديثة

المبحث الأول : فلسفة كانط حول المكان و أسسها الرياضية.

المبحث الثاني :أهمية الرياضيات والمنهج الرياضي في بناء العلوم الفيزيائية .

المبحث الثالث : النظرية الفيزيائية والتحليل بين غاليلي ونيوتن

المبحث الأول :نقد المنطق الأرسطي وبداية الفلسفة الحديثة

نقد المنطق الأرسطي

بدأت ملامح عصر النهضة تظهر مع العديد من المفكرين الأوربيين في العصور الوسطى المتقدمة أي ابتداءا من القرن الرابع عشر الميلادي، خاصة في الانتقاد الشديد الذي يوجه إلى الكنيسة من طرف مارسال دوبادو. وأول الأمر تمت الثورة الفكرية التي قادها أوكام والمتمثلة بالخصوص في مرحلة فصل مجال نشاط الكنيسة عن نشاط الدولة، وبذلك يكون من بين أول العلمائيين في أوربا القروسطية، ومعه بدأت بصفة تدريجية متقطعة حركة الإصلاح الديني في أوربا أو إصلاح الكنيسة الذي أدى إلى بداية الإيديولوجيات ومعها الأنظمة السياسية.

ومع مارتن لوثر 1483–1546) اتضحت معالم الصورة الفكرية، وحركة التغيير بميزة أكثر خصوصية، إذ نادى لوثر بإصلاح الكنيسة الذي ترتب عنه فيما بعد النتائج السياسية التي عرفتها أوربا.

إن الأرضية التي انطلق منها لوثر وهي ألمانيا – مركز الجرمان وكما مر معنا فإن تلك الحضارة ساهمت بقوة في تكوين أوربا القروسطية، إضافة إلى أن السلطة في ألمانيا وقتذاك كانت أبدت معارضتها لسيطرة الفكر الكهنوتي الكنسي على الأوضاع برمتها في إيطاليا ونادى لوثر بتوسيع السلطة الزمنية لمجال اختصاصاتها والتي يجب أن يترك لها ممارسة

عملها بحرية وبدون عائق معرقي وعلى الإمبراطورية أن تحقق الإصلاحات الضرورة في الكنيسة التي ظهر عليها الفساد والعبث بأمور المجتمعات، وسوء الخلق. ولذلك فقد وجدت دعوته في ألمانيا مجالا تتوسع داخله، ومعه بدأت تتفكك السلطة الروحية والمادية للكنيسة على الواقع الاجتماعي وبدأت تتكون راديكالية اجتماعية تحمل في طلتها النزعة التنويرية التي تجسدت مع عصر الأنوار لاحقا.

إن هذه التغيرات التي بدأت تطرأ على الكنيسة، انعكست إيجابا على المجتمع الأوربي، وأدى في نفس الوقت إلى تقويض نشاط الكنيسة وفصل سلطتها عن سلطة الدولة إلى تحطيم الدولة الكنيسة، خاصة في بداية الأمر في المقاطعات الجرمانية ثم امتد ذلك إلى مناطق وسط وغرب أوربا. إن مثل هذه الحركة الاصطلاحية التي هزت المجتمع الكنسي وحاولت محو سيطرة الكنيسة على مجرى الحياة، أنها قد انعكست على المجال الفلسفي والفكري، حيث أدى جو الحرية السياسية في المجتمعات الأوربية إلى تبني أفكار نادت بالثورة على كل ما هو قروسطي.

وبدأ معه التأثير يظهر جليا على المنطق الأرسطي، الذي فرضت الكنيسة في القرون الوسطى تدريسه في المدارس والجامعات كما جاءت به ترجمة بويس وبويثيوس ولذلك كان الاهتمام به منن طرف السكولائيين، من حيث اكتشاف العلاقات بين القضايا من حيث شكلها وأهملوا المضمون الذي تنطوي عليه تلك القضايا كما اهتموا أيضا بالقياس في جانبه الصوري، وهذا الإطلاق في شكلية القضايا والعلاقات أثر سلبا على تطور المعرفة العلمية.

إذن وفي ظل الحياة السياسية والاجتماعية الجديدة، حاول لوثر أن يخلص العقل الأوربي من سيطرة أرسطو وفلسفته وخاصة منطقه، الذي تعرض بالنقد الشديد وحتى مطالبة إلغائه من محاور التعليم في الجامعات الأوربية وقتذاك. فقد رأى، فرنسيس بيكون (1561–1626) بأن الفكر المجرد الذي يبتغيه أرسطو في منطقة غير قادر على اكتشاف الحقائق اليقينية العلمية.

وبذبك فتح محورا جديدا لمعالجة القضايا قصد الوصول إلى الحقائق العلمية، وقد ركز على عاملين أساسيين كانا بمثابة دعائم لفلسفة المنطق العلمية وهما: الملاحظة الخارجية والتجربة العملية، وبذبك يكون قد خالف معايير المنطق الأرسطي.

ومن هنا يبدأ التحول النوعي على فلسفة الفكر المسيحي، الذي طالما أسس وبني دعائم فلسفته على اللاهوت مع الإحاطة بفلسفة أرسطو. وقد وضع بيكون في كتابه الأورغانون الجديد الأساس لفلسفة منطقه التجريبي إزاء المنطق الأرسطي الذي وصفه بيكون بالعقم، ورأى أن العلم الحقيقي يجب أن ينطلق من وحي التجربة العلمية علي الإدراك الخارجي الخالي من الشوائب. وقد أشار إلى هذه المحاور في نظرية أوهام الأربعة التي يجب على العقل تجاوزها وتجنبها. وهي أوهام السوق وتعالج خصوصية المشاعر العامة لدى الإنسان. أما أوهام المسرح فهي تتخلص في مقاومة النزعة الشخصية المتلفة حول الشهرة ويصفها في مثل تلك الرؤى أما أوهام الكهف أو العنكبوت فهي تتخلص في الابتعاد عن معتقدات ومفاهيم العصور أولى حول المعرفة ويضع بديلا لها وهي التجربة العلمية لمعرفة الواقع

الخارجي، أما أوهام القبيلة أو الجنس فإن محورها يرتكز على فصل العقل البشري عن الإيمان بالعادات والتقاليد التي تؤخر وتعرقل عمل العقل، ونادى في هذا المجال بالاعتماد على عبد العلية الآلية.

وقد هدف بيكون من وراء هذه الأوهام إلى إقامة نظرية لمنهج الاستقراء، الذي طور المعرفة العلمية عن طريق التجربة والملاحظة اللتان تستحملان بدورهما أدوات عملية أخرى قصد الوصول إلى نتائج علمية كالفرز مثلا، وجمع جميع الظواهر العلمية المدروسة. وهذا هو مختصر المنطق التجريبي الذي جاء به بيكون وليكمل لاحقا مع فلاسفة ومفكرين آخرين.

أما رنييه ديكارت (1592–1650) وهو معاصر لفرنسيس بيكون فقد اعتمد على الرياضيات والمفاهيم الخاصة للعدد والكم للوصول إلى معرفة علمية تكشف الحقائق، أن الرياضيات في نظره، لا يشوبها أي خلط في المفاهيم وهي أساس اليقين العقلي، ولذلك تبدأ بوادر الثورة على المنطق الأرسطي في الاكتمال. وخلاصة ما جاء به ديكارت كمنهج للعلوم تتخلص في بعض النقاط أهمها:

انطلاقه من عملية "الشك في المعرفة الآتية عن طريق الحواس الظاهرة والباطنية وكذلك في المعرفة المتاتية من عالم اليقظة وعالم الأحلام وكذا قدرة العقل على الوصول إلى الحقيقة" **(الله، 1983، صفحة 90)**

وثانيا اعتباره لمبدأ الكوجيتو – أنا أفكر أنا موجود – أساسا للفلسفة باعتباره قضية يقيلية. وثاثا اعتباره لمنطق الكوجيتو هو الأساس الذي تبنى عليه فلسفة علمية خالصة، رابعا إقامته لمنهج علمي قائم على عنصري البديهية والاستنباط. "فالعنصر الأول ينتقل فيه الذهن من شيء معلوم إلى شيء مجهول بدون تفكر أو زمن أو وقت ليختلف بذلك عن الحدس الذي عرفه أحد مناطقة الإسلام وهو ابن سينا بأنه سرعة الانتقال من الأشياء المعلومة إلى الأشياء المجهولة وهذا لا يتم إلا في الزمن" **(الله، 1983، صفحة 105)**

وقد أقام ديكارت المنهج العلمي على أربع قواعد هي:

1–قاعدة اليقين أو البداهة

2–قاعدة التحليل

3–قاعدة التأليف أو التركيب

4–قاعدة الاستقراء التام أو الإحصاء الشامل.

هذه مجمل النقاط وبصفة مختصرة التي جاء بها ديكارت ليقيم منهجا علميا خالصا يعتمد على الاستنباط الرياضي ويخالف بصفة جذرية منهج المنطق الأرسطي.

أما غاليلي (1564–1642م) وهو معاصر لديكارت، ورغم مضايقة الكنيسة له حتى حكم عليه بالإعدام، إلا أنه اعتقد في عنصري الملاحظة والتجربة كأساسين لإقامة منهج علمي دقيق، واعتبر عنصر التجربة مليئا بالتنوع المعرفي لما ولنا التجربة من حقائق. ويعتبر

غاليلي مكتشف العديد من القوانين العلمي التي كانت فيما بعد أساسا الحضارة العلمية المبنية على الفيزياء خاصة، ونذكر من جملة القوانين التي اكتشفها قانون القصور الذاتي وقانون الأجسام الساقطة.

أننا لم نتوسع في شرح فلسفة ومنطق كل من بيكون، وديكارت وغاليلي، لأن ذلك ليس من صميم بحث الرسالة، غير أننا أشرنا إليهم وإلى المناهج العلمية التي اكتشفوها كثورة ضد منهج المنطق الأرسطي الذي اعتبر أجوفا لا ينتج اليقين، بل قد عرقل نمو التفكير العلمي واتخذته الكنيسة لفلسفتها.

إن الثورة علمية كهذه أنتجت حضارة العالم التي نعرفها ونعيشها اليوم، والسؤال الجوهري الذي نطرحه في هذا المجال هو: إن مثل هذه الثورة ضد المنطق الأرسطي قد ماثلتها ثورة الفكر الإسلامي وقد عالجناها في أجزاء سابقة مع ابن الصلاح، وابن تيمية، حيث لم تعتبر العقلية العربية الإسلامية في عصورها الذهبية ذلك المنطق قانونا كليا مسلما به تجتمع عليه مختلف العقول، ومع ابن تيمية وابن رشد وضع الفكر الإسلامي أسسا لمنطق استقرائي عالجت فيه النواحي التجريبية التي سار عليها العقل العلمي في أوربا بعد ذلك. ولم تستطع الحضارة الإسلامية بعد هذه الخطوات العلمية الكبيرة التي حققت في مجال إيجاد منطق بديل، إن تحقق ثورة علمية مثل تلك التي حققها الأوربيون مع فلاسفة ومفكري عصر النهضة الأوربية، بل على العكس من ذلك استفاد الأوربيون من تلك الخطوات المسلمون في مجال المنهجية المنطقية ووضعوا بها الأسس الأولى للنهضة العلمية، ثم لماذا لم يعمل

المسلمون على استمرارية وصيرورة الحضارة العلمية خاصة مع الاكتشافات الجديدة التي وصل إليها كل من ابن تيمية وابن رشد في المنهجية المنطقية؟ وللإجابة على هذا السؤال يرى أحد المستشرقين ومعه بعض المفكرين أن ذلك يرجع إلى غياب النزعة الإنسانية لدى المسلمين حتى في العصور الذهبية للحضارة الإسلامية وبعدها. "ويعرف قرنرييجر النزعة الإنسانية بأنها فكرة الحضارة القائمة على فكرة ثقافة الإنسان الخالصة وتربيته وهي التي صنعها اليونانيون حيث وصلوا إلى أعلى درجة من درجات تطورهم وهي من جهة أخرى مركب حضارة بعض الشعوب الخاصة وثقافتهم مع الحضارة اليونانية إلا أن هذا المركب لا يقوم على التبعية التاريخية ولا على الصلة التي يبين علة ومعلولها، وإنما هو فكرة الامتزاج الروحي الشعوري بالحضارة اليونانية ونفوذ كل واحد في الآخر كما نراه محققا عند الرومان لأول مرة في أحلى صورة" **(بدوي، 1965، صفحة 20)**

غير أن مثل تلك الفكرة القائمة على ثقافة الإنسان والامتزاج بالحضارات الأخرى قد حققها المسلمون في عصورهم الذهبية، حين ارتقت الحضارة الإسلامية إلى أعلى درجات الرقي، إلا أن قطيعة المسلمين مع التطور الحضاري حدثت مع بداية عصر النهضة الأوربية، وهذا ما يستدل عليه من الركود الحضاري والجمود الفكري الذي استوطن في عقول العقلية الإسلامية في صدر بداية عصر التطور والأنوار في أوربا. "ويرى بعض المفكرين الأوربيين أن الغرب، إضافة إلى رجوعهم إلى فكرة النزعة الإنسانية فقد قاموا للتخلص من الأوضاع والتطورات المسيحية الخارجية على الطبيعة كما برزتها العصور الوسطى في الفن والأدب

والعلم وأقاموا مكان تلك التصورات والأوضاع، تصورات العصور القديمة وأوضاع الأوائل وعلى هذا النحو نشأت النهضة" **(بدوي، 1965، صفحة 23)**

وفي نظر أولئك فإن الفكر الإسلامي لم يجسد تمركز حضارته واستمراريتها وذلك لارتباطه بالنزعة التجردية العقلية التي تغيب عنصري التجربة والإدراك الحسي.

إن عملية النقد البناء الذي تعرض لها المنطق الأرسطي عند المسلمين خاصة، مع شيخ الأسلاك ابن تيمية لم تتبعها دراسات إسلامية في هذا المضمون، ما عدا بعض المحاولات التي لم يكن لها أثرا على التطور الإيجابي للفكر المنطقي الإسلامي خاصة ولفكرة الحضارة الإسلامية بصفة عامة، وهذا مرجعه لوجود أسباب موضوعية "تؤول في جملتها إلى ضعف الباحثين الذين خلفوه في العلوم العقلية والنقلية وخمود روح النقد فيهم" **(يعقوبي، 92، صفحة 260)** ، ولعدم إدراكهم العلاقة بين فكرة المنهج وتطو العلوم، ومثلما تفطن إلى ذلك عالم الفيزياء المعروف في الفكر الإسلامي ابن الهيثم الذي "يرى في كتابه المناظر ويستنتج بالقول التالي فخضت لذلك في ضروب الآراء والاعتقادات فلم أحظ من شيء بطائل ولا عرفت منه للحق منهجا ولا إلى الرأي اليقين مسلكا جيدا فرأيت أنني لا أصل إلى الحق إلا من آراء يكون عنصرها الأمور الحسية وصورتها الأمور العقلية" **(الوردي، صفحة 35)** . لإذن فالنزعة التجريبية في العلوم كانت متوفرة في فكرة وصورة الحضارة الإسلامية، وتلتها فكرة النظرة التجريبية في المنطق، إلا أن ذلك لم يأت بجديد على مستوى تطور العلوم في العالم الإسلامي بعد القرون الوسطى. ونسجل موقف ابن خلدون المستفيد من وجهة نظر ابن

تيمية في علم المنطق، حيث ظهر ذلك في دراسة وتحليله لعلم العمران والسياسة. يشك ابن خلدون في يقينة نظرية القياس وفي تطبيقاتها على علم السياليفا "إذ يعتقد بأن العلماء اعتادوا في حياتهم العلمية أن يعوضوا على المعاني فينتزعونها من المحسوسات ويجردوها في الذهن أمورا كلية عامة" **(الوردي، صفحة 65)**ويحاولون تطبيقها على علم السياسة وشؤون المجتمع، ولهذا نجدهم يفشلون فيها فشلا ذريعا. وبذبك يستبعد ابن خلدون تطبيق نظرية القياس المنطقي على علم السياية وعلم العمران. وهذا نظرا "لخصوصية هذين العلمين اللذين يجب فيهما مراعاة أحوال العمران كما هي في واقعها الخرجي"، **(الوردي، صفحة 65)** خلافا لصناعة المنطق التي يعتبرها بأنها غير مأمونة الغلط لكثرة ما فيها من الانتزاع وبعدها عن المحسوس.

وانطلاقا من ميزة الابتعاد ن المحسوس التي تميز صناعة المنطق، «فقد أضاف "ابن خلدون" نوعا جديدا من المنطق أطلق عليه اسم المنطق الحسي الذي يصلح في نظره للبحث في الأمور الاجتماعية وأساسية وما أشبة" **(الوردي، صفحة 67)**

واتضح تأثير "ابن تيمية" على ابن خلدون في صياغة مفهومه عن المنطق الصوري في تمييزه بيم أمكانين هما "الإمكان الفعلي المطلق" الذي يعتمد على التفكير العقلي المجرد، والإمكان بحسب المادة التي للشيء يعتمد على استقراء وملاحظة الظاهرة في الخارج وهو ما يعرف لاحقا بالمنطق التجريبي الذي اعتمده علماء أوربا في عصر النهضة لبناء حضارتهم

إذن فالأساس العلمي التجريبي كان موجودا في تطوير دراسة أحوال العمران والسياسة وكان بذبك أساس سليما لقيام علوم الاجتماع.

وهذه الخطوات النوعية في مجال المنهجية التي أحدثها الفكر الإسلامي في مجال المنطق، فقد تلتها إضافات وتعديلات عميقة الدراسات المنطقية. وفي هذا الإطار فقد وضع كانط تصورا جديدا للمنطق والذي عرف فيما بعد "بالمنطق الاستعلائي أو المتعالي الذي اعتقد فيه بأنه يقوم لنا قواعد الفكر الضرورية إطلاقا، القواعد التي بدونها يمتنع وجود أي استعمال للإدراك وللفهم". **(خليل و أحمد، 1935، صفحة 118)** وبهذه النظرة سار ينظر إلى المعرفة من وجهة أخرى أكثر تجريبية التي ظهرت بصورة جلية مع نيوتن وأينشتين اللذان طورا من النظرية الفيزيائية للمكان المطلق والتي وجدت بصفة شكلية في المنطق الأرسطي، ولكن قام كانط بتطويرها في المجال الفكري، فهذا الامتداد للفكر المنطقي على مر العصور، يؤكد على حقيقة فلسفية يحتويها علم المنطق، وهي أن مبادئه تحمل في طياتها ميزة وخصوصية الصيرورة التي بواسطتها يمكن صياغة وتطوير تلك المبادئ وهذا حسب ظروف النظرية المعرفية ومن جانب آخر فإن ذلك الامتداد دليل على أن الثورة المعرفية التي قام بها الفلاسفة على مستوى المنطق ما هي في حقيقة الأمر إلا أغناء وأثراء له من الجانب المعرفي الايبستمولوجي حيث ذلك التطور الحاصل في جزئيات هذا العلم، أنجز مفاهيم وتصورات جديدة عن المكان والزمان، والعلاقة المنطقية الرياضية الموجودة بينهما، وانطلاقا من تلط العلاقة تطورت النظرية العلمية في الفيزياء.

ويرى بعض المؤرخين في تاريخ العلوم من أن الثورة العلمية التي ظهرت نتائجها في عصر النهضة، تعود جذورها الأولى بالأساس إلى العصر الوسيط، حيث شهد منتصف تلك الفترة ثورة علمية كبيرة في شتى نواحي العلم والمعرفة، وذهب أولئك المؤرخين إلى إعادة الاعتبار للعصر الوسيط وجعلوا من عصر النهضة فترة انحطاط وانتهوا إلى أن تاريخ العلم الحديث ينبغي أن يبدأ قبل جاليلي بعدة قرون" **(وعزيز، 106)**

ويبدو لنا بأن أساس حكم هؤلاء المؤرخين انطلق من مسلمة تاريخيه واقعية وهي أن فترة العصور الوسطى كانت بالفعل قد شهدت الثورة العلمية والابتكارات الجديدة في علم المنهجية، ذلك الذي شهده العالم الإسلامي آنذاك، فالنظرة التاريخية للعلم تعمل على عدم تجزئ سلسلة الحضارة وتنظر إليها بصفة كونية، ومثل تلك النظرة عبرت عنها بعض المدارس الفكرية في تاريخ الفكر الفلسفي المعاصر. وقد انتجت هذه النظرة مفهوما جديدا عن العصر الوسيط، الذي بدأ ينظر إليه من زاوية تاريخ العلم على أنه عصر شهد نشاطا علميا ومعرفيا كبيرا.

إن هذه النظرة النوعية إلى ابستمولوجية الفكر القروسطي دليل على أن تلك الفترة لم ينتهي البحث في مكوناتها الكلية والجزئية بصفة كاملة وأن الجدل العلمي مازال متواصلا في هذا الميدان.

المبحث الثاني : فلسفة كانط حول المكان و أسسها الرياضية

كانط وعلم الرياضيات

اهتم كانط في بناء نظرية حول المعرفة بالرياضيات وبمسلماتها حيث وضع لها مباحث معرفية في ثنايا كتاباته الفلسفية ، ففي نظره فإن كل تنظيم يحتوي على علم صحيح بمقدار ما يحتوي على الرياضيات . ففي تصوره فإن المكان ينظر إليه بوصفه عيانا مجرداً نابعا من الذات فهو إذن متعالي و يؤكد على أن علم الهندسة هو الذي يحدد خواص المكان قبليا وهذا لا يكون ممكنا إلا إذا كان المكان أصلا عيانا قبليا سابقا على كل إدراك حسي للموضوع **(علي، 2015، صفحة 239)**

إن نظرة كانط "للمكان" ارتبطت بنسق الهندسة الإقليدية، وبعد "كانط" ظهرت أنساق هندسية كثيرة عرفت بما يسمى في تاريخ العلم بالهندسة اللا إقليدية مثل نسق "لوباتشفيسكي ، و نسق "ريمان" وظهور هذه الهندسات أدى بالضرورة إلى تصور جديد لشكل المكان حيث تنعدم الجاذبية بنسبة كبيرة جدا.

فلسفة المكان عند "إيمانويل كانط"

– يعتبر كانط أحد رموز الفلسفة الحديثة في ألمانيا و في أوروبا، وقد تطرق بشيء من التفصيل إلى عدة مفاهيم متعلقة بالفيزياء الحديثة في كتابه " نقد العقل المجرد" منها مفهوم المكان والزمان، حيث اعتبر بأن المكان هو بمثابة إطار و مجال قبلي يوجد في الذهن وبالتالي فهو متعالي نابع من الذات وهو مجرد، ويؤكد على أن علم الهندسة هو الذي يحدد خواص المكان قبليا وهذا لا يكون ممكن إلا إذا كان المكان أصلا عيانا قبليا سابقا على كل إدراك حسي للموضوع . **(علي، فلسفة العلم عندها نزراينشنباح – ، 2015، صفحة 239)**إن هذا الرأي الذي تبناه "كانط" والذي اعتبر فيه بأن المكان سابق على كل إدراك حسي للموضوع ، فإن ابن الهيثم اعتبر بأن المكان هو الخلاء المتخيل الذي قد ملأه الجسم "إن توظيف مصطلح المتخيل" الذي ارتبط بالمكان، فيه إشارة ضمنية بأنه سابق على عملية الإدراك الحسي، لأن التخيل من فعل الحواس فهو نابع من الذات ولكن لا يتجسد المتخيل إلا بتصور عقلي متعالي سابق على التجربة . **(زواوي، 2013، صفحة 41)**

اعتمد كانط في تصوره للمكان على الهندسة الإقليدية وعلى المجموعة الإحداثية الديكارتية التي تنسب إليها القياسات وهي الموقع الذي تقف فيه وتنظر منه إلى الأشياء **(بوشخشوخة، 2014، صفحة 124)**، أما ابن الهيثم فقد اعتمد على الهندسة الإقليدية لدراسة مفهوم المكان وظواهر الانعطاف والانعكاس والانكسار حول الضوء ، تعتبر الهندسة الإقليدية نقطة

التقاطع بين الفيلسوفين في تصورهما للمكان ويمكن إضافة عنصر الاستدلال المنطقي بمثابة نقطة تقاطع بينهما غير أن كانط" وظف المنطق المتعالي في دراسة مقولة المكان وهر متأثر بالنزعة السيكولوجية التي تعتبر بأن الذات هي مصدر أساسي للمعارف وهو الأمر الذي توقف عنده ابن الهيثم عندما وظف مفهوم المتخيل".

إن المكان " عند كانط" ليس شيئا موضوعيا أو واقعيا و ليس جوهراً أو عرضا أو إضافة ولكنه شيء ذاتي ومثالي وهو نابع من طبيعة الروح بمقتضى قانون ثابت أزلي قبلي يحمل الطابع الميتافيزيقي فالقول بأن المكان ليس جوهرا معناه أنه ليس امتدادا بالمعنى الديكارتي وليس عرضا يزول إذا ما اختفت الأشياء " وهذا الرأي العلمي والفلسفي المعتمد من طرف كانط نجد ما يقابله عند ابن الهيثم، فعندما اعتقد "كانط" بأن المكان ليس جوهرا وليس عرضا يزول إذا ما اختفت الأشياء بمعنى أن المكان موجودا لا يتغير بتغير الأشياء هذه الفكرة تجد ما يقابلها عند ابن الهيثم الذي شرح بأن مقدار الجسم لم يتغير وأن مساحة الجسم باقية على حالها لم تتغير وبالتالي فإن المكان ليس عرضا مثلما اعتقد كانط" ووضع ابن الهيثم مثال "الشمع" الذي يتغير شكله أي يتخذ عدة أشكال منذ أن ينشغل إلى غاية انطفائه غير أن مساحته لم تتغير، إن ابن الهيثم بهذا المثال يعترف بوجود المكان ولكن بأبعاد لا تزيد عن أبعاد ذلك الجسم وهو الشمع في المثال .

إن دراسة المكان عند ابن الهيثم تقوم على مفهوم الاعتبار الذي لا يمكن تصوره بمثابة فعل منفصل بل مرتبط بالتصورات العقلية التأملية وفي الفلسفة الحديثة نجد مثل هذه الفكرة

تنبعث عند "كانط" الذي اعتبر بأن التجربة هي تأليف بين العقل والحس المجرد" ، والتجربة عند كانط " هي مفهوم الاعتبار عند ابن الهيثم .

نظرية المكان بعد كانط ونيوتن

بعد التصور الحديث لفلسفة المكان ظهرت أنساق هندسية كثيرة عرفت بما يسمى في تاريخ العلم بالهندسة اللاإقليدية مثل نسف " لوباتشفسكي" ونست "ريمان" وهما عالمان روسيان وضعا نظرية جديدة في الهندسة أدت بالضرورة إلى بناء تصور جديد للمكان حيث ارتبط بالزمان مع "ألبرت اينشتاين".

مفهوم النسق الإحداثي

ظهر هذا المفهوم مع "آينشتاين " الذي صحح الكثير من المفاهيم في الفيزياء المعاصرة وكان لهذا النسق الجديد الذي وضعه أثرا كبيرا على تطور الميكانيكا التقليدية التي ارتبطت سابقا بالتصور الكلاسيكي لمفهوم المكان .

إن فلسفة العلم عند "آينشتاين" اعتمدت على بعض التصورات الفلسفية ، فقد اتجه إلى ضع مجموعة من الفرضيات حول مفهوم النسق الإحداثي، حيث قام بوضع وضبط " طريقة حركة الأجسام المرتبطة بالمكان ، ففي نظره وحتى تتمكن فعليا من ضبط مواقع الأجسام فعلينا أن نعتمد على ما نسميه " النسق الإحداثي" وهو استبدال عبارة الحركة في المكان بعبارة "النسق الإحداثي" و ما يهمنا في هذه الفكرة وجود مصطلح استبدال وهو إيحاء بالتمثيل الذهني وهو تصور مرتبط بسيكولوجية الذات أي العودة إلى التصور الفلسفي في

وضع المصطلح وهو منهج استحدثه أفلاطون وطوره أرسطو وانبعث مع فلاسفة الإسلام في صورة تجريبية مع "ابن الهيثم " وابن سينا" و "الرازي الطبيب" ، إن هذا المنهج هو الذي وضع من خلاله ابن الهيثم نظريته في المكان وفي الضوء.

وتستحدثنا هنا فكرة " بوانكارية" Henri Poincaré الفيلسوف والرياضي الفرنسي الذي اعتقد بأن النظرية لا تكون صحيحة أو غير صحيحة، إنما تكون ملائمة أو غير ملائمة لأن النظرية الفيزيائية تستند إلى مبادئ وقوانين تقوم على شيئين هما: تعاريف متغيرة يضعها العالم ، وصور ذهنية مستمدة من الواقع، وهذه الصور تعتمد بدورها على النظرية الرياضية وخاصة علم الهندسة الذي يعتمد على فلسفة المكان.

الميتافيزيقانية هيوم وكانط

حاول "هيوم " بناء الميتافيزيقا بمثابة علم حيث لها القدرة على الإحالة بالحقيقة في كل مستوياتها، غير أنه استعمل لغة غامضة وعبارات متحررة ، التي تعبر عنها مثل مفهوم القوة والطاقة ، حيث إذا كانت الميتافيزيقا قد تلكأت عن التقدم كسائر العلوم فأحد أسباب ذلك يعود إلى غموض أفكارها و تعدد معالي ما تستعمله من ألفاظ **(حمية، 2010، صفحة 26)**

ويقول "دافيد هيوم" " تتمثل العقبة التي تقف أمام تقدمها في العلوم الأخلاقية أو الميتافيزيقية في غموض الأفكار والتباس معاني المصطلحات **(حمية، 2010، صفحة 26)**

"وفي رأيه فإنه "إذا كانت الفلسفة الأخلاقية قد تأخرت في تقدمها عن العلوم الطبيعية والرياضية فذلك معناه أننا يجب أن نضع ونبدل مجهودا أكبر و عناية أكثر لإزالة ما يعوق تقدمها من عقبات ، ولا توجد أفكار في الميتافيزيقا أكثر غموضاً وأبعد عن الوضوح من أفكار من قبيل الطاقة القوة، وهي مفاهيم فيزيائية والتي تعتبر ضرورية جدا بالنسبة للميتافيزيقا كي تعالج كل بحوثها **(حمية، 2010، صفحة 26)**

ومع وجود هذا الغموض فإن "هيوم " لم تحاول الابتعاد عن عند دراسة الميتافيزيقا و من مقولاتها بل هو حتم على وجه الدفة بذل جهد أكبر لإزالة ما يعوق تقدمها من صعوبات ، فالمطلوب من "هيوم" كان تخليص الميتافيزيقا من أوهامها و تأسيس منهجها وتحديد موضوعاتها وتطوير أهدافها **(حمية، 2010، صفحة 27)**

وكان "هيوم " من خلال أبحاثه خاصة كتابه" البحث عن الطبيعة الانسانية" يهدف إلى تحويل الميتافيزيقا إلى علم دقيق محكم يستطيع تحقيق تقدم مثل التقدم الذي حققه العلم الطبيعي والرياضي **(حمية، 2010، صفحة 27)**

و حاول "كانط" أن يطرح تساؤل حول الكيفية التي تكون فيها الأحكام القبلية التركيبية ممكنة، وفي نظره فقد كانت إجابة الفلاسفة على السؤال تتأرجح على دائما بين الشك في تحققها وبين التناقض في أحكامها وفي اعتقاده فإن منشأ ذلك كان في أن أحداً من الفلاسفة لم يفكر في مثل هذا السؤال في وقت مبكر وفي الفرق كذلك بين الأحكام التركيبية والأحكام التحليلية **(حمية، 2010، صفحة 27)**

وفي وقت سابق في الفلسفة اليونانية أشار أرسطو إلى هذا النوع من الأحكام التي ألحقها العلوم الفيزيائية الطبيعية بالنسبة للأحكام التركيبية أما الأحكام التحليلية فقد ألحقها بالعلوم الرياضية.

إن السؤال السالف الذكر الذي طرحه "كانط" قد أفنى فيه كل جهده العقلي أما "هيوم" قد اقترب من الإجابة عليه أكثر مما فعل أي فيلسوف آخر و ذلك عندما ميز بين النوعين من الأحكام من خلال التمييز بين نوعين من الموضوعات التي يتناولها التفكر البشري موضوعات تتعلق بالعلاقات بين الأفكار وأخرى بأمر من أمور الواقع ، أما الأولى فهي موضوعات علم الرياضيات والثانية هي موضوعات العلوم الطبيعية **(حمية، 2010، صفحة 27)**وقد قرر "كانط" بأن الإجابة على ذلك التساؤل سوف تبقى في مجال الميتافيزيقا وهو كيف تكون الأحكام التركيبية القبلية ممكنة؟

إن الإجابة عن هذا السؤال ، ستؤدي إلى السؤال أكثر محورية وهو ما الإنسان؟ الذي يتفرع بدوره إلى ثلاثة أسئلة وهي :

ما هي حدود العقل الإنساني ؟

ما هي آفاق الأمل الإنساني وحدوده؟

ماذا ينبغي على الإنسان فعله؟ **(حمية، 2010، صفحة 28)**

و من هذه الزاوية طرح "هيوم " وجهة نظره الفلسفية حول : المعرفة ، الشعور، والأخلاق وحاول "كانط " آن يسير على نفس النهج **(حمية، 2010، صفحة 28)**

المبحث الثالث :أهمية الرياضيات والمنهج الرياضي في بناء العلوم الفيزيائية

أهمية الرياضيات

إن العلوم التجريبية الإنسانية وهي تنتمي إلى دائرة المعرفة الفلسفية فهي ملزمة بالضرورة بنهج مقال الرياضيات وهي إذ تفعل ذلك فإنها تهدف إلى إدراك الدقة في نتائجها ، ورغم ذلك "فإن بعض علماء الرياضيات لا يعتقدون في الدقة بأنها إحدى السمات الجوهرية في فنهم إلا أن الرياضيات هي العلم الوحيد الذي استطاع أن يضع معنى المثالية المعرفة الدقيقة **(غاستون، 1989، صفحة 117)**.

إن الصياغة الرياضية تدخل ضمن مجال المعرفة الكمية ، والتي يمكن اعتبارها ضرورية لكل ميادين العلوم سواء النظرية أو العملية التطبيقية ولذلك لا يمكن عزل المعرفة الكمية عن المعرفة الكيفية **(غاستون، 1989، صفحة 117)**.

ارتبطت الرياضيات ارتباطا وثيقا بكل المعارف، فلقد تطورت العلوم الفيزيائية بشكل مذهل في القرن التاسع عشر الميلادي وساهمت في تحديد مفاهيمها الرياضيات القائمة على معطيات متوازنة ومحددة حيث المعرفة الإيجابية للأشياء ارتبطت بتطور العلوم الفيزيائية **(Pierre, 1955, p. 41)**

الفيلسوف "بوانكاريه " :

وقد كان للفيلسوف الرياضي الفرنسي بوانكارية Poin carré بعض الأفكار الأساسية حول أهمية الرياضيات نذكر منها ، أن أولى نجاحاته كانت في المعادلات التفاضلية حيث كانت لها أهمية في الفيزياء النظرية والفلك النظري **(أنيس، 1997، صفحة 179)**

وفي نظره، فإن النظرية في علوم الفيزياء لا تكون صحيحة أو غير صحيحة وإنما تكون ملائمة أو غير ملائمة لأنها تستند إلى مبادئ تعتمد على شيئين هما تعاريف متغيرة يضعها العالم وصور ذهنية مستمدة من الواقع التي تكون مرجعيتها المنهج التجريبي الذي يعتمد على النظرية الرياضية. ويؤكد على ضرورة بناء الفرضيات في مجال الفيزياء، لأن الفرضية التي تستند على أسس رياضية تكون لها دوراً أساسيا غير مشكوك فيه مع ضرورة خضوعها للمراقبة المستمرة "و في حالة ما إذا لم تحتمل الفرضية هذا النوع من الاختبار يجب علينا التخلي عنها ، إن الفرضية تسمح الفيزيائي إعادة النظر في جميع العوامل التي تؤثر في الظاهرة الفيزيائية وإذا غابت عملية المراقبة سنحصل على شيء غير متوقع **(Poincarné, 1968 , p. 165)**

– وإذا رجعنا إلى تاريخ الرياضيات ، فإننا نجد أنه منذ أقدم العصور والرياضيات مرتبطة بالعلوم أشد الارتباط ، فلقد اهتم الفكر الشرقي بالرياضيات في صورة الهندسة والجبر وذلك لتحقيق أغراض عملية مرتبطة بظروف الحياة الاجتماعية والاقتصادية للإنسان الشرقي ، أما شعوب الإغريق واليونان فكان اهتمامهم منصبا على الجانب النظري.

كتب فرنسيس بيكون يوما أنه إذا كان عقل الإنسان في حالة تيه فليدرس علم الرياضيات، يستنتج من هذا القول أن منزلة الرياضيات توازي منزلة الإيمان بالنسبية للإنسان عندما يتيه في تصور الطبيعة ، أما أوجست كونت" اعتبر في كتاب " **دروس في الفلسفة الوضعية**" بأن الرياضيات هي بمثابة القاعدة الأساسية المتينة التي ترتكز عليها كل العلوم الأخرى، وترتفع من فوقها وتبنى عليها كل تخصصاتها و تسترشد بمبادئها وقواعدها في فهم وتحليل الظواهر والحقائق التي تهتم هذه العلوم المختلفة بدراستها **(البيلاوي، 1974، صفحة 8)**

أما "جاليلو " فقد أكد على ضرورة تطبيق الرياضيات في بحث الظواهر الطبيعية المختلفة مبرزا أهميتها وفائدتها في الوصول إلى أحكام في العلوم الطبيعية حيث الفلسفة الصحيحة وبعني بها العلم الطبيعي تكون مستحيلة بدون الإسترشاد بالهندسة، كما أن الحروف التي كتبت بها كتاب الطبيعة ليست شيئا آخر غير المثلثات والمربعات هو الدوائر وغير ذلك من الأشكال الهندسية **(النشار، 1979، صفحة 341)**.

أما "ديكارت" وهو يقوم بنقد منطق أرسطو، فقد اعتبر الرياضيات هي المنطق الحقيقي للعقل فهي علم ثمين إذا ما استعمل استعمالا صحيحا ، فهي تعلمنا الترتيب الصحيح وهي ليست تسلية ذهنية بل نموذج كل معرفة **(لويس، 1988، صفحة 33)**

الرياضيات وفكرة حقيقة الأشياء :

اكتشف "ديكارت" الهندسة التحليلية واهتم ببناء العلاقات من ناحية تطبيق الرياضيات على علوم الطبيعة، واعتبرها النموذج الحي للوصول إلى الحقيقة العلمية حيث تبدأ من البديهيات ثم تنتقل إلى البراهين الدقيقة.

يصنع "ديكارت " مخطط ذهني عند أ يتصور العقل للأفكار يشكل الوضوح و الحقيقة **(لويس ج.، 1978، صفحة 81)**

إن الرياضيات منهج مطبق على قضايا صادقة ثم ينتقل إلى قضا بالترتيب عليها منطقيا، وهو بذلك يعتمد على الدم ، أما الاستنتاج فهو عملية ذهنية تعتمد على استخلاص شيء تعرفه معرفة يقينية لنتائج تلزم عنها، تقوم على تأسيس فكرة من الأفكار التي هي فعل فهي تستطيع بواسطته أن تستخلص من حقائق تعرفها معرفة يقينية حقائق أخرى تلزم عنها بالضرورة **(لويس ج.، 1978، صفحة 82)**

إن الاستنتاج ضرورة معرفية تساعدنا عل اكتساب معارف باعتبار أن هنالك حقائق كثيرة لأنها مستخلصة صادقة ذاتها تقوم على تفكير عقلي **(كريم، 1988، صفحة 58)**

وقد ركز ديكارت على أهمية المنقح الرياضي لأنه طريق اليقين الذي يجنبنا للوقوع في الخطأ لأنها مبنية على مقدمات مهر من عليها بالنتائج.

اعتقد "ديكارت" في أن العالم الطبيعي عبارة عن مجموعات و علاقات التي يمكن الكشف عنها بصيغ رياضية، يقدم نموذج للمعرفة اليقينية ، وقد وضع "ديكارت" التواعد الأربعة التي أوردها في كتابه " مقال في المنهج " **(ديكارت، 1985 ، صفحة 191)**

1 – **قاعدة الشك :**

و محتواها: لا تقبل شيئا ما على انه حق ما لم أعرف يقينيا أنه كذلك ، فمن خلال الحدس أحاول تبيان معيار اليقين والحقيقة وحدد من خلال ضرورة وجود كلا من ميزة الوضوح والتمايز لتحقيق اليقين الرياضي، وتعبر هذه القاعدة عن الفكرة الواضحة وهي الأثر الذي ينتج إدراك فكرة تكون سابقة في الذهن مباشرة مثل 5 + 10=15 – هذه النتيجة واضحة

2– **قاعدة التحليل:**

وهي أن أقوم بتقسيم كل واحدة من المشكلات التي سأعتبرها إلى أجزاء على قدر ما تدعو الحاجة إلى حلها على الطريقة الصحيحة ، يعتمد التحليل على الانتقال من المعقد إلى البسيط.

3–**قاعدة التركيب :**

نحاول أن نطرح أفكاري بنظام، نبدأ بأبسط الأمور و أسهلها ، أريد معرفة كيف نتدرج قليلا حتى نصل إلى معرفة أكثرها ترتيبا، ثم الكشف عن العناصر البسيطة وترتيبها تم تركيبها وتربط حدود هذه السلسلة والقيام بترتيبها منطقياً.

نقوم في كل الأوقات بالعمل على الإحصاءات الكاملة والمراجعات الشاملة لما يجعلها على ثقة من أننا لم نغفل – أي شيء، ونحاول الإلمام بجميع الشروط للمسألة واستعمال العقل من أجل الانتقاد عن الخطأ ،حيث الإحصاء هو عملية بحث عن مسائل عديدة تحملنا على إقرار بأننا لم نغفل شيئا عن سهو أو خطأ **(ديكارت، 1985 ، صفحة 190)**

من خلال هذه القواعد الأساسية حول المنهج ، استخدم ديكارت المنهج التحليلي البرهاني والمنهج الرياضي ، وفي اعتقاده فإن هذه القواعد تعود العقل على البحث عن الحقائق والبديهيات ليتمكن الذهن وهو مصطلح جديد وظفه "ديكارت" وحد ينتمين إلى مجال البحث السيكولوجي ، من حل المسائل ، حيث نستنتج نتائج تفيدنا في تفسير العلم الطبيعي ،و هذه القواعد الهدف منها أيضا وضع منهج علمي يفسر الطبيعة وفق قواعد وقوانين رياضية فيزيائية ، لقد اطلع " بلانك" بصفته عالم في الفيزياء النظرية على هذه القواعد التي ساعدته بدون شك في الإلمام بالمنهج العلمي الذي يعتمد على قواعد و قوانين الرياضيات خاصة مبدأ البديهيات الذي تحفظ عليه "بلانك" في الكثير من القضايا الفيزيائية.

حاولت الرياضيات المعاصرة تجاوز فكرة البداهة، فظهر ما يسمى بالنسق، إن النسق أو أكسيوماتيك Axiomatic méthode وهو مبدأ أساس ينطلق منه العالم الرياضي في بناء نسق جديد، الذي ساهم في تطوير مختلف العلوم منها علوم الفيزياء و النسق أسلوب ومنهج معين، يتبعه الرياضيون المعاصرون وعلماء الفيزياء وباقي فروع المعرفة العلمية بمثابة أسلوب في البرهان الرياضي و أداة هامة من أدوات الاستدلال ومع ظهور النسق ظهرت

الهندسة الإقليدية في الفلسفة المعاصرة وفي المنهج العلمي التجريبي المعاصر **(كركري، 1997، صفحة 119)**

ومن المفكرين الذي اهتموا بدراسة النسق نجد هلبرت دافيد (1863 – 1943) و عالم المنطق الرياضي "جورج كانتور " واضع نظرية المجموعات ثم عالم المنطق والفلسفة التحليلية "برتراند راسل" الذي اعتقد بأنه ليس من السهل معرفة موضوع الرياضيات بالنسبة لأي إنسان وحتى بالنسبة للعلماء المتخصصين في العلوم الأخرى حيث هي صورة مجردة . يرى "هلبرت" أن الرياضيات متحررة تماما من أي افتراضات قبلية **(علي م.، فلسفة العلوم – المنطق الرياضي، 1985، صفحة 275)**

أما "جورج كانتور" و من خلال نظرية المجموعات قام بتطوير الرياضيات من زاوية مفهوم المجموعة والعنصر فأسس بذلك البناء الرياضي اعتمادا على الأعداد اللامتناهية، إن المنهج النسقي في الرياضيات أو ما يسمى المنهج الأكسيومي فهو فن تعرض فيه النظريات بطريقة يسهل معها تصور الصياغة الرياضية بطريقة رمزية واستعماله أداة للاكتشاف

- برتراند راسل :

أما برتراند راسل وهو يكتب عن فلسفة الرياضيات وهي أحد المباحث التي تبحث في الأهمية الفلسفية للرياضيات حيث يؤكد على أن " الفلسفة أهمية كبيرة في فهمنا للرياضيات وطبيعة منهجها ، إذ أننا في تحليلنا للمفاهيم الرياضية العادية نكتسب قوى جديدة لأهمية الرياضيات وطرقا للوصول إلى موضوعات رياضية جديدة للتقدم بعد رحلتنا الخلفية **(Russell, 1924 , p. 2)** حيث عرفت الرياضيات نوعا من الجمود في فترة معينة مع نهاية القرن التاسع عشر الأمر الذي أدى إلى قراءة فلسفية لعلم الرياضيات . ومن نتائج ذلك أن توطد المنهج الرياضي في دراسة مجالات معرفية عديدة ، فهو ينصف بالدقة حيث تحتاجه كل العلوم ومنها الفيزياء التي استعانت به فبلغت درجة عالية جدا من اليقين العلمي والوضوح الذي تتصف به الرياضيات .

<u>عنوان الفيزياء والبناء الرياضي</u> :

من بين المسائل المعرفية التي طرحت حول موضوع الفيزياء المعاصرة بصورة خاصة نجد ما يسمى في مجال الإبستمولوجيا بالصياغة الرياضية أو بالبناء الرياضي في الفيزياء حتى صار تطور العلوم الفيزيائية مرتبط بها . حول هذه المسألة اعتقد الكثير من علماء الفيزياء والعلوم المرتبطة بها، بأن هذا العلم هو صياغة رياضية للطبيعة "وأصبح النشاط التجريبي ينجز تحت سلطة المعادلات الرياضية بل أن التجربة لا تقول شيئا أكثر مما تمليه عليها تلك المعادلات **(البعزاتي، 1999، صفحة 150)** ومن هذه الزاوية أصبح البناء الفلسفي للنظرية

الفيزيائية أكثر تجريدا بحكم ارتباطه بالمعادلات الرياضية. إن علوم الرياضيات التي يرجع إليها الباقين في مجال الفيزياء تشكل من مجموعة من البنيات والتي تجعل للصياغة والبناء الرياضي وظيفة تفسيرية، أما الآلات والأجهزة القياسية في التجربة تكون وظيفتها وصفية **(البعزاتي، 1999، صفحة 151)**.

إن البناء الرياضي الذي يوظف في العلوم يتميز بأنه لا إجرائي مرة وهو ليس من قبيل التجريد النظري حيث ليست الصرامة الرياضية ذات الدقة الكبيرة مقيدة في الفيزياء **(البعزاتي، 1999، صفحة 153)** بصفة مطلقة ولكن مع ذلك تبقى المعادلات الرياضية وتطبيقاتها في الفيزياء أساسية لتقدمها، بل أساسية لتقدم وتطور كل العلوم والمعارف والأمر هنا " يتطلب إدراك المعادلات المناسبة للعلاقات بين عناصر الوقائع **التجريبية (البعزاتي، 1999، صفحة 154)** .إن البناء الرياضي للنظرية الفيزيائية يجعلها جاهزة لتفسير ظواهر الطبيعة " وفي نظر غاستون باشلار فإن الفكر الرياضي يشكل أساس التفسير الفيزيائي وشروط الفكر المجرد لا تنفصل عن شروط التجربة العلمية حيث الصياغة الرياضية إجراء فعال يمكن أن تفوق فعالية نتائج التجربة ذاتها **(البعزاتي، 1999، صفحة 154)**

غاليلي :

إنه لا يمكن للفيزياء بنظرياتها المختلفة والتي تبحث في ظواهر الطبيعة الاستغناء عن البناء الرياضي الذي يحدد بنيات النشاط التجريبي ، لقد تفطن "غاليلي" إلى هذه المسألة العلمية من زاوية أن لا معرفة واقعة واحدة بواسطة أسبابها تسمح للعقل بأن يفهم ويتيقن من وقائع

أخرى بدون حاجة إلى الاستعانة بالتجربة بعد الحصول على اليقين عن طريق التعقل البرهاني **(البعزاتي، 1999، صفحة 155)** غير أن هذه المسألة تظل نسبية خاصة مع التطور الكبير الذي تعرفه الفيزياء المعاصرة اليوم.

ويجب الإشارة وبصورة علمية موضوعية إلى أهمية الفكر الحديث في أوربا في صياغة مفهوم دقيق للرياضيات وأهميتها في صياغة النظرية الفيزيائية.

تعتبر الفيزياء من أكثر العلوم ارتباطا بالواقع التجريبي الملموس للأشياء وتقصد بها المادة الحيوية، وذلك نتيجة لدقة قوانينها ونسقها المنطقي الدقيق وخاصة بنائها الرياضي الصارم. إن هذا البناء العلمي للفيزياء دفع بالكثير من الفلاسفة ذوي النزعة العلمية والعاملين والباحثين في حقل الإبستومولوجيا إلى تقديم دراسة وتحليل نقدي للفيزياء ،وهذا لا يتأتى إلا من خلال دراسة النتائج والقوانين العلمية لمادة الفيزياء ، حيث في المجال " يعتقد الفيزيائيين الذين يشتغلون حاليا في المخابر في موضوعية الفيزياء بمعنى في إمكانية معرفة هذا العلم وبصفة أكثر فأكثر شمولية الظواهر الفيزيائية والكيميائية وظروف ظهورها واختلافها وعلاقاتها المتبادلة **(راي، 2019، صفحة 300)**

الفيزياء و البناء الرياضي :

-أهمية الرياضيات "عصر النهضة"

شدد "راموس " بشكل خاص على قيمة الرياضيات فهي تدخل الضوء والنور إلى المعرفة الإنسانية ودون معرفة الرياضيات يشبه الناس العميان ويتيهون في الظلمة **(ماكوفلسكي، 1987، صفحة 291)** .

وزاد اهتمام العلماء و الفلاسفة في عصر النهضة بعلم الرياضيات لما لها من قيمة علمية تساعد في البرهنة على الفرضيات ، فمثلا فإن "زاباريلا" في كتابه " المناهج " طور نظريته في المنهج التحليلي حيث أشار إلى أهمية الفرضيات في دراسة ظواهر لطبيعة حيث دراسة العلة المفترضة تقودنا إلى اكتشاف العلة الصحيحة، وينظر إلى المعارف الأولية بمثابة فرضيات تجد اختبارها في الوقائع والظواهر التي تفسرها **(ماكوفلسكي، 1987، صفحة 294)**

اهتم علماء عصر النهضة بمسألة التخلي عن المنطق والعلم المدرسيين، وزاد اهتمامهم بدراسة الظواهر الطبيعية بالملاحظة والتجربة كما اعتمدوا على الرياضيات التطبيقية بمثابة آلية وأداة جديدة للبحث الفلسفي وخير مثال سنحاول تقديمه حول هذه الفترة هو العالم والفيلسوف " ليونارد دي فينشي" (1452-1519)، اهتم هذا العالم اهتماما كبيرا بعلم الرياضيات حيث يقينها يعود إلى دقة قضاياها وإلى قدرتها الكبيرة على الصياغة الدقيقة لقوانين الطبيعة حيث الفيزياء مجالا حيويا للاعتماد على دقة الفرضيات الرياضية والابتعاد عن تحليل ظواهر الطبيعة بطريقة ميتافيزيقية ، والمنهج الرياضي الذي تعتمد عليه العلوم

بصفة عامة يكشف عن الضرورة التي تعبر عن الروابط في الطبيعة ويحدد بدقة قوانين تغير المواد ويستبعد في تحليله كل ما هو فوق طبيعي **(ماكوفلسكي، 1987، صفحة 300)**

ويؤكد "فينشي" من خلال أبحاثه العلمية على أن علم الميكانيك هو ثمرة علم الرياضيات وأن النتائج التطبيقية لهذا العلم برهنت على القيمة العالية للمنهج الرياضي المستخدم في كل العلوم .

أما العالم "كبلر" فقد استند إلى الرياضيات التطبيقية في معرفة الواقع ، حيث وحسب التصور الذي وضعة فإن الإحساسات تقدم لنا مجموعة انطباعات مشوشة يقوم العقل بتنظيمها ويساعده في ذلك الذهن الذي يبني بنفسه المسلمات الهندسية ، ويعتقد بأن عملية الفراغ والأبعاد وهي مكونات البعد الهندسي لا تكتسب إلا بفضل النشاط العقلي الذي يعتمد على معطيات الحواس وبالتالي تنشأ العلاقات المتبادلة عن العقل الخالص **(ماكوفلسكي، 1987، صفحة 300)**.

ويسند "كبلر" إلى علم الرياضيات الدور الكلي في بناء المعرفة العلمية حيث العقل يدرك فهم الأبعاد والموضوعات في الطبيعة ، وهو يعتمد على الفرضية الرياضية بصفة مطلقة ، فمهما كانت حركة الكواكب والظواهر الطبيعية الأخرى فإن المنهج المتبع لاكتشاف قوانينها يمر بالفرضيات فهي ضرورية للعلم بحيث أن الإدراك الحسي المباشر لا يقدم لنا أبدا الماهية نفسها لظواهر الطبيعة . إن قيمة الفرضيات بالنسبة للملاحظات اللاحقة حول ذات الظواهر تكون من ثمة محققة **(ماكوفلسكي، 1987، صفحة 301)**

– اهتمت النظريات الفيزيائية بشكل ملحوظ في بداية القرن بتوظيف علم الرياضيات في بناء مفاهيمها الدقيقة حول الذرات والالكترونات في صورة الأعداد الطبيعية والصحيحة . وفي هذا المجال تكتشف نظرية العالم دي بروي.

نظرية دي بروي 1924 De Broghie

قام هذا العالم بدراسة سلوك الذرة المطابق للأعداد الصحيحة وتركز على مجال الأحداث الاهتزازية evenements Vibrators لأنها ترتبط بالأعداد الصحيحة :

و تجربته نلخصها فيما يلي " لنعتبر حبل آلة موسيقية في حالة حركة ولنشد طرفي هذا الحبل، ينتج عن ذلك وجود موجات منفصلة تعد بواسطة الأعداد الصحيحة . وطبق هذه التجربة على ميدان الذرات والإلكترونات (**بشته، 2006، صفحة 87**)

حيث بين أن هناك تداخلاinterference بين الحالات الساكنة والحركة الموجية .

لجأت الفيزياء أيضا في بناء مفاهيمها إلى لغة المنطق لما لها من يقين علمي دقيق ، غير أن بعض الابستمولوجي كانت لهم وجهة نظر مختلفة بعض الشيء عن هذا الحكم حيث يرى " كارناب" ، (كارناب)بأنه لا يمكن .

استخدام قوانين المنطق والرياضيات البحتة بحكم طبيعتها كقاعدة للتفسير العلمي لأنها لا تخبرنا عن شيء يميز العالم الواقعي من أي عالم آخر ممكن ، فعندما نسأل عن تفسير لحقيقة ما، أو ملاحظة نوعية في العالم الفعلي علينا أن نستخدم قوانين أمبريقية – تجريبية

، لن يكون لها طابع اليقين الذي نجده في القوانين المنطقية والرياضية لكننا يمكن أن تنبئنا بشيء ما عن بناء العالم **(كارناب، صفحة 26)**.

– إن التقدم العازل للعلم وقطعه أشواطا كبيرة و بصفة خاصة في القرون الماضية لم يكن متاحا بدون استخدام المنهج الكمي ولقد كان "جاليليو" هو أول من أدخل هذا المنهج طريقة محكمة ولاشك أن آخرين قد استخدموا هذا المنهج قبل ذلك **(كارناب، صفحة 118)**

نذكر منهم الحسن بن الهيثم في دراسته للإبصار قد وظف علم الهندسة بطريقة عملية دقيقة، وأيضا جابر بن حيان قد استعمل المنهج الكمي في دراسته لتركيب خواص المواد الكيمياوية . ولكن الفضل في الفلسفة الأوروبية يعود للعالم "جاليليو" الذي وضع لهذا المنهج قواعد واضحة له" ولا زالت الفيزياء تسعى كلما أمكنها ذلك إلى إدخال مفاهيم كمية .

إن المفاهيم الكمية تسمح لنا أن نصوغ قوانين كمية ومثل هذه القوانين تعد أكثر قوة إلى حد بعيد بحيث تعد وسيلة فعالة للتنبؤ بظواهر جديدة **(كارناب، صفحة 119)**

إن الميزة الكبرى للمنتج الكمي، تسمح لنا بأن نعبر عن القوانين في صيغة تستخدم الدول الرياضية التي تساعدنا على القيام بعمل التنبؤات بصيغة أكثر دقة.

يتعامل موضوع طبيعة الهندسة في الفيزياء مع تحليل نظام المكان – الزمان الذي يعتبر بناء أساسيا في الفيزياء الحديثة حيث تعد الهندسة الرياضية من الهندسة الفيزيائية نموذجين مختلفين بشكل أساسي في اكتساب المعرفة القبلية والتجريبية **(كارناب، صفحة 134)**

ظلت الهندسة الرياضية نسقا رئيسيا في المناهج الحديثة التي وضعت أنساقا رياضية في صياغة دقيقة، ومنذ زمن "أقليدس" كان فرع الهندسة الرياضية أكثر تنظيما، إن قاعدة بديهة التوازي جاءت على النحو التالي : "إذا رسمنا على أي سطح مستوى الخط المستقيم ن ، ثم وضعنا النقطة ل بحيث لا تكون على م ، ثم رسمنا الخط المستقيم ن1، حيث يمر على النقطة ل ، إذن لكان هناك خط واحد فقط يوازي الخط ن . والنتيجة هي " يتوازى المستقيمان المرسومان على سطح مستو إذا لم تجمعهما نقطة واحدة)

وقد تم تجاوز مسلمة التوازي "لإقليدس" من طرف مجموعة من الرياضيين ياء نذكر منهم الرياضي الروسي : نيقولاي لو باتشفسكي" Nikolai Lobacheski " والرياضي الألماني "جورج فريدريش ريمان George Friedrich Rieman

نوع الهندسة	عدد المتوازيات	مجموع زوايا المثلث	نسبة محيط الدائرة	مقياس درجة
لوباتشفسكي	&	$>$ 180°	إلى قطرها $\pi <$	الانحناء $>$ 0 صفر
إقليدس	1	180°	π	صفر
ريمان	صفر	$<$ 180°	$\pi >$	$<$ صفر

في نظر "آينشتين" فإن الجاذبية تختفي كما تختفي القوة من الفيزياء وتحل محلها البنية الهندسية لنظام المكان – الزمان رباعي الأبعاد **(كارناب، صفحة 175)** اعتبر ذلك في الفيزياء المعاصرة ثورة جذرية في المفاهيم العلمية للفيزياء الحديثة حيث ثم اعتماد البناء الرياضي في

صورة الهندسية. وهنا عن الاشارة إلى نقطة أساسية جدا حول الفيزياء المعاصرة حيث اعتبر بعض الباحثين في مجال الفيزياء أن جزءا هام منها قد ألغي وحل محله الهندسة البحتة **(كارناب، صفحة 175)** كما اعتبر البعض الآخر من الباحثين في ذات المجال بأن الفيزياء في بعض نظرياتها تحولت إلى رياضيات بل هناك من اعتقد في "إمكانية أن تتحول الفيزياء في يوم ما إلى رياضيات. **(كارناب، صفحة 175)** إن هذا التصور الجديد في النظر إلى أبحاث الفيزياء كان بمثابة تطور كبير في مجال النظرية الفيزيائية لدرجة حدوث غموض في النتائج الأساسية لتطور علم الفيزياء المعاصرة، حيث لم يتمكن بعض الباحثين من التمييز بين الهندسة الرياضية والهندسة بمعناها الفيزيائي نتيجة لتعقيد بعض النظريات الفيزيائية." لقد الهندسة الفيزيائية للمكان محل فيزياء الجاذبية ولكن تظل هذه الهندسة جزءاً من الفيزياء إذا أنها ليست رياضية بحتة بل إنها هندسة فيزيائية وليست رياضية ، إن الهندسة الرياضية منطقية يشكل بحث بينما الهندسة الفيزيائية نظرية إمبيريقية **(كارناب، صفحة 175)** تجريبية في جزئياتها، وأبعادها الفيزيائية . من خلال هذه الأفكار الجزئية التي عالجنا بها ربط الفيزياء بالبناء الرياضي تبين لنا الأهمية القصوى في حضور المنهج الرياضي في بناء النظرية الفيزيائية .

المبحث الرابع : النظرية الفيزيائية والتحليل الرياضي بين غاليلي ونيوتن .

السيرة الذاتية :

غاليليو غاليلي : Galileo Galilei (1564-1642) .

فيزيائى و فلكي و رياضي إيطالي، يعتبر مؤسس الطريقة التجريبية لدراسة العلوم الفيزيائية، وحد بين الرياضيات والفيزياء واعتبر بأن الكون كتاب مفتوح لغته الرياضيات. صحح الكثير من النظريات الخاطئة منذ عهد أرسطو وغيره من علماء الإغريق، دافع بشدة عن نظرية كوبرنيك القائلة بمركزية الشمس مناقضا بذلك لأفكار علماء عصره ومخالفا لتعاليم الكنيسة ، وقدم أعمالا جليلة في علوم الفيزياء والفلك و الرياضيات.

ولد غاليليو في مدينة بيزا الإيطالية الشهيرة ببرجها المائل سنة 1564 م ، وهو طالب في جامعة بيزا لم يكن مقتنعا بصحة أفكار ونظريات أرسطو المتعلقة بحركة الأجسام القائلة بأن الأجسام تسقط بسرعة تتناسب طرديا مع أوزانها، فالجسم الأثقل يسقط أسرع من الجسم الأقل منه ثقلا (علي م.، فلسفة العلوم – المنطق الرياضي، 1985، صفحة 84).

اهتم بدراسة الهندسة والفيزياء والفلك .. وبعد أن تخرج منها عام 1589 م أصبح مدرسا فيها وكان يلقي محاضرات في الفلك.

في عام 1609 م اخترع غاليليو أول تلسكوب (المنظار الفلكي) و ذلك بوضع عدستين في أنبوب مصنوع من الرصاص، هو الذي بين له صحة نظرية كوبرنيك وصحة قوانين كيبلر لحركة الكواكب.

في ذلك الوقت كان الكل مقتنعا بأن الأرض مركز الكون، وأن القمر مسطح لا يحتوي على مرتفعات أو منخفضات، ولكن عندما نظر غاليليو من خلال عدسات منظاره لاحظ بأن للقمر جبال وهضبات وفوهات أي ليس مسطح الشكل، كما رصد به حلقات كوكب زحل، والتوابع الأربعة العظيمة للمشتري والتي تسمى حاليا "الأقمار الغاليلية" تخليدا لذكراه، وقمر المريخ، وأيضا لاحظ أن الشمس تحتوي على بقع عديدة على سطحها وليست أجراما سماوية تقع بين الأرض والشمس كما كان يعتقد الكثير.

كتب غاليليو كتابا تحدث فيه عن ملاحظاته التي رصدها بالتلسكوب، الذي وجهه صوب السماء لأول مرة في تاريخ البشرية مثلنا بطلان نظرية أرسطو وبطليموس في الكون **(غصيب، 1988، صفحة 24)** ، وورد في صفحته الأولى ما يلي: "إن الأرض كوكب صغير يدور حول الشمس".

وقد أثار هذا الكتاب غضب الكنيسة الكاثوليكية مما دفعها إلى إصدار قرار لمعاقبة غاليلي لأنه خالف تعاليم الكتاب المقدس، ولكن غاليلي دافع عن نفسه بشدة حتى نجى بنفسه.

ولكن الكنيسة عقدت معه اتفاقا بعدم نشره لأي كتاب مخالف للتعاليم، وبقي غاليليو ملتزما بعهده طيلة ستة عشر سنة، و لكنه نشر كتابا آخر مما دفع بالكنيسة لنفيه في بيته وبقي على هذه الحال حتى مماته. وفي عام 1983 قدمت الكنيسة اعتذارا رسميا لغاليلي.

كان غاليليو أول عالم أوروبي تنبأ بأن سرعة الضوء محدودة، و أكد بأن للضوء سرعة محددة وقام بمجموعة من التجارب لإثبات نظريته هذه لكنه لم يتوصل إلى نتيجة مهمة. وتنبأ أيضا بالقانون الكوني الأول لنيوتن (مبدأ العطالة) .. و افترض بأن هناك معالم تنسب إليها حركة الأجسام يتحقق فيها هذا المبدأ.

إن القدماء وعلى رأسهم أرسطو، كانوا يعتقدون بأنه كلما زادت كتلة الجسم كان سقوطه أسرع، وتبعا لذلك فإن كرة كتلتها 15 كلغ يجب أن يكون سقوطها أسرع بثلاث مرات من سقوط كرة أخرى كتلتها 5 كلغ، وظل هذا الاعتقاد سائدا لأكثر من ألفي سنة ، ولكن غاليلي لم يكن يوافق تماما على هذا الرأي.

كان غاليلي لا يزال مدرسا شابا في مدينة بيزا الإيطالية عندما أعلن بأن أرسطو قد ارتكب خطأ جسيما، وقد أحدث هذا التصريح ضجة كبيرة في الأوساط العلمية، وأخذ العلماء يتساءلون عمن يكون ذلك الشاب الذي يظن أنه سيهدم العلوم من قواعدها، و لم يجد غاليلي صعوبة في إقناع هؤلاء المتسائلين، ففي أحد الأيام ... صعد إلى أعلى برج بيزا يتبعه جمع من العلماء والفقهاء، وطلب من جموع الفضوليين الذين احتشدوا أسفل البرج أن يفسحوا المكان، ثم أسقط جسمين في وقت واحد، كان أحدهما يزن أكبر من الثاني بمائة مرة وقد لامس الجسمان الأرض في وقت واحد. وبهذا استطاع غاليلي أن ينقل تساؤل أرسطو من صيغته القائلة: لماذا تسقط الأجسام؟ إلى الصيغة القائلة: كيف تسقط الأجسام؟

الحركة، وهذا ما فعله غاليلي فخبرته كرياضي كشفت له أن الطبيعة تعمل وفق قوانين محددة، وأن الطابع الرياضي يميزها .. للتوصل إلى نتائج كمية محددة. **(غصيب، 1988، صفحة 85)**.

وقد افترض غاليلي أن الأجسام في حركة سقوطها تخضع لقانون السرعة المتزايدة، ولما كانت سرعة الأجسام الساقطة أكبر مما يمكن أن يستنتج منها هذا العرض فقد عمد إلى اختبار عملي لتحقيق فكرته، فقام بإجراء تجربة على مستو مائل، حيث أخذ يقيس الزمن الذي تستغرقه كرة معدنية لتتدحرج هابطة المستوى، فاتضح أن سرعة هبوط جسم يتدحرج من مستوى مائل تساوي سرعة سقوط الجسم حرا من ارتفاع إلى سطح الأرض، وباستخدام زوايا انحدار مختلفة وجد أنه بمضاعفة الزمن، كانت المسافة المقطوعة أربعة أمثال المسافة الأولى، أي أن المسافة المقطوعة تتناسب طرديا مع مربع الزمن" ونلاحظ هنا استخدام البراهين الرياضية لإثبات صحة النظرية الفيزيائية.

وقد أثبت غاليلي أن الجسم حينما يتخرج من مستوى مائل، فإنه حين يصل إلى آخر نقطة في المستوى، يمكن أن يتحرك بسرعة ثابتة إذا لم تكن هناك مقاومات. وقد نشأت هذه الحقيقة من خياله الرياضي، فاستعمال قوة خارجية ليس ضروريا للحركة، بل ضروري فقط لتغيير الحركة. وقد عرف هذا المبدأ فيما بعد بالقصور الذاتي"، وهو ما تكشف عنه الديناميكا في مجال حركة الكواكب، لأنها ليست بحاجة إلى دفع مستمر. **(غصيب، 1988، الصفحات 85-86)**

لقد اعتنى غاليلي بدراسة الحركة، خصوصا منها الحركة المتجانسة، وفي إطار اعتنائه ذلك، اقترب من مفهومي المكان والزمان اللذين أقام بينهما علاقة هندسية.

يقول: "أقصد بالحركة المنتظمة تلك الحركة التي تكون فيها المسافات (الأمكنة) التي يقطعها فيها جسم متحرك، في مدد متساوية، متساوية" وفي هذا دليل على أنه لا يعرفهما، كما لا يقيم علاقات وروابط سببية بينهما، وإن كان مع ذلك يحدد بدقة علاقة هندسية بينهما. إلا أن الأمثلة التي يستند إليها في دراساته تبلور تصورا خلقيا لهما، أساسه القول بأنهما مطلقان، فبخصوص الزمان، يتبين من مثال رقاص الساعة (البندول) الذي يعتبر حركته ثابتة لا تتغير ولا تتأثر بشيء، ما عدا طوله إنه ليس تابعا لشيء وسيترسخ هذا التصور ليتحول فيما بعد، وعلى يد نيوتن إلى تصور صريح بشكل دعامة أساسية للميكانيكا خاصة وللعلم الحديث عامة . **(العالي، 1988، صفحة 164)**

وبذلك افتتح غاليلي طريقا جديدا إلتزمه العلماء من بعده ولم يحيدوا عنه ... ذلك هو طريق الطبيعة التجريبية، لقد أكد غاليلي على أن الملاحظة اليومية والحدس والأفكار الغير المنطقية غير كافية لتفسير الظواهر الطبيعية، وإنما يجب التجريب والحسابات الرياضية لفعل ذلك. وأكد بذلك دور الرياضيات في دراسة وفهم الطبيعة، ومن هنا كان منهج غاليليو يعتمد التجربة والرياضيات في أن واحد، ذلك الشيء الذي لم يستطع العلم ولا الفلسفة تحقيقه حتى عصر غاليليو، حيث اعتمد المنهج الاستدلالي – الافتراضي التي تكون فيه التجربة رصيدا استقرائيا لصياغة الفرض ومعيارا قاطعا للتحقق من صحته. **(العلاف، صفحة 13)**

توفي غاليلي في 08 يونيو سنة 1642 م أي في عام ولادة العالم العظيم إسحاق نيوتن الذي انتهج طريق غاليلي و أكمل ما بدأه.

اسحق نيوتن Isaac Newton(1643-1727) السيرة الذاتية

فيزيائي إنجليزي وعالم رياضيات وعالم فلك وفيلسوف بعلم الطبيعة وكيمائي وعالم باللاهوت وواحدا من أعظم الرجال تأثيرا في تاريخ البشرية، وبعد كتابه كتاب "الأصول الرياضية للفلسفة الطبيعية" والذي نشر عام 1687 ، أكثر الكتب تأثيرا في تاريخ العلم واضعا أساسا لمعظم نظريات الميكانيكا الكلاسيكية. في هذا الكتاب، وصف "نيوتن" الجاذبية العامة وقوانين الحركة الثلاثة والتي سيطرت على النظرة العلمية إلى العالم المادي للقرون الثلاثة القادمة ووضح "نيوتن" أن حركة الأجسام على كوكب الأرض والتي لها أجرام سماوية تحكمها مجموعة القوانين الطبيعية نفسها عن طريق إثبات الاتساق بين قوانين "كبلر" الخاصة بالحركة الكوكبية ونظريته الخاصة بالجانبية، ومن ثم إزالة الشكوك المتبقية التي ثارت حول نظرية مركزية الشمس مما أدى إلى تقديم الثورة العلمية، وفيما يتعلق بالميكانيكا، أعلن "نيوتن" مبادئ بقاء الطاقة الخاصة بكل من كمية الحركة وكمية الحركة الزاوية، وفي علم البصريات، اخترع "نيوتن" أول تلسكوب عاكس عملي، وكذلك أيضا طور نظرية الألوان (لون) معتمدا على ملاحظة أن المنشور يحلل الضوء الأبيض إلى العديد من الألوان التي تشكل الطيف المرئي. وبالإضافة إلى ذلك، صاغ قانون نيوتن للتبريد ودرس سرعة الصوت، وبالنسبة لعلم الرياضيات، يشارك نيوتن "غوتفريد لايبنتز (1646 -1716) في شرف

تطوير حساب التكامل والتفاضل، وكذلك أيضا، أثبت النظرية ذات الحدين المعممة وطور ما يسمى بطريقة نيوتن الخاصة بتقريب الأصفار الموجودة بالدالة وساهم في دراسة متسلسلة لقد انتقل التفكير في مشكلة الحركة من غاليلي إلى نيوتن الذي تقدم بفرض الجاذبية لتفسير حركة الكواكب في السماء، تلك الحركة التي وصفها كبار وحدد أبعادها في قوانينه المشهورة، وكذلك حركة الأجسام الساقطة على سطح الأرض التي شغلت غاليلي، فكيف تطور تفكير نيوتن في المشكلة؟ وكيف توصل إلى فرض الجاذبية؟

قانون الجاذبية :

إن تناول فكرة الحركة ذاتها، يكشف بدقة عن العمليات الداخلة في فكر نيوتن بصدد تأسيس فرض الجانبية، فالحركة مسألة أساسية وغاية العقل أن يفسر حركة الأجسام الطبيعية، فجميع الحركات التي نشاهدها في الطبيعة مثل حركة مرور سهم في الهواء أو سفينة تسري عباب البحار، أو سيارة تندفع في الطريق، إنما هي جميعا حركات مرتبطة ببعضها أوثق الارتباط. (علي م.، فلسفة العلوم – المنطق الرياضي، 1985، صفحة 86)

يشترك نيوتن مع غاليليو فيما يسمى بقانون "القصور الذاتي" أو ما يسمى بـ " مبدأ العطالة الذي صبغ في نسق رياضي والذي ينص على أن "الجسم يبقى على حالته من حيث السكون أو الحركة المنتظمة في خط مستقيم، ما لم يوثر عليه مؤثر آخر يغير من حالته." (علي م.، فلسفة العلوم – المنطق الرياضي، 1985، صفحة 87) .

أن إمكانية التوصل إلى قانون القصور الذاتي بالتجربة المباشرة مستحيلة عمليا أن الفكرة، في حد ذاتها، تكشف عن تصور رياضي للذهن، يقوم فيه الخيال العلمي بوظيفة التأليف الرياضي فمن خلال هذا التصور استنتج غاليليو ونيوتن أيضا أن السرعة ليست دليلا حاسما على القوى الخارجية المؤثرة على الجسم.

استطاع نيوتن من خلال تجارب غاليليو أن يفسر وصول ثقلين في نفس اللحظة إلى الأرض، من خلال مفهوم رياضي ينص على أن معدل التناسب بين القوة والعجلة هو كتلة الجسم، فالقوة الواحدة تنتج في الأجسام عجلات تتناسب عكسيا مع كتل هذه الأجسام.

فإذا كانت الكتلة كبيرة فإن العجلة الناتجة تكون صغيرة، أما إذا كانت كتلة الجسم صغيرة فإن العملة تكون كبيرة. إن التفسير الرياضي ارتبط بالنظرية الفيزيائية وبمفاهيمها عند نيوتن ولم يعلن نيوتن اكتشافه لقانونه الخاص بالجاذبية، أو ما يطلق عليه الرياضيون "قانون التربيع العكسي" إلا بعد محاولات بذلها لتطبيق هذا القانون على حركة الكواكب فقد أراد أن يختبر قوانين كبلر من جانب، ويعمم قانونه من الجانب الآخر. وقد تطلب منه تطبيق قانون الجاذبية على حركة الكواكب فكرتين أساسيتين: الأولى، تتمثل في العلاقة بين القوة والتغيير في السرعة، أي القانون الثاني القائل بأن معدل التغير الزمني لكمية حركة الجسم – حاصل ضرب الكتلة في السرعة – مساو للقوة المؤثرة عليه وفي اتجاهها. والثانية، تقرر العلاقة بين القوة المؤثرة والبعد بين الجسمين، أي قانون الجذب العام الذي

ينص على أن "كل جسمين في الكون يتجاذبان بقوة تتناسب طرديا مع حاصل ضرب كتلتيهما وعكسيا مع مربع المسافة بينهما" والفكرتان مما تعنيان الحركة تماما . (علي م.، فلسفة العلوم – المنطق الرياضي، 1985، صفحة 82)

نقد قوانين نيوتن:

إن تأثير نيون على تقليد القرن السابع عشر في الممارسة العلمية يقدم مثالا واضحا لتلك المؤثرات الأكثر دقة والمتعلقة بتغير النموذج.

لكن الالتزام الجديد في القرن السابع عشر بالتفسير الميكانيكي الجسيمي قد أثبت أنه مثمر للغاية لكثير من العلوم، يخلصها من المشاكل التي تحدث بصفة عامة الحل المقبول ويقدم اقتراحات أخرى مكانها، فمثلا في الديناميكا تمثل قوانين نيوتن الثلاثة في الحركة أقل إنتاج من التجارب الجديدة عند محاولة إعادة تفسير الملاحظات المعروفة في حدود الحركات والتفاعلات الخاصة بالجسيمات المحايدة الأولية. **(كون، صفحة 167)**

إذا كانت الجسيمات المحايدة الأولية تعمل معا بالاتصال، فإن النظرة الميكانيكية للطبيعة قد وجهت الاهتمام العلمي إلى موضوع جديد من الدراسة، ولو تغير حركات معينة بالاصطدام، التي نقلها كل من هو يجنز Hyghens وغيره من العلماء إلى ما هو أبعد من ذلك، من ناحية عن طريق التجريب باصطدامات البندول، ومن ناحية أخرى بتطبيق المميزات المعروفة سابقا للحركة بالنسبة للمشكلة الجديدة، وقد وطد نيوتن نتائجها في قوانين الحركة عنده. "الفعل ورد الفعل" المتعادلان في القانون الثالث هي التغيرات في قدر الحركة التي

تجري عليها التجربة بقسمين من الاصطدام، ونفس تغير الحركة يعطي تعريفا للقوة الديناميكية الموضحة في القانون الثاني وفي هذه الحالة، كما في حالات أخرى كثيرة أثناء القرن السابع عشر، تولد عن نموذج الجسيمات مشكلة جديدة وجزء كبير من حل هذه المشكلة.

إن عمل نيوتن كان موجها نحو مشكلات ومتضمنا مستويات ناشئة عن وجهة النظر الميكانيكية الخاصة بالجسيمات، إلا أن تأثير النموذج الذي نتج عن عمله هذا كان تغييرا هداما جزئيا في المشكلات والمستويات المشروعة في العلم. والجاذبية التي فسرت على أنها جاذبية فطرية بين كل زوج من جزئيات المادة كانت نوعاً من التنجيم بنفس المعنى الذي كان في الاتجاه للسقوط، لذلك فبينما ظلت نظرية الجسيمات مؤثرة، إلا أن البحث عن تفكير ميكانيكي (آلي) للجاذبية كان أحد أكبر المشكلات المتحدية بالنسبة لهؤلاء الذين قبلوا "المبادئ" نموذجا، ولقد كرس نيوتن اهتماما كبيرا لهذا التفسير وكذلك فعل كثير من أتباعه في القرن الثامن عشر، وكان الاختيار الظاهر الوحيد هو رفض نظرية نيوتن لإخفاقها في تفسير الجانبية، وأن البديل كان أيضا مناسبا جدا، وبعد ذلك لم ينتصر أحد الرأيين تماما. ولما لم يكن في مقدور العلماء حتى ممارسة العلم بدون المبادئ أو جعل هذا العمل يتطابق مع مستويات الجسيمات في القرن السابع عشر، فقد قبلوا بالتدريج الرأي القائل بأن الجاذبية كانت في الواقع فطرية، وعند منتصف القرن الثامن عشر كان هذا التفسير مقبولا بصفة عامة تقريبا، وكانت النتيجة هي إعادة تفسير أصيلة من قبل المستويات العلمية.

إن الجاذبية الفطرية والتنافر الفطري مرتبط بالحجم والشكل والمكان والحركة كصفات طبيعية أولية للمادة. **(كون، صفحة 168)**

وقد ذهب نيوتن في نظريته في التأثير عن بعد، يرى أن قوة الجاذبية تستلزم وسطا يتم من خلاله نقل هذا التأثير ونقل القوة الجاذبة، لذلك افترض أن الأثير هو الوسط الذي يقوم بنقل هذا التأثير كما أن تبني نيوتن للنظرية الجسيمية التي تقول بوجود جسيمات متذبذبة اضطره للقول بوجود شيء ما تحدث فيه هذه الذبذبة وهو الأثير واعتبره في البداية فرضا لا تدعمه أدلة تجريبية لا في وجوده ولا في صفاته سوى أنه وسط يتذبذب وينقل الضوء، ويرى نيوتن أنه إذا كان الأثير وسطا كثيفا سائلا يملأ الكون أو المكان فإن كثافته هذه مهما كانت قليلية ستعيق حركة الكواكب وتقلل من سرعتها، ولكن الملاحظة والمشاهدة كما يرى نيوتن لا تشير إلى ذلك. لذلك يقول أن الأثير إذا كان يعيق عمليات الطبيعة ويضعف من حركاتها فإن وجوده يكون غير واضح وغير محدود ومن

الأفضل أن يرفض، ولكننا إذا رفضناه فإن النظرية التي تقول أن الضوء يتكون من حركة منتشرة خلال هذا الوسط سوف ترفض معه. لذلك اضطر نيوتن إلى استبقاء فرض الأثير من أجل نظريته في الضوء وأضاف له بعض الصفات كي يجعله أكثر ملائمة للحالتين فوصفه بالمطاطية والواوي وكونه أكثر تخلخلا من الهواء وأدق منه لكي لا يؤثر على حركة الكواكب. وهكذا أصبحت للأثير عدة صفات كي يفسر عددا كبيرا من الظواهر الطبيعية فقد اعتبر شقاقا ثابتا لا حركة له. يملأ الكون ويتخلل جميع الأجسام وله صفة الصلابة عندما

ينقل الضوء بموجاته المستعرضة وسرعتها العالية ولكنه بهذا يؤثر على حركة الكواكب فمنح صفة السيولة. **(علاف، صفحة 21)**

يمكن التطرق إلى ما ذهب إليه نيوتن من خلال كتابه "المبادئ" الذي يرى فيه أن الشمس لها قوة جاذبية هائلة تستطيع من خلالها أن تجذب الأرض وسائر الكواكب الأخرى نحوها. وبذلك تضطر للسير حولها في مسار معين ومنه جاءت حركة الأرض. ونيوتن بذلك فعل ما لم يفعله كوبرنيك وغاليليو، فعلى الرغم من اكتشافاتهما العلمية العظيمة، إلا أنهما لم يتوصلا إطلاقا إلى قانون يفسر حركة الأجسام في النظام الكوني.

في الواقع أن النظرية العلمية الحركية التي وضعها غاليليو تبلورت في نظرية نيوتن الديناميكية. لكن نظرية غاليليو ومناقشاته لفكرة سقوط الأجسام كانت مبنية على لساس قوة الحركة أكثر من كونها تمثل قوة الجاذبية الأرضية، ولهذا يعتبر صاحب نظرية الجاذبية الأرضية الحقة هو "إسحق نيوتن" الذي وضح أن الأجسام تتعرض الجاذبية أرضية تجعلها تسقط إلى أسفل، ولولا هذه الجاذبية الأرضية لظلت الأجسام ساكنة أو ربما كانت ترتفع إلى أعلى لو كانت الجاذبية عكسية آتية من السماء، ولهذا بدأت اكتشافاته بالسؤال عن عدم ارتفاع الأجسام لأعلى بدلا من سقوطها الأسفل. وبذلك تشكلت نماذج جديدة من مجموعة التغيرات التي تمت في تكوينات الأسئلة وإجاباتها والتي انتقلت عبر ملاحظة العلماء وتجاربهم، وهي تمثل التحول من أرسطو إلى غاليليو مرورا بكوبرنيك الذي رأى فيه غاليليو بأن النظام الذي وضعه صحح العيوب التي كان يحويها

نظام بطليموس(**kepler, p. 210**) ، ويتم بعد ذلك التحول من غاليليو إلى نيوتن، أو بالأحرى إلى الحركة الديناميكية عند نيوتن، وعلى ذلك فإن المراجع تميل إلى جعل هذا التطور العلمي مجرد إضافة وليس تحولا أي أنه حلقة في حلقات التطور العلمي **(كون، صفحة 206)**.

قانون الجاذبية هو" ينجذب الجسمان أحدهما إلى الآخر انجذابا يتناسب طرداً مع حاصل ضرب كتلتيهما وعكسا مع مربع المسافة بينهما"

أسس نيوتن نظريته الفيزيائية على أساس أن الزمان والمكان مفهومان مطلقان و مستقلان عن الأشياء التي توجد فيهما والحوادث التي تجرى فيهما .

وعندما يشير نيوتن إلى أن المكان مستقل عن الأشياء التي يوجد فيها، إن هذا المعنى أقرب في محتواه إلى الرأي الذي اعتقده ابن الهيثم حول المكان حيث قال:

إن مقدار الجسم لم يتغير ومسافة الجسم باقية على حالها لم تتغير ويضع مثالا على ذلك وهو "الشمع" ، ونستطيع أن نطرح سؤالاً ابستيميا معرفيا ، هل قرأ نيوتن رسالة المكان للحسن بن الهيثم ؟ وهي مترجمة إلى اللغة اللاتينية.

الفصل الثالث :

المنهج الرياضي ونظرية الكوانطوم عند " ماكس بلانك "

المبحث الأول : تطور الفيزياء الحديثة من نيوتن إلى القرن 19 م

المبحث الثاني : البناء الرياضي لنظرية الكوانطوم الطاقة عند " بلانك "

المبحث الثالث : كوانطوم الطاقة ومبدأ اللاحتمية عند بلانك .

المبحث الأول : تطور الفيزياء الحديثة من نيوتن إلى القرن 19 م

أكد "غاليلو" على ضرورة تطبيق الرياضيات في بحث الظواهر الطبيعية حيث هي المفتاح الذي يحل ألغاز الطبيعة ويقول أيضا" يجب أن يكتب على غلاف مجموعة مؤلفاتي ما يلي:" سيدرك القارئ بواسطة عدد لا يحصى من الأمثلة أهمية الرياضيات وفائدتها في الوصول إلى أحكام في العلوم الطبيعية و يدرك أيضا أن الفلسفة الصحيحة (أي العلم الطبيعي) مستحيلة بدون الاسترشاد بالهندسة).

وصول البناء الرياضي لمجال النظرية الفيزيائية سنحاول دراسة نموذج في الفلسفة الحديثة من خلال فكرة المكان عند نيوتن وتطور الفيزياء النظرية وبعض صورها العملية في القرن 19م.

نظرية المكان عند نيوتن

ميز "نيوتن " في الحركة بين نوعين المطلقة والنسبية وقد أشار في كتابه المبادئ إلى أن الحركة المطلقة هي انتقال الجسم من موضع مطلق لآخر مطلق أما الحركة النسبية فهي انتقال الجسم من موضع لآخر، و من خلال النوعين من الحركة حاول "نيوتن" تحديد طبيعة المكان حيث ميز بين نوعين من المكان، الأول مطلق والثاني نسبى. فالمطلق ساكن متجانس، أما النسبي فهو المقدار المتغير الذي نقيس به المكان المطلق **(النشار، 1979 ، صفحة 346)** ، أما الحيز فهو ذلك الجزء من المكان الذي يشغله الجسم ، هذه الفكرة حول الحيز وجدنا ما يماثلها عند ابن الهيثم عندما قال عن "الحيز بأنه مكان الجسم هو أبعاد الجسم والحيز يشغل المكان" **(الهيثم، صفحة 10)**

أسس "نيوتن" نظريته الفيزيائية على أساس أن الزمان والمكان مفهومان مطلقان ومستقلان عن الأشياء والحوادث التي تجري فيهما ، وهذا هو الجانب النظري الذي اعتمدته الفيزياء الحديثة وتميزت به عن الفيزياء الكلاسيكية التي ينتمي إليها ابن الهيثم، وعندما يشير "نيوتن" إلى أن المكان مستقل عن الأشياء التي يوجد فيها، فإن هذا المعنى أقرب في محتواه إلى الرأي الذي تبناه ابن الهيثم حول المكان حيث اعتبر المكان بأنه مقدار الجسم لم يتغير ومساحة الجسم باقية على حالها لم تتغير ويضع مثالاً على ذلك وهو "الشمع". ربما يحق لنا

أن نطرح سؤالا معرفيا وهو هل قرأ نيوتن رسالة المكان للحسن بن الهيثم وهي مترجمة إلى اللغة اللاتينية ؟

اعتقد "نيوتن " وبالتجربة بأن كل حركة هي حركة جسم ينتقل من موضع إلى آخر حتى نصل إلى بعض المواضع الثابتة **(العلاف، 1991، صفحة 86)**، لقد اعتبر "نيوتن" بأن المواضع الثابتة هي ما يمكن أن نسميه المكان ، حيث بواسطة الاستنتاج إستدل نيوتن على هذه النتيجة أي لجأ إلى التأملات الفلسفية المجردة المدعمة بالاستدلال المنطقي أو ما يسمى بالاعتبار عنده لحل إشكالية المكان، وهذا المنهج لا يختلف كثيرا عن ذلك الذي استعان به "ابن الهيثم" عندما حاول تحديد طبيعة المكان ، لقد أكد نيوتن على مفهوم علينا أن الاعتبار حينما قال أنه في أنه في البحث الفلسفي يتوجب على نتجرد من حواسنا ، نأخذ بنظر الاعتبار الأشياء ذاتها مميزة عما هو خاضع منها للقياس الحسي" **(العلاف، 1991، صفحة 40)** و يواصل " نيوتن " منهجه الاعتباري الذي حدد بواسطته طبيعة المواضع الثابتة حيث يرى بأنه" ليس هنالك مواضع ثابتة غير تلك التي من اللانهاية إلى اللانهاية تحتفظ جميعها بنفس مواضعها بعضا بالنسبة لبعض وبناءا على هذا الاعتبار يجب أن يبقى كل منها ثابتا . وبذلك تكون في مجموعها المكان الساكن " **(العلاف، 1991، صفحة 40)** ، غير انه شك في وجود المكان الساكن، حيث يقول أنه ربما لا يوجد هنالك أي جسم في حالة سكون حقيقي تستطيع أن نتخذه مرجعا لمواضع وحركات الأجسام الأخرى" **(زواوي، 2004، صفحة 137)** .

وحاول "نيوتن " الخروج من هذا التصور بافتراضه بأن المرجع الثابت والساكن هو المكان المطلق ، وحتى هذا الافتراض في نظر "نيوتن" إذا لم يدعمه منهج الاستقراء فلا يمكن أن نعتبره مفهوما علميا دقيقا حيث يقول "إن الفروض سواء أكانت فيزيائية أو ميتافيزيقية لامكان لها في الفلسفة التجريبية لأن الفروض الجزئية في هذه الفلسفة تستنتج من الظواهر ثم تقم بواسطة الاستقراء، وبذلك لجأ نيوتن إلى منهج الاستقراء للتأكد من صحة فرضية وجود المكان المطلق . **(زواوي، 2004، صفحة 137)** يقول "اينشتين ألبرت " حول مفهوم المكان المطلق " لقد أدخل نيوتن المكان المطلق بمثابة علة مستقلة للسلوك القصوري للأجسام التي تتحرك بالنسبة لبعضها حركة منتظمة في خط مستقيم ، لأن فهم المكان بوصفه نظاما للأشياء المادية غير كاف ليكون أساساً لمبدأ القصوري الذاتي ولقانون الحركة ، لذلك اتخذ "نيوتن" هذا القرار. **(زواوي، 2004، صفحة 137)**

إن تصور "نيوتن" لوجود المكان المطلق يدخل ضمن منظومة تفكيره الفلسفي ، وهذا التصور يؤكد على وجود الأسس الفلسفية لنظرية المكان في الفيزياء الحديثة وان هذا التصور نفسه اكتشفنا وجوده لدى "ابن الهيثم". وهذا يؤكد على صيرورة التفكير الفلسفي في مجال الفلسفة الطبيعية.

إن العلماء اصطدموا ببعض العوائق التي لم يستطع التفسير الميكانيكي إيجاد حل لها فمثلا: افتراض فيزياء نيوتن وجود مكان مطلق لتفسير حركة الأجسام استنادا إلى هندسة إقليدس ذات الأبعاد الثلاثة، بالإضافة إلى وجود زمان مطلق مستقل عن الأجسام، وعجز هذه

الافتراضات عن تفسير كثير من الظواهر الطبيعية، كما أن افتراض الأثير كوسط لانتقال الموجات الكهرومغناطيسية اصطدم مع اكتشافات معاصرة لبعض العلماء، ومن ناحية ثالثة عجز افتراض نيوتن عن تفسير الظواهر الضوئية اعتمادا على أن الضوء مؤلف من دقائق مادية وكذلك عجز افتراض هويجنز (1629-1695) صاحب النظرية الموجية في الضوء التي افترض فيها أن الضوء عبارة عن موجات مثل موجات البحر وأنها موجات مادية (تحتاج لوسط مادي تنتقل خلاله ولا تستطيع الانتقال في الهواء) لذلك افترض وجود بحر ضوئي سماه بحر الأثير و ينص مبدأ هويجنز على أن(أي نقطة في صدر موجة الضوء القديمة يمكن اعتبارها مصدراً ضوئياً ثانوياً يقوم بإشعاع موجات ثانوية). إن التطور المتسارع للاكتشافات العلمية في نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين، أدى بالعلماء إلى الوقوف على وقائع علمية لم تكن محل تنبؤاتهم، إنها وقائع تبدو في الظاهر بسيطة، لكنها في الحقيقة معقدة، تحتاج إلى مزيد من التفسير والفهم....، فبعد أن اعتقد علماء الطبيعة مدة طويلة أن كل قوانين الفيزياء سيعبر عنها يوما بمعادلات قليلة، ها هي في قضايا تظهر فجأة تناقض هذا الاعتقاد، وتنتظر الحل. **(بوقيراط، 2005)**

التطورات في القرن التاسع عشر الميلادي يمكن تلخيصها في ثلاثة محالات أساسية وهي: الحرارة والطاقة، والضوء، والكهرباء والمغنطيسية.

التطورات في دراسة الحرارة والطاقة:

في بداية القرن التاسع عشر الميلادي كان الاعتقاد الشائع أن الحرارة عبارة عن سائل عديم الوزن، مرن وغير منظر، اسمه السائل السعري، لكن بحلول منتصف القرن أصبح العلماء يعتبرون الحرارة شكلاً من أشكال الطاقة، أي أدركوا أن الحرارة تؤدي عملاً. وفي الأربعينيات من القرن التاسع عشر أوضح الفيزيائي الإنجليزي جيمس جول" كيفية حساب مقدار الطاقة الذي يمكن أن ينتجه قدر محدد من الحرارة. وفي ذات الوقت تقريبا اقترح عدد من الفيزيائيين، باستقلال بعضهم عن بعض.

قانون بقاء الطاقة : ومن بين هؤلاء اللورد كلفين من بريطانيا وهيرمان فون هيلمولتز من ألمانيا. وينص هذا القانون على أن الطاقة لا تنقص ولا تزيد وإنما تتحول فقط من نوع إلى آخر.

وبحلول منتصف القرن التاسع عشر الميلادي أصبح مفهوما أن الطاقة الحرارية ناتجة عن التحركات الميكانيكية للذرات التي تتكون منها كل الأجسام.

وقد بني هذا التفسير على النظرية الذربة التي قدمها الكيميائي الإنجليزي جون دالتون (1766–1844) في عام 1803.

تطورات دراسة الضوء :

بين عامي 1800 و 1803 نشر الفيزيائي الإنجليزي توماس يونج (1773–1829) سلسلة من الأوراق العلمية، بنيت على تجاربه، حيث أحيت النظرية الموجية للضوء، وبين نحو 1815 و 1819 قدم الفيزيائي الفرنسي "أوغستين فرسنل" مزيدا من الأدلة على ذلك.

وبحلول عام 1850 كانت النظرية الموجبة للضوء مقبولة من الجميع تقريبا، وحلت محل نظرية نيوتن الجسيمية.

قادت النظرية الموجية للضوء الفيزيائيين لاقتراح وجود مادة تسمى الأثير. فقد احتجوا بأنه مادام الضوء ينتقل في موجات، ويمكنه أن ينتقل عبر الفراغ. فلابد من وجود مادة تحمل الموجات هي مادة الأثير، التي تملأ كل المكان بما في ذلك الفراغ، فسروا طاقة الضوء على أنها اهتزاز الأثير، على شكل موجات.

تطور دراسة الكهرباء المغناطيسية :

في عام 1800 أعلن كونت إليساندر وفولتا اختراعه أول بطارية كهربائية. وفتح هذا الاختراع الطريق أمام طرق جديدة الدراسة الظواهر الكهربائية. وفي نحو عام 1820 قام العالم الرياضي الفرنسي أندري ماري أمبير (1775 – 1836) بإجراء عدة تجارب على الظواهر الكهرومغناطيسية بعد أن سمع باكتشاف هانز كريستيان أورستد ، لتأثير التيار الكهربي في سلك على إبرة مغناطيسية بقربه، وقد بين أمبير هذا التأثير بين سلكين يحملان تيارين بفعل المجالين المغناطيسيين حولهما. وقد سميت وحدة قياس شدة التيار أمبير باسمه.

وفي أوائل الثلاثينيات من القرن التاسع عشر أوضح الفيزيائي الإنجليزي مايكل فارادي (1791 – 1867) والفيزيائي الأمريكي جوزيف هنري (1979–1878)، كل منهما على حدة، كيفية إنتاج الكهرباء من حفل مغنطيسي متغير. وبينت تجاربهما أن الطاقة الميكانيكية يمكن أن تتحول إلى طاقة كهربائية وأنت إلى المبادئ التي بني عليها المولد والمحرك.

وفي الستينيات من القرن التاسع عشر طور الفيزيائي والرياضي الاسكتلندي جيمس كلارك James Clerk Maxwell (1831–1879) نظرية فسرت الضوء المرئي على أنه حركة الموجات الكهرومغناطيسية، وقال ماكسويل بإمكانية وجود موجات كهرومغناطيسية مماثلة غير مرئية، وفي أواخر الثمانينيات من القرن التاسع عشر الميلادي اكتشف الفيزيائي الألماني هينريتش هرتز Heinrich Rudolf Hertz (1854–1894) تجريبيا هذه الموجات الراديوية غير المرئية. وقاد اكتشاف هرتز هذا في نهاية الأمر، إلى تطوير أجهزة المذياع والرادار والتلفاز كما أفاد في إدراك الصلة بين الضوء والكهرباء والمغنطيسية، إذ أصبحت النظرة أنها جميعاً ناتجة عن موجات في الأثير. ومثل هذه الموجات يشار إليها أحيانا بلفظ الإشعاع الكهرومغناطيسي.

بداية الفيزياء الحديثة : قرب نهاية القرن التاسع عشر اقتنع عدد كبير من الفيزيائيين بأن مهمة الفيزياء قد شارفت نهايتها، واعتقد بعضهم أن كل قوانين الفيزياء سيعبر عنها، يوما ما، بمعادلات قليلة وبسيطة .

غير أن عددا قليلاً من القضايا كان لا يزال ينتظر الحل. وإحدى هذه القضايا مسألة تحديد مصدر الإشعاع الكهرومغناطيسي. وكان العلماء يدركون أن كل عنصر كيميائي يشع – تحت الظروف المناسبة – خليطاً فريدا من الضوء المرئي، والضوء تحت الأحمر والضوء فوق البنفسجي، يسمى الأطياف الخطية. وكانت الذرة آنذاك، تعتبر الوحدة الأساسية للمادة في الكون. لكن ظاهرة الأطياف الخطية دعت بعض الفيزيائيين للتفكير في أن الذرة نفسها

قد تكون مكونة من وحدات أولية أدق، فقد أدخل نيلز بور تعديلا على نموذج ردفورد للذرة من خلال المماثلة بينه وبين النظام الشمسي. **(العلاف، منطق العلم وإشكالية الافتراض الميتافيزيقي، صفحة 18)** وهذه المائلة التي تؤدي إلى القول أن الذرة تكون مطابقة من حيث الشكل للمجموعة الشمسية، فهنالك نواة موجبة تمثل مركز الذرة كما أن الشمس تمثل مركز النظام الشمسي وهنالك مدارات حول النواة تدور فيها إلكترونات سالبة الشحنة كما تدور الكواكب حول الشمس ... وأن حركة الإلكترونات حول النواة تكون بشكل دائري. **(العلاف، منطق العلم وإشكالية الافتراض الميتافيزيقي، صفحة 18)**

ظل حلم تفسير كل الظواهر الفيزيائية بمجموعة صغيرة من القوانين الأساسية دون تحقق، وبدلاً من ذلك، بدأت اكتشافات عديدة تظهر أن مثل هذه الظواهر أكثر تعقيدا مما كان العلماء يظنون. فعلى سبيل المثال اكتشف "ويلهلم رونتجن"، من ألمانيا، الأشعة السينية عام 1895، وفي عام 1896 اكتشف الفيزيائي الفرنسي أنطوان هنري بكويريل (1852-1908) الإشعاع الطبيعي الانطلاق التلقائي للإشعاع من الذرات.

وفي عام 1897 اكتشف الفيزيائي البريطاني جوزيف تومسون (1856 -1940) أول جسيم تحت ذري، سمى فيما بعد بالإلكترون، كما تمكن من حساب كتلة تلك الجسيمات وسرعتها، لذا فقد اشتهر بلقب أبو الإلكترون"، وفي عام 1898 استخلص الفيزيائيان الفرنسيان ماري كوري وزوجها بيير عنصر الراديوم المشع. وكانت هذه التطورات مؤشرًا إلى أن مهمة الفيزياء قد بدأت لتوها وليست على وشك النهاية كما ظن من قبل.

فهذا ضرب الجهل بالشيء، إذ لا يمكن اعتمادها كمنهج أو وسيلة معرفة فلم تعد الحتمية محل ثقة العلماء خاصة بعد الاكتشافات التي جاء بها العلم الحديث، في مجال الذرة ومكوناتها وحركتها وانتقال الالكترونات من مدار إلى آخر وتلك الأسئلة التي تبعث هذه الاكتشافات على طرحها، وتباعا لذلك ستتغير مفاهيم كانت دقيقة ولا يرقى الشك إليها فلم يعد من السيل التنبؤ بالظاهرة.

ومن هذا بدأ مبدأ الحتمية يتراجع ويكتفي بعالم الظواهر الكبرى حيث لم بعد بالإمكان رصد حركة وسرعة الإلكترونات والنيترونات والبروتونات، وبهذا انقسمت الطبيعة إلى كونين كون الماكروسكوبي وكون ميكروسكوبي، ومنه تبدأ فيزياء معاصرة بمفاهيم جديدة وتعريفات ومبادئ خاصة وطرق بحث ومناهج أدق تتابع وتدرس كل المتغيرات الجديدة.

وفي هذا الصدد يقول هيزنبرغ (1901–1976) إن الفيزياء الكلاسيكية تمتد لتشمل المدى الذي تطبق فيه الأفكار التي ترتكز عليها، ولكن هذه الأفكار تخذلنا فعلا إذا ما طبقت على عمليات الفيزياء النووية، وتحتلنا بشكل أوضح في كل ميادين العلم الأكثر بعدا عن الفيزياء الكلاسيكية وعلى هذا فإن الأمل في تفهم كل زوايا الحياة الذهنية عن طريق قواعد الفيزياء الكلاسيكية ليس له ما يبرره" **(قاسم، صفحة 124)**. ومن هذا يمكن أن تنطلق إلى مفاهيم وتصورات جديدة في العلم المعاصر يمكن اعتبارها أساسا للإبستمولوجيا المعاصرة.

المبحث الثاني : البناء الرياضي لنظرية كوانطوم الطاقة عند "بلانك "

نظرية الكوانطوم والفيزياء الكوانطية :

هي نظرية مرادفة لمصطلح ميكانيكا الكم، وهي نظرية فيزيائية بالأساس وطبقت بمثابة تعميم وتصحيح لنظريات نيوتن، الكلاسيكية في الميكانيكا وخاصة على المستوى الذري ودون الذري، إن وضع مصطلح ميكانيكا الكم يعود بالأساس إلى أهمية الكم في بنائها هو مصطلح فيزيائي يستعمل لوصف أصغر كمية يمكن تقسيم الأشياء إليها وتستخدم للإشارة إلى كميات الطاقة المحددة التي تنبعث بشكل متقطع وليس بشكل مستمر.

وكثير ما يستخدم مصطلحي: فيزياء الكم والنظرية الكمومية على أنها مرادفات لمصطلح ميكانيكا الكم، وبعض الفيزيائيين يستعملون مصطلح ميكانيكا الكم للإشارة إلى ميكانيكا الكم غير النسبية .

نظرية الكم : ارتبطت بطبيعة الضوء التي تم شرحها على شكلين : التفسير الأول جسيمي أي عبارة عن أجسام

بلانك ونظرية الكمات أو "الكوانطوم" :

إن الفيزياء المعاصرة والتي درست الكمات أو "الكوانطوم" بدأت بصورة فعلية مع الفيزيائي "ماكس بلانك" الذي وضع نظرية في الفيزياء حول الكوانطوم " حيث اعتمد فيها على إجراء التجارب العلمية بالاعتماد على أدوات البحث الرياضي ومجموعة من النظريات والقواعد الرياضية سواء التطبيقية أو النظرية.

سنحاول شرح هذه النظرية بشيء من التوضيح ، أقام "بلانك" نظريته حول "الكمات " أو "الكوانطوم" بالاعتماد على العلاقة الدقيقة بين الإشعاع والطاقة، يعود أساس النظرية إلى القرن التاسع عشر. حيث أجمع علماء الفيزياء على أن بث الإشعاع وامتصاصه عمليتين تتمان بطريقة متصلة غير أن هذه النتيجة افتقرت إلى عامل التجربة الدقيقة، ورغم ذلك استند علماء تلك الفترة على تجربة " الجسم الأسود" نوردها على هذا الشكل :" وضع العلماء وقب ما خاليا ومنعزلاً بصورة تامة عن المحيط الخارجي يقوم بامتصاص الإشعاع من كل جوانبه وعلى كل الموجات . قام العلماء بتسخين هذا الجسم فلاحظوا بعد مدة من التسخين أن جميع جوانبه تشع تحت تأثير اهتزاز (oscillation) الجسيمات المشحونة المكونة لذلك الجسم، ولما نحافظ على نفس حرارة الجسم، بحيث لا شيء يدخل فيه ولا شيء يخرج منه،

بلانك ونظرية الكمات أو "الكوانطوم"

يحصل نوع من التوازن بين البث والامتصاص، إن النتائج المتوصل إليها لم تكن متطابقة للتجارب **(بشته، 2006، صفحة 82)**.

وبعدها استطاع "بلانك" وضع حل المسألة الإشعاع وعلاقته بالطاقة، حيث قام في هذا الحل بالتوفيق بين التصور العقلي والتجربة والأساس الرياضي.

في اليوم الرابع عشر من شهر ديسمبر 1900 وأمام الجمعية الألمانية للفيزياء قام "ماكس بلانك" بتقديم عرض مفصل لنظريته حيث جاء في هذا العرض بأن الطاقة المبثة للإشعاع لا تتبع طريق الاتصال مثلما كان يعتقد من قبل ولكنها تتبع طريق الانفصال ، بحيث يكون الإشعاع متكونا من أجزاء منفصلة وصغيرة تلك الأجزاء في طبيعتها لا متناهية الصغر أطلق عليها "بلانك" اسم "quanta" أي كمات أو ما عرف في الفيزياء المعاصرة باسم "الكوانطوم" أو " الكم " يحتوى على كمية من الطاقة تقاس حسب المعادلة الرياضية التالية:

$$E=h-V$$.

حيث E = الطاقة .V : تواتر الإشعاع (Fréquence)

وh= ثابتة " بلانك " وهو عدد ذري جدا ، لا يتغير وهو بالتحديد

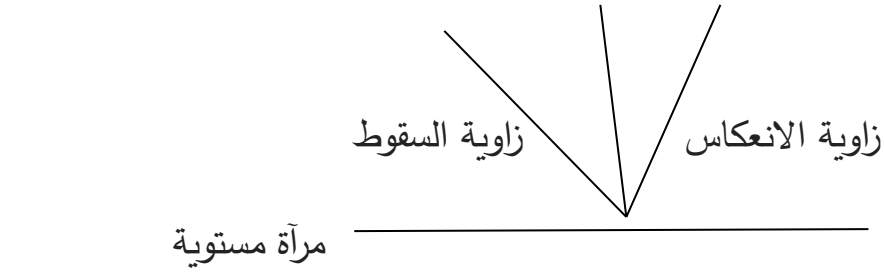
0.000.000.000.000.000.000.000.000.006.624 **(بشته، 2006، صفحة 83)**

ونلاحظ هنا تطبيقا للمنهج الرياضي في صورة الأعداد ، من أجل تأكيد النظرية الفيزيائية .

أحدثت هذه النظرية تغييراً جذريا في الفيزياء المعاصرة وذلك لمخالفتها فكرة الاتصال التي كانت سائدة قبلها والتي اعتمدت عليها النظرية الموجبة للضوء التي تعتقد في الطابع الإتصالي لجزيئات الضوء، أما نظرية بلانك والتي أصبحت معتمدة في فيزياء الضوء إلى الوقت الحالي فهي تجعل من الضوء جسما متكونا من كمات منفصلة.

نظرية الكوانتم (والمنهج الرياضي)

طرحت إشكالية علمية معقدة في الفيزياء الحديثة وهي هل أن الضوء عبارة عن جسيميات أو جزئيات ، و كذلك طرحت مسألة سرعة انتقال الضوء في الوسط الكثيف أعلى من سرعته في الوسط الأقل كثافة وهذه التجربة قال بها "نيوتن" ، أما عالم الفيزياء " هوجنز" فقد اعتبر بأن الضوء عبارة عن موجات وأنه ينتقل بسرعة أعلى في الوسط الأقل كثافة. ويعد إجراء التجارب على الفرضيتين (نيوتن وهوجبز) " تبين أن النتائج المترتبة على الفرضيتين واحدة، حيث إذا كانت لدينا مرآة مستوية وسقط عليها شاع بزاوية 30° ، فإن هذا الشعاع ينعكس بزاوية مساوية لزاوية السقوط و 30°. والشكل التالي يبين ذلك **(علي، 1985، صفحة 156)**



ويظهر من خلال هذه التجربة بأن المنهج الرياضي المتمثل في الشكل الهندسي ، أكد على النتيجة الواحدة للفرضيتين وهذا العمل يؤكد على دقة الرياضيات في إثبات النتائج .

ولكن في النصف الثاني من القرن التاسع عشر أثبت أحد علماء الفيزياء الفرنسيين المعاصرين ، أن نتيجة الفرضيتين لن تكون واحدة بل أكد على صحة الفرضية القائلة بالموجات ورفض فرضية أن الضوء عبارة عن جسيمات "وهذا الأمر أدى إلى صياغة الفرضية الموجبة بمثابة نظرية تقوم على مجموعة من الفروض الخاصة بانتشار موجات الأثير، وذلك استناداً إلى أن سرعة انتشار الضوء في الهواء أكبر منها في الماء **(علي، 1985، صفحة 157)**.

أما "ماكس بلانك" فقد اثبت خطأ هذه النظرية، حيث تبين بواسطة التجربة " أن قوام الضوء ما يسمى ب " Photons وأن كل شعاع يسير وفقا للأعداد الصحيحة لوحدات أولية من الطاقة وهي الكوانتم " Qantum " وأن . قوام الطاقة كمات "Quanta ونلاحظ هنا أن "بلانك" استعمل الأعداد الصحيحة من أجل إثبات نظريته وهذه إحدى صور المنهج الرياضي التي تظهر في النظرية.

في نظر "بلانك " فإن الفوتون " Photon هو ذلك الجسيم الموجود في كل شعاع وبعد ذلك تصبح الجسيمات المتناهية الصغر التي تصدر عن الشمس فهي طاقة " Energy" الموجودة في كل جزء من أجزاء المادة وهو يعرف بالإشعاع المؤلف من فوتونات **(علي، 1985، صفحة 158)**. إن هذه النتائج التطبيقية التي اكتشفها " بلانك " أيدها " آينشتين "

وأصبحت موظفا للتطبيق العملي " حية تبين بعد التجارب أنه إذا سلط الفوتون على الذرة فإنها تضطرب وفقا لكمية الطاقة الموجودة فيه ، وتبين كذلك بالتجربة أن الفوتون في حركة مستمرة وأن أيضا سرعته تماثل سرعة الضوء **(علي، 1985، صفحة 158)** .

ولاشك أن النتائج التي توصل إليها " بلانك " حول الفوتون ، استعمل فيها المنهج الرياضي حيث تحصل على نتائج دقيقة وجعلت النظرية موضع التجربة العملية .

الخصائص الرياضية لنظرية " الكوانطوم " :

وضع "ماكس بلانك " مصطلح " Quanta " الذي يدل على معنى الكم الذي هو أحد الأسس لقيام علم الرياضيات التي تعتمد على الهندسة والحساب والفروع الأخرى التي تتفرع منهما ، أو هو أول من أدخل نظام الكم على علوم الفيزياء ، لأنه وبعد التجارب التي قام بها ، اكتشف بأن " الطاقة يتم استيعابها على شكل كميات وتلك التجارب اعتمد فيها على مجموعة من المعادلات الرياضية ، وقد أثبت " آينشتين " هذه النظرية بتجربة قام بها بعدما درس نظرية الكوانتوم ، حيث استخدم تجربة بسيطة " " قوامها حزمة من الضوء يجري تسليطها على لوح معدني أملس ، عندما يصطدم الضوء بالسطح المعدني فإنه يتسبب في اقتلاع عدد من الإلكترونات التي تترك ذراتها وتتحرك طائرة في الهواء وهذه الظاهرة تحدث عندما يكون الضوء تيارا من حبيبات تندفع بطاقة معينة ، وقد دعيت هذه الظاهرة بالأثر الكهرضوئي "photoéléctric effect" ودعيت حبيبات الضوء بالفوتونات **(السواح، 2002، صفحة 341)**.

الخصائص الرياضية لنظرية الكم :

من التجربة السابقة أكد "آينشتين" على الاكتشاف الذي حققه "بلانك" من تناسب الطاقة طرداً مع شدة توتر الضوء "وهذا التناسب عبارة عن معادلة رياضية ، حيث الضوء البنفسجي (ذو التردد = التوتر) الأعلى في الطيف الشمسي ، يتألف من فوتونات ذات طاقة أعلى من الضوء الأحمر ذي التردد الأدنى في الطيف ، وهذه العلاقة البسيطة بين التردد والطاقة هي شأن مركزي في ميكانيك الكم **(السواح، 2002، صفحة 341)**.

وفي نظرية الكونتوم، فإن التردد مرتبط بالموجة في الضوء لاعتبار الضوء جسيمات ، حيث من التردد نستنتج السرعة. إن سرعة الموجة هي عدد ترددداتها مضروبا بطول الموجة ونلاحظ هنا بأن المفاهيم المستعملة لشرح معنى التردد في النظرية هي رياضية بالأساس حيث العمليات الحسابية مؤكدة داخل بينة النظرية .

إن تاريخ العلم يؤكد لنا وجود حقائق كثيرة حول نظرية الكوانطوم.

(مقلد، 1991-1994)

حيث بدأ مع بداية القرن 20 يظهر تحول كبير في تاريخ الفيزياء، وذلك بظهور نظرية "الكمات(les quanta) في العلم ، وبرزت هذه النظرية بشكل سريع جدا.

– نظرية الكوانطوم " أو "الكانتا" أو "الكمات" دخلت على مجال الضوء الذي كان يسوده المفهوم التتابعي في التموجات ، هو أن تتابعية حالات الحركة المرتبطة بتتابعية إطار

الفضاء والزمن ، ولقد تأثر مجال الضوء في بنيته نظرية "الكوانطوم" **(مقلد، 1991-1994، صفحة 152)**.

إن أصل نظرية "الكوانطوم" قد وجد في البحوث التي كانت جارية على يد الفيزيائيين حول مسألة الإشعاع الأسود، الذي ثم تعريفه بأنه الإشعاع الموجود داخل ساحة أو فرن محفوظ بكامله بدرجة حرارة واحدة" ، وبعد أبحاث مختبرية طويلة قام بها " كير شهوف Kirchhoff) (حيث استعمل المفاهيم العامة في التحرك الحراري (themio dinrmique) "تبين له أن الاشعاع الأسود يرتبط فقط بدرجة حرارة الفرن وأنه مستقل تماما عن طبيعة جوانب هذا الفرن وعن الأجسام المادية التي يمكن أن تحتويها" **(مقلد، 1991-1994، صفحة 152)** ، وواصل الباحث والعالم ستيفان "stefan" والعالم "بولترمان" أبحاثهما على "الترمو ديناميك" أي التحرك الحراري" توصلا إلى نتيجة هامة وهي "أن الكمية الكاملة من الطاقة الموجودة في وحدة حجم تزداد بسرعة كلية مع ارتفاع درجة الحرارة " حيث تم حساب تلك السرعة بمعادلة رياضية دقيقة ولكن ومع ذلك بقيت القضية الكبرى وهي العثور على قانون توزيع

الإشعاع الأسود أي العثور على صيغة رياضية تمثل التوزيع الطيفي لطاقة الإشعاع بين مختلف أطوال الموجة الموجودة فيه **(مقلد، 1991-1994، صفحة 152)**

وبعد مدة معينة استطاع و ابن " wiew بعد دراسة عميقة في التحليل بالتحرك الحراري أن يحصل على صيغة التوزيع الطيفي للإشعاع الأسود، ومع ذلك كان لابد من إدخال تحليل مبادلات الطاقة بين المادة و الإشعاع **(مقلد، 1991-1994، صفحة 152)**

و ظهرت بعد ذلك نظرية الكترونات لورنتز LORENTE التي تمكنت من تصوير عمليات بث وامتصاص الاشعاع بواسطة المادة ومع تطبيق هذه النظرية ونظريات أخرى للمنظر "لوردرايلي "Ray Leigh و "هنري بوانكارية Henri Poineare فقد وصلت الفيزياء إلى "التوزيع الطيفي للطاقة الإشعاع الأسود بواسطة قانون محدد تماما **(مقلد، 1991-1994، صفحة 152)** وهو يتفق مع قوانين "ستيفان – بولتزمان" وأيضا مع قانون "واين" Wieu . واختلفت مع قانون رايلي – جينز " Rayleigh Jeans بعدما حدد المجربون في مخابرهم الشكل التجريبي العملي للتوزيع الطيفي للإشعاع الأسود، وهنا وجدت الفيزياء في هذه المرحلة نفسها أمام فشل كامل في مفاهيمها " **(مقلد، 1991-1994، صفحة 153)**

قام "بلانك" بدراسة مسألة الإشعاع "الأسود " ، حيث قام بتوضيح كل سمات التحرك الحراري لهذا الاشعاع بإدخال طاقته وقصوره ، كما اعتمد على المفهوم المستمر في "البث والامتصاص الذي يعتمد على قانون " رايلي – جينز" ، فجاءت صدفة غريبة غيرت اتجاه بلانك" الذي قال " إني أستعير هذه المعلومات من الكتاب

التثمين المنشور بعد الوفاة للمؤلف ر.دوغاس R. Dougas وعنوانه النظرية الفيزيائية كما فهمها بولتزمان وإمتداداتها العصرية . **(مقلد، 1991-1994، صفحة 153)**

إن أهمية العالم "بلانك" تكمن في أنه أخذ بكل الآراء الفيزيائية وفحصها بكل موضوعية قبل أن يتوصل إلى نظريته المشهورة وهي " صيغة بلانك".

وصول هذه النقطة تعد "طلب بلانك" من "بولتزمان" Boltzman وهو عالم في مفهومي الذرة والجزيئي ، رأيه في أعمال " R. Dougas دوغاس " ، فأجابه بأن هذا العالم " كان يعرف جيدا أسس التأويل الإحصائي "للتحرك الحراري " أي الترموديناميك " أنه لن تحصل إطلاقا على نظرية صحيحة حول التوازن بين المادة والإشعاع إن لم يدخل التقطيع بمعنى اللاتتابع في عمليات البث والامتصاص **(مقلد، 1991-1994، صفحة 153)**

واقتنع بلانك بهذا الرأي العلمي الدقيق وتوصل بعدها إلى الصيغة الشهيرة التي سميت "صيغة بلانك" التي تصور تماما التوزيع الطيفي للطاقة في الاشعاع الأسود ، كيف توصيل "بلانك" إلى وضع هذه الصيغة القد انطلق من الرياضيات أي من الفرضية وهنا يظهر اعتماده على أسس المنهج الرياضي حيث وضع الفرضية الآتية: " إن الالكترونات في المادة لا يمكنها أن تكون محركة بحركات كيفما اتفق ، بل فقط ببعض الحركات المميزة الخاصة هي الحركات المكممة بمعنى ذات الكمية المحددة ،و عليه الافتراض أن الطاقة المشعة ذات التردد (V) ثبت دائما وتمتص بكميات محددة تساوي (hV) باعتبار h ثابتة جديدة أساسية في الفيزياء هي ثابتة "بلانك" التي تمتلك قيمة عددية محددة

لقد تردد "بلانك" في قبول هذه النتيجة العلمية لأفكاره النظرية ولكنه تأكد منها بعدما قام "آينشتين" بتقديم براهين قاطعة صحيحة حولها **(زكريا، 2007)**

إن جمال الفلسفة العلمية الذي أسهمت به كثيرا الفلسفة اليونانية ضمن نطاق تاريخ الفلسفة العام "يكاد يقتصر على العلوم الرياضية وحدها حيث أحرزت الهندسة على وجه التخصيص تقدما عظيما حيث من أبرز الكشوف الهندسية في النظرية التي تحمل اسم " فيتاغورس".

نظرية "Bohr" بور و الكوانطوم

وضع "بور" نظرية في الفيزياء المتعلقة بالضوء يؤكد من خلالها على فكرة الانفصال للشعاع في صورة "كمات" أو" كوانطوم" واتخذ من ذرة الهيدروجين أنموذجا حيا لنظريته ، وجاءت هذه النظرية لتؤكد صحة نظرية "بلانك" وفيها الاعتماد على عنصر التجربة التي جاءت على الصورة الآتية :

"يقع إسقاط إلكترونات في غاز ما معين ، والنتيجة هي أن صدمة الإلكترون للذرة لا تغير حالة الذرة إلا عندما تكون الطاقة الكامنة في الإلكترون كافية لنقل الذرة إلى درجة أعلى من الطاقة ، لكن عندما تكون الطاقة صغيرة جدا تبقى الصدمة بدون أي تأثير، مما يدل على أن الذرة تتبع في تغيرها من حالة إلى أخرى سبيل وطريق الانفصال. **(بشته، 2006، صفحة 84)**.

وهذه التجربة الأولى حول نتيجة الانفصال ، تؤكدها تجربة " طيف (spectre) العناصر الكيمياوية والتي تشير إلى أنه عندما توصل عنصراً كيمياويا معينا من العناصر المكونة لغاز معين إلى حالة التوهج وتفكك الضوء المشع بواسطة " منشور (Prisme) تتحصل من طيف متكون من خطوط منظمة ومنفصلة عن بعضها البعض **(بشته، 2006، صفحة 84)**

وهذه التجربة استعان بها الفيزيائيين بواسطة البيانات الهندسية الرياضية.

نظرية بور Bohr حول ذرة الهيدروجين.

تمكن Bohr " بور" في عام 1913 من وضع نظريته حول ذرة الهيدروجين التي أكد من خلالها على مسألة الانفصال في الأشعة بدل الاتصال وجاء محتوى النظرية على الصورة الآتية : تتكون ذرة الهيدروجين من نواة إيجابية ومن إلكترون سلبي، ويمثل في نظر" بور" هذا التنظيم نسقا شمسيا مصغرا حيث يلعب قلب الذرة أي النواة دور الشمس،ويجسد الإلكترون كوكبا معين– لنأخذ الأرض مثالاً ، ويعتبر بور "Bohr" "أن الإلكترون يتحرك حول النواة كما تتحرك الأرض حول الشمس طبقا وتبعا لقوانين كبلر" Kebler و نيوتن **(بشته، 2006، صفحة 85)**. وهي قوانين تعتمد بصورة خاصة على الهندسة والرياضيات التطبيقية و يفترض " بور "Bohr أن الإلكترون لا يتحرك إلا في مسارات تقاس بواسطة هذا المقدار مضاعفا صحيحًا لثابتة "بلانك" والنتيجة النهائية هي بروز سلسلة من الحالات المنفصلة للذرة بحيث تقاس الطاقة في كل الحالات كالتالي وذلك باستعمال المعادلة الرياضية الآتية :E= Rh 1/m2

حيث : E = الطاقة و R ثابتة و h ثابتة بلانك ، و m = الكتلة **(بشته، 2006، صفحة 85)**

إن هذه النظرية ووفق التجربة ونتيجتها أثبتت أن ميزة الانفصال هي القاعدة الأساسية في تحول الذرة من حالة إلى أخرى وهذه الميزة تمثل جوهر نظرية "بلانك" حول الانفصال.

المبحث الثالث : كوانطوم الطاقة ومبدأ اللاحتمية عند بلانك .

الرياضيات ومبدأ اللاحتمية

قام نيوتن بتطبيق الهندسة الإقليدية على الواقع الفيزيائي، وظلت تلك الهندسة ، هي الحجة الرياضية الهندسية للحتمية، ولم تكن هناك مشكلة متعلقة بهندسة المكان الفيزيائي لعدم وجود هندسة أخرى ، "والفضل عاد إلى كانط حيث أنه أكد أكثر من غيره على تطابق الهندسة الرياضية مع الهندسة الفيزيائية ' .

قام "يوهان لامبير H.lambert (1728–1777)، باستخدام شكلا رباعيا مختلفا نوعا ما (عن المربع) به أربع زوايا ثلاث منها قائمة والرابعة إما أن تكون حادة أو قائمة أو منفرجة ، أما الحادة فقد "حار" فيها Lambert كما حار فيها من قبل G.saccheri .ساكشيري (1667 – 1733) ، بين أن فرضية الزاوية القائمة تكافئ مسلمة إقليدس ودحض فرضية الزاوية المنفرجة . ولكن"lambert " زاد فبين أنها لا يمكن أن تتحقق إلا على كرة ، إذا ما قامت الخطوط المنحنية لدائرة كبيرة بدور الخطوط المستقيمة . فكان "lambert" بهذا هو المشير الأول بالهندسة الإقليدية **(الخولي، 2001، صفحة 379)**

وبعد ذلك اكتشف (جون بولياي J. Bolyait (1802–1860) أن بديهية التوازي ليست عنصرا ضروريا، ووضع بدلاً عنها المسلمة القائلة "إن هناك أكثر من مواز واحد لمستقيم ثم معين من نقطة معينة ..." ثم بعد ذلك ظهرت الهندسة اللاإقليدية بوضوح عند كارل جاوس

K.Gauss (1777–1855) الذي قام بقياس مجموع زوايا المثلث المكون من رؤوس ثلاثة جبال ، واعتقد بعدها باحتمال تحقيق الهندسة اللاإقليدية في الطبيعة.

المؤسس الرسمي للهندسة اللاإقليدية هو الروسي ، نيكولاي نوفتش لوباتشيفيسكي (1792 –1856) ، نشر عام 1829 في جامعة "قازان" مذكراته حول مبادئ الهندسة و كان هذا أول عرض منهجي لهندسة لاإقليدية ترفض يديهية التوازي ، إفترض أن السطح ليس مستويا بل مقعرا .

ثم جاء (ريمان R.Riemann (1826–1866) ليفترض أن السطح محدبا ووضع نسق هندسة لا إقليدية لا توجد فيه أي خطوط متوازية.

لم تستطع ثورة اللاحتمية النجاح في فرض مفاهيمها بدون تدخل الرياضيات والمنهج الرياضي ، الذي أدى استعماله بسرعة وبدقة إلى القضاء على الحتمية.

تحققت الثورة الرياضية على مستوى العلم وذالك عندما قام "آينشتين " باستبدال الهندسة الاقليدية للكون ، بهندسة " ريمان" هي لا إقليدية.

بعدما استنتج "آينشتين" بعدم وجود الأثير، بدأ في دراسة خواص الأمواج الضوئية ، وبالتالي انتهت فكرة الحتمية في الفيزياء، وبالتالي أصبحت الظواهر الكهرومغناطيسية واحدة في كل مجموعات الإسناد التي تتحرك بسرعة منتظمة في خط مستقيم بالنسبة إلى النجوم الثابتة وأدى نجاح "آينشتين" إلى أن يجمع الفيزيائيون على طرد فكرة وسيط يعمل كحامل للأمواج

الضوئية" **(الخولي، 2001، صفحة 345)** من كتاب : الفيزياء والميكرو فيزياء ص69 لويس دي بروي)

حاول "ماكس بلانك" حل مشكلة إيجاد رابطة بين قانوني :

بولتزمان / ستفين وفين وبعد أبحاث عدة وجد بلانك المعادلة التي تربط بينهما، بطريقة تحول دون الكارثة فوق البنفسجية " ماكس بلانك" يرهن على أن الأجسام تكتسب الطاقة، لا بطريق الاستمرار بسيل Flow بل على كميات أو كوانطوم (هي كلمة لا تبنية تعني كمية أو وجبة) .

إن "الكونطوم" أو "كم الضوء " هو قطاع ضئيل للغاية من الطاقة ، إدراكه ليس أسهل من إدراك وزن الذرة، وهذا الكوانطوم الذي أحدثه "بلانك " هو الوحدة الأولية للضوء و للطاقة يناظر الذرة بوصفها الوحدة الأولية للمادة .

و بهذا غزا المنظور الذري، الضوء تحت قيادة "بلانك" ، وتتلخص النظرية فيما يلي :

كلما كان طول الموجة أقصر كان الكوانطوم أكبر، إذن يختلف كوانطوم الطاقة في مقداره باختلاف أنواع الإشعاع.

– في هذه النقطة يظهر اكتشاف "بلانك" بخصوص مقدار الكم.

وكم الطاقة يختلف باختلاف أنواع الإشعاع ، فكلما قصر طول موجة الضوء أي كلما إزداد ترددها (كلما كانت أكثر بنفسجية) كلما ازداد كوانطوم الضوء . ويعبر عن هذا رياضيا (بعلاقة بلانك بين التردد و بين طاقة الكوانطوم : E=hv أو ط= هـ د

ط : رمز الطاقة E=Energy (د) V التردد

(هـ) h معامل التناسب ، وهو ثابت في جميع أنواع الطاقة المعروفة حتى الآن: لذلك يعرف بثابت بلانك أو "كم" (كوانطوم الفعل . (V. Rydink. A.B.C. of quantum Mechanism

وهو ضئيل للغاية تبلغ قيمته، والتي أشرنا إليها سابقا وهي:

0.000.000.000.000.000.000.000.006.624

نموذج لتطبيق المنهج الرياضي في العلوم .

نحن بصدد دراسة تطبيق المنهج الرياضي في العلوم الفيزيائية ، سنحاول وضع تجربة تطبيق هذا المنهج على مجال ميكانيك الفيزياء حتى تتبين أهمية هذا المنهج في مجال العلوم كافة وكذلك فاعليته من حيث النتائج خاصة وأنه يستعمل الكثير من المعادلات الرياضية ، وهذه الدراسة التي ستضعها استفادت منها علوم الميكانيك بطريقة مباشرة سواء المدينة منها أو المعاصرة.

إن هذه الدراسة وهي بمثابة أنموذج ناجح حول وضع النموذج الرياضي لحركة دولاب مركبات النقل حيث تضمن كتابة التمثيل الرياضي المعامل الاحتكاك بين الدولاب والطريق بخيارات متعددة وكذلك للقوى والعزوم المختلفة المؤثرة على الدولاب ومركبة النقل لمختلف أنظمة الحركة **(هليل، 1998، صفحة 52)**

اعتبرت عملية اكتشاف الدولاب وهو العجلة – Wheel – في تاريخ البشرية قفزة نوعية بالنسبة للعقل البشري حيث ساعدت الإنسان على التقليص من الجهد العضلي عندما كان يحاول تحريك ونقل الأشياء الكثيرة، واجتهد الإنسان كثيرا في تطوير الماكينات والآلات ومركبات النقل المختلفة من أجل تطوير أداء العمل و الاقتصاد بصورة خاصة في توفير المواد الأولية مع وضع منظومة السلامة في العمل والحركة عبر الطرقات .

استفاد علم الميكانيك كثيرا من تطوير الهندسة الإلكترونية التي ساعدت على عملية إجراء بناء دقيق للآلات والأجهزة المستعملة في مختلف المركبات من جانب التصميمات والاختبارات على الآلات .

و يعتبر النموذج الرياضي mathematical Model : بتطبيقاته العملية على أي منظومة لو منشأة بمثابة "مرحلة مهمة من مراحل التصميم وتعرف النمذجة Modelling "بأنها طريقة لدراسة نظام أو ظاهرة معينة وذلك باستبدال النظام الحقيقي الأصلي بنموذج فيزيائي أو رياضي أكثر ملائمة للدراسة أو التحليل مع الاحتفاظ بكل الصفات والخصائص الجوهرية للنظام الأصلي" **(هليل، 1998، صفحة 61)**

اكتشاف الضوء بأن موجات وحبيبات معا عن بلانك

لقد اكتشف بلائك أن الطاقة يتم استيعابها على شكل "كمات"، وبعد ذلك ، تمكن "آينشتين" من إثبات هذه الخاصية حيث أن الطاقة نفسها تحدث على شكل تدفقات وأننا لا يمكن مراجعتها إلا في سلوكها الكمي . ولا يمكن لهذه الصيغة أن تحدث إذا كان الضوء عبارة عن موجة تتحرك علي الأثير بل يجب أن يكون الضوء تيارا من حبيبات تندفع بطاقة معينة من شأنها تحريك الإلكترونات، وقد دعيت هذه الظاهرة بالأثر الكهر ضوئي Photoelatric effectوسميت حبيبات الضوء بالفوتونات .

إن هذه الأفكار دفعت آينشتين إلى تأكيد اكتشاف بلانك و مرد تناسب الطاقة طردا مع شدة توتر الضوء . فالضوء البنفسجي ذو التردد (التوترx الذبذبة) الأعلى في الطيف الشمسي ويتألف من فوتونات ذات طاقة أعلى من الضوء الأحمر ذي التردد الأدنى في الطيف ، وهذه العلاقة البسيطة بين التردد والطاقة في شأن مركزي في ميكانيكا الكم **(السواح، 2002، صفحة 341)**

لقد اكتشف آينشتين بعد تجربة أساسية، بأن المادة هي ذات مزدوجة، بالجسيمات الأولية المشكلة للمادة رغم تركيبها الحبيبي فإنها تتصرف مثل الأمواج و أيضا هذه المسألة أكد عليها بلانك" وفي 1924 اقترح الفيزيائي لوي دو بروي Debroglie بأن للمادة أيضا أمواجا مرافقة ودعم مقولته بحلول رياضية اعتمد فيها على معادلات رياضية وضعها آينشتين وبلانك **(السواح، 2002، صفحة 347)**

وقام بعد ذلك "ديفيسون – Davisson بتجربة فيها النتائج العلمية التي توصل إليها الفيزيائي "دو بروي " التي اعتمد فيها على حلول رياضية وبالتالي اعتبرت المادة بأنها موجة، إضافة إلى كونها جسيمات .

خـــاتمة

خاتمة

حاولنا في الأطروحة أن نمعن النظر في مدى تطبيق الرياضيات و المنهج الرياضي على مادة العلوم التجريبية في صورة الفيزياء النظرية والعملية، وذالك من خلال تطور الفكرة بداية من الفكر الإغريقي مع إقليدس و أفلاطون و أرسطو . الذين حاولوا بناء فكر طبيعي في صورة الفيزياء أساسه المفاهيم الميتافزيقية المنفصلة عن الفكرة العلمية حيث غابت أدوات التجربة وحل محلها التأمل الفلسفي الذي ينتمي إلى المرحلة ما قبل عالمية حسب تعبير باشلار، وبالرغم من ميل الفكر الإفريقي إلى تمثيل الأشياء بصورها فلم يتمكن من الوصول إلى تحديد الخصائص الجوهرية للظواهر وبالتالي عجز العقل الإغريقي أن يشكل أفكارا طبيعية تعتمد على الملاحظة وبناء العلاقات بين الأجزاء لأنه اعتمد على التخيل دون التجارب، رغم وجود لبعض المحاولات في الفلسفة الطبيعية الإغريقية مثل براهين نفي الحركة عند زينون من خلال فكرة اللانهاية ورغم أن أفلاطون اشترط في فهم الحقيقة والجمال والخير إلا بعد فهم وتعلم الرياضيات والجدل باعتباره مادة أساسية للفهم المنطقي.

ومع بداية قيام عصر النهضة في أوروبا في العلوم الفيزيائية بداية مع كوبرنيكوس (1473-1543) الذي أثبت بالمنهج الرياضي أما غاليلي (1564 - 1642) فقد وضع طريقة في البحث العلمي كان أساسها بناء منهج يقوم على النظرة الجديدة للطبيعة والظواهر الفيزيائية حيث أبدع في علم الحركة والحرارة وأثبت نتائج بفضل تطبيقه للمنهج الرياضي والرياضيات

خاتمة

بوجه عام في هذا المجال، وقد أكد على هذه الفكرة بعض مؤرخي العلم في أوروبا بقولهم أن غاليلي حرص على تطبيق الرياضيات في بحث واستقصاء ظواهر الطبيعة كما أكد في أبحاثه وفي القوانين العلمية التي استنتجها على التعبير عنها رياضيا وإدرك من خلال ذلك أهمية الرياضيات التي اعتبرها السر الذي يفك شفرة الطبيعة . وأن العلم الطبيعي لا يمكن فهمه بدون اللجوء إلى الهندسة والأشياء كلها في الطبيعة صنعت من العدد والوزن والقياس.

أما " نيوتن " حقق في تاريخه العلمي انسجاما في بنية الفيزياء الكلاسيكية الذي ظل سائدا إلى أواخر القرن التاسع عشر، حيث بقيت الفيزياء من جانب الموضوع أو المنهج خاضعة لدائرة العلم الذي أرسى قواعده الفيزيائية في هذا العالم ، وقد إستطاع أن يرجع معظم الظواهر الطبيعية في علم الفيزياء إلى مفهومين أساسين هما :

ومفهوم المادة والحركة حيث نشأ في تاريخ الفيزياء التفسير الميكانيكي للكون الذي يقوم أساساً على هذين المفهومين.

وقيل ذلك حاول الملطيين تفسير ظواهر الطبيعة بدون أن تتدخل بعض القوى الخارقة للطبيعة أظهرت بعض الطرق البدائية لشرح بعض الظواهر ما بواسطة التجارب في أيونيا وصقلية وأثينا، ولكن سيطرة الجدل حول عدم مصداقية الشواهد الحسية حال دون وصول الفكر الإغريقي أولا إلى بناء نظرية في الفيزياء وثانيا عدم تطبيق المنهج الرياضي وعلم الرياضيات على الفلسفة الطبيعية. أما هي الفلسفة العلمية الإسلامية مع نموذج الحسن بن الهيثم، لاحظنا استخدام الأدوات والرياضيات في حساب زوايا الانعطاف والانكسار للضوء

خاتمة

بطريقة دقيقة حيث كانت الهندسة والحساب منهجا لإدراك نتائج يقينية أدت إلى تطور علم البصريات وبالتالي إلى قيام دراسة علمية تجريبية على الفيزياء النظرية .

انتقلت المعارف العلمية الإسلامية والروح العالمية التجريبية التي تميزت بالموضوعية والابتعاد عن الذاتية أو ما يسميه ابن الهيثم الهوى إلى أوروبا في القرن الرابع عشر والخامس عشر ، وهذه المعارف كانت من الأسباب الرئيسية التي أدت إلى ميلاد النهضة الأوروبية في كافة مجالات العلم وخاصة علم الفيزياء. وقاصة عالم الفيزياء . اعتقد بعض مؤرخي العلم في أوروبا إن ما ندعوه العلم ظهر في أوروبا نتيجة لروح علمية جديدة في مفاهيم الملاحظة والاستقصاء والتجربة وبصورة خاصة تطورت الرياضيات في صورة المنهج الرياضي ، وهذه المناهج كان مصدرها تطور العلم الطبيعي والرياضي عند المسلمين.

وقد اعتمد "نيوتن" في بناء الفيزياء على المنهج الرياضي واستند إلى الرياضيات في كل نظرياته حيث وضع مجموعة من البديهيات أساسها المعادلات الرياضية منها أن بقاء السرعة ثابتة لا يتطلب أية قوة ، و أن فعل قوة على جسم لا تحدث عنه سرعة بل تغييرا في السرعة ، وحتى قانون الجاذبية الذي اكتشفه يعود إلى تطبيق المنهج الرياضي على هذه الظاهرة حيث أن الأجسام تتجاذب بقوة تتناسب طردا مع كتلتها وعكسا مع مربع مساحتها . وبصورة أخرى ينجذب الجسمان أحدهما إلى الآخر انجذابا يتناسب طرداً مع حاصل ضرب كتلتيهما وعكسا مع مربع المسافة بينهما ، و مع تطور الفيزياء تبين وجود إشكاليات جديدة تطلبت من الفيزيائيين دراستها والوقوف عليها بدقة أكثر حيث وظفت الرياضيات و المنهج

خاتمة

الرياضي في أقصى حالاتها المتطورة لمسايرة البحوث الفيزيائية التي أخذت شكلا أكثر تطورا خاصة مع وجود عالم الفضاء وهو المتغير الأساسي في الفيزياء المعاصرة وأيضا ظهور السرعات الكبيرة جدا وهي مساوية السرعة الضوء، وأيضا تماثل عالم الجسيمات الدقيقة مثل الإلكترون والفوتون ، ولذلك أصبحت الفيزياء مطالبة بتطبيق دقيق للمنهج الرياضي من أجل دراسة هذه الحالات وإعادة النظر في بعض مفاهيم الفيزياء الكلاسيكية منها إشكالية الأثير الذي قام آنشتين بإنكار وجوده وأنكر أيضا فكرة الزمان المطلق والمكان المطلق.

أما مع العالم "ماكس بلانك" فقد تطورت الفيزياء النظرية بشكل سريع جدا، لقد وضع هذا العالم الأسس النظرية لهذا التحول حيث اعتبر في المقام الأول بأن ربط المعارف العلمية المتنوعة بالأسس التجريبية فإن ذلك ينتج عنه تأخر العلم بل يؤدي إلى هدم النظرية العلمية ولذلك وجب على العالم إنشاء عصور عقلية انطلاقا من تجاربه التي تحدث له نتائج التي يقوم بتحليلها وتفسيرها وذلك باللجوء إلى المنهج الرياضي و بهذه الطريقة فتح "ماكس بلانك" باب الاكتشافات الميكروفيزيائية حيث وضع نظريته المشهورة ب "نظرية كوانطوم الطاقة" ومن خلالها بدأ السؤال الفيزيائي في مجال الابستمولوجيا يطرح حول طبيعة الظواهر مثل : "الطاقة والكهرباء ودور الرياضيات في تثبيت الآراء العلمية بواسطة المعادلات الرياضية التي لجأ إليها الفيزيائيين والتي جعلتهم يتقدمون في أبحاثهم الفيزيائية بشكل مسار متسارع جدا . فقد طرح "ماكس بلانك" سؤالا فيزيائيا طبيعيا في صورة نظرية حول طبيعة "الطاقة "

خاتمة

هل يمكن اعتبارها في صورة "تموجات" ، أم أن صورتها ذرية جزيئية متناهية في الصغر .

قد لجأ "ماكس بلانك" إلى المنهج الرياضي في صورته النسقية باعتباره منهجا فرضيا استنباطيا و ذهب بعيد إلى تطبيقه في مجال دراسة للظواهر المرتبطة بالطاقة.

المصادر و المراجع

المصادر و المراجع

1 – أندريه لالاند – الموسوعة الفلسفية، منشورات عويدات – بيروت ط2001،2.

2– إميل بريهية – تاريخ الفلسفة – 1983 – بيروت .

3– ألكسندر ماكوفلسكي – تاريخ علم المنطق ترجمة نديم علاء الدين وإبراهيم فتحي – دار الفارابي– بيروت– 1987–ط1.

4– أرتورمارش – التفكير الجديد في الفيزياء الحديثة– ترجمة على بلحاج – المؤسسة الوطنية للترجمة – بيت الحكمة – تونس – 1986.

5– اسحق نيوتن – رسالة في البصريات ترجمة الياس شمعون – معهد الإنماء العربي – بيروت– 1987.

6 – بنيامين فارنتن – العلم الإغريقي– ترجمة أحمد شكري سالم –مكتبة النهضة المصرية د.ت د.ط.

7 – بيتر مدور –الاستقراء والحدس في البحث العلمي – بيروت – ط. 1– 1991.

8 – بوكرلدة زواوي – قراءة في نظريتي المكان والضوء عند الحسن بن الهيثم 1ط ، دار آل الرضوان للنشر و التوزيع 2010 .

9 – بوكرلدة زواوي – المنهج في معرفة قواعد المنطق – دار لالة صفية للنشر والتوزيع – عين تموشنت – الجزائر 2013.

10- بيل راي – نظرية الفيزياء لدى الفيزيائيين المعاصرين ترجمة نادرة السنوسي ابن النديم للنشر و التوزيع – الجزائر – ط1- 2019

11- بناصر البعزاتي – الاستدلال والبناء بحث في خصائص القلية العلمية- دار الأمان – الرباط – ط1- 1999 .

12 – حسين على – فلسفة العلم عند هانز را بشنباخ – الهيئة العامة لقصور الثقافة – د. ط ، 2015.

13- جنفياف روديس لوييس – ديكارت والعقلانية – ترجمة عبده الحلو- منشورات عديدات – بيروت ط4- 1988 .

14- هانز راينشنباخ – نشأة الفلسفة العلمية – ترجمة فؤاد زكرياء دار الوفاء للطباعة والنشر 2007.

15 – هشام غصيب – الطريق إلى النسبية من كوبرنيك إلى آينشتاين – الجمعية الملكية – الأردن – 1988.

16 – الحسن بن الهيثم – كتاب المناظر – تحقيق عبد الحميد صبرة -1982 .

17 – الحسن بن الهيثم – رسالة الضوء.

18 – حسن العاصمي – تاريخ المنهج في العلوم عند العرب – دار المواسم- بيروت ط2- 1992 .

19 – الحسن بن الهيثم – رسالة المكان – دار المعارف العثمانية – حيدر آباد الهند الدكن ط1 – 1357هـ .

20– ماريو بونج – فلسفة الفيزياء – منشورات وزارة الثقافة – ترجمة حافظ الجمالي 1984.

21– محمود زيدان – نظرية المعرفة عند مذكري الإسلام وفلاسفة الغرب المعاصرين دار النهضة العربية – بيروت– ط1 – 1989 .

22– محمد هشام – في النظرية الفلسفية للمعرفة – أفلاطون – ديكارت – كانط – إفريقيا الشرق – بيروت – 2001 د.ط

23 – ماهر عبد القادر محمد علي – فلسفة العلوم – المنطق الاستقرائي.

24–ماهر عبد القادر محمد على –نظرية المعرفة العلمية – دار النهضة العربية– بيروت – د. ط 1985.

25– مشهد سعدي علاف – منطق العلم وإشكالية الإفتراض الميتافيزيقي محلة دراسات عربية

26– مشهد سعدي العلاف – بناء المفاهيم بين العلم والمنطق – دار عمار – الأردن و دار الجيل بيروت– 1991، ط 1.

27 – محمد محمد قاسم – المدخل إلى فلسفة العلوم.

28 – ميشو كاكو– جنيفر ترينر – ما بعد آيستين ترجمة فايز فوق العادة . اكاديميا – بيروت 1991 . ط 1 .

29 – مصطفى نظبيف – الحسن بن الهيثم– بحوثه وكشوفه البصرية.

30 – محمد على محمد الجندي – تطبيق المنهج الرياضي في البحث العلمي عند علماء المسلمين.

31 – على سامي النشار – الفكر الإسلامي والفلسفة – 1979 مكتبة العارف – المغرب

32–عبد السلام محمد بن عبد العالي / سلم يفوت – درس الابستيمولوجيا – دار توبقال للنشر المغرب – الدار البيضاء – ط2 1988.

33 – غاستون باشلار – القرار العلمي الجديد ترجمة عادل العوا .

34– عبد العظيم أيس ، مقدمة في علم الرياضيات – دار المستقبل العربي – بيروت 1997 .

35– على عبد الله الدفاع – جلال شوقي – أعلام الفيزياء في الإسلام – مؤسسة الرسالة بيروت ط1، 1984 .

36– عبد القادر بشته، آينشتين و فيزياء الذرة – دار النهضة العربية– بيروت 2006.

37 – مسعود بوشخوشة – فلسفة النظرية النسبية قراءة في فكر ألبير آينشتاين – عالم الكتب الحديث للنشر والتوزيع – الأردن 2014 .

38 – فراس السواح – دين الانسان – دار علاء الدين – دمشق – ط3 1998 .

39 – علي بوقليع – مشكلة التفسير الفيزيائي عندها نزريشنباخ – كتاب جماعي مطبوعات جامعه منتوري– قسنطينة – الجزائر.

40 – الخوارزمي محمد بن موسى – مفاتيح العلوم 1324هـ.

41– رنيه تانون – تاريخ العلوم العلم المعاصر ق 20 – ترجمة : علي مخلد المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع – 1991 ط1 .

42–رودلف كرناب – الأسس الفلسفية للفيزياء – ترجمة السيد نفادي – دار التنوير للطباعة والنشر د.ط. د.ت

–43– الحسن بن الهيثم – رسالة المكان – حيدر أباد الركن – الهند 1942.

44– توماس كوهن – تركيب الثورات العلمية.

45– فهمي سليم العروي – مدخل إلى علم الاجتماع دار الشرق – بيروت–د.ط،د.ت

46– الحسن بن الهيثم – مجموع الرسائل – رسالة في ضوء القمر – أباد الدكن 1942

47–أحمد الملوي: –شرح السلم المنورق– الطبعة الثانية، مطبعة مصطفى البالي الحلبي وأولاده بمصر 1938م–1357هـ.

48–أبي العرفان محمد بن علي الصبان: – حاشية على شرح السلم للملوي– الطبعة الثانية، مطبعة مصطفى البالي الحلبي وأولاده بمصر 1938م–1357هـ.

49–محمد بن عبد الكريم المغيلي: – لب اللباب في رد الفكر إلى الصواب– تحقيق وتقديم وتعليق، أبو بكر بلقاسم ضيف الجزائري، دار ابن حزم بطبعة الأولى: 2006م،1427هـ.

50- الرازي، الصفوي: - شرح الغرة في المنطق- تحقيق وتقديم وإعداد: د/ ألبير نادر- دار المشرق بيروت 1983.

المراجع بالفرنسية :

-poper Kane "la logique de la découverte scientifique .

-Jean Kepler- le secret du monde, les belles Lettres.

- Russell B, in introduction of mathématical philosophy, Georg Allen, london 1924 .

- Teil hard de chardin Pierre: le phénomère humain, Édition du sevil, Paris 1955.

-Henri Poincarré la science et l'hypothèse - Flammarion - Paris 1968.

الرسائل الجامعة :

- بوكر لدة زواوي – الأسس التجريبية لنظرية المعرفة عند الحسن بن الهيثم– رسالة دكتوراه دولة إشراف – محمد عبد اللاوي قسم الفلسفة – جامعه وهران – 2004/2003.

- رمضاني حسين– الأسس الفلسفية للزمان الجسماني والروحاني في الفكر الإسلامي أبوبكر زكريا الرازي – أنموذجا – دكتوراه علوم إشراف أ. د.بوكرلدة زواوي– قسم الفلسفة جامعة وهران 2 –2016 –2017.

- آيت أحمد نور الدين – المنهج الرياضي ونظرية المعرفة عند أرسطو– دكتوراه علوم إشراف أ.د بوكرلدة زواوي– قسم الفلسفة ، جامعة وهران– 2012– 2013 .

- جمال قوعيش –إشكالية التطور العلمي –مقاربة ابستيمولوجية بين باشلار و توماس كوهن– رسالة ماجيستير بإشراف أ.د بوعرفة عبد القادر – قسم الفلسفة– جامعة وهران 2004– 2005 .

المجلات و الدوريات :

- المناظرة – مجلة تعنى بالمفاهيم – العدد 2 ديسمبر 1989– المغرب.

- عالم الفكر – المجلد الرابع – العدد 04 الكويت 1974 .

- مجلة الحوار الفكري – العدد 07 – السنة 05 –2005.

- الحياة الثقافية – العدد 189. جانفي 2008 تونس .

– مجلة اتحاد الجامعات العربية للعلوم التطبيقية – العدد –03–1998 – ليبيا.

ملحق :

الليزر " Laser " : تتشكل هذه الكلمة من الأحرف الأولى للعبارة الإنجليزية التالية :

"light amplification by the stimulated émission of radiation"

وهي تعني بالنص العربي " تضخيم الضوء بطريقة الإصدار المحثوث للإشعاع.

والليزر هو جهاز يولد حزمة ضوئية، وضوء الليزر أشد وأقوى بكثير من الضوء الذي يصدر من المنابع والمصادر الأخرى، وهو يتمتع بخاصة الترابط Coherence وهي خاصة لا تتمتع بها الحزم الضوئية العادية .

إن الضوء ضرب من ضروب الطاقة بأخذ شكل أمواج كهرطيسية 'électromagnetic waves".

وهو ينطلق إثر تحول طاقة من شكل ما إلى إشعاع كهرطيسي، إن الميزتين الأساسيتين للموجة الضوئية (light wave) هما طول الموجة "wavelength والتواتر (Frequency، فالأمواج الضوئية قصيرة جدا ، ويتراوح طولها بين 350NM (1NM=M10-9) للضوء البنفسجي و 700NM للضوء الأحمر، أما تواتر الموجه الضوئية فهو عال جدا ويتراوح بين (4X1014Hz) للضوء الأحمر و (8x10 14Hz) للضوء البنفسجي.

السيرة الذاتية :

1- ألبرت آينشتين :

ولد في 14 مارس 1879 في أولم بألمانيا ، عاش منزويا وكان بطيء في الدراسة ولا نمارس النشاط الرياضي إلا قليلا ، وعندما أدرك الخامسة من عمره، لاحظ في الطبيعة البوصلة المغناطيسية ينحرف مؤشرها صوب اتجاه واحد مهما كان وضعها، وتركت هذه الظاهرة في حياته نوعا من التساؤل. التحق بالمدرسة الثانوية ثم غادرها نتيجة لعدم انضباطه تجاه النظام الصارم داخل الثانوية ، ثم التحق بمعهد الفنون التطبيقية بمدينة "زيورخ " حيث بدأ في دراسة الفيزياء والرياضيات ، وفي سنة 1905 تحصل على شهادة الدكتوراه في الفيزياء، وفي سنة 1909 أشتغل أستاذ مساعد في جامعة زيورخ " ، قام بدراسة أبحاث حول الجسيمات المجهرية عن الكميات الضوئية والنسبية وضع من خلالها نظرية كمية عن الحرارة النوعية للمواد الجامدة. وضع نظريته عن النسبية الخاصة في سنة 1905 اعتقد بأن أية نظرية عن الجاذبية يجب أن تتضمن مقدار مساويا من القصور الذاتي وقوة الجذب. وفي سنة 1910 انتقل إلى جامعة "براغ" بصفة أستاذ اشتغل في أبحاثه الكثيرة حول نظرية الجاذبية وفي سنة 1911 تنبأ بأن موجات الضوء تنحني بواسطة مجالات الجذب واستطاع العالم الفلكي " إدنجتون" التأكد من ذلك من خلال تجاربه حول الكسوف الكلي للشمس.

Gott Freid Wilhém leibniz ، غوت فريد فيلهلم ليبنتس (1646-1716) إنه الفيلسوف والعالم والرياضي حيث أسهم بشكل كبير في اكتشاف حساب التفاضل في الرياضيات وكان عالم في الطبيعة حيث درس مبادئ الميكانيك . كما اشتغل بعلوم القانون من خلال إصلاح العلم القانوني كما اشتغل بعلم التاريخ من خلال كتابته لمجموعة من المقالات التاريخية. واهتم أيضا بصناعة المعادن، وكان له الفضل في تأسيس أكاديمية برلين للعلوم سنة 1700 حيث عين رئيسا أولا لها ، واجتهد في إنشاء أكاديمية للعلوم في مدينة درسون. وكتب كتابا أساسيا في مادة البحث الفلسفي حول "مقالات جديدة في الفهم الإنساني" **(ماكوفلسكي، 1997، صفحة 375)**

2- **هنري بوالكارية Poincaré** هو رياضي وفيزيائي فرنسي، اشتغل فيما بعد بالفلسفة وهو من الأتباع الأساسيين لنظرية النسبية الخاصة ، "ونظرية الأنظمة الديناميكية " من أهم مؤلفاته : العلم والفرضية 1902، ثم كتاب قيمة العلم 1905.

3- "**هنرى برغسون** ": فيلسوف ومفكر فرنسي إشتغل بعلوم النفس حول الشعور والذاكرة ، وضع مجموعة من المؤلفات نذكرها – كتاب حول "المعطيات المباشرة للشعور" سنة 1889 Essai sur les données immédiates de la conscience 1829 .

وكتاب " التطور الخلاق سنة 1907 l'évolution créatrice .

تحصل برغسون على جائزة نوبل للآداب 1927 .

4- **ماكس بلانك : (1858 - 1947)** : هو فيزيائي ألماني أسس نظرية "ميكانيكا الكونطوم" أو " كوانطوم الطاقة"، وضع مجموعة من المعادلات الرياضية في بناء الفيزياء النظرية شرح من خلالها قانون الجذب العام. تحصل "بلانك" على جائزة نوبل في الفيزياء عام 1918 ، شرح نظرية الكونطوم بطريقة مفصلة من خلال كتاب " مبدأ الاحتفاظ بالطاقة" " عام 1887 وكتاب "دلالة وحدود العلم" سنة 1941.

Sommaire الفهرس

مقدمة.....أ

الفصل الأول المنهج الرياضي في العلمين الإغريقي والاسلامي

المبحث الأول : أهمية المنهج في المبحث العلمي. 12

المبحث الثاني : العلم الإغريقي وأهمية الرياضيات 20

المبحث الثالث : **أهمية المنطق في التراث الإسلامي**..... 26

المبحث الرابع : العلم الإسلامي والمنهج الرياضي عند الحسن بن الهيثم..... 41

الفصل الثاني : البناء الرياضي في الفيزياء الحديثة

المبحث الأول :نقد المنطق الأرسطي وبداية الفلسفة الحديثة 63

المبحث الثاني : فلسفة كانط حول المكان و أسسها الرياضية 74

المبحث الثالث :أهمية الرياضيات والمنهج الرياضي في بناء العلوم الفيزيائية..... 81

المبحث الرابع : النظرية الفيزيائية والتحليل الرياضي بين غاليلي ونيوتن 97

الفصل الثالث : المنهج الرياضي ونظرية الكوانطوم عند " ماكس بلانك "

المبحث الأول : تطور الفيزياء الحديثة من نيوتن إلى القرن 19 م..... 111

المبحث الثاني : البناء الرياضي لنظرية كوانطوم الطاقة عند "بلانك "..... 121

المبحث الثالث : كوانطوم الطاقة ومبدأ اللاحتمية عند بلانك 133

خاتمة.....142

المصادر و المراجع.....147

السيرة الذاتية :.....156