وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة محمد بوضياف – المسيلة
كلية العلوم الإنسانية والاجتماعية

قسم: الفلسفة تخصص : فلسفة قيم

الموضوع:

جدلية العلم والميتافيزيقا
اينشتاين "أنموذجا"

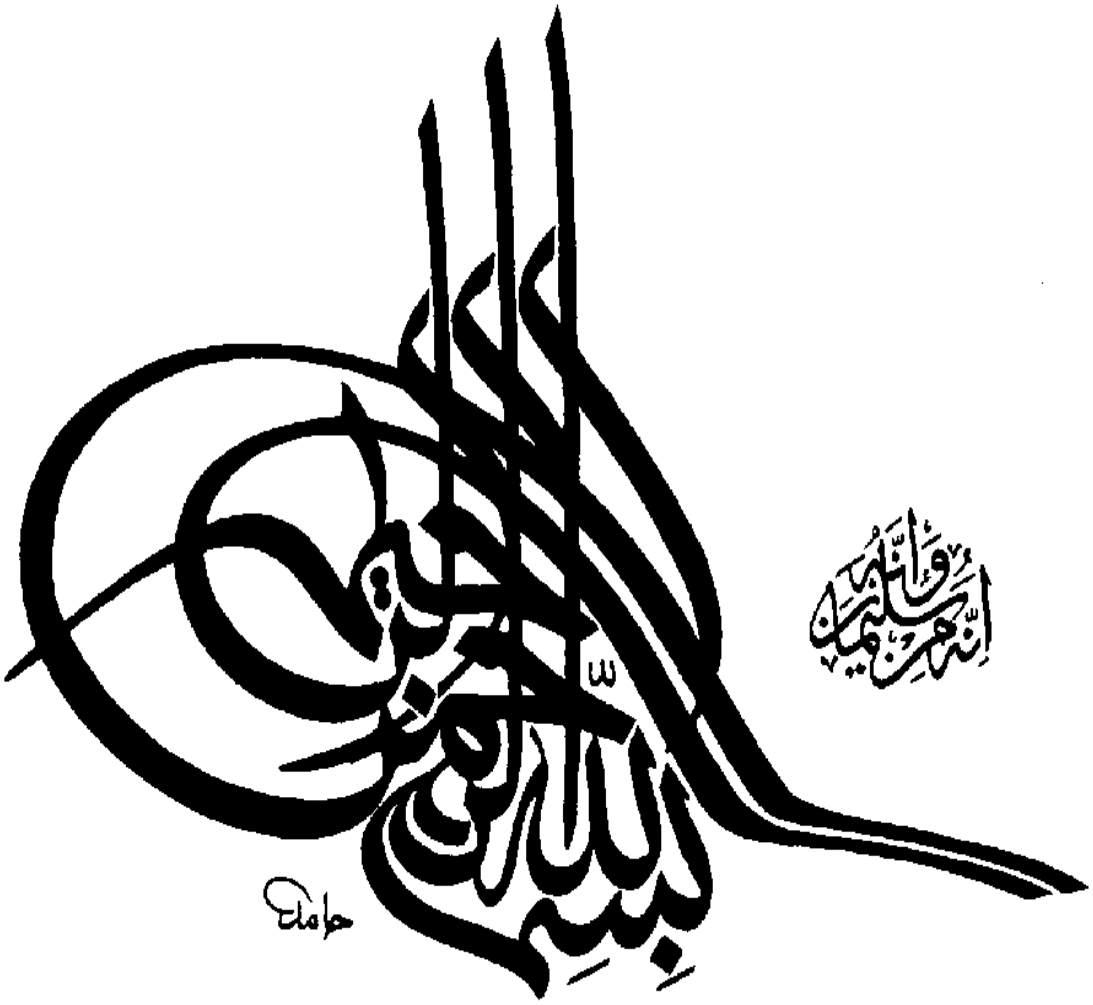
مذكرة مكملة لنيل شهادة الماستر في الفلسفة

إعداد الطالبة: أمال لعشاش

أمام لجنة المناقشة المكونة من السادة الأساتذة:

د. جلول مغورة	أستاذ محاضر أ	جامعة المسيلة	رئيسا
د. الخوني ضيف الله	أستاذ محاضر أ	جامعة المسيلة	مشرفا ومقررا
أ. نسيبة مزواد	أستاذ محاضر ب	جامعة المسيلة	مناقشا

السنة الجامعية : 2017/ 2018


بسم الله الرحمن الرحيم
إنه من سليمان وإنه

شكر وعرفان

بأسمى معاني الشكر الجزيل , والعرفان والتقدير الخالص , أتوجه أستاذي الفاضل الدكتور ضيف الله الخوني , على ما غمرني به من نصائح وتوجيهات علمية ومنهجية , وعلى ما أمدني به من مصادر ومراجع البحث , وما لمست فيه من نبل الأخلاق , ورفعة الشمائل التي عهدته عليها منذ إشرافه علي في الليسانس , فأخذت عنه رفعة الخلق والتواضع .

كما لا يفوتني أن أتوجه بالشكر والإمتنان إلى جميع أساتذة قسم الفلسفة وقسم علم النفس , الذين لم يبخلوا علي بنصائحهم السديدة , وتوجيهاتهم القيمة , والتي بفضلها تم إنجاز هذا العمل المتواضع.

كما لا أنسى زملاء الدفعة كل باسمه . فلهؤلاء جميعا كل الشكر والتقدير .

منذ ظهور الإنسان في الكون وهو يفكر دائمًا محاولا الوصول إلى الإجابة عن الأسئلة التي تحيره بشأن هذا الكون ،كيف بدأ وكيف يسير والى أين المصير ؟وتوالت إجابات الأجيال المتتالية عن هذه الأسئلة لتتطور من الأساطير الساذجة إلى المذاهب الفلسفية والقوانين العلمية .وفي مرحلة ما كان هناك الكثير من التداخل بين العلم والفلسفة ،وأرسطو وابن سينا وبيكون كل منهم فيه مثال واضح للفيلسوف العالم .

ومع ظهور العلم بمعناه ومنهجه الحديث في القرون المتعددة الأخيرة ,أخذ العلم يتميز عن الفلسفة ,حتى أصبح لكل منهما مجال بحثه ومنهجه المنفصل ,وأصبح العلم يعتمد تماما على التجربة التي هي المحك لإثبات النظرية أو تفنيدها ,بينما تقتصر الفلسفة على كونها تأملات وتخمينات نظرية لا أكثر .وقد حدث في السنوات الأخيرة في القرن العشرين تقدم هائل في علم الفيزياء المعاصر وتحديدًا مع البرت اينشتاين الذي غير العالم باختراعاته وأفكاره فهو العقل الأكثر عبقرية بين العلماء في شتى مجالات العلم وربما لا نبالغ لو وصفناه بأحد أذكى العقول البشرية في التاريخ البشري المسجل ,فلقد غير نظرتنا للكون بأفكاره ونظرياته وكأنه أعاد اختراع علم الفيزياء من جديد .

حيث كانت أزمة الفيزياء الكلاسيكية النيوتونية في نهاية القرن التاسع عشر إنذارًا لميلاد جديد عرفه علم الفيزياء مع بداية القرن العشرين و تحديدًا منذ عام 1905 م تاريخ ميلاد نظرية النسبية الخاصة،حيث شهد علم الفيزياء و النظرية الفيزيائية على حد سواء انعطافًا حاسمًا مّثل أساس التحول الجذري،إذ دخل علم الفيزياء على إثر هذا التحول مرحلة جديدة عكست ملامح الجدة،التطور،التمايز و الانفصال التي انفردت بها نظرية النسبية الخاصة نموذج النظرية الفيزيائية المعاصرة عن مثيلتها النظرية الفيزيائية الكلاسيكية وكان هذا في الجانبين العلمي والمعرفي،و هو الأمر الذي دفع إلى الاهتمام بالبحث عن ما يثبت ذلك التجديد المرفق بالتعديل و التجاوز . وفي عمق هذا التحول العلمي الذي شهده علم الفيزياء بدا الإهتمام به من طرف أهل الإختصاص .وفي الحقيقة أن الاهتمام الملفت للانتباه بالنظرية النسبية الخاصة في علاقتها بالفيزياء الكلاسيكية النيوتونية مرده تلك الجدة التي أفرزتها هذه النظرية ,سواء من حيث بنيتها كنظرية فيزيائية معاصرة تعكس رؤية جديدة في قراءة قوانين العالم الفيزيائي أو من حيث طريقة تناولها لهذه القوانين ،إذ أن الطابع المطلق الذي أضفاه نيوتن على الفيزياء آنذاك لم يكن حائلاً دون الوصول بالنظرية الفيزيائية الى ما يجب ان تصل اليه ، ويعود هذا إلى جملة

المساهمات التي شارك بها فيزيائيو القرن التاسع عشر في تطوير علم الفيزياء من جهة ،والمشاركة في الوقت نفسه في تطوير الفكر العلمي لآينشتاين من جهة أخرى ،بالتالي المشاركة المباشرة في ميلاد النظرية النسبية الخاصة التي تم تحقيقها على يد البرت آينشتاين ،حيث تم التحرر الفعلي و الحقيقي من سلطة المطلق النيوتوني و الانتقال الواضح من نظرية فيزيائية تعود جذورها إلى بدايات العلم الحديث إلى نظرية فيزيائية معاصرة تحقيق معنى النسبي في مقابل استئصال المفاهيم الفيزيائية التي من شأنها أن تعطل حركة التطور و تحافظ على روابط الاتصال بمعاني المفاهيم الفيزيائية الكلاسيكية.

وان الدور الثوري الذي لعبته أعمال اينشتاين في تطور المعرفة الفيزيائية وتناوله لأعمق القضايا التي شغلت بال الإنسان . لهذا بالذات نجد أن هناك من يشير إلى أن فيزياء البرت اينشتاين اكتست طابعا فلسفيا اختلفت منهجياته قربا أو بعدا عن التصورات الميتافيزيقية، وهو الدور الذي لعبته النظرية النسبية الخاصة والعامة ,في تغيير الصورة العلمية للعالم. إ ن واقع العلوم في القرن العشرين و ما حققته من تقدم بما في ذلك علم الفيزياء،اعتبر بداية مرحلة جديدة، لعلاقة أكثر جدة تربط العلم بالفلسفة،طرحت من خلالها نظرية النسبية الخاصة تعريفًا جديدًا لمعنى الممارسة الفلسفية يفيد أ ن البحث الفلسفي (الإبستمولوجي) المعاصر يدين في جانب كبير منه إلى النظرية العلمية (الفيزيائية)،لأن بين الفلسفة و العلم عند آينشتاين ما يؤسس لإشكالية العصر بأكمله التي حدد آينشتاين أصولها من خلال نظرية النسبية الخاصة،و بالتالي البحث مجددًا داخل التصور الآينشتايني عن هذه الأصول التي يتضمنها الواقع العلمي المعاصر. ومنه فقد تركز موضوع البحث في إشكالية رئيسية اهتمت باستخراج و تحديد مضمون الممارسة الفلسفية لنظرية النسبية الخاصة، كما سعت إلى فك رموزها المفاهيمية التي تعود في أصلها إلى البنية الفيزيائية المميزة لنظرية النسبية الخاصة. وهذا ما يلمسه كل مهتم بفكر البرت اينشتاين ومشتغل على تأليفه .وفي سبيل الوقوف على فيزياء اينشتاين بشيء من العمق والاستفاضة ، فان الاشكالية التي سنحاول الايجابة عنها في هذا العمل يمكن صياغتها بالشكل التالي:

هل بالإمكان الحديث عن ممارسة فلسفية ترتبط بموضوع نظرية النسبية الخاصة و بخصوصية بنيتها العلمية؟ ترتبط هذه الإشكالية الرئيسة بمشكلات فرعية أخرى لا تقل أهمية عنها تشكل مجتمعة محاور البحث الأساسية،و هي على التوالي:

هل شكل التطور العلمي الذي ميز علمي الفيزياء و البصريات في القرن التاسع عشر قاعدة علمية أطرت واحتوت قيام نظرية النسبية الخاصة،أم أن هذه الأخيرة فرضت موضوعها انطلاقًا من هذا الواقع العلمي المتطور؟ ما مدى جدة النظرية النسبية الخاصة في التأسيس لممارسة علمية أحدثت القطيعة مع واقع العلم آنذاك؟ وما هي ملامح الممارسة الفلسفية التي أثارها آينشتاين تبعًا لطبيعة موضوع النظرية النسبية الخاصة؟

بناء على هذه الإشكالية يمكن القول بان الحديث عن ممارسة فلسفية ترتبط بموضوع النظرية النسبية الخاصة ,يعد بحق من المواضيع الهامة في التطور العلمي والفلسفي. ومن البواعث الأساسية التي أثارت اهتمامي ودفعتني إلى البحث في هذا الموضوع . يمكن تلخيص الدوافع الموضوعية في النقاط التالية :

التعرف وبعمق على الفكر الاينشتايني وما قدمه البرت اينشتاين من تطور علمي وفلسفي .

التعرف على الغاز هذا الكون,من خلال تغير نظرتنا للكون بأفكار ونظريات اينشتاين التي أعادت اختراع علم الفيزياء من جديد .

التعرف على ممارسة فلسفية ترتبط بموضوع نظرية النسبية الخاصة ؛بعيدا عن التوصيفات العاطفية والتناولات المذهبية .

أما فيما يتعلق المنهج الذي اعتمدت عليه في معالجة هذا الموضوع فاني استندت إلى المنهج التحليلي؛ كونه يتناسب مع طبيعة الموضوع .

وكمحاولة للإجابة على الاشكالية المقدمة للبحث، ارتأيت فهم ومعالجة الموضوع من خلال خطة البحث التي حاولت تقدمها على النحو التالي :

مقدمة : وهي بمثابة الاطار العام الذي ترتسم فيه ملامح الموضوع ,هذا من خلال الإحاطة بمعالمه الكبرى، وتحديد الاشكالية المحورية التي تم تقديمها وفق الصياغة سالفة الذكر .

العرض : من اجل التوسع في مضامين الموضوع، ومحتويات عناصره، قسمناه إلى ثلاثة فصول .

الفصل الأول يحمل عنوان تطور الفيزياء الكلاسيكية ويندرج تحته مبحثين فالمبحث الأول فيزياء جاليليو جليلي والمبحث الثاني الفيزياء عند إسحاق نيوتن.

أما الفصل الثاني يحمل عنوان الفيزياء عند البرت اينشتاين ويندرج تحته مبحثين الأول تناول النظرية النسبية الخاصة أما الثاني فتناول النظرية النسبية العامة.

أما الفصل الثالث فيحمل عنوان القيمة الفلسفية للنظرية النسبية ويندرج تحته ثلاث مباحث حيث أن المبحث الأول تناول الفيزيقا (الفيزياء)والميتافيزيقا أما المبحث الثاني فتناول ثورة الفيزياء الكبرى من منظور فلسفة العلم أما المبحث الثالث فتكلمنا فيه عن الدلالات الفلسفية للنظرية النسبية .

وخلصنا في النهاية كما هو متعارف عليه في كل بحث منهجي إلى خاتمة لخصنا من خلالها أهم النتائج والأفكار التي قادنا البحث إليها .

كما يجب التأكيد على أن القيام بعمل أكاديمي وتقديم بحث منهجي ليس بالأمر الهين، بل تواجهه صعوبات جمة وعراقيل مختلفة ,وهذا ما وقع لنا في هذا البحث، ويمكن حصرها في نقطتين هما :

قلة الإعمال والأبحاث حول موضوع البحث والكشف عن ممارسة فلسفية في الفكر الاينشتايني .

الطابع الاكاديمي لأعمال البرت اينشتاين جعل من الصعوبة بما كان التعامل معها، خصوصا من حيث البناء اللغوي والمنطقي .

لكن رغم هذه العوائق والعراقيل إلا انه تم بعون الله إنجاز هذا العمل المتواضع، الذي نأمل أن يكون قد ساهم ولو بالقليل في تحليل بعض الجوانب من الفلسفية في التفكير الاينشتايني .

تمهيد:

في الحقيقة،فإن مصطلح الفيزياء الكلاسيكية عادة ما يطلق لكي يعبر عن النظريات الأساسية للعلم الفيزيائي،والتي استمرت ما يقرب من ثلاثة قرون تقريبا،أي تلك النظريات الفيزيائية التي ظهرت في القرن السابع عشر والثامن عشر والتاسع عشر، ذلك الاتجاه الذي بدأ بشكل جدي مع جاليليو جليلي إسحاق نيوتن وآخرين.

المبحث الأول : الفيزياء عند جاليليو جليلي

إذا كان بيكون قد بقي مشدودا إلى الفكر القديم رغم ثورته عليه وانتقاده لأساليبه في البحث والعمل فإن العالم الإيطالي المشهور جاليليو هو أول من قطع الصلة بالفكر القديم ،وتخلى عن مفاهيمه وأسسه وأساليبه، مدشنا طريقة جديدة في البحث تقوم على نظرة جديدة للطبيعة ،نظرة علمية حقا .

لقد أسس جاليليو العلم الفيزيائي فأرسى دعائم منهاجه (المنهاج التجريبي)،ودشن البحث في أهم فروعه التقليدية الديناميكا أو (علم الحركة)،الحرارة ...الخ)،وأسهم مساهمة كبرى في قيام الميكانيكا النظرية ، علاوة على كشوفه الفلكية [1].

المطلب الأول :سقوط الأجسام عند غاليليو :

ظاهرة سقوط الأجسام ظاهرة عادية معروفة ،وقد فسرها الفلاسفة القدماء تفسيرا ميتافيزيقيا إحيائيا على غرار ما فعلوا بالنسبة إلى ظواهر طبيعية أخرى : فأفلاطون مثلا يرى أن سقوط الأجسام على الأرض على العموم انجذاب الأجسام بعضها إلى بعض ،يرجع إلى قوة خفية كامنة في الأجسام نفسها ،قوة تدفع الجسم إلى نوع من التعاطف مع جسم آخر،تماما كما يميل الناس إلى بعضهم .أما جاليليو فقد لجأ إلى التجربة الذهنية وأخذ يلتمس هذا الفرض ما يؤيده من ملاحظات التي كان بوسعه القيام بها مستعينا بالفكر والخيال حريصا على تصيد الفروق الدقيقة [2] .

"إن نشأة الفروض تقوم على عوامل خارجية وأخرى باطنية .أما العوامل الخارجية أن يبدأ الإنسان من واقعة ملاحظة في التجربة الجزئية ،ويفكر فيها .وابتداء من هذه الواقعة يحاول أن يفترض ما عسى أن يكون القانون الذي تخضع له هي وأمثالها [3]" .أي أن طبيعة التي تساهم في نشأة الفرض الظروف

(1)محمد عابد الجابري: مدخل إلى فلسفة العلوم (العقلانية المعاصرة وتطور الفكر العلمي) ،مركز دراسات الوحدة العربية،بيروت ،ص244 .
(2)محمد عابد الجابري :المرجع نفسه، ص 246.
(3)عبد الرحمن بدوي: مناهج البحث العلمي ،وكالة المطبوعات ،الكويت ،1977، ص146.

المحيطة بنا حيث تكمن أهميتها في البحث العلمي المثال التالي سيوضح ذلك" **لنفرض وجود مصعد مقفل بصورة جيدة،داخل مبنى ضخم ناطح سحاب ،وهو مصعد يتخذه عالم فيزيائي كنظام مرجعي الذي هو الميزان الأساسي أو المقياس الذي يعتمد عليه في كل تقدير واعتبار حيث يجري تجارب.ففي حالة عدم تشغيل المصعد هذا،يكون سقوط الأجسام تجاه أرضية المصعد،يبدأ وكان الجاذبية تتزايد إذ الأجسام تسقط بسرعة اكبر.**

ولنفرض أخيرا،المصعد متروكا لسقوط حر من أعلى العمارة؛ففي هذه الحالة ،لو ترك العالم الفيزيائي ساعته ومنديله لشاهما ،للاحظ أن هاته الأشياء تسبح في الهواء وتبقى في متناوله دون أن تتجه نحو الأرضية[1]".لان ما ينطبق على المصعد من جاذبية خارجية ينطبق أيضا ,على الأشياء داخله . إلا أن هذه الأشياء تبدو لمن هو داخل المصعد وكأنها ثابتة.

"أما الملاحظ الخارجي ،فانه يرى فعلا،أن كل هذه الأجسام :المصعد ،والعالم الفيزيائي ،والساعة ،والمنديل ،كلها تسقط تجاه الأرض بنفس السرعة وهي التجربة التي قام بها غليلي في برج بيزا المائل ،والقصد منها التأكد من أن كل الأجسام تسقط ضرورة بنفس السرعة .وأما بالنسبة إلى عالم الفيزياء داخل المصعد ،فلا وجود ل علو ولا ل تحت ،ولا وجود لإتجاه مفضل :أن الجاذبية قد تلاشت والمصعد أضحى نظاما جاليليا [2]". أي هو نظام ينسب إلى غليلي ومفاده أن كل نظام تكون فيه الحركات متسقة الانتظام. وقد رأينا، عند كلامنا عن قانون سقوط الأجسام عند جاليليو ،كيف أنه ابتدأ من ظاهرة أو واقعة بسيطة مشاهدة ،هي ازدياد الإسراع كلما اقترب الجسم من الأرض ف أدى به هذا الذي شاهده إلى افتراض قانون يمكن أن تسير عليه الأجسام في سقوطها.

"قد تنشأ الفروض من مجرد الصدفة ،فكثيرا ما يقع الإنسان على ظواهر تهديه إلى وضع فرض دون أن يكون قد قصد إلى ذلك فعلا.

أما العوامل الداخلية فهي أخطر من هذه بكثير ؛ذلك أن العوامل الخارجية ليست إلا مجرد فرص ومناسبات لوضع الفرض ،ولا يمكن بأي حال من الأحوال أن تكون شروطا كافية للافتراض ،أما العوامل الباطنية فالأمر يتوقف على الأفكار التي تثيرها الظواهر الخارجية في نفس المشاهد [3] ".

---

(1)Paul Couderc : La Relativité PUF;1941 ;P102.

(2) بول كوديرك: المرجع نفسه ، ص 102.

(3)عبد الرحمن بدوي: مناهج البحث العلمي، ص 146.

اهتم غليلي بإقامة قوانين جديدة لسقوط الأجسام .ويستفاد من موقفه من هذه المسالة الأخيرة أنه سار في اتجاه مناهض لأرسطو.فقد كان أرسطو يعتقد أن الجسم يبقى في سكون دائم ما لم يتعرض لمؤثر خارجي يحول سكونه إلى حركة ؛إذ الأصل في الأشياء السكون والثبات.أما الحركة فتحدث أما من جراء ابتعاد الأجسام عن أصلها، وهو مركز الأرض،لاسيما بالنسبة للأجسام الثقيلة،والأعلى بالنسبة للأجسام الخفيفة،أو من جراء اكتسابها لها من طرف علة خارجية.فكل حركة لابد أن تكون ناتجة سبب أو قوة ما.لكن غاليليو سيسير عكس هذا الاتجاه الطبيعي إذ سيؤكد أن الأصل في الأشياء هو الحركة ،أما السكون فمجرد حالة عابرة ووقتية،إذ لو افترضنا وسطا خاليا من المعوقات وكل أشكال المقاومة لاستمر الجسم في حركته إلى الأبد.غير أن ما تجدر الإشارة إليه أن غاليليو لا يتحدث عن هذا القانون إلا في حالة سقوط الأجسام ،لكن هذه الأخيرة محدودة ،لأنها تنتهي حينما يلامس الجسم الأرض . و إن اختلاف مسافة السقوط يؤدي إلى اختلاف سرعة الأجسام الساقطة ..بمعنى أن الزمن الذي يستغرقه الجسم في السقوط يتعلق بالمسافة [1].

المطلب الثاني :التليسكوب عند جليلي:

إن جاليليو الذي تبنى نظرية "كبلر" واستعمل التلسكوب لإثباتها،فقد أرغمته محاكم التفتيش على التوبة ووضع تحت الإقامة الجبرية طوال حياته منذ عام 1633 .خاصة بعد أن نشر ملاحظاته في التلسكوب ،وكان يطالب باستقلالية العلم عن الدين ،وقد عبر عن فلسفة العوم لديه بكتابه the Essayerالذي يعني فحص الدار وفي حدث الاعتقال نشر أهم عمل علمي له :محاضرات في علمين جديدين في عام 1638 وبه أعلن آرائه حول الجاذبية الأرضية والتي اعتبرت أساسا لكل ميكانيكية تقليدية بعد ذلك ،كما اكتشف مبادئ لنواس،مؤكدا أن الأمر الطبيعي لكل سقوط هو الحركة المستقيمة ما لم تؤثر قوة ما على الجسم الساقط ،وكانت لآرائه في الديناميكا الميكانيكية أهمية كبرى بتطوير هذا العلم [2].

في عام1609،علم جاليليو بوجود نظارة مصنوعة في هولندا تسمح بتقريب الأشياء البعيدة (التليسكوب).فهو ليس عالم رياضيات فقط ولكنه مجرب ماهر أيضًا ،فعندما لا يُحَسِّن من الأدوات القديمة يبتكر أدوات جديدة .وعندما سمع جاليليو عن التليسكوب سعى، على ما يبدو، إلى إتقان استخدام هذه الأداة حتى قبل أن تلمسها يداه .فصنع لها العديد من النماذج القادرة على التكبير حتى عشرين مرة .ولا يعد جاليليو

(1)محمد عابد الجابري: مدخل إلى فلسفة العلوم (العقلانية المعاصرة وتطور الفكر العلمي)، ص250.

(2)هاني يحيى نصري : دعوة للدخول في تاريخ الفلسفة المعاصرة، ط1 ، المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع ، بيروت ،2002 ،ص 155-156 .

أول صانع تليسكوبات يوجه تليسكوباته إلى السماء ،ولكنه هو من أحسن استخدامها؛ لأن الأدوات التي يصنعها تكون ذات جودة عالية.

في عام 1610، أصدر جاليليو كتيبًا بعنوان " رسول سماو ي" وكان يحتوي على سلسلة من الاكتشافات التي تجعل من جاليليو فاعلًا أساسيًّا في تاريخ علم الفلك . فقد أعلن أن سطح القمر ليس "لامعًا ولا منتظمًا ولا ذا شكل كروي كامل مثلما ظنت كَتِيبة الفلاسفة "،ولكننا نجد عليه جبالًا وأودية .أما الكواكب ،فهي تختلف عن النجوم؛ فتظهر في التليسكوب كأقراص بينما تحتفظ النجوم بمظهرها ذاته الذي تبدو عليه بالعين المجردة .ويعلن جاليليو أيضًا في كتيب "الرسول" عن اكتشافات أخرى عديدة ،ولكن اكتشافه المدوي هو بلا شك "أقمار جاليليو الأربعة التابعة لكوكب المشتري" . وتتراوح فترتها الفلكية من يومين على الأقل فيما يتعلق بإيو وهو الأقرب، إلى ستة عشر يومًا لكاليستو (المسافة بينها وبين الكوكب الأصلي ضئيلة).

عندما نتطرق إلى العادات ربما يكون الحجاج متدنيًا للغاية .ففي عام 1610،أصدر عدو لجاليليو يُدعى مارتن هوركي مقالة نقد لكتيب "الرسول السماوي" ،يعترض فيها على اكتشاف أقمار المشتري ؛لأن المنجمين ،على حد قوله، كشفوا الطوالع واضعين في اعتبارهم كل الأجرام السماوية المتحركة مقارنة بالنجوم الثابتة .فلا فائدة إذن للنجوم المديسية ، هذا هو الاسم الذي أطلقه جاليليو في البداية على الأقمار التي اكتشفها .وبما أن لله لا يخلق أشياء بلا فائدة فلا وجود لهذه النجوم .ولكن رد مناصرو جاليليو بطلاقة دون خجل، فقالوا إن أقمار المشتري لها فائدة واحدة على الأقل؛ وهي إثارة غضب هوركي![1]

إن الاكتشافات المعلنة في كتيب "الرسول" تسببت في حصول جاليليو على ترقية رفيعة تُسمى " رياضيًّا وفيلسوفًا" من دوق تسوكانا الأكبر .وفي فلورنسا كان اليسوعيون يسيطرون على التعليم، وهو ما أسف له جاليليو ولكنه استعد أيضًا للصراع ضد أتباع أرسطو .فمن وجهة نظرهم يتصف عالَم ما تحت القمر للأسف بعدم الإتقان والتغير، بينما لا يحتوي العالم السماوي الذي لا يتغير إلا على الأشكال الهندسية الكاملة . فيمثل نبأ اختلاف شكل القمر قليلًا عن شكل الكرة تكذيبًا لاذعًا لفلسفتهم .ويمثل أيضًا وجود أقمار المشتري خطرًا أكبر على مستقبل تعليمهم .ففي العالم البطلمي تدور كل الأجرام السماوية حول الأرض .فما هي إذن هذه النجوم التي تهرب علنًا من كوكب الأرض، والتي تشبه بصورة خطيرة لم يتوقف ما حصده جاليليو عند هذا الحد .فوجه تليسكوبه إلى زحل فلاحظ أنه ترافقه كتلتان .ولكن أداته ليست قوية بالدرجة الكافية لكي

(1) فرانسوا زوتن: جاذبية مدهشة ، ترجمة مشال نشأت شقيق حنا ،ط1 ، دار الهنداوي ، القاهرة ،2012 ،ص 131.

يرى فيه حلقة .ولاحظ البقع الشمسية، وهو ما يعد دليلًا جديدًا على أن عدم الإتقان يؤثر أيضًا على العالم السماوي .وفي ديسمبر 1610،أنهى جاليليو اكتشافاته الفلكية الكبرى بالكشف عن أطوار كوكب الزهرة .فعلى غرار أطوار القمر تثبت هذه الأطوار أن لمعان كوكب الزهرة ليس إلا انعكاسًا لضوء الشمس، [1] وهو ما يمكن تفسيره بسهولة في إطار نظرية مركزية الشمس للكون، ولكن يصعب فعله في النظام البطلمي أو في الوصف الساذج للمفهوم الأرسطي الذي شهد رواجًا في نهاية العصور الوسطى ،ولكن هذه الأطوار لا تستبعد نظرية مركزية الأرض للكون؛ نظرًا لأنها متوافقة مع نظام تيخو براهي، الذي لا تزال فيه الشمس هي التي تدور حول الأرض و لم يكن موقف أتباع أرسطو أقل حرجًا .فكان يتعين عليهم رد الهجوم [2].

المطلب الثالث :جاليليو ونشوء علم الديناميكا :

نظريات جاليليو العلمية المشهورة فهو أول من وضع قانون سقوط الأجسام في صورة رياضية محددة وأول من فتح الباب لعلم الديناميكا (علم حركة الأجسام المادية)وجعل الميكانيكا علما رياضيا وكان مهتما بتصور الحركة motion of conception وشغلته أفكار القوة force والمقاومة résistance والسرعةvélocité والعجلة Accélération وقد أعطاها تعريفات شبيهة بتعريفات الخط والمنحى والزاوية .

إن فهم حركة الأجسام المادية يعتبر بحق الثمرة الأولى لاستخدام علم الفيزياء فعلم الحركة أو الديناميكا وهو جزء من علم الفيزياء ،وأمدنا بطريقة وزودنا بمعلومات مكنتنا ولا يزال تمكننا من زيادة فهمنا للطبيعة أو الكون ،لذا يرتبط اسم جاليليو بصفة خاصة بالأبحاث الأولى في هذا الموضوع لأنه كان أول من نفذ ببصره إلى أهمية المشاهدات في حركة الأجسام والى كنه القوانين التي تربط بينها [3].

ولقد نشأ أول فهم حقيقي لحركة الأجسام في القرن السادس عشر بفضل جاليليو الذي خرج على الأفكار السائدة في عصره ،وكرس حياته لابتكار التجارب وتعليلها ،فتوصل إلى فهم حقيقي لطبيعة الحركة ،واستوعب الدور الرئيسي الذي تلعبه العجلة في جميع الحركات الديناميكية ،حيث أن العجلة هي معدل السرعة بالنسبة للزمن أو هي معدل تغير السرعة بالنسبة لوحدة الزمن ولذا فهو الذي وضع علم الديناميكا في مجراه الحديث على هيأة التعميم الشامل من التجربة .

---

(1) سيول أيدون: فضولية العلم ، ط 1 ،مكتبة الفكر الجديد ، دار الساقي ،2007 ،ص63.

(2) فرانسوا زوتن: جاذبية مدهشة ، ص ــ133 .

(3) Mott Smith : This Mathematical World، Appleton & Co، 1931، P،243.

معظم البحوث الأولى في علم الديناميكا كانت تتعلق بحركة الأجسام الساقطة ،إذ أن حركة هذه الأجسام هو ابسط الحركات الممكنة مشاهدتها بسهولة ،وفي عصر جاليليو كانت البحوث متأثرة بآراء أرسطو الذي كان يعتقد أن لكل جسم وضعه الطبيعي فالأجسام الثقيلة مكانها تحت الأجسام الخفيفة مكانها فوق ،لذا كان من الطبيعي أن تسقط الأجسام الثقيلة لتبحث عن المكان الخاص بها ،وزيادة على ذلك ،فقد كان ممن يتفق مع هذه الاتجاهات الطبيعية أن تسقط الأجسام الثقيلة بسرعة أكبر [1].

المطلب الرابع :محاكمة جاليليو جليلي:

خلال عصر النهضة سعت الكنيسة الكاثوليكية ورجال الدين أيضا في أوقات مختلفة لفرض رقابة على النصوص والعلماء خاصة عقب سيطرة المحافظين على الكرسي ألرسولي منذ وفاة البابا جول الثالث سنة 1555م مما أدى إلى إدانة بعض العلماء وأشهرها قضية إدانة جاليليو جليلي سنة 1633م ،وخلال عصر النهضة ظهر كل من عالم الفلك نيكولاس كوبرنيكوس والذي كان راهبا وقد صاغ نظرية مركزية الشمس والكون والأرض جرما يدور في فلكها وذلك سنة 1543م [2]. في حين أن موقف الكنيسة كان بسيطا نسبيا فبعد حركة الإصلاح المضاد لم تكن قراءة الإنجيل محلا لأي تفسير .على الرغم من أن ذلك كان مسموحا به ،ففي حين أن كل إنجيلي كان له الحق بل واجب عليه أن يعكف على مسائل العقيدة .كانت الكاثوليكية ترفض تقسيم العقائد .وتؤكد من جديد على قيمة العادات وتقوم بالتشهير بأي انحراف عن التعاليم الألفية لآباء الكنيسة ،معتبرة إياه هرطقة .ولكن لا يمكن اعتبار كتاب الحوار عرضا موضوعيا لنظامي العالم ؛فالكفة تميل بصورة واضحة ناحية كوبرنيكوس .وفي هذه الظروف ينتهك جليلي مرسوم 1616م الذي يحظر تدريس نظرية مركزية الشمس للكون .وبالإضافة إلى ذلك يرتكز الدليل الذي يقدمه على حركة الأرض على نظرية خاطئة حول المد والجزر.

كانت نظرية خاطئة في نظر خبراء الفاتيكان وفي نظر خبرائنا أيضا،كان الوضع غريبا فقد لامت محكمة الكنيسة جاليليو على خطأ في الاستدلال في المجال العلمي .وكان عالم اللاهوت الكاردينال بلارمينو هو الوحيد ذا الرؤية الثاقبة عندما تنبأ بأن جاليليو لن يكون قادرا على إعطاء دليل علمي لحركة الأرض .وفقط في نهاية القرن السابع عشر اقترح نيوتن نظرية تفسير حركة الأرض والكواكب بالإضافة إلى ظاهرة المد والجزر في إطار متناسق ولن يشكك أحد بعد نيوتن في حركة الأرض لكن لا يزال الدليل التجريبي مفقودًا .

(1)عبد الفتاح مصطفى غنيمة : فلسفة العلوم الطبيعية (النظريات الذرية والكوانتم والنسبية)، ص 41.

(2)محاكمة جاليليو جليلي ــ الموسوعة الحرة :https://ar.wikipedia.org/wiki/محاكمة_جاليليو_جليلي

وعندما نذكر المحاكمة الشهيرة يجعل البعض من جاليليو البطل الذي دافع عن العلم ضد ظلمات الدين لكن الكنيسة هزمته في مجال تخصصه ؛الميكانيكا وفي المقابل عندما تعلق الأمر بتفسير الإنجيل،تفوق جاليليو على علماء اللاهوت ففي عام 1616م دافع جاليليو عن نظرية الشمس للكون مشيرًا لبلارمينو إلى أن نظام كوبرنيكوس لا يتعلق بالإيمان ولا بالأخلاق .ويرى جاليليو أيضا أن كتابي الإنجيل قد لا يهيؤا كتاباتهم مع أفكار عصرهم ومفاهيمه .فيجب بالطبع أن نحافظ على الحقائق الأساسية للمسيحية لكن ينبغي أن نأخذ بعين الاعتبار تطور المعارف عندما نعكف على النصوص التي تخص تكوين الطبيعة .و لم يكن ذلك موقف بلارمينو، فحتى إذا كانت نظرية مركزية الشمس للكون لا تهدد مباشرة الإيمان ولا الأخلاق ،فهو مقتنع بأن الإقرار بها قد يزعزع سيطرة الكنيسة وتفسير الإنجيل بأكمله.فكان الجدال محتدما بين مصلح معتدل وسلطة قائمة ترفض أي تنازل حول أساس العقيدة [1].

وبعد محاكمة جاليليو بأربعة قرون تغيرت الأمور ،ففي عام 1979م أنشأ البابا جون بول الثاني لجنة مكلفة برد اعتبار جاليليو ،وأعرب عن رغبته في أن يفحص علماء اللاهوت وعلماء ومؤرخون حالة جاليليو بعمق وفي عام 1992م صرح البابا جون الثاني أمام الأكاديمية البابوية للعلوم أن الراعي يجب أن يبدي استعداده للتحلي بجرأة حقيقية متجنبا الحقبة المزدوجة المكونة من المواقف المترددة والحكم المتسرع. وقد حُكم عليه بالسجن مدى الحياة ثم خفف البابا الحكم إلى الإقامة الجبرية. ثم عاش جاليليو بعد ذلك منعزلًا في فيلته في حي ألستري بالقرب من الدير الذي التزمت فيه ابنتاه بالنذور .وفي عام1634 ابتُلي بوفاة ابنته الكبرى الأخت ماريا سلست ضحية لمرض صاعق .وفي عام1638بعد ابتلائه بالعمى أصدر الخطاب حول علمين جديدين ومنع المجمع الديني نشره ولكن أرسل جاليليو مخطوطه إلى مدينة ليدن لكي يتم نشره. لم ييأس جاليليو قط [2].

المطلب الخامس :الحتمية الرياضية عند غاليليو:

إن الحديث عن الحتمية الرياضية له امتداداته التاريخية،لكنه بلغ ذروته في المجال النظري مع المفكر الرياضي ديكارت ،وما يلفت الانتباه في فلسفة ديكارت أنه استغرب لدقة الرياضيات وحتميتها ورغم ذلك فإن العلوم الأخرى لا تستفيد من هذه الحتمية العلمية ،و أن عجز ديكارت عن تحقيق الجانب العلمي التطبيقي

(1)سيول أيدون: فضولية العلم ،،ص62.

(2)فرانسوا زوتن: جاذبية مدهشة ، ترجمة مشال نشأت شقيق حنا ،ط1 ، دار الهنداوي ، القاهرة ،2012،ص 143-145.

للرياضيات ،فإن بعض العلماء استطاع أن يحقق هذه الغاية ويعطي للحتمية الرياضية جانبها العلمي [1] ومن أبرز هؤلاء العلماء جليلي " **وقد رصدوا جميعًا قدرًا كبيرًا من جهودهم العبقرية الفذة لمعالجة مشكلات استهدفت تحسين الملائمة بين نموذج نيوتن الإرشادي وبين مشاهدات الأجرام السماوية ،وعمل الكثيرون من هذه الشخصيات المرموقة في أن واحد على استحداث الرياضيات اللازمة للتطبيقات المطلوبة**[2] ".

لقد ظلت القوانين العلمية بعيدة عن الواقع المحسوس حتى جاء العالم الايطالي جاليليو جليلي فأنزلها إلى أرض الواقع ،فكان من الأوائل الذين شيدوا قوانين حتمية رياضية تحكم الحركة فدمج بذلك بين اللغة الرياضية وبين اللغة الفيزياء التجريبية ،ومن هنا قطعت الحتمية العلمية عموما والرياضية على وجه الخصوص شوطًا كبيرًا وانتصارًا حقيقيًا على المستوى الواقعي ،وبدأت العلوم التجريبية في التخلص من لغة الكيف متجهة إلى لغة الكم ،والتي كان مصدرها رياضي ،و أمن جليلي إيمانًا لا ريب معه أن لغة الحركة هي الرياضيات ،بل إن الرياضيات هي لغة الكون بأسره،و أن التغير الحركي يمكن وصفه وصياغته في صورة دالة رياضية حتمية ، وكان الشعار والمبدأ العلمي لجليلي أنه لا شيء قابل للمعرفة إلا ما هو قابل للقياس ،ومن ثم حصر العلم في الدراسة الكمية وألغى أي عنصر كيفي فيه[3].

والغرض من هذا كله التخلص من الطابع السببي الفوضوي والعشوائي للدراسات الكيفية السابقة وتعويضها بدراسات قانونية رمزية تكون أكثر حتمية ووضوحًا ودقة ،لأن اللغة الرمزية والقانونية كفيلة بمساعدتنا على التبليغ و الإقناع كل ذلك مع الاقتصاد في الوقت والجهد .

ومن بين القوانين العلمية التي صاغها جليلي صياغة رياضية لينقلنا إلى شمولية الحتمية قانون الأجسام الساقطة ،إذ انتهى جليلي إلى أن الجسم يسقط بسرعة تتزايد بانقضاء الزمن من لحظة انطلاق سقوطه كما أن سرعة الأجسام التي تقذف إلى أعلى عموديا تتناقص وفقا لنفس القانون ،وانتهى جليلي إلى العلاقة الرياضية التالية ف=1/2 ع ن^2

حيث تمثل :

.ف: المسافة التي يقطعها المتحرك

.ن: يمثل الزمن

(1)الدراجي زروخي : نحو فلسفة التاريخ ، ط1 ، دار صبحي للطباعة والنشر ، غرداية ، 2013 ، ص65.

(2)توماس كون : بنية الثورات العلمية ، ترجمة شوقي جلال ،سلسلة عالم المعرفة ، العدد 168 ،الكويت ، 1978 ،ص63 .

(3)عبد الفتاح مصطفى غنيمة : فلسفة العلوم الطبيعية (النظريات الذرة والكوانتم والنسبية)، ص37 -38.

.ع: تسارع الحركة [1].

وبإهمال مقاومة الهواء فإن هذا القانون يتحول إلى قانون حتمي عام يحكم حركة كل الأجسام التي تسقط سقوطًا عموديًا حرًا.وبهذا مهد جليلي وعبد الطريق لظهور الحتمية الفيزيائية التي بلغت ذروتها مع إسحاق نيوتن .

المبحث الثاني: الفيزياء عند إسحاق نيوتن:

المطلب الأول:حساب التفاضل والتكامل:

كان نيوتن منذ الصغر يميل إلى العزلة والتأمل،وقد ساهمت نشأته الريفية في دفعه إلى عشق الطبيعة ،وحياة التفكير وحب الاستطلاع ،والميل إلى معرفة أسرار العلم والكون. ولكي ندرك مكانة نيوتن العلمية ،ونقف على حجم عبقريته الفذة ،فاكتشافه الذي لعب دورا كبيرًا في تطوير علم الرياضيات ،النظرية الرياضية ذات الحدين ،فهو حساب التفاضل والتكامل،الذي عجز عنه كل من أرخميدس وإقليدوس في بحثهما عن تقدير مساحات الأشكال المحاطة بخطوط منحنية [2].

ولو لم ينجز نيوتن في حياته أي شيء أخر سوى وضعه لأسس حساب التكامل والتفاضل؛ لكان ذلك كافيا لجعله في مقدمة العقول التي ساهمت في تقدم البشرية عموما، وتقدم العلوم الرياضية خصوصًا. وبعبقرية نيوتن الفذة استطاع وهو في عامه الرابع والعشرين أن يكشف ويضع المعادلات الرياضية التي يمكننا بواسطتها تقدير وتحديد أحجام مساحات الأشكال المحاطة بخطوط منحنية ،وقد وضع أكثر من ذلك من خلال المعادلة الرياضية التي تفسر تغير معدل المسافة بالنسبة لزمن في أي لحظة مقدارين يتغير احدهما بالنسبة لتغير الثاني ،وهذه المعادلة هي أساس حساب التفاضل وبهذا الحساب يمكننا معرفة المسافة أو السرعة التي يقطعها أي جسم متحرك في أي لحظة بالنسبة لجسم أخر متحرك أيضا.

أما تحديد أجسام ومساحات الأشكال المنحية فقد وضع لها نيوتن معادلة أخرى هي أساس حساب التكامل ،وكانت طريقة نيوتن في غاية البساطة إذ لج أ إلى تقسيم الشكل المراد قياس مساحته إلى أشكال متناهية في الصغر ،ثم عمد إلى إيجاد مساحة كل شكل على حدة ،ثم قام بجمع مساحات الأشكال الصغرى فكانت النتيجة هي الوصول إلى مقدار المساحة الأصلية والكلية للشكل المطلوب تحديد مساحته [3].

---

(1)يمنى طريف الخولي : فلسفة العلم من الحتمية إلى اللاحتمية ، دار قباء للطباعة والنشر والتوزيع ، القاهرة ،2001،ص 193.

(2)فيصل سعد كتر :إسحاق نيوتن مكتشف الجاذبية الأرضية ،مراجعة نجيب اللجمي، دار المعارف ، تونس ، ص14.

(3)عاطف محمد : مستكشف قانون الجاذبية ،ط1 ،دار اللطائف ، القاهرة ،2003، ص 14 ــ15 .

ولقد استرشد نيوتن بطريقة الميكانيكية من حيث متغير دالة هو الاسم الذي أطلقه على تلك الأعداد المتزايدة أو المتناقصة بطريقة تدريجية أو غير محددة والتي أعطى لها رمزا u.x.y.z أما في ما يتعلق بالسرعة التي تتلقاها هذه المتغيرات من الحركة المولدة ـــ السرعة هي التي اسماها مشتقات ـــ وعبر عنها بحروف منقوطة [1].

المطلب الثاني :البصريات:

جهد نيوتن الذي شارك به في نظرية الضوء و الألوان ينعكس من خلال مؤلفه "البصريات" وسلسلة أعماله التي سبقت صدور هذا المؤلف، اهتمامه بوجه خاص بمسألة تحليل ضوء الشمس المركب من جهة، وإثبات أنه خليط غير متجانس من الأشعة الضوئية ذات الطبيعة الجسيمية، وبالتالي مجموعة من الألوان من جهة أخرى، وتبقى خاصية قابليتها للانكسار هي المعيار الذي سيحدد لون كل شعاع عن الآخر . حيث أن إيمان نيوتن بدرجتي المنهج العلم يوما :قيمة التجربة المخبرية الحسية والنظرية الاستقرائية على حد سواء جاء بناءً على تجارب حاسمة الغرض منها إقصاء نظريات فلسفية هيمنت على علم البصريات منذ عهد أرسطو طاليس، حتى العصر الحديث، عصر الفلسفة الديكارتية والتأسيس بالمقابل لنظريات علمية استقرائية مستوحاة من التجربة. وأكد نيوتن بأن اللون الأبيض مزيج من الألوان، وما يميزها عن بعضها بعض هو قابليتها المختلفة للانكسار داخل الموشور Prisme، أي ان المبدأ الأساسي لنظرية نيوتن في الضوء والألوان، مفاده أن الضوء الأبيض يتكون من مجموعة إشعاعات غير متجانسة كل واحد منها متفرد عن الآخر وأصلي. وهو ما يعني أن اللون خاصية أصلية للإشعاعات الضوئية المتجانسة، سابقة ومستقلة عن كل انكسار يتصف بالموضوعية، أي أنه خاصية توجد مستقلة عن الموضوع، وشروط المدرك . وهو الزعم الذي فنده نيوتن حينما استبعد أن يكون الانكسار سبب وجود الألوان، بناء على أن الضوء الأبيض ليس ملونًا، إذ يقول نيوتن بشأن هذا ما نصه":**تختلف قابلية الضوء للانكسار باختلاف ألواها**" أي أن انكسارية أشعة الضوء هي وضعية تحول وجهته من وسط إلى وسط آخر [2].

المطلب الثالث :التلسكوب العاكس

كان نيوتن يعتقد أنه لا توجد طريقة لتصحيح الزيغ اللوني الناشئ عن صنع العدسات في التلسكوب الكاسر.ومن المفيد أن نذكر أن العدسات الخالية الأهداب اللونية لم يتم إنتاجها إلا بعد ذلك بمائة عام، فتوقف

(1)كلود بريزنسكي : تاريخ العلوم ،اختراعات واكتشافات وعلماء،ترجمة سارة رجائي يوسف ،ط1 ، دار الهنداوي القاهرة ،2015 ،ص 21.
(2) مسعود بوشخشوخة: فلسفة النظرية النسبية قراءة في فكر ألبرت اينشتاين ،ط1 ،عالم الكتب الحديثة ، الأردن ،2014 ، ص23 -24.

عن استعمال العدسات وابتكر تلسكوبًا عاكسًا يتكون من مرآة أولية على شكل قطع مكافئ جانب الأنبوبة[1].

والتلسكوب العاكس الذي اخترعه نيوتن يتكون من مرآة على هيئة قطع مكافئ (م) تكون صورا للأجرام السماوية في نقطة (و) داخل أنبوبة المنظار. ولكن قبل أن تتجمع الأشعة في البؤرة عند ل(و) تعترض سبيلها مرآة صغيرة (م) على محور المنظار ،لترددها أو تعكسها بدورها إلى (و) التي تقع خارج الأنبوبة لكي يمكن مشاهدة الصورة[2].

وتتلخص طريقة صنع التلسكوب نيوتن في الخطوات التالية:

- إحضار مرآة مقعرة قطرها 114مم (4 بوصات) لتكون القطعة الشيئية في التلسكوب.
- إحضار عدسة لامّة لتكون عينية التلسكوب ويفضل أن تركّبها من مجموعة عدستين لامّتين البعد البؤري لكل عدسة منهما 25مم والمسافة بينهما 25مم فيكون البعد البؤري للمجموعة 25م.
- صنع قصبة مناسبة للتلسكوب من الكرتون أو الخشب أو من ماسورتين من مادة البولي فينيل كلورا يد.p.v.c التي تباع في محلات الأدوات الصحية ،بحيث ينتهي طرف أحداهما بجزء أكثر اتساعا (كبّاية).وفي جميع الأحوال تبطن الأسطح الداخلية للتلسكوب بورق اسود أو بطلاء اسود غير لامع لمنع أي انعكاسات داخلية تقلل من وضوح الرؤية .
- صنع بضع حلقات مناسبة لتثبيت القطع الضوئية .
- تثبت مرآة مستوية صغيرة داخل قصبة التلسكوب وعلى بعد من موضع المرآة المقعرة بأقل من البعد البؤري للمرآة المقعرة وجعلها تميل على محور التلسكوب بزاوية 45° وتثبتها بحيث تسمح للأشعة الآتية من الجرم السماوي أن تصل إلى المرآة المقعرة المثبتة عند نهاية التلسكوب السفلي .
- صنع غطاء مناسبا لفتحة التلسكوب المواجهة للسماء وأخرى لحماية المرآة المقعرة.
- تثبت المرآة المقعرة (القطعة الشيئية) في نهاية قصبة التلسكوب السفلي.
-تثبت العدسة العينية في اسطوانة رفيعة تدخل في اسطوانة أخرى عمودية على قصبة التلسكوب وتتلقى الضوء المنعكس من المرآة المستوية.

(1) شوقي محمد صالح الدلال : موسوعة علوم الفلك والفضاء والفيزياء الفلكية ، ج2 ، الكويت ، ص ،13 .

(2) فيصل سعد كتر : إسحاق نيوتن مكتشف الجاذبية الأرضية ، مراجعة نجيب اللجمي ، دار المعارف ، تونس ، ص ، 17.

وبإتباع الموصفات السابقة للقطعتين الشيئية والعينية تصبح قوة التلسكوب 40x[1].

تلسكوب العاكس الذي اخترعه إسحاق نيوتن

ويوجد للعواكس النيوتونية حدود . ويجد بعض الناس انه من غير الطبيعي النظر بشكل جانبي للأشياء . إذا كان للتلسكوب أنبوب طويل ، من الضروري عندها استخدام سلم لرؤية الأجسام التي تقع على ارتفاعات عالية يمكن التغلب على هذه الإزعاجات باستخدام طريقة أخرى لتوجيه الضوء إلى المرآة العينية [2].

المطلب الرابع :قوانين نيوتن:

➢ القانون الأول للحركة عند نيوتن:

في محاولة لبلورة المفاهيم الفيزيائية وتحديد العلاقة بين الأجسام وحالتها الحركية ،استطاع نيوتن أن يحدد أول هذه المفاهيم عندما عزل القوة عن الجسم الذي تؤثر عليه ،وذلك عندما افترض أن محصلة هذه القوى المؤثرة على الجسم تساوي الصفر،وما دام الأمر كذلك فإن التسارع الجسم يساوي الصفر أيضا ،وبناء على هذا الافتراض شخص نيوتن حالتين اثنين:

(1)جميل على حمدي : تصنيع التلسكوب وأجهزة بصرية ،مكتبة نوادي العلوم ،العدد 2 ، دار المعارف ،القاهرة ،ص 36-ـــ37.

(2)ستان جيبلسكو: كشف أسرار الفيزياء ،ترجمة بسام ألعقباني ،ط1 ،دار العربية للعلوم ناشرون ،لبنان ،2009م،ص، 488.

- الحالة الأولى :إذا كانت محصلة القوى الخارجية المؤثرة على جسم ساكن تساوي الصفر ف إن الجسم سوف يبقى ساكنًا .
- الحالة الثانية :إذا كانت محصلة القوى الخارجية المؤثرة على جسم تساوي الصفر ولكنه في هذه الحالة يتحرك بسرعة ثابتة ،فإنه يستمر بحركته وبسرعة ثابتة ،ما لم تؤثر عليه قوة خارجية جديدة [1].

أي الجسم الساكن يبقي ساكنًا، والجسم المتحرك في خط مستقيم بسرعة ثابتة يبقي كذلك لما لم تؤثر فيه قوة محصلة .

القصور الذاتي: هي ميل أي جملة فيزيائية لمقاومة التأثيرات الخارجية المفروضة عليها .أو هو ميل يقاوم أي قوة تحاول تغيير من حالتها الحركية ،أو ميل الأجسام إلى البقاء على حالة السكون أو الحركة، والقصور الذاتي يتناسب مع أي كتلة جسم ،كما يعتمد على الكتلة الجسم وكلما زادت كتلة الجسم زاد القصور الذاتي وكلما كانت كتلة الجسم اقل كان القصور الذاتي اقل[2].

مثال: لو ضربنا كرة قدم وكرة مضرب بنفس القوة فان كرة المضرب تتسارع أكثر من كرة السلة لأن كتلتها أقل وبالتالي قصورها الذاتي أقل.

- **القانون الثاني للحركة عند نيوتن :**

نص القانون الثاني لنيوتن على أن القوة المحصلة المؤثرة على جسم ما تساوي المعدل الزمن للتغير في كمية حركة هذا الجسم ويكون اتجاه القوة في نفس اتجاه كمية الحركة للجسم .

- **الصيغة الرياضية للقانون الثاني لنيوتن $F = m\ a$**

أي القوة (F) تساوي الكتلة (m) في العجلة(a) [3].

ويثبت القانون الثاني أن التغيرات الطارئة على حركة متناسبة مع القوة المحركة وتكون بالضرورة في خط مستقيم الذي أعطيت فيه القوة المحدثة للتغيير[4].

- **وحدة قياس القوة هي نيوتن (N) وهو يكافئ Kgm/s^2**

(1)الفيزياء العامة : المملكة العربية السعودية ، المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني ، الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج ، طبعة1429هجرية ، ص ، 71-72.

(2)رأفت كامل واصف : أساسيات الفيزياء الكلاسيكية والمعاصرة ، ط 3 ، دار النشر للجامعات ، مصر ، 2005 م ، ص ،22 .

(3)مايكل كوهين: الميكانيكا الكلاسيكية (مقدمة أساسية)، ترجمة محمد احمد فؤاد باشا ،دار الهنداوي ،ص 87.

(4)عبد القادر ريشه : الابستومولوجيا (مثال فلسفة الفيزياء النيوتونية) ،ط1 ،دار الطليعة ،بيروت ،1995،ص95.

- وتتناسب القوة المؤثرة على الجسم طرديا مع كتلة الجسم عند ثبوت العجلة حيث نحصل على خط مستقيم وميل الخط المستقيم يساوي العجلة **الميل=F/m=a**
- وتتناسب القوة المؤثرة على الجسم طرديا مع العجلة التي يتحرك بها الجسم عند ثبوت الكتلة حيث نحصل على خط مستقيم وميل الخط المستقيم يساوي الكتلة **الميل=F/a=m**
- وإذا نقصت كتلة الجسم إلى النصف وازدادت العجلة إلى الضعف تظل القوة الحركة كما هي.
- وإذا نقصت كتلة الجسم إلى النصف وازدادت قوة الحركة إلى الضعف فان العجلة الحركة تزداد إلى أربعة أمثالها .

ويمكن من قانون نيوتن الثاني الوصول إلى مفهوم الكتلة التثاقلية .

والكتلة التثاقلية لجسم هو مقدار مقاومة الجسم لإكسابه عجلة . أو النسبة بين عجلة جسم كتلته 1kg إلى عجلة هذا الجسم عندما تؤثر عليهما نفس القوة.

حيث أن العلاقة للكتلة التثاقلية لجسم تتعين: **m1=(a2/a1)m2**

ويتغير وزن الجسم من مكان لأخر على سطح الأرض ؛ويرجع ذلك لتغير عجلة الجاذبية الأرضية قليلا من مكان لأخر على سطح الأرض [1].

- **القانون الثالث عند نيوتن:**

نص قانون نيوتن الثالث: عندما يؤثر جسم ما على جسم أخر ف إن الجسم أخر يؤثر على الجسم الأول بقوة مساوية لها في المقدار ومضادة لها في الاتجاه.

- **الصيغة الرياضية للقانون الثالث عند نيوتن F12=−F21**

وقوتا الفعلٍ(action)ورد الفعل(réaction)رغم تساويهما لا تحدثان اتزانا؛ وذلك لان القوتان تؤثران على جسمين مختلفين ،وشرط حدوث الاتزان أن تؤثر القوتان على جسم واحد.

وينشأ الفعل ورد الفعل معًا ويختفيان معًا.

وقانون نيوتن الثالث هو قانون قوة وليس قانون حركة فهو يعبر عن القوى التي تنش أ بين الأجسام المتفاعلة بغض النظر على حالتها الحركية[2].

مثال1: عندما تنطلق رصاصة من بندقية للأمام (فعل) فان البندقية ترتد إلى الخلف (رد فعل) .

---

(1)عبد القادر ريشه : المرجع السابق ،ص 95.

(2) مايكل كوهين: الميكانيكا الكلاسيكية ،مقدمة أساسية ، ص 54 – 55 .

مثال2:ولماذا ينفذ المسمار داخل الخشب ولا ينفذ داخل المطرقة ؟

لأن قوة فعل المطرقة على المسمار أكبر من قوة رد فعل الخشب على المسمار وبالتالي ف إن قوة المحصلة لكل قوتين تكون في اتجاه القوة الأكبر.

المطلب الخامس :الجاذبية عند نيوتن:

درس نيوتن ميكانيكا الأفلاك التي تدرس حركات الأجرام السماوية ،حيث تناول مسالة التي شغلت أذهان من رفضوا القول أن الأرض تدور حول نفسها ،وتتلخص المسالة في أنه لو صح أمر ذلك الدوران لنتجت منه قوة طاردة هائلة تقذف الأشياء إلى السماء.وتبدى لنيوتن ضرورة وجود قوة ما أشد تمسك بالأشياء على الأرض،وأخرى حسابات دقيقة لحركة رقاص طويل،واستطاع أن يحتسب القوة التي تعود بها إلى الوسط ،وتبين له أيضا أن القوة الطاردة للرقاص على سطح الأرض نقل بمقدار ثلاث مائة مرة عن تلك التي تعيده إلى موقعه الوسط أثناء تأرجحه وفي الخطوة التالية تصدى لمشكلة القمر بغية معرفة السبب الذي يمنعه أيضا إلى الطيران بعيدًا من الأرض واستنتج أن ثمة قوة تشد القمر إلى الأرض شدًا يكفي لإبقائه في مدار ثابت حولها ،وعندما قارن بين القوة التي تمسك بالقمر والمسافة التي تفصله عن الأرض بحسب قوانين كيبلر وجد أنها تعادل إلى حد كبير القوة الطاردة التي تتولد من دوران القمر حول الأرض[1].

ويقول الخبراء أن نيوتن كان مضطجعا تحت شجرة تفاح فسقطت تفاحة على رأسه جعلته يفكر في سبب سقوطها وسقوط الأشياء الأخرى على الأرض وجعلته يفكر في الجاذبية ويضع لنا القانون الشهير باسمه وكان نيوتن أول من قال بأن الجذب المتبادل بين الأرض وبين ما عليها من أجسام فالأرض جذبت التفاحة التي سقطت على رأسه ولكن التفاحة في الوقت نفسه جذبت الأرض إليها وبما أن جسم الأرض اكبر من جسم التفاحة لذلك وجدنا أن التفاحة هي التي تحركت حتى وصلت إلى الأرض .وظاهرة الجذب هي ليست موجودة بين الأرض وما عليها من أجسام وحسب بل هي موجودة بين الأجرام السماوية وبين أي كتلة وأخرى في هذا الكون ،فالأرض والكواكب تجذب بعضها البعض وتجذب الشمس إليها والشمس بدورها تجذب الأرض والكواكب وهكذا[2].

وكان نيوتن والآخرون في مطلع القرن العشرين يعتقدون أن الفضاء منسجم متناسق أو بحسب تعبير نيوتن متشابه في جميع جهاته مملوء بالأثير حيث أن هذا الأخير يسلم به نيوتن وبوجوده فهو الوسط أو العامل الذي

(1)سيول أيدون : فضولية العلم ، مكتبة الفكر الحديد ، ط1 ، دار الساقي ، 2007 ، ص 71.

(2) وليد قمحاوي : الكون الأحدب (قصة النظرية النسبية)،1985 ،ص 219.

بواسطته تتولد كثير من القوى المؤثرة في المادة في أرجاء الكون ،والأثير الذي هو أقل كثافة وأكثر مرونة من الهواء،لا يمكن رؤيته أو الشعور به وهو موجود في كل مكان إلا أنه أقل وجودًا في الأجرام الكثيفة كالشمس والنجوم والكواكب منه في الفضاء الواسع الذي يصل بينها[1].

وقد وجد نيوتن أن أحسن تفسير لهذه الظاهرة هي افتراض وجود قوة في الكتل المادية تشدها إلى بعضها البعض ،وسمى هذه القوة بالجاذبية ،وقال أن من طبيعة أي جسم من هذا الكون أن يجذب إليه أي جسم آخر ووضع قانونه الشهير القائل بأن قوة الجاذبية بين أي جسمين تتناسب طرديًا مع حاصل ضرب كتلتيهما تناسبًا عكسيًا مع مربع المسافة بينهما فقوة الجذب بين الأرض والشمس مثلا تساوي:

ونيوتن بعقله الجبار وتفكيره العلمي قد وضع قانونه هذا لتفسير ظاهرة موجودة من الظواهر الطبيعية وقد افترض وجود قوة الجذب في الأجسام واعتبرها خاصية أساسية من خصائص المادة ووجدنا في الواقع أن قوة الجذب أو قوة الشد الذي تبذله الشمس على الكواكب هي التي تفسر لنا مسار هذه الكواكب في مداراتها إذن فقد اخترع نيوتن هذه القوة لكي يفسر هذه الظاهرة وقد فسرها في الحقيقة تفسيرا مقنعا لكننا لا نجد أي دليل يثبت لنا أن الجاذبية هي قوة كامنة فعلا في الكتل المادية ،إلا الظاهرة التي اخترعت هذه القوة لتفسرها[2].

ونيوتن عندما وضع قانونه هذا كان يفهم الكون كما فهمته الفيزياء الكلاسيكية وكان يعرف أن الكون مكون من ثلاثة أبعاد،و أن الفضاء متشابه في جميع اتجاهاته تسبح فيه الأفلاك و أن من المفروض في الأجسام أن تمشي في خطوط مستقيمة في الفضاء وقانونه حول القصور الذاتي له علاقة بهذا الشأن. ولقد ارتكزت نظرية نيوتن ـــ الجاذبية الكونية ـــ على انجازات العلماء وخصوصا كيبلر وجاليليو،فقد أوضح كيبلر طبيعة مدارات الكواكب حول الشمس،ووضع معادلات رياضية عنها ،واكتشف جاليليو قوانين سقوط الأجسام،وبذا تجلّى انجاز نيوتن مزدوجا،إذ توصل إلى معرفة المبدأ الذي يجمع قوانين كيبلر وميكانيكا جاليليو.كما أعطى برهانا رياضيا على قوانين كيبلر،وعمد نيوتن إلى صوغ قانون الجاذبية الكونية في عبارات سهلة تجذب الأجسام بعضها بعضا بمقدار:

- يتناسب طرديًا مع حاصل ضرب كتلتيهما .
- يتناسب عكسيًا مع تربيع المسافة التي تفصلهما.

(1)أنجيل كريستيمانس : إسحاق نيوتن والثورة العلمية ، تعقيب مروان البواب ،ط1 ،مكتبة العبكة ،الرياض ، 2005 ،ص84.
(2)وليد قمحاوي : الكون الأحدب (قصة النظرية النسبية) ،1985،ص 220.

قدمت تلك العبارات البسيطة فهما لا يضارع للعمليات الطبيعية.وكذلك مكنت من شرح المدّ ووزن النجوم والسير على سطح القمر[1].

المطلب السادس: الزمان عند نيوتن:

قسم نيوتن الزمان إلى زمنين : مطلق ونسبي .الزمان المطلق هو الزمان الحقيقي الرياضي،وهو قائم بذاته مستقل بطبيعته ،في غير نسبة إلى أي شيء خارجي ،ويسمى أيضا باسم المدة ،وعلى العكس من هذا نجد الزمان النسبي ظاهريا عاميا، وهو مقياس حسي خارجي لأية مدة بواسطة الحركة، وهو الزمان المستعمل في الحياة العادية على هيئة ساعات وأيام وشهور وأعوام، وقد يكون دقيقا، قد لا يكون متساويا مطردا. وهذا الزمان الثاني يستخدم في الفلك مقياسا لحركة الأجرام السماوية ،لان زمان الفلكيين مرتبط بالحركة ، بينما الزمان المطلق كما قلنا لا يرتبط بأية حركة . وهذا الزمان الأخير توجد فيه معية مطلقة ، بمعنى أن من الممكن أن تقع حادثتان معا في نفس الوقت بالنسبة إلى الزمان المطلق ولو كان إحداهما مرتبط بالشمس مثلا ،والأخر مرتبط بعطارد، دون أن يعني نيوتن ببيان : هل هذه المعية المطلقة بالنسبة إلى نظامين في سكون نسبي فيما بينهما،أو متحركين الواحدة قبالة الآخرين؟ وهي المشكلة التي أثارتها النظرية النسبية فيما بعد[2].

المطلب السابع :الحتمية الفيزيائية عند نيوتن

بلغت الحتمية الفيزيائية ذروتها مع نيوتن، إذ كان لهذا الأخير دور بالغ في تأسيس مجموعة من القوانين الفيزيائية ،كانت هذه القوانين بمثابة قاعدة لقيام الفيزياء الكلاسيكية من جهة وترسيخ الحتمية في الحركات الفيزيائية من جهة ثانية، وزاد تغلل العقلانية الرياضية في الأبحاث الفيزيائية من خلال صياغة قانون الجاذبية صياغة رياضية واعتقد نيوتن انه بفضل القوانين العامة التي شيدت في مجال الفيزياء سيكون علماء الفيزياء قادرون على التنبؤ بحركة كل الأجسام، وأنهم خرجوا بالفيزياء من دائرة الاحتمال إلى دائرة اليقين،وهذا ما يظهر جليا في كتاب نيوتن المعنون بالمبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية،إذ حاول أن يجعل من كل قوى الطبيعة قوانين رياضية مثلما يحدث مع الميكانيكا وفي هذا محاولة لهدم الأفكار الفلسفية القديمة وتعويضها بأفكار فلسفية علمية لا مجال للجدال والاختلاف فيها،وسعى نيوتن من خلال قوانين الحركة التي أسسها إلى التنبؤ بموضع الجسم في كل لحظة يتحرك فيها وذلك بادراك العلاقة بين موضع الجسم وسرعته،ومن بين القوانين

(1)سيول أيدون : فضولية العلم ، مكتبة الفكر الجديد ، ط1 ، دار الساقي ، 2007 ، ص 72 ــ73 .

(2) جلال الحاج عبد : نظرية النسبية العامة لاينشتاين ،ص 20 .

العامة التي صاغها نيوتن لتكون معبر حقيقي عن الحتمية والتعميم قانون الجاذبية الذي مفاده أن كل جسيم مادي يجذب كل جسيم آخر بقوة تتناسب طرديا مع ضرب كتلتيهما،وعكسيا مع مربع المسافة بينهما [1].

وهذا القانون يصدق في اعتقاد نيوتن على أي جسيم كان في الفضاء أو الأرض وبهذا أرسى نيوتن قواعد العقل الفيزيائي الحديث والذي ضم الأرض والفضاء في قانون حتمي واحد.

ويعتقد نيوتن أن هذا القانون وغيره من القوانين الفيزيائية التي أبدعها تنطبق على أية حركة مهما كانت،وبصرف النظر عما إذا كان سببها الجاذبية أو الكهربية أو المغناطيسية،أو أي نوع آخر من القوة أو عن طريق التصادم.ومن الانجازات التي تحسب لنيوتن في ميدان الفيزياء قانون القصور الذاتي،وقانون الحركة المطلقة،ويعد نيوتن أول من صاغ في شكل رياضي قانون الجذب العام،وبذلك كان نيوتن بمثابة مؤسس لمنهج معرفي جديد خاص بالفيزياء حتى أن الفيزياء الكلاسيكية لا تزال تنسب إلى نيوتن وتنعت بالفيزياء النيوتينية .

وبعد الجهود المبذولة من طرف نيوتن جاء لابلاس (Laplace) ليؤكد صدق فيزياء نيوتن ومجددًا القول بأن كل حركة في هذا الكون تخضع لنظام طبيعي حتمي عام،ولو استطاع العقل البشري أن يحيط بكل أساليب الظاهرة لتمكن من التنبؤ بها وبحالتها المستقبلية دون ريب،وعلى أساس حتمية الظواهر الفيزيائية ف إنه بالإمكان تحديد المستقبل على أساس الماضي والحاضر بيد أن هذا المستقبل لم يقع بعد[2].

(1) عبد القادر بشته : الابستومولوجيا مثال فلسفة النيوننية ، ط1 ،دار الطليعة للطباعة والنشر ، بيروت ، 1988،ص 14.

(2) توماس كون : بنية الثورات العلمية ، ترجمة شوقي جلال ، مجلة عالم المعرفة ، العدد 168 ،الكويت ، 1998ص 62 ــ63 .

تمهيد:

لو اعتبرنا أن قلعة اسمها الفيزياء الكلاسيكية كانت قائمة لمدة 200 سنة ، كانت قائمة على أيدي علماء أمثال جاليليو جليلي وإسحاق نيوتن وآخرون وهذه القلعة كانت كبيرة ولكن ليست قوية إلى الحد الذي تستطيع أن تفسر كل الظواهر ، ولأنه فشلت في تفسير ظواهر كثيرة ، جاء شاب اسمه ألبرت اينشتاين وأخذ مدفع وقصف القلعة ومهد لبناء سرح كبير بأساسات أكبر وأقوى أسماها بالفيزياء الحديثة ووضع الأساسات بوضع النظرية النسبية الخاصة سنة 1905م والنظرية النسبية العامة سنة 1915م، والنظرية النسبية هي النظرية الفيزيائية التي تبحث في مواضيع مثل التي تبحث فيها الفيزياء العادية من الزمان والمكان والسرعة والكتلة والجاذبية والتسارع ولكن تراها من زاوية أخرى أو من وجهة نظر مختلفة .

المبحث الأول :النظرية النسبية الخاصة:

المطلب الأول :ميلاد النظرية النسبية:

يعتبر العام 1905م عاماً ثورياً في تاريخ العالم. فالأحداث فيه تتسارع دون هوادة وحركة المجتمعات والأفكار تتقدم بعجلة إلى الأمام والتاريخ يقفز، ففي هذه السنة نمت روسيا وأصبحت اليابان دولة عظمى، وكان كل شيء ينذر بوشك اندلاع الحرب العالمية الأولى .وفي هذه السنة الحاسمة كان أينشتاين كثيرًا ما يفكر في ماهية وكنه الكون، وفي نفس السنة أيضاً قام بخطوات من شأنها أن تقلب وجهة نظرنا الكونية رأساً على عقب. ففيها وضع نظرياته الثلاث، نظرية الكم والنظرية البراونية ونظريته النسبية الخاصة التي كان لها الدور الكبير في الأخذ بمسيرة العلم والعالم بأسره إلى خطوة متقدمة وقفز به إلى الأعالي .سنعطي الآن نبذة مبسطة عن النظرية النسبية الخاصة ونتناول مفاهيمها وما تنص عليه من فرضيات[1].

ظهرت النسبية (relativisme) الخاصة عام1905 على يد ألبرت اينشتاين كبديل عن نظرية نيوتن في الزمان والمكان،لتحل بشكل خاص مشاكل النظرية القديمة فيما يتعلق بالأمواج الكهرومغناطيسية عامة والضوء خاصة. وهي تدعى خاصة لأنها تعالج حالة افتراضية خاصة تهمل فيها تأثيرات الثقالة التي ستتناولها فيما بعد النظرية العامة، وتخص النسبية الخاصة بدراسة الحركة في خط مستقيم و لم تتعد نتائجها الأنواع الأخرى للحركة[2].

وفي النصف الثاني من القرن التاسع عشر قدم جيمس كلارك ماكسويل نظرية متكاملة عن الظواهر الكهرومغناطيسية و لم تحو هذه النظرية على متغيرات ميكانيكية كما في قانون التحريض الكهرومغناطيسية كان

---

[1] زهير الخ وليدي: معان فلسفية، دار الفرقد، ط1، دمشق، 2009، ص 223.

[2] صلاح عدس: ملامح الفكر الأوربي، مجلة الهلال، دار الهلال، العدد304، 1976ص 101.

من الواضح انه لا يأخذ بعين الاعتبار أية فكرة عن جسيمات مرافقة لهذه الأمواج، وبين ماكس ويل في هذه النظرية أن الضوء عبارة عن أمواج كهرومغناطيسية، جميع الظواهر الموجبة المعروفة أنذك كانت عبارة عن تموج لوسط معين.

لذلك اعتقد الفيزيائيون أن الضوء يجب أن يكون تموج لوسط ما أطلقوا عليه اسم الأثير، وكان على هذا الأثير أن يملئ الكون بأكمله ليؤمن توصيل ضوء النجوم البعيدة ،و أن يكون سهل الاجتياز وعلى الضوء أن ينتشر بسرعةC، وحاول العديد من الفيزيائيين ومن ضمنهم ماكسويل وضع نموذج ميكانيكي للأثير لكن النجاح لم يحالفهم في ذلك. ومع الوقت ساد الاعتقاد بعدم قدرة الميكانيك على تفسير الظواهر الكهرومغناطيسية ،وبذلك تكون جملة المقارنة الغاليلية المرتبطة بالأثير متميزة عن باقي جمل المقارنة الغاليلية وكان بالإمكان إذن استنتاج سرعة كل جملة بمقارنة غاليلية بالنسبة إلى الأثير عن طريق القيام بتجارب انتشار الضوء، ولما كان انطباق مبد أ النسبية الميكانيكي على انتشار الضوء في الواقع عندما تتحرك الأرض باتجاه ما بالنسبة للأثير وبسرعة Vونرسل من الأرض إشارة ضوئية بنفس الاتجاه ستكون سرعة الإشارة بالنسبة للأثيرC وبالنسبة للأرضC_V. أ ما إذا أرسلت الإشارة بالاتجاه المعاكس فستكون سرعتها بالنسبة للأرضC+Vولما كانت الأرض تتحرك حول الشمس بسرعة 30كم.ثا. على مسار دائري تقريبا توقع الفيزيائيون بأن الأرض تتحرك بسرعة مماثلة تقريبا بالنسبة للأثير[1].

لقد كان لإعلان النظرية النسبية أثر عميق في العقول العلمية بشكل عام فقد جاء على مرحلتين فكريتين ضخمتين واحدة تقود إلى الأخرى فكانت النسبية الخاصة سنة 1905موالنسبية العامة سنة 1915م،وقد أدت هذه النظرية النسبوية إلى دمج ثلاث أبعاد مكانية مع بعد زمني في فضاء رباعي الأبعاد ومتعدد الجوانب ،فأحدث بذلك تغيرًا عظيمًا في الفلسفة ناهيك عن التغيرات الفيزيائية إذ بين هايزنبارغ (Heisenberg) (1901.1976م) هذا **"أن هذا التغير يعتبر أول هجوم سلط على الفرض الأساسي للفيزياء الكلاسيكية**[2]".

وكما نعلم أن تجربة (ميكسلون) و(مورلي) التي أحدثت اضطرابا كبير في الفيزياء، فلكي نستطيع أن نفهم النسبية نحتاج إلى فهم وجهة الخلاف في هذه التجربة ، ولم يطور أينشتاين نظريته كي يبحث عن تفسير لهذه التجربة، لأنه لم يكن مهتما بها وكان منغمسا في نظرية ماكس ويل الكهرومغناطيسيه، وحتى نفهم طبيعة هذه النظرية دعونا نراقب قطارًا مثلاً أو نقذف بعض الأشياء أو نتحرك ثم نحاول من مراقبتنا للأشياء تحديد حركتنا، إننا مهما تأنينا في مراقبتها فلن نكتشف أننا على سطح كوكب متحرك أو ساكن، لأن سلوكنا لا يدل على أي شيء، ولا يختلف الأمر إذا كنا في مركبة أو قطار أو طائرة تتحرك بسرعة ثابتة إذ لن نتمكن من

---

[1] جمال ميموني ونضال قسوم: قصة الكون،،دار المعرفة ,الجزائر , 2002 ,ص 164.

[2] هازنبرغ: المشاكل الفلسفية للعلوم النووية، تر أحمد مستجير، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة, 1972، ص 06.

اكتشاف حركتنا المنتظمة (بسرعة ثابتة وفي خط مستقيم)،والسبب هو استقلال قوانين نيوتن في الحركة عن حركة المراقب المنتظمة، أي لا يمكن أن تتغير هذه القوانين عندما ينتقل المراقب من مرجع إلى مرجع أخر يتحركان بانتظام، وقد نقل أينشتاين هذه الفكرة إلى الضوء و أقنع نفسه بأن الضوء أقدر من قوانين الميكانيكا على كشف حركتنا المنتظمة، وهذا يعني أنه لا يمكن لمعادلات ماكس ويل التي تصف انتشار الضوء وفق علاقتها بحركة الراصد تحقيق ذلك، لأنها لو كانت متعلقة بحركة الراصد لامكن للمعادلات أن تفيدنا في تعيين حركة الشيء المطلق كذلك تجربة (ميكلسون) و(مورلي) .ولذلك رأى أينشتاين أنه يجب أن تكون سرعة الضوء في الخلاء مستقلة عن حركة المنبع الضوئي وهذا يعني ثبات سرعة الضوء[1].

وهذه السرعة أصبحت ثابتًا كونيًا ولكن لم تستند إليه قوانين نيوتن،ومن ثبات سرعة الضوء اتجه أينشتاين إلى تحليل مفهومي المكان والزمان المطلقين وكان عليه أن يبرهن ب أن تواقت حادثين منفصلين في مكان ليس له معنى مطلق بل يتعلق بحركة المراقب.هذا الثابت.سرعة الضوء.يعتبر من أهم الثوابت الكونية التي تدخل في بناء هذا الكون، وأن القانون الذي لا يحتوي عليه لا يعتبر قانون كامل بل يحتاج إلى أن يستكمل إلى أن يصبح صامد نسباويا، ولم يكن أينشتاين أول من أدخل مبدأ الصمود فقد أدخله نيوتن قبله على نظريته،وكان مفيدًا إلى حد بعيد ولنبدأ بتعريف الحادث بانطباق جسيم على نقطة في الفراغ (الكترون مثلا أو فوتون)في لحظة معينة فلكي نحدد حادثا معينا يجب أن نعرف متى أين؟وهذا يعني أن يكون لدينا مرجع مقارنة (مجموعة احداثيات)، وبما أننا نريد موقعه فعلينا أن نعطي ثلاث أعداد على المحاور التي يكونها الفراغ (س،ع، ص)هذه الإحداثيات المكانية، وكي نحدد زمن وقوع الحادث نحتاج إلى احداثي جديد زمني فيكون مسار الجسيم منحنيا يصل بين هذه الحوادث، وبما أن القانون يعالج الطبيعة نفسها فيجب أن يبقي نفسه لكل المراقبين وهذا هو مبدأ الصمود[2].

وأكثر ما يميز النسبية أنها تظهر أنه لا المكان وحده مطلق ولا الزمان وحده مطلق، ولكن قولنا أن كلا من الزمان والمكان ليس مطلقا، لا يعني أن النسبية ليست نظرية الأشياء المطلقة، بل أن الحقيقة المطلقة فيها أعلى مستوى مما في فيزياء نيوتن، لأنها تمزج المكان بالزمان في زمكان متشعب الجوانب، ولكي نوضح ذلك نلاحظ أولا أن كلا من المسافة بين حادثين والمدة الزمنية الفاصلة بينهما هي نفسها وفقا لفيزياء نيوتن بالنسبة لجميع المراقبين.أي أن المدة مطلقة والمسافة مطلقة. أما في النظرية النسبية فيجد نفسه بين المراقبين المختلفين مسافات مختلفة وأزمنة مختلفة ومع ذلك تعلمنا النسبية أن مزيجا معينا للمكان والزمان الفاصلين بين حادثين يكون واحدًا بالنسبة إلى جميع المراقبين، وللحصول على مربع هذه الفاصلة الزمكانية المطلقة بين الحادثين نربع

---

[1] يمنى طريف خولي: فلسفة العلم من الحتمية إلى اللا حتمية، دط , دار قباء للطباعة والنشر والتوزيع ,القاهرة ,2001 ، ص 364.

[2] الدراجي زروخي: إشكاليات أساسية في مناهج العلوم الإنسانية والاجتماعية، ط1، دار صبحي، غرداية، الجزائر، 2013، ص 185-186.

المسافة بين الحادثتين ونطرح منها حاصل ضرب سرعة الضوء في المدة الزمنية بين الحادثين فنحصل على المقدار المطلق.

ويمكن أن نستنتج من الفاصلة الزمنية .التي سبق ذكرها.كل النتائج الهامة التي تنبثق عنها النظرية النسبية الخاصة مثل تقلص الأطوال المتحركة وتباطؤ الزمن وتزايد الكتلة وتكافؤ الطاقة والكتلة[1].

المطلب الثاني : أبعاد النظرية النسبية:

من مميزات النظرية النسبية أنها تعتقد أن العالم مكون من أربعة أبعاد حيث أن هناك ثلاثة أبعاد مكانية والبعد الرابع زماني حيث أن الأبعاد الأربعة نسبية

البعد الأول :هو البعد البديهي الذي يفهمه مثلا أي حيوان جائع إذا رأى طعاما على بعد منه سار إليه .والبعد هنا هو البعد بين الحيوان والطعام أي أنه البعد الذي يفهمه الحيوان للوصول إلى الأكل .

البعد الثاني :وهو عندما بدأ الإنسان يشتغل في الأراضي جعلته يحسب المساحات أي أنه أصبح يحسب طول الأرض وعرضها .

البعد الثالث :والذي هو الارتفاع :حيث احتاج الإنسان إلى البناء أخذ يفكر ويحسب في البعد الثالث وهو الارتفاع[2].

البعد الرابع :هو الزمن:فإذا كانت الأبعاد الثلاثة تحدد الطول العرض والارتفاع ف إن الأبعاد الثلاثة لاتصف لنا حركتنا لأن وضعك يتغير من لحظة إلى أخرى على محور رابع غير منظور ولا ملموس وهو الزمن فأنت على خط طول كذا وخط عرض كذا وفي ارتفاع كذا وفي وقت كذا لأن كل شيء في الطبيعة في حالة حركة وأن المكان والزمان معا في متصل واحد (space_ timecontinuun)حيث أن الزمان والمكان يظهران دائما منفصلين في إحساسنا.

أينشتاين يقول أننا سجناء حواسنا المحددة ...لهذا تعجز عن رؤية هذه الحقيقة و أن الزمان غير منفصل عن المكان وإنما هما نسيج واحد أما حكاية المكان والزمان اللذان يؤلفان نسيجا واحدًا .وهي مشكلة المشاكل في النسبية ... فأننا بحكم حواسنا المحددة لا نستطيع أن نرسم صورة أو شكلا لهذا الشيء ذو الأبعاد الأربعة[3].

---

[1] الدراجي زروخي: مذاهب فلسفية كبرى، ط1، دار صبحي، غرداية، الجزائر، 2015، ص 326-327.

[2] وليد قمحاوي: الكون الأحدب قصة النظرية النسبية، 1985، ص 14-15.

[3] مصطفى محمود: أينشتاين والنسبية، ص 79-80.

ولقد أدت النظرية النسبية إلى دمج ثلاثة أبعاد مكانية مع بعد زماني في الفضاء رباعي الأبعاد ومتعدد الجوانب فلحدث ذلك تبديلا عظيما في الفلسفة[1].

المطلب الثالث :إلغاء وجود الأثير:

في عام 1881م أجرى العالمان البيرت مايكلسون A.MICHELSON 1852 ــ1931 وهو من أصل ألماني وأول عالم أمريكي يحصل على جائزة نوبل عام 1907م ورفيقه ادوارد مورلي E.MORLEZوتعد تجربتهما من أخطر التجارب في حركية العلم من حيث أنها تجربة حاسمة الغرض منها إثبات وجود الأثير وذلك عن طريق قياس تأثير حركة الأرض خلال الأثير على سرعة الضوء وحساب سرعة الضوء في وضعين مختلفين :

إن تكون سرعة الضوء في نفس اتجاه سرعة الأرض في مدارها حول الشمس.

إن تكون سرعة الضوء عمودية على سرعة الأرض في مدارها حول الشمس[2].

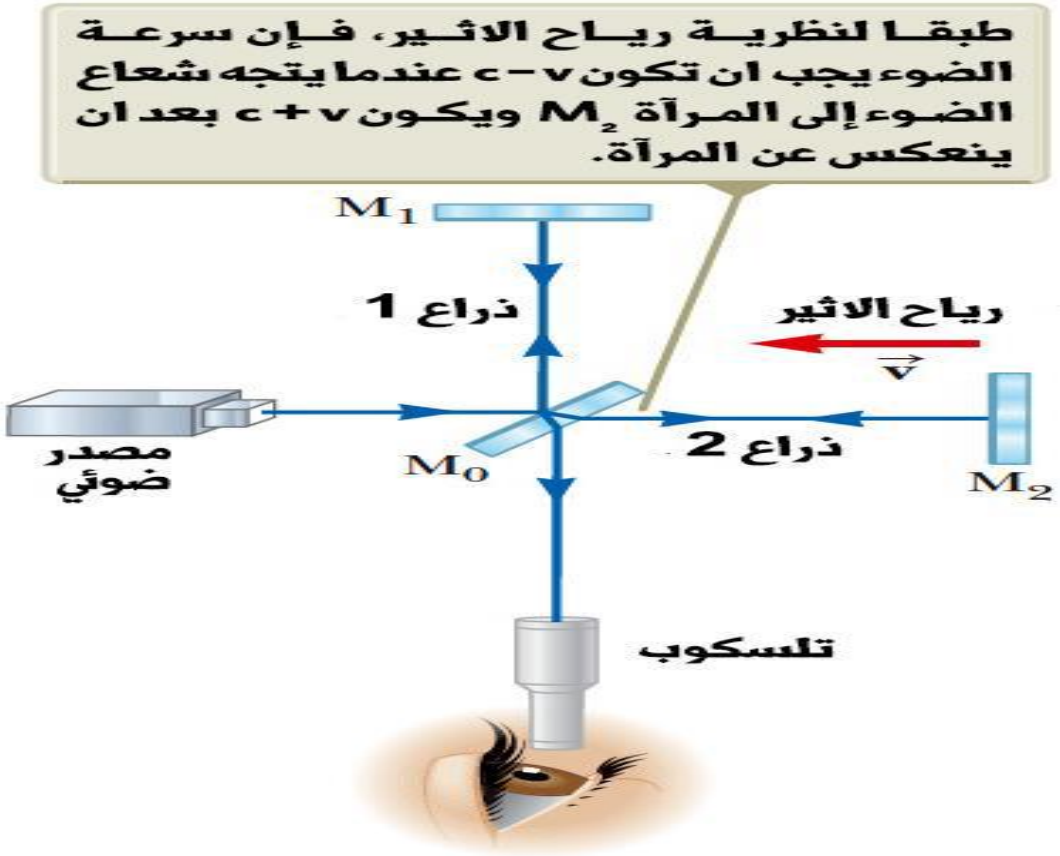
وجميع النتائج جاءت سلبية حيث انتشر الضوء في جميع الاتجاهات بالنسبة للأرض بسرعة مساوية Cوكانت هذه النتيجة جوهر تجربة ميكلسون ومورلي ومنتهى هذه التجربة أن الجسيمات التي تسير بسرعة تعادل سرعة الضوء لا تتأثر بحركة الأثير وكان الأثير غير موجود[3].

---

(1) لويدمتز وجيفرسون هين ويجر: قصة الفيزياء،ترجمة طاهر تربدار ووائل الاناسي , ط2، دار طلاس للدراسات، دمشق، 1999، ص 255.

(2) يمنى طريف الخولي: فلسفة العلم في القرن العشرين، عالم المعرفة، 2000، العدد 264، ص 191-192.

(3) يمنى طريف الخولي: فلسفة العلم من الحتمية إلى اللا حتمية ، ص 342.



وإن النتيجة السلبية كانت بمثابة الصدمة للعلماء وهي التشكيك في نظرياتهم التي قامت على مبد أ وجود الأثير فما كان منهم إلا أن تمسكوا بفرضيتهم القائلة بوجود الوسط الكوني الثابت (الأثير) على الرغم من النتائج العملية التي أبطلت هذا .وأيضا أثبتت تجربة الثنائي على عدم وجود ما يسمى بالأثير لذا يعد الأثير في نظر أغلب الفيزيائيين الخلفية الوحيدة التي ارتكزت عليها النسبية الخاصة [1]. ويقول أينشتاين:"**النظرية النسبية الخاصة تحرم علينا أن نعتبر الأثير مكونا من أجزاء يمكن تعقبها مع الزمن ولكن فرض الأثير نفسه لا يتعارض مع النظرية النسبية الخاصة بشرط أن نحذر من أن نعطي الأثير أية حالة من الحركة**[2] ".

وأن مسالة إلغاء وجود الأثير بالنسبة لألبرت أينشتاين تتوقف هي الأخرى على مثل باقي نتائج النظرية النسبية الخاصة على البناء المبدئي لهذه النظرية ومن ثمة ضرورة احترام الإطار العلمي الذي تحدده علاقة مبد أ النسبية بقانون ثبات سرعة انتشار الضوء بما في ذلك إلغاء وجود الأثير وعدم الاعتراف به .وعليه فان رفض أينشتاين لوجود الأثير كان بناءا على خلوه من المعنى من جهة وتعويضه بمبدأ النسبية الخاصة وقانون ثبات

---

[1] paul couderc: la relativite op at p, 65.

[2] ألبرت أينشتاين: أفكار وآراء، تر رمسيس شحاتة، الهيئة المصرية العامة، ص 22.

سرعة انتشار الضوء من جهة أخرى .وإن عدم إمكانية منح الأثير الوجود الحقيقي أفقد خواصه الميكانيكية، و لم يعد سوى ذلك الوسط الذي أوكلت له مهنة نقل الأمواج الكهرومغناطيسية[1].

ومن خلال إلغاء وجود الأثير بدأ التفسير الفلسفي يتسرب للفيزياء وتم إثبات هذه النتيجة في أيامنا هذه عن طريق نظام التوقيت الدولي الذي يعتمد على السرعة الذرية وكذلك عن طريق التجارب التي أجريت في الفيزياء النووية وفيزياء الجزيئات الأساسية، وتدل سرعة الضوء الثابتة على تعذر التمييز بين جمل المقارنة الغاليلية حتى باستخدام تجارب انتشار الضوء. وظهرت عدة فرضيات تحاول تفسير النتائج التي توصلت اليها التجارب حول ثبات سرعة انتشار الضوء لكن جميعها عجزت عن تعميق فهمنا لهذه النظرية [2].ويقول أينشتاين "**أن مبدأ النسبية الخاصة يمنعنا من اعتبار الأثير مكون من أجزاء يمكن تتبعها في الزمان .لكن فرضية الأثير لا تتناقض مع النظرية النسبية الخاصة فقط بل يجب تجنب منحه الأثير حالة الحركة[3]**".

أي تجريد الأثير من حالة الحركة وقد بنيت هذه التجربة على أساس نظري هو أنه إذا وجد الأثير فإن حركة الأرض فيه تولد تيارا أثيريا معاكسا لسرعة الأرض مثلما تولد المركبة تيارا هوائيا يجري معاكسا لحركتها، فحين تقاس سرعة الضوء على الأرض فان تأثيرها بتيار الأثير يتوقف على حركة الضوء[4].

المطلب الرابع : ثبات سرعة الضوء:

سرعة الضوء ثابتة لا تتغير، لا تزيد ولا تنقص. وهي أقصى سرعة ممكنة . أن سرعة الضوء في الفراغ لها نفس القيمة $C=300\times10m/s$

وفي كل محاور الإسناد القصوري يغض النظر عن سرعة المشاهد أو سرعة المصدر الباعث للضوء[5].

وأن اعتبار الضوء ثابتة يؤدي إلى نتائج غريبة لا يستسيغها حدسنا العام .وإن هذا يعني أن سرعة الضوء المنبثقة من إحدى السفن الفضائية ـــ مثلاـــ تساوي دوما 300 ألف كم في الثانية، سواء كانت هذه السفينة جاثمة على الأرض، أو كانت تبتعد عنا أو تقترب منا بسرعة 50 ألف كم في الثانية .وهذا يختلف تماما بالنسبة إلى سرعة الصوت، وهو عبارة عن أمواج تنتقل في الهواء مثلما تنتقل الأمواج الضوئية في الفضاء. فلو فرضنا أن ربان الطائرة يقود طائرته بسرعة تقل عن الصوت بمتر واحد في الثانية، و أنه يتوفر على جهاز قياس سرعة

---

(1) مسعود بوشخشوخة: فلسفة النظرية النسبية قراءة في فكر ألبرت أينشتاين، ط1، عالم الكتاب الحديث، 2014، ص 180-182 .

(2) محمود يعقوبي: خلاصة الميتافيزيقا، ج2، دار الكتاب الحديث ,الجزائر ,2002,ص 63.

(3) alberteinsten: lether et la theorie de la relativite, la geometrielexpercene, op cit, p 08.

(4) لويدمتز وجيفرسون هين ويجر: قصة الفيزياء، ترجمة طاهر تربدار ووائل الاناسي,ط2 ,دار طلاس للدراسات, دمشق ,1999 ص 256.

(5) حازم فلاح سكيك: النظرية النسبية,ترجمة الفصل التاسع ,ص 20.

الصوت .فإنه سيلاحظ أن أمواج أزيز طائرة تنطلق أمامه بسرعة 340 مترا في الثانية تقريبا ـــ وهي سرعة الصوت ـــ أما فيما يتعلق بالأمواج الضوئية المنبعثة من نفس الطائرة فالأمر يختلف .إنها دوما300 ألف كم في الثانية سواء بالنسبة إلى من يركب داخلها، أو بالنسبة إلى من هو جالس على الأرض ، أو بالنسبة إلى من يشق الفضاء بسرعة خيالية .

ويزداد الأمر غرابة عندما ندخل ميدان التطبيق ، تطبيق هذه السرعة الثابتة التي يتميز بها الضوء على الزمان والأطوال والكتلة .ففي هذه الحالة تتغير القياسات والنتائج .فالملاحظون يقومون بقياساتهم من منظومة مرجعية تسير بسرعة مقاربة لسرعة الضوء يقسون الأشياء والحوادث .فلا وجود للتأني بالنسبة إليهم . علاوة على أن كلا منهم يبدو للأخر منكمشا من جهة حركته و أثقل من العادة إذن فهنالك تغيرات هامة تلحق الزمان والمكان والكتلة[1].

المطلب الخامس :وضع أساس النظرية النسبية الخاصة:

وضع أينشتاين المبدأين التاليين ليكونا أساس النظرية النسبية الخاصة

المبدأ الأول :

لا توجد خصوصية أو اختلافات في القوانين الطبيعية بين مختلف الجمل العطالية فكل ملاحظ في أي جملة عطالية يجب أن يكون على توافق مع مراقب في جملة عطالية أخرى بشان وصف الواقع الفيزيائي ، ولا توجد جملة مقارنة مطلقة لذا لا يمكن عن طريق أية تجربة فيزيائية ميكانيكية تجرى ضمن جملة المقارنة تحديد إذا ما كانت هذه الجملة ساكنة بالنسبة لجملة أخرى أو تتحرك بحركة مستقيمة منتظمة ، وتم توسيع هذا المبد أ ليشمل كل الأحداث الفيزيائية[2].

المبدأ الثاني:

سرعة الضوء بالنسبة لجميع المراقبين العطاليين واحدة وفي جميع الاتجاهات ولا تعتمد على سرعة الجسم المصدر للضوء .إن سرعة انتشار الضوء في الفراغ هي السرعة الحدية العظمى ولها القيمة نفسها في جميع جمل المقارنة الغاليلية بغض النظر عن سرعة المنبع وجهة انتشار الضوء وحركة كل من المنبع والمراقب [3].وعند جمع هذين الفرضين يمكننا أن نستنتج أن الضوء لا يحتاج إلى وسط أثيري ينتقل فيه كما تنص نظرية نيوتن ، فهو

---

[1] محمد عبد الجابري، مدخل إلى فلسفة العلوم (العقلانية المعاصرة وتطور الفكر العلمي)،مركز دراسات الوحدة العربية ,بيروت, ص 345.

[2] محمود يعقوبي: خلاصة الميتافيزيقا، ج2،دار الكتاب الحديث ,الجزائر,2002 ,ص 62-63.

[3] يمنى طريف خولي: فلسفة العلم من الحتمية إلى اللاحتمية، ص 364.

لا يرتبط بجملة مرجعية أو نظام مرجعي ، وبما أن هذه النظرية تهمل تأثيرات الجاذبية فيجب أن ننتبه إلى أن تطبيقها يصدق فقط عندما تكون التأثيرات الثقالية مهملة وضئيلة وإلا حصلنا على نتائج خاطئة[1].

المطلب السابع: قوانين النسبية الخاصة

✓ **1انكماش الطول :length contraction**

إن قياس المسافة بين نقطتين يعتمد أيضا على محور الإسناد المرجعي للمراقب .ويعرف الطول الأصلي properlength(LP)لجسم بأنه الطول المقاس بواسطة المراقب في حالة سكون بالنسبة للجسم. إن الطول المقاس للجسم بواسطة محور الإسناد المرجعي متحرك بالنسبة للجسم يكون دائما اقل من الطول الأصلي .هذا التأثير يعرف باسم الانكماش الطولي length contraction[2].

وإن الانكماش يظهر فقط عندما نقترب من سرعة الضوء ف إذا انطلق الشيء بنصف سرعة الضوء ، ينكمش طوله في اتجاه الحركة بنسبة 15% من طوله وهو ساكن ولو وصل إلى90% من سرعة الضوء ليتضاءل طوله إلى النصف حتى إذا وصلنا إلى سرعة الضوء فإنه ينكمش بنسبة 100% أي أنه يختفي تماما بالنسبة لكل من يراه أي أن الجسم المتحرك كلما اقتربت سرعته من سرعة الضوء ينكمش طوله حيث أنه لو وصل الجسم إلى سرعة الضوء يكون طول الجسم صفر [3]. وإذا ما تحرك مشاهدان بالنسبة لبعضهما البعض، سواء كان يقتربان أو يبتعدان فسيبدو لكل منهما أن الأخر قد انكمش في اتجاه حركته ولن يجد المشاهد أي أثر للانكماش في طوله نفسه[4].يقول اينشتاين :**"يتبع انكماش الأجسام المتحركة هنا عن المبدأين الأساسيين دون الفرضيات الخاصة .فما يؤخذ في الحسبان في هذا الانكماش ليست الحركة في حد ذاتها لأننا لا نستطيع أن ننسب إليها أي معنى ، بل هو الحركة بالنسبة إلى المرجع إسنادي يختار في كل حالة خاصة**[5]". أي كلما اقتربنا من سرعة الضوء ينكمش الطول إلى أن ينعدم .

ويقول اينشتاين :**" لقد انقاد لورانتز وفق اعتبارات صورية محض ، وكان المؤسس للفرضية الرامية إلى أن الإلكترون يخضع أثناء حركته إلى انكماش في اتجاه الحركة يتناسب مع الصيغ ة** $\sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}}$ **.وهذه**

---

[1] مصطفى محمود: أينشتاين والنسبية، ص 36-37.

[2] حازم فلاح سكيك: النظرية النسبية، ص 36.

[3] عبد المحسن صالح: الإنسان والنسبية والكون!، الهيئة المصرية العامة للتأليف والنشر , المطبعة الثقافية ,ص 52.

[4] وليد قمحاوي: قصة الكون الأحدب، ص94.

[5] alberteintein: la theorie de la relativite et generale op cit, p 59.

الفرضية التي ليس لها ما يبررها في الكهروديناميكا ، تعطينا قانون الحركة الذي أثبتته التجربة بدقة كبيرة في السنوات الأخيرة[1]".

وحسب لورانتز وفيتز جيرالد ، كل على حدة ، مقدار الانكماش وخرجا بما نسميه اليوم ب"انكماش لورنتز ـــ فيتزجيرالد" لكن أي منهما لم يكن راضيا من هذه النتيجة ؛فلم تكن إلا حلاّ سريعا؛ طريقة لزئق الفجوة في ميكانيكا نيوتن لكن هذا أفضل ما استطاعا عمله و لم ترض هذه النتائج فيزيائيين آخرين؛لأنها بدت كما لو كانت مصممة لتستر عوار نظرية الأثير[2].

إن النظرية النسبية الخاصة استطاعت أن تؤطر بأحكام لعلاقة سرعة الضوء بانكماش الأطوال وفق بناء نظري رياضي وفيزيائي "تجريبي" دقيق تميزه البساطة ، الوضوح والتناسق المنطقي بناء على طبيعة الارتباط بين مبدأيها ونتائجها، وكان التنوع الحاصل في العالم الفيزيائي تم فهمه من منطلق وجود هذين المبد أين اللذين حددا طبيعة علاقة نظرية النسبية الخاصة بمختلف النظريات الفيزيائية ، بناء على الإشكالية التي تؤطرها هذه النظرية ، وهي مناقشة مبدأ النسبية بعدما تم ارتباطه بقانون ثبات سرعة انتشار الضوء ، ومن ثمة ضبط علاقة مضمونه بالظواهر البصرية والكهرومغناطيسية على سواء[3].

2- مبدأ تكافؤ الكتلة والطاقة The unification of energy and mass

من أشهر معادلات الفيزياء معادلة تكافؤ الكتلة والطاقة والتي تنص على أن الطاقة تساوي الكتلة في مربع سرعة الضوء : $E = mc2$

عندما نشرت مقالة "كهروديناميكية الأجسام المتحركة"لم يكن أينشتاين قد وصل بعد إلى نهاية عامه الاعجازي ، فبعد عدة أسابيع من نشر هذه المقالة المؤسسة للنظرية النسبية في مجلة انالين دير فيزيك ونشر في المجلة ذاتها أثرا أخر من أثار تاريخ العلوم " **هل تعتمد عطالة جسم ما على الطاقة التي يحتوي عليها ؟**" وفي هذه المقالة التي نشرت في ثلاث صفحات نجد العلاقة الشهيرة $E=MC2$ [4].

وبما أن سرعة الضوء مقدار ثابت فان الزيادة أو النقصان لكتلة نظام ساكن يتناسب طرديا بالزيادة أو النقصان لطاقة النظام . إذا ما كانت هذه العلاقة تخضع لقانون حفظ الطاقة وقانون حفظ الكتلة ف إن ذلك

---

[1] alberteintein: la theorie de la relativite et generale op cit,p56.

[2] ميشو كاكو: كون اينشتاين، تر شهاب ياسين، ط1، دار الكلمات العربية، القاهرة ، 2011، ص 45.

[3] مسعود بوشخشوخة: فلسفة النظرية النسبية قراءة في فكر ألبرت اينشتاين ،ط1 ,عالم الكتب الحديثة,الأردن,2014 ص 173.

[4] فرانسوا روتن: جاذبية مدهشة، تر ميشال ، ط1، دار الهنداوي، القاهرة، 2012، ص 310.

سوف يؤدي إلى تكافؤ الكتلة والطاقة .ونتيجة لهذا التكافؤ نحصل على قانون لتحويل الكتلة إلى الطاقة أو تحويل الطاقة إلى الكتلة .ونستنتج أيضا أن الكتلة والطاقة هما مقدارين لنفس الشيء[1].

فالطاقة تساوي الكتلة مضروبة في مربع سرعة الضوء .ومعنى هذا أن عدد وحدات الطاقة لجسم متحرك أو ساكن يساوي دائما عدد وحدات الطاقة لجسم متحرك أو ساكن يساوي دائما عدد وحدات كتلته مضروبا في عدد ثابت وهو مربع سرعة الضوء ، وإزاء ذلك كان من الطبيعي أن يقول أينشتاين بأن **"الطاقة والكتلة مقياسان لشيء واحد ، فالجسم الذي كتلته حزام يحتوي على طاقة تقدر بخمسة وعشرين كيلوات ساعي وعنصر الراديوم الذي تنبعث منه طاقة بمعدل نحو 30الف كالوري أوسع في الساعة عن كل غرام ذري منه ، أي عن كل 266جرام من مادته تنفي مادته وبالتالي ينقص وزنه بمعدل 1.2مليجرام في كل مائة سنة**[2]".

كانت الصيغة التي استخدمها لوصف هذه العلاقة في غاية البساطة أيضا إذا قال:(بعث الجسم طاقة مقدارها L في صورة إشعاع، فان كتلته تنقص بمقدار (L/V2) ونستطيع التعبير عن نفس المعادلة بصورة واستبدله بالرمز الأكثر شيوعا Eكما إنه استخدم V ليرمز إلى سرعة الضوء قبل أن يغيرها إلى الرمز الأكثر شيوعا C.وعلى ذلك باستخدام الحروف التي سرعان ما أصبحت قياسية توصل اينشتاين إلى المعادلة الشهيرة ، E=MC2[3].

وتعتبر الفوتونات PHOTONS الجزيئات الوحيدة الحرة التي تساوي كتلتها الصفر، كحبات ضوئية. وهذه الملاحظة منسجمة مع C سرعة الضوء .وهكذا فان صيغة E=MC2 تظل صالحة دوما ، خصوصا في حالة السكون ، عندما تكون Vمساوية لصفر[4].

وترسخ هذه العلاقة التكافؤ بين الكتلة والطاقة ويعد تفسير هذه العلاقة أساسا للفيزياء والإنسانية جمعاء.وكانت رؤية اينشتاين صحيحة لمرة أخرى ، فإن العملية التي تحول الكتلة إلى الطاقة هي تحول على النواة الذرية .سوف نجد أمثلة أخرى في المفاعلات النووية ، وللأسف في قنبلتي هيروشيما وناجازاكي[5].

---

[1] حازم فلاح سكيك: النظرية النسبية الخاصة، ص 33.

[2] علي مصطفى مشرف بيك: النظرية النسبية الخاصة، مطبعة لجنة التأليف، القاهرة، 1945، ص 44.

[3] والترايز أكسون : أينشتاين حياته وعالمه، تر هاشم أحمد، ط3، دار الهنداوي, القاهرة، 2011، ص 167.

[4] فرنسوا فانوتشي: ما النسبية؟، ترجمة عز الدين خطابي،مراجعة فريد الزاهي, ط1، دار الكلمة، ابو ضبي، 2012، ص50.

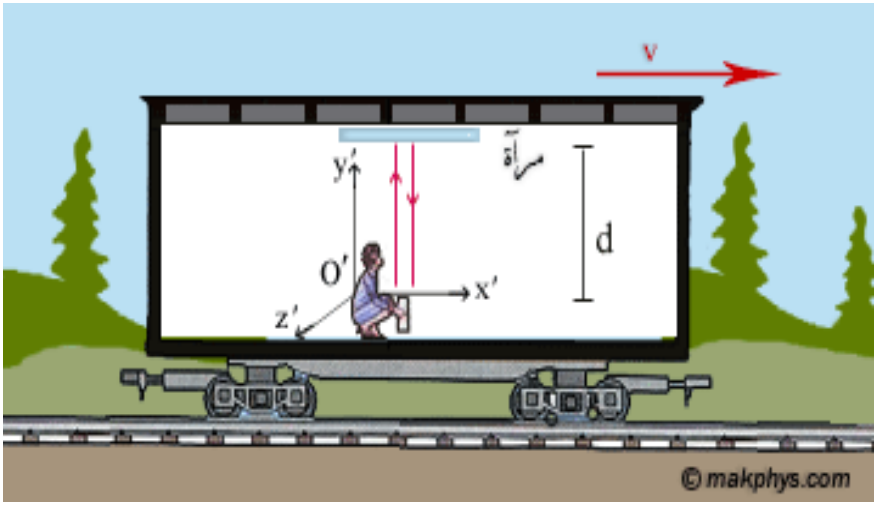
[5] فرانسوا روتين: جاذبية مدهشة،، ترجمة ميشال سقيق حنا ,ط1 , دار الهنداوي , القاهرة , 2012ص 311.

التأخير الزمني:

تمدد الزمن أو الإبطاء الزمني في الفيزياء .وإن تباطؤ الزمن مع السرعة لا يكون ملحوظا في حياتنا إطلاقا ويمكن إهماله ولا يمكن قياسه لصغره المتناهي .ولكي نستطيع اكتشاف أي فرق ملموس يجب أن نجد نظاما ما يتحرك بسرعة عظيمة جدا . وأول من اهتدى إلى ذلك هو العالم أيفز Ives سنة 1936 ,فقد استطاع يسارع ذرات الهيدروجين داخل أنبوب زجاجي بواسطة مجال كهربائي إلى أن وصلت سرعة الذرات 1100 ميلا في الثانية ,ومع أن هذه السرعة لا تزال ضئيلة جدا بالنسبة لسرعة الضوء ,إلا انها كافية للكشف عن الأثر المطلوب إذا كان له وجود[1].

ولا يقف الخلاف بيننا وبين من يقف على الكوكب الأخر عند حد الأطوال ,بل يتعدى ذلك إلى قياس الزمن فهو سينسب إلى حركاتنا .فساعتنا تؤخر في نظره إذا قيست بساعته فيتحرك عقرباها حركة بطيئة بحيث يدور عقرب الدقائق دورة كاملة في ساعتين بدلا من ساعة واحدة . إما نحن فسينسب إليه نفس الشيء فنقول بتباطئه وتأخر ساعته, فتباطؤ الزمن كانكماش الطول تبادلي بيننا وبينه على حد سواء[2].

والإبطاء الزمني من النظرية النسبية الخاصة لاينشتاين ,حيث قام بدراسة السرعات العالية جدا والقريبة من سرعة الضوء . يشاهد الإبطاء الزمني بين مشاهدين يتحركان بسرعة نسبية كبيرة .ولتوضيح هذه النتيجة رياضيا نستخدم التجربة التي استخدمها اينشتاين لتوضيح فكرته:



افترض اينشتاين أن هناك قطارا يتحرك بسرعة V ,وعلى أرضية القطار يوجد مصدر ضوئي يبعث ومضة ضوئية تسقط على مرآة مثبتة في سقف القطار لتنعكس ثم تعود إلى أرضية القطار مرة أخرى . سنقوم

[1] وليد قمحاوي : الكون الأحدب , ص 147 .
[2] علي مصطفى مشرف بك : النظرية النسبية الخاصة , مطبعة لجنة التأليف , القاهرة , 1945 , ص 40 .

الآن بمعالجة رياضية بسيطة نوضح فيها كيف يحسب زمن الحدث بالنسبة لمراقبين احدهما في القطار والأخر في المحطة ولكن يجب أن نوضح ما نقصده بالمصطلحات التالية :

الحدث :هو الفعل تحت الدراسة وللحدث بداية ونهاية ,وهو صدور الومضة من المصدر ونهاية الحدث هو عودتها بعد انعكاسها.

المراقب :هو الشخص الذي يمتلك أجهزة وآلات قياس دقيقة ليرصد الحدث ويسجل النتائج.

V هي سرعة القطار .

O' هو المراقب في القطار .

O هو المراقب الذي يقف على الأرض أي خارج القطار .

X YZ هي الإحداثيات .

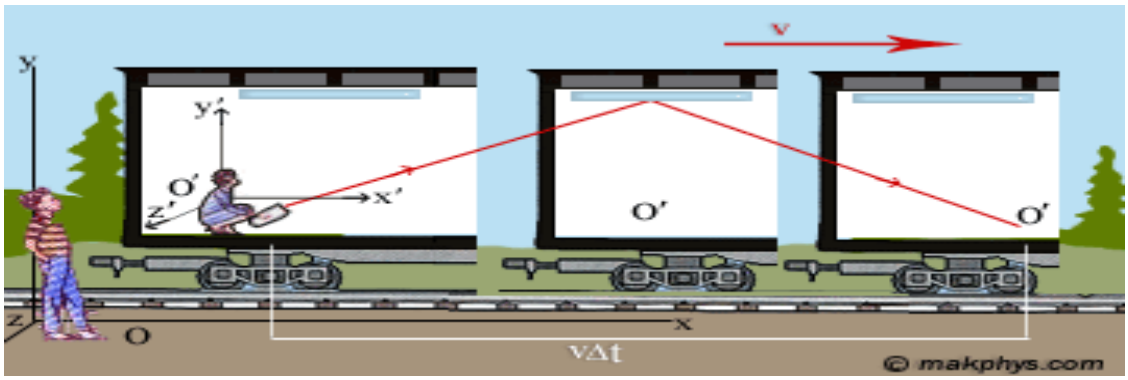
d هي ارتفاع القطار .

Cهي سرعة الضوء .

وبما أن الزمن هو المسافة التي قطعتها الومضة الضوئية مقسوما على سرعتها ,فان الزمن الذي يقيسه المراقب في القطار هو : $\Delta t = \frac{2d}{c}$

تكون بداية انطلاق الومضة في مكان ,وانعكاسها في مكان ,وعودتها إلى الأرض في مكان أخر وهذا ما يرصده المراقب O نتيجة لحركة القطار .أي أن القطار يكون قد قطع مسافة قدرها من بداية الحدث إلى نهايته .

وان الزمن الذي يقيسه المراقب O يكون أطول من الزمن الذي يقيسه المراقب O' .وتعطى العلاقة بين الزمنين المقاسين في هذين النظامين المختلفين باستخدام تحويلات لورنتز ـــــــــ اينشتاين : $\Delta t = \frac{\Delta \tau}{\sqrt{1-\frac{V2}{C2}}}$



يلاحظ أن :

سرعة الضوء هي أعلى سرعة معروفة وليس هناك جسم يسير بسرعة الضوء أي أن $V < C$ دائما وهذا يعني أن الكمية تحت الجذر تكون موجبة واقل من الواحد ,إذا فان الزمن الذي يقيسه المراقب O' اقصر من الزمن الذي يقيسه المراقب O [1] .

هي حالة خاصة من التحويلات النسبية عندما تكون السرعة صغيرة جدا

ويؤثر الوضع النسبي للمراقب في الفضاء على القراءات النسبية للساعات الموضوعة في نقاط مختلفة .وبشكل متشابه ،تؤثر الحركة النسبية في الفضاء على المعدل الظاهري لجريان الزمن . افترض إسحاق نيوتن أن الزمن يجري بأسلوب مطلق وانه يشكل ثباتا أساسيا في الكون.وضح اينشتاين أن ذلك ليس صحيحا ؛ أن سرعة الضوء هي الثابتة وليس الزمن[2].

المبحث الثاني : النظرية النسبية العامة

النظرية النسبية العامة

إن النظرية النسبية العامة طورت على يد ألبرت أينشتاين بين عامي 1907 و 1915 م ,وهي نظرية للجاذبية والجاذبية بالنسبة لاينشتاين هي تعديل في الصفات القياسية للفضاء فينحني ,وفقا للنسبية العامة ,فإن التجاذب الملاحظ بين الكتل ينتج من انحناء الزمكان الذي تحدثه هذه الكتل .إن وجود النظرية النسبية العامة راجع إلى حقيقة تجريبية هي تساوي الكتل القصورية والكتل الجاذبية للأجسام وهي حقيقة أساسية لم تكن الميكانيكا الكلاسيكية تقدم لها تفسيرا ولقد توصلنا إلى مثل هذا التفسير حينما وسعنا تطبيق مبدأ النسبية فجعلناه يشمل المجموعات التي تتحرك بعجلة بالنسبة لبعضها . وإدخال مجموعات الإحداثيات التي تتحرك

[1] حازم فلاح سكيك : النظرية النسبية الخاصة , ص 30 - 32 .

[2] ستان جيبلسكون : كشف أسرار الفيزياء ,ترجمة بسام الحقباني , ط1 ,دار العربية للعلوم والنشر,لبنان ,2009 , ص508.

بعجلة بالنسبة إلى المجموعات القصورية يتضمن ظهور الجاذبية بالنسبة للأخيرة ونتيجة لهذا تمدنا نظرية النسبية العامة المنية على تساوي القصور والوزن بنظرية عن المجال الجاذبي [1].

عند اندلاع الحرب العالمية الحرب العالمية الأولى ، أنقذته جنسيته السويسرية من الخدمة في القوات المسلحة الألمانية ، فأتيح له الاستمرار في أبحاثه .وفي عام 1916 نشر ورقة علمية أخرى فائقة الأهمية شرح فيها النظرية التي ارتبطت باسمه :النظرية العامة للنسبية ، واستقت كلمة عامة من سعيه إلى توسيع نظريته الخاصة حتى تشمل الجاذبية .ولقد اهتمت نظريته الأصلية بالظواهر على مستوى الذرة ومكونتها، ثم بات مهوسا بتطبيقها على الكون .لذا تصادم مع قوانين نيوتن للجاذبية[2].

المطلب الأول : الاختبارات التقليدية الثلاثة للنسبية العامة

عندما كان أينشتاين يعمل على نظريته كان قد فكر في ثلاثة (اختبارات تقليدية للنسبية العامة) ثلاثة مواقف قد يمكن من خلالها الحسم بين نظرية الجاذبية الجديدة ونظرية، نيوتن، وبين تنبؤات كلٍّ منهما .ومن ناحية ترتيب الأحداث، كان تقدم حضيض عطارد يمثل أول اختبار تقليدي للنسبية العامة، بما أن أينشتاين لم يقتنع فعلًا بصحته إلا عندما تحقق من أن النظرية الجديدة تفسر هذا التشوه .ويثبت الاختبار الثاني، الذي أجُري في1919 ، أن الشمس تتسبب في انحراف مسار. الأشعة الضوئية .وإذا افترضنا أن الضوء يتكون من جزيئات ذات كتلة ما وسرعة محددة جيدًا، فإن نظرية نيوتن تتفق أيضًا هي الأخرى مع وجود انحراف ولكنها تتوقع أن ينحرف الشعاع المار بمحاذاة الشمس بقيمة0،87.في حين أن النسبية العامة تتوقع قيمة مضاعفة . وترجح الملاحظة كفة أينشتاين، ولكن الملاحظات التي أجُريت في ذلك الوقت كانت لا تزال غير دقيقة .فكان العديد من علماء الفلك لا يمتلكون الوسائل الرياضية اللازمة لفهم النظرية .وكانت الأمور تسير ببطء. وفي عام 1955 عُقد في برن أول مؤتمر مخصص للنسبية العامة .وفي هذا المحفل اعترف المشاركون بأن ملاحظات انحراف الأشعة الضوئية تؤيد نظرية أينشتاين، ولكن ظل هذا الاعتراف مع ذلك يشوبه الحذر.

ويتعلق الاختبار الثالث بتحرك الأشعة في مجال جاذبية . وفي المؤتمر ذاته، في1955 ، تم الإعلان عن أن محاولات قياس هذا التحرك ليست مقنعة بدرجة كبيرة .فعلى الرغم من ملاحظة أشعة الإصدار القادمة من سطح الشمس، فإنه لا يمكن استخلاص أي نتيجة مؤكدة؛ لأن الأسباب المحتملة لهذا التحرك عديدة .فعلى سبيل المثال إذا كان الغاز المُصدِر للأشعة متحركًا، فيمكن للأشعة في أن واحد أن تتحرك وأن تتسع؛ مما

[1] ألبرت اينشتاين : أفكار وأراء , ترجمة رمسيس شحاتة , الهيئة المصرية العامة للكتاب , ص 12 .
[2] سيول ايدون : فضولية العلم ,ط1 , مكتبة الفكر الحديد ,دار الساقي ,2007 , ص 210 .

يحجب تأثير الجاذبية المحتمل .وفي هذه الظروف سوف تمثل تجربة باوند وريبكا مفاجأة سعيدة؛ لأنها سوف تثبت وجود تأثير مرتبط بالنسبية العامة. ثمة تأثير آخر للاختبارات التقليدية الثلاثة، فهي تكشف إلى أي مدًى من الدقة تصِف نظرية نيوتن الظواهر الملحوظة، ولا سيما حركة النجوم .لم تقلل النسبية العامة إطلاقًا من شأن نظرية نيوتن التي تم إهمالها، ولكنها أشارت إلى التغييرات التصورية اللازمة لجعلها متفِقة مع النسبية الخاصة .وفي بعض الظروف الخاصة ، تشير أيضًا في الحقيقة إلى التصويبات التي يتعين القيام بها لكي تظَل الملاحظات متفقة مع الحقائق الواقعة [1].

1- الجيل الثاني للنسبية العامة:

كانت الدلائل التجريبية للنسبية العامة تنحصر طيلة خمسة وأربعين عامًا في أول اختبارين تقليديين . وشهدت الستينيات تجربة باوند وريبكا واكتشاف النجوم النابضة وبداية العصر الفضائي .واليوم، تحققنا لمرات عديدة من الاتفاق بين النسبية العامة والظواهر التي تحدث في النظام الشمسي، وهو اتفاق تام .ونكتفي هنا بذكر مجالين وجدتْ فيهما النسبية العامة تطبيقًا ملحوظًا.

أشرنا فيما سبق إلى وجود النجوم النابضة، تلك المصادر التي تطلق أشعة كهرومغناطيسية تومض سريعًا. وبدلًا من أن تُصدر هذه النجوم النابضة أشعتها في كل الاتجاهات مثل الشمس أو مثل غالبية النجوم، تشبه منارات قوية وتصدر حزمتين من الموجات الكهرومغناطيسية التي تدور مع النجم .وحين تنتشر إحدى هاتين الحزمتين في كوكب الأرض، يتعرض المراقب لإصدار دوري ويعلم من خلال تردد هذا الإصدار سرعة دوران النجم حول محوره .وتخبرنا الترددات الملحوظة أيضًا بصورة مباشرة بعدد الدورانات التي يقوم بها النجم النابض في ثانية واحدة، والتي تتراوح من1 إلى 1000وفقًا للنجم، وهو ما قد يؤدي إلى انفجار الشمس إذا كانت تخضع لسرعة دوران مماثلة .وتقاوم هذه النجوم النابضة الانفجار؛ لأن كثافتها تقارب كثافة النواة الذرية، وهو ما يجعل كتلتها أكبر بقليل من كتلة الشمس . تنتج الموجات الكهرومغناطيسية من تسارع الشحنات الكهربائية .وفيما يتعلق بموجات الراديو ينتج هذا التسارع عن الحركة المستمرة للإلكترونات في البث .وفي حالة النجم النابض المزدوج، توجد ظاهرة مماثلة، فإن النجمين قريبان جدًّا ويكون التسارع المكتسب مهمًّا للغاية، لدرجة أن (موجات الجاذبية) الصادرة وهي تقوسات داخلية للزمكان تنتشر بسرعة الضوء، تحمل كمًّا هائلًا من الطاقة .ويمكن ملاحظة خصائص المدارات، فيقل المحور الكبير 7أمتار كل عام .وفي خلال 300مليون عام سيتلامس الجسمان .ويمكن تحليل هذه التغيرات التي تطرأ على المدار ومعدل إصدار موجات

[1] فرنسوا روتين: جاذبية مدهشة، ص 335 ــ336 .

الجاذبية، بفضل معطيات تغيُّر تردُّد النجم النابض المزدوج، فهي تتفق بالضبط مع تنبؤات النسبية المعممة . وشتان الفارق بينها وبين الاختبارات التقليدية الثلاثة ٠ يجهل الكثيرون أن النسبية العامة تدخل حتى في حياتنا اليومية[1].

2- النسبية العامة وإثباتها التجريبي:

إن النظرية العامة تهدف إلى صوغ قوانين فيزيائية لكل المراجع، عطالية ام لا ، ومسألتها الأساسية هي مسالة التثاقل ، إنها تبذل مجهودا جديا لصوغ قانون التثاقل بشكل جديد ،ولكن قانون التثاقل يستعصي على كل جهودنا الهادفة إلى تبسيطه وتدبيره كي يدخل إطار النسبية الخاصة .وحتى لو كنا نجحنا في ذلك فلا بد من خطوة أخرى :من خطوة تذهب إلى مرجع النسبية الخاصة العطالي إلى مرجع النسبية العامة الاختياري ،ولقد ثبت لنا بوضوح من جهة أخرى ومن خلال التجارب المثالية على المصعد أثناء سقوطه الحر ،إن لا أمل في التوصل إلى بناء نظرية النسبية العامة قبل أن تحل مسالة التثاقل ، وقد اتضح لنا من خلال المناقشة أن حل مسالة التثاقل في الفيزياء التقليدية ليس الحل الملائم في النسبية العامة . وان فروق طبيعة هذه النظرية أي النظرية النسبية العامة والنظرية القديمة والسمات المميزة لنظرية التثاقل الجديدة من خلال :

ـ أن معادلات التثاقل في النظرية النسبية العامة يمكن أن تطبق على أي مرجع

ـ إن قانون نيوتن في التثاقل يربط حركة الجسم هنا بالفعل الناجم في اللحظة نفسها،عن جسم موجود على مسافة بعيدة .

ـ إن الطبيعة الهندسية لعالمنا تصنعها الكتل والسرعة.وتسعى معادلات التثاقل في النسبية العامة إلى إلغاء الضوء على خوص عالمنا الهندسية . وان مسالة وضع نتائج النسبية العامة على محك التجربة عملية صعبة ومعقدة و لم تجد كلها حلولا، ولكن بما أننا نهتم هنا بالأفكار الأساسية فلن نغوص فيها إلى أعماق أكبر. ونكتفي بأن نذكر أن التجارب التي أجريت حتى الآن تبدو مؤيدة للنتائج المستخلصة من النظرية النسبية العامة [2].

أهم عناصر هذه النظرية يتمثل في النقاط التالية :

1ـالمكان والزمان معا في متصل واحد .

2ـالكون منحنى مقفل محدود.

---

[1] فرنسوا روتين: جاذبية مدهشة، ص 336 ـ337 .

[2] ألبرت اينشتاين : تطور الأفكار في الفيزياء , ص 173 ـ 174 ـ 177 .

3_نظرية الجاذبية .

4_الكون يتمدد وينكمش.

ولقد أثارت هذه النظرية الكثير من الآراء،تداولها العلماء والفلاسفة . إلا أنه من الجدير بالذكر أنها كنظرية في مجال العلم تتصف بكونها نظرية رياضية في رموزها[1].

المطلب الثاني:مجال الجاذبية.

إذا التقطت حجرا ثم تركته وشانه فلماذا يسقط على الأرض...؟

إن الإجابة المعتادة على هذا السؤال هي أن الأرض تجذب الحجر.والفيزياء الحديثة تجيب إجابة مختلفة للأسباب الآتية :لقد أدت الدراسة المفصلة للظواهر الكهرومغناطيسية التي اعتباران التأثير عن بعد _تدخل وسط ما بين الطرفين _عملية مستحيلة ،فإذا جذب مغناطيس قطعة من حديد مثلا خلال الفضاء الفارغ لكننا نضطر إلى أن نتخيل مع فرد أي أن المغناطيس يخلق حوله شيئا فيزيائيا حقيقيا _هو مجال المغناطيس يؤثر بدوره على قطعة الحديد بحيث يدفعه إلى الحركة نحو المغناطيس. لن نناقش هنا مبررات هذه الفكرة العارضة وهي في الحقيقة فكرة لا تخلو من التعسف بوجه ما ولكننا نكتفي بان نقول انه باستخدام هذه الفكرة (فكرة المجال)أمكن تفسير الظواهر الكهرومغناطيسية بطريقة أفضل بكثير مما لو استبعدناها خصوصا فيما يتعلق بانتشار الأمواج الكهرومغناطيسية ،وأثار الجاذبية أيضا تعمل بنفس الطريقة

وإن مجالات الجاذبية تتفرد بميزة خاصة على جانب أساس من الأهمية "**ذلك أن الأجسام التي تتحرك تحت تأثير مجال الجاذبية فقط تتحرك بعجلة لا تعتمد أبدا على الحالة المادية ولا الفيزيائية للجسم** " ومثال ذلك قطعة الرصاص وقطعة الخشب تسقطان بنفس الكيفية تحت تأثير مجال الجاذبية في الفراغ سواء بدا سقوطهما من حالة السكون أو ابتدآه بسرعة واحدة. ويمكن التعبير عن هذا القانون الدقيق بطريقة أخرى تبعا لما يلي :

أننا وفقا لقانون نيوتن للحركة نجد أن: **القوة (=كتلة القصور الذاتي)×العجلة**

حيث تكون كتلة القصور ثابتا مميزا للجسم المعجل . فإذا أصبحت الآن الجاذبية سبب العجلة نجد أن :

القوة =كتلة الجاذبية ×في شدة مجال الجاذبية

حيث أن كتلة الجاذبية ثابتة مميزة للجسم ،ومن هاتين المعادلتين نجد أن:

[1] زهير خويلدي : معاني فلسفية ، دار الفرقد ،ط1، دمشق ، 2009، ص 123.

العجلة = كتلةالجاذبيةكتلة / القصورالذاتي × **شدة مجال الجاذبية.**

فإذا كانت العجلة مستقلة عن طبيعة الجسم وحالته من السكون أو الحركة كما هو ثابت بالتجربة ،فعلى ذلك لابد أن تكون هذه العجلة واحدة بالنسبة إلى كل الأجسام .وإذا اخترنا الوحدات المناسبة أمكن أن نجعل هذه النسبة مساوية للوحدة .وبذلك نحصل على قانون : (كتلة الجاذبية لجسم ما مساوية لكتلة القصور الذاتي للجسم نفسه) .صحيح أن هذا القانون المهم كان معروفا من قبل في ميكانيكا ولكن أحدا لم يفسره ذلك وقت ،ولا يمكن الوصول إلى تفسير مرض له ما لم تسلم بالحقيقة التالية **"أن خاصيتي القصور الذاتي والوزن لجسم ما (حرفيا الثقل) هما في الحقيقة شيء واحد يبدو مرة بهذا الشكل والأخرى بالشكل الأخر حسب الظروف** [1]" .

وفكرة اينشتاين هي أن أي تجربة تؤدي في مصعد متسارع في الفضاء ستعطينا نفس النتيجة تماما ، التي تعطينا إياها تجربة تؤدي في مصعدا موضوعا داخل منطقة خاضعة لقوة الجاذبية ،لكن يسمح له بالسقوط في مجال الجاذبية .كل شيء داخل هذا المصعد يصير عديم الوزن ، وهذا مكافئ للموقف الذي يكون فيه المصعد في حالة سكون دون أن تؤثر فيه أية قوى جاذبية .ولدى الراصد الذي يسقط حرا كل الأسباب التي تدعوه لان يعتبر نفسه في حالة حركة قصورية [2].

والضوء يتأثر بالجاذبية وهناك تفاعل بين الإشعاع والكتلة .وهذه النتيجة الهائلة، مقترنة بالنسبية العامة. وقد قام اينشتاين بعملية تجريبية تتعلق بانجذاب ضوء نجمة عند مرورها قرب الشمس أجرى التجربة بنجاح العالم البريطاني ادنغتون edington عام 1919 خلال كسوف الشمس والنتيجة كانت أن الضوء المنبعث من هذه النجوم ينجذب عند مروره قرب الشمس ومنح ذلك التأكيد التجريبي المذكور شهرة واسعة للنسبية العامة[3].

المطلب الثالث:مبدأ التكافؤ.

كان لدى أينشتاين أفكار فَطِنَة بشأن كيفية دمج الجاذبية داخل نظرية النسبية .بادئ ذي بدء، لنتدبر نظرية نيوتن للجاذبية .وفق هذه النظرية فإن القوة الواقعة على جسيم كتلت (ك) بسبب جسيم آخر كتلته

---

[1] ألبرت اينشتاين : النظرية النسبية ,ترجمة رمسيس شحاتة ,ص116 الى118 .

[2] نيثان سبيلبرج وبرايون اندرسون : أفكار سبع هزت العالم,ترجمة احمد عبد الله السماحي وفتح الله الشيخ ,ط1 , دار الكلمة ,القاهرة , 2010 ،ص 225 .

[3] فرنسوا فانوتشي: ما النسبية؟، ترجمة عز الدين خطابي،مراجعة فريد الزاهي, ط1، دار الكلمة، أبو ضبي، 2012،ص59.

(ك1) إنما تعتمد على محصلة هاتين الكتلتين ومربع المسافة بين الجسيمين . ووفق قوانين نيوتن للحركة فإن هذا يسبب تسارعًا في الجسيم الأول بموجِب المعادلة :القوة تساوي الكتلة مضروبة في التسارع . والكتلة في هذه المعادلة تسمى الكتلة القصورية للجسيم، وهي تحدد مقاومة الجسيم للتسارع .لكن في قانون التربيع العكسي للجاذبية تقيس الكتلة استجابة الجسيم لقوة الجاذبية التي أنتجها الجسيم الآخر، ومِن ثَمَّ يطلق عليها كتلة الجاذبية السالبة .إلا أن قانون نيوتن الثالث ينص أيضًا على أنه لو بذل الجسم (أ)قوة على الجسم (ب)، فإن الجسم (ب) بدوره يبذل قوة عل الجسم (أ) تكون مكافئة في المقدار ومضادة في الاتجاه .وهذا يعني أن كتلة الجسيم يجب أيضًا أن تكون كتلة الجاذبية الموجبة " إذا شئت فسَمِّها شحنة الجاذبية" التي ينتجها الجسيم .وفق نظرية نيوتن كل هذه الكتل الثلاث — الكتلة القصورية وكتلتا الجاذبية الموجبة والسالبة — متكافئة. أما اينشتاين فقرر انهذا التكافؤ هو نتيجة لمبدأ أعمق أسماه "مبدأ التكافؤ" هذا يعني" **أن جميع المختبرات الساقطة سقوطًا حرًّا والموجودة في نفس الإطار متكافئة من حيث أداء كل التجارب الفيزيائية**". وهو يعني بهذا أنه يمكننا التغاضي عن الجاذبية بوصفها قوة مستقلة من قوى الطبيعة واعتبارها بدلًا من ذلك محض نتيجة للحركة بين الأطُر المرجعية المتسارعة[1].

ومبدأ التكافؤ على هذا النحو يمنعنا من أن نستنتج بأنه موجود في مرجع متسارع،لأن كل الآثار الناجمة عن هذا التسارع تماثل الآثار الناجمة عن الثقالة في مرجع ساكن أو يتحرك حركة مستقيمة منتظمة في حقل ثقالي ،وهكذا يدعم هذا المبدأ فكرة اينشتاين بأنه لا يمكن أو نفرق بين الحركة المتسارعة وغير المتسارعة، لان قوى العطالة الناجمة عن تسارع هي نفسها ناجمة عن الثقالة ،فلا يستطيع المراقب أن يفرق ومن هنا لا يوجد فرق حول ماذا يرصد المراقب ؟هل يرصد الأجسام المادية من الناحية التحركية أو الحركة أو انتشار الضوء ؟هذا ما أدى بأينشتاين إلى استنتاج مهم جدا بشان سلوك الضوء فحينما تمر حزمة ضوئية عبر المصعد المتسارع في اتجاه عمودي على تسارعه تبدو أنها تسقط نحو ارض المصعد مثلما تسقط الجسيمات المادية ،لان أرضه تتحرك حركة متسارعة، ولما كان مبدأ التكافؤ ينص على انه لا فرق بين أثار التسارع والثقالة توقع اينشتاين أن تسقط الحزمة الضوئية في الحقل الثقالي كما تسقط الجسيمات المادية وقد ثبت هذا التوقع بحذافيره في أثناء كسوف الشمس الذي حدث عام 1919م فقد شوهد أن الحزمة الضوئية تنحرف نحو الشمس عندما تمر بجوارها ،وكان مقدار الانحراف متفقا مع ما توقعه اينشتاين [2].

---

[1] بيتر كولز :علم الكونيات , ترجمة محمد فتحي خضر,ط1 ,دار الهنداوي ,القاهرة , 2015 ,ص 23 ــ24 .

[2] صلاح عدس : ملامح الفكر الأوربي , مجلة الهلال ,ص 101 .

ونلاحظ انه لا خلاف بين النظرية العامة والنظرية الخاصة في أنهما مبنيتان على زمكان رباعي الأبعاد والنسبية العامة تشمل الخاصة ،ولكنها تختلف عنها في أن هندسة النسبية لا اقليدية وهذا الجانب هو الذي يقود إلى مبدأ التكافؤ .وكي نفهم الفضاء الإقليدية دعونا نعود إلى المصعد قليلا ، ونتخيل الآن أن المصعد يسقط سقوط حر نحو الأرض ، ففي هذه الحالة يسقط المراقب وكل شيء داخل المصعد بسرعة واحدة، كما أن الشيء المقذوف يتحرك عبر المصعد حركة مستقيمة كما يراها المراقب، أي لا يوجد لديه حقل ثقالي أما بالنسبة للمراقب الواقف على الأرض فلا يرى المقذوفات تتحرك حركة مستقيمة ، وإنما يراها على هيئة قطوع مكافئة لذلك لا وجود للثقالة بالنسبة للمراقب الذي في المصعد، بينما موجودة للمراقب الذي على الأرض فكيف نخرج من هذا التناقض؟

لقد رأى اينشتاين أن الحل يمكن في إعادة فهم القوة الثقالية ، لان مفهوم نيوتن لها ليس مفهوما مطلقا ويتغير من مرجع إلى أخر كما حدث في التجربة السابقة ، ولذلك قام اينشتاين بإعادة قانون نيوتن الأول ليشمل هذا المفهوم ، وأصبح القانون أن الأجسام تتحرك دائما في خطوط مستقيمة سواء أكانت في حقل ثقالي أم لا ولكن يجب إعادة تعريف الخطوط المستقيمة كي ينتهي الإشكال، وتشمل خطوطا ليست مستقيمة بالمعنى الإقليدية .وقام اينشتاين بذلك وبين كيفية هندسة الزمكان الاقليدية في الفضاء المليء بالكتل وفي الزمكان الخالي من الكتل ، وأصبح السبب في حركة الأجسام في الحقل الثقالي هو إتباع الأجسام للانحناء الزمكاني، وتعد هذه الحركة في الهندسة الإقليدية حركة في خطوط مستقيمة ، لأنها اقصر مسار في هذه الهندسة وكان لهذه الدراسة التي قدمها اينشتاين نتائج كثيرة من انحراف حزمة الضوء أو ما يعرف (الانزياح الاينشتايني نحو الأحمر) .وتحولنا بذلك من نظام غاليلي حركة متسقة في الانتظام إلى نظام لا غاليلي حركة متنوعة.[1]

وانتقلنا بهذا من الموضوعية إلى الذاتية كأساس للفيزياء المعاصرة وبمعنى أخر فان المنهج الفيزيائي تحرر من العلية والوحدة وانتقل إلى التعدد .وأيضا تتنبأ هذه الهندسة الناشئة عن وجود أجسام ذات كتل هائلة كالنجوم بان يتباطأ الزمن بالقرب من هذه النجوم ، أضف إلى ذلك تقلص الأطوال وكان أعظم انجاز حققته النسبية العامة في مجال علم الكون (الكوسمولوجيا) فقد طبق اينشتاين نظريته الثقالية على الكون بمجمله ، وتوصل إلى

[1] Paul Couderc : La Relativite, PUF 1941 ,P,102- 103.

نموذج سكوني لا يتوسع ولا ينهار على نفسه ثم اثبت علماء الفلك أم النظرية النسبية تؤدي إلى نموذج لا سكوني متوسع ، وهكذا ساهمت هذه النظرية في إثراء علم الكون [1].

ومن جهة ثانية فتحت النظرية النسبية المجال أمام التفاسير الذاتية في البحث العلمي بعدما سادت فكرة القانون العام في المنهج الديكارتي والفيزياء الكلاسيكية فالنظرية النسبية تنكر " **وجود معيار المعقولية الشمولية الذي يمكن أن يتيح الحكم بان نظرية ما أحسن من أخرى ...وهنا نكون أمام منهج سيكولوجي** [2]".

و لم تعد الحقيقة المطلقة أمر يسلم به العقل ، لان الحقيقة في العلم المعاصر أصبحت تثبت مطلقيتها في حدود النسق الواحد وفيما عداه تتحول إلى مجرد فرضية صدقها يعادل كذبها يقول غاستون باشلار في هذا "**بيد أن الفكر العلمي الجديد بالدرجة الأولى هو تصحيح معرفة، توسيع اطر المعرفة .انه يحكم على ماضيه بإدانته** [3] ".

---

[1] جمال ميموني ونضال قصوم : قصة الكون ,دار المعرفة ,الجزائر ,2002 ,ص 231 ــ232 .

[2] الان شالمرز : نظريات العلم , ترجمة حسين سبحان وفؤاد الصفا ,ط1 ,دار توبقال للنشر ,الدار البيضاء المغرب ,1991, ص106 ــ107 .

[3] غاستون باشلار : الفكر العلمي الجديد , ترجمة عادل العوا ,تقديم جيلالي اليابس ,دط ,موفم للنشر ,الجزائر ,1974 ,ص 19.

المبحث الأول: الفيزياء (الفيزيقا) والميتافيزيقا:

مما لا شك فيه أن العلماء يفترضون بعض الفروض الفلسفية المعينة، غير القابلة للإثبات، لكن من المستحيل عليهم أن يفهموا أدنى الفهم ما يلاحظونه من ظواهر في العالم الطبيعي .و كمثلٍ، فسيكون من المستحيل عليهم إنجاز أي فيزياء لو أنهم لم يفترضوا أن هناك أشياء من مثل القوانين الفيزيائية، وأن هذه القوانين تظل دومًا هي نفسها.

وهناك فروض فلسفية يجب أن يفترضها علماء الفيزياء و الكونيات الذين يحاولون فهم خواص الكون .ولا توجد أي وسيلة للبرهنة على أن قوانين الفيزياء يجب أن تكون في المجرات البعيدة هي القوانين نفسها بالضبط كما في منطقتنا من الفضاء، ولكننا إذا لم نفترض ذلك، فلن يكون هناك إمكانية لوجود شيء من مثل علم فيزياء الفلك.

وبالمثل، لأنه إذا كان لنا أن نتحدث عما مضى من تطور الكون، يجب أن نفترض أن القوانين الفيزيائية التي يجري العمل بها اليوم هي القوانين نفسها التي حددت سلوك المجالات والجسيمات منذ بلايين السنين .ومرة أخرى، فإنه لا توجد أي وسيلة للبرهنة على أن هذا ما يجب أن تكون عليه الحال[1].

إن هذه الأحداث قد وقعت لأننا لا نعرف أن قوانين الطبيعة قد تغيرت عبر الزمان .فلو كانت القوانين تتغير بوسائل غير معروفة لن يكون في استطاعتنا مطلقًا أن نتحدث عن" قوانين الطبيعة."

ففكرة أن قوانين الطبيعة التي ندركها هي القوانين نفسها التي يجري العمل بها في أماكن أخرى وأزمنة أخرى هي فكرة لا يمكن إثباتها .فطرح هذا الفرض قد أدى إلى خلق نظريات لها قدرة تنبؤية، وهي كما يبدو قد أعطت تفسيرات متماسكة للظواهر التي نلاحظها اليوم في الكون .وبكلمات أخرى، فإن افتراض هذا الفرض الذي هو أساسًا فرض فلسفي، قد أدى إلى خلق نظريات علمية هي فيما يبدو معقولة.

ولعل هذا أيضًا هو ما يبرر الفرض الفلسفي الذي يفترض البساطة .وقد أدركنا بصفة عامة منذ عهد نيوتن على الأقل، أننا عندما نواجه بعدد من التفسيرات المختلفة الممكنة لإحدى الظواهر، فإنه يكاد دومًا يثبت في النهاية أن أبسط هذه التفسيرات هو التفسير الصحيح.

ونحن لا يمكننا حقًا أن نبرهن على أن البنيات الأساسية للطبيعة يجب أن تكون بسيطة على أن افتراض هذا الفرض هو فيما يبدو مفيد بالتأكيد . على أنه ينبغي أن نشير إلى أن النظريات" البسيطة "يمكن من الوجهة

[1] موريس ريتشارد :حافة العلم ،عبور الحد من الفيزياء (الفيزيقا) إلى الميتافيزيقا، ترجمة.مصطفى إبراهيم فهمي، المجمع الثقافي، أبو ظبي، ص214.

الرياضية أن تكون معقدة جدًا[1]. وكمثل، فإن نظرية النسبية العامة التي تتأسس على عدد صغير من المسلمات أمكن أن ينتج عنها بضع معادلات جد معقدة بحيث لم يمكن قط حلُّها خلال المدة التي مرت منذ طرحت النظرية وهي مدة تزيد على سبعين سنة .وبالمثل، فإن نظرية الأوتار الفائقة التي تتأسس على فكرة بسيطة نسبيًا وهي أن الجسيمات الأولية هي أساسًا حلقات متذبذبة؛ هذه النظرية قد نتج عنها معادلات يئس الفيزيائيون من أن يستطيعوا حلها في المستقبل المنظور.

وعليه، فإذا كانت المسلمات البسيطة تؤدي أحيانًا إلى مشكلات رياضية هائلة، فإن الفروض المعقدة ستؤدي إلى نظريات هي حتى أسوأ .إنه من دون افتراض البساطة لا يستطيع أحد إنجاز أي فيزياء.

تؤدي الأفكار الفلسفية بالفعل دورًا مهمًا في التفكير العلمي وإنها في الحقيقة تُضمن أحيانًا في الحجج العلمية .إن الفيزيائيين يناقشون احتمال انتهاك العلّية عندما يناقشون احتمال السفر وراء في الزمان .وكثيرًا ما يستشهدون بانتهاكات العّلية كسبب للتفكير مثلا في أن التاكيونات لا وجود لها .ومفهوم العّلية هو فكرة فلسفية وليست علمية .ويمكننا أن نضعه ضمن الفروض الفلسفية التي يتأسس العلم عليها[2].

وفي السنوات الأخيرة أخذ الفلاسفة يلجئون إلى فكرة فلسفية أخرى في مناسبات عديدة حتى أصبحت هذه الفكرة مشهورة بعض الشيء .وهذه الفكرة التي عرفت باسم المبدأ الإنساني يشهر بها الفلاسفة على أنها علامة مرضية على العودة للفكر الذي كان سائدًا قبل كوبرنيكوس .كما أن الفيزيائيين ينتقدونها على أنها غير علمية .وكمثل، فإن الراحل هايتر باجلز قد وسمها بأنها" خدعة ... ليس لها أية علاقة بالعمل التجريبي"، وأطلق عليها أنها مثل من" النرجسية الكونية ."على أن علماء آخرين يحسون بأن لهذا المبدأ قدرة حقيقية على التفسير .والحقيقة أن الفلكي الانكليزي جون د.باور هو الفيزيائي والأمريكي فرانك ج .تبلر يحاولان في كتابهما" المبدأ الإنساني الكوني "أن يبينا أن حجج المبدأ الإنساني قد استخدمت بنجاح خلال التاريخ العلمي كّله.

تتأسس الميتافيزيقا في الفيزياء في القول" :على أنه يبدو أن وجود كون له القدرة على إيواء الحياة لهو في الحقيقة أمر قليل الاحتمال جدًا .وفيما يفترض فإنه ليس من سبب يمنع من أنه يمكن لقوانين الفيزياء وثوابت الطبيعة أن تكون مختلفة اختلافًا هينًا عما هي عليه .وكمثل، فإن الجاذبية يمكن أن تكون أقوى قليلا مما هي عليه أو أن القوى القوية والضعيفة يمكن فيما يفترض أن تكون أضعف قليلا .ومن الظاهر أ ليس من سبب

[1] موريس، ريتشارد، المرجع السابق، ص215 .

[2] المرجع نفسه ، ص216 .

أساسي يمنع فيما ينبغي أن تكون شحنة الإلكترون أكبر قليلا مما هي عليه، أو أن تكون كتلة البروتون أقل قليلا .على أنه لو تم وقوع أي من هذه التغيرات، فيكاد يكون من المؤكد أنه سينتج عن ذلك كون لا حياة فيه .وفيما يبدو، فإنه ما لم يكن هناك مبدأ غامض يعمل هنا، فإن الحياة ستكون نتيجة لسلسلة من مصادفات استثنائية[1]".

الآن لم يعد يبدو أن من الممكن إجراء بحوث على تخوم العلم دون مجابهة أسئلة كانت تعد ذات يوم أسئلة ميتافيزيقية .وقد وجد الفيزيائيون أنفسهم يسألون أسئلة من مثل :هل مما له معنى أن نتحدث عن زمان ما قبل بدء الكون؟ هل للكون بداية؟ وإذا كان له بداية، هل ثمة ما يقال عنه إنه كان" من قبلها"؟ أو أن الزمان قد أتى للوجود مع الكون نفسه؟ ما هو بالضبط الوضع المنطقي" للأكوان الأخرى "إذا كانت هذه الأكوان مما لا يمكن رصده؟ أيمكننا عندها أن نقول إنها" موجودة "حقًا؟ وإذا كان لا يمكننا قط أن نرى الثقوب الدودية التي تصل بين كوننا والأكوان الأخرى، هل يمكننا حقًا أن نتكلم، كما تكلم هوكينغ، عن جسيمات تكتسب الكتلة بأن تمر من خلال هذه الثقوب الدودية؟ أيكون هناك معنى لأن نتكلم عما لا يمكننا ملاحظته؟ أو أن هذا هو فحسب نوع من تفسير زائف؟ وفيما يتعلق بذلك، ما المعنى الذي ينبغي أن ننسبه لوجود أبعاد إضافية للمكان هي مضغوطة في أبعاد جد دقيقة في صغرها بحيث لا يمكننا أن نلاحظها قط.؟ [2]

وأخيرًا، إذا كانت ثمة نظرية لم تختبر، وليست فيما يحتمل مما يمكن اختباره، وتحوي متغيرات رياضية لا يمكن لأحد أن يفسرها، فما الذي بالضبط يقوله هذا " بالفعل "بالنسبة إلى مفهومنا عن الواقع الفيزيقي؟

على أن هناك فيما يحتمل سؤالا آخر هو أكثر أهمية وهو يحوم فوق تلك الأسئلة كّلها، سؤال يتعلق بالصدع الذي يتنامى بين النظرية والتجربة.

ها نحن الآن وقد أصبحت الحدود ما بين الفيزياء والميتافيزيقا غير واضحة. والأسئلة التي كانت تعد في عصر آخر أسئلة ميتافيزيقية تدخل الآن في المناقشات عن أصل الكون، وأصبح الفيزيائيون يتحدثون عن المبادئ الإنسانية التي يبدو أحيانًا أنها فلسفية أكثر منها علمية .وفي الوقت نفسه، ثمة نظريات تشمل كل شيء

---

[1] موريس ريتشارد :المرجع السابق، ص216 -217.

[2] موريس ريتشارد :حافة العلم، عبور الحد من الفيزياء (الفيزيقا)إلى الميتافيزيقا، ترجمة مصطفى إبراهيم فهمي، المجمع الثقافي، أبو ظبي، ص224 225.

تطرح وينتج عنها استنتاجات لا يمكن التحقق منها، وتبدو مشابهة للمذاهب الميتافيزيقية التي كان يطرحها باستمرار فلاسفة القرن التاسع عشر[1] .

وقد وجد بعض الفيزيائيين المبرزين أن هذا الموقف فيه ما ينذر، وأحسوا أن الفيزياء تنجرف بعيدًا من أساسها التجريبي وأنها أخذت تتحول إلى شيء ما غير العلم .وقد رأينا مثلا أن بعض نقاد نظرية الأوتار الفائقة كانوا عنيفين جدًا في شجبهم للعلماء المنظرين الذين يتابعون إلى ما لا نهاية أفكارًا غير قابلة للاختبار، إلا أن هذا كله لم يجدِ نفعًا لأن الميتافيزياء التحمت بالفيزياء .فمن الأمور المحتمة أن تصبح الفيزياء في يومنا علمًا أقل اتصافًا بالتجريبية، وأن النظر بالتخمين هو مما ينبغي أن يتخذ أحيانًا سمة ميتافيزيقية .وعندما يصل التجريب إلى أقصى حدوده، فإن النظرية فقط هي التي يمكن أن تتقدم لنقط أبعد من ذلك[2] .

عندما حل النصف الأخير من القرن العشرين، أصبح العلماء يسألون أسئلة عديدة كانت ذات وقت تعد أسئلة ميتافيزيقية بالكامل .وكمثل، يتساءل الفيزيائيون عن مسائل مثل" ما الزمان؟ من أين أتى الكون؟ هل من الممكن تخليق شيء من لا شيء؟" بل إن بعضهم استدعوا المبادئ الإنسانية في محاولة للتساؤل عم يمكن استنباطه من حقيقة وجودنا إن كان هناك ما يستنبط منها؟ [3] .

المبحث الثاني: ثورة الفيزياء الكبرى من منظور فلسفة العلم

في فاتحة القرن العشرين، وبالتحديد في السابع عشر من ديسمبر العام 1900 في جلسة الجمعية الفيزيائية التابعة لأكاديمية العلوم في برلين، أعلن ماكس بلانك M Planck(1858 ـــــ 1947) فرض الكوانتم العبقري، ولحقت به النظرية النسبية لاينشتاين بعد خمس سنوات .هذه البداية الحاسمة تجعل القرن العشرين متميزا كوحدة فريدة ونقطة تحول في مسار العلم .وطريق جديد بكل المعاني الجدة المتمايزة عن المألوف والقديم .انه طريق شقته ثورة كبرى تقوم بصفة أساسية على دعامتين، هما نظرية الكوانتم والنظرية النسبية[4].

الكوانتم :

الكم أو الكمية (Quantum) (الكونتم) في الفلسفة الحديثة هو الكمية المتناهية المحددة، أو الشيء الذي يمكن أن يحمل عليه الكم، كالزمان والمكان، قال كانط : إن الكمية الجوهر في الطبيعة لا تزيد ولا نتقص .

---

[1] موريس ريتشارد :المرجع السابق، ص 225 226 .

[2] موريس ريتشارد :المرجع السابق ، ص226 .

[3] المرجع نفسه، ص 227-226.

[4] يمنى طريف الخولي : فلسفة العلم في القرن العشرين ،الأصول الحصاد الافاف ،دار عالم المعرفة ،العدد 264 ،2000 ،ص173.

والعلماء الذين يقولون أن الطاقة تتغير في الطبيعة تغيرا منفصلا، يطلقون لفظ الكوانتا (Quanta) أي الكم على وحدات هذا التغير [1].

الكم في الفيزياء (بالإنجليزية quantum : وجمعها (quanta هو مصطلح فيزيائي يستخدم لوصف أصغر كمّية يمكن تقسيم بعض الصفات الطبيعية إليها، مثل الطاقة فهي تنتقل في هيئة كم، أي وحدات صغيرة لا يوجد أصغر منها ؛ والشحنة الكهربة هي أيضا كمومية فأصغر وحدة منها هي الشحنة الأولية شحنة الإلكترون وكذلك اتجاه المجال المغناطيسي للإلكترون للبروتون . معنى ذلك أن للبروتون والإلكترون، كل منهما يلف في حركة مغزلية أما في اتجاه عقرب الساعة أو بعكس اتجاه عقرب الساعة . يسمى هذان الاتجاهان أحيانا "أعلى" و "أسفل" اكتشفت "الظاهرة الكمومية" في عام 1900 على يد العالم الفيزيائي الألماني ماكس بلانك واكتشفها عندما كان يقوم بدراسة لإشعاع الحراري للجسم الأسود . تبين له أن الجسم الأسود لا يمتص أو يصدر الأشعة الحرارية في جميع الترددات، وإنما يمتصها ويصدرها بكميات معينة "كمومية"[2] .

وعندما كان الفيزيائيون معنيين في القسم الأول من هذا القرن ببناء نموذج صحيح للذرة لم يكن أي منهم يعبر انتباهه إلى طبيعة الإلكترون أو حتى إلى البروتون، إلا إن الأسئلة عن بنيتهما بدأت تثير اهتمام النظريين حين أظهرت التجربة أن هناك مزيدا من أنواع الجسيمات .وكان اكتشاف بلانك لنظرية الكم أو كم الفعل قد أدى إلى إدخال الفوتون الذي كان أول جسيم عديم الكتلة في الطبيعة.كما ادخل معه مفهوم المثنوية أي الاتصاف في أن واحد بصفتين الجسيمية والموجبة الذي طبقه ميكانيكا الكم على الإلكترون والفوتون[3].

والفوتونات من أولى الظواهر الفيزيائية التي أوضحت قصور الفيزياء الكلاسيكية ظاهرة "التأثير الكهروفوتوني Photoelectric Effect ".حيث يُسلط الضوء في هذه التجربة على سطح معدني محاط بالفراغ؛ وتنبعث نتيجة لذلك بعض "الإلكترونات Electrons " وهي جسيمات دقيقة ذات شحنة كهربية سالبة .وكانت النتيجة مفاجئة؛ حيث كانت طاقة تلك الإلكترونات المنبعثة من السطح المعدني لا تتناسب مع شدة الضوء، بل تتناسب مع تردده - أو طوله ألموجي- فقط .وكما أشرنا سابقا فإن شدة الضوء– التي هي مقدار الطاقة التي تحملها الموجة –تتناسب مع مربع سعة المجال الكهربي للموجة، فكان من المتوقع أن تتناسب

---

[1] جميل صليبا : المعجم الفلسفي ،ج2 ، مادة الكم ،ص 243.

[2] (كم الفيزياء) ويكيبيديا الموسوعة الحرة ،(كم الفيزياء/https: //AR .wikipedia.arg

[3] لويدمتر وجيفرسون هين ويقر: قصة الفيزياء ،ترجمة طاهر تربدار ووائل الاتاسي ،ط2 ،دار طلاس ،العدد 6 ،دمشق ،1999 ،ص 328.

طاقة الإلكترونات المنبعثة مع شدة الضوء المتسبب في انبعاثها، فإذا كان الضوء أكثر إضاءة فلبد أن تكون طاقة الإلكترونات المنبعثة أعلى .ومن الممكن أن نتصور ثلاثة طرق لحدوث هذا :إما أن تزداد الطاقة التي يحملها كل إلكترون، أو أن يزداد عددها، أو أن يحدث كل الأمرين. وُجد أن الاحتمال الثاني هو الذي يحدث فعلا، فكلما زدنا من شدة الضوء زاد عدد الإلكترونات المنبعثة؛ ولكن تظل طاقة كل إلكترون ثابتة بل زيادة . وسواء كان الضوء الساقط ضعيفا أو قويا فطاقة كل إلكترون تساوي hf ، أي حاصل ضرب تردد الضوء في قيمة الثابت الفيزيائي العام h، المعروف ب " ثابت بلانك Planck's Constant " [1].

إنطلاق بلانك من فكرة الانفصال، انفصال الطاقة، واعتبر الضوء عبارة عن طاقة تسري على شكل كوانتوم، أو كميات(تصغير كم)أي وحدات لا تقبل التجزئة.واخذ يبحث عن الكيفية التي تتوزع بها الطاقة الضوئية في الجسم الأسود، رابطا هذا التوزع بتواتر أشعة الضوء ودرجة حرارة ذلك الجسم، فتوصل إلى نتيجة تتوافق مع معطيات التجربة .وان قيمة الطاقة التي تطلقها الأشعة فوق البنفسجية مثلا اكبر من قيمة الطاقة التي تطلقها أشعة الضوء المرئي، وهكذا اكبر من الطاقة التي تصدرها الأشعة فوق الحمراء، وهكذا، وبعبارة أخرى : قيمة الكوانتوم تتناسب مع التواتر: $Q = h f$ أو ك = ه × ت

(وقيمة الكوانتوم هي (ك). ه (أو h)عدد ثابت مقداره 6.62×10^{-27} ويعرف بثابت بلانك، أما الحرف :ت (f) فيرمز لتواتر)[2].

إن " ثنائية الموجية–الجسيمية Wave–Particle Duality "هي إحدى الخصائص العامة في فيزياء الكوانتم، ويمكن تلخيصها بأن النموذج الذي سيُستخدم لوصف النظام الفيزيائي يعتمد على الأجهزة التي سترصد ذلك النظام! فشعاع الضوء سيتصرف كموجة عند مروره من الشق المزدوج لكنه سيتصرف كتيار من الفوتونات عندما يصطدم بالكاشف أو الفيلم الفوتوغرافي .إن هذه الحقيقة التي تؤكد أن صفات النظام الفيزيائي تعتمد على كيفية رصده هي التي أدت إلى المشكلات الفكرية [3].

ومنذ البداية تصدر فرض الكوانتم طليعة المد الثوري. فما الكوانتم ؟ لكي نجيب عن هذا السؤال، لا بدا من العودة إلى المشكلة العلمية التي تقدم فرض الكوانتم لمحاولة حلها، ثم تعاظم أمره فيما بعد. وتلك المشكلة لم تكن مجرد مشكلة، بل كانت معضلة في إطار أزمة الفيزياء الكلاسيكية زادت من حدة الأزمة،

---

[1] اليستراي : فيزياء الكوانتم ،حقيقة أم خيال؟ ،ترجمة أسامة عباس ،ط1 ،دار الكاتب ،مصر ،2016 ،ص31 32.

[2] محمد عابد الجابري : مدخل إلى فلسفة العلوم ،مركز الدارسات الوحدة العربية ،بيروت ،ص 368ـــــ 369.

[3] اليستراي : فيزياء الكوانتم ،حقيقة أم خيال؟ ،ترجمة أسامة عباس ،ط1 ،دار الكاتب ،مصر ،2016 ،ص 36 .

ويمكن أن نسميها (الكارثة فوق البنفسجية) وان الأزمة التي وصلت إلى حد الكارثة جاءت من إجراء بسيط قام به العالمان الفيزيائيان الانجليزيان رايلي Rayleigh وجيترjeans، ليصلا إلى قانون شامل الذي يجمعهما معا ومؤداه :قوة الإشعاع المنبعث من جسم ساخن تتناسب طرديا مع درجة حرارته المطلقة وعكسيا مع مربع طول الموجة الضوئية المنبعثة منه . وحاول ماكس بلانك حلها، وهيإيجاد رابطة بين قانون بول تسمان ستيفان وقانون فين بطريقة مختلفة تؤدي إلى نتائج معقولة. وبعد عدة أبحاث، وجد بلانك المعادلة التي تربط بينهما، بطريقة تحول دون الكارثة فوق البنفسجية[1].

و لم يفت بلانك أن يشرح لنا ا ناشعة الشمس نفسها كمثل أيأشعةأخرى صادرة من مصدر مشع من دفعات من الطاقة صغيرة وان السبب في أن الضوء والحرارة يظهران كما لو كانا سيلا مستمرا، السبب صغر هذه الكميات من الطاقة بحيث أنإحساسنا لا يستطيع إدراكها وان هذه الكميات الصغيرة من الطاقة ليست متساوية ولكنها تختلف باختلاف طول الموجة المشعة .وقد تبين ليبلانك أن الجسم الأسود مثالي في امتصاص وإشعاع الطاقة [2].

إن حالة الاحتمالية التي تسِم الفيزياء الكمومية تفضي إلى اللاتعين .وهو أيضًا ما يتنافى مع طبيعة المعرفة العلمية كما سادت، ذلك أن تلك المعرفة الأخيرة اعتمدت على قوانين تستند إلى الفصل بين الذات والموضوع من ناحية، وإمكانية التكرار من ناحية أخرى؛ الأمر الذي أحالها إلى ما يشبه اليقين .أ ما الاحتمالية الكمومية فتقول باستحالة بلوغ اليقين، وأن الترجيح لحالة دون أخرى (كما هو الحال في العوالم المتعددة والمتوازية) هو بمنزلة ترجيح لحالة بلغت عالمنا بمحض المصادفة، وأن احتمالاتها الأخرى قائمة أيضًا في أزمنة وأمكنة أخرى ،بمعنى أن ليس فقط المعرفة هي وسط بين الشك واليقين، وإنما الوجود نفسه فالحوادث تحدث في الميكانيكا الكمومي بصورة عشوائية، وهي تعبر فقط عن احتم الحدوث الحادثة في زمن بعينه وليس في زمن آخر، واحتمالات الكموم هي مجرد مصادفة خالصة .وهذا ما أفزع آينشتاين نفسه [3].

النسبية :

كما كانت الكوانتم إبداعا حقيقيا وطريقا جديدا كل الجدة، كانت النسبية هكذا .وكما بدا ماكس بلانك من مشكلة رايلى وجيتر التي إلى الكارثة فوق البنفسجية، بدا اينشتاين من مشكلة تمخضت عنها تجربة

---

[1] يمنى طريف الخولي : فلسفة العلم في القرن العشرين ،الأصول الحصاد الافاف ،دار عالم المعرفة ،العدد 264 ،2000 ،ص174ــ 175 .

[2] جون جريبين : البحث عن قطة شرود نجر، الفيزياء الكمية والواقع، فتح الله محمد إبراهيم الشيخ ،ط2،دار الكلمة ،القاهرة ، 2010 ،ص 53 – 54 .

[3] أومنيس رولان، فلسفة الكوانتم، ترجمة :أحمد فؤاد ثابت، يمنى طريف الخولي، عالم المعرفة، 2008 ،ص200ــ202 .

مكلسون ومورلي وأدتإلى كارثة أخرى حلت بالفيزياء الكلاسيكية هي كارثة الأثيرأيإلغاءالأثير الذي اعتمدت عليه الفيزياء الكلاسيكية خصوصا في تفسيرها ألموجي للضوء والإشعاع .وفي النهاية نجحت النسبية في معالجة انتقال الضوء وحركته مثلما نجحت الكوانتم في تفسير الانبعاث الضوئي وامتصاصه [1].

ومن خلال التجربة التي قام بها مكلسون ومورلي التي كانت نتيجتها إلغاءالأثير وخلص إلىأن ريح الأثير لا وجود لها [2].وقد ساند اينشتاين فرضية التخلي عن وجود الأثير وعن التصور الميكانيكي للكون، ويضع نظرية عامة للحركة وهي النظرية النسبية[3].

وتعد سنة 1905 سنة ثورية في تاريخ العالم حيث قام اينشتاين بخطوات من شانها أن تقلب نظرتنا عن الكون رأسا على عقب، ففيها قد وضع نظريته النسبية الخاصة ونظرية الكم ونظرية الحركة البراونية والتي جعلت الأرض تتزعزع تحت أقدام العلماء الكلاسيكيين وأدت كذلك إلى زعزعة الأسس الصلبة للعلم الحديث .حيث كان هذا العالم يفكر في الثغرات والفجوات التي يستشعرها في نظرياته [4].

وكانت نقطة البداية هي تجربة ميل كسون ومورلي التي انتهت إلى سقوط الأثير وذلك لثبات سرعة الضوء.فانطلقت من هذين الفرضين كمبدأين والتسليم بهما. كما أن النظرية النسبية الخاصة ارتكزت على خمس قوانين: القانون الأول انكماش الطول حيث تنكمش الأجسام في اتجاه حركتها. والقانون الثاني تزداد كتلة الجسم بازدياد سرعته.أما القانون الثالث فهو خاص بجمع السرعات .أما القانون الرابع فهو ينص على أن الطاقة تساوي الكتلة مضروبة في مربع سرعة الضوء.أما القانون الخامس تمدد الزمن أي يتباطأ الزمن تبعا للسرعة[5].وكان الزمان والمكان في الفيزياء الكلاسيكية مطلقان حيث جاءت النظرية النسبية وفندت هذا وكما يقول هيزبيرج : " **أول هجوم سلط على الفرض الأساسي للفيزيقا الكلاسيكية**[6]"، وهذا ما فعله اينشتين حين طرح المتصل ألزماني ـــــــ والمكاني الرباعي الأبعاد، وهو نظام من العلاقات بين الأحداث،

---

(1) يمنى طريف الخولي : فلسفة العلم في القرن العشرين ،ص 188.

(2) جمس ا كولمان : النسبية في متناول الجميع ، ترجمة رمسيس شحاتة ، مراجعة فهمي إبراهيم ميخائيل ،دار المعارف ، القاهرة ،1969 ، ص 33.

(3) عبد الحميد بدر : الكون الأحدب ، قصة النظرية النسبية ،ط2 ، دار العلم للملايين ، بيروت ،1969 ، ص 119.

(4) البرت اينشتاين : النسبية الخاصة والعامة ،ترجمة رمسيس شحاتة ،نهضة مصر ، القاهرة ،ص44.

(5) انظر: وليد قمحاوي : الكون الأحدب ، قصة النظرية النسبية ،1985 ، ص (90ـ 108ـ 120ـ 130 ـ136).

(6) فيرنرهيزنبرج : المشاكل الفلسفية للعلوم النووية ، ترجمة احمد مستجير ،الهيئة العامة للكتاب ،القاهرة ،1972 ،ص 6.

يهدم تماما التصورات الكلاسيكية عن التتابع ألزماني والتجاوز المكاني، ويهدم مفهومي الزمان والمكان المنفصلين والمطلقين[1].

والنسبية العامة تقوم على أساسمبدأ التكافؤ كل النظم الإحداثية في وصفها للظواهر الفيزيائية. ويحاول العبقري ستيفينهوكنج تحقيق الجمع بين الكوانتم والنسبية في نظرية واحدة .كما ساهمت النظرية النسبية من جعل الرياضيات لها قدرها وعظيم شانها تسير في ركاب الثورة حين اتخذت من هندسة ريمان هندسة تطبيقية[2].وقول اينشتين :"**أما الرجل العلم فتتملكه روح السببية الكونية .فالمستقبل بالنسبة للعالم في جميع دقائق حياته محدد وحتمي مثل الماضي تماما**[3]".

ينظر اينشتاين إلى الرياضيات على أنها مبدعة خالقة للنظريات الفيزيائية وأداة لا مساحة عنها لرؤية العالم واكتشاف بنيته وسبر قوانينه، وان المفاهيم الفيزيائية إبداعات رياضية حرة وان الفكر الرياضي قادر لوحده على فهم الواقع حيث يقول اينشتاين :" **ولئن ظلت التجربة بالتأكيد مقياس المنفعة الوحيدة لبناء رياضي ما في خصوص الفيزياء فان المبدأ الخلاق بحق هو الرياضيات** ..." وان الرياضيات تعلمنا مبادئ لغة الطبيعة وتجعلنا قادرين على اكتشاف العديد من الخيوط المؤدية إلى حل الألغاز وفهم أسرار الكون[4].

المبحث الثالث:الدلالات الفلسفية للنظرية النسبية.

إن للنظرية النسبية دلالات ومعاني فلسفية لا تقل شانا عن الدلالات العلمية .بل إن الفلسفة تزعزعت مسلماتها ومذاهبها بعد ظهور النسبية وازداد ارتباط الدراسات الفلسفية بالدراسات العلمية بعد ظهور النظرية النسبية .حيث يصرح اينشتاين في كتابه تطور الفيزياء تحت عنوان الخلفية الفلسفية : " تفرض نتائج البحث العلمي في أحيان كثيرة تبدلا في النظرة الفلسفية إلى مسائل تمتد إلى ما وراء ميدان العلم المقيد . ما هدف العلم ؟ماهو المطلوب من نظرية تحاول أن تصف الطبيعة ؟ إن هذه الأسئلة ترتبط ارتباطا وثيقا بالفيزياء مع أنها تتخطى حدوده لان العلم يشكل مادة نشوئها . وينبغي أن تبنى التعميمات الفلسفية على النتائج العلمية . لكنها بعد أن تصاغ وتقبل على نطاق واسع تؤثر في أحيان كثيرة على التطور اللاحق للفكر العلمي وتبين النهج الذي يجب إتباعه من عدة طرق ممكنة .إن الثورة الناجحة على وجهة نظر قائمة ومقبولة تؤدي إلى تطورات غير

---

[1] البرت اينشتاين و ليوبولدانفلد :تطور الأفكار في الفيزياء ، ترجمة ادهم السمان ،ط2 ،دار الطلاس ،دمشق ،1999 ،ص 153.

[2] يمنى طريف الخولي : فلسفة العلم في القرن العشرين ،ص 203.

[3] البرت اينشتاين : أفكار وآراء ،ترجمة رمسيس شحاتة ،الهيئة المصرية العامة للكتاب ،1986 ،ص245.

[4] زهير الخويلدي : معان فلسفية ،ط1 ،دار الفرقد ، سورية ،2009 ،ص229.

مرتقبة ومختلفة تماما عما سبقها وتتحول إلى مصدر نظريات فلسفية جديدة "[1]. وعندما نتحدث عن الميتافيزيقا فإننا نتحدث عنها بالمعنى العام والخاص. فبالمعنى العام تتعلق قضايا الميتافيزيقا بالحقائق القصوى، والوجود المطلق، والعلل البعيدة وغير ذلك وتتخذ من المنهج الحدسي أو التأملي أو الصوفي أساسًا لتكوين هذه القضايا، وهي هنا لا تستند إلى التجربة إذ تعد ميتافيزيقا أرسطو خير مثال على هذا النوع من الميتافيزيقا. أما بالمعنى الخاص فهي تقارب الميتافيزيقا النقدية التي تجسدت في ميتافيزيقا كانط التي تتشكل من مجموع المعارف المشتقة من العقل وحده، أي من قدرة المعرفة القبلية أو الأولية القائمة على التصورات دون الالتجاء إلى معطيات التجربة، أو إلى حدوس الزمان والمكان هي هنا تتميز عن علم النفس التجريبي من حيث إنَّها تقوم على العقل وحده، ثم هي تتمايز عن الرياضيات من حيث إنَّها لا تستند إلى حدوس الزمان والمكان، ومن جهة أخرى فإن الميتافيزياء ليست صورية كالمنطق بل هي" مادية "من حيث إنها تطبق على موضوعات محددة، فتسمح لنا بأن نصوغ قبليًا شرط الوجود الظاهري لتلك الموضوعات[2]، إذ تتلخص ميتافيزيقا كانط بأنه من دون مفاهيم قبلية للمكان والزمان تستحيل التجربة، التي تستند إلى موضوعات خارجية .هذه المصادر التي تستمد منها التجربة يسميها كانط بالأشياء في ذاتها مقابل المظاهر أو الظواهر. وتبعًا لكانط يستحيل أن تكون لدينا تجربة بالشيء في ذاته، ما دامت كل تجربة تحدث عن طريق تضافر المكان والزمان والمقولات مع أي عنصر خارجي. وأقصى ما يمكننا التوصل إليه هو أن نستدل على وجود هذه الأشياء في ذاتها من المصدر الخارجي المفترض للانطباعات.

والميتافيزيقا بالمعنى الخاص نجدهما في العلوم المعاصرة بصورة تكاد لا تختلف كثيرًا عما عرفناه عند كانط أو في ميتافيزيقا الرياضيات، إلا من حيث إضافة التجريب الذي لم يختبر فعليًا في الكمومية أو الأوتار الفائقة ؛الأمر الذي أحالنا إلى ضرب من ميتا فيزياء تعتمد المفاهيم القبلية والرياضية بصورة لا تصل إلى حد التعارض مع العلم بوصفه تجريبًا بالمعنى الأشمل[3].

إننا هنا أمام ميتافيزيقا في العلم فنظرية آينشتاين بدأت حدسية ثم رياضية واختبرت بعد سنوات بعيدة . وكذلك فإن لا الكمومية قد اخُتبرت، ولا الأوتار الفائقة، ولا< نظريةM >. وهذا كله ليس بذي شأن في العلم!، أي لا يشكِّل استفزازًا أو سؤالا ريبيًا بخصوص صحة النظرية. وان اينشتاين مثل اسبينوزا يؤمن بوحدة

---

(1) اينشتاين وانفلد : تطور الفيزياء ،ترجمة على المنذر ، أكاديميا بيروت ، 1993 ،ص 46.

(2) حسين علي حسين :الأسس الميتافيزيقية للعلم، دار قباء، القاهرة، 2003 ، ص16 ــ17.

(3) رجب، محمود، الميتافيزيقا عند الفلاسفة المعاصرين، دار المعارف، القاهرة، 1986 ، ص281.

الوجود وبقانون واحد كلي يسري في جميع عناصر الكون كبيرها وصغيرها فهو قد جعل الزمان بعدا رابعا للمكان وأسس مفهوم الزمان ـــــــ المكان أو الزمكان وهو الذي نحت مفهوم الكتلة ـــــــــ الطاقة . وان اينشتاين يعتقد بنوع من العقل الكلي وبوجود نوع من النظام المسبق الذي يشيع في الطبيعة، فالعالم مؤسس على العقل ومن الممكن فهمه على هذا الأساس ودون الاعتقاد الجازم بالنظام الباطن الذي يسود الطبيعة لما قامت للفيزياء قائمة [1]. ويصرح حول هذا الأمر : "هذا الاقتناع المرتبط بإحساس عميق بوجود عقل أسمى يتجلى في عالم التجربة يكون بالنسبة لي فكرة الله أو بعبارة مألوفة يمكن تسميته بمذهب إلوهية الكون[2] "

ومن بين المفاهيم الأساسية التي غيرتها النظرية النسبية في الفلسفة مفهوم الزمان. فبعدما كان ينظر إلى الزمان على انه خط مستقيم كل نقطة من نقاطه تجانس الأخرى ويجرى على جميع الكائنات بثبات تام وبنفس المقدار[3].أصبح الزمان متغير ولا يمضي على الناس بنفس الدرجة بل يمضي عليهم وفقا للسرعة التي يتحركون بها وخير مثال على ذلك التجربة التي قام بها التوأمين من جلال سفر احدهما في مركبة فضائية بسرعة تقارب سرعة الضوء فسيكتشف بعد عودته للأرض بعد خمس سنوات على ساعته، مرور خمسين عاما على توقيت الأرض، وسيجد أن أخاه قد كبر خمسين عاما في حين لم يزد عمره هو سوى خمس سنين .وهذا يعني أن الزمن يتباطأ بتزايد سرعة الجملة المرجعية التي يتم القياس بها .إذن يمكن لعملية القياس التي يجربها مراقبين في جملتين مرجعيتين مختلفتين أن تعطي نتائج وقياسات مختلفة لنفس الشيء المقاس[4].

ومن هنا بدأت المشاكل الفلسفية للفيزياء .فقد بدا يظهر قصور العقل عن الإحاطة بكل مجريات وأسباب الظاهرة وفهمها على أحسن حال، وهذا ما يعكسه اعتراف اينشتاين حيث يقول " **إن ديني ينطوي على إعجاب متواضع بتلك الروح العليا اللامتناهية والتي تكشف في سرها عن بعض التفصيلات القليلة التي تستطيع عقولنا المتواضعة إدراكها، وهذا الإيمان القبلي العميق والاعتقاد بوجود قوة حكيمة عليا نستطيع إدراكها خلال ذلك الكون الغامض يلهمني فكرتي عن الإله**[5]".

وان هذا الاعتراف ليس من عقل عادي، وإنما من العقل الأكثر عبقرية بين العلماء في شتى مجالات العلم وربما لا نبالغ لو وصفناه بأحد اذكي العقول البشرية في التاريخ البشري المسجل. عن الإرهاق والعجز

---

(1) زهير الخويلدي : معان فلسفية ،ط1 ،دار الفرقد ، سورية ،2009 ،ص 231.

(2) البرت اينشتاين : أفكار وأراء ، ترجمة رمسيس شحاتة ،الهيئة المصرية العامة للكتاب ،1986،ص 50.

(3) جميل صليبا : المعجم الفلسفي ،ج1 ،مادة الزمان ،ص 637.

(4) الدراجي زروخي : المذاهب الفلسفية الكبرى ،ط1 ،دار صبحي للطباعة والنشر ،غارداية ، 2015 ،ص333.

(5) حسين علي حسين :الأسس الميتافيزيقيةللعلم ،ص 101.

الذي أصاب عقل اينشتاين عن فهم وبلوغ كل الحقائق الفيزيائية مما دفعه إلى الرجوع إلى القدرة الإلهية كمتدخل قاهر في سير مجريات حوادث الكون [1].

إن القول بالحتمية والعلية موقف فلسفي ميتافيزيقي وليس من العلم في شيء فهو اعتقاد منذ قديم الزمن يتطور بتطور المذاهب الفلسفية، وان الحتمية المطلقة هي التي صاحبت الفكر النيوتوني والميكانيكا الكلاسيكية حتى نهاية القرن التاسع عشر.

وبعد اكتشاف نظرية الكوانتم في مجالها الذي يتمشى مع الظواهر ذات المقاييس المتناهية في الصغر عاجزة عن الوصول إلى الحتمية أي التنبؤ الكامل أو الدقيق الممكن مشاهدتها .

وقد تظهر لنا بعض العلاقات العلية حين نكشف علاقة بين مجموعتين من الحوادث.

يقول لويس دي بروي:يحق لنا القول بان عجزنا في الوقت الحاضر عن تتبع العلاقات العلية والحتمية في مجال الجسيمات المتناهية في الصغر يرجع إلى استخدام بعض المعاني الكلية التي ألفناها عن طريق تجاربنا على الأجسام العادية والتي لا تنطبق على الجسيمات المتناهية في الصغر ومن الممكن أن تكون هذه المرحلة مؤقتة ـــــــــ وحتى إن أمكن اجتيازها يوما فسنرى أنأزمة علم الطبيعة المعاصر لم تنشا بسبب عدم حتمية الظواهرـــــــــــ بل بسبب ما تنطوي عليه وسائلنا التجريبية من ضروب النقص.وهكذا سيدخل علم الطبيعة في طريق مبدأ الحتمية الصحيح.

لقد كانت حتمية العلم الطبيعي الكلاسيكي تسلم باطراد صارم لا محيض عنه للكون الفيزيائي في إطار الزمن والمكان ثم أدخلت النسبية تصورها لكل حوادث الكون في الزمكان.

ومن زاوية ثانية فقد اكدت ابحاث هايزنبارغ ولويس دي بروي بنظرياتهم المعروفة بالكوانتا، إن الذرات المشعة لا تصدر طاقتها بصفة منتظمة واصدر الطاقة الانفصالية وفق هذا الشكل يرفض علينا القول بان ظاهرة إصدار الأشعة ظاهرة احتمالية .وأكد ماكس بلانك انه يستحيل تعيين موقع دقيق للذرة أثناء حركتها نتيجة سرعتها العالية، وكلما أردنا تعيين موقع الجزيئات الذرية نأت عنا وانتقلت إلى مكان آخر [2] .

وأكدت أبحاث هايزنبارغ أن الضبط الحتمي الذي تؤكد عليه العلية وقوانينها لا يصح في مستوى الفيزياء الذرية، لان الذرات تتحكم في إصدار طاقتها لذا يعجز عقل العالم عن التنبؤ بها [3].

---

[1] الدراجي زروخي : إشكاليات أساسية في مناهج العلوم الإنسانية والاجتماعية ، ط1 ،غارداية ،2013 ،ص 193 .

[2] محمود يعقوبي : خلاصة الميتافيزيقا ،ج2 ،94 .

[3] فيرنرهيزنبرج : المشاكل الفلسفية للعلوم النووية ، ترجمة احمد مستجير ،الهيئة العامة للكتاب ،القاهرة ،1972،ص 10

ويزداد تصدع مبدأ الحتمية .الذي تبنته الفيزياء الكلاسيكية .مع التجارب الفيزيائية التي قام بها لويس دي بروي والتي أكد من خلالها أن العلم الفيزيائي المعاصر والمتعلق بعالم الذرة بعيد عن متناول الحتمية .كما فندت الفيزياء المعاصرة فكرة القصور الذاتي عند نيوتن، ومحتواها أن الجسم الفيزيائي قاصر عن التحكم في حركته لأنه لا يمتلك إرادة حرة [1].

وهكذا تجاوز العلم المعاصر مرحلة الحتمية وأصبح يؤمن بالنسبة وقوانين المصادفة أن هذه الأفكار ليست غريبة عن الفلسفة، فقد بين الفيلسوف اليوناني هيرقليطس أن صيرورة هي جوهر الكون، ولا شيء يدوم على وضع معين لحظتين متتابعتين ؛وان الثبات الذي ننسبه إلى الأشياء والموجودات ناتج من خداع الحواس، فهذه الموجودات كماء النهر المتدفق الذي لا يمكن أن نجتازه مرتين [2]. غير أن فلسفة هيرقليطس كانت تفتقد إلى الدليل العلمي، وهذا ما تحقق في الفيزياء المعاصرة، لكن ما معنى أن يعجز العقل العلمي عن التنبؤ بحركة اخف الذرات وزنا رغم التطور الهائل في وسائل القياس من وجهة النظر الفلسفية ؟

يبدو انه بإمكاننا القول أن الذرات تمتلك إرادة حرة تسمح لها بإصدار طاقتها على شكل صدمات متفاوتة الشدة، ومن هنا تعطل الإرادة الحرة تنبؤات العالم وتخيب أمله تماما كما يحدث مع الباحث في العلوم الإنسانية والاجتماعية، إذ تعطل الإرادة الحرة للإنسان تنبؤات العالم ولا تسمح له بتقنين السلوك البشري، وتحولت الأبحاث الفيزيائية على هذا النحو إلى فرضيات علمية ممزوجة بالخيال الفلسفي .وهكذا تنتفي فكرة ريمون ارون التي تجسد مشكلة المنهج في العلوم الإنسانية والاجتماعية والتي نصها "**إذا كنا في مجال التاريخ لا ندرك إلا مجموعة من الأحداث الفردية فذلك لأننا نتقصى أهدافا مختلفة ا وان العالم التاريخي يتميز جوهريا عن الطبيعة**[3]".

فهذا التميز لم يعد قائما مع ظهور النسبية و لم يعد الفرق شاسعا بين الظاهرة الإنسانية والظاهرة الطبيعية كما أصبح من الواجب علينا إعادة النظر في مجموعة من المفاهيم حتى نتجاوز مشكلة المنهج في العلوم الإنسانية والاجتماعية .وأقول هنا تجاوز المشكلة لان حلها بصفة نهائية غير متاح مادام للإنسان إرادة حرة ونفس واعية .ونساير حركة التطور التي تشهده الفيزياء المعاصرة والمفاهيم التي اقصدها هاهنا هي :العقلانية مصادرات المنهج، العلم. وانه لمن المسايرة لحركة التطور العلمي أن نعيد النظر على الأقل في بعض المفاهيم

---

[1] مصطفي محمود : اينشتاين والنسبية ، ص 56 .

[2] أنعام الجندي : دراسات في الفلسفة اليونانية والعربية ، منشورات الشرق الأوسط للطباعة والنشر ، بيروت ،ص23.

[3] الدراجي زروخي : إشكاليات أساسية في مناهج العلوم الإنسانية والاجتماعية ، ط1 ،غارداية ،2013 ،ص195.

التي تحتويها المعاجم الفلسفية فالمفاهيم السابقة الذكر والتي لا نستمدها من المعجم الفلسفي لجميل صليبا أو لالاند تحتاج إلى تدقيق، وإعادة النظر فيها فكما أن النظريات العلمية بحاجة إلى تطور فان بعض المصطلحات الفلسفية على الأقل .تحتاج إلى تعديل ؛فالاطراد والعلية والحتمية لم تعد مصادرات للمنهج العلمي، لان الأبحاث العلمية المعاصرة .سوء تعلق الأمر بالرياضيات أو الفيزياء أو البيولوجيا .بينت أن الظواهر الطبيعية لا تمضي على نفس النسق وأنها تحتمل المفاجأة والتغير.

ومفهوم العلم استنادا إلى التغير الذي عرفته الأبحاث العلمية المعاصرة .لم يعد مجموعة من القوانين بل تحول إلى فرضيات استنتاجيه يراعي فيها مدى خلو المقدمات والنتائج من التناقض. إن علاقة العلم بالفلسفة في القرن العشرين حسب ريشنباخ التي تبيين عدم صلاحية المعرفة التركيبية القبلية الكانطية، وذلك من خلال التطور الذي عرفته الهندسة، الذي يفتح إلى أمام الممارسة الآينشتاينية بشقيها العلمي والفلسفي، إذ بدا واضحًا أن الفلسفة الكانطية لم تستطع أن تواكب التطور الحاصل في علمي الرياضيات والفيزياء، وهو الأمر الذي فتح باب الممارسة العلمية والفلسفية الآينشتاينية للقيام بدور التكملة والتدقيق اللذين باتت تفتقدهما الأحكام التركيبية القبلية الكانطية .يقول ريشنباخ ":فقد أثبتت نظرية النسبية أن نظامًا فريدًا للتجربة لم يعد ممكنًا عن طريق نظام العقل"الواضح بذاته "الذي قال به كانط، وبينما انتهت نظرية النسبية إلى أن المبادئ التنظيمية لابد لها أن تتغير، اعتقد كانط أنه إذا طرأ أي تغيير على المبادئ التنظيمية فسوف تصل المعرفة إلى طريق مسدود ، كما اعتقد أن مثل هذا التغيير مستحيل، لأنه طالما يوجد توافق بين الطبيعة والعقل[1]".

وهذا التصدع لاشك انه سيمتد ليبلغ العقلانية ويهدم حلم ديكارت الفلسفي، الذي أراد للحقائق العلمية أن تستقر في شكل قوانين رياضي عامة، لان عقلانية اينشتاين وهايزمبورغ وريمان أثبتت خرافية الاعتقاد الديكارتي فدراسة حركة الأجسام المتناهية في الصغر أو ما يعرف بعالم الذرة بين خطا هذا الاعتقاد وقلل من عقلانيته، ذلك أن العقل لم يستطع أن يحيط بكل القوى التي تتحكم في حركة اخف الذرات وزنا، ولكل ذرة خصوصياتها التي تمنع العقل من الجمع بينها وبين مثيلاتها تحت قانون واحد [2].

وعلينا أن نعترف بأنه بدل أن ترتقي إلى المناهج في العلوم الإنسانية والاجتماعية إلى مصاف العلوم الطبيعية والرياضية، فان العلوم الطبيعية تواضعت ونزلت إلى مصاف العلوم الإنسانية والاجتماعية، ودخلت

---

[1] هانز ريشنباخ:نظرية النسبية و المعرفة القبلية، ترجمة حسين علي، دون طبعة، الدار المصرية السعودية للطباعة و النشر والتوزيع، القاهرة، 2006، ص105 .

[2] الدراجي زروخي : المذاهب الفلسفية الكبرى ،ص 337 ــ338.

عالم الاحتمال والمصادفة من بابها الواسع، وهذا ما نلمسه في اعتراف ريمون ارون في قوله " **لا العلم ولا الواقع يمكنه أن يفرض قانونا ما فالعلم عاجز عن القيام بدور النبوة الرسولية أو تقديم رؤية شاملة**[1]".

ومشكلة المفارقة بين النظري والتطبيق لم تعد حكرا على العلوم الإنسانية والاجتماعية وحدها بل تعدت إلى الظواهر الطبيعية، كتشكيل الماء ونشأة الكون، وأصبحنا قادرين على الفهم عاجزين عن التفسير وأحيانا أخرى قادرين عن التفسير عاجزين عن التركيب، فإذا كان عالم الكيمياء اليوم قادرا على تشكيل معادلة تركيب الماء من الوجهة النظرية فان العلم عجز عن تحقيق هذا التشكيل واقعيا .بل إن أقصى التحديات التي تواجه العلماء اليوم هي تشكيل الماء، والأمر ذاته يقال عن نشأة الكون فان كان العلماء قادرون على تفسير نشأة الكون وان أصله من العدم أو ما يعرف بلغة العلم بانفجار النقطة المعدومة [2].

فان العقل عجز نظريا عن تحقيق هذا الأمل الذي يبدو خياليا إلا وهو الخلق من العدم وجمع العقل البشري في طياته بين التناقض؛فمن جهة تراه يرجع نشأة الكون إلى العدم ومن جهة أخرى يقر بان الخلق من العدم يوشك أن يكون من ضروب المستحيل .

وانتقلت عقلانية الجمع بين الوضوح والتركيب الديكارتية .فقد يكون الأمر بالنسبة إلينا واضحا، لكن إعادة تركيبه من جديد تكون من الاستحالة بمكان وبعدما ما كانت هذه المشكلة مقتصرة على المناهج المتبعة في الدراسات الإنسانية والاجتماعية، تعدت إلى المناهج العلمية المتبعة في دراسة الظواهر الطبيعية .

واختلف الفلاسفة والعلماء بشان علاقة الحتمية واللاحتمية، فنجد غاستون باشلار يصفها في كتابه الفكر العلمي الجديد بالتكامل يقول في ذلك "أن الميكانيكا الاينشتينية تضيف إلى فهم المفاهيم النيوتنية، وميكانيكا ديبروي فهم الميكانيكية المحضة والضوئية المحضة، وبين هاتين الزمرتين من المفاهيم تحدد الفيزياء الجديدة تركيبا ينمي الابستيمولوجيا الديكارتية ويكملها [3]". لكن رأيه هذا قد يصدق على صراع الحتمية واللاحتمية في الرياضيات، فهندسة ريمان وهندسة لوباتشفيسكي وهندسة إقليدس مجتمعة تشكل كل صور المكان في الرياضيات لكننا لا نلمح علاقة التكامل هذه في الفيزياء، لان اينشتاين أراد لنظريته الموسومة باللاحتميةأن تكون بديلا لفيزياء نيوتن، ولعل آراء اروينشرود نجر في هذا تعكس قوة الصراع بين الحتمية واللاحتمية .لذا دعا إلى التخفيف من حدة هذا الصراع[4].

---

[1] الدراجي زروخي : إشكاليات أساسية في مناهج العلوم الإنسانية والاجتماعية، ص 197.

[2] جمال ميموني ونضال فسوم : قصة الكون ، ص 196 .

[3] غاستونباشلار : الفكر العلمي الجديد ،ص 198.

[4] شرود نجر : الطبيعة والإغريق ،ترجمة عزت قرني ،مراجعة صقر خفاجة ، دار النهضة العربية ،القاهرة ،1962 ،ص 22.

بناء على التصور الإبستمولوجي الآينشتايني لمشكلة الحقيقة، فقد انحصر تفكيك المشكلة في مفهومي العقلانية النقدية والواقعية النقدية على اعتبار أنهما يمثلان طرفا البناء المعرفي عند آينشتاين، وقد أفضى بنا هذا التفكيك إلى إبراز قاعدة معرفية وفلسفية جديدة فتحت لنظرية المعرفة آفاقا أكثر جدة، فكان للممارسة الآينشتاينية في إلى الإبستمولوجي أطروحتها الخاصة، انتهت إلى إثارة مسألة جد مهمة تتعلق بالارتباط الحاصل بين العلم والدين وكيف أن مهمة العلم مع آينشتاين ارتبطت بغاية تروم الوقوف قدر المستطاع على التفسير الصحيح لما يحدث في الكون من بناء سببي، عبر عنه ذلك التناسق والتوافق الحاصلين بين الظواهر الفيزيائية.

يفهم من هذا أن آينشتاين يعتبر أن المسألة علمية بالدرجة الأولى بنم عن المحتوى الفلسفي والإبستمولوجي للعلم . يمكن القول إن تصور حقيقة البحث العلمي الفلسفية كبعد جوهري يبطن حقيقة النظرية الفيزيائية عند يمكن القول إن تصور حقيقة البحث العلمي الفلسفية كبعد جوهري يبطن حقيقة النظرية الفيزيائية عند إلى النظرية الفيزيائية مهمة محاولة فهم حقيقة العالم الفيزيائي الموضوعي التي طالما كانت محل أخذ ورد بين الفلاسفة والعلماء، والأهم من هذا فإن من علاقة العلم بالفلسفة مع آينشتاين بدا موقعها ظاهرًا من خلال تصوره لنظرية المعرفة أو لمبدئه الإبستمولوجي، أي أنها مسألة أثيرت من زاوية نظر معرفية و إبستمولوجية، فهي إذن تعبر عن ترجمة معاصرة لذلك تتماشى مع طبيعة النظرية الفيزيائية تبحث عن تلك العقلانية النقدية الآينشتاينية التي ارتبطت بالواقع الفيزيائي ارتباطًا رياضيًا خالصًا قوامه البساطة والتعميم[1].

[1] مسعود بوشخشوخة : النظرية النسبية (قراءة في فكر ألبرت اينشتاين)،ط1 ،عالم الكتاب الحديث ،الأردن ،2014 ،ص323.

خاتمة:

إن البناء العلمي لجملة المفاهيم والنتائج الفيزيائية التي أنتجتها نظرية النسبية الخاصة شكلت انفصالا واضحًا بين حاضر النظرية الفيزيائية وماضيها ،فكما أثبتت البنية العلمية لنظرية النسبية الخاصة من خلال موضوعها أن الفكر العلمي متطور ومتجدد لا يعرف التوقف ،الانغلاق والمطلقية ،فإنها قد كشفت اللبس عن حقيقة أخرى لا تقل أهمية عن الحقيقة الأولى ،وهي أن الفكر العلمي الآينشتايني فكر علمي متفرد يعكس شروط علمية ومعرفية خاصة به تشكلت بناءً على الأطر العلمية العامة التي ميزت الفكر العلمي للمرحلة المعاصرة. وإن الإقرار بالقيمة العلمية والفلسفية لهذه النظرية ،وثبوت هذا الأمر يعني تحقيق معنى الانفصال المزدوج لنظرية النسبية الخاصة بوجهيه العلمي والفلسفي .

واضح أن استيعاب آينشتاين لمحتوى الممارسة الفلسفية المناسب لنظرية النسبية الخاصة كان مسوغه تجاوز القصور العلمي الذي عرفته النظرية الفيزيائية في نهاية القرن التاسع عشر من جهة ،وإعادة النظر في أهم المذاهب الفلسفية التي ترتبط وتتداخل مع البنية الإبستمولوجية لطبيعة تفكيره العلمي من جهة أخرى . وتبعًا لهذا فإن المضمون الفلسفي الذي ميز نظرية النسبية الخاصة يعكس في الحقيقة فلسفة هذه النظرية بعيدًا عن سلطة المذاهب الفلسفية الحديثة والمعاصرة كما يعد رؤية فلسفية تمّثل خلاصة اطلاع آينشتاين على أهم الفلسفات التي شاركت على حد قوله في تطوره العلمي . فهو العالم-الفيلسوف (العقلاني -الواقعي) النقدي الذي استطاع أن يعيد تأسيس النظرية الفيزيائية في حضور الممارسة الفلسفية التي تعكس البناء الفلسفي الخاص لها من خلال نظرية النسبية الخاصة ،إذ أن ثبوت العلاقة بين النظرية الفيزيائية والممارسة الفلسفية لا يمكن أن تكون إلا تحقيقًا لذلك المطلب المعرفي (الإبستمولوجي) الذي يلتقي في جوهره ويتفق مع خصوصية طبيعة البناء العلمي للنظرية الفيزيائية.

تلك هي غاية النظرية الفيزيائية المعاصرة التي أرادها آينشتاين أن تكون مزدوجة المضمون (علمي-فلسفي) فكانت نظرية النسبية الخاصة هي الصورة الفعلية لذلك المضمون المزدوج ،سمحت بإمكانية الحديث عن ممارسة فلسفية) فلسفة (ترتبط بموضوعها وبخصوصية بنيتها ، وعند هذا المعنى يمكن التذكير مع التأكيد مرة أخرى على فحوى الفرضية المثبتة المطروحة في مقدمة البحث ،التي اتضحت أكثر من خلال تفكيك محتوى كل فصل على حدة بالاعتماد على نصوص علمية وفلسفية لآينشتاين ذاته أو لغيره من العلماء والإبستمولوجيين الذين سلكوا دربه (العلمي والفلسفي).

وان هذا الوضع العلمي الجديد الذي عرفته النظرية الفيزيائية المعاصرة مع اينشتاين من خلال النظرية النسبية يتفق إلى حد بعيد مع القيمة الفلسفية التي ارتبطت بتفكير اينشتاين العلمي كما تعد هذه الممارسة الفلسفية في صورتها المجملة تصورا فلسفيا جديدا لإشكاليات فلسفية معرفية كبرى عرفها الفكر الفلسفي عامة والفكر الفلسفي الحديث على وجه التحديد،ومن هنا فان التركيز على دور الذات العارفة في تحقيق هذه العملية المعرفية أمر لا يمكن إنكاره على اعتبار أن فهم وقائع العالم الفيزيائي في المرحلة المعاصرة وبالخصوص مع اينشتاين أصبح يقوم وفق الشروط العلمية والمعرفية اللازمة لذلك ،وكل هذا ينتهي في الأخير إلى مصب خصوصية الممارسة الفلسفية للنظرية النسبية كنظرية فيزيائية معاصرة لها بنية علمية أكثر خصوصية .

قائمة المصادر بالعربية:

1. ألبرت أينشتاين: أفكار وآراء، تر رمسيس شحاتة، الهيئة المصرية العامة.

2. البرت اينشتاين : النظرية النسبية ،ترجمة رمسيس شحاتة.

3. البرت اينشتاين : تطور الافكار في الفيزياء.

4. البرت اينشتاين وانفلد: تطور الأفكار في الفيزياء ، ترجمة ادهم السمان، ط 2، دار الطلاس، دمشق، 1999.

5. اينشتاين وانفلد: تطور الفيزياء، ترجمة علي المنذر، اكاديمية بيروت، 1993.

قائمة المصادر باللغة الفرنسية:

6. Albert einsten: lether et la theorie de la relativité, la geometrie lexpercene, op cit.

7. albert eintein: la théorie de la relativité et générale op cit

قائمة المراجع بالعربية:

8. الان شالمرز : نظريات العلم ، ترجمة حسين سبحان وفؤاد الصفا ،ط 1 ،دار توبقال للنشر ،الدار البيضاء المغرب ،1991.

9. أنجيل كريستيمانس : إسحاق نيوتن والثورة العلمية ، تعقيب مروان البواب ،ط 1 ،مكتبة العبكة ،الرياض ، 2005.

10. أومنيس، رولان،فلسفة الكوانتم،ترجمة :أحمد فؤاد ثابت،يمنى طريف الخولي، عالم المعرفة،2008 .

11. بيتر كولز :علم الكونيات ، ترجمة محمد فتحي خضر،ط1 ،دار الهنداوي ،القاهرة ، 2015.

12. توماس كون : بنية الثورات العلمية ، ترجمة شوقي جلال ،سلسلة عالم المعرفة ، العدد 168 ،الكويت ، 1978.

13. جلال الحاج عبد : نظرية النسبية العامة لاينشتاين.

14. جمال ميموني ونضال قسوم: قصة الكون.

15. جمس ا كولمان : النسبية في متناول الجميع ، ترجمة رمسيس شحاتة ، مراجعة فهمي إبراهيم ميخائيل ،دار المعارف ، القاهرة ،1969.

16. جون جريبين : البحث عن قطة شرود نجر، الفيزياء الكمية والواقع، فتح الله محمد إبراهيم الشيخ ،ط2،دار الكلمة ،القاهرة ، 2010.

17. حازم فلاح سكيك: النظرية النسبية الخاصة.
18. الدراجي زروخي : نحو فلسفة التاريخ ، ط1 ، دار صبحي للطباعة والنشر ، غرداية ، 2013.
19. الدراجي زروخي: إشكاليات أساسية في مناهج العلوم الإنسانية والاجتماعية، ط 1، دار صبحي، غرداية، الجزائر2013.
20. الدراجي زروخي: مذاهب فلسفية كبرى، ط1، دار صبحي، غرداية، الجزائر، 2015 .
21. رأفت كامل واصف : أساسيات الفيزياء الكلاسيكية والمعاصرة ، ط 3 ، دار النشر للجامعات ، مصر ، 2005.
22. زهير الخ وليدي: معان فلسفية، دار الفرقد، ط1، دمشق، 2009.
23. ستان جيبلسكو: كشف أسرار الفيزياء ،ترجمة بسام ألعقباني ،ط 1 ،دار العربية للعلوم ناشرون ،لبنان ،2009م.
24. سيول أيدون : فضولية العلم ، مكتبة الفكر الحديد ، ط1 ، دار الساقي ، 2007.
25. طريف الخولي : فلسفة العلم في القرن العشرين ،الأصول الحصاد الافاف ،دار عالم المعرفة ،العدد 264 ،2000.
26. عاطف محمد : مستكشف قانون الجاذبية ،ط1 ،دار اللطائف ، القاهرة ،2003.
27. عبد الرحمن بدوي: مناهج البحث العلمي ،وكالة المطبوعات ،الكويت ،1977.
28. عبد الفتاح مصطفى غنيمة : فلسفة العلوم الطبيعية (النظريات الذرية والكوانتم والنسبية).
29. عبد القادر ريشه : الابستومولوجيا (مثال فلسفة الفيزياء النيوتونية) ،ط 1 ،دار الطليعة ،بيروت ،1995.
30. عبد المحسن صالح: الإنسان والنسبية والكون!، الهيئة المصرية العامة للتاليف والنشر ، المطبعة الثقافية
31. فرانسوا روتن: جاذبية مدهشة، تر ميشال ، ط1، دار الهنداوي، القاهرة، 2012،
32. فرانسوا زوتن: جاذبية مدهشة ، ترجمة مشال نشأت شقيق حنا ،ط 1 ، دار الهنداوي ، القاهرة ،2012.
33. فرنسوا فانوتشي: ما النسبية؟، ترجمة عز الدين خطابي،مراجعة فريد الزاهي، ط 1، دار الكلمة، ابو ضبي، 2012.

34. الفيزياء العامة : المملكة العربية السعودية ، المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني ، الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج، طبعة 1429هجرية.

35. فيصل سعد كتر : إسحاق نيوتن مكتشف الجاذبية الأرضية ، مراجعة نجيب اللجمي ، دار المعارف ، تونس.

36. كلود بريزنسكي : تاريخ العلوم ،اختراعات واكتشافات وعلماء،ترجمة سارة رجائي يوسف ،ط 1 ، دار الهنداوي القاهرة،2015 .

37. لويدمتز وجيفرسون هين ويجر: قصة الفيزياء،ترجمة طاهر تربدار ووائل الاناسي، ط 2، دار طلاس للدراسات، دمشق، 1999، ص 255.

38. مايكل كوهين: الميكانيكا الكلاسيكية (مقدمة أساسية)، ترجمة محمد احمد فؤاد باشا ،دار الهنداوي.

39. محمد عابد الجابري: مدخل إلى فلسفة العلوم (العقلانية المعاصرة وتطور الفكر العلمي) ،مركز دراسات الوحدة العربية،بيروت.

40. محمود يعقوبي: خلاصة الميتافيزيقا، ج2،دار الكتاب الحديث ،الجزائر،2002 .

41. مسعود بوشخشوخة: فلسفة النظرية النسبية قراءة في فكر ألبرت اينشتاين ،ط 1 ،عالم الكتب الحديثة ، الأردن ،2014.

42. مصطفى محمود: أينشتاين والنسبية.

43. موريس ريتشارد :حافة العلم، عبور الحد من الفيزياء) الفيزيقا) إلى الميتافيزيقا، ترجمة ،مصطفى إبراهيم فهمي، المجمع الثقافي، أبو ظبي.

44. ميشو كاكو: كون اينشتاين، تر: شهاب ياسين، ط1، دار الكلمات العربية، القاهرة ، 2011.

45. نيثان سبيلبرج وبرايون اندرسون : افكار سبع هزت العالم،ترجمة احمد عبد الله السماحي وفتح الله الشيخ ،ط1 ، دار الكلمة ،القاهرة ، 2010.

46. هازنبرغ: المشاكل الفلسفية للعلوم النووية، تر أحمد مستجير، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة/ 1972.

47. هاني يحيى نصري : دعوة للدخول في تاريخ الفلسفة المعاصرة، ط 1 ، المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع بيروت ،2002.

48. والترايز أكسون : أينشتاين حياته وعالمه، تر هاشم أحمد، ط3، دار الهنداوي، القاهرة، 2011.

49. وليد قمحاوي : الكون الأحدب (قصة النظرية النسبية)،1985.

50. اليستروراي : فيزياء الكوانتم ،حقيقة أم خيال؟ ،ترجمة أسامة عباس ،ط1 ،دار الكاتب ،مصر ،2016.

51. يمنى طريف الخولي : فلسفة العلم من الحتمية إلى اللاحتمية ، دار قباء للطباعة والنشر والتوزيع ، القاهرة ،2001.

52. يمنى طريف الخولي: فلسفة العلم في القرن العشرين، عالم المعرفة، 2000، العدد 264.

قائمة المراجع باللغة الفرنسية:

53. Mott Smith This Mathematical World Appleton & Co 1931.

54. Paul Couderc; La Relativité . PUF; 1941.

المعاجم والمجلات:

55. جميل صليبا : المعجم الفلسفي ،ج2 ، مادة الكم .

56. صلاح عدس: ملامح الفكر الأوربي، مجلة الهلال، دار الهلال، العدد304، 1976.

57. شوقي محمد صالح الدلال : موسوعة علوم الفلك والفضاء والفيزياء الفلكية ، ج2 ، الكويت.

فهرس المحتويات

العـــــــنوان	الصفحة
شكر وتقدير	
إهداء	
المقدمة	أ-ج
الفصل الأول : الفيزياء الكلاسيكية	
تمهيد	05
المبحث الأول : الفيزياء عند جاليليو جليلي	05
المطلب الاول :سقوط الأجسام عند غاليليو	05
المطلب الثاني :التليسكوب عند جليلي	07
المطلب الثالث :جاليليو ونشوء علم الديناميكا	09
المطلب الرابع :محاكمة جاليليو جليلي	10
المطلب الخامس :الحتمية الرياضية عند غاليليو	11
المبحث الثاني: الفيزياء عند إسحاق نيوتن	13
المطلب الأول: حساب التفاضل والتكامل	13
المطلب الثاني :البصريات	14
المطلب الثالث :التلسكوب العاكس	14
المطلب الرابع :قوانين نيوتن	16
المطلب الخامس :الجاذبية عند نيوتن	19
المطلب السادس: الزمان عند نيوتن	21

المطلب السابع :الحتمية الفيزيائية عند نيوتن	21
الفصل الثاني الفيزياء عند ألبرت أينشتاين	
تمهيد:	24
المبحث الأول :النظرية النسبية الخاصة:	24
المطلب الأول : ميلاد النظرية النسبية:	24
المطلب الثاني : ابعاد النظرية النسبية:	27
المطلب الثالث :إلغاء وجود الأثير:	28
المطلب الرابع : ثبات سرعة الضوء:	30
المطلب الخامس : وضع أساس النظرية النسبية الخاصة:	31
المطلب السابع: قوانين النسبية الخاصة	32
المبحث الثاني : النظرية النسبية العامة	37
المطلب الأول : الاختبارات التقليدية الثلاثة للنسبية العامة	38
المطلب الثاني: مجال الجاذبية.	41
المطلب الثالث: مبدأ التكافؤ.	42
الفصل الثالث القيمة الفلسفية لنظرية النسبية	
المبحث الأول: الفيزياء (الفيزيقا) والميتافيزيقا:	47
المبحث الثاني: ثورة الفيزياء الكبرى من منظور فلسفة العلم	50
المبحث الثالث:الدلالات الفلسفية للنظرية النسبية.	55
خاتمة	64

الملاحق	67
قائمة المصادر والمراجع	73
الفهرس	78

بسم الله