البُعد الفلسفي لنظرية اينشتاين النسبية

المدرس الدكتور
حسين حمزة شهيد
جامعة الكوفة - كلية الآداب

البُعد الفلسفي لنظرية اينشتاين النسبية

المدرس الدكتور
حسين حمزة شهيد
جامعة الكوفة - كلية الآداب

المقدمة

تعد النظرية النسبية لاينشتاين واحدة من أهم النظريات التي أحدثت ثورة فكرية وعلمية في مجال الفيزياء المعاصرة ، كونها تُمثل نقداً لنظريات الفيزياء الكلاسيكية من قبيل نظريات نيوتن وغاليلو وكبلر، فضلاً عن أن هذه النظرية تعدً من أصعب واعقد النظريات في مجال الفيزياء ، كما أنها اعم نظرية في مجال العلم لحد الآن.

وعلى الرغم من الأهمية العلمية لهذه النظرية ، ألا أنها تكتسب أهميةً ذات طابع فلسفي نتيجة لتعاطيها مع بعض المفاهيم الفلسفية التي غيرت من وجهة نظر الفيزياء الكلاسيكية ، مثل مفاهيم الزمان والمكان ، ومن هنا جاء هذا البحث ليقف على معرفة هذه الأبعاد الفلسفية لهذه النظرية .

المبحث الأول

الزمان والمكان في فيزياء نيوتن

يرى الباحث أن من الضروري في هذا المبحث أعطاء نظرة موجزة لنتائج أو ما توصلت أليه الفيزياء الكلاسيكية في القرن الماضي ،والمتمثلة بفيزياء نيوتن ، من أجل فهم النظرية النسبية لاينشتاين.

فالفيزياء الكلاسيكية هي الفيزياء التي لا تنطبق قوانينها ومفاهيمها ألا على المستوى الماكروسكوبي ، وهو مستوى الحياة العادية ، أما المستويين الأخريين ، مستوى العالم الأكبر عالم الفضاء والسرعات الكبيرة المقاربة لسرعات الضوء ، ومستوى العالم الأصغر ، مستوى الجسيمات الأولية كالالكترونات وغيرها ، فأن

هناك قوانين خاصة وتصورات جديدة تشكل في مجموعها ما يسمى (بالفيزياء الحديثة) التي تحتل فيها النظرية النسبية ونظرية الكوانتم موقعاً رئيسياً(١).

لقد ارتكزت الفيزياء الكلاسيكية منذ أول نشأتها مع غاليلو ونيوتن على جملة من المفاهيم التي استوحيت في غالب الأحيان من الحدس الحسي ، والقياس البشري العادي، والتي وان صلحت في ميدان العالم الماكرسكوبي ، فأنها لا تصلح فيما يتجاوز كبراً أو صغراً ، ولذلك كان لا بد من أعادة النظر في تلك المفاهيم والتصورات ومراجعة القوانين المؤسسة عليها ، الشيء الذي أدى في نهاية الأمر إلى صياغة قوانين ونظريات أعم واشمل ، وجعل من الفيزياء القديمة حالة خاصة فقط ضمن حالات أخرى تعهما جميعاً التصورات الجديدة(٢).

حيث أحرزت نظريات نيوتن وفلسفته الطبيعية تقدماً كبيراً في شتى المجالات حتى غدت مثلاً لكل تقدم علمي ، فكانت دائماً الأساس والمعيار لتفسير وتعليل الظواهر الطبيعية والتجارب العلمية التي يقوم عليها العلماء ، وأصبحت إلى جانب نجاحها في تفسير الكثير من الظواهر الطبيعية عقيدة علمية راسخة لا يجرأ احد من العلماء على تحديها ، بل ذهب المتمسكون بها إلى أيجاد تبريرات فلسفية وعلمية في بعض الأحيان كلما واجهوا ظاهرة لا تخضع للتفسير الميكانيكي الذي أقامه نيوتن(٣). ونتيجة للتقدم العلمي في مجال الكهربائية والمغناطيسية ظهرت أمام العلماء ظواهر جديدة بحاجة إلى تعليل ، وكان اقرب الافتراضات أليهم ما تتصل بالتفسير الميكانيكي للكون .

حيثُ افترض العلماء وجود مادة أثيرية تنتقل بها الأمواج (الكهربائية – المغناطيسية) ، وهي مادة تملأ الكون وتتميز بكونها مرنة وطرية ،، وقد أجريتُ تجارب لمعرفة خصائص الأثير وحركته ، وكان لتقدم الفيزياء الذرية ودراسة الظواهر الإشعاعية أن ظهرت صعوبات عديدة لا تقدر الفيزياء الكلاسيكية عن أيجاد تعليل علمي لها(٤).

ويُمكن لنا تحديد أو تلخيص ما توصلت أليه الفيزياء الكلاسيكية على يد غاليلو ونيوتن بالنقاط الآتية:

أولاً/ افترضت فيزياء نيوتن وجود مكان مطلق لتفسير حركة الأجسام استناداً إلى هندسة اقليديسية تنظر إلى المكان على أساس متعامدات ثلاثة ، وتفترض وجود زمان مطلق مستقل عن الأجسام ينساب على نمط لا علاقة له بالأشياء الخارجية، وبالتالي فان حدوث حادثتين أو أكثر في لحظة واحدة كان ينظر أليه في الفيزياء القديمة كحقيقة واقعة لا تقبل الشك ، ومن ثمة كان ينظر إلى الزمان كإطار عام ينساب بنفس الشكل وبسرعة واحدة بالنسبة إلى جميع المراقبين مهما اختلفت مواقعهم من حيث القرب أو البعد أو السكون أو الحركة ، وهذا يعني أن جميع الملاحظين يستعملون نفس الزمن ، فليس لأي منهم زمان خاص به ، لان الزمان في الفيزياء القديمة واحد بالنسبة إلى الجميع(٥).

وكذلك المكان فهو الآخر في الفيزياء القديمة عاماً ومطلقاً لا يختلف من مراقب إلى آخر مهما اختلفت أحوالهم من حيث الحركة والسكون ، والكتلة أيضاً بنظر الفيزياء مطلقة كذلك ، بمعنى أنها تبقى هي هي لا تنقص ولا تزيد مهما اختلفت الأحوال واختلف المراقبون لها(٦).

ثانياً/ افترضت الفيزياء الكلاسيكية وجود وسط أثيري ينقل الموجات الكهربائية المغناطيسية ويملأ ثنايا الكون ، وقد اعد العالمان ميكلسن ومورلي تجربة لقياس سرعة حركة الأرض في الأثير(٧).

ثالثاً/ افترضت الفيزياء الكلاسيكية نظريتين لتفسير الظواهر الضوئية ، الأولى لنيوتن التي تفترض أن الضوء يسير بخطوط مستقيمة ، ويتألف من دقائق مادية تخضع لقوانين ميكانيكية ، والثانية لهويجنز التي ترى أن الضوء يتألف من موجات وتعرف(بالنظرية الموجية للضوء) ، ولم تستطع كلتا النظريتين تعليل الظاهرة الضوئية – الكهربائية(٨).

رابعاً/ ومن المبادئ التي قامت عليها الفيزياء القديمة(مبدأ القصور الذاتي) والذي بدأ مع غاليلو في تحليل ظاهرة سقوط الأجسام ، وينص هذا المبدأ على أن الجسم يبقى ساكناً أو يستمر في حركته على خط مستقيم وبسرعة ثابتة ما لم يكن خاضعاً لتأثير قوة خارجية، وكذلك نيوتن كيف صاغ قانون الجذب العام الذي يحدد العلاقة بين الكتلة والمسافة والزمان ، الشيء الذي يُمكن من تحديد سرعة الأجسام المتجاذبة أذا عرفت كتلتها والمسافة الفاصلة بينها، ومن تحديد المسافة اذا عرفت السرعة والكتلة(٩).

وان بعض هذه النقاط أو المبادئ يتعلق بحركة الأجسام وإيجاد القوانين الطبيعية للحركة ، أما المبدأ الثالث فان له صلة وثيقة بالدراسات الضوئية .

والمقصود بالزمان المطلق هو الزمان الذي ينساب في ذاته باطراد وفي اتجاه واحد إلى الإمام ، او من الماضي إلى المستقبل ، وبغير أي اعتبار لأي عامل أو تأثير خارجي،ويتدفق بصورة ثابتة متكافئة مستقلاً عن الإحداث المتزامنة فيه ، وعن أدراك الحواس أو أي ذات عارفة(١٠). وهو الزمان الحقيقي الرياضي ويسمى أيضاً باسم المدة(١١)، وهو لا يرتبط بأي حركة كالزمان النسبي وهو الزمان المستعمل في الحياة العادية على هيئة ساعات وأيام وشهور وأعوام(١٢). يقول نيوتن((الزمان المطلق الرياضي والحقيقي بذاته وبحكم طبيعته ينساب بانتظام دون أن تكون له علاقة بأي شيء خارجي وبتسمية أخرى يدعى الديمومة))(١٣).

وقد أقام نيوتن تصوره للزمان المطلق على أساس فهمه للحركة ، حيث ميز بين نوعين من الحركة : حركة نسبية ، وتعني انتقال الجسم من موضع لآخر ، وحركة مطلقة تتميز عن الأولى بوصفها غير محدثة ولا متغيرة ، لكن الجسم يتحرك بواسطة بعض القوى المؤثرة عليها ، أما الحركة النسبية فيمكن أن تحدث أو تتغير دون أي قوة مؤثرة على الجسم(١٤).

والنوع الثاني من الحركة لا يمكن تحديده بواسطة الزمان النسبي ، بل لا بدً من زمان أخر من شأنه أن يوفر قياساً دقيقاً للحركة المطلقة ، فضلاً عن أن هناك ضرورة فلكية دفعت نيوتن إلى القول بالزمان المطلق ، تتمثل في أن الحوادث التي تحدث في قوت واحد في أماكن متباعدة لا يمكن قياسها ما لم يكن الزمان منبثاً في جميع أرجاء الكون ، ومستقلاً عن جميع الحوادث والأشياء الخارجية ، وبالتالي يكون الزمان ثابتاً غير متاثراً بها(١٥).

ويناظره المكان المطلق وهو المكان في طبيعته الذاتية وبغير اعتبار لأي عامل خارجي موجود وجوداً موضوعياً مستقلاً عن أي ذات عارفة، ويظل دائماً متماثلاً وغير قابل للحركة أو التغير. ويمثل الزمان المطلق مع المكان المطلق أساساً نظرياً صلباً وثابتاً للعلم الفيزيائي ، فهما تصوران معياريان غير مشتقين من الخبرة او التجربة، بل سابقين عليها ، ويشكلان مقياساً ثابتاً ومحكاً نهائياً(١٦).

والزمان والمكان وفق الفيزياء الكلاسيكية هما كيانان اثنان ، صحيح مترابطان ، لكنهما متمايزان حتى اختص المكان بالاشياء والزمان بالحوادث،فالزمان متصل ذو بعد واحد ،خط مستقيم من الماضي إلى الحاضر ، تتخذ كل الأحداث الطبيعية موقعاً فيه لتنتظم بفضل العلية انتظاماً موضوعياً مطلقاً ، وبالنسبة إلى جميع الراصدين إلى سابق والى لاحق.

نقد نظرية نيوتن في الزمان والمكان المطلقين:

تعرضت نظرية نيوتن عن الزمان والمكان المطلقين إلى العديد من النقد ، وكان من بين هذه النقودات هو نقد ليبنتز(١٦٤٦-١٧١٦)، وجورج باركلي(١٦٨٥-١٧٥٣)، حيثُ كان موقفهما من مفهوم الإطلاق في الزمان والمكان صاحب، يمثل أقوى نقد فلسفي للتصور المطلق للزمان والمكان ، وصاحب أول صياغة فلسفية واضحة للنظرية البديلة (النسبية)(١٧).

وقد أقام ليبتنز نقده هذا على أساس مبدأين هامين في فلسفته هما: مبدأ العلة الكافية وعدم التناقض، أما المبدأ الأول فمن خلاله نسلم بأنه لا يمكن التثبت من صدق واقعة أو وجودها ، ولا التثبت من صحة عبارة بغير أن يكون ثمة سبب

كاف يجعلها على هذا النحو دون غيره ،وان تعذر علينا في اغلب الأحوال أن نتوصل إلى معرفة هذه الأسباب ، أما المبدأ الثاني بفضله نحكم بالكذب على كل ما ينطوي على تناقض ، وبالصدق على ما يُضاد الكذب او يناقضه(١٨).

بمعنى أن مبدأ عدم التناقض محك حقائق العقل ، ومبدأ العلة محك حقائق الواقع ، وهو الذي سينفعنا بشأن إشكالية الزمان.

وعلى هذا الأساس يرى ليبنتز أن الزمان والمكان سابقان منطقيان على المادة ، لأنهما يستحيل أن توجد بدونهما ، ولكن نقاط المكان ولحظات الزمان لا يمكن إدراكها ألا بادراك الأشياء والأحداث الواقعة في الزمان والمكان. وإذا كان الزمان مستقلاً تماماً عن الأحداث التي تحدث فيه-كما يرى نيوتن- فسيبدو من المعقول تماماً القول أن الكون خلق في لحظة سابقة أو لاحقة عن اللحظة التي خلق فيها فعلاً، وهذا ينقض مبدأ العلة أو السبب الكافي(١٩).

ومن ثم يتوجب علينا رفض التصور المطلق بوصفه شيئاً غير حقيقي، والأخذ بالتصور النسبي الذي يجعل الزمان علاقات بين الأشياء ، مجرد نظام لتوالي الأحداث ، كما تميز نقد لايبتنز بالبعد اللاهوتي عندما دافع عن الزمان والمكان المطلقين بأنهما ليسا جوهرين، بل خاصيتين لله ولعالمه المخلوق، المكان المطلق يعني سعة الله وانه بلا أول ولا آخر، والزمان المطلق يعني أبدية الله ، وانه بلا بداية ولا نهاية (٢٠).

يقول لايبتنز((إن الزمان المطلق لا وجود له لأنه مستقل بذاته عن الأشياء ، وأنه مجرد تصور ميتافيزيقي ، أما الزمان النسبي فهو نطاق تترتب فيه الحوادث غير الموجودة مع بعضها في الحاضر))(٢١).

وتابع جورج باركلي ليبنتز في نقده لهذه النظرية ، حيثً انطلق من فلسفته المثالية الذاتية في انتقاد مفهوم الزمان المطلق باعتباره فكرة مجردة لها وجود موضوعي مستقل عن إدراكنا ، حيثً لا يوجد سوى نوع واحد فقط من الحركة وهي الحركة النسبية ، وأن وجودها يتضمن على الأقل وجود جسمين يكون بعد كل منهما متغيراً بالنسبة للآخرين ولهذا فأن فكرة باركلي عن الحركة تنفي فكرة

استقلال شيء عن شيء آخر ، بل على العكس من ذلك يقر وجود علاقة ضرورية بين الأجسام ، وتحتاج فقط إلى الزمان النسبي(٢٢).

فضلا عن أن الزمان مفهوم بسيط ومدرك من قبل عامة الناس ، لكنه أصبح مفهوما معقدا على أيدي الفلاسفة الميتافيزيقيين ، ومن ثم فان فكرة الزمان المطلق فكرة مجرده لا نستطيع إدراكها ، وينتهي إلى أن فكرة الزمان ما هي ألا أدراك لتتابع الأفكار في الذهن ، وان النفس الإنسانية تعي الأشياء وتدركها بوصفها موضوعات للفكر(٢٣).

وسنلاحظ في المبحث الثاني ومن خلال عرضنا للمفاهيم التي قامت عليها النظرية النسبية لاينشتاين ، كيف تعرضت هذه المبادئ إلى الانقلاب والتغيير الجذري على ضوء المفاهيم التي جاءت بها النظرية النسبية.

المبحث الثاني

النظرية النسبية الخاصة والعامة

أولاً/ أهمية النظرية النسبية:

إن النظرية النسبية هي أهم وأصعب نظرية أوجدها العلم لحد الآن ، كما أنها قد تطورت في مرحلتين ، فقد اكتشف اينشتاين نظريته النسبية الخاصة في سنة (١٩٠٥) على اثر فشل تجربة مايكلسن ومورلي، واكتشف نظريته النسبية العامة سنة (١٩١٦) (٢٤)٠

وقد شمل مجال هذه النظرية كل تفسيرات الطبيعة من الذرة والجسيمات الصغيرة إلى تركيب الكون المتسع والقوى التي تربطه سوية، ولهذا فهي أهم واعم نظرية علمية لحد الآن. أما صعوبتها فتعزى إلى الرياضيات المتقدمة التي استخدمها اينشتاين والى صعوبة تصور المفاهيم الجديدة، إذ أن اينشتاين غير مفاهيمنا المألوفة عن الزمان والفضاء والكتلة والمسافة ، .....وغيرها من المفاهيم العلمية(٢٥).

وكان من أول العوامل التي حددت مساهمة اينشتاين في تطور الفكر الفلسفي ، هو الدور الذي لعبته نظريتاه النسبيتان الخاصة والعامة في تغيير الصورة العلمية للعالم، فهذه الصورة قد غدت مختلفة تماماً عن الصورة التي رسمتها الفيزياء الكلاسيكية، إذ تم فيها تفسير بنية الزمان والمكان للكون بطريقة جديدة ، وبفضله تمكن جيل القرن العشرين من رؤية العالم بحلة جديدة تختلف عن الأجيال السابقة . والعامل الثاني كان تأثير الإبداع العلمي لاينشتاين على أسلوب التفكير العلمي ، فقد اوجد اينشتاين معايير جديدة للمعرفة العلمية ، أما العامل الثالث فقد كانت دراسة اينشتاين المتأنية للقضايا الفلسفية الأساسية التي تواجه الفيزياء(٢٦).

وبذلك فقد احتلت هذه النظرية موقعاً بارزاً بين الانجازات القائمة للفكر العلمي الحديث ، إذ مكنت العلماء من تنقيح وجهات النظر التقليدية والتصورات حول بنية العالم المادي ، مبرزةً الروابط العميقة والوثيقة بين الفلسفة وعلم الطبيعة، ولهذا السبب لا يختلف الفيزيائيون والفلاسفة حول أعمال اينشتاين ، فقد انجذب كلا الطرفين إلى حداثتها المتميزة(٢٧).

وقد وجد علماء الطبيعة في هذه النظرية النسبية الحل للمتناقضات الداخلية بين الميكانيك الكلاسيكي والكهروديناميكي، في وقت اعتبرها الماديون الديالكتيون برهاناً علمياً طبيعياً حول المادة وخصائصها التي صيغت في مبادئ مؤسسي الماركسية.

ركزت النظرية النسبية اهتمامها على دراسة حركة الأجسام وفرضية الأثير ومراجعة الفلسفة التي قامت عليها فيزياء نيوتن ، وذلك للتأكد فيما أذا كانت الأرض التي تقوم عليها سليمة أم لا . وكانت التناقضات في الفيزياء محيرة حتى ظن العلماء أن الطبيعة تتآمر عليهم ، ولكن الحقيقة أن التزامهم بفيزياء نيوتن والفلسفة الميكانيكية لم يترك لهم مجال لبحث الأسس التي تقوم عليها معتقداتهم العلمية ، وبالتالي لم يستطيعوا تعليل الظواهر الجديدة.

والسؤال الفلسفي الذي يطرحه الباحث عند دراسته للظواهر الطبيعية وحركات الأجسام هو ، هل أن القوانين التي نتوصل أليها عن طريق تجاربنا وملاحظاتنا على الأرض تبقى صالحة كذلك بالنسبة للاكوا ن أو العوالم الأخرى؟

إن إيمان العلماء بانتظام الطبيعة وتوافق ظواهرها جعلهم في عمل متواصل من اجل الوصول إلى قوانين عامة لا ترتبط بمجموعة شمسية دون أخرى ، وهذا يعني أن غاية العلم تشريح الكون بأجزائه لمعرفة العلاقات الضرورية وحركات الأجسام ، وصياغة قوانيين العامة التي تعبر عن الحقيقة(٢٨).

إن صياغة قانون الجاذبية العام أعطى الفلاسفة وعلماء القرون السابقة دليلاً على تطبيق القانون مستقلاً عن الزمان والمكان كما كانت محاولات نيوتن لتعيين الحركة الحقيقة للأجسام في الفضاء والقوانين الميكانيكية للحركة ، تبين انه لا بد من افتراض وسط ثابت نقيس حركة الأجسام بالنسبة له ، فكانت فرضية الوسط الأثيري ضرورية لتحقيق فلسفته ، ولكننا أذا تدبرنا الكون فأننا نجده في حركة لا تنقطع ، ونجد الأرض والكواكب والشمس وكل الأجرام السماوية في حركة مستمرة ، بحيث يصعب علينا معرفة الحركة الحقيقية لجرم متحرك، ولكن أذا سلمنا بوجود الأثير الساكن ، فأن قياس سرعة الأرض تصبح بسيطة ، وبالفعل حاول كل من (ميكلسن ومورلي) قياس سرعة الأرض بالنسبة للأثير الساكن ، وكانت نتيجة التجربة محيرة ، إذ أثبتت أن الأرض ساكنة ، وهذه نتيجة تخالف حقيقة حركة الأرض(٢٩).

وكان التناقض الأخر يتعلق بالتواتر الزمني للحوادث في الكون ، فإذا افترضنا أن حدثاً قد وقع في نقطة ما من نقاط الكون ، وان الوقت الذي وقعت فيه الحادثة قد سجل ، فهل تكون الحادثة بالنسبة لمشاهد أو راصد آخر في نقطة أخرى من نقاط الكون واقعة في الوقت ذاته؟

تناول العالم ألبرت اينشتاين هذه التناقضات بالدرس والتحليل وإعادة النظر في الفرضيات التي طرحها نيوتن حتى غدت معتقداً ليصل إلى وضع نظرية جديدة ذات قاعدة فلسفية صلبة ونتائج علمية تحل الصعوبات التي واجهت العلماء وتفتح الطريق نحو معرفة علمية دقيقة.

وفي عام ١٩٠٥ بعث اينشتاين إلى إحدى المجلات العلمية بحث وضع فيه النظرية النسبية الخاصة ، فكان ذلك أهم حدث علمي منذ أن وضع نيوتن نظريته الفيزياوية ، واستطاع بمساعدة النظريات الجديدة أن يقوم ببناء النظرية النسبية العامة سنة ١٩١٥((وهي النظرية التي تناولت الجاذبية والخواص القياسية لمتصل الزمان والمكان))(٣٠). وفيما يلي توضيح لشقي النظرية الخاص والعام:

ثانياً/ النظرية النسبية لخاصة:

نظرية فيزياوية عن الرابطة بين الفضاء والزمان والحركة ، واعتماد البين الهندسيىة لفضاء الزمان على توزيع المادة في الكون (٣١).

افترض اينشتاين في النسبية الخاصة ثبات سرعة الضوء في جميع المراحل القصورية ، أي استقلالها عن حركة مصدر الضوء والراصد كحقيقة فيزياوية يبينها الواقع ، وعمم مبدأ النسبية الغاليلي الكلاسيكي القائل(أن قوانين الميكانيك تبقى هي هي في جميع المراحل القصورية)، بحيث أصبح يشمل جميع قوانين الفيزياء، واستنتج من هاتين الفرضيتين نتائج لم تكن ممكنة في أطار الميكانيك الكلاسيكي ، واهم تلك النتائج(٣٢):

١) نسبية المسافة (تقلص الأطوال باتجاه الحركة).

٢) نسبية الزمن(تمدده تباطؤه حسب السرعة)

٣) نسبية التواقت ، أي أن حادثتين متواقتتين (تحدثان في آن واحد) ، في احد المراجع لا تكونان على العموم متواقتتين في مرجع واحد.

٤) علاقة الكتلة بالطاقة

٥) سرعة الضوء في الفراغ هي الحد الأعلى لسرعة جميع الأجسام المادية .

٦) جمع السرع، كما بين اينشتاين ، يتعلق بالنتيجة السابقة ،فهو لا يحصل كما كان في الميكانيك الكلاسيكي ، أنما يبقى حاصل جمع سرعتين لجسم من الأجسام دائماً اقل من سرعة الضوء في الفراغ مما كانت تلكما السرعتان.

تجربة ميكلسن ومورلي:

هذه التجربة كان الهدف منها دراسة تأثير حركة الأرض على سرعة الضوء (أشعة الشمس) وتأكيد أو أبطال وجود الأثير كوسط تنتشر فيه الأمواج الضوئية.

لقد كان الرأي السائد منذ نيوتن أن أشعة الشمس تنتقل إلى الأرض عبر الأثير ، وبما أن الحركة هي دوماً حركة شيء بالنسبة إلى شيء آخر ، كحركة السيارة بالنسبة إلى سطح الأرض الذي تسير عليه ، فان أشعة الشمس قياساً على ذلك تتحرك بالنسبة إلى الأثير الساكن أو الفضاء المطلق كما قال نيوتن، هذا من جهة، ومن جهة أخرى بما أن الأرض تتحرك بسرعة ٣٠ كلم في الثانية بالنسبة إلى الأثير أو الفضاء المطلق ، فمن المفروض أن تتغير أشعة الشمس المتجهة إلى الأرض بتغير موقع الأرض في مدارها حول الشمس ، وذلك طبقاً لقانون تركيب السرعات ، وبناءً على هذا القانون ستكون أشعة الشمس اسر عاو اقل سرعة حسبما تكون الأرض تسير متجهة نحو الشمس أو مبتعدة عنها، وهذا الاستنتاج لا بد من تجربة تؤكده ، وإذا تأكد تأكدت معه فرضية الأثير(٣٣). وقد استعمل العالمان ميكلسن ومورلي في التجربة جهازاً من المرايا رتبها بطريقه خاصة ممكنة تمكنه من مقارنة سرعة أشعة الشمس الواردة في الاتجاه الذي تقترب فيه الأرض من الشمس مع سرعة نفس الأشعة الواردة من الاتجاه الذي تبتعد فيه الأرض عن الشمس.

لقد أسفرت هذه التجربة عن نتيجة سلبية ومحيرة ، إذ كشفت أن سرعة أشعة الشمس في الحالتين هي هي ، وفي عام ١٨٨٧ أعاد ميكلسن التجربة بمساعدة

صديقه مورلي ، فكانت النتيجة نفسها، أن سرعة أشعة الشمس لا تتغير، أنها دوماً ٣٠٠كلم في الثانية سواء كان الملاحظ الذي يقيسها يتحرك في اتجاه الشمس او في الاتجاه المعاكس(٣٤).

وقد طرح اينشتاين بعد دراسته للتناقضات التي وقعت فيها الفيزياء الكلاسيكية فرضيتين أساسيتين هما:

١)الوسط الأثيري فرض غير ضروري ومن العبث محاولة تحديد حركة الجملة المادية بدلالة وسط لا مبرر له.

٢) تنتشر الموجة الضوئية بسرعة ثابتة في الفضاء ولا تتاثر سرعتها بحركة المنبع الباعث.

تتعلق الفرضية الأولى بالنتيجة السلبية التي حصلت عليها تجربة ميكلسن ومورلي في قياس سرعة حركة الأرض بدلالة الأثير ، وتتلخص الفكرة بأن حركة الأرض تثير تياراً أثيريا ، فإذا ما أطلقنا حزمة ضوئية باتجاه حركة الأرض ، وحزمة ضوئية أخرى ضد حركة الأرض ، فأنه لا بد من الحصول على فرق في سرعة انتشار الضوء في الحالتين ، لان سرعة الضوء مع التيار الأثيري تكون أسرع من سرعة الضوء مع التيار الأثيري ، وواجه العلماء لتقرير النتيجة احتمالين هما:

إما أن تستبعد الفيزياء فرضية الأثير التي استند أليها العلماء في تفسير الظواهر الكهرومغناطيسية وغيرها، او يفترض العلماء عدم حركة الأرض ، والأمر الذي يخالف ابسط الحقائق الفلكية(٣٥) .

استبعد اينشتاين الاحتمال الثاني معلناً عدم ضرورة الأخذ بفرضية وجود الأثير ، واستنتج بعض الحقائق الهامة من تجربة ميكلسن ومورلي أن سرعة الضوء ثابتة بالنسبة لحركة الأرض ، وإنها لا بد أن تكون ثابتة بالنسبة لحركات الكواكب أو أي جسم متحرك في الكون، وهكذا توصل إلى فرضية ثابتة تؤكد ثبوت سرعة الضوء في الفضاء ولا تتأثر سرعته بحركة المتبع الباعث له. وقد قاده استنتاجه إلى وضع قانون أساسي لجميع ظواهر الطبيعة سواء كانت متعلقة

بالكون الكبير أو بالظواهر الضوئية والمغناطسيسية الكهربائية. وينص هذا القانون: ((إن جميع الظواهر الطبيعية وكل قوانين الطبيعة واحدة لكل الأجسام التي تتحرك بسرعة منتظمة بالنسبة إلى بعضها البعض))(٣٦).

كذلك أثبتت النظرية النسبية أن الموجات الكهرومغناطيسية (الضوء) يعاني انجذاباً عند مروره بالقرب من كتلة كبيرة مثل الشمس أو النجوم وقد أجريت تجارب في أوقات كسوف الشمس فلوحظ أن الضوء القادم من نجوم يمر ضيائها من سطح النجم يعاني انحناء اتجاه الشمس. ومن معطيات النظرية النسبية أيضا أن الزمن يتباطأ كلما زادت سرعة الحركة كثيراً جداً ، فلو تصورنا قصراً متحركاً ووضعنا ساعتين الأولى في وسطه ، والأخرى قرب حافته ، فإننا نلاحظ أن زمن الثانية الواحدة في الساعة عند الحافة هي أطول من زمن الثانية التي تسجلها الساعة عند الوسط(٣٧).

ثالثاً/النظرية النسبية العامة:

هي نظرية جديدة للجاذبية ، وقد استغرق اينشتاين عشر سنوات لإكمالها وذلك لصعوبة الاشتقاقات الرياضية التي احتوتها هذه النظرية ، وكان نيوتن قد افترض وجود قوة جاذبية بين الأجسام والأجرام السماوية بصورة عامة ، وافترض أن هذه القوة تنتقل بصورة انية ، ولكن نيوتن لم يتمكن من تفسير ظاهرة سقوط الأجسام ، وهي أن الأجسام الخفيفة والثقيلة تسقط نحو الأرض بتعجيل متساو (تجارب غاليلو) ، أما اينشتاين فأنه رفض الاعتراف بوجود القوة الجاذبية هذه ، وفسر ظاهرة سقوط الأجسام بواسطة الخواص الهندسية للفضاء،المكان المحيط بالأرض(٣٨).

إذ تمكن اينشتاين من اشتقاق خواص متصل الفضاء- الزمان المحيط بكل مادة بواسطة رياضيات خاصة متقدمة ، وتبين بان هذا المتصل (الفضاء- الزمان) يكون متحدباً حول المادة ، وان مقدار هذا التحدب يعتمد على مقدار المادة

الموجودة في الفضاء المعين ، فالتحدب حول الشمس أكثر منه حول الأرض، وفسر اينشتاين حقيقة سقوط الأجسام الخفيفة والثقيلة بتعجيل متساو في المنطقة الواحدة على الأرض، وذلك لأنها خاضعة لتحدب متساو في تلك المنطقة ، وان هذا التحدب يختلف باختلاف المكان على الأرض معتداً على الكتلة الأرضية في ذلك المكان ، أي أن التعجيل الأرضي يعتمد على المكان الذي يقاس فيه، وهذا هو الواقع(٣٩).

هناك عدة تنبؤات كان قد وضعها اينشتاين نتيجة لهذا التحدب في متصل الفضاء- الزمان المحيط بالمادة ، منها انحناء أشعة الضوء عند مروره قرب كتلة كبيرة مثل الشمس وفعلاً، قد تحقق جميع التنبؤات التي كان قد وضعها اينشتاين ، وأصبحت النظرية النسبية العامة هي النظرية الوحيدة في الوقت الحاضر لتفسير حركة الأجرام السماوية ، ومقدار تأثيرها على بعضها بواسطة تداخل متصل الفضاء – الزمان لكل منها تجاذبها وتأثيرها على الضوء المسنقل بينها ،وبالتالي على أشكالها المرئية وعلى المسافات بينها التي تعطينا فكرة عن كبر الكون وعن عمره وعن منشئه(٤٠).

وترتكز النظرية النسبية المعممة على مبدأ أساسي نصه ((يبقى الجسم في حال سقوط حر ما دام غير خاضع لتأثير أية قوة كهرطيسية ، ومعنى ذلك أن التسارع والجاذبية متكافئان وأنهما معاً عبارة عن سقوط حر)).

وقد صاغ انيشتاين هذا المبدأ عندما تأمل المعنى المزدوج لكلمة الكتلة ، ففي حالات معينة ينظر إلى الكتلة على أنها معامل للجذب (الكتلة ذات الثقل) ، وفي حالات أخرى على أنها معامل للقصور الذاتي (الكتلة ذات القصور الذاتي) ، وفي الحالة الأولى تربط المفاهيم الأساسية بالعلاقات الآتية(٤١):

القوة = الكتلة ذات الثقل × كثافة مجال الثقل

القوة = الكتلة ذات القصور الذاتي × العجلة.

بمقارنة هذين التعبيرين عن القوة ، نصل مباشرة الى العلاقة الاتية :

الكتلة ذات الثقل

العجلة = ——————— × كثافة حدة المجال

الكتلة ذات القصور الذاتي

ولكن التجربة تثبت أن عجلة الجسم في مجال الثقل الواحد لا تتوقف على طبيعته ، (وهذا ما يعبر عنه القانون المعروف القائل أن كل الأجسام تسقط في الفراغ بسرعة واحدة) . فلا بد أذن أن تكون العلاقة بين

الكتلة ذات الثقل

———————علاقة ثابتة مستقلة عن طبيعة الجسم

الكتلة ذات القصور الذاتي

فإذا افترضنا الوحدات الطبيعية بحيث تكون هذه العلاقة مساوية لواحد صحيح أمكن القول بأن الكتلة ذات الثقل تساوي الكتلة ذات القصور الذاتي ، ومن هنا فما دامت

الكتلة ذات الثقل

———————= ١، ففي وسعنا أن نصوغ العلاقة التصورية الآتية :

الكتلة ذات القصور الذاتي

العجلة = كثافة المجال

واستطاعت النظرية النسبية العامة اعتماداً على الخبر والمعارف الفيزياوية عن المجال الجاذبي في منطقة صغيرة أن تصوغ مقولات عن هندسة العالم ككل، وبهذا أصبحت أساسا للكوسمولوجيا النظرية.

أما نتائج هذه النظرية التي تتجاوز أطار الفيزياء الأرضية بخصوص ما في الكون وبنسبته الراهنة وتوسع الكون ، فقد أمكن فحصها جزئياً ، وكان في ذلك تأييد لهذه النظرية ، ومن انجازاتها النظرية أن قانون الجاذبية لنيوتن وقوانين نيوتن للحركة يمكن اشتقاقها من هذه النظرية كحالات جدية خاصة(٤٢).

وتوصل إلى أن الجاذبية ليست قوة كما ظن نيوتن ، بل هي مجال منحنٍ في (متصل المكان- الزمان) ناشئ عن حضور الكتلة ، وقال أن هذه الفكرة يمكن أثباتها أو تغيرها بواسطة قياس مقدار انحراف ضوء النجم حين يسير قريباً من الشمس ، علماً بأن ضوء النجم لا يرى ألا أثناء الكسوف الكلي(٤٣).

المبحث الثالث

الزمان والمكان (الزمكان) عند اينشتاين

أكد اينشتاين في العديد من المناسبات على ان الفيزياء الحديثة لا يمكنها السيطرة على مسائلها الحالية بدون المعرفة الفلسفية ، حيثُ قال في إحدى مقالاته((إن الصعوبة الحالية للعلم تجبر الفيزياوي على الالتصاق بالفلسفة بدرجة اكبر من الجيل السابق))(٤٤).

فقد حللت مقالات اينشتاين اغلب الأحيان الاتجاهات الفلسفية المتعارضة ، فقد قراء أعمال أرسطو وأفلاطون وديمقريطس وسبينوزا وباركلي وهيوم وكانت وغيرهم من الفلاسفة ، لكنه لم يشاطر أحدهم معتقداته الفلسفية المثالية أحادية الجانب ، وسيكون من الخطأ الاعتقاد بان آراء اينشتاين الفلسفية قد تقولبت بالفلسفة المثالية التي كان حسن الاطلاع عليها(٤٥) .

أضف إلى ذلك فان الأثر الثوري للنظرية النسبية لا ينحصر في الفيزياء فقط، وإنما يتعداها إلى مجالات الفكر الأخرى ، ففي الفيزياء كان العديد من المفاهيم يعتبر في السابق بديهياً فطرياً مسلماً به ، فجاءت النظرية النسبية تشكك بصحته وتستلزم أعادة النظر فيه ، كما هو الحال مع تقليص المسافات الفضائية واستطالة الزمن ، ونسبية التواقت ،....الكتلة مع السرعة ، وانحناء شعاع الضوء في المجال الجاذبي ، وغير ذلك(٤٦).

ولذلك كانت النظرية النسبية طفرة في مجال الفكر العلمي ، وأثارت عاصفة من المناقشات ، وقد اتخذت جميع التيارات الفلسفية المهمة موقفاً من النظرية

النسبية في العشرينات ، ووقف أول الأمر ضد هذه النظرية عدد من الفيزياويين والفلاسفة ، واستخدمت الحجج النظرية لأغراض سياسية رجعية ، وللهجوم على اينشتاين كشخصية فلسفية إنسانية، فقد اعترض ممثلو التيارات الفلسفية المثالية المختلفة ، مثل الكانتية الجديدة ، والواقعية النقدية على نظرية اينشتاين ، إذ رأوا في الأفكار الثورية الجديدة خطراً على نظرياتهم المادية ، ألا أنهم حاولوا فيما بعد الالتقاء معها بتأويلها تأويلا مثالياً يؤيد فلسفاتهم، فالتيارات المثالية الذاتية أصبحت تبرر نسبية الفضاء والزمان ودور الراصد في عملية المعرفة ، أما الاتجاهات المثالية الموضوعية فتبرر الجانب الرياضي من النظرية وتعتبره مطلقاً ، وتضعه نقيضاً للجانب الفيزياوي الذي يجب أن يُثبت تجريبياً(٤٧).

ونشأ سوء الفهم لدى البعض جراء عدم دراسة الفحوى الفلسفي للنظرية الفيزياوية دراسة كافية ، وكان بعض الفلاسفة أحيانا يساوون ما بين النظرية الفيزياوية من جهة ، ونتائجها الفلسفية من جهة أخرى ، وأفكار علماء الطبيعة حول هذه النتائج من جهة أخرى شيئان مختلفان ، قد توجد تصريحات فلسفية لاينشتاين لا سيما في كتاباته الأولى مما يمكن أن يفسر مثالياً ، ولكنه بصرة عامة ورغم كل التناقضات والتارجحات قد تطور في مواقفه الفلسفية بصورة واضحة باتجاه المادية(٤٨).

ويتضح موقف اينشتاين الفلسفي من خلال تمييزه بين العالم الواقعي المألوف لنا والذي ندركه عن طريق الحواس ،وبين عالم النظريات التي يكونها العالِم من اجل فهم العالم المحسوس ، وما بين هذين العالمين من علاقة هو أن النظريات ذات صلةً بمعطيات الحس ، ولكنها ليست مستمدة منها استقرائياً ، فالعالم الحسي الخارجي قوامه أجسام مادية ممتدة في الزمان والمكان ، وعلى عالم الفيزياء أن يقدم التي تمكننا من فهم هذا العالم(٤٩).

وتحاول النظرية الفيزياوية أن تصور لنا هذا العالم بطريقة الاستنباط فهيا ليست مشتقة من التجربة بالاستقراء ، وهذا لا يعني أن النظرية تفقد صلتها

الواقع والتجارب، لان الخبرة في المقام الأول هي بداية ونهاية معارفنا جميعاً ، وبالتالي فانه لا يمكن للعالِم الجدير بهذه الصفة أن يقوم بتأسيس نظرية لا علاقة لها بالتجربة لان هذا الأمر معناه عدم استطاعتنا معرفة شيء عن الواقع الخارجي ، لكون القضايا في هذه الحالة ستكشف عن خلوها من المضمون التجريبي، ولن تنبؤنا بشيء عن عالم الواقع(٥٠).

ويؤكد اينشتاين أن المعرفة التجريبية وحدها لا تزودنا بفهم دقيق لعالم الواقع ، كما ان المعرفة العقلية وحدها لا تستطيع أن تزودنا بفهم الواقع والتجربة ، انه لا بد من تآزر ما هو عقلي وما هو تجريبي من خلال الصياغة الرياضية الدقيقة حتى يمكن تأسيس النظرية العلمية الجديدة.

ومن خلال هذا المنظور يرى اينشتاين أن عالم الفيزياء يسعى دائماً الى تأسيس نماذج فكرية ، اي نظريات لفهم حقيقة العالم الخارجي عن طريق الرياضيات التي تمثل الابداع العقلي والدقة المنشودة لفهم العالم الخارجي(٥١).

ولكن النظرية الفيزياوية التي يتقدم بها العالم الفيزياوي لوصف العالم الخارجي وتفسيره لا بد وان تخضع بصورة أو بأخرى للواقع ذاته ، بمعنى ان العالم يقوم بأجراء عملية الاستنباط على النظرية ذاتها ، فيحصل على قضايا مشتقة من مقدمات النظريات ، واهم ما تتميز به هذه القضايا أنها مما يقبل الاختبار العلمي للتثبت من صدقها أو كذبها تجريبياً . ومعنى هذا أن النظرية مرة أخرى ترتد إلى الواقع الذي جاءت لتفسره ، ولكن أمكن التوصل إلى اختبارها بعد الحصول على قضايا مشتقة عن طريق الاستدلال الرياضي والمنطقي، وبهذا يمكن معرفة انطباق القانون أو النظرية على الواقع أذا استطاعت أن تقلل الحوادث الخارجية وتفسرها وتتنبأ في نفس الوقت بحوادث أخرى ستقع في المستقبل(٥٢).

وقبل ظهور نسبية اينشتاين الخاصة ، لم يشك احد في الاستقلال التام بين الزمان والمكان ولم تكن لتخطر على ذهن احد من العلماء ، فقد اعتقد نيوتن أن

الزمان شيء مطلق صوره كنهر عظيم يجري دون توقف، مستبد قاهر يسلط الموت على عنق الإنسان بساطوره وساعته واعتقد في الوقت ذاته بالمكان المطلق ذلك الإطار المجرد الخالص من كل مادية تحيط الأجسام فيه ساكنه كانت أم متحركة. ثم جاء لورنتز فأبقى على جزء يسير من فكرة نيوتن عن الزمان وقال عند قياس الزمان في محاور مرجعية ساكنه نحصل على فترات زمنية حقيقية ، بينما عند قياسه في محاور متحركة فنحصل على فترات زمنية ظاهرية (٥٣).

ثم ألقت نسبية اينشتاين الضوء على مفاهيم لم يكن الإنسان يرى فيها سوى ألمطلقه ، وقلبت كثيراً منها الى مفاهيم نسبية ، وأثبتت انه لا توجد هناك أسس منطقية لافتراض محاور مرجعية مفضلة عل غيرها للقياسات الفضائية والزمانية ، لان كل مراقب يعتقد بان محاوره هي الحقيقة والأخرى هي ظاهرية ، وبذلك يتلاشى التمييز بينهما ، ولا يمكن إن يكون هناك سكون مطلق او حركة مطلقة.

وانتهت النظرية النسبية إلى أن كل من الزمان والمكان يمتزجان بصورة تامة بمتصل سمي(بالمتصل المكاني- الزماني) يتكون من زمان نسبي ومكان نسبي. وان أي نقطة فيه لها أربعة إحداثيات ، ثلاث منها مكانية والرابع زماني ، وتسمى بالحدث ، وعند مرور جسم في متصل مكان- زماني فانه يحتل نقاط متعاقبة تمثل أحداث متعاقبة ، وهذه النقاط تعرف خطا يسمى الخط الكوني(٥٤).

ومن هنا يتضح أن لهذه الآراء قيمة فلسفية كبيرة لأنها تبين حقيقة متصل (الزمان – المكان) بعد أن بقي الفلاسفة ينظرون أليها بشكل منفصل ومطلق ، كما أنها تزعزع الثقة بالتجريبية الحسية التي بقيت تنظر إلى الأجسام والحوادث في المكان من دون أن تدرك الصلة الوثيقة بين المكان والزمان ، وان هذه الصلة ليست صلة إضافة بعد إلى أبعاد ثلاثة ، بل أن هذه الأبعاد الأربعة متداخلة تكون متصلاً واحداً.

الخاتمة

بعد العرض السابق لأبعاد هذه النظرية بشقيها الخاص والعام يكمن لنا

الوقوف على النتائج الآتية:

أولاً/ أن الآراء التي جاءت بها النظرية النسبية ذات أبعاد فلسفية كبيرة تمثلت في عدم الثقة بالتجريبية الحسية التي بقيت تنظر إلى الأجسام والحوادث في المكان من دون أن تدرك الصلة الوثيقة بين المكان والزمان.

ثانياً/ ألقت النظرية النسبية الضوء على مفاهيم لم يكن الإنسان يرى فيها سوى الإطلاق ، فمع هذه النظرية أصبح كل من الزمان والمكان نسبيان ، كما أنها قدمت تصوراً عن فيزياء نيوتن تمثل في أن الزمان والمكان يمتزجان بصورة تامة بمتصل يسمى(المتصل المكاني- الزماني) يتكون من مكان نسبي وزمان نسبي.

ثالثاً/ التمييز الذي قام به اينشتاين بين العالم الواقعي كما نراه وندركه بالحواس ، وبين النظريات التي يكونها العالِم من اجل فهم العالم المحسوس، وإيجاد الصلة بين هذين العالمين، وهو أن النظريات التي يكونها العالِم ذات صلة وثيقة بمعطيات الحس.

رابعاً/ تولد هذا الموقف الفلسفي عند اينشتاين جراء قراءته للنظريات التي جاء بها الفلاسفة، ومحاولة الاستفادة من هذه النظريات والأفكار ، فقد قرأ كتابات أفلاطون وأرسطو من القدماء، واطلع على فكر فلاسفة العصر الحديث مثل ديكارت وكانت وهيوم وجون لوك، الأمر الذي دفعه إلى أيجاد تصور فلسفي علمي للكون أو العالم الذي يعيش فيه ، انتهى هذا التصور إلى أيجاد النظرية النسبية الخاصة والعامة.

خامساً/ النتائج التي توصلت أليها هذه النظرية توحي إلى الصلة العميقة والوثيقة بين الفلسفة والعلم ، فعلى الرغم من أن لكل منهما مجاله ومنهجه الخاص ، ألا انه لا يمكن للفلسفة أن تستغني يوماً عن العلم ، ولا العلم إن يستغني عن الفلسفة ، فكل منها يستفيد من الآخر ويغذيه بفروضه ونتائجه ، الأمر الذي يوحي بتداخل العلوم بعضها مع البعض الآخر ، والكل يعمل في حقل واحد هو حقل المعرفة البشرية.

Abstract

The theory of relativity of Einstein and one of the most important theories that have brought an intellectual and scientific revolution in the field of contemporary physics, and served as a critique of the theories of classical physics, such as the theories of Newton and Galileo and Kepler, as well as that this theory is one of the hardest and most complex theories in physics, it is also a more general theory of science yet.

Although the scientific importance of this theory, but it is gaining importance with philosophical in nature as a result of dealing with some of the philosophical concepts and change the point of view of classical physics, such as the concepts of time and space.

هوامش البحث

١) يُنظر: الجابري، د.محمد عابد،مدخل إلى فلسفة العلوم العقلانية المعاصرة،مركز دراسات الوحدة العربية،ط٦،بيروت،٢٠٠٦،ص٣٣٥.

٢) المصدر نفسه، نفس ألصفحه.

٣) : خليل،د. ياسين، مقدمة في الفلسفة المعاصرة، العالمية للطباعة والنشر، النجف، بلا.ت،ص١٥١.

٤) المصدر نفسه،ص١٥٢

٥) محمد عابد الجابري،مدخل إلى فلسفة العلوم،ص٣٣٦.

٦) المصدر نفسه،ص٣٣٦-٣٣٧.

٧) ياسين خليل، مقدمة في الفلسفة المعاصرة،ص١٥٢.

٨) المصدر نفسه، نفس الصفحة.

٩) يُنظر: محمد عابد الجابري، مدخل إلى فلسفة العلوم،ص٣٣٧.

١٠) ينظر: جيمس جينز، الفيزياء والفلسفة، ترجمة:جعفر رجب،دار المعارف،القاهرة،١٩٤٢،ص٨٢.

١١) يُنظر: بدوي،د. عبد الرحمن ، الزمان الوجودي، دار الثقافة،بيروت،١٩٧٣،ص١٠٠.

١٢) المصدر نفسه،ص١٠١-١٠٢.

13) NEWTON,L.MATHEMATICAL PRINCIPLES OF NATURAL PHILOSOPHY,P.6.

١٤) المصدر نفسه، ص١٠.

15) IPID,P8.

١٦) الخولي، د.يمنى طريف، الزمان في الفلسفة والعلم، الهيئة المصرية للطباعة والنشر،مصر،١٩٩٩، ص١٢٧.

١٧) المصدر نفسه،ص١٢٨.

١٨) يُنظر: إبراهيم،مصطفى إبراهيم، الفلسفة الحديثة من ديكارت إلى هيوم، دار الوفاء، الإسكندرية،٢٠٠١،ص٢٣٣.

١٩) يُنظر: يمنى الخولي، الزمان في الفلسفة والعلم، ص١٢٨.

٢٠) المصدر نفسه،ص١٢٩.

٢١) طعمه جورج، فلسفة ليبنتز مع تعريب الموناولوجيا، مكتبة أطلس ،دمشق،١٩٦٥،ص١٢٧.

22) BERKEEY,G:THE PRINCIPLES OF HUMAN KNOWLEDJE,ED:BY G.WARNOK,THE FONTANA LIBRARY COLLINS,1962,P.123.

٢٣) يُنظر: د.مشهد العلاف، فلسفة العلم الإجرائية بين اينشتاين وبرجمان ، دار نينوى ، سورية،٢٠١٤،ص١٦٠

٢٤) ياسين خليل، مقدمة في الفلسفة المعاصرة،ص١٥٣.

٢٥) المصدر نفسه، نفس الصفحة.

٢٦) المصدر نفسه،ص١٥٤-١٥٥.

٢٧) يُنظر: عبد اللطيف، محمد،الفلسفة والفيزياء، ج٢، دار الحرية للطباعة ،بغداد،١٩٧٨،ص٤٠.

٢٨) ينظر: محمود فياض، أحاديث عن العلم والعلماء، دار الحرية للطباعة، بغداد،١٩٨٦،ص١٥٢.

٢٩) المصدر نفسه،ص١٥٣.

٣٠) ينظر:د.ب جريانون وآخرون، اينشتاين والقضايا الفلسفية لفيزياء القرن العشرين، ت: ثامر الصفار، دار الأهالي للطباعة والنشر،ط١، دمشق،١٩٩٩،ص٥-٦.

٣١) المصدر نفسه،ص٤.

٣٢) المصدر نفسه،٤١-٤٣.

٣٣) يُنظر:بول موي، المنطق وفلسفة العلوم، مكتبة دار العروبة للنشر والتوزيع، الكويت،١٩٨١،ص٢٩٧.

٣٤) محمد عابد الجابري، مدخل إلى فلسفة العلوم،ص٣٤٠.

٣٥) ياسين خليل، مقدمة في الفلسفة المعاصرة،ص١٦٣.

٣٦) يُنظر:مرحبا، محمد عبد الرحمن،اينشتاين والنظرية النسبية، دار القلم،ط٦،بيروت،١٩٧٢،ص٦٨.
٣٧) يُنظر: مقاديسي، متي ناصر، نظرة في تطور فلسفة الفيزياء، تقديم: محمود حياوي حماش،بغداد،٢٠٠٢،ص٥٦-٥٧.٢٢) يُنظر: محمود فياض، أحاديث عن العلم والعلماء،ص١٦٠.
٣٨) المصدر نفسه،ص١٦١.
٣٩) المصدر نفسه،ص١٦١-١٦٢.
٤٠) يُنظر: بول موي، المنطق وفلسفة العلوم،ص٣٠٨-٣٠٩.
٤١) محمد عبد اللطيف، الفلسفة والفيزياء، ج٢،ص٤٥.
٤٢) يُنظر: بدوي، د. عبد الرحمن ، الموسوعة الفلسفية المختصرة،ج٣، منشورات ذوي القربى،ط١،قم،إيران،ص٤٤.
٤٣) يُنظر: جريانون وآخرون، اينشتاين والقضايا الفلسفية،ص٨.
٤٤) يُنظر: مطلب، محمد عبد الطيف، الفلسفة والفيزياء، ج٢،دائرة الشؤون الثقافية،بغداد،١٩٨٥،ص٤٦.
٤٥) المصدر نفسه،ص٤٧-٤٨.
٤٦) المصدر نفسه،ص٤٨.
٤٧) يُنظر: عبد القاهر،ماهر، مشكلات الفلسفة،دار المعرفة الجامعية،١٩٩٨،ص١٣٤.
٤٨) المصدر نفسه،ص١٣٥.
٤٩) المصدر نفسه، نفس الصفحة.
٥٠) المصدر نفسه،ص١٣٦-١٣٧.
٥١) يُنظر: الخفاجي، طالب ناهي،النسبية بين نيوتن واينشتاين، دار الحرية للطباعة،بغداد،١٩٧٨،ص٥٩.
٥٢) يُنظر: طالب ناهي، النسبية بين نيوتن واينشتاين،ص٦٠-٦١.
٥٣) يُنظر: ياسين خليل،مقدمة في الفلسفة المعاصرة،ص١٦٧.
٥٤) المصدر نفسه،ص١٧٧.

قائمة المصادر و المراجع

- إبراهيم،مصطفى إبراهيم، الفلسفة الحديثة من ديكارت إلى هيوم، دار الوفاء، الإسكندرية،٢٠٠١،
- بدوي، د. عبد الرحمن ، الموسوعة الفلسفية المختصرة،ج٣، منشورات ذوي القربى،ط١،قم،إيران.

- بول موي، المنطق وفلسفة العلوم، مكتبة دار العروبة للنشر والتوزيع، الكويت،١٩٨١.
- الجابري، د.محمد عابد،مدخل إلى فلسفة العلوم العقلانية المعاصرة،مركز دراسات الوحدة العربية،ط٦،بيروت،٢٠٠٦.
- الخفاجي، طالب ناهي،النسبية بين نيوتن واينشتاين، دار الحرية للطباعة،بغداد،١٩٧٨.
- خليل،د. ياسين، مقدمة في الفلسفة المعاصرة، العالمية للطباعة والنشر، النجف، بلا.ت.
- الخولي،د.يمنى طريف، الزمان في الفلسفة والعلم ،الهيئة المصرية العامة للكتاب ، ١٩٩.
- د.ب جريانون وآخرون، اينشتاين والقضايا الفلسفية لفيزياء القرن العشرين، ت: ثامر الصفار، دار الأهالي للطباعة والنشر،ط١، دمشق،١٩٩٩.
- طعمه جورج، فلسفة ليبنتز مع تعريب المونادولوجيا، مكتبة أطلس ، دمشق،١٩٦٥.
- عبد القاهر،ماهر، مشكلات الفلسفة،دار المعرفة الجامعية،١٩٩٨.
- عبد اللطيف، محمد،الفلسفة والفيزياء، ج٢، دار الحرية للطباعة ،بغداد،١٩٧٨.
- العلاف ،د.مشهد ، فلسفة العلم الإجرائية بين اينشتاين وبرجمان ، دار نينوى ، سورية،٢٠١٤.
- محمود فياض، أحاديث عن العلم والعلماء، دار الحرية للطباعة، بغداد،١٩٨٦.
- مرحبا، محمد عبد الرحمن،اينشتاين والنظرية النسبية، دار القلم،ط٦،بيروت،١٩٧٢.
- مطلب، محمد عبد الطيف، الفلسفة والفيزياء، ج٢،دائرة الشؤون الثقافية،بغداد،١٩٨٥.
- مقاديسي، متي ناصر، نظرة في تطور فلسفة الفيزياء، تقديم: محمود حياوي حماش،بغداد،٢٠٠٢.

المصادر الأجنبية:

55) NEWTON,L.MATHEMATICAL PRINCIPLES OF NATURAL HILOSOPHY,P. *BERKEEY,G:THE PRINCIPLES OF HUMAN KNOWLEDJE,ED:BY G.WARNOK,TH FONTA LIBRARY COLLINS,1962 , *IPID.