أزمة المفاهيم الأساسية في الفيزياء الكلاسيكية
(نقد مفهومي الزمان والمكان إنموذجاً)

د. اكرم مطلك محمد

الجامعة المستنصريه / كلية الآداب

قسم الفلسفة

١٤٣١هـ . ٢٠١٠م

خلاصة البحث:

تعد مفاهيم (الزمان، المكان، القوة، الاثير....الخ) من المفاهيم الاساسية في الفيزياء الكلاسيكية. حيث لعبت هذه المفاهيم دورا متميزا في مسيرة العلم لتقدم تصورا واضحا وتفسيرا دقيقا لبعض الظواهر التي تحدث في الكون. وقد استمدت هذه المفاهيم اهميتها من خلال مشاركتها في صياغة النظريات العلمية التي من المفروض فيها ان تفسر ظواهر الطبيعة على نحو دقيق.

لقد قامت كثير من المذاهب الفلسفية عبر التاريخ الفلسفي الطويل، بمحاولة تقديم صياغة فلسفية للمفاهيم التي شاركت العلم في استخدامها، وقد انطلقت هذه المذاهب بالدرجة الاولى من خلال نظرتها الفلسفية مدفوعة بسعيها اللاهث لاحتواء المطلق وبمحاولة تقديم تفسير شامل للكون له صفة الثبات واليقين.

ان الصياغة الميتافيزيقية التي طرحتها المذاهب الفلسفية لهذه المفاهيم لم تكن مجدية من الناحية العلمية، لان هذه المذاهب لم تكن تعتمد في بحثها ونظرتها للكون منهجا تجريبيا دقيقا، بل كانت تعتمد طريقة تاملية في النظر الى الاشياء والطبيعة، حيث عملت المذاهب الفلسفية على الفصل بين المفاهيم الاساسية، وعلى سبيل المثال القول الارسطي المعروف: ان الجسم لا يتحرك ما لم تؤثر عليه قوة ما، والقول بان المادة احتاجت الى دفعة او حركة اولية ثم استمرت بالحركة بعد ذلك.

ان جميع هذه الطروحات الفلسفية تؤدي بالنتيجة الى القول بفصل المادة عن الحركة وفصل الزمان والمكان عن المادة المتحركة، وعلى الرغم من ان هذه الاراء ذات علاقة بالميتافيزيقا واللاهوت الا ان خطورتها تكمن في كونها قد وجدت منفذا الى الفيزياء، فبهذا تكون الفيزياء الكلاسيكية قد فصلت هذه المفاهيم عن بعضها الا ان (اينشتاين) اعاد اليها وحدتها وترابطها.

بالاضافة الى ذلك فان المذاهب الفلسفية كانت تضع ثقتها في العقل وقدرته على تقديم تفسير شامل للظواهر وكانت مقابل ذلك تنظر الى المعرفة الحسية نظرة شك وريبة، بوصفها معرفة متغيرة وليست يقينية كما هو الحال في فلسفة (افلاطون)، وحتى المذاهب التي كانت تعطي اهمية للمعرفة الحسية فانها كانت تعتمد التجربة البسيطة والملاحظات العابرة غير متخلية عن توقها لبناء ميتافيزيقيا على اسس سليمة والتي كانت تعتبر انذاك هدفا للتفلسف.

لقد اثرت هذه الطريقة الفلسفية في البحث في صياغة المفاهيم العلمية ووسمتها بسمتها الفلسفية التاملية واعطتها طابعا شعريا اكثر منه علميا وبقيت هذه السمة ميزة للمفاهيم منذ العصور القديمة وحتى العصر الحديث، حيث بقيت الفلسفة الطبيعية القديمة والوسيطة تحوي مفاهيم ميتافيزيقية غامضة كالزمان المطلق والمكان المطلق والحركة المطلقة والاثير، كما ان هذه المفاهيم لم تشكل خطرا على الفكر الفلسفي انذاك، الا ان خطورتها بدات تظهر بشكل واضح ومتزايد في القرنين السابع عشر والثامن عشر عندما ادخلت هذه المفاهيم مع المفاهيم العلمية الميكانيكية للفيزياء الكلاسيكية في محاولة من العلماء والفلاسفة لتقديم نظام فلسفي شامل ومتكامل يفسر كافة الظواهر الطبيعية، لكن مع مطلع العصر الحديث ظهر التاكيد على دور الطريقة التجريبية واهميتها وفائدتها في دراسة الظواهر الفيزياوية.

ونظرا لاهمية هذه المفاهيم والدور الذي تلعبه في بناء النظريات العلمية فقد اعيد النظر فيها على نحو دقيق في بداية القرن العشرين وفي ضوء الانجازات العلمية الحديثة التي حققتها كل من نظرية الكم ونظرية النسبية.

وهكذا فاذا كانت الفلسفة قد اقحمت نفسها في مفاهيم الفيزياء وسببت لها بعض الغموض فانها عادت في بداية هذا القرن لتكفر عن خطيئتها تلك ولتمارس دورا نقديا تحليليا في محاولة منها لتخليص هذه المفاهيم من غموضها، وسنناقش في هذا البحث الازمة التي مرت بها الفيزياء الكلاسيكية بمفاهيمها الاساسية والدور الذي مارسه الفيزياويون وفلاسفة العلم في نقد هذه المفاهيم، ومن ثم رفضها من الفيزياء رفضا نهائيا.

Abstract Search:

Are concepts (time, place, strength, ether .... etc.) of the basic concepts in classical physics. Where these concepts have played a distinct role in the march of science to provide a clear vision and a precise explanation for some phenomena that occur in the universe. The importance of these concepts has been derived through their participation in the formulation of scientific theories that is supposed to explain the phenomena of nature accurately.

I have had many philosophical doctrines throughout the history of philosophical term, trying to make the formulation of philosophical concepts that have participated science to use, has launched these doctrines in the first instance by seeing philosophical-driven seeking Agt to contain the absolute and trying to provide a comprehensive interpretation of the universe with the status of stability and certainty.

The wording metaphysical posed by the philosophies of these concepts were not viable scientific, because these doctrines were not adopted in the research and its view of the fact that the approach empirically accurate, but rather the method of reflection to look at things and nature, where she worked philosophies on the separation of the basic concepts , for example, to say the Aristotelian known: the body does not move unless a force affecting him, and say that the material is needed to push or movement of initial and continued the movement after that.

All of these propositions philosophical not result to say the separation of material from the movement and the separation of time and place subject animation, despite the fact that these views related with a metaphysics and theology, but the gravity lies in the fact that it has found an outlet to the physics, Only that the classical physics had separated these concepts from each other, but the (Einstein) restored the unity and interdependence.

In addition, the philosophies put their faith in reason and its ability to provide a comprehensive interpretation of the phenomena, in exchange for the consideration of knowledge sensual look of suspicion and mistrust, as the knowledge variable and not a certainty, as is the case in philosophy (Plato), and even doctrines that give importance to the knowledge of sensory they relied experience simple and non-transit observations giving up their desire to build a metaphysics on the basis of sound, which was then considered a target of philosophizing.

I have raised this way philosophical research in the formulation of scientific concepts and characteristic of philosophical contemplative and gave it the character of poetry rather than scientific and remained characteristic feature of the concepts from ancient times to the modern era, where it remained natural philosophy, the old and intermediate containing the concepts of metaphysical mysterious : absolute time and absolute space and absolute motion and ether Also, these concepts did not constitute a threat to the philosophical thought at the time, but the danger began to appear in

a clear and increasingly in centuries 17 and 18, when introduced these concepts with scientific concepts of mechanical physics classic attempt by scientists and philosophers to provide a philosophical system of a comprehensive and integrated approach explains all the phenomena natural, but with the beginning of the modern era emerged emphasizing the role of the experimental approach and its importance and usefulness in the study of phenomena physics.

Given the importance of these concepts and the role they play in building scientific theories have been reviewed accurately at the beginning of the twentieth century in the light of modern scientific achievements made by each of the quantum theory and relativity theory.

Thus, if the philosophy had inserted itself in the concepts of physics and caused it to be some ambiguity, it returned at the beginning of this century to atone for the sin of those and playing the role of a critical analytical in an attempt to rid these concepts are ambiguous, and we discuss in this paper crisis experienced by the classical physics its concepts basic role practiced by Physicists and philosophers of science in the criticism of these concepts, and then rejected a final rejection of physics.

تمهيد

تعد مفاهيم (الزمان، المكان القوة ، الاثير...الخ) من المفاهيم الاساسية في الفيزياء الكلاسيكية* حيث لعبت هذه المفاهيم دورا متميزا في مسيرة العلم لتقدم تصور واضح وتفسير دقيق لبعض الظواهر التي تحدث في الكون. وقد استمدت هذه المفاهيم اهميتها من خلال مشاركتها في صياغة النظريات العلمية التي من المفروض فيها ان تفسر ظواهر الطبيعة على نحو دقيق، فهل كانت هذه المفاهيم تمتلك مثل هذا الوضوح كي تلعب الدور المقرر لها في النظرية الفيزياوية؟

ان الاجابة عن هذا السؤال تكون بالنفي، ذلك لان عملية صياغة وتشكيل هذه المفاهيم لم تكن محصورة في مجال العلم والتفكير العلمي وحسب، بل قامت كثير من المذاهب الفلسفية عبر التاريخ الفلسفي الطويل، بمحاولة تقديم صياغة فلسفية للمفاهيم التي شاركت العلم في استخدامها، وقد انطلقت هذه المذاهب بالدرجة الاولى من خلال نظرتها الفلسفية مدفوعة بسعيها اللاهث لاحتواء المطلق وبمحاولة تقديم تفسير شامل للكون له صفة الثبات واليقين(١). وقد تم قديما الفصل بين عالم سماوي ثابت وعالم ارضي متغير حسب الاعتقاد الافلاطوني الذي ادى الى الفصل بين ميكانيكا سماوية واخرى ارضية في فلسفة ارسطو طاليس (٣٨٤-٣٢٢ق.م) Aristotle وقد تم التمييز بين المادة المكونة لكل منهما، حيث يتكون عالم ما تحت فلك القمر من العناصر الاربعة، اما عالم ما فوق فلك القمر فانه يتكون من مادة اثيرية مختلفة، وتم التمييز بين حركة كلا العالمين والقوة المؤثرة عليهما والتي غالبا ما اعتبرت العلة المؤثرة على الاشياء والمحركة لها، ونظر للزمان والمكان بوصفهما يمتلكان كيانا منفصلا عن جميع الاشياء الخارجية وحركتها، كما نظر الى كل منهما بوصفه حقيقة موضوعية مطلقة. وقد التزم فلاسفة العصر الوسيط بالاراء الطبيعية التي طرحت في فلسفة افلاطون(٤٣٩-٣٤٨ق.م) Plato وفلسفة (ارسطو)، ونوقشت هذه المفاهيم من زوايا اخرى وارتبطت مباحثهم فيها باللاهوت مما جعلها اكثر غموضا مما سبق.

ان الصياغة الميتافيزيقية التي طرحتها المذاهب الفلسفية لهذه المفاهيم لم تكن مجدية من الناحية العلمية، لان هذه المذاهب لم تكن تعتمد في بحثها ونظرتها للكون منهجا تجريبيا دقيقا، بل كانت تعتمد طريقة تأملية في النظر الى الاشياء والطبيعة، حيث عملت المذاهب الفلسفية على الفصل بين المفاهيم الفلسفية، وعلى سبيل المثال، القول الارسطي المعروف: ان الجسم لا يتحرك ما لم تؤثر عليه قوة ما، والقول بان المادة احتاجت الى دفعة او حركة اولية ثم استمرت بالحركة بعد ذلك.

ان جميع هذه الطروحات الفلسفية تؤدي بالنتيجة الى القول بفصل المادة عن الحركة وفصل الزمان والمكان عن المادة المتحركة، وعلى الرغم من ان هذه الاراء ذات علاقة

بالميتافيزيقا واللاهوت الا ان خطورتها تكمن في كونها قد وجدت منفذا الى الفيزياء، فبهذا تكون الفيزياء الكلاسيكية قد فصلت هذه المفاهيم عن بعضها الا ان (اينشتاين) اعاد اليها وحدتها وترابطها.

بالإضافة إلى ذلك فان المذاهب الفلسفية كانت تضع ثقتها في العقل وقدرته على تقديم تفسير شامل للظواهر وكانت مقابل ذلك تنظر الى المعرفة الحسية نظرة شك وريبة، بوصفها معرفة متغيرة وليست يقينية كما هو الحال في فلسفة (افلاطون)، وحتى المذاهب التي كانت تعطي اهمية للمعرفة الحسية فانها كانت تعتمد التجربة البسيطة والملاحظات العابرة غير متخلية عن توقها لبناء ميتافيزيقا على اسس سليمة والتي كانت تعتبر انذاك هدفا للتفلسف.

لقد اثرت هذه الطريقة الفلسفية في البحث في صياغة المفاهيم العلمية ووسمتها بسمتها الفلسفية التأملية واعطتها طابعا شعريا اكثر منه علميا وبقيت هذه السمة ميزة للمفاهيم منذ العصور القديمة وحتى العصر الحديث، حيث بقيت الفلسفة الطبيعية القديمة والوسيطة تحوي مفاهيم ميتافيزيقية غامضة كالزمان المطلق والمكان المطلق والحركة المطلقة والاثير، كما ان هذه المفاهيم لم تشكل خطرا على الفكر الفلسفي انذاك، الا ان خطورتها بدات تظهر بشكل واضح ومتزايد في القرنين السابع عشر والثامن عشر عندما ادخلت هذه المفاهيم مع المفاهيم العلمية الميكانيكية للفيزياء الكلاسيكية في محاولة من العلماء والفلاسفة لتقديم نظام فلسفي شامل ومتكامل يفسر كافة الظواهر الطبيعية، لكن مع مطلع العصر الحديث ظهر التأكيد على دور الطريقة التجريبية واهميتها وفائدتها في دراسة الظواهر الفيزياوية.

ونظرا لاهمية هذه المفاهيم والدور الذي تلعبه في بناء النظريات العلمية فقد اعيد النظر فيها على نحو دقيق في بداية القرن العشرين وفي ضوء الانجازات العلمية الحديثة التي حققتها كل من نظرية الكم ونظرية النسبية.

وهكذا فاذا كانت الفلسفة قد اقحمت نفسها في مفاهيم الفيزياء وسببت لها بعض الغموض فانها عادت في بداية القرن العشرين لتكفر عن خطيئتها تلك ولتمارس دورا نقديا تحليليا في محاولة منها لتلخيص هذه المفاهيم من غموضها، وسنناقش في هذا البحث الازمة التي مرت بها الفيزياء الكلاسيكية بمفاهيمها الاساسية والدور الذي مارسه الفيزياويون وفلاسفة العلم في نقد هذه المفاهيم، ومن ثم رفضها من الفيزياء المعاصرة رفضا نهائيا.

اولا: الزمان Time:

ميز نيوتن(١٦٤٢-١٧٢٧) بين الزمان المطلق والزمان النسبي في كتابه (المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية) حيث يرى ان الزمان المطلق هو الزمان الحقيقي ويعرفه بقوله "الزمان المطلق، الرياضي والحقيقي، بذاته وبحكم طبيعته ينساب بانتظام دون ان تكون له علاقة بأي شئ خارجي وبتسمية اخرى يدعى الديمومة"[٢]، وقد شارك نيوتن في هذا التعريف للزمان المطلق عدد كبير من الفلاسفة بل كل الفلاسفة الميتافيزيقيين حيث نظروا للزمان بوصفه كيانا مستقلا يمتلك حقيقة موضوعية، وقد اختلفت معالجة الفلاسفة للزمان منذ القدم باختلاف فلسفاتهم واختلاف نظرتهم للوجود بصورة عامة. فقد اعتمد (افلاطون) الرياضيات للوصول الى عالم المثل التي لا تتغير، ولم تكن للافكار الرياضية علاقة بالمحسوسات، فالهندسة مثلا لم تكن لها علاقة بالمشاهدات الحسية، وانتقد (افلاطون) من يدرس هذه العلوم لغاياتها العملية[٣]، فابتعد بذلك عن المعطيات الحسية مبررا ذلك بعدم دقتها مما جعل مفهوم الزمان عنده مرتبطا بتصورات ميتافيزيقية لها علاقة بعالم المثل وبالاله الصانع وبوجود النفس وحركة الكواكب، فالاله الصانع عند (افلاطون) صنع العالم من مادة مضطربة مشوشة فنقلها من الفوضى الى النظام، منظما بذلك المادة المضطربة طبقا لاشكال هندسية ازلية خالدة هي المثل التي تكون في حالة سكون تام واعطى الكواكب حركة دائرية، ومع وجود حركة الفلك وجد الزمان حيث يقول (افلاطون): "والزمن حدث مع الفلك"[٤]، لكن العالم في حالة حركة وتغير مستمرين والزمان ما هو الا مظهر لهذا التغير، أي ان (افلاطون) قد ربط بين الزمان وبين العالم ككل، كما ان هنالك مشكلة عند (افلاطون) تتعلق بزمن الاله الصانع وعالم المثل او ما يسمى بالزمان الالهي قبل وجود العالم، لذلك فقد كان (ارسطو) اكثر دقة من (افلاطون) في بحث مفهوم الزمان، حيث انطلق (ارسطو) من التجارب البسيطة ملاحظاً ظاهرة التغير والحركة في الطبيعة وادرك العلاقة الوثيقة ما بين الحركة والزمان، وقد تصور (ارسطو) الزمان منقسما الى ماضٍ وحاضر ومستقبل، نستطيع بواسطته قياس الحركة وعرفه بقوله انه "عدد الحركة من قبل المتقدم والمتاخر"[٥] وقد ميز (ارسطو) بين حركة مستقيمة للاجسام الطبيعية الارضية وحركة دائرية للاجسام السماوية والافلاك ورأى ان مثل هذه الحركة الدائرية المتصلة نجدها في الفلك الاقصى الذي يحوي النجوم الثابتة، وبالتالي فان الزمن الذي نقيس به هذه الحركة يجب ان يكون مقدارا متصلا او زمانا متصلا[٦]، وبتعبير اخر ان الزمان لا يتكون من انات منفصلة. وقد كان رأي (ارسطو) هذا ردا على اراء المدرسة الايلية التي نفت فكرة وجود زمان مستمر متصل من خلال رفضها للحركة، حيث نظرت الى الوجود باعتباره وجوداً ثابتاً لا يتغير وبالتالي لا حركة فيه، اما التغير والحركة في العالم الخارجي فهي عمليات ظاهرية غير حقيقية، وان السهم حسب حجة

زينون (حوالي ٤٩٠-٤٣٠ق.م) مؤسس المدرسة الايلية، ان السهم اذا انطلق من نقطة الى اخرى فانه ثابت لا يتحرك لان السهم يوجد في كل لحظة في الآن وبهذا يكون ثابتا، فاذا كان الزمان مقسما الى (آنات) والسهم يوجد دائما في آن فهو ثابت غير متحرك، وبهذا ينكر (زينون) الحركة واذا انتفى وجود حركة مستمرة انتفى وجود زمان متصل[٧]، وبالتالي فالزمان حسب المدرسة الايلية يتكون من آنات منفصلة.

ان (ارسطو) على الرغم من مناقشته للزمان من خلال علاقته بالحركة الا انه قد انتقل في مباحثه من الطبيعة الى ما بعد الطبيعة وربط الحركة بالعلة المحركة، حيث يرى ان كل ما يتحرك يتحرك بتأثير علة خارجية عليه، وان الزمان هو شيء ما يشتمل على جميع الاشياء، حيث يقول: "يجب ضرورة ان تكون جميع الاشياء الموجودة في زمان، فالزمان يشتمل عليها كسائر الامور التي تكون موجودة في شيء، كما يشتمل المكان على التي في المكان"[٨].

ان مناقشة مفهوم الزمان اصبحت في العصر الوسيط اكثر تعلقا بالميتافيزيقا حيث ارتبط الزمان بالمباحث اللاهوتية وبالاله الخالق وبخلق العالم وبمشكلة القدم والحدوث التي لا يمكن للعلوم الطبيعية ان تبت فيها بجواب شاف، وقد انصبت معظم محاولات الفلاسفة على التوفيق بين الدين والفلسفة، وسيطرت تعاليم (ارسطو) الطبيعة و"طيماوس" (افلاطون) ونظرية (بطليموس) حتى القرن السادس عشر سيطرة تامة، وبقي الاعتقاد بالزمان المطلق سائدا بين العلماء والفلاسفة، ومن الغريب ان نجد في القرن الثامن عشر صياغة فلسفية محكمة قدمها كانت(١٧٢٤-١٨٠٤) تعتمد اعتمادا اساسيا على فيزياء (نيوتن) وعلى وجه ادق تقوم على فهم (نيوتن) الفيزياوي للزمان والمكان والسببية، حيث يرى (كانت) ان الزمان ليس مفهوما تجريبيا او مستمدا من التجربة ولا نظام لعلاقات الاشياء في التتابع، بل هو اطار قبلي يوجد في الذهن نستطيع بواسطته تنظيم معارفنا الحسية وبالتالي فهو شرط منطقي ضروري للمعرفة.[٩]

ان التطورات التي حدثت منذ القرن السادس عشر في علمي الفلك والديناميكا جعلت المفاهيم الفيزياوية تتخلص تدريجيا من التأملات الفلسفية وعقائد القرون الوسطى متجهة نحو الاقتراب من الدقة العلمية وذلك باعتمادها الاختبار التجريبي، فقد وجد (كوبر نيكوس) في نظرية مركزية الشمس وصفا ادق لحركات الاجرام السماوية وابسط مما تقدمه نظرية (بطليموس) التي تجعل من الارض جرما ثابتا لا يتحرك طبقا لاعتقادات قديمة دعمها (ارسطو) فلسفيا فيما بعد، حيث يرى (ارسطو) ان العالم يتكون من العناصر الاربعة: التراب، الماء، الهواء، النار والتي تختلف عن بعضها باختلاف وجود الكيفيات الاربعة فيها وهي الحرارة والبرودة والرطوبة واليبوسة، وان اتحاد اثنتين من هذه الكيفيات يجعل عنصرا ما اثقل او اخف من الاخر ونتيجة لذلك فان الجسم الثقيل يتحرك الى تحت نحو الاسفل والجسم الخفيف يتحرك نحو الاعلى وكل جسم يبحث عن مكانه الطبيعي، والارض بما انها تتكون من التراب اثقل العناصر، فانها ستكون

ثابتة "ساكنة لا تتحرك الى الوسط ولا خارجا من الوسط"[١٠] وقد دعمت المعتقدات الدينية في العصر الوسيط القول بثبات الارض وسكونها، الا ان (كوبر نيكوس) رأى في حركتها حركة يومية حول نفسها وحركة سنوية حول الشمس فرضا ابسط واكثر جمالا من الفرض القديم، كما ان الاسهام في مجال علم الحركة كان من قبل غاليلو(١٥٦٤-١٦٤٢) الذي اهتم بوجه خاص بمشكلة الحركة في العالم الخارجي ويرى ان الاجسام الساقطة التي تعاني تسارعا معينا في سقوطها كانت موضوعا قديما الا ان احدا لم يضع القانون الذي يحكمها، فاهتم (غاليلو) بوصف حركة الاجسام وسقوطها، مبتعدا عن الاراء السائدة في عصره التي تعتمد افكار (ارسطو) الذي يرى ان الجسم في سقوطه يبحث عن مكانه الطبيعي وما يترتب عليه من القول ان الجسم الثقيل يسقط بسرعة اكبر من تلك التي يسقط بها الجسم الخفيف، الا ان تجربة (غاليلو) على الاجسام الساقطة ذات الاوزان المختلفة قد اثبتت خطأ هذا الرأي واكدت ان الاجسام تسقط بسرعة واحدة لولا وجود بعض العوامل المؤثرة على سرعتها مثل مقاومة الهواء، وركز (غاليلو) على دراسة تسارع هذه الاجسام في حالة سقوطها وذلك من خلال دراسة العلاقة الوثيقة ما بين الزمن والمسافة، حيث يرى ان فهم هذه الحركة لا يتم الا بفهم "العلاقة الوثيقة ما بين الزمن والحركة"[١١]. فاذا كانت الحركة المنتظمة لجسم ما تعني ان ذلك الجسم يقطع مسافات متساوية في ازمنة متساوية فان الحركة المتسارعة يمكن فهمها عن طريق تقسيم الزمن الى فترات منتظمة نقيس بواسطة كل منها مقدار التسارع، ففي حالة سقوط جسم ما، فان تسارعه يزداد بانتظام كلما اقترب من الارض، حيث ان سرعته في الفترة الاولى اقل من سرعته في الفترة الزمنية الثانية، وهكذا تكون السرعة متناسبة مع الزمن ويصبح الزمان مقولة ضرورية في علمي الفلك والديناميكا.

والسؤال الذي يطرح الان هو: اذا كان قد تحقق في زمن (نيوتن) مثل هذا التطور العلمي الملحوظ في مناقشة مفهوم الزمان وربطه بالحركة والاشياء المتحركة فما الذي ادى الى قول (نيوتن) بالزمان المطلق؟

ان قول (نيوتن) بالزمان المطلق مبني على فهمه للحركة، فقد ميز (نيوتن) بين نوعين من الحركة، حركة نسبية وتعني انتقال الجسم من موضع لاخر، وحركة مطلقة تتميز عن الحركة النسبية بوصفها "غير محدثة ولا متغيرة، لكن الجسم يتحرك بواسطة بعض القوى المؤثرة عليه، اما الحركة النسبية فيمكن ان تحدث او تتغير دون اية قوة مؤثرة على الجسم"[١٢]، فالقوة المؤثرة التي تحرك السفينة تحرك في الوقت نفسه الشخص الجالس فيها حركة نسبية بالنسبة للشاطيء مع حركة السفينة ككل.

اما القوة التي تحدث الحركة المطلقة فيرى (نيوتن) انها القوة الطاردة عن المركز في حالة الحركة الدائرية، وقد حاول (نيوتن) ان يقدم برهانا تجريبيا على ذلك من خلال تجربته المعروفة عن الاناء المملوء بالماء الذي يتحرك حركة دائرية.[١٣]

يرى (نيوتن) ان الحركة المطلقة لا يمكن تحديدها من خلال مرجع يتحرك حركة نسبية او ساكنا سكونا نسبيا، فيمكننا مثلا ان نحدد الحركة النسبية لجسم ما، وذلك بالاستناد الى جسم اخر نعتبره مرجعا ثابتا للقياس، كان نقيس حركة القمر من الارض ونعتبر الارض مرجعا ثابتا، اما في حالة الحركة المطلقة فيرى (نيوتن) ان تحديدها يحتاج الى مرجع يكون ساكنا سكونا مطلقا وهو ما اسماه (نيوتن) بالمكان المطلق، كما ان الزمان النسبي الذي نقيس به الحركات النسبية ضمن المواضع النسبية لا يمكن الاعتماد عليه لقياس الحركة المطلقة التي لا تعتمد على مرجع مكاني نسبي، لذلك رأى (نيوتن) ان الزمان المطلق بانسيابه الثابت وبخصائصه التي منحه اياها في تعريفه السابق، يمكن ان يوفر قياسا دقيقا للحركة المطلقة، كما ان الحوادث التي تحدث في وقت واحد في اماكن متباعدة لا يمكن قياسها ما لم يكن الزمان منبثا في جميع ارجاء الكون ومستقلا عن جميع هذه الحوادث والاشياء الخارجية وبالتالي يكون ثابتا غير متأثر بها، أي هنالك ضرورة فلكية دفعت(نيوتن) للقول بالزمان المطلق، خصوصا وان(نيوتن) قد ابدى شكوكه في وجود مرجع ثابت يصلح للقياس، حيث يقول انه من المحتمل الا توجد حركة منتظمة يمكن بواسطتها قياس الزمن قياسا دقيقا لان "جميع الحركات يمكن ان تكون متسارعة او متباطئة، اما انسياب الزمان المطلق فانه ليس عرضة لاي تغير"[١٤]، كما يرى(نيوتن) في الزمان المطلق افضلية على القياسات الحسية، لانه سيل يملأ الكون بأجمعه وينظمه بانسيابه الثابت، بحيث ان حركات الاجسام باجمعها يمكن ان تقاس بالنسبة له، أي هنالك حاجة من الناحية الفلسفية للقول به كمرجع قياسي ثابت، وبهذا يقول (نيوتن): "ان الديمومة او دوام وجود الاشياء، تبقى ذاتها سواء اكانت الحركات سريعة ام بطيئة ام غير موجودة اطلاقا، ولذلك فان هذه الديمومة يجب ان تكون متميزة عن القياسات الحسية"[١٥] ويرى (ويترو G.J.Whitrow) وجود سبب رياضي دفع (نيوتن) للقول بالزمان المطلق "فقد اعتبر نيوتن لحظات الزمان المطلق تشكل سلسلة مستمرة مثل متسلسلة الاعداد الحقيقية واعتقد ان المعدل الذي تتبع فيه اللحظات كل منها الاخرى هو معدل متغير ويستقل عن جميع الحوادث والعمليات الجزئية"[١٦].

وبالتالي فان الانسياب الثابت والمنتظم يوفر (لنيوتن) دعما لاعتقاده في الزمان المطلق وحاجته الى نسبة قياسية مثالية- كما يقول (ويترو)- لقياس الحركات والحوادث المتزامنة. ولكن اذا كان الزمان المطلق مستقلا بذاته وليس له علاقة باي شيء خارجي- كما يقول (نيوتن)- فما الذي يجعل نسبة الانسياب ثابتة ومنتظمة؟

لقد لاحظ (ابرو A.D'Abro) ان الانسياب الثابت للزمان المطلق يعني ضمنا ان نسبة الانسياب لا يمكن ان تدرك على انها نسبة ثابتة الا عندما تقاس فقط، لكن مقابل هذا تؤخذ بعض نسب الانسياب بوصفها مقياسا ثابتا. وبذلك ياخذ (نيوتن) النتائج التجريبية التقريبية ليضعها في مبدأ صارم هو مبدأ القصور الذاتي، حيث يقرر ان الاجسام الحرة على نحو مطلق، التي تتحرك بسرعة ثابتة مطلقة وبخط مستقيم تماما، فانها سوف تقطع مسافات متساوية في ازمنة متساوية، ويكون الزمان والمكان المشار اليهما في هذا المبدأ هما الزمان المطلق والمكان المطلق، وهكذا يصبح هذا المبدأ مزدوجاً في فهمه للتطابق المكاني الذي يقدم لنا تعريفا للفترات المتساوية والمتطابقة للزمان المطلق[١٧]، وبما ان انسياب الزمان المطلق لا يمكن ان يقاس بوصفه مستقلا عن أي شيء خارجي لذلك لا نجد هنا مبررا فيزياويا للقول بالزمان المطلق عند (نيوتن) الذي يترتب عليه القول بالتزامن (simultaneity) حيث ان أي حدثين في الكون يكونان متزامنين، فاذا افترضنا ان شخصين يراقبان حادثة ما، فانهما يسجلان نفس الزمن لوقوعها وبغض النظر عن موضع كل منهما وحركته بالنسبة للحادثة، وبعبارة اخرى ان أي حدثين في الكون يسجل لهما زمنا واحدا من قبل جميع المراقبين دون الاخذ بنظر الاعتبار مواقعهم وحركاتهم وسرعاتهم أي دون اعتبار للمرجع الذي يرتكزون عليه في قياس الحادثة.

من المعروف ان الحركة شئ ما، وقد ظهر من التحليل السابق ان الزمان المطلق مستقل بذاته، ليس له علاقة بالموجودات المتحركة فاذا ما انتفى وجود الموجودات المتحركة يبقى الزمان ثابتا دون تغير. وقد انتقد (ليبنتز) هذا الفهم للزمان،وسنناقش ردود (ليبنتز) على نيوتن فيما بعد. واذا كان الزمان المطلق لا علاقة له بالموجودات المتحركة فهل يمكن تصور زمان دون موجودات؟

الجواب كلا، لان للزمان علاقة وثيقة بالحركة وبالموجودات التي تتحرك أي ان الزمان مفهوم نسبي غير مطلق وغير مستقل بذاته عن الاشياء الخارجية، وقد عرف (نيوتن) الزمان النسبي بقوله: "الزمان النسبي الظاهري والشائع هو مقدار حسي خارجي (سواء اكان مضبوطا او تقريبيا) نستعمله لقياس الديمومة بواسطة الحركة"[١٨] ويسمى احيانا بالزمان الاعتيادي وهو ما يمكن قياسه بلحظات وثوان وساعات وايام واسابيع وسنوات ونستخدمه للاغراض العملية ونقيس به حركات الاجسام المحسوسة، فاذا تحرك جسم من موضع لاخر فانه يستغرق فترة زمنية معينة لقطع هذه المسافة، ويرى(نيوتن) اننا عادة ما نستخدم الساعات والايام والشهور والسنين لقياس الفترات الزمنية، الا ان الايام الطبيعية ليست متساوية لكنها اعتبرت متساوية واستخدمت لقياس الزمن. [١٩] ويقوم علماء الفلك بتصحيح هذا الاختلاف حيث يتم ضبط الزمان النسبي وتصحيحه باستمراره، أي ان (نيوتن) ادرك ان لمفهوم الزمان الاعتيادي مقياس ووحدات اجرائية قياسية لكنه للأسف لم يشترط ذلك بالنسبة للزمان المطلق، وبهذا يمكن تقديم قياس للزمن النسبي غير

مضبوط تماما ولكنه تقريبي وحسب، وهنالك اكثر من طريقة لقياس الزمن ويرى (هنري بوانكاريه)* حول مسألة قياس الزمن انه "ليس هناك طريقة لقياس الزمن تكون اكثر صحة من غيرها. ان التي تتبنى عادة هي فقط تلك التي تكون اكثر ملائمة"[٢٠] أي تلك التي تكون اكثر فائدة وبساطة من غيرها، أي ان تقسيم الزمن ليس تقسيما طبيعيا بل هو تقسيم نحتاجه لفهم التغيرات التي تحدث في الطبيعة.

وقد اكد (برود C.D Broad) على نسبية الزمان من خلال علاقته بالحركة النسبية حيث يرى ان مفاهيم الزمان والمكان والمادة مفاهيم متلازمة، الا ان القول بالحركة المطلقة هو الذي يتضمن القول بالزمان المطلق وبالتالي يرى ان القائلين بالزمان المطلق "لا ينكرون الحركة النسبية ولكنهم يؤكدون ببساطة ان جميع الحركات النسبية هي مظهر للحركات المطلقة"[٢١] أي ان (نيوتن) قد فصل بين الزمان والمادة المتحركة متجاهلا بذلك الوحدات القياسية التي تعد اساسية لقياس الزمن. وقد انتقد اينشتاين(١٨٧٩-١٩٥٥) هذه الفكرة حيث عبر عن الترابط الوثيق بين مفاهيم الزمان والمكان والمادة والحركة بقوله: "اذا افترضنا ان المادة باجمعها يمكن ان تختفي من العالم، فان الاعتقاد السائد قبل النسبية يشير الى استمرار وجود الزمان والمكان في العالم الفارغ ولكن طبقا لنظرية النسبية فانه لن يكون هنالك زمان او مكان اذا اختفت المادة وحركتها"[٢٢].

تبين لنا مما سبق ان الزمان النسبي هو الزمان الذي يمكن قياسه بوحدات اجرائية معينة وبالتالي يمكن استخدامه في الفيزياء، ولكن السؤال الذي يطرح نفسه هو : هل للزمان المطلق اية فائدة عملية، أي هل يمكن استخدامه في الفيزياء؟

يمكن الاجابة عن هذا السؤال بالنفي، لان الفيزياء تعتمد القياس بصورة اساسية وتستخدم الرياضيات للتعبير عن الكميات والمقادير التي تخضعها للقياس، والزمان المطلق لا يمكن قياسه لانه مستقل بذاته عن جميع الاشياء الخارجية، واذا كان الزمان المطلق لا يمكن قياسه فلا فائدة منه في الرياضيات. وبما ان الفيزياء تعتمد الرياضيات بصورة اساسية فانها ترفض المفاهيم التي لا تخضع للقياس ولهذا السبب فان (نيوتن) عرف الزمان المطلق ولكنه لم يجد سبيلا لاستخدامه في صلب نظريته الفيزياوية ولهذا السبب يعد مفهوم الزمان المطلق مجرد تفكير فلسفي في مجال الفلسفة الطبيعية عند (نيوتن) ومرجع قياسي مثالي احتاجه (نيوتن) لقياس الحوادث المتزامنة وخصوصا في مجال القياسات الفلكية، وقد اعتقد الفيزياويون ان مفهوم الزمان المطلق بما انه لا يمكن ان يخضع للقياس وانه مجرد ضرب من التفكير الفلسفي فلا ضرورة له في النظرية الفيزياوية والتي تعتمد مفهوما نسبيا للزمان، وبالتالي يمكن الاستغناء عنه لانه مفهوم ميتافيزيقي.

لقد تعرض مفهوم الزمان المطلق كما طرحه (نيوتن) لانتقادات عديدة من قبل الفلاسفة والفيزياويين ومن وجهات نظر مختلفة كانت تلتقي باجمعها في نقطة واحدة وهي تشديدها على

ان هذا المفهوم مفهوم غامض لا ضرورة له ولا يمكن الاستفادة منه في الفيزياء، وقد طرح ليبنتز(١٦٤٦-١٧١٦) افكاره حول هذا الموضوع خصوصا في مراسلاته مع صموئيل كلارك (١٦٧٥-١٧٢٩) S.Clarke وهو احد اتباع (نيوتن)، حيث انتقد (ليبنتز) تمييز (نيوتن) بين حركة مطلقة واخرى نسبية، ورأى انه لا يمكن البرهنة تجريبيا على وجود الحركة المطلقة كما ان التمييز بين حركة مطلقة وحركة نسبية هو عمل ميتافيزيقي وليس فيزياوي، وبالتالي لا يمكن استخدام مفهوم الحركة المطلقة في الفيزياء. كما يرى (ليبنتز) ان الزمان لا يمكن ان يوجد دون وجود المادة المتحركة، حيث تدرك الحركة حسيا بوصفها ظاهرة متغيرة تحدث في الزمان والمكان وبهذا يصبح الزمان ذوعلاقة وثيقة بالموجودات، ودونها يصبح الزمان فكرة خيالية حيث يقول: "ان الزمان دون اشياء ليس اكثر من امكانية تصورية وحسب"[٢٣] ان الزمان المطلق لا وجود له لانه مستقل بذاته عن الاشياء وانه مجرد تصور ميتافيزيقي، اما الزمان النسبي فهو "نطاق تترتب فيه الحوادث غير الموجودة مع بعضها في الحاضر"[٢٤]، او هو نظام لتتابع الظواهر الطبيعية.

وقد اكد مثل هذا النقد جورج بيركلي (١٦٨٥-١٧٥٣) الذي انطلق من فلسفته المثالية الذاتية في انتقاد مفهوم الزمان المطلق باعتباره فكرة مجردة لها وجود موضوعي مستقل عن ادراكنا لها، حيث يؤكد (بيركلي) بانه لا يوجد سوى نوع واحد فقط من الحركة وهي الحركة النسبية وان وجودها يتضمن على الاقل وجود جسمين، حيث يكون بعد كل منهما متغيرا بالنسبة للاخر ولهذا فأن فكرة بيركلي عن الحركة تنفي فكرة استقلال شيء عن شيء اخر، بل على العكس حيث يرى (بيركلي) وجود علاقة ضرورية بين الاجسام وبالتالي فاذا تحرك جسم ما بفعل تأثير قوة ما عليه فأن المسافة التي تفصله عن جسم آخر سوف تتغير تبعا لذلك وهذا التغير في المسافة او الوضع بالنسبة للجسم الاخر هو حركة نسبية محسوسة يمكن تحديدها وقياسها بالاستناد الى ذلك الجسم الذي نعتبره ثابتا، ويرى (بيركلي) ان الناس لا يتجاوزون الارض لتحديد موضع جسمٍ ما و"ما هو ساكن بالنسبة لها يعد ساكن على نحو مطلق"[٢٥]، وبما ان الارض في حالة حركة مستمرة فأن كل حركة نسبية ولا داعي للقول بالحركة المطلقة كما انه لا ضرورة لفكرة الزمان المطلق، حيث يرى (بيركلي) ان الزمان مفهوم بسيط ومدرك من قبل عامة الناس، لكنه أصبح مفهوما مجردا وصعب الفهم على ايدي الميتافيزيقيين، وهكذا ينتقد (بيركلي) فكرة الزمان المطلق بوصفها فكرة مجردة لا نستطيع ادراكها، ليثبت ان فكرة الزمان ما هي الا ادراك لتتابع الافكار في الذهن وان النفس الانسانية تعي الاشياء وتدركها بوصفها موضوعات للفكر[٢٦]، أي ان (بيركلي) يحاول تثبيت فكرة ميتافيزيقية تقول ان الاشياء لا توجد الا بوصفها مدركة من قبل عقل ما، مما ينسجم مع فلسفته عموما.

ان النقد الذي قدمه ارنست ماخ(١٨٣٨-١٩١٦) لمفهوم الزمان المطلق اكثر اهمية من نقد(بيركلي)، حيث يرى (ماخ) ان جميع الاشياء الموجودة في العالم مرتبطة بعضها ببعض واننا

نحن ايضا جزء من الطبيعة ولذلك فأن الحركة تكون منتظمة او غير منتظمة بالقياس الى حركة اخرى وهذا يعني الافتراض ضمنا بوجود اكثر من جسم لتحديد الحركة، وان السؤال فيما اذا كانتا الحركة بذاتها منتظمة ام لا، سؤال ليس له معنى[٢٧]، كما ان الكتل المادية التي تتحرك بسرعات مختلفة تكون ذات علاقة ثنائية مع بعضها وان الخطأ الذي أدى بـ (نيوتن) الى القول بالحركة المطلقة هو اغفاله لهذه الكتل التي تدخل في علاقة مع الاجسام الاخرى، بحيث تكون كل الحركات نسبية فحركة أي جسم نسبية بالنسبة للارض التي تتحرك بدورها حول الشمس، وان القوة الطاردة عن المركز التي تحدث عنها (نيوتن) ناتجة عن تأثير الكتل الدائرية المحيطة، أي ان هذه القوة "حدثت بواسطة الدوران النسبي بالنسبة لكتلة الارض والاجسام السماوية الاخرى"[٢٨] والتي يمكن اتخاذ أي منها مرجعا لقياس الحركة، اما الحركة المطلقة فقد افترض (نيوتن) حدوثها دون الاشارة الى جسم ما، تكون على علاقة به، أي انها تحدث في المكان الفارغ او المطلق، ولكن الحركات لا يمكن تحديدها والاشارة اليها الا من خلال علاقاتها بأجسام اخرى، لذلك فالحركة نسبية ونستطيع قياسها بزمن نسبي محدد دون الحاجة للزمان المطلق الذي يرى (ماخ) انه "ليس له قيمة علمية ولا عملية.. انه تصور ميتافيزيقي لا قيمة له"[٢٩] ويستنتج (ماخ) من مناقشته السابقة ان جميع الكتل وجميع السرعات وبالتالي جميع القوى هي مفاهيم نسبية وان الكون معطى لنا مرة واحدة فقط، أي ان تفسيراتنا له هي التي تتغير وتختلف لذلك يرى (ماخ) بأنه يتوجب علينا إتباع الافكار الاكثر فائدة وبساطة في تفسيرنا له، أي تلك الافكار التي نستطيع التحقق من صدقها او كذبها تجريبيا بدلا من الافكار الغامضة والمجردة.

يعد نقد (ماخ) لمفهوم الزمان المطلق الخطوة العلمية الاولى امام النقد الحاسم في الغاء هذا المفهوم وخصوصا ما يترتب عليه من القول بالتزامن بين الحوادث،هذا النقد الذي قدمه البرت اينشتاين(١٨٧٩-١٩٥٥) حيث اخضع مفهوم التزامن للتحليل الدقيق واظهر نسبيته من خلال السرعة والكتلة حيث أن الزمان يتباطأ مع زيادة السرعة فلو سافر شخص ما بمركبة تسير بسرعة الضوء وهو يحمل معه ساعة مضبوطة فأنه سيلاحظ أن ساعته قد بدأت تؤخر الى حين يسير بسرعة الضوء حيث يتوقف الوقت، فكلما إزدادت السرعة كلما زاد التباطؤ بالنسبة للزمن أو الوقت. أما نسبية الزمن حسب الكتلة فأذا كنت على كوكب المشتري فأن الساعة تؤخر أيضاً والسبب هو كبر حجم المشتري لأن الزمن يمر في كوكب ضخم كالمشتري ببطؤٍ أكثر مما يمر في كوكب صغير نسبياً كالأرض، كما بين ان مفهوم الزمان غير مستقل عن مفهوم المكان او الابعاد المكانية الثلاثة، بل هو متصل بها ويشكل بعدا رابعا لها، حيث اعتبر (اينشتاين) ان العلاقة بين مفهومي الزمان والمكان في فيزياء (نيوتن) تصلح فقط في مجال السرعات المحدودة ولا تصلح في مجال السرعات العالية جدا والتي تقترب من سرعة الضوء، حيث ان التغير في مثل هذه السرعات العالية لا يكون في مجال الاحداثيات المكانية بل وفي زمنها ايضا، وبهذا

تتغير كل من احداثيات المكان والزمان طبقا لتحويلات معينة تسمى تحويلات لورنتز -اينشتاين ("Lorentz – Einstein") وبهذا تحقق وحدة وثيقة ما بين مفهومي المكان والزمان طبقا لحركة الجسم بسرعة عالية جدا.[٣٠]

وتجدر الاشارة الى ان مسألة الحركة المطلقة تم تجاوزها تماما في الفيزياء الحديثة، حيث يقول (همفريز): ان "مسألة الحركة المطلقة لم تكن مصدر تعب في الديناميكا، اذ ان كل قوانين الحركة قد تم اثباتها بالنسبة لما يعرف بالمجموعة القصورية، وفي هذه المجموعة وفي سائر المجموعات القصورية لا تدخل حركة المجموعة في القوانين نفسها"[٣١] أي يمكن اتخاذ أي جسم واعتباره مرجعا في قياس حركة جسم اخر، ونعتبره ثابتا بحيث لا تدخل حركته في حساب حركة الجسم الاخر.

ولذا عندما جاءت نظرية النسبية لآينشتاين قلبت الوضع السابق- ونقصد به الميكانيكا النيوتونية القديمة القائمة على اساس النظرية المطلقة للزمان- بأن جعلت الزمان نسبياً يتوقف على اطار الاشارة اذ ان الزمن نسبي بين اطارات الاشارة، والساعات الموجودة في إطارات إشارة مختلفة تعطي أزمنة مختلفة وفقاً لسرعتها بعضها بالنسبة الى بعض. [٣٢]

فالزمان نسبي يتوقف على اطار الاشارة والاطارات متعددة تبعاً لاختلاف الاجرام في الكون في حركتها بعضها بالنسبة الى بعض، فليس ثمة مجال للتحدث عن اتجاه واحد وزمان واحد لا يقبل الاعادة. وفي ذلك يقول آينشتاين: ان الزمن شيء نسبي....وإننا اخطأنا لأننا عَدَدنْا الزمن شيئا ثابتا لا يتغير ولكنه في الواقع متغير ونسبي، وانه يعتمد على الحركة ويتغير تبعاً للحركة، أي لابد ان يقيس كل من في الكون زمنه في الإطار الذي يتحرك فيه حتى لا يقع في متناقضات كثيرة.[٣٣]

ثم يقول اينشتاين: ان الزمان بالتعبير الدارج، عبارة عن انتقالات رمزية في المكان. فالزمن المعروف بالساعة واليوم والشهر والسنة ما هو الا مصطلحات ترمز الى دوران الارض حول نفسها وحول الشمس، او بشكل اخر مصطلحات لاوضاع مختلفة في المكان: الساعة هي دوران الارض ١٥ درجة حول نفسها، واليوم هو دورة كاملة، والسنة هي التفاف الارض الكامل حول الشمس، حتى الساعة التي نحملها في معصمنا عبارة عن انتقالات عقارب على ميناء دائري من رقم الى رقم. ثم يقول: ان كل الساعات التي نستخدمها على الارض مضبوطة على النظام الشمسي لكن النظام الشمسي ليس هو النظام الوحيد في الكون، فلا يمكن ان نفرض تقويمها الزمني على الكون ونعتبر الكميات التي نقيس بها كميات مطلقة، فالانسان الذي يسكن عطارد- مثلا- سوف يجد للزمن دلالات مختلفة. والنتيجة الهامة التي يخرج بها اينشتاين من هذا: ان الزمان مقدار متغير في الكون وانه لا يوجد زمن واحد للكون كله ممتد منذ بدأ الوجود والخليقة الى الان وانما يوجد العديد من الازمان كلها مقادير متغيرة لا يمكن نسبتها بعضها الى بعض الا

بالرجوع الى انظمتها واكتشاف علاقة حوادثها بعضها بالبعض وتحقيق الاتصال بينها، وهذا مستحيل لسبب بسيط هو: ان اسرع المواصلات الكونية وهي الضوء لا تستطيع ان تحقق تواقتاً بين اطرافه. اما النتيجة الثانية التي يخرج بها: انه لما كانت سرعة الضوء هي الثابت الكوني الوحيد فينبغي تعديل الكميات التي نعبر بها عن الزمان والمكان في كل معادلاتنا لتتفق مع هذه الحقيقة الاساسية. من ثم يصبح من الان فصاعداً كل من الزمان والمكان مقداراً متغيراً. [٣٤]

وبناءً على ما سبق نجد اينشتاين يجرد الزمان والمكان من صفات الوجود المستقل ويجعلهما من صنع الانسان، فلكل انسان زمانه الخاص، ومكانه الخاص.[٣٥] اذن نستنتج من كل ما تقدم ان العلماء والمفكرين قبل مجيء اينشتاين عدوا الزمن مطلقا، شيئا ثابتا، لا يتغير، مستقلا بذاته، ويسري سرياناً منتظماً. ولا احد يستطيع ان يقول ان الزمن يبطئ او يسرع او يتوقف. اما اينشتاين فقد قلب الوضع السابق وهو النظرية المطلقة للزمان وذلك بجعله الزمن نسبياً يتوقف على اطار الاشارة. وهذا يوضح لنا اثر نظرية النسبية في تغيير فهم الفلاسفة والعلماء والمفكرين لتصور مفهوم الزمان الذي يعد واحدا من المفاهيم الفلسفية البارزة والشائعة.

ثانيا: المكان Space

يعد مفهوم المكان من المفاهيم الاساسية في المباحث الفلسفية والعلمية على حد سواء، وقد رأى (نيوتن) ضرورة التمييز بين المكان كمفهوم رياضي يستخدم في العلم عنه كمفهوم شائع يستخدم في الحياة اليومية من قبل عامة الناس، وبالتالي التمييز بين المكان المطلق والمكان النسبي، ويرى (نيوتن) ان مما يميز المكان المطلق هو انه "بحكم طبيعته، ودون ان تكون له علاقة بأي شئ خارجي، يبقى دائما متجانسا وساكنا"[٣٦]. وقد نظر كثير من الفلاسفة لمفهوم المكان نظرة مشابهة لتلك التي طرحها (نيوتن) في تعريفه، حيث نظروا للمكان بوصفه وعاءاً كبيراً يحوي جميع الاشياء بداخله من دون ان تؤثر عليه، وقد كان (افلاطون) يميل للقول ان المكان اشبه ما يكون بالوعاء الحاوي للاشياء والقابل لحدوثها وصيرورتها[٣٧]،حيث تحل فيه الاشياء وتحاط بواسطة سطوح هندسية. وقد رأى (ارسطو) ان الحركة في الطبيعة لا تتم الا في مكان، وان المكان الذي يشغله الجسم هو الموضع، فيصبح المكان المطلق متكونا من مجموع المواضع المتصلة مع بعضها والتي تكون مشغولة بالاجسام، او ان المكان هو السطح الباطن من الجسم الحاوي المماس للسطح الظاهر من الجسم المحوي[٣٨]، وهذا يمثل تعريفا للمحل او الموضع اكثر منه تعريفا للمكان بصورة عامة، وقد رأى (ارسطو) ان المكان المطلق الشامل هو ذلك السطح الباطن للفلك الاقصى الذي يحوي جميع الاجسام بداخله، أي ان (ارسطو) ينفي وجود خلاء او مكان فارغ. وكان هذا الرأي يمثل دعما لاراء المدرسة الايلية ورفضا لاراء المدرسة الذرية، حيث نفت المدرسة الايلية وجود مكان فارغ لانها اعتقدت بالثبات وعدم الحركة، واذا كان الوجود ثابتا فلا يحتاج الى مكان فارغ يتحرك فيه[٣٩]، الا ان المدرسة الذرية تُسلِم منذ البداية بوجود الخلاء، حيث يعتبر المكان الفارغ ضروريا لحركة الذرات، فهي لا تعترف الا بوجود الذرات والفراغ.[٤٠]

ان بعض الافكار العلمية في التعبير عن المكان يمكن ان نجدها في هندسة (اقليدس) حيث كانت الهندسة مرتبطة في نشأتها بالنواحي التجريبية في مسح الارض والبناء وغيرها، مما جعلها تبحث عن تحديد دقيق للمكان. ان ما قام به (اقليدس) من عمل في صياغة الهندسة صياغة رياضية بديهية يعتبر عملا بعيدا عن التأملات الفلسفية ويتسم بالطابع العلمي، حيث تكون الابعاد الهندسية للجسم هي التي تحدد مكانه، ويمكن تحديد مكان أي جسم بواسطة ثلاثة ابعاد[٤١].

لقد سادت افكار (افلاطون) و (ارسطو) في العصر الوسيط وارتبطت مباحث المكان بالمباحث اللاهوتية اكثر من ارتباطها بالمباحث الطبيعية، ومع ذلك فاننا نجد فهما دقيقا جدا وواضحا تماما لمفهوم المكان عند بعض الفلاسفة العرب، حيث ناقش العالم والفيلسوف العربي

الحسن بن الهيثم (٩٦٥-١٠٣٩) في رسالته عن (المكان) الاراء الفلسفية المختلفة حول المكان واستطاع ان يصنفها الى صنفين:

الاول: يرى ان المكان هو السطح المحيط بالجسم.

الثاني: يرى ان المكان هو الخلاء المتخيل الذي يشغله الجسم.

وقد رفض (ابن الهيثم) الرأى الاول، لانه يفصل ما بين المكان والجسم ويجعل من المكان كيانا مستقلا بذاته، وقد اخذ بالرأي الثاني، حيث يرى ان الخلاء هو ابعاد متخيلة مجردة من الاجسام وعندما يشغل بالجسم تكون ابعاده هي نفس ابعاد الجسم الذي يشغله، بحيث تكون هنالك مطابقة تامة بين المكان والجسم وهكذا يصبح المكان والجسم كما يقول (ابن الهيثم): "بعدا واحدا، لان البعد المتخيل، انما الخط الذي هو طول لا عرض له....اذا انطبق على خط هو طول لا عرض له صارا جميعا خطا واحدا"[٤٢]. كما ينكر (ابن الهيثم) وجود مكان فارغ او خلاء لانه يرى ان ابعاد الخلاء المتخيل لم تخل قط من جسم وهكذا يكون المكان حسب رأيه هو: " الابعاد المتخيلة التي بين النقطة المتقابلة من السطح المحيط بالجسم"[٤٣].

وقد ظهر مما سبق ان مفهوم المكان المطلق، مفهوم قد اختصت به تأملات الفلاسفة وابحاثهم التأملية، لذلك لابد لنا ان نتساءل عما هو الدافع الذي ادى بـ (نيوتن) وهو فيزياوي، الى القول بالمكان المطلق على نحو مشابه لذلك الفهم الذي طرحه الفلاسفة في تأملاتهم؟

انطلق (نيوتن) في مناقشته لمفهوم المكان من وجهة نظر فلسفية عبر عنها بقوله، انه في البحث الفلسفي يتوجب علينا، "ان نتجرد من حواسنا ونأخذ بنظر الاعتبار الاشياء ذاتها مميزة عما هو خاضع منها للقياس الحسي"[٤٤]. فميز (نيوتن) بين مفاهيم مطلقة ومفاهيم نسبية أي لها علاقات بالقياسات الحسية. وقد ميز بين حركة مطلقة واخرى نسبية وعرف الحركة المطلقة بأنها "انتقال الجسم من موضع مطلق لآخر مطلق"[٤٥] وقد عرف الموضع بصورة عامة بأنه جزء من المكان يشغله الجسم، الا انه لم يوضح ماذا يعني بالموضع المطلق. وقد رأى (نيوتن) ان جميع الاجسام في حالة حركة مستمرة وحاول البحث عن مرجع مكاني ثابت يتمكن بالاستناد اليه من قياس حركات الاجسام بحيث يكون هذا المرجع ساكنا سكونا مطلقا، لان حركات الاجسام لها تعجيلات معينة. لكن هذه التعجيلات ستكون تعجيلاً بالقياس الى ماذا؟

اذن لابد من وجود مرجع ثابت تقاس بالنسبة له تعجيلات هذه الاجسام ورأى (نيوتن) ان الارض والشمس في حالة حركة بالنسبة للنجوم الثابتة، ورأى انه قد توجد بعض الاجسام في حالة سكون مطلق في المناطق البعيدة للنجوم الثابتة او فيما يتجاوزها بُعداً، ولكنه رأى ان موقعها البعيد يجعلها غير صالحة لان تكون مرجعا في قياس حركات الاجسام، كما اننا لا نستطيع ان نعرف ما اذا كان الجسم يحتفظ بنفس موقعه بالنسبة لها ام لا؟ لذلك قرر (نيوتن) اننا لا نستطيع اثبات السكون المطلق لهذا المرجع البعيد، وحاول ان يسلك طريقا اخر لاثبات

وجود مكان مطلق وساكن وذلك من خلال تمييزه بين الحركة والسكون، بين المطلق منها والنسبي بواسطة ثلاثة عوامل هي:

١- الصفات.

٢- العوامل او العلل المؤثرة.

٣- الاثار الناتجة. [٤٦]

فمن صفة السكون ان تبقى الاجسام مستمرة في نفس البعد عن اجسام اخرى ومن صفة الحركة ان الاجزاء تحتفظ بمواضعها في كل متحرك وتشارك في حركته، وان قوة دفع الاجسام المتحركة الى الامام تظهر في الدفع المتواصل للاجزاء ككل، لذلك فأن هذه الاجزاء تكون في حالة سكون نسبي ولكنها تشارك في حركة الكل، وهكذا فأن "الحركة الحقيقية والمطلقة لجسم ما لا يمكن ان تحدد بواسطة انتقالها عن ذلك المرجع الذي يبدو فقط انه ساكن بالنسبة للاجسام الخارجية والتي يجب الا تظهر انها في سكون فقط ولكن لتكون في حالة سكون حقيقي"[٤٧]، وبهذا تختلف الحركة الحقيقية عن الحركة النسبية بوصفها لا يمكن تحديدها بالاستناد الى مرجع متحرك بل تحتاج الى مرجع ثابت ساكن على نحو حقيقي وليس ظاهري فقط ولم تصلح النجوم الثابتة لان تكون هذا المرجع الثابت للاسباب المذكورة سابقا، وهكذا يرى (نيوتن) ان كل حركة هي حركة جسم ينتقل من موضع لاخر "حتى نصل الى بعض المواضع الثابتة"[٤٨] وان الحركة المطلقة لا يمكن تحديدها الا بالاستناد الى مثل هذه المواضع الثابتة. لكن اين توجد هذه المواضع الثابتة؟

يرى (نيوتن) انه "ليس هنالك مواضع ثابتة غير تلك التي من اللانهاية الى اللانهاية تحتفظ جميعها بنفس مواضعها بعضا بالنسبة لبعض، وبناءاً على هذا الاعتبار يجب ان يبقى كل منها ثابتا وبذلك تكون في مجموعها المكان الساكن"[٤٩]. وهكذا نلاحظ غياب التسلسل المنطقي عند (نيوتن) في الانتقال من الحركة النسبية المحسوسة التي تكون في مواضع نسبية الى الحركة المطلقة والمكان المطلق غير الخاضعين لادراكنا الحسي وتجربتنا، لذلك يحاول (نيوتن) ان يجد اساسا اخر للتمييز بين الحركة المطلقة والنسبية وهو العلل المؤثرة عليها او القوى التي تحدث الحركة. اما الاثار الناتجة فهي تلك التي تتعلق بالقوة الطاردة عند المركز في الحركة الدائرية في تجربة الاناء عند (نيوتن).

وهكذا حاول (نيوتن) اثبات وجود ساكن سكونا مطلقا يستطيع بواسطته قياس تعجيل حركات الاجسام حسب القانون الاول والاستناد عليه،خصوصا وان(نيوتن) قد ابدى شكوكه في وجود مثل هذا المرجع الساكن، حيث يقول: "ربما لا يوجد هنالك أي جسم في حالة سكون حقيقي نستطيع ان نتخذه مرجعا لمواضع وحركات الاجسام الاخرى"[٥٠]. ولذلك افترض(نيوتن) ان هذا المرجع الساكن هو المكان المطلق المملوء بالاثير الساكن، وبهذا نجد ان(نيوتن) كان

مـدفوعا للقـول بالمكـان المطلـق، وكمـا يـرى (مـاكس جـامر M.Jammer) ان هنالـك ضـرورة انطولوجيـة ومنطقيـة دفعـت(نيوتن) للقـول بالمكـان المطلـق، حيـث يعـد شـرطا ضـروريا لصـحة القانون الاول للحركـة-ويقصـد بـه قـانون القصـور الـذاتي- والـذي ينص علـى ان "الجسم يستمر على حالته من السكون او الحركة المنتظمة في خط مستقيم ما لم يضطر الى تغيير حالته هذه بفعل قوى مؤثرة عليه"[٥١] ويرى (جـامر) ان الحركـة المنتظمـة فـي خـط مسـتقيم تتطلـب نظامـا مرجعيا يختلف عن ذلك المكان النسبي الذي نختاره بصورة اتفاقية، كما ان حالة السكون تفترض مسبقا مثل هذا المكان المطلق[٥٢]، وبهذا يصبح للمكان المطلق وجودا مستقلا عن الاشياء بحيث لو اختفت جميع الاشياء لبقي المكان. وقد رأى بعض الباحثين ان(نيوتن) ينطلق في فهمه للمكان المطلق من منطلقات لاهوتية متأثراً بـ هنري مور (١٦١٤-١٦٨٧) H.More واسحق بارو (١٦٣٠-١٦٧٧) I.Barrow.[٥٣] ومن نزعة دينية وعقائد سرية تمتد الى العصر الوسيط كما يرى كل من (بيرت E.A.Burtt) و(جامر)، ويركز (بيرت) على هذه النواحي الميتافيزيقية في تفكير(نيوتن) ويحاول ان يجعل منها اساسا لافكاره العلمية، وعلى الرغم من ان(نيوتن) يعتبر الله غير محدود وموجود في كل مكان وانه "بوجوده الدائم في كل مكان يكون الديمومة والمكان"[٥٤]، الا انه يحدد موقفه من الافتراضات الميتافيزيقية ومن الفروض بصورة عامة في نهاية كتابه (المبادئ) حيث يقول: ان "الفروض سواء كانت فيزياوية او ميتافيزيقية.... لا مكان لها في الفلسفة التجريبية، لان الفروض الجزئية في هذه الفلسفة تستنتج من الظواهر ثم تعم بواسطة الاستقراء"[٥٥]. وقد رأى (اينشتاين) في مقدمته لكتاب (جامر) السابق ذكره ان (نيوتن) قد ادخل المكان المطلق كعلة مستقلة للسلوك القصوري للاجسام التي تتحرك بالنسبة لبعضها حركة منتظمة في خط مستقيم، لان فهم المكان بوصفه نظام للاشياء المادية، كما يقول (اينشتاين): "غير كاف ليكون اساسا لمبدا القصور الذاتي ولقانون الحركة، لذلك اتخذ نيوتن هذا القرار.. ان المكان لم يدخل كشيء مستقل عن الاشياء المادية وحسب، بل وخصصت له وظيفة مطلقة ضمن البناء السببي الكلي للنظرية، هذه الوظيفة مطلقة ضمن معنى ان المكان (كنظام قصوري) يؤثر على جميع الاجسام المادية بينما هذه الاجسام لا تبذل في حركتها أي رد فعل على المكان"[٥٦]، وبهذا يقول(اينشتاين) ان ادخال (نيوتن) للمكان المطلق كعلة مستقلة لوصف السلوك القصوري للاجسام، أي التي تتحرك طبقاً لقانون القصور الذاتي اذا فهم بشكل واضح تماما هو "في رأيي واحداً من اعظم انجازات نيوتن"[٥٧].

اصبح واضحا تماما من خلال المناقشات السابقة ان للمكان علاقة وثيقة بالموجودات والاشياء المتمكنة، ولكن هل للمكان المطلق مثل هذه العلاقة، أي هل يمكن تصور وجود مكان مطلق عندما لا تكون هنالك اشياء متمكنة؟

الجواب: كلا، أي ان المكان نسبي ذو علاقة وثيقة بالمادة المتمكنة وغير مستقل عن الاشياء، ويعرف (نيوتن) المكان النسبي بقوله: "المكان النسبي هو البعد القابل للحركة او المسافة التي نقيس بواسطتها الامكنة المطلقة، هذا البعد تحدده حواسنا من خلال موقعه بالنسبة للاجسام المحسوسة المجاورة"[٥٨]، وبالتالي فان ذلك الجزء من المكان الذي يشغله الجسم والذي يسعى بالموضع او المحل سيكون تبعا لذلك نسبيا باعتباره جزء منه، وهكذا فان الجسم الذي ينتقل من موضع نسبي لاخر يتحرك حركة نسبية، اما اذا بقي الجسم في نفس موضعه فانه يعتبر ساكنا سكونا نسبيا، وهكذا نستطيع قياس الحركة النسبية لجسم ما من خلال الاعتماد على جسم اخر نعتبره مرجعا او نقطة ارتكاز في قياسنا لحركة الجسم، كما اعتبرنا - مثلا - الارض مرجعا ثابتا لقياس حركة القمر، ولهذا فان دراسة اية حركة او ظاهرة فيزياوية لا تتم دون الارتكاز الى مرجع او نقطة نعتبرها ثابتة، وكما يعبر (نيوتن) عن ذلك بقوله: "لأن اجزاء المكان لا يمكن ادراكها او تمييز بعضها عن بعض بواسطة حواسنا، لذلك نستعمل بدلا منها قياسات محسوسة، وبالنسبة لمواقع الاشياء وابعادها عن أي جسم نعتبره ثابتا نستطيع ان نحدد جميع المواضع ثم نقيس جميع الحركات بالنسبة الى هذه المواضع التي ثبتناها"[٥٩]، بحيث تحسب الحركات النسبية لاي جسم عن طريق تعيين ثلاثة احداثيات للطول والعرض والارتفاع، وبذلك يتحدد موضع الجسم هندسيا بواسطة هذه الاحداثيات ويمكننا عندئذ استخدام المكان النسبي في الفيزياء وتحديده بواسطة قياسات حسية واجراءات تجريبية، ولكن هل للمكان المطلق المستقل عن أي شيء خارجي اية فائدة في الفيزياء؟

ان الاجابة تكون بالنفي لان المكان المطلق مستقل عن الموجودات وحركتها ومن المعروف ان الفيزياء تتعامل مع الاجسام المادية المحسوسة والكميات التي يمكن اخضاعها للقياس وصياغتها بلغة رياضية دقيقة، لذلك فان(نيوتن) قد عرفه الا انه لم يدخله في صلب نظريته، وانما استبقاه كضربٍ من التفكير الفلسفي في مجال الفلسفة الطبيعية وكمرجع ساكن سكونا مطلقا نستطيع بالاستناد اليه من قياس الحركة المطلقة.

لقد ميز (اينشتاين) في مقدمته لكتاب (جامر) بين فهمين اساسين للمكان هما[٦٠]:

الاول: يرى ان المكان هو نوع من انتظام الاشياء المادية في العالم وليس شيئا اكثر من هذا، وبالتالي فان هذا التصور للمكان ينكر وجود المكان الفارغ او الخلاء.

الثاني: ينظر للمكان كشئ حاوي لجميع الاجسام والاشياء المادية وهذا يقودنا الى تصور المكان الفارغ.

بالنسبة للاول لا يمكن تصور المكان دون الاشياء المادية، اما بالنسبة للثاني فيمكننا تصور الاشياء المادية بوصفها موجودة في مكان، وبهذا يظهر المكان كحقيقة اسمى من الاشياء المادية. والنوع الاول هو الذي يسمى بالمكان النسبي، اما الثاني فهو المكان المطلق او الحاوي

لجميع الاشياء، الا ان تصوراً ثالثا للمكان لم يذكره (اينشتاين) قد ظهر في القرن الثامن عشر وهو الذي قدمه (عمانوئيل كانت) حيث يرى ان المكان ليس مفهوما تجريبيا او مستمدا من التجربة وليس هو مفهوم عام لعلاقات الاشياء، بل هو اطار قبلي يوجد في الذهن ويكون ضروريا لتنظيم وتوحيد المعرفة الحسية.[٦١]

لقد سادت نظرية (نيوتن) الميكانيكية في الفيزياء على الرغم من وجود بعض الافكار الغامضة فيها، واعتبرت منذ عصر(نيوتن) ولثلاثة قرون خلت افضل فهم علمي للطبيعة، ولكن هذا لا يعني ان فهم(نيوتن) للمكان هو التصور الوحيد في ذلك العصر، فقد طرح (ديكارت) فهما اخر للمكان اعتبر فيه الامتداد اهم صفة للمادة، حيث اننا ندرك الاشياء بصفاتها الاولية من طول وعرض ونسق وحركة وهذه الابعاد هي التي تكون المادة، فالمادة لا توجد الا بوصفها ممتدة وهي بهذا تشغل حيزا ما، وهذا الحيز الذي تشغله المادة هو ما يكون المكان في رأي (ديكارت)، وهكذا يكون المكان والمادة الممتدة شيئا واحدا، وهذا يعني ضمنا عدم وجود المكان الفارغ او الخلاء، ويعبر (ديكارت) عن رأيه هذا بدقة، حيث يقول: "ان المكان او الموضع المحدد لا يختلف فعليا عن الجسم الذي يشغله"[٦٢]، ويرى ان الاختلاف بينهما حاصل من طريقتنا الاعتيادية في التفكير.

ويرى (ليبنتز) ان القول بالمكان المطلق كان شيئا مقدسا انذاك او صنما بالنسبة للكثير من المفكرين ويقول (ليبنتز) انا ادعوه صنما، بالنسبة لهم، ليس بالمعنى اللاهوتي بل بالمعنى الفلسفي[٦٣]، وانتقد (ليبنتز) مفهوم المكان المطلق الفارغ، حيث يتساءل اذا كان المكان فارغا او خاليا من جميع الاجسام "الا يعني هذا انه فارغ تماما، اذن بماذا يمتلئ؟ امن المحتمل انه يمتلئ بأرواح ممتدة ام بجواهر لا مادية قابلة للتقلص والامتداد بنفسها وتتحرك في المكان متخللة بعضها بعض بدون ان تسبب لبعضها اية اعاقة كظلال جسمين يتخلل احدهما الاخر على جدار؟ يبدو لي ، حسب ما أرى، ان هذا يمثل احياء للتصورات الغريبة للدكتور (هنري مور) واخرون ممن اعتقدوا بأن هذه الارواح يمكن ان تكون بذاتها غير قابلة للاختراق متى شاءت"[٦٤]، وهكذا ينتقد (ليبنتز) مفهوم المكان المطلق الفارغ بصورة لاذعة ويقرر ان المكان لا يوجد بدون وجود مادة تشغله، حيث يقول في رسالته الى (اسحق جاكليو I. Jacquelot): "لا يمكن قبول مكان بدون مادة"[٦٥] ولكن (ليبنتز) لا يرى ان المكان والمادة شيئا واحدا، بل يرى ان المكان ما هو الا نظام لعلاقات الاشياء الموجودة معا حيث يقول: "والمكان بعيد عن أن يكون جوهرا، حتى لا يمكن القول انه وحدة قائمة بذاتها، فهو كالزمان نطاق تترتب فيه الكائنات الموجودة معا"[٦٦].

وانتقد (بيركلي) كذلك فكرة المكان المطلق عند (نيوتن) وذلك عن طريق نقده للحركة المطلقة، حيث يرى ان جميع الحركات نسبية ومتغيرة بالنسبة لبعضها وان بعض المفكرين لكي

يثبتوا افكارهم حول المكان المطلق تصورا ان "العالم المادي متناهي او محدود وان اقصى القشرة الثابتة من ذلك المرجع تكون الموضع الذي نستطيع ان نقدر الحركات المطلقة بالرجوع اليه"[٦٧].

ويرى(بيركلي) اننا اذا ما تفحصنا تصوراتنا بدقة فاننا سنجد ان جميع الحركات المطلقة ما هي الا حركات نسبية قد تم فهمها على اساس ما سبق، ويرفض (بيركلي) فكرة المكان المطلق حيث يرى ان الاعتبارات الفلسفية لا تقتضي القول بالمكان المطلق الذي يكون جامعا للامكنة النسبية، وينتقد فكرة المكان الفارغ ويرى ان المكان يوجد حينما يوجد جسم يشغله، كما انتقد الفكرة القائلة بأن المكان الحقيقي هو الله او هو شيء مع الله، ازلي غير مخلوق وغير محدود، ويعتبر مثل هذه الافكار، افكار مبهمة وغامضة[٦٨]، والحقيقة ان النقد الذي قدمه(بيركلي) قائم في اساسه على نواحي معرفية ومنطلق فيه من فلسفته الخاصة في محاولة منه لاثبات عدم وجود شيء ما مستقل من الوعي.

ان النقد الذي قدمه (ماخ) على اساس من الملاحظة والتجربة لمفهوم المكان المطلق والحركة المطلقة اكثر اهمية وفائدة للفيزياء من ذلك الذي قدمه(بيركلي)، حيث يرى (ماخ) ان جميع الاجسام في الكون والتي تتحرك بسرعات معينة، تدخل في علاقة مع بعضها مما يجعل حركتها نسبية بالنسبة للاجسام الاخرى، وان المكان المطلق والحركة المطلقة مفاهيم غير خاضعة للاختبار التجريبي، يقول(ماخ): "دعنا ننظر في القضية بشئ من التفصيل، عندما نرى الجسم (ك) يغير اتجاهه وسرعته على نحو بطئ، من خلال تأثير جسم اخر هو (كَ) فاننا نثبت تصورا يقول بانه من غير الممكن ان يصبح الجسم في ذلك الموضع ما لم توجد اجسام اخرى مثل (أ،ب،ج،...) يمكن بالاستناد عليها من معرفة حركة الجسم (ك)، لذلك فاننا نكون مدركين لعلاقة الجسم(ك) بالاجسام (أ،ب،جـ...) فاذا تجاهلنا فجأة وجود الاجسام (أ، ب،جـ...) وحاولنا ان نتكلم عن سلوك الجسم (ك) في المكان المطلق، فاننا نضع انفسنا ضمنا في خطأ مزدوج، اولا: لانه لا يمكننا ان نعرف كيف سيسلك الجسم (ك) في غياب الاجسام (أ،ب،جـ)، وثانيا: لان اية وسائل لتثبيت حكم ما حول سلوك الجسم (ك) وضعه ستكون مجردة من اية اهمية علمية"[٦٩]، لذلك يرى (ماخ) ان الحركة المطلقة والمكان المطلق ما هي الا "بناءات عقلية خالصة"[٧٠]، لا يمكن الوصول اليها عن طريق التجربة لان معرفتنا الحسية التجريبية مرتبطة بالاوضاع النسبية للحركات النسبية للاجسام.

ان الانتقادات التي قدمها (ارنست ماخ) قد غيرت من فهمنا للمكان الا انها لم تغير من طريقتنا المألوفة في التفكير والتي تعتبر الابعاد المكانية مستقلة عن الزمن ويعود الفضل الى (اينشتاين) في تغييره عاداتنا الفكرية القديمة وذلك من خلال مناقشته وتحليله لبعض مفاهيم الفيزياء الكلاسيكية القديمة وطرحه لمفاهيم جديدة، حيث يرى(اينشتاين) ان الكون تشغله المادة وهذه المادة تتاثر بالمجالات الجاذبية، أي بحسب توزيع الكتل المادية وسرعتها، وان اشعة

الضوء لا تنتشر بخطوط مستقيمة حسب هندسة (اقليدس) بل تنتشر بخطوط منحنية في المجال الجاذبي عند اقترابها من هذه الكتل، وهذا ما ايدته تجارب عملية عام ١٩١٩ من خلال رصد الكسوف الكلي للشمس وكانت النتائج مطابقة لحسابات (اينشتاين)، فاذا كانت المادة متوزعة في الكون بانتظام فأنها ستؤثر على المكان المحيط بها بفعل مجالات الجاذبية وتحرفه وتجعله كرويا، كما ان الاشعة الضوئية سوف تنحني ولا تسير بخطوط مستقيمة حسب هندسة(اقليدس)، لذلك يقول(اينشتاين) بانه اذا كان الكون كرويا او شبه كروي فمن الخطأ ان يوصف باللانهاية وبالتالي متناه ومغلق ولكنه غير محدود.[٧١]

وقد رفض اينشتاين تصور نيوتن الخاص بالمكان المطلق وذهب الى انه لا وجود لما يسمى بالمكان المطلق، فلم يعد هناك مكان مطلق قائم بذاته تشغل فيه الاشياء مواضع معينة بحيث يكون حاويا لها، بل ان المواضع المكانية تكون منسوبة الى الاشياء التي تشغلها او الى الاحداث التي تحدث فيها. وقد عبر اينشتاين عن ذلك بقوله في كتاب (النسبية النظرية الخاصة والعامة): "لقد اردت ان اوضح ان المكان ليس بالضرورة شيئا يمكن ان نمنحه وجودا منفصلاً بطريقة مستقلة عن الاجسام فعلاً في دنيا المادة. ان الاجسام المادية ليست في المكان بل هي امتداد مكاني. وبهذه الطريقة يفقد تصور المكان الفارغ معناه"[٧٢].

ثم يتساءل اينشتاين: هل يمكن تقدير وضع أي شيء في المكان؟ وهل يمكن الاثبات بشكل مطلق وقاطع بأن جسماً من الاجسام يتحرك وجسما اخر ثابت لا يتحرك؟ وللاجابة عن ذلك يرى اينشتاين بأننا لو اردنا ان نقدر موضع راكب يمشي على ظهر سفينة في عرض البحر سوف نحاول ان نقيس مكانه بالنسبة للصاري او المدخنة، فنقول مثلا: انه على بعد كذا مدخنة السفينة. ولكن هذا التقدير خاطئ، لان المدخنة ليست ثابتة وانما هي تتحرك مع السفينة التي تتحرك بأسرها في البحر. اذن نحاول ان نعرف موضعه بالنسبة للارض فنقول انه عند تقاطع خط طول كذا بخط عرض كذا، ولكن هذا التقدير خاطئ ايضا لان الارض بأسرها تتحرك في الفضاء حول الشمس. اذن نحاول ان نقدر موضعه بالنسبة للشمس، ولكن الشمس تتحرك مع مجموعتها الشمسية كلها في الفضاء حول مركز مدينتها النجمية الكبرى. اذن نحاول ان نعرف موضعه بالنسبة للمدينة النجمية الكبرى....ولكن لا فائدة ايضا فالمدينة النجمية هي جزء من مجرة هائلة اسمها درب التبانة وهي تتحرك حول مركز التبانة. اذن نحاول ان نعرف موضعه بالنسبة للتبانة، ولكن للاسف لا امل، لان التبانة هي الاخرى تتحرك مع عدد من المجرات حول شيء اخر لا يعلمه الا الله. وحتى بافتراض اننا احطنا بكل مجرات الكون ومدنه النجمية الهائلة وعرفنا حركاتها كلها بالنسبة للكون، لا فائدة ايضا، لان الكون كله في حالة تمدد وكل اقطاره في حالة انفجار دائم في جميع الاتجاهات. اذن هناك استحالة مؤكدة ولا سبيل لمعرفة المكان المطلق لاي شئ في الفضاء وانما نحن في احسن الاحوال نقدر موضعه النسبي بالنسبة الى كذا وكذا، اما موضعه الحقيقي فمستحيل معرفته لأن كذا وكذا في حالة حركة هي الاخرى، واغلب

الظن انه لا يوجد شيء اسمه "وضع حقيقي"، بهذا رفض اينشتاين فكرة المكان المطلق، وعد ان المكان دائما مقدار متغير ونسبي،وعد التقدير المطلق لوضع أي جسم في المكان مستحيلاً، وانما هو في احسن الحالات يقدر له وضعه بالنسبة الى متغيره بجواره، فالمكان المطلق في النظرية النسبية لا وجود له وهو ليس الا تجريداً ذهنياً خادعاً، والمكان الحقيقي هو مقدار متغير يدل على وضع جسم بالنسبة لاخر. (٧٣)

ونسبية المكان يمكن توضيحها بقولنا اننا لا نستطيع الاجابة المطلقة عن ان حادثتين قد وقعتا في نفس المكان ام لا، وذلك تماماً مثل قولنا "الآن الساعة الخامسة" دون ان نعين المكان على وجه التحديد في موسكو ام في شيكاغو ام في الخرطوم....الخ.

الخاتمة

وفي الخاتمة نجد انفسنا نتفق مع الكثير من الفلاسفة وفلاسفة العلم الذين انتقدوا المفاهيم التي جاءت بها الفيزياء الكلاسيكية (فيزياء نيوتن) وبأدلة عقلية علمية ولاسيما مفهومي (الزمان والمكان) من حيث اطلاقيتهما واثبات نسبية كل منهما وخصوصا نقد اينشتاين لها، زيادة على ان الفيزياء الكلاسيكية قد فصلت هذه المفاهيم عن بعضها البعض الا ان اينشتاين اعاد اليها وحدتها وترابطها في نظريته النسبية واثبت ان الزمان والمكان ليسا مستقلين بعضهما عن بعض كما تصور كانت واخرون غيره، بل على العكس ان هناك علاقة وثيقة بينهما.

فقبل مجيء نظرية النسبية لم يتخيل احد ان المكان والزمان متماثلان في طبيعتهما بما يكفي لاضفاء اهمية خاصة على ناتج ادماجهما. ولكن ثبت ان مثل هذا الادماج له اهمية مذهلة في تفهم الفيزياء، خاصة عندما أتت نظرية النسبية فكشفت عن طبيعة هذه العلاقة واقترحت ان المكان والزمان الفيزيائيين ليس لهما وجودان منفصلان ومستقلان، بل يبدو انهما تجريدان او إختياران من شئ اكثر تعقيدا هو مدمج (الزمان والمكان) الذي يتضمنهما معا.

تقديرات المكان والزمان لم تعد مستقلة الواحدة عن الاخرى، فنحن اذا غيرنا طريقة تقدير الموضع المكاني قد نستطيع ايضا ان نغير الفترة الزمنية بين حادثتين، واذا غيرنا طريقة تقدير الزمان يمكننا ايضا ان نغير المسافة المكانية بين حادثتين. وهكذا لم يعد المكان والزمان مستقلين احدهما عن الاخر.

ولقد كان اينشتاين يقول: تعودنا ان نعد كل شئ له ثلاثة ابعاد هي الطول والعرض والارتفاع، ولكن الزمن في رأي اينشتاين هو البعد الرابع للمكان، لانه لا يستطيع الزمان ان يوجد بدون المكان فكلاهما متلاحم، ولهذا يسمي اينشتاين الكون بأنه متصل من (الزمكان) أي من الزمان والمكان معاً. (٧٤)

ويتضح ارتباط الزمان والمكان من نسبية الزمن الذي يتوقف على المكان الذي يقاس فيه، فلكل كوكب يومه وعالمه الخاصان به طبقا لسرعة دورانه حول نفسه وحول الشمس. وبهذا يكون الزمن مرتبطا بالحركة والمكان ولا وجود لاحدهما بدون الاخر. فاليوم على كوكب الزهرة-مثلا- يعادل ٢٤٢ يوما على الارض، والسنة على كوكب الزهرة تعادل ٢٢٥ يوماً على الارض، أي ان الفصول الاربعة على الزهرة تتعاقب جميعا خلال يوم واحد، لان يومه يعادل سنته تقريباً. اما اليوم على كوكب المشتري فيعادل عشر ساعات على الارض، والسنة على المشتري تعادل١٢ سنة ارضية. ولتبسيط ذلك نقارن بين عمر طفلين مولودين في لحظة واحدة احدهما على الارض والاخر - فرضاً- على المشتري، فان الاول يصل سن الستين على الارض، بينما يكون عمر الثاني خمس سنوات من سنوات المشتري. وقد اوضح العلم الحديث ايضا ان المسافات الشاسعة بيننا وبين النجوم تقاس بوحدات السنة الضوئية- وهي المسافة التي يقطعها الضوء في سنة-،

فاشعة الشمس مثلا تستغرق ثمان دقائق تقريباً لكي تصل الارض، وهناك نجوم في مجرات تبعد عنا بلايين السنين الضوئية.

وهذا يعني ان ما يصل الينا من ضوء هذه النجوم في الحاضر والمستقبل بمنزلة رسول يحكي لنا على الارض ما حدث لها هناك في الماضي البعيد. وهي حالة تقرب لنا معنى نسبية الزمان والمكان عندما يختلط مفهوم الماضي والحاضر والمستقبل وارتباطهما. فنحن حينما ننظر في اعماق السماء بالتلسكوب لنشاهد نجوما بعيدة جدا بيننا وبينها الوف السنين الضوئية، نحن في الحقيقة ننظر في الزمان لا في المكان وحده، نحن ننظر في ماضي هذه النجوم وما نراه هو صورتها حينما غادرها الضوء ليصل الينا بعد هذه الالوف من السنين[٧٥]. فاتصال الزمان بالمكان حقيقة، بدليل اننا اذا اردنا ان نتتبع الزمان فأننا نتتبعه في المكان، فنترجم النقلات الزمانية بنقلات مكانية، فنقول "ان فلانا قد كبر" ونقصد في السن والحجم، ونقول "وقت الغروب" ونقصد انحدار الشمس في المكان بالنسبة للأرض، ونقول "اليوم والشهر والسنة" وهي اشارات للاوضاع المكانية التي تحتلها الارض حول الشمس.

وبهذا المعنى يقول عالم الرياضيات الروسي هرمان منكوفيسكي "ان الفصل بين الزمان والمكان قد صار وهما لا اساس له، وان اندماجهما على نحو ما هو وحده الذي يتسم بسيماء الحقيقة"[٧٦].

خلاصة ما تقدم: وجدنا ان الزمان في نظرية النسبية يختلف في طبيعته وجوهره عن الزمان في الفيزياء النيوتونية، وهذا شئ زادته نظرية النسبية تأكيداً بقولها: انه يوجد عدة ازمنة، وان الزمان ذو اتجاهات وليس ذا اتجاه واحد، وانه لا يوجد مستقلا عن المكان بل هو بعد من ابعاده، ومن ثم فالزمان والمكان من جنس واحد، والابعاد الاربعة على مستوى واحد، وفكرة المستقبل والماضي فكرة نسبية[٧٧].

كل هذه الاقوال تخالف ما تقول به الفلسفة عامة عن الزمان، وهذا ما اكده العالم والفيلسوف الالماني هانز رايشنباخ (١٨٩١-١٩٥٣) في قوله: ان نظرية الزمان التي أتت بها نظرية النسبية تقضي على فكرة قبلية الزمان عند كانت، ومن ثم على بعض القضايا التي اضفى عليها الفلاسفة مهابة خاصة وحسبوها ثابتة الى الابد.

وما قيل عن الزمان يقال عن المكان، فقد رفضت نظرية النسبية المكان المطلق لأنه تجريد ذهني خداع، وعدت المكان الحقيقي مقداراً متغيراً يدل على وضع الجسم بالنسبة لاخر. ولم تكتف هذه النظرية بأن الزمان نسبي وكذلك المكان، بل عدت الزمان والمكان يكونان كلا واحدا يسمى "متصل الزمان والمكان" أو "الزمكان" وله ابعاد اربعة، ثلاثة معروفة للمكان هي الطول والعرض والعمق أو الارتفاع، والرابع هو بعد الزمان.

هوامش البحث:

* الفيزياء الكلاسيكية (classical physics): هي ذلك الجزء من الفيزياء الذي تطور قبل نظرية الكم ونظرية النسبية وهو بالتالي لا يتضمنها، وتتمثل الفيزياء الكلاسيكية في قوانين (نيوتن) للحركة التي تعود للميكانيك الكلاسيكي وتحاول ان تفسر ظواهر الطبيعة تفسيرا ميكانيكيا، ينظر

Daintith , J.:" Dictionary of physics Helneman", India,1984, p. 31.

(١) لمزيد من التفصيلات حول دور المذاهب الفلسفية في هذا الموضوع ينظر: هانز رايشنباخ: نشأة الفلسفة العلمية، ترجمة: فؤاد زكريا، دار الكاتب العربي للطباعة والنشر، القاهرة، ١٩٦٨، ص ٣٦، حيث يناقش الدور الذي لعبته المذاهب العقلية في صياغة هذه المفاهيم ويرى ان هذه المذاهب وان كانت تعتمد الرياضيات الا انها احدثت الكثير من الغموض لمفاهيم العلم بسبب اهمالها للتجربة.

(2) Newton, I.: "Mathmatical principles of natural philosophy", by F. Gajori, university of California press, 1960 , p.6.

(٣) ينظر: افلاطون: الجمهورية، ترجمة حنا خباز، دار الاندلس، بيروت، حيث يناقش افلاطون هذا الموضوع في الكتاب السابع وخصوصا الصفحات ٣٢٢-٣٣٣.

(٤) افلاطون: طيمالوس، ترجمة الاب فؤاد جرجي بربارة، منشورات وزارة الثقافة والارشاد القومي، دمشق، ١٩٦٨، ص ٢٢٩. وقارن:

Cornford, F.M.: "Plato's cosmology". Routledge and kegan paul, London, 1956, p. 103.

(٥) ارسطو طاليس: الطبيعة، ترجمة اسحق بن حنين، نشرة بدوي، الدار القومية للطباعة والنشر، القاهرة، ١٩٦٤، ج١، ص ٤٢٠.

(٦) ارسطو: المصدر نفسه، مناقشة ارسطو للمقدار المتصل، ص ٤١٨.

(٧) حول اراء الفلاسفة قبل سقراط ينظر:

Burnet, J,.:" Early Greek philosophy", Meridian Books, New York, 1964, p. 318.

حيث يقدم هيرقليطس حوالي (٥٤٤-٤٨٣ق.م) Heraclites افكارا تمثل نقيضا لافكار المدرسة الايلية، لانه يرى في التغير عملية اساسية في الوجود الذي هو في حالة صيرورة مستمرة ولهذا فان الزمان يعد في فلسفته مفهوما اساسيا لحساب هذا التغير.

(٨) ارسطو طاليس، الطبيعة ج١، ص ٤٥.

(٩) عمانوئيل كانط: نقد العقل المحض، ترجمة: موسى وهبة، مركز الانماء القومي، ط١، بيروت، ١٩٩١، ص ٦٤-٦٦.

(١٠) ارسطو طاليس: في السماء والاثار العلوية، ترجمة: يحيى بن البطريقة، تحقيق عبد الرحمن بدوي ، مكتبة النهضة المصرية ، القاهرة، ١٩٦١، ص ٢٩٦.

(11) Galileo, G.,:" The two new sciences", Trans by Stillman Drak, The University of Wisconsin press, 1974, p. 154.

(12) Newton, I:" The principles", p. 10.

(١٣) ينظر صفحة (١٠) من كتاب نيوتن (المباديء) حيث يقدم شرحا مفصلا لهذه التجربة التي اجراها بنفسه.

(14) Newton, I: "The principles", p.8.

(15) ibid, p. 8.

(16) Whitrow, G.J: "The Natural Philosophy of Time", Clarendon press, Oxford, 1980, p. 35.

(17) D'Abro A.:" The Evolution of Scientific Thought", Dover Publications, London, 1950, p. 75.

(18) Newton, I: "The principles", p. 6.

(19) Ibid, p.6.

* هو اول من نادي بمبدأ النسبية الذي اتخذه (البرت اينشتاين)، وهو الذي اسس ما يسمى بالمذهب الاصطلاحي (Conventionalism) الذي يرى فيه ان المفاهيم والقوانين والنظريات العلمية هي محض اتفاقات بين العلماء

لغرض تفسير الطبيعة، ونشأ المذهب على اثر ظهور الهندسات اللا اقليدية التي ابطلت الفهم الكانتي للمكان الذي يرى ان المكان الاقليدي هو المكان الوحيد المفروض على عقولنا، وقد بين (بوانكاريه) انه يمكن الاتفاق على استخدام الهندسة الاقليدية في مجال حياتنا اليومية طالما تؤدي الى فائدة وبساطة اكثر من غيرها.

ينظر حول ذلك: هانز رايشنباخ: نشأة الفلسفة العلمية، ص ١٢٣-١٣١. حيث يوضح بالتفصيل المذهب الاصطلاحي وموقفه من الهندسات مع تسجيل بعض الملاحظات النقدية حوله.

(٢٠) هنري بوانكاريه: قيمة العلم، ترجمة الميلودي شغموم، دار التنوير، بيروت، ٢٠٠٦، ص ٣٢.

(21) Broad, C.D:“ Scientific Thought”, Routledge and Kegan Paul Ltd, London, 1952,p. 90.

(22) Franck, Ph: “Einstein, His Life and Times”, Alfred A. Knopf, Inc, New York, 1947, p. 178.

(23) Alexander, H.G.: (Ed) the Leibniz-Clarke Correspondence, Manchester University press, 1965, p. 75, L.

(٢٤)جورج طعمة: فلسفة ليبنتز مع تعريب المونادولوجيا ونصوص اخرى، مكتبة اطلس، دمشق، ١٩٦٥، ص ١٢٧ وقارن :

Alexander, H.G.:“The Leibniz-Clarke”,P. 26, 89. :

(25) Berkeley, G.: “The principles of Human Knowledge”, (Ed),BY g.j Warnok, the Fontana Library, Collins, 1962, p. 122-123.

(26) Ibid, p. 113-114.

(27) Mach , E:“ The Science of Mechanics”, open court, Illinois, 1960, p. 273.

(28) Ibid, p. 284.

(29) Ibid, p. 273.

(30) P.A.Schilpp: "Albert Einstein: philosopher- scientist", the library of living philosophers, Evanston, liinois, 1949, pp. 98-103.

(٣١)ريتشارد همفريز، ف. وروبرت بيرنجر: المباديء الاساسية للفيزياء الذرية، ترجمة: محمد امين عمر واخرون، دار المعارف، مصر، ١٩٦٢، ص ٣٤٧.

(٣٢) عبد الرحمن بدوي: الزمان الوجودي، مكتبة النهضة المصرية، ط٢، القاهرة، ١٩٥٥، ص ١٣٠-١٣١، ينظر للتفصيل في ما تقدم عن العصر الحديث، احمد السيد رمضان: نظرية النسبية والفلسفة، مكتبة الايمان بالمنصورة، مصر، ب.ت، ص ٤٣-٤٦.

(٣٣)عبد الرحمن بدوي: المصدر السابق، ص ١٣٥. ينظرايضاً: محمد عبد الرحمن مرحبا: اينشتين والنظرية النسبية، دار القلم، ط٢، بيروت، ١٩٨١، ص ٦٢.

(٣٤) ينظر للتفصيل والاستزادة: مصطفى محمود: اينشتين والنسبية، دار المعارف، ط٦، القاهرة، ب.ت، ص ٤٧-٥٢. ينظر ايضا: احمد السيد، نظرية النسبية والفلسفة، ص ٤٨-٥١. روي بورتر: تاريخ الزمان، بحث ضمن كتاب (فكرة الزمان عبر التاريخ)، سلسلة عالم المعرفة، العدد١٥٩، المجلس الوطني للثقافة والفنون والاداب، الكويت، ١٩٩٢، ص ٤٣. ينظر ايضا: هانز رايشنباخ: نشأة الفلسفة العلمية، ترجمة: فؤاد زكريا، دار الكاتب العربي، ب.ت، ص ١٣٣-١٤١. فريتجوف كابرا: التصوف الشرقي والفيزياء الحديثة، ترجمة: عدنان حسن، دار الحوار، ط١، سورية، ٢٠٠٦، ص ١٦١-١٨٧.

(٣٥) ينظر، محمد عبد الرحمن مرحبا: اينشتين والنظرية النسبية، ص ١٢٧ .

ملاحظة: ينظر في ما تقدم عن رأي اينشتين بالزمان، اكرم مطلك محمد: النسبية في الفلسفة الغربية المعاصرة (اتجاهات مختارة)، اطروحة دكتوراه، جامعة بغداد، كلية الاداب، قسم الفلسفة، ٢٠٠٨، ص ١٠-١٢.

(36) Newton, I: “The principles”, p. 6.

(٣٧) افلاطون: طيماوس، ص ٢٦٣ و ٢٧١.

وقارن :cornford, F.G, :“Plato's Cosmology”, p. 196.

(٣٨) ارسطو طاليس: الطبيعة، ج١، ص ٣١٢ و ٣٢٩ .

(39) Burnet, J,.: “Early Greek philosophy”, p. 317.
(40) Ibid, p. 336-337.
(41)Jammer, M. : "Concepts of space", Cambridge, mass, 1969, p.10.
(٤٢) الحسن ابن الهيثم: رسالة المكان، رسائل ابن الهيثم، دائرة المعارف العثمانية، حيدر اباد الدكن، ص ٦.
(٤٣) المصدر نفسه، ص ٩.
(44) Newton, I: “The Principles”, p.8.
(45) Ibid, p. 7.
(46) Jammer, M. : "Concepts of space", pp. 71-74.
(47) Newton, I: “The Principles”, p.9.
(48) Ibid, p. 9.
(49) Ibid, p. 9
(50) Ibid, p. 8.
(51) Ibid, p. 13.
(52) Jammer, M.: “Concepts of space”, 1969, p. 101
(٥٣)انظر حول افكار (مور و بارو) كتاب:
Burtt, E.E:“The metaphysical foundations of modern physical science”, Routledge and Kegan paul, London, 1950, p. 137, 144.
(54)Ibid, p. 257.
(55)Newton, I: “The Principles”, p. 547.
(56)Jammer, M.:concepts of space, p. Xiv
(57) Ibid, p. Xiv.
(58) Newton, I: “The Principles”, p.6
(59) Ibid, p. 8.
(60) Jammer, M.: “Concepts of space”, p. Xiii.
(٦١)عمانوئيل كانط: نقد العقل المحض، ص ٦١-٦٢.
(٦٢)ديكارت : مباديء الفلسفة، ترجمة: عثمان امين، دار الثقافة، القاهرة، ١٩٩٣، ص ٩٧-٩٨.
(63)Alexander, H.G: (Ed) Leibniz-Clarke, p.25.
(64) Ibid , p. 72.
(٦٥) جورج طعمة: فلسفة ليبنتز، ص ١٣٢، وكذلك المصدر السابق ص ٧٧ مراسلات ليبنتز –كلارك.
(٦٦) المصدر السابق: ص ١٢٧، ص ٢٥ مراسلات ليبنتز –كلارك.
(67) Berkeley, G.:“The principles of Human Knowledge”, p. 122.
(68) Ibid, pp. 110-135.
(69)Mach , E.: “The sciences of mechanics”, p. 281.
(70)Ibid, p. 280.
(٧١)البرت اينشتين: النسبية النظرية الخاصة والعامة، ترجمة رمسيس شحاتة، دار نهضة مصر للطبع والنشر، ص ١٠٦.
(٧٢)نقلا عن ابراهيم بيومي مدكور: اعلام الفكر الانساني، مج١، الهيئة المصرية العامة للكتاب، ١٩٨٤، ص ٧٩٩. ينظر ايضا: ياسين خليل: مقدمة في الفلسفة المعاصرة، مطبعة دار الكتب، ط١، بيروت، ١٩٧٠، ص ١٦٦.
(٧٣)ينظر في كل هذا، مصطفى محمود: اينشتين والنسبية، ص ٣٣-٣٤، ص ٤٠-٤٧. علي مشرفة: النظرية النسبية الخاصة، لجنة التاليف والترجمة والنشر، القاهرة، ١٩٤٥، ص ٢٤. عبد الرحيم بدر: الكون الاحدب، مؤسسة مصري، ط٤، طرابلس- لبنان، ١٩٨٦، ص ٣٠-٣١.
ملاحظة: ينظر في ما تقدم عن رأي اينشتين بالمكان، اكرم مطلك محمد: النسبية في الفلسفة الغربية المعاصرة، (اتجاهات مختارة)، ص ١٧-١٩.
(٧٤)ينظر: صلاح عدس: ملامح الفكر الاوربي المعاصر، ص٩٩. ياسين خليل: المصدر السابق، ص ١٦٦-١٦٧.
(٧٥) ينظر: احمد السيد علي: نظرية النسبية والفلسفة، ص ٦٣-٦٤. مصطفى محمود: اينشتين والنسبية ، ص٥١. فريتجوف كابرا: التصوف الشرقي والفيزياء الحديثة، ص ١٦٩.

(٧٦) عبد الرحمن بدوي: الزمان الوجودي، ص ١٣٥. ايين نيكلسون: الزمان المتحول (ضمن كتاب فكرة الزمان عبر التاريخ)، ص ١٩٦. علي عبد المعطي محمد: تيارات فلسفية معاصرة، دار المعرفة الجامعية، ١٩٨٤، ص ٢٩٤.

(٧٧) P.A.Schilpp: "Albert Einstein: philosopher-scientist", p. 114.

ينظر ايضا، عبد الرحمن بدوي: الزمان الوجودي، ص ١٤٤-١٤٦. فريتجوف كابرا: التصوف الشرقي والفيزياء الحديثة، ص ١٨٦.