أثر الهندسة الاقليدية في فيزياء نيوتن وفلسفة كانط.

The impact of Euclidean geometry on Newtonian Physics and Kantian philosophy.

عبد الوهاب زروخي [1]؛ محمد تونسي.[2*]

[1] -جامعة عمار ثليجي؛ الأغواط (الجزائر).

- البريد الإلكتروني: *zerroukhi@lagh-univ.dz*

[2] -جامعة عمار ثليجي؛ الأغواط (الجزائر).

- البريد الإلكتروني: *m.tounsi@lagh-univ.dz*

تاريخ الإرسال: 2025/01/26؛ تاريخ القبول:2025/05/05؛ تاريخ النشر:2025/06/15.

الملخص:

تعتبر الهندسة الاقليدية من بين أعظم انجازات العقل البشري، فلا زالت منذ ظهورها قبل الميلاد إلى يومنا هذا تعبر نسقا هندسيا صحيحا ضمن إطاره إلى جانب انساق أخرى حديثة، وقد ناقشها رياضيون قدماء ومحدثين وعبروا عن إعجابهم بدقتها، شكلت الهندسة الاقليدية دعما لفكرة المكان المطلق، وقد عبر نيوتن عن هذه المطلقية في الفيزياء، وعبر عنها كانط بعده في الفلسفة، انطبعت فكرة المكان المطلق في الفيزياء النيوتونية بخصائص معينة مثل خاصية الاتصال والمطلقية، حيث اعتبرت المكان وجود متصل، ويشكل مسرح للظواهر الفيزيائية وفق الخصائص الاقليدية مثل الاستواء والتجانس والصلابة واللاتناهي في جميع الاتجاهات، كذلك

*المؤلف المراسل.

أثرت هندسة إقليدس في فلسفة كانط، حيث كانت في نظره تتمتع بخاصية اليقين، حيث أن الهندسة تعبر عن قوانين المكان الذي هو شرط ذاتي ينبع من طبيعة الذهن، ويجعل في الإمكان تحقيق إدراك الموضوعات الحسية الخارجية.

الكلمات المفتاحية: هندسة؛ اقليدس؛ المكان؛ كانط؛ نيوتن.

Abstract:

Euclidean geometry is considered among the greatest achievements of the human mind. Since its appearance before Christ until today, it has been a correct geometric system within its framework, alongside other modern systems. It has been discussed by ancient and modern mathematicians who expressed their admiration for its accuracy. Euclidean geometry supported the idea of absolute space. Newton expressed this absoluteness in physics, and Kant expressed it after him in philosophy. The idea of absolute space in Newtonian physics was distinguished by certain characteristics such as the property of continuity and absoluteness, as space was considered a continuous existence, and it constitutes a stage for physical phenomena according to Euclidean characteristics such as flatness, homogeneity, solidity, and infinity in all directions. Euclid's geometry also influenced Kant's philosophy, as it was in his view endowed with the property of certainty, as geometry expresses the laws of space, which is a subjective condition stemming from the nature of the mind, and makes it possible to achieve the perception of external sensory subjects.

Keywords: Geometry; Euclid; Space; Kant; Newton.

مقدمة:

مرت الهندسة بعدة تطورات وكان لها وقعها على أرض العلم والفلسفة، فالهندسة بطريقة أو بأخرى توجه طرائق التفكير حول

*المؤلف المراسل.

مسألة المكان أو الفضاء، ونلمس هذا التأثير في أعظم الانجازات التي تناولت مسألة المكان، حيث لا يمكن تناول فكرة المكان دون المرور على الهندسة التي تعبر عن "قوانين المكان"، تعتبر هندسة اقليدس من بين أقدم انجازات العقل البشري التي لا تزال تفرض نفسها إلى اليوم إلى جانب الأنساق الهندسية التي ظهرت حديثا، كان للهندسة الاقليدية دور كبير في بلورة تصورات نيوتن وكانط حول فكرة المكان المطلق، لقد كانت الدعامة التي قامت عليها هذه الفكرة، رغم اختلاف نيوتن وكانط حول مسألة الزمان والمكان إلا أن هندسة اقليدس شكلت منطلقا لكل منهما لبناء رؤيته الخاصة، كانت فكرة المكان المطلق ركنا أساسيا في فيزياء نيوتن التي كانت بمثابة دستورا للفيزياء الكلاسيكية، كما شكلت مقولة أساسية في فلسفة كانط التي اعتبرها ثورة كوبرنيكية في نظرية المعرفة، كل هذا يدفعنا للتساؤل عن تأثير هندسة اقليدس في رؤية كل من نيوتن وكانط لمسألة المكان؟

1 -الهندسة الاقليدية:

تعتبر هندسة إقليدس من الانجازات العظمى التي شيدها العقل البشري منذ فترة مبكرة من التاريخ الإنساني، وتسمى بالهندسة الاقليدية نسبة إلى من قام بصياغتها الرياضي اليوناني إقليدس (380 - 270 ق.م) في كتابه المشهور الذي سماه "الأصول"، وهو الكتاب الذي ظل منذ ذلك الوقت وحتى منتصف القرن التاسع عشر أساسا للدراسات الهندسية، «فقد أرسى أسس مرحلة شملت ما يقارب كامل التفكير العلمي والرياضي الذي تلاه، لأن طرائقه كانت استنتاجيه

*المؤلف المراسل.

تنطلق بصورة واضحة من بديهيات مثبتة (حسيا) افترض أنها خواص واضحة من ذاتها للمكان، ثم اشتقت منها نتائج عديدة كان كثير منها مدهشا وهاما وغير واضح على الإطلاق من ذاته، لذلك لا جدال في أن عمل إقليدس كان عميق الأثر بالنسبة لتطور التفكير العلمي فيما بعد»(بنروز روجر، 1998: 204).

سيطرت هندسة اقليدس على العقول لفترة معتبرة مما جعل معظم الاعتقاد السائد أنها صياغة رياضية محكمة منسجمة مع الواقع ومعبرة عنه بشكل واضح وجلي إلى درجة البداهة، وقد عبر فيلسوف العلم رايشنباخ عن هذا قائلا: «بدت بديهيات نسق إقليدس طبيعية وواضحة إلى حد بدت معه حقيقتها أمرا لا يتطرق إليه الشك»(رايشنياخ هانز، 1968: 177). في هندسة اقليدس كان ينظر إلى المكان كبديهية، وقد أدخلت مفاهيم نظرية كالخطوط المتوازية التي تمتد إلى اللانهاية دون أن تتلاقى، والسطوح المستوية التي تنطبق على بعضها، والأشكال الصلبة التي لا يمكن أن تتغير، لقد كان وجود مثل هذه الأفكار بمثابة خلفية في عالم المجرد يستند إليها الرياضيون لكي يتوصلوا إلى نتائج.

لقد شيد إقليدس نسقه الهندسي المنسجم مع التصورات المألوفة ومع المكان الثلاثي الأبعاد، ولهذا يظهر بصورة سهلة التقبل، على مجموعة من الفروض وكل فرض يتوقف في صدقه على فروض سابقة له، غير أنه إذا رجعنا إلى أصول هذه الفروض نجد أنها تنطلق من عناصر أولية سميت بالمبادئ، وقد ميز إقليدس ثلاث أنواع من هذه

*المؤلف المراسل.

المبادئ التي ينطلق منها البرهان الهندسي: البديهيات، التعريفات، المسلمات.

البديهية: هي قضية بسيطة وواضحة بذاتها لا تحتاج إلى برهان، ولا يمكن استنتاجها مما هو ابسط منها، مثل القضية التالية: الكل أكبر من الجزء، أو المساويان لثالث متساويان.

التعريفات: هي جملة من الحدود الأولية غير المعرفة نستعملها في تعريف الباقي، إذ أن عملية التعريف لا بد أن تنتهي إلى حدود علينا تقبلها دون تعريف. مثلا نقول ان الخط هو طول بلا عرض، السطح هو ما له طول وعرض فقط.

المسلمة: هي فكرة ليست بديهية ولا مبرهنة، بل نسلم بها دون برهان ننطلق منها في تشييد البناء الرياضي، على أن يكون هذا البناء محكم ومتسق، مثلا من أشهر هذه المسلمات في الهندسة الاقليدية:

- من كل نقطتين يمر مستقيم واحد.
- يمكن رسم مستقيم بأي طول نش .
- يمكن اعتبار أي نقطة مركز ننشئ منه دائرة نصف قطرها أي طول معطى.
- جميع الزوايا القائمة متساوية.
- من نقطة خارج مستقيم يمكن إنشاء موازٍ واحد لهذا المستقيم.

تؤلف المبرهنات الجزء الهام من البناء الهندسي. إنها مجموعة من الحقائق، تتعلق بالكائنات الهندسية، وتُستنتَج انطلاقاً من مجموعة المسلمات (أو من نظريات أخرى سبق أن استُنتِجت من هذه المسلمات). ومن أمثلة هذه المبرهنات: أن مجموع زوايا المثلث يساوي 180°، وأن

*المؤلف المراسل.

قطري متوازي الأضلاع متناصفان. إن هندسة اقليدس تعطي الأولوية في وضعها الهندسي لأشكال خاصة مثل الخط المستقيم والمستوي والدائرة، أما الأشكال الأخرى كالشكل البيضاوي مثلا، فلا تدخل في نطاق الوصف إلا بتركيب أو تعريف تسانده النقطة والمستقيم أو المستوي(اينشتاين ألبرت، 1986: 66).

الفضاء الاقليدي هو فضاء ذهني مجرد، وقد اهتمت الهندسة الاقليدية بالعلاقات بين الأشكال والكائنات الهندسية وليس بالفضاء بحد ذاته، حيث «قصرت نفسها على تصورات الجسم والعلاقات المكانية بين الأجسام والنقطة والمستوي والخط المستقيم والقطاع، وكلها أشياء صلبة جعلت في صورة مثالية، وكل العلاقات المكانية اختزلت إلى علاقات التلامس من (تقاطع المستقيمات والمستويات والنقط الواقعة على خطوط مستقيمة ...الخ)، أما الفضاء كمتصل فليس له وجود بالمرة في هذا النظام الذهني»(اينشتاين ألبرت، 1986: 66)، لقد أدخل ديكارت مفهوم الفضاء كمتصل لأول مرة عندما تعامل مع النقطة في المستوي بالإحداثيات، حيث تظهر الأشكال كأجزاء من فضاء متصل، حيث ترتبط بإحداثيات معينة، بالإضافة إلى هذا تعامل ديكارت مع كل الأشكال على قدم المساواة دون أي تفضيل للتكوينات الخطية المستقيمة(اينشتاين ألبرت، 1986: 66).

من خلال تناول الهندسة الاقليدية للأشكال يمكن اشتقاق بعض الخصائص التي ارتبطت بالفضاء الاقليدي، فمثلا يتميز الفضاء الاقليدي بخاصية التجانس، فالفضاء الاقليدي متجانس، أي أن جميع أجزائه متكافئة ومتساوية ومتشابهة، إذ يمكن اختيار أي نقطة في

*المؤلف المراسل.

هذا المكان وجعلها طرفا لمستقيم، أو رأسا لمثلث، أو رأسا لزاوية مربع أو طرفا في حلقة نقاط الدائرة أو مركزها، كما أن صورة أي شكل هندسي تبقى هي نفسها إذا تم نقلها إلى جهة أخرى من هذا المكان، ومن خصائص الفضاء الإقليدي انه فضاء متري، حيث يمكننا قياس أي مسافة فاصلة بين نقطتين منه، بمعنى أنه مهما يكن العدد الحقيقي "س" صغيراً فإنه من الممكن أن نجد مقطعاً طوله يساوي"س"، كذلك الفضاء الاقليدي مستو أي ليس به انحناءات سواء في بعدين أو في ثلاثة أبعاد، فهذا الفضاء يحتم على المتوازيان ألا يلتقيان، ويحتم بأن يبقى مجموع زوايا المثلث ثابتا، كذلك الفضاء الاقليدي هو فضاء "صلب" حيث لا توجد فيه انحناءات كما ذكرنا أي مستو، ولا يتأثر بانكماش أو تمدد، فالسطح الاقليدي يمكن أن ينزلق على نفسه، أي يمكن مطابقة مستقيمين موجودين في سطحين، فالشكل الصلب يحافظ على بنية الهندسة الاقليدية(بنروز روجر، 1998: 245).

الفضاء الاقليدي هو أيضا فضاء لا يزيد في أقصاه عن ثلاثة أبعاد هي الطول والعرض والارتفاع، حيث الطول هو البعد الأول ويمكن تمثيله بخط مستقيم، والبعد الثاني أو العرض هو الخط الثاني الذي يقطع الأول على زوايا قائمة، والارتفاع أو العمق هو البعد الثالث وهو خط مستقيم قائم على المستقيم الأول والثاني في نقطة تقاطعهما، وتوجد في الهندسة الاقليدية الهندسة المستوية أو المسطحة، وهي الهندسة التي تتعامل مع الأشكال ذات البعدين مثل المربع والمثلث والمستطيل وغيرهم، وكذلك توجد الهندسة المجسمة أو الفراغية التي

*المؤلف المراسل.

تتعامل مع المجسمات ذات الثلاث أبعاد، مثل المكعب والكرة والهرم وغيرها.

تعتبر هندسة إقليدس من منجزات العقل البشري القليلة التي شيدت قبل الميلاد، ولا تزال تفرض نفسها رغم التطور الهائل للعلوم، لقد كان لهذه الهندسة تأثير كبير على التفكير الإنساني عبر القرون، يقول الرياضي الانجليزي روجر بنروز معلقا على درجة تأثير هندسة إقليدس على الفكر البشري فيما يخص مسألة المكان: «ولقد امتلكت هندسة إقليدس عقولنا وعقول أسلافنا لما بدا عليها من أنها تعطي وصفا صادقا لبنية المكان في عالمنا، حتى لقد ساد الاعتقاد بأنها ضرورة منطقية، وأن لدينا اعتقادا غريزيا في طبيعتنا سابقا للتجربة ،بأن الهندسة الاقليدية يجب أن تنطبق على العالم الذي نعيش فيه»(بنروز روجر، 1998: 200). الملاحظ أيضا في تعريف الأشكال في هذه الهندسة أن مبادئ الهندسة الاقليدية مستمدة من فكرة المكان الحسي، ولهذا يظهر انسجامها مع الحس الإنساني، ولذا من الطبيعي أن تؤثر في فهمنا الفيزيائي للعالم الطبيعي، يقول بنروز: لقد «كانت هندسة إقليدس فعلا منذ البداية، نظرية فيزيائية فخمة، فضلا عن كونها قسما منطقيا أنيقا من أقسام الرياضيات البحتة»(بنروز روجر، 1998: 201).

إن سر سيطرة هندسة إقليدس على العقول لعدة قرون هو كونها ذات مبادئ مستقاة من الحدس الحسي للمكان، فهي بسيطة ومتسقة في مضامينها العقلية وقريبة من الخبرة اليومية للإنسان، وبالتالي فنتائجها تأتي سهلة التقبل ومنسجمة مع فطرتنا مما يبعد تفكيرنا عن غيرها، إن اليقين الذي تتمتع به هندسة إقليدس متوقف

*المؤلف المراسل.

على سر تقبلنا غير المشروط للبديهيات، ولقد كتب جون ستيوارت مل قائلا: « ...و يبقى أن نتساءل ما هو أساس إيماننا بالبديهيات، ما هو البرهان الذي ترتكز عليه، إنني أجيب عن ذلك قائلا: إنها حقائق تجريبية، وهي تعميمات من المشاهدات، إن الفرض بأن: لا يمكن لخطين مستقيمين أن يسيجا مساحة (صيغة أوقليد للبديهية القائلة بأن أي نقطتين لا تعينان سوى مستقيما واحدا) ،هذا الفرض هو استقراء من برهان حواسنا»(فرانك فليب، 1983: 84).

2. تأثير الهندسة الاقليدية في فيزياء نيوتن:

شيد نيوتن قوانين الحركة التي أصبحت الهيكل الأساسي للميكانيكا، وغدا الكون النيوتني يتألف من أجسام تتحرك في الفضاء الاقليدي (بنروز روجر، 1998: 209 -210)، اعتبر نيوتن الهندسة سندا أساسيا لعلم الطبيعة والفيزياء وليس فرعا مستنبطا من العلوم الأخرى. قدم نيوتن في كتابه التاريخي "المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية" المبادئ التي يقوم عليها علم الميكانيكا، فجاء كتابه أشبه بكتاب الأصول لإقليدس، وأسس للميكانيكا بطريقة تجمع بين الجانب العقلي النظري والجانب الواقعي الفيزيائي، وفي هذا الشأن علق فيلسوف العلم فيليب فرانك قائلا: «يمكننا أن نميز وجهين للميكانيكا أحدهما يناظر الهندسة الرياضية والآخر يناظر الهندسة الفيزيائية...وإذا قلنا أن قوانين نيوتن قوانين صحيحة فإن ذلك يعني أنه يمكن تطبيقها على نفس النحو عندما نقول أن قوانين الهندسة قوانين صحيحة، وكنا نعني بذلك أنها يمكن تطبيقها على العالم المادي»(فرانك فليب، 1983: 148 -149).

*المؤلف المراسل.

أشار نيوتن في مقدمة كتابه "المبادئ" إلى أن تفكير الإنسان لا يتناول المكان والزمان والحركة إلا من خلال علاقتهما بالأشياء المحسوسة، ولكي نخرج من معلوماتنا الحسية بفكرة مجردة تكون لبنة للعلم، يجب علينا أن ننبذ هذه الطريقة في التفكير، أي ربط المكان والزمان بالأشياء، والخروج بتصور المكان والزمان المطلقين المستقلين عن كل شيء و الثابتين دائما.

يميز نيوتن بين المكان المطلق والمكان النسبي حيث يقول: «المكان المطلق بطبيعته وبصرف النظر عن أي شيء خارجي يبقى دائما متجانسا وساكنا، أما المكان النسبي فهو أي مقدار أو بعد متغير للمكان المطلق، فهذا المقدار أو البعد يحدد بحواسنا عن طريق قياس المكان بين الأجسام»(Newton Isaac,1999:408-409)، فالمكان المطلق هو مكان موجود وجودا موضوعيا مستقلا عن أي ذات عارفة، وهو متماثل دائما وغير قابل للحركة أو التغيير، كذلك المكان المطلق قياسه رياضي، وهو يتميز عن المكان النسبي الذي قياسه تجريبي. والملاحظ أيضا أن المكان المطلق عند نيوتن هو كيان مستقل بذاته مختلف عن الأجسام التي يحويها، ويبدو ذو طبيعة لامادية.(Barberousse Anouk ,2008:353)

المكان المطلق عند نيوتن يعني أن الكون لامتناه في جميع الاتجاهات وليس له حدود، وهذا بعكس الافتراض الأرسطي، حيث كان أرسطو يرى أن الكون محدود ومتناه، وقد لقيت فكرة أرسطو تأييدا في القرون الوسطى، لكن نيوتن استبعد هذه الفكرة واعتقد أنه لو كان الكون محدود فإن قوة الجاذبية تعمل على جذب أجزائه إلى بعضها، وينتهي الكون إلى كتلة واحدة، لكن فكرة الكون

*المؤلف المراسل.

اللامتناه تحل هذه المشكلة إذ أن المادة المشتتة ضمن أبعاد لانهائية تكون الجاذبية بينها ضعيفة جدا(كليف كليمستر، 1991: 52).

يشدد نيوتن على التفريق في تناول الزمان والمكان بين ما هو مطلق وما هو نسبي، بين ما هو صحيح ورياضي وبين ما هو ظاهر ومتداول، فالكميات النسبية تعبر عن ما هو حسي ومحدود، والكميات المطلقة تعبر عن ما هو رياضي وعام. إن صفة المطلقية التي أضفاها نيوتن على المكان والزمان لها مبررات حسبه، حيث يقول: «مثلما يعتبر ترتيب أجزاء الزمان ترتيب ثابت كذلك الأمر بالنسبة لأجزاء المكان، فلو أمكن لأجزاء المكان أن تغادر الموضع الذي تشغله فإنها ستكون قد غادرت نفسها إن صح التعبير، ولهذا فإن الأزمنة والأمكنة تعتبر حيز لنفسها وحيز لجميع الأشياء، إن كل شيء يحدد في الزمان حسب ترتيب التتابع، ويحدد في المكان حسب ترتيب التموضع، ولا يمكن أن يكون هذا الحيز الأساسي متحركا، إذن فالمكان والزمان حيزان مطلقان.» (Newton Isaac,1999:410)

تعتبر هندسة إقليدس سندا مهما في تصور نيوتن للمكان والزمان، ففضاء نيوتن هو فضاء اقليدي ثلاثي الأبعاد، ومن خصائص الفضاء الإقليدي أنه فضاء متري، بمعنى أنه يمكن قياس المسافة الفاصلة بين نقطتين منه، كذلك من صفاته أنه فضاء متصل بمعنى أنه مهما يكن العدد الحقيقي "س" صغيراً فإنه من الممكن أن نجد مقطعاً طوله يساوي" س"، كذلك من خواص هذا الفضاء أنه متناحي، بمعنى أن الواقع التجريبي لا يتغير بتغير الاتجاه، كذلك بالنسبة للزمان يمكن تمثيله بمستقيم إقليدي متصل. كما أن الزمان المطلق يعنى أنه

*المؤلف المراسل.

هو نفسه في كل نقاط الفضاء، فهو لا يتغير عندما ننتقل من منظومة غاليلية إلى أخرى. وهذا ما نعبر عنه بقولنا أن الزمان وسيط يتيح لنا معرفة وضع المتحرك بحركة غاليلية في أي لحظة، ويمكن فهم هذا بمعادلات الحركة التي تعتبر معادلات تفاضلية عادية من الدرجة الثانية بحيث تتيح معرفة وضع وسرعة المتحرك في كل لحظة لاحقة بتتبع مساره المتصل.

من خواص المكان والزمان عند نيوتن أنهما متجانسين، إذ يمكن أن نختار أي نقطة بداية في الفضاء الممتد والمتماثل، وكذلك أي لحظة صفر في الزمان المتدفق بانسياب منتظم، فهذا الأمر لا يؤثر بأي حال على الواقع التجريبي. إن صفات المكان والزمان التي ذكرناها مثل التجانس وتناحي المكان تشكل من وجهة نظر الرياضيات زمراً تسمى زمر التناظر وينتج عنها انحفاظ المنظومات المعزولة كانحفاظ طاقة الكون مثلاً الناتج عن تجانس الزمان. تصور نيوتن الكون على صورة مادة تتحرك وفق قوانين في المكان والزمان المطلقين، ورأى أن المادة مهما كانت طبيعتها فهي تتكون في الأخير من جزيئات أو ذرات صلبة ذات كتلة وغير قابلة للاختراق، ولهذه الجزيئات أشكال مختلفة(بشته عبد القادر، 1995: 96 -97)، ووفق تجميعها تتركب المادة، وبهذا تستديم الطبيعة ولا يقع التغيير في الأشياء إلا في تفرق وتجمع الجزيئات، وكل الأجسام الموجودة في الطبيعة من الكواكب الكبيرة إلى الذرات الصغيرة تخضع لنفس قوانين الحركة.

*المؤلف المراسل.

من خصائص الفضاء الاقليدي أنه مستوي وثابت وانحناءه صفري لا يتغير، وقد انعكس هذا على مفهوم المكان عند نيوتن، حيث أنه يمثل مسرحا ثابتا للأحداث الفيزيائية، ولا يتأثر من حيث الانحناء بسرعة الأجسام ولا بكتلتها، حيث يبقى ساكنا واقليديا في جميع نواحي الكون، وسنرى أن فيزياء النسبية العامة التي جاءت بعد فيزياء نيوتن بنيت على فكرة المكان المرن والمتغير الانحناء والتي نجمت عن الهندسات اللااقليدية، حيث اعتبرت النسبية المكان يتأثر بكتلة الأجسام وسرعتها.

3. الهندسة الاقليدية في فلسفة كانط:

أثرت هندسة إقليدس في فلسفة كانط، حيث كانت سندا مهما في تصور كانط للمكان القبلي، فهذا الأخير يستمد قوته من اليقين التي تتمتع به مبادئ الهندسة التي تعتبر من نسيج العقل، ولقد علق باشلار على هذا التأثير حيث قال: «وقد اعتقدوا أن هذا الفكر الهندسي الأساسي هو أساس العقل البشري، حتى أن كانط أشاد على هذه الصفة الثابتة للبناء الهندسي بناءه الهندسي للعقل.»(باشلار غاستون:1994: 22).

يعتبر كانط في كتابه "نقد العقل الخالص" أن الزمان والمكان كائنان مثاليان، ووفق هذا الطرح ينتقد ديكارت حينما اعتبر المكان شيء واقعي، ورأى أن الزمان والمكان يشكلان حدسنا، أي أنهما عبارة عن تمثلات تساعد العقل على الاتصال بالعالم، إن الزمان ليس شيئاً موضوعيا واقعيا، بل هو الشرط الذاتي الذي يجعل في وسع العقل البشري أن يدرك العالم الخارجي والداخلي، وهكذا الحال أيضاً بالنسبة إلى المكان، إذ هو شرط ذاتي ينبع من طبيعة الذهن، ويجعل

*المؤلف المراسل.

في الإمكان تحقيق إدراك الموضوعات الحسية الخارجية. رأى كانط أن المكان والزمان إطاران مفطوران في صلب العقل الإنساني، وهما معطيين قبليين سابقين على التجربة، إذ بفضلهما يتم فهم وتنظيم أوضاع المحسوسات وحركتها، فهما يعتبران نوع من الأطر للأشياء والحوادث، فهما شرطان أوليان للمعرفة، فصورة المكان والزمان مفترضة في كل تجربة حسية في تجاور الأشياء وتعاقب الحوادث، إذ يمكن أن نطرد تصورات هذه الأشياء من أذهاننا، لكن لا نستطيع أن نمحو تصور المكان والزمان، أو حتى نتصور أن لهما حدود، فالعقل الإنساني يتصور المكان والزمان غير متناهيين، وليس في التجربة سوى مقادير متناهية.

العقل يتصل بالعالم عن طريق الزمان والمكان، وهذا يعني أنه لا يمكن أن نستخلص الزمان والمكان من المعطيات الحسية، الأمر الذي يلغي التصور التجريبي لهما الذي اعتمده هيوم، لقد عمل كانط على إخراج الزمان والمكان من الإمبريقية إلى العقلانية، يقول كانط: «المكان والزمان صورتا نمطنا المحضتان، والإحساس بعامة مادته، ويمكننا معرفة المكان والزمان قبليا، أي قبل تحقق أي إدراك، ولذا يحملان اسم الحدس المحض»(كانط ايمانويل، د.ت: 69) . يفرق كانط بين بين الظواهر والأشياء في ذاتها، ويخبرنا أننا نتعامل مع الظواهر بينما لا نستطيع معرفة كنه الأشياء في ذاتها، حتى لو استعملنا التجربة لأن هذا فوق مقدرتها، إن الأشياء في ذاتها لا تأتي إلى عقولنا كما هي دون تغيير، بل لابد أن تمر بإطاري الزمان والمكان، فتترتب وفقا له، فكأنها بمجرد أن تصبح مدركة لابد أن تظهر على هيئة

*المؤلف المراسل.

الزمان والمكان، ونحن لا نعرفها كما هي في ذاتها بل كما تبدو لنا، ولهذا فنحن لا نعرف إلا الظواهر، أي ما يظهر لنا، ولا نعرف حقيقة الأشياء كما هي في ذاتها.

رفض كانط أن يكون المكان والزمان حقيقتين قائمتين في ذاتها، فما نظنه أنه مكان وزمان واقعي هو مجرد نتيجة لإسقاط "صورتين قبليتين" في الواقع الغريب عنهما، فكما أن المثلث أو الدائرة ليس لهما وجود موضوعي في الأشياء المثلثة أو الدائرية، فكذلك الزمان والمكان ليس لهما وجود موضوعي في العالم الخارجي. إن قول كانط بالشيء في ذاته لا يعني انه يشك في وجود الأشياء أو المادة، ولكنه يقصد أننا لا نعرف شيئا يقينيا عنها عدا وجودها، ومعرفتنا عنها تتعلق بظاهرها الذي يتقولب بأطر إدراكنا، فنحن نعلم الشيء بعد تحوله إلى موضوع مدرك، أما قبل هذا فلا نعرفه، لذا فمن يزعم أنه يتناول الشيء في ذاته فإنه واهم ومخدوع.(ديورانت ول، 1988: 345).

كانت الهندسة الاقليدية سندا ودعما هاما لفلسفة كانط حول المكان المطلق، إن فكرة المكان هي من الأفكار المطلقة والقبلية والسابقة عن أي تجربة فالإنسان يولد مزود بهذه الفكرة، فهي فطرية، وهي من ضمن نسيج العقل أي من الأطر القبلية التي تتيح لنا إدراك العالم الخارجي، ومن الطبيعي أن نجد أفكار الهندسة (هندسة إقليدس) يسودها الاتساق العقلي، حيث أن البديهيات ضرورية ضرورة عقلية أي أن العقل يدرك صحتها بشكل مباشر دون الحاجة إلى سند تجريبي، يقول كانط في هذا الشأن : «علينا أن ننظر إلى المنهج الذي يتبعه علماء الهندسة عادة وهو منهج ضروري على الإطلاق، فكل

*المؤلف المراسل.

براهين التساوي بين شكل معين وآخر (بحيث يحل محل الآخر في كل نقطة) ترجع في نهاية الأمر إلى إثبات تطابق الشكلين، وهذا بالبداهة ليس إلا قضية تركيبية تقوم على العيان المباشر، ولكن هذا العيان يجب أن يكون مجردا وقبليا إذ بدون هذا الشرط لا يمكن أن تعد القضية يقينية بالضرورة وتكون بذلك صادقة باليقين التجريبي» (كانط ايمانويل، 1991: 37).

يرى كانط أن هندسة إقليدس هي الوحيدة التي تفرض نفسها علينا لان قضاياها ضرورية، لأنها تعبر عن خواص المكان الحقيقي، فهي تعتبر المكان له ثلاثة أبعاد ولا يمكن أن نتصور مكانا بأكثر من هذه الأبعاد، إن ضرورة هذه الهندسة مستمدة من طبيعة تركيبتنا الذهنية، فهندسة إقليدس ضرورية بمطابقتها لعقولنا وللواقع، يقول كانط في هذا الشأن: «يقوم إمكان الظواهر الخارجية على القوة الحساسة التي تبنى الهندسة على صورتها، وهي لا يمكن أن تحتوي على شيء آخر غير ما تفرضه الهندسة عليها»(كانط ايمانويل، 1991: 41).

لقد جزم كانط إن عيوننا لا يمكنها أن ترى الحقائق الهندسية موجودة في العالم الخارجي، فالمثلث الحقيقي والمربع الحقيقي والدائرة الحقيقية لا يمكن أن تصل إليها حواسنا، فإذا نظرنا إلى شيء فإننا نراه بطريقة تحددها صفات عقولنا، وحقائق الهندسة هي من ضمن هذه الصفات، إن موضوعات الحس يلزم أن تطيع الهندسة، لأن مبادئ الهندسة هي التي تؤطر طرائقها في الإدراك (فرانك فليب، 1983: 85)، ومن ثم لا يسعنا أن ندرك بطريقة أخرى، وهذا يوضح أن قضايا الهندسة هي دائما أحكام قبلية. (كانط ايمانويل، 1991: 7).

*المؤلف المراسل.

رأى كانط أن هندسة إقليدس تعرف معرفة أولية، ومع ذلك فهي تركيبية، فبديهيات الهندسة ليست تحليلية بل تركيبية، ويورد كانط مثالا: عندما نقول أن الخط المستقيم هو أقصر مسافة بين نقطتين، فنحن هنا نجمع أو نركب بين تصورين مختلفين، المستقيم الذي يحتوي على معنى الاستقامة، وتضاف إليه صفة القصر التي هي من معاني الكم، ولا يمكن استخراجها من تصور المستقيم، وفي هذا الشأن يقول كانط حول هذه المعرفة أنها «تستوجب اليقين الضروري التام، أي الضرورة المطلقة ولا ترتكز إذا على أي أساس تجريبي، وبالتالي فهي إنتاج خالص للعقل، وفضلا عن ذلك معرفة كلها تركيبية»(كانط ايمانويل، 1991: 31).

4. ظهور الهندسات اللاقليدية وانهيار فكرة المكان المطلق:

في منتصف القرن التاسع عشر حصلت حركة نقد داخلي في العلم الرياضي، وكانت بالأساس حول تبرير صدق البديهيات التي يبدأ منها البرهان الرياضي، وتبين مع النسق الاستنباطي الحديث أن البديهيات مجرد فروض نتواضع عليها، كما أنها لا تتسم بالضرورة العقلية ولا هي حقائق تجريبية، وقد ظهرت هندسات أخرى وأصبحت الهندسة الاقليدية نسق هندسي من بين عدة انساق. ساهم بروز الهندسات اللااقليدية في زعزعة الاعتقاد بمطلقية المكان، كانت الهندسة الاقليدية مسيطرة على الفكر الإنساني لعقود، وكانت تدعم فكرة المكان المطلق في الفيزياء الكلاسيكية وفي فلسفة كانط، لكن التحولات الثورية التي حدثت في علم الرياضيات كشفت أن الهندسة الاقليدية هي هندسة مستويات، وإذا تعلق الأمر بفضاءات

*المؤلف المراسل.

منحنية مقعرة كانت أو محدبة فإنها تكون عاجزة عن استيعابها، لقد ظهرت هندسات تصلح لمثل هذه الفضاءات مثل هندسة ريمان وهندسة لوباتشوفسكي وأعطت مفهوما جديدا للفضاء.

إن التحول الذي أحدثته الهندسات اللااقليدية هو أنها نزعت صفة المطلقية عن الهندسة الاقليدية، هذه الهندسة التي عمرت لقرون وفرضت نفسها على العقول بما تحمله من بساطة واتساق في مضامينها العقلية وقربها من الخبرة اليومية للإنسان وبالتالي ما أسهل على الفطرة أن تتقبلها ويتقولب الفكر على أساسها، بحيث يستهجن أي تصورات خارجة عنها. تمت صياغة الهندسات اللااقليدية عندما تجاوز ريمان ولوباتشوفيسكي خلفية التفكير الهندسي القديمة، لقد تجاوزوا بتفكيرهم مفهوم المسطح المستوي بوصفه الأساس في فهم الأشكال والمجسمات الهندسية، كما تجاوزوا مفهوم الأشكال الصلبة التي لا تتغير. رأى باشلار أنه قبل ظهور الهندسات اللااقليدية كانت تأسرنا عادات عقلية يمكن وصفها باللاشعور الهندسي (باشلار غاستون، 1994: 41)، هذا التفكير الذي يستند إلى هذه المفاهيم ويستبعد أي تفكير حول انحناء المستوي وما يتصل به من وجود أشكال مرنة.

بهذا لم تعد هندسة إقليدس أساسا وحيدا للتفكير حول فكرة المكان، حيث كانت البديهيات أفكار مطلقة الصحة حيث لا يمكن الشك فيها لأنها صحيحة بذاتها وتفرض صحتها على جميع العقول، أين تم لفت انتباه العقل البشري أنه يمكننا إنشاء هندسات مختلفة عن هندسة إقليدس ومن مبادئ مختلفة بل ومناقضة لتصورات إقليدس، كما أنها تتميز بالاتساق الداخلي والسلامة المنطقية،

*المؤلف المراسل.

بالإضافة إلى أنها ليست مجرد تصورات بعيدة عن الواقع بل سيتبن مع التطورات العلمية في الفيزياء وعلم الكونيات أنها بنيات تنطبق بأعجوبة على الواقع الفيزيائي(Gray Jeremy,1979;129)، بل وساعدت في حل مشكلات علمية وبفضلها لم نكن لنتصور أشياء بدونها. من هنا تتبين أهمية التحول الذي حدث في علم الهندسة وانعكاس هذا التحول على فكرة المكان.

هناك تحول مهم أدخلته هندسة ريمان على مفهوم المكان ،و هو القول بالخصائص المتغيرة للمكان، حيث لا وجود لصفة المكان الساكن مثلما هو الحال عند إقليدس، حيث أن من خصائص فضاء ريمان أن يكون الانحناء متغيرا، لقد رأى اينشتاين أن الفضاء ظل بالنسبة للعلماء «شيء متماثل وجاسئ لا يستطيع التغير أو اتخاذ حالات متنوعة. لقد كانت عبقرية ريمان وحيدا و دون أن يفهمه احد هي التي مضت قدما قرب أواسط القرن الماضي إلى تصور جديد للفضاء جرد فيه الفضاء من جسائته مع التسليم بإمكان اشتراكه في الحوادث الفيزيائية.» (اينشتاين ألبرت، 1986: 66).

لقد تصور اينشتاين الفضاء في النسبية العامة من خلال هندسة ريمان، وأوضحت أن هندسة المكان تتوقف على ما يحويه فوجود كتلة كبيرة أو حركة متسارعة يعمل على انحناء الفضاء وبالتالي لا يكون اقليديا، حيث تنحرف مجموع زوايا المثلث عن القيمة الاقليدية وكذا محيط الدائرة، فالمكان في نظرية النسبية لم يعد ذلك المسرح الجامد المهيأ لتجري الحوادث عليه، بل يتأثر ويؤثر في الأحداث، لقد استفادت نظرية النسبية من الهندسة الريمانية في وصفها لبنية

*المؤلف المراسل.

الزمكان، ولو افترضنا أنه لم توجد في زمن اينشتاين هندسة ريمانية، عندها ستضطر الفيزياء إلى الانتظار حتى يتمكن الرياضيون من ابتكار هندسة جديدة تصف الحركات الملتوية والانحناءات التي تحدث في الأبعاد الأربعة للزمكان، لقد «جلب اينشتاين أجزاء كاملة من نظريته من الرياضيات مباشرة»(كاكو ميشو، ترينر جنيفر، 1991: 191).

علق باشلار على التحول الثوري الذي حدث في الهندسة قائلا: «ولكن هذه البنية الهندسية التي حسبوا أنها تميز الذكاء الإنساني إلى الأبد ،هل هي نهائية حقا؟ إن هذا ما نستطيع أن ننكره بعد اليوم لان الفيزياء المعاصرة هي فعلا في سبيل بناء ذاتها بالاستناد إلى اطر فكرية لااقليدية»(باشلار غاستون، 1994: 41 -42).

خاتمة:

كانت الهندسة الاقليدية بمثابة الأساس الذي استندت عليه فكرة المكان المطلق، وقد عبر نيوتن عن هذه الفكرة في الفيزياء، وعبر عنها كانط في الفلسفة، رغم اختلاف نظرة نيوتن وكانط حول المكان المطلق إلا أن الهندسة الاقليدية كانت الدعامة التي ارتكزت عليها منطلقات كل منهما، لقد شيد نيوتن قوانين الحركة التي أصبحت الهيكل الأساسي للميكانيكا الكلاسيكية، وغدا الكون النيوتني يتألف من أجسام تتحرك في الفضاء المشكل وفق هندسة إقليدس، كما تتأثر هذه الأجسام نتيجة قوة الجاذبية الممتدة في المكان الاقليدي المطلق. فضاء نيوتن هو فضاء اقليدي ثلاثي الأبعاد، ومن خصائص الفضاء الإقليدي انه فضاء متري ومتصل

*المؤلف المراسل.

ومتناحي ومتجانس، إذ يمكن أن نختار أي نقطة بداية في الفضاء الممتد والمتماثل، فهذا الأمر لا يؤثر بأي حال على الواقع التجريبي.

كانت الهندسة الاقليدية سندا مهما لفلسفة كانط ودعما هاما لفكرة المكان المطلق، إن فكرة المكان هي من الأفكار المطلقة والقبلية والسابقة عن أي تجربة، فهي من ضمن نسيج العقل ومن الأطر القبلية التي تتيح لنا إدراك العالم الخارجي، ومن الطبيعي أن نجد أفكار الهندسة (هندسة إقليدس) يسودها الاتساق العقلي، حيث أن البديهيات ضرورية ضرورة عقلية، فالعقل يدرك صحتها بشكل مباشر دون الحاجة إلى سند تجريبي. يرى كانط أن هندسة إقليدس هي الوحيدة التي تفرض نفسها علينا لأن قضاياها ضرورية، ولأنها تعبر عن خواص المكان الحقيقي، إن ضرورة هذه الهندسة مستمدة من طبيعة تركيبتنا الذهنية، إن موضوعات الحس يلزم أن تطيع الهندسة، لأن مبادئ الهندسة هي التي تؤطر طرائقها في الإدراك، ومن ثم لا يسعنا أن ندرك بطريقة أخرى، وهذا يوضح أن الهندسة أولية وبرهانية.

قائمة المصادر والمراجع:

1 -أينشتاين، ألبرت،(1986)، **أفكار و آراء**، مصر، الهيئة المصرية العامة للكتاب.

2 -بشته، عبد القادر،(1995) ،**الابستمولوجيا، مثال فلسفة الفيزياء النيوتونية**، ط1 ،بيروت، دار الطليعة.

3 -ديورانت، ول، (1988)، **قصة الفلسفة**، ط6، بيروت، مكتبة المعارف.

4 -رايشنياخ، هانز،(1968)، **نشأة الفلسفة العلمية**، القاهرة، دار الكتاب العربي للطباعة والنشر.

5 -روجر، بنروز،(1998)، **العقل و الحاسوب و قوانين الفيزياء**، ط1، سوريا، دار طلاس للدراسات والترجمة والنشر.

*المؤلف المراسل.

6 -فرانك، فليب،(1983)، **فلسفة العلم**،ط1 ،بيروت،المؤسسة العربية للدراسات والنشر.

7 -كاكو، ميشو، ترينر، جنيفر،(1991)، **ما بعد انشتاين**، ط1، بيروت، أكاديميا.

8 -كانط، إيمانويل،(1991)، **مقدمة لكل ميتافيزيقا مقبلة يمكن أن تصير علما**، الجزائر، موفم للنشر.

9 -كانط، ايمانويل،(د.ت)، **نقد العقل المحض**، لبنان، مركز الإنماء القومي.

10 -كليف، كليمستر،(1991)، **طبيعة الكون**، سوريا، منشورات وزارة الثقافة.

11– Barberousse, Anouk.(2008),***Quelle est la nature de l'espace-temps*** .précis de philosophie des sciences. (ouvrage publié avec le concours de IHPST, paris Vuibert.

12- Gray, Jeremy,(1979), ***Ideas of space***. Euclidean, non-Euclidean and relativistic , oxford ,Clarendon press.

13- Newton, Isaac,(1999), ***Mathematical principles of natural philosophy***, USA, university of California press .

*المؤلف المراسل.