فلسفة الرياضيات من الهندسة الاقليدية إلى الهندسة اللااقليدية، أو أزمة الأسس في الرياضيات وظهور النسق الآكسيومي.

محاضرة رقم (01)

1/ الهندسات اللاإقليدية

تميزت الرياضيات مع إقليدس بطابع برهاني ومنطقي، حيث كان قوامها عمليات تجريدية كالتحليل والتركيب، وقواعد منطقية هي بمثابة قضايا ينطلق منها البرهان. وأدرج إقليدس أصول هذا العلم في كتابه الأصول. وفيه أكد على ضرورة بناء المفاهيم على منطلقات أولية كمفاهيم ومنطلقات ثابتة أقام عليها الهندسة. و « ميّز أوقليدس نفسه في هندسته بين ثلاثة أنواع من المبادئ » وهي :

–البديهيات: وهي قضايا واضحة بذاتها لا تحتاج إلى برهان ،فهي أبسط القضايا ومثالها:الكل أعظم من جزئه،الكمان المساويان لثالث متساويان...الخ.

–المسلمات: وهي قضايا غير واضحة بذاتها، يضعها الرياضي ليقيم عليها البرهان، فهي عبارة عن مواضعة مفترضة ليس إلا. ومن أشهرها المسلمة الخامسة التي عرفت بمسلمة التوازي ونصها: من نقطة خارج مستقيم يمكن رسم مواز واحد له، وهي الصياغة المكافئة التي وضعها الانجليزي: جون بلا يفر (John Playfair).

–التعاريف: وهي الحدود أو القضايا التي توضحها، و « التعريفات مرتبطة بالأشياء الخارجية ودورها، إنها تختزل إلى وصف بسيط، تجريبي مقارنة بتلك الموجودة في المعاجم »

ومن أمثلتها عند إقليدس : المستقيم مجموعة من النقاط غير المنتهية على استقامة واحدة، النقطة ما ليس له أبعاد.

وانطلاقا من هذه المبادئ استطاع إقليدس أن يقيم العلم الرياضي كبناء استنتاجي متكامل ويخلصها من القواعد العملية التي كانت قد قامت عليها خاصة عند المصريين والبابليين القدماء، وبذلك ساهم في إرساء صورا نية للرياضيات. وغدت هندسة إقليدس بمثابة فيزياء الأشكال المكانية، أو فيزياء المكان، لإنها ترتكز على معطيات حسية تجريبية صدقها مرتبط بالأساس التجريبي من خلال الحدس الهندسي.

- **أزمة الأسس في الرياضيات**

كانت المسلمات الإقليدية باعتبارها قضايا غير واضحة تتطلب التسليم دون برهان مصدر شكوك وتساؤل لدى الرياضيين. وكانت المسلمة الخامسة تحديدا، مبعثا للقلق والشك منذ قرون طويلة، لأنها

كانت تبدو كحقيقة يمكن البرهنة عليها خلافا لباقي الأوليات. فإذا كانت المسلمات الأربع الأولى واضحة وتتفق مع الحس فان المسلمة الخامسة معقدة وغير واضحة. ومع « حركة النقد للأسس الرياضية وقف علماء الرياضيات على المسلمة الخامسة التى كانت دائما موضع الشك والتساؤل ».

لقد قامت محاولات عديدة للبرهنة على المسلمة الخامسة، إلا أن المحاولات الرائدة والتي أفرزت انقلاب جذريا في الرياضيات إن على مستوى المبادئ أو المنهج كانت مع الرياضي الايطالي ساكشيري الذي « اشتغل على رباعي به زاويتين قائمتين وضلعين متقابلين متقايسين. الرباعي هو مستطيل إذا كانت مسلمة إقليدس صادقة. والزاويتان الأخريتان قائمتين أيضا » إذ رأى بأن المسلمة الخامسة لإقليدس معقدة ويجب أن تكون موضوع برهان لا تسليم. وقدمت أبحاثه الرياضية أفكارا هندسية جديدة، لكنها ضلت منسية حتى عام 1777 حيث انتبه إليها الرياضي الألماني جوس. وبين أنها تتضمن أفكارا مختلفة عن رياضيات إقليدس واستمرت الجهود بعد ساكشيري للبرهنة على المسلمة الخامسة مع عدة رياضيين أمثال لاغرانج ودالمبير الذي اعتبر مطلب إقليدس « عن الموازاة بمثابة نظرية تحتاج إلى برهان »

- **ظهور الهندسات اللاإقليدية :**

بدأ الحديث عن الهندسات اللا إقليدية في أعمال الرياضيين وأبحاثهم، عندما أصبح النظر إلى عدم ضرورة الهندسة الإقليدية أمرا ممكنا. وخاصة مع الثلث الأول من القرن التاسع عشر. فكل « الأنظمة الهندسية التي تختلف عن النظام الهندسي الإقليدي هي عبارة عن هندسة لا إقليدية» والبداية كانت مع اكتشاف جون بولياي* بأن مسلمة التوازي الإقليدية ليست عنصرا ضروريا وأحل محلها مسلمة جديدة في المتوازيات وذهب إلى أنه حدسيا « يمكن رسم أكثر من مواز لمستقيم معلوم من نقطة معلومة » نفس الفكرة تبلورت في ذهن العالم الألماني كارل جوس. والذي قام « بمحاولة في الطبيعة لقياس مجموع زوايا مثلث تتكون من رؤوس ثلاثة جبال اعتقادا منه أنه سيحقق هندسة غير إقليدية في الطبيعة » وأبان عن موقفه برسالة إلى بولياي الوالد سنة 1832 يؤكد فيها أن النتائج التي توصل إليها ابنه هو نفسه قد « توصل إلى هذه النتائج منذ 35 سنة ولكن لم يقم بنشرها»ونجد أن جاوس اعتقد بإمكانية تحقيق تصوراته الهندسية الجديدة في الطبيعة لذلك قام بمحاولة لقياس مجموع زوايا المثلث المكون من رؤوس ثلاثة جبال، في هضبة وقمتي جبلين يمكن رؤيتهما من أعلى هذه الهضبة قرب مدينة جوتنجن، ووجد أن مجموع زوايا المثلث لم تكن مساوية تماما لقائمتين، بل هي منحرفة قليلا عن مسافة الخطأ المحتمل.

---

* جون بولياي، (1802-1860) رياضي مجري، واحد من مؤسسي الهندسة اللاإقليدية

وتعتبر أبحاث جاوس* منطلق الشكوك حول بداهة الهندسة الإقليدية والاعتقاد السائد بحدسيتها.

إذ وفي رسالته إلى "باسيل" في 1829 عبر جوس عن قناعته في « أن علم الهندسة عامة لديها مكانة مختلفة في معرفتنا القبلية من الحساب ».

- **الأنساق الهندسية اللاإقليدية:**

ومن أعمال"جوس" أصبح جليا أن مسلمة إقليدس الخامسة مستقلة عن بقية المسلمات بحيث يمكن وضع مسلمة أخرى تنكرها ضمن النسق الإقليدي. وهو عمل رياضي أنجزه كل من "لوباتشفسكي" و"ريمان" واللذان أعلنا بهذا العمل ظهور أول الأنساق الهندسية اللاإقليدية.

1/ **نيقولاي ايفانوفيتش لوباتشفسكي*** لقد اهتم لوباتشفسكي « بمشكلة التوازي منذ سنة 1815 ولكن لم يستطع إيجاد حل لهذه المشكلة، فغير طريقة التحليل،إذ في سنة 1825 وجهت أفكاره نحو هندسة مبنية على نفي المتوازي الوحيد » وإستطاع أن يجد نظاما هندسيا يخالف تماما الفرض الخامس لأقليدس. ففي الفصل السابع من كتاب"بحوث نظرية المتوازيات افترض « أنه من نقطة خارج مستقيم معلوم يمكن رسم أكثر من مواز واحد للمستقيم الأول عكس ما قال به إقليدس» لقد أوصله استدلاله الرياضي إلى نظريات هندسية جديدة دونما تناقض، ثم توصل إلى مجموعة من المبرهنات والنتائج التي تختلف كليا عن هندسة إقليدس ودون أن يؤدي ذلك إلى بطلان فرضه. وبالرغم من أننا نجد صعوبة في إدراكها لأنها « مختلفة اختلافا كبيرا عن تلك التي ألفناها وهي– إجمالا – تحمل على بعض الحيرة في أول الأمر » فإنه انتهى إلى بناء نسق هندسي جديد بجانب النسق الإقليدي يقوم على قيم رياضية جديدة منها:

– مجموع زوايا المثلث أصغر دائما من زاويتين قائمتين، ويتناسب الفرق بين ذلك المجموع وزاويتين قائمتين من مساحة المثلث.

– من غير الممكن بناء شكل مشابه لشكل آخر معطى مع اختلاف الأبعاد.

– عند قسمة محيط الدائرة إلى أجزاء متساوية عددها n ورسمنا مماسات من نقاط التقسيم شكلت تلك المماسات وعددها n مضلعا، إذا ما كان شعاع الدائرة على درجة كافية من الصغر، أما إذا كان ذلك الشعاع كبيرا نوعا ما، فان المماسات لا تلتقي.

---

* يوهان كارل فريدريش جاوس (1777–1855) رياضي وفيزيائي ألماني. ساهم بأعمال حول نظرية الأعداد والإحصاء والتحليل الرياضي والهندسة التفاضلية وعلم الاستاتيكا الكهربائية وعلم الفلك والبصريات.

* نيقولاي ايفانوفيتش لوباتشفسكي (1856– 1793)، رياضي روسي من مؤلفاته "بحوث نظرية المتوازيات " عين أستاذا للرياضة بجامعة قازان 1816 ، ومديرا للجامعة 1827. نشر مذكراته حول مبادئ الهندسة في جامعة "قازان" عام 1829 ،كأول عرض منهجي لهندسة لاإقليدية.

2/ برنهارد ريمان* Riemann

تمثل هندسة ريمان شكلا آخرا للهندسة اللا إقليدية. ففي مقاله المنشور سنة 1854 اعتبر « المكان الحقيقي ليس لامتناهيا ولكنه هو لا محدود، والمسافة بين نقطتين يمكن أن تصل إلى نهاية قصوى، ولهذا يمكن تأسيس هندسة مماثلة للهندسة الدائرية » ومن خلال تحقيقه لفرضية ساكشيري حول الزاوية الحادة، التي تلائم تغير المسلمات الإقليدية الأولى والثانية والخامسة على النحو التالي:

– من نقطتين يوجد مستقيم على الأقل.

– الخط غير محدود.

– أي خطين في فضاء سيلتقيان.

قام هو الآخر برد المسلمة القائلة، بأنه لا يمكن أن يمر بنقطتين مفروضتين إلا مستقيم واحد والمكان الهندسي الذي تصوره كان مغايرا تماما لمكان إقليدس ولوباشفسكي. حيث افترض فيه وجود أحياء مختلفة عنا قادرة على تخيل مكان متعدد الأبعاد، بحيث تصبح الهندسة القائمة على ثلاثة أبعاد حالة خاصة منها.

ويُبَسط لنا بوانكاريه المعنى لتقريب الفهم، بمثال عن « عالم لا تسكنه إلا كائنات سطيحة ولنفترض أن تلك الحيوانات " اللامتناهية التسطيح" موجودة جميعا. ولنسلم – إضافة لذلك بأن ذلك العالم بعيد بما فيه الكفاية عن العوالم الأخرى بحيث لا يلحقه منها تأثير وليس علينا من حرج أن نضيف إلى تلك الكائنات فكرا، وأن نعتبرها قادرة على صناعة الهندسة . فلن تضفي تلك الكائنات في هذه الحالة على المكان إلا بعدين » إن هذه الكائنات التى نسجها الخيال الرياضي لبوانكاريه محكومة بمستوى واحد لا تستطيع الخروج منه. والمكان عندها يتحدد ببعدين فقط . لكن ماذا لو أنها لم تتخذ– مع بقائها سطيحة– شكلا مسطحا بل شكلا كرويا فأي هندسة ستكون لتلك الكائنات ؟ الأكيد أنها « لن تضفي على المكان إلا بعدين وأن ما سيقوم عندها مقام الخط المستقيم إنما هو أقصر السبل المؤدية من نقطة إلى أخرى من الكرة، وأعني به قوس دائرة كبيرة، أي أن هندستها ستكون باختصار– هندسة كروية» ومن هذا المثال نستنتج خصائص الهندسة الريمانية إذا يصبح:

– الخط المستقيم قوسا على كرة.

---

* جورج فريديريش برنهارد ريمان(1826-1866) ، رياضي ألماني، كان في بدايته مهتما بدراسة اللاهوت ،ثم تحول إلى الرياضيات شغل كرسي الرياضيات في جامعة غوتنجن عام 1857 بعد وفاة ديرشله ،كما أنتخب بعدها عضوا في أكاديمية العلوم في برلين ، التي قدم لها أهم بحوثه الجديدة حول الأعداد الأولية التي تقل عن عدد معين، ودالة زيتا .Zeta Function.

– ويمر عدد غير محدود من المستقيمات بنقطتين.

– أن تكون النقطتان في طرفي قطر الكرة، يمر منهما عدد غير محدود من الدوائر.

وهكذا تبدو القضايا الهندسية عند ريمان مختلفة تماما عن قضايا إقليدس ولوباتشفسكي معا والجدول: التالي يبين بعض الفروق بينها.

نوع الهندسة	عدد المتوازيات	مجموع زوايا المثلث	نسبة محيط الدائرة إلى قطرها	مقياس در جة الانحناء
لوباتشفسكي	أكثر من مواز	< 180	π^{*} <	< صفر
إقليدس	واحد	= 180	Π	صفر
ريمان	صفر	> 180	□ <	> صفر

***الهندسة الرياضية**

ترتب عن ظهور الهندسات اللا إقليدية نتائج هامة في مقدمتها تحرر الرياضيات والهندسة من الأشكال المكانية نتيجة التمييز بين الهندسة النظرية أو الهندسة الرياضية البحتة التي يمكن إرجاعها إلى مفاهيم عقلية مجردة، والهندسية الفيزيائية وهي الهندسة التجريبية لأنها تطبيق للهندسة على العالم. ويفرق بينهما اينشتين « معتبرا أن الهندسة الرياضية يقينية والهندسة الفيزيائية غير يقينية لأنها تتحدث عن الواقع » وكان كارناب يعتبر أن مصدر الخطأ الذي وقع فيه كانط هو عدم التمييز بين هندستين مختلفتين هندسة رياضية وأخرى فيزيائية فلا وجود من وجهة نظر كانط لـ « هندسة أخرى غير الهندسة الإقليدية، فهي الهندسة بالذات، لأن ضرورتها مفروضة علينا بطبيعة تركيبنا الذهني» ولم يكن ذلك التمييز ممكنا قبل ظهور الهندسات اللاإقليدية. وعلى اعتبار أنه أصبح لدينا عدة هندسات لا تستند إلى حدس مكاني واحد، أي تعدد الممكنات الهندسية أو المفترضة، فلم يعد علم الهندسة يعنى بمدى مطابقة النسق الهندسي للواقع الخارجي. ولقد كان ذلك محط اهتمام العديد من الرياضيين، حيث حاول الرياضي "كلاين" تنسيق الهندسات الممكنة، معتمدا على نظرية المجموعات، فانتهى إلى أن عددها لا منتهي وأننا لم ندرس منها إلا القليل .

وهكذا تحول علماء الهندسة للنظر في الخواص الهندسية نظرة مجردة بعيدا عن اتفاقها مع الواقع أو

عدمه، لتتحول الهندسة إلى علم بالخواص الهندسية الممكنة عقلا لا بخواص الواقع الموجود. ويتجلى ذلك في تعدد الأنساق الهندسية غير الإقليدية كما رأينا من خلال هندسة لوباتشفسكي التي تعرف بالهندسة الزائدة المقطع hyperbolique وهندسة ريمان الهندسة الاهليجية (Elliptique) .

إن التصور الجديد لطبيعة المبادئ الرياضية أحدث تحولا على مستوى الحقيقة الرياضية بصفة عامة وعلى الهندسة بصفة خاصة. واقترن هذا التحول بظهور هندسات لاإقليدية، والتي لم تعد تنظر للنظريات الهندسية على أنها حقيقة واقعية وعقلية معا، بل حقيقة عقلية على أساس عدم التناقض الداخلي بين قضايا النسق الهندسي، وهو يعبر عن الصدق المنطقي الذي أصبح الاتجاه السائد منذ ذلك الوقت، وتخلت عن الصدق الواقعي للهندسة التطبيقية أو التجريبية الفيزيائية.

***أكسيوماتيك الهندسة**

أفرزت الهندسات اللاإقليدية نتائج غيرت من نظرة الرياضيين المعاصرين إلى المبادئ التي يؤسسون عليها بنيانهم الرياضى. وأضحت هذه المبادئ مجرد مسلمات أولية لا غير« إنها فروض لا يخامر واضعها شك في صحتها أو عدم صحتها. فهو يضعها خارج منطقة الصدق والكذب أو الصحة والخطأ، إنها بتعبير بوانكاريه مجرد مواضعات » والتمييز الذي ساد في الفكر الإقليدي على اعتبار البديهية قضية واضحة بذاتها، تفرض نفسها على العقل، في حين أن المسلمة لا تتصف بذلك، لم يعد صالحا في الرياضيات المعاصرة. فليس هناك قضايا تتصف بالبداهة، ففكرة الكل أكبر من الجزء، لا تبدو صحيحة إلا في ميدان المجموعات المتناهية. وكل ما يوجد مواضعات واتفاقات ليس إلاّ.

إن منطق المحاكمة الرياضية بعد ظهور الهندسات اللاإقليدية، يتأسس على الدور الذي تلعبه القضايا وليس وضوحها وبداهتها. ولم يعد بالإمكان التمييز بين المبادئ الرياضية على أساس أن بعضها أصدق من البعض الآخر، و إنما أصبحت مجرد فروض بالمعنى الرياضي للكلمة، وتكون المبادئ مشروعة « في نظر التفكير الرياضي الحديث إذا كانت تسمح بتشييد علم متماسك منتج، لا لأنها تنطوي في ذاتها على بداهة مطلقة» وهذا يشكل تحولا جذريا في الفكر الرياضي المعاصر، لأنه فتح أفاقا واسعا لتصور جديد لطبيعة المبادئ والأسس التي أصبحت أكثر صورية من خلال تحول الضرورة في البرهان الرياضي إلى الرابطة المنطقية داخل النسق. وهو ما أصبح يطلق عليه النظام الفرضي الاستنباطي القائم على منظومة من الأوليات أو البديهيات، يختارها الرياضي لتشييد صرح رياضي معين. وهو ما يعرف كذلك باسم الاكسيوماتيك Axiomatique وأصبحت الهندسات الجديدة كهندسة لوباتشفسكي وهندسة ريمان وغيرهما من الهندسات اللاإقليدية تشكل أمثلة لهذا المنهج الأكسيومي الجديد.

أولا :**الصياغة الأ كسيومية للهندسة:**

1/ مورتس باش* (pash) يعد رائد الأكسيوماتيك الحديث حيث افتتح الحركة الاكسيومية عام 1882 عندما حاول صياغة الهندسة صياغة اكسيومية مع تحديد الشروط اللازمة لذلك. وابتدأ ببرنامج يعتبر فيه الهندسة علما استنباطيا مستقلا تماما عن الأشكال والمعاني المألوفة للألفاظ الهندسية، وقصر الاهتمام على العلاقات التي تقوم بينها. ثم يفسر هذا التصور الاستنباطي، وهو أننا في الهندسة لن ننظر في أشكال وأعمال وإنما في علاقات منطقية أو قضايا صورية ورمزية وتمتد هذه الصورنة الرمزية لتشمل المسلمات أيضا. وانطلاقا من ذلك يحدد باش شروط أي بناء علمي استنتاجي يتصف بالصرامة .

ويحددها في الشروط التالية:

– يجب النص صراحة على الحدود الأولية(المفاهيم والألفاظ) التي تعتزم أن نعرف بها جميع الحدود الأخرى.

– يجب النص صراحة على القضايا الأولية التي نعتزم أن نبرهن بواسطتها على جميع القضايا الأخرى.

– يجب أن تكون العلاقات القائمة بين الحدود الأولية علاقات منطقية، تبقى مستقلة عن المعنى المشخص الذي يمكن إعطاؤه لتلك الحدود.

– يجب أن تكون هذه العلاقات هي وحدها التي تتدخل في البرهان، وذلك باستقلال تام عن معاني الحدود.

ويتضح لنا أن كل نظرية رياضية أكسيومية تنطلق من:

* حدود أولية: أو القضايا اللامعرفة تؤكد كوسيلة وأداة لتعريف باقي الحدود، كالنقطة والمستقيم، المستوي في الهندسة، والمجموعة والعنصر والانتماء في نظرية المجموعات.

* المسلمات : أو القضايا الأولية التي نعتبرها صحيحة بالتعريف. ويعني ذلك أن الألفاظ الهندسية المألوفة كالنقطة والمستقيم والسطح، قد فقدت معانيها العادية المألوفة في القواميس أعني أنها فقدت صفة كونها حدوسا هندسية أي أشكالا مكانية لها صلة بالمكان وحل التصور المنطقي " طائفة" Class محلها، فأصبحت تلك الألفاظ والحدود طوائف مختلفة، تحكمها علاقات، الانتماء والاحتواء وأصبحت محاولة باش في اكسيوماتيك الهندسة طريقة في مختلف صور الهندسة. واتجه الرياضيون المعاصرون الذين

---

* مورتس باش، رياضي ألماني يعد أبو الاكسيوماتيك الحديث

عملوا على تأسيس الهندسات على الأسس الصورية المنطقية إلى الابتعاد عن الأشكال إلى النظر في العلاقات المنطقية، ويمكن تجلية ذلك مع أكسيوماتيك هلبرت .

2 – صياغة هلبرت لاكسيوماتيك الهندسة:

من المحاولات الرائدة في تأسيس الرياضيات على الطريقة الأكسيومية في ميدان الهندسة العمل الذي أنجزه الرياضي دفيد هلبرت حول الهندسة الإقليدية سنة 1899.والذي اعتبر «الهندسة مثل علم الحساب تشترط الانتقال من عدد صغير من القضايا الأولية البسيطة، وهي عبارة عن أكسيومات الهندسة» وأقامها على إحدى وعشرين أولية، واعتبرها كافية وضرورية للبرهنة على القضايا المعروفة في هندسة إقليدس بصورة دقيقة وصارمة. وبالرغم من أن أوليات هلبرت تحتفظ بمعان هندسية كالنقطة والمستوي مثلا، فإن «ذلك لا يمنع من استبدال هذه المفاهيم الهندسية بكلمات أخرى، مثل طاولة كرسي، كأس شريطة أن تقبل هذه الكلمات نفس العلاقات التي تربط تلك الأوليات»

وبدأ هلبرت بالتصريح بجميع أوليات الهندسة الإقليدية، وكشف له ذلك عن أوليات كانت تستعمل في هذه الهندسة بصورة ضمنية ودون التصريح بها. وبعد ذلك قام بتصنيف مجموع هذه المسلمات فصنفها إلى خمس هي:

1 أوليات الترابط : وهي التي تقيم رابطة معينة بين المفاهيم الهندسية الثلاثة(النقطة المستقيم، المستوي)، ومن هذه الأوليات على سبيل المثال : النقطتان المتمايزتان تحددان مستقيما، النقط الثلاث التي تقع على مستقيم تحدد مستويا دوما .

–2 أوليات التوزيع: وهي تحدد العلاقة التي نعبر عليها بكلمة (بين) والتي تسمح بتوزيع النقط على المستقيم والمستوي والفراغ.

–3 أولية التوازي : تخص مسلمة إقليدس المعروفة.

–4 أولية التطابق: تتعلق بالتساوي الهندسي.

–5 أولية الاتصال: وترتبط بما يعرف ببديهية أرخميدس القائلة: بأن كل طول معطى، إذا ضرب في عدد صحيح كبير بما فيه الكفاية، فانه ينتهي إلى تجاوز أي طول آخر معطى مهما كان كبيرا، فجميع نقاط . هندستنا العادية موجودة على الخط اللاارشميدي

وانطلاقا من هذه الأوليات يتم البرهنة على جميع النظريات المعروفة في الهندسة الإقليدية، وقد حرص على بيان عدم وجود تناقض بين أولياتها والبرهنة على استقلالها، مستعينا بالحساب مما أعطى تأويلا حسابيا لنظامه الاكسيومي مبرزا بذلك عدم تناقضها.

***شروط إقامة النسق الأ كسومي**

لقد سمحت الأعمال الأكسيومية الحديثة بتعميق الجانب الصوري والمنطقي من خلال الشروط المنطقية في اختبار المسلمات التي أصبح يؤسس عليها الاكسيوماتيك وهي ثلاث

1- الاستقلال: يتعلق بالمسلمات،وعند هلبرت تعتبر مسلمة ما مستقلة عن المسلمات الأخرى إذا كان نفيها يؤلف مع هذه المسلمات ا لأخر ى مجموعة غير متناقضة.

وفكرة الاستقلال فكرة معروفة في الهندسات اللاإقليدية، تم التوصل إليها عند محاولة البرهنة على المسلمة الخامسة، حيث تم كشف استقلالها عن بقية المسلمات الخاصة بالمستقيم والسطح والتطابق وغير ذلك مما يسمح ببرهان الثماني والعشرين الأولى عند إقليدس وما يليها.

لكن هذه الفكرة تعرضت لبعض الاعتراضات، لأن استقلال مسلمة عن أخرى، يمتنع معها الاستنباط، بسبب عدم الاشتراك أو الاتصال من مسلمات كل طائفة.

-2 عدم التناقض: يعد عدم التناقض من أهم الشروط المنطقية في إقامة النسق الرياضي الاكسيومي ، ويعرف هلبرت عدم التناقض بأنه: استحالة استنباط قضية ما تناقض تلك المسلمات أي تكون نفيا كليا أو جزئيا لإحدى المسلمات. فهي « تتلخص في البرهنة على نظرية ما وعلى عكسها داخل بناء أكسيومي معين»

-3 الإشباع : يعني هذا الشرط عند هلبرت أن طائفة معينة من المسلمات تكفي بمفردها للقيام بمهمة استنباط قضايا أو نظريات فرع معين من فروع الرياضيات.ويقال عن نسق ما إنه مشبع « عندما لايكون في الإمكان إضافة أولية مستقلة جديدة إلى أولياته، وإلا أدى ذلك إلى إحداث تناقض فيه ».

فلسفة الفيزياء

(الكلاسيكية نيوتن، النسبية انشتاين، الكوانتم ماكس بلانك)الجزء 01

محاضرة رقم02

1- الفيزياء الكلاسيكية

مصطلح الفيزياء الكلاسيكية؛ يطلق بشكلٍ عام على كل نظريات الفيزياء التي تم استبدالها بنظريات حديثة ذات قدرة أكبر على تفسير الظواهر الفيزيائية المختلفة، وهي نظريات ما قبل عصر النظرية النسبية والكم. فقوانين «نيوتن «للحركة، ومعادلات «ماكسويل» لتوصيف المجال الكهرومغناطيسي، والنظرية الكلاسيكية للديناميكة الحرارية، ونماذج ما قبل الكم لتكون الذرة مثل »نماذج راذرفورد، وبور»؛ يعتبرون فيزياء كلاسيكية.

الفيزياء الكلاسيكية؛ هي النظريات التي تفسر المشاهدات الطبيعية اليومية التي يمكن ملاحظتها بالعين المجردة، ومشاهدات تتعلق بالحركة والكتلة والقوة.وعلى الرغم من أن بعض النظريات الكلاسيكية ما زالت صالحة بالفعل لتفسير الكثير من المشاهدات اليومية؛ إلا أنها أثبتت عجزها في تفسير المشاهدات العلمية المحددة مثل تركيب الذرة، وسرعة الضوء وتأثره بالجاذبية، ونشأة الكون، وغير ذلك من المواضيع. لكن ما زال استخدامها حاضرًا في تفسير وشرح بعض المشاهدات البسيطة والتي لا تحتاج لتعقيدات فيزياء الكم والنسبية.

مع نيوتن(Newton(1643–1727 بدأ العلم الحديث يخطو خطوات واسعة نحو الأمام،وكانت إسهاماته استمرار لجهود غاليللو في مجال اتصال الحركة،واتخذت معه شكلا منهجيا أكثر وضوحا،إذ تمكن من تحليل الضوء الأبيض واكتشاف قوة الجذب،وتفسير كثير من الظواهر الضوئية،بالإضافة إلى إسهاماته في العلم الرياضي من خلال اكتشاف حساب التفاضل و التكامل وإلى جانب ذلك استطاع نيوتن أن يحقق للفيزياء الكلاسيكية وحدتها في إطار تصور عام للكون منسجم ومتكامل ،مما جعل الكشوف العلمية اللاحقة إلى أواخر القرن 19 تبقى في معظمها في دائرة العلم النيوتوني الذي قامت عليه الحضارة الغربية الحديثة.

ويمكن القول أن الفكر العلمي بمختلف جوانبه ومنازعه وكذلك الفكر الفلسفي قد بقي طوال القرنين الماضيين يتحرك داخل البنيان الذي شيّده نيوتن،وذلك إلى درجة أن الأفكار والنظريات العلمية التي ظهرت خلال هذه المدة لم تكن لتُقبل إلا إذا كانت مندرجة تحت النظام العام الذي أقامه نيوتن.

مبادئ الفلسفة التجريبية النيوتونية

تقوم فلسفة نيوتن التجريبية على جملة من المبادئ والأسس هي:

*يجب أن لا نقبل أسبابا للأشياء الطبيعية أكثر من تلك التي تكون حقيقة وكافية لتفسير ظواهر تلك الأشياء.

*يجب أن نحدد لنفس الآثار الطبيعية نفس الأسباب بقدر الإمكان.

*صفات الأجسام تعتبر صفات كلية لكل الأجسام الموجودة.

*في الفلسفة التجريبية يجب أن نبحث في القضايا التي تمّ جمعها بالاستقراء من الظواهر بكل دقة

إن قوانين الفيزياء التي بدت قبل نيوتن مجموعة قواعد تجريبية استخرجت عبر تحليل حذر لكتلة الوقائع، أصبحت مع فيزياء نيوتن تعبر عن المبادئ، أي القوانين العمومية التي تطيعها الطبيعة وينتج عنها القوانين التجريبية السابقة كمحصلة منطقية ورياضية لها. فالعالم أصبح من أخف وأبسط عناصره، إلى أكثرها تركيباً وتعقيداً وضخامة، تخضع للقوانين ذاتها. ثلاثة قوانين بسيطة وفق التالي:

- يستمر الجسم في حالة حركة منتظمة على خط مستقيم، ما لم يخضع لقوة.
- يتناسب تسارع الجسم مع القوة المسلطة عليه.
- لكل فعل رد فعل يساويه بالشدة ويعاكسه في الاتجاه.

القانون الأول: ليس سوى إعادة توكيد لملاحظة غاليليو المضادة لمذهب أرسطو، ويسمى بقانون العطالة.

أما القانون الثاني: فيعتبر أغنى قوانينه الثلاثة، لأنه يسمح لنا بحساب مسار جسيم خلال منطقة توجد فيها قوى مؤثرة في الجسيم. وعندما تُدفع قوة من الخلف، فإننا نسير بسرعة أعلى بنفس الاتجاه، وعندما تُدفع من الأمام، فإن حركتنا تتباطأ، وإذا دُفعت من جانبه، فإننا ننحرف بالاتجاه الذي تدفعنا القوة فيه، فيكتب القانون بصيغة أن القوة تساوي حاصل ضرب الكتلة بالتسارع، فإذا كان لدينا قوة مُعطاة، فإن التسارع يكون كبيراً عندما تكون الكتلة صغيرة، ويكون صغيراً عندما تكون الكتلة كبيرة. بعبارة أخرى، تشير الكتلة العطالية الكبيرة إلى استجابة ضعيفة، والعكس بالعكس، فتتحدد القوة بدلالة الكتلة، والكتلة بدلالة القوة. ولما كان التسارع هو المعدل الذي تتغير فيه السرعة، فمن المحتمل أن تُحبّذ وجود طرقة مدفونة في قانونه، هدفها التنبؤ بمسار جسيم خاضع لقوة معطاة، يمكن أن تتغير من مكان لآخر، وتأخذ قيماً مختلفة فن أوقات مختلفة، وبالتالي إذا عرفنا مكان جسيم – أو حتى مجموعة من الجسيمات – في زمن معطى، فبإمكاننا، من حيث المبدأ التنبؤ بمكان وجوده، وإلى أين هو ذاهب في أي وقت لاحق، وهذا التنبؤ الافتراضي، يعتبر واحداً من أهم استنتاجات الميكانيك الكلاسيكي عبقرية.

أما القانون الثالث في الفعل ورد الفعل: فأهميته تتجلى في أنه يستلزم قانون "انحفاظ" وهي دعوى أن شيئاً ما لا يتغير، فهو يوفر نظرة عميقة في تناظر النظم، وتناظرات الزمان والمكان. فإذا كان قانون نيوتن الثاني يمثل تقريراً لانحفاظ الطاقة، باعتباره نتيجة مباشرة لسلاسة الزمان، نجد أن القانون الثالث يعتبر نتيجة مباشرة لسلاسة المكان.

لقد جاءت هذه القوانين كصياغة نظرية تجمع صورة شمولية تشكل الأساس الفلسفي والفيزيائي للمبدأ الحتمي الذي يسيطر على العالم بدءً من السكتة القلبية، انتهاءً بظهور الإمبراطوريات وسقوطها. وبالتالي فإن الخضوع للقوانين الفيزيائية الكونية، هو قَدر كل الكائنات الحية وغير الحية على السواء، فكان الطموح الفيزيائي عندها يتمحور حول فهم الطبيعة فهماً نهائياً باكتشاف القوة الخفية التي كانت سبب ما يحدث، وبمجرد أن نعثر على هذه القوة، لم يعد للعالم مكان للإرادة الحرة أساساً، أو الحب، أو الكره، أو الاختيار، إذ يقول نيوتن:" إن صغيرات الجسيمات المادية تتماسك اليوم بأشد التجاذبات، وتؤلف جسيمات أكبر بفاعلية أضعف، كما أن عدد من هذه الجسيمات الأكبر يمكن أن تتلاصق وتؤلف جسيمات أضخم تتماسك بمزيد من الضعف، وهكذا دواليك في تواليات شتى إلى أن تنتهي هذه السلسلة في أضخم الجسيمات التي تتناولها العمليات الكيماوية التي تتعلق

بها ألوان الأجسام الطبيعية والتي تؤلف بالتماسك أجساماً ذات حجم محسوس. وبناءً على ذلك، فإنه يوجد في الطبيعة قوى قادرة على أن تجعل جسيمات الجسم تتلاصق معاً بقوى تجاذب شديدة جداً ومن وظيفة الفلسفة التجريبية أن تكتشفها". تمثل هذه العبارة جوهر الفكرة التي سادت خلال فترة سيادة الفكر الوثوقي الفيزيائي، حيث صورة الجسيمات التي تؤثر في بعضها بواسطة قوى معينة إحداها هي الثقالة، وبمعرفة أماكن وسرعات هذه الجسيمات في أية لحظة، ومعرفة حساب القوى المتبادلة فيما بينها، يستطيع المرء أن يستخدم قوانين الحركة للتنبؤ بأمكنة الجسيمات في أية لحظة لاحقة.

لقد استطاعت تصورات علماء الفيزياء الكلاسيكية بتأثير نيوتن، أن تقدم فيزياء سهلة بالإطار العام، لكن إذا ما تتبعناها في التفاصيل نجدها فيزياء معقدة من الناحية الابستمولوجية، فمن جهة أولى، يبدو العالم أبسط لأن نيوتن قدم الأسس العامة لتحليل كل حركة، فجاذبية الأرض مثلاً تحني جاذبية القمر الذي يحني بدوره جاذبية الأرض، لكن القمر يعاني انحناء أشد، لأن مادته أقل نسبة من مادة الأرض. والأمر نفسه يمكن تعميمه على حركة الأرض حول الشمس، وحركة الأجرام كلها في السماء، حيث استندت وسائل نيوتن الرياضية على عقيدة راسخة تقول أن الحركة استمرارية مهما كان نوعها، وأنه بالإمكان تقسيمها إلى أجزاء، وهذه الأجزاء يمكن أن تدرس كلاً في حينه، إذ أن كل جزء يتبع قانوناً صارماً.

ولكن من جهة أخرى، يبدو العالم أكثر تعقيداً، لأن له أجزاء عديدة جداً تؤلف مجموعها العالم كله، ولا يوجد شيء موضوع خارج العالم، وإذا ما لاحظت أن حركة ما انحرفت عن تلك القوانين، فما ذلك إلا لأن جسماً آخر حولها أثر فيها، وبالتالي يغدو العالم آلة ضخمة معقدة متقنة الصنع، بحيث يمكننا أن نتنبأ بالمسار المستقبلي لجسم متحرك، وأن نعرف مساره في الماضي إذا ما علمنا ظروفه الحاضرة والقوى المتسلطة عليه، ومن خلال ذلك يمكننا التنبؤ بالمسارات المستقبلية لكل الكواكب، على اعتبار أن القوى الفاعلة فيها هي واحدة وهي قوى التثاقل النيوتونية التي تتعلق بالمسافة فقط.

فتم بذلك اختزال المادة إلى مجموعة قوانين بسيطة وعامة تشمل الكون كله، على اعتبار أن ما ينطبق على الكل الكوني ينطبق على الجزئي، بما في ذلك الذرات، فكل الظواهر يمكن أن تفسر بفعل قوى الجذب والتنافر، والقوانين الميكانيكية التي تنظم حركة سقوط الحجر نحو الأرض، هي نفسها التي تتحكم في حركة دوران القمر حول الأرض. فتصبح الطبيعة عبارة عن آلة محكمة تسير وفق قوانين زمانية مكانية. وفي توصيف هذا السير يمكننا أن نضرب صفحاً عن الإنسان ومداخلاته، على اعتبار أن العنصر الذي كان يعتبر ثابتاً في تحول الظواهر هو المادة التي لا تتبدل في كتلتها والقابلة للحركة بفعل القوى المؤثرة عليها. إن تصور العالم في هذه الفيزياء كان بسيطاً قائم على أساس اعتباره مكون من ذرات تؤلف جوهر المادة الثابت اللامتغير، هذه الذرات تتحرك في المكان والزمان وتولّد بترتيبها وحركتها المظاهر المتنوعة من العالم المادي المحسوس.

وإذا كان الفلاسفة اليونان يقولون بأن الكل الملحوظ يفوق أجزائه، فإن عصر الفيزياء التقليدية وبتأثير مباشر من نيوتن، كان يرى بأن الكل يساوي مجموع أجزائه بالضبط لا أكثر ولا أقل، وبالتالي يمكن فهم الكل من الجزء، حيث لا يوجد أي قطع مفقودة، وبالإمكان حساب كل ما يمكن قياسه انطلاقاً من مفاهيم الانحفاظ،

كالكتلة المنحفظة، والمادة المنحفظة، والاندفاع المنحفظ، والطاقة المنحفظة، وبالتالي الكون المنحفظ الباقي هو هو لا أكثر ولا أقل.

لقد وضع نيوتن صيغة قانون الثقالة في كتابه الشهير "المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية". وبقي هذا الكتاب أعظم ماُ كتب من الأعمال العلمية في الفكر الفيزيائي التقليدي وأشدها تأثيراً على الإطلاق. لقد صاغ نيوتن كتابه على شكل سلسلة من البديهيات والبراهين بكلمات مكثفة جداً، فهو ليس من الكتب التي تسهل قراءتها، ويذكر أن نيوتن كان يسير في الشارع فمر به طالب قال معلقاً "هذا هو الرجل الذي يؤلف كتاباً لا يفهمه هو، ولا غيره". وسبب تكثيف الكتاب يكمن في أنه عبّر من خلاله نيوتن على الصورة الفلسفية لمفهوم الحتمية في الفيزياء والكون المادي، فتحدث عن صانع ماهر صنع العالم وتركه يجري وحده وفقاً لجميع الأعمال الديناميكية التي تخضع لقانون الثقالة، هذا ما نفهمه بالضبط من قوانين نيوتن الثلاثة التي قدمها في كتابه المذكور بخصوص العطالة والقوة والتسارع والفعل ورد الفعل، إذ أراد أن يقول أن العالم بسيط في جوهره، ثابت في قوانينه، وهو التصور الذي استطاع أن يسود خلال القرنين السابع والثامن عشر.لقد اعتبر القوة(الثقالة) هي خاصية جوهرية في المادة التي تمتلكها كل الأجسام في العالم المادي، فتكون قوة الثقالة معتمدة حصراً على كمية المادة التي يحويها الجسم، وأي شيء من أصغر الذرات حتى بأكبر النجوم، يخضع لهذا القانون الثابت. إن القوانين الرياضية تربط جسيمات المادة بعضها ببعض فلا فوضى فيها. فأراد بذلك الجمع بين الفيزياء والفلك في علم مستقل يعالج حركة المادة، ووضع قوة الثقالة في الفراغ،فحقق بذلك حلم فيثاغورس وكوبرنيكوس وكبلر وغاليليو وغيرهم.ومع أن نيوتن كان غير قادر على اكتشاف السب الحقيقي لوجود قوة الثقالة نفسها، فإن القوانين التي صاغها تعطي برهاناً مقنعاً بأننا نعيش في كون يخضع لنظام محدد يمكن معرفة قوانينه.

وعلى الرغم من تصادم تصورات نيوتن مع تصورات بعض كبار فلاسفة وعلماء عصره، كلايبنتز وهويجنز (162 – 1695)، إلا أن مفاهيمه عن الزمان الكلي المطلق الخطي المستمر، والمكان الكلي المطلق الاقليدي ذي الأبعاد الثلاثة المطلقين، كانا عملياً هما المقبولين السائدتين خلال القرن الثامن عشر لأسباب يعود معظمها إلى نجاح الميكانيك النيوتوني الذي أثر في نتائجه على تصورات العلماء والفلاسفة على السواء.

2- **النظريّة النسبيّة**

تحدث الفيزيائي الشهير ماكس بورن عن نظرية النسبية قائلاً: "هي أعظم إنجاز حققته البشرية في فهم الطبيعة، وهي أعظم تركيب مذهل جمع بين النظرية الفلسفية الثاقبة، والإلهام الفيزيائي، والمهارة الرياضية". لقد استطاعت النظرية النسبية في الواقع الجمع بين ثلاثة أبعاد مكانية وآخر زمانيا بطريقة رياضية، مكونة فضاء رباعي الأبعاد ومتعدد الجوانب، وذلك بدوره أحدث تبدلاً عظيماً في الفكر النظري والفلسفي، حيث أخذت الفلسفة الحديثة تبتعد عن فلسفة كانط، ابتعاد الفيزياء الحديثة عن فيزياء نيوتن. والواقع أن استعمال النظرية النسبية – لا سيما النسبية العامة – لم يكن متعلقاً بمعطياتها التجريبية وحدها، ولا بمزاياها الأصيلة أيضاً، بل بمزيج متشابك من النظرية والتجربة، إذ اعتمدت على التفسير العقلاني والتجريبي للحوادث.

لقد انطلق أينشتاين – المؤسس الأوحد للنظرية النسبية – من قانون العطالة الذي عممه للحديث عن مبدأ النسبية الغاليلي الذي تم تعميمه بدوره لتأسيس مبدأ النسبية المحدودة، وبهذا العمل يكون أينشتاين قد واصل الطريق في الميكانيكية دون أن يعارض الكهرطيسية، وقد انطلق أينشتاين في نظريته من مجموعة من المصادرات الأساسية التي يقوم على أساسها تفسير الكون المادي، مصادرات لم تخضع لأي من قوانين نيوتن في الحركة، بل سوف تعرّض تلك القوانين للإحراج والقصور بعد أن كانت هي الرائدة في كافة المجالات. ذلك أن رجال العلم في هذا العصر الذي نتكلم عنه، كانوا قد تخلوا لمدة طويلة عن وجهة نظر بيكون القديمة القائلة أن النظريات العلمية يجب إنشاؤها من خلال رصد الطبيعة بحياد وأناة . ومن الواضح جداً أن أينشتاين لم يضع نظريته النسبية العامة من خلال تفكيره بمعطيات الأرصاد وحدها. فقد كان عالماً نظرياً يدرك أهمية الحدس المبدع في الفكر ودور ذلك في فهمنا للواقع، فنراه **يؤكد على الدور الهام الذي يلعبه الحدس والفكر الاستنباطي في نمو علم من العلوم المضبوطة،** ويرى أن المبرر الوحيد لوجود النظرية هو أنها تنظم عدداً كبيراً من المشاهدات المفردة في رؤيا واحدة، وفي هذا الأمر بالذات يكمن صدقها ."ففي مقابل نيوتن الذي لا يثق كثيراً بالفرضيات، أكد أينشتاين على فكرة أن الفيزيائي لا يتوصل إلى نظريته إلا عن طريق التأمل الفكري، ونتائج البحث العلمي في طريقته، لا تذهب من الوقائع إلى النظريات وحسب، بل من النظريات المفترضة إلى الوقائع والمعطيات التجريبية، ومن هذا المبدأ انطلقت الفيزياء الحديثة عندما رفض هايزنبرغ تماماً إمكانية التخلي عن التأمل الفلسفي في الفيزياء.

والملمح الأهم للنسبية من وجهة نظر ابستمولوجية، هو أنها أعادت الاعتبار للمنهج الاستنباطي التأملي، بحيث يمكننا وضع تلك النظرية في إطار النزعة العقلانية، حيث انطلقت النسبية الخاصة من مبدأين أساسيين هما مبدأ: **النسبية الخاصة، ومبدأ استمرار سرعة الضوء**، وبعد هذين المسلمتين تم استنباط عدة نتائج تخص الزمان والفضاء والكتلة . أما النسبية العامة، فقد تأسست على ما أسماه أينشتاين بمبدأ "النسبية العامة" ومن خلاله استنتج مفهوما جديدا للجاذبية، وتصوّرا جديد للزمان والفضاء الهندسي اللاإقليدي. هذا النسق الاستنباطي يتطابق تماماً مع مجموعة المفاهيم المجردة المكونة للنسق العلمي الحديث، ويمكن إبراز هذا الأمر عن طريق المقارنة بين هذا المضمون التجريدي، ومضمون محتوى الفكر النيوتوني الذي رغم من انطلاقة من مفاهيم رياضية، فإنه يبدو أقل اعتماداً على التجريد والاستنباط، وأقرب إلى الحس الاستقرائي السليم، فعلى سبيل المثال: نجد أن مفهوم – التزامن والآنية– كانا في فيزياء نيوتن أمرين بديهيين، فخلصتهما فيزياء النسبية الخاصة من بديهيتهما ليصبحا نسبيين، يرتبطان بالنظام المرجعي حيث توجد الظاهرة موضوع الدرس. هذه النتيجة هزت الحس العام السليم، ورفعته إلى مواقع فكرية أكثر عقلانية. كذلك كانت المسافة عند نيوتن ثابتة، فأصبحت عند أينشتاين تتغير حسب نظام الإحداثيات المحدد لها، ما أدى إلى تشوش الحس المعتاد، لأن نيوتن ومعه كل الفيزياء التقليدية، أغفلوا البعد الزمني الذي يراه أينشتاين ضرورياً لفهم المادة والفضاء بشكلها الصحيح. وقد تضاعف التجريد والعقلانية في النسبية العامة عندما تخلت عن الهندسة الاقليدية المألوفة حسياً، لتستخدم هندسة أكثر تجريداً هي هندسة ريمن، وإحداثيات غاوس.

لذلك **يرى أينشتاين أن المنهج الاستقرائي التجريبي البحت غير مكتمل، لأنه يتجاهل دور الحدس والفكر الاستنباطي في تطور العلم الصحيح**، ثم يصر بضرورة الأخذ بالأسلوب الاستنباطي في الفيزياء عامة، والنسبية على وجه الخصوص، دون التغاضي بالطبع عن دور التجريب والاستقراء التي لم تنفها النسبية بحال، وإن قللت بالإجمال من الأهمية التي كانت تعطيها إياها الفيزياء التقليدية .بل ما أرادته هو توسيع المجال التجريبي الذي أصبح يضم كافة أنواع الحركات، **ويتسع للأحداث الأرضية والسماوية معاً**. وقد كان أينشتاين في الواقع على يقين من أن المفاهيم الأساسية للفيزياء التي تتمتع بصفة المقولات بالنسبة للعلم، لا تشتق إطلاقاً من التجربة، بل هي إبداعات حرة للذهن، وبدلاً من الاستنتاج بأن الأفكار الأساسية للفيزياء قابلة للمراجعة لأنها خاضعة لحكم التجربة، وهو ما كان سائداً في التصور العلمي التقليدي، نجد أن أينشتاين يستخلص القيمة المناقضة، فإلى جانب مفاهيم أو فرضيات مفيدة تستمد شرعيتها من التجربة، يكون الذهن أيضاً قادرا على تصور مفاهيم وفرضيات لا تُستلهم مباشرة من التجربة، بل تكون صحيحة منطقياً، كما هي الفكرة المطابقة عند اسبينوزا.

ومن هذا التصور الجديد ربطت النسبية مبادئ الزمان والمكان القديمين، بتركيب عام مزجي وجدلي هو **(الزمكان) الذي اخترعه أينشتاين متأثراً بالعالم الروسي الكبير مينوفسكي، وجعل عالم الحوادث أو الإحداثيات رباعي الأبعاد**، ومن خلاله أصبح يُنظر للعالم وحوادثه من خلال أربعة أبعاد، ثلاثة منها مكانية وواحد زماني، هذا الزمكان هو مجموع المفهومين، فهو لا يتجزأ بطريقة مطلقة إلى مكان وزمان، بل إن المظاهر تتغير بتغير النظام الذي نشاهد منه الأحداث، كما تتغير أشكال المنظر الواحد بتغيير الأمكنة التي نشاهده منها، فكل مشاهد في كل لحظة من لحظات زمنه الخاص يعمل مقطعاً مكانياً في الزمكان، والحادثتان الواقعتان في المقطع تكونان متواقتين بالنسبة إليه، لكنهما لا تكونان معاً أبداً في مقطع آخر بالنسبة إلى مشاهد يتحرك بالنسبة للأول، فهما إذاً ليستا متواقتتين بالنسبة للآخر. **وعليه فإن النسبية تلغي فكرة المطلق في الآنية في الفضاء، وبذلك تنفصل عن تيار الفيزياء التقليدية.** فنحن نعرف على سبيل المثال: أن غاليليو تحدث عن وحدة السرعة في الفضاء وفق ما يسمى بمبدأ (نسبية الحركة) الذي ينص على أنه إذا كانت قوانين الميكانيك صحيحة في مرجع ما، فإنها صحيحة حتماً في أي مرجع آخر متحرك بالنسبة له حركة مستقيمة منتظمة، أي أن أي حادثة تقع على جملة ما ساكنة، وفي لحظة معينة، فإن مراقب في جملة أخرى متحركة سوف يلاحظ هذه الحادثة مباشرة دون أي تأخير زمني، فالحوادث في الزمان تنتقل آنياً، ولا حدود لسرعات نقل المعلومة، وعليه يكون التزامن مطلقا في هذه الفيزياء، وهنا نلاحظ أن نسبية غاليليو وإن كانت تتطابق مع نسبية أينشتاين الخاصة بمسلماتها الأولى، إلا أنها تتعارض معها بصورة واضحة بالنتائج، حيث وضع أينشتاين سرعة حدية لنقل المعلومة هي (سرعة الضوء) ونراه يشدد على المسلمة القائلة بأن **سرعة الضوء واحدة وثابتة في كافة المراجع**، وحيث أن سرعة الضوء محدودة، وبالتالي فإن المعارف في العالم ليست آنية، وعليه يغدو تصور غاليليو في عملية حساب جمع السرع لا يصلح للأجسام المتحركة بسرعات كبيرة قريبة من سرعة الضوء. ورغم أن هذا التصور – محدودية سرعة الضوء – كان مقرراً إلى حد ما لدى علماء الكهرطيسية السابقين، نجد أن أينشتاين استطاع أن يخلص هذا التصور من رواسب الميكانيكية، كفرضيات الأثير والفضاء المطلق. لذلك يمكننا النظر

لفكر أينشتاين من المنظور الابستمولوجي أنه كان امتداداً تجديدياً وإصلاحياً للفكر التقليدي في الفيزياء، أكثر مما يعبر عن قطيعة كاملة مع هذا الفكر، حيث استوعبت النسبية النظريات الكلاسيكية وأضافت إليها مفاهيمها الخاصة المتعلقة بالسرعات الكبيرة، إذ صرح أينشتاين بأن النسبية الخاصة قد تبلورت من دراسة الضوء والديناميكا الكهربائية، وهي لم تغير النتائج النظرية في هذين المجالين، لكنها بسطت إلى حد بعيد البناء النظري المتمثل في اشتقاق القوانين، كما جعلت نظرية ماكسويل ولورنتز مُرضية بشكل جعل علماء الفيزياء على استعداد لقبولها.

والأمر نفسه ينطبق على ما قامت به النسبية بخصوص الكتلة، فقبل النسبية، كانت الفيزياء تسلم **بقانوني حفظ الطاقة والكتلة، وكان هذان القانونان يبدوان مستقلين عن بعضهما البعض تمام الاستقلال، وقد استطاعت النسبية أن تدمجهما في قانون واحد،** فالخواص الهندسية للمكان ليست مستقلة عن المادة، بل إن المادة هي التي تحدد هذه الخواص، وعلى ذلك فإنه لا سبيل لنا إلى دراسة البناء الهندسي للكون ما لم يتوافر لدينا مقدماً معرفة حالة المادة فيه كأساس لأي دراسة في هذا المجال. ومن هذا المنطلق رفض أينشتاين رفضاً قاطعاً مفهوم المكان المطلق التقليدي، مؤكداً على أنه لا سبيل إلى معرفة الحقائق بشكل أفضل إلا بأن نحذف أولاً، وقبل كل شيء، تلك الكلية الغامضة التي هي المكان، والتي تقضي الأمانة أن نعترف بأننا لا نستطيع أن نكون عنها أدنى فكرة، وقد وضع بدلاً عنها مفهوم الحركة بالنسبة إلى مجموعة إحداثيات، وهي فكرة يمكن الاعتماد عليها في الوصف الرياضي بحيث يغدو مسار أي حدث، ليس مثل مسار مستقل الوجود، إنما كل ما هنالك هو مجرد مسار نسبي بالنسبة إلى مجموعة إحداثيات خاصة. ومن نفس المنطلق، رفضت النسبية مفهوم مسلمة الزمان المطلق الآني، فالحوادث الآنية بالنسبة لراصد ساكن، مختلفة وليست آنية بالنسبة لراصد يتحرك بسرعة قريبة من سرعة الضوء، ولهذا فإن لكل راصد مجموعة إحداثيات لها زمنها الخاص، وما لم نحدد مجموعة الإحداثيات التي حددنا إليها بالنسبة لها زمن أية حادثة، فليس هناك أي معنى لهذا التحديد الزمني.

بذلك قدمت لنا النسبية تصوراً جدلياً جديداً للمادة، بدمجها مفهومي الزمان والمكان، حيث يتفاعل الفكر الرياضي مع الواقع المادي في جدلية يعبر عنها مفهوم جديد دخل في السياق اللغوي للفكر هو" الزمكان " النسبوي، وعلى خلاف تصور نيوتن الميكانيكي، نجد أن الزمكان تصور تحددت معالمه كنظام فكري رياضي استنتاجي له كيانه، فالزمكان ليس مجرد ساحة تلعب فيها الطبيعة ألعابها، بل هو أحد الداخلين في اللعبة، ومعنى ذلك أنه توجد قوانين ميكانيكية للزمكان ذاته تحكم تغيراته دون أن تصب فيه، وبالتالي لم تعد النظرة إلى الزمان والمكان نظرة إلى وعاء لامادي مستقل عن المادة و العالم، بل أصبحا يشكلان جزءاً من المادة الكونية إن صح التعبير، حيث تخبرنا النسبية العامة أن الزمكان يتأثر بالقانون الكوني فيتقوس بتأثير الجاذبية، كما تمدنا بالوصف لكيفية تحرك الأجسام في وجود المجال التجاذبي من خلال فكرة تقوس الزمكان. وللمقارنة نجد أن الزمان كان في النظرية التقليدية يدخل ضمن عبارة المسافة التي تحسب بجداء السرعة النسبية في الزمن، حيث تختلف المسافة من وجهة نظر لأخرى، مع التسليم بأن الزمان واحد في جميع وجهات النظر باعتباره الوعاء الذي تصب فيه الحركات و المسافات الميكانيكية، في حين أن الزمن عند أينشتاين هو نفسه نسبي لا يدخل وحسب ضمن عبارة المسافة النسبية، بل إن المسافة النسبية تدخل أيضاً في عبارة الزمن، فالعلاقة جدلية.

ولعل ما قاد الفيزياء النسبوية إلى ما وصلت إليه بعيداً عن الفيزياء التقليدية، يتمحور حول الثابت الذي انطلق منه أينشتاين وهو "ثابت سرعة الضوء" الذي يعتبر علامة مميزة تنطلق منها كل صيغ فيزياء النسبية واستنتاجاتها الفلسفية، ومن خلاله قوضت التصور التقليدي المطلق للزمان والمكان، فالظواهر كلها تحدد وتنشأ من ثبات سرعة الضوء في الخلاء بالنسبة لجميع المراقبين الذي يتحرك أحدهما بالنسبة للآخر بسرعة ثابتة وفق خط مستقيم، هذا التصور لثابت كوني يعني عند أينشتاين أنه لا المكان ولا الزمان يشكل كيانا مستقلا ومطلقا. بمعنى آخر تتوقف المسافة الكونية المكانية والمدة الزمنية بين حادثتين، على حالة الراصد الحركية بالنسبة إلى الحادثتين، فقد يبدو الحادثان لأحد الراصدين متزامنين في حين يبدو لراصد آخر أن أحدهما وليكن (أ) يسبق (ب)، وقد يبدو لراصد ثالث بأن (ب) تسبق (أ (، وعلاوة على ذلك فإنه قد تختلف المسافة بين الحادثتين عند كل راصد عما عند الآخرين، لذلك كان ثبات سرعة الضوء أحد أهم أركان النظرية التي أشادها أينشتاين.

وبسياق متصل، **قدمت النسبية مفهوماً جديداً عن الأطوال والميقاتية** ضاربة عرض الحائط البداهات العقلية السائدة، فقدمت أفكار ثورية جديدة لا على أنها شر لا بد منه، بل لأن مفاهيم هذه النظرية فرضت نفسها من تلقاء نفسها على الفكر. فرغم أن الفيزياء التقليدية كانت تفترض دوماً أن إيقاع الميقاتية المتحركة لا يختلف عن إيقاع الميقاتية الساكنة، وأن طول العصا المتحركة لا يختلف عن طول العصا الساكنة، فإن النسبية بانطلاقها من ثابت سرعة الضوء، تقول أنه إذا كانت سرعة الضوء هي نفسها ثابتة في كل المراجع، وكانت هذه الفرضية صحيحة، فلا خيار لدينا سوى إعادة النظر في هذين الافتراضين، حيث المفاهيم القديمة تصبح مفاهيم اعتباطية، وإلا – وحسب قول أينشتاين – لماذا نقبل حتى الآن بوجود زمن شامل مطلق ينساب بسرعة واحدة لدى كل الناس في كل المراجع؟ ولماذا نقبل بأن المسافات لا تتغير بالحركة؟ فالزمن يقاس بالميقاتيات والأحداث المكانية بالمساطر وقد تتعلق نتائج هذه القياسات بحالة هذه الأدوات من حيث السكون والحركة، وليس ما يحمل على الاعتقاد بأنها سوف تتصرف دوماً كما نتمنى، وإن الرصد اللامباشر لظواهر الحقل الكهرطيسي تشير إلى أن الحركة تغير إيقاع الميقاتيات وأطوال الأشياء، حيث يظهر أن لا مناص لنا من أن نقبل بزمن نسبي وطول نسبي خاص بكل مرجع على حدة.

بتلك الثورية في المفاهيم، أعادت النسبية إلى حد ما الاعتبار للتصور الديكارتي للمكان، فهو يقر طبقاً لنظريته في الثقالة أن المادة تحدد خصائص الفضاء، بحيث يكون تحديد بنية الكون مرتبطا بهذه الأخيرة، وبالتالي فإنه –وفقاً لأينشتاين– لم يخطئ ديكارت كثيراً حين أصر على عدم وجود الخلاء الفضائي التام، لكن زلته الوحيدة تتمثل في أنه اعتبر الأجسام الصلبة فقط مكونة للعالم دون إدخال فكرة المجال الكهرطيسي في حساباته. وبالتالي نجد أن أفكار أينشتاين في النسبية أكثر تقاطعاً مع أفكار ديكارت المادية، من أفكار نيوتن الفيزيائية، لا سيما في تصور الزمان والمكان إذ يقول :"يبدو لنا الفضاء كأنه وسط غير محدود، أو وعاء تهيم فيه الأجسام المادية سابحة، ولكن أصبح الآن لزاماً علينا أن نتذكر بأن هناك عدد لا حصر له من الفضاءات التي تتحرك بالنسبة إلى بعضها البعض، وتصور الفضاء باعتباره شيئاً موجوداً موضوعياً ومستقلاً عن بقية الأشياء هو تصور يرجع إلى ما قبل العلم، بخلاف فكرة وجود عدد لانهائي من الفضاءات تتحرك بالنسبة

لبعضها البعض". بذلك أعاد أينشتاين صياغة أفكار ديكارت بطريقة أكثر قبولاً، إذ استبدل فكرة ديكارت الرافضة لوجود فراغ في الفضاء دون مادة، بفكرة تقول إنه لا يوجد في الفضاء مكان خال من المجال الفيزيائي أو الحقل.

ومن جهة أخرى استطاعت تعديلات أينشتاين أن تلغي مفهوم الهيولى عديمة الوزن، مقدمة تصوّرا بديلا للطاقة على أنها شكل من أشكال المادة، وبالتالي أصبحت العلاقة متبادلة بين الطاقة والمادة، فكل طاقة تُقاوم تغير الحركة، وكل طاقة تتصرف تصرف المادة، وقطعة الحديد مثلاً يزداد وزنها عندما نسخنها لأنها تكتسب طاقة حرارية، وأشعة الشمس المنتشرة في الفضاء تتمتع بكتلة لأنها تمتلك طاقة إشعاعية، وعلى هذا فإن الشمس وكل نجوم الكون تفقد من كتلتها بالإشعاع، بذلك استطاعت النسبية أن توحد بين مفهومين متمايزين في تصور الفيزياء التقليدية التي فصلت بين ماهيتين متمايزتين هما: المادة المشبعة بالثقل، والطاقة الخالية منه، فتحدثت عن ثنائية للانحفاظ هما انحفاظ المادة وانحفاظ الطاقة، في حين جاءت النسبية بتصور توحيدي بين المفهومين، فألغت تلك الثنائية مؤكدة على عدم وجود فرق أساسي بين الكتل المادية والطاقة، حيث أن لكل طاقة كتلة تمثل بدورها طاقة.

النزعة الحتمية في النظرية النسبيّة

لقد قدمت النسبية فكراً عدلت من خلاله الأسس الفلسفية العميقة لفهم العالم وتفسيره، فقدمت تجديداً ابستمولوجياً كانت الفيزياء التقليدية بأشد الحاجة إليه، لكنها رغم ما قدمته من تعديلات ثورية على الفيزياء التقليدية وتصور المادة، ظلت أمينة للإرث الفلسفي التقليدي، وبشكل خاص فكرته الراسخة عن الحتمية في الفيزياء، فنجد بالإطار العام أن أينشتاين ظل حبيس التيار الميكانيكي الحتمي للفلسفة التقليدية والفيزياء الناتجة عنها، إذ أدخل سرعة الضوء كنموذج حدي للعالم، ومن خلال ذلك قدم حتمية جديدة ذات أساس أكثر متانة و شمولاً من سابقتها النيوتونية، ورغم أن النسبية استطاعت أن تجمع كل أشكال مصونية الطاقة، والكتلة، وشمولية القوانين الكونية، في بناء واحد متماسك لا يتجزأ. فقد بقيت قوانين ومعادلات ماكسويل في الحقل صامدة وظافرة في النظرية النسبية دون أي تعديل، فكل قوانين الفيزياء تحافظ على شكلها في كل الجمل العطالية، باعتبار أن سرعة الضوء هو الثابت الكوني بالنسبة إلى كافة المراقبين من أية جملة عطالية متحركة كانت أم ثابتة. ومن هنا أيضاً يمكن اعتبار النسبية نموذجا معرفيا معدِّلا للنظريات الفيزيائية التي تتناول المادة نظرياً، فجرى من خلالها تحويل مفاهيمنا الراسخة.

وحين نسمع أن النسبية قد طردت المطلق نهائياً من العلم، علينا ألا نأخذ بهذا القول بمعناه الحرفي، فالنسبية ألغت بعض أشكال الميكانيكية الميتافيزيقية كالهيولى، والآنية، والأثير، والمكان والزمان المطلقين، لكنها لم تطرد من قاموسها الفلسفي إلا ما اعتبرته مزيفاً في التصور الحتمي للعالم، لتضع بدورها مطلقات أخرى اعتبرتها أكثر رسوخاً وتعليلاً للأحداث، وأكثر عمقاً لفهم العالم وتفسيره. فنجد أينشتاين يتحدث عن الزمان والمكان كواجهتين لكل أكبر هو الزمكان، حيث يفقد كل من المكان والزمان استقلاليتهما بمفردهما، والمزج بينهما يأخذ معنى جوهريا لا يظهر لو أخذنا كل من العنصرين المكونين للزمكان على حدة، فحين يحرك جسم متحرك من حالته الحركية، فإن علاقة الزمان بالمكان تتغير، مما ينتج عنه تغييرٌ في طريقة تصورهما، ولكن

لما كان الفضاء بمعناه الزماني والمكاني هو تكوين لكل أعمّ وأشمل، فإن الزمكان ذاته يتحول إلى مفهوم ثابت في خواصه، حتى بالنسبة للأجسام المتحركة بطرق مختلفة، ورغم أن الزمان يظل فيزيائياً متميزاً عن المكان، إلا أنه يوجد رباط وثيق يربطه بأبعاد المكان الثلاثة، وبدلاً من تصور الجاذبية كقوة، كما كان يراها نيوتن، تصور أينشتاين الثقالة كتقوس أو التواء في الزمكان، فتغيرت معه النظرة الآلية للمادة والفضاء من علاقة قوى في المكان، إلى علاقة تأثير وتأثر في الزمكان. حيث تم التعامل مع الزمكان كنظام رياضي له كيانه، باعتباره ليس مجرد ساحة تلعب فيه الطبيعة ألعابها، بل هو أحد الداخلين في صميم اللعبة، حيث توجد قوانين جوهرية تحدد صيغ الزمكان نفسه، هذا الزمكان الذي خضع في النهاية لمجموعة من الدساتير الشاملة التي يمكن من خلالها إعادة قراءة العالم من جديد. فالعالم وفق النسبية، بنية زمكانية قابلة للفهم والتفسير، من خلال القوانين الفيزيائية، وهذا ما جعل أينشتاين يخالف الفكر الاحتمالي الذي بشرت به الفيزياء الكمومية، فنراه يقول في رسالة وجهها إلى الفيزيائي الشهير ماكس بورن – و هو من رواد الفكر الاحتمالي في فيزياء الكم –: "أنت تؤمن بإله يلعب النرد، أما أنا فأؤمن بقانون ونظام كاملين" من هنا نفهم سر الموقف المتحفظ الذي وقفه أينشتاين تجاه الطرح الفلسفي الاحتمالي والريبي لفيزياء الكم – الذي وللمفارقة لعب هو نفسه دوراً جوهرياً في صياغة أهم مفاهيمها دون أن يدري .– وقد ظل أينشتاين خلال الثلاثين سنة الأخيرة من حياته يبحث من دون كلل على ما يطلق عليه نظرية المجال الموحد، القادرة على وصف قوى الطبيعة في إطار شامل مترابط، ولم يكن أينشتاين عندها مدفوعاً بأشياء ترتبط غالباً بالمسلك العلمي، كمحاولة تفسير هذه أو تلك من البيانات التجريبية، لكنه كان مدفوعاً باعتقاد حماسي في أن الفهم العميق للكون قد يكشف عن أكثر عجائبه مصداقية، بساطة ومقدرة المبادئ التي تأسس عليها.

<u>من هذه المنطلقات الحتمية، لا نجد أن النسبية شكلت قطيعة ابستمولوجية مع الفيزياء التقليدية</u>، فإذا ما انتقلنا تاريخياً من فيزياء نيوتن إلى فيزياء أينشتاين، يمكن للمرء أن يتحول دون تناقض منطقي واضح بين مفاهيم التصورين، فيتحول من فيزياء نيوتن إلى النسبية بأن يضع مكان قوانين نيوتن التي تشمل علاقات بين متجهات ثلاثية الأبعاد، قوانين تشمل متجهات رباعية الأبعاد تتألف من ثلاثة أبعاد للمركبة المكانية، وبعد واحد للمركبة الزمانية، وعندها سيجد أن أهم ما يميز فيزياء النسبية هو اتساقها المنطقي الداخلي، وبساطة تركيبها الذهني والرياضي بالنسبة للفيزياء التقليدية، ليس المقصود هنا بالبساطة نوع الآلية التي تقاس بعدد المعادلات أو الرموز، بل ببساطة واتساق الأفكار، فنظريتا أينشتاين ونيوتن عن الثقالة مثلاً تنطويان على معادلات تعطينا القوى الثقالية الناجمة عن أي مقدار من المادة، وهي عند نيوتن ثلاث معادلات، في حين هي عند أينشتاين أربع عشرة معادلة، لكن ذلك بحد ذاته لا يمكن أن يعتبر مزية تتفوق فيها نظرية نيوتن على نظرية أينشتاين التي تعتبر في الواقع أكثر اتساقاً وجمالاً، وذلك بسبب بساطة فكرتها المركزية القائلة بتكافؤ الثقالة والعطالة، وهو الحكم الذي اتفق عليه رجال العلم جميعاً و كان من أقوى الأسباب في القبول المبكر للنسبية.

فلسفة الفيزياء
(الكلاسيكية نيوتن، النسبية انشتاين، الكوانتم ماكس بلانك)الجزء 02
محاضرة رقم 03

3- نظرية الكم (الكوانتم)

كانت نقطة انطلاق نظرية الكوانتا مع العالم ماكس بلانك، وعلى إثرها ظهرت ميكانيكا جديدة تختلف عن ميكانيكا نيوتن الكلاسيكية. وعلى إثرها كذلك طرحت عدة أسئلة أهمها على أي صورة ينتشر الضوء ؟ هل على صورة جسيمات (حبات)أم على صورة تموجات(سيال)؟ هل طبيعة الضوء هو الاتصال أم الانفصال ؟

لقد كان الرأي السائد إلى حدود نهاية القرن 19م أن تجليات الطاقة في مختلف الميادين تتم بشكل متصل ،فالطاقة الكهربائية تسري في الأسلاك بشكل متصل مثلها مثل أنواع الطاقة الأخرى،وهذا يعني أنه من الممكن تخفيض شدة التيار الكهربائي إلى أقصى حد دون أن يحدث أي انقطاع،ومثال ذلك الطاقة الحرارية،فلقد كان الإعتقاد السائد :أن درجة حرارة جسم ما يمكن رفعها أو خفضها بكيفية متصلة ،أي بكميات يمكن الزيادة فيها أو النقصان منها،دون التقيد بكمية محددة لا تقبل التجزئة،فظهرت بذلك النظرة الجسيمية للضوء la theorie corpusculaireوالتي تذهب إلى أن الضوء مكون من جسيمات ،لكنها فشلت في تفسير انعكاس الضوء على الأجسام،وانعكاس ضوء القمر،لكنها سرعان ما فشلت،لتظهر على إثرها النظرية الموجية مع كريستيان هوجينز الذي أعلن أن الضوء عبارة عن موجات،وهكذا تم استبدال الجسيمات بالموجات، فقُدّر لهذه النظرية أن تنتصر ،كونها تُشبّه الضوء بموجة تنتشر على صفحة الماء،بحيث يكون المصدر الضوئي مركز الذبذبة(الاهتزاز) الذي تتولد عنده الأمواج ،فتنتشر بعد ذلك في كل اتجاه.

بحلول القرن العشرين اهتمت الفيزياء الحديثة بالظواهر التي تقع على مستوى الذرات متحدية كافة الصعوبات التي وقفت في طريق الفيزياء الكلاسيكية،ومحدثة بذلك تغييرا كليا في التفكير خلال ثلاثين سنة مضت.

وكان للبحث الذي قام به ماكس بلانك عام 1899 دورا كبيرا في تصحيح الفيزياء الكلاسيكية حتى تتناسب مع الحقائق التي شاهدها في الإشعاع،حيث توصل ماكس بلانك إلى استحالة قياس إشعاع الجسم الأسود باستخدام مفاهيم الفيزياء الكلاسيكية ،وبيّن هذا البحث سبب عدم تحوّل كل طاقة الأجسام إلى إشعاع.

في نظريته حول الكوانتم يؤكد ماكس بلانك أن الإشعاع ذري في تركيبه مثل المادة مع اختلاف جوهري واحد،فهناك 92 نوعا مختلفا من ذرات المادة،ولكن أنواع الإشعاع المختلفة عددها لا نهائي،فالإشعاع ذا طبيعة موجية بالأحرى عند قوة معينة،ووجد أنه يمتنع بخصائص احتفظ بها مسبقا في ظواهر الميكانيكا الحرارية،حيث لاحظ بلانك أن الإشعاع ينبعث في وحدات منفصلة،وتسمى كل وحدة كمّا،وأن هذا الكم مقدار ثابت مهما اختلفت كتلة المادة أو كثافتها ،وأن الإشعاع ينبعث من المادة الإشعاعية في هيئة جزئيات لا موجات،لذا فالإشعاع من طبيعة ذرية جزيئية.

ومثال ذلك أننا حين نسخن جسما لدرجة حرارة عالية فإنه يتوهج ويبعث شعاعا أحمر ،وإذا زادت درجة الحرارة تحوّل لون الذهب إلى برتقالي ثم أصفر ثم إذا زدنا درجة الحرارة تحوّل إلى لون أبيض،فالثابت هو كم الطاقة الصادرة عن الذرة في الثانية الواحدة.

لقد اكد ماكس بلانك عام 1900 بأن الطاقة مثلها مثل المادة والكهرباء ، تظهر بصورة منفصلة متقطعة على شكل حبات أو وحدات تسمى كوانتومquantum والجمع كوانتا . فالكوانتوم هو أصغر كمية من الطاقة يمكن اطلاقها أو امتصاصها . وللتذكير إن النظرية الموجية سبق أن انتصرت مع ماكسويل عندما صاغ الفكرة في معادلاته الرياضية التي أثبتت أن الضوء عبارة عن موجات كهرطيسية . أما الآن فاكتشاف بلانك يفرض النظر الى الشعاع الضوئي بوصفه حبات من الطاقة تنتقل بسرعة . فهل يعني الرجوع مجددا الى النظرية الجسيمية ؟

تجربة الجسم الأسود

إذا سلطنا الضوء الأبيض(مركب من جميع أنواع الطيف السبعة) على جسم ما ، فإن هذا الجسم إما يعكس مجموع ذلك الضوء وإما يمتص ذلك الجسم بعض أشعة ذلك الضوء ويعكس الباقي . أما إذا كان الجسم يمتص اللون الأبيض بأكمله وبالتالي لا يكعس أيا منها ، ففي هذه الحالة يبدو الجسم مظلما ونسميه جسما أسود . فالورقة المصبوغة بأسود الدخان تمتص جميع ألوان الطيف ، ولذلك تبدو سوداء .

يمكن الآن أن نتصور جسما أسود يمتص بالكامل الطاقة الضوئية التي يصدرها هو نفسه مثل فران أحكم إغلاقه . فهو يصدر الطاقة الضوئية ويمتصها في آن واحد . انطلاقا من هذه المعطيات حول الفرن ، توصل العالم الانجليزي رايليغ RAYLEGH(1842-1912) إلى صياغة معادلة رياضية تفيد أن شدة الموجات الضوئية التي يطلقها الجسم الأسود تزداد بتواتر الشعاع، وهذا يعني أن كمية الأشعة في الجسم الأسود تتوقف على تواتر موجاتها .. تلك هي نتيجة استدلالية تعطيها معادلة رايليغ . لكن أثناء التطبيق وأثناء فحص أشعة الجسم الأسود فحصا تجريبيا تكون النتائج مخالفة . فالعلماء أصبحوا أمام مشكلة خطيرة تناقض النظرية مع التجربة ، فما العمل ؟

على الباحث والعالم في هذه الحالة أن يراجع نفسه ويراجع أوراقه أي يراجع أسس نظريته. وبالفعل راجع رايليغ مع مجموعة من العلماء معادلته ولم يجدوا أية ثغرة في النظرية. فمعادلة رايليغ مبنية أصلا على فكرة اتصالية الطاقة ، فلماذا لا يفترض العكس ؟

انطلق ماكس بلانك من فكرة الانفصال ، انفصال الطاقة واعتبر الضوء عبارة عن طاقة تسري على شكل كوانتوم أي وحدات لا تقبل التجزئة . وأخذ يبحث عن الكيفية التي تتوزع بها الطاقة الضوئية في الجسم الأسود رابطا هذا التوزيع بتواتر أشعته. ففي شروط معينة توصل ماكس بلانك الى نتيجة تتوافق مع معطيات التجربة . لقد لاحظ أن معادلة رايليغ تنسجم فعلا مع معطيات التجربة لكن في شروط. عندما يتعلق الأمر بالتواتر المنخفض، الشيئ الذي يدل على أن الحبات الضوئية لا تظهر أثرها في الموجات الطويلة ولكن التجربة تكذب معالة رليليغ عندما يتعلق الأمر بالأشعة ذات التواتر الشديد.

فقيمة الكوانتوم تزداد بازدياد تواتر الاشعاع . بمعنى أن قيمة الكوانتوم تتناسب مع التواتر ،(أي Q=hxf) حيث Q قيمة الكوانتوم و H عدد ثابت و f التواتر la frequence .

إن هذه المعادلة تثبت أن الطاقة عبارة عن جسيمات . فهل هذا هدم لنظرية رايليغ ؟ هل الكهرباء والصوت والمادة جسيمات ؟ أي هل طبيعتها هو الانفصال ؟

إنه انقلاب خطير أكدته معادلة ماكس بلانك . فعلى العلماء أن يتخلوا على كثير من المفاهيم والمنطلقات والمبادئ التي شيدوا عليها تصوراتهم وعلمهم طوال قرون مضت .

ففي الوقت الذي كان فيه بعض العلماء منشغلين بالجسم الأسود، كان علماء آخرين يدرسون ظاهرة أخرى ، ظاهرة تعرف بالضوئية الكهربائيةeffet photoelectrique . وملخص هذه الظاهرة هو أن الضوء يعطي كهرباء . تلك هي بالاجمال الظاهرة الضوئية الكهربائية. أما قوانينها فهي إذا سلطنا على صفيحة معدنية ضوء أقوى ، نحصل على عدد من اللاكترونات أكبر. لكن إذا غيرنا طول موجة الضوء المسلط على الصفيحة بحيث إذا استعملنا على التوالي أشعة x ثم أشعة فوق البفنسجية ثم الأشعة المرئية (ألوان طيف الشمس) أي إذا زدنا في طول الموجة وبالتالي في قوة الضوء ، فإننا نلاحظ أنه كلما زاد طول الموجة ،قل عدد اللاكترونات المنتزعة من الصفيحة . وهذا يعني أن ازدياد طول الموجة يؤدي الى انخفاض التواتر la frequence.

فكلما انخفض التواتر، انخفض عدد الكترونات وكلما زاد زادت . وهكذا إذا استعملنا أشعة x وهي ذات موجات صغيرة جدا وتواتر كبير ، اندفعت اللاكترونات بكثرة وبسرعة . أما إذا استعملنا الأشعة فوق البفنسجية (موجاتها أطول من موجات أشعة X) وهي ذات تواتر ضعيف فإن عدد اللاكترونات التي تنزع من الصفيحة سيقل . وهذا شيئ غريب ، والغرابة هو أن الشعاع

الضعيف ينتزع من الصفيحة المعدنية عددا كبيرا من اللاكترونات ، في حين أن الشعاع القوي لا ينتزع من الصفيحة أية من الكترونات.

فالنظرية الكوانتية تعتبر الضوء حبات من الطاقة وتقدم حلا كميا وكيفيا مقبولا وصحيحا لهذه الظاهرة . ذلك فلكي ينتزع الكترونا واحدا من الصفيحة في التجربة السابقة ، لابد من طاقة لابد من مجهود . وهذا المجهود أو الطاقة المطلوبة هو الحبة الضوئية (الكوانتوم) التي أطلق عليها أينشتين اسم "الفوتون"photon . فالظاهرة السابقة لا تفسها إلا نظرية الكوانتا القائلة إن الضوء عبارة عن حبات من الطاقة . أما النظرية الموجية فهي غير صالحة هنا تماما .

والنتيجة التي توصلنا اليها لحد الآن هي أن الضوء عبارة عن "وابل " من الفوتونات وأن الفوتونات هي كوانتوم – الوحدة للطاقة الضوئية – فمعادلة ماكسويل تؤكد تموج الضوء (الاتصال) والنظرية الكوانتية تؤكد أن الضوء عبارة عن حبات(الانفصال) .فما هذا التناقض ؟ نحن أمام مأزق . فالطبيعة تفرض على العقل قبول نقيضين في شيئ واحد وفي آن واحد هما الا تصال والانفصال . فكيف أن يكون الضوء متصلا ومنفصلا في آن واحد ؟

لقد توصل لوي دوبروي الى فكرة مفادها أن الظواهر الضوئية تتطلب في تفسيرها القول بالنظريتين ، الجسيمية والتموجية ، أي الاتصال والانفصال معا فالنظريتان كلتاهما تفسران كل على حدة جملة من الظواهر المعينة في شروطذ معينة. وهذا يعني أن التجربة تؤيدهما معا . ومن ثمة فلا مناص من الأخذ بهما واعتبار الضوء في آن واحد مؤلفا من أمواج وجسيمات .

إن نظرية الكوانتا أفرزت قيم ابستمولوجية جديدة في علم الفيزياء المعاصرة ، وبالتالي حطمت مجموعة من المفاهيم والتصورات كانت سائدة في الفيزياء الكلاسيكية ، وانعكس هذا التصور الجديد على الفلسفة الملازمة لهذه الثورة الكوانتية .

فنظرية الكوانتا تدرس سلوك عناصر نواة الذرة وتعطي تصورا جديدا للفيزياء المعاصرة . وهكذا انهارت ميكانيك نيوتن وظهرت مفاهيم جدية منها مبدأ اللاتعين لهيزنبيرغ ومبدأ اللاحتمية واللايقين وعلم الاحتمال وعلم الا حصاء .

مبدأ اللايقين عند هايزنبرغ

لقد قامت الفيزياء الكلاسيكية على مبدأ الحتمية،فطبقا لهذه الفيزياء تحدد قوانين الطبيعة الماضي والمستقبل وصولا إلى أدق التفاصيل،وكأن العالم شبيه بساعة بلغت حد الكمال .لكن مع تطور الدراسات الحديثة تخلى الفيزيائيون عن النظرة الحتمية للطبيعة،وتحول العالم من حتمية الساعة إلى الاعتماد على الصدفة،وهنا جاءت نظرية الكوانتم بتنبؤات إحصائية فقط،وإذا كان يُفترض في الفيزياء أن أن تتنبأ بدقة بما يمكن أن يحدث في الطبيعة ،ونظرية الكوانتم تحدد بدقة الاحتمالات ولا شيء غير ذلك،ويجد العالم المؤمن بالحتمية صعوبة في أن يتخلى عن الأمل في وجود حقيقة مبنية على الحتمية خلف الحقيقة

الكمية ،ولكن في الواقع أن نظرية الكوانتم قد أوصدت كل باب أمام الحتمية حيث يرى هايزنبرغ أنه لا يمكن قياس موضع الالكترون وحساب حرمته آنيا أي في الحظة نفسها بدقة عالية.

وفي عام 1925 تم اعتماد مبدأ اللاحتمية رسميا،فمبدأ هايزنبرغ الذي ينص على اللاتعيين أو اللاتحقق أي استحالة القياس المتزامن وتحديد اللانهائي لموضع وسرعة الجزء الكوانتي هو مبدأ ليس ابستمولوجيا فحسب كما يبدو للوهلة الأولى بل هو مبدأ انطولوجي،وتكمن قوة هذا المبدأ في القدرة على التعبير على اللاحتميات الفيزيائية بلغة رياضية دقيقة،كما يؤدي مبدأ اللاتعيين إلى نشوء ظاهرة مدهشة تعرف باسم ظاهرة "**المرور في نفق الكم** " ،فإذا أطلقت رصاصة من البلاستيك صوب حائط اسمنتي سمكه عشرة أقدام ،فإن الفيزياء الكلاسيكية تؤكد ما تنبؤك به غريزتك،أي أن الرصاصة سترتد إليك لا محالة،والسبب في ذلك ببساطة أن الرصاصة لا تملك الطاقة الكافية لتنفذ إليه،غير أنه على مستوى الجسيمات الأساسية فإن ميكانيكا الكوانتم تبين ما لا يدع مجالا للشك أن دوال الودة أي الموجات الاحتمالية للجسيمات الممكنة للرصاصة تملك قطعا صغيرا جدا سيخترق هذا الحائط،ويعني ذلك أن هناك فرصة ضئيلة لتخترق الرصاصة بالفعل الحائط .....وهذا يعود إلى مبدأ اللايقين لهايزنبرغ ،فاللاتحققية ليست أمرا ذاتيا،إنما هي حقيقة موضوعية تتعلق بطبيعة الجسيمات الميكروسكوبية وبنيتها المعقدة.

مع العلم أن هذا اللاتحديد في حالة الالكترون ليس مجرد قصور عملي ناجم عن خصائص المجهر ،بل هو سمة أساسية متأصلة في العالم اللامتناهي في الصغر ،وليس هناك طريقة حتى من حيث المبدأ يمكن بها الوصول إلى معلومات دقيقة عن كل من موضع الجسيمات دون الذرية وسرعتها في آن واحد،إن علاقة اللاتحقق دليل على محدودية قدرتنا في القياس،فهو أي القياس مرتبط بالقانون الفيزيائي،وبالتلي تدفعنا إلى معرفة اللاتحديد،هذا ما يجعلنا واقعين تحت رحمة قوانين الطبيعة.ويوضح لنا هذا الفيديو المقصود بمبدأ اللادقة عند هايزنبرغ:

بعض النتائج الابستيمولوجية للثورة الكوانتية

* يرى العالم الفيزيائي نيلز بور أن الدرس الأساسي الذي يجب استخلاصه من الفيزياء الذرية هو ان مفاهيم الفيزياء الكلاسيكية مفاهيم محددة بحدود ظواهر العالم الماكروسكوبي ،وبالتالي فهي لا تنطبق على الميدان الذري ولذلك يجب تعديلها حتى نتمكن من فهم ما يجري في ميدان الميكروفيزياء.

* فما كنا نعده تناقضا في عالمنا العياني الذي نعيش فيه ، يظهر لنا في الميدان الذري على انه متكامل ،فالمظهر الموجي والمظهر الجسيمي في الضوء متكاملان وغير متناقضين .

* ان الحتمية التي طالما تغنى بها العلم والعلماء انقلبت الى علاقات الارتياب والى اللاحتمية .

* تطرح مشكلة الذاتية والموضوعية في المعرفة العلمية بصورة جديدة فاذا كنا في الفيزياء الكلاسيكية نلاحظ ان ادوات القياس لا تؤثر في الموضوع الذي نقيسه فان الامر ليس كذلك في عالم

الميكروفيزياء اذ ان ادوات القياس تؤثر بشكل واضح في الموضوع نفسه وبالتالي فان الذات والموضوع يتعاونان بالضرورة على صنع الشيء الخارجي ، فالجسم اذن مزيج من الذاتية والموضوعية .

كل هذه المسائل تطرح مشاكل اخطر واعم مثل : النظريةالفيزيائية وحدودها ،الحقيقة العلمية وطبيعتها ،دور كل من العقل والتجربة في بناء المعرفة العلمية .....الى غير ذلك من القضايا الابستيمولوجية .

النتائج الابيستمولوجية للثورات العلمية في الفيزياء المعاصرة

لقد أدت الثورات العلمية التي أبرزنا بعض جوانبها، سواء في مجال الرياضيات، أو في مجال الفيزياء النظرية الى جملة من النتائج كان لها انعكاس على طبيعة العلم المعاصر ومن أهم هذه النتائج:

* تصدع البناء المنطقي للعلم الكلاسيكي وإعادة النظر في مفهوم العقل، وذلك من خلال نزع صفه الصلاحية المطلقة لأطره ومبادئه التي جرى العرف في العقلانية الكلاسيكية على اعتبارها قوانين العقل الأساسية، ولم تقف هذه المراجعة عند حدود صورتي الحدس الحسي (المكان والزمان)، بل امتدت إلى المبادئ التي كان يعتقد أنها مبادئ عقلية ضرورية تسمح بانتظام التجربة كمبدأي السببية والحتمية، حيث أبرزت الفيزياء الكوانطية تجارب تخالف بعض مبادئ العقل الكلاسيكية كمبدأي الذاتية وعدم التناقض، وذلك من خلال إثبات الطبيعة الثنائية (الجسمية – والموجية) للضوء.

.* فك الحصار الذي كان مضروبا على العقل، فإذا كان أرسطو تصور المنطق أداة مطلقة تعصمنا من الخطأ، فإن جدلية العلم أثبتت أن عدم الوقوف عند هذه الأداة المنطقية هو ما يعصمنا من الخطأ .

* لقد أكدت العقلانية المعاصرة أن مجال العلم المعاصر أساسه اللانظام، والفوضى، والتعددية، واللاسلطة، وهذ ما يتعارض مع القواعد والمعايير والمبادئ الثابتة التي يقوم عليها المنهج بمفهومه الكلاسيكي. فالمنهج العلمي يتغير من حقبة تاريخية إلى أخرى، وليس هو بالحقيقة الثابتة، ولهذا كانت العقلانية المعاصرة عقلانية "ضد المنهج" كما سنبينه في الفصول القادمة.

ومن أهم القيم التي أفرزتها العقلانية المعاصرة قيمة النقد وقابلية كل شيء للمراجعة، فليس هناك حقائق مطلقة ومبادئ ثابتة أو أنساق نهائية.

فلسفة البيولوجيا: الهندسة الوراثية(مشكلة الاستنساخ) وأزمة القيم
(من البيولوجيا إلى البيواتيقا(الجزء 01)
محاضرة رقم

الاخلاق البيولوجية والطبية او الاخلاق البيوطبية او ما يعرف الان بالبيوتيقا

هى احد فروع الاخلاق التطبيقية وقد استخدم لفظ البيوتيقا لاول مرة عام 1970 من قبل العالم الامريكى فان بوتر المتخصص فى طب السرطان حينما كتب مقالا بعنوان البيوتيقا على البقاء وقد ظهرت عدة تعريفات لهذا العلم الجديد فى الاخلاق التطبيقية منها :

* تعرف الفيلسوفة الفرنسية جاكلين روس البيوتيقا فى كتابها الفكر الاخلاقى المعاصر بانها علم معيارى يهتم بالسلوك الانسانى الذى يمكن قبوله فى اطار القضايا المتعلقة بالحياة والموت وهو يشتمل على دراسات تجمع بين تخصصات عديدة تهتم جميعا بمجموعة الشروط التى يتطلبها التسيير المسؤول للحياة الانسانية فى ظل التقدم السريع والمعقد للمعارف والتكنولوجيا الحديثة للطب والبيولوجيا .

البيوتيقا والفلسفة :

هناك ارتباط كبير بين البيوتيقا والفلسفة والذي تتضح معالمه على النحو التالي :

1-البيوتيقا هى –أساسا– فكر أخلاقي جديد أي تجديد لمبحث أو فرع أساسي من فروع الفلسفة وهو الأكسجين حسب التقسيم الكلاسيكي للفلسفة إلى ثلاثة مباحث أساسية هي الانطولوجيا أو مبحث الوجود والابستمولوجيا او مبحث المعرفة والاكسيولوجيا أو مبحث القيم .وقد كان للفلاسفة دور كبير في نشأة البيوتيقا وتطورها وهذا ما يجسده جهود الكثير من الفلاسفة .

الثورات البيولوجية والهندسة الوراثية

مرت الثورات البيولوجية والهندسة الوراثية فى تطورها بالمراحل التالية :

م	المرحلة	الوصف
1	علم الحياة الجزيئية	وهو علم يحاول فهم اليات الحياة على مستوى الجزيئات والتفاعل بينها ، وقد تولدت من ابحاث علماء وظائف الاعضاء ومن ابحاث الفيزيائيين والكيميائيين ومن ابحاث علماء الوراثة مما أتاح للعلماء معرفة القانون الكيميائى الضرورى لانتقال وترجمة المعلومات الجينية .

2	علم الحياة الخلوية	وهو لا يقتصر على دراسة العلاقة داخل الخلايا نفسها بل يشمل ايضا وبصفة اساسية دراسة العلاقة بين الخلايا بعضها البعض وفهم هذه الاشارات او الاحاديث التى تدور بين الخلايا خلال حياتها " المجتمعية " امر ضرورى لتفسير آنية الاختلاف بين الخلايا.
3	علم الغدد الصم العصبية	والبحث فيه لا يقتصر على الاتصالات داخل الخلايا ، بل يتعدى ذلك الى اتصالات الاعضاء مع بعضها وتنظيم وتكامل النظام الكلى للاشارات بين الخلايا وهو ما يعرف بالتنظيم السبرانى للكائن العضوى
4	ثورة الهندسة الوراثية	تسمى بتكنولوجيا الـD.N.A وهى اكثر مراحل الثورة البيولوجية جاذبية واثارة للخلاف بين العلماء وهذه التكنولوجيا الحيوية يستطيع العلم من خلالها ان يؤثر فى الحياه تاثيرا مباشرا كما يؤثر فى الوراثة وفى انواع الكائنات .

1- الهندسة الوراثية

* تتكون المادة الوراثية DNA من كروموسومات كل كروموسوم على شكل حلزون مزدوج يحملان الجينات المتكونة من نيوكليتيدات مترابطة

الجينات: تُعرف بأنها العوامل التي تتحكم في الصفات، فكل جين هو جزء من النيوكليوتيدات على طول سلسلة الحمض النووي في كل كروموسوم. وتتكون بعض الجينات من آلاف النيوكليوتيدات طولا. بينما البعض الآخر أقل من مئة.إذا الجينات الخاصة بك تحتوي على رموز تجعل البروتينات تقوم بهذه الوظائف على أكمل وجه، يكون اللون المميز لجلدك غامقا. وإذا كانت رموز جيناتك تُكون بروتينات تُقلل أو تمنع وجود الميلانين في جلدك وشعرك، أو عينيك، كان لونك أفتح.وبتغيير عامل من عوامل تكوين البروتينات عن طريق تغيير أحد الجينات يتغير البروتين وبالتالي تتغير صفات معينة في الكائن الحي إلى أن نصل إلى تغيير كلي في شكل الكائن الحي وخصائصه.

كيف تتغير الجينات؟

لقد بدأ علماء البيولوجيا الجزيئية منذ أواسط الثمانينات من القرن العشرين الميلادي مشروعا طموحا أطلقوا عليه اسم مشروع الجينوم البشري Human Genome Project لدراسة الصبغيات البشرية، ومعرفة خصائص كل منها، وتحديد المورثات المتعلقة ببعض الأمراض.و في السادس والعشرين من يونيو عام 2004 أعلن الرئيس الأمريكي الأسبق بيل كلينتون عن الانتهاء من فك رموز وجدولة كامل المخزون الوراثي البشري تقريبا بعد دراسات مكثفة استمرت عشر سنوات بين عشرة من أكبر المراكز العلمية في العالم.ووصف العلماء هذا الاكتشاف بأنه أكثر أهمية من هبوط الإنسان على سطح القمر، وأنه الإنجاز العلمي الأضخم الذي يستقبل به العالم الألفية الجديدة.

ويهدف مشروع الجينوم البشري إلى التعرف على التركيب الوراثي الكامل والشفرة الجينية للإنسان، وقد أنجز المشروع حتى الآن دراسة التركيب الوراثي لعدد كبير من الفيروسات والجراثيم كتلك المسببة للسل، وانتقل إلى تفكيك شفرة كائنات أكبر مثل الخميرة وذبابة الفاكهة. فهل اكتشاف خريطة الجينات البشرية يمثل بالفعل تطورا هائلا لصالح الإنسان أم مجرد كشف يضاف إلى اكتشافات علمية سابقة؟

لقد كشف العلماء حتى الآن الكثير من أسرار الشفرة الوراثية Genetic Code في الحيوان والنبات والإنسان, وأصبحوا قادرين على إحداث القليل من التَّغيير في الصِّفات الوراثيَّة، كما تمكنوا من إنتاج أعضاء حية بالاعتماد على تقنية الهندسة الوراثية، وتمكنوا باستخدام طريقة الاستنساخ)التنسيل :من إنتاج نُسَخ من المخلوقات الحية انطلاقا من خلايا غير جنسيَّة أخذوها من المخلوق الأصلي.ويأمل العلماء من تقنية الهندسة الوراثية أن تحلَّ لهم الكثير من المشكلات الطبية الراهنة التي لا يمكن حلُّها بغير هذه التقنية، ومن ذلك مثلا إنتاج أعضاء بديلة لاستخدامها في زراعة الأعضاء بدلا عن الأعضاء التالفة أو المريضة.وذلك بأن يُنتج العضوُ المطلوب انطلاقا من خلية حية تؤخذ من جسم المريض نفسه فتزرع في مزارع خاصة أو في جسم أحد الحيوانات، ثم تحرَّض على التكاثر من أجل تشكيل العضو المطلوب الذي سيُزرع في جسم المريض، وهي طريقة أفضل من الطريقة المتبعة اليوم، والتي يُؤخذ فيها العضوُ من أحد الأشخاص المتبرعين ويُزرع في جسم الشخص المريض المحتاج لهذا العضو.ومن المعروف طبيا أن هذه الطريقة الأخيرة تسبب ارتباكا شديدا في جسم المريض، وهو ما يعرف بظاهرة الرفض للعضو المزروع، مما يؤدي إلى فشل عملية الزرع في كثير من الحالات

كما يأمل العلماء في المستقبل القريب أن يتمكنوا من تسخير علم الهندسة الوراثية في الوقاية من الأمراض الوراثية، ومعالجة الكثير من التشوهات الخَلْقَّية التي مازالت إلى اليوم تشكل عبئا اجتماعيا ونفسياً وماليا ثقيلا على المجتمع. وهم يهدفون من ورائه إلى حلَّ رموز الشفرة الوراثية للإنسان, ووضع الخريطة الوراثية التي تحدد مواقع الجينات (المورِّثات على الكروموسومات.

كيف تتم عملية الهندسة الوراثية؟

بداية يتم عزل الجين المرغوب فيه من خلال تحديد الجين المرغوب إدخاله إلى الخلايا من خلال معلومات مسبقة عن المورثات والتي يتم الحصول عليها إما من خلال عمل مخططات من cDNA أو gDNA

ومن ثم تتم مضاعفة هذه الجينات باستخدام تفاعل سلسلة البوليميرز.ثم يتم ادخال أو تحميل الجين المرغوب في حامل مناسب مثل بلازميد. كما يمكن استخدام حوامل أخرى مثل الحوامل الفيروسية أو الليبوزوم.وبعد ذلك نقوم بإدخال هذا الحامل في خلايا المراد تعديلها.وفي المرحلة الأخيرة يتم عزل وفصل الخلايا التي تعدلت وراثيا بنجاح عن الطبيعية. فيما يُعرف بالـ DNA معاد الاتحاد ونكون بذلك قد حصلنا على الجين الجديد الذي سيُفعّل الصفات الجديدة المرغوب فيها.

سنجد في النهاية أنفسنا أمام تطبيقات لانهائية للهندسة الوراثية في جميع المجالات كتطوير الأدوية والعقاقير وإنتاج الأمصال والمضادات الحيوية، أو إنتاج أفراد يستطيعون مقاومة الأمراض أو حتى بعيدا عن المجالات الطبية، كإنتاج الوقود والمحاصيل المقاومة للأمراض والطعام المعدل وراثيا بألوانٍ أكثر بريقا و طعم ألذ بكميات كبيرة.

تعريف الهندسة الوراثية

هي التقنية التي تتعامل مع الجينات، البشرية منها والحيوانية بالإضافة إلى جينات الأحياء الدقيقة، أو الوحدات الوراثية المتواجدة على الكروموزومات فصلاً وصلاً وإدخالاً لأجزاء منها من كائن إلى آخر بغرض إحداث حالة تمكن من معرفة وظيفة (الجين) أو بهدف زيادة كمية المواد الناتجة عن التعبير عنه أو بهدف استكمال ما نقص منه في خلية مستهدفة.**فهي اذن علم يهتم بدراسة التركيب الوراثي للمخلوقات الحية, من نبات وحيوان وإنسان ,بهدف معرفة (القوانين) التي تتحكم بالصفات الوراثية لهذه المخلوقات ,على أمل التدخل في تلك الصفات تدخلاً إيجابياً, وتعديلها أو إصلاح العيوب التي تطرأ عليها.**

2- اشكالية مشروعية الهندسة الوراثية: هل تتعارض الهندسة الوراثية مع الدين والقانون ؟

ان الهندسة الوراثية تعني التدخل المباشر بالتركيبة الفطرية للمخلوقات الحية ، وما افرزتة التكنولوجيا الحيوية من قضايا متعددة بدءا باطفال الانابيب ، ووصولا الى وضع الخريطة الجينية للانسان ، ومرورا بالارحام المستاجرة ، والبنوك الحيوية ، والموت الرحيم، وزرع الاعضاء ، والتحكم فى الدماغ البشرى والاستنساخ ..... الخ ، يطرح عددا من الأسئلة والتحفظات الفقهية والعلمية, فبعض الفقهاء يعتبرونه تغييرا في الخَلْق منهيا عنه شرعا وبعض علماء البيولوجيا يخشون من نتائجه المحتملة التي قد تهدد الحياة كلها على سطح الأرض...وهذا مايطرح " إشكاليات أخلاقية " تثير اليوم الكثير من الجدل الفلسفى والقانونى والدينى . **فهل الهندسة الوراثية تتعارض مع الأديان؟ وهل إذا استخدمنا هذا العلم لصالح البشرية سنعارض ناموس الكون بحتمية وجود خالق لا يجوز تعديل ما خلقه؟ أم أن الله هو الذي ألقى إلينا بهذه الفكرة لكي نستخدمها لصالحنا لكن دون عبث؟** ونحن في هذه المحاضرة نحاول مقاربة هذه الإشكاليات ولاسيما الفقهية منها.

1- مشروعية الهندسة الوراثية

إن البحث في **الهندسة الوراثية مباح شرعا** إذا كان يستهدف كشفَ سُنَنِ الله في الخلق وفهمها وتسخيرها فيما ينفع العباد, شأنه في هذا شأن بقية البحوث التي يجريها العلماء لفهم الظواهر الكونية المختلفة, والقاعدة العامة في هذا قول الحق تبارك وتعالى:(قُلْ سيروا في الأَرْضِ فانْظُروا كيفَ بَدَأَ الخلق) سورة العنكبوت ,20 وقوله تعالى)قُل انْظُروا ماذا في السَّموات والأرضِ (سورة يونس ,101 .

بل إن البحث في حقل الهندسة الوراثية مندوب شرعاً لما ثبت من فائدة الهندسة الوراثية في معالجة بعض المشكلات المرضيَّة في الإنسان والحيوان والنبات كما أشرنا آنفاً, وهذا ما يجعل تطبيقات الهندسة الوراثية ضرباً من ضروب التداوي المشروع , إضافة إلى أن الهندسة الوراثية بات مستنداً موثوقاً به في بعض قضايا الطب الشرعي, مثل إثبات علاقات النَّسَب أو البنوة ونحوها.

وبناء على هذه التطبيقات المفيدة للهندسة الوراثية فإن مجلس المجمع الفقهي الإسلامي في رابطة العالم الإسلامي في دورته الخامسة عشر المنعقدة في مكة المكرمة في الفترة من 15-11 رجب 1419هـ الموافق 31 أكتوبر 4نوفمبر 1998م ,قد أجاز: "الاستفادة من علم الهندسة الوراثية في الوقاية من المرض أو علاجه أو تخفيف ضره, بشرط ألا يترتب على ذلك ضر أكبر".. كما أجاز المجلس شرعاً "استخدام أدوات علم الهندسة الوراثية وسائله في حقل الزراعة وتربية الحيوان, شريطة الأخذ بكل الاحتياطات لمنع حدوث أيِّ ضر ولو على المدى البعيد بالإنسان أو الحيوان أو البيئة."

2- محاذير الهندسة الوراثية:

إن جواز البحث في الهندسة الوراثية، وجواز الاستفادة من تطبيقاتها العلاجية, يجب ألا ينسينا المحاذير العديدة التي قد تنجم عنها, والتي ما فتئ العلماء المختصون يحذرون منها ومن آثارها الخطيرة التي قد تتعذر السيطرة عليها, ومن تلك المحاذير نذكر على سبيل المثال لا الحصر:

- إن الهندسة الوراثية قد تسفر عن توليد سلالات (Races) جديدة من المخلوقات الحية, وهذه السلالات يمكن أن تُشكِّل خطراً على التوازن الحيوي في الأرض,أو أن تكون سبباً لانتقال بعض الأمراض الخطيرة إلى الإنسان إذا ما زُرعت فيه أعضاء حيوانية معدَّلة وراثياً.كما أن النباتات والأغذية المعدلة وراثياً قد تشكل خطراً على صحة الإنسان.

في شهر فبراير من عام 1999م صوَّت المجلس الأوروبي للشؤون الطبية بالإجماع على تحريم وقف تجارب واختبارات زراعة أعضاء الحيوانات المعدَّلة وراثياً في الإنسان, بعد نشر العديد من التقارير العلمية التي تفيد بأن الأنسجة الحيوانية لبعض الحيوانات (الخنزير بخاصة) تحتوي على فيروسات مندمجة مع المادة الوراثية,مما أثار مخاوف العلماء من انتقال هذه العوامل إلى الإنسان, وحدوث أوبئة عالمية تتعذر السيطرة عليها, كما أن البروفيسور أرباد بوزتاي من جامعة كامبردج البريطانية نشر في شهر يوليو من عام 1998 بحثاً مستفيضاً كشف فيه أن فئران التجارب التي غذيت على البطاطس المنتجة بالهندسة الوراثية لمدة عشرة أيام قد أصيبت بضعف واضح في جهاز المناعة, مع أضرار متفاوتة في بقية أجهزة الجسم .

– صعوبة التنبؤ بنتائج التجارب التي تجرى في حقل الهندسة الوراثية وانعكاساتها على الأجيال القادمة, وعلى الرغم من)أن هذه التجارب بسيطة في الوقت الحاضر, فإنها يمكن أن تُهَدِّد حريَّة الإنسان وجوده في المستقبل, لأنها تسعى إلى السَّيطرة على مورِّثات الإنسان والتَّحَكُّم فيها مما يعني أنها ستسيطر على إرادته وقد تهدد وجوده الإنساني .(

– إن الأخطاء التي قد تنجم عن الهندسة الوراثية هي أخطاء غير عكوسة (Irreversible)أي أنه لا يمكن تصحيحها لو حدثت, وهذا ما يستدعي المزيد من الحذر والحيطة قبل إجراء التجارب في هذا الحقل لأنها قد تنتج سلالات من المخلوقات الخطرة, كالجراثيم والفيروسات ونحوها, فتنتشر في البيئة ويتعذر بعد ذلك القضاء عليها .

3– الضوابط الشرعية للهندسة الوراثية:

بناء على هذه المحاذير, وبما أن قضايا الوراثية هي قضايا مستحدثة تطرق أبواباً جديدة تماماً لم يسبق لأهل الفقه أن واجهوها من قبل, وبما أن تلك القضايا تترتب عليها أحكام شرعية عديدة, لهذا فإنَّ التجارب والدراسات والبحوث التي تجرى في حقل الهندسة الوراثية يجب, إلى جانب الضوابط العلمية التي يقرها أهل البيولوجيا, أن تخضع لبعض الضوابط الشرعية التي نوجزها فيما يلي:

–بما أن الهندسة الوراثية يمكن أن تُغيِّر التركيبةَ الفطريَّةَ التي رَكَّبَ الخالقُ عزَّ وجلَّ عليها خَلْقَه, فيجب أن يكون حاضراً في أذهاننا ونحن نخوض في حقل الهندسة الوراثية ذلك الوعيد الخبيث من إبليس بإغواء آدم لتغيير خلق اللّه, حيث قال: }ولآمرنَّهُم فليُغَيِّرُنَّ خلقَ اللّه {سورة النساء ,119وهذا يعني أن نحذر من الوقوع في المحظور, فلا نرتكب مثل هذا التغيير الشيطاني, كأن نستهدف بالهندسة الوراثية مثلاً إنتاج سلالات بشرية متفوِّقة ذات صفات خارقة للعادة كما يتخيَّل بعض العلماء, فإنَّ هذا الفعل قد يُخِلُّ بالتركيبة العضوية والاجتماعية والنفسية لبني البشر .

– وإذن فإن التغيير المستهدف بالهندسة الوراثية يجب أن يكون مشروعاً, كأن يكون لعلاج تشوه أو مرض, أو لإنتاج أعضاء بديلة تنفع في زراعة الأعضاء, وما شابه ذلك من الأغراض المشروعة التي بيَّنا بعضها في السطور السابقة, وقد أكد مجلس المجمع الفقهي الإسلامي المشار إليه آنفاً أنه "لا يجوز استخدامُ أيٍّ من أدوات علم الهندسة الوراثية وسائله في الأغراض الشَّريرة والعدوانيَّة, وفي كلِّ ما يَحْرُمُ شرعاً, ومن ذلك العبث بشخصيَّة الإنسان ومسؤوليته الفردية أو التَّدَخُّل في بينة المورثات بدعوى تحسين السُّلالة البشرية ."

– يجب على المشتغلين بالهندسة الوراثية أن يتجنبوا الممارسات المحرَّمة, مثل التجارب التي تؤدي إلى اختلاط الأنساب ونحوها .

– يجب أن تخضع شتى التجارب والتطبيقات العملية التي تجري في حقل الهندسة الوراثية للإشراف العلمي والشرعي الدقيق من قبل هيئة شرعية علمية متخصِّصة تضم علماء متخصصين بالهندسة الوراثية إلى جانب فقهاء متمرسين بالفقه الطبي, وذلك منعاً لاستغلال هذا العلم في أغراض غير مشروعة, ودرءاً للأخطار المحتملة التي قد تنجم عن العبث في هذا الحقل الحيوي الدقيق .

– من الحكمة عدم التسرع بإبداء الرأي الشرعي في المسائل المتعلقة بالهندسة الوراثية, وإرجاء الحكم فيها حتى تستبين أبعادها بصورة جلية لا تحتمل اللَّبس, وعندئذ يمكن تحرير الحكم الشَّرعي لكل مسألة منها, وهذا الحكم يجب أن يكون مدعماً بالأدلة الشرعية الوافية, وأن يصاحبه ذكر التحفظات الشرعية إذا لزم الأمر .

– وبما أن الإسلام يحض على العلم في شتى أبوابه, فإن مواصلة الدراسات والبحوث في حقل الهندسة الوراثية أمر مندوب, لما فيه من آمال عريضة تعد بعلاج الكثير من الآفات المستعصية التي لم يهتد الطب إلى علاج ناجع لها حتي الآن .

الخلاصة:

إن الهندسة الوراثية علم حديث يبني عليه العلماء الكثير من الآمال, ولكنه في الوقت نفسه علم ينطوي على محاذير فادحة, ولهذا يحتاج إلى الكثير من التروي والتأمل قبل إصدار الأحكام الشرعية فيه, سواء كانت بالحِلِّ أم الحُرْمَة, علماً بأن معظم دول العالم قد حظرت مبدئياً إجراء بعض تجارب الهندسة الوراثية التي يتخوف العلماء من نتائجها على بني البشر, بل على الحياة كلها فوق كوكبنا الجميل.

فلسفة البيولوجيا: الهندسة الوراثية(مشكلة الاستنساخ) وأزمة القيم

(من البيولوجيا إلى البيواتيقا(الجزء 02)

محاضرة رقم

القضايا الفلسفية والاخلاقية الناجمة عن الثورة البيولوجية

I- فى ميدان الطب :

صاحب تقدم العوم البيولوجية ظهور الكثير من القضايا والمشكلات والاخلاقية مثل :

1- **الانجاب الاصطناعى** :يطرح عدة قضايامنها :

التلقيح الاصطناعى : وخاصة فى حالة اللجوء الى طرف ثالث متبرع بالمنى ، مما يطرح مشكلة هوية الطفل وحقه فى التعرف على والده البيولوجى .

الاخصاب خارج الرحم : وما يطرحه من مشكلات تتعلق بتغير طرق الانجاب الطبيعية .

بنوك المنى : وما تطرحه من مشاكل الاتجار فى عناصر الجسم البشرى ، وخاصه بعد الترويج لما عرف ببنوك منى العباقرة .

بنوك الاجنة : وما تطرحه من مشاكل شروط حفظها ، ومدى مشروعية التخلص من الاجنة الفائضة ، ومشكل انتاج اجنة بشرية خصيصا للبحث العلمى ، وما يطرحه ذلك من تعارض مع مبدأ كرامة الانسان .

استئجار الارحام : وما تطرحه من مشاكل تتعلق بما يلى:

امتهان احدى الوظائف الانسانية التى تؤديها المراة هى وظيفة الامومة .

الابتراز المادى الذى يحتمل ان يتعرض له الزوجان من طرف الام الحاضنة .

قد يتعرض الطفل سواء من طرف الام الحاضنه او من طرف الام الاجتماعية الى اهمال فى حالة اصابته بتشوه او مرض وراثى خطير

2- **المشكلات المتعلقة بالتجارب الطبية والدوائية :**

تتمحور حول :

مشكلة الموافقة المستنيرة : وتتضمن جملة من التعاضارت اهمها التعارض بين :

مبدأ " الموافقة المستنيرة " ومبدأ احترام الاشخاص من جهة .

مبدأى العدالة والاحسان تتطلب موافقة واعية ، وهذا ما نص عليه قانون " نور مبرج "

تمضية زرع الاعضاء ، وموت الدماغ : تتمحور حول :

زرع الاعضاء يطرح زرع الاعضاء المشكلات المتعلقة بالسائحين والمستفيدين،وخاصة منها ما يرتبط بندرة الاعضاء القابلة للزرع مما يقود الى مشكلة الاتجار بالاعضاء وتعرض الانسان للاستغلال والامتهان .

موت الدماغ :يطرح موت الدماغ مشكلة التوافق حول قبوله كمعيار لوقوع الموت ؟

وتحديد متى يحصل ؟هل بموت الدماغ ككل ام بموت الدماغ العلوى رغم استمرار جذع الدماغ فى اداء وظائفه؟

الحالة النباتية : تطرح الحالة النباتية مشكلة التمييز بين الغيبوبة قصيرة الامد والطويلة الامد التى وصلت الى نقطة اللارجوع ؟ ومشكلة مدى مشروعية نزع الوسائل الاصطناعية الداعمة ؟

ماهية الطبيعية الانسانية : وتدور قضية الطبيعة الانسانية حول هل تتعلق بالجانب الجسمى ام بالجانب النفسى أم بهما معا ؟

نزع الوسائل الاصطناعية الداعمة :

قيمة الحياة : من حيث هل نقدر الحياة النوعية فقط ام ان الحياة فى جميع اشكالها تتطلب منا التقدير والاحترام ؟ وعموما ، تستلزم قواعد الاخلاق الجديدة التصرف فى الجهاز العصبى وفق مبدأ الموافقة الواعية ، وتحقق الثقة اللازمة بين الطبيب والمريض ، والامتناع عن كا ما يهدد بانتهاك الكرامة الانسانية او باحداث التغير فى الطبيعة الانسانية .

3- بعض المشكلات التى تطرحها محاولات التحكم فى الانجاب :وتتجسد فيما يلى :

تنظيم النسل:يطرح تنظيم النسل مشكلات ترتبط بحريات الافراد ، وخاصه حتى يندرج فى اطار مشاريع الدولة ، وما يمكن ان يرتبط بها اهداف ذات علاقة "بتحسين النسل"

الاجهاض: يطرح الاجهاض مشاكل تتعلق بوضعية الجنين ومتى يكتسب صفة " الشخص"، وتعارض حقوق الجنين مع حقوق الام ، وتعارض حقوقهما معا مع حقوق المجتمع .

4- بعض المشكلات الاخلاقية التى تطرحها تقنيات الهندسة الوراثيه :

يترتب على تقنيات الهندسة الوراثية العديد من المشكلات التى تتميز بخطورتها واثارتها للجدل والتى يمكن توضيح اهمها على النحو التالى :

المشكلات	الاثار
1-الجينوم البشرى : على الرغم من اهمية الجينوم فى تحقيق معرفة احسن بالانسان وبالامراض الخطيرة التى تهدده والجينات المؤولة عنها مما سيسهل اعداد الادوية الناجعة لها بلا ان هناك العديد من المشكلات التى يطرحها فك اسرار الوراثة البشرية ومنها مشكلة.	التنبؤ الوراثى ويتمثل فى امكانية ان يعرف الانسان مستقبلة الصحى سلفا ويترتب على ذلك عدة نتائج اهمها : اضطراب حياة الانسان خاصة اذا علم انه سيصاب بمرض خطير فى وقت محدد دون ان تتوفر امكانية علاجه . -تعرض المعلومات الوراثية الخاصة بالافراد لعمليات القرصنة والاستغلال من طرف شركات التامين ومكاتب التشغيل التى يمكن ان تمارس بناء عليها عنصرية من نوع جديد واقصاء للمهددين بالاصابة بالامراض الوراثية الخطيرة من الاستفادة من التامين والتوظيف والضمان الاجتماعى

	وغيرها . اجهاض خاصة المتوقع اصابتهم بعض العيوب الخلقية او الامراض او لاتفه الاسباب توفير مخزون احتياطى للاعضاء والانسجة والخلايا البديلة : وهذا قد يفيد فى : علاج الامراض الوراثية القضاء على العقم يقوم اكسال كاهن (عالم الوراثة وعضو اللجنة الاستشارية الفرنسية للاخلاقيات ان التكنولوجيات الاحيائية تفتح افاقا جديدة تمام وبالذات فى مجال " الطب التنبوى " الذى يسنح بالتصرف على جينات قابلية الاصابة بمرض معين من الامراض وهو تقدم عظيم لكن هذ القابلية نسبية ومحدودة اذ لا يوجد حتى الان تشخيص يقينى لما سيحدث وبالاضافة الى ذلك ستكون معرفة المخاطر سابقة فى الغالب على امكانية الوقاية من الامراض ومعالجتها وهذا سيشير المشاكل الفردية والاخلاقية فى المستقبل من قبل الكثيرين .
2-الاستنساخ البشرى : والذي يترتب عليه مشاكل متعددة غير مسبوقة تتمحور حول :	معاناة الافراد المستنسخين من مشكلات الشيخوخة المبكرة الذى تسببت فى موت النعجة دوللى قبل الاوان . الحرمان من عائلة حقيقية وهوية مميزة ومن الحيرة فى تحديد نوع العلاقة التى تربطهم سواء بالاصول او بالفروع او بالاقارب . القضاء على مفهوم الوالدية فلا حاجة فى ظل تطور كهذا الى وجود الاب او الام وبالتالى الغاء مفهوم العائلة والامومة والارث والزواج ..... وغيره . تهديد الاجيال القادمة بالفقر البيولوجى وبالانقراض الفصل الانجاب عن الجنس تحويل الانسان الى كائن مصنوع سيفقد الخصائص البشرية بالتدريج . يقول " اكسال كاهن " فى هذا الشان : ان الاستنتاج يعد تعديا غير مقبول ا طلاقا على حرية الانسان على حريته الايراد كما هو من اى كائن بشرى ، ليس مصير اى انسان فى جيناته ففى الجينات دوما غير قابل للمعرفة ولئن كانت

	دماغنا مبرمجه جينيا لقبول صفة البشرية فانه لا يكتسب هذه الصفة الا باتصاله ثقافيا بمجتمع بى الانسان ..... ان على علم الوراثة وعلمائه الا يعتدوا على اعز ما لدى الانسان اعنى كرامته .

معايير الاخلاقيات الطبية الحديثة :

يعمل بعض المختصين – بمن فيهم غير الاطباء – على وضع معايير اخلاقية ذات علاقة بالوراثة البشرية ، والتي يمكن توضيحها من خلال التالي :

1-**المنفعة :**

هى فعل ما فيه الخير لمصلحة المريض

وضرورة ان تكون الرعاية الصحية ذات منفعة للمريض .

واتخاذ خطوات ايجابية لازالة الضرر عن كامل المريض

ولتحقيق ذلك يجب ان تطبق هذه الاهداف على كل من المريض الفرد لتحقيق مصلحة المجتمع كلل .

مثال : تعد الصحة الجيدة لمريض بعينة هدفا طبيا مهما ، كما ان مكافحة الامراض عامة والوقاية من الامراض الوراثية خاصة من خلال الابحاث وتطبيق اللقاحات محققة للهدف نفسه بعد توسيع نطاقة ليشمل المجتمع كلل .

2-**عدم الحاق الاذى :**

وتعنى عدم التسبب فى الحاق ضرر او اذى بالمريض سواء عمدا او نتيجة للاهمال .

وبصورة مبسطة فنحن نعتبر انه من تقليل الاهمال ان يقوم انسان بتعريض انسانخ اخر للخطر بصورة غير مبررة واو بدون داع .

المعايير الاخلاقية والقانونية للمجتمع تدعم بتطبيق معيار سليم للرعاية مبني على تجنب خطر الحاق الاذى بالبشر او تقليله الى الحد الادنى .وبرغم انه من الواضح ان الاخطاء الطبية تقع بالفعل ، الا ان هذا المبدأ ينم عن التزام مبدئى من قبل مقدمى الرعاية الصحية بحماية مرضاهم وابعاد الاذى عنهم .

3- **احترام الاستقلالية الفردية :**

وتعنى حق الفرد فى التحكم فى الرعاية الصحية الخاصة به والبعد عن الاكراه، ففى القرارات المتعلقة بالرعاية الصحية يعنى احترامنا لاستقلالية المريض احترامنا الاستقلالية المريض انه يمتلك القدرة على القيام بافعال بمحض ارادته وعن وعى وفهمخ للامور وبدون تاثيرات خارجية قد تتحكم فى اتخاذه للقرار الحر والارادى للفعل .

4-**المساواة والعدل :**

تعنى ضمان كون جميع الافراد يعاملون بالمساواة والعدل ولكن هل تتوفر المساواة لجميع افراد المجتمع ، بغض النظر عن الجنس ، والعرق والدين والحالة الاقتصادية فى الوصول الى التقنيات الجينية التى من شانها ان تحسن من جودة

الحياة . وباختصار ، فعندما تقوم بتحليل قضايا الاكتشافات المتعلقة بالوراثة البشرية ، علينا ان نطرح السؤالين التاليين من يئتاثر بها ؟ وكيف سيتاثرون بها ؟

5- اخلاقيات الابحاث المتعلقة بالوراثة البشرية :

ان اجراء الابحاث المتعلقة بالوراثة البشرية وتطبيقها يتطلب ما يسمى بالموافقة المستنيرة "

فالموافقة المستنيرة مصطلح يصف التزام الاطباء او الباحثين بالسماح للمرضى بان يكونوا مساهمين نشطين فيما يتعلق بالرعاية التى يتلقونها او المشاركة فى الابحاث .

وتذكر ادبيات الاخلاقيات الحيوية خمسة عناصر فى تحليلها للموافقة المستنيرة :

عناصر الموافقة المستنيرة	التوضيح	
1.الافصاح	اخبار المريض / المشارك بالمعلومات ذات الصلة بالبحث من قبل الطبيب او الباحث	الافصاح والفهم من المتطلبات الضرورية لصحة الموافقة ويحققان التالى : يشجع مشاركة المريض المستنيرة والفعالة فى القرارات المتعلقة بالرعاية الصحية . يشجع على اقامة علاقة مستمرة تسودها الثقة بين المريض وطبيبة المعالج
2.الفهم	هو وعى المريض وادراكه للمعلومات التى حصل عليها	
3.الاهلية	هى القدرة على فهم المعلمات المتعلقة بقرار ما ، وعلى ادراك العواقب المعقولة المتوقعة لاتخاذ هذا القرار او عدم اتخاذه	يكون الشخص قادرا على اتخاذ قراره بشان محل سكنه على سبيل المثال لكنه غير قادر على اتخاذ قراره فيما يتعلق بتناول دواء او المشاركة فى بحث طبى . فالمبدأ الاخلاقى القائل بعدم الحاق الاذى يوجب على الطبيب حمياة الاشخاص غير المؤهلين من اتخاذ القرارات التى من شانها ان تغرضهم للاذى ، او تلك التى لم يكونوا ليتخذوا لو كانوا مؤهلين وبدرجة كافية .
4.الطوعية	تشير الى حق المريض فى اتخاذ القرارات المتعلقة بعلاجه او مشاركته فى الابحاث الجينية دون ان يتعرض لاية تاثيرات او ضغوط داخلية او خارجية من اى نوع .	الضغوط الخارجية تشمل قدرة الاخرين على فرض ارادتهم على المريض بالقوة او الاكراه او التلاعب ومن المهم هنا التاكيد على ان مطلب الطوعية لا يعنى ضمنا انه يتوجب على الطبيب الامتناع عن اقناع المريض بقبول

		النصيحة . وتتبع أهمية الطوعية من كونها متطلبا متطلبا اخلاقيا لصحة القرار بالموافق . وتستمد جذورها من العديد من المفاهيم الاخلاقية ذات الصلة ، مثل الحرية والاستقلالية ، والقدرة على اتخاذ القرارات الشخصية .
5-الموافقة	وتعنى قبول المريض / المفحوص للمشاركة فى الابحاث بناء على اقتناعة باهمية دوره .	

II- الاستنساخ

الاستنساخ هو عملية يتم فيها إنتاج نسخة مطابقة جينياً من خلية أو نسيج أو كائن حي، ويطلق على النسخة الجديدة مصطلح "مُستنسَخ". وتعتبر النعجة الأسكتلندية "دوللي" أشهر المستنسَخات. ويعوّل العلماء على تقنية الاستنساخ في تطوير أنسجة وأعضاء لعلاج الأنسجة أو الأعضاء المصابة أو التالفة في الجسم البشري.

توجد ثلاثة أنواع من الاستنساخ:

- **الجيني**، وفيه يتم إنتاج نسخة جديدة مطابقة من الجينات أو جزء من المادة الوراثية (DNA).
- **الإنجابي**، حيث يتم إنتاج حيوان جديد بالكامل مطابق للأصلي، مثل النعجة "دوللي".
- **العلاجي**، ويقوم بإنتاج خلايا جذعية جنينية يتم استخدامها في علاج الأمراض.

رغم أن العديدين يعتقدون أن الاستنساخ عملية تحدث صناعيا فقط، فإنه بالطبيعة توجد حالتان يتم فيها إنتاج كائن حي مطابق لكائن آخر تماما. الأولى في عالم البكتيريا التي تتكاثر عبر عملية تسمى "التكاثر اللاجنسي"، وتؤدي لتكوين خلايا جديدة تحمل نسخة مطابقة تماما للمادة الجينية التي بالخلية الأم.

والحالة الثانية هي في عالم البشر، وتحدث بالتوائم المتطابقة، فبعد تخصيب البويضة بالحيوان المنوي تنقسم إلى خليتين تحملان نفس المادة الوراثية، وهذا يعني أن التوأميْن الوليدين سيحملان نفس التركيبة الجينية.

أنواع الاستنساخ واستعمالاته:

الاستنساخ الجيني:

الهدف منه الحصول على كمية كبيرة من جين معين لدراسته مثلا، ويتم بإدخال الجين الذي يراد استنساخه من كائن حي إلى المادة الجينية لخلية تدعى "فيكتور"،وقد تكون خلية بكتيرية أو فطريات أو فيروسات.ثم توضع "فيكتور" في المختبر بظروف مناسبة مما يؤدي إلى تكاثرها، وبالتالي استنساخ كمية كبيرة من المادة الجينية المرغوبة.

الاستنساخ الإنجابي:

يستخدم لاستنساخ حيوانات بأكملها، وذلك بالخطوات التالية:

- أخذ المادة الوراثية من نواة خلية جسمية من الحيوان الذي يُرغب في استنساخه، مثل خلية جلد (أي تحتوي على كامل عدد الكروموسومات لا نصفها).

- تؤخذ بويضة وتفرّغ من المادة الوراثية، أي أنها لا تحتوي على الكروموسومات، ومحتواها من الجينات يساوي صفرا.
- تُدخل المادة الوراثية من الخلية البالغة في البويضة الفارغة بحقنها أو استخدام تيار كهربائي لدمج الاثنتين معا.
- تزرع البويضة الجديدة داخل المختبر في أنبوب اختبار.
- تنقل البويضة إلى رحم أنثى تسمى "الأم البديلة" لتحمل بها وتلدها بعد حين.
- الوليد يحمل نفس المادة الوراثية للخلية الأصلية التي استنسِخت.

هذه الطريقة هي التي استعمِلت لاستنساخ النعجة "دوللي".

تطبيقات الاستنساخ الإنجابي:

- استنساخ حيوانات ذات صفات مرغوبة، مثل أبقار غزيرة الحليب أو ذات نسب مرتفعة من لحم الهبر.
- استنساخ حيوانات متطابقة لإجراء اختبارات الأدوية عليها، مما يساعد في الحصول على نتائج متجانسة وواضحة، ولا يلعب فيها الاختلاف بين الحيوانات دورا في تشويش نتائجها.
- استنساخ الفصائل المهددة بالانقراض من الحيوانات.

سلبيات الاستنساخ الإنجابي:

- تقنية الاستنساخ الإنجابي ذات فعالية منخفضة للغاية، فالنعجة "دوللي" نجح استنساخها من بين 277 جنينا، أي كانت نسبة النجاح 1 على 227، وهي نسبة منخفضة للغاية.
- المواليد المستنسخة تعيش عادة فترة أقصر، فمثلا النعجة "دوللي" عاشت ست سنوات فقط، وهي نصف معدل حياة النعاج وهو 12 سنة.
- المستنسخ يعاني عادة من مشاكل في الأعضاء كالقلب والكبد والدماغ.
- وجود مشاكل في جهاز المناعة.

الاستنساخ العلاجي:

يشبه هذا النوع الاستنساخ الإنجابي، ولكن الهدف النهائي منه مختلف. فبينما يسمح الاستنساخ الإنجابي للبويضة بالنمو لتكوين كائن حي جديد يزرع في رحم الأم البديلة، يستعمل الاستنساخ العلاجي البويضة مصدرا لإنتاج الخلايا الجذعية، وهي خلايا تملك قدرة غير محدودة على التكاثر والتمايز لأي نوع من الخلايا، والتي يقول العلماء إنها قد تحمل أملا في علاج العديد من الأمراض. كما يساعد هذا النوع من الاستنساخ العلماء في فهم أعمق لطبيعة وكيفية تطور الأمراض.

سلبيات الاستنساخ العلاجي:

- الاستنساخ العلاجي يتطلب تدمير الجنين في المختبر لأخذ خلاياه الجذعية، مما يثير قضايا أخلاقية.
- يشير بعض العلماء إلى وجود تشابه بين الخلايا الجذعية وخلايا السرطان، إذ تقول دراسات إنه بعد ستين انقساما خلويا تتجمع في الخلايا الجذعية طفرات كافية لتحويلها إلى سرطانية. ولذلك فإنهم يطالبون بالمزيد من الأبحاث قبل استخدام هذه التقنية في علاج الأمراض البشرية.

فلسفة الفلك

نشأة الكون بين التفسير الكلاسيكي والتفسير العلمي المعاصر

محاضرة رقم (05)

الكون

هو مجموعة الظواهر الحقيقيّة التي تنتشر في أنحاء الفضاء،ويُعرَّف الكون بأنّه كافة المكونات الماديّة التي تشمل المجرات، والكواكب، والنجوم، وغيرها من المكونات الفضائيّة.من التعريفات الأخرى للكون هو جملة الموجودات التي لها مكان وزمان كالأجرام.

كيفية نشوء الكون

اهتمّ الإنسان منذ القِدم بالعديد من الأمور، مثل سبب وجوده على الأرض، وكيفية ظهور الكون بكافة ما يحتويه من كواكب ونجوم، فظهرت العديد من المعتقدات التي أدت إلى فرضيات حول وجود الكون، ومنها ما اعتمد على خرافات ومنها ما اعتمد علوم أو معلومات دينيّة، ويعدُّ التفسير الإسلاميّ لنشوء الكون هو الأقوى والأكثر منطقيّة، وفيما يأتي معلومات عن كيفية نشوء الكون؛ من خلال المراحل المعتمدة على النصوص الشرعيّة الإسلاميّة، والدراسات العلميّة الخاصة بالعلماء:

1- نشأة الكون وفقاً للنصوص الشرعية

حرص الإسلام على توضيح الصورة الصحيحة والدقيقة لنشأة الكون؛ من خلال الآيات القرآنيّة الكريمة والأحاديث النبويّة الشريفة، وفيما يأتي معلومات عن نشوء الكون كما ورد في النصوص الشرعيّة الإسلاميّة:

الكون الواسع المتوسّع:

هو النموذج الذي يؤكد علماء الكون صحته، فخلق الله تعالى الكون واسعاً ومتوسّعاً، ويستدلُّ على ذلك بقول الله تعالى)وَالسَّمَاءَ بَنَيْنَاهَا بِأَيْدٍ وَإِنَّا لَمُوسِعُونَ).صدق الله العظيم. ويرى العلماء المتخصّصون بالتفسير أنّ الله سبحانه وتعالى خلق السماء واسعة، وأنّها تستمر بالتوسع. قال الله تعالى (ثُمَّ اسْتَوَىٰ إِلَى السَّمَاءِ وَهِيَ دُخَانٌ فَقَالَ لَهَا وَلِلْأَرْضِ ائْتِيَا طَوْعًا أَوْ كَرْهًا قَالَتَا أَتَيْنَا طَائِعِينَ*فَقَضَاهُنَّ سَبْعَ سَمَاوَاتٍ فِي يَوْمَيْنِ وَأَوْحَىٰ فِي كُلِّ سَمَاءٍ أَمْرَهَا وَزَيَّنَّا السَّمَاءَ الدُّنْيَا بِمَصَابِيحَ وَحِفْظًا ذَٰلِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ). صدق الله العظيم. [

خلق السماء والأرض:

هو النموذج الثاني المرتبط بنشأة الكون، ويستدلُّ على ذلك بقول الله تعالى: (هُوَ الَّذِي خَلَقَ لَكُم مَّا فِي الْأَرْضِ جَمِيعًا ثُمَّ اسْتَوَىٰ إِلَى السَّمَاءِ فَسَوَّاهُنَّ سَبْعَ سَمَاوَاتٍ ۚ وَهُوَ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ). صدق الله العظيم. تنوعت

التفسيرات المقدمة حول هذه الآية الكريمة، ولكن اتفقت كافة الآراء حول التفسير الذي يشير إلى أن الله سبحانه وتعالى عندما خلق الكون أخرج من الماء دخاناً؛ أي الجسيمات الأوليّة والأشعة، ومن ثمّ خلق الله تعالى سبع سماوات والأرضين السبع من الدخان والماء، وتدلُّ كلمة السماء في الآية الكريمة على السماوات السبع فاستخُدمت بمعنى الجمع

طول أيام الخلق والحقائق الكونيّة في النصوص الشرعيّة:

هو النموذج الثالث المرتبط بنشوء الكون، ويشير إلى مدة خلق الله تعالى للكون، ويستدلُّ على ذلك بقول الله تعالى (وَهُوَ الَّذِي خَلَقَ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ فِي سِتَّةِ أَيَّامٍ وَكَانَ عَرْشُهُ عَلَى الْمَاءِ لِيَبْلُوَكُمْ أَيُّكُمْ أَحْسَنُ عَمَلًا وَلَئِن قُلْتَ إِنَّكُم مَّبْعُوثُونَ مِن بَعْدِ الْمَوْتِ لَيَقُولَنَّ الَّذِينَ كَفَرُوا إِنْ هَٰذَا إِلَّا سِحْرٌ مُّبِينٌ).ويرى معظم المفسرين أنّ تميز اليوم بالقصر هو أتمُّ وأفضل لإظهار قدرة الله تعالى على الخلق .

دحو (بسط) الكرة الأرضيّة:

إنّ الأيام الخاصة ببسط الأرض لا تدخل ضمن الأيام الستة التي خلق فيها الله سبحانه وتعالى الكون، ويستدلُّ على أيام دحو الأرض؛ من خلال الحديث النبويّ الشريف الآتي عن أبي هريرة –رضيّ الله عنه– قال أخذ رسولُ اللهِ –صلَّى الله عليه وسلَّمَ– بيدي فقال (خلق اللهُ عزَّ وجلَّ التُّربةَ يومَ السبت، وخلق فيها الجبالَ يومَ الأحد، وخلق الشجرَ يومَ الاثنَينِ، وخلق المكروه يومَ الثلاثاء، وخلق النُّورَ يوم الأربعاء، وبثَّ فيها الدوابَ يومَ الخميسِ، وخلق آدمَ – عليه السلام – بعد العصرِ من يومِ الجمعةِ في آخرِ الخلقِ، في آخرِ ساعةٍ من ساعاتِ الجمعةِ فيما بين العصرِ إلى الليل.

2– **نشأة الكون وفقاً للعلم :**

حرص العديد من علماء الفلك على دراسة مراحل نشوء الكون وفقاً لنظرية الانفجار العظيم، وفيما يأتي مجموعة من أهم هذه المراحل:

1– **حقبة بلانك:**

هي من المراحل العلميّة لنشأة الكون، وأُطلق عليها اسمها نسبة للعالم ماكس بلانك من مؤسسي علم الميكانيكا الكميّة، وبناءً على الفيزياء الكونيّة يعتبر عصر بلانك أقدم حقبة في تاريخ الكون، وتشير إلى الفترة الزمنيّة منذ بداية الكون إلى أن وصل عمره إلى ما يقارب 43 –^10 ثانية، ووصل الحجم التقديريّ للكون في هذه الحقبة إلى حوالي 35–^10 متر، أمّا درجة حرارته وصلت إلى 32^10درجات مئويّة .

2– حقبة التوحيد الأعظم

هي المرحلة التي بدأت عندما كان عُمر الكون 10^-43 ثانية إلى أنّ صار عمره 10^-36 ثانية، وأيضاً انخفضت درجة الحرارة الكونيّة ووصلت إلى 10^32 درجات مئويّة، ونتج عن ذلك انفصال الجاذبيّة عن مجموعة القوى الرئيسيّة التي شكلت معاً قوة كهرنوويّة .

3-حقبة تشكل النجوم والمجرّات :

هي الحقبة المرتبطة بوصول عُمر الكون إلى ما يقارب 300 إلى 500 مليون سنة، وأدى حدوث اضطراب إلى اختفاء الجزيئات التي ظهرت في هذه الحقبة، ممّا أدى إلى تغير طبيعة كثافتها من نقطة إلى أُخرى، وساهم تأثير الجاذبيّة في تحول المناطق ذات الكثافة المرتفعة إلى مجموعات من الغيوم الكونيّة الغازيّة، وساهمت لاحقاً الالتحامات النوويّة في ظهور النجوم الكونيّة الأولى.

4-عصر تشكل النظام الشمسي

هو العصر الذي ظهر فيه النظام الشمسيّ وفقاً لنظرية الانفجار العظيم،وكان عمر الكون في وقتها بين 8,5 – 9مليارات سنة،وتعدُّ الشمس أحدث النجوم في النظام الشمسيّ،وتشكلت نتيجة لرماد وحطام الأجيال التي سبقتها من النجوم الأخرى.

اشكالية نشأة الكون (اهم النظريات والتصورات تاريخيا)

ان الكلام عن الكون يطول ويتشعب، وإذا أردنا أن نتحدث عن علم الفضاء والكون نحن بحاجة لأن نؤسس لهذا العلم من خلال فهمنا للحظة البداية، والبداية هي نشأة الكون. كيف نشأ؟ وما هو موقعنا منه؟ وما هي أهم النظريات التي مرت، والتصورات عن الكون عبر الأزمنة التاريخية؟

تتلخص النظريات حول نشوء الكون بمدرستين اثنتين: أولاهما أن الكون كما هو ببداية ونهاية لا يتطور ولا يتغير، والثانية أن الكون يتطور وله بداية وقد يكون له نهاية.

وبنظرة تاريخية سريعة نجد أنه في عام 1 ق.م (البابليون) آمنوا بأن الأرض هي عبارة عن كوكب يعوم بين البحار والمحيطات، بالإضافة إلى 7 كواكب أخرى. أما في العام 4 ق.م قال أرسطو: "إن الكون ثابت لا بداية ولا نهاية له". في العام 2 ق.م اعتقد بطليموس أن الكرة الأرضية في منتصف الكون، وأن الشمس والكواكب تدور حولها. أما العلماء المسلمون فقد أثروا الحياة العلمية في مجال الفلك، وذلك بالاعتماد على أسلوب الاستقراء والمطالعة العلمية، وذلك بين القرن (9 – 16) الميلادي.

وقد قدم كوبرنيكوس فكرة ثورية في القرن السادس عشر مفادها بأن المجموعة الشمسية هي ليست الوحيدة في الكون، والشمس تقع في منتصف هذه المجموعة والأرض تدور حولها. هذه الفكرة خالفت الكثير من عقود

الفلسفة والتحكم الديني والسياسي في النظريات العلمية التي سبقته، وصولًا إلى القرن العشرين حيث ظهرت نظرية الانفجار العظيم في العام 1948 على يد الفلكي الروسي جورج غاموف (George Gamov)،وتبين لنا هذه النظرية أنه في البدء كان هناك جرمًا لا يستطيع العقل البشري أن يتخيله؛ فهو من الصغر بمكان ما يفوق تقدير العقل البشري، وهو من الكثافة والطاقة بمكان ما يفوق العقل البشري. تبين النظرية أن هذه الجرم الحرج في كتلته وحجمه وطاقته قد انفجر في الماضي السحيق ليولد غلالة من الدخان. وبحسب هذه النظرية، فإن الكون تمدد بطريقة لوغاريتمية في نشأته، إذ تمدد في الحجم مائة تريليون مرة خلال أجزاء ضئيلة جدًا من الثانية بعد الانفجار، مما أدى إلى تناسق الكون بصورة ملحوظة في أغوار الفضاء، كما وجدت نتيجة لذلك تموجات هائلة نجمت عنها موجات الجاذبية.

ولفهم النموذج السائد لعلم الكون؛ كان لزامًا على العلماء أن يبذلوا جهدًا أكبر ليتمكنوا من فهم ما يحدث في هذه الفرادة الدقيقة، وذلك من خلال مزاوجتهم لجانبين من العلوم: النسبية العامة (تفسر الجسيمات على مستوى الماكرو)، وميكانيكا الكم (القوانين الحاكمة للجزيئات). وقد شكّل تطبيق التخصصين تحديًا لعلماء الفيزياء عقودًا عدة، فكما يقول أحمد فرج علي –عالم الفيزياء في مدينة زويل للعلوم والتكنولوجيا، مصر: "تمثل فرادة الانفجار الكبير المشكلة الأكثر خطورة للنسبية العامة؛ إذ يبدو أن قوانين الفيزياء تتوقف هناك".

ونتيجة هذا الانفجار تولدت غلالة من الدخان، حيث أخذت جزيئاتها بالتقارب بفعل الجاذبية؛ لتشكل المجموعات الشمسية لتكون المجرات، ومن ثم الداليات، وبعدها العناقيد، ومن ثم السُّدُم.

وهنا يُطرَح سؤال فائق الأهمية: إلى متى سيستمر هذا التمدد؟ وهل هو نهائي؟ أم هو خارج لحدود الزمان والمكان إلى المالانهاية؟

يسأل العلماء التجريبيين: هل معدل اتساع الكون قبل مليارات السنين هو ذاته الآن؟ بالطبع لا، حيث يجيب أ.د صبري الدمرداش أنه لا بد لنا من معرفة أن هناك قوىً دافعة سببت اتساع الكون، والتي تقل مع الزمن فيقل معدل اتساع الكون بالمقابل، تظهر القوى الجاذبة، وفي لحظة من الزمان ستتساوى فيه القوتان (الدافعة والجاذبة)، وفي وقت بعد هذا ستبدأ القوى الدافعة بالتناقص تدريجيًا ، فتزيد القوى الجاذبة بالمقابل، ينتج عن انسحاق القوى الدافعة تلاشٍ للزمان والمكان وتكدس للمادة والطاقة؛بحيث تشمل التغيرات جوانب الكون الأربعة؛ فلا زمان بغير حرية، ولا مكان بغير مدّة فيحدث الانسحاق العظيم (Big ranch). أما المادة والطاقة فسيتكدسان ليصبحا جرمًا صغيرًا متناهٍ في الصغر و الكثافة، وعندئذٍ يحدث البيج بانج الثاني، فتق يتبعه رتق ليتبعه فتق آخر من خلال الانسحاق العظيم.

في محاولة للجمع بين قوانين ميكانيكا الكمّ والنسبية العامة، ولحلّ لغز الفرادة، استخدم علي زويل وسوريا داس –عالم الفيزياء في جامعة ليثبريدج في ألبرتا، كندا– معادلة تتوقع استخدام الفرادات في النسبية العامة. هذه

المعادلة كانت أمل كُمر رايشودوري –أستاذ داس السابق– قد وضعها عندما كان داس لا يزال طالبًا في جامعة بريزدنسي، كلكتا، الهند، لذا كان داس على دراية بها، بل شديد الإعجاب بها.

عندما أجرى علي وداس تصحيحات كمية صغيرة على معادلة رايشودوري، استنتجا أنها تصف سائلًا مشكلًا من جسيمات صغيرة تتخلل الفراغ. ولطالما اعتقد الفيزيائيون أن صيغة الكمّ للجاذبية ستتضمن جسيمًا افتراضيًّا، يُدعى جرافيتون (Graviton)، يولّد قوة الجذب. وفي نموذجهم الجديد –الذي سيظهر في عدد فبراير من دورية [Physics Letters B) يفترض علي وداس أن جرافيتونات كهذه يمكنها تشكيل هذا السائل.

ولفهم أصل الكون، استخدما هذه المعادلة المصححة؛ لتَتَبُّع سلوك هذا السائل عبر الزمن الماضي. وما أثار دهشتهما أنهما وجدا أنه لم يقترب من الفرادة، وبدلًا من ذلك بدا أن الكون كان موجودًا منذ الأزل. على الرغم من أنه كان أصغر في الماضي، فإنه لم يتلاشَ تمامًا إلى العدم، وفق قول داس.

يقول علي: "تصلح نظريتنا لإكمال نظرية النسبية العامة لأينشتاين، الناجحة جدًّا في وصف الفيزياء على مدى مسافات شاسعة"، مضيفًا: "ولكن الفيزيائيين يعلمون أنه من أجل وصف المسافات القصيرة، فإنه لا بد من استيعاب ميكانيكا الكمّ، ومعادلة رايشودوري خطوة كبرى لتحقيق ذلك".

كما يمكن لهذا النموذج أن يساعد في حل سرّين آخرين من أسرار الكون الغامضة. في أواخر تسعينيات القرن الماضي، اكتشف علماء الفلك أن توسع الكون يتسارع بسبب وجود طاقة مظلمة غامضة مجهولة المنشأ. هذا النموذج يستطيع تفسيرها؛ نظرًا لكون السائل يشكل قوة صادرة صغرى، ولكنها ثابتة تؤدي إلى توسيع الفضاء. ويعلق داس قائلًا: "هذه هي النتيجة السعيدة غير المقصودة لعملنا".

يعرف علماء الفلك أيضًا أن معظم المادة الكونية توجد بحالة غامضة لا مرئية تُدعى المادة المظلمة، ويمكن إدراكها فقط من خلال تأثيرها الجاذب للمواد المرئية كالنجوم. عندما أعد داس وأحد زملائه كتلة الجرافيتون في النموذج على مقياس صغير، تمكنوا من جعل كثافة السائل مطابقة لكثافة مادة الكون المظلمة الملحوظة، في نفس وقت تقديمها أيضًا للقيمة الصحيحة لقوة دفع المادة المظلمة.

وعن أهميتها يقول علي: "إنها المرة الأولى التي يتمكن فيها أي كان من إظهار أن هاتين المشكلتين الرئيسيتين في علم الكون يمكن حلهما في الوقت نفسه بواسطة معادلة الكمّ لرايشودوري".

ويضيف داس: "لدينا شعور عميق بالرضا؛ لأن هذا النموذج قد يتمكن بضربة واحدة من حلّ بعض أكثر القضايا الكونية أهمية".

مراحل تشكل الكون علميا

ما زالت نشأة الكون وبدايته من الأسرار التي لا يمكن معرفتها بشكلٍ محدد ومفصّل، ولكن بفضل الأبحاث العلميّة، والتجارب والدراسات تمّ التوصّل إلى تصوّر مبدأي لكيفيّة نشأة الكون، والمراحل الأولى لتكوّنه، ويُعرف هذا التصوّر بمبدأ الانفجار العظيم، وقد تمّ تبعاً لعدّة مراحل سنذكرها في هذا المقال .مراحل نظرية الانفجار العظيم تنص نظرية الانفجار العظيم تحديداً على أنّ الكون عامّةً كان عبارة عن كتلة واحدة كبيرة مكوّنة من الحرارة والمواد المنصهرة والتي تتكوّن من الهيدروجين والهيليوم والليثيوم، وبعد مرور وقت معيّن انفجرت هذه المكوّنات البدائيّة مكوّنة أجساماً تطايرت لمسافات بعيدة عن مركز الانفجار، وبعد مرور فترة من الزمن بردت هذه الأجسام وكوّنت النجوم والكواكب، كما نتجت عناصر أخرى نتيجةً لهذا الانفجار كغاز الهيدروجين والأكسجين، وقد مرّ الانفجار العظيم بمراحل عدّة كالآتي

المرحلة الأولى

هي مرحلة ما قبل الانفجار العظيم، ولم يستطع العلماء معرفة ماهيّة هذه المرحلة تحديداً؛ لأنّ تحديد هذه المرحلة يحتاج إلى الرجوع إلى قبل بداية الزمان، حيث تعتبر هذه المرحلة بمرحلة صفر الزمان أو الصفر المطلق، أي أنّ الوقت غير محدد وغير موجود ولذلك لا تنطبق القوانين الفيزيائيّة المعروفة على هذه المرحلة، واعتبر العلماء أنّ الكون كان عبارة عن ذرة صغيرة الحجم وأصغر من قطر نواة الذرة في هذه المرحلة .

المرحلة الثانية

هي المرحلة التي بدأ بها تكوّن الزمن بمقدار ثانية واحدة، عندها كانت درجة حرارة الكون تساوي 10 32، وهي أكبر من درجة حرارة نجم الشمس، وكما يُعرف كيميائيّاً أنّ الذرات ترتبط ببعضها البعض وترتبط مكوّناتها بروابط نووية وكهرومغناطيسيّة، وتتميّز الرابطة النووية بضعف قوّتها، وعندما بدأت هذه الروابط بالضعف بدأ الكون بالتوسّع بمقدار 10سنتيمترات .

المرحلة الثالثة

وجدت هذه المرحلة في الفترة الزمنية من 1 ثانية إلى 3 دقائق، وتكوّنت الفوتونات والإلكترونات في هذا الوقت، ونتيجةً لتوسّع الكون بدأت درجة حرارته بالانخفاض إلى 10 بليون درجة مئويّة، وتكوّن عنصر الهيليوم عند هذه الدرجة، وبالتالي شكّل عنصر الهيليوم ربع مكوّنات الكون .

المرحلة الرابعة

وجدت هذه المرحلة في الفترة الزمنية من 3 دقائق إلى 100 مليون سنة، وبدأت ذرات الهيدروجين بالتكوّن في هذه المرحلة، بسبب انخفاض درجة حرارة الكون، كما تكوّنت الذرات المتعادلة والغازات المشهورة

المرحلة الخامسة

تبدأ هذه المرحلة من المرحلة الثالثة إلى الوقت الحاليّ، حيث تكوّنت النجوم والكويكبات فيها، ونسبةً للنظريّة بدأ الكون بالتوسّع وبدأت مكوّناته بالابتعاد عن بعضها بعضاً مكوّناً المجموعات الشمسية والمجرّات الحالية .