المحور1: إبستيمولوجيا العلم المعاصر:الماهية والاشكاليات

الدرس1:مفهوم فلسفة العلوم وعلاقتها مع العلوم الأخرى

1-مفهوم الابستيمولوجيا.....ص6

2- علاقة الابستمولوجيا بالعلوم الأخرى:.....ص8

أ-الإبستمولوجيا ونظرية المعرفة.....ص8

ب- الأبستمولوجيا والفلسفة:.....ص8

ج-الإبستمولوجيا وعلم المناهج :.....ص9

د-الابستيمولوجيا وتاريخ العلوم:.....ص11

هـ-الإبستمولوجيا والعلوم الإنسانية:.....ص12

المحور2 : الابستيمولوجيا المنطق الرياضي:

الدرس1: النزعة المنطقية وظهور المنطق الرياضي

تمهيد: ص13

1-نشأة المنطق الرياضي: ص13

2-المنطق الرياضي عند راسل.....ص14

-خلاصة: .....**ص 15**

الدرس2 : أصل الرياضيات عند النزعة الحدسية والاكسيوماتيكية: (نقد النزعة المنطقية)

1-النزعة الحدسية:.....ص16

2-النزعة الاكسيوماتيكية:.....ص16

أ-شروط المنهج الاكسيوماتيكي:.....ص16

ب-نقد المناطقة:.....ص16

ج-نقد الحدسانين:.....ص16

المحور3: الثورات العلمية المعاصرة في الرياضيات

الدرس1: الهندسات اللاقليدية.....ص18

-تمهيد.....ص18

1- العوائق الابستمولوجية لهندسة اقليدس:.....ص18
2-الهندسات اللاقليدية.....ص19
أ-هندسة لوباشفسكي:: ص19
ب-هندسة ريمان: ص20
خلاصة: ص20
الدرس 2: نظرية المجموعات عند جورج كانتور
تمهيد:.....ص21
1-الخلفية المعرفية لظهور نظرية المجموعات:.....ص21
2-مفهوم نظرية المجموعات:.....ص22
3-نقائض نظرية المجموعات:.....ص23
أ-تعدد اللانهايات وتنوعها:.....ص23
ب- الاعداد المتجاوزة للانهاية:..... ص23
ج- مشكلة المجموعات الترتيبية:.....ص24
د- نقيضة الجزء أكبر من الكل:.....ص24
هـ-نقيضة مجموعة جميع المجموعات:.....ص25
خلاصة:.....ص25
الدرس 3: نقائض نظرية المجموعات وحلول النزعة المنطقية.....ص26
تمهيد:.....ص26
1-أسباب نقائض نظرية المجموعات من منظور راسل:.....ص26
2-الحل الراسلي لنقائض نظرية المجموعات: نظرية الأنماط.....ص27
خلاصة:.....ص28
الدرس 4: النزعة الحدسية والحلول المقترحة لنقائض نظرية المجموعات:.....ص29
تمهيد:.....ص29
1-طبيعة المواضيع الرياضية: ص29
2- مشكلة المبدأ الثالث المرفوع:.....ص30

خلاصة.....**ص30**

الدرس5: النزعة الأكسيوماتيكية والحلول المقترحة لنقائض نظرية المجموعات:.....ص31

تمهيد:.....ص31

1- احترام شروط المنهج الأكسيوماتيكي كفيل بحل مشكلة النقائض.....ص31

2-أهمية المنهج الأكسيوماتيكي:.....ص32

خلاصة:.....**ص32**

محور4: الثورات العلمية في الفيزياء:

الدرس1:الثورة الغاليلية.....ص33

تمهيد: ص33

1-مفهوم الطبيعة عند غاليلي: ص33

2-أهمية المنهج الرياضي عند غاليلي.....ص33

خلاصة: ص34

الدرس2: الثورة النيوتونية

تمهيد:.....ص35

1-مفهوم الطبيعة عند نيوتن:.....ص35

2-البعد الميتافزيقي في نظرية نيوتن: ص36

-خلاصة:.....**ص37**

الدرس3: الثورة النسبية:

تمهيد:.....ص38

1-نشأة نظرية النسبية.....:**ص38**

2-أسس نظرية النسبية:.....ص39

أ-مفهوم الجاذبية.....ص39

ب- مفهوم المكان:.....ص39

ج- مفهوم الزمان: ص40

د- الزمكان: ص41

هـ- مفهوم ثبات الضوء: ص41

خلاصة:.....ص42

الدرس4: الثورة الكوانتية:

تمهيد:.....ص43

1-بلانك وفكرة الكوانتا:.....ص43

2-هيزنبرغ والميكانيكا الكوانتية: ص44

3-النتائج الابستيمولوجية للثورة الكوانتية: ص46

خلاصة:.....ص47

المحور5: الثورة العلمية في علم الكيمياء:

الدرس: ثورة لافوازييه العلمية في الكيمياء

تمهيد:.....ص48

1-الخلفية المعرفية لاكتشاف الاوكسجين:.....ص48

2-ثورة لافوازييه وتأسيس الكيمياء الحديثة:.....ص49

3- النتائج الابستيمولوجية للثورة لافوازييه:.....ص50

خلاصة:.....**ص51**

المحور6: مشكلة الاستقراء:.....ص52

الدرس1: مشكلة الاستقراء عند هيوم :.....ص52

تمهيد.....ص52

1- إسقاط مبدأ اطراد الظواهر:.....ص 53

2- الفهم الخاطئ للسببيّة: ص54

خلاصة:.....**ص56**

الدرس2 :الاستقراء عند الوضعيين المناطقة:

تمهيد.....ص57

1- نشأة الوضعية المنطقية: ص57

2_ موقف الوضعيين المناطقة من الفلسفة: ص58

3-مبدأ التحقق: ص58

4-مبدأ التأييد : ص61

خلاصة.....ص61

الدرس2: الاستقراء عند النزعة الاحتمالية: ص62

تمهيد: :.....ص62

1-نظرية الاحتمال عند رايشنباخ.....**ص62**

2-أهمية مبدأ الاطراد في الطبيعة:.....ص63

3- أهمية الاستقراء في العلم:.....**ص63**

خلاصة.....**ص**63

الدرس3 : موقف بوبر من مشكلة الاستقراء:

تمهيد :.....ص 64

1-التحليل البوبري لمشكلة الاستقراء:.....ص64

أ- نقد النزعة التحقيقية:.....ص65

ب - نقد النزعة الاحتمالية.....**ص67**

2--الحل البوبري لمشكلة الاستقراء:.....ص69

أ-دواعي ظهور الاستقراء في نظر بوبر:.....ص69

ب-الاستقراء أسطورة:.....ص70

خلاصــة.....**ص72**

قائمة المصادر والمراجع.....ص73

الدرس1: إبستيمولوجيا العلم المعاصر:الماهية والاشكاليات

1-مفهوم الابستيمولوجيا:

ان مصطلح "الإبستمولوجيا"Epistomologie مشتق من الكلمة اليونانية Episteme"التي تعني "العلم" أو "المعرفة العلمية" والمقطع "Logie" الذي يعني في أصله اليوناني "Logos" أي " علم، نقد، نظرية، دراسة، وبالتالي فإن كلمة "إبستمولوجيا" تعني حرفيًا "نظرية العلم "أو علم العلم. ويقدم "أندريه لالاند" تعريفاً للإبستمولوجيا يرى فيه أن هذه الكلمة تعني فلسفة العلوم ، والتي تعني دراسة نقدية لمبادئ العلوم وفروضها ونتائجها بغية إبراز بنائها ومنطقها وقيمتها الموضوعيّة.

وينبّه لالاند في موسوعته الفلسفية إلى وجود فرق بين الابستيمولوجيا وبين دراسة المناهج العلميّة (méthodologie). كما يميّز بينها وبين نظريّة المعرفة (théorie de la connaissance) على ما بينهما من صلات ووشائج. ويعتبر لالاند أنّ ميزة الابستمولوجيا تكمن في كونها تدرس المعرفة العلمية على وجه التحديد[1] بصرف النظر عن أي شكل آخر من أشكال المعرفة.

وهي تختلف بهذا عن مناهج العلوم لأن الايبستمولوجيا تدرس بشكل نقدي مبادئ كافة انواع العلوم و فروضها و نتائجها. فهي ليست بوجه خاص دراسة الطرائق العلمية، لأن هذه الدراسة موضوع علم المناهج والتي هي جزء من المنطق، كما أنها ليست تركيب قوانين علمية أو بنية فرضياته. لأن هذا موضوع العلم وانما الإبستمولوجيا بالدرجة الأولى هي دراسة نقدية لمبادئ مختلف العلوم وفرضياتها ونتائجها بغية تحديد أصلها المنطقي(لا النفسي) وقيمتها ومداها الموضوعي[2]. للإبستمولوجيا وظيفة أدق وأكثر تحديداً. فهي مبحث نقدي يدرس شروط إمكان إنتاج معارف علمية هي بذاتها لا غيرها.

---

[1]-**أندريه لالاند**، موسوعة لالاند الفلسفية ،تعريب خليل أحمد خليل ط1(بيروت ، منشورات عويدات،2001) ص357

[2]- **-- محمد عابد الجابري**، مدخل الى فلسفة العلوم : العقلانية المعاصرة وتطور الفكر العلمي، ط3 (بيروت :مركز دراسات الوحدة العربية، 1994) ، ص18.

2- علاقة الابستيمولوجيا بالعلوم الأخرى:

من العسير رسم الحدود تفصل الابستيمولوجيا عن بعض المباحث المجاورة كالميتودولوجيا (علم المناهج) أو نظرية المعرفة وفلسفة العلم وتاريخ العلم والعلوم الإنسانية.

أ-الإبستمولوجياونظريةالمعرفة

تختص نظرية المعرفة بالبحث في إمكانية قيام المعرفة وبالسؤال عن أدواتها وحدودها وقيمتها. فتأسست في سياقها عدة مذاهب منها المذهب العقلي الذي يعتبر العقل هو الوسيلة الوحيدة للمعرفة، والمذهب الحسي الذي يُحيل المعرفة إلى الحواس باعتبار العقل صفحة بيضاء. ان نظرية المعرفة أعم من الابستيمولوجيا لأن الابستمولوجيا تقتصر على شكل وحيد من أشكال المعرفة وهو المعرفة العلمية، في حين نظرية المعرفة تهتم بجميع أنواع المعارف. لكن أصبحت الابستيمولوجيا في هذا العصر من اختصاص العلماء بينما بقيت نظرية المعرفة من مشاغل الفلاسفة.[1]

ب- الأبستمولوجيا والفلسفة:

إذا نظرنا إلى فلسفة العلوم بالمعنى الأوسع اعتبرناها كل تفكير في العلم أو في أي جانب من جوانبه وفي نتائجه الفلسفية وقيمته المنطقية والأخلاقية .ففلسفة العلوم أشبه بلجنة مراقبة تضع شروطا ضوابطا للعلم حفاظا على القيم الإنسانية كما هو الشأن في البيوتيقا. ويمكن التفلسف في العلم من أربعـــــــة وجوه[2]:

- أولا- دارسة علاقاته بالمجتمع أو ما يسمى في ادبيات العصر سوسيولوجيا العلم.
- ثانيا- السعي لإحاطة العلم بمجموعة من القيم الإنسانية باعتبار العلم نشاط انساني بالدرجة الأولى
- ثالثا: تجاوز نتائج العلم لبلوغ ما يمكن تسميته بفلسفة العلم.

---

[1] - **محمد عابد الجابري**، مدخل الى فلسفة العلوم ، ص22

[2] -المرجع نفسه،ص24.

رابعا: التحليل المنطقي للغة العلم الذي نادت به الوضعية المنطقية.

ويمضي بعض المفكرين الى صون الإبستمولوجيا من فساد يصيبها من الفلسفة، فنجدهم لا يعترفون بأي شكل للمعرفة إلا الشكل العلمي وينفون بذلك كل فلسفة لا تقوم بتحليل العلم، وهذا الموقف يمثله الوضعيين المناطقة ، وبدأت الإبستمولوجيا في زمانهم تفلت أكثر فأكثر من قبضة الفلاسفة وانتقلت إلى العلماء، غير أن بعد ذلك أصوات تعالت تنادي بضرورة محايثة الفلسفة للعلم فتحولت الابستيمولوجيا إلى مبحث من مباحث الفلسفة. لأن الأبستمولوجيا ليست من صنع العلماء، فهي لا تخاطبهم إلا عَرَضاً. فاتضح أن علاقة الفلسفة بالعلم علاقة هادفة وتجلى تحققها في مبحث فلسفة العلوم، وبالتالي يكون العلم ذريعة التفلسف. ويظهر نشاط التفلسف في مضمار العلم في مشكلة حدود المعرفة العلمية وتجديد الضوابط التي تحكمها.

ومن الطبيعي أن هناك فرق بين عالم إبستمولوجي وفيلسوف إيبستمولوجي على أساس الأصل الفكري والنشأة العلمية. فبعض الابستمولوجيين علماء أصبحوا فلاسفة وخلفوا أسماءهم في تاريخ الفلسفة أكثر منه في العلوم: مثال ذلك ومايرسون وتوماس كون. والبعض لآخر فلاسفة ذوي فضول علمي خلفوا بصمتهم في الوسط الابستيمولوجي حين تزودوا بثقافة علمية واسعة في مجال من مجالات العلم ، كحال(باشلار) . فالابستمولوجيا لا تحتاج الى علماء ذوي العين الواحدة مثلما كان ينعتهم كانط ، لأن عين الفلسفة تعوزهم ،كما لا تحتاج الى فلاسفـــــة يفتقدون الى الترسانة العلمية، فوظيفة الابستيمولوجي تتطلب منه التمتع بثقافة مزدوجة: الثقافة العلمية والثقافة الفلسفية.

ج-الأبستمولوجيا وعلم المناهج :

الميتودولوجيا اشتقاقاً تأتي من (Méthode) وهي مُشتقة من (Méthodos) اليونانية ومعناها الطريق

إلى، أو المنهج المؤدي إلى ... ، وبعد تطور الكلمة باتت تدل على مجموعة العمليات التي يقوم بها العالم من بدء بحثه إلى نهايته من أجل الكشف عن حقيقة أمر والبرهان عليه[1].

والواقع نسميه علم المناهج لأن لكل علم طريقته وسيلته المنهجية، فبعضها تجريبي وبعضها استنباطي، بما ان العلوم تتمايز في موضوعاتها فهي تختلف أيضا في مناهجها، ولا يمكننا الحديث عن منهاج عام للعلوم يكون بمقدرته كشف الحقيقة في كل ميدان لذا لكل علم منهجه. والأهم أن الميتودولوجيا لا تأتي قبل العلم إنما هي تتبع فلسفي للطريقة التي سار عليها العالم حتى وصل إلى النتيجة ، وليس على الفيلسوف أيضا أن يُعين للعالم المنهج الذي يتبعه بل هو يناقشه وينتقده فقط، وملاحظاته وانتقاداته قد تفيد العالم في بحثه، وتجعله أكثر وعياً لطبيعة عمله. فإذا كانت الأبستمولوجيا تتناول بالدراسة نقد مبادئ العلوم وفروضها ونتائجها لتحديد قيمتها الموضوعية، فإن الميتودولوجيا تقتصر في الغالب على دراسة المناهج العلمية دراسة وصفية تحليلية لبيان مراحل عملية الكشف العلمي، وان كان طموحها هو أن تكون نظرية عامة لجميع العلوم، ترتفع إلى مستوى أعلى من التحليل، وهو مستوى البحث النقدي الرامي إلى استخلاص نمط التفكير العلمي. فعندما تنقد المناهج العلمية ذاتها تبحث عن ثغراتها وتعمل على معالجتها. فقد تنشأ الأزمات في العلم في نظر جون بياجي بسبب خطأ في المناهج السابقة وتعالج باكتشاف مناهج جديدة لهذا يمكن اعتبار الايبستيمولوجيا ميتودولوجيا من الدرجة الثانية[2]. وروبير بلنشيه طرح سؤالا هاما: هل ينبغي اعتبار الإبستمولوجيا وعلم المناهج (الميثودلوجيا) مبحثين متمايزين أم هما مترابطين؟

إن معجم(لالاند) يفرّق أحدهما عن االآخر ويرى أن الإبستمولوجيا بالمعنى الدقيق ليست دراسة الطرائق العلمية، فهذا الدراسة موضوع علم المناهج الذي هو جزء من المنطق. إن الفلاسفة الفرنسين

---

[1]- **محمد عابد الجابري**، مدخل الى فلسفة العلوم ، ص ص22-23

[2]- - المرجع نفسه، ص ص -23-24

يصرون على وضع علم المناهج في ملكوت المنطق، لكن علم المناهج حتى لو احترم قوانين المنطق يظل غريباً ومختلفا عنه. اذا كانت الإبستمولوجيا هي دراسة مبادئ العلوم المختلفة دراسة نقدية فهل يمكنها تحقيق ذلك دون التساؤل عن طبيعة وقيمة الطرائق التي تبني عليها هذه العلوم؟ أي هل للابستيمولوجيا ان تشتغل بمنأى عن علم المناهج ؟ . فمن المحـــــال أن يهمل الابستمولوجي دراستها بإحالتـــها على ســـــواه، لذا لابـــد من دمج تحليـــل الطرائـــق العلميـــة في الإبستمولوجيـــا. وعليـــــه لا يمكـــن فصـــل هذيـــن المبحثيـــن أحدهمـــا عن الأخـــر[1].

د-الابستيمولوجيا وتاريخ العلوم:

على الابستمولوجيا التسلح بالوعي التاريخي من اجل فهم أفضل للعلم. لم يعد الفكر العلمي يرحب بالنظريات التي تفشل في التفاعل مع التاريخ. وأصبحت كل فلسفة لا تاريخية هي فلسفة عاجزة عن أداء دورها في استيعاب الوضع العلمي، وهي خاوية من المضامين العلمية. لأن النظريات والمفاهيم العلمية مرتبطة بإطارها التاريخي، ولكل نظرية علمية موقع خاص في تاريخ العلوم، وفي سياقه تدرس وتحلل. فعلى الابستمولوجيا أن تقوم بتوضيح هذا التاريخ وتجعل منه أداة لتحليل بنية العلم. وفي هذا المضمار نجد مؤرخ العلم الأمريكي **توماس كون** قد استهل كتابه الشهير **بنية الثورات العلمية** بالإشارة الى ضرورة استحضار تاريخ العلوم عند تحليل بنية العلم وهذا يعد من مهام الايستيمولوجيا، لأن مفهوم العلم لن يكشف الا بالبحث في معطياته التاريخية. فتاريخ العلم هو الإطار الأنسب لفهم الظاهرة العلمية، أي ان الإلمام بالعوامل المتحكمة في حركية العلم يقتضي الاسترشاد بالبحث التاريخي.

عمل توماس كون على تغيير النظرة الى تاريخ العلم وتصويب صورته،فهو ليس تحقيبا زمنيا للأحداث العلمية، أو وصفا سطحيا لانجازاته المهمّة ويقول بشأنه: " التاريخ إذا ما نظرنا إليه باعتباره شيئا آخر أكثر من الحكايات، وسير أحداث الزمان في تتابع الأحقاب، يمكن أن يؤدي إلى تحول حاسم

[1] --**روبير بلانشي**، نظرية العلم (الابستيمولوجيا)، ترجمة : محمود يعقوبي(الجزائر : ديوان المطبوعات الجامعية،2004) ص ص 26-27.

في صورة العلم»[1]. أي أن تـاريخ العلم ليس مجموعة من النظريات المتسلسلة او مستودع للأحداث العلمية الذي نسرد فيه كل الإسهامات والانجازات. لأن مثل هذا الطرح يجعل من تاريخ العلم تاريخ عباقرة وعظماء بنوا صرح العلم وصنعوا مجده. في حين تاريخ العلم هو ذلك البحث المستفيض الذي يعمل على الكشف عن الآلية الفعلية التي بموجبها تتطور الأفكار العلمية. فالصّورة الحقيقية للعلم تستخرج من التاريخ النزيه، من الممارسة العلمية ذاتها.

ان حاضر العلم لا يمكن فهمه فهماً جيداً إلا بالعودة الى ماضيه. فالبعد التاريخي هو الذي يقدم لنا وسيلة تحليل بنية العلم، إذ يفصل شتى العناصر التي أسهمت في نشأة المفاهيم العلمية ومبادئه. أما فيما يخص علاقة الإبستيمولوجيا بتاريخ العلوم فهذا التاريخ هو بالنسبة إليها هو وسيلة لا غاية. وإن بحثها المستند إلى التاريخ بحث نقدي بالدرجة الأولى، فهي تنطلق من التعاليم الصادرة عن ماضي العلم لتمييز العناصر التي تضافرت وشكلت حاضر العلم. ومن العسير إجراء فصل بين المبحثين؛ فهما ينصهران في آخر المطاف في مبحث واحد لأنهما يتداخلان تداخلاً شديداً، حيث لا توجد إبستمولوجيا إلا وهي تاريخية كما لا يوجد تاريخ علوم بالمقابل إلا وهو ابستمولوجي. فعندما تذوب الإبستمولوجيا في تاريخ العلوم يصبح النمو الزمني للعلم مفهوماً جدليا، وهذا التاريخ يتسق مع نوع معين من الفلسفة هي الفلسفة الجدلية. إن ظاهرة الإرجاع الزمني تحملنا على أن نضفي على الماضي أنوار الحاضر لوصف الظاهرة وصفاً معقولاً، ولذا فإن كل تاريخ علوم الذي تحتاجه الابستيمولوجيا يختلف عن تاريخ السرد المحض، وهو شيء فلسفي إلى حد ما ويعتمد على المنهج التاريخي النقدي ويطلق عليه التاريخ الفلسفي للعلم وهو الذي يساعد على تبين أسس الفكر العلمي[2].

---

[1] - **توماس كون**، بنية الثورات العلمية، ترجمة جلال شوقي (الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، 1992)، ص 29.

-[2] - **محمد عابد الجابري**، مدخل الى فلسفة العلوم، ص 42-

هـ-الإبستمولوجيا والعلوم الإنسانية:

ما موقع الإبستمولوجيا بين العلوم المسماة "معنوية "أو"إنسانية" وما علاقتها بها؟ إن العلوم الإنسانية مادام هي علوم فهي تمثل أحد موضوعات الابستيمولوجيا. ولذا فإن علاقة الإبستمولوجيا بهذه العلوم شبيه بعلاقتها بالعلوم الرياضية أو بعلوم الطبيعة . والإبستمولوجيا تقع بالنسبة إليها في مستوى أعلى لأنها تنقدها وتوجهها بتحليلاتها الى التفكير الموضوعي. فالإبستمولوجيا الخاصة بالرياضيات مطبوعة انطباعاً قوياً بروح الرياضيات ومنهجها، وهي مختلفة كل الاختلاف عن ابستيمولوجيا العلوم الإنسانية التي تتميز بموضوعاتها ومنهجها، مثلا التحليلات التي يقوم بها علماء الاجتماع وعلماء النفس وعلماء الاقتصاد واللغويون هي مطبوعة بطابع بروح موضوعات هذه العلوم، لكن ابستيمولوجيا العلوم الإنسانية تهتم بدراسة علاقات العلم بالعالم وبالمجتمع، أي ان العلم بوصفه نشاطاً إنسانياً وظاهرة اجتماعية، وعدم قصر الإبستمولوجيا على تحليل اللغة العلمية، لأن ذلك تصور ضيق وجزئي. فمن اجل نظرة أشمل لابد للإبستمولوجيا أن تحيط بتلك البحوث المتصلة ببناء العلم وبنشأة الفكر العلمي ونموه، وهذه الأخيرة تستلزم اللجوء إلى العلوم الإنسانية.

المحور2 : الابستيمولوجيا والمنطق الرياضي:

الدرس1: النزعة المنطقية وظهور المنطق الرياضي

-تمهيد:

ظهر المنطق الرياضي لتكريس الأصل المنطقي للرياضيات بعد ان احتدم الجدال بين الابستمولوجيين حول أسس العلم الرياضي الى حد الاختلاف. فالتعارض بين بين النزعة الحدسية والمنطقية قديم قدم الرياضيات ذاتها. وتمتد جذوره العصر اليوناني، اذ أقامت المدرسة الفيثاغورثية والافلاطونية الرياضيات على الحدس أما أرسطو واقليدس فقد جعلا الرياضيات علم برهاني قائم على الاستدلال المنطقي. واستمر هذا الصراع إلى العصر المعاصر إذ شهد نزاعا حادا بين الحدسانين والمنطقيين. فدافع الحدسانيون عن أهمية الحدس في الرياضيات، وألح المناطقة على ضرورة استحضار المنطق في الرياضيات وتوجت ابحاثهم بظهور المنطق الرياضي. إنطلاقا من هذا التصور يمكننا التساؤل ماهي حجج النزعة المنطقية في ردها لأصل الرياضيات إلى المنطق وكيف نشأ المنطق الرياضي وما هي مراحل تطوره؟

1-نشأة المنطق الرياضي:

لقد ظل المنطق الصوري الارسطي قائما على صياغته البرهانية إلى أن أبرز ليبنتز التشابه بين المنطق والرياضيات وانتبه الى ان كليهما بناء استنتاجي، فأكد جميع مبادئ الرياضيات يمكن ردها بالتحليل الى مبادئ المنطق، فجميع البديهيات الرياضية ترتد الى مبدأ الهوية ومبدأ عدم التناقض. حيث يقول مشيدا بالمنطق:"ان المنطق منذ ارسطو ...لم يتراجع خطوة الى الوراء ...ولم يخطو خطوة واحدة الى الأمام....فهو علم قد تم واكتمل"[1].كما أن ليبنتز استخدم الرموز في تمثيل كل فكرة أو قضية، و بهذه الصياغة الجديدة، استحدث صورة جديدة للمنطق الصوري الأرسطي.

بقي المنطق الرياضي على هذا النمط إلى أن أتى جورج بول في منتصف القرن التاسع عشر وواصل اعمال ليبنتز ووضع دعائم المنطق الجبري. ومشيرا إلى اننا إذا كنا نستخدم في عمليات الجبر

[1] -نقلا عن - **محمد عابد الجابري**، مدخل الى فلسفة العلوم، ،ص ص104-105

رموزا وهذه الرموز لها خصائص معينة ، فمن الممكن استخدام رموز مشتقة من الرموز الجبرية للتعبير عن العمليات الفكرية، و أوجد جورج بول منطق رياضي جديد مختلف عن الصوري المعتاد و يسمى المنطق الجبري أو الصوري الرمزي أو الرياضي.

2-المنطق الرياضي عند راسل

اكتمل هذا المنطق مع بيرتراند راسل وَ وايتهيد.يرى راسل بما ان المنطق ينطلق من مقدمات الى نتائج أي هو استدلالي، وبالتحديد هو استنتاج صوري فقط . فهو لا يعود إلى المحتوى المادي للمقدمات وما يهمه سلامة الاستدلال دون المبالاة بالطبيعة المادية.ومقدماته صالحة للبرهنة على النظريات والامر نفسه بالنسبة الى الرياضيات فهي تنطلق من بديهيات الى نتائج ، فهما يشتركان في نفس المنهج هو الاستنباط. فطابق راسل بين الرياضيات والمنطق في كتابه أصول الرياضيات، أين اعتبر الرياضيات جزء من المنطق وامتداد له. برهن راسل على ذلك بطريقتين:

اولاً : تحليل الرياضيات تحليلاً بردها إلى أصول المنطق، ثم تحليل المبادئ المنطقية إلى أقل عدد من الفروض التي تستنبط منها قواعد المنطق والرياضيات. وبهذا التحليل تزول الفوارق بين المنطق والرياضيات.

ثانياً : عمد إلى تعريف العدد الطبيعي تعريف منطقيا برده إلى ألفاظ دالة على مفاهيم ، ثم انتقل إلى فكرة رد الرياضيات الى فكرة العدد الطبيعي.

عرّف راسل الرياضيات بأنها جميع القضايا التي صورتها "ق" يلزم عنها "ك" ، القضايا عند تتميز بخاصيتين:

الأولى: أنها جميعها قضايا تُحل بلوازم المنطق (إذا كان كذا ..... ينتج كذا).

الثانية: إشتمالها على متغيرات و على ثوابت (الثوابت المنطقية فقط).

أي أن ق وَ ك قضيتان تشتملان على متغير واحد أو عدة متغيرات. وأن كلاهما لا تشتمل على ثوابت غير الثوابت المنطقية. وتوصل الى أنه لا يجب أن يدخل في الرياضيات أي شيء لا يمكن تعريفه ما عدا الثوابت المنطقية وأن جميع الثوابت الرياضية ثوابت منطقية وبها تتعلق جميع البديهيات الرياضية,

ويعرف راسل الثابت المنطقي بأنه شيء يبقى ثابتاً في قضية حتى وان تغيرت جميع مكوناتها، فالأعداد (1،2،3،.....) وَ الرموز (+، −، = ...) وهي ثابتة لا تتغير بتغير سياقها و وضعها، أما الرموز المتغيرة هي الحروف المستعملة في العبارات الرياضية (س، ص، ع ...). إذن الرياضيات عند راسل تتكون من متغيرات وثوابت منطقية فقط. إن الاعداد و العمليات ثوابت فمثلا (2+1= 3) قضية كلها ثوابت لأنها تتكون من رموز وأعداد لا يتغير معناها بتغير موضعها في العبارة الرياضيــة. اذ يمكننا أن نكتب (1+2 = 3 أو 2+1 = 3) .ولكن يمكن تحويل الثوابت في قضية الى متغيرات فقولنا مثلا (1+1=2) الظاهر أن هذه القضية لا تشمل على متغيرات ، لكن المعنى الصحيح لهذه القضية هو [اذا كانت "س" واحد و كانت "ص" واحد ، ثم اذا كانت "س" تختلف عن "ص" فإن س ، ص يكونان اثنان). فأصبحت القضية تشتمل على متغيرات، وامكانية تحويل الثوابت الى متغيرات هو الذي يجعلها قضية رياضية

-خلاصة:

خلص راسل الى رد المبادئ الرياضية الى أصول منطقية، وعمل على إزالة الفوارق بين الرياضيات والمنطق واعتبرهما من طبيعة واحدة، وألح على ضرورة ربط الرياضيات بالمنطق لأنه يزودها بالتناغم والانسجام ويبعدها عن التناقضات.

الدرس2 : أصل الرياضيات عند النزعة الحدسية والاكسيوماتيكية: (نقد النزعة المنطقية)

1-النزعة الحدسية:

ترى النزعة الحدسية أن المنطق ليس أساس الرياضيات ، كيف يمكنه ان يكون كذلك وهو ذاته يحتاج الى أساس ، فمبادئ المنطق أكثر غموضا وتعقيدا من مبادئ الرياضيات.[1] ففي نظر الحدسانيين حتى وان اعتبرنا ان الرياضيات تعتمد على المنطق لأنه يمدها بالانسجام فهذا لا يكفي لأن الرياضيات بناءات ذهنية صميمها الحدس.

يؤكد الحدسانيون ومن بينهم بوانكاريه على ان الرياضيات لا تشتق من المنطق كما يعتقد راسل، لأن المنطق عقيم والرياضيات تتميز بالكشف والابداع، والذي يمدها بهذه الخصوبة هو الحدس. ويرى أن المنطق ما هو الا أداة لاستعراض نتائج تم الوصول اليها أساسا على الحدس. أما الحدس فهو أداة الاختراع بدونه لا يمكن للأذهان الشابة أن تتمرن على الفكر الرياضي، إلا لن تتعلم كيف ان تحب العلم الرياضي ولا أن تجد فيه شيئا آخر غير السفسطة التي لا طائل من ورائها [2].

2-النزعة الاكسيوماتيكية:

من رواد هذه النزعة هلبرت Helbert و باش Pash. ترفض هذه النزعة ارجاع أصل الرياضيات الى المنطق و الحدس بل تعيده الى أصل ثالث هو الأكسيوماتيك، وهو منظومة من الأوليات يقوم عليها نسق رياضي معين[3]. هذه الأوليات هي حدود عارية أو فارغة من كل معنى كما قال **هلبرت**. وتختلف الأنساق الرياضية باختلاف الأوليات المنطلق منها. هذه الأوليات هي مجرد فرضيات يتخذها الرياضي كأساس لبناء نسقه. من هذه الحدود العارية نشأ المنطق ونشأت الرياضيات فكلاهما يعودان الى اصل واحد هو الاكسيوماتيك.(axiomatique).

---

[1] **Ferdinand Gonseth** ,Les fondements des mathématiques de la géométrie d'Euclide à la relativité generale et à l'intuitionnisme, preface de Jacques Hadamard(Paris :Blanchard,1974)p,196

[2] -**Henri Poincaré**,la valeur de la science ,préface de julles Vuillemin(Paris,Flammarion,1970)p40

[3] _ **محمد عابد الجابري**، مدخل الى فلسفة العلوم، ، ص 81

أ–شروط المنهج الاكسيوماتيكي:هذه الحدود العارية لها ثلاث شروط:

1–أن تكون هذه الحدود مستقلة عن بعضها البعض.

2_ الانسجام وعدم التناقض حتى تكون قاعدة صلبة لبناء نسق رياضي

3–الاشباع: أن تكون قادرة على تأسيس نسق متكامل

إن هندسة ريمان التي تقول من نقطة خارج مستقيم لا يمر ولا مواز صيغت صياغة اكسيوماتيكية. فالنقطة حد عار والمستقيم حد عارو التوازي حد عار. فهذه الحدود لا دلالة لها بمفردها بل تأخذ معنى بالتأليف والتركيب بينها. فريمان في بناء نسقه انطلق من هذه الحدود العارية وأخضعها للشروط المذكورة آنفا.لكن هذه النزعة الأكسيوماتيكية انتقدت من طرف المناطقة والحدسانيين.

ب–نقد المناطقة: يسمي راسل النزعة الأكسيوماتيكية بالنزعة الصورانية، وشبه الأكسيوماتكيون بصانع الساعات الذي يستهويه شكلها الجميل فيغفل عن الغرض من صناعتها ولا يضع آلات لحساب الوقت. كما يرى أن الشروط التي وضعت للمنهج الأكسيوماتيكي لا تخرج عن نطاق المنطق.

ج–نقد الحدسانين: الحدسانيون أيضا يرون أن هذه الأوليات أو الحدود الفارغة التي ينطلق منها المنهج الأكسيوماتيكي هي من وحي الحدس، ولا يمكن للرياضي ان يعمل بمنأى عن الحدس.

المحور: الثورات العلمية المعاصرة في الرياضيات

الدرس1:الهندسة الاقليدية والهندسات اللاقليدية

-تمهيد:

ارتبطت مشكلة الأسس بصلة الرياضيات بالتجربة، فلما كانت المفاهيم الرياضية تنطبق على وقائع تجريبية شجع العلماء على المضي في أبحاثهم وهذا ما ساعد على تقدم علوم الطبيعة كالفيزياء والكيمياء..الخ ولم يلتفتوا الى الأسس التي ينطلقون منها في استدلالاتهم الرياضية، ولم يهتموا بالبحث في طبيعتها أو مدى صدقها. لكن تغير هذا الموقف عندما أخذت تظهر مفاهيم جديدة لا تتفق مع الواقع التجريبي كالاعداد التخيلية والاعداد المتجاوزة للنهاية، أضف الى ذلك مسلمة التوازي لاقليدس التي أصبحت مبعثا للشك مما أدى الى ظهور الهندسات اللااقليدية . وهذا كله ما حمل الرياضيين الى طرح مشكلة الأسس ومراجعة مبادئ الاستدلال الرياضي ونقدها.فما هي الهندسات اللااقليدية وكيف ساهمت فيما يطلق عليه في أدبيات هذا العصر "بأزمة الأسس"" وما هي النتائج التي تمخضت عنها؟

1- العوائق الابستمولوجية لهندسة اقليدس:

لقد جمع اقليدس في كتابه "الأصول" الأبحاث الرياضية التي قامت في بلاد اليونان من القرن السادس قبل الميلاد الى القرن الثالث ق م. وظل هذا الكتاب مرجعا للدراسات الهندسية حتى القرن19. لقد شيد اقليدس هندسته على مجموعة من الفروض عليها يتوقف صدق النتائج الرياضية. كل فرض يتوقف صدقه على فرض آخر إلى أن نصل الى عناصر أولية واضحة بذاتها ولا تحتاج الى برهان لذلك سميت المبادئ. لقد ميز اقليدس بين ثلاثة أنواع من المبادئ هي البديهيات- المسلمات – التعاريف:

البديهية:(Axiome)هي قضية واضحة بذاتها، لا يمكن ان تؤدي الى أبسط منها

المسلمةَ: (Postulat) هي قضية غير واضحة بذاتها، لكن الرياضي يطلب منّا التسليم بها دون برهان ليبني نسقا رياضيا منسجما ومتماسكا.

التعاريف:(Définitions) هي مجموعة من الحدود التي لابد من الأخذ بها غير معرفة حتى نستطيع تعريف الباقي بها ونحتاجها لتشييد أي نسق رياضي[1].

على الرغم من ان البديهيات قد اعتبرت دوما مقبولة، وعلى الرغم من ان التعاريف سكت عليها لأنها ضرورية، لأنه لا يمكن البحث دون الانطلاق من حدود غير معرفة، لكن المسلمات بقيت دوما يعتريها الشك، وخصوصا ان اقليدس يطالبنا بالتسليم بها دون برهان ودون ان يدّعي انها واضحة بذاتها. وكانت المسلمة التي اثارت الشك هي المسلمة العروفة "بمسلمة التوازي" وتصاغ كالتالي:" من نقطة خارج مستقيم يمكن رسم مستقيم واحد مواز للأول". وانطلاقا من هذه المسلمة برهن اقليدس على عدة قضايا في بنائه الهندسي ومنها ان مجموع زوايا المثلث يساوي دوما 180°.

2-الهندسات اللاقليدية

أ- هندسة لوباشفسكي: حاول الرياضيون على مر العصور البرهنة على مسلمة التوازي بإرجاعها الى قضايا أبسط منها لكنهم لم يفلحوا، كما أنهم لم يستطيعوا الاستغناء عنها، لأن في الاستغناء عنها انهيار للهندسة الإقليدية برمتها. والمحاولة الجريئة جاءت في القرن 19 على يد العالم الروسي لوباشفسكي (1793-1856) وكانت نيته ان يثبت هذه المسلمة بواسطة البرهان بالخلف الذي يقوم على افتراض عكس القضية وإذا أفضى بنا الاستدلال الى تناقض كان ذلك اثباتا للقضية الأولى. إذ افترض عكس القضية أي أنه من نقطة خارج المستقيم يمكن رسم أكثر من مواز، فتوصل الى عدد من النتائج الهندسية دون يوقعه ذلك في تناقض، وهو لم يتوصل الى اثبات صحة مسلمة اقليدس، بل خلص الى نتائج مخالفة لها مثل ان مجموع زوايا المثلث أقل من 180°. لكن نتائجه لا تعني خطأ مسلمة اقليدس ولا بطلان الفرض الذي انطلق منه بل يعني ان هناك مقدمات مختلفة أدت الى نتائج مختلفة.

[1] - **محمد عابد الجابري**، مدخل الى فلسفة العلوم، ص 74

وبالتالي المسلمة الاقليدية هي مسلمة مستقلة تماما عن المسلمة الجديدة ، وأي نسق يشيد على هذه المسلمة الجديدة يمتلك نفس المشروعية الذي يمتلكه النظام الاقليدي.[1]

ب-هندسة ريمان: تعزز هذا التعدد في الهندسات بظهور هندسة جديدة للرياضي الألماني ريمان Reimann(1826-1866) وهي تختلف عن هندسة اقليدس و لوبا شفسكي. تجاوز ريمان بدوره مسلمة التوازي لاقليدس وانطلق من مسلمة أخرى مخالفة وافترض أن من نقطة خارج المستقيم لا يمر ولا مواز للأول، وأن أي مستقيمين كيفما كان وضعهما لابد ان يتقاطعا في المكان الكروي، لأن المستقيم على سطح كرة عبارة عن دائرة، ومن المعلوم استحالة رسم دائرة موازية للأولى لأنهما يلتقيان على الأفل في نقطتين، ومجموع زوايا المثلث على السطح الكروي هي أكثر من 180°.اختلفت هذه الهندسات باختلاف تصور المكان بحيث تصور اقليدس المكان مستويا فأسس الهندسة المستوية أين تكون فيه مجموع زوايا المثلث تساوي 180°، أما لوباشفسكي تصور المكان مقعرا وبالتالي زوايا المثلث في هذه الحالة ستكون أضيق أي اقل من 180°، أما ريمان تصور المكان كرويا ومن المعلوم ان المثلث الذي يرسم على السطح الكروي زواياه ستكون منفرجة ومجموعها تتجاوز 180° .

-**الخلاصة:** إذا تساءلنا أي الهندسات صحيحة؟ ان عالم الهندسة القديم يجيب ان الاحتمال الأول وحده هو الصحيح لأنه يفكر في اطار المكان المستوي، أما عالم الهندسة المعاصر يرى ان كل الهندسات صحيحة في اطار نسقها، ويعتبر جميع الهندسات المتمايزة لا تنفي بعضها بعض، فهي ليست متناقضة بل متوافقة في منظومة هندسية مفتوحة. وبالتالي يصبح التساؤل عن أي الهندسات صحيحة تساؤل لا معنى له. لأن الجواب عن هذا السؤال يحيل الى البحث عن طبيعة مبادئ الرياضيات، لكن هذه المبادئ في نظر الرياضيون المعاصرون مواضعات أو قضايا متفق عليها والأمر المهم هو الدور الذي تلعبه في البناء الرياضي وليست طبيعة هذه المبادئ وما تتمتع به من وضوح وبداهة.

---

[1] - **محمد عابد الجابري**، مدخل الى فلسفة العلوم، ، ص 75

الدرس 2: نظرية المجموعات عند جورج كانتور

-تمهيد:

ان النتيجة الأساسية التي ترتبت عن ظهور الهندسات اللاقليدية هي انهيار أيقونة اليقين والصدق المطلق في الرياضيات، وذلك عندما تغيرت نظرة الرياضيين الى المبادئ التي يشيدون عليها المباني الرياضية وأصبح التمييز بينها أمرا باليا . فلا فرق في الرياضيات المعاصرة بين البديهيات والمسلمات والتعاريف، بل جميعها مجرد منطلقات افتراضية لا يهم صدقها ولا وضوحها ولا بداهتها وانما الأمر المهم هو الدور الذي تلعبه في البناء الرياضي. فبعدما كانت الرياضيات نموذج الصدق واليقين المطلق أضحت اليوم نسقا استنباطيا فرضيا قائم على منظومة من الأوليات أو المسلمات أو الفرضيات يختارها العالم لبناء صرحه الرياضي وهو ما يطلق عليه اسم الأكسيوماتيك. أدى نشأة النسق الأكسيوماتيكي إلى تحول حاسم في نمط التفكير الرياضي، مما سمح بتنويع النظريات الرياضية ولتنوع المبادئ المنطلق منها، وهكذا وجد الرياضيون أنفسهم أمام اكتشافات غريبة كالجزء أكبر من الكل والأعداد اللامتناهية والمتجاوزة للنهاية والتي تناولها كانتور بالدراسة فأرسى دعائم نظرية المجموعات. **فما هي نظرية المجموعات وكيف أعادت "أزمة الأسس" إلى الواجهة؟ وماهي النقائض التي أدت اليها؟**

1-الخلفية المعرفية لظهور نظرية المجموعات:

لما أنشأ ديكارت الهندسة التحليلية ربط بين الهندسة والجبر، وعليه جعل الرياضيات مبنية على اساسين هما: مفهوم الخط (الاتصال) ومفهوم العدد(الانفصال)، لهذا كنا نقول ان موضوع الرياضيات هو الكم المتصل والمنفصل، لكن مع تطور الرياضيات اصبح يعبر عن الخط المستقيم بقيم جبرية. فتحول الخط الى عدد، واصبح العدد هو الأساس الوحيد لكل فروع الرياضيات. لقد أدى الاهتمام بمفهوم العدد إلى توسيع ميدانه واختلاف انواعه ولكنه اصطدم بصعوبات بالغة وهنا يبرز اسم العالم الألماني **جورج كانتور(1845-1918) Georges Cantor** الذي قام بدراسة جديدة حول الأعداد اللامتناهية(les nombre infinis)

والأعداد المتجاوزة للانهاية(les nombre transfinis)، فوضع نظرية المجموعات (la théorie des ensembles) والتي ستكون لها مكانة رائدة في الدراسات المعاصرة.

2-مفهوم نظرية المجموعات:

ان نظرية المجموعات هي نظرية رياضية صيغت صياغة اكسيوماتكية. تنطلق من ثلاثة حدود عارية من كل معنى وهي: المجموعة، العنصر، الانتماء. لأن في المنهج الاكسيوماتيكي معنى الحدود لا يهم لكن الأمر الأهم هو العلاقة التي تبنى بين الحدود. فإذا نظرنا الى الحدود الثلاثة التي تتأسس عليها نظرية المجموعات فهي بلا معنى اذا اخذت منفردة، وتصبح ذات معنى اذا تم التأليف بينها. كأن نقول:"ان العنصر "أ" ينتمي الى المجموعة ع". من الواضح ان المجموعة تتألف من عناصر، لكن يجب ان يكون كل عنصر من المجموعة محددا بوضوح ومتميزا عن العناصر الأخرى، ولابد ان يكون انتماء هذا العنصر الى هذه المجموعة انتماء واضحا لا لبس فيه.

فالمجموعة هو حد أولي عار يصبح له معنى عندما يدل على حشد من الأشياء المتناهية أو غير المتناهية: مثل علبة طباشير، سلة تفاح، سرب طيور...الخ، والذي يميز المجموعة هو وجود رابطة تجمع بين عناصرها، وعليه المجموعة هي جملة من العناصر تربطها رابطة، وهي الخاصية التي تميزها عن عناصر مجموعة أخرى.

من المفاهيم المهمة أيضا في نظرية المجموعات هي المقارنة بين المجموعات، والطريقة التي ألفناها هي عد عناصر كل مجموعة بمفردها ثم المقارنة بينها. لكن طريقة العد لا تتيسر دائما، فعندما يكون عدد عناصر المجموعة هائلا أو قد تكون المجموعة لا نهائية العدد لابد من طريقة أخرى للمقارنة. وهذه الطريقة هي طريقة التناظر وهي الطريقة المبنية على علاقة "واحد بواحد". ان طريقة التناظر يمكن تطبيقها مهما كان عدد عناصر المجموعات التي نريد المقارنة بينها، إذ يكفي ان نربط بين كل عنصر من

هذه المجموعة مع عنصر آخر من مجموعة أخرى حتى نستنفذ جميع عناصر احدى المجموعتين ليتبين لنا هل هما متساويتان أو احداهما أكبر من الأحرى.

3-نقائض نظرية المجموعات:

أ-تعدد اللانهايات وتنوعها: من نقائض نظرية المجموعات هي المشكلة التي تطرحها المجموعات اللامتناهية أو التي عناصرها لا نهاية لعددها كمجموعة الاعداد الطبيعية أو الاعداد الحقيقية. فمثلا مجموعة الاعداد الطبيعية المتكونة من مجموعتين غير منتهيتين من الأعداد الفردية والأعداد الزوجية. إذا أجرينا مقارنة بطريقة التناظر بين مجموعة الاعداد الطبيعية ومجموعة الاعداد الفردية غير المنتهية يتبين ان هناك أنواع كثيرة من اللانهايات تجعل من الاعداد الفردية التي هي جزء من الاعداد الطبيعية تساوي مجموعة الاعداد الطبيعية فيصبح الجزء يساوي الكل.

ب- الاعداد المتجاوزة للانهاية: يتحدث كانتور عن نوع خاص من الاعداد وهي الاعداد المتجاوزة للانهاية. من المعروف ان الأعداد الجبرية هي التي تصلح لأن تكون حلا لمعادلة جبرية مثل الاعداد الطبيعية أو الحقيقية او الصماء($س^2 - 2 = 0$). لكن كشفت الرياضيات المعاصرة عن وجود اعداد لا تصلح لأن تكون حلا لمعادلة جبرية سميت بالأعداد المتعالية وهي تنتمي الى مجموعة الاعداد الحقيقية تماما مثل الاعداد الطبيعية. وعند مقارنة الاعداد الطبيعية بالأعداد المتعالية، فلا يبقى من الاعداد الطبيعية ما نقارن به الاعداد المتعالية. فاذا كانت الاعداد الطبيعية لانهائية فإن الأعداد المتعالية تتجاوز اللانهاية. وبالتالي اللانهاية المعروفة في سلسلة الاعداد الطبيعية ماهي الا نهاية صغرى، أما اللانهاية في مجموعة الاعداد المتعالية المتجاوزة للانهاية فهي لا نهاية كبرى . أي مع الرياضيات المعاصرة أصبح الرياضيون يتحدثون عن لا نهاية صغرى ولا نهاية كبرى.[1]

[1] **محمد عابد الجابري**، مدخل الى فلسفة العلوم، ، ص99

ج- مشكلة المجموعات الترتيبية: وهي نقيضة أخرى تتعلق بقواعد نظرية المجموعات. اذ يميز كانتور بين مجموعة الأعداد التي نعد بها مثل 1، 2، 3 ... الخ ومجموعة الأعداد التي نرتب بها وتسمى الاعداد الترتيبية مثل: الأول ، الثاني ، الثالث....الخ. فالأولى تدل على الكم والثانية تدل على المرتبة مثل ترتيب طلبة الفوج وفق مبدأ الاستحقاق. ان عملية الترتيب ميسورة في المجموعة المنتهية لكنها تؤدي الى تناقض في المجموعة غير المنتهية. مثلا إذا كان لدينا مجموعة لا نهائية من علب الكبريت ونريد ترتيبها ترتيبا تصاعديا حسب عدد عيدان الكبريت التي تحويها. فستكون المرتبة الأولى للعلبة الفارغة، والمرتبة الثانية للعلبة التي فيها عودا واحدا، والمرتبة الثالثة للتي فيها عودان.... وهكذا دواليك. وبالتالي العلبة التي تحوي ما لا نهاية من العيدان ستستغرق جميع الأعداد الترتيبية وهي لا نهائية. فالرقم الترتيبي الذي ستأخذه كل علبة هو الرقم الذي يلي أعلى رقم رتبنا بهوصيغته (ن+1)، مثلا العلبة التي عدد عيدانها 10 سيكون رقمها الترتيبي(1+10) أي 11. وقياسا على ذلك سيكون الرقم الترتيبي لآخر علبة التي عدد عيدانها لا نهائية هو رقم أكبر من اللانهاية ذاتـــها وهو (∞ +1) وهذا تناقض. [1]

د- **نقيضة الجزء أكبر من الكل:** وهي نقيضة اكتشفها كانتور1899 واعلنها 1932 [2]وتتمثل فيما يلي: تنص نظرية المجموعة على إمكانية توزيع عناصر المجموعة الى مجموعات جزئية. لنفرض لدينا المجموعة **س** التي تتكون من ثلاثـــة عناصر: سّ={ أ، ب،ج }. اذا اردنـــا تحديـــد مجموعاتـــها الجزئيـة فلتكن مج س: **{** Ø، { أ } ،{ ب } ، { ج }،{ أ، ب}، { أ، ج }، { ب،ج }،{ أ، ب،ج **}}**. نلاحظ أن مج س> س. لأن عدد المجموعات الجزئية أكبر من المجموعة الأصلية. فيصبح الجزء أكبر من الكل. وهذا تناقض.

هـ-**نقيضة مجموعة جميع المجموعات:** وهي أخطر نقيضة في نظر راسل. فاذا قبلنا بوجود مجموعة جميع المجموعات، والمجموعات تشترك كلها في خاصية واحدة وهي كونها مجموعات تحوي عناصر. ومجموعة جميع المجموعات هي أيضا مجموعة، لكن منها من لا تشتمل على نفسها مثل علبة الكبريت ، لأن

---

[1] - **محمد عابد الجابري**، مدخل الى فلسفة العلوم،،ص 100

[2] - المرجع نفسه ، ص 100

الخاصية التي تجمع عيدان الكبريت هي التي تجعل منها مجموعة. ومنها من يشتمل على نفسها مثل فهرس الكتاب الذي يمثل مجموعة محتويات الكتاب والفهرس في الآن ذاته جزء من الكتاب.

إذا تأملنا قليلا في هذه المسألة نجد أنفسنا امام تناقض صارخ لأنه:

أولا: إذا اشتملت على نفسها تعذر عليها ان تكون مجموعة لجميع المجموعات، لأنها تصبح مجموعة جزئية شأنها شأن جميع المجموعات الجزئية المستخرجة منها، في حين انها مجموعة جميع المجموعات. وهذا تناقض اذ يجب ان لا تشتمل على نفسها.

ثانيا: أما إذا كانت لا تشتمل على نفسها يعني ان جميع المجموعات الجزئية التي تحويها ستكون غير ذي صلة معها أو غريبة عنها، لذا يجب ان تحوي نفسها بنفسها. [لأنها أعطت قوة الوجود لمجموعات أخرى ولم تعطيه لنفسها]. لذا مجموعة جميع المجموعات يجب ان تشتمل على نفسها، وهذا أيضا تناقض.

فإذا انطلقنا من فرضية ان "مجموعة جميع المجموعات لا تشتمل نفسها" كانت النتيجة انها تشتمل نفسها، وإذا انطلقنا من فرضية ان "مجموعة جميع المجموعات تشتمل نفسها" كانت النتيجة انها لا تشتمل نفسها. وهذا مأزق خطير وخاصة اننا اعتدنا مع الاستنباط الرياضي أنه إذا أدى عكس القضية الى تناقض كان ذلك دليلا على صحة القضية الأولى. اما في هذه الحالة القضية وعكسها يؤديان معا الى تناقض. إنها نقيضة من نفس نوع تلك النقيضة المعروفة عند اليونان عن الكذاب: فإذا قال شخص "أنني أكذب" فهو اما ان يكون يكذب حقيقة وفي هذه الحالة فهو صادق وبالتالي هو يكذب. واما ان يكون لا يكذب حين يقول "أني اكذب" وفي هذه الحالة يكون كاذبا في قوله وبالتالي هو يكذب[1].

الخلاصة: الخلاصة التي ننتهي اليها هي ان المبادئ التي تستند اليها الرياضيات المعاصرة قد عرفت هزات عنيفة مست أسسها في العمق، وعليه نتساءل ما مصير الفكر الرياضي بعد هذه النقائض العديدة ؟ وما هي الحلول التي يقترحها المناطقة والرياضيون لإنقاذ الرياضيات من هذه الأزمة الابيستيمولوجية؟

---

[1] -- **محمد عابد الجابري**، مدخل الى فلسفة العلوم، ص ص 102-103.

الدرس 3: نقائض نظرية المجموعات وحلول النزعة المنطقية

تمهيد:

ان النقائض التي أفرزتها نظرية المجموعات قد زرعت الفوضى والاضطراب في صفوف الرياضيين. وخاصة ان الأمر يتعلق بالأساس الجديد الذي وثق فيه الرياضيون ليشيدوا عليه صرح علمهم بمختلف فروعه، ذلك الأساس الذي قدمته لهم نظرية المجموعات التي تعتبر من اهم ما توصل اليه الفكر الرياضي المعاصر. وبالتالي عادت "مشكلة الأسس" من جديد الى الواجهة، واحدثت جدلا صاخبا حتى أصبح الرياضيون غير قادرين على التفاهم فيما بينهم وعاجزين عن اقناع بعضهم بعضا. فحاولت النزعة المنطقية حل أزمة نظرية المجموعات، فإلام يعيد راسل نقائض نظرية المجموعات وما هي الحلول التي يقترحها؟

1-أسباب نقائض نظرية المجموعات من منظور راسل:

إن نقائض نظرية المجموعات خاصة تلك المتعلقة بالمجموعة التي تشمل نفسها والتي لا تشمل نفسها والتي لها صلة بالمجموعات الجزئية فيمكن ان ترد الى المنطق إذا ساوينا بين مفهوم المجموعة عند كانتور ومفهوم الفصل عند راسل. لقد أوضح راسل في كتابه مقدمة في فلسفة الرياضة وبالتحديد في الباب الثامن كيف ان عدد او المجموعات الجزئية التي تحويها مجموعة المجموعات (فصل الفصول) هو أكبر دوما من المجموعة الأصلية [أو المجموعة الأم]. فيصبح الجزء أكبر من الكل وهذا يحوي تناقضا صارخا. ويشرح راسل ذلك بقوله" الفصل الشامل[المجموعة الكلية]...هو الذي يجب أن يشمل كل شيء، ويجب أن يشمل نفسه كواحد من اعضائه ...لكن عادة لا يكون الفصل[المجموعة] عضوا في نفسه، فالإنسانية مثلا ليس انسانا"[1]. وخلص إلى أن المجموعة تكون عضوا في نفسها ام لا هي عبارة لا معنى لها.

يعيد راسل هذه التناقضات إلى عدم احترام الشروط التعريف المنطقي لأنه لا يجب ان يرد المعرف في التعريف ويقول في هذا الصدد:" لن يكون لعبارة "فصل" [مجموعة] معنى مفيدا إلا اذا استطاعت ان

[1] -**بترانـد راسل**، مقدمة في فلسفة الرياضة، ترجمة محمد مرسي أحمد (القاهرة، المجلس الأعلى للفنون و الآداب ،1962) ص، 199.

تترجم [أن تعرف] بصورة ليس فيها ذكر للفصل[للفظ مجموعة]"[1]. فالتعريف المقدم للمجموعة الكلية وقع في حلقة مفرغة لأن تعريف المجموعة الكلية كان بأحد أعضائها، أي أن تعريف الجزء بالكل الذي ينتمي اليه لا يمكن ان يكون له معنى إلاّ إذا كان الكل قائما بذاته ومستقلا عن اجزائه، أي لا يكون هو ذاته أحد أعضائه. فالمجموعة التي تشتمل نفسها هي فكرة غير معقولة.

2-الحل الراسلي لنقائض نظرية المجموعات: نظرية الأنماط

حاول راسل حل مشكلة نقائض نظرية المجموعات من خلال نظرية الأنماط وهي نظرية في التصنيف او هي منهج منطقي بواسطته يتم تصنيف الأشياء او التمييز بين الموضوعات ذات المستويات المختلفة. نظرية الأنماط طبقها راسل على نظرية المجموعات لتكون بمنأى عن كل تناقض، حيث بنى نسقا تفصيليا على أساس التمييز المنطقي بين مختلف المستويات، وكل مستوى سيمثل نمطا: فكان التصنيف كالتالي:

الأفراد: وهي العناصر المكونة للمجموعة وهي تمثل **النمط الأول**

المحمولات: وهي الفئات او المجموعات الجزئية وتمثل **النمط الثاني**

محمولات المحمولات: وهي فئة الفئات أو مجموعة المجموعات وتمثل **النمط الثالث.**

يرى راسل ان التناقض الظاهري في نظرية المجموعات والمتعلق بكون "المجموعة تشمل نفسها أو لا تشمل نفسها" والتي تسمى مفارقة راسل يعود الى تداخل الصفات. أي ان التناقض سببه ان صفة "عدم كون المجموعة تشمل نفسها" تنطبق على المجموعة الأصلية التي تضم أفرادا(عناصرا) وعلى مجموعة المجموعات التي تضم فئات (مجموعات جزئية). لكن إذا أمكن وضع قيد أو شرط يقضي بأن الصفة تحمل فقط على المجموعة التي تضم أفرادا دون أن تحمل على مجموعة المجموعات التي تضم فئات جزئية يزول التناقض. وبيّن ان هناك فارق بين المستويات(الأنماط) من حيث المحمولات (الصفات). وهو الأمر الذي

[1] - **برتراند راسل**، مقدمة في فلسفة الرياضة، ص، 200.

يجعل الأنماط لا تحتل مرتبة واحدة. اذ يتوقف وجود المجموعة على توفر العناصر، فلابد من وجود العناصر حتى تكون المجموعة موجودة. بمعنى ان وجود العناصر هو وجود من الدرجة الأولى لهذا تمثل النمط الأول. أما وجود المجموعة هو وجود من الدرجة الثانية لذا تصنف في النمط الثاني. أما وجود مجموعة المجموعات فهو وجود من الدرجة الثالثة لذا تصنف في النمط الثالث. فالمحمولات المسندة إلى مستوى أدنى لا يجب اسنادها الى مستوى أعلى. أي ان الصفات التي تحمل على نمط ما لا يجب أن تحمل على النمط الذي يليه. وبالتالي يزول ذلك التناقض الظاهري الذي تنطوي عليه تلك المشكلة التي تسمى مفارقـــــة راســـــل، لأن لا تداخل بين المحمـــــولات التي تسند للأنماط بل هي مرتبة ترتيبا هرميا.[1]

خلاصة:

ان نظريـــــة الأنمـــــاط حلت مشكلة النقائـــض وخاصة المسماة نقيضـــــة راسل لكنها تثير صعوبـــات وتعقيـــدات عديدة، ذلك لأننا سنكون أمـــام كثرة من الأنمـــــاط. مثلا اذا ذهبنا لتحديد أنمـــــاط مجموعـــــة الأزواج سنكون امام العنـــــاصر المكونة للأزواج كنمط أول ثم فئة الأزواج كنمط ثاني، ثم مجموعة الأزواج الخاصة بالأشياء كنمط ثالث، ثم فئة الأزواج الخاصة بالأعلام، وفئة الأزواج الخاصة بالطيور...الخ، ويصبح من العسير الوصول الى مجموعة جميع الأزواج التي خاصيتها العدد2. نظرا لهذه الصعوبات التي تثيرها نظرية الأنماط على الرغم من التعديلات الكثيرة التي أدخلها فيتجنشتين يمكن القول ان النزعة المنطقية لم تنجح نجاحا كاملا في حل مشكلة النقائض، رغم نجاحها في ابراز الطابع المنطقي للرياضيات. فهل ستنجح النزعة الحدسية فيما فشلت فيه النزعة المنطقية؟ وهو موضوع المحاضرة الموالية.

[1] -- محمد عابد الجابري، مدخل الى فلسفة العلوم ، ص111

الدرس 4: النزعة الحدسية والحلول المقترحة لنقائض نظرية المجموعات:

تمهيد:

إن نقائض نظرية المجموعات عالجتها أيضا النزعة الحدسانية الجديدة Neo-intuitinnismeالتي تزعمها الرياضي الهولوندي بروور Brouwer وبعض الرياضيين المعاصرين أمثال فايل weylوهايتنغ Heytingوهي كالنزعة التقليدية نعارض النزعة المنطقية والأكسيوماتيكية، فإلام تعيد نقائض نظرية المجموعات وماهي الحلول التي تقترحها؟

يمكن تلخيص مقاربتهم في نقطتين: الأولى تخص طبيعة المواضيع الرياضية، والثانية تتعلق بمبدأ في المنطق هو المبدأ الثالث المرفوع.[1]

1-طبيعة المواضيع الرياضية:

يرى الحدسانيون أن أساس مشكلة النقائض هو القول بوجود مجموعات لا متناهية ، وكانت تلك النقائض في الحقيقة هي نقائض اللانهاية. ولتجنبها لابد من إعادة النظر في فكرة اللانهاية. فالشخص الذي تعود على البداهة والوضوح والحدس في أبحاثه الرياضية سيشعر بالدوران والغثيان عندما يطلب منه ادراك اللانهاية[2] لأنه ليست فكرة واضحة من السهل تصورها. يرى هايتنغ أن القول بوجود موضوعات رياضية مستقلة عن الفكر البشري هي عبارة لا معنى لها. لأن وجودها مرهون باستيعاب الذهن لها، وخصائصها موجودة بمقدار ادراك الفكر لها. والمخرج الذي يلتمسه الحسانيون الجدد للتخلص من مشكلة النقائض هو ابعاد هذه المفاهيم المعقدة عن الرياضيات لتفادي جميع المتاهات. ويعتبرون المفاهيم الرياضية بناءات ذهنية يتم استيعابها عن طريق حدس الزمان وحدس المكان [3]. وهنا يظهر جليا تأثرهم بكانط الذي جعل مقولاتي الزمان والمكان أطر قبلية للمعرفة.

---

[1] --- **محمد عابد الجابري**، مدخل الى فلسفة العلوم، ص113

[2] **-Michel Combès** ,fondements des mathématiques(Paris :PUF,1971)p,42.

[3]- --- **محمد عابد الجابري**، مدخل الى فلسفة العلوم ، ص114

2- مشكلة المبدأ الثالث المرفوع:

يتفق الحدسانيون الجدد كلهم على رفضهم لصلاحية المبدأ الثالث المرفوع صلاحية مطلقة، ويرون ان نقائض نظريات المجموعات ترجع كلها لمبدأ الثالث المرفوع الذي يقرر أن القضية إما صادقة وإما كاذبة، ولا مكان لقيمة ثالثة، كأن نقول ان القضية فيها بعض الصدق وبعض الكذب. في حين يقرون ان هذا المبدأ يحتفظ بقيمته وصلاحيته في المجموعات المتناهية، ولا يذهب الى أبعد من ذلك. إن جميع أنواع اللامتناهي تنفلت من قبضة المبدأ الثـــالث المرفوع، فهو لا يصلح فيها. لكن يبقى ساري المفعول بالنسبة الى المقادير النهائية.[1]

خلاصة:

لقد نجحت النزعة الحدسية في تكسير قوالب المنطق الأرسطي الثنائي القيم وفسحت المجال أمام المنطق المتعدد القيم. أما في الميدان الرياضي فشتت الرياضيات وجزأتها وعادت بها الى الوراء، كما أن النزعة الحدسانية لم تعرف انتشارا كبيرا لأن روادها أغلبهم رياضيون وكتبوا باللغة الرمزية وبالتالي كان لنزعتهم صدى أكبر على الرياضيين لا على الفلاسفة. ان النزعة التي تمكنت من تحقيق وحدة الرياضيات وانسجامها هي النزعة الأكسيوماتكية وهي موضوع المحاضرة المقبلة.

[1] -- **محمد عابد الجابري**، مدخل الى فلسفة العلوم ، ص ص115- 116

الدرس5: النزعة الأكسيوماتيكية والحلول المقترحة لنقائض نظرية المجموعات:

تمهيد:

يرى أنصار النزعة الأكسيوماتكية أنه يمكن التغلب على نقائض نظرية المجموعات دون التضحية بأي شيء من الرياضيات الكلاسيكية مثلما كانت تطالب به النزعة الحدسانية، ودون اللجوء الى تعقيدات منطقية كما فعل راسل لما اقترح نظرية الأنماط. ففيما يتمثل هذا الحل الذي يقترحه الأكسيوماتيكيون ويخرج الرياضيات من هذه الازمة؟

1- احترام شروط المنهج الأكسيوماتيكي كفيل بحل مشكلة النقائض:

ان الوسيلة الوحيدة الى حل مشكلة النقائض هي تطبيق المنهج الأكسيوماتيكي واحترام شروطه. وذلك بالانطلاق من أوليات (فرضيات) تحدد مفهوم "المجموعة" لكن دون ان تسمح ببناء مجموعات متناقضة، وفي الآن ذاته تتيح انشاء جميع المجموعات الضرورية المتفرعة من المجموعة الأصلية.والمبدأ الذي يجب اخذه بعين الاعتبار الا نقول بوجود مجموعة لمجرد معرفتنا لخصائص عناصرها، بل لابد ان تكون هذه العناصر منتمية الى المجموعة بالفعل. وعليه فالخصائص او الصفات لا تكفي بمفردها للقول بوجود مجموعة بل هي عوامل مساعدة بعد يقيننا المسبق بوجود المجموعة، ووظيفتها أنها تساعدنا على تمييز عناصر المجموعة من عناصر أخرى لا تتوفر على هذه الخاصية. اي ان المجموعة لها وجود قبلي على الخصائص لأن المجموعة هي الحامل للخصائص.

وبناء على ذلك فإن خاصية "عدم الانتماء" التي أدت الى أزمة النقائض لا يمكن ان نكوّن بها إلاّ مجموعة المجموعات التي نشأت عن مجموعة سابقة موجودة من قبل ولا تنتمي الى نفسها، وبذلك لا أقع في تناقض[1]. أي يكفي ان لا تشتمل على نفسها ليزول التناقض.

[1] - **محمد عابد الجابري**، مدخل الى فلسفة العلوم ، ص117

2-أهمية المنهج الأكسيوماتيكي:

إن المنهج الأكسيوماتيكي هو المنهج الوحيد الذي يسمح لنا حين نكون إزاء كائنات رياضية معقدة بعزل خصائصها وربطها فيما بعد بمفاهيم أخرى، بغض النظر تماما عن الدلالة التي تعطى للمفاهيم الرياضية المصاغة صياغة أكسيوماتيكية، ولا يهم إلاّ الترتيب[1] الذي دخلت به الى النسق.

لقد تمت الإشارة سابقا إلى ان الأوليات المنطلق منها في المنهج الاكسيوماتيكي هي مجرد فرضيات تأخذ معناها فقط في السياق الذي توضع فيه، فالانتماء أو عدم الانتماء هي مجرد رموز تكتسب معناها في الموضع الذي ترد فيه. أي ان المفاهيم الرياضية تفقد معناها اذا خرجت من نسقها، وهذا ما يسمى بالنسبانيـــــة في العلم.لأن أيقونـــــــة الصدق المطلـــق لمبادئ الرياضيـــات قد اندثر مع النزعة الأكسيومـــــاتكية.

خلاصة:

لم تعد مشكلة "تقائض نظرية المجموعات" وأزمة الأسس بصفة عامة تطرح بنفس الحدة التي طرحت بها في بداية هذا القرن. إذ تم تجاوز هذه المشكلة بفضل تقدم البحوث الأكسيوماتيكية. وأصبحت النزعة الأكسيوماتكية معتمدة من طرف اغلب الرياضيين حتى ذوي النزعة المنطقية لتقارب وجهات نظرهم، أما انصار النزعة الحدسانية فهم أقلية وكان تأثيرها ضيقا جدا.

[1] -**Nicolas Bourbaki**, ,Eléments de mathématique, actualité scientifique et industrielle(paris :Hermann,1939).p I

محور4: الثورات العلمية في الفيزياء:

الدرس1:الثورة الغاليلية

تمهيد: كان فلاسفة اليونان الطبيعيين أول من أسس فلسفة الطبيعة لكن أبحاثهم لم ترتقي الى المستوى النظري، والبداية الحقيقية للعلم الطبيعي كانت مع أرسطو فهو الذي قدمه في أرقى صورة، إذ تمكن من وضع قوانين الحركة، وسيطرت نظريته قرونا من الزمن الى ان جاء غاليلي (1564 – 1642) وقام بثورة على العلم الارسطي واعتبر ما قدمه ارسطو مجرد فكر فلسفي لا يرقى الى العلمي، لذا عمل على تحرير الفيزياء من تلك التصورات القديمة التي طالما كانت حجر عثرة أمام تقدم العلم الطبيعي فأحدث قطيعة ابستمولوجية مع المفاهيم الأرسطية كالجوهر والعرض، الموضوعات والمحمولات، عالم الكون والفساد، فما هي القراءة الجديدة التي قدمها غاليلي للطبيعة وأدت لميلاد العلم الحديث؟

1-مفهوم الطبيعة عند غاليلي:

كانت نظرة غاليلي إلى الكون نظرة مادية حيث أكد على مادية الكواكب السماوية التي طالما كانت في القديم كائنات روحية أو عقولا ونفوسا، وأكد أن حركتها بوصفها لا تختلف عن حركة الأجسام الأرضية فقضى بذلك على ذلك التصور القديم الذي كان يقسم الكون إلى قسمين: العالم السماوي: عالم الخلود الدائم والعالم السفلي (الأرض) عالم " الكون والفساد ". ناصر غاليلي نظرية كوبرنيك التي تقول بمركزية الشمس واثبتها رياضيا وتجريبيا بفضل ملاحظاته الفلكية بواسطة منظار صنعه هو بنفسه عام 1605 (كان يكبر الأشياء 3 مرات مقارنة بالمناظر القديمة) ورأى الأقمار المحيطة بالكواكب وضبط حركتها، ساهمت ملاحظاته العلمية في بناء صرح العلم الحديث وتغيير نظرة الناس إلى العالم.

2-أهمية المنهج الرياضي عند غاليلي: الطبيعة عنده مادة وحركة، المادّة هو امتداد والامتداد أشكال والعلم الذي يدرس الأشكال هو الهندسة أو الرياضيات، ولكي نفهم الطبيعة يجب أن نفهم لغة الأشكال، فقيمة غاليلي أنه أدخل الرياضيات في تأويل الطبيعة ويرى ان عيب الذين سبقوه أنهم حاولوا قراءة الطبيعة

بلغة لم تكتب بها الطبيعة. إن العلم الطبيعي بدأ بترييض الطبيعية وقراءتها قراءة رياضية. لقد أدرك غاليلي أهمية تطبيق الرياضيات على ظواهر الطبيعة وحرص على التعبير عنها تعبيرا رياضيا حيث صرّح بعبارات مشهورة قائلا: " الطبيعة كتاب مفتوح لغته الرياضيات، مكتوب بحروف غير حروفنا الهجائية ... هذه الحروف التي كتب بها هذا الكتاب ليس إلاّ مثلثات ومربعات ودوائر وغير ذلك من الأشكال الهندسية، وذلك ان الله كما يقول الكتاب المقدس صنع جميع الأشياء من عدد ووزن وقياس " [1]، أي أن الرياضيات هي مفتاح ألغاز الطبيعة. وباستعماله الرياضيات توصل إلى اكتشاف قوانين سقوط الأجسام.

لقد أدرك غاليلي بأنه بصدد إرساء علم جديد لم يسبق لأحد أن بحث فيه بهذا الشكل وأنه سيعرف تقدما كبيرا مستقبلا حيث يقول: " غايتي أن أضع علما بالغا في الحدة يعالج موضوعا بالغا في القدم، وقد لا يكون في الطبيعة أقدم من الحركة التي وضع الفلاسفة بها كتبا ليست قليلة ولا صغيرة .... فتحت أمام هذا العلم الواسع .... طرقا ومحاولات كثيرة يستفيد منها علماء أقوى مني عقلا، وسيذهبون بها إلى أبعد نهاياتها وأعمق نواحيها والنظريات التي سأناقشها إذا ما تناولها باحثون آخرون فستؤدي بهم إلى معرفة جديدة ومدهشة "[2]

خلاصة:

تمكن غاليلي أن يقطع الصلة بالفكر القديم الذي هيمن على العقل العلمي قرونا طويلة وتخلى عن مفاهيمه الميتافزيقية التي لم يكن من السهل التخلص منها، ودشن طريقة جديدة في البحث تقوم على نظرة علمية وموضوعية للطبيعة. وأحدث قطيعة معرفية بين الفكر الجديد والقديم، قطيعة ليس بعدها عودة الى أساليب التفكير القديمة التي كانت تشكل عائقا أمام تقدم المعرفة، ونخلص إلى القول ان العلم الطبيعي قد بدأ روحا مع ومنهاجا غاليلي.

---

[1] -غاليلي، البراهين الرياضية لفرعين جديدين في العالم نقلا عن **محمد عابد الجابري**، مدخل الى فلسفة العلوم ، ص245.

[2] - غاليلي، البراهين الرياضية لفرعين جديدين في العالم نقلا عن **محمد عابد الجابري**، مدخل الى فلسفة العلوم ، ص ص 245، 246.

الدرس2: الثورة النيوتونية:

تمهيد:

كان إسحاق نيوتن Isaac Newton(1643 – 1727 أعظم شخصية علمية عرفها القرن 18 وأكبر شخصية عرفها العلم الكلاسيكي برمته، فقد أرسى دعائم العلم الحديث موضوعاً ومنهاجا، وفتح أمامه آفاقا واسعة بفضل كشوفه العلمية كاكتشاف الجاذبية وتفسير الظاهرة الضوئية صياغتها صياغة علمية وتحديد الطبيعة الجسيمية للضوء. إلى جانب مساهماته في علم الفلك والعلم الرياضي حيث كان مكتشف حساب التفاضل والتكامل مع ليبنتز. وقد أدت أعماله الى ثورة في علم الفيزياء. فماهي القراءة الجديدة التي قدمها للطبيعة وجعل الممارسة العلمية اللاحقة تبقى رهينة العلم النيوتوني طوال قرنين من الزمان؟

لخص نيوتن نظريته في كتابه الشهير " المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية " وفيه استخدم أول مرة مفهوم " الجاذبية " وصاغ قانون الجذب العام. وهو الكتاب الذي ألفه في مدة عامين (1684 – 1685) ونشره في عام 1687. يتألف الكتاب من ثلاثة أجزاء، الجزء الأول والجزء الثاني كرسهما لعلم الميكانيك وعرضه على شكل نظام استنتاجي، وجمع فيهما أعمال سابقيه وأعماله الشخصية أما الجزء الثالث طبق فيه القوانين التي توصل اليها. وهكذا أرسى دعائم علم الميكانيكا

1-مفهوم الطبيعة عند نيوتن:

يرى نيوتن ان الطبيعة مادّة وحركة. والحركة تحدث في المكان والزمان، والمكان والزمان مطلقان يقول نيوتن: " ان الزمان المطلق الحقيقي والرياضي الذي لا علاقة له بأي شيء خارجي ويسمى الديمومة، أما الزمان النسبي الظاهري العام فهو هذا المقدار الحسي الخارجي كالساعة واليوم والشهر والسنة الذي نستعمله عادّة لقياس جزء من الديمومة بواسطة الحركة... أما المكان المطلق لا علاقة له بأي شيء من

الأشياء الخارجية الحسية هو بطبيعته ساكن، متجانس دوماً "[1]. فكل ظاهرة فيزيائية تتحدد في إطار الزمان والمكان كأطر قبلية لفهمها، والمكان والزمان مطلقان ومصدرهما افتراض فكرة الأثير، والأثير مادة لطيفة تملأ الكون وتخترق الأجسام.ان الفضاء الذي يسبح فيه هذا الأثير هو المكان وحركة هذا الأثير هو الزمان. إن المكان المطلق والزمان المطلق والأثير هي مفاهيم قاعدية في نظرية نيوتن.

2_البعد الميتافزيقي في نظرية نيوتن:

كان لنظرية نيوتن اثرا بالغا على فلسفة القرن الثامن عشر والتاسع عشر حيث أصبح قانونه في الجاذبية نموذجا للتفكير الوضعي، فأوغست كونت مثلا اعتبر قوانين نيوتن المستخلصة من الظواهر قوانين صادقة وعلينا أن نثق فيها ثقة مطلقة لأنها تفرض نفسها على العقل. رغم ذلك كانت المفاهيم النيوتونية موضوع نقاش حاد بين مناصر ومعارض وخاصة فكرة الجاذبية.

لقد عارض العقلانيون (الديكارتيون) نظرية الجاذبية، لأن فكرة الجذب أي التأثير عن بعد بدون واسطة فكرة غير واضحة بذاتها وبالتالي هي فكرة غير معقولة ولا يجب أن تكون مقدمة للاستدلال، أما أنصار نيوتن (التجريبيون) فيرون أن هذه فكرة بديهية واضحة بذاتها أم لا فالأمر لا يهم. المهم أن مبدأ الجاذبية حقيقة علمية تؤكده التجربة، والواقع أن العقلانيون يرون أن فكرة الجاذبية تتضمن تناقضا لأنها فكرة مبنية على القول بوجود الفراغ (الأثير) وتقر بالامتداد.

على الرغم أن نيوتن يتمسك بفكرة الجاذبية كمعطى تجريبي إلاّ أنه أقحم الميتافيزيقا في تفسير طبيعة الجاذبية، فمن بين المسائل التي اثير حولها النقاش مسألة إذا ما كان الجذب خاصية ذاتية للمادة مثل الامتداد والحركة أم شيء خارج عن صفاتها الأساسية؟ وإجابة نيوتن انساقت إلى الميتافيزيقا، حيث أكد أن الجاذبية ليست صفة ذاتية ولا ضرورية للمادّة ويقول أن الله لما خلق المادّة جعل من صفاتها

[1]-**إسحاق نيوتن** ، مبادئ فلسفة الطبيعة ، نقلا عن **محمد عابد الجابري**، مدخل الى فلسفة العلوم ص390.

الأساسية الحركة والامتداد، الشيء الذي جعل العالم يسير سيرا ميكانيكيا. لكن لكي يكون العالم كذلك أضاف الله إلى الطبيعة خاصة أخرى بموجبها تنجذب الأجسام إلى بعضها البعض . فالعالم خاضع لقوتيـــن: قوة القصـــور الذاتي وهي مـــلازمة للمـــادّة وكامنـــة فيها، وقـــوة الجذب وهي خـــارجة عنها. [1]

أسس نيوتن فكرته عن الزمان المطلق والمكان المطلق والحركة المطلقة على فرضية الأثير فالكون عنده فضاء من الأثير، هذا الفضاء الساكن سكونا أبديا هو المكان المطلق، وحركة الأجسام في هذا الفضاء هي الزمان المطلق. رغم تقيد نيوتن الصارم بالتجربة إلاّ أنه افترض فكرة الأثير، ولم يقدم له تعريفا تجريبيا بل هو أشبه بمادّة سحرية تملأ الكون.

خلاصة:

ان فيزياء نيوتن كفيزياء ديكارت ذات طبيعة ميتافزيقية لاهوتية والفرق بينهما أن ديكارت انطلق من وجود الله لإثبات العالم، ونيوتن فعل العكس إذ انطلق من العالم وقوانينه ليصل إلى فكرة الله. رغم هذا الجانب اللاهوتي إلاّ أن فيزياء نيوتن مكنت العلم من فرض هيمنته، حيث استطاع أن يحقق للفيزياء الكلاسيكية وحدتها في إطار تصور منسجم ومتكامل للكون مما جعل الممارسة العلمية اللاحقة وصولا إلى أواخر القرن 19 تبقى في دائرة العلم النيوتوني الذي قامت عليه الحضارة الغربية الحديثة، مما رفع العلم النيوتوني إلى أسمي الدرجات.

[1]-**محمد عابد الجابري**، مدخل الى فلسفة العلوم ، ص ص272-273.

الدرس 3: الثورة النسبية :

تمهيد

ان الفيزياء الكلاسيكية التي شيّد نيوتن قوانينها ومفاهيمها لا تصلح إلاّ في العالم الماكرسكوبي العالم الذي ألفناه نحن البشر. أما العالم الذي يتجاوزه كبرا وصغرا كعالم الفضاء ذي السرعات الكبيرة المقاربة لسرعة الضوء وعالم الذرة والالكترونات فتشذ عنها.[1] مما استدعى اعادة نظر شاملة في الأسس النظرية للفيزياء الكلاسيكية فطرحت نظريات جديدة قادرة على استيعـــاب الوضع العلمي الجديـــــد في جدّته ومرونته. [2] ومن بينها نظرية النسبية للعالم الألماني أينشتاين والتي صاغت قوانين أعم واشمل للظواهر بدلت صورة الكون التي ارتسمت في أذهان الناس منذ 200 عام، وأحدثت نقلة نوعية في العلم الطبيعي أدت إلى ثورة علمية توجت بظهور الفيزياء الحديثة. فما هي المفاهيم والتصورات الجديدة التي استحدثتها هذه النظرية؟ وهل أحدثت قطيعة ابستيمولوجية تامة مع الفيزياء الكلاسيكية؟

1-نشأة نظرية النسبية:

يعتبر ألبرت أينشتاين (1879 -1955 م) مؤسس نظرية النسبية. أدى ولعه بالعلوم الرياضية البحتة إلى اكتشاف قوانين علمية غاية في الأهمية. نشر أولى نظرياته عن النسبية عام 1905م وهي النسبية الخاصة، وما لبث أن أعلن نظرية النسبية العامة عام 1916م. من خلال النسبية الخاصة استنتج ثبات سرعة الضوء وجعله الشيء الوحيد المطلق في الكون، أما في النسبية العامة فقدّم تصورا جديدا عن الجاذبية ومفهوما جديدا للزمان والمكان، فإذا كان الزمان والمكان في فيزياء نيوتن مطلقين فإنهما فيزياء انشتاين نسبيين يرتبطان بالنظام المرجعي للظاهرة موضوع الدراسة. هزت نظرية النسبية الفكر العلمي آنذاك

---

[1] - **محمد عابد الجابري**، مدخل الى فلسفة العلوم ، ص335.

[2] - **عبد السلام عبد العالي و سالم يفوت**، درس الابستيمولوجيا، ، ط1 (المغرب: دار التوبقال للنشر، 1985) ص ص 151.

وشوشت الحس المعتاد، حيث تضاعف التجريد والعقلانية في النسبية العامة وخاصة عندما تخلت عن الهندسة الاقليدية المألوفة حسياً واستخدمت هندسة أكثر تجريداً هي هندسة ريمان.

2-أسس نظرية النسبية:

أصبحت الفيزياء مع نظرية النسبية أمام مشهد مثير للغاية وهو مشهد انهيار المطلقات الواحدة تلوى الأخرى، وهو مظهر لتغير عميق أصاب الفيزياء الكلاسيكية في صميمها فزعزع أسسها وحطّم قوامها،[1] حيث استحدث أينشتاين منظومة مفاهيمية جديدة وأعطى دلالة مغايرة للمفاهيم المعهودة مثل المكان والزمان والجاذبية، وبنى نظرية على ضوء مبادئ جديدة فقدم صورة لم نألفها عن الكون. فما هي الأسس التي تتبني عليها نظرية النسبية؟

أ-مفهوم الجاذبية

اذا كانت الجاذبية هي قوة جذب عن بعد وبدون واسطة عند نيوتن، فإن الجاذبية من منظور النسبية ليست قوة إنما مجال تأثير. فكلما كانت كتلة الجسم أكبر كلما كان تقوس وانحناء الفضاء حوله أكبر. والأجسام الأقل كتلة سوف تقع في هذا الانحناء الذي صنعه الجسم الأول وبالتالي سيأسرها بجاذبيته. العملية شبيهة بتحريك ملعقة داخل كوب شاي، فعندما نحرك نلاحظ أن السائل أيضا يبدأ بالدوران داخل الكوب مسحوبا مع انحناء حركة الملعقة. مثلا نجد ان الأرض وبقية الكواكب حين تدور حول الشمس لا تخرج عن مدارها وذلك ليس بسبب أن الشمس لها تأثير عن بعد كما تدّعي نظرية نيوتن، لكن ببساطة بسبب أنها تتبع انحناءً معيناً في النسيج المكاني الذي خلقه وجود الشمس. لقد طبق اينشتاين نظريته عن الجاذبية على الكون بشكل عام وتوصل إلى نموذج لا ينهار على نفسه، وأثبت العلماء فيما بعد أن نظامه يؤدي إلى نموذج متوسع لاسكوني.

[1]- **عبد السلام عبد العالي و سالم يفوت**، درس الابستيمولوجيا، ، ص ص 150

ب- مفهوم المكان :

لقد رفض انشتاين مسلمة المكان المطلق وأكد أن الخواص الهندسية للمكان ليست مستقلة عن المادة، بل إن المادة هي التي تحدد هذه الخواص، وعليه فإنه لا سبيل لنا إلى دراسة البناء الهندسي للكون ما لم يتوفر لدينا مقدماً معرفة سابقة عن حالة المادة هي أساس كل دراسة في هذا المجال. ومن هذا المنطلق رفض أينشتاين رفضاً قاطعاً مفهوم المكان المطلق التقليدي مؤكداً على أنه لا يمكن معرفة حقائق الكون بشكل أفضل دون أن نحذف هذه الكلية الغامضة التي تحيط بمفهوم المكان. لقد حرّرت النسبية الفكر من قيود المكان المطلق وأبعاده الثلاثة واستحدثت بعدا رابعا غفل عنه نيوتن ألا وهو الزمان. فقرر انشتاين أنه لا وجود للمكان المطلق بل هو دوما نسبي.

ج- مفهوم الزمان:

لقد قامت نظرية النسبية بتعديل مفهوم الحركة عند نيوتن فجعلتها نسبية، ومفهوم الزمان تغير من كونه مطلق يسير إلى الأمام إلى كونه نسبي، كما جعله بُعْدًا رابعا يدمج مع الأبعاد الثلاثة المكانية. ويرى ان الوجود كله وما فيه ما هو إلا متصل زماني مكاني ذو أربعة أبعاد. فأدخل الزمن في حساب وتحديد الموقع. ولمّا رفضت النسبية مسلمة الزمان المطلق جعلت الملاحظ هو النظام المرجعي للحوادث، فزمن الحادث بالنسبة لراصد ساكن مختلف بالنسبة لراصد يتحرك بسرعة قريبة من سرعة الضوء، ولهذا فإن لكل راصد مجموعة إحداثيات لها زمنها الخاص، كما أصبح تباطؤ وتمدد الزمن مفهوماً أساسياً لفهم الكون، فماذا يعني به أينشتاين؟

مفهوم تمدد وتباطؤ الزمن:

لتوضيح كيفية تمدد وتقلص الزمن استعان اينشتاين بقصة مفارقة التوأم والتي تعد مسألة فكرية الغرض منها تبسيط هذا المفهوم الجديد للزمن مفادها ان هناك توأم نفرض ان أحدهما خالد والآخر حسن، قرر حسن القيام برحلة بواسطة صاروخ فضائي بسرعة تصل إلى 90% من سرعة الضوء المقدرة 300000

كلماثا أما خالد فقرر البقاء في البيت على الأرض. بناء على النظرية النسبية فإن المتحرك بسرعة كبيرة ساعته تتأخر بالمقارنة مع الزمن على الأرض[1]. بمعنى الزمن بالنسبة الى خالد يتحرك كما نعرفه ولكن الزمن عند حسن يتأخر. فمثلا يحتفل خالد بعيد ميلاده مرة كل عام على الأرض ولكن حسن يحتفل مرة كل خمس أعوام، ولهذا فإن عمر خالد يزيد خمس سنوات في حين عمر حسن يزيد سنة واحدة.

د- الزمكان:

الزمكان هو مفهوم استعمله أينشتاين للربط بين مبادئ الزمان والمكان القديمين، فهو يمثل مجموع المفهومين، ويعني أن 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 ، والحادثتان الواقعتان في مقطع معين تكونان متزامنتين بالنسبة إليه، لكنهما لا تكونان كذلك في مقطع آخر بالنسبة إلى مشاهد يتحرك بالنسبة للأول، فهما إذاً ليستا متزامنتين بالنسبة إليه. وعليه فإن النسبية تلغي فكرة المطلق في المكان والآنية في الفضاء، وعليه يغدو تصور نيوتن في عملية حساب السرعات لا يصلح للأجسام المتحركة بسرعات كبيرة قريبة من سرعة الضوء، وبذلك تنفصل النسبية عن تيار الفيزياء الكلاسيكية[2].

كان الزمكان تصوراً جدلياً جديداً للمادة بدمج مفهومي الزمان والمكان حيث يتفاعل الفكر الرياضي مع الواقع المادي، فالزمكان تصور تحددت معالمه كنظام فكري رياضي استنتاجي له كيانه، وتوجد أيضا قوانين ميكانيكية (للزمكان) تحكم تغيراته، وبالتالي لم تعد النظرة إلى الزمان والمكان نظرة إلى وعاء لامادي مستقل عن المادة ، مادامت النسبية العامة تخبرنا أن الزمكان يتأثر بالقانون الكوني فيتقوس بتأثير الجاذبية وبه فسرت شذوذ عطارد عن مداره.

-[1] - **محمد عابد الجابري**، مدخل الى فلسفة العلوم ، ص345.
-[2] - **محمد عابد الجابري**، مدخل الى فلسفة العلوم ، ص357.

هـ- مفهوم ثبات الضوء:

ولعل ما قاد الفيزياء النسبية إلى هذا النجاح الباهر هو الثابت الذي انطلق منه أينشتاين وهو "ثابت سرعة الضوء" الذي يعتبر علامة مميزة تنطلق منها كل صيغ فيزياء النسبية، ومن خلاله قوضت التصور التقليدي للزمان والمكان المطلقين، فالظواهر كلها تحدد وتنشأ من ثبات سرعة الضوء في الخلاء بالنسبة لجميع المراقبين الذي يتحرك أحدهما بالنسبة للآخر بسرعة ثابتة في خط مستقيم، هذا الثابت 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 وحركته بالنسبة إلى الحادثتين، فقد يبدو الحادثان لأحد الراصدين متزامنين في حين يبدو لراصد آخر غير متزامنين وأن أحدهما يسبق الآخر. فالنسبية جعلت سرعة الضوء هي نفسها ثابتة في كل المراجع[1] لذلك يعتبر ثبات سرعة الضوء أحد أهم أركان نظرية أينشتاين.

- خلاصة:

استطاع أينشتاين بفضل النسبية أن يخلص الفيزياء من رواسب نظرية نيوتن، كفرضيات الأثير والمكان والزمان المطلقين. فإذا نظرنا الى فكر أينشتاين من منظور إبستمولوجي فيمكن اعتباره فكرا إصلاحياً للإرث التقليدي أكثر منه قطيعة معه، لأنه يؤكد ان نظرية نيوتن لا تمثل الفيزياء الوحيدة الممكنة بل هي مجرد كحالة خاصة من حالة أعم. فانشتاين بقي متمسكا بمبدأ الفيزياء الكلاسيكية وهو مبدأ الحتمية حين جعل سرعة الضوء الثابت الكوني المطلق. مقابل هذه الثورة التجديدية والهامة التي جاءت بها النسبية انبثقت في الفيزياء ثورة من نوع آخر، ثورة تعبر عن قطيعة كاملة مع التصور الحتمي للفكر العلمي، إنها ثورة النظرية الكمومية أو نظرية الكم التي طرحت أفكارا هي الأغرب والأجرأ في التعامل مع الفهم الفلسفي للعالم وهي موضوع المحاضرة المقبلة.

---

[1] - **محمد عابد الجابري**، مدخل الى فلسفة العلوم ، ص345

الدرس4: الثورة الكوانتية:

تمهيد:

أتت نظرية الكوانتم أو ميكانيكا الكم في بدايات القرن العشرين لحل إشكاليات لم تستطع الفيزياء الكلاسيكية تفسيرها، وتناولت ظواهر على مستوى الذرة والجسيمات دون الذرية وقد دمجت بين الخاصية الجسيمية والموجية للظاهرة الضوئية. برزت نظرية الكم بعد أن واجهت الفيزياء التقليدية عوائق ابستيمولوجية وأخفقت في تفسير ظواهر متعددة منها: اشعاع الجسم الأسود والظاهرة الكهروضوئية. هذه الظواهر وغيرها تصدى لها أكبر العقول في النصف الاول من القرن الماضي وعلى رأسهم ماكس بلانك الذي يعتبر من مؤسسي ميكانيكا الكم رفقة نيلز بور و ارفين شرويدنجر وهايزنبرغ.فما هي نظرية الكم وماهي الثورة التي احدثتها؟

1-بلانك وفكرة الكوانتا:

انطلق العالم الألماني ماكس بلانك (1858-1947) من فكرة ان الطاقة مثلها مثل المادة لا تظهر الا بصورة منفصلة أي على شكل حبات أو وحدات محددة تسمى في الاصطلاح العلمي الكوانتم(quantum) وهي أصغر كمية من الطاقة يمكن اطلاقها أو امتصاصها. تعود تسميتها بميكانيكا الكم إلى أهميّة الكم في بنائها . يرى بلانك ان الضوء عبارة عن طاقة تسري على شكل كوانتم أو كميات لا تقبل التجزئة. وأخذ يبحث عن الكيفية التي يتوزع بها الضوء في الجسم الأسود وان كان اول من قام بهذه التجربة هو العالم الإنجليزي رايلي رابطا نوعية الضوء الصادر بدرجة حرارة الجسم الأسود. علما ان الجسم الأسود هو مواضعة واتفاق بين العلماء وهو كل جسم يمتص كامل ألوان الإشعاع الضوئي الساقط عليه ليعيد إصداره بالكامل مرة آخرى كحرارة .فمثلا الجسم الذي يمتص الاشعة الحمراء فقط هو جسم أحمر أما الذي يمتص اللون الأصفر هو الجسم الأصفر، أما الذي يمتص كل الألوان هو الجسم الأسود. فمن المفروض حسب النظرية السائدة آنذاك ان شدة الموجات الضوئية التي يطلقها الجسم الأسود تزداد عند

التردد العالي. وكان رايلي ينتظر اشعة قوية تكون فوق بنفسجية عند درجة حرارية مرتفعة جدا، **لكن لاحظ** أن النتائج التجريبية تناقض التوقعات وهذا ما عرف لاحقاً باسم الكارثة فوق البنفسجية ، وبهذا تبيّن للعلماء أن قوانين الديناميكا الحرارية أضحت عاجزة عن تفسير ظاهرة إشعاع الجسم الأسود خصوصاً عند الترددات العالية.وفي عام 1900 اقترح ماكس بلانك حلا لتفسير هذه الظاهرة بفكرة ثورية، حيث افترض أن الموجات الكهرومغناطيسية لا تصدر بشكل مستمر متصل بل على شكل كميات متقطعة سميت كمّات حيث يعتبر الكم أصغر مقدار من الطاقة يمكن تبادله بين الأجسام وفق تردد معين، وترتبط طاقة الكم بتردد الإشعاع المرافق له : فكلما زاد تردد الإشعاع الصادر من الجسم الأسود كلما قلت عدد كمات هذ الإشعاع مما يعني إنخفاض شدته بشكل كبير جداً عند الوصول إلى تردد الموجات فوق البنفسجية. وبهذا تكون فروض بلانك قد قدمت تفسيرا مقبولا لظاهرة إشعاع الجسم الأسود، حيث انتبه الى ان نظرية رايلي تكون سليمة عند التواتر المنخفض في حالة الموجات الطويلة فقط لا مع الموجات القصيرة ذات التواتر الشديد. مما يدل ان على حبات الضوء أو كوانتم الطاقة قيمته تزداد بازدياد تواتر الاشعاع. أو بعبارة أخرى قيمة الكوانتم تتناسب مع التواتر وفق المعادلة التالية : ك=هـ x ت . ك : قيمة الكوانتم . هـ: ثابت بلانك . ت: التواتر. انطلاقا من هذه المعادلة فسر بلانك نتائج التجربة الخاصة بإشعاع الجسم الأسود والتي حيّرت العلماء آنذاك.[1]

ان الاشعة المرئية وغير المرئية تختلف باختلاف أطوال موجاتها، فكلما قصرت الموجة كلما كان تواترها أكبر. فالأشعة س موجتها قصيرة وترددها قوي بالمقارنة مع الأشعة البنفسجية أو فوق بنفسجية وهذه الأخيرة موجتها أقصر من موجات الأشعة المرئية لكنها الأكثر شدة منها.

2-هيزنبرغ والميكانيكا الكوانتية:

عرفت نظرية الكم تطورا ملحوظا مع العالم الألماني اللامع هيزنبرغ وهو مؤسس الميكانيكا الكوانتية الذرية، فهي ميكانيكا لأنها تدرس حركة الجسيمات، وكوانتية لأنها تنطلق من فكرة كوانتم أو كمية الطاقة

[1] **محمد عابد الجابري**، مدخل الى فلسفة العلوم ، ص 365-369

وثابت بلانك، وذرية لأن ابحاثها تتعلق بالذرة[1]. تساءل هيزنبرغ هل قوانين الفيزياء الكلاسيكية التي نطبقها بشكل انيق على العالم الكبير هل يمكن ان تصمد في عالم الصغائر؟

لما أدركت التناقضات في تصور الفيزياء الكلاسيكية المتعلقة بشكل الذرة تم وضع تصور جديد لشكل الذرة في بدايات القرن العشرين مشابه لشكل مجموعتنا الشمسية حيث تتمركز النواة في الوسط وتدور الإلكترونات حولها. غير انه لو نطبق مبادئ الفيزياء الكلاسيكية فإن الالكترونات في هذا النموذج ستتعرض لتسارع جذب مركزي نتيجة دورانها حول النواة أي يدور الالكترون حول النواة بقوة الجاذبية تماما كما تدور الأرض حول الشمس وإلا سقط في النواة. لكن قوانين الديناميكا الكهربائية تستلزم ان يصدر الالكترون طاقة باستمرار او أمواج كهرطيسية مما يضعفه باطراد، أي ان الالكترونات ستفقد طاقتها شيئا فشيئا الى ان تسقط في النواة لكن على الالكترون ألا يسقط في النواة، لمعالجة هذه المشكلة الابستيمولوجية جاءت الحاجة لنظرية جديدة تعطي نموذجا آخر لتكوين الذرة، فلما ظهر للعلماء ان الالكترون يحمل شحنة كهربائية سالبة افترضوا وجود نواة داخل الذرة تحمل شحنة كهربائية موجبة تبطل مفعول الشحنة السالبة للالكترون ويضمن للذرة الاستقرار والتوازن. ولمّا أدركوا ان قوانين الميكانيكا التقليدية لا يمكن تطبيقها في عالم الذرة انتبه الفيزيائي نيلز بور الى ادخال كوانتم الطاقة كعنصر أساسي في عالم الجسيمات الصغيرة. واستعملها عندما يقوم الإلكترون بعمل القفزات بين المدارات المسموح له التواجد فيها. وقال ان في الذرة مدارات إذا سار فيها الالكترون كف عن اطلاق أمواج كهرطيسية مما يجعل الالكترون في حالة قارة. فهو لا يصدر هذه الأمواج إلا عندما ينتقل الإلكترون من مدار الى آخر ، وهو لا يقفز الا اذا استثير، ولكي يقفز فلابد له من كوانتم طاقة حينها يطلق فوتونا أو شعاعا ضوئيا ذو طول موجة محدد كميا [2].

عندما اكتشف اينشتاين الطبيعة الجسيمية للالكترون بمساعدة ماكس بلانك بواسطة ما يعرف بالتأثير الكهروضوئي ونال عليها جائزة نوبل. ترسخ لدى العلماء اعتقاد ان الالكترونات هي جسيمات ولكن

---

[1]- المرجع نفسه، ص 365-369

[2]- **محمد عابد الجابري**، مدخل الى فلسفة العلوم ، ص 376-377

ما لبثت الصورة ان تغيرت عندما اقترح الفيزيائي العبقري هايزنبرغ قانونه في اللاتحديد، حيث لا يمكن حتى نظريا تحديد اندفاع الالكترون ومكانه في نفس الوقت، فكلما حددننا مكانه بدقة أكبر ازدادا الارتياب في الاندفاع والعكس صحيح. لأن حركة الإلكترون في مداره لا يمكن التنبؤ بها كونها مرتبطة بالحقل المغناطيسي للإلكترون ذاته، لكن هذا لا يعني أن الإلكترون عشوائي الحركة. وما توصل اليه هو ان معرفتنا تبقى ناقصة دوما[1].

نحن لا نستطيع معرفة مكان الالكترون بدقة لذا نضع مجموعة من الاحتمالات وهو متواجد ضمن احدى هذه الاحتمالات. ان عالم الكم ليس خليطا عشوائيا كما يظن البعض بل فيه نظام، ولكنه ليس بالنظام الذي تعودنا عليه. فعندما نريد ضبط موقع الالكترون فلابد ان نسلط عليه شعاعا ضوئيا(كوانتم طاقة)، وهذا الفوتون سيصطدم بالإلكترون فيأخذ منه قسطا من طاقته ويضيفه الى نفسه فتزداد سرعته و يحركه في اللحظة التي نريد فيها رؤيته فيلتبس علينا موقعه. فهذه الظاهرة اشبه بقطة محصورة في قبو مظلم تخاف من الضوء وتهرب منه فيتعذر علينا رؤيتها. من غير الممكن تحديد موقع الالكترون وضبط سرعته في آن واحد لأن الالكترون لا يتصف بخصائص جسيمية فقط بل موجية أيضا. ان قانون اللاتحديد لهايزنبرغ هو قانون رياضي وهو يشرح كيف تتصرف الكائنات الدقيقة في نطاق عالم الكم. وقد فتح افاقا جديدة للعقل واعطاه فرصة أكبر للإبداع في نطاق الاحتمالات وعدم التحديد.

3-النتائج الابستيمولوجية للثورة الكوانتية:

لقد أمدَّتنا ثورة الكوانتم بوصف كامل تقريبا للمادة، فأمكن التنبؤ بمواصفات كل شيء انطلاقا من أصغر الجسيمات وصولا الي النجوم الضخمة في الفضاء الخارجي. فنظرية الكوانتم مكنتنا فعلا من فهم المادة التي كانت موضوعا موغلا في القدم وقدمت فيه نظريات ليست بالقليلة.

[1] - **محمد عابد الجابري**، مدخل الى فلسفة العلوم ، ص 375.

ان مفاهيم الفيزياء الكلاسكية هي مفاهيم تخص العالم الكبير لا يمكن تطبيقها على العالم الذري فما يعد تناقضا في عالمنا العياني يعد تكاملا في العالم الذري، فالمظهر الموجي والجسيمي للضوء متكاملان وغير متناقضين. وإذا كانت أدوات العمل لا تؤثر في الموضوع الذي ندرسه في العالم الماكروفيزيائي فإن هذه الأدوات تؤثر بشكل واضح في مواضيع الميكروفيزياء، وهذا ما يثير علاقة الذات العارفة وموضوع المعرفة.

إن نظرية الكوانتم أحدثت ثورة علمية لأنها أدت التحول في الرؤية الى العالم بعد الأزمة التي طالت الفيزيائيين بسبب الثقة المطلقة في الحتمية، فظنوا أنه إن زالت فإنَّ الفوضى المطلقة ستحكم الكون، لكن بعد نظرية الكم اعترف المجتمع العلمي باللاحتمية [1]. فانقلب مبدأ الحتمية الذي طالما تغنى بها العلم الكلاسكي الى اللاحتمية وخاصة مع قانون هايزنبرغ الذي حتّم علينا عدم اكتمال معرفة العالم، وان الشكية الديكارتية ستظل مبثوثة في هذا العالم وان معرفتنا ستبقى نسبية ومحدودة وقابلة للخطأ.

خلاصة: إذا كان العلم الكلاسيكي قد حقق انجازات ونجاحات باهرة في مجال الظواهر، فإن ثورة الكوانتم هي مرحلة مختلفة تماما من مراحل التفكير العلمي، فهي مرحلة ابداعات علمية جديدة تسارعت معها معدلات التقدم العلم بصورة غير مسبوقة فاقت كل توقع. فهي المسؤولة عن إطلاق ثورة DNA والثورة البيوجزئية، وقد ساعدت على تغيير طريقة اجراء البحث الطبي بعد اكتشاف الليزر، ولولاها لما استطاع العقل البشري أن يتعامل مع عشرات الألاف من المورثات في" عصر الهندسة الوراثية". وبفضلها تمت السيطرة على الجينات المسببة لبعض الأمراض السرطانية. كما زودتنا بأجهزة لقياس الوقت متناهية الدقة مثل الساعات الحديثة التي تعطي التوقيت المناسب لبرامج الفضاء والستاليت، وساهمت في تقارب الشعوب بعد تسهيل وسائل الاتصال. ويمكننا القول إننا نعيش في وسط مُكمَي (ماكسي بلانكي).

---

[1] **يمنى طريف الخولي** ، فلسفة العلم من الحتمية إلى اللاحتمية، (القاهرة: دار قباء للطباعة والنشر، 2001)، ص.319

محور5: الثورة العلمية في علم الكيمياء:

الدرس: ثورة لافوازييه العلمية في الكيمياء

تمهيد:

لم يكن الناس على فهمٍ سليم بعملية الاحتراق، حيث كانت لديهم نظريات مضطربة وغير صحيحة، وعلى رأسها نظرية اللاهوب أو (الفلوجستون – phlogiston). وبالنسبة إليهم هي مادة غير قابلة للكشف. والفلوجستون اسم يأتي من اليونانية القديمة φλογιστόν معناها حرق أو لهب. ورد هذا المصطلح لأول مرة في 1667 من قبل يوهان يواكيم بيشر الذي كان يرى أن المواد التي تحتوي ضمن مكوناتها على عنصر الفلوجستون تكون قابلة للاحتراق. وكان يعتقد أن التنفس يسهم في إخراج الفلـــوجيستون خارج الجسم [1]. لقد بقيت هذه النظرية منتشرة طوال القرنين السابع عشر والثامن عشر إلى أن جاء انطوان لافوازييه واكتشف الاوكسجين فأحدث ثورة علمية في عالم الكيمياء لذا لقب بأب الكيمياء الحديثة فقدّم تفسيرا جديدا لظاهرة الاحتراق مخالفا تماما لما كان سائدا من قبل. فكيف تم اكتشاف الاوكسجين؟ وهل كل كشف علمي يمكنه أن يحدث ثورة في العلم؟

1-الخلفية المعرفية لاكتشاف الاوكسجين:

حتى نفهم كيف تم اكتشاف الاوكسجين الذي أحدث ثورة علمية علينا العودة إلى حالة علم الكيمياء قبل لافوازييه. إن التقدم الذي أحـــرزه العلم في مجـــال كيميـــاء الغازات مهّد السبيل لاكتشاف الأوكسجيين، وكان ذلك بفضـــل أبحـــاث **جوزيـــف بريستـــلي** [*]1733-1804) الذي كان أول من تمكن من رؤية غاز قابل للاشتعال والذي سماه فيما بعد لافوازييه بالأوكسجين وذلك عن طريق تسخين أكسيد الزئبق، فلاحظ أن الغاز الذي تمكّن من جمعه يشتعل بسرعة، لهذا أطلق عليه برستلي اسم الهواء السريع الاشتعال،

[1] - **James Bryan Conant**, *The Overthrow of Phlogiston Theory: The Chemical Revolution of 1775–1789(*USA: Harvard University Press (1950), p14

[*] - بريستلي جوزيف(1733_1804): عالم إنجليزي لاهوتي في عاش في القرن الثامن عشر، و فيلسوف للطبيعة، وصيدلي، ومربي، وباحث سياسي ليبرالي . قد نشر أكثر من 150 عمل، وتجاربه مهدت لاكتشاف الأكسجين. وخلال فترة حياته اشتهر بريستلي باختراعه للمياه الغازية و كتاباته عن الكهرباء واكتشافه لغازات متعددة، ومع ذلك بقي في نهاية المطـــــاف معزولاً داخل المجتمـــــع العلمي.

وكان يدرك أنه خال من الفلوجستون. في عام 1774 زار جوزيف بريستلي باريس، وأخبر **وأنطـــوان لافوازييـــه*** (1743– 1794) عن خصائص الغاز الذي نتج عندما أحرق مركب أكسيد الزئبق، وأكد أن الغاز الناتج كان مصحوبًا باحتراقٍ قويٍّ جدًا. اعتقَدَ بريستلي أن هذا الغاز جزءٌ نقي وأساسي في الهواء واصفًا إياه بأنه غاز خال من الفلوجستون لكن لم يؤمن لافوازييه وبهذا الغاز الخالي من الفلوجستون، لأنه لا يعتقد ولا يؤمن أصلا بوجود الفلوجيستون.

فلو نظرنا إلى الأوكسجين على أنَّه هواء خال من الفلوجستون لأكدنا أن مكتشفه هو بريستلي. إلاّ أنَّ ظهور الاكتشاف يتطلب الوعي المسبق بوجود خطأ ما في المعارف السابقة، وهذا ما لم ينتبه إليه بريستلي على الرغم من دراسته للظاهرة قبل لافوازييه، إذ ما توصل اليه من نتائج لم يهدم النموذج القائم وهي"نظرية الفلوجستون" ولم يشكك فيها.

2–ثورة لافوازييه وتأسيس الكيمياء الحديثة:

لم يكن لافوازييه مجرد مُكتشف لغاز الأوكسجين أو لنظرية الاحتراق الأوكسجيني بل كان أول من وعى وجود خطأ في النظرية القديمة، وهذا ما ساعده على رؤية ما عجز بريستلي عن رؤيته. وكان لافوازييه أول من أدرك خواص الأوكسجين وبرهن أنَّه غاز حاضر في كل عمليات الاحتراق، حيث أكد أنَّ عملية الاحتراق لا تحتاج إلى الفلوجستون بل إلى الأوكسجين. وبالتالي أبحاثه هي التي قوضت نظرية الاحتراق القديمة التي تدّعي أنَّ الاحتراق يؤدي إلى انطلاق الفلوجستون. في عام 1779 صاغ لافوازييه اسم الأكسجين. وجد أنه يؤدِّي دورًا حيويًّا في الاحتراق والتنفس. واستنتج أن التنفس هو شكلٌ من أشكال الاحتراق، فالحرارة التي تنتجها الثدييات خلال التنفس هي التي تسخن أجسادهم. لقد دفع لافوازييه علم الكيمياء دفعا قويا الى الأمام باكتشافه للأكسجين، حيث في عام 1778م توصل الى قانون حفظ الكتلة

* - لافوازييه،أنطوان: عاش ما بين(1743-1794) وهو عالم فرنسي ذو صيت في تاريخ الكيمياء. أول من صاغ قانون حفظ الكتلة وعرف باكتشاف الأوكسجين في عام 1778م، كما فنّد نظرية الفلوجستون، وقام بتشكيل نظام التسمية الكيميائي. قدم لافوازيه العديد من المساهمات الأساسية لعلم الكيمياء، كانت أعماله ثورة في الكيمياء لكن نهايته كانت مأسوية اذ حُكم غليه بالإعدام وبتهم ملفقة ضده واتهم بسرقة المال العام من الخزانة الفرنسية عندما كان محصلا للضرائب ، توفي أنطوان لافوازييه بواسطة المقصلة في 8 مايو 1794 .وفي نهاية عام 1795، وجدت الحكومة الفرنسية لافوازيه بريء من جميع التهم، لكن الوقت كان قد فات.

عندما لاحظ أنه عندما يتم تسخين أكسيد الزئبق فإن وزنه يتناقص، فأدرك أن غاز الأكسجين الذي يُطلقه هو بالضبط الوزن الذي فُقِدَ من أكسيد الزئبق، وبعد تكرار نفس التجارب مع عددٍ من المواد المختلفة، فأعلن لافوازييه عن قانونٍ أساسيٍّ جديد من الطبيعة سمّاه : «قانون حفظ الكتلة» حيث ينص على أنه عند حدوث أي تفاعل كيميائي فإن كتل المواد المتفاعلة تساوي كتل المواد الناتجة عن التفاعل. وباكتشافه لهذا القانون دحض التصورات القديمة، فقد اعتبر قديما أن المادة عند تكلسها وتحولها إلى مسحوق بوساطة الاحتراق فإنها تزداد في الحجم والوزن، لكن لافوازييه بيّن أن هذا يحدث لأن المادة تمتص قدرا من الهواء خلال عملية الاحتراق فهي تتأكسد والزيادة في الوزن تعادل وزن الأكسجين المضاف إليها. وفي عام 1783 صاغ لافوازييه اسم «الهيدروجين» ولما أحرقه مع الأكسجين، ومن هذا التفاعل نتج الماء، ومن ذلك استنتج لافوازييه أن الماء ليس عنصرًا بسيطا، ولكن هو في الواقع مُركَّبٌ مصنوعٌ من الهيدروجين والأكسجين[1]. هذه النتيجة أدهشت الكثير من الناس آنذاك لأن جميع كان يعتبر الماء من العناصر «الغير قابلة للتجزئة». والهيدروجين كان يعني المياه في اليونانية سابقًا.

3- **النتائج الابستيمولوجية لثورة لافوازييه:**

تمكن **لافوازييه** من اكتشاف غاز الأوكسجين بعد أن غيّر طريقة نظره إلى بعض المفاهيم الكيميائية السائدة، فبدت له الطبيعة على نحو مغاير. لذا رأى هو و**برستلي** أشياء مختلفة عندما رصدا الظاهرة نفسها وهي عملية الاحتراق. فلما رأى لافوازييه غازا جديدا مؤكسدا هو الأوكسجين، رأى بريستلي غازا خالياً من الفلوجستون. فما رآه لافوازييه تعذر رؤيته على **برستلي**، لأنه لم يغير طريقة نظره الى الظواهر، ولا زالت التصورات القديمة راسخة في ذهنه. في حين **لافوازييه** نظر الى الطبيعة بصورة مختلفة، وكان يعمل في عالم مغاير، ويؤول الوقائع بشكل مخالف. وبالتالي يمكننا القول إن برستلي ولافوازييه يعيشان في عالمين مختلفين. لكن هل يوجد حقيقة عالمان مختلفان؟ إن الأمر يتلخص في اختلاف التأويلات لا أكثر، أي أن

---

[1] - **توماس كون**، بنية الثورات العلمية، ص 98.

الأشياء ثابتة أما تأويلها فمختلف، وهذا ناتج عن اختلاف طريقة التفكير بين العالمين. إن تغيير طريقة التفكير أفرز فهما مغاير للظواهر، هذا الفهم الجديد هو جزء من النموذج الدي وضعه للافوازييه. إن الانتقال إلى النموذج الجديد هو تحول حقيقي في رؤية العالم. يتم هذا الانتقال بقطع الصلة مع التقليد القديم والانخراط في تقليد آخر مؤسس على قواعد جديدة. إن الثورة العلمية تتطلب إعادة نظر كلية في المنظومة المعرفية. فهي تحول واسع النطاق في جملة المفاهيم والأسس، يتمخض عنه غالبا تجديد عميق للمعارف العلمية ومواضيعها ومعاييرها، فيصاغ علم جديد على ضوء مفاهيم جديدة فيقدم صورة لم نألفها عن العالم.

ان الثورة العلمية التي أحدثها لافوازييه تحمل مفهوما إيجابيا إذ « تدل عن التخلي عن بنية نظرية لأجل إحلال بنية جديدة محلها »[1]، فهي ثورة من أجل البناء، من أجل تأسيس مجال معرفي أكثر انسجاما مع الواقع، لأنها فسّرت الظواهر المتمردة عن النموذج القديم، وأحدثت انقلابا في سلطة القواعد التي كانت تتحكم في الممارسة العلمية في علم الكيمياء، ووفرت أدوات وتقنيات أفضل لاستيعاب أكبر قدر من الوقائع، وخاصة تلك التي استعصت عن الحل بالوسائل التقليدية. وبالتالي كانت هذه الثورة تحطيما للأفكار البالية لتحل محلها أفكار خصبة تقود البحث العلمي الى تجاوز عوائقه وأزماته. وأصبح كتابه الشهير " النظرية الأساسية للكيمياء " الذي جمع فيه شمل فروع علم الكيمياء الموجه الإرشادي للبحث العلمي فيما بعد.

-خلاصة:

غيّر اكتشاف الأوكسجين مجرى علم الكيمياء برمته وأحدث تحولا في نموذجه عندما ارجع لافوازييه عملية الاحتراق إلى تفاعل المواد المختلفة مع الأكسجين عند درجات حرارة عالية. وبذلك اخذت الأكسدة مكان نظرية الفلوجستون. إن اكتشاف نظرية الاحتراق بواسطة الأوكسجين كانت نقطة حاسمة لإعادة صياغة الكيمياء صياغة جديدة إلى حد وصفها بالثورة الكيميائية، فالحاجة إلى مراجعة النظرية الكيميائية القديمة كان ضروريا لتقدم علم الكيمياء.

---

[1] - **آلان شالمرز**، نظريات العلم، تر. الحسين سحبان وفؤاد الصفا، ط1،(المغرب: دار التوبقان للنشر، 1991). ص 94.

محور6:مشكلة الاستقراء في العلم الطبيعي:

الدرس1: مشكلة الاستقراء عند هيوم :

تمهيد

بغية تحديد ما قيل بعمق وشمول بشأن مشكلة الاستقراء، سنعيدها إلى سياقها التاريخي، ونعرض أهم المواقف الفلسفية التي قيلت بشأنها، لأن جذور الاستقراء تمتد لتصل إلى أسلاف الوضعيين، وبالضبط إلى أحد رواد التجريبية الكلاسيكية "دافيد هيوم، الذي يعود إليه فضل إثارة هذه المشكلة وانتقاد مصوغاتها ومبرراتها.إن غاية الاستقراء هو اكتشاف قضايا عامّة، أو صياغة قوانين كليّة لبناء صرح العلم. تتم هذه التعميمات الاستقرائية انطلاقا من حالات جزئية. لكن هذا الانتقال من الجزئي إلى الكلي، هو قفزة غير مضمونة،. وقد تفطّن **هيوم** إلى أنّ المعرفة العلميّة التي تقوم على الاستقراء تظل تخمينيّة واحتمالية. وقد أثارت انتقاداته ما يسمى "بمشكلة الاستقراء"، والتي أطلق عليها **برود**(1971-1971)Charlie Broad "فضيحة الفلسفة"، بينما فضّل **وايتهد** (1861-1947)Alfred Whitehead أن يسميها "يـــأس الفلسفة" [1]. **فما فحوى هذا النقد الهيومي الذي يهدّم أهم دعائم الاستقراء، ويشكك في قدرته على الوصول إلى نتائج يقينية؟**

كان هيوم يشك في الأسس الاستقرائية وكان نقده للاستقراء انطلاقا من مسألتين أساسيتين: الأولى هي مشكلة اطرّاد الظواهر، والثانية هي الفهم الخاطئ للسببيّة.

1- إسقاط مبدأ اطراد الظواهر:

من أهم الأسس التي يقوم عليها الاستقراء المبدأ المسّمى "اطراد الظواهر في الطبيعة". أي افتراض أنّ المستقبل سيشبه الماضي، وبالتالي من الممكن الانتقال من وقائع الحاضر إلى وقائع المستقبل،

[1] **يحي محمد**، الاستقراء والمنطق الذاتي: دراسة تحليلية شاملة لآراء المفكر الكبير محمد باقر الصدر، (ط1، الإسكندرية: الانتشار العربي، 2005)، ص 169.

إذا توفرت نفس الظروف المحيطة بالظواهر. فهذا المبدأ يقود إلى طرح مشكلة التنبؤ الذي يسمح لنا بالانتقال وفق تعبير **هيوم** "من الحالات التي تقع في خبرتنا"، أو من قضايا جزئيّة الى "حالات لم تقع في خبرتنا" أي قضايا كلية أو قوانين عامة. تساءل **هيوم** لماذا ننتظر من الوقائع التي ليس لنا معها خبرة أن تأتي مطابقة لتلك التي كانت لنا معها خبرة سابقة؟ لماذا هذا الاعتقاد؟ من أين لنا هذه التوقعات والتي لنا فيها ثقة كبيرة؟ يجيب **هيوم** سبب ذلك هو العادة. وتتحكم فينا التكرارات ونظام ترابط الأفكار. وهذه هي المشكلة السيكولوجية للاستقراء. لكن التجارب مهما تكرّرت لا تبرر منطقياً التعميمات والأحكام العامة ، إنَّما يركن إليها الإنسان جرّاء اعتقاداته التي تنشأ من التكرار والعادة.

لتوضيح مبدأ الاطراد نعود إلى ما يسميه **هيوم** المشكلة المنطقية للاستقراء، حيث تساءل هل يمكننا أن نبرر انطلاقا من حالات متكررة لنا معها خبرة، حالات أخرى ليس لنا معها خبرة؟ إجابة هيوم على المشكلة المنطقية كانت بالنفي، مهما كانت عدد التكرارات. ويؤكد أن الحالة المنطقية تبقى نفسها، حتى إذا أدخلنا احتمال النتائج، أو استبدلنا كلمة "حالات أخرى" "باحتمال حالات أخرى". إن الاستدلال الاستقرائي ينتقل من مقدمات تنطوي علىّ الحالات الجزئية المعبّرة عن الظاهرة، والتي هي موضوع ملاحظتنا، والمستمدّة من تجربتنا وخبرتنا، لنصل الى نتيجة لم تقع تحت خبرتنا. وهو حكم فاسد من النّاحيّة المنطقية، لأن صدق القضية الجزئية لا يلزم عنه صدق القضية الكليّة. أي من المتعذر تبرير صحة الاستدلال الذي ينتقل من الجزئي إلى الكلي، لأنه لا يمكننا الحكم على ما لم يقع في حدود خبرتنا.

هل يمكن أن نضمن أن المستقبل سيشبه الماضي؟ وما جواب هيوم على ذلك؟

يرى **هيوم** أن الاجابة عن هذا السؤال تقتضي التمييز بين نوعين من موضوعات البحث: مبحث العلاقات الضروريّة بين الأفكار، ومبحث أمور الواقع التي تنتمي الى مجال الاحتمال.

مبحث العلاقات الضروريّة بين الأفكار: يتضمن القضايا المنطقيّة والرياضية، وهي صادقة صدقا مطلقا، ومن المستحيل تصور نقيضها. وتوجد بين قضاياه علاقة ضروريّة، لا يمكن أن تتخلف، ونصل إليها عن طريق عمل عقلي محض دون الاستعانة بما هو خارجي.

مبحث أمور الواقع أو مجال الاحتمال: يتناول قضايا العلم التجريبي والتعميمات الاستقرائية، وهي قضايا تجريبية يتوقف صدقها على التحقق التجريبي منها. ومثال **هيوم** المشهور في ذلك هو القضيّة التجريبية القائلة أنّ "الشمس سوف تشرق غدا". فنحن نميل إلى هذا الاعتقاد ارتكازا على عادة عقليّة قياسا بالماضي، ولكن احتمال عكس هذه القضيّة يبقى ممكن، أي: " لن تشرق الشمس غدا"، دون هدم لقواعد الفكر، وبالتالي اخرج مبدأ الاستقراء الى مجال الاحتمال لأن نتائجه لا يمكن ان تتتميز بالضرورة العقلية.

2- الفهم الخاطئ للسببيّة:

إنّ الأساس الذي انطلق منه في نظريته للمعرفة هو أن لكل فكرة بسيطة انطباع حسي تشتق منه. وقد انعكس هذا المبدأ على تحليله للعلية التي هي قوام الاستقراء، لأنّها أُتخذت دليلا على صحة استدلالاته. وكان نقده موجها إليها، رغم أنه جعل منها قانونا لترابط الأفكار.

يرى **هيوم** أننا لا نجد من بين انطباعاتنا الحسية شيئا تمثله علاقة تسّمى العليّة، لأنّ ما يراه الإنسان من تتابع بين العلّل والمعلولات أي سيلاحظ تتابعا متصلا للأحداث. أو سيلاحظ أنّ حادثة تتبع أخرى، ولن يستطيع اكتشاف أكثر من هذا. وبهذا لن يصل إلى فكرة السبب والمسبب أو العلاقة بينهما. لأنّ علاقة السببية لا يمكن للحواس تشكيل انطباع عنها. فما يمكنه أن يحصل عليه هو ملاحظة حادثتين متعاقبتين وهو أمر ينكشف بالخبرة، لكنه لا يستطيع أن يلاحظ الارتباط العلّي بين الحوادث. فكلّ أثر هو حدث مستقل عن سببه [1]. أي من غير الممكن القول عند تحليلنا لعلاقة العليّة، أن المعلول أحد عناصرها، أو هو الذي أحدث الأثر، لذا يعتبر المعلول متميز عن علّته، أي لا علاقة ضرورية بينهما.

---

[1] -**دافيد هيوم**، مبحث في الفاهمة البشرية، تر: موسى وهبة، ط1، (بيروت: دار الفارابي، 2008) ص 55

يرى **هيوم** أنّ النّاس يعتقدون بوجود صلة ضرورية بين السبب والأثر، وفكرة الضرورة هي ما يستلزم التحليل، فعليها تنبني علاقة العليّة. قد أكد العقلانيون أنّ هذا الاقتران بين السبب والنتيجة ضرورة منطقيّة، وبالتالي السبب يتضمن العلّة الكافية لإحداث الأثر. لكن **هيوم** يرفض ذلك، ويرى أنّ الملاحظة لا تفيدنا أبدا بفكرة الاقتران الضروري، ، وفكرة التعاقب تعلّمنا إيّاها الخبرة والتكرار. وهو شعور يرسخ في الذهن نتيجة التعوّد [1]. فالعلّة لا تتضمن المعلول، ولا المعلول يتضمن علّته

إنّ فكرة الضرورة السببيّة ناتجة عن توقعات معتادة، تحدثها ملاحظات متكررة. ومن جرّاء التكرار يصبح الذّهن فور وقوع الحدث يرتقب الأثر، ويفترض وجود علاقة لزوم بينهما. فالتكرار يوّلد عادة عقليّة في الذهن، وعن هذه العادة تصدر فكرة الرابطة الضروريّة. وتبعا لمبدأ **هيوم** لكل فكرة سليمة انطباع حسي تشتقّ منه، لكن لا نجد انطباعا يمثل فكرة الضرورة، لأنّها قائمة في الذهن فقط، وليس لها وجود في العالم الخارجي. فهي فكرة تنقل الذهن إلى أبعد ممّا هو محسوس، وهي حصيلة اقتران الأفكار في المخيّلة، وتنشأ بفعل العادة،[2] ومن هنا تنتفي فكرة الضرورة.

لابد من الإشارة إلى أن **هيوم** لم ينكر مبدأ العليّة، وإنّما رفض علاقة اللزوم الضروري بين العلّة والمعلول بالمعني التحليلي، لأنّ ما يعرفه عن تلك العلاقة ما هو إلاّ ارتباط عرضيّ واحتمالي. فليس في عالم الحس الذي تناله يد التجريب شيء من الضرورة والعلية، إنَّما تنشأ هذهِ الاعتقادات من العــادة، ومن هنا فالمعرفة التجريبية لدى **هيوم** معرفة تستند من حيث الأساس إلى الميل النفسي (السيكولوجي) للإنسـان، دون أن يكون لها سند واقعي أو منطقي.

لقد رفض **هيوم** امكان الاستدلال على مبدأ السببيّة، لأنّه ليس قضية تحليلية، إذ يمكن فصل السبب عن النتيجة دون الوقوع في التناقض. فهذا المبدأ هو قضية تركيبية، وشأنه شأن جميع القضايا التركيبية الأخرى التي لا يمكن البرهنة عليها. ويكون بذلك قد أخرج العليّة من عالم العقل والبداهة إلى عالم التجربة

---

[1]- المصدر نفسه، ص 13،14.

[2] **كريم متى**، الفلسفة الحديثة عرض نقدي، ط2،(ليبيا: دار الكتاب الجديد المتحدة، 2001.) ص 216-219

والاحتمال. أي أن علاقة السببية التي يتأسس عليها الاستقراء لا تعبّر عن قانون كلي ، حيث أرجع السببية إلى الاعتقاد [1].

يمكن أن نعيد هذ التفسير الذي قدمه هيوم إلى كونه تجريبي. إذ ما كان بوسعه إلاّ أن يُرجع كل مفهوم إلى انطباع حسي، ولكن لا وجود لانطباع حسّي تشتق منه العليّة، وبالتالي لا وجود لشيء يُمثلها، بل الموجود هو تعاقب بين الأحداث لا غير، وينتهي **هيوم** إلى إرجاع الاطراد إلى عوامل سيكولوجية (العادة)، وبالتالي يسقط مفهوم العليّة التي ترتبط بصفة مباشرة بمبدأ اطراد الظواهر، حيث أنّها تجعلنا نفترض الاطراد في الطبيعة قياسا إلى حالات تكرّر وقوعها في الماضي. فكلا المبدأين لا أساس لهما في نظر **هيوم**.وبالتالي لا مسوغ للاستقراء.

-خلاصة:

لقد أثار **هيوم** أعقد المشكلات الفلسفية ألا وهي مشكلة الاستقراء وكان ذلك بأن شكك في أسسه، مبتدئا من اطراد الظواهر الذي انتهى إلى تحطيمه، لأنّه لا يمكنه تسويغ الانتقال من الجزئي إلى الكلي دون الوقوع في الدور. فلا وجود لأساس يبرر أنّ ما يحدث في الماضي سيشبه المستقبل. ثم انتهى إلى اعتبار مبدأ العليّة مجرد علاقة احتمالية نعتقد بها نتيجة تكرار الوقائع. وهذا الاعتقاد تولّده العادة، فهي التي تجعلنا نتصور أن العلاقة بين الحوادث ضرورية، في حين لا وجود لها في الواقع. وخلص في الأخير الى نتيجة مفادها أن مبدأ الاستقراء لا يمكن أن نستدلّ عليه لا بالتّجربة ولا بقواعد المنطق.

[1] **محمود فهمي زيدان**، الاستقراء والمنهج العلمي (الإسكندرية: دار الجامعات المصرية، 1997)، ص 107

الدرس2: الاستقراء عند الوضعيين المناطقة:

تمهيد:

لقد طغى حضـور الوضعيين المناطقة على المشهد الفلسفي منذ العقود الأولى للقرن العشرين. ولعل انتشارهم في البلدان ونشاطهم الحثيث أفضى إلى استحواذهم على المذهب التجريبي. فدافعوا عن الاستقراء واعتبروه المنهج الشرعي للعلم. ما هي الوضعية المنطقية وما موقفها من الفلسفة وما هو المعيار الذي اعتمدوه للتمييز بين العلم واللاعلم؟

1- نشأة الوضعية المنطقية:

ظهرت الوضعية المنطقية عندما قررت جامعة فيينا استحداث كرسي لفلسفة العلوم التجريبية، وأوّل من شغله كان **ارنست ماخ (1838-1916)Ernest Mach**. وفي عام 1922 عوضه **موريس شليك M. Schlick** (1882-1936) الذي استدعي من ألمانيا، وكان واسع الاهتمام بالفلسفة وملّما بتاريخها، رغم كونه عالم طبيعة. حصل على الدكتوراه برسالة موضوعها "انعكاس الضوء في وسط غير متجانس" تحت اشراف العالم **ماكس بلانك**. تحلّق حول شخصيـة **شليـك** علماء ذوي ميول فلسفية وفلاسفة ذوي ميول علمية. ومن أهم أعضائها **هـانزهـان (1879-1934)** Hans Hahn، **فايـزمـان(1896-1959)** Freidrich Waismann، **فكتـور كـرافـت (1880-1975)**victor Kraft، **هـربـرت فـايجل (1902-1988)** Herbert Feigel، والفيـزيـائي **فليـب فرانك** (1884-1966) Philipp Frank وعـالم الاجتمـاع **أوطـو نويـراث(1882-1945)** Otto Neurath وأبرزهم كان **رودولف كـارناب(1891-1970)** Rudolf Carnap [1] . كانت غايتهم جميعا إنشاء فلسفة علمية وإقصاء الميتافيزيقا، واثبات أن قضاياها بلا معنى. هكذا نشأت الحركة التي سميت في البدايـة "**حلقـة فيينـا**"

[1] -**يمنى طريف الخولي** ،فلسفة العلم في القرن العشرين (الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب،2000)،ص ص 282،283.

(**Cercle de Vienne**)، وبعد أن أصبحت حركة عالمية لها فروع في أشهر عواصم العالم كبرلين وبراغ أطلق عليها اسم "**الوضعية المنطقية**"(Positivisme logique)من طرف "**فايجل**" عام 1931، وصارت أعلى المداس صوتا وأبعدها صيتا. تسمى الوضعية المنطقية أيضا بالتجريبية المنطقية، لأنها تجمع بين النزعة الاستقرائية بتجريبيتها المتطرفة والمنطق بصرامته الحادة، وكانت أقوى تمثيل لروح الفلسفة العلمية. واعتمدت مبدأ التحقق (principe de la vérification) معيارا للتمييز بين العلم واللاعلم، وجعلت معنى القضية وعلميتها ينحصر في تحققها التجريبي.

2_ موقف الوضعيين المناطقة من الفلسفة:

يتفق أعضاء الوضعية المنطقية على أن الفلسفة ليست علما، لأن قضاياها لا تحاكي الواقع. بل إن وظيفة الفلسفة هو شرح الأفكار شرحا منطقيا، وما العمل الفلسفي إلا جملة من الشروح. أي أن الفلسفة تحليلية ومهمتها تقتصر على التحليل اللغوي لعبارات العلم بالاستعانة بأدوات المنطق، وبهذا تغدو الفلسفة علمية، أمّا أبحاثها الميتافزيقية فهي لغو حديث. ولم يبق للفلسفة إلاّ المنطق الذي يجب أن تسخره لخدمة العلم، دون أن تنازع العلماء في بحوثهم، فهي توضّح فقط معنى العبارات العلمية التي يكتنفها الغموض، دون أن تضيف شيئا. أي أن الفلسفة أشبه بسلم نصعد عليه بغية الوصول الى الوضوح في القضايا، إذا ما وصلنا الى هذه البغية وجب إلقاؤه بعيدا، متأثرين برسالة منطقية فلسفية (Tractatus logico–philososphicus) **لفتجنشتين**، التي غدت انجيل هذه المدرسة [1]. وجعلوا من معيار التحقق الفيصل بين العلم واللاعلم، بين المعنى واللامعنى.

3–مبدأ التحقق: يرتبط مبدأ التحقق بنظرية المعنى التي ترتكز على طبيعة القضية المنطقية التي تكون إما تحليلية أو تركيبية، وكل ما يخرج عن هذين النوعين فهو خال من المعنى. وقسّموا على

---

[1] **يمنى طريف الخولي** ،فلسفة العلم في القرن العشرين،ص ص284.–290.

أساسها العلوم الى علوم صورية كالمنطق والعلم الرياضي، وعلوم استقرائية كالعلم الطبيعي. وأكّدوا أن القضايا الرياضية هي امتداد للمنطق اقتداء **براسل**، وهي قضايا تحليلية لا تحمل مضمونا معرفيا عن الواقع، وصورتها المنطقية: "أ هي أ "، أو مجرد اثبات للهوية. وهي قضية تحصيل حاصل، تكرارية، استنباطية، عقلية، وصدقها مطلق يقيني، يعتمد على الضرورة المنطقية. أي أن محك الصدق فيها هو انسجام الفكر مع ذاته، فالقضية المتناقضة ذاتيا فهي كاذبة.

أمّا قضايا العلم الطبيعي فهي قضايا تركيبية وصورتها المنطقية: "أ هي ب"، وهي ذات محتوى اخباري نصل إليه عن طريق الخبرة. فهي قضية تجريبية، استقرائية، احتمالية وليست ضرورية. إن التحليل المنطقي للقضية التركيبية يرّدها الى مجموعة من القضايا البسيطة، والتي تقابلها معطيات حسية. وذلك اقتداء **بفتجنشتين** الذي يرى أن «كل قضية ذات معنى، يجب أن تكون قابلة للرد الى قضايا أولية أو ذرية (propositions élémentaires ou atomiques) والتي ينظر إليها كأوصاف أو صور للحقيقة (descriptions ou images de réalité). هذا يبين لنا أن معيار **فتجنشتين** لتمييز القضايا ذات المعنى يتداخل مع معيار الاستقرائيين، فيكفي أن نستبدل كلمات "علمي" أو "مشروع" عوضا عن "ذات المعنى" »[1]. والمرجع في الحكم على القضايا بالصدق أو الكذب هو خبرة الحواس، ومن هنا تَبلور معيار التحقق (critère de la vérification). أما عبارات الميتافيزيقا هي قضايا لا تحليلية ولا تركيبية، وبالتالي هي بلا معنى، لأنها لا تزيدنا معرفة بالعالم الواقعي. فالوضعية المنطقية فلسفة قامت لتقوض دعائم الميتافيزيقا.

إن التحقق من قضية هو إقامة الدليل على صدقها. والتحقق يعني المطابقة مع الواقع. فالقضية تكون قابلة للتحقق بالتجارب والملاحظات. وكل ما لا يقبل الرّد إلى التجربة فهو فاقد للمعنى في نظر

---

[1]-**Karl Popper**, la logique de la découverte scientifique traduit de l'anglais par Nicole Thyssen–Rutten et Philippe Devaux, préface de Jacques Monude, (France: Payot, 1973.), p32

الوضعيين، باستثناء قضايا التحصيل الحاصل التي لها منزلة خاصة، فهي قضايا ذات معنى، رغم أنها في الحقيقة قضايا لا تقول شيئا عن الواقع. في حين القضايا الميتافزيقية هي ليست قضايا تحصيل حاصل، ولا تحاكي الواقع، وبالتالي هي فارغة من المعنى. هذا الازدراء للقضايا الميتافيزيقية بوصفها عديمة الدلالة آل إلى وضع معيار لتمييز القضايا الدّالة عن غيرها. يرى **بوبر** أن هذا المعيار الذي يقيم تعارضا بين القضايا المليئة بالمعنى والفارغة من المعنى لم يقدّم شيئا إلاّ أنه غيّر مكان المشكلة. لأن أعضاء حلقة فيينا بحثوا عن معيار آخر يميز بين المعنى وغياب المعنى، فتبنوا مبدأ التحقق واعتبروه ذو قدرة على الإثبات بقضايا الملاحظة. لكن ما هذا إلا طريقة أخرى للتأكيد على المعيار القديم للاستقرائيين، فلا يوجد فرق حقيقي بين فكرة الاستقراء ومبدأ التحقق.[1]

إن معيار التحقق يقوم على ضرورة مقارنة القضية بالوجود الخارجي، فإن طابقته كانت صادقة وإلاّ فهي كاذبة. وفي كلتا الحالتين تبقى القضية ذات معنى، لكن إذا استحالت مقارنتها فهي زائفة وخالية من المعنى. فطابق الوضعيون المناطقة بين معنى القضية والتحقق منها، وجعلوا من معيار المعنى معيارا للعلمية. ويصفهم **بوبر** قائـلا:« إن معيار التمييز المتضمن في المنطق الاستقرائي – كما تعتقد الدغماتية الوضعية – راجع إلى المطلب التالي: أن كل القضايا الامبريقية (كل القضايا ذات المعنى)لابد من الفصل فيها بصورة نهائية. أي يجب أن يكون ممكنا تقرير صدقها من كذبها بطريقة حاسمة. وهذا يعني... أن تحقيق هذه القضايا أو تكذيبها أمران ممكنان منطقيا. [مثلا] يقول **شليك:** " إن القضية الحقيقية (un énoncé authentique) يجب أن تكون قابلة للتحقق الحاسم(vérification concluante)، ويقول **فايزمان** Waismann بوضوح أكثر "إذا لم يكن هناك طريقة ممكنة لتحديد ما إذا كانت القضية صادقة، إذن فالقضية ليس لها معنى على الإطلاق لأن معنى أي قضية يكمن في تحققها »[2].

---

(1) **-Karl Popper**, la quête inachevée, traduction de Renée Bouveresse ,(3ème édition ,Paris: presses pocket, 1986) p108.

(2) **Karl Popper,** la logique de la découverte scientifique, pp 36-37

4-مبدأ التأييد :

لكن معيار التحقق تواجهه صعوبات مع القضايا الكلية كالقوانين العلمية، لأنه من المستحيل فيزيائيا التحقق منها، إذ ليس هناك عدد كاف من الوقائع مكافئا لصدق قانون علمي. لا يجب معاملة القضايا الجزئية على أنها دالات صدق على القضية الكلية. انتبه الوضعيون المناطقة للصعوبات التي تواجه معيار التحقق، فاقترحوا مبدأ القابلية للتأييد (principe de conformabilité) كبديل له، حيث تكون القضية قابلة للتأييد إذا أمكن اشتقاق قضايا صادقة منها. فتكون النظرية العلمية قابلة للتأييد إذا أمكن منطقيا للأدلة التجريبية أن تؤيدها. وقد ارتبط هذا المعيار بالقابلية للاختبار، وذلك بإجراء اختبارات من شأنها أن تكذّب النظرية أو تؤيّدها الى درجة ما. **فهمبل** (1905-1997)Carl Gustav Hempel يرى أن هذا المعيار يفيد العلم ويسمح بتقدمه، لأنه يمكّننا من المفاضلة بين النظريات العلمية عن طريق ما أسماه بدرجات القابلية للتأييد والاختبار.[1]

خلاصة:

ولمّا أدرك الوضعيون الجدد أن معيار التحقق يؤدي الى مشكلات منطقية يستحيل الخروج منها، اقترحوا معيارا جديدا لإنقاذ الاستقراء. فما هو البديل الذي يبقي على الاستقراء المنهج الشرعي للعلم الطبيعي، وما هي الحجج التي أقاموه لتسويغ الاستقراء، وهذا موضوع المحاضرة المقبلة.

---

[1] **يمنى طريف الخولي** ،فلسفة العلم في القرن العشرين،ص ص 293-294

الدرس2: الاستقراء عند النزعة الاحتمالية:

تمهيد:

إن الوضعيين جميعا جعلوا الاستقراء منهجاً للعلم، وبذلوا قصارى جهدهم لتسويغه بالاعتماد على مبدأ التحقق. ولمّا أدرك الوضعيون الجدد أن معيار التحقق يؤدي الى صعوبات كثيرة تبنوا مبدأ التأييد. وقالوا إن العلم التجريبي لا يصل إلى اليقين، إنَّما نصيبه الاحتمال. وقرّروا أن الاستقراء يرفع من درجة احتمال صدق الظاهرة وذلك بتكرار التجارب الناجحة، ولا يفضي إلى صدقها المطلق. واعتبروا الاحتمال بدرجاته المختلفة إثباتا وتأييدا للنظرية العلمية. وأهم معبّر عن هذه النزعة هو **هانز رايشنباخ**.

1-نظرية الاحتمال عند رايشنباخ:

إن صيغة الاستقراء التقليدية هي: "إذا حدث كذا سيحدث كذا دائما". لكن تغيرت هذه الصيغة مع النزعة الاحتمالية، لأنّ قوانين الاحتمال لا تعرف الحتميّة، وأصبحت كالتالي: "إذا حدث كذا من المحتمل أن يحدث كذا وكذا". لقد اعتبر **رايشنباخ** نظريته في الاحتمال نظريّة تجريبيّة معقولة، لأنّه لا يؤكد على صدق ترجيحاته بل على احتماليتها. وكل ما تستطيع الوقائع الملاحظة أن تفعله هو أن تجعل النظريّة محتملة فحسب لا يقينية. والاستقراء هو الأساس الذي يستند إليه الاحتمال ولا يكتسب معناه إلاّ من خلاله، وليس الاستقراء هو الذي يعتمد على الاحتمال.

2- **أهمية الاستقراء في العلم:** إن مبدأ الاستقراء في نظر مؤيدي المنطق الاستقرائي ذو أهمية قصوى بالنسبة للمنهج العلمي. لأن هذا المبدأ حسب رايشنباخ هو الذي يحدد صدق النظريات العلمية، وحذفه يعني حرمان العلم من قدرته على تقرير صدق أو كذب نظرياته ... إن العلم بدونه [الاستقراء] لن يحتفظ بحقه في تمييز نظرياته عن خيال الشعراء الخلاق وإبداعاتهم»[1].أي بدون مبدأ الاستقراء تصبح اكتشافات العلماء على غرار خيال الشعراء وبهدمه نهدّم قوام العلم ذاته. إنّ أي أن **رايشنباخ** يرى أنّ

[1]- **Karl Popper**, la logique de la découverte scientifique,, p24

الاستقراء مبدأ مقبول بدون تحفظ في العلم بأسره، ولا يمكن لأحد أن يشك فيه حتى في الحياة اليومية، ومن دونه نجرّد العلم من أدواته التي تمكّنه من تقرير صدق أو احتمال نظرياته.

3-أهمية مبدأ الاطراد في الطبيعة:

لمّا حاول **رايشنباخ** تبرير للاستقراء، كان يدرك أنّنا لا نستطيع إثبات مبدأ الاطراد كمبدأ أولي بطريقة منطقيّة. رغم ذلك حاول تبرير جدوى الاعتقاد باطراد الظواهر، حيث ذهب إلى القول أنّه يمكننا أن نقترح حالتين من الاحتمال، حالة تكون فيها الطبيعة مطردة وحالة أخرى تكون غير مطردة. وتوصّل إلى أن الاعتقاد بمبدأ الاطراد له فائدة، لأنه يحقق النجاح لا الخسران. ويرى أنه إذا أخفق الاستقراء في تفسير الظواهر فلن يحقق منّهج آخر أيّ نجاح محتمل. وأكد أن هذا الانتقال الذي يتم من الجزئي إلى الكلي وفق قاعدة الاستقراء له أهمية عظمى، لأنه يساعدنا على إضفاء قدر كبير الترجيح على نتائج العمليات الاستقرائيّة، فضلا عن ذلك هو الوسيلة لكشف القوانين العلميّة [1].

خلاصة: ينادي **رايشنباخ** بالاستقراء المبني على مبدأ الترجيح كأساس للمعرفة التنبؤيّة، الذي يعني تساوي احتمال الصدق والكذب، مع الميل أكثر إلى الصدق، وإن كنّا لا نستثني حدوث الكذب في المستقبل. فعندما تكون المعرفة العلميّة ترجيحا، فلن نحتاج إلى البرهنة على صحتها، ونكتفي بأفضل ترجيح نتوصل إليه، بالاعتماد على نظريّة الاحتمالات. وأفضل وسيلة تساعدنا على وضع الترجيحات هي الاستدلالات الاستقرائيّة « فكلّ تنبؤ استقرائي هو أشبه برمي شبكة في بحر الحوادث الطبيعيّة، فلسنا نعلم إن كنا سنحقق صيدا طيبا [أم لا]. ولكن نحاول على الأقل، ونستخدم في محاولاتنا أفضل الوسائل المتوفرة لدينا أي المنهج الاستقرائـــي» [2] .إذن لا بأس من التسليم باطراد الظواهر في الطبيعة حسب **رايشنباخ** شرط أن تأتي نتائج الاستقراء احتماليّة لا يقينية.

---

[1]- **محمد محمد قاسم**، في الفكر الفلسفي المعاصر: رؤية علمية ، ط1،(بيروت: دار النهضة العربية، 2001) ص 154،155

[2] - **هانز ريشنباخ**، نشأة الفلسفة العلميّة، تر: فؤاد زكريا، (بيروت: الدار العربية للدراسات والنشر، 1968.) ص 111،112

الدرس3 : موقف بوبر من مشكلة الاستقراء:

تمهيد:

تدور مشكلة الاستقراء أساسا حول مشكلة ضمان صحّة التعميم، والانتقال من أحوال خاصة إلى قانون عام يشمل كلّ الحالات المستقراة والتي لم تستقرأ. لأن النتيجـة أكبر من المقدمات ذاتها، وصدق هذه المقدمات لا يبرر أبدا صدق النتيجة، وبالتالي لا يصح الحكم الكلّي. لا يوافق **بوبـر** على حجم الدور الذي أسند للاستقراء، ويرفض منحـه اليقيـن أو الاحتمـال. إن التساؤل عمّا إذا كانت الاستدلالات الاستقرائية مبرّرة، أو يمكن تبريرها هو تساؤل عرف بمشكلة الاستقراء. فما هو التحليل البوبري للاستقراء وماهي الحجج التي يقدمها لتقويض الاستقراء؟

1-التحليل البوبري لمشكلة الاستقراء:

يرى **بوبر** أنه غالبا ما نسمي الاستدلال "استقـراء" إذا ما انتقل من قضايا جزئيـة (des énoncés singuliers ou particuliers) كنتائج الملاحظات والتجارب نحو قضايا كليّـة (des énoncés universels) كالفرضيات والنظريات. ليس من البديهي من الناحية المنهجية أن نقوم بتبرير استدلال القضايا الكلية انطلاقا من القضايا الجزئية مهما كثرعددها، كل نتيجة مستخلصة بهذه الطريقة قد تكون كاذبة. فمثلا مهما كان عدد حالات البجع الأبيض التي تمكّننا من ملاحظته، فهذا لا يبرر النتيجة القائلة أن كل البجع أبيض [1].

يؤكد **بوبـر** أن استدلال نظريات من قضايا جزئية محققة بالخبرة أمر غير مسموح منطقيا. فالنظريات ليست قابلـة للتحقق الامبريقي إطلاقا [2]. ويرى أنّ سبب وثوق الوضعيين في الاستقراء راجع إلى اعتبار التجربة أساسا للعلم، وأن صدق القضايا الكلية يعرف بالخبرة. من الواضح أن الخبرة المتعلقة

---

[1] **Karl Popper**, la logique de la découverte scientifique, p23

[2]-Ibid, p37

بالملاحظة هي قضية جزئية وليست كلية. والقائلون إن القضية الكلية يعرف صدقها من الخبرة ،عادة ما يقصدون أن صدقها يمكن أن يرّد إلى صدق القضية الجزئية، فهي فقط التي يمكن أن يعرف صدقها بواسطة الخبرة، وهذا يعني أن القضايا الكلية تستند إلي الاستدلال الاستقرائي(référence inductive)، فالتساؤل هل توجد قوانين طبيعية صادقة؟ هو صورة أخرى من التساؤل هل هناك استدلالات استقرائية يمكن تبريرها منطقيا؟ [1] .

يرفض **بوبر** أن يكون الاستقراء مبدأ منطقيا خالصا مثل التحصيل الحاصل أو القضية التحليلية (un énoncé analytique ou une tautologie)، فلو كان كذلك لما وجدت مشكلة الاستقراء أصلا، لأن في هذه الحالة كل الاستدلالات الاستقرائية تؤخذ على أنها تحويلات منطقية بحتة أو تحصيل حاصل، تماما كما هو الحال في استدلالات المنطق الاستنتاجي. وما دام الأمر على غير ذلك فإنّ هذا المبدأ هو قضية تركيبيّة (un énoncé synthétique) ونفيها لا يوقعنا في تناقض[2].

أ- نقد النزعة التحقيقية:

يرى **بوبر** لو نتبع مذهب الوضعيين ونقّر بمبدأ الاستقراء، ونأخذ بالخبرة كمصدر لصدق الاستدلال الاستقرائي ستواجهنا مشكلة أخرى أكثر حدّة، لأنّ البرهنة عليه تتطلّب استدلالات استقرائية أخرى، وإذا حاولنا تبرير هذه الأخيرة نفترض استدلالا استقرائيا آخر من مستوى أعلى. وننتهي إما بالوقوع في مشكلة التسلسل والتراجع اللانهائي أو الخروج عن قاعدة المذهب التجريبي والإقرار بوجود قضايا إخبارية تركيبية سابقة على التجربة.

كي يبرر مبدأ الاستقراء تعميمات الواقع التجريبي يجب أن يكون قضية تخبر عن هذا الواقع، وإنكارها لا يؤدي إلى الوقوع في تناقض. أي أن يكون قضية تركيبية لا تحليلية. وإذا كان مبدأ الاستقراء قضية تركيبية

---

[1]- Ibid, p24

[2]-Ibid, p24- 25

لزم الاستفهام عن مسوّغ صدقه، فهل حاز على الصدق من الخبرة جرّاء تكرار التجارب الناجحة، أم أنه مبدأ قبلي يقرره العقل قبل التجربة؟ يرفض **بوبر** أن يكون الاستقراء منهجًا للعلم، إذ لا يمكن تأسيس صدق القضايا الكليّة على أساس صدق القضايا الجزئيّة، لأنه يقوم في صورته المبسطة على ملاحظة بعض العناصر المشتركة بين الوقائع ومن ثم صياغة قانون عام. لكن وصف القضايا الكليّة بصفة العموميّة يتطلّب استقراء كلّ الجزئيات الموجودة في العالَم وهذا مستحيل[1]. وبالتالي الاستقراء لا يمكن تسويغه لا استنادا على الخبرة أو على مبادئ منطقيّة أخرى، بل هو مشكلة من صنع القائلين به.

إن المحاولة التي قام بها الوضعيون لتسويغ الاستقراء هي محاولة فاشلة في نظر **بوبر** باعتراف **شليك** نفسه بقوله:« إن أساس مشكلة الاستقراء يتمثل في البحث عن التبرير المنطقي للقضايا الكلية. ونعترف مع هيوم أنه لا يوجد مثل هذا التبرير المنطقي ... لأن هذه القضايا ليست قضايا حقيقية » [2]. لأن قوانين الطبيعة غير قابلة للتحقق بمقتضى طابعها المنطقي، فالقضايا الكليّة ليس لها مضمون تجريبي. وتبعا لمنطق الوضعيين المناطقة كل قضية دالة لابد أن تكون ممثلة لواقعة ما، أي أن القضايا المشروعة هي تلك التي لها مقابل تجريبي. والنتيجة التي سننتهي إليها هي أن القوانين الطبيعية تصبح فاقدة للدّلالة لأنها لا تعبّر عن وقائع عينية بذاتها. وبالتالي يصبح من العبث الحديث عن قوانين علمية.

إن معيار الدلالة الوضعي في سعيه لإبطال الميتافيزيقا يبطل العلم الطبيعي معها، ويقصيه من دائرة العلوم الحقيقية. ذلك أن القوانين العلمية لا يمكن ردها منطقيا إلى قضايا الخبرة الأولية. « فإذا طبقنا معيار الامتلاء بالمعنى (critère de signification) **لفتجنشتين** فانه سينتهي إلى رفض القوانين الطبيعية باعتبارها بلا معنى، ولا يقبلها كقضايا حقيقية أو مشروعة. على الرغم أن البحث عن هذه القوانين هي "الهدف الأسمى للفزيائي "كما يقول اينشتاين» [3] .

---

(1)- **ماهر عبد القادر محمد علي**، فلسفة العلوم: المنطق الاستقرائي(بيروت: النّهضة العربيّة للطباعة والنشر ، 1984) ج1،ص، 208

(2) **Karl Popper**, la logique de la découverte scientifique, p33.

[3] Ibid, p32-33.

هذا يدّل على أن معيار التمييز الاستقرائي الوضعي قد فشل فشلا ذريعا في وضع خط فاصل بين الأنساق العلمية والميتافيزيقية. وسينتهي الأمر بالوضعيين حسب **بوبر** إلى اعتبار الأنساق العلمية والميتافيزيقية أنساقا من القضايا الزائفة المفرغة من المعنى. وبدلا من تخليص العلوم الامبريقية من الميتافيزيقيا، أدت الوضعية إلى غزو الميتافيزيقا للمملكة العلمية.[1]

يرفض **بوبر** أن تكون الملاحظة أو التجربة المحك للتحقق من علمية القضايا كما يدّعي الوضعيون المناطقة، بدليل وجود معارف « لا تستجيب بتاتا لمعيار العلمية رغم استحضارها الملاحظة والتجريب... مثل التنجيم الذي يستند إلى أدلة امبريقية مبنية أساسا على الملاحظة»[2]، رغم أن التنجيم ليس علما. وبالتالي معيار الوضعيين عاجز عن التمييز بين العلم والعلم الزائف.

ب – نقد النزعة الاحتمالية

يعارض **بوبر** موقف الوضعيين الاحتماليين ويرى أن صياغتهم سيئة للغاية، فلم يأخذوا بعين الاعتبار النقد المنطقي لهيوم. لأن التجارب الناجحة والملاحظات المثبتة لأي قضية من القضايا لا تبرر الانتقال من التجارب الجزئية أو الملاحظات المحدودة إلى الحكم العام أو القانون الكلي. ولا يمكن لأي نظرية أن ترفع درجة احتمال وقوع الحادثة مهما كانت قوتها.

إن الصعوبات المرتبطة بالمنطق الاستقرائي في نظر **بوبر** لا يمكن تجاوزها حتى مع المذهب الاحتمالي، الذي يرى أن الاستدلال الاستقرائي في صورته القديمة ليس صحيحا بالمعني التام للكلمة، لأنه لا يمكنه ضمان صدق نتائجه، بل يمكنه فقط الوصول إلى احتمال صدقها. فالاستدلالات الاستقرائية هي استدلالات احتمالية (des inférences probables) [3].رغم تأكيد **رايشنباخ** أن القضايا العلمية يمكنها فقط تحقيق درجات متواصلة من الاحتمال، إلا أن هذه الصياغة المعدّلة للاستقراء لم ترق **لبوبر**،

---

(1) **Karl Popper**, la logique de la découverte scientifique p33.

(2) **Karl Popper ,** conjectures et réfutations , traduction de Renée Bouveresse, 3ème édition, (Paris : presses pocket, 1986.)pp. 60,59.

(3) **Karl Popper**, la logique de la découverte scientifique, p25-26.

ويعتبرها محاولة جديدة لتسويغ الاستقراء من أجل الإبقاء عليه كمنهج للعلم الطبيعي. ويرى أن الاختلاف الأساسي بين مقاربته ومقاربة الاستقرائيين جميعا حتى الاحتماليين منهم أنهم يركزون على الأمثلة الموجبة (les exemples positifs) ويستخدمونها لضمان صحة نتائج استدلالاتهم. في حين هو يهتم بالحجج السالبة (Arguments négatifs) كالأمثلة المضادة ومحاولات التفنيد. [1]

إن مبدأ الاحتمال الذي اعتمده **رايشنباخ** لإنقاذ الاستقراء ما هو إلاّ صورة من صور مبدأ التحقق حسب **بوبر**، ويقول في هذا القبيل:«إن الذين يعتقدون بالمنطق الاستقرائي يأخذون بفكرة الاحتمال سأرفضها ... لأن الصعوبات السابق ذكرها لا يتم علاجها بالرجوع إلى الاحتمال، لأنه إذا ما أسندنا درجة من الاحتماليّة لقضايا المنطق الاستقرائي، فلابدّ من تبرير هذه الاحتماليّة عن طريق مبدأ استقرائي جديد معدّل على نحو مناسب. وهذا المبدأ بدوره لابدّ من تبريره من جديد وهكذا دواليك... خلاصة القول إن كل صورة من صور الاستدلال الاستقرائي تفضي إلى ارتداد و تراجع لانهائي » [2]. أي أن اقتراح **رايشنباخ** لم يخلصنا من المشكلات التي تعترض الاستقراء في نظر **بوبر**، لأننا لن نجن شيئا جديدا إذا ما نظرنا إليه على أنّه محتمل فحسب. باختصار المنطق الاستدلالي الاحتمالي مثله مثل أي صورة من صور المنطق الاستقرائي يفضي الى مشكلة الارتداد اللانهائي.

بوبر على استحالة تبرير الاستقراء رغم محاولات أصحاب النزعة الاستقرائية التحقيقية أو الاحتمالية، لأن الاستقراء لا يفضي حتى إلى رفع درجة احتمال الحوادث. باختصار الاستقراء ليس منهجاً للعلم، لأن " اختبار النظرية [القضية كلية] بالقضايا الجزئية لا يبرر أبدا المنطق الاستقرائي... إننا لا نستطيع أن نؤكد من خلال صدق القضايا الجزئية صدق النظريات. ولا يمكن للنتائج المحققة للنظرية أن

(1) Karl Popper, la connaissance objective : une approche évolutionniste, traduction et préface. Jean Jacques Rosat ,(France : Flammarion ,1998), p 64.

(2) **Karl Popper**, la logique de la découverte scientifique" p26.

تبرهن على صدقها أو حتى احتماليتها" [1]. فالنظرية العلمية ليست تلك المؤَيَّدَة بتجارب متكررة. **فبوبر** لا يعتبر تراكم التجارب سبيلاً للكشف عن الواقع، بل يرى أن قراءة الطبيعة تبدأ بالحدوس والفروض والتخمينات، بعدها نلجأ إلى التجربة من أجل اختبارها. أي مهما تراكمت التجارب الناجحة، فلن توصلنا إلى اليقين، لأن المعرفة في صميمها تخمينية. كما أن هذه التجارب هي عوامل تكذيب لا تحقيق وتأييد.

يخلص بوبر الى رفض كل المحاولات العلاجية لمشكلة الاستقراء، لأن «الاستقراء هو أسطورة، فلا يوجد منطق استقرائي. إذا وجد تأويل منطقي بحساب الاحتمالات، فلا يوجد مبرر للادعاء أنه من المنطق الاستقرائي»[2]، بل علينا ان نستريح منه ونؤكد أن الاستقراء لا وجود له . ونقده هذا ليس موجها فقط لمن« يريد تبرير الاستدلال الاستقرائي المؤسس على التكرار، بل إلى كل مبدأ يريد تبرير الثقة في الاستقراء » [3]، ويجعل منه معيارا للتمييز بين العلم والميتافيزيقا.

2-الحل البوبري لمشكلة الاستقراء:

أ-دواعي ظهور الاستقراء في نظر بوبر:

تساءل **بوبر** عن السبب الذي جعل الكثيرون يعتقدون بالاستقراء. وتوصّل إلى أن السبب في ذلك يعود الى حاجتهم الى التمييز بين العلم واللاعلم. وتشبثوا به لاعتقادهم أن العلم الطبيعي يعرف بالرجوع الى المنهج الاستقرائي. وإن الفرق بين العلم الحقيقي والنظريات الميتافزيقية أو العلوم الزائفة في نظرهم انما يعود الى استعمال هذا المنهج من عدم استعماله. فرأوا فيه المنهج الوحيد الذي يزودهم بمعيار مقنع للتمييز. من الواضح أن الاعتقاد بصحة الاستقراء وجد خصيصا من أجل هذا الغرض.[4]

قد سادت هذه النظرية الخاطئة في نظر **بوبر** والتي مفادها أن العلوم الطبيعية هي علوم استقرائية منذ **بيكون**. لأن العلماء من جهة كانوا بحاجة إلى معيار يميّز نشاطهم عن العلم الزائف والتفكير اللاهوتي

---

(1) -Ibid. p30

(2) -Karl Popper, la quête inachevée, pp 208-209.

(3) -Karl Popper, la connaissance objective : une approche évolutionniste, p.76 .

(4) - Ibid, pp..88-89.

والميتافيزيقي، فاستعاروا من **بيكون** المنهج الاستقرائي، ومن جهة أخرى أرادوا تبرير نظرياتهم بالاستعانة بمصادر المعرفة الموثوق منها [1]. أي أن هذا التشبث بالاستقراء ناتج عن حاجتهم إلى معيار للتمييز، وجرى العرف على أن الاستقراء هو وحده الذي يفي بها. فإذا كانت مشكلة الاستقراء مرتبطة بمشكلة التمييز فإن حل مشكلة التمييز يزودنا بحل لمشكلة الاستقراء.

لاحظ **بوبر** أن هناك صلة وثيقة بين التمييز (démarcation) والاستقراء (induction)،لأن مشكلة الاستقراء ليست إلاّ جانبا من مشكلة التمييز، وحل هذه الأخيرة يحيل الى حل الأولى [2]. أي أن مشكلتي التمييز والاستقراء هما بمعنى واحد. إذا كان الاستقراء خرافة، فمعياره في التحقق بكل صوره شأنه شأن المنهج الاستقرائي تمييزه خاطئ.

يرى **بوبر** أن المعيار الذي يقترحه للتمييز يفضي إلى حل مشكلة الاستقراء لدى **هيوم** والمتمثلة في مشكلة صحة القوانين الطبيعية، فعمق هذه المشكلة يكمن في التناقض الظاهر الذي تتضمنه أطروحة المذهب التجريبي التي ترى أن الخبرة وحدها هي التي تقرر صدق وكذب القضايا العلمية. إن هذا التناقض يظهر كلما افترضنا أنه بالإمكان أن نقرر بطريقة حاسمة صدق أو كذب قضايا العلم الامبريقي. لكن إذا صرّحنا بهذا المطلب وقبلنا كقضايا امبريقية القضايا التي يمكن الفصل فيها بمعنى واحد فحسب وهي إمكانية تكذيبها،حينئذ سيزول التناقض [3].

ب- الاستقراء أسطورة:

لقد عكف **بوبر** على دراسة مشكلة الاستقراء انطلاقا من الطرح الهيومي وصولا الى النزعة التحقيقية والاحتمالية، مبرهنا على استحالة تسويغ الاستقراء كمنهج للعلم الطبيعي. ولم يكن غرضه من ذلك هو

(1) **-Karl Popper,** la quête inachevée, p106
(2) -**Karl Popper**, conjectures et réfutations , p 90.
(3) - Ibid, p39

البحث عن حلّ لهذه المشكلة، لأنه يؤمن بأن ليس هناك أصلا مشكلة تحتاج الى حلّ. وأثبت بأدلّة منطقيّة أن الاستقراء لا أساس له بل هو خرافة. لأن العلم لم يكن يوما استقرائيا، معتبرا « الاستقراء أسطورة هدّمها **هيوم**» [1]. وأكّد في كل مؤلفاته أن شيئا مثل الاستقراء بالتكرار لا يوجد. « فالاستقراء لا يوجد لا في علم النفس، ولا في المنهج العلمي، ولا في تاريخ العلوم. بل هو فكرة ناتجة عن خطأ من الخيال المرئي (illusion optique)» [2] .

يدّعي **بوبر** في أكثر من موضع أنه حل مشكلة الاستقراء، مثلا يقول في كتابه المعرفة الموضوعية: «أعتقد أنني أني وجدت حلا لمشكلة فلسفية كبيرة وهي مشكلة الاستقراء، ويبدو أن هذا الحل كان مثمرا جدا، لأنه سمح بحل عدد كبير من المشكلات الفلسفية...وأنا مقتنع أن إعادة صياغتي للمشكلة التقليدية للاستقراء هي التي سمحت بحلّها» [3].

لقد بيّن **هيوم** بكل وضوح استحالة تبرير الاستقراء، فلم يعتبره مجرد مشكلة تعميم من بعض الحالات الخاصة الى كل الحالات، بل مشكلة استدلال من حالات ماضية الى حالات مستقبلية لاعتقادنا بمبدأ الاطراد. يرى **بوبر** نحن من يفترض أن المستقبل يشبه الماضي، وفي الحقيقة لا تماثل بينهما. لأن الماضي مغلق المستقبل مفتوح. الماضي نعرفه والمستقبل نجهله لأنه لا يمكننا التنبؤ به ومعرفته برمته. لنتفادى مشكلة الاستقراء علينا أن نتجنب افتراض مجيء المستقبل على غرار الماضي. ونحن أصلا في غنى عن هذا الافتراض، بل كل ما نحتاجه هو صياغة حدوس افتراضية، وتقديم تخمينات جريئة يكون هدفها التكذيب لا التحقيق. وهذا ما يؤكد الطابع التخميني للمعرفة. [4]

يجادل **بوبر** في أن تكون العلوم التجريبية علوما استقرائية، أو أن تصل إلى قوانينها بواسطة الاستدلال الاستقرائي،« لأن النظريات الكلية ليست مستنبطة من القضايا الجزئية، بل يمكن دحضها فقط

(1) -**Karl Popper**, la quête inachevée, p108
(2) -**Karl Popper**, la connaissance objective : une approche évolutionniste, pp.46, 47.

(3) - Ibid, p.39.
(4) -Karl Popper, l'univers irrésolu : plaidoyer pour l'indéterminisme, pp50-52

بقضايا جزئية» [1]. والعلماء أنفسهم متيقنون أن الاستقراء ليس منطقا للعلم. فقد أشار العالم الفيزيائي **بورن Born** إلى وجود دستور استقرائي يتضمن معايير صحة الاستقراء لكن لا دليل منطقي يحتّم على العقل العلمي قبوله، وإنما هو مسألة ايمان، لذلك يعتبر الاستقراء مبدأ ميتافيزيقيا. لكن **بوبر** يرى أن الاستقراء ليست حتى مبدأ ميتافيزيقيا، بل لا وجود له ببساطة. **فبورن** نفسه لا يعتقد بصدق الفيزياء النيوتونية رغم نجاحاتها الكثيرة كونها بنيت على الاستقراء، ويؤكد أن العلم لا يستند إلى قواعد استقرائية بل يستعين بقواعد من طبيعة استنباطية خالصة [2]. لمّا رفض **بوبر** المنطق الاستقرائي نزل بالحل الاستنتاجي منزلة المنهج الحقيقي والمناسب للعلم، وصاغه في مبدأ التكذيب. فالعلم ينبغي أن يستند إلى منهج منطقي صارم. وبهذا يكون قد أخرج العلم من الاعتقاد والوثوقية إلى العقلانية والموضوعية.

-خلاصـــة:

يخلص **بوبر** إلى أن مبدأ الاستقراء مادام يسقط في متاهات منطقية وسيكولوجية وبالتالي يفقد المقومات التي تمنحه الحق في أن يكون معيارا للحد الفاصل، وإذا كان الوضعيون المناطقة قد اختاروا معيار التحقق انطلاقا من كونه تطبيقا مصغرا للاستقراء، لأنه يؤمّن كل متطلبات المنطق الاستقرائي، فإن نتائج فحص **بوبر** للاستقراء قد انتهت إلى سلبه صفة العلمية، لأنه يؤسس لرؤية سكونية للعلم وتجعل منه تراكميا، ويسعى إلى تبرير النظريات وتكريس منطق الثبات والجمود، فاقترح معيارا جديدا معارضا تماما لمعيار الاستقرائيين والمتمثل في القابلية للتكذيب، ورأى فيه بديلا موضوعيا لأنه يعبر عن الآلية الفعلية لتطور العلم.

---

[1] -Karl Popper, la quête inachevée, p 115.
[2]-Karl Popper, conjectures et réfutations , p.89.

قائمة المراجع:

المراجع بالعربية :

1-بلانشي روبير، نظرية العلم (الابستيمولوجيا)، ترجمة: محمود يعقوبي، الجزائر : ديوان المطبوعات الجامعية،2004).

2-**الجابري، محمد عابد**، مدخل الى فلسفة العلوم: العقلانية المعاصرة وتطور الفكر العلمي، ط3، بيروت:مركز دراسات الوحدة العربية،1994.

3-هيوم دافيد، مبحث في الفاهمة البشرية، تر: موسى وهبة، ط1، بيروت: دار الفارابي، 2008 .

4-زيدان، محمود فهمي، الاستقراء والمنهج العلمي، الإسكندرية: دار الجامعات المصرية، 1997.

5-يحي محمد، الاستقراء والمنطق الذاتي: دراسة تحليلية شاملة لآراء المفكر الكبير محمد باقر الصدر، ط1، الإسكندرية: الانتشار العربي، 2005.

6-كون، توماس، بنية الثورات العلمية، ترجمة وتقديم. جلال شوقي، الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، 1992.

7-محمد علي ماهر عبد القادر، فلسفة العلوم: المنطق الاستقرائي، بيروت: النّهضة العربيّة للطباعة والنشر، 1984، ج1.

8-متى كريم، الفلسفة الحديثة: عرض نقدي، ط2، ليبيا: دار الكتاب الجديد المتحدة، 2001.

9-**عبد العالي عبد السلام و سالم يفوت**، درس الابستيمولوجيا، ، ط1 (المغرب: دار التوبقال للنشر، 1985)

10-قاسم، محمد محمد، في الفكر الفلسفي المعاصر: رؤية علمية، ط1، بيروت: دار النهضة العربية، 2001.

11-رايشنباخ، هانز، نشأة الفلسفة العلميّة، تر: فؤاد زكريا، بيروت: الدار العربية للدراسات والنشر، 1968.

12-**راسل، برتراند**، مقدمة في فلسفة الرياضة، ترجمة محمد مرسي أحمد ، القاهرة، المجلس الأعلى للفنون و الآداب ،1962

13- **شالمرز، آلان**، نظريات العلم، تر. الحسين سحبان وفؤاد الصفا، ط1، المغرب: دار التوبقان للنشر، 1991.

14- **الخولي، يمنى طريف**، فلسفة العلم في القرن العشرين، الكويت : المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب،2000.

15- _____، فلسفة العلم من الحتمية إلى اللاحتمية، القاهرة: دار قباء للطباعة والنشر، 2001.

المراجع بالاجنبية:

16- **Bourbaki,Nicolas**, Eléments de mathématique, actualité scientifique et industrielle, paris :Hermann,1939.

17-**Combès Michel**, Fondements des mathématiques, Paris :PUF,1971.

18-**Conant, James Bryan** The Overthrow of Phlogiston Theory: The Chemical Revolution of 1775–1789 ,USA: Harvard University Press ,1950.

19-**Gonseth Ferdinand** ,Les fondements des mathématiques de la géométrie d'Euclide à la relativité generale et à l'intuitionnisme, préface de Jacques Hadamard, Paris :Blanchard,1974.

20--Karl Popper, la logique de la découverte scientifique,traduit de l'anglais par Nicole Thyssen–Rutten et Philippe Devaux, préface de Jacques Monude, France: Payot, 1973.

21-_____, la quête inachevée, traduction de Renée Bouveresse, 3ème édition, Paris : presses pocket, 1986.

22-_____ la connaissance objective : une approche évolutionniste, traduction et préface. Jean Jacques Rosat ,France : Flammarion ,1998

23-_____, conjectures et réfutations : la croissance du savoir scientifique, traduit de l'anglais par Michel-Irène et Marc. B.de Launay, France : Payot ,2006.

الموسوعات والمعاجم

أ- بالعربيـة :

ندريه لالاند، موسوعة لالاند الفلسفية ،تعريب خليل أحمد خليل ط1بيروت ، منشورات عويدات،2001،

ابستيمولوجيا، ص357