إشكالية الفرض العلمي
عند وليم هيوول
الباب الرابع

تقديم

هناك رواد تنحسر عنهم أضواء الشهرة في تاريخ فلسفة العلم الحديث بسرعة لافتة للنظر، مع أن هذا التاريخ يؤكد عند استنطاقه أنهم أسهموا قدر استطاعتهم في الارتقاء بالمنهج العلمي، وعملوا قدر طاقتهم علي أن ينقلوا ما عرفوه إلي بني وطنهم، وعلي أن يبدعوا في أكثر من مجال مثل أقرانهم الأكثر شهرة الذين كان عليهم الإسهام في كل مجال من مجالات العلوم المختلفة، استجابة إلي تحديات التخلف في مجتمعهم ورغبة في الوقت نفسه في الارتقاء بهذا المجتمع .

ويعد " وليم هيوول " *William Whewell* (١٧٩٤- ١٨٦٦) واحداً من هؤلاء الرواد الذين انحسرت عنهم أضواء الشهرة في تاريخ فلسفة العلم الحديث ؛ حيث أنه قلما يذكر اسمه في الكتابات التي تتناول تاريخ العلم وفلسفته، مع العلم بأن هذا الرجل كان واحداً من أهم وأشهر فلاسفة العلم في القرن التاسع عشر الذين اهتموا بنظرية البدء بالفرض، وهي نظرية منهجية قد فرضتها طبيعة العلم والابستمولوجيا العلمية بعد ذلك في القرن العشرين [١]، كما كان أحد الذين اهتموا بمشكلة المعرفة أكثر من مشكلة الوجود، فتناول بالنقد كل العلوم القائمة، وناقشوا أسسها ومبادئها، وأعادوا النظر فيها من جديد من خلال المعايير التي حاول كل مذهب فلسفي من خلالها أن يميز بين العلم واللاعلم من خلال التحليل والضبط المنطقي في ضوء الحاجات الجديدة للعلم [٢] .

وكان أيضاً عالماً وعضواً في الجمعية الملكية للعلوم، وبفضله وضعت الجمعية مصطلح " عالم " – *Scientist* علي كل من يعمل بالعلم الطبيعي . درس علم المعادن، وله أعمال في الفلك والفيزياء العامة والميكانيكا، قيل عنها إنها أساسا كتابات تعليمية، ولكنه ساعد "

فرادي "- *faraday* في وضع عدد من المصطلحات المهمة في مجال الصلة بين الكهرباء والتحاليل الكيميائية [٣] ؛ مثل : القطب الموجب (*Anode*)، القطب السالب (*Cathode*)، والأيون (*Ion*) [٤].

وهو أيضا مؤرخ للعلم في عصره الذي لم يهتم بتاريخ العلم إلا قليلا وتركه للمحاولات الفردية . أصدر هيوول في العام ١٨٣٧ " تاريخ العلوم الاستقرائية منذ البداية حتى العصر الراهن " :، *History of The Inductive Sciences From The Earliest to The Present Time* في ثلاثة مجلدات ،في هذا الكتاب يؤكد هيوول أن تقدم العلم واطراده مسيرته يعتمد في الأساس علي قدرة رجال الفكر وعباقرة العلم علي الإتيان بتصورات وخلق الفكر وعباقرة العلم علي الإتيان بتصورات جديدة وخلق أفكار واضحة ليعملوا بعد ذلك علي تطبيقها في شتي مناحي الحياة العلمية . وكان هيوول يري أنه لما كانت مسيرة العلم تجسد حلقات أو أزمنة يحيا فيها العلم وينتعش من بعد جمود ، فإن العلم يزدهر بطبيعة الحال خلال فترات أطلق عليها اسم " الفترات الاستقرائية " . أما فترات الجمود فإنها هي التي تفصل بين فترتين استقرائيتين علي امتداد الزمن . ولذا صارت ظاهرة ازدهار العلم فيهما يرتفع شأنه حيناً ، ثم ما يلبث أن يتراجع وتخبوا جذوته حينا آخر وهكذا . ولم يتوانى هيوول عن طرح أمثله لتصوراته ، فراح يذكر أن أول فترة استقرائية هامة قد حدثت في عهد اليونان القدامى ، ثم أعقبتها بعد ذلك فترة جمود تعرف بالعصور الوسطي . وعلي الرغم مما يبديه التصور العادي من تأييد لوجهة نظر هذا الرجل ، إلا أن المشكلة تظل قائمة دونما حل أكيد . إذ لم يذهب هيوول علي نحو مقنع تماما : لماذا يزدهر العلم في الفترة أو ينحسر أثره في تلك [٥].

ثم أصدر هيوول عام ١٨٤٠ كتابا آخر بعنوان " فلسفة العلوم الاستقرائية المؤسسة علي تاريخها" *Philosophy of The Inductive Sciences Founded Upon Their History* : *وفي مواجهة النزعة الاستقرائية التجريبية المتطرفة اللاتاريخية*، يؤكد هذا الكتاب أن فلسفة العلم لا تدرك المنهج العلمي حق الإدراك إلا من خلال فاعليته عبر تاريخ العلم، لذلك يتلاحم في عنوان الكتاب الطرفان : تاريخ العلوم الاستقرائية وفلسفة العلوم الاستقرائية، وصدرت لهذا الكتاب طبعة ثالثة مزيدة وموسعة تحت ثلاثة عناوين مستقلة " الأول " تاريخ الأفكار العلمية " *History of Scientific Ideas* في مجلدين سنة ١٨٥٨، والثاني في العام نفسه بعنوان " إحياء الأورجانون الجديد " *Novum Organon Renovatum*، والثالث " في فلسفة الكشف" *on The Philosophy of Discovery* سنة ١٨٦٠ .

لكل ما سبق قصدت إلي إنجاز بحث عن " إشكالية الفرض العلمي عند وليم هيوول "، أتوخي من خلالها التعرف علي مفهوم الفرض العلمي ووظائفه وأهميته، وهل نجح هيوول في الوصول إلي المنهج الفرضي الاستنباطي أم لا ؟ . كل هذه الأمور سوف نكشف عنها من خلال إلقاء الضوء علي فلسفة هيوول وتحليل عناصرها الأساسية عبر تطورها، ثم إعادة بنائها في ضوء المناقشات التي أحاطت بها، والانتقادات التي تعرضت لها . وعلي هذا فإن هذا البحث يرمي إلي فهم وتأويل فلسفة هيوول في الفرض العلمي، بالإضافة إلي تعديلها أحياناً أو الدفاع عنها أحياناً أخري .

وقد اعتمدنا في هذه المهمة علي منهجين ، وهما : المنهج التاريخي والمنهج النقدي. وقد استخدمنا المنهج التاريخي بمعنيين : أولا بمعني الرجوع إلي الوقائع التاريخية التي يعتمد عليها هيوول، وثانيا بمعني تطور فكر

هيوول عبر مراحله الزمنية . واستخدمنا كذلك المنهج النقدي بمعنيين : قصدنا بالمعني الأول فحص وتحليل النتائج التي انتهي هيوول علي أساس الأهداف التي حددها لفلسفته في الفرض العلمي، وقصدنا بالمعني الثاني محاولة تقييم أفكار هيوول في الفرض العلمي في ضوء الانتقادات الفلسفية التي تعرضت لها ، وفي ضوء إمكان تطوير هذه الأفكار وحدود هذا التطوير .

وبهذا تتجسد محاور هذا الباب علي النحو التالي :

الفصل الأول : نقد وليم هيوول للنزعة الاستقرائية عند فرنسيس بيكون وجون ستيورات مل.

الفصل الثاني: الفرض كمرحلة أولي.

الفصل الأول

نقد وليم هيوول للنزعة الاستقرائية عند فرنسيس بيكون وجون ستيورات مل

كان الاهتمام الرئيسي لأصحاب الاتجاه الاستقرائي ينصب حول الطريق المؤدي إلي الكشف عن القوانين، واعتقدوا أنه من الممكن رسم منهج لتحقيق ذلك، فنجد أن كل من بيكون ومل، قد حاولا تشييد منطق للكشف موازيا لمنطق البرهان، وقاما بصياغة المناهج التي من وجهة نظرهما، تمكن من اكتشاف قوانين الظواهر كنتيجة لتحليل وقائع الملاحظة والتجربة، كما وضع كل منهما منطق منهجيا علي غرار المنطق الأرسطي من أجل التوصيل إلي الحقائق الكونية، ومن ثم ادعت بأن قواعد الاستقراء تفسر العملية المنطقية للكشف عن القوانين [٦] .

ولذلك نشأ تصور للاستقراء باعتباره وسائل منطقية لصياغة العمليات الخاصة بتكوين واكتشاف المعرفة العامة للارتباطات القائمة بين الظواهر علي أساس معرفة الوقائع الجزئية . وبصفة عامة رد الاستقراء إلي ما يسمي بالمنهج الاستقرائي للبحث والذي تمثل في الخطوات التالية:[٧].

الخطوة الأولي : الملاحظة التجريبية . فلابد أن العالم بملاحظة أمثلة عدة للظاهرة موضوع الدراسة، ملاحظة دقيقة مقصودة منتقاة وهادفة، مرتبة ومتواترة، تتصف بالنزاهة والموضوعية والدقة التي توجب استخدام الأجهزة المعملية إلي أقصي حد ممكن للتكميم الدقيق . وما التجربة المعملية إلا اصطناع الظروف المطلوب ملاحظتها.

الخطوة الثانية : هي التعميم الاستقرائي للوقائع التي لوحظت، فإذا اشتعل الخشب كلما تعرض للهب في سائر الوقائع التي لوحظت، أمكن الخروج بالتعميم الاستقرائي : الخشب قابل للاشتعال .

الخطوة الثالثة : هي افتراض فرض يعلل أو يفسر هذا التعميم، كافتراض أن الخشب قابل للاشتعال لأنه يتحد بالأكسجين .

الخطوة الرابعة : هي التحقق من صحة الفرض عن طريق اختباره تجريبيا . ويكون قبول الفرض أو تعديله، أو رفضه والبحث عن فرض آخر إذا دحض كل هذا وفقا لنتائج محكمة التجريب، تنفيذ حكمها يعني الخطوة الأخيرة للمنهج، وهي بلوغ معرفة جديدة والإضافة إلي بنيان العلم .

وتجدر الإشارة أن " بيكون " أهمل الخطوة الثالثة (وضع الفروض)، بينما اعتبرها " مل " مرحلة أساسية . وبذلك يكون مل هو الممثل الحقيقي للمنهج الاستقرائي بخطواته الأربعة (وهي ملاحظة ثم تعميم، افتراض فرض، التحقق منه، البرهان أ، الدحض، وبالتالي المعرفة).

أكد بيكون أنه لكي يتقدم العلم لابد من تناول الأشياء ذاتها بدلا من تناول المفاهيم . فلقد كان مهتما بالبحث في الحقائق الغفل التي لم يتوصل إليها العقل الإنساني بعد، وأوضح بيكون أن الاستقراء الجيد الذي يفيد في الكشف والبرهان في مجال الفنون والعلوم هو الذي ينبغي أن يفصل طبيعة الأشياء بالفرض أو الاستبعاد الدقيق، وما يعنيه بيكون بهذا المنهج يتمثل في أمرين :

الأول : إذا ظهرت حالة واحدة سالبة تخالف الملاحظات التي تم التوصل إليها فلابد من رفض القانون الذي تأسس بناء علي الملاحظات الأولي ولأنه مهما كان عدد الأمثلة التي تؤيد القانون، فإن ظهور حالة سالبة واحدة كافية لرفضه تماما .

أما الأمر الثاني، فيتمثل في أن إثبات قانون ما يكون بإثبات أن كل القوانين والنظريات المعارضة له خاطئة . وقد عرض بيكون منهجه في مؤلفه المرسوم " الأورجانون الجديد " *Novum Organum*، وعنوانه

الفرعي " إرشادات في تفسير الطبيعة " *Directions Concerning Interpretaion of Nature*، سنة ١٦٢٠ . وما زال يمثل هذا المؤلف لما يعتقد كثير من الناس أنه منهج العلم [٨].

نبه بيكون في هذا الكتاب علي ضرورة التخلي عن الآراء السابقة وضرورة البدء من الملاحظات . ولقد صاغ منهجه في جزأين : جزء سلبي بعنوان " تفسير الطبيعة وقدرة الإنسان " وجزء إيجابي بعنوان " تفسير الطبيعة وسيادة الإنسان " [٩]. ويعتمد المنهج الإيجابي عند بيكون أن كل ما في العالم يمكن أن يرد إلي عدد محدود من الطبائع البسيطة التي تتألف الموجودات من اجتماعها وتفرقها . وكان يري أن الموضوع الأساسي للبحث في العلم يجب أن يدور حول معرفة تلك الطبائع البسيطة واكتشاف قوانينها وأسبابها . ويري بيكون أنه يمكن الكشف عن تلك الطبائع البسيطة بواسطة استخدام القوائم الثلاثة " [١٠] .

١ – *قائمة الحضور* وفيها يقوم بتسجيل الحالات الموجبة التي توجد فيها الظاهرة

٢ – *قائمة الغياب*، وتسجل فيها الحالات التي تغيب فيها الظاهرة .

٣ – *قائمة درجة المقارنة* ، وفيها نقوم بتسجيل الحالات التي تحضر فيها الظاهرة، عن طريق الإشارة إلي تغيرها أو اختلافها مع درجة الحرارة .

ومن جهة أخري، فلقد اعتقد مل هو الآخر أنه بالإمكان صياغة قواعد آلية الكشف العلمي، وعرف الاستقراء بأنه " عملية كشف وبرهنة القضايا العامة . فالعملية غير المباشرة لتأكيد الوقائع الفردية هي عملية استقرائية مثلها مثل تلك العملية التي نصل بواسطتها إلي الحقائق"[١١] .

واعتبر جون مل أن طرائقه هي طرائق اكتشاف وبرهان في نفس الوقت : " الطرائق الأربعة هي طرائق اكتشاف، ولكن حتى إذا لم تكن طرائق اكتشاف، فإنها الطرائق الوحيدة للبرهان " [١٢] ؛ وعلي الرغم من أن مل يتحدث عن أربع طرائق إلا أنه خمسة وهي : طريقة الاتفاق، طريقة الاختلاف، الطريقة المشتركة للاتفاق والاختلاف، طريقة البواقي، طريقة التلازم في التغيير . وبعد أن شرحها ظل مصمما علي أنها أربعة، واختلف الباحثون أي الطرق هي الزائدة وتمسك كل فريق بواحدة منها [١٣] . ولكن يمكن ملاحظة أن طريقتي البواقي والتلازم في التغيير يعتمدان علي الطرق الثلاثة الأولى، وأن الطريقة المشتركة للاتفاق والاختلاف مجرد ربط الطريقتين الأولى والثانية معا . وأن طريقة الاختلاف نفى لطريقة الاتفاق، فلا ينبغي إلا الطريقة الأولي وهي معروفة منذ أن دعي بيكون إلي التجريب [١٤] .

وجملة القول أن الاستقرائية التقليدية اعتقدت أن الاستقراء هو عملية الكشف عن القوانين، كما أن كل عملية للتوصل إلي معارف عامة بخصوص قوانين العلم إن هي إلا عملية استقرائية .

كما افترض الاستقرائيون أن المنهج العلمي يبدأ بإبعاد كل التصورات والفروض المسبقة عن الطبيعة وكانت المقولة الرئيسية لهذا الاتجاه " لا تفكر " معناه find out ويبدو أن هذه المقولة ناتجة عن توجهات بيكون بأن الأفكار المتصورة مسبقا قد تؤدي إلي الانحياز وعدم الموضوعية، ومن ثم فإنه من الضرورة أن تكون الأولية لجمع الوقائع، ولكن في الحقيقة أن هذه البداية ستعرض البحث العلمي لأكبر مشكلة، وهي مشكلة تحديد الوقائع التي نبدأ منها .

كما أن اعتبار منطق الاستقراء هو منطق الكشف عن المعرفة

العامة علي أساس معرفة الوقائع الجزئية أدي إلي خلق وهم مؤداه أن مناهج البحث الاستقرائي الخاصة بكل من بيكون ومل كافية لتفسير العملية المنطقية في اكتشاف القوانين العلمية، وأدي ذلك إلي اعتقاد مضلل بأن الإنسان يكون عبقريا إذا ما اتبع فقط قواعد الكشف المتمثلة في تلك المناهج [١٥].

أما عن موقف هيوول من الاتجاه الاستقرائي، فقد كان من أشد المعجبين بفرنسيس بيكون، خاصة أنه كان هيوول ينظر إليه بوصفه أحد المفكرين الذين دعوا إلي تطبيق العلم من أجل زيادة مقدرة الإنسان المعنوية والمادية، هذا من ناحية، ومن ناحية أخرى بوصفه رائداً من رواد النهضة العلمية الحديثة بما لها من مميزات تخلف بها عن العصر القديم والعصر الوسيط اختلافاً أساسياً [١٦].

وكان هيوول قد عقد العزم علي أن يكون عنوان الجزء الثاني من كتابه فلسفة العلوم الاستقرائية هو إحياء الأرجانون الجديد وهو مؤلف من جزأين : جزء نظري بعنوان حول بناء العلم *of the construction of science*، وجزء تطبيقي بعنوان حول المناهج المستخدمة في تشكيل العلم *of method in the formation of science*. وأسلوب الكتاب شيق بليغ حيث يتضمن تشبيهات رائعة وشيقة. وقد ألف هيوول الكتاب علي صورة فقرات منفصلة أو جمل قصيرة لا يربط بينها أي منهج دون أن يدعوا أو يزعم أنها تشتمل علي علم كامل، وهي نفس الطريقة التي كان قد كتب بها بيكون كتابه الأرجانون الجديد.

وإذا نظرنا إلي خطة إحياء كتاب الأرجانون الجديد نجد أن الكتاب ينقسم إلي فقرات موزعة علي بابين وبينها كما يأتي :

الباب الأول : في الفقرات من ١ : ٣ يبحث هيوول موضوع بناء العلم، فيبين أن العمليان اللتان من خلالهما يبني العلم هما تفسير المفاهيم وربط الوقائع .

- من ٤ : ١٠ يبين هيوول أن المفاهيم تمثل جزء ضروري لكل استقراء وبدون المفهوم ليس بإمكاننا معرفة الأسباب والوصول للمعرفة الموضوعية، لا يقلل من تدخل كل العوامل الذاتية .
- من ١١ : ٢٢ يتحدث هيوول عن ربط الوقائع، وأن هذا الربط يكون من خلال فرض .
- من ٢٣ : ٢٩ يوضح هيوول كيفية ربط منطق الاستقراء ومنطق الاستنباط علي أساس أن كل منهما يكمل الآخر .
- في الفقرة ٢٤ يتحدث هيوول عن قوانين الظاهرة والعلل .
- من ٢٥ : ٢٦ يشرح هيوول موضوع العلاقة بين العلم والفن .

في الفقرة ٢٧ يعرض هيوول لتصنيف العلوم .

الباب الثاني : إذا كان الباب الأول من إحياء الأرجانون الجديد يمثل الجانب النظري للمنهج العلمي في معظم أجزاءه، فإن الباب الثاني تطبيقي، يطبق فيه هيوول نظرياته الجديدة في العلم والمناهج الثلاث المشهورة التي تشكل البحث العلمي لديه وهي مناهج الملاحظة ومناهج إحراز الأفكار الواضحة ومناهج الاستقراء .

وفي مناهج الاستقراء يقدم هيوول رؤية جديدة تختلف عما ذهب إليه كل من بيكون ومل، وهذه الرؤية تقوم علي التحليل المادي للوقائع وقياس الظاهرة، وتفسير التصورات، واستقراء قوانين الظاهرة واستقراء قوانين العلل، وتطبيق الكشوف الاستقرائية، وذلك من ثلاث خطوات هي اختبار الفكرة، وتركيب المفاهيم، وتحديد المقادير .

ولا شك أن من الأسئلة الهامة التي ينبغي الإجابة عنها في صدد الكلام عن كتاب إحياء الأرجانون الجديد، السؤال عن السبب الذي دفع هيوول عن إحياء أرجانون بيكون !.

اعتقد أنه ربما يكون هيوول قد نظر إلي كتاب بيكون علي أنه ليس كتابا مستقلا بالمعني الصحيح وإنما هو جزء واحد من ستة أجزاء كان بيكون يعتزم تأليفه تحت عنوان شامل هو الإحياء العظيم. وبهذا يكون قد اعتبر أن الأرجانون الجديد ليس كتابا مستقلا وإنما هو جزء من كتاب، أو علي الأصح جزء من خطة عامة لإصلاح العلم وللنهوض بحياة الإنسان.

ومن الواجب دائما أن ينظر إليه داخل سياقه الطبيعي لا أن يأخذ علي أنه بحث منفصل يمثل أهم كتابات بيكون. وقد تضمن القسم الثاني من الأرجانون الجديد خطة فرعية لهذا الجزء، لم يستطع بيكون أن يتمها بدورها. وهكذا فإن الأرجانون الجديد جزء من خطة شاملة لم تكتمل منها إلا جزء بسيط وذلك بشهادة بعض الباحثين [١٧].

وبالتالي فإن الأرجانون الجديدة قد ظل كتابا مبتورا لم يحقق إلا جزء ضئيلاً من برنامجه، مثلما أن هذا البرنامج بدوره جزء من كل أكبر لم يكتمل. والإضافات الجديدة التي أسهم بها بيكون في نظرية الاستقراء لا تكفي علي أهميتها، لكي تجعل منه فيلسوفا من فلاسفة الصف الأول، وذلك لأن موضوع الاستقراء بأسره غامض، يصعب تحديد قيمته هو ذاته بالنسبة إلي تقدم العلم، كما يصعب إدراجه ضمن النظريات الفلسفية المعروفة [١٨].

وربما يكون ذلك هو السبب الذي دعا هيوول إلي تأليف كتاب إحياء الأرجانون الجديد لكي يعالج الأمور المنهجية التي عجز بيكون عن معالجتها وبالذات إهمال بيكون لقضية الفرض العلمي فمن المعروف أن الهدف الذي كان يسعى إليه بيكون من منهجه كما يري بعض الباحثين وخاصة الجانب السلبي منه، أن يبدأ العلم الصحيح من الملاحظات .

فالعالم الحق بالنسبة لبيكون هو النموذج الملاحظ الموضوعي الذي يخلص الناس من أوهام وأساطير الماضي، وهذا هو موضع النقد لبيكون، لأن ما يؤخذ عليه هو أنه بدأ بملاحظات بدون فروض ويستلزم هذا المطلب للملاحظة غير المسبوقة بافتراض لاختيار العلل الصحيحة للأشياء، أن يلاحظ العالم كل شئ في محيط الحالات الإيجابية [١٩] .

حقيقة أنه ليس من السهولة للعالم أن نقول له أبدا بالملاحظة وتجميع الوقائع ذات الصلة بالبحث لأن الانتباه للوقائع غير ذات الصلة ليس مجديا . إلا أن الوقائع ذات الصلة لا تكون منفصلة عن بقية الوقائع الأخرى كما أنها لا كشف طواعية عن سماتها المميزة لها .

إذا لابد وأن يكون الأخذ بالاعتبار لوقائع بعينها ذات الصلة بالبحث معتمدا علي أفكارنا، وبدون هذه الأفكار المرشدة أو الفروض لا يكون هناك ما يمكن أن يلاحظه العالم . فمما لا معني له القول أنه يجب البدء بجمع الوقائع كلها ذات الصلة بالمسألة المراد بحثها . وقد يكون من المعقول جمع أنواع مختلفة من البيانات مما لا تقيده مسألة البحث ولكن بالاستناد إلي فرض ما . فجمع الوقائع يكون بالاستناد إلي فرض بعينه، وليس بالاستناد إلي معضلة معينة . ومن ثم فإن جمع الوقائع من غير ما توجيه أو فرض سابق خاص بمشكلة البحث، إنما هو يكون جوهريا خطأ . ذلك أن الفروض تحدد نوع البيانات التي يجب جمعها [٢٠] .

ولذلك فإن أهم أوجه القصور عند بيكون أنه بدأ بملاحظات بدون فروض، ورغم ذلك فإنه عند إعداد الحالات طبقا لقوائم بيكون، فإننا سنضيف الحوادث المراد بحثها تحت تصورات بعينها حتى يمكن أن نري الحوادث المتشابهة أو غير المتشابهة .

ولكي يتم ذلك لابد من الفروض المسبقة والتي علي أساسها تلتقط التماثلات والاختلافات الهامة أو ذات الصلة بموضوع البحث، ونهما بقية التماثلات الأخرى . فبدون افتراضات لا تكون هناك قوائم، كما أنه لا يمكن أن ينفذ منهج بيكون الإيجابي، ومن ثم يجب أن نقوم بتحليل الوقائع وتصنيفها علي أساس الفروض، لأنه من غير استناد إلي شئ من هذه الفروض، فإنه لن يكون التحليل والتصنيف ذا فائدة تذكر [٢١] .

ويؤكد هيوول مثلا أن القوائم الفلكية التي قدمها " تيكوبراهي " لم توضح في ذاته قوانين كبلر (١٥٧١ – ١٦٣٠)، بل عكف كبلر علي دراسة نتائج براهي المسجلة عن حركات الكواكب وخاصة كوكب المريخ . وبعد سنوات طويلة من الأفكار المتأملة استطاع كبلر أن يقدم الصياغة الرياضية والقوانين التي تعبر عن حركة الكوكب .

ويوضح ذلك أن الملاحظة لم تكن الخطوة الأولية وإنما فحص الأفكار المقصودة مسبقا بواسطة مقاسة أو محددة بدقة هي الأساس . فبدون الأفكار الجيدة لم يكن ممكنا للباحثين البدء لأنه لن يكون هناك ما يمكن تحقيقه [٢٢] .

وخلاصة القول، فإن كتاب : إحياء الأرجانون الجديد " جاء

استكمالا لأرجانون بيكون الذي لم يشر في متن منهجه لخطوة الفرض العلمي باعتبارها من مراحل المنهج العلمي الأساسية . وقد فسر هيوول موقف بيكون هذا من الفرض بأنه كان يعتقد أن الفروض تفضي إلي أغاليط، وهذا مما جعله يهتم بالملاحظة والتجربة دون الفروض .

وبالتالي فإن بيكون لم يدرك أهمية أن تكون الملاحظات أو التجارب موجهة بالفرض العلمي، كما أن إنكاره للفرض، إنما نتج من حذره الشديد في قبول آراء لم تمحصها التجربة، رغم أنه استخدم الفرض العلمي دون أن يدري، وبالتالي وضع هيوول " إحياء الأرجانون الجديد "، إحياء لأفكار بيكون، وصاغ هيوول الأفكار التي توصل إليها في صورة فقرات علي غرار ما فعل بيكون [٢٣] .

وثمة نقطة أخري جديرة بالإشارة، يؤكد عليها هيوول، وهي أن أصحاب النزعة الاستقرائية، لم يفطنوا لدور التصورات الرياضية والاستدلال الرياضي كأدوات جيدة يمكن للمنهج الاستقرائي أن يتزود بها، وهنا نجد هيوول يلقي باللائمة علي جون ستيوارت مل وليس بيكون، فهيوول يري أن بيكون لم يكن في موقف يسمح له بوضع نظرية في المناهج الاستقرائية للفيزياء الرياضية، لأن الفيزياء الرياضية كانت لا تزال في مهدها ؛ حيث أنه لم يتضح إمكان استخدام المناهج الاستنباطية مقترنة بالاستدلالات الاستقرائية إلا بعد ظهور نظرية الجاذبية عند نيوتن[٢٤] .

وعلي ذلك فليس بيكون هو الذي ينبغي أن يلام علي دراسته للمنهج من خلال أنموذج مفرط في البساطة يغفل دور الرياضيات في الفيزياء، وإنما الواجب أن يوجه هذا اللوم إلي جون ستيوارت مل الذي وضع منطقا استقرائيا لا يكاد يرد فيه ذكر المنهج الرياضي، وكان في

أساسه صياغة جديدة لأفكار بيكون [٢٤] .

ومن هذا المنطلق شرع هيوول في كتابه " إحياء الأرجانون الجديد " ليؤكد أن دراسة تاريخ العلم تكشف عن عملية استقرائية لا تماثل البتة حجة تعميم الملاحظات المستقرأة، الذي اعتمدته استقرائية مل، بل ثمة ربط للوقائع التجريبية من خلال مفهوم عبقري . وهنا نظر هيوول إلي الخطوة الغامضة التي ننتقل بها من ملاحظة الوقائع الجزئية بعضها ببعض، وهذه الخطوة معتمدة علي أفكار صاغها الفهم [٢٥]. وهذا يعني أنه من أجل وضع قانون علمي أو نظرية علمية لا يكفي مجرد جمع الوقائع، وإنما الضروري هو الربط الحقيقي للوقائع عن طريق مفهوم يكون صحيحا ملائما، وفي هذا يقول هيوول : " الاستقراء هو مصطلح ينطبق علي وصف عملية الربط الصادق للوقائع من خلال تصور دقيق وملائم " [٢٦] .

والواقع أن هيوول هنا وفي مواضع أخرى من كتابه " إحياء الأرجانون الجديد " ؛ إنما يصف منهج الاستنباط الذي يبدأ من فرض نظري فتراه يقول مثلا " أن النجاح فيما يبدو يتحقق بوضعنا لعدة فروض نتحسس بها المواقف لنختار منها ما هو صحيح " .

وهذا التأكيد علي قيمة الفرض في العلم هو الإضافة الباقية التي أضافها هيوول، ولما كانت الوقائع المراد شرحها يمكن عندئذ أن نستنبط من الفرض، فإن الاستقراء والاستنباط ليسا نوعين مختلفين من الاستدلال كما رأي جون ستيوارت مل ؛ بل إن كل منهما هو الآخر علي نحو معكوس " ؛ " فالاستنباط يبرر بالحساب ما قد حدسه العقل حدسا موفقا"[٢٧] .

وعلي هذا فإن الاختلاف بين " هيوول "و "مل " يتمثل في أن هيوول كان مهتما بمنطق الاكتشاف في العلم، ولا شك أنه كان علي الصواب فيما يتعلق بذلك، بينما كان مل معنيا أساسا بمنطق الاستقراء من حيث أنه طريقة برهان أو عملية تحليل تتدرج مني مقدمات جزئية تنتهي عادة إلي نتيجة عامة، وهذا في نظر هيوول خطأ ذلك أن مل لم يميز بين عملية الحصول علي عبارات هامة من الوقائع وعملية تأييد أو برهنة هذه العبارات .

فطبقا لتعريف ميل يكون الاستقراء عملية كشف وبرهنة الجمل العامة للعلم . فلقد تناول عملية الكشف والبرهان باعتبارهما وجهين متساويين في الأهمية لنفس العملية الاستقرائية [٢٨] . ولكن الممارسة العملية أوضحت الاختلاف بين هاتين العمليتين . ولقد ظهر هذا الفارق بين هذين الوجهين للبحث العلمي فالعلماء وثبت أن عملية اكتشاف الجمل العامة للعلم لا يمكن أن يخضع لمشروع ثابت يكون جزء من منطق اكتشاف .

فالتفكير الفعال يتطلب إطلاق العنان للفكر والخيال . الالتزام بقواعد جامدة من شأنه أن يعوق التفكير . إن أكثر الأفكار خصوبة غالبا ما تكون تلك الأفكار التي لم تستطع القواعد أن تحكمها [٢٩] . وبصفة عامة لا يوجد منهج محدد للكشف عن حقيقة جديدة . فالكشف عما هو غير معروف إلي الآن يتضمن وثبة في الظلام .

وفي أواخر حياته انتاب هيوول شعور حاد بأن الاستقراء القائم علي التعميم لا يكفي . لم يكن عصره يسمح بإسقاط الاستقراء، فأكتفي هيوول بأن الاستقراء والاستنباط يصعدان ويهبطان الدرج نفسه، وعلي أساس المفهوم العقلي العبقري أو النقطة الغامضة، عمل هيوول علي

تطوير المنهج التجريبي ليتخذ إلي حد ما المنهج الفرضي الاستنباطي الذي يعني إبداع فروض علمية ثم اختيارها تجريبياً، والحكم عليها والاختيار بينها وفقا لنتائج التجريب .

ولم تعرف قيمة هذه الدعوة إلا في النصف الثاني من القرن الثاني العشرين، حين تبلور صورة المنهج التجريبي بوصفه اختياراً للفروض وليس البتة تعميماً لوقائع مستقرأة، وأصبحت الأطراف المعنية تتفق علي أن المنهج التجريبي هو المنهج الفرضي الاستنباطي [٣٠] .

وفي هذا نجد هيوول بشهادة بعض الباحثين سبق روح عصره، خاصة وأنه أدرك بجلاء أن المسألة أعمق من التعميم الاستقرائي، وأن المعرفة العلمية ليست محصلة التجريب، بل محصلة تفاعل العقل مع معطيات الحواس . وبينما انشغل أصحاب النزعة الاستقرائية بالوقائع الجزئية الملاحظة، انشغل هيوول بإبداع الفرض العلمي وبالنظرية ودور العالم وإمكاناته العقلية، مؤكدا خطأهم في إهمال الفرض والتعويل علي التعميم [٣١] .

إلا أن آراء هيوول لم تسلم من نقد الاستقرائيين له، فقد صب جون ستيورات مل جام نقده علي هيوول واعتبر فكرة الفرض عنده تأثرا منه بكانط ونزوعا نحو المثالية الألمانية، وقد كانت المثالية الألمانية في زمن هيوول مضطهدة في إنجلترا، فتراجعت نظرية هيوول الأكثر نفاداً واستبصاراً التي تقرر دور العقل الإنساني المحوري في الإنجاز العلمي، مثلما تراجعت رؤيته لفلسفة العلم المسلحة بتاريخه . وساد الاتجاه المقابل لأصحاب النزعة الاستقرائية التبريرية اللاتاريخية والذي جسده " جون ستيورات مل " في ذلك العصر [٣٢] .

الفصل الثاني

القرض كمرحلة أولي

إن الثورة العلمية التي أحدثها " نيوتن " قبل عصر هيوول في مجال الرياضيات والبصريات وما أستتبعها من نتائج عملية في مجال الرياضيات التطبيقية، وعلي وجه الدقة في الميكانيكا والفيزياء العملية، أفضت إلي استخدام التجريب بصورة تكاد تكون شبه دقيقة إلي حد ما في مجالات العلم المختلفة . ومع ازدياد التجريب أصبحت النتائج التي أمكن الحصول عليها من التجارب بمثابة محصول نظري جديد يسمح لنا بتنبؤات وتجارب أخري، وعلي هذا الأساس نتجه إلي مزيد من التجريب إذا ما أيدت هذه التنبؤات مشاهدات ووقائع جديدة تتفق مع المعطيات النظرية . أي أنه بصورة أو بأخرى يمكن لنا القول بأن حصيلة البحث في الاتجاه الاستقرائي ازدادت بصورة ملحوظة بعد عصر نيوتن، مما جعل الباحثين يتصدون لتفسير الوقائع علي أسس منهجية [٣٣].

ومع أن هذه المرحلة تتسم بنزعة استقرائية واضحة، إلا أن وليم هيوول يكشف لنا في أكثر من موضع من مؤلفاته عن خصوبة الجانب العقلي المتمثل في ابتكار الفرض إذا ما أضيف كبعد جديد لتفسير الوقائع، حيث أن العالم وهو بصدد تفسير وفهم الظواهر الموجودة في العالم الخارجي، لا بد له أن يلجأ لأهم خطوة من الخطوات المنهجية، التي تتمثل في إضفاء مقولات العقل الخلاق، لتحديد الطريقة التي تعمل الظواهر وفقا لها، وهي خطوة الفرض [٤٣].

وفي إثبات خطوة الفرض لم يعمد وليم هيوول إلي حصر المنهج الاستقرائي في قواعد محددة كما فعل جون مل الذي يري أن الاستقراء جسر نعبر عليه من الوقائع إلي القوانين ؛ فهو عملية منطقية تثبت بها أن ما يصدق علي بعض أفراد فئة ما يصدق علي الفئة بأكملها، أو أن ما يصدق علي بعض أجزاء الصنف علي الصنف كله بوساطة تحقيق ظروف مماثلة،

وإنما نحا هيوول منحي آخر أقرب ما يكون إلي الأسلوب العلمي الدقيق، فلقد استقرا تاريخ العلم الحديث واستنتج منه أسس المنهج الاستقرائي الذي طبقه العلماء منذ جاليليو، وكانت الفكرة الأساسية التي خرج بها هي التالية : إن الاكتشافات التي توصلت إليها العلوم الاستقرائية إنما يرجع الفضل فيها إلي فعالية الفرض العلمي ؛ بمعني أن الكشف العلمي يرجع أساسا إلي الفرضية لا إلي الاستقرائية ؛ حيث يري هيوول أن الاستقراء وحده لا يكفي و بل لا بد من فرضية توجه البحث وتقوده قبل الاستقراء وخلاله وبهده . ولا توجد طريقة أو طرق محصورة يسلكها الذهن، دون غيرها، للانتقال من الفرضية إلي القانون، بل ليس هناك ما يفصل بين الفرضية والقانون غير تلك التجارب والعمليات الذهنية التي تقودها الفرضية [٣٥].

وانطلاقاً من هذا شرع هيوول يؤكد أن دراسة تاريخ العلم تكشف عن عملية استقرائية لا تماثل البتة حجة التعميم التي يتمسكون بها، بل ثمة ربط للوقائع التجريبية من خلال مفهوم عقلي عبقري، وهذا المفهوم متقدم من خلال العقل في القضية العامة ولا يوجد في أي من وقائع الملاحظة [٣٦].

وهنا اهتم هيوول بوضع نظرية في الاستقراء مستمدة من تاريخ العلوم التي اتفق العلماء علي وصفها بالاستقرائية، فانتهي إلي أن تاريخ الاستقراء يدل علي أن الاستقراء الذي يقوم به العالم ليس برهانا منطقيا يصدق بقوة صورته، بل هو طريقة أخري للوصول إلي الحقيقة : إنه مسلك مغامر يتخذه العقل ويصنع فيه صنيع من يحاول حل لغز : فيجرب ويحاول عدة فروض، إلي أن يقع بحدس صائب علي الفكرة الصائبة [٣٧].

ومعني هذا أنه ليست المسألة إذن مسألة ما هي الشروط التي بها يكون هذا المسلك صحيحا – وهو لا يمكن أن يكون صحيحا أبدا، بل فقط ما إذا كانت النتيجة سليمة .والعناية والتدقيق إنما يتعلقان بالرقابة التجريبية علي القضية الاستقرائية، لا بصياغتها مما يسمح للخيال بمجال واسع، ولا فائدة من وضع منطق استقرائي، وصياغة قواعد للاستقراء مناظرة لقواعد القياس، فالاستقراء لا يقوم علي تعميم وقائع الملاحظة، بل يقوم بربط بينهما برباط عقلي من خلال مفهوم جديد يزودنا به العقل لا الظواهر [٣٨] .

وهذا المفهوم الذي يتقدم به العقل هو الفرض، لأنه في كل استدلال نقوم به عن طريق الاستقراء يوجد تصور ما يقدمه العقل ولا تقدمه الظواهر . ونتيجة الاستدلال ليست محتواه في المقدمات، ولكنها تحتويها عن طريق إدخال عمومية جديدة . وحتي نحصل علي استدلالاتنا فإننا نذهب بعيدا إلي ما وراء الحالات الماثلة أمامنا، وتعتبر هذه الحالات مجرد تبسيط لحالة ما مثالية تكون فيها العلاقات تامة . ونحن نأخذ معيارا معينا نقيس به الوقائع بواسطته، وهذا المعيار نحن الذي نؤلفه ولا تقدمه لنا الطبيعة [٣٩].

ومن ناحية أخري يري هيوول أن الاعتقاد السائد الذي يري في الاستقراء الوسيلة التي نحصل بها علي قضايا عامة، انطلاقا من الأحوال الجزئية، والذي يقرر أن القضايا العامة تنتج فقط من تجمع هذه الأحوال وضم بعضها إلي بعض هو كما يقول هيوول – اعتقاد خاطئ تماما، حيث أن " الحقيقة الاستقرائية ليست علي الإطلاق مجرد تجميع فقط للوقائع .إن الشئ المعمول هو أكثر من ذلك وهو التمهيد لعنصر عقلي جديد والعقل لكي يكون قادر علي أن يقدم هذا العنصر يجب أن تتوافر له مواهب ونظام عقلي مميز" [٤٠] .

كما أننا إذا رجعنا إلي الوقائع وتتبعنا الخطوات التي سلكها الباحثون، وجدنا أن الأحوال الجزئية لا تجمع هكذا عرضا، بل هناك دوما فكرة موجهة، فكرة أدخلت في القضية العامة نفسها ولا توجد في الوقائع الملاحظة . ولكن عندما تندمج هذه الفكرة الموجهة في معطيات التجربة لتشكل معها مركبا جديدا، ينسي الناس تلك الفكرة ويعتقدون أنها من صميم الواقع، تماما مثلما يعتقدون أن القلادة هي دوما قلادة، في حين أن الفكرة التي جعلت منها قلادة هي من الإنسان . فلا يوجد في العالم المادي إلا جواهر معزولة . إن الإدلاء بفكرة تجمع شتات الظواهر عملية تستلزم اقتراح فرضية . والفرضية تؤخذ من جملة أفكار أخرى ؛ أي تختار من بينها لكونها أقرب إلي تفسير الظواهر . واقتراح الفرضية من طرف الباحث عمل ينم لا عن ضعف، بل عن قوة ويتطلب جرأة وعبقرية[٤١] .

ويؤكد هيوول أن اكتشاف كبلر لفكرة الاهليج يعد مثالا للاستقراء الحقيقي الذي يدعو إليه ، فقد كانت المشكلة الأساسية التي واجهت العالم الطبيعي منذ عصر كبلر، هي مشكلة الحركة . كيف نفسر حركة سقوط الأجسام الطبيعية ؟ وكيف نربط بين حركة تفسير نقدمه لحركة الجسام الطبيعية علي الأرض، وتفسير حركة الكواكب . وقف كبلر علي أساس نظرية كوبرنيقوس في علم الفلك، وعرف عنه فكرته الأساسية القائلة بأن الأرض تدور حول الشمس في مدارات دائرية، وهو تصور يرجع إلي أرسطو الذي ذهب إلي أن الدائرة أكمل الأشكال .

وبالتالي لا بد وأن تكون الحركة دائرية . وضع كبلر ملاحظات تيكوبراهي موضع الاختبار الرياضي ليعرف العلاقة الرياضية التي تقوم بينها . وحاول أن يستنبط من هذه الملاحظات النسبة بين الزمن الذي

يستغرقه الكوكب ليدور حول الشمس وبين بعده عن الشمس . هل هذه النسبة واحدة لجميع الكواكب ؟ لم تكن الأدلة التي توافرت لديه كافية للقيام باستنباط هذه العلاقة وتقديرها في قانون . والسبب في ذلك أنه كان يقوم بإجراء حساباته الرياضية علي أساس أن الحركة، كما تصورها كوبرنيقوس وأرسطو من قبل دائرية [٤٢] .

ومن ثم اتجه إلي وضع فرضه الأول وضعا جديدا : هل نسبة مربع الزمن والمسافة واحدة لجميع الكواكب ؟ وضع الفرض في صورته الأخيرة يعد تعديلا للصورة الأولي، وبالتالي احتاج كبلر لأن يقوم بإجراء حساباته علي كوكب واحد، ثم يقوم بتتبع نتائجه بالنسبة لجميع الكواكب، فاتخذ كوكب المريخ نموذجا له . لا حظ كبلر أن كوكب المريخ يتخذ مواضع متغيرة في أوقات مختلفة من السنة . كيف يمكن أن يحدث هذا التغير في وضع الكوكب ذاته؟ لقد تصور كبلر المشكلة من خلال الخيال الرياضي، فإذا مد خط من الشمس إلي كوكب المريخ، فإن هذا الخط بناء علي هذه المواضع التي يتخذها الكوكب، سيقطع مساحات متساوية في أزمنة متساوية [٤٣] .

والنتائج الاستنباطية التي توصل إليها كبلر تدل علي صحة هذا التصور، ومن ثم وضع قانون تساوي المساحات الذي ينص علي أن " الخط الذي يربط الكواكب بالشمس يمر بمساحات متساوية في الأزمنة المتساوية . كان من الطبيعي أن يكتشف كبلر اختلافات جذرية في حساباته لأوضاع كوكب المريخ، عن حسابات كوبرنيقوس، فتساءل عن شكل المدار الذي يتخذه الكوكب . إن فكرة كوبرنيقوس عن المدار الدائري لا تؤدي إلي نفس النتيجة التي توصل إليها كبلر في قانونه السابق . فما هو شكل المدار .

اتجه كبلر إلي معالجة الملاحظات التي دونها تيكوبراهي مرة أخري، فتبين له أن المدار لا يمكن أن يكون دائريا ،فافترض أنه بيضاوي، وعن طريق الرياضيات وجد أن نتائج عملياته الرياضية تتفق مع الوقائع الملاحظة، وأن الكواكب فعلا تتخذ مدارات بيضاوية، فعمم فرضه عن المدار البيضاوي في قانونه القائل إن " الكواكب جميعا تدور حول الشمس في أفلاك بيضاوية تقع الشمس في إحدى بؤرتيها "، وقد أفضي به هذا الاكتشاف إلي التوصل لتجريدات تتعلق بالخصائص الفيزيائية لكل من الشمس والكواكب [٤٤] .

ومن هذه النتيجة أمكن لكبلر، أن يتوصل للإجابة علي سؤاله الأول، فقد تبين له أنه بالنسبة لجميع الكواكب يتناسب مربع الزمن تناسباً طردياً مع مكعب متوسط المسافة من الشمس "، وهو ما يعرف بالقانون الثالث [٤٥] .

وهنا يري هيوول أنه بالنسبة لاكتشاف كبلر، فإن النقاط التي لوحظت في مدار المريخ، كانت معروفة من قبل، ولكن عندما طبق كبلر "مفهوم" القطع الناقص، اكتشف وعلى الفور المدار الصحيح، وكبلر كان أول من طبق هذا المفهوم، القطع الناقص، على مسار مداري لكوكب، وذلك لأنه لدية فكرة واضحة للغاية في عقلة عن القطع الناقص [٤٦] . ولعل ذلك مهم لأن الأفكار والمفاهيم الأساسية مصدرها العقل، ولكنها لا يمكن استخدامها من منظور فطري، فهي لا تقف وحدها. وهيوول يشرح ذلك بأن"البذور الأولى لهذه الأفكار كانت على الأقل موجودة في العقل البشري في مرحلة ما قبل الخبرة المكتسبة، ومن خلال عملية التفكير العلمي فهم يتجلوا للعيان في وضوح ونقاء [٤٧] .

وهيوول يقصد بهذا "التجلي للعيان" عملية التحليل و التفسير المطول من قبل المفاهيم، فتلك العملية وهذا التفسير هما شرط أساسي سابق لأي اكتشاف، وهذا الاكتشاف يتكون من جزء تجريبي صرف وجزء عقلي صرف . العلماء يحاولون بداية تكوين مفهوم واضح ونقي في عقولهم، ثم يحاولون تطبيقه على الوقائع التي بحثوها بدقة، للوصول إلى الحكم عما إذا كان من الممكن جعل هذه الوقائع مؤلفة تحت قانون عام، وإذا لم يكن ذلك ممكن، فلعلهم يستخدمون هذا التمرين المتكرر لمحاولات مستقبلية. وبالتالي فإن استخدام كبلر لمفهوم القطع الناقص يعقب علية هيوول بقولة : "تغذية هذا المفهوم تتطلب تهيئة خاصة، ونشاط خاص ومميز داخل عقل المكتشف، ....الاكتشاف هو مجرد نقاط اتصال يجب أن يكون العقل مطلع عليها، أنواع محددة من الأشكال، وعلاقات محددة للمكان". وبمجرد أن تصبح المفاهيم واضحة، سيكون من الممكن اختيار المفهوم المناسب لأن يصبح مؤلفا، ولكن كيف يتم اختيار المفهوم المناسب لأن يكون مؤلفا، وبمجرد أن أمد كبلر مفهوم الأهليج علي الوقائع الخاصة بمدار المريخ، عممها علي كل أطراف وقائع الملاحظة ليصل في النهاية إليأن جميع النقاط الممتدة داخل مدار المريح، إنما تمتد علي هيئة قطع ناقص مع الشمس وفي مركز بؤري واحد [٤٨].

ويعقب هيوول علي ذلك فيقول، : " ... ونفس الشئ يكون كذلك في كشوفات أخري، فالوقائع تكون معروفة، حتي وإن كانت منعزلة وغير مترابطة، إلي أن يأتي المكتشف، فيضع من مئونته الخاصة " مبدأ الربط"، فاللؤلؤ موجود ولكنه في حاجة إلي من ينظمه في عقد منتظم فالمسافات والفترات الخاصة للكواكب كانت كلها تمثل وقائع عديدة متباعدة، إلي أن صاغ كبلر قانونه الثالث الذي استطاع أن يربط تلك

الوقائع في حقيقة فريدة متباعدة، ولكن المفهومات الخاصة بتلك القانون كانت مستمدة من عقل كبلر ،وبدون تلك المفهومات، فإن الوقائع تكون بلا فائدة . ومن الكواكب التي تصف الاهليجات حول الشمس تأملها الكثيرون بما فيهم نيوتن، إلا أن نيوتن أدرك أنها تنحرف في حركات اهليجية في ضوء جديد – بفضل تأثير قوة رئيسية ناتجة عن قانون محدد ، ولذلك فإن هذه القوة تم اكتشافها علي أنها موجودة فعلاً [٤٩].

والسؤال الأن ماهي طرق التحقق من الفرض العلمي وقواعد استخراج المبدأ العام للوقائع :

إذا كان لكل من الخيال والحدس دوراً هاماً في نشأة الفروض، وإذا كان للفروض أن تخترع وتقترح بشكل في العلم، إلا أن هناك جانبان مهمان في الاستقراء عند هيوول : أما الجانب الأول و فيتمثل في أن كل استدلال استقرائي نقوم به يوجد مفهوم ما يفرض علي الوقائع . وأما الجانب الثاني فيبدو في أن اختراع المفهوم الذي يربط بين الوقائع كان أعظم خطوة في الكشف، كما أن اختراع تحقيق القضية الاستقرائية كان أعظم خطوة هامة في البرهنة علي الكشف ذاته [٥٠].

وعلي هذا الأساس، فإن هيوول يري أن عملية الاستقراء تتألف من الفرض والتحقق، ولهذا فإن ملكاتنا المنظرة هي التي تجعل العالم يستبصر التخمينات أو الفروض الجيدة ذات الصلة بالوقائع، هي التي تجعل العالم يعشق الصدق ويعمل علي تبيين التمايزات من أجل صيانة الابتكار العلمي، فإذا أتضح للعالم أن الوقائع تتناقض مع الفروض كان لزاماً عليه أن يرفض الفروض ويقبل الوقائع بدون تردد [٥١]، وفي هذا يقول هيوول :" إن التحقق من صدق الفروض يجب أن يتم من خلال تطبيقها علي الوقائع، وعلي المكتشف أن يكون مستعدا ، وأن يلتزم الدقة في اختبار

فروضه علي هذه الحالة، فإذا ما ثبت من خلال الاختبار أن هذه الفروض باطلة وغير مجدية فعليه أن يتركها [٥٢].

ولهذا فإن التحقق في رأي هيوول يمثل عنصراً هاماً في المليـة الاستقرائية، وقد قدم هيوول في مناقشته أربعة اختبارات للفروض، وذلك علي النحو التالي :-

الاختبار الأول : هو الملائمة، حيث أن " الفرض يجب أن يكون متسقاً مع القضية المستنبطة التي تعرض كل وقائع الملاحظة " [٥٣] ؛ وهيوول في هذا الصدد يود أن يوضح أن الفرض المقترح يجب أن يكون وثيق الصلة بالظاهرة المراد تفسيرها أو المشكلة المراد حلها، فإذا كان الفرض لا صلة له بالظاهرة المراد تفسيرها، فإنه لن يحقق الهدف المرجو منه و ويكون الفرض فاشلاً.

الاختبار الثاني : التنبؤ بالوقائع التي لم تلاحظ بعد، يقول هيوول " إن الفروض يجب أن تفعل أكثر من وصف ما هو ملحوظ ... فروضنا يجب أن تنبئ بالظاهرة التي لم تلاحظ بعد، وبالأخص كل الظواهر التي من نفس النوع كتلك التي للفرض الذي ثبت انه صحيح ومفيد [٥٤] ؛ ويقول في موضع آخر " إن الفروض التي نقبلها ينبغي أن تفسر الظواهر التي لاحظناها ، وأكثر منهذا ينبغي ان نتكهن بالظواهر التي لم نلاحظها بعد " [٥٥] .

وهنا يريد هيوول أن الفرض يكشف عن أصالته من خلال عنصر التنبؤ والتكهن إلي الجانب التفسيري، لأنه إذا اقتصر دور الفرض علي التفسير فقط، فإن هذا يعني بالضرورة أننا لن نعرف سوي ما نلاحظه، ولكن إضافة عنصر التنبؤ إلي التفسير، يعني إتاحة الفرصة أمام الباحث

أو العالم لأن يقوم بمزيد من التجارب، مما يتيح لنا إمكانية الكشف عن ظواهر سوف ترد في المستقبل . فكأن الفرض بعد أن اقتصرت وظيفته في المرحلة الأولي من التجريب علي الجانب التفسيري، أضيف عنصر التنبؤ كوظيفة في عصر هيوول [٥٦].

الاختبار الثالث : الذي ذكره هيوول هو قدرة الفرض علي التفسير والتنبؤ بالحالات ذات النوع المختلف التي تم تأملها في تشكيل الفرض . وحين نستخدم هذا فإننا سوف نصل إلي ما ذكره هيوول عن " ربط الاستقراءات " وهذا الربط يعني أن قانونين يمكن الحصول عليهم من خلال استقراءات مستقلة وتتضمن بوضوح أصناف متغايرة من الظواهر يمكن أن تتضمنهم جميعا وقابلة لأن تتجزأ من فرض واحد أو من نفس الفرض . وهذه المقومات تجعل الاختبار دقيق وحاسم في تصحيح الفرض[٥٧]؛ وفي فقرة أخري يؤكد هيوول أن ربط الاستقراءات يمثل البينة الأكيدة علي مصداقية الفرض في أكثر من طرفين هما : حين يمكننا الفرض من تفسير وتحديد الحالات التي من نفس النوع تكون مختلفة عن تلك التي تأملناها في تشكيل فروضنا . وكذلك حين نفسر أثنين أو أكثر من الأنواع المختلفة للظاهرة، كدوران الكواكب وسقوط الأحجار ومبادرة الاعتدالين" [٥٨].

الأختبار الرابع : هو البساطة ؛ وفي هذا يقول هيوول " قد يحدث أن نجد فرضين متنافسين علي تفسير نفس الوقائع، وفي نفس الشروط، فأيهما يختار العلماء ؟ الحقيقة أنه إذا حدث ذلك، فإنه يتم اختبار الفرض الأبسط " ؛ ويقول أيضاً " كل الافتراضات الإضافية تميل نحو البساطة والتناغم "[٥٩] .

هذه هي الاختبارات الأربع التي أضافها هيوول للتحقق من

الفرض العلمي، والتي يحاول من خلالها هيوول أن يثبت مقارنة الفرضيات مع معطيات الواقع، وأنه لا بد من التخلي عنها عندما لا يكون هناك تطابق بينها . إلا أن هيوول لا يكتفي بذلك ؛ بل يؤكد أنه يمكن أن تستعمل الفرضيات في العلم وتؤدي دوراً كبيراً، حتى ولو لم يكن هناك ما يؤكدها في التجربة . ذلك لأن دور الفرضية في العلم، شأنها شأن النظرية دور مؤقت، وتقدم العلم يصحح الفرضيات ويعدلها باستمرار .

وهناك في تاريخ العلم من الفرضيات ما أثبت العلم عدم صحتها، ولكن مع ذلك قامت بدور كبير، لا في تفسير الظواهر المدروسة وحسب، بل وفي التنبؤ بظواهر جديدة أيضا [٦٠]، يقول هيوول :" الفروض أحيانا ما تخدم العلم حتى وإن تضمنت جزء غير متكامل وقد يكون هذا الجزء علي خطأ [٦١]، ويقول :" إن الفروض التي ثبت بطلانها قد أفادت في تقدم العلم، وذلك لكونها قد فسرت جوانب عديدة من الظاهرة، وإن كانت لم تفسر الظاهرة ككل [٦٢].

وهيوول اعترف أيضاً أن تاريخ العلم يحتوي علي العديد من الأمثلة للفروض الكاذبة التي قامت ببعض التنبؤات الصحيحة مثل نظرية " الفلوجستون " [٦٣] ؛ ولذلك فهو لم يعتقد أن القدرة التنبؤية المحددة تكفي لاقتناعنا بصدق الفرض، ولكن أكد أنه حين يجتاز الفرض أكثر من اختبار صارم، فإن ربط الاستقراءات طبقا لهيوول " تمثل البينة التي تقودنا إلي إثبات أن النظرية صادقة " [٦٤].

ويشرح هيوول ذلك فيقول " إن القول الذي يجب ان نتذكره دوما هو أن الفرض سيكون دائما في خدمة العلم، حتي وإن كان يحمل نصيب من النقصان وعدم الاكتمال، بل وحتي إذا كان خاطئا، فإنه يستحق منا الاهتمام به، وهل الاهتمام يتمثل في تجميع هذه الوقائع وفرضياتها معا،

ليصبحوا في نسق واحد، ومن ثم فسيخرج وبصورة أوتوماتيكية الفرض الخاطئ، سنستبعده، بل سيستبعد نفسه عندما نفسر الظاهرة وفرضياتها، وبالأحرى عندما نربط أطرافها معا ". وهذا ما فعله نيوتن بلا شك، فقد صحح وحدد من استعمال بعض قوانين كبلر وشرح بصورة غير مباشرة كيف أنها ستكون في خدمة الجانب العلمي رغم وجود بعض الأخطاء [٦٥].

ويعطينا هيوول مثالا لأهم الفرضيات التي تمكنت من التنبؤ الصحيح بظواهر جديدة، علي الرغم من أن العلم أثبت فسادها فيما بعد ؛ مثال ذلك قانون الانكسار الذي توصل إليه "سنل" *Sneal* (١٥٩١-١٦٢٦) الرياضي الفلكي الدانمركي، والذي ينص علي العلاقة الصحيحة بين زاوية السقوط وزاوية الانكسار بطريقة هندسية، تتلخص في أن نسبة قاطع التمام لزاوية السقوط إلي قاطع التمام لزاوية الانكسار ثابتة لكل وسطين، وعلق هيوول علي ذلك فيقول :" إن الافتراضات العقيمة المتعددة التي تم التوصل إليها لاكتشاف قانون الانكسار مهدت الطريق إلى اكتشافها الصحيح والحقيقي الذي توصل إليه *Sneal* " [٦٦].

وننتقل إلي الكشف عن قواعد استخراج المبدأ العام للوقائع من خلال عملية التحقق ؛ حيث يقرر هيوول هنا أن لدينا ثلاث خطوات أساسية هي : اختبار الفكر، وبناء التصور، وتحديد المقادير .

أما من حيث اختبار الفكرة فإن هيوول يضع قاعدة بحثية هامة هي : يجب أن يكون هناك تجانس بين الفكرة والوقائع . فإذا لاحظنا الوقائع وقسناها بالرجوع إلي المكان فلابد من ربطها بفكرة المكان، لأن الفكرة تختبر عن طريق الوقائع [٦٧].

وأما من حيث التصور وتحديد المقادير والأهمية فقد أشار هيوول إلي مجموعة من المناهج التي تميزت بالترابط والدقة في المعالجة، أكثر من اعتبارها إسهاما أصيلا من جانب هيوول، ومن بين هذه المناهج مايلي :

أ - *منهج المنحنيات* The Method of Curves هو الذي يتألف من رسم منحني تكون الكميات الملاحظة ممثلة علي الأحداث الرأسي، أما الأحداث الأفقي فيمثل مقدار التغير في الكمية الملاحظة . وكفاءة هذا المنهج تعتمد علي قوة العين التي تلاحظ مباشرة صور الاطراد أو عدم الانتظام . كما تبدو أهميته في أنه يمكننا من التوصل إلي قوانين طبيعية من الملاحظات الجيدة، ويجعلنا نستبصر الملاحظات الناقصة، كما أنه من جانب ثالث يمكننا من التوصل إلي معطيات تتجاوز الوقائع الجزئية [٦٨].

ب- *منهج الوسائل أو المتوسطات* وهو الذي يتلافي بعض الصعوبات المشار إليها من في منهج المنحنيات، فيمكن لنا إجراء تصحيح للملاحظات التي أجريناها من خلال المنهج السابق عن طريق أخذ متوسط هذه الملاحظات ،وهذا المتوسط حسابي فقط . ومن ثم فإن كفاءة هذا المنهج تعتمد علي أنه في الحالات التي تكون فيها الكميات الملاحظة متأثرة بعوامل أخري إلي جانب العوامل التي تحدد القانون، فإن الازدياد أو النقصان عن الكميات التي سوف ينتجها القانون موضع التساؤل سوف تتجمع في ملاحظات عديدة في موضع معين [٦٨].

ج - *منهج المربعات الصغري*، وهو في الحقيقة منهج الوسائل، ولكن مع بعض الخصائص المميزة .فموضوعه يحدد الوسيلة الأفضل من عدد الكميات الملحوظة أو تكون غالبية القانون المحتمل مشتقة من عدد الملاحظات أو من بعضها أو من كله التي تسمح بأكثر أو أقل

الملاحظات الناقصة . والمنهج يبدأ بافتراض أن – كل الأخطاء ليست محتملة بالتساوي، إلا أن الأخطاء الصغيرة ليست أكثر احتمالا من الأخطاء الكبيرة . ومن خلال التفكير تفكيرا رياضيا في هذا الأساس، نجد أن النتيجة الأفضل هي التي نصل إليها (حيث أننا لا نستطيع أن نصل إلي النتيجة التي تلاشت بسبب الخطأ) من خلال عمل لا يتمثل من الأخطاء ذاتها، ولكن بجمع مربعاتها في في القيمة الممكنة الصغيرة [٦٩].

د- *منهج البواقي* : ينحصر منهج البواقي في إسقاط الكميات المعطاة من خلال أي ملاحظة، والكمية المعطاة من خلال أي قانون مكتشف بالفعل، وبعد أن يفحص الباقي أو المتبقي لكي يكتشف القانون الرئيسي اللازم عنه .وعند هذا يكون القانون الثاني قد اكتشف الكمية المعطاة من خلال ما تم إسقاطه من المتبقي الأول ؛ وهذا يعطي المتبقي الثاني الذي ربما يكون مفحوص في نفس الحالة ...إلي آخره . وكفاءة هذا المنهج تعتمد بشكل أساسي علي ظروف قانون التنوع الذي يكون أقل وأقل في القيمة بالتتابع (أو علي الأقل في معناه الحقيقي)، وذلك لكي لا تعيق القوانين الغير مكتشفة بعد ذلك القانون موضع التساؤل الكائن البارز في الملاحظات [٧٠] .

وبعد أن تناول هيوول هذه المناهج الأربعة، وأشار إلي الأسلوب الذي تستخدم به تطبيقا في البحث الاستقرائي، أشار إلي ثلاثة مناهج أخري تتعلق بالبحث في خصائص الأشياء ،وهي علي النحو التالي :-

ا- *منهج الاتصال* : وينص علي أن الكمية لا يمكن أن تنتقل من قيمة واحدة إلي قيمة أخري من خلال آيا من تغير الشروط بدون أن تنتقل عبر المقادير المتوسطة طبقا للشروط المتوسطة .وهذا المنهج غالبا ما

يستخدم للتمييزات الغير محسنة التي ليس لها أساس حقيقي [٧١] .

٢- *منهج التدرج* : وينحصر في أخذ عدد من المراحل للخاصية موضع التساؤل، ويتوسط بين الحالتين الأخيرتين التي تبدو مختلفة، وهذا المنهج يستخدم لتحديد فيما إذا كانت الحالات النهائية متميزة حقا أم لا [٧٢] .

٣- *منهج التصنيف الطبيعي*: وينحصر في حالات التصنيف التي لا تكون طبقا لأي تعريفات مفترضه ولكن طبقا لسياق الوقائع ذاتها بحيث تجعلهم وسائل للحقائق العامة المثبتة [٧٣] .

من العرض السابق لأراء هيوول تبين أنه ركز علي ثلاث وظائف هامة للفرض العلمي .أما الوظيفة الأولي فتتمثل في تفسير الوقائع الخارجية والالتزام بالظواهر الموجودة فعلا في العالم المادي . وأما الوظيفة الثانية فتكمن في أن الفرض يجب أن ينبؤنا بكل ما جديد في مجال الظاهرة ويشير إلي الظواهر التي لم نلاحظها بعد . وأما الوظيفة الثالثة فتبدو في أنه يرشدنا إلي البحوث والتجارب المستقبلية التي يمكن للعالم القيام بها.

كذلك فإنه يرجع الفضل إلي هيوول إلي ابتكار بعض المناهج التي يمكن استخدامها للتوصل للقانون العام الذي يربط الوقائع معا ، أكثر من الاهتمام بطرق تحقيق الفروض علي غرار ما فعل جون مل . والواقع أن المناهج التي أشار إليها هيوول تعتبر تدعيما للفرض حتى لا نضل الطريق ونحن بصدد استخدام الفرض في البحث العلمي، فإذا اتضح للعالم أن الفرض لا يمثل ما هو واقعي أخذ في البحث عن غيره حتي لا يفسد كشفه العلمي [٧٤].

هوامش البحث

(١) د. يمنى طريف الخولي : فلسفة العلم في القرن العشرين (الأصول – الحصاد – الأفاق المستقبلية)، عالم المعرفة، عدد ٢٦٤، ديسمبر / كانون الأول ، ٢٠٠٠ م، الكويت، ص ١٦٣ – ١٦٤ .

(2) Laudan,L.:William Whewell on The Consilience of Inductions,Monist55:368-369.

(٣) د. يمنى طريف الخولي : نفس المرجع، ص ١٣٨.

(4) H.W. Becher : William Whewell and Cambridge Mathematics ،Historical Studies in the Physical Sciences,11,1981,P.3-4.

(٥) د. عبد الله العمر : ظاهرة العلم الحديث – دراسة تحليلية وتاريخية، عالم المعرفة ، عدد ٩، ذو الحجة – ذو الحجة – ١٢٠٣هـ / سبتمبر (أيلول) ١٩٨٣م، ص ١٣- ١٤.

(٦) د . سهام النويهي : نظرية المنهج العلمي، دار البيان، القاهرة، ١٩٩٥، ص ٩ – ١٠ .

(٧) د . يمني الخولي : المرجع السابق، ص ١٥٥ .

(٨) د.سهام النويهي : نفس المرجع، ص ١٠ –١١ .

(٩) د . فؤاد زكريا : آفاق الفلسفة، مكتبة مصر، القاهرة، ١٩٩١، ص٨٢ .

(١٠) د . ماهر عبد القادر : فلسفة العلوم الطبيعية " المنطق الاستقرائي "، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ١٩٧٩، ص ١٠٥ .

(11) J.S.Mill : A System of Logic ، rationinative and inductive ، Logmans ، 959 ، P . 196 .

(12) ibid ، P . 284 .

(١٣) د . يمني الخولي : نفس المرجع، ١٤٥ .

(١٤) نفس المرجع، ص ١٤٥ .

(١٥) د. سهام النويهي : المرجع السابق، ص ١٤ .

(16) Heathcote ، A . W . : William Whewell s Philosophy of Science ، British Journal Philosophy of Science ، 1953 ، 302-312 - 1954 .

(١٧) د . فؤاد زكريا : آفاق الفلسفة، ص ٨١ – ٨٢ .

(١٨) نفس المرجع، ص ٩٦ .

(١٩) د . سهام النويهي : نظرية المنهج العلمي، ص ١٥ .

(٢٠) نفس المرجع، ص ١٦ .

(٢١) نفس المرجع، ص ١٧ .

(22) William Whewell : Novum Organon Renovatum (Selecte Passages From Books II and III) in William Whewell Theory of Scientific Method, Edited With on Introduction by Robert E. Butts ، backett Publishing Company ، Indianapolis / Cambridge ، P . 142 .

(٢٣) د . ماهر عبد القادر : مناهج ومشكلات العلوم (الاستقراء والعلوم الطبيعية)، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ١٩٧٩،

ص ١٥٣ – ١٥٤ .

(24) William Whewell : Whewell s Reply To Mill ، In William Whewell Theory of Scientific Method ، Edited With on Introduction by Rebort E . Butts ، backett Publishing company ، Indianapolis / Cambridge ، P . 301 .

(25) Ibid ، P . 303 .

(٢٦) أنظر الموسوعة الفلسفية المختصرة، نقلها عن الإنجليزية فؤاد كامل وجلال العشري وعبد الرشيد الصادق، راجعها وأشرف عليها وأضاف إليها شخصيات إسلامية د . زكي نجيب محمود، مكتبة الأنجلو المصرية، بدون تاريخ، ص ٤١٠ .

(27) William Whewell : Novum Organon Rwnovatum P ، 138 .

(28) Ibid ، P . 176 .

(29) William Whewell Whewell s Reply To Mill ، P .305 .

(٣٠) د . سهام النويهي : نفس المرجع، ص ١٧ – ١٨ .

(٣١) د . يمني طريف الخولي : فلسفة العلم في القرن العشرين، ص ١٤٠ .

(٣٢) نفس المرجع، ص ١٤٠ – ١٤١ .

(٣٣) نفس المرجع، ص ١٤٠ – ١٤١ .

(٣٤) د. ماهر عبد القادر : مناهج ومشكلات العلوم، ص ١٥٧.

(٣٥) نفس المرجع، ص١٥٩.

(٣٦) د. محمد عابد الجابري : مدخل إلي فلسفة العلوم – العقلانية

المعاصرة وتطور الفكر العلمي، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، الدار البيضاء، ط١٩٩٤،٣، ص ٢٨٣- ٢٨٤.

(37) William Whewell : Nouvum Organon Renovatum ,P.140.

(38) Blanche, Robert: William Whewell, in : The Encyclopedia of Philosophy ,Vol.8, ed . By Paul Edwareds, Macmillan Publishing . New York ، 1972, P.288-289 .

(39) Blanche, Robert : Ibid, P.289.

(40) Ibid, P.289.

(41) William Whewell : Novum Organon Rwnovatum P . 169.

(٤٢) د. محمد عابد الجابري : مدخل إلي فلسفة العلوم – العقلانية المعاصرة وتطور الفكر العلمي، ص ٢٨٤.

(٤٣) د. ماهر عبد القادر : مناهج ومشكلات العلوم، ص ١١٢.

(٤٤) المرجع السابق، ص١١٣- ١١٤ .

(٤٥) المرجع السابق، ص ١١٤ .

(٤٦) المرجع السابق، ص ١١٧ .

(47) William whewell : William whewell`s Reply to Mill ، P.320.

(48) Ibid ، P.321 .

(49) Ibid ، P.322 .

(50) Blake, ralph M .,J. Ducasse and Edward H. Madden: william Whewell`sPhilosophy of Scientific Discovery ، in Theories of Scientific method inRenaissance though The Nineteenth century ,university of washington press ،

U.S.a, 1960,P.200-201.

(51) OP.Cit ،P. 151 .

(52) OP.Cit ،P. 151 .

(53) OP.Cit ،P. 152 .

(54) OP.Cit ،P. 153.

(55)OP .Cit ،P . 152.

(56) OP . Cit ،P. 153 .

(٥٧) د . ماهر عبد القادر : مناهج ومشكلات العلوم، ص ١٦٦- ١٦٧ .

(58) OP . Cit ،P. 153 .

(59) OP.Cit ،P. 149.

(60) OP.Cit ،P. 134.

(٦١) أنظر : بدوي عبد الفتاح : فلسفة العلوم، دار قباء، القاهرة، ٢٠٠٠، ص ١٢٤.

(62) William Whewell : Ibid ،P 159.

(63) Ibid ،P 134.

(64) Ibid ،P 134.

(65) Ibid ،P 134.

(66) Ibid ،P .223 .

(67) Ibid ،P .223 .

(68) Ibid ،P .223 .

(69) op,cit ،P .223 .

(70) op,cit ،P .223 .

(71) Ibid ،P .223 – 224 .

(72) Ibid ،P .237.

(73) Ibid ،P . 235.

(٧٤) د . ماهر عبد القادر : مناهج ومشكلات العلوم، ص ١٧ - ١٧١ .

قائمة المراجع العربية والأجنبية

أولا : المراجع العربية

١- بدوي عبد الفتاح : فلسفة العلوم، دار قباء، القاهرة، ٢٠٠٠، ص ١٢٤.

٢- سهام النويهي : نظرية المنهج العلمي، دار البيان، القاهرة، ١٩٩٥ .

٣- عبد الفتاح الديدي : النفسانية المنطقية عند جون ستيوارت مل، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ١٩٨٥.

٤- عبد الله العمر : ظاهرة العلم الحديث – دراسة تحليلية وتاريخية، ٦عالم المعرفة عدد ٩ ذو الحجة – ذو الحجة – ١٢٠٣هـ / سبتمبر (ايلول) ١٩٨٣م.

٥- فؤاد زكريا : آفاق الفلسفة، مكتبة مصر، القاهرة، ١٩٩١ .

٦- ماهر عبد القادر : مناهج ومشكلات العلوم (الاستقراء والعلوم الطبيعية)، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ١٩٧٩ م .

٧- ماهر عبد القادر : فلسفة العلوم الطبيعية " المنطق الاستقرائي "، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ١٩٧٩م.

٨- محمد عابد الجابري : مدخل إلي فلسفة العلوم – العقلانية المعاصرة وتطور الفكر العلمي، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، الدار البيضاء، ط١٩٩٤، ٣م.

٩- محمود فهمي زيدان : الاستقراء والمنهج العلمي، دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر، الإسكندرية، ٢٠٠١م .

١٠- يمنى طريف الخولي : فلسفة العلم في القرن العشرين (الأصول – الحصاد – الأفاق المستقبلية)، عالم المعرفة، الكويت، عدد ٢٦٤، ديسمبر / كانون الأول ، ٢٠٠٠ م.

ثانيا : المراجع الأجنبية

1- Blake، ralph M .,J. Ducasse and Edward H. Madden: william Whewell`sPhilosophy of Scientific Discovery ،in Theories of Scientific method inRenaissance though The Nineteenth century ,university of washington press ، U.S.a, 1960,P.200-201.

2- J.S.Mill : A System of Logic ،rationinative and inductive ، Logmans ،959 ،P . 196 .

3- William Whewell : Whewell s Reply To Mill ،In William Whewell Theory of Scientific Method ،Edited With on Introduction by Rebort E . Butts ،backett Publishing company ،Indianapolis / Cambridge ،P . 301 .

4- ---------- : Novum Organon Renovatum (Selecte Passages From Books II and III) in William Whewell Theory of Scientific Method, Edited With on Introduction by Robert E. Butts ،backett Publishing Company ، Indianapolis / Cambridge ،P . 142 .

ثالثا : دوريات عربية

- الموسوعة الفلسفية المختصرة، نقلها عن الإنجليزية فؤاد كامل وجلال العشري وعبد الرشيد الصادق، راجعها وأشرف عليها وأضاف إليها شخصيات إسلامية د . زكي نجيب محمود، مكتبة الأنجلو المصرية، بدون تاريخ .

رابعا : دوريات أجنبية

1- Blanche, Robert: William Whewell, in : The Encyclopedia of Philosophy ,Vol.8, ed . By Paul Edwareds, Macmillan Publishing . New York ، 1972, P.288-289 .

2- E.W.Strong : William Whewell and Jhon Sturart Mill their Controversy over Scientific Knowledge، Journal of History of Ideas ، 16, 209-21.

3- Heathcote ،A . W . : William Whewell s Philosophy of Science ،British Journal Philosophy of Science ، 1953 ، 302-312 – 1954

4- Laudan,L.:William Whewell on The Consilience of Inductions,Monist55:368-369.

H.W. Becher : William Whewell and Cambridge Mathematics ، Historical Studies in the Physical Sciences,11,1981,P.3-4.