محور الدراسات الفلسفية

حولية المنتدى

مجلة حولية المنتدى Hawlyat Al-Montada

I. S. S. N. Print :1998 - 0841 I. S. S. N. onlie :2958 - 0455 Doi 10.35519 /0828

التطور المعرفي للعقل
(المنطق انموذجا)

The cognitive development of the mind
(logical reasoning as a model)

حوراء ستار جاسم
جامعة الكوفة – كلية الآداب
أ. د. رائد عبيس
جامعة الكوفة – كلية الآداب

Hawraa Star Jassim
University of Kufa-college of arts
alsadi@student.uokufa.edu.iq
Professor Dr. Raed Abbas Al-Hasnaw
University of Kufa-college of arts
Raeed.ajumaili@uokufa,edu.iq hawraas.

تاريخ الإستلام: 2025/12/5 تاريخ القبول: 2025/12/15 تاريخ النشر: 2026/6/1

Recevied: 5 / 12 / 2025 Accepted: 15 / 12 / 2025 Published: 1 / 6 / 2026

الملخص:

شهد المنطق تحولاً عميقاً من نظامه الأرسطي القائم على القياس والتصنيف إلى نظام رمزي شكلي أكثر تجريداً ودقة. قدم المنطق الأرسطي أول نموذج منهجي لتنظيم العلاقات بين المصطلحات والقياسات، لكنه ظل مرتبطاً ببنية اللغة الطبيعية. مع القرن التاسع عشر، حدث تحول نوعي مع منطق فريجه، الذي حوّل المنطق إلى لغة رياضية بحتة قائمة على الرموز، والوظائف، والكميات. اكتمل هذا التحول مع المنطق الرياضي الحديث، الذي جعل التفكير قابلاً للتحليل الشكلي الدقيق. مع صعود الحوسبة والذكاء الاصطناعي، نشأت الحاجة إلى أنظمة أكثر مرونة قادرة على التعبير عن الغموض وعدم اليقين،

مـما أدى إلى ظهـور منطـق غـير كلاسـيكي، مثـل المنطـق متعـدد القيـم، والمنطـق الضبـابي، والمنطـق الاحتـمالي.

الكلـمات المفتاحيـة: المنطـق، الـذكاء، اصطناعـي، الارسـطي، الاحتـمالات، الغائـم.

Abstract:

(Cognitive development of the mind (logic model

Logic has undergone a profound transformation from its Aristotelian system based on measurement and classification to a more abstract and precise formal symbolic system. Aristotelian logic provided the first systematic model for organizing relationships between terms and measurements, but it remained tied to the structure of natural language. With the nineteenth century, a qualitative shift occurred with Frege's logic, which transformed logic into a purely mathematical language based on symbols, functions, and quantities. This transformation was completed with modern mathematical logic, which made thinking amenable to rigorous formal analysis. With the rise of computing and artificial intelligence, the need arose for more flexible systems capable of expressing ambiguity and uncertainty, leading to the emergence of non-classical logics such as multi-valued logic, fuzzy logic, and probabilistic logic.

Keywords: Logic, Artificial Intelligence, Organon, Aristotelian Logic, Probability, Cloudy.

المقدمة:

تُعـدّ دراسـة تطـور المنطـق مـن أحـد أقـدم أشـكال الفكر الفلسـفي إلى ركيزة أساسـية للـذكاء الاصطناعـي الحديـث مدخـلاً أساسـياً لفهـم التحـولات العميقـة التـي شـهدها العقـل البـشري في تنظيـم المعرفـة وأسـاليب التفكـير. منـذ أن أرسى أرسـطو أسـس القياسـات المنطقيـة وأسـاليب التصنيـف، شـكّل المنطـق إطـاراً لتنظيـم الفكـر وفقـاً لقواعـد ثابتـة وواضحـة، موجّهـاً الفلسـفة والعلـم لقـرون. إلا أن الثـورة العلميـة والرياضيـة أعـادت تشـكيل المنطـق جذريـاً؛ فلـم يعـد مجـرد نظـام نظـري، بـل أصبـح لغـة تشـغيلية تُسـتخدم في تمثيـل المعرفـة وتصميـم الخوارزميـات وبنـاء أنظمـة قـادرة عـلى اتخـاذ القـرارات في بيئـات معقـدة وغـير مؤكـدة. إلى جانـب المنطـق الكلاسـيكي، ظهـرت أنظمـة غـير قياسـية، مثـل المنطـق الاحتـمالي والضبـابي والمنطـق الزمنـي، لتلبيـة احتياجـات العـالم الواقعـي، واسـتيعاب الغمـوض والتغيـير. تكمـن مشـكلة البحـث في اظهـار العلاقـة بـين المنطـق

والواقع أي هل المنطق انعكاس لبنية العقل ام لبنية العالم؟ يعالجها البحث من خلال مقارنة المنطق الكلاسيكي الذي يفترض ثبات القضايا واليقين بالمناطق الحديثة التي تسمح بالغموض وعدم اليقين. ينطلق هذا البحث من فرضية أن المنطق ليس بنية ثابتة مستقلة عن شروط المعرفة، ولا يعكس الواقع بشكل مباشر. بل هو أداة ذهنية تتشكل تاريخيًا وتتطور مع تطور فهم الإنسان للعالم. وأن تطور المنطق مؤشر على تطور العقل في إدراكه للواقع، وليس مجرد تقدم تقني في قواعد الاستدلال. تنبع أهمية البحث من ربطه جذور التفكير المنطقي في الفلسفة القديمة بتطبيقاته العملية في مجال الذكاء الاصطناعي، مما يُتيح فهمًا أعمق لكيفية انتقال المفاهيم الفلسفية إلى فضاء التكنولوجيا. ينطلق البحث في منهجه من التحليل التاريخي المعرفي الذي يجمع بين الدراسة التطورية لمفاهيم المنطق من أرسطو إلى العصر الرقمي، ليكشف لنا عن التحولات البنيوية التي أثرت على المنطق في مستواه النظري ووظيفته التطبيقية.

المبحث الأول (تعريف المنطق وأنواعه)

١-مفهوم المنطق: يعرف مصطلح المنطق في اللغة بأنه الكلام، نقول فلان من الناس نطق أي تكلم، وهو خاص بالإنسان وحده لذلك قيل ان الانسان حيوان ناطق لتمييزه عن باقي الكائنات لما يمتلكه من قدرة على التكلم فالمنطق يأتي من النطق وهو الكلام، أما كعلم، يقصد بالمنطق أنه علم يعصم الذهن من وقوع الخطأ في الفكر، يقال: « فلان منطقي أي عالما بالمنطق أو تفكيره صائب ومستقيم».[1]

اما المصطلح اليوناني(logos) فمعناه الكلمة ، ولقد اخذ معنى خاصا اذ شمل الدراسات المنهجية العقلية التي وضعها ارسطو الا ان المصطلح نفسه لا نجده عند المعلم الاول ، ولم ترد في كتاباته ، بل هو من وضع شراحه المشاؤون لكي يعارضوا كتابه الأورغانون مع الجدل الرواقي ، وأول من أشار الى ذلك هو (poice) اذ نجد اللفظ عند كل من أندرونيقوس الرودسي وشيشرون ،جالينوس والاسكندر الفردوسي ففي كتابهم وردت لفظة المنطق وفن المنطق والعلم المنطقي، ثم اخذ

المصطلح يدخل في لفظ العلوم جميعها ، وقد سمي في الفلسفة الاغريقية بالأورغانون اي الالة وذلك لأن ارسطو كان يرى ان تعاليمه في المنطق وبالأخص القواعد التي يجب اتباعها في القياس والبرهان تؤلف آلة مهمة للتفكير، ووسيلة ضرورية لدراسة جميع العلوم ، لذلك فان أهم مباحث ارسطو في المنطق هي التي تتعلق بالقياس وما شرحه فيها من انواع القياس ، وتمييزه بين الصحيح والفاسد، وهو قد عرف المنطق بأنه فن التفكير الصحيح ، او صورة العلم اي العلم نفسه.[٢]

ومجمل ما أطلق على علم المنطق من اسماء مختلفة في طول تاريخه نذكر منها[٣]:

١-الديالكتيك عند كل من افلاطون، وارسطو، وشيشرون، افلاطون يقصد به تحليل التصورات، وتركيبها بغاية معرفة الموجود ابتغاء إدراك المثل، وارسطو يريد به الحجاج القائم على المظنونات والاحتمالات.

٢- أورغانون، وهو العنوان الذي اعطي لمجموعة مؤلفات ارسطو في المنطق.

٣-القانون، وذلك عند الابيقوريين؛ لأنه يشتمل على قواعد المعرفة والحقيقة.

٤-طب العقل medicina mentis أطلقه شيشرون وهدفه علاج انواع الضعف الطبيعية في الذهن البشري بواسطة قواعد صورية.

٥-لوجيكية: وتعني العقل الذي عرف به هذا العلم بوجه عام، ولا نجده بالمعنى الاصطلاحي الا في مؤلفات شيشرون القرن الاول قبل الميلاد.

يبحث علم المنطق في العمليات الفكرية، وهو بذلك يتشابه مع علم النفس الا ان المنطق يختلف عن الآخر من حيث انه يستقصي الطريقة الصحيحة التي يجب ان يسلكها الفكر اي انه يهتم بالتفكير الصحيح، وكيفية سلوكه من خلال وضع القواعد، أما علم النفس فيبحث في التفكير كما هو سواء كان صحيح، أم فاسد، ويركز على الخاطئ منه أكثر لمعرفة العوامل المسببة له فهو علما نظري أما المنطق فيجمع ما بين النظري والتطبيقي، أي انه فن من الفنون، أو صناعة نظرية، وكما قال الابيقوريين فالمنطق علم قاعدي.[٤]

اما العلاقة بين المنطق والمنهجية

فهي علاقة ترابط دون تطابق. فكلاهما يخدم غرض المعرفة، لكن كل منهما يعمل على مستوى مختلف. يهتم المنطق ببنية الفكر، وتحديدًا أشكال الاستدلال وشروط صحته واتساقه. بعبارة أخرى، يُحدد المنطق كيفية صحة التفكير، بغض النظر عن مضمونه أو موضوعه. أما المنهجية، فتركز على عملية البحث نفسها، أي كيف يُنظم العقل الخطوات التي يتخذها لاكتشاف المعرفة وربطها بالواقع والتجربة. وبهذا المعنى، يُوفر المنطق الإطار المعياري الذي يُحكم التفكير ويمنع التناقض، بينما تستخدم المنهجية هذا الإطار ضمن سياق عملي محدد تحدده طبيعة الموضوع قيد الدراسة. لا تقتصر المنهجية على النظر في صحة الاستدلال فحسب، بل تبحث أيضًا في مدى ملاءمته وفعاليته في إنتاج معرفة جديدة. لذلك، قد يكون الاستدلال سليمًا منطقيًا ولكنه غير مُنتج منهجيًا، كما في القياس الأرسطي لبيكون، أو قد يكون مُثمرًا منهجيًا، مُوسعًا للمنطق نفسه، كما في الاستقراء الحديث.

تكشف هذه العلاقة أن المنطق يسبق المنهجية من حيث التقييم، بينما تسبق المنهجية المنطق من حيث التطبيق. يختبر المنطق سلامة الفكر، بينما توجه المنهجية هذا الفكر نحو هدف معرفي محدد. لذا، فإن العلاقة بينهما ليست علاقة فصل، بل علاقة تكامل، حيث يُعد المنطق شرطًا أساسيًا لإمكانية وجود المنهجية، وتمنح المنهجية المنطق فعاليته في مجال المعرفة.

ويجب الإشارة الى ان الالتباس الذي بينهما ينشأ من الخلط بين قواعد الاستدلال السليم وأساليب إنتاج المعرفة. يتناول المنطق مسألة: هل الاستدلال صحيح أم خاطئ؟ أما المنهجية، فتتناول مسألة مختلفة: كيف نبحث؟ كيف نصل إلى معرفة جديدة؟ مع ذلك، فإن استخدامهما المشترك لأدوات مثل الاستنباط والقياس والاستقراء يُشوش الخط الفاصل بينهما لدى كثير من الباحثين. يتفاقم الأمر عندما يُنظر إلى المنطق على أنه سبيل مباشر لاكتشاف المعرفة، كما كان الحال مع المنطق الأرسطي، أو عندما تُقدم المنهجية كبديل للمنطق، كما في بعض تفسيرات بيكون. في الواقع، لا يُنتج المنطق المعرفة من

تلقاء نفسه، بل يُقيّم صحة ما يُنتجه العقل. مع ذلك، لا يُمكن للمنهجية الاستغناء عن المنطق، لأنه بدون قواعد عقلانية، يصبح البحث عشوائيًا وغير مُنضبط. يظهر الالتباس أيضًا في استخدام مصطلح «المنطق» للدلالة على كل تفكير مُنظم. تُسمى المناهج العلمية «المناهج المنطقية»، مع أنها ليست منطقًا بالمعنى الرسمي الدقيق، بل هي مناهج بحث تستخدم أدوات منطقية ضمن إطار تجريبي أو تحليلي. وهكذا، تبدو المنهجية تطبيقًا للمنطق، ويبدو المنطق منهجية عامة، والفرق بينهما يكمن في المستوى لا في الغاية.

ولتوضيح الأمر بشكل قاطع، يعمل المنطق على مستوى التقييم والتوحيد، بينما تعمل المنهجية على مستوى الإجراءات والاكتشاف. إذا اختلط هذان المستويان، يبدو المنطق عاجزًا عن إنتاج المعرفة، وتبدو المنهجية مفتقرة إلى الضبط المنطقي. أما إذا فُصلا مع الحفاظ على تكاملهما، يزول الالتباس، ويتضح أن المنطق يحكم التفكير، والمنهجية توجه مساره.

٢-أنواع المنطق: وهو ينقسم الى نوعين، الاول هو المنطق الصوري والذي يقصد به النظر في التصورات، والقضايا، والقياسات، من حيث صورتها لا مادتها، يطلق على منطق ارسطو أو على المنطق القياسي بوجه عام ومن اقسامه هو المنطق الرمزي أو ما يسمى بالرياضي، وجبر المنطق، والمنطق اللوغاريتمي الذي يعبر عن قوانين المنطق بالرموز والاشارات لا بالألفاظ والعبارات. اما النوع الثاني فهو المنطق العام الذي يراد به البحث عن طرق الانتقال الفكري لمعرفة أي طريق منها يوصل الى الحقيقة، وأي منها يصل الى الخطأ ولا يقتصر على دراسة الصور التي تتألف منها البراهين، بل يدرس المواد التي يتم بها تأليفها واوضح طرق هذا المنطق المادي، هو الملاحظة، والفرضية، والتجربة، والاستقراء، وطرق البحث العلمي.[٥]

إن هذين النوعين من المنطق يبحثان إذن من الشروط المؤدية إلى الحقيقة، فهما على الرغم من اختلافها الظاهر، الا إنهما يرميان إلى غاية واحدة، والفكر محتاج إليها معا، لأنه لا يكفي للوصول إلى الحقيقة، ان يكون الفكر متفقاً مع نفسه، بل أن تكون أحكامه

متفقة مع الأشياء الخارجية التي يريد معرفتها أيضا. وقد جمع الفيلسوف (رابيه) هذه الصفات في قوله: إن المنطق هو العلم المشتمل على شروط اتفاق الفكر مع نفسه، وشروط اتفاقه مع الأشياء الخارجية، وهي الشروط الضرورية والكافية للوصول إلى الحقيقة.[٦]

أما المنطق الصوري، فهو ناشئٌ عن طبيعة الفكر عمومًا، ومُنتجٌ بحكم الأشكال (vie formae) بغض النظر عن محتواها، ويدرس «القوانين الضرورية للفكر»، أي القواعد التي لا يجب أن يكون الفكر حرًا منها. ولا تعني كلمة «الضرورة» أنها مُلزمة لوجود الفكر، أي شرطٌ لوجوده، بل تعني أنها تُنشئ مفاهيم مترابطة من دون تناقض، وتبني أحكامًا واستنتاجاتٍ صحيحةً منها. إنه علم «الممكن» إذ ينطلق من مفاهيم خالية من التناقض. ومثل الرياضيات، يعمل المنطق الصوري بالتدوين المُجرد؛ فهو يُستبدل بالأشياء شديدة التعقيد التي لا تصلح أن تكون موضوعًا للعلم، ليس بعلاقاتها الكمية القابلة للقياس، بل بمفهومٍ نوعي.[٧]

يدرس ثلاث من المباحث من حيث اتفاق الفكر مع نفسه وهدفه من هذا معرفة قوانين الفكر الصحيحة، بل وتطبيق هذه القوانين، فأصبح يمثل اساس العلوم لما يمثله من دور في وضع القواعد التي يعمل بها الفكر وايضاح اماكن الخطأ التي يقع بها الفكر، اما هذه المباحث فهي تتمثل بالآتي[٨]:

١- مبحث التصورات اي حصول صورة الشيء في العقل، وهو على عكس التصديق، يدرس فيه الالفاظ، وانواعها، ودلالتها، ثم الحد، والتعريف الذي يمثل وسيلة لإيضاح معاني الاشياء.

٢ - مبحث التصديقات، وهو تصور مصاحب للحكم، يدرس فيه القضايا، وأنواعها، وأحكامها.

٣- مبحث القياس، يدرس فيه الحجج والبراهين.

وأما المنطق غير الصوري فهو يستخدم المنطق لتحديد الحجج وتحليلها وتقييمها، كما تظهر في المحادثات العادية وغيرها من السياقات. هدفه هو إيجاد طرق لتحليل وتقييم التفكير العادي كجزء من التعليم العام. يمكن أن يوجه تفكير الناس ويدفع المناقشات إلى الأمام. من هذا المنظور، تتقارب

اهتمامات المنطق غير الصوري مع اهتمامات حركة التفكير النقدي التي تهدف إلى تطوير نموذج تعليمي، يركز بشكل أكبر على التساؤل النقدي ويؤدي إلى فهم العلاقة بين اللغة والمنطق. لم يصبح المنطق غير الصوري فرعًا بحثيًا مستقلاً حتى أواخر سبعينيات القرن الماضي، مع العمل الفردي والمشترك لرالف جونسون وأنتوني بلير في نشر مجلة المنطق غير الرسمي. على الرغم من مرور أكثر من ربع قرن على نشأته، إلا أنه لا يزال في مراحله الأولى.[٩]

في البداية، ركّز المنطق غير الصوري على دراسة المغالطات. وكان التعريف التقليدي للمغالطات هو تلك الأنواع من الحجج غير الصحيحة التي تفترض مظهر الحجج الصحيحة. ولعلّه من الأدقّ القول إنها أنواع شائعة من الحجج غير الصحيحة التي يمكن اكتشافها في عملية تقييم الاستدلال غير الصوري. وقد مثّل العديد من الفلاسفة منطق المغالطات، مثل أفلاطون، وأرسطو، وجون لوك، وشوبنهاور، وجون ستيوارت ميل، وجيرمي بنثام. ولا تزال دراسة المغالطات تثير اهتمام العديد من علماء المنطق اليوم، على الرغم من أن هذا الاهتمام بدأ يتضاءل إلى حد ما مع تطور المنطق غير الصوري وتوسّعه.[١٠]

لقد ظهر المنطق لأول مرة داخل اطار فن الخطابة بكونها نظرية البلاغة ، وقد كانت بداياته كذلك سواء في الهند ، والصين القديمتين ، أو في اليونان القديمة، أو روما، أو روسيا ، فلقد كان اليونان ، والهنود القدامى أول من اسس نظريات منطقية ، اذا كان منطق ارسطو قد تمثله اوروبا الغربية ، والشرقية ، والشرق الاوسط ، فيما بعد فان المنطق الهندي ، قد انتشر في الصين ، واليابان ، واندونيسيا، بل ان الكتاب الاول في المنطق كان يسمى طوبيقا ويعني البلاغة - هي احد أجزاء الخطابة - للمعلم الاول ارسطو ابتداء منه درس المنطق ومشكلاته في صلتها بنظرية الخطابة ، وكذلك في روما حيث كان المنطق متصل بالخطابة ، وفي روسيا كان اول نسق منطقي عن نظرية الخطابة معروضة للومولوسوف ، بالنتيجة فقد كان المنطق يستخدم للتأثير على النفوس، ثم ترك هذا المفهوم ليلعب دورا مهما للفكر يؤدي الى الحقيقة.[١١]

قبل أن يضع أرسطو أسس المنطق بطريقة منهجية ومحددة، وُجدت أشكالٌ من التفكير المنطقي، بدءًا من الممارسات الشعبية والتقليدية، وصولًا إلى تلك المعروفة في مختلف الحضارات. في العصور القديمة، قبل أرسطو، استخدم الناس أساليب فكرية قائمة على الحكمة الشعبية، والخبرة المتراكمة، وأحكامًا مبنية على الحدس، أو التجربة المباشرة، في محاولة لفهم الظواهر منطقيًا بطريقة غير منظمة أو بناءً على قواعد دقيقة. في الحضارات القديمة كمصر، وبابل، استُخدمت أنظمة حسابية بسيطة وقواعد منطقية للحسابات، أو في تفسير الأحلام، والرموز، وكانت تُشبه نوعًا من التفكير المنطقي البدائي. بين اليونانيين، بدأت تظهر محاولات بين الفلاسفة الأوائل لوصف علاقات الفكر وأساليب الإثبات. على سبيل المثال، استخدم الفلاسفة الطبيعيون التفكير العقلاني لكنهم لم يُميزوا بين الفلسفة، والمنطق.

واستخدم كلٌ من السفسطائيين وأفلاطون الديالكتيك. اهتم سقراط أيضًا بالتعريف، وهذا واضح عند أرسطو الذي تعمق في مفهومه ووضع أساسًا له. في المقابل، سعى سقراط إلى تعريفات عامة، هدفها الوصول إلى جوهر الأشياء. لم يُرسِ نظامًا منطقيًا، بل استخدم الحوار التوليدي لتحفيز التفكير، وكشف التناقضات. وهكذا، انصبّ التركيز على التفكير النقدي والحوار، ولكن لم يكن هناك نظام منطقي واضح أو منهجي تمامًا. تطور المنطق تطورًا ملحوظًا مع أرسطو، الذي وضع القواعد الأساسية للمنطق الصوري، وقواعد القياس المنطقي، والجدل. عرّف أصول التفكير الصحيح، ووضع الأسس التي بُنيت عليها علوم المنطق لاحقًا.

المبحث الثاني (تطور المنطق)

١-المنطق اليوناني:

أ- ارسطو: يمثل ارسطو الفيلسوف اليوناني (٣٨٤-٣٢٢ قبل الميلاد) مؤسس لعلم المنطق، حيث اسس لهذا العلم ووضع قوانين الفكر، الا انه لم يطلق عليه اسم المنطق فهذا المصطلح قد عرف عند ترجمة كتبه الى العربية، بل أطلق عليه اسم التحليلات التي تمثل مجموعة من مباحثه في هذا العلم عالجها في ثمانية كتب مرتبة كالاتي[١٢]:

١-كتاب المقولات، أي الاجناس العالية من المعاني الكلية التي ينتهي اليها التجريد مثل: الجوهر، والكم، والكيف، والاضافة، والزمان، والمكان.

٢-كتاب العبارة الذي يبحث في القضايا، واصنافها، ويبين كيف تكون إحدى القضيتين المتناقضتين احداهما صادقة والأخرى كاذبه.

٣-التحليلات الاولى، وهو يبحث في القياس الذي يرجع الى لزوم النتيجة عن مقدمتين ويقوم على إدراك الذهن للعلاقة التي بين المقدمتين.

٤-التحليلات الثانية، وهو يبحث في البرهان اي القياس الذي ينتج اليقين وهنا يتكلم ارسطو بماهية العلم وشروط المعرفة.

٥-الجدل وهو ايضا نوع من القياس يستند الى مقدمات محتملة وليست غايته الوصول الى الحقيقة انما افحام الخصم.

٦-السفسطة وهي قياس في الظاهر فقط تخالف الحقيقة ويراد بها مغالطة المناظر.

٧-الخطابة الذي يبحث في طريقة ترغيب الجمهور وحمله على ما يراد منه.

٨-الشعر وهو يبحث في اساليب الكلام التي يستخدم فيها التمثيل والتشبيه.

ولقد سمي علم المنطق الارسطي بالمنطق الصوري ؛ لأنه يبحث في قوانين الفكر بصرف النظر عن مادة التفكير أي موضوع البحث ، لكن هذا لا يعني ان المنطق عنده كان صوريا بحتا ، فعلى الرغم من ان الجزء الاكبر منه كان يخص الجانب الشكلي، الا انه اهتم بالجانب المادي ايضاً ، لقد وضع نوعين من المنطق الاول كان يختص بقوانين الفكر فقط بحثها فالقياس ، وهذا المنطق الصغير نجده في كتابه التحليلات الاولى ، اما الثاني فلقد اهتم فيه بمناهج البحث ودراسة عمليات العقل اطلق عليه المنطق الكبير ، وهذا نجده في كتاب التحليلات الثانية التي تكلم فيها عن القياس مطبقا على البرهان. وبالإضافة الى تقسيمه هذا فنستطيع ان نجد اهتمامه بالجانب المادي ايضا في كتابه التحليلات الاولى على الرغم من انه مخصص للجانب الصوري، بالنتيجة فان المنطق الارسطي هو صوري ومادي.[١٣]

ويتضح سبب اعتبار أرسطو للمنطق شكليًا وماديًا في آن واحد من

خلال معرفة مصادر هذا المنطق عند أرسطو ، أو من خلال معرفة تطور الدراسات المنطقية العقلانية قبله ومن الثابت أن المنطق تطور لديه من أشكال: (١) الرياضيات اليونانية - نشأتها مع فيثاغورس، وتطورها مع أفلاطون ثم تأثيرها على أرسطو (٢) الجدلية الايلي، نشأتها مع بارمنيدس وتطورها مع زينون في حججه الشهيرة (٣) الجدلية عند السفسطائيين (٤) الجدلية السفسطائية وأثرها في تأسيس فلسفة التصور عند سقراط (٥) الفلسفة المفاهيمية عند سقراط (٦) الجدلية الأفلاطوني .[١٤]

اذن لم يُهمل أرسطو هذا النوع من الاعتبارات كما يتهمونه به، وكل ما في الأمر أنه لم يجمعه في كتاب واحد. وقد ذكرنا قوله إن لكل موضوع نوعاً من البراهين أو الأدلة التي تناسبه، وكتابه «التحليلات الثانية» هو منطق العلوم المجردة، وفي بداية كل علم له حديث عن منهج ذلك العلم. أما قوانين الاستقراء فقد عُرفت، فمن المعروف أنه إذا ثبت السبب ثبت المعلول، وإذا رُفع رُفع، وإذا عُدل عدل. باختصار، لا نرى في أي من أبحاث ستيوارت ميل في المنطق الاستقرائي إلا أن في كتب أرسطو ما يُقابله أو مبادئ تُستعمل في معالجته.[١٥]

هذه الصياغة في المنطق الأرسطي، والتي تعني شكل الكلام دون مضمونه ومعناه، وجدت تطبيقين: أحدهما في الرياضيات والآخر في الكلمات أو العبارات اللفظية التي نستخدمها للتعبير عن عملية التفكير. يتأرجح المنطق دائمًا بين هذين المجالين، وإن كان المجال الثاني هو صانع الفخاخ التي تتربص بالمنطق بسبب غموض الكلمات أو قلة المعرفة بالأشياء. تُسمى هذه الفخاخ بالمفارقات، ولعل مفارقة أخيل والسلحفاة إحداها.[١٦]

ويتناول كتاب التحليلات الجزء الثاني هذا الجانب من مشكلة المعرفة، وهو وثيق الصلة بالقياسات البرهانية أكثر من سائر القياسات. في بداية هذا الكتاب، يذكر أرسطو أن جميع جوانب التعليم والتعلم، عن طريق القياس أو الاستنباط، تنبع من نوع من المعرفة المكتسبة في النفس. وهذه المعرفة المكتسبة نوعان: معرفة وجود الشيء، ومعرفة معنى الألفاظ المستخدمة في علم معين. وفي بعض الأحيان، لا يكفي

الإلمام بأحد هذين العنصرين، بل يشترط معرفة كليهما.[١٧]

ب- الرواقيون: بعد عصر أرسطو بفترة وجيزة، درس بعض فلاسفة المدرسة الرواقية هذه الاستنتاجات، وطوروا نظامًا منطقيًا قادرًا على معالجتها إلى حد ما. ولأن الرواقيين كانوا يُنظر إليهم غالبًا على أنهم خصوم لأرسطو، ولأن أرسطو كان يُعتبر على نطاق واسع رجلًا حكيمًا، ساد اعتقاد سائد بأن منطق الرواقيين خاطئ، مما أدى إلى إهماله. في الواقع، لا تتعارض هاتان المدرستان الفكريتان، بل تتكاملان، إذ أدرك المنطقيون اللاحقون ضرورة دعم المنطق الأرسطي بالمنطق الرواقي الافتراضي، والعكس صحيح.[١٨] قسّم الرواقيون الفلسفة إلى ثلاثة فروع: المنطق، والعلوم الطبيعية، والأخلاق. بالنسبة لهم، يُمثّل المنطق الحكم الدقيق على الأشياء وتحرير العقل من الخطأ. انقسم الرواقيون حول طبيعة النظام المناسب لدراسة هذه الفروع الفلسفية. اعتقد البعض (مثل كريسيبي) أن المنطق يجب أن يأتي أولاً، بينما رأى آخرون (مثل إبكتيتوس) أن المنطق هو الهدف النهائي للتعلم الفلسفي، معتقدين أن دراسته تُقوّي وتُعمّق المعرفة المكتسبة من دراسة الفرعين الآخرين. وأخيرًا، جادل آخرون بأن المنطق، والعلوم الطبيعية، والأخلاق مترابطة داخليًا، وبالتالي يجب دراستها في وقت واحد. كان الرواقيون من أوائل من استخدموا مصطلح المنطق للإشارة إلى علم فلسفي محدد. في الواقع، لقد فهموه على نطاق أوسع مما استُخدم منذ ذلك الحين.

لقد أدرجوا اللاهوت ضمن المنطق، مشيرين إلى أن الكلمات والجمل هي العلامات، بينما المفاهيم والأحكام والاستدلالات هي تلك التي تُشار إليها بهذه العلامات.

وبحسب مذهبهم، يجب على المنطق أن يدرس في الوقت نفسه العلامات اللفظية والمفاهيم التي تدل عليها، وقد قسم الرواقيون المنطق إلى جدل وخطابة (بلاغة)، والجدل نفسه قسم إلى نظرية الامارات الشفوية (قواعد اللغة) وإلى نظرية المفاهيم المدلولة بها (نظرية المعرفة والمنطق في اتجاه محدود).[١٩]

لكن يجب الاشارة الى أن المصطلح المُطلق على منطق الرواقيين، بالمعنى الدقيق للكلمة، خاطئٌ على

نحوٍ مُضاعف. أولًا: لأن ما نُسميه منطقهم، كان الرواقيون يُسمونه جدليًا، لأن كلمة «منطق» عندهم كانت تُشير، بمعناها الأوسع، إلى كل ما يتعلق باللغة (adios)، بما في ذلك البلاغة والنحو. ثانيًا: لأن هذا المنطق أو الجدل، الذي نُسميه رواقيًا، استمد الرواقيون جزئه الرئيسي من مدرسة فلسفية سابقة، ازدهرت في عصر أرسطو وعارضتها كمدرسة مُنافسة، وهي الميغاريون. لذا، سيكون من العدل تسمية هذا المنطق بالميغارية-الرواقية. صحيح أنه لم يتطور بشكل كامل حتى عهد خريسيبس، ولكنه استند إلى الأسس التي أرساها، فمقابل كل رواقي كان هناك اثنان أو ثلاثة: ديودوروس، وفيلو، وإيوبوليدس.[٢٠]

لقد ساهم الرواقيون في حساب القضايا وسبق ان أشرنا الى انهم تتلمذوا للمغاريين وجعل الطرفان الجدل الايلي نقطه بداية بحثه، لكن المدرسة الميغارية لم تعمر طويلا بينما الرواقية، قد ازدهرت وطورت ابحاث الميغاريين في الشرطيات وزادوا عليها كما انهم قدموا بحثا اوفى من الميغاريين في القضية المركبة، وتناولوا انواع من القضايا المركبة الى جانب القضية الشرطية المتصلة التي عنى بها فيلون واقتصر على أحد انواعها، وهي القضية الشرطية المتصلة، لقد قبل الرواقيون قاعدة فيلون لصدق قضيته لكن اضافوا الكثير عليها.[٢١] شرع بروشارد في إثبات أن الرواقيين لم ينفصلوا قط عن منطق أرسطو، بل صاغوا منطقًا أصيلًا، وأن الخلاف بين المنطقين يعكس الخلاف بين الفلسفتين. كان منطق أرسطو متسقًا مع فلسفة المادة والجوهر؛ لذا كان منطق المفهوم/التصور.

أما الرواقيون، فكانوا اسميين؛ فبالنسبة لهم، لم تكن هناك أنواع أو جواهر، وكانت التصنيفات مصطنعة. ما يميز الكائن ليس اشتراكه في جوهر مشترك مع الكائنات الأخرى ويسمح بتصنيفها في فئة طبيعية، بل صفته الفردية والملموسة. ولهذا السبب، لا يوجد فردان متماثلان أبدًا، ولهذا السبب، لا يقوم التعريف على تمييز محدد، بل على تعداد الخصائص. تتناول الفكرة الفرد، لا على تنظيم الأجناس والأنواع. علاوة على ذلك، فهي لا تتناول الجواهر، أو الكائنات الموجودة والطارئة، أو الأحداث. ما تُعبّر عنه مُقدّماتنا ليس ارتباطًا بين مفهومين، أو فكرتين أخلاقيتين،

كأن يموت شخص، بل حقائق تقع في الزمن، كأن يمشي ديون، أو هي روابط بين حقائق، كأن يكون هناك نهار، أو أن من جُرح في قلبه سيموت. منطق الرواقيين مُنسجم تمامًا مع هذه الفلسفة، ولهذا السبب لم يكتفوا باستعارة منطق المشائين.

إن التمييز بين المنطق الرواقي والأرسطي واضح للغاية في نظرية التعريف. لا يتناول الرواقيون مسألة الجنس، أو النوع، أو الجوهر. بالنسبة لهم، التعريف هو تعداد للخصائص الكامنة في شيء ما. وفقًا لكريسوستوم، فهو تعداد مرهق للخاص. بالنسبة للرواقيين، لا يشير التعريف إلى الميزات التي تشكل النوع، بل يعدد الميزات بشكل عام. وذلك لأن الاسم يُعبر عنه بالعدد، بينما يُعبر عن التعريف بتقسيم أكثر تفصيلاً. على سبيل المثال، يقدم الرواقيون التعريف التالي للإنسان: الإنسان حيوان عاقل وفاني، موهوب بالفكر وقادر على المعرفة. تتخذ نظرية الرواقيين في التقسيم المنطقي سمة الاسمية، وكذلك نظرية التعريف. يعترف الرواقيون باختلافات كبيرة في أساليب التقسيم المنطقي، دون الاعتراف بـ.. كما يختلف الرواقيون مع أرسطو في مسألة الفئات. يرى برانتل وبروكارد أن الاختلاف الجوهري بين فهم الرواقيين وأرسطو للمقولات يكمن في أن الرواقيين يدرسون المقولات من منظور اسمي، دون اعتبارها أجناسًا للوجود. وعلى عكس أرسطو، فإنهم يبنون نظريتهم في المقولات على مبدأ التبعية لا على مبدأ الارتباط.[٢٢] كما أنكر الرواقيون ادعاء أفلاطون بأن هذه الإدراكات الكونية - أو بعبارة أخرى، أسماء الأجناس، كالإنسان والحصان والشجرة - هي صورٌ لحقائق ميتافيزيقية موجودة بالفعل خارج حدود عقولنا. هذه الإدراكات الكونية ليست سوى أفكارٍ في أذهاننا استخلصناها من تفاصيل حياتنا. جمعنا كل مجموعة من أوجه التشابه في جنس واحد وأطلقنا عليها اسمًا مشتركًا. هذا الاسم المشترك لا معنى له خارج أرواحنا.[٢٣]

أما عن أبيقور فقد وسع نطاق منطق ديمقريطس الذي اختلف عن منطق أرسطو والرواقيين. لم يُفسح منطقه مجالاً لنظرية الأجناس والأنواع، أو التعريفات، أو التقسيم

المنطقي للمفاهيم. بالنسبة لأبيقور، تُعرّف الاسمية الأسماء بصفاتها، وكذلك الأسماء التي تُشير إليها. يتطلب نظامه الفلسفي، بطبيعة الحال، عدة تعريفات وتقسيمات منطقية، لكن لها خصائص مختلفة عن تلك التي ميّزت أرسطو.[٢٤]

٢-الأورغانون الجديد:

أ- فرانسيس بيكون: وفي أواخر القرن السادس عشر، تمكّن غاليليو، من خلال ملاحظاته وتجاربه، من إثبات خطأ العديد من آراء أرسطو وأحكامه. ودعا معاصره، فرانسيس بيكون، إلى التخلي عن منطق أرسطو واستبداله بمنهج جديد في البحث العلمي. ولذلك، أطلق على كتابه الأساسي «الأورغانون الجديد». في الواقع، اقتصر المنطق الصوري، كما صاغه أرسطو، على بيان القواعد والقوانين التي يجب على العقل اتباعها لتجنب التناقض عند استنباط الأحكام من بعضها البعض. ومع ذلك، لا يكفي للمعرفة أن تتوافق الأفكار؛ بل يجب أن تتوافق هذه الأفكار، التي تُعبّر عن الأشياء والأحداث، مع الواقع. أثبت بيكون أن العلوم التجريبية لا تستطيع الكشف عن الأسباب الفاعلة التي تُسبب الأحداث. أما الأسباب الغائية، فلا جدوى من البحث عنها. فالعقل وحده هو القادر على فهم العلاقات بين الأحداث - أي كيفية وقوعها وقوانينها. كان هدف بيكون هو دراسة أساليب الاستقراء التي تُؤدي إلى معرفة القوانين.[٢٥]

في القسم الأول من كتابه «الأورغانون الجديد»، يعرض بيكون موقفه النقدي من المنطق الأرسطي، كاشفًا عن عيوبه. ويرى أن هذا العمل محاولة جادة للتمييز بين العلم وغير العلم، كاشفًا بذلك عن مجموعة من العوائق المعرفية التي تعترض تطور العلم. ومن هذه العوائق القياس الأرسطي، إذ يتألف من مقدمتين ونتيجة، لا تعبر عن حقائق مرتبطة بعالم التجربة، ولا عن النتيجة نفسها. كما أن هذا المنطق لا يهتم بصحة المقدمات أو خطئها من حيث المحتوى، بل بالصحة الشكلية لاستنتاج النتيجة من المقدمات.

كل استدلال، حتى لو كان صحيحًا من وجهة نظر شكلية بحتة، هو عملية عقيمة، إذ لا يُقدم شيئًا جديدًا؛ لأن نتائجه موجودة بالفعل

في المقدمات. لذلك، فهو لا يُثبت ويدعم سوى أفكار موجودة مسبقًا، قد تكون خاطئة تمامًا، لكنها لا تُسهم أبدًا في اكتشاف الحقيقة. الاستدلال ليس سوى وسيلة لإقناع الخصم وإخضاعه بالحجج اللفظية. مع ذلك، فإن هدف العلم ليس إخضاع الخصوم، بل إخضاع الطبيعة. أقصى ما يُمكن الاستفادة منه من الاستدلال هو استخدامه لنشر الحقائق وإقناع الناس بها، لا لاكتشاف حقائق جديدة.[٢٦]

يمكن تلخيص انتقاد أرسطو في النقاط التالية[٢٧]:

أ- المقصود بالمنطق هو تطوير المنهج الصحيح لاكتشاف قوانين العالم الطبيعي للتمكن من فهم ذلك العالم، إلا أن القياس الأرسطي لا يهتم بعالمنا الطبيعي، فهو استدلال صوري لا يعنيه إلا هو. صحة الانتقال من المقدمات إلى النتائج الضرورية، سواء كانت تلك المقدمات صادقة من حيث الواقع أم خاطئة.

ب- القياس الأرسطي ينطلق من أفكار جزئية ملموسة، ويجعلها أفكارًا عامة، ويفترض أنها مقدمات صادقة وحقائق ضرورية، إلا أن هذه المقدمات تتضمن أفكارًا مشتركة قد تكون خاطئة في كثير من الأحيان، ويكون ضررها أكثر من نفعها.

ج- إذا افترضنا أن مقدمات القياس الأرسطي مطابقة للواقع، وإذا افترضنا أن انتقالنا إلى النتيجة صحيح ودقيق، فالنتيجة باطلة، أي أنها لا تحتوي على جديد مما أثبتناه سابقًا في المقدمات، بل ينبغي أن يكون من المعقول أن يدفعنا إلى نتائج جديدة. مضيعة للوقت.

يشير بيكون في كتابه الأورغانون الجديد الى اربعه اوهام يجب على الفكر الانساني التخلص منها وهي[٢٨]:

١-اوهام الجنس او القبيلة: تتعلق هذه الاوهام بالطبيعة البشرية وتشمل البشر جميعا، كاستخدام حواسنا مقياس للأشياء.

٢- اوهام الكهف: اي اوهام الفكر نفسه فكل فرد له تكوين جبلي خاص به، والمقصود بالكهف هنا هو كهف الفردانية.

٣-أوهام السوق: وهي الاوهام التي تأتي من خلال تواصل الناس وتنشأ عن اللغة وتتسلل الى الذهن من خلال تداعيات الالفاظ والاسماء.

٤- أوهام المسرح: هي الاوهام التي يكتسبها العقل من النظريات

والمذاهب نتيجة الاخذ بآراء القدماء.

بعد أن انتهى «الأورغانون الجديد» من نقد المنطق القديم، وبيان الأوهام الأربعة التي تعيق البحث العلمي، ينتقل إلى الجانب الإيجابي للمنهج التجريبي الجديد، ويذكر على وجه الخصوص ثلاث نقاط رئيسية تُصوّر نظريته في المنهج الاستقرائي[٢٩]:

أ. تصنيفه للملاحظات والتجارب، والذي يُسمّيه القوائم الثلاث.

ب. إصراره على نفي الفرضيات. منهجه في التحقق من صحة القانون العام الذي يتوصل إليه بعد جمع الملاحظات وتأكيدها، والذي يُسمّيه منهج الرفض أو الاستبعاد.

في كتابه للاورغانون يعرض بيكون قواعد منهجه التجريبي التي أطلق عليها مصطلح (صيد بان) وهو إله الصيد عند الاغريق يقسم هذا الجانب من منهجه لقسمين: المرحلة الاولى، اجراء التجارب أذ تحدث بيكون عن أنواع التجريب ودرجاته، كتنويع التجربة، وتكرارها، وغيرها. أما المرحلة الثانية فهي مرحلة تسجيل نتائج التجريب في قوائم تصنيف. والقوائم من السمات المميزة لمنهج بيكون، وقد أكد عليها ليتمكن العقل من تصنيف الحقائق التجريبية وتنظيمها حسب درجاتها، وتحديد الأمثلة السلبية. وهكذا، يتمكن العقل من القيام بعمله واستخلاص نتائج التجريب، وفقًا لما توفره له تلك القوائم. وهناك ثلاثة منها، قائمة الحضور والاثبات، قائمة الغياب او النفي، قائمة التفاوت في الدرجة.[٣٠]

بالنسبة لفرانسيس، يُمثل المنطق الجديد تجديدًا للمناهج التقليدية في التفكير والتحليل العلمي. ويُشدد على ضرورة الاعتماد على التجربة والملاحظة كمصدر أساسي للمعرفة، مُتجنبًا الإفراط في الاعتماد على التقاليد القديمة التي قد لا تكون موثوقة. ويرى بيكون أن المنطق الجديد وسيلة مُنظمة ومنهجية لدراسة الواقع، حيث تُجمع البيانات وتُنظم وتُحلل بشكل منهجي لاستخلاص قوانين عامة. ويُشدد على أهمية التجريب والتكرار، وأن العلم الحقيقي ينمو من خلال التكرار المُستمر للملاحظات والخطوات التجريبية التي تُؤدي إلى استنتاجات حاسمة. كما يتجنب منطقه الجديد الأفكار المُسبقة، مُشددًا على ضرورة

التخلص من التي قد تُعيق الوصول إلى الحقيقة. ومن خلال هذا المنطق الجديد، يهدف بيكون إلى إرساء منهج علمي قائم على خطوات واضحة ومنهجية تهدف إلى الوصول إلى معرفة دقيقة وموثوقة وتلعب هذه المبادئ دوراً هاماً في تقدم العلوم وتطوير أساليب البحث العلمي التي تتجاوز العوائق التقليدية وتعتمد على الواقع والتجربة كأساس للمعرفة.

رفض بيكون مرحلة تكوين الفرضيات، وهي خطوة أساسية في المنهج الاستقرائي تتبع الملاحظة وتسبق صياغة القوانين. ورأى أن مجرد جمع الحقائق والتجارب في قوائمه الثلاث كافٍ للوصول إلى القوانين. وأطلق على الفرضيات اسم «استباق الطبيعة»، أي التعبير عن آراء غير تجريبية يُفترض أنها تفسر الحقائق والتجارب المعروضة علينا. لم يكن بيكون مدركًا لقيمة مرحلة تكوين الفرضيات وأهميتها في صياغة أي قانون علمي. ولعل بيكون أعلن رفضه للفرضيات تحسبًا للتعميمات المتسرعة أو التعبير عن آراء لا يمكن اختبارها بالتجربة.[٣١]

اهم نقطه في منهج بيكون والذي يأخذ الصدارة في بحثه هو منهج الرفض والاستبعاد وهو يقصد به معنيين، الاول هو أن نرفض القانون العام الذي وصل إلينا والذي دعمته الملاحظات السابقة عندما تظهر لنا ملاحظة أو حالة جزئية تتعارض مع القانون. ثم نسميها حالة سلبية، بغض النظر عن عدد الحالات الداعمة الإيجابية. ثانياً، يمكننا دعم القانون العام وتأكيده بإثبات أن جميع القوانين أو النظريات التي تتعارض معه أو تتنافس معه غير صالحة.[٣٢]

يجب الإشارة هنا الى ان كتاب «الأورغانون» لبيكون ونقده لأورغانون أرسطو، في جوهرهما، نقدًا منهجيًا قبل أن يكون نقدًا منطقيًا، على الرغم من استنادهما إلى أساس منطقي واضح. لم يكن هدف بيكون هدم المنطق كعلم للاستدلال الصحيح، بل رأى أن المنطق الأرسطي، ولا سيما القياسات المنطقية، عاجز عن توجيه العقل في اكتشاف الطبيعة وإنتاج معرفة جديدة. يُميّز بيكون ضمنيًا بين منطق يختبر صحة الأفكار بعد تكوينها، ومنهج يُوجّه العقل في عملية تكوين المعرفة نفسها. ففي

رأيه، تفترض القياسات المنطقية الأرسطية مقدمات عامة ثم تستنتج منها نتائج، لكنها لا تُعلّم العقل كيفية الوصول إلى تلك المقدمات من الواقع. ومن هنا جاء مشروعه في «الأورغانون الجديد» كمنهج استقرائي قائم على الملاحظة والتجريب المنهجيين، لا على الاستدلال الصوري.

لذا، لا يستهدف نقد بيكون المنطق كمعيار للصحة والاتساق، بل يهدف إلى تحويله إلى الأداة الوحيدة للمعرفة. فهو يعتقد أن المنطق الأرسطي مناسب لتنظيم المعرفة بعد اكتسابها، ولكنه غير كافٍ لتأسيس العلم. ومن ثم، يمثل كتاب بيكون «الأورغانون» انتقالًا من المنطق الصوري المعياري إلى منهج علمي إجرائي يهدف إلى اكتشاف القوانين. وبناءً على ذلك، يمكن القول بدقة إن «الأورغانون» مشروع منهجي في جوهره ذو دلالة منطقية غير مباشرة، إذ يعيد تعريف وظيفة المنطق وحدوده، لا بإلغائه، بل بوضعه في موضعه الصحيح ضمن العملية المعرفية.

ب- جون ستيوارت ميل: ومن بين المتأثرين ببيكون الفيلسوف جون ستيوارت ميل، الذي رفض المناهج الصورية والفلسفة الميتافيزيقية. كما أنكر المعرفة الفطرية غير القائمة على التجربة الحسية. واتفق مع جون بيكون في نقده لقياس أرسطو لأنه لا يعرض إلا ما هو ثابت في المقدمة الكبرى. وأضاف إلى هذا النقد نقدًا آخر، جوهره أن القياس ليس نوعًا مستقلًا من الاستدلال، بل هو تابع للاستدلال الاستقرائي ويعتمد عليه. وذلك لأن إحدى مقدمات القياس يجب أن تكون كلية، بينما يتم التوصل إلى المقدمات الكلية من خلال الاستقراء. الاستقراء سابق، بينما القياس لاحق. لذلك، يرفض حتى تبعية القياس ويختزل جميع البراهين إلى براهين استقرائية.[٣٣]

الخطوات الاستقرائية التي يريدنا ميل اتباعها للانتقال من المعلوم إلى المجهول هي ثلاث خطوات رئيسية: مرحلة الملاحظة والتجريب، ثم مرحلة صياغة فرضية نعتقد أنها تفسر تلك الملاحظات والتجارب، وأخيرًا مرحلة التحقق التجريبي من صحة تلك الفرضية. إذا كانت مدعومة بوقائع تجريبية في الحاضر والمستقبل القريب، فإن الغرض

يكون ناجحًا أو صحيحًا ويتخذ شكل قانون عام. تهدف هذه الخطوات المنهجية إلى صياغة قوانين عامة تكشف أن العالم الطبيعي يعمل وفقًا لها. ويفترض مبدأ العمومية في القانون أساسين مهمين: مبدأ انتظام الأحداث في الطبيعة ومبدأ السببية.[٣٤]

وضع مناهج مثل مناهج فرنسيس بيكون لتمييز العلة من مجرد التعاقب، والتلازم، وتعيين الاستقراء الصحيح، هذه المناهج مشروحة في كتب المنطق، وهي خمس[٣٥]:

١. منهج الاتفاق: ويعني أنه إذا وُجد ظرف واحد مشترك تتفق فيه حالتان أو أكثر من حالات الظاهرة قيد البحث، فإن هذا الظرف الذي تتفق فيه الحالات يُعدّ سببًا أو علةً للظاهرة.

٢. منهج الاختلاف: إذا وُجدت الظاهرة في حالة واحدة ولم توجد في أخرى، فإن الحالتين تشتركان في جميع الشروط، باستثناء ظرف واحد لا يوجد إلا في الحالة الثانية. وهذا يعني أن الظرف الواحد الذي تختلف فيه الحالتان هو سبب الظاهرة أو علتها، أو أنه جزء لا يتجزأ من علتها.

٣. منهج الجمع بين الاتفاق والاختلاف: لا يُقدم هذا المنهج شيئًا جديدًا سوى مراجعة خطواتنا السابقة للتأكد من صحتها. يُعبّر الإسلاميون، وخاصة الأصوليون، عن ذلك بقولهم إن السبب يدور حول المعلول، الموجود وغير الموجود. أي أن السبب والمعلول موجودان في الظاهرة، سواءً اتفقا أو اختلفا.

٤- طريقة الاقتران في التغير النسبي. تعني هذه الطريقة وجود علاقة ارتباط بين السبب والنتيجة في التغير. فإذا زاد أحد الجانبين، زاد الجانب الآخر، والعكس صحيح. هذا يعني أنه يمكننا تحديد السبب إذا أدى التغير الذي يحدث فيه إلى تغير مصاحب في الظاهرة، مع بقاء الظروف الأخرى على حالها. يرى كل من كوهين وناجل أن قيمة هذه الطريقة تكمن في مساعدتنا على استبعاد العوامل غير المرتبطة بالظاهرة قيد الدراسة. كما أنها الطريقة الكمية الوحيدة بين طرق ميل.

٥- طريقة البقايا. يرى ميل أن طريقة البقايا هي تعديل وتطوير لطريقة الاختلاف. بالإضافة إلى ذلك، فهي من أهم الطرق المؤدية إلى

الاكتشاف العلمي. وهي طريقة استنتاجية قائمة على «قانون السبب الكافي» كما طرحه لايبنتز. ومع ذلك، فهي طريقة استقرائية دقيقة تقود العالم إلى مزيد من التجارب والبحوث بناءً على اقتراحات وفرضيات سابقة.

من هذا المنظور، كان الاهتمام الأساسي للمفكرين الاستقرائيين هو الطريق لاكتشاف القوانين. لقد اعتقدوا أنه من الممكن ابتكار طريقة لتحقيق ذلك. فحاول كل من فرانسيس بيكون (١٥٦١-١٦٢٦) وجون ستيوارت بناء منطق اكتشاف موازٍ للمنطق البرهاني، وصياغة أساليب مكنت، في رأيهم، من اكتشاف قوانين الظواهر نتيجة لتحليل حقائق الملاحظة والتجربة. كما طور كل منهما منطقًا منهجيًا على غرار المنطق الأرسطي لتحديد الحقائق الشاملة؛ ثم زعموا أن قواعد الاستقراء تفسر العملية المنطقية لاكتشاف القوانين. لذلك، ظهر مفهوم الاستقراء كوسيلة منطقية لصياغة عمليات تكوين واكتشاف المعرفة العامة للروابط بين الظواهر بناءً على معرفة حقائق معينة. وبوجه عام، تم اختزال الاستقراء إلى ما يسمى بالطريقة الاستقرائية للبحث.[٣٦]

في الختام، فان ستيوارت مل أراد أن يكون المنطق علمًا وفنًا في آنٍ واحد، فهو معنيٌّ بجوهر الفكر ومحتواه معًا، فيهتمّ بالصدق والتوافق مع الواقع، وفي الوقت نفسه بالاتساق الشكلي وضرورة الاستنتاج من المقدمات، بحيث تلتقي الحقيقة التجريبية الواقعية مع الصواب الشكلي. ويبقى منطق الاتساق جانبًا أساسيًا ومهمًا في المنهج التجريبي، ولكن ليس كل شيء بالطبع.[٣٧]

٣- المنطق الرمزي: وعلى الرغم من ان فلاسفة الاستقراء قد انتقدا منطق ارسطو وحاولا بناء منهج علمي للبحث الا ان هدفهما كان اكتشاف القوانين من خلال التجربة فقط، كانت خطوتهم كبيرة جدا وسعت من وظيفة المنطق وربطته بالعلم لكنها ما زالت بدايات للمنطق العلمي الذي بدأ يتكون مع ليبنتز، فيلسوف الرياضيات الذي حلم ببناء حساب منطقي يستطيع من خلاله ان يمثل المعرفة كما تكتب المعادلات الرياضية، حاول اختراع رموز تعبر عن المفاهيم، ووضع تصورات أولية للعمليات المنطقية كالجمع

والطرح للمفاهيم. تصور أنه يمكن حلّ الخلافات الفلسفية باستخدام الحساب، أي بجعل الجدل الفلسفي أشبه بالحساب الرياضي. ورغم أنه لم ينجح في بناء نسق فعلي، فإنه وضع الأساس النظري للفكرة، وفتح الباب أمام التفكير في المنطق كنظام رمزي له قواعد دقيقة.

أ- ليبنتز: اعتقد ليبنتز (١٦٤٦-١٧١٦) أن أفضل الطرق وأكثرها موثوقية هي طرق الجبر، لأن الأخير يرمز إلى الفكرة باستخدام رموز ثابتة تعبر عنها بوضوح. تجذب المعادلات الجبرية بهذه الطريقة انتباهنا وتجعلنا يقظين وذكيين. وكما ساعدنا الجبر في فهمنا للهندسة، يمكننا اعتماده للتعبير عن أفكارنا. يمكننا ترميز الأفكار البسيطة والمعقدة برمز محدد مثل الرموز الجبرية. من هنا، طمح لايبنتز إلى إنشاء لغة غير طبيعية تكون موحدة، على غرار اللغة الرمزية للرياضيات. لم يرغب لايبنتز في جعل المنطق فرعًا من الرياضيات، بل أراد إنشاء منطق لغته هي الرموز وأساسه هو المعادلات والقوانين. ومع ذلك، لا تتضمن المعادلات والقوانين علاقات كمية، بل علاقات غير كمية.[٣٨]

لقد رأى أن المنطق لا ينبغي أن يتحكم بالعلم، أو يراقبه، أو يُهيئ مناهجه. فالمنطق عنده، هو ما يُولّد العلم، وما يُنشئ جميع الروابط الذهنية بين المفاهيم، وهي روابط لا حصر لها، تُحصّل بسرعة ودون خطأ بالطرق الآلية. ومجموع هذه الطرق هو فن الربط أو الفن التكويني، وهكذا يُصبح العلم ترقيمًا عامًا أو حروفًا عامة مرتبطة بمنطق صوري آلي، قائم على فكرة الحقيقة، مُهمِلًا فكرة المفهوم.[٣٩]

يُمهّد مذهبه الطريق لنظرية اللوجستيات من جانبي:

١-أولًا، تجاوز في الرياضيات العامة العلاقات الكمية التي توقف عندها ديكارت، إلى علاقات أكثر عمومية وتجريدًا، أي العلاقات المنطقية التي تنطبق على جميع الأفكار، الكمية وغير الكمية، وعلى تسلسلاتها الضرورية والشكلية. وتشمل هذه العلاقات الهوية، والشمول، والتماثل، والمساواة، وعدم المساواة، والكل والبعض، والأكبر والأصغر. درس لايبنتز معظم هذه العلاقات باستخدام الأساليب الجبرية، حيث أصبح كل منها موضوعًا لحساب مستقل. وهكذا، أسس «أعم العلوم»، كما

أسماه، أو «اللوجستيات»، كما يُطلق عليها اليوم، لأن الموضوع في كليهما هو تحديدًا تلك العلاقات المنطقية التي تُحوّل إلى حسابات آلية.

٢- ثانيا، أن الرياضيات العامة، باعتبارها أعم العلوم، رأى لايبنتز أن عبء إثبات جميع قضايا العلوم الأخرى، بما فيها الرياضيات، يقع عليها. وهذا هو موقف النظرية المنطقية من اشتقاق القضايا الرياضية من المنطق الصوري، كما رأينا سابقًا. مع ذلك، لا يعنينا هذا الجانب الآن، بعد أن استبعدنا مسألة اشتقاق القضايا الرياضية من نطاق بحثنا في علم اللوجستيات، واكتفينا بحصر البحث هنا في المنطق وقوانينه فقط.

بذل لايبنتز محاولاتٍ عديدةً لتأسيس منطقٍ جديد، لكنه لم يستطع تقديم نظريةٍ واحدةٍ شاملة، لاعتقاده أن أرسطو معصومٌ من الخطأ. فكانت عبقريته تكشف عن أفكارٍ منطقيةٍ جديدة، ويبدأ بالبحث فيها، لكنه سرعان ما يتخلى عنها لأنه يصل إلى نتائجَ تتعارض مع نتائج أرسطو، فلا يُصدّق نفسه.[٤٠]

بهذا الشكل، تطور المنطق من كونه فنًا للجدل والتحليل إلى أن أصبح مشروعًا لبناء نسق رمزي تحكمه قواعد، وهذا ما جسّده ليبنتز في فكرته عن «النسق المنطقي»، والتي لم تتحقق عمليًا إلا لاحقًا مع فريجه.

ب- فريجه: نشأ نسق المنطق الفعلي مع فريجه، اذ تمكن من بناء لغة منطقية قادرة على التعبير المنطقي والرياضي الدقيق بحيث يكون بالإمكان التعبير عن جميع القضايا المنطقية وهذا لا يكون الا من خلال بناء لغة رمزية تستوفي الشروط التي سبق ان الزمها ليبنتز لمثل هذه اللغة وان يضع لهذه اللغة قوانين استنتاجية ليستطيع بواسطتها ان يحصل على قضايا ضرورية مشتقه من بديهيات او من قضايا سبق ان برهن على صحتها، وهكذا تمكن فريجه من ان يحقق حلم ليبنتز في بناء لغة رياضية للمنطق لها خاصية استدلالية.[٤١]

كان فريجه أول من وضع مبادئ نظرية حساب القضايا بعناصرها المتكاملة. واعتبرها نظرية أساسية تُبنى عليها نظرية الفئات، ونظرية العلاقات، ونظرية دالات القضايا. علاوة على ذلك، كان فريجه أول من وضع هذه النظريات جميعها في نظام منطقي استنتاجي قائم على

مفاهيم منطقية بحتة، خالية من أي رموز غير منطقية. فعند فريجه، يبدأ المنطق كنظام استنتاجي من الأفكار الأولية، ثم التعريفات، ثم القضايا أو المبادئ، والتي تُشتق منها النظريات، مستعينًا بقواعد الاستدلال. [٤٢]

تناولت كتاباته ومقالاته تحليل لغة المحادثة. وتُعدّ مقالته «في المعنى والدلالة» من أوسع الدراسات في مجال اللغة وعلاقتها بالمنطق. وتناول الأسماء والعبارات والقضايا، التي تُشكّل بلا شكّ عنصرًا أساسيًا في المنطق. وميّز بين ثلاثة مستويات تُشكّل أساس الدراسة المنطقية:

١- مستوى الرموز والصيغ والتراكيب والأشكال. يكشف هذا المستوى عن الجانب الشكلي للغة، دون أن يكون للمعنى دورٌ رئيسي.

٢- مستوى المعنى، الذي يعكس الجانب الفكري للغة، والترابط بين الأفكار والرموز والصيغ والأشكال.

٣- مستوى الدلالة، الذي يعكس الجانب الموضوعي أو المادي الذي تشير إليه التعبيرات اللغوية المختلفة. وهذا - أي الصفة الموضوعية - ليس متأصلًا في اللغة نفسها، بل هو خارجي عنها. [٤٣]

تتكون لغة فريجه الرمزية من عدد ثابت من الأفكار الأولية التي يُمكن من خلالها التعبير عن الحقائق المنطقية. علاوة على ذلك، فإن منهجه الرمزي قادر أيضًا على التعبير عن أشكال منطقية متنوعة. ولتوضيح دور هذه الأفكار والروابط في التعبير، يتخذ فريجه من المربع المنطقي لأرسطو أساسًا منطقيًا، وهو ما يناقشه في كتابه «اللغة الرمزية». [٤٤]

حوّل فريجه المنطق إلى أداة رياضية رمزية، تصلح لأن تكون أساسًا لبناء نسق رياضي كامل. وبهذا كان فريجه هو الأب الفعلي للمنطق الرياضي، حتى وإن لم يكتمل مشروعه بسبب مفارقة راسل، فإن الأساس الرمزي والنسقي الذي وضعه هو الذي بُني عليه كل المنطق المعاصر.

ت- برتراند رسل: سعى كلٌّ من فريجه وراسل إلى تعريف الأعداد وفقًا للفئات، وتُعرَّف فئات الفئات بمفاهيم مقبولة منطقيًا. إلا أن مفارقة راسل كانت مُدمرة. أرسل راسل رسالة إلى فريجه في يونيو ١٩٠٢ يُبلغه فيها بالتناقض الذي اكتشفه. ولقد أدرك فريجه لاحقًا أن رده لم يكن كافيًا، فتخلى في النهاية

عن مشروعه المنطقي، مُكرِّسًا بقية حياته لتوضيح أفكاره المنطقية. إلا أن راسل لم يستسلم بسهولة، فقد كرّس السنوات العشر التالية لحل التناقض الظاهري ومحاولة إثبات جدوى المشروع المنطقي.[٤٥]

ما يقوله راسل هو أنه لا يوجد تسلسل هرمي للمفاهيم فحسب، بل يوجد أيضًا تسلسل هرمي للأشياء - أشياء حقيقية، وفئات الأشياء (المستوى الأول)، وفئات الأشياء (المستوى الثاني)، وهكذا. يمكن أن تكون فئات المستوى الأول عناصر من فئات المستوى الثاني، ولكن ليس من فئات المستوى الأول الأخرى. وهذا مشابه لفكرة أن مفاهيم المستوى الأول يمكن أن تُدرج ضمن مفاهيم المستوى الثاني، ولكن ليس ضمن مفاهيم المستوى الأول الأخرى. وبالتالي، فإن ما يُستبعد ليس مجرد كون الفئة عنصرًا في حد ذاتها يُنتج التناقض، ولكن أي فئة تكون عنصرًا من فئة ليست من مستوى أعلى. ثم قدم راسل نظرية أكثر شمولاً استمد منها حل المفارقة الظاهرة، وفقًا لراسل، هناك أنواع مختلفة من الأشياء، وما يُقال عن نوعٍ ما لا يُقال بالضرورة عن نوعٍ آخر. وبالطبع، فإن محاولة تحديد ما إذا كانت فئةٌ ما، على سبيل المثال، عنصرًا في ذاتها أم لا، هي محاولةٌ تميل إلى العبث.[٤٦]

حاول راسل ترسيخ المنطق كنظام استنتاجي، أي اختزال الرياضيات إلى منطق. هذا هو جوهر المنطق. كانت هذه خطوةً أساسيةً اتخذها راسل، الذي بدأ بكتابة كتابه «مبادئ الرياضيات» خلال المؤتمر. اعتُبر الكتاب آنذاك عملاً عبقرياً وإضافةً أصيلةً إلى المنطق والرياضيات. وبطبيعة الحال، لم يعني نشر كتاب «مبادئ الرياضيات» أن صياغة المنطق الرياضي قد تبلورت نهائياً، على الرغم من تأكيد راسل أن الفكرة الأساسية التي تتخلل صفحات الكتاب، وهي تطابق الرياضيات والمنطق، فكرةٌ لم أجد، منذ نشرها، أي مبررٍ لتعديلها.[٤٧]

لهذا السبب، بدأ راسل يوجه جهوده الدؤوبة نحو إرساء المنطق الرياضي كنظام استنتاجي. تعاون مع وايتهيد لإنجاز هذا العمل، وأثمر جهدهما المشترك كتاب «مبادئ الرياضيات».

ترتبط الذرية المنطقية ارتباطًا وثيقًا بفكر راسل الرياضي. وكما أشار في

أولى محاضراته المنشورة، «الأحادي»، فقد استندت منهجيته في بناء التراكيب الرياضية أو المنطقية، من خلال تفكيره في فلسفة الرياضيات، إلى اختيار أفكار أو رموز بسيطة وابتدائية تُشكَّل منها المبادئ أو البديهيات أو القضايا. ومن هذه البديهيات والمبادئ، تُشتق الرياضيات. وفي فلسفة الذرية المنطقية، لا يختلف المنهج كثيرًا. يبحث راسل وفيتجنشتاين عن الذرات أو العناصر الأولية التي تتكون منها المعرفة؛ وهذه الذرات هي مفردات. ثم يحاول كل منهما، بطريقته الخاصة، بناء اللغة والمعرفة. ويرتبط هذا العمل الفلسفي أيضًا بالاعتقاد بأن بنية المنطق تُعطينا صورة عن العالم، وأن لهذا العالم بنية منطقية، وقد وضع راسل ووايتهيد أصولها في كتابهما «مبادئ الرياضيات».[٤٨]

الثورة المنطقية الرياضية أو الثورة المنطقية الرياضية بدأت مع راسل ووايتهيد، اللذين رأيا -على النقيض من جبر المنطق عند جورج بول، أي اختزال المنطق إلى الرياضيات- أن الرياضيات هي ما اختزل كلياً إلى المنطق، وخاصة بعد قابلية الرياضيات للحساب، أي اختزالها إلى الحساب عند فريجه، واختزال الحساب إلى مفهوم العدد عند بيانو، واختزال العدد إلى المنطق عند برتراند راسل، مما جعل راسل يعبر عن العلاقة بين المنطق والرياضيات بمقولته الشهيرة أنهما لا يختلفان إلا كما يختلف الصبي عن الرجل، فالمنطق هو شباب الرياضيات والرياضيات هي رجولة المنطق.[٤٩] أصدر راسل ووايتهد كتابهما العظيم أصول الرياضيات في الفترة من ١٩١٠ إلى ١٩١٣»، ليبدأ بثلاثة مُعرّفات: الإثبات والنفي والبدائل، ومنه فقط استطعنا الاستنباط الرمزي لقواعد المنطق الصوري. وقد أثبت هذا النهج التحليلي للرياضة أنه أشبه بالمنطق، قضايا تحليلية خالية من أي محتوى، وأصبح يُثبت أن الرياضة برمتها، التي لا تعني سوى استخلاص النتائج الضرورية اللازمة لمقدمات معينة، ومقدمات الرياضة البحتة ككل ليست سوى قواعد. أما الاستدلال، فهو مجموع مُجرّد، والحاضر هو نفسه التالي، ولكن بشكل مختلف وبدون أي إضافة على الإطلاق؛ لذا من المستحيل قبول الكذب أو الكذب، إنه أمر

مؤكـد؛ لأنـه لا يمثـل سـوى ارتباطـات جديـدة بـين مفاهيـم معروفـة ووفقًـا لقواعـد معروفـة.[٥٠]

هـذا التحـول في المنطـق، مـن كونـه تأمليًـا إلى نظـام رمـزي صـوري صـارم، فتـح المجـال أمـام إدخـال مفاهيـم جديـدة لم تكـن ممكنـة مـن قبـل ضمـن المنطـق التقليـدي، مثـل مفهـوم الاحتـمال. فالمنطـق الريـاضي كـما وضعـه رسـل ووايتهـد وفّـر البنيـة الرمزيـة والرياضيـة التـي يمكـن مـن خلالهـا التعبـير عـن قضايـا الاحتـمال بطريقـة منطقيـة. لم يتنـاول رسـل ووايتهـد منطـق الاحتـمالات بشـكل مبـاشر في «برنكيبـا»، لكنـه كان نتيجـة لاحقـة ومنطقيـة لتطـور الأدوات التـي وضعاهـا.

ومـع هيلـبرت، خطـى المنطـق خطـوةً أخـرى نحـو التجريـد والدقـة، إذ بنـى نفسـه كنظـامٍ شـكلي أو تصويـري. في كتـاب «مبـادئ الرياضيـات»، نجـد أن قواعـد التركيـب والاسـتنتاج، أي قواعـد اسـتخدام الرمـوز، ليسـت مُصاغـةً كقواعـد، وأن مراحـل النظريـات ليسـت مُحـددة دائمًـا بشـكلٍ كامـل. إذا كان للمنطـق أن يُسـهم في حـل مشـكلة أسـاس الرياضيـات، أي أن يكـون الأسـاس المتـين الـذي تُبنـى عليه جميـع الرياضيـات، فـلا يجـب تـرك أي شيءٍ يُتحكـم في بنائـه وتطويـره. يجـب أن تُحـدد لغتـه بدقـةٍ بقواعـد نحويـة، وأن تُحـدد إجراءاتـه البرهانيـة بدقـةٍ (بقواعـد اسـتنتاجية). وهـذا يُـؤدي إلى إعطائـه شـكل مصـادر مُشـكلة تمامًـا في الوقـت نفسـه، يتحـول المنطـق مـن منطـق اسـتنتاجي-تأكيدي، كـما ظـلّ حتـى مـع علـماء المنطـق الرمزيـين الأوائـل، إلى منطق افتراضي-اسـتنتاجي، عـلى غـرار العلـوم الوضعيـة الأخـرى. عـلى الرغـم مـن ان المنطـق الريـاضي قـد نشـأ في العـصر الحديـث الا انـه سـاهم في تكويـن المنطـق المعـاصر، وقـد نشـأ هـذا المنطـق في سـياق التطـورات الكـبرى في القـرن العشريـن، مثـل الثـورة في الرياضيـات، وظهـور علـوم الحاسـوب، وتطـور اللسـانيات، ونمـو الـذكاء الاصطناعـي. لذلـك، أصبـح المنطـق المعـاصر متعـدد الأبعـاد. فهـو يشـمل منطـق الجمـل ومنطـق القضايـا ومنطـق المحمـولات، لكنـه أيضًـا يتفـرع إلى مجـالات أكـثر تخصصًـا، مثـل منطـق الاحتـمالات، الـذي يسـمح بالتعامـل مـع عـدم اليقـين والتوقـع، ومنطـق النسـبية أو المنطـق الضبـابي، الـذي لا يكتفـي بثنائيـة الصـدق والكـذب، بـل يقبـل

درجات من الصواب والخطأ، ومنطق الحوسبة، الذي يُستخدم في بناء أنظمة الكمبيوتر والبرمجيات ولغات الآلة.

٤- منطق الاحتمالات: تشترك نظرية الاحتمالات مع المنطق في فكرة وجود عوالم ممكنة، لكن المشكلة تكمن في وجود أكثر من عالم محدد. لهذا السبب، اقترح جوديا بيرل في أوائل ثمانينيات القرن الماضي لغةً رسميةً تُسمى الشبكات البايزية، والتي أتاحت تمثيل احتمالات عدد كبير جدًا من النتائج بدقة بالغة في العديد من الحالات الواقعية. توفر الشبكات البايزية آلياتٍ لتمثيل الاحتمالات اللازمة وإجراء الحسابات اللازمة لإجراء تحديثات بايزية للعديد من المهام المعقدة. ومع ذلك، وكما هو الحال في المنطق التقريري، فإن قدرتها على تمثيل المعرفة العامة محدودة نوعًا ما.[٥١] يُعدّ الجمع بين نظرية الاحتمالات ولغة شكلية تعبيرية مجالًا فرعيًا جديدًا نسبيًا من الذكاء الاصطناعي، يُعرف عادةً باسم «البرمجة الاحتمالية». طُوّرت عشرات لغات البرمجة الاحتمالية، يستمدّ الكثير منها قوته التعبيرية من لغات البرمجة العادية بدلًا من المنطق الإسنادي. جميع الأنظمة القائمة على اللغات الاحتمالية قادرة على تمثيل المعرفة المعقدة وغير المؤكدة واستنتاجها. تشمل تطبيقاتها نظام true Cycle من مايكروسوفت، الذي يُقيّم ملايين لاعبي ألعاب الفيديو يوميًا؛ ونماذج لجوانب من الإدراك البشري لم تُفسّر سابقًا بأي فرضية آلية، مثل القدرة على تعلم فئات جديدة من العناصر المرئية من أمثلة فردية؛ والرصد العالمي للأحداث الزلزالية لصالح معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية، وهي المعاهدة المسؤولة عن الكشف عن الانفجارات النووية الخفية.[٥٢]

قد يميل المرء إلى الاعتقاد بأن نظرية الاحتمالات كانت دائمًا حكرًا على التجريبية. إلا أن تاريخ هذه النظرية يُثبت خلاف ذلك. فالعقلانية الحديثة، إذ أدركت أهمية الأفكار الاحتمالية، سعت إلى تطوير نظرية عقلانية للاحتمال. ومن المؤكد أن برنامج لايبنتز، الذي كان يهدف إلى تطوير منطق للاحتمال في شكل منطق كمي لقياس درجات الحقيقة، لم يكن يهدف إلى أن يكون

حلاً تجريبيًا لمشكلة الاحتمال. وقد سعى إلى هذه المهمة علماء منطق يمتلكون موارد المنطق الرمزي. ولعل منطق بول الاحتمالي ينبغي تصنيفه ضمن الفرع العقلاني. وتنتمي نظرية كنيز الرمزية للاحتمال بالتأكيد إلى هذه الفئة، بمحاولتها تفسير الاحتمال كمقياس للاعتقاد العقلاني. وقد تبنى هذه الأفكار علماء منطق معاصرون لا يقبلون تصنيفهم كعقلانيين، على الرغم من أن عملهم يقودهم إلى أن يكونوا ضمن هذه الفئة، على الأقل فيما يتعلق بتفسيرهم للاحتمال.[٥٣]

لفهم افاق الذكاء الاصطناعي وامكاناته نرى ان هناك نوعين مهمين من المنطق يوضح الفرق بينهما طريقة تطور الذكاء الاصطناعي ، الأول هو منطق القضايا ،وهو ابسط من المنطق الثاني ،تتكون فيه الجمل من الرموز الممثلة للقضايا التي قد تكون صحيحة او خاطئة والروابط المنطقية التي تسمى بالروابط البولينية ، والخلل الذي به هو أن النظام في الاساس ليس بإمكانه التعميم من مجرد بضعة امثله فيجب ان يقدم لاي نظام ذكي يعتمد على منطق القضايا امثلة بنحو مفصل لان النظام لا يملك طريقة للتعبير عن قاعدة عامة وهذا القصور ينطبق ايضا الشبكات البايزية التي هي النظير الاحتمالي لمنطق القضايا والشبكات العصبونية التي تمثل اساس نهج التعلم المتعمق الخاص بالذكاء. الثاني هو المنطق الاسنادي: قدمه العالم جوتلوب فريجه، وهو الذي تحدثنا عنه سابقا يختلف عن منطق القضايا في انه لا يفترض ان العالم مكون من قضايا صحيحة وخاطئة كما يفعل الاول، بل ان العالم عنده يتكون من عناصر يمكن ربطها معا بطرق مختلفة، وفّر تطور البرمجة المنطقية في أواخر سبعينيات القرن العشرين تقنيةً فعّالةً ومبتكرةً للتفكير المنطقي، متجسّدةً في لغة برمجة تُدعى «برولوغ». تعلّم علماء الحاسوب كيفية جعل التفكير المنطقي بهذه اللغة يعمل بمعدل ملايين الخطوات الفكرية في الثانية، مما يجعل العديد من التطبيقات المنطقية عمليةً.[٥٤]

٥-المنطق الغائم:

لقد هيمن منطق أرسطو على الفكر البشري لأكثر من عشرين قرنًا. وقد

وضع ثلاثة قوانين تحكم التفكير الصحيح، والتي أطلق عليها قوانين الفكر. ومن أبرز هذه القوانين قانون الوسط المستبعد، الذي ينص على أن كل قضية إما أن تكون صادقة أو كاذبة؛ ويمكن أن يكون لها قيمة حقيقة ١ أو ٠، ولا يوجد خيار ثالث. وبالتالي، أصبح المنطق الأرسطي منطقًا ثنائي القيمة. ونتيجة لذلك، وبسبب مبدأ عدم اليقين والمفارقات المنطقية للواقع، كانت هناك حاجة ماسة لتجاوز قانون الوسط المستبعد، والخروج من الثنائية، وتطوير المنطق الرمزي الكلاسيكي إلى ما يُعرف منذ ذلك الحين بالمنطق متعدد القيم. وفي هذا المنطق، لا يقتصر الحكم المنطقي على استخدام قيمتي الحقيقة المعروفتين (صحيح، خطأ)، بل تكون قيم الحقيقة متعددة، مما يسمح باستخدام قيمة حقيقة ثالثة أو رابعة، مما يؤدي إلى نظام منطقي بعدد لا نهائي من القيم. أحدث المنطق الضبابي ثورةً في التكنولوجيا، وهو علمٌ جديدٌ للمستقبل. مع ذلك، هذا لا يعني إلغاء المنطق الكلاسيكي أو التخلي عنه. فوفقًا للمنطق الضبابي القياسي، الذي يعني قبول «أ» دون «أ»، يُمكن العمل مع المنطق الكلاسيكي، والمنطق متعدد القيم، والمنطق المتدرج القيم (الضبابي). المنطق الضبابي هو منطق التكنولوجيا المتقدمة، وهو منطق التطبيق العملي. يهدف إلى إنشاء حواسيب تُفكّر باستخدام الأرقام والتصنيفات الضبابية. عند تطبيقه على الحواسيب، يُمكّنها من محاكاة عملية التفكير البشري، وتحديد المعلومات غير الدقيقة، واتخاذ القرارات بناءً على بيانات غير كاملة وغامضة. وقد أدى استخدامه إلى تطوير العديد من السلع الاستهلاكية. إنه منطق تجاري؛ حتى اسم (fuzzy) اختير لأغراض تجارية وتسويقية. بفضل المنطق الضبابي، ما كنا نعتبره خيالًا علميًا سيُصبح حقيقةً، مثل روبوت يُؤدي مهام جراح أو مهندس، على سبيل المثال.[٥٥]

وُلد مفهوم المجموعات الضبابية في يوليو ١٩٦٤ على يد لطفي زاده، أستاذ الهندسة الكهربائية وعلوم الحاسوب في جامعة كاليفورنيا، بيركلي. في خمسينيات القرن الماضي، اعتقد زاده أن جميع مشاكل العالم الواقعي يمكن حلها بكفاءة

باستخدام الأساليب التحليلية أو الحواسيب الكهربائية السريعة، وفي هذا السياق، قدم مساهمات كبيرة في تطوير نظرية النظم وعلوم الحاسوب. في ستينيات القرن الماضي، بدأ زاده يشعر بأن تقنيات تحليل النظم التقليدية كانت دقيقة للغاية بالنسبة للعديد من مشاكل العالم الواقعي المعقدة. في يوليو ١٩٦٤، طرح زاده فكرة درجة العضوية، التي أصبحت أساس نظرية المجموعات الضبابية. واصل الباحثون تطوير هذا المفهوم الجديد حتى أصبح المنطق الضبابي صناعة قائمة بذاتها، مع وجود متحدث بارز لها وهي المجلة الدولية للمجموعات والأنظمة الضبابية، التي نُشرت عام ١٩٧٨. اختار زاده مصطلح «ضبابي» لارتباطه بالحس السليم.[٥٦]

إنه منطق يتعامل مع طرق التفكير التي تتميز بالتقريب وليس الدقة. تنبع أهمية هذا المنطق من حقيقة أن معظم طرق التفكير البشرية تقريبية بطبيعتها. يقع التفكير التقريبي خارج نطاق المنطق الكلاسيكي، الذي يهتم بأساليب التفكير ذات الصياغات الدقيقة. معايير المنطق الكلاسيكي للتفكير الصحيح صالحة فقط للغات الاصطناعية الدقيقة؛ تفشل هذه المعايير عند تطبيقها على اللغات الطبيعية الغامضة، والتي نفكر فيها بالفعل في العالم الذي تصفه. وبالتالي، تكمن أهمية المنطق الضبابي في قابليته للتطبيق على اللغات الطبيعية. إنه يتعامل مع قيم الحقيقة الجزئية، التي تقع بين الحقيقة المطلقة والزيف المطلق. ويتعامل مع النسب المئوية التي تقع بين ٠٪ و١٠٠٪. يسمح المنطق الضبابي بمزيد من الدرجات؛ أي أنه يقع على سلسلة لا نهائية من المستويات الرمادية بين الصفر والواحد. لا يتنبأ المنطق الشامل بحدوث حدث أو حدوثه بمعدل معين، ولكنه يتعامل مع الميزات التي تصفه. إذا قلنا إن الطقس سيكون حارًا جدًا غدًا، فإن نظرية الاحتمالات تتعامل مع احتمالية هذا الاحتمال. أما وصف الحرارة بأنها شديدة، فهو هذه الخاصية، كخاصية غامضة، يتعامل معها المنطق الكوني.[٥٧]

٦-المنطق غير الرتيب:

يُعدّ المنطق غير الرتيب أحد أهم التطورات في فلسفة المنطق والذكاء

الاصطناعي خلال النصف الثاني من القرن العشرين. فهو يُمثّل انتقالًا من الشكل التقليدي الجامد للاستدلال إلى نموذج أكثر مرونة وديناميكية. يقوم هذا المنطق على فكرة أساسية مفادها أن الاستنتاجات المستخلصة من مقدمات مُعطاة ليست بالضرورة نهائية، بل يُمكن التراجع عنها أو تعديلها مع توافر معلومات جديدة. بخلاف المنطق الكلاسيكي، حيث تُوسّع إضافة مقدمات جديدة نطاق النتائج المحتملة فحسب (أي أنه «رتيب»)، يسمح المنطق غير الرتيب بإبطال النتائج السابقة إذا تبيّن لاحقًا أن فرضية ما لم تعد صحيحة أو أن الوضع الراهن قد تغيّر. برز هذا التوجه في أواخر سبعينيات القرن الماضي مع عمل جون مكارثي، الذي قدّم «التحديد» (١٩٨٠)، وهي محاولة لصياغة منطق يُمكنه التعبير عن الاستدلالات الافتراضية التي يتوصل إليها البشر في مواقفهم اليومية.

"التحديد ليس منطقًا غير رتيب، بل هو شكل من أشكال الاستدلال غير الرتيب يُعزز منطق الرتبة الأولى العادي. وبالطبع، لا تُعالج معظم مُثبتات نظرية الحل العامة الحالية مُخططات الجملة بشكل صحيح. حتى المخططات الثابتة للاستقراء الرياضي، عند استخدامها لإثبات صحة البرامج، تتطلب عادةً تدخلًا بشريًا أو أساليب استدلالية خاصة، بينما في هذه الحالة، سيحتاج البرنامج إلى استخدام مخططات جديدة ناتجة عن التحديد. " [٥٨]

طُوِّرَ هذا لاحقًا من قِبَل ريموند رايتر في عمله الرائد «منطق الاستدلال الافتراضي» (١٩٨٠)، حيث وضع الأساس النظري للاستدلال الافتراضي: «تظهر أشكالٌ مختلفة من الاستدلال الافتراضي في مجال الذكاء الاصطناعي. يشير هذا إلى عملية استخلاص النتائج بناءً على أنماط الاستدلال، مثل (إذا لم تكن هناك معلومات تُشير إلى العكس، فافترض...) تُمثِّل أنماط الاستدلال من هذا النوع شكلاً من أشكال الاستدلال المنطقي، وعادةً ما تكون ضرورية عند الحاجة إلى استخلاص النتائج رغم عدم وجود معرفة كاملة بالعالم». [٥٩]

وهو أحد النماذج الرئيسية للمنطق غير الرتيب، تتجلى أهمية المنطق غير الرتيب في الذكاء الاصطناعي المعاصر في دوره في تمثيل المعرفة

واتخاذ القرارات في ظل حالة عدم اليقين. تعتمد عليه أنظمة الخبراء والروبوتات وأنظمة فهم اللغة الطبيعية لتعديل استنتاجاتها باستمرار بناءً على تغير السياق أو المعلومات. من الناحية الفلسفية، يمثل هذا المنطق نقلة نوعية في مفهوم المعرفة، إذ يعيد تعريف العلاقة بين الحقيقة والمعرفة من علاقة ثابتة إلى علاقة سياقية مشروطة بالزمن والمعلومات. وهذا يجعله وثيق الصلة بمشكلة الذكاء الاصطناعي وقدرته على محاكاة القدرات المعرفية للعقل البشري. نستنتج أن الذكاء الاصطناعي لم يبتكر المنطق، بل بنى على أسس منطقية متراكمة بدأت بالمنطق الأرسطي، الذي ركز على القياس المنطقي والاستدلال الصوري، مرورًا بالمنطق الرمزي والمنطق الرياضي الحديث، وصولًا إلى المنطق الحسابي، الذي يمكن ترجمته إلى تعليمات قابلة للتنفيذ آليًا. وقد أضافت كل مرحلة على هذا المسار قيمة نوعية: فقد وفر المنطق الأرسطي تصنيفًا ونماذج للعلاقات بين المفاهيم، بينما مكّن المنطق الرمزي من التمثيل الرمزي للعلاقات المعقدة، ووفر المنطق الرياضي الدقة والصرامة في البراهين، والتي استُخدمت لاحقًا في تصميم الخوارزميات. استفاد الذكاء الاصطناعي من كل هذه القواعد بتحويلها إلى نماذج قابلة للبرمجة، مما سمح للآلات بمحاكاة التفكير البشري في مجالات محددة كحل المشكلات والتعلم واتخاذ القرارات. ومع ذلك، لم يكتفِ الذكاء الاصطناعي بالمحاكاة، بل أعاد صياغة المنطق نفسه من خلال أدوات مثل التعلم الآلي والشبكات العصبية، محولًا المنطق من مجموعة قواعد ثابتة إلى عملية ديناميكية مستمدة من البيانات. هنا، تغير فهمنا للمنطق: لم يعد مجرد نظام جامد من الحقائق، بل أصبح أداة مرنة لفهم الظواهر، واستخلاص المعرفة، والتعامل مع عدم اليقين. هذا جعل المنطق جزءًا من عملية تعلم وتكيف مستمرة، وليس مجرد بنية ثابتة.

باختصار، أظهر لنا الذكاء الاصطناعي أن المنطق ليس مجرد معيار داخلي للصحة المنطقية، بل وسيلة لفهم الواقع والتنبؤ به. لقد أصبح جسرًا بين المعرفة والعالم، بدلًا من كونه مجرد أداة لتنظيم الأفكار.

التوصيات والنتائج

يكشف هذا البحث أن تطور المنطق من أصوله الأرسطي إلى شكله المعاصر في الذكاء الاصطناعي يُمثل رحلة معرفية عميقة أعادت صياغة مفهوم الاستدلال وأساليب معالجة المعرفة. أرسى المنطق الأرسطي الأسس الأولية لبنية الفكر المنظم، إلا أن التطورات العلمية والرياضية اللاحقة ارتقت بالمنطق إلى مستوى أكثر تجريدًا ورمزيةً وشكلية، مما أتاح دراسة حدود كل من العقل والحوسبة. مع ظهور الذكاء الاصطناعي، اكتسب المنطق بُعدًا وظيفيًا جديدًا، فأصبح أداةً تُبنى عليها نماذج ذكية، وتُصاغ من خلالها قواعد التمثيل والاستدلال والتعلم في بيئات تتسم بالتعقيد وعدم اليقين. فهم هذا التحول الفكري ليس مجرد مسألة تاريخية، بل ضرورة معرفية لفهم طبيعة الذكاء الاصطناعي وحدود إمكاناته. لم يعد المنطق في شكله الجديد يقتصر على إنتاج البراهين؛ بل أصبح جزءًا لا يتجزأ من أنظمة صنع القرار، وأداةً لبناء الأنطولوجيات، وآليةً لدمج التعلم مع الاستنتاج. لذلك، يُساعد فهم هذا المسار التطوري في تقييم فعالية الأنظمة الذكية وموثوقيتها ومعاييرها الاستدلالية. لذا، يُسهم هذا البحث في سد الفجوة المعرفية المتعلقة بالعلاقة بين تطور المنطق وتحول مفهوم العقل في العصر التكنولوجي. كما يُبرز أهمية دراسة المنطق المعاصر كجسر بين التراث الفلسفي والابتكار التكنولوجي، مما يجعل فهمه أساسيًا لفهم مستقبل العلاقة بين البشرية والمنطق والآلات في عالم متغير.

يُظهر تحليل مشكلة البحث إنّ معالجة إشكالية العلاقة بين المنطق والواقع تقود إلى استنتاج بحثي مفاده أن المنطق لا يمكن اختزاله إلى مجرد انعكاس لبنية العقل، ولا إلى مرآة تعكس بنية العالم. بل هو نتاج تفاعل تاريخي ومعرفي بين العقل والواقع، إذا اعتبرنا المنطق مرآة للعقل، فإن الطبيب أو الباحث يستخدم قواعد منطقية صارمة، مثل: إذا كان المرض (أ) وظهرت الأعراض (ب) و(ج)، فإن التشخيص (د)، للوصول إلى استنتاج صحيح، بغض النظر عن الاختلافات في الحالات الفردية أو تعقيد الواقع. هنا، يُنظّم المنطق طريقة تفكير العقل البشري، لكنه لا يأخذ في

الاعتبار تنوع الواقع إلا في حدود ما يعرفه العقل مسبقًا. أما في الذكاء الاصطناعي، فلا يقتصر المنطق على قاعدة ذهنية موجودة مسبقًا، بل يُستخدم لتحليل بيانات العالم الحقيقي: آلاف الحالات الطبية، ونتائج الاختبارات، وصور الأشعة السينية، وسجلات المرضى. تُطبّق الخوارزميات - مثل الشبكات العصبية أو أنظمة الاستدلال الرمزي - المنطق على الواقع الفعلي، وليس فقط على قوانين العقل. يتعلم الجهاز أن بعض الأعراض المتطابقة ظاهريًا قد تؤدي إلى تشخيصات مختلفة اعتمادًا على السياق والبيانات الفعلية. ونتيجة لذلك، لم يعد المنطق مجرد أداة لتنظيم أفكارنا (مرآة للعقل)، بل أصبح وسيلة لفهم الواقع والتنبؤ به بدقة أكبر. لقد أصبح المنطق مرآة للواقع لأنه مستمد من الخبرة والبيانات، وهو يسمح لنا بالتفاعل مع العالم كما هو، وليس فقط كما نتخيله ذهنياً. عبّر المنطق الكلاسيكي عن مرحلةٍ كان العقل فيها يميل إلى تصوّر الواقع على أنه ثابت وقابل لليقين، ومن ثمّ صاغ أدوات منطقية قائمة على الحسم والثنائية الجامدة. إلا أن التحولات العلمية والمعرفية كشفت أن الواقع أكثر تعقيدًا وغموضًا وتغيّرًا بكثير مما افترضه هذا المنطق، ما دفع العقل إلى تطوير صياغات منطقية جديدة تستوعب الاحتمالية والتدرج وعدم اليقين.

لذا، يؤكد هذا الاستنتاج أن تطور المنطق ليس دليلًا على خطأ المنطق السابق، بل هو شهادة على محدوديته السياقية. فالعقل لا يكتشف منطقًا جاهزًا في العالم، ولا يفرض عليه منطقه الخاص. بل يعيد بناء أدواته المنطقية مع تغيّر طريقة انكشاف الواقع له. وهكذا، يصبح المنطق أداة ديناميكية لفهم العالم، ويتغير بتغير المعرفة، ويصبح تطوره مؤشراً على تطور الوعي العقلي ببنية الواقع، وليس مجرد تطور شكلي في القواعد.

الهوامش:

١ - المعجم الوسيط، نخبة من اللغويين بمجمع اللغة العربية بالقاهرة، مكتبة الشروق الدولية، الطبعة الرابعة، صدرت عام ١٤٣٩ هـ / ٢٠٠٨ م، ص٩٣١.

٢ - المنطق الصوري - منذ ارسطو حتى عصورنا الحاضرة، علي سامي النشار، دار المعرفة الجامعية، ٢٠٠٠، ص٢-٥.

٣ - موسوعة الفلسفة، عبد الرحمن بدوي، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، ج٢، ١٩٨٤، ص٤٧٣.

٤ - دروس في الفلسفة، جميل صليبا، مكتبة العلوم والآداب، دمشق، ج٢، ١٩٤٤، ص٩.

٥ - المعجم الفلسفي، جميل صليبا، دار الكتاب اللبناني، بيروت، ج٢، ١٩٨٢، ص٤٢٩.

٦ - دروس في الفلسفة، جميل صليبا، مكتبة العلوم والآداب، دمشق، ج٢، ١٩٤٤، ص١١.

٧ - المنطق الصوري، تريكو جول، ترجمة. محمود يعقوبي، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر،١٩٦٦، ص٢٤.

٨ - المنطق وطرائق العلم العامّة، جميل صليبا وكامل عيّاد، مكتبة العلوم والآداب، بيروت، ١٩٤٨، ص٦٥.

٩ - المغالطات المنطقية: فصول في المنطق غير الصوري، عادل مصطفى، مؤسسة هنداوي عام ٢٠١٩، ص١٢.

١٠ - المغالطات المنطقية: فصول في المنطق غير الصوري، عادل مصطفى، مؤسسة هنداوي عام٢٠١٩، ص١٨.

١١ - تاريخ علم المنطق، ألكسندر ماكوفلسكي، ترجمة: نديم علاء الدين وإبراهيم فتحي، دار الفارابي، لبنان. ١٩٨٧، ص ٩.

١٢ - المنطق وطرائق العلم العامّة، جميل صليبا وكامل عيّاد، مكتبة العلوم والآداب، بيروت، ١٩٤٨، ص٥٩.

١٣ - المنطق الصوري - منذ ارسطو حتى عصورنا الحاضرة، علي سامي النشار، دار المعرفة الجامعية، ٢٠٠٠، ص١٩.

١٤ - المنطق الصوري - منذ ارسطو حتى عصورنا الحاضرة، علي سامي النشار، دار المعرفة الجامعية، ٢٠٠٠، ص٢٠.

١٥ - تاريخ الفلسفة اليونانية، يوسف كرم، مؤسسة هنداوي عام ٢٠١٤، ص١٤٧.

١٦ - مقدمة الى فلسفة الرياضيات، برتراند رسل، ترجمة: الأستاذ أحمد سمير سعيد، دار آفاق للنشر والتوزيع،٢٠٢١، ص١٣.

١٧ - ارسطو طاليس المعلم الأول، ماجد فخري، بيروت، ٢٠٢١، ص٣٢.

١٨ - حلم العقل: تاريخ الفلسفة من عصر اليونان إلى عصر النهضة، أنتوني جوتليب، ترجمة محمد طلبة نصار، مؤسسة هنداوي عام ٢٠١٤، ص٢٨١.

١٩ - تاريخ علم المنطق، ألكسندر ماكوفلسكي، ترجمة: نديم علاء الدين وإبراهيم فتحي، دار الفارابي، لبنان. ١٩٨٧، ص ١٧٨.

٢٠ - المنطق وتاريخه -من ارسطو حتى راسل، روبير بلانشي، ترجمة خليل احمد خليل، ٢٠١٤، ص١٢٣.

٢١ - المنطق الرمزي -نشأته وتطوره، محمود فهمي زيدان، ١٩٧٩، ص٤١.

٢٢ - تاريخ علم المنطق، ألكسندر ماكوفلسكي، ترجمة: نديم علاء الدين وإبراهيم فتحي، دار الفارابي، لبنان. ١٩٨٧، ص ١٨٣.
٢٣ - قصة الفلسفة اليونانية، زكي نجيب محمود وأحمد أمين، مؤسسة هنداوي عام ٢٠١٨، ص١٧٤.
٢٤ - تاريخ علم المنطق، ألكسندر ماكوفلسكي، ترجمة: نديم علاء الدين وإبراهيم فتحي، دار الفارابي، لبنان. ١٩٨٧، ص ٢٠٠.
٢٥ - المنطق وطرائق العلم العامّة، جميل صليبا وكامل عيّاد، مكتبة العلوم والآداب، بيروت، ١٩٤٨، ص٦٣.
٢٦ - أوهام العقل: قراءة في (الأورغانون الجديد) لفرانسيس بيكون، عادل مصطفى، مؤسسة هنداوي عام ٢٠١٨، ص٣٠.
٢٧ - الاستقراء والمنهج العلمي، محمود فهمي زيدان، دار الجامعات المصرية، ١٩٧٧، ص٦٢.
٢٨ - الأورغانون الجديد: إرشادات صادقة في تفسير الطبيعة، فرانسيس بيكون، ترجمة: عادل مصطفى، مؤسسة هنداوي عام ٢٠١٨، ص٢١.
٢٩ - الاستقراء والمنهج العلمي، محمود فهمي زيدان، دار الجامعات المصرية، ١٩٧٧، ص٦٥.
٣٠ - فلسفة العلم في القرن العشرين، يمنى طريف الخولي، مؤسسة هنداوي عام ٢٠١٤، ص٧٠.
٣١ - أوهام العقل: قراءة في (الأورغانون الجديد) لفرانسيس بيكون، عادل مصطفى، مؤسسة هنداوي عام ٢٠١٨، ص٣٩.
٣٢ - الاستقراء والمنهج العلمي، محمود فهمي زيدان، دار الجامعات المصرية، ١٩٧٧، ص٦٥.
٣٣ - الاستقراء والمنهج العلمي، محمود فهمي زيدان، دار الجامعات المصرية، ١٩٧٧، ص٧٣.
٣٤ - منطق الاستقراء (المنطق الحديث)، إبراهيم مصطفى إبراهيم، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية، ١٩٩٩، ص١٠٤.
٣٥ - منطق الاستقراء (المنطق الحديث)، إبراهيم مصطفى إبراهيم، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية، ١٩٩٩، ص١٠٥.
٣٦ - التفكير العلمي ومستجدات الواقع المعاصر، محمود محمد علي، مؤسسة هنداوي عام ٢٠٢٣، ص٩٤.
٣٧ - منهجيتُنا العلمية، يمنى طريف الخولي، مؤسسة هنداوي عام ٢٠٢٤، ص١٣٢.
٣٨ - مقدمة الى فلسفة الرياضيات، برتراند رسل، ترجمة: الأستاذ أحمد سمير سعيد، دار آفاق للنشر والتوزيع،٢٠٢١، ص٢١.
٣٩ - المنطق الصوري - منذ ارسطو حتى عصورنا الحاضرة، علي سامي النشار، دار المعرفة الجامعية، ٢٠٠٠، ص٣٦.
٤٠ - المنطق الصوري والرياضي، الدكتور عبد الرحمن بدوي، وكالة المطبوعات، الكويت الطبعة: الرابعة، ١٩٧٧، ص٢٢٣.
٤١ - نظرية جوتلوب فريجه المنطقية - الأفكار الأولية في المنطق، ياسين خليل، مجلة كلية الآداب، جامعة بغداد، العدد:

١٩٦٧،١٠، ص٣٢٦.
٤٢ - المنطق الرمزي -نشأته وتطوره، محمود فهمي زيدان، ١٩٧٩، ص١٥٣.
٤٣ - المنطق الصوري والرياضي، الدكتور عبد الرحمن بدوي، وكالة المطبوعات، الكويت الطبعة: الرابعة، ١٩٧٧، ص٢٤٢.
٤٤ - نظرية جوتلوب فريجه المنطقية - الأفكار الأولية في المنطق، ياسين خليل، مجلة كلية الآداب، جامعة بغداد، العدد: ١٩٦٧،١٠، ص١٥٢.
٤٥ - الفلسفة التحليلية: مقدمة قصيرة جدا، مايكل بيني، ترجمة: أحمد عبد المنعم، مؤسسة هنداوي عام ٢٠٢٣، ص٤٣.
٤٦ - الفلسفة التحليلية: مقدمة قصيرة جدا، مايكل بيني، ترجمة: أحمد عبد المنعم، مؤسسة هنداوي عام ٢٠٢٣، ص٤٤.
٤٧ - أصول الرياضيات، برتراند رسل، ترجمة: محمد مرسي أحمد وأحمد الأهواني، دار المعارف، مصر، ١٩٦٣، ط٢، ج١، ص٥٠
٤٨ - المنطق الصوري والرياضي، الدكتور عبد الرحمن بدوي، وكالة المطبوعات، الكويت الطبعة: الرابعة، ١٩٧٧، ص٢٣٣.
٤٩ - فلسفة العلم في القرن العشرين، يمنى طريف الخولي، مؤسسة هنداوي عام ٢٠١٤، ص٢٠٩.
٥٠ - فلسفة العلم في القرن العشرين، يمنى طريف الخولي، مؤسسة هنداوي عام ٢٠١٤، ص٢١٠.
٥١ - ذكاء اصطناعي متوافق مع البشر: حتى لا تفرض الآلات سيطرتها على العالم، ستيوارت راسل، ترجمة: مصطفى محمد ١٢- فؤاد وأسامة إسماعيل عبد العليم، مؤسسة هنداوي عام ٢٠٢٢، ص٢٧٩.
٥٢ - ذكاء اصطناعي متوافق مع البشر: حتى لا تفرض الآلات سيطرتها على العالم، ستيوارت راسل، ترجمة: مصطفى محمد ١٢- فؤاد وأسامة إسماعيل عبد العليم، مؤسسة هنداوي عام ٢٠٢٢، ص٢٨٤.
٥٣ - نشأة الفلسفة العلمية، هانز ريشنباخ، ترجمة: فؤاد زكريا، مؤسسة هنداوي عام ٢٠٢٠، ص٢٠٦.
٥٤ - ذكاء اصطناعي متوافق مع البشر: حتى لا تفرض الآلات سيطرتها على العالم، ستيوارت راسل، ترجمة: مصطفى محمد ١٢- فؤاد وأسامة إسماعيل عبد العليم، مؤسسة هنداوي عام ٢٠٢٢، ص٢٧٤.
٥٥ - المنطق الغائم علم جديد لتقنية المستقبل، سهام النويهي، المكتبة الاكاديمية، ٢٠٠١، ص٣٢.
٥٦ - المنطق الغائم وعلاقته بالذكاء الاصطناعي، د. السيد عبد الفتاح، مجلة جامعة مصر للدراسات الانسانية (العلوم الاجتماعية والإنسانية) مجلد ١ عدد ٢ يوليو ٢٠٢١، ص٣٠١.
٥٧ - المنطق الغائم علم جديد لتقنية المستقبل، سهام النويهي، المكتبة الاكاديمية، ٢٠٠١، ص١٨.
58 - CIRCUMSCRIPTION-A FORM OF NONMONOTONIC REASONING، John McCarthy Computer Science Department Stanford University Stanford, CA 1986, p14, https://

www-formal.stanford.edu/jmc/circumscription.pdf
59 - Department of Computer Science, University of British، R. Reiter A Logic for Default Reasoning، Columbia, p81, https://www.horty.umiacs.io/courses/readings/reiter-default-1980pdf

المصادر:

١- ارسطو طاليس المعلم الأول، ماجد فخري، بيروت، ٢٠٢١.
٢- الاستقراء والمنهج العلمي، محمود فهمي زيدان، دار الجامعات المصرية، ١٩٧٧.
٣- أصول الرياضيات، برتراند رسل، ترجمة: محمد مرسي أحمد وأحمد الأهواني، دار المعارف، مصر، ١٩٦٣، ط٢، ج ١.
٤- الأورغانون الجديد: إرشادات صادقة في تفسير الطبيعة، فرانسيس بيكون، ترجمة: عادل مصطفى، مؤسسة هنداوي عام ٢٠١٨.
٥- أوهام العقل: قراءة في (الأورغانون الجديد) لفرانسيس بيكون، عادل مصطفى، مؤسسة هنداوي عام ٢٠١٨.
٦- تاريخ الفلسفة اليونانية، يوسف كرم، مؤسسة هنداوي عام ٢٠١٤.
٧- تاريخ علم المنطق، ألكسندر ماكوفلسكي، ترجمة: نديم علاء الدين وإبراهيم فتحي، دار الفارابي، لبنان. ١٩٨٧.
٨- التفكير العلمي ومستجدات الواقع المعاصر، محمود محمد علي، مؤسسة هنداوي عام ٢٠٢٣.
٩- حلم العقل: تاريخ الفلسفة من عصر اليونان إلى عصر النهضة، أنتوني جوتليب، ترجمة محمد طلبة نصار، مؤسسة هنداوي عام ٢٠١٤.
١٠- دروس في الفلسفة، جميل صليبا، مكتبة العلوم والآداب، دمشق، ج٢، ١٩٤٤.
١١- ذكاء اصطناعي متوافق مع البشر: حتى لا تفرض الآلات سيطرتها على العالم، ستيوارت راسل، ترجمة: مصطفى محمد
١٢- فؤاد وأسامة إسماعيل عبد العليم، مؤسسة هنداوي عام ٢٠٢٢.
١٣- الفلسفة التحليلية: مقدمة قصيرة جدا، مايكل بيني، ترجمة: أحمد عبد المنعم، مؤسسة هنداوي عام ٢٠٢٣.
١٤- فلسفة العلم في القرن العشرين، يمنى طريف الخولي، مؤسسة هنداوي عام ٢٠١٤.
١٥- قصة الفلسفة اليونانية، زكي نجيب محمود وأحمد أمين، مؤسسة هنداوي عام ٢٠١٨.
١٦- المعجم الفلسفي، جميل صليبا، دار الكتاب اللبناني، بيروت، ج٢، ١٩٨٢.
١٧- المعجم الوسيط، نخبة من اللغويين بمجمع اللغة العربية بالقاهرة، مكتبة الشروق الدولية، الطبعة الرابعة، صدرت عام ١٤٣٩ هـ / ٢٠٠٨ م.
١٨- المغالطات المنطقية: فصول في المنطق غير الصوري، عادل مصطفى، مؤسسة هنداوي عام ٢٠١٩.
١٩- مقدمة الى فلسفة الرياضيات، برتراند رسل، ترجمة: الأستاذ أحمد سمير سعيد، دار آفاق للنشر والتوزيع،٢٠٢١.

٢٠- منطـق الاسـتقراء (المنطـق الحديـث)، إبراهيـم مصطفـى إبراهيـم، كليـة الآداب، جامعـة الإسـكندرية، ١٩٩٩.
٢١- المنطـق الرمـزي -نشـأته وتطـوره، محمـود فهمـي زيـدان، ١٩٧٩.
٢٢- المنطـق الصـوري - منـذ ارسـطو حتـى عصورنـا الحـاضرة، عـلي سـامي النشـار، دار المعرفـة الجامعيـة، ٢٠٠٠.
٢٣- المنطـق الصـوري والريـاضي، الدكتـور عبـد الرحمـن بـدوي، وكالـة المطبوعـات، الكويـت الطبعـة: الرابعـة، ١٩٧٧.
٢٤- المنطـق الصـوري، تريكـو جـول، ترجمـة. محمـود يعقـوبي، ديـوان المطبوعـات الجامعيـة، الجزائـر،١٩٦٦.
٢٥- المنطـق الغائـم علـم جديـد لتقنيـة المسـتقبل، سـهام النويهـي، المكتبـة الاكاديميـة، ٢٠٠١.
٢٦- المنطـق الغائـم وعلاقتـه بالـذكاء الاصطناعـي، د. السـيد عبـد الفتـاح، مجلـة جامعـة مـصر للدراسـات الانسـانية (العلـوم الاجتماعيـة والإنسـانية) مجلـد ١ عـدد ٢ يوليـو ٢٠٢١.
٢٧- المنطـق وتاريخـه -مـن ارسـطو حتـى راسـل، روبـير بلانـشي، ترجمـة خليـل احمـد خليـل، ٢٠١٤.
٢٨- المنطـق وطرائـق العلـم العامّـة، جميـل صليبـا وكامـل عيّـاد، مكتبـة العلـوم والآداب، بـيروت، ١٩٤٨.
٢٩- منهجيتُنـا العلميـة، يمنـى طريـف الخولي، مؤسسـة هنداوي عـام ٢٠٢٤.
٣٠- موسـوعة الفلسـفة، عبـد الرحمـن بـدوي، المؤسسـة العربيـة للدراسـات والنـشر، ج٢، ١٩٨٤.
٣١- نشـأة الفلسـفة العلميـة، هانـز ريشـنباخ، ترجمـة: فـؤاد زكريـا، مؤسسـة هنـداوي عـام ٢٠٢٠.
٣٢- نظريـة جوتلـوب فريجـه المنطقيـة - الأفـكار الأوليـة في المنطـق، ياسـين خليـل، مجلة كليـة الآداب، جامعـة بغـداد، العـدد: ١٠،١٩٦٧.
-33CIRCUMSCRIPTION-A FORM OF NONMONOTONIC REASONING، John McCarthy Computer Science Department Stanford University Stanford, CA 1986, p14, https://www-formal.stanford.edu/jmc/circumscriptionpdf.
-34Department of Computer Science, University of British، R. Reiter A Logic for Default Reasoning، Columbia, p81, https://www.horty.umiacs.io/courses/readings/reiter-default-1980pdf

Sources:

1- Aristotle: The First Teacher, Majid Fakhri, Beirut, 2021.

2- . Induction and the Scientific Method, Mahmoud Fahmy Zeidan, Egyptian Universities Press, 1977.

3- Principles of Mathematics, Bertrand Russell, translated by Mohamed Morsi Ahmed and Ahmed Al-Ahwani, Dar Al-Maaref, Egypt, 1963, 2nd edition, Vol. 1.

4- The New Organon: True Instructions in the Interpretation of Nature, Francis Bacon, translated by Adel Mustafa, Hindawi Foundation, 2018.

5- The Illusions of the Mind: A Reading of Francis Bacon's The New Organon, Adel Mustafa, Hindawi Foundation, 2018.

6- A History of Greek Philosophy, Youssef Karam, Hindawi Foundation, 2014.

7- A History of Logic, Alexander Makowelsky, translated by Nadim Alaa El-Din and Ibrahim Fathi, Dar Al-Farabi, Lebanon. 1987.

8- Scientific Thinking and the Developments of Contemporary Reality, Mahmoud Muhammad Ali, Hindawi Foundation, 2023.

9- The Dream of Reason: A History of Philosophy from the Greeks to the Renaissance, Anthony Gottlieb, translated by Muhammad Talba Nassar, Hindawi Foundation, 2014.

10- Lessons in Philosophy, Jamil Saliba, Library of Sciences and Literature, Damascus, Vol. 2, 1944.

11- Artificial Intelligence Compatible with Humans: So That Machines Don't Take Over the World, Stuart Russell, translated by Mustafa Muhammad

12- Fouad and Osama Ismail Abdel-Alim, Hindawi Foundation, 2022.

13- Analytical Philosophy: A Very Short Introduction, Michael Binnie, translated by Ahmed Abdel-Moneim, Hindawi Foundation, 2023.

14- Philosophy of Science in the Twentieth Century, Yumna Tarif Al-Khouli, Hindawi Foundation, 2014.

15- The Story of Greek Philosophy, Zaki Naguib Mahmoud and Ahmed Amin, Hindawi Foundation, 2018.

16- The Philosophical Dictionary, Jamil Saliba, Lebanese Book House, Beirut, Vol. 2, 1982.

17- The Concise Dictionary, compiled by a group of linguists from the Arabic Language Academy in Cairo, Al-Shorouk International Library, Fourth Edition, published 1439 AH / 2008 CE.

18- Logical Fallacies: Chapters in Informal Logic, Adel Mustafa, Hindawi Foundation, 2019.

19- Introduction to the Philosophy of Mathematics, Bertrand Russell, translated by Professor Ahmed Samir Saeed, Afaq Publishing and Distribution House, 2021

20- Inductive Logic (Modern Logic), Ibrahim Mustafa Ibrahim, Faculty of Arts, Alexandria University, 1999.

21- Symbolic Logic: Its Origins and Development, Mahmoud Fahmy Zeidan, 1979.

22- Formal Logic: From Aristotle to the Present Day, Ali Sami Al-Nashar, University Knowledge House, 2000.

23- Formal and Mathematical Logic, Dr. Abdul Rahman Badawi, Publications Agency, Kuwait, Fourth Edition, 1977.

24- Formal Logic, Tricot Joule, translated by Mahmoud Yaqoubi, University Publications Office, Algeria, 1966.

25- Fuzzy Logic: A New Science for Future Technology, Siham Al-Nuwayhi, Academic Library, 2001.

26- Fuzzy Logic and Its Relationship to Artificial Intelligence, Dr. Mr. Abdel Fattah, Misr University Journal of Humanities (Social and Human Sciences), Volume 1, Issue 2, July 2021.

27- Logic and Its History - From Aristotle to Russell, Robert Blanchet, translated by Khalil Ahmed Khalil, 2014.

28- Logic and General Scientific Methods, Jamil Saliba and Kamel Ayyad, Library of Sciences and Arts, Beirut, 1948.

29- Our Scientific Methodology, Yumna Tarif Al-Khouli, Hindawi Foundation, 2024.

30- Encyclopedia of Philosophy, Abd al-Rahman Badawi, Arab Foundation for Studies and Publishing, Vol. 2, 1984.

31- The Origins of Scientific Philosophy, Hans Reichenbach, translated by Fouad Zakaria, Hindawi Foundation, 2020

32- Gottlob Frege's Logical Theory - Initial Ideas in Logic, Yassin Khalil, Journal of the College of Arts, University of Baghdad, Issue: 1967, 10.

33- CIRCUMSCRIPTION-A FORM OF NONMONOTONIC REASONING، John McCarthy Computer Science Department Stanford University Stanford, CA 1986, p14, https://www-formal.stanford.edu/jmc/circumscriptionpdf.

34- Department of Computer Science, University of British، R. Reiter A Logic for Default Reasoning، Columbia, p81, https://www.horty.umiacs.io/courses/readings/reiter-default-1980pdf