

المنطق الغائم ودوره في تأسيس الذكاء الإصطناعي رؤية تحليلية أستمولوجية

ناصر هاشم محمد

أستاذ المنطق وفلسفة العلوم في كلية الآداب/جامعة أسيوط - مصر

ملخص إجمالي

أحدث ظهور المنطق الغائم انقلاباً خطيراً في مبادئ الفكر الإنساني، والعلم الحديث على المستويين العقلاني والتطبيقي، وأزاح ظهوره بعض المفاهيم التي وُصفت بالمطلقة والحقيقية والثابتة، كالحتمية، واليقين والضرورة، والسببية، وحلّت بدلاً منها مفاهيم اللّاحتمية، والّلايقين، والإمكان، والاحتمال، والنسبية. مثل هذه تلك المفاهيم هي التي ستغيّر منهج ونتائج التفكير في القضايا العلمية والواقعية، وأحكام العقل عليها، فلم يعد هناك قضايا توصف بالصادقة أو الكاذبة المطلقة.

تعدّ علوم الحاسوب، وعلى رأسها الذكاء الإصطناعي، أكثر العلوم تأثراً بهذا المنطق حتى أصبح أكبر أسسها وركائزها. فقد مكّن المنطق الغائم الذكاء الإصطناعي من التعامل مع الغموض، والتعقيد، والحقائق الرمادية التي أصبحت ملازمة للظواهر الواقعية، الّلايقين وهو السّمة الأساسية للمعرفة المعاصرة. كما أطاح هذا المنطق بقانون الثالث المرفوع الذي كبّل العقل الإنساني قروناً طويلة. ولقد ساعد المنطق المشار إليه علماء الذكاء الاصطناعي في معالجة غموض اللّغة الطبيعية، وتمثيل هذ الغموض من خلال استخدامه للمتغيرات اللّغوية والعددية، والتعامل مع البيانات الضخمة، ومعالجتها، وتخزينها، كما ساهم في وضع قواعد للنّظم الخبيرة، فأصبح قلب الذكاء الإصطناعي بما يشمله من أنساق الصورية، وجعله عملية الاستنباط المحورية.

* * *

مفردات مفتاحية: المنطق الغائم - الذكاء الإصطناعي - تمثيل المعرفة - النّظم الخبيرة
اللّغة الطبيعية - الأنساق الصورية.

تمهيد

شهدت المعرفة العلميّة منذ بدايات القرن العشرين تطوّرات مذهلة، على مستوى العلوم الطبيعيّة والبيولوجيّة، وصولاً إلى العلوم الإنسانيّة والاجتماعيّة، وهذه التطوّرات أدّت إلى تقويض معظم المبادئ التي قام عليها العلم الكلاسيكيّ، فانتقلت بالعقل الإنسانيّ من مستوى الحتميّة إلى مستوى اللّاحتميّة، ومن مستوى التحديد المطلق إلى الحرّيّة والإمكان والاحتمال، وتغيّرت جراء ذلك طبيعة القانون العلميّ من قانون حتميّ، صارم، مطلق إلى قانون نسبيّ، إحصائيّ، احتماليّ، وأصبح من الضروريّ إزاحة كلّ التفسيرات التي تستند فقط إلى فكرة النظام، وما تتطلبه من فرض قوانين صارمة، وما تتحدّث عنه من «حتميّة» أو «أطراد». فالمعرفة المعاصرة طرحت مفاهيم جديدة تتّصل بعدم الانتظام وما يحمله من مفاهيم مثل «التبعثر»، «الاحتمال»، «اللامعين»، «اللامحدود»، ممّا أدّى إلى أزمة اليقين العلميّ لاسيّما في الأنظمة اللّاخطيّة أو الفوضويّة.

هذا الأمر تأكّد عندما قدم العالم الأذربيجانيّ لظفي زاده (1965) المنطق الضبابيّ باعتباره نظاماً متعدّد القيم، يتيح استخدام هذه القيم الوسيطة بين التقييمات التقليديّة مثل (صواب/ خطأ) (نعم / لا)، ممّا يسمح لأجهزة الكمبيوتر بالتفكير بطريقة أقرب إلى التفكير البشريّ، وحلّت الأنظمة الضبابيّة بديلاً للمفاهيم التقليديّة لعضويّة المجموعة التي تعود جذورها إلى المنطق اليونانيّ، وتقوم على قوانين الفكر الأساسيّة الثلاثة: الهويّة، وعدم التناقض، والثالث المرفوع. قدّم لظفي زاده نظريّة المجموعة الضبابيّة لتمثيل عدم اليقين، وعدم الدقّة الرياضيّة، ليعكس التفكير البشريّ بشكل أفضل عن طريق تعريف المجموعات الفرعيّة بدوال عضويّة ذات قيم تتراوح بين 0-1، ممّا يجعل النماذج أكثر مرونة وتكيّفًا.

وقد ظهرت الإرهاصات الأولى لمفهوم الضبابيّة عند فلاسفة اليونان، فأرسطو (384ق.م) في مقولته «الإمكان»، يعرف الإمكان قائلاً: «أعني الممكن مالم يكن واجباً ولا يلزم عن افتراض وجوده شيء ممتنع»^[1]، أي أنّه يرى أنّ هناك قضايا لا يمكن الحكم عليها بالصدق أو الكذب، ويذكر منها العبارات التي تتعلّق بالأحداث المستقبلية، ويعطي مثل قولنا: إنّ الحرب ستكون غداً، وليس بواجب ضرورة، وقولنا إنّها لا تكون غداً يوجب ضرورة، وهذا يوحي بوعيه بوجود قيم متوسّطة بين صادق وكاذب.

من جانبه، أشار أفلاطون إلى وجود منطقة ثالثة بين الصواب والخطأ، هو ما جعل البعض يعد أفلاطون الواضع الأول لأسس المنطق الغائم، وفي العصر الحديث أشار كل من بيركلي «G.»

[1]- بان لوكاشيفيتش: نظريّة القياس الأرسطيّة من وجهة نظر المنطق الصوريّ الحديث، ترجمة وتقديم عبد الحميد صبرة، منشأة المعارف، الإسكندرية، 1961، ص 217.

1753 «Berkeley» و «هيوم 1776 D., Hume» و «كانت 1804 Kant» إلى فكرة الغيمة أو الضبابية فقد اعتقد كل من باركلي وهيوم أن كل مفهوم له جزء مركزي معين، إليه تنجذب المفاهيم التي تتشابه معه بطريقة ما. وأمن هيوم بمنطق الحس المشترك الذي يقوم على الاستدلال المؤسس على المعرفة التي يكتسبها الناس العاديون من خلال المعيشة في العالم. أما كانت فأعتقد أن الرياضيات فقط هي التي تعطي تعريفات تامة، وأن العديد من المبادئ المتناقضة لا يمكن تقسيمها إلى ما لا نهاية^[1].

ومن الفلاسفة أصحاب الإسهامات الكبرى في المنطق الغائم نذكر جوتفريد لينتز (1716م)، الذي استخدم العد الثنائي لتمثيل الفكر المنطقي، والذي أصبح في وقت لاحق ركناً أساسياً من أركان الحاسوب، تم اقتراحه لتطوير الحساب التحليلي للاستدلال المنطقي، وذلك من خلال تطوير لغة عالمية تكون مناسبة للتواصل، وتضم، بالإضافة إلى حساب الاستدلالات المنطقية، المعارف الرياضية والعلمية. وكان هدف لينتز هو عملية التفكي^[2]. وتعد هذه الإرهاسة الأولى في فكرة تفكير الآلة، وظهور الحاسوب والذكاء الاصطناعي.

نذكر أيضاً ستانلي جيفونز (1882م) Jevons W,S، الذي اخترع عام 1869 ما سمّاه «الآلة المنطقية» كي يتوصّل بها إلى نتيجة أي استدلال، حين يكثر عدد حدوده ومقدّماته، من دون أي جهد عقلي، وكان بذلك صاحب الفضل الأول في وضع نواة لاختراع الحاسوب الذي قام في تصميمه لاحقاً على استخدام الثوابت المنطقية التي يكشف عنها المنطق الرياضي كالربط، والفصل، والسلب، والّلزوم.^[3]

نذكر كذلك وليم جيفونز ومحاولته المتمثلة في «ميكنة» الاستدلال المنطقي، والتي كان لها تأثير كبير على تفكير جوتلوب فريجة (1925) في تقديمه نظرية الحساب التحليلي للمحمول، وثبتت في ما بعد أهميتها في تطوير علم الحاسوب.^[4]

أمّا المرحلة الفارقة في تاريخ تطوّر الحاسوب فكانت من خلال منطق جورج بول (1964م) الذي قدّم منهجاً حديثاً لتمثيل المنطق بالرموز، يلعب دوراً حيوياً في الحاسوب من خلال تأسيسه

[1]- أنظر: السيد عبد الفتاح جاب الله: منهجية المنطق الغائم وتطبيقاته في الذكاء الاصطناعي - رسالة دكتوراه، جامعة القاهرة، غير منشور، 2010، ص36.

[2]- Davis, M.,: Mathematical Logic and the origin of Modern Computer, IN: harken, R., (ED) (1995): the universal Turing Machine: A half- Century Survey, Computer Culture, 2 , New York: Springer - Verlog-P136

[3]- محمود فهمي زيدان: المنطق الرمزي «نشأته وتطوره»، بيروت، دار النهضة العربية، 1979، ص90.

[4]- GILLIES, D.,: Logicism and the Development of Computer Science, In: Kakas, A,C.& Sadri, F (Eds.) (2002): Computational LOGIC: LOGIC programming and Beyond, Essays in Honor of Robert A, Kowalski, part 11., 2408, Lecture Not sin computer Science, London:- SPRIGER- Verlag, p.593

«البوابات المنطقية» التي يعتمد عليها الحاسوب بصفة أساسية في عمله، كما يعدُّ أيضاً أداة فاعلة لاختزال عدد تلك البوابات داخل الدوائر المنطقية. والبوابة المنطقية هي عبارة عن جهاز إلكتروني بسيط يسير بنظام منطقي محدد، ويتميز بأن له متغيرات دخل In Put متعددة، يمكن أن نفترض كلاً منها إما بالقيمة (0) أو القيمة (1) (رموز نظام العدد الثنائي) ومتغير خرج OUT PUT واحداً، والذي يعدُّ دالةً لمدخلاته - ويكون أيضاً - إما (0) أو (1). وهذه البوابات هي بمثابة وحدة بناء الحاسوب، والنواة الأساسية لأي جهاز إلكتروني^[1].

تتجلى أهمية المنطق الضبابي في أنه يتيح لبرامج الحاسوب وصف العالم ورؤيته، وإنشاء قواعد البيانات أو تطوير الذكاء الاصطناعي، كما عمل على معالجة أوجه القصور في المنطق الأرسطي التي كبّلت العقل، وأصابته بالجمود والانفصال^[2].

وإذا كان المنطق الكلاسيكي وتطبيقاته المتمثلة بالتكنولوجيا الرقمية ساهم بصورة فاعلة في تكوين ملامح التطور الإنساني الراهن، إلا أنه عجز عن تحقيق أهداف الذكاء الاصطناعي ومعالجة مظاهر التعقيد التقني والمنطقي في جانب تمثيل المعرفة، وكذلك عن حلّ المشكلات المعقدة التي تواجهها مع غموض الواقع أو تمثله في الحاسوب، وهو ما دفع العلماء إلى استخدام وتطوير نظرية المجموعات (الغائمة) غير المحددة، والاعتماد على المنطق الغائم^[3].

الركائز الأساسية للمنطق الغائم

تتمثل الركائز الأساسية للمنطق الغائم بثلاثة مستويات، هي:

أولاً: المستوى الأنطولوجي: وهو يقابل غموض الظواهر الواقعية وتعقيدها، وعبر عنه الفيلسوف الفرنسي إدغار موران بقوله «لا يفتح المنطق الاستنتاجي الهوياتي على فهم المركب والوجود، وإنما على المعقولة النفعيّة، ويتناسب مع احتياجاتنا العملية لتجاوز اللّايقين والغموض، ويقدم تشخيصاً واضحاً وخالياً من الالتباس، ولكنه يضعف عند الوضوح ويُخدع، ولا يمكن إزالة الغموض إلا إذا أُجريت عملية بتر للمعرفة والفكر»^[4].

ثانياً: المستوى الأبيستمولوجي: وهو يقابل اللّايقين في المعرفة، ويرى أنّ الغموض والتعقيد

[1]- مظهر طایل: البوابات المنطقية والدوائر الرقمية، بيروت، دار الرّب الجامعية، ص8، د.ت.

[2]- Aigner, Florian: Logic in Computer Science Vienna university of Technology May 27, 2014, retrieved from <https://phys.org/new/201405--logic.html>. On Mayo 2025 1:40

[3]- L,A, Zadeh and others: Analysis and Design of Intelligence System using Saft Computing Techniques, Springer, 2007, p 21

[4]- نقلاً عن: شهيرة شرف: منطق الضبابية والعلوم الإنسانية الاجتماعية، المركز العربي للأبحاث ودراسة السياسات، بيروت، 2016، ص109-117.

خاصيتان ملازمتان للظواهر الواقعية على المستوى الأستمولوجي «فالغموض هو التداخل بين حالات الظاهرة نفسها، أو بين الميادين المتعددة والانتقال الإنسيابي من حال إلى أخرى، الأمر الذي يحول دون فصل تلك الحالات فصلاً حاداً، بعضها عن بعض، عكس المشتغلين بالمنطق الثنائي والمتعدد القيم الذين كان همهم النظري مرتكزاً على صدق القضايا أو كذبها، أو صحة الإستدلال وفساده فقط. فاهتمام المشتغلين بالمنطق الضبابي ينصبُّ أكثر على الجانب التطبيقي، إذ يركّزون ليس على معالجة البيانات المرتبطة بالظواهر الغامضة فحسب، وإنما أيضاً على معالجة البيانات المرتبطة بالظواهر المعقّدة.^[1]

فالأليقين سمة المعرفة المعاصرة، وكلُّ معرفة تمتلك درجات معيَّنة منه، تقابلها قيم متباينة من صدق القضايا التي تمثلها. والأليقين الناجم عن الغموض هو صعوبة تعيين المتغيّرات بدقة صارمة، وتعدُّ معرفتها بشكل يقيني.

ثالثاً: المستوى السيمانطقي «معالجة اللغات الطبيعية»: مع عجز المنطق التقليدي عن التعبير عن الغموض الموجود في اللغة الطبيعية، كذلك عجزه عن تمثيل هذا الغموض في برمجيات الحاسوب، ظهرت الحاجة لمنطق آخر قادر على تمثيل هذا الغموض في علم الذكاء الاصطناعي. وعن ذلك يقول زاده: «المنطق الضبابي جعل الآلة مثل البشر قادرة على التحدُّث، واتخاذ قرارات عقلانية في بيئة من عدم الدقة ونقص المعلومات»^[2]. هذا المنطق استطاع نمذجة دوال غير الخطية ذات التعقيدات، وبناء أنظمة غائمة لمطابقة أي مجموعة من (إدخال- إخراج) خصوصاً مع ظهور تقنيات وأنظمة تدمج المنطق الغائم مع الشبكات بعض الاصطناعية. يضيف زاده: «أن السمات الرئيسية للمنطق الغائم هي استخدام ما يُسمّى بالمتغيّرات اللغوية بالإضافة إلى المتغيّرات العددية، وتوصيف العلاقات بين المتغيّرات البسيطة عن طريق العبارات الشرطية الغامضة.

لقد استطاع المنطق الغائم تحديد خصائص العلاقات المعقّدة بالخورزميات^[3]، ومعالجة اللغة الطبيعية عن طريق إظهار عدم اليقين في معنى نصوصها، واتخاذ القرارات بناء على عدم اليقين، والتعامل مع المعلومات غير الكاملة عند معرفة ما يقوله الناس. كما استطاع تحليل مشاعر النصّ وتحديدها، سواء كانت إيجابية أم سلبية، وحتى تحليل المشاعر المحايدة، وسمح بفهم المشاعر بشكل غير دقيق، وتصنيف النصوص إلى فئات محدّدة مسبقاً، مثل المقالات الإخبارية، ومراجعات تصنيف النصوص - المنتجات - ومنشورات التواصل الاجتماعي، وإزالة غموض معاني الكلمات،

[1]- لدفيج فتنجشتاين: بحوث فلسفية، ترجمة وتعليق عزمي إسلام، مراجعة عبد الغفار مكاوي، الكويت، جامعة الكويت، 1990، ص286.

[2]- Zadeh., (2009) Toward extended fuzzy logic – A first step, fuzzy sets and Systems, p317318-

[3]- Zadeh, L., (1973)outline of a new A approach to the Analysis of Complex Systems and Decision processes transaction on1,vol.3, p 44.

لتحديد المعنى الصحيح لكلمة ما، وتجنُّب عدم اليقين في تفسير معنى الكلمة. كما استخدم في تلخيص النصوص.

في هذا السياق، اقتضت الضرورة الخروج من عباءة المنطق الثنائيِّ القيم لأسباب عديدة، أهمُّها:

(أ) رماديةً الواقع: غموض العالم الواقعيِّ الذي نعيش فيه، يتَّضح في الكثير من الحوادث، الأمر الذي يعكس عدم فاعليَّة قانون الثالث المرفوع في التعامل معها. وقد لاحظ زاده أنَّ الخطأ والصواب لا يكفیان لتمثيل الأشكال المنطقيَّة كافةً، فالعالم الواقعيُّ يتميَّز بالضبابيَّة والرماديَّة إلى حدِّ بعيد، والمنطق الغائم لديه القوَّة التعبيريَّة عن الأشياء الغامضة.

(ب) الصيرورة والتغيُّر: هي ميزة العالم الذي نعيش فيه، وأدَّت إلى التشكيك في مصداقيَّة مبدأ الهويَّة وعدم التناقض، ومع تطوُّر العلم ظهرت مشاكل عجز المنطق الكلاسيكيُّ عن التعامل معها. وقد عبَّر زاده عنه بقوله: «إنَّ تطوُّر العلم جنباً إلى جنب مع النجاحات الرائعة التي حقَّقتها التكنولوجيا، تظهر فئات من المشاكل التي لا يمكن معالجتها من قبل أيِّ نظريَّة تقوم على المنطق الثنائيِّ التكافؤ».^[1]

(ج) اللَّايقين: مبدأ الإرتياب، واللَّا تحديد الذي بدأ مع هايزنبرج (1976م) في الفيزياء وميكانيكا الكوانتم، وأقرَّ فيه أنَّه ليست كلُّ العبارات العلميَّة تكون إما صادقة أو كاذبة، بل إنَّ معظمها، تكون غير محدَّدة وغير يقينيَّة ورماديَّة أي غائمة، بمعنى أنَّ صدق العبارة يكون مسألة درجة، ومن ثمَّ فقد جعل هايزنبرج البشر يرتابون في المنطق الثنائي.^[2]

إنَّ تطوُّر النظريَّات العلميَّة في الفيزياء المعاصرة أكَّد فشل المنطق التقليديِّ في تفسير الظواهر الفيزيائيَّة، وهو ما دفع إلى بلورة المنطق الضبابيِّ الذي ينسجم مع الطبيعة التعقيدِيَّة لهذه الظواهر، فوضعت الفيزياء الكوانتيَّة حدًّا لليقين الذي كان يفخر به العلم الحديث، وأصبح العالم الجديد لا يخضع لقوانين العالم التقليديِّ، وكان السلب هو المميَّز الرئيس لهذا العلم، وتمَّ التخلِّي العلم عن بعض المفاهيم مثل الحتميَّة، واليقين والموضوعيَّة، واستبدل بها مفاهيم جديدة هي اللَّاحتميَّة واللَّايقين واللَّاموضوعيَّة.

واللَّايقين عند علماء الذكاء الاصطناعيِّ هو غياب المعرفة الدقيقة التي تمكَّننا من الوصول إلى نتيجة موثوق بها تماماً، فالمعلومات المتوفِّرة غالباً ما تحتوي على بيانات غير دقيقة، أو ناقصة أو لا يمكن قياسها، وفي النُّظم الخبيرة اللَّايقينِيَّة نحتاج إلى قواعد، ولكن في هذه الحالة سوف

[1]- Zadeh, L.,(1990): The BIRTH AND EVOLUTION OF FUZZY LOGIC. University of California, Berkeley, California, 94720, USA ,P 103

[2]- Kosko., Fuzzy Thinking: The New Science of Fuzzy Logic, HYPERION, New York, 1993, p1

تكون قواعد لا يقينية أيضاً، وقد تكون هناك ضرورة لوضع خطة لتحليل التعارض، ولكن قد لا يترتب على ذلك أن يكون بأسلوب فكّ الغموض.

لقد جاء المنطق الغائم لحلّ القضايا غير المؤكدة أو الاحتمالية، إذ يوفر وسيلة فعالة لانتقاط الطبيعة التقريبية غير الدقيقة للواقع، وهنا تبدو أهمية القواعد الضبابية وعلى رأسها قاعدة التحكم الضبابي التي تمثل الحلّ العام لمشكلة تمثيل العمليات التقريبية أو غير المحددة تماماً، ويوفر الآلية اللازمة لاستخدام هذه المعلومات، كما يركز على الاستنتاج من خلال التعابير والألفاظ اللغوية غير محددة. وتدعى هذه التعابير بالمتغيرات اللغوية أو المتغيرات الضبابية. هذا المنطق الضبابي يقدم نفسه كمقاربة ميثودولوجية بديلة للميثودولوجيا التقليدية (سواء في صورتها الوضعية أم التأويلية). فميثودولوجيا اللّايقين والاحتمال تتأسس على مفاهيم العلم المعاصر من قبيل اللّاحتمية، والتعقيد، واللّايقين، والاحتمال، والإمكان، والحرية، وتستفيد من علوم الذكاء الاصطناعي، ونظرية اتخاذ القرار، كما تعمل على إعادة مراجعة للمناهج المستعملة في الميثودولوجيا التقليدية.

يقول المنطقي المعاصر ويلارد كواين (2000م): «لقد أصبح اللّايقين قانوناً فيزيائياً معمولاً به، وعدت اللّاحتمية سمة أساسية من سمات التعامل مع الواقع، فلا مندوحة إذن، من نبذ مبدأ الثالث المرفوع، والبحث عن أداة منطقية تلائم غموض الواقع، ووجود مكان الاحتمالات».^[1]

لقد أنتجت اللّاحتمية والاحتمال فهماً جديداً للظواهر من حيث إنّ حدوثها لم يعد ضرورياً، ممّا يعني أنّ «العالم اللّاحتملي يستوعب الأنساق الكاوسية «الفوضوية»، ويظلّ منتظماً ومعقولاً، تخضع وقائعه للقوانين العلمية، لكن في إطار تعاقب الأحداث الاحتمالي وليس الحتمي، فحلّ الترابط الإحصائي محلّ الترابط الحتمي، وهو ما يعني أنّ الفوضى أضحت مفتاحاً جديداً للمعرفة العلمية من حيث «أنّ مفاهيم الفوضى ترتبط بدرجة المعرفة التي نملكها عن نسق معين، وهي معرفة تؤكّد على وجودها وتفرض حضورها من خلال سلوك غير منتظم لأنظمة غير مستقرّة.. والقول بوجود الفوضى كمقابل للنظام، معناه أنّ «الفوضى ليست إلّا ستاراً لنظام لا نعرف عنه شيئاً، ولكن علينا أن نفرض وجود هذا النظام».^[2]

علاقة المنطق الغائم بالذكاء الإصطناعي

يرتبط الذكاء الإصطناعي بالمنطق الغائم ارتباطاً وثيقاً، فلا يمكن تصوّر ميكنة الآلة وذكائها خالياً من المنطق، فكلّ ما تقوم به الآلة إنّما يستند إلى قواعد المنطق وقوانينه التي تمّ تزويدها به،

[1]- Chen, S et al., Fuzzy Logic From View point OF Machine Intelligence , Fuzzy Sets and Systems, vol 157, 2006, p629 02

[2]- Quine, W,V., " philosophy of logic: prentice- hall of India, New Delhi,1978, p85

وعلى مرّ التاريخ القصير للذكاء الاصطناعيّ، عدّ المنطق إحدى الركائز التي قام عليها هذا العلم، وقد انقسم العلماء حول علاقة العلمين إلى فريقين:

الفريق الأول: يمثله المناطقة "نظروا إلى المنطق على أنه قلب الذكاء الاصطناعيّ حيث إنه يشتمل على العديد من الأنساق الصوريّة، والتي تجعل عملية الإستنباط المنطقيّ العمليّة المحوريّة في الذكاء الاصطناعيّ، فأیُّ تصميم لبرامج الكمبيوتر الذكيّة للتفكير إنّما يكون وفقاً لاستخدام لغات المنطق. في هذا السياق، يقول جون مكارثي "إنّ حلّ المشكلات التي تواجه الذكاء الاصطناعيّ، يكون عن طريق ابتكار نسق منطقيّ يقوم على آليّة التفكير الذكيّ". من جانبه، يؤكّد كواليسكي على دور المنطق الرياضيّ في الذكاء بقوله "توجد لغة واحدة فقط صالحة للتعبير عن المعلومات هي لغة منطق المحمول"^[1].

الفريق الثاني: يمثله علماء النفس الذين يرون أنّ الذكاء الاصطناعيّ لا يجب أن يطابق أو يعادل المخّ البشريّ، ويعتقدون أنّ هذا المشروع سيكون أكثر نجاحاً لو أنّهم تجنّبوا صرامة المنطق، واهتمّوا بدلاً منه بفحص تركيب عمليّات التفكير البشريّ، وحاول بعضهم تصميم وبناء حاسبات تحاكي الطريقة التي يعمل بها العقل البشريّ بالفعل من دون اللجوء إلى المنطق.

إنّ البداية الحقيقيّة لارتباط الذكاء الاصطناعيّ بالمنطق كانت مع نشر جون مكارثي (2011م) مقالاً بعنوان «برامج الحسّ المشترك» Program with Common Sense - الذي أوضح فيه ضرورة استخدام المنطق في برامج الذكاء الاصطناعيّ، وإكسابها الكيفيّة التي يجب أن نفكرّ بها. وبحلول منتصف القرن العشرين (1959) أضحى المنطق شريكاً فاعلاً للذكاء الاصطناعيّ.^[2]

في هذا السياق، يُعدّ المنطق الغائم أهمّ الطرق في بناء أدوات وخورزميّات الذكاء الاصطناعيّ، فهو يقدّم الإطار العامّ لحلّ مشكلة تمثيل المعلومات التقريبيّة أو غير المحدّدة تماماً، ويوفّر الآليّة اللازمة لاستخدام هذه المعلومات والمعارف، وهو أكثر فاعليّة من المنطق الكلاسيكيّ في معالجة الّلايقين والتعقيد في الظواهر العلميّة. فقد بيّن هذا المنطق أنّ أيّ معرفة فيها قدر من الّلايقين، يزداد وينقص بدرجة ما، وما من سبيل إلى معالجته. فالعلم الحديث خرج عن فكرة اليقين^[3]، وأصبحت المعرفة محضّ شكّ، وهذا ما نصّ عليه مبدأ الّلايقين في فيزياء الكمّ إذ لا يمكن تحديد مكان الإلكترون، بل لا يمكن القول باحتمال مكان وجوده.

[1]- إدغار موران: المنهج - الأفكار: مقامها، حياتها، عاداتها وتنظيمها (الجزء الرابع)، ترجمة جمال شحيد، توزيع مركز دراسات الوحدة العربيّة، 2012، ص 282.

[2]- نقلاً عن نبيل علي: العرب في عصر المعلومات، سلسلة عالم المعرفة، الكويت، العدد 184، 1984، ص 144-146.

[3]- عبد الحميد بسيوني: مقدّمة الذكاء الاصطناعيّ للكمبيوتر - مقدمة برولوج، ط1، القاهرة، دار النشر للجامعات المصريّة، 1994، ص 218.

المنطق الغائم وتمثيل المعرفة

التمثيل المعرفي هو المهمة الرئيسة للذكاء الإصطناعي، حيث لا يمكن أن يوجد أي سبب من دون معرفة، وإذا أردنا تصميم كيان (آلة أو برنامج) قادر على التصرف بذكاء في بيئة معينة، فنحن بحاجة إلى تزويد هذا الكيان بالمعرفة الكافية حول هذه البيئة، وللقيام بذلك نحتاج إلى لغة لا لبس فيها قادرة على التعبير عن هذه المعرفة جنباً إلى جنب مع طريقة دقيقة ومفهومة جيداً ستسمح لنا باستخلاص الاستنتاجات، والإجابة عن الاستفسارات، وتحديث كل من قاعدة المعرفة، وسلوك البرنامج المطلوب. ولقد أدرك باحثو الذكاء الإصطناعي أهمية تمثيل المعرفة، وأدّت محاولاتهم إلى تطوير عدد كبير من النماذج الذكيّة لهذا الغرض مثل (قواعد الانتاج- الأطر - الشبكات)، وغيرها من طرق تمثيل المعرفة.

لا بدّ من الإشارة إلى أنّ تطبيق نماذج المنطق الضبابي في الأنظمة القائمة على المعرفة وأنظمة دعم القرار، يهدف إلى تحقيق فوائد عدّة أهمّها:

1 - تحسين القوة الحسائية: حيث تعمل أنظمة القواعد القائمة على القواعد الضبابية بشكل أسرع من أنظمة الخبراء التقليديين وتتطلب قواعد أقل.

2 - تحسين النمذجة المعرفية: حيث تسمح الأنظمة البعدية بتشفير المعرفة بطريقة تعكس الطريقة التي يفكر بها الخبراء حول مشكلة معقدة. فهم عادة ما يفكرون بعبارات غير دقيقة مثل (عالية ومنخفضة - سريعة وبطيئة - ثقيلة وخفيفة)، ويستخدمون مصطلحات مثل (في الغالب - نادر تقريباً - عادة - نادراً - غالباً - في بعض الأحيان) وذلك لبناء قواعد تقليدية.

3 - القدرة على تمثيل خبراء متعدّدين: حيث يتم بناء أنظمة الخبراء التقليدية لمجال ضيق جداً مع خبرة محدّدة بوضوح، وهذا يجعل أداء النظام يعتمد كلياً على الاختيار الصحيح للخبراء رغم أنّ الإستراتيجية الشائعة هي العثور على خبير واحد فقط. فعندما يتم بناء نظام خبراء أكثر تعقيداً، أو عندما تكون الخبرة غير محدّدة جيّداً، فقد يلزم وجود خبراء متعدّدين، يمكنهم توسيع المجال ودمجه.^[1]

طرق تمثيل المعرفة

أدّت محاولات تمثّل المعرفة البشرية من قبل باحثي الذكاء الإصطناعي إلى تطوير عدد كبير من النماذج الذكيّة لهذا الغرض مثل (قواعد الانتاج- الأطر - الشبكات)، وغيرها من طرق تمثيل المعرفة:

[1]- Lukasiewicz, Jan., La Syllagistique d A ristot di point de vue de la Logiqe Formella modern: Tradition Francise de coaled- Zelensky, a colin, Paris

أولاً: قواعد الإنتاج: وهي تمثيلٌ إجرائيٌّ للمعرفة يربط الشروط بالأفعال، وتتيح لخبراء المجال التعبير عن معارفهم في شكل قواعد، مما يسهل اكتساب المعرفة. وتتمتع قواعد الإنتاج بخصائص منطقية مفهومة جيداً كأنظمة حسابية، ولكن لأغراض تمثيل المعرفة، وفوائدها الرئيسية هي «نمطيتها» (تمثل كل قاعدة «وحدة» واحدة من المعرفة مما ييسر عملية اكتساب المعرفة، والحفاظ على قاعدتها. وتعد قواعد الإنتاج أكثر برامج أشكال تمثيل المعرفة استخداماً، وتحدد إجراء أو نتيجة يفترض إنتاجها في ظل ظروف محددة، ويمكن اعتبار هذه قواعد «إذا»-فإن «أو» شرط-إجراء.

ثانياً الأطر: تستخدم طريقة الأطر Frames لتمثيل كميات كبيرة من المعارف المنطقية العامة بطريقة منظمة. ويمثل الإطار مجموعة من المعارف النمطية الضرورية في الحياة اليومية والمتعلقة بكيان ما، وهو ملفٌ داخل الحاسوب يتضمن شرائح من المعلومات المخزنة في خانات، وتشكل كل خانة في حد ذاتها إطاراً فرعياً (ملف فرعي) ينطوي على المزيد من مستويات المعرفة.^[1]

ما هو الإطار؟ إنه بنية بيانات تحتوي على معارف نموذجية حول كائن أو مفهوم معين، ويستخدم لتمثيل المعرفة في نظام خبير، ويمكن أن يشير إلى مجموعة من الكائنات المتشابهة، أو إلى كائن معين، بحيث يصف إطار الفئة مجموعة من الكائنات التي تشترك في سمات مشتركة. فالحيوان، والشخص، والسيارة، كلها إطارات فئات.^[2]

وتجدر الإشارة إلى أن مفهوم الإطار قدّم لتمثيل المعرفة الخبيرة من قبل مارفن منسكي (2016م) الذي رأى أنه التركيب الذي يجمع المعرفة حول مفهوم معين، ويقدم التوقعات والمعرفة الافتراضية حول هذا المفهوم.

ولقد أصبح التمثيل القائم على الأطر من أهم تقنيات تمثيل المعرفة في الذكاء الاصطناعي، وباستخدام المنطق الغائم يمكن لأي نظام قائم على الإطارات أن يمتد لتمثيل تلك الخصائص القائمة للصف، وطالما أن الحدود اللغوية يمكن أن تستخدم لتمثيل خصائص غير دقيقة، فإن أي حالة يمكن أن تكون جزئياً في الصف. وبناءً على ذلك، فإن علاقة عضوية الصف بين الصف والحالة تصبح مسألة درجة.^[3]

المنطق الغائم والبرمجة والذكاء الاصطناعي

عندما يشرع باحث الذكاء الاصطناعي في بناء قواعد البيانات، يقوم بتخزين البيانات خلال

[1]- yager, R.R, fuzzy LOGIC and Artificial Intelligence, Fuzzy Set and Systems 90, 1997,,p193

[2]- Macheal Negnevitsky, Artificial Intelligence , A guide to intelligent Systems, Addison Wesley, 2ed, 2005,p55 -p162

[3]- Cawsey, A., the E ssence of Artificial Intelligence, prentice Hall, London, 1998,p16

تصنيفه لها على أساس العلاقات المنطقية والفكرية، والأمر نفسه بالنسبة إلى برامج الذكاء الاصطناعي. فالحاجة إلى برامج قابلة للتطور والتغير، مع تطور وتغير الأفكار كان له تأثير كبير على منهجية البرمجة بشكل عام، وقد أسهم في تطوير صورنة Formalization العمليات الاستدلالية، مما شكّل نقطة بداية لتمثيل تلك العمليات.

والمنطق الرياضي هو الأساس الذي بُنيت عليه لغات البرمجة، وتحديدًا لغة البرولوج prolog المنطقية، والتي تمتلك روابط كثيرة بين تركيبها القواعدي وتراكيب المنطق الرياضي، بينما تُعدُّ لغات «برولوج» و «ليسب» من لغات الجيل الخامس لبرمجة الحاسوب، فإنَّ برولوج تفوّقت نظرًا لاعتمادها على أسس المنطق الرياضي.^[1]

وتقوم أساسيات البرمجة على الفهم الجيد للمتغيرات، وأنواع البيانات، والتعليمات الشرطية، والحلقات التكرارية، والدوال، وهياكل البيانات. فالبرمجة والمنطق يعززان بعضهما بعضًا، وكتابة الأكواد البرمجية تساعد على تحسين المنطق والتفكير بالطريقة التي يفهمها الحاسوب، والتفكير المنطقي يحقق للمبرمج فوائد عدّة أهمّها:

- يجعله يفكر خارج الصندوق، ويساعد على ابتكار حلول إبداعية للمشكلات البرمجية.
- يساعد على تقسيم المشكلات إلى خطوات بسيطة ومتسلسلة منطقيًا.
- يعزّز القدرة على تصوّر حلّ المشكلات البرمجية، وصياغة طريقة للحلّ الأمثل قبل البدء في كتابة الكود البرمجيّ.

ساعد على كتابة وفهم *الخوارزميات، ويسهّل فهم منطق البرمجة وأكوادها، واستخدام التعبيرات المنطقية والعبارات الشرطية. وقد أكّد عالم الحاسوب الأميركيّ ويليام جاي رابا بورت (J.M., Rapoport) (2015) على أهميّة استخدام البناء التركيبي للمنطق ودلالاته في برمجة الحاسوب بقوله «إنّ التعريف الدلاليّ للغة يوفرّ التنفيذ الصحيح، أي أنّ استخدام الدلالات المنطقية في برمجة الحاسوب يتضمّن التنفيذ الصحيح للبرنامج، وعلى هذا الأساس صنّف العلماء أخطاء الحاسوب إلى فئتين:

الأخطاء التركيبية: وهي تنجم عن الفشل في اتباع قواعد تكوين الصياغات الصحيحة أو استخدام رمز خاطئ.

الأخطاء المنطقية: هي العبارات التي تكون صحيحة من الناحية التركيبية، لكن لا تؤدّي

[1]- Zimmermann, H., fuzzy Set theory, and its Application, Second Edition, Kluwer Academic publishers, BOSTON, Dordrecht, London,1991, p177

المقصود لوجود خطأ دلاليّ متعلّق بالمعنى، ممّا يؤثّر سلبيّاً في تنفيذ البرنامج، لذلك يُعدّ البناء التركيبيّ والدلالات من أساسيّات المنطق التي تساعد على حلّ مشكلات علوم الحاسوب «فعندما نريد حلّ مشكلة من خلال الاستنتاج نحتاج إلى لغة يمكنها وصف المشكلة وسياقها، ونحتاج إلى تعريف البناء، والدلالات، ثمّ تحديد نسق الاستنتاج»^[1].

الشبكات العصبية الاصطناعية: Artificial Neural Network

اتّجه علماء الذكاء الاصطناعيّ إلى تطوير الشبكات العصبية الاصطناعية التي تهدف إلى نمذجة سلوك الشبكات العصبية البيولوجية، من أجل تطوير طريقة الحوسبة المتوازية للحواسيب، وتطوير قدراتها على المعالجة الضخمة للمعلومات التي تكون موزعة بين الخلية العصبية والعصبونات على التوازي لا على التتالي «مستلهمين» في ذلك طريقة العمل البيولوجية ومحاولة تطبيقها في التصميمات التكنولوجية^[2]، والإستفادة من آلياته في عمل الدماغ البشريّ، والعمل على نقل «أنظمة المرونة الذكيّة تلك الأنظمة التي شبكتها العصبية الدماغية تجعل الأنظمة المرنة تتعلّم من التجربة وتطوّر قواعدها الخاصّة، وهو ما اكسبها قوة كبيرة في معالجة البيانات والمعلومات»^[3].

ولوعدنا مقارنة دقيقة بين الشبكات العصبية والمنطق الضبابيّ من حيث الفوائد، والتحدّيات، والعيوب والضوابط والقواعد، نجد أنّ الشبكات العصبية تعتمد على الشبكة العصبية البيولوجية التي تتكوّن من خلايا عصبية اصطناعية مترابطة تعمل بتناغم لإنتاج مخرجات، وتكيّف مع النظام بالبيانات المقدّمة إليه من خلال إجراء تعديلات على الوصلات المشبكية الموجودة بين الخلايا العصبية - أمّا المنطق الضبابيّ فيتخذ القرارات بناء على البيانات الخام والمبهمة المعطاة له، بينما تحاول الشبكة العصبية التعلّم من البيانات، مدمجة الطريقة المتّبعة في الشبكة العصبية البيولوجية تستخدم كلا النظامين لحلّ المشكلات غير الخطية والمعقدة ولا يرتبطان ببعضهما البعض بأيّ شكل من الأشكال. وتتميّز الشبكات العصبية بالتفوّق في التعرف على الأنماط والنمذجة التنبؤية، في حين يتعامل المنطق الضبابيّ مع عدم اليقين وعدم الدقّة بشكل فعّال. وتواجه الشبكات العصبية تحدّيات مثل الاعتماد على البيانات ونقص القدرة على التفسير، في حين يواجه المنطق الضبابيّ صعوبة في تحقيق قابليّة التوسّع والذاتيّة.

ولتنفيذ الشبكات العصبية مقابل المنطق الضبابيّ لا بدّ من مراعاة الخطوات التالية:

[1]- Minsky, framework for representation Knowledge, I n., p, Waston (ed) , the psychology of computer vision, N C, Graw,1975, Hill, New York,NY

[2]- كارل بوير: منطق البحث العلميّ، ترجمة وتقديم محمد البغدادي، بيروت، المنظمة العربية للترجمة، 2006، ص 176 وما بعدها.

[3]- Kleen's.,(1956),Representation of Events in Nerve Nets and Finite Automata “Annals of Mathematics Studies, Princeton ,2017,1617-

1. تحديد المشكلة وتقرير ما إذا كانت الشبكات أو المنطق الضبابي أو النهج الهجين مناسباً.
2. جمع البيانات ذات الصلة لتدريب الشبكات العصبية، أو تصميم قواعد المنطق الضبابي.
3. تصميم النظام بالنسبة إلى الشبكات العصبية علينا تحديد البنية والمعلومات الفائقة، وبالنسبة إلى المنطق الضبابي لا بدّ من إنشاء مجموعات وقواعد ضبابية.
- 4- التدريب والاختبار: تدريب الشبكات العصبية باستخدام خوارزميات التحسين في مقابل اختبار أنظمة المنطق الضبابي باستخدام سيناريوهات نموذجية.
5. النشر والمراقبة: نشر النظام ومراقبة أدائه وإجراء التعديلات اللازمة^[1].

تطبيقات المنطق الغائم في أنظمة الذكاء الاصطناعي

يتضمّن تطبيق المنطق الضبابي في أنظمة الذكاء الاصطناعي خطوات منظّمة عديدة لتحسين عملية صنع القرار في البيئات المعقّدة، أبرزها:

1. تحديد المتغيّرات والمصطلحات اللّغوية، بمعنى تحديد متغيّرات المدخلات والمخرجات ذات الصلة بالنظام، ووصفها باستخدام المصطلحات اللّغوية.
 2. تطوير الوظائف العضوية لكلّ مصطلح لغويّ لتحديد الدرجة التي ينتمي بها مدخل معينّ. « تقوم هذه الدالات بتعيين قيم الإدخال إلى نطاق يتراوح بين (0) و (1) ممّا يشير إلى عضوية جزئية.
 3. صياغة قواعد غامضة، وذلك بتطوير مجموعة من قواعد IF- THEN لالتقاط العلاقة بين المدخلات والمخرجات المطلوبة. وتحاكي هذه القواعد عملية صنع القرار في ظلّ ظروف مختلفة.
 4. تطوير محرك الاستدلال، وذلك لتقييم القواعد الضبابية استناداً إلى قيم الإدخال الحالية، بحيث يحدّد المحرك القواعد التي تنطبق، ويجمع بين مخرجاتها لتشكيل استنتاج غامض.
 5. تنفيذ إزالة التشويش، وذلك بتحويل الإخراج الغامض إلى قيمة واضحة للتحكم القابل للتنفيذ، واستخدام طرق معينة مثل طريقة النقطة الوسطى لحساب الناتج النهائي.
- باتّباع هذه الخطوات يمكن لأنظمة الذكاء الاصطناعي دمج منطق غامض بشكل فعّال للتعامل مع عدم اليقين، واتّخاذ قرارات شبيهة بالإنسان في تطبيقات مختلفة. فهناك عدد غير قليل من

[1]- en, S,et, al., Fuzzy Logic From the view point of Machine Intelligence Fuzzy Sets and Systems, vol,157, 2006,p629

الحالات التي يمكن فيها للمنطق الغامض تحسين الأنظمة في العالم الحقيقي مثل: الإلكترونيّة الاستهلاكيّة، وأنظمة السيارات، والرعاية الصحيّة، والأتمتة الصناعيّة، والروبوتات التي يسمح لها المنطق الضبابيُّ بالتنقل في البيئات غير المؤكّدة بشكل فعّال.

كامل يدخل المنطق الضبابيُّ في تطبيقات أخرى متنوّعة مثل تطبيقات التحكم الآليّ، وأنظمة الخبراء، والرؤية الحاسوبية، وتحسين عمليّات التصنيف والبحث. ويتمُّ دمجها مع تقنيّات الذكاء الاصطناعيّ الأخرى مثل الشبكات العصبية لتطوّر أنظمة هجينة (مثل الأنظمة العصبية الضبابية) التي تستغل كلتا التقنيتين.

ولكن، رغم المميّزات والفوائد العديدة لتطبيقات المنطق الغائم في الذكاء الاصطناعيّ، نجد فيه بعض العيوب والقيود التي قد تؤثر على فاعليّته، أهمّها:

أولاً: عدم وجود تصميم منهجيّ، أو نهج موحد لحلّ المشكلات ممّا قد يؤديّ إلى الغموض وعدم الاتّساق.

ثانياً: هناك صعوبة في التحقّق من صحّة نتائجه، قد يكون إثبات خصائص وفعاليّة أنظمتها أمراً صعباً، بسبب عدم وجود أوصاف رياضية دقيقة في كثير من الحالات.

ثالثاً: مقايضة الدقّة المحتمل. فرغم أنّه يتعامل مع البيانات غير الدقيقة بشكل جيّد لكنّه قد يتنازل أحياناً عن تحقيق دقّة عالية.

رابعاً: إنّ المنطق الضبابيّ له حدود، فقد يفتقر إلى الدقّة النظرية، وقد يكون من الصعب تفسير نتائجه بالنسبة إلى أولئك الذين ليسوا على دراية بالمنهجية، فضلاً عن أنّه قد يزيد من التعقيد الحسابيّ للأنظمة.

الذكاء الاصطناعيّ والاستدلال الغائم

تتألّف أنظمة الاستدلال الغائم من ثلاث مراحل رئيسية هي:

أ- التشويش أو التضييب: وهو يفسّر متغيّرات المدخلات، ويطبّق محرّك الاستدلال القواعد الضبابية للحصول على استنتاجات وسيطة، ويحوّل التشويش النتائج الضبابية إلى قيم صافية للإجراءات أو القرارات. وهي قيم دقيقة تقيسها المستشعرات، مثل درجة الحرارة أو الضغط، إلى قيم ضبابية باستخدام دوال العضوية في فئات مختلفة مثل (بارد- دافئ- ساخن)، ما يمكن من معالجة عدم الدقّة بفاعليّة.

ب- محرّك الاستدلال: وهو يطبّق القواعد الضبابية للحصول على استنتاجات وسيطة.

ج- إزالة التشويش أو الضبابية: تحوّل عملية إزالة الضبابية المخرجات الضبابية التي يولدها محرّك الاستدلال إلى قيمة واضحة، وترجم هذه الخطوة إجراءات التحكّم الضبابية إلى مخرجات دقيقة وقابلة للتنفيذ، ومناسبة للتطبيقات العملية. وتتوفر تقنيّات متعدّدة لإزالة الضبابية.

وتعدّ أنظمة الاستدلال الضبابية، بما في ذلك التشويش ومحرّك الاستدلال وإلغاء التشويش، أدوات رئيسية لإدارة الأنظمة المعقّدة وغير الدقيقة في تطبيقات مختلفة مثل مساعدة السائق، والتشخيص الطبي، وإدارة حركة المرور.

ويمكن حصر الاختلافات بين الاستدلال في المنطق الثنائيّ القيم، والاستدلال في المنطق الضبابيّ في أربع نقاط:

الأولى: تتعلّق بقيم الصدق «إذ يحيل الاستدلال في المنطق الثنائيّ القيم إلى قيمتين لصدق القضايا سواء المقدمات أم النتائج، بينما يحيل الاستدلال الضبابيّ إلى قيم غير نهائية للصدق.

الثانية: ترتبط بالنقطة الأولى، وتتعلّق بـ «دلالة الاستدلال»، فيحوي المنطق الثنائيّ استلالاً وحيداً، بينما يحوي المنطق الضبابيّ عدداً غير محدّد من الاستدلال.

الثالثة: تتعلّق بوظيفة الاستدلال «فالمنطق التقليديّ يهتم بصحة الاستدلال بوصفه اتساقاً بين المقدمات والنتائج، بصرف النظر عن الواقع. أمّا الاستدلالات الضبابية فتقوّد عمل قابلة للتطبيق، أو هي خطوات يسلكها البرنامج الخبير.

الرابعة: تستند قواعد الاستدلال الضبابيّ بصورة خاصّة إلى المجموعات الفرعية الضبابية، أو المتغيّرات اللغوية ودرجات إمكانها.

نلفت هنا إلى أنّ للمنطق الغائم القدرة على التعامل مع قيم الحقيقة الجزئية، واستخدام دوال العضوية لتحديد المجموعات الفرعية الضبابية، وهذا يجعل من الممكن بناء نماذج رياضية أكثر مرونة ومحاكاة التفكير البشريّ بشكل أفضل. كما أنّ توظيف المتغيّرات اللغوية في المنطق الضبابيّ يعطيها مرونة أكثر في تمثيل الظواهر المدروسة، عكس توظيفها في المنطق التقليدي.

المنطق الغائم بالمعنى الواسع، إذن، هو منظومة منطقيّة تقوم على تعميم المنطق التقليديّ الثنائيّ القيم، وذلك للاستدلال في ظروف غير مؤكّدة. أمّا بالمعنى الضيق فهو نظريّات وتقنيّات تستخدم المجموعات الضبابية التي هي مجموعات بلا حدود قاطعة، وهو يمثّل طريقة سهلة لتوصيف تمثيل الخبرة البشرية، كما يقدّم الحلول العملية للمشاكل الواقعية، وهي حلول بتكلفة فعّالة ومعقولة بالمقارنة مع الحلول التي تقدّم التقنيّات الأخرى.

لا بدّ من القول أنّ الاستدلال في المنطق التقليديّ يبقى استدلالاً من حيث المبدأ، أي أنّه

يخضع تماماً لتوجيه قواعد الاستدلال والمقدمات المعرّفة من قبل. أمّا في المنطق الغائم فيسمح الاستدلال للمقدمات بأن تكون مختلفة نوعاً ما عن مقدّم قاعدة الإستدلال، وبالتالي يمكن للمعرفة الجديدة أن تستخدم بأقلّ تقييد.^[1]

تعتمد آلات الذكاء الإصطناعي على الإستدلال الغائم، ولهذا يقوم مهندسوه بتصميم برامج العقل الإلكترونيّ Soft ware والشرائح Chips، لجعل استدلال الحاسب الآليّ أكثر ذكاء كما عند الإنسان، وأيسر في العمل. والآن يمكن تصميم نُظم من البرامج الإلكترونية الغائمة في الإنكليزية أو اليابانية، وتُترك التفاصيل لمهندس البرامج الإلكترونية. وسوف تسمح نُظم المستقبل الغائم بالقيام بالبرمجة من خلال تحدّث اللُّغة بدلاً من الكتابة على لوحة المفاتيح، أمّ النُّظم التكيّفية الغائمة الأخرى فسوف يتمّ تعلّمها من خلال الخبرة ومن خلال البرامج أنفسها.

ولا يخفى أنّ فاعليّة المنطق الغائم قد أعطت له الكثير من المشروعات التي أكّدها يومياً الإنجازات التكنولوجيّة الذكيّة في مختلف المجالات، وهو ما انتهى إليه كورت جودل (1978م). وهذا المنطق لم يقدّم على أساس أنّه منطق بديل للمنطق الثنائيّ القيم، وإنّما مساعد ينشط في المجال الإستدلاليّ حيث تكون المعلومات المتاحة لنا غير مكتملة وغامضة، وحيث لا يستطيع المنطق الصارم بثنائياته إعطاء إجابات دقيقة، فيصبح اللجوء إلى الغموض وسيلة للوصول إلى الحلول الأكثر واقعيّة من العقلانيّة الصارمة في حدّ ذاتها.

في ضوء ما تقدّم، نجد أنّ الاتجاه إلى المنطق الضبابيّ وأنظمتة وقوانينه، بين لنا محدوديّة الاعتماد على الدقّة المنطقيّة والرياضيّة الصارمة وحدها في فهم الواقع، وظواهره المعقّدة، وكشف لنا عن وجود فجوة كبيرة بين الدقّة العالية التي تقوم على الرمزية الرياضيّة والمنطقيّة، ومتغيّرات الواقع التي لا تعبّر عنها صيغ المنطق الرمزيّ، ولهذا ظهرت نُظم المنطق الضبابيّ لتتجاوز المنطق الحاسوبيّ البولينيّ الذي ينطلق من تشخيص الظاهرة، والحكم عليها إمّا بالصدق أو الكذب، وهو ما يعني تمثيل المعرفة بالطريقة الأفضل لتمثيل جميع الأشياء المحدّدة أعلاه، أي يعرف جمع المعلومات المستخدمة لحلّ مشكلة معيّنة في الذكاء الإصطناعي باسم قاعدة المعرفة.

يبقى القول أنّ المنطق الغائم بالكّيّات استدلاله المرنة، جعل الآلة أكثر تفاعليّة مع الإنسان، وساعد باحثي الذكاء الإصطناعيّ على برمجة الحواسيب والآلات، لمحاكاة طريقة البشر في إنجاز تصرّفات ذكيّة في ظلّ الأليقين وعدم الدقّة. فقد كانت الأجنده الرئيسة للذكاء الإصطناعيّ منذ بدايته في أواخر الخمسينيّات وأوائل الستينيّات، هي اختراع حاسوب مبنيّ على أنظمة تؤدّي المهام التي تؤدّي بشكل روتينيّ من قبل البشر، وتمكين الحواسيب من أن تقوم بمهامّها النموذجيّة لإظهار

[1]- Yager, R.R., Fuzzy Logic and Artificial Intelligence, Fuzzy Set and systems, Vol, 90, 1997,p193

الخصائص التي يمكن اعتبارها ذكّية، والقدرة على التفكير الاستدلالي الذي يطلق عليه باحثو الذكاء الإصطناعي معرفة الحسّ المشترك، وتطبيق المعرفة، وفهم ومعالجة الأشياء في العالم الواقعي.^[1]

خاتمة

نختم بحثنا بالقول أنّه إذا كان الدافع الأول للمنطق الغائم يرتبط بشكل مباشر بحلّ مشكلات العالم الواقعي، فإنّ الدافع الثاني يرتبط بالذكاء الإصطناعي الذي يمثل فرع المعرفة في علم الحاسوب المرتبط بتطوير الأنظمة التي تعرض سلوكيّات هذا الذكاء المشابهة لسلوكيّات ذكاء الإنسان. وإذا كان الدافع الأول يتطلّب منطقاً غائماً للعمل في ميادين كميّة وعدديّة، فإنّ الدافع الثاني يمكن المنطق الغائم من أن يكون له شكل وصفيّ وكيفيّ لأنّه غالباً ما توصف المفاهيم الغامضة كيفياً بوساطة الكلمات.

وتبغني الإشارة إلى أنّ المنطق الغائم هو منطق التكنولوجيا المتقدّمة، منطلق من أجل التطبيق العلمي، فهو يهدف إلى جعل الآلة أكثر تفاعلاً مع الإنسان، وعندما يطبّق على الحواسيب يسمح لها بأن تحاكي عمليّة التفكير الاستدلاليّ الإنسانيّ فتكمّم المعلومات غير الدقيقة، وتتخذ قرارات قائمة على بيانات غامضة وغير كاملة. وإذا كان لهذا المنطق والذكاء الإصطناعيّ هدفٌ واحدٌ مشترك، فهو إنشاء نُظم ذكّية تستطيع أداء مهامّ وحلّ مشكلات تتطلّب ذكاء إنسانياً، إلّا أنّ المنطق الغائم له هدفٌ إضافيٌّ لا يشترك فيه مع الذكاء الإصطناعيّ وهو الكشف عن حلول تقريبيّة فعّالة عن طريق استغلال التفاوت بالنسبة إلى عدم الدقّة، وهذا أحد الدوافع الرئيسة لظهور تقنيّاته المختلفة، فمعظم الأعمال المبكرة في الذكاء الإصطناعيّ تركّز على قدرات النُظم الذكّية بدلاً من التقريب الفعّال لإنجاز تصرّفات ذكّية.

إلى ذلك، كان لنظريّة الفئة الغائمة التي طرحها زاده أهميّة كبرى، وهي تُعدّ أكثر نقاط التفاعل بين الذكاء الإصطناعيّ والمنطق الضبابيّ، لقدرتها على تقديم امتدادات للعديد من تراكيب تمثّل المعرفة المقدّمة في الذكاء الإصطناعي، حيث تسمح بخاصيّة المرونة والدقّة للتفكير الاستدلاليّ الإنسانيّ الصحيح بهذه الروح. وقد أدرك باحثو الذكاء الإصطناعيّ أهميّة المعرفة في أداء العديد من المهام الإنسانية الأمر الذي قادهم إلى التركيز على مسألة تمثيل المعرفة، وتطوير عدد كبير من النماذج الذكّية لهذا الغرض (مثل قواعد الإنتاج - الأطر - والشبكات وغيرها).

[1]- see- G,F., Serchuk. Phil, "Fuzzy Logic & Vagueness Netherland. K lower academic publisher. 2005. p20

قائمة المصادر والمراجع

1. يان لوكاشيفيتش: نظرية القياس الأرسطية من وجهة نظر المنطق الصوري الحديث، ترجمة وتقديم عبد الحميد صبرة، منشأة المعارف، الإسكندرية، 1961.
2. السيد عبد الفتاح جاب الله: منهجية المنطق الغائم وتطبيقاته في الذكاء الاصطناعي - رسالة دكتوراه، جامعة القاهرة، غير منشور، 2010.
3. محمود فهمي زيدان: المنطق الرمزي «نشأته وتطوره»، بيروت، دار النهضة العربية، 1979.
4. مظهر طایل: البوابات المنطقية والدوائر الرقمية، دار الرُّب الجامعية - بيروت - 2000.
5. نقلاً عن: شهيرة شرف: منطق الضبابية والعلوم الإنسانية الاجتماعية، المركز العربي للأبحاث ودراسة السياسات، بيروت، 2016، ص 109-117.
6. لدفيج فتجنشتاين: بحوث فلسفية، ترجمة وتعليق عزمي إسلام، مراجعة عبد الغفار مكايوي، الكويت، جامعة الكويت، 1990، ص 286.
7. (17) إدغار موران: المنهج - الأفكار: مقامها، حياتها، عاداتها وتنظيمها (الجزء الرابع)، ترجمة جمال شحيد، توزيع مركز دراسات الوحدة العربية، 2012، ص 282.
8. (18) نقلاً عن نبيل علي: العرب في عصر المعلومات، سلسلة عالم المعرفة، الكويت، العدد 184، 1984، ص 144-146.
9. (19) عبد الحميد بسيوني: مقدّمة الذكاء الاصطناعي للكمبيوتر - مقدمة برولوج، ط1، القاهرة، دار النشر للجامعات المصرية، 1994، ص 218.

المصادر الأجنبية

10. Zadeh., (2009) Toward extended fuzzy logic – A first step, fuzzy sets and Systems, p317-318
11. (12) Zadeh, L., (1973) outline of a new A approach to the Analysis of Complex Systems and Decision processes transaction on1,vol,3, p 44.
12. (13) Zadeh, L.,(1990): The BIRTH AND EVOLUTION OF FUZZY LOGIC. University of Calefornia,Berkely,Calefornia,94720,USA ,P 103
13. (14) Kosko., Fuzzy Thinking: The New Science of Fuzzy Logic, HYPERIO N, New York,1993,p103
14. (15) Chen, S et al., Fuzzy Logic From View point OF Machine Intelligence , Fuzzy Sets and Systems, vol 157, 2006, p629 02
15. (16) Quine, W,V., “ philosophy of logic: prentice- hall of India, New Delhi,1978, p85
16. (20) Lukasiewicz, Jan., La Syllagistique d A ristot di point de vue de la Logique Formella modern: Tradition Francise de coaled- Zelensky, a colin, Paris
17. (21) yager, R,R, fuzzy LOGIC and Artificial Intelligence, Fuzzy Set and Systems 90, 1997,,p193
18. (22)Macheal Negnevitsky, Artificial Intelligence , A guide to intelligent Systems, Addison Wesley, 2ed, 2005,p55 p162

19. (23) Cawsey, A., the E ssence of Artificial Intelligence, prentice Hall, London, 1998,p16
20. (24) Zimmermann, H., fuzzy Set theory, and its Application, Second Edition, Kluwer Academic publishers, BOSTON, Dordrecht, London,1991, p177
21. (25) Minsky, framework for representation Knowledge, I n., p, Waston (ed) , the psychology of computer vision, N C, Graw,1975, Hill, New York,NY,p87
22. (27) Kleen's.,(1956) ,Representation of Events in Nerve Nets and Finite Automata "Annals of Mathematics Studies, Princeton ,2017,16-17
23. (28) Chen, S,et, al., Fuzzy Logic From the view point of Machine Intelligence Fuzzy Sets and Systems, vol,157, 2006,p629
24. (29) Yager, R,R., Fuzzy Logic and Artificial Intelligence, Fuzzy Set and systems, Vol, 90, 1997,p193
25. (30)see- G,F., Serchuk. Phil, "Fuzzy Logic& Vagueness Netherland. K lower academic publisher.2005.p20