(دور التفكير الاستدلالى التقريبى فى المنطق الغائم)

إعداد

هبة الجناينى

طالبة ماجستير، قسم فلسفة العلوم – كلية البنات- جامعة عين شمس.

إشراف

أ.د/ سهام محمود النويهي
استاذ المنطق وفلسفة العلوم كلية البنات
جامعه عين شمس

أ.د/ حسين على
استاذ المنطق وفلسفة العلوم كلية الداب
جامعه عين شمس

مقدمة:

لقد استحوذ المنطق الأرسطى على التفكير الإنسانى، لما يقرب من ألفى عام. وظلت قوانين الفكر التى وضعها أرسطو تفرض سطوتها على التفكير، خاصة قانون الوسط المرفوعLaw of Excluded Middle. ويمثل هذا القانون أحد دعائم المنطق الأرسطى، والذى يكمن فى عدم الإعتراف بقيمة أخرى غير الصدق أو الكذب. فإما أن يكون الشئ أبيض أو أسود، طويل أو قصير، نحيف أو بدين، ومن خلال هذا التصور، فإنه يصنف القضايا باعتبارها صادقة أو كاذبة.

ويعنى هذا ببساطة، وجود قيمتى الصدق والكذب فقط، بحيث لا توجد قيمة متوسطة بين هاتين القيمتين، ومن ثم اتصف المنطق الأرسطى بثنائية القيم(). وكذلك نظر المنطق الرياضى التقليدى إلى كل قضية من منظور الصدق والكذب المطلق، فكلاهما - المنطق الأرسطى والرياضى التقليدى - تعامل مع الصدق التام، مما عجزا عن إيجاد الكيفية التى يمكن من خلالها التعامل مع الصدق الجزئى.

ومن هنا ظهرت محاولات عديدة وجادة من قبل بعض المناطقة وعلماء الرياضيات، خاصة بعد ظهور إبتكار رسل فى المنطق الرياضى- أعنى"برنكيبيا ماتيماتيكا"Principia Mathematica- أكدت على وجود أنماط منطقية أخرى تجيد التعامل مع ماأخفق فيه المنطق الكلاسيكى، بالإضافة إلى تلائمها مع التطورات العلمية، وفضلاً عن إمكانياتها فى محاكاة الواقع، ومسايرة التفكير الإنسانى اليومى وما يلاحقه من غموض، ويتجسد هذا فيما يسمى بالتفكير المنطقى الغائم.

لذا جاء هذا البحث ليسلط الضوء على بعض التساؤلات الهامة والتى تكمن فى الآتى : كيف نشأ التفكير المنطقى الغائم؟ وما فائدة المنطق الغائم؟ وماذا نعنى بالغموض الذى يكتنف العالم من منظور المنطق الغائم؟ وما هو النمط الاستدلالى الذى يرتكز عليه المنطق الغائم؟ وفيما تتجسد آليات هذا النمط ؟وهل منظور المنطق الغائم إلى التفكير الاستدلالى هو نفس منظور المنطق الكلاسيكى أم يختلف عنه؟ وإذا كان هناك اختلاف أو فارق بينهما ففيما يتبلور هذا الفارق؟ وفيما يكمن الأداء الوظيفى للتفكير الاستدلالى فى المنطق الغائم؟

وتُعد هذه التساؤلات فى شكلها ومضمونها بمثابة المحور الرئيسى لهذا البحث، وقبل أن يشرع الباحث فى الإجابة عن تلك التساؤلات، يود أولاً أن يقدم نبذة موجزة - وبوجه عام - عن إحدى الأنماط المنطقية التى مهدت الطريق للوصول إلى التفكير الغائم.

2: نشأة التفكير المنطقى الغائم:

إذا نظرنا إلى المنطق الكلاسيكى سنجده غير كافٍ وغير ملائم لمواجهة الغموض الحقيقى الذى يحيط بالتفكير الإنسانى()، فضلاً عن عدم قدرته على محاكاة العالم؛ لأن العالم الحقيقى بأكمله معقد فى طبيعته، وينشأ هذا التعقيد والتركيب من اللايقين uncertainty الذى يمثل شكل من أشكال الغموض().

ويتبلور الغموض فى أبسط صوره عندما يستخدم الإنسان الكثير من الألفاظ والكلمات اللامحددة أو اللايقينية مثل: من الممكن، من المحتمل، إلى حد ما، تقريباً... وهلما جرا. وتتصف هذه الألفاظ بعدم الدقة لكونها غير محددة أو مفهومة المعنى. فعندما يفكر الإنسان فى إطار ما أو مسألة ما، فإنه قد يصل إلى عدة نتائج متنوعة ومحتملة، وذلك على غرار ما يصل إليه المنطق الثنائى القيم. ومن هنا اتسمت حياة الإنسان اليومية باللايقين وعدم الدقة والتعقيد؛ مما يعنى وجود بدائل أخرى للقيم.

ونتيجة لذلك، اقترح العديد من المناطقة أنساقاً منطقية مختلفة من المنطق المتعدد القيم Multi valued Logic، باعتبارها أنساق صورية؛وذلك من خلال توسيع قيم صدق القضايا(). ومن ثم جاء المنطق المتعدد القيم بأنماطه المتنوعة؛ ليلقى بظلاله على التفكير الإنسانى، ويهدم قواعد المنطق الكلاسيكى، ويحاكى الغموض واللبس وعدم الدقة فى التفكير، مما يتيح الفرصة لتعدد القيم.

وفى هذا الصدد، تمكن العلماء من الوصول إلى المنطق المتعدد القيم؛ بفضل ما أحرزته الرياضيات من دقة وإحكام من جهة، والمنطق الرياضى من جهة أخرى. ومن هنا نشأ ما يسمى بالمنطق الثلاثى القيم Triadic Logic، وأول من خطا أولى خطواته التصورية هو العالم الأمريكى تشارلز بيرس C. S. Perise، الذى ارتبط اسمه بالنزعة البرجماتية كمؤسس أولى لها().

فقام بتطوير النسق المنطقى الرمزى؛حيث ساهم فى إقامة نظرية حساب القضايا Calculus of Propositions، فضلاً عن استخدامه لقوائم الصدق ثنائية القيم. وقد قادته تلك القوائم إلى تصور إمكانية بناء قوائم أخرى تتسع لقيمة أخرى ثالثة؛ وذلك بقصد تعميم المنطق الثنائى القيم، ليصبح أكثر فعالية إزاء القضايا التى لا نستطيع الحكم عليها بالصدق أو الكذب() .

وأشـار بيرس فى إحدى مسوداته غير المنشورة عام (1909) إلى المنطق الثلاثى القيم فعرفـه بأنـه: "ذلك المنطق الذى يعترف بأن كل قضية (أ هى ب) إما أن تكون صادقة، أو كـاذبـة، أو أن (أ) - بخـلاف ذلك - لها نمـط أدنى من الوجود، بحيث أنه يمكن أن يكون (ب) على نحو محدد، ولا غير(ب) على نحو محدد ولكنه فى منزلة ما بين (ب) ونفيها"() .

وعلى الرغم من ذلك، إلا أن بيرس أخفق فى أن يقدم هذا النسق المنطقى الجديد كاملاً، بعكس ما آل إليه المناطقة الآخرون، ممن ساهموا فى تطوير الأنساق المنطقية؛ بفضل ما بذلوه من مجهودات حاسمة لأبحاث تتلائم مع طبيعة تطور العلم والعصر، ومن أهمها: أبحاث جان لوكاشيفتشJan Lukasiewcz وهو عالم منطقى بولندى() .

وفى هذا الصدد، قدم لوكاشيفتش أفكاراً جديدة فى بحثه عام (1969) والذى اعتبر البحث الأول فى تاريخه. غير إن ذلك البحث وصل إلى المنطق المتعدد القيم مما سمح بوجود الحل الجزئى partial solution ، والذى أجاز وجود ثلاث قيم داخل النسق الاستنباطى deductive system ، وتتجسد هذه القيم فى الصدق والكذب والممكن، حيث أضاف القيمة الثالثة - الممكن - ويرمزلها بالرمز( )() .

إذن، يوجد فى النسق ثلاث قيم وهى (0 ، ½ ، 1)، حيث يمكن اعتبار (½) قيمة لا محددة بوصفها نصف صدق ونصف كذب، وأشار لوكاشيفيتش إلى النفى بطريقتين وهما():

الطريقة الأولى : Γ ق = 1– ق .

الطريقة الثانية : كما موضح فى الجدول الآتى:

جدول رقم (1) :

ق	Γ ق
1	0
½	½
0	1

وهنا يمكننا تحديد الروابط المنطقية فى المنطق الثلاثى القيم عند لوكاشيفيتش، كما هو موضح فى جدول رقم (2)():

ق	ل	قل	قل	قل	قل	ق ^ ل
1	1	1	1	1	1	0
1		1				
1	0	1	0	0	0	1
	1	1		1		
	0		0			
0	1	1	0	1	0	1
0			0	1		
0	0	0	0	1	1	1

يتحدد الرابط المنطقى (قل) فى هذا الجدول باعتباره الحد الأقصى {ق، ل}، بينما الرابط (قل) يُعرف بواسطة الحد الأدنى {ق ، ل} . وكما نلاحظ أيضاً أن (1) تمثل قيمة الصدق، و(0) هى قيمة الكذب فى المنطق الكلاسيكى. وعلى هذا النحو فإن المنطق الثلاثى هو امتداد للمنطق الكلاسيكى، وبناءاً على ذلك فإن القواعد الرياضية الجديدة تُعرف على أساس أنها تتفق مع تلك التى تم تحديدها سابقاً() .

ويمكن تعريف قاعدة الإثبات بالوضع فى المنطق الثلاثى على النحو الآتى:

- إذا كانت ق = 1، و قل = 1 أو ، فإن قيمة ل تكون نفس قيمة قل.
- إذا كانت ق = ، و ق ل = 1 ، فإن قيمة ل =1.
- إذا كانت ق = ، و ق ل = ، فإن قيمة ل = ().

ونلاحظ هنا أن المنطق الثلاثى القيم وصل إلى قيم الصدق الجزئية، ويمثل هذا المنطق أبسط امتداد للمنطق الكلاسيكى، بينما المنطق المتعدد القيم يشكل المنطق الأكثر اكتمالاً؛ لكونه يسمح بالتعدد اللانهائى من القيم(). ويعد هذا المنطق بمثابة الخطوة الأمامية فى طريق وصف المفاهيم والتصورات الكامنة فى التفكير الإنسانى، وهذه المفاهيم لا تنسجم مع المنطق الكلاسيكى؛ وذلك بسبب تنوع أشكالها ودلالاتها. وقد ناقشها جنيز Gaines بصورة مطولة فى الأدب، حيث يكمن هدفها الشائع والمعروف لدينا فى أنها تقدم لنا واحد أو أكثر من قيم الصدق المتوسطة بين قيمتى الصدق والكذب، وهذه هى السمة المميزة للمنطق المتعدد القيم() .

وتعنى القيمة المتوسطة بين قيمتى الصدق والكذب - اللاتحديد أو الممكن - أنه من المستحيل التحقق من صدق أو كذب الحكم؛ ومن ثم لم يعد قانون الثالث المرفوع أو الوسط الممتنع الصيغة الصحيحة، مما أدى إلى إنتهاكه بصورة كلية، وهذا ما أشار إليه أيضاً ريشنباخ().

ومن هذا المنطلق تم الحصول على النموذج الغائم Fuzzy الذى طرحه لطفى زادهLotfi Zadeh(*) عام 1965، حينما نشر بحث تحت عنوان "الفئات الغائمة" Fuzzy sets ، ولكن نظريته لم تُلق قدراً كافياً من الاهتمام فى ذلك الوقت().

وقدم زاده نظرية الفئات الغائمة؛ لتمثيل المفاهيم غير الدقيقة. فأدرك أن هناك طريقة أخرى للتعامل مع مثل هذه المفاهيم، والتى تتجسد فى استخدام نموذج التفكير الإنسانى الغامض، والذى طوره عام 1973، حينما رأى أن: "أهمية المنطق الكامنة وراء التفكير الإنسانى - والتى لا تكتمل فى التفكير التقليدى الثنائى القيم- تكمن فى وجود القيم والروابط الغائمة، بالإضافة إلى القواعد الغائمة للاستدلال"().

فضلاً عن أنه شيد الأنساق العلمية على تلك النظرية، وأشار إلى مبدأ عدم التوافق(*) principle of Incompatibility. وحديثاً تم تطوير تلك النظرية؛ مما أدى الى تعدد تطبيقات المنطق الغائم فى مجالات عديدة.

3: مفهوم المنطق الغائم وميزاته:

وبما أن التفكير الإنسانى يلازمه الغموض fuzziness كثيراً، فعلينا أن نتسائل عن معنى الغموض فى إطار المنطق الغائم بوصفه سمة أساسية له.

الغموض هو اسم صورى فى العلم، ونقيضه الثنائية التى تسمح بوجود طريقتين للإجابة عن كل مسألة إما بصادق أو كاذب، نعم أو لا، (0 أو 1). وتعددت معانى الغموض لإختلاف الرؤى لدى المناطقة، فاستخدم رسل وبلاك مصطلح الغموض حينما وصفا التعدد، وتارة أطلق عليه آخرون مصطلح الظلال الرمادية، وتارة أخرى أُطلق عليه مصطلح تعدد القيم، وذلك فى ضوء تصور لوكاشيفيتش، بينما أطلق عليه زاده مصطلح غائم fuzzy، وكان سبب اختياره لذلك المصطلح، يكمن فى ارتباطه بالحس المشترك، ومن هنا وضع زاده أسس المنطق الغائم fuzzy Logic().

وبوجه عام، يمثل المنطق الغائم فى كينونته الوصف الدقيق للعالم الواقعى الذى نعيش فيه- لكون قضاياه صادقة جزئية فى الغالب - فيصف عبارات عديدة مثل: من الممكن، ليس من الممكن، احتمال، معظم، جداً، أحياناً، تقريباً... إلخ. وتتسم تلك العبارات بكونها أكثر شيوعاً واستخداماً من الصدق والكذب المطلق فى حياتنا اليومية() .

ويعتبر المنطق الغائم امتداداً طبيعياً للمنطق البولينى(**) حيث تم تأسيسه على النظرية الرياضية للفئات الغائمة، والتى هى تعميم لنظرية الفئات الكلاسيكية؛ وذلك من خلال إدخال فكرة التدرج المتصل والمتنوع لقيم الصدق. ويمدنا هذا المنطق - بصورة عامة - بقيم جديدة لا متناهية للتفكير، والذى يمكنه التعامل مع البيانات اللايقينية وغير الدقيقة().

ومن هنا يمكننا أن نُطلق على المنطق الغائم بأنه منطق متدرج متصل القيم، مما يعنى بأن المسافة بين ذاك التدرج والآخر- المتصل - للقيم تحمل طابع التقريب، ومن ثم يمكنه التعامل مع حل المفارقات المنطقية، لذا فهو أكثر أهمية من المنطق المتعدد القيم الذى أشار إليه لوكاشيفتش.

وبناءاً على ذلك، يستطيع المنطق الغائم أن يصف النسق المنطقى اللايقينى، والذى يعتمد على الفئات الفرعية الغائمة Fuzzy Subsets. حيث تتوقف تلك الفئات عند بعض الكلمات اللغوية مثل صادق، صادق جداً ، صادق إلى حد ما، كاذب، كاذب جداً... إلخ. وفى هذا السياق، تعتمد

القضايا الغائمة Fuzzy Propositions بوجه عام على التقريب اللغوى بواسطة قواعد الاستدلال فى المنطق الغائم، وهى قواعد لا يقينية، بجانب اعتمادها على قيم وجداول الصدق() .

ومن أهم ميزات المنطق الغائم أنه يعتمد على فكرة الاحتمال واللايقين(*) والتى تمثل عن طريق استخدام الرسم البيانى، وهى أن كل حدث يمكن أن يكون احتمالى، بحيث يقع بين (0 ، 1) وتعنى (مؤكد أن يحدث) وبين (0 ، 0) وتعنى (مؤكد أن لا يحدث) فيكون لدينا ما يسمى بالتسلسل الاحتمالى وهذا التسلسل يتم تطبيقه فى المنطق، مما أثمر ما يسمى بدرجات الصدقDegree of Truth() .

يعتمد المنطق الغائم على الاحتمال الغائم أو اللغوى Fuzzy Probablality ؛ لتفسير ما إذا كان الحدث سوف يحدث أم لا، حيث يقدم قياس الامكانيات مع درجات التوقع()، ويتم تفسير هذه الاحتمالات بوصفها أعداداً غائمة. وبناءاًعلى ذلك يستطيع المنطق الغائم وصف الأحداث قبل وقوعها وبدرجات متنوعة، فعلى سبيل المثال، إذا قلنا (بعد غداً سوف تمطر وسيسقط الثلج) واليوم ليس لدينا مثل هذا اليقين، ولكنه مجرد احتمال مؤسس على خبرتنا ومعرفتنا بأحوال الطقس. لذا فمن الأفضل القول بأن "هناك احتمال بنسبة 80 % أن يسقط الثلج" .

ولعل أهم ما يميز المنطق الغائم هو القول بأنه منطق الاستدلال التقريبىApproximate Inference ، الذى يتخذ من التقريب السمة الأساسية فى التفكير، فضلاً عن أنه يقوم بمعالجة مفهوم وقيم الصدق الجزئى partial truth، أو درجة إنتماء العنصر إلى فئة العضويةDegree of Membership. بالإضافة الى أنه يسمح بالاتصال اللانهائى Infinite Continuum للدرجات الغامضة بين (0 ، 1)، ومن ثم فإن المعرفة knowledge تُقدم فى إطار من التفسيرات الغائمة، والذى يقوم الاستدلال باستنباطها().

وعلى هذا النحو، يمكننا أن نعبر عن أهم سمات المنطق الغائم بصورة موجزة، حيث يمكن إيجازها فى ثلاثة سمات وهى:

- أنه يعبر عن قيم الصدق الغائمية فى الحدود اللغوية، بمعنى القول بإحدى تلك القيم: صادق، صادق جداً، كاذب، كاذب إلى حد ما، وما شابه ذلك().
- إن جداول الصدق فى المنطق الغائم لا يقينية.
- إن قواعد الاستدلال المنتجة هى قواعد تقريبية أكثر من كونها دقيقة().

ومن تلك الجوانب، فإن النسق المنطقى الغائم Fuzzy Logical System يختلف كثيراً عن الأنساق المنطقية الأخرى، بدءاً من المنطق الأرسطى إلى المنطق الاستقرائى والمتعدد القيم مع قيم الصدق. وقبل التطرق إلى خطوات ذلك النسق، علينا أولاً أن نقدم نبذة موجزة عن نظرية الفئات الغائمة.

4: نظرية الفئات الغائمة:

أدرك زاده أن الإنسان يفكر بلغة الكيف وليس الكم؛ لأنه يعتمد فى تفكيره على استخدام بعض الكلمات مثل "ربما" و "وأحياناً" و "ونوعاً ما"... ومن هنا فإن الفئة الغائمة تعبر عن كم الغموض الكامن فى أعماق التفكير الإنسانى، وهذا ما يميزها().

ويقول زاده فى تعريف تلك الفئة: "هى نمط تصنيفى، يسمح بالتدرج المستمر لعضوية العناصر التى تنتمى للفئة حيث تتحدد قيمة أى عنصر بمدى تدرج إنتمائه للفئة بين الصفر والواحد"().

ويعنى هذا القول بأن تلك الفئة تعتبر تعميم للفئة المحددة، وتعرف أيضاً الفئة الفرعية الغائمة بواسطة دالة العضوية ولتكن F(X) تسمى تدرج Grade للعضوية فى الفئة الغائمة F. وغالباً تُدون بواسطة μ(X) حيث تأخذ قيم فى الفاصل المغلق {0 ،1} ، فنقول أن X تنتمى إلى الفئة F إذا كانت قيمتها تساوى واحد، و X لا تنتمى إلى الفئة F، إذا كانت قيمتها تساوى صفر، حيث يوجد بينهما درجات عديدة.

وبالتالى تسمح الفئة الغائمة بالعضوية الجزئية Partial Membership؛ أى إنتماء العنصر إلى فئته بصورة جزئية؛ مما تسمح بوجود تفاوت فى الدرجات. وهذه الدرجات تمثل القيم التى تقع بين الصفر والواحد الصحيح، وتتصف تلك القيم بالاتصال اللانهائى- وذلك عكس ماآلت إليه الفئات المحددة crisp sets(*) التى اتصفت بالثنائية؛ أى أن عضوية الشئ فى الفئة تتوقف على أن يكون هذا الشئ متصفاً بالفئة التى تحددها هذه الفئة، ومن ثم تكون فى حالة العضوية مساوية للواحد الصحيح، أو مساوية للصفر وتسمى فى تلك الحالة بعدم العضوية- بحيث تكون مساوية أو أكبر من الصفر، أو مساوية أو أصغر من الواحد الصحيح، ويرمز لها بالرمز (μ)0:

$$1\mu 0 = \mu$$

وعلى سبيل المثال: إذا أردنا معرفة من هو الطويل ومن هو القصير، على افتراض أن نسبة الطول هى 160 سم ، فماذا يقال إذن عن الشخص الذى يكون طوله 159.5سم هل سيكون طويلاً أم قصيراً؟

وتمثل μ (n) أعلى مستوى لقيم الصدق. وتنطبق على الفئات الغائمة عوامل الإجراء التى تطبق على الفئات المحددة، وهى العوامل التى تؤدى إلى الإتحاد union، والتقاطع Intersection ، والاكتمال complement0.

وتكون الصياغة الرمزية لاتحاد الفئات الغائمة أ ، ب كما يلى:

وهى فئة غائمة يمكن تعريفها بواسطة دالة العضوية كما يلى:

ب(س) = م (س) / (س).

وتكون قيمة دالة عضوية أى عنصر من عناصر الفئة الغائمة الناجمة عن اتحاد الفئتين ، هى القيمة الأكبر لدالة العضوية . فإذا كانت قيمة دالة عضوية (س) أ هى 00.6 ، وقيمة دالة عضوية ا ش ب هى 0.4 ، فإن دالة عضوية (س) فى الفئة الغ كون 0.6 ؛لأنها القيمة الأكبر(

بينما تكون القيمة الأصغر فى دالة العضوية هى الناجمة عن تقاطع الفئتين، ويرمز لها بالصياغة الآتية:

μأ ب (س) = μ أ (س) ٨)

أما الصياغة العامة لاكتمال س غائمة يرمز ها تى.

$$\mu_{\bar{أ}}(س) = 1 - \mu_{أ}(س)0 .$$

ويمكننا الآن عرض خطوات النسق الاستدلالى الغائم .

5: خطوات النسق الاستدلالى الغائم:

اقترح زاده تصور المنطق الغائم، ليمدنا بالتفكير التقريبى الذى يؤسس على الغموض وفى هذا السياق طرح خطوات النسق الغائم(). ولقد أشرنا فى الفصل الأول إلى أن النسق المنطقى - النسق الاستنباطى - يعتمد على خاصية اللزوم.

وبالتالى، يعتمد أيضاً النسق الاستدلالى الغائم على قواعد اللزوم الغائم، والتى تمثل شرطاً أساسياً لوجود علاقة بين المقدم والتالى، فى حين أن المقدم والتالى يمثلا فئات غائمة. ومن ثم فإن تلك القواعد تشكل تدرجاً لا نهائياً من القيم بين الصفر والواحد الصحيح، وتسمى تلك القواعد بقواعد الربط أو الإنتاج().

إن القاعدة الغائمة تربط الفئات الغائمة، فإذا كان (س هى أ) فإن (ص هى ب). بحيث تمثل (ب) الفئات الغائمة، وهى فئات فرعية، فعلى سبيل المثال : (إذا كان المطر كثيف، فإن الأرض تبتل) و (إذا كانت السيارة بطيئة قليلة، فإنك ستدفع البنزين أسفل الدواسة قليلاً)().

والآن يمكننا تحديد خطوات النسق الاستدلالى الغائم فى ثلاثة خطوات عرضها كوسكو P.Kosko فى كتابه التفكير الغائم وهى:

1- اختيار الاسماء أو المتغيرات اللغوية بوصفها المدخلات والمخرجات، والتى تسمى (س ، ص). بحيث س هى مدخل النسق، بينما ص هى مخرجه، فإذا كان س فإن ص. فعندما نريد التحكم فى جهاز التكييف فإننا نفترض أن س هى درجة الحرارة متدرجة فى فهرنهايت، ونفترض أيضاً أن ص هى التغيير فى سرعة محرك (موتور) جهاز التكييف، وما نريده هو معرفة سرعة المحرك، فى حالة ارتفاع درجة الحرارة وانخفاضها().

2- اختيار الفئات الغائمة وتطبيق عملياتها، حيث تعرف الفئات الفرعية الغائمة للاسماء س، ص. ويمكننا القول بأن هناك خمسة فئات غائمة لـ (س) وهى: بارد، معتدل، بارد جداً، دافئ، حار().

الحرارة بدرجاتها (فهرنهايت)

ويمكننا رسم الفئات الغائمة الخمسة وهى (التوقف، البطئ، الوسط، السرعة، السرعة القصوى) وهنا يتم ترقيم سرعة المحرك من الأرقام صفر إلى مائة، وهذه الأرقام تستطيع الوقوف على تيار الكهرباء().

3- اختيار القواعد الغائمة لربط فئات سرعة المحرك مع فئات درجة الحرارة، فعلينا هنا أن ننسب فئة سرعة المحرك إلى كل فئة من فئات درجة الحرارة. ولنبدأ بالبارد، لأننا نريد أن يتوقف المحرك عن العمل، إذا كان الهواء بارد. وهنا يجب أن يغير المكيف سرعة المحرك؛ من أجل أن يحتفظ بدرجة الحرارة، وبناءاً على ذلك يكون لدينا القاعدة الأولى وهى():

1- إذا كان س بارد فإن ص يتوقف عن العمل، ويجب أن يدور المحرك قليلاً، عندما يكون الهواء بارد.

إذاً تكمن الخمس قواعد فى:

- القـــاعـدة الأولى: إذا كانت درجة الحرارة باردة جداً، فإن سرعة المحرك تتوقف.
- القـــاعـــدة الثانية: إذا كانت درجة الحرارة باردة، فإن سرعة المحرك تكون بطيئة.

- القـــاعـــدة الثالثة: إذا كانت درجة الحرارة معتدلة، فإن سرعة المحرك تكون متوسطة.
- القاعـدة الرابعـة: إذا كانت درجة الحرارة دافئة، فإن سرعة المحرك تكون سريعة.
- القاعـدة الخامسة: إذا كانت درجة الحرارة عالية، فإن سرعة المحرك تكون سريعة جداً(قصوى)().

وهذه القواعد تعادل ما يسمى بالحس المشترك، وهى قواعد غائمة؛لأن الحدود (بارد وحار) تمثل مسألة درجات ورمز للفئات الغائمة، والتى يتم ربطها، كما أنها تُعرف بأرقام، وهذا أيضاً ما يربط الكلمات الرياضية().

6: الروابط الغائمة:

تستند الروابط فى تعريفها فى المنطق الغائم إلى الفاصل المغلق {0 ،1} ونتيجة لذلك، فإن (ن - الحد الأقصى) تكون مقيدة بالعدد واحد، و (ن - الحد الأدنى) تتناقص إلى صفر فقط، ويكون حاصل جمع المكونات هو واحد().

وبالتالى فإن العمليات المنطقية الأساسية لديها تعريفات بسيطة فى المنطق الغائم، وهى{، ، Γ } وتكون على النحو الآتى:

- ق ل = أصغر من قيم ق ، ل.
- قل = أكبر من قيم ق، ل.
- Γ ق = 1 - ق().

مثال : إذا كانت ق = 0.45 ، ل = 0.84 ، (قل) = 0.45 ، (قل) = 0.84 ، Γ س = 1- 0.45 = 0.55

ويبدو أن قيم المتغيرات مقيدة بين (1 ، 0) ، (0 ، 0) وتتخذ الروابط المنطقية الغائمة نفس الطريقة باعتبارها عوامل كلاسيكية، أى أن (1 ، 0) تعادل قيمة الصدق، و (0 ، 0) تعادل قيمة الكذب، هذا من جانب. ومن جانب آخر تفترض القيود ثلاثة احتمالات (1 ، 0) ، (0 ، 0) ، (0،)، ولذا فإن تلك الطريقة تماثل المنطق الثلاثى عند لوكاشيفيتش() . وبناءاًعلى ذلك، فإن هناك تشابه فى كيفية تحديد الروابط المنطقية (،) فى المنطق الغائم والمنطق الثلاثى القيم.

النظرية : فإذا كان (ق) متغير فى المنطق الغائم ، فعلينا تتبع الصيغ الآتية:

- ق 1 = ق
- ق 0 = 0
- ق 1 = 1
- ق 0 = 0
- ΓΓ ق = ق

الدليل: تعتمد كافة الأدلة على تعريفات الروابط المنطقية():

جدول رقم (3):

النتيجة	الصيغة العامة		الرابط
تكون النتيجة مباشرة	الحد الأدنى {ق1} و ق1	=	ق1
تكون النتيجة مباشرة	الحد الأدنى {ق0} و ق0	=	ق0
تكون النتيجة مباشرة	الحد الأقصى {ق1} و ق1	=	ق1
تكون النتيجة مباشرة	الحد الأقصى {ق0} و ق0	=	ق0

تكون النتيجة مباشرة ق = X = X + 1 - 1 = (X - 1) - 1 = ΓΓق

ومن ثم يمكن اعتبار المنطق الغائم منطق لا نهائى؛ لأن الفاصل الحقيقى من الصفر إلى الواحد الصحيح لا يُعد، وبناءاً على ذلك، فإن أعداد القيم الممكنة للمتغيرات فى المنطق الغائم هى أعداد لا نهائية غير قابلة للعد().

وإذا كان ق، ل، م متغيرات فى المنطق الغائم فإن:

- (قل) = (لق)
- (قل) = (لق)
- ق(لم) = (قل) م
- ق (ل م) = (ق ل)م() .

وأما رابط اللزوم والتكافؤ فى المنطق الغائم(*) فلننظر فيهما كما هو موضح فى الجدول الآتى:

جدول رقم (4):

الصيغة العامة		الرابط
(Γ قل) = الحد الأقصى {1– ق ، ل}	=	قل
(Γ قل) (Γل ق) = الحد الأدنى { الحد الأقصى {1– ق ، ل} ، الحد الأقصى {1– ق ، ل} } .	=	ق ل
(ق Γل) (Γقل) = الحد الأقصى { الحد الأدنى {ق ، 1– ل} ، الحد الأدنى { 1– ق ، ل} } .	=	ق ^ ل
(Γق Γل) = الحد الأدنى {1– ق ، 1– ل} .	=	قل
(Γق Γل) = الحد الأقصى {1– ق ،1– ل} .	=	ق I ل

7: تصور الاستدلال فى ضوء المنطق الغائم:

يعتمد المنطق الغائم على الاستدلال التقريبى، والذى طرحه بلادوين Baldwin عام 1978، حيث تم استخدامه كنموذج للتفكير الإنسانى، فضلاً عن استخدامه فى حل المفارقات المنطقية Logical Paradoxes المعروفة لدينا فى المنطق الكلاسيكى().

ومن المعروف أن المنطق الكلاسيكى باعتباره ممارسة مألوفة، يتعامل مع القضايا ثنائية القيم والتى إما أن تكون صادقة أو كاذبة. لذا يتعامل المنطق الكلاسيكى مع مجموعة من المتغيرات التى تشكل القضايا؛لأن المحتوى الرئيسى له هو دراسة القواعد التى تسمح بالمتغيرات الجديدة المنطقية؛ لتستخدم بوصفها دوال منطقية للمتغيرات الدقيقة. ومن ثم يتعامل مع القضايا الدقيقة، باستخدام قواعد الاستدلال الدقيق().

أما بالنسبة للمنطق الغائم، فيتعامل مع القضايا اللايقينية- القضايا الغائمة(*) - والتى تمثل عن طريق الفئات الغائمة. ومن ثم فإن الغاية النهائية من المنطق تتبلور فى أنه يشكل الأساس النظرى الاستدلالى حول القضايا اللايقينية، والذى أشار إليه زاده تحت مسمى الاستدلال التقريبى المؤسس على نظرية الفئات الغائمة، وبناءاً على ذلك ، فإن القضايا الغائمة تتعامل مع الصدق الجزئى().

إذن الاستدلال التقريبى هو منهج متطور داخل الأنساق المنطقية، حيث يُمكننا من الحصول على قيم أخرى غير قيمتى الصدق والكذب للمقدمات المنطقية. وما يلى مثال بسيط للاستدلال التقريبى فى المنطق الغائم:

معظم الرجال فاسدون : A_1

سقراط فاسد : A_2

من المحتمل أن يكون سقراط فاسداً : A_3

من المحتمل جداً أن يكون سقراط فاسداً : A'_3()

فى هذا المثال، تمثل كلاً من A_3 ، A'_3 نتائج تقريبية للمقدمات A_1 ، A_2 ، مع التنوع فى درجات التقريب التى تعتمد على تحديد الحدود، والتى تتجسد فى تلك الألفاظ (معظم، ومن الممكن، ومن الممكن جداً) باعتبارها فئات فرعية غائمة. وتعتبر (A'_3) أفضل نتيجة للمقدمات؛ لكونها نتيجة تقريبية . ويُمكننا تمثيل هذا من خلال الرسم البيانى الآتى():

1

- آليات التفكير الاستدلالى الغائم:

من الممكن

يُعرف التفكير الغائم بالتفكير الاستدلالى التقريبى المؤسس على الآليات الغائمة، والتى يتم

من الممكن جداً عنها فى اللغة الطبيعية باستخدام المتغيرات اللغوية () .

ولقد أجاز المنطق الغائم قيم عديدة بين (0 ، 0) و (1 ، 0) ليتم تطبيقها على **قليل** المتغيرات. فإذا كانت القيمة (0 ، 0) هى قيمة المتغير؛ فإنه يكون كاذب، أما إذا كان المتغير (1 ، 0)؛ فإن قيمته تكون صادقة، بينما القيم الوسيطة اللانهائية، مثل (x = 0.6) تكون قيم تقريبية().

وبالتالى يعمم المنطق الغائم قيم الصدق الثنائية (0 ، 0) ، (1 ، 0) على أساس المبدأ الغائم والذى يكمن فى أن كل شئ هو مسألة درجات(). فعلى سبيل المثال، عندما نقول: "أن ديفيد عجوز ولكنه ليس عجوزاً جداً" ، هذه القضية تشكل قضية غائمة عن طريق الفئات الغائمة. ومن ثم يهدف المنطق الغائم إلى عمل استدلالات [illegible] حتى إذا كان شرط قاعدة اللزوم مُحققاً جزئياً. وهذا ما يقوم به الاستدلال التقريبى، الذى **0.5** تنباط النتائج اللايقينية من المقدمات الغائمة، مع العلم بأن النتائج المستنبطة هى قضايا غائمه ايضاً() .

ولكى نصل إلى تلك النتائج، علينا تطبيق آليات الاستدلال التقريبى؛ وذلك من خلال تعميم آليات الاستدلال الدقيق فى المنطق الثنائى القيم. ولكن علينا هنا أولاً أن نقدم خلفية موجزة عن كيفية تعامل المنطق الثنائى القيم مع القضايا الدقيقة باستخدام آليات الاستدلال، من خلال هذا المثال:

"إذا كان عمر ديفيد 50 عام وعمر مارى 39 عام، فإن ديفيد عجوز، ومارى ليست عجوزة ".

هذا يسمى استدلال استنباطى دقيق، وصحيح بالنسبة للمنطق الثنائى القيم. إذن يعتمد هذا المنطق على الاستدلال الدقيق؛ لتمثيل المتغيرات المنطقية (المخرجات) بواسطة الصيغ الصورية، والتى دائماً إما أن تكون صادقة أو كاذبة (المدخلات)، ويسمى هذا تحصيل حاصل. ويشار إلى آليات الاستدلال الدقيق من خلال تلك القواعد، والتى تكمن فى قاعدة الإثبات بالوضع Modus Pones ، وقاعدة الرفع بالرفع Modus tollens، وقاعدة القياس الشرطى Hypothetical Syllogism().

فى حين أن الاستدلال التقريبى هو المصطلح المعتاد استخدامه فى المنطق الغائم، ويشتمل على قواعد المنطق الكلاسيكى، ولكن فى صورتها المعدلة أو المعممة، ويُستخدم المصطلح هنا فى حالة وجود البيانات اللايقينية أو المقدمات غير الدقيقة.

وقد تم تعميم تلك الآليات؛ لتُعد بمثابة قواعد وآليات الاستدلال التقريبى المعمم الذى يرتكز عليه المنطق الغائم، باعتباره البنية الأساسية له وهى: قاعدة الإثبات بالوضع المعمم، وقاعدة الرفع بالرفع المعمم، وقاعدة القياس الشرطى المعمم، ويتطرق الباحث إلى عرض تلك الآليات فى صورتها الغائمة بوجه عام.

8-1: قاعدة الإثبات بالوضع المعمم: Generalized Modus Pones

تعنى هذه الآلية أنه على افتراض صدق قضية اللزوم الغائمة (إذا كان ق هى ل، فإن ع هى م) والقضية الغائمة (ق هى ل`) فإنه يمكننا استنباط قضية غائمة جديدة وهى ( ع هى م`)().

ويمكننا التعبير عن تلك القاعدة بالصور التالية:

إذا كان ق هى ل، فإن ع هى م.
لكن ق هى ل`
ع هى م` .

وفيما يلى مثال للاستدلال التقريبى:

إذا كان العالم غامضاً، فإنه يكون محيراً
لكن العالم غامض جداً
العالم محير جداً.

8-2: قاعدة الرفع بالرفع المعمم: Generalized Modus Tollens

تعنى هذه الآلية أنه على افتراض صدق قضية اللزوم الغائمة (إذا كان ق هى ل، فإن ع هى م) والقضية الغائمة (ع ليست م`) فإنه يمكننا استنباط نتيجة غائمة، بوصفها قضية غائمة جديدة وهى ( ق ليست ل`)().

ويمكننا التعبير عن تلك الآلية بالصورة الآتية:

إذا كان ق هى ل، فإن ع هى م
لكن ع ليست م`
ق ليست ل`.

وفيما يلى مثال لقاعدة الرفع بالرفع المعمم :

إذا كان العالم غامضاً، فإنه يكون محيراً
لكن العالم ليس محير جداً
العالم ليس غامضاً جداً .

8-3: قاعدة القياس الشرطى المعمم: Generalized Hypothetical syllogism

تعنى هذه الآلية أنه على افتراض صدق القضيتين الشرطيتين الغائمتين (إذا كان ق هى ل، فإن ع هى م) و (إذا كان ع هى م`، فإن هـ هى و ) فإنه يمكننا استنباط نتيجة غائمة، والتى تُشكل فى مضمونها قضية غائمة جديدة ( إذا كان ق هى ل، فإن هـ هى و`)().

ويمكن تمثيل تلك الآلية بالصورة الآتية :

إذا كان ق هى ل، فإن ع هى م
إذا كان ع هى م` ، فإن هـ هى و
إذا كان ق هى ل، فإن هـ هى و` .

ويمكن تمثيل تلك الآلية فى إطار هذا المثال :

إذا كان العالم غامضاً، فإنه يكون محيراً

وإذا كان العالم محيراً جداً، فإن العالم يكون مدهشاً
إذا كان العالم غامضاً، فإن العالم يكون مدهشاً جداً .

إذن من خلال ما سبق عرضه، نجد أن المنطق الغائم يعتمد على الاستدلال التقريبى، مما يسمح بالحدود اللغوية اللايقينية وهى:

أ - المحمولات الغائمة Fuzzy Predicates: وتكون غير محددة فى المنطق الغائم ولا يقينية مثل (عجوز، ذكى، عاقل، سريع، بارد، حار... إلخ) بعكس ما آلت إليها المحمولات فى المنطق الكلاسيكى.

ب - الأسوار الغائمة Quantifiers Fuzzy: يتيح المنطق الغائم تعدد الأسوار مثل (قليل، كثير، تقريباً، جداً... إلخ) .

ج - قيم الصدق الغائمة Fuzzy Truth value: مثل (صادق، صادق جداً، من المحتمل أن يكون كاذباً، كاذبٌ إلى حد ما... إلخ)().

9: نبذة عن بعض الحقول المعرفية التى يتم فيها تطبيق المنطق الغائم:

لقد تعددت تطبيقات المنطق الغائم فى الكثير من الحقول المعرفية؛وذلك بفضل آلياته الاستدلالية، بوصفها الأداة الأكثر تفاعلاً مع الإنسان، فضلاً عن المتحكمات الغائمةFuzzy Controlles . حيث يتمثل التحكم فى التأثير على سلوك نظام ما بواسطة تغيير مدخلات In puts هذا النظام ، طبقاً للقواعد التى توجه تشغيله من أجل إنتاج المخرج Out put().

وقد تم تطبيق المنطق الغائم فى مجال الذكاء الاصطناعى وغيره من المجالات. وتتشكل أيضاً الممارسة العملية لذاك التفكير فى الوسائل الحسابية للكلمات؛ وذلك لإمكانية واحتمالية العملية الحسابية لها. ومن خلال ذلك يمكننا بناء نظم الحوسبة والأنظمة الآلية عن طريق دمج الخبرات البشرية والتى وردت فى اللغة اليومية بوضوح، وهذا ما أطلق عليه محرك الاستدلال الغائم، أو القاعدة الغائمة().

ويمكن لمثل هذا النظام ممارسة الاستدلال الغائم الذى يكمن فى الاستدلال التقريبى. حيث تبدو الحوسبة مع الكلمات لتكوين العبارة الجزئية، منذ أن كانت تمثل جوانب مؤكدة للغة الطبيعية التى يمكن تمثيلها بواسطة حساب الفئات الغائمة() .

هذا بالإضافة إلى تعدد استخدامه فى حقول أخرى، كأنظمة التحكم، والأنظمة الخبيرة... إلخ فضلاً عن استخدامه فى العديد من الأجهزة مثل: الأجهزة المنزلية، والسيارات، والقطارات، والمصاعد، واللعب التى تحتوى على خصائص المنطق الغائم لتحديد قواعد استخدامها().

وأخيراً، لا يزال التفكير المنطقى الغائم إحدى الطرق العملية التى تحاكى الخبرات البشرية بطريقة واقعية.

الخاتمة والنتائج:

لقد تناولنا خلال هذا البحث، نمط جديد من أنماط الاستدلال فى ضوء إحدى تطورات المنطق المعاصر- وهو المنطق الغائم - الذى يهتم ببنية الاستدلال الذى يُمكننا من قدرات التفكير الإنسانى، ويكمن هذا النمط فى الاستدلال التقريبى، الذى يلائم العالم الغامض بأسره؛ لأنه يشكل الأساس النظرى الذى يتلائم مع القضايا اللايقينية، والتى تتعامل مع الصدق الجزئى فى ضوء الإستناد إلى نظرية الفئات الغائمة.

وبصورة عامة، إن منهج الاستدلال التقريبى فى المنطق الغائم تم التمهيد له عندما تم انتهاك قانون الوسط المرفوع، مما سمح بوجود قيمة ثالثة لا محددة بين قيمتى الصدق والكذب وهذا

ما جاء به لوكاشيفتش الذى رأى أن المنطق المتعدد القيم هو المنطق الأمثل، ومن هنا نبع منهج الاستدلال التقريبى الغائم على يد العالم لطفى زاده، الذى سمح هو الآخر بالتدرج المتصل اللانهائى للقيم فى الفاصل المغلق {0 ، 1} لذا يُمكننا أن نُطلق على المنطق الغائم بأنه منطق متدرج متصل القيم .

ومن هنا فإن منظور المنطق الغائم يختلف تماماً عن منظور المنطق الكلاسيكى لمنهج التفكير الاستدلالى، فهناك فارق شاسع بينهما وهو أن الاستدلال التقريبى بوجه عام يسمح بتدرج لا نهائى للقيم - وهذا عكس ما آل إليه المنطق الكلاسيكى، الذى سمح بوجود الصدق والكذب التام - كما أنه تعميم لآليات الاستدلال الدقيق.

إذن، يقوم الاستدلال التقريبى فى المنطق الغائم بدور رئيسى، حيث يُمكننا من استنباط النتائج التقريبية من القضايا اللايقينية أو غير الدقيقة، والتى يُطلق عليها القضايا الغائمة. وقد أتاحت آليات ذاك الاستدلال- الاستنباط التقريبى - بقيم الصدق الجزئى، ومن ثم فقد نجح فيما أخفق فيه الاستدلال الدقيق- الاستنباط الدقيق - لذا يعتمد المنطق الغائم على المنهج الاستدلالى التقريبى، الذى يعتبر فى مضمونه منهجاً استنباطياً متطوراً وملائماً لاستنباط النتائج التى تجسد المعرفة، والذى يجيد التعامل مع العالم المتغير الحافل باللايقين، كما أنه خير معبر عن حياتنا اليومية التى يشوبها التغيير والتجديد فى كافة الأمور.

قائمة المراجع الأجنبية:

(A)(Books:

1-Ashbacher,C. : Introduction to Neutrosophic Logic, American Research press, Rehobot, 2002.

2-Berenji, H. R. : Fuzzy Logic Controllers, Introduction to Fuzzy Logic, Applications in Intelligent systems, 1992.

3-Chen, G. : Introduction to fuzzy sets, fuzzy logic and fuzzy control systems, CRC press, Boca Ration, London, 2001.

4-Chen, G. & Pham, T. : Introduction To Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, and Fuzzy Control Systeme.

5-Dernoncourt, F. : Introduction To Fuzzy Logic, MIT., 2013.

6-Jevons, S. W. : The Principle of science, A Treatise on Logic and scientific Method, Dover Publication, INC., New York, 1958.

7-kosko, P. : fuzzy thinking, the new science of fuzzy Logic, Hyperion, New york, 1993.

8-Ross, T. J. : fuzzy Logic with Engineering Applications, John willey & sons, LTD. , third Edition, 2010.

9-Siler, W. & Buckley, J.J. : Fuzzy Expert Systems and Fuzzy Reasoning , John Wiley & Sons , INC . , 2005 .

10-Sivanandam, S. N. & Sumadhi, S. & Deepa, S. N. : Introduction to fuzzy Logic using Matlab, Library of congress, verlay Berlin Hidelbery, 2002.

11-Terano, T. : fuzzy systems theory and Its Applications, Academic Press, New York, 1992.

12-Zadeh, L. A. : Knowledge Representation in Fuzzy Logic, yager, R. R. & Zadeh, L. A. : An Introduction to Fuzzy Logic Applications Intelligence systems, klwier Academic Pablishers, 1992.

(B) Journals:

13-Baldwin, J. F. & Guild, N. C. f. : the Resolution of Tow Paradoxes by Approximate Reasoning a fuzzy Logic, synthese, Vol. 44 , No. 3(Jul., 1980).

14-Doja, M. N. & Alam, B. : Analysis of Reactive Roating Protocol using Fuzzing Inference, AAsri Procedia 5, 2013.

15-Jantzen, J. : Array Approach To Fuzzy Logic, Fuzzy Sets and Systems, 1995.

16-welling, M. : Approximate Inference in Boltzaman machines, 2001.

17-Ying, M. : A Logic for Approximate Reasoning, the Journal of symbolic Logic, vol. 59, No. 3 (sep. , 1994) .

18-Zadeh, L. A. : fuzzy sets, information and control, 1965.

19-Zadeh, L. A. : Fuzzy Logic and Approximate Reasoning (IN Memory of Grigore Mosisil), Syntheses,vol .30, No. 3/4 on the Logic semantics of Vaguness (Apr. May,1975).

قائمة المراجع العربية:

20- د. حسين على: مبادئ المنطق الرمزي، دار قباء، القاهرة ، د .ت.

21- د. سهام النويهي: المنطق الغائم، علم جديد لتقنية المستقبل، المكتبة الأكاديمية، القاهرة، 2001.

22- د. صلاح محمود عثمان: المنطق متعدد القيم بين درجات الصدق وحدود المعرفة، منشأة المعارف، الإسكندرية، 2002.

23- د. ماهر عبد القادر محمد: التطور المعاصر لنظرية المنطق، دار النهضة العربية، بيروت، 1988.