الاستدلال غير الرتيب

Non Monotonic Reasoning

د. مايسة عبده علي(*)

مقدمة

إن مشكلة إيجاد أليات استدلال فعالة قادرة على نمذجة استدلال الحس المشترك البشرى هى واحدة من المشاكل الرئيسية للبحث والتنفيذ فى مجال الذكاء الاصطناعى.

مؤخرا كان هناك اهتمام بمعالجة جيدة لأنساق منطقية تنتهك خاصية الرتابة. وذلك يتم دراسته من خلال سياق استدلال الحس المشترك البشرى.

مايميز الاستدلال الإنسانى هى قدرته على التعامل مع المعلومات الناقصة. إننا نواجه باستمرار فى الحياة اليومية مواقف، حيث من المعروف أن ليس لها أدلة ذات صلة. وفى الواقع دائما ما يكون هناك ثغرات فى معرفتنا، وبالتالى لن تشل حركتنا بسبب جهل جزئى ببعض المعارف، لذلك ينبغى أن نكون قادرين على استخلاص النتائج حتى إذا لم يكن لدينا دليل كاف ليكفل صحتهم. يبدو واضحا أن مثل هذه الاستنتاجات محفوفة بالمخاطر وقد تبطل فى ضوء معلومات جديدة وأكثر دقة.

مع بداية عام ١٩٨٠ دخل الاستدلال غير الرتيب «استدلال القفز إلى النتائج» مجال علوم الحاسب، وبدأ يؤلف مجالا جديدا للبحث الفعال. وترجع بدايته بشكل أساسى إلى أن تمثيل المعرفة واستدلال الحس المشترك باستخدام المنطق الكلاسيكى أصبحت محدودة، حيث تتسم صياغات المنطق الكلاسيكى بالرتابة، وتبدو ضعيفة وبالتالى غير ملائمة لمشكلات مثل هذا الاستدلال.

لذلك تعد دراسة الاستدلال غير الرتيب ذات أهمية كبرى فى وقتنا المعاصر، حيث إنه أداة مساعدة فى فهم كيف يمكن استخدام برمجة المنطق فى صياغة وحل مشكلات عديدة

(*) مدرس المنطق وفلسفة اللغة بقسم الدراسات الفلسفية - كلية البنات - جامعة عين شمس.

فى مجـال الذكاء الاصطناعى. بالإضافة إلى أنه يسـتخدم كأداة بسـيطة وذات كفاءة فى نمذجة لغـات لمواقف حينـما يكون المرء بحاجـة إلى التعامل بسرعة ومرونة مـع المعلومات الناقصة والمتضاربة.

وقـد اعتمدنا فى هذا البحث على المنهج التحليلى الـذى تقتضيه طبيعة الموضوع من تحليل لمفهوم الاستدلال غير الرتيب وما يتعلق به من مفاهيم كاللزوم القابل للإلغاء والنفى كإخفاق وغيرها.

ويهدف هذا البحث إلى كشـف وتحليل بعض المفاهيم المنطقية التى قد ترتبط وتتشـابك مـع بعض المفاهيم الموجودة فى حقـل الذكاء الاصطناعى باعتباره مجـالا من مجالات تطبيقات المنطـق بالإضافة إلى تحليـل مفاهيم عدم الرتابـة والقابلية للإلغاء والمنطـق الافتراضى والقيد بغرض فهمها وتوضيحها وعرضها كما أنه يهدف إلى الإجابة عن التساؤلات التالية:

(١) هل هناك إمكانية لصياغة استلال الحس المشترك؟

(٢) هل المنطق الكلاسيكى ملائم لصياغة استلال الحس المشترك؟

(٣) ما العوامل الدافعة لظهور الاستدلال غير الرتيب؟

(٤) ما استدلال القفز إلى النتائج وماهى صوره؟

(٥) ماهى مجالات تطبيقاته؟

وسوف نحاول الإجابة عن هذه التساؤلات من خلال النقاط التالية:

- ❐ أولا: استدلال الحس المشترك والذكاء الاصطناعى.
- ❐ ثانيا: قصور المنطق الكلاسيكى فى صياغة استدلال الحس المشترك.
- ❐ ثالثا: استدلال القفز إلى النتائج نشأته - ماهيته.
- ❐ رابعا: أشكاله.
- ❐ خامسا: تطبيقاته.
- ❐ الخاتمة وتشتمل على أهم النتائج التى تم التوصل إليها من خلال البحث.

أولا: استدلال الحس المشترك والذكاء الاصطناعى

تمثيل المعرفة هو مجال الذكاء الاصطناعى وتتمثل مهمتها فى دراسة وبناء لغات، وصوريات، وأدوات للتعبير عن معارف البرامج الذكية والاستدلال بالمعرفة التمثيلية. وبشكل عملى يلعب المنطق دورًا مهمًّا فى تاريخ الذكاء الاصطناعى منذ بدايته وحتى يومنا الحاضر.

يتضمن الذكاء الاصطناعى جانبين: أحدهما معرفى والآخر استكشافى. يعبر الجانب المعرفى عن تمثيل العالم من خلال صورة يتبع فيها حل المشكلات من الوقائع المعبر عنها فى التمثيل. فى حين أن الجانب الاستكشافى يعبر عن آلية تؤسس بناء على أن المعلومة تحل المشكلة وتقرر ما يجب فعله أى عندما تتم عمليات الاستدلال فعليا من خلال حل المشكلة[١].

حدد مكارثى[٢] أثناء تحديده للمشكلات الأبستمولوجية فى الذكاء الاصطناعى أن المشكلة الأكثر صعوبة هى كيف يمكن أن نعبر عن قواعد تعطى تأثيرات الأفعال والأحداث عندما ترد بشكل متزامن[٣]. أى أنه فى استدلال الحس المشترك غالبا ما يقر الشخص ما يفعل من خلال تقييم نتائج الأفعال المختلفة التى يستطيع فعلها وبالتالى ينبغى أن يستخدم البرنامج الذكى العملية نفسها. لكن كيف يمكن التعبير عن تلك المعارف والنتائج المتغيرة باستمرار داخل نسق يتسم بالرتابة والدقة.... داخل نسق استنباطى؟

يستخدم المنطق الكلاسيكى صيغ استدلال آمنة، بمعنى أن كل نتيجة يتم استخلاصها بواسطة صيغ الاستدلال هذه تكون صادقة طالما تنتج وفقا لقواعد الاستنباط من مقدمات

(1) McCarthy, J., and Patrick, H., "Some Philosophical Problems from the Standpoint of Artificial Intelligence", from: Readings in Artificial Intelligence, edited, By: Webber, B.L. and Nilsson, N.J., Morgan Kaufmann Publishers, Inc. California, 1981, pp. 434,437.

(٢) جون مكارثى (١٩٢٧ -٢٠١١) أستاذ علوم الحاسب بجامعة استانفورد، اهتم بتطوير الأنظمة التى تظهر مستوى الذكاء الاصطناعى منذ عام ١٩٤٨ وصاع مصطلح الذكاء الاصطناعى عام ١٩٥٥ حتى أطلق عليه أبو الذكاء الاصطناعى، وابتكر أول لغة برمجة للحوسبة الرمزية «ليزب» LISP. لقد كانت إسهاماته الرئيسية فى مجال الذكاء الاصطناعى من خلال استدلال الحس المشترك، وقد كانت له الريادة فى ذلك وخصوصا الاستدلال غير الرتيب. حائز على العديد من الجوائز كجائزة تورنج وجائزة البحوث الممتازة وحاصل على الدكتوراة الفخرية من جامعات متعددة كالسويد ومدريد وكندا. http://jmc.stanford.edu/general/index.html).

(3) McCarthy, J., «Epistemological Problems of Artificial Intelligence», from: Readings in Artificial Intelligence, p. 460.

صادقة. وبالتالى لانحتاج لأى قواعد استدلال جديدة آمنة، فى حين يعمل استدلال الحس المشترك مع نتائج يتم استخلاصها مع غياب المعرفة أكثر من وجودها، بمعنى أنه عندما يتم اكتساب معارف أكثر فإن النتائج المستخلصة سابقا قد تسحب لأن قواعد الاستدلال التى أدت إليهم ليست فعالة. ويستخدم صناع القرار الذكى هذا الشكل من استدلال الحس المشترك ليستدلوا على أن الأفعال تكون مؤداة من مقدمات لايمكن أن تجرى بواسطة المنطق الكلاسيكى، لأنهم ببساطة يصنعوا قرارات سواء كانت أم تكن المعلومات كافية[١].

ومن هنا نأتى للقول بأن هناك مشكلة حقيقية تعوق صياغة استدلالات الحس المشترك داخل الأنساق الذكية من خلال أنساق المنطق الكلاسيكية، وهذا مايعنى بشكل أو بآخر أن الصياغات الاستنباطية قاصرة عن صياغة مثل هذه الأنماط الاستدلالية التى لاغنى عنها فى البرامج الذكية.

ثانيا: قصور المنطق الكلاسيكى فى صياغة استدلال الحس المشترك

تتمثل المشكلة - بشكل رئيسى - فى أن الاستدلال ضرورى للسلوك الذكى وعملية صنع القرار فى المواقف الواقعية الذى تحول إلى أن يصبح صعبا بل مستحيلا أن تمثل كاستدلالات استنباطية فى نسق منطقى.

وهذا ما عبر عنه «مارفن منسكاى»[٢] عام ١٩٧٤، حيث ذهب إلى أنه على الرغم من وجود محاولات جادة تعود إلى أرسطو لتمثيل استدلال الحس المشترك من خلال نسق منطقى يجعل انفصال كامل بين قضايا تجسد معلومات محددة، وبين قياسات أو قوانين عامة لاستدلال دقيق. إلا أنه لم يستطع أحد - من وجهة نظر منسكاى - أن يواجه بنجاح نسق مثل هذا مع مجموعة كبيرة من القضايا الواقعية وستستمر هذه المحاولات فى الإخفاق بسبب الطابع المنطقى بشكل عام وليس بسبب عيوب فى صياغات معينة[٣].

---

(1) Marek,V.W. and Nerode, A., "Non-Monotonic Reasoning", Proc. 1993, pp.3-4.

(٢) مارفن مينسكاى (١٩٢٧ - ٢٠١٦) عالم رياضيات وعالم كمبيوتر، عمل أستاذا فخريا فى معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا. له العديد من المؤلفات منها: مجتمع الذهن عام ١٩٨٥، التفكير بالحس المشترك، الذكاء الاصطناعى. ينظر إلى المخ باعتباره آلة لها وظيفتها التى يمكن دراستها وتكرارها فى الحاسب - الذى سيعلمنا بدوره فهم أفضل للمخ الإنسانى والوظائف العقلية العليا). http://www.csail.mit.edu/node/2682).

(3) Minsky, M., « A Frame for Representing Knowledge», from: Mind Design II Philosophy=

لكنه يرى أن هناك بعض الحالات البسيطة التى يمكن الحصول فيها على مثل هذه الأنساق، ولكن عندما نقترب من الواقع تصبح العقبات ساحقة. مشكلة إيجاد بديهيات مناسبة، ومشكلة تعيين وقائع فى ضوء افتراضات منطقية صحيحة دائما ما تكون - إلى حد كبير- أصعب مماهو معتقد بوجه عام. مجرد بناء قاعدة معرفية هى مشكلة بحثية، حيث إننا مازلنا نعرف القليل جدا عن محتويات وبنية المعرفة الحسية المشتركة. أدنى نسق معرفى حسى يجب أن يعرف شيئا عن السبب والتأثير والزمن والغرض والمكان والعملية وأنماط المعرفة ويحتاج أيضا سبل لاكتشاف وتمثيل واستخدام مثل هذه المعرفة. لذلك يلخص «منسكاى» عدم قدرة الأنساق الكلاسيكية على تمثيل المعرفة الحسية المشتركة على النحو التالى[1]:

١- الاستدلال المنطقى ليس مرنا بما فيه الكفاية ليكون أساس للتفكير.

٢- الشك فى جدوى تمثيل المعرفة العادية بفعالية فى صورة عديد من القضايا الصغيرة بصرف النظر عن القضايا الصادقة.

٣- استراتيجية الفصل التام لمعرفة محددة عن القواعد العامة للاستدلال هو أمر متطرف للغاية. نحن بحاجة إلى طرق أكثر مباشرة للربط بين أجزاء المعرفة لتقديم المشورة حول كيفية استخدامها.

٤- المعتقد منذ وقت طويل أنه من الضرورى إتاحة جميع المعارف للاستنباط فى صورة عبارات تصريحية لكن يبدو هذا أقل الحاحا عندما نتعلم طرق التعامل مع الأوصاف الهيكلية والإجرائية.

إذا قمنا بتحليل أسباب قصور المنطق الكلاسيكى فى التعبير عن استدلال الحس المشترك نرى أنها تتمثل فى:

إن المنطق الكلاسيكى يتسم بخاصية الرتابة كما سبق وذكرنا وهذا ما يعنيه مينسكاى بعدم مرونته كأساس للتفكير، حيث يعد مينسكاى من أوائل من أشاروا إلى رتابة Monotonicity النسق المنطقى باعتباره مصدر المشكلة. عادة فى تفكيرنا العادى بالحس المشترك يكون لدينا معلومة جزئية

= Psychology Artificial Intelligence, edited by:- Haugeland,J., 2nd. Ed., Massachusetts Institute of Technology, 1997, p.137.

(1) Ibid, pp. 138, 141.

فقـط عن موقف معين ونجرى كثير من الافتراضات حول كيف تكون الأشـياء عادة لكى تضطلع باستدلال آخر. على سبيل المثال إذ نتعلم أن توتيى طائر، فإننا نفترض عادة أنه يمكنه أن يطير. بدون مثل هذه الافتراضات سـيكون من المسـتحيل تقريبا الاضطلاع بأبسـط مهام الاستدلال البشرى. بوجه عام، لا يمكن اختزال الاسـتدلال الإنسـانى إلى مجموعة من الوقائع واشـتقاق نتائجهم، لكنه ينطوى أيضا على عمل افتراضات ونظريات حول العالم والعمل وفقا لهم(١).

وهذا ما أكده بشكل أو بآخر جون مكارثى عندما ذهب إلى أن ليس كل استدلال بشرى يمكن ترجمته إلى اسـتنباط فى نسـق صورى للمنطق الرياضى، وبنـاء عليه ينبغى رفض المنطق الرياضى باعتباره صورية للتعبير عن ما ينبغى أن يعرفه الربوت عن العالم(٢).

كما أتى مكدرموت وديول عام ١٩٧٨ للتأكيد على افتقاد المنطق الكلاسيكى أدوات لوصف كيفيـة تنقيـح نظريـة صورية لتتعامل مع أنماط عدم الاتسـاق المتسـببة من قبـل المعلومات الجديـدة، وذلـك يرجع إلى أن المشـكلة العامة لإيجاد واختيار مابين تنقيحـات بديلة يعد أمرا صعبـا للغاية، وهى مشـكلة لابد من مجابهتهـا، وذلك لأن البشر والنماذج الحوسـبية معرضين لتدفق مسـتمر من المعلومـات الجديدة(٣). وذلك لأننـا نتعامل مع المعرفة الحسـية التى تتزايد وتتراكـم باسـتمرار، والتى تحتـاج إلى لغات صورية تحـوز كل مفرداتها وتتعامـل مع تدفق المعلومات المسـتمر والمتغير، والذى يحتاج إلى أنساق تتسم بعدم الرتابة تستطيع أن تتعامل مع الاسـتثناءات، ومن خلال كل ماسبق نلاحظ أن الأنساق الاسـتنباطية المتسمة بالرتابة ليست ملاءمـة للتعامل مع مثل هذا النمط من المعرفـة، وذلك لخضوعه لعدد من القيود تبدو متطابقة مع أوجه القصورالتى سبق وحددها «مينسكاى» من قبل.

يمكن إيجازها فيما يلى(٤):

أ- لا يمكـن أن تحوذ اللغة - أى لغة - على كل مـا نرغب فى قوله عن العالم والفئة المتناهية

(1) Bochman, A., «Logic in Non-Monotonic Reasoning, Non-Monotonic Reasoning. Essays Celebrating its 30th Anniversary, College Publ., 2011, pp.2,4.

(2) MaCarthy,J., «Epistemological Problems of Artificial Intelligence», p. 461.

(3) McDermot,D. and Doyle,J., «Non -Monotonic Logic I», Massachusetts Institute of Technology Artificial Intelligence Laboratory, August, 1978, p. 4.

(4) Geneserth,M. and Nilsson, N., Logical Foundations of Artificial Intelligence, Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 1988, pp. 115-116.

من الجمل لايمكن أن تكون أكثر من وصف تقريبى للأشياء كما هى بالفعل. أى قاعدة عامة قد تهتم باطار يخضع لعدد غير محدود من الاستثناءات والقيود.

ب- قواعد الاستدلال للمنطق العادى (مثل الوضع بالوضع) هى سليمة، وهكذا الاستنباط من الفئة الأساسية للاعتقادات لا ينتج معرفة جديدة عن العالم. فى حالة إضافة معلومات جديدة إلى الفئة الأساسية للاعتقادات لايمدنا المنطق العادى بأى اشارات حول كيفية فعل ذلك. نحن بحاجة إلى طرق للاستدلال بعبارات مؤقتة تجعلنا نتوقع إمكانية تنقيحات لاحقة لقاعدة المعرفة.

ج- اللغات المنطقية المستخدمة ملائمة للتعبير فقط عن تلك العبارات التى نرغب فى أن تؤخذ باعتبارها صادقة تماما أو كاذبة تماما. وغالبا مايكون لدينا معلومات عن مواقف معروف أنها غير مؤكدة.

إذن من كل ماسبق يمكن القول أن صياغة استدلال الحس المشترك فى الأنساق الذكية كان حافزا بل محركا أساسيا للبحث عن آليات جديدة تتواكب مع طبيعة المعرفة الإنسانية التى تنمو وتتغير بشكل مستمر ومتدفق، والتى اصطدمت عند صياغتها من خلال الأنساق الاستنباطية بعدم قدرة مثل هذه الأنساق على التعامل مع طبيعة هذه المعرفة المتجددة والمتغيرة والتى تتسم بعدم الرتابة، وهذا مالا يتفق وطبيعة الأنساق الاستنباطية التى تتسم بالرتابة والصدق مما دفع الباحثين فى مجال الذكاء الاصطناعى إلى البحث عن أنساق منطقية ذات صيغة غير رتيبة لتتعامل مع طبيعة هذه الاستدلالات الحسية، وكان هذا هو بداية ظهور ما يسمى بالاستدلال غير الرتيب Non-Monotonic Reference أو استدلال القفز إلى النتائج Jump to Conclusions.

ثالثا: استدلال القفز إلى النتائج

فى السبعينيات آتى مكارثى برؤية جديدة حول فهم استدلال الحس المشترك باعتباره قفز إلى النتائج. كان الهدف من الشعار الجديد «القفز إلى النتائج» هو أن يميز استدلال فرضى وسريع للمعلومات الناقصة. هذا النمط من المنطق أطلق عليه اسم «غيررتيب» (غير رتيب بمعنى أن النتائج المستخلصة من المعرفة الناقصة قد تكون مرفوضة بعد إضافة معلومات

جديدة) - بشكل رئيس- داخل مجتمع الذكاء الاصطناعى أو يطلق عليه اسم «قابل للإلغاء» Defeasible داخل مجتمع المنطق الفلسفى[١].

فما هى طبيعة هذا الاستدلال وماهى المشكلات التى واجهته؟ هذا ما سنحاول توضيحه وعرضه فيما يلى:

تعريفه:

الاستدلال غير الرتيب عبارة عن نظرية لصنع واختيار الافتراضات بشكل مبدئى، هذه الافتراضات هى فقط افتراضات ولذا ينبغى التخلى عنهم متى نتعلم وقائع جديدة حول الظروف التى تتعارض معهم[٢].

هو عبارة عن اشتقاق نتائج معقولة - لكن ليست معصومة من الخطأ- من قاعدة معرفية ترى بصورة مجردة كمجموعة من الصياغات فى منطق مناسب. أى من هذه النتائج ينظر إليها على أنها مؤقتة، ويمكن سحبها بعد صياغة جديدة مضافة إلى قاعدة المعرفة[٣] إن العنصر الإضافى فى الاستدلالات غير الرتيبة التى تصيغ استدلالات المعرفة المشتركة - وليس موجودا فى أنماط المنطق الكلاسيكى - هو استخدام قواعد استدلال ليست آمنة، وهى تستخدم ليس لأنها آمنة أو ليست آمنة ولكن لأنها عادة ما تعطى نتائج مفيدة لصنع القرار الذى لا يمكن الحصول عليه بطريقة آخرى[٤].

كيف تكون القاعدة ليست آمنة؟

لكى تكون القاعدة ليست آمنة يعنى أن توجد هناك تفسيرات - أو أمور العالم - التى ترتبط بمقدمات القاعدة، وليست بالنتائج: أى أن نستخدم مثل هذه القواعد عندما نتوقع استثناءات نادرة، وتستخدم بشكل مميز عندما يجب استخلاص النتائج واتخاذ القرارات فى حين معرفتنا وخبرتنا السابقة محدودة للغاية، وغيرمنضبطة أو غير مصاغة لتستخلص قرار من خلال الاستدلال المنطقى الكلاسيكى. توفر لنا صورية استدلال الحس المشترك طريقة مبدئية

(1) Vince,M.and Sefranek, J., «From Deduction to Knowledge Representation», Organon F20(Supple-Mentary issue 2), 2013, p. 221.

(2) Bocham,A., «Logic in Non-Monotonic Reasoning», p.5.

(3) Reiter,R., «Non- Monotonic Reasoning», Annual Review of Computer 2.1, 1987, p. 148.

(4) Marek,V.W. and Nerode, A., "Non-Monotonic Reasoning", p.4.

للقفـز إلى النتائـج قائمة على مقدمـات التى هى مجرد أحـكام التجربة (قياسـات تقريبية)[١] Rules of Thumb.

فالأنسـاق المنطقيـة غير الرتيبة عبارة عـن أنماط من المنطق فيها تقديـم بديهيات جديدة يمكـن أن تبطـل مبرهنات قديمـة. وتعد مثل هـذه الأنماط من الأنسـاق هامة جـدا فى نمذجة اعتقـادات العمليـات الفعالة التى - تعمل فى حضور معلومة ناقصـة - يجب أن تجرى، وهكذا تنقح تنبؤات فى ضوء ملاحظات جديدة[٢].

أى أن هذا النمط من الاسـتدلال هو حتما قابل للإلغاء، أى أنه قد يفشـل فى الحفاظ على الصدق فى ظل كل الظروف الذى يعتبر دائما المطلب القياسى للاسـتدلال المنطقى. إن خاصية عدم الرتابة هذه قد ظهرت فى محاولات تمثيل الاستدلال حول الأفعال والتغير، حيث أن برنامج الحاسـب لكى يكون قادر على أن يعمل على نحو ذكى فى العالم ينبغى أن يمتلك تمثل عام للعالم، ينبغـى أن يقـرر ما الذى يفعله من خلال الاسـتدلال بلغة صورية على أن اسـتراتيجية بعينها ستحقق هدفها المنشود[٣].

إذن فالاستدلال غير الرتيب يعبرعن سيمانيطيقا غير رتيبة بالإضافة إلى منطق، حيث توفر لنا السـيمانيطيقا المحتوى الماصدقى للنظرية فى سياق معين لاستخدامه أى النتائج غير الرتيبة للنظريـة، فى حـين يحدد لنا المنطق الأسـاسى بدلالاتـه المنطقية المعنى أو المحتـوى المعلوماتى للنظرية حيث أنه مسئول عن توفير المعنى لقواعد الصورية[٤].

وتتعامل المشـكلة الرئيسـية فى الاسـتدلال غير الرتيب مع أنه غالبا ماتكون الافتراضات الفرضيـة غير متوافقـة الواحد مع الآخر أو مـع الوقائع المعروفة، وفى مثـل هذه الحالات من الصراع يجب أن يكون لدينا خيار مسـبب أى أن اختيار الافتراضات يجرى من خلال تحديد الأفضليات بين الخيارات المقبولة[٥].

جاءت صياغة مثل هذا النمط من الاستدلال حول الأفعال وتمثيل المعرفة لتعالج مشكلات جوهرية تركزت فى ثلاث مشكلات رئيسية هى:

(1) Frankish,F., «Non-Monotonic Reasoning», p. 4
(2) McDermott,D.and Doyle,J., «Non - Monotonic Logic I», p. 3.
(3) Bochman, A., «Logic in Non- Monotonic Reasoning», pp.2-3.
(4) Bocham, A., «Two Paradigms of Non -Monotonic Reasoning», ISAIM, Chicago, 2006, p.3.
(5) Ibid.

مشكلة الإطار: Frame Problem

تعنى مشكلة الإطار بمشكلة التعبير عن المعلومات حول مايظل غير متغير من خلال الحدث[١] أى كيف يمكن أن نمثل كمية كبيرة من اللا- تغييرات عندما نستدل على الفعل[٢] وتثار من خلال سياق الاستدلال التنبؤى، وهو نمط من الاستدلال أساسى لصياغة السلوك الذكى. ينطوى التنبؤ على استدلال حالات لاحقة من حالات سابقة. فى هذا الوضع لاترد التغيرات فحسب ولكنها ترد لسبب. علاوة على ذلك عادة مانفترض أن معظم الأشياء ستظل غير متغيرة من خلال أداء الفعل. افتراض الجمود هذا هو الذى يربط الاستدلال حول الفعل والتغير بالاستدلال غير الرتيب. فهى تحدد مايبقى على حاله حول العالم بمرور الوقت والأفعال التى تؤدى[٣].

عادة مايحتوى تمثيل الإجراء (الفعل) على تمثيل للمتطلبات الأساسية والأثار المترتبة على الإجراء، محاولة تمثيل هذه الجوانب أدت إلى مشكلات مرتبطة بشكل وثيق بمشكلة الإطار، ومنها مشكلة التقييد ومشكلة التشعب

مشكلة التقييد: Qualification problem

يتمثل محتواها فى كيفية تقييد الظروف العادية (المتطلبات الأساسية) للإجراء. فى العادة نفترض أنه لاورود لشروط استثنائية عندما يكون الإجراء مقصودا[٤]. فمثلا إذا قمت بإدارة مفتاح التشغيل فى السيارة تتوقع أن تبدأ السيارة، بطبيعة الحال هناك عديد من الشروط لها أن تكون صادقة كى تكون هذه العبارة صادقة: يجب أن تكون البطارية حية، والاسترتر يجب أن يعمل، ويجب أن يكون هناك غاز فى الخزان... إلخ. قائمة مفتوحة من القيود، وبالرغم من ذلك دون معرفة معينة عن معظم هذه الحقائق عادة ما نفترض أن إدارة مفتاح التشغيل سيجعل السيارة تبدأ[٥]. وأيضا ينبغى أن يركز تمثيل الإجراء على الآثار المترتبة على الإجراء فى ظل

(1) MaCarthy, J.,., «Epistemological Problems of Artificial Intelligence», p.461.

(2) Brewka, G.& Niemela, I.and Truszczynski, M., «Non-Monotonic Reasoning», Foundations of Artificial Intelligence3, 2008, p.240

(3) Bochman, A., «Logic in Non- Monotonic Reasoning», p. 3.

(4) Vince,M.and Sefranek, J., «From Deduction to Knowledge Representation», p.222.

(5) Bochman, A., «Logic in Non- Monotonic Reasoning», p.4.

الشروط العادية. الحاجة لأن نجرد التمثيل من الآثار غير المباشرة الممكنة للإجراء هو محتوى مشكلة التشعب.

مشكلة التشعب: Ramification problem

تتعلق بضرورة مراعاة حساب العديد من التأثيرات المشتقة (التشعبات) للأفعال، التأثيرات التى تنشأ من خلال الخصائص المنطقية والسببية للموقف. افترض أن لدينا حقيبة لها مفتاحين للقفل، وتفتح إذا كان كل من القفلين مفتوحا. إذن يحدث فعل الفتح لمفتاح واحد تأثير غير مباشر لفتح الحقيبة إذا وفقط إذا كان المفتاح الآخر مفتوحا[١].

نلاحظ أن المشكلات الثلاث مرتبطة ببعضها البعض، وكأنها سلسلة من الإجراءات المترتبة على بعضها البعض فلايمكن فصلها إلا بغرض التوضيح، فهى معا بمثابة متطلبات أساسية للقيام بالفعل أو الإجراء فى عملية تمثيل المعرفة بالاستدلال فى البرنامج الذكى تتعلق الأولى بطبيعة المعلومات حول الحدث ماهو ثابت منها وماهو متغير فى حين تترتبط الثانية بما قد يترتب على المعلومات المتغيرة من شروط استثنائية، وتتعلق الثالثة بالتأثيرات الناتجة عن الأفعال.ومن هنا نأتى لنرى كيف تأتى أشكال الاستدلال غير الرتيب لمعالجة واستيعاب مثل هذه المشكلات، ولكن قبل أن نعرض لهذه الأشكال لابد وأن نذهب لإلقاء الضوء على طبيعة الدراسات فى الاستدلال غير الرتيب.

أثيرت الدراسات فى الاستدلال غير الرتيب نهجين مختلفين أطلق عليهما الاستدلال غير الرتيب التفضيلى Preferential والاستدلال غيرالرتيب التفسيرى Explanatory. يشمل النهج التفسيرى أنماط المنطق الافتراضى ومنطق الجهة غير الرتيب بالإضافة إلى برمجة المنطق فيما يتعلق بالنفى كإخفاق. فى حين بدأ النهج التفضيلى مع «جابى» عام ١٩٨٥ من زاوية منطقية، ومع شوهام عام ١٩٨٨ من زاوية الذكاء الاصطناعى، وهو يشمل علاقات الاستدلال غير الرتيب والنظرية العامة لتغيير الاعتقاد[٢].

إن الفكرة الرئيسية التى تكمن خلف هذه الدراسات هى تصنيف صوريات غير رتيبة، والتعرف على خصائص منطقية عديدة ينبغى أن تستوفيها الأنساق غير الرتيبة. وذلك يعنى

(1) Ibid.

(2) Bocham, A., «Two Paradigms of Non -Monotonic Reasoning», p.1.

أن كل نسق منطقى غير رتيب قائم على نسق أساسى ما رتيب. ولا ينبغى بالضرورة أن يكون المنطق الأساسى الرتيب منطقا كلاسيكيا، ولكنه ينبغى أن يكون وفقا للتطبيق المقصود. مثلا إذا كانت المعلومات غير متسقة فليس معنى ذلك أن تكون مرفوضة تماما، فهنا يكون المنطق فوق المتسق هو المنطق الأساسى و يكون أفضل اختيارا من المنطق الكلاسيكى[١]. أى لابد من وجود أساس منطقى رتيب يتواءم مع طبيعة الإجراء.

وهذا يعنى أن العديد من الصوريات غير الرتيبة لها مكونين: أحدهما عبارة عن إطار منطقى والآخر يحدد أى النماذج الممكنة التى ينبغى أن تعتبر أنها النماذج المقصودة.

وهذا ما أكده - بشكل أو بآخر - ماكنسون بقوله: «إنه لذو أهمية أن نضع فى الاعتبار عندما نضع أنماط تغيير الاعتقاد أو الاستدلال غير الرتيب، فإننا لانعترض على أى مبادئ كلاسيكية - فهذا مشروع مختلف عن الارتباطيين أو الحدسيين - ينبغى ألا نرى أنفسنا نختلق أنماط منطق غير كلاسيكى لكن نقدم استخداما أكثر إبداعا للمنطق الكلاسيكى»[٢].

و يتميز الاستدلال غير الرتيب باعتباره نمطا من أنماط استدلال الحس المشترك بأنه استنتاجى ومقصود كمكمل للاستنباط. هذه الطبيعة الاستنتاجية تميزه عن غيره من استدلالات الحس المشترك كالاستدلال الاستقرائى والاحتمالى.

وعلى الرغم من أنه استنتاجى فهو قابل للإلغاء، حيث تعتمد النتائج التى يقرها على الدليل المتاح، فإذا تغير الدليل فما يمكن استدلاله قد يتغير والنتائج المشتقة سابقا قد تسحب[٣].

وبناء عليه يعتبر استدلال الحس المشترك كل من أقوى وأضعف من الاستدلال الاستنباطى. فهو يعد أقوى لأنه يجيز نتائج أكثر، و يعتبر أضعف لأن هذه النتائج ليست مثبتة بيقين أى أنها قابلة للإلغاء متى جاءت معلومة آخرى تعنى - بشكل جيد - أن النتائج السابقة المستدل عليها بحاجة لأن تكون مسحوبة.

(1) Arieli, O.& Avron, A., «General Patterns for Non -Monotonic Reasoning:From Basic Entailment To Plausible Relations», Logic Journal of IGPL, Vol. 8, No. 2, 2000, p.120

(2) Makinson, D., «Ways of Doing Logic: What Was Different About AGM 1985?», Journal of Logic Computation, Vol. 13, No. 1, 2003, p. 8.

(3) Bell, J., «Non-Monotonic Reasoning, Non-Monotonic Logics and Reasoning about Change», Artificial Intelligence Review, Vol. 4, 1990, p. 80.

ويقوم الاستدلال غير الرتيب على مجموعة من المبادئ منها:

١- مبدأ اللزوم القابل للإلغاء: Principle Defeasible Entailment

عبارة عن إجراء افتراضات معقولة على أساس المعلومات المتاحة، فمثلا يمكن استنتاج الطيور الحمراء تطير من الطيور تطير على أنها نتيجة غير رتيبة فى غياب معلومات مضادة، ويستند إلى فكرة تشترط أن الحالات المعرفية لقاعدة افتراضية ينبغى أن تكون منشئة لقاعدة من خلال المجموعة المطابقة للزوميات المادية، أى يمكن اشتقاق الطيور الحمراء تطير من الطيور تطير بالنسبة لقواعد افتراضية لا تحتوى على معلومات متضاربة حول الاحمرار، أى إنه يجيز اللزوم القابل للإلغاء عبر عبارات استثناء(١).

أى أن اللزوم القابل للإلغاء يرتبط بقواعد الإلغاء، وهى عبارة عن قواعد يمكن أن تهزم من خلال دليل مضاد، فمثلا تقوم الفكرة فى مثال الطيور على: إذ نعرف أن شيئا ما هو طائر إذن قد نستنتج أنه يطير مالم يكن هناك دليل آخر يقترح أنه قد لا يطير(٢).

٢- مبدأ الأبعاد: Abduction Principle

يرتبط الأبعاد بالحدوس (التخمينات) التى تمثل قاعدة الأسباب أو الوقائع التى لا تتطلب تفسيرولكن هى فقط لتفسير الدليل، وليس لها علاقة بالحالة الطبيعية للافتراضات(٣).

٣- مبدأ التقليل إلى أدنى حد: The Minimization Principle

ليس مبدأ تفضيل محجم للمعلومات السلبية ولكنه نتاج ثانوى لشرط أنه يمكن قبول القضايا المنفية دون أى تفسير آخر بينما دائما ما تتطلب التقريرات الايجابية تفسير(٤).

٤- مبدأ النفى كإخفاق (كافتراض): The Principle of Negation as Failure

يمكن افتراض ليس أ إذا يفشل البرهان على أ فى زمن محدود أى إذ جملة ما ولتكن أ ليست مدونة فى قاعدة بيانات ولتكن د، إذن من الطبيعى أن نفترض أن نفى أ يكون فى د(٥).

(1) Bocham, A., «Two Paradigms of Non -Monotonic Reasoning», p.4.

(2) Maher, M. & Rock, A. &Antoniou. G. & Billington, D. & Miller, T.,» Efficient Defeasible Reasoning, Systems», International Journal On Artificial Intelligence Tools, Vol.10, No.4, 2001, p.485.

(3) Bocham, A., Op. Cit., p.5.

(4) Loc. Cit.

(5) Vince,M.and Sefranek, J., «From Deduction to Knowledge Representation», p.221.

من هنا نرى أن الاستدلال غير الرتيب آتى ليعالج مشكلات تمثيل المعرفة بالنسبة للمعرفة الحسية المشتركة، ولكننا عندما سنعرض لصور وأشكال هذا الاستدلال سنجد أنهم يتسموا بعدم التفرد، وهذا ما عبر عنه ماكنسون بقوله: «لا نتوقع أن نجد علاقة تالى غير رتيب - فى كل السياقات - ستكون دائما صحيحة بالنسبة للمرء لكى يستخدمها، لكن نتوقع بالأحرى أن نجد عائلات متعددة من مثل هذه العلاقات بعضها يركز على الشروط التى تستوفيهم أحيانا، وتخفق فى استيفائهم أحيانا أخرى ويهتم البعض الآخر بطرق إنتاجهم رياضيا من البناءات الأساسية.»[١]

وفيما يلى نبدأ بعرض موجز لصور الاستدلال غير الرتيب أو استدلال القفز إلى النتائج:

رابعا أشكال استدلال القفز إلى النتائج

آتى استدلال القفز إلى النتائج فى صور عديدة منها الاستدلال الفرضى مع رايتر[٢] والاستدلال ذاتى المعرفة مع مور، والقيد مع مكارثى.

١- الاستدلال الفرضى: Default Reasoning

عادة ما يستخدم الاستدلال الفرضى فى فهم أنساق اللغة الطبيعية والذكاء الاصطناعى بصفة عامة. ويستخدم مصطلح الاستدلال الفرضى للإشارة إلى عملية الوصول إلى نتائج قائمة على نماذج استدلال لها الصورة: فى غياب أى معلومة مضادة، نفترض ..... أى إذا معلومة بعينها لا يمكن استنباطها من قاعدة معرفية معينة، إذن نستنتج ..... مثل هذا الاستدلال يمثل صورة استدلال معقول، وهو مطلوب عادة كلما كان يجب أن تكون النتائج مستخلصة على الرغم من غياب المعرفة الكلية حول العالم[٣].

---

(1) Makinson, D., «Bridges Between Classical and Non-Monotonic Logic», Logic Journal of IGPL, Vol. 11, No.1, 2003, p.73.

(٢) رايموند رايتر (١٩٣٩ - ٢٠٠٢) أستاذ علوم الحاسب فى جامعة تورنتو، وزميل الجمعية الملكية بكندا. له إسهامات عديدة فى مجال الذكاء الاصطناعى، وتمثيل المعرفة وقواعد البيانات. أحد الأباء المؤسسين للاستدلال غير الرتيب، ومن أعماله فى هذا المجال: المنطق الفرضى، واستدلال العالم المغلق، وأنساق صلاحية الصدق (https://www.aaai.org/ojs/index.php/aimagazine/article/view/1684).

(3) Reiter,R., "On Reasoning By Default", TINLAP 7Proceedings of The Workshop on Issues in Natural Language Processing, 1978, p.210.

ومن الأمثلة الدالة على الاستدلال الفرضى، والتى أوردها رايتر، وتعد بمثابة مثالا قياسيا للاستدلال غير الرتيب فى مجال الذكاء الاصطناعى المثال التالى:

الجملة «تطير الطيور» ليست مترادفة مع الجملة «كل الطيور تطير»، وذلك لأن هناك استثناءات. فى الواقع هناك أغلبية ساحقة للعديد من الاستثناءات - النعام والبطريق والبط البكينى والفراخ، وغيرها... إلخ - تبدو كقائمة مفتوحة النهاية. ومع ذلك إذا أخبرنا فقط عن طائر بعينه - ولتقل تويتى - دون اخبار أى شيء آخر عنه، فسنكون مبررين فى افتراض أن تويتى يمكنه أن يطير دون معرفة أنه ليس واحدا من الطيور المستثناة. بمعنى آخر نتعامل مع تويتى كطائر نمطى أو استثنائى[١].

يرى رايتر أنه يمكن تمثيل الجملة السابقة « تطير الطيور» من خلال نماذج الاستدلال التالية:

«عادى، تطير الطيور»

«نمطيا، تطير الطيور»

«إن س طائر، إذن افترض من خلال الافتراض أن س يطير»

يرى رايتر أن ما هو مطلوب هو طريقة تسمح لتويتى أن يطير عن طريق الفرض. كيف يمكن تفسير هذا الفرض؟ هو أن يعنى شيئا ما مثل «إذا كان س طائر، إذن فى غياب أى معلومة مضادة، نستنتج أن س يمكن أن يطير». من أين تأتى المشكلة؟ تكمن فى تفسير العبارة «فى غياب أى معلومة مضادة»، يلجأ رايتر إلى أن يفسرها على النحو التالى: «من الاتساق أن نفترض أن س يمكن أن يطير» فتصبح: «إذا كان س طائر ومن الاتساق أن نفترض أن س يمكن أن يطير وإذن نستنتج أن س يمكن أن يطير»[٢]. يمكن تمثيل ذلك صوريا بالقاعدة الفرضية التالية:

(س) طائر: من الاتساق أن يطير

(س) يطير

(1) Reiter,R., «Non-Monotonic Reasoning», p. 149.

(2) Reiter,R., «A Logic For Default Reasoning», Artificial Intelligence, Vol. 13, North-Holland Publis-Hing Company, 1980, p.81.

يرمز رايتر إلى عبارة من الاتساق أن نفترض بالرمز M، ويقدم للاستثناءات بصورية من الدرجة الأولى المعيارية على النحو التالى:

(س). (س) بطريق يلزم أن (س) لا يطير

وتقرأ: بالنسبة لأى س وس بطريق اذن س لا يطير

(س). (س) نعام يلزم أن (س) لا يطير

وتقرأ: بالنسبة لأى س وس نعام إذن س لا يطير

يلاحظ أنه إذا تويتى يطير مستخلصة من خلال الفرض إذن التقرير بأن تويتى يطير له حالة الاعتقاد، أى إنه عرضة لأن يتغير، قل من خلال الاكتشاف التالى أن تويتى بطريق إذن نعيد تفسير القاعدة الفرضية السابقة لتصبح: «إذا س طائر ومن المتسق أن نعتقد أن س يمكن أن يطير إذن قد يعتقد المرء أن س يمكن أن يطير»[١].

وهو المعنى نفسه المقصود من الاستدلال غير الرتيب الذى يعنى سحب النتائج عند إضافة أو ظهور معلومات جديدة تضاف إلى المقدمات وتغير من النتائج، وهذا ماليس متاحا فى المنطق الكلاسيكى الذى لايمكن تغير النتائج فيه مطلقا لأنها يقينة وليس معنى ذلك الاستغناء عن المنطق الكلاسيكى أو القول بعدم أهميته بل على العكس فهو عنصر فعال ومقوم أساسى فى الاستدلال غير الرتيب، وهذا ما فعله رايتر عند صياغة الاستثناءات فى مثال الطيور.

فى الاستدلال الفرضى نميز بين نوعين من المعرفة، صياغات منطق المحمول المعتادة (وتسمى بديهيات أو وقائع) وبين أحكام التجربة المسماة افتراضات Defaults. لذلك تتكون النظرية الافتراضية من مجموعة من الوقائع التى تمثل بعض المعلومات ولكنها عادة ما تكون معلومات ناقصة حول العالم وومجموعة من الافتراضات التى تجيز نتائج معقولة لكنها ليست بالضرورة صادقة، وهذا يعنى أن بعض النتائج قد تكون منقحة عندما تتوفر معلومات أكثر[٢].

إذن من خلال الاستدلال الفرضى نفهم استخلاص نتائج عقلانية - من معلومات أقل من قاطعة - فى غياب دليل يجعل هذا الاستدلال غير قابل للتصديق. فما يجسد الاستدلال الفرضى

(1) Ibid.

(2) Antoniou, G., Non -Monotonic Reasoning, Massachusetts Institute (Technology, London), 1997, p. 19.

هو قابليته للإلغاء: أى نتيجة مشتقة بالفرض يمكن أن تبطل من خلال تقديم دليل جديد[١]. فالاستدلال بالفروض غير رتيب لأن تعلم معلومات أكثر قد يدفعنا لسحب نتيجة قد سبق واستنتجناها. فالفرض للوهلة الأولى عبارة عن تبرير لنتيجته، هذا التبرير قابل للإلغاء: الواقع الصريح الذى يناقض النتيجة سيبطل التبرير. أى قضية - إذا كان معتقد فيها- ستبطل الفرض يطلق عليها هازم للفرض Defeater of Default[٢].

٢- الاستدلال ذاتى المعرفة: Auto-Epistemic Reasoning

عبارة عن صورة هامة من استدلال الحس المشترك، نصل من خلاله إلى نتيجة - من تمثيل ناقص لمعلومة كاملة - فى ظل افتراض أنه بما أن معلوماتنا كاملة سنعرف إذا كانت النتيجة كاذبة. فالاستدلال ذاتى المعرفة ليس قابل للإلغاء، حيث لا يمكن أن تبطل نتائجه بتقديم دليل جديد، ومع ذلك فهو استدلال غير رتيب لأن نتائجه مشتقة من خلال استعمال أى قاعدة ذاتية المعرفة تتغير بشكل غير رتيب فيما يتعلق بالسياقات التى تكون فيها القاعدة متضمنة[٣].

وهذا ماأوضحه مور عندما ذهب إلى أن كل من الاستدلال الفرضى والاستدلال ذاتى المعرفة غير رتيب لكنهما مختلفين:

الاستدلال الفرضى غيررتيب لأنه يستخدم مصطلح من الفلسفة وهو أنه قابل للإلغاء وبمعنى أن نتائجه مؤقتة، ولذلك بمجرد تقديم معلومة أفضل يمكن سحب هذه النتائج فى حين يتميز الاستدلال ذاتى المعرفة بعدم قابليته للإلغاء، أى إذا اعتقدت حقيقة فى أنك تعرف بالفعل كل أمثلة الطيور التى لايمكن أن تطير، فلا يمكن أن تتمسك - بشكل متسق - بهذا الاعتقاد، وفى الوقت نفسه تقبل أمثلة جديدة للطيور التى لا يمكنها أن تطير[٤].

فالاستدلال ذاتى المعرفة يجرى فقط استدلالات صحيحة بشرط أن تكون المقدمات

(1) Lukaszewicz, W., «Non-Monotonic Reasoning:Formalization of Commonsense Reasoning, Ellis Horwood Limited, England», 1990, p.84.

(2) Brewka, G.& Niemela, I.and Truszczynski, M., «Non-Monotonic Reasoning», p. 8.

(3) Lukaszewicz, W., Op.Cit., pp.84-85.

(4) Moore,R.C,. «Semantical Considerations on Non-Monotonic Logic, Artificial Intelligence, Proceedings of the Eighth International Joint Conference on Artificial Intelligence, Karlsruhe, West Germany, August 8-12, 1983, p. 274.

صادقة، والنتائج تتبع من قوة المنطق الذى يكمن خلفها. و يتميز بأنه غير رتيب لأن العبارات ذاتية المعرفة هى حساسة للسياق أو فهرسية أى أنها تشير بوضوح إلى المعرفة الكاملة بالسياق الذى يحتويهم وبالتالى يتغير معناهم اعتمادا على ماهو معروف[١].

وهذا ما قام مور بتوضيحه فيما يلى[٢]:

إذا لدينا نظرية لها البديهيتان التاليتان

(تويتى) طائر

(كل س) ((س) طائر ومن الاتساق أن ((س) يمكن أن يطير) تستلزم (س) يمكن أن يطير)

إذن من الاتساق أن ب لا تعنى فحسب أن ب متسقة، إنها تعنى أن ب متسقة مع النظرية غير الثابتة التى تحتوى فقط على هاتين البديهيتن. فى هذه النظرية نتوقع أن (تويتى) يمكن أن يطير لأن تكون مبرهنة. إذا نغير النظرية عن طريق إضافة (تويتى) لا يمكن أن يطير باعتبارها بديهية إذن نغير معنى من الاتساق أن ب ليكون أن ب متسقة مع النظرية غيرالرتيبة التى تحتوى فقط على البديهيات:

(تويتى) لا يمكن أن يطير

(تويتى) طائر

(كل س) ((س) طائر ومن الاتساق أن ((س) يمكن أن يطير) تستلزم ((س) يمكن أن يطير)

ولا نتوقع أن (تويتى) يمكن أن يطير لأن تكون مبرهنة. عامل الإجراء يغير معناه مع السياق.

وقد عبر لوكاشفيتش عن هذا من خلال تمييزه بين نوعين مختلفين من الآليات هما بمثابة صورتين للاستدلال ذاتى المعرفة احداهما اتفاقات صريحة والأخرى آراء ذاتية وذلك من خلال طرحه للمثال التالى[٣]:

(1) Etherington,D.W., Reasoning With Incomplete Information «Investigations of Non-Monotonic Reasoning», The University of British, Columbia, 1986, p. 33.

(2) Moore, P.C., Loc. Cit.

(3) Lukaszewicz,W., «Non-Monotonic Reasoning: Formalization of Common Sense Reasoning», p.84.

مالم يكن اسمك فى قائمة الفائزين، افترض أنك خاسر

فى هذا المثال نستند على ملاحظة أن قوائم أسماء الفائزين تكون كاملة، حيث إنها تحتوى ضمنيا على دليل عن الخاسرين. وهذا يعنى أن القاعدة لا تشير إلى معلومات ناقصة ولكنها تشير إلى تمثيل ناقص لمعرفة كاملة تقريبا. ونتيجة لذلك القاعدة صحيحة منطقيا: إذا كان صحيحا أن اسمك ليس فى القائمة، اذن يجب أن يكون صحيحا أنك خاسر. لا يمكن أن يبطل هذا الاستنتاج بتوفير دليل أفضل لأنه ليس هناك إمكانية لوجود مثل هذا الدليل. فى هذه اللحظة من الإعلان عن القائمة معرفتنا عن الواقع الفعلى كاملة ولا يمكن تمديدها بجزء جديد من المعلومات. ومع ذلك فالقاعدة غير رتيبة ولا يمكن أن تصاغ بدقة فى أى نسق منطقى يتمتع بخاصية الثبات وذلك لأن القاعدة تشير إلى غياب دليل ما وهكذا تعتمد على السياق الذى تعمل فى اطاره. وقد يحدث أن تضمين القاعدة فى سياق أكبر يجعل بعض الاستنتاجات السابقة القابلة للاستنتاج غير مشتقة. على سبيل المثال:

١- قائمة الفائزين تتكون من توم وبيل

تسمح لنا القاعدة باستدلال أن جون خاسر، ومع ذلك إذا (٢) استبدلت بـ (١)

٢- قائمة الفائزين تتكون من توم وبيل وجون، هذه النتيجة لا يمكن اشتقاقها.

إذن يوضح هذا المثال نوع الاستدلال ذاتى المعرفة الصريح. إذا لم تكن على قائمة الفائزين قد تستنتج أنك خاسر، لأن هناك اتفاق صريح أن قوائم الفائزين دائما كاملة. فى حين تستند الاستدلالات ذاتية المعرفة الذاتية على آراء ذاتية تمثل الاستدلال ذاتى المعرفة الذاتى[١]:

مثال اعتبر أن السبب للاعتقاد فى أن صديقى توم ليس شاعر عظيم - كأمر واقع - حيث لم يخبرنى أحد أن ذلك ليس كذلك. وبناء عليه بما أننى أعتقد أننى أعرف الشعراء البارزين فى بلدى، أعتقد أننى سأعرف إذا كان توم أحدهم. بالضبط إن فقدان هذه المعلومة هو مايدعم نتيجتى.

وهناك مثالا آخر على هذا النوع من الاستدلال الذاتى أورده مور. اعتبر السبب فى اعتقادى بأننى ليس لدى أخ أكبر هو ببساطة أننى أعتقد إذا لدى أخ أكبر بالتأكيد سأعرف عنه، وبما أننى لا أعرف أى أخوة أكبر فينبغى أن لا يكون لدى[٢].

(1) Ibid, p.85.

(2)Moore,R.C,. «Semantical Considerations on Non-Monotonic Logic», p. 273.

من هنا نتساءل عن المنطق الذى تصاغ فيه الاستدلالات ذاتية المعرفة؟

هـذا المنطق هو منطـق ذاتى المعرفة يصيغ اعتقادات الفاعل التـى تنعكس على اعتقاداته الخاصـة. ويمكن التعبير عنه بعبـارات مثل «إذا لم تعتقد فى ب إذن ك صادقة» السـمة المميزة له أنه غير ثابت بمعنى أن فئة الاعتقادات التى تكون مبررة على أسـاس فئة المقدمات لا تتزايد بالـضرورة بشـكل ثابت كما تتزايد فئة المقدمات. على سـبيل المثال افـترض أن فاعل ما يأخذ كمقدمـة «إذا لم تعتقـد فى ب إذن ك صادقـة»، ولا تعتقـد فى ب. فى ظل هـذه الظروف، فهو بالتأكيـد يسـتلزم أن يعتقـد فى ك إذا كان له أن يتخذ كاعتقاد المقدمـة الإضافية ب - بطبيعة الحال - فهو لن يستلزم أن يعتقد فى ك مالم يوجد تبرير إضافى[1].

تكمن الفكرة فى المنطق ذاتى المعرفة فى تمديد اللغة المنطقية من خلال عامل إجراء المعرفة أو الاعتقاد L p الذى يفسر على أنه «أعتقد فى ب» و«أعرف ب». وتسـتند الفكرة البديهية فى المنطـق ذاتى المعرفة على الاسـتبطان (التفكير الـذاتى) Introspection (الذى يعنى افتراضات قائمة على معرفة واعتقادات المرء الذاتية)[2].

مثال:

«هل سـتقيم ستونز حفلا موسـيقيا فى نيو كاسل الأسبوع المقبل؟ لا، لأنه خلاف ذلك قد سمعت عنه».

أولا مـن الواضـح أنى ليس لدى أى معرفة محددة أن سـتونز لن تقيم حفل موسـيقى فى نيو كاسـل الأسـبوع المقبل. بهـذا المعنى، معرفتى غير مكتملـة، ومن خلال إعطاء إجابة سـلبية، أجرى تخمين (حدس)، هذا الحدس يسـتند إلى انعكاس على المعرفة التى لدى (إذا كان يحدث شيء هام فى مدينتى إذن فسأعرفه).

لنسـتمر مع المثال افترض أننى أشـترى صحيفة هيرالد نيوكاسـل فى الصبـاح بعد المحادثة السابقة، وأقرأ العنوان الرئيسى: حفل القرن: ستونز فى نيوكاسل الأسبوع المقبل!

لقـد تغير الوضع، الآن أعرف أن سـتونز تقيم حفل موسـيقى، لذلك اجابتى على السـؤال

(1) Moore,R.C., «Autoepistemic Logic», from: Non-Standard Logics for Automated Reasoning, Edited by: Smets,P.& Mamdani, A.&Prade,H., Academic Press Limited,1988,p.105.

(2) Antoniou, G., Non-Monotonic Reasoning, p.107.

السـابق ستكون بنعم. هذا يعنى أن الاسـتنتاج القديم الذى استنتجته من خلال الاستبطان لم يعد صحيحا ويجب تنقيحه. وبناء عليه فاستدلالى غير رتيب (معلومات جديدة أبطلت النتيجة السابقة). لاحظ، على الرغم من مصطلحى الطويل الأجل المعرفة لم يتغير: مازلت أستطيع أن أناقـش «إذا شيء ما هام يجرى فى مدينتى، إذن سـأعرفه». الاختـلاف الوحيد هو أننى أعرف الآن أن الحفل الموسيقى سيقام، ولذا لايمكننى أن أستنتج العكس استنادا إلى الاستبطان[١].

تقدم دلالات المنطق ذاتى المعرفة فى ضوء ما يعرف بالتوسـعات Expansions وهى أجزاء المعرفـة التى تعـرف «رؤى العالم» المتوافقة مع معرفة معطاه ومسـتندة إليها. أحد الخصائص الرئيسـية للتوسعات هى الاسـتقرار stability: مجموعة مغلقة بشكل اسـتنباطى ولتكن E من صياغات منطق ذاتى المعرفة يطلق عليها مستقرة إذا توافرت فيها الشروط التالية[٢]:

ب تتضمن أن p L تنتمى إلى E

ب لا تنتمى إلى E تتضمن أن نفى Lp تنتمى إلى E

يعكس مفهوم الاسـتقرار بوضوح الاستبطان أى الاستدلال ذاتى المعرفة: إذا أ فى معرفتى إذن أعـرف أ، أعـرف أننى أعرف أ... إلخ على الجانب الآخـر إذا لا أعرف ب، إذن أعرف أننى لا أعرف ب.

وهـذا ماأكده مور عندما ذهـب إلى أن صدق اعتقادات الفاعل معبر عنها كنظرية ذاتية المعرفـة قضوية تحدد من خـلال: أى الثوابت القضوية تكون صادقة فى العالم الخارجى، وأى الصياغات يعتقد فيها الفاعل[٣].

أى أن هذه الصورة الاستدلالية ونمط المنطق الذى يكمن خلفها تعتمد بشكل أساسى على المعرفـة الذاتية للفاعـل، والتى قد تتغير من خلال معلومات جديـدة تضاف إليه قد تعدل من معرفته فى ظل سياق أكبر.

٣- القيد: Circumscription

قدم مكارثى القيد - الصورية الثالثة من الاسـتدلال غـير الرتيب - وهو عبارة عن قاعدة

(1) Ibid, p. 109.

(2) Ibid, p. 110.

(3) Moore,R.C,. «Semantical Considerations on Non-Monotonic Logic», p274.

للحدس يمكن أن تكون مستخدمة من خلال شخص أو برنامج للقفز إلى نتيجة بعينها أعنى الموضوعات التى تكون موضحة أن لها خاصية بعينها ولتكن ب بالاستدلال من وقائع معينة ولتكن أ تكون هى كل الموضوعات التى تستوفى ب. علاوة على ذلك يمكن أن يستخدم القيد- عموما- للحدس أن التتابعات (س، وص، ..... ى) التى يمكن أن تظهر لتستوفى العلاقة ب (س، وص، ..... ي) وتكون كل المجموعات التى تستوفى هذه العلاقة. وبالتالى يمكن تقييد فئة المجموعات ذات الصلة[١].

وتقوم الفكرة الحدسية للقيد على أننا نعرف بعض الموضوعات فى فئة معينة، ولدينا بعض الطرق لتوليد المزيد لذا نقفز منها لاستنتاج أن هذا يعطى كل الموضوعات فى الفئة، وهكذا نقيد إلى الفئة التى بها موضوعات نعرف كيف ننتجها[٢].

ويوضح مكارثى أن القيد يمكنه أن يصيغ عمليات الاستدلال البشرى المتعددة، على سبيل المثال عادة مايقرأ التفكير بالحس المشترك أنه القفز إلى النتيجة بأن أداة ما يمكنها أن تستخدم لغرضها المقصود مالم شيء ما يمنع استخدامها.

ويشرح مكارثى فكرته عن القيد من خلال مثال توضيحى لمجموعتين من البشر جاءوا ليستقلوا قاربا لعبور النهر، وذلك على النحو التالى:

«يأتى إلى النهر ثلاثة من المبشرين وثلاثة من أكلى لحوم البشر. المقاعد المتاحة فى زورق التجديف (القارب) اثنان. إذا كان عدد أكلى لحوم البشر يفوق عدد المبشرين - من أى وقت مضى- على أى ضفة من النهر، فسيؤكل المبشرين. كيف يجوز لهم عبور النهر؟»[٣] تثار المشكلة مباشرة من تمثيل المعرفة العامة للحس المشترك، حيث إنه لكى نمثل شروط الأداء الناجح للفعل - بشكل تام - ستكون هناك عدد من القيود غير المقبولة واللا عملية مشتملة فى الجمل المعبرة عنهم، وبالتالى يتطلب الأداء الناجح للقارب من أجل عبور النهر أنه إذا كان القارب هو زورق التجديف أن تكون المجاديف ومساند المجاديف حاضرة وسليمة وأن تناسب بعضها البعض، ويمكن إضافة العديد من الشروط الآخرى مما يجعل قواعد نظام استخدام القارب

(1) McCarthy,J., «Circumscription - A Form of Non - Monotonic Reasoning», Stanford Artificial Intelligence Laboratory, feb., 1980, p.2.

(2) MaCarthy,J., «Epistemological Problems of Artificial Intelligence», p.461.

(3) McCarthy,J., «Circumscription - A Form of Non - Monotonic Reasoning»,p.3.

تكاد من المستحيل أن تطبق. وبعد فإن أى شخص مازال يمكنه أن يفكر فى متطلبات إضافية ليست مذكورة بعد[١].

فى مشكلة المبشرين وآكلى لحوم البشر، القارب به مكانين لاثنان من الناس. فى بيان المشكلة لاشئ يقال عن كيفية استخدام القوراب فى عبور الأنهار، لذا هذه المعلومات من الواضح أنها تأتى من المعرفة المشتركة، وبرنامج الحاسوب قادر على حل المشكلة من وصف الانجليزية أو من ترجمة هذا الوصف إلى منطق ينبغى أن يكون له المعرفة المشتركة اللازمة. إن أبسط بيان حول استخدام القوراب يقول شيء ما مثل: «إذا القارب على نقطة واحدة من الشاطئ جانب المياه، ومجموعة أشياء تدخل القارب، والقارب مدفوع إلى نقطة أخرى من الشاطئ، والأشياء تخرج من القارب، اذن سيكونوا على النقطة الثانية من الشاطئ». وبطبيعة الحال هذا البيان صارم جدا ليكون صحيحا، لأن أى شخص سيقبل أنه إذا كان القارب هو زورق تجديف وتسرب أو ليس له مجاديف، فالفعل قد لايحقق نتيجته المقصودة. قد يحاول امرئ ما تعديل بيان المعرفة المشتركة عن القوراب، لكن هذا يواجه صعوبات عندما يطالب النقاد بقيد ما بأن مكدس العادم العمودى لمدخنة محرك القارب لا يجب أن يكون متحطم من خلال غائط البقر الساقط من مرور الصقور أو حدث ما آخر حيث لا أحد فكر فى ذلك من قبل[٢].

يقول مكارثى فى نظرته للقيد باعتباره حلا - من وجهة نظره - لمشكلة التقييد التى تجابه تمثيل المعرفة الحسية فى مجال الذكاء الاصطناعى:

«نحن بحاجة أن نكون قادرين على القول أن القارب يمكن أن يستخدم كوسيلة لعبور جسم المياه مالم شيئا ما يمنع ذلك. وعلى الرغم من ذلك، وبما أننا غير راغبين فى أن نحدد مقدما الظروف الممكنة التى تمنع استخدام القارب فمازال هناك مشكلة فى اثبات أو على الأقل (الحدس بـ) تخمين أن لاشئ يمنع استخدام القارب»[٣].

القيد طريقة للقفز إلى النتائج، حيث هناك جزء من الحدس يمكن تأكيده من خلال وصف صيغة غير صورية من الاستدلال بشكل مسبق لا تتطابق مع الاستنباط فى النسق الرياضى لأنها تنتج نتائج عبارة عن مجرد تخمينات (حدوس)، واحيانا تتسبب فى عدم الاتساق،

(1) Ibid, p.2.

(2) MaCarthy,J., « Epistemological Problems of Artificial Intelligence», p.461.

(3) Ibid.

ويمكن أن يستخدمه كل من البشر والربوتات. كما تتسم حسابات القيد بأن لها بعضا من نجاحات و إخفاقات الاستدلال البشرى[١].

فما هو القيد إذن؟

يشير مكارثى إلى أن القيد ليس استنباطا مستترا وذلك لأن كل صورة من صور الاستنباط لها خاصيتين يفتقر إليهما القيد: التعدى والرتابة. التعدى بمعنى أنه إذا ب تستلزم س، وس تستلزم ع، إذن ب تستلزم ع. بينما الرتابة بمعنى أنه إذا كانت أ تستلزم ب (أهى فئة من الجمل) وأ محتواه فى ج، إذن ج تستلزم ب بالاستنباط. من البديهى ألا يكون القيد رتيبا، بما أنه عبارة عن تخمين بأن الطرق التى نعرف بها إنتاج ب هى كل ما يكون هناك. الفئة الموسعة ج من الجمل قد تحتوى طريقة جديدة لإنتاج ب[٢]. فالقيد عبارة عن قاعدة حدسية يمكن أن تستخدم جنبا إلى جنب مع قواعد استدلال منطق الدرجة الأولى. يفترض قيد المحمول أن كيانات تستوفى محمولا بعينه فقط إذا كان لديهم الأساس لمجموعة من الوقائع. مجال حدوس القيد أن كل الكيانات المعروفة هى كل ماهوهناك. نصل إلى أن مجال القيد - المسمى بالاستدلال الأدنى- يمكن أن يندرج فى قيد المحمول، ونتيجة تطبيق القيد على مجموعة أمن الوقائع عبارة عن مخطط جملة تقرر أن المجموعات فقط التى تستوفى المحمول ب (س، ..... ز) هى تلك التى لها أن تعمل ذلك تتبع من جمل أ. بإضافة جمل أكثر إلى أ ربما يجعل ب قابل للتطبيق على مجموعات أكثر، وبذلك يكون القيد ليس رتيبا. النتائج المشتقة من القيد هى عبارة عن تخمينات بأن أ تشمل الكل: أى الوقائع ذات الصلة والكيانات التى لها وجود يتبع من أ تكون كل الكيانات ذات الصلة[٣]. حيث أن القيد يسمح لنا بالتخمين أنه لا توجد كائنات ذات صلة موجودة فى بعض الفئات باستثناء تلك التى وجودها يتبع من بيان المشكلة ومعرفة الحس المشترك.

مما سبق يمكن القول أن القيد الذى قدمه مكارثى كشكل من أشكال الاستدلال غير الرتيب هو ببساطة عبارة عن قيد يسمح بالحدس بأن الاستثناءات الوحيدة التى تمنع حدوث الفعل (الإجراء) هى تلك التى وجودها يترتب على الوقائع التى فى متناول اليد، والتى تكون

(1) Ibid.

(2) Ma Carthy, J., «Epistemological Problems of Artificial Intelligence», p. 462.

(3) Mc Carthy, J., «Circumscription - A Form of Non - Monotonic Reasoning»,p.3.

قابلة للاستنباط، وبناء عليها نستدل على أن الفعل غير قابل للاستخدام، وتعتمد صحة هذه النتيجة على أفعالنا بعد الآخذ فى الاعتبار جميع الوقائع ذات الصلة عند إجراء القيد.

خامسا: تطبيقات استدلال القفز إلى النتائج

لقد آتى استدلال القفز إلى النتائج لحل مشكلات تمثيل المعرفة فى عديد من مجالات التطبيق فى الذكاء الاصطناعى بالإضافة إلى حل مشكلة الاستدلال، حيث إنه يوفر طرق صورية تمكن النسق الذكى من أن يعمل بشكل كاف عندما يواجه معلومات ناقصة ومتغيرة. إنه يوفر - بصفة خاصة - آليات صارمة لاستخلاص نتائج مرة أخرى إذ تبين أنها خاطئة واشتقاق نتائج جديدة بديلة. وبالتالى كان له عديد من التطبيقات فى[١]:

١- الاستدلال القانونى، حيث إن معظم التشريعات القانونية عبارة عن قواعد ذات استثناءات.

٢- تشخيص مشكلات الاتصالات السلكية واللاسلكية، والاحتيال فى مجال التأمين.

٣- التشخيص الطبى أى الاستدلال التشخيصى المتضمن فى شرح الأعراض.

٤- فهم اللغة الطبيعية، حيث إنها ممتلئة بالغموض والمجال فيها مفتوح لتفسيرات متعارضة.

٥- أنظمة الإرشاد الذكية.

فى كل من هذه المجالات يوفر الاستدلال غير الرتيب آليات لدعم هذه العمليات سواء من خلال قواعد أساسية ترشد النسق إلى أكثر أسباب المشكلة عقلانية أو العمل وفق فرضية تحرز تقدما.

كما أنه أسهم فى تطوير عديد من أساليب البرهان العملى كطريقة النفى كإخفاق بالنسبة لمنطق البرمجة، وأنواع متعددة من أنساق صلاحية الصدق[٢](*).

(1) Antoniou, G., Non-Monotonic Reasoning, p. 5.

(2) Brewka, G.& Niemela, I.and Truszczynski, M., «Non-Monotonic Reasoning», p.9.

(*) تعبر أنساق صلاحية الصدق عن أن كل عبارة لها فئة من التبريرات تمثل سببا للتمسك بالعبارات كاعتقاد,وتستخدم هذه التبريرات لتحدد فئة الاعتقادات الحالية من خلال فحص التبريرات المسجلة=

خاتمة البحث

نستخلص من كل ماسبق الآتى:

إن تمثيل استدلال الحس المشترك داخل الأنساق الذكية إشكالية هامة جدا فى مضمار هذا المجال، وتحتاج إلى جهود كبيرة لمجابتها سواء من قبل مجتمع الذكاء الاصطناعى أو مجتمع المنطق الفلسفى.

استدلال الحس المشترك يتسم بالتدفق والتغير لأنه يرتبط بالمعرفة الإنسانية المتغيرة بشكل دائم، وبالتالى يحتاج لصياغته - بشكل صورى - إلى آلية صورية تتواءم مع هذه الطبيعة المتغيرة، وبالتالى لن يكون المنطق الكلاسيكى بنتائجه الرتيبة ملائمًا لتمثيل هذا النمط من الاستدلال البشرى.

تميز استدلال الحس المشترك بالتغير الدائم كان دافعا بل محركا قويا للبحث عن أليات صورية لتمثيله داخل الأنساق الذكية مما أدى إلى ظهور ماسمى باستدلال القفز إلى النتائج أو الاستدلال غيرالرتيب الذى يقوم على فكرة جوهرية تتمثل فى اشتقاق نتائج مقبولة من قاعدة معرفية ينظر إليها بشكل مجرد باعتبارها مجموعة من الصياغات فى منطق ملائم، وهذه النتائج مؤقتة لأنه يمكن سحبها عند إضافة صياغة جديدة إلى قاعدة المعرفة.

إن الاستدلال غير الرتيب هو استدلال قابل للإلغاء، بمعنى أن نتائجه يمكن إبطالها عند ظهور معلومات جديدة تتعارض مع ماسبق قبوله، ولذلك فهو استدلال افتراضى أو فرضى قائم على مجموعة من الافتراضات أى أنه يعتمد على غياب المعلومة أكثر من حضورها.

ليس معنى أنه استدلال غير رتيب أنه يفتقد إلى القواعد المنطقية بل على العكس من ذلك فهو يعتمد على عدد من المبادئ المنطقية التى تتواءم مع طبيعته كمبدأ اللزوم القابل للإلغاء، ومبدأ النفى كإخفاق. إضافة إلى أنه يعتمد بشكل أساسى على أنماط متعددة من المنطق تعد بمثابة أرضية أو قاعدة يقوم عليها الاستدلال غير الرتيب توفر المعنى لقواعده الصورية.

= لتجد تأييد جيد التكوين متى كان ممكنا لكل اعتقاد، وعندما يتغير الفرض يتم فحص هذه التبريرات مرة أخرى لتجديد مجموعة الاعتقادات الحالية.

نقلا عن (McDermott, D. and Doyle, J., «Non - Monotonic Logic I», p.8.)

ليس هناك صورة واحدة للاستدلال غير الرتيب بل هناك صور، وأشكال متعددة له تجلت كلها حول فكرة النتائج غير الرتيبة التى تتغير أو تلغى عند ظهور تبريرات أو معلومات جديدة تتعارض معها، ولكنها تختلف فى الهيكل البنائي كما ظهر مع رايتر باستخدامه الاستدلال بالفروض فى حال غياب المعلومات أو فى حال معلومات مضادة تظهر تؤدى إلى سحب النتائج أو إبطالها، فى حين اختلف عنه مور حين لجأ إلى الاستدلال ذاتى المعرفة الذى يعتمد ليس على غياب المعلومة بل على التمثيل الناقص للمعلومات الكاملة وعلى المعرفة الذاتية للمرء، فهنا لايتم سحب النتائج لأن هذه الصورة الاستدلالية تعتمد على السياق لذلك فهو غير رتيب تتغير النتائج بتغير السياق والمعرفة الذاتية للمرء.

اختلفت أيضا الصورة مع مكارثى الذى ركز على ما أسماه بالقيد الذى يسمح بصياغة لعدد من الاستثناءات قد تمنع حدوث الفعل ولكن فى حدود ماهو متاح وممكن بناء على ماهو معروف من الوقائع وبالتالى تغير من نتيجة الفعل، لذا فهو استدلال غير رتيب.

امتد نطاق الاستدلال غير الرتيب بأشكاله المتعددة ليطبق فى عديد من المجالات كالقانون والطب والاتصالات والأنظمة الذكية وغيرها العديد من المجالات التطبيقية التى تعتمد بشكل أساسى على الاستدلالات الحسية.

هذا و إن دل على شيء فإنما يدل على مدى التفاعل والترابط بين المنطق بأدواته المتعددة وبين مجال الذكاء الاصطناعى، و يؤكد بصورة أو بأخرى على جدوى وفعالية الدور الذى يلعبه المنطق فى هذا المجال.

كما أنه يحفز على إجراء دراسات عديدة تتناول أنماطا متعددة من المنطق كالمنطق المعرفى، والمنطق الزمنى، وغيرها التى تسهم فى فهم بنية الأنساق الذكية.

قائمة المراجع

1- Antoniou, G., Non -Monotonic Reasoning, Massachusetts Institute (Technology, London), 1997.

2- Arieli,O.& Avron, A., «General Patterns for Non -Monotonic Reasoning: From Basic Entailment to Plausible Relations», Logic Journal of IGPL, Vol.8, No.2, 2000.

3- Bell, J., «Non-Monotonic Reasoning, Non-Monotonic Logics and Reasoning about Change», Artificial Intelligence Review, Vol. 4, 1990.

4- Bocham, A., «Two Paradigms of Non -Monotonic Reasoning», ISAIM, Chicago, 2006.

5- Bochman, A., «Logic in Non-Monotonic Reasoning, Non-Monotonic Reasoning. Essays Celebrating its 30th Anniversary, College Publ., 2011.

6- Brewka, G.& Niemela, I.and Truszczynski, M., "Non-Monotonic Reasoning", Foundations of Artificial Intelligence3, 2008.

7- Brewka, G., Dix, J. & Konolige, K., A Tutorial on Non-Monotonic Reasoning, from: International Workshop on Non-Monotonic and Inductive Logic, NIL, 1991, pp.1-88.

8- Etherington, D. W., Reasoning With Incomplete Information «Investigations of Non-Monotonic Reasoning», the University of British, Columbia, 1986.

9- Geneserth,M. and Nilsson, N., Logical Foundations of Artificial Intelligence, Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 1988.

10- Lukaszewicz, W., «Non-Monotonic Reasoning: Formalization of Commonsense Reasoning, Ellis Horwood Limited, England, 1990.

11- Maher.M.& Rock. A. & Antoniou. G. & Billington. D. & Miller. T., « Efficient Defeasible Resasoning Systems», International Journal on Artificial Intelligence Tools, Vol. 10, No. 4, 2001,pp. 483-501

12- Makinson, D., "Ways of Doing Logic: What Was Different About AGM 1985?", Journal of Logic Computation, Vol. 13, No. 1, 2003.

13- Makinson, D., «Bridges between Classical and Non-Monotonic Logic», Logic Journal of IGPL, Vol. 11, No.1, 2003.

14- Marek, V. W. and Nerode, A., « Non-Monotonic Reasoning», Proc. 1993.

15- McCarthy., «Circumscription - A Form of Non - Monotonic Reasoning», Stanford Artificial Intelligence Laboratory, Feb., 1980.

16- McCarthy, J., and Patrick, H., «Some Philosophical Problems from the Standpoint of Artificial Intelligence», from: Readings in Artificial Intelligence, edited By: Webber, B. L. and Nilsson, N. J., Morgan Kaufmann Publishers, Inc. California, 1981.

17- McCarthy, J., «Epistemological Problems of Artificial Intelligence», from: Readings in Artificial Intelligence, edited By: Webber, B. L. and Nilsson, N.J., Morgan Kaufmann Publishers, Inc. California, 1981.

18- McDermott. and Doyle., «Non -Monotonic Logic I», Massachusetts Institute of Technology Artificial Intelligence Laboratory, August, 1978.

19- Minsky, M., "A Frame for Representing Knowledge", from: Mind Design II Philosophy Psychology Artificial Intelligence, edited by: Haugeland, J., 2nd. Ed., Massachusetts Institute of Technology, 1997.

20- Moore, R. C,. «Semantical Considerations on Non-Monotonic Logic, Artificial Intelligence, Proceedings of the Eighth International Joint Conference on Artificial Intelligence, Karlsruhe, West Germany, August 8-12, 1983.

21- Moore, R. C., «Auto epistemic Logic», from: Non-Standard Logics for Automated Reasoning, Edited by: Smets,P.& Mamdani, A.&Prade,H., Academic Press Limited, 1988.

22- Reiter, R., "On Reasoning By Default", TINLAP 7Proceedings of The Workshop on Issues in Natural Language Processing, 1978.

23- Reiter, R., «A Logic For Default Reasoning», Artificial Intelligence, Vol. 13, North-Holland Publishing Company, 1980.

24- Reiter, R., "Non- Monotonic Reasoning", Annual Review of Computer 2.1, 1987.

25- Vince, M.and Sefranek, J., «From Deduction to Knowledge Representation», Organon F20 (Supple- Mentary issue 2), 2013.