المجلة العربية للعلوم الادارية
مجلد ٦، عدد ٢، مايو ١٩٩٩، ٢١٣ – ٢٢٩

المنطق الضبابي في اتخاذ القرارات

محمد عبدالهادي المحميد
حسني إبراهيم حمدي
حميد أحمد القاهري

جامعة الكويت – دولة الكويت

مصطلحات علمية

المنطق الضبابي، المنطق المتعدد، المنطق الثنائي، دالة الانتماء، الاحتمال، تطبيقات المنطق الضبابي، مبدأ عدم اليقين، اللبس، الغموض.

الملخص

تُعنى هذه الدراسة بطرح فكرة المنطق الضبابي (المتعدد) الذي يتعامل مع قصور اللغات البشرية في التعبير عن المدلول الحقيقي للإدراك الذهني لمعاني الأشياء أو الأحداث. وتكمن قوة هذا المنطق في أنه يتيح لنا اتخاذ القرارات في ظل نقص المعلومات أو غموضها. ولقد خرج هذا المنطق من إطاره النظري التجريدي إلى مجالات التطبيقات الصناعية وتطوير التقنيات. وهذه الدراسة تستعرض مفهوم المنطق الضبابي وفلسفة اتخاذ القرار وطرق الاستدلال الإحصائي في ظل المعلومات الضبابية.

إن من يمعن النظر في تاريخ الحضارة الإنسانية على هذا الكوكب، بل إن من يسترجع الجزء المتعلق بارتقاء التفكير الإنساني وعلى وجه التحديد تطور منطق التفكير عبر الحضارات المختلفة، يجد أن حياتنا قد ارتبطت، بل صهرت في بوتقة المنطق الثنائي (Binary logic)، الذي يتعامل دائما مع الحقيقة على أنها إما صحيحة أو خاطئة تماما. وتغلغل المنطق الثنائي في نظام التفكير البشري ليصبح القاعدة العامة والوحيدة في الحكم والاستدلال ومن ثم اتخاذ القرار (Kosko, 1993). وترجع الهيمنة الثنائية على أسلوب حياتنا، بوصفها نتيجة حتمية لسيادة الفلسفة الإغريقية في العالم الغربي بعد ظهور فلاسفة اليونان من أمثال أرسطو (Aristotle) وأفلاطون (Plato) وحتى يومنا هذا. وقد ظهرت تلك الهيمنة بصورة مكثفة فيما بعد في علوم الرياضيات والفيزياء وعلوم الحاسب الآلي والمنطق والتقنيات الحديثة وحتى في الأدوات الكهربائية المنزلية وكذا نظم التحكم، بل وحتى في عادات الشعوب وتقاليدها وثقافاتها.

في إطار هذه الدراسة نقدم للقارىء العربي وكذا للمهتمين منهم بنظم اتخاذ القرارات في المجالات الإدارية والتجارية، فلسفة بديلة تستند إلى المنطق الضبابي أو المتعدد (Fuzzy Logic)، منطقاً بديلاً للمنطق الثنائي السابق الذكر الذي يتعامل مع الحقيقة بوصفها صحيحة إلى درجة قد تصل إلى الكمال المطلق أو النفي المطلق. بل ويمتد تعامله إلى متغيرات ذات طبيعة غير

تم تسلمُّ البحث في فبراير ١٩٩٨، وأجيز للنشر في يونيو ١٩٩٨.

محددة وغير مفهومة صراحة كالمتغيرات اللغوية، مثل التعبيرات: «صحيح إلى حد ما» و«صحيح جزئيا» و«ربما خاطئة» و«راض إلى حد ما» التي تخضع جميعها إلى تقديرات شخصية تختلف من شخص إلى آخر. وهكذا يقدم لنا هذا المنطق الجديد طريقة تفكير توازي التفكير البشري، وتحاكي النشاطات الذهنية الحقيقية لهذا العقل ليتعرف على ماهية التفكير البشري، ومن ثم يتفاعل مع مشاكل الواقع.

لقد ظهرت الفكرة الأكاديمية للمنطق الضبابي قبل حوالي ثلاثين عاما (Zadeh, 1965)، إلا أن استخدامها في المجالات الصناعية وتقنية المعلومات لم يدخل حيز التطبيق إلا حديثا، وخاصة في المنتجات الاستهلاكية والصناعية ذات المنشأ الياباني، كما ظهرت تطبيقاته العملية في مجال البرمجيات ونظم الخبير (Expert Systems). وللدلالة على الأهمية التطبيقية لاستخدامات هذا المنطق نورد بعض المؤشرات المالية عن تطور سوق المنتجات المصنعة وفق هذا المنطق. فقد بلغ عائد مبيعات المنتجات اليابانية القائمة على المنطق الضبابي عام ١٩٩٠ نحو ١,٥ بليون دولار أمريكي، أما على المستوى العالمي فقد بلغت عائدات مبيعات المنتجات التي تعتمد على هذا المنطق نحو ٣ بلايين دولار عام ١٩٩٥ ونحو ٦ بلايين دولار في نهاية عام ١٩٩٧. ومع أن السوق الأمريكية قد بدأت متأخرة عن السوق اليابانية، إلا أنه يتوقع لها أن تنمو بشكل مطرد لتصل عائدات المنتجات القائمة على المنطق الضبابي فيها إلى بليون دولار في الأعوام القليلة القادمة. ويتوقع عالميا أن تتزايد معدلات النمو المركب للمنتجات القائمة على المنطق الضبابي لتصل إلى ٧٦٪ خلال عام ١٩٩٨ (Attaran, 1996).

تقوم أهمية هذه الدراسة، من وجهة نظرنا، على عدة دعائم منها:

أولاً: اختيار كتابتها باللغة العربية رغم صعوبة التعامل مع المصطلحات العلمية لهذا المجال الجديد، الذي لم يسبق التعامل معه في أية دراسة أكاديمية عربية سابقة على أمل أن تكون هذه الدراسة إضافة إلى المكتبة العلمية العربية، وبداية طيبة لوضع المصطلحات العلمية العربية لتنشيط البحوث العربية في هذا المجال.

ثانيا: أن موضوع هذه الدراسة من الموضوعات البارزة جدا في الساحات العلمية حاليا؛ لأنها تناقش فلسفة قائمة ومتداولة ومسلماً بها منذ الأزل، وتنتقدها وتقدم بديلا ذا مجالات متناهية من حيث التطبيقات العملية، كما أنها مفتاح لإعادة صياغة أساسيات الكثير من العلوم الأخرى التي انتهجت بصورة مباشرة أو غير مباشرة أسلوب المنطق الثنائي.

ونتيجة لذلك، وللبدء العملي في جني ثمار هذه الفلسفة من الناحيتين العملية والأكاديمية، كان تقديم هذا المنطق للمكتبة العربية على أمل أن لا تكون بمنأى عن ركب الأمم الأخرى في هذا المجال، وأن تساهم الأقلام العربية في تناول مواضيع وإضافات بحثية جديدة كل حسب تخصصه.

ثالثا: تقوم فكرة تقديم هذه الدراسة على أنها بداية لسلسلة من الدراسات البحثية القائمة على أسلوب المنطق الضبابي؛ سيتوالى تقديمها للقارىء العربي تباعا، حتى يمكن تطبيقه في العديد من المجالات والدراسات الإحصائية والتجارية، حيث النية تتجه إلى القيام بها مستقبلا لإعادة تقييم العديد من الأفكار العلمية الجديدة ومناقشتها؛ هذه الأفكار التي يتم تداولها في الساحة الأكاديمية العالمية. كما أن هذه الأفكار

سوف تعيد بلورة مفهوم جديد للاستدلال العلمي، ومن ثم عملية اتخاذ القرارات. ومن هذا المنطلق، وسعيا إلى توسيع قاعدة المستفيدين من هذه الدراسة، فإنها ستنتهج أسلوبا فلسفيا، بعيدا قدر الإمكان عن الأسلوب الرياضي البحت في عرض أساسيات النمط الضبابي، حتى لا يكون هنالك عائق أمام الكثير من الباحثين المستهدفين من هذه الدراسة، على أن تكون هناك عدة وقفات مع الجوانب الرياضية والإحصائية والمقاييس المختلفة فيها، مثل نظرية الفئات والمجموعات ونظرية الاحتمالات واختبارات الفروض الإحصائية في سلسلة الدراسات المستقبلية.

رابعا: إن سرعة ابتكار وإنتاج أجهزة تستخدم هذا المنطق مثل الأجهزة المنزلية، كالغسالات الكهربائية والمكيفات الهوائية والأفران والبرادات وآلات التصوير، تجعلنا نستشعر قرب هيمنة تلك الفلسفة الجديدة على العديد من الأجهزة والأدوات التي سنستخدمها بشكل يومي ومستمر بحلول القرن القادم. مما يتطلب منا معرفة المنطق الذي ستقوم عليه هذه الأجهزة؛ لكي نحسن استعمالها والتعامل معها وتطويرها. وبناء على ما سبق، ولحداثة الموضوع بالنسبة إلى القارىء العربي فإننا نورد قائمة بأحدث الدراسات التطبيقية والنظرية لهذا الأسلوب في المجالات ذات الصلة بالتطبيقات التجارية والإدارية خلال العامين ١٩٩٦ و١٩٩٧.

يبدأ الجزء الثاني من هذه الدراسة باستعراض فلسفة المنطق الثنائي (المنطق التقليدي)؛ وفي الجزء الثالث تم تقديم فلسفة المنطق المتعدد (الضبابي) بديلاً عن المنطق الثنائي مع استعراض أساسيات المنطق الضبابي، ويناقش هذا الجزء كذلك المنطق الضبابي في ظل مبدأ عدم اليقين مع بيان الفرق بين مقياس الانتماء ومقياس الاحتمال، كما يعرض فكرة عن نظم التحكم في ظل المنطق الضبابي، وأما الجزء الرابع فإنه يستعرض بعض التطبيقات التجارية والإحصائية للمنطق الضبابي، حيث يعرض فكرة المنطق الضبابي في إدارة المخاطر، وفكرة معالجة بعض الطرق الإحصائية في ظل هذا المنطق، ويمثّل الجزء الأخير من الدراسة الخاتمة التي تعرض نتائج هذه الدراسة.

المنطق الثنائي Binary Logic

يعتمد القرار في إطار النظام الثنائي (binary system) (منطق أرسطو) على مبدأين أساسيين، الأول: هو مبدأ التناقض الذي ينفي تحقق الحدثين A ومتممه (نقيضه) $\overline{A}$ في آن واحد؛ أي أنه منطق يعتمد على تحقق إحدى نتيجتين متنافيتين، إما النتيجة خاطئة (false) أو النتيجة صحيحة (true)، بمعنى أنه عالم قائم على تحقق الشيء أو نقيضه، فمثلا لا يمكن أن تكون الكسيرة «البت» (bit) [وهي أصغر وحدة تخزين للمعلومات في الحاسبات الآلية والتي تتعامل مع النظام الثنائي المكون من رمزين هما: صفر أو واحد]، (0) و (1) في وقت واحد، أو أن تكون درجة الحرارة باردة وساخنة في آن واحد كما هو موضح بشكل (١).

شكل ١
مبدأ التناقض في المنطق الثنائي

A	$\overline{A}$
(0) Cold	(1) Hot

أما المبدأ الثاني فهو مبدأ الاتحاد الذي ينص على إمكانية تحقق الحدثين A أو متممه $\overline{A}$، فمثلاً يمكن أن تكون «الكسيرة» (bit) إما (0) أو (1). وعلى الرغم من أن حقيقة العالم الذي نعيش

فيه ليست سوداء أو بيضاء خالصة، إنما أقرب إلى درجات اللون الرمادي (gray) المختلفة، إلا أن حكمنا على ما هو فيه يخضع دائما لمنطق الثنائية، فتصبح إما بيضاء ناصعة (white) أو سوداء داكنة (black)، وقد تناسينا أن الحقيقة تأتي دائما في عدد غير محدود من الدرجات؛ لذا ضاعت الدرجات الرمادية للحقيقة في التباين الظاهر بين الأبيض الناصع والأسود القاتم، فالنظام الثنائي قائم على مقايضة دقة القياس ببساطة التحليل والاستدلال ومن ثم اتخاذ القرار، والتي ارتضاها العالم منهجاً منذ أربعة آلاف عام.

ولقد أصبح هذا العرف هو القاعدة العريضة لتناول المعلومات ومعالجتها لاتخاذ القرار، فالتفكير الإحصائي مثلاً، وفلسفة الاستدلال الإحصائي على وجه التحديد، قد قامت وتبلورت معتمدة إلى حد كبير على المنطق الثنائي في اتخاذ القرارات المتعلقة باختبارات الفروض الإحصائية، وإن كان التحليل الرياضي هو المفتاح الحقيقي لإجراء الاستنتاج الإحصائي وصياغة النظريات الخاصة بإرساء فلسفة الاستدلال للوصول إلى النتائج، فذلك لأن الرياضيات كعلم يتميز عن العلوم الأخرى بدقة التعبير الذي لا يمكن تأويله إلى أكثر من معنى.

ويجب ألا ننسى أن الرياضيات قد نشأت وترعرعت في ظل المنطق الثنائي، بل وما زالت تتبنى ذلك المنطق التقليدي في إثبات صحة النظريات الرياضية المختلفة. يقول Einstein (1952) «طالما وَصَفت القوانين الرياضية واقعنا فهي غير مؤكدة، وطالما كانت القوانين الرياضية مؤكدة فهي لا تصف واقعنا». وفي كثير من الأحيان يمكن بناء نموذج رياضي يعتمد على فلسفة المنطق الثنائي، ليشرح العلاقات بين متغيرات كونية واضحة أو علاقات محددة، ولكنه من غير المعقول أن نصوغ معتقداتنا ومعلوماتنا عن واقع حياتنا في نموذج رياضي تقليدي تحكم حركته منطق الثنائية، فحركة حياتنا عموماً يحكمها بالضرورة معلومات ضبابية (fuzzy information)، وغير مؤكدة (uncertain information).

ومن العبث الاعتقاد بإمكانية صهر تلك المعلومات في نموذج رياضي تقليدي يعتمد على المنطق الثنائي. فإذا كانت المعرفة ضبابية (empirical knowledge is fuzzy) فإن الحاجة تدعو إلى مراجعة المنطق الثنائي الذي انتهجناه منذ فجر التاريخ، ليكون أكثر دقة في وصف الواقع الذي نعيشه، وأكثر مرونة في استيعاب لغة الحياة، فنحن بحاجة بالضرورة إلى منطق يستوعب ذلك الغموض في لغتنا العادية، وبالتالي يستطيع أن يصف الدرجات المتفاوتة في لغة الحوار والتفكير بمرونة تعكس وقع تلك الدرجات على أنفسنا في جميع مستويات التعامل أو القياس.

المنطق الضبابي Fuzzy Logic

بعد استعراض المنطق التقليدي في الجزء السابق نخلص إلى حقيقة هامة هي أن المنطق الثنائي نادرا ما يتطابق مع المعنى الحقيقي للمفاهيم، أو يستطيع التعبير عن لغة الحوار بالدقة المطلوبة، ولقد ألقى الفيلسوف الرياضي Russel (1917) الضوء على قصور المنطق الثنائي في تناول نظم التفكير المعقدة، في مطلع هذا القرن، بل وأوصى في مقالته آنذاك Russel (1923) بالبحث عن منطق بديل يستطيع أن يحتوي نظم التفكير المعقدة والمتعددة البدائل التي تتعامل مع أجزاء الحقيقة (partial truth). ويُعَدُّ Russel من أوائل العلماء الذين نادوا بتغير منطق التفكير البشري من المنطق الثنائي إلى المنطق المتعدد، بل ومن الأوائل الذين قادوا ركب ذلك التغيير. يلي ذلك في سلسلة العلماء الذين اهتموا بالمنطق المتعدد Lukasiewiez (1970) التي تبنت العديد من

أفكار Russel إلا أنها لم تحرز تقدما ملحوظا تجاه وضع منهج متكامل لفلسفة المنطق المتعدد، وبعد هذه المحاولات تأتي محاولات عالم الفلسفة الكمية في مقالته الشهيرة Black (1973) عن الفئات الغامضة. وعلى أية حال لم تلق أفكاره قبولاً لدى العلماء أو الفلاسفة في ذلك الحين.

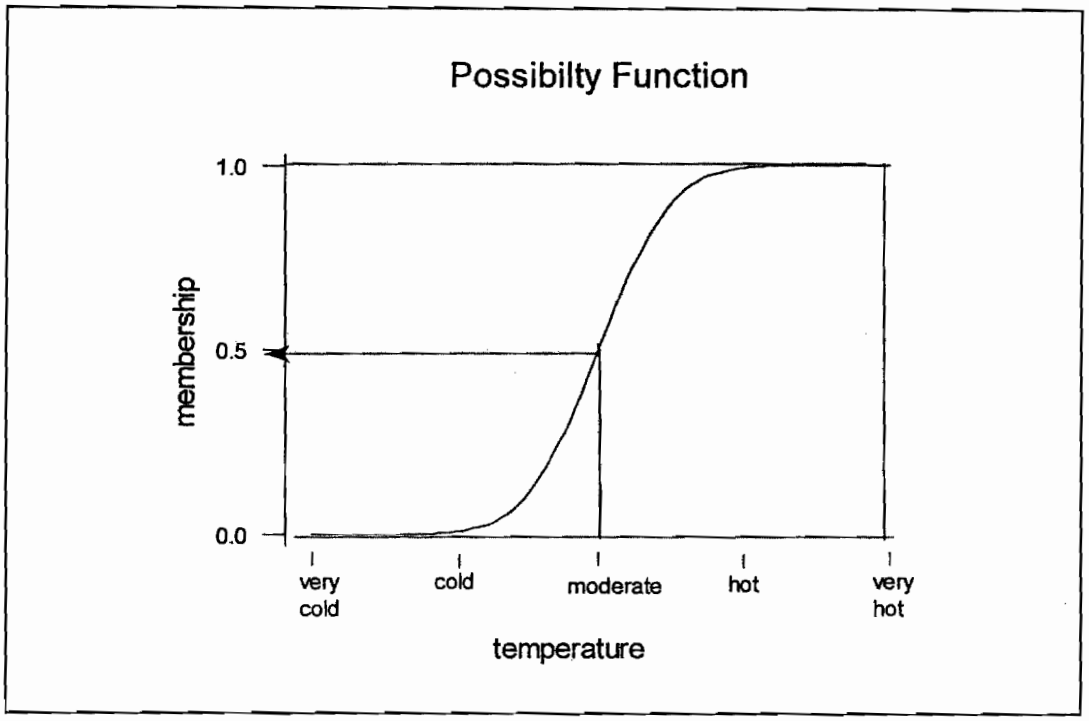
ويُعَدُّ النصف الثاني من القرن العشرين بداية التغيير الحديث في نظم التفكير، على الأقل في الساحات الأكاديمية، ففي عام ١٩٦٥ قدم Zadeh (1965) فلسفة المنطق الضبابي بديلاً يتدارك قصور المنطق الثنائي في وصف الأحداث أو المفاهيم الغامضة (vague concepts)، التي يعجز المنطق الثنائي عن تناولها، وذلك حتى يرتقي التفكير الإنساني ليقترب من واقع حياتنا فيكون أكثر دقة في بلورة أفكارنا أو التعبير عن آرائنا أو معتقداتنا.

يهتم المنطق الضبابي بالتعبير عن مفاهيم ضبابية (fuzzy concepts) أو أحداث ضبابية (fuzzy events). وتظهر الأحداث الضبابية نتيجة لغياب الدقة في تعريف حدود دقيقة لتلك الأحداث، ويرجع ذلك بالتبعية إلى طبيعة اللغات البشرية، فمهما كانت درجة الدقة والبراعة في اختيار الكلمات والتعبيرات فإن لغات التخاطب تَظَلُّ قاصرة عن وصف الأشياء أو الأحداث أو المفاهيم بالدقة الكافية، ففي كثير من الأحيان تحمل الكلمات في لغة حوارنا معاني غامضة وقابلة للتأويل، وقد يكون معنى الكلمة محددا ودقيقا ولكن عند استخدامها للتعبير عن حدث ما أو شيء ما يصبح نطاق تعريفها غامضا (vague boundaries) ففي جملة «رجل طويل»، مثلاً كلمةُ طويل لا تعكس معنى محدداً للطول، وسوف يختلف مفهوم تلك الصورة باختلاف المتلقي لتلك الكلمة، حيث إن ذلك يعتمد على طول المتحدث إليه (المشاهد) وثقافته وبيئته؛ ولذلك سيفتح المنطق الضبابي الطريق لننهج طريقة تفكير تتعامل بمرونة وثبات واتساق مع قيود اللغات البشرية.

ترتكز فلسفة المنطق الضبابي على فكرة كون الأحداث أو الأشياء تتحدد بدرجات متفاوتة، فدرجات الحرارة [كما في الشكل (٢)]، والجمال، والصداقة، والمسافة، والسعادة، مثلاً، تتدرج على سلم متفاوت يعكس إحساسنا بدرجة وقع هذه الأشياء على نفوسنا، بل وإدراكنا الذهني لمعان تلك الأشياء أو الأحداث، وعموما يصوغ المنطق الضبابي مدى إحساسنا بالكلمات أو الجمل أو العبارات أو اتخاذ القرارات أو إدراكنا لدرجة تحقق الأحداث. نعم إنه منطق يكشف عن ركن هام من الإلهام أو الحدس لدى الإنسان، وقد يعكس أو يصور المنطق الضبابي النشاطات الفعلية للعقل البشري؛ ولهذا فسوف يفتح هذا المنطق الطريق أمام التقنيات الحديثة لصناعة آلات قريبة الشبه بالإنسان وتحاكيه في عمليات اتخاذ القرارات.

الشكل (٢) عرض شكلاً من أشكال دالة انتماء لتصنيفات لغوية لدرجة الحرارة، ولكي نفهم دالة الانتماء نقول بأنها تعرف مقياساً للدرجة التي تحقق بها قيمة عددية ما مفهوماً لغوياً لمتغير لغوي، وكمثال على ذلك لو افترضنا أن A تمثل الفئة الضبابية للأشخاص ذوي «الدخل المرتفع». وأن الفئة U هي فئة جميع الأرقام الموجبة التي تعبر عن قيم الدخل الممكنة، حيث $\{A:U\rightarrow[0,1]\}$. وتعرف القيمة A(u) بأنها درجة انتماء القيمة u إلى الفئة الضبابية A التي يمكن الحصول عليها بأكثر من وسيلة، ومنها مثلاً إجراء استفتاء عن تصنيفات الدخل على عينة مختارة، فلو دلت النتائج على أنه لا يوجد دخل سنوي أقل من ٢٠,٠٠٠ دولار، وأن النسبة من العينة التي ترى أن الدخل u الذي يتراوح بين ٢٠,٠٠٠ و٧٥,٠٠٠ يمكن تمثيلها بدالة انتماء

شكل ٢
دالة الانتماء لدرجات الحرارة الضبابية



لذوي «الدخل المرتفع» على شكل الدالة الخطية التي تمثلها العلاقة:

$$A(u)=\begin{cases}0 & ,\text{if } u<20{,}000\\ \dfrac{u-20{,}000}{55{,}000} & ,\text{if } 20{,}000 \le u \le 75{,}000\\ 1 & ,\text{if } u>75{,}00\end{cases}$$

لتبين أن النظر إلى مستوى الدخل ٥٠,٠٠٠ دولار على سبيل المثال، وبدالة انتماء إلى فئة ذوي «الدخل المرتفع» $\{A(50) = {}^{30}/_{55}\}$ لا يعني احتمال أن يكون هذا الدخل مرتفعا هو ${}^{30}/_{55}$، أي أنه لا يمكن القول بناء على المعلومات السابقة بأن فرصة اختيار شخص يكون دخله مرتفعا هي ${}^{30}/_{55}$ بل إن هذه النسبة تمثل درجة اعتقاد العينة بانتماء هذا الدخل إلى فئة ذوي «الدخل المرتفع»، وهذا يخالف بل يعاكس مفهوم الاحتمال، حيث إن الدخل ٥٠,٠٠٠ دولار هو رقم ثابت والنسبة المشار إليها $({}^{30}/_{55})$ تمثل درجة انتماء هذا الرقم إلى فئة ذوي «الدخل المرتفع». وبالفكرة نفسها يمكن قياس درجة انتماء هذا الدخل لفئة ذوي «الدخل المتوسط» ولفئة ذوي «الدخل المنخفض»، مع ملاحظة أن مجموع هذه النسب ليس بالضرورة أن يكون واحدا صحيحا، بل قد يكون أكبر من ذلك، وهذا ما يعكس تداخل الانتماء إلى أكثر من فئة ضبابية، وعليه فإن دالة الانتماء هي دالة تقرن كل قيمة عددية بدرجة انتماء محددة تحقق مفهوما لغويا لمتغير لغوي.

وتجدر الإشارة في هذا الصدد إلى أن دوال الانتماء يمكن أن تكون على أكثر من صورة، وأكثر هذه الصور استخداما هي الصورة الخطية، حيث إن دالة الانتماء يجب أن تعكس بديهيات مسلمة لا علاقات رياضية أو دوال احتمالية، وبدورها تأخذ

دوال الانتماء الخطية عدة أشكال تحددها أدبيات المنطق الضبابي ومنها مثلاً: دالة الانتماء الخطية التي على شكل حرف «زد» Z اللاتيني [Z-type]، ودالة الانتماء الخطية التي على شكل «باي» -Pi] [type، ودالة الانتماء الخطي التي تأخذ شكل حرف «اس» S اللاتيني [S-type]، ودالة الانتماء الخطية التي على شكل «لامدا» [Lambda-type].

عمل العلماء ولزمن ليس بالقصير على تطوير نظم الخبير (Expert Systems) التي توقعنا منها الكثير، فلقد تخيلنا أنه أصبح بالإمكان استبدال كثير من المهنيين في اتخاذ القرار، كالأطباء أو الجيولوجيين أو المحللين الماليين بتلك النظم، على الرغم من بعض النجاحات التي حققتها تلك النظم في العشرين سنة الماضية إلا أنها تعثرت وواجهت طريقا مسدودا، وذلك لتبنيها المنطق الثنائي في اتخاذ القرارات، وإنه لمن التفاؤل أن نرى الآن ظهور بعض نظم الخبير الحديثة التي تستند إلى فلسفة المنطق الضبابي في اتخاذ القرارات.

مبادىء عدم اليقين Uncertainty Priciples:

حلل Klir and Folger (1988) المفهوم الذهني للمصطلح الاحتمالي «عدم اليقين» (Uncertainty)، وتوصلا إلى أن هناك في الحقيقة نوعين من عدم اليقين (Uncertainty)، يرتبطان بالمصطلحين «الغموض» (Vagueness) و«اللبس» (Ambiguity). فأما عدم اليقين الناتج عن الغموض (Vagueness) فإنه يرتبط بصعوبة التمييز الدقيق والحاد بين فئات الأشياء نتيجة وجود حدود غامضة وغير محددة (Vague Boundaries) تفصل بين تلك الفئات. فالتعبيرات: «راض تماما» و«راض جدا» و«راض» أو «صغير السن» أو «ذو دخل مرتفع» مثلاً كلها في الحقيقة تعبيرات غير واضحة، لغموض تعريف نطاق كل منها.

ويطلق على هذا النوع من الغموض عدم اليقين الجوهري (Intrinsic Fuzziness)، وهو نوع من عدم اليقين الذي لا يعتمد على كم المعلومات المتاح عن الظاهرة؛ أي أن زيادة المعلومات لن يساعد على ذوبان ذلك الغموض (الضبابية)، حيث إن هذا الغموض ملازم ومتأصل (Inherent Fuzziness) مع هذا النوع من الأحداث أو الأشياء أو كامن في طبيعتها (Latent Fuzziness). وأما عدم اليقين الناتج عن اللبس (Ambiguity)، فهو ناتج عن حالات يكون فيها الاختيار بين البدائل غامضا نتيجة لنقص المعرفة (Lack of Knowledge) أو نقص المعلومات الخاصة بالأحداث (Lack of Information). والتي بدورها تتسبب في عدم التآلف (Incompatibility) بين معاني الأحداث أو الأشياء.

وينكشف هذا النوع من الغموض أو يذوب بزيادة المعلومات عن الظاهرة أو الحدث، ففي الجملة: «عميل سمعتُهُ طيبةٌ» مثلاً هنالك فرق غير واضح في المعنى المراد، فهل المعنى المراد هنا هو سمعتُه إنساناً أم سمعتُه عميلاً، وأيهما المقصود في هذا الصدد، وهذا الغموض ناتج عن اللبس والقصور في المعلومات المتاحة، ولذلك فإن زيادة المعلومات عن العميل أو الإنسان يوضح المعنى ويكشف ذلك الغموض.

وفي هذا الصدد نلقي الضوء على العشوائية (Randomness)، الممثلة في عدم اليقين (Uncertainty) المصاحب لنتائج التجارب العشوائية (Random Experiment)، فهذا النوع من الغموض قد تناولته نظرية الاحتمالات (Theory of Probability)، التي تفترض أن نتائج التجربة العشوائية هي متغيرات عشوائية تحكمها نماذج عشوائية (توزيعات احتمالية) (Probability Distributions)، والتي كثيرا ما يطلق عليها منحنيات الاعتقاد (Curves of Belief). وقد تكون الصيغة الصريحة لهذه التوزيعات غير محددة، إلا أنه من المؤكد أن لكل متغير عشوائي توزيعاً وحيد القيمة يحكم تحققه.

ويناقض هذا المفهوم الاحتمالي طبيعة الأحداث الضبابية (Fuzzy Events) التي يمكن أن تفترض العديد من دوال الانتماء (Membership Functions)؛ وعليه يمكن القول إن الاحتمال (Probability) ودرجة الانتماء (Degree of Mrmbership) هما شيئان مختلفان، فعدم اليقين الذي يرتبط بالعشوائية ويتم معالجته بمقاييس الاحتمال (Probability Measure)، يتم فيه استخدام المنطق الاحتمالي (Probability Logic) كأداة لإجراء الاستدلال الإحصائي عن خصائص المجتمع، بناء على بيانات عينة من هذا المجتمع، ويستخدم هذا النوع من الاستدلال لمعالجة الأحداث الثنائية (Binary Events) (التي تسفر عن واحدة من نتيجتين متنافيتين تكون صحيحة True، أو خاطئة Flase)، ونظرا لقلة المعلومات عن الأحداث محل الاهتمام، لتحديد النتائج بصورة مؤكدة، يستخدم مقياس الاحتمال لقياس درجة الصدق في تحقق هذه الأحداث أو تحقق أحداث أخرى ذات صلة، ومما لا شك فيه أن المنطق الاحتمالي قد أهمل صوراً أخرى من عدم اليقين كالغموض في مشاهدة الأحداث أو الأشياء (أو قيم المتغيرات العشوائية) أو كالتفسيرات المختلفة لنتائج التجارب العشوائية نتيجة لغموض الجانب الحسي في تناول تلك التفسيرات.

هناك العديد من الأسباب التي تجعلنا نبحث عن نماذج جديدة تتعامل مع الصور المختلفة لعدم اليقين، فضلا عن النماذج الاحتمالية التي اكتفت بمعالجة الجزء المتعلق بعشوائية المعلومات، وأول الأسباب التي تتبادر إلى الذهن هي عدم إمكانية إهمال تأثير الغموض الذي يحيط بعملية اتخاذ القرار إذا ما سلمنا بقصور اللغات البشرية في التعبير عن معاني الأشياء بدقة عالية، بالإضافة إلى اختلاف البصيرة أو الملاحظة من شخص إلى آخر. أيضا، ومن المعروف أنه كلما تعقدت طبيعة الظواهر صعبت معها طرق قياسها بالدقة المطلوبة، أو أن جدوى قياسها بالدقة المطلوبة يصبح غير اقتصادي؛ ولذا جرى العرف على إهمال الكثير من العوامل أو المؤثرات في سبيل الوصول إلى نماذج يسهل التعامل معها.

وهكذا بنى «أرسطو» فلسفة المنطق الثنائي ومنهجه كما تم الإشارة إليه في الجزء الثاني من هذه الدراسة، ولكن ونحن على مشارف القرن الواحد والعشرين، حيث تعيش البشرية ثورة المعلومات والتقنيات، أصبح عدم اليقين الناتج عن الغموض أو اللبس من العوامل المهمة والفاعلة في عمليات التنبؤ واتخاذ القرارات؛ ولذلك بدأ المنطق الضبابي يفرض نفسه على هذه الحقبة من الزمن، ومن المتوقع له أن يستمر لأزمان قادمة، ليقدم لنا فلسفة تتعامل مع اللغات البشرية كما نتعامل نحن البشر في حياتنا العادية.

نظم التحكم في ظل المنطق الضبابي Fuzzy Control Systems:

في الجزء السابق تم تقديم تعريف مبسط للمنطق الضبابي الذي قدمه Zadeh (1965) كما تمت الإشارة إلى وجه الاختلاف العام بينه وبين المنطق الثنائي، الذي يتمثل في طريقة تناول كل منهما للأحداث أو الفئات وكذا مصادر عدم اليقين (Sources of Uncertainty) في كل منهما. فالمنطق الثنائي يبحث في انتماء أو عدم انتماء الحدث موضع الاهتمام إلى فئة ما، في حين يتناول المنطق الضبابي درجة انتماء هذا الحدث إلى فئة ضبابية أو العديد من الفئات الضبابية حيث تتراوح درجة الانتماء (مقياس الانتماء) بين الصفر والواحد الصحيح، فدرجة الانتماء القريبة من الصفر تعكس انتماء ضعيفا إلى الفئة محل الاهتمام، في حين أن درجة الانتماء القريبة من الواحد تعكس انتماء قويا إلى الفئة محل الاهتمام. قد تصل درجة انتماء الحدث مثلاً: «درجة الحرارة ٤٠ درجة مئوية» إلى ٠,٦ في الفئة «ساخنة»

وإلى ٠,٢ في الفئة «معتدلة» وإلى ٠,١ في الفئة «باردة». فالكلمات «باردة» و«معتدلة» و«ساخنة» كلمات تعبر عن فئات، وهنا ننوه إلى أن مجموع درجات الانتماء في الفئات الضبابية لا تساوي بالضرورة الواحد الصحيح، في حين أن مجموع درجات الانتماء في فئة ضبابية ما والفئة المتممة لها يجب أن تكون واحدا صحيحا.

ولقد اقترح Zadeh (1973) استخدام المنطق الضبابي في تطوير نظم التحكم المعقدة وذلك بإحلال المعادلات المركبة والمعقدة التي تستخدم المنطق التقليدي بسلسلة من الجمل المنطقية البسيطة المكونة من سلسلة من العبارات المشروطة مثل: «إذا تحقق الأمر المعني فنفذ الأمر الفلاني» (if then)، التي تستخدم النمطق الضبابي في اتخاذ القرار، فلبناء نظام تحكم في عرض سلعة ما مثلاً بناء على سعر السوق لتحقيق التوازن المطلوب بين العرض والطلب (fuzzy sullpy control system)، افترض أن نطاق الأسعار هو $P_1 < P_2 < ... < P_k$، وأن الكميات التي يمكن توفيرها هي $q_1 < q_2 < ... < q_m$، يمكن لقواعد التحكم أن تأخذ مجموعة الجمل المنطقية التالية:

إذا انخفض السعر انخفاضا كبيرا جدا، فقلل الكمية بشكل كبير جدا.
اذا انخفض السعر انخفاضا متوسطا، فقلل الكمية بشكل كبير.
إذا انخفض السعر انخفاضا ضئيلا، فقلل الكمية بشكل ضئيل.
إذا ارتفع السعر ارتفاعا ضئيلا، فزد الكمية بشكل ضئيل.
إذا ارتفع السعر ارتفاعا متوسطا، فزد الكمية بشكل كبير.
إذا ارتفع السعر ارتفاعا كبيرا جدا، فزد الكمية بشكل كبير جدا.

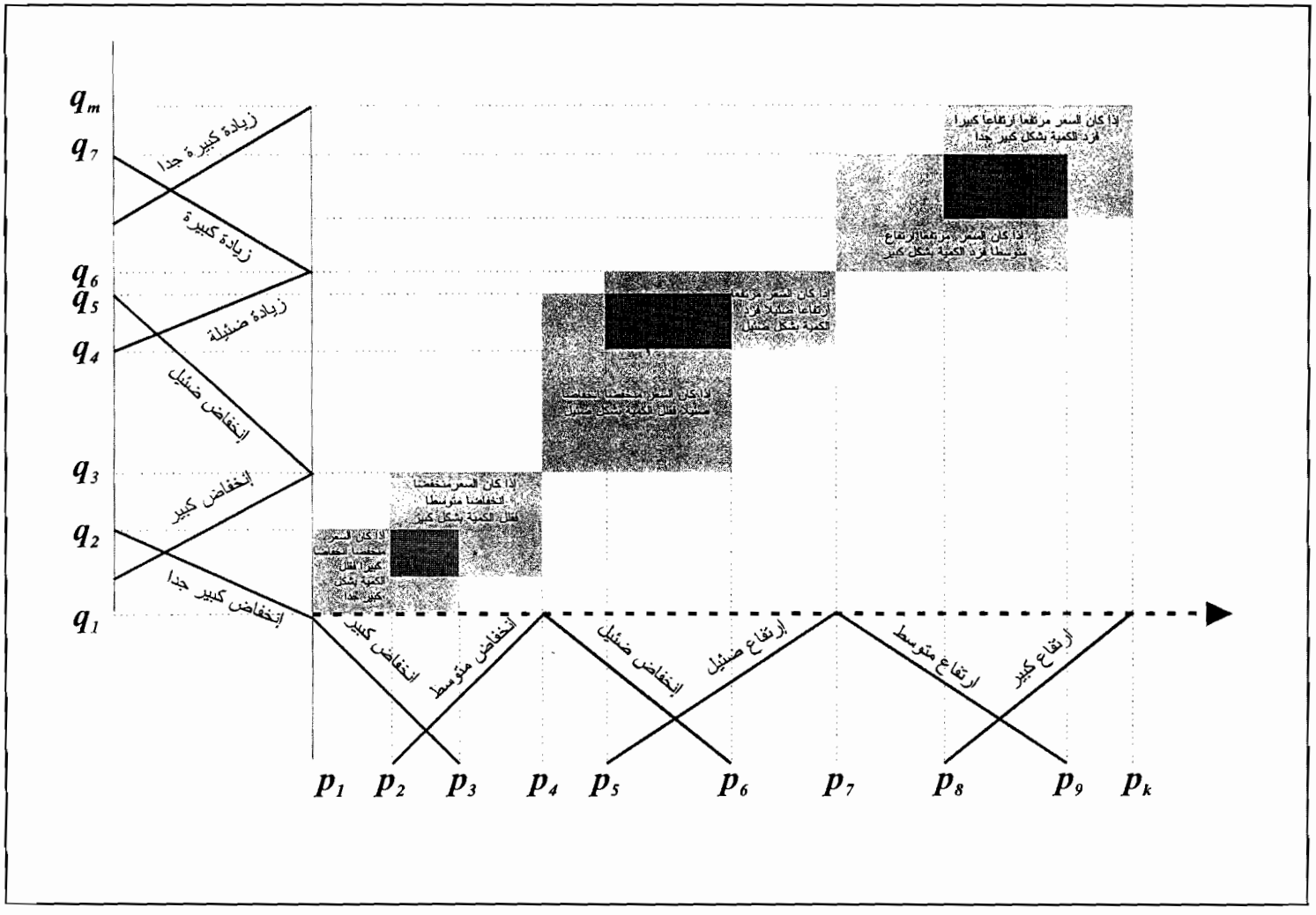
كما أوضح سلفا، فإن المنطق الثنائي ينسب إلى كل حدث القيمة صفر (إذا لم يقع الحدث كلية داخل الفئة محل الاهتمام) أو الواحد الصحيح (إذا وقع الحدث كلية داخل الفئة محل الاهتمام)، وتسمى تلك الفئات بالفئات الناضجة أو المكتملة (crisp)، في حين أن المنطق الضبابي ينسب الحدث إلى قيمة بين الصفر والواحد تعبيرا عن درجة انتماء ذلك الحدث إلى الفئة، وتسمى الفئة في تلك الحالة بالفئة الضبابية (Fuzzy) أو الغامضة أو غير المكتملة، وبذلك استطاع المنطق الضبابي التعبير عن ظلال مختلفة للحقيقة (لانتماء الحدث إلى الفئة محل الاهتمام). ويعكس ذلك قدرة المنطق الضبابي على التعامل مع اللغة الطبيعية أو لغات الحوار كما هو واضح في المثال السابق. «إذا انخفض السعر انخفاضا كبيرا، فقلل الكمية بشكل كبير جدا» كما هو موضح في شكل ٣.

يمر المنطق الضبابي بثلاث مراحل للوصول إلى حل ناضج (كامل) (crisp) كما هو موضح في شكل ٤، وتتمثل المرحلة الأولى في تحويل المدخلات الناضجة (الكاملة) إلى النظير الضبابي (Crisp-to-Fuzzy) ويطلق على هذه المرحلة عملية الضبابية أو التغييم (Fuzzification)، وهو نظام الاستدلال المسئول عن تطبيق القواعد المنطقية على المدخلات الناضجة. وفي هذه المرحلة يتم ربط المدخلات الناضجة بفئات الانتماء الضبابية، فالسعر الناضج P_5 في شكل (٣) مثلاً يتم وضعه في النظير الضبابي «ارتفاع ضئيل»، ومن ثم يتم حساب درجة الانتماء (مقياس الانتماء) لكل قيمة من القيم الحقيقية، وتمثل مخرجات المرحلة السابقة مدخلات المرحلة التالية، وفي هذه المرحلة يتم تقييم القواعد المنطقية «نظام الاستدلال» وفي أثناء تقييم القواعد المنطقية تستخدم المدخلات أو قيم الحقيقة شروطاً أو قيوداً على القاعدة الأساسية.

ومن ثم يتم استخدام مجموعة القواعد اللغوية للعبارات «إذا كان فافعل» (If then statements) لتحديد الاختيار المناسب والمناظر للقيم المعطاة التي تم تركيبها في مرحلة التقييم السابقة.

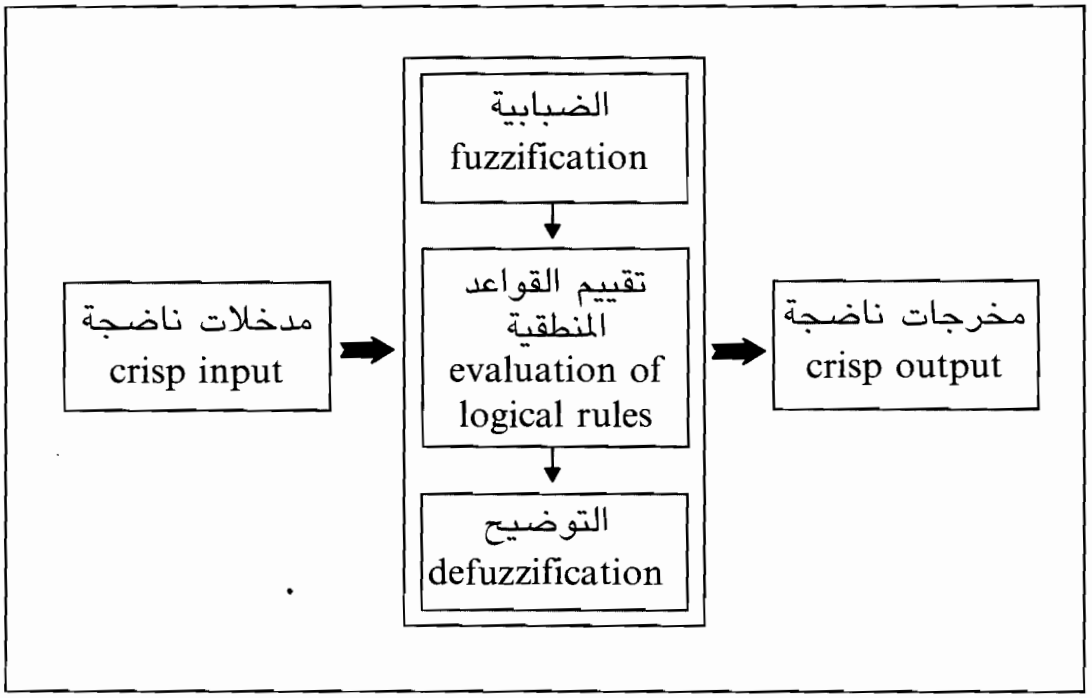
شكل ٣

الخرائط الضبابية للنظام المنطقي للعلاقة بين الكمية المعروضة والسعر (نظام التحكم بين الكمية والسعر)



شكل ٤

مكونات النظام الضبابي ومركباته



فمثلا إذا كانت القاعدة اللغوية على الصورة «(إذا كانت المدخلات هي القيمة 1) يكون (الخيار هو القيمة 2)» [**If** (input is $value_1$) **then** (action is $value_2$)]، حيث إن الكلمات: «إذا» و«يكون» (If, then) هي روابط منطقية ضبابية، وأن القيمة $(value_1)_1$ هي الفئة الضبابية المناظرة لمدخل معين، وأن القيمة$_2$ ($value_2$) تشير إلى مخرج معين. ولم يقتصر دور المنطق الضبابي على معالجة نظم التحكم بل امتد استخدامه إلى العديد من المواضيع الهامة، مثل إدارة الخطر، وإدارة الجودة الشاملة، وطرق الاستدلال الإحصائي.

بعض تطبيقات المنطق الضبابي في اتخاذ القرارات

سيتناول هذا الجزء بإيجاز بعض تطبيقات المنطق الضبابي في اتخاذ القرارات المتعلقة بإدارة الخطر، واختبارات الفروض الإحصائية والتقديرات الإحصائية باستخدام فترات الثقة.

المنطق الضبابي في إدارة المخاطر:

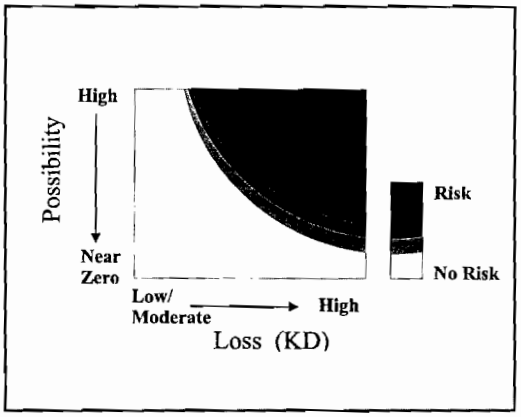
إدارة الخطر هي عملية صنع وتنفيذ القرارات المتعلقة بالحد من تأثير الخسائر الناشئة عن الأحداث غير المتوقعة في المؤسسة، لذا فإنه من الضروري لمتخذ القرار بلورة المفهوم الحسي والإدراك الحقيقي لمعنى الخطر، والخطر في مفهومه هو مقياس لفرصة الخسارة بأنواعها بغض النظر عن المؤثرات المالية في المؤسسة، والمدير المتمرس بإدارة الأخطار في المؤسسة معني بالخسائر غير المتوقعة التي قد يكون لها تأثيرات سلبية في الوضع المالي للمؤسسة.

ومن المسلمات الأساسية لدى مدراء الأخطار الناجحين هي: «أن الأخطار غير المتوقعة ممكنة الحدوث وأن تأثيراتها المالية فادحة في المؤسسة». وشكل ٥ يبرز الصورة الحسية لمدير الخطر تجاه الأخطار، حيث يبين أنه عندما تكون فرصة الخسارة ومقدار هذه الخسارة كبيرين بقدر كاف، يعني ذلك للمدير أن الخطر قائم من ناحية، (المنطقة الداكنة من الشكل)، ومن ناحية أخرى، فإن الخطر غير متعلق بفرص تحققه الضعيفة أو تلك الخسارة الضئيلة التي يمكن تحملها تحت أية ظروف (المنطقة البيضاء من الشكل).

وتجدر الملاحظة هنا إلى أن تحديد الحدود الفاصلة بين المستويات المختلفة للخطر هي توليفة من الأحداث الضبابية بالنسبة إلى متخذ القرار، وعليه فإنه من الصعب بل ومن المستحيل الوصول إلى نموذج رياضي دقيق لصياغة الخطر في ظل تلك الأحداث الضبابية، وكنتيجة لذلك فإن قرارات مدير الخطر سوف تبنى في ظل محدودية المعلومات المتوفرة ونقصها، أو بمعنى آخر، في ظل ظروف جهل جزئي للحقيقة الكاملة، كما أن عمليات التقريب باستخدام المنطق الضبابي تتضمن ذلك المصدر وتتعامل معه لعدم اليقين (Uncertainty). ورغم أن عمليات التقريب تلك، لا تصل إلى درجات الكمال المطلوبة إلا أنها تستطيع أن تميز بقدر كاف ما بين الاختيارات الجيدة والاختيارات الرديئة.

وفي النهاية يمكن القول بأنه في أية محاولة لصياغة الخطر، يجب أن يراعى عدم اليقين (الغموض) الملازم والمتأصل في الصورة الحسية لمدير الخطر في المؤسسة تجاه هذا الخطر، وهذا ما يمكن أن يتم باستخدام نظريات المجموعات القائمة على المنطق الضبابي (Fuzzy Set Theory). انظر في ذلك Jablonowski (1996).

شكل ٥
ملامح درجات الإحساس بالخطر



المنطق الضبابي في الطرق الإحصائية:

في العمليات الإحصائية للتقديرات بفترات ثقة، يكون المطلوب إنشاء فترة ثقة U للمعلمة المجهولة، كتقدير المتوسط μ للمتغير العشوائي X على سبيل المثال. افترض أن A هي فئة جزئية من فترة الثقة U التي حصلنا عليها ($A \subseteq U$)، وقد تضم الفئة الجزئية A المعلمة μ (أي $\mu \in A$)، أو قد تقع μ خارج الفئة الجزئية A (أي $\mu \notin A$)، ولكن من الصعب، بل ومن المستحيل معرفة ذلك. والبحث يكون دائماً عن أصغر فئة جزئية ممكنة تحتوي المعلمة المجهولة μ. وحيث إن μ ثابتة، فإن تعريف مقياس احتمال انتماء μ إلى A يكون له معنى فقط إذا كانت الفئة الجزئية A عشوائية. ولكن، وبعد إنشاء الفئة A باستخدام بيانات العينة تصبح A فئة غير عشوائية، ويصبح تفسير الاحتمال في هذه الحالة على أنه درجة ثقتنا بانتماء μ إلى المجموعة A، أي أنه مقياسا للانتماء وليس للاحتمال وهذا هو الفارق الواضح بين مقياس الاحتمال (Probability Measure) ومقياس الانتماء (Possibility Measure). وتجدر الإشارة هنا، إلى أن معامل الثقة المصاحب لإنشاء فترات الثقة الإحصائية، ما هو إلا في الحقيقة مقياسا للانتماء، لا مقياسا للاحتمال كما هو شائع في

الاستخدامات والتفسيرات الإحصائية، وحيث إن الفترة التي حصلنا عليها لم تعد عشوائية إلا أنها تفسر خطأ بأنها فترة احتمالية.

نتناول الآن قضية مماثلة تعالج الفئات الضبابية. افترض أن U هي فئة جميع الإجابات الممكنة عن سؤال ما، وأنه توجد إجابة واحدة صحيحة فقط هي u_o عن هذا السؤال إلا أنها غير معلومة، وافترض أيضا، أن لكل فئة جزئية ناضجة A (Crisp Subset)، يمكن تحديد مقياس الانتماء u_o إلى الفئة A (عن طريق سؤال خبير مثلا أو باستخدام حقائق ما عن تلك العلاقة)، وهذا المقياس يعكس درجة اعتقادنا في انتماء u_o إلى الفئة A وهذا النوع من الربط هو ما نطلق عليه الصياغة الرياضية للأساسيات الضبابية بواسطة الفئات الضبابية.

والآن نلقي بعض الضوء على فلسفة اختبارات الفروض في ظل المنطق الضبابي؛ افترض أن المعلمة المجهولة θ هي إحدى ملامح الجودة (Quality Characteristics) لمنتج ما ويجب أن تصل إلى القيمة المستهدفة θ_0، ومن المعلوم أن الصياغة التقليدية لكل من فرض العدم H_0، (Null Hypothesis)، والفرض البديل H_a، (Alternative Hypothesis)، هي صياغة محددة وناضجة (Crips Formulation)، حيث يأخذ فرض العدم الشكل الرياضي $(H_0 : \theta = \theta_0)$، ويعتمد القرار في ظل التحليل الإحصائي التقليدي على المنطق الثنائي، حيث يتم رفض أو عدم رفض (قبول) فرض العدم بناء على بيانات العينة.

وفي هذا الصدد يقول Tukey (1991) «إن أسوأ، أي أخطر، ملامح القرار الثنائي الخاص باختبارات الفروض الإحصائية هو قبول فرض العدم الذي يتجاهل أو يهمل بدوره عدم اليقين المصاحب لذلك القرار كمحاولة الطلاء بلون واحد فقط، فاللون الأسود المتعلق بقبول فرض العدم مثلاً هو أسود قاتم أكثر مما ينبغي، حيث إنه لا يفرق بين اتجاهات اختلافات المعالم تحت الاختبار، فهو (أي الاختبار) لا يفرق بين قبول فرض العدم بأن تكون قيمة المعلمة تحت الاختبار هي إحدى القيمتين: (-101,+1) أو (-101,+101) أو (-1,+1)، في حين أن معناها الطبيعي مختلف تماماً. أما اللون الأبيض المتعلق برفض فرض العدم، فهو أيضاً أبيض ناصع أكثر مما ينبغي، ويتعامل مع قيم المعلمة تحت الاختبار كالقيمتين: (+1,+101) أو (+1,+3) أو (+99,+101) بالتساوي في حين أن معناها الطبيعي مختلف تماما». ويستطرد Tukey (1991) في تعليقه على عملية اختبارات الفروض الإحصائية في ظل المنطق الثنائي قائلا «إن ما يجب أن نعيه من ثورة المعلومات التي نعيشها الآن هو أن نتعلم كيف نعيش ونتكيف مع كل من الحقائق الضبابية المتعلقة بالمعلومات وباتخاذ القرار والنظريات الرياضية الدقيقة التي تساعد في البراهين والاشتقاقات، إذ لا غنى لنا عن كليهما». فدقة النظريات الرياضية تساعد على رسم صورة الأشياء وتحديد أطر الحقائق والتفكير في مجمل الكون الذي نعيش فيه، أما كيف نتناول القرارات داخل تلك الأطر فيحتاج إلى منطق مرن وغير دقيق يستطيع أن يتعايش مع الحقائق الغامضة والمعلومات الضبابية، ومن الملاحظ أن الصياغة المنطقية للفروض الإحصائية تحت مظلة التحليل التقليدي (المنطق الثنائي) هي صياغة صناعية لا تصور حقيقة الادعاءات.

أخيرا نود أن نشير إلى شكل اختبارات الفروض في ظل المنطق الضبابي. حيث يأخذ فرض العدم الضبابي الصيغة الرياضية (H_0 :θ is around θ_0)، ومعناه أن المعلمة المجهولة θ تقع في جوار θ_0. كما يمكن تعرف كل من فرض العدم الضبابي (mH_0) والفرض البديل له (mH_1) باستخدام دوال الانتماء التالية: ($mH_0 : \theta \rightarrow [0;1]$ and $mH_1 : \theta \rightarrow$

([0;1] حيث $mH_i(\theta)$ تعكس درجة انتماء المعلمة θ لكل من H_i $(i = 0,1)$، وفي الحالة الخاصة (والتي تناظر اختبارات الفروض الإحصائية بالطريقة التقليدية)، عندما $mH_i(\theta)=1$ يعني ذلك انتماى المعلمة θ إلى الفرض H_i كليا، وإذا كانت $mH_i(\theta) = 0$ فإن ذلك يشير إلى أن θ لا تنتمي إلى H_i. أما إذا كانت قيمة $0<mH_i(\theta)<1$ (والتي تعالجها اختبارات الفروض الإحصائية بطريقة المنطق الضبابي) فإن θ تنتمي إلى H_i بدرجة انتماء تساوي المقدار $mH_i(\theta)$، (Arnold, 1996).

الخاتمة

لقد استعرضنا في هذه الدراسة فكرة المنطق الضبابي التي قدمها لطفي زاده في عام ١٩٦٥ بديلاً عن المنطق الثنائي الذي سيطر على الفكر البشري في اتخاذ القرارات فترة تربو على أربعة آلاف عام، وكما بينا سابقا فإن المنطق الضبابي يعتمد على فئات ضبابية، تقرن كل حدث ضبابي بفئة واحدة أو مجموعة من الفئات وبدرجات انتماء مختلفة تتراوح بين الصفر والواحد الصحيح، على عكس المنطق الثنائي الذي يعنى بانتماء أو عدم انتماء الحدث إلى هذه الفئة. فالعبارة «إن إنتاج اليوم مناسب» مثلاً يمكن أن تصاغ بفئة ضبابية لها دالة انتماء m (مقياس انتماء). فإذا كانت كمية الإنتاج ٧٠٠ طن وكانت دالة الانتماء هي $m(700) = 0.8$، فإن ذلك يعني أن درجة انتماء الإنتاج ٧٠٠ إلى الفئة الضبابية «إن إنتاج اليوم مناسب» هي 0.8 التي يمكن تفسيرها أيضا على أنها درجة رضائنا عن ملاءمة الكمية المنتجة اليوم للكمية المستهدفة من قبلنا.

ومع أننا ركزنا في تقديمنا للمنطق الضبابي على التطبيقات التجارية والإحصائية ونظم اتخاذ القرارات إلا أن مجالات تطبيقات هذا المنطق تتعدد لتشمل شتى أنواع العلوم ومجالات المعرفة، كالتمييز بين الأمراض المختلفة في الطب، ونظم التحكم في قطارات الأنفاق في الهندسة، وتطوير الفرامل المانعة للانغلاق في هندسة السيارات، والتفرقة في الانتماءات الجينية في الهندسة الوراثية، وتحديد المسؤولية وإدارة المخاطر وحسابات أقساط التأمين في صناعات التأمين، والتعرف على الأنماط وأشكال الحروف في علوم اللغويات، وفي إعادة صياغة المنطق الرياضي بالكامل على أساس المنطق المتعدد (الضبابي) وما يتناوله من إعادة صياغة نظرية المجموعات ونظرية الفئات مثلا. وعلى القارىء أن يتخيل مدى المساهمة التي يمكن أن يقدمها هذا المنطق في المجالات الإحصائية في تصميم الاستبانات وطرق قياس اتجاهات الرأي، التي هي الآن موضع التنفيذ من قبلنا، وسوف يكون لنا معها وقفات متعددة في دراسات بحثية مستقبلية.

المراجع

Arnold, Bernhard, F. 1996. An Approach to Fuzzy Hypothesis Testing, *Metrika*, 44: 119-126.

Attaran, Mohsen. 1996. The Coming Age Fuzzy Logic. *Journal of Systems Management*, 47: 4-12.

Black, M. 1937. Vagueness: An Exercise in Logical Analysis. *Philosophy of Science*, 4: 427-455.

Bolloju, Narasimha. 1996. Formulation of Qualitative Models Using Fuzzy Logic. *Decision Support Systems*, 17: 275-298.

Brabazon, Tony. 1996. Intelligent Systems for Business, *Accountancy Ireland*, 28: 24-25.

Brabazon, Tony. 1996. The Adcantages of Being Fuzzy. *Accountancy Ireland*, 28: 40-41.

Chen, Joseph C and Black, J T. 1996. A Fuzzy Logic Based Approach for Pokayoke Stoplight Control in Unmanned Manufacturing Cells. *Journal of Manufactuting Systems*, 15: 33-42.

Chen, L-H, Kao, C, Kuo, S, Wang, T-Y and Jang, Y-C. 1996. Productivity Diagnosis via Fuzzy Clystering and Classification: An Application to Machinery Industry. *Omega*, 24: 309-319.

Coffin, Mark A and Taylor, Bernard *W III*. 1996. Multiple Criteria R&D Project Selection and Scheduling Using Fuzzy Logic. *Computers & Operations Research*, 23: 207-220.

Collins, James C and Porras, Jerry I. 1996. Building You Company's Vision. *Harvard Business Review*, 74: 65-77.

Dohnal, M, Fraser, D M and Kerkovsky, M. 1996. A Fuzzy Pooling of Investment Cost Knowledge. *International Journal of Produtions Economics*, 43: 91-106.

Duggan, Anthony J. 1997. Saying Nothing with Words. *Journal of Consumer Ploicy*, 20: 69-88.

Earl, Michael J. 1996. The Risks of Outsourcing IT. *Sloan Management Reciew*, 37: 26-32.

Einstien, A. 1952. The Principle of Relativity: *A Collection of Original Papers on the Special and General Theory of Relativity*, New York: Dover.

Goonatilke, Suran. 1996. Risk Assessment Using Intelligent Systems. *Insurance Systems Bulletin*, 11: 2-3.

Grabot, Bernard, Blanc, Jean-Claude and Binda, Chantal. 1996. A Decision Support System for Production Activity Control, *Decision Support Systems*, 16: 87-101.

Jablonowski, Mark. 1996. A New Perspective on Risk. *CPCU Journal*, 49: 225-236.

Kaneko, Takaomi. 1996. Building a Financial Diagnosis System Based on Fuzzy Logic Production System. *Computers & Industrial Engineering*, 31: 743-746.

Kasabov, Nikola. 1996. Fril - Fuzzy and Evidential Reasoning in Arttificial Intelligence, *Journal of the American Society for Information Science*, 47: 790-791.

Kim, Kwang Jae, Moskowitz, Herbert and KJoksalan. 1996. Fuzzy Bersus Statistical Linear Regression. *European Journal of Operational Research*, 92: 417-434.

Kim, Kwang Jae and Chen, Hsien-Ruey. 1997. A Comparison of Fuzzy and Nonparametric Lineae Regression, *Computers & Operations Research*. 24: 505-519.

Klir, George J., Tina, A. Folger. 1988. Fuzzy Sets, Uncertainty, and Information. *Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall.*

Kosko, Bart. 1993. Addition as Fuzzy Mutual Entorpy. *Information Science*, 73: 273-284.

Kuroda, Mitsuru and Wang, Zeng. 1996. Fuzzy Job Shop Scheduling. *International Journal of Production Economics*, 44: 45-51.

Labbe, Matrin. 1997. Airline Food and Interest Rates. *Fleet Owner*, 92: 26.

Lam, S Monica and Wong, Danny S. 1996. A Fuzzy Mathematical Model for the Joint Econimic Lot Size Problem with Multiple Price Breaks. *Eurpoean Journal of Operational Research*, 95: 611-622.

Lanciaux, Bernadette. 1997. Postimperialism and the Promotion of a Japanese Model of Economic Development. *Journal of Economic Ussues*, 31: 473-479.

Levine, Larry. 1997. Fuzzy Sets and Economics: Applications of Fuzzy, Mathematics to Non-Cooperative Oligopoly, *Economic Journal: The Journal of the Royal Economic Society*, 107, 831-834.

Liao, T Warren. 1996. A Fuzzy Multicriteria Decision-Making Method for Material Selection. *Journal of Manyufacturing Systems*, 15: 1-12.

Lukasiewicz, Jan. 1970. Selected Works (L. Borckowski, ed.0, *London: North Holland.*

Mamdani, E. H. and S. Assilian. 1975. An Experiment in Linfuistic Synthesis with a Fuzzy Logic Controller. *Int. J. Man-Mach. Stud.* 7: 1-13.

O Brien, Jeffrey M. 1996. Is Sony a Four-Letter Word?. *Marketing Computers*, 16: 46-50.

Ohashi, Takahiro. 1996. Tool Life Prediction for Cup Shaped Cold Forgings with Fuzzy Language Risk Analysis and Fuzzy Inference. *Computers & Industrial Engineering*, 31: 791- 795.

Perrone, Giovanni and La Diega, Sergio Noto. 1996. Strategic FMS Design Under Uncertainty: A Duzzy Set Throry Based Model. *International Journal of Production Economics*, 46 - 47: 549-561.

Petrovic, Dobrila, Petrovic, Radivoj and Vujosevic, Mirlo, 1996. Fuzzy Nodels for the Newsboy Problem. *International Journal of Production Econimics*, 45: 435 - 441.

Ping, Liu, Yongtong, Hu, Bode, J and Shouju, Ren 1996. Multi-Agent System for Cost Estimation. *Computers & Industrial Engineering*, 31: 731-735.

Porter, Anne Millen. 1997. In Some Compaines Quality Culture is Tangible. *Pruchasing*, 122: 51-52.

Price, Susan. 1996. Identifying Potentially Profitable Credit Card Customers with Artificial Intelligence. *Bank Systems & Technology*, 33: 18.

Reinbach, Andrew. 1996. Order-Matching System Uncovers Market"s Hidden Liquidity, Indicates Participants Willingness to Trade. *Bank Systems & Technology*, 33: 36.

Rogers, Dale S. 1996. A Case for Fuzzy Thinking. *Transportation & Distribution*, 37: 108-110.

Rommelfanger, Heinrich. 1996. Fuzzy Linear Programming and Applications. *European Journal of Operational Research*, 92: 512-527.

Rumiati, Rino and Lotto, Lorella. 1996. Varieties of Money: Experts' and Non-Experts' Typicality Judgments. *Journal of Economic Psychology*, 17: 403 - 413.

Russel, B. 1917. *Introduction to Mathematical Philosophy*. New York: Simon and Schuster.

Russel, B. 1923. Vagueness. *Australian Journal of Philosophy*, 1.

Sandras, William A Jr. 1996. Visions Happen When You Make Them Actionable with Total Quality Control 2. *Hospital Materiel Manegement Quarterly*. 18: 32-40.

Shipley, Margaret F, De Korvin, Andre and Omer, Khursheed. 1996. A Fuzzy Logic Approach for Determining Expected Values: A Project Management Application. *Journal of the Operational Research Society*, 47: 562-569.

Stamps, David. 1996. Large, Round, Fuzzy; Jobs Get Stupid. *Training*. 33: 47.

Tukey, John, W. 1991. The Philosophy of Multiple Comparions. *Statistical Science*, 6: 100-116.

Viswanathan, Madhubalan, Bergen, Mark, Dutta, Shantanu and Childers, Terry. 1996. Does a Single Response Category in a Scale Completely Capture a Response? *Psychology & Marketing*, 13: 457-479.

Vujosevic, Mirko, Petrovic, Dobrila and Petrovic, Radivoj. 1996. EOQ Formula when Inventory Cost is Fuzzy. *International Journal of Production Economics*, 45: 499 - 504.

Woelfel, Joseph. 1996. Is Artificial Intelligence for Real, *American Dempgraphics: Marketing Tools Supplement:* 63 - 64.

Yoegel, Rob. 1997. Maximize Your Business and Your Customers. *Target Marketing*, 20: 24.

Young, Virginia R. 1996. Insurance Rate Changing: A Fuzzy Logic Approach. *Journal of Risk & Insurance*, 63: 461 - 484.

Zadeh, L. A. 1965. Fuzzy Set, *Information and control*. 8: 338-353.

Zadeh, L. A. 1973. Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes, *IEEE Transctions on System, Man, and Cybernetics*, 3: 28 - 44.

ABSTRACT

FUZZY LOGIC IN DECISION MAKING

MOHAMMAD A. ALMAHMEED
HOSNY I. HAMDY
HAMEED A. ALQAHERI
Kuwait University

This study is concerned with the introduction of the idea of the multi valued logic (Fuzzy logic) which deals with the shortage of the human languages in experssing the real meanings of the intellectual understandings of things or events. The strength of fuzzy logic lies in its ability to facilitate decision making under lack (ambguity or vagueness) of available information. Fuzzy logic has developed from its theoretical and empirical nature to a full technical and industrial use. This study illustrates the concept of fuzzy logic and the philosophy of decision making and statistical inferences under fuzzy information.

محمد عبدالهادي المحميد (دكتوراه الفلسفة في الإحصاء، جامعة ولاية أوكلاهوما، الولايات المتحدة الأمريكية، ١٩٨٢)، أستاذ مساعد، كلية العلوم الإدارية، جامعة الكويت، له اهتمامات بحثية في مجالات الإحصاء الرياضي والتطبيقي خاصة في التحليل التتابعي، والسلاسل الزمنية، وإحصاءات «بينز»، وتحليل الشبكات العصبية، والمنطق الضبابي Fuzzy Logic.

حسني إبراهيم حمدي (دكتوراه الفلسفة في الإحصاء، جامعة ولاية أوكلاهوما، الولايات المتحدة الأمريكية، ١٩٨٣)، أستاذ الرياضيات والإحصاء، قسم الطرق الكمية ونظم المعلومات، كلية العلوم الإدارية، جامعة الكويت، وأستاذ باحث بجامعة فيرمونت، له اهتمامات بحثية في مجالات التحليل التتابعي، نظرية القرارات، التطبيقات الإحصائية في العلوم التجارية، الإحصاءات الهندسية، نظرية الاحتمالات، والمنطق الضبابي Fuzzy Logic، ونظرية الخطر.

حميد أحمد القاهري (دكتوراه الفلسفة في نظم المعلومات، جامعة بيستبرغ، الولايات المتحدة الأمريكية، ١٩٨٩)، مدرس، قسم الطرق الكمية ونظم المعلومات، كلية العلوم الإدارية، جامعة الكويت، له اهتمامات بحثية في مجالات نظم المعلومات ونظم دعم القرار، والمكتبات الرقمية Digital Library، ومعالجة اللغة العربية والفهم الآلي للنصوص العربية، والبحث والاسترجاع في النصوص العربية، والمنطق الضبابي وتطبيقاته.

مجلة العلوم الاجتماعية

فصلية - أكاديمية - محكمة

تعنى بنشر الأبحاث والدراسات في تخصصات السياسة والاقتصاد والاجتماع وعلم النفس والأنثروبولوجيا الاجتماعية والجغرافيا السياسية والبشرية

رئيس التحرير
أحمد محمد عبدالخالق

مديرة التحرير
منيرة عبدالله العتيقي

مراجعات الكتب
منصور مبارك

تفتح أبوابها أمام

- أوسع مشاركة للباحثين الاجتماعيين العرب للإسهام في معالجة قضايا مجتمعاتهم.
- التفاعل الحي مع القارئ المثقف والمهتم بالقضايا المطروحة.
- المقابلات والمناقشات الجادة ومراجعات الكتب والتقارير.
- تؤكد المجلة التزامها بالوفاء والانتظام بوصولها في مواعيدها المحددة إلى جميع قرائها ومشتركيها

الاشتراكات

الكويت والدول العربية:

أفراد: ٣ دنانير سنوياً داخل الكويت، ويضاف إليها دينار واحد في الدول العربية.

مؤسسات: في الكويت والدول العربية ١٥ ديناراً في السنة، ٢٥ ديناراً لمدة سنتين.

الدول الأجنبية:

أفراد: ١٥ دولاراً.

مؤسسات: ٦٠ دولاراً في السنة، ١١٠ دولارات لسنتين.

تدفع اشتراكات الأفراد مقدماً نقداً أو بشيك باسم المجلة مسحوباً على أحد المصارف الكويتية ويرسل على عنوان المجلة، أو بتحويل مصرفي لحساب مجلة العلوم الاجتماعية رقم 07101685 لدى بنك الخليج في الكويت (فرع العديلية)

توجه جميع المراسلات إلى:

رئيس تحرير مجلة العلوم الاجتماعية - جامعة الكويت

ص.ب ٢٧٧٨٠ صفاة، الكويت 13055

تليفون ٤٨١٠٤٣٦ - ٤٨٣٦٠٢٦ فاكس ٤٨٣٦٠٢٦/ ٠٠٩٦٥

E-mail:JSS@kuniv.edu.kw

Visit our web site
http://kuc01.Kuniv.edu.kw/~jss