الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Université Abou Bekr Belkaid
Tlemcen Algérie

جامعة أبي بكر بلقايد
تلمسان الجزائر

كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير

أطروحة مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه في العلوم الاقتصادية

تخصص: اقتصاد كمي

استخدام النماذج الهجينة لطريقة التحليل الهرمي المبهم والبرمجة الرياضية المبهمة في الخيارات المتعلقة بمشاريع نظم المعلومات

دراسة حالة امؤسسة ENOF –وحدة مغنية–

من إعداد الطالبة:
بن عمر فاطمة الزهراء

تحت إشراف الأستاذ:
أ.د. مكيديش محمد

أعضاء اللجنة المناقشة :

أ. د. بلمقدم مصطفى	أستاذ التعليم العالي	تلمسان	رئيسا
أ.د. مكيديش محمد	أستاذ التعليم العالي	م. ج. مغنية	مشرفاً
أ. د. يحى برويقات عبد الكريم	أستاذ التعليم العالي	تلمسان	ممتحناً
أ.د. ساهد عبد القادر	أستاذ التعليم العالي	م. ج. مغنية	ممتحناً
د.بن مسعود نصر الدين	أستاذ محاضر –أ–	م. ج. عين تيموشنت	ممتحناً
د.جمعة زكرياء	أستاذ محاضر –أ–	تلمسان	ممتحناً

السنة الجامعية: 2020–2021

اهداء:

الحمد لله الذي وفقني في انجاز هذا العمل المتواضع و الذي أهديه :

الى أمي الحبيبة أطال الله في عمرها و أمدها الصحة و العافية ، و الى أبي رحمه الله.

الى زوجي الكريم الذي كان سندا و دعما لي في عملي هذا.

الى أولادي عبد الله و عبد الرحمن و خديجة.

الى اخوتي ياسين و طه و عمتي و الى حماتي.

و الى جميع الأصدقاء و الاحباء.

جزاكم الله خيرا.

شكر و عرفان:

لله الحمد و المنة على توفيقي في اتمام هذا العمل المتواضع ، فما كان لشيء أن يجري في ملكه الا بمشيئته جل شأنه و علاه.

فلا يسعني و أنا في هذا المقام إلا أن أتقدم بأخلص كلمات الشكر و العرفان وبأصدق معان التقدير و الاحترام الى الأستاذ المشرف الأستاذ الدكتور "ميكيديش محمد" وكدا الدكتور "بلحسن محمد". الذين لم يبخلا علي بإرشاداتهما و نصائحهما السديدة و حرصهما الدائم على اتمام هذا العمل.

الشكر موصول كذلك إلى مسيري مؤسسة ENOF وحدة مغنية، وإلى كل من ساهم في الدراسة الميدانية على استقبالهم ودعمهم لنا.

وكما أتقدم بالشكر و الامتنان الى اساتدتي الافاضل أعضاء اللجنة الموقرة على موافقتكم مناقشة البحث.

و في الأخير أشكر كل من ساعدني من قريب او بعيد على اتمام هذا العمل.

.

قائمة المحتويات

قائمة المحتويات :

قائمة المحتويات 1

قائمة الأشكال 6

قائمة الجداول 8

المقدمة العامة :..... 11

1- اشكالية الدراسة: 13

2- نموذج وفرضيات الدراسة: 14

3- منهجية الدراسة:..... 15

4- أهمية الدراسة: 15

5- بنية الأطروحة:..... 16

الفصل الأول: نظم المعلومات واتخاذ القرار..... 18

مقدمة الفصل الأول:..... 19

المبحث الأول: ماهية نظم المعلومات 20

1-تعريف نظم المعلومات: 20

2- خصائص وأهداف ووظائف نظم المعلومات 21

3 - مكونات نظم المعلومات 22

4- تصنيفات نظم المعلومات 25

5-كفاءة وأمن نظم المعلومات: 34

المبحث الثاني: إدارة نظم المعلومات 35

1- أهداف بناء وتطوير نظم المعلومات وا لأطراف المشاركة فيه 36

2- مراحل دورة حياة نظم المعلومات 38

المبحث الثالث: عملية اتخاذ القرار 43

1-تعريف عملية اتخاذ القرار: 44

2-مستويات ومراحل اتخاذ القرار: 45

3- العوامل المؤثرة في عملية اتخاذ القرارات 47

خلاصة الفصل الأول:..... 50

قائمة المحتويات :

الفصل الثاني: أهم الدراسات المتعلقة باختيار مشاريع نظم المعلومات..... 51

مقدمة الفصل الثاني: 52

المبحث الأول: الدراسات المتعلقة باختيار المشاريع التقليدية لنظم المعلومات..... 53

1- دراسة Santhanam& al (1989):..... 53

2- دراسة Schniederjans& Wilson (1991) 54

3- دراسة Badri & al. (2001).....55

4- دراسة Lee & Kim (2001):..... 56

5- دراسة Kim & al. (2009):.....57

6- دراسة Chung-Hsing Yeh & al. (2010) 58

7- دراسة Jian Guo (2013).....60

8- دراسة Gerogiannisa & al. (2013) 61

9- دراسة Bolat & al (2014):.....63

10- دراسة Shaaban Elahi & al.(2016).....64

11- دراسة Toloo & al. (2018) 66

12- دراسة Avinash Samvedi & al. (2018) 67

13- دراسة Leyva-Vazquez & al. (2020) 69

المبحث الثاني: الدراسات المتعلقة باختيار مشاريع برمجيات التسيير المدمج (ERP) 70

1- دراسة Wei & al (2005) 70

2- دراسة CHI-TAI LIEN & HSIAO-LING Chan (2007) 71

3- دراسة LIANG & LI (2008) 72

4- دراسة Tuncay Gürbüz & al (2012).....74

5- دراسة Moutaz Haddara (2014).....74

6-دراسة Sławomir Klos & Peter Trebuna (2014) 75

7- دراسة Huseyin Selcuk Kilic & al. (2014) 76

8- دراسة Hodjatollah Hamidi (2015) 77

المبحث الثالث: المفاضلة بين نظم المعلومات مفتوحة المصدر، ومغلقة المصدر، وتحت الطلب 77

1- دراسة Benlian (2011) 77

2- دراسة Young-Chan Lee & al. (2014) 79

قائمة المحتويات :

3- دراسة Kajal Chatterjee & al. (2013) 80

خلاصة الفصل الثاني: 81

الفصل الثالث : طريقة التحليل الهرمي المبهم والبرمجة الرياضية المبهمة..... 82

مقدمة الفصل الثالث 83

المبحث الأول: النظرية المبهمة..... 83

1- مفاهيم أساسية للنظرية المبهمة 84

2-أهم العلاقات المنطقية في النظرية المبهمة: 90

3- مبدأ تمديد ZADEH (ZADEH'S Extension Principal):..... 91

4- مميزات نظرية المجموعة المبهمة: 92

المبحث الثاني: طريقة التحليل الهرمي المبهم(FUZZYANALYTICHIEARCHYPROCESS:FAHP) 93

1-مميزات طريقة التحليل الهرمي المبهم..... 94

2-مراحل طريقة التحليل الهرمي المبهم المقترح من طرف Ramik&Korviny (2014): 94

المبحث الثالث: البرمجة الرياضية المبهمة (FUZZY MATHEMATICAL PROGRAMMING) 105

1- مفهوم البرمجة الرياضية المبهمة 105

2- تصنيف البرمجة الرياضية حسب نوع وطبيعة الابهام..... 106

3- تصنيف البرمجة الرياضية المبهمة بالاعتماد على مفهوم دوال الانتماء 118

خلاصة الفصل الثالث..... 122

الفصل الرابع: الدراسة التطبيقية 126

مقدمة الفصل الرابع 127

المبحث الأول: أهداف، منهجية ومعطيات الدراسة 128

1- مناهج ترشيد القرار المستعملة في الدراسة 128

2- تقديم المؤسسة ميدان الدراسة..... 132

3- معطيات الدراسة 134

المبحث الثاني: طريقة التحليل الهرمي المبهم (FAHP) 139

1- صياغة المشكل بطريقة هرمية 139

2- وضع مصفوفات الأوزان النسبية المبهمة وحساب الأوزان النهائية..... 141

المبحث الثالث: النموذج الهجين لطريقة التحليل الهرمي المبهم و البرمجة الرياضية المبهمة 160

قائمة المحتويات :

1- صياغة وحل النموذج: 160
2- تحليل الحساسية: 163
3- المقارنة بين نتائج نموذج التحليل الهرمي المبهم (FAHP) والنموذج الهجين FAHP-AWFGP 166
خلاصة الفصل التطبيقي..... 169

الخاتمة العامة 171

قائمة المراجع 175

الملاحق: 191

قائمة الأشكال

الشكل 1: مكانة نظم المعلومات (يوسف مسعداوي، 2014) 21
الشكل 2: الوظائف الرئيسية لنظم المعلومات (كمال الدين مصطفى الدهراوي، 2005) 23
الشكل 3: مكونات نظم المعلومات (من إعداد الطالبة) 24
الشكل 4:مراحل بناء دورة حياة نظم المعلومات..... 38
الشكل 5:شكل توضيحي للمبدأ الأساسي لتخطيط نظم المعلومات 39
الشكل 6 :شكل توضيحي للمبدأ الأساسي لتخطيط نظم المعلومات 41
الشكل 7: وضع أو غرس النظام..... 43
الشكل 8: الصفات الواجب توافرها في متخذ القرار 45
الشكل 9: مراحل عملية صنع القرار..... 47
الشكل 10:دالة الانتماء المثلثية..... 86
الشكل 11: دالة الانتماء من نوع شبه المنحرف 86
الشكل12 : دالة الانتماء الجرسية..... 87
الشكل13 : دالة الانتماء من نوع S..... 88
الشكل 14: دالة الانتماء من نوع π 88
الشكل15: مفهوم α-cut 90
الشكل16: النموذج الهرمي لسيرورة التحليل الهرمي..... 96
الشكل 17: المتغيرات اللغوية للأوزان النسبية 97
الشكل 18: دالة االانتماءUi من القيود المبهمة..... 111
الشكل 19: دالة الانتماء من الهدف المبهم 111
الشكل20: دالة الانتماء للمجموعة المبهمة 117
الشكل21: مراحل منهجية التحليل الهرمي المبهم المقترحة..... 130
الشكل22: مراحل المنهجية الهجينة للتحليل الهرمي المبهم والبرمجة الخطية بالأهداف المبهمة المرجحة..... 131
الشكل 23: المخطط التنظيمي للمؤسسة الوطنية للمنتجات المنجمية غير الحديدية والمواد النافعة (ENOF) – وحدة مغنية –..... 134
الشكل24: النموذج الهرمي لعملية اختيار مشاريع نظم المعلومات 140
الشكل 25: الأوزان النهائية للمشاريع العشرة لنظم المعلومات (من اعداد الطالبة باستخدام برنامج إكسيل 2007)..... 159

قائمة الجداول

الجدول1 : جدول يبين الأطراف المشاركة في بناء و تطوير نظم المعلومات 37
الجدول2 : اهم خصائص النظرية المبهمة 89
الجدول3: مقارنة بين أهم الطرق الرياضية المختلفة المستعملة في صياغة نماذج التحليل الهرمي المبهم 95
الجدول4 : المقاييس المبهمة المثلثة الممثلة قيم المتغيرات اللغوية للأوزان النسبية التي تأخذها العناصر المكونة للمشكلة المطروحة..... 98
الجدول5 : قيم RI حسب عدد المعايير أو البدائل 100
الجدول 6: الصيغة الجبرية و الشكل الرياضي لدوال الانتماء الخطية المقترحة في نموذج (Yaghoobi & Tamiz، 2008)..... 121
الجدول7 : معطيات المعايير المقدمة في الدراسة الميدانية 138
الجدول 8: المصفوفة المقارنة المبهمة للمعايير مع بعضها باحترام الهدف 143
الجدول 9: نتائج المقارنة المبهمة للمعايير مع احترام الهدف 143
الجدول 10: مصفوفة المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار تكاليف المعدات (C1) 144
الجدول11 : نتائج المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار تكاليف المعدات (C1) 144
الجدول12 : مصفوفة المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار تكاليف البرمجيات (C2) 146
الجدول13: نتائج المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار تكاليف البرمجيات (C2)..... 146
الجدول14 : مصفوفة المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار التكاليف الأخرى (C3) 147
الجدول15 : نتائج المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار التكاليف الأخرى (C3) 147
الجدول16 : مصفوفة المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية اللازمة (C4)..... 149
الجدول17 : نتائج المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية اللازمة (C4) 149
الجدول18 : مصفوفة المقارنة المبهمة للمشاريع مع احترام معيار الربح(B) 150
الجدول19 : نتائج المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام الربح (B) 150
الجدول20 : مصفوفة المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار المخاطرة (R)..... 152
الجدول21 : نتائج المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار المخاطرة (R)..... 152
الجدول22 : مصفوفة المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار وقت التنفيذ (T1) 153
الجدول23 : نتائج المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار وقت التنفيذ (T1) 153
الجدول24 : مصفوفة المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار الوقت اللازم للتكوين (T2)..... 155

الجدول25 : نتائج المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار الوقت اللازم للتكوين (T2)..... 155
الجدول26 : مصفوفة المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار رضا المستخدمين (S1)..... 156
الجدول27 : نتائج المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار رضا المستخدمين (S1)..... 156
الجدول28 : مصفوفة المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار رضا متخذي القرار (S2) 157
الجدول29 : نتائج المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار رضا متخذي القرار (S2) 157
الجدول30 : التفضيلات النهائية للمشاريع 159
الجدول31 : البيانات المرتبطة بمختلف دوال الانتماء للنموذج المقترح 161
الجدول 32: نتائج تحليل الحساسية..... 165
الجدول33 : ملخص نتائج الدراسة التطبيقية 167

المقدمة العامة :

نتيجة للتطور الهائل الذي عرفته تكنولوجيا الإعلام والاتصال في النصف الثاني من القرن العشرين، تنامت الأهمية التنظيمية والاستراتيجية لنظام المعلومات. يشكل هذا النظام اليوم، جهازا حيويا ترتكز عليه مختلف النماذج التجارية (التجارة الالكترونية، الأعمال الالكترونية...) والنظم الإدارية (التكوين الالكتروني، إدارة المعرفة، الإدارة الالكترونية للوثائق.....) للمنظمة. أمام هذه التغيرات، تطورت أساليب إدارة نظم المعلومات وبرزت مناهج متنوعة تسمح بتطوير وتثبيت نظم تتميز بالتكامل والجودة العالية (منيعة، موثوقة)، تهدف إلى مساندة احتياجات التشغيل والإدارة، ترضي إحتياجات المستخدمين النهائيين وتحترم القيود المتعلقة بالتكاليف المالية والبشرية.

تعتبر مناهج ترشيد الخيارات المتعلقة بتطوير نظم المعلومات الجديدة ذات أهمية كبيرة بالنسبة للمؤسسة. بالفعل يتطلب تطوير نظم المعلومات إتخاد مجموعة من الخيارات المصيرية. على المستوى الاستراتيجي، يتطلب التخطيط الإستراتيجي لنظم المعلومات إختيار مجموعة من النظم (Information Systems Portfolio) يتم برمجة تطويرها على فترة متوسطة إلى طويلة المدى. على المستوى التكتيكي، يتوجب على الإدارة كذلك أن تختار بين: شراء النظام المبرمج، تطويره داخليا، أو الإعتماد على برنامج مفتوح (Open Source Software) أو المناولة الخارجية.

عموما، تعتبر هذه الخيارات خيارات معقدة وتحديا تواجهه المنظمات. فالتعقيد يكمن في: تعدد الأبعاد المرتبطة بعملية إتخاذ القرار، إختلاف طبيعة المعايير المرتبطة بعملية إختيار مشاريع نظم المعلومات، ترابط الأهداف والمعايير والبدائل، وأيضا في طبيعة بعض القرارات التي تكون شخصية وغير دقيقة بحكم تأثير ميول الأشخاص على قراراتهم.

على وجه التفصيل، تتجلى صعوبة وتعقيد الخيارات المتعلقة بتطوير نظم المعلومات من خلال دراسة Archer & Ghasemzadeh (1999) حيث قسم هذين الباحثين عملية إختيار مشاريع نظم المعلومات إلى مجموعة من المراحل المبنية على إعتبارات إستراتيجية واسعة. حسب Ghasemzadeh & Archer (2000)، تصاحب

هذه المراحل مشاكل مختلفة يمكن إرجاعها إلى ستة أسباب أساسية: تعدد وتضارب الأهداف، وجود أهداف نوعية غير ملموسة، عدم اليقين والمخاطر التي يمكن أن تؤثر على المشاريع، محفظة المشاريع المختارة يجب أن تكون متوازنة من حيث أهمية المعايير، إمكانية ترابط بعض المشاريع، تعدد وتنوع محافظ مشاريع نظم المعلومات الممكنة. إلى جانب هذه العوامل، فقد بين Kieren Jamieson & al.(2006) أثر أربعة عوامل أخرى على عملية اختيار مشاريع نظم المعلومات وهي: الحدس الجيد، الخوف، عدم اليقين و التحيز.

1- إشكالية الدراسة:

من خلال هذه الأطروحة، سندرس إمكانية استعمال المناهج المتعددة المعايير المعتمدة على طريقة التحليل الهرمي المبهم والبرمجة الرياضية المبهمة لدعم الخيارات المتعلقة بمشاريع نظم المعلومات في المؤسسات. بالفعل، ترمي هذه الأطروحة إلى الإجابة على الإشكالية التالية: **كيف يمكن الإختيار الأمثل لمشاريع نظم المعلومات داخل المؤسسة الاقتصادية** ENOF **–وحدة مغنية– بالشكل الذي يسمح بمراعاة الإبهام وعدم الدقة التي تميز القيود وأحكام متخذي القرار من جهة، و تعدد وتضارب الأهداف من جهة أخرى ؟.**

و تندرج ضمن هذه الإشكالية مجموعة من الأسئلة الفرعية:

- ما هي الغاية من تطوير نظام معلومات جديد ؟
- كيف يمكن مراعاة الطابع المبهم للأحكام الشخصية المقدمة من مجموعة المختصين المكلفين بإتخاذ القرارات المرتبطة بإختيار مشاريع نظم المعلومات وتمثيلها في حكم يوحد قرار المجموعة ؟ و كيف تصاغ هذه الخيارات رياضيا؟
- كيف يمكن تجاوز مشكلة عدم الدقة والابهام الموجود في تحديد الأهمية المتعلقة بإحتياجات العملاء وكذا في معالجة العلاقات بين متطلبات العملاء والخصائص التقنية المصاحبة لعملية إختيار مشاريع نظم المعلومات؟

- كيف يتم نمذجة مشكلة إختيار مشاريع نظم المعلومات في بيئة تتميز بالإبهام بطريقة رياضيه؟ وما هي أهم الطرق المساعدة على ذلك؟

2- نموذج وفرضيات الدراسة:

خلال العقود الماضية، تم تطوير العديد من المنهجيات للتغلب على الصعوبات التي تواجه إختيار مشروع نظم المعلومات. على سبيل المثال، اقترح Wilson & Schniederjans (1991) منهجية هجينة تدمج بين طريقة التحليل الهرمي والبرمجة بالأهداف 0-1 لمراعاة قيود الميزانية والموارد. بعد ذلك، طور Lee and Kim (2001) طريقة متكاملة لل Delphi-ANP-ZOGP للنظر في درجة الترابط بين القيود والبدائل التي تميز مشاريع نظم المعلومات. أخيرًا، وللتعامل مع البيانات المبهمة التي ترتكز عليها قرارات إختيار مشاريع نظم المعلومات والأحكام غير الدقيقة الصادرة عن صانعي القرار، اقترحت .Bolat et al (2014) نموذجًا هجينًا للتحليل الهرمي المبهم والبرمجة الخطية المبهمة متعددة الأهداف.

على الرغم من التقدم المحقق، لا تزال بعض نقاط الضعف تميز منهجيات اختيار مشاريع نظم المعلومات. على سبيل المثال، البرمجة بالأهداف بالأولويات المستخدمة في العديد من الدراسات ليست مرنة بما فيه الكفاية (Kim .et al، 2009). إضافة إلى ذلك، مناهج البرمجة الرياضية المبهمة المختبرة لحد الآن لا تستعمل كافة أنواع دوال الإنتماء (العضوية). من هذا المنطلق، وللتغلب على هذه القيود، تختبر هذه الدراسة نموذجين وتقيم جودة الدعم الذي تقدمه لقرار إختيار مشاريع نظم المعلومات.

- ✓ يستعمل النموذج الأولى طريقة التحليل الهرمي المبهم.
- ✓ في حين يقترح النموذج الثاني مقاربة هجينة يتم فيها إستخدام طريقة التحليل الهرمي المبهم لصياغة المشكلة في هيكل هرمي وتقدير الأوزان النسبية للمعايير إنطلاقا من الأحكام الذاتية لصانعي القرار، ثم إستعمال البرمجة

بالأهداف المبهمة المرجحة (WAFGP) التي إقترحها (Yaghoobi et al.، 2008) لدمج تفضيلات متخذي القرار والمفاضلة بين المشاريع.

- **الفرضية الأولى**: يمكن صياغة نموذج رياضي يستخدم طريقة التحليل الهرمي المبهم من أجل ترشيد القرارات المتعلقة بإختيار مشاريع نظم المعلومات؛ **بحيث** يراعي الطابع المبهم للأحكام التي يصدرها متخذو القرار عند المفاضلة بين المعايير والمشاريع المختلفة.
- **الفرضية الثانية**: يمكن صياغة نموذج رياضي هجين يدمج طريقة التحليل الهرمي المبهم والبرمجة بالأهداف المبهمة المرجحة من أجل ترشيد القرارات المتعلقة باختيار مشاريع نظم المعلومات؛ **بحيث** يراعي الطابع المبهم للأحكام التي يصدرها متخذو القرار وللقيود المختلفة عند المفاضلة بين المشاريع المختلفة.
- **الفرضية الثالثة**: مقارنة بنموذج التحليل الهرمي المبهم، يتميز النموذج الهجين للتحليل الهرمي المبهم والبرمجة بالأهداف المبهمة المرجحة بجودة ومرونة أكبر.

3- منهجية الدراسة:

من أجل الاجابة على إشكالية الأطروحة وفرضيات البحث، إعتمدنا في الجانب النظري على المنهج الوصفي التحليلي، باعتباره المنهج الأنسب الذي سيساعدنا على معالجة الإشكالية المطروحة، خاصة عند التطرق لعديد الدراسات والمنهجيات التي تناولت موضوع تقييم واختيار مشاريع نظم المعلومات. أما في الجانب التطبيقي ،فقد اعتمدنا على المنهج الكمي من خلال دراسة حالة على مستوى مؤسسة اقتصادية.

4- أهمية الدراسة:

تتمثل أهمية الدراسة في:

- ✓ إبراز أحد المواضيع المهمة والمتمثلة في عملية اتخاذ القرار المرتبط بإختيار مشاريع نظم المعلومات داخل المنظمات، فالدراسات العربية وخصوصا الجزائرية منها المهتمة بهذا الموضوع تعتبر قليلة نوعا ما.

- ✓ البحث والتعمق في بعض أهم الأساليب والتقنيات المقترحة من عديد الباحثين في مجال إختيار وتقييم مشاريع نظم المعلومات.
- ✓ توضيح الدور الذي ستلعبه الطرق الرياضية المتعددة المعايير في حل مشاكل التقييم والإختيار داخل المنظمة، وبصفة خاصة طريقة التحليل الهرمي المبهم والنموذج الهجين لطريقة التحليل الهرمي المبهم والبرمجة الرياضية المبهمة.
- ✓ تبيين الصعوبات والعوائق العديدة التي يمكن أن تؤثر على عملية إتخاذ القرار (أثناء المفاضلة بين المعايير والبدائل)؛ ومحاولة حلها.
- ✓ إبراز إلى أي مدى يمكن أن يساهم الاختيار الجيد لمشاريع نظم المعلومات في نجاح المؤسسة وتحقيقها لأهدافها.

5- بنية الأطروحة:

من حيث الشكل، ستقسم هذه الأطروحة إلى أربعة فصول، ثلاثة فصول نظرية وفصل تطبيقي.

في الفصل الأول سنقوم بعرض شامل لأهم ما يميز إدارة مشاريع نظم المعلومات وأسباب تبنيها داخل المنظمة،حيث سنحاول التطرق في المبحث الأول لمختلف المفاهيم والتعريفات التي تميز نظم المعلومات، المكونات والمبادئ الأساسية التي تقوم عليها نظم المعلومات، أهداف تبنيها وتثبيتها داخل المنظمة، أما في المبحث الثاني فسنستعرض أهم الأنواع والتصنيفات التي تميز نظم المعلومات، وفي المبحث الثالث سنتطرق بالتفصيل لمراحل دورة حياة نظم المعلومات. في الفصل الثاني سنستعرض أهم الدراسات التي تناولت موضوع إختيار وتقييم مشاريع نظم المعلومات. وبالنسبة للفصل الثالث فسنتعرض بعض الطرق والتقنيات المتعددة المعايير لدعم الخيارات المتعلقة بمشاريع نظم المعلومات، من خلال التعرض للنظرية المبهمة، ثم طريقة التحليل الهرمي المبهم، وفي الأخير سنستعرض طريقة البرمجة الرياضية المبهمة، بذكر أهم ما يميزها.

وبالنسبة للفصل التطبيقي، فسيستعرض الخيارات المنهجية والنتائج المتعلقة بدراسة حالة في المؤسسة الوطنية للمنتجات المنجمية غير الحديدية والمواد النافعة (**ENOF**)،وحدة مغنية. أين سنقوم فيها بتقييم وإختيار مشاريع نظم المعلومات بالإستعانة بطريقة التحليل الهرمي المبهم وبالنمودج الهجين لطريقة التحليل الهرمي المبهم والبرمجة بالأهداف المبهمة المرجحة.

الفصل الأول: نظم المعلومات واتخاذ القرار

مقدمة الفصل الأول:

في بيئة تتميز بإشتداد حدة المنافسة والتطور السريع لتكنولوجيات الاعلام والاتصال، عرفت نظم المعلومات خلال العقود الأخيرة أهمية تنظيمية وإستراتيجية متزايدة (Zandi & Tavana،2010؛Bellahcene & al.،2020). اليوم، يشكل هذا الأخير نظاما حيويا ترتكز عليه مختلف النماذج التجارية (التجارة الالكترونية، الأعمال الالكترونية...) والنظم الإدارية (التكوين الالكتروني، إدارة المعرفة، الإدارة الالكترونية للوثائق.....) للمنظمة؛ الأمر الذي دفع بالمؤسسات إلى البحث المستمر عن طرق أكثر فعالية لإدارة مشاريع نظم المعلومات.

بالفعل، تطورت في السنوات الأخيرة تقنيات إدارة نظم المعلومات وبرزت مناهج متنوعة تسمح بتطوير وغرس نظم معلومات تتميز بالجودة العالية والتكامل، تهدف إلى مساندة إحتياجات الإدارة والتشغيل، ترضي إحتياجات المستخدمين النهائيين وتحترم القيود المتعلقة بالتكاليف المالية والبشرية (Burkland & Zachariassen، 2014؛ Almajali & al. ،2016). ولعل من أهم هذه التقنيات، تلك المتعلقة بإتخاذ قرارات إختيار مشاريع نظم المعلومات.

في إطار دراسة طرق دعم القرارات المتعلقة بإختيار مشاريع نظم المعلومات، يتطرق هذا الفصل إلى مفاهيم عامة متعلقة بنظم المعلومات وإتخاذ القرار. ففي مبحث أول نحاول أن نعطي مفهوما واضحا لنظم المعلومات بالتعرف أولا على نظم المعلومات، خصائصها ومكوناتها، ثم بعد ذلك التعرف على مختلف تصنيفاتها. أما المبحث الثاني فيتناول إدارة نظم المعلومات، وذلك من خلال: تحديد أهداف بناء وتطوير نظم المعلومات وكذا الأطراف المشاركة في ذلك، ثم التطرق إلى دورة حياة نظم المعلومات وأهم الإستراتيجيات المستخدمة في وضع نظم المعلومات الجديدة في المنظمة. أما المبحث الأخير، فيتعرض لعملية إتخاذ القرار ويستعرض مستوياتها ومراحلها والعوامل المؤثرة فيها.

المبحث الأول: ماهية نظم المعلومات

عرفت نظم المعلومات مجموعة من التطورات والتغيرات في مفاهيمها وتصنيفاتها، وكذا في الأهداف التي تسعى لتحقيقها في المنظمة، وعليه سنتطرق في هذا المطلب إلى تعريف نظم المعلومات وخصائصها وأهدافها ومكوناتها. بعد ذلك، سنستعرض أهم التصنيفات النظرية لهذه النظم ونحلل جوانب متعلقة بكفاءتها وأمنها.

1- تعريف نظم المعلومات:

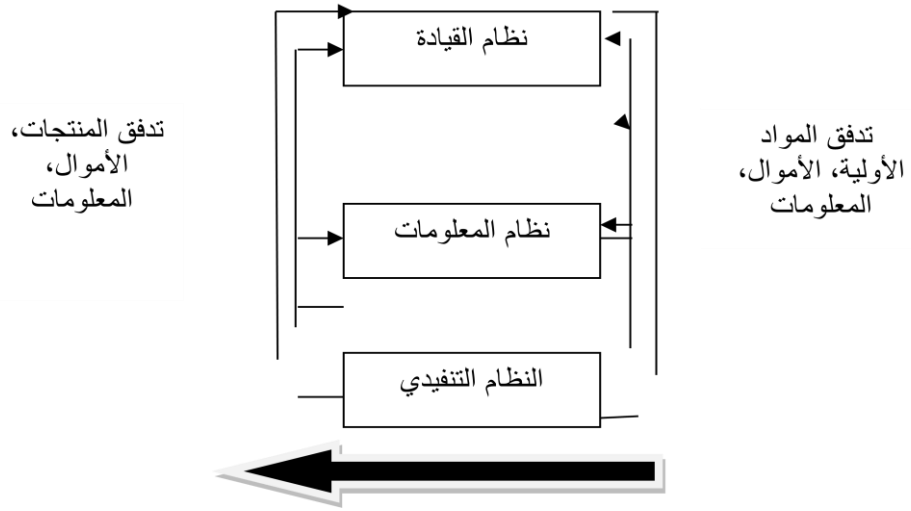
لا يوجد إتفاق بين الكتاب حول تعريف دقيق وموجز لنظام المعلومات، وذلك راجع إلى تعدد أبعادها وتنوع تطبيقاتها.

فوفقا لحمدي أبو النور السيد عويس (2011)، يعرف نظام المعلومات على أنه عملية لإكتساب ومعالجة وتخزين وإسترجاع ونشر المعلومات عن طريق التكامل بين أجهزة الحاسبات الإلكترونية ونظم الإتصالات الحديثة. أما نبيل محمد مرسي (2005)، فيعرفه بأنه مجموعة متداخلة من المكونات التي تعمل على تجميع، وتشغيل، وتخزين، ونشر المعلومات وذلك بغرض مساندة عملية صنع القرار والرقابة داخل المنظمة. وفي تعريف آخر، يوصف نظام المعلومات على أنه مجموعة منظمة من الموارد: المادية، اللوجيستية، البشرية، ومجموعة من الإجراءات المساعدة على التجميع والتحليل والتواصل بالمعلومات التي تكون في شكل بيانات أو نصوص أو صور داخل المنظمة (Reix, 2002). كما أن مفهوم نظام المعلومات مرتبط بمفهومين أساسين وهما المخزن والفهرس، فالمخزن يكون لتخزين المواد أو الوثائق أو البيانات أو المعلومات؛ والفهرس يكون لتوضيح موقع هذه المواد داخل المخزن (إنعام علي توفيق الشهر بلي، 2009).

كما تعتبر نظم المعلومات عاملا أساسيا في نجاح أو فشل أي منشاة من المنشآت، وتنبع هذه الأهمية من كون المعلومات تستخدم – من جانب – كأداة من أجل التنسيق ودعم العملية الإدارية وإتخاذ القرارات، ومن جانب آخر، كأداة إتصال داخل المنشأة ومع البيئة المحيطة بها (يوسف مسعداوي،2014).

على ضوء هذه التعريفات، يمكن إعتبار نظام المعلومات نظاما جزئيا في المؤسسة، يرتبط بالنظام التنفيذي ونظام القيادة. حيث يتولى نظام المعلومات عملية التنسيق بين هذين النظامين الجزئيين (النظام التنفيذي يهتم بتحويل المدخلات إلى مخرجات بغرض تحقيق الأهداف المسطرة من نظام القيادة) وكل هذا يوضحه الشكل (1) :

الشكل 1: مكانة نظم المعلومات



المصدر: يوسف مسعداوي، 2014

2- خصائص وأهداف ووظائف نظم المعلومات

حسب إنعام علي توفيق الشهر بلي (2009)، لنظم المعلومات مجموعة من الخصائص نذكر منها:

- توفير المعلومات المطلوبة بسرعة ودقة وبأقل تكلفة.
- المساعدة في إتخاذ القرار.
- إستلزام إتصال الإنسان بالآلة في مستويات مختلفة من عمليات التوثيق المطلوبة.
- تتجه نظم المعلومات إلى الإتساع وزيادة التكلفة فيما يتعلق بالتطوير والتشغيل والصيانة.

وفيما يتعلق بأهداف نظم المعلومات، فيرى حمدي ابو النور السيد عويس (2011) أن هذه الأخيرة تسعى إلى:

- حصر مصادر البيانات والمعلومات المتوفرة.

- تقديم تقارير دورية لسلطات إتخاذ القرار تتضمن المعلومات والبيانات اللازمة لإتخاذ القرارات الإدارية وهو ما يساهم في فاعلية القرار المتخذ لإعتماده على معلومات وبيانات وافية.
- إنخفاض معدل الأخطاء في إتخاذ القرار الإداري نتيجة لإنخفاض نسبة تدخل العامل البشري في هذه النظم وما تحتويه من معلومات.
- تزويد الإدارة العامة عند طلبها بالمعلومات والبيانات اللازمة لبناء ووضع خططها المستقبلية.
- تقديم الخدمة للمستفيد النهائي وبالتالي ضرورة التعرف على إحتياجات المستفيدين عند تصميم نظام المعلومات.

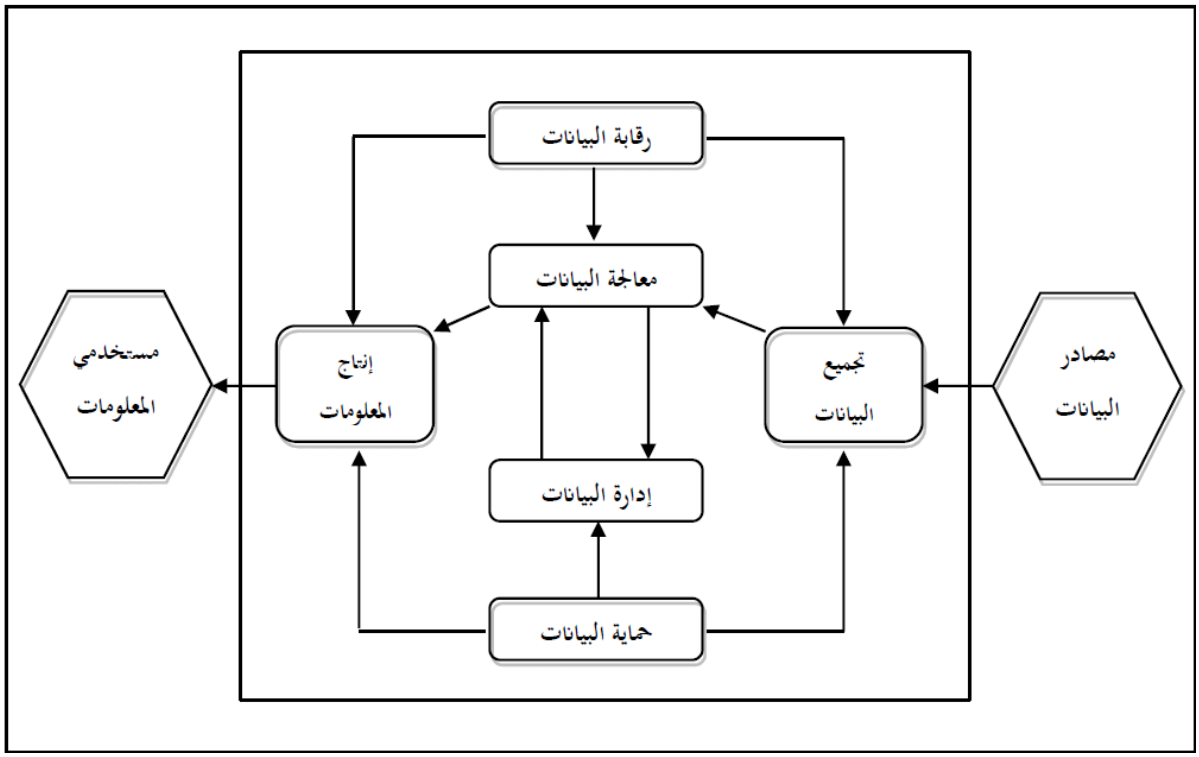
أما بخصوص وظائف نظم المعلومات، فيمكن حصرها في خمسة وظائف أساسية (الشكل 2)، حيث تشتمل كل واحدة منها على مجموعة من الأنشطة المختلفة وهي:

- **جمع البيانات:** تضم مجموعة من الخطوات وهي: التسجيل، الترميز، التصنيف، والتدقيق.
- **معالجة البيانات:** تتم هذه العملية وفق مجموعة من الإجراءات وهي: التصنيف، الترتيب، التلخيص، الاحتساب، والنسخ.
- **إدارة البيانات:** تضم الأنشطة التالية: التخزين، والتحديث، والإسترجاع.
- **رقابة وحماية البيانات:** تكون نتيجة لوجود بعض الأخطاء في البيانات التي تم إدخالها أو حذفها.
- **إنتاج المعلومات:** يكون ذلك بوضع المعلومات بين يدي المستخدمين.

3 – مكونات نظم المعلومات

إختلفت وجهات نظر الباحثين حول تحديد دقيق لمكونات نظام المعلومات، فمنهم من يحدد هذه المكونات على أساس موارده، ومنهم من يحددها على أساس حدوده، كما يمكن أن تحدد على أساس الوظائف التي يقوم بها كل عنصر في نظام المعلومات.

الشكل 2: الوظائف الرئيسية لنظم المعلومات



المصدر: كمال الدين مصطفى الدهراوي، (2005)

3-1 تحديد مكونات نظام المعلومات على أساس حدوده:

من وجهة تحديد مكونات النظام على أساس حدوده، يمكن ذكر ثلاثة مكونات أساسية وهي: المدخلات، المخرجات، عملية التشغيل أو التحليل (حمدي ابو النور السيد عويس، 2011).

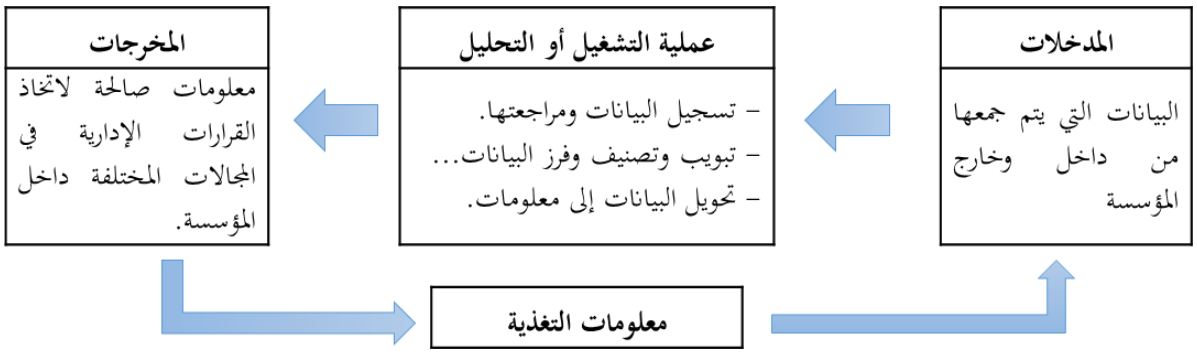
- **المدخلات**: هي البيانات الأولية التي تعكس العمليات والأنشطة التي تجري داخل المنظمة أو في البيئة المحيطة بها؛ وهذه البيانات تكون مالية (إيرادات المبيعات في الماضي مثلا) أو عينية (كمية الإنتاج التي تمثل الطاقة الإنتاجية لمشروع مثلا).

-المخرجات: هي المعلومات الناتجة عن النظام في الشكل والمضمون اللذين تحتاجهما الإدارة، وفي الوقت المناسب لإتخاذ القرارات. وقد تكون هذه المعلومات مالية أو عينية أو في شكل نسب أو معادلات رياضية أو غير ذلك من وسائل لتبليغ المعلومات.

– **عملية التشغيل أو التحليل:** هي معالجة تتم بإجراء عدد من العمليات لإنتاج المخرجات المعينة التي تحتاجها الإدارة وذلك بتسجيل ووصف البيانات وترتيبها في مجموعات وإسترجاعها.

كما أن بعض المعلومات الناتجة من نظام المعلومات قد تستعمل كبيانات في دورة أخرى للتحليل والتشغيل، فتصبح مدخلات، وفي هذه الحالة تسمى معلومات التغذية (الشكل 3).

الشكل 3: مكونات نظم المعلومات



المصدر: من إعداد الطالبة

3-2- تحديد مكونات نظام المعلومات على أساس موارده:

يمكن تحديد مكونات نظام المعلومات على أساس الموارد التالية: الموارد البشرية (المستخدمين النهائيين، أخصائي المعلومات)، المعدات، البيانات (قواعد البيانات وقواعد المعرفة)، الشبكات (وسائط الاتصالات ونظم تدعيم الشبكات)، موارد البرمجيات (انعام علي توفيق الشهر بلي، 2009).

فالنظام هنا يقوم بإستخدام الموارد للقيام بأنشطة الإدخال والتشغيل والتمويل والمخرجات والتخزين والرقابة. وذلك بهدف تحويل البيانات إلى معلومات (منتجات معلوماتية).

3-3- تحديد مكونات نظام المعلومات على أساس الوظائف:

يمكن تحديد مكونات نظم المعلومات على أساس الوظائف التي يقوم بها كل عنصر من العناصر الموجودة في هذا النظام، وهي كما يلي (فريد فهمي زيارة، 2010):

- **الأجهزة والمعدات:** تمثل كل العناصر المادية للأجهزة والمعدات من وسائل الإدخال والإخراج والحفظ والمعالجة والاتصال.
- **البرمجيات:** تقوم البرمجيات بالتحكم وتوجيه أداء الأجهزة وبرامج التطبيقات التي تلبي أغراض نظام المعلومات بما فيه واجهة المستخدم.
- **إجراءات الضبط:** هي التي تضمن تنفيذ القواعد العملية للنظام ومسؤوليات المستخدمين وخطط التعامل مع المشكلات التي تبرز في عمليات النظام.
- **البيانات:** أي قاعدة البيانات والتي تشكل الملفات للبيانات والعلاقات بين جداولها وتدفقات البيانات فيما بينها.
- **شبكات الإتصال:** تشمل شبكات الإتصال جميع الوصلات والترتيبات للشبكات بأنواعها، والتي تستخدم لتنظيم تدفقات البيانات والمعلومات بين العناصر المكونة له لتسهيل إيصال المعلومات و كذا العمل عليها (هناك من يدمجها في الأجهزة و المعدات).
- **الأفراد:** يتعلق الأمر بالموارد البشرية المستخدمة لنظام المعلومات أو المشاركين في إدارته (مستخدمين، مبرمجين...).

4- تصنيفات نظم المعلومات

أصبحت تكنولوجيا المعلومات وتطبيقاتها جزءًا لا يتجزأ من منظمات الأعمال، فهي تلعب دورا حاسما في تحسين فعالية وإنتاجية جميع العمليات في الشركة. هناك العديد من أنواع البرامج المختلفة للمؤسسات مثل برامج

المحاسبة، وبرمجيات إدارة الموارد البشرية (HRM)، وإدارة سلسلة التوريد (SCM)، وتخطيط موارد المؤسسات (ERP)، وبرنامج إدارة علاقات العملاء (CRM)، وما إلى ذلك.و عليه فقد إختلفت وجهات النظر حول تحديد تصنيف محدد لنظم المعلومات. فمنهم من تطرق لها من الجانب التنظيمي، ومنهم من تناولها من الجانب الوظيفي، وآخرون من معيار الدعم الذي تقدمه في المنظمة. من خلال هذا المطلب، سنتطرق إلى أهم هذه التصنيفات.

4-1- تصنيف نظم المعلومات وفق المجالات الوظيفية الرئيسية:

يمكن أن تقسم نظم المعلومات وفق الوظائف إلى عدة أنواع (فريد فهمي زيارة، 2010):

4-1-1-نظم معلومات المحاسبة والتمويل:

يعرف النظام المحاسبي على أنه: "مجموعة من النظم والإجراءات والأجهزة الالكترونية والأفراد التي تعمل داخل الوحدة الإقتصادية بهدف تجهيز البيات وتوفير المعلومات التي تحتاجها الإدارة والجهات الأخرى في شأن إتخاذ القرارات" (حمزة رملي فياض،2011). فهذه النظم توفر كل المعلومات المتعلقة بنشاطات التمويل والإستثمار، والتي تصب في تحقيق الأهداف التالية:

- توفير معلومات تفيد في إتخاذ القرارات المتعلقة بتخصيص الموارد البشرية والمادية بصورة فعالة وكذا الرقابة على كفاءة إستخدامها .
- توفير معلومات تفيد في مجال الوظائف الإجتماعية والرقابة على أوجه النشاط الاقتصادي (محمد عباس بدوي،2008).
- رفع قيمة المنشأة وتعظيم العائد على الإستثمار فيها، وذلك لا يتحقق إلا بوجود أنظمة محاسبية تهتم بحسابات الأصول والمطلوبات والتدفقات النقدية الداخلة والخارجة من المنشأة.

ومن بين الشروط الواجب توفرها في نظم المعلومات المحاسبية:

- أن يكون النظام شاملا ومتكاملا، وأن يكون مرتبطا بالهيكل التنظيمي للمؤسسة، حتى يوفر المعلومات اللازمة لتحقيق أهداف الإدارة.
- أن يكون مصدرا لتزويد الإدارة العليا بمعلومات وافية عن نتائج تنفيذ الخطط.
- أن يسمح بتحقيق التوازن بين درجة الدقة والتفصيل، والفترات الزمنية لإعداد التقارير المحاسبية، وبين تكلفة النظام وبما يحافظ على إقتصاد التشغيل.
- أن يوصل المعلومات المحاسبية إلى الإدارة أو متخذ القرار في الوقت المناسب، وأن يقوم بتخزين تلك المعلومات وإسترجاعها منه بشكل سري ومنتظم عند الحاجة.
- تكامل المعلومات وخصوصا الخارجية منها ، مثل الظروف الإقتصادية السائدة.
- أن يستخدم المعلومات الناتجة عن أنظمة المعلومات الفرعية، لخدمة إدارات مختلفة داخل المؤسسة مثل : الإنتاج، والتسويق، والتمويل، والتكاليف، والتدقيق، دون تكرار لتجميع هذه البيات وتشغيلها مرة أخرى.
- أن يوفر نظام المعلومات المحاسبي قنوات إتصال لتدفق المعلومات إلى داخل وخارج المؤسسة.
- أن يستجيب نظام المعلومات المحاسبية لطلب المعلومات بصفة مستمرة (أحمد حلمي جمعة ،2003).

4-1-2-نظم معلومات للإنتاج والتصنيع والعمليات:

يمكن تعريف نظام معلومات الإنتاج والتصنيع والعمليات على أنه "النظام الذي يتولى إمداد إدارة الإنتاج بمعلومات منظمة وكاملة ودقيقة عن التدفق الطبيعي للعمليات والمواد والمنتجات من سلع وخدمات وكل الأنشطة الأساسية ذات العلاقة بالتخطيط والرقابة والإنتاج والنقل والعمليات. أي أن نظام معلومات الإنتاج مهمته معالجة البيانات وإنتاج المعلومات الضرورية لاتخاذ القرار" (سعد غالب ياسين، 2010).

كما تظهر أهميته من حاجة المؤسسات الصناعية لمعالجة واستخدام عدد كبير من المعلومات لحل المشكلات الإنتاجية وإتخاذ القرارات المناسبة.

4-1-3- نظم معلومات البيع والتسويق:

يمكن تعريف نظم معلومات البيع والتسويق على أنها "النظم المحوسبة والمصممة لتشغيل عمليات التسويق والمبيعات في المؤسسة، والمتمثلة في وضع خطط التسويق والتنبؤ بالمبيعات وتحليلها وإدارتها وإصدار تقارير التسويق والمبيعات وتطوير السلع حسب الطلب" (ايمان فاضل السامرائي، 2004).

وتوفر هذه النظم كل المعلومات اللازمة لنشاطات وظيفة التسويق في المؤسسة بما يتضمن تحديد الزبون المستهدف، حاجاته، رغباته، التخطيط للمنتجات التي تلبي له ذلك، وكذلك كل عناصر المزيج التسويقي (التسعير، الترويج، التوزيع، المنتج). فعلى المستوى الإستراتيجي، يتابع هذا النظام توجهات مبيعات السلع والخدمات الجديدة ويراقب أداء المنافسين، كما يساعد في التنبؤ بالمبيعات. أما على المستوى الإداري، فهو يساعد في تحقيق دراسات السوق بإجراء حملات إعلانية وترقوية، كما يساعد في إتخاذ القرارات المتعلقة بأسعار السلع والخدمات، ويقوم بتحليل أداء خطة المبيعات ومردودية العمال. وبالنسبة للمستوى التشغيلي، فهو يسعى إلى تحديد الزبائن المحتملين والاتصال بهم ومتابعة المبيعات ومعالجة الطلبيات (لامية دالي علي، 2015).

4-1-4- نظم معلومات الموارد البشرية:

يمكن تعريف نظام معلومات الموارد البشرية على أنه "نظام مصمم لدعم ومساندة الإدارة في المهام المتعلقة بإدارة الموارد البشرية من إستقطاب وتوصيف الوظائف والتدريب والتطوير والتحفيز وتقييم للأداء" (ايمان فاضل السامرائي، 2004). بمفهوم آخر، تقوم نظم معلومات الموارد البشرية على توفير المعلومات الحيوية لنشاطات إدارة الموارد البشرية في المؤسسة.

4-2- تصنيف نظم المعلومات وفق طبيعة الدعم الذي تقدمه:

من وجهة نظر ثانية، ووفقا لنبيل محمد مرسي (2005)، تصنف نظم المعلومات وفق طبيعة الدعم الذي تقدمه إلى خمسة أصناف وهي:

4-2-1- نظم تشغيل التعاملات (Transaction Processing System: TPS)

تدعم نظم تشغيل التعاملات الأنشطة المتكررة والحرجة والأعمال الكتابية، وهي عبارة عن مجموعة منظمة من العاملين، الإجراءات، البرامج، قواعد البيانات، والأجهزة المستخدمة لتسجيل التعاملات الروتينية اليومية واللازمة لقيام نشاط الأعمال بأداء دوره، وتعمل على خدمة المستوى التشغيلي في المنظمة فهي تسجل التعاملات والأحداث؛ مثال عن ذلك: طلبيه بيع.

4-2-2- نظم المعلومات الإدارية (Management Information System: MIS)

تدعم نظم المعلومات الإدارية الأنشطة الوظيفية والمديرين: وهي عبارة عن نظم معلومات تتميز بوجود كم كبير من البيانات، النماذج التحليلية، والبيانات الملخصة، وهي تعتمد على الحاسب الآلي وتكون في مستوى الإدارة وداخل المنظمة، كما تعمل على مساعدة المديرين في أداء وظائف التخطيط، والمراقبة وصنع القرار، من خلال تقديم تقارير ملخصة روتينية أو إستثنائية (نبيل محمد مرسي، 2005). فهي تقوم بإنتاج معلومات ذات قيمة مضافة وتقدمها في الوقت الحقيقي، مُدَعِّمَةً بصورة غير مباشرة القرارات الهيكلية وغير الهيكلية؛ كما أنها تستخدم مخرجات نظم معالجة المعلومات لإنتاج المعلومات؛ كما توجد أجيال من نظم المعلومات الإدارية مندمجة مع تطبيقات أو مكونات الذكاء الصناعي (سعد غالب ياسين، 2006).

4-2-3- نظام آلية المكاتب (Office Automation System : OAS)

تدعم العاملين بالمكاتب، فهي عبارة عن إستخدام الإلكترونيات لتسهيل عملية الإتصال فهي تحتوي على مستندات وجداول.

4-2-4- نظام دعم القرار (Decision Support System: DSS)

يمكن تعريف نظام دعم القرار على أنه "نظام لمعالجة المعلومات والآراء التي تساعد المسير في إتخاذ قراراته، وهو نظام مبني على الحاسب الآلي لدعم المستويات الإدارية في المؤسسة، حيث يقوم بدمج البيانات والنماذج التحليلية

لدعم القرارات" (علاء عبد الرزاق محمد السالمي، 2005). كما يمكن إعتباره مجموعة منظمة من العاملين، الإجراءات، البرامج، قواعد البيانات، والأجهزة المستخدمة لتدعيم عملية صنع القرار، بواسطة المديرين والمحللين.

ومن بين الأهداف التي يسعى نظم نظام دعم القرار لتحقيقها: مساعدة المدراء في إتخاذ قرارات لمشكلات مركبة ودعم قراراتهم وتحسين فعالية القرارات المتخذة.

كما يمكن تقسيم نظم دعم القرار: وفقا لمستخدم النظام إلى ثلاثة أنواع وهي: نظم دعم القرارات الفردية، نظم دعم القرارات الجماعية، ونظم دعم القرارات التنظيمية؛ ووفقا للعمليات العامة التي تؤديها إلى سبعة أنواع وهي: نظم إدراج الملفات، نظم تحليل البيانات، نظم معلومات التحليل، نظم النماذج المحاسبية، نظم النماذج التمثيلية، نظم نماذج الأمثلية، ونظم نماذج الاقتراح (علاء عبد الرزاق محمد السالمي، 2005).

4-2-5- نظام دعم الإدارة العليا (Executive Information System: EIS)

تعتبر نظم دعم الإدارة العليا نظم معلومات للمستوى الإستراتيجي داخل المنظمة، مصممة من أجل التعامل مع عملية صنع القرار وتدعيم الإدارة العليا بالمنشأة. فهي تتوفر على بيانات إجمالية، داخلية وخارجية (مثال خطة إنتاج لمدة خمسة سنوات)، كما تستخدم للمتابعة والتحكم ومساندة التقارير الإستثنائية.

4-3- من ناحية المصدر (مفتوحة/مغلقة/تحت الطلب)

يمكن تصنيف نظم المعلومات حسب مصدرها إلى مفتوحة المصدر، تحت الطلب أوخارجية، وهذا ما سنجده مفصلا في هذا العنصر.

4-3-1- نظم المعلومات مفتوحة المصدر (Open Source System: OSS)

يشير مفهوم النظم مفتوحة المصدر إلى البرامج التي يتم توزيعها تحت مصدر مفتوح، والتي تضمن للمستعمل الحق في قراءة البرنامج وإعادة توزيعه وتعديله وإستخدامه بحرية (Ljungberg، 2000)، وهي ليست بالضرورة مجانية.

يجوز لموزعي البرامج مفتوحة المصدر أن يتقاضو رسومًا مقابل الخدمات المتعلقة بتوزيع البرنامج أو تنفيذه أو دعمه، أو قد تكون هناك رسوم على الإشتراكات أو التخصصات المضمونة على أساس البرنامج. ويبنى هذا النوع من النظم بشكل تقليدي على تطبيقات البنية التحتية حيث لا تشتق المتطلبات الوظيفية عادةً من إحتياجات المستخدمين النهائيين للشركة بل من مسؤول النظام (Fitzgerald، 2006).

4-3-2- الإستعانة بنظم معلومات خارجية (Outsourcing)

بالنظر للتكلفة المرتفعة لبعض النظم ولصعوبة تطويرها، أصبحت المؤسسات اليوم تلجأ بشكل متزايد إلى خدمات مؤسسات متخصصة تسمح لها بإستخدام نظم المعلومات الموجودة في حوزتها. وتكمن دوافع الإستعانة بمصادر خارجية في: جدواها التقنية، وتحسين الكفاءة أو نسبة التكلفة/الفائدة، والمرونة والسرعة التي يوفرها هذا النوع.

ففي كثير من الأحيان، يعتقد المدراء أنك "تحصل على ما تدفع ثمنه" في أنظمة المعلومات. على وجه الخصوص، إذا كنت تستعين بمصادر خارجية للأنظمة الخاصة بك، سيكون الأداء المقدم جيد والتكلفة منخفضة وهذا ما سيساهم في تخفيض مستويات تعقيد العمليات وتخصيصها.

وعلى الرغم من مزايا الإستعانة بنظم المعلومات الخارجية التي تضعها المؤسسات المتخصصة في متناول المنظمة، إلا أنها لا تخلو من مخاطر أو مشكلات، ومثال ذلك إحتمال إفشاء معلومات إستراتيجية إلى المنافسين.

4-3-3-نموذج البرمجيات حسب الطلب (SaaS)

في نموذج أعمال SaaS، تظل الملكية، وبالتالي تطوير وصيانة التطبيقات البرمجية (ومجموعة البرامج بالكامل) في أيدي البائعين نظرًا لعدم تثبيت البرنامج على كمبيوتر المستخدم. وبهذه الطريقة، يتمتع بائعي البرامج بالتحكم الكامل في تطبيقات البرامج والبنية التحتية الأساسية، من خلال تشغيل بنية تحتية مشتركة ومتعددة المستأجرين وتوفير مثيل واحد من خدمات برمجية قياسية للغاية لعدة مستخدمين. كما يمكن نقل هذه الإقتصاديات المحسّنة من خلال تقديم التطبيقات القائمة على SaaS إلى العملاء الذين يستفيدون من إنخفاض إجمالي تكلفة الملكية.

وعلى وجه الخصوص، يقال إن هذه التكلفة الإجمالية المنخفضة للملكية ترجع إلى إنخفاض التكاليف بالنسبة للمتطلبات الأساسية ويمكن أن تستفيد من الوصول إلى شفرة مصدر البرنامج وبالتالي يمكن أن تعدل وتزيد من وظائف نظام التطبيقات وفقاً لإحتياجاتها الخاصة. فالبساطة والسهولة في الاستخدام تسمح لـ SaaS بالتنافس بفعالية مع نموذج البرمجيات التقليدية (Chou، 2008).

4-4- برمجيات التسيير المدمج (ERP)

يُنظر إلى نظم تخطيط موارد المؤسسة أو برمجيات التسيير المدمج (ERP) بشكل عام على أنها أداة حيوية لنجاح الشركات في السوق سريعة التغير، فهي تهدف إلى دمج ومزامنة البيانات التنظيمية وتوحيدها. فإختيار أنظمة تخطيط موارد المؤسسات هو قرار إستراتيجي مهم وصعب، نظرا لوجود مجموعة واسعة من المعايير الملموسة وغير الملموسة (Huseyin Selcuk Kilic & al.، 2014).

فبرمجيات التسيير المدمج تعد من أحدث البرمجيات المستعملة في إدارة قواعد البيانات، حيث توفر "تطبيقات (التشغيل) كاملة تسمح للمؤسسة بإدارة مجمل التدفقات" كما تقترح هذه البرمجيات التصميم حسب الوظائف المختلفة في المنظمة (العمليات التجارية، محاسبة، إدارة الإنتاج ...).

كما تعتبر برمجيات التسيير المدمج (ERP) نظام معلومات لتخطيط ودمج جميع الأنظمة الفرعية للمؤسسات بما في ذلك الشراء والإنتاج والمبيعات والتمويل. قد يؤدي إعتماد مثل هذا الإطار الشامل إلى تحقيق وفرات كبيرة في كل من التكاليف وساعات العمل..الخ (Tuncay Gürbüz & al.، 2012).

وفي برمجية التسيير المدمج، يتم تخزين المعلومات التشغيلية (العمليات) في قاعدة البيانات التي تمول كل الوظائف (مقاييس) عن طريق إجراءات آلية. فعلى سبيل المثال، إذا قررنا أن ننتج كمية معينة من منتوج ما، برمجية التسيير المدمج ستخطط آليا للإنتاج، ستقدر كميات المواد الأولية اللازم إخراجها من المخازن، سترسل – إن تطلب

الأمر ذلك – طلبيه تموين إلى نظام معلومات المورد، وستقوم بتحضير الوثائق المحاسبية المناسبة لذلك" (Berdugo، 2002).

4-4-1- خصائص برمجية التسيير المدمج (ERP):

من بين الخصائص التي تتميز بها برمجية التسيير المدمج:

- يضمن للمستعمل وحدة المعلومة بواسطة قاعدة بيانات تمول كل الوظائف (تسيير الموارد البشرية، إدارة الإنتاج، المحاسبة، المبيعات، التموين...)،ويسمح بتحقيق درجة عالية من التنسيق بين مختلف المصالح والفاعلين المنتمين إلى شبكة قيمة المؤسسة (Bietry، 2002)، كما يوفر المعلومات الملائمة في الوقت الحقيقي للمسير من أجل القيام بمهامه.
- يحسن التوافق الداخلي والخارجي للقرارات، وله القدرة على إدماج تدفقات المعدات، الأموال، المعلومات، وكذا دعم استراتيجيات المؤسسة (Yao & He، 2000؛ Yusuf & al، 2004).
- بالنظر إلى هذه الخصائص، تعتبر برمجيات التسيير المدمج وسيلة فعالة لتخفيض تكاليف المؤسسات، تعظيم عوائدها الاستثمارية، تقليل الوقت المسخر لمختلف سيروراتها وزيادة رضا زبائنها.

4-4-2- سلبيات برمجية التسيير المدمج (ERP):

بالرغم من الفرص التي تعرضها، ينضوي تثبيت برمجيات التسيير المدمج على مخاطر وصعوبات كثيرة. مقارنة بمشاريع نظم المعلومات التقليدية، يتوقف نجاح مشاريع برمجيات التسيير المدمج على: توافق النظام مع أهداف المنظمة، الإدارة الجيدة للتغيير التنظيمي الناشئ عن النظام، إعادة النظر في طبيعة أعمال المنظمة (Kumar & al.،2002)، تطبيق برنامج ملائم لتغيير سيرورات الأعمال (Motwani & al.، 2002)، مرونة النظام وقدرة البائع على تلبية متطلبات المؤسسة(Hong & Kim،2002 ; Sarkis & Sundarraj، 2000)

نتيجة لهذه الصعوبات، فشلت العديد من الشركات في غرس نظام ERP بنجاح. بالفعل، يرى العديد من خبراء صناعة نظم المعلومات أن حوالي ثلثي جميع مبادرات نظام تخطيط موارد المؤسسات تم تصنيفها على أنها غير ناجحة؛ حيث تم التراجع عن البعض قبل الإنتهاء من غرسها، وتم إلغاء الأخرى بعد فترة وجيزة من التنفيذ. ووفقًا لـGanly (2011)، تشير الدراسات التي أجرتها مؤسسة Gartner Research إلى أن 20٪ إلى 35٪ من عمليات التنفيذ تفشل، وأن نتائج ما يصل إلى 80٪ من المشاريع مشكوك فيها، لأنها تجاوزت المواعيد النهائية المقترحة أو الميزانيات المقترحة.

في الأخير يمكن القول إن أنظمة تخطيط موارد المؤسسات هي من بين أكثر إستثمارات تكنولوجيا المعلومات خطورة. ولذلك، فإن النظر بدقة في جميع الخيارات والمعايير لا يعد خيارًا فحسب، بل أيضًا مطلبًا حاسمًا لزيادة إحتمالية النجاح (Huseyin Selcuk Kilic & al.، 2014).

5- كفاءة وأمن نظم المعلومات:

يمكن اعتبار الكفاءة هي الإستخدام الأمثل للموارد والإمكانيات المتوفرة لتحقيق الأهداف المنشودة. وكفاءة نظام المعلومات هي نجاح النظام في توفير المعلومات المطلوبة بالدقة والملائمة والوقت والتكلفة المناسبة. وقد حدد المغربي (2002) أربعة مؤشرات لقياس كفاءة نظم المعلومات وهي: الدقة، الملائمة، الوقت المناسب والتكلفة المناسبة. وأيضا قام بتحديد مجموعة من المؤشرات تحكم كفاءة نظم المعلومات وهي: البساطة، المرونة، الإعتمادية والموثوقية، والقبول.

أما أمن نظام المعلومات، فيرمز إلى كل السياسات والإجراءات والأدوات التقنية التي تستخدم لحماية النظام من كل أشكال الاستخدام غير الشرعي للموارد مثل السرقة، التغيير والتعديل، إلحاق الضرر بالمعلومات أو قواعد البيانات، أو إلحاق الضرر المادي المعتمد بالأجهزة بالإضافة إلى وجود تهديدات أخرى مثل الأخطاء الإنسانية

والحوادث الطبيعية، أو الكوارث. ويطلق على معظم أشكال انتهاك حرمة وأمن أنظمة المعلومات مصطلح جرائم الكومبيوتر (سعد غالب ياسين، 2000).

وللرقابة على أنظمة المعلومات أهمية قصوى – سواء كانت رقابة عامة أو تطبيقية– لا تتجلى فقط في تأثيرها المباشر على فعالية وكفاءة النظام، وإنما في حماية وسلامة النظام بمكوناته وموارده من البيانات والمعلومات والملفات التي يحتويها وكذا البرامج التي تقوم بتخزينها، إدارتها وتشغيلها.

المبحث الثاني: إدارة نظم المعلومات

تؤدي نظم المعلومات ثلاثة أدوار رئيسية في جميع أنواع المنظمات (Brien & Marakas،2013) عمليات الدعم؛ دعم الإستراتيجيات التنافسية؛ وقرارات الدعم. يتم الحصول على دعم العمليات بشكل رئيسي من خلال أنظمة المعاملات. يمكن تنفيذ الإستراتيجيات التنافسية من خلال الإستخدامات المبتكرة لنظم المعلومات. ويتم في نهاية المطاف دعم القرار من قبل أنظمة المعلومات الإدارية أو التنفيذية، من خلال مستودع البيانات وموارد إستخراج البيانات.

ويتطلب وضع نظام للمعلومات وجود إستراتيجيه كاملة للنظم في المنظمة، من تحليل وتصميم يتم من خلال فريق عمل. كما لا توجد طريقة واحدة لتصميم النظم، فالنظم تختلف وفقا لحجمها والمستوى الذي تعمل داخله والأسلوب التكنولوجي الذي تستخدمه ودرجة تعقيد النظام. كما أن المنظمات نفسها تختلف من حيث درجة مهارة الهيئة القائمة على معالجة البيانات وخبرتها وقدرة مواردها المالية لتوفير الأجهزة والمعدات (نبيل محمد مرسي،2005).

من هذا المنطلق، سنتطرق في هذا المبحث إلى الأهداف من تخطيط وتصميم وتطوير نظم المعلومات، وإلى الأطراف المشاركة في العملية؛ ثم إلى مختلف مراحل بناء نظام المعلومات.

1- أهداف بناء وتطوير نظم المعلومات وا لأطراف المشاركة فيه

تحتاج عملية تصميم وبناء نظم المعلومات للكثير من الوقت والأفراد، خاصة في المنظمات الكبيرة. وهنا تطرح التساؤلات التالية: ما هي الأهداف من تطوير أو تصميم نظام معلومات جديد؟ ومن هم الأفراد المسئولون أو المشاركون في عملية تصميم وبناء النظم؟

حسب نبيل محمد مرسي (2005)، يمكن تلخيص بعض الأهداف من بناء وتطوير نظم المعلومات بشكل عام كما يلي:

- إكتشاف الأفراد لوجود خطأ في النظام الحالي كنتيجة لفشل النظام في تسجيل بعض المعلومات أو الأخطاء بصورة متكررة.
- ظهور تكنولوجية جديدة يترتب على إستخدامها تخفيض التكاليف أو دخول أعمال جديدة أو الرغبة في تعديل وتحديث أسلوب العمل.
- الإدارة العليا قد ترى عند قيامها بالتخطيط الإستراتيجي أن إدخال نظام جديد للمعلومات يعطي المنظمة ميزة تنافسية، أو أن المنافسين استخدموا تكنولوجيا جديدة للمعلومات مما يمثل تهديدا للمنظمة.

وحسب منال محمد الكردي (2003)، ينقسم الأفراد المسئولون أو المشاركون في عملية تصميم وبناء نظم المعلومات إلى مجموعتين رئيسيتين وهما: المجموعة التنظيمية ومجموعة معالجة البيانات، والجدول (1) يبين دور كل مجموعة.

في تصنيف آخر، قسم نبيل محمد مرسي (2005) الأفراد المشاركون في عملية بناء النظم حسب المهام إلى الأصناف التالية:

- **الإدارة العليا وإدارات تشغيل البيانات:** تتولى مهام التنسيق بين النظام المقترح والنظم الأخرى، كما تقع عليهم مسؤولية الحصول على تأييد الإدارة العليا بالمنظمة، وكذلك الحصول على التمويل اللازم لتنفيذ مشروع النظام.
- **مدير المشروع:** يتولى التأكد من أن الموارد المطلوبة متاحة لبناء النظام، وكذلك التأكد من تمكين الأفراد من تنفيذ النظام بنجاح.
- **المحلل الرئيسي:** يقوم بالتنسيق بين محللي النظم والمبرمجين والمصممين.
- **المبرمجون:** يقومون بكتابة وتشفير وتحقيق الاتصال والربط بين أجزاء النظام وتحديد حدود الصلاحية (الإضافة، الحذف، التطوير) بحيث يصبح النظام صالحا للتشغيل.

الجدول1 : جدول يبين الأطراف المشاركة في بناء و تطوير نظم المعلومات

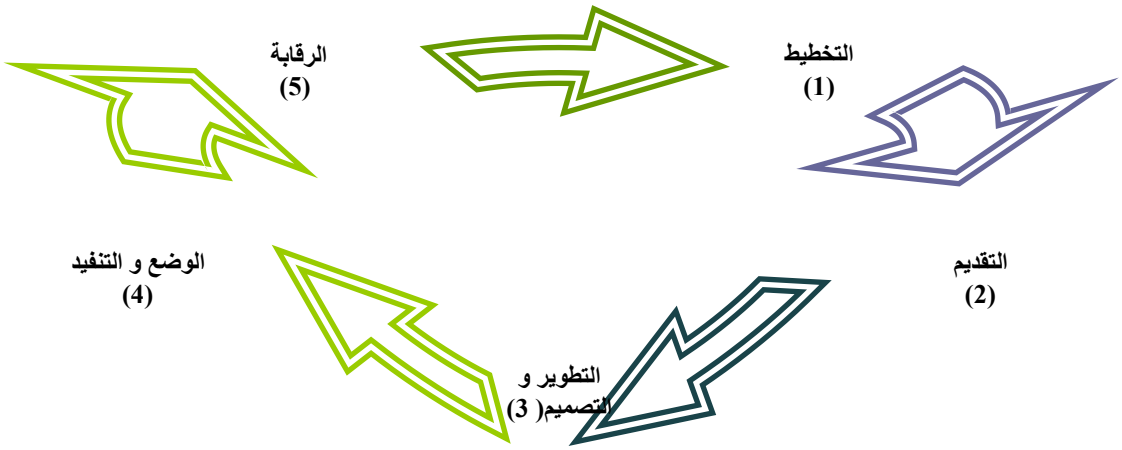
المجموعات	الأدوار
المجموعات التنظيمية	
أفراد الإدارة القدامى	الإمداد والدعم المالي.
الخبراء	الإمداد بالخبرة التنظيمية والقانونية.
الإدارة الوسطى	تقديم المشورة، المواد، البيانات.
الادارة الإشرافية	تقديم معلومات مكتبية.
العاملين في المصنع	معلومات عن الوظائف والمهام بالتفصيل.
مجموعات معالجة البيانات	
الأفراد القدامى في معالجة البيانات	تنسيق و تخطيط وتطوير النظام.
إدارة المشروع	إدارة مشروعات محددة.
المحللين القدامى	تنسيق عملية تحليل النظام وتطويره.
محللوا النظام	تحديد المتطلبات الجديدة للنظام و ما يرتبط به من مفاهيم و إجراءات.
المبرمجون	المسئولون عن التنفيذ الفني للنظام الجديد.

المصدر: (منال محمد الكردي، 2003)

2- مراحل دورة حياة نظم المعلومات

على الرغم من اختلاف مشاريع نظم المعلومات من حيث الحجم، المدى الزمني للانجاز، الأنشطة المطلوبة، الطبيعة والهدف؛ إلا أنها تمر بدورة حياة وبمراحل إنجاز متشابهة. وفقا لمنال محمد الكردي (2003)، يمكن تقسيم دورة حياة نظم المعلومات إلى خمسة مراحل أساسية: التخطيط، التقديم، التطوير و التصميم، الوضع و التنفيذ ثم أخيرا الرقابة (الشكل4).

الشكل 4:مراحل بناء دورة حياة نظم المعلومات



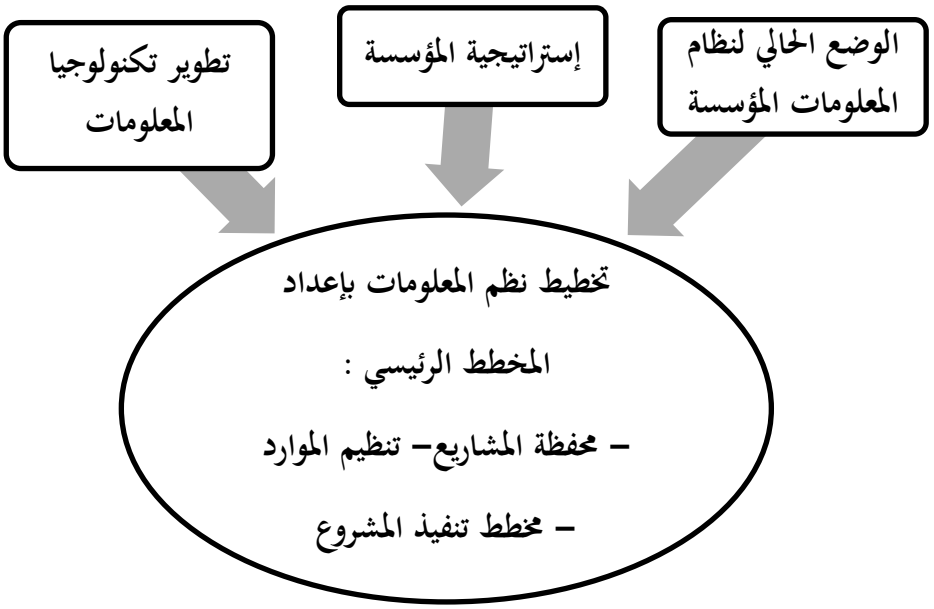
المصدر:منال محمدالكردي، (2003)

2-1- مرحلة التخطيط

يتحدد نجاح أو فشل نظام المعلومات في المنظمات بمرحلة التخطيط، حيث تبدأ هذه المرحلة بالإجابة على التساؤل التالي: هل المنظمة في حاجة حقيقية لنظام معلومات؟ وبمجرد أن يقوم المحلل بتحديد الاحتياجات والمتطلبات من النظام الجديد أو الحالي بعد تعديله، فإن على مخطط النظام أن يجيب على التساؤل التالي: هل يمكن انجاز نظام المعلومات بالشكل الذي يلبي احتياجات المنظمة (منال محمد الكردي، 2003)؟ وللإجابة على السؤال، تتم دراسة جدوى لمشروع نظام المعلومات والتي تحكمها مجموعة من القيود : التكنولوجية (هل يمكن انجاز وتنفيذ النظام؟) والإقتصادية (هل النظام مجدي من ناحية التكاليف؟) والسلوكية (هل للنظام آثار سلوكية على

مستخدميه؟) والقانونية. ويكمن هذف هذه المرحلة (الدراسة الأولية أو المبدئية) في تحديد المشكل المرغوب حله (ما هي الأهداف التي سيحققها هذا النظام؟ ما هي المجالات التي سيغطيها؟ ما هي العمليات اللازمة؟ ما هي النتائج التي سيحققها ؟) (الشكل5). وعليه سنتطرق إلى عملية التخطيط أو الدراسة الأولية لنظم المعلومات على مرحلتين وهما دراسة الجدوى و إعداد الخطة الرئيسية.

الشكل 5:شكل توضيحي للمبدأ الأساسي لتخطيط نظم المعلومات



المصدر: Reix، (2002)

2-1-1- دراسة الجدوى:

عند القيام بدراسة جدوى نظام المعلومات، ستدرس أربعة جوانب وهي: الجوانب التكنولوجية، الاقتصادية، السلوكية والفنية.

- **دراسة الجدوى التكنولوجية**: نقول أن نظام المعلومات مجدي من الناحية التكنولوجية عندما تتوفر الموارد المادية والبرمجيات لتغطي احتياجات النظام وتحقق له أهدافه.

- **دراسة الجدوى الإقتصادية:** بعد التأكد من عدم وجود أي عائق تكنولوجي لتنفيذ النظام، يقيم المدير المسؤول قدرة المؤسسة على تحمل تكاليف النظام (منال محمد الكردي، 2003). يقيم المدير هنا الفرص الاستثمارية والتي في الغالب تعتمد على فكرة تحليل المنافع والتكاليف مثل طريقة صافي القيمة الحالية، معدل العائد الداخلي..، كما يقوم المحلل بتحليل الفائدة أو العائد الذي سيتحقق من هذا النظام المقترح (نبيل محمد مرسي، 2005).
- **دراسة الجدوى السلوكية:** المدير المسؤول يهتم بدراسة مدى تقبل العاملين للنظام الجديد.
- **دراسة الجدوى القانونية:** يتم التأكد من قانونية النظام المقترح وعدم وجود عقبات قانونية قد تحول دون تطبيقه.

2-1-2- الخطة الرئيسية:

بعد تأكد المدير المسؤول من نتائج دراسة الجدوى، تأتي مرحلة إعداد الخطة الرئيسية، والتي تتضمن الجوانب التالية:

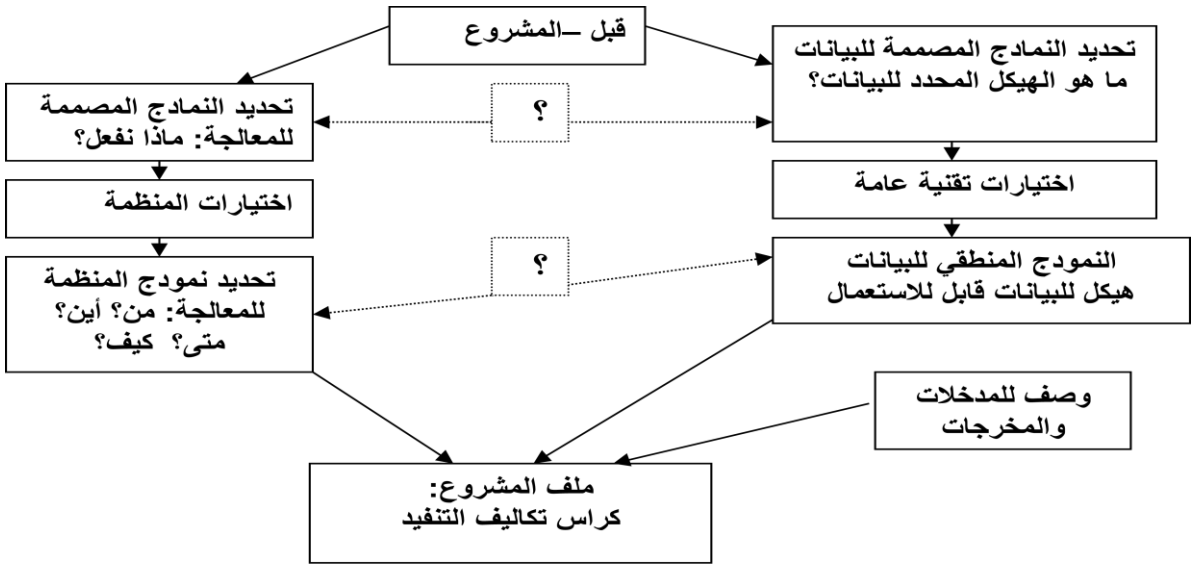
- **الأهداف:** يتم تحديد الأهداف من النظام الجديد، ومن ثم يتم وضع خطة له (تحديد طبيعته، الفترة الزمنية اللازمة لإتمام النظام الجديد، التكلفة).
- **التنظيم:** يشارك في هذه العملية كل من المسؤول التنفيذي، فريق إدارة المشروع (الرئيس، الأعضاء)، مختلف أقسام نظام المعلومات (مدير نظام المعلومات، مدير قاعدة البيانات، ...) (منال محمد الكردي ،2003).
- **الموارد والإمكانات:** يجب أن تتضمن الخطة الرئيسية المخزون الحالي من الموارد والإمكانات المتاحة مثل المعدات، الأفراد المؤهلين، التسهيلات المادية، تحديد نوع وحجم الموارد الإضافية المطلوبة.
- **الرقابة:** بعد تحديد أهداف النظام، يبدأ الفريق المسؤول عن إدارة مشروع نظام المعلومات بتحديد مقاييس الرقابة، والتي يقارن بها الأداء الفعلي للنظام، ومن هذه الأدوات نذكر الموازنة والتي تعتبر أداة سابقة ولاحقة في

تشغيل نظام المعلومات، حيث تتضمن تكاليف ومصروفات وإيرادات الأنشطة المختلفة وكذا الوقت المستغرق في تنفيذ كل نشاط.

2-2- مرحلة التقديم

يتم في هذه المرحلة عرض الخطة الرئيسية للمشروع وتقديمها لمتخذي القرار، فهذه المرحلة تعتبر همزة الوصل بين حل المشكل وبين إشكالية الاحتياجات. ففي هذه الخطة المقدمة لمتخذي القرار، نجد الاقتراحات المرتبطة بالنماذج المصممة للبيانات والنماذج المصممة للمعالجة، كما نجد في الأخير ملف المشروع والذي يضم التكاليف المرتبطة بالتنفيذ. أما فيما يتعلق بمضمون مراحل عملية التقديم، فقد تم تلخيصها في الشكل 6 أدناه.

الشكل 6 :شكل توضيحي للمبدأ الأساسي لتخطيط نظم المعلومات



المصدر: Reix، (2002)

2-3- مرحلة التطوير والتصميم

تبدأ عملية تطوير نظام المعلومات رسميا بعد موافقة الإدارة العليا على الأبعاد المختلفة لمحتويات الخطة الرئيسية للنظام، حيث تبدأ عملية التصميم التجريبي أو المؤقت للنظام أولا، وتستكمل قبل القيام بتحليل بيانات المنافع

والتكاليف الخاصة بدراسة الجدوى الاقتصادية. يتم في هذه المرحلة تحديد أو اختيار منهج وأسلوب تقييم النظام، والذي حدد مبدئيا في مرحلة التخطيط. ويتم تعديله وفق مقتضيات عملية التطوير التفصيلية في هذه المرحلة، في ضوء أنشطة تحليل وتقييم النظام (منال محمد الكردي، 2003).فعملية التطوير مرتبطة بشكل خاص بعملية تنفيذ التقنيات المتعلقة بملف المشروع (أو التأقلم مع التقنية المشتراة).

كما أن عملية تصميم النظام الجديد تضم تطبيقات الحاسب لمقابلة الإحتياجات وأيضا تركيب النظام وإختباره، ثم عمل نسخ للنظام الجديد وبعدها البدء في تشغيله وكذلك أعمال الصيانة اللازمة تحسبا لظهور أي أعطال، وأيضا يجب تحديد مكونات النظام الجديد والعلاقات التي تربط المكونات والصورة التي سوف تظهر للمستخدم النهائي ومدى ملائمتها للوظائف المراد تحقيقها من حيث الوقت المستخدم لإنجاز الأعمال أو تسهيل الخطوات والإجراءات لإتمام العمليات (نبيل محمد مرسي،2005).

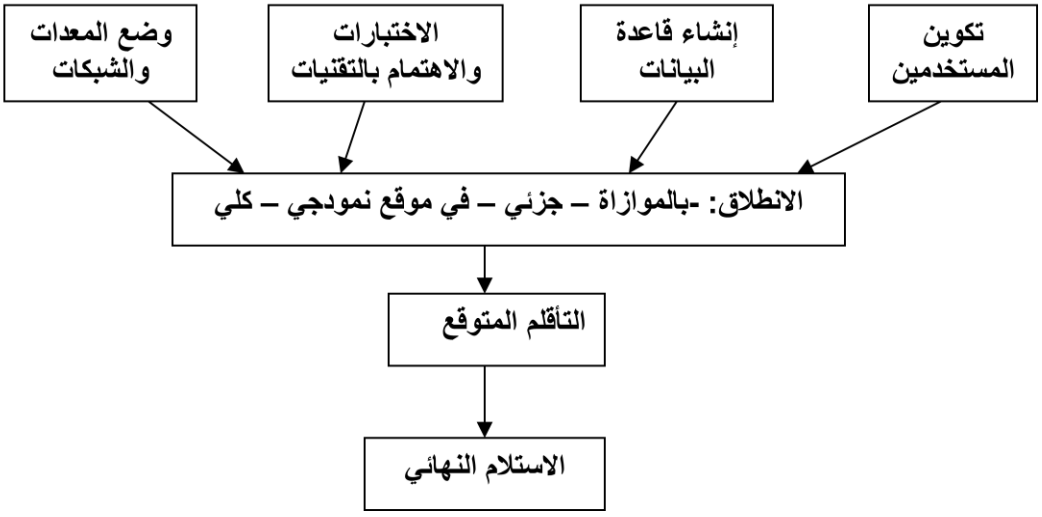
2-4- مرحلة الوضع والتنفيذ

تنطوي مرحلة الوضع والتنفيذ على أربعة أنشطة رئيسية وهي:

- إعداد وتجهيز المعدات وتوفير درجة الأمان للنظام من ناحية التأمين ضد الحوادث (الحريق، ضياع البيانات والمعلومات)، وذلك عن طريق تصميم نظام لضمان وجود نسخ احتياطية من البيانات يتم تحديثها بشكل مستمر.
- الإختبار وتصحيح أخطاء البرمجيات.
- التدريب وتأهيل الأفراد.
- التحول للنظام الجديد: بعد إنتهاء فريق إدارة نظم المعلومات من تحليل وتصميم وبرمجة وإختبار وتصحيح التطبيقات والبرمجيات الخاصة بنظام المعلومات، وأيضا بعد إختبار وتحديد المعدات والأجهزة والأدوات وتجهيزها. وبعد تلقي الأفراد المستخدمين لنظام المعلومات ومشغليه التدريب الكافي للتعامل مع نظام

المعلومات، يتم التحول إلى النظام الجديد، كما أنه من المتوقع حدوث بعض المشاكل عند بداية تشغيل النظام الجديد، والشكل (7) يوضح بطريقة مبسطة عملية وضع أو غرس نظم المعلومات داخل المنظمة.

الشكل 7: وضع أو غرس النظام



المصدر: Reix، (2002)

2-5- مرحلة الرقابة

تبدأ عملية الرقابة على نظام المعلومات أثناء التخطيط له، وتمتد خلال مراحل دورة حياة النظام. ففي كل مرحلة توجد أهداف ومهام يجب تنفيذها. وعليه، يقوم فريق إدارة نظام المعلومات بعملية الرقابة للتأكد من أن كل مرحلة أنجزت وفقا لما هو مخطط له. فعملية الرقابة عملية مستمرة ودورية، من خلالها يتم التحقق من درجة التقدم في إنجاز الأهداف (منال محمد الكردي، 2003).

المبحث الثالث: عملية اتخاذ القرار

يعتبر فن إتخاذ القرار قديما قدم البشرية نفسها. فمنذ أن وجد الإنسان واكتسب الوعي بذاته وبيئته، نشأت حاجته إلى إتخاذ القرارات إزاء المواقف المتعددة والقضايا المختلفة التي كانت تعترضه في حياته اليومية .

فعملية صناعة القرار واتخاذه تعتبر عملية صعبة ومعقدة، كونها ترتبط بالحقائق والمعلومات المتاحة، وبالقيم والمعتقدات التي يتبناها التنظيم وصانع القرار ومتخذه. وعليه سنستعرض في هذا المبحث مختلف المفاهيم المتعلقة

بعملية اتخاذ القرار من خلال التطرق لمفهوم عملية اتخاذ القرار وذكر أهم مستويات هذه العملية (الاستراتيجي،التكتيكي،الفني).

1-تعريف عملية اتخاذ القرار:

تبدأ عملية إتخاذ القرار عندما نحتاج إلى عمل شيء ما ولكننا لا نعرف ما هو. ولهذا يعد اتخاذ القرار عملية تفكير منطقية أو غير منطقية، مستندة إلى فرضيات محددة واضحة أو فرضيات ضمنية غير محددة.

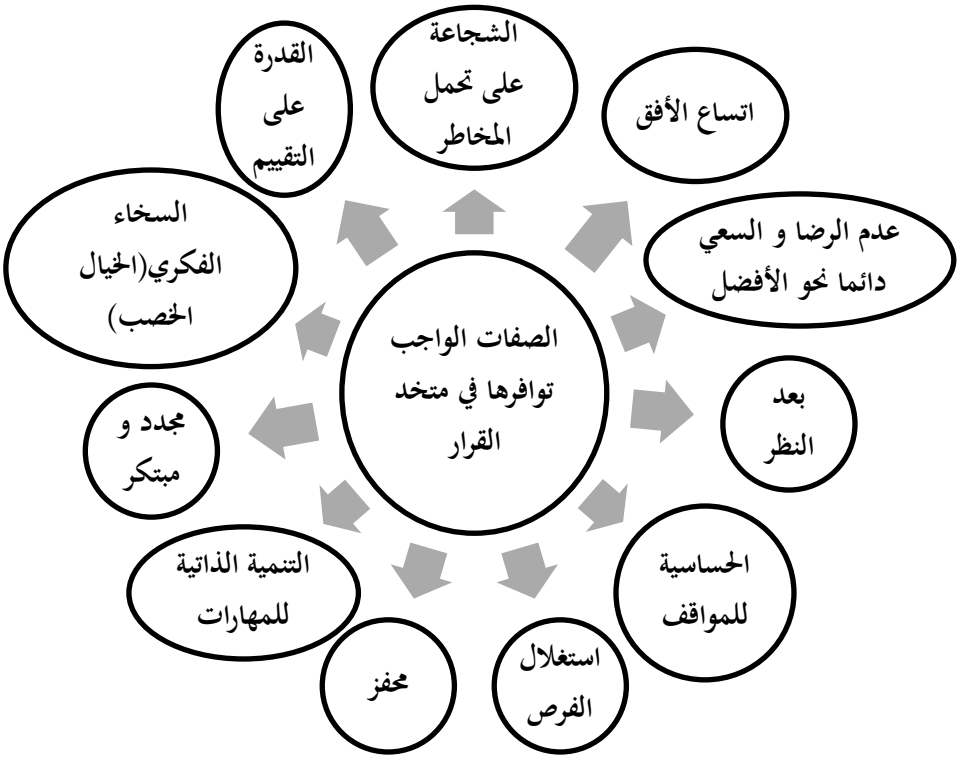
ويقصد بالقرار، "الإختيار الواعي عن طريق المفاضلة للبديل الأفضل من بين عدة بدائل ممكنة لتحقيق الأهداف، حل مشكلة، أو إنتهاز فرصة" (1998,Dhenin). أما "ريتشارد سنايدر" فعرف القرار على أنه تلك العملية التي تتم من خلال إختيار مشكلة لتكوين موضوع قرار معين. وينتج عن ذلك الاختيار ظهور عدد محدود من البدائل يتم إختيار إحداها لوضعه موضع التنفيذ والتطبيق " (أحمد رزدومي ،2010).

يمكن تعريف عملية اتخاذ القرار كذلك على أنها وظيفة أو سلوك يتمركز على الاختيار بين البدائل المتاحة وتقييمها وفقا للمعلومات والبيانات في بيئة العمل والمتعلقة بالمشكلة، بحثا عن البديل المناسب والذي يحقق الهدف المرغوب (سليم بطرس جلدة،2009)؛ فصناعة القرار هي عبارة عن عمليات وتحضيرات تجري من أجل اتخاذ قرارات سليمة (سليم الحسينية،2006). وبتعبير آخر، اتخاذ القرار هو عملية الاختيار التي يتم بموجبها اختيار وتبني حل معين لمشكلة ما من بين عدد من الحلول البديلة، وتتم عملية الاختيار هذه استنادا إلى هدف يبغي متخذ القرار الوصول إليه، ضمن قيود وشروط محددة وتحت تأثير عوامل متباينة وضغوط مختلفة، الأمر الذي يجعلها عملية صعبة تستوجب الدقة والحذر في اختيار المؤشرات الكمية والكيفية لأهداف القرار وقيوده وقواعده وسبل تنفيذه.

ومن **الصفات الواجب توافرها** في عملية اتخاذ القرار نذكر: عملية قابلة للترشيد، تمتد في الماضي والمستقبل، عملية تقوم على الجهود الجماعية المشتركة، عملية تتسم بالشمولية والعموم، عملية ديناميكية مستمرة، عملية معقدة وتتميز بالبطء أحيانا. كما هناك ايضا مجموعة من الصفات يجب توافرها في متخذ القرار، والتي نذكر منها:

الشجاعة في تحمل المخاطر وفي استغلال الفرص، والقدرة على التقييم وعلى السعي دائما نحو الأفضل، والتوجه الدائم نحو تنمية المهارات الفردية التنظيمية المميزة له ولتابعيه ...، وهذا ما نجده موضحا في الشكل (8).

الشكل 8: الصفات الواجب توافرها في متخذ القرار



المصدر:سليم بطرس جلدة، (2009)

2-مستويات ومراحل اتخاذ القرار:

إن عملية اتخاذ القرار تشمل جوهر العملية الإدارية، وكل وظائفها. وتشمل جميع المستويات الإدارية، فهي تتعامل مع كل موضوع محتمل ضمن العملية الإدارية، فعملية اتخاذ القرار تتطلب المرور بمجموعة من المراحل المتتابعة والمتداخلة. وحسب سليم الحسينية (2006)، هناك ثلاثة مستويات لاتخاذ القرارات الإدارية وهي:

–المستوى الإستراتيجي: تتميز القرارات في هذا المستوى بصعوبة برمجتها، فهي تضع خطط طويلة المدى. كما أنها تتعلق بمواقف جديدة غير محددة. وفي هذا المستوى، نحتاج إلى نوع خاص من نظم معلومات دعم الإدارة مثل: نظم المعلومات الإستراتيجية، نظم دعم منفذي الإدارة العليا.

–المستوى التكتيكي: هذه القرارات تتعامل مع الأنشطة المتوسطة أو قصيرة الأجل، ترتبط بتكوين الميزانيات، تحليل الأعمال المالية، البحوث والتطوير...، فهذا القرار هو مزيج من نشاطات التخطيط والتنظيم والرقابة.

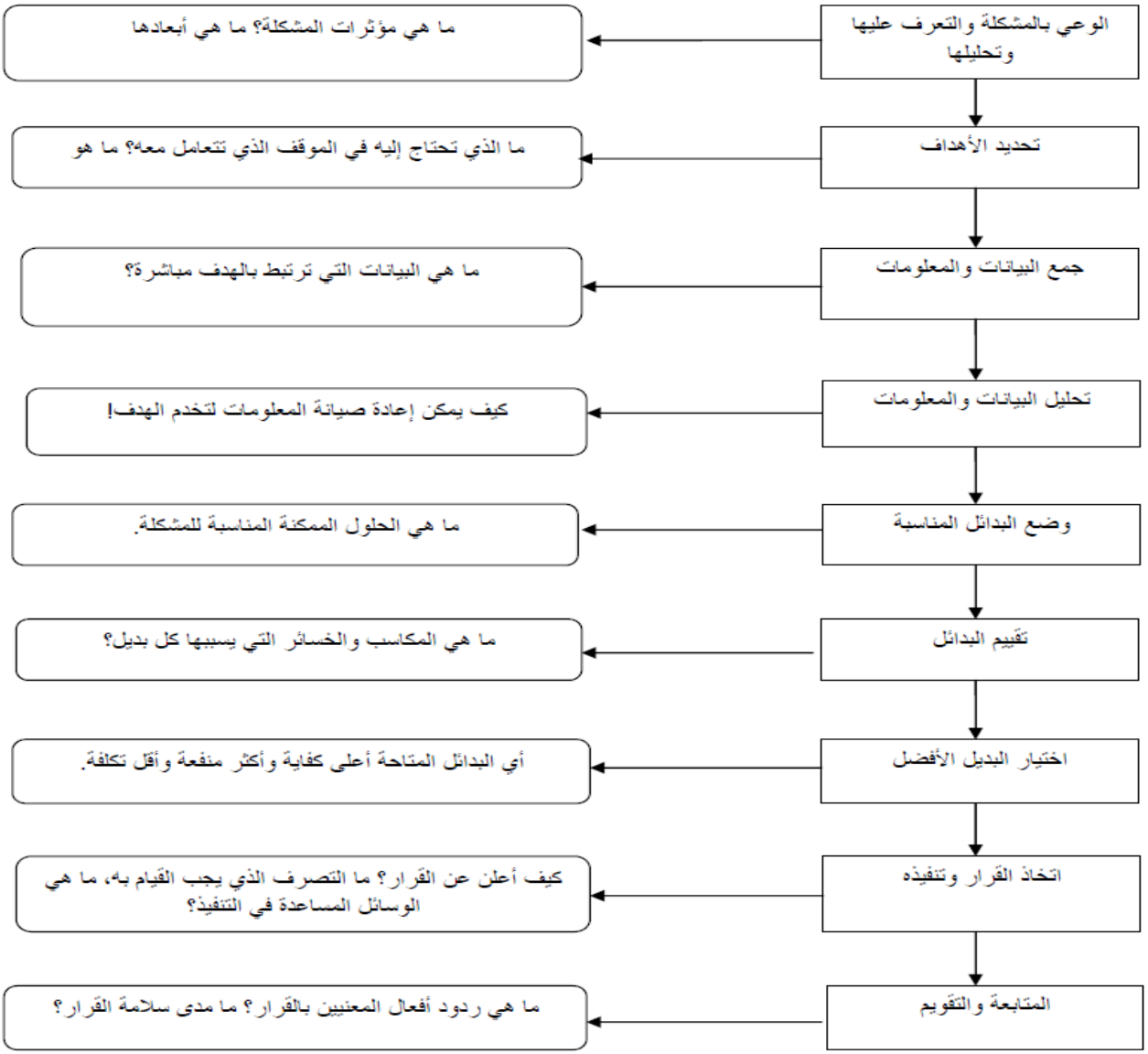
– **المستوى الفني:** يتم التعامل مع القرارات التشغيلية المتعلقة بالأنشطة اليومية أو قصيرة المدى. ومن الأنظمة الداعمة لهذه القرارات نجد: نظام تشغيل البيانات، أتمتة المكاتب...

ووفقا لسعد غالب ياسين (2006)، قسم Herbert Simon مراحل عملية اتخاذ القرار إلى ثلاثة مراحل، وهي كالتالي:

- **مرحلة الذكاء:** تشمل تحديد المشكلة وتعيين أسبابها وتصنيفها طبقا لدرجة هيكلتها. وقد فرق بين نوعين من المشاكل، المشاكل غير المهيكلة (غير المبرمجة) والمشاكل المهيكلة (أو المبرمجة)؛ ويتم أيضا تجزئة المشكلة الواحدة إلى مشاكل فرعية لتبسيطها.
- **مرحلة التصميم:** تشمل إنتاج وتطوير وتحليل الحلول البديلة الممكنة، وتتضمن أيضا فهم المشكلة، اختبار الجدوى، بناء النموذج الخاص بالمشكلة، واختباره والتأكد من صحته.
- **مرحلة الاختيار:** تشمل البحث والتقويم والتوصية بحل مناسب للنموذج؛ وبالتالي تنفيذ القرار ومتابعة النتائج وتحليلها عن طريق نظام التغذية العكسية.

يبرز نموذج سايمون ارتباط وتكامل مراحل عملية اتخاذ القرار، حيث ترتبط كل مرحلة بأدوات ونظم معلومات ملائمة. وكما يوضحه الشكل (9) تمر عملية صنع القرار واتخاذه بعدة مراحل متكاملة ومتسلسلة، كل مرحلة تحتاج الى عدة خطوات وإجراءات، وذلك بهدف الوصول الى قرارات سليمة.

الشكل 9: مراحل عملية صنع القرار



المصدر: رافدة الحريري، (2008)

3- العوامل المؤثرة في عملية اتخاذ القرارات

على الرغم من تعدد القرارات التي يمكن اتخاذها، إلا أن العوامل المؤثرة فيها تزيد من صعوبة هذه العملية، وإذا ما تداخلت هذه العوامل فيما بينها فإنها قد تؤدي أحيانا الى بعض القرارات غير الرشيدة. لهذا، فإن اتخاذ القرار مهما كان بسيطا ومحدود المدى، فانه يستلزم التفكير في مختلف العوامل المؤثرة عليه. ويمكن تقسيم العوامل المؤثرة

في القرار إلى عوامل البيئة الداخلية، البيئة الخارجية، شخصية، نفسية، وعوامل أخرى (كاسر نصر منصور، 2006).

تتمثل عوامل البيئة الخارجية في ضغوط البيئة المحيطة التي تعمل ضمنها المنظمة والتي لا تخضع لسيطرة المؤسسة، ومن هذه العوامل نذكر: الظروف الاقتصادية والمالية السائدة في المجتمع، التطورات التقنية والتكنولوجية والقاعدة التحتية التي تقوم عليها الأنشطة الاقتصادية، الظروف الإنتاجية القطاعية مثل المنافسين والموردين، العوامل التنظيمية الاجتماعية والاقتصادية مثل النقابات والتشريعات والقوانين الحكومية والرأي العام والسياسة العامة للدولة وشروط الإنتاج، ودرجة المنافسة التي تواجه المنظمة في السوق.

أما عوامل البيئة الداخلية فتكون مرتبطة بالعوامل التنظيمية وبخصائص المنظمة، ونذكر منها: عدم وجود نظام للمعلومات داخل المنظمة يفيد متخذ القرار بشكل جيد، عدم وضوح درجة العلاقات التنظيمية بين الأفراد والإدارات والأقسام، درجة وضوح الأهداف الأساسية للمنظمة، مدى توافر الموارد المالية والفنية والبشرية للمؤسسة، القرارات التي تصدر عن مستويات إدارية أخرى.

وبالنسبة للعوامل الشخصية، فهي عوامل مرتبطة بمتخذ القرار ، وهي تنقسم إلى نوعين: شخصية ونفسيه. فالعوامل النفسية تتعلق ببواعث داخلية للشخص، ومنها ما يتعلق بالمحيط النفساني المتصل به وخاصة في مرحلة اختيار البدائل. أما العوامل الشخصية فهي تتعلق بالصفات الواجب توافرها في متخذ القرار، وهذا ما تطرقنا له سابقا.

كما توجد مجموعة من العوامل الأخرى المتنوعة، والتي تكون مرتبطة مثلا بتأثير عنصر الزمن وتأثير أهمية القرار على العملية. فعنصر الزمن يشكل ضغطا كبيرا لمتخذ القرار، فكلما زادت الفترة الزمنية المتاحة أمام متخذ القرار كلما كانت هناك بدائل أكثر وإمكانية للتحليل ولجعل النتائج قريبة من الواقع؛ أما في حالة ضيق الفترة الزمنية فان ذلك سيتطلب من متخذ القرار السرعة، وهذا يمكن أن يقلل من البدائل المتاحة أمامه. أما تأثير أهمية القرار فهو مرتبط برسالة المؤسسة، فهي تعمل على:

- تحديد مجال العمل والذي يكون مقيدا برسالة المؤسسة.
- تحديد الشرعية القانونية والاجتماعية للمؤسسة.
- تحديد الفلسفة العامة للمؤسسة.
- تحديد كيفية تأمين الموارد المادية والمالية والبشرية للمؤسسة وكيفية تخصيصها، وهذا ما يجعل متخذ القرار مقيد بكل هذه العوامل (أحمد ماهر،1999).

خلاصة الفصل الأول:

من خلال هذا الفصل، تطرقنا إلى مختلف المفاهيم الأساسية المتعلقة بنظم المعلومات واتخاذ القرار، وذلك بهدف إعطاء نظرة واضحة عن موضوع اختيار مشاريع نظم المعلومات وتسهيل الدخول في الفصول القادمة.

في نهاية هذا الفصل، يتبين لنا أن بيئة المؤسسات عرفت مستوى متنام من التعقيد وعدم التأكد خلال العقود الأخيرة. في ظل هذه الظروف، وعلى المستوى الاقتصادي، أصبحت الميزة التنافسية وخلق القيمة ترتكز على الإبداع والمعرفة وبرزت المعلومة كأصل استراتيجي محدد للأداء؛ الأمر الذي دفع بالمؤسسات إلى تطوير نظم معلومات وظيفية متنوعة: نظم معلومات التسويقية، نظم المعلومات متعلقة بإدارة الإنتاج، نظم المعلومات المتعلقة بإدارة الموارد البشرية ... ويمكن تعريف هذه النظم على أنها مجموعة متفاعلة من المكونات (التكنولوجية والبشرية) التي تعمل على تجميع وتحليل البيانات، وإنتاج وتخزين ونشر المعلومات، بغرض مساندة عملية صنع القرار والرقابة داخل المنظمة.

من الجانب الإداري، أدت الأهمية المتنامية لنظم المعلومات إلى تطوير جملة من المناهج والتقنيات ترمي إلى ضمان التطوير الجيد والتثبيت الفعال والاستغلال الأمثل لهذه النظم. تمس هذه المناهج والتقنيات مختلف مراحل دورة حياة نظم المعلومات من التخطيط (دراسة الجدوى وإعداد الخطة الرئيسية)، والتقديم، والتطوير واتصميم، والوضع والتنفيذ، والرقابة؛ ولعل من أهمها تلك المناهج الهادفة إلى دعم وترشيد القرارات المتعلقة باختيار مشاريع نظم المعلومات.

الفصل الثاني: أهم الدراسات المتعلقة باختيار مشاريع نظم المعلومات

مقدمة الفصل الثاني:

لقد أصبح اختيار مشاريع التعزيز المؤسسي للإحتياجات الإنمائية عموما، وإختيار مشاريع نظم المعلومات خصوصا من المسائل الهامة المحددة لمستوى الأداء الإستراتيجي والتشغيلي للمنظمة (Chiang & al.، 2018). ويعتبر تقييم وإختيار مشاريع نظم المعلومات من العمليات المعقدة والصعبة (بلحسن وآخرون،2016) المنطوية على: تعدد صانعي القرار، تعدد معايير الإختيار، التقييمات الذاتية وغير الدقيقة، وعدم اليقين والمخاطرة (Bolat & al.، 2014؛Pramanik & al.،2019).

من هذا المنطلق، ولضمان إختيار أفضل مشروع، من المستحسن إستخدام منهج منظم قادر على تحليل شامل للأداء العام لمشاريع نظم المعلومات المتاحة وإتخاذ القرار المناسب. وقد تعددت الدراسات المهتمة بهذا الموضوع، فمنها من أهتم بإختيار نظم المعلومات التقليدية، وآخرون اهتموا بأنظمة تخطيط موارد المؤسسات، ومنهم من اهتم بعملية المفاضلة بين نظم المعلومات مفتوحة المصدر وتحت الطلب.

وعليه، سنقسم هذا الفصل إلى ثلاثة مباحث: في المبحث الأول سنستعرض أهم الدراسات التي اهتمت بإختيار مشاريع نظم المعلومات التقليدية، أما المبحث الثاني فسيتطرق إلى الدراسات المهتمة بتقييم وإختيار مشاريع برمجيات التسيير المدمج. وفي مبحث أخير، سنستعرض بعض الدراسات التي تعرضت لعملية المفاضلة والتقييم لمشاريع نظم المعلومات مفتوحة المصدر أو تحت الطلب.

المبحث الأول: الدراسات المتعلقة باختيار المشاريع التقليدية لنظم المعلومات

خلال العقود السابقة، تناولت العديد من الدراسات إشكالية دعم القرارات المتعلقة باختيار وتقييم مشاريع نظم المعلومات التقليدية، حيث اقترحت مجموعة متنوعة من الأساليب والطرق المتعددة المعايير المساعدة على اتخاذ القرار.

1- دراسة Santhanam& al. (1989) :

يعتبر Santhanam،Muralidhar وShniederjans من أوائل الباحثين الذين اقترحوا نماذج كمية متعددة المعايير تسعى لتجاوز حدود المناهج التقليدية المستعملة في دعم القرارات المتعلقة باختيار مشاريع نظم المعلومات. ففي دراسة أولى، اقترح Shniederjans & al. (1988) نموذجا للبرمجة الخطية بالأهداف يرمي إلى ترشيد اختيار مشاريع نظم المعلومات. من خلال هذا النموذج، اهتم الباحثون بهدف واحد وهو تدنيه التكاليف مع احترام مجموعة من القيود. بعد ذلك، وفي دراسة ثانية، طور Shniederjans & al. (1989) نموذجا أكثر واقعية للبرمجة الخطية بالأهداف؛ حيث اهتموا بهدفين نوعيين وهما الأرباح المتعلقة بزيادة المرونة في اتخاذ القرارات وتحسين عمليات التخطيط، إلى جانب هدف كمي واحد وهو تخفيض تكاليف نظم المعلومات. أما بالنسبة لعدد القيود المحيطة بالعملية، فتمثلت في قيد قيمة الاستثمار، قيد عدد أنظمة التحليل، مجموع البرامج الممكنة، الوقت المسخر للتطوير، إلزامية وضع المشروعX. حيث قاموا باستخدام نموذج البرمجة الخطية بالأهداف (0-1) في اختيار مشاريع نظم معلومات في مؤسسة خدمات للهواتف، ليقوموا بعدها بالمقارنة بين النتائج المحصلة من هذه الطريقة والنتائج المحصلة من استخدام طريقتي الترتيب والترصيد. في الأخير، خلصت الدراسة إلى أن نموذج البرمجة الخطية بالأهداف أحسن من طريقتي الترتيب والترصيد كونه احترم كل الموارد واهتم بمحدوديتها في عملية وضع المشاريع، كما أنه يهتم بالمعايير الكمية والنوعية، له القدرة على تقدير المشاكل بأقل جهد مبذول من متخذي القرار، ويحل المشاكل المتعلقة باختلاف وحدات القياس. وعلى الرغم من هذه الإيجابيات، إلا أن النموذج المقترح

لا يخلوا من بعض العيوب، والتي من أهمها الحدود المرتبطة بالأوزان النسبية للمعايير والقيود وإهماله لقضية الترابط بين الأهداف والمعايير والأنظمة المقترحة (محل المفاضلة).

2- دراسة Schniederjans & Wilson (1991)

من أجل تجاوز الحدود المتعلقة بالأوزان النسبية، اقترح Santhanam, Muralidhar & Wilson (1990) استخدام نموذج التحليل الهرمي (AHP)، فهذا النموذج يأخذ بعين الاعتبار الأحكام المتعلقة بالمعايير النوعية غير الملموسة إلى جانب المعايير الكمية الملموسة. وبالرغم من إسهامات نموذج التحليل الهرمي المقترح في هذه الدراسة، إلا إنه لم يخلو من السلبيات. بالفعل، طريقة التحليل الهرمي لا يأخذ بعين الاعتبار بعض القيود المحيطة بالعملية. كما أنه لا يراعي محدودية العوامل (محدودية الميزانية، عملية التنبؤ، الموارد اللازمة) والتي تعتبر قيودا حقيقية يجب الاهتمام بها عند اختيار مشاريع نظم المعلومات.

وبهدف تفادي النقائص الموجودة عند استخدام طريقة التحليل الهرمي لوحدها، طور Schniederjans & Wilson (1991) مقاربة هجينة تمزج بين طريقتي البرمجة الخطية بالأهداف (GP) وطريقة التحليل الهرمي (AHP). من أجل تطبيق هذه المقاربة الهجينة، أجريت دراسة تطبيقية في مؤسسة جهوية للهواتف والتلغراف بالولايات المتحدة الأمريكية (The company of Lincoln NEBRASKA). وذلك من خلال المقارنة بين 6 مشاريع مع امكانية اختيار 4 مشاريع لنظم المعلومات. حيث تواجدت 4 أهداف ضرورية: ساعات العمل السنوية المتطلبة للبرمجة، ساعات عمل التحليل السنوية، الميزانية السنوية القصوى، الزامية وضع أحد المشاريع الستة، كما يوجد هدفين مرنين مرتبطين بالميزانية السنوية وساعات العمل المكتبية.

وفقا لهذا النموذج، تستخدم طريقة التحليل الهرمي في البداية لوضع التفضيلات لمجموع المشاريع في ظل المعايير المحددة. بعدها، توضع هذه التفضيلات في مخطط لترتيب المشاريع. وفي مرحلة تالية، تأتي البرمجة الخطية بالأهداف

لتصوغ كل هذه النتائج في نموذج رياضي يسمح حله بإعطاء الحل الأفضل المتعلق باختيار محفظة المشاريع المناسبة للمنظمة.

وما يمكن أن يستخلص من هذه الدراسة: أن النتائج التي يعطيها هذا النموذج أكثر واقعية وقابلية للتحقيق، فهو يسمح بجمع القيود اللازمة للموارد والتي تعجز عنها طريقتي الترتيب والترصيد، كما أن مراحل القرار أكثر كمالا عند استخدام طريقة التحليل الهرمي مقارنة بطريقتي الترتيب والترصيد، بالإضافة إلى الدعم الذي يقدمه نموذج البرمجة الخطية بالأهداف بإنتاج معلومات (النموذج المقابل) تساعد متخذ القرار على ملاحظة الفوارق النقدية بين المشاريع، وكذا بين تكاليف المعايير المستخدمة. في المقابل، لا تخلو هذه المقاربة هي الأخرى من نقائص، فهي تهمل قضية الترابط الممكن وجوده بين المعايير والأهداف والبدائل؛ ولا تراعي العديد من القيود والمعايير المؤثرة على عملية اختيار مشاريع نظم المعلومات.

3- دراسة Badri & al. (2001)

في عمل ثالث، اقترح Badri & al. (2001) نموذجا لحل المشاكل المتعلقة باختيار مشاريع نظم المعلومات في القطاع الصحي باستخدام نموذج البرمجة الخطية بالأهداف (0-1).

من خلال هذه الدراسة، أدخل الباحثون في النموذج المقترح مجموعة متنوعة من القيود والعوامل (الربح المرتبط بالأهداف، تكاليف المعدات المرتبطة الأهداف، تكاليف البرمجيات المرتبطة بالأهداف، المخاطر والتفضيلات المرتبطة بالأهداف، القيود المتعلقة بترابط المشاريع، قيد المشاريع المتنافية، قيد المشاريع الإلزامية، وقت تنفيذ المشاريع، الوقت اللازم للتكوين) يتعدى عددها بكثير عدد القيود والعوامل التي راعتها الدراستين السابقتين. وفي المثال التطبيقي، تمت المفاضلة بين 28 مشروع نظم معلومات لمركز استشفائي بدبي. الشيء الجديد في هذه الدراسة يتمثل في إثراء نموذج البرمجة بالأهداف (GP) بإدماج معايير وأهداف جديدة لم تتطرق إليها الأعمال السابقة. يتعلق الأمر أساسا بمدى تلقي المعلومات، المرونة في الميزانية، الوقت الحقيقي في غرس النظام بمساعدة

المسيرين وكل المساهمين في العملية بمختلف درجاتهم الوظيفية. بعبارة أخرى يمكن القول إن نموذج Badri & al. (2001) أكثر واقعية من النماذج السابقة وأكثر مراعاة لمختلف المعايير والأهداف التي تحكم القرارات المتعلقة باختيار مشاريع نظم المعلومات.

وبالرغم من هذا الإسهام، إلا أن دراسة Badri & al. (2001) لا تخلو من نقائص. ومن الانتقادات التي يمكن توجيهها للدراسة أنها لم تأخذ بعين الاعتبار إلا اليد العاملة اللازمة لانجاز وغرس المشروع في القيد المتعلق باليد العاملة الإضافية اللازمة. ففي الكثير من الأحيان، تطوير نظم معلومات جديدة يؤدي إلى خلق مناصب شغل جديدة ويتطلب توظيف يد عاملة جديدة ضرورية لتشغيل النظام، من جهة أخرى قد يؤدي النظام الجديد إلى حذف مناصب عمل أو إلى تسريح العمال.

4- دراسة Lee & Kim (2001):

من أجل تجاوز النقائص التي عرفتها مختلف المقاربات المعتمدة لترشيد القرارات المتعلقة باختيار مشاريع نظم المعلومات، اقترح كل من Lee & Kim (2001) مقاربة جديدة ترتكز على ثلاث تقنيات، نهاية كل واحدة منها هي بداية للأخرى: الدالفي (Delphi)، طريقة التحليل الشبكي (Analytic Network Process: ANP) والبرمجة الخطية بالأهداف (0-1).

تهدف الدراسة إلى تجاوز النقائص والحدود التي ميزت المناهج السابقة، خاصة تلك المتعلقة بإهمال بعض المعايير والعوامل المؤثرة على اختيار مشاريع نظم المعلومات (المخاطر التي تواجه المشاريع، تعدد الأهداف، محدودية موارد نظم المعلومات، ارتفاع تكاليف شراء المعدات والبرمجيات...)، وعدم مراعاة علاقات الترابط الناشئة بين المشاريع (البدائل) والمعايير.

قام كل من Lee & Kim (2001) بتطبيق نموذجهم المقترح على دراسة Wilson (1991)، والهدف كان اختيار مشاريع نظم معلومات في ظل مجموعة من المعايير والقيود، حيث وجدت أربعة أهداف ضرورية (إجمالي

الوقت المتاح للبرمجة السنوي، إجمالي الوقت المتاح للتحليل السنوي، إجمالي تكلفة المعدات السنوية، قيد الزامية وضع أحد المشاريع)، وهدفين مرنين (تكاليف كراء المعدات السنوية وساعات العمل في المكتب)، وأربعة قيود تشغيلية وهي: الدقة، الكفاءة، التعلم التنظيمي، التكلفة. كما وجدت مجموعة من القيود المتعلقة بترابط المشاريع، فالباحثان قاما بتحديد مختلف حالات الترابط الممكنة بين المشاريع باستخدام طريقة التحليل الشبكي، فبالنسبة لكل حالة تم تقييم الأرباح الإضافية، التكاليف المقتصدة الناتجة عن اشتراك برنامجين في البرمجة، في التحليل، أو في نفس المعدات، ثم إدراج هذه القيود في النموذج.

ومن بين النقائص التي عرفها النموذج نذكر: طول الوقت االلازم لعملية الدلفي، وكذا التعقيدات المرتبطة بهذه العملية. كما أنه تم الاهتمام بدراسة العلاقة والترابط بين 3 متغيرات فقط ولم يُجرَى تحليل الحساسية.

5- دراسة Kim & al. (2009):

اهتمت الدراسة التي قام بها Kim & al. (2009) بموضوع الترابط بين القيود ومجموع المشاريع والترابط بين العوامل الكمية والنوعية للمشاريع. استخدم الباحثون في هذه الدراسة طريقتي التحليل الشبكي (ANP) والمنطق المبهم بهدف تحديد كل القيود والعوامل والعناصر الداخلة في المشكلة، وبعدها تم استخدام البرمجة الخطية بالأهداف من أجل الوصول إلى الحل الأمثل لمشكلة اختيار مشاريع نظم المعلومات.

تمر الطريقة المقترحة من Kim & al. (2009) بخمسة مراحل:

- تحديد مختلف المعايير ثم رسم مخطط يبين مختلف العلاقات بين المعايير وكذا درجة ترابطها؛
- تحديد درجة التأثير بين المعايير (القيود) من خلال حساب الأوزان النسبية باستخدام طريقة التحليل الشبكي؛
- استخدام المنطق المبهم لتحديد أوزان المشاريع انطلاقا من العوامل الكمية والنوعية؛
- تحديد الأولويات في المشاريع: من خلال وضع الوزن النسبي والذي يضم الوزنين النسبيين المستخرجين من طريقة التحليل الشبكي والمنطق المبهم.

- استخدام البرمجة الخطية بالأهداف (0-1) في اختيار مشاريع نظم المعلومات التي يتم تطويرها.

اعتمد Kim & al. (2009) في دراستهم التطبيقية على الدراسة الافتراضية التي قام بها Lee (2000) وعلى النتائج التي توصل اليها من مرحلة طريقة التحليل الشبكي الANP، فالمشكلة تتمثل في تحديد الأولوية لستة (6) مشاريع بالاعتماد على مجموعة من المعايير الكيفية (احتمال نجاح المشاريع، وقت تنفيذ المشاريع، تكلفة المشاريع، مدى ملائمة وجدوى المشاريع)، من خلال ترابط العلاقات أو التشابك البنيوي بين المعايير، بهدف الحصول على أوزان المشاريع والمبنية على تلك المعايير. بعدها يتم تحديد القيم الرئيسية لقيود للمشاريع (تكلفة المشاريع، الخطر المتوقع، مدى ملائمة وجدوى المشاريع، مدى أهمية المشاريع).

وقد استخدم الباحثون في هذه الدراسة النموذج الثلاثي المتماثل، ثم بعدها حددوا الأولويات للمشاريع من خلال وضع الوزن النسبي والذي يضم الوزنين النسبيين المستخرجين من طريقة التحليل الشبكي والمنطق المبهم، ليتم في الأخير تحديد المشاريع التي ستحقق الأهداف الضرورية للمنظمة والمتعلقة بالمعايير التالية وهي: إجمالي الوقت المتاح للبرمجة السنوي، إجمالي الوقت المتاح للتحليل السنوي، إجمالي تكلفة المعدات السنوية، ساعات العمل في المكتب (اليد العاملة الكتابة). وأيضا إلى تحقيق الهدفين المرنين والمتمثلين في: تكاليف كراء المعدات السنوية وساعات العمل في المكتب. وفي مرحلة أخيرة تم توظيف كل هذه المعلومات في نموذج البرمجة الخطية بالأهداف (0-1) الذي حل باستعمال برنامج ليندوه (LINDO). ومن الحدود التي يمكن ذكرها: أن الدراسة افتراضية ولم تعالج مشكلة اقتصادية حقيقية ولم تطبق في الواقع.

6- دراسة Chung-Hsing Yeh & al. (2010)

تعرض هذه الدراسة منهجًا لاختيار مشاريع نظم المعلومات يراعي الطابع المبهم للقيود والمعايير. فقد تم صياغة الذاتية وعدم الدقة في عملية الاختيار باستخدام مصطلحات لغوية تتميز بأرقام مبهمة مثلثة (Triangular Fuzzy Number). ولتجنب العملية المعقدة وغير الموثوقة لمقارنة الأرقام المبهمة المطلوبة عادةً في التحليل

المتعدد المعايير المبهم، تدمج الخوارزمية المقترحة ثلاثة مفاهيم مهمة في أبحاث صنع القرار متعدد المعايير وهي: **نظرية القيمة المتعددة، ودرجة الهيمنة، ودرجة الأمثلية.**

ولإثبات قابلية تطبيق هذه الخوارزمية، يتم عرض مشكلة اختيار مشروع IS في شركة تصنيع عالية التقنية. تبدأ المشكلة بتشكيل لجنة اختيار المشروع المكونة من ثلاثة من صناع القرار للمفاضلة والاختيار بين ثلاثة بدائل، يتم استخدام عملية دلفي لتحديد مجموعة من معايير الاختيار التي تلبي الأهداف الإستراتيجية للشركة. تساعد هذه العملية على تحديد أولويات المعايير للوصول إلى توافق في الآراء حول المعايير المهمة في الاختيار بين مجموعة من مشاريع نظم المعلومات المتاحة، تم تحديد خمسة أبعاد أو معايير مستقلة عن بعضها: **المواءمة التنظيمية، المخاطر المحتملة، الجاذبية المالية، خصائص البائعين، مرونة النظام.**

في هذا النموذج، يبقى التحقق من الخوارزميات المطورة قضية مفتوحة، حيث أن النتيجة الصحيحة لمشكلة الاختيار غير معروفة عمومًا، هذا يرجع أساسا إلى سببين: أولاً، لا توجد مقاييس موضوعية لقيم صانع القرار التي يمكن مقارنة نتائج الخوارزمية بها. ثانياً، لا توجد "إجابة صحيحة" لمشكلة معينة في صنع القرار متعدد المعايير حيث أن مفهوم الأمثلية لا يوجد في إطار متعدد المعايير. وعليه الخوارزمية الجديدة تستطيع حل مشكلة صنع القرار متعدد المعايير المبهم (FMCDM) بشكل فعال دون تطبيق العملية المعقدة وغير الموثوقة لمقارنة الأرقام المبهمة، والتي عادة ما تكون مطلوبة في غيرها من التقنيات. وبفضل بساطتها في المفهوم والحوسبة، تنطبق الخوارزمية على مشكلة التقييم والاختبار العامة المتعددة التي تنطوي على التقييمات المبهمة. ويمكّن القول إن نظام دعم القرار (DSS) يساعد صنّاع القرار لإجراء التقييمات الكمية والنوعية، فالخوارزمية المطورة في هذه الورقة يمكن أن تعالج بيانات تقييم واضحة وغير واضحة، كما ستسمح: بإدخال قيم للتعبير عن تقييماتهم، فحص العلاقات بين معايير التقييم وبين البدائل المتاحة ونتائج الاختيار من خلال التفاعل، كما ستساعد صناع القرار في تبني نهج موجه لحل مشكلة اختيار مشروع نظم المعلومات بكفاءة وفعالية.

7- دراسة Jian Guo (2013)

يعتبر تقييم واختيار مشاريع نظم المعلومات عملية معقدة، حيث أنها غالبًا ما تتضمن صناع قرارات متعددين يقومون بإجراء تقييمات ذاتية وغير دقيقة فيما يتعلق ببدائل مشروع نظم المعلومات ومعايير التقييم المتعددة، وعليه الهدف من هذه الدراسة كان تطوير منهج هجين لصنع القرار الجماعي متعدد المعايير على أساس النظرية المبهمة الحدسية (Intuitionistic Fuzzy Theory) وتقنية TOPSIS لاختيار مشاريع نظم المعلومات.

بالنظر لتعدد الدراسات والمناهج الرياضية المستخدمة في حساب الأرقام المبهمة الحدسية (Intuitionistic Fuzzy Numbers : IFNs)، اعتمد الباحث في هذا العمل على الصيغة المقدمة من WANG & LEI (2007) لحسابات المنطق المبهم.

كما استخدم المتوسط المرجح المبهم الحدسي (Intuitionistic fuzzy weighted averaging operator: IFWA) لتجميع الآراء الفردية لصانعي القرار في الرأي الجماعي.

أما الدراسة التطبيقية المعروضة، فكانت عبارة عن دراسة افتراضية لشركة تصنيع عالية التقنية ترغب في اختيار مشروع نظام معلومات لتطوير منتج جديد. بعد الفحص الأولي، بقي أربعة مرشحين (أي البدائل) من أصل ستة، ولمزيد من التقييم تم تشكيل لجنة من ثلاثة صناع قرار لإجراء المقابلة واختيار المرشح الأنسب. وبالنسبة للمعايير المأخوذة بعين الاعتبار فقد قدرت بستة معايير وهي: معايير ظروف البيئة الخارجية، العوائد المتوقعة، تكاليف التطوير، مخاطر المشروع، درجة السهولة لتشغيل، وقدرة المنظمة على التنظيم.

يمكن أن يكون هذا النهج أكثر فائدة في اختيار المشاريع وذلك راجع لبساطته في المفهوم والحوسبة، ومن بين الانتقادات الموجهة للدراسة: قلة المعايير والبدائل المأخوذة وإهمال ظاهرة الترابط بين مختلف مكونات المشكلة المدروسة.

8- دراسة Gerogiannisa & al. (2013)

تقدم الدراسة المقترحة من Gerogiannisa & al. (2013) منهجا متكاملا لاختيار وتقييم أنظمة معلومات إدارة المحافظ (Project and Portfolio Management Information systems :PPMIS)، من خلال تطبيق طريقة اتخاذ القرار الجماعي المختلط على أساس تقنية ترتيب التفضيل بالتشابه مع الحل المثالي (TOPSIS) والمجموعات الحدسية المبهمة (Intuitionistic Fuzzy Sets :IFS).

فأنظمة معلومات إدارة المحافظ (PPMIS) يمكن أن يكون لها تأثير كبير على تشغيل وتطوير المنظمة. لذلك، فإن اختيار PPMIS واحد أو أكثر يعتبر مهمة صعبة بالنسبة لصانعي القرار، فتنوع الوظائف والميزات المقدمة؛ وتعدد الجهات المشاركة في عملية تحديد الأولويات والتغييرات في احتياجات كل منظمة، يساهم في تعقيد هذه العملية ويجعلها مشكلة قرار متعدد المعايير.

ولاختبار النموذج المقترح، تمت دراسة حالة تهدف إلى دعم الجامعة اليونانية المفتوحة من أجل اختيار PPMIS المناسب. فعدد المعايير الرئيسية التي حكمت عملية التقييم هذه كان ثلاثة عشر معيارا، منها احدى عشر معيارا موجب و معيارين سالبين، وهذه المعايير الرئيسية يندرج تحتها عدد من المعايير الثانوية. فبالنسبة للمعايير الموجبة فقد تمثلت في :

- توليد الأفكار / إدارة العملاء المحتملين (Idea Generation/Lead Management).
- تقييم الفكرة (Idea Evaluation) من خلال: تقدير الجهد، تحديد احتياجات الموارد، تقدير المخاطر، تحليل الربحية، وضع ميزانية المشروع.
- تخطيط المحفظة (Portfolio Planning)، ويكون من خلال: وضع الميزانية التنظيمية، تقييم المشروع، تحسين محفظة المشروع، تكوين محفظة المشروع.

- تخطيط البرامج (Program Planning) بالاعتماد على: نماذج المشاريع، البيانات الرئيسية للموارد، سير عمل تخصيص الموارد.
- تخطيط المشروع (Project Planning)، ويكون بتخطيط هيكل العمل، تخطيط النطاق/المنتج، تخطيط الشبكة، الجدولة، تسوية الموارد، تخطيط المخاطر، تخطيط التكلفة.
- مراقبة المشروع (Project Controlling).
- مراقبة البرامج (Program Controlling) من خلال: تحليل قيمة الانحراف/ المكسب، مراقبة الجودة، تعيين الإصدارات، التحكم في الإنجاز.
- مراقبة المحفظة (Portfolio Controlling)، ويكون: بقياس الأداء، مراقبة لوحة القيادة، التحكم في الميزانية التنظيمية.
- إنهاء البرنامج (Program Termination).
- إنهاء المشروع (Project Termination).
- الإدارة/التكوين (Administration/Configu-ration)، والتي تقيم من خلال: إعداد التقارير، تطوير النموذج، هياكل البيانات المعرفة من قبل المستخدم، واجهة MS office project، واجهة برمجة التطبيقات.

وبالإضافة إلى هذه المعايير الـ 11 "الإيجابية" (الموجهة نحو المنفعة) يوجد معيارين "سلبيين" (معايير موجهة نحو التكلفة) و هي:

- القيمة الإجمالية للشراء/الملكية (Purchasing/Ownership).
- الجهد المطلوب للتخصيص/التكوين.

وقد تم التحقق من مرونة النموذج وعدم تأثر القرار بالتغيرات الصغيرة التي قد تعرفها تقديرات المعايير من خلال اجراء تحليل الحساسية.

وما يمكن أن نستخلصه من تطبيق الطريقة الهجينة لTOPSIS والمجموعة المبهمة الحدسية للتقييم والاختيار النهائي لأنظمة معلومات إدارة المحافظ (PPMIS) المناسب هو أنها: تركز على صناع القرار ومستخدمي PPMIS في عملية صنع القرار وتجميع الآراء لدعم الاتفاق على الاختيار النهائي؛ كما أنها تعبر عن الأحكام في ظل عدم اليقين والابهام. والأهم من ذلك، أن الطريقة المقترحة تعالج درجة عدم التحديد التي تميز كل من صانعي القرار والمستخدمين في تقييماتهم، فصناع القرار في كثير من الأحيان لا يستطيعون الحصول على معرفة كاملة. من ناحية أخرى، يمكن لمستخدمي النظام أن يكونوا مطلعين على العمليات المدعومة من قبل النظام المطلوب، وبالتالي، لا يمكنهم الحكم بدقة على أهمية احتياجاتهم. بالإضافة إلى ذلك، ينبغي التذكير أن الطريقة التي تقوم عليها الحسابات ليست شفافة بالنسبة إلى أصحاب المصلحة الذين يستخدمون المصطلحات اللغوية للتقييمات/التفضيلات الرسمية.

9- دراسة Bolat & al (2014):

في عمل أخير، اقترح .Bolat et al (2014) نموذجا هجينا لاختيار مشاريع نظم المعلومات يراعي البيانات غير الدقيقة والاحكام غير المؤكدةالصادرة عن صناع القرار. يستخدم النموذج طريقتي التحليل الهرمي المبهم (FAHP) والبرمجة الخطية متعددة الأهداف المبهمة (FMOLP)، ويمر بالمراحل التالية: أولاً، يتم تحديد أولويات المشاريع المختلفة من خلال النظر في العوامل الكمية والنوعية. في هذه المرحلة، يتم استخدام طريقة التحليل الهرمي المبهم للحصول على أوزان المشاريع وأولوياتها. في الخطوة الثانية، يتخذ قرار اختيار المشروع باستخدام البرمجة الخطية المتعددة الأهداف المبهمة. ليتم في الأخير إجراء تحليل الحساسية لتقييم جودة النموذج المقترح.

من أجل اختبار النموذج، تم توفير المشاريع الفعلية من شركة نظم معلومات التركية لتحديد الأولويات، ثم عُرِضَ نموذج رياضي افتراضي باستخدام بيانات توضيحية. النموذج المقترح له أربعة أهداف: الإيرادات، المنفعة الاجتماعية، المنفعة والمخاطرة؛ وخمس قيود: الميزانية، وقت العمل للموظف التشغيلي، وقت عمل المحلل، عدد المشروعات التي سيتم اختيارها والعلاقات المنطقية.

تم اعتماد نهج Zimmermann لحل مشكلة الـ FMOLP. كل الوقت أُعْتُبِرَ هدف واحد فقط، كما ان دالة الهدف انقسم فيها الحل إلى الحل المثالي الإيجابي والحل المثالي السلبي باستخدام الصيغة الرياضية لـ Liang (2010).

في الأخير، أبرزت النتائج أنه يمكن استخدام نهج متكامل باستخدام الFAHP والFMOLP كأداة داعمة لاختيار مشاريع نظم المعلومات. ومع ذلك، قد لا تكون وظائف العضوية الخطية مناسبة لكل عمليات اتخاذ القرار.

10- دراسة Shaaban Elahi & al.(2016)

تقوم الدراسة المقترحة من Shaaban Elahi & al. (2016) على تبني تقنية متكاملة لاتخاذ القرار المتعدد المعايير (MCDM)، معتمدة في ذلك على المنطق المبهم (Fuzzy Logic) والأنظمة الخبيرة (Expert System) لحل مشكلة اختيار مشاريع نظم المعلومات، مع تطبيق تقنية الـ TOPSIS والـAHP.

ومن بين أهم ما ركزت عليه الدراسة هو تحديد عوامل النجاح الحرجة، والتي تعتبر عوامل مهمة وفعالة لإنجاح مشاريع تطوير نظم المعلومات أو لتحديد أفضل تطوير. ولزيادة فعالية نظم المعلومات، يمكن التفكير في العوامل التي تساعد المشاريع على النجاح، وهذا ما حاولت أن توضحه هذه الدراسة.

أستخدم المنطق المبهم في هذا البحث للتعامل مع عدم اليقين في مشكلة الاختيار، من خلال التقييمات المبهمة التي سينتج عنها نظام خبير مبهم (fuzzy expert system) تندرج تحته خمسة أنظمة فرعية مبهمة (fuzzy

subsystems) بناءً على خمسة معايير رئيسية وهي: ميزة المنتج (Product Feature)، وتنظيم المشروع / الفريق (Project Organisation/Team)، التكلفة(Cost) ، الوقت(Time) وقبول الابتكار في تكنولوجيا المعلومات (Innovation Acceptance In Information Technology)، مع العلم أن هذه المعايير الخمسة الرئيسية تندرج تحتها مجموعة من المعايير الثانوية.

فالتقييمات المبهمة (The Fuzzy Evaluation) للمدخلات والمخرجات كانت عبارة عن دوال انتماء شبه منحرفة ضمن النطاق 0 و 10 ، مع مشاركة 15 خبير في عملية التقييم؛ بحيث سيتم تقييم المشاريع في كل نظام فرعي مع إنشاء نظام فردي لكل عامل، ولكل منهما قاعدة منفصلة، وهذا ما سيكسب الأنظمة الفرعية ترتيبًا منفردًا.

وللحصول على الترتيب النهائي للمشاريع، سيتم تطبيق نظام صنع القرار متعدد المعايير، بوضع مخرجات كل نظام فرعي في مصفوفة القرار واستخدام تقنية الTOPSIS. إلى جانب ذلك، تم قياس أهمية كل نظام فرعي باستخدام الAHP.

من أجل اختبار المنهجية المقترحة، أجريت دراسة حالة في شركة TOSAN (إيران)؛ حيث تبين أنها (المنهجية المقترحة) تتميز بالعديد من المزايا، والمتمثلة في طريقة طرحها لعملية اختيار مشاريع تطوير نظم المعلومات من خلال حلها لمسألة الترتيب المعزول أو الفردي للنظم الفرعية في التقييم المبهم باستخدام تقنيات صنع القرار متعددة المعايير، وأيضا تطويرها لإطار عمل مثلث المشروع إلى إطار خماسي يصنف عوامل النجاح الحرجة لمشاريع نظم المعلومات.كما أنها تقدم اعتبارات هامة لمشاريع تطوير نظم المعلومات من خلال: اعتبارها الجوانب الثلاثة لإدارة المشروع كعوامل عامة في أي مشروع، اهتمامها بميزات المنتج (IS) والتي يجب أن تكون فريدة من نوعها بين المشاريع، دون نسيان عوامل قبول الابتكار في صناعة تكنولوجيا المعلومات في حالة الرغبة بإنتاج منتج جديد.

11- دراسة Toloo & al. (2018)

تستعمل هذه الورقة البحثية المقترحة من Toloo & al. (2018) أسلوب التحليل التطويقي للبيانات (Data Envelopment Analysis : DEA) للعثور على أكثر مشاريع نظم المعلومات كفاءة، مع مراعاة الآراء الشخصية لصانعي القرار.

فطريقة التحليل التطويقي للبيانات تعتبر تقنية غير بارامترية قائمة على البرمجة الخطية لقياس وتقييم الكفاءة النسبية (Relative Efficiency) لمجموعة من الوحدات المتجانسة (وحدات اتخاذ القرار). وهذه الطريقة تتمثل في نموذجين: **نموذج اقتصاديات الحجم الثابتة** (CCR) والذي يمكن وحدة إتخاد القرار غير الكفؤة من أن تصبح كفؤة، بإسقاط إحداثيتاها على الحدود الكفؤة وذلك من خلال التوجه المدخلي (المدخلات) والتوجه المخرجي (المخرجات)، **ونموذج اقتصاديات الحجم المتغيرة** (BCC) الذي يعطي عائداً متغيراً ويفرق بين الكفاءة الفنية (Technical Efficiency) والكفاءة المرتبطة بحجم معين من العمليات (Scale Efficiency) .

تم التحقق من صحة النهج المقترح من خلال اعتماد معطيات دراسة حالة واقعية مقدمة من طرف SOWLATI & al (2005)، بحيث تحتوي على 41 مشروعًا لنظم تكنولوجيا المعلومات في مؤسسة مالية كبيرة بالإضافة إلى 18 مشروعًا اصطناعيًا؛ مع وجود أربعة مدخلات وأربعة مخرجات لكل وحدة اتخاذ قرار (Decision MakingUnits). فبالنسبة للمدخلات فقد تمثلت في: الوقت اللازم للتسويق (Time to market) ، تكاليف الدولار الأخضر (Green dollar costs) ، تكاليف الدولار البني (Brown dollar costs) ، والمخاطر المحتملة (Potential risks). وأما المخرجات، فتتعلق بالأرباح (Breath of benefits)، الأرباح غير الملموسة (Intangible benefits)، أرباح الدولار الأخضر (Green dollar benefits)، وأرباح الدولار البني (Brown dollar benefits).

وقد تم مقارنة النتائج المحصلة من هذه الدراسة مع النتائج المحصلة من دراسة SOWLATI & al (2005)، والتي بينت أن النموذج المقترح هنا يتعامل مع جميع مشاريع نظم المعلومات على قدم المساواة مما يجعل تقييم مشروع نظم المعلومات أكثر واقعية. وهذا على خلاف النموذج المقدم من SOWLATI & al (2005)الذي يقيم جميع وحدات اتخاذ القرار DMU من خلال مجموعات مختلفة في الأوزان، والذي يمكن اعتباره إشكالا في الحالات الحقيقية أين يتم المفاضلة بين مشاريع نظم المعلومات في نفس الوقت.

و بالرغم من الميزات المهمة التي تقدمها طريقة التحليل التطويقي للبيانات في عملية اتخاذ القرار بصفة عامة، إلا أنها لا تخلو من بعض النقائص، والتي من أهمها، تقسيمها لجميع وحدات اتخاذ القرار(DMU) إلى مجموعتين: فعالة وغير فعالة، حيث يكون لدى وحدات اتخاذ القرار (DMU) الفعال وغير الفعال على التوالي درجة 1 وأقل من 1. وهذا ما قد يسبب عدم القدرة على توفير مزيد من المعلومات حول وحدات اتخاذ القرار الفعالة.

12- دراسة Avinash Samvedi & al. (2018)

تقترح الدراسة المقدمة من Avinash Samvedi & al. (2018)، منهجية شاملة لاختيار نظم المعلومات. والتي تأخذ في الاعتبار مخاطر تدفق المعلومات، بالإضافة إلى فرضية وجود ترابط بين المعايير التي تحكم عملية اختيار مشاريع نظم المعلومات لسلسلة التوريد (supply chain). يتم ذلك باستخدام منهجية متكاملة جديدة مقترحة تدمج بين الFUZZY DEMATEL والFUZZY TOPSIS؛ ويطلق عليها DEMOPSIS FUZZY. يضيف هذا النموذج معايير جديدة (نهج BRIGS)إلى المعايير التقليدية، والتي تعكس الاتجاهات الجديدة التي تؤثر على سلسلة التوريد وأنظمة المعلومات بصفة عامة. كما ان الدراسة تناولت بالتفصيل التفاعلات بين هذه المعايير.

تم توضيح المنهجية باستخدام مثال رقمي تضمن سبعة معايير وهيٍ: البيانات الضخمة (Big Data)، وتقييم المخاطر(Risk Assessment)، وسلسلة التوريد المتكاملة (Integrated Supply Chain)، وسلسلة

التوريد الخضراء (Green Supply Chain)، وأمن المعلومات(Information Security). بالإضافة إلى معياري التكلفة (Cost)، ووقت التنفيذ (Implementation Time).

تتطلب الخطوة الأولى في المنهجية أن يقوم الخبراء ببناء التسلسل الهرمي للمعايير الذي سيتم استخدامه لتقييم الأداء. بعد ذلك، يتم تشكيل مصفوفات القرار بالإضافة إلى تكوين مصفوفات العلاقة المباشرة. وتتطلب هاتان الخطوتان مدخلات الخبراء وعادة ما يشارك أكثر من خبير واحد بسبب وجود المعايير الذاتية. وفي مرحلة موالية، يتم تجميع كل المدخلات المقدمة من طرف الخبراء واستخدام FUZZY DEMATEL لتصنيف المعايير إلى مجموعتين (واحدة ذات تأثير خارجي شامل والأخرى ذات تأثير داخلي شامل) ، بحيث تستخدم هذه المجموعات درجات DEMATEL للتوصل إلى أوزان المعايير من خلال إضافة مضاعف ثابت لمتوسط درجة التأثير الكلي إلى درجة التأثير الكلي الفردي، وهذه العملية تمس كل المعايير الموجودة في مجموعة التأثير الخارجي المحصلة. فالغرض الرئيسي من طريقة FUZZY DEMATEL هو دراسة كلا النوعين من التفاعلات، أي المباشرة وغير المباشرة، وكذلك مدى التأثير بين الأنظمة الفرعية المختلفة.

يتم بعد ذلك تسوية النتائج للحصول على أوزان المعايير، ثم يتم استخدام هذه الأوزان في نهج FUZZY TOPSIS للحصول على الدرجات النهائية التي يتم تصنيف البدائل بناءً عليها، وهذا يساعد المديرين على اختيار أفضل بديل، من خلال تمثيل أفضل للمعلومات المتاحة.

تعطي المنهجية الهجينة المقترحة في هذه الدراسة المرونة للخبراء لإدخال البيانات وكذا اختيار الأوزان بشكل مستقل عن تحليل أداء البدائل، فهذا يساعد في التغيير السريع للجزء الذي يجب تغييره فقط بدلاً من المرور بالعملية بأكملها مرة أخرى، أي يتم فصل تقييم أوزان المعايير المترابطة عن تقييم الأداء ومرونة المدخلات، كما أن لها القدرة على التعامل مع الابهام وعدم اليقين في الأحكام، فهي لا تحتاج بالضرورة إلى مصفوفة متسقة تماما، لأن معالجة المدخلات في المنهجية المقترحة تتم دفعة واحدة ولا تحتاج إلى العديد من التكرارات لإتقان مصفوفات

الإدخال. بهذه الطريقة يصبح التعامل مع اتخاذ القرار الجماعي أكثر سهولة. هذه المنهجية يمكنها التعامل مع أعداد كبيرة من صناع القرار بسهولة.

13- دراسة Leyva-Vazquez & al. (2020)

في دراسة أخيرة، اقترح Leyva-Vazquez & al (2020) نموذجا هجينا لاختيار أفضل محفظة من مشاريع تكنولوجيا المعلومات، يدمج فيها بين مجموعة من الأساليب والتقنيات المستخدمة في اتخاذ القرار والتي نهاية كل واحدة منها تعتبر بداية للأخرى. ففي البداية تم استخدام نموذج بطاقة الأداء المتوازن (the Balanced Scorecard Model)، بعدها طريقة التحليل الهرمي النيتروسوفيك (neutrosophic Analytic Hierarchy Process) وفي الأخير نموذج البرمجة الخطية من نوع (0-1).

فنموذج بطاقة الأداء المتوازن (the Balanced Scorecard Model) استخدم لتحديد المعايير والبدائل التي تميز عملية اختيار مشاريع تكنولوجيا المعلومات، فهذه الطريقة تساهم في قياس الأداء من خلال توفيرها نظرة متكاملة على أداء المنظمة. وفي مرحلة ثانية، استعملت طريقة التحليل الهرمي النيتروسوفيك (Neutrosophic Analytic Hierarchy Process) للتعامل مع عدم التحديد (Indeterminacy) والطبيعة غير الدقيقة للتقييمات اللغوية وكذا لتحديد مستويات الظاهرة المدروسة من أهداف ومعايير ومعايير ثانوية وبدائل؛ والتي تكون متواجدة في شكل هرمي. فأوزان المعايير والبدائل يتم تقديرها بالاعتماد على مقاييس نيوتروسوفيك المثلثة (Neutrosophic Triangular Scales)،أما الهدف من هذه المرحلة هو الحصول على الأوزان النهائية للبدائل (مشاريع تكنولوجيا المعلومات) لادماجها في نموذج البرمجة الخطية من نوع (0-1) لاختيار أفضل المشاريع، مع احترام القيود والمعايير التي تفرضها الظاهرة المدروسة .

تم استخدام مثال عددي لتوضيح المزايا المحصلة من دمج هذه التقنيات مع بعض، فقد تم المفاضلة بين ثلاثة مشاريع تحكمها ثلاثة قيود وهي التكلفة(Cost)، وقت أو مدى المشروع (Project Time Span) والربح

(Profit). فالنموذج المقترح يمكن دمجه بشكل متماسك في عملية التخطيط الاستراتيجي لأي منظمة ويعتبر متكاملا كونه يهتم بمجموعة مختلفة ومتنوعة من المعايير في ظل عدم اليقين وعدم الدقة.

المبحث الثاني: الدراسات المتعلقة باختيار مشاريع برمجيات التسيير المدمج (ERP)

إلى جانب الأعمال المتعلقة باختيار المشاريع التقليدية لنظم المعلومات، اهتمت دراسات حديثة بترشيد القرارات المتعلقة باختيار مشاريع برمجيات التسيير المدمج. يعتبر الاستثمار في مشاريع برمجيات التسيير المدمج من الاستثمارات الدقيقة ذات القيمة الإستراتيجية. وبالرغم من أهميتها والصعوبات التي تكتنف تثبيتها، إلا أن الأبحاث التي حاولت اقتراح نماذج لدعم القرارات المتعلقة باختيار برمجيات التسيير المدمج تبقى ناذرة. ولعل من أهمها ما سيتم ذكره في هذا المبحث.

1- دراسة Wei & al (2005)

إن الدراسة المقدمة من Wei, Chien & Wang (2005) تقترح نموذجا لدعم القرارات المتعلقة باختيار مشاريع برمجيات التسيير المدمج. من خلال هذه الدراسة، اقترح الباحثون منهجية نظامية تراعي الاستراتيجيات وتستخرج الصفات المرافقة للأهداف من أجل تقييم برمجيات التسيير المدمج، مستعملة في ذلك الإطار التحليلي لطريقة التحليل الهرمي. تهدف هذه المنهجية إلى: بناء البنية الهرمية للأهداف، تلخيص القياسات المادية واللامادية لمتخذي القرارات مع احترام الأهداف المتضاربة التي تميز اختيار مشاريع برمجيات التسيير المدمج، تحديد أوزان المعايير، وهذا من أجل توفير توجيهات مفصلة لعملية تقييم نظم برمجيات التسيير المدمج .

تم اقتراح تطبيق نظام برمجيات التسيير المدمج في مؤسسة للكهرباء في تايوان توجه منتجاتها للتصدير.

كان هناك اتفاق عام بين متخذي القرار في ترتيب الصفات المتعلقة بالبدائل والمشاريع حيث رتبت صفات (معايير) البدائل تصاعديا (التشغيل – المرونة – وقت الوضع – التكاليف الكلية – المستخدمون للنظام – الفعالية)، كما أن الصفات المتعلقة بالبائعين هي الأخرى كانت تصاعدية (القدرة التقنية – السمعة – الخدمات).

قدمت هذه الدراسة طريقة فهم لعملية اختيار مشاريع برمجيات التسيير المدمج الملائمة باستخدام طريقة التحليل الهرمي، و الاقتراح كان بتكوين البنية الهرمية للأهداف الأساسية و كذا شبكة الأهداف الضمنية(الثانوية)، و التي ساهمت في إظهار العلاقة بين مختلف الأهداف والآثار التي يمكن أن تنجم عنها من خلال نمذجتها في شكل هرمي أو شبكي أو كلاهما معا، و كذا مساعدة المنظمة على اختيار وتحديد حاجاتها وتطوير النظام الخاص بها. فهذه المقاربة يمكن أن تحدد مدى اشتراك الصفات والتوجهات (التعليمات) في الأهداف والاستراتيجيات، فهي لا تقلل دائما التكاليف المرتبطة بعملية الاختيار، ولكن تنقص من مدى المقاومة (التعايش) والتكاليف غير الظاهرة في عملية الوضع.

ومن النقائص الممكن ذكرها عن النموذج تلك المتعلقة بالدقة المرتبطة بالمقارنات النسبية المحددة من قبل متخذي القرار التي يمكن أن تكون محدودة بحسب معرفتهم، وخبرتهم، وتحفيزاتهم ...، بالإضافة إلى الطبيعة المعقدة لنظم المعلومات بصفة عامة وأنظمة التسيير المدمج بصفة خاصة. وكل هذا يمكن اعتباره كنقص يواجه طريقة التحليل الهرمي (في هذه الدراسة تم تدريب متخذي القرار على تجاوز هذه النقائص من خلال محاولة فهم التفاصيل، نقاط القوة، حدود طريقة التحليل الهرمي).

2- دراسة CHI-TAI LIEN & HSIAO-LING Chan (2007)

إن معايير اختيار مشاريع برمجيات التسيير المدمج (ERP) عديدة وغير واضحة، لذا فإن كيفية اختيار النظام المناسب أمر حاسم بالنسبة للمنظمة. من هذا المنطلق، استعملت دراسة Chi-Tai Lien & Hsiao-Ling

Chan (2007) نموذج التحليل الهرمي المبهم (FAHP)، والذي ينطوي على وجهة نظر أكثر شمولاً لجودة البرمجيات.

تضمن نموذج التحليل الهرمي المبهم المقترح في هذه الدراسة 32 معيارًا متعلقا بالمنتج (النظام المراد شراؤه وغرسه في المؤسسة) والإدارة. بالنسبة للنظام (المنتج)، تم تحديد ستة معايير رئيسية يندرج ضمنها 21 معيار ثانوي وهي: الوظيفة (الملائمة–الدقة–العمل المشترك والمتبادل–الالتزام–الأمن) / الموثوقية (نضج النظام–التسامح مع الخطأ–الاسترداد) / سهولة الاستخدام (القابلية للفهم–القابلية للتعلم–القابلية للتشغيل) /نجاعة النظام (كيفية استخدام الوقت–كيفية استخدام الموارد) / قابلية الصيانة (القابلية للتحليل–الاختبار–الاستقرار–التغير) / قابلية التنقل (التكيف–الاستبدال–التوافق–التثبيت). أما من جانب الإدارة، فقد حددت ثلاثة معايير رئيسية يندرج ضمنها 11 معيار ثانوي وهي: المورد (السمعة والحصة السوقية–الاعتماد الصناعي–الخدمة والدعم–التدريب) /التكاليف (المعدات–البرمجيات–الصيانة السنوية–تدريب الموظفين) /الوقت (التخطيط والإعداد–ضبط النظام–الاختبار وبدء التشغيل).

من أجل اختبار قابلية الاستعمال العملي للنموذج، أجريت حالتين عمليتين الأولى مرتبطة بصناعة أشباه الموصلات حيث تمت المفاضلة بين أربعة أنظمة، والثانية متعلقة بصناعة التعليم (مؤسسة تعليمية) أين تمت المفاضلة بين ثلاثة أنظمة، ليتم بعدها المقارنة بين النتائج المحصلة من الحالتين. في الأخير، بينت النتائج أن النموذج المقترح عملي ومرن للاستخدام. وعلى الرغم من ذلك، إلا أن أهمية المعايير تختلف من مؤسسة لأخرى ومن قطاع لأخر، وعليه لا يمكن تعميم نتائج الدراسة على كل مشاكل اختيار مشاريع برمجيات التسيير المدمج.

3- دراسة LIANG & LI (2008)

تهدف الدراسة المقدمة من Liang & Li (2008) إلى اقتراح نموذج متعدد المعايير لاختيار مشاريع نظم معلومات إدارة التصنيع (MES) والتي تعتبر من أنواع برمجيات التسيير المدمج (ERP). من أجل ذلك، استخدم الباحثان

طريقة التحليل الشبكي (ANP) مع الاهتمام بأربعة معايير في الدراسة وهي: عامل الربح (B)، عامل الفرص(O)، عامل التكاليف (C)، عامل المخاطرة(R).

اختبر الباحثان هذه المنهجية من خلال القيام بدراسة حالة في مصنع صيني للأقمصة يعاني من مشكلة اختيار مرتبطة بنظم المعلومات. يوجه المصنع منتجاته إلى أمريكا، أوروبا والشرق الأوسط، وهو يعاني من مشكلتين أساسيتين: حدة المنافسة، وعدم القدرة على الاستجابة السريعة للطبيات الزبائن والتي تتميز بالتنوع المتزايد (هذا العامل يضعف من تنافسية المؤسسة). بعد التحليل والدراسة، تبين أن أصل المشكل يعود إلى الهوة (عدم وجود ترابط) الفاصلة بين نظام المعلومات الإنتاجي ونظام برمجية التسيير المدمج؛ الأمر الذي دفع الإدارة إلى تطوير نظام معلومات إدارة التصنيع (Manufacturing executive system :MES). بالفعل، يلعب نظام إدارة التصنيع (MES) دور النواة التي تسمح بإدماج مختلف نظم المعلومات المتواجدة على مستوى المؤسسة، وعلى وجه الخصوص نظم المعلومات الإنتاجية ونظم برمجية التسيير المدمج (ERP)،كما أن هذا النظام يضمن تنسيقا فعالا ما بين مختلف النظم ويوفر البيانات اللازمة لهذه النظم في الوقت اللازم.

من أجل تحسين أرباحها، وكذا الاستجابة السريعة لطلبيات الزبائن، وتحسين سمعتها والقيام بالإشهار لصورة الشركة، تهدف المؤسسة إلى اختيار وغرس أحسن نظام ادارة تصنيع (MES) (من بين مجموعة من النظم المقترحة)، مع الأخذ بعين الاعتبار أربعة معايير: الربح، والتكاليف، والفرص، والمخاطر.

من خلال نتائج الدراسة، تبين أن النموذج المقترح كان فعال ومساعد في عملية الاختيار. بالإضافة إلى أن تقييم البدائل من خلال وضع المقارنات النسبية في طريقة التحليل الشبكي بين مكونات النموذج كان أكثر سهولة وقابلية للتشغيل. في المقابل، تبقى طريقة التحليل الشبكي طريقة طويلة تتطلب الكثير من العمليات وتستغرق الكثير من الوقت.

4- دراسة Tuncay Gürbüz & al (2012)

تستعرض هذه الدراسة نموذجا للمفاضلة بين بدائل نظم برمجيات التسيير المدمج المختلفة يدمج التقنيات الثلاثة التالية: طريقة التحليل الشبكي (ANP)، وتكامل (Choquet integral : CI) وقياس الجاذبية بواسطة تقنية التقييم القائم على التصنيف (MACBETH). تسمح تقنية ANP بتحديد أولويات البدائل فيما يتعلق بمعايير التقييم المترابطة؛ ليتم بعدها تحديد السلوكيات الشرطية أو المنفصلة بين المعايير باستخدام MACBETH وCI.

في هذه الدراسة، تم تصنيف معايير اختيار نظم الERP إلى ثلاث مجموعات رئيسية: المعايير المتعلقة بالموردين (VRC)، المعايير ذات الصلة بالعميل (CRC)، والمعايير المتعلقة بالبرمجيات (SRC). كل واحد من هذه المعايير الثلاثة يتكون من مجموعة المعايير الفرعية الخاصة به. بما أن هذه المعايير والمعايير الفرعية لها تبعات خارجية وداخلية، فقد استخدمت طريقة التحليل الشبكي(ANP) لتحديد الاعتماد والأولويات النسبية لكل المعايير. وبالنسبة لطريقة MACBETH، فاستخدمت بهدف توفير ترتيب عام للخيارات والمساعدة على بناء المقاييس العددية الفاصلة. أما CI، فاستخدمت لتحديد السلوكيات المشتركة أو المنفصلة بين المعايير. وتتضمن المرحلة الأخيرة من المنهجية المقترحة تصنيف البدائل (نظم الERP) وفقًا لمعاملات الأداء النهائية.

من أجل اختبار النموذج، أُجْرِيَ تطبيق عددي بشركة في صدد الاختيار بين أربعة مشاريع (نظم الERP) ؛ ثم قُورِنَ الترتيب النهائي مع الترتيب الذي تم الحصول عليه عن طريق تجاهل التفاعلات بين المعايير. أثبتت النتائج أن القرارات التي يقترحها النموذج مرنة، وأن الجهل بالتفاعلات قد يؤدي إلى قرارات خاطئة.

5- دراسة Moutaz Haddara (2014)

في عمل آخر، استخدم Moutaz Haddara (2014) أسلوبًا بسيطًا لتخطيط الموارد (ERP) والمتمثل في طريقة SMART. اعتمدت طريقة الاختيار هنا بشكل أساسي على تطوير خرائط العمليات لجميع عمليات الأعمال المهمة داخل المنظمة، ومن ثم التحقق من درجة امتثال مشاريع الERP المحتملة مع خرائط العمليات. من

أجل اختبار المنهجية المقترحة، أجريت دراسة حالة على مؤسسة مصرية متوسطة الحجم متخصصة في صناعة المشتقات النفطية (شركة ABC)، حيث نظمت مقابلات مع مختلف المستويات الوظيفية للمؤسسة؛ وتم ملأ "نموذج عمل تجاري" يصفون فيه جميع العمليات التجارية والمهام اليومية؛ لتحول لخرائط للأعمال. بعد ذلك، تم تحديد واستعمال 11 معياراً لتقييم برمجيات التسيير المدمج المختلفة (التشغيل، التغليف، المعايير الفنية، التكلفة والميزانية، الخدمة والدعم، الرؤية، موثوقية الأنظمة، التوافق، مكانة المؤسسة في السوق، النموذجية والتكامل، منهجية التنفيذ.

وأخيراً، تم تقديم تقرير الاختيار والتوصية من قبل استشاري ERP إلى المسؤول بالشركة ABC، والشركة الأم. تمت الموافقة على التقرير وتقدمت الشركة في الاستحواذ على المشروع المختار.

6-دراسة Sławomir Klos & Peter Trebuna (2014)

تقترح هذه الدراسة تطبيق طريقة التحليل الهرمي (AHP) لدعم اتخاذ القرار المتعلق باختيار نظام برمجية التسيير المدمج (ERP) في شركة التصنيع. يخصص الإجراء المقترح في هذه الدراسة لاختيار نظام (ERP) لمؤسسات التصنيع الصغيرة والمتوسطة انطلاقا من تحليل وتحديد عوامل النجاح الحاسمة.

تمت الدراسة التطبيقية في شركة للهندسة صغيرة الحجم، أما معايير الدراسة فتمثلت في: العمليات والتجهيزات الوظيفية (البحث والتطوير، إدارة التكنولوجيا، المبيعات والتوزيع، إدارة الخدمات، تخطيط الإنتاج والتحكم، إدارة الإمدادات، المحاسبة والموارد البشرية، إدارة المستودعات والمعدات)، وعوامل العمل (إدارة المشروع، المعايير المالية، التكنولوجيا، الخبرة والمعرفة، التكاليف الإجمالية للملكية، التخصيص، التطوير). وبالنسبة للشركات الصغيرة والمتوسطة، هناك عامل مهم جداً يمكن أن يحكم اختيار نظام (ERP) هو التكلفة الإجمالية للملكية (TCO)؛ وهذا يشمل سعر التراخيص، وتكاليف الاستشاريين، والمعدات، إلخ. وتعتبر كفاءات إدارة المشروع ومعرفته الفرعية

عوامل نجاح مهمة للغاية لتنفيذ نظام (ERP). يمكن أن يكون أكثر جاذبية استئجار البرامج على أساس نموذج الحوسبة السحابية بدلا من إنشاء البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات الخاصة بها.

7- دراسة Huseyin Selcuk Kilic & al. (2014)

للتغلب على التحديات التي تفرضها الطبيعة المتعددة المعايير لمشكلة اختيار الERP، تم اقتراح منهجية هجينة تضم ثلاثة مراحل متتالية: التقييم المسبق، طريقة التحليل الهرمي المبهمة (FAHP)، وTOPSIS. تم تطبيق المنهجية المقترحة بدراسة ميدانية في شركة طيران للخطوط الجوية التركية. حيث تمثلت المشكلة في اختيار أحسن مشروع من أصل 12 من مشاريع برمجيات التسيير المدمج، وحكمت هذه العملية ثلاثة معايير رئيسية هي الأخرى تندرج فيها معايير ثانوية: المعايير التقنية (التشغيل، التوافق، امكانية الوصول للمعلومات ، السهولة الاستخدام، الأمن)، معايير الموردين (المرجع أو المصدر، مدى كفاءة المستشارين والمطورين، خدمات ما بعد البيع، مدى التشارك والتواصل)، المعايير المالية (تكاليف البرمجيات والمعدات، تكاليف الشبكات، تكلفة الترخيص والاستشارات، تكلفة التدريب، تكلفة الصيانة).

في النموذج المقترح، تم استخدام طريقة التحليل الهرمي المبهمة (FAHP) من اجل تحديد الأوزان النسبية للمعايير المرتبطة بمشكلة اختيار مشاريع الERP استنادا إلى جدول التفضيل الثلاثي، وبالاعتماد على طريقة BUKLEY (1985) ليتم الحصول على الأوزان النهائية والتي ستستخدم في طريقة TOPSIS لترتيب البدائل على أساس المسافات بين الحلول المثالية الإيجابية والسلبية. وفقا لهذه المنهجية، البديل الأفضل هو الذي يكون لديه أقرب مسافة إلى الحل المثالي الإيجابي وأبعد مسافة عن الحل المثالي السلبي.

في نهاية المقال، ثبت أن استخدام المنهجية الهجينة في الاختيار والتقييم يؤدي إلى نتائج سليمة تقنياً ومقبولة من الناحية التنظيمية.

8- دراسة Hodjatollah Hamidi (2015)

في دراسة أخيرة، تم اقتراح طريقة التحليل الهرمي المبهمة (FAHP) لتقييم البدائل لنظام برمجيات التسير المدمج واختيار أفضل بديل يلبي مختلف المتطلبات المرتبطة بعوامل المنتجات وعوامل النظام وعوامل الإدارة. من أجل اختبار النموذج، أجريت دراسة الحالة بمؤسسة اقتصادية إيرانية، حيث تمثلت المعايير المأخوذة في معايير المنتج (التشغيل، الموثوقية، قابلية الاستخدام، النجاعة والفعالية، قابلية الصيانة)، معايير النظام (المرونة، سهولة الاستخدام)، والمعايير الادارية (وقت التنفيذ، التكاليف، سمعة المورد، الخدمات الاستشارية، القدرة على البحث والتطوير).

من ميزات النموذج المقترح أنه: يضمن توافق هيكل الأهداف مع أهداف واستراتيجيات الشركة، ويساعد العاملين على المشروع في فهم العلاقات بين الأهداف المختلفة وتقييم تأثيرها عن طريق نمذجتها إلى الهياكل الهرمية والشبكية. كما أن النموذج المقترح يتسم بالمرونة الكافية لدمج سمات ومعايير إضافية أو إضافة صناع قرار آخرين في التقييم.

المبحث الثالث: المفاضلة بين نظم المعلومات مفتوحة المصدر، ومغلقة المصدر، وتحت الطلب

حتى وقت قريب، لم يكن لدى المنظمات التي تخطط للحصول على نظم معلومات جديدة خيار سوى تطوير نظامها الخاص أو شراء نظام يقترحه أحد الموردين المتخصصين. واليوم، ومع ظهور البرامج مفتوحة المصدر وحسب الطلب، أصبح المسيرين أمام عدة خيارات الأمر الذي يتطلب تحديد المعايير وتطوير نماذج كفيلة بدعم وترشيد هذا القرار. خلال العقد الأخير، تطرق العديد من الباحثين لهذه الإشكالية:

1- دراسة Benlian (2011)

ففي احدى الدراسات الأولى، اقترح Benlian (2011) نموذجا من شأنه أن يساعد المنظمات على دراسة كيفية المقارنة والمفاضلة بين النظم المعلومات التقليدية (Traditional Software Model)، ونظم المعلومات

المفتوحة المصدر (The Open-Source Software : OSS)، والنظم المعلومات تحت الطلب (The On-Demand Software)، من خلال اعتماد طريقة التحليل الهرمي.

لقد تم – في هذه الدراسة – اقتراح إطارًا يشمل حزمة البرامج وخصائص التنفيذ وتمثيلها بطريقة هرمية لتقييم الإنجاز النسبي لمعايير الاختيار الأساسية حسب نظم المعلومات التقليدية، المفتوحة المصدر ونظم المعلومات المفتوحة حسب الطلب. تمت الدراسة التجريبية من خلال القيام بإجراء مسحً عبر الإنترنت خلال شهري جوان وجويلية 2009 باستخدام بوابة قرار الخبراء (ECDP) بين صانعي القرار في الشركات. تم اختيار مجموعة من الشركات الألمانية (166 مؤسسة صغيرة و88 مؤسسة متوسطة وكبيرة الحجم) في مجالات التصنيع والتجارة والخدمات المالية والرعاية العامة والرعاية الصحية والإمداد بالكهرباء والغاز والمياه. ويعود السبب في اختيار هذه الشركات إلى: التركيز المرتفع نسبيا في استخدام نظام المكاتب، بحيث درست المؤسسات الصغيرة لوحدها أما الكبيرة والمتوسطة فأدمجت مع بعضها.

صنفت معايير الدراسة حسب سمة الحزمة وسمة التنفيذ، وكل سمة تندرج ضمنها مجموعة من السمات (المعايير) الثانوية. فسمة الحزمة تندرج تحتها: الوظيفة (معالجة الكلمات – معالجة – جدول – عرض تقديمي)، الاعتمادية (ثبات – أمن – إمكانية استرداد)، سهولة الاستخدام (توثيق – تصميم – سهولة الاستخدام)، والتكلفة (شراء – صيانة – تحويل). أما سمة التنفيذ فتضم: سهولة التخصيص (إمكانية الترقية – القابلية للتوسعة – القدرة على التكيف)، سهولة التنفيذ (قابلية التشغيل البيني – وقت القيمة – الملائمة الثقافية)، الدعم (الخط الساخن – التدريب – التقنية).

في كل من العينات الفرعية التي تم تحليلها، كان نموذج نظم المعلومات مفتوحة المصدر OSS البديل الأفضل في تلبية معايير "التكلفة" (أي تكلفة الاستحواذ والصيانة)، "سهولة التخصيص" (أي القابلية للتوسعة والقدرة على التكيف)، و "سهولة التنفيذ" (أي إمكانية التشغيل المتداخل) و "الملائمة الثقافية"، فهذا البديل قد حقق أعلى

مستوى فيما يتعلق "بقدرة التشغيل المتداخل" و "الملائمة الثقافية"، مما يشير إلى أن الحلول مفتوحة المصدر يمكن دمجها بسلاسة في نظم معلومات (تكنولوجيا) المؤسسات بغض النظر عن أحجامها مقارنة بنظم المعلومات التقليدية أو نظم المعلومات حسب الطلب، في حين كانت نقاط الضعف مرتبطة بمعيار "الدعم". أما بالنسبة لنقاط الضعف الرئيسية في نظم المعلومات تحت الطلب فتمثلت في "عوامل الاستخدام" و"سهولة الاستخدام"، في حين كانت نقاط قوتها المذهلة هي "قابلية استعادة البيانات".

وقد أظهرت الدراسة أيضا أن نظم المعلومات المفتوحة المصدر ونظم المعلومات تحت الطلب تفوقت على نظم المعلومات التقليدية في الشركات الصغيرة، بينما العكس كان بالنسبة للشركات متوسطة الحجم والكبيرة.

يمكن استخدام نتائج الدراسة كمخطط توجيهي لمديري نظم المعلومات. وبشكل أكثر تحديدًا، يمكن استخدام نظم المعلومات المفتوحة المصدر كنموذج أولي يمكن أن تتبناه المنظمات لتقييم نماذج توصيل البرامج المختلفة في اختيار تطبيقات نظم المعلومات كأساس لصنع القرار. وفي الوقت نفسه، قد تستخدم المؤسسات النتائج التجريبية لهذه الدراسة كمعايير قياسية في طرق التقييم الخاصة أو نماذج الاختيار لتحديد المتطلبات التنظيمية في الاختيار.

2- دراسة Young-Chan Lee & al. (2014)

يستخدم برنامج إدارة علاقات العملاء المفتوح المصدر(Open Source Customer Relationship Management Software) بشكل متكرر لدعم أنشطة الشركة الأمامية مثل المبيعات والتسويق وخدمة العملاء. تقدم مقالة YOUNG-CHAN LEE & al (2014) نموذجا يستخدم طريقة التحليل الهرمي (AHP) لدعم القرارات المتعلقة باختيار برنامج إدارة علاقات العملاء ذو المصدر المفتوح المناسب أكثر للمؤسسة، مراعيا في ذلك البعدين الوظيفي والتنظيمي.

تفترض المنهجية المختبرة في هذه الدراسة تحليل الهدف الشامل إلى أهداف أساسية وانشاء بنية هرمية للقرار تتكون من خمسة مستويات (الهدف الكلي والمعايير المختلفة والمعايير الفرعية والمخاوف والبدائل).

أجريت دراسة تجريبية من خلال الاختيار بين 3 نظم مفتوحة المصدر لإدارة علاقات العملاء. حكمت العملية أربعة معايير رئيسية تندرج ضمنها مجموعة من المعايير الثانوية: التكلفة وسمات النظام، وسهولة الاستخدام، والخصائص الصناعية (الصناعة–أهداف العمل–الإمكانيات)، وخصائص البائع (السمعة والوثائق ودعم المجتمع)؛ وتمت عملية الاختيار على أساس المدخلات المقدمة من قبل ثلاثة خبراء في مجال تكنولوجيا المعلومات.

3– دراسة Kajal Chatterjee & al. (2013)

تقترح الدراسة Kajal Chatterjee & al. (2013)، خوارزمية هجينة تستند إلى طريقة The Intuitionistic fuzzy-VIKOR method لتقييم خمسة بدائل (مشاريع نظم المعلومات) باستخدام خمسة معايير (الخبرة، السمعة، المرونة، القدرة الفنية، الجودة). ويقوم بعملية التقييم هذه أربع صناع القرار؛ وهذا بغية اختيار أحسن شريك تتم مناولة النظام إليه.

تمر طريقة IF-VIKOR متعددة المعايير لاختيار البديل المناسب بأربع خطوات وهي: تحديد قائمة من الموردين المحتملين، إنشاء قائمة بالمعايير ذات الصلة، تقييم أداء كل بديل على أساس كل معيار، تجميع مستويات الأداء الناتجة عن المعايير المختلفة باستخدام IF-VIKOR.

من الجانب التطبيقي، تمت دراسة الحالة ببنك يسعى لاختيار نظام المعلومات مفتوح المصدر المناسب. وبالاستعانة ببرنامج MATLAB، تم تطبيق خوارزمية IFVIKOR المقترحة، حيث تبين أن الطريقة المقترحة تساعد في الحصول على حل وسط مقبول من خلال تعيين القيمة المناسبة للأحكام غير المتحيزة لمتخذي القرار. بعد ذلك، ومن أجل تقييم جودة الدعم الذي تقدمه هذه المنهجية، تمت مقارنة نتائجها بتلك التي تعطيها أساليب IF-SIR وIF-TOPSIS. في الأخير تبين تفوق منهجية IFVIKOR عن قريناتها، فالنتيجة القائمة على الترتيب توفر مرجعًا يساعد المؤسسات على تحسين كفاءة عملية مناولة نظم المعلومات.

خلاصة الفصل الثاني:

لقد تم استخدام الأساليب المتعددة المعايير على نطاق واسع كأداة حل لمشكلة اختيار نظم المعلومات بشتى أنواعها، فالدراسات المهتمة باختيار نظم المعلومات التقليدية تعددت وتنوعت الزوايا التي تدرس منها. فمنهم من أهمل ظاهرة الترابط بين القيود ومجموع المشاريع وبين العوامل الكمية والنوعية للمشاريع، ومنها من اهتم بظاهرة الترابط واعتبرها ضرورية عند التطرق لموضوع اختيار مشاريع نظم المعلومات، ومنهم من اهتم بالجانب المبهم الذي يحيط بعملية اختيار مشاريع نظم المعلومات.. الخ.

بالنسبة لنظم برمجيات التسيير المدمج، فعملية الاختيار السليمة هي جزء هام من تبني وتنفيذ هذه النظم. وقد يكلف تنفيذ نظام برمجيات التسيير المدمج (ERP) بضعة ملايين من الدولارات، وقد يستمر حتى ستة أشهر للتنفيذ للأحجام الأصغر، لتكلف مئات الملايين من الدولارات ويستمر لعدة سنوات للتنفيذ الكامل للأحجام الكبيرة. ولأنها تكلف الكثير وتحتاج إلى وقت طويل للتنفيذ الكامل، فإن أنظمة تخطيط موارد المؤسسات هي من بين أكثر استثمارات تكنولوجيا المعلومات خطورة. ولذلك، فإن النظر بدقة في جميع الخيارات والمعايير لا يعد خيارًا فحسب، بل أيضًا مطلبًا حاسمًا لزيادة احتمالية النجاح.

وما يمكن أن نستخلصه في هذا الفصل هو الحاجة إلى طريقة متكاملة لا تقدم فقط نموذجًا كميًا قويًا، بل يمكنها قياس وإدخال المدخلات النوعية للمعلومات والبيانات في بيئة يشوبها الابهام وعدم الدقة. ومع ذلك، لم يتم تحديد أو قبول أي طريقة موحدة أو متفق عليها من قبل الباحثين أو شركات الصناعة. من أجل الحد من هذه الفجوة، يجب إجراء مزيد من البحوث في اتجاه تطوير طريقة كاملة وشاملة سيتم قبولها واستخدامها على نطاق واسع لحل مشكلة اختيار نظم معلومات.

الفصل الثالث : طريقة التحليل الهرمي المبهم والبرمجة الرياضية المبهمة

مقدمة الفصل الثالث

في أوائل القرن العشرين، أصبح تحويل النظم الواقعية المعقدة إلى نماذج رياضية دقيقة هو الاتجاه الرئيسي في العلوم والهندسة. منذ ذلك الحين، تم تطبيق بحوث العمليات على مشاكل صنع القرار في العالم الحقيقي. ومع ذلك، غالباً ما لا تكون المواقف العملية محددة بشكل جيد وبالتالي لا يمكن وصفها بدقة. هذه الطبيعة غير الدقيقة هي في الواقع مبهمة وليست عشوائية، الأمر الذي أدى إلى اقتراح استخدام المنطق المبهم في حل مشاكل اتخاذ القرار.ويعود الفضل في اقتراح نظرية المجموعة المبهمة إلى العالم الايراني ZADEH (1965)، حيث مكن من التعامل ليس فقط مع البيانات الدقيقة والمحددة جيدًا، ولكن أيضًا البيانات المبهمة وما إلى ذلك.

ونظرا لما تتميز بها طريقة التحليل الهرمي المبهم والبرمجة الرياضية المبهمة من خصائص من حيث استوعباها للإبهام في الحسابات وكذا استنباطها الأولويات من هياكل القرار المعقدة وغير المؤكدة، سنقوم في هذا الفصل بتقديم مفصل لهذه التقنيات.

المبحث الأول: النظرية المبهمة

جاءت النظرية **المبهمة** لسد ثغرات كبيرة في المنطق الكلاسيكي، ويعود الفضل في اكتشافها الى العالم Zadeh (1965)، وقد اهتم عديد الباحثين بهذا الموضوع (Bellman & Zadeh, 1970 ; Dubois &Prade, 1978). فالمنطق الكلاسيكي يعتمد على الأساليب الكمية بكثرة في اتخاذ القرارات، وهو يرتكز على حسابات دقيقة ومحددة. وإن كان تحقيق الدقة ممكنا نوعا ما عند التعامل مع الأنظمة البسيطة (القرارات)، فإنه غير ممكن عند التعامل مع المسائل المعقدة. في المقابل، يتميز المنطق **المبهم** بالقدرة على محاكاة التفكير الإنساني ومعالجة المعلومات المبهمة التي تفتقر إلى الدقة في طريقة تقديرها (Zimmermann، 2010)، من هذا المنطلق اهتممنا بدراسة المنطق المبهم.

1- مفاهيم أساسية للنظرية المبهمة :

1-1- المجاميع المبهمة:

طرح الباحث Zadeh (1965) مفهوم المجاميع المبهمة (المبهمة) لتمثيل المتغيرات اللغوية والمجاميع غير الدقيقة، ويمكن تعريفها على أنها مجموعة جزئية من المجموعة الشاملة، ويرمز لدرجة عضوية عنصر x للمجموعة المبهمة A ب u_A (x). ويمكن لها أن تتخذ قيما تتراوح بين 0-1. إذا كانت درجة العضوية 0 فان العنصر لا ينتمي إلى المجموعة، وإذا كانت درجة العضوية 1 يعني أن العنصر ينتمي تماما إلى المجموعة **المبهمة**، أما إذا كان محصورا بين القيمتين 0 و1 فهو يمتلك عضوية جزئية للمجموعة **المبهمة**. ويمكن أن نعرف رياضيا المجموعة **المبهمة** Aمن خلال الأزواج المرتبة ((x, u_A (x))، مع العلم أنه لا يتم إدراج العناصر ذات الدرجة صفر (Zimmermann، 2010). وأن X: تمثل المجموعة الشاملة (Univers of disscours) وهي تضم كل القيم المحتملة للمتغير x، وتصاغ رياضيا كما هو موضح في المعادلة (1) :

$$\boldsymbol{A = \{(x, \mu_A(x)/x\epsilon\, X)\}}\boldsymbol{\ldots\ldots\ldots(1)}$$

$$\boldsymbol{\mu_A(x)\epsilon\, [0.1]}$$

كما أن مفهوم التحدب في المجموعات **المبهمة** يلعب دورا مهما في تحديد الرقم **المبهم** والحساب **المبهم** المتصل به.

1-2-المتغير اللغوي(Linguistic Variable) والبرمجة اللفظية المبهمة:

تحمل المتغيرات في النظرية المبهمة قيما على شكل كلمات أو عبارات. ويتم تمثيل كل قيمة من هذه القيم اللغوية عن طريق مجموعة **مبهمة** بترتيب أهمية الأهداف وتحويل رغبات المقرر اللفظية إلى أرقام وفق مجموعة من المصطلحات المعبرة. مثلا: منخفض كثيرا في الأهمية، منخفض بعض الشيء في الأهمية، متوسط في الأهمية، مرتفع بعض الشيء في الأهمية، مرتفع كثيرا في الأهمية...

يمثل الرقم **المبهم** عددًا من القيم غير المؤكدة إلى حد ما. إنه نوع خاص من مجموعة **مبهمة** أعضاؤها أرقام حقيقية، وبالتالي فهو غير محدود في حده (Siler & Buckley، 2005)، فهو تعميم لعدد حقيقي $\mathbb{R}$ حيث ترتبط كل قيمة بمجموعة من القيم الممكنة المخصصة للأوزان بين 0 و1 (Carlsson & Fullér، 2005). تستخدم الأرقام المبهمة الفاصل الزمني [0،1] لتقييم مجموعة من القيم المحتملة من خلال التقاط الذاتية والابهام وعدم الدقة في التقييم الذاتي. بعبارة أخرى، يتم تعريف عدد مبهم A' على أنه "مجموعة مبهمة من الأعداد الحقيقية مع وظيفة محدبة طبيعية وعضوية مستمرة للدعم المحدد".

1-3-دالة الانتماء(The Membership Function):

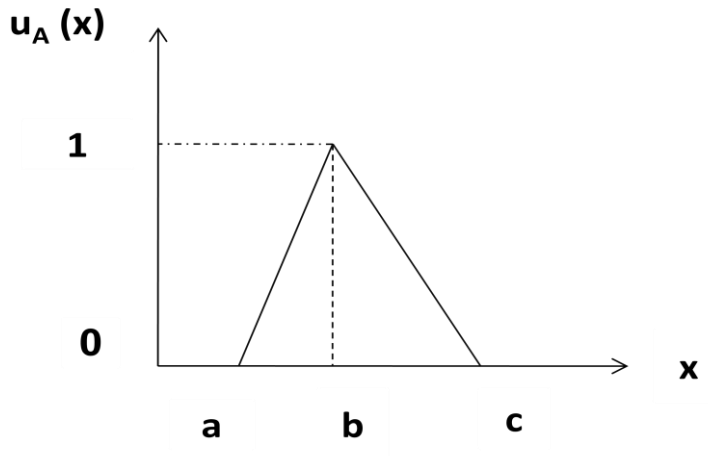
تستعمل دالة الانتماء لتحديد كيفية انتماء أي عنصر من العناصر إلى المجاميع **المبهمة**. والشرط الأساسي لهذه الدالة هو أن يكون مداها بين 0 و1. ومن أكثر الأشكال شيوعا لهذه الدالة نجد: المثلثة (Triangular)، شبه المنحرف (Trapezoidal)، الجرسية (Gaussion)، دالة الانتماء من نوع S، دالة الانتماء من نوع Z، ودالة الانتماء من نوع π وهذا ما نجده موضحا بالتفصيل في مايلي؛ بحيث أن قائمة دوال الانتماء المقدمة في هذا العنصر ليست حصرية بأي حال من الأحوال؛ بحيث يمكن إنشاء دوال انتماء خاصة لتطبيقات محددة إذا لزم الأمر. على وجه الخصوص، يمكن استخدام أي نوع من وظائف التوزيع الاحتمالي المستمر بشرط تقديم مجموعة من المعلمات لتحديد المعاني المناسبة (Omar Adil & al ،2015).

1-3-1- دالة الانتماء المثلثة (**Triangular Membership Function**):

تتميز هذه الدالة ب 3 معلمات b,a، cو هذا ما نجده موضحا في الصيغة الرياضية(2) و الشكل البياني (11) (GHAPANCHI & al، 2012).

$$\mu_A(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a} & for\ a \le x \le b \\ \frac{c-x}{c-b} & for\ b \le x \le c \\ 0 & otherwise \end{cases} \quad \ldots\ldots\ldots(2)$$

الشكل 10:دالة الانتماء المثلثية



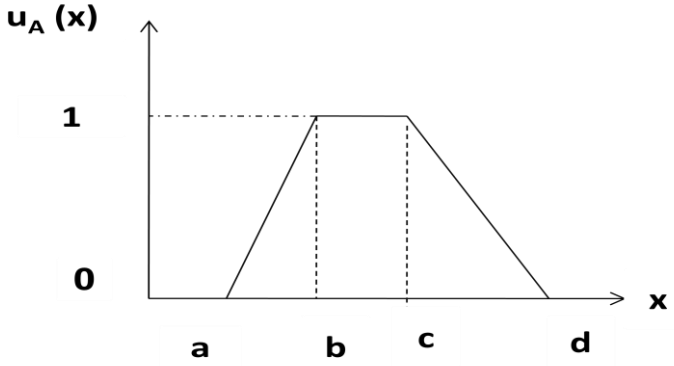
المصدر: (GHAPANCHI & al، 2012)

1-3-2-دالة الانتماء من نوع شبه المنحرف(Trapezoidal Membership Function):

تتميز ب 4 معلمات d,c,b,a,لها جزء علوي مسطح، وهذا ما نجده موضحا في الصيغة الرياضية (3) والشكل البياني (11) (Di Angelo & al ،2007):

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 \ \ for \ x \le a \\ \frac{x-a}{b-a} \ \ for \ a \le x \le b \\ 1 \ for \ b \le x \le c \\ \frac{d-x}{d-c} \ for \ c \le x \le d \\ 0 \ for \ x > d \end{cases} \quad \text{.....(3)}$$

الشكل 11: دالة الانتماء من نوع شبه المنحرف



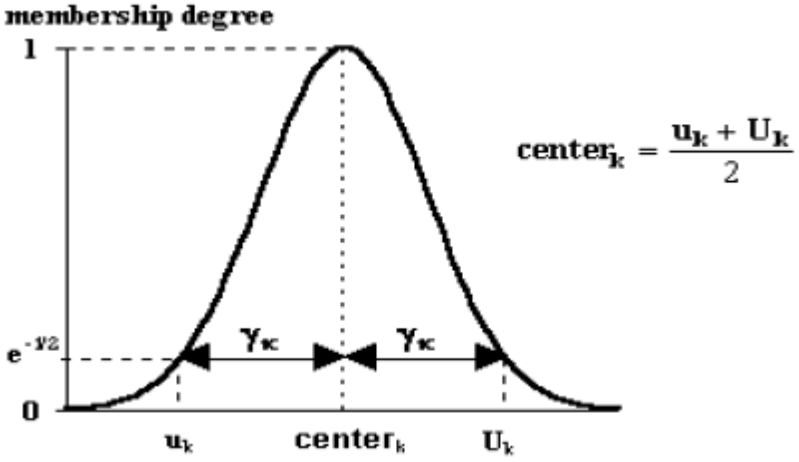
المصدر: (GHAPANCHI & al، 2012)

1-3-3- دالة الانتماء الجرسية(Gaussian Membership Function): :تأخذ الصيغة الرياضية (4) والشكل البياني (12) (Satyananda Reddy& Kvsvn Raju، 2009)

$$\mu_Z(x_K\ , y_k) = exp\left[-\frac{1}{2}\ .\frac{(x_k - center_k)^2}{\gamma_k^2}\right] \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

$$center_k = \frac{\mu_k + U_k}{2} \text{ with } y_k \neq 0 \text{ for any } k \in \{1, 2, \ldots, n\}$$

الشكل12 : دالة الانتماء الجرسية

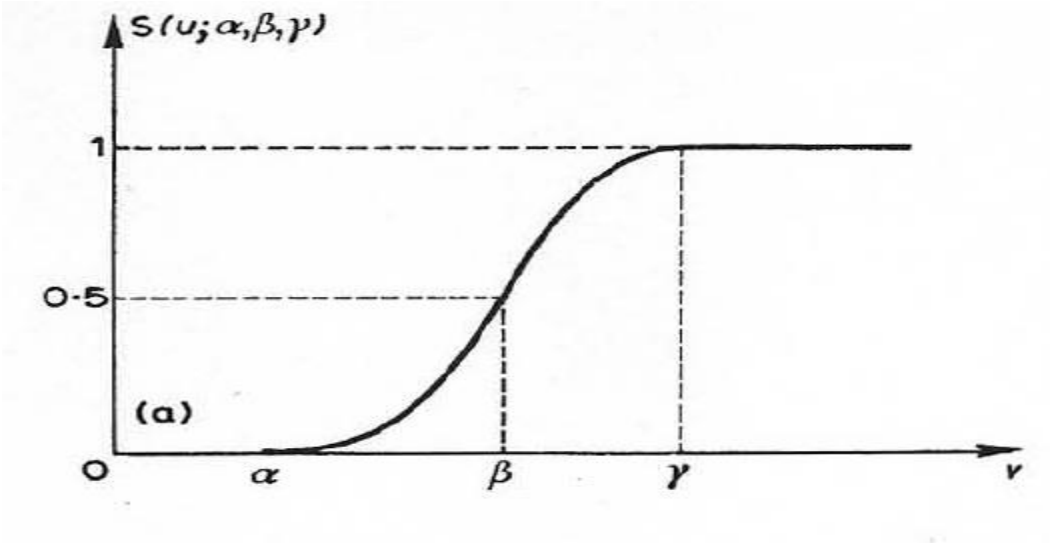


المصدر: (**Satyananda Reddy& Kvsvn Raju**، **2009**)

1-3-4- دالة الانتماء من نوع S: تكون هذه الدالة مفتوحة لليمين لتمثيل أكبر قيمة موجبة، وهذا ما نجده موضحا في الصيغة الرياضية (5) والشكل البياني (13) (Zadeh،1976) :

$$S(v, \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 0 & for\ v \leq \alpha \\ 2\left(\frac{v-\alpha}{\gamma-\alpha}\right) & for\ \alpha \leq v \leq \beta \\ 1 - 2\left(\frac{v-\gamma}{\gamma-\alpha}\right)^2 & for\ \beta \leq v \leq \gamma \\ 1 & for\ v \geq \gamma \end{cases} \ldots\ldots\ldots (5)$$

الشكل13 : دالة الانتماء من نوع S

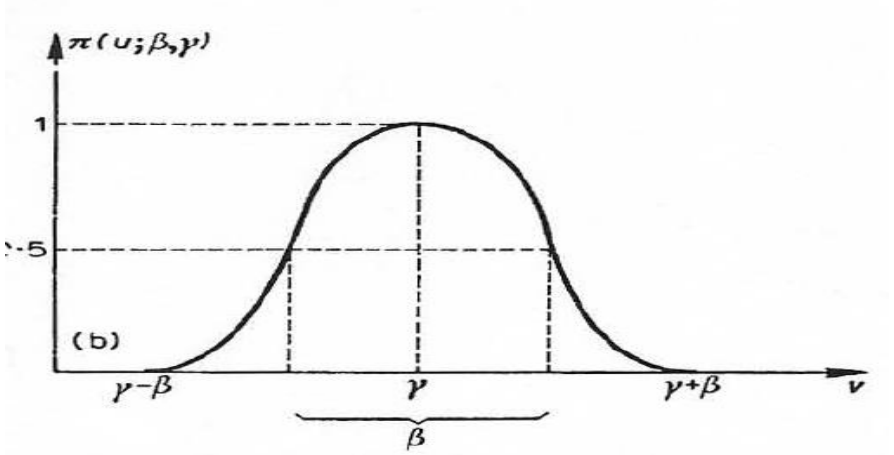


المصدر: (**Zadeh،1976**)

1-3-6- دالة الانتماء من نوع π: تتكون هذه الدالة من الدوال من نوع S وZ، وهي دالة متزايدة/متناقصة تماثلية، وهذا ما نجده موضحا في الصيغة الرياضية (6) والشكل البياني (14) (ZADEH،1976).

$$\prod(\mathbf{v};\boldsymbol{\beta},\boldsymbol{\gamma}) = \begin{cases} \mathbf{S}(\mathbf{v};\boldsymbol{\gamma}-\boldsymbol{\beta},\boldsymbol{\gamma}-\frac{\boldsymbol{\beta}}{2},\boldsymbol{\gamma}) & \textbf{for } \mathbf{v} \le \boldsymbol{\gamma} \\ \mathbf{1}-\mathbf{S}(\mathbf{v};\boldsymbol{\gamma}-\boldsymbol{\beta},\boldsymbol{\gamma}-\frac{\boldsymbol{\beta}}{2},\boldsymbol{\gamma}) & \textbf{for } \mathbf{v} \ge \boldsymbol{\gamma} \end{cases} \quad \ldots\ldots(6)$$

الشكل 14: دالة الانتماء من نوع π



المصدر: (**Zadeh،1976**)

انطلاقا من دوال الانتماء، يمكن اجراء عمليات على الأرقام المبهمة، حيث بين الجدول 2 أدناه على سبيل المثال العمليات الممكن اجراؤها على الأرقام المبهمة الثلاثية والأرقام المبهمة شبه المنحرفة.

الجدول2 : اهم خصائص النظرية المبهمة

العمليات	دالة الانتماء شبه المنحرفة	دالة الانتماء المثلثية
A' +B'	$(a ,b ,c ,d)+(a_1 ,b_1 ,c_1 ,d_1)=$ $(a+a_1, b+b_1, c+c_1 ,d+d_1)$	$(a ,b ,c)+(a_1 ,b_1 ,c_1)=$ $(a+a_1, b+b_1, c+c_1)$
A'-B'	$(a ,b ,c ,d)-(a_1 ,b_1 ,c_1 ,d_1)=$ $(a-d_1 ,b-c_1 ,c-b_1 ,d-a_1)$	$(a ,b ,c)-(a_1 ,b_1 ,c_1)=$ $(a-c_1, b-b_1, c-a_1)$
A'*B'	$(a ,b ,c ,d)*(a_1 ,b_1 ,c_1 ,d_1)=$ $(a*a_1, b*b_1, c*c_1 ,d*d_1)$	$(a,b,c)*(a_1 ,b_1 ,c_1)=$ $(a*a_1, b*b_1, c*c_1)$
A'/B'	$(a ,b ,c ,d)/(a_1 ,b_1 ,c_1 ,d_1)=$ $(a/d_1 ,b/c_1 ,c/b_1 ,d/a_1)$	$(a,b,c)/(a_1 ,b_1 ,c_1)=$ $(a/ c_1 ,b/b_1 ,c/a_1)$

المصدر: (Afful-Dadzie، 2015)

1-3- دعم المجموعة المبهمة (Support of fuzzy set) :

لتكن A مجموعة مبهمة في X، S(A) هي المجموعة الواضحة و هي معرفة رياضيا في المعادلة (7) كما يلي:

$$S(A)= \{ x \epsilon X : \mu_A (x) > 0 \} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

1-4- الدلالة المبهمة (Fuzzy Implication):

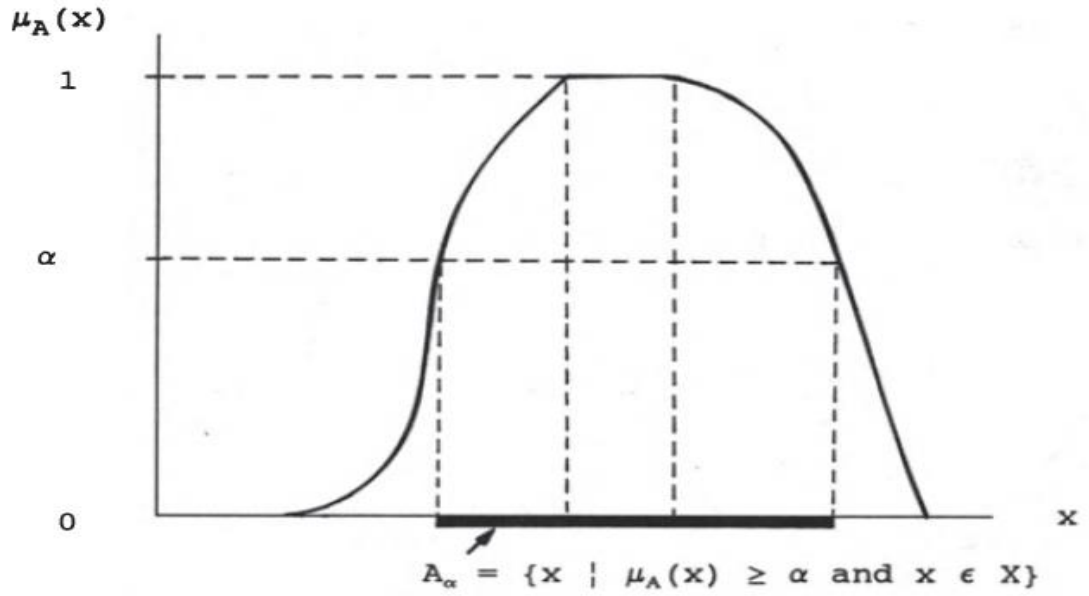
هي عبارة عن مجموعة من القوانين أو العبارات الشرطية المتكونة من: "إذا كان كذا"، "إذا كذا". الشطر الأول من القانون يمثل الشرط، أما الشطر الثاني من القانون فيمثل الجواب على الشرط (Siler &Buckley، 2005).

1-5- مفهوم α-cut:

إن مفهوم α-cut لمجموعة مبهمة هي المجموعة الواضحة لجميع عناصر المجموعة X الشاملة التي تنتمي إلى المجموعة المبهمة وهي معرفة رياضيا في المعادلة (8) وموضحة في الشكل(15).

$$A_\alpha = \{x|\mu_A(x) \geq \alpha \; and \; x \in X\} \ldots\ldots (8)$$

الشكل15: مفهوم $\alpha-cut$



المصدر: (Lai & Hwang، 1992).

2-أهم العلاقات المنطقية في النظرية المبهمة:

سنستعرض في هذا العنصر أهم العلاقات المنطقية التي توجد في النظرية المبهمة من تقاطع واتحاد واحتواء ومساواة، من خلال شرحها و تعريفها رياضيا.

2-1- علاقة التقاطع (Intersections):

إن تقاطع مجموعتين مبهمتين A وB في المنطق المبهم يشار اليه رياضيا ب$(A \cap B)$، وهو يمثل أوسع مجموعة فرعية مبهمة (The largest fuzzy subset) لكلتا المجموعتين المبهمتين الفرعيتين A وB (Lai & Hwang، 1992). عندما يتم استخدام عامل التشغيل min operator للتعبير عن المنطق "و"، فان دالة انتمائه سيعبر عنها رياضيا كما هو موضح في المعادلة (9):

$$\mu_{A\cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)) \; for \; \forall x \in X = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x) \ldots\ldots (9)$$

2-2- علاقة الاتحاد (Union):

إن الاتحاد بين مجموعتين مبهمتين A وB في المنطق المبهم يعرف على أنه أصغر مجموعة مبهمة تحتوي على كل من A و B، بحيث يتم التعبير عن دالة الانتماء لـ ($\boldsymbol{A \cup B}$) من خلال المعادلة (10) (Lootsma، 1997):

$$\boldsymbol{\mu_{A\cup B}(x) = \max(\mu_A\ (x), \mu_B\ (x))} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{(10).}$$

2-3- علاقة المساواة (Equality of Fuzzy Set):

نقول عن مجموعتين مبهمتين A وB أنهما متساويتان إذا كانت كل واحدة موجودة في الأخرى، وهذا ما نجده موضحا في المعادلة الرياضية (11) (Lai & Hwang، 1992).

$$\mathbf{A \subseteq B\ and\ B\ \subseteq\ A\ \ \Rightarrow\ \ \mu_A(x) = \mu_B(x)\ \ \ for\ \forall\ x \in X \ldots\ldots (11)}$$

2-4- علاقة التكملة أو المتمم(Complementation):

المراد بالتكملة هو الجزء الذي يبقى خارج عن المجموعة المبهمة A بالرغم من انتماءه للمجموعة الشاملة X، بمعنى أن المتمم لمجموعة مبهمة A هي مجموعة أخرى مبهمة، ويشار إليها ب $\overline{A}$. وبما أن درجة الانتماء القصوى هي 1، فان درجة انتماء أي عنصر من المجموعة الشاملة X بالنسبة للمتمم $\overline{A}$ تعطى وفق المعادلة الرياضية (12) كما يلي (Ross،2004):

$$\boldsymbol{\mu_{\overline{A}}\ (x) =\ 1 -\ \mu_A(x)\ \ \ for\ \forall\ x \in X \ldots\ldots\ldots\ldots (12).}$$

3- مبدأ تمديد ZADEH (ZADEH'S Extension Principal):

يعد مبدأ تمديد Zadeh أداة مهمة جدًا في نظرية المجموعة المبهمة، فهو يساهم في اعطاء الابهام لدالة واضحة (crisp function) أو ربما علاقة واضحة (crisp relation). كما يساعد هذا النوع من الابهام في دراسة العلاقات الرياضية في المنطق المبهم، بمعنى أنه يسعى لحساب دالة الانتماء للمجموعة المبهمة $\boldsymbol{\mu_{f(A)}(y)}$ و

$\mu_{f(B)^{-1}}(x)$ من حيث وظيفة الانتماء للمجموعة المبهمة A في X (على التوالي B في Y). هذا ما نجده موضحا في الصيغة الرياضية (13) كمايلي(Bector & Suresh Chandra، 2005):

$$\begin{cases} \mu_{f(A)}(y) = \underbrace{\sup}_{x\epsilon X, f(x)=y} (\mu_A(x)) \text{ for all } A\epsilon f(x) \\ \mu_{f(B)^{-1}}(x) = \mu_{(B)}(f(x)) \text{ for all } B\epsilon f(x) \\ X = X_1 * X_2 * \dots * X_n \\ f: X \to y \text{ given by } y = f(x_1, x_2 \dots, x_n) \\ B = f(A_1, A_2, \dots, A_n) \end{cases} \dots\dots\dots(13)$$

بحيث أن :

$f : X \to Y$ هي دالة واضحة (crisp function) و$F(X)$ (على التوالي $F(Y)$) هي المجموعة التي تضم كل المجموعات المبهمة من X (على التوالي Y).

والمجموعة المبهمة B معرفة كما يلي في الصيغة (14):

$$B=\{(y, \mu_B(y)): y = f(x_1, x_2 \dots, x_n), (x_1, x_2 \dots, x_n)\epsilon X_1 * X_2 * \dots * X_n\} \dots\dots(14)$$

$$\mu_B(y) = \underbrace{\sup}_{x\epsilon X, y=f(x)} \min(\mu_{A1}(x_1), \mu_{A2}(x_2), \dots, \mu_{An}(x_n)).$$

4- مميزات نظرية المجموعة المبهمة:

في نهاية هذا المبحث، وددنا أن نقف على أهم خصائص نظرية المجموعة المبهمة. فهذه الأخيرة تتميز بمجموعة من الخصائص وهي:

- تطبق عند غياب حدود واضحة وهذا عكس المنطق التقليدي المبني على تحديد كامل لعناصره.
- تسمح المجاميع المبهمة بانتماء جزئي للعناصر فيها.
- تعرف المجموعة المبهمة بدالة انتماء تعكس ترتيبا للعناصر الموجودة في المجموعة الشاملة بحيث تكون القيمة الرقمية لتلك الدالة تمثيلا رياضيا للصفة المميزة أو التعبير اللغوي التي أوجدت على أساسها تلك المجموعة المبهمة.

- وصف العلاقات بين المتغيرات بواسطة العبارات الشرطية المبهمة.

المبحث الثاني: طريقة التحليل الهرمي المبهم(FuzzyAnalyticHiearchyProcess:FAHP)

تعتبر الطرق المتعددة المعايير من أكثر الطرق استعمالا في تحليل المشاكل المعقدة التي تواجه المنظمات (Moreno-Jiménez & Vargas، 2018). في الغالب، تضم هذه المشاكل مجموعة من القيود والمعايير، والتي يصعب ترتيبها والمفاضلة فيما بينها (Abdel-Basset, Atef & Smarandache، 2019) الأمر الذي يعقد عملية اتخاذ القرار ويحد من فعالية النموذج الرياضي المستعمل لاتخاذ القرار(.Bellahcene & al، 2020) اضافة إلى ذلك، يجب الإجابة على سؤالين مهمين عند تكوين القرار: كيف يمكن دمج مختلف الأحكام الشخصية المقدمة من مجموعة المختصين وتمثيلها في حكم واحد يمثل كامل المجموعة؟ كيف تتم صياغة خيارات مجموعة انطلاقا من الخيارات الشخصية المتضاربة لأعضائها؟ من أجل تجاوز هذه العقبات، يمكن الاعتماد على بعض الطرق الرياضية التحليلية، كطريقة التحليل الهرمي (AHP) وطريقة التحليل الشبكي (ANP).

وبالرغم من ذلك، فالأحكام يمكن أن نلمس فيها الطابع الشخصي وهذا يمكن أن يخلق نوعا من عدم الدقة واليقين في عديد القرارات المتخذة. ولتفادي هذه السلبيات، اهتم مجموعة من الباحثين بإدخال مفهوم المنطق المبهم على طريقة التحليل الهرمي (Radionovs & Uzga-Rebrovs، 2017) لما توفره النظرية المبهمة من مرونة للتعامل مع الاختلافات بين أحكام صانعي القرار ولما تتيحه من توليفًات فعالة للتقييمات الجماعية واستنباط الأولويات الهادفة والموثوقة من مجموعات غير متجانسة؛ وعليه سنستعرض في هذا المبحث طريقة التحليل الهرمي المبهم.

تعتبر طريقة التحليل الهرمي المبهم (FAHP) امتدادا لطريقة التحليل الهرمي مع اعتماد المنطق المبهم في بناء نماذج القرار،وهذا ما يعطي نوعا من الفعالية والواقعية للنتائج المحسوبة. ومن بين الأبحاث المساهمة في تطوير طريقة التحليل الهرمي المبهم نجد:دراسة Laarhoven & Pedrycz (1983)، والتي استخدم فيها التمديد المباشر

لطريقة التحليل الهرمي لSaaty مع أرقام مبهمة ثلاثية. وهناك أيضا دراسة Buckley (1985)، والذي اعتمد فيها أيضا على التمديد المباشر لطريقة التحليل الهرمي لـ Saatyمع أرقام مبهمة شبه منحرفة.أما طريقة تحليل المدى لChang (1996) فهي تسعى لإيجاد أوزان المعايير انطلاقا من درجة الإمكانية لكل معيار، وهذا من خلال إيجاد قيمة المدى الاصطناعي المبهم. تتميز هذه المنهجية بتسلسل بسيط، كما تتبع خطوات طريقة التحليل الهرمي ولا تنطوي على عمليات إضافية. وعلى الرغم من ذلك، يُؤْخَذُ على هذه المنهجية استخدامها لأرقام مبهمة ثلاثية فقط. في الأخير، نقف على طريقة Ramik & Perzina (2014) والتي أستعملت في الدراسة التطبيقية لهذه الرسالة.

1-مميزات طريقة التحليل الهرمي المبهم

ومن بين الخصائص التي يمكن تمييزها في طريقة التحليل الهرمي المبهم نذكر:

- نماذج واضحة لعدم اليقين من حيث الدقة والابهام المتأصل في عملية الحكم.

- تتيح الطريقة انعكاسًا ملائمًا لمجموعة من التفضيلات الفردية لصناع القرار (استنادًا إلى الخبرات الفردية والمعرفة وما إلى ذلك) مع معلومات أقل خسارة.

هناك مجموعة من الطرق الرياضية المختلفة المستعملة في صياغة طريقة التحليل الهرمي المبهم وذلك متوقف على مجموعة من المتغيرات والظروف والمبادئ المعتمدة للحل، وهذا ما نجده موضحا في الجدول3 أدناه.

2-مراحل طريقة التحليل الهرمي المبهم المقترح من طرف Ramik & Perzina (2014):

في بعض الأحيان، قد يكون من الصعب على الخبير مقارنة أزواج معينة من المعايير. في هذه الحالات، سيكون أكثر واقعية السماح للخبير بتقديم البيانات ليس فقط في شكل أرقام مبهمة. على هذا الأساس، تم اقتراح طرق متعددة تستخدم مصفوفات المقارنة مع عناصر مبهمة. ومن بين هذه الأساليب، وقع الاختيار في هذه الرسالة على المنهجية Ramik & Perzina (2014) والتي تم تطبيقها في الدراسة التطبيقة باستخدام برنامج

"FUZZY MCDM/FUZZY AHP". تتمثل المزايا الرئيسية لهذا النهج في أساسه الرياضي القوي ومدى ملاءمته للحسابات. وعموما، تمر هذه الطريقة بالمراحل الخمسة التالية:

الجدول3: مقارنة بين أهم الطرق الرياضية المختلفة المستعملة في صياغة نماذج التحليل الهرمي المبهم

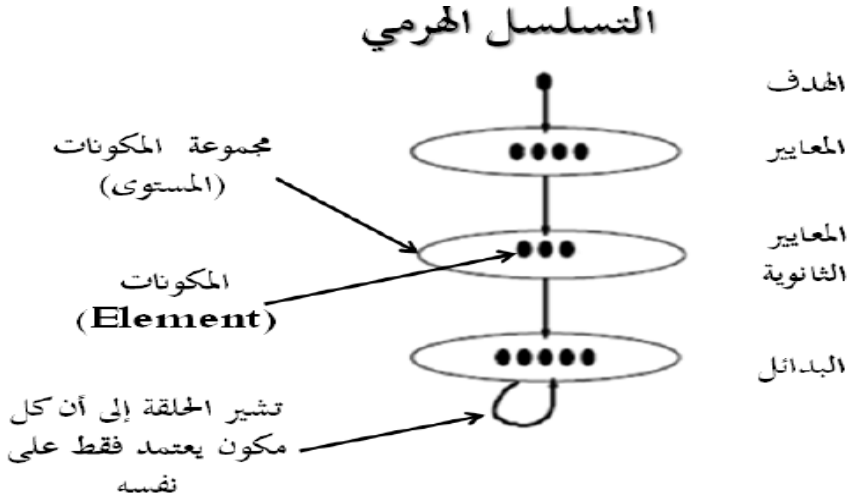
الطريقة المقترحة	الخصائص	الايجابيات و السلبيات
Van laarhoven and pedrycz (1983)	- التمديد المباشر لطريقة التحليل الهرمي ل Saaty مع أرقام مبهمة ثلاثية. - تستخدم طريقة Lootsma لاستخلاص أوزان مبهمة ودرجات أداء مبهمة.	-(ا) يمكن صياغة آراء صناع القرار المتعددين في المصفوفة المتبادلة. -(س) لا يوجد دائمًا حل للمعادلات الخطية. -(س) الشرط الحسابي كبير ، حتى بالنسبة لمشكلة صغيرة. كما يسمح باستخدام أرقام مبهمة ثلاثية فقط.
Buckley (1985)	- التمديد المباشر لطريقة التحليل الهرمي ل Saaty مع أرقام شبه منحرفة مبهمة. - يستخدم طريقة الوسط الهندسي لاشتقاق الأوزان المبهمة ودرجات الأداء.	-(ا) من السهل الامتداد إلى حالة غامضة. -(س) يضمن حلاً فريدًا لمصفوفة المقارنة التبادلية . —(س) الشرط الحسابي كبير.
Chang (1996)	- أيجاد القيم الاصطناعية. - تسلسل بسيط.	-(ا) الشرط الحسابي منخفض نسبيا. -(أ) يتبع خطوات طريقة التحليل الهرمي تقريبا و لا ينطوي على عمليات إضافية -(س) يسمح باستخدام أرقام ثلاثية مبهمة فقط.
Cheng (1996)	- يبني معايير مبهمة. - يمثل درجات الأداء عن طريق وظائف العضوية (دوال الانتماء).ويستخدم مفاهيم الانتروبيا لحساب الأوزان الكلية.	- (ا)الشرط الحسابي ليس كبير. -(س) يستخدم الانتروبيا عندما يعرف توزيع الاحتمالات. تعتمد الطريقة على مقاييس الاحتمالات .

المصدر:(.Bozburaet al، 2007)

2-1-صياغة المشكل وتحديد الأوزان النسبية (Pairwisecomparison)

في خطوة أولى يتم صياغة المشكل من خلال تنظيم وترتيب مختلف المتغيرات من أهداف ومعايير وبدائل، وكذا تحديد طبيعة العلاقات وتقييم مدى التشابك الموجود بينها(متغيرات النموذج). تسمح هذه العملية ببناء نموذج القرار والذي يأخذ الهيأة الموضحة في الشكل (16) والتي لها نفس الشكل الذي تأخذه طريقة التحليل الهرمي. بعدها، يتم تشكيل مصفوفة المقارنات المبهمة للمعايير بالنسبة للهدف بواسطة أحكام يقدمها متخذي القرار، ثم مصفوفة المقارنات المبهمة للبدائل بالنسبة للمعايير.

الشكل16: النموذج الهرمي لسيرورة التحليل الهرمي



المصدر:بلحسن و أخرون ،(2017)

عند تشكيل مصفوفات المقارنات المبهمة، يتم الحصول على أحكام متخذي القرار من خلال مجموعة من المقارنات تجرى على مستوى البنية الهرمية للمشكلة المصاغة. تصاغ هذه المقارنات في شكل أسئلة يطرحها المختصون، والتي تأخذ الشكل التالي: "بكم تقدر أهمية المشروع X1 مقارنة بالمشروع X2 بالنظر لمعيار المخاطرة مثلا؟" كل عمليات المقارنة لمتغيرات النموذج تتم بنفس الطريقة.والإجابة عنها يسمح لنا بالحصول على قيم الأهمية النسبية المبهمة (الأعداد المبهمة المثلثة) بالاعتماد على جدول المقاييس اللغوية للأوزان النسبية (مقياس التحويل المبهم) (الجدول 4، الشكل 17).

$\boldsymbol{\sigma}$: تمثل درجة الأهمية وهي تمتد في مقاييس للتحويل المبهم المقترح من طرف Kabir & Akhtarhasin (2012) من 1/9 إلى 9. وعلى العموم، تنتمي درجة الأهمية النسبية التي يقدمها الخبير إلى المجال $[1/\boldsymbol{\sigma},\boldsymbol{\sigma}]$ ، من أجل القيمة المختارة $\boldsymbol{\sigma} > 1$.

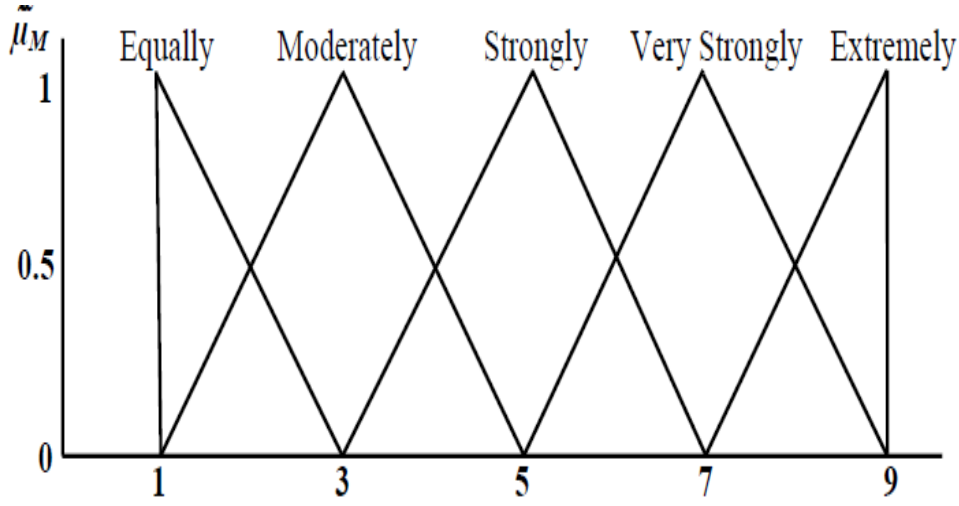
بعد تحديد قيم الأهمية النسبية المبهمة (The fuzzy scale of relative importance)(ãij)، يتم تحديد القيم التبادلية المبهمة (The reciprocal fuzzy scale of relative importance) (1/ãij) كما هو موضح في المعادلة (15) كما يلي:

$$\breve{\boldsymbol{a}}_{\boldsymbol{ij}}=(\boldsymbol{a}_{\boldsymbol{ij}}^{\boldsymbol{L}},\boldsymbol{a}_{\boldsymbol{ij}}^{\boldsymbol{M}},\boldsymbol{a}_{\boldsymbol{ij}}^{\boldsymbol{U}}) \; ; \; 1/\breve{\boldsymbol{a}}_{\boldsymbol{ij}}=/(1/\boldsymbol{a}_{\boldsymbol{ij}}^{\boldsymbol{U}},1/\boldsymbol{a}_{\boldsymbol{ij}}^{\boldsymbol{M}},1/\boldsymbol{a}_{\boldsymbol{ij}}^{\boldsymbol{L}}) \quad \ldots\ldots\ldots(15)$$

مجموع المقارنات المحصلة يوضع في المصفوفةÃ. حيث Ã مصفوفة المقارنات المبهمة (The fuzzy pair-wise comparison matrice) من نوع (n*n). و $\boldsymbol{a}_{\boldsymbol{ij}}^{\boldsymbol{L}},\boldsymbol{a}_{\boldsymbol{ij}}^{\boldsymbol{M}},\boldsymbol{a}_{\boldsymbol{ij}}^{\boldsymbol{U}}$ هي أعداد حقيقية، وهي تمثل على التوالي: الحدود العلوية، الوسطى والسفلية للرقم الثلاثي المبهم وهي ممثلة في المعادلة(16).

$$\tilde{\boldsymbol{A}}=\begin{bmatrix}\mathbf{1} & \tilde{\mathbf{a}}_{\mathbf{12}}\cdots & \tilde{\mathbf{a}}_{\mathbf{1n}}\\ \vdots & \ddots & \vdots\\ \tilde{\mathbf{a}}_{\mathbf{n1}} & \tilde{\mathbf{a}}_{\mathbf{n2}}\cdots & \mathbf{1}\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}\mathbf{1} & \tilde{\mathbf{a}}_{\mathbf{12}}\cdots & \tilde{\mathbf{a}}_{\mathbf{1n}}\\ \vdots & \ddots & \vdots\\ \frac{\mathbf{1}}{\tilde{\mathbf{a}}_{\mathbf{1n}}} & \frac{\mathbf{1}}{\tilde{\mathbf{a}}_{\mathbf{2n}}}\cdots & \mathbf{1}\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}(\mathbf{a}_{\mathbf{11}}^{\mathbf{L}},\mathbf{a}_{\mathbf{11}}^{\mathbf{M}},\mathbf{a}_{\mathbf{11}}^{\mathbf{U}}) & \cdots & (\mathbf{a}_{\mathbf{l1}}^{\mathbf{L}}\mathbf{a}_{\mathbf{l1}}^{\mathbf{M}}\mathbf{a}_{\mathbf{l1}}^{\mathbf{U}})\\ \vdots & \ddots & \vdots\\ (\mathbf{a}_{\mathbf{n1}}^{\mathbf{L}},\mathbf{a}_{\mathbf{n1}}^{\mathbf{M}},\mathbf{a}_{\mathbf{n1}}^{\mathbf{U}}) & \cdots & (\mathbf{a}_{\mathbf{nn}}^{\mathbf{L}}\mathbf{a}_{\mathbf{nn}}^{\mathbf{M}}\mathbf{a}_{\mathbf{nn}}^{\mathbf{U}})\end{bmatrix}\ldots.(\mathbf{16})$$

الشكل 17: المتغيرات اللغوية للأوزان النسبية



المصدر: Kabir & Akhtarhasin، (2012)

الجدول4 : المقاييس المبهمة المثلثة الممثلة لقيم المتغيرات اللغوية للأوزان النسبية التي تأخذها العناصر المكونة للمشكلة المطروحة

درجة الأهمية(σ)	تعريفها	القيم الثلاثية المبهمة	القيم التبادلية المبهمة
$\tilde{1}$	عنصرين لهما أهمية متساوية(Equally Important)	(1.1.1)	(1.1.1)
$\tilde{2}$	قيم بينية (Intermediatepreference)	(1.2.3)	(1/3.1/2.1)
$\tilde{3}$	عنصر أهم بقليل من عنصر آخر(Moderately More Important)	(2.3.4)	(1/4.1/3.1/2)
$\tilde{4}$	قيم بينية (Intermediatepreference)	(3.4.5)	(1/5.1/4.1/3)
$\tilde{5}$	عنصر أهم من عنصر آخر(Strongly more important)	(4.5.6)	(1/6.1/5.1/4)
$\tilde{6}$	قيم بينية (Intermediatepreference)	(5.6.7)	(1/7.1/6.1/5)
$\tilde{7}$	عنصرأهم بكثير من عنصر آخر (Very Strong more important)	(6.7.8)	(1/8.1/7.1/6)
$\tilde{8}$	قيم بينية (Intermediatepreference)	(7.8.9)	(1/9.1/8.1/7)
$\tilde{9}$	عنصر أهم للغاية من عنصرآخر (Extremely more important)	(8.9.9)	(1/9.1/9.1/8)

المصدر: (**Ahamad Zaki Mohamed Noor & Al.،2018**)

2-2-حساب مؤشر ودرجة الاتساق لمصفوفة المقارنة المبهمة

تعتمد جودة تقدير الأوزان النسبية إلى حد كبير على اتساق الأحكام التي قام بها صانعو القرار خلال المقارنات الزوجية. وبالتالي، ومن أجل تجنب الحلول المضللة التي قد تؤدي إلى اتخاذ القرارات الخاطئة، يجب فحص اتساق أحكام صانعي القرار وتحسينها إذا لزم الأمر. هناك عدة طرق تم تطويرها لتحديد ما إذا كانت مصفوفة المقارنة المبهمة متسقة أم لا،من بين هذه الطرق نذكر:

2-2-1- الطريقة المقترحة من Saaty (1980) لحساب مؤشر ونسبة الاتساق:

تمر هذه الطريقة بالمراحل التالية:

- يجب تحويل مصفوفات المقارنة المبهمة إلى مصفوفات عددية بالاعتماد على طريقة المتوسط المبهم والانتشار لإيجاد القيم $\alpha - crisp$ حسب الصيغة الرياضية التالية (17):

$\alpha - crisp = (l+m+u)/3$ .....(17)

- بناء مصفوفة المقارنة النسبية المعطاة من متخذي القرار بالاستعانة بجدول المقاييس المبهمة المثلثة الموضحة في الجدول (3-4). بعدها تحول المصفوفة إلى الصيغة العادية للصيغة المبهمة.
- حساب متجه القيمة الذاتية لهذه المصفوفة (Eigenvector).
- حساب قيمة λ_{max}، ويتم ذلك كما يلي: يتم ضرب كل صف من مصفوفة التفضيل في متجه القيمة الذاتية، ليتكون بعدها متجه جديد هو A_W، مع العلم أن :

$A_W = \lambda_{max} W$.....(18)

من هذا المنطلق يمكن بناء أربع تقديرات لقيمة λ_{max} من خلال قسمة كل قيمة من قيم المتجه الجديد على القيمة المناظرة له من متجه القيمة الذاتية. فقيمة λ_{max} عبارة عن متوسط قيم المقدرات.

- حساب مؤشر الاتساق (Consistency Index: CI) ودرجة اتساق المصفوفة (Consistency Ratio : CR) من خلال المعادلتين التاليتين (19)و(20):

$CI = (\lambda\ max - n)/(n-1)$ .....(19)

$CR = CI/RI$ .....(20)

حيث RI: تمثل المؤشر العشوائي (Ratio Index)، والقيم التي يأخذها موضحة في الجدول (5) ، كما نميز بين حالتين:

- $CR \geq 0.1$:عدم وجود اتساق مقبول يجب مراجعة الأحكام الشخصية المتعلقة بوضع الأوزان.
- $CR < 0.1$:اتساق مقبول.

الجدول5 : قيم RI حسب عدد المعايير أو البدائل

عدد المعايير أو البدائل	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	00	00	0.58	0.89	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

المصدر: Saaty، (1980)

2-2-2- الطريقة المقترحة من Gogus & Boucher (1998) لحساب نسبة الاتساق

اقترح Gogus & Boucher (1998) أن يتم اشتقاق مصفوفتين (عدد الأرقام الوسطى والحد المسموح به من الأرقام) من كل مصفوفة مبهمة ، ومن ثم يمكن حساب درجة اتساق المصفوفة (CR) باستخدام طريقة Saaty، والتي تمر بالخطوات التالية:

- تنقسم المصفوفة المثلثية الضمنية إلى مصفوفتين. تتكون المصفوفة الأولى من أعداد متوسطة من الأحكام المثلثية $\mathbf{A^m}=\left[a_{ijm}\right]$، بينما تتكون المصفوفة الثانية من الحدود الهندسية العلوية والسفلية للرقم الثلاثي $\mathbf{A^g}=\sqrt{a_{iju}a_{ijl}}$.
- يتم حساب متجه الوزن لكل مصفوفة باستخدام طريقة Saaty كما هو موضح في (21) و(22) يلي:

$$W^m=[W_i^m] \quad W_i^m = 1/n \sum_{j=1}^{n} \frac{a_{ijm}}{\sum_{j=1}^{n} a_{ijm}} \quad (21)$$

$$W^g=[W_i^g] \quad W_i^g = 1/n \sum_{j=1}^{n} \frac{\sqrt{a_{iju}\,a_{ijl}}}{\sum_{j=1}^{n} \sqrt{a_{iju}\,a_{ijl}}} \quad (22)$$

- حساب أوسع قيمة ذاتية لكل مصفوفة كما هو موضح في (23) و(24)يلي:

$$\lambda_{max}^m = 1/n \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} a_{ijm} \left(\frac{W_j^m}{W_i^m}\right) \quad (23)$$

$$\lambda_{max}^g = 1/n \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} \sqrt{a_{iju}a_{ijl}} \left(\frac{W_j^g}{W_i^g}\right) \quad (24)$$

- حساب مؤشر الاتساق (CI) باستخدام المعادلتين التاليتين(25) و(26):

$$CI^m = (\lambda_{max}^m - n) / (n-1) \quad (25)$$

$$CI^g = (\lambda_{max}^g - n) / (n-1) \quad (26)$$

- حساب درجة اتساق المصفوفة (معدل الاتساق) يتم من خلال قسمة مؤشر الاتساق على قيمة المؤشر العشوائي RI، مع العلم أن نسبة الاتساق يجب أن تكون أقل من 0.1، وفي حالة إذا كانت إحدى القيمتين أعلى من 0.1، فيجب على صانع القرار إعادة النظر في قيمة الأعداد المتوسطة (حد الحكم المبهم). ودرجة اتساق المصفوفة تحسب كما هو موضح في المعادلتين (27)و (28):

$$\mathbf{CR^m = CI^m \ / \ RI^m} \qquad \text{.....(27)}$$

$$\mathbf{CR^g = CI^g \ / \ RI^g} \text{ .....(28)}$$

2-2-3- الطريقة التي اقترحها Leung & Cao (2000)لحساب نسبة الاتساق:

يحدد كل من Leung & Cao (2000) الاتساق المبهم على أنه وجود أوزان (أولويات) نسبية داخل منطقة ممكنة مع افتراض انحراف معين للتسامح. بعبارة أخرى ، يتم تعريف مصفوفة المقارنة المبهمة $\left[\widetilde{A}_{\alpha}\right]$على أنها متسقة مع انحراف التسامح δ، إذا كانت α Cut-level لمنطقة الممكنة للتخفيض $R'\alpha$ ليست فارغة ونجد هذا معرفا في المعادلة (29)

$$\mathbf{R'_{\alpha}} = \left\{\mathbf{w}: (\mathbf{1-\delta})\mathbf{l}_{\mathbf{ni.nk}}^{\mathbf{jmj}}(\boldsymbol{\alpha}) \leq \frac{\mathbf{w}_{\mathbf{i_s}}^{\mathbf{jmj}}}{\mathbf{w}_{\mathbf{i_t}}^{\mathbf{jmj}}} \leq (\mathbf{1+\delta})\mathbf{u}_{\mathbf{ni.nk}}^{\mathbf{jmj}}(\boldsymbol{\alpha}), \mathbf{s \neq t = 1, \dots, n_i},\right.$$

$$\left.\mathbf{w}_{\mathbf{i_t}}^{\mathbf{jmj}} \geq \mathbf{0}, \sum_{\mathbf{t=1,\dots,n_i}} \mathbf{w}_{\mathbf{i_t}}^{\mathbf{jmj}} = \mathbf{1}\right\} \text{.....(29)}$$

حيث: $W_{i_t}^{jmj}$, $W_{i_s}^{jmj}$ هي الأوزان النسبية للعناصر s^{th} و t^{th} على التوالي، δ يمثل الانحرافات من: الحد الأعلى $u_{i_t}^{jmj}(\alpha)$ والانحرافات من الحد الأدنى $l_{i_t}^{jmj}(\alpha)$. α=1 ، تمثل الحالة الأكثر صرامة والتي تعني أنه في حالة وجود حل في $\mathbf{R'_1}$، فسيكون هناك حل في $\mathbf{R'_{\alpha}}$، لجميع المستويات الأدنى من α، مع العلم أن $\mathbf{R'_1}$ مجموعة غير فارغة.

ومن الطرق العملية لقياس الاتساق داخل الانحراف المسموح به δ هي حل البرنامج الخطي التالي (30):

$$\min \boldsymbol{\beta} = \boldsymbol{\beta_1} + \boldsymbol{\beta_2},$$

Subject to:

$$\ln(1-\delta)\mathbf{l}_{\mathbf{i_{ni.nk}}}^{\mathbf{j_{mj}}}(1) \leq \ln \mathbf{w}_{\mathbf{i_s}}^{\mathbf{j_{mj}}} - \ln \mathbf{w}_{\mathbf{i_t}}^{\mathbf{j_{mj}}} + \boldsymbol{\beta}_{\mathbf{1_{st}}} - \boldsymbol{\beta}_{\mathbf{2_{st}}} \leq \ln(1+\delta)\mathbf{u}_{\mathbf{i_{ni.nk}}}^{\mathbf{j_{mj}}}$$

$$\mathbf{s \neq t = 1, \dots, n_i}, \boldsymbol{\beta_1} \geq \boldsymbol{\beta_{1_{st}}}, \boldsymbol{\beta_2} \geq \boldsymbol{\beta_{2_{st}}} \boldsymbol{\beta_{1_{st}}}, \boldsymbol{\beta_{2_{st}}} \geq \mathbf{0} \dots\dots\dots (30)$$

مع العلم أن : $\ln w_{i_t}^{j_{mj}}$ ، $\beta_{1_{st}}$، $\beta_{2_{st}}$ ، β_1، β_2 هي متغيرات قرار.

- β =0: ستعتبر مصفوفة المقارنة المبهمة متسقة ضمن انحراف التسامح المحدد مسبقًا δ.
- β>0: المنطقة الممكنة فارغة ($\mathbf{R'_1}=\emptyset$) ، وستعتبر مصفوفة المقارنة المبهمة غير متسقة. تتطلب هذه النتيجة النظر فيها من قبل صانع القرار.

2-2-4- طريقة Ramik & Korviny (2010):

لقياس اتساق مصفوفة المقارنات المبهمة مع عنصر ثلاثي مبهم، اقترح Ramik & Korviny (2010) مؤشر الاتساقNI، والذي يحسب كما يلي(31)و(32):

$$NI_n^{\sigma}(\check{A}) = \gamma_n^{\sigma} \cdot \max_{i,j}\left\{\max\left\{\left|\frac{w_i^L}{w_j^U} - a_{ij}^L\right|, \left|\frac{w_i^M}{w_j^M} - a_{ij}^M\right|, \left|\frac{w_i^U}{w_j^L} - a_{ij}^U\right|\right\}\right\} \quad (31)$$

$$\gamma_n^{\sigma} = \begin{cases} \dfrac{1}{max\left\{\sigma - \sigma^{(2-2n/n)},\ \sigma^2\left(\left(\frac{2}{n}\right)^{2/(n-2)} - \left(\frac{2}{n}\right)^{n/(n-2)}\right)\right\}}, if \sigma < \left(\frac{n}{2}\right)^{n/(n-2)} \\ \dfrac{1}{max\left\{\sigma - \sigma^{(2-2n/n)},\ \sigma^{(2n-2/n)} - \sigma\right\}}, otherwise \end{cases} \quad (32)$$

حيث w_i^L : الوزن المبهم للحد الأدنى L للسطرi، w_i^M الوزن المبهم للحد الأوسط M للسطرi، w_i^U : الوزن المبهم للحد الأعلى U للسطر i، w_j^L : الوزن المبهم للحد الأدنى L للعمود j ، w_j^M الوزن المبهم للحد الأوسط M للعمود j ، w_j^U : الوزن المبهم للحد الأعلى U للعمود j .

- تكون المصفوفة متسقة عندما تتراوح قيمة مؤشر الاتساق NI بين 0 و1.

- تكون المصفوفة متسقة تماما عندما تكون قيمة مؤشر الاتساق NI مساوية للصفر.
- تكون المصفوفة غير متسقة عندما تكون قيمة مؤشر الاتساق NI أكبر من1.

2-3- حساب الأوزان المبهمة للمتغيرات $\widetilde{W}_k$:

في مرحلة ثالثة تستخرج الأوزان المبهمة$\widetilde{W}_k$ للمتغيرات على ثلاث مراحل. حيث يتم حساب أوزان المعايير بالنسبة للهدف وأوزان البدائل بالنسبة لكل معيار على حدى؛ ثم نستخرج في الأخير الأوزان النهائية المبهمة للبدائل. في كل مرحلة، ولكل بديل أو معيار k، يجب حساب الوزن المبهم للحد الأعلىw_k^U، والوزن المبهم للحد الأوسط w_k^M، والوزن المبهم للحد السفلي w_k^L، حيث $\widetilde{W}_k$($w_{k,}^L w_{k,}^M w_k^U$)= من k=1,….,n .

عدلRamik& Perzina (2014) طريقة المربعات الصغرى اللوغاريتمية المقترحة من Laarhoven& Pedrycz (1983) والمستندة على حساب المتجه الذاتي للأوزان المبهمة المثلثة (Fuzzy Vectors Of Triangular Fuzzy Weights) $\widetilde{W}_1 \widetilde{W}_n$ .. $\widetilde{W}_2$, ، من خلال تدنية المسافة الخاصة بين المصفوفة $\widetilde{A}$ و الأوزان $\widetilde{W}_1 \widetilde{W}_n$, … , $\widetilde{W}_2$, .

وفقا لهذه الطريقة، وباعتبار أن**Cmax** و**Cmin** عبارة عن ثوابت موجبة، يمكن حساب الأوزان المبهمة (w_k^L , w_k^M , w_k^U) وفق المعادلات التالية (33) و(34) و(35):

$$w_k^L = \mathbf{C\ min}^* \frac{(\prod_{j=1}^n a_{kj}^L)^{\frac{1}{n}}}{\sum_{i=1}^n (\prod_{j=1}^n a_{kj}^M)^{\frac{1}{n}}}, \quad \mathbf{where\ C\ min} = \min_{i=1,..,n} \left\{ \frac{(\prod_{j=1}^n a_{ij}^M)^{\frac{1}{n}}}{(\prod_{j=1}^n a_{ij}^L)^{\frac{1}{n}}} \right\} \qquad (33)$$

$$w_k^M = \frac{(\prod_{j=1}^n a_{kj}^M)^{\frac{1}{n}}}{\sum_{i=1}^n (\prod_{j=1}^n a_{kj}^M)^{\frac{1}{n}}}, \qquad (34)$$

$$w_k^U = \mathbf{C\ max}^* \frac{(\prod_{j=1}^n a_{kj}^U)^{\frac{1}{n}}}{\sum_{i=1}^n (\prod_{j=1}^n a_{kj}^M)^{\frac{1}{n}}}, \quad \mathbf{where\ C\ max} = \max_{i=1,..,n} \left\{ \frac{(\prod_{j=1}^n a_{ij}^M)^{\frac{1}{n}}}{(\prod_{j=1}^n a_{ij}^U)^{\frac{1}{n}}} \right\} \qquad (35)$$

2-4- حساب التقييمات المبهمة المجمعة الثلاثية للمتغيرات(The Aggregating Triangular Fuzzy Evaluations Of The Variants):

في مرحلة رابعة، يتم حساب التقييم المبهم الثلاثي المجمَّع للمتغيرات الفردية m الموصوفة كأرقام مبهمة مثلثة $(\boldsymbol{Z_1^L\ ;\ Z_1^M\ ;\ Z_1^U})..(\boldsymbol{Z_m^L\ ;\ Z_m^M\ ;\ Z_m^U})$. في حالة عدم وجود ترابط بين العناصر كما هو الشأن في نموذجنا :

$$\tilde{\mathbf{Z}} = \widetilde{\mathbf{W}_3}\widetilde{\mathbf{W}1} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (36)$$

مع العلم أن $\widetilde{W_1}$ يمثل متجهالأوزان المبهمة للمعايير الفردية، $\widetilde{W_3}$ تمثل تقييمات المبهمة للمتغيرات (variant) بالنسبة للمعايير.

$$\widetilde{\mathbf{W_1}} = \begin{bmatrix} \widetilde{\mathbf{W}}(\mathbf{C_1}) \\ \vdots \\ \widetilde{\mathbf{W}}(\mathbf{C_n}) \end{bmatrix}, \quad \widetilde{\mathbf{W_3}} = \begin{bmatrix} \widetilde{\mathbf{W}}(\mathbf{C_1}, \mathbf{V_1}) \ldots\ldots \widetilde{\mathbf{W}}(\mathbf{C_n}, \mathbf{V_1}) \\ \vdots \\ \widetilde{\mathbf{W}}(\mathbf{C_1}, \mathbf{V_m}) \ldots\ldots \widetilde{\mathbf{W}}(\mathbf{C_n}, \mathbf{V_1}) \end{bmatrix} \quad \ldots\ldots \quad (37)$$

من أجل مختلف عمليات الجمع والضرب على الأرقام المبهمة الثلاثية، نلجأ إلى المفاهيم المستعملة في المنطق المبهم Zadeh (1965).

2-5- إيجاد الوزن النهائي:

من بين النقائص التي تواجه الطريقة المقترحة من طرف Ramik & Perzina (2014)، هي توقفها عند الأوزان المبهمة المجمعة الثلاثية للمتغيرات والتي تكون في صورة أوزان ثلاثية مبهمة، وهذا لا يساعدنا في القيام بعملية الترتيب. ولتجاوز هذا النقص، يمكن استخدام طريقة من بين طرق الترتيب المستخدمة في حل المشاكل الرياضية. من بين هذه الطرق نجد طريقة مركز الثقل أو الجاذبية (Center Of Gravity method: COG)، والتي تعتمد على حساب احداثيات x_i^g لمركز الجاذبية لكل مثلث يُعطى من خلال وظائف العضوية المقابلة ل $\widetilde{Z_1}$ ، كما أن قيم المتغيرات x_i^g ترتب من الأحسن إلى الأسوأ.

$$\mathbf{x_i^g} = \frac{(\mathbf{Z_i^L} + \mathbf{Z_i^M} + \mathbf{Z_i^U})}{\mathbf{3}}\ ,\ \mathbf{i = 1,\ldots,n} \qquad (\mathbf{38})$$

المبحث الثالث: البرمجة الرياضية المبهمة (Fuzzy Mathematical Programming)

أثبتت مناهج البرمجة الرياضية بشكل عام أنها تحظى بشعبية واسعة في حل مشكلة اختيار مشاريع نظم المعلومات وتقييمها،خاصة الجانب المتعلق بتحسين الموارد. هذا النهج قادر على دمج أهداف متعددة مع إنتاج الحل الأمثل في موقف معين في عملية صنع القرار (Chen & Hwang، 1992؛ Olson، 1996). ومع ذلك، غالباً ما يتم انتقاد هذا النهج بسبب عدد من القيود التي يفرضها النهج في تطبيقات العالم الحقيقي. على سبيل المثال، يتعين على صانع القرار تحديد الأهداف والأولويات قبل تطبيق النهج الذي غالباً ما يكون غير مرغوب فيه. بالإضافة إلى ذلك، يفتقر نهج البرمجة الرياضية إلى إجراء منهجي لتحديد الأولويات والمبادلة بين الأهداف والمعايير (Lee & Kim، 2001؛ .Gabriel & al،2005)، ونلمس هذا بوضوح عند معالجة مشكلة تقييم مشاريع نظم المعلومات واختيارها. فمناهج البرمجة الرياضية بصفة عامةتتطلب عادة من صانع القرار تقديم معلومات حول المستويات المرغوبة من الأهداف لمعايير مختلفة في تقييم جاذبية مشاريع نظم المعلومات.بالاضافة إلى الصعوبة المرتبطة بالتحديد الدقيق لقيم مستويات الطموح لمختلف الأهداف، كما أن المعلومات المقدمة يمكن أن تكون مبهمةأوغير دقيقة.

من هذا المنطلق، تم التفكير في اعادة صياغة البرمجة الرياضية في ظروف تتميز بعدم الدقة والإبهام لتجاوز كل النقائص والسلبيات المذكورة سابقا.

1- مفهوم البرمجة الرياضية المبهمة

تقوم البرمجة بالأهداف المبهمة على نفس منطق البرمجة بالأهداف العادية من حيث مبدأ تعدد الأهداف، إلا أن الاختلاف يكمن في أن الأخيرة تكون في حالات التأكد التام مع توّفر ودّقة المعلومات، عكس البرمجة بالأهداف المبهمة التي تكون في ظل حالات الإبهام.

وأول من أعطى صياغة البرمجة متعددة الأهداف في ظل الابهام هو العالمZimmerman (1978)، بافتراضه أن القيّم المستهدفة هي قيّم مبهمة. وفي سنة 1981، قام Hannan بصياغة نماذج البرمجة بالأهداف المبهمة معتمدا على دوال الانتماء. أما Tiwari(1986) فيعتبر من الأوائل الذين أدخلو المنطق المبهم على البرمجة بالاهداف بالأولويات (Fuzzy Lex.GP).

كما أن وجهات النظر المتعلقة بتصنيف البرمجة الرياضية المبهمة تعددت وتنوعت، ف Zimmermann قام بتصنيفها إلى البرمجة الرياضية المبهمة ذات نماذج متماثلة وغير متماثلة. أما Leung (1988)، فقد اهتم بتقسيم مشكلات البرمجة الرياضية المبهمة إلى أربع فئات (هدف محدد وقيود مبهمة؛ أهداف مبهمة وقيود موضوعية ودقيقة؛ هدف مبهم وقيود مبهمة؛ برمجة قوية).

وبالنسبة ل Luhandjula(1989)، فقد قسمها إلى البرمجة المرنة، البرمجة الرياضية مع المعلمات المبهمة والبرمجة العشوائية المبهمة؛ كما أنه قام أيضًا بتصنيف أساليب البرمجة المرنة إلى مناهج متماثلة وغير متماثلة واهتم أيضا بمشاكل البرمجة الرياضية مع وظيفة الهدف الحتمية ومشاكل مع وظيفة الهدف المبهمة.

2- تصنيف البرمجة الرياضية حسب نوع وطبيعة الابهام

اهتم مجموعة من الباحثين بتصنف البرمجة الرياضية المبهمة حسب نوع الابهام الذي يميز النموذج الرياضي، وعليه سنميز بين أربع حالات ممكنة في تصنيف البرمجة الرياضية المبهمة : حالة الإبهام الكلي للموارد أوالإبهام غير المتساوي في القيود؛ حالة الموارد والأهداف مبهمة؛ حالة معلمات مبهمة في دالة الهدف؛ وفي الأخير حالة كل المعاملات (coefficient) المبهمة:

2-1- البرمجة الرياضية الخطية في حالة الإبهام الكلي للموارد أوالإبهام غير المتساوي في القيود

قام كل من Verdegay's (1982) و Werner's(1987) بعرض نماذج للبرمجة الخطية المبهمة في حالة الإبهام الكلي للموارد أو الإبهام غير المتساوي في القيود. في حالة الإبهام الكلي للموارد يأخذ النموذج الرياضي العام الصيغة الرياضية التالية:

$$\max z = cx$$

s.t.

$$(Ax)_i \leq \tilde{b}_i \; ; \; i = I, 2, \dots, m \quad \dots\dots \quad (39)$$

$$x \geq 0$$

أما في حالة الإبهام غير المتساوي في القيود، فيتم صياغة النموذج الرياضي كما يلي:

$$\max z = cx$$

s.t.

$$(Ax)_i \leqq \tilde{b}_i \; ; \; i = I, 2, \dots, m \quad \dots\dots \quad (40)$$

$$x \geq 0$$

حيث :

Z : شعاع الأهداف $(Z_1, Z_{2,..}, Z_n)$.

C: مصفوفة معاملات دوال الاهداف m*n.

X : شعاع متغيرات القرار$(X_1, X2,.., Xn)$.

b : شعاع الموارد المتاحة A : مصفوفة المعاملات التكنولوجية المتعلقة بمتغيرات القرار الخاصة بقيود الموارد.

2-1-1- النموذج غير المتماثل لـ Verdegay's(1982):

قام Verdegay's (1982) بصياغة نموذج رياضي مبهم للبرمجة الخطية، وهذا ما نجده موضحا في الصيغة الرياضية (41)، وذلك بالاعتماد على الصياغتين الرياضيتين (39) و (40). مع العلم أن:$\tilde{b}_i$ ينتمي إلى المجال

المغلق $[\mathbf{b_i}\ ,\ \mathbf{b_i}+\mathbf{p_i}]$ مهما كانت قيم i، وأن $\mathbf{p_i}$ تمثل أقصى درجة التسامح المقبولة من طرف متخذ القرار وهي قيمة معطاة. وأن دالة الانتماء $\boldsymbol{\mu_i(x)}$ متواجدة عموما في ثلاث حالات و هي:

- ✓ $(\mathbf{Ax})_\mathbf{i} \leq \mathbf{b_i}$:كل القيود محققة. $\leftarrow \boldsymbol{\mu_i(x)} = 1$
- ✓ $\geq \mathbf{b_i} + \mathbf{p_i}(\mathbf{Ax})_\mathbf{i}$:القيود غير $\leftarrow \boldsymbol{\mu_i(x)} = 0$.
- ✓ $(\mathbf{Ax})_\mathbf{i} \in (\mathbf{b_i}, \mathbf{b_i}+\mathbf{p_i})$:دالة الانتماء متناقصة. أي أنه كلما زادت الموارد المستهلكة قل الشعور بالرضا الذي يشعر به صانع القرار.

$$\boldsymbol{\mu_i(x)} = \begin{cases} \mathbf{1} & \mathbf{if}\ (\mathbf{Ax})_\mathbf{i} \leq \mathbf{b_i} \\ \mathbf{1} - \dfrac{((\mathbf{Ax})_\mathbf{i} - \mathbf{b_i})}{\mathbf{p_i}} & \mathbf{if}\quad \mathbf{b_i} \leq (\mathbf{Ax})_\mathbf{i} \leq \mathbf{b_i} + \mathbf{p_i} \\ \mathbf{0} & \mathbf{if}\ (\mathbf{Ax})_\mathbf{i} > \mathbf{b_i} + \mathbf{p_i} \end{cases} \quad \ldots\ldots(\mathbf{41})$$

في حالة المفاضلة بين القيود المبهمة مع فرضية دالة الانتماء (العضوية) الخاصة بالقيود المبهمة هي دالة مستمرة ورتيبة، وبالاعتماد على مفهوم α-level cut، فإن الصيغتين الرياضيتين (39) و(42) متعادلتين:

$$\boldsymbol{max}\ \mathbf{cx}$$
$$\mathbf{s.t.}$$
$$\mathbf{x}\ \varepsilon\ \mathbf{X}\ \boldsymbol{\alpha} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots(\mathbf{42})$$
$$\mathbf{X}_{\boldsymbol{\alpha}} = \{\mathbf{x}/\ \mathbf{U_i}(\mathbf{x}) \geq \boldsymbol{\alpha}, \forall \mathbf{i}, \mathbf{x} \geq \mathbf{0}\},\ \mathbf{for\ each}\quad \boldsymbol{\alpha} \in [\mathbf{0}, \mathbf{1}]$$

وبإدماج الصيغة الرياضية (41) في الصيغة الرياضية (42) سنحصل على الصيغة الرياضية النهائية المقترحة من قبل Verdegay's (1982)، وهذا ما نجده موضحا فيما يلي:

$$\mathbf{max}\ \mathbf{cx}$$
$$\mathbf{s.t.}$$
$$(\mathbf{Ax})_{\ \mathbf{i}} \leq\ \mathbf{b_i} + (\mathbf{1} - \boldsymbol{\alpha}))\mathbf{p_i}, \forall \mathbf{i}, \ldots\ldots\ldots(\mathbf{43})$$
$$\mathbf{x} \geq \mathbf{0}, \boldsymbol{\alpha} \in [\mathbf{0}, \mathbf{1}]$$

2-1-2- النموذج غير المتماثل لWerner's (1987)

مع فرضية دالة الهدف المبهمة (الإبهام الكلي للموارد أوالإبهام غير المتساوي في القيود) وP_i للموارد المبهمة معطاة، قام Werner's (1987) بصياغة نموذج رياضي مبهم للبرمجة الخطية وهذا ما نجده موضحا في الصيغة (44):

$$\mathbf{Z^0 = \max cx}$$

$$\mathbf{s.t\ (Ax)_i \leq b_i\ , \forall i\ ,} \quad \text{.....} \quad \mathbf{(44)}$$

$$\mathbf{x \geq 0, \alpha \in [0,1]}$$

$$\mathbf{Z^1 = \max cx}$$

$$\mathbf{s.t\ (Ax)_i \leq b_i + +(1-\alpha))p_i\ , \forall i\ ,}$$

$$\mathbf{x \geq 0, \alpha \in [0,1]}$$

بحيث أنه يمكن بناء دالة هدف مستمرة خطية غير متناقصة من خلال استعمال Z^0و Z^1، مع فرضية انتماء الحل الأمثل إلى المجال المغلق [Z^0، Z^1]، فمستوى رضا الحل الأمثل سيزداد عندما تزيد القيمة.

$$\mu_0(x) = \begin{cases} \mathbf{1} & \boldsymbol{if\ cx > z^1} \\ \mathbf{1 - \dfrac{(z^1 - cx)}{(z^1 - z^0)}} & \boldsymbol{if \quad z^0 \leq cx \leq z^1} \\ \mathbf{0} & \boldsymbol{if\ cx < z^0} \end{cases} \quad \ldots\ldots (45)$$

2-2- البرمجة الرياضية الخطية في حالة الموارد والأهداف مبهمة.

قام كل من Zimmermann(1976) وChanas (1983) بعرض نماذج للبرمجة الخطية **في حالة الموارد والأهداف مبهمة**، والتي تمت صياغتها كما هو موضح في الجملتين الرياضيتين (46) و(47):

$$\mathbf{\max z = cx}$$

$$\mathbf{s.t\ (Ax)_i \leq \tilde{b}ı\ , i=1,2,..,m\ ,} \quad \text{.....} \quad \mathbf{(46)}$$

$$\mathbf{x \geq 0.}$$

$$\mathbf{\max z = cx}$$

$$\mathbf{s.t\ (Ax)_i \leqq \tilde{b}ı\ , i=1,2,..,m\ ,} \quad \text{.....} \mathbf{(47)}$$

$$\mathbf{x \geq 0.}$$

2-2-1- النموذج المتماثل ل Zimmerman's (1976):

قام Zimmerman's (1976) في هذا النهج، بإعطاء الهدف b_0 ودرجة التسامح المقابل له للهدف المبهم القيمة p_0 مبدئيًا، وكذلك بالنسبة للموارد المبهمة bi ودرجات التسامح المقابلة لها Pi مهما يكن i، ليتم بعدها النظر في الهدف المبهم والقيود المبهمة دون فرق. ويمكن وصف المناطق المقابلة لها في الفواصل الزمنية [bi, bi+Pi] مهما يكنi. وكل هذا نجده موضحا في الصيغة الرياضية (48):

$$\textbf{find} \quad \mathbf{x}$$

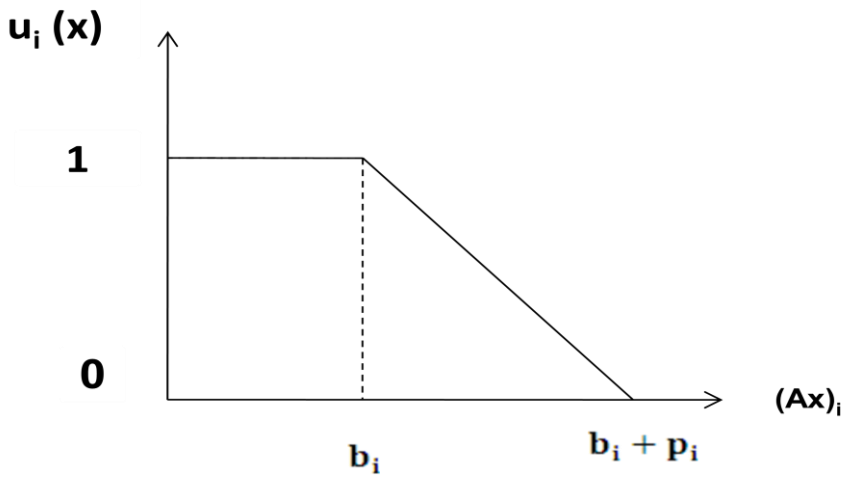
$$\textbf{Such that} \quad \mathbf{cx \geq b_0} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (48)$$

$$\mathbf{(Ax)_i \leq b_i \quad \forall i \; ; x \geq 0}$$

ففي نظرية المجموعة المبهمة، يتم تعريف وظيفة الهدف المبهم والقيود المبهمة من خلال دالة الانتماء المقابلة. للتبسيط، دعنا نفترض أن دالة الانتماء μ_0 من الهدف المبهم هي وظيفة خطية مستمرة غير متناقصة، وأن دالة الانتماء μ_i من القيود المبهمة هي خطية مستمرة غير متزايدة مهما يكنi، و هذا ما نجده موضحا في الصيغ (49) و(50) وفي الشكلين (18) و(19).

$$\mu_i(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } (Ax)_i < b_i \\ 1 - \dfrac{((Ax)_i - b_i)}{p_i} & \text{if } b_i \leq (Ax)_i \leq (b_i + p_i) \\ 0 & \text{if } (Ax)_i > (b_i + p_i) \end{cases} \quad \forall i \quad \ldots\ldots (49)$$

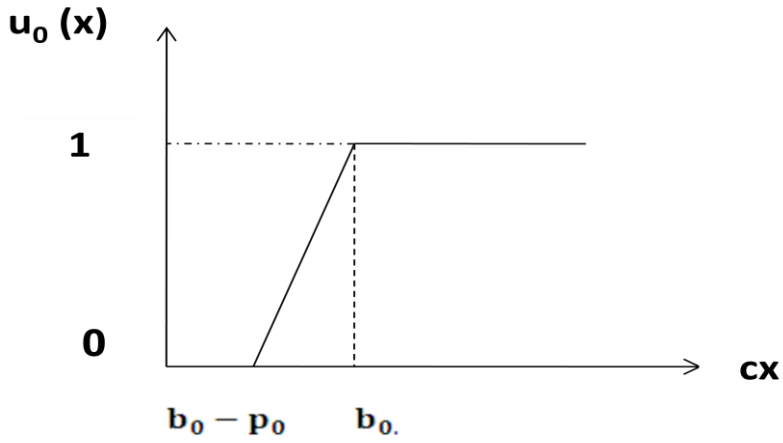
الشكل 18: دالة االانتماءUi من القيود المبهمة



المصدر: ZIMMERMAN (1976)

$$\mu_0(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } cx > b_0 \\ 1 - \dfrac{(b_0 - cx)}{p_0} & \text{if } (b_0 - p_0) \le cx \le b_0 \\ 0 & \text{if } cx < (b_0 - p_0) \end{cases} \quad \dots\dots(50)$$

الشكل 19: دالة الانتماء من الهدف المبهم



المصدر: ZIMMERMAN(1976)

بعد هذا استخدم Zimmermann مشغل ماكس مين (Max-Min Operator) المقترح من Bellman & Zadeh (1970) للحصول على الحل الأمثل، وهذا ما نجده موضحا في المعادلة (51).

$$\text{Max } \mu_D = \max [\min(\mu_0(x), \mu_1(x), \dots, \mu_m(x))] \dots\dots\dots\dots\dots\dots(51)$$

مع العلم أن μ_D هي دالة الانتماء لفضاء القرار D و $\mu_D=\min(\mu_0, \mu_1, \ldots, \mu_m)$.

✓ في حالة: $\mu_D=\alpha$ سنحصل على إحدى الصيغتين الرياضيتين التاليتين (52)، (53):

$$\begin{cases} \max \alpha \\ st: \\ \mu_0(x) = 1 - \dfrac{b_0 - cx}{p_0} \geq \alpha \\ \mu_i(x) = 1 - \dfrac{[(Ax)i - bi]}{pi} \geq \alpha, i = (1,2,..,m) \\ \mu_i(x), \forall i, \alpha \varepsilon [0,1] \\ x \geq 0, \alpha \varepsilon [0,1] \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (52) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \max \alpha \\ st: \\ cx \geq b_0 - (1-\alpha)p_0 \\ (Ax)_i \geq b_i(1+\alpha)p_i, i = (1,2,..,m) \\ x \geq 0, \alpha \varepsilon [0,1] \\ \text{where } c, A, b_0, p_0, b_i, p_i \text{ are given } \forall i \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (53) \end{cases}$$

تجدر الإشارة إلى أن هذا النهج يعتبر أول طريقة عملية لحل مشكلة البرمجة الخطية بموارد مبهمة وموضوعية.

2-2-2- النموذج الغير متماثل لـChanas's (1983)

اعتبر Chanas (1983) أن الهدف b_0 ودرجة التسامح المقبولة p_0 لا يمكن تحديدهما مبدئيًا بسبب نقص المعرفة حول المنطقة المجدية المبهمة (المبهمة). لذلك، من أجل مساعدة صانع القرار على تحديد b_0 وp_0، قام في البداية بحل المشكلة التالية (54):

Max cx

St : $(Ax)_i \leq \widetilde{bi}$, $\forall i$ ... ... **(54)**

$x \geq 0$

من خلال إعطاء درجة التسامح المقبولة p_i لكل b_i وافتراض أن دالة الانتماء للقيود المبهمة μ_i هي معرفة كما يلي:

$$\mu_i \geq 1-[(Ax)_i - b_i]/p_i \geq \alpha, \forall i \leftrightarrow (Ax)_i \leq [b_i+(1-\alpha)p_i, \forall i \ldots\ldots\ldots\ldots (55)$$

$$\text{If } \theta=1-\alpha \rightarrow (Ax)_i \leq b_i+\theta\, p_i, \forall i \quad .$$

من الواضح أن المعادلة (54) تعادل البرمجة البارامترية المعطاة في الصيغة الرياضية (56):

$$max\ cx$$

$$\text{St}: (Ax)_i \leq b_i+\theta\, p_i, \forall i \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (56)$$

$$x\geq 0,\ \theta\varepsilon[0,1], \text{ where } C, A, b_i, p_i \text{ are given} \forall i,\ \theta \text{ is parameters}$$

- من السهل أن نرى أنه لكل حل مقبول($x^*(\theta)$) مع المعلمة θ ثابتة، سيكون الشرط التالي صالح:

$$\mu_i (Ax^*(\theta)) \geq (1-\theta), \forall i.$$

- من جهة أخرى لكل حل أساسي غير صفري (إذا كانت $P_i > 0$)، يوجد قيد نشط واحد على الأقل مثل $(AX)_i = b_i+\theta\, p_i$ أو $(AX)_i \leq b_i+\theta\, p_i$ ، بالتالي الدرجة المشتركة من الرضا عن القيود هي:

$$\mu_c (Ax^*(\theta)) = A_i\mu_i (Ax^*(\theta))=1-\theta \ldots\ldots\ldots\ldots (57)$$

و بالتالي من أجل كل θ سنحصل على حل يرضي القيود مع درجة $(1-\theta)$. ليتم بعدها تقديم الحلول المثلى $z^*(\theta)$ و$x^*(\theta)$ للمعادلة (56) إلى صانع القرار. يمكن لصانع القرار الآن اختيار b_0 و p_0 المقابل لها. وفقًا لهذه القيم ، يمكننا حينئذٍ إنشاء دالة الانتماء μ_0 للدالة الهدفية،نظرًا لأن الحل الأمثل النهائي سيكون موجودًا في $x^*(\theta)$، وستصبح μ_0 موافقة للصيغة الرياضية (58):

$$\mu_0 = \begin{cases} 1, \text{if } cx*(\theta) > b_0 \\ 1-\frac{[b_0-cx*(\theta)]}{p_0}, \text{if } b_0-p_0 \leq x*(\theta) < b \ldots\ldots (58) \\ 0, \text{if } cx*(\theta) < b_0-p_0 \end{cases}$$

اعتمادا على دالة العضوية(الانتماء) الكلية μ_c لمجموعة القيود المبهمة $(1-\theta)$، و باستخدام مشغل التذنية (The min-operator)، الحل النهائي الأمثل $x^*(\theta*)$ و $z^*(\theta*)$ سيعرف في الصيغة (59).

$$\mathbf{Max}\mu_d(\theta) = \max(\min[\mu_0(\theta), \mu_c(\theta)]) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (59)$$

$$= \max[\mu_0(\theta)\ A\mu_c(\theta)]$$

2-3- البرمجة الخطية مع معلمات مبهمة في دالة الهدف لVerdegay (1984)

غالبًا ما يحدث أن ربح الوحدة أو تكلفتها لا يمكن تحديدهما بدقة. لذلك، يمكن اعتبار البرمجة الخطية مع المعاملات غير الدقيقة في دالة الهدف أمرا مهما. وعليه يمكن صياغة هذه المشكلة على النحو التالي:

$$max\ \widetilde{cx}$$

$$St: (Ax)_i \leq b_i, \forall i \ldots\ldots \quad (60)$$

$$x \geq 0$$

انطلاقا من المعادلة (60)، اقترح Verdegay's(1984) مايعادلها، وهو ما نجده في الصيغة رقم (61):

$$max\ cx$$

$$St: \mu(c) \geq (1-\alpha)$$

$$(Ax)_i \leq b_i, \forall i \ldots\ldots \quad (61)$$

$$x \geq 0;\ \alpha \in [0.1]$$

مع العلم أن:

- $\mu(c)$تمثل دالة الانتماء ل cx .

- $C=(c_1, c_2, \ldots, c_n)$; $\mu(c) = \inf_j \mu_j(c_j)$.

وعليه فان المعادلة (61) ستكافئ المعادلتين (62) و (63) على التوالي:

$$\max \sum jc_{jx_j}$$

$$St: c_j \geq \mu_j^{-1}(\alpha-1), \forall j;$$

$$(Ax)_i \leq b_i, \forall i \ldots\ldots \quad (62)$$

$$x \geq 0;\ \alpha \in [0.1]$$

$$\max \sum jc_{j\mu_j^{-1}}(1-\alpha)\ x_j$$

$$St: (Ax)_i \leq b_i, \forall i \ldots\ldots \quad (63)$$

$$x \geq 0;\ \alpha \in [0.1];$$

من ناحية أخرى، اقترح Verdegay (1984) أنه بالنسبة لمعادلة خطية مبهمة، هناك دائما النموذج المقابل والذي لديه نفس الحل المبهم، والذي نجده معرفا في الصيغين الرياضيتين (64) و(65) على حد سواء.

$$\textbf{Min } [\boldsymbol{b} + \boldsymbol{p}\ (\mathbf{1} - \boldsymbol{\alpha})]\boldsymbol{\mu}$$

St :

$$\boldsymbol{\mu A^T} \geq \mathbf{c};\ \boldsymbol{\mu} \geq \mathbf{0};\ \boldsymbol{\alpha} \in [\mathbf{0}.\mathbf{1}] \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{(64)}$$

Min a $\boldsymbol{\mu}$

St :

$$\mathbf{a = b + p(1-\alpha)} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{(65)}$$

$$\boldsymbol{\mu A^T} \geq \mathbf{c};\ \boldsymbol{\mu} \geq \mathbf{0};\ \boldsymbol{\alpha} \in [\mathbf{0}.\mathbf{1}];$$

2-4- البرمجة الرياضية الخطية مع كل المعاملات (Coefficient) المبهمة لـ korhonen& (1986) Carlson

في بعض الأحيان، تكون معظم مكونات دالة الهدف مبهمة، وهذه المشكلة يمكن تعريفها رياضيا كما هو موضح في الصيغة (66):

$$\widetilde{\mathbf{max}}\ \mathbf{cx}$$

$$\mathbf{St :} \widetilde{(\mathbf{Ax})}\mathbf{ı} \leq \breve{\mathbf{b}}\mathbf{ı}, \forall \boldsymbol{i} \ldots\ \textbf{(66)}$$

$$\boldsymbol{x} \geq \mathbf{0}$$

في هذه الحالة، اقترح Carlsson & Korhonen(1986) مقاربة كاملة فقد جادلوا بأن مقاربة Chanas (1983) لا تعتبر أي مقايضة مستمرة بين درجات انتهاك القيود، مثلا:

اذا كان μ_1 $1 - \theta_1$ = 1 و $1 - \theta_1 \mu_i$ < $1 - \theta_1 \mu_c$ = من i=2,3,…,m ، فأفضل حل ممكن سيأتي من خلال إطلاق μ_i، فهو اكبر من $1 - \theta$ الى $1 - \theta_i$ من خلال المفاضلة مع θ_2 μ_i <1-، كما

أنه من الواضح أن θ_2 سيكون أقل من θ_1، وعليه يمكن الحصول على حل أفضل بدرجة أعلى من الرضا مع : $\mu_1 = \mu_2 = .. = \mu_m = 1 - \theta_2$.

بعد نزع الإبهام عن الصيغة الرياضية (66) وباعتبار مكونات الحل ($z^* = z^*$ (c, –A, b)) دالة متزايدة للمعلمات c و A– وb، من المفترض أن يتمكن المستخدم هنا من تحديد الفواصل الزمنية للقيم المحتملة للمعلمات (c^0, c^1] و [b^0, b^1] و (A^0, A^1) .

مع العلم أن الحدود الدنيا تمثل القيم "الخالية من المخاطر"، بمعنى أن الحل يجب أن يكون قابلاً للتنفيذ بكل تأكيد. أما الحدود العليا، تمثل قيم المعلمات التي هي بالتأكيد غير واقعية ومستحيلة والحل الذي تم الحصول عليه باستخدام هذه القيم غير قابل للتنفيذ. عندما نتحرك من "المخاطرة" إلى قيمة المعلمة "المستحيلة"، فإننا ننتقل من الحلول ذات الدرجة العالية إلى الحلول ذات الدرجة المنخفضة في التنفيذ، ومن الحلول الآمنة إلى الحلول المتفائلة.

اقترح Carlsson & Korhonen (1986) وجود علاقة بين حل الصيغة اللرياضية (66) ومعلماته، ومن هنا يمكن افتراض بشكل معقول أن دالة الانتماء متناقصة (قد تكون وظائف التناقص الرتيب خطية أو خطية تدريجية أو أسية، وما إلى ذلك).

لغرض توضيح دالة االانتماء غير الخطية، نناقش الدوال الأسية التي اقترحها Korhonen & Carlsson (1986)، وهذا ما هو موضح في الشكل(20) والمعادلة (67) :

$$\mu_c = a_c\left[1 - exp\{-b_c\,(c - c^1)\big|(c^0 - c^1)\}\right] \quad \text{.....} \quad (67)$$

مع العلم أن: b_c محددة مسبقا من طرف متخذ القرار وأيضا:

$b_c > 0$ **or** $b_c < 0$.

$a_c = 1/\,[1 - \exp(-b_c)]$; $c \in [c^0, c^1]$.

$\mu_c = 1$, $c \le c^0$; $\mu_c = 0$, $c > c^1$.

في حالة التعظيم دالة الهدف يجب أن تكون غير متناقصة، فبعد المفاضلة الكاملة بين المعلمات c و A- و b، الحل سيظل موجود في المعادلة (68):

$$\mu = c_c = \mu_A = \mu_b \quad \ldots\ldots\ldots \quad (68)$$

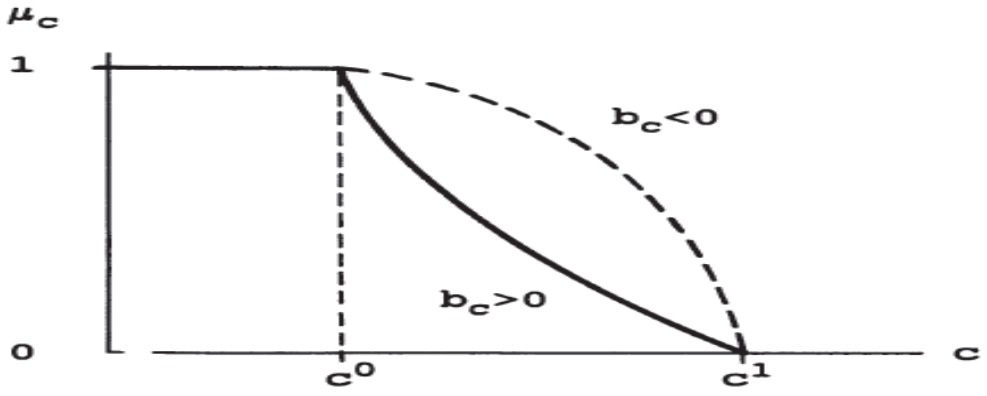
مع العلم أن :g_cوG_Aوg_b تمثل مقلوب الدوال μ_c و μ_A و μ_b على التوالي.

$$C=g_c(\mu)\ ;\ A=G_A(\mu)\ ;b=g_b(\mu)\ ;\ \mu\epsilon[0,1].$$

وبعد كل هذه المراحل والخطوات ستصبح الصيغة الرياضية (66) مكافئة للصيغة (69)، والتي تعتبر برمجة غير خطية يمكن حلها بأي تقنية من تقنيات البرمجة الخطية في حالة μ كانت معطاة. وهذا ما سيمكننا من الحصول على مجموعة من الحلول المقابلة، ومن ثم رسم أزواج الحلول (Z^*,μ)، بعد الإشارة لهذه العلاقة، يمكن لصانع القرار اختيار الحل الأفضل للتنفيذ.

$$\text{Max}\ [g_c(\mu)]x$$
$$\text{St}: [G_A(\mu)]x \leq [g_b(\mu)] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (69)$$
$$x \geq 0;$$

الشكل20: دالة الانتماء للمجموعة المبهمة



المصدر: **Carlsson&Korhonen**(1986)

3- تصنيف البرمجة الرياضية المبهمة بالاعتماد على مفهوم دوال الانتماء

من وجهة نظر أخرى، ركز العديد من الباحثين في دراساتهم على دوال الانتماء عند صياغة نماذج البرمجة الرياضية المبهمة وهذا ما سنتطرق له في هذا العنصر.

3-1- لمحة عن أهم نماذج البرمجة الرياضية المبهمة بالاعتماد على مفهوم دوال الانتماء

من بين النماذج المميزة التي اهتمت بصياغة نماذج البرمجة الرياضية المبهمة بالاعتماد على مفهوم دوال الانتماء نجد: نموذج Zimmermann (1978)الذي يعتبر أول من أعطى صياغة للبرمجة متعددة الأهداف المبهمة، فقد تم الاعتماد على دوال الانتماء لحل المشكلة التي يحاول فيها متخذ القرار الوصول إلى الهدف أو تجاوزه. فبالرغم من النتائج الجيدة المقدمة من النموذج، إلا أنه لايخلو من بعض السلبيات والتي من أبرزها عدم قدرة تطبيق النموذج في الحالة التي يريد المقرر الوصول فيها إلى الهدف مع تدنية الانحرافين الموجب والسالب معا؛ وأيضا اعتماده على نوعين فقط من دوال الانتماء: الخطية وألغوريتم Minmax المقترح من Falvell (1976).

و بالنسبة لنموذج Hannan (1981)، فهو يعتبر نموذج رياضيا بسيطا مقارنة بنموذج Zimmermann (1978) كونه يحتوي على عدد أقل من القيود والمسائل الجزئية، ففيه يتم تدنية أو تعظيم دالة الهدف المبهمة، كما أن المقرر يسعى للوصول إلى الهدف المبهم مع تدنية الانحراف الموجب والسالب، ويتم استخدام دالة الانتماء المثلثية المتناظرة الموافقة للهدف المبهم، وطريقة حل النموذج تعتمد على ألغوريتم minmax.

بالرغم من البساطة التي يتميز بها نموذج Hannan (1981) ألا أنه لا يخلو من بعض النقائص والتي من أهمها استخدام نوع واحد من دوال الانتماء، و عدم قدرة المقرر ادخال أوزان الأهمية النسبية لكل انحراف، و أيضا عدم لمس واقعية التناظر لدالة الانتماء المثلثية المستخدمة في النموذج في العديد من الحالات العملية دون اهمال عدم قدرة المقرر ابراز تفضيلاته (مكيديش محمد، 2012) .

أما Tiwari&Dharmar&Rao (1987)، فقد قاموا بصياغة نموذج برمجة رياضية مبهمة متعددة الأهداف، منتقدين فيه النموذج المقترح من Hannan (1981)، من خلال ادخالهم مفهوم الترجيح و استعمال الرمز أصغر من أو تساوي بدلا من المساواة عند إعداد القيود، مع قدرة متخد القرار على تقديم اوزانا مرجحة تساعده على تحديد الأهمية النسبية لكل هدف.

وفي نموذج Kim & Whang (1998) تم اقتراح اضافة الاوزان المرجحة للنموذج لحل مسائل البرمجة بالأهداف المبهمة بأوزان مختلفة والتي يمكن صياغتها على أنها مشكلة برمجة خطية أحادية مع إدخال مفهوم درجة السماح (النعيم ،2015)، و بالاعتماد على مفهوم الانحراف النسبي و استخدام جميع دوال الانتماء المتناظرة والغير متناظرة والغير مقعرة. و من بين الانتقادات التي طالت النموذج عدم وجود مؤشر أو قيد يبين اقتران دوال الانتماء بالنموذج وهذا ما لفت انتباه Yaghoobi & Tamiz (2007) أين قاما بتوسيع النموذج الرياضي ل Kim & Whang (1998) باقتراح نموذج يعتمد الغوريتم حله على البرمجة بالأهداف التجميعية باستخدام الأنواع الثلاثة لدوال الانتماء (دالة الانتماء المتعلقة بدالة الهدف في حالة التدنية (النوع1)، دالة الانتماء المتعلقة بحالة الهدف في حالة التعظيم (النوع2) ، دالة الانتماء المثلثية (النوع3))، من خلال إظهار الانحرافات المطلقة في دالة الهدف بدلا من الانحرافات النسبية، الأمر الذي يساعد متخذ القرار من معرفة المسافة الفاصلة بين الحل الأمثل والهدف المحدد. ففي هذا النموذج يمكن إضافة أوزان مرجحة بالاعتماد على تفضيلات متخذ القرار بالنسبة لأولوياته من الأهداف. بعدها قام نفس الباحثين بتوسيع نموذجهما و هذا ما سنتطرق له بالتفصيل في العنصر الموالي.

3-2- برمجة الأهداف المبهمة المرجحة (WAFGP) المقترحة من Yaghoobi &Tamiz (2008):

قام كل من Yaghoobi & Tamiz(2008) بتوسيع نموذجهما الرياضي (2007) من خلال إضافة دالة الانتماء من نوع شبه المنحرف إلى الأنواع الثلاثة السابقة لدوال الانتماء (دالة الانتماء المتعلقة بدالة الهدف في حالة التدنية (النوع1)، دالة الانتماء المتعلقة بدالة الهدف في حالة التعظيم (النوع2) ، دالة الانتماء المثلثية (النوع3))، ففي النوع المضاف يمكن للمقرر أن يحافظ فيها على مستوى انتماء تام (u=1) عند المجال

$[b_i^u , b_i^l]$، على عكس ما نجده في دالة الانتماء المثلثية أين يحدد متخذ القرار مستوى انتماء تام عند رقم معين، و هذا ما يتعارض في الكثير من الأحيان مع الواقع (الجدول 6).

ومن المميزات التي يمكن ذكرها عن النموذج إمكانية التعبير عن تفضيلات المقرر بتحديد مستويات درجات السماح العليا (Δ_{iR}) والسفلى (Δ_{iL})، بالإضافة الى إمكانية تطويره ليشمل دوال انتماء غير خطية وأيضا دوال خطية غير مقعرة.

تقوم برمجة الأهداف المبهمة المرجحةWAFGP بصياغة مشاكل البرمجة الرياضية المبهمة ذات أوزان غير متكافئة مع مفهوم التسامح. الصيغة العامة لهذا النموذج هي كما يلي:

$$\min z = \sum_{i=1}^{i_0} w_i \frac{\delta_i^+}{\Delta_{iR}} + \sum_{i=i_0+1}^{j_0} w_i \frac{\delta_i^-}{\Delta_{iL}} + \sum_{i=j_0+1}^{K} w_i \left(\frac{\delta_i^-}{\Delta_{iL}} + \frac{\delta_i^+}{\Delta_{iR}} \right)$$

subject to:

$$(\Delta x)_i - \delta_i^+ \leq b_i \quad , i = 1,2, \dots , i_0$$

$$u_i + \frac{\delta_i^+}{\Delta_{iR}} = 1 \quad , i = 1,2, \dots , i_0$$

$$(Ax)_i + \delta_i^- \geq b_i \quad , i = i_0 + 1, \dots , j_0$$

$$u_i + \frac{\delta_i^-}{\Delta_{iL}} = 1 \quad , i = i_0 + 1, \dots , j_0$$

$$(Ax)_i + \delta_i^- - \delta_i^+ = b_i \quad , i = j_0 + 1, \dots , K$$

$$u_i + \frac{\delta_i^-}{\Delta_{iL}} + \frac{\delta_i^+}{\Delta_{iR}} = 1 \quad , i = j_0 + 1, \dots , K$$

$$(Ax)_i + \delta_i^- - \delta_i^+ = b_i \quad , i = j_0 + 1, \dots , K$$

$$(Ax)_i + \delta_i^- \leq b_i^u \quad , i = K_0 + 1, \dots , K$$

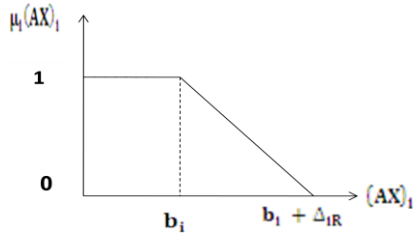
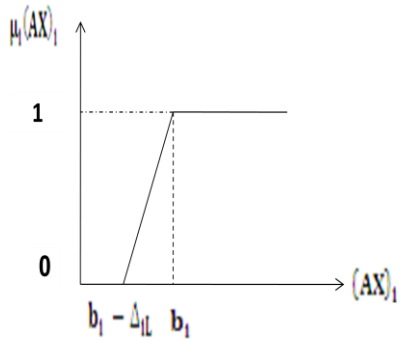
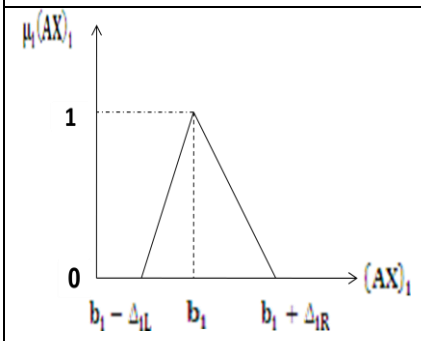
$$(Ax)_i - \delta_i^+ \geq b_i^l \quad , i = K_0 + 1, \dots , K$$

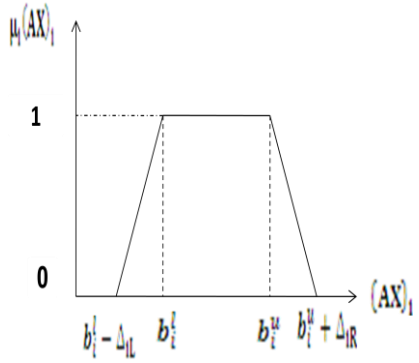
$$u_i , \delta_i^- , \delta_i^+ \geq 0 \ , i = 1, \dots , K \ ; \ x \in C_S$$

مع العلم أن :

Min z : هي مجموع الانحرافات الغير المرغوب بها المرفوقة مع الأوزان والحدود المسموح فيها.

الجدول 6: الصيغة الجبرية و الشكل الرياضي لدوال الانتماء الخطية المقترحة في نموذج (Yaghoobi & Tamiz، 2008)

Membershipfunction	Analytical definition
	$\mu_i(AX)_i = \begin{cases} 1 & \text{if } (AX)_i \le b_i \\ 1 - \frac{(AX)_i - b_i}{\Delta_{iR}} & \text{if } b_i \le (AX)_i \le b_i + \Delta_{iR},\ i=1,..+i_0 \\ 0 & \text{if } (AX)_i \ge b_i + \Delta_{iR} \end{cases}$
دالة الانتماءالمتعلقة بدالة الهدف في حالة التدنية (النوع1) (Right membership function)	
	$\mu_i(AX)_i = \begin{cases} 1 & \text{if } (AX)_i \ge b_i \\ 1 - \frac{b_i - (AX)_i}{\Delta_{iL}} & \text{if } b_i - \Delta_{iL} \le (AX)_i \le b_i,\ i=i_0+1,\dots,j_0 \\ 0 & \text{if } (AX)_i \le b_i - \Delta_{iL} \end{cases}$
دالة الانتماءالمتعلقة بدالة الهدف في حالة التعظيم (النوع 2) (Left membership function)	
	$\mu_i(AX)_i = \begin{cases} 0 & \text{if } (AX)_i \le b_i - \Delta_{iL} \\ 1 - \frac{b_i - (AX)_i}{\Delta_{iL}} & if\ b_i - \Delta_{iL} \le (AX)_i \le b_i,\ i = j_0+1,\dots,k_0 \\ 1 - \frac{(AX)_i - b_i}{\Delta_{iR}} & \text{if } b_i \le (AX)_i \le b_i + \Delta_{iR} \\ 0 & \text{if } (AX)_i \ge b_i + \Delta_{iR} \end{cases}$
دالة الانتماء المثلثية (النوع 3) (Triangular membership function)	



$$\mu_i(AX)_i = \begin{cases} 0 & \text{if } (AX)_i \le b_i^l - \Delta_{iL} \\ 1 - \dfrac{b_i^l - (AX)_i}{\Delta_{iL}} & if\ b_i^l - \Delta_{iL} \le (AX)_i \le b_i^l \\ 1 & \text{if } b_i^l \le (AX)_i \le b_i^u, i = k_0 + 1, \dots, k \\ 1 - \dfrac{(AX)_i - b_i^u}{\Delta_{iR}} & if\ b_i^u \le (AX)_i \le b_i^u + \Delta_{iR} \\ 0 & \text{if } (AX)_i \ge b_i^u + \Delta_{iR} \end{cases}$$

دالة الانتماء من نوع شبه منحرف (النوع 4) (Trapezoidal membership function)

$(Ax)_i$: دوال الهدف، X: متغير القرار.

Δ_{iL}و Δ_{iR} ثوابت الحدود المسموح بها للانتهاك المقبول من مستويات الطموح غير الدقيقة.

u_i درجة وظيفة الانتماء للأهداف المبهمة .

w_i : يدل على وزن هدف غامض itch .

b_i : مستوى طموح غير دقيق للهدف المبهم itch .

b_i^l : تشير إلى الحدود السفلية غير الدقيقة للهدف المبهم itch .

b_i^u : تشير إلى الحدود العليا غير الدقيقة للهدف المبهم itch .

δ_i^-, δ_i^+ تمثل الانحرافات السلبية والإيجابية الغير مرغوب فيها.

ويتضح في هذا النموذج أن القيم المطلقة لمتغيرات الانحراف ودرجة وظائف العضوية تتحقق في الحلول المثلى. يمكن استخدام هذه القيم من قبل صانعي القرار لمزيد من التحليل. يتم استخدام البرمجة الرياضية المبهمة (FGP) عندما يكون صانع القرار غير قادر على تحديد مستويات الطموح الدقيقة وبالتالي قد تحدث تغييرات في الانتهاكات المقبولة ومستويات الطموح غير الدقيقة بشكل متكرر.

خلاصة الفصل الثالث

تنوعت وتشعبت الطرق الكمية والنوعية المستعملة في تحليل المشاكل الاقتصادية واتخاذ القرارات في المنظمات، بحيث أنها متوقفة على مجموعة من الظروف والقيود والمعايير المختلفة. فاختيار الطريقة المناسبة لحل المشاكل المتعددة المعايير مرتبط بالدرجة الأولى بمتخذ القرار وبنظرته للمشكلة التي يكون بصدد حلها. وفي هذا الفصل الثالث من الأطروحة تطرقنا الى طريقة التحليل الهرمي المبهم وبعض نماذج البرمجة الرياضية المبهمة.

فطريقة التحليل الهرمي تعتبر من بين أحد أهم الطرق التحليلية المتعددة المعايير المساعدة على اتخاذ القرار؛ من خلال صياغتها العلاقات الموجودة بين مختلف مستويات الظاهرة (المشكل المطروح) من أهداف ومعايير وبدائل بطريقة هرمية. ولكن هذا الأسلوب يكون غير فعال في البيئات المعقدة والمبهمة، وهذا يتطلب عمومًا التعامل مع المشكلات التي تكون فيها أوصاف البيئة وعناصر القرار وكذلك الأحكام مبهمة بطبيعتها خاصة مع استخدام معايير التقييم النوعي، وهو ما يحدث عادة في اتخاذ القرارات من قبل الخبراء. في مثل هذه المشاكل، قد يصبح من غير الواقعي وغير العملي الحصول على أحكام دقيقة. في هذه الحالة يمكن اعتبار النظرية المبهمة (المبهمة) طريقة فعالة كونها تساهم في اعطاء مزيدًا من المرونة للتعامل مع الاختلافات بين أحكام صانعي القرار وتقديمها توليفًات فعالة للتقييمات الجماعية واستنباط أولويات هادفة وموثوقة من مجموعات غير متجانسة، و هذا ما دفع الباحثين إلى استحداث طريقة التحليل الهرمي المبهم.

وبالنسبة للبرمجة الرياضية المبهمة فهي تعتبر من بين الطرق المهمة المستخدمة في اتخاذ القرار،كونها تأخذ بعين الاعتبار التعدد والتضارب في الأهداف وفي وحدات القياس المختلفة للأهداف،كما تهتم بترتيب تفضيلات الأهداف وفق رغبات المنظمة، وذلك يتم ضمن احترام موارد القيود مع وجود الطابع المبهم والذي يميز مكونات المشكلة المدروسة. كما أن البرمجة الرياضية المبهمة عرفت مجموعة من التغيرات، وعليه قمنا بدراسة مفصلة لبعض هذه النماذج، لفهم الاختلافات والمساهمات الموجودة بينها.

ففي نموذج البرمجة الخطية المبهم لZimmermann(1976)، يتم إعطاء قيما مبدئية للهدف bo وأقصى قدر من التسامح Po. وحسب Werners(1987)، من الصعب أن يقوم صانع القرار بإعطاء قيما ل bo وPo دون تقديم أي معلومات عنها. لذلك، ستكون دالة انتماء الهدف المبهم مشكوك فيها، وبالتالي فإن الحل مشكوك فيه أيضًا. وعليه قام Werners(1987) باقتراح نقطتين محتملتين Z^o و Z^1 في نموذجه الرياضي.

و بالنسبة لVerdegay (1984)، فقد حصل على العلاقة المكافئة بين البرمجة البراميترية مع الموارد البراميترية والبرمجة الخطية المبهمة مع الأهداف الواضحة والقيود المبهمة ليقوم بعدها ببناء وحل مشكلة البرمجة البارامترية المقابلة لها، ففي هذا النموذج ستقدم الحلول في لوحة لا توفر فقط الحل الأمثل فيما يتعلق بالمعلمة، ولكنها توفر أيضًا الموارد الفعلية المستهلكة، وهذا ما سيساهم في التغلب على صعوبة توفير bo و Po في البداية. وبالرجوع إلى جدول الحلول هذا، يمكن لصانع القرار تحديد موقع bo وPo الخاص به. وعليه سيصبح حل نموذج Zimmermann (1976) موثوق به.

من جهة أخرى، اقترح Chanas (1983) أن يتم إنشاء دالة الانتماء للهدف المبهم مباشرة من خلال الحل الأمثل البراميتري. وحسب Carlsson&Korhonen(1986)، فان طريقة Chanas (1983) لصياغة دالة الانتماء للهدف المبهم ليست عملية كون عدد القيود ومتغيرات القرار يكون دائمًا كبيرًا في الواقع، وأيضا هذه الطريقة لا تعتبر أي مقايضة مستمرة بين درجات انتهاك القيود. وعليه قام Carlsson & Korhonen (1986) باقتراح نموذج للبرمجة الرياضية تكون كل معاملاته مبهمة.

ومن بين النمادج المتنوعة الأخرى التي ساهمت في تطوير البرمجة الرياضية المبهمة نجد نموذج Hannan (1981)، الذي يعتبر بسيطا مقارنة بنموذج Zimmermann كونه يحتوي على عدد أقل من القيود والمسائل الجزئية، ففيه يتم تدنية أو تعظيم دالة الهدف المبهمة، كما أن المقرر يسعى للوصول إلى الهدف المبهم مع تدنية الانحراف الموجب

والسالب، ويتم استخدام دالة الانتماء المثلثية المتناظرة الموافقة للهدف المبهم، وطريقة حل النموذج تعتمد على ألغوريتم minmax.

و بالنسبة لنموذج Tiwari & Dharmar & Rao (1987)، فقد تم فيه صياغة برمجة رياضية مبهمة متعددة الأهداف، منتقدين فيه النموذج المقترح من Hannan (1981)، من خلال ادخالهم مفهوم الترجيح و استعمال الرمز أصغر من أو تساوي بدلا من المساواة عند إعداد القيود، مع قدرة متخد القرار على تقديم اوزان مرجحة تساعده على تحديد الأهمية النسبية لكل هدف.

أما Kim & Whang (1998) فقد اقترحا اضافة الأوزان المرجحة للنموذج لحل مسائل البرمجة بالأهداف المبهمة بأوزان مختلفة، والتي يمكن صياغتها على أنها مشكلة برمجة خطية أحادية مع إدخال مفهوم درجة السماح. ومن بين الانتقادات التي طالت النموذج عدم وجود مؤشر أو قيد يبين اقتران دوال الانتماء بالنموذج، وهذا ما لفت انتباه Yaghoobi & Tamiz (2007) أين قاما بتوسيع النموذج الرياضي لKim & Whang (1998) باقتراح نموذج يعتمد الغوريتم حله على البرمجة بالأهداف التجميعية باستخدام الأنواع الثلاثة لدوال الانتماء، من خلال إظهار الانحرافات المطلقة في دالة الهدف بدلا من الانحرافات النسبية، الأمر الذي يساعد متخذ القرار على معرفة المسافة الفاصلة بين الحل الأمثل والهدف المحدد. ففي هذا النموذج يمكن إضافة أوزان مرجحة بالاعتماد على تفضيلات متخذ القرار بالنسبة لأولوياته من الأهداف.

أمام هذا التنوع، تجدر بنا الإشارة إلى أن اختيار النموذج المناسب لحل المشاكل المتعلقة باتخاذ القرار يعتبر جد مؤثر على النتائج المحصل عليها و التي يمكن أن تكون غير معبرة وغير صحيحة في حال اختيار النموذج الخطأ.

الفصل الرابع: الدراسة التطبيقية

مقدمة الفصل الرابع

بغرض الإجابة على إشكالية البحث و المتمثلة في عملية اختيار و تقييم مشاريع نظم المعلومات، أجريت دراسة اختبارية على مستوى مؤسسة ENOF، وحدة مغنية. حيث تم اختبار نموذجين رياضيين، ومقارنة النتائج المحصلة من النموذجين، دون نسيان اجراء تحليل الحساسية. ،فالنموذج الاول تمثل في طريقة التحليل الهرمي المبهم (FAHP)، أما النموذج الثاني فضم طريقة التحليل الهرمي المبهمة (FAHP) والبرمجة الخطية بالأهداف المبهمة (FWAGP). وعليه قسم هذا الفصل الى ثلاثة مباحث، ففي المبحث الاول تطرقنا لأهداف، منهجية ومعطيات الدراسة، أما في المبحث الثاني فقد تم استخذام طريقة التحليل الهرمي المبهمة على الحالة الميدانية، و بالنسبة للمبحث الثالث فقد استعملنا النموذج الهجين لطريقة التحليل الهرمي و البرمجة الرياضية المبهمة بالاضافة الى اجراء تحليل الحساسية على النمودج ، وكعنصر أخير في المبحث قمنا بمقارنة نتائج النموذجين المعروضين في الدراسة التطبيقية.

المبحث الأول: أهداف، منهجية ومعطيات الدراسة

سيكون المبحث الأول عبارة عن مدخل تعريفي لمكونات وأهداف ومعطيات الدراسة التطبيقية وكذا المنهجية المستخدمة في الدراسة.

1- مناهج ترشيد القرار المستعملة في الدراسة

تهدف الحالة المقدمة في هذا الفصل إلى معرفة مدى نجاعة بعض الطرق التحليلية والرياضية المساعدة في اتخاذ القرار، من خلال استعمالها منفردة أو دمجها مع بعضها، وأيضا مع الأخد بعين الاعتبار للطابع المبهم أو المبهم الذي يشوب عملية اختيار مشاريع نظم المعلومات. والأمر متعلق باختبار: نموذج التحليل الهرمي المبهم (FAHP)، والنموذج الهجين لطريقة التحليل الهرمي المبهمة (FAHP) والبرمجة الخطية بالأهداف المبهمة (FWAGP)؛ والمقارنة بين النتائج المحصلة من كل نموذج.

1-1- المنهجية التحليل الهرمي المبهم:

تعتبر طريقة التحليل الهرمي المبهم من بين التقنيات المتعددة المعايير المساعدة في اتخاذ القرار، فتبني هذه المنهجية يتطلب المرور بعدة مراحل، و هذا ما نجده موضحا بالتفصيل فيما يلي (الشكل 21).

- ✓ في البداية، يتم تشكيل فريق من المختصين يضم أعضاء من الادارة العامة، تقنيين متخصصين في ادارة وتطوير نظم المعلومات، ممثلين عن المستعملين النهائيين لنظم المعلومات المراد غرسها ومستشارين خارجيين.
- ✓ يراجع الفريق إستراتيجية المؤسسة ويحدد عدد المشاريع المراد غرسها (الهدف).
- ✓ يحدد الفريق بعد ذلك مختلف المتغيرات من معايير وبدائل، وكذا تحديد طبيعة العلاقات وتقييم مدى التشابك الموجود.
- ✓ في مرحلة موالية، وفقا لمنهجية التحليل الهرمي المبهم (FAHP)، يتم صياغة المشكل المرتبط باتخاذ القرار الخاص بعملية تقييم واختيار مشاريع نظم المعلومات من خلال تنظيم وترتيب كل متغيرات الدراسة في صيغة هرمية.

- ✓ بعدها تتم مقارنة المعايير فيما بينها بالنسبة للهدف، وكدا إعداد مصفوفة المقارنة المبهمة للمعايير بالاستناد على الاجابات التي سيقدمها الخبراء (الملحق 01)، بهدف حساب الأوزان المبهمة بالاعتماد على برنامج FUZZY MCDM/FUZZY AHP.
- ✓ بعدها سيتم مقارنة البدائل مع احترام كل معيار على حدا (الملحق 02) وإعداد مصفوفة المقارنة المبهمة للبدائل بالاستناد على الاجابات التي سيقدمها الخبراء، بغرض حساب الأوزان المبهمة بالاعتماد على برنامج FUZZY MCDM/FUZZY AHP .
- ✓ وكخطوة موالية سيتم استخلاص الأوزان النهائية للمشاريع (البدائل) عن طريق نزع الابهام عنها بالاعتماد على طريقة مركز الثقل.
- ✓ وفي مرحلة أخيرة، سيتم اختيار أحسن مشاريع نظم المعلومات (البدائل) من خلال ترتيبها تنازليا من الأكثر أهمية إلى الأقل أهمية.

1-2- المقاربة الهجينة بين طريقة التحليل الهرمي المبهمة والبرمجة الخطية بالأهداف المرجحة المبهمة:

تقترح المقاربة الثانية منهجية متكاملة لاختيار مشاريع نظم المعلومات تجمع بين طريقتين لصنع القرار متعدد المعايير وهما: طريقة التحليل الهرمي المبهم (FAHP) وبرمجة الأهداف المبهمة المرجحة (WAFGP). فالهدف من هذه المقاربة الهجينة هو إكمال وتحسين قرار اختيار مشاريع نظم المعلومات.

تمر المنهجية المقترحة بمجموعة من الخطوات و هي موضحة بالتفصيل فيما يلي (الشكل 22).

- ✓ في البداية، يتم تشكيل فريق من المختصين يضم أعضاء من الادارة العامة، تقنيين متخصصين في ادارة وتطوير نظم المعلومات، ممثلين عن المستعملين النهائيين لنظم المعلومات المراد غرسها ومستشارين خارجيين.
- ✓ يراجع الفريق إستراتيجية المؤسسة ويحدد عدد المشاريع المراد غرسها (الهدف).

✓ يحدد الفريق بعد ذلك مختلف المتغيرات من معايير وبدائل، وكذا تحديد طبيعة العلاقات وتقييم مدى التشابك الموجود.

الشكل21: مراحل منهجية التحليل الهرمي المبهم المقترحة

المصدر : من اعداد الباحثة

✓ في مرحلة موالية، وفقا لمنهجية التحليل الهرمي المبهم (FAHP)، يتم صياغة المشكل المرتبط باتخاذ القرار الخاص بعملية تقييم واختيار مشاريع نظم المعلومات من خلال تنظيم وترتيب كل متغيرات الدراسة في صيغة هرمية.

الشكل22: مراحل المنهجية الهجينة للتحليل الهرمي المبهم والبرمجة الخطية بالأهداف المبهمة المرجحة

المصدر : من اعداد الباحثة

- ✓ بعدها تتم مقارنة المعايير فيما بينها بالنسبة لاستراتيجية المؤسسة (للهدف) من خلال إعداد مصفوفة المقارنة المبهمة للمعايير بالاستناد على الاجابات التي سيقدمها الخبراء و الموجودة في الملحق01، بهدف حساب الأوزان المبهمة بالاعتماد على برنامج FUZZY MCDM/FUZZY AHP.
- ✓ وفي خطوة أخرى يتم ادخال الأوزان النهائية المبهمة للمعايير المحصلة من طريقة التحليل الهرمي المبهم في نموذج برمجة الأهداف المبهمة المرجحة، لإكمال قرار اختيار المشاريع المناسبة لنظم المعلومات.

✓ في الأخير تتم عملية اتخاذ القرار واختيار المشاريع المثلى للمؤسسة بالاستعانة ببرنامج LINGO 15.0.

2- تقديم المؤسسة ميدان الدراسة

من أجل اختبار النموذجين المقترحين، أجريت دراسة في المؤسسة الوطنية للمنتجات المنجمية غير الحديدية والمواد النافعة (**ENOF**) وحدة مغنية.

2-1- المؤسسة الوطنية للمنتجات المنجمية غير الحديدية والمواد النافعة (ENOF):

المؤسسة الوطنية للمنتجات المنجمية غير الحديدية والمواد النافعة (**ENOF**) مؤسسة وطنية ناشطة في قطاع المناجم والمحاجر، أسست بتاريخ 15 جويليا 1983 إثر إعادة هيكلة مؤسسة **SONAREM**، والتي قسمت آن ذاك إلى المؤسسات الستة التالية:

- FERPHOS: مؤسسة متخصصة في انتاج الحديد والفوسفات.
- ENAMARBRE: مؤسسة متخصصة في انتاج الرخام.
- ENASEL: مؤسسة متخصصة في انتاج الملح.
- EDEMINES: مؤسسة متخصصة في الدراسات والتطوير،
- EREM: وهي مؤسسة متخصصة في البحث المنجمي. والتي تحمل اليوم اسم ORGM.
- والمؤسسة الوطنية للمنتجات المنجمية غير الحديدية والمواد النافعة (**ENOF**) ،

منذ 2011، تم ضم المؤسسات العامة الناشطة في قطاع المناجم إلى مجموعة مناجم الجزائر (**LE GROUPE MANAL SPA**).

ENOF شركة مساهمة يبلغ رأس مالها الاجتماعي 1.110.000.000دج، تملك 22 منجم للاستغلال و20 وحدة إنتاجية موزعة على 13 من ولايات الشمال الجزائري. الأمر الذي يسمح لها بتوظيف أكثر من 2500 عامل. إضافة إلى هذا، تعتبر مؤسسة **ENOF** أحد المساهمين الأساسيين في ثلاث مؤسسات مختلطة:

- مؤسسة WMZ: بالشراكة مع شركة ORGM الجزائرية و شركة Terramine الأسترالية.
- مؤسسة SOALKA: بالشراكة مع شركة FWC الكندية.
- مؤسسة ALBARYTE بالشراكة مع مؤسسة سوناطراك.

2-1- المؤسسة الوطنية للمنتجات المنجمية غير الحديدية والمواد النافعة (ENOF) **وحدة مغنية:**

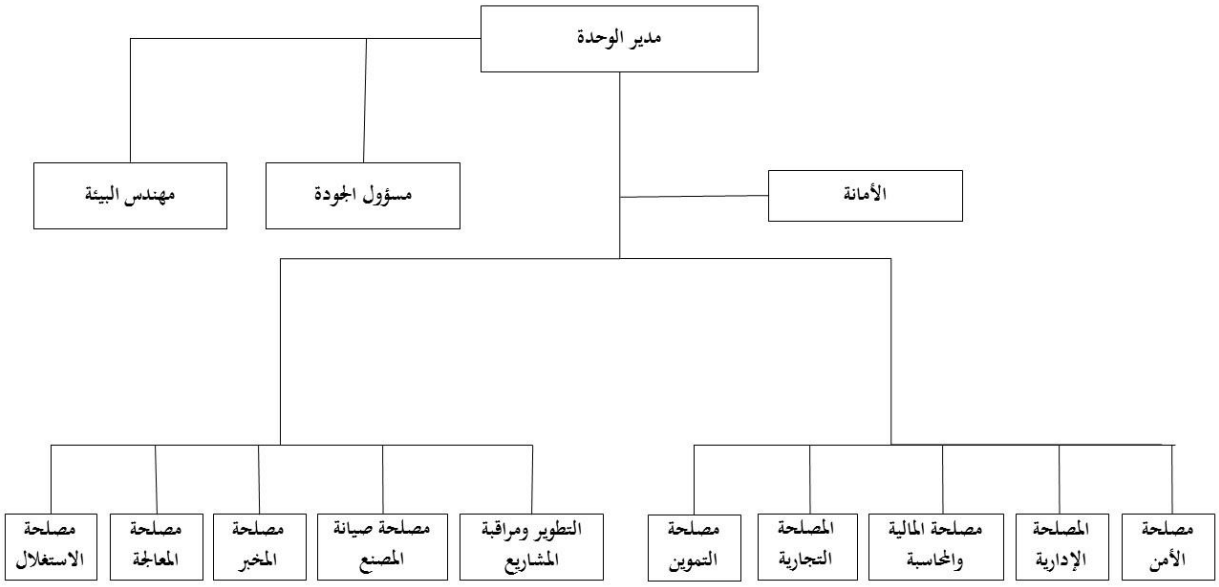
المؤسسة الوطنية للمنتجات المنجمية غير الحديدية والمواد النافعة (**ENOF**) وحدة مغنية مؤسسة صناعية متخصصة في انتاج الBENTONITE، والمستعمل في نشاطات صناعية مختلقة أهمها: التنقيب عن المحروقات، نشاطات الري وحفر الأبار والصناعات العدنية.

أنشأت المؤسسة الوطنية للمنتجات المنجمية غير الحديدية والمواد النافعة (**ENOF**) وحدة مغنية في بداية الخمسينات من القرن الماضي. وبعد الاستقلال تم تأميمها وضمها إلى شركت **SONAREM**. ومع الشروع في مخطط الإصلاح الهيكلي مطلع الثمانينات، عرفت هذه المؤسسة سلسلة من التحويات، حيث ألحقت بمؤسسة ENOFعام 1983، ثم تم ضمها للشركة التابعة BENTAL عام 2000. واثر حل الشركات التابعة لمجموعة ENOF سنة 2016، ضمت هذه الأخيرة وحدة مغنية مرة ثانية إليها.

من الجانب التنظيمي، توضف المؤسسة محل الدراسة 114 عاملا موزعين على خمس مصالح: مصلحة الاستغلال، مصلحة المعالجة، مصلحة المخبر، مصلحة صيانة المصنع، مصلحة التطوير ومراقبة المشاريع، مصلحة التموين، المصلحة التجارية، مصلحة المالية والمحاسبة، مصلحة الأمن، والمصلحة الإدارية. يشرف على هذه المصالح مدير الوحدة بمساعدة مسؤول الجودة، مهندس البيئة (الشكل 23).

تستعمل المؤسسة حاليا نظامي معلومات لدعم مختلف نشاطاتها التسييرية. نظام DLG في مجالات المحاسبة، إدارة الأجور والمبيعات. ونظام BCS-Informatique في التموين وإدارة المخزونات

الشكل 23: المخطط التنظيمي للمؤسسة الوطنية للمنتجات المنجمية غير الحديدية والمواد النافعة (ENOF) – وحدة مغنية –



المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على وثائق مؤسسة ENOF وحدة مغنية

3- معطيات الدراسة

من أجل اختبار النموذجين المقترحين، تم الاتفاق مع مسيري مؤسسة "**ENOF** وحدة مغنية" على اجراء دراسة لمحاولة تحديد نظم المعلومات الممكن اقتناؤها وتثبيتها في المؤسسة خلال السنوات الخمسة المقبلة من أجل دعم الأداء. شريطة أن تبقى طبيعة النظم سرية وأن يتم تعديل بعض البيانات عند تحرير الأعمال العلمية (بالنظر لطابعها الاستراتيجي).

3-1- تشكيل فريق الخبراء:

في بداية الدراسة، تم تشكيل فريق من الخبراء يضم: المدير العام للمؤسسة، مدراء الوظائف المختلفة، أستاذ جامعي متخصص في إدارة نظم المعلومات ومهندس في الاعلام الآلي يقدم خدمات للمؤسسة وثلاثة من المستعملين.

3-2- تحديد البدائل:

على اثر تشكيل فريق الخبراء، قمنا رفقة مهندس في الاعلام الآلي والأستاذ الجامعي المتخصص، وبطلب من أعضاء الفريق، باستطلاع لنظم المعلومات الممكن أن تتبناها المؤسسة في السنوات المقبلة من أجل رفع أدائها التشغيلي والاستراتيجي. حيث أسفرت العملية عن اقتراح عشرة (10) مشاريع تختار المؤسسة خمسة (05) منها للخمس سنوات القادمة.

3-3- تحديد معايير المفاضلة بين المشاريع:

بعد ذلك، حاول فريق الخبراء أن يحدد المعايير المعتمدة للمفاضلة بين المشاريع العشرة. في هذا الاطار، استعرضنا رفقة الأستاذ الجامعي المتخصص في إدارة نظم المعلومات مع أعضاء الفريق أهم الدراسات العلمية التي تناولت هذه الاشكالية والمعايير المعتمدة عالميا للمفاضلة بين مشاريع نظم المعلومات. وعلى اثر مناقشة مطولة، وقع الاختيار على القيود والمعايير التالية:

- **تكاليف المعدات (Hardware Cost: C1)**: تعتبر من العوامل الكمية الرئيسية في عملية اختيار مشاريع نظم المعلومات، إذ أن تطوير نظم المعلومات الجديدة يتطلب استثمارا واسعا في المعدات وهذه التكاليف في الغالب تكون معروفة. في حالتنا هذه، تسعى الادارة إلى تدنية هذه التكاليف، وقدد حددت تكاليف المعدات للمشاريع العشرة المقترحة والميزانية الكلية المخصصة للمعدات كما هو موضح في الجدول 07.
- **تكاليف البرمجيات (Softwaer Cost: C2)**: شأنها شأن تكاليف المعدات، تعتبر تكاليف البرمجيات من العوامل الكمية الرئيسية في عملية اختيار مشاريع نظم المعلومات، فغرس نظم معلومات جديدة يتطلب شراء وتطوير برمجيات مختلفة. هنا تجدر الاشارة إلى أن الادارة تسعى إلى تدنية هذه التكاليف، وقدد حددت تكاليف البرمجيات لكل مشروع والميزانية الكلية المتاحة للمعدات كما هو موضح في الجدول 07.

- **تكاليف أخرى (Other Cost: C3)**: و التي تمثل مجموعة من التكاليف التي تظهر عند القيام بعملية غرس أو تطوير مشاريع نظم المعلومات والتي تكون مكملة للعملية. مثال ذلك تكاليف الاتصال والتكوين والدعم التقني وقيادة المشروع التنظيمي المرافق للنظام الجديد. يسعى المسيرون إلى تدنية هذه التكاليف، وقدد حددت التكاليف الأخرى للمشاريع العشرة والميزانية الكلية المتاحة كما هو موضح في الجدول 07.
- **التكاليف السنوية المرتبطة باليد العاملة الإضافية اللازمة (Annual Cost For Additional Manpower: C4)**: غالبا ما يتطلب تبني نظم معلومات جديد الاستعانة بعمال متخصصين جدد يعملون على تظوير واختبار وغرس النظام. يتعلق الأمر بمهندسين وتقنيين ينشطون في مجال البرمجة والاتصال. في هذه الحالة، حددت التكاليف السنوية المرتبطة باليد العاملة الإضافية اللازمة لكل مشروع والميزانية الكلية المتاحة كما هو الموضح في الجدول 07.
- **الربح (Benefit : B)**: يمثل العائد على رأس المال المستثمر من وجهة نظر أصحاب المشاريع. وقد تم تقديره بالشكل الموضح في الجدول 07، حيث يسعى المسيرون إلى تحقيق أكبر ربح ممكن (مع مراعاة المعايير الأخرى).
- **الخطر المتوقع (Risk: R)**: هو يمثل المخاطر المرتبطة بالمحيط التكنولوجي لمشاريع نظم المعلومات وبحجم المشاريع وأيضا بالتجارب السابقة المماثلة لهذه المشاريع. بالنسبة لهذا المعيار، ناقش فريق الخبراء مختلف المخاطر المتعلقة بكل مشروع، ثم حدد مستوى الخطر المرتبط بكل مشروع، بشكل توافقي، ووفق طريقة الترصيد على سلم يمتد من 00 إلى 10، مع العلم أن الرقم 0 يعني عدم وجود خطر يصاحب المشروع ، أما الرقم 10 فهو يمثل أقصى خطر متوقع يمكن أن يصاحب المشروع (الجدول 07). هنا تجذر الاشارة إلى أن المسيرين يسعون إلى تدنية المخاطر واختيار توليفة المشاريع التي تتميز بأدنى مستوى من المخاطرة (مع مراعاة المعايير الأخرى).

- **تفضيلات المستخدمين المرتبطة بالمشاريع (Users Preferences :S1)**: يتوقف نجاح نظام معلومات جديد على مدى تبنيه من طرف المستعملين، ومدى التزامهم باستعماله وقدرتهم على التأقلم معه. من هذا المنطلق، طُلِبَ من المستعملين المنتمين إلى فريق الخبراء أن يقيموا – كل واحد على حدى – مستوى تفضيلهم للمشاريع المختلفة، وفق طريقة الترصيد على سلم يمتد من 00 إلى 10. بعد ذلك، تم احتساب متوسط تفضيلات المستعملين المختلفين للحصول على المعطيات الموضحة في الجدول 07. تسعى الإدارة إلى تعظيم مستوى تفضيلات المستخدمين من أجل زيادة فرص نجاح المشاريع المنتقاة ورفع مستوى رضى العمال.
- تفضيلات متخذي القرار المرتبطة بالمشاريع (Decision Makers Preferences :**S2**): إلى جانب المستخدمين،يتوقف نجاح مشاريع نظم المعلومات على دعم الادارة العامة لها من خلال التحفيز والاتصال والمراقبة. على هذا الأساس، طُلِبَ من المسيرين المنتمين إلى فريق الخبراء أن يقيموا – كل واحد على حدى – مستوى تفضيلهم للمشاريع مختلفة، وفق طريقة الترصيد على سلم يمتد من 00 إلى 10. بعد ذلك، تم احتساب متوسط تفضيلات المسيرين المختلفين للحصول على المعطيات الموضحة في الجدول 07. تسعى الإدارة إلى تعظيم مستوى تفضيلات متخذي القرار من أجل زيادة فرص نجاح المشاريع المنتقاة.

الجدول7 : معطيات المعايير المقدمة في الدراسة الميدانية

	الربح B (000دج)	تكاليف المعدات C1 (000دج)	تكاليف البرمجيات C2 (000دج)	تكاليف أخرى C3 (000دج)	التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية C4(000دج)	تفضيلات المستخدمين S1	تفضيلات الزبائن S2	الخطر المتوقع R	الوقت اللازم لتنفيذ المشروع T1 (أيام)	الوقت اللازم للتكوين T2 (أيام)
X1	1171	1254	2508	0	330	9.762	9.336	3	33	59
X2	890	7590	1488	106	189	9.638	9.305	3	28	12
X3	26796	19470	10573	0	360	9.773	9.349	4	59	13
X4	792	13860	5148	12	19	8.008	7.727	3	40	44
X5	3300	13200	495	125	194	9.505	9.272	2	55	55
X6	1980	9240	29	13	66	9.517	8.661	2	44	90
X7	1379	211	10560	0	0	9.377	9.206	3	60	46
X8	858	330	660	20	0	9.286	8.604	3	64	79
X9	871	792	2178	5	26	8.193	7.552	2	18	40
X10	1135	0	1650	7	15	8.002	7.481	2	24	16
الحد الأقصى المتاح	**30000**	**43000**	**19000**	**240**	**760**	---	---	---	---	---

المصدر: من اعداد الطالبة

- **الوقت اللازم لتنفيذ المشروع المتوقع (Completion Time:T1)**: باعتبار أن غالبية المشاريع تعرف اليوم تجاوزات متعلقة بالتكاليف وتأخرا في الانجاز، فإن فريق الخبراء أولى أهمية بالغة لعامل الزمن، محاولا تدنية الوقت اللازم لتنفيد المشاريع المختارة. وقد تم تقدير الوقت اللازم لتنفيذ كل مشروع على الشاكلة الموضحة في الجدول 07.
- معيار **الوقت اللازم للتكوين (Training Time :T2)**: رأى متخذو القرار أن الوقت اللازم لتكوين مستعملي النظم الجديدة يكتسي أهمية بالغة. وقد قدر وقت التكوين اللازم لكل مشروع على الشاكلة الموضحة في الجدول 07 بعد استشارة موردي البرمجيات والمعدات اللازمة لهذه المشروع.
- **الزامية اختيار وغرس المشروع 1**.

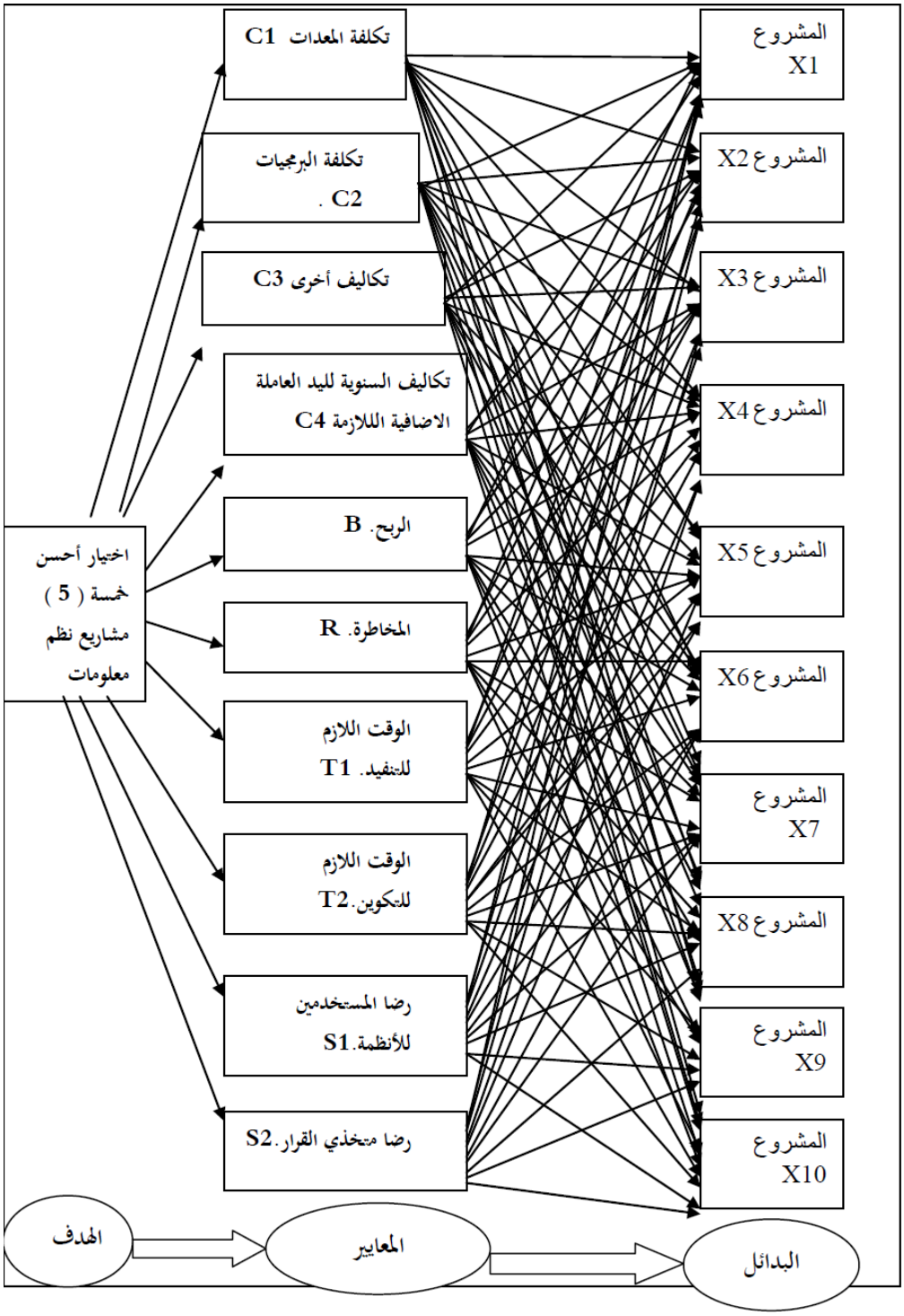
المبحث الثاني: طريقة التحليل الهرمي المبهم (FAHP)

لقد تعرفنا على طريقة التحليل الهرمي المبهم بالتفصيل في الشق النظري، و عليه سنقوم بعرض مراحلها من خلال اسقاطها مباشرة على دراسة الحالة المقترحة:

1- صياغة المشكل بطريقة هرمية

بعد صياغة الهدف، والمتثل في اختيار خمسة مشاريع من أصل عشرة؛ واثر تحديد المعايير الواجب مراعاتها عند اتخاذ القرار؛ وكما تفرضه طريقة التحليل الهرمي المبهم، تم بناء النموذج الهرمي لعملية اختيار مشاريع نظم المعلومات على النحو الموضح في الشكل (24).

الشكل24: النموذج الهرمي لعملية اختيار مشاريع نظم المعلومات



المصدر : من اعداد الباحثة

2- وضع مصفوفات الأوزان النسبية المبهمة وحساب الأوزان النهائية

كما شرحنا في الفصل الثالث، يتم تحديد الأوزان النسبية المبهمة من خلال بناء مصفوفة المقارنة المبهمة (المبهمة) مع حساب مؤشر الاتساق لكل مصفوفة مبهمة، وذلك يمر على مجموعة من المراحل، ففي البداية يتم مقارنة المعايير مع بعضها مع احترام الهدف، ثم بعدها يتم مقارنة المشاريع مع بعضها بالنسبة لكل معيار من المعايير العشرة على حدا، بالاستعانة ببرنامج (Fuzzy MCDM/FUZZY AHP)، لنحصل بعد كل عملية على الأوزان النهائية المبهمة. و بعدها سنقوم بنزع الإبهام عنها للحصول على قيم نهائية بالاستعانة بطريقة مركز الثقل.

2-1- مقارنة المعايير مع بعضها باحترام الهدف

في البداية تمت مقارنة المعايير مع بعضها البعض باحترام الهدف، حيث طلب من أعضاء فريق الخبراء أن يحددوا بطريقة توافقية، وباستعمال سلم القيم المبهمة (الجدول 04، الفصل 03، ص101) الأهمية النسبية لكل معيار مقارنة بالمعايير الأخرى. كما يبينه الملحق 1، طلب من فريق الخبراء في هذه المرحلة الاجابة على سلسلة من الأسئلة أخذت الشكل التالي:

- بكم تقدر الأهمية النسبية لمعيار الربح بالنسبة لمعيار المخاطرة مع احترام الهدف؟
- بكم تقدر الأهمية النسبية لمعيار الربح بالنسبة لمعيار تكاليف المعدات مع احترام الهدف؟
- بكم تقدر الأهمية النسبية لمعيار الربح بالنسبة لمعيار تكاليف البرمجيات مع احترام الهدف؟

اثر مقارنة مختلف المعايير، تم الحصول على الأوزان المثلثية المبهمة الموضحة في الجدول 08، حيث استخدمنا برنامج FUZZY MCDM/FUZZY AHP لحساب درجة اتساق المصفوفة ،أين قدرت ب 0.079، وهي قيمة محصورة بين 0و1، اذا درجة الاتساق مقبولة.

في نهاية هذه المرحلة، وباستخدام نفس البرنامج (FUZZY MCDM/FUZZY AHP)، تم الحصول على الأوزان النهائية المبهمة للمعايير مع احترام الهدف، أين قمنا بعدها باستخدام مركز الثقل لنزع الإبهام وإيجاد الوزن

النهائي، ثم عذلناه بالاستعانة ببرنامج Excel 2007، لنحصل على الأوزان النهائية المعدلة الموضحة في الجدول 09.

من النتائج المحصلة نلاحظ أن معيار تكاليف البرمجيات وتكاليف المعدات والربح والمخاطرة هي المعايير التي تحظا بأكبر قدر من الأهمية والاهتمام في عملية التقييم المقدمة من متخذي القرار.

2-2- مقارنة البدائل المختلفة مع احترام كل معيار على حدا :

في مرحلة ثانية، تمت مقارنة البدائل الموجودة مع احترام كل معيار على حدا، ثم حساب التفضيلات المرتبطة بالبدائل بالنسبة لكل معيار.

- **مقارنة البدائل (المشاريع) بالنسبة لمعيار تكاليف المعدات (C1) :**

هنا، وكما يوضحه الملحق 2، تم طرح مجموعة من الأسئلة على المنوال التالي: بكم تقدر الأهمية النسبية للمشروع Xi مقارنة بالمشروع Xj بالنظر لمعيار **تكاليف المعدات (C1)** ؟ حيث طلبنا من فريق الخبراء أن يصل إلى إجابة توافقية. يوضح الجدول 10 أدناه مصفوفة الأوزان المبهمة التي تحصلنا عليها.

بعد التأكد من اتساق المصفوفة، وباستخدام برنامج FUZZY MCDM/FUZZY AHP، وجدنا أن درجة الاتساق تقدر0.17، وهي قيمة محصورة بين 0و1، إذا هي نسبة مقبولة.

باستخدام برنامج FUZZY MCDM/FUZZY AHP تم الحصول على الأوزان النهائية المبهمة للمشايع مع احترام معيار تكاليف المعدات (C1) المدرجة في الجدول 11. بعد ذلك، استخدمنا مركز الثقل لنزع الإبهام ولإيجاد الوزن النهائي، ثم عذلناه بالاستعانة ببرنامج Excel 2007، لنحصل على الأوزان النهائية المعدلة.

الجدول 8: المصفوفة المقارنة المبهمة للمعايير مع بعضها باحترام الهدف

المعايير	C1	C2	C3	C4	B	R	T1	T2	S1	S2
C1	(1.1.1)	(1.1.1)	(2.3.4)	(2.3.4)	(1.2.3)	(1.2.3)	(2.3.4)	(3.4.5)	(2.3.4)	(2.3.4)
C2	(1.1.1)	(1.1.1)	(2.3.4)	(2.3.4)	(1.2.3)	(1.2.3)	(2.3.4)	(3.4.5)	(2.3.4)	(2.3.4)
C3	(1/4.1/3.1/2)	(1/4.1/3.1/2)	(1.1.1)	(1.2.3)	(1/3.1/2.1)	(1/4.1/3.1/2)	(1.2.3)	(2.3.4)	(2.3.4)	(2.3.4)
C4	(1/4.1/3.1/2)	(1/4.1/3.1/2)	(1/3.1/2.1)	(1.1.1)	(1/3.1/2.1)	(1/4.1/3.1/2)	(2.3.4)	(1.2.3)	(2.3.4)	(2.3.4)
B	(1/3.1/2.1)	(1/3.1/2.1)	(1.2.3)	(1.2.3)	(1.1.1)	(1.2.3)	(1.2.3)	(2.3.4)	(3.4.5)	(3.4.5)
R	(1/3.1/2.1)	(1/3.1/2.1)	(2.3.4)	(2.3.4)	(1/3.1/2.1)	(1.1.1)	(1.2.3)	(2.3.4)	(3.4.5)	(3.4.5)
T1	(1/4.1/3.1/2)	(1/4.1/3.1/2)	(1/3.1/2.1)	(1/4.1/3.1/2)	(1/3.1/2.1)	(1/3.1/2.1)	(1.1.1)	(1.2.3)	(2.3.4)	(2.3.4)
T2	(1/5.1/4.1/3)	(1/5.1/4.1/3)	(1/4.1/3.1/2)	(1/3.1/2.1)	(1/4.1/3.1/2)	(1/4.1/3.1/2)	(1/3.1/2.1)	(1.1.1)	(3.4.5)	(3.4.5)
S1	(1/4.1/3.1/2)	(1/4.1/3.1/2)	(1/4.1/3.1/2)	(1/4.1/3.1/2)	(1/5.1/4.1/3)	(1/5.1/4.1/3)	(1/4.1/3.1/2)	(1/4.1/3.1/2)	(1.1.1)	(1/3.1/2.1)
S2	(1/4.1/3.1/2)	(1/4.1/3.1/2)	(1/4.1/3.1/2)	(1/4.1/3.1/2)	(1/5.1/4.1/3)	(1/5.1/4.1/3)	(1/4.1/3.1/2)	(1/4.1/3.1/2)	(1.2.3)	(1.1.1)

المصدر: من اعداد الطالبة

الجدول 9: نتائج المقارنة المبهمة للمعايير مع احترام الهدف

المعايير	Lowe (l)	Medium(m)	Upper(u)	COG= ∑(l+m+u)/3	القيم النهائية المعدلة
C1	0,169	0,19	0,19	0,183	**0,18429003**
C2	0,169	0,19	0,19	0,183	**0,18429003**
C3	0,078	0,089	0,1	0,089	**0,08962739**
C4	0,07	0,078	0,089	0,079	**0,0795569**
B	0,115	0,141	0,16	0,13866667	**0,13964418**
R	0,118	0,133	0,151	0,134	**0,13494461**
T1	0,058	0,065	0,078	0,067	**0,06747231**
T2	0,051	0,052	0,058	0,05366667	**0,05404498**
S1	0,03	0,03	0,033	0,031	**0,03121853**
S2	0,033	0,034	0,037	0,03466667	**0,03491104**
المجموع	--------	---------	---------	0.993	**01**

المصدر: من اعداد الطالبة

الجدول 10: مصفوفة المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار تكاليف المعدات (C1)

C1	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
X1	(1.1.1)	(1.2.3)	(4.5.6)	(4.5. 6)	(3.4.5)	(2.3.4)	(1/5.1/4 .1/3)	(1/4.1/3.1/2)	(1/3.1/2.1)	(1/6.1/5.1/4)
X2	(1/3.1/2. 1)	(1.1.1)	(4.5.6)	(3.4. 5)	(2.3.4)	(1.2.3)	(1/6.1/5 .1/4)	(1/5.1/4.1/3)	(1/4.1/3.1/2)	(1/6.1/5.1/4)
X3	(1/6.1/5. 1/4)	(1/6.1/5. 1/4)	(1.1.1)	(1/3. 1/2.1)	(1/4.1/3.1/2)	(1/4.1/3. 1/2)	(1/8.1/7. 1/6)	(1/8.1/7.1/6)	(1/7.1/6.1/5)	(1/9.1/9.1/8)
X4	(1/6.1/5. 1/4)	(1/5.1/4 .1/3)	(1.2.3)	(1.1. 1)	(1/3.1/2.1)	(1/4.1/3.1/2)	(1/8.1/7 .1/6)	(1/7.1/6.1/5)	(1/7.1/6.1/5)	(1/8.1/7.1/6)
X5	(1/5.1/4. 1/3)	(1/4.1/3.1/2)	(2.3.4)	(1.2. 3)	(1.1.1)	(1/3.1/2 .1)	(1/7.1/6 .1/5)	1/5	(1/6.1/5.1/4)	(1/7.1/6.1/5)
X6	(1/4.1/3.1/2)	(1/3.1/2. 1)	(2.3.4)	(2.3 .4)	(1.2.3)	(1.1.1)	(1/6.1/5. 1/4)	(1/5.1/4.1/3)	(1/4.1/3. 1/2)	(1/6.1/5.1/4)
X7	(3.4.5)	(4.5.6)	(6.7.8)	(6.7 .8)	(5.6.7)	(4.5.6)	(1.1.1)	(1.2.3)	(2.3.4)	(1/3.1/2.1)
X8	(2.3.4)	(3.4.5)	(6.7.8)	(5.6 .7)	(4.5.6)	(3.4.5)	(1/3.1/2. 1)	(1.1.1)	(1.2.3)	(1/4.1/3.1/2)
X9	(1.2.3)	(2.3.4)	(5.6.7)	(5.6. 7)	(4.5.6)	(2.3.4)	(1/4.1/3.1/2)	(1/3.1/2.1)	(1.1.1)	(1/5.1/4.1/3)
X10	(1.1.1)	(4.5.6)	(8.9.9)	(6.7. 8)	(5.6.7)	(4.5.6)	(1.2.3)	(2.3.4)	(3.4.5)	(1.1.1)

المصدر: من اعداد الطالبة

الجدول11 : نتائج المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار تكاليف المعدات (C1)

المشاريع	Lowe (l)	Medium(m)	Upper(u)	COG=∑(l+m+u)/3	القيم النهائية المعدلة
X1	0,071	0,08	0,089	0,08	**0,08056395**
X2	0,052	0,058	0,065	0,05833333	**0,05874455**
X3	0,017	0,017	0,018	0,01733333	**0,01745552**
X4	0,02	0,021	0,023	0,02133333	**0,02148372**
X5	0,027	0,03	0,034	0,03033333	**0,03054716**
X6	0,038	0,043	0,05	0,04366667	**0,04397449**
X7	0,193	0,212	0,227	0,21066667	**0,21215173**
X8	0,136	0,153	0,169	0,15266667	**0,15374287**
X9	0,098	0,111	0,124	0,111	**0,11178248**
X10	0,255	0,274	0,274	0,26766667	**0,26955354**
المجموع	---------	---------	----------	0.993	**01**

المصدر: من اعداد الطالبة

- **مقارنة البدائل(المشاريع) بالنسبة لمعيار تكاليف البرمجيات (C2)؟**

اتبعنا نفس المراحل المعتمدة مع المعيار السابق لمقارنة المشاريع بالنسبة لمعيار تكاليف البرمجيات (C2). حيث طرحت على فريق الخبراء مجموعة من الأسئلة على النحو التالي: بكم تقدر الأهمية النسبية للمشروع Xi مقارنة بالمشروع Xj بالنظر لمعيار **تكاليف البرمجيات (C2)** ؟ يوضح الجدول 12 أدناه مصفوفة الأوزان المبهمة التي تحصلنا عليها.

تميزت المصفوفة بالاتساق، إذ أن درجة الاتساق قدرت بـ 0.092، وهي نسبة تتراوح بين 0 و 1. باستخدام برنامج Fuzzy MCDM/FUZZY AHP، تم الحصول على الأوزان النهائية المبهمة للمشايع مع احترام معيار **تكاليف البرمجيات (C2)** الموضحة في الجدول 13. حيث استخدمنا مركز الثقل لنزع الإبهام و لإيجاد الوزن النهائي، ثم عذلناه بالاستعانة ببرنامج Excel 2007، لنحصل على الأوزان النهائية المعدلة.

- **مقارنة البدائل(المشاريع) بالنسبة لمعيار التكاليف الأخرى (C3)** :

بالنسبة لمعيار التكاليف الأخرى، وباستخدام نفس المنهجية المتبعة مع المعايير السابقة، تم بناء مصفوفة الأوزان المبهمة الموضحة في الجدول 14. تميزت المصفوفة بالاتساق، إذ أن درجة الاتساق قدرت بـ 0.083، وهي نسبة تتراوح بين 0 و1.

باستخدام برنامج FUZZY MCDM/FUZZY AHP، تم الحصول على الأوزان النهائية المبهمة للمشايع مع احترام معيار **التكاليف الأخرى (C3)** الموضحة في الجدول 15. حيث استخدمنا مركز الثقل لنزع الإبهام و لإيجاد الوزن النهائي، ثم عذلناه بالاستعانة ببرنامج Excel 2007، لنحصل على الأوزان النهائية المعدلة.

الجدول12 : مصفوفة المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار تكاليف البرمجيات (C2)

C2	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
X1	(1.1.1)	(1/8.1/7.1/6)	(1.1.1)	(1/4.1/3.1/2)	(1/9.1/9.1/8)	(1/6.1/5.1/4)	(1.1. 1)	(1/6.1/5.1/4)	(1/3. 1/2.1)	(1/3. 1/2.1)
X2	(6.7.8)	(1.1.1)	(6.7.8)	(2.3.4)	(1/3.1/2.1)	(2.3.4)	(6.7 .8)	(1.2.3)	(4.5. 6)	(4.5. 6)
X3	(1.1.1)	(1/8.1/7.1/6)	(1.1.1)	(1/4.1/3.1/2)	(1/9.1/9.1/8)	(1/6.1/5.1/4)	(1.1. 1)	(1/6.1/5.1/4)	(1/3 .1/2.1)	(1/3. 1/2.1)
X4	(2.3. 4)	(1/4.1/3.1/2)	(2.3.4)	(1.1.1)	(1/6.1/5.1/4)	(1/3.1/2.1)	(2.3. 4)	(1/4.1/3.1/2)	(1.2.3)	(1.2.3)
X5	(8.9. 9)	(1.2.3)	(8.9.9)	(4.5.6)	(1.1.1)	(4.5.6)	(8.9 .9)	(2.3.4)	(6.7.8)	(6.7.8)
X6	(4.5 .6)	(1/4.1/3.1/2)	(4.5.6)	(1.2.3)	(1/6.1/5.1/4)	(1.1.1)	(4.5 .6)	(1/3.1/2.1)	(2.3.4)	(2.3.4)
X7	(1.1. 1)	(1/8.1/7.1/6)	(1.1.1)	(1/4.1/3.1/2)	(1/9.1/9.1/8)	(1/6.1/5.1/4)	(1.1. 1)	(1/6.1/5.1/4)	(1/3. 1/2.1)	(1/3. 1/2.1)
X8	(4.5.6)	(1/3.1/2.1)	(4.5.6)	(2.3.4)	(1/4.1/3.1/2)	(1.2.3)	(4.5.6)	(1.1.1)	(3.4.5)	(3.4.5)
X9	(1.2.3)	(1/6.1/5.1/4)	(1.2.3)	(1/3.1/2.1)	(1/8.1/7.1/6)	(1/4.1/3.1/2)	(1.2.3)	(1/5.1/4.1/3)	(1.1.1)	(1/6.1/5.1/4)
X10	(1.2.3)	(1/6.1/5.1/4)	(1.2.3)	(1/3.1/2.1)	(1/8.1/7.1/6)	(1/4.1/3.1/2)	(1.2.3)	(1/5.1/4.1/3)	(4.5.6)	(1.1.1)

المصدر: من اعداد الطالبة

الجدول13: نتائج المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار تكاليف البرمجيات (C2)

المشاريع	Lowe (l)	Medium(m)	Upper(u)	COG=∑(l+m+u)/3
X1	0,025	0,025	0,028	**0,02597403**
X2	0,184	0,207	0,232	**0,20745921**
X3	0,026	0,026	0,03	**0,02730603**
X4	0,051	0,066	0,082	**0,06626707**
X5	0,298	0,317	0,317	**0,31035631**
X6	0,09	0,104	0,121	**0,1048951**
X7	0,025	0,025	0,028	**0,02597403**
X8	0,125	0,144	0,167	**0,14518815**
X9	0,03	0,036	0,043	**0,03629704**
X10	0,041	0,05	0,06	**0,05028305**
المجموع	---------	---------	----------	**1**

المصدر: من اعداد الطالبة

الجدول14 : مصفوفة المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار التكاليف الأخرى (C3)

C3	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
X1	(1.1.1)	(6.7.8)	(1/9.1/9.1/8)	(2.3.4)	(8.9.9)	(4.5.6)	(1/9.1/9.1/8)	(4.5.6)	(1.2.3)	(1.2.3)
X2	(1/8.1/7.1/6)	(1.1.1)	(1/8.1/7.1/6)	(1/4.1/3.1/2)	(1.2.3)	(1/4.1/3.1/2)	(1/8.1/7.1/6)	(1/3.1/2.1)	(1/6.1/5.1/4)	(1/6.1/5.1/4)
X3	(1.1.1)	(6.7.8)	(1.1.1)	(2.3.4)	(8.9.9)	(4.5.6)	(1.1.1)	(4.5.6)	(1.2.3)	(1.2.3)
X4	(1/4.1/3.1/2)	(2.3.4)	(1/4.1/3.1/2)	(1.1.1)	(4.5.6)	(1.2.3)	(1/4.1/3.1/2)	(2.3.4)	(1/3.1/2.1)	(1/3.1/2.1)
X5	(1/9.1/9.1/8)	(1/3.1/2.1)	(1/9.1/9.1/8)	(1/6.1/5 .1/4)	(1.1.1)	(1/6.1/5.1/4)	(1/9.1/9.1/8)	(1/4.1/3. 1/2)	(1/8.1/7.1/6)	(1/8.1/7.1/6)
X6	(1/6.1/5.1/4)	(2.3.4)	(1/6.1/5.1/4)	(1/3.1/2.1)	(4.5.6)	(1.1.1)	(1/6.1/5.1/4)	(1.2.3)	(1/4.1/3.1/2)	(1/4.1/3.1/2)
X7	(1.1.1)	(6.7.8)	(1.1.1)	(2.3.4)	(8.9.9)	(4.5.6)	(1.1.1)	(4.5.6)	(1.2.3)	(1.2.3)
X8	(1/6.1/5.1/4)	(1.2.3)	(1/6.1/5.1/4)	(1/4.1/3. 1/2)	(2.3.4)	(1/3.1/2.1)	(1/6.1/5.1/4)	(1.1.1)	(1/5.1/4.1/3)	(1/5.1/4.1/3)
X9	(1/3.1/2.1)	(4.5.6)	(1/3.1/2.1)	(1.2.3)	(6.7.8)	(2.3.4)	(1/3.1/2.1)	(3.4.5)	(1.1.1)	(1.1.1)
X10	(1/3.1/2.1)	(4.5.6)	(1/3.1/2.1)	(1.2.3)	(6.7.8)	(2.3.4)	(1/3.1/2.1)	(3.4.5)	(1.1.1)	(1.1.1)

المصدر: من اعداد الطالبة

الجدول15 : نتائج المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار التكاليف الأخرى (C3)

المشاريع	Lowe (l)	Medium(m)	Upper(u)	COG=∑(l+m+u)/3	القيم النهائية المعدلة
X1	0,172	0,193	0,193	0,186	**0,18940937**
X2	0,021	0,023	0,026	0,02333333	**0,02376103**
X3	0,172	0,193	0,193	0,186	**0,18940937**
X4	0,058	0,071	0,088	0,07233333	**0,0736592**
X5	0,015	0,015	0,016	0,01533333	**0,01561439**
X6	0,04	0,047	0,054	0,047	**0,04786151**
X7	0,172	0,193	0,193	0,186	**0,18940937**
X8	0,029	0,034	0,039	0,034	**0,03462322**
X9	0,097	0,115	0,136	0,116	**0,11812627**
X10	0,097	0,115	0,136	0,116	**0,11812627**
المجموع	-------	----------	---------	0,982	**1**

المصدر: من اعداد الطالبة

- **مقارنة البدائل(المشاريع) بالنسبة لمعيار تكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية اللازمة (C4):**

بالنسبة لمعيار التكاليف الأخرى، وباستخدام نفس المنهجية المتبعة مع المعايير السابقة، تم طرح الأسئلة الموضحة في الملحق 2 على فريق الخبراء. وعلى اثر الوصول إلى تقييم توافقي، تم بناء مصفوفة الأوزان المبهمة الموضحة في الجدول 16. تميزت المصفوفة بالاتساق، إذ أن درجة الاتساق قدرت بـ 0.273، وهي نسبة تتراوح بين 0 و1.

باستخدام برنامج FUZZY MCDM/FUZZY AHP، تم الحصول على الأوزان النهائية المبهمة للمشايع مع احترام معيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية اللازمة (C4) وهذا ما هو موضح في الجدول17. أين قمنا بعدها باستخدام مركز الثقل لنزع الإبهام ولإيجاد الوزن النهائي، ثم عذلناه بالاستعانة ببرنامج Excel 2007، لنحصل على الأوزان النهائية المعدلة.

- **مقارنة البدائل (المشاريع) بالنسبة لمعيار الربح B:**

بالنسة لمعيار الربح، طرحت مجموعة من الأسئلة على فريق الخبراء، على النحو التالي: بكم تقدر الأهمية النسبية للمشروع Xi مقارنة بالمشروع Xj بالنظر لمعيار الربح ؟ حيث أسفرت العملية عن تشكيل مصفوفة الأوزان المبهمة المعروضة في الجدول 18. تميزت هذه المصفوفة بالاتساق، إذ أن درجة الاتساق قدرت بـ 0.247، وهي قيمة تتراوح بين 0 و1.

وعليه، فقد تم الحصول على الأوزان النهائية المبهمة للمشايع مع احترام معيار **الربح(B)** المدرجة في الجدول 19. أين قمنا بعدها باستخدام مركز الثقل لنزع الإبهام ولإيجاد الوزن النهائي، ثم عذلناه بالاستعانة ببرنامج Excel 2007، لنحصل على الأوزان النهائية المعدلة.

الجدول16 : مصفوفة المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية اللازمة (C4)

C4	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
X1	(1.1.1)	(1/3.1/2.1)	(1/6.1/5.1/4)	(1/6.1/5.1/4)	(1/5.1/4.1/3)	(1/4.1/3.1/2)	(3.4.5)	(2.3.4)	(1.2.3)	(1.1.1)
X2	(1.2.3)	(1.1.1)	(1/6.1/5.1/4)	(1/5.1/4.1/3)	(1/4.1/3.1/2)	(1/3.1/2. 1)	(4.5.6)	(3.4.5)	(2.3.4)	(4.5.6)
X3	(4.5.6)	(4.5.6)	(1.1.1)	(1.2.3)	(2.3.4)	(2.3.4)	(6.7.8)	(6.7.8)	(5.6.7)	(8.9.9)
X4	(4.5.6)	(3.4.5)	(1/3.1/2. 1)	(1.1.1)	(1.2.3)	(2.3.4)	(6.7.8)	(5.6.7)	(5.6.7)	(6.7.8)
X5	(3.4.5)	(2.3.4)	(1/4.1/3.1/2)	(1/3.1/2.1)	(1.1.1)	(1.2.3)	(5.6.7)	(4.5.6)	(4.5.6)	(5.6.7)
X6	(2.3.4)	(1.2.3)	(1/4.1/3.1/2)	(1/4.1/3.1/2)	(1/3.1/2.1)	(1.1.1)	(4.5.6)	(3.4.5)	(2.3.4)	(4.5.6)
X7	(1/5.1/4.1/3)	(1/6.1/5.1/4)	(1/8.1/7.1/6)	(1/8.1/7.1/6)	(1/7.1/6.1/5)	(1/6.1/5.1/4)	(1.1.1)	(1/3.1/2.1)	(1/4.1/3.1/2)	(1.2.3)
X8	(1/4.1/3.1/2)	(1/5.1/4.1/3)	(1/8.1/7.1/6)	(1/7.1/6.1/5)	(1/6.1/5.1/4)	(1/5.1/4.1/3)	(1.2.3)	(1.1.1)	(1/3.1/2.1)	(2.3.4)
X9	(1/3.1/2.1)	(1/4.1/3.1/2)	(1/7.1/6.1/5)	(1/7.1/6.1/5)	(1/6.1/5.1/4)	(1/4.1/3.1/2)	(2.3.4)	(1.2.3)	(1.1.1)	(3.4.5)
X10	(1.1.1)	(1/6.1/5.1/4)	(1/9.1/9.1/8)	(1/8.1/7.1/6)	(1/7.1/6.1/5)	(1/6.1/5.1/4)	(1/3.1/2.1)	(1/4.1/3.1/2)	(1/5.1/4.1/3)	(1.1.1)

المصدر: من اعداد الطالبة

الجدول17 : نتائج المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية اللازمة (C4)

المشاريع	Lowe (l)	Medium(m)	Upper(u)	COG=∑(l+m+u)/3	القيم النهائية المعدلة
X1	0,042	0,049	0,057	0,04933333	**0,04976463**
X2	0,067	0,08	0,094	0,08033333	**0,08103564**
X3	0,24	0,276	0,289	0,26833333	**0,27067922**
X4	0,186	0,217	0,241	0,21466667	**0,21654338**
X5	0,13	0,154	0,177	0,15366667	**0,15501009**
X6	0,088	0,108	0,129	0,10833333	**0,10928043**
X7	0,015	0,015	0,016	0,01533333	**0,01546738**
X8	0,023	0,025	0,027	0,025	**0,02521856**
X9	0,035	0,039	0,044	0,03933333	**0,0396772**
X10	0,037	0,037	0,037	0,037	**0,03732347**
المجموع	--------	---------	----------	0,99133333	**1**

المصدر: من اعداد الطالبة

الجدول18 : مصفوفة المقارنة المبهمة للمشاريع مع احترام معيار الربح(B)

B	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
X1	(1.1.1)	(2.3.4)	(1/6.1/5 .1/4)	(4.5.6)	(1/5.1/4. 1/3)	(1/4.1/3. 1/2)	(1/3.1/2. 1)	(4.5.6)	(4.5.6)	(1.2.3)
X2	(1/4.1/3. 1/2)	(1.1.1)	(1/8.1/7. 1/6)	(3.4.5)	(1/8.1/7. 1/6)	(1/8.1/7. 1/6)	(1/6.1/5 .1/4)	(2.3.4)	(1.2.3)	(1/3.1/2 .1)
X3	(4.5.6)	(6.7.8)	(1.1.1)	(6.7.8)	(2.3.4)	(3.4.5)	(3.4.5)	(6.7.8)	(6.7.8)	(4.5.6)
X4	(1/6.1/5 .1/4)	(1/5.1/4. 1/3)	(1/9.1/9. 1/8)	(1.1.1)	(1/8.1/7. 1/6)	(1/8.1/7. 1/6)	(1/6.1/5 .1/4)	(1/3.1/2. 1)	(1/4.1/3. 1/2)	1/5
X5	(3.4.5)	(6.7.8)	(1/4.1/3. 1/2)	(6.7.8)	(1.1.1)	(1.2.3)	(1.2.3)	(6.7.8)	(6.7.8)	(4.5.6)
X6	(2.3.4)	(6.7.8)	(1/5.1/4. 1/3)	(6.7.8)	(1/3.1/2. 1)	(1.1.1)	(1.2.3)	(6.7.8)	(6.7.8)	(4.5.6)
X7	(1.2.3)	(4.5.6)	(1/5.1/4. 1/3)	(4.5.6)	(1/3.1/2. 1)	(1/3.1/2. 1)	(1.1.1)	(4.5.6)	(4.5.6)	(2.3.4)
X8	(1/6.1/5 .1/4)	(1/4.1/3. 1/2)	(1/8.1/7. 1/6)	(1.2.3)	(1/8.1/7. 1/6)	(1/8.1/7. 1/6)	(1/6.1/5 .1/4)	(1.1.1)	(1/3.1/2. 1)	(1/5.1/4. 1/3)
X9	(1/6.1/5 .1/4)	(1/3.1/2. 1)	(1/8.1/7. 1/6)	(2.3.4)	(1/8.1/7. 1/6)	(1/8.1/7. 1/6)	(1/6.1/5 .1/4)	(1.2.3)	(1.1.1)	(1/4.1/3. 1/2)
X10	(1/3.1/2. 1)	(1.2.3)	(1/6.1/5 .1/4)	(4.5.6)	(1/6.1/5 .1/4)	(1/6.1/5 .1/4)	(1/4.1/3. 1/2)	(3.4.5)	(2.3.4)	(1.1.1)

المصدر: من اعداد الطالبة

الجدول19 : نتائج المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام الربح (B)

المشاريع	Lowe (l)	Medium(m)	Upper(u)	COG=∑(l+m+u)/3	القيم النهائية المعدلة
X1	0,071	0,079	0,089	0,07966667	**0,07953411**
X2	0,033	0,036	0,04	0,03633333	**0,03627288**
X3	0,286	0,291	0,291	0,28933333	**0,28885191**
X4	0,016	0,016	0,018	0,01666667	**0,01663894**
X5	0,181	0,199	0,21	0,19666667	**0,19633943**
X6	0,152	0,163	0,176	0,16366667	**0,16339434**
X7	0,101	0,113	0,131	0,115	**0,11480865**
X8	0,02	0,021	0,023	0,02133333	**0,02129784**
X9	0,025	0,027	0,03	0,02733333	**0,02728785**
X10	0,05	0,055	0,062	0,05566667	**0,05557404**
المجموع	-------	---------	---------	1,00166667	**1**

المصدر: من اعداد الطالبة

- **مقارنة البدائل(المشاريع) بالنسبة لمعيار المخاطرة (R):**

من أجل تحديد الأوزان النهائية المبهمة للمشايع مع احترام **معيار المخاطرة**، طرحت مجموعة من الأسئلة على فريق الخبراء، على النحو التالي: بكم تقدر الأهمية النسبية للمشروع Xi مقارنة بالمشروع Xj بالنظر لمعيار **المخاطرة (R)**؟ حيث أسفرت العملية عن تشكيل مصفوفة الأوزان المبهمة المعروضة في الجدول 20. تميزت هذه المصفوفة بالاتساق، إذ أن درجة الاتساق – التي قدرت بـ 0.059 - تراوحت بين 0 و1.

بعد ذلك، و باستخدام برنامج FUZZY MCDM/FUZZY AHP، تم الحصول على الأوزان النهائية المبهمة للمشايع مع بالنظر لمعيار المخاطرة (R). ثم استخدمنا مركز الثقل لنزع الإبهام ولإيجاد الوزن النهائي؛ وأخيرا، عدلنا هذه الأوزان بالاستعانة ببرنامج Excel 2007، لنحصل على الأوزان النهائية المعدلة المردجة في الجدول 21.

- **مقارنة البدائل(المشاريع) بالنسبة لمعيار وقت التنفيذ (T1)**

بالنسبة لمعيار الوقت اللازم التنفيذ، وشأنه شأن بقية المعايير، تم طرح مجموعة من الأسئلة على المنوال التالي: بكم تقدر الأهمية النسبية للمشروع Xi مقارنة بالمشروع Xj بالنظر لمعيار الوقت اللازم للتنفيذ المشروع؟ حيث طلبنا من فريق الخبراء أن يصل إلى إجابة توافقية. يوضح الجدول 22 أدناه مصفوفة الأوزان المبهمة التي تحصلنا عليها. هذه الأخيرة تتميز بدرجة متسقة، إذ أن درحة اتساقها، والمقدرة بـ0.201، محصورة بين 0و1.

باستخدام برنامج FUZZY MCDM/FUZZY AHP، تم الحصول على الأوزان النهائية المبهمة (المبهمة) للمشايع بالنظر لمعيار الوقت اللازم للتنفيذ المشروع الموضحة في الجدول 23. بعد ذلك، استخدمنا مركز الثقل لنزع الإبهام ولإيجاد الوزن النهائي، ثم عذلناه بالاستعانة ببرنامج Excel 2007، لنحصل على الأوزان النهائية المعدلة.

الجدول20 : مصفوفة المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار المخاطرة (R)

R	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
X1	(1.1.1)	(1.1.1)	(1.2.3)	(1.1.1)	(1/3.1/2. 1)	(1/3.1/2. 1)	(1.1.1)	(1.1.1)	(1/3.1/2. 1)	(1/3.1/2. 1)
X2	(1.1.1)	(1.1.1)	(1.2.3)	(1.1.1)	(1/3.1/2. 1)	(1/3.1/2. 1)	(1.1.1)	(1.1.1)	(1/3.1/2. 1)	(1/3.1/2. 1)
X3	(1/3.1/2. 1)	(1/3.1/2. 1)	(1.1.1)	(1/3.1/2. 1)	(1/4.1/3 .1/2)	(1/4.1/3 .1/2)	(1/3.1/2. 1)	(1/3.1/2. 1)	(1/4.1/3 .1/2)	(1/4.1/3 .1/2)
X4	(1.1.1)	(1.1.1)	(1.2.3)	(1.1.1)	(1/3.1/2. 1)	(1/5.1/4 .1/3)	(1.1.1)	(1.1.1)	(1/3.1/2. 1)	(1/3.1/2. 1)
X5	(1.2.3)	(1.2.3)	(2.3.4)	(1.2.3)	(1.1.1)	(1.1.1)	(1.2.3)	(1.2.3)	(1.1.1)	(1.1.1)
X6	(1.2.3)	(1.2.3)	(2.3.4)	(3.4.5)	(1.1.1)	(1.1.1)	(1.2.3)	(1.2.3)	(1.1.1)	(1.1.1)
X7	(1.1.1)	(1.1.1)	(1.2.3)	(1.1.1)	(1/3.1/2. 1)	(1/3.1/2. 1)	(1.1.1)	(1.1.1)	(1/3.1/2. 1)	(1/3.1/2. 1)
X8	(1.1.1)	(1.1.1)	(1.2.3)	(1.1.1)	(1/3.1/2. 1)	(1/3.1/2. 1)	(1.1.1)	(1.1.1)	(1/3.1/2. 1)	(1/3.1/2. 1)
X9	(1.2.3)	(1.2.3)	(2.3.4)	(1.2.3)	(1.1.1)	(1.1.1)	(1.2.3)	(1.2.3)	(1.1.1)	(1.1.1)
X10	(1.2.3)	(1.2.3)	(2.3.4)	(1.2.3)	(1.1.1)	(1.1.1)	(1.2.3)	(1.2.3)	(1.1.1)	(1.1.1)

المصدر: من اعداد الطالبة

الجدول21 : نتائج المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار المخاطرة (R)

المشاريع	Lowe (l)	Medium(m)	Upper(u)	COG=∑(l+m+u)/3	القيم النهائية المعدلة
X1	0,069	0,075	0,086	0,07666667	**0,078125**
X2	0,069	0,075	0,086	0,07666667	**0,078125**
X3	0,036	0,042	0,059	0,04566667	**0,04653533**
X4	0,066	0,07	0,077	0,071	**0,07235054**
X5	0,115	0,146	0,154	0,13833333	**0,14096467**
X6	0,129	0,157	0,162	0,14933333	**0,15217391**
X7	0,086	0,086	0,086	0,086	**0,08763587**
X8	0,069	0,075	0,086	0,07666667	**0,078125**
X9	0,103	0,127	0,138	0,12266667	**0,125**
X10	0,115	0,146	0,154	0,13833333	**0,14096467**
المجموع	-------	----------	---------	0,98133333	**1**

المصدر: من اعداد الطالبة

الجدول22 : مصفوفة المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار وقت التنفيذ (T1)

T1	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
X1	(1.1.1)	(1/3.1/2. 1)	(4.5.6)	(1.2.3)	(3.4.5)	(2.3.4)	(4.5.6)	(5.6.7)	(1/5.1/4 .1/3)	(1/4.1/3 .1/2)
X2	(1.2.3)	(1.1.1)	(2.3.4)	(4.5.6)	(3.4.5)	(3.4.5)	(4.5.6)	(6.7.8)	(1/4.1/3 .1/2)	(1/3.1/2. 1)
X3	(1/6.15. 1/4)	(1/4.1/3 .1/2)	(1.1.1)	(1/5.1/4 .1/3)	(1/3.1/2. 1)	(1/4.1/3 .1/2)	(1.2.3)	(2.3.4)	(1/7.1/6 .1/5)	(1/7.1/6 .1/5)
X4	(1/3.1/2. 1)	(1/6.15. 1/4)	(3.4.5)	(1.1.1)	(2.3.4)	(1.2.3)	(4.5.6)	(5.6.7)	(1/6.15. 1/4)	(1/5.1/4 .1/3)
X5	(1/5.1/4 .1/3)	(1/5.1/4 .1/3)	(1.2.3)	(1/4.1/3 .1/2)	(1.1.1)	(1/3.1/2. 1)	(2.3.4)	(3.4.5)	(1/6.15. 1/4)	(1/7.1/6 .1/5)
X6	(1/4.1/3 .1/2)	(1/5.1/4 .1/3)	(2.3.4)	(1/3.1/2. 1)	(1.2.3)	(1.1.1)	(3.4.5)	(4.5.6)	(1/7.1/6 .1/5)	(1/6.15. 1/4)
X7	(1/6.15. 1/4)	(1/6.15. 1/4)	(1/3.1/2. 1)	(1/5.1/4 .1/3)	(1/4.1/3 .1/2)	(1/4.1/3 .1/2)	(1.1.1)	(1.2.3)	(1/8.1/7 .1/6)	(1/7.1/6 .1/5)
X8	(1/7.1/6 .1/5)	(1/8.1/7 .1/6)	(1.1.1)	(1/7.1/6 .1/5)	(1/5.1/4 .1/3)	(1/6.15. 1/4)	(1/3.1/2. 1)	(1.1.1)	(1/9.1/9. 1/8)	(1/9.1/8. 1/7)
X9	(3.4.5)	(1/4.1/3 .1/2)	(5.6.7)	(4.5.6)	(4.5.6)	(5.6.7)	(6.7.8)	(8.9.9)	(1.1.1)	(1.2.3)
X10	(2.3.4)	(1.2.3)	(5.6.7)	(3.4.5)	(5.6.7)	(4.5.6)	(5.6.7)	(7.8.9)	(1/3.1/2. 1)	(1.1.1)

المصدر: من اعداد الطالبة

الجدول23 : نتائج المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار وقت التنفيذ (T1)

المشاريع	Lowe (l)	Medium(m)	Upper(u)	COG=∑(l+m+u)/3	القيم النهائية المعدلة
X1	0,098	0,112	0,125	0,11166667	**0,12303511**
X2	0,131	0,15	0,166	0,149	**0,16416924**
X3	0,028	0,031	0,036	0,03166667	**0,03489055**
X4	0,069	0,077	0,085	0,077	**0,08483914**
X5	0,037	0,042	0,048	0,04233333	**0,04664316**
X6	0,05	0,057	0,064	0,057	**0,062803**
X7	0,021	0,022	0,025	0,02266667	**0,02497429**
X8	0,016	0,016	0,017	0,01633333	**0,01799618**
X9	0,256	0,278	0,0278	0,18726667	**0,20633172**
X10	0,194	0,215	0,229	0,21266667	**0,23431761**
المجموع	-------	---------	--------	0,9076	**1**

المصدر: من اعداد الطالبة

- **مقارنة البدائل(المشاريع) بالنسبة لمعيار الوقت اللازم للتكوين (T2) :**

وفيما يتعلق بمعيار الوقت اللازم للتكوين (T2)، طرحنا مجموعة من الأسئلة على فريق الخبراء، على النحو التالي: بكم تقدر الأهمية النسبية للمشروع Xi مقارنة بالمشروع Xj بالنظر لمعيار الوقت اللازم للتكوين؟ حيث طلبنا من أعضاء فريق الخبراء أن يحددوا بطريقة توافقية، وباستعمال سلم القيم المبهمة (الجدول 04، الفصل 03، ص101) الأهمية النسبية لكل معيار مقارنة بالمعايير الأخرى.

أسفرت هذه العملية عن تشكيل مصفوفة الأوزان المبهمة المعروضة في الجدول 24. تميزت هذه الأخيرة بالاتساق، إذ أن درجة الاتساق – التي قدرت بـ 0.156 - تراوحت بين 0 و1.

بعد ذلك، و باستعانة برنامج FUZZY MCDM/FUZZY AHP، تم الحصول على الأوزان النهائية المبهمة للمشايع بالنظر لمعيار الوقت اللازم للتكوين. ثم استخدمنا مركز الثقل لنزع الإبهام ولإيجاد الوزن النهائي؛ وعدلنا هذه الأوزان باتخدام Excel 2007، لنحصل على الأوزان النهائية المعدلة المردجة في الجدول 25.

- **مقارنة البدائل(المشاريع) بالنسبة لمعيار تفضيلات المستخدمين (S1):**

وبخصوص معيار تفضيلات المستخدمين (S1)، طرحنا مجموعة من الأسئلة على فريق الخبراء، على النحو التالي: بكم تقدر الأهمية النسبية للمشروع Xi مقارنة بالمشروع Xj بالنظر لمعيار تفضيلات المستخدمين ؟ ثم شكلنا مصفوفة الأوزان المبهمة المعروضة في الجدول 26 باتباع نفس المنهجية المستعملة مع المعايير السابقة. تميزت هذه المصفوفة بالاتساق، إذ أن درجة الاتساق قدرت بـ 0.219 .

بعد ذلك، و باستعانة برنامج FUZZY MCDM/FUZZY AHP، تم الحصول على الأوزان النهائية المبهمة للمشايع بالنظر لمعيار تفضيلات المستخدمين (S1)، ثم استخدمنا مركز الثقل لنزع الإبهام ولإيجاد الوزن النهائي؛ وعدلنا هذه الأوزان باتخدام Excel 2007، لنحصل على الأوزان النهائية المعدلة المردجة في الجدول 27.

الجدول24 : مصفوفة المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار الوقت اللازم للتكوين (T2)

T2	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
X1	(1.1.1)	(6.7.8)	(5.6.7)	(3.4.5)	(1.2.3)	(1/4.1/3.1/2)	(2.3.4)	(1/3.1/2. 1)	(3.4.5)	(4.5.6)
X2	(1/8.1/7.1/6)	(1.1.1)	(1/3.1/2. 1)	(1/5.1/4.1/3)	(1/6.1/5.1/4)	(1/9.1/9.1/8)	(1/6.1/5.1/4)	(1/8.1/7.1/6)	(1/4.1/3.1/2)	(1/4.1/3 .1/2)
X3	(1/7.1/6.1/5)	(1.2.3)	(1.1.1)	(1/5.1/4.1/3)	(1/7.1/6.1/5)	(1/8.1/7.1/6)	(1/6.1/5.1/4)	(1/8.1/7.1/6)	(1/4.1/3.1/2)	(1/3.1/2. 1)
X4	(1/5.1/4.1/3)	(3.4.5)	(3.4.5)	(1.1.1)	(1/4.1/3.1/2)	(1/6.1/5.1/4)	(1/3.1/2. 1)	(1/6.1/5.1/4)	(1.2.3)	(2.3.4)
X5	(1/3.1/2. 1)	(4.5.6)	(5.6.7)	(2.3.4)	(1.1.1)	(1/4.1/3.1/2)	(1.2.3)	(1/4.1/3.1/2)	(2.3.4)	(3.4.5)
X6	(2.3.4)	(8.9.9)	(6.7.8)	(4.5.6)	(2.3.4)	(1.1.1)	(4.5.6)	(1.2.3)	(5.6.7)	(6.7.8)
X7	(1/4.1/3.1/2)	(4.5.6)	(4.5.6)	(1.2.3)	(1/3.1/2. 1)	(1/6.1/5.1/4)	(1.1.1)	(1/5.1/4.1/3)	(2.3.4)	(3.4.5)
X8	(1.2.3)	(6.7.8)	(6.7.8)	(4.5.6)	(2.3.4)	(1/3.1/2. 1)	(3.4.5)	(1.1.1)	(4.5.6)	(5.6.7)
X9	(1/5.1/4.1/3)	(2.3.4)	(2.3.4)	(1/3.1/2. 1)	(1/4.1/3.1/2)	(1/7.1/6.1/5)	(1/4.1/3.1/2)	(1/6.1/5.1/4)	(1.1.1)	(1.2.3)
X10	(1/6.1/5.1/4)	(2.3.4)	(1.2.3)	(1/4.1/3.1/2)	(1/5.1/4.1/3)	(1/8.1/7.1/6)	(1/5.1/4.1/3)	(1/7.1/6.1/5)	(1/3.1/2. 1)	(1.1.1)

المصدر: من اعداد الطالبة

الجدول25 : نتائج المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار الوقت اللازم للتكوين (T2)

المشاريع	Lowe (l)	Medium(m)	Upper(u)	COG=∑(l+m+u)/3	القيم النهائية المعدلة
X1	0,137	0,153	0,168	0,15266667	**0,13275362**
X2	0,017	0,017	0,019	0,01766667	**0,01536232**
X3	0,02	0,021	0,023	0,02133333	**0,01855072**
X4	0,051	0,057	0,064	0,05733333	**0,04985507**
X5	0,099	0,112	0,127	0,26866667	**0,23362319**
X6	0,256	0,275	0,275	0,26866667	**0,23362319**
X7	0,072	0,08	0,089	0,08033333	**0,06985507**
X8	0,194	0,212	0,226	0,21066667	**0,18318841**
X9	0,037	0,042	0,049	0,04266667	**0,03710145**
X10	0,027	0,03	0,033	0,03	**0,02608696**
المجموع	----------	----------	----------	1,15	**1**

المصدر: من اعداد الطالبة

الجدول26 : مصفوفة المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار رضا المستخدمين (S1)

S1	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
X1	(1.1.1)	(1.2.3)	(1/3.1/2. 1)	(6.7.8)	(2.3.4)	(2.3.4)	(4.5.6)	(4.5.6)	(5.6.7)	(6.7.8)
X2	(1/3.1/2. 1)	(1.1.1)	(1/4.1/3.1/2)	(6.7.8)	(2.3.4)	(1.2.3)	(2.3.4)	(4.5.6)	(4.5.6)	(6.7.8)
X3	(1.2.3)	(2.3.4)	(1.1.1)	(8.9.9)	(4.5.6)	(2.3.4)	(4.5.6)	(6.7.8)	(6.7.8)	(8.9.9)
X4	(1/8.1/7.1/6)	(1/8.1/7.1/6)	(1/9.1/9.1/8)	(1.1.1)	(1/6.1/5.1/4)	(1/6.1/5.1/4)	(1/4.1/3.1/2)	(1/4.1/3.1/2)	(1/3.1/2. 1)	(1.2.3)
X5	(1/4.1/3.1/2)	(1/4.1/3.1/2)	(1/6.1/5.1/4)	(4.5.6)	(1.1.1)	(1/3.1/2. 1)	(1.2.3)	(2.3.4)	(4.5.6)	(6.7.8)
X6	(1/4.1/3.1/2)	½	(1/4.1/3.1/2)	(4.5.6)	(1.2.3)	(1.1.1)	(2.3.4)	(2.3.4)	(4.5.6)	(6.7.8)
X7	(1/6.1/5.1/4)	(1/4.1/3.1/2)	(1/6.1/5.1/4)	(2.3.4)	(1/3.1/2. 1)	(1/4.1/3.1/2)	(1.1.1)	(1.2.3)	(2.3.4)	(4.5.6)
X8	(1/6.1/5.1/4)	(1/6.1/5.1/4)	(1/8.1/7.1/6)	(2.3.4)	(1/4.1/3.1/2)	(1/4.1/3.1/2)	(1/3.1/2. 1)	(1.1.1)	(1.2.3)	(3.4.5)
X9	(1/7.1/6.1/5)	(1/6.1/5.1/4)	(1/8.1/7.1/6)	(1.2.3)	(1/6.1/5.1/4)	(1/6.1/5.1/4)	(1/4.1/3.1/2)	(1/3.1/2. 1)	(1.1.1)	(2.3.4)
X10	(1/8.1/7.1/6)	(1/8.1/7.1/6)	(1/9.1/9.1/8)	(1/3.1/2. 1)	(1/8.1/7.1/6)	(1/8.1/7.1/6)	(1/6.1/5.1/4)	(1/5.1/4.1/3)	(1/4.1/3.1/2)	(1.1.1)

المصدر:من اعداد الطالبة

الجدول27 : نتائج المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار رضا المستخدمين (S1)

المشاريع	Lowe (l)	Medium(m)	Upper(u)	COG=∑(l+m+u)/3	القيم النهائية المعدلة
X1	0,18	0,203	0,221	0,20133333	**0,20288881**
X2	0,134	0,152	0,17	0,152	**0,15317434**
X3	0,26	0,283	0,283	0,27533333	**0,27746053**
X4	0,02	0,021	0,024	0,02166667	**0,02183406**
X5	0,076	0,086	0,098	0,08666667	**0,08733624**
X6	0,097	0,112	0,129	0,11266667	**0,11353712**
X7	0,049	0,057	0,066	0,05733333	**0,05777628**
X8	0,036	0,041	0,047	0,04133333	**0,04165267**
X9	0,026	0,028	0,032	0,02866667	**0,02888814**
X10	0,015	0,015	0,016	0,01533333	**0,0154518**
المجموع	-------	--------	---------	0,99233333	**1**

المصدر:من اعداد الطالبة

الجدول28 : مصفوفة المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار رضا متخذي القرار (S2)

S2	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
X1	(1.1.1)	(1.2.3)	(1/3.1/2 .1)	(8.9.9)	(2.3.4)	(4.5.6)	(3.4.5)	(4.5.6)	(6.7.8)	(6.7.8)
X2	(1/3.1/2 .1)	(1.1.1)	(1/4.1/3.1/2)	(6.7.8)	(1.2.3)	(2.3.4)	(2.3.4)	(3.4.5)	(4.5.6)	(4.5.6)
X3	(1.2.3)	(2.3.4)	(1.1.1)	(8.9.9)	(2.3.4)	(4.5.6)	(4.5.6)	(6.7.8)	(6.7.8)	(8.9.9)
X4	(1/9.1/9.1/8)	(1/8.1/7.1/6)	(1/9.1/9.1/8)	(1.1.1)	(1/8.1/7.1/6)	(1/6.1/5.1/4)	(1/6.1/5.1/4)	(1/4.1/3.1/2)	(1/4.1/3.1/2)	(1/3.1/2 .1)
X5	(1/4.1/3.1/2)	(1/3.1/2 .1)	(1/4.1/3.1/2)	(6.7.8)	(1.1.1)	(2.3.4)	(1.2.3)	(2.3.4)	(4.5.6)	(4.5.6)
X6	(1/6.1/5.1/4)	(1/4.1/3.1/2)	(1/6.1/5.1/4)	(4.5.6)	(1/4.1/3.1/2)	(1.1.1)	(1/3.1/2 .1)	(1.2.3)	(2.3.4)	(2.3.4)
X7	(1/5.1/4.1/3)	(1/4.1/3.1/2)	(1/6.1/5.1/4)	(4.5.6)	(1/3.1/2 .1)	(1.2.3)	(1.1.1)	(2.3.4)	(3.4.5)	(4.5.6)
X8	(1/6.1/5.1/4)	(1/5.1/4.1/3)	(1/8.1/7.1/6)	(2.3.4)	(1/4.1/3.1/2)	(1/3.1/2 .1)	(1/4.1/3.1/2)	(1.1.1)	(1.2.3)	(2.3.4)
X9	(1/8.1/7.1/6)	(1/6.1/5.1/4)	(1/8.1/7.1/6)	(2.3.4)	(1/6.1/5.1/4)	(1/4.1/3.1/2)	(1/5.1/4.1/3)	(1/3.1/2 .1)	(1.1.1)	(1.2.3)
X10	(1/8.1/7.1/6)	(1/6.1/5.1/4)	(1/9.1/9.1/8)	(1.2.3)	(1/6.1/5.1/4)	(1/4.1/3.1/2)	(1/6.1/5.1/4)	(1/4.1/3.1/2)	(1/3.1/2 .1)	(1.1.1)

المصدر:من اعداد الطالبة

الجدول29 : نتائج المقارنة المبهمة للمشايع مع احترام معيار رضا متخذي القرار (S2)

المشاريع	Lowe (l)	Medium(m)	Upper(u)	COG=∑(l+m+u)/3	القيم النهائية المعدلة
X1	0,196	0,218	0,232	0,21533333	**0,21714286**
X2	0,124	0,144	0,162	0,14333333	**0,14453782**
X3	0,259	0,283	0,283	0,275	**0,27731092**
X4	0,016	0,016	0,017	0,01633333	**0,01647059**
X5	0,097	0,112	0,129	0,11266667	**0,11361345**
X6	0,049	0,057	0,066	0,05733333	**0,05781513**
X7	0,069	0,079	0,089	0,079	**0,07966387**
X8	0,035	0,041	0,048	0,04133333	**0,04168067**
X9	0,026	0,029	0,032	0,029	**0,0292437**
X10	0,02	0,022	0,025	0,02233333	**0,02252101**
المجموع	-------	---------	---------	0,99166667	**1**

المصدر:من اعداد الطالبة

- **مقارنة البدائل (المشاريع) بالنسبة لمعيار تفضيلات متخذي القرار (S2):**

أخيرا، وبالنسبة لمعيار تفضيلات متخذي القرار (S2)، طرحنا مجموعة من الأسئلة على فريق الخبراء، على النحو التالي: بكم تقدر الأهمية النسبية للمشروع Xi مقارنة بالمشروع Xj بالنظر لمعيار تفضيلات متخذي القرار (S2)؟ ثم شكلنا مصفوفة الأوزان المبهمة المعروضة في الجدول 28.

بعد التأكد من اتساق المصفوفة وباستخدام برنامج FUZZY MCDM/FUZZY AHP، وجدنا أن درجة الاتساق تقدر 0.204، وهي محصورة بين 0و1، إذا المصفوفة متسقة.

بعد ذلك، و باستعانة برنامج FUZZY MCDM/FUZZY AHP ، تم الحصول على الأوزان النهائية المبهمة للمشايع بالنظر لمعيار تفضيلات متخذي القرار، حيث استخدمنا مركز الثقل لنزع الإبهام ولإيجاد الوزن النهائي ، ثم عذلناه بالاستعانة ببرنامج Excel 2007، لنحصل على الأوزان النهائية المعدلة (الجدول 29).

2-3- النتائج النهائية للمشاريع:

في مرحلة أخيرة، استخدمنا برنامج FUZZY MCDM/FUZZY AHP لتحديد الأوزان النهائية المبهمة للمشاريع. ثم استعملنا برنامج Excel 2007 لايجاد الوزن النهائي لكل مشروع وقف طريقة مركز الثقل، وعذلناه لنحصل على الوزن النهائي المعدل لكل مشروع (الجدول 30، الشكل25).

في النهاية، تم ترتيب المشاريع من الأكثر أهمية إلى الأقل أهمية بالارتكاز على الأوزان النهائية المعدلة (الجدول 31). من خلال النتائج المحصلة يمكننا القول أن المشروع 5 هو الذي احتل الصدارة يليه المشروع 10 ثم المشروع 3، ثم المشروع 6 والمشروع 1(مشروع الزامي)، وهي المشاريع التي سيتم اختيارها. ليأتي بعدها ترتيب المشاريع الخمسة المتبقية الغير مختارة كما يلي: المشروع 7، المشروع 2، المشروع 8، المشروع 9، وفي الأخير المشروع 4. يؤدي هذا السيناريو إلى تحقيق ربح اجمالي فاق الربح المقدر ب 4382000دج وبتكلفة اجمالية قدرت ب 59529000دج، حيث تم انتهاك القيد المرتبط بتكاليف المعدات (الفارق قدر ب 164.000دج) و القيد

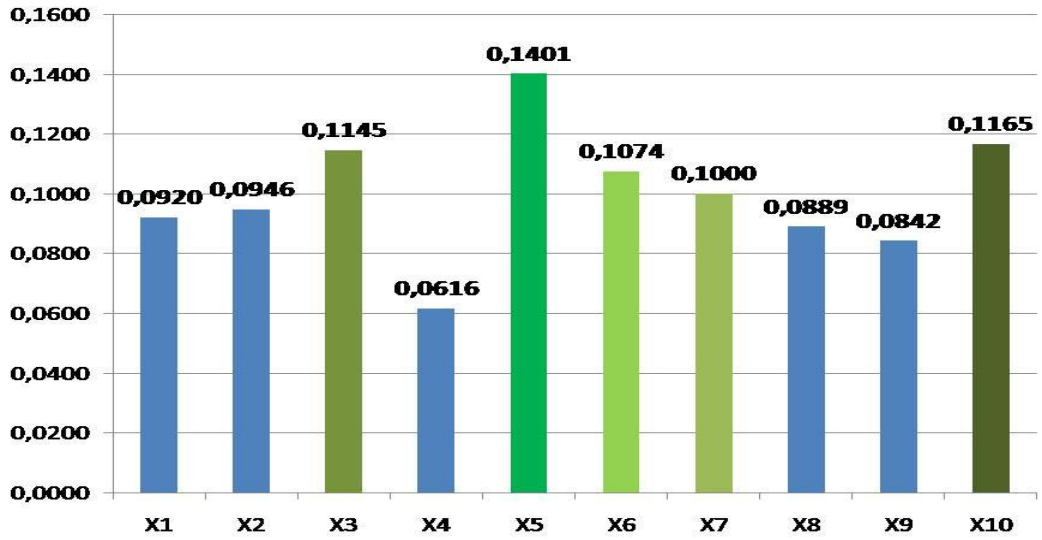
المرتبط بالتكاليف السنوية لليد العاملة الاضافية (الفارق قدر ب205.000دج)، أما القيدين المرتبطين بتكلفة البرمجيات والتكاليف الأخرى فقد تم احترامهما. من جهة أخرى، يتطلب تطوير وغرس النظم الخمسة المنتقاة 215 يوم للتنفيد و233 يوم للتكوين.

الجدول30 : التفضيلات النهائية للمشاريع

المشاريع	Lowe (l)	Medium (m)	Upper(u)	COG=∑(l+m+u)/3	القيم النهائية المعدلة	ترتيب المشاريع
X1	0,073	0,091	0,109	0,091	0,09195015	**7**
X2	0,079	0,094	0,108	0,09366667	0,09464466	**6**
X3	0,093	0,114	0,133	0,11333333	0,11451667	**3**
X4	0,049	0,06	0,074	0,061	0,06163691	**10**
X5	0,115	0,141	0,16	0,13866667	0,14011452	**1**
X6	0,086	0,107	0,126	0,10633333	0,10744358	**4**
X7	0,081	0,101	0,115	0,099	0,10003368	**5**
X8	0,075	0,089	0,1	0,088	0,08891883	**8**
X9	0,066	0,084	0,1	0,08333333	0,08420344	**9**
X10	0,095	0,118	0,133	0,11533333	0,11653755	**2**
المجموع	----------	----------	----------	0,98966667	1	---

المصدر: من اعداد الطالبة

الشكل 25: الأوزان النهائية للمشاريع العشرة لنظم المعلومات (من اعداد الطالبة باستخدام برنامج إكسيل 2007)



المصدر: من اعداد الطالبة

على ضوء هذه النتائج، يتبين لنا أن النموذج المقترح يراعي الطابع المبهم للأحكام التي يصدرها متخذو القرار عند المفاضلة بين المعايير والبدائل، ويقدم دعما ذا جودة للقرارات المتعلقة باختيار مشاريع نظم المعلومات، لكنه لا يراعي القيود المتعلقة بمحدودية الموارد وتخصيصها.

المبحث الثالث: النموذج الهجين لطريقة التحليل الهرمي المبهم و البرمجة الرياضية المبهمة

سنقوم في هذا المبحث بمعالجة المشكلة المطروحة، والمتمثلة في اختيار خمسة مشاريع نظم معلومات من أصل عشرة، باستخدام منهجية متكاملة لاختيار مشاريع نظم المعلومات، تجمع بين طريقتين لصنع القرار متعدد المعايير: طريقة التحليل الهرمي المبهم (FAHP) والبرمجة بالأهداف المبهمة المرجحة (WAFGP) (WAFGP) المقترحة من طرف Yaghoobi et al. (2008).

1- صياغة وحل النموذج:

كما أشرنا إلى ذلك في المبحث الأول، تمر المنهجية المستعملة في هذا المبحث بالخطوات التالية:

- **اولا :** تحديد مكونات و عناصر الظاهرة محل الدراسة من خلال تحديد الأهداف (اختيار 5 مشاريع نظم معلومات)، و القيود (تكلفة المعدات،تكلفة البرمجيات ،تكاليف أخرى، تكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية اللازمة، الربح، المخاطرة، الوقت اللازم للتنفيذ، الوقت اللازم للتكوين، رضا المستخدمين للأنظمة، رضا متخذي القرار، الزامية وضع المشروع 1)، البدائل (10مشاريع نظم معلومات).
- **ثانيا:** صياغة المشكل بطريقة هرمية من خلال استخدام طريقة التحليل الهرمي المبهم، وتقدير الأوزان النهائية للمعايير. هنا تجدر الاشارة إلى أن هاتين المرحلتين (الأولى والثانية) مشتركة مع منهجية التحليل الهرمي المبهم التي استعرضناها في المبحث الثاني. وعليه سنواصل في هذا المبحث شرح المراحل الموالية.
- **ثالثا:** استخدم الأوزان النهائية للمعايير التي قدمتها طريقة التحليل الهرمي المبهم في صياغة نموذج برمجة الأهداف المبهمة المرجحة، وهذا قصد إكمال قرار اختيار المشاريع المناسبة لنظم المعلومات.

تعتبر البرمجة بالأهداف المبهمة المرجحة (WAFGP) المقترحة من طرف Yaghoobi et al. (2008) نموذجًا من النماذج المتعددة للبرمجة الخطية. وهو قادر على استخدام جميع أنواع دوال الانتماء (type1- type4).

قبل صياغة النموذج، تم التشاور مع أعضاء فريق الخبراء ، وطلب منهم تحديد نوع وبيانات دوال الانتماء المستخدمة لكل هذف، حيث أدت العملية إلى اختيار دوال الانتماء وتحديد البيانات الموضحة في الجدول 31.

الجدول31 : البيانات المرتبطة بمختلف دوال الانتماء للنموذج المقترح

الأهداف (Objective)	البيانات المرتبطة بدالة العضوية		نوع دالة الانتماء
الارباح المرتبطة بالاهداف	(**7000**, 30000)	(Δ_{iL}, b_i)	Type 2
تكاليف المعدات المرتبطة بالاهداف	(43000, **14000**)	(b_i, Δ_{iR})	Type 1
تكاليف البرمجيات المرتبطة بالاهداف	(19000, **7000**)	(b_i, Δ_{iR})	Type 1
تكاليف اخرى مرتبطة بالاهداف	(240, **140**)	(b_i, Δ_{iR})	Type 1
المخاطر المرتبطة بالاهداف	(0, **15**)	(b_i, Δ_{iR})	Type 1
تفضيلات متخدي القرار	(**32**, 47)	(Δ_{iL}, b_i)	Type 2
تفضيلات المستخدمين	(**32**, 49)	(Δ_{iL}, b_i)	Type 2
وقت التنفيد	(0, **190**)	(b_i, Δ_{iR})	Type 1
الوقت الازم للتكوين	(0, **240**)	(b_i, Δ_{iR})	Type 1
التكاليف السنوية لليد العاملة الاضافية	(760, **70**)	(b_i, Δ_{iR})	Type 1

المصدر: من اعداد الطالبة

بعد ذلك، وبناءا على المعلومات المقدمة، تمت الصياغة الرياضية لنموذج البرمجة بالأهداف المبهمة المرجحة لاختيار مشاريع نظم المعلومات كما يلي:

$$Min\ Z = 0.13964\left[\frac{n_1}{7000}\right] + 0.18429\left[\frac{p_2}{14000}\right] + 0.18429\left[\frac{p_3}{7000}\right] + 0.08962\left[\frac{p_4}{140}\right] + 0.13494\left[\frac{p_5}{15}\right] + 0.03491\left[\frac{n_6}{32}\right] + 0.03121[\frac{n_7}{32}] + 0.06747[\frac{p_8}{190}] + 0.05404[\frac{p_9}{240}] + 0.07955[\frac{p_{10}}{70}]$$

ST :

$1171\ x_1 + 890\ x_2 + 26796\ x_3 + 792\ x_4 + 3300\ x_5 + 1980\ x_6 + 1379\ x_7 + 858\ x_8 + 871\ x_9 + 1135\ x_{10} + n_1 \geq 30000;$

$1254x_1 + 7590\ x_2 + 19470\ x_3 + 13860\ x_4 + 13200\ x_5 + 9240\ x_6 + 211\ x_7 + 330\ x_8 + 792\ x_9 - p_2 \leq 43000;$

$2508\ x_1 + 1488\ x_2 + 10573\ x_3 + 5148\ x_4 + 495\ x5 + 29\ x6 + 10560\ x7 + 660\ x_8 + 2178\ x_9 + 1650\ x_{10} - p_3 \leq 19000;$

$106\ x_2 + 12\ x4 + 125\ x5 + 13\ x6 + 20\ x8 + 5\ x9 + 7\ x10 - p_4 \leq 240;$

$3\ x_1 + 3\ x_2 + 4\ x_3 + 3\ x_4 + 2\ x_5 + 2\ X_6 + 3\ x_7 + 3\ x_8 + 2\ x_9 + 2\ x_{10} - p_5 \leq 00;$

$9.336\ x_1 + 9.305\ x_2 + 9.349\ x_3 + 7.727\ x_4 + 9.272\ x_5 + 8.661\ x_6 + 9.206\ x_7 + 8.604\ x_8 + 7.552\ x_9 + 7.481\ x_{10} + n_6 \geq 47;$

$9.762\ x_1 + 9.638\ x_2 + 9.773\ x_3 + 8.008\ x_4 + 9.505\ x_5 + 9.517\ x_6 + 9.377\ x_7 + 9.286\ x_8 + 8.193\ x_9 + 8.002\ x_{10} + n_7 \geq 49;$

$33\ x_1 + 28\ x_2 + 59\ x_3 + 40\ x_4 + 55\ x_5 + 44\ x_6 + 60\ x_7 + 64\ x_8 + 18\ x_9 + 24\ x_{10} - p_8 \leq 00;$

$59\ x_1 + 12\ x_2 + 13\ x_3 + 44\ x_4 + 55\ x_5 + 90\ x_6 + 46\ x_7 + 79\ x_8 + 40\ x_9 + 16\ x10 - p_9 \leq 00;$

$330\ x_1 + 189\ x_2 + 360\ x_3 + 19\ x_4 + 194\ x_5 + 66\ x_6 + 26\ x_9 + 15\ x_{10} - p_{10} \leq 760;$

$x_1+x_2+x_3+x_4+x_5+x_6+x_7+x_8+x_9+x_{10}=5;$

$x_1=1;$

$x_i = 0 \text{ or } 1,\ i=1,2,..,10.$

$u_1 + (1/7000) = 1;$

$u_2 + (1/14000) = 1;$

$u_3 + (1/7000) = 1;$

$u_4 + (1/140) = 1;$

$u_5 + (1/15) = 1;$

$u_6 + (1/32) = 1;$

$u_7 + (1/32) = 1;$

$u_8 + (1/190) = 1;$

$u_9 + (1/240) = 1;$

$u_{10} + (1/70) = 1;$

ولحل النموذج تم استخدام برنامج LINGO 15.0 وكانت النتائج المحصلة من البرنامج كما يلي:

سيتم اختيار المشاريع 1،3 ،8، 9، 10 بربح اجمالي قدر ب 30831000 دج وبتكلفة اجمالية قدرت ب 40223000دج ، كما أن تطوير وغرس الأنظمة المنتقاة سيتطلب 198 يوم للتنفيد و207 يوم للتكوين.

2- تحليل الحساسية:

تلعب عملية تحليل الحساسية للنمادج الرياضية باختلاف أنواعها – سواء كانت كمية أو كيفية، أحادية أو متعددة المعايير – دورا هاما في تحسين جودة القرارات داخل المنظمات. فعملية تحليل الحساسية تساهم في تحديد قابلية التكيف مع التغيرات التي يمكن ان تطرأ على مكونات النموذج محل الدراسة، وكذا اعطائه المزيد من المرونة. ونظرًا لأن مشاريع تطوير وغرس نظم المعلومات عادة ما تعاني من تجاوزات في الميزانية والوقت، فقد تم بناء ثلاث سيناريوهات. يفترض السيناريو الأول ارتفاعا تدريجيا في التكاليف الكلية، أما السيناريو الثاني فيفترض تخفيضا تدريجيًا في ميزانيات الأجهزة والبرامج واليد العاملة الاضافية. وبالنسبة للسيناريو الثالث فقد افترضنا فيه التخفيض التدريجي لكمية التسامح (Δ_{iR}) المتعلق بوقت التنفيذ ووقت التدريب.

2-1- السيناريو الاول: ارتفاع تكاليف المشاريع العشرة المقترحة

بالنظر للأزمة الاقتصادية التي تمر بها الجزائر، ولاحتمال تراجع سعر صرف الدينار الجزائري وارتفاع مستويات التضخم، اهتم فريق الخبراء بمعرفة أثر ارتفاع محتمل لتكاليف المشاريع المختلفة على القرار النهائي. من هذا المنطلق، يقترح السيناريو الأول ارتفاع تكاليف البرمجيات، المعدات، اليد العاملة الإضافية اللازمة والتكاليف الأخرى. حيث افترضنا في ثلاث حالات ارتفاع هذه التكاليف على التوالي ب 10٪ و 20٪ ثم 30٪.

كما هو موضح في الجدول (32) ، وفي الحالات الثلاث، أدى تشغيل البرنامج بالقيود الجديدة إلى اختيار نفس المشاريع التي تم انتقاؤها في السيناريو الأولي أي المشاريع 3،1 ،8 ،9 ،10. الأمر الذي يدل على مرونة القرار المتخذ وعدم تأثره بالتغيرات الطفيفة التي قد تمس تكاليف المشاريع.

2-2- السيناريو 2: تخفيض الميزانية الكلية المخصصة للأجهزة والبرامج المتاحة واليد العاملة الاضافية

قد تؤدي الأزمة الاقتصادية التي تمر بها الجزائر حاليا، والمرتبطة بانخفاض أسعار البترول وجائحة فيروس كورونا إلى انخفاض في الطلب على المنتجات وإلى تراجع القدرة التمويلية للمنظمات. على هذا الأساس، أراد فريق الخبراء أن يقيم من خلال سيناريو ثاني أثر تخفيض الميزانية الكلية المخصصة للأجهزة والبرامج واليد العاملة الاضافية على القرار المتخذ. على هذا الأساس، يقترح السيناريو الثاني تخفيض الميزانية الكلية المخصصة للأجهزة والبرامج المتاحة واليد العاملة الاضافية على التوالي ب: 10%، 20% ثم 30%.

كما هو موضح في الجدول (32) ، وفي الحالات الثلاث، أدى تشغيل البرنامج بالقيود الجديدة إلى اختيار نفس المشاريع التي تم انتقاؤها في السيناريو الأولي، مما يدل على أن القرار الذي يقترح النموذج الهجين للتحليل الهرمي المبهم والبرمجة بالأهداف المبهمة المرجحة مرن ولا يتأثر بالتغيرات الخفيفة التي قد تمس ميزانية المشروع.

2-3- السيناريو 3: تقليل مقدار التسامح المتعلق بوقت التنفيذ ووقت التكوين

بالنظر لرغبة المسيرين في التحكم بآجال استكمال المشاريع المختلفة وتفادي أي تأخر محتمل، افترضنا في سيناريو ثالث تخفيضات متتالية بنسبة 10٪ ، 20٪ ثم 30٪ من مقدار التسامح (Δ_{iR}) الذي حدده المسيرون للوقت اللازم للتنفيذ والتكوين.

في الحالات الثلاثة، أدى تشغيل البرنامج إلى اختيار نفس المشاريع التي تم انتقاؤها في السيناريو الأولي؛ الأمر الذي يدل على مرونة النموذج وعدم تأثره بالتغيرات الطفيفة التي قد تمس وقت التنفيذ ووقت التكوين.

الجدول32 : نتائج تحليل الحساسية

المشاريع		X01	X02	X03	X04	X05	X06	X07	X08	X09	X10
السيناريو الأولي		✓		✓					✓	✓	✓
السيناريو 1: رفع التكاليف الكلية	Run1: +10%	✓		✓					✓	✓	✓
	Run2: +20%	✓		✓					✓	✓	✓
	Run3: +30%	✓		✓					✓	✓	✓
السيناريو 2: تخفيض الميزانية الكلية المخصصة الأجهزة والبرامج المتاحة واليد العاملة الاضافية	Run1: -10%	✓		✓					✓	✓	✓
	Run2: -20%	✓		✓					✓	✓	✓
	Run3: -30%	✓		✓					✓	✓	✓
السيناريو 3: تقليل مقدار التسامح (Δ_{iR})	Run1: -10%	✓		✓					✓	✓	✓
	Run2: -20%	✓		✓					✓	✓	✓
	Run3: -30%	✓		✓					✓	✓	✓

المصدر: من اعداد الطالبة

مالاحظناه من تحليل الحساسية الذي قمنا به على النموذج الهجين للتحليل الهرمي المبهم(FAHP) والبرمجة بالأهداف المبهمة المرجحة (WAFGP) هو انه لم يتأثر بالتغيرات المحتملة في التكاليف والميزانية والوقت، وهذا ما يكسب النموذج المزيد من المرونة والجودة عند اتخاد القرار.

3- المقارنة بين نتائج نموذج التحليل الهرمي المبهم (FAHP) والنموذج الهجين FAHP-AWFGP

لتوضيح جودة الدعم المقدم من نموذج التحليل الهرمي المبهم والنموذج الهجين FAHP-AWFGP لاختيار مشاريع نظم المعلومات؛ قارنا بين النتائج المحصلة من كلا الطريقتين، فكانت النتائج كما يلي:

3-1- بالنسبة لنموذج التحليل الهرمي المبهم (FAHP):

لقد تم اختيار المشاريع 1 ، 3، 5 ،6، 10 بربح اجمالي قدر ب 34382000دج (فاق الربح المقدر ب 4382000دج) وبتكلفة اجمالية قدرت ب 59529000دج ،حيث تم انتهاك القيد المرتبط بتكاليف المعدات (الفارق قدر ب 164000دج) والقيد المرتبط بالتكاليف السنوية لليد العاملة الاضافية (الفارق قدر ب205000 دج)، أما القيدين المرتبطين بتكلفة البرمجيات والتكاليف الأخرى فقد تم احترامهما. وهذه العملية تتطلب 215 يوم للتنفيد و233 يوم للتكوين.

3-2- بالنسبة النموذج الهجين (FAHP-AWFGP):

سيتم اختيار المشاريع 1 ،3 ،8 ،9 ،10 بربح اجمالي قدر ب 30831000 دج (فاق الربح المقدر ب 831000دج) وبتكلفة اجمالية قدرت ب 40223000دج ،حيث تم احترام القيود الأربعة المرتبطة بالتكاليف، وهذه العملية تتطلب 198 يوم للتنفيد و207 يوم للتكوين. والجدول 32 يجمع كل هذه النتائج.

ما يمكن أن نلاحظه من الجدول (32) هو:

- ❖ النموذج الأول (FAHP) أسفر عنه اختيار المشاريع1 ،3 ،5 ،6 ،10 ؛ أما النموذج الثاني (FAHP-AWFGP) فقد نتج عنه اختيار المشاريع 1 ،3 ،8 ،9 ،10؛ أي أن كلا النموذجين اشتركا في المشاريع 1 و 3 و 10.
- ❖ النموذج الأول (FAHP) حقق ربحا أكثر من النموذج الثاني (FAHP-AWFGP) بقيمة 3551000دج.
- ❖ النموذج الثاني (FAHP-AWFGP) احترم كل القيود المرتبطة بالتكاليف، على خلاف النموذج الأول (FAHP) الذي انتهك القيد المرتبط بتكاليف المعدات والقيد المرتبط بالتكاليف السنوية لليد العاملة الاضافية.
- ❖ اجمالي التكاليف في النموذج الأول (FAHP) كان أكبر منه في النموذج الثاني (FAHP-AWFGP)، وقدر الفارق بينهما ب 19351000دج.

الجدول33 : ملخص نتائج الدراسة التطبيقية

	الحد الاقصى المتاح	FAHP	FAHP-AWFGP
الأرباح(000دج)	**30000**	**34382**	**30831**
تكاليف معدات(000دج)	**43000**	43164	21846
تكاليف برمجيات(000دج)	**19000**	15255	17569
تكاليف اخرى(000دج)	**240**	145	32
تكاليف سنوية اليد العاملة الاضافية (000دج)	**760**	965	731
اجمالي التكاليف(000دج)	**------**	**59529**	**40223**
وقت التنفيد(الايام)	**------**	215	198
وقت التكوين(الايام)	**------**	233	207
المشاريع المختارة	**------**	**10، 6، 5، 3، 1**	**10، 9، 8، 3، 1**

المصدر: من اعداد الطالبة

- ❖ الوقت اللازم للتنفيد والتكوين بالنسبة لرزنامة المشاريع المختارة في النموذج الثاني (FAHP-AWFGP) أقل من الوقت المسخر في النموذج الأول(FAHP)، حيث قدر الفرق في وقت التنفيد ب17 يوم ووقت التكوين ب26 يوم.

على ضوء هذه النتائج، يتبين لنا أن كلا النموذجين المقترحين يراعيان الطابع المبهم للأحكام التي يصدرها متخذو القرار عند المفاضلة بين المعايير والبدائل، ويقدمان دعما للقرارات المتعلقة باختيار مشاريع نظم المعلومات. ولكن النموذج الثاني (FAHP-AWFGP) أظهر دعما ذا جودة أكبر من النموذج الأول (FAHP)،كونه احترم كل القيود المعطاة في الدراسة وهذا ما سيكسب متخد القرار مرونة أفضل في حال أراد مثلا التخفيض من التكاليف.

خلاصة الفصل التطبيقي

هدفت الدراسة التطبيقية المقدمة في هذا الفصل إلى : تقييم التقنيات والمناهج المستخدمة في اختيار مشاريع نظم المعلومات، تقييم إمكانية استخدام النماذج الرياضية المتعددة المعايير في ترشيد القرارات المرتبطة باختيار مشاريع نظم المعلومات؛ و كذا اختبار نموذجين من نماذج اتخاد القرار بغية مقارنة نتائجهما وتحديد النموذج الأفضل.

يعتمد النموذج الأول على طريقة التحليل الهرمي المبهم لاختيار أحسن توليفة من مشاريع نظم المعلومات. حيث تمر المنهجية بمجموعة من المراحل الأساسية. في البداية، يتم تشكيل فريق من الخبراء يضم أعضاء من الادارة العامة وخبراء خارجيين. يحدد فريق الخبراء عدد المشاريع التي سيتم اختيارها، البدائل المتاحة ومعايير المفاضلة بينها ثم يشكل النموذج الهرمي للقرار. في مرحلة أخرى، يتم تحديد الأوزان النهائية المعدلة لمكونات النموذج باستخدام طريقة التحليل الهرمي المبهم. لتُصَاغَ كل هذه النتائج في نموذج يسمح حله بإعطاء الحل الأفضل المتعلق باختيار المشاريع المناسبة للمنظمة.

أما بالنسبة للمقاربة الثانية و المعتمدة على طريقة التحليل الهرمي المبهم (FAHP) وبرمجة الأهداف المبهمة المرجحة (WAFGP)، فهي الاخرى تمر بعدة مراحل : ففي البداية، وكما هو عليه الحال في المنهجية الأولى، يتم تشكيل فريق من الخبراء يضم أعضاء من الادارة العامة وخبراء خارجيين. يحدد فريق الخبراء عدد المشاريع التي سيتم اختيارها، البدائل المتاحة ومعايير المفاضلة بينها ثم يشكل النموذج الهرمي للقرار. بعد ذلك، تستعمل طريقة التحليل الهرمي المبهم لتحديد الأوزان النسبية لمختلف المعايير. في الأخير، تستخدم الأوزان النسبية للمعايير المحصلة من طريقة التحليل الهرمي المبهم في صياغة نموذج البرمجة بالأهداف المبهمة المرجحة، لإكمال قرار اختيار المشاريع المناسبة لنظم المعلومات.

من أجل اختبار النموذجين، تم إجراء دراسة ميدانية على مستوى مؤسسة ENOF، وحدة مغنية. حيث جاءت نتائج كلا المقاربتين مثبتة للفرضيات الثلاثة المقترحة في الاطروحة. حيث تبين أنهما يراعيان الطابع المبهم

للأحكام التي يصدرها متخذو القرار عند المفاضلة بين المعايير والبدائل، ويقدمان دعما ذا جودة للقرارات المتعلقة باختيار مشاريع نظم المعلومات.

ولكن النموذج الهجين للتحليل الهرمي المبهم وبرمجة الأهداف المبهمة المرجحة برز على انه النموذج الأكثر فعالية،كونه احترم كل القيود المعطاة في الدراسة وهذا ما سيكسب متخد القرار مرونة أفضل في حال أراد مثلا التخفيض من التكاليف.

وما يمكن أن نستخلصه في الأخير من هذا الفصل هو أن الطرق الكمية والكيفية المستعملة في تحليل المشاكل الاقتصادية واتخاذ القرارات في المنظمات متنوعة ومتشعبة ومتوقفة على مجموعة من الظروف والقيود والمعايير المختلفة، فاختيار الطريقة المناسبة لحل المشاكل المتعددة المعايير متوقفة بالدرجة الأولى على متخذ القرار ونظرته للمشكلة التي يكون بصدد حلها.

الخاتمة العامة

الخاتمة العامة

تعتبر مشاريع نظم المعلومات من المشاريع الإستراتيجية المعقدة، التي غالبا ما تمتاز بتجاوزات في تكاليف ومدة الإنجاز من جهة، وتعجز عن تحقيق الأهداف المسطرة لها من جهة أخرى. من هذا المنطلق، هدفت هذه الأطروحة إلى اختبار جودة الدعم الذي تقدمة الطرق الرياضية متعددة المعايير المبهمة لقرارات اختيار مشاريع نظم المعلومات.

من أجل ذلك، قسمت هذه الأطروحة إلى ثلاث فصول نظرية ورابع تطبيقي.

من خلال الشق النظري، تبين لنا أن نظم المعلومات اليوم تكتسي أهمية إستراتيجية بالغة. بالفعل، وفي بيئة تتميز بدرجة متنامية من التعقيد وعدم التأكد، وعلى المستوى الاقتصادي، أصبحت الميزة التنافسية وخلق القيمة ترتكز على المعلومة والمعرفة، الأمر الذي دفع بالمؤسسات إلى تطوير نظم معلومات وظيفية متنوعة: نظم المعلومات التسويقية، نظم المعلومات المتعلقة بإدارة الإنتاج، نظم المعلومات المتعلقة بإدارة الموارد البشرية ...، يمكن تعريف هذه النظم على أنها مجموعة متفاعلة من المكونات (التكنولوجية والبشرية) التي تعمل على تجميع وتحليل البيانات؛ وإنتاج وتخزين ونشر المعلومات بغرض مساندة عملية صنع القرار والرقابة داخل المنظمة. تتولى هذه النظم إتمام العمليات والمهام الروتينية (والتي تتطلب وقتًا وجهدًا كبيرًا دون خلق أي قيمة إستراتيجية إضافية) بشكل آلي (أوتوماتيكي)، كما أنها ترفع من أداء المنظمة وتدعم ميزاتها التنافسية من خلال تحقيق وفرات الحجم وخفض التكاليف، أو تعزيز الابتكار والتمييز. علاوة على ذلك، ترفع نظم المعلومات مستويات الاتصال الأفقي والمشاركة، وتدعم التعاون الداخلي والخارجي للمنظمات.

على الرغم من هذه المزايا، إلا أن تطوير مشاريع نظم المعلومات ليس بالمهمة البسيطة، إذ يتأثر نجاح هذا النوع من المشاريع بعوامل تنظيمية وتكنولوجية وبيئية مختلفة، نذكر منها على سبيل المثال: مدى ملائمة وتوافق النظام

الجديد مع إستراتيجية المنظمة، مرونة البرامج المعلوماتية، والقدرات والكفاءات التي تملكها المنظمة في مجال تكنولوجيا ونظم المعلومات.

في ظل هذه الظروف، يبرز اختيار مشاريع نظم المعلومات كأحد القرارات المتعددة المعايير الحرجة التي تواجه المسير. بالفعل. يقتضي اختيار مشاريع نظم المعلومات التعرف على عدد من المشاريع (النظم) البديلة والمفاضلة بينها من أجل تعظيم أرباح المنظمة؛ وتخصيص الموارد المتاحة وتوزيعها على المشاريع المختارة. في إطار هذا النوع من القرارات، يتوجب على المسير أن يراعي أهداف وقيود متعددة ومتضاربة؛ وأن يواجه الرهانات المتعلقة بمستويات التعقيد المرتفعة والطابع الاحتمالي للقيم المضافة التي يمكن للنظم المقترحة أن تولدها .

وعلى الرغم من أهمية اختيار مشاريع نظم المعلومات، واقتراح الدراسات السابقة لأساليب متنوعة لدعم هذه القرارات، إلا أن درجة الصعوبة والتعقيد العالية التي تميزها حالت دون بروز نماذج تحظى بالإجماع. الأمر الذي قادنا في الشق التطبيقي إلى اختبار جدوى الدعم الذي تقدمه النماذج المعتمدة على التحليل الهرمي المبهم والبرمجة بالأهداف المبهمة المرجحة في هذا النوع من القرارات.

تعتبر طريقة التحليل الهرمي المبهم طريقة تحليلية متعددة المعايير مساعدة على اتخاذ القرار؛ تسمح بصياغة العلاقات الموجودة بين مختلف مستويات الظاهرة (المشكل المطروح) من أهداف ومعايير وبدائل بطريقة هرمية في بيئة معقدة ومبهمة، تشوبها الذاتية والأحكام الشخصية وهو ما يحدث عادة في اتخاذ القرارات من قبل الخبراء، فالمنطق المبهم هنا يوفر مزيدًا من المرونة للتعامل مع الاختلافات بين أحكام صانعي القرار. كما أنه يتيح توليفًا فعالًا للتقييمات الجماعية واستنباط أولويات هادفة وموثوقة من مجموعات غير متجانسة.

وأما البرمجة بالأهداف المبهمة المرجحة ، فتعد من الطرق المهمة المستخدمة في اتخاذ القرار، فهي تأخذ بعين الاعتبار التعدد والتضارب في الأهداف وفي وحدات القياس المختلفة للأهداف،كما تهتم بترتيب تفضيلات

الأهداف وفق رغبات المنظمة، وذلك يتم ضمن احترام موارد القيود مع وجود الطابع المبهم والذي يميز مكونات المشكلة المدروسة.

بالارتكاز على هاتين الطريقتين، اقترحنا في الشق التطبيقي منهجيتين مختلفتين لدعم القرارات المتعلقة باختيار مشاريع نظم المعلومات: حيث تستعمل الأولى طريقة التحليل الهرمي المبهم، في حين تدمج المنهجية الثانية طريقتي التحليل الهرمي المبهم (FAHP) و البرمجة بالأهداف المبهمة المرجحة (WAFGP).

في الأخير، أثبتت النتائج الفرضيات الثلاثة المقترحة في الأطروحة. حيث تبين أن كلا الطريقتين تراعيان الطابع المبهم للأحكام التي يصدرها متخذو القرار عند المفاضلة بين المعايير والبدائل وتقدمان دعما ذا جودة للقرارات المتعلقة بإختيار مشاريع نظم المعلومات. كما أن النموذج الهجين للتحليل الهرمي المبهم وبرمجة الأهداف المبهمة المرجحة برز على أنه النموذج الأكثر فعالية، كونه إحترم كل القيود المعطاة في الدراسة وهذا ما سيكسب متخذ القرار مرونة أفضل في حال أراد مثلا التخفيض من التكاليف.

وبالرغم من الإيجابيات المتنوعة التي لمسناها في نموذج التحليل الهرمي المبهم والنموذج الهجين للتحليل الهرمي المبهم وبرمجة الأهداف المبهمة المرجحة، إلا أنها لم تخلو من بعض النقائص والتي من أبرزها نذكر: إهمالهما لظاهرة الترابط الممكن بين مكونات وعناصر القرار من قيود وبدائل.

وما يمكن أن نستخلصه في الأخير هو أن الطرق الكمية والكيفية المستعملة في تحليل المشاكل الإقتصادية وإتخاذ القرارات المثالية في المنظمات متنوعة ومتشعبة ومتوقفة على مجموعة من الظروف والقيود والمعايير المختلفة، فإختيار الطريقة المناسبة لحل المشاكل المتعددة المعايير متوقفة بالدرجة الأولى على متخذ القرار ونظرته للمشكلة التي يكون بصدد حلها وعلى البيئة التي تحيط به.

قائمة المراجع

قائمة المراجع العربية

1. أحمد حلمي جمعة، (2003)، "نظم المعلومات المحاسبية: مدخل تطبيقي معاصر"، دار المناهج للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.

2. أحمد زردومي، (2010)، "أهمية المعلومات في اتخاذ القرارات الإدارية"، مجلة الباحث الاجتماعي، عدد 10، ص 191-210.

3. أحمد ماهر، (1999)، "دليل المدير في الإدارة الإستراتيجية"، الدار الجامعية للنشر والتوزيع، الإسكندرية.

4. إنعام علي توفيق الشهربلي، (2009)، "تقويم نظم المعلومات بإستخدام بحوث العمليات"، مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع ، عمان، الطبعة الأولى.

5. إيمان فاضل السامرائي، هيثم محمد الزعبي، (2004)، "نظم المعلومات الإدارية"،دار صنعاء للنشر والتوزيع، عمان، الأردن ،الطبعة الاولى.

6. حسن علي الزغبي، (2005)، "نظم المعلومات الإستراتيجية (مدخل إستراتيجي)"،دار وائل للنشر والتوزيع ،عمان ،الأردن ، الطبعة الأولى.

7. حسين حريم، (2003)، "إدارة المنظمات (منظور كلي)"، دار الحامد للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، عمان، الأردن.

8. حمدي أبو النور السيد عويس، (2011) ، "نظم المعلومات ودورها في صنع القرار الإداري"، دار الفكر الجامعي ،الطبعة الأولى، مصر.

9. حمزة رملي فياض، (2011)، "نظم االمعلومات المحاسبية المحوسبة مدخل معاصر لأغراض ترشيد القرارات الإدارية"، الأدي للنشر و التوزيع، السودان.

10. خالد بن سعد الجضعي، (2005)، "تقنيات صنع القرار،تطبيقات حاسوبية" ،الجزء الثاني، دار الأصحاب للنشر والتوزيع، الرياض.المملكة العربية السعودية.

11. رافده الحريري ،(2008) ، "مهارات القيادة التربوية في إتخاذ القرارات الإدارية" ،دار المناهج ، عمان.

12. سعد غالب ياسين، (2000)، "تحليل وتصميم نظم المعلومات"، دار المناهج للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، الطبعة الأولى.

13. سعد غالب ياسين، (2006)، "نظم مساندة القرارات"، دار المناهج للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، الأردن.

14. سليم الحسنية ،(2006)، "نظم المعلومات الإدارية نما (إدارة المعلومات في عصر المنظمات الرقمية)" ، دار الوراق للنشر والتوزيع، الطبعة الثالثة.

15. سليم بطرس جلدة، (2009)، " أساليب إتخاذ القرارات الإدارية الفعالة"، دار الراية للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، الأردن.

16. صبحي جبر العتيبي، (2005)، "تطور الفكر والأساليب في الإدارة"، دار الحامد للنشر والتوزيع، الأردن ، الطبعة الاولى.

17. طاهر محسن منصور الغالبي ووائل محمد صبحي إدريس، (2007)، "الإدارة الإستراتيجية (منظور منهجي متكامل)"، دار وائل للنشر، الطبعة الأولى.

18. عبد الحميد عبد الفتاح المغربي، (2002)، "نظم المعلومات الإدارية، الأسس والمبادئ"، المكتبة العصرية، المنصورة، مصر.

19. عبد القادر ساهد، (2012-2013) ، "استخدام البرمجة بالأهداف في تحليل الإنحدار المبهم للتنبؤ بأسعار البترول" ، أطروحة دكتورة ، تلمسان.

20. علاء عبد الرزاق محمد السالمي، (2005)، "نظم دعم القرارات"، دار وائل للنشر، عمان الأردن، الطبعة الاولى.

21. فريد فهمي زيارة، (2010) ،"المقدمة في تحليل وتصميم النظم" ،دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع ،عمان ، الأردن ، الطبعة العربية.

22. كاسر نصر منصور، (2006)، "نظرية القرارات الإدارية "، دار حامد للنشر والتوزيع، عمان، الطبعة الأولى.

23. كمال الدين مصطفى الدهراوي، (2005)، "مدخل معاصر في نظم المعلومات المحاسبية"، الدار الجامعية ، الإسكندرية، مصر.

24. لامية دالي علي،(2014-2015)، "مساهمة لتصميم نظام معلومات فعال لتسيير الإنتاج في ظل إقتصاد المعرفة- دراسة حالة مؤسسة صناعة الكوابل-فرع جنرال كابل بسكرة" ،أطروحة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه في علوم التسيير.

25. محمد الطائي، (2007)، "اقتصاديات المعلومات (القوة الناعمة في تحقيق التفوق التنافسي للمؤسسات)"، دار الميسرة للنشر والتوزيع ، الطبعة الأولى ، عمان ، الأرذن.

26. محمد بلحسن ، فاطمة الزهراء بن عمر ، مصطفى بلمقدم، (2017)، " مقاربة لإختيار مشاريع نظم المعلومات بإستخدام سيرورة التحليل (AHP)"،مجلة نور للدراسات الإقتصادية، المجلد 3، العدد 4، ص 36-50.

27. محمد بلحسن ، فاطمة الزهراء بن عمر، (2016)، "مقاربة لإختيار مشاريع نظم المعلومات بإستخدام البرمجة الخطية بالأهداف 0-1 (ZOGP)" ،مجلة الابتكار و التسويق، العدد 01، رقم 04، ص 137-156.

28. محمد عباس بدوي، عبد الوهاب نصر على، (2008)، "المحاسبة المالية (مدخل نظم المعلومات)"، الجزء الأول، المكتب الجامعي الحديث، الإسكندرية، مصر.

29. محمد قاسم القريوتي، (2008) ،"نظرية المنظمة والتنظيم"، دار وائل للنشر والتوزيع، الطبعة الثالثة، عمان،الأردن.

30. محمد مكيديش، (2012-2013) ،"التخطيط الإجمالي للإنتاج بإستخدام البرمجة الرياضية المبهمة" ،أطروحة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه في العلوم الاقتصادية تخصص إدارة الإنتاج و العمليات،جامعة أبو بكر بلقايد، تلمسان، الجزائر.

31. منال محمد الكردي، جلال إبراهيم العبد، (2003)، "مقدمة في نظم المعلومات الإدارية (المفاهيم الأساسية والتطبيقات)"، دار الجامعة الجديدة، الإسكندرية.

32. مؤيد الفضل، (2010)، "المنهج الكمي في إتخاد القرارات الإدارية المثلى" ، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع ، الطبعة العربية ، الاردن.

33. نبيل محمد مرسي، (2005)، "التقنيات الحديثة للمعلومات"، دار الجامعة الجديدة للنشر، مصر.

34. إلهام النعيم، (2015-2016)، "إستخدام نموذج البرمجة بالأهداف في نمذجة النظم الصناعية" ،أطروحة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه في بحوث العمليات و تسيير المؤسسات ، جامعة تلمسان.

35. يحي علي دماس الغامدي، (2008)، "تقنيات إتخاذ القرار"، معهد الدفاع المدني، المملكة العربية السعودية.

36. يوسف مسعداوية، (2014)،" أساسيات في إدارة المؤسسات"، دار هومة، الجزائر، الطبعة الثانية.

قائمة المراجع الاجنبية:

1. Abdel-Basset, M., Atef, A., Smarandache, F. (2019). A hybrid neutrosophic multiple criteria group decision making approach for project selection. *Cognitive Systems Research, 57*, 216-227. Doi: https: //doi .org/10. 1016/j. cogsys.2018 .10.023
2. Ahamad Zaki Mohamed Noor., Muhammad Hafidz Fazli Md Fauadi., Nur Zul Hafiq Zulkifli., Muhamad Naqib Abdul Basit., Fairul Azni Jafar., Nor Rashidah Mohamad., (2018) .Computation of Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) Using MATLAB Programming In Sustainable Supply Chain.*International Journal of Engineering & Technology, 7 (3.20)* , 82-86.
3. Aliakbari Nouri, F., Khalili Esbouei, S., Jurgita Antucheviciene, J. (2015). A Hybrid MCDM Approach Based on Fuzzy ANPand Fuzzy TOPSIS for Technology Selection. *INFORMATICA, 26(3)*, 369–388.
4. Almajali, D.A., Masa'deh, R., Tarhini, A. (2016). Antecedents of ERP systems implementation success: a study on Jordanian healthcare sector. *Journal of Enterprise Information Management, 29(4)*, 549-565. Doi: https://doi.org/10.1108/JEIM-03-2015-0024.
5. Andrejs Radionovs, Olegs Uzga-Rebrovs.(2017). Software Tool Implementing the Fuzzy AHP Method in Ecological Risk ssessment .*Information Technology and Management Science, 20*, 34–39.
6. Badri, M. A., Davis, D., Davis, D. (2001). A comprehensive 0-1 goal programming model for project selection. *International Journal of Project Management, 19,* 243-252. Doi: https://doi.org/10.1016/S0263-7863(99)00078-2.
7. Bector, C.R., Suresh. Chandra. (2005). Fuzzy Mathematical Programming and Fuzzy Matrix Games", *springer-Verlag Berlin Heidelberg*, printed in Germany.

8. Bellahcene, M., Benamar, F.Z., Mekidiche, M. (2020). AHP and WAFGP hybrid model for information system project selection. *International Journal of the Analytic Hierarchy Process, 12 (2),* 228-253.
9. Bellman, R.E., Zadeh, L.A., (1970).Decision making in a Fuzzy Environment. *Manag Sci*, *17*, 141–164.
10. Benlian, A. (2011).Is Traditional, Open-Source, Or On-Demand First Choice? Developing An-AHP-Based Framework for the Comparison of Different Software Models in Office Suites Selection, *European Journal of Information Systems*, *20*, 542–559.
11. Bietry, F. (2002). E-GRH: Entre Promesses Et Interrogations. EMS.
12. Bolat, B., Çebi, F., Temur, G. T., Otay, İ. (2014). A fuzzy integrated approach for project selection. *Journal of Enterprise Information Management, 27(3),* 247-260. Doi: https://doi.org/10.1108/JEIM-12-2013-0091.
13. Buckley J. J., (1985). Fuzzy Hierarchical Analysis. *Fuzzy Sets Systems, 17*, 233–247.
14. Burkland, S., Zachariassen, F. (2014). Developing an ERP technology: handling incompleteness of the system. *Scandinavian Journal of Management, 30(4),* 409-426.
15. Buss, M. D. J. (1983).How to rank computer projects haro. *Bus Rev*, *61(1),* 118-125, Cite par BADRI, M.A., & al. (2001).
16. Carlson, E. D. (1974).Evaluating The Impact of Information Systems. *Sloan MGMT Rev, 12(2),* 1-16, Cite par Santhanam, R., & al. (1989).
17. Carlsson, C., Korhonen, P. (1986). A Parametric Approach to Fuzzy Linear Programming. *Fuzzy Sets and Systems*, *20 7,* 17-30.
18. Carlsson, C., Fullér, R. (2005). On Additions of Interactive Fuzzy Numbers. *Acta Polytechnica Hungarica*, *2*, 59-73.
19. Chanas, S. (1983).The Use of Parametric Programming in FLP. *Fuzzy Sets and Systems*, *11*, 243-251.

20. Chang, D. Y. (1996).Applications Of the Extent Analysis Methode on Fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research95*, 649–655.
21. Charles E. Downing., Joy .M. Field, & Larry P. Ritzman. (2003). the Value of Outsourcing: A Field Study. *Information Systems Management*, *20(1)*, 86-91.
22. Chen, K., Gorla, N. (1998).Information System Projects Selection Using Fuzzy Logic.*IEEE Transaction on systems, Man and cybernetics*, *28 (6)*, 849-855.
23. Chiang, R. H., Grover, V., Liang, T.-P., Guest, D. Z. (2018). Strategic Value of Big Data and Business Analytics. *Journal of Management Information Systems*, *35(2)*, 383-387. Doi: http://dx.doi .org/10.1080 /07421222.2018.1451950.
24. Chi-Tai Lien., Hsiao-Ling Chan. (2007). A Selection Model for ERP System by Applying Fuzzy AHP Approach .*International Journal of the Computer, the Internet and Management, 15(3)*, 58-72.
25. Wei, C-C., Chien, C-F., Wang, M-J. J. (2005). An AHP-based approach to ERP system selection. *International Journal of production economics, 96*, 47-62.
26. Yeh, C-H., Deng, H., Wibowo, S., Xu, Y. (2010), Fuzzy Multicriteria Decision Support for Information Systems Project Selection. *International Journal of Fuzzy Systems, 12(2)*, 170-180.
27. Chang, D –Y. (1996) .Application of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, *95*, 649–655.
28. Daji Ergu., Gang Kou., Yi Peng., Yong Shi. (2011).A simple method to improve the consistency ratio of the pair-wise comparison matrix in ANP. *EUROPEAN JOURNAL OF OPERATIONAL RESEARCH*, 246 -259.
29. Di Angelo, L., Di Stefano, P., Morabito, A.E. (2007).Fuzzy Sets for Geometric Shape Recognition in Triangular Meshes. *Conference Paper*. Doi: https://doi.org/10.1016/j.scaman.2014.08.009.

30. Dubois, D., Prade, H. (1978).Operations on fuzzy numbers. *Int J Syst Sci, 30,* 613–626.
31. Elahi, S., Shamsi, Z., Ghatari, A. (2016). A hybrid selection method on information systemdevelopment projects. *International Journal of Business Information Systems, 22(4),* 495-515. Doi: https:// doi.org /10.1504 /IJBIS .2016.077840.
32. Eric Afful-Dadzie. (2015).Hybridized Integrated Methods in Fuzzy Multi-Criteria Decision Making (With Case Studies). Thesis submitted to the University of Thomas Bata in Zlin, for degree of PHD in the faculty of applied information.
33. Fabian, C., Stoica, M. (1984). Fuzzy integer programming, in [BM62]. 123-131.
34. Lootsma, F.A. (1997) .Fuzzy Logic for Planning and Decision Making.Originally Published by Kluwer Academic Publishers in 1997.Softcover reprint of the hardcover I st edition 1997.
35. Ghapanchi, A.H., Tavana, M., Khakbaz, M.H., Graham, L. (2012).A methodology for selecting portfolios of projects with interactions and under uncertainty. *International Journal of Project Management, 30*, 791–803.
36. Ginzberg, M. J. (1979).Improving MIS project selection.*OMEGA, 7, (06),* 527-537, Cite par SANTHANAM, R., et al. (1989).
37. Gogus, O., Boucher, T.O. (1998).Strong Transitivity, Rationality and Weak Monotonicity in Fuzzy Pairwise Comparisons. *Fuzzy Sets and Systems, 94(01),* 133-144.
38. Golam Kabir., Ahsan Akhtar Hasin. M. (2012) .Multiple Criteria Inventory Classification Using Fuzzy Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Industrial Engineering Computations, (03),* 123–132.
39. Hodjatollah Hamidi. (2015).Selecting Enterprise Resource Planning System Using Fuzzy Analytic Hierarchy Process Method. J*ournal of Information Systems and Telecommunication, 3(04),* 205-216.

40. Holecek .P.,Talasova.J.(2016).A free software tool implementing the fuzzy AHP method. 34 international conference in Mathematical Methods in Economic, Liberec Czech Republic.
41. Hong, K. K., Kim, Y.G. (2002).The critical success factors for ERP implantation: An organizational fit perspective. *Information & management*, *40*, 25-40, Cite par CHUN-CHIN WEI., & al. (2005).
42. Huseyin Selcuk Kilic., Selim Zaim., Dursun Delen. (2014). Development of a hybrid methodology for ERP system selection: The case of Turkish Airlines.*Decision Support Systems*, *66*, 82–92.
43. Ingu Kim., Shangmun Shin., Yongsun Choi., Nguyen Manh Thang., Edwin .R. Ramos., Won-Joo Hwang. (2009).Development of a project selection method on information system using ANP and Fuzzy Logic. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, (29), 411-416.
44. Jian Guo. (2013).Hybrid Multicriteria Group Decision Making method for Information System Project Selection Based on Intuitionistic Fuzzy Theory.*Hindawi Publishing Corporation Mathematical Problems in Engineering* ;Volume, pp 1-13.
45. Kajal Chatterjee., Mohuya B. Kar., Samarjit Kar. (2013).Strategic Decisions Using Intuitionistic Fuzzy Vikor Method for InformationSystem (IS) Outsourcing. International Symposium on Computational and Business Intelligence.
46. Kaufmann, A., Gupta, M.M. (1991).Introduction to Fuzzy Arithmetic: Theory and Applications.Van Norstrand Reinhold, New York. ISBN-10: 0442230079.
47. Kumar, V., Mahshwari, B., kumar, U .(2002).Enterprise resource planning systems adoption process.*A survey of Canadian organization International Journal of production research, 40* , 509-523, Cité par Chun-Chin Wei .,& al. (2005).

48. Laarhoven, V., Pedrycz, W. (1983).A fuzzy extension of Saaty's priority theory. *Fuzzy Sets Systems, 11*, 229–241.

49. Lee, J. W., Kim .S, H. (2000). Using analytic network process and goal Programming for interdependent information system project selection. *Computers & Operations Research, 27(04)*, 367-382.

50. Lee, J. W., Kim, S. H. (2001).An integrated approach for interdependent information system project selection. International *Journal of Project Management, 19*, 111-118. Doi: https://doi.org/10.1016/S0263-7863(99) 00053 -8.

51. Leung, L.C., Cao, D. (2000).On consistency and ranking of alternatives in fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research, 124(01)*. 102–113.

52. Leung, Y. (1988).Interregional equilibrium and fuzzy linear programming. *I Environment and Planning, 20*, pp. 25-40.Cité par: Young-lou Lai., Ching-Lai Hwang.(1994).Fuzzy Multiple objective Decision Making Methods and Applications. OriginaIly published by Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York.

53. Liang, C., Li, Q. (2008). Enterprise information system project selection with regard to BOCR. *International Journal of Project Management, 26(8),* 810-820. Doi: https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2007.11.001.

54. Lohgaonkan, M. A., Bajaji, V. H., Jadhav, V. A. (2010). Additive fuzzy multiple goal programming model for unbalanced multi-objective transportation problem. I*nternational journal of machine intelligence, 2(01)*, 29 -34.

55. Lucas, H. C., Moore, J. R. (1976). A multiple criterion scoring approach to reformation system project selection. *INFOR, 14(1),* 1-12. Doi: https://doi.org/10.1080/03155986.1976.11731622

56. Luhandjula, M .K. (1989). Fuzzy optimization an appraisal. *Fuzzy Sets and Systems, 30*, 257-282.Cité par: Young-lou Lai., Ching-Lai Hwang .(1994).

57. Melone, N. P., Wharton, T. J. (1984).Strategies for MIS Projects selection. *J. Systems MGMT, 4(02)*, 26-33; Cité par Santhanam, R., & al. (1989).

58. Mikhailov, L.(2003).Deriving priorities from fuzzy pairwise comparison judgements. *Fuzzy Sets and Systems, 134 (3)*, 365–385.

59. Moreno-Jiménez.J.M., Vargas.L.G. (2018).Cognitive Multiple Criteria Decision Making and the Legacy of the Analytic Hierarchy Process.*ESTUDIOS DE ECONOMÍA APLICADA*, 36 (01), 67-80. Doi: https:// doi.org /10.25115 /eea . v36i1.2516

60. Motwani, J.M., Irchandan, M., Gunasekaran,A . (2002). Successful implantation of ERP projects: Evidence from two case studies .*International Journal of Production Economics, 75*, 83-96. Cite par Chun-Chin Wei., et al. (2005).

61. Moutaz Haddara. (2014).ERP Selection: The SMART Way .*Procedia Technology, 16*, 394 – 403.

62. Omar Adil M. Ali., Aous Y. Ali., Balasem Salem Sumait. (2015). Comparison between the Effects of Different Types of Membership Functions on Fuzzy Logic Controller Performance. *International Journal of Emerging Engineering Research and Technology, 3(03)*, 75-83.

63. Pramanik, D., Mondal, S., Haldar, A. (2019). A framework for managing uncertainty in information system project selection: an intelligent fuzzy approach. *International Journal of Management Science and Engineering Management , 15 (1)*, 1-14.

64. Zhu, K. J., Jing, Y., and Chang, D. Y. (1999).A Discussion on Extent Analysis Method and Applications of Fuzzy-AHP. *European Journal of Operational Research, 116*, 450-456.

65. Ramik, J., Korviny, P. (2010). Inconsistency of pair-wise comparison matrix with fuzzy elements based on geometric mean. *Fuzzy Sets and Systems, 161(11)*, 1604-1613.

66. Ramik, J., Perzina, R. (2014).Solving decision problems with dependent criteria by new fuzzy multicriteria method in Excel. *Journal of business & Management, 3(04)*, 1-16.
67. Reix, R. (2002). Systèmes d'information et management des organisations, 4 éditions, édition Vuibert, Paris.
68. Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill.
69. Saaty, T.L. (1994). How to make a decision: the Analytic Hiearchy Process. *Interfaces, 24(06)*, 19-43.
70. Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences, 1(1),* 83–98. Doi: https://doi.org /10.1504/IJSSCI.2008.017590
71. Santhanam, R., Kyparisis, G. J. (1996).A decision model for interdependent information system project selection. *European Journal of Operational Research, 89,* 380-399. Doi: https://doi.org/10.1016/0377-2217(94)00257-6.
72. Santhanam, R., Muralidhar, K., Shniederjans, M. (1989). A zero-one goal programming approach for information system project selection. *OMEGA International Journal of Mgmt, 17(06),* 583-593. Doi: https://doi.org/10.1016/0305-0483(89)90062-5.
73. Santhanam, R., Muralidhar, K., Wilson, R. L. (1990).Using the analytic hierarchy for information systems projects selection. *Information and Management, (January)*, 1-9.
74. Sarkis, J., Sundarraj, E. R. (2000).Factors for strategic evaluation of enterprise information technologies. *International Journal of Physical Distribution &Management, 30(3/4)*, 196-220.
75. Satyananda Reddy., Kvsvn Raju. (2009). An Improved Fuzzy Approach for OCOMO's Effort Estimation using Gaussian Membership Function .*Journal Of Software*, 4(5),452-460.

76. Schniederjans, M. J., Wilson, R. L. (1991).Using the analytic hierarchy process and goal programming for information system project selection. *Information & Management North-Holland*, *20*, 333-342. Doi: https://doi.org/10.1016/0378-7206(91)90032-W

77. Shniederjans**,** M. J., Santhanam, R., Muralidhar, K. **(**1988). An optimization model for information system project selection. *Management Science and Policy Analysis*, *6(1)*, 53-62.

78. Kłos, S., Trebuna, P. (2014).Using The AHP Method to Select en ERP System for a Sme Manufacturing Company. *Management and Production Engineering Review, 5 (03)*, 14–22.

79. Slowinski, R., Teghem, J. (1990) .Stochastic Versus Fuzzy Approaches to Multi Objetive Mathematical Programming under Uncertainty. Kluwer Academic Publishers Soft cover reprint of the hardcover, 1st edition.

80. Toloo, M., Nalchigar, S., Sohrabi, B. (2018).Selecting most efficient information system projects in presence of user subjective opinions: a DEA approach. The *Central European Journal of Operations Research, 26*, 1027-1051 .Doi: https://doi.org/10.1007/s10100-018-0549-4.

81. Torsten Munkelt. (2013). ERP systems: aspects of selection, implementation and sustainable operations.*International Journal of Information Systems and Project Management, 1(02)*, 25-39.

82. Tuncay Gürbüz., Emre Alptekin, Gülfem Işıklar Alptekin.(2012).A hybrid MCDM methodology for ERP selection problem with interacting criteria. *Decision Support Systems, 54*, 206–214

83. Gerogiannis, V, C., Panos Fitsilis., Achilles D. Kameas. (2013). Evaluation of project and portfolio Management Information Systems with the use of a hybrid IFS-TOPSIS method. *Intelligent Decision Technologies, 7*, 91–105.

84. Verdegay, J.L., (1984).A dual approach to solve the fuzzy linear programming problem.*Fuzzy Sets and Systems*, *14*, 131-141.Cite par:

Young-lou Lai., Ching-Lai Hwang.(1994).Fuzzy Multiple objective Decision Making Methods and Applications. OriginaIly published by Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York.

85. Vipul Jain., Chan, F. T. S., Chung. S. H. (2018).Information system selection for a supply chain based on current trends: the BRIGS approach. *Neural Comput & Applic*, ***30***, 1619–1633. https://doi.org/10.1007/s00521-016-2776-8.
86. Wang, J., Hwang, W. L. (2007).A fuzzy set approach for R&D portfolio selection using a real option valuation model. *Omega*, *35*,247–257.
87. Wang Y.-M., Luo, Y., Hua, Z.(2008).On the extent analysis method for fuzzy AHP and its applications.*European Journal of Operational Research*, *186(02)*,735–747.
88. Wemers, B. (1987).An interactive fuzzy programming system. *Fuzzy Sets and Systems*, *23*, 131-147. Cite par Young-lou Lai & Ching-Lai Hwang.(1994).
89. Siler, W., Buckley, J.J. (2005).Fuzzy Expert Systems and Fuzzy Reasoning. Copyright by John Wiley & Sons, Inc Hoboken, New Jersey.
90. Yaghoobi, M. A., Jones, D. F., Tamiz, M. (2008). Weighted additive models for solving fuzzy goal programming problems. *Asia-Pacific Journal of Operational Research*, *25*, 715-733. Doi: https://doi.org /10 .1142/S0217595908001973.
91. Yao, Y., He, H.C. (2000).Data warehousing and the internet's impact on ERP. *IT Pro*, (March/April), 37-41. Cite par CHUN-CHIN WEI., & al. (2005).
92. Lee, Y-C., Tang, N-H., Sugumaran, V. (2014). Open Source CRM Software Selection using the Analytic Hierarchy Process. *Information Systems Management*, *31*, 2–20.

93. Lai, Y-J., Ching-Lai Hwang, C-L. (1992).Fuzzy Mathematical Programming Methods and Applications.Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
94. Yusuf, Y., Gunasekaran, A., Abthorpe, M. S. (2004).Enterprise information systems project implementation: A case study of ERP in Rolls-Royce. *Journal of Production Economics (87),* 251-266. Cite par Chun-Chin Wei et al. (2005).
95. Zadeh, L .A. (1965).Fuzzy Set. *Information and Control*, *08*, 338-353.
96. Zadeh, L.A. (1976). A fuzzy-algorithmic approach to definition of complex or imprecise concepts. *Int.J.Man-Machine Studies*, *8,* .249-291.
97. Zandi, F., Tavana, M. (2010). A multi-attribute group decision support system for information technology project selection. *International Journal of Business Information Systems, 6(2)*, 179-199.
98. Zimmermann, H.-J. (1976).Description and optimization of fuzzy system.*International Journal of General System*, *2*, 209-216.
99. Zimmermann. H.-J. (2010).Fuzzy set theory. *Advanced Review, 2*, May/June, 317-332. Www. wiley. Com/wires /compstatswww .wiley.com /wires/ compstats.

الملاحق:

الملحق 1: الأسئلة التي طرحت على فريق الخبراء عند مقارنة المعايير العشرة بالنسبة للهدف

مقارنة المعايير العشرة بالنسبة لإستراتيجية المؤسسة(الهدف)	أهمية متساوية	قيم بينية	أهم بقليل	قيم بينية	أهم	قيم بينية	أكثر أهمية	قيم بينية	بالتأكيد أكثر أهمية
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار تكاليف المعدات (C1) بالنسبة لمعيار تكاليف البرمجيات(C2) مع احترام الهدف؟									
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار تكاليف المعدات (C1) بالنسبة لمعيار التكاليف الأخرى(C3) مع احترام الهدف؟									
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار تكاليف المعدات (C1) بالنسبة لمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية(C4) مع احترام الهدف؟									
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار تكاليف المعدات (C1) بالنسبة لمعيار التكاليف الربح(B) مع احترام الهدف؟									
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار تكاليف المعدات (C1) بالنسبة لمعيار المخاطرة (R) مع احترام الهدف؟									
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار تكاليف المعدات (C1) بالنسبة لمعيار الوقت اللازم للتنفيذ(T1) مع احترام الهدف؟									
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار تكاليف المعدات (C1) بالنسبة لمعيار الوقت اللازم للتكوين(T2) مع احترام الهدف؟									
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار تكاليف المعدات (C1) بالنسبة لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1) مع احترام الهدف؟									
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار تكاليف المعدات (C1) بالنسبة لمعيار رضا متخذي القرار (S2) مع احترام الهدف؟									
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار تكاليف البرمجيات(C2) بالنسبة لمعيار التكاليف الأخرى(C3) مع احترام الهدف؟									
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار تكاليف البرمجيات(C2) بالنسبة لمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية(C4) مع احترام الهدف؟									
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار تكاليف البرمجيات(C2) بالنسبة لمعيار الربح(B) مع احترام الهدف؟									
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار تكاليف البرمجيات(C2) بالنسبة لمعيار المخاطرة(R) مع احترام الهدف؟									
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار تكاليف البرمجيات(C2) بالنسبة لمعيار الوقت اللازم للتنفيذ(T1) مع احترام الهدف؟									
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار تكاليف البرمجيات(C2) بالنسبة لمعيار الوقت اللازم للتكوين(T2) مع احترام الهدف؟									

كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار تكاليف البرمجيات(C2) بالنسبة لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1) مع احترام الهدف؟								
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار تكاليف البرمجيات(C2) بالنسبة لمعيار رضا متخذي القرار (S2) مع احترام الهدف؟								
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار التكاليف الأخرى(C3) بالنسبة لمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية(C4) مع احترام الهدف؟								
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار التكاليف الأخرى(C3)بالنسبة لمعيار الربح(B) مع احترام الهدف؟								
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار التكاليف الأخرى(C3) بالنسبة لمعيار المخاطرة (R) مع احترام الهدف؟								
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار التكاليف الأخرى(C3) بالنسبة لمعيار الوقت اللازم للتنفيذ(T1) مع احترام الهدف؟								
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار التكاليف الأخرى(C3) بالنسبة لمعيار الوقت اللازم للتكوين(T2) مع احترام الهدف؟								
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار التكاليف الأخرى(C3) بالنسبة لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1) مع احترام الهدف؟								
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار التكاليف الأخرى(C3) بالنسبة لمعيار رضا متخذي القرار (S2) مع احترام الهدف؟								
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية(C4) بالنسبة لمعيار الربح(B) مع احترام الهدف؟								
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية(C4) بالنسبة لمعيار المخاطرة(R) مع احترام الهدف؟								
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية(C4) بالنسبة لمعيار الوقت اللازم للتنفيذ(T1) مع احترام الهدف؟								
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية(C4) بالنسبة لمعيار الوقت اللازم للتكوين(T2) مع احترام الهدف؟								
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية(C4) بالنسبة لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1) مع احترام الهدف؟								
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية(C4) بالنسبة لمعيار رضا متخذي القرار (S2) مع احترام الهدف؟								
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار الربح(B) بالنسبة لمعيار								

المخاطرة(R) مع احترام الهدف؟								
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار الربح(B) بالنسبة لمعيار الوقت اللازم للتنفيذ(T1) مع احترام الهدف؟								
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار الربح(B) بالنسبة لمعيار الوقت اللازم للتكوين(T2) مع احترام الهدف؟								
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار الربح(B) بالنسبة لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1) مع احترام الهدف؟								
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار الربح(B) بالنسبة لمعيار رضا متخذي القرار (S2) مع احترام الهدف؟								
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار المخاطرة(R) بالنسبة لمعيار الوقت اللازم للتنفيذ(T1) مع احترام الهدف؟								
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار المخاطرة(R) بالنسبة لمعيار الوقت اللازم للتكوين(T2) مع احترام الهدف؟								
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار المخاطرة(R) بالنسبة لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1) مع احترام الهدف؟								
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار المخاطرة(R) بالنسبة لمعيار رضا متخذي القرار (S2) مع احترام الهدف؟								
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار الوقت اللازم للتنفيذ(T1) بالنسبة لمعيار الوقت اللازم للتكوين(T2) مع احترام الهدف؟								
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار الوقت اللازم للتنفيذ(T1) بالنسبة لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1) مع احترام الهدف؟								
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار الوقت اللازم للتنفيذ(T1)بالنسبة لمعيار رضا متخذي القرار (S2) مع احترام الهدف؟								
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار الوقت اللازم للتكوين(T2) بالنسبة لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1) مع احترام الهدف؟								
كم تقدر الأهمية النسبية لمعيار الوقت اللازم للتكوين(T2) بالنسبة لمعيار رضا متخذي القرار (S2) مع احترام الهدف؟								
كم تقدر الأهمية النسبية لمعياررضا مستخدمي الأنظمة (S1)بالنسبة لمعيار رضا متخذي القرار (S2) مع احترام الهدف؟								

الملحق 2: الأسئلة التي طرحت على فريق الخبراء عند مقارنة المشاريع العشرة بالنسبة لكل معيار على حدى

1. مقارنة المشاريع العشرة بالنسبة لمعيار تكاليف المعدات (C1)

مقارنة المشاريع العشرة بالنسبة لمعيار تكاليف المعدات(C1)	أهمية متساوية	قيم بينية	أهم بقليل	قيم بينية	أهم	قيم بينية	أكثر أهمية	قيم بينية	بالتأكيد أكثر أهمية
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X2 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X3 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X4 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X3 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X4 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع									

X9 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X4 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع									

X10 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X7 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X7 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X7 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X8 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X8 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X9 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيار تكاليف المعدات(C1)؟									

2. مقارنة المشاريع العشرة بالنسبة لمعيار تكاليف البرمجيات (C2)

مقارنة المشاريع العشرة بالنسبة لمعيار تكاليف البرمجيات(C2)	أهمية متساوية	قيم بينية	أهم بقليل	قيم بينية	أهم	قيم بينية	أكثر أهمية	قيم بينية	بالتأكيد أكثر أهمية
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X2 مع احترام للمعيارتكاليف البرمجيات(C2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X3 مع احترام للمعيارتكاليف البرمجيات(C2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X4 مع احترام للمعيارتكاليف البرمجيات(C2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام للمعيارتكاليف البرمجيات(C2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام للمعيارتكاليف البرمجيات(C2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام للمعيارتكاليف البرمجيات(C2)؟									

كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام للمعيارتكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام للمعيارتكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيارتكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X3 مع احترام للمعيار تكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X4 مع احترام للمعيار تكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام للمعيار تكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام للمعيار تكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام للمعيار تكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام للمعيار تكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام للمعيار تكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيار تكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X4 مع احترام للمعيار تكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام للمعيارتكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام للمعيار تكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام للمعيارتكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام للمعيارتكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام للمعيارتكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيارتكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام للمعيارتكاليف البرمجيات(C2)؟								

كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام للمعيارتكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام للمعيارتكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام للمعيارتكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام للمعيارتكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيارتكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام للمعيارتكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام للمعيارتكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام للمعيارتكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام للمعيارتكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيارتكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام للمعيارتكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام للمعيارتكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام للمعيارتكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيارتكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X7 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام للمعيارتكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X7 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام للمعيارتكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X7 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيارتكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X8 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام للمعيارتكاليف البرمجيات(C2)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X8 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيارتكاليف البرمجيات(C2)؟								

كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X9 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيارتكاليف البرمجيات(C2)؟								

3. مقارنة المشاريع العشرة بالنسبة لمعيار التكاليف الأخرى (C3)

مقارنة المشاريع العشرة بالنسبة لمعيار التكاليف الأخرى (C3)	أهمية متساوية	قيم بينية	أهم بقليل	قيم بينية	أهم	قيم بينية	أكثر أهمية	قيم بينية	بالتأكيد أكثر أهمية
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X2 مع احترام للمعيار التكاليف الأخرى (C3)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X3 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X4 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X3 مع احترام للمعيار التكاليف الأخرى (C3)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X4 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام للمعيار التكاليف الأخرى (C3)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام للمعيار التكاليف الأخرى (C3)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟									

كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام للمعيار التكاليف الأخرى (C3)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيار التكاليف الأخرى (C3)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X4 مع احترام للمعيار التكاليف الأخرى (C3)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟								

كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X7 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X7 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X7 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X8 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X8 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X9 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيارالتكاليف الأخرى (C3)؟									

4. مقارنة المشاريع العشرة بالنسبة لمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية (C4)

مقارنة المشاريع العشرة بالنسبة لمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية (C4)	أهمية متساوية	قيم بينية	أهم بقليل	قيم بينية	أهم	قيم بينية	أكثر أهمية	قيم بينية	قيم بينية	بالتأكيد أكثر أهمية
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X2 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية؟										
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X3 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية؟										
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X4 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية؟										
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية؟										
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية؟										
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X7										

مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X3 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية (C4)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X4 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية (C4)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية (C4)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X4 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية (C4)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية؟								

كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية ؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية ؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية ؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية ؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية ؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية ؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية ؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية ؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية ؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية ؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية ؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية ؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية ؟								

كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X7 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية ؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X7 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام للمعيارالتكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية ؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X7 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيارالتكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية ؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X8 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية ؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X8 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية ؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X9 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيار التكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية ؟									

5. مقارنة المشاريع العشرة بالنسبة لمعيار الربح (B)

مقارنة المشاريع العشرة بالنسبةلمعيار الربح (B)	أهمية متساوية	قيم بينية	أهم بقليل	قيم بينية	أهم	قيم بينية	أكثر أهمية	قيم بينية	بالتأكيد أكثر أهمية
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X2 مع احترام معيار الربح (B)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X3 مع احترام لمعيار الربح (B)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X4 مع احترام لمعيار الربح (B)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام لمعيار الربح (B)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام لمعيار الربح (B)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام لمعيار الربح (B)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار الربح (B)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار الربح (B)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع									

X10 مع احترام لمعيار الربح (B)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X3 مع احترام لمعيار الربح (B)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X4 مع احترام لمعيار الربح (B)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام لمعيار الربح (B)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام لمعيار الربح (B)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام لمعيار الربح (B)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار الربح (B)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار الربح (B)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار الربح (B)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X4 مع احترام لمعيار الربح (B)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام لمعيار الربح (B)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام لمعيار الربح (B)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام لمعيار الربح (B)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار الربح (B)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار الربح (B)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار الربح (B)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام لمعيار الربح (B)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام لمعيار الربح (B)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام لمعيار الربح (B)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع								

X8 مع احترام لمعيار الربح (B)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار الربح (B)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار الربح (B)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام لمعيار الربح (B)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام لمعيار الربح (B)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار الربح (B)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار الربح (B)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار الربح (B)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام لمعيار الربح (B)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار الربح (B)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار الربح (B)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار الربح (B)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X7 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار الربح (B)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X7 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار الربح (B)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X7 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار الربح (B)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X8 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار الربح (B)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X8 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام للمعيارالتكاليف السنوية لليد العاملة الإضافية (C4)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X9 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار الربح (B)؟									

6. مقارنة المشاريع العشرة بالنسبة لمعيار المخاطرة(R)

مقارنة المشاريع العشرة بالنسبة لمعيار المخاطرة (R)	أهمية متساوية	قيم بينية	أهم بقليل	قيم بينية	أهم	قيم بينية	أكثر أهمية	قيم بينية	بالتأكيد أكثر أهمية
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X2 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X3 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X4 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X3 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X4 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع									

X10 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X4 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع									

X7 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X7 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X7 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X7 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X8 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X8 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X9 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار المخاطرة (R)؟									

7. مقارنة المشاريع العشرة بالنسبة لمعيار وقت التنفيذ (T1)

مقارنة المشاريع العشرة بالنسبة لمعيار وقت التنفيذ (T1)	أهمية متساوية	قيم بينية	أهم بقليل	قيم بينية	أهم	قيم بينية	أكثر أهمية	قيم بينية	بالتأكيد أكثر أهمية
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X2 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X3 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X4 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟									

كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X3 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X4 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X4 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								

كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X7 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X7 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X7 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X8 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X8 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X9 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار وقت التنفيذ (T1)؟								

8. مقارنة المشاريع العشرة بالنسبة لمعيار وقت التكوين (T2)

مقارنة المشاريع العشرة بالنسبة لمعيار وقت التكوين (T2)	أهمية متساوية	قيم بينية	أهم بقليل	قيم بينية	أهم	قيم بينية	أكثر أهمية	قيم بينية	بالتأكيد أكثر أهمية
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X2 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X3 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X4 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X3 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X4 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع									

X10 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X4 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع									

X7 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X7 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X7 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X7 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X8 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X8 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X9 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									

9. مقارنة المشاريع العشرة بالنسبة لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)

مقارنة المشاريع العشرة بالنسبة لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (**S1**)	أهمية متساوية	قيم بينية	أهم بقليل	قيم بينية	أهم	قيم بينية	أكثر أهمية	قيم بينية	بالتأكيد أكثر أهمية
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X2 مع احترام لمعيارضا مستخدمي الأنظمة؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X3 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X4 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟									

كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X3 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X4 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X4 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								

كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X7 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X7 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X7 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X8 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X8 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X9 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار رضا مستخدمي الأنظمة (S1)؟								

10.مقارنة المشاريع العشرة بالنسبة لمعيار تفضيلات متخذي القرار (S2)

مقارنة المشاريع العشرة بالنسبة لمعيار تفضيلات متخذي القرار (S2)	أهمية متساوية	قيم بينية	أهم بقليل	قيم بينية	أهم	قيم بينية	أكثر أهمية	قيم بينية	بالتأكيد أكثر أهمية
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X2 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X3 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X4 مع احترام لمعيار وقت التكوين (T2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X1 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X3 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X4 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X2 بالنسبة للمشروع									

X10 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X4 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X3 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X5 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X4 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X6 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X7 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X5 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع									

X7 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X6 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X7 بالنسبة للمشروع X8 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X7 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X7 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X8 بالنسبة للمشروع X9 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X8 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									
كم تقدر الأهمية النسبية للمشروع X9 بالنسبة للمشروع X10 مع احترام لمعيار رضا متخذي القرار (S2)؟									

الملخص:

هدف هذا البحث لإختبار نموذجين من النماذج المتعددة المعايير ولتقييم نوعية الدعم الذي تقدمه للقرارات المتعلقة بإختيار مشاريع نظم المعلومات. تعلق الأمر على التوالي: بطريقة التحليل الهرمي المبهم، والنموذج الهجين الذي يجمع بين طريقة التحليل الهرمي المبهم (FAHP) وبرمجة الأهداف المبهمة المرجحة (WAFGP). تحقيقا لهذه الغاية، تم إجراء دراسة ميدانية على مستوى **المؤسسة الوطنية للمنتجات المنجمية غير الحديدية والمواد النافعة** (ENOF)، وحدة مغنية.

أظهرت النتائج المحصلة نوعية الدعم المقدم من طرف النموذجين اللذين تم إختبارها لإختيار مشاريع نظم المعلومات. من بين هذين الأسلوبين، برز النموذج الهجين للتحليل الهرمي المبهم (FAHP) وبرمجة الأهداف المبهمة المرجحة (WAFGP)على أنه النموذج الأكثر فعالية ومرونة. وبالرغم من ذلك، فإن النموذجين المقترحين لا يخلوان من نقائص، والتي من أبرزها: إهمالهما لظاهرة الترابط الممكن بين القيود والبدائل.

كلمات البحث: صنع القرار، إختيار مشاريع نظم المعلومات، طريقة التحليل الهرمي المبهم، برمجة الأهداف المبهمة المرجحة.

Résumé :

Ce travail de doctorat avait pour objectif de tester deux modèles multicritères et d'apprécier la qualité du soutien qu'ils apportent aux décisions liés à la sélection des systèmes d'informations (SI). Il s'agit respectivement : d'un modèle de Fuzzy Analytic Hierarchy Process, et d'un model hybride combinant le Fuzzy Analytic Hierarchy Process et le Weighted Additive Fuzzy Goal Programming. A cette fin, une étude de cas a été réalisée au niveau de l'Entreprise Nationale Des Produits Miniers Non Ferreux & Des Substances Utiles (ENOF), Unité de Maghnia. A la fin, les résultats ont démontré la qualité du soutien apportés par les deux méthodes testée à la sélection des SI. Parmi ces deux méthodes, le modèle hybride combinant le Fuzzy Analytic Hierarchy Process et le Weighted Additive Fuzzy Goal Programming semble être le plus efficace. Toutefois, les modèles testés ne sont pas sans limites. Entre autres, ces derniers négligent les relations d'interdépendance qui peuvent lier les critères et les alternatives.

Mots clé : Prise de décision, sélection des projets de systèmes d'information, Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP), Weighted Additive Fuzzy Goal Programming(WAFGP).

The abstract:

The purpose of this study was to test two multi-criteria models and to assess the quality of the support wich they give to the information systems project selection. When the first approach uses the Fuzzy Analytic Hierarchy Process, the second proposes an integrated Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) and Weighted Additive Fuzzy Goal Programming (WAFGP) method. A case study has been conducted at the National Company of Non-Ferrous Mining Products & Useful Substances (ENOF),Maghnia-Unit, in order to show how to use these methodologies and there advantages.

At the end, the results demonstrated the quality of the support providing by the two methods to IS project selection. In comparison with the FAHP method, the AHP-WAFGP hybrid model gives better support for information system project selection by selecting projects that make the best use of available resources and better satisfy the goals. Furthermore, the sensitivity analysis reveals that the second model is robust, adaptable, and not sensitive to small changes. Nevertheless, the proposed methodology does not include interdependencies among criteria and alternatives.

Keywords: Decision making, information systems project selection, Fuzzy Analytic Hierarchy Process, Weighted Additive Fuzzy Goal Programming.