مجلة البحوث الأكاديمية

Journal homepage: www.lam.edu.ly

أولوية استكمال المشاريع الإنشائية المتوقفة في ليبيا باستخدام التحليل المتعدد المعايير

ونام علي ابوحليقة
كلية التقنية الصناعية - مصراتة
قسم الهندسة الصناعية
مصراتة - ليبيا

علي قاسم شتوان
جامعة مصراتة - كلية الهندسة
قسم الهندسة الصناعية والتصنيع
مصراتة - ليبيا

الملخص

تشهد المشاريع الإنشائية سواء كانت مشاريع إسكانية أو خدمية أو بنى تحتية في ليبيا حالة من التوقف، وذلك بسبب العديد من العوامل لعل أهمها الوضع الأمني للبلاد، الأمر الذي يؤدي إلى العديد من الأضرار لهذه المشاريع. إن توقف هذه المشاريع لمدة أطول سيترتب عليه تهالك وانهيار كافة الأعمال التي تم تنفيذها سابقاً, وهذا يعني عجزها على تقديم ما أقيمت لأجله سواء أكانت مشاريع إنتاجية أو خدمية. تهدف هذه الدراسة إلى تقديم منهجية لتحديد أولوية استكمال المشاريع المتوقفة في ليبيا وذلك باستخدام طرق التحليل المتعددة المعايير والمتمثلة في طريقة AHP، وطريقة TOPSIS، وطريقة VIKOR، من خلال تطبيقها على المشاريع الإنشائية المتوقفة بقطاع الصحة بمدينة مصراتة لمساعدة المسؤولين وصناع القرار من اتخاذ القرار المناسب بناءً على طرق علمية. اعتمدت الدراسة على الزيارات الميدانية للمؤسسات والشركات ذات العلاقة بالمشاريع الإنشائية ومقابلة المسؤولين لجمع البيانات وحصر المشاريع المتوقفة بمدينة مصراتة. بعد ذلك تم تحديد المعايير الرئيسية المتعلقة بأولوية استكمال المشاريع المتوقفة، ووضع الأوزان لها. أُسْتخدِم أسلوب AHP لتحديد الأوزان للمعايير الرئيسية من خلال المقارنات الثنائية لاستخدامها كمدخلات لطريقتي TOPSIS وVIKOR بمساعدة برنامج MatlabR2013a. بعد ذلك تم بناء النماذج الخاصة بكل من طريقتي TOPSIS وVIKOR, وأُسْتخدِم برنامج MatlabR2013a لحل النماذج الرياضية لتحديد أولوية استكمال المشاريع المتوقفة. أظهرت نتائج الدراسة أن الطريقتين المقترحتين كانتا قادرتين على تحديد أولوية استكمال المشاريع الإنشائية المتوقفة في قطاع الصحة من بين ثمانية بدائل، وحصول البديل B والمتمثل في صيانة وتطوير المركز الصحي طمينة على الأولوية في كلتا الطريقتين.

الكلمات المفتاحية:
أولوية، استكمال، تحليل، معايير، مشاريع

1. المقدمة

إن تطور المشاريع الإنشائية يعتبر من أهم المؤشرات على تطور وتقدم المجتمع، حيث تعد المشاريع الإنشائية المفتاح الرئيس للدول في سعيها المتواصل نحو تحسين مستوى الحياة العامة للأفراد، وقد شهدت المشاريع الإنشائية نمواً واسعاً ومتزايداً باعتبارها جزء من النمو الاقتصادي العام. فضلاً عن ذلك، تعتبر مركزاً لاستقطاب العديد من الموارد البشرية والمادية المتمثلة في القوة العاملة ورؤوس الأموال والآلات، ويمكن وصفها بأنها صناعة ومهنة خدمات في آن واحد [1]. تتعدد مجالات المشاريع التي شهدت نمواً في ليبيا في السنوات الأخيرة, حيث استثمرت ليبيا ما يزيد عن 86 مليار دينار ليبي في تطوير وتنفيذ عدد من المشاريع في مختلف المجالات، منها مشاريع البنى التحتية ومشاريع الطرق والجسور وتنفيذ المطارات والوحدات السكنية والمستشفيات والمباني التعليمية [2]. على سبيل المثال جهاز تنمية وتطوير المراكز الإدارية من أهم المؤسسات التي تولت تنفيذ جزء من هذه المشاريع، حيث تقدر قيمة العقود المتوقفة لدى الجهاز ما يقارب من 50 مليار دينار ليبي، موزعة على 1752 مشروع حسب تقرير ديوان المحاسبة لسنة 2017 [3]. نظراً للعدد الكبير للمشاريع المتعاقد عليها وارتفاع قيمة العقود المالية وقلة الموارد المالية المتوفرة حالياً، لم تتمكن الدولة الليبية من استكمال كل هذه المشاريع. الأمر الذي يستدعي وجود طريقة يتم من خلالها تحديد أولوية استكمال هذه المشاريع من خلال تحديد معايير رئيسية يتم المفاضلة فيما بينها وفقاً للموارد المالية المتاحة. تعد طريقة التحليل المتعدد المعايير من أهم أساليب صنع القرار, والتي فكرتها تعتمد على الاختيار بين مجموعة من البدائل مع أخذ كل المعايير الرئيسية والفرعية التي تتوقف عليها عملية الاختيار بعين الاعتبار.

2. الدراسات السابقة

تناولت الدراسة الحالية العديد من الدراسات والبحوث العلمية السابقة ذات العلاقة بموضوع الدراسة والتي درست الموضوع من جوانب مختلفة، ونستعرض فيما يلي جملة من هذه الدراسات.

يعد أسلوب التحليل المتعدد المعايير Multi-criteria Decision Making (MCDM) من الأساليب المعتمدة في اتخاذ القرارات متعددة المعايير التي تعتمد في توظيف الأساليب الكمية في عملية اتخاذ القرار الخاص بانتقاء البديل الأمثل من بين مجموعة من البدائل وفق معايير متعددة، حيث أثبتت الطريقة نجاحها وكفاءتها العالية في حل المشاكل المعقدة واتخاذ القرارات المناسبة. تناولت العديد من البحوث والدراسات السابقة استخدام طريقة التحليل الهرمي في تحديد البديل الأفضل، فقد استخدم الشوبكي طريقة التحليل الهرمي في اختيار أفضل مكتب استشاري من بين عدة مكاتب استشارية للإشراف على المشاريع الهندسية. توصلت الدراسة إلى أن الطرق المحلية في اختيار المكاتب الاستشارية بحاجة إلى التطوير بما يلائم الظروف المحلية، كذلك وجود تقارب في وجهة نظر الجهات المالكة والمنفذة للمشاريع مع وجهة نظر المكاتب الاستشارية في تحديد أهم معايير الاختيار والذي أدى إلى اعتماد هذه المعايير في الدراسة [4]. استخدمت طريقة التحليل الهرمي أيضاً في تحديد المتطلبات الرئيسية في تقييم المشاريع من الناحية الأمنية في دراسة ناجي ومجول. من أهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة أن أسلوب التحليل الهرمي من الأساليب الجيدة في التقييم الأمني للمشاريع من خلال إجراء المقارنات الزوجية بين هذه المشاريع للاعتبارات الرئيسية المعتمدة عليها هذه المشاريع [5].

في دراسة Afshari وآخرون تم استخدام طريقة Simple (SAW) Additive Weighting في اختيار الموظفين، حيث تم تطبيق الطريقة على بيانات حالة دراسية حقيقية في قطاع الاتصالات السلكية واللاسلكية في إيران. تم تحديد سبعة معايير رئيسية أساسية بناءً عليها يتم عملية الاختيار لأفضل موظف من بين خمسة موظفين. أظهرت نتائج الدراسة سهولة استخدام الطريقة وإمكانية الحصول على نتائج جيدة باستخدام برامج بسيطة مثل برنامج إكسل [6]. دراسة Cristóbal هدفت إلى اختيار مشروع من بين مجموعة من مشاريع الطاقة المتجددة للخطة الجديدة التي أطلقتها الحكومة الأسبانية باستخدام طريقة VlseKriterijuska Optimizacija I Komoromisno Resenje (VIKOR), حيث تم دمج هذه الطريقة مع أسلوب التحليل الهرمي لترجيح أهم المعايير المختلفة، الأمر الذي يسمح لمتخذ القرار بتعيين هذه القيم بناءً على تفضيلاتهم. أظهرت نتائج الدراسة أن خيار محطة الكتلة الحيوية هي الخيار الأفضل, يليه طاقة الرياح, ثم بديل الطاقة الشمسية [7]. في دراسة سماقية وتعتاع تم استخدام أسلوب التحليل الهرمي لإدارة المخاطر في شركات الصناعات النسيجية بحلب. هدفت الدراسة إلى تحديد أهم المخاطر المحتملة في المشروعات وتحديد أفضل الاستراتيجيات لمواجهتها، حيث وزعت استبانة أعدت لهذا الغرض, ووزعت على صناع القرار في شركة هاي تكس للصناعات النسيجية، وكانت أهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة أن أسلوب التحليل الهرمي ذو فائدة كبيرة في مساعدة الإدارة على اتخاذ القرار المناسب، بالإضافة إلى أنه باستخدام هذا الأسلوب تم ترتيب أولويات المخاطر في الشركة [8]. دراسة Andejova وآخرون استخدمت طريقة التحليل الهرمي في تحديد أفضل سيور النقل من خلال تحديد خمسة معـايير رئيسية وهي: المعيار التكنولوجي، المعيار الاقتصادي، معيار الطاقة، معيار البيئة، ومعيار السلامة، ويندرج تحت كل معيار رئيسي مجموعة من المعايير الفرعية. توصلت الدراسة إلى أن معيار سعة النقل ومعيار سعر السير الناقل ومعيار استهلاك الطاقة الكهربائية تحصلت جميعها على أعلى درجة تقييم [9]. في دراسة Sajja وآخرون تم استخدام طريقة VIKOR لاختيار أعضاء هيئة التدريس المترشحين للعمل بمؤسسة أكاديمية. هدفت الدراسة إلى اختيار أفضل المترشحين من خلال سبعة معايير تتم المفاضلة على أساسها. توصلت الدراسة إلى اختيار أفضل المترشحين بالإضافة إلى ترتيبهم من الأعلى كفاءة إلى الأقل, وأوضحت الدراسة إمكانية استخدام هذه الطريقة في مجالات متعددة كالمؤسسات الصناعية وغيرها [10]. تم اختيار أفضل مورد للمواد الخام لشركة تعمل في قطاع إنتاج السيارات في تركيا في دراسة Özder وآخرون باستخدام تقنية ترتيب الأفضلية من حيث تشابه الحل المثالي Technique for Order Preference by Similarity Ideal Solution (TOPSIS) وطريقة برمجة الأهداف Programing (GP) Goal، حيث تم استخدام طريقة TOPSIS للبيانات النوعية وطريقة GP للبيانات الكمية، ومن خلال تطبيق كلا الطريقتين على البدائل المتاحة, توصلت كلا الطريقتين إلى نفس النتائج [11]. تم استخدام أسلوب التحليل الهرمي كأداة لتقييم جودة الخدمة في دراسة Liu وآخرون، حيث هدفت الدراسة إلى تحديد فيما إذا كان أسلوب التحليل الهرمي بإمكانه اشتقاق مؤشر عام للجودة. قام الباحثون بإعداد نموذج باستخدام أسلوب التحليل الهرمي يمكن من خلاله تقييم جودة الخدمة للمؤسسات [12]. دراسة شتوان وآخرون تناولت أيضاً اختيار المورد الأفضل في الشركات الصناعية باستخدام التحليل المتعدد المعايير، والتي هدفت إلى اختيار المورد الأفضل من بين عدة بدائل متوفرة من خلال تطبيق أساليب التحليل متعدد المعايير والمتمثلة في التحليل الهرمي والجداء المرجح والمجموع المرجح على الشركة الأهلية للإسمنت المساهمة في ليبيا. أظهرت النتائج اتفاق الطرق الثلاثة في اختيار المورد الأفضل, حيث اختيرت الشركة A كأفضل مورد من بين البدائل الستة، كذلك أظهرت نتائج تحليل الحساسية تأثر معيار الجودة بدرجة حساسية أعلى مقارنـة بباقي المعايير[13]. في دراسة Rahim وآخرون تم تطبيق طريقة TOPSIS لنظام دعم القرار في الرقابة الداخلية لاختيار أفضل الموظفين. هدفت الدراسة إلى استخدام الطرق الحديثة لتسهيل عملية اتخاذ القرار لاختيار أفضل الموظفين في وجود العديد من المعايير والبدائل الأمر الذي يجعل عملية اتخاذ القرار بالطرق التقليدية امراً صعباً ومعقداً. توصلت الدراسة إلى أن استخدام طريقة TOPSIS يمكن أن تساعد في دعم قرار الإدارة في الحصول على المرشحين الأكفاء [14].

دراسة Atthirawong وآخرون استخدمت طريقة Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) لاكتشاف العلاقة بين العوامل التي تؤثر على سلوكيات المستهلكين في شراء المنتجات الخضراء، حيث كان الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تحليل العوامل التي تؤثر على سلوكيات المستهلكين في شراء المنتجات الخضراء. توصلت الدراسة إلى أن أهم المعايير التي تؤثر على المستهلكين في الشراء لهذه المنتجات بالترتيب هي الموقف البيئي، السلامة والصحة والمخاوف، وإدارة المنتجات الخضراء [15]. في دراسة بن توزينة وآخرون تم تطبيق طريقة TOPSISعلى شركة توزيع الكهرباء والغاز سونلغاز بالجزائر. هدفت الدراسة إلى محاولة تشخيص واقع المؤسسة الاقتصادية محل الدراسة في استخدام التحليل المتعدد المعايير للاختيار من بين البدائل واتخاذ القرار المناسب، بالإضافة إلى التعريف بمنهجية TOPSIS وطريقة تطبيقها في المؤسسة الاقتصادية. خلصت الدراسة إلى أن تطبيق طريقة TOPSIS يساعد المؤسسة على اتخاذ قرارات صائبة لتحقيق أهداف منها: تدنية التكاليف وتعظيم الربح [16].

طرق التحليل المتعددة المعايير تتعامل مع تقييمات الخبراء من خلال أرقام محددة Crisp, تتراوح بين (1،9) ولا تتعامل مع الغموض في تقييمات الخبراء. للتغلب على هذا الغموض اتجه البُحاث إلى استخدام المنطق الضبابي Fuzzy logic مع إحدى طرق التحليل المتعدد المعايير. إن الجمع بين طريقة من طرق التحليل المتعدد المعايير والمنطق الضبابي يعطي مرونة أكبر في اتخاذ القرارات والتقييمات، فقد تناولت دراسة Balioti وآخرون استخدام طريقة TOPSIS في بيئة ضبابية لاختيار أفضل مجرى مائي من بين عدة مجاري مائية لسد في منطقة كيلكس في شمال اليونان. شملت المعايير الرئيسية على عدد تسعة معايير، ثم بناء النموذج الهرمي الذي اعتمد على المعايير الرئيسية التسعة وخمسة مجاري مائية كبدائل, وتمكنت الدراسة من ترتيب البدائل وتحديد البديل الأمثل [17]. دراسة اسميو تناولت دمج طريقة Fuzzy logic مع AHP لاختيار المورد الأفضل بالشركة الليبية للحديد والصلب. أظهرت نتائج الدراسة أن الطريقة كانت قادرة بشكل فعال على اختيار أفضل مورد من بين ستة موردين للسيور الناقلة لمكورات الحديد [18].

العديد من الدارسات السابقة تناولت موضوع تحديد الأولويات باعتبارها العملية التي يتم بموجبها تحديد أي المهام التي ستحظى بالأولوية القصوى وأيها الأدنى في سلم الأولويات وفقا للموارد المتاحة. دراسة حكومة وآخرون تناولت موضوع ترتيب أولويات صيانة المعدات الإنتاجية باستخدام عملية التحليل الهرمي. اعتمدت الدراسة على أربعة معايير رئيسية (التكلفة- السلامة- القيمة المضافة- التكنولوجيا) وذلك من خلال استبانة وزعت على الأفراد العاملين في قسمي التشغيل والصيانة بمصنع الدرفلة على الساخن بالشركة الليبية للحديد والصلب لغرض وضع الأوزان المناسبة لكل معيار من المعايير المحددة. خلُصت الدراسة إلى أن الأولوية كانت لفرن إعادة التسخين عند تنفيذ عمليات الصيانة، تليه آلة الدرفلة النهائية، في حين جاءت آلة مقص المقطع الدوار في المرتبة الأخيرة، كما كشفت نتائج تحليل الحساسية أن معيار التكلفة هو المعيار الأكثر حساسية، مما يجعله الأكثر أهمية وفعالية في الاختيار[19]. أما دراسة عبدالهادي فتناولت موضوع تحديد أسبقية المكائن في خط إنتاج زيوت السيارات في الشركة العامة لمصافي الجنوب في العراق. تم تحديد الأسبقية في ضوء ثلاثة معايير وهي (خطورة العطل على سلامة العاملين وعلى مستوى الإنتاج - تكرار العطل - معاينة الماكنة لكشف العطل). توصلت الدراسة إلى أن مكائن التقطير الفراغي كانت لها الأسبقية ويجب توجيه عمليات الصيانة لها مقارنة بالمكائن الأخرى [20]. تم تحديد أولويات القطاع الصناعي في فلسطين من أجل تحقيق التنمية المستدامة في دراسة أبووطفة، واستخدمت طريقة التحليل الهرمي كأداة من أدوات اتخاذ القرار متعدد المعايير، حيث قام الباحث بإعداد استبانتين لجمع البيانات الخاصة بالدراسة, وبعد ذلك استخدم برنامج خيارات الخبير لترتيب القطاعات الصناعية من أجل تحقيق التنمية المستدامة بناءً على معايير التنمية المستدامة الرئيسية والفرعية التي تم تحديدها توصلت الدراسة إلى ترتيب أولوية القطاع الصناعي وفق التنمية المستدامة, حيث حلت الصناعات الغذائية والمشروبات في المرتبة الأولى، وحلت في المرتبة الأخيرة الصناعات الورقية [21].

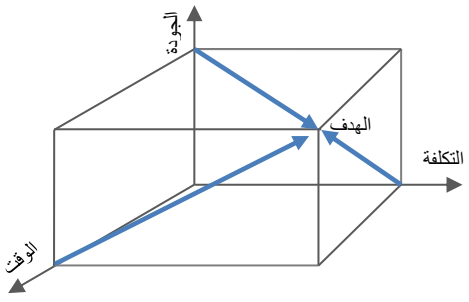
دراسة Shafiepour وآخرون قدمت منهجية لتحديد أولويات مشاريع البناء للبنية التحتية لشبكة السكك الحديدية الجديدة في إيران. هدفت الدراسة إلى تطوير منهجية جديدة لإعطاء الأولوية لبناء البنية التحتية للسكك الحديدية الجديدة. أظهرت النتائج أن بناء البنى التحتية الجديدة، في وقت واحد مع التحسين يمكن أن تؤدي إلى كفاءة فائقة لقدرة السكك الحديدية الحالية، مقارنة ببناء بنى تحتية جديدة فقط. كما بينت النتائج أن المنهجية المقترحة ونتائج هذه الدراسة يمكن أن تستخدم كأداة عملية لإدارات السكك الحديدية لتحديد أولوية مشاريع البناء المختلفة الجديدة والبنى التحتية [22].
دراسة Ahadi وآخرون هدفت إلى وضع إطار لتحديد الأولويات واختيار مقاولي المشاريع المدنية في مدينة طهران من خلال تطبيق نموذج AHP على أحد المشاريع المدنية الكبرى في طهران. توصلت الدراسة إلى أن أفضل مقاول لمشروع Shahid Bagheri هي شركة Iranshahr Company وأنه بالإمكان استخدام نموذج AHP لاختيار أفضل مقاول لمشاريع مشابهة [23].

من خلال استعراض الدراسات السابقة يلاحظ أن جميعها قد أثبتت فاعلية استخدام أساليب التحليل متعدد المعايير في اتخاذ القرار المناسب من خلال المعايير التي وضعت لكل دراسة للوصول للهدف، كما يلاحظ أيضا قدرة هذا الأسلوب على ترتيب البدائل والذي يميزه عن الطرق التقليدية التي تعتمد على الحدس والخبرة. من خلال البحث في الدراسات السابقة يلاحظ قلة الدراسات في هذا المجال, تحديداً الدراسات المتعلقة بتحديد أولوية استكمال المشاريع المتوقفة وفق مبدأ التحليل متعدد المعايير, وبالتالي هذه الدراسة تختلف عن الدراسات السابقة من حيث الفكرة والمعايير، بالإضافة إلى استخدامها لأكثر من طريقة في تحديد الأولويات والمقارنة فيما بينها, ويعتبر هذا دافع قوي لإجراء هذه الدراسة.

3. المشاريع الإنشائية

تعد الإنشاءات هي المفتاح الرئيسي في سعي الدول المتواصل من أجل تحسين مستوى الحياة العامة للأفراد، الأمر الذي ساهم في نموها بشكل واسع ومتزايد، على اعتبارها جزء من النمو الاقتصادي العام. إضافة إلى ذلك فإنها تعتبر مكان لاستقطاب العديد من الموارد البشرية والمادية المتمثلة بالقوى العاملة ورؤوس الأموال والآلات، حيث توصف بأنها صناعة ومهنة خدمات في آن واحد [1]. تتعدد التعريفات الصادرة عن الباحثين والمختصين والهيئات الدولية المعنية بإدارة المشاريع للمشروع، إلا أن المشروع في أبسط معانيه يمكن أن يعرف على أنه "منظمة مؤقتة لتنفيذ مجموعة من الأنشطة المنظمة لتحقيق هدف معين في فترة زمنية معينة وباستخدام موارد متنوعة" [24]. إن المشاريع مهما اختلفت طبيعتها أو حجمها أو رأس مالها فإنها تشترك في تحقيق ثلاثة أهداف رئيسية وهي كالتالي [24]:

الوقت: جميع المشاريع مقيدة بفترة زمنية معينة لبداية ونهاية المشروع وهو تحدي كبير لإدارة المشاريع ومعيار رئيسي لنجاح المشروع.
التكلفة: من العوامل المهمة في استمرار عملية تنفيذ المشروع الموارد المالية، حيث يعتبر مالك المشروع أنه كلما قلت تكلفة المشروع كلما زادت أرباحه.
الجودة: تتمثل الجودة في المعايير التي تم اعتمادها لقبول المنتج النهائي أو المشروع ومراحل تنفيذه ومطابقة المواصفات. والشكل (1) يوضح أهداف المشروع.



شكل 1. أهداف المشروع [1]

توجد علاقات قوية تربط بين أهداف المشروع (الوقت، التكلفة، الجودة) خلال تنفيذه، حيث أن الزيادة أو النقصان في أحد الأهداف يؤثر على الهدف الآخر، وأي تغير يحدث في أحد الأهداف فإنه من المحتمل أن يتأثر به الهدف الآخر.

أ) *مشاريع الإنشاء في ليبيا*:
أوكلت الدولة الليبية إلى جهاز تنمية وتطوير المراكز الإدارية الذي أنشأ بموجب قرار اللجنة الشعبية العامة رقم 371 لسنة 1989م والصادر بتاريخ 7 مايو 1989م اختصاصات واسعة في تنمية وتطوير المراكز الإدارية والمساهمة بصورة مباشرة في تنفيذ مشروعات التنمية في مختلف ربوع ليبيا، وذلك من خلال إنشاء وتطوير مراكز إدارية حديثة كاملة المرافق والإنشاءات، والتي تتوفر فيها مقومات الحياة الكريمة العصرية والتي تضمن رخاء الإنسان وتقدم وتطور المجتمع [25]. وقد أوكلت الدولة الليبية للجهاز في قرارات لاحقة الصلاحيات اللأزمة في الدراسة والتعاقد والتنفيذ بما يُمكّنْ الجهاز من تنفيذ مهامه وأعماله بالقدرة والسرعة المطلوبة. ومنذ إنشائه عمل الجهاز على تنفيذ مئات المشاريع في مختلف أنحاء الوطن وشملت جميع القطاعات ومجالات البُنى الأساسية سوى على مستوى التنفيذ أو الصيانة والتجهيز لمشاريع في قطاعات الصحة والتعليم والإسكان والمرافق العامة والثقافة والرياضة والأمن وقاعات المؤتمرات والمرافق المتكاملة للمدن والقرى والتجمّعات الحضريّة. بلغ إجمالي قيمة عقود التشييد لقطاع الإسكان 4,508,166,026 مليار دينار ليبي، ويوضح الجدول (1) توزيع المرافق المتكاملة على مدن ليبيا [25].

أنشئ بعد ذلك جهاز تنفيذ مشروعات الإسكان والمرافق بموجب القرار الصادر من اللجنة الشعبية العامة رقم (60) لسنة 1374و.ر 2006م وتكون له الشخصية الاعتبارية العامة والذمة المالية المستقلة ويخضع لإشراف اللجنة الشعبية العامة ومقره بمدينة طرابلس، ويجوز أن تنشأ له مكاتب تابعة حسب متطلبات العمل ويدار الجهاز بلجنة إدارة يصدر بتشكيلها قرار من اللجنة الشعبية العامة. يتولى الجهاز مسؤولية إعداد دراسات التخطيط الحضري والتصاميم الهندسية ووضع التقديرات المالية اللازمة لتنفيذ مشروعات الإسكان والمرافق المقررة بخطط وبرامج التنمية والتعاقد عليها ومتابعة تنفيذها.

ب) *المشاريع الإنشائية المتوقفة*:
توقفت أغلب المشاريع التنموية والاستثمارية التي تعاقدت عليها الدولة الليبية مع الشركات الأجنبية منذ أحداث 17 من فبراير عام 2011م، وغادرت هذه الشركات ليبيا خوفا من الفوضى الأمنية، بالإضافة إلى أن هذا الوضع أدى أيضاً لعدم تمكن الشركات المحلية من إنجاز الأعمال التي أوكلت لها بسبب عدم استتباب الأمن والصراعات الدائرة في العديد من مناطق الدولة الليبية. تعطل هذه العقود أدى إلى حدوث أضرار للدولة والشريك الأجنبي على حد سواء، حيث تكبدت الدولة الليبية خسائر على الصعيدين الاقتصادي والاجتماعي نتيجة لهذا التوقف في المشاريع وعدم القدرة على استكمالها، الأمر الذي يؤدي إلى التأثير على وضع المواطن كحصوله على السكن. بالإضافة إلى الأضرار التي تلحق بالمباني لهذه المشاريع نتيجة لهذا التوقف الأمر الذي يؤدي إلى تهالكها. هذه المشاريع تختلف فيما بينها من حيث: قيمة العقد، ونوع الخدمة التي يقدمها هذا المشروع للمجتمع، كذلك نسبة الإنجاز للمشروع، وأهميته بالنسبة للمجتمع. شمل توقف المشاريع الإنشائية قطاعات عدة كالإسكان والمرافق وقطاع الصحة، وقطاع التعليم، وغيرها، في العديد من المدن. نظراً لصعوبة الحصول على البيانات والأرقام الصحيحة، وذلك بسبب عدم وجود قاعدة بيانات تحصر كل المشاريع المتوقفة، جدول (2) يوضح مثال على المشاريع المتوقفة بمدينة مصراتة والتابعة لإدارة الخدمات الصحية مصراتة.

جدول 1. توزيع المرافق المتكاملة على مدن ليبيا [25]

المدينة	اسم المشروع	قيمة التعاقد بالدينار الليبي
طرابلس	تنفيذ المرافق المتكاملة لمنطقة سوق الجمعة ب	342,798,058
	تنفيذ المرافق المتكاملة لمنطقة قرقارش شرق وغرب غوط الشعال	53,600,921
	تنفيذ المرافق المتكاملة لمنطقة السراج الجديدة	208,317,442
	تنفيذ المرافق المتكاملة لمدينة تاجوراء	778,589,573
بنغازي	تنفيذ مرافق بنينة بشعبية بنغازي	34,777,689
	تنفيذ مرافق منطقة القوارشة بشعبية بنغازي	3,850,166
	تنفيذ مرافق مدينة سلوق	165,129,884
الجفارة	تنفيذ مرافق منطقة المعمورة بشعبية الجفارة	28,401,176
	تنفيذ مرافق منطقة الناصرية بشعبية الجفارة	18,193,417
	تنفيذ المرافق المتكاملة بمدينة جنزور/شعبية الجفارة	531,390,509
	تنفيذ المرافق المتكاملة بنمطقة قصر بن غشير بشعبية الجفارة	82,845,750
الجبل الغربي	تنفيذ المرافق المتكاملة بمطقة الرياينة بشعبية الجبل الغربي	14,596,925
	تنفيذ مرافق مدينة مزدة بشعبية الجبل الغربي	82,213,347
	تنفيذ مرافق منطقة الرجبان بشعبية الجبل الغربي	13,034,865
	مشروع تنفيذ المرافق المتكاملة بمدينة يفرن شعبية الجبل الغربي	63,900,377
	تنفيذ أعمال المرافق المتكاملة لمنطقة شكشوك بشعبية الجبل الغربي	32,637,262
	مشروع استكمال بقية المرافق المتكاملة لمدينة غريان	40,993,456
الزاوية	تنفيذ المرافق المتكاملة بمدينة صرمان بشعبية الزاوية	179,593
مصراتة	تنفيذ المرافق المتكاملة لمؤتمر ذات الرمال بشعبية مصراتة	21,884,236
	تنفيذ المرافق المتكاملة لمنطقة طمينة الكراريم بشعبية مصراتة	21,884,236
	مشروع تنفيذ أعمال تصميم المرافق المتكاملة بمنطقة سوق الثلاثاء بمدينة زليتن بشعبية مصراتة	47,925,000
	تنفيذ المرافق المتكاملة لمدينة زليتن بشعبية مصراتة	584,987,754
المرج	مشروع تنفيذ أعمال مراجعة واستكمال تصاميم مشروعات المرافق المتكاملة لمنطقة الدرسية بشعبية المرج	51,525,000
الواحات	تنفيذ المرافق المتكاملة بمنطقة أوجلة شعبية الواحات	36,006,766
	مشروع تنفيذ مرافق منطقة جالو شعبية الواحات	86,797,778
	مشروع مراجعة واستكمال التصاميم وتنفيذ مشروعات المرافق المتكاملة لمنطقة مرادة بشعبية الواحات	14,850,000
	استكمال تنفيذ المرافق المتكاملة بمنطقة 7 اكتوبر والشمالية اجدابيا	114,950,765
مرزق	تنفيذ المرافق المتكاملة لمنطقة القطرون بشعبية مرزق	50,751,819
	مشروع تنفيذ مرافق جيزاو بمرزق	32,832,115
سرت	تنفيذ المرافق المتكاملة بمنطقة الهيشة الجديدة بشعبية سرت	62,214,938
المرقب	تنفيذ المرافق المتكاملة لمنطقة العلوص بشعبية المرقب	9,633,084
	تنفيذ المرافق المتكاملة بمدينة مسلاته شعبية المرقب	107,143,036
	مشروع تنفيذ مرافق قصر الاخياربشعبية المرقب	45,33,398.4
	تنفيذ المرافق المتكاملة بمدينة الخمس	171,889,101
وادي الشاطئ	تنفيذ وتصميم المرافق المتكاملة لمنطقة (براك – اشكدة- قيرة –ونزريك-المنصورة – القرضة أقار)	162,225,000
غات	تصميم وتنفيذ المرافق المتكاملة بشعبية غات للتجمعات (غات- البركة – العوينات)	162,225,000
	الإجمالي	**4,508,166,026**

جدول 2. المشاريع المتوقفة بمدينة مصراتة والتابعة لإدارة الخدمات الصحية مصراتة

اسم المشروع	الجهة المنفذة	الجهة المتعاقدة	الموقف التنفيذي	نسبة الانجاز
صيانة وتطوير المركز الصحي أبو روية	شركة سما للمقولات العامة	وزارة الصحة	متوقف	% 40
صيانة وتطوير المركز الصحي طمينة	شركة سما للمقولات العامة		متوقف	% 50
صيانة وتطوير عمارة السكن الوظيفي	شركة بريق النصر للمقاولات		متوقف	% 50
الأعمال الخارجية و أعمال تركيب منظومة التكييف والاكسجين للمبنى الملحق بمجمع عيادات المقاصبة	شركة بوابة العمارة		لم يتم البدء في الأعمال	% 0
أعمال التكيسات وأعمال العوازل وأعمال التجهيزات للمبنى الخارجي والصيدلية المركزية بمجمع عيادات شهداء المقاصبة	شركة بوابة العمارة		لم يتم البدء في الأعمال	% 0
الأعمال الخارجية والبنية التحتية بمركز كرزاز الطبي	شركة الدعم للمقولات العامة		لم يتم البدء في الأعمال	% 0
صيانة المبنى الإداري والصيدلية المركزية بمركز كرزاز الطبي	شركة الدعم للمقولات العامة		لم يتم البدء في الأعمال	% 0
استكمال الحوض للعلاج المائي بمركز كرزاز الطبي	شركة الدعم للمقولات العامة		لم يتم البدء في الأعمال	% 0

4. القرار المتعدد المعايير

يمكن تعريف الطرق المتعددة المعايير على أنها تلك الأساليب التي تساعد متخذ القرار عند اتخاذه قراراً متعدد المعايير، والذي يعبر عن تحقيق هدف معين بالأخذ بعين الاعتبار مجموعة من المعايير التي تكون متنوعة (كمية وكيفية) وتكون للتعظيم أو للتدنية أو كلاهما، حيث أن هذه الأساليب وجدت للتعامل مع مشكلة تحكمها عدة عوامل أو معايير أو أهداف [26]. أما تعريف القرار المتعدد المعايير فيعرف على أنه: أداة رياضية تسمح بالمقارنة بين عدة بدائل مختلفة للقرار وفقا لعدة معايير والتي تكون أحيانا متعارضة فيما بينها، لتوجيه متخذ القرار على اختيار القرار الرشيد.
يمكن تلخيص إجراءات بناء نموذج المتعدد المعايير إلى خمس خطوات أساسية كما يلي [26]:
الخطوة الأولى: تحديد طبيعة المشكلة.
الخطوة الثانية: بناء نظام هرمي تسلسلي للتمكن من تقييم المشكلة.
الخطوة الثالثة: تحديد النموذج الملائم للتقييم (عملية الحل).
الخطوة الرابعة: الحصول على الأوزان النسبية، ودرجة أداء كل خاصية، بناء على كل بديل.
الخطوة الخامسة: تحديد أفضل بديل.

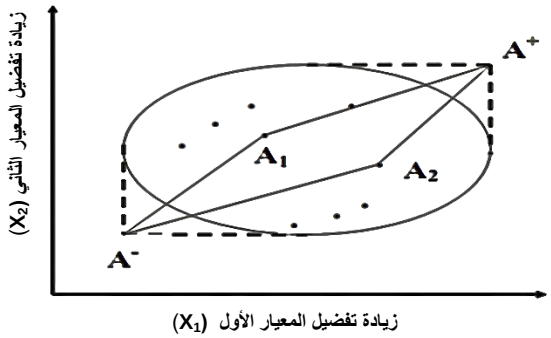
الغرض الرئيسي للنماذج التي تنتمي إلى القرار المتعدد المعايير هو حل المشاكل التي تنطوي على انتقاء واختيار وترتيب بديل معين من بين عدد من البدائل المحددة والمحدودة, حيث تحاول هذه النماذج تقدير بيانات ومعطيات الخواص من أجل معالجتها والتوصل إلى عملية اتخاذ القرار.

تعد مصفوفة القرار أحد أشهر الأدوات التي ترتكز عليها هذه النماذج التي تنتمي إلى عائلة القرار المتعدد المعايير، وفيما يلي شرح لبعض من هذه الطرق:

أ) تقنية ترتيب الأفضلية من حيث تشابه الحل المثالي:

Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)

كان أول استخدام لهذه الطريقة عام 1981م على يد الباحثان Wang و Yoon. يستند هذا النموذج على فكرة استعمال البعد أو المسافة الإقليدية Euclidean distance، بحيث لابد أن يكون البديل الذي تم اختياره أقرب ما يكون مسافة للحل المثالي الموجب، وأبعد ما يكون من الحل المثالي السالب، حيث أن هذه الطريقة تعتمد في حلها على استخدام كلا الحلين في نفس الوقت. لشرح ما سبق نستعين بالشكل (2)، حيث يتضح أن البديل A_1 إذا ما تمت مقارنته بالبديل A_2 فإن له أقصر مسافة بالنسبة لكلا الحلين المثالي الموجب A^+ والسالب A^- ، إلا أنه يظهر صعوبة إثبات ذلك في حالة كثرة وتعدد البدائل، لهذا يستعمل نموذج TOPSIS الحلين الموجب والسالب لتحديد البديل الأقرب إلى الحل المثالي [27].



شكل 2. المسافات الإقليدية للحلول المثلى الموجبة والسالبة في مستوى ثنائي البعد [17]

لبناء النموذج نتبع مجموعة خطوات بعد الحصول على مصفوفة القرار والتي تحتوي على عدد m بديل مرفوق بعدد n خاصية أو معيار وفق المصفوفة التالية:

$$D = \begin{array}{c} \\ A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} C_1 & C_2 & \ldots. & C_n \end{array} \\ \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \end{array}$$

حيث أن:

A_i : تمثل عدد i بديل، x_{ij} : المدخلات العددية لعدد بديل i بالنسبة لعدد j معيار.

الخطوات التالية توضح بناء النموذج [27]:

الخطوة الأولى: بناء مصفوفة القرار الموحدة.

في هذه العملية يتم تحويل الأبعاد المختلفة للخواص إلى خواص عديمة الأبعاد، وذلك حتى تتم عملية المقارنة بين الخواص. وتتم عملية التوحيد للخواص من خلال المعادلة (1).

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^{n} x_{ij}^2}} \qquad (1)$$

الخطوة الثانية: بناء مصفوفة القرار الموحدة المرجحة.

يتم حساب مصفوفة القرار الموحدة v عن طريق ضرب كل عمود من المصفوفة الموحدة في الوزن المخصص له w_j التي تمثل الأوزان المرفقة بالرمز j للخاصية، كذلك يجب أن يكون مجموع الأوزان المحدد من طرف متخدد القرار مساوياً للواحد $\sum_{j=1}^{n} wj = 1$

$$v_{ij} = w_j\, r_{ij} \qquad i = 1, \ldots., m;\ j = 1, \ldots\ldots n$$

$$V = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \cdots & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ v_{m1} & v_{m2} & \cdots & v_{mn} \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} w_1\ r_{11} & w_2\ r_{12} & \cdots & w_n\ r_{1n} \\ w_1\ r_{21} & w_2\ r_{22} & \cdots & w_n\ r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1\ r_{m1} & w_2\ r_{m2} & \cdots & w_n\ r_{mn} \end{bmatrix}$$

الخطوة الثالثة: تحديد الحلول المثلى الموجبة والسالبة.

يتم تحديد هذه الحلول كالتالي:

$$A^+ = \left\{ \left(\max_i^{v_{ij}} \mid j \in J\right), \left(\max_i^{v_{ij}} \mid j \in J'\right) \mid i = 1,2, \ldots., m \right\}$$

$$A^+ = \{v_1^+, v_2^+, \ldots\ldots\ldots, v_j^+, \ldots\ldots\ , v_n^+\}$$

$$A^- = \left\{ \left(\min_i^{v_{ij}} \mid j \in J\right), \left(\min_i^{v_{ij}} \mid j \in J'\right) \mid i = 1,2, \ldots., m \right\}$$

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \ldots\ldots\ldots, v_j^-, \ldots\ldots\ , v_n^-\}$$

حيث تمثل A^+ الحل المثالي الموجب أو البديل الأكثر تفضيلا، A^- تمثل البديل الأقل تفضيلا من بين البدائل المحددة ويسمى الحل المثالي السالب.

الخطوة الرابعة: حساب مقياس الانفصال.

قيم الانفصال التي تفصل بين البدائل يتم حسابها وفق معادلة البعد الإقليدي كالتالي:

المسافة بين أي بديل والحل المثالي الموجب يعطى وفق المعادلة (2).

$$, \text{i=1,2,…..,m} \qquad (2)\ s_{j^+} = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^+)^2}$$

المسافة بين أي بديل والحل المثالي السالب يعطى وفق المعادلة (3).

$$, \text{i=1,2,…..,m} \qquad (3)\ s_{j^-} = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^-)^2}$$

الخطوة الخامسة: حساب التقارب النسبي للحل المثالي.

التقارب النسبي للبديل A_i بالنسبة للحل المثالي A^+ والذي يعطي وفق المعادلة (4).

$$, \quad 0 < c_{j+} < 1 \quad C_{J+} = \frac{s_{j-}}{(s_{j+} + s_{j-})} \qquad (4)$$

$$i = 1,2, \ldots. m$$

فإذا كان $c_{j+} = 1$ هذا يعني $A_j = A^+$ ، وإذا كان $C_{J+} = 0$ هذا يعني أن $A_i = A^-$

الخطوة السادسة: ترتيب الأفضلية.

بناء على نتائج التقارب يمكن ترتيب الأفضلية للبدائل وفق الترتيب التنازلي والقريب من C^+.

ب) أسلوب التحليل الهرمي Analytic Hierarchy Process (AHP):

يعد أسلوب التحليل الهرمي أحد النماذج المستخدمة في معالجة القرار متعدد المعايير، ويعتبر من أدوات صنع القرار, وقد وضع هذا النموذج العالم توماس ساعاتي عام 1977م. تعتمد هذه الطريقة على توظيف الأساليب الكمية في عملية اتخاذ القرار الخاص بانتقاء البديل الأمثل من بين مجموعة من البدائل المتعددة والمتاحة.

يعتبر نموذج AHP من النماذج المهمة التي تفيد في حالة عدم قدرة متخذ القرار على بناء دالة المنفعة الخاصة به [21]. فأحيانا يكون من الصعب على صانع القرار تحديد كل من درجات وأوزان المعايير المطلوبة في هذا النموذج، وكذلك مصفوفة المقارنات الثنائية والتي تستخدم لحساب درجة فعالية البديل A_j وفق الخاصية x_j. يمكن التعبير عن مصفوفة المقارنة الزوجية $A=(a_{ij})_{n*n}$ كالتالي:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & : & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

حيث $a_{ij} > 0$ تمثل درجة التفضيل أو أهمية البديل أو المعيار x_i بالمقارنة مع البديل أو المعيار x_j.

تبدأ عملية التحليل الهرمي بوضع عناصر المشكلة المطروحة بشكل مصفوفة, ثم نقوم بعمل مقارنة زوجية بين عناصر المشكلة في أحد المستويات، وذلك بناءً على معايير الاختيار، ونحصل من هذه المقارنات على الأولويات، ثم الأولويات الإجمالية، ونكون قد حسبنا مدى الثبات ومدى التداخل بين العناصر [21]. وفيما يلي توضيح لخطوات بناء النموذج:

الخطوة الأولى: يتم تحليل المشكلة إلى مستويات مترابطة مع بعضها وفق النظام الهرمي المتسلسل، حيث يجب أن تكون جميع العناصر الأساسية ذات الصلة بالمشكلة (الهدف، المعيار، البدائل) موجودة من ضمن التخطيط الهرمي.

الخطوة الثانية: بناء مصفوفة المقارنات الزوجية، وهي تمثيل عددي للعلاقة بين معيارين أو بديلين ينتميان للمشكلة المطلوب معالجتها، والتي على أثرها يتم تحديد أهمية كل عنصر مقارنة بالأخر. في هذه المرحلة يجب الأخذ برأي الخبراء للحصول على أحكام رشيدة للمقارنة الزوجية، وذلك لتحديد الأهمية النسبية للعناصر في كل مستوى من المستويات التسلسل الهرمي. بالإمكان التعبير عن هذه المصفوفة كما يلي:

$$A= \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & : & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \vdots & : & \ddots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix}$$

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ \frac{1}{a_{21}} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & : & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{a_{n1}} & \frac{1}{a_{n2}} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

يتم إعطاء الأحكام أو الإجابات في شكل قيم بناءً على مقياس مدرج من العدد 1 إلى العدد 9، وفي حالة إعطاء الأحكام الخاصة بالمقارنات شفهية فإنه يتم تحويلها إلى قيم عددية بين العدد 1 إلى العدد 9 كما هو موضح في الجدول (3).

الخطوة الثالثة: يتم حساب القيم الذاتية لمصفوفة المقارنات، ومؤشر الثبات Consistency Index (CI)، ومعدل الثبات Consistency Raito (CR)، وأوزان المعايير، وهذا لأجل تحديد رتبة الأولوية، وفيما يلي شرح لهما:

حساب شعاع الأولوية Priority vector: تعتبر الطريقة التي طرحها ساعاتي من أهم طرق حساب شعاع الأولوية، حيث يوظف فيها مفهوم القيمة الذاتية والشعاع الذاتي لمصفوفة المقارنات لزوجية A، ويتم ذلك من ضرب مصفوفة المقارنات الزوجية A في شعاع الأوزان w ومنه نحصل على المصفوفة التالية:

جدول 3. مقياس الأهمية النسبية [7]

درجة الأهمية	الأهمية	التفسير
1	متساويان في الأهمية	العنصرين متساويان بنفس الأهمية بالنسبة للهدف العام
3	أهمية متوسطة	تفضيل عنصر على الآخر بدرجة بسيطة
5	أهمية كبيرة	تفضيل عنصر على الأخر
7	أهمية كبيرة جداً	تفضيل عنصر على الآخر بدرجة كبيرة جدا
9	أهمية قصوى	بشكل مطلق درجة أعلى في تفضيل عنصر على الآخر
8 ,6 ,4 ,2	أحياناً يحتاج الفرد أن يعطي حكما ذا قيمة تتوسط الأحكام السابقة	

$$A \times \boldsymbol{w} = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \vdots & : & \ddots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = n \begin{bmatrix} w_1 \\ w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = nw$$

وبحل المعادلة (5) نحصل على القيمة الذاتية (n):

$$Aw = nw \qquad (5)$$

أو

$$(A- n)w = 0$$

إن ضرب عدد في معاملات أي مصفوفة يؤدي إلى الضرب في القيمة الذاتية لهذه المصفوفة بناءً على خواص الجبر الخطي، فإذا اعتبرنا أن المصفوفة $\hat{A}$ هي مصفوفة المقارنات الزوجية المقدرة وشعاع الأوزان المرفق بها هو $\hat{w}$ ، كل هذا يعطينا المعادلة (6).

$$A\hat{w} = \hat{\lambda}_{\max}\ \hat{w} \qquad (6)$$

حيث أن $\hat{\lambda}_{max}$ تمثل أعظم قيمة ذاتية، وعن طريق المعادلة (6) يمكن الحصول على شعاع الأولوية (الأوزان) من خلال المعادلة (7).

$$\begin{cases} A\hat{w} = \hat{\lambda}_{max}\ \hat{w} \\ \sum_{i=1}^{n} w_j = 1 \end{cases} \qquad (7)$$

حساب الثبات Consistency: لضمان الثبات ودقة الأوزان النسبية اقترح ساعاتي مؤشرين: الأول وهو مؤشر الثبات Consistency Index (CI) والمؤشر الثاني هو معدل التجانس Consistency Raito (CR)، ويحسب مؤشر الثبات (CI) من خلال المعادلة (8).

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} \qquad (8)$$

حيث n تمثل عدد الخواص Attributes. للحصول على نتائج أكثر دقة أشار ساعاتي أنه يجب ألا تتجاوز قيمة مؤشر الثبات CI القيمة 0.1، بعد ذلك نقوم بحساب معدل التجانس من خلال المعادلة (9).

$$CR = \frac{CI}{RI} \qquad (9)$$

حيث تمثل RI مؤشر الثبات العشوائي Random Consistency Index، ويتحدد هذا المؤشر وفق درجة المصفوفة محل الدراسة [21]. في حالة الحصول على نتائج كبيرة يجب مراجعة المدخلات للمشكلة مرة أخرى.

ج) طريقة VIKOR:

تم اقتراح طريقة ViseKriterijumska Optimizacija (VIKOR) Kompromisno Resenje في عام 1998م من قبل الباحث Opricovic قبل أن يقوم بتطويرها في سنة 2004م. تقوم هذه الطريقة بتحديد حل وسط لترتيب البدائل، ثم تحديد مجالات ثبات الوزن التي يقابلها ثبات التفضيل الخاص بالحل الأوسط حسب الأوزان الأولية (المحددة)، ثم القيام بعملية الترتيب والاختيار بين مجموعة البدائل في ظل وجود معايير متعارضة، فهي تقدم مؤشر ترتيب متعدد المعايير يرتكز على أساس معين هو الاقتراب من الحل الأمثل [28]. يتم بناء النموذج وفق الخطوات التالية [28]:

الخطوة الأولى: يتم تحديد مصفوفة القرار ويكون ذلك على النحو المبين في المعادلة (10).

$$F = [f_{IJ}]_{m\times n} \qquad (10)$$

$$f_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} x_{ij}^2}} \qquad i = 1, 2, \dots . m \ , \quad j = 1, 2, \dots \dots n$$

حيث أن:

x_{ij} : هو أداء البديل A_j وهو مقيد بالمعيار j.

الخطوة الثانية: يتم تحديد الحل المثالي الموجب والحل المثالي السالب، نرمز للحل المثالي الموجب بالرمز A^+ والحل المثالي السالب بالرمز A^-، ويمكن تحديدهما بالعلاقتين التاليتين:

$$A^+ = \{(\max f_{ij} / j\epsilon J) \text{ أو } (\min f_{ij} / j\epsilon J) / i = 1,2, \dots . m\} = \{f_1^+, f_2^+, \dots ..,f_j^+, \dots . f_n^+\}$$

$$A^- = \{(\min f_{ij} / j\epsilon J) \text{ أو } (\max f_{ij} / j\epsilon J) / i = 1,2, \dots . m\} = \{f_1^-, f_2^-, \dots ..,f_j^-, \dots . f_n^-\}$$

حيث أن:

$J = \{j = 1,2, \dots \dots n | f_{ij}$, المطلوب استجابة أكبر $\}$

$J = \{j = 1,2, \dots \dots n | f_{ij}$, المطلوب استجابة أصغر $\}$

الخطوة الثالثة: يتم في هذه الخطوة حساب المنفعة ومقياس الندم من خلال المعادلتين (11)، (12).

$$S_i = \sum_{j=1}^{n} w_j * (f_j^+ - f_{ij})/(f_j^+ - f_j^-) \qquad (11)$$

$$R_i = \max_j [w_j * (f_j^+ - f_{ij})/(f_j^+ - f_j^-)] \qquad (12)$$

حيث أن:

S_i: تمثل مقياس المنفعة، R_i : تمثل مقياس الندم، w_j : يمثل وزن المعيار j .

الخطوة الرابعة: في هذه الخطوة يتم حساب مؤشر VIKOR، وذلك بموجب المعادلة (13).

$$Q_i = v\left[\frac{S_i - S^-}{S^- - S^+}\right] + (1-v)\left[\frac{R_i - R^-}{R^- - R^+}\right] \qquad (13)$$

حيث أن:

Q_i : تمثل قيمة VIKOR للبديل i، حيث i =1، 2، ..... m.

V : هي وزن أقصى مجموع للمنفعة وعادة ما يحدد بالقيمة 0.5 .

$$S^- = max_i S_i \qquad R^- = max_i R_i$$
$$S^+ = min_i S_i \qquad R^+ = min_i R_i$$

الخطوة الخامسة: يتم الترتيب حسب الأفضلية والبديل الذي يملك أصغر قيمة VIKOR هو الحل الأمثل.

من خلال دراسة الطرق السابقة للتحليل المتعدد المعايير نلاحظ أن المبدأ الأساسي لطريقة TOPSIS هو أن البديل المختار يجب أن يكون له أقصر مسافة من الحل المثالي الموجب وأبعد مسافة عن الحل المثالي السلبي، وكذلك تتميز بكفاءتها العالية عن باقي الطرق عند ارتفاع عدد البدائل, أما طريقة AHP فهي تأخذ في الاعتبار توزيع الهدف بين العناصر اعتماداً على المقارنة الثنائية بينها، في حين طريقة VIKOR تقدم الترتيب بناءً على مقياس معين وهو "القرب" من الحل المثالي باستخدام التطبيع الخطي. في هذه الدراسة وبناء على ما تقدم فإنه سيتم استخدام طريقة AHP لحساب أوزان المعايير الرئيسية، ومن ثم تستخدم هذه الأوزان كمدخلات لطريقتي VIKOR و TOPSIS بهدف تحديد أولوية استكمال المشاريع الإنشائية.

5. الحالة الدراسية

هدفت الحالة الدراسية إلى بناء نماذج رياضية يتم من خلالها تحديد أولوية استكمال هذه المشاريع المتوقفة والواقعة داخل نطاق مدينة مصراتة، وذلك من خلال تطبيق بعض من طرق التحليل المتعددة المعايير والمتمثلة في طريقة TOPSIS وطريقة VIKOR بعد أن تم حساب الأوزان للمعايير باستخدام طريقة AHP. تم بناء النماذج للطرق لتكون قابلة للتطبيق على جميع القطاعات, وكذلك يمكن المقارنة فيما بينها. استخدام برنامج MatlabR2013a في إجراء العمليات الحسابية لهذه الطرق.

أ) تحديد أوزان المعايير الرئيسية بطريقة AHP:

تم تجميع البيانات الخاصة بالمشاريع المتوقفة داخل مدينة مصراتة في قطاعات مختلفة، وبناءً على المعلومات المتوفرة حول كل قطاع تم اختيار قطاع الصحة كحالة دراسية لتوفر كل البيانات والمعلومات المطلوبة للدراسة. بعد ذلك تم إعداد النموذج الخاص بالمعايير الرئيسية التي سيتم من خلالها تحديد أولوية استكمال هذه المشاريع، والتي تم تجميعها من الدراسات السابقة كمرحلة أولية، ثم عرضت على مجموعة من الخبراء والمشرفين على المشاريع الإنشائية في الشركة العامة لإنشاء المراكز الإدارية وجهاز تنفيذ مشروعات الإسكان والمرافق، وكذلك عرضت على بعض من الأكاديميين المؤهلين من ذوي الخبرة من أجل ضمان إدراج كل المعايير التي لها تأثير مباشر على استكمال تلك المشاريع، وإبداء رأيهم حولها وتحديد أهم المعايير الرئيسية. بعد جمع الملاحظات من الخبراء والمختصين تم اعتماد ستة معايير كما هي مبينة في الجدول (4). يشير الاختصار Max في الجدول بأن المعيار ينبغي أن يكون أعلى ما يمكن, ويُؤشر أمامه بالعلامة √, والاختصار Min يعني أن المعيار ينبغي أن يكون أقل ما يمكن, ويُؤشر أمامه بالعلامة √.

جدول 4. المعايير الرئيسية

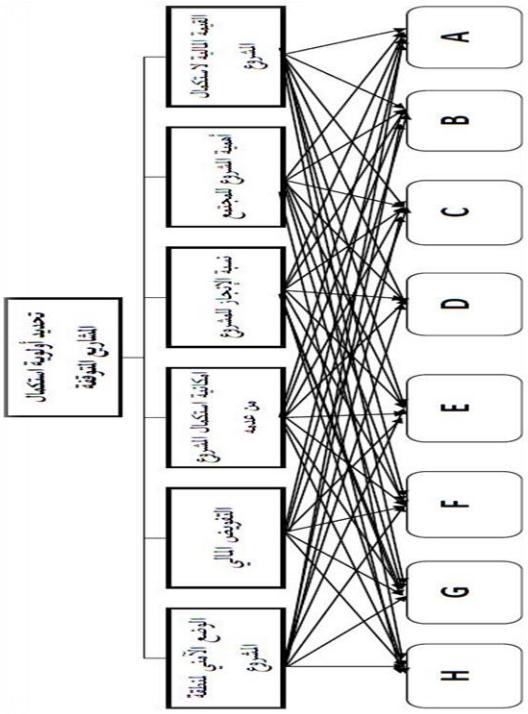
الرمز	المعايير الرئيسية	الوصف	دالة الهدف	
			Max	Min
C1	القيمة المالية لاستكمال المشروع	القيمة المالية اللازمة لإنهاء المشروع		√
C2	أهمية المشروع للمجتمع	مدى احتياج المجتمع للخدمة	√	
C3	نسبة الإنجاز للمشروع	كمية العمل المنفذ بالمشروع	√	
C4	إمكانية استكمال المشروع	مدى صلاحية المبنى ومنطقة المشروع لاستكمال الأعمال الإنشائية	√	
C5	التفويض المالي	حجز القيمة المالية لتنفيذ المشروع	√	
C6	الوضع الأمني لمنطقة المشروع	استقرار الوضع الأمني	√	

ب) بناء الشكل الهرمي للحالة الدراسية:

تعتبر مشكلة توقف المشاريع الإنشائية وما يترتب عليها، من المشاكل التي تعاني منها العديد من القطاعات في الدولة الليبية، تم اختيار مجموعة من المشاريع التابعة لقطاع الصحة كحالة دراسية لعدة أسباب أبرزها أهمية هذه المشاريع للمناطق الواقعة فيها، بالإضافة إلى توفر البيانات حولها. بعد أن تم تحديد أهم المعايير الرئيسية لتحديد أولوية استكمال المشاريع المتوقفة تم بناء هرم المشكلة المتمثلة في تحديد أولوية استكمال المشاريع الانشائية المتوقفة، وذلك من خلال إعداد تمثيل بياني يوضح مستويات المشكلة بداية بتحديد هدف النموذج المقترح، وهو تحديد أولوية استكمال المشاريع الإنشائية المتوقفة بقطاع الصحة في مدينة مصراتة، ثم في المستوى الثاني المعايير الرئيسية للقرار، أما المستوى الثالث فيمثل بدائل القرار المتمثلة في عدد 8 مشاريع متوقفة في قطاع الصحة, وتم تمثيل البدائل بالرموز كما هو موضح في الجدول (5)، والشكل (3) يوضح التسلسل الهرمي للحالة الدراسية.

جدول 5. البدائل ورموزها

البديل	الرمز
صيانة وتطوير المركز الصحي أبوروية	A
صيانة وتطوير المركز الصحي طمينة	B
صيانة وتطوير عمارة السكن الوظيفي	C
الأعمال الخارجية والبنية التحتية بمركز كرزاز الطبي	D
صيانة المبنى الإداري والصيدلية المركزية بمركز كرزاز الطبي	E
استكمال الحوض للعلاج المائي بمركز كرزاز الطبي	F
أعمال التكيسات وأعمال العوازل وأعمال التجهيزات للمبنى الخارجي والصيدلية المركزية بمجمع عيادات شهداء المقاصبة	G
الأعمال الخارجية وأعمال تركيب منظومة التكييف والأكسجين للمبنى الملحق بمجمع عيادات شهداء المقاصبة	H



شكل 3. التسلسل الهرمي للحالة الدراسية

ج) بناء مصفوفات المقارنات الثنائية:

تستعمل المقارنة الثنائية في طرق التحليل المتعدد المعايير لمعايير الاختيار من أجل تعزيز الموضوعية في عملية التقييم، حيث يقارن صانع القرار كل معيار مع باقي المعايير الأخرى ويمكن توضيح خطوات بناء مصفوفة المقارنات الثنائية في العناوين الفرعية التالية:

1) تحديد الأهمية النسبية للمعايير

يتم في هذه الخطوة إعداد مصفوفة المقارنات الثنائية بين المعايير الرئيسية، بهدف ترتيب المعايير حسب الأكثر أهمية، بالإضافة إلى تحديد الأهمية النسبية لتلك المعايير بالنسبة لهدف الدراسة. تضمن النموذج ستة معايير رئيسية الموضحة في الجدول (4). تم استخدام مقياس التسع نقاط كمقياس للتفضيل والذي اقترحه ساعاتي والذي تم توضيحه في الجدول (3). تم وضع الأوزان من قبل الخبراء حول أهمية ودور المعايير في تحديد أولوية استكمال المشاريع المتوقفة من وجهة نظر صانعي القرار وحساب نسبة التناسق لكل مصفوفة.

2) ثبات الأحكام

من خلال سلسلة المقارنات الثنائية يتم التأكد من جودة القرار النهائي بعملية خاصة تعتمد على اتساق ثبات الأحكام التي يتخذها صانع القرار، ولأن التناسق التام يصعب تحقيقه في كل مجموعة من المقارنات الثنائية, ومن المتوقع أن يكون هناك ضعف في الاتساق، ولكي يتم التعامل مع هذه المشكلة فإن أسلوب التحليل الهرمي يقترح طريقة لقياس درجة الاتساق بين أحكام المقارنة الثنائية التي يقوم بها صانع القرار، فإذا كانت درجة الاتساق مقبولة فإنه يمكن الاستمرار في عملية القرار وعلى العكس من ذلك، إذا كانت درجة الاتساق غير مقبولة فإنه يجب على صانع القرار إعادة بناء المصفوفة ويعدل من أحكام المقارنة الثنائية.

وكما تم توضيحه أعلاه، يتم حساب نسبة الاتساق CR من خلال حساب قيمة المتجه λ_{max} كالتالي:

- نقوم بجمع قيم كل عمود في مصفوفة المقارنات الثنائية للخبير K_1، كما هي موضحة في الجدول (6) للمقارنات.

جدول 6. مصفوفة المقارنات الثنائية للمعايير للخبير K1

المعيار	C1	C2	C3	C4	C 5	C6
C1	1.00	1.00	3.00	1.00	1.00	1.00
C2	1.00	1.00	3.00	3.00	2.00	1.00
C3	1.00	0.33	1.00	5.00	2.00	3.00
C4	0.33	0.33	0.20	1.00	1.00	1.00
C5	1.00	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00
C6	1.00	1.00	0.33	1.00	1.00	1.00
المجموع	**5.33**	**4.16**	**6.03**	**14.00**	**8.00**	**8.00**

- نقوم بتعديل مصفوفة المقارنات الثنائية للخبير K_1 من خلال تقسيم كل عنصر في المصفوفة على مجموع العمود الذي يقع فيه والجدول (7) يوضح مصفوفة المقارنات المعدلة للمقارنات الثنائية للمعايير.
- يتم حساب المتوسط الحسابي لكل صف يعطي تقدير الأولوية النسبية للمعايير المرتبطة بذلك الصف كما هو مبين في مصفوفة المقارنات الثنائية المعدلة.
- حساب شعاع المجموع المرجح WSV من خلال ضرب كل أولوية نسبية في عناصر العمود التي يقابلها في مصفوفة المقارنات الثنائية للخبير والموضحة في جدول (6).

جدول 7. مصفوفة المقارنات الثنائية المعدلة للخبير K1

المعيار	C1	C2	C3	C4	C5	C6	الأولوية النسبية
C1	0.188	0.240	0.170	0.215	0.125	0.125	0.18
C2	0.188	0.240	0.50	0.215	0.125	0.125	0.25
C3	0.188	0.080	0.170	0.357	0.125	0.375	0.24
C4	0.060	0.080	0.030	0.071	0.125	0.125	0.08
C5	0.188	0.120	0.080	0.071	0.125	0.125	0.12
C6	0.188	0.240	0.050	0.071	0.125	0.125	0.13
المجموع	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	

$$WSV = 0.18\begin{bmatrix}1\\1\\1\\\frac{1}{3}\\1\\1\end{bmatrix} + 0.25\begin{bmatrix}1\\1\\\frac{1}{3}\\\frac{1}{3}\\\frac{1}{2}\\1\end{bmatrix} + 0.24\begin{bmatrix}1\\3\\1\\\frac{1}{5}\\\frac{1}{2}\\\frac{1}{3}\end{bmatrix} + 0.08\begin{bmatrix}3\\3\\5\\1\\1\\1\end{bmatrix} +$$

$$0.12\begin{bmatrix}1\\2\\2\\1\\1\\1\end{bmatrix} + 0.13\begin{bmatrix}1\\1\\3\\1\\1\\1\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}1.16\\1.76\\1.53\\0.52\\0.68\\0.84\end{bmatrix}$$

- يتم إيجاد شعاع الاتساقCV وذلك بقسمة مركبات المجموع المرجح بالأولوية المقابلة.

$$CV = \begin{bmatrix}\frac{1.16}{0.18} = 6.44\\\frac{1.76}{0.25} = 7.04\\\frac{1.53}{0.24} = 6.38\\\frac{0.52}{0.08} = 6.5\\\frac{0.68}{0.12} = 5.66\\\frac{0.85}{0.13} = 6.54\end{bmatrix}$$

- لتحديد مؤشر الاتساق CI نحتاج حساب المتوسط λ_{max} وهو متوسط مركبات شعاع الاتساق ويحسب كالتالي:

$$\lambda_{max} = \frac{6.44 + 7.04 + 6.38 + 6.5 + 5.66 + 6.54}{6} = 6.42$$

بما أن عدد المعايير يساوي 6، وعليه فإن قيمة مؤشر الاتساق تحسب وفق المعادلة (8).

$$CI = \frac{6.42-6}{5} = 0.08$$

من جدول مؤشرات التضارب العشوائية نلاحظ أن مؤشر الثبات العشوائي RI للمعايير الستة هو 1.25 والذي من خلاله تعرف نسبة الاتساق لأحكام الخبير CR [21].

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.08}{1.25} = 0.06$$

تتصف أحكام نسبة التناسق CR بالتناسق كلما اقتربت من الصفر، والحد الأعلى المقبول لنسبة التناسق هو 0.1, وبما أن قيمة CR للخبير K_1 تساوي 0.064 فإن هذه النسبة تعتبر مقبولة, وتشير إلى أن الأحكام المعطاة من الخبير K_1 متجانسة ومنطقية، ولا تتعارض مع بعضها البعض وبذلك يمكن الاعتماد عليها في هذه الدراسة للحصول على قرار اختيار مبني على أرقام كمية وليس على حدس وتخمين صانع القرار، وبنفس الأسلوب وباستخدام برنامج MATLAB R2013a تم حساب تناسق المقارنات الثنائية لكل خبير لمعايير الدراسة، كما تم إعادة بناء المقارنات الثنائية للمصفوفة التي لا تمتلك معدل الاتساق المطلوب أو اعتبارها متضاربة الأحكام واستبعادها من الدراسة، الجدول (8) يوضح ملخص لثبات الأحكام للخبراء.

جدول 8. تناسق المقارنات الثنائية لكل خبير

الخبير	RI	CI	CR	ثبات الأحكام
K_1	1.25	0.08	0.06	مقبول
K_2	1.25	0.10	0.08	مقبول
K_3	1.25	0.07	0.06	مقبول
K_4	1.25	0.42	0.33	مرفوض

د) المقارنات الثنائية للمعايير:

بعد التأكد من درجة الاتساق لمصفوفات المقارنات الثنائية للمعايير تم الحصول على المصفوفة الموضحة في الجدول (9) والتي توضح متوسط رأي الخبراء وفق مفهوم ساعاتي.

جدول 9. مصفوفة المقارنات الثنائية للمعايير

المعيار	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	1.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00
C2	0.50	1.00	2.90	2.60	2.00	2.00
C3	0.50	0.34	1.00	4.60	2.00	2.60
C4	0.34	0.38	0.22	1.00	1.00	1.00
C5	0.50	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00
C6	0.50	0.50	0.38	1.00	1.00	1.00
المجموع	**3.34**	**4.72**	**7.00**	**13.2**	**9.00**	**9.6**

بعد ذلك تم إعداد مصفوفة المقارنات الثنائية المعدلة والموضحة في الجدول (10) وحساب شعاع المجموع المرجح WSV وشعاع الاتساق CV والمتوسط λ_{max} ومؤشر الاتساق CI, وكذلك نسبة الاتساق CR كما سبق شرحه.

جدول 10. مصفوفة المقارنات الثنائية الطبيعية للمعايير

المعيار	C1	C2	C3	C4	C5	C6	أوزان المعايير
C1	0.30	0.43	0.28	0.21	0.22	0.2	0.27
C2	0.15	0.22	0.43	0.21	0.22	0.2	0.24
C3	0.15	0.07	0.14	0.36	0.22	0.3	0.21
C4	0.10	0.07	0.03	0.07	0.11	0.1	0.08
C5	0.15	0.11	0.07	0.07	0.11	0.1	0.10
C6	0.15	0.11	0.05	0.07	0.11	0.1	0.10
CI = 0.0812			CR = 0.0655				

من خلال قيم كلٍ من مؤشر الاتساق, ونسبة الاتساق لمصفوفة المقارنات الثنائية, يتضح أن المصفوفة متسقة، وبالتالي فإن أوزان المعايير الرئيسية المبينة في جدول (10) والمتحصل عليها من خلال إجراء المقارنات الثنائية سيتم استخدامها كمدخلات لطريقتي TOPSIS وVIKOR، حيث تعتمد كلا الطريقتين على أوزان المعايير الرئيسية بالإضافة إلى مصفوفة القرار.

هـ) طريقة TOPSIS:

تعتمد هذه الطريقة في الحل على فكرة استعمال البعد أو المسافة الإقليدية Euclidean distance، بحيث لابد أن يكون البديل الذي تم اختياره أقرب ما يكون مسافة للحل المثالي الموجب، وأبعد ما يكون من الحل المثالي السالب، حيث أن هذه الطريقة تعتمد في حلها على استخدام كلا الحلين في نفس الوقت. الجدول (11) يوضح مصفوفة القرار والتي تم الحصول على بياناتها من الجهات المعنية. ينبغي الاشارة إلى أن بعض من البيانات والتي كان من الصعب الحصول عليها, فقد تم الاستعانة بلجنة من الخبراء لتقديرها، على سبيل المثال المعيار C_1 والخاص بالقيمة المالية لاستكمال المشروع، كما يجب الإشارة أيضا أن قيم المعيار C_1 بالدينار الليبي, أما باقي المعايير فهي عبارة عن نسب مئوية تم تحويلها إلى عدد عشري في مصفوفة القرار لسهولة التعامل معها. كذلك الحسابات تمت باستخدام أوزان المعايير الرئيسية التي تم الحصول عليها باستخدام طريقة AHP وتم ترميزها بالرمزW. الخطوات التالية توضح بناء النموذج للوصول إلى الحل:

جدول 11. مصفوفة القرار

البدائل	C1	C2	C3	C4	C5	C6
	w_1=0.27	w_2=0.24	w_3=0.21	w_4=0.08	w_5=0.10	w_6=0.10
A	1,000,000	0.95	0.40	0.65	0.35	0.80
B	660,000	0.80	0.50	0.60	0.40	0.90
C	1,500,000	0.40	0.50	0.25	0.25	0.90
D	750,000	0.85	0	0.25	0.25	0.90
E	950,000	0.50	0	0.25	0.25	0.90
F	900,000	0.50	0	0.45	0.55	0.90
G	750,000	0.50	0	0.80	0.80	0.90
H	400,000	0.50	0	0.65	0.35	0.90

1) بناء مصفوفة القرار الموحدة

في هذه العملية يتم تحويل الأبعاد المختلفة للخواص إلى خواص عديمة الأبعاد، أي تحويلها إلى نفس البعد (نفس الوحدة) وذلك حتى تتم عملية المقارنة بين الخواص. وتتم عملية التوحيد للخواص من خلال المعادلة (1) لنحصل على المصفوفة الموضحة في الجدول (12).

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^{n} x_{ij}^2}}$$

يتم الحصول على قيمة كل خلية في مصفوفة القرار الموحدة من خلال تطبيق المعادلة (1) على كل عمود والذي يمثل أحد المعايير الرئيسية، فمثلا الخلية الأولى في العمود الأول يتم الحصول على القيمة 0.387 والموضحة في الخلية الأولى في العمود الأول في الصف الأول بالجدول (12) كناتج من قسمة القيمة 1,000,000 دينار، والتي تمثل قيمة المعيار الأول للبديل الأول والموضحة في الجدول (12) على الجذر التربيعي لمجموع مربعات قيمة المعيار الأول لكل البدائل وعلى النحو التالي:

$$(1{,}000{,}000)^2 + (660{,}000)^2 + (1{,}500{,}000)^2 + (750{,}000)^2 + (950{,}000)^2 + (900{,}000)^2 + (750{,}000)^2 + (400{,}000)^2 = 6.681*10^{12}$$

$$= = 0.387 \frac{1{,}000{,}000}{\sqrt{6.681*10^{12}}}$$

وهكذا وبنفس الطريقة يتم حساب باقي الخلايا للحصول على مصفوفة القرار الموحدة.

2) بناء مصفوفة القرار الموحدة المرجحة

يتم حساب مصفوفة القرار الموحدة V عن طريق ضرب كل عمود من مصفوفة القرار الموحدة في الوزن المخصص لكل معيار والذي تم تحديده مسبقاً باستخدام طريقة AHP والموضحة في الجدول (11) لنحصل على مصفوفة الوحدة المرجحة والموضحة في الجدول (13).

3) تحديد الحلول المثلى الموجبة والسالبة

حيث تمثل V^+ الحل المثالي أو البديل الأكثر تفضيلا ويسمى الحل المثالي الموجب، V^- تمثل البديل الأقل تفضيلا من بين البدائل المحددة ويسمى الحل المثالي السالب كما هو موضح في الجدول (13).

جدول 12. مصفوفة القرار الموحدة

البدائل	C1	C2	C3	C4	C5	C6
	w_1=0.27	w_2=0.24	w_3=0.21	w_4=0.08	w_5=0.10	w_6=0.10
A	0.387	0.513	0.492	0.435	0.235	0.318
B	0.255	0.432	0.615	0.401	0.268	0.358
C	0.580	0.216	0.615	0.167	0.168	0.358
D	0.290	0.459	0	0.167	0.168	0.358
E	0.367	0.270	0	0.167	0.168	0.358
F	0.348	0.270	0	0.301	0.369	0.358
G	0.290	0.270	0	0.535	0.537	0.358
H	0.155	0.270	0	0.435	0.604	0.358

جدول 13. مصفوفة القرار الموحدة المرجحة والحلول المثلى الموجبة والسالبة

البدائل	C1	C2	C3	C4	C5	C6
	w_1=0.27	w_2=0.24	w_3=0.21	w_4=0.08	w_5=0.10	w_6=0.10
A	0.104	0.123	0.039	0.091	0.023	0.031
B	0.069	0.104	0.049	0.084	0.027	0.035
C	0.157	0.052	0.049	0.035	0.017	0.035
D	0.078	0.110	0	0.035	0.017	0.035
E	0.099	0.065	0	0.035	0.017	0.035
F	0.094	0.065	0	0.063	0.037	0.035
G	0.078	0.065	0	0.112	0.054	0.035
H	0.042	0.065	0	0.091	0.060	0.035
V^+	0.042	0.123	0.049	0.112	0.060	0.035
V^-	0.157	0.052	0	0.035	0.017	0.031

4) حساب مقياس الانفصال
في هذه الخطوة يتم حساب قيم الانفصال التي تفصل بين البدائل وفق معادلة البعد الإقليدي للحل المثالي الموجب والحل المثالي السالب كما هو موضح في المعادلتين (2) و(3). لحساب البعد الإقليدي للحل المثالي الموجب للبديل الأول والموضح قيمته في الخلية الأولى في العمود الاول في الجدول (15) وهي 0.076، حيث يتم حساب الفرق بين الحل والحل المثالي الموجب لكل بديل, ومن ثم حساب المجموع لهذه الفروق وأخذ الجذر التربيعي كالتالي:

$$s_{j+} = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}(v_{ij} - v_j^+)^2}\ ,\ i=1,2,\ldots..,m$$

$(0.104-0.042)^2+ (0.123-0.123)^2+(0.039-0.049)^2+ (0.091-0.112)^2+ (0.023-0.060)^2+(0.031-0.035)^2 = 0.00578$

$$s_{j+} = \sqrt{0.00578} = 0.076$$

وبنفس الطريقة يتم حساب البعد الإقليدي للحل المثالي الموجب للبديل الأول والموضح قيمته في الخلية الأولى في العمود الثامن في الجدول (15) وهي 0.112 ولكن في هذه المرة سيتم حساب الفرق بين الحل والحل المثالي السالب لكل بديل كالتالي:

$$s_{j-} = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}(v_{ij} - v_j^-)^2}\ ,\ \ i=1,2,\ldots..,m$$

$(0.104-0.157)^2+ (0.123-0.052)^2+ (0.039-0)^2+ (0.091-0.035)^2 + (0.023-0.017)^2+ (0.031-0.031)^2 = 0.00578$

$$s_{j-} = \sqrt{0.0125} = 0.112$$

5) حساب التقارب النسبي للحل المثالي
يتم حساب التقارب النسبي للبديل V_i بالنسبة للحل المثالي V^+ والذي يعطي وفق المعادلة (4) والموضح في الجدول (15).

$$C_{J+} = \frac{s_{j-}}{(s_{j+}+s_{j-})} \quad ,\ \ 0 < c_{j+} < 1,\ \ i = 1,2,\ldots m$$

لحساب التقارب النسبي للبديل الأول من الحل المثالي, يتم قسمة قيمة البعد الإقليدي للحل المثالي السالب والذي يساوي في حالة البديل الأول 0.112 على مجموع كلا من البعد الإقليدي للحل المثالي الموجب والبعد الإقليدي للحل المثالي السالب.

$$C_{J+} = \frac{0.112}{(0.076+0.112)} = 0.595$$

وبنفس المعادلة السابقة يتم حساب التقارب النسبي لكل بديل مع الحل المثالي كما هو موضح في الجدول (15).

6) ترتيب الأفضلية
بناء على نتائج التقارب يمكن ترتيب الأفضلية للبدائل وفق الترتيب التنازلي والقريب من C^+ والموضح في الجدول (15).

من خلال مصفوفة ترتيب الأفضلية الموضحة في الجدول (15) نحصل على ترتيب أولويات المشاريع المتوقفة في قطاع الصحة، يلاحظ من الجدول حصول البديل B والمتمثل في مشروع صيانة وتطوير المركز الصحي طمينه على الترتيب الأول، أما الأعمال الخارجية وأعمال تركيب منظومة التكييف والأكسجين للمبنى الملحق بمجمع عيادات شهداء المقاصبة (البديل H) فقد تحصلت على الترتيب الثاني، والترتيب الثالث فكان لمشروع صيانة وتطوير المركز الصحي أبوروية (البديلA)، وترتيب باقي البدائل كما هي موضحة بالجدول.

جدول 14. الحل المثالي الموجب والسالب

C6	C5	C4	C3	C2	C1	البدائل
0.318	0.235	0.435	0.492	0.513	0.387	A
0.358	0.268	0.401	0.615	0.432	0.255	B
0.358	0.168	0.167	0.615	0.216	0.580	C
0.358	0.168	0.167	0	0.459	0.290	D
0.358	0.168	0.167	0	0.270	0.367	E
0.358	0.369	0.301	0	0.270	0.348	F
0.358	0.537	0.535	0	0.270	0.290	G
0.358	0.604	0.435	0	0.270	0.155	H
0.035	0.060	0.112	0.049	0.123	0.042	V^+
0.031	0.017	0.035	0	0.052	0.157	V^-

جدول 15. التقارب النسبي لكل بديل والترتيب النهائي

البديل	S^+	S^-	C^+	C^+	الترتيب النهائي
A	0.076	0.112	0.595	0.595	3
B	0.054	0.124	0.696	0.696	1
C	0.161	0.049	0.233	0.233	8
D	0.108	0.098	0.475	0.475	5
E	0.130	0.059	0.311	0.311	7
F	0.107	0.073	0.40	0.40	6
G	0.084	0.117	0.58	0.58	4
H	0.079	0.136	0.632	0.632	2

و) طريقة VIKOR:
تقوم هذه الطريقة بتحديد حل وسط لترتيب البدائل، فهي تقدم مؤشر ترتيب متعدد المعايير يرتكز على أساس معين، وهو الاقتراب من الحل الأمثل، وهنا يجب الإشارة إلى أنه تم استخدام نفس مصفوفة القرار التي استخدمت في طريقة TOPSIS الموضحة في جدول (11), وكذلك نفس المعايير الرئيسية. يتم الوصول للحل من خلال اتباع الخطوات التالية:
1) يتم تحديد مصفوفة القرار والموضحة بالجدول (12) ويكون ذلك على النحو التالي:

$$F = [f_{IJ}]_{m\times n}$$

حيث أن:

$$f_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} x_{ij}^2}} \quad i = 1,2,\ldots m\ ,\quad j = 1,2,\ldots n$$

يتم الحصول على قيمة كل خلية في مصفوفة القرارF من خلال تطبيق المعادلة (10) على كل عمود والذي يمثل أحد المعايير الرئيسية، على سبيل المثال يتم الحصول على القيمة 0.387 والموضحة في الخلية الأولى في العمود الأول بالجدول (11) كناتج من قسمة القيمة 1,000,000 دينار، والتي تمثل قيمة المعيار الأول للبديل الأول والموضحة في الجدول (12) على الجذر التربيعي لمجموع مربعات قيمة المعيار الأول لكل البدائل على النحو التالي:

$$(1{,}000{,}000)^2 + (660{,}000)^2 + (1{,}500{,}000)^2 + (750{,}000)^2 + (950{,}000)^2 + (900{,}000)^2 + (750{,}000)^2 + (400{,}000)^2 = 6.681*10^{12}$$

$$\frac{1{,}000{,}000}{\sqrt{6.681*10^{12}}} = 0.387$$

وهكذا وبنفس الطريقة يتم حساب باقي الخلايا للحصول على مصفوفة القرار.

2) يتم تحديد الحل المثالي الموجب والحل المثالي السالب، ونرمز للحل المثالي الموجب بالرمز A^+ والحل المثالي السالب بالرمز A^-، ويمكن تحديدهما بالعلاقتين التاليتين:

$$A^+ = \{(\max f_{ij} / j\epsilon J) \text{ أو } (\min f_{ij} / j\epsilon J) / i = 1,2, \ldots . m\} = \{f_1^+, f_2^+, \ldots ..,f_j^+, \ldots . f_n^+\}$$

$$A^- = \{(\min f_{ij} / j\epsilon J) \text{ أو } (\max f_{ij} / j\epsilon J) / i = 1,2, \ldots . m\} = \{f_1^-, f_2^-, \ldots ..,f_j^-, \ldots . f_n^-\}$$

3) يتم في هذه الخطوة حساب المنفعة ومقياس الندم من خلال المعادلتين (11)، (12).

$$s_i = \sum_{j=1}^{n} w_j * (f_j^+ - f_{ij})/(f_j^+ - f_j^-)$$

$$R_i = \max_j [w_j * (f_j^+ - f_{ij})/(f_j^+ - f_j^-)$$

الجدول (16) يوضح قيم كل من S_i و R_i.

جدول 16. مقياس المنفعة ومقياس الندم

البدائل	S_i	R_i
A	0.402	0.140
B	0.279	0.076
C	0.820	0.270
D	0.519	0.210
E	0.721	0.210
F	0.578	0.196
G	0.362	0.196
H	0.450	0.196

4) في هذه الخطوة يتم حساب مؤشر VIKOR من خلال المعادلة (13).

$$Q_i = v\left[\frac{s_i - s^+}{s^- - s^+}\right] + (1\text{-}v)\left[\frac{R_i - R^+}{R^- - R^+}\right]$$

حيث أن:

Q_i : تمثل قيمة VIKOR للبديل i حيث i =1، 2، ..... ،m

V : هي وزن أقصى مجموع للمنفعة وعادة ما يحدد بالقيمة 0.5.

$$S^- = max_i S_i \qquad R^- = max_i R_i$$
$$R^+ = min_i R_i \qquad S^+ = min_i S_i$$
$$S^+ = 0.279 \qquad S^- = 0.82$$
$$R^+ = 0.076 \qquad R^- = 0.27$$

على سبيل المثال لحساب قيمة Q_i للبديل C فإننا نطبق المعادلة (13) لنحصل على التالي:

$$Q_i = 0.5\left[\frac{0.82 - 0.279}{0.82 - 0.279}\right] + (1\text{- }0.5)\left[\frac{0.270 - 0.076}{0.270 - 0.076}\right] = 1$$

وبتطبيق نفس الخطوة السابقة على كل البدائل نحصل على قيمة Q_i لكل بديل كما هو موضح في الجدول (17).

5) يتم الترتيب للبدائل حسب الأفضلية والبديل الذي يملك أصغر قيمة VIKOR هو الحل الأمثل، والجدول (17) يوضح الترتيب النهائي للبدائل.

جدول 17. قيم Qi والترتيب النهائي للبدائل

البدائل	Qi	الترتيب النهائي
A	0.29	2
B	0	1
C	1	8
D	0.56	5
E	0.75	7
F	0.58	6
G	0.38	3
H	0.43	4

يلاحظ من خلال نتائج ترتيب الأفضلية للبدائل والموضحة في الجدول (17) حصول البديل B والمتمثل في صيانة وتطوير المركز الصحي طمينة على الترتيب الأول والباقي كما هو موضح في الجدول.

6. مناقشة النتائج

هدفت هذه الدراسة إلى بناء نماذج رياضية لتحديد أولوية استكمال المشاريع الإنشائية، باستخدام طرق التحليل المتعددة المعايير والمتمثلة في طريقة AHP، وطريقة TOPSIS، وطريقة VIKOR، من خلال تطبيقها على المشاريع الإنشائية المتوقفة بقطاع الصحة بمدينة مصراتة. المنهجية التي استخدمت في الدراسة هي منهجية عامة وقابلة للتطبيق على جميع القطاعات الأخرى لتحديد أولوية استكمال المشاريع المتوقفة. إن استخدام الطرق العلمية في تحديد أولويات استكمال المشاريع يساعد الدولة في توجيه الأموال حسب الأولويات مساهمة بذلك في ترشيد الإنفاق الحكومي والحفاظ على موارد الدولة المحدودة.

بما أن كلا الطريقتين TOPSIS و VIKOR المستخدمتان في هذه الدراسة تتطلب تحديد أوزان للمعايير الرئيسية، تم استخدام طريقة AHPلتحديد الأوزان، بحيث يأخذ في الاعتبار أهمية كل معيار من خلال عملية المقارنة الثنائية بين المعايير. من خلال مقارنة النتائج لكل من طريقتي TOPSIS و VIKOR كما هو موضح في الجدول (17), يلاحظ أن كلا الطريقتين قد توصلتا إلى أن البديل B والمتمثل في مشروع صيانة المركز الصحي طمينة هو البديل الذي له الأولوية في الاستكمال، ويلاحظ أيضاً أن كلا الطريقتين قد اتفقتا في ترتيب أغلب البدائل، حيث تعتمد كلا الطريقتين على المقارنة مع الحل المثالي. ففي طريقة TOPSIS يتم ترتيب البدائل بناءً على البعد بين البديل والحل المثالي الموجب، بينما طريقة VIKOR تعتمد على الاقتراب من الحل الأمثل. يلاحظ عند تطبيق طريقة TOPSIS حصول البديل B على القيمة 0.696 والتي تمثل قيمة التقارب النسبي بين الحل والحل المثالي، والتي تعتبر هي أعلى قيمة متحصل عليها بعد إجراء الحسابات لهذه الطريقة، فهي تعتمد في ترتيبها للبدائل على قيمة التقارب النسبي للحل لكل بديل مع الحل المثالي، الأمر الذي يجعل البديل B في المرتبة الأولى.

أما عند تطبيق طريقة VIKOR فتحصل البديل B على المرتبة الأولى للاستكمال، ويرجع ذلك إلى اعتماد هذه الطريقة في ترتيب البدائل على مدى القرب من الحل المثالي، فنلاحظ حصول البديل B على القيمة 0 للقرب من الحل المثالي، فكلما اقتربت القيمة من 1 كان البديل أبعد ما يمكن عن الحل المثالي، أما في حالة اقتربت القيمة للبديل من الصفر أو تساوت معه, فهذا يعني اقترابه من الحل المثالي.

جدول 17. مقارنة النتائج للطريقتين

البديل	طريقة TOPSIS		طريقة VIKOR	
	C^+	الترتيب النهائي	Qi	الترتيب النهائي
A	0.595	3	0.29	2
B	0.696	1	0	1
C	0.233	8	1	8
D	0.475	5	0.56	5
E	0.311	7	0.75	7
F	0.40	6	0.58	6
G	0.58	4	0.38	3
H	0.632	2	0.43	4

يرجع السبب في حصول البديل B على الترتيب الأول إلى أن القيمة المالية المخصصة لاستكمال المشروع صغيرة مقارنة بباقي المشروعات، إضافة إلى الأهمية العالية للمشروع بالنسبة للمجتمع بناءً على رأي لجنة الخبراء مقارنة بباقي البدائل، كذلك الوضع الأمني الجيد لمنطقة المشروع ونسبة الإنجاز فيه.

كذلك يلاحظ اتفاق الطريقتين في ترتيب كل من البدائل C, D, E, F والمتمثلة في صيانة وتطوير عمارة السكن الوظيفي، الأعمال الخارجية والبنية التحتية بمركز كرزاز الطبي، صيانة المبنى الإداري والصيدلية المركزية بمركز كرزاز الطبي، استكمال الحوض للعلاج المائي بمركز كرزاز الطبي على التوالي (الجزء المظلل في الجدول). واختلافها في ترتيب كل من البدائل A, G, H والمتمثلة في مشروع صيانة وتطوير المركز الصحي أبوروية، ومشروع التكيسات وأعمال العوازل وأعمال التجهيزات للمبنى الخارجي والصيدلية المركزية بمجمع عيادات شهداء المقاصبة، ومشروع الأعمال الخارجية وتركيب منظومة التكييف والأكسجين للمبنى الملحق بمجمع عيادات شهداء المقاصبة.

يرجع السبب في اتفاق الترتيب لكلا الطريقتين إلى المقياس المعتمد في كل طريقة لترتيب البدائل، واللذان يشتركان في نقطة وهي المقارنة مع الحل المثالي لكل بديل، بالإضافة إلى الأوزان التي تم وضعها من قبل الخبراء وتم الحصول عليها باستخدام طريقة AHP والذي يلعب دوراً مهما في ترتيب البدائل أيضا، حيث تم إعطاء الوزن الأكبر لمعيار القيمة المالية لاستكمال المشروع يليها أهمية المشروع بالنسبة للمجتمع، ثم نسبة الإنجاز، يأتي بعدها معياري التفويض المالي والوضع الأمني في نفس المرتبة وأخيراً إمكانية استكمال المشروع.

7. الخلاصة

إن توقف المشاريع الإنشائية في ليبيا في مختلف القطاعات، تعتبر إحدى أبرز المشاكل الرئيسية التي تعاني منها الدولة الليبية في الوقت الحاضر. هذا التوقف أدى إلى خسائر كبيرة لكلا الطرفين المتعاقدين على هذه المشاريع سواء الدولة الليبية وهو الجهة المالكة لهذه المشاريع أو الطرف الثاني والمتمثل في الشركات المنفذة لهذه المشاريع الإنشائية. هذا التوقف نتج عنه أضرار لحقت بهذه المشاريع, وذلك نتيجة لوقوعها في مناطق الصراع, أو بسبب تعرضها للعوامل الجوية. هدفت هذه الدراسة إلى تحديد أولوية استكمال المشاريع الإنشائية المتوقفة من خلال تطبيق طرق التحليل المتعددة المعايير والتي شملت طريقة AHP، وطريقة TOPSIS، وطريقة VIKOR على مجموعة من المشاريع الإنشائية التابعة لقطاع الخدمات الصحية بمدينة مصراتة. استخدمت طريقة AHP لتحديد الأوزان للمعايير الرئيسية, ومن ثم استخدمت تلك المعايير كمدخلات لطريقتي TOPSIS وVIKOR. أظهرت نتائج الدراسة أن الطريقتين المقترحتين كانتا قادرتين على تحديد أولوية استكمال المشاريع الإنشائية المتوقفة وترتيبها حسب الأولوية، كما أظهرت النتائج حصول البديل B والمتمثل في صيانة وتطوير المركز الصحي طمينة على الأولوية في كلتا الطريقتين.

8. المراجع

[1] م. ع. أبو سنينة، دراسة التأخيرات في المشاريع الإنشائية بسبب المالك، بريطانيا: الأكاديمية العربية البريطانية للتعليم العالي، رسالة ماجستير، 2011.

[2] شبكة الجزيرة الإعلامية، ليبيا. مشاريع متوقفة بحاجة إلى المليارات. https://www.aljazeera.net/news/reportsandinterviews 2/8/2017.

[3] ديوان المحاسبة الليبي "التقرير العام "، لسنة 2017م.

[4] إ. ي. الشوبكي، اختيار المكاتب الاستشارية باستخدام أسلوب التحليل الهرمي من وجهة نظر متخذي القرار في قطاع غزة، الجامعة الإسلامية-غزة، رسالة ماجستير، 2008.

[5] ح. إ. ناجي و ه. ص. مجول، "اختيار المشروع الأمثل من النواحي الأمنية باستخدامAHP"، مجلة ديالي للعلوم الهندسية، الصفحات 28-54، 2009م

[6] A. Afshari, M. Mojahed and R. M. Yusuf, "Simple Additive Weighting Approach to Personal Selection Problem", International Journal of Innovation of Computer Science and Information Technology, pp.511-515, 2010.

[7] J. Cristóbal "Multi-criteria Decision-making in the Selection of a Renewable Energy Project In Spain: The VIKOR Method", Renewable Energy, pp. 498-502, 2011.

[8] ب. سماقية و ب. ش. تعتاع، "إدارة المخاطر في شركات الصناعات النسيجية بحلب باستخدام تقنية التدرج الهرمي التحليلي AHP"، مجلة القدس المفتوحة للأبحاث والدراسات، الصفحات 341-368، 2014/10.

[9] M. Andejova ،D. Marasova & Z. Kimaova, "Using AHP Method at The Determination of The Optimal Selection Criteria of Conveyor Belts", Annals of Faculty Engineering Hunnedoara, pp. 155-160, 2013.

[10] R. Sajja, "VIKOR Method for Multi criteria Decision Making in Academic Staff Selection", Journal of Production Research and Management, pp. 30-35, 2018.

[11] A. E. H. Özder, T. Eren & Suna Özel ÇetinN,"Supplier Selection with TOPSIS and Goal Programming Methods: A Case study" Journal of Trends in the Development of Machinery and Associated Technology, pp. 109-112 ،2015.

[12] D. Liu ،R. R. Bishu & L. Najjar, "Using the Analytical Hierarchy Process as a Tool for Assessing Service Quality", Industrial Engineering & Management Systems ،pp. 129-135, 1/2005.

[13] ع. ق. شتوان، م. س. عيسى و إ. أ. بادي، اختيار المورد الأفضل في الشركات الصناعية باستخدام التحليل المتعدد المعايير، المجلة الدولية المحكمة للعلوم الهندسية وتقنية المعلومات، الصفحات 73-80، 2018.

[14] R. Rahim, S. Supiyandi, A. P. U. Siahaan, T. Listyorini, A.P Utomo, W. A. Tryanto, Y. I. Aisyah, M. Khairan & S. Sudan, "TOPSIS Method Application for Decision Support System in Internal Control for Selecting Best Employees،" Journal of Physics: Conference Series.

[15] W. Atthirawong, W. Panprung & K. Leerojanaprapa," Using DEMATEL to Explore the Relationship of Factors Affecting Consumers", 2018.

[16] ف. بن توزينة، ع. ا. بن عامر و ك. بن طواف، التحليل متعدد المعايير كدعامة لاتخاذ القرار في المؤسسة الاقتصادية تطبيق طريقة TOPSIS، الجزائر: المركز الجامعي بلحاج بوشعيب-معهد العلوم الاقتصادية، رسالة ماجستير، 2018.

[17] V. Balioti, C. Tzimopoulos & C. Evangelides, "Multi-Criteria Decision Making Using TOPSIS Method Under Fuzzy Environment. Application in Spillway Selection", MDBI journal, 2018.

[18] م. ح. اسميو، استخدام أسلوب التحليل الهرمي الضبابي FUZZY AHP ضمن سلسلة التوريد لاختيار أفضل مورد، مصراتة: كلية التقنية الصناعية، رسالة ماجستير، 2020.

[19] أ. م. بن حكومة، ا. ع. السوسي و ب. م. قلوز، ترتيب أولويات صيانة المعدات الإنتاجية في الشركات الصناعية باستخدام التحليل الهرمي، المؤتمر الدولي للعلوم التقنية، 2019.

[20] ح. عبد الهادي، "تحديد أسبقية المكائن باستخدام أنموذج عملية التحليل الهرمي"، مجلة الغري للعلوم الاقتصادية والادارية، الصفحات 87-104، 2013.

[21] أبو وطفة، حسام أحمد محمود, استخدام عملية التحليل الهرمي في تحديد أولوية القطاع الصناعي في فلسطين من أجل تحقيق التنمية المستدامة، الجامعة الإسلامية -غزة، رسالة ماجستير، 2014.

[22] M. Shafiepour, M. Tamannae and M. Abtahi, "A Methodology to Prioritize the Construction Projects of New Railway Infrastructures for Privatization in Railway Networks (Case Study: Iran)", International Journal of Transportation Engineering, pp. 123-143, 2018.

[23] H.R .Ahadi, S. Alaei & S. Amini ،"Developing a Framework for Prioritizing and Selection of Civil Projects Contractors at Teheran municipality" International Journal of Railway Research, pp 29-35, 2017.

[24] م. إ. أبو حمديه، أسباب التأخير في المشاريع الإنشائية في بلدية الخليل، جامعة الخليل، رسالة ماجستير، 2014.

[25] ح. ع. رقرق، أسباب وآثار التأخيرات في المشاريع الإنشائية بسبب المقاول، الأكاديمية العربية البريطانية للتعليم العالي، رسالة ماجستير، 2010.

[26] ن. ع. الأشهب، اتخاذ القرارات الإدارية وأنواعها، عمان-الأردن: دار أمجد للنشر والتوزيع، 2015.

[27] س. م. عيسى، اختيار الموردين في الشركات الصناعية باستخدام أسلوب التحليل الهرمي AHP، الأكاديمية الليبية -فرع مصراتة، رسالة ماجستير، 2018.

[28] ع. ا. بن عامر، التحليل متعدد المعايير كدعم لقرارات إدارة شبكة القيمة في المؤسسات الصناعية، تلمسان: جامعة أبي بكر بلقايد -الجزائر، أطروحة دكتوراة، 2017.