

تطوير نظام دعم القرار لإدارة مخلفات التشييد باستخدام التحليل الهرمي (AHP) لتحقيق معايير الاستدامة في مشاريع التشييد السورية

د. محمد شعبان *

م. حسان محمد علي **

(تاريخ الإيداع ٢٠٢٤/٤/٩ . قُبل للنشر في ٢٠٢٥/٦/٢٥)

□ ملخّص □

تُعَدّ إدارة مخلفات البناء عنصراً أساسياً في مشاريع البناء المستدامة لأنها تساعد على تقليل التأثيرات البيئية والحفاظ على الموارد وتقليل عمليات التخلص من المخلفات، كما أن وضع اشتراطات تعاقدية فعالة يُعتبر أمراً ضرورياً لضمان تنفيذ ممارسات إدارة المخلفات المناسبة في مواقع البناء.

تهدف هذه الدراسة إلى اقتراح اشتراطات عقدية خاصة بإدارة المخلفات ضمن عقود التشييد إضافة الى تطوير نظام لدعم القرار لإدارة مخلفات التشييد لتحقيق معايير الاستدامة في مشاريع التشييد في سورية . من أجل تحقيق هذه الغاية تم إجراء استبيان شمل ٥١ شخصاً من المهندسين والمقاولين العاملين في صناعة التشييد المحلية لتحديد اهم الاشتراطات الواجب ان تتضمنها عقود التشييد بما يتعلق بإدارة مخلفات التشييد، إضافة لذلك تم إجراء مقابلات مع ١٨ خبيراً في صناعة التشييد للوصول إلى اختيار البديل الأمثل للبدء بتطبيق خطوات إدارة مخلفات التشييد في مشاريع البناء في سورية وتم تحليل نتائج المقابلات باستخدام التحليل الهرمي (AHP) للوصول الى البديل الامثل.

تم التوصل الى اهم الاشتراطات الواجب ادراجها ضمن عقود تشييد المشاريع منها: التحديد المُسبق للمخلفات المتوقع تشكلها في مرحلة التصميم بنسبة افضلية ٣٥% ، بينما حصل بند المراقبة وتطبيق معايير الجودة على ٢٧% و ١٨% للاشتراطات الخاصة بإدارة الموقع . كما توصل البحث إلى أن تطبيق البديل "العمل التشاركي" بين الجهات الحكومية والخاصة هو الخيار الأفضل في مجال تطبيق خطوات ادارة مخلفات التشييد بقيمة افضلية 0.460، في حين كان المعيار الاقتصادي هو الأكثر تأثيراً على الهدف بقيمة 0.483.

تعتبر هذه الدراسة مدخل لتطوير عقود التشييد في سورية بما يحقق رفع سوية قطاع التشييد المحلي وتحقيق معايير الاستدامة من خلال الحفاظ على الموارد.

الكلمات المفتاحية: مخلفات التشييد، إدارة مخلفات التشييد، عقود التشييد، شروط التعاقد.

* أستاذ في قسم الإدارة الهندسية والإنشاء في كلية الهندسة المدنية – جامعة البعث – حمص – سوريا.

Shabanm85@gmail.com

** طالب دكتوراه في قسم الإدارة الهندسية والإنشاء في كلية الهندسة المدنية – جامعة البعث – حمص-سوريا

Engmangment999@gmail.com

“Developing a decision support system for construction waste management using hierarchical analysis (AHP) to achieve sustainability standards in construction projects in Syria”

Pro. Mohammad Shaban*
Eng. Hassan Mohammad ali**

(Received 9/4/2024 . Accepted 25/6/2025)

□ ABSTRACT □

Construction waste management-CWM is an essential component of sustainable construction projects because it helps to minimize environmental impacts, conserve resources, and reduce waste disposal. The development of effective contractual requirements is also essential to ensure that appropriate CWM practices are implemented on construction sites.

This study aims to propose contractual requirements for construction waste management-CWM within construction contracts, in addition to developing a decision support system for CWM to achieve sustainability standards in construction projects in Syria.

To achieve this goal, a survey was conducted that included 51 engineers and contractors working in the local construction industry to determine the most important requirements that construction contracts must include regarding construction waste management, in addition, interviews were conducted with 18 experts in the construction industry to reach the selection of the optimal alternative to start applying CWM steps in construction projects in Syria. The results of the interviews were analyzed using hierarchical analysis (AHP) to reach the optimal alternative.

The most important requirements to be included in the construction contracts of the projects were as follows: Pre-determination of the expected waste at the design stage with a preference of 35%, while monitoring and quality standards got 27% and 18% for site management requirements. The research also found that the application of the alternative “participatory work” between governmental and private entities is the best option in the field of applying CWM steps with a preference value of 0.460, but the economic criterion was the most influential on the goal with a value of 0.483.

This study is considered an entry point to develop construction contracts in Syria to achieve the upgrading of the local construction sector and achieve sustainability standards through the preservation of resources.

Keywords: construction waste, construction waste management, Construction contracts, contract terms.

* Prof. of construction Engineering & Management, Civil Eng. Faculty, Homs University, Syria.

** Doctorate student of construction Engineering & Management Dept., Civil Eng. Faculty, Homs University, Syria

١- مقدمة:

أدى النمو السكاني، إلى جانب النمو الاقتصادي وأنماط الاستهلاك المرتبطة به، إلى زيادة كبيرة في إنتاج النفايات في جميع أنحاء العالم [39]. فمنذ بداية الحياة الحضرية، انشغل البشر بالتعامل مع النفايات التي تنتجها مجتمعاتهم، ولا تزال كمية النفايات التي تولدها المجتمعات، وخاصة المجتمعات الصناعية، قيد الاستكشاف. بطبيعة الحال، إن جزءاً كبيراً من توليد النفايات هذا مرتبط بزيادة عدد السكان [16]، فلقد ارتفعت كمية النفايات المنتجة نتيجة للثورة الصناعية والنمو الثقافي وتوسع الاقتصاد العالمي [19]. وبسبب تغير المناخ، أصبحت النفايات العالمية قضية مثيرة للقلق في جميع أنحاء العالم، ولقد حذّر البنك الدولي من أنه ما لم يتم اتخاذ تدابير فورية، فإن النفايات البيئية ستزيد بنسبة 70% عن المستويات الحالية بحلول عام 2050.

وفي دراسة أخرى، ذكرت المؤسسة المالية الدولية أنه في غضون الثلاثين عاماً القادمة، من المتوقع أن تزداد النفايات السنوية العالمية إلى 3,4 مليار طن [34]، وذكرت هيئة الإذاعة البريطانية أن العالم ينتج أكثر من 2 مليار طن من النفايات الصلبة البلدية والتي تشكل مخلفات البناء جزء هام منها كل عام وهو ما يكفي لملء أكثر من 800,000 حمام سباحة بحجم أولمبي [24]، وأن هذه الزيادة في المخلفات الصلبة تشمل ضمناً ازدياد في مخلفات التشييد، بالنظر إلى المعرفة المشتركة اليوم، مع التطور الكبير في تكنولوجيا الاتصالات والمعلومات وتجاوزها الحدود بين الدول.

يعتبر دمج متطلبات إدارة مخلفات التشييد في عقود المقاولات ضرورة ملحة اليوم، حيث يمكن أن يؤدي إلى تحسينات كبيرة في معدلات تقليل النفايات وإعادة تدويرها في مواقع البناء كما أثبتت الدراسات العلمية والممارسات العالمية في صناعة التشييد [15]، وذلك من خلال وضع أهداف واضحة وآليات مراقبة بحيث يمكن للمقاولين تتبع التقدم الذي يحرزونه نحو تحقيق أهداف إدارة المخلفات والامتثال للمتطلبات القانونية. كما أن تنفيذ خطة إدارة المخلفات من خلال تطبيق شروط عقدية خاصة للتعامل مع المخلفات يمكن أن يساعد في تقليل توليد النفايات، وزيادة استعادة الموارد، وخفض التكاليف لشركات البناء [41]. فعلى سبيل المثال، يحفز برنامج شهادة الريادة في مجال الطاقة والتصميم البيئي (LEED) التابع لمجلس المباني الخضراء الأمريكي المقاولين على تبني ممارسات المباني الخضراء، بما في ذلك الحدّ من النفايات وإعادة التدوير [36]، والذي تتضمن الممارسات الآتية:

١. كفاءة الطاقة: (Energy Efficiency) تصميم وتشغيل المبنى لخفض استهلاك الطاقة (عزل حراري، نوافذ عالية الأداء، أجهزة وإضاءة موفرة، طاقة متجددة).
٢. الحفاظ على المياه: (Water Conservation) تقليل الاستهلاك (تركيبات موفرة، معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها، استغلال مياه الأمطار).
٣. اختيار الموقع المستدام: (Sustainable Site) تطوير مواقع قائمة أو مختارة بعناية لتقليل التأثير البيئي (قرب خدمات النقل، حماية الموائل، إدارة مياه الأمطار في الموقع).
٤. المواد والموارد: (Materials & Resources) استخدام مواد معاد تدويرها أو متجددة أو محلية، وتقليل النفايات أثناء البناء والتشغيل، وإعادة تدوير المخلفات.

٥. جودة البيئة الداخلية (Indoor Environmental Quality) تحسين التهوية، التحكم في دخان التبغ، استخدام مواد منخفضة الانبعاثات، توفير الإضاءة والمناظر الطبيعية لراحة المستخدمين.
٦. الابتكار في التصميم (Innovation in Design) تطبيق استراتيجيات مبتكرة تتجاوز متطلبات LEED لتحقيق أداء استثنائي في الاستدامة.
٧. الأولوية الإقليمية (Regional Priority) التركيز على استدامة القضايا البيئية الأكثر أهمية في الموقع الجغرافي المحدد للمبنى.
- هذه الممارسات المتكاملة تهدف لتقليل البصمة البيئية للمبنى، وتحسين صحة وراحة القاطنين فيه، وتقليل التكاليف التشغيلية على المدى الطويل.
- وعلى نحو مماثل، وضع الاتحاد الأوروبي لصناعة البناء (FIEC) مبادئ توجيهية للبناء المستدام تؤكد على أهمية إدارة النفايات وإعادة تدويرها في مشاريع البناء [11].

٢- هدف البحث:

يهدف هذا البحث إلى اقتراح توصيات لتطوير عقود التشييد من خلال اعتماد اشتراطات عقدية لإدارة مخلفات التشييد بكامل مراحلها وخفض الهدر ضمن هذه العقود واختيار البديل الأمثل للبدء بتطبيق خطوات إدارة مخلفات التشييد لتحسين صناعة التشييد في سورية.

٣- مشكلة البحث:

يفتقر نظام العقود السوري لاشتراطات إدارة مخلفات التشييد مما يستدعي الحاجة الى تطوير معايير التعاقد والتشييد ، خاصة في مرحلة إعادة اعمار الأبنية المهتمة بفعل الحرب التي ستنتج كميات كبيرة من مخلفات التشييد Construction waste إذا ما تمت هذه المرحلة دونما ضوابط عقدية ملزمة، مما يسبب هدراً كبيراً في مواد البناء ويخلق تحديات بيئية خطيرة وبالتالي صناعة تشييد غير مستدامة.

٤- أهمية البحث:

تعتبر إدارة مخلفات التشييد من أهم إجراءات تحقيق معايير الاستدامة في مشاريع التشييد عالمياً، حيث سيسهم البحث في وضع تصور لأهم الاشتراطات الواجب ادراجها في عقود التشييد لتطبيق خطوات إدارة مخلفات التشييد ، وخاصة ان مشاريع التشييد في سورية تفقر لمبادئ إدارة المخلفات مما يعزز تحقيق معايير الاستدامة في صناعة التشييد المحلية.

٥- الدراسة المرجعية:

أجريت أبحاث متعددة حول العالم تتعلق بالاشتراطات التعاقدية لبنود إدارة مخلفات التشييد، تناولت دراسة أجريت في الصين مدى فعالية الأحكام التعاقدية المتعلقة بإدارة مخلفات البناء . ووجد الباحثون أن إدراج أهداف محددة لإدارة النفايات وعقوبات لعدم الامتثال أدى إلى تحسين ممارسات الحدّ من النفايات بشكل كبير في مواقع البناء [14].

كما أجريت دراسة استقصائية للمتخصصين في صناعة البناء لتقييم مشاركة المقاولين في ممارسات إدارة النفايات في صناعة التشييد ضمن الصين، حددت الدراسة أهمية إدراج مسؤوليات إدارة النفايات ومتطلبات الإبلاغ عن حالات عدم الامتثال في عقود البناء لضمان التزام المقاول بتنفيذ بنود العقد [31]. وقام آخرون بدراسة مقارنة الأطر القانونية لإدارة نفايات البناء في الدول الأوروبية وسلطوا الضوء على المتطلبات التعاقدية المختلفة لتحويل المخلفات وإعادة تدويرها وإعداد التقارير عنها، وشددت الدراسة على الحاجة إلى أحكام تعاقدية موحدة لتعزيز الاتساق في ممارسات إدارة النفايات [20].

وتم إجراء بحثاً تحليلياً للتكلفة والعائد للحوافز الاقتصادية للحد من مخلفات البناء، واقترحت الدراسة أن دمج الحوافز المالية، مثل رسوم التخلص من المخلفات والحسومات مقابل إعادة التدوير في عقود البناء يمكن أن يشجع المقاولين على تبني ممارسات مستدامة لإدارة المخلفات [42].

ولقد أجريت عدة دراسات وأبحاث مراجعة (بعد التنفيذ) لاستكشاف فعالية العقود القائمة على الأداء لإدارة نفايات البناء، وسلّطت هذه الدراسات الضوء على فوائد تحديد أهداف واضحة لإدارة المخلفات، ومراقبة مقاييس الأداء، وتحفيز المقاولين على أساس نتائج الحد من النفايات [38].

كما ركزت دراسات أخرى على دور مشاركة أطراف المشروع كافة في إدارة مخلفات التشييد من خلال دراسة حالة للتعاون بين الحكومة والمقاولين. ووجد الباحثون أن إشراك أصحاب المصلحة الرئيسيين في مفاوضات العقود وعمليات صنع القرار يمكن أن يُحسّن نتائج إدارة النفايات ويعزز استدامة المشروع [22].

بينما قامت دراسة تجريبية بتحليل العلاقة بين اللوائح البيئية، والامتثال التعاقدية، وممارسات إدارة المخلفات في صناعة البناء والتشييد، وتبين وجود علاقة إيجابية بين التنفيذ التنظيمي، والالتزامات التعاقدية، وتحسين أداء إدارة المخلفات [7]. ولتعزيز دور التكنولوجيا في مجال إدارة مخلفات التشييد قامت دراسة بالتحقيق في إمكانية دمج الحلول التقنية، مثل أنظمة تتبع المخلفات والصناديق الذكية، أدوات رقمية لجمع البيانات وتحسن كفاءة إدارة المشاريع" أثناء تنفيذها في عقود إدارة مخلفات التشييد. وسلّطت الدراسة الضوء على فوائد التكامل التكنولوجي للمراقبة في الوقت الحقيقي، وتحليل البيانات، وتعزيز كفاءة إدارة المخلفات [27].

وسيمت التركيز في هذا البحث على محور الأدوات التكنولوجية التي يمكن أن تساهم في إدارة مخلفات التشييد وتجعلها أكثر فعالية.

"نظرًا للأبعاد الاجتماعية لقضية مخلفات التشييد، كالتلوث وحماية البيئة والصحة العامة - أكدت دراسة تحليلية لممارسات الاستدامة في الشركات على ضرورة تضمين عقود إدارة المخلفات متطلبات المسؤولية المجتمعية، مثل مشاركة المجتمع وسلامة العمال كاعتبارات اجتماعية وأخلاقية أساسية [18].

كما أجرت دراسة تحليلاً مقارناً لاستراتيجيات إدارة المخاطر لعقود التخلص من مخلفات التشييد. وحددت الدراسة عوامل الخطر الرئيسية، مثل الامتثال التنظيمي، وقضايا المسؤولية، وتجاوز التكاليف، واقترحت تدابير لتخفيف المخاطر، مثل التغطية التأمينية وخطط الطوارئ، لضمان نتائج ناجحة لإدارة المخلفات [6].

وفي دراسة أجريت حول أهم البنود التعاقدية في مجال إدارة مخلفات التشييد في كندا [9]، كان بند ضمان الجودة للتصميمات المكتملة في مشاريع البناء البند الأهم الذي يجب مراعاته وهو يختص بمراقبة أخطاء في

التصميم، والسهو، وعدم التوافق في الرسومات النهائية، حيث تم اقتراح تدقيق الدراسات في المشاريع الكندية من طرف ثالث مستقل لضمان جودة ودقة التنفيذ.

وعليه، تمت مراجعة بعض التجارب في هذا المجال وتحديد أهم البنود الواجب اضافتها في مجال عقود إدارة مخلفات التشييد، ومن خلال مراجعة لبعض التجارب والدراسات العالمية وجدنا أهم البنود والمعايير التي يجب أن تكون مُلزَمة في مجال عقود إدارة مخلفات التشييد كالآتي:

١- فصل المخلفات: يعتبر هذا المعيار من أهم المتطلبات في عقود التشييد لإدارة فاعلة لمخلفات البناء وخاصة فصل المخلفات عند المصدر، حيث أظهرت الدراسات أن فصل المخلفات في الموقع يمكن أن يُحسّن بشكل كبير من كفاءة إدارة المخلفات ويزيد من معدلات إعادة التدوير وإعادة استخدام مخلفات البناء، [28]؛ ولذلك ينبغي إدراج فصل وتبويب المخلفات كشرط إلزامي في عقود التشييد.

٢- أهداف إعادة التدوير وإعادة الاستخدام: من المتطلبات الحاسمة الأخرى في عقود إدارة مخلفات البناء تحديد أهداف إعادة التدوير وإعادة الاستخدام لمخلفات البناء، إذ يمكن أن يساعد تحديد أهداف محددة لإعادة تدوير مخلفات البناء وإعادة استخدامها في تقليل كمية المخلفات المرسلة إلى مدافن النفايات وتعزيز ممارسات إدارة النفايات المستدامة [1-26]؛ ولذلك يجب أن تتضمن عقود إدارة مخلفات البناء أهدافاً واضحة وقابلة للتحقيق لإعادة تدوير وإعادة استخدام مخلفات البناء.

٣- إرشادات نقل المخلفات والتخلص منها: يعد النقل والتخلص المناسب من مخلفات البناء من المتطلبات المهمة أيضاً في عقود التشييد، حيث تتم الإشارة إليها في البنود/الشروط الخاصة بإدارة مخلفات البناء. أظهرت الدراسات أن النقل والتخلص غير المناسب من مخلفات البناء يمكن أن يؤدي إلى تلوث بيئي ومخاطر صحية [3-8]؛ ولذلك، ينبغي أن تتضمن عقود إدارة مخلفات البناء مبادئ توجيهية للنقل المسؤول والتخلص من مخلفات البناء.

٤- المراقبة والإبلاغ: تعد آليات المراقبة والإبلاغ من المتطلبات الأساسية في عقود إدارة مخلفات البناء لضمان الامتثال للمبادئ التوجيهية والأهداف الخاصة بإدارة المخلفات، أظهرت الدراسات أن المراقبة المنتظمة والإبلاغ عن ممارسات إدارة مخلفات البناء يمكن أن تساعد شركات البناء على تحديد مجالات التحسين وتتبع تقدمها نحو تحقيق أهداف إدارة المخلفات [25-35]؛ لذلك، يجب أن تتضمن عقود إدارة مخلفات البناء أحكاماً للمراقبة والإبلاغ عن أنشطة إدارة المخلفات.

٥- عقوبات عدم الامتثال للاشتراطات العقدية: أحد المتطلبات المهمة في عقود إدارة مخلفات التشييد هو إدراج عقوبات لعدم الامتثال للمبادئ التوجيهية لإدارة المخلفات. أظهرت الدراسات أن فرض عقوبات على عدم الامتثال لمتطلبات إدارة المخلفات يمكن أن يساعد في تحفيز شركات البناء على الالتزام بإرشادات إدارة المخلفات والحد من الآثار السلبية لمخلفات البناء [4-5]. ولذلك، يجب أن تتضمن عقود إدارة نفايات البناء أحكاماً واضحة بشأن العقوبات في حالة عدم الالتزام بمتطلبات إدارة النفايات.

٦- تطبيق أساليب خفض تشكل المخلفات : تشير الدراسات إلى أن الحد من المخلفات هو عنصر حاسم في عقود إدارة مخلفات البناء . ومن خلال إدراج تدابير الحد من المخلفات كشرط أساسي في هذه العقود، يمكن لشركات البناء تعزيز الممارسات المستدامة، وخفض التكاليف، وتحسين نتائج المشروع [23-32-37].

٦- مواد وطرائق البحث:

تتكون منهجية البحث المتبعة في هذه الدراسة من مرحلتين رئيسيتين: المرحلة الأولى تضمنت تحديد الفجوة البحثية، وتحديد أهداف البحث، وإنشاء نظام دعم القرار (DSS) من خلال اجراء استبيان شمل ٥١ خبيراً لتحديد اهم الاشتراطات الواجب أن تتضمنها عقود التشييد في مجال إدارة مخلفات التشييد.

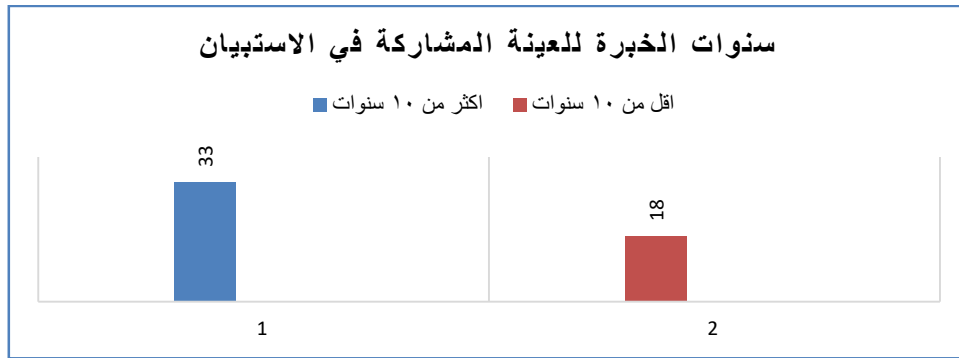
في المرحلة الثانية، تم استخدام طريقة حسابية لتحديد الأولويات والبدائل بناءً على عملية التسلسل الهرمي AHP اعتمدت على نتائج مقابلات شملت ١٨ خبيراً في مجال التشييد للوصول الى القرار الأمثل للبدء بخطوات إدارة مخلفات التشييد في سورية.

المرحلة الأولى : تم اجراء استبيان الكتروني ، وتم طرحه في بعض شبكات التواصل الاجتماعي وبشكل رئيسي ضمن مجموعات خاصة بالمهندسين والأكاديميين المختصين ، تم الإجابة عليه من قبل ٥١ شخصاً بشكل كامل وسليم بعد استبعاد ٤ إجابات غير مكتملة ، تم طرح مجموعة من الأسئلة المتنوعة في الاستبيان تتعلق بأهم الاشتراطات التعاقدية الواجب إدخالها في عقود التشييد والبناء في سورية . شملت الإجابات على الاستبيان شريحة من المهندسين باختصاصات متنوعة إضافة الى مقاولين وفق الجدول (١):

جدول(١): توزع العينة المشاركة في الاستبيان.

م	الاختصاص	العدد
١	مدني عام	٢٣
٢	إدارة هندسية	١٠
٣	مقاولين	٨
٤	مهندس انشائي	٥
٥	مهندس معماري	٥

كما يظهر الشكل (١) سنوات الخبرة للعينة التي استهدفها الاستبيان:



الشكل (١): سنوات الخبرة للعينة المشاركة في الاستبيان.

تم ملاحظة أن ثمانية أشخاص ممن خبرتهم أكثر من ١٠ سنوات قد طبقوا ممارسات إدارة مخلفات التشييد في مشاريع عملوا بها.

تم تحليل موثوقية الاستبيان وحساب قيمة معامل α كرونباخ والذي يعطي دلالة على ثبات الاستبيان ويعطي مؤشر على وجود ارتباط كبير بين الإجابات بواسطة برامج تحليل احصائي spss22 وكانت النتيجة وفق الجدول الآتي :

جدول (2): درجة موثوقية الاستبيان

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.834	٥١

ونجد ان قيمة $\alpha = 0.834$ وهي وفق مؤشرات قياس ثبات واستقرار الاستبيان $0.8 \leq 0.834 \leq 0.9$ ، وهذا يدل على أن الارتباط بين الإجابات جيد ومؤشر على موثوقية وثبات الاستبيان. تم اخراج نتائج الاستبيان بواسطة ملف Excel ومن ثم تصديرها الى برامج تحليل احصائي spss22 وإدراج المتغيرات ضمن القائمة الرئيسية ومن ثم معالجة الاستبيان واستبعاد الإجابات الغير صالحة وعددها 5 كالاتي:

جدول (3): عدد المشاركين في الاستبيان .

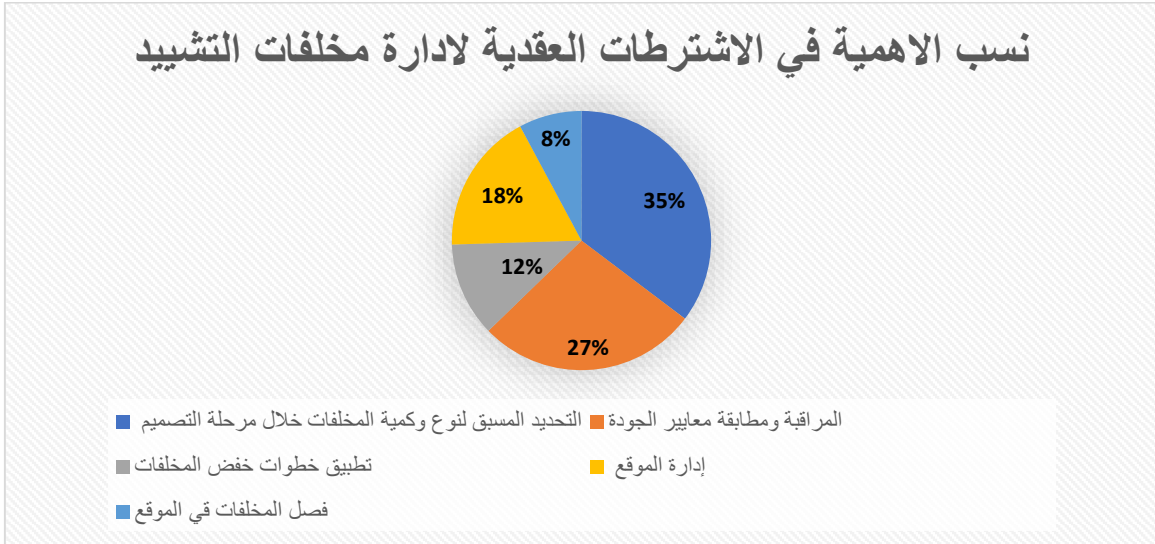
		N	%
Cases	Valid	٥١	٩٢,٧٢
	Excluded	٤	٧,٢٧
	Total	٥٥	100.0

كان ٩ اشخاص من ٥١ شخص فقط لديه اطلاع على مشاريع فيها اشتراطات لإدارة مخلفات التشييد ما نسبته ١٧,٦% وهذه العينة اطلعت على هذه الاشتراطات من خلال العمل في مشاريع خارج سورية. وكان لجميع الأشخاص ضمن العينة رأي موحد بضرورة تفعيل مبادئ خفض الهدر وإدارة مخلفات التشييد. وكان ٤٦ منهم لديه معرفة بالأثر البيئي لمخلفات التشييد.

لقد تمت عملية صياغة أسئلة الاستبيان بحيث يتم سبر مدى معرفة العينة بأسس إدارة مخلفات التشييد وماهي أهم الاشتراطات والخطوات اللازمة لإدخال (CWM) إدارة مخلفات التشييد كأحد الشروط الأساسية لقبول العروض من المقاولين الراغبين بالتعاقد على تنفيذ المشاريع وبيين الجدول (٤) إجابات العينة:
الجدول (٤): آراء المشاركين في أهم اشتراطات إدارة مخلفات التشييد.

م	السؤال	الإجابة: (العدد - النسبة %)									
١	ماهي أهم المعايير التي تدعم تطبيق إدارة مخلفات التشييد	خفض التلوث		خفض الزمن		خفض الكلفة					
		٩,٩%	٥	١١,٨%	٦	٧٨,٣%	٤٠				
٢	ماهي التقنيات التي تدعم خطوات إدارة مخلفات التشييد	تقنيات تقليدية			نمذجة معلومات البناء (BIM)						
		٩,٩%	٥	٩٠,١%	46						
٣	هل يمكن البدء في تطبيق اشتراطات إدارة مخلفات التشييد كتلك المطبقة في دول مجاورة/ الخليج العربي - مصر/	يمكن البدء بها		غير موافق		موافق					
		١١,٨%	٦	٤١,٢%	٢١	٤٧%	٢٤				
٤	ماهي اهم المواد التي يمكن الاستفادة من مخلفاتها	بلاط ارضيات		بيتون		الحديد					
		٧,٩%	٤	٢٥,٥%	١٣	٦٦,٦%	٣٤				
٥	ما هو ترتيب المسؤولية بين أطراف المشروع في إدارة مخلفات التشييد	الجهات الحكومية		إدارة المشروع		المصمم		المقاول			
		١٧,٧%	٩	١٩,٦%	١٠	٢٣,٥%	١٢	٣٩,٢%	٢٠		
٦	ماهي اهم الاشتراطات التي يجب ان تتضمنها عقود إدارة مخلفات التشييد	فصل المخلفات في الموقع		إدارة الموقع		تطبيق خطوات خفض المخلفات		المراقبة ومطابقة معايير الجودة		التحديد المسبق لنوع وكمية المخلفات خلال مرحلة التصميم	
		٧,٩%	٤	١٧,٧%	٩	١١,٧%	٦	٢٧,٤%	١٤	٣٥,٣%	١٨
٧	هل يمكن تطبيق مبادئ إدارة مخلفات التشييد في سورية	يمكن البدء بها		لا		نعم					
		٣٩,٢%	٢٠	١٣,٨%	٧	٤٧%	٢٤				
٨	هل سبق لك أن طبقت مبادئ إدارة مخلفات التشييد في مشاريع عملت بها	أحياناً		لا		نعم					
		٦٠,٩%	٣١	٢٣,٥%	١٢	١٥,٦%	٨				
		١٣,٨%	٧	٣٥,٣%	١٨	٥٠,٩%	٢٦				
٩	ما هو الخيار الأمثل لمعالجة المخلفات	إعادة تدوير (Recycle)		تخلص (Disposal)		إعادة استخدام (Reuse)					
		١١,٧%	6	٦٠,٩%	33	٢٧,٤%	14				

ويمكن التعبير عن أهم الاشتراطات والاقتراحات التي حصلنا عليها من العينة التي شملها الاستبيان وفق الشكل الآتي:



الشكل (٢) ترتيب الأهمية لاشتراطات عقود إدارة مخلفات التشييد

من خلال النتائج السابقة نلاحظ وجود فروقات في بعض الإجابات كما في السؤال الأول حيث حصل معيار خفض الكلفة على نسبة ٧٨,٤% من الإجابات مما يعطي دلالة لأهمية المعيار الاقتصادي في إدارة المخلفات التشييد. كما لاحظنا أن ٦٠,٩% من العينة كانت مع خيار التخلص من المخلفات مما يعكس الحاجة إلى زيادة التوعية بمبادئ الاقتصاد الدائري في مجال صناعة التشييد القائم على إعادة تدوير المخلفات وإعادة استخدامها . بسبب واقع صناعة التشييد في سورية وعدم وجود مبادئ خاصة بالتعامل مع مخلفات التشييد ضمن عقود التشييد وحاجة صناعة التشييد المحلية الى مراعاة معايير الاستدامة والحفاظ على الموارد في مشاريع البناء كان لا بد للبدء بتطبيق خطوات إدارة مخلفات التشييد من دراسة الخيارات الممكنة حيث تم اختيار ثلاث بدائل لتطبيق إدارة مخلفات التشييد في سورية وفق الآتي:

- ١- البدء بالعمل بخبرات محلية.
- ٢- تطبيق خيار العمل التشاركي بين الجهات الحكومية والخاصة، من خلال استثمارات خاصة في مجال مخلفات البناء والهدم أو دعم بعض الصناعات القائمة على إعادة تدوير مخلفات التشييد والهدم/ صناعة البلوك من الركام المدور مثلاً /، ومنح حوافز وتسهيلات للمستثمرين في هذا المجال.
- ٣- السماح باستثمارات داخلية وخارجية في مجال إدارة مخلفات التشييد.

المرحلة الثانية :

من أجل الحصول على معلومات أكثر دقة في مجال اختيار أفضل البدائل لبدء العمل في مجال ادارة مخلفات التشييد تم اجراء مقابلات مع 18 شخصا من المدراء والخبراء في قطاع التشييد تم اختيار طريقة دلفي التي تتميز بقدرتها على هيكلة إجراءات الاتصال الجماعي، وتعزيز كفاءة الاتصال، وتعزيز تماسك المجموعة، ومعالجة المشاكل المعقدة بشكل فعال [21]. كما تهدف طريقة دلفي ، والتي تُستخدم بشكل شائع، إلى جمع آراء الخبراء للحصول على إجابات لأسئلة محددة. وهي مناسبة تمامًا لتحديد العناصر الأساسية للمشكلة، وتقليل المعرفة الضمنية والمعقدة، وتقديم بيانات موجزة توضح بشكل عملي التقييمات أو الآراء المتنوعة. [29] ومن خلال تقنية دلفي، يمكن الحصول على استنتاجات دقيقة ومتوافقة . كما تُسهّل هذه التقنية التعبير الحر عن الآراء من قبل الخبراء والحصول أيضاً على بيانات مُجمعة للخبراء [13]، حيث يشترط في هذه الطريقة وجود من 5 إلى 20 خبيراً وبعض الأبحاث حددت العدد من 9 إلى 18 خبيراً [33] لزيادة دقة البيانات على أن لا تقل عموماً عن 5 [38].

تم التواصل مع الخبراء بشكل مباشر ومن خلال وسائل الاتصال وخاصة التي توفرها شبكة الانترنت.

مقارنة البدائل في مجال إدارة مخلفات التشييد باستخدام عملية التحليل الهرمي (AHP):

تعتبر عملية التسلسل الهرمي التحليلي طريقة قيمة لمعالجة المواقف غير المؤكدة ومشاكل اتخاذ القرار التي تنطوي على معايير تقييم متعددة. وتتمثل ميزتها الرئيسية في قدرتها على هيكلة المشاكل المعقدة وغير المنظمة باستخدام إطار هرمي لإنشاء علاقات منهجية بين عوامل التأثير. ويمكن لصناع القرار أن يعكسوا معرفتهم بشكل أكثر فعالية من خلال إطار عمل لإنشاء علاقات منهجية بين عوامل التأثير، حيث يمكن لصناع القرار أن يعكسوا خبراتهم بشكل أكثر فعالية من خلال المقارنات الثنائية [40].

تتمثل إحدى المزايا الرئيسية لطريقة AHP في قدرتها على تحسين عمليات صنع القرار القائمة تقليدياً على الحدس. وهي تحقق ذلك من خلال إجراء تحليل تكامل النظام الهرمي التي تنطوي على طبقات واضحة وتحسين موثوقية التقييمات [10]، من خلال تطبيق إجراء على مستوى التحليل، وتنظم طريقة AHP مشاكل صنع القرار المعقدة متعددة الأهداف في هيكل هرمي، إذ تحتوي كل طبقة على عناصر مختلفة تمكن من التعامل المنهجي مع العديد من العوامل النوعية.

تسترشد عملية اتخاذ القرار بالعلاقات الهرمية بين المعايير والبدائل، مما يؤدي إلى تحديد الأولويات لكل خطة. وتتمتع الخطة المعتمدة بأولوية أعلى إذا كانت القيم أعلى [41] ، وتستخدم طريقة AHP المتجهات الذاتية لتحديد ترتيب الأولوية بين العناصر داخل مستوى هرمي معين، ثم تحسب القيم الذاتية للعناصر الفردية، والتي تعمل كأساس لتقييم الأهمية النسبية لمصفوفات المقارنة الزوجية التي يتم إجراؤها على مقياس اسمي. عندما تكون آراء الخبراء متسقة، يمكن استخدام قيم الأولوية التي تمثلها المتجهات الذاتية لاتخاذ القرار أو الاختيار [30].

تحسب طريقة AHP الأوزان النسبية بقيم المتجه الذاتي، ثم يتم الحصول على وزن كل بديل عن طريق ضرب قيم المتجه الذاتي لكل تسلسل هرمي بعدد المستويات في التسلسل الهرمي. والغرض من هذه العملية هو تحديد الأوزان النهائية لاتخاذ القرار .

يتضمن استخدام عملية التسلسل التحليلي لحل المشكلات العملية عموماً أربع خطوات [12] :

١- إنشاء هيكل هرمي للمشكلة التي يتم البحث عنها، وتحديد مؤشر الأداء للمشكلة، وتأكيد الهدف، وتحديد المعايير والسمات التي يجب أن تحقق الهدف. ففي التسلسل الهرمي للمشكلة، تكون الأهداف في المستوى الأول، والمعايير في المستوى الثاني، والسمات في المستوى الثالث، وبدائل اتخاذ القرار في المستوى الرابع.

٢- إنشاء مصفوفة المقارنة الزوجية حيث يوجد N عامل في التسلسل الهرمي

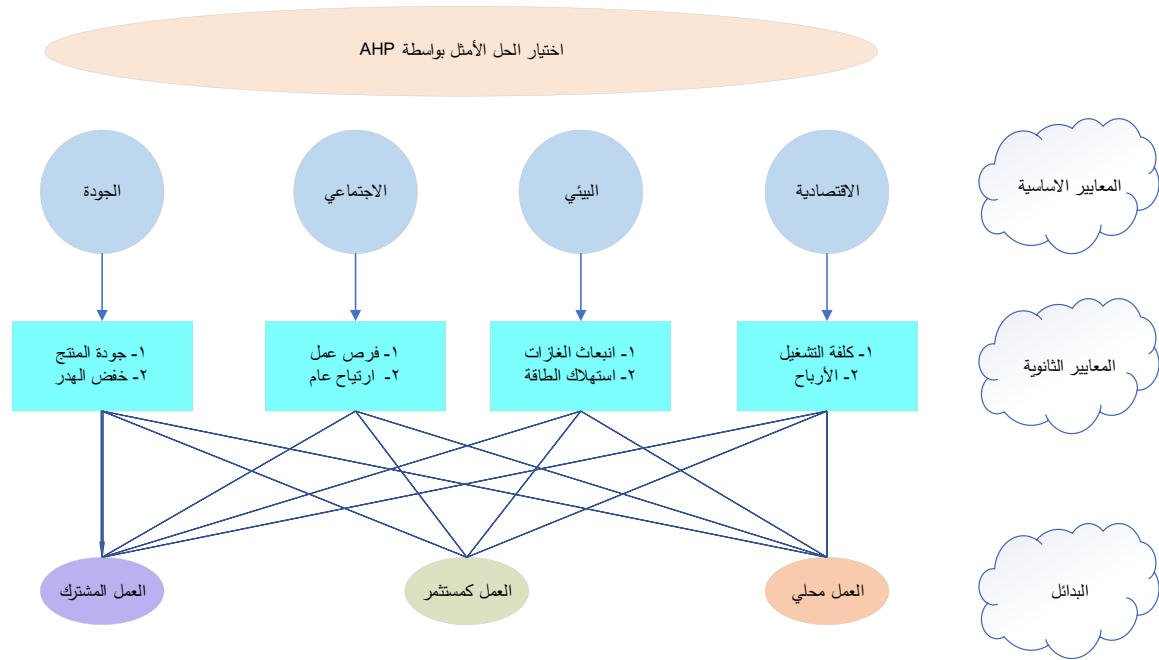
$$N*(N-1)/2$$

وذلك وفقاً لطريقة الاقتزان.

٣- تتم مقارنة العناصر على مستوى هرمي معين باستخدام مقياس عددي من

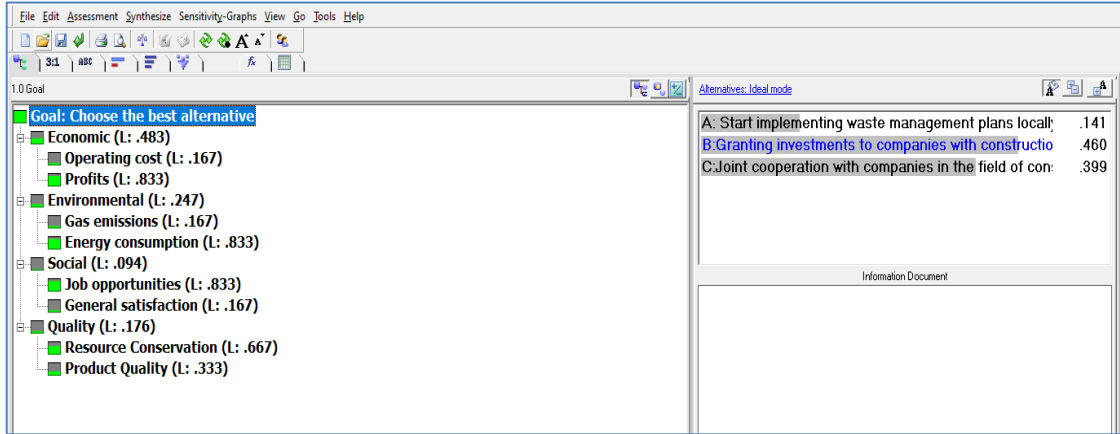
تسع نقاط لتحديد مدى أهمية عنصر ما عن عنصر آخر [17].

تم استخدام برنامج (Expert Choice) الذي يوفر آلية مناسبة لمقارنة البدائل وتحليل القيم الناتجة عن المقارنة الثنائية للمعايير والبدائل وكانت المعايير الرئيسية والثانوية وفق الشكل (٣):



الشكل (٣): طريقة اتخاذ القرار بواسطة AHP (إعداد الباحث)

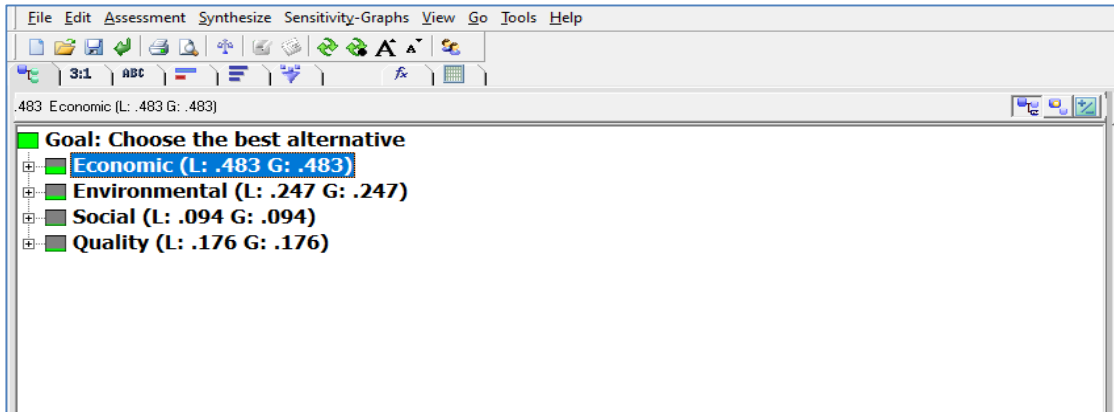
تم عرض نتائج الاستجواب على برنامج (Expert Choice) وإجراء المقارنة الثنائية بين المعايير والبدائل وكانت النتائج وفق الآتي :



الشكل (4): تحديد البديل والمعيار الأكثر تأثيرا للهدف بواسطة Expert choice.

تُظهر النتائج ان البديل الثاني الذي ينص على العمل التشاركي بين الجهات الحكومية والخاصة هو الأفضل وفقا للمعايير الموضوعه، حيث حصل على قيمة 0.460 في ترتيب الأمثلية بالنسبة للبدائل بينما حصل البديل الثالث الخاص بمنح استثمارات على قيمة 0.399 في ترتيب الأمثلية وحصل بديل البدء بالعمل بخبرات محلية على قيمة 0.141 في ترتيب الأمثلية .

بينما كان المعيار الاقتصادي من خلال الأرباح المتوقعة هو الأكثر تأثيرا بالنسبة للهدف وفق ما يبين الشكل



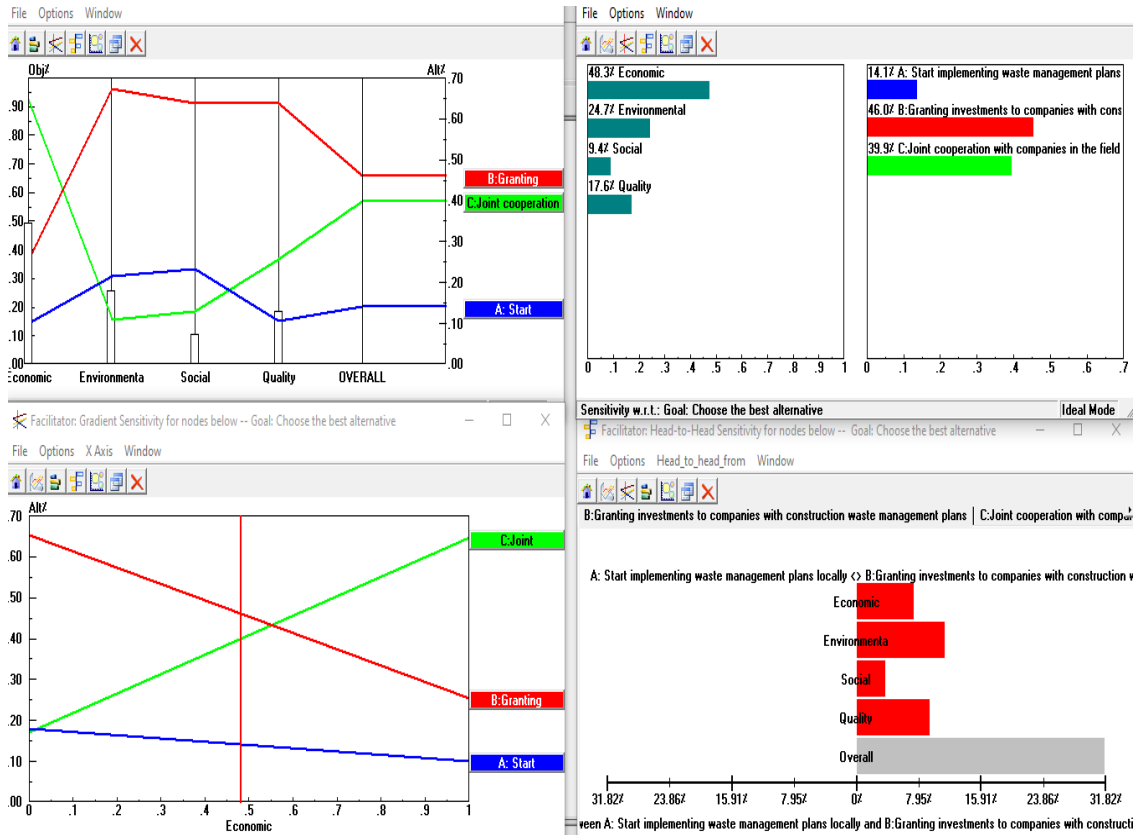
(٥):

الشكل (٥): ترتيب المعايير الأكثر تأثيرا للهدف بواسطة Expert choice.

تم اجراء تحليل الحساسية بالنسبة للمعيار الاقتصادي الذي كان أكثر تأثيرا على الهدف وفق

مايظهر الشكل (٦):

الشكل (٦): تحليل الحساسية للمعايير والبدائل بواسطة Expert choice.



يمكن لتغيير أفضلية المعيار الاقتصادي Economical criterion أن يغير القرار المتخذ وذلك عند

نسبة ٦٠٪.

أظهرت النتائج السابقة في المرحلتين الأولى والثانية من هذه الدراسة أن المعيار الاقتصادي هو من أهم المعايير الداعمة لتبني مبادئ إدارة مخلفات التشييد ، حيث حصل معيار خفض الكلفة على نسبة ٧٨,٤٪ من إجابات العينة ، وكذلك تبين ان المعيار الاقتصادي هو الأكثر تأثيراً على تابع الهدف عند تطبيق التحليل الهرمي AHP من خلال تقنيات اتخاذ القرار .

مناقشة النتائج:

تبين لنا من خلال الدراسة أن العينة التي شملها الاستبيان تتفق مع الدراسات والتجارب العالمية بثلاث

بنود هي:

- 1- فصل المخلفات في الموقع.
- 2- تطبيق أساليب خفض تشكل المخلفات.
- 3- المراقبة ومطابقة معايير الجودة.

بينما بقيت بعض الاشتراطات بعيدة عن اهتمام العينة التي شملها الاستبيان -مثلا اشتراطات إعادة التدوير والتخلص ، وهذا يعود لعدم تطبيق مبادئ إدارة مخلفات التشييد في سورية. لذلك تعتبر هذه البنود مفاتيح أساسية لوضع اشتراطات عقديّة لتطبيق خطوات إدارة مخلفات التشييد في سورية.

نلاحظ أن نسبة كبيرة من العينة (47%) ركزت على تحديد كمية ونوع مخلفات التشييد من خلال التصميم، بينما اعتبر 35,3% أن مطابقة معايير الجودة والمراقبة أثناء التنفيذ هي من أهم الخطوات الواجب اتخاذها في هذا المجال، كما تشير النتائج الى عدم قناعة 41,1% من العينة بأن تطبيق دفاتر الشروط الخاصة بإدارة مخلفات التشييد المطبقة في دول مجاورة كالخليج العربي، والمتمثلة بفرز مخلفات التشييد والتنبؤ المسبق بها.

ومازلنا بحاجة إلى دراسات مُعمّقة أكثر بخصوص إمكانية تطبيق خطوات إدارة مخلفات التشييد في سورية بما ينسجم مع واقع قطاع البناء والتشييد والقوانين الناظمة له في سورية

بينما تشير إجابة 14% من العينة على عدم إمكانية تطبيق إدارة مخلفات التشييد في سورية مقابل تردد 9% وقبول 47% من العينة أن هناك حاجة الى دراسة لتطبيق مرحلي لخطوات إدارة مخلفات التشييد - كتطبيق بعض البنود الأساسية التي يمكن أن تشكل مدخلاً في المشاريع الكبيرة والهامة مثل:

- 1- تحديد كمية ونوع مخلفات التشييد من خلال التصميم.

يعتبر هذا البند ممكن التطبيق من خلال التقنيات الحديثة كنمذجة معلومات البناء (BIM) وهي تتيح إمكانية المفاضلة بين العارضين من خلال تضمين دفاتر الشروط نسب مسموحة للمخلفات وفقاً للمواد التي سيتم نمذجتها من قبل المصممين.

- 2- المراقبة ومطابقة معايير الجودة.

إن تحليل نتائج المقابلات مع المدراء والمهنيين بقطاع التشييد أظهر لنا أن البديل الأفضل لتطبيق إدارة مخلفات التشييد في ظروف سورية الحالية هو العمل المشترك بين القطاعات الحكومية والخاصة في مجال إدارة مخلفات التشييد ووضع الحلول واستثمار الموارد بشكل أمثل حيث حصل على قيمة افضلية 0.460 بين البدائل الثلاثة. وكان للمعيار الثانوي المنافع المتوقعة قيمة تأثير 0.833 من ضمن المعيار الرئيسي الاقتصادي أكبر قيمة تأثير على الهدف الذي حصل على قيمة 0.483.

قدمت النتائج السابقة دليلاً جيداً لطرق اتخاذ القرار في مجال إدارة مخلفات التشييد كما قدمت الاشتراطات الواجب تطبيقها عند البدء في تطبيق خطوات إدارة مخلفات التشييد لدعم مفهوم الاستدامة في مشاريع التشييد ورفع سوية العمل الهندسي في شركات التشييد المحلية.

- 3- إصدار تشريعات خاصة بإدارة مخلفات البناء والهدم وتعديل القوانين الحالية التي لا تتعاطى

مع مخلفات البناء والهدم وفق معايير الاستدامة ، حيث يفترض أن تلزم التشريعات الجديدة عقود التشييد

بإضافة بنود تحدد نسبة المخلفات المسموحة ،وبدراسة لكمية مخلفات التشييد المتوقعة ، إضافة إلى ضرورة أن تكون خطط إدارة مخلفات التشييد أحد أجزاء عقد التشييد الأساسية.

٨-التوصيات:

إن تطبيق خطوات إدارة مخلفات التشييد في سورية يحتاج الى البدء بتطبيق ممارسات خفض تشكل مخلفات التشييد وزيادة الدراسات بسبب افتقار مشاريع البناء والتشييد المحلية الى هذه الخطوات حتى الآن، والحاجة الى الحصول على بيانات حقيقية دون مخاطر تتعلق بموثوقيتها. لذا لابد من العمل على نشر مبادئ إدارة مخلفات التشييد إضافة لتعاقب الاستدامة من قبل الجهات الرسمية والنقابات المهنية وسط العاملين في صناعة التشييد المحلية، إضافة الى اقتراح تضمين بعض المحاضرات التعريفية عنها في الكليات والمعاهد الهندسية كخطوة لنشر الوعي بمعايير الجودة والاستدامة ضمن قطاع التشييد والبناء المحلي وانشاء مراكز لتأهيل موارد بشرية لديها الخبرة والمعرفة للمنافسة في المشاريع العالمية.

References:

1. Ajayi, S. O., Oluwajobi, A. O., & Oguntunde, P. E. (2016). An evaluation of the effectiveness of waste management contracts in construction projects. *Procedia Engineering*, 145, 1105–1112. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.143> , (pp. 1105-1112).
2. Alwakeel, S. S., Al-Otaibi, M. Y., & Al-Saleh, A. M. (2020). Construction waste management practices in Saudi Arabia: A systematic review of applied techniques and suggestions for improved waste management. *Journal of Cleaner Production*, 266, 121878. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121878> (p. 121878).
3. Ardente, F., Beccali, G., & Cellura, M. (2017). A comparative life cycle assessment of different construction waste management approaches in two Italian regions. *Resources, Conservation and Recycling*, 116, 57–66. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.09.016> (pp. 57-66).
4. Asif, M., Muneer, T., & Al-Mughairi, H. (2013). A review on the practices of waste management in construction industry. *Construction Innovation*, 13 (2), 212–236. <https://doi.org/10.1108/14714171311305118> , (pp. 212-236).

5. Barlow, N., Ball, R., & Siddiqui, S. (2011). Understanding construction waste: A qualitative analysis. *International Journal of Construction Management*, 11 (2), 1–11. <https://doi.org/10.1080/15623599.2011.10773166> , (pp. 1-11).
6. Chen, H., (2024). Risk management strategies for construction waste disposal contracts: A comparative analysis. *Construction Management and Economics*, 42 (3), 345–357. <https://doi.org/10.1080/01446193.2023.2291234> , (pp. 345-357) .
7. Chen, Y., (2024). Environmental regulations and contractual compliance in construction waste management: An empirical analysis. *Journal of Cleaner Production*, 313, 127899. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127899> , (p. 127899) .
8. Chinda, T., Yimsiri, S., & Siripanan, T. (2019). Impacts of construction waste management on the environmental: A case study of a construction project in Thailand. *Journal of Environmental Management*, 234, 226–234. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.12.073> , (pp. 226-234).
9. Daylath, M., (2015). Construction Obligations analysis for construction waste management in Canada. *Journal of Civil Engineering and Management*, 21 (10), 15. <https://doi.org/10.3846/13923730.2015.1120778> , (p. 15) .
10. Deng, J.-Y., & Tzeng, G.-H. (1989). The Analytic Hierarchy Process: Concepts, Techniques and Applications(I). *Journal of the Chinese Statistical Association*, 27, 13707–13724.
11. European Construction Industry Federation (FIEC). (2016). Guidelines for sustainable construction. FIEC. <https://www.fiec.eu/en/publications>] .
12. Ghodsypour, S.H., & O'Brien, C. (1998). A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming. *International Journal of Production Economics*, 56–57, 199–212. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(97\)00009-1](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(97)00009-1) , (pp. 199-212).
13. Grime, M.M., & Wright, G. (2014). Delphi Method. In N. Balakrishnan, T. Colton, B. Everitt, W. Piegorisch, F. Ruggeri, & J. Teugels (Eds.), *Wiley StatsRef: Statistics Reference Online* (pp. 1–6). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781118445112.stat07879> , (pp. 1-6).
14. Huang, P., & Wu, X. (2020). Evaluation of Contractual Provisions for Construction Waste Management: A Case Study in China. *Waste Management*, 97, 67–75. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.07.042> , (pp. 67-75).
15. Hwang, B., Tan, S. P., & Irawan, S. (2019). Waste management requirements and practices in construction contracts: A case study in Singapore. *Journal of Construction Engineering and Management*, 145 (3), 04018134. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001611](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001611) , (p. 04018134).

16. Jain, S., Singhal, S., & Jain, N.K. (2018). Construction and demolition waste (C&DW) in India: Generation rate and implications of C&DW recycling. *Journal of Construction Management*, 21 (3), 261–270. <https://doi.org/10.1080/15623599.2018.1484864> , (pp. 261-270).
17. Kilincci, O., & Onal, S.A. (2011). Fuzzy AHP approach for supplier selection in a washing machine company. *Expert Systems with Applications*, 38 (8), 9656–9664. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.01.159> , (pp. 9656-9664).
18. Kim, J.,(2024). Social Responsibility Requirements in Construction Waste Management Contracts: A Case Study of Corporate Sustainability Practices. *Journal of Business Ethics*, 47 (1), 89–102. <https://doi.org/10.1007/s10551-023-05500-2> , (pp. 89-102) .
19. Laquatra, J., & Pierce, M. (2011). Waste Management at the Construction Site. *Integrated Waste Management - Volume I*, 281–300. <https://doi.org/10.5772/16467> , (pp. 281-300).
20. Lee, S., (2022). Legal Frameworks for Construction Waste Management: A Comparative Study of European Countries. *Waste and Resources Management*, 41 (2), 98–107. <https://doi.org/10.1680/jwarm.21.00045> , (pp. 98-107) .
21. Linstone, H.A., & Turoff, M. (1975). *The Delphi Method: Techniques and Applications*. Addison-Wesley.
22. Liu, Q., & Chen, Z. (2024). Stakeholder Engagement in Construction Waste Management: A Case Study of Government-Contractor Collaboration. *Resources, Conservation and Recycling*, 189, 11235. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.11235> , (p. 11235) 23.
23. Marzouk, M., (2017). The impact of waste reduction on construction project cost. *Journal of Construction Management*, 25 (2), 145–158.
24. McGrath, M. (2019, July 2). US top of the garbage pile in global waste crisis. BBC News. <https://www.bbc.com/news/science-environment-48838670> .
25. Mustapha, N. S., Olaniyi, W. O., & Sanusi, Q. A. (2015). Challenges of implementing construction waste management rules: A case study of Nigeria. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 108, 79–89. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.12.825> , (pp. 79-89) .
26. Osmani, M., Glass, J., & Price, A. D. F. (2014). Factors influencing construction waste management performance in a building life cycle: A review. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 3 (2), 153–163. <https://doi.org/10.1016/j.ijbsbe.2014.07.005> , (pp. 153-163).

27. Patel, R., & Sharma, A. (2024). Technology Integration in Construction Waste Management Contracts: Opportunities and Challenges. *Sustainable Cities and Society*, 73, 112345. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.112345> , (p. 112345).
28. .Rahman, A., Rahimifard, S., & Mawle, R (2018). Construction waste management in Bangladesh: Current practices, issues, and recommendations. *Waste Management*, 79, 370–381. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.07.047> , (pp. 370-381).
29. Rowe, G., & Wright, G. (1999). The Delphi technique as a forecasting tool: Issues and analysis. *International Journal of Forecasting*, 15 (4), 353–375. [https://doi.org/10.1016/S0169-2070\(99\)00018-7](https://doi.org/10.1016/S0169-2070(99)00018-7) , (pp. 353-375) .
30. Saaty, T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. McGraw-Hill.
31. . Smith, J., & Brown, A. (2021). Contractor Engagement in Construction Waste Management: A Survey of Industry Practices. *Journal of Environmental Management*, 286, 112345. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112345> , (p. 112345).
32. Smith, J., (2018). Waste reduction and project outcomes in construction. *International Journal of Sustainable Construction*, 15 (3), 209–221.
33. Solangi, Y.A., Tan, Q., Mirjat, N.H., Valasai, G.D., Khan, M.W.A., & Ikram, M. (2019). An Integrated Delphi-AHP and Fuzzy TOPSIS Approach toward Ranking and Selection of Renewable Energy Resources in Pakistan. *Processes*, 7 (2), 118. <https://doi.org/10.3390/pr7020118> , (p. 118).
34. Sultana Yesmin. (2019, December 26). Global Waste Crisis: A Rising Threat to Environment. *Modern Diplomacy*. <https://moderndiplomacy.eu/2019/12/26/global-waste-crisis-a-rising-threat-to-environment/> .
35. Tam, V. W., Li, C. M., & Wang, S. (2020). A review of construction waste management and initiatives in major developed countries. *Resources, Conservation and Recycling*, 159, 104866. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104866> , (p. 104866).
36. US Green Building Council (USGBC). (2017). *LEED v4 reference guide for building design and construction*. US Green Building Council. <https://www.usgbc.org/resources/leed-v4-reference-guide-building-design-and-construction> .
37. Vargas, L., (2019). Environmental benefits of waste reduction in construction projects. *Sustainable Development Journal*, 10 (4), 367–378.
38. Wang, L., (2024). Performance-Based Contracts for Construction Waste Management: A Literature Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 73, 1245–1257. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.1245> , (pp. 1245-1257) .

39. Yukalang, N., Clarke, B., & Ross, K. (2018). Solid Waste Management Solutions for a Rapidly Urbanizing Area in Thailand: Recommendations Based on Stakeholder Input. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15 (7), 1302. <https://doi.org/10.3390/ijerph15071302> , (p. 1302).
40. Zamparas, M., Kapsalis, V.C., Kyriakopoulos, G.L., Aravossis, K.G., Kanteraki, A.E., Vantarakis, A., & Kalavrouziotis, I.K. (2019). Medical waste management and environmental assessment in the Rio University Hospital, Western Greece. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 13 100163. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2019.100163> , (p. 100163).
41. Zhang, L., Shen, L., & Xia, B. (2018). Development of a waste management plan for construction projects: A case study in China. *Waste Management*, 78, 26–35. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.05.021> , (pp. 26-35).
42. Zhang, Y., (2023). Economic Incentives for Construction Waste Reduction: A Cost-Benefit Analysis. *Journal of Cleaner Production*, 312, 127646. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127646> , (p. 127646)