تقييم تطبيق متطلبات الاستدامة البيئية باستخدام عملية التحليل الهرمي/

دراسة حالة في الشركة العامة للاسمنت العراقية

ا.م.د. شفاء بلاسم حسن
الكلية التقنية الإدارية
الجامعة التقنية الوسطى

الباحثة / نوره عبدالكريم مهدي
ماجستير تقنيات إدارة العمليات
superjuniorrm87@gmail.com

المستخلص

يهدف البحث الى تقييم الواقع الفعلي لتطبيق متطلبات الاستدامة البيئية باستخدام عملية التحليل الهرمي. وقد تجسدت مشكلة البحث في مدى تبني شركة الاسمنت العراقية مجال البحث لمنهج الاستدامة البيئية وتطبيق متطلبات الاستدامة البيئية واستخدام اسلوب التحليل الهرمي في تقييم تطبيق متطلبات الاستدامة البيئية في المعامل التابعة لها. طُبق البحث في شركة الاسمنت العراقية مجالا للبحث وقد اختيرت معامل اسمنت (كربلاء المقدسة، الكوفة، النجف الاشرف، السماوة، المثنى، بابل) مجتمعا لدراسة وتقييم اداء تطبيق متطلبات الاستدامة، وقد تمثلت عينة البحث من (الخبراء والمهندسين) في المعامل لإجراء المقارنات الثنائية وفق ابعاد الاستدامة البيئية التي تضمنت (صحة الإنسان، مقدار الانبعاثات، استهلاك الطاقة، تلوث الهواء، تلوث المياه والتربة، استهلاك المياه، استهلاك الموارد، إدارة النفايات، جودة البيئة الداخلية، استخدام مواد ذات تأثير منخفض). واعتمدت استبانة المقارنات الثنائية بين المعايير ومعامل الاسمنت لتقييم تطبيق متطلبات الاستدامة البيئية باستخدام عملية التحليل الهرمي من الباحثة والخبراء والمهندسين في معامل الاسمنت. اكدت النتائج ان معمل اسمنت كربلاء المقدسة كان الأفضل في تطبيق متطلبات الاستدامة البيئية، وتفوق معيار تلوث الهواء على المعايير الاخرى في تلبية متطلبات الاستدامة البيئية.

Abstract

The study aims to assess the actual reality of the application of the environmental sustainability requirements of the Iraqi Cement company using analysis hierarchical process.The problem of studying the extent of the company's adoption of the study area of the approach of environmental sustainability and the applicability of environmental sustainability requirements, as well as the lack of standards adopted by the company in assessing the application of environmental sustainability requirements or use of quantitative methods to assess the application of environmental sustainability requirements in the company Iraqi cement.The study of the Iraqi Cement company applied an area of study and the cement factories (Holy Karbala, Kufa, Najaf, Al-Ashraf, Samawah, Muthanna and Babil) were selected as a community to study and assest the performance of the implementation of the requirements of sustainability, and the study sample of (experts and engineers) at plants to make the comparisons In line with environmental sustainability requirements (human health, emissions, energy consumption, air pollution, water and soil pollution, water consumption, resource consumption, waste management, internal environmental quality and low-impact materials use) . The identification of the pairwise comparisons among the standards and the cement plants to assess application of environmental sustainability requirements using the hierarchical analysis process by researcher and experts and engineers.The results confirmed that the Holy Karbala Cement Plant was the best in applying the requirements of environmental sustainability, and the air pollution standard exceeded other criteria in meeting the requirements of environmental sustainability.

المقدمة

تنامى الاهتمام بقضايا البيئة والنظم المعاصرة للإدارة البيئية نتيجة ازدياد معدلات التلوث بشكل خطير وعدم قدرة النظم البيئية الطبيعية على استيعاب الملوثات، مما أدى إلى تزايد الدعوات الدولية المطالبة بإصدار التشريعات والقوانين لمواجهة التلوث البيئي وإلزام المنظمات بتحقيق أفضل أداء بيئي، وقد بدأ العالم يدرك الارتباط الوثيق بين التنمية الاقتصادية والبيئة، اذ إن الاستغلال الجائر للموارد الطبيعية قد تسبب في إحداث ضغط كبير على البيئة نتيجة لما تفرزه من تلوث واضرار، وبرز البعد البيئي ضمن مفهوم التنمية المستدامة بشكل رسمي في مؤتمر مستقبلنا المشترك عام ١٩٨٧م وتنامى الاهتمام بشكل واضح في مؤتمر قمة الارض الذي عقد في ريو دي جانيرو عام ١٩٩٢ م، الذي أكد على اهمية دمج البعد البيئي ضمن الابعاد التي تستند اليها التنمية المستدامة.

المبحث الأول
منهجية البحث

اولا : مشكلة البحث

ساهمت القوانين والتشريعات البيئية في جعل الشركات تنتهج منهجاً بيئياً جديداً في ادائها، تسعى من خلاله الى الحفاظ على الموارد وتقليل الهدر والضياعات والعمل على تقليل التأثيرات والأضرار في البيئة المحيطة على وفق منهج الاستدامة البيئية، وقد تجسدت مشكلة البحث في ضعف تبني الشركة العامة لصناعة الاسمنت العراقية لمنهج الاستدامة البيئية، واعتمادها للمعايير في تقييم اداء معامل الاسمنت التابعة لها بخصوص تطبيق متطلبات الاستدامة البيئية، مما تقدم يمكن التعبير عن مشكلة البحث بالتساؤلات الأتية:

١- ما مدى تبني الشركة مجال البحث منهج الاستدامة البيئية ؟
٢- ما واقع تطبيق متطلبات الاستدامة البيئية في الشركة مجال البحث ؟
٣- ما مدى قيام الشركة في تقييم تطبيق متطلبات الاستدامة البيئية ؟
٤- ما امكانية استخدام اساليب القرار متعدد المعايير المتمثلة بعملية التحليل الهرمي في تقييم تطبيق متطلبات الاستدامة البيئية في الشركة مجال البحث ؟

ثانيا : أهداف البحث

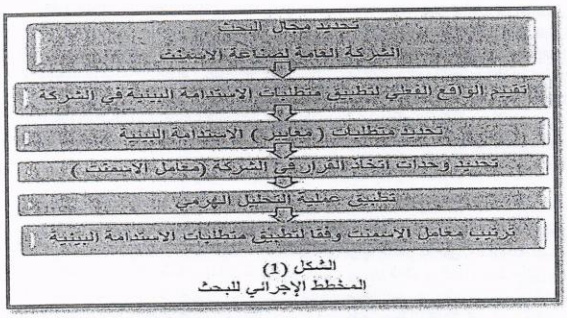
يمكن توضيح اهداف البحث من خلال الآتي:
١- تقييم واقع الاستدامة البيئية في الشركة مجال البحث.
٢- تحديد معايير متطلبات تطبيق الاستدامة البيئية في الشركة مجال البحث.
٣-تقييم تطبيق متطلبات الاستدامة البيئية في الشركة مجال البحث.
٤- تطبيق عملية التحليل الهرمي لتقييم تطبيق متطلبات الاستدامة البيئية في الشركة مجال البحث.

ثالثا : أهمية البحث

تتمثل اهمية البحث بالانعكاسات والفوائد المتحققة من جراء تطبيق متطلبات الاستدامة البيئية في الشركة مجال البحث بالاتي:
١- مساهمة البحث في تكوين قاعدة معرفية تطبيقية تعزز من قدرة القيادات الإدارية في الشركة في تطبيق متطلبات الاستدامة البيئية.
٢- تمكين الشركة من تطبيق متطلبات الاستدامة البيئية على وفق معايير محددة.
٣- تعزيز قدرة الشركة في تحديد المتطلبات الأكثر اهمية عند تطبيق الاستدامة البيئية.
٥- امكانية الشركة في تقييم معامل الاسمنت وفقا لدورها في تطبيق متطلبات الاستدامة البيئية.

رابعا: المخطط الاجرائي للبحث

لقد حدد المخطط الإجرائي للبحث من خلال مراجعة الأدبيات ذات العلاقة بالاستدامة البيئية وعملية التحليل الهرمي وكما موضح في الشكل (١)



الشكل (1)
المخطط الإجرائي للبحث

المصدر :إعداد الباحثة

خامسا: منهج البحث

اعتمد البحث منهج دراسة الحالة لتقييم الواقع الفعلي لتطبيق الاستدامة البيئية في الشركة مجال البحث باستخدام عملية التحليل الهرمي. اذ يمتاز هذا المنهج بالوصف التفصيلي الدقيق للمعلومات ذات العلاقة وتعدد مساته اذ يجمع بين اكثر من اسلوب بحثي في آن واحد، ويعتمد ايضا

على المقابلات الشخصية والملحوظات والأسئلة والاستفسار والتحليل الذي يؤدي للوصول الى المعلومات بشكل مباشر والتشخيص الفعلي لمشكلاتها مما يساعد في الوصول الى حلول واقعية ممكنة التطبيق.

سادسا: أساليب جمع البيانات والمعلومات

جرى جمع البيانات والمعلومات التي تساعد في تحقيق اهداف البحث والوصول الى النتائج المطلوبة من خلال:

١-الجانب النظري:- اعتمد الجانب النظري من البحث على المصادر الأتية:

أ- الكتب العربية والأجنبية.

ب- الرسائل والاطاريح الجامعية العربية والأجنبية.

ج- البحوث والدراسات المنشورة في المجلات العربية والاجنبية.

د- المصادر العلمية والمعلومات المتاحة على الشبكة العالمية (الانترنت).

٢- الجانب التطبيقي:- تم جمع البيانات والمعلومات الخاصة بالجانب التطبيقي من خلال:

أ- المقابلات الشخصية مع الخبراء والمهندسين ذوي العلاقة في الشركة والمعامل التابعة لها.

ب- السجلات والوثائق الخاصة بالشركة والمعامل التابعة لها.

ج- الملاحظة الشخصية والمعايشة الميدانية في الشركة والمعامل التابعة لها.

د- مصفوفات المقارنات الثنائية التي صممت لإجراء المقارنات الثنائية.

سابعا : الاساليب الكمية والبرمجيات المستخدمة في الجانب التطبيقي

١- عملية التحليل الهرمي لتقييم تطبيق متطلبات الاستدامة البيئية في معامل الاسمنت التابعة للشركة. باستخدام مقياس التفضيل من خلال تخصيص وزن محدد لكل فقرة من فقرات المقياس. كما يوضحها الجدول (١).

الجدول (١): مقياس التفضيل النسبي للمقارنات الثنائية

مستوى التفضيل	القيمة الرقمية
تفضيل متكافئ	١
تفضيل متكافئ الى معتدل	٢
تفضيل معتدل	٣
تفضيل معتدل الى قوي	٤
تفضيل قوي	٥
تفضيل قوي الى قوي جدا	٦
تفضيل قوي جدا	٧
تفضيل قوي جدا الى متميز	٨
تفضيل متميز	٩

تايلور الثالث، برنارد،٢٠٠٧، مقدمة في علم الإدارة ، ترجمة سرور، سرور علي ابراهيم ، عبدالرحمن، محمد يحيى ، المنعم، عبدالمنعم بن ابراهيم العبد، دار المريخ للنشر ، الرياض ،المملكة العربية السعودية ، ص ٥٥١.

٢- البرنامج الجاهز Excel 2010 .

ثامنا : حدود البحث

١- الحدود المكانية:- جرى اختيار شركة الاسمنت العراقية مجالا للبحث وذلك لإجراء الجانب العملي من البحث، ومعامل التابعة لها(النجف الأشرف، الكوفة، كربلاء المقدسة، بابل، السماوة ، المثنى) مجتمعا للبحث، ويبين الجدول (٢) وصف لمعامل الاسمنت.

الجدول (٢): وصف معامل الاسمنت

المعامل	وصف المعامل	
أ. اسمنت الكوفة	• يقع المعمل في محافظة النجف الأشرف في مدينة الكوفة . • يبعد ٧ كيلومتر جنوب مركز مدينة النجف الأشرف • طاقته الإنتاجية (١٨٠٠٠٠٠) طناً سنوياً .	• يعمل بالطريقة الرطبة . • يضم المعمل (٤) خطوط انتاجية . • ينتج الاسمنت البورتلاندي العادي.
ب. اسمنت النجف الأشرف	• يقع المعمل في محافظة النجف الأشرف في مدينة الكوفة. • مساحة الأبنية (٢١٢٣٠٥) م٢ . • طاقة المعمل الإنتاجية (١٥٦٠٠٠) طناً سنويا.	• يعمل بطريقة الإنتاج الرطبة . • يضم المعمل خطاً انتاجيا واحداً • ينتج الاسمنت البورتلاندي العادي.
ج. اسمنت كربلاء	• يقع في محافظة كربلاء • يبعد (١٠٠) كم غرب مركز مدينة كربلاء المقدسة • طاقته الإنتاجية (٢٠٠٠٠٠٠) طناً سنوياً . • يضم المعمل خطين انتاجيين	• يعمل بالطريقة الجافة • ينتج الاسمنت البورتلاندي المقاوم للأملاح الكبريتية والاسمنت واطئ القلويات والاسمنت سريع التصلب واسمنت آبار النفط • المعمل مستثمر من لافارج الفرنسية .
د. سمنت المثنى	• يقع المعمل في محافظة المثنى على بعد (٤٠) كم غرب مركز المدينة . • طاقته الإنتاجية (٢٠٠٠٠٠٠) طن سنويا . • يعمل بالطريقة الجافة .	• يضم المعمل خطين انتاجيين . • ينتج (الاسمنت البورتلاندي المقاوم للأملاح ، اسمنت آبار النفط ، اسمنت سريع التصلب، اسمنت واطئ الحرارة، اسمنت واطئ القلويات) . • المعمل مستثمر من شركة قمة العراق .
ه. معمل اسمنت المناوة	• يقع المعمل في محافظة المثنى في مركز المدينة . • طاقته الإنتاجية (٨٠٢٠٠٠) طن سنوياً. • يضم المعمل خطين انتاجيين .	•يعمل بالطريقة الرطبة . • ينتج الاسمنت البورتلاندي المقاوم للأملاح الكبريتية .
و. معمل اسمنت بابل	• يقع المعمل في محافظة بابل على بعد (٥) كم من مدينة المدة . • طاقته الإنتاجية (١٥٠٠٠٠٠) طنا سنويا . • يعمل بالطريقة الرطبة .	• يضم المعمل خطين انتاجيين . • ينتج الاسمنت البورتلاندي المقاوم للأملاح الكبريتية .

المصدر : إعداد الباحثة بالاعتماد على سجلات الشركة

٢- الحدود الزمانية:- يتحدد الإطار الزمني للبحث خلال العام الدراسي (٢٠١٧-٢٠١٨)، والجانب التطبيقي لمدة (٦) اشهر من (١١ / ٣ / ٢٠١٨) حتى (٢٥ / ٩ / ٢٠١٨).

٣- الحدود البشرية:- تم اجراء المقارنات الثنائية من قبل الباحثة مع الخبراء والمهندسين العاملين في المعامل في الاقسام والشعب الانتاجية الاتية (شعبة الإنتاج ،شعبة البيئة، هيئة الصحة والسلامة، شعبة التخطيط الفني، شعبة البحث والتطوير، الإدارة الصناعية).

المبحث الثاني
الجانب النظري

اولا: مفهوم الاستدامة البيئية (The concept of environmental sustainability)

تواجه المنظمات مشكلة كيفية ممارسة أعمالها بصورة تضمن الحفاظ على البيئة الطبيعية وعدم تدمير الموارد الطبيعية وتلوث البيئة بالمواد الكيمياوية وانبعاث الغازات السامة في الغلاف الجوي الذي يسبب تغير المناخ، إذ تزداد اهمية اعتماد استراتيجيات تهدف إلى منع الضرر والعمل ضمن برنامج الاستدامة التي تشمل إجراءات لمنع التهديدات والتأثيرات الناجمة عن أنشطة الشركات واتخاذ إجراءات حماية البيئة من الإخطار والأضرار الناجمة.

تقتصر الاستدامة البيئية على الاستدامة الايكولوجية وهي في الواقع مجموعة فرعيه منها. وعليه فإن "الاستدامة البيئية" تعني "تلبية احتياجات الجيل الحالي دون المساس بقدرة الأجيال المقبلة على تلبية احتياجاتها " اي تلبية احتياجات الأجيال الحالية والمقبلة من الموارد والخدمات دون المساس بصحة النظم الايكولوجية" (Morelli ، ٢٠١١ :4). وعرفت بأنها " حماية التوازن الايكولوجي والنظم الطبيعية مع التأكيد على التوازن الايكولوجي والاقتصاد في استهلاك الموارد غير المتجددة " (Yilmaza and Bakis,2015:2255) وعرفها (Thompson ,et.al, 2016: 275) بانها الإجراءات المتكاملة للعمل بطريقة تضمن توفير الموارد الطبيعية على الاجل الطويل وحماية البيئة، مع الحفاظ على احتياجات الأجيال المقبلة.

ثانيا: عملية التحليل الهرمي

١- مفهوم عملية التحليل الهرمي

تعد عملية التحليل الهرمي إحدى الأساليب المعتمدة في اتخاذ القرارات متعددة المعايير التي تعتمد توظيف الأساليب الكمية في عملية اتخاذ القرار بانتقاء البديل الأمثل من بين مجموعة من البدائل على وفق معايير متعددة. إذ أثبتت النظرية نجاحها وكفاءتها العالية في حل المشاكل المعقدة واتخاذ القرارات متعددة المعايير، وإجريت العديد من الدراسات على مستوى العالم لمعالجة قضية

المفاضلة والاختيار بين مجموعة من البدائل. وقد طورت عملية التحليل الهرمي من البروفسور Thomas L. Saaty الذي ولد في مدينة الموصل بالعراق عام ١٩٢٦، وهو عالم متخصص في العلوم الرياضية ويشغل منصب أستاذ في جامعة (University of Pittsburgh) في الولايات المتحدة الأمريكية، ومنذ ذلك الحين أصبحت من أكثر الطرائق انتشارا في العالم في تحليل واتخاذ القرار متعدد المعايير (أبو وطفة ، ٢٠١٥ : ٧٦). ويمكن ان تستخدم عملية التحليل الهرمي في اتخاذ العديد من القرارات مثل(Bhushan and Rai , 2004:19-20):

أ- الاختيا: اختيار بديل واحد من بدائل عدة.

ب- تحديد الأولويات: تحديد الاهمية النسبية لعدد من البدائل.

ج- تخصيص الموارد المتاحة بين الاستخدامات المتعددة.

د- قياس الأداء والتقييم.

هـ- إدارة الجودة.

طبقت عملية التحليل الهرمي في حقول العمل المختلفة منها: الرعاية الصحية والدفاع وتخطيط المشاريع والتنبؤ التكنولوجي والتسويق وتسعير المنتجات الجديدة والتنبؤ الاقتصادي وتقييم السياسات والعلوم الاجتماعية فضلا عن بحوث العمليات والتخطيط الإقليمي والحضري وإدارة البحث والتطوير وقد تطورت بمرور الزمن واصبحت تستخدم مع النماذج الرياضية وتقنيات التحليل الاخرى. تعرف عملية التحليل الهرمي بانها " منهج نظم دعم القرار لاتخاذ القرارات التي تنطوي على هيكلة معايير متعددة وتحديد اولويات الأهمية النسبية للمعايير، ومقارنة البدائل على وفق كل معيار وتحديد أهمية البدائل" (Weist,2009:88). وعرفت بانها " إسلوب يعتمد المزج بين المعايير النوعية والكمية لاتخاذ القرار متعدد المعايير والأهداف" (Li and chang, 2011: 1084)، وعرفها (الربيعي ، ٢٠١٢ :٨٣) بانها " تقنية لحل المشكلات التي تنطوي على معايير متعددة من خلال تحديد الهيكل الهرمي للمشكلة وإجراء المقارنات الثنائية بهدف اختيار البديل الأفضل، وعرفت بانها طريقة تحليل منهجية تعتمد المعايير الكمية والنوعية لتحليل والتنبؤ أو التحكم في البدائل المتاحة (Song,2016:12) .

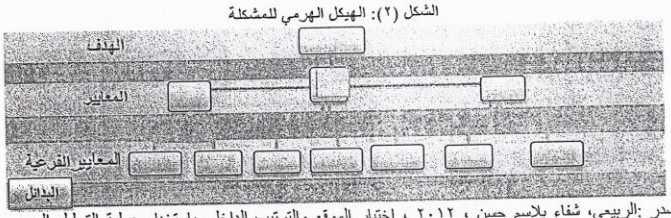
٢- خطوات عملية التحليل الهرمي

تتألف عملية التحليل الهرمي من عدد من الخطوات المنطقية والنظامية التي تشمل تحليل المشكلة هرمياً، وتكوين مصفوفات المقارنات الثنائية واشتقاق التفضيلات على وفق طريقة المتجه الذاتي ، فضلاً عن التركيب والثبات (الربيعي ، ٢٠١٢: ٨٥).

أ. بناء الشكل الهرمي

يعد بناء الشكل الهرمي احد المكونات المهمة الذي يسهل تحليل المشاكل المعقدة اذ يتم هيكلة المشكلة لتشكل هرما متعدد المستويات يتضمن الهدف الكلي والمعايير الرئيسة Criteria والمعايير الفرعية Sub - Criteria والبدائل (النجار واخرون،٢٠١٧: ٢٦١) من الهيكل الهرمي كما موضح في الشكل (٢).

الشكل (٢): الهيكل الهرمي للمشكلة



المصدر :الربيعي، شفاء بلاسم حسن ، ٢٠١٢ ، اختيار الموقع والترتيب الداخلي باستخدام عملية التحليل الهرمي ونظرية صفوف الانتظار دراسة تطبيقية ، كلية الإدارة والاقتصاد في جامعة بغداد.

ب. إعداد المقارنات الثنائية (Pair wise Comparisons)

تستعمل المقارنات الثنائية في إسلوب AHP لتحديد الدرجات التي يحرزها كل بديل حسب كل معيار من خلال اجراء المقارنات بين كل زوج من البدائل في ضوء كل معيار من المعايير ، وبين كل زوج من المعايير في ضوء الهدف العام للمشكلة وذلك بالاستعانة بمقياس التفضيل الموضح في الجدول (٦) (النجار واخرون،٢٠١٧: ٢٦٢) لتحديد التفضيل النسبي لكل مقارنة ثنائية وعلى هذا الأساس تجري المقارنات الثنائية من أجل قياس مساهمة أو تأثير كل بديل في تحقق كل معيار أو تأثير كل معيار في تحقيق الهدف (الربيعي،٢٠١٢: ٩٣) .

باقتراض أن : w_i = وزن المعايير ، n = عدد المعايير ، j = ١.....n ، فإن مصفوفة المقارنات الثنائية (A) المصفوفة المتماثلة Symmetric Matrix يمكن التعبير عنها بالصيغة الآتية (Kryvobokov , 2005 : 10) :

$$A = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & w_2/w_n \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & w_n/w_n \end{bmatrix} \quad \ldots.(1)$$

بما إن

$$a_{ij} = \frac{w_i}{w_j} \quad \ldots (2)$$

فإن المصفوفة A تصبح بالصيغة الآتية :

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \ldots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{2n} \\ a_{n1} & a_{n2} \ldots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad \ldots(٣)$$

بما أن a_{ji} تتوافق مع a_{ij} فإن :

$$a_{ij} = 1 / a_{ji} \quad \ldots (٤)$$

وهذا يعني ثبات أحكام متخذ القرار عند إجراء المقارنات الثنائية التي يمكن التعبير عنها بالمصفوفة الآتية:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & a_{23} \cdots & a_{2n} \\ 1/a_{13} & 1/a_{23} & 1 \ldots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & 1/a_{3n} & 1 \end{bmatrix} \quad \ldots(٥)$$

ج. التركيب (Synthesis)

تأتي مرحلة التركيب بعد بناء مصفوفة المقارنات الثنائية اذ يمكن حساب اولوية كل من العناصر التي تمت مقارنتها مع بعضها البعض كبدائل بالاستناد الى المعايير (النجار واخرون،٢٠١٧: ٢٦٤-٢٦٥).

وقد أقترحت طرائق متعددة لتحديد الأوزان وأكثرها شيوعاً وتطبيقاً طريقة المتجه الذاتي(Eigenvector Method (EM) (الربيعي،٢٠١٢: ٨٨-٨٩):

❖ طريقة المتجه الذاتي : تستخدم طريقة المتجه الذاتي في حساب تفضيلات متخذي القرار من خلال إجراء المقارنات الثنائية. إذ يكون مجموع الأوزان في كل فرع من الهرم تساوي واحد بغض النظر عن عدد البدائل أو العلاقات في ذلك الفرع أي أن:

$$a_{ij}\ a_{ji} = a_{ij} = \frac{1}{a_{ij}} = a_{ij}\ \frac{1}{\frac{wi}{wj}} = a_{ij} = \frac{wj}{wi} = 1 \quad \ldots (٦)$$

في حالة الثبات فإن :

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} = \frac{wj}{wi} = n \qquad i = 1 \ldots n \qquad \ldots (٧)$$

وبضرب المعادلة (٧) في قيمة w_i فإن :

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij}\ w_j = n w_i \qquad i = ١ \ldots\ldots n \qquad \ldots(٨)$$

بما إن:

$$Aw = nw_i \quad \dots (٩)$$

فإن المصفوفة تصبح بالشكل الآتي :

$$Aw = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{2n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda & 0 \dots & 0 \\ 0 & \lambda & 0 \\ 0 & 0 \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_n \end{bmatrix} = n \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_n \end{bmatrix} \quad \dots (١٠)$$

إذ تمثل n القيمة الذاتية (λ_{max}) في المصفوفة وبالاستعاضة بها عن n تصبح المعادلة :

$$Aw = \lambda_{max} w \quad \dots (١١)$$

د. قياس الثبات لعملية التحليل الهرمي(AHP Consistency)

يمكن الحكم على جودة القرار النهائي من خلال ثبات أحكام متخذي القرار في أثناء إجراء المقارنات الثنائية. ولإن من الصعب تحقيق الثبات في المقارنات الثنائية جميعها، فإن AHP تمكن من قياس درجة ثبات أحكام متخذي القرار، فإذا كانت درجة الثبات مقبولة تستمر عملية اتخاذ القرار، إما إذا كانت درجة الثبات غير مقبولة فتعاد المقارنات الثنائية وتعدل من أجل الاستمرار بالتحليل. ويشترط أن يكون معدل الثبات (0.10) للمستوى المقبول للمقارنات الثنائية، إما أذا ازدادت قيمة معدل الثبات عن (0.10) فإن ذلك يعني عدم ثبات احكام متخذي القرار أثناء إجراء المقارنات الثنائية، وإن أسبقيات البدائل غير صحيحة أو غير مقبولة مما يتطلب إعادة المقارنات الثنائية، وبحسب مؤشر الثبات (Consistency Index (CI على وفق المعادلة الآتية:

$$CI = \frac{\lambda_{max-n}}{n-1} \quad \dots (١٢)$$

تمثل λ_{max} أكبر قيمة ذاتية في المصفوفة (norm A) ، n عدد المعايير، فإذا اتسمت المصفوفة بالثبات ستكون قيمة λ_{max} صغيرة ومساوية الى n وتكون قيمة CI صغيرة، أما إذا اتسمت المصفوفة بعدم الثبات فإن قيمة λ_{max} ستزداد وتزداد معها نسبة الثبات Consistency Ratio (CR) التي تحسب بالمعادلة الآتية (الربيعي،٢٠١٢: ٩٠):

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad \dots (13)$$

يمثل RI مؤشرا عشوائيا لمصفوفة المقارنات الثنائية تعتمد قيمته على عدد المعايير كما مبين في الجدول (٧)

جدول (٤): المؤشر العشوائي RI

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.51

المصدر: تايلور الثالث، برنارد،٢٠٠٧ ، مقدمة في علم الإدارة ، ترجمة سرور، سرور علي ابراهيم ، عبدالرحمن، محمد يحيى ، المنعم، عبدالمنعم بن ابراهيم العبد، دار المريخ للنشر ، الرياض ، المملكة العربية السعودية ، ص 560.

الجانب العملي

اولا : استعراض الواقع العملي لشركة الاسمنت العراقية

١- نبذة عن الشركة العامة للاسمنت العراقية

أسست الشركة العامة للاسمنت العراقية عام ١٩٣٦ باسم شركة الاسمنت العراقية المساهمة وكانت تضم معمل بغداد، وغير إسمها إلى الشركة العامة للاسمنت العراقية عام ١٩٦٤، وضمت معامل كبيسة والقائم والفلوجة وكركوك إليها.

وقد اصدر مجلس الوزراء قرار بدمج شركات الاسمنت الثلاثة عام ٢٠١٦:

أ. الشركة العامة للاسمنت العراقية.

ب. الشركة العامة للاسمنت الجنوبية.

ج. الشركة العامة للاسمنت الشمالية.

لتصبح شركة واحدة باسم (الشركة العامة للاسمنت العراقية) وتضم ثلاثة مقرات:

أ. الشركة العامة للاسمنت العراقية ومقرها في مدينة بغداد.

ب. معاونية معامل الاسمنت الجنوبية ومقرها في محافظة النجف.

ج. معاونية معامل الاسمنت الشمالية ومقرها في محافظة الموصل.

٢- منتجات الشركة

أ. المنتجات النمطية وتشمل:

١- الاسمنت : تنتج الشركة ثلاث انواع من الاسمنت:
* الاسمنت البورتلاندي العادي.
* الاسمنت البورتلاندي المقاوم للأملاح الكبريتية.
* الاسمنت الابيض.
٢- النورة : تنتج الشركة ثلاث انواع من النورة وتشمل:
* النورة الحية (الصلبة والسائلة).
* النورة المطفأة.
٣- الفلر (كاربونات الكالسيوم)
ب. المنتجات غير النمطية وتشمل:
١- اسمنت آبار النفط صنف G، B
٢- الاسمنت الكلسي
٣- الاسمنت المقاوم للاملاح
٣- الآثار البيئية لصناعة الاسمنت

تعد صناعة الاسمنت من الصناعات الثقيلة وقد وضعت على رأس لائحة الصناعات الملوثة من المنظمات التي تعنى بحماية البيئة. إذ تنبعث من معامل الاسمنت الملوثات الغازية كأكاسيد النتروجين والكبريت وثناني أوكسيد الكربون وأول أوكسيد الكربون والدقائق المحمولة مع غازات الاحتراق على شكل غبار والزنبق والكادميوم، التي تسبب تلوثا كبيرا للبيئة المحيطة، وينتج عن صناعة الاسمنت أمراض خطيرة لما تحويه من تراكيب مثل الكربون والهيدروجين والجزيئات العالقة والضفور والأتربة والدخان والضباب التي تشكل سبباً مباشرا لانتشار العديد من الأمراض، وأهمها التأثير على الجهاز العصبي والجهاز التنفسي والأغشية المخاطية والتهاب القصبات وتهيج البلعوم، كما أن مقالع المصانع الكبيرة أدت الى تغيير المعالم البيئية القريبة من المصنع بقطع الأشجار وجرف الأودية لتأمين المواد الخام للمصنع وأثارة الأتربة والغبار أثناء نقل المواد من المقالع، وتفتقر الشركة الى سياسة واضحة في تلبية متطلبات الاستدامة البيئية المتمثلة بمعالجة الانبعاثات الناتجة من عمليات انتاج الاسمنت، وعدم وجود اجهزة متطورة ودقيقة لقياس نسب الانبعاثات والتلوث الناتجة من عمليات الانتاج، فضلا عن تقادم بعض الاجهزة والمعدات والتقنيات المستخدمة في معالجة التلوث الناتج من عملية انتاج الاسمنت.

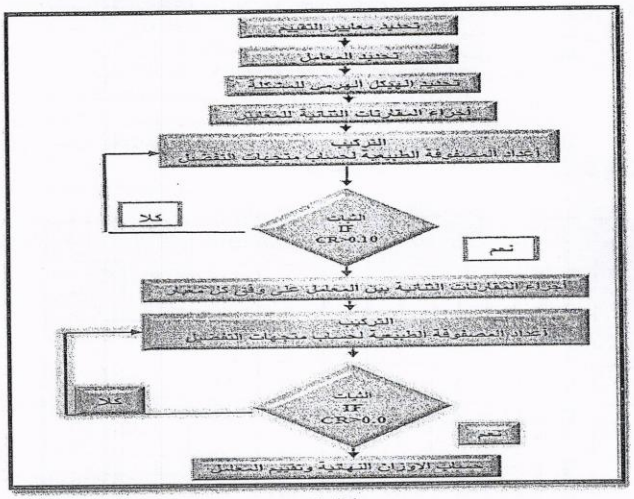
٤- الإجراءات البيئية المطلوبة من الشركة

إن نظام البيئة في العراق يهدف الى المحافظة على البيئة وحمايتها ومنع التلوث والى حماية الصحة العامة والى المحافظة على الموارد الطبيعية ورفع مستوى الوعي البيني، وقد الزمت وزارة البيئة مصانع الاسمنت العاملة في الدول بمعايير جديدة تستهدف حماية البيئة من خلال:

أ. إعداد تقرير تقييم الأثر البيني على وفق نظام تقييم التأثير البيني للشركات.
ب. توثيق هذه الأنشطة، ورصد ومتابعة أنشطة الصحة والسلامة .
ج. قياس كمية الغبار في الهواء المحيط بالمصنع باستخدام أجهزة متخصصة، وأرسال التقارير الشهرية الخاصة برصد نوعية الهواء وغازات المداخن للوزارة.
د. إجراء قياسات الرصد الخاصة بالتحكم في عمليات الفرن الحراري بصورة مستمرة كل (٦) أشهر للتعرف على تراكيز المواد من المعادن ومركباتها، باستخدام الطاقة التشغيلية القصوى للمصنع وتحت ظروف التشغيل.
ه. ضرورة استخدام تقنيات خاصة للتحكم في انبعاث الغبار المتطاير الناجم عن العمليات التشغيلية للمصنع والعوامل الجوية باستخدام أجهزة وأنظمة التحكم الآلي.

ثانيا : تطبيق عملية التحليل الهرمي

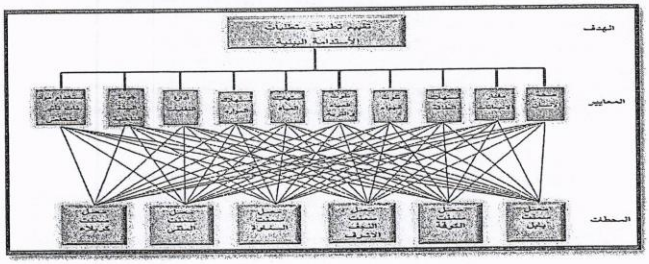
يتطلب تطبيق عملية التحليل الهرمي اتباع الخطوات النظامية والمنهجية الموضحة بالشكل (٣).



شكل (٣)
عملية التحليل الهرمي

1- تحديد هيكل المشكلة

يتألف الهيكل الهرمي لعملية تقييم تطبيق متطلبات الاستدامة البيئية في معامل الاسمنت من ثلاثة مستويات كما موضحة بالشكل (٤)، إذ يمثل المستوى الأول الهدف (تقييم تطبيق متطلبات الاستدامة البيئية) والمستوى الثاني معايير القرار والمستوى الثالث معامل الاسمنت



شكل (٤): تقييم تطبيق متطلبات الاستدامة البيئية

2- المقارنات الثنائية

اعتمدت الاستبانة في استقصاء أراء المختصين والخبراء في معامل الاسمنت لإجراء المقارنات الثنائية في مجال الانتاج والبيئة والقائمين بمهمة وضع الإجراءات الخاصة بحماية البيئة والتأكد من سلامة تطبيقها في معامل الاسمنت، ممن كان لديهم تجاوب ومستوى فهم أكثر لعملية التحليل الهرمي في كل معمل (مدير الانتاج، مسؤل شعبة التخطيط الفني، مسؤول شعبة البيئة ،مسؤل شعبة السلامة المهنية ،مدير شعبة البحث والتطوير، مدير الإدارة الصناعية).

إجريت المقارنات الثنائية على وفق مستويين:

أ. المستوى الأول: مقارنة المعايير على وفق هدف تقييم تطبيق متطلبات الاستدامة البيئية في المعامل

أجريت المقارنات الثنائية على وفق مقياس التفضيل Preference Scale الموضح في الجدول (١). الذي تم بموجبه تخصيص قيم عددية لمستويات التفضيل المختلفة، ونتيجة الحاجة الى اتخاذ قرار جماعي في تحديد المعايير فقد أعتمد الوسط الحسابي لكل مقارنة من المقارنات الثنائية للمعايير والمعامل نعرض منها على سبيل المثال المقارنات الثنائية لمعيار صحة الانسان:

- مقدار الانبعاثات/ صحة الانسان =(٢+2 +3+5+1+2+1+١ +١+٣+1+4+2+ 1+3+ ٥)/١٥=2
- استهلاك الطاقة/صحة الانسان =(٢ + ١+١+٢+٤+١+٥+١+١+١+٢+١+٤+ ٢) /١٥=٢
- تلوث الهواء / صحة الانسان =(١ +1+[+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+٣+1])/١٥=١

بتطبيق المعادلات أعلاه على كل معيار بشكل منفرد، انجزت مصفوفة المقارنات الثنائية للمعايير التي تتألف من (٤٥) مقارنة ثنائية في الجزء الأعلى، (٤٥) مقارنة ثنائية في الجزء الأسفل التي تمثل إمكانية عكس المقارنات الثنائية لمتخذي القرار كما موضح في الجدول (٥).

الجدول (٥): صفوفة المقارنات الثنائية لمعايير تقييم الاستدامة البيئية

المعايير	صحة الانسان	مقدار الانبعاثات	استهلاك الطاقة	تلوث الهواء	تلوث المياه والتربة	استهلاك المياه	استهلاك الموارد	إدارة النفايات	جودة البيئة الداخلية	استخدام مواد ذات تأثير منخفض
صحة الانسان	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1
مقدار الانبعاثات	1/2	1	2	1	2	1	1	2	2	2
استهلاك الطاقة	1/2	1/2	1	1/2	3	2	1	2	3	1
تلوث الهواء	1	1	2	1	2	2	1	3	2	1
تلوث المياه والتربة	1	1/2	1/3	1	1	2	1/2	1/2	2	1
استهلاك المياه	1	1/2	1/2	1/2	2	1	1/2	1/3	1/2	2
استهلاك الموارد	1	1	1	1/2	2	3	1/2	1	3	1
إدارة النفايات	1	1/2	1/2	1/3	2	2	1	2	2	1
جودة البيئة الداخلية	1	1/2	1/3	1/2	2	1/2	1/2	1/3	1	1
استخدام مواد ذات تأثير منخفض	1	1/2	1	1	1/2	1	1	1	1	1
المجموع	9	8	10.67	7.33	14	17.5	12	10.17	17.5	12

يبين الجزء الأعلى من الجدول (٥) أن معيار صحة الأنسان مفضل بمعدل متكافئ الى معتدل (٢) بالنسبة لمعياري مقدار الانبعاثات واستهلاك الطاقة، ومتكافئ (١) لمعايير تلوث الهواء وتلوث المياه والتربة واستهلاك المياه واستهلاك الموارد وإدارة النفايات وجودة البيئة الداخلية واستخدام مواد ذات تأثير منخفض، أما معيار مقدار الانبعاثات فقد حقق تفضيلا متكافئا الى معتدل (٢) مقارنة بمعايير استهلاك الطاقة وتلوث المياه والتربة واستهلاك المياه وإدارة النفايات وجودة البيئة الداخلية واستخدام مواد ذات تأثير منخفض، وتفضيلا متكافئا (١) مقارنة لمعايير تلوث الهواء واستهلاك الموارد. وكان معيار استهلاك الطاقة غير مفضل بمعدل متكافئ الى معتدل (١/٢) مقارنة بمعيار تلوث الهواء ومفضل بشكل معتدل (٣) مقارنة بمعايير تلوث المياه والتربة وجودة البيئة الداخلية، ومفضل بمعدل متكافئ الى معتدل (٢) مقارنة بمعياري استهلاك المياه وإدارة النفايات، كما انه حقق تفضيل متكافئ (١) مقارنة بمعياري واستهلاك الموارد واستخدام مواد ذات تأثير منخفض. أما معيار تلوث الهواء فكان مفضل بشكل متكافئ (١) مقارنة بمعياري تلوث المياه والتربة واستخدام مواد ذات تأثير منخفض، وحقق تفضيل بمعدل متكافئ الى معتدل (٢) مقارنة بمعايير استهلاك المياه واستهلاك الموارد وجودة البيئة الداخلية كما انه كان مفضل بمعدل معتدل (3) مقارنة بمعيار وإدارة النفايات. وهكذا لبقية المعايير.

كما أظهرت قيم قطر مصفوفة المقارنات الثنائية تفضيل متكافئ (١) لتعكس مقارنة كل معيار مع نفسه. أما الجزء الأسفل من المصفوفة فيمثل معكوس معدل تفضيل المقارنات الثنائية في الجزء الأعلى من المصفوفة لأثبات أحكام الخبراء والمختصين عند إجراء المقارنات الثنائية. فمعيار مقدار الانبعاثات كان غير مفضل بمعدل متكافئ الى معتدل (١/٢) مقارنة بمعيار صحة الأنسان، ومعيار استهلاك الطاقة غير مفضل بمعدل متكافئ الى معتدل (١/٢) مقارنة بمعياري صحة الانسان ومقدار الانبعاثات. ومعيار تلوث الهواء مفضل بمعدل متكافئ (١) مقارنة بمعياري صحة الأنسان ومقدار الانبعاثات ومفضل بمعدل متكافئ الى معتدل (٢) مقارنة بمعيار استهلاك الطاقة.

اما معيار تلوث المياه والتربة فقد كان غير مفضل بمعدل متكافئ الى معتدل (١/٢) مقارنة بمعيار مقدار الانبعاثات وبمعدل معتدل (١/٣) مقارنة بمعيار استهلاك الطاقة. اما معيار استهلاك المياه فقد كان غير مفضل بمعدل متكافئ الى معتدل (١/٢) مقارنة بالمعايير مقدار الانبعاثات واستهلاك الطاقة وتلوث الهواء وتلوث المياه والتربة. اما معيار استهلاك الموارد فقد كان غير مفضل بمعدل متكافئ الى معتدل (١/٢) مقارنة بمعيار تلوث الهواء، كما انه حقق تفضيل بمعدل متكافئ الى معتدل (٢) مقارنة بمعيار تلوث المياه والتربة ، وهكذا بالنسبة لبقية المعايير.

ب. المستوى الثاني : مقارنة تطبيق متطلبات الاستدامة البيئية لمعامل الاسمنت على وفق كل معيار

إجريت المقارنات الثنائية بين كل معملين من معامل الاسمنت التي شملت معامل (بابل، الكوفة، النجف الأشرف، السماوة، المثنى، كربلاء) على وفق كل معيار ومقياس التفضيل الموضح في الجدول (٧) لتكوين (١٥) مقارنة ثنائية في الجزء الأعلى، (١٥) مقارنة ثنائية في الجزء الأسفل من كل مصفوفة من مصفوفات المقارنات الثنائية للمعامل على وفق كل معيارمن المعايير التي تظهر ها الجداول (٦، ٧، ٨، ٩، ١٠، ١١، ١٢، ١٣، ١٤، ١٥).

جدول (٦): مصفوفة المقارنات الثنائية لمعامل الاسمنت على وفق معيار صحة الأنسان

المعمل	اسمنت بابل	اسمنت الكوفة	اسمنت النجف الأشرف	اسمنت السماوة	اسمنت المثنى	اسمنت كربلاء
اسمنت بابل	1	1	1/2	1	1	1/2
اسمنت الكوفة	1	1	1	3	2	1
اسمنت النجف الاشرف	2	1	1	2	1	1
اسمنت السماوة	1	1/3	1/2	1	1	1
اسمنت المثنى	1	1/2	1	1	1	1/2
اسمنت كربلاء	2	1	1	1	2	1
المجموع	8	4.833	5	9	8	5
المعمل	اسمنت بابل	اسمنت الكوفة	اسمنت النجف الأشرف	اسمنت السماوة	اسمنت المثنى	اسمنت كربلاء
اسمنت بابل	1	1	1/2	1	1	1/2
اسمنت الكوفة	1	1	1	3	2	1
اسمنت النجف الاشرف	2	1	1	2	1	1
اسمنت السماوة	1	1/3	1/2	1	1	1
اسمنت المثنى	1	1/2	1	1	1	1/2
اسمنت كربلاء	2	1	1	1	2	1
المجموع	8	4.833	5	9	8	5

يتضمن يتضمن الجزء الاعلى من المصفوفة الموضحة بالجدول (٦) ان معمل اسمنت بابل مفضل بمعدل متكافئ (١) مع معامل اسمنت الكوفة والسماوة والمثنى وغير مفضل بمعدل متكافئ الى معتدل (١/٢) مع معملي اسمنت النجف الأشرف وكربلاء، حقق معمل اسمنت الكوفة تفضيلا بمعدل متكافئ (١) مقارنة مع معملي اسمنت النجف الأشرف وكربلاء وتفضيل معتدل (٣) مقارنة مع معمل اسمنت السماوة، وكان مفضلا بمعدل متكافئ الى معتدل (٢) مقارنة مع معمل اسمنت المثنى. كما اظهرت قيم قطر مصفوفة المقارنات الثنائية تفضيل بمعدل متكافئ (١) لتعكس مقارنة كل معمل مع نفسه. أما الجزء الاسفل من المصفوفة فيوضح على سبيل المثال أن معمل اسمنت الكوفة كان مفضلا بمعدل متكافئ (١) مقارنة مع معمل اسمنت بابل وان معمل اسمنت النجف الأشرف كان مفضلا بمعدل متكافئ الى معتدل (٢) مقارنة بمعمل اسمنت بابل.

جدول (٧): مصفوفة المقارنات الثنائية لمعامل الاسمنت على وفق معيار مقدار الانبعاث

المعمل	اسمنت بابل	اسمنت الكوفة	اسمنت النجف الأشرف	اسمنت السماوة	اسمنت المثنى	اسمنت كربلاء
اسمنت بابل	1	1/3	1/3	1	2	1/7
اسمنت الكوفة	3	1	2	2	4	1
اسمنت النجف الاشرف	3	1/2	1	2	3	1/2
اسمنت السماوة	1	1/2	١/٢	1	2	1/2
اسمنت المثنى	1/2	1/4	1/3	1/2	1	1/7
اسمنت كربلاء	7	1	2	2	7	1
المجموع	15.5	3.583	6.167	8.5	19	3.286

من خلال المقارنات الثنائية بين معامل الاسمنت على وفق معيار مقدار الانبعاثات في الجدول (٧) إن معمل اسمنت بابل غير مفضل بمعدل معتدل (١/٣) مقارنة مع معملي اسمنت الكوفة والنجف، ومفضل بمعدل متكافئ (١) مقارنة مع معمل اسمنت السماوة ومفضل بمعدل متكافئ الى معتدل (٢) مقارنة مع معمل اسمنت المثنى وغير مفضل بمعدل قوي جدا (١/٧) مقارنة مع معمل اسمنت كربلاء. وحقق معمل اسمنت الكوفة تفضيل بمعدل متكافئ الى معتدل (٢) مقارنة مع معملي اسمنت النجف الأشرف والسماوة وتفضيل معتدل الى قوي (٤) مقارنة مع معمل اسمنت المثنى، ومفضل بمعدل متكافئ (١) مقارنة مع معمل اسمنت كربلاء.

جدول (٨): مصفوفة المقارنات الثنائية لمعامل الاسمنت على وفق معيار استهلاك الطاقة

المعمل	اسمنت بابل	اسمنت الكوفة	اسمنت النجف الأشرف	اسمنت السماوة	اسمنت المثنى	اسمنت كربلاء
اسمنت بابل	1	1/3	1/3	1/2	2	1/5
اسمنت الكوفة	3	1	2	2	3	1/2
اسمنت النجف الاشرف	3	1/2	1	2	3	1/2
اسمنت السماوة	2	1/2	1/2	1	3	1/3
اسمنت المثنى	1/2	1/3	1/3	1/3	1	1/4
اسمنت كربلاء	5	2	2	3	4	1
المجموع	14.5	4.666	6.167	8.833	16	2.783

يظهر جدول(٨) مصفوفة المقارنات الثنائية بين معامل الاسمنت على وفق معيار استهلاك الطاقة، ان معمل اسمنت النجف الأشرف حقق تفضيلا بمعدل متكافئ الى معتدل (٢) مقارنة مع معمل اسمنت السماوة، وتفضيلا معتدل (٣) مقارنة مع معمل اسمنت المثنى وغير مفضل بمعدل متكافئ الى معتدل (١/٢) مقارنة مع معمل اسمنت كربلاء. وحقق معمل اسمنت السماوة تفضيل معتدل (٣) مقارنة مع اسمنت المثنى، وغير مفضل بمعدل قوي جدا (١/٧) مقارنة مع معمل اسمنت كربلاء، أما معمل اسمنت المثنى فقد كان غير مفضل بمعدل معتدل (١/٣) مقارنة مع معمل اسمنت كربلاء.

جدول (٩): مصفوفة المقارنات الثنائية لمعامل الاسمنت على وفق معيار تلوث الهواء

المعمل	اسمنت بابل	اسمنت الكوفة	اسمنت النجف الأشرف	اسمنت السماوة	اسمنت المثنى	اسمنت كربلاء
اسمنت بابل	1	1/3	1/2	1	2	1/5
اسمنت الكوفة	3	1	2	3	3	1/2
اسمنت النجف الاشرف	2	1/2	1	2	2	1/2
اسمنت السماوة	1	1/3	1/2	1	2	1/3
اسمنت المثنى	2	1/3	1/2	1/2	1	1/3
اسمنت كربلاء	5	2	2	3	3	1
المجموع	14	4.5	6.5	10.5	13	2.866

اكدت المقارنات الثنائية بين معامل الاسمنت على وفق معيار تلوث الهواء في الجدول (٩)، أن معمل اسمنت بابل غير مفضل بمعدل معتدل (١/٣) مقارنة بمعمل اسمنت الكوفة وبمعدل متكافئ الى معتدل (١/٢) مقارنة مع معمل اسمنت النجف الأشرف، وتفضيلا متكافئ (١) مقارنة مع معمل اسمنت السماوة وحقق تفضيلا متكافئ الى معتدل (٢) مقارنة مع معمل اسمنت المثنى وغير مفضل بمعدل قوي (١/٥) مقارنة مع معمل اسمنت كربلاء. وحقق معمل اسمنت السماوة تفضيل متكافئ الى معتدل (٢) مقارنة مع اسمنت المثنى، وغير مفضل بمعدل معتدل (١/٣) مقارنة مع معمل اسمنت كربلاء. أما معمل اسمنت المثنى فقد كان غير مفضل بمعدل معتدل (١/٣) مقارنة مع معمل اسمنت كربلاء.

جدول (١٠): مصفوفة المقارنات الثنائية لمعامل الاسمنت على وفق معيار تلوث المياه والتربة

المعمل	اسمنت بابل	اسمنت الكوفة	اسمنت النجف الأشرف	اسمنت السماوة	اسمنت المثنى	اسمنت كربلاء
اسمنت بابل	1	1/3	1/3	2	2	1/4
اسمنت الكوفة	3	1	2	2	3	1/3
اسمنت النجف الاشرف	3	1/2	1	2	2	1/2
اسمنت السماوة	1/2	1/2	1/2	1	2	1/3
اسمنت المثنى	1/2	1/3	1/2	1/2	1	1/4
اسمنت كربلاء	4	3	2	3	4	1
المجموع	12	5.667	6.333	10.5	14	2.666

أظهرت نتائج المقارنات الثنائية لمعامل الاسمنت على وفق معيار تلوث المياه والتربة في الجدول (١٠) عدم تفضيل معمل اسمنت بابل بمعدل معتدل (١/٣) مقارنة بمعملي اسمنت الكوفة والنجف الأشرف وتفضيل متكافئ الى معتدل (٢) مقارنة مع معملي اسمنت السماوة واسمنت المثنى وغير مفضل بمعدل معتدل الى قوي (١/٤) مقارنة مع معمل اسمنت كربلاء. بينما حقق معمل اسمنت الكوفة تفضيلا متكافئ الى معتدل (٢) مقارنة مع معملي اسمنت النجف الأشرف والسماوة وتفضيل معتدل (٣) مقارنة مع معمل اسمنت المثنى وغير مفضل بمعدل معتدل (١/٣) مقارنة مع معمل اسمنت كربلاء.

جدول (١١): مصفوفة المقارنات الثنائية لمعامل الاسمنت على وفق معيار استهلاك المياه

المعمل	اسمنت بابل	اسمنت الكوفة	اسمنت النجف الأشرف	اسمنت السماوة	اسمنت المثنى	اسمنت كربلاء
اسمنت بابل	1	1/2	1/2	1	1	1/2
اسمنت الكوفة	2	1	1	1	2	1
اسمنت النجف الاشرف	2	1	1	1	2	1
اسمنت السماوة	1	1	1	1	1	1/2
اسمنت المثنى	1	1/2	1/2	1	1	1/2
اسمنت كربلاء	2	1	1	2	2	1
المجموع	9	5	5	7	9	4.5

أكدت نتائج المقارنات الثنائية على وفق معيار استهلاك المياه في الجدول (١١) ان معمل اسمنت الكوفة حقق تفضيل بمعدل متكافئ (١) مقارنة مع معامل اسمنت النجف الأشرف والسماوة وكربلاء، كما حقق تفضيلا متكافئ الى معتدل (٢) مقارنة بمعمل اسمنت المثنى. وكان معمل اسمنت النجف الأشرف مفضل بمعدل متكافئ (١) مقارنة مع معامل اسمنت النجف الأشرف والسماوة وكربلاء، كما حقق تفضيلا متكافئ الى معتدل (٢) مقارنة بمعمل اسمنت المثنى. وحقق معمل اسمنت السماوة تفضيلا متكافئ (١) مقارنة مع اسمنت المثنى، وغير مفضل بمعدل متكافئ الى معتدل (١/٢) مقارنة مع معمل اسمنت كربلاء. أما معمل اسمنت المثنى فقد كان غير مفضل بمعدل متكافئ الى معتدل (١/٢) مقارنة مع معمل اسمنت كربلاء

جدول (١٢):مصفوفة المقارنات الثنائية لمعامل الاسمنت على وفق معيار استهلاك الموارد

المعمل	اسمنت بابل	اسمنت الكوفة	اسمنت النجف الأشرف	اسمنت السماوة	اسمنت المثنى	اسمنت كربلاء
اسمنت بابل	1	1/3	1/3	1/2	2	1/5
اسمنت الكوفة	3	1	1	2	3	1/2
اسمنت النجف الأشرف	3	1	1	2	3	1/3
اسمنت السماوة	2	1/2	1/2	1	2	1/3
اسمنت المثنى	1/2	1/3	1/3	1/2	1	1/5
اسمنت كربلاء	5	2	3	3	5	1
المجموع	14.5	5.167	6.167	9	16	2.566

أظهرت نتائج مصفوفة المقارنات الثنائية بين معامل الاسمنت في الجدول (١٢) على وفق معيار استهلاك الموارد إن معمل اسمنت بابل غير مفضل بمعدل معتدل (١/٣) مقارنة بمعملي اسمنت الكوفة والنجف الأشرف وبمعدل متكافئ الى معتدل (١/٢) مقارنة مع معمل اسمنت السماوة وتفضيل متكافئ الى معتدل (٢) مقارنة مع معمل اسمنت المثنى وغير مفضل بمعدل قوي (١/٥) مقارنة مع معمل اسمنت كربلاء. بينما حقق معمل اسمنت الكوفة تفضيلا متكافئ (١) مقارنة بمعمل اسمنت النجف الأشرف وتفضيلا متكافئ الى معتدل (٢) مقارنة مع معمل اسمنت السماوة وتفضيل معتدل (٣) مقارنة مع معمل اسمنت المثنى وغير مفضل بمعدل متكافئ الى معتدل (١/٢) مقارنة مع معمل اسمنت كربلاء.

جدول (١٣): مصفوفة المقارنات الثنائية لمعامل الاسمنت على وفق معيار إدارة النفايات

المعمل	اسمنت بابل	اسمنت الكوفة	اسمنت النجف الأشرف	اسمنت السماوة	اسمنت المثنى	اسمنت كربلاء
اسمنت بابل	1	1/3	1/3	1/2	2	1/6
اسمنت الكوفة	3	1	2	3	4	2
اسمنت النجف الاشرف	3	1/2	1	2	3	2
اسمنت السماوة	2	1/3	1/2	1	2	1/3
اسمنت المثنى	1/2	1/4	1/3	1/2	1	1/3
اسمنت كربلاء	6	1/2	1/2	3	3	1
المجموع	15.5	2.917	4.667	10	15	5.833

أكدت نتائج مصفوفة المقارنات الثنائية بين معامل الاسمنت على وفق معيار إدارة النفايات في الجدول (١٣) تحقيق معمل اسمنت الكوفة تفضيلا متكافئ الى معتدل(٢) مقارنة بمعملي اسمنت النجف الأشرف وكربلاء وتفضيل متكافئ الى معتدل (٢) مقارنة مع معمل اسمنت السماوة وتفضيلا معتدلا الى قوي (٤) مقارنة مع معمل اسمنت المثنى. وحقق معمل اسمنت النجف الأشرف تفضيل متكافئ الى معتدل (٢) مقارنة مع معملي اسمنت السماوة وكربلاء، وتفضيلا معتدلا (٣) مقارنة مع معمل

اسمنت المثنى. وحقق معمل اسمنت السماوة تفضيلا متكافئ الى معتدل (٢) مقارنة مع اسمنت المثنى، وغير مفضل بمعدل معتدل (١/٣) مقارنة مع معمل اسمنت كربلاء. أما معمل اسمنت المثنى فقد كان غير مفضل بمعدل معتدل (١/٣) مقارنة مع معمل اسمنت كربلاء.

جدول (١٤): مصفوفة المقارنات الثنائية لمعامل الاسمنت على وفق معيار جودة البيئة الداخلية

المعمل	اسمنت بابل	اسمنت الكوفة	اسمنت النجف الأشرف	اسمنت السماوة	اسمنت المثنى	اسمنت كربلاء
اسمنت بابل	1	1/4	1/4	1/3	2	1/3
اسمنت الكوفة	4	1	1	3	4	2
اسمنت النجف الأشرف	4	1	1	3	3	2
اسمنت السماوة	3	1/2	1/3	1	2	1/2
اسمنت المثنى	1/2	1/4	1/3	1/2	1	1/2
اسمنت كربلاء	3	1/2	1/2	2	2	1
المجموع	15.5	3.5	3.417	9.833	14	6.333

أشارت نتائج مصفوفة المقارنات الثنائية في الجدول (١٤) بين معامل الاسمنت على وفق معيار جودة البيئة الداخلية الى عدم تفضيل معمل اسمنت بابل بمعدل معتدل الى قوي (١/٤) مقارنة بمعملي اسمنت الكوفة والنجف الأشرف وبمعدل معتدل (١/٣) مقارنة مع معملي اسمنت السماوة وكربلاء وتفضيلا متكافئ الى معتدل (٢) مقارنة مع معمل اسمنت المثنى. بينما حقق معمل اسمنت الكوفة تفضيلا متكافئا (١) مقارنة بمعمل اسمنت النجف الأشرف، وتفضيلا معتدلا (٣) مقارنة مع معمل اسمنت السماوة وتفضيلا معتدلا الى قوي (٤) مقارنة مع معمل اسمنت المثنى وتفضيلا متكافئ الى معتدل (٢) مقارنة بمعمل اسمنت كربلاء . بينما حقق معمل اسمنت النجف الأشرف تفضيلا معتدلا (٣) مقارنة مع معملي اسمنت السماوة والمثنى وتفضيلا متكافئ الى معتدل (٢) مقارنة بمعمل اسمنت كربلاء.

جدول (١٥)

مصفوفة المقارنات الثنائية لمعامل الاسمنت على وفق معيار استخدام مواد ذات تأثير منخفض

المعمل	اسمنت بابل	اسمنت الكوفة	اسمنت النجف الأشرف	اسمنت السماوة	اسمنت المثنى	اسمنت كربلاء
اسمنت بابل	1	1/2	1	1	1	1/2
اسمنت الكوفة	2	1	1	2	2	1
اسمنت النجف الأشرف	1	1	1	1	2	1
اسمنت السماوة	1	1	1	1	1	1/2
اسمنت المثنى	1	1/2	1/2	1	1	1/2
اسمنت كربلاء	2	1	1	2	2	1
المجموع	8	5	5.5	8	9	4.5

تشير نتائج مصفوفة المقارنات الثنائية لمعامل الاسمنت في الجدول (١٥)، عدم تفضيل معمل اسمنت بابل بمعدل متكافئ الى معتدل (١/٢) مع معملي اسمنت الكوفة وكربلاء وحقق تفضيلا متكافئا (١) مع معامل اسمنت النجف الأشرف والسماوة والمثنى. بينما حقق معمل اسمنت الكوفة تفضيلا متكافئا (١) مقارنة مع معملي اسمنت النجف الأشرف وكربلاء وتفضيلا متكافئ الى معتدل (٢) مقارنة مع معملي اسمنت السماوة والمثنى. وحقق معمل اسمنت النجف الأشرف تفضيلا متكافئا (١) مقارنة مع معملي اسمنت السماوة وكربلاء، وتفضيلا متكافئ الى معتدل (٢) مقارنة مع معمل اسمنت المثنى.

٣- التركيب

أ. إعداد المصفوفات الطبيعية

تم إعداد المصفوفة الطبيعية للمعايير من خلال حساب مجموع كل عمود في مصفوفة المقارنات الثنائية الموضحة في الجدول (٥)، ومن ثم قسمة كل قيمة في كل عمود على مجموع العمود من خلال تطبيق المعادلة (٢) واستخدام البرنامج الجاهز (Excel) كما موضح في الجدول(١٦).

جدول (١٦): المصفوفة الطبيعية لمعايير التقييم

المعايير	صحة الانسان	مقدار الانبعاثات	استهلاك الطاقة	تلوث الهواء	تلوث المياه والتربة	استهلاك المياه	استهلاك الموارد	إدارة النفايات	جودة البيئة الداخلية	استخدام مواد ذات تأثير منخفض
صحة الانسان	0.1111	0.2500	0.1875	0.1364	0.0714	0.0571	0.0984	0.0833	0.0571	0.0833
مقدار الانبعاثات	0.0556	0.1250	0.1875	0.1364	0.1429	0.1143	0.0984	0.1667	0.1143	0.1667
استهلاك الطاقة	0.0556	0.0625	0.0938	0.0682	0.2143	0.1143	0.0984	0.1667	0.1714	0.0833
تلوث الهواء	0.1111	0.1250	0.1875	0.1364	0.0714	0.1143	0.1967	0.2500	0.1143	0.0833
تلوث المياه والتربة	0.1111	0.0625	0.0313	0.1364	0.0714	0.1143	0.0492	0.0417	0.1143	0.0833
استهلاك المياه	0.1111	0.0625	0.0469	0.0682	0.0357	0.0571	0.0328	0.0417	0.0286	0.1667
استهلاك الموارد	0.1111	0.1250	0.0938	0.0682	0.1429	0.1714	0.0984	0.0417	0.1714	0.0833
إدارة النفايات	0.1111	0.0625	0.0469	0.0455	0.1429	0.1143	0.1967	0.0833	0.1143	0.0833
جودة البيئة الداخلية	0.1111	0.0625	0.0313	0.0682	0.0357	0.1143	0.0328	0.0417	0.0571	0.0833
استخدام مواد ذات تأثير منخفض	0.1111	0.0625	0.0938	0.1364	0.0714	0.0286	0.0984	0.0833	0.0571	0.0833

باعتماد الخطوات أعلاه وتطبيق المعادلة (٢) على مصفوفات المقارنات الثنائية لمعامل الاسمنت على وفق كل معيار الموضحة في الجداول (٦ الى ١٥) نحصل على المصفوفات الطبيعية لمعامل الاسمنت على وفق كل معيار كما موضحة في الملحق (١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠) لغرض اعتمادها لاحقاً في حساب متجهات التفضيل.

ب. حساب متجهات التفضيل

جرى حساب متجهات التفضيل للمصفوفات الطبيعية من خلال حساب معدل كل صف (الوسط الحسابي لكل صف) فيها باستخدام البرنامج الجاهز (Excel) المبينة في الجدولين (١٧، ١٨).

جدول (١٧): مصفوفة متجهات التفضيل للمعايير

المعايير	متجهات التفضيل
صحة الانسان	0.1136
مقدار الانبعاثات	0.1308
استهلاك الطاقة	0.1128
تلوث الهواء	0.1390
تلوث المياه والتربة	0.0815
استهلاك المياه	0.0651
استهلاك الموارد	0.1107
إدارة النفايات	0.1001
جودة البيئة الداخلية	0.0638
استخدام مواد ذات تأثير منخفض	0.0826
المجموع	١

يتضح من الجدول (١٧) ان معيار تلوث الهواء الاسبقية الأولى (٠,١٣٩٠) في التفضيل ومعيار مقدار الانبعاثات في الاسبقية الثانية (٠,١٣٠٨) ومعيار صحة الأنسان في الاسبقية الثالثة (٠,١١٣٦) ومعيار استهلاك الطاقة في الاسبقية الرابعة (٠,١١٢٨) ومعيار استهلاك الموارد في الاسبقية الخامسة (٠,١١٠٧) ومعيار إدارة النفايات الاسبقية السادسة (٠,١٠٠١) ومعيار استخدام مواد ذات تأثير منخفض الاسبقية السابعة (٠,٠٨٢٦) ومعيار تلوث المياه والتربة الاسبقية الثامنة (٠,٠٨١٥) ومعيار استهلاك المياه الاسبقية التاسعة (٠,٠٦٥١) ومعيار جودة البيئة الداخلية الاسبقية العاشرة (٠,٠٦٣٨). وهذا ما يؤكد أسبقية المعايير تلوث الهواء وصحة الأنسان ومقدار الانبعاثات في إجراء المقارنات الثنائية بين المعامل وتكافئ المعايير استهلاك الطاقة وإدارة النفايات واستهلاك الموارد في التفضيل.

جدول (١٨): مصفوفة متجهات التفضيل لمعامل الاسمنت

المعامل المعايير	صحة الانسان	مقدار الانبعاثات	استهلاك الطاقة	تلوث الهواء	تلوث المياه والتربة	استهلاك المياه	استهلاك الموارد	إدارة النفايات	جودة البيئة الداخلية	استخدام مواد ذات تأثير منخفض
اسمنت بابل	0.1280	0.0797	0.0746	0.0902	0.1036	0.1127	0.0743	0.0770	0.0731	0.1257
اسمنت الكوفة	0.2192	0.2579	0.2232	0.2392	0.2120	0.2016	0.1945	0.3124	0.2905	0.2210
اسمنت النجف الاشرف	0.2007	0.1734	0.1783	0.1544	0.1695	0.2016	0.1837	0.2204	0.2786	0.1794
اسمنت السماوة	0.1217	0.1100	0.1244	0.0979	0.0953	0.1460	0.1136	0.1068	0.1262	0.1423
اسمنت المثنى	0.1274	0.0518	0.0583	0.0891	0.0654	0.1127	0.0582	0.0605	0.0671	0.1105
اسمنت كربلاء	0.2030	0.3272	0.3411	0.3291	0.3542	0.2254	0.3757	0.2229	0.1645	0.2210

يتضح من الجدول (١٨) الآتي:

* تعكس المقارنات الثنائية بين معامل الاسمنت على وفق معيار صحة الأنسان تفضيل معمل اسمنت الكوفة على المعامل الاخرى لتحقيقها الاسبقية الاولى (٠,٢١٩٢) ثم معمل اسمنت كربلاء في الاسبقية الثانية (٠,٢٠٣٠) ومعمل اسمنت المثنى فقد حقق الاسبقية السادسة والاخيرة.

* يتضح من المقارنات الثنائية بين معامل الاسمنت على وفق معيار مقدار الانبعاثات أن معمل اسمنت كربلاء قد حقق الاسبقية الأولى (٠,٣٢٧٢) في التفضيل ثم معمل اسمنت الكوفة في الاسبقية الثانية (٠,٢٥٧٩)، بينما حقق معمل اسمنت المثنى الاسبقية السادسة.

* تعكس المقارنات الثنائية على وفق معيار استهلاك الطاقة من حصول معمل اسمنت كربلاء على الاسبقية الاولى (٠,٣٤١١) في التفضيل ومعمل اسمنت الكوفة في الاسبقية الثانية (٠,٢٢٢٢)، ثم معمل اسمنت المثنى في الاسبقية السادسة.

* تعكس المقارنات الثنائية بين المعامل تحقيق معمل اسمنت كربلاء على الاسبقية الاولى (٠,٣٢٩١) في التفضيل على وفق معيار تلوث الهواء وتحقيق ومعمل اسمنت الكوفة في الاسبقية الثانية (٠,٢٣٩٢)، ثم معمل اسمنت المثنى في الاسبقية السادسة (٠,٠٨٩١).

* توضح المقارنات الثنائية بين المعامل على وفق معيار تلوث المياه والتربة عن تفضيل معمل اسمنت كربلاء في الاسبقية الاولى (٠,٣٥٤٢) ومعمل اسمنت الكوفة في الاسبقية الثانية (٠,٢١٢٠)، وأخيرا معمل اسمنت المثنى في الاسبقية السادسة (٠,٠٦٥٤).

* توصلت المقارنات الثنائية بين المعامل على وفق معيار استهلاك المياه أن معمل اسمنت كربلاء قد حقق الاسبقية الأولى (٠,٢٢٥٤) في التفضيل مقارنة بالمعامل الأخرى ومعملي اسمنت الكوفة والنجف الأشرف الاسبقية الثانية (٠,٢٠١٦) أما معمل اسمنت بابل و المثنى فقد حققا الاسبقية الرابعة (٠,١١٢٧).

* تشير المقارنات الثنائية بين المعامل على وفق معيار استهلاك الموارد أن معمل اسمنت كربلاء قد حقق الاسبقية الأولى (٠,٣٧٥٧) في التفضيل مقارنة بالمعامل الأخرى وحقق معمل اسمنت الكوفة الاسبقية الثانية (٠,١٩٤٥)، أما معمل اسمنت المثنى فقد حقق الاسبقية السادسة (٠,٠٥٨٢).

* أكدت المقارنات الثنائية بين المعامل على وفق معيار إدارة النفايات والتي تبين بأن معمل اسمنت الكوفة قد حقق الاسبقية الأولى (٠,٣١٢٤) في التفضيل مقارنة بالمعامل الأخرى بينما حقق معمل اسمنت كربلاء الاسبقية الثانية (٠,٢٢٢٩)، أما معمل اسمنت المثنى فقد حقق الاسبقية السادسة(٠,٠٦٠٥).

* أكدت نتائج المقارنات الثنائية بين المعامل على وفق معيار جودة البيئة الداخلية أن معمل اسمنت الكوفة قد حقق الاسبقية الأولى (٠,٢٩٠٥) في التفضيل مقارنة بالمعامل الأخرى وحقق معمل اسمنت النجف الأشرف الاسبقية الثانية (٠,٢٧٨٦) ،أما معمل اسمنت المثنى فقد حقق الاسبقية السادسة (٠,٠٦٧١).

* كشفت نتائج المقارنات الثنائية بين المعامل على وفق معيار استخدام مواد ذات تأثير منخفض عن تفضيل معاملي اسمنت الكوفة وكربلاء في الاسبقية الأولى (٠,٢٢١٠) مقارنة بالمعامل الأخرى وحقق معمل اسمنت النجف الأشرف الاسبقية الثانية (٠,١٧٩٤)،أما معمل اسمنت المثنى فقد حقق الاسبقية الخامسة (٠,١١٠٥).

٤- الثبات

يتطلب التأكد من صحة ومصداقية احكام الخبراء والباحثين عند إجراء المقارنات الثنائية حساب نسبة الثبات باستخدام البرنامج الجاهز (Excel) على وفق الخطوات الآتية:

أ. ضرب كل صف من صفوف مصفوفة المقارنات الثنائية بمتجه التفضيل الخاص بها للحصول على المصفوفة AW مثلا:

مقدار الانبعاثات=(٠,١١٣٦*١/٢)+(٠,١٣٠٨*١)+(٠,١١٢٨*٢)+(٠,١٣٩٠*١)+(٠,٠٨١٥*٢)+(٠,٠٦٥١* ٢)+١ *(٠,١١٠٧)+(٠,١٠٠١*٢)+(٠,٠٦٣٨*٢) + (٠,٠٨٢٦*٢) = ١,٤٤٩٢

ب. قسمة كل عنصر من عناصر المصفوفة AW على ما يقابلها من عناصر متجه التفضيل للحصول على القيم الذاتية الموضحة في الجدول (١٩) :

الجدول (١٩): القيم الذاتية

المعايير	عناصر المصفوفة AW	متجه التفضيل	القيم الذاتية
صلاحية الانسان	1.2436	0.1136	10.95
مقدار الانبعاثات	1.4492	0.1308	11.08
استهلاك الطاقة	1.2642	0.1128	11.20
تلوث الهواء	1.5526	0.1390	11.17
تلوث المياه والتربة	0.8829	0.0815	10.83
استهلاك المياه	0.6948	0.0651	10.67
استهلاك الموارد	1.2198	0.1107	11.02
إدارة النفايات	1.1067	0.1001	11.06
جودة البيئة الداخلية	0.6904	0.0638	10.82
استخدام مواد ذات تأثير منخفض	0.9021	٠,٠٨٢٦	10.92
المجموع			109.72

ج.تقسيم مجموع القيم الذاتية على عدد المعايير للحصول على أكبر قيمة ذاتية λ_{max} .

$$\lambda_{max} = \frac{109.72}{10} = ١٠,٩٧٢$$

د.حساب مؤشر الثبات CI بتطبيق المعادلة (١٢) :

$$CI = \frac{10.972-10}{9} = ٠,١٠٨$$

ه. حساب نسبة الثبات CR بتطبيق المعادلة (١٣) :

$$CR = \frac{0.108}{1.51} = ٠,٠٧١٥$$

تؤكد النتائج أعلاه إن نسبة الثبات مقبولة لإنها أصغر من (٠,١٠) وهي (٠,٠٧١٥) وبتطبيق الخطوات أعلاه على كل مصفوفة من مصفوفات المقارنات الثنائية لمعامل الاسمنت على وفق كل معيار تم التوصل إلى نسب الثبات التي تؤكد ثبات أحكام متخذي القرار عند إجراء المقارنات الثنائية بين المعامل كما مبين في بالجدول (٢٠).

جدول (٢٠): نسب الثبات لمصفوفات المقارنات الثنائية

رقم المصفوفة	عنوان المصفوفة	القيم الذاتية λ_{max}	مؤشر الثبات CI	نسبة الثبات CR
(٥)	المعايير	١٠,٩٧٢	٠,١٠٨	٠,٠٧١٥
(٦)	معيار صحة الانسان	٦,٢١٣٩	٠,٠٤٢٧	٠,٠٣٤٥
(٧)	المعيار مقدار الانبعاثات	٦,١٧٣٢	٠,٠٣٤٦	٠,٠٢٧٩
(٨)	المعيار استهلاك الطاقة	٦,١٧٤٨	٠,٠٣٤٩	٠,٠٢٨٤
(٩)	معيار تلوث الهواء	٦,٤٨٥٧	٠,٠٩٧١	٠,٠٧٨٣
(١٠)	معيار تلوث المياه والتربة	6.3176	٠,٠٦٣٥	٠,٠٥١٢
(١١)	معيار استهلاك المياه	٦,٠٨١٢	٠,٠١٦٢	٠,٠١٣٠
(١٢)	معيار استهلاك الموارد	٦,١٠٧٥	٠,٠٢١٥	٠,٠١٧٣
(١٣)	معيار إدارة النفايات	٦,٣٤٢١	٠,٠٦٨٤	٠,٠٥٥١
(١٤)	معيار جودة البيئة الداخلية	٦,٢٨٦٢	٠,٠٥٧٢	٠,٠٤٦١
(١٥)	معيار استخدام مواد ذات تأثير منخفض	٦,٢٢٤٦	٠,٠٤٤٩	٠,٠٣٦٢

و. حساب الأوزان النهائية بالاعتماد على متجهات التفضيل لكل مصفوفة من مصفوفات المعايير والمعامل الموضحة بالجدولين (١٧، ١٨) تم حساب الأوزان النهائية بالشكل الآتي:

معمل اسمنت بابل:

(٠,١١٣٦*٠,١٢٨٠)+(٠,١٣٠٨ *٠,٠٧٩٧)+(٠,١١٢٨*٠,٠٧٤٦)+(٠,١٣٩٠*٠,٠٩٠٢)+
(٠,٠٨١٥*٠,١٠٣٦)+(٠,١١٢٧ *٠,٠٦٥١) +(٠,١١٠٧*٠,٠٧٤٣) + (٠,٠٧٧٠ *٠,١٠٠١) +(٠,٠٧٣١ *
٠,٠٨٢٦) +(٠,١٢٥٧ *٠,٠٦٣٨) =٠,٠٩٢٧

معمل اسمنت الكوفة :

(0.1136*٠,٢١٩٢)+(0.1308 *٠,٢٥٧٩)+(0.1128 *٠,٢٢٣٢) + (0.1390 *٠,٢٣٩٢) +٠,٢١٢٠ *
(0.0815 + (0.0651 *٠,٢٠١٦)+(0.1107 *٠,١٩٤٥) + (0.1001 *٠,٣١٢٤)+(0.0638 *٠,٢٩٠٥ +
٠,٢٣٧٠ = (0.0826 *٠,٢٢١٠)

وهكذا بالنسبة لبقية المعامل ويوضح الجدول (٢١) الأوزان النهائية وترتيب معامل الاسمنت على وفق الأوزان .

جدول (٢١): الأوزان النهائية وترتيب معامل الاسمنت على وفق عملية التحليل الهرمي

ت	المعامل	الأوزان النهائية	الترتيب
١	اسمنت كربلاء	0.2863	1
٢	اسمنت الكوفة	0.2370	2
٣	اسمنت النجف الاشرف	0.1890	٣
٤	اسمنت السماوة	0.1162	4
٥	اسمنت بابل	0.0927	٥
٦	اسمنت المثنى	0.0788	٦

يتضح من الجدول (٢١) إن معمل اسمنت كربلاء المقدسة قد حصل على الترتيب الأول من بين المعامل بوزن نهائي (٠,٢٨٦٣) وبذلك فهو الافضل في تطبيق متطلبات الاستدامة البيئية ثم معمل اسمنت الكوفة في الترتيب الثاني بوزن نهائي (٠,٢٣٧٠) ومعمل اسمنت النجف الأشرف بوزن نهائي (٠,١٨٩٠) في الترتيب الثالث، ثم معمل اسمنت السماوة في الترتيب الرابع بوزن نهائي (٠,١١٦٢)، أما معمل اسمنت بابل فقد حصل على الترتيب الخامس بوزن نهائي (٠,٠٩٢٧) ومعمل اسمنت المثنى في الترتيب السادس بوزن نهائي (٠,٠٧٨٨).

المبحث الرابع
الاستنتاجات التوصيات

اولا: الاستنتاجات

توصل البحث الى عدد من الاستنتاجات يمكن توضيحها بالاتي:

١-تعد عملية التحليل الهرمي احد أدوات القرار التي تتعامل مع معايير متعددة وصلت في البحث الحالية إلى عشرة معايير.

٢-افتقار الشركة الى سياسة واضحة في تلبية متطلبات الاستدامة البيئية المتمثلة بمعالجة الانبعاثات الناتجة من عمليات انتاج الاسمنت وقياس نسب التلوث في معامل الاسمنت التابعة لها.

٣- تفتقر معامل الاسمنت في الشركة الى وجود اجهزة متطورة ودقيقة لقياس نسب الانبعاثات الناتجة من عمليات الانتاج .

٤-تقادم بعض الاجهزة والمعدات والتقنيات المستخدمة في معالجة التلوث الناتج من عملية الانتاج في معامل الاسمنت.

٥-اعتماد بعض معامل الاسمنت على الخبرة في قياس وتحديد نسب التلوث بدلا من أجهزة القياس الرقمية وهذا ما يسبب عدم وضوح درجة تحقيقها لمعايير الاستدامة البيئية.

٦-اكدت المقارنات الثنائية تفوق معيار تلوث الهواء على المعايير الاخرى في تلبية متطلبات الاستدامة البيئية في معامل الاسمنت.

٧- اكدت المقارنات الثنائية، تحقيق معيار تلوث الهواء الاسبقية الاولى، ثم مقدار الانبعاثات الاسبقية الثانية، ثم معيار صحة الإنسان الاسبقية الثالثة، ثم معيار استهلاك الطاقة الاسبقية الرابعة، يليه معيار استهلاك الموارد الاسبقية الخامسة وكان معيار إدارة النفايات في الاسبقية السادسة، يليه معيار استخدام مواد ذات تأثير منخفض في الاسبقية السابعة في حين حقق معيار تلوث المياه والتربة الاسبقية الثامنة ومن ثم يليه معيار استهلاك المياه في الاسبقية التاسعة اما معيار جودة البيئة الداخلية فقد حقق الاسبقية العاشرة.

٨- أظهرت المقارنات الثنائية بين معامل الاسمنت الاتي:

أ. تحقيق معمل اسمنت الكوفة الاسبقية الأولى على وفق معيار صحة الإنسان ثم معمل اسمنت كربلاء في الاسبقية الثانية، ثم معمل اسمنت النجف الأشرف في الاسبقية الثالثة، ثم معمل اسمنت السماوة في الاسبقية الرابعة.

ب. تحقيق معمل اسمنت كربلاء الاسبقية الأولى على وفق معايير (مقدار الانبعاثات، استهلاك الطاقة، تلوث الهواء، تلوث المياه والتربة، استهلاك المياه، استهلاك الموارد)، ثم معمل اسمنت الكوفة في الاسبقية الثانية، يليه معمل اسمنت النجف الأشرف في الاسبقية الثالثة ثم معمل اسمنت السماوة في الاسبقية الرابعة ثم معمل اسمنت بابل ومعمل اسمنت المثنى في الاسبقية الخامسة والسادسة.

ج. تحقيق معمل اسمنت الكوفة الاسبقية الأولى على وفق معيار أدارة النفايات ثم معمل اسمنت كربلاء في الاسبقية الثانية، ثم معمل اسمنت النجف الأشرف في الاسبقية الثالثة.

د. تحقيق معمل اسمنت الكوفة الاسبقية الأولى على وفق معيار جودة البيئة الداخلية ثم معمل اسمنت النجف الأشرف في الاسبقية الثانية، ثم معمل اسمنت كربلاء في الاسبقية الثالثة.

هـ. تحقيق معمل اسمنت الكوفة ومعمل اسمنت كربلاء الاسبقية الأولى على وفق معيار استخدام مواد ذات تأثير منخفض ثم معمل اسمنت النجف الأشرف في الاسبقية الثانية.

٩- اكدت الأوزان النهائية تحقيق معمل اسمنت كربلاء المقدسة الافضلية الأولى في تطبيق متطلبات الاستدامة البيئية، ثم معمل اسمنت الكوفة ثم معمل اسمنت النجف الأشرف، ثم معمل اسمنت السماوة، ثم معمل اسمنت بابل، ثم معمل اسمنت المثنى.

ثانيا : التوصيات

على وفق الاستنتاجات التي توصلنا اليها يمكن وضع التوصيات الآتية:

١-اعتماد عملية التحليل الهرمي في تحديد التأثيرات والاضرار الناتجة من صناعة الاسمنت خلال مراحل الانتاج ومحاولة التقليل منها لإنها اداة علمية يمكنها التعامل مع المعايير الكمية والنوعية.

٢-وضع سياسة بيئية واضحة ومحددة من الشركة لمتابعة مصادر التلوث خلال عمليات الانتاج واتخاذ الاجراءات اللازمة.

٣-ضرورة مواكبة التطورات التكنولوجية في مجال صناعة الاسمنت لاستثماره في تطوير المعامل بهدف تقليل التأثيرات البيئية وتحسين جودة النظام البيني.

٤-استعمال اجهزة متطورة لقياس التلوث في المعامل بدلا من الاعتماد على الخبرة في القياس.

٥-التأكيد على معيار تلوث الهواء كونه يمثل الاولوية في تلبية متطلبات الاستدامة البيئية مقارنة بالمعايير (صحة الإنسان، مقدار الانبعاثات، استهلاك الطاقة، استهلاك الموارد، إدارة النفايات، استخدام مواد ذات تأثير منخفض، تلوث المياه والتربة، استهلاك المياه، جودة البيئة الداخلية).

٦-التأكيد على تطبيق معيار صحة الإنسان في معمل اسمنت الكوفة والعمل على معالجة نقاط الضعف التي يعاني منها تطبيق معيار صحة الإنسان في معامل اسمنت (النجف الاشرف، وكربلاء المقدسة، والسماوة، وبابل، والمثنى).

٧- تعزيز تطبيق معايير (مقدار الانبعاثات، استهلاك الطاقة، استهلاك الموارد، إدارة النفايات، تلوث الهواء، تلوث المياه والتربة، استهلاك المياه) في معمل اسمنت كربلاء المقدسة والعمل على متابعة تطبيق تلك المعايير في معامل اسمنت (الكوفة، النجف الاشرف، والسماوة، وبابل، والمثنى).

٨- تطوير اجراءات تطبيق معيار أدارة النفايات في معمل اسمنت الكوفة وتعديل اجراءات تطبيق ذلك المعيار في معامل اسمنت (كربلاء المقدسة، والنجف الأشرف، والسماوة، وبابل، والمثنى).

٩- تعزيز معيار جودة البيئة الداخلية في معمل اسمنت الكوفة ومعالجة نقاط الضعف في تطبيقه في معامل اسمنت (النجف الأشرف وكربلاء المقدسة، والسماوة، وبابل، والمثنى).

١٠- تعزيز معيار استخدام مواد ذات تأثير منخفض في معامل اسمنت (الكوفة، وكربلاء المقدسة) والسعي نحو استخدام مواد ذات تأثير منخفض بشكل اكبر في معامل اسمنت (النجف الأشرف، والسماوة، وبابل، والمثنى).

١١- التأكيد على تعزيز اجراءات تطبيق متطلبات الاستدامة البيئية في معمل اسمنت كربلاء المقدسة لإنه يحقق الاسبقية الأولى، والعمل على تطبيق متطلبات الاستدامة البيئية بشكل افضل في معامل اسمنت (الكوفة، والنجف الأشرف والسماوة، وبابل، والمثنى).

المصادر

المصـادر العربيـــــة

اولا : الكتـب

[١] - النجار، ظافر حسين؛ النجار، صباح مجيد؛ جواد ، مها كامل ،(٢٠١٧) ،"بحوث العمليات – مبادئ وتطبيقات"، الطبعة الأولى، دار الجزيرة للطباعة والنشر، بغداد – العراق.

[٢] - تايلور الثالث، برنارد، (٢٠٠٧)، مقدمة في علم الادارة، ترجمة سرور، سرور علي ابراهيم، عبدالرحمن، محمد يحيى، المنعم، عبدالمنعم بن ابراهيم العبد، دار المريخ للنشر، الرياض، المملكة العربية السعودية.

ثانيا : الرسائل والأطاريح الجامعية

[١] - أبو وطفة، حسام أحمد، (٢٠١٤)، " استخدام عملية التحليل الهرمي في تحديد أولويات القطاع الصناعي في فلسطين من أجل تحقيق التنمية المستدامة "، رسالة ماجستير في اقتصاديات التنمية، كلية التجارة، قسم اقتصاديات التنمية، الجامعة الإسلامية _ غزة.

[٢] -الربيعي، شفاء بلاسم حسن، (٢٠١٢)، " اختيار الموقع والترتيب الداخلي باستخدام عملية التحليل الهرمي ونظرية صفوف الأنتظار"، اطروحة دكتوراه في فلسفة علوم أدارة الأعمال، كلية الإدارة والإقتصاد _ جامعة بغداد.

ثالثا: المصادر الأجنبية

[1] -Bhushan, Navneet; Kanwal Rai (January 2004), "S trategic Decision Making: Applying the Analytic Hierarchy Process", London: http://www.Springer Science.com.

[2] -Li, Biao; Chang, Xianrong, (2011), "Application of Analytic Hierarchy Process in the Planning of Energy Supply Network for Electric Vehicles", Energy Procedia Journal (12). P: 1083 – 1089.

[3] -Morelli, John,(2011), "Environmental Sustainability: A Definition for Environmental Professionals", Journal of Environmental Sustainability, Vol -1, No. 2, p:1-9.

[4] -Nessa, Barry; Piirsalua, Evelin Urbel; Anderbergd, Stefan; Olssona, Lennart, (2007), "Categorising tools for sustainability assessment", Ecological Economic Journal, p : 4 9 8 – 5 0 8.

[5] -Song, Xiuqing, (2016), "The Application of Analytic Hierarchy Process (AHP) in the Special History Course Teaching", Journal of Residuals Science & Technology, Vol. 13, No. 8 , p: 201-207.
[6] -Thompson, Arthur A.; Peteraf, Margaret A.; Gamble, John E.; Strickland III; A. J.; (2016); "Crafting and Executing Strategy - Concepts and Readings "; 12th ed. ; USA.
[7] -Vincenzi, Silvana Ligi; Possan, Edna; Andrade, Dalton Francisco de; Pituco, Mateus Mestriner; Santos, Tiago de Oliveira; Jasse, Ermínio Pita, (2018),"Assessment of environmental sustainability perception through item response theory: A case study in Brazil" Journal of Cleaner Production, Vol: 170, p: 1369-1386.
[8] -Yilmaz, Mustafa; Bakis, Adem, (2015), "Sustainability in Construction Sector", Procedia - Social and Behavioral Sciences Journal , No. 195, p (2253 – 2262).

الملاحق

الملحق (١):

المصفوفة الطبيعية لمعامل الاسمنت على وفق معيار صحة الأنسان

العقل	اسمنت بابل	اسمنت الكوفة	اسمنت النجف الأشرف	اسمنت السماوة	اسمنت المثنى	اسمنت كربلاء
اسمنت بابل	0.1250	0.2069	0.1000	0.1111	0.1250	0.1000
اسمنت الكوفة	0.1250	0.2069	0.2000	0.3333	0.2500	0.2000
اسمنت النجف الاشرف	0.2500	0.2069	0.2000	0.2222	0.1250	0.2000
اسمنت السماوة	0.1250	0.0689	0.1000	0.1111	0.1250	0.2000
اسمنت المثنى	0.1250	0.1035	0.2000	0.1111	0.1250	0.1000
اسمنت كربلاء	0.2500	0.2069	0.2000	0.1111	0.2500	0.2000

الملحق (٢)

المصفوفة الطبيعية لمعامل الاسمنت على وفق معيار مقدار الانبعاثات

العقل	اسمنت بابل	اسمنت الكوفة	اسمنت النجف الأشرف	اسمنت السماوة	اسمنت المثنى	اسمنت كربلاء
اسمنت بابل	0.0645	0.0930	0.0540	0.1176	0.1053	0.0435
اسمنت الكوفة	0.1935	0.2791	0.3243	0.2353	0.2105	0.3044
اسمنت النجف الاشرف	0.1935	0.1395	0.1622	0.2353	0.1579	0.1522
اسمنت السماوة	0.0645	0.1395	0.0811	0.1176	0.1053	0.1522
اسمنت المثنى	0.0323	0.0698	0.0540	0.0588	0.0526	0.0435
اسمنت كربلاء	0.4516	0.2791	0.3243	0.2353	0.3684	0.3044

الملحق (٣)

المصفوفة الطبيعية لمعامل الاسمنت على وفق معيار استهلاك الطاقة

العقل	اسمنت بابل	اسمنت الكوفة	اسمنت النجف الأشرف	اسمنت السماوة	اسمنت المثنى	اسمنت كربلاء
اسمنت بابل	0.0690	0.0714	0.0540	0.0566	0.1250	0.0719
اسمنت الكوفة	0.2069	0.2143	0.3243	0.2264	0.1875	0.1796
اسمنت النجف الاشرف	0.2069	0.1072	0.1622	0.2264	0.1875	0.1796
اسمنت السماوة	0.1379	0.1072	0.0811	0.1132	0.1875	0.1197
اسمنت المثنى	0.0345	0.0714	0.0540	0.0377	0.0625	0.0898
اسمنت كربلاء	0.3448	0.4286	0.3243	0.3396	0.2500	0.3593

الملحق (٤)

المصفوفة الطبيعية لمعامل الاسمنت على وفق معيار تلوث الهواء

الملحق (٥)

العقل	اسمنت بابل	اسمنت الكوفة	اسمنت النجف الأشرف	اسمنت السماوة	اسمنت المثنى	اسمنت كربلاء
اسمنت بابل	0.0714	0.0741	0.0769	0.0952	0.1538	0.0698
اسمنت الكوفة	0.2143	0.2222	0.3077	0.2857	0.2308	0.1744
اسمنت النجف الاشرف	0.1429	0.1111	0.1538	0.1905	0.1538	0.1744
اسمنت السماوة	0.0714	0.0741	0.0769	0.0952	0.1538	0.1162
اسمنت المثنى	0.1429	0.0741	0.0769	0.0476	0.0769	0.1163
اسمنت كربلاء	0.3571	0.4445	0.3077	0.2857	0.2308	0.3489

المصفوفة الطبيعية لمعامل الاسمنت على وفق معيار تلوث المياه والتربة

العقل	اسمنت بابل	اسمنت الكوفة	اسمنت النجف الأشرف	اسمنت السماوة	اسمنت المثنى	اسمنت كربلاء
اسمنت بابل	0.0833	0.0588	0.0526	0.1905	0.1429	0.0938
اسمنت الكوفة	0.2500	0.1765	0.3158	0.1905	0.2143	0.1249
اسمنت النجف الاشرف	0.2500	0.0882	0.1579	0.1905	0.1429	0.1875
اسمنت السماوة	0.0417	0.0882	0.0789	0.0952	0.1429	0.1249
اسمنت المثنى	0.0417	0.0588	0.0789	0.0476	0.0714	0.0938
معمل اسمنت كربلاء	0.3333	0.5294	0.3158	0.2857	0.2857	0.3751

الملحق (٦)
المصفوفة الطبيعية لمعامل الاسمنت على وفق معيار استهلاك المياه

العامل	اسمنت بابل	اسمنت الكوفة	اسمنت النجف الأشرف	اسمنت السماوة	اسمنت المثنى	اسمنت كربلاء
اسمنت بابل	0.1111	0.1000	0.1000	0.1429	0.1111	0.1111
اسمنت الكوفة	0.2222	0.2000	0.2000	0.1429	0.2222	0.2222
اسمنت النجف الأشرف	0.2222	0.2000	0.2000	0.1429	0.2222	0.2222
اسمنت السماوة	0.1111	0.2000	0.2000	0.1429	0.1111	0.1111
اسمنت المثنى	0.1111	0.1000	0.1000	0.1429	0.1111	0.1111
اسمنت كربلاء	0.2222	0.2000	0.2000	0.2857	0.2222	0.2222

الملحق (٧)
المصفوفة الطبيعية لمعامل الاسمنت على وفق معيار استهلاك الموارد

العامل	اسمنت بابل	اسمنت الكوفة	اسمنت النجف الأشرف	اسمنت السماوة	اسمنت المثنى	اسمنت كربلاء
اسمنت بابل	0.0690	0.0645	0.0540	0.0556	0.1250	0.0779
اسمنت الكوفة	0.2069	0.1936	0.1622	0.2222	0.1875	0.1948
اسمنت النجف الأشرف	0.2069	0.1936	0.1622	0.2222	0.1825	0.1299
اسمنت السماوة	0.1379	0.0968	0.0811	0.1111	0.1250	0.1298
اسمنت المثنى	0.0345	0.0645	0.0540	0.0556	0.0625	0.0779
اسمنت كربلاء	0.3448	0.3871	0.4865	0.3333	0.3125	0.3897

الملحق (٨)
المصفوفة الطبيعية لمعامل الاسمنت على وفق معيار إدارة النفايات

العامل	اسمنت بابل	اسمنت الكوفة	اسمنت النجف الأشرف	اسمنت السماوة	اسمنت المثنى	اسمنت كربلاء
اسمنت بابل	0.0645	0.1143	0.0714	0.050	0.1333	0.0286
اسمنت الكوفة	0.1935	0.3429	0.4286	0.300	0.2667	0.3429
اسمنت النجف الأشرف	0.1935	0.1714	0.2143	0.200	0.2000	0.3429
اسمنت السماوة	0.1290	0.1143	0.1071	0.100	0.1333	0.0571
اسمنت المثنى	0.0323	0.0857	0.0714	0.050	0.0667	0.0571
اسمنت كربلاء	0.3871	0.1714	0.1071	0.300	0.2000	0.1714

الملحق (٩)
المصفوفة الطبيعية لمعامل الاسمنت على وفق معيار جودة البيئة الداخلية

العامل	اسمنت بابل	اسمنت الكوفة	اسمنت النجف الأشرف	اسمنت السماوة	اسمنت المثنى	اسمنت كربلاء
اسمنت بابل	0.0645	0.0714	0.0732	0.0339	0.1429	0.0526
اسمنت الكوفة	0.2581	0.2857	0.2927	0.3051	0.2857	0.3158
اسمنت النجف الأشرف	0.2581	0.2857	0.2927	0.3051	0.2143	0.3158
اسمنت السماوة	0.1935	0.1429	0.0976	0.1017	0.1429	0.0789
اسمنت المثنى	0.0323	0.0714	0.0976	0.0508	0.0714	0.0789
اسمنت كربلاء	0.1935	0.1429	0.1463	0.2034	0.1429	0.1579

الملحق (١٠)
المصفوفة الطبيعية لمعامل الاسمنت على وفق معيار استخدام مواد ذات تأثير منخفض

العامل	اسمنت بابل	اسمنت الكوفة	اسمنت النجف الأشرف	اسمنت السماوة	اسمنت المثنى	اسمنت كربلاء
اسمنت بابل	0.1250	0.1000	0.1818	0.1250	0.1111	0.1111
اسمنت الكوفة	0.2500	0.2000	0.1818	0.2500	0.2222	0.2222
اسمنت النجف الأشرف	0.1250	0.2000	0.1818	0.1250	0.2222	0.2222
اسمنت السماوة	0.1250	0.2000	0.1818	0.1250	0.1111	0.1111
اسمنت المثنى	0.1250	0.1000	0.0909	0.1250	0.1111	0.1111
اسمنت كربلاء	0.2500	0.2000	0.1818	0.2500	0.2222	0.2222