Journal of Business Economics for Applied Research, Vol. (8), No. (2): 47-65
Doi: https://dx.doi.org/10.37940/BEJAR.2026.8.2.3

Journal of Business Economics for Applied Research
مجلة اقتصاديات الاعمال للبحوث التطبيقية
ISSN 2709-6475 - E-ISSN 3079-8167

Analysis and Evaluation of Sustainable Manufacturing Practices A Case Study Using (FAHP & VIKOR) in the Cement Industry – Kufa Cement Plant*

Arwa Qasim Diyab Al-Bayati(1), Harith Yarib Maan(2)
University of Baghdad - College of Administration and Economics(1),(2)
(1) Arwa.Qasem2205m@coadec.uobaghdad.edu.iq (2) harithmaan@coadec.uobaghdad.edu.iq

Key words:
Sustainable manufacturing practices, FAHP, VIKOR.

ARTICLE INFO
Article history:

Received	11 ***Aug***. 2025
Accepted	17 ***Sep***. 2025
Avaliabble online	01 ***Jun***. 2026

© 2026 THE AUTHOR(S). THIS IS AN OPEN ACCESS ARTICLE DISTRIBUTED UNDER THE TERMS OF THE CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION LICENSE (CC BY 4.0).
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

*Corresponding author:
Arwa Qasim Diyab Al-Bayati
University of Baghdad

Abstract:

This research aims to assess the feasibility of applying sustainable manufacturing practices in the Iraqi industrial environment in general, and in the cement industry in particular. It seeks to identify the specific indicators for each dimension of sustainable manufacturing in order to determine the gap between the actual practices of sustainable manufacturing at the State Company for Iraqi Cement Industry (Kufa Cement Plant) and the requirements of sustainable manufacturing. The study uses the Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) to determine the importance weight of each dimension and applies the Multi-Criteria Combinative Ranking Method to identify the most effective drivers that can improve the company's performance, as well as the most significant obstacles that hinder the company's ability to achieve its goals. The research stems from the problems faced by companies and plants in the cement industry, particularly the high level of environmental pollution resulting from the cement production process, along with the social impacts affecting the quality of life of individuals both inside and outside the company. The economic dimension is also a focus, as it serves as a fundamental pillar for the reconstruction and development movement underway in the country. The results revealed that the economic dimension holds the highest importance with a weight of (0.58369), followed by the environmental dimension at (0.222), and finally the social dimension at (0.1958). The most important drivers that support the achievement of the company's goals are Automation of processes, and the presence of effective leadership. The most significant obstacles are Failure to prioritize lean manufacturing tools and practices, and Lack of awareness of the concept of sustainability. Neglecting these two obstacles can severely limit the company's ability to achieve its objectives.

*The research is extracted from a master's thesis of the first researcher.

Journal of Business Economics for Applied Research, Vol. (8), No. (2): 47-65
Doi: https://dx.doi.org/10.37940/BEJAR.2026.8.2.3

تحليل وتقييم ممارسات التصنيع المستدام
دراسة حالة باستخدام (FAHP&VIKOR) في صناعة السمنت معمل الكوفة*

أروى قاسم ذياب البياتي
جامعة بغداد ـ كلية الإدارة والاقتصاد
Arwa.Qasem2205m@coadec.uobaghdad.edu.iq

أ.م.د حارث يعرب معن
جامعة بغداد ـ كلية الإدارة والاقتصاد
harithmaan@coadec.uobaghdad.edu.iq

المستخلص

يهدف البحث الى معرفة إمكان تطبيق ممارسات التصنيع المستدام في بيئة الصناعة العراقية بشكل عام و في صناعة الاسمنت بشكل خاص، وتحديد المؤشرات الخاصة بكل بُعد من ابعاد التصنيع المستدام من اجل تحديد الفجوة بين الواقع الفعلي لممارسات التصنيع المستدام للشركة العامة لصناعة السمنت العراقي(معمل الكوفة) ومتطلبات التصنيع المستدام عن طريق استخدام عملية التحليل الهرمي الضبابي لتحديد نسبة الاهمية لكل بعد و اسلوب الترتيب التوافيقي متعدد المعايير من اجل تحديد افضل الدوافع التي تمكن من رفع مستوى الشركة وتحديد اكثر المعوقات التي تعرقل وصول الشركة الى تحقيق اهدافها، وينطلق البحث من المشكلة التي تعاني منها الشركات والمعامل في صناعة الاسمنت والتي تتمثل بالتلوث العالي للبيئة الناتج من عملية صناعة الاسمنت كذلك الاثر الاجتماعي المترتب على جودة حياة الافراد داخل وخارج الشركة كذلك البعد الاقتصادي وذلك لكونة الركيزة الاساسية لحركة الاعمار و البناء التي يشهدها البلد. اظهرت النتائج ان نسبة البعد الاقتصادي هي اعلى نسبة حيث بلغت (0.58369) يلية البعد البيئي بنسبة (0.222) واخيراً البعد الاجتماعي بنسبة (0.1958). وان اهم الدوافع التي تساعد في تحقيق اهداف الشركة تتمثل بأتمتة العمليات ووجود قيادة فاعلة اما المعرقلات فتتمثل بالفشل في اعطاء الاولولية لادوات و ممارسات التصنيع الرشيق و قلة المعرفة بمفهوم الاستدامة حيث يكون اهمال هذين المعوقينِ سبب في عدم قابلية الشركة في تحقيق اهدافها.

الكلمات المفتاحية: ممارسات التصنيع المستدام ,FAHP,VIKOR.

المقدمة:

ضعف الاهتمام بالجانب البيئي والاجتماعي من قبل القطاع الصناعي حقيقة لايمكن تجاهلها بسبب زيادة الانبعاثات الغازية والمواد التالفة الناتجة من العمليات الانتاجية والتي اصبح من الصعب على النظام البيئي تحليلها واستيعابها كما ان الموارد البيئية اصبحت مهددة بالنفاذ مما ادى الى ارتفاع اسعارها ,حيث ان نسبة استهلاكها اسرع من قابليتها على التجدد وهذا الامر يهدد قدرتها على الاستمرار وامكانية استخدمها من قبل الاجيال القادمة كذلك لزيادة الوعي المجتمعي في القضايا البيئية و التوجة نحو الاستدامة كل هذة الامور تحتم على الشركات الصناعية تغيير اساليب التصنيع وتحويلها الى اساليب التصنيع الحديثة التى تاخذ حماية البيئة والحفاظ على استدامتها في الحسبان ,واحد هذه الطرق هي التوجه نحو عملية التصنيع المستدامة التي تتميز بامكانيتها لتحقيق الاهداف المنشودة بكفاءة عالية واقل ضرراًعلى البيئة والمجتمع فضلا عن تحقيق مزايا اخرى للشركة لشركات مثل الحصول على العلامات الخضراء وشهادات الايزو وزيادة الحصة السوقية وتحسين

* البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الأول.

اداء العمليات الصناعية في الشركات التي تتبنى التصنيع المستدام وتقليل تكاليف الصناعية وهذا ما تسعى الية الشركات في القطاع الصناعي.

سنركز في هذا البحث على صناعة السمنت كونها من اهم الصناعات اللازمة للتطور وبناء البنى التحتية التي تمثل عصب الحياة الاقتصادي والاجتماعي ونلاحظ في الاونة الاخيرة توجة كبير نحو الاعمار وبناء المشاريع والجسور مما ادى الى زيادة الطلب على هذا المنتج وزيادة الطلب تعني زيادة الاثار الناتجة عن العمليات الصناعية و بالاخص لكون صناعة الاسمنت تمثل صناعة عالية الاستهلاك للطاقة و الموارد الطبيعية.

مشكلة البحث:

يشهد العالم اهتماما كبيرا ومتزايدا لتحقيق الاستدامة مما يجعل الشركات مطالبة بالافصاح عن دورها في تحقيق الاستدامة امام الزبائن والمجتمع وقد تختلف نماذج هذه التقارير فمنها مايهتم بالبعد البيئي ويغفل عن الجوانب الاخرى ومنها مايهتم بالجانب الاقصادي دون ذكر الجوانب الاخرى ولايفصح عنها وتظهر مشكلة البحث في تطوير نموذج يمكن من خلالة تحليل الممارسات الاقتصادية والاجتماعية والبيئية المرتبطة بالاستدامة حيث ان العائد الاقتصادي لم يعد العامل الحاسم لقياس اداء التصنيع دون الاخذ في الاعتبار الجوانب البيئية و الاجتماعية كاساس لتقيم اداء التصنيع فعدم الاهتمام بهذه الجوانب يؤدي الى عمليات تصنيع غير منضبطة بيئياً واجتماعياً ينتج عنها زيادة في استهلاك الموارد وكذلك زيادة في النفايات الصناعية فضلا عن استهلاك الطاقة المفرط اما بالنسبة للعامل الاجتماعي فيتمثل بالفقر والتفاوت بالاجور والتنافر الاجتماعي اضافة الى الاثار البيئية المؤثرة على بيئة العمل الذي يستدعي الى وضع ضوابط داخل النشاط الاقتصادي (اي الجوانب الاقتصادية والاجتماعية و البيئية) في ان واحد.

هدف البحث:

يهدف البحث الى التعرف على ممارسات التصنيع المستدام الخاص بصناعة السمنت المتمثلة بالشركة العامة للسمنت العراقية (معمل الكوفة) لاجل تقييم اداء هذه الممارسات ومعرفة مدى التوازن في الشركة بين ابعاد ممارسات التصنيع المستدامة و تحديد المؤشرات الخاصة بكل بعد من ابعاد الممارسات التصنيع المستدام التي تخص صناعة السمنت.ومن ثم تحديد الدوافع والمعوقات التي تواجة الشركات الصناعية في قطاع في قطاع صناعة السمنت لغرض رفع ادائها واستدامتها و ومحاولة ايجاد حلول تساعد في تحسين اداء ممارسات التصنيع المستدام.

أهمية البحث:

يحمل البحث أهمية بالغة من ناحية تسليط الضوء على التصنيع المستدام كاحد الانظمة التصنيعية الحديثة التي تساعد الشركات في تحسين ادائها وتقيم اداء الواقع التصنيعي . كما ستساعد هذه الدراسة الشركة العامة للسمنت العراقية في الحصول على الشهادات العالمية التي تسعى ان تكون رائدة في مجالها وهو امر بالغ الاهمية لتعزيز سمعتها في المجتمع وذالك بسبب الضغوط والمنافسة الشديدة التي يشهدها السوق. وتوجية نظر المسؤلين في الشركة للجوانب التي يجب تطويرها للحصول على اقصى جودة وكفاءة ممكنة مع افضل استغلال لموارد الشركة العامة للسمنت العراقية.

الأساليب والنماذج والبرامج المستخدمة:

تم استعمال مجموعة من الادوات في هذا البحث:

1- استعمال عملية التحليل الهرمي الضبابي (FAHP) من اجل تحديد الاهمية النسبية لابعاد ممارسات التصنيع المستدام الثلاثة والاهمية النسبية لكل معيار .
2- استعمال طريقة تحليل الترتيب التوافقي متعدد المعايير (VIKOR) من اجل تحديد الدوافع و المعوقات الاكثر تاثيرا على امكانية تطبيق ممارسات التصنيع المستدام.
3- الاستعانة ببرنامج الاكسل (Microsoft office Excel) لكتابة البيانات وايجاد نتائج المعادلات .

المبحث الاول: الاطار النظري

اولاً: التصنيع المستدام

1-1 مفهوم التصنيع المستدام:

يدفع الوعي العالمي المتزايد بالاستدامة التصنيعية لتتحقيق اهداف تتجاوز الربح حيث انها تتبنى نهجا اكثر شمولية اذ ان الشركات الصناعية في القرن الواحد والعشرين تواجة تغيرا كبيرا بشكل متزايد بسبب قضايا الاستدامة مثل التدهور البيئي من خلال استنزاف الموارد الطبيعية وتدمير النظام البيئي والتلوث مما جعل الحاجة ملحة لموازنة عوامل الاستدامة الاقتصادية والبيئية والاجتماعية لتحقيق الاستدامة. (Hami et al., 2018) على وفق هذا الاساس تم اختيار مجموعة من التعاريف للتصنيع المستدام، حيث عرف (Roni et al., 2014) توفير المنتجات والخدمات من اجل ارضاء متطلبات الزبائن في المجتمع وتسريع النمو الاقتصادي وابطاء الضرر البيئي. وعرفة (Amrin & Vils, 2015) بانها عملية تقليل كثافة استخدام المواد وتقليل استهلاك الطاقة والانبعاثات الغازية وخفض نسبة المخلفات الصناعية والمواد الغير مرغوب بها مع المحافظة على قيمة وجودة المنتج وتحسينها على مستوى المجتمع والمؤسسة.

2-1 اهمية التصنيع المستدام:

للتصنيع المستدام اهمية كبيرة لما له من اثر واضح وصريح في مواكبة التطور والتغيرات الحاصله في القطاع الصناعي حيث انه يسهم في تقليل الهدر والتكاليف عن طريق التوجة الى التقنيات الحديثة في التصنيع وتبني اعادة الدوير مع الحفاظ على جودة المنتج (Karuppiah & lo.H.W ,2024). كما يسهم التصنيع المستدام في حماية البيئة وتقليل البصمة الكاربونية مما يحد من اثار التغير المناخي عن طريق تقليل الانبعاثات الغازية الملوثة و تقليل استهلاك الموارد الطبيعية .(نور الدين ,2020:152) ويوفر التصنيع المستدام فرص عمل خضراء وتتجلى في فتح اقسام جديدة مثل اقسام ادارة النفايات و قطاعات الطاقة النظيفة و الصناعات منخفضة الانبعاثات . (Hassan M & al ,2015) (AL Mansoori, & al 2021)

3-1 مفهوم ممارسات التصنيع المستدام:

نعني بممارسات التصنيع بأنها العملية التي تقوم بها الشركة من اجل تحويل المواد الاولية الى منتج تام الصنع وفي الاونة الاخيرة اصبحت الشركات تحدث ضرراً كبيراً على البيئة من ما ادى ظهور مشاكل اثرت على البيئة بشكل واضح وتم التوصل على ان اسباب التدهور في البيئة اغلبها على علاقة مع ممارسات التصنيع المستدام من ما احدث سبباً في حدوث نهضة عالمية من اجل حماية البيئة مما ادى الى ظهور تحديات جديدة وهي التحديات الاجتماعية وتحديات ممارسات التصنيع التقليدية ومن هنا ظهرت الحاجة الى وضع ممارسات للتصنيع المستدام. (Adebambo et al,2014)

لممارسات التصنيع المستدام دور مهم في الشركات وذلك لما لها من شأن في خلق البيئة المناسبة للشركة لكونها تربط قرارات الشركة الصناعية الاقتصادية بالعوامل البيئية والاجتماعية المتعلقة بانشطة الشركة ولها دور كبير في التغلب على التحديات التي تواجه الشركات في اطار العملية الصناعية .كما ان للمجتمع والعملاء ضغطا متزايداً على الشركات من اجل تطبيق ممارسات التصنيع المستدام.(Hami et al., 2019).

حيث ان ممارسات التصنيع في الشركات الاقتصادية مهمة من اجل النمو الاقتصادي ولكن عند زياده النمو الاقتصادي سيؤدي الى حدوث تدهور بيئي سريع ومن هنا ظهرت الحاجة الى إحداث توازن بين المنافع الاقتصادية (البعد الاقتصادي) وقضايا البيئة والمحافظة عليها(البعد البيئي) والمجتمعي (البعد الاجتماعي) ومن هنا ظهرت الحاجة لوضع قوانين وسياسات لضمان ان تشرع شركات التصنيع في ممارسات مستدامة للحفاظ على الاثار البيئية ولضمان الحفاظ على الموارد وادى ذلك الى توجه الشركات للعمل(Zubir et al., 2013) باطار خط القاع الثلاثي The Triple Bottom Line (TBL) وهو مفهوم اشتهر في مجال الاستدامة وضعة Elkington والذي وضع فيه الابعاد بين (الركائز) التي يجب على عملية الاستدامة ان تاخذها بعين الاعتبار وهي الابعاد الاقتصادية والبيئية والاجتماعية حيث تضمن منهج (TBL) توسيع مسؤولية الشركة التي كانت تقتصر في الكثير من الاحيان على الجوانب المالية للتصنيع وتركز على تحقيق الارباح فقط وتحقيق المنافع من خلال الامتثال القوانين والمعايير الموضوعة ومع ذلك اضاف لهج (TBL) المسؤولية البيئية والاجتماعية من خلال مجموعه من مؤشرات الاداء من اجل اكمال المنظور الاقتصادية(Sartal et al., 2020) الذي يعرف كما عرف (TBL) على انه اطار عمل يشدد على اجراء تقييم شامل للشركات بما يتلائم مع الممارسات الاقتصادية و البيئية والاجتماعية حيث يشدد على الترابط بين مكونات المنظمة وهو امر بالغ الاهمية خصوصا في عمليات اتخاذ القرار وفي العموم تعتبر ممارسات التصنيع المستدام طرق لقياس الاستدامة و تهتم باحداث توازن بين الابعاد المستدامة ويتم ذلك عن طريق العمل بمبادئ 6R.(Soesilo, 2024)

4-1 مبادئ التصنيع المستدام:

ممارسات التصنيع المستدام بيّنت اهمية تطوير مجموعة من المبادئ من اجل تحقيق اعظم قيمة يمكن استردادها من المنتج عند انتهاء عمره الافتراضي وما يلي المبادئ الاساسية لممارسات التصنيع المستدام:

1- **التقليل (Reduce) :-** وهي اول خطوة من خطوات التحول للتصنيع المستدام وتعرف بانها عملية منع تكوين المخلفات من المصدر اي تقليل استخدام المواد والحفاظ عليها. (Jawahir & Bradley, 2016:105).(Almansoori et al., 2021:110)

2- **إعادة الاستخدام (Reuse) :-** وتشير عملية اعادة استخدام المنتج ككل او جزء منه بعد انتهاء دورة حياة المنتج وهذة العملية ستقلل من النفايات الغير قابلة لاعادة التدوييركما ان لها اثر كبير في دم الصناعات عن طريق توفير سلاسل توريد خضراء. (Almansoori et al., 2021:110)

3- **إعادة التدوير (Recycle) :-** وتعني اعادة التدوير جمع المنتج الذي تم استهلاكه واعادة تصنيعة بطريقة غير ضارة اقتصادياً وبيئياً واجتماعياً ومن الامثلة على ذلك اعادة استخدام كرتون التغليف او اعادة صهر الالمنيوم او الزجاج. (Almansoori et al., 2021:110)

4- **إعادة التصميم (Redesign) :-** وتعني عملية اعادة تصميم المنتج او جزء من المنتج عن طريق استخدام المواد المعاد تدويرها بطريقة علمية حديثة باستخدام المعلومات والمعرفة المتاحة لانتاج منتج جديد يتميز بمواصفات مستدامة مثل سهولة امكانية فك اجزائة وسهولة استخدام اجزاء المنتج بعد انتهاء عمرة الانتاجي (استخدام اجزاء اولية قياسية). (Bonilla Hernandez et al., 2019)

5- إعادة التصنيع (Remanufacture) :- وتعني استخدام المواد التي تمت معالجتها من عملية اعادة تدويرها و ارجاعها الى حالتها الاصلية (الخام) واستخدامها في انتاج منتجات جديدة وبنفس الفاعلية .(Bonilla Hernandez et al., 2019)

6- **الاسترداد (Recover) :-** وتعني المرحلة الاخيره التي تعتمد على اربع مراحل من المراحل التي تسبقها (التقليل , اعادة التدوير, اعادة التصنيع , واعادة الاستعمال) ويشكل

التطور التكنولوجي الحجر الاساسي لتحقيق هذه المرحله وتعتبر هذه المرحله الملاذ الاخيره للتسلسل الهرمي لمبادئ التصنيع المستدام حيث يتم العمل بها عندما لا يكون هناك اي طرق اخرى للاستفادة من المواد كمثال على ذلك استعادة الطاقة من المواد عن طريق حرقها.(Bühler et al., 2024:128)

وقد طور بعض الباحثين (6R) الى (9R) حيث كان الهدف منها الوصول الى الاقتصاد الدائري لتشمل:

7- **الرفض (Refuse)** :- ونعني بها رفض استخدام المواد الملوثة و السامة رفضا تاما والبحث عن بدائل .(Jestratijevic & Vrabič-Brodnjak, 2021:128)

8- **اعادة التفكير (Rethink)** :- وتعني التفكير باستخدام المنتج باكثر من طريقة وتعظيم الاستفادة من المنتج قدر الامكان. (Xing et al., 2022:8)

9- **التصليح (Repair)** وفي هذة الحالة يتم الحفاظ على المنتج في حالة الاستخدام الاصلية من خلال صيانة وتصليح المنتج المعيب بانتظام .وهذة المرحلة تتطلب وجود بيئة تحتية قوية لخدمات الصيانة من اجل ضمان سلامة استخدام الجهاز. (Muñoz et al., 2024)

5-1 ابعاد ممارسات التصنيع المستدام:

وفق (Ocampoetal.2015:3) تم تحديد ابعاد ممارسات التصنيع المستدام وفق اطار خط القاع الثلاثي (TBL) فت على اساس ذلك تحديد مجموعة من المؤشرات لكل بعد من الابعاد لتسهيل فهمها والعمل بها و صنفت من قبل المعهد الوطني الامريكي للمعايير و التكنلوجيا حيث كانت اطار عمل فني قابل للتطبيق على تطبيقات العمليات العمليات والمنتجات واصبحت جوهر التصنيع المستدام حيث كانت قوة هذا الاطار في انه كان نتيجة لجمع 11معياراً معروفاً على نطاق واسع باجمالي 212 مؤشر حيث كان منها (77) مؤشر للادارة البيئية و(23) مؤشر للنمو الاقتصادي و (30) مؤشر لاداء الادارة (مؤشرات البعد الاجتماعي) و اخيراً(12) مؤشر للبعد التكلوجي وهنا ياتي دور كل صناعة وكل شركة في تحديد المؤشرات التي تؤثر بشكل او بآخر على عملية التصنيع بالقطاع الخاص بالشركة.

وما يخص المؤشرات الخاصة بصناعة الاسمنت كانت (13) مؤشراً

1- **البعد الاقتصادي**: ويشير هذا البعد الى الاداء الاقتصادي للشركة ومن اهدافه زيادة ارباح الشركة واهمية تحسين مكانتها السوقية مما يؤدي الى زيادة الحصة السوقيه حيث ان ممارسات التصنيع المستدام تحقق للشركة امكانية دخول لاسواق جديدة اضافة الى ان التحول لممارسات التصنيع المستدام سيحقق تقليل استهلاك الطاقة والوقود مما سيمنح الشركة وفرات مالية اضافية وبالتالي الى موقف سوقي اقوى مما يؤدي الى وجود علاقة ايجابية بين ممارسات منع وتقليل التلوث وربحية الشركة، وعدم التوجة نحو ممارسات تصنيع المستدام قد تفقد الشركة العديد من المميزات (محمد,2021: 849)، ومن اهم المؤشرات التي كانت تخص البعد الاقتصادي ادارة موارد الشركة والمحافظة على المخزون ومن اهم المؤشرات الاقتصادية التي تخص صناعة السمنت :

أ. **كلفة المواد (Material cost)** : وتشمل كلف المواد الخام وكلفة قطع الصيانة للالات والمعدات.

ب. **كلفة المخزون (Inventory cost)** : وتشمل كلف خزن المواد الاولية و النصف مصنعه كذالك كلف خزن قطع الغيار المستخدمة في صيانة الالات والمعدات و كلف خزن مواد التغليف.

ت. **كلفة الاجور(Labor cost)** : وتشمل الرواتب الموظفين والعمال و المكافأت .

ث. **كلفة النقل (Product cost) :** كلف نقل المواد المستخدمة في التصنيع الى المعمل .

ج. كلفة المواد البديلة (Raw material substitution) : وهي المواد التي تكون سهلة الاستخدام ولا تُكون مخلفات بيئية خطية تستعمل بدل المواد التقليدية.

2- **البعد البيئي:** لاقى التصنيع المستدام رواجاً كبيراً وخصوصا بعد سنه 2015 في الامم المتحدة بعد تقديم اهداف التنمية المستدامة والذي كان الهدف الاسمى منة تخفيض الاستهلاك للمواد لتقليل الهدر قدر الامكان نلاحظ ان الشركات توجهت الى التركيز على جميع الانشطة من اجل التحول الى الاستدامة او المحافظة عليها في الشركة من عملية اختيار المجهزين وسلاسل التجهيز الخضراء الى مراحل التصنيع كافة والخزن والتوجة نحو ادخال مبادئ ممارسات التصنيع المستدام 6R في كافة مراحل الانتاج , وادى ذلك للعديد من الفوائد منها جذب الزبائن الخضر وهناك العديد من المؤشرات التي تخص الجانب البيئي حيث ظهرت اهمية التركيز على مجموعة من المؤشرات التي تخص البيئه والتي لها علاقة باهميه تقليل الهدر في الطاقة والوقود وتقليل استهلاك المواد تقليل الانبعاثات الغازية والتلوث بكافة اشكالة.(Islam et al., 2024)

أ. **الانبعاثات الغازية (Air emission)** : وتتمثل بالانبعاثات الناتجة من الافران اثناء عملية احتراق الوقود وعملية مزج المواد والاتربة في اثناء عملية الطحن.

ب. **أستهلاك الطاقة (Energy consumption) :** وتشمل الطاقة الكهربائية المستخدمة في تشغيل مكائن والمعدات .

ت. **أستهلاك الوقود (Fuel consumption) :** ويشمل استهلاك الغاز والنفط الاسود المستخدم بالافران التي تتطلب كميات عالية من الغاز و النفط الاسود للوصول للحرارة المناسبة .

ث. **أستهلاك المواد (Material consumption) :** وتشمل المواد المستخدمة في تصنيع المنتج مثل الاحجار و الاتربة والحديد وغيرها من المواد الاولية .

3- **البعد الاجتماعي :** ويمثل هذا البعد ما توفره الشركة من تهيئة بيئة العمل ليس فقط للموظفين بل لاصحاب الاسهم والزبائن كذلك كما له اثر على تحسين الاداء الاجتماعي الذي يشمل التاكيد على الاهتمام بالمنتجات الصديقة للبيئة ومشاركة الشركات في الانشطة التي تهتم بالتصنيع الاخضر و التبرع للمؤسسات غير الربحية . (Hanim et al., n.d.) وفي ما يلي المؤشرات الاجتماعية الخاصة بصناعة السمنت:

أ. **معدل الحوادث (Accident rate)** : معدل الحوادث ومستوى تكرارها في المعمل .

ب. **العلاقة بين العاملين (Labor relationship)** : وتتمثل بالعلاقة الاخوية ومستوى التعاون بين العاملين و النشاطات التي توفرها الشركة لتحسين العلاقات بين العمال .

ت. **الصحة والسلامة المهنية(Occupational health and safety)** : توفير معدات السلامة المهنية المتمثلة بالملابس الواقية والخوذ والكمامات وغيرها من الاجرائات الاحترازية للحفاظ على سلامة العاملين .

ث. **التدريب والتعليم (Training and education)**: الورش والندوات التي توفرها الشركة لرفع المستوى التعليمي ودورات التدريب وتسهيل وتشجيع العاملين في الشركة للحصول على الشهادات العليا.

6-1 الدوافع و المعرقلات لممارسات التصنيع المستدام:

بعد ذكر الابعاد والمؤشرات التي هي اساس لممارسات التصنيع المستدام سيتم ذكر مجموعة من الدوافع التي تسهل عملية تطبيق ممارسات التصنيع المستدام و بعض العراقيل التي تسبب صعوبات في تحقيق ممارسات التصنيع المستدام في صناعة السمنت :

الدوافع وتقسم على ثلاثة اقسام وذلك لكون التصنيع المستدام يعتمد على ثلاثة ابعاد فكل بعد من هذه الابعاد يعتمد على نظام تصنيع مختلف (Dwimas, H., et.al ,2019) وهي كما يلي :

1- **البعد الاول:** الاقتصادي يعتمد على نظام التصنيع الرشيق الذي يعرف بانة النظام الذي يركز على الغاء وازالة جميع الانشطة الي تؤدي الى تكوين نفايات صناعية وهدر في المواد الاولية والمعدات والوقت والمهارات والهدف الاسمى لنظام الانتاج الرشيق هو انتاج منتج بجودة عالية باقل كلفة واقل هدر للمواد (Hariyani & Mishra, 2022).واهم هذه الدوافع :

أ. وجود قيادة عليا فعالة (Top management commitment) .

ب. أدارة الموارد البشرية (Human resource management) .
ت. مشاركة ومساهمة الموظفين (Employee involvement) .

2- **البعد الثاني:** هو البعد البيئي وهو البعد الذي يعتمد على نظام التصنيع الاخضر الذي يعرف بانه النظام الذي له اقل اثر سلبي على البيئة ويعد الخطوة الاولى نحو الاستدامة و يشمل المبادئ الاوى للاستدامة (التقليل , اعادة الاستخدام , اعادة التدوير) حيث يقود نظام التصنيع الاخضر الى كفاءة الانتاج اي استخدام اقل قدر من الطاقة و المواد مما يعني تقليل الكلفة و اعادة التدوير بدلاً من الاعتماد الكلي على شراء المواد الخام الذي بدوره يقلل الاثر السلبي على البيئة. (Basten, T&al,2014:12) واهم دوافعه:

أ. كفاءة المواد (Resource efficiency)
ب. ادارة دورة حياة المنتج (Product life cycle management)
ت. تحسين المواد (Resource efficiency)

3- **البعد الثالث:** وهو البعد الاجتماعي الذي يعتمد على نظام التصنيع الفاعل وهو النظام الذي يؤكد على ان العنصر البشري هو العامل الاساسي في نظام التصنيع وعرف على انه استخدام مجموعة من التقنيات وطرق التصنيع الحديثة والمعروفة والمتقدمة منها تقنيات تمكين الموظفين من منظور الشركة وقد وصفت نظرية التصنيع الفعال على انه نظام يستوعب النطاق الكامل لتقنيات الانتاج المرنة الى جانب الدروس المستفادة من ادارة الجودة الشاملة والانتاج في الوقت المناسب والانتاج المرن كما عرف على انه قدرة الشركة على النمو في سوق التنافسي يتسم بالتغييرات المستمرة غير المتوقعة والاستجابة السريعة لتغيرات السوق السريعه التي تتغير بسبب تغيير تقييم المنتجات والخدمات المقدمة بناء على طلبات الزبائن (Yusuf et al., 1999).و اهم الدوافع الخاصة بهذا النظام هي:

أ. القدرة على التكيف (Adaptability)
ب. اتمتة العمليات(Product and process automation)
ت. وضوح المعلومات والشفافية (Information visibility and transparency)

اما بالنسبة للمعرقلات فلكل بُعد ونظام معرقلات خاصة ومن هذه المعرقلات :

1- معرقلات التي تؤثر على نظام التصنيع الرشيق والبعد الاقتصادي :

أ. عدم وجود محفزات وانخفاض الروح المعنوية (Lack of motivation)
ب. الفشل في اعطاء الاولويات لممارسات الانتاج الرشيق (Failure to prioritize lean tool and practices)
ت. قلة اشراك العاملين (Lack of employee engagement)

2- المعرقلات التي تؤثر على البعد البيئي والتي تخص نظام التصنيع الاخضر :

أ. ضعف التشريعات والقوانين(Weak legislation)
ب. تكاليف عالية قصيرة الاجل (High short-term cost)
ت. نقص التمويل للمشاريع الخضراء (Lack of fund for green projects)

3- المعرقلات التي تؤثر على نظام التصنيع الفعال و البعد الاجتماعي :

أ. قلة المعرفة بمفهوم الاستدامة (Lack of awareness of sustainability concept)
ب. قلة التزام الادارات العليا و المدراء بممارسات التصنيع المستدام (Lack of support from senior leaders)
ت. الموقف السلبي تجاة الاستدامة (Negative attitude towards sustainability)

ثانياً: عملية التحليل الهرمي الضبابي (FAHP)(Fuzzy Analytic Hierarchy Process)

2-1 المفهوم العام:

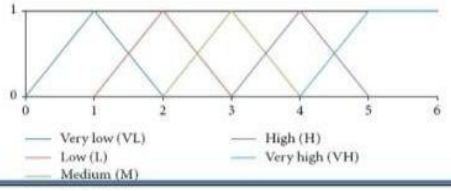
يطبق نهج FAHP لمعالجة احكام الخبراء غير المؤكدة وغير الدقيقة المتغييرات اللغوية او من خلال الارقام الضبابية وهناك مجموعة من الخصائص التي أسهمت في زياة شعبية هذا النهج منها الكلفة المنخفضة، امكان التعامل مع المتغييرات اللغوية لسهولة فهمها، وكما عرفت ايضا بانها تطور لعملية التحليل الهرمي الكلاسيكي ودمجها مع المنطق الضبابي من اجل التغلب على مشاكل الغموض وعدم الدقة وتستخدم طريقة المقارنة الثنائية لFAHP اذ يتم استخدام مقياس للاهمية متكون من ارقام ثلاثية ضبابية وتحويل الافكار المجردة المبنية على التنبؤات والخبرة الخاصة بصنع القرار بأستخدام هذا المقياس حيث كان الدافع من استخدام الارقام الضبابية الثلاثية من اجل منع فقدان المعنى الذي قد يحدث عند معالجة الحالات مع عدم التاكد .(داود و الحكيم,2021)

2-2 خطوات خوارزمية التحليل الهرمي (FAHP):

يتم اتخاذ القرار باستخدام عملية التحليل الهرمي الضبابي عن طريق الخطوات الرياضية الاتية (الدريساوي، 2021: 72-75):

1. الخطوة الاولى تحديد الهيكل الهرمي والمستويات التي فيه (المعايير والبدائل والاهداف).
2. الخطوة الثانية اعداد المصفوفة الثنائية حيث يتم اعطاء الخبراء الاستبانة في شكل مصفوفة مقارنة .
3. الخطوة الثالثة استعمال المصطلحات اللغوية المناسبة لمساعدة صناع القرار للتفضيل في المقارنة الزوجية من بين المعايير كما في الشكل (1)

المصطلحات اللغوية		الارقام الضبابية المثلثة	الرسم التوضيحي
Very low (VL)	ضعيف جداً	(0; 1; 2)	
Low (L)	ضعيف	(1; 2; 3)	
Medium (M)	متوسط	(2; 3; 4)	
High (H)	عالي	(3; 4; 5)	
Very high (VH)	عالي جداً	(4; 5; 5)	



شكل (1) المصطلحات اللغوية

Source: Husin, S., Fachrurrazi, F., Rizalihadi, M., & Mubarak, M. (2019). Implementing Fuzzy TOPSIS on Project Risk Variable Ranking. Advances in Civil Engineering.

1- تحديد المقاييس للارقام الغامضة المثلثية كما موضح في الشكل (1) من اجل تمثيل اراء صناع القرار . ومن بعدها استخدام المتوسط الحسابي حسب المعادلة (1) من اجل تحويل الرقم الضبابية الى رقم اعتيادي لغرض اكمال العملية الحسابية .

$$M_i = \frac{(lmi + mwi + umi)}{3} \dots\dots\dots\dots (1)$$

2- الخطوة الخامسة حساب نسبة الاتساق عن طريق الخطوات الاتية :

أ- اجراء عملية التطبيع على مصفوفة المقارنة الزوجية للحصول على المصفوفة الموحدة وذلك يتم عن طريق حساب مجموع العامود ثم تقسيم كل صف على مجموع العامود الذي حصلنا علية واخيراً اخذ متوسط الصفوف للحصول على الاوزان النسبية

ب- حساب متجهه الذاتية والحد الاقصى لقيمة الذاتية ومؤشر الاتساق (CI)عن طريق استعمال المعادلة رقم (2)

$$CI = \frac{\lambda max - n}{n - 1} \dots\dots\dots\dots\dots\dots (2)$$

حيث ان λmax هي اعلى قيمة ذاتية و n تمثل عدد المعايير

ج- حساب نسبة الاتساق(CR) بقسمة (CI)على (RI) الذي يمثل فهرست للاوزان العشوائية كما في جدول (6) وحسب المعادلة الاتية:

$$CR\frac{CI}{RI} \dots\dots.(3)$$

جدول (1) القيم العشوائية لمؤشر الاتساق

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

المصدر: الدريساوي، علي هوري ياسر (2021)،تقيم المشروع باستعمال تكامل الاداتين FAHP وTOPSID دراسة حالة ،رسالة ماجستير ،الادارة الصناعية، كلية الادارة والاقتصاد ، جامعة بغداد.

3- الخطوة السادسة حساب الاوزان للمعايير بعد اتمام حساب نسب الاتساق واستبعاد الاراء الغير المتسقة نقوم الان بحساب الاهمية للمعايير الرئيسية والفرعية كما في الخطوات التالية

أ- دمج اراء الخبراء عن طريق استعمال المتوسط الهندسي كما في المعادلة (4) حيث ان (k) يمثل عدد الخبراء.

$$a = (a1 * a2 * \dots * a_k)^{\frac{1}{k}}, b = (b1 * b2 * \dots * b_k)^{\frac{1}{k}}, c = (c1 * c2 * \dots * c_k)^{\frac{1}{k}} \dots\dots\dots\dots\dots(4)$$

ب- حساب المتوسط الهندسي لقيم المقارنة الثنائية لكل معيار كما موضح في المعادلة (5).

$$r_i^{\sim} = (\prod_{j=1}^{n} d_{ij}^{\sim})^{\frac{1}{n}} \ ,^{n=1,2\dots n} \dots\dots\dots\dots(5)$$

ج- ايجاد مجموع المتجهات لكل قيم $r_i^{\sim}$

د- ايجاد المعكوس (1-) قوة متجة الجمع و ويرتب الرقم المثلثي الغامض تصاعديا .

ه- استخراج الاوزان الضبابية $w^{\sim}$ حيث نقوم بضرب كل $r_i^{\sim}$ مع قيمتة المعكوس كما في المعادلة :

$$w^{\sim} = r_i^{\sim} * (r_1^{\sim} + r_2^{\sim} + \cdots .. + r_n^{\sim})^{-1} = (lmi, mwi, umi) \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots(6)$$

و- ازالة الضبابية من الارقام المثلثة الغامضة عن طريق حساب المعدل للارقام الثلاثة كما في المعادلة (7):

$$M_i = \frac{(lmi + mwi + umi)}{3} \dots\dots\dots\dots(7)$$

ز- واخيرا بهد الحصول على ارقام غير ضبابية نقوم بعملية التطبيع من اجل ان يكون مجموع قيم المعايير مساوياً (1) كما في المعادلة (8):

$$N_i = \frac{M_i}{\sum_{i=1}^{n} M_i} \dots\dots\dots\dots\dots(8)$$

ثالثاً: اسلوب الترتيب التوفيقي متعدد المعايير (Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje)(VIKOR)

1-3 مفهوم اسلوب VIKOR:

تم تطوير اسلوب VIKOR في عام 1998 من قبل العالم (Opricovic) وهو مختصر الذي يعني التحسين متعدد المعايير و الحل التوافقي باللغة الصربية و هي تقنية شائعة لبساطتها ودقة

حلها حيث تركز هذة الطريقة على الاختيار والتصنيف من قبل مجموعة من البدائل الممكنة و التي تحدد حل توافقي لمشكلة ذات معايير متعددة.(Babashamsi et al., 2016:115)، وهي طريقة تحليل متعدد المعايير لاتخاذ القرارات تهدف الى حل المشاكل التي فيها معايير متعددة .حيث يعد الحل الوسطي حلا عمليا قريب من الاهداف المثالية (الحل الامثل)، ذكر فكرة حل التسوية لاول مرة في اوراق المؤلف YU (1973),Zeleny(1982)ولاحقا في بحوث (2007,2004,2003) opricovic وقد تم تقديم VIKOR التحسين متعدد المعايير وحل التسوية لاول مرة في عام (1998) من قبل opricovic و Tzeng(2002) لايجاد الحل الافضل لمشكلة معينة من خلال تحليل البدائل المتاحة , وفي هذا الطريقة نفرض ان صناع القرار غير متحيزين اتجاه احد البدائل في عملية صنع القرار ,وان نتائج التي تم الحصول عليها من خلال تطبيق هذا الطريقة ستحقق تسوية بين الامكانيات والرغبات وكذلك بين المصالح المختلفة لصناع القرار .(Arar et al., 2019:44-45)

2-3 طريقة حل وتطبيق اسلوب VIKOR

يتم تطبيق طريقة Vikor عن طريق اتباع عدد من الخطوات كما هو موضح ادناه:

1- عند استخدام Vikor يجب معرفة مجموعة من المختصرات وماذا تمثل

Ai-البدائلAi,i=1, 2,…m

F_i=المعاييرj=1, 2…n ,

F_{ij}=قيمة البديل للمتغير,j

W_j=وزن المعيار,j

- تكوين جدول اتخاذ قرار اي تحديد المعايير والبدائل .

2- تكوين مصفوفة صنع القرار. كما في المصفوفة ادناة:

$$\begin{matrix} & f_1 & f_2 & f_3 & f_4 \\ & w_1 & w_2 & w_3 & w_4 \end{matrix}$$
$$R = \begin{bmatrix} A_1 \\ \vdots \\ A_m \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f11 & \cdots & f1n \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ fm1 & \cdots & fmn \end{bmatrix}$$

Fi التي في اعلى المصفوفة تمثل المعايير واوزانها W.(Singla et al., 2018:135)

يتم جمع البيانات على اساس تقييم من(1-9) حيث تمثل قيمة (1) اسوء خيار و(5)حل وسطي اما (9) تفضيلي اكثر حسب الجدول.(2) وكذلك يعتمد التصنيف على اذا كان مقدار الكلفة ام الربح في التقييم.

جدول (2) الذي يمثل المتغير اللغوي ومايقابله من تقييم

ضعيف جدا	1
ضعيف	2
دون المتوسط	3
قريب من المتوسط	4
متوسط	5
فوق من المتوسط	6
جيد جدا	7
قريب من الافضل	8
ممتاز	9

المصدر: من اعداد الباحثين.

حيث تم اختيار متغير لغوي لكل رقم من (1-9) لتسهيل جمع معلومات الاستمارة اللغويه وتحويلها الى ارقام يمكن استخدامها في حل المعادلات فمثلا اذا كانت العلاقة ضغيفة سنضع الرقم (2) واذا كانت جيد جداً سنعبر عنها بالرقم(7)كما تم استخدامها في الجدول(4).

3- تحديد اعلى قيمة ل *Fi واقل قيمة ل -Fi المعطاة لكل معيار مع الاخذ بالاعتبار كل معيار اذا كان معيار كلفة او ربح .(Mardani et al., 2016:5)

اذا كان معيار كلفة نستخدم:

Fi*=min (Fij,1, 2…, j)
Fi-=max (Fij,1, 2…, j)

اماذا اذا كان معيار ربح :

Fi*=max (Fij,1, 2…, j)
Fi-=min (Fij,1, 2…, j)

4- تطبيق معادلة (1) للحصول على المصفوفة المبسطة لتسهيل حساب Si Ri

$$dij = \frac{f_j^* - f_{ij}}{f_j^* - f_j^-} \ldots\ldots (1)$$

5- حساب قيمة Si وتمثل الانحراف الكلي (مجموع القيم الاجمالية) و Ri التي تمثل اقصى عدم رضى (اقصى ابتعاد لكل معيار عن المثالية)

$$S_i = \sum_{j=1}^{n} w_j \frac{f_j^* - f_{ij}}{f_j^* - f_j^-} = \sum_{j=1}^{n} w_j dij \qquad i = 1, 2, \ldots, m \qquad (2)$$

$$R_i = max_j w_j\, d_{ij} \qquad i = 1, 2, \ldots, m \qquad (3)$$

6- يقوم صانع القرار بتخصيص معاملات الوزن لتلك الوحدات اي يتم تحديد قيمة V ثم يتم تحديد اعلى واقل قيمة من جدول Si و Ri حسب المعادلتين (4) و (5)

$$S^* = min_i S_i \qquad R^* = min_i R_i \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \qquad (4)$$

$$S^- = max_i S_i \qquad R^- = max_i R_i \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots \qquad (5)$$

حيث تمثل V درجة القرب من الحل الوسطي المثالي حيث يمثل عامل الترجيح (0-1) ويعبر عن اولوية الحل الوسط مقابل اقصى عدم رضى وعادة ما تكون قيمتة (0.5) اي التوازن بين الاثنين. (Rahardjo et al., 2023:10)

7- حساب قيمة Qi (حل التسوية) لكل بديل والذي يتم من خلال تشكيل ثلاث قوائم بتصنيف مستقل ويتم حساب هذة القيمة من خلال تطبيق المعادلات (6) (7) (8)
وبعد تطبيق المعادلات يتم ترتيب جدول Qi بصورة تصاعدية حيث يمثلِ اصغر رقم من البدلاء افضل.بديل(Mateusz et al., 2018:1687)

$$QS_i = \frac{S_i - S^*}{S^- - S^*} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots \qquad (6)$$

$$QR_i = \frac{R_i - R^*}{R^- - R^*} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots \qquad (7)$$

$$Qi = v\, QS_i + (1\text{-}v)\, QR_i \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots \qquad (8)$$

8- لضمان اختيار افضل بديل هناك شرطان يجب تحقيقهما :

الشرط الاول: هو ان يكون الفرق بين البديل الاول والثاني اكبر او يساوي مقدار DQ التي يمكن حسابها من المعادلة (9).

$$DQ = \frac{1}{n-1} \dots\dots\dots (9)$$

ويتم التعبير رياضيًا عن الشرط بالمعادلة رقم (10) :

$$Q(A2) - Q(A1) \geq DQ \dots\dots (10)$$

حيث يمثل Q(A1) البديل الاول و Q(A2) البديل الثاني .

الشرط الثاني: يجب ان يكون البديل Q(A1) كبديل اول في جدول Si وRI وعند تحقق الشرطين يعني ان الحل مثالي وتم اختيار افضل بديلين.

اذا لم يستوفي البديل الاول شرطا واحد على الاقل من الشرطين فسيتم تحديد حل التسوية بالطرق التالية :

اذا استوفى البديل الاول الشرط الاول ولم يستوفي الشرط الثاني ستتضمن مجموعة من حلول التسوية تتضمن البديل الاول والبديل الثاني .

اذا استوفى البديل الاول الشرط الثاني ولم يستوفي الشرط الاول فستتضمن مجموع حلول التسوية البديل الاول وجميع البدائل من قائمة التسوية وهذا يعني انه لا يوجد للبديل الاول افضلية على بقية البدائل .

اذا لم يفي البديل الاول بالشرط الاول ولا بالثاني فأن مجموعة حلول التسوية ستتضمن جميع البدائل. (Koska & Erdem, 2023)

المبحث الثاني: الإطار التطبيقي

1- عملية تحليل (FAHP)

تم جمع البيانات والمعلومات من خلال استمارات التحكيم و المقابلات الشخصية حيث تم نشر(19) استمارة كانت منها (16) استمارة متسقة و (6) استمارات غير متسقة لم يتم استخدامها وتم الوصول الى النتائج باستخدام برنامج الاكسل.وكانت نتائج الاوزان للابعاد و المؤشرات كما في جدول (3).

جدول (3) اوزان الابعاد الرئيسية والمؤشرات الفرعية

Weights of Criteria		Local Weights of Sub-Criteria		Criteria*Sub Criteria	Global Weights of Criteria
بعد اقتصادي	0.58369	كلفة مواد	0.45449	0.583690.45449*	0.26528
		كلفة مخزون	0.2491	0.58369*0.2491	0.14539
		كلفة نقل	0.16533	0.583690.16533*	0.0965
		كلفة اجور	0.13104	0.583690.13104*	0.07648
بعد بيئي	0.222043	انبعاث غازي	0.25487	0.25487*0.222043	0.05669
		استهلاك	0.18631	*0.186310.222043	0.04136
		استهلاك وقود	0.2989	0.2220430.2989*	0.06637
		استهلاك مواد	0.25992	0.2220430.25992*	0.05777
بعد اجتماعي	0.19589	معدل الحوادث	0.12468	0.195890.12468*	0.02492
		العلاقة بين العاملين	0.49942	0.195890.49942*	0.0978
		صحة وسلامة مهنية	0.19365	0.195890.19365*	0.0379
		تدريب وتعليم	0.18225	0.195890.18225*	0.0357

نلاحظ من اهمية القيمة النسبية التي تم الحصول عليها في الخطوات السابقة لتطبيق تحليل (FAHP)

حيث ان (البعد الاقتصادي) حصل على اعلى قيمة نسبية (0.5836) ويليه المعيار الرئيس الثاني (البعد البيئي) وبنسبة (0.22204) ثم المعيار الرئيسي الثالث وهو (البعدالاجتماعي) وبنسبة (0.1958) ومن خلال تفسير النسب فان اصحاب القرار فضلوا البعد الاقتصادي بشكل ملحوظ بنسبة كبيرة كون البعد الاقتصادي اساس في استثمار الشركة والمعمل وذلك بسبب كونه جوهر العملية التي نحدد نسبة المخرجات (الوحدة المنتجة) والتي كون تحديد سعرها محدد بالكلف التي تم استخدامها في الصنع مثل كلف المواد وكلف نقلها واجور العاملين والموظفين .

أما المعيار الثاني وهو (البعد البيئي) فان عملية صناعة السمنت هي عملية تعتمد على استخدام مقدار كبير من الطاقة والوقود والمواد وهذه العملية تنتج كماً كبيراً من التلوث الغازي في عملية الحرق في الافران والطاقة الكهربائية التي يتم الاعتماد عليها في طحن المواد الاولية مثل الاتربة والحديد والصخور وغيرها من المواد الداخلة في عملية صناعة الاسمنت التي بدورها تنتج كمية الاتربة عند طحنها ونقلها وفي عملية التعبئة.

أما بالنسبة للمعيار الثالث فهو البعد الاجتماعي والذي يمثل علاقة العاملين مع بعضهم البعض بالشركة ومعدات السلامة التي توفرها الشركة من اجل الحفاظ على سلامة الموظفين وانشاء دورات تدريبية للعاملين وتوفير فرص لرفع كفائة العمل من خلال تدريب العمال.

2- تطبيق اسلوب (VIKOR):

بعد ان تم جمع المعلومات وتحديد نسبة الاوزان لكل معيار يتم استخدمها في تحليل مصفوفة الدوافع التي تم جمع بياناتها من خلال استمارة تحكيم حيث تمثلت بتحديد كل دافع من الدوافع مع المؤشرات وتحديد نسبة العلاقة والاثر الخاص بها حسب جدول (2) وكانت النتيجة كما في جدول(4) :

جدول (4) والذي يمثل جدول مصفوفة الخبراء للعلاقة الدوافع بالمؤشرات

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
المعيار	كلفة مواد	كلفة مخرى	كلفة اجور	كلفة نقل	البعاثات غازية	استهلاك طاقة	استهلاك وقود	استهلاك مواد	معدل حوادث	العلاقة بين العامل	الصحة والسلامة المهنية	التدريب والتعليم
الوزن	0.265	0.145	0.097	0.076	0.05669	0.04136	0.0663	0.05777	0.0249	0.0978	0.0379	0.0357
وجود قيادة عليا فعالة	2	5	3	3	5	8	8	8	5	4	7	7
ادارة الموارد البشرية	8	6	4	4	6	7	7	7	2	2	3	7
مشاركة ومساهمة الموظفين	5	5	8	8	8	8	8	8	7	5	5	7
كفاءة المواد	8	6	6	5	8	9	9	8	8	7	6	8
ادارة دورة حياة المنتج	8	8	4	3	3	7	7	7	2	2	2	2
تحسين المواد	7	5	7	4	5	4	4	5	3	4	5	6
القدرة على التكيف	5	5	7	8	3	3	3	3	7	8	6	8
اتمتة العمليات	3	4	5	5	4	4	4	4	6	7	7	8
وضوح المعلومات والشفافية	8	8	6	7	8	8	8	8	7	6	8	8
best	2	4	3	3	3	3	3	3	2	8	8	8
worst	8	8	8	8	8	9	9	8	8	2	2	2

وبعد تطبيق المعادلات كانت النتائج كما يلي وتم تحليلها باستخدام برنامج الاكسل كما في جدول (5) وكانت كما يلي.

جدول (5) نتائج حل وتطبيق اسلوب VIKOR في تحديد الدوافع

	Si	Ri	Q	الترتيب
وجود قيادة عليا فعالة	0.2964	0.0652	0.13442	2
ادارة الموارد البشرية	0.65957	0.265	0.89277	7
مشاركة ومساهمة الموظفين	0.64045	0.1325	0.57666	5
كفاءة المواد	0.70206	0.265	0.92857	8
ادارة دورة حياة المنتج	0.71899	0.265	0.94283	9
تحسين المواد	0.51357	0.22083	0.66976	6
القدرة على التكيف	0.35581	0.1325	0.33685	3
اتمتة العمليات	0.19338	0.04417	0	1
وضوح المعلومات والشفافية	0.78685	0.265	0.54762	4
S*,R*	0.19338	0.04417		
S-,R-	0.78685	0.265		

وبعد انت تم تحديد البدائل نتاكد من تحقيق شرطي VIKORمن خلال تطبيق حيث ان
DQ=1/n-1
و n تمثل عدد البدائل

$$Q(A2) - Q(A1) \geq DQ$$

(0.134422) - (0) ≥ 0.124
حيث ان عدد البدائل 9 و ناتج معادلة DQ = 0.124
وهذا يعني تحقق الشرط الاول .
وتحقق الشرط الثاني حيث ان قيمة البديل الاول في Q هو البديل الاول في Si , Ri
وهذا يعني ان البديل الاول والثاني يمثلان افضل البدائل . وجدول(6) يمثل جدول مصفوفة الخبراء للمعرقلات

جدول (6) جدول مصفوفة الخبراء لعلاقة المعرقلات بالمؤشرات

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
المعايير	كلفة مواد	كلفة مخزون	كلفة اجور	كلفة نقل	انبعاثات غازيا	استهلاك طاقة	استهلاك وقود	استهلاك مواد	حوادث	العلاقة بين العاء	الصحة والسلامة	التدريب والتعليم
الاوزان	0.265	0.1453	0.0965	0.0764	0.05669	0.04136	0.0663	0.05777	0.0249	0.0978	0.0379	0.0357
عدم وجود محفزات وانخفاض الروح المعنوية	8	8	8	8	8	8	8	8	5	3	2	2
الفشل في اعتماد الاولوية لادوات وممارسات التصنيع الرشيق	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5
قلة اشراك الموظفين في اتخاذ القرار	7	7	6	5	7	7	7	7	8	4	5	5
ضعف الانظمة والقوانيين	6	6	6	5	8	8	8	8	6	2	2	5
تكاليف عالية قصير الاجل	7	7	7	5	8	8	8	6	6	3	3	3
نقص التمويل للمشاريع الخضراء	9	9	9	5	8	8	8	7	7	3	3	3
قلة المعرفة بمفهوم الاستدامة	5	7	5	5	7	8	8	7	5	5	5	5
قلة التزام الادارة العليا بمفهوم الاستدامة	8	8	8	8	8	8	8	7	5	3	2	2
الموقف السلبي تجاة الاستدامة	7	7	7	5	8	8	8	6	7	5	6	6
best	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6
worst	9	9	9	8	8	8	8	8	8	2	2	2

اما فيما يخص المعرقلات فكانت النتائج كما في جدول (7) :

جدول (7) نتائج حل وتطبيق اسلوب VIKOR في تحديد المعرقلات

	Si	Ri	Q	الترتيب
عدم وجود محفزات وانخفاض الروح المعنوية	0.84276	0.212	0.88272	8
الفشل في اعتماد الاولوية لادوات وممارسات التصنيع الرشيق	0.0184	0.00948	0	1
قلة اشراك الموظفين في اتخاذ القرار	0.52786	0.159	0.5932	4
ضعف الانظمة والقوانيين	0.59687	0.106	0.53021	3
تكاليف عالية قصير الاجل	0.63549	0.159	0.65671	5
نقص التمويل للمشاريع الخضراء	0.86576	0.265	1	9
قلة المعرفة بمفهوم الاستدامة	0.38095	0.08718	0.36598	2
قلة التزام الادارة العليا بمفهوم الاستدامة	0.8235	0.212	0.87136	7
الموقف السلبي تجاة الاستدامة	0.52339	0.159	0.69427	6
S*,R*	0.0184	0.00948		
S-,R-	0.86576	0.265		

حيث ان عدد البدائل 9 و ناتج معادلة DQ = 0.124
وهذا يعني تحقق الشرط الاول.
وتحقق الشرط الثاني حيث ان قيمة البديل الاول في Qهو البديل الاول في Si , Ri
وهذا يعني ان البديل الاول والثاني يمثلان افضل البدائل حسب ترتيب.
وبعد ان تم الحصول على النتائج تم تحديد البديل (اتمتة العمليات) كبديل اول و البديل (وجود قيادة عليا فعالة) كثاني افضل بديل من الدوافع .
وهذا يعني ان العمل على اتمتة العملية الصناعية و تطوير المكائن هو احد اهم دافع تطبيق ممارسات التصنيع المستدام في صناعة الاسمنت في معمل الكوفة وذلك لكونها صناعة تعتمد بشكل كبير على المكائن التي تستهلك طاقات عالية مثل الكسارات والافران فعملية التحول الى الاتمتة ممكن ان تؤثر بشكل ايجابي كبير على كمية استهلاك الطاقة و الوقود واستهلاك المواد فضلا عن تقليل الانبعاثات , كما ان التحول الى الاتمتة له فوائد اقتصادية فعلى سبيل المثال تحقيق هدر اقل

في المواد من خلال استخدام مرشحات للاسمنت والغبار المتطاير في عملية صناعة الاسمنت واعادت استخدامة من جديد , اما على الصعيد الاجتماعي فاتمتة العمليات لها اثر على الحفاظ على سلامة الموظفين و تقليل نسب الحوادث كما يكون التدريب عليها سهلا على العامل .

اما البديل الثاني فهو (وجود قيادة عليا فعالة) وهذا امر مهم جدا فان الادارة العليا الفعالة لها اثار ايجابية فكون الادارة العليا فعالة هذا يعني ان الادارة العليا على معرفة ب احتاجات السوق والعاملين وكذلك لها المام بالمواد والالات المستخدمة في صناعة الاسمنت وتعمل دائما على تطويرها تخطي المشاكل و العقبات التي تواجهها ولها قابلية على التاقلم مع التغيرات السوقية والحرجة التي تفرض على قطاع صناعة الاسمنت.

هذا في ما يخص الدوافع **اما المعرقلات:**

البديل (الفشل في اعطاء الاولوية لادوات وممارسات الانتاج الرشيق) يمثل البديل الاول من المعرقلات و(قلة المعرفة بمفهوم الاستدامة) يمثل البديل الثاني.

البديل الاول للمعرقلات هو (الفشل في اعطاء الاولوية لادوات وممارسات الانتاج الرشيق) حيث ان لعدم المعرفة بعملية التصنيع الرشيق وسوء ادارتة اثر سلبي كبير فوجود ممارسات للانتاج الرشيق لايعني دائما اثير ايجابي ان لم تتمكن الادارة من تحديد الاولويات له حسب نوع الصناعة و احتياجاتها فعدم اعطاء الاولوية لادوات ممارسة الانتاج الرشيق سيعني هدر بالموارد والطاقة والوقود كذلك له اثر كبير على تقليل جودة المنتج .

اما البديل الثاني فهو (قلة المعرفة بمفهوم الاستدامة) ان الوعي بقضايا الاستدامة امر مهم وخصوصا في صناعة مثل صناعة الاسمنت ذلك لكونها صناعة تستهلك الكثير من الوقود و الطاقة وقلة المعرفة بمفهوم الاستدامة ممكن ان تتسب بكوارث بيئية كبيرة على الصعيد البيئي خصوصا على المناطق المحيطة بالمصنع , اما على الصعيد الاقتصادي فان هناك امكانية كبيرة بغلق المعمل كون ان الشركة العراقية لصناعة الاسمنت تخضع لقوانين صارمة من قبل هيئة الرقابة البيئية مما يؤدي الى خسارة اقتصادية كبير وهذه الخسارة هي خسارة اجتماعية لانه في حال اغلاق المصنع سيتم تسريح العاملين وتوقف المكائن التي تستغرق جهد وطاقة عالية من اجل ان يتم اعادة تشغيلها .

الاستنتاجات:

1- هناك توجة كبير من قبل الشركة للتحول من التصنيع التقليدي الى التصنيع المستدام وتحاول الشركة ان تتبنى العديد من الممارسات الخاصة بالتصنيع المستدام .

2- استخدم المنطق الضبابي FAHP لتحديد الاهمية النسبية لكل بعد من الابعاد الثلاثة حيث تم التوصل الى ان البعد الاقتصادي هو صاحب اعلى قيمة نسبية وكانت(0.5836) حيث يمثل البعد الاكثراهمية والمؤشرات الخاصة بالكلف هي الموشرات الاكثراهمية في معمل الكوفة ويلية البعد البيئي بنسبة(0.222) واخيرا البعد الاجتماعي بنسبة (0.1958).

3- اتمتة العمليات مثل اهم دافع حسب نتائج التي تم الحصول عليها لوحظ من خلال المقابلات الشخصية توجة معمل الكوفة الى تطوير المعدات لتقليل استهلاك الطاقة والوقود وتقليل الوقت المستغرق في العملية الصناعية واستحداث الاليات كذلك استخدام الانترنيت في عملية حفظ المعلومات وتسجيل الطلبات وكمية الانتاج، اما ثاني اهم دافع بالنسبة للمعمل للتاثير كان وجود قيادة عليا فعالة وذلك لكون الادارة العليا قدوة للافراد العاملين من خلال توجيههم وتطوير اداء الافراد والعاملين من اجل تحقيق اهداف الشركة التي تطمح اليها.

4- اما فيما يخص المعرقلات كان الفشل في اعطاء الاولوية لممارسات التصنيع المستدام اكثر المعرقلات تاثير لانه يسبب اكبر خسارة للشركة من حيث الوقت والجهد وسرعة الاستجابة للمشاكل وله اثر على المدى البعيد,اما المعرقل الثاني قلة المعرفة بمفهوم الاستدامة هو سبب اخر لزيادة نسبة الخسارة فالمعرفة بمفهوم الاستدامة مهم للحفاض على التوازن بين الابعاد الاقتصادية والبيئية والاجتماعية مما يؤدي الى رفعى عوائد الشركة المالية من حيث جوانب

عديدة اهما المنافسة السوقية وتقليل الفاقد كذلك تقليل المصاريف تشغيل الافران و الكسارات والطواحين وهذا يؤدي الى الفائدة التي ستشمل البعد البيئي من حيث تقليل استهلاك الوقود والمواد والطاقة ممايؤدي الى تقليل الانبعاثات والملوثات وان تقليل نسب التلوث والهدر ورفع نسب المبيعات سيؤدي الى شمول البعد الاجتماعي مما يعني قلة نسب الحوادث مما يرفع مستوى الاهتمام بالصحة والسلامة المهنية و رفع مستويات العلاقة بين العاملين

التوصيات:

1. تعميم ثقافة التصنيع المستدام في القطاع الصناعي لما له من اهمية في تقليل الاثار السلبية على الابعاد الاقتصادية والبيئية والاجتماعية.
2. دعم التطور التكلوجي في القطاع الصناعي لما له من اثر كبير على تحسين العملية الصناعية و التوجه نحو التصنيع المستدام وتحقيق ممارسات التصنيع المستدام عن طريق تحقيق التوازن بين الابعاد الثلاثة.
3. التوجه نحو تطوير المعامل واستخدام الطرق الحديثة في صناعة السمنت الي توفر استهلاك الوقود والطاقة الكهربائية مثل استخدام الغاز الطبيعي في تشغيل الافران والطواحين العمودية من اجل.

المصادر العربية:

1- نور الدين,عمر. **"أثَّرَ سلسلة التوريد العكسية عَلَى التَّصنيع المُستدام: دِراسة ميدانيَّة." مجلة البحوث المالية والتجارية** 21.العدد الرابع-الجزء الثانى (2020): 155-177

2- محمد,نجلاء قاسم ,2023,**تخفيض اضرار البصمة الكاربونية لصناعة الاسمنت وفق استرتيجية التصنيع المستدام دراسة حالة في معمل اسمنت كركوك** ,مجلة اقتصاديات الاعمال المجلد(5) العدد(4),201-217.

3- الدريساوي, علي هوري ياسر **.(2021) .تقييم المشروع باستعمال تكامل الاداتين FAHP و -FTOPSID دراسة حالة**, رسالة مقدمة للحصول على درجة الماجستير في الادارة الصناعية ,كلية الادارة والاقتصاد جامعة بغداد.

المصادر الاجنبية:

4- Adebambo, H. O., Ashari, H., & Nordin, N. (2014). Sustainable Environmental Manufacturing Practice (SEMP) and Firm Performance: Moderating Role of Environmental Regulation. *Journal of Management and Sustainability*, *4*(4). https://doi.org/10.5539/jms.v4n4p167

5- Almansoori, L. H., Lafta, A. M., Matrud, S. N., & Asghar, M. M. (2021). REVIEW OF INTERNATIONAL GEOGRAPHICAL EDUCATION Green Manufacturing and Its Impact on Environmental Sustainability: A Case Study in the Kufa Cement Plant. *Review of International Geographical Education (RIGEO)*, *11*(4), 2021. https://doi.org/10.33403/rigeo

6- Amrina, E., & Vilsi, A. L. (2015). Key performance indicators for sustainable manufacturing evaluation in cement industry. *Procedia CIRP*, *26*, 19–23. https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.07.173

7- Basten, ton, Koen, W., Dittrich, K., Becker, J., & Diaz Lopez, F. J. (2014). *Business barriers to the uptake of resource efficiency measures*.

8- Basten, ton, Koen, W., Dittrich, K., Becker, J., & Diaz Lopez, F. J. (2014). *Business barriers to the uptake of resource efficiency measures*.

9- Bonilla Hernandez, A. E., Lu, T., Beno, T., Fredriksson, C., & Jawahir, I. S. (2019). Process sustainability evaluation for manufacturing of a component with the 6R application. *Procedia Manufacturing*, *33*, 546–553. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.04.068

10- Bühler, L., Fendt, D., Wittenberg, T., & Hamper, A. (2024). Smart Circular Economy in healthcare – An introduction to the 9R framework Digital technologies enabling circular economy in healthcare. *Current Directions in Biomedical Engineering*, *10*(4), 127–130. https://doi.org/10.1515/cdbme-2024-2031

11- Dwimas, H., et.al (2019). INTEGRATION OF ANALYTICAL HIERARCHY PROCESSAND VIKOR TO ACHIEVE A SUSTAINABLE MANUFACTURING SYSTEM. Journal of Engineering and Management in Industrial System, 7(2), p110-119

12- Hami, N., Ibrahim, Y. M., Yamin, F. M., Shafie, S. M., & Abdulameer, S. S. (2019). The moderating role of sustainable maintenance on the relationship between sustainable manufacturing practices and social sustainability: A conceptual framework. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, *8*(5C), 222–228. https://doi.org/10.35940/ijeat.E1032.0585C19

13- Hami, N., Yamin, F. M., Shafie, S. M., Muhamad, M. R., & Ebrahim, Z. (2018). Sustainable manufacturing practices among smes in Malaysia. *International Journal of Technology*, *9*(8), 1658–1667. https://doi.org/10.14716/ijtech.v9i8.2751

14- Hanim, S., Rashid, A.-, Saudamini, N., Ariffin, R., Ghazilla, R., & Ramayah, T. (n.d.). *The impact of sustainable manufacturing practices on sustainability performance: Empirical evidence from Malaysia*.

15- Hariyani, D., & Mishra, S. (2022). Drivers for the adoption of integrated sustainable green lean six sigma agile manufacturing system (ISGLSAMS) and research directions. In *Cleaner Engineering and Technology* (Vol. 7). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100449

16- Hassan, M. G., Nordin, N., & Ashari, H. (2015). Sustainable manufacturing practices implementation in Malaysia industries. *Jurnal Teknologi*, *77*(4), 49–56. https://doi.org/10.11113/jt.v77.6042

17- Islam, A., Ghosh, R., Hamid, M. K., & Kabir, S. (2024). Unveiling the impact of sustainable manufacturing on triple bottom line sustainability performance: a Bangladesh perspective. *Global Knowledge, Memory and Communication*. https://doi.org/10.1108/GKMC-01-2024-0048

18- Jawahir, I. S., & Bradley, R. (2016). Technological Elements of Circular Economy and the Principles of 6R-Based Closed-loop Material Flow in Sustainable Manufacturing. *Procedia CIRP*, *40*, 103–108. https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.067

19- Jestratijevic, I., & Vrabič-Brodnjak, U. (2021). *2021 Proceedings Virtual Conference 7 R's of Sustainable Packaging Framework-Systematic Review of Sustainable Packaging Solutions in the Apparel and Footwear Industry*. https://doi.org/10.1108/JFMM

20- Karuppiah, K., Sankaranarayanan, B., & Lo, H. W. (2024). A systematic literature review on the evolution of sustainable manufacturing practices: Key findings and implications. In *Cleaner Engineering and Technology* (Vol. 22). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.clet.2024.100798

21- Muñoz, S., Hosseini, M. R., & Crawford, R. H. (2024). Towards a holistic assessment of circular economy strategies: The 9R circularity index. *Sustainable Production and Consumption*, *47*, 400–412.

22- Ocampo, L., Vergara, V. G., Impas, C., Tordillo, J. A., & Pastoril, J. (2015). Identifying Critical Indicators In Sustainable Manufacturing Using Analytic Hierarchy Process (AHP). *Manufacturing and Industrial Engineering*, *14*(3–4). https://doi.org/10.12776/mie.v14i3-4.444

23- Roni, M., Jabar, J., Mohamad, M. R., & Yusof, M. (2014). CONCEPTUAL STUDY ON SUSTAINABLE MANUFACTURING PRACTICES AND FIRM PERFORMANCE. *Malaysia Special Issue Sci.Int(Lahore)*, *26*(4), 1459–1464.

24- Soesilo, R. (2024). *Enhancing Operational Performance through Green Manufacturing Practices: Case Studies from TQM Implementation in the Indonesian Industrial Sector*. *2*(1). https://doi.org/10.38035/sjam.v2i1

25- Xing, J., Vilas-Boas Da Silva, J. M., & Duarte De Almeida, I. (2022). *A New Conceptual Perspective on Circular Economy: preliminarily confirmation of the 7R Principle by a descriptive Case Study in Eastern China*. www.sipac.gov.cn

26- Zubir, N. F., Conding, A. F. M., Jaya, J., & Hashim, N. A. S. L. (2013). Sustainable manufacturing practices, sustaining lean improvements and sustainable performance in Malaysian automotive industry) 'Sustainable manufacturing practices, sustaining lean improvements and sustainable performance in Malaysian automotive industry SMP, SLI and sustainable performance in Malaysian automotive industry 445. In *Management and Sustainable Development* (Vol. 9, Issue 4).