

تقييم ممارسات إدارة سلسلة التوريد الخضراء باستخدام طريقة التقييم والتحليل المبني على المسافة "CODAS" Evaluating Green Supply Chain Management Practices Using CODAS

عبيد فريد زكريا

مخبر الدراسات القانونية والاقتصادية، المركز الجامعي أفلو (الجزائر)، z.abid@cu-aflou.edu.dz

تاريخ النشر: 2025/11/25

تاريخ القبول: 2025/11/11

تاريخ الاستلام: 2025/03/13

ملخص:

تهدف الورقة البحثية إلى توضيح مدى فاعلية ممارسات إدارة سلاسل التوريد الخضراء، بإعتبارها إستراتيجية هادفة لتحقيق الإستدامة، والإجابة على الإشكالية الرئيسية التي تنص على معرفة أفضلية كل ممارسة من ممارسات إدارة سلاسل التوريد الخضراء من خلال طريقة من طرق المنطق الرياضي الضبابي ألا وهي دمج وترتيب المبني على المسافة تزامنا مع نماذج سلاسل التوريد، مبرزا أفضل نموذج من نماذج سلاسل التوريد الخضراء.

وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن أفضل نموذج يتمشى مع ممارسات إدارة سلاسل التوريد الخضراء هو نموذج سلاسل التوريد الرشيق يليه سلسلة التوريد الخطية ومن بعدها سلاسل التوريد التعاونية ومن ثم سلاسل التوريد الحلقة المغلقة وأخيراً سلاسل التوريد الدائرية.

كلمات مفتاحية: سلاسل توريد خضراء، شراء وتصنيع أخضر، توزيع وتكنولوجيا خضراء، دمج وترتيب.

تصنيف JEL : Q01، D81، CO2 .

Abstract:

The research paper aims to demonstrate the effectiveness of green supply chain management (GSCM) practices as a strategic approach to achieving sustainability. It addresses the main problem, which is identifying the superiority of each GSCM practice through one of the fuzzy logic mathematical methods, specifically distance-based integration and ranking, in conjunction with green supply chain models. The study highlights the best model among green supply chain models.

The results of the study concluded that the most compatible model with GSCM practices is the Agile Supply Chain Model, followed by the Linear Supply Chain Model, then the Collaborative Supply Chain Model, followed by the Closed-Loop Supply Chain Model, and finally the Circular Supply Chain Model.

Keywords: Green Supply Chains, Green Purchasing and Manufacturing, Green Distribution and Technology, Integration and Ranking.

JEL Classification: Q01, D81, CO2.

1. مقدمة:

في ظل المنافسة الصعبة بين الشركات في بيئة الأعمال التي لا تقتصر على التكلفة والسعر والجودة والكفاءة فقط بل يتعين عليها مراقبة آثارها البيئية والإمتثال إلى اللوائح المتعلقة بالبيئة، هذا الإهتمام يؤثر إيجاباً على أرباح الشركات من الناحية الإقتصادية والبيئية والإجتماعية، ووفق تقرير وكالة حماية البيئة للولايات المتحدة سنة 2000 الذي نص على أن الشركات التي تبنت ونفذت المبادئ الخضراء شهدت وفرة وفوائد كبيرة، وتظهر الإحصائيات لمنظمة الصحة العالمية أن 4.2 مليون شخص يموتون كل عام نتيجة التلوث الهوائي، وأصبحت هذه الإحصائيات مصدر قلق للمجتمع بإعتبار الشركات هي المسؤولة عن معظم المشاكل البيئية لذلك نشأت إدارة سلسلة التوريد الخضراء بإعتبارها نهج أخضر جديد يحسن من سمعة النشاط التجاري والأداء البيئي، وعليه كلما زاد وعي وإدراك الأشخاص للبيئة تزيد عمليات الشراء من الشركات ذات الممارسات البيئية الخضراء، فمنهج إدارة سلسلة التوريد الخضراء يعد من الآليات الجديدة لتحسين الأداء البيئي ومصدر للخلق القدرة التنافسية من حيث مكونات وتصميم وتصنيع وتعبئة ونقل وتوزيع وشراء وتخزين وتسويق للمنتج، كل هذه تعد ممارسات يجب العمل على تطبيقها وتنفيذها، وعلى ضوء ما سبق يمكننا صياغة الإشكالية الرئيسية الآتية:

1.1 إشكالية البحث:

يمكننا صياغة الإشكالية الرئيسية الآتية: كيف يتم ترتيب ممارسات إدارة سلاسل التوريد الخضراء مع مراعاة النموذج الذي يتناسب معها من خلال تنفيذ طريقة التحليل والدمج والترتيب المبنية على أساس المسافة؟

2.1 أسئلة البحث:

توجد مجموعة من التساؤلات تخص البحث نستعرضها كالآتي:

- ما المقصود بإدارة سلاسل التوريد الخضراء في ظل تبني إستراتيجية الإستدامة في الاعمال؟
- ماهي ابرز ممارسات إدارة سلاسل التوريد الخضراء؟ وماهي معوقات التي تواجهها؟
- ما هي نماذج ادارة سلاسل التوريد الخضراء؟ وما هو النموذج الذي يتماشى مع جميع المعايير؟

3.1 فرضيات البحث:

يمكننا صياغة الفرضية الرئيسية الآتية: هناك ترتيب على أساس الافضلية الممارسات التي تعمل بها إدارة سلاسل التوريد الخضراء تتوافق مع أفضل نموذج وذلك بإستخدام طريقة الترتيب والدمج والتحليل المبني على المسافة.

4.1 أهداف البحث:

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد مفهوم إدارة سلسلة التوريد الخضراء من خلال إستعراض مجموعة من الأبحاث والدراسات، وكذا توضيح مجموعة من ممارسات إدارة سلسلة التوريد الخضراء التي تتماشى مع إستراتيجية حماية البيئة، ومعرفة أهمية إدارة سلسلة التوريد الخضراء في زيادة الموائمة بين الكفاءة التشغيلية والحماية البيئية، والتطرق إلى طريقة التحليل والتقييم المبني على المسافة بإعتبارها طريقة حديثة تتناسب مع موضوع الدراسة.

5.1 منهج وأداة البحث:

من أجل تحقق الدراسة أهدافها، إعتمدنا على المنهج الوصفي التحليلي القائم على تحليل الظاهرة وإختبار فروض الدراسة وتحليل البيانات وتفسيرها والوصول إلى إستنتاجات التي تسهم في تحديد أهمية ممارسات إدارة سلسلة التوريد

الخضراء، وإعتمدنا على أداة من أدوات التحليل الضبابي للقرار، ألا وهي أداة التحليل والتقييم المبني على المسافة "CODAS"، من أجل تقييم ممارسات إدارة سلسلة التوريد الخضراء.

2. مفاهيم أساسية لإدارة سلسلة التوريد الخضراء:

في هذا المحور نستعرض مفهوم إدارة سلسلة التوريد الخضراء، من خلال التطرق لأبرز المفاهيم في الأوساط الأكاديمية والمهنية، فيجده الباحثون والمتخصصون مفيداً لأنه يُقدّم رؤية نظرية حول إدارة سلسلة التوريد المستدامة، ويُقدّم تفسيراً مُحتملاً لها بالنظر إلى تعدد ممارساتها ونماذجها.

1.2 مفهوم إدارة سلسلة التوريد الخضراء:

تحتوي الأبحاث والدراسات العلمية على العديد من الدراسات المتعلقة بإدارة سلسلة التوريد الخضراء هذا ما أدى إلى وجود عدة تعريفات بخصوص ذلك، نستخلصها فيما يلي:

- تعرف سلسلة التوريد الخضراء بأنها دمج التفكير البيئي في إدارة سلسلة التوريد، وتشمل هذه السلسلة تقليل النفايات، والحفاظ على الطاقة، وتقليل الانبعاثات، وتعزيز الممارسات المستدامة في جميع مراحل سلسلة التوريد، بما في ذلك المشتريات، والإنتاج، والخدمات اللوجستية، والتوزيع، والخدمات اللوجستية العكسية، وبالتالي تعتبر وسيلة تعمل على تحسين قابلية المنظمة على التخلص من الهدر وتحسين جودة المنتجات وتخفيض التكاليف وزيادة مرونة جمع عمليات المنظمة.¹
- تتمثل إستراتيجية إدارة سلسلة التوريد الخضراء في التقليل من الآثار السلبية للشركة وشبكة سلسلة التوريد الخاصة بها على البيئة فيما يتعلق بتغيير المناخ ومراقبة التلوث وعناية الموارد الغير المتجددة، وذلك خلال إدارة دورة حياة المنتج بأكملها، وتعرف بأنها "العمليات والإجراءات التي تسعى على تحسين العلاقات بين موردي المنتجات الخضراء والعملاء مع مراعاة التقليل من الأنشطة التي تضر البيئة والمجتمع، والضرر يمكن التخلص والوقاية منه من خلال المسؤولية والتي تعبر عن اللوائح الحكومية التي تفرضها الحكومات للممارسات الخضراء قصد التخفيض من انبعاثات الكربون".²
- يقصد بها إدارة الموارد والمعلومات وتدفقات رأس المال والتنسيق بين الشركات على طول سلسلة التوريد مع مراعاة الجوانب للتنمية المستدامة بأبعادها الثلاثة، إقتصادية وإجتماعية وبيئية، نستنتج مما سبق بأن إدارة سلسلة التوريد الخضراء تُعد أداة فعالة في الإقتصاد الأخضر، ولا تقتصر على حماية البيئة والمجتمع بل تحسن من تخصيص الموارد وإنتاج ونقل وتوزيع وتعبئة وإعادة تدوير المنتجات الخضراء .

2.2 أهمية إدارة سلسلة التوريد الخضراء: تتمثل في:³

- إن الإدارة المستدامة لسلسلة التوريد تتطلب رؤية أوسع ويجب أن تسلط الضوء على الجوانب الإقتصادية والبيئية والإجتماعية لممارسات الأعمال؛
- التكامل الإستراتيجي والشفاف وتحقيق الأهداف الإجتماعية والبيئية والإقتصادية للمنظمة في التنسيق النظامي لعمليات الأعمال الرئيسية بين المنظمات لتحسين الأداء الإقتصادي الطويل الأجل للفرد وسلسلة التوريد الخاصة به؛
- التدفقات المادية والمعلوماتية ورأس المال، فضلاً عن التعاون بين الشركات على طول سلسلة التوريد مع مراعاة الأهداف من الأبعاد الثلاثة للتنمية المستدامة، أي الإقتصادية والبيئية والإجتماعية، والتي تنبع من متطلبات العملاء وأصحاب المصلحة؛
- "إن سلسلة التوريد المستدامة هي تلك التي تحقق أداءً جيداً على كل من المقاييس التقليدية للربح والخسارة وكذلك على مفهوم موسع للأداء يشمل الأبعاد الإجتماعية والطبيعية؛ فإذا كانت السلسلة المستدامة هي التي تحقق

أداءً جيداً في جميع عناصر النتيجة النهائية الثلاثية، فإن إدارة سلسلة التوريد المستدامة هي الإجراءات الإدارية المحددة التي يتم اتخاذها لجعل سلسلة التوريد أكثر إستدامة بهدف نهائي يتمثل في إنشاء سلسلة مستدامة حقاً؛

- إنشاء سلاسل توريد منسقة من خلال التكامل الطوعي للإعتبارات الاقتصادية والبيئية والاجتماعية مع أنظمة الأعمال الرئيسية بين المنظمات المصممة لإدارة المواد والمعلومات وتدفقات رأس المال المرتبطة بشراء وإنتاج وتوزيع المنتجات أو الخدمات بكفاءة وفعالية من أجل تلبية متطلبات أصحاب المصلحة وتحسين الربحية والقدرة التنافسية والمرونة للمنظمة على المدى القصير والطويل؛
- إن إدارة عمليات سلسلة التوريد والموارد والمعلومات والأموال تهدف لتعظيم ربحية سلسلة التوريد مع تقليل التأثيرات البيئية وتعظيم الرفاهية الاجتماعية في نفس الوقت.

3.2. عوائق تنفيذ إدارة سلسلة التوريد الخضراء:

برزت إدارة سلسلة التوريد الخضراء (GSCM) كإستراتيجية بالغة الأهمية للمؤسسات التي تسعى إلى مواءمة النمو الإقتصادي مع الإستدامة البيئية، ومع ذلك، ورغم فوائدها المحتملة، غالباً ما تُعيق تطبيق ممارسات إدارة سلسلة التوريد الخضراء عوائق مختلفة، ويمكن تصنيف هذه العوائق إلى تحديات داخلية وخارجية ومنهجية تواجهها المؤسسات عند محاولتها دمج الإستدامة في سلاسل التوريد الخاصة بها: (Craig & Liane , 2011) (Payman & Cory , 2013)

عوائق خارجية		عوائق داخلية	
التكاليف الأولية المرتفعة	يتطلب (GSCM) إستثمارات أولية كبيرة في التقنيات الخضراء والبنية التحتية والتدريب، على سبيل المثال، قد يكون الانتقال إلى مصادر الطاقة المتجددة أو تطبيق عمليات صديقة للبيئة مكلفاً للغاية بالنسبة للشركات الصغيرة والمتوسطة؛	تردد المورد	يتردد الموردون في تبني الممارسات الخضراء بسبب مخاوف تتعلق بالتكلفة أو نقص الوعي، وقد يكون ضمان إمتثال الموردين لمعايير الإستدامة أمراً صعباً، لا سيما في سلاسل التوريد العالمية التي تشهد إختلافات ثقافية وتنظيمية؛
	تفتقر العديد من المؤسسات إلى المعرفة والخبرة اللازمين لتطبيق (GSCM) بفعالية، ويشمل ذلك فهم مقاييس الإستدامة والمتطلبات التنظيمية وأفضل الممارسات، حيث يقاوم الموظفون والمديرون التغيير أيضاً لعدم إلمامهم بالممارسات الخضراء؛	معايير تنظيمية غير متسقة	تختلف اللوائح البيئية إختلافاً كبيراً بين المناطق، مما يُشكل تحديات في الإمتثال للشركات متعددة الجنسيات، مما يؤدي عدم إتساق المعايير إلى إرتباك وزيادة تعقيد تطبيق ممارسات إدارة سلسلة التوريد العالمية (GSCM) عالمياً؛
	قد يُعيق الجمود التنظيمي ومقاومة التغيير تبني إدارة سلسلة التوريد الخضراء ويرى الموظفون وأصحاب المصلحة المعتادون على ممارسات سلسلة التوريد التقليدية أن المبادرات الخضراء مُزعزعة للإستقرار أو غير ضرورية، خاصة إذا لم تُحقق عوائد مالية فورية؛	ضغوط السوق	في الأسواق التنافسية، قد تُعطي المؤسسات الأولوية للأرباح قصيرة الأجل على أهداف الإستدامة طويلة الأجل. مما يفتقر العملاء إلى الوعي أو الرغبة في دفع مبالغ مقابل المنتجات الخضراء، مما يُقلل من حافز الشركات لتبني ممارسات إدارة سلسلة التوريد الخضراء (GSCM)؛
	تواجه الشركات الصغيرة والمتوسطة، على وجه الخصوص، تحديات كبيرة بسبب محدودية مواردها المالية، فالتكاليف المرتفعة المرتبطة بتبني الممارسات الخضراء، مثل شراء معدات موفرة للطاقة أو الحصول	الوصول المحدود إلى التقنيات	إن الوصول إلى التقنيات الخضراء المتقدمة، مثل تقنية البلوك تشين لضمان شفافية سلسلة التوريد أو إنترنت الأشياء للمراقبة الآتية، محدوداً بسبب إرتفاع التكاليف أو نقص البنية التحتية، وهذا يجد من قدرة المؤسسات على

على مواد مستدامة، قد تُثقل كاهل الميزانيات وتُحد من قابلية التوسع.	الخضراء	تطبيق حلول متطورة.
--	---------	--------------------

المصدر: من إعداد الباحث بناء على المرجعين السابقين.

3. ممارسات إدارة سلسلة التوريد الخضراء:

يُستفاد ممارسات إدارة سلسلة التوريد الخضراء بشكل رئيسي في عمليات صنع القرار المختلفة التي ينبغي تصميمها مع مراعاة متطلبات الاستدامة، ولذلك، فهو يدعم الممارسين خلال عمليات الإدارة المتعلقة، على سبيل المثال، باختيار الموردين وتقييمهم لإختيار شركاء أعمال يتمتعون بقدرات تنافسية متفوقة. يُظهر هذا البحث أهمية إدارة أداء الموردين على أساس تقييم موسع يتجاوز المقاييس التقليدية، وفي الوقت نفسه، يؤكد على دور التعاون في تحقيق الاستدامة كعامل مهم في تحقيق سلاسل توريد مستدامة حقاً.

1.3 الشراء الأخضر "Green Purchasing":

الشراء الأخضر، المعروف أيضاً بالشراء المستدام أو الشراء المُفضَّل بيئياً، يشير إلى ممارسة إقتناء السلع والخدمات التي تُقلِّل من الضرر البيئي طوال دورة حياتها، ونظراً للمخاوف المتزايدة بشأن تغير المناخ، ونضوب الموارد، والمسؤولية الاجتماعية للشركات، وتذكر المؤسسات بشكل متزايد أنَّ الشراء الأخضر لا يُقلِّل من الأثر البيئي فحسب، بل يُعزز أيضاً الكفاءة التشغيلية، ويُخفِّض التكاليف، ويُحسِّن سمعة العلامة التجارية،⁴ تضمن الشراء الأخضر إختيار المنتجات والخدمات التي تُلبي معايير بيئية مُحَدَّدة، مثل خفض انبعاثات الكربون، وكفاءة الطاقة، وإمكانية إعادة التدوير، والحد الأدنى من استخدام المواد الخطرة، بخلاف الشراء التقليدي، الذي يُركز بشكل أساسي على التكلفة والجودة، يُدمج الشراء الأخضر إعتبرات الاستدامة في عمليات صنع القرار، فالشراء الأخضر يُعد عنصراً أساسياً في إدارة سلسلة التوريد الخضراء لأنه يُرسي أسس العمليات المستدامة.⁵

2.3 التصنيع الأخضر "Green Manufacturing":

يُشير التصنيع الأخضر، المعروف أيضاً بالتصنيع المستدام، إلى إنتاج منتجات من خلال عمليات تُقلِّل من الأثر البيئي، وتُحافظ على الطاقة والموارد الطبيعية، وتضمن سلامة الموظفين والمجتمعات والمستهلكين، ومع تزايد المخاوف العالمية بشأن تغير المناخ، ونضوب الموارد، والتدهور البيئي، تتبنى الصناعات بشكل متزايد ممارسات التصنيع الأخضر بما يتماشى مع أهداف الاستدامة، حيث يدمج التصنيع الأخضر مبادئ صديقة للبيئة في عمليات الإنتاج، بهدف تقليل النفايات وإستهلاك الطاقة والانبعاثات مع الحفاظ على جودة المنتج وكفاءة التشغيل أو تحسينهما بخلاف التصنيع التقليدي، الذي غالباً ما يُعطي الأولوية للتكلفة والسرعة، يُركز التصنيع الأخضر على نهج دورة الحياة، مع مراعاة الأثر البيئي لإستخراج المواد الخام وإنتاجها وتوزيعها وإستخدامها والتخلص منها، يتماشى هذا المفهوم بشكل وثيق مع مبادئ الإقتصاد الدائري، الذي يسعى إلى القضاء على النفايات من خلال إعادة إستخدام المواد وإعادة تدويرها وتوظيفها،⁶ ومن خلال تبني ممارسات التصنيع الأخضر، تُسهِّم المؤسسات في تحقيق الهدف الأوسع المتمثل في تحقيق التنمية المستدامة، ويهدف التصنيع الأخضر إلى تقليل إستهلاك الطاقة من خلال التقنيات المبتكرة وتحسين العمليات، وتنفيذ تقنيات التصنيع المرن لتقليل هدر المواد وتحسين استخدام الموارد، والحد من إطلاق المواد الضارة، مثل الغازات المسببة للإنبجاس الحراري والمواد الكيميائية السامة في البيئة، وإستخدام المياه بكفاءة ومعالجة مياه الصرف الصحي لمنع التلوث، وإعطاء الأولوية للمواد المتجددة والقابلة لإعادة التدوير والقابلة للتحلل البيولوجي في عمليات الإنتاج.⁷

3.3 التوزيع الأخضر "Green Distribution":

يشير التوزيع الأخضر، المعروف أيضاً باللوجستيات المستدامة أو التوزيع الصديق للبيئة، إلى دمج الاعتبارات البيئية في نقل البضائع وتخزينها وتسليمها. مع توسع سلاسل التوريد العالمية وإستمرار إرتفاع الانبعاثات المرتبطة بالنقل، برز التوزيع الأخضر كإستراتيجية أساسية لتقليل البصمة البيئية للعمليات اللوجستية، تضمن التوزيع الأخضر تحسين العمليات اللوجستية لتقليل إستهلاك الطاقة، وانبعاثات غازات الإحتباس الحراري، وتقليل إنتاج النفايات مع الحفاظ على الكفاءة التشغيلية ورضا العملاء بخلاف أنظمة التوزيع التقليدية، التي تُعطي الأولوية للسرعة والتكلفة، يُركز التوزيع الأخضر على الإستدامة من خلال تبني ممارسات مثل تحسين المسارات، وإستخدام أنواع الوقود البديلة، والتغليف القابل لإعادة الإستخدام،⁸ ويهدف التوزيع الأخضر إلى تقليل الانبعاثات الناتجة عن أنشطة النقل والتخزين، وإستخدام تقنيات كفاءة الطاقة ومصادر الطاقة المتجددة في العمليات اللوجستية، وإزالة التغليف غير الضروري وتشجيع إعادة التدوير والإستخدام، وتحقيق أقصى إستفادة من المركبات والمستودعات والموارد الأخرى لتقليل التأثير البيئي، وتصميم التغليف القابل لإعادة التدوير أو القابل للتحلل البيولوجي أو القابل لإعادة الإستخدام.⁹

4.3 التكنولوجيا الخضراء "Green Technology":

تُشير التكنولوجيا الخضراء، المعروفة أيضاً بالتكنولوجيا البيئية أو التكنولوجيا النظيفة، إلى تطوير وتطبيق أدوات وأنظمة وعمليات تُعزز الإستدامة وتُقلل من الضرر البيئي، يشمل هذا المفهوم الابتكارات في إنتاج الطاقة، وإدارة النفايات، والنقل، والزراعة، والتصنيع، وجميعها تهدف إلى مواجهة التحديات العالمية، مثل تغير المناخ، وإستنزاف الموارد، والتلوث ومع تزايد أولوية الصناعات والحكومات للإستدامة، برزت التكنولوجيا الخضراء كعامل تمكين أساسي للممارسات المسؤولة بيئياً، تُعرّف التكنولوجيا الخضراء بأنها إستخدام العلوم والهندسة لإنتاج منتجات وخدمات صديقة للبيئة، وموفرة للطاقة، ومستدامة، وعلى عكس التقنيات التقليدية، التي غالباً ما تُعطي الأولوية للنمو الإقتصادي على الاعتبارات البيئية، تسعى التكنولوجيا الخضراء إلى موازنة الأنشطة البشرية مع النظم البيئية الطبيعية، وتشمل هذه التكنولوجيا مجموعة واسعة من الابتكارات، بما في ذلك أنظمة الطاقة المتجددة، وتقنيات تنقية المياه، وحلول إعادة تدوير النفايات، وآليات إحتجاز الكربون، يتماشى هذا المفهوم مع مبادئ التنمية المستدامة، التي تُركّز على تلبية الإحتياجات الحالية دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية إحتياجاتها، وتلعب التكنولوجيا الخضراء دوراً محورياً في تحقيق هذا التوازن من خلال تقليل إستهلاك الموارد، وخفض الانبعاثات، وتعزيز ممارسات الإقتصاد الدائري.¹⁰

5.3 اللوجستية الخضراء "Green Reverse Logistics":

تشير اللوجستيات العكسية الخضراء إلى دمج الاعتبارات البيئية في عمليات إرجاع المنتجات أو إعادة تدويرها أو تجديدها أو التخلص منها في نهاية دورة حياتها، بخلاف اللوجستيات العكسية التقليدية، التي تركز بشكل أساسي على كفاءة التكلفة والفعالية التشغيلية، تُركز اللوجستيات العكسية الخضراء على تقليل الأثر البيئي مع تعظيم إسترداد الموارد، حيث تتضمن اللوجستيات العكسية الخضراء إدارة تدفق البضائع من المستهلكين إلى المصنّعين أو الجهات المعنية الأخرى بطريقة تقلل من الضرر البيئي وتعزز الإستدامة، تشمل الأنشطة الرئيسية إرجاع المنتجات، وإعادة التصنيع، والتجديد، وإعادة التدوير، والتخلص السليم من المواد الخطرة، الهدف هو سد الفجوة في سلاسل التوريد من خلال إعادة دمج المواد المستخدمة في عمليات الإنتاج، مما يقلل الحاجة إلى الموارد الخام ويقلل النفايات، يتماشى هذا المفهوم بشكل وثيق مع مبادئ الإقتصاد الدائري، الذي يسعى إلى الحد من النفايات من خلال تصميم منتجات تدوم طويلاً، وتُعاد إستخدامها، وتُعاد تدويرها، ومن

خلال دمج اللوجستيات العكسية الخضراء في عملياتها، تُسهّم المؤسسات في تحقيق الهدف الأوسع المتمثل في تحقيق التنمية المستدامة.¹¹

4. نماذج سلسلة التوريد الخضراء: تتمثل فيما يلي:

- **النموذج الخطي:** تتبع سلاسل التوريد التقليدية نمجاً خطياً "الأخذ-التصنيع-التخلص"، حيث تُستخرج المواد الخام، وتُعالج في صورة منتجات، وتُستخدم، ثم تُرمى، ورغم فعالية هذا النموذج من حيث التكلفة، إلا أنه غير مستدام نظراً لتأثيره البيئي الكبير.
- **النموذج الدائري:** تهدف سلاسل التوريد الدائرية إلى سد الفجوة من خلال إعادة دمج النفايات في عمليات الإنتاج، ويركز هذا النموذج على إعادة الاستخدام وإعادة التدوير وإعادة التصنيع، مما يقلل الاعتماد على الموارد الخام ويقلل النفايات.
- **نموذج سلسلة التوريد ذات الحلقة المغلقة:** تدمج سلسلة التوريد المغلقة العمليات اللوجستية الأمامية والخلفية لضمان إعادة استخدام المنتجات والمواد، أو تجديدها، أو إعادة تدويرها في نهاية دورة حياتها، يُعد هذا النموذج فعالاً بشكل خاص في صناعات مثل الإلكترونيات، والسيارات، والتغليف.¹²
- **نموذج سلسلة التوريد التعاونية:** تتضمن النماذج التعاونية شراكات بين الموردين والمصنعين والموزعين والعملاء لتحقيق أهداف الإستدامة المشتركة، من خلال تبادل البيانات والموارد وأفضل الممارسات، يمكن لأصحاب المصلحة تحسين العمليات وتقليل الأثر البيئي.
- **نموذج سلسلة التوريد الخضراء والرشيقة:** يجمع هذا النموذج المهجين بين مبادئ الإنتاج الرشيق، التي تركز على الحد من الهدر وتحسين الكفاءة، والممارسات الخضراء التي تركز على الإستدامة البيئية، تهدف سلاسل التوريد الرشيقة والخضراء إلى خفض التكاليف وتحسين الجودة وتقليل البصمة البيئية في آن واحد.¹³

5. الدراسة الميدانية:

تم تقييم تأثير "GSCM" في الأدبيات العلمية من قبل "Oliveira et al, 2018" بتحليل بليومتري منهجي للبحوث المنشورة من عام 2006 إلى عام 2016 تم إستخراج 339 ورقة بحثية من خمسة قواعد بيانات، وتجدر الإشارة إلى أن معظم الدراسات تجريبية بنسبة 52% والمراجعة الأدبية بنسبة 11%، أما الدراسات التي تحتوي على نماذج رياضية بنسبة 37%، ومن هذا المنطلق نعتد في دراستنا على دمج البرمجة الرياضية مع المحاكاة قصد تحقيق طريقة التسلسل الهرمي وفق نهج الدمج والتقييم القائم على المسافة "CODAS".

1.5 مفهوم طريقة "CODAS"

تم تقديم طريقة "CODAS" بواسطة "Ghorabae" في سنة 2016 لأول مرة بإعتبارها طريقة مطورة حديثاً، حيث تتمتع بعدة مزايا التي لم تأخذ بعين الإعتبار من طرف الطرق المختلفة المنبثقة من "MCDM"، وأستخدمت هذه الطريقة في حل مشاكل إختيار الموردين في الشركات الصناعية من قبل الباحث "Panchal" في سنة 2018، فطريقة "CODAS" هي كلمة مركبة تعني "Combinative" وتدل على الدمج والتركيب وأما "distance-based" تعني المسافة وفيما يخص "assessment" تشير إلى التقييم، وبالتالي هي تدل على الدمج والتقييم القائم على المسافة، وعليه المبدأ الأساسي لطريقة "CODAS" هو أن أفضل بديل يجب أن يكون للوضع الأبعد مسافة من الحل المثالي السلبي.

2.5 خطوات طريقة "CODAS"

لتنفيذ طريقة "CODAS" يجب تتبع مبدأ الخوارزميات أي خطوة بخطوة مع مراعاة التسلسل قصد تحقيق هدف الدراسة، فهناك ثمانية خطوات نستعرضها على النحو الآتي¹⁴:

- الخطوة الأولى "Step 1": إنشاء مصفوفة القرار المبنية على تقييم البدائل من حيث كل سمة:

$$[X_{ij}]_{n \times m} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{n1} & \tilde{x}_{n2} & \dots & \tilde{x}_{nm} \end{bmatrix}$$

حيث: (X_{ij}) يمثل قيمة التصنيف $ith \in \{1, 2, \dots, n\}$ ، وأما (j^{th}) بديل قائم على $j \in \{1, 2, \dots, m\}$

- الخطوة الثانية "Step 2": تطبيع مصفوفة القرار

$$\tilde{n}_{ij} = \begin{cases} \frac{\tilde{x}_{ij}}{\max_i \tilde{x}_{ij}} & \text{if } j \in N_b \\ \frac{\min_i \tilde{x}_{ij}}{\tilde{x}_{ij}} & \text{if } j \in N_c \end{cases}$$

حيث تمثل (N_b) مجموعات المنفعة أي القيمة المرغوب فيها و (N_c) تمثل مجموعات من السمات الغير مفيدة أي من المستحسن إنخفاض القيمة أو القيمة الغير مرغوب فيها.

- الخطوة الثالثة "Step 3": حساب مصفوفة القرار المعيارية المرجحة

يتم حساب وإنشاء مصفوفة القرار المعيارية أو الموزونة المرجحة باستخدام المعادلة الآتية:

$$S_{ij} = w_j \tilde{n}_{ij}$$

حيث: $w_j \in [0, 1]$ مع مراعاة مجموع الأوزان: $\sum_{j=1}^m w_j = 1$

- الخطوة الرابعة "Step 4": تحديد الحل المثالي السلي

يتم الحصول على الحل المثالي باستخدام المعادلة الآتية:

$$NI = [n_{tj}]_{1 \times m}$$

حيث: $n_{tj} = \min S_{ij}$

- الخطوة الخامسة "Step 5": حساب المسافة الإقليدية والمطرفة للبدائل من الحل المثالي السلي

يتم حساب المسافة الإقليدية "Euclidean distance" والتي سميت على عالم الرياضيات اليوناني "Euclid" مع استخدام نظرية فيثاغورس لذا أحياناً تسمى مسافة فيثاغورس والتي يرمز لها بالرمز "ED"، يتم الحصول عليها وفق المعادلة الآتية:

$$ED_i = \sqrt{\sum_{j=1}^m (S_{ij} - n_{tj})^2}$$

وفيما يخص المسافة المطرقة "Hamming distance" التي سميت على عالم الرياضيات الأمريكي "Richard Hamming" ويرمز لها بالرمز "HD" على النحو المعبر عنه في المعادلة الآتية:

$$HD_t = \sum_{j=1}^m |s_{ij} - n_{tj}|$$

- الخطوة السادسة "Step 6": بناء مصفوفة (Ra)

يتم الحصول على مصفوفة "Ra matrix" باستخدام المعادلة الآتية:

$$Ra = [p_{il}]_{n \times n}$$

ومنه:

$$P_{il} = (ED_i - ED_l) + (\delta(ED_i - ED_l)) * ((HD_i - HD_l))$$

حيث: $l \in \{1, 2, \dots, n\}$ و δ تعتبر عتبة وظيفية "threshold function" تستخدم على النحو التالي:

$$\delta(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } |x| \geq p \\ 0 & \text{if } |x| < p \end{cases}$$

حيث (p) تمثل العتبة المعلمية "the threshold parameter" وهي قيمة محصورة بين 0.01 و 0.05، ويمكن ضبطها بواسطة (DM)

- الخطوة السابعة "Step 7": حساب درجة التقييم (AS) لكل بديل

يتم حساب قيمة (AS) لكل بديل، مع تحديد درجة التقييم الأعلى والبديل الأنسب، وذلك باستخدام المعادلة على النحو التالي:

$$AS_i = \sum_{l=1}^n p_{il}$$

- الخطوة الثامنة "Step 8": ترتيب البدائل وفقاً لقيمة (AS)

يتم ترتيب البدائل وفقاً لقيمة (AS) بالترتيب التنازلي، والبديل ذو القيمة الأعلى لـ (AS) هو الخيار الأفضل من بين البدائل، أي البديل الأكثر إستحساناً هو البديل الذي لديه أعلى درجة تقييم.

3.5 تنفيذ خطوات طريقة "CODAS-IVAIF"

في هذا الجزء يتم إثبات وتبعية وتنفيذ عمليات وخطوات "CODAS"، مع مراعاة نهج "IVAIF" المقترح، لتقييم البدائل الخمسة (A1, A2, A3, A4, A5) مع المعايير (C1, C2, C3, C4, C5, C6) لإختيار وتحديد البديل الأفضل، والجدول الموالي يبين المعايير والبدائل:

الجدول رقم (01): يبين المعايير والبدائل

رمز المعيار	رمز البديل	إسم البديل	رمز البديل
الشراء الأخضر	Green purchasing	نموذج سلسلة التوريد الخطية	Linear Model
التصنيع الأخضر	Green Manufacturing	نموذج سلسلة التوريد الدائرية	Circular supply chains
التوزيع الأخضر	Green Distribution	نموذج سلسلة التوريد ذات الحلقة المغلقة	Closed-Loop Supply Chain Model
التكنولوجيا الخضراء	Green Technology	نموذج سلسلة التوريد التعاونية	Collaborative Supply Chain Model
اللوجستية الخضراء	Green logistics	نموذج سلسلة التوريد الرشيقية	Lean Supply Chain

Model

المصدر: من إعداد الباحث بناء على المراجع السابقة.

ويتم تحديد أوزان المعايير من خلال ثلاثة من صانعي القرار (DM1, DM2, DM3)، وذلك إنطلاقاً من المتغيرات

اللغوية المبينة في الجدولين المواليين:

الجدول رقم (02): مقياس "IVIFN" لتقييم البدائل وفقاً للمعايير

المصطلحات اللغوية	IVIFNs
Extremely good (EG)/extremely high (EH)	([1, 1], [0, 0])
Very Very good (VVG)/Very Very high (VVH)	([0.9, 0.9], [0.1, 0.1])
Very good (VG)/very high (VH)	([0.7333, 0.825], [0, 0.125])
Good (G) / high (H)	([0.6333, 0.725], [0.1, 0.225])
Medium good (MG)/medium high (MH)	([0.5333, 0.625], [0.2, 0.325])
Fair (F)/medium (M)	([0.4333, 0.525], [0.3, 0.425])
Medium bad (MB)/medium low (ML)	([0.3333, 0.425], [0.4, 0.425])
Bad (B)/ low (L)	([0.15, 0.2875], [0.45, 0.6375])
Very bad (VB)/ very low (VL)	([0, 0.1375], [0.6, 0.7875])
Very very bad (VVB)/ very very low (VVL)	([0.1, 0.1], [0.9, 0.9])

المصدر: من إعداد الباحث

الجدول رقم (03): المصطلحات اللغوية "the linguistic terms" لتقدير أهمية المعايير.

المصطلحات اللغوية	IVIFNs
Very important (VI)	([0.9, 0.9], [0.1, 0.1])
Important (I)	([0.4, 0.7625], [0, 0.2115])
Medium (M)	([0.15, 0.5125], [0.25, 0.4625])
Unimportant (U)	([0, 0.3625], [0.4, 0.6125])
Very unimportant (VU)	([0.1, 0.1], [0.9, 0.9])

المصدر: من إعداد الباحث

تنفيذ الخطوة الأولى: في الخطوة الأولى ومن خلال الجدول رقم (02) و(03) تم تحديد أوزان المعايير لكل (DM)، وفق

الصيغة الرياضية الآتية:

$$w_i = [\tilde{w}_{ji}]_{1 \times m}$$

$$\tilde{w} = ([\mu_{Lji}, \mu_{Uji}], [v_{Lji}, v_{Uji}]) \text{ حيث:}$$

الجدول رقم (04): تصنيفات أوزان كل معيار

	الوزن	معيار 1	معيار 2	معيار 3	معيار 4	معيار 5
DM1	0.45	I	U	VI	I	M
DM2	0.30	VI	VI	U	VU	VI
DM3	0.25	M	M	I	VI	U

المصدر: من إعداد الباحث.

بعد تحديد تصنيفات الأوزان (w_j) لكل معيار (j)، يتم تصنيف البدائل (i) تحت كل معيار (j) لكل صانع قرار (DM)،

والجدول الموالي يبين ذلك:

الجدول رقم (05): تصنيفات البدائل تحت كل معيار

	المعايير البدائل	معيار 1	معيار 2	معيار 3	معيار 4	معيار 5	معيار 6
DM (W ₁ = 0.45)	البديل 1 (A1)	MG	VB	VG	F	B	MB
	البديل 2 (A2)	G	F	B	MB	G	F
	البديل 3 (A3)	EG	MB	VVG	B	VG	VG
	البديل 4 (A4)	F	VG	MG	G	MB	F
	البديل 5 (A5)	VVG	VB	VB	B	VVG	MG
DM (W ₁ = 0.30)	البديل 1 (A1)	F	VG	MB	F	F	VVG
	البديل 2 (A2)	MG	MB	EG	VVG	VVG	G
	البديل 3 (A3)	VB	VVG	VG	F	F	MB
	البديل 4 (A4)	VG	MG	B	G	G	B
	البديل 5 (A5)	MB	VVG	VG	G	MG	VG
DM (W ₁ = 0.25)	البديل 1 (A1)	B	VB	VVG	MB	EG	MG
	البديل 2 (A2)	VB	MB	G	VG	VVG	VB
	البديل 3 (A3)	VVG	MG	MB	B	MG	VG
	البديل 4 (A4)	F	G	F	F	MG	MG
	البديل 5 (A5)	MG	VG	MB	VVG	VG	B

المصدر: من إعداد الباحث.

من خلال الجدول السابق يتبين أنه تم إعطاء لكل عناصر المصفوفة قيم ضبابية. بمصطلحات لغوية لكل بديل تحت كل معيار وفق ثلاثة صانعي قرار (DM)، هذا ما يجعلنا نبحث عن مصفوفة القرار المجمعة لكل بديل " Aggregated decision matrix"، وهذا بعد إتباع الخطوة الثانية من خطوات "CODAS"، مع الإستعانة بالمعادلة الآتية:

$$\bar{A}_j = ([a_j, b_j], [c_j, d_j])$$

$$IIFW_{A_w} = (\bar{A}_1, \bar{A}_2, \bar{A}_3, \dots, \bar{A}_n) \text{ و } \omega_j > 0, \sum_{j=1}^n \omega_j = 1$$

من محددات المعادلة وجب تنفيذ المعادلة الآتية للحصول على مصفوفة القرار المجمعة:

$$IIFWA_{(a)}(A_1, A_2, A_3, \dots, A_n) = ([1 - \prod_{j=1}^n (1 - a_j)^{\omega_j}, 1 - \prod_{j=1}^n (1 - b_j)^{\omega_j}], [\prod_{j=1}^n (c_j)^{\omega_j}, \prod_{j=1}^n (d_j)^{\omega_j}])$$

تشتمل المعادلة على (Π) والتي تدل على "capital pi"، والجدول الموالي يبين ذلك:

الجدول رقم (06): تصنيفات البدائل تحت كل معيار

المعيار 1 (C1)		المعيار 2 (C2)	
A1	[[0.4255, 0.5271], [0.3002, 0.4494]]	A1	[[0.3273, 0.4655], [0.9337, 0.6751]]
A2	[[0.4934, 0.5984], [0.2908, 0.4620]]	A2	[[0.4051, 0.4970], [0.3317, 0.4251]]
A3	[[1.0000, 1.0000], [0.2601, 0.3898]]	A3	[[0.6549, 0.6943], [0.2719, 0.3155]]
A4	[[0.5481, 0.6480], [0.2210, 0.3479]]	A4	[[0.6195, 0.7177], [0.1446, 0.7277]]
A5	[[0.7403, 0.7648], [0.2236, 0.2679]]	A5	[[0.6399, 0.6968], [0.3585, 0.5334]]
المعيار 3 (C3)		المعيار 4 (C4)	
A1	[[0.7253, 0.7826], [0.1644, 0.2232]]	A1	[[0.4099, 0.5018], [0.3265, 0.4251]]
A2	[[1.000, 1.000], [0.2557, 0.5057]]	A2	[[0.6999, 0.7473], [0.2301, 0.2696]]

AD M	A3	[[0.7843, 0.8168], [0.1707, 0.2023]]	A3	[[0.2475, 0.3691], [0.4088, 0.5837]]
	A4	[[0.4136, 0.8168], [0.1607, 0.2023]]	A4	[[0.5911, 0.6848], [0.1550, 0.2808]]
	A5	[[0.3922, 0.5170], [0.4166, 0.5830]]	A5	[[0.6132, 0.6723], [0.2789, 0.4285]]
	المعيار 5 (C5)		المعيار 6 (C6)	
	A1	[[1.000, 1.000], [0.3134, 0.4635]]	A1	[[0.6549, 0.6943], [0.2719, 0.3155]]
	A2	[[1.000, 1.000], [0.0761, 0.1362]]	A2	[[0.4268, 0.5321], [0.3438, 0.5097]]
	A3	[[0.6154, 0.7143], [0.0651, 0.2771]]	A3	[[0.5720, 0.7500], [0.1421, 0.2287]]
	A4	[[0.4903, 0.5859], [0.2719, 0.3455]]	A4	[[0.3441, 0.4490], [0.3719, 0.4789]]
AW C	A5	[[0.7971, 0.8290], [0.1081, 0.1804]]	A5	[[0.5417, 0.6497], [0.2212, 0.3754]]
	المعيار 1 (C1)		المعيار 2 (C2)	
	[[0.6177, 0.7807], [0.0984, 0.2547]]		[[0.5188, 0.6581], [0.2836, 0.4585]]	
	المعيار 3 (C3)		المعيار 4 (C4)	
	[[0.1607, 0.4185], [0.6956, 0.7484]]		[[0.5671, 0.7147], [0.5119, 0.5614]]	
	المعيار 5 (C5)		المعيار 6 (C6)	
	[[0.5342, 0.7659], [0.2509, 0.4220]]		[[0.5399, 0.6516], [0.5644, 0.6748]]	

المصدر: من إعداد الباحث.

الخطوة الثالثة: في هذه الخطوة يتم حساب مصفوفة القرار الموزونة

يتم حساب مصفوفة القرار الموزونة باستخدام المعادلة الآتية:

$$\tilde{A}_1 \otimes \tilde{A}_2 = ([a_1a_2, b_1b_2], [c_1 + c_2 - c_1c_2, d_1 + d_2 - d_1d_2])$$

حيث:

$$\tilde{A}_1 = ([a_1, b_1], [c_1, d_1])$$

$$\tilde{A}_2 = ([a_2, b_2], [c_2, d_2])$$

الجدول رقم (07): يبين مصفوفة القرار الموزونة

المعيار 1 (c1)		المعيار 2 (c2)	
A1	[[0.2621, 0.6109], [0.3690, 0.5896]]	A1	[[0.1698, 0.3063], [0.9525, 0.8240]]
A2	[[0.6177, 0.7807], [0.3605, 0.5990]]	A2	[[0.2101, 0.3270], [0.5212, 0.6886]]
A3	[[0.4844, 0.6376], [0.3329, 0.5452]]	A3	[[0.3397, 0.4569], [0.4783, 0.6293]]
A4	[[0.2554, 0.6376], [0.2976, 0.5139]]	A4	[[0.3213, 0.4723], [0.3871, 0.8525]]
A5	[[0.2422, 0.4036], [0.2999, 0.4543]]	A5	[[0.3319, 0.4585], [0.5404, 0.7473]]
المعيار 3 (c3)		المعيار 4 (c4)	
A1	[[0.1165, 0.3275], [0.7456, 0.8112]]	A1	[[0.2324, 0.3586], [0.6712, 0.7478]]
A2	[[0.1607, 0.4185], [0.7734, 0.8756]]	A2	[[0.3969, 0.5340], [0.6242, 0.6796]]
A3	[[0.1260, 0.3418], [0.7475, 0.7992]]	A3	[[0.1403, 0.2637], [0.7114, 0.8174]]
A4	[[0.0664, 0.3418], [0.7236, 0.7992]]	A4	[[0.3352, 0.4894], [0.5875, 0.6805]]
A5	[[0.0630, 0.2163], [0.8224, 0.8950]]	A5	[[0.3477, 0.4804], [0.6480, 0.7493]]
المعيار 5 (c5)		المعيار 6 (c6)	
A1	[[0.5342, 0.7659], [0.4856, 0.6899]]	A1	[[0.3535, 0.4524], [0.6828, 0.7774]]
A2	[[0.5342, 0.7659], [0.3079, 0.5007]]	A2	[[0.2304, 0.3467], [0.7141, 0.8405]]
A3	[[0.3287, 0.5470], [0.2996, 0.5790]]	A3	[[0.3088, 0.4887], [0.6262, 0.7491]]
A4	[[0.2619, 0.4487], [0.4545, 0.6216]]	A4	[[0.1857, 0.2925], [0.7263, 0.8305]]
A5	[[0.4258, 0.6349], [0.3135, 0.5262]]	A5	[[0.2924, 0.4233], [0.6607, 0.7968]]

المصدر: من إعداد الباحث.

الخطوة الرابعة: تحديد الحل المثالي السلبي

يتم تحديد الحل المثالي السلبي "Determining of the negative ideal solution" والذي يرمز له بالرمز " $\tilde{N}S_s$ "،

وذلك باستخدام المعادلة الآتية:

$$\tilde{NS} = [\tilde{ns}_j]_{1 \times m}; \quad \tilde{ns}_j = \min_i \tilde{r}_{ij}$$

$$\min_i \tilde{r} = ([\min_i \mu_{Lij}, \min_i \mu_{Uij}], [\max_i v_{Lij}, \max_i v_{Uij}])$$

حيث:

الجدول رقم (08): يبين الحل المثالي السليبي

	المعيار 1 (c1)	المعيار 2 (c2)
$\tilde{NS}_s$	[[0.2422, 0.4036], [0.3690, 0.5990]]	[[0.1698, 0.3063], [0.9525, 0.8525]]
	المعيار 3 (c3)	المعيار 4 (c4)
	[[0.0630, 0.2163], [0.8224, 0.8950]]	[[0.1403, 0.2637], [0.7114, 0.8174]]
	المعيار 5 (c5)	المعيار 6 (c6)
	[[0.2619, 0.4487], [0.4856, 0.6899]]	[[0.1857, 0.2925], [0.7263, 0.8405]]

المصدر: من إعداد الباحث.

الخطوة الخامسة: حساب المسافة الإقليدية والمسافة المطرقة من " $\tilde{NS}_s$ " لكل بديل:

يتم حساب المسافة الإقليدية " $ED_{\tilde{AB}}$ " والمسافة المطرقة " $HD_{\tilde{A}}$ " باستخدام المعادلتين الآتيتين على التوالي:

$$ED_{\tilde{AB}} = \sqrt{\frac{1}{6} \sum_{i=1}^n \left[(\mu_{AL}(x_i) - \mu_{BL}(x_i))^2 + (\mu_{AU}(x_i) - \mu_{BU}(x_i))^2 + (v_{AL}(x_i) - v_{BL}(x_i))^2 + (v_{AU}(x_i) - v_{BU}(x_i))^2 \right]}$$

$$HD_{\tilde{AB}} = \sqrt{\frac{1}{6} \sum_{i=1}^n \left[|\mu_{AL}(x_i) - \mu_{BL}(x_i)| + |\mu_{AU}(x_i) - \mu_{BU}(x_i)| + |v_{AL}(x_i) - v_{BL}(x_i)| + |v_{AU}(x_i) - v_{BU}(x_i)| \right]}$$

الجدول رقم (09): يبين الحل المثالي السليبي

	البديل (A1)	البديل (A2)	البديل (A3)	البديل (A4)	البديل (A5)
ED_i	0.226306	0.0652651	0.3202980	0.3853052	0.4229658
HD_i	0.803441	0.987531	0.981249	0.613425	0.826136

المصدر: من إعداد الباحث.

الخطوة السادسة: تحديد مصفوفة التقييم النسبية

يتم تحديد مصفوفة القرار النسبية "relative assessment matrix" والذي يرمز لها بالرمز "RA"، من خلال المعادلة الآتية:

$$RA = [pik]_{n \times n}$$

حيث:

$$Pik = (ED_i - ED_k) + t (ED_i - ED_k) \times (HD_i - HD_k)$$

من خلال المعادلة السابقة تشير (t) إلى العتبة الوظيفية التي تحدد المساواة بين المسافات الإقليدية لكل بديلين على النحو الآتي:

$$t(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } |x| \geq \theta \\ 0 & \text{if } |x| < \theta \end{cases}$$

في هذه الخطوة، يمكننا تعيين معلمة العتبة "the threshold parameter" والتي يرمز لها بالرمز (θ) بين القيمتين 0.01 و 0.05

الجدول رقم (10): يبين ترتيب افضل نموذج

	Relative assesment matrix					ASi	Rank
	A1	A2	A3	A4	A5		
A1	0.0000	0.16074	0.09375	0.15930	0.19661	0.6104	2
A2	-0.16133	0.0000	-0.25504	-0.32123	-0.35827	-1.09587	5
A3	0.09415	0.25501	0.0000	-0.06524	-0.10282	0.1811	4
A4	0.15869	0.31884	0.06476	0.0000	-0.03758	0.50471	3
A5	0.19670	0.35712	0.10250	0.03774	0.0000	0.69406	1

المصدر: من إعداد الباحث.

الخطوة السابعة: حساب درجة التقييم (ASi) لكل بديل

يتم حساب درجة التقييم (ASi) لكل بديل، من خلال المعادلة الآتية:

$$AS_i = \sum_{k=1}^n p_{ik}$$

ويتم ترتيب البدائل على أساس مصفوفة التقييم النسبية، والجدول الموالي يبين ذلك:

الجدول رقم (11): يبين ترتيب البدائل من حيث قيمة المعلمات العتبة المختلفة

	$\theta = 0.01$		$\theta = 0.05$	
	ASi	R	ASi	R
Linear Model	0.6104	2	0.6083	2
Circular supply chains	-1.09587	5	-1.104243	5
Closed-Loop Supply Chain Model	0.1811	4	0.1801123	4
Collaborative Supply Chain Model	0.50471	3	0.498092	3
Lean Supply Chain Model	0.69406	1	0.698472	1

المصدر: من إعداد الباحث.

4. تحليل النتائج:

ضع النتائج المتحصل عليها هنا، بدءاً بتلخيص وتحليل المعطيات المتحصل عليها ذات الصلة بموضوع البحث. مع تقديم تفسير لهذه النتائج خاصة ما تعلق بالفرضيات المطروحة ومدى صحتها.

5. خلاصة: حظيت إدارة سلاسل التوريد باهتمام متزايد كشرط أساسي لتحقيق الربحية والقدرة التنافسية على المدى الطويل للشركات، وينبع هذا الوعي الكبير غالباً من ضغوط داخلية وخارجية، مثل العوامل التشريعية، وإجراءات وضغوط أصحاب المصلحة المختلفة من ناحية، أصبحت إدارة سلاسل التوريد قضيةً صعبةً لأنها لا تستدعي الجوانب الاقتصادية فحسب، بل تشمل أيضاً الإعتبارات البيئية والاجتماعية التي ينبغي أن يراعيها السلوك التنظيمي، من ناحية أخرى، تُدركها المنظمات العالمية كهدف إستراتيجي.

1.5 النتائج المتوصل إليها من الجانب النظري: تتمثل في:

- تتضمن إدارة سلسلة التوريد الخضراء إشراك مختلف الجهات الفاعلة في خلق القيمة، لتشجيع بناء علاقات تُعدّ عنصراً أساسياً للتنافس في بيئة متغيرة ومضطربة من الضروري دمج ممارسات الإدارة البيئية والاجتماعية في سلسلة التوريد بأكملها للحفاظ على ميزة تنافسية؛
- قد يبدو الأمر بديهياً، إلا أن إدارة سلسلة التوريد تُدار بطريقة مستدامة عند "مراعاة جميع أبعاد الاستدامة الثلاثة، وهي الاقتصادي والبيئي والاجتماعي"، أما عند غياب الجانب الاجتماعي، فنلجأ إلى إدارة سلسلة التوريد الخضراء أو الكفاءة البيئية. ويعادل الأول مراعاة "الأبعاد البيئية في سياق سلسلة التوريد"، من خلال "تركيز أكبر على الجوانب البيئية والاجتماعية عند اتخاذ القرارات الإدارية"، أما الكفاءة البيئية، فتجمع بين الأبعاد البيئية والاقتصادية للاستدامة، على الرغم من أن إدارة سلسلة التوريد المستدامة هي امتداد لإدارة سلسلة التوريد الخضراء، والتي تتميز بمزيد من التعقيد، فمن خلال تحليل الأدبيات يمكن ملاحظة أن الإدارة البيئية لسلسلة التوريد التي تنتج سلسلة توريد خضراء يتم فحصها بشكل متكرر من قبل كل من الأوساط الأكاديمية والمهنية؛

2.5 النتائج المتوصل إليها من الجانب التطبيقي: أن أفضل نموذج يتمشى مع ممارسات إدارة سلاسل التوريد الخضراء هو نموذج سلاسل التوريد الرشيق يليه سلسلة التوريد الخطية ومن بعدها سلاسل التوريد التعاونية ومن ثم سلاسل التوريد الحلقة المغلقة وأخيراً سلاسل التوريد الدائرية .

6. الهوامش والإحالات:

- ¹ - Srivastava, S. K, **Network design for reverse logistics**. Omega, 36 (4), 2008, 535–548. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2006.11.012>
- ² - Linton, J. D., Klassen, R., & Jayaraman, V. **Sustainable supply chains: An introduction**. Journal of Operations Management, 25 (6), 2007, 1075–1082. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2007.01.012>
- ³ - Kun-Jen Chung, **The viewpoint on “Optimal inventory policy with non-instantaneous receipt under trade credit by Ouyang, Teng, Chuang and Chuang”**, International Journal of Production Economics, Volume 124, Issue 1, March 2010, Pages 293-298. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.10.020>
- ⁴ - Carter, C. R., & Easton, P. L, **Sustainable supply chain management: Evolution and future directions**, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 41 (1), 2011, 46–62. <https://doi.org/10.1108/09600031111101420>
- ⁵ - Ahi, P., & Searcy, C, **A comparative literature analysis of definitions for green and sustainable supply chain management**, Journal of Cleaner Production, 52 , 2013, 159–171. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.02.018>
- ⁶ - Jayal, A. D., Badurdeen, F., Dillon Jr, O. W., & Jawahir, I. S. , **Sustainable manufacturing: Modeling and optimization challenges at the product, process, and system levels**, CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, 2 (3), 2010, 144–152. <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2010.02.004>
- ⁷ - Walker, H., Di Sisto, L., & McBain, D. , **Drivers and barriers to environmental supply chain management practices: Lessons from the public and private sectors**, Journal of Purchasing & Supply Management, 20 (1), 2014, 43–57. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2013.09.001>
- ⁸ - McKinnon, A., Browne, M., Whiteing, A., & Piecyk, M, **Green logistics: Improving the environmental sustainability of logistics**, Kogan Page Publishers, 2015. P102.
- ⁹ - Jacobson, M. Z., & Delucchi, M. A, **Providing all global energy with wind, water, and solar power, Part I: Technologies, energy resources, quantities and areas of infrastructure, and materials**, Energy Policy, 39 (3), 2011, 1154–1169. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.11.040>
- ¹⁰ - Govindan, K., Soleimani, H., & Kannan, D, **Reverse logistics and closed-loop supply chain: A comprehensive review to explore the future**, European Journal of Operational Research, 240 (3), 2015, 603–626. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.07.012>
- ¹¹ - Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J, **The Circular Economy – A new sustainability paradigm?**, Journal of Cleaner Production, 143, 2017, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- ¹² - Jayaraman, V., Ross, A. D., & Agarwal, A, **Green supply chain management practices: Drivers, barriers, and outcomes**, International Journal of Production Economics, 140 (1), 2012, 158–167. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.02.005>
- ¹³ - Walker, H., Di Sisto, L., & McBain, D, **Drivers and barriers to environmental supply chain management practices: Lessons from the public and private sectors**, Journal of Purchasing & Supply Management, 20 (1), 2014, 43–57. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2013.09.001>
- ¹⁴ - Mehdi Keshavarz-Ghorabae, et al, **A new combinative distance-based assessment (CODAS) method for multi-criteria decision-making**, ECONOMIC COMPUTATION AND ECONOMIC CYBERNETICS STUDIES AND RESEARCH, 50(3), 2016, 25-44