مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية
المجلد ٣٩- العدد ١(٢٠٢٣) الصفحات ١٠٧-١٢٠

Damascus university Journal for engineering sciences
Vol 39 No.1 (2023) : ١٠٧-١٢٠

نموذج تنبؤي لسلسلة توريد صناعية مُثلى باستخدام برنامج Expert Choice: دراسة حالة

م. باولا يوسف بطرس[١] أ.م.د. باسل صنوفة [٢] أ.م.د. سامر الدقاق[٣]

[١]مهندس قائم بالأعمال في قسم هندسة التصميم الميكانيكي في كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية –جامعة دمشق وطالبة دكتوراه في قسم الهندسة الصناعية في كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية–جامعة دمشق.

[٢]أستاذ مساعد في إدارة الإنتاج الصناعي في المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا.

[٣]أستاذ مساعد في قسم هندسة التصميم الميكانيكي كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية –جامعة دمشق

الملخص

أُعد هذا البحث في سياق التحضير لأطروحة دكتوراه بهدف إيجاد نموذج تنبؤي لسلسلة توريد صناعية مُثلى في معمل صناعي (الحالة المدروسة)، من خلال اتخاذ القرار متعدد المعايير باستخدام برنامج Expert choice. وُضع استبيان الكتروني على برنامج kobo tool box لتحديد وترتيب أولويات المعايير (الرئيسية والفرعية) ومن ثم حُدد الوزن النوعي لهذه المعايير باستخدام Expert choice. فقد قسم النموذج التنبؤي الى أربعة مستويات لتسهيل إيجاد حل لمشكلة الأوزان النوعية لهذه المعايير، يتمثل المستوي الأول في المشكلة التي يراد حلها وهي الوصول للحالة المثالية من حيث تقصير طول سلسلة التوريد، ويتمثل المستوي الثاني في ستة معايير رئيسية والمستوي الثالث يتكون من ١٩ معياراً فرعياً قُسمت على المعايير الرئيسية الستة والمستوي الرابع هو البدائل. أُستخدمت طريقة المقارنة العقلانية المزدوجة (ساتي) في الاستبيان الإلكتروني الذي وُزع على المدراء ومعاونيهم في أقسام سلسلة التوريد في الحالة المدروسة وذلك لامتلاكهم رؤية للحالة المثالية التي يسعى المعمل للوصول اليها ثم أُدخلت البيانات على برنامج Expert choice للوصول للوزن النوعي للمعايير والبدائل.

أُستنتج أن النموذج التنبؤي لسلسلة التوريد الصناعية هو الرشيق وبالمقارنة بين الوضع التنبؤي والوضع الراهن لوحظ أن الأستراتيجة الرشيقة قد انخفضت بنسبة٦.٧ % وانخفضت استراتيجية قليل الفاقد بنسبة ١١.٨% بينما زادت المختلطة بنسبة ١٨.٩%.

تبين أن الاستراتيجية الرشيقة حققت أعلى نسبة بعد اجراء الاستبيان للرؤية المثلى لتقصير طول سلسلة التوريد وذلك بإدخال النتائج على برنامج Expert Choice حيث نسبتها 52.5% يليها الاستراتيجة المختلطة بنسبة 31.1% يليها القليلة الفاقد بنسبة 16.8%.

الكلمات المفتاحية: سلسلة توريد صناعية، رشيقة، قليلة الفاقد، مختلطة.

حقوق النشر: جامعة دمشق – سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص
CC BY-NC-SA 04

A Predictive Model for an Optimal Industrial Chain Using Expert Choice: A Case Study

Eng. Paulla Youssef Batrose[1] Prof. Dr. Basel Sanofi[2]
Dr. Samer AL-Dakkak[3]

[1]Postgraduate Student, Department of industrial Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Damascus University.
[2]Associate Professor, Department of Design and Production Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Damascus University.
[3]Associate Professor, Department of Industrial Production Management, HAIST.

Abstract

This research was prepared in the context of preparing for a doctoral thesis with the aim of finding a predictive model for an optimal industrial supply chain in an industrial plant (the case under study), by making a multi-criteria decision using the Expert choice program.

An electronic questionnaire was developed on the kobo toolbox to determine and prioritize the criteria (main and sub) and then determine the specific weight of these criteria using Expert choice.

The predictive model has been divided into four levels to facilitate finding a solution to the problem of specific weights for these criteria. The first level is the problem to be solved, which is to reach the optimize state in terms of shortening the length of the supply chain. The second level consists of six main criteria, and the third level consists of 19 sub-criteria that are divided on the six main criteria and the fourth level is the alternatives.

The rational double comparison method (Sati) was used in the electronic questionnaire that was distributed to managers and their assistants in the supply chain departments in the studied case, because they have a vision of the optimize situation that the factory seeks to reach, then the data was entered into the Expert choice program to reach the qualitative weight of the criteria and alternatives.

It was concluded that the predictive model of the industrial supply chain is agile, and by comparing the predictive situation with the current situation, it was noted that the agile strategy decreased by 6.7%, the lean strategy decreased by 11.8%, while the mixed (leagile) strategy increased by 18.9%.

It was found that the agile strategy achieved the highest percentage after conducting the questionnaire for the optimal vision for shortening the length of the supply chain by entering the results into the Expert choice program, where it reached 52.5%, followed by the mixed (leagile) strategy with a rate of 31.1%, followed by the lean with a rate of 16.8%.

Keywords: supply chain ،agile ،lean ،leagile ،AHP

Copyright: Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

١ –المقدمة:

تعد سلسلة التوريد من الأساليب الإدارية الحديثة لمواجهه التحديات في عصر التكنولوجيات والمعلوماتية، وتشتمل هذه السلسلة على مجموعه متكاملة من الأنشطة الوظيفية والفعاليات المتكررة التي تمر عبر قنوات محددة، وذلك بقصد تحويل المواد الأولية إلى منتجات نهائية جاهزة مع تضمينها إضافات ذات قيمة ملموسة من وجهه نظر الزبائن ليحصلوا على المنتج النهائي. وقد عرفها الباحث (Constangioara,2012,40) بأنها تكامل عمليات الأعمال الرئيسية التي تتضمن تقديم المنتجات والخدمات والمعلومات من جانب الموردين إلى العملاء بصورة يحصل فيها الزبون والأطراف ذات العلاقة على القيمة المضافة.

تتحرك منظمات الأعمال حاليا نحو الإدارة المتقدمة لسلسلة التوريد بما فيها دورات الحياة القصيرة للمنتجات والخدمات وتصاعد وتائر المنافسة محلياً وعالمياً فضلاً عن تنامي وتغير توقعات الزبائن وحاجاتهم، فالعمل في إطار سلاسل التوريد الحديثة يقوم على أساس:

- خفض التكاليف وتحسين الكفاءة (مزايا الكلفة)
- التسليم الآني والتسليم في الوقت المحدد (مزايا التسليم)
- تحسين مستوى الخدمات اللوجستية للزبائن والشركاء
- خفض مستويات المخزون
- تحسين مصادر تنافسية الاعمال
- تحقيق اقتصاديات الحجم
- تقليل مؤشرات المخاطر
- تحسين كفاءة استثمار الموارد
- تحسين المرونة بأنواعها (Morteza *et al*.,2017,7)

وإدارة سلسلة التوريد مصطلح يستخدم لتوصيف كل العناصر والعمليات المتداخلة واللازمة لضمان الكمية المناسبة من المنتج في الأماكن المناسبة وفي الوقت المناسب وبأقل تكلفة ممكنة. (Bertolini et al., 2012,4)

تسعى مبادرات تحسين أداء سلسلة التوريد جاهدة لمطابقة العرض مع الطلب وبالتالي خفض التكاليف في نفس الوقت مع تحسين رضا الزبائن، هذا يتطلب تقليل عدم اليقين داخل سلسلة التوريد قدر المستطاع من أجل تسهيل طلب المنبع(اي طلب المواد الأولية للتصنيع) الذي يمكن التنبؤ به. لكن في بعض الأحيان من المستحيل إزالة عدم اليقين من سلسلة التوريد بسبب نوع المنتج المعني (منتج عصري) فإن سلاسل التوريد المحددة تواجه موقفًا يتعين عليهم فيه قبول عدم اليقين ولكنهم بحاجة إلى تطوير استراتيجية تمكنهم من مواكبة العرض والطلب (Martin *et al*.,2001,5)

نوقشت سلاسل التوريد الرشيقة والقليلة الفاقد وكذلك عرفت سلاسل التوريد الهجينة أو Leagile على أنها مزيج من النموذج الرشيق والقليل الفاقد ضمن استراتيجية سلسلة التوريد الشاملة.(Rubel *et al*.,2013,3)

كما أن الهندسة الصناعية الحديثة تشهد مرحلة عابرة في استراتيجية سلاسل التوريد لأن نجاح المنظمات والشركات في هذه المنافسة السوقية الشديدة تعتمد على إدارة وتطوير سلسلة التوريد على اختلاف أنواعها، ولكي نعرف نوع سلسلة التوريد يجب أن نعرف الاستراتيجية المطبقة في المنظمة أو الشركة، ومن ثم معرفة المعايير للوصول للغاية المرجوة ونبني نموذجاً تنبؤياً خاصاً لهذه المنظمة أو الشركة. (Aravind et al., 2018,5)

٢ –مشكلة البحث:

بعد عدة زيارات ميدانية للمعمل الحالة المدروسة ومع اشتداد المنافسة، وتناقص حجم أسواق التصدير وزيادة تكاليف الإنتاج وزيادة الوقت وبالتالي زيادة التكاليف الناتجة عن طول سلسلة التوريد المستخدمة في الإنتاج، وجد الباحث أنه عن طريق تقصير طول سلسلة التوريد يمكن أن يخفض من التكاليف والوقت وزيادة في الانتاج على حساب الوقت المهدور وذلك من خلال اختيار نموذج تنبؤي يوصل المعمل للحالة المثالية قدر الإمكان (أقصر طول سلسلة ممكن) وانطلاقاً من مشكلة الطول في السلسلة (الكلفة والوقت) كان لابد من تحديد القسم الأطول بإنشاء نموذج تنبؤي رشيق أو قليل الفاقد /الهدر أو مختلط، وذلك عن طريق إجراء استبيان الكتروني وتوزيعه على مدراء أقسام السلسلة ومعاونيهم فقط لما لهم من رؤية للحالة المثالية، وباستخدام برنامج Expert Choice تُحدد نوع السلسلة المثلى الافتراضية.

٣-أهداف البحث:

يهدف هذا البحث إلى إنشاء نموذج تنبؤي لسلسلة التوريد الصناعية المثلى بالإضافة إلى:

- الوصول لأقصر طول سلسلة توريد صناعية ممكن (قليلة الفاقد أو رشيقة أو مختلطة) والذي يحقق أقل كلفة ووقت للحالة المدروسة.
- استخدام برنامج Expert choice لتحديد أفضل بديل من البدائل الثلاث لأنواع سلاسل التوريد من خلال توزين المعايير الرئيسية والفرعية.

٤-أهمية البحث:

ترتبط الأهمية العلمية لهذا البحث بارتباطها بالعوز الموجود في المكتبة الأكاديمية حول المواضيع المتعلقة بسلاسل التوريد، فحاولنا إثراءها وإضفاء قيمة إضافية عليها حيث يشكل هذا البحث قاعدة يمكن الانطلاق منها في أبحاث متقدمة لسلاسل توريد صناعية (قليلة الفاقد أو رشيقة أو مختلطة)

أما الأهمية العملية (التطبيقية) فيساعد التطبيق العملي للبحث على تحديد نوع سلسلة توريد التنبؤية الصناعية المُثلى باستخدام برنامج Expert choice التي تختار لنا نوع سلسلة التوريد الأفضل.

٥-الدراسة المرجعية:

1- درس كل من الباحثين Hassan Soltana and Sherif Mostafab إطار الأداء الرشيق والقليل الفاقد للشركات المصنعة حيث أشارا أن المنافسة العالمية تتطلب صياغة نماذج تتسم بالكفاءة والفعالية استجابة للاقتصادات العالمية، وأكدا أنه لتحسين الأداء العام لابد من الاعتماد على التصنيع القليل الفاقد والرشيق على نطاق واسع في المؤسسات بالسنوات الأخيرة. حيث لاحظ الباحثان أن Leanness سمة تؤدي بشكل رئيسي إلى القضاء على الأنشطة التي لا تملك القيمة المضافة فيتكون Lean من مكونين: هما إزالة الهدر كمكون رئيسي مرجح وسرعة استجابة السوق كعنصر رديف تكميلي وليس شرطا مسبقا. بينما تركز الرشاقة Agility على استجابة السوق ويتكون Agile من مكونين: استجابة السوق كمكون رئيسي مرجح وإزالة الهدر كمكون مرجح تكميلي. كما وضعا نموذج أداء عام للشركة: اعتمادا على AHP[١] و ANP[٢] وكان وفقا لمعايير خاصة وحللاها اعتمادا على التوزين لاتخاد القرار وحسن الأداء. كما أكد الباحثان أن كلا المفهومين قادران على تحقيق الأهداف الاستراتيجية (التنافسية والإنتاجية والربحية والبقاء) من خلال تحسين الأداء العام، وأشار الباحثان على أن الجمع بين الرشاقة والقليل الفاقد عند نقطة الفصل يزيد من فوائد المؤسسة (Hassan *et al*., 2015,7).

٢-درس كل من Rocío Ruiz-Benítez, Cristina López, Juan C. Real الإدارة الرشيقة والقليلة الفاقد لسلسلة التوريد وتأثيرها على الأداء، حيث أكد الباحثون أن هدف هذه الدراسة هو التحقق من العلاقة الرابطة ما بين القليلة الفاقد وممارسات الرشيقة لسلاسل التوريد وتأثيرها على أداء سلسلة التوريد، اختار الباحثون قطاع صناعة الطيران كدراسة حالة واستخدموا منهج النمذجة الانشائية التفسيرية، حيث وجدوا أن ممارسات قليلة الفاقد لسلاسل التوريد تعمل كدوافع لممارسات الرشيقة لأنها تؤدي إلى تحسين أداء أعلى من ممارسات الرشيقة، ويرجع ذلك إلى حقيقة أن ممارسات الرشيقة لا تمارس التأثير على جميع مقاييس أداء السلسلة كما يحدث مع ممارسات قليلة الفاقد. أهم ما توصلوا إليه: أن الممارسات قليلة الفاقد تسعى للتقليل من العوادم (الهدر) الممكنة في سلسلة التوريد بينما الممارسات الرشيقة تسعى لتقليل أثر أي حدث غير متوقع وتقليص الوقت التي تحتاجه السلسلة للعودة الى حالتها الأولى. قام الباحثون بهذه الدراسة على قطاع صناعة الطيران، لأنه قطاع مميز يتميز باحتوائه على ممارسات قليلة الفاقد وممارسات الرشيقة (هنا يلاحظ الباحث أن هذا البحث يهتم بترجيح الممارسات القليلة الفاقد على الرشاقة وهذا يختلف عن المجال المدروس في البحث) حيث أكدوا أن ممارسات قليلة الفاقد تعمل كدوافع للممارسات الرشيقة وذلك لان مجال الطيران لا يحتاج لإنتاج كمي ومتغير كما ان الممارسات قليلة الفاقد تؤدي الى تحسين أداء

[١] AHP: طريقة التحليل الهرمي
[٢] ANP: طريقة التحليل الشبكي

وهي أعلى من ممارسات الرشيقة بينما الممارسات الرشيقة لا تمارس تأثرها على جميع مقاييس الأداء لسلسة التوريد (Rocío et al., 2018,5).

٣-درس الباحث Pankaj M. Madhani استراتيجية سلسلة التوريد المختلطة: فوائد كل من منهج الرشيق و القليل الفاقد حيث أكد الباحث أن استراتيجية سلسلة التوريد هي أداة للتحكم في توريد ونقل وإنتاج وتوزيع المنتجات للزبائن النهائيين، استراتيجية سلسلة التوريد قليلة الفاقد مناسبة للأسواق التنافسية مع الأصول الكافية بينما الاستراتيجية الرشيقة هي استجابة للأسواق المتقلبة. سلاسل التوريد القليلة الفاقد مرادفة للمنتجات من النوع السلعي التي تهدف إلى الحد من الهدر والتحسين المستمر. بينما الرشيقة تقوم على أساس تطبيق المبادئ الرشاقة عندما تحتاج سلسلة التوريد إلى الاستجابة السريعة للطلبات المتقلبة، وضمان الجودة الفائقة والتعامل مع المنتجات التي لها فترات حياة قصيرة. واستراتيجية سلسلة التوريد LEAGILE هي مزيج من قليلة الفاقد والرشيقة. قارن الباحث بين استراتيجية سلسلة التوريد التقليدية واستراتيجيات سلاسل التوريد القليلة الفاقد والرشيقة والمختلطة ووجد إن استراتيجيات الثلاث السابقة غالبا ما تكون بنماذج متعارضة إلا أنها تشترك بهدف واحد هي تلبية متطلبات العملاء بأقل كلفة إجمالية، كما أن الوقت هو عامل أساسي للقدرة التنافسية وذلك بسبب أن الزبائن يحتاجون لمنتجات وخدمات سريعة ومتغيرة بشكل مستمر (Pankaj,2017,5) .

٤- درس كل من Pattanaik و Rajeev Kant Vijay Pandey سلسلة التوريد الرشيقة – قليلة الفاقد – المختلطة: دراسة مقارنة. اعتبر الباحثون أن مبادئ الرشاقة وقليلة الفاقد هي أكثر كلمتين شائعتين في الشركات خلال العقود القليلة الماضية حيث تعمل القطاعات الصناعية في جميع أنحاء العالم على الارتقاء بهذه المبادئ لتحسين أدائها وخفض تكاليف التشغيل. وعلى الرغم من أن هذه المبادئ أثبتت فعاليتها في التعامل مع سلاسل التوريد، إلا أنه تم تطوير استراتيجية أكثر قوة ورثت السمات البارزة لكل من المبادئ قليلة الفاقد والرشاقة حيث تكمن الفائدة من التآزر المختلط لكلا النوعين المذكورين سابقا بالتخلص من الوقت الإضافي باستخدام طرق جديدة لتكنولوجيا الإنتاج. هدف الباحثون من هذه الدراسة إجراء تحليل مقارنة لسلسلة التوريد الرشيقة وقليلة الفاقد والمختلطة التي تحدد السمات التنافسية للاستراتيجيات الثلاثة وكفاءتها إضافة الى ذلك قدم الباحثون أطراً مختلفة لسلسلة التوريد المختلطة التي تكون مناسبة لمختلف أنواع الصناعات.

يكون الإنتاج قليل الفاقد: إذا تم بأقل كمية ممكنة من الهدر بسبب عمليات غير المطلوبة وغير الكافية أو التخزين المؤقت المفرط أثناء عمليات الإنتاج بينما يكون الإنتاج رشيقًا: إذا تم تغيّر المناورة التشغيلية بكفاءة لاستجابةً للطلبات غير المؤكدة والمتفاوتة المفروضة عليه وكذلك يكون الإنتاج مختلطا: عندما يكون هنالك تنسيق فعال بين مختلف جوانب الإنتاج الرشيق وقليل الفاقد كما لها جانب فلسفي يعطي المنظمة بعداً خاصاً بالموارد البشرية والبعد الإنتاجي (Rajeev et al.,2015,4).

٥ -درس كل من Thi Hong Dang Nguyen and Thien-My Dao اطار جديد لتحسين تصميم سلسلة التوريد المختلطة، حيث قدم الباحثون في هذا البحث إطاراً جديداً لتحسين تصميم سلسلة توريد LASC[٣].

استخدم الباحثون أدوات قليلة الفاقد لتحديد البنية الهيكلية الأمثل لعائلات المنتجات من خلال ما يسمى (فاتورة المواد) في تصميم المنتجات وفق ما يلي:

•الخطوة الأولى: هو تقليل المخزون (LEAN) وبالوقت نفسه زيادة القدرة على الدمج لإنشاء منتج جديد (AGAIL).

•الخطوة الثانية: هي تحديد التكوين الأولي لسلة التوريد LASC مع تحديد نقاط الفصل والمخاطر

•الخطوة الثالثة: مطابقة بنية المنتج مع شبكة الموردين.

•الخطوة الرابعة: تنفيذ فلسفة قليل الفاقد لتنشيط موقع المنبع لتصل إلى نقطة الفصل.

•أخيراً: حلل هيكل تكاليف LASC، والذي يتكون من نوعين مختلفين من المنتجات مستنداً بتقليل التكلفة الإجمالية عند مستوى خدمة معين.

[٣] LASC : (Lean + Agile) Supply Chain

أكد الباحثون من نتائج هذا البحث أن استراتيجية قليلة الفاقد يمكن أن تكون أساساً جيدًا لتطوير LASC، وأن العامل الرئيسي للنجاح هو توليد تشابك ما بين تصميم منتج وتصميم سلسلة توريد LASC. ومع ذلك هناك بعض العقبات الأخرى التي تحتاج إلى عناية دقيقة عند تصميم ومتابعة LASC:

- مشكلة تجانس جودة المنتجات من مختلف الموردين
- مستويات المخزون الأمثل في نقاط الفصل.
- ضرورة وجود نظام نقل مرن لدعم التأجيل اللوجستي
- مشكلة تعزيز القدرة على التنبؤ
- يجب تحديث معلومات التي تلبي طلب العملاء بشكل مستمر لتعكس في الوقت المناسب بكمية المخزون الرشيق عند نقطة الفصل، لايزال هناك الكثير من الدراسات المستقبلية في هذا المجال(Dang et al.,2018,7)

٦ –أسلوب، مجتمع وأداة الدراسة:

أُستخدم المنهج التحليلي من خلال دراسة ميدانية للحالة التنبؤية على المستويات الإدارية العليا في المعمل–الحالة المدروسة، حيث كان اختيارهم بطريقة مقصودة من الأقسام التالية (التخطيط –المشتريات –المستودعات –الإنتاج – الجودة –المبيعات والتسليم–العمليات المركزية –الموراد البشرية). صُممت أداة الدراسة (الاستبانة الكترونية) على برنامج KOBO Tool Box من أجل سهولة التوزيع والتحليل ووُزعت على مدراء الأقسام ومعاونيهم، أُستعيدت كلها قابلة للتحليل. تتكون أداة الدراسة من قسمين: القسم الأول: معلومات تتعلق بالمعلومات الشخصية، القسم الثاني: معلومات الدراسة وهي تتألف من أربع مستويات:

١–المستوي الأول هدف الدراسة هو تقصير طول سلسلة التوريد

٢–المستوي الثاني المعايير الرئيسية وهي ٦ معايير.

٣–المستوي الثالث المعايير الفرعية وهي ١٩ معيار.

٤–المستوي الرابع البدائل وهي ثلاث بدائل.

وكانت الإجابات في القسم الثاني مغلقة وفقاً لمقياس (ساتي) التساعي وهي:

متساويان بالأهمية (١) – أهمية معتدلة(٣) – أهمية كبيرة (٥) – أهمية كبيرة جدا (٧) –أهمية قصوى(٩) – أهمية وسطية بين القيم المذكورة أعلاه (٢–٤–٦–٨). ثم حُسب الوزن النسبي للمعايير باستخدام طريقة AHP. حيث طُبق AHP على المشكلة المعقدة بأربع خطوات رئيسية وفقا للطريقة التقريبية:

١. قسّمت المشكلة المعقدة إلى عدد من العناصر المكونة الصغيرة ثم تم هيكلة العناصر في شكل هرمي.

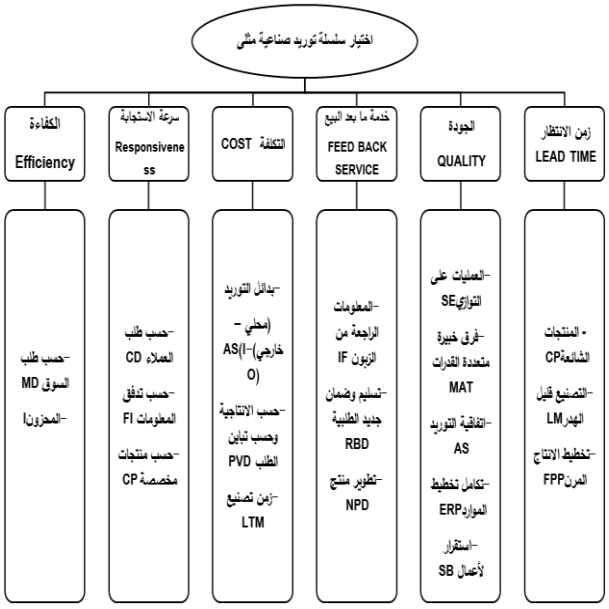
٢. وُضعت المعايير مع البدائل بسلسلة من المقارنات الزوجية الحكيمة بين العناصر وفقًا لمقياس النسبة.

٣. أُستخدم برنامج Expert Choice

٤. جُمعت الأوزان النسبية للقياس النهائي للبدائل المقترحة.

عُرضت الاستبانة على مجموعة من المحكمين في الهندسة الصناعية والهندسة الإدارية وأُستجيب لآراء المحكمين وأُجري ما يلزم من حذف وتعديل في ضوء المقترحات المقدمة، وبذلك خرجت الاستبانة في صورتها النهائية.

يوضح المخطط التالي نموذج تنبؤي لسلسلة توريد صناعية مثلى بأقسامها الأربعة.

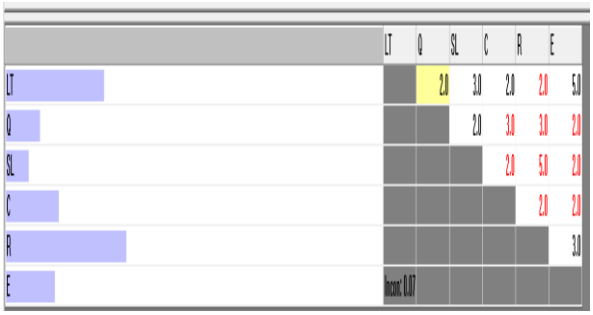


الشكل (١) النموذج التنبؤي لسلسلة التوريد المثلى
المصدر: من إعداد الباحثة

٧-النتائج ومناقشتها:

لحل النموذج السابق وفقاً لطريقة (ساتي) تم ملء أعمدة و سطور المصفوفات اعتماداً على نتائج الاستبانة وأُخذ المتوسط الحسابي لنتائج المقارنات العقلانية المزدوجة وملئت المصفوفات جميعها من نتائج المتوسط الحسابي لأسئلة الاستبانة على برنامج Expert choice.

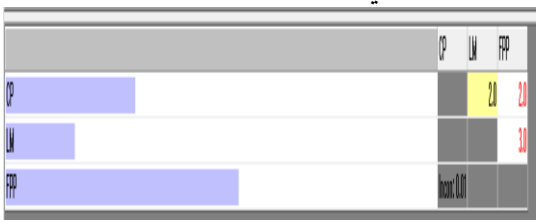
حيث تم تحديد درجة الأهمية للعوامل الرئيسية المستخدمة في اختيار النوع التنبؤي لسلسلة توريد صناعية مثلى في المعمل كما هو ظاهر في الشكل (2):



الشكل (2) درجة الأهمية للعوامل الرئيسية

المصدر: من إعداد الباحثة على برنامج expert choice

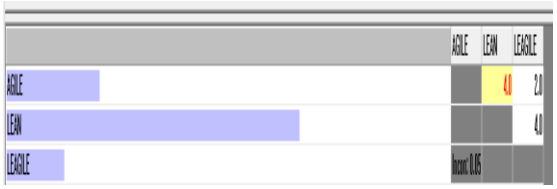
تحديد درجة الأهمية للعوامل الفرعية للعامل الرئيسي الأول زمن الانتظار كما في الشكل (3):



الشكل (٣) درجة الأهمية للعوامل الفرعية لزمن الانتظار

المصدر: من إعداد الباحثة على برنامج expert choice

المعيار الفرعي الأول من المعيار الرئيسي زمن الانتظار المنتجات الشائعة موزع على ٣ أنواع من سلاسل التوريد كما في الشكل (٤):



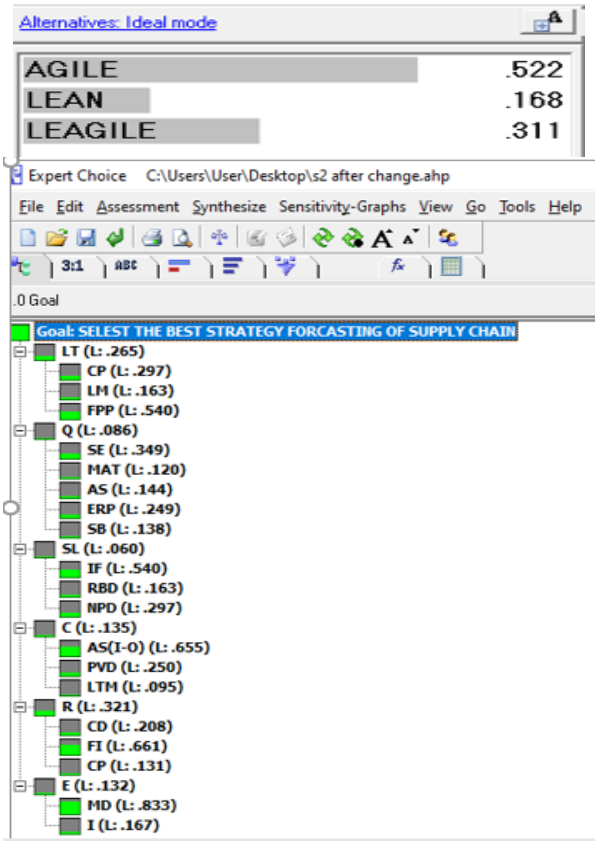
الشكل (٤) درجة الأهمية للعامل الفرعي المنتجات الشائعة موزع على ٣ أنواع سلاسل توريد

المصدر: من إعداد الباحثة على برنامج expert choice

وهكذا لبقية المعايير الفرعية للمعيار الرئيسي الأول زمن الانتظار.

ونعيد الكرة لدرجة الأهمية للعوامل الفرعية للعامل الرئيسي الثاني والثالث والرابع والخامس والسادس وكذلك توزيع المعايير الفرعية لكل معيار رئيسي على ثلاث أنواع من سلاسل التوريد (البدائل الثلاث).

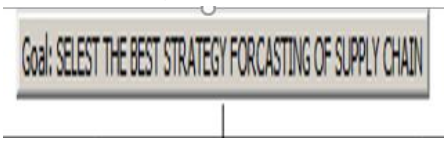
يظهر الشكل (٦) جزء من التسلسل الهرمي للمشكلة مخرجاً على برنامج Expert choice



الشكل (٥) الأولويات النسبية للمعايير في ضوء الهدف العام

المصدر: مخرجات برنامج expert choice

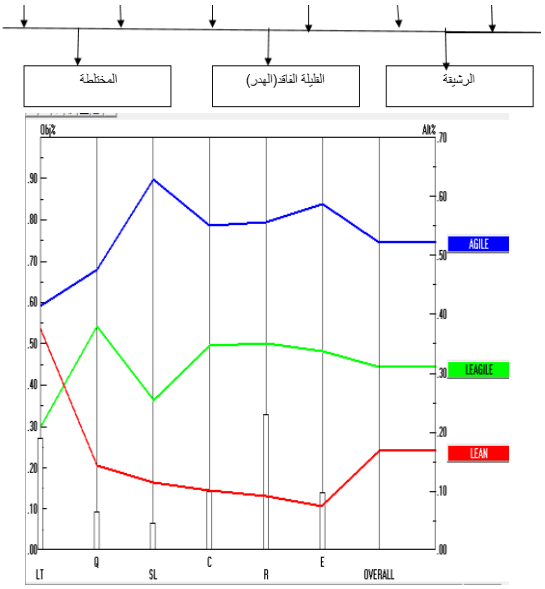
يظهر الشكل (٥) الأولويات النسبية للمعايير في ضوء الهدف العام



الشكل (٦) جزء من المخطط الهرمي للمشكلة

المصدر: مخرجات برنامج expert choice

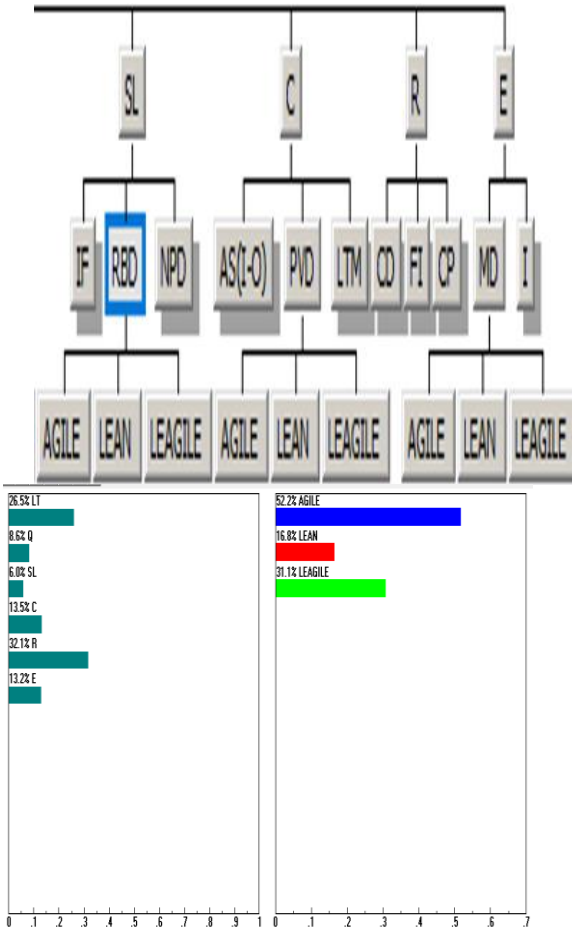
يظهر الشكل (٧) تحليل الحساسية للمشكلة مخرجاً على برنامج Expert choice حيث يظهر المحور الأفقي (x) المعايير الفرعية والمحور الشاقولي (y) البدائل ونسبة المئوية



الشكل (٧) تحليل الحساسية للمشكلة

المصدر: مخرجات برنامج expert choice

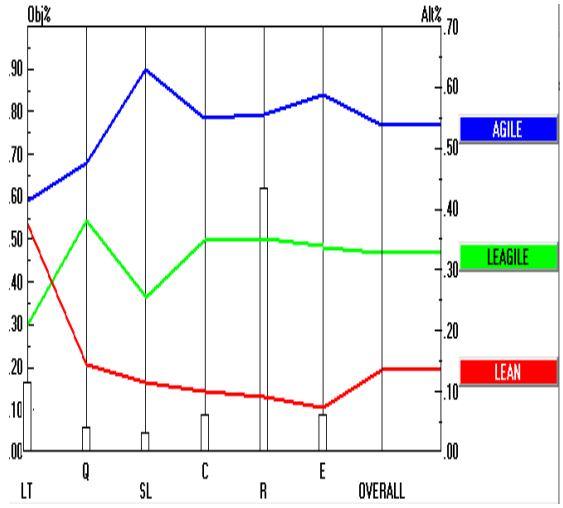
يظهر الشكل (٨) ترتيب البدائل وفقا للهدف العام للمشكلة مخرجاً على برنامج Expert choice



الشكل (٨) ترتيب البدائل والمعايير وفقاً للهدف العام

المصدر: مخرجات برنامج expert choice

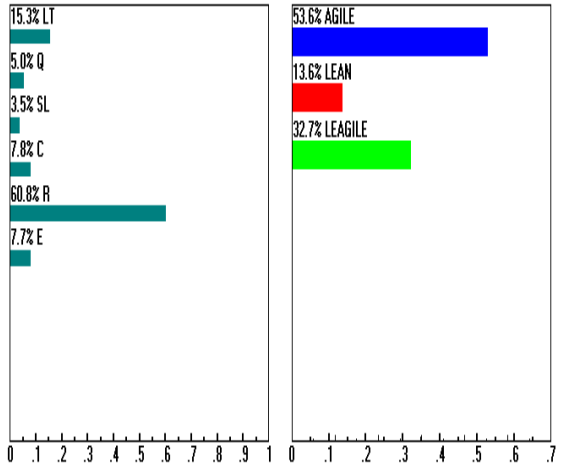
يظهر الشكل (٩) تغيرات بالأداء بعد تعديل المعيار الأوزن سرعة الإستجابة مخرجةً على برنامج Expert choice حيث يظهر المحور الأفقي (x) المعايير الفرعية والمحور الشاقولي (y) البدائل ونسبة المئوية



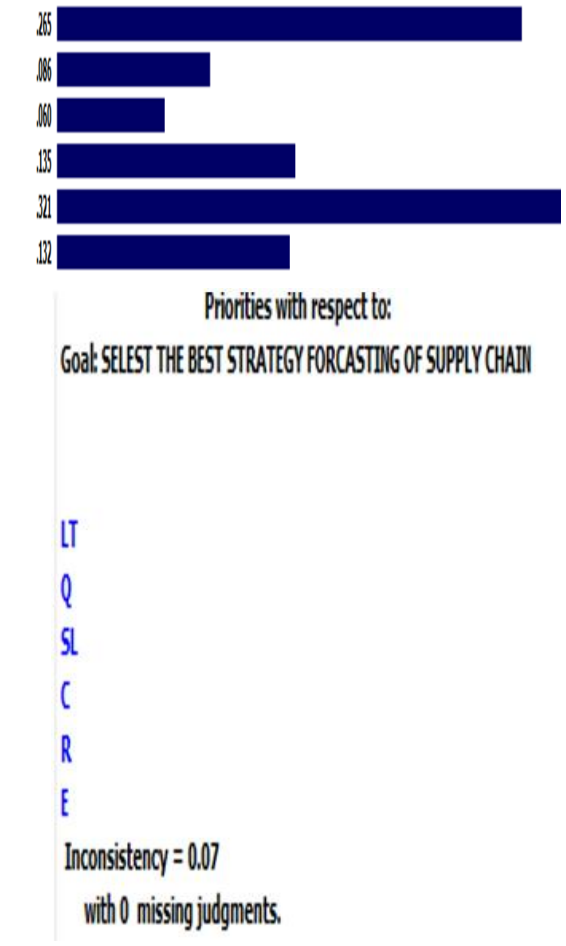
الشكل (٩) تحليل الحساسية للمشكلة بعد تغير بالأداء لسرعة الاستجابة

المصدر: مخرجات برنامج expert choice

يظهر الشكل (١٠) تغيرات في نسبة ترتيب البدائل والمعايير بعد تعديل المعيار الرئيسي الأوزن سرعة الإستجابة للمشكلة مخرجاً على برنامج Expert choice



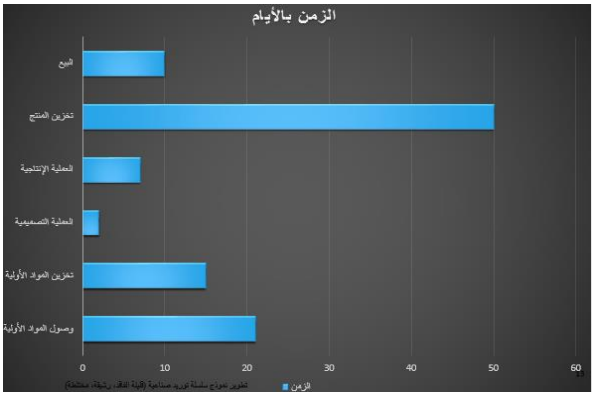
الشكل (١٠) تغيرات في نسبة ترتيب البدائل والمعايير بعد تعديل المعيار الرئيسي الأوزن سرعة الاستجابة المصدر: مخرجات برنامج expert choice



الشكل (١١) مدى الاتساق للمصفوفات مصفوفة المعايير الرئيسية الهدف العام

المصدر: مخرجات برنامج expert choice

يظهر الشكل (١١): مدى الاتساق للمصفوفات وفقا للبرنامج عند العودة للوضع الراهن للمعمل الحالة المدروسة، يظهر الشكل ١٢ الزمن بالأيام لكافة أقسام السلسلة المتبع بالوضع الراهن



الشكل (١٢) الزمن بالأيام لكافة أقسام السلسلة المتبع بالوضع الراهن

يظهر الجدول (١) نوع الاستراتيجية المتبعة بسلسلة التوريد الحالة المدروسة بالوضع الراهن

الجدول (1) نوع الاستراتيجية المتبعة بسلسلة التوريد الحالة المدروسة بالوضع الراهن

	LT	Q	SL	C	R	E	FINAL SCORE
WEIGHT	0.27	0.30	0.13	0.14	0.07	0.05	
AGILE SC	0.54	0.62	0.59	0.61	0.60	0.63	0.59
LEAN SC	0.31	0.29	0.27	0.26	0.26	0.24	0.28
LEAGILE SC	0.12	0.13	0.12	0.11	0.12	0.11	0.12

المصدر: من إعداد الباحثة

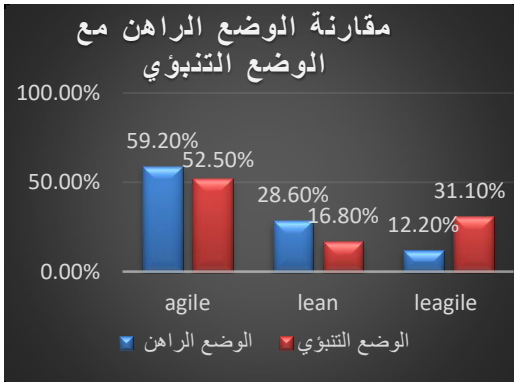
يظهر الجدول (٢) المصفوفة المعيارية لدرجة الأهمية المعايير الرئيسية الحالة المدروسة بالوضع الراهن

الجدول (2) المصفوفة المعيارية لدرجة الأهمية للعوامل الرئيسية

	LT	Q	SL	C	R	E
LT	0.31	0.50	0.29	0.21	0.19	0.11
Q	0.15	0.25	0.49	0.42	0.26	0.23
SL	0.10	0.05	0.09	0.21	0.19	0.17
C	0.15	0.06	0.04	0.10	0.26	0.23
R	0.10	0.06	0.03	0.02	0.06	0.17
E	0.15	0.06	0.03	0.02	0.02	0.05

المصدر: من إعداد الباحثة

٨- الاستنتاجات والتوصيات:



الشكل (١٣) مقارنة الوضع الراهن مع الوضع التنبؤي

٨-١-الاستنتاجات:

يظهر الشكل ٨ ترتيب بدائل المشكلة حيث تبين أن الاستراتيجية المثلى للوضع التنبؤي من بين البدائل المخرجة على برنامج expert choice هي الرشاقة بنسبة 52.5% تليها الاستراتيجية المختلطة بنسبة 31.1% تليها القليلة الفاقد بنسبة 16.8% وبالعودة للاستراتيجة المتبعة بالوضع الراهن وبعد الحصول عليها بطريقة AHP يظهر أن الرشاقة كانت بنسبة 59.2% تليها القليلة الفاقد بنسبة 28.6% تليها المختلطة بنسبة 12.2% وكانت المهيمنة بالوضع الراهن هي

استراتيجة الرشاقة وذلك بسبب الاتكال على سياسية التدفقات النقدية بظل ظروف الاقتصادية غير المستقرة، وبالمقارنة بين الوضع التنبؤي والوضع الراهن لوحظ أن الاستراتيجة الرشيقة قد انخفضت بنسبة % 6.7 وانخفضت قليل الفاقد بنسبة 11.8% بينما زادت المختلطة بنسبة 18.9%. كما في الشكل (١٣) حيث يظهر المحور الأفقي (x)البدائل ويظهر المحور الشاقولي (y) النسبة المئوية وتظهر بالجدول (١)

يظهر الشكل ١٢ الفترات الزمنية لكل قسم من أقسام سلسلة التوريد من خلال المعلومات التي جمعتها الباحثة من الزيارات الميدانية تبين أن أطول وقت يكون في قسمي المشتريات ومستودع المنتجات النهائية وهي ناتجة عن الامور اللوجستية. لتقليل زمن بالأيام في كل قسم لابد الى العودة للتغيرات بالنسب في الوضع الراهن عما هو عليه بالوضع التنبؤي ويفسر هذا على أنه كان المعيار الرئيسي الأكثر وزناً بالوضع الراهن هو الجودة وبنسبة 30.3% يليه المعيار الرئيسي زمن الانتظار (زمن المهلة) بين العمليات وهو 27.8% يليه معيار الكلفة 14.5% يليه خدمة ما بعد البيع 13.8% يليه سرعة الاستجابة 7.7% يليه الكفاءة 5.9% وهذا لأن الاستراتيجية تقوم على أساس جلب التدفق النقدي للشركة الحالة المدروسة بغض النظر عن الوقت أو الكلفة إنما فقط التأكد على جودة المنتج وتخصصه لما يرضي رغبة الزبون وبغض النظر عن سرعة تسليمه أو تنفيذه أو حتى مقدار الهدر على شتى المستويات كما في الجدول (٢)

أما في الوضع التنبؤي لوحظ من قبل الباحثة أن الاستراتيجية المختلطة قد تقدمت على حساب انخفاض في كل من الاستراتيجيتين الرشيقة والقليلة الفاقد كما في الشكل ١٣ ويعود هذا الى أن الهدف العام للمشكلة هو تقصير من طول سلسلة التوريد فبالعودة الى المعايير الرئيسية للوضع التنبؤي نلاحظ أن المعايير الرئيسية نسبتها كالتالي

زمن الانتظار (زمن المهلة)26.5% الجودة 8.6% خدمة مابعد البيع 6% الكلفة 13.5% سرعة الاستجابة 32.1% الكفاءة 13.2% كما في الشكل (٨). حيث أن الوزن الأعلى من بين المعايير هو سرعة الاستجابة وهذا أمر منطقي لان السرعة في التسليم سواء كانت من تسليم المنتجات للزبون أو وصول المواد الأولية لقسم المستودعات الأولية أو ايصال المواد الاولية للقسم العمليات الإنتاجية أو غيرها يقلل من التأخير الزمني الناتج عن الاختناقات في نقاط معينة من طول السلسلة من جهة ويقلل من التكلفة والهدر من جهة ثانية كما في الشكل ١٢ الأقسام الأكثر زمناً بالأيام وهذا ما يفسر تقدم الاستراتيجية المختلطة بنسبة معينة ويعود هذا إلى أن المعيار الفرعي الأوزن من بين المعايير الفرعية هو تعزيز تدفق المعلومات FI ويقصد بذلك أحداث شبكة معلومات والبيانات التي يتم دمج بيانات الجهة الخارجية من مصدر موثوق خارجي مع قاعدة بيانات موجودة داخلية، كما أن المعيار الرئيسي الثاني الذي يحتل المرتبة الثانية من حيث الأوزان هو زمن الانتظار كما في الشكل (٨) وهذا ما يفسر التقدم المنطقي للاستراتيجية المختلطة وذلك لأن تخطيط الإنتاج المرن FPPعلى كامل طول السلسلة هو الأكثر وزناً من بين المعايير الفرعية لمعيار زمن الانتظار حيث تؤكد على عدم توقف عملية على حساب عملية أخرى أو حدوث تأجيل أو تأخير سواء كانت بالأمور اللوجستية أو الأمور الإنتاجية إنما المرونة تساعد على حل الاضطرابات تلقائيًا وبالتالي يقلل وقت المعالجة والإنتاجية.

يظهر الشكل (٧) تحليل حساسية المشكلة حيث أن المحور الأفقي هو المعايير الرئيسية، والمحور الشاقولي اليميني يظهر النسبة المئوية للبدائل، المحور الشاقولي اليساري النسبة المئوية للمعايير الرئيسية، وبما أنه منحني الحساسية فإنه بتحريك أي مؤشر للأداء بالنسبة للمعايير الرئيسية ستتغير نتائج الهدف أي نسبة البدائل، فمثلاً بزيادة المعيار الرئيسي الأكثر وزناً(سرعة الاستجابة) ليصبح نسبته 60.8% ستتغير مؤشرات الأداء كلها وتتغير نسبة البدائل حيث نلاحظ أن الرشاقة أصبحت 53.6% والقليلة الفاقد13.6% والمختلطة أصبحت 32.7% كما هو واضح بالشكلين (٩) و(١٠) وللوصول لأقصر سلسلة لابد من العمل على زيادة سرعة الاستجابة بكل أقسام السلسلة وفقا لمؤشرات الأداء التي أظهرها البرنامج.

يظهر الشكل (11) معدل الاتساق وهو يظهر بقيمة 0.07 أقل من 0.1 أي أن مصفوفة المعايير الرئيسية التي تحقق الهدف العام متسقة.

يستنتج أن المعمل (الحالة المدروسة) في الوضع التنبؤي للحالة المثالية يقوم في عمله على الرشاقة المتمثلة بالقدرة على تلبية رغبة الزبائن المختلفة و بالسرعة المطلوبة أي يجب زيادة الأستراتيجية المختلطةعلى حساب الاستراتيجية القليلة الفاقد وكذلك الاستراتيجية الرشيقة. يفترض أن أداء المعمل سيتحسن في الحالة المثالية باتباع الاستراتيجية المختلطة بشكل أكبر عن الوضع الراهن أي مراعاة الهدر والفائض مع السرعة.

استُنتج أن النوع الرشيق هو المهيمن للوضع التنبؤي بنسبة (52.5%) يليها لاستراتيجة المختلطة بنسبة 31.1% يليها القليلة الفاقد بنسبة 16.8% .

٨-٢-التوصيات:

❖يقترح الباحث استعمال أسلوب AHP في الاختيار المناسب من خلال تطبيقات البرمجية Expert choice لتسهيل الاختيار المناسب للاستراتيجية المثلى للوضع التنبؤي للحالة المدروسة.

❖حتى يتم تقصير طول سلسلة التوريد لابد من اتخاذ قرار زيادة الاستراتيجية المختلطة على حساب استراتيجية القليلة الفاقد وخاصةً في قسمي المشتريات ومستودع المنتجات.

❖ضرورة التركيز على أن تكون المقارنات الثنائية معبرة عن آراء مدراء ومعاوني أقسام سلسلة التوريد بدلاً من التركيز على الوصول إلى معدل الاتساق المقبول.

❖ضرورة استعمال برمجيات متخصصة في معالجة قرار متعدد المعايير للتسريع من عملية المفاضلة بين البدائل، لتقليل الجهد وتخفيض التكاليف وتقليل الوقت أي تقصير زمن السلسلة الذي هو الهدف المرجو.

❖على معمل الحالة المدروسة والمؤسسات والشركات والمصانع في سوريا عموما الانفتاح على الطرق العلمية المستخدمة في الإدارة حديثا وخاصة التعرف على كيفية استخدام أسلوب التحليل الهرمي للقرارات في عملية التوظيف وفي اتخاذ القرارات الإدارية عموما، ويمكن أن يستخدم هذا الأسلوب في دعم القرارات الإدارية والتأكد من اختيار البديل الأفضل من بين البدائل المتاحة.

Reference

1.A,Constangioara. (2012).The impact of supply chain performance on organizational performance, Journal of Electrical and Electronics Engineering, 5(2):45-48.

2.Yazdani, M., Zarate, P., Coulibaly, A., & Zavadskas, E. K. (2017). A group decision making support system in logistics and supply chain management. Expert systems with Applications, 88, 376-392.

3.Bertolini, M., Bottani, E., Ferretti, G., Montanari, R., & Volpi, A. (2012). Analysis of the requirements of RFID tags for efficient fashion supply chain management. International Journal of RF Technologies, 3(1), 39-65.

4.Christopher, M., & Towill, D. (2001). An integrated model for the design of agile supply chains. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management.

5.Miah, M. R., Roy, H. N., Saha, S., Parvez, M. S., Alom, M. J., & Dhar, N. R. (2013). Is leagile supply chain suitable for apparel manufacturing organizations? A multicriteria decision making perspective. Int. J. Sci. Eng. Res, 4, 933-938.

6.Raj, S. A., Jayakrishna, K., & Vimal, K. E. K. (2018). Modelling the metrics of leagile supply chain and leagility evaluation. International Journal of Agile Systems and Management, 11(2), 179-202.

7.Soltan, H., & Mostafa, S. (2015). Lean and agile performance framework for manufacturing enterprises. Procedia Manufacturing, 2, 476-484.

8.Ruiz-Benítez, R., López, C., & Real, J. C. (2018). The lean and resilient management of the supply chain and its impact on performance. International Journal of Production Economics, 203, 190-202.

9.Madhani, P. M. (2017). Leagile Supply Chain Strategy: Benefits of Both Lean and Agile Approach. Materials Management Review, 13(9), 9-11.
10.Rajeev Kant, Vijay Pandey , L. N. Pattanaik.(2015). LEAN, AGILE & LEAGILE SUPPLY CHAIN: A COMPARATIVE STUDY, ELK Asia Pacific Journals – Special Issue ISBN: 978-81-930411-8

11.Nguyen, T. H. D., & Dao, T. M. (2018). New framework to optimise leagile supply chain design, International Journal of Industrial Engineering and Operations Management (IJIEOM), Volume 1, No. 1, May 2019

12.pp. 46 - 60