Journal of Business Economics for Applied Research, Vol. (7), No. (1), Part (1):9-27
Doi: https://dx.doi.org/10.37940/BEJAR.2025.7.2.1

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

Goal Programming and Material Requirements Planning Based on Demand Forecasting - Applied Research*

Abdulrahman Abbas Khadir[(1)], Wakkas Saad Khalaf[(2)]
University of Baghdad, College of Administration and Economics[(1),(2)]
(1) abd.abbas2205m@coadec.uobaghdad.edu.iq (2) dr.wakkas1@coadec.uobaghdad.edu.iq

Key words:
Material Requirements Planning, ARIMA models, goal programming.

ARTICLE INFO
Article history:

Received	02 ***Jan***. 2025
Accepted	09 ***Jan***. 2025
Avaliabble online	30 ***Jun***. 2025

©2025 College of Administration and Economy, University of Fallujah. THIS IS AN OPEN ACCESS ARTICLE UNDER THE CC BY LICENSE.

e.mail cae.jabe@uofallujah.edu.iq

*Corresponding author:
Abdulrahman Abbas Khadir
University of Baghdad

Abstract:
The research represents a comprehensive approach to Material Requirements Planning (MRP) through the use of forecasting methods and goal programming. It focuses on the challenges faced by the company in demand forecasting. The objective is to increase profits and reduce inventory holding costs by integrating the ARIMA model with goal programming, It is essential to collect and analyze data using advanced scientific methods to evaluate the effectiveness of the proposed models. The results indicated that the application of scientific forecasting methods and goal programming contributed to enabling the company to achieve a balance between demand and production. This led to an increase in profit levels and a reduction in certain inventory holding costs, thereby enhancing the efficiency of material requirements planning, Advanced forecasting techniques and goal programming should be implemented, and the MRP models must be updated regularly.

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

Journal of Business Economics for Applied Research, Vol. (7), No. (1), Part (1):9-27
Doi: https://dx.doi.org/10.37940/BEJAR.2025.7.2.1

برمجة الأهداف وتخطيط الاحتياجات من المواد بالاعتماد على التنبؤ بالطلب
بحث تطبيقي*

الباحث: عبدالرحمن عباس خضير
جامعة بغداد- كلية الادارة والاقتصاد
abd.abbas2205m@coadec.uobaghdad.edu.iq

أ.د. وقاص سعد خلف
جامعة بغداد - كلية الادارة والاقتصاد
dr.wakkas1@coadec.uobaghdad.edu.iq

المستخلص

يمثل البحث منهجاً متكاملاً لتخطيط متطلبات المواد من خلال استخدام أساليب التنبؤ وبرمجة الأهداف، اذ تم التركيز على الصعوبات التي تواجهها الشركة في التنبؤ بالطلبات، سيكون الهدف هو زيادة الأرباح وتقليل تكاليف الاحتفاظ بالمخزون من خلال دمج نموذج ARIMA مع برمجة الأهداف، ومن الضروري القيام بجمع البيانات وتحليلها باستخدام الأساليب العلمية المتقدمة بهدف اختبار فعالية النماذج المقترحة، أشارت النتائج إلى أن تطبيق الأساليب العلمية للتنبؤ وبرمجة الأهداف ساهم في تمكين الشركة من تحقيق التوازن بين الطلب والإنتاج، فقد أدى إلى زيادة مستوى الربح وخفض بعض تكاليف الاحتفاظ بالمخزون مما يؤدي إلى تخطيط الاحتياجات من المواد بكفاءة، وينبغي تنفيذ التقنيات المتقدمة للتنبؤ وبرمجة الأهداف ويجب تحديث النماذج وتقنيات(MRP) بانتظام.

الكلمات المفتاحية: تخطيط الاحتياجات من المواد، نماذج ARIMA، برمجة الأهداف.

المقدمة:

يُعد تخطيط الاحتياجات من المواد من العناصر الأساسية التي تؤثر بشكل مباشر على كفاءة الأداء الإنتاجي في الشركات الصناعية، اذ تتزايد التحديات التي تواجه الشركات في هذا المجال نتيجة للتغيرات السريعة في الطلب والأسواق وإلى تحسين استراتيجياتها في تخطيط الاحتياجات من المواد، وتستند هذا البحث إلى أهمية استخدام توظيف علمية متطورة مثل نموذج ARIMA للتنبؤ بالطلب، بالإضافة إلى أساليب برمجة الأهداف التي تسمح بتحقيق التوازن بين الأهداف المتعددة. ويهدف البحث إلى تقديم إطار عمل متكامل يساعد متخذي القرار في الشركة على تحسين استراتيجيات التخطيط، مما يؤدي إلى زيارة الارباح و تقليل التكاليف المرتبطة بالمخزون من خلال تحليل بيانات تاريخية واستخدام أساليب إحصائية متطورة، ويسعى هذا البحث إلى تقديم حلول عملية تسهم في تعزيز كفاءة العمليات الإنتاجية، سيتم تناول التحديات الحالية والفرص المتاحة لتحسين تخطيط الاحتياجات من المواد، مع التركيز على أهمية الابتكار في استخدام الأساليب الحديثة في التخطيط والإدارة، ويتطلع البحث إلى تقديم إسهامات علمية وعملية تسهم في تطوير منهجية متكاملة لتحسين أداء الشركات في مجال إدارة الاحتياجات من المواد، مما يعزز من قدرتها التنافسية في الأسواق المحلية والدولية.

مشكلة البحث:

تواجه شركة الزوراء، تحديات في تخطيط احتياجات المواد لإنتاج الفلاتر الهوائية المستخدمة في توربينات محطات توليد الطاقة، وتشمل هذه التحديات تقلبات الطلب وتغيرات توفر المواد، حيث يعتمد التخطيط الحالي على الخبرة الشخصية لمتخذ القرار دون استخدام الأساليب

* البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الأول.

العلمية الحديثة، وهذا يؤدي إلى عدم دقة في تحديد الكميات المطلوبة والمخزونة، مما يزيد من تكاليف الإنتاج والاحتفاظ بالمخزون.

هدف البحث:

يهدف البحث إلى وضع خطة للاحتياجات من المواد المنتجة كالفلتر الهوائي وأجزائه، وتسعى الإدارة لتحقيق أهداف متعددة ومتعارضة، من خلال نتائج التنبؤ باستخدام نموذج ARIMA، اذ يتطلب ذلك تحديد الكميات المطلوبة والمُنتَجة والمشتراة وأوقات الحاجة إليها، ولأغراض البحث، تم تصنيف الأجزاء المكونة للمنتج النهائي (الفلتر الهوائي) بمستويات قليلة، لتسهيل بناء نموذج برمجة الأهداف.

أهمية البحث:

يحمل هذا البحث أهمية علمية وعملية كبيرة، اذ يهتم بتطوير منهجية متكاملة تعتمد على التنبؤ بالسلاسل الزمنية والبرمجة الهدفية لتحسين تخطيط احتياجات المواد في البيئات الصناعية، ويركز البحث على استخدام نماذج ARIMA لدراسة خصائص الطلب على المواد وتحديد النماذج الأنسب، كما يستفيد من نموذج البرمجة الهدفية لتحقيق التوازن بين أهداف متعددة مثل تقليل التكاليف وزيادة الأرباح، مما يساعد في اتخاذ قرارات مستنيرة بناءً على أولويات الشركة ومتطلبات الزبائن، علاوة على ذلك، يتم دمج نتائج التنبؤ باستخدام ARIMA مع نتائج البرمجة الهدفية لتحسين عمليات تخطيط الاحتياجات من المواد، ويسلط البحث الضوء على أهمية الابتكار في هذا المجال، حيث يتعامل مع التغيرات السريعة في بيئة الأعمال، مما يعزز تنافسية الشركات الصناعية. أخيراً، يهدف البحث إلى الاستفادة من التقنيات الحديثة لتحسين دقة وفعالية تخطيط الاحتياجات من المواد.

الأساليب والنماذج والبرامج المستخدمة:

نموذج ARIMA للتنبؤ بالطلبات، لقد تم استعمال برنامج EViews لتحليل البيانات، ونموذج البرمجة الهدفية لتخطيط احتياجات المواد، وتم استعمال حزمة R وExcel لتنفيذ نماذج البرمجة الهدفية وبرنامج win qsb لتخطيط الاحتياجات من المواد بشكل فاعل.

المبحث الأول: الإطار النظري

أولاً: التنبؤ:

1-1 مفهوم التنبؤ:

التنبؤ هو توقع للمستقبل يُستخدم في مجالات مثل الطقس والرياضة والأعمال، يُعتبر التنبؤ بالطلب على المنتجات أساسًا لقرارات التخطيط مثل الجدولة والإنتاج ويعتمد التخطيط الاستراتيجي على توقع نوع وحجم المنتجات المطلوبة ومع ذلك، التنبؤ غير مؤكد ويزداد صعوبته مع تزايد الخيارات والمعلومات المتاحة للمستهلكين، وتسهم التكنولوجيات السريعة في زيادة تنوع المنتجات مما يزيد من تعقيد عملية التنبؤ (Russell & Taylor, 2011: 496)، يعد التنبؤ أداة شائعة في تحليل الأحداث بناءً على الاحداث السابقة، ويُستخدم في المؤسسات لتطوير استراتيجيات العمل واتخاذ قرارات حاسمة، ويعكس التنبؤ تقدير الأنشطة المستقبلية مع الأخذ في الاعتبار العوامل المؤثرة في عمليات التصميم، يمارس التنبؤ دورًا حيويًا في تحقيق التكامل بين الخطوات لضمان النتائج المرجوة بدقة، واعتمادًا على البيانات المتاحة في سياق عملي (العوادي، 2015: 28).

2-1 أهمية التنبؤ:

تعد عملية التنبؤ مهمة لأنها تتعلق بتوقّع الأحداث المستقبلية وتقدير التغيرات المحتملة لاتخاذ قرارات استثمارية، يسعى المستثمرون لتحقيق عوائد مع تحمل مخاطر معينة، حيث ينطوي كل استثمار على درجة من المخاطرة، ويلعب التنبؤ دورًا حاسمًا في تحديد حجم هذه المخاطر، مما يساعد المستثمرين على اختيار البدائل الأفضل من خلال تقييم مزايا وعيوب كل خيار، ويعتمد القرار الاستثماري على توازن العائد والمخاطر. (عسكر واخرون،307:2023)

3-1 التنبؤ في السلاسل الزمنية:

يُشيرالتنبؤ إلى عملية تقدير القيم المستقبلية للظواهر المدروسة باستخدام نماذج رياضية وإحصائية تعتمد على البيانات التاريخية ويُعتبر التنبؤ من أبرز الموضوعات في تحليل السلاسل الزمنية، حيث يهدف إلى تقدير القيم المستقبلية للظواهر المدروسة. يُستخدم مصطلح "التنبؤ" بشكل أوسع من "التوقع"، حيث يشير الأول إلى التطبيقات العملية، وتم تطوير العديد من أساليب التنبؤ بناءً على نظريات التنبؤ الخطي من قبل علماء بارزين، مثل كولموغوروف وونر، الذين ساهموا في تطوير نماذج رياضية للتنبؤ بالمواقع المستقبلية للطائرات خلال الحرب العالمية الثانية. وقد أسهمت هذه الأبحاث في وضع أسس علمية للتنبؤ، مما أدى إلى تطور أساليب تحليل السلاسل الزمنية. (تايه واخرون، 278:2023)

4-1 مكونات السلاسل الزمنية:

يمكن تسليط الضوء على كل عنصر من عناصر السلاسل الزمنية بشكل منظم ودقيق، حيث ينقسم إلى أربعة عناصر رئيسة، وهي كما يلي:

1- **الاتجاه العام (Secular Trend) :-** يشير الاتجاه العام إلى التغير المنتظم والمستمر في قيم الظاهرة المدروسة نتيجة لتأثرها بعوامل معينة، ويمثل هذا الاتجاه الحركة العامة للسلسلة الزمنية على المدى الطويل، حيث لا يمكن ملاحظته بشكل واضح في الأجل القصير لكنه يتراكم ويتضح في الأجل الطويل، ويكون الاتجاه إيجابيًا إذا اتجهت السلسلة نحو التزايد والنمو (Growth)، وسلبيًا إذا اتجهت نحو التناقص والاضمحلال (Decline) بمرور الزمن، وفي كلتا الحالتين قد تكون قيم السلسلة ذات أوساط حسابية متباينة، مما يشير إلى تذبذب القيم حول وسط حسابي ثابت. ويتسم هذا التغير بكونه تدريجيًا وليس مفاجئًا(Arsham, 1996:120) .
2- **التغيرات غير المنتظمة (Random Variations) :-** تنجم التغيرات العشوائية في السلسلة الزمنية عن تأثيرات غير متوقعة وغير منتظمة، والتي لا تتكرر في نمط معين، وتشمل هذه الاختلافات أحداثًا مثل الحروب، الاضطرابات، الفيضانات، والزلازل حيث لا توجد تقنية إحصائية محددة لقياس التقلبات العشوائية. (عبد الرزاق وحمزة، 2017: 105)
3- **التغيرات الدورية (Cycle Variations) :-** تشير التغيرات الدورية إلى تغييرات في الطلب تتكرر بمرور الوقت، ويمكن أن تكون طويلة المدى أو قصيرة المدى، وتتضمن الدورات قصيرة المدى التغيرات الموسمية في الطلب، وغالبًا ما ترتبط بمجموعة متنوعة من الظروف الاقتصادية والسياسية والزراعية . (*Russel&Taylor*,2011:500)
4- **التغيرات الموسمية (Seasonal Variations) :-** تشير التغيرات الموسمية إلى تقلبات السلسلة الزمنية الناتجة عن العوامل الموسمية السنوية، ومن العوامل المهمة التي تسبب هذه التغيرات المناخ والظروف الجوية، بالإضافة إلى العادات والتقاليد. (عبد الرزاق وحمزة، 2017: 105).

5-1 نماذج السلاسل الزمنية:

1- **نموذج الانحدار الذاتي(Autoregressive Model) :-** نموذج الانحدار الذاتي (AR) يعتمد على القيم السابقة للمتغير نفسه لتحديد قيمته في الفترة الحالية. يُعرف هذا النموذج بـ "الانحدار الذاتي" لأنه يستند إلى تاريخ المتغير، حيث تتأثر قيمته الحالية بتلك السابقة. (جابر، 2017: 21)

2- **نموذج المتوسطات المتحركة(Moving Average Model) :-** يستخدم نموذج المتوسطات المتحركة (MA) التغييرات العشوائية التي حدثت في الماضي لتحسين تمثيل بيانات السلسلة الزمنية. على عكس نموذج الانحدار الذاتي، يعتمد هذا النموذج على قيم الأخطاء العشوائية فقط، دون الاعتماد على القيم السابقة للمتغير نفسه. (الطائي، 2010: 95)

3- **نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة المختلطة (Mixed Autoregressive Moving Average Models):-** تواجه العديد من السلاسل الزمنية صعوبة في التمثيل باستخدام نموذج الانحدار الذاتي (AR) أو نموذج المتوسطات المتحركة (MA) بشكل منفصل. لذلك، تم تطوير نموذج مختلط يُعرف بنموذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة(ARMA) ، والذي يُرمز له بـ (ARMA p, q) حيث يمثل (p) رتبة الانحدار الذاتي و (q)رتبة المتوسط المتحرك. (الصافي، 2023: 109)

4- **نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة التكاملية (Autoregressive Integrated Moving Average Model):-** قام الباحثان بوكس وجنكنز بوصف النموذج المختلط (ARMA) بشكل شامل، مع تقديم أسلوب لفهم ومعالجة عدم الاستقرارية في السلاسل الزمنية. يتم تحويل السلسلة الزمنية غير المستقرة إلى سلسلة مستقرة عن طريق حساب الفروق اللازمة، ويُرمز للنموذج بعد أخذ الفروق بـ (ARIMA). يتم تحقيق ذلك من خلال أخذ عدة فروقات (d) وهي درجة التكامل المطلوبة لتحويل السلسلة إلى سلسلة مستقرة، أو عبر إجراء التحويلات اللازمة. يعد هذا النموذج من أكثر النماذج استخدامًا ويُرمز له بـ (ARIMA)(p, d, q). (Jackson et. al, 2018: 53).

ثانياً: البرمجة الهدفية:

2-1 المفهوم العام:

تُعد برمجة الأهداف إحدى نماذج البرمجة الرياضية التي تقدم حلولًا لمشكلة التحسين متعددة الأهداف، ويتعين على صانع القرار استخدام هذا النموذج لتحديد ترتيب الأولويات المطلقة بين الأهداف، وتعيين قيمة مستهدفة لكل هدف وهي طريقة لتخصيص قيم مثلى لمجموعة من المتغيرات في ظل وجود أهداف متنافسة وهرمية للأولويات بين تلك الأهداف، وتقوم برمجة الأهداف بمعالجة الأهداف متعددة الأبعاد بشكل تسلسلي، حيث يتم تحقيق الهدف الأول ذو الأولوية العليا أولًا، ثم يلي ذلك الهدف التالي في قائمة الأولويات، وهكذا (Taha,2017:358)، تكون برمجة الأهداف أكثر فائدة في الحالات التي تتضمن دوال موضوعية متعارضة، اذ يتكون نموذج برمجة الأهداف من نموذجين فرعيين: نموذج البرمجة بالأهداف الترتيبية (الأولوية المستبقة) ونموذج البرمجة بالأهداف الموزونة، يُحدد ترتيب الأولويات المُعطى لهدف معين ترتيب عناصر الأولوية المستبقة(Hussain et al.,2020:13) .

2-2 أهمية برمجة الأهداف:

برمجة الأهداف هي أداة أساسية في اتخاذ القرارات العلمية والإدارية، تركز على تحقيق أهداف متعددة، وقد تكون متعارضة أحيانًا. لذا يتطلب تحقيق الزيادة في الربح الحفاظ على كفاءة الإنتاج، مما يخلق تحديات في التوازن بين الأهداف (عطية، 2020). تُستخدم في مجالات زيادة الإنتاجية وتطوير المنتجات، وتعتمد على تحديد أهداف واضحة وقابلة للقياس. يسهم هذا النموذج في تحسين فعالية اتخاذ القرارات وتحقيق النجاح في مختلف المجالات (Abd Al-Kareem & Khalaf, 2021).

2-3 خطوات بناء النموذج الرياضي لبرمجة الأهداف:

يُعد النموذج تمثيلًا مبسطًا وصفًا رسميًا لنظام أو ظاهرة حقيقية، وتُعد النماذج تجريدات تكشف عن الخصائص الأساسية لسلوك النظام، مما يساعد في فهمه بشكل أعمق، وتتيح طبيعة النماذج المناسبة لعمليات اتخاذ القرار والتخطيط الإداري استخدامها في حل مشكلات مثل تخطيط الإنتاج، تتضمن عملية بناء نموذج برمجة الأهداف عدة خطوات أساسية، وهي كالتالي:(زيدان،2012:15; Sen & Nandi, 2012 : 31)

1- **تحديد الأهداف والقيود:** يجب أولاً تحديد الأهداف التي يسعى لتحقيقها، بالإضافة إلى القيود التي قد تؤثر على تخصيص الموارد أو تعيق تحقيق تلك الأهداف.
2- **تحديد مستوى الأولوية لكل هدف**: يجب تصنيف الأهداف وفقًا لأهميتها، حيث يُعتبر الهدف ذو الأولوية P1 هو الأكثر أهمية، بينما يأتي الهدف ذو الأولوية P2 في المرتبة الثانية، وهكذا.
3- **تحديد المتغيرات القرارية:** يجب تحديد المتغيرات التي ستدخل في النموذج، والتي تمثل العناصر التي يمكن التحكم بها لتحقيق الأهداف.
4- **بناء القيود:** يتطلب الأمر صياغة القيود اللازمة لنظام البرمجة الخطية القياسي، بحيث تعكس الشروط التي يجب الالتزام بها.
5- **صياغة معادلات الأهداف:** لكل هدف يجب صياغة معادلة هدف خاصة به، مع تحديد القيمة المستهدفة على الجانب الأيمن من المعادلة.
6- **كتابة دالة الهدف:** ينبغي كتابة دالة الهدف التي تهدف إلى تقليل مجموع المتغيرات التكميلية او الانحرافية بحيث تتوافق مع الأولويات المحددة بأقل قدر ممكن.

2-4 طرائق حل برمجه الأهداف:

هناك طريقتان رئيستان في ايجاد الحل في مسأله برمجه الأهداف وأن هاتين الطريقتين لا تؤديان بالضرورة الى نفس النتائج والحل، ولكن كل طريقه تحقق ما يرغب به متخذ القرار ولا توجد طريقه افضل من طريقه أخرى، حيث ان اسلوب كل طريقه يعتمد على متخذ القرار، وهي: (Taha,2017:381)

1- **طريقه الاوزان (the weights method):** هذه الطريقه تعتمد على اعطاء اوزان مختلفة وحسب رغبه متخذ القراروجمعهم في داله هدف واحده ويتم حلها بأحد طرق البرمجه الخطية المختلفة وايجاد النتائج وعليه سيكون نموذج برمجة الاهداف بحسب طريقة الاوزان
2- **طريقه الأولويات (preemptive Goal programming):** تعتمد هذه الطريقة على ترتيب الاهداف وحسب الاهمية بالنسبة لصاحب القرار حيث يتم الحل اعتماداً على الهدف الذي له اعلى اولوية ثم الذي بعده وهكذا الى اخر هدف بالأولوية بحيث لايتم المساس بالاهداف ذات الأولوية القليل، ولنفرض ان اعلى اولوية هو G1 وترمز له P2 والاقل اولوية G2 وترمز له P2 ، وتكون فيها ثلاث طرق للحل:
   - الحل باستخدام البرمجة الخطية باضافة المتغيرات الانحرافية
   - الحل بطريقه العمود المستبعد

- الحل باستخدام البرمجة الخطية

قاعدة العمود المستبعد: ان هذه الطريقة تعتمد على طريقة الأولويات ولكن مع تحقيق امثلية الاهداف بدلاً من تحقيق الاهداف فقط، وتتضمن خطوات الحل بطريقة العامود المستبعد:

1- كتابة نموذج المشكلة.
2- اضافة المتغيرات الوهمية الى قيود النظام وذلك لتحويلها الى معادلات.
3- كتابه دالة الهدف وهي عباره عن الهدف الذي له الأولوية في الحل مع اضافه المتغيرات الوهمية.
4- يحل النموذج بأحد طرق حل البرمجة الخطية، وهي اعتبار الهدف الذي له الأولوية في الحل هو دالة الهدف والاهداف الاخرى تعتبر من ضمن القيود بعد ايجاد الحل الامثل للهدف الأول يحذف صف الهدف من الجدول مع حذف عمود المتغير الغير اساسي في الجدول.

ثالثاً: تخطيط الاحتياجات من المواد.

1-3 مفهوم تخطيط الاحتياجات من المواد:

نظام (MRP) هو أداة استراتيجية تستخدمها الصناعات التحويلية لتحسين كفاءة الإنتاج وتلبية احتياجات السوق، ويهدف إلى إدارة الطلبات والإمدادات لضمان توافر المواد في الوقت المناسب، مما يقلل التكاليف ويزيد من مرونة العمليات، ويعتمد النظام على بيانات مثل قائمة المواد والمخزون وجدول الإنتاج، ويستخدم تقنيات حديثة لتحسين اتخاذ القرارات، مما يعزز قدرة المنظمات على التكيف مع تقلبات السوق وتحسين استجابتها لمتطلبات الزبائن. (حمودي،2023:241). وقد تم تطوير نظام معلومات محوسب خصيصًا للمساعدة في إدارة مخزون الطلب على المشتقات وجدولة الطلبات لسد النقص في المخزون (Krajewski et al.,2022:725).

2-3 أهمية نظام تخطيط الاحتياجات من المواد:

أصبح التخطيط ومراقبة المخزون عوامل رئيسة في تقليل تكاليف التخزين ومساعدة الوحدات الاقتصادية على تحقيق أهداف الإنتاج اذ تمارس إدارة المخزون دورًا استراتيجيًا، حيث يمثل المخزون نحو 50% من إجمالي رأس المال المستثمر في العديد من الشركات (شيخي ،2011 : 37). ويعتبر نظام تخطيط الاحتياجات من المواد من الأنظمة الفاعلة في مجال التخطيط والرقابة على المخزون والإنتاج، مما يتيح تحقيق أهداف الأداء التشغيلي مثل تقليل التكاليف، وضمان التسليم الموثوق، وتحسين الجودة، واستخدام الموارد بشكل أفضل. كما يقدم النظام حلولًا سريعة لمشاكل الجدولة، وضمان دقة توقيت استلام المواد، وبالتالي تحقيق الأهداف الاستراتيجية للوحدة الاقتصادية (Entringer et al.,2018: 41) .

3-3 أهداف نظام تخطيط الاحتياجات من المواد:

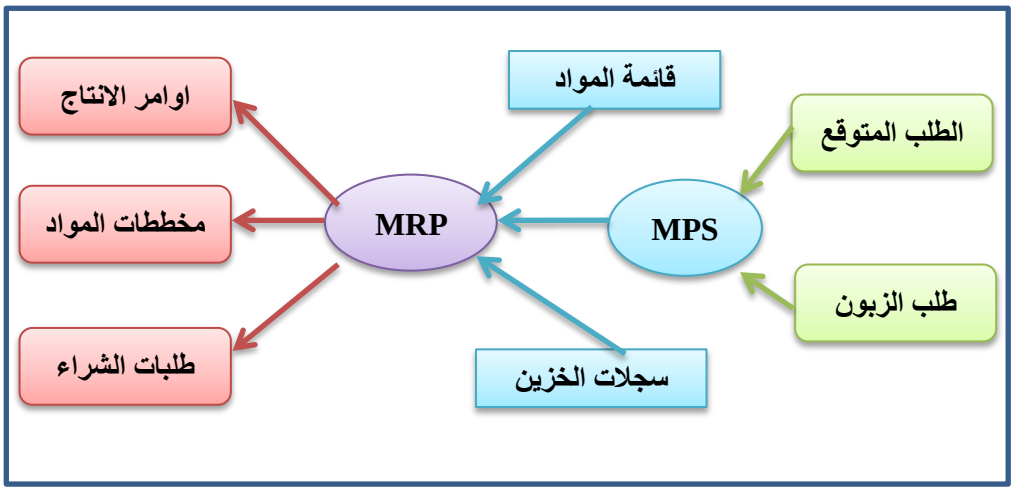
تستند أهداف نظام (MRP)المواد إلى تحسين خدمة العملاء من خلال توفير المنتجات بالكميات المطلوبة وفي الوقت المحدد وبجودة عالية. يسعى النظام إلى: (الغريري ،2013 :386)

1- تحديد المتطلبات الإجمالية والصافية لكل جزء من أجزاء الطلب.
2- وضع أولويات الإنتاج للأجزاء اللازمة بناءً على تواريخ انتهاء المنتجات النهائية.
3- ضبط جدول الإنتاج الرئيسي لمواجهة التغيرات في خطط الإنتاج.
4- إدارة كميات المخزون لأوامر العمل للحفاظ على مستويات المخزون المناسبة وتقليل التكاليف.

5- توقع الطاقة الإنتاجية المطلوبة لأوامر العمل.
6- تقليل مستويات الخزين وزيادة معدل دورانه.

4-3 مدخلات ومخرجات نظام تخطيط الاحتياجات من المواد

يتفق الباحثون على أن نظام تخطيط الاحتياجات من المواد يتضمن مجموعة رئيسية من المدخلات، وهي جدول الإنتاج الرئيسي (MPS)، وقائمة المواد (BOM)، وملف المخزون (IF). يحدد هذا النظام الأنشطة التي يتعين على إدارة العمليات القيام بها لضمان الالتزام بالجدول الزمني، مثل إصدار أوامر الإنتاج الجديدة، وتعديل كميات تلك الأوامر، وتسريع الأوامر المتأخرة وغيرها، وكما موضح بالشكل (1) . (Thurer et al., 2020:3)



الشكل (1) : مدخلات ومخرجات نظام تخطيط الاحتياجات من المواد

الشكل من اعداد الباحث بالاعتماد على المصدر(Thurer et al.,2020:36) .

5-3 أساليب تحديد حجم الدفعة:

تتضمن أساليب تحديد حجم الدفعة تحديد توقيت وكميات الطلب لكل مادة قبل حساب الاستلامات والأوامر. يُعتبر اختيار طريقة تقدير حجم الدفعة مهمًا لأنه يؤثر على عدد الإصدارات المطلوبة وتكاليف الاحتفاظ بالمخزون. تشمل الأساليب الرئيسية: (احمد،2015)

1- حجم الدفعة المتكافئ :(Lot-for-Lot)
2- الحجم الاقتصادي للطلبية :(EOQ)
3- كمية الطلب الثابتة :(FOQ)
4- كمية الطلب الدورية :(POQ)
5- احتياجات الفترة الثابتة :(FOR)
6- موازنة الفترة الجزئية :(PPB)
7- تكلفة الوحدة الأدنى :(LUC)
8- التكلفة الكلية الأدنى :(LTC)
9- خوارزمية وكنز – تن :(WWA)

Journal of Business Economics for Applied Research, Vol. (7), No. (1), Part (1):9-27
Doi: https://dx.doi.org/10.37940/BEJAR.2025.7.2.1

المبحث الثاني: الإطار التطبيقي

اولاً: التنبؤ (ARIMA):

تم استخدام نموذج (ARIMA) لتوقع الطلب على منتجات فلتر الهواء استنادًا إلى سلسلة زمنية تمتد على 92 شهرًا، من يناير 2017 إلى أغسطس 2024. يتكون المنتج من تجميع فلترين (الأسطواني والمخروطي). فيما يلي توضيح لعملية التنبؤ.

1-1 فحص وتهيئة بيانات السلسلة الزمنية:

قبل بدء عملية التنبؤ لتحديد حجم الدفعات باستخدام نموذج المتوسط المتحرك للانحدار الذاتي المتكامل (ARIMA)، يجب التأكد من ملاءمة البيانات المتعلقة بالسلسلة الزمنية للطلب التاريخي على منتج فلتر الهواء. يتعين التحقق من خلو البيانات من مشكلة الارتباط الذاتي ومعالجتها إذا وُجدت. بالإضافة إلى ذلك، يجب التأكد من استقرار السلسلة الزمنية من خلال اختبار الاستقرارية، وذلك باستخدام اختبار ديكي-فيلر (Dickey-Fuller) للتأكد من عدم وجود تغييرات عشوائية في القيم المتطرفة. وأخيرًا، يجب التحقق من التوزيع الطبيعي للسلسلة باستخدام اختبار (Jarque-Bera Test)، حيث تم تنفيذ أدوات الاختبار هذه باستخدام البرنامج الإحصائي (EViews 13)،

1- اختبار استقرار السلسلة:

يوضح الجدول (1) نتائج اختبار استقرار السلسلة باستخدام أداة(Dickey-Fuller) ، والتي تقيّم استقرار السلسلة الزمنية مع وجود المتجه والحد الثابت (Individual Intercept & Trend).تنص فرضية الاستقرار كما يلي:

- فرضية العدم :(P = 0) سلسلة البيانات مستقرة (لا تحتوي على جذر الوحدة).
- الفرضية البديلة :(P ≠ 0) سلسلة البيانات غير مستقرة (تحتوي على جذر الوحدة).

أظهرت نتائج الاختبار الإحصائي، الموضحة في الجدول (1)، أن البيانات لا تحتوي على جذر الوحدة. وهذا يتضح من القيمة المعنوية للاختبار (P = 0.000) الخاصة بمعلمة (Dickey-Fuller test statistic). بناءً على ذلك، تم قبول فرضية العدم، مما يدل على استقرار السلسلة الزمنية وعدم وجود جذر الوحدة.

جدول (1) نتائج اختبار Dickey-Fuller

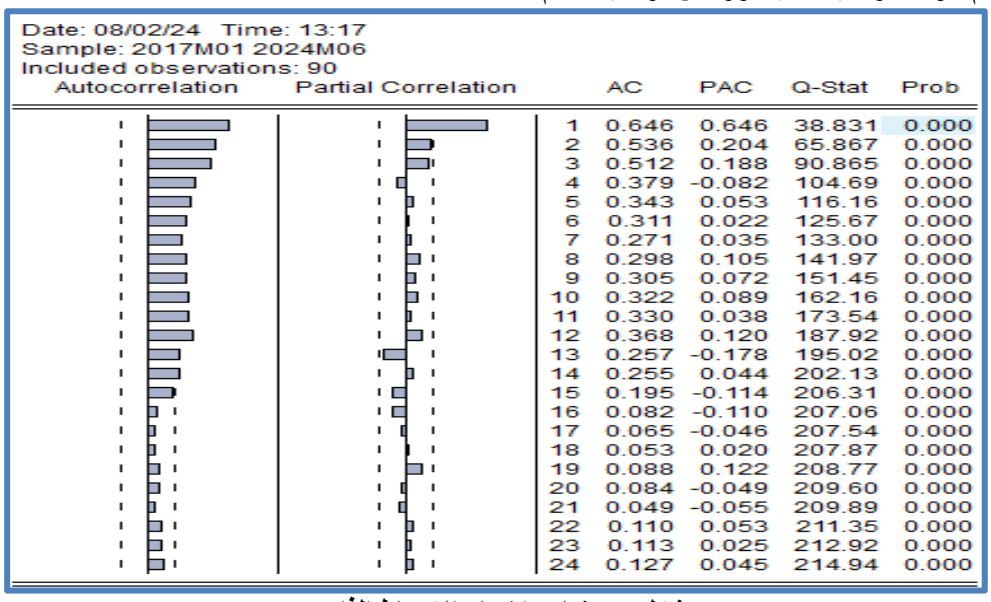
Null Hypothesis: PREVIOUS_DEMAND has a unit root			
Exogenous: Constant, Linear Trend			
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)			
Prob.*	t-Statistic		
0.0000	-5.941487	Augmented Dickey-Fuller test statistic	
	-4.064453	1% level	Test critical values:
	-3.461094	5% level	
	-3.156776	10% level	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.			

2- اختبارات الارتباط الذاتي:

تشير مشكلة الارتباط الذاتي إلى ارتباط قوي بين بواقي الأخطاء المتتالية في السلسلة الزمنية، مما يؤدي إلى تقديرات غير كفوءة واستدلالات مضللة في نماذج التنبؤ. يتم التعبير عن نتائج هذا الاختبار وفقًا للفرضيات التالية:

- فرضية العدم :(P=0) لا يوجد ارتباط ذاتي في سلسلة البيانات.
- الفرضية البديلة :(P≠0) يوجد ارتباط ذاتي في سلسلة البيانات.

تشير نتائج الاختبار، كما هو موضح في الشكل(2)، إلى وجود مشكلة الارتباط الذاتي، حيث بلغت قيمة الارتباط الذاتي 0.646 (AC)، مما يخرج القيم عن الحدود العليا والدنيا. وبالتالي، تم قبول الفرضية البديلة ورفض فرضية العدم.



	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.646	0.646	38.831	0.000
2	0.536	0.204	65.867	0.000
3	0.512	0.188	90.865	0.000
4	0.379	-0.082	104.69	0.000
5	0.343	0.053	116.16	0.000
6	0.311	0.022	125.67	0.000
7	0.271	0.035	133.00	0.000
8	0.298	0.105	141.97	0.000
9	0.305	0.072	151.45	0.000
10	0.322	0.089	162.16	0.000
11	0.330	0.038	173.54	0.000
12	0.368	0.120	187.92	0.000
13	0.257	-0.178	195.02	0.000
14	0.255	0.044	202.13	0.000
15	0.195	-0.114	206.31	0.000
16	0.082	-0.110	207.06	0.000
17	0.065	-0.046	207.54	0.000
18	0.053	0.020	207.87	0.000
19	0.088	0.122	208.77	0.000
20	0.084	-0.049	209.60	0.000
21	0.049	-0.055	209.89	0.000
22	0.110	0.053	211.35	0.000
23	0.113	0.025	212.92	0.000
24	0.127	0.045	214.94	0.000

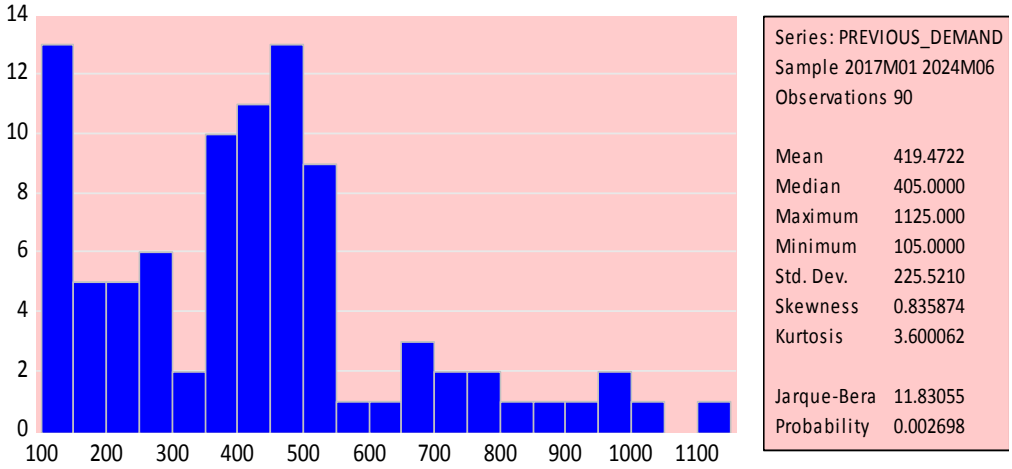
شكل (2) نتائج اختبار الارتباط الذاتي

3- اختبار التوزيع الطبيعي:

يهدف اختبار التوزيع الطبيعي إلى تقييم مدى ملاءمة البيانات التاريخية للسلسلة الزمنية الخاصة بالطلب على فلتر الهواء لاستخدامها في نماذج التنبؤ. تُصاغ فرضيات الاختبار كما يلي:

- فرضية العدم :(P=0) سلسلة البيانات تتبع توزيعًا طبيعيًا.
- الفرضية البديلة :(P≠0) سلسلة البيانات لا تتبع توزيعًا طبيعيًا.

تشير النتائج، كما هو موضح في الشكل (3)، إلى عدم توفر صفة المعلمية في البيانات، حيث كانت القيمة المعنوية (P value) أقل من 0.05. وبالتالي، تم رفض فرضية العدم وقبول الفرضية البديلة.



شكل (3) التوزيع الطبيعي للبيانات التأريخية منتج الفلتر الهوائي

4- معالجة الاختبارات

تشير البيانات التاريخية إلى عدم وجود تقلبات دورية منتظمة، كما أن نتائج اختبار الارتباط الذاتي (AC) تشير إلى عدم وجود تقلبات واضحة بعد 6 أو 12 شهرًا، من خلال التذبذبات المتكررة في مخطط دالة الارتباط الذاتي AC الواضح في الشكل (2) مما يدل على غياب الموسمية في بيانات السلسلة الزمنية، ولإزالة المشاكل المرتبطة بالبيانات التاريخية الخاصة بالطلب على فلتر الهواء، تم استخدام نموذج المتوسط المتحرك للانحدار الذاتي المتكامل .(ARIMA) وقد تم معالجة البيانات من خلال أخذ التباطؤ الزمني الأول (lag1) وإعادة اختبارها باستخدام الأساليب السابقة، مما أعطى أفضل النتائج مقارنةً بباقي المعالجات، وتؤكد خلو البيانات من مشكلة الارتباط، حيث تبين أن جميع البيانات تقع ضمن حدود الثقة.

اضافة الى ان التمثيل البياني الخاص بالتوزيع الطبيعي بعد اجراء عملية المعالجة يظهر منه عدم معنوية الاختبار (p=0.632) ، وهذا يدل الى ان البيانات تتوزع توزيعا طبيعيا.

5- نموذج المتوسط المتحرك للانحدار الذاتي المتكامل(ARIMA)

بعد الانتهاء من فحص البيانات ومعالجتها، تم إجراء التنبؤ بالطلب على فلتر الهواء باستخدام نموذج المتوسط المتحرك للانحدار الذاتي المتكامل.(ARIMA) ، تم تحديد نقاط القطع في النموذج وتضمينها في ثابت النموذج بناءً على نتائج الارتباط الذاتي، وذلك باستخدام أداة "Automatic ARIMA Forecasting" في برنامج EViews 13. ، ويظهر الجدول (2) نتائج تقدير معالم النموذج، حيث كانت قيمة معامل بيتا (Coefficient) تساوي 0.855445 بمستوى معنوية تام (P=0.000) ، وقيمة الثابت بلغت 444.0663. كما حقق النموذج قيمة معامل التحديد (R^2) قدرها 0.52، بينما بلغت قيمة إحصاء F-statistic 23.70743 بمعنوية تامة (P=0.000).تشير نتائج اختبار Durbin-Watson Stat إلى قيمة 1.860839، مما يدل على خلو النموذج من مشكلة الارتباط الذاتي لاقترابها من القيمة 2، حيث كان أفضل أسلوب لتقدير معالم النموذج وفقًا لنموذج ARIMA هو (1,1,1) و(1,1,0)، حيث تم توليد ستة عشر سلسلة، وكانت أفضل نتائج تقدير تنتمي للأسلوبين المذكورين.

جدول (2) نتائج تقدير المعالم

Prob.	t-Statistic	Std. Error	Coefficient	Variable
0.0000	5.338064	83.18863	444.0663	C
0.0000	10.81432	0.079103	0.855445	AR(1)
0.0112	-2.594110	0.155276	-0.402803	MA(12)
419.4722	Mean dependent var		0.527331	R-squared
225.5210	S.D. dependent var		0.505087	Adjusted R-squared
13.04980	Akaike info criterion		158.6541	S.E. of regression
13.18868	Schwarz criterion		2139545.	Sum squared resid
13.10580	Hannan-Quinn criter.		-582.2409	Log likelihood
1.860839	Durbin-Watson stat		23.70743	F-statistic
			0.000000	Prob(F-statistic)

بعد تقدير معالم النموذج، يتم استخراج قيم التنبؤ لاربع اشهر لعام 2024 وكما يعرضها جدول (3).

جدول(3) قيم التنبؤ بالطلب لتحديد حجم الدفعة لمنتج المكيف الهوائي

2024/12	2024/11	2024/10	2024/9
165	168	170	172

Journal of Business Economics for Applied Research, Vol. (7), No. (1), Part (1):9-27
Doi: https://dx.doi.org/10.37940/BEJAR.2025.7.2.1

ثانيًا: برمجة الأهداف:

تُعد برمجة الأهداف أداة أساسية تُساهم في توجيه الجهود وتحقيق النجاح في مختلف مجالات الحياة. في ظل التحديات والضغوط المتزايدة، يصبح من الضروري وضع استراتيجيات واضحة وفعالة تساعد في تحديد الاتجاهات وتحقيق النتائج المرجوة.

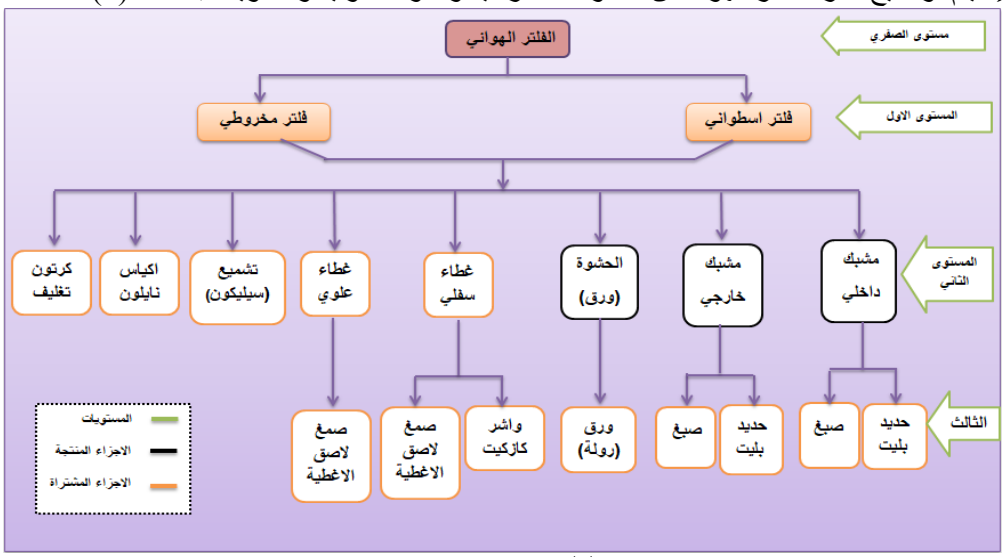
1-2 الفلتر الهوائي:

- ❖ يتكون الفلتر الهوائي من جزئين اساسيين هما الفلتر المخروطي والأسطواني ويتضمن كلاهما عدة مكونات، منها:

المشبك الداخلي والخارجي وصبغ والحشوة الوسطية (ورق) وغطاء معدني علوي وسفلي وكازكيت (واشر) وصمغ لاصق للأغطية والتشميع.

- ❖ التجميع النهائي والتغليف وفي هذه المرحلة يتم لحام الأجزاء الحديدية (المشبك) باستخدام آلة لحام خاصة تعمل على لحام المعدن بالحرارة. بعد ذلك، يتم تعديل وصبغ الأماكن الملحومة لضمان الشكل وسلامة الاستخدام من ثم يتم تجميع الورق بعد خروجه من آلة الكبس والطي بالحرارة، وتثبيته بالصمغ مع الأغطية العلوية والسفلية، ثم تشميعه واختبار جودته، والمرحلة الأخيرة تشمل تغليفه.

إذ يتم توضيح أجزاء فلتر الهواء من المكونات الفرعية والمواد الأولية ومستوياته بالشكل (4):



شكل (4) المخطط الشبكي لمنتج الفلتر الهوائي

2-2 بيانات ومعلومات دالة الهدف:

تهدف الشركة موضوع البحث إلى تحقيق عدة أهداف، مرتبة وفق أهميتها كما حددها متخذ القرار في الشركة وهذه الأهداف هي:

1- **زيادة الأرباح :(Z_1)** تسعى الشركة إلى زيادة الأرباح بنسبة معينة من مجموع الكلف الكلية للمنتج خلال فترة 4 أشهر (أفق التخطيط)، بحيث تصل إلى ما لا يقل عن 45,000 دينار للفلتر الواحد. وتُقدّر الأرباح الإجمالية للفلتر بـ 30,375,000 دينار عراقي.

2- **تقليل كلفة الاحتفاظ بالمخزون للمنتج النهائي ومكوناته ومواده الأولية (Z_2):** الهدف الآخر هو تقليل كلفة الاحتفاظ بالمخزون للفلتر الهوائي وأجزائه ضمن مبلغ محدد قدره 200,000 دينار لتخزينها لمدة أربعة أشهر (أفق التخطيط).

3-2 معلومات قيود الإنموذج:

1- قيد الكمية المجهزة من المنتج النهائي
2- قيد الكمية المطلوبة من المكونات الفرعية
3- قيد الكمية المطلوبة من المواد الاولية
4- قيد الموازنة للمنتج النهائي للكمية المنتجة
5- قيد الموازنة للمكونات الفرعية للكمية المطلوبة
6- قيد الموازنة للمواد الاولية لكمية المطلوبة
7- قيد الموازنة للمنتج النهائي للكمية اللازمة (المستعملة)
8- قيد الموازنة للمكونات الفرعية للكمية اللازمة (المستعملة)
9- قيد الموازنة للمواد الاولية للكمية اللازمة (المستعملة)
10- قيد الكمية المخزونة للمنتج النهائي
11- قيد الكمية المخزونة للمكونات الفرعية
12- قيد الكمية المخزونة للمواد الاولية
13- قيد الطاقة (المكائن والأيدي العاملة)
14- قيد كلف الاحتفاظ بالمخزون

4-2 تنفيذ إنموذج البرمجة الهدفية ومناقشة النتائج:

لغرض تطبيق هذا البرمجة الهدفية تؤخذ المعلومات والبيانات الخاصة بالمنتج النهائي واجزائهِ (المكونات الفرعية والمواد الأولية) للأشهر في أفق التخطيط (ايلول، تشرين الاول، تشرين الثاني، كانون الاول)، وتعويضها في المعادلات الخاصة بالاهداف والقيود .

الخطوة التالية بعد بناء نموذج البرمجة الهدفية الخاص بالمنتج الرئيس المتمثل بالفلتر الهوائي واجزاءه، جرى تنفيذ المشكلة من خلال دالة (goalp) ضمن حزمة (goalp) في لغة البرمجة الإحصائية المعروفة (R) ، من خلال كتابة كود البرمجي خاص بحل نموذج البرمجة الهدفية.

تم الحصول على مخرجات البرنامج الخاصة بالبرمجة الهدفية لتخطيط الإنتاج لمنتج الفلتر الهوائي. توضح هذه المخرجات قيم المتغيرات المرتبطة بدوال الهدف ، حيث ان دالة الهدف الأولى تهدف إلى زيادة الأرباح، واحتوت على أربعة متغيرات، حيث يمثل كل متغير مخصصًا لشهر من الفترة الممتدة من ايلول 2024 إلى كانون الثاني 2024، ودالة الهدف الثانية تركز على تقليل تكاليف التخزين، واحتوت على 351 متغيرًا، وعلى مدى أربعة أشهر هذه المتغيرات تمثل ثلاثة أنواع من التخزين: (تخزين المنتج النهائي، تخزين المواد الأولية، تخزين الأجزاء نصف المصنعة (الأجزاء التجميعية للمنتج)

5-2 مناقشة النتائج:

تحققت قيمة دالة الهدف الإجمالية (Z = 40,017,200 دينار) من خلال تحديد هدف زيادة الأرباح وتقليل تكاليف التخزين، حيث الطلب على الفلتر الأسطواني (Y_1) كان 962.5 قطعة لشهور سبتمبر وأكتوبر ونوفمبر، بينما كان 0 في ديسمبر بسبب الخزين المتراكم، الطلب على المشبك الداخلي (Y_2) كان 577.5 كيلو غرام لنفس الأشهر، وتوقف في ديسمبر لأسباب مشابهة، أما الطلب على المشبك الخارجي (Y_3) فكان 866.25 كيلو غرام لكل شهر، والجزء الصبغ (Y_4)كان 48.125 كيلو غرام، والجدول (4) التالي يوضح ملخص لباقي نتائج الأجزاء ، وأظهرت قيود الطلب تحقيق الكميات المتنبأ بها (173، 175، 178، 180) للأشهر المذكورة، مع إضافة 5% كتعويض عن أي تلف محتمل، والنتائج تؤكد توفر الموارد اللازمة للإنتاج، مع 154 ساعة عمل و2310 ساعة تشغيل للمكائن، كما اظهرت القيود فروق في الكميات المتوفرة من المخزون نهاية الفترة للمنتج النهئي قد ازاد ولباقي اجزاء المنتج قلت بنسبة مخزون الامان، كما لم

تُظهر القيود الاخرى أي فروق في الكميات المتوفرة، مما يشير إلى إمكانية إنتاج الكميات المطلوبة وتحقيق الأهداف المحددة.

جدول (4) ملخص نتائج دالة الهدف

الجزء	الكمية			الجزء	الكمية			
	أيلول	تشرين 1	تشرين 2		ايلول	تشرين 1	تشرين 2	كانون 1
Y5	2454.4كغم	2454.4كغم	2454.4كغم	QR1	4000 كغم			
Y6	962.5 كغم	962.5 كغم	962.5 كغم	QR2	4850 كغم			
Y7	808.5 كغم	808.5 كغم	808.5 كغم	PX1	962.5 وحدة	962.5 وحدة	962.5 وحدة	962.5 وحدة
Y8	38.5كغم	38.5كغم	38.5كغم	XIT1	50 وحدة			
Y9	962.5كغم	770 كغم	770 كغم	QY2	50 وحدة			
Y10	808.5 كغم	125.13كغم	125.13كغم	QY3	50 وحدة			
Y11	962.5 قطعة	962.5 قطعة	0	QY4	50 وحدة			
Y12	962.5قطعة	962.5 قطعة	0	QY6				1500 وحدة
Y13	38.5قطعة	962.5 قطعة	962.5 قطعة	QY7	1500 وحدة			
Y14	770 كغم	962.5كغم	962.5 كغم	QY8	1500 وحدة			
Y15	125.13كغم	1549.6كغم	1549.6كغم	QY10	100 وحدة			
Y16	48.125كغم	962.5كغم	962.5كغم	QY11	5000 وحدة			
Y17	962.5كغم	2743.1كغم	2743.1كغم	QY12	5000 وحدة			
Y18	962.5 كغم	1852.8كغم	1852.8 كغم	QY13	50 وحدة			
Y19	2887.5كغم	2887.5كغم	0	QY14				50 وحدة
Y20	101.06كغم	101.06كغم	0	QY16		50 وحدة		
Y21	962.5 كغم	1251.3كغم	1251.3كغم	QY18	1500 وحدة			
Y22	1549.6كغم	221.38كغم	221.38كغم	QY20		1500 وحدة		
Y23	962.5 كغم	962.5 كغم	0	QY21	1000 وحدة			
Y24	962.5 قطعة	962.5 قطعة	0	QY22	175 وحدة			
RIT1	1215.6وحدة			QY23	5000 وحدة			
RIT2	1205وحدة							

ثالثاً: تخطيط الاحتياجات من المواد:

تسعى المنظمات التي تعتمد على نظام تخطيط احتياجات المواد (MRP) إلى تحقيق التميز والريادة في مجالاتها، نظرًا لما يقدمه هذا النظام من فوائد متعددة. يعزز نظام MRP قدرة المنظمات على التكيف مع تقلبات الطلب من العملاء، مما يؤدي إلى تحسين مستوى خدمة العملاء من خلال تقليل فترات التسليم. بالإضافة إلى ذلك، يسهم هذا النظام في تحسين كفاءة استخدام الموارد الإنتاجية مثل العمالة والآلات والمواد، مما يسمح بالاستجابة السريعة للتغيرات في السوق.

1-3 تطبيق نظام تخطيط احتياجات الموا(MRP)

يتطلب تنفيذ نظام تخطيط احتياجات المواد إعداد البيانات اللازمة للنظام واتباع مجموعة من الخطوات .

1- **جدولة الإنتاج الرئيسي للمحرك الكهربائي (MPS):** يعرض الجدول (5) الكميات المنتجة (الكميات المجدولة) للمنتج الرئيسي المتمثل في الفلتر الهوائي، وذلك للأشهر الأربعة الأخيرة من عام 2024، الممتدة من شهر أيلول إلى شهر كانون الأول.

جدول (5) الكميات المجدولة لمنتج الفلتر الهوائي

ت	الشهر	الإنتاج
1	ايلول	180
2	تشرين الاول	817
3	تشرين الثاني	751
4	كانون الاول	173

2- **سجل المخزون(IR)** : يتضمن سجل المخزون مجموعة من البيانات المعروضة في الجدول (6) المتعلق بمعلومات الفلتر الهوائي. تحتوي هذه البيانات على أجزاء الفلتر الهوائي، مصحوبة بالرموز وكميات المخزون، بالإضافة إلى تكلفة الاحتفاظ بالمخزون، وأوقات الانتظار، والكميات اللازمة للإنتاج. كما يتضمن السجل مستويات كل جزء ضمن قائمة المنتجات.

جدول (6) معلومات الفلتر الهوائي

اسم الجزء	رمز الجزء	كلفة الاحتفاظ بالمخزون	الاسلوب	فترة انتظار	الكمية اللازمة (المستعملة)	المستوى
الفلتر الهوائي	X	10 د/قطعة	L4L	1	1 قطعة	0
الفلتر الاسطواني	Y1	8.5 د/قطعة	L4L	1	1 قطعة	1
المشبك الداخلي اسطواني	Y2	20 د/قطعة	L4L	1	0.6 kg	2
المشبك الخارجي اسطواني	Y3	20 د/قطعة	L4L	1	0.9 kg	2
صبغ	Y4	1.8 د/قطعة	EOQ	1	0.05 kg	3
الحشوة الوسطية (ورق) اسطواني	Y5	0	L4L	1	2.55 kg	2
غطاء معدني سفلي اسطواني	Y6	5 د/قطعة	EOQ	2	1kg	2
غطاء معدني علوي اسطواني	Y7	5 د/قطعة	EOQ	2	0.84 kg	2
كازكيت (واشر) اسطواني	Y8	2.7 د/قطعة	EOQ	2	0.04 kg	3
صمغ لاصق الاغطية	Y9	4.2 د/كغم	EOQ	1	0.8 kg	3
تشميع	Y10	4.2 د/كغم	EOQ	1	0.13kg	2
اكياس تغليف اسطواني	Y11	1 د/قطعة	EOQ	2	1 قطعة	2
كارتون تغليف اسطواني	Y12	1 د/قطعة	EOQ	2	1 قطعة	2
الفلتر المخروطي	Y13	8.5 د/قطعة	L4L	1	1 قطعة	1
المشبك الداخلي مخروطي	Y14	20 د/قطعة	L4L	1	1 kg	2
المشبك الخارجي مخروطي	Y15	20 د/قطعة	L4L	1	1.61kg	2
صبغ	Y16	1.8 د/قطعة	EOQ	1	0.05 kg	3
الحشوة الوسطية (ورق) مخروطي	Y17	0 د/قطعة	L4L	1	2.85kg	2
غطاء معدني علوي مخروطي	Y18	5 د/قطعة	EOQ	2	1.925 kg	2
غطاء معدني سفلي	Y19	5 د/قطعة	EOQ	2	3 kg	2

						مخروطي
3	0.105 kg	2	EOQ	2.7 د/قطعة	Y20	**كازكيت (واشر) مخروطي**
3	1.3 kg	1	EOQ	4.2 د/كغم	Y21	**صمغ لاصق الاغطية**
2	0.23 kg	1	EOQ	4.2 د/كغم	Y22	**تشميع**
2	1 قطعة	2	EOQ	1 د/قطعة	Y23	**اكياس تغليف مخروطي**
2	1 قطعة	2	EOQ	1 د/قطعة	Y24	**كارتون تغليف مخروطي**
3	4.125 كغم	2	EOQ	4 د/كغم	R1	**حديد بليت (رولة)**
3	5.4 كغم	2	EOQ	4 د/كغم	R2	**ورق (رولة)**

3- التركيبة الفنية للمحرك الكهربائي (BOM): جرى عرض التركيبة الفنية للفلتر الهوائي في الشكل (4) والموضحة اجزاءه في الجدول (6).

2-3 تنفيذ نظام تخطيط احتياجات المواد:

بعد إعداد البيانات اللازمة لنظام تخطيط احتياجات المواد، يتم إدخالها الآن في البرنامج الكمي المتوفر(Win Qsb) وفقاً للخطوات التالية:

1- إدخال تفاصيل تعريفات المنتج وأجزائه: يشمل ذلك إضافة أحجام الدفعات، وتكاليف التخزين، ووحدات القياس إلى القائمة الرئيسية .

2- إدخال تفاصيل التركيبة الفنية للمنتج: يتم ذلك في الحقل المخصص، بما في ذلك الكميات المستخدمة لكل جزء.

3- إدخال كميات الطلب للمنتج: تُدخل هذه الكميات في الحقل المخصص لجدولة الإنتاج الرئيسي.

بعد إتمام عملية إدخال البيانات وفقاً للخطوات السابقة، يتم استخراج النتائج من خلال اختيار الأمر (Solve) في شريط المهام. بعد ذلك، يتم اختيار الأمر (Explode Material Requirement) لعرض مخرجات النظام عبر مجموعة من التقارير المرتبطة بنتائج العمليات الحسابية، وذلك وفقاً للإجراءات المنطقية الخاصة بنظام تخطيط احتياجات المواد (MRP) للفلتر الهوائي.

3-3 مناقشة تقارير النظام:

التقرير الرئيسي لنظام تخطيط احتياجات المواد (MRP) يتضمن هذا التقرير تفاصيل مثل مدة الانتظار، أحجام الدفعات، إجمالي وصافي الاحتياج، بالإضافة إلى جدولة مواعيد إطلاق الأوامر وتسليمها وكميات المخزون المخطط لها للفلتر الهوائي وأجزائه. وان تقرير تحليل كلف التخزين يعرض التكاليف الإجمالية للتخزين خلال الفترة المخططة للفلتر الهوائي وأجزائه.

4-3 نتائج تطبيق نظام تخطيط احتياجات المواد:

إن نتائج التقرير الرئيسي التي أسفرت عن تحديد مستويات التخزين للمنتج الرئيسي وأجزائه، وتواريخ إطلاق الأوامر في الوقت المناسب، مما يؤكد فعالية النظام، ومجموع تكاليف التخزين للفلتر الهوائي وأجزائه، والتي بلغت (18164.51) دينار، مما يعزز أهمية دقة التنبؤ في التخطيط واستخدام نظام MRP لتحقيق هوامش ربحية في الشركة، حيث بلغت نسبة استغلال الطاقة الفعلية للمنتج الرئيسي وأجزائه (13.756%)، مما يدل على تدني مستوى استغلال الطاقة الإنتاجية بسبب انخفاض الطلب الفعلي على المنتج.

المبحث الثالث: الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات:

1- أثبت نموذج ARIMA فعاليته في التنبؤ بالطلب على منتج فلتر الهواء، حيث ساهم في تحسين دقة التوقعات بعد معالجة البيانات التاريخية ومشكلات الارتباط الذاتي.
2- أسهم استخدام البرمجة الهدفية في تحسين التخطيط الإنتاجي وتحديد الكميات المطلوبة بدقة، مما أدى إلى زيادة الأرباح وتقليل تكاليف المخزون.
3- تمكنت الشركة من تحقيق أهدافها الاستراتيجية من خلال تحسين كفاءة استخدام الموارد وتخطيط الإنتاج، مما يعكس مرونة النظام في التعامل مع الأهداف المتعددة.
4- استخدام برنامج R و EViews في تطبيق النموذجين أظهر أهمية الأدوات البرمجية الحديثة في تحسين دقة التخطيط والتنبؤ.
5- النموذج الذي تم تطويره يمكن تطبيقه على مختلف المنتجات، مما يجعله أداة مرنة ومفيدة للشركات في جميع المجالات.
6- نظام تخطيط الاحتياجات من المواد (MRP) يعد خطوة أساسية في إدارة الإنتاج، حيث يسهم في تحسين كفاءة تلبية احتياجات الزبائن والتكيف مع متطلبات السوق المتغيرة.

التوصيات:

1- يُستحسن استخدام نموذج ARIMA وتطويره ليشمل متغيرات إضافية مثل الموسمية لتحسين دقة التنبؤات.
2- يُوصى بتحديث النموذج الهدفي بشكل دوري باستخدام البيانات الجديدة ومراقبة الأداء لضمان دقة التوقعات.
3- ينبغي توسيع نطاق تطبيق نماذج البرمجة الهدفية لتشمل مجموعة متنوعة من المنتجات والخدمات لتحقيق تحسين أكبر في التخطيط.
4- يُستحسن زيادة الاستثمارات في الأدوات التقنية المتطورة لتعزيز كفاءة عمليات التخطيط واتخاذ القرار.
5- ينصح بتعزيز التعاون بين أقسام الإنتاج والمشتريات لضمان توفير المواد في الوقت المناسب، وتطبيق البرنامج في اقسام الشركة المعنيين ولجميع المنتجات الممكنة.
6- ضرورة تقديم دورات تدريبية متقدمة للعاملين على استخدام نظم MRP والبرمجة الهدفية لضمان تحقيق أقصى استفادة من هذه الأنظمة.

المراجع:

أ- الكتب

1- الغريري، س. (2013). إدارة الإنتاج والعمليات. بيروت: مكتبة زين الحقوقية والأدبية ش.م.م.

ب- الرسائل والاطاريح

1- الصافي،حسين (2023), التنبؤ بمخاطرة الاستثمار بالأسهم باستخدام نماذج (Box-Jenkins) داسة تطبيقية في السوق المالية السعودية للمدة (2013 - 2021)، ص109
2- العوادي، حيدرعبد الله جاسم . (2015). استعمال بعض طرق السلاسل الزمنية للتنبؤ بالولادات في العراق. جامعة بغداد - كلية الإدارة والاقتصاد، قسم الإحصاء، ص 28.
3- زيدان ، كريم قاسم محمد ، (2012) ، تخطيط الإنتاج باستعمال البرمجة الهدفية في معمل إنتاج محولات التوزيع الكهربائية في ديالى ، رسالة ماجستير في بحوث العمليات ، كلية الإدارة و الاقتصاد، جامعة بغداد، غير منشورة،ص15.

4- شيخي، خديجة العيد ، دور نظام معلومات للإنتاج في تحسين جودة المنتج دراسة ميدانية في القطاع الصناعي، رسالة ماجستير في إدارة الأعمال، جامعة حلب - كلية الإقتصاد- قسم إدارة أعمال.2011،ص37.

5- عطية،نور،العامري،صالح،لايذ،واثق،(2020)، اتخاذ القرارات الإدارية للتخصيص المتعدد المعايير باستخدام طريقة برمجة الأهداف: دراسة تطبيقية لتخصيص رؤساء الأقسام في مستشفى الإمام الحسين بمحافظة ذي قار . Al Kut Journal of Economics Administrative Sciences، ص57.

ت- البحوث المنشورة

1- الطائي ، فاضل عباس، (2010) "التنبؤ والتمهيد للسلاسل الزمنية باستعمال التحويلات مع التطبيق "بحث منشور في مجلة العراقية للعلوم الاحصائية ، العدد17،ص95.

2- تايه، محمد إبراهيم. أحمد، شيماء. محمد.، عنيد، عامر. رشيد.، ونوري، حيدر. شاكر. (2023). التنبؤ بقيمة الإنتاج لشركة التأمين الوطنية العامة باستخدام نماذج ARIMA للفترة (2022-2027). مجلة اقتصاديات الأعمال للعلوم التطبيقية 9(4)، 272-288.،ص278.

3- جابر، سناء . جمال. (2017). استخدام نماذج السلاسل الزمنية المتحركة للتنبؤ بأسعار أهم المحاصيل الحقلية. مجلة المنصورة للعلوم الزراعية،المجلة(8) العدد(8)،ص21.

4- حمودي، وجدان. حسن. (2023). إسهام استراتيجية العمليات في تعزيز نظام تخطيط الاحتياجات من المواد: دراسة تحليلية في معمل الألبسة الجاهزة في الموصل. مجلة اقتصاديات الأعمال للعلوم التطبيقية ، 9(4)، 230-250،ص241.

5- عبدالرزاق ، كنعان عبد اللطيف. و حمزة، امير كامل (2017). تحليل نماذج السلاسل الزمنية اللاخطية لنموذج (GJR-GARCH (P, Q للرتب الدنيا مع تطبيق عملي على سوق العراق للأوراق المالية. مجلة كلية الإدارة والاقتصاد للدراسات الاقتصادية والإدارية والمالية، 9(1)، 82-100. جامعة بابل، كلية الإدارة والاقتصاد،ص105.

6- عسكر، أحمد. جمال .، البتال، أحمد. حسن. ، حمد ، عبد. علي. (2023). إمكانية التنبؤ بمؤشرات الاستقرار المالي للقطاع المصرفي العراقي باستخدام طرق السلاسل الزمنية حتى عام 2025. مجلة اقتصاديات الأعمال والعلوم التطبيقية، 9(4)، 305-320،ص307.

المصادر الاجنبية:

A:Books

1- Krajewski , Lee J. & Ritzman , Larry P. & Malhotra , Manoj K. , (2022) , Operations Management – Processes and Supply Chains , Global edition , Pearson, New Jersey,P 725.

2- Russell, Roberta S. and Taylor, Bernard W.; 2011; "Operation Management: creating value a long supply chain"; 7th ed.; USA; Johan Wiley & Sons, Inc,P 496.

3- Taha, Hamdy. A. (2017). Operations research: An introduction (10th ed.). Pearson Education Limited,P 358, P 381.

B: Published research

1- Abd Al-Kareem, S., & Khalaf, W. S. (2021). Designing a Quality System using the Goals Programming Method-An Applied

Research. Journal of Economics and Administrative Sciences, 27(127), 20-47, P 67.

2- Arsham, H. (1996). Confidence regions having different shapes for the failure distribution function. Microelectronics Reliability, 36(10), 1439-1457, P120 .

3- Entringer, T. C., da Silva Ferreira, A., de Oliveira Nascimento, D. C., de Oliveira, L. J., Lewandowski, O., & Siqueira, P. M. T. (2018). Proposal of a Reference Model in BPMN Notation for an MRP System. International Journal of Advanced Engineering Research and Science, 5(11), 266182, P 41.

4- Hussain, N., Jeong, M. J., Abbas, A., & Kim, N. (2020). Metasurface-based single-layer wideband circularly polarized MIMO antenna for 5G millimeter-wave systems. Ieee Access, 8, 130293-130304, P 13.

5- Jackson, E.A., Sillah, A. and Tamuke, E.,(2018) ,Modelling Monthly Headline Consumer Price Index (HCPI) through Seasonal Box-Jenkins Methodology. International Journal of sciences, 7(1), P 53.

6- Sen , Nabendu & Nandi , Manish , (2012) , An Optimal Model using Goal Programming for Rubber Wood Door Manufacturing Factory in Tripura , Mathematical Theory and Modeling , ISSN 2224-5804 , Vol.(2) , No.(8) , PP : 31-36

7- Thurer, M., Fernandes, N. O., & Stevenson, M. (2020). Production planning and control in multi-stage assembly systems: an assessment of Kanban, MRP, OPT (DBR) and DDMRP by simulation. International Journal of Production Research, 60(3), 1036–1050, P3 ,P 36.