



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

Avaliable 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.

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

أ.د. وفاص سعد خضرير

جامعة بغداد - كلية الادارة والاقتصاد

dr.wakkas1@coadec.uobaghdad.edu.iq

الباحث: عبدالرحمن عباس خضرير

جامعة بغداد- كلية الادارة والاقتصاد

abd.abbas2205m@coadec.uobaghdad.edu.iq

المستخلص

يمثل البحث منهجاً متكاملاً لتحطيط 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 المقترنة، 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 تحطيط الاحتياجات من المواد بكفاءة، وينبغي تنفيذ التقنيات المتقدمة للتنبؤ وبرمجة الأهداف و يجب تحديث النماذج وتقنيات (MRP) بانتظام.

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

المقدمة:

يُعد تحطيط الاحتياجات من المواد من العناصر الأساسية التي تؤثر بشكل مباشر على كفاءة الأداء الإنتاجي في الشركات الصناعية، اذ تزايد التحديات التي تواجه الشركات في هذا المجال نتيجة للغيرات السريعة في الطلب والأسواق وإلى تحسين استراتيجياتها في تحطيط الاحتياجات من المواد، و تستند هذا البحث إلى أهمية استخدام توظيف علمية متقدمة 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 متخصصي القرار في الشركة على تحسين استراتيجيات التحطيط، مما يؤدي إلى زيارة الارباح و تقليل التكاليف المرتبطة بالمخزون من خلال تحليل بيانات تاريخية واستخدام أساليب إحصائية متقدمة، ويسعى هذا البحث إلى تقديم حلول عملية تسهم في تعزيز كفاءة العمليات الإنتاجية، سيتم تناول التحديات الحالية والفرص المتاحة لتحسين تحطيط الاحتياجات من المواد، مع التركيز على أهمية الابتكار في استخدام الأساليب الحديثة في التحطيط والإدارة، ويتطلع البحث إلى تقييم إسهامات علمية وعملية تسهم في تطوير منهجة 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 تحطيط احتياجات المواد لإنتاج الفلاتر الهوائية المستخدمة في توربينات محطات توليد الطاقة، وتشمل هذه التحديات تقلبات الطلب وتغيرات توفر

* البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الأول.

المواد، حيث يعتمد التخطيط الحالي على الخبرة الشخصية لتخاذل القرارات دون استخدام الأساليب 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 لاحتياجات من المواد المنتجة كالفلتر الهوائي وأجزائه، وتسعى الإدارة لتحقيق أهداف متعددة ومتغيرة، من خلال نتائج التنبؤ باستخدام نموذج ARIMA، إذ يتطلب ذلك تحديد الكميات المطلوبة والمنتجة 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، إذ يهتم بتطوير منهجية متكاملة تعتمد على التنبؤ بالسلسل 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 مستقرة 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 و Excel 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 والرياضيات والأعمال، يُعتبر التنبؤ بالطلب على المنتجات أساساً لقرارات التخطيط مثل الجدولة والإنتاج ويعتمد التخطيط الاستراتيجي على توقع نوع وحجم المنتجات المطلوبة ومع ذلك، التنبؤ غير مؤكّد ويزداد صعوبته مع تزايد الخيارات والمعلومات المتاحة للمستهلكين، وتسمى 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 الأحداث 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 دوراً حيوياً في تحقيق التكامل بين الخطوات لضمان النتائج المرجوة بدقة، واعتماداً على البيانات المتاحة في سياق عملي (العوادي، 2015: 28).

2-1 أهمية التنبؤ:

تعد عملية التنبؤ مهمة لأنها تتعلق بتوقع 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 دوراً حاسماً في تحديد حجم هذه المخاطر، مما يساعد المستثمرين على اختيار البائعين الأفضل من خلال تقييم مزايا وعيوب كل خيار، ويعتمد القرار الاستثماري على توازن العائد والمخاطر. (عسكري وآخرون، 2023:307)

3-1 التنبؤ في السلسلة الزمنية:

يشير التنبؤ إلى عملية تقدير القيم المستقبلية للظواهر المدروسة باستخدام نماذج رياضية وإحصائية تعتمد على البيانات التاريخية ويعتبر التنبؤ من أبرز الموضوعات في تحليل السلسلة الزمنية، حيث يهدف إلى تقدير القيم المستقبلية للظواهر المدروسة. يستخدم 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 بارزین، مثل كولوموغروف ووبنر، الذين ساهموا في تطوير نماذج رياضية للتنبؤ بالموقع المستقبلي للطائرات خلال الحرب العالمية الثانية. وقد أسهمت هذه الابحاث في وضع أساس علمية للتنبؤ، مما أدى إلى تطور أساليب تحليل السلسلة الزمنية. (تايه وآخرون، 2023:278)

4-1 مكونات السلسلة الزمنية:

يمكن تسلیط الضوء على كل عنصر من عناصر السلسلة الزمنية بشكل منظم ودقيق، حيث ينقسم إلى أربعة عناصر رئيسية، وهي كما يلي:

1- الاتجاه العام (Secular Trend) :- يشير الاتجاه العام إلى التغير المنتظم والمستمر في قيم الظاهرة المدروسة نتيجة لتأثيرها بعوامل معينة، ويمثل هذا الاتجاه الحركة العامة للسلسلة الزمنية على المدى الطويل، حيث لا يمكن ملاحظته بشكل واضح في الأجل القصير لكنه يتراكم ويتصاعد في الأجل الطويل، ويكون الاتجاه إيجابياً إذا اتجهت السلسلة نحو التزايد والنمو (Growth)، وسلبياً 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 تدريجياً وليس مفاجأً (Arsham, 1996:120).

2- التغيرات غير المنتظمة (Random Variations) :- تترجم التغيرات العشوائية في السلسلة الزمنية عن تأثيرات غير متوقعة وغير منتظمة، والتي لا تتكرر في نمط معين، وتشمل هذه الاختلافات أحدهاً مثل الحروب، الاضطرابات، الفيضانات، والزلزال حيث لا توجد تقنية إحصائية محددة لقياس التقلبات العشوائية. (عبد الرزاق وحمزة، 2017:105)

3- التغيرات الدورية (Cycle Variations) :- تشير التغيرات الدورية إلى تغيرات في الطلب تتكرر بمرور الوقت، ويمكن أن تكون طويلة المدى أو قصيرة المدى، وتتضمن الدورات قصيرة المدى التغيرات الموسمية في الطلب، غالباً ما ترتبط بمجموعة متغيرة 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 السلسلات 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. (الطاني، 2010: 95)
- 3- نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة المختلطة (Mixed Autoregressive Models) :- تواجه العديد من السلسلات 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 (q, p) حيث يمثل (p) رتبة الانحدار الذاتي و (q) رتبة المتوسط المتحرك. (الصافي، 2023: 109)
- 4- نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة التكمالية (Autoregressive Integrated Moving Average Model) :- قام الباحثان بوكس وجنكز بوصف النموذج المختلط (ARIMA) بشكل شامل، مع تقديم أسلوب لفهم ومعالجة عدم الاستقرارية في السلسلة الزمنية. يتم تحويل السلسلة الزمنية غير المستقرة إلى سلسلة مستقرة عن طريق حساب الفروق اللازمة، ويرمز للنموذج بعدأخذ الفروق بـ (ARIMA). يتم تحقيق ذلك من خلالأخذ عدة فروقات (d) وهي درجة التكامل المطلوبة لتحويل السلسلة إلى سلسلة مستقرة، أو عبر إجراء التحويلات اللازمة. يعد هذا النموذج من أكثر النماذج استخداماً ويرمز له بـ (q, p, d). (ARIMA) (Jackson et. al., 2018: 53).

ثانياً: البرمجة الهدافية:

1-2 المفهوم العام:

تُعد برمجة الأهداف إحدى نماذج البرمجة الرياضية التي تقدم حلولاً لمشكلة التحسين متعددة الأهداف، ويتبعن على صانع القرار استخدام هذا النموذج لتحديد ترتيب الأولويات المطلقة بين الأهداف، وتعين قيمة مستهدفة لكل هدف وهي طريقة لتخصيص قيم مثل لمجموعة من المتغيرات في ظل وجود أهداف متنافسة وهرمية للأولويات بين تلك الأهداف، وتقوم برمجة الأهداف بمعالجة الأهداف متعددة الأبعاد بشكل تسلسي، حيث يتم تحقيق الهدف الأول ذو الأولوية العليا أولاً، 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 المستقبلة) ونموذج البرمجة بالأهداف الموزونة، يُحدد ترتيب الأولويات المُعطى لهدف معين ترتيب عناصر الأولوية المستقبلة (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 أحديها. 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 تمثيلاً مبسطاً وصفاً رسمياً لنظام أو ظاهرة حقيقة، وتحدد 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: 31؛ Sen & Nandi, 2012: 15).

- 1- **تحديد الأهداف والقيود:** يجب أولًا تحديد الأهداف التي يسعى لتحقيقها، بالإضافة إلى القيود التي قد تؤثر على تحصيص الموارد أو تحقيق تلك الأهداف.
- 2- **تحديد مستوى الأولوية لكل هدف:** يجب تصنيف الأهداف وفقاً لأهميتها، حيث يعتبر الهدف ذو الأولوية P1 هو الأكثر أهمية، بينما يأتي الهدف ذو الأولوية ذو 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 الالزمة 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 مجموعة المتغيرات التكميلية أو الانحرافية بحيث تتوافق مع الأولويات المحددة بأقل قدر ممكن.

2-4 طرائق حل برمجة الأهداف:

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

- 1- **طريقه الاوزان (the weights method):** هذه الطريقة تعتمد على اعطاء اوزان مختلفة وحسب رغبه متخد القرار وجمعهم في دالة هدف واحد 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 لا يتم المساس بالاهداف ذات الاولوية القليل، ولنفرض ان اعلى اولوية هو G1 وترمز له P2 والاقل اولوية G2 وترمز له P2 ، وتكون فيها ثلاط 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 العمود المستبعد:

- 1- كتابة نموذج المشكلة.
- 2- اضافة المتغيرات الوهمية الى قيود النظام وذلك لتحويلها الى معادلات.
- 3- كتابة 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 صفات 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 مرنة 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 محاسب خصيصاً لمساعدة 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 رئيسية في تقليل تكاليف التخزين ومساعدة الوحدات الاقتصادية على تحقيق أهداف الإنتاج إذ تمارس إدارة المخزون دوراً استراتيجياً، 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 التسلیم الموثوق، وتحسين الجودة، واستخدام الموارد بشكل أفضل. كما يقدم النظام حلولاً 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:

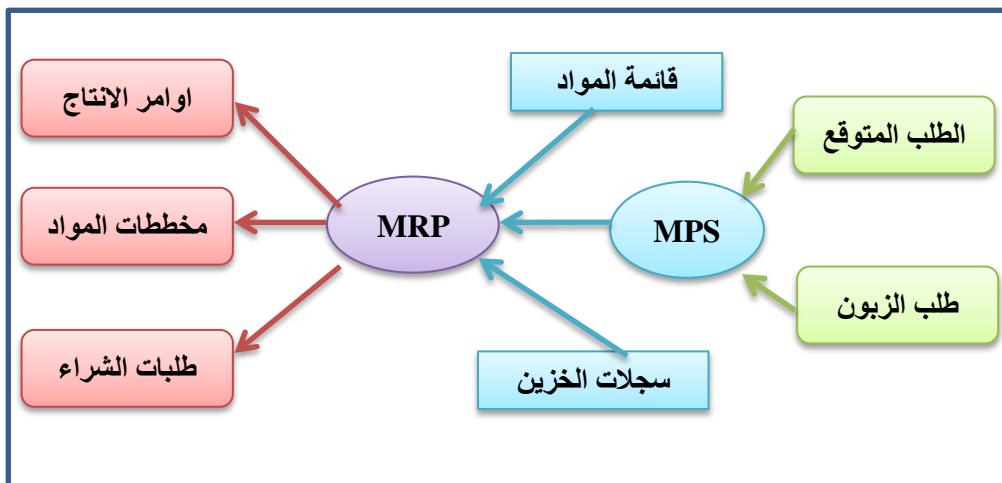
تستند أهداف نظام (MRP) إلى تحسين خدمة العملاء من خلال توفير المنتجات بالكميات المطلوبة وفي الوقت المحدد وبجودة عالية. يسعى النظام إلى: (الغريري، 2013: 386)

- 1- تحديد المتطلبات الإجمالية والصافية لكل جزء من أجزاء الطلب.
- 2- وضع أولويات الإنتاج للأجزاء الازمة بناءً على تاريخ انتهاء المنتجات النهائية.
- 3- ضبط جدول الإنتاج الرئيسي لمواجهة التغيرات في خطط الإنتاج.
- 4- إدارة كميات المخزون لأوامر العمل لحفظ 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 يتبعن على إدارة العمليات القيام بها لضمان الالتزام بالجدول الزمني، مثل إصدار أوامر الإنتاج الجديدة، وتعديل كميات تلك الأوامر، وتسرير 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 الدفعه:

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

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

المبحث الثاني: الإطار التطبيقي أولاً: التنبؤ (ARIMA):

تم استخدام نموذج (ARIMA) لتوقع الطلب على منتجات فلتر الهواء استناداً إلى سلسلة زمنية تمتد على 92 شهراً، من يناير 2017 إلى أغسطس 2024. يتكون المنتج من تجميع فلترتين (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 التأكيد من ملاءمة البيانات المتعلقة بالسلسلة الزمنية للطلب التاريخي على منتج فلتر الهواء. يتعين التتحقق من خلو البيانات من مشكلة الارتباط الذاتي ومعالجتها إذا وُجدت. بالإضافة إلى ذلك، يجب التأكيد من استقرار السلسلة الزمنية من خلال اختبار الاستقرارية، وذلك باستخدام اختبار ديكى-فولر (Dickey-Fuller) للتأكد من عدم وجود تغيرات عشوائية في القيم المتطرفة. وأخيراً، يجب التتحقق من التوزيع الطبيعي للسلسلة باستخدام اختبار (Jarque-Bera Test)، حيث تم تنفيذ أدوات الاختبار هذه باستخدام البرنامج الإحصائي (EVViews 13).

1- اختبار استقرار السلسلة:

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

- فرضية العدم: ($P = 0$) سلسلة البيانات مستقرة (لا تحتوي على جذر الوحدة).
 - الفرضية البديلة: ($P \neq 0$) سلسلة البيانات غير مستقرة (تحتوي على جذر الوحدة).
- أظهرت نتائج الاختبار الإحصائي، الموضحة في الجدول (1)، أن البيانات لا تحتوي على جذر الوحدة. وهذا يتضمن 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	Augmented Dickey-Fuller test statistic
0.0000	-5.941487	-4.064453
		1% level
		-3.461094
		5% level
		-3.156776
Test critical values:		
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.		

2- اختبارات الارتباط الذاتي:

تشير مشكلة الارتباط الذاتي إلى ارتباط قوي بين بواعي الأخطاء المتتالية في السلسلة الزمنية، مما يؤدي إلى تقديرات غير كفؤة واستدلالات مضللة في نماذج التنبؤ. يتم التعبير عن نتائج هذا الاختبار وفقاً لفرضيات التالية:

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

Date: 08/02/24 Time: 13:17	Sample: 2017M01 2024M06	Included observations: 90	Autocorrelation	Partial Correlation	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

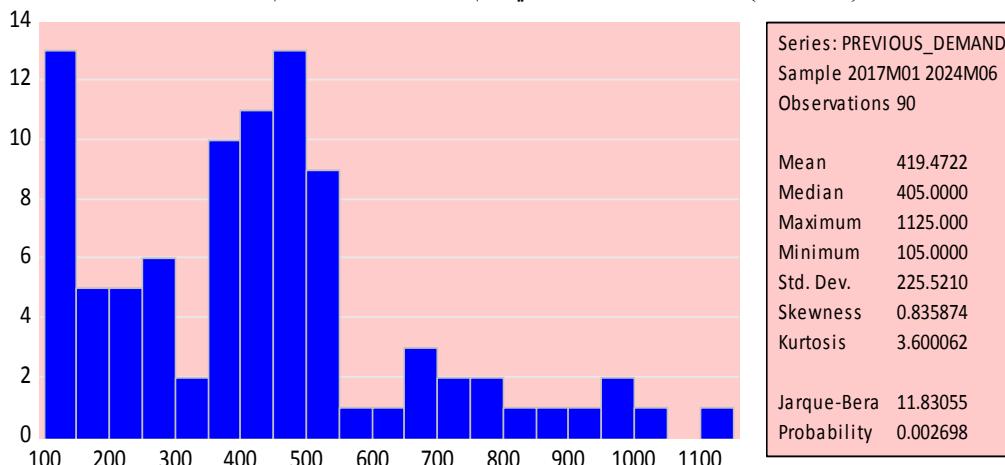
شكل (2) نتائج اختبار الارتباط الذاتي

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 توزيعاً طبيعياً.
- الفرضية البديلة: ($P \neq 0$) سلسلة البيانات لا تتبع توزيعاً طبيعياً.

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 التاريخية 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 شهراً، من خلال التنبذيات المتكررة في مخطط دالة الارتباط الذاتي AC الواضح في الشكل (2) مما يدل على غياب الموسمية في بيانات السلسلة الزمنية، ولإلاة المشاكل المرتبطة ببيانات التاريخية الخاصة بالطلب على فاتر الهواء، تم استخدام نموذج المتوسط المتحرك للانحدار الذاتي المتكامل (ARIMA) وقد تم معالجة البيانات من خلالأخذ التباطؤ الزمني الأول (lag1) وإعادة اختبارها باستخدام الأساليب السابقة، مما أعطى أفضل النتائج مقارنةً بباقي المعالجات، وتأكد 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 فاتر 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 تقييم 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 بمعنى 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 وفقاً لنموذج ARIMA هو (1,1,0)، حيث تم توليد ستة عشر سلسلة، وكانت أفضل نتائج تقييم تتنمي للأسلوبين المذكورين.

جدول (2) نتائج تقييم معالم

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 تقييم 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

ثانياً: برمجة الأهداف:

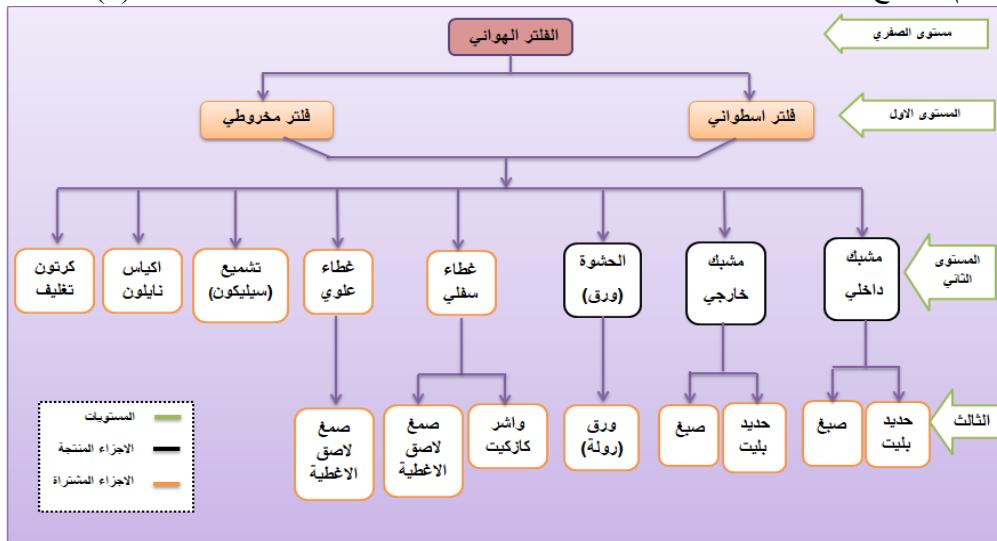
تُعد برمجة الأهداف أداة أساسية تُساهم في توجيه الجهود وتحقيق النجاح في مختلف مجالات الحياة. في ظل التحديات والضغوط المتزايدة، يصبح من الضروري وضع استراتيجيات واضحة وفعالة تساعد في تحديد الاتجاهات وتحقيق النتائج المرجوة.

1-2 الفلتر الهوائي:

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

المشبك الداخلي والخارجي وصبغ والخشوة الوسطوية (ورق) وغطاء معدني علوي وسفلي وكازككت (واشر) وصبغ لاصق للأغطية والتسميع.
 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 بالصبغ مع الأغطية العلوية والسفلية، ثم تسميعه 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 حددتها متذبذبة القرار في الشركة وهذه الأهداف هي:

- زاده 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. وتقدير الأرباح الإجمالية للفلتر بـ 30,375,000 دينار عراقي.

- تقليل كلفة الاحتفاظ بالمخزون للمنتج النهائي ومكوناته ومواده الأولية (Z₂): الهدف الآخر هو تقليل كلفة الاحتفاظ بالمخزون للفلتر الهوائي وأجزائه ضمن مبلغ محدد قدره 200 دينار لتخزينها لمدة أربعة أشهر (أفق التخطيط).

3-2 معلومات قيود الإنموج:

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

4-2 تنفيذ إنموج البرمجة الهدافية ومناقشة النتائج:

لعرض تطبيق هذا البرمجة الهدافية تؤخذ المعلومات والبيانات الخاصة بالمنتج النهائي واجزائه (المكونات الفرعية والمواد الأولية) للاشهر في افق التخطيط (ايلول، تشرين الاول، تشرين الثاني، كانون الاول)، وتعويضها في المعدلات الخاصة بالاهداف والقيود.

الخطوة التالية بعد بناء نموذج البرمجة الهدافية 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 الهدافية. تم الحصول على مخرجات البرنامج الخاصة بالبرمجة الهدافية 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 مخصصاً لشهر من الفترة الممتدة من ايلول 2024 إلى كانون الثاني 2024 ، ودالة الهدف الثانية تركز على تقليل تكاليف التخزين، واحتوت على 351 متغيراً، 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:

تحقق 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 لشهر سبتمبر وأكتوبر ونوفمبر، بينما كان 0 في ديسمبر بسبب الخزينة المتراكمة، 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 الصغير (Y_4) كان 48.125 كيلو غرام، والجدول (4) التالي يوضح ملخص لباقي نتائج الأجزاء ، وأظهرت قيود الطلب تحقيق الكميات المتبقية بها (173، 175، 178، 180) للاشهر المذكورة، مع إضافة 5% كتعويض عن أي تلف محتمل، والنتائج تؤكد توفر الموارد الازمة للإنتاج، مع 154 ساعة عمل و 2310 ساعة تشغيل للمكائن، كما اظهرت القيود فروق في الكميات المتوفرة من المخزون نهاية الفترة للمنتج النهائي قد ازاد ولباقي اجزاء المنتج فلت بنسبة مخزون الامان، كما لم

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

جدول (4) ملخص نتائج دالة الهدف

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

ثالثاً: تخطيط الاحتياجات من المواد:

تسعى المنظمات التي تعتمد على نظام تخطيط احتياجات المواد (MRP) إلى تحقيق التميز والريادة في مجالاتها، نظراً 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 والألات والمواد، مما يسمح بالاستجابة السريعة للتغيرات في السوق.

3-1 تطبيق نظام تخطيط احتياجات المواد (MRP)

يتطلب تطبيق نظام تخطيط احتياجات المواد إعداد البيانات الازمة للنظام واتباع مجموعة من الخطوات .

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

جدول (5) الكميات المجدولة لمنتج الفلتر الهوائي

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

- 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 الازمة للإنتاج. كما يتضمن السجل مستويات كل جزء ضمن قائمة المنتجات.

جدول (6) معلومات الفلتر الهوائي

ال المستوى	الكمية الازمة (المستعملة)	فتره انتظار	الاسلوب	تكلفة الاحتفاظ بالمخزون	رمز الجزء	اسم الجزء
0	1 قطعة	1	L4L	10 د/قطعة	X	الفلتر الهوائي
1	1 قطعة	1	L4L	8.5 د/قطعة	Y1	الفلتر الاسطوانى
2	0.6 kg	1	L4L	20 د/قطعة	Y2	المشبك الداخلي اسطوانى
2	0.9 kg	1	L4L	20 د/قطعة	Y3	المشبك الخارجى اسطوانى
3	0.05 kg	1	EOQ	1.8 د/قطعة	Y4	صبع
2	2.55 kg	1	L4L	0	Y5	الحشوة الوسطية (ورق) اسطوانى
2	1kg	2	EOQ	5 د/قطعة	Y6	غطاء معدنى سفلى اسطوانى
2	0.84 kg	2	EOQ	5 د/قطعة	Y7	غطاء معدنى علوي اسطوانى
3	0.04 kg	2	EOQ	2.7 د/قطعة	Y8	كازكيت (واشر) اسطوانى
3	0.8 kg	1	EOQ	4.2 د/كم	Y9	صمع لاصق الاغطية
2	0.13kg	1	EOQ	4.2 د/كم	Y10	شميم
2	1 قطعة	2	EOQ	1 د/قطعة	Y11	اكياس تغليف اسطوانى
2	1 قطعة	2	EOQ	1 د/قطعة	Y12	كارتون تغليف اسطوانى
1	1 قطعة	1	L4L	8.5 د/قطعة	Y13	الفلتر المخروطي
2	1 kg	1	L4L	20 د/قطعة	Y14	المشبك الداخلى مخروطي
2	1.61kg	1	L4L	20 د/قطعة	Y15	المشبك الخارجى مخروطي
3	0.05 kg	1	EOQ	1.8 د/قطعة	Y16	صبع
2	2.85kg	1	L4L	0 د/قطعة	Y17	الحشوة الوسطية (ورق) مخروطي
2	1.925 kg	2	EOQ	5 د/قطعة	Y18	غطاء معدنى علوي مخروطي
2	3 kg	2	EOQ	5 د/قطعة	Y19	غطاء معدنى سفلى

						مخروطي
3	0.105 kg	2	EOQ	2.7 د/قطعة	Y20	كاز كيت (واشر) مخروطي
3	1.3 kg	1	EOQ	4.2 د/كم	Y21	صمع لاصق الاغطية
2	0.23 kg	1	EOQ	4.2 د/كم	Y22	تشسيع
2	قطعة 1	2	EOQ	1 د/قطعة	Y23	اكياس تغليف مخروطي
2	قطعة 1	2	EOQ	1 د/قطعة	Y24	كارتون تغليف مخروطي
3	4.125 كغم	2	EOQ	4 د/كم	R1	حديد بليت (روله)
3	5.4 كغم	2	EOQ	4 د/كم	R2	ورق (روله)

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

3-3 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 تعریفات المنتج وأجزائه: يشمل ذلك إضافة أحجام الدفعات، وتكليف 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: تدخل 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) 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 تحليلاً كل التخزين يعرض التكاليف الإجمالية للتخزين خلال الفترة المخططة للفلتر الهوائي وأجزائه.

4- نتائج تطبيق نظام تخطيط احتياجات المواد:

إن نتائج التقرير الرئيسي التي أسفرت عن تحديد مستويات التخزين للمنتج الرئيسي وأجزائه، وتاريخ 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 هدف 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 ففعاليته في التنبؤ بالطلب على منتج فلتر الهواء، حيث ساهم في تحسين دقة التوقعات بعد معالجة البيانات التاريخية ومشكلات الارتباط الذاتي.
- 2 أسمى استخدام البرمجة الهدافية 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 EVViews 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 مرنّة 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 يُحسن استخدام نموذج ARIMA وتطويره ليشمل متغيرات إضافية مثل الموسمية لتحسين دقة التنبؤات.
- 2 يُوصى بتحديث النموذج الهدافي بشكل دوري باستخدام البيانات الجديدة ومراقبة الأداء لضمان دقة التوقعات.
- 3 ينبغي توسيع نطاق تطبيق نماذج البرمجة الهدافية لتشمل مجموعة متنوعة من المنتجات والخدمات لتحقيق تحسين أكبر في التخطيط.
- 4 يُحسن زيادة الاستثمار 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 أقسام الشركة المعنية ولجميع المنتجات الممكنة.
- 6 ضرورة تقديم دورات تدريبية متقدمة للعاملين على استخدام نظم MRP والبرمجة الهدافية لضمان تحقيق أقصى استفادة من هذه الأنظمة.

المراجع:

- 1 أ- الكتب
 - 1 الغيريري، س. (2013). إدارة الإنتاج والعمليات. بيروت: مكتبة زين الحقوقية والأدبية ش.م.م.
 - 2 بـ الرسائل والآثار
 - 1 الصافي، حسين (2023)، التنبؤ بمخاطرة الاستثمار بالأسهم باستخدام نماذج Box-Jenkins داسة تطبيقية في السوق المالية السعودية للمدة (2013 - 2021)، ص 109
 - 2 العوادي، حيدر عبد الله جاسم . (2015). استعمال بعض طرق السلسل ال الزمنية للتنبؤ بالولادات في العراق. جامعة بغداد - كلية الإدارية والاقتصاد، قسم الإحصاء، ص 28.
 - 3 زيدان ، كريم قاسم محمد ، (2012) ، تخطيط الإنتاج باستعمال البرمجة الهدافية في معمل إنتاج محولات التوزيع الكهربائية في ديالي ، رسالة ماجستير في بحوث العمليات ، كلية الإدارية و الاقتصاد، جامعة بغداد، غير منشورة، ص 15.

- 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 الاقتصاد- قسم إدارة أعمال.2011،ص37.
- 5- عطية، نور، العماري، صالح، لايدواشق،(2020)، اتخاذ القرارات الإدارية للتخصيص المتعدد للمعايير باستخدام طريقة برمجة الأهداف: دراسة تطبيقية لتخصيص رؤساء الأقسام في مستشفى الإمام الحسين بمحافظة ذي قار . Al Kut Journal of Economics Adminstrative Sciences. .57،Economics Adminstrative Sciences.
- ت- **البحوث المنشورة**
- 1- الطائي ، فاضل عباس، (2010) "التنبؤ والتمهيد للسلسل الزمنية باستعمال التحويلات مع التطبيق" بحث منشور في مجلة العراقية للعلوم الاحصائية ، العدد17،ص95.
- 2- تايه، محمد ابراهيم، أحمد، شيماء، محمد، عزيز، عامر. رشيد ، ونوري، حيدر. شاكر. (2023). التنبؤ بقيمة الإنتاج لشركة التأمين الوطنية العامة باستخدام نماذج ARIMA للفترة (2027-2022). مجلة اقتصاديات الأعمال للعلوم التطبيقية9(4)،272-288،ص288.
- 3- جابر، سناه . جمال. (2017). استخدام نماذج السلسل الزمنية المتحركة للتنبؤ بأسعار أهم المحاصيل الحقلية. مجلة المنصورة للعلوم الزراعية،المجلة(8) العدد(8)،ص21.
- 4- حمودي، وجдан. 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 السلسل الزمنية اللاخطية لنموذج (P, Q) GJR-GARCH للراتب الدنيا مع تطبيق عملي على سوق العراق للأوراق المالية. مجلة كلية الإدراة والاقتصاد للدراسات الاقتصادية والإدارية والمالية،9(1)،82-100. جامعة بابل، كلية الإدراة والاقتصاد،ص105.
- 6- عسکر، أحمد. جمال ، البتايل، أحمد. حسن. ، حمد ، عبد. علي. (2023). إمكانية التنبؤ بمؤشرات الاستقرار المالي للقطاع المصرفـي العراقي باستخدام طرق السلسل الزمنية حتى عام 2025. مجلة اقتصاديات الأعمال والعلوم التطبيقية،9(4)،305-320،ص307.

المصادر الأجنبية:

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.