

إدارة العمليات الإنتاجية بأسلوب تخطيط متطلبات المواد Materials Requirement Planning (MRP)

أيمن يوسف*

حاتم محمودي**

مهند علي اسماعيل***

(تاريخ الإيداع ١١ / ٣ / ٢٠٢٠ . قبل للنشر ٢٣ / ٦ / ٢٠٢٠)

الملخص

يهدف هذا البحث إلى توضيح كيفية تخطيط الإنتاج بأسلوب تخطيط متطلبات المواد MRP بما يحققه هذا النظام من فوائد وأهداف متعددة. كما أنه يأتي كمحاولة تطبيقية لهذا النظام في مؤسسة صناعية . خلصت هذه الدراسة إلى ان نظام MRP يسمح بالتخطيط على المستوى الاستراتيجي من خلال تحديد الخطة الإنتاجية و وضع جدول الإنتاج الرئيسي لها ، وحساب الاحتياجات الصافية من المواد اللازمة للمنتج التي تحدد كل أوامر الشراء وأوامر الإنتاج بدقة من حيث وقت إصدارها وتجميعها . تم التوصل إلى أن الصيغة النهائية لنظام MRP هي عبارة عن نظام للسيطرة على الإنتاج والمخزون معاً ويتم استعماله للتحكم في الكميات المنتجة وأوقاتها وكمية المخزون من المواد الأولية و الأجزاء و المنتجات النهائية في المصنع ، مما ينعكس على تخفيض تكاليف استثمار المخزون بشكل كبير .

الكلمات المفتاحية: تخطيط ، التحكم بالإنتاج ، جدولة ، MRP ، Production ، Planning .

(*) أستاذ مساعد في قسم هندسة التصميم و الإنتاج -كلية الهندسة الميكانيكية-جامعة تشرين.

(**) أستاذ مساعد في قسم هندسة التصميم و الإنتاج -كلية الهندسة الميكانيكية-جامعة تشرين.

(***) إجازة في الهندسة الميكانيكية-طالب ماجستير في قسم هندسة التصميم و الإنتاج جامعة تشرين.

Managing production processes by Materials Requirement Planning (MRP) system

Ayman Youssef*

Hatem Mahmoudy**

Mohannad Ali Ismael***

(Received 11 / 3 / 2020 . Accepted 23 / 6 / 2020)

Abstract

The purpose of this research is to illustrate how production planning is planned using MRP with the benefits and objectives of this system. It also comes as an attempt to implement this system in an industrial enterprise.

This study concluded that the MRP system allows strategic planning by defining the production plan and setting its main production schedule, and calculating the net requirements of the necessary materials for the product that define all purchase orders and production orders accurately in terms of time of issuance and assembly.

It was concluded that the final version of the MRP system is a system for controlling both production and stock and is used to control the quantities produced, their time and the quantity of stock of raw materials, parts and finished products in the factory, which significantly reduces the cost of stock investment.

Key words: Planning Production control , scheduling , MRP

*Assistant Professor-department of production and designing engineering-Faculty of Mechanical and Electrical Engineering-Tishreen University.

**Assistant Professor-department of production and designing engineering-Faculty of Mechanical and Electrical Engineering-Tishreen University.

***License in Mechanical Engineering- Master student in department of production and designing engineering-Faculty of Mechanical and Electrical Engineering-Tishreen University.

مقدمة:

يعتبر التخطيط الفعال للإنتاج و المخزون أحد أهم عوامل نجاح أي شركة صناعية، لذلك اهتمت إدارات العمليات في تلك الشركات بتخطيط و جدولة الإنتاج. يشمل تخطيط الإنتاج: تحديد حجم معدلات الإنتاج و كمية المواد الأولية المطلوبة و وقت تشغيل المعدات و مستويات المخزون التي يجب المحافظة عليها. لذا لا بد من اتباع أسلوب معين لتحويل خطط الإنتاج إلى جداول تحدد أنواع المواد و الأجزاء المطلوبة لإنتاج الوحدات النهائية و تحديد الكمية المطلوبة من كل عنصر و وقت الحاجة له.

تمثل كلفة المواد الصناعية نسبة قد تصل إلى ٧٠% من إجمالي كلفة المنتج، و قد تصل نسبة تكاليف التخزين لهذه المواد الأولية إلى ٣٠% من إجمالي قيمتها، يتضح من ذلك أثر كلفة تخزين المواد الصناعية من إجمالي تكاليف إنتاج المنتج لذا ظهرت الحاجة لوجود نظام كفؤ للتخطيط و الرقابة على هذه المواد بحيث ينخفض مستوى استثمار المخزون إلى الحد الأدنى و الذي يمكن المنشأة الصناعية من تلبية مكونات جدول الإنتاج للمنتج النهائي و بالتالي تحقيق التوازن بين تقليل تكاليف الاحتفاظ بالمخزون و القدرة على تسليم الطلبات في المواعيد المتفق عليها.

لقد أدى طرح و تطبيق نظام تخطيط المتطلبات المادية MRP إلى تغيير الفكرة الأساسية في إدارة المخزون بأنه (لا يمكن الجمع بين نقطتين هما تكلفة منخفضة للمخزون و مستوى خدمة عالي للزبون)، حيث أن الاستخدام الجيد لنظام تخطيط المتطلبات المادية أثبت أنه يمكن تخفيض المخزون و تحسين مستوى نسبة توافر المواد الأولية عند الحاجة إليها في نفس الوقت.

يعتمد نظام تخطيط المتطلبات المادية MRP تقنية^[1] تقوم بتحويل الاحتياج الفعلي من المواد إلى طلبات إنتاج أو شراء. و يحتاج إلى معلومات عن طبيعة المنتج و العملية الإنتاجية ليتمكن من تأدية وظيفته. يقوم القائمون على نظام تخطيط المتطلبات المادية MRP بحساب الحاجة الفعلية من المواد، حيث يؤخذ بالاعتبار كمية المخزون الفعلي الموجود حالياً من الحاجة الفعلية من المواد، و يؤخذ بالاعتبار زمن وصول المواد أيضاً.

مشكلة البحث:

سوء إدارة العمليات الإنتاجية و المخزون يؤدي إلى تأخر في الإنتاج و حدوث فائض و نقص في المخزون مما يؤدي إلى التأخير في مواعيد التسليم و تكاليف إضافية ناتجة عن المخزون و عدم تلبية حاجة السوق بالشكل المطلوب.

هدف البحث:

تنظيم تسلسل العمليات الإنتاجية و كمية العناصر الداخلة في تركيب المنتج و أوقات إصدار أوامر إنتاجها أو شراؤها بما يضمن إكمال الطلبية في الموعد المحدد دون تأخير و بالتالي توفير تكاليف المخزون الفائض أو التأخر في إحضار العناصر المطلوب شراؤها من السوق و بالتالي تحقيق أرباح أعلى للشركة و تلبية حاجة السوق و استثمار وقت العمل للشركة بالشكل الأفضل و القدرة على المنافسة.

١. أهداف نظام تخطيط المتطلبات المادية MRP:

تتحقق خدمة الزبون عن طريق تسليمه المنتج المطلوب في الوقت المتفق عليه و بالكمية المطلوبة و النوعية المتوقعة، و تقليل المخزون المعد للاستثمار يتطلب المحافظة عليه في الحدود الدنيا، و ذلك من خلال ضبط مستويات المخزون الصناعي، إدارة المخزون بالشكل الأفضل الذي يجعل تدفقه يتناسب مع احتياجات العملية الإنتاجية بهدف تقليل كلف تخزينه للحد الأدنى.

أما الكفاءة التشغيلية للمصنع فتظهر إلى حد^[2] ما من خلال تحديد حجم الكمية المطلوب تصنيعها، فالدفعة ذات الحجم الكبير تحتاج لوقت طويل لإكمالها و ذات تكلفة عالية و تتطلب استثمارا كبيرا في المخزون، أما الدفعة ذات الحجم الصغير فتتطلب حجم مخزون صغير و لكنها تتطلب إعادة إعداد الآلات بشكل مستمر، مما يضيع وقت كبير من الطاقة الإنتاجية، و هذا يقلل الأثر الحقيقي لحجم دفعة الإنتاج على كفاءة المصنع التشغيلية. و بناء على ما سبق يمكن أن نحدد الأهداف التي قد يحققها نظام تخطيط المتطلبات المادية MRP بالتالي^[3]:

- ١- تحديد الاحتياج الصافي من كل عنصر من عناصر الإنتاج .
- ٢- تحديد أسبقيات التصنيع للأصناف التي يتم إنتاجها في نفس الوحدة الإنتاجية ، حيث تحدد أسبقيتها حسب تاريخ استحقاقها .
- ٣- ترجمة برامج إنتاج الوحدات إلى ساعات عمل في مراكز الإنتاج المختلفة و عمل تخطيط دقيق لاستخدام الطاقة الإنتاجية بشكل منظم و غير منقطع .
- ٤- تأمين الطاقة الإنتاجية المتوقع الحاجة لها مستقبلاً بناءً على ما حُدد في جدول الإنتاج الرئيسي .
- ٥- تعديل جدول الإنتاج الرئيسي في حال حصل أي تغيير طارئ .

٢. التطبيق الناجح لنظام تخطيط المتطلبات المادية MRP يمكن أن يحقق الفوائد التالية :

- ١- تقليل المخزون المعد للاستثمار و ذلك نتيجة الاختيار السليم للمواد الواجب شراؤها ، مما يتولد عنه تقليل المخزون للأجزاء تحت التشغيل بنسبة تتراوح بين (٢٠-٣٠) %.
- ٢- تحسين خدمة الزبون حيث يقل التأخير الذي يحصل في تنفيذ أوامر الإنتاج بنسبة قد تصل إلى ٩٠ % .
- ٣- سرعة الاستجابة للتغيرات الحاصلة في الطلبات ، من خلال تعديل جدول الإنتاج الرئيسي .
- ٤- تحسين إنتاجية خطوط الإنتاج بنسبة تتراوح بين (٥-٣٠) % نتيجة الاستخدام الأفضل للآلات و المواد و طاقة العمل .
٣. يتطلب نظام تخطيط المتطلبات المادية MRP توفر العناصر التالية و التي تعتبر مدخلات لإتمام عمله و

هي:

١. جدول الإنتاج الرئيسي (MPS) Master Production Schedule .
٢. ملف هيكل المنتج : ويتضمن شجرة تركيب المنتج وقائمة المواد الأولية Bill Of Materials (BOM) .
٣. ملف حالة المخزون Inventory Master File .

٣,١. جدول الإنتاج الرئيسي (MPS) Master Production Schedule :

وهو عبارة عن جدولة إنتاج تفصيلية للعناصر النهائية و الذي يحدد الكمية التي يجب إنتاجها في كل فترة زمنية.

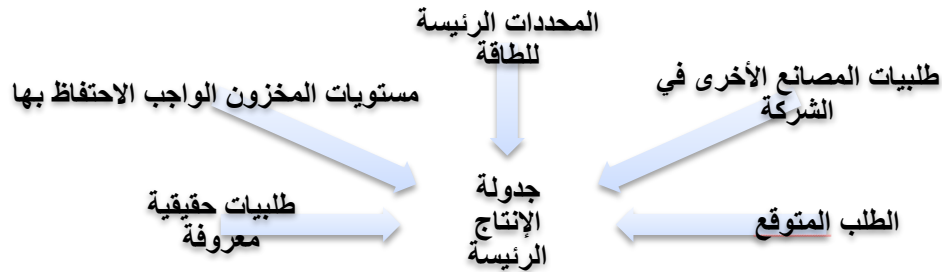
تشمل مصادر البيانات^[4] اللازمة لتحديد جدولة الإنتاج الرئيسية التالي:

١. الطلبات الحقيقية للزبائن .
٢. تنبؤات الطلب المستقبلي .
٣. احتياجات مخزون الأمان .
٤. الخطط الموسمية للشركة .

٥. طلبات داخلية من خطوط الإنتاج الأخرى في الشركة.

و من الضروري عند وضع جدولة الإنتاج الرئيسية أن تؤخذ بالاعتبار جميع مصادر الطلب و تعد

بمطابقة مدخلات لها و الشكل (١) التالي يوضح أهم تلك المصادر:



الشكل (١):مدخلات جدولة الإنتاج الرئيسية

إن مفهوم إدارة المخزون يهدف إلى ضمان توافر المواد و الأجزاء اللازمة للعمليات الإنتاجية^[5] متى ظهرت الحاجة لها، و لكن إذا لم تتم السيطرة على هذا الأمر فإن ذلك سيؤدي إلى إنفاق مبالغ كبيرة في مخزون غير ضروري. لذا فإن نظام تخطيط المتطلبات المادية MRP يسعى إلى تأمين المستوى الأدنى الممكن من المخزون. و يعمل هذا النظام على تحقيق هذه الغاية من خلال تحديد الوقت اللازم لتوافر الأجزاء و المواد و جدولتها بحيث تكون متوفرة في الوقت المناسب و المحدد و ليس قبل أو بعد .و يدعو نظام تخطيط المتطلبات المادية MRP إلى تخزين المواد الأولية و الأجزاء و المكونات بالإضافة إلى المنتجات الجاهزة بمستويات مختلفة و مدروسة.

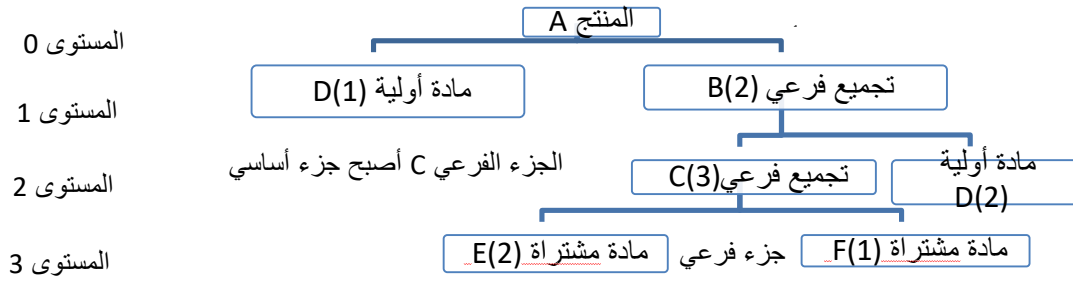
تعتبر الانحرافات التي تحدث في تحقيق خطة الإنتاج واحدة من حالات عدم اليقين الممكنة في البيئة الإنتاجية و التي تحدث بسبب تأخير تأمين المواد الأولية و الأجزاء بالإضافة إلى أسباب أخرى مثل توقف المعدات أو غياب العمال أو حدوث تغييرات في تصميم المنتجات و الأجزاء و غيرها من الأسباب. و بسبب جدولة عملية الإنتاج فإن نظام تخطيط المتطلبات المادية MRP يصبح قادرا على المحافظة على مسار العلاقات التبادلية بين أوامر الإنتاج و العمل بطريقة تمكنها من تغيير الخطة الإنتاجية في حال حدوث مثل هذه التغييرات. هنا نؤكد أنه لا بد من التمييز بين نوعين من أنواع الطلب على المخزون أو المواد و هما : الطلب المستقل و الطلب التابع (المشتق).

الطلب المستقل يكون على المنتج النهائي أما الطلب التابع (المشتق) فيتم حسابه من الطلب المستقل. مثال: نفرض أن كمية الطلب على منتج نهائي و ليكن على الأبواب الخشبية مثلا يبلغ ٥٠ باب شهريا يسمى هذا الطلب بالطلب المستقل ، يحتاج كل باب إلى أربع مفاصل حركة و بالتالي فإن ٥٠ باب تحتاج إلى ٢٠٠ مفصل حركة.

يسمى الطلب على مفصلات حركة الأبواب بالطلب التابع (المشتق). حيث يتم حسابه وفقاً للطلب على المنتج النهائي و لا يتم التنبؤ به.

٢,٣. ملف هيكل المنتج :

يتضمن ملف هيكل المنتج^[6] قائمة التركيبية الفنية (BOM) لكل عنصر نهائي يتم إنتاجه وقائمة التركيبية الفنية للمنتج تتضمن جميع العناصر التي يتكون منها ذلك المنتج وتحتوي وصف مختصر لكل عنصر ، وتحدد الكمية اللازمة من كل عنصر ووقت الحاجة إليها فهي إذاً توضح كيفية صنع المنتجات النهائية من المواد الأولية والأجزاء والمكونات المشتراة التي توضح كيفية ارتباط كل جزء بالجزء الآخر وذلك من خلال احتوائها مستويات عدة وأن كل جزء يقع فوق مستوى معين يسمى بالجزء الأساسي وكل جزء يقع تحت مستوى معين يسمى بالجزء الفرعي . ولذا هي تعد وثيقة أو مرجع وليست أداة لتخطيط المواد . والشكل (٢) يوضح ملفاً افتراضياً للتركيبية الفنية للمنتج A حيث تظهر نسبة المستويات المختلفة والعناصر الأساسية والعناصر الفرعية وكميات الاستخدام (التكرار) من كل عنصر كما يوضح مسار العمليات الإنتاجية للمراحل المختلفة .



الشكل(٢): تصميم افتراضي لملف التركيبية الفنية للمنتج A

نلاحظ ان جميع المستويات تمثل مكونات أو أجزاء عدا المستوى (٠) ، الذي يمثل العنصر النهائي A، اذ يعد المستوى الأساسي. وكذلك نجد أن العناصر B, C هي عناصر أساسية لأنها جميعها يدخل في إنتاجها أو تجميعها على الأقل جزء أو مكون واحد، وفي نفس الوقت بعض العناصر الأساسية تصبح عناصر فرعية لعنصر أساسي آخر، مثلاً التجميع الفرعي C هو عنصر أساسي للمواد المشتركة E, F وفي الوقت نفسه يعد كذلك عنصر فرعي للتجميع الفرعي B. ومن الأمور الأخرى التي يوضحها ملف التركيبية الفنية للمنتجات هي الكميات المستخدمة من المواد والأجزاء والتجميعات الفرعية لإنتاج وحدة واحدة من المنتج النهائي، كما أن المكون أو الجزء الواحد قد يكون له أحياناً أكثر من عنصر أساسي واحد، فعلى سبيل المثال نلاحظ من الشكل (٢) أن المادة الأولية D تدخل في تركيب العنصرين A و B لأنها تدخل مرة في إنتاج العنصر B و يحتاج وحدتين منها، ومرة أخرى تدخل في إنتاج العنصر النهائي A و يحتاج وحدة واحدة منها.

يعد البناء الصحيح للتركيبية الفنية للمنتج أمراً مهماً^[7]، إذ أن حدوث أي خطأ في بناء التركيبية الفنية يؤدي إلى حدوث حالات عدم الدقة في توفير المستلزمات المادية لإنتاج المنتج النهائي بالشكل الصحيح مما يؤدي بالتالي إلى عدم وفاء الشركة بالتزاماتها تجاه عملاءها، ومن الجدير بالذكر هنا أن التركيبية الفنية للمنتج تخضع للتغيير وفقاً للتغيرات التي تحدث في تصميم المنتج، وعلى هذا الأساس تبنى التركيبية الجديدة من قبل قسم التصميم وبالتنسيق مع الأقسام ذات العلاقة كقسم الإنتاج وقسم المشتريات وغيرها.

ولتوضيح ذلك نعود الى الشكل (٢) ونفترض اننا نريد تحديد عدد الوحدات اللازمة من المادة الاولى D والمواد المشتركة F,E لإنتاج (٣٠٠) وحدة من المنتج النهائي A وعلى النحو الآتي:

$$\begin{array}{l} \text{عدد الوحدات اللازمة من} \\ \text{التجميع الفرعي B لإنتاج} \\ \text{وحدة واحدة من A} \end{array} = \begin{array}{l} \text{عدد الوحدات اللازمة من} \\ \text{التجميع الفرعي B لإنتاج} \\ \text{وحدة واحدة من A} \end{array} \times \begin{array}{l} \text{عدد الوحدات} \\ \text{المطلوبة} \\ \text{A} \end{array} \dots (١)$$

$$300 \times 2 = 600$$

وبالأسلوب نفسه يمكن تحديد عدد الأجزاء اللازمة في كل جزء لإنتاج (٣٠٠) وحدة من المنتج النهائي A وكالآتي:

$$\begin{array}{l} \text{* عدد الوحدات اللازمة من الجزء (D) = } \\ \text{عدد الوحدات اللازمة من (D) لاننتاج وحدة واحدة من (A) * عدد} \\ \text{الوحدات اللازمة من (A) + } \\ \text{عدد الوحدات اللازمة من (D) لاننتاج وحدة واحدة من (B) * عدد الوحدات المطلوبة من} \\ \text{(B)} \end{array}$$

$$(D) = (300 * 1) + (600 * 2) = 1200 + 300 = 1500 \text{ وحدة}$$

$$\begin{array}{l} \text{* عدد الوحدات اللازمة من (C) = عدد الوحدات اللازمة من (C) لاننتاج وحدة واحدة من (B) * عدد الوحدات} \\ \text{اللازمة من (B)} \end{array}$$

$$(C) = 600 * 3 = 1800 \text{ وحدة}$$

$$\begin{array}{l} \text{* عدد الوحدات اللازمة من (F) = عدد الوحدات اللازمة من (F) لاننتاج وحدة واحدة من (C) * عدد الوحدات} \\ \text{اللازمة من (C)} \end{array}$$

$$(F) = 1800 * 1 = 1800 \text{ وحدة}$$

$$\begin{array}{l} \text{* عدد الوحدات اللازمة من (E) = عدد الوحدات اللازمة من (E) لاننتاج وحدة واحدة من (C) * عدد الوحدات} \\ \text{اللازمة من (C)} \end{array}$$

$$(E) = 1800 * 2 = 3600 \text{ وحدة}$$

٣,٣. ملف حالة المخزون :

تعد قيود المخزون هي الأساس لسجلات المخزون المحدثة ، حيث تحدث هذه الملفات باستمرار كلما سحبت العناصر من المخزون أو أضيفت إليه أو كلما أصدرت طلبية وتمت مراجعتها وإكمالها . ومن الجدير بالذكر أن سجلات المخزون يجب أن تتضمن رقماً تعريفاً^[8] للعنصر وعدد المكونات الموجودة وكميات المواد التي طلبت من قبل ومواعيد تسليمها وحجم الدفعة سواء أكانت طلبية شراء أو كمية إنتاج و وقت الانتظار المرتبط بالعنصر . بعد تنظيم ملف جدولة الإنتاج الرئيسي وملف هيكل المنتج وملف حالة المخزون نقوم بتحديد إجمالي الاحتياجات من كل عنصر وصافي الاحتياجات والكميات المجدول استلامها والمخزون المتاح والأوامر المخططة للاطلاق .

٤. حسابات أسلوب تخطيط متطلبات المواد (MRP) Materials Requirement Planning :

٤, ١. إجمالي الاحتياجات (GR) Gross Requirements :

وهي مجموع الكميات اللازمة لإنتاج مادة أو جزء معين خلال فترة زمنية معينة و يتم حساب تلك الاحتياجات إستنادا إلى جدولة الإنتاج الرئيسية وملف التركيبة الفنية للمواد بغض النظر عن المخزون الحالي ويمكن حساب GR من المعادلة الآتية:

$$GR_t = TQ_{it} \times QR \dots\dots\dots(2)$$

إذ أن:

GR_t : إجمالي الاحتياجات للأسبوع (t) ، TQ_{it} : الكمية المطلوبة في الأسبوع t من الجزء i

QR : عدد الوحدات المطلوبة من الجزء الفرعي لإنتاج وحدة واحدة من الجزء الأساسي

ومن الجدير بالذكر^[9] أنه لغرض تلبية إجمالي الاحتياجات من المكونات والأجزاء، فإنه يلجأ إما إلى شراء تلك المكونات و الأجزاء من المجهزين الخارجيين أو تصنيعها في الداخل أو الحصول عليها من المخزون المتاح مباشرة

٢،٤. صافي الاحتياجات (NR) Net Requirements:

و هي عملية طرح المخزون المتاح من أجمالي الاحتياجات لتحديد صافي الاحتياج الفعلي. فعند ظهور قيمة سالبة لصافي الاحتياجات في فترة معينة ، فهذا يعني أن الكمية المتاحة والمحسوبة من (المخزون المتاح+ الكميات المجدول استلامها) لا تعد وافية لتغطية الاحتياج الاجمالي. لذا تحتسب كمية صافي الاحتياج من خلال طرح رصيد المخزون المتاح (POH) من الفترة السابقة مضافا إليه ما يتوقع استلامه من الكميات المجدول استلامها (SR) من إجمالي الاحتياجات (GR) مضافاً إليه مخزون الأمان(SS). والصيغة الآتية توضح ذلك.

$$NR_t = (GR_t + SS) - (SR_t + POH_{t-1}) \dots\dots\dots(3)$$

إذ أن:

NR_t : صافي الاحتياجات للأسبوع (t) ، SR_t : الطلبات المجدول استلامها للأسبوع

(t)

SS : مخزون الأمان ، POH_{t-1} : رصيد المخزون المتاح للأسبوع

السابق

وعندما تكون قيمة (NR) موجبة فأنها تدل على الكمية المطلوبة لتلبية الاحتياج ، أما إذا ظهرت قيمة NR سالبة أو صفرا فأنها تدل على انه ليست هناك حاجة للمواد في المرحلة الحالية.

٣،٤. الكميات المجدول استلامها (S R) Scheduled Receipts:

وهي تلك الكميات من العنصر التي ستتسلم من المجهزين نتيجة الطلبات المطلقة مسبقاً وهي لذلك تسمى بالطلبات المفتوحة (Open Orders) لأنها لم تستلم بعد.

٤،٤. المخزون المتاح (POH) Projected On Hand Inventory:

وهو عدد الوحدات المخطط الذي يجب توافره والاحتفاظ به في نهاية كل فترة زمنية (Time Bucket) لمقابلة الاحتياجات في الفترات اللاحقة تحتسب قيمة المخزون المتاح في نهاية كل فترة حسب المعادلة الآتية:

$$POH_t = (POH_{t-1} + SR_t + PR_t) - GR_t \dots\dots\dots(٤)$$

وعند ظهور قيمة (POH) ^[10] في فترة معينة أقل من قيمة مخزون الأمان المرغوب فإن ذلك يعطينا إشارة إلى الحاجة إلى استلام دفعة جديدة.

٥،٤. مواعيد إطلاق الأوامر المخططة (POR) Planned Order Releases:

تشير مواعيد إطلاق الكميات/ الأوامر المخططة إلى الفترة التي يجب أن تصدر عندها طلبية لإعادة تعزيز المخزون ومنعه من الانخفاض دون مستوى مخزون الأمان. تحدد مواعيد الأوامر المخططة بعملية تعويض مواعيد إكمال تلك الأوامر (PR) نحو الخلف بما يعادل فترات الانتظار (LT) وحسب المعادلة الآتية:

$$PR = POR - LT \quad \dots\dots\dots (٥)$$

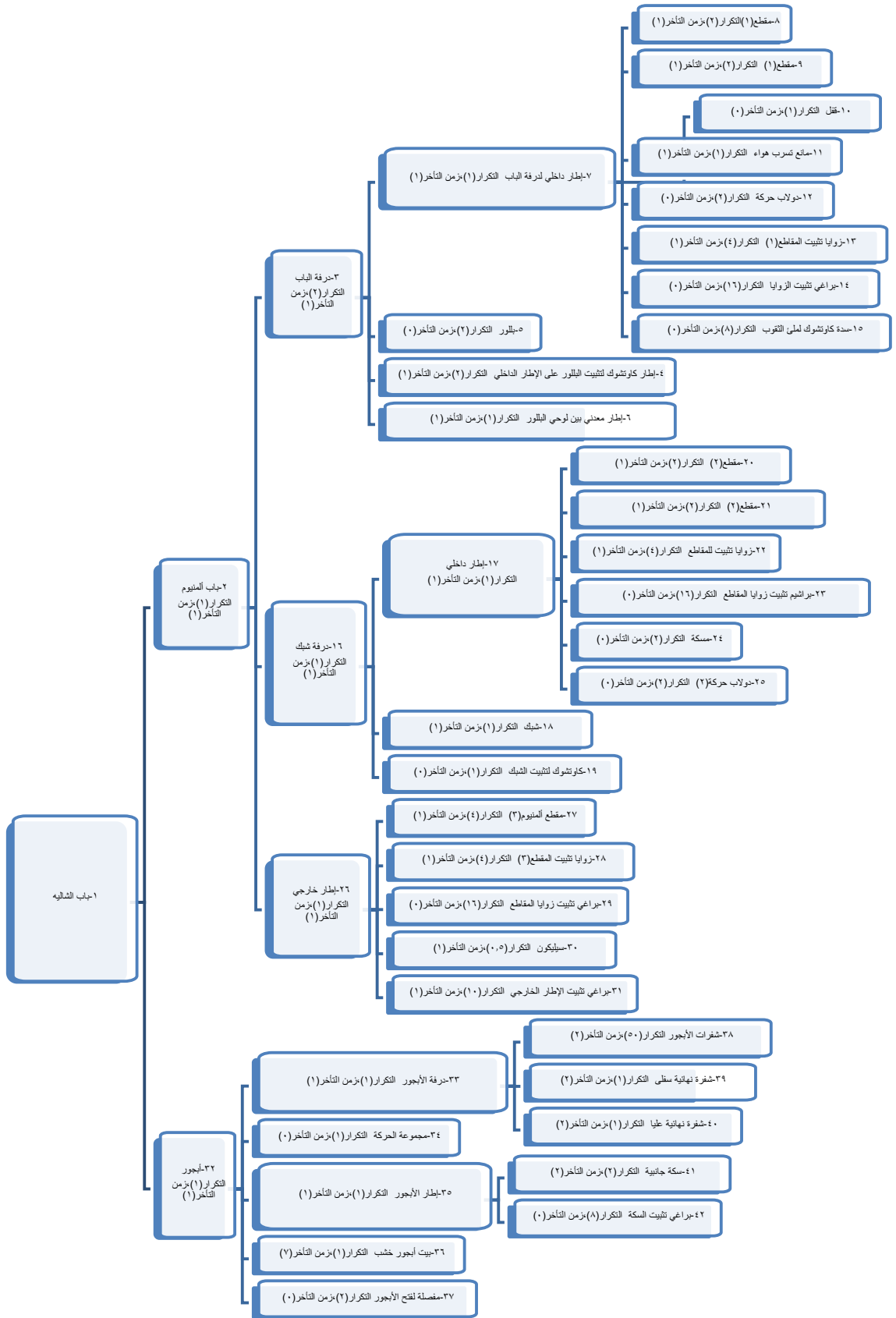
٥. تطبيق MRP في الشركة الوطنية لصناعة أبواب و نوافذ الألمنيوم:

سنقدم مثالا تطبيقيا يوضح آلية نظام تخطيط المتطلبات المادية MRP و أثره في الإنتاج: تعاقدت الشركة الوطنية لصناعة أبواب و نوافذ الألمنيوم على صناعة كمية من الأبواب (٧٢) بأبعاد (٢×٢)م بللور مزدوج عازل للصوت، و ذلك لإكساء مشروع شاليهات سياحي مكون من بنائين، كل بناء مكون من (٩) طوابق في كل طابق (٤) أجنحة. و كانت شروط التعاقد أن يتم التسليم خلال مدة (١٥) يوم من تاريخ التعاقد.

سنقوم بتوضيح جزء من الدراسة

يتألف الباب المعدني من العديد من العناصر، يدخل كل منها في مستوى معين من مستويات التركيب، و

يعطى ملف التركيبية الفنية لهذا الباب في شجرة المنتج الموضحة بالشكل (٣)



الشكل (٣): شجرة تركيب المنتج

حيث يدرج ضمن شجرة تركيب المنتج جميع العناصر التي يتكون منها ذلك المنتج حيث تظهر العناصر على شكل عناصر رئيسية و عناصر فرعية ، وتحتوي وصف مختصر لكل عنصر ، و تحدد الكمية اللازمة من كل عنصر و وقت الحاجة إليها كما توضح كيفية ارتباط كل جزء بالجزء الآخر . نلاحظ أن جميع العناصر تمثل مكونات أو أجزاء عدا العنصر [1] ، الذي يمثل العنصر النهائي ، وكذلك نجد أن العناصر [2]، [3] هي عناصر رئيسية لأنها يدخل في إنتاجها أو تجميعها على الأقل جزء أو مكون واحد، وفي نفس الوقت تعد عناصر فرعية لأنها تدخل في تركيب العنصر [1].

و بعد إعداد جدول الإنتاج الرئيسي للشركة الجدول (1) كان كالتالي:

الجدول(1): جدول الإنتاج الرئيسي

اليوم	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥
الكمية المطلوبة	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٧٢

ويلاحظ الجدول (٢) مكونات العناصر الخمس الأولى من الباب المذكورة أعلاه في شجرة التركيب الفنية للمنتج، كما يوضح تكرار القطعة في المنتج (في المستوى الأعلى).

الجدول(٢) كميات و تكرار العناصر الداخلة في الباب

رقم	اسم المادة	Name	تكرار القطعة	الأبعاد	الكمية	ملاحظات
١٠٠١	باب الشاليه	Chalet door	١	٢*٢ متر	٧٢	
١٠٠٢	باب ألومنيوم	Aluminium door	١		٧٢	
١٠٠٣	درفة الباب	Door shutter	٢		١٤٤	
١٠٠٤	إطار كاوتشوك لتثبيت البلور	Rubber frame	٢	٦ م	١٤٤	
١٠٠٥	بلور مزدوج عازل للصوت	Double glass	٢		١٤٤	

أما الموجودات الفعلية في المستودع، من المواد الأولية اللازمة لصناعة الباب، فهي موضحة في الجدول(٣)

التالي:

الجدول(٣) الموجودات الفعلية في المستودع

رقم العنصر	اسم المادة	Name	الموجود الفعلي في المستودع	التأخير الزمني Lead Time	المحدول استلامه الكمية	اليوم
١٠٠١	باب الشاليه	Chalet door	٠	١	٠	
١٠٠٢	باب ألومنيوم	Aluminium	٠	١	٠	
١٠٠٣	درفة الباب	Door shutter	٠	١	٠	
١٠٠٤	إطار كاوتشوك لتثبيت	Rubber frame	٢٠٠٠ متر	١	٠	
١٠٠٥	بلور مزدوج عازل للصوت	Double glass	٣٠٠ لوح	٠	٠	

بهذه المعلومات السابقة (جدول الإنتاج ، ملف التركيب الفنية للمنتج ، ملف موجودات المستودع، المهل الزمنية) ، نكون قد حصلنا على المدخلات اللازمة لتنظيم عملية الإنتاج و سنأتي فيما يلي على شرح طريقة معالجة MRP لهذه المعلومات.

١,٥. الإجراءات المنطقية لتشغيل نظام MRP :

إن نظام (MRP) هو المسؤول عن جدولة الإنتاج لجميع العناصر دون مستوى العنصر النهائي، فهو يوصي بإطلاق أوامر العمل والشراء وإصدار إشعارات إعادة الجدولة حيث يكون ذلك ضرورياً . فبعد أن توضع جدولة الإنتاج الرئيسية لمنتج معين ويتوافر كل من ملف التركيبة الفنية له وسجلات المخزون لعناصره، يبدأ (MRP) بالعمل، إذ يبدأ النظام بتجزئة المنتج إلى مكوناته الفرعية وحساب الاحتياجات الاجمالية لكل جزء من أجزاءه ابتداءً بالمستوى الاعلى نزولاً الى أدنى مستوى في هيكل المنتج ثم إيجاد أو تحديد صافي الاحتياجات من خلال طرح الكميات المتاحة في المخازن من إجمالي الاحتياجات وهذه العملية تعد بمثابة الخطوة الأساسية في إجراءات تشغيل (MRP)، وينفذ هذا الإجراء على كل جزء ولكل مستوى من المستويات حيث يتم ترجمة جدولة الإنتاج الرئيسية إلى كميات طلبات لازمة للإيفاء بالالتزامات.

الجدول (٤) خاص بالعنصر الرئيسي [1] و هو باب الشاليه الكامل

الجدول (٤)-مصفوفة العنصر (١٠٠١) باب الشاليه الكامل Chalet door

حدول العنصر	١									
	المدة الزمنية									
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١
الاحتياج الاحمالي										
المحدول استلامه										
الموجود الفعلي										
الاحتياج الصافي										
الأوامر المخططة للإطلاق										

بما أن الطلب على الأبواب هو في اليوم الخامس عشر من جدول الإنتاج، بالتالي يظهر الاحتياج الإجمالي في اليوم الخامس عشر من سطر الاحتياج الإجمالي، و لما لم يكن هناك أي كميات أبواب متعاقد عليها (شراؤها أو تصنيعها) خلال فترة جدول الإنتاج، بالتالي يظهر السطر الثاني المعبر عن كميات الجدول استلامها فارغاً، و كذلك الحال بالنسبة للسطر المعبر عن الموجود الفعلي، حيث لا يوجد أي مخزون من هذا النوع من الأبواب، و بالتالي يظهر السطر المعبر عن الموجود (المخزون) الفعلي فارغاً.

أما الاحتياج الصافي فيتم احتسابه من القانون :

$$\text{الاحتياج الصافي} = \text{الاحتياج الإجمالي} - [\text{المخزون الفعلي} + \text{الكميات المجدول استلامها}]$$

$$\text{و بالتالي الاحتياج الصافي من العنصر [1]} = ٧٢ - [٠+٠] = ٧٢ \text{ [وحدة]}$$

تحتاج مجموعة باب الشاليه الكامل أو العنصر [1]، ليوم واحد فقط لتصنيعها من المكونات الأولية (مدة التأخير الزمني يوم واحد)، و بما أن كمية الأبواب مطلوبة في اليوم الخامس عشر، لذلك فإن إطلاق أمر الإنتاج يجب أن يكون في بداية اليوم الرابع عشر، و ذلك كما هو ظاهر في الجدول (٤) في سطر الأوامر المخططة للإطلاق. أما العنصر [2] الظاهر في الجدول (٥)، و هو باب الألمنيوم

الجدول (٥): مصفوفة العنصر (١٠٠٢) باب الألمنيوم Aluminium door

حدول العنصر	٢ المدة الزمنية										١ يوم - التكرار				
	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١	١	١٢	١٣	١٤	١٥
اليوم															
الاحتياج الاحمال														٧٢	
المجدول استلامه															
الموجود الفعل															
الاحتياج الصافي														٧٢	
الأوامر المخططة للإطلاق													٧٢		

فمن الواضح أن تكراره ضمن مجموعة باب الشاليه الكامل (المستوى الأعلى) هو واحد فقط، و بالتالي الاحتياج الإجمالي منه هو اثنان و سبعون فقط، و ذلك حسب القانون :

$$\boxed{\text{تكرار العنصر في الوحدة من المستوى الأعلى مباشرة}} \times \boxed{\text{الاحتياج الصافي من العنصر في المستوى الأعلى المباشر}} = \boxed{\text{الاحتياج الإجمالي من عنصر}}$$

و بالتالي : الاحتياج الإجمالي من العنصر [2] = ٧٢ = ١ X [وحدة]

و يظهر هذا الاحتياج الإجمالي في اليوم الرابع عشر، وذلك لكون أمر الإنتاج للعنصر [١] يتم إطلاقه في اليوم الرابع عشر، و بالتالي يجب أن تكون مكوناته متوفرة في بداية هذا اليوم. و لا يوجد أي كميات متعاقد (مجدول استلامها)، كما لا يوجد أي مخزون فعلي من هذا العنصر، و ذلك كما هو واضح في الأسطر المتعلقة بهذه العناصر في الجدول (٥) ، و بالتالي يكون الاحتياج الصافي من هذا العنصر هو :

$$\text{الاحتياج الصافي من العنصر [2] = ٧٢ = (٠+٠) - [وحدة]$$

و بما أن الاحتياج الصافي من باب الألمنيوم هو اثنان و سبعون وحدة، و أن باب الألمنيوم يحتاج ليوم واحد فقط لتصنيعه من مواده الأولية، بالتالي فإن إطلاق أمر الإنتاج لهذا العنصر يكون في اليوم الثالث عشر، كما هو ظاهر في السطر الأخير من الجدول (٥).

العنصر [3] هو درفة باب الألمنيوم الظاهر في الجدول (٦)

الجدول (٦)- مصفوفة العنصر (١٠٠٣) درفة باب الألمنيوم Door shutter

حدول العنصر	٣ المدة الزمنية										٢ يوم - التكرار				
	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١	١	١٢	١٣	١٤	١٥
اليوم															
الاحتياج الاحمال													١٤		
المجدول استلامه															
الموجود الفعل															
الاحتياج الصافي													١٤		
الأوامر المخططة للإطلاق													١٤		

فتكراره أيضاً ضمن مجموعة باب الألمنيوم [المستوى الأعلى] هو اثنان فقط، و بالتالي يكون الاحتياج الإجمالي

منه :

$$\text{الاحتياج الإجمالي من العنصر [3] = ٧٢ = ٢ X [وحدة] = ١٤٤$$

و يظهر هذا الاحتياج في اليوم الثالث عشر ، و ذلك لكون أمر الإنتاج للعنصر الأعلى [٢] يتم إطلاقه في اليوم الثالث عشر، و بالتالي يجب أن تكون مكوناته متوفرة أيضاً في بداية اليوم.

و يبين الجدول (٦) أنه لا توجد أي كميات متعاقد عليها، كما لا يوجد مخزون فعلي، و بالتالي يكون الاحتياج

الصافي من هذا العنصر :

الاحتياج الصافي من العنصر [3] = 144 - (0+0) = 144 [وحدة]
 يحتاج درفة باب الألمنيوم ليوم واحد فقط (مدة التأخير الزمنية) لتصنيعه من مكوناته الأولية، بالتالي فإن إطلاق أمر الإنتاج يكون في اليوم الثاني عشر.

العنصر [4] هو إطار كاوتشوك بطول 6م لتثبيت البلور على الإطار الداخلي

الجدول (٧)-مصفوفة العنصر (١٠٠٤) إطار كاوتشوك بطول 6م لتثبيت البلور على الإطار الداخلي Rubber frame

		بوم - التكرار ٢						المدة الزمنية ١						حدول العنصر ٤					
النوم		١	١	١	١٢	١١	١٠	٩	٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١			
الاحتياج الاحمال					٢٨														
المحدول استلامه																			
الموحدول الفعلي		٢	٢	٢	٢٧	٢٧	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	٢			
الاحتياج الصافي					٢٨														
الأوامر المخططة					٢٨														

فتكراره أيضاً ضمن درفة باب الألمنيوم [المستوى الأعلى] هو اثنان فقط، و بالتالي يكون الاحتياج الإجمالي

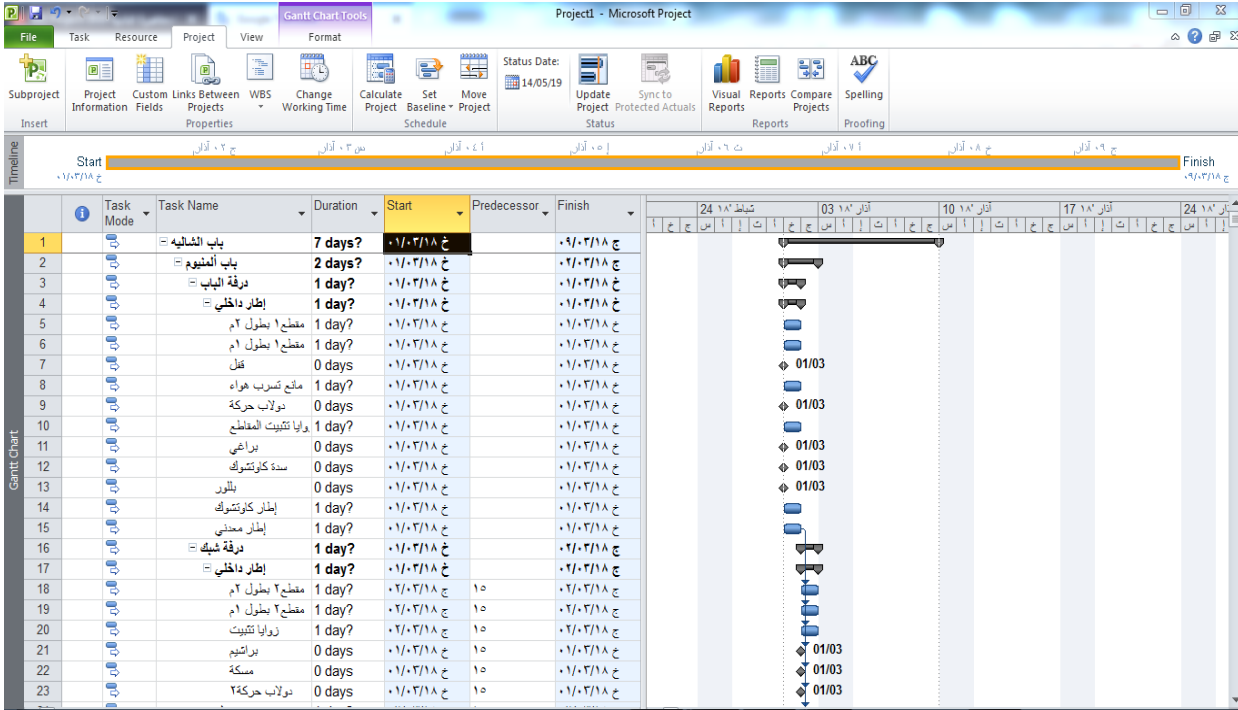
منه :

الاحتياج الإجمالي من العنصر [4] = 144 X 2 = 288 [وحدة]

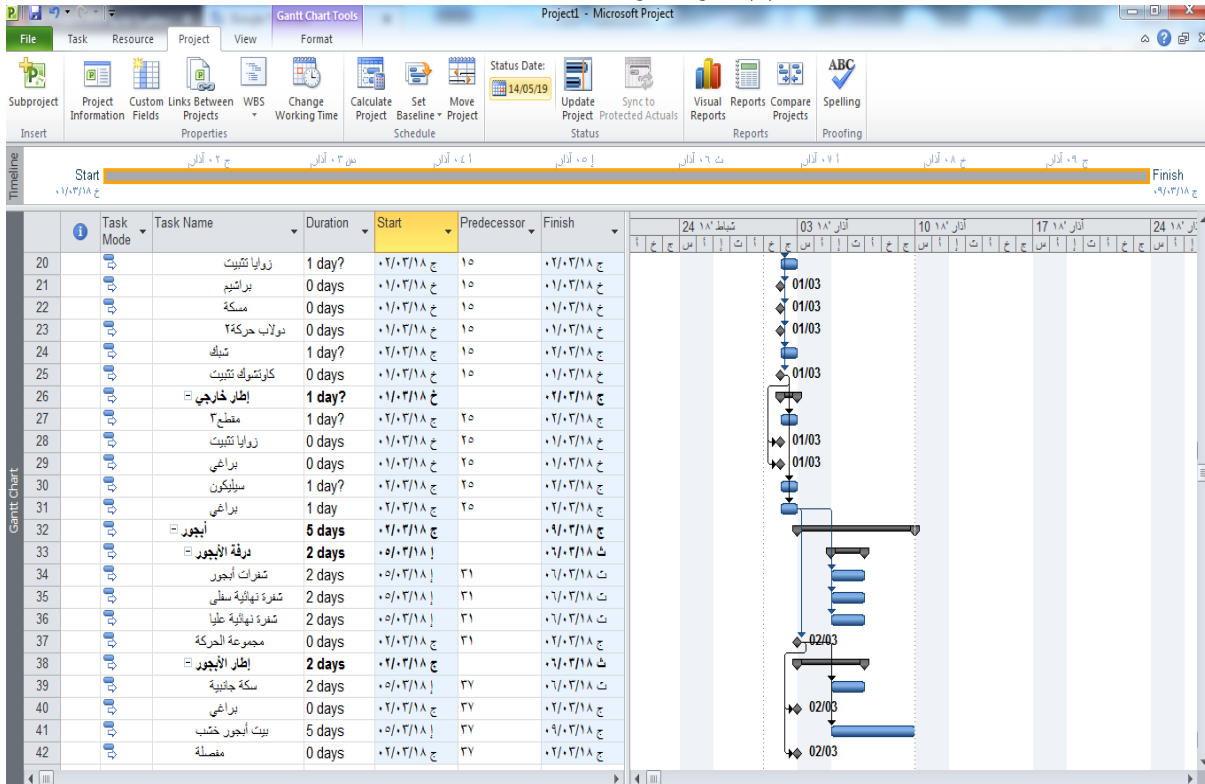
و يظهر هذا الاحتياج في اليوم الثاني عشر ، و ذلك لكون أمر الإنتاج للعنصر الأعلى [3] يتم إطلاقه في اليوم الثاني عشر، و بالتالي يجب أن تكون مكوناته متوفرة أيضاً في بداية اليوم.
 و يبين الجدول (٧) أنه لا توجد أي كميات متعاقد عليها، و يوجد مخزون فعلي 2000م لكنها بحاجة للقص بطول 6م، و بالتالي يكون الاحتياج الصافي من العنصر [4] = 288 - (0+0) = 288 [وحدة]
 يحتاج إطار كاوتشوك ليوم واحد فقط (مدة التأخير الزمنية) لقصه بطول 6م، بالتالي فإن إطلاق أمر الإنتاج يكون في اليوم الحادي عشر.

و نتابع التطبيق بنفس الطريقة على باقي العناصر الداخلة في تركيب باب الشاليه الكامل.

تم نمذجة عملية جدولة الإنتاج بمساعدة برنامج Microsoft Project حيث يمكننا هذا البرنامج من تنظيم عملية الإنتاج و تحديد أوقات الاحتياج للعناصر الداخلة في تركيب الباب و تحديد تسلسل مراحل الإنتاج و كانت النتائج كالتالي كما موضح في الشكل (4) و الشكل (٥) التاليين :



الشكل (4): نتائج برنامج Microsoft Project



الشكل (5): نتائج برنامج Microsoft Project

حيث تظهر النتائج تنظيم تسلسل العمليات الإنتاجية و وقت البدء في كل أمر إنتاج و المدة التي يحتاجها

لإنهائه.

النتائج :

قام MRP بتحديد الكمية المحتاج إليها تماماً بدون زيادة أو نقصان، كما قام بإطلاق أوامر الإنتاج (أو الشراء) في الوقت المناسب بدون تقديم أو تأخير. أي أن ما يتم الاحتياج إليه فعلياً يتم إنتاجه أو شراؤه في الوقت المناسب تماماً، و بدون زيادة تحمل الشركة تكاليف إضافية، أو نقصان يعرقل العملية الإنتاجية و يفوت على الشركة فرص تسويقية (نتيجة نفاذ مخزونها من المنتجات الجاهزة). بالتالي فقد تم تقليل المخزون (و الاستثمار فيه) إلى الحد الأدنى، و أصبح تدفقه يتناسب و احتياجات العملية التصنيعية، كما انخفض المخزون من المواد تحت التشغيل بنسبة تتراوح بين (٢٠-٣٠%)، كل ما سبق أدى إلى انخفاض كلفة الاحتفاظ بالمخزون، إضافة إلى خفض قيمة رأس المال المجمد على شكل مخزون من مواد أولية أو مواد قيد التصنيع.

كما أن إنتاجية المصنع قد تحسنت بصورة كبيرة حيث تم الانتهاء من الطلبية في وقت أقل من الوقت المطلوب أي وفقاً لجدول الإنتاج تم إنهاء الطلبية خلال ٩ أيام في الوقت الذي كانت الطلبية تأخذ وقتاً يقدر ب ١٢ يوم لإنتاجها في هذه الشركة بالطرق التقليدية ، حيث تمت ترجمة جداول الإنتاج إلى ساعات عمل و تحميل لمراكز الإنتاج المختلفة بصورة دقيقة و بشكل منتظم و غير متقطع (نتيجة عدم وجود مخزون من المواد الأولية)، و بالتالي أصبح هناك ربحاً في الوقت يقدر بثلاثة أيام بالتالي زاد حجم عمل الشركة نتيجة تنظيم الإنتاج بنسبة ٢٥% بالتالي زيادة أرباح الشركة بنسبة ٢٥% و إمكانية إعطاء العمال في الشركة حوافز تشجيعية و دراسة إمكانية إنتاج أصناف جديدة في الشركة. و أصبح استخدام الطاقة الإنتاجية المتاحة مثالياً من خلال الاستخدام الأمثل لعنصر العملية الإنتاجية (مواد- آلات- عمال - طريقة العمل)، إضافة إلى اتخاذ الاحتياطات مسبقاً لتأمين الطاقة الإنتاجية التي ستظهر الحاجة إليها مستقبلاً، و ذلك بناء على ماحدد في جدول الإنتاج الرئيسي و أصبح التعامل مع التغير في الطلب (كميةً أو زمنياً) على المنتجات النهائية يتم بمرونة كبيرة، وذلك من خلال تعديل جدول الإنتاج الرئيسي، و بالتالي تعديل مواعيد إطلاق أوامر الإنتاج (أو الشراء) لكافة مكونات المنتج، و تعديل كميات هذه الأوامر حسب الطلب الجديد.

التوصيات:

بداية و من خلال ما سبق، نؤكد على أن مدى نجاح أي نظام يعتمد على مدى توفر المتطلبات الأساسية له، و لكون نظام MRP يتعامل مع كم كبير من المعلومات كمدخلات له Inputs ، بالتالي فإن دقة المعلومات المدخلة تعتبر شرطاً أساسياً لنجاح النظام، حيث أن الإهمال أو التقصير في هذه النقطة قد يؤدي لتدمير النظام بأكمله، أو إنقاص فعاليته على أقل تقدير، لذلك لا بد من أن يكون الأشخاص الذين يتعاملون مع هذا النظام مدربين تدريباً عالياً، و يتسمون بالدقة و الجدية و المتابعة، و هؤلاء الأشخاص ذوي السوية العالية من التدريب عادة ما يتقاضون دخلاً كبيراً مما يرفع من تكاليف تطبيق نظام MRP. و عليه فلا بد من توعية كافة العمال في المؤسسة بأهمية هذا النظام ، و ما هي الشروط الضرورية لنجاح هذا النظام، و أهمية الالتزام بها. و لضمان تحقق ذلك كله على أكمل وجه، فلا بد من دعم الإدارة العليا لهذا النظام، و إيلاءه عناية كبيرة ليتمكن من بلوغ أهدافه، و إلا فإن هذا النظام سيكون مجرد زينة باهظة الثمن لا تعطي الغاية المرجوة منها.

يناسب نظام MRP بيئة الإنتاج التي يتم فيها تصنيع منتجات معقدة، تكون مكونة من مئات (أو آلاف) المكونات و الأجزاء (صناعة السيارات مثلاً) ، حيث يعمل نظام MRP على توفير الأجزاء، و المكونات المطلوبة بالكمية المناسبة، و في الوقت المحدد تماماً، و دون زيادة أو نقصان تسببان الخسائر للشركة كما أوضحنا سابقاً، حيث أن إدارة المخزون في مثل هذه البيئات تكون مسألة جديّة و معقدة، تحتاج للكثير من الجهد و الدقة و المعلومات

للحصول على أجوبة للأسئلة التقليدية في إدارة المخزون (مثل ماذا و كم و متى نطلب ؟)، و هذا ما يستطيع نظام MRP الإجابة عليه بسهولة و دقة كما أوضحنا سابقاً. أما بالنسبة لأنظمة الإنتاج التي تنتج منتجات بسيطة، أو في حال التعامل مع المواد الزهيدة الثمن، ففي هذه الحالات لا توجد حاجة لاستعمال نظام مكلف و غالي الثمن و يتطلب دقة عالية مثل نظام MRP لإدارة المخزون، لأن الكسب الناتج من استعمال MRP في هذه الحالة لن يغطي تكاليف هذا النظام. بالتالي نوصي بما يلي:

١. يجب مراعاة الدقة العالية في المعلومات المدخلة لنظام MRP.
٢. بالنسبة لأنظمة الإنتاج التي تنتج مواد بسيطة من غير المناسب استخدام نظام مكلف كنظام MRP.
٢. يناسب نظام MRP بيئة الإنتاج التي يتم فيها تصنيع منتجات معقدة.

المراجع:

- [1] - إدارة الإنتاج و العمليات - الأستاذ الدكتور : محمد ابيديوي الحسين - دار المناهج - عمان - الأردن - سنة النشر ٢٠٠٣.
- [2] - فريد النجار ، إدارة العمليات الإستراتيجية ، الدار الجامعية ، الإسكندرية ، ٢٠٠٦ .
- [3] - العزاوي ، محمد، الإنتاج وإدارة العمليات ، منهج كمي تحليلي ، دار اليازوي للنشر والتوزيع، عمان ، الطبعة العربية، ٢٠٠٦ .
- [4] - تخطيط الإنتاج و مراقبته - الأستاذ الدكتور : محمد ابيديوي الحسين - دار المناهج - عمان - الأردن - سنة النشر ٢٠٠٤ .
- [5] - نظم التخطيط والسيطرة على الانتاج *MRP, JIT, OPT* - فائز غازي عبد اللطيف البياتي، مها عبد الكريم حمود الراوي - بغداد ٢٠٠٥.
- [6]-R. Miclo, F. Fontanili, M. Lauras, J. Lamothe, B. Milian-*An empirical comparison of MRPII and Demand-Driven MRP*-University of Toulouse-2016.
- [7]- Volman, T, E, Berry, W.L., and Whybark, D.C. (1992) *Manufacturing Planning and Control Systems*, Third Edition, IRWIN, Burr Ridge, IL.
- [8]-Denny Hong-Mo Yeh-*MATERIAL REQUIREMENT PLANNING*-University of Toronto 2012.
- [9]-*Materials requirement planning* Dr .Vassilis Moustakis Ass. Prof., Director Management Systems Lab D. of Production and Management Engineering Technical University of Crete JANUARY 2 0 0 0.
- [10]-R. John Milne ,Santosh Mahapatra,Chi-TaiWangb-*Optimizing planned lead times for enhancing performance of MRP systems*-Institute of Industrial Management, National Central University 2015.

[11]-Professor Guillermo Gallego- *Production managemant* - Ilkyeong Moon-
Computer Science- First Publication 2015.

[12]-David, C.W, *Manufacturing resources planning model for services*, New
Mexico 2018.

[13]- Meredith, J. R. *The management of operation*, John Wiley and sons, New York,
2019.