اختبار أساليب تحديد حجم الدفعة المستخدمة في نظام MRP II* دراسة حالة في الشركة العامة لصناعة البطاريات معمل بابل /١

أ. د. صباح مجيد النجار
كلية الإدارة والاقتصاد
جامعة بغداد

م. م. عزام عبد الوهاب الصباغ
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

المستخلص

يعد نظام Materials Requirements Planning (MRP) من أنظمة التخطيط والسيطرة على الانتاج المهمة في نظم الانتاج بالدفعة. ونظرا للمعلومات المهمة التي يقدمها MRP فقد اقترن بالوظائف الاخرى في الشركات وعند ذاك نشأ باسم Manufacturing Resources Planning (MRPII) الذي يربط بين تخطيط الأعمال، وتخطيط احتياجات المواد، وجدولة الانتاج الرئيسة، وتخطيط احتياجات الطاقة وغيرها. وبذلك أصبح نظام MRP جزءا من النظام الجديد MRPII. يهدف هذا البحث، الذي اجري في الشركة العامة لصناعة البطاريات السائلة، الى تصميم نظام محوسب لتخطيط موارد التصنيع في الشركة قادر على تقديم مخرجات تساعد في اختبار أداء أساليب تحديد حجم الدفعة وتقرير ما إذا كان الأسلوب الذي يحقق اقل تكاليف خزن هو ذات الأسلوب الذي يحقق الاستغلال الأمثل لطاقة المكائن وقوة العمل. ولتحقيق أهداف البحث أجريت محاكاة لنظام MRPII المصمم للحصول على بيانات لاختبار معنوية الاختلاف في أداء أساليب تحديد حجم الدفعة وتشخيص الأسلوب الذي يحقق اقل تكاليف خزن ممكنة ولكل جزء يدخل في تكوين المنتوج النهائي (البطارية السائلة)، وما إذا كان ذلك الأسلوب يحقق الاستغلال الأمثل لطاقة المكائن وقوة العمل. توصل البحث الى مجموعة من الاستنتاجات من بينها ان الأسلوب الأفضل الذي يحقق اقل تكاليف خزن إجمالية لا يكون بالضرورة ذات الأسلوب الذي يحقق أفضل استغلال لطاقات المكائن والقوة العاملة. وقد أوصى البحث بتطبيق النظام المصمم في عملية تخطيط موارد الشركة نظرا لما يقدمه النظام من خيارات متعددة لمتخذ القرار لاختيار ما يتناسب مع أهداف الشركة وتحسين ميزتها التنافسية في السوق العراقية.

*البحث مستل من رسالة ماجستير (اختبار اساليب تحديد حجم الدفعة المستخدمة في نظام MRPII دراسة حالة في الشركة العامة لصناعة البطاريات معمل بابل/ ١). قسم ادارة الاعمال

ABSTRACT

MRP is a system intended for the batch manufacturing of discrete parts including assemblies and subassemblies that should be stocked to support future manufacturing needs. Due to the useful information provided by MRP it has evolved into a Manufacturing Resources Planning, MRP II, a system that ties the basic MRP system to the other functional areas of the company such as marketing, finance, purchasing, etc. The objective of this research, which was conducted at the State Company for Batteries Manufacturing, is to test the performance of some popular lot-sizing techniques used within MRP II framework. It is hypothesized that the technique which minimizes the total inventory costs does not necessarily minimize the need for resources such as machine capacity and labor force. To achieve this objective a computerized MRP II system was developed and simulated using random master production schedules of the 60A battery. The results of the simulation runs confirmed the hypothesis. This research recommends the use of the computerized MRP II system, developed here, in planning the manufacturing resources at the domain of research.

المقدمـــة

تعدّ عمليـة التخطـيط والسـيطرة علـى الانتـاج فـي الشـركات الصـناعية مـن الانشـطة المهمـة والحيوية التي تأخذ الكثير من وقت المديرون وجهدهم، وقد حاول الكثير من الباحثين التوصل الى طريقة مثلى في التخطيط والسيطرة على الانتاج، فكان من نتائج تلك الجهود ظهور أنظمـة التخطيط والسيطرة على الانتـاج مثل:- ERP, OPT, JIT, MRP, MRP II والتي تسعى الى تحقيق الاستغلال الأمثل للموارد المتاحة. لقد أثبتت هذه الأنظمة كفاءة وقدرة عالية على التخطيط والسيطرة على العمليات الانتاجية.

أشارت مراجعة الدراسات السابقة في موضوع تخطيط الاحتياجات من المواد الى تركيز تلك الدراسات على اختبار أساليب تحديد حجم الدفعة في إطار MRP ولم يتم العثور على دراسات تتناول أداء أساليب تحديد حجم الدفعة في نظام MRP II لذلك فان هذا البحث يحاول اختبار سبعة من أساليب تحديد حجم الدفعة في نظام MRP II للإجابة على التساؤل المطروح في مشكلة البحث والذي يتعلق في قدرة أسلوب تحديد حجم الدفعة الأمثل في تحقيق أفضل استغلال لموارد الشركة مثل طاقة العاملين وطاقة المكائن.

يستمد هذا البحث أهميته من كون هذا الموضوع يعدّ من المواضيع الحديثة في إدارة الانتاج والعمليات والتي تتيح للشركات الصناعية فرصة استغلال الموارد المتاحة بشكل مثالي في حدود الإمكانات المتاحة للشركة.

أُجري البحث في الشركة العامة لصناعة البطاريات – معمل بابل/١ واختيرت البطارية السائلة ٦٠A كعينة للبحث ، ولتحقيق أهداف البحث تم تصميم نظام محوسب لتخطيط موارد التصنيع وأجريت محاكاة النظام للحصول على بيانات لاختبار معنوية الاختلاف في أداء أساليب تحديد حجم الدفعة وتشخيص الأسلوب الذي يحقق اقل تكاليف خزن ممكنة للأجزاء التي تدخل في تكوين البطارية السائلة، وما إذا كان هذا الأسلوب يحقق أفضل استغلال للموارد المتاحة من المكائن وقوة العمل.

توصل هذا البحث الى مجموعة من الاستنتاجات من بينها ان الأسلوب الأفضل الذي يحقق اقل تكاليف خزن إجمالية (كلفة الخزن وكلفة الطلب) ليس من الضروري ذات الأسلوب الذي يحقق أفضل استغلال للقوة العاملة أو لطاقة المكائن. أوصى البحث بضرورة الاستفادة من النظام المصمم في عملية التخطيط والسيطرة على الانتاج نظرا لما يقدمه هذا النظام من خيارات متعددة لمتخذ القرار لاختيار ما يتناسب مع ما تهدف إليه الشركة وتحسين ميزتها التنافسية في السوق.

أولا - منهجية البحث

١-١- مشكلة البحث

أفادت مراجعة البحوث في البيئة العراقية الى تركيز تلك البحوث على اختبار أساليب تحديد حجم الدفعة Lot-Sizing Techniques لاختيار الأسلوب (الأساليب) الذي يحقق اقل تكاليف ممكنة للمكونات (Items) التي وقع عليها الاختيار، أما البحوث الاجنبية التي تم الاطلاع عليها فهي لم تقف عند حد اختبار أداء أساليب حجم الدفعة فحسب، بل تناولت متغيرات اخرى مرتبطة بأسلوب تحديد حجم الدفعة ، فيما كان نصيب البحوث التي تناولت MRP II قليلاً خاصة في البيئة العراقية. هذا من ناحية ، ومن ناحية اخرى لوحظ ان الأدبيات لم تتطرق الى مسألة أداء أساليب حساب حجم الدفعة مقابل الموارد المحدودة في الشركة ، فهل يوجد مثلا ما يكفي من طاقة مكائن وقوى عاملة وموارد مالية ومساحات خزنية لإنتاج جم الدفعة المحسوب بالأسلوب الأمثل؟ لذلك فان هذا الموضوع يشكل ثغرة بحثية تستحق البحث ، ففي الجانب المعرفي لم يتناول الباحثين تأثير استخدام الأسلوب الأنسب على موارد الشركة. أما في الجانب الميداني فلم يقم أي من الباحثين العراقيين بتصميم وتطبيق نظام MRP II محوسب في أحدى الشركات الصناعية العراقية. ومن هذا المنطلق فان مشكلة البحث تتمحور بالسؤال الآتي:-

- هل إن الأسلوب الأمثل لحساب حجم الدفعة لجزء ما يحقق أقل استغلال لموارد الشركة وبالتحديد طاقة المكائن والعاملين؟

١-٢- أهداف البحث

يهدف البحث الى :-

١. اختبار أساليب تحديد حجم الدفعة في نظام MRPII بالتطبيق على الأجزاء المكونة للبطارية ٦٠ أمبير.
٢. تصميم وتشغيل نظام تخطيط موارد التصنيع MRPII لخط إنتاج البطارية السائلة ٦٠ أمبير في الشركة العامة لصناعة البطاريات.
٣. محاكاة نظام تخطيط موارد التصنيع لحساب الحجم الاقتصادي لكل جزء من أجزاء البطارية.
٤. تقييم أداء سبع من أساليب تحديد حجم الدفعة الاقتصادية (Economic- Lot- Size) على وفق معيار الكلفة الكلية ومعياري استغلال الطاقة وقوة العمل.
٥. مقارنة أداء أساليب تحديد حجم الدفعة في إطاري MRP و MRP II.
٦. إعداد تقارير MRP II لمساعدة الشركة في حساب الموارد اللازمة للإنتاج.

١-٣- أهمية البحث

١- يوفر نظام تخطيط موارد التصنيع MRPII أرضية جيدة لربط نظام تخطيط الاحتياجات من المواد MRP بالوظائف الأخرى في الشركة مما يساعد على تكامل دعم القرارات الإدارية بجميع وظائف الشركة وهذا ما يعطي أهمية كبيرة لهذا النظام، إذ يمكن تحقيق منافع كثيرة على صعيد الخزين، وخدمات الزبائن، وزيادة الإنتاجية.

٢- يعد هذا البحث مهما لان تحقيق ميزة تنافسية يأتي عن طريق تكامل العمليات من خلال نظام معلومات فعال للإنتاج، كما أن التدفق الكفوء للمواد والخدمات من المجهزين وإدارة الأنشطة الداخلية المتعلقة بالمواد والموارد الأخرى في الشركة تعدّ من الأمور الجوهرية لنجاح العمليات وهذا ما يمكن تحقيقه بواسطة نظام MRPII.

٣- تؤكد إدارة العمليات على توفير الموارد اللازمة لإنتاج المنتوجات النهائية بالوقت والمكان المطلوبين، ويعني هذا النشاط متابعة ألوف التجميعات الفرعية والمكونات والمواد الخام ويتوقف على هذا النشاط نجاح الشركة برمتها، الأمر الذي يعطي أهمية بالغة لدراسة هذا الموضوع.

٤- يتيح نظام MRPII لمدير العمليات إمكانية مراقبة متطلبات الطاقة لخطط المواد إذ إن نظام MRP وحده لا يأخذ بالاعتبار حدود الطاقة عند إطلاق ألأوامر، فقد يتطلب تنفيذ أحد ألأوامر طاقات إنتاجية وموارد لا تتوفر عمليا في الشركة وهنا تظهر بشكل جليّ أهمية نظام MRPII في قدرته على تحديد الموارد اللازمة لتنفيذ جداول الإنتاج الرئيسة.

١-٤- فرضيات البحث

١- يتفوق واحد من أساليب تحديد حجم الدفعة على الأساليب الاخرى في تقليل إجمالي تكاليف الخزن .

٢- تختلف التكاليف الكلية للخزن التي يولدها أفضل أسلوب لتحديد حجم الدفعة اختلافا معنويا عن التكاليف الكلية للخزن التي تولدها الأساليب الاخرى.

٣- ان الأسلوب الذي يخفض إجمالي كلف الخزن لا يؤدي بالضرورة الى تخفيض الاحتياجات من القوة العاملة وطاقة المكائن.

١-٥- أدوات البحث

لانجاز الجانب العملي من البحث فقد استخدمت الأدوات الآتية:-

١- نظام تخطيط موارد التصنيع الذي صمم في الجانب العملي من هذا البحث باستخدام نظام Access ولغة البرمجة Visual Basic.

٢- استخدام منهجية محاكاة مونت كارلو لمحاكاة نظام MRP II باستخدام سبعة من أساليب تحديد حجم الدفعة وجمع بيانات عن المتغيرات التي تمت مشاهدتها إثناء عملية المحاكاة.

٣- استخدام الإحصاء الوصفي لحساب الوسط الحسابي والانحراف المعياري للمتغيرات التي أجريت عليها المشاهدة.

٤- استخدام اختبار t للتحقق من معنوية الاختلاف في أداء أساليب تحديد حجم الدفعة.

٥- تطبيق النسب المئوية لحساب نسب استغلال المكائن والقوى العاملة عند إعداد تقارير MRP II

١-٦-عينة البحث

أعتمدت الأجزاء المكونة لمنتوج البطارية السائلة ٦٠ أمبير- وهو احد منتوجات الشركة العامة لصناعة البطاريات في الوزيرية- كعينة للبحث، إذ يعد هذا المنتوج من المنتوجات المهمة للشركة، وتخطط الشركة سنويا لإنتاج ٤٥٠٠٠٠ بطارية، ولكن في ظل الظروف الراهنة فقد أنتجت وسوّقت منه الشركة ٤٠٠٠٠ – ٥٠٠٠٠ سنويا خلال السنوات الثلاث الماضية والشركة تحاول باستمرار تحسين هذا المنتوج وتقليل كلفتة، ولان كلف الخزن وكلف طلب المواد تشكل جزء مهم من الكلف الصناعية غير المباشرة لذلك فان عملية تحديد حجم الدفعة الملائمة سيساهم في تقليص تلك الكلف وتحسين استغلال الموارد اللازمة للإنتاج.

١-٧- جمع البيانات

امتدت فترة المعايشة في الشركة من ٢٠٠٥/١/٥ إلى ٢٠٠٥/٤/٥ بهدف جمع البيانات اللازمة لإجراء هذا البحث. وقد تم الحصول على معلومات تتعلق بـ :-كلف الخزن لأجزاء البطارية ٦٠ أمبير، وكلف الإعداد والتهيئة لكل وجبة إنتاج ولكل جزء، والتركيبة الفنية للمنتوج، وبطاقة مواد البطارية، و خطة الانتاج الاجمالية، وجدول الانتاج الرئيسي، والقوة لعاملة، وعدد المكائن. وكلف المواد الداخلة في إنتاج البطارية. كما تم الاطلاع المباشر على سجلات المعمل وعلى سير العملية الانتاجية من خلال المعايشة في الشركة والاطلاع على كيفية صنع أجزاء البطارية السائلة وتجميعها. كما أجريت العديد من المقابلات مع السادة المسؤولين في الشركة بهدف جمع اكبر قدر ممكن من المعلومات المتعلقة بالدراسة. وقد استخدمت البيانات التي جُمعت في تشغيل نظام تخطيط موارد التصنيع ومحاكاته لمدة ٣٠ أسبوع وهي فترة كافية للحصول على معلمات لاختبار الفرضيات.

ثانيا – نظام تخطيط الاحتياجات من المواد MRP

٢-١- مفهوم MRP

يعد تخطيط احتياجات من المواد أسلوبا منطقيا للتخطيط والسيطرة على المواد المخزنية التي تدخل في عمليات الإنتاج وبموجب هذا الأسلوب فان المنتوج النهائي يحلل إلى الأجزاء المكونة له ويتم حساب العدد اللازم من كل جزء على أساس نسبة استخدامه في الجزء الذي يسبقه في هيكل المنتوج مضروبا في عدد الوحدات المطلوبة من ذلك الجزء . لقد واجهت الشركات الصناعية مشاكل جمة قبل تطوير أسلوب علمي في تخطيط الخزين للمواد الداخلة في الإنتاج .ولغاية الستينات من القرن الماضي لم يكن هناك أسلوب متفق عليه يستخدم في التخطيط والسيطرة على الآلاف من المواد التي تدخل في مكونات المنتوجات النهائية، وخلال الستينات دأب جوزيف أورليكي (احد خبراء شركة IBM مع مجموعة من الباحثين) على بحث مشاكل تخطيط الخزين وصمم نظامه المعروف بتخطيط الاحتياجات من المواد ومنذ ذلك الحين توالت التطبيقات وأدخلت التطويرات على هذا النظام حتى أصبح شائع الاستخدام في الشركات الصناعية (النجار وآخرون، ١٩٩٠، ٥١-٥٢). قدم العديد من المهتمين تعاريف عديدة لنظام MRP ولكن اغلبها لا تخرج عن كونه نظام محوسب للسيطرة على مستويات الخزين في الشركة الصناعية، وقد عرفه Martinich على انه نظام معلومات مبرمج بالحاسوب لجدولة الإنتاج ومستويات الطلب التابع ، ويستخدم المعلومات حول طلبات المنتوج النهائي، وهيكل المنتوج ومتطلبات الأجزاء الأساسية ومستويات المخزون المتداول والمُهل الزمنية للشراء لتخفيض كلفة الإنتاج وزيادة كفاءته وجدولة المشتريات (Martinich, 1997, 719). أما Nickels et al. فقد عرفوه بأنه نظام إدارة عمليات مسند بالحاسوب يستخدم التنبؤ بالمبيعات للتأكد من إن الأجزاء والمواد المطلوبة متوفرة في الوقت والمكان الصحيح (Nickels et al., 2002, 276). أما محسن والنجار فقد ذكرا بان MRP هو أسلوب لتحديد الكميات المطلوب اقتناؤها / شراؤها أو إنتاجها من عناصر الطلب التابع، وتوقيت شراء أو إنتاج

تلك الكميات لمقابلة احتياجات الجدول الرئيس للإنتاج (محسن والنجار، ٢٠٠٤، ٣٦٩).

يحقق نظام MRP عددا من المنافع منها :-

تزويد الإدارة بتنبؤات دقيقة عن متطلبات مكونات المنتوجات، تزويد المديرون بالمعلومات عن تخطيط الطاقة وتقدير المتطلبات المادية، تخفيض مستويات المخزون والمساعدة على التنسيق بين مراكز العمل المختلفة في الشركة، وتقديم أوامر عمل مفصلة للتجميعات الرئيسة والفرعية المطلوب إنتاجها أو شراؤها

٢-٢- مدخلات نظام MRP

تتمثل مدخلات نظام MRP بما يأتي:-

☒ جدولة الإنتاج الرئيسة Master Production Schedule (MPS)

هي واحدة من المدخلات ألاساسية لنظام MRP والتي تعبر عن الأجزاء التي ستنتج، ومتى وبأي كمية، أي هي جدولة الاحتياجات لفقرات الطلب المستقل (والتي عادة ما تمثل السلع النهائية) ويتم الحصول على هذه الاحتياجات من طلبات الزبائن المؤكدة أو من خلال التنبؤ بالطلب. ففي الصناعة تعرف جدولة الإنتاج الرئيسة (MPS) بأنها كشف يتضمن حجم ووقت تصنيع المنتوجات النهائية، والعمليات المطلوب القيام بها وتواريخها، ما المنتوج الذي سيقوم المعمل بإنتاجه؟ وما الجزء الذي سيصنع؟ وما الجزء الذي سيشترى؟ وهي ضرورية للقيام بالتخطيط للعمليات الإنتاجية من حيث استخدام قوة العمل والمكائن ، وفي التدبير المسبق للمواد والأموال (Slack et al., 1998, 519).

وتعد جدولة الإنتاج الرئيسة (MPS) المدخل لنظام(MRP) والمفتاح لعملياته ، فهي توفر معلومات مركزية لنظام (MRP) وتنظم توقيت الحصول على المواد وإنتاج الأجزاء الفرعية Subassemblies (Adam & Ebert, 1996, 524).

☒ التركيبة الفنية للمنتوج Bill of Materials (BOM)

التركيبة الفنية للمنتوج أو كشف بطاقة المواد BOM هي قائمة تضم وصفا للأجزاء الأساسية والفرعية والكميات المطلوبة من كل منها لصنع وحدة واحدة من المنتوج، أي إنها لا تقف عند الحجم المادي فحسب بل تشمل جميع المكونات الخاصة مثل المواد الأولية التي يصنع منه كل جزء (Heizer & Render , 2001, 577). تبين التركيبة الفنية كيف يصنع المنتوج وجميع مكوناته الفرعية وتعاقبها إثناء عملية التجميع وكمياتها في كل وحدة تامة الصنع وتعاقب أداء العمل في مراكز العمل. يتم الحصول على هذه المعلومات من وثائق تصميم المنتوج ومن تحليل تدفق العمل Process Flow العمل والوثائق الأخرى المتعلقة بمقاييس التصنيع والهندسة الصناعية (Adam & Ebert, 1996, 525).

☒ ملف المخزون Inventory File (IF)

النوع الثالث من المدخلات في نظام تخطيط الاحتياجات من المواد هو ملف المخزون (Inventory File) ، إذ يحتفظ نظام MRP بملف تحدث معلوماته عن حالة المخزون ولكل فقرة من هيكل المنتوج، ويتضمن ملف المخزون أرقام مطابقة لكمية المخزون تحت اليد، مستوى خزين الأمان، الكميات المصروفة من كل جزء وتاريخ الصرف، كما يتضمن معلومات عن المهل الزمنية اللازمة للحصول على كل جزء (Adam&Ebert,1996,526) (Russell ,et al., 2000, 662). يعمل ملف المخزون في نظام MRP كقاعدة بيانات توفر معلومات عن حالة المخزون ولكل جزء ، كذلك يقدم وصف مفصل عن كل فقرة تستخدم في الإنتاج وتحسب الفقرات المستخدمة يوميا أو شهريا أو سنويا وحسب تواريخ استخدامها وهذا الملف يربط المعلومات مع الملفات الأخرى في قاعدة بيانات MRP.

☒ المهل الزمنية في نظام تخطيط الاحتياجات المادية Lead Times (LT)

تعد المهل الزمنية المخططة من مدخلات نظام MRP المهمة، وتعرف بأنها الوقت المنصرم بين طلب الجزء (سواء كان من داخل الشركة أم من خارجها) وتوفره للاستخدام في مركز العمل Work Center (Waller,1999,369) لذلك فعند إطلاق أوامر الشراء أو الإنتاج للأجزاء يجب الاعتماد على المهل الزمنية المخططة لهذه الأجزاء بحيث تتزامن تواريخ استلام المواد مع تواريخ الاحتياج إليها وفقا لمتطلبات العملية الإنتاجية وبالتالي تلبية محتويات جدولة الإنتاج الرئيسة ضمن الوقت المحدد لها (الموسوي ، ١٩٩٥، ١٨٧). أي يجب أن تتم موازنة موعد إطلاق الأوامر بدقة لكي تكون الوحدات المطلوبة لتجميع الجزء النهائي متوفرة وفي وقت مبكر، وعلى نحو مناسب.

2-3- مخرجات نظام تخطيط الاحتياجات المادية Output of MRP

أن نظام MRP قادر على إنتاج كمية كبيرة من المعلومات وإذا لم يتم تنظيم هذه المعلومات كما ينبغي فان المدراء سوف يستهلكون الكثير من الجهد والوقت لقراءة التقارير وأدارتها (Teplitz,1978,21) ، فالتقارير التي يمكن إنشاءها من المعلومات المتوفرة نتيجة استخدام نظام تخطيط الاحتياجات من المواد MRP عديدة واهم هذه التقارير:

- التقارير الأولية: Primary Reports وتتضمن المعلومات الأولية عن تخطيط ورقابة المواد وهي على ثلاثة أنواع رئيسة:-

1. الأوامر المخطط إطلاقها Planned Ordered Release - وهي تشير إلى كمية وتاريخ إطلاق الأوامر لإنجاز فقرات الجدولة الرئيسة للانتاج (Dilworth, 1992, 421).
2. تقارير التغيير Changes Reports - تركز هذه التقارير الانتباه على التغيير في الإنتاج السابق وخطط الشراء، والتغير في الطلبات المخططة المتضمنة المراجعة لتاريخ الاستحقاق أو كمية الطلب أو إلغاء الطلب(Stevenson, 1999, 633) .
3. إصدار الطلبات التي تجيز الشراء والإنتاج للفقرات(Martinich,1997,728) .

- التقارير الثانوية Secondary Reports :وهذه التقارير إضافية واختيارية في نظام MRP وهي:

١- تقارير رقابة الأداء Performance Control Reports - وهي تساعد المدير على قياس الانحراف عن الخطط نتيجة تأخر النقل أو عدم توفر المواد، ومن خلال المعلومات التي توفرها هذه التقارير يمكن تحديد كلفة الأداء، وتحديد مدى التطابق بين ما خُطط له وبين ما تحقق فعلا، وكذلك التطابق بين كلفة وكمية المواد المخطط استخدامها والتي استخدمت فعلا (Davis, et al., 2003, 648) .

٢- تقارير التخطيط Planning Reports - وتستخدم هذه التقارير في التنبؤ باحتياجات المخزون المستقبلية، وهي تشتمل على تعهدات الشراء والبيانات الأخرى التي يمكن إن تستخدم لتحديد احتياجات المواد لمدة قادمة (Stevenson, 1999, 633).

٣- التقارير الاستثنائية Exceptional Reports- والتي تبين الانحرافات عما خُطط له بسبب أخطاء وتأخيرات العمل، الطلبات التي تأخر موعد وصولها، التلف والشحة (Lambert & Stock, 1999, 474).

ثالثا:- نظام تخطيط موارد التصنيع MRP II

٣-١- مفهوم نظام MRP II

وجدت الكثير من الشركات إن التخطيط والسيطرة على عملياتها الإنتاجية قد تحسن بفضل استخدامها نظام تخطيط الاحتياجات من المواد MRP (Krajewski&Ritzman,1999,683) الذي وفر أيضا تنسيق اكبر لنشاطاتها في عمليات التسويق والشراء، ولكنها من جانب آخر وجدت إن الوظائف الأخرى في المنظمة بحاجة إلى إن تشترك في عملية التخطيط هذه، لان الجدولة الرئيسة التي توضح الاحتياجات المالية، الأفراد (قوة العمل)، المشتريات من المواد خلال كل مدة وكذلك التغذية العكسية من خطة الأعمال ستؤدي إلى زيادة كفاءة عملية التخطيط ، لذلك فقد عملت على تطوير نظام MRP من خلال إضافة وظائف أخرى إليه (Vonderembse&White,1991,456).

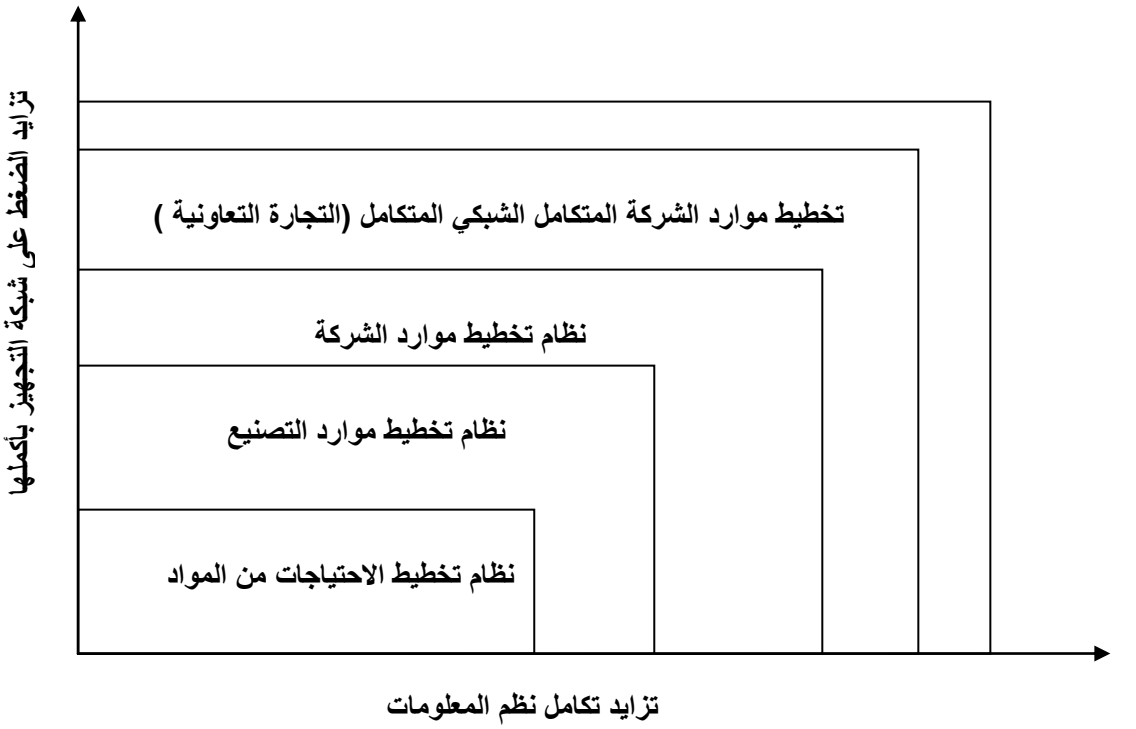
أن أول ما اشتملت عليه هذه الإضافة كان وظيفة الشراء وكذلك زيادة التفاصيل عن نظام الإنتاج، وإدارة المصنع، والانجاز السريع وفي رقابة تفاصيل الجدولة . ومن الطبيعي إن يشمل ذلك تخطيط الطاقة لمراكز العمل، لذلك لم تعد تسمية نظام تخطيط الاحتياجات من المواد تعطي وصفا كافيا للنظام المتطور لذا فقد قدم باسم تخطيط موارد التصنيع MRPII (Daivs, et al., 2003, 654) (Chase, et al., 2001, 567).

نشأ نظام تخطيط موارد التصنيع MRPII من نظام MRP بتسلسل تدريجي من الإضافات لوظائف MRP ، وان هذه الإضافات كانت تتم بصورة طبيعية جدا وغير معقدة مثل الإضافة إلى برامج المعالجات الإجرائية لدعم المشتريات، والخزين والوظائف المالية للشركة وفي هذا السياق فان MRP كان يمتد لدعم التخطيط، وتخطيط احتياجات الطاقة (CRP)، وتخطيط الطاقة التقريبي Rough-Cut Capacity Planning (RCCP) وسيطرة نشاطات الإنتاج Production Activity Control (PAC) (Browne, et al., 1996, 130). لقد أصبح MRP جزءا (Subset) من نظام MRPII . وعلى هذا الأساس فان نظام MRPII يبدأ من التنبؤ بطلبات الزبائن ، جدولة الإنتاج الرئيسة، والتركيبة الفنية للمنتوج وسيطرة المخزون فضلا عن ملفات الطاقة، والمجهزين، والشراء، والمحاسبة، وينتهي بالتحليل المالي (Russell & Taylor III , 2000 , 653) . والشكل (٣-١) يوضح موقع نظام تخطيط موارد التصنيع من نظم تخطيط الاحتياجات من المواد ونظم تخطيط موارد الشركة .

لا يوجد تعريف محدد لنظام تخطيط موارد التصنيع (MRPII)، لكن المهتمين بالموضوع لم يختلفوا في كونه نظام معلومات أوسع واشمل وأكثر تطورا من نظام تخطيط الاحتياجات من المواد (MRP) لشموله التخطيط لكل الوظائف في شركات التصنيع عند التخطيط والسيطرة على الإنتاج. ويمكن تقسيم تعاريف نظام MRPII إلى ثلاثة أنواع من حيث تناولها لعمل النظام، فبعض التعاريف ركزت على كون نظام MRPII نسخة مطورة من MRP وبعضها الآخر ركز على كونه نظام معلومات واسع وشامل أما البعض الآخر فقد ركز على كونه نظام تخطيط وسيطرة يشمل كل الوظائف والنشاطات في الشركة.

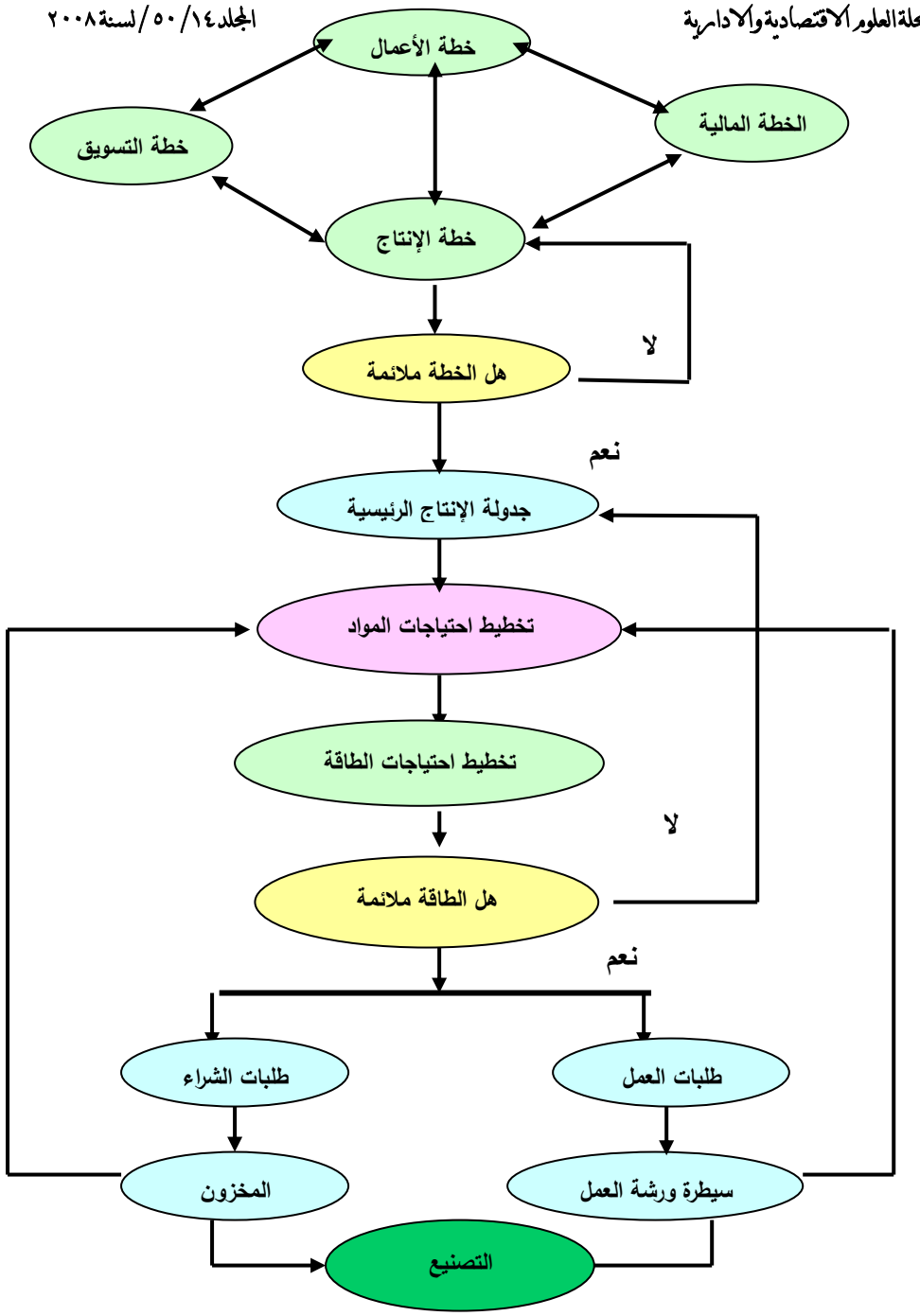
لقد عرف كل من (Adam&Ebert) نظام تخطيط موارد التصنيع MRPII بأنه نظام معلومات موحد، يقسم البيانات بين النشاطات المتزامنة مع الإنتاج ووظائف الأعمال الأخرى(Adam&Ebert,1996,543). وعرف(Nahmias) نظام تخطيط موارد التصنيع (MRPII) بكونه الفلسفة التي تهتم بدمج كل الوظائف الأخرى في الشركة مع عملية التخطيط والسيطرة على الإنتاج، ومن هذه الوظائف: المالية، والحسابات، والتسويق (Nahmias,1997,365). ويعرف (Krajewski & Ritzman) نظام تخطيط موارد التصنيع MRPII على انه نظام يربط MRP بالنظام المالي للشركة ويركز على المساعدة في أدارة موارد الشركة عن طريق تزويد المعلومات المعتمدة على خطة الإنتاج إلى كل المجالات

الوظيفية (Krajewski & Ritzman,1999,696) . كما عرف (Davis et al.) نظام MRPII على انه نسخة مطورة من نظام MRP يأخذ بالاعتبار حدود طاقة المعدات والموارد الأخرى التي ترتبط بتسهيلات المصنع عند التخطيط والسيطرة على الإنتاج (Davis,et al., 2003, 654). والشكل (٣-٢) يوضح منطق عمل نظام تخطيط موارد التصنيع MRPII.



Source:- Slack et al., Operations Management, 4th ed., Prentice-Hall, New York, 2004, P. 485.

شكل (٣-١)
تطور نظام MRPII



Source: Russell, Roberta S., & Taylor III, Bernard W., "Operations Management Multimedia Version" ,3rd ed ., Prentice – Hall, Inc., U.S.A., 2000, P677.

شكل(٣-٢) منطق عمل نظام MRPII

٣-٢- فوائد استخدام نظام موارد التصنيع MRP II

لاستخدام MRPII في التخطيط والسيطرة على الإنتاج فوائد تتجسد فيما يأتي (Waller, 1999, 376) (Shonberger & Knod, 1994, 330-331):-

١. تحسين الانجاز في الوقت المحدد ، ويقصد بذلك "تحسين خدمة الزبون" فالإنجاز في الوقت المحدد هو واحد من الطرق الملائمة لقياس جودة الخدمة، فالشركات التي تستخدم MRP,MRPII تلبي 95% أو أكثر من طلبات الزبائن في الوقت المحدد، لان تكملة الأجزاء الرئيسة اقل عرضة للتأخير بسبب فقدان الأجزاء الأساسية.
٢. تقليل المخزون، إذ يمكن تقليل خزين الأجزاء التي لا يوجد عليها طلب لمقابلة الاحتياجات من الأجزاء الرئيسة.
٣. تحديد احتياجات الطاقة لمراكز العمل من خلال المعلومات التي يقدمها النظام. هذا المعنى ممكن التحقيق إذا عَزز نظام MRPII الأساسي بتخطيط احتياجات الطاقة(CRP).
٤. زيادة الإنتاجية وذلك بتقليل الوقت الضائع والوقت الإضافي.
٥. يساهم MRPII في تحسين الإنتاجية للعاملين في الأقسام الساندة فقسم المشتريات يمكن إن يوفر الأموال باختياره أفضل المجهزين وإدارة المواد يمكن إن تحتفظ بسجلات صحيحة وخطة أفضل للحاجة للمخزون ورقابة الإنتاج يمكن إن تقوم بتحديث الأولويات .

٣-٣- خواص نظام موارد التصنيع MRP II

يمتاز نظام موارد التصنيع MRPII بجملة من الخواص التي تجعل منه نظاما أكثر دقة للتخطيط والسيطرة على عملية الإنتاج ومن أهم تلك الخواص هي:-

١. نظام أعلى ـ أسفل، أي انه يبدأ مع صياغة خطة الأعمال الإستراتيجية، وإعادة توضيحها كاستراتيجيات وظيفية .
٢. يستخدم قاعدة بيانات مشتركة ولكل الأقسام في تقييم السياسات البديلة ،فبيانات التصنيع يمكن تحويلها إلى بيانات مالية . كذلك فانه يتبع الإجراءات الرسمية للمحافظة على الدقة والتحديث للبيانات(Evans,1997,679) .
٣. قدرات تحليل ماذا ـ لو؟ ، يسمح نظام MRPII للمدراء باختبار سيناريوهات مختلفة من خلال الإجابة عن أسئلة من نوع ماذا ـ لو باستخدام أساليب المحاكاة (Krajewski&Ritzman,1998,696).
٤. يوفر نظام متكامل للشركة فالمجالات الوظيفية (الإنتاج ـ المحاسبة ، والإنتاج ـ المالية ، والإنتاج ـ التسويق) تتفاعل مع بعضها ، ويُتخذ القرار مشاركة بين قسمين أو أكثر (مثلا جدولة الإنتاج هو مسؤولية مشتركة بين الإنتاج والمبيعات).
٥.صلاحية ووضوح النظام لجميع المستفيدين من النظام ، فالمستفيدون من النظام وفي كل المستويات والأقسام يفهمون ويقبلون منطق وواقعية النظام (نجم، 2001، 598).

٣-٤- أسلوب عمل MRP II

يأخذ نظام MRPII في الاعتبار دور جدولة الإنتاج الرئيسة التي تعامل في نظامMRP كمدخلات . أما في نظام MRPII فإنها تعتبر جزءا من النظام وقرارا متغيرا لذلك فان MRPII يعمل كما يأتي:-

١. تعمل كل أقسام الشركة معا لإيجاد جدولة أنتاج منسجمة مع خطة الأعمال ككل ومع الإستراتيجية طويلة الأمد للشركة (Nahmias,1997,365-366) . وفي الوقت نفسه يعمل مدير رقابة الإنتاج مع مدير التسويق لتحديد متى يجب إن تتغير جدولة الإنتاج وذلك من خلال مراجعة وتوحيد التنبؤ والالتزامات تجاه الزبائن.
٢. لا يخصص نظام MRPII الموارد الحقيقية والوقت واحتياجات الطاقة حتى تحدد خطة النظام حجم الدفعة الحقيقي، لان أنظمة التخطيط والسيطرة على الإنتاج (MRP ، MRPII) تقليديا لا

يمكن أن تحدد الاحتياج من الأجزاء إلا بعد أن يتم تحديد المنتجات التي سيتم إنتاجها وحتى يتسلم المصنع الطلب الحقيقي (Cheng,1997,11) .

٣. تزود جدولة الإنتاج الرئيسة البيانات إلى كل من :- خطة احتياجات المواد ، وخطة الطاقة، ومتطلبات المشتريات والنشاطات الأخرى، و يمكن تعديل الخطة باستخدام التغذية العكسية المبكرة والمستمرة (Waller, 1999, 376) . ومن خلال تتبع تحميل المكائن يمكن تحديد النقص في طاقاتها الذي قد يتطلب استخدام مكائن بالتعاقب ، أو إجراء ترتيبات تعاقدية للإنتاج خارج الشركة أو تغيير جدولة الإنتاج الرئيسة.

وبشكل عام يعدّ MRPII أوسع من نظام طلب مواد بأشكالها المختلفة، فهو في الواقع طريقة لتخطيط جميع موارد التصنيع والتي تبدأ بعد صياغة خطة الإنتاج الإجمالية، فمن خلال جدولة الإنتاج الرئيسة (MPS) يزود قسم المشتريات، والمجهزين، والمخازن وورش التصنيع بخطط تفصيلية. فضلا عن ذلك فهذا النظام يحدد الحاجة لتجهيز المكائن وتخطيط الصيانة وتوزيع الأفراد والتحليل المالي (Naylor,1996,316). والجدول (٣-١) يوضح أوجه التشابه والاختلاف بين نظامي MRP و MRP II .

٣-٣- أساليب تحديد حجم الدفعة Lot –Sizing Techniques

أثمرت جهود الكتّاب والمهتمين في مجال MRP وMRP II إلى التوصل للعديد من أساليب حساب حجم الدفعة في نظام MRPII ولابد من الإشارة إلى انه لا يوجد أسلوب واحد يفوق الأساليب الأخرى بل إن الأسلوب المفضل هو الذي يثبت نجاحه في تخفيض كلف الخزن والإعداد ويحقق الاستغلال الأمثل لموارد الشركة، والجدول(٣-٢) يقدم أشهر الأساليب المستخدمة في تحديد حجم الدفعة، يحقق البعض من هذه الأساليب كلف طلب عالية بينما يحقق البعض الآخر كلف طلب منخفضة ولا يمكن الجزم بان الأسلوب الذي يخفض كلف الخزين والإعداد Setup إلى أدنى حد ممكن هو أفضل أسلوب لان ذلك الأسلوب قد يؤدي إلى تجاوز حدود موارد الشركة (الأموال، طاقة المكائن، القوة العاملة وغيرها) ، ولن يستعرض هذا البحث كيفية عمل كل أسلوب من الأساليب الواردة في الجدول (٣-٢) لكون هذه الأساليب شائعة الاستخدام وان العديد من أدبيات إدارة الإنتاج والعمليات وتخطيط المخزون قد أشبعت هذه الأساليب شرحا وتفصيلا (محسن والنجار ، ٢٠٠٤ ٣٦٩-٤٠٣) و (النجار وآخرون، ١٩٩٠ ، ٢٤٩-٣١٢) و (Reid & Sanders, 2002, 451-479) و (Krajewski & Ritzman ,1999, 671-714 و (Slack et al., 2004, 485-505).

رابعا – الجانب العملي

٤-١ - نبذة تعريفية عن الشركة العامة لصناعة البطاريات

هي أحدى شركات وزارة الصناعة والمعادن ، وتأسست في عام ١٩٧٥ بعد دمج كل من الشركة العامة لصناعة البطاريات السائلة مع الشركة العامة لصناعة البطاريات الجافة. تنتج الشركة البطاريات السائلة بمختلف الأحجام والسعاة (٥٥ أمبير، ٦٠ أمبير، ٩٠ أمبير، ١٣٥ أمبير، وغيرها) وعلى شكلين : بطاريات ذات حاويات بلاستيكية وبطاريات ذات حاويات مطاطية، والبطاريات الجافة بثلاثة أحجام حجوم (R-20,R-14,R-6) بموجب المواصفة العالمية (IEC-95) والمواصفات العراقية (٨١). استطاعت الشركة وخلال مسيرتها الطويلة من إنتاج أنواع مختلفة من البطاريات السائلة ذات المواصفات القياسية لاستخدام المواطنين، وذات المواصفات الخاصة وحسب حاجة دوائر الدولة. تضم الشركة أربعة معامل إنتاجية هي:

١. معمل بابل ١ لإنتاج البطاريات السائلة الحامضية - الوزيرية.
٢. معمل بابل ٢ لإنتاج البطاريات السائلة الحامضية – الوزيرية .
٣. معمل النور لإنتاج البطاريات الجافة – أبى غريب.
٤. مسبك الرصاص لإنتاج الرصاص النقي والسبائكي – خان ضاري.

تُسوق الشركة منتجاتها من خلال:-

١. مركز البيع المباشر في الشركة – الوزيرية.
٢. وكلاء الشركة المنتشرون في جميع محافظات العراق.
٣. البيع المباشر للتجار الراغبين بالتصدير أو المقايضة بالمواد الأولية أو البيع بالنقدي.
٤. البيع المباشر لدوائر الدولة والقطاع المختلط .

جدول (٣-١)
أوجه التشابه والاختلاف بين نظامي MRP و MRPII

نظام MRP	نظام MRPII
١.النظام جزء (Subset) من النظام الاشمل MRPII	١.نظام اكبر وأوسع واشمل ونظام MRPجزء منه.وهو حلقة مغلقة من نظامMRP بسعة إضافية لتغطي التخطيط المالي والأعمال.
٢.لا ياخذ الطاقة المتاحة بنظر الاعتبار عند إعداد جدولة الاحتياج.	٢.يقارن الطاقة المتاحة مع الطاقة المطلوبة عند إعداد جدولة الاحتياج.
٣.جدولة الإنتاج الرئيسة في نظام MRP هي مدخلات معلومات فقط.	٣.جدولة الإنتاج الرئيسة جزء رئيسي من النظام وقرار متغير حيث يتم تعديلها وفقا للطاقة المتاحة.
٤.يقوم بتحديد الاحتياج من الأجزاء الأساسية والفرعية والمواد الأولية اللازمة لإنتاج جدولة الإنتاج الرئيسة فقط.	٤.يشتمل على مجموعة كاملة من النشاطات المعقدة في التخطيط والرقابة لعمليات الإنتاج.
٥.لا يزود الوظائف المختلفة في الشركة بمعلومات عن الاحتياج للموارد المختلفة.	٥. يربط نظام MRP الأساسي بالنظام المالي للشركة ويركز على المساعدة في إدارة موارد الشركة عن طريق تزويد المعلومات المعتمدة على خطة الإنتاج إلى كل المجالات الوظيفية.
٦.يبدأ من التنبؤ بالطلب وينتهي بتحديد الاحتياجات من الأجزاء والمواد الأولية والتجميعات.	٦.يبدأ من التنبؤ بالطلب وينتهي بالتحليل المالي مرورا بجدولة الإنتاج والتركيبة الفنية.
٧.لا يستخدم قدرات تحليل ماذا..لو.	٦.يستخدم قدرات تحليل ماذا لو حيث يسمح ذلك للمدراء باختبار سيناريوهات مختلفة .

المصدر :- من إعداد الباحث اعتمادا على الأدبيات

جدول (٣-٢)
أساليب اختيار حجم الدفعة*

١.أسلوب الدفعة المكافئ	**LFL**	**Lot- for- Lot**
٢.أسلوب الدفعة الاقتصادية	**EOQ**	**Economic Order Quantity**
٣.أسلوب الدفعة الثابتة	**FOQ**	**Fixer Order Quantity**
٤.أسلوب احتياجات الفترة الثابتة	**FPR**	**Fixed Period Requirement**
٥.أسلوب كمية طلب الفترة	**POQ**	**Period Order Quantity**
٦.أسلوب اقل كلفه للوحدة	**LUC**	**Least Unit Cost**
٧.أسلوب اقل كلفة أجمالية	**LTC**	**Least Total Cost**
٨.أسلوب موازنة الفترة –الجزء	**PPB**	**Part Period Balancing**
٩.خوارزمية واكنر – وايتن	**W-W**	**Wegner- Whittin Algorithm**
١٠.خوارزمية سلفر –ميل	**S-M**	**Silver-Meal Algorithm**

*طبقت الاساليب السبعة الاولى في هذا البحث كونها من الأساليب شائعة الاستخدام في أدبيات إدارة الإنتاج والعمليات

المصدر :- من إعداد الباحث اعتمادا على الأدبيات

تعد البطارية السائلة ٦٠ أمبير من أهم منتوجات الشركة وهي وسيلة لتحويل الطاقة الكيماوية إلى طاقة كهربائية. وتتألف البطارية من عدد من الخلايا المتصلة مع بعضها كهربائيا بطريقة التوالي أو التوازي للحصول على التيار المطلوب. يتم تحديد نوع البطارية من خلال تحديد عدد الخلايا (الفولتية) والسعة الكهربائية (الأمبيرية)، وعدد الألواح الذي يدل على مواصفات تيار التشغيل إضافة إلى أبعاد البطارية الخارجية واتجاه الأقطاب. وتتألف البطارية عادة من ٣ أو ٦ خلايا للحصول على ٦ أو ١٢ فولت. ويوضح الجدول (٤-١) بطاقة مواد BOM البطارية السائلة ٦٠ أمبير. أما الملحق (١) فيوضح هيكل البطارية السائلة ٦٠ أمبير.

لا تتقيد الشركة في سياساتها لشراء المواد وبالذات المواد المستوردة بأي أسلوب محدد لطلب المواد، ولكن الشركة تطمح إلى تطبيق أساليب أكثر علمية في عملية إعادة طلب المواد. تختلف المدة الزمنية (المهل الزمنية) للشراء بين المواد المستوردة والمواد المشتراة محليا. فبالنسبة للمواد المستوردة تتراوح بين ٢ -٨ أشهر من تاريخ طلب المواد وحتى وصولها إلى مخازن الشركة وهي فترة طويلة جدا وذلك بسبب كثرة الإجراءات الروتينية التي تتطلب موافقة عدة جهات على عمليات الشراء وتخصيص الأموال اللازمة. أما المهل الزمنية للمواد المشتراة محليا فهي تقع بين ١ - ٢ أسبوع .

تضع الشركة في الظروف الطبيعية خطط إنتاج سنوية وفصلية وشهرية للشركة بأكملها ولكل منتج من منتجاتها، اعتمادا على طلب السوق، وتوفر المواد الأولية والطاقة المتاحة (مكائن، أيدي عاملة). أما في الظروف غير الطبيعية فان الشركة تضع خططا أخرى تعتمد على ما يمكن إنتاجه. ففي الظروف الحالية ومع اضطرار الشركة العامة لصناعة البطاريات إلى العمل بوجبة إنتاج واحدة في بعض الأحيان، بسبب الأوضاع الراهنة وصعوبة وصول العاملين وعدم توفر مستلزمات العمل الأخرى (وقود، وزيوت، وبعض المواد الأولية) فان الشركة تضع خططا لوجبتي عمل لتلبي جزءا من حاجة السوق وتلائم الوضع المالي للشركة. تحدد الشركة العامة لصناعة البطاريات إنتاجها من البطارية السائلة بـ (٤٥٠٠٠٠) بطارية قياسية (٦٠ أمبير) في السنة مقسمة على أشهر السنة، ومن ثم على أيام العمل الفعلية خلال الشهر بعد طرح عطلة نهاية الأسبوع والعطل الرسمية. ويوضح لملحق (٢) نموذج من خطة الإنتاج الإجمالية للبطارية السائلة ولمدة سنة وجدولة الإنتاج الرئيسة بالأسابيع وبالأيام.

تحسب كلف الخزن السنوية للأجزاء المكونة للبطارية السائلة على أساس ١٥% من كلفة الجزء، ويوضح الملحق (٣) كلف الخزن الأسبوعية والسنوية لأجزاء البطارية، كما يوضح الملحق (٤) كلفة التهيئة والإعداد لأجزاء البطارية السائلة ٦٠ أمبير. أما الملحق (٥) فأنه يوضح كمية وكلفة المواد الداخلة في أنتاج البطارية ٦٠ أمبير. فضلا عن ذلك فان الملحق (٦) يبين الخزين المتوقع من كل جزء في ٢٠٠٥/١/١ .

جدول(٤-١)
التركيبة الفنية للبطارية السائلة ٦٠ أمبير

المستوى	اسم المادة	قياس المادة	نسب الاستخدام	معدل الصرف/قطعة
٠	بطارية ٦٠ أمبير			
١	لوح رصاص موجب	قطعة	١:٣٠	kg ٠.٠٨٧
١	لوح رصاص سالب	قطعة	١:٣٠	kg ٠.٠٧٥
١	جسر موجب	قطعة	١:٦	kg ٠.٠٣٢
١	جسر سالب	قطعة	١:٦	kg ٠.٠٣٢
١	قطب	قطعة	١:٢	kg ٠.٠٩٤
١	قطب نهائي موجب	قطعة	١:١	kg ٠.٠٤١
١	قطب نهائي سالب	قطعة	١:١	kg ٠.٠٣٢
١	علم ايسر	قطعة	١:٥	kg ٠.٠٤٩
١	علم ايمن	قطعة	١:٥	kg ٠.٠٤٩
١	حلقة	قطعة	١:٢	kg ٠.٠٣٤
١	صندوق	قطعة	١:١	kg ٠.٦٥٠
١	غطاء	قطعة	١:١	kg ٠.١٨٧
١	سدادة	قطعة	١:٦	kg ٠.٠٠٣
١	واشر	قطعة	١:٢	kg ٠.٠٠٢
١	حمالات	قطعة	١:٢	kg ٠.٠٢١
١	مسطرة	قطعة	١:١	kg ٠.٠٢١
١	عازل	قطعة	١:٥٤	kg ٠.٠١١
١	علامة نوعية	قطعة	١:١	١ قطعة
١	علامة تجارية	قطعة	١:١	١ قطعة

المصدر :- من إعداد الباحث اعتمادا على سجلات الشركة

خامسا - تصميم نظام تخطيط موارد التصنيع

٥-١- الهدف من النظام

تعد عملية تخطيط احتياجات موارد التصنيع من العمليات المهمة في الصناعة التي تتطلب عملياتها الحسابية الكثير من الجهد والوقت والدقة لتحديد الاحتياج لكل الموارد التي تدخل في صنع المنتوج النهائي. يقوم النظام المحوسب من خلال معالجة البيانات المتعلقة بجدولة الإنتاج النهائية بتحديد كمية وتاريخ الاحتياج من المنتوج النهائي، ثم يقوم بمعالجة البيانات الموجودة في قاعدة بيانات النظام التي تخص الأجزاء التي يتكون منها المنتوج النهائي ليحدد من خلال هذه المعالجة كمية الاحتياج لكل جزء ووقته على وفق عشرة من أساليب تحديد حجم الدفعة هي (LFL , EOQ , POQ , FOQ , PPB , FBR , LUC , LTC , SM , WW)، ويقارن بين هذه الأساليب على أساس التكاليف الكلية للخزن ومن ثم يحدد عدد ساعات العمل والقوة العاملة اللازمة وطاقة المكائن اللازمة لكل أسلوب لكي يتمكن متخذ القرار من اختيار أسلوب تحديد حجم الدفعة الملائم على أساس الكلفة الكلية أو على أساس استغلال الطاقات أو الاثنين معا. هذا من جانب ومن جانب آخر يسعى هذا البحث من خلال تصميم النظام وتشغيله إلى الحصول على بيانات لاختبار معنوية الأداء بين أساليب تحديد حجم الدفعة وتحديد الأسلوب الذي يحقق اقل تكاليف خزن ممكنة ولكل جزء يدخل في تكوين المنتوج النهائي، وما إذا كان الأسلوب الأفضل يحقق الاستغلال الأمثل لطاقة العمال والمكائن أم لا.

٥-٢- مكونات النظام

صمم النظام باستخدام البرمجية (Access) وبالاعتماد على لغة (Visual Basic) ويتكون من :

١. عدد من النماذج تسمح بإدخال بيانات النظام.
٢. عدد من النماذج تقوم بمعالجة البيانات.
٣. عدد من النماذج تستخدم لإظهار نتائج النظام. تعمل هذه النماذج بمساعدة مجموعة من الجداول Tables، والاستعلامات Queries، والنماذج Forms، ووحدات الماكرو Macro والوحدات النمطية (برامج Visual Basic) . كما إن معالجة البيانات تتم استنادا إلى أثنى عشر برنامجا يختص كل منها بمعالجة مجموعة من البيانات. وهذه البرامج هي:

١- (prog1) يقوم بمعالجة البيانات لإعداد خطة الاحتياجات (Requirements Plan) لكل جزء.
٢- البرامج Prog2—Prog11 تقوم بحساب حجم الدفعة الاقتصادية بالأساليب الموضحة بالجدول (٣-٢) وحسب اختيار المستفيد.
٣- PROG66 يقوم بحساب نتائج استخدام أساليب تحديد حجم الدفعة وفرزها ولكل جزء من أجزاء المنتوج، اذ يقوم بإنشاء جدول لكل جزء يتضمن الجدول عشر صفوف يمثل كل منها خلاصة بنتائج كل أسلوب من أساليب تحديد حجم الدفعة.

يتحاور النظام مع المستفيد من خلال ١٤ واجهة متضمنة إرشادات وتعليمات وخيارات متعددة تسهل استخدام هذا النظام، والشكل (٥-١) يوضح الواجهة الرئيسية للنظام.

سادسا - محاكاة نظام تخطيط الموارد الصناعية

بهدف الحصول على بيانات لاختبار فرضيات البحث فقد أجريت محاكاة لنظام تخطيط الموارد الصناعية لمدة ٣٠ أسبوع على جميع أجزاء البطارية وذلك بتطبيق منهجية محاكاة Monte Carlo والتي تتكون من الخطوات الآتية:- تعريف المشكلة، وجمع البيانات، وبناء

نمـــوذج الحاســـوب، وتصـــميم وتنفيـــذ التجـــارب، وتحليـــل نتـــائج المحاكـــاة (Heizer&Render,2001,851-853).

تضـمنت مـدخلات عمليـة المحاكـاة التركيبـة الفنيـة للمنتـوج (جـدول ٤-١) وكلـف الخـزن (ملحـق ٣) وكلـف التهيئـة والإعداد (ملحـق ٤) والخـزين المتوقـع (ملحـق ٦) وكميـة وكلفـة المـواد الداخلة في الإنتاج (ملحق ٥) وعدد المكائن وأنواعها والقوة العاملـة والمهل الزمنيـة للآنتـاج وعدد وجبات العمل وعدد العمال في كل وجبة ووقت معالجة كل جزء على المكائن، وقد تم إنشاء قاعدة البيانـات (AM) باسـتخدام البرمجيـة Access التـي تضـم جميـع المعلومـات التـي تتطلبهـا عمليـة المحاكاة، والشكل (٧-١) يوضح مقطعا من واجهة قاعدة البيانات AM.

استخدمت البرمجية Excel لبناء نموذج المحاكاة ليقوم بوظيفتين:

الوظيفة الأولى: توليد جدول الإنتاج الرئيسي، حيث يقوم البرنـامج بتوليد ٣٠ مجموعـة من الارقـام العشوائية بطريقة التوزيع المنتظم، التي يمثل كل منها جدولة إنتـاج رئيسـة لمدة ٣٠ أسبوع وذلك باستخدام معادلة التوزيع المنتظم الاتية (Pritsker & Pegden, 1979 , 565):

$$RAND = B + (A - B) * R \quad \text{.....(7-1)}$$

إذ إن:

RAND الطلب العشوائي بطريقة التوزيع المنتظم.

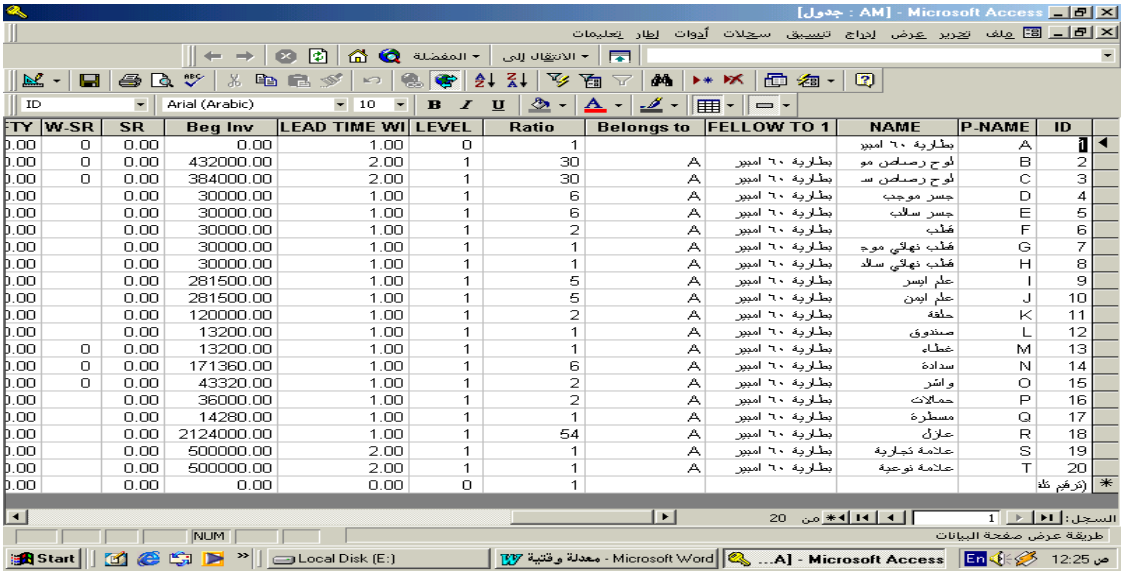
A الحد الأعلى للإنتاج (٩٨٠٥) من جدول الإنتاج الرئيسي في الشركة (ملحق ٥).

B الحد الأدنى للإنتاج (٣٩٢٢) من جدول الإنتاج الرئيسي في الشركة (ملحق ٥).

R متغير عشوائي موجب اصغر من ١ واكبر من صفر ($0 \leq R \leq 1$).

الوظيفة الثانية: استخدام بيانات جدولة الإنتاج الرئيسة التي تم توليدها وجميع المدخلات الأخرى في قاعدة البيانات لحساب الحجم الاقتصادي للدفعة لكل جزء، ولكل أسلوب من أساليب تحديد حجم الدفعة، واستخراج خطة احتياجات لمدة ٣٠ أسبوع لكل جزء. ويكرر النظام هذه العملية ولكل جزء ٣٠ مرة (n=30) للحصول على الوسط الحسابي والانحراف المعياري لأداء الأسلوب. فضلا عما تقدم فان النظام يولد تقاريراً مختلفة عن الحاجة إلى العمال وساعات المكائن والموارد المالية المطلوبة للشراء أو الإنتاج وكمية المواد اللازمة وعدد ساعات العمل المطلوبة وغيرها . وبالإمكان الحصول على أي بيانات تحددها الإدارة بمجرد أجراء تعديلات بسيطة على البرنامج، كما يقوم النظام بحساب الوسط الحسابي والانحراف المعياري للطاقة اللازمة من العمال والمكائن ولكل خوارزمية تم تطبيقها. والجدول (٧-١) يوضح نتائج المحاكاة لـ اللوح الرصاصي الموجب بأسلوب FOQ لمدة ثلاثين أسبوع . اما الجدول (٧-٢) فانه يوضح الوسط الحسابي والانحراف المعياري للتكاليف الكلية للخزين لثلاثة أجزاء من البطارية السائلة الناتجة من تطبيق سبعة من أساليب تحديد حجم الدفعة، والجدول(٧-٣) يوضح الوسط الحسابي والانحراف المعياري لنسب استغلال طاقات المكائن. ونظرا لكثرة الجداول التي يولدها نظام MRPII فقد أكتفينا بعرض نتائج اختبار الفرضيات لثلاثة أجزاء حاكمة في البطارية والموضحة في الجدول (٧-٢).

شكل (٥-١)
الواجهة الرئيسية للنظام



المصدر : - من إعداد الباحث

شكل (٧-١)
مقطع من واجهة قاعدة البيانات AM

سابعا – اختبار الفرضيات

الفرضية الأولى: تنص الفرضية الأولى للبحث على انه يوجد أسلوب واحد من أساليب تحديد حجم الدفعة يؤدي استخدامه الى تقليل أجمالي الكلف . وبمراجعة نتائج تشغيل العينة العشوائية وللاجزاء التي اختيرت لعرض نتائجها تبين مايأتي:-

١. اللوح الموجب - بمراجعة نتائج تشغيل هذا الجزء بالجدول (٧-٢) يتبين ان أسلوب (LFL) قد حقق اقل إجمالي كلف (كلف خزن + كلف تهيئة وإعداد) بينما حقق أسلوب (POQ) أعلى اجمالي كلف، وجاءت بقية الأساليب بين هذين الأسلوبين .

٢. البطارية السائلة ٦٠ أمبير- بمراجعة نتائج تشغيل هذا الجزء الجدول(٧-٢) يتبين ان أسلوب (LTC) قد حقق اقل أجمالي كلف (كلف خزن+ كلف تهيئة وإعداد) بينما حقق أسلوب (POQ) أعلى أجمالي كلف وجاءت بقية الأساليب بين هذين الأسلوبين. أي إن أسلوب (LTC) قد تميز عن بقية الأساليب بقدرته على تخفيض أجمالي الكلف .

٣. اللوح العازل- بالاطلاع على نتائج تشغيل هذا الجزء في الجدول (٧-٢) يتبين إن أسلوب (POQ) قد حقق اقل إجمالي كلف (كلف خزن +كلف تهيئة وإعداد) بينما حقق أسلوب (LFL) أعلى إجمالي كلف، وجاءت بقية الأساليب بين هذين الأسلوبين وهذا يثبت صحة الفرضية الأولى للبحث.

الفرضية الثانية: تشير الفرضية الثانية الى إن التكاليف الكلية للخزن التي يولدها أفضل أسلوب لتحديد حجم الدفعة تختلف اختلافا معنويا عن التكاليف الكلية للخزن التي تولدها الأساليب الأخرى. ولإثبات صحة أو خطأ الفرضية الثانية فقد استخدم اختبارt (اختبار جانبين) بمستوى معنوية α = ٠.٠٥ ، n=30 ودرجة حرية ٥٨ (٣٠+٣٠-٢=٥٨) ، والقيمة الجدولية لـ t والتي تساوي (١.٦٧±) . والجدول (٧-٤) يوضح نتائج الاختبار إذ يظهر إن غالبية الاختبارات كانت معنوية وهذا يثبت صحة الفرضية الثانية.

الفرضية الثالثة: تقوم الفرضية الثالثة للبحث على إن الأسلوب الأفضل الذي يحقق اقل إجمالي كلف، لا يحقق بالضرورة اقل احتياجات من العمال، ومن طاقة المكائن. وبمراجعة الجدولين (٧-٣) و(٧-٥) لـ اللوح الرصاصي الموجب مثلا يتبين ان أسلوب (POQ) حقق اقل احتياج من طاقة المكائن وأسلوب (FOQ) حقق أعلى احتياج لطاقة المكائن. وفي المقابل حقق أسلوب (POQ) اقل احتياجات من قوة العمل لتلبية الطلب بينما حقق أسلوب (FOQ) أعلى احتياج من قوة العمل المطلوبة لتلبية الطلب . والجدول (٧-٥) يبين خلاصة بنتائج تشغيل أساليب تحديد حجم الدفعة للاجزاء :- اللوح الموجب وصندوق البطارية واللوح العازل . ويتضح من هذا الجدول ان الاسلوب الذي يحقق أقل تكاليف خزين إجمالية لم يكن دائما الأسلوب الذي يحقق أقل احتياج من موارد القوة العاملة ومن طاقة المكائن وهذا يؤيد صحة الفرضية الثالثة.

الجدول(٧-٣)
الوسط الحسابي والانحراف المعياري لنسب
استغلال طاقات المكائن لـ اللوح الرصاصي الموجب

الطاقة المستغلة للماكنة		LTC	FPR	POQ	EOQ	FOQ	LUC	LFL
ماكنة ١	الوسط الحسابي	0.41	0.41	0.40	0.41	0.42	0.41	0.42
	الانحراف المعياري	0.02	0.02	0.02	0.019	0.02	0.019	0.02
ماكنة ٢	الوسط الحسابي	0.49	0.49	0.48	0.50	0.51	0.49	0.50
	الانحراف المعياري	0.02	0.02	0.04	0.02	0.02	0.023	0.02
ماكنة ٣	الوسط الحسابي	0.131	0.132	0.13	0.14	0.14	0.135	0.14
	الانحراف المعياري	0.006	0.007	0.009	0.006	0.007	0.006	0.007
ماكنة ٤	الوسط الحسابي	0.13	0.129	0.127	0.13	0.13	0.13	0.13
	الانحراف المعياري	0.006	0.007	0.008	0.006	0.007	0.006	0.006

المصدر :- من إعداد الباحث

ثامنا:- الاستنتاجات والتوصيات

٨-١- الاستنتاجات الخاصة بالشركة

١. نظراً للظروف المالية والبيئية المحيطة بالشركة فإنها لا تستخدم أسلوب محدد لإعادة طلب المواد وإنما تحاول الحصول على اكبر كمية من المواد الأولية وكلما كان ذلك ممكناً.
٢. تؤدي شحة المواد الأولية في بعض الأحيان الى تباطؤ العملية الإنتاجية وعدم قدرة الشركة على الوفاء بالتزاماتها، لذا فان استخدام الشركة لأنظمة التخطيط والسيطرة على الإنتاج سيتيح لها إمكانية توفير المواد الضرورية للإنتاج وقبل ظهور الحاجة لها .
٣. نظراً للظروف الاقتصادية والأمنية فأن الشركة لم تستطع إن تحقق أكثر من ١٠% من خطتها الإنتاجية وفي ذلك هدرا كبيرا للموارد.
٤. لا تعتمد الشركة طريقة محددة لحساب كلف الخزن للمواد والكلف الإدارية وكلف التهيئة والأعداد بل لازالت تستند في تقديرها لهذه الكلف على حسابات سنين سابقة، بالرغم من تغير كثير من الظروف المؤثرة في تحديد هذه الكلف ومنها ارتفاع أسعار الكثير من المواد الأولية والزيادة الكبيرة في أعداد العاملين.

٨-٢- الاستنتاجات الخاصة بأساليب تحديد حجم الدفعة

١. إن استخدام أسلوب EOQ لحساب حجم الدفعة في نظام MRP يؤدي إلى تحمل كلف خزن إضافية بسبب الفرق بين حجم الدفعة وكمية الطلب الحقيقي وهذا يؤدي إلى الاحتفاظ بخزين من المواد لحين ظهور الحاجة لها .
٢. يحقق أسلوب LFL اقل كلف خزن ان لم تكن معدومة وذلك لعدم احتفاظه بالخزين لمدة ثانية. بينما يحقق هذا الأسلوب أعلى كلف طلب / تهيئة وإعداد وذلك لتحمله هذه الكلف عند كل مرة يتم فيها طلب المواد أو تهيئة المكائن للعمل.
٣. يختلف أداء أساليب تحديد حجم الدفعة المعتمدة على الكلف (WW,LTC,LUC,SM) تبعاً لاختلاف كمية الطلب وكلفة الخزن وكلفة التهيئة للوحدة الواحدة.
٤. توصلت الدراسة إلى انه ليس من الضروري أن يكون أسلوب تحديد حجم الدفعة الأفضل استنادا إلى أجمالي الكلف (كلف الخزن وكلف التهيئة والأعداد) هو ذات الأسلوب على وفق معيار قوة العمل ونسب استغلال طاقة المكائن.
٥. حقق أسلوب (LFL) أفضل أداء استنادا إلى أجمالي التكاليف بالنسبة لـ اللوح الرصاصي الموجب حيث حقق اقل أجمالي تكاليف قياسا إلى بقية أساليب تحديد حجم الدفعة . بينما حقق أسلوب (LTC) أفضل أداء استنادا إلى أجمالي التكاليف بالنسبة لصندوق البطارية السائلة. وحقق أسلوب (POQ) أفضل أداء استنادا إلى أجمالي التكاليف بالنسبة اللوح العازل.
٦. حقق أسلوب (LFL) تكاليف خزن منخفضة جدا ولكل من اللوح الرصاصي الموجب وصندوق البطارية واللوح العازل، وذلك لان كمية الطلب على وفق هذا الأسلوب تساوي كمية الاحتياج لأسبوع واحد، وبالتالي فسوف لا يتم الاحتفاظ بآي كمية من الخزين إلى الأسبوع اللاحق ،أما كلفة الخزن الظاهرة في متوسط الكلف لهذا الأسلوب فهي ناتجة عن الخزين المتاح أول المدة. وفي المقابل فقد حقق أسلوب (POQ) أعلى كلفة خزن بالنسبة لـ اللوح الرصاصي الموجب ولصندوق البطارية بينما حقق أسلوب (FOQ) أعلى كلفة خزن بالنسبة لـ اللوح العازل وذلك لان كمية الطلب على وفق هذين الأسلوبين تغطي الاحتياج لعدة أسابيع وبالتالي سيتم الاحتفاظ بكميات من الخزين من أسبوع لآخر.

٧. حقق أسلوب (POQ) اقل كلفة تهيئة وإعداد لكل من اللوح الرصاصي الموجب وصندوق البطارية بينما حقق أسلوب (FOQ) اقل كلفة تهيئة وإعداد بالنسبة لـ اللوح العازل وذلك لقلة عدد مرات التهيئة والأعداد المصاحبة لكل طلب. لكون كمية الطلب الواحد وفق هذين الأسلوبين تغطي احتياج عدة أسابيع. وفي المقابل فقد حقق أسلوب (LFL) أعلى كلفة تهيئة وإعداد ولكل الأجزاء التي تم اختبارها وذلك لان كل طلب سيغطي الاحتياج لأسبوع واحد، وبالتالي ستزداد عدد مرات التهيئة مع كل احتياج جديد.

٨. حقق أسلوب (POQ) اقل قوة عمل بالنسبة لـ اللوح الرصاصي الموجب ،بينما حقق أسلوب (LFL) اقل قوة عمل لصندوق البطارية السائلة، وحقق أسلوب (FPR) اقل قوة عمل بالنسبة لـ اللوح العازل.

٩. بالنسبة لمستوى استغلال الطاقة فقد حقق أسلوب (POQ) اقل مستوى استغلال لطاقة المكائن المستخدمة في إنتاج اللوح الرصاصي الموجب، وحققت الأساليب (LTC,FPR,POQ,LUC,LFL) اقل مستوى استغلال لطاقة المكائن المستخدمة في إنتاج كل من صندوق البطارية السائلة واللوح العازل.

١٠. ظهر إن هنالك أسلوب واحد يحقق اقل أجمالي تكاليف (خزن وتهيئة وإعداد) لكل جزء ويختلف هذا الأسلوب من جزء إلى آخر تبعا لكلف الخزن وكلف التهيئة والأعداد الخاصة بذلك الجزء وبنسبة استخدامه في المنتوج النهائي.

٨-٣- التوصيات

١. يوصي البحث بضرورة استفادة الشركة من النظام المعد بموجب هذه الدراسة في التخطيط للإنتاج والذي يوفر معلومات عن احتياجها من المواد والأيدي العاملة والمكائن وكلفة المواد وكلف الخزن والطلب/التهيئة والأعداد ،وبأساليب مختلفة لتحديد حجم الدفعة مما يعزز من قدرة الإدارة على اتخاذ قرار الإنتاج الأنسب والأكثر ملائمة لسياسة الشركة.

٢. تعتبر التكاليف وبالأخص تكاليف الخزن وتكاليف الطلب/التهيئة والأعداد من أكثر التكاليف تأثرا بحجم وتكرار الطلب ،لذلك فان البحث يوصي بضرورة إتباع الشركة طريق المفاضلة بين أساليب تحديد حجم الدفعة لاختيار الأسلوب الذي يحقق هذا التقليل وبما يتلائم مع سياسة الشركة.

٣. بالنظر لأهمية أنظمة التخطيط والسيطرة في تنظيم العمل وتقليل تكاليفه، وفي تحسين الأداء واستمرار تطوره، فانه من الضروري إن تتوفر لدى العاملين في مختلف الأقسام في الشركة ولاسيما الموظفين العاملين في مجالات التخطيط (تخطيط الإنتاج، المواد، الموارد البشرية، والموارد المالية) معرفة وفهم لفوائد ومجالات استخدام هذه الأنظمة. لذا يوصي البحث بضرورة إقامة الدورات التدريبية والتعريفية بأهمية هذه الأنظمة وفوائدها وتطورها، وكيفية الاستفادة منها.

٤. إن أهمية أساليب تحديد حجم الدفعة في تقليل التكاليف تتطلب من إدارة الشركة ومن العاملين في مجال التخطيط والحسابات إن يكونوا على دراية ومعرفة بمختلف أساليب تحديد حجم الدفعة. لذا يوصي البحث بإقامة دورات خاصة للعاملين في مجال التخطيط وحسابات الكلف لتعلم كيفية حساب حجم الطلبية على وفق كل أسلوب والكلف المترتبة على ذلك الأسلوب.

٥. بالنظر لما تشكله الكلف المرافقة لعملية الإنتاج من أهمية في قدرة الشركة على تحقيق الأرباح لذا يوصي البحث بضرورة قيام الشركة بإعادة حساب كلف الخزن والكلف الإدارية وكلف التهيئة والإعداد بعد التغيرات الأخيرة في البيئتين العامة والخاصة من اجل البقاء والاستمرار في السوق.

٦. مع زيادة استخدام الأجهزة الحاسوبية في مختلف الأغراض الصناعية والإدارية فقد ظهر الكثير من البرامج الحاسوبية التي تعنى بالتصميم والتطوير أو بالاتصالات مما جعل من وجود الحاسوب

وأنظمة الانترنيت أحد الضروريات الواجب توفرها من اجل مواكبة التطور الحاصل في مختلف أنحاء العالم وفي الشركات المشابهة أومن اجل توفير المواد الأولية. لذا يوصي البحث بضرورة إدخال هذه التقنية الحديثة في الشركة العامة لصناعة البطاريات.

المصادر

الكتب العربية

١. الموسوي، منعم زمزير، "إدارة الإنتاج والعمليات النظرية والتطبيق"، مؤسسة زهران، الأردن، ١٩٩٥.
٢. النجار، صباح مجيد، وجاسم ناصر حسين، وحميد خير الله سليمان، "الأصول العلمية في تخطيط ورقابة الخزين" ، مطابع التعليم العالي / هيئة المعاهد الفنية، بغداد، ١٩٩٠.
٣. محسن، عبد الكريم، وصباح مجيد النجار ،" إدارة الإنتاج والعمليات"، مكتبة الذاكرة، بغداد، ٢٠٠٤ .
٤. نجم ،عبود نجم ،" إدارة العمليات النظم والأساليب والاتجاهات الحديثة "، مركز البحوث / جامعة الملك محمد، المملكة العربية السعودية ، ٢٠٠١.

الكتب الأجنبية

1-Adam , JR . Everett E. & Ebert, Ronald J.,“ Production And Operations Management: Concepts ,Models , And Behavior “ , 5th ed ., Prentice – Hall of India Private Limited , India ,1996.

2-Browne , Jimmy , et al., “ Production Management System : An Integrated Perspective “,2 nd ed ., Addison Wesley Publishing, U.S.A.,1996.

3-Chase , Richard B., et al., “ Operations Management For Competitive Advantage “, 9th ed., McGraw – Hill ,U.S.A., 2001.

4-Davis , Marl M., et al., “ Fundamentals of Operations Management “ , 4th ed ., McGraw – Hill , U.S.A. , 2003.

5-Dilworth , James B ., “ Operations management design , planning , and control for manufacturing and services”, McGraw – Hill ,Inc., U.S.A., 1992.

6-Dilworth , James B . ,“ Operations management providing value in goods and services” , 3th ed ., Dryden Press, U.S.A. , 2000.

7-Evans , James R. , "Production / Operations Management " ,5th ed., West Publishing Co., U.S.A., 1997.

8-Heizer , j.,& Render , Barry ,“ Operations Management “, 6th ed. , Prentice - Hall , U.S.A. , 2001.

9-Heizer , J., & Render , Barry ,“ Principles Of Operations Management “, 3rd ed ., Prentice -Hall , U.S.A. , 1999.

10-Krajewski , Lee J., & Ritzman , Larry P. , “ Operations Management Strategy And Analyses “, 5th ed ., Addison-Wesley, U.S.A. , 1999.

11-Krajewski , Lee J., & Ritzman , Larry P. , " Operations Management Strategy And Analysis " ,6th ed., , Prentice- Hall , U.S.A. , 2002 .

12-Lambert , Douglas M., & stock , James R. ," Strategic Logistics Management " , 3rd ed. , McGraw – Hill , U.S.A. , 199٩.

13-Martinich , Joseph S. , " Production And Operations Management: An Applied Modern Approach ", John Wiley & Sons Inc , U.S.A , 1997.

14-Nahmias , Steven ," Production and Operations Analysis " , 3rd ed. , McGraw – Hill , U.S.A. , 1997.

15-Naylor , John," Operations Management " ,1st ed. , Pitman Publishing , U.K. , 1996.

16-Nickels , William G., et al., " Understand Business ", 6th ed. McGraw– .Hill , U.S.A., 2002.

17- Pritsker , A.A.B. & C.D. Pegden, Introduction to Simulation & SLAM, John Wiley, 1979, p.565

18-Russell , Roberta S., & Taylor III , Bernard W. ," Operation Management : Multimedia Version " , 3 rd ed. , Prentice - Hall, Inc ,U.S.A., 2000.

19-Schonberger , Richard J., & Knod , JR . Edward M ," Operations Management : Continuous Improvement " , IRWIN , Inc. , U.S.A. , 1994.

20- Slack , Nigel., et al., " Operations Management " , 2nd ed. , Pitman Publishing , U.K. , 1998.

21-Slack , Nigel ., et al., " Operations Management " , 4th ed. , Prentice -Hall, Inc. ,U.K., 2004.

22-Stevenson, William J . ,"Production / Operations Management " ,6th ed. , McGraw – Hill , U.S.A. , 1999.

23-Vonderembse , Mark A., & White Gregory P. , " Operations Management : Concepts , Methods And Strategies " , 2nd ed ., West Publishing Co. , U.S.A. ,1991.

24-Waller , Derek l. ," Operations Management : A Supply Chain Approach " ,1et ed., International Thomson Publishing, Inc., U.K. , 1999.

الدراسات المنشورة

1-Teplitz , Charles j .," MRP can work in Your job shop ? " , U.S.A., Production And Inventory Management, Vol. 19, No. 4 , 19٧٨.

الرسائل الجامعية

1- Al – Najjar Sabah M . , " Computer Based Material Requirement Planning : An Experimental Evaluation Of Lot Sizing Techniques Under Stochastic Condition ",Professional Report For The Degree Of Master Of Business Administration , University Of TEXAS, U.S.A. , 1981

2- Cheng . Patty W ," Effective Use Of MRP – Type Computer Systems To Support Manufacturing " , Master Thesis , Virginia Polytechnic In Statute ,U.S.A., 1997.