مجلة تنمية الرافدين

**اسم المقال:** استخدام طريقة تحليل تدفق الإنتاج للتصنيع بنظام الخلايا – دراسة تطبيقية في مصنع البصرة الأهلي لتصنيع قطع غيار السيارات
**اسم الكاتب:** أ.م.د. هاشم نايف هاشم
**رابط ثابت:** https://political-encyclopedia.org/index.php/library/3491
**تاريخ الاسترداد:** 2026/11/02 21:40 +03

الموسوعة السياسيّة هي مبادرة أكاديمية غير هادفة للربح، تساعد الباحثين والطلاب على الوصول واستخدام وبناء مجموعات أوسع من المحتوى العلمي العربي في مجال علم السياسة واستخدامها في الأرشيف الرقمي الموثوق به لإغناء المحتوى العربي على الإنترنت.
لمزيد من المعلومات حول الموسوعة السياسيّة – Encyclopedia Political، يرجى التواصل على info@political-encyclopedia.org

استخدامكم لأرشيف مكتبة الموسوعة السياسيّة – Encyclopedia Political يعني موافقتك على شروط وأحكام الاستخدام المتاحة على الموقع https://political-encyclopedia.org/terms-of-use

تم الحصول على هذا المقال من موقع مجلة تنمية الرافدين كلية الإدارة والاقتصاد / جامعة الموصل ورفده في مكتبة الموسوعة السياسيّة مستوفياً شروط حقوق الملكية الفكريّة ومتطلبات رخصة المشاع الإبداعي التي ينضوي المقال تحتها.

**تـنـمية الرافديـن**

العدد ١١٢ المجلد ٣٥ لسنة ٢٠١٣

# استخدام طريقة تحليل تدفق الإنتاج للتصنيع بنظام الخلايا- دراسة تطبيقية في مصنع البصرة الأهلي لتصنيع قطع غيار السيارات

# Using Production Flow Analysis Methods for Manufacturing in Cellular System An Applied Study in Al Basra Private Company for Making Spar part for Car

**الدكتور هاشم نايف هاشم**

أستاذ مساعد

الكلية التقنية الإدارية - البصرة

**Hashim N. Hashim (PhD)**
Assistant Professor
Management Technical college of Basrah
Dr_hashim60@yahoo.com

تأريخ استلام البحث ٢٠١١/٩/١٣ تأريخ قبول النشر ٢٠١٢/٣/٢٢

# إستخدام طريقة تحليل تدفق الإنتاج للتصنيع بنظام الخلايا
# دراسة تطبيقية في مصنع البصرة الأهلي
# لتصنيع قطع غيار السيارات

إعـــداد: الـدكتور هاشم نايف هاشم

## Using Production Flow Analysis Methods for Manufacturing in Cellular System An Applied Study in Al Basra Private Company for Making Spar part for Car

**Set by: Hashim N. Hashim (PhD)**

## Abstract

There are many types of advance production systems such as computer add design, computer add manufacturing, computer integrated Manufacturing & flexible Manufacturing systems, etc. The cellular manufacture system one of them which aim to transformer apart of manufacturing system in to cellular. The cellular consist from groups of machines and family of parts work which manufacture by this groups and there are tens of methods can through them application this type of production system, but the most important one is (PFA) method which consist two technical (ROC) & (LSCA). The search aims to use these two technical for xxx cellular manufacture in company. The search arrive part (p8,p1,p2,p7) fall in to first cellular which consist (A,C) machines on the other head the parts (p3,p4,p5,p6) fall in to second cellular which consist (B,D) machines.

**Keywords:** Production Flow Analysis (PFA), Group Technology (GT), Cllular Manufacture.

# إستخدام طريقة تحليل تدفق الإنتاج للتصنيع بنظام الخلايا
# دراسة تطبيقية في مصنع البصرة الأهلي
# لتصنيع قطع غيار السيارات

إعـــداد: الـدكتور هاشم نايف هاشم

## المستخلص

**هنالك العديد من أنظمة الإنتاج المتقدمة منها نظام التصميم بمساعدة الحاسب، التصنيع بمساعدة الحاسب، التصنيع المتكامل بالحاسب وأنظمة التصنيع المرنة وغيرها من الأنظمة، ويعد التصنيع بنظام الخلايا Cellular Manufacture أحد هذه الأنظمة والذي يهدف إلى تحويل جزء من نظام التصنيع إلى خلايا، إذ تتكون الخلية من مجموعة من الماكينات وأسر من قطع العمل التي تصنع بواسطة هذه المجموعة. توجد عشرات من الطرائق التي يمكن من خلالها تطبيق هذا النوع من أنظمة الإنتاج، إلا أن أكثرها شيوعاً هي طريقة سريان نظام الإنتاج (PFA) والتي تنتمي لها طريقتان مهمتان هما طريقة (LSCA) و(ROC).**

**يهدف البحث إلى استخدام هاتين الطريقتين لغرض تشكيل خلايا التصنيع في الشركة عينة البحث. إذ توصل البحث إلى أن القطع (p8,p1,p2, p7) تقع ضمن الخلية الأولى والتي تضم الماكينتين (A,C) أما القطع (P3,P4,P5,P6) فتقع ضمن الخلية الثانية والتي تضم الماكينتين (B,D) وبهذا يتحقق الانسياب الكفوء لحركة الأفراد والمواد، وتنعكس آثاره الإيجابية في تخفيض التكاليف وزمن دورة الصنع .**

**الكلمات المفتاحية: تحليل تدفق الانتاج، تكنولوجيا المجاميع، التصنيع بنظام الخلايا.**

**المقدمة**

أن أحد الأسباب الرئيسة التي تدعو المنظمات إلى التوجه نحو تكنولوجيا الإنتاج المتقدمة وأنظمة الإنتاج الحديثة هي التغيرات السريعة في بيئة الإنتاج والعمليات، هذه التغييرات أظهرت تحديات كبيرة تتطلب التغيير في إستراتيجية العمليات من جانب وفي الوسائل والأدوات المستخدمة في عمليات الإنتاج من جانب آخر لتستجيب لهذه البيئة، ومن هذه الأنظمة نظام التصميم بمساعدة الحاسب، نظام التصنيع بمساعدة الحاسب ونظام خلايا التصنيع وغيرها من الأنظمة الأخرى والتي تعمل على توحيد وظيفتي التصميم والتصنيع . تستطيع المنظمة من خلال هذه الأنظمة من زيادة إنتاجيتها وتحسين جودة سلعها وخدماتها، فضلاً عن المحافظة على حصتها السوقية ومعدلات النمو الصناعي والمساعدة في تنميتها وتحقيق الاستجابة الفاعلة لرغبات الزبائن المتنامية والصمود أمام التحدي الكبير الذي تتخطاه منظمات الأعمال المنافسة في سوق العمل، إذ تسعى إلى تبني ميزة تنافسية يصعب تقليدها من قبل الآخرين .

إن تحقيق تلك الأهداف الكبيرة يتطلب إعادة النظر وبشكل مستمر في مجمل العملية التشغيلية بين مدة وأخرى وتبني حالة التغيير التي أصبحت ضرورة ملحة وتحدياً كبيراً اليوم أمام منظمات الأعمال.

ولعل ما نود الإشارة إليه في هذا الصدد هو التركيز على إدارة العمليات بوصفها واحدة من الوظائف المهمة في المنظمات الإنتاجية والتي تتبنى مهمة التغيير من خلال ما تحدثه عملية التحويل للمواد إلى منتجات تفوق كلفتها الفعلية، كما يقع على هذه الإدارة مهمة وضع التقييم المناسب لآثار مسار العمل المختلفة لعملية التحول، وبالتالي يكمن الهدف من هذا البحث هو خلق الفهم الأساسي لهذه الأدوات والأساليب المختلفة وتحقيق صلتها بإدارة العمليات.

جاء البحث بثلاثة محاور رئيسة الأول يتناول منهجية البحث، أما المحور الثاني فتمثل بالجانب النظري وفيه استعراض لبعض أنظمة الإنتاج الحديثة، وأخيرًا المحور الثالث يتضمن الجانب التطبيقي وفيه يتجسد تطبيق طريقة (PFA) لتشكيل خلايا التصنيع في المصنع عينة البحث.

**المحور الأول- منهجية البحث**

**مشكلة البحث**

تعاني العديد من المنظمات بشكل عام والصناعية بشكل خاص ومنها عينة البحث من ارتفاع ملحوظ في تكاليف الإنتاج ومن خلال الزيارات الميدانية والمقابلات الشخصية التي أجراها الباحث مع العاملين في إدارة المصنع وجد إن هنالك ارتفاع ملحوظ في أجور الأيدي العاملة، فضلاً عن الاستثمارات الكبيرة في الآلات والمعدات والأجهزة المستخدمة في عملية التصنيع، ناهيك عن المساحات الواسعة (وهي مستأجرة) التي تشغلها تلك الآلات والبالغة (2000) متر مربع، كل ذلك يترتب عليه تكاليف إضافية يتحملها المصنع . إن عمليات الإنتاج الناجحة تتطلب أكثر من مجرد اختيار نوع معين من المعدات الثمينة المتطورة، وإن التقنيات الجديدة ستكون أكثر فاعلية وكفاءة إذا تمت إعادة تصميم نظام الإنتاج، وتم تبسيطه لغرض استخدامه بشكل جيد . لذا وجد الباحث إمكانية مساعدة هذه المنظمات للحد من هذه المشكلة من خلال تبنيها لأحد أنظمة التصنيع المعتمدة على

الحاسب، خصوصا وإن عينة البحث تمتلك عدداً معيناً من الآلات والمعدات المؤتمتة الحديثة بما يضمن تحقيق الكفاءة في استغلال الموارد المتاحة وتحقيق الانسياب الكفوء لحركة الأفراد والمواد والتي ينتج عنها تخفيض واضح في تكاليف الإنتاج.

**أهمية البحث وهدفه**

تبرز أهمية البحث من خلال التعرف على بعض أنظمة التصنيع المعتمدة على الحاسب وأهميتها في عملية التصنيع، ويتجسد هدف البحث بإمكانية استخدام مثل هذه الأنظمة الحديثة في منظماتنا الصناعية كطريقة تحليل تدفق الإنتاج Production Flow Analysis والتي يرمز لها بالرمز(PFA) وهي إحدى أنظمة التصنيع بالخلايا وتوفير الحل المناسب لمعالجة مشكلة الضياع في الجهد والوقت وارتفاع التكاليف، وذلك من خلال إعادة تصميم نظام الإنتاج وما يترتب عليه من تغيير في عملية التصنيع وتحقق الوفورات الناتجة عنها بما يضمن تحقيق المنافسة في مجال سعر المنتج وجودته .

**أسلوب البحث**

اعتمد الباحث في كتابة الجانب النظري على مجموعة من المصادر العربية والأجنبية ذات العلاقة بمفهوم وأهمية أنظمة الإنتاج المؤتمتة، وأنواع الأساليب والطرائق الرياضية المستخدمة في عملية التصنيع ومنها طريقة (PFA) وفقا لمعادلات رياضية وكما جاء بالجانب التطبيقي .

**حدود البحث**

تمثلت حدود البحث المكانية في مصنع البصرة الأهلي لتصنيع قطع غيار السيارات، أما الحدود الزمنية فقد تم الاعتماد على بيانات سنة 2010.

## المحور الثاني- الجانب النظري

### أولاً- مفهوم التكنولوجيا ومجالاتها الأساسية

تعرف التكنولوجيا على أنها "معرفة كيفية استخدام الأشياء المادية والإجراءات لإنتاج السلع والخدمات" (Krajewski and Ritzman,1999, 560) وتتعلق المعرفة بالأحكام المتعلقة بكيف، متى، ولماذا يتم استخدام المعدات والإجراءات، كما تتضمن المعرفة الحرفية والخبرة . أما الإجراءات فهي القواعد والأساليب الخاصة بالعمل وتشغيل هذه المعدات والآلات. أما (بن نذير،٢٠٠٢،٤) فقد عرف التكنولوجيا على أنها" تركيبة من التجهيزات والوسائل والمعارف التطبيقية في الصناعة ،وهذه المعارف منها ما هو مرتبط بالعلم وتطبيقاته في الصناعة والاستعمال، ومنها ما هو مرتبط برأس المال البشري ومعرفة كيفية العمل والإنتاج"

عليه فقد أشار (Krajewski and Ritzman,1999, 560) إلى أن للتكنولوجيا ثلاثة مجالات رئيسة هي تكنولوجيا المنتوج، ويقوم هذا النوع على ترجمة الأفكار إلى منتجات جديدة لزبائن المنظمة، ويتم تطوير تكنولوجيا المنتوج أساساً من خلال الباحثين، فهم يطورون المعرفة والطرائق الجديدة للقيام بالأشياء ودمجها معاً وترجمتها إلى سلع وخدمات خاصة ومحددة تحمل المواصفات التي يفضلها الزبائن .

أما المجال الثاني فهو تكنولوجيا العملية، وتمثل الطرائق التي تستخدمها المنظمة للقيام بالأشياء التي تستند إلى تطبيقات تكنولوجيا العملية، وهنالك العديد من أنواع تكنولوجيا العملية التي تستخدمها المنظمة لمجال وظيفي محدد سواء في المجال الخدمي

كتكنولوجيا المكتب أو الإتصالات أو في مجال التصنيع المتكامل بواسطة الحاسب (CIM) وغيرها.

في حين يتعلق المجال الثالث والأخير بتكنولوجيا المعلومات التي يستخدمها المدراء للحصول على المعلومات ومعالجتها ونقلها من أجل اتخاذ القرارات الفعالة.

وتأسيساً على ذلك فإن تكنولوجيا المنتوج مهمة، لأن نظام الإنتاج يجب أن يتم تصميمه لإنتاج منتجات وفقا للتقدم التكنولوجي، أما تكنولوجيا العملية فهي الأخرى مهمة، لأنه يمكن تحسين الطرائق المستخدمة حالياً في نظام الإنتاج من خلالها، وكذلك الحال بالنسبة لتكنولوجيا المعلومات إذ من خلالها يمكن تحسين كيفية استخدام المعلومات لتشغيل نظام الإنتاج.

## ثانياً- نظم التصنيع المؤتمتة Automation Manufacturing Systems

### ١- التصميم بمساعدة الحاسب Computer Add Design

إن نظام التصميم بمساعدة الحاسب (CAD) هو نظام الكتروني لتصميم أجزاء أو منتجات جديدة أو تغيير الأجزاء أو المنتجات الموجودة واستبدال العمليات التي كانت تتم تقليديا عن طريق البدء ،إذ يستطيع المحللون أن يستخدموا تكنولوجيا (CAD) لخزن واسترجاع وتصنيف البيانات حول مختلف الأجزاء، إذ تعد هذه المعلومات مفيدة في خلق مجاميع من الأجزاء التي يراد تصنيفها من قبل المجموعة نفسها من الماكينات ،إن هذا النظام يعمل على توفير الوقت من خلال جعل المصممين قادرين بسرعة على الوصول إلى التصاميم القديمة وتعديلها بدلاً من البدء من لاشيء . كما وإن هذا النظام يوحد وظيفة التصميم والتصنيع من خلال ترجمة مواصفات التصميم النهائية إلى تعليمات آلية مفصلة لغرض تصنيع الجزء المعني (Krajewski and Ritzman,1999, 560).

### ٢- التصنيع بمساعدة الحاسب Computer Add Manufacturing

إن أحد مكونات تكنولوجيا نظام التصنيع المتكامل (CIM) والذي يتعامل بشكل مباشر مع العمليات التصنيعية يدعى باسم التصنيع بمساعدة الحاسب (CAM)، وتستخدم هذه الأنظمة لتصميم عمليات الإنتاج وللسيطرة على أدوات المكائن، وتدفق المواد من خلال الأتمتة المبرمجة.(Browne *et al.*, 1996, 41) أي بمعنى تحكم الحاسب بالمصنع أو بالعملية الإنتاجية ككل (الفياض و قتادة، ٢٠١٠، ١٦٢).

### ٣- أنظمة التصنيع المرنة lexible Manufacturing Systems

إن إحدى التطورات التي حصلت في السنوات الأخيرة في مجال التصنيع يطلق عليها أنظمة التصنيع المرنة (FMS)، وهي عبارة عن "مجموعة من الماكينات الرقمية والتي ترتبط من خلال أنظمة تدفق المواد عبر الحاسب "(Nahmias, 2001, 590). أو إنها " نظام يجمع بين جهاز حاسوب ذي رقابة ومحطات عمل شبة مستقلة، إذ يقوم بمناولة المواد وتحميل المكائن. كما إنه يعد امتداداً منطقياً لنظام التصنيع باستخدام الحاسب (اللامي والبياتي، ٢٠٠٨، ٢٣٤) ولهذه الأنظمة فوائد عديدة منها تقليل العمل في عملية التخزين، تقليل زمن دورة الصنع، تقليل تكاليف العمل،مع زيادة الفائدة من المكائن.

**٤- التصنيع المتكامل بالحاسب Computer Integrated Manufacturing**

ويعني " التطبيق المتكامل لتكنولوجيا الحاسب في عملية التصنيع من أجل تحقيق أهداف المنظمة" (Browne *et al.*, 1996, 42) . إن كثيراً من المنظمات تستخدم التقنيات المشار إليها آنفا . وإن الخطوة التالية في التقدم التكنولوجي هي ربط كل أنظمة البيانات وكل الأنظمة الفرعية والمعدات التصنيعية معاً في نظام متكامل واحد، ومثل هذه الأنظمة تسمى أنظمة التصنيع المتكامل بالحاسب (CIM). إن هذا النظام يتحكم وينسق كل مرحلة من مراحل الإنتاج، أي من أصل الطلب الإبتدائي إلى الشحن وعمل القوائم. أي استبدال الوظائف الرئيسة للتصنيع (تصميم المنتوج والعملية، التخطيط والسيطرة، وعملية التصنيع) بتقنية تلقائية (محسن والنجار ٢٠٠٩، ٢٢٠) وتحديداً فان نظام (CIM) يأخذ معلومات تصميم المنتجات من نظام (CAD) ومعلومات طلب الزبائن، ويستخدمها لعمل قوائم المواد وأوامر الشراء . وإن الجزء المتمم لهذا النظام هو نظام رقابة المخزون والشراء، ذلك النظام الذي يتابع كل قضايا المواد الأولية والمواد تحت التشغيل . (Browne ,et al, 1996,p. 43).

**٥- نظام التخزين والاسترجاع المؤتمت Automated Storage and Retrieval System(ASRS)**

يقوم بعمليات التخزين المسيطر عليها حاسوبياً، إذ يوفر المواقع الالكترونية للأجزاء من وإلى مواقع التصميم والمخازن، وتستخدم مثل هذه النظم بشكل شاسع في نشاط توزيع المنتجات، وتؤدي هذه النشاطات في المخازن ومناطق فحص المنتوج في الشركات الصناعية، لذا فهو نظام يخزن ويسترجع المواد باستخدام رافعة مؤتمتة تعمل تحت رقابة الحاسبة، فهو يحدد وصول المواد ويختار الموقع الشاغر الملائم على رفوف المخزن، ويوجه الرافعة للتحريك إلى الموقع وبعد خزن المواد يمكن استرجاعها. وتسهم هذه النظم في زيادة قدرة وطاقة التخزين وزيادة المخرجات،وتقليل تكاليف العمل، وتحسين جودة المنتوج (اللامي والبياتي، ٢٠٠٨، ٢٣١).

**ثالثاً- تكنولوجيا المجاميع Group Technology**

إن مفهوم تكنولوجيا المجاميع Group Technology (GT) مفهوم قديم يقوم على أساس المبدأ الذي يقول: إذا ما جمعنا الأجزاء أو المنتجات التي لها خصائص متماثلة أو التي تتطلب معالجة متماثلة، يمكن استغلال نقاط التشابه فيما بينها في العديد من مجالات الإنتاج بما في ذلك تصميم المنتجات، تصميم العمليات، وتصميم المعمل والجدولة (Martinich, 2009, 344).أما (م.ع.ت، ٢٠٠٣، ٣٧)* فترى أن تكنولوجيا المجاميع (GT) عبارة عن فلسفة تصنيعية لتحديد القطع المتشابهة وتصنيفها إلى أسر للإستفادة من مزايا تشابهها من ناحيتي التصميم والتصنيع. وتعد (GT) بديلاً جذاباً لنظام المخطط الداخلي التقليدي المبني على نوع عملية التصنيع، وبذلك يمكن اعتبار (GT) كإستراتيجية وسيطة تحاول أن تجمع بعضاً من المزايا التشغيلية لخطوط التجميع مع المحافظة على بعض المزايا الإستراتيجية لنظام الإنتاج بالطلبية (م.ع.ت، ٢٠٠٣، ٣٨) هذا وإن مبدأ (GT) يعد الأساس للعديد من التقنيات الأخرى مثل تكنولوجيا (CAD) والتصنيع الخلوي، كما يمكن استخدامها

* المقصود بالأحرف هو الإشارة إلى المصدر (المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني)

في جدولة الأعمال. فالأعمال التي تقع في المجموعة نفسها ليس فقط تحتاج إلى النوع نفسه من المعالجة على المكائن نفسها، بل إن تركيبات المكائن عادة ما تكون متشابهة جداً، وإنها غالباً ما تستخدم الثوابت نفسها والمكونات وإنها تتطلب نفس المهام البشرية وفحوصات النوعية (Martinich, 2000, 345). وإذا ما قارنا مخطط (GT) بالمخطط التقليدي المبني على نوع عملية التصنيع نجد أن نظام (GT) يتميز بالآتي (م.ع.ت، ٢٠٠٣، ٣٨).

أ. وجود ماكينات المجموعة الواحدة متقاربة وتحت إشراف ملاحظ واحد يوفر زمن أقل للتصنيع مما هو متاح، انخفاض في مستوى القطع المرفوضة وانخفاض تكلفة مناولة المواد.
ب. وجود أكثر من نوع من الماكينات في المجموعة الواحدة وإمكانية التعامل مع مدى واسع من العمليات الإنتاجية يوفر عمالة أكثر تأهيلاً للتقدم.
ت. تساعد (GT) على تطوير نظم آلية التصنيع.
ث. إن مسؤولية الجودة والتكلفة والالتزام بمواعيد التسليم ترجع كلها إلى ملاحظ المجموعة، وهذا يقودنا إلى موثوقية أعلى وانخفاض في التكلفة غير المباشرة للعمالة.

## رابعاً- التصنيع بنظام الخلايا Cellular Manufacture

تشكل (GT) الأساس للإنتاج الخلوي(التصنيع الخلوي) إذ إن المنتجات التي تتطلب معالجة متماثلة توضع في المجموعة نفسها، وتتم معالجتها ضمن خلايا العمل بدلاً من استخدام عملية ورشة العمل (Job-Shop) (Martinich, 2000, 346). أما (م.ع.ت، ٢٠٠٣، ٤٣) فترى أن التصنيع بنظام الخلايا بأنه تطبيق لـ(GT) حيث يتم تحويل جزء من نظام التصنيع إلى خلايا (إذ تتكون الخلية من مجموعة من الماكينات وأسرة من قطع العمل التي تصنع بواسطة هذه المجموعة).

وتقسم خلايا التصنيع على أربعة أنواع طبقاً لعدد الماكينات الموجودة في الخلية ودرجة الآلية المستخدمة في مناولة المواد وكما يأتي :

أ- خلية الماكينة الواحدة Single M/ k Cell
ب- خلية مجموعة الماكينات ذات المناولة اليدوية Group M/ K cell
ت- خلية مجموعة الماكينات ذات المناولة الآلية شبة المتكاملة
ث- خلية مجموعة الماكينات ذات المناولة الآلية المتكاملة

### الأهداف والمراحل الرئيسة لعملية تصميم نظام خلايا التصنيع

يتم تصميم نظام خلايا التصنيع عبر ثلاث مراحل رئيسة (م.ع.ت، ٢٠٠٣، ٤٤)

تحديد سياسة إدخال استخدام نظام خلايا التصنيع، وأهداف هذا الاستخدام، وتخطيط النظام الإنتاجي المطلوب لمقابلة هذه الأهداف.

١- حصر قطع الشغل المراد تصنيعها، ومن ثم تقسيمها إلى أسر، وتحديد مجموعة الماكينات المقابلة لكل أسره.
٢- القيام بتخطيط العمالة والإدارة، ووضع المخطط الداخلي وتحديد الخدمات لكل خلية، وكذلك أي خدمات مساندة ضرورية لهذه الخلايا .

أما أهداف هذا النظام فتتمثل بالآتي:

١- تقليل الزمن الكلي للتصنيع إلى الحد الأدنى .

٢- تحقيق الحد الأدنى من القطع المتأخرة عن الموعد الزمني المحدد لإكمال تصنيعها بحسب جداول الإنتاج لتصنيع .
٣- توفير الحد الأقصى من عمليات التصنيع لكل قطعة شغل داخل خليتها الأساسية، وذلك بشكل نسب مئوية.
٤- تقليل الانتقالات (inter cell) لقطع الشغل من خلاياها الأساسية إلى خلايا أخرى لإكمال عمليات تصنيعها.
٥- تخفيض الكلفة الكلية للإنتاج وذلك بتخفيض زمن إعادة تجهيز الماكينات .

## تشكيل خلايا التصنيع

نشأت هذه التقنية في أربعينات القرن العشرين الميلادي في الاتحاد السوفيتي، ثم انتقلت إلى بريطانيا وبعدها إلى الولايات المتحدة، وأخيرًا تلقفتها اليابان بحفاوة بالغة حيث طوعتها لتطوير صناعتها إلى أقصى مدى ممكن . فمثلاً في الاتحاد السوفيتي كان التركيز في البداية في تحديد أسرة من المنتجات التي تصنع في ماكينة واحدة بهدف تقليل زمن إعادة ضبط الماكينة، أما في بريطانيا فقد كان التركيز يتمثل في إيجاد مخططات قائمة على تكنولوجيا المجموعات في شكل خطوط سريان . وقد طبقت هذه التقنية في عدد من دول العالم المتقدمة وفي بعض الدول النامية المتطلعة للحاق بركب التطور الصناعي .

توجد عشرات الطرائق المختلفة لتصميم خلايا التصنيع والتي تصنف على أسلوبين هما (م.ع.ت، ٢٠٠٣، ٤٤):

١- **طريقة التصنيف والتشفير** **Classification and Coding Method**

تعتمد الطريقة على فرز قطع التشغيل المراد تصنيعها إلى مجموعات طبقا لاكتسابها مواصفات معينة، وبالتالي إعطائها شفرة خاصة تمكن من تحديدها بسهولة كأسرة منتجات.

٢- **طريقة تدفق سريان الإنتاج** **Production Flow Analysis Method (PFA)**

تتكون هذه الطريقة من الطريقتين الآتيتين:

**أ- طريقة خوارزم العلاقة المفردة للتجميع** **Single Linkage Clustering Algorithm (SLCA)**

هذه الطريقة تعتمد على إيجاد معامل التشابه بين كل ماكينتين من الماكينات المستخدمة، ومن ثم إيجاد مصفوفة معامل التشابه والتي تستخدم في إجراء التحليل الجمعي.

**ب- طريقة خوارزم التجميع بترتيب القيمة الرقمية** **Rank Order Clustering (ROC)**

هي واحدة من خوارزميات إيجاد خلايا التصنيع التي يمكن فيها استخدام الحاسب، وهي مبنية على معلومات مسار قطعة الشغل في مرورها على ماكينات التصنيع، كما هو معطى في مصفوفة الجزء- الماكينة (A) والتي تمثل استخدام (m) ماكينة لتصنيع (p) جزء.

## الأنموذج الرياضي المستخدم في تشكيل خلايا التصنيع

**١- تشكيل الخلايا باستخدام طريقة ( SLCA)**

- تجهيز مصفوفة الجزء – الماكينة Part – M / C Matrix عند استخدام الماكينة (i) لتصنيع الجزء (j) وبخلاف ذلك سيكون aij=0

- حساب مصفوفة معامل التشابه similarity coefficient والناتجة من حساب معامل التشابه S(I,K) لكل ماكينتين (I) و(K) على وفق المعادلة أدناه

$$S(I,K)= N(I,K)/ ( N( I,K)+U)$$

حيث إن :

N (I,K) = عدد الأجزاء التي تزور كلاً من الماكينتين (I) و (K)

U= N(I)=N(K)

N(I) = عدد الأجزاء التي تزور الماكينة (I) ولا تزور الماكينة (K)

N(K) = عدد الأجزاء التي تزور الماكينة (K) ولا تزور الماكينة (I)

**٢- تشكيل الخلايا باستخدام طريقة (ROC)**

- **ترتيب الصفوف**

إعطاء قيمة مقدارها ($2^{N-K}$) للعمود الذي رقمه (ترتيبه في المصفوفة A) يساوي K. إذ إن (N) هو عدد الأعمدة. ومن ثم إيجاد القيمة الرقمية لكل صف، وبالتالي يعاد ترتيب المصفوفة من الأعلى إلى أسفل تنازلياً (من القيمة الأكبر إلى القيمة الأصغر).

- **ترتيب الأعمدة**

إعطاء قيمة مقدارها ( $2^{M-K}$) للصف K ، إذ إن M هو عدد الصفوف (الماكينات) . ومن ثم إيجاد القيمة الرقمية لكل عمود وبالتالي يعاد ترتيب المصفوفة من اليسار إلى اليمين (من القيمة الأكبر إلى القيمة الأصغر).(م.ع.ت،٢٠٠٣، ٤٣).

## المحور الثالث- الجانب التطبيقي

يعد مصنع البصرة لتصنيع عدد من قطع غيار السيارات الكورية الصنع أحد مصانع القطاع الخاص المهمة في محافظة البصرة والتي تقع في المنطقة الصناعية في (ناحية حمدان) جنوب مركز المحافظة، إذ يقوم بتصنيع عدد من قطع الغيار الخاصة بالسيارات الكورية الصنع باختلاف موديلاتها وأنواعها، ويكتسب المصنع أهميته من خلال توفير هذه القطع بأسعار مناسبة قياسيا بأسعار مثيلاتها من السلع المستوردة وبذلك ستوفر للدولة عملة صعبة .

يمتلك المصنع عدداً من الآلات و المكائن و الأجهزة الحديثة والمؤتمتة، فضلا عن امتلاكه مجموعة من العاملين وعددهم (24) من المختصين و بمستويات علمية (مهندس ميكانيك، كهرباء) ومهنية مختلفة (دبلوم فني) فضلاً من ذوي الخبرة في مجال العمل الميكانيكي*.

البيانات الآتية توضح عدد من أنواع قطع الغيار التي يتم تصنيعها مع عدد من المكائن المستخدمة في عملية التصنيع.

ماكينة القطع: نرمز لها بالحرف (A)

ماكينة التفريز: نرمز لها بالحرف (B)

---

* سجلات المصنع

ماكينة اللحام: نرمز لها بالحرف (C)
ماكينة التنعيم: نرمز لها بالحرف (D)
أما القطع المصنعة (قطع الشغل) فهي كالأتي:
القطعة الأولى ونرمز لها بالحرف (P1)
القطعة الثانية ونرمز لها بالحرف (P2)
القطعة الثالثة ونرمز لها بالحرف (P3)
القطعة الرابعة ونرمز لها بالحرف (P4)
القطعة الخامسة ونرمز لها بالحرف (P5)
القطعة السادسة ونرمز لها بالحرف (P6)
القطعة السابعة ونرمز لها بالحرف (P7)
القطعة الثامنة ونرمز لها بالحرف (P8)
قبل البدء بالطريقة الأولى لابد من تحضير مصفوفة الجزء – الماكينة وكما يأتي:

**مصفوفة (1) الجزء- الماكينة**

| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| B | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| C | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| D | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |

الرقم (1) في المصفوفة يشير إلى أن الجزء يحتاج الماكينة المناظرة له. والرقم (0) في المصفوفة يشير إلى أن الجزء لا يحتاج الماكينة المناظرة له.

**الطريقة الأولى: طريقة خوارزم العلاقة المفردة للتجميع (SLCA)**

**أولاً :** إيجاد معامل التشابه بين كل ماكينتين طبقا للمعادلة الآتية :

$$S(I,K) = N(I,K) \ / \ N(I,K) + U)$$

إذ إن I = الماكينة الأولى
K= الماكينة الثانية
وإن

$$U= N(I) + N(K)$$

بتطبيق المعادلتين على الماكينتين (A) و(B)

$$S(A,B) = N(A,B) \ / \ N(A,B) + U)$$

بالتعويض في مصفوفة الجزء – الماكينة
هنا توجد قطعة واحدة تحتاج إلى الماكينتين (A) و (B) معاً وعليه فإن قيمة N(A,B) تساوي (1) .
أما عدد القطع التي تحتاج الماكينة (A) ولا تحتاج الماكينة (B) هي (3) .
في حين عدد القطع التي تحتاج الماكينة (B) ولا تحتاج الماكينة (A) هي (3) كذلك.

هذا يعني إن

N(A)=3
N(B)=3

أذن بالتعويض في معامل التشابه

S(A,B) = 1/1+3+3 = 1/7 = 0.14

S(A,C) = 4/4+0+1 = 4/5 = 0.80
S(A,D) = 0/0+4+3 = 0/7 = 0.00
S(B,C) = 1/1+3+4 = 1/8 = 0.125
S(B,D) = 3/4+1+0 = 3/4 = 0.75
S(C,D) = 0/0+5+3 = 0/8 = 0.00

باستخدام النتائج التي تم الحصول عليها من خلال المعادلات أعلاه فأن مصفوفة معامل التشابه هي على النحو الآتي:

**مصفوفة (2) معامل التشابه**

| | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| A | 0 | 0.14 | 0.80 | 0.00 |
| B | | 0 | 0.125 | 0.75 |
| C | | | 0 | 0.00 |
| D | | | | 0 |

فإذا افترضنا أن قيمة الحد الأدنى لمعامل التشابه هي (0.5 ) فتكون لدينا مجموعتان
المجموعة الأولى: الماكينتان (A) و(C) أسرة قطع الشغل: (p8,p1,p2,p7)
المجموعة الثانية : الماكينتان (B) و(D) أسرة قطع الشغل: (p3,p4,p5,p6)

## الطريقة الثانية: طريقة التجميع بترتيب القيمة الرقمية (ROC)

بالعودة إلى المصفوفة الابتدائية (A)، يتم استخراج المكافئ العشري ومن ثم (أ) الترتيب الصفوف

**مصفوفة (3) مصفوفة المكافئ العشري**

| | $2^7$ P1 | $2^6$ P2 | $2^5$ P3 | $2^4$ P4 | $2^3$ P5 | $2^2$ P6 | $2^1$ P7 | $2^0$ P8 | المكافئ العشري | الترتيب |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 195 | 2 |
| B | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 57 | 3 |
| C | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 199 | 1 |
| D | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 56 | 4 |

إذن سيكون ترتيب الجديد للمصفوفة كآلاتي:

**مصفوفة (4) الترتيب الجديد على أساس المكافئ العشري**

| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| A | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| B | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| D | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |

**ت- ترتيب الأعمدة: تحسب القيمة الرقمية الأعلى، وكما يوضحه الجدول أدناه**

**مصفوفة (5) ترتيب الأعمدة بحسب القيمة الرقمية**

| | **P1** | **P2** | **P3** | **P4** | **P5** | **P6** | **P7** | **P8** | **القيمة الرقمية** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | $2^3$ |
| A | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | $2^2$ |
| B | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | $2^1$ |
| D | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | $2^0$ |
| **المكافئ العشري** | 12 | 12 | 3 | 3 | 3 | 8 | 12 | 14 | |
| **الترتيب** | 2 | 3 | 6 | 7 | 8 | 5 | 4 | 1 | |

**مصفوفة (6) ترتيب الأعمدة بحسب المكافئ العشري**

| | P8 | P1 | P2 | P7 | P6 | P3 | P4 | P5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| A | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |

ولمعرفة فيما إذا وصلنا إلى الحل الأمثل نعود مرة أخرى إلى الخطوة الأولى وهي إعادة ترتيب الصفوف وعلى النحو الآتي:

**مصفوفة (7) إعادة ترتيب الصفوف**

| | $2^7$ P8 | $2^6$ P1 | $2^5$ P2 | $2^4$ P7 | $2^3$ P6 | $2^2$ P3 | $2^1$ P4 | $2^0$ P5 | **المكافئ العشري** | **الترتيب** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 248 | 1 |
| A | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 240 | 2 |
| B | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 135 | 3 |
| D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 7 | 4 |

وأخيراً سيكون الترتيب النهائي للمصفوفة كما موضح في أدناه

**مصفوفة (8) الشكل الأخير لتشكيل خلايا التصنيع**

| | P8 | P1 | P2 | P7 | P6 | P3 | P4 | P5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| A | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |

الآن قد وصلنا إلى الحل النهائي وبذلك ستكون الخلية الأولى مكونة من الماكينتين (A,C) وأسرة قطع الشغل هي (P8,P1,P2,P7)

الخلية الثانية مكونة من الماكينتين (B,D) وأسرة قطع الشغل هي (P3,P4,P5,P6)

وهو ما توصلنا إليه في الطريقة الأولى وهذا ما يثبت صحة الحل .

**مناقشة النتائج**

إن التقنيات المتقدمة قد خرجت بنتائج مذهلة سواء كان ذلك في تحسين الإنتاجية أو السرعة في تلبية طلبات الزبائن أو في خفض كلفة الإنتاج الكلية، إلا أنه لا بد من أن نضع في اعتبارنا بأن عمليات الإنتاج تتطلب أكثر من مجرد اختيارنا لنوع الآلة أو المعدة المتطورة، بل ستكون هذه أكثر فاعلية وكفاءة إذا ما تمت إعادة تصميم نظام الإنتاج وتبسيطه، لأن التقنيات الجديدة يفترض أن تبسط العملية الإنتاجية بطريقة معينة، وهذا ما لا نراه في المصنع عينة البحث رغم امتلاكها لتقنية حديثة ومتطورة، فواقع حال المصنع عينة البحث يتمثل بالآتي، وهي تمثل أهم **الاستنتاجات** التي خلص إليها البحث :

١- امتلاكها لعدد من الآلات والمعدات المؤتمتة التي تعمل بمساعدة الحاسب موزعة في فضاء الشركة بطريقة عشوائية غير مبرمجة، فعلى سبيل المثال تم وضع ماكينة القطع عند مدخل المصنع وذلك بسبب كبر حجمها وثقل وزنها والتي كان من المفترض أن تكون في موقع آخر من المصنع، بالشكل الذي يتحقق معه إنسيابية حركة قطع الشغل داخل المصنع مع تقليل زمن المناولة .

٢- يضم المصنع عدد من العاملين وعددهم (24) وبمستويات مهنية مختلفة وكما سبق ذكره، علما بأن معدل أجر العامل اليومي (20) ألف دينار أي إن ما يتقاضاه العاملون شهرياً (14,4) مليون دينار، إذ تم تخصيص ثلاثة عمال لكل ماكينة، وبما أن المصنع يعمل بواقع وجبتين باليوم، فهذا يعني وجود ستة عمال يعملون يومياً على كل ماكينة، ولوجود أربع ماكينات فإن عدد العاملين يومياً سيكون (24) عاملاً، وعلى الرغم من هذا العدد فإن عملية الإنتاج في المصنع تتم اعتماداً على خبرة العاملين وبشكل غير مبرمج رغم امتلاكها لأجهزة ومعدات حديثة ومؤتمتة .

٣- بسبب الترتيب العشوائي للماكينات عينة البحث، نجد مثلا أن قطعة الشغل التي يتطلب إنجازها المرور من خلال الماكينتين (A,B) عليها أن تقطع مسافة (53)م كي تكتمل وهذا يعني طول زمن المناولة والبالغة (15) دقيقة وبالتالي سينعكس ذلك سلباً على أداء المصنع متمثلاً بطول زمن دورة الصنع، وهذا بدوره سيؤدي إلى التأخير في تلبية طلبات الزبائن في المواعيد المحددة لهم، ناهيك عن ارتفاع تكاليف العمل بسبب هذه التأخيرات .

٤- من خلال الزيارة الميدانية للباحث لعينة البحث تبين أن المصنع يفتقر لمعدات مناولة حديثة، مما يسبب في تأخير عملية الإنتاج وطول زمن دورة الصنع .

أما أهم التوصيات فتمثلت بالآتي:

١- ضرورة اعتماد المصنع على احد أنظمة الإنتاج المتقدمة ومنها التصنيع بنظام الخلايا، وهو نظام إنتاجي متطور ومبرمج، وسيعمل هذا النظام على إعادة ترتيب الماكينات بشكل علمي دقيق بحيث يكون للمصنع خليتان، تضم الخلية الأولى الماكينتين (A,C) وهاتين الماكينتان تقومان بتصنيع قطع الشغل ((p8,p1,p2, p7))، وضمن حيز محدود من فضاء المصنع، أما الخلية الثانية فتضم الماكينتين (B,D) واللتان تقومان بتصنيع قطع الشغل ((P3,P4,P5,P6)) . وهذا بدوره سيؤدي إلى قصر زمن مناولة المواد بعدما كانت الماكينات أعلاه موزعة بشكل عشوائي، أصبحت الآن على شكل خلايا تصنيعي، أي إن تكون كل ماكينتين أو أكثر متجاورة، وهذا بدوره يقلل من زمن دورة الصنع وبالتالي السرعة في تلبية طلبات الزبائن، فضلاً عن ذلك سيوفر هذا النظام مساحات من فضاء المصنع يمكن استغلالها في مجالات أخرى، فبعد ما كانت الآلات والمعدات تشغل مساحة 1200 متر مربع من مساحة المصنع البالغة 2000متر مربع، ستشغل الآن مساحة 960 متر مربع، أي نقصت بنسبة 20% إذا ما تم إعادة ترتيبها وفقا لنظام الخلايا، وهذه بدوره سيقلل من زمن المناولة وزمن دورة الصنع ، فضلاً عن استغلال المتبقي من مساحة الأرض في مجالات مختلفة أو الاستغناء عنها بالشكل الذي يقلل من كلفة استئجارها .

٢- يؤدي هذا النظام إلى التخفيض في عدد العاملين، فبدلاً من تخصيص ستة عمال لكل ماكينة سيكون هنالك أربعة عاملين فقط، وهذا يعني أن يكون هنالك ستة عشر عاملاً يعملون على الماكينات الأربع بدلاً من أربعة وعشرين عاملاً، أي تخفيض بنسبة حوالي 30%، وهذا يعني تخفيض رواتب وأجور العاملين على وفق هذه النسبة، أي من 14,4 مليون دينار شهريا إلى 9,6 مليون دينار، وهذا يتطلب إعادة هيكلة العاملين في المصنع .فضلا عن تقليل المسافة التي تقطعها قطع الماكينتين (A,B) إلى (15) م وبزمن مناولة (6) دقائق ن أي بنسبة تخفيض 27% وفقا لهذا النظام .

٣- يعمل هذا النظام على التقليل من وقت الإعداد والتهيئة للماكينات، وذلك سيؤدي حتماً إلى التقليل من زمن دورة الصنع.

٤- ضرورة استخدام المصنع معدات مناولة مؤتمتة مثل نظام العجلات المؤتمتة التي تعمل بالبطارية من دون سائق والتي تقوم بنقل المواد ما بين العمليات بناء على إيعازات تأتي من لوحة السيطرة.

٥- إدخال العاملين في المصنع دورات تدريبية خارج القطر لتمكنهم من الاستفادة المثلى من الآلات والمكائن ومن الأفضل أن تكون تلك الدورات في بلد منشأ الآلات والمكائن التي يمتلكها المصنع.

## المراجع

### أولاً- المراجع باللغة العربية


١- الفياض، محمود احمد وقدادة، عيسى يوسف، ٢٠١٠، "إدارة الإنتاج والعمليات" مدخل نظمي، دار صفاء للنشر والتوزيع، الأردن، الطبعة الأولى.

٢- اللامي، غسان قاسم، والبياتي، أميرة شكر، ٢٠٠٨، "إدارة الإنتاج والعمليات" مرتكزات معرفية وكمية، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، الأردن.

٣- المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني "ميكانيكا إنتاج / مدخل إلى نظم التصنيع، المملكة العربية السعودية، ٢٠٠٣.

٤- بن نذير، نصر الدين، ٢٠٠٢،"الإبداع التكنولوجي في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة" رسالة ماجستير / جامعة الجزائر.

٥- محسن، عبد الكريم، والنجار، صباح مجيد، ٢٠٠٩، "إدارة الإنتاج والعمليات"، دار وائل للنشر والتوزيع، الأردن، الطبعة الثالثة.


### ثانياً- المراجع باللغة الأجنبية


1- Browne, Jimmie, Harhen, John and Shivnan ,James "Production Management Systems" An Integrated Perspective, 2nd ed , new York, 1996.

2- Krajewski, Lee, J and Ritzman, Larry P. " Operations management " Strategy and Analysis , 5th ed , 1999.

3-Martinich , Joseph S. " Prodution and operations Management " An Applied Modern Approach york, 2000.

4-Nahmias, Steven " Prodution and Operayions Analysis" 4th ed new Dalhi , 2001.