المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

ميكانيكا إنتاج

نظم التصنيع

٢٢٥ ميك

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي: لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " نظم تصنيع " لمتدربي قسم" ميكانيكا إنتاج " للكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه: إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تأتي هذه الحقيبة التدريبية في مجال تقنية نظم التصنيع لتسد فراغاً واضحاً في المكتبة العربية، في مجال حيوي تبلور حديثاً مع التطورات الصناعية، والقفزات التقنية الهائلة التي حدثت في العقدين الأخيرين من القرن العشرين.

وقد أعدت هذه الحقيبة التدريبية خصيصاً لطلاب تخصص الإنتاج في كليات التقنية بالمملكة العربية السعودية، وذلك لتعريف الطالب بالمفاهيم الأساسية المتعلقة بنظم التصنيع وأنواعها المختلفة، التقليدي منها والحديث. وكذلك لدراسة أهم مكونات نظم التصنيع من مخطط داخلي ونظامي مناولة المواد والتخزين، ومعالجة بعض المواضيع المهمة في تصميم نظم التصنيع تشمل تشكيل خلايا التصنيع في نظام التصنيع بالخلايا القائم على تكنولوجيا المجموعات، وكذلك حل مشكلة موازنة خط التجميع على أساس طريقة الترتيب طبقاً للوزن الموقعي، وأيضاً تصميم المخطط الداخلي لأقسام التخزين.

وتهدف هذه الحقيبة التدريبية في مجملها لتزويد الطالب بالمعرفة اللازمة حول المفاهيم الأساسية المتعلقة بنظم التصنيع، ومكونات تلك النظم، والعوامل المؤثرة في فعالية أدائها وكيفية تحسين هذا الأداء.

وتتكون الحقيبة من ست وحدات تدريبية هي بالترتيب التالي: مدخل إلى نظم التصنيع، تصنيف نظم التصنيع، نظم التصنيع الحديثة، خطوط التجميع، نظم مناولة المواد، ونظم التخزين. وكل وحدة تدريبية تبدأ بأهداف الوحدة، ثم مقدمة تحدد إطار المواضيع التي تناقشها الوحدة، وتختتم كل وحدة بخلاصة مجملة لمواضيع الوحدة، ثم تمرين شامل يستطيع المتدرب من خلاله التعرف على مدى ما اكتسبه مع معرفة في موضوع الوحدة.

ونسأل الله سبحانه أن يكون هذا الجهد خالصاً لوجهه الكريم، وأن ينفع به أمتنا في مسيرتها المباركة لتحقيق التنمية والتقدم ونقل التقنية الحديثة لكل قطاعاتها الاقتصادية.

نظم التصنيع

مدخل إلى نظم التصنيع

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الأهداف

بإكمال الوحدة الأولى يكون الطالب قادراً على:

- أن يعرف نظام التصنيع ويسمي مكوناته ويصف العلاقات بينها.
- أن يشرح الأهداف العامة لنظم التصنيع والتدابير اللازم اتخاذها لتحقيق تلك الأهداف.
- أن يعدد مجالات استخدام الحاسب في مراحل الإنتاج الصناعي.
- أن يذكر ويفسر القوانين الأساسية لنظم التصنيع وأن يطبقها على أمثلة عملية.

مدخل إلى نظم التصنيع (١)

١ -١ مقدمة:

لقد كان اختراع ماكينات التشغيل علامة تحول بارزة في تاريخ البشرية لتحل محل الإنسان، فتقوم هذه الماكينات بالتصنيع بدلاً من أن يقوم بذلك الإنسان باستعمال العدد اليدوية (Hand Tools)، وكانت بداية ذلك في حوالي عام ١٧٧٥ ميلادي حينما اخترعت ماكينة تجويف الأسطوانات (Cylinder Borer) لتصنيع ماكينة جيمس واط البخارية. ومنذ ذلك الوقت أدى إدخال الإنتاج بكميات كبيرة (Mass Production) - المبني على مبدأ التبادلية في قطع الغيار - إلى تطوير عدة أنواع من ماكينات التشغيل (M/C Tools) من أجل إنتاج عالي الدقة.

الإنتاج المستمر السريان أو ما يعرف عادة بخط التجميع تم ظهوره في القرن العشرين الميلادي ، وتم تطبيقه عملياً بكثافة في تجميع ماكينات السيارات الفورد في عام ١٩١٣ ميلادية ، ومنذ ذلك الحين عرف هذا الأسلوب في التصنيع كنظام للإنتاج الكمي بكفاءة عالية .

ولقد تبلور الاتجاه نحو استعمال الماكينات ذات الآلية (الأتوماتية) العالية في العشرينات والثلاثينات من القرن الماضي (القرن العشرين) الميلادي. وبنهاية الحرب الكونية الثانية، ومع التقدم الهائل في المعدات الإلكترونية أصبح التحكم الآلي ممكناً في مختلف المجالات الإنتاجية، وسمي ذلك بالآلية أو الأتمتة (Automation) بينما سمى ظهور الماكينات بالميكنة (Mechanization) .

١ -٢ نظام التصنيع ومكوناته الأساسية:

من الضروري التعرف على مصطلح النظام (System) ومواصفاته حتى يمكن الاستفادة من ذلك في تعريف مصطلح (نظام التصنيع) (Manufacturing System).

توجد عدة تعريفات لمصطلح (النظام) نختار منها التعريفات التالية:

(النظام هو مجموعة متكاملة من العناصر ذات العلاقة والمصممة لتؤدي معاً مهمة (أو مهام) محددة سلفاً).

ويمكن تعريفه أيضاً بأنه (جهاز أو طريقة أو مشروع له سلوك محدد طبقاً لوصف ما ، بحيث تكون مهمته هي معالجة معلومات و / أو طاقة و / أو مادة في إطار زمني معلوم ليعطي معلومات و / أو طاقة و / أو مادة) .

وكذلك يمكن تعريفه بأنه (مجموعة من الأشياء أو الذوات الحية أو غير الحية (Animate or Inanimate) التي تتلقى مدخلات معينة فتكون ملزمة بمعالجتها بحيث تنتج مخرجات معينة بغرض تحقيق الأداء الأمثل سواء بالنسبة للمدخلات و / أو المخرجات).

ويتضح من هذه التعريفات السابقة وغيرها للنظام أن أي نظام له أربع مواصفات لابد أن تتمثل فيه وهي :

١. خاصية التجميع (Assemblage) .
٢. خاصية العلاقة (Relationship) .
٣. خاصية البحث عن هدف أو مجموعة أهداف (Goal Seeking) .
٤. خاصية التأقلم مع البيئة المحيطة (Adaptability to environment) .

وطبقاً لهذه الخاصية الرابعة يمكن تعريف النظام بأنه هو الذي يتلقى مدخلات من محيطه الخارجي، ويقوم بتحويل هذه المدخلات إلى مخرجات تظهر في المحيط الخارجي ، بحيث تتم عملية التحويل بالشكل الأمثل .

هذا التعريف يسمى التعريف التحويلي (أو ا لمبنى على المهام) (Transformational or Functional Definition) .

وأيضاً بناءً على الخواص الأربع للنظام يمكن تعريف النظـــام بأنه (مجـموعة من العناصر القابلة للتحديد ولها علاقات مع بعضها البعض ، وتهـــدف كلها في مجموعها لتحقيق هدف واحد أو مجموعة أهداف تحت تأثير محيطها الخارجي ، ويسمى هذا التعريف بالتعريف البنائي (أو الساكن) (Structural or Static Definition) .

وانطلاقاً من هذا التعريف البنائي للنظام يمكن تعريف نظام التصنيع كما يلي :

(هو تجميعه موحدة : من العناصر العينية والتي تشمل العمال ووسائل الإنتاج ومعدات المناولة وغيرها من الأجهزة المساعدة . وهذه العناصر العينية تكون مسنودة بعناصر برمجية أو معلوماتية هي عبارة عن معلومات الإنتاج من حيث الطريقة والتقنية المستخدمة في الإنتاج .

يعالج نظام التصنيع مواد الإنتاج (الخامات) لإنتاج منتجات مفيدة تؤدي مهام معينة، طبقاً لمتطلبات السوق) .

تمثل الناحية البنائية لنظام التصنيع بناءً أو مخططاً ساكناً للمصنع المعين ، وهذا المخطط بالتأكيد يؤثر على فعالية عمليات التحويل التي تتم في نظام التصنيع .

نظام التصنيع هو مفهوم يمكن بواسطته تمثيل أي عمل صناعي (إنتاجي) والتعرف على مكوناته وعلاقاتها ببعضها وأثرها في تحقيق أهداف هذا النظام.

ويتكون نظام التصنيع من ثلاثة عناصر هي:

١. المدخلات (Inputs) .
٢. عمليات (أو عملية) التحويل الصناعي .
٣. المخرجات (Outputs) .

ويمكننا التعرف على هذه العناصر في أي نظام تصنيع حيث يتم جمع عدد من المدخلات وإخضاعها لبعض عمليات التصنيع لإنتاج سلعة معينة أو خدمة ما . (انظر شكل (١ -١)) .

بالإضافة إلى التعريف السابق لنظام التصنيع ، نستطيع أيضاً اعتماد التعريف الآتي :

(هو عبارة عن نظام يحتوي على عدة مجموعات جزئية للتصنيع ذات علاقات متبادلة . مهمة هذا النظام هي الارتباط مع مهام الإنتاج الخارجية بغرض تحقيق الأداء الأمثل من ناحية الإنتاجية الكلية للنظام ممثلة في كل عناصرها ، مثل زمن الإنتاج ، واستغلال ماكينات الإنتاج . تشمل نشاطات هذه المجموعات الجزئية التصميم ، التخطيط ، عمليات التصنيع ، والتحكم . أيضاً ترتبط هذه المجموعات الجزئية مع مهام الإنتاج الخارجية مثل الحسابات، التسويق، التمويل، وشؤون العاملين كما هو مبين في شكل (١ -٢)).

١-١ الأهداف العامة لنظام التصنيع :

إن الهدف الأساسي لأي نظام تصنيع هو تحقيق أعلى كفاءة إنتاجية، وذلك بتصنيع منتج (أو منتجات) يحقق رغبة المستهلك أو تقديم خدمة ما بأقل تكلفة، مع مراعاة الاستخدام الأمثل عناصر المدخلات وعليه فإن نجاح نظام التصنيع مرتبط برفع كفاءة الإنتاج . وهذا يعني الاختيار الأمثل لوسائل التحويل الصناعي مع الاستخدام الأمثل لعناصر المدخلات الثلاثة الرئيسية. ويتم ذلك باستخدام أنسب المواد الهندسية التي تضمن جودة المنتج ومقدرته على تحقيق الأداء المطلوب ، والعمل على تقليل الفاقد منها أثناء عمليات التصنيع . وكذلك مراعاة ترشيد استخدام الطاقة اللازمة ، وتقليل تكاليف العمالة باستخدام وسائل تقنية متطورة تناسب طبيعة العمليات الإنتاجية .

ومن هنا يمكننا القول بأنه على الأقل من الناحية المثالية ، فإن نظم التصنيع تعمل لتحقيق رفاهية المجتمع عبر منتجاتها المرغوب فيها ، وذلك لحسن أدائها وقيمتها الفنية والجمالية ، وسلامتها من الأضرار بالمستخدمين أو البيئة ، وتكلفتها المناسبة ، وموثوقيتها العالية ، وجودتها الراقية.

ومن أهداف نظام التصنيع أيضاً إتاحة فرص وظيفية مناسبة لعدة قطاعات في المجتمع ، الأمر الذي يساهم في دفع عجلة الاقتصاد .

ومن الأهمية بمكان أن ندرك أن تمكن أي أمة من تحقيق ثروة قومية مرهون بشكل كبير لمقدرتها على التصنيع .

أيضاً من ناحية أخرى فإن نظم التصنيع تسعى نحو تحقيق المزيد من الآلية والتي يمكن أن تنتج عنها المزايا التالية :

١. تخفيض أسعار المنتجات ورفع جودتها .
٢. تحقيق أجواء عمل أكثر سلامة للعاملين .
٣. رفع مستوى المعيشة وذلك برفع الإنتاجية .
٤. تخفيض ساعات العمل الأسبوعية .
٥. تخفيض حجم المخزون من المنتجات غير المكتملة التصنيع (Work - In - process) .
٦. تخفيض تكاليف العمالة .

١-٢ المراحل الرئيسية للإنتاج واستخدام الحاسب فيها :

يمكن تحديد المراحل الرئيسية لعمليات الإنتاج الصناعي كما يلي :

١. تصميم المنتج (Product Design) .
٢. تخطيط الإنتاج (Production planning) .
٣. عمليات التصنيع (Manufacturing Operations) .
٤. مناولة المواد (Materials Handling) .
٥. عمليات التجميع (Assembly Operations) .
٦. الفحص والاختبار (Inspection & Testing) .
٧. التخزين (Storage) .
٨. التحكم في الإنتاج (Production Control) .

هذه هي المراحل الرئيسية بشكل عام في أي نظام تصنيع ، ولكن هنالك تفاصيل بعضها يشكل خصوصية لنظام تصنيع من نوع معين ، ولذلك لا يمكن إعطاء تفاصيل تشمل كل أنظمة التصنيع .

ويلاحظ أن المراحل الخمسة ابتداءً من الثالثة (عمليات التصنيع) وحتى السابعة (التخزين) هي مراحل تمس المنتج بصورة مباشرة ، ولكن من ناحية القيمة المضافة فإن المنتج يكسب هذه القيمة من عمليات التصنيع (ومن أهمها التشغيل والتشكيل) وعمليات التجميع ، أما التحكم في الإنتاج فهو ضروري لتنسيق وتنظيم المراحل الخمسة المذكورة .

تصميم المنتج هو الخطوة الأولى في عملية التصنيع ، وعندما يكون مثالياً فإنه يحقق سهولة التصنيع والتجميع .

ومن الواجب على كل مؤسسة إنتاج صناعي أن تنظم نفسها لتنفيذ المراحل المذكورة أعلاه . وإذا علمنا أن كثيراً من الشركات تنتج المئات من المنتجات المختلفة والتي بدورها تتكون من عدة آلاف الأجزاء، فإنه يتضح لنا أن عملية التنسيق بين العمليات المختلفة لإنتاج كل جزء من أجزاء المنتج ، ثم تجميع هذه الأجزاء في شكل منتج نهائي يتم تسليمه للزبائن هي عملية معقدة فعلاً . وهي في الحقيقة مشكلة خاصة بخطة وطريقة نقل المعلومات في المؤسسة الإنتاجية المعينة والتي يمكن تمثيلها في النموذج المبين في شكل (١ -٣) ، حيث تحتل المراحل الخمسة المذكورة سابقاً - والتي يمكن أن نسميها المهام الإنتاجية في المصنع - وسط النموذج وتحيط بها حلقة نقل المعلومات المكونة من أربعة مهام كما يلي :

١. تصميم المنتج .
٢. تخطيط الإنتاج .
٣. التحكم في الإنتاج .
٤. المهام التجارية .

واستناداً إلى حلقة نقل المعلومات فإننا نستطيع تقسيم مجالات استخدام الحاسب في مراحل الإنتاجية الرئيسية إلى قسمين رئيسيين هما :

١. تخطيط الإنتاج .
٢. التحكم في الإنتاج .

١ -٤ -١ استخدام الحاسب في تخطيط الإنتاج :

إن مجالات استخدام الحاسب في تخطيط الإنتاج (أو التصنيع) هي المجالات التي يستخدم فيها الحاسب لمساندة مهام الإنتاج ، حيث أن الحاسب يوفر المعلومات اللازمة للتخطيط الفعال لمهام الإنتاج ، دون أن يكون جزءاً من خط الإنتاج نفسه . وأهم المجالات لاستخدام الحاسب في تخطيط الإنتاج هي :

١ -٤ -١ -١ تقدير تكلفة الإنتاج :

تمت الاستفادة من الحاسب في معظم الصناعات وذلك لإجراء العديد من الخطوات الأساسية اللازمة لإعداد تقديرات تكلفة الإنتاج .

يبرمج الحاسب لتطبيق معدلات أجور العمالة والمنصرفات الراسية لخطوات تصنيع أجزاء المنتجات الجديدة ، ثم يقوم البرنامج بتجميع تكلفة الأجزاء المختلفة للمنتج طبقاً لفاتورة المواد المستخدمة وذلك لإيجاد التكلفة الكلية للإنتاج .

١ -٤ -١ -٢ وضع خطة التشغيل لتصنيع المنتج :

يمثل وضع خطة التشغيل لتصنيع المنتج باستخدام الحاسب حلقة وصل بين نظامي التصميم المدعم بالحاسب (CAD) والتصنيع المدعم بالحاسب (CAM) .

يشمل ذلك تحديد ترتيب عمليات التصنيع والتجميع ، تحديد الماكينات المستخدمة للتصنيع ومحطات العمل ، أدوات التشغيل ، وتحديد الزمن القياسي لكل عملية .

يتم تصميم نظم استخدام الحاسب في وضع خطط التشغيل على أساس منهجين :

الأول : نظام التشابه / الاختلاف (Variant System) :

ويعتمد على الرجوع إلى خطط قياسية لقطع مشابهة للجزء المراد تصنيعه وتكون محفوظة في ملف خاص في ذاكرة الحاسب طبقاً لما يسمى بالرقم المفتاحي (الكودي) (Code Number). الخطط القياسية مقسمة إلى عدة مجموعات حيث تمثل كل مجموعة أسرة (Family) تحتوي على عدة أجزاء متشابهة في التصميم والتصنيع طبقاً لفلسفة تكنولوجيا المجموعات (Group Technology) (GT) .

الثاني : نظام التطوير الذاتي (التوليد) (Generative System) :

وهو منهج متقدم ويقـوم على توليد خطط تشغيل للقطع الجديدة دون الرجوع إلى خطط جاهزة سلفاً.

يعتمد نظام التطوير الذاتي على إجراء سلسلة من العمليات المنطقية شبيهة بالطريقة التي يتبعها الشخص المخطط لوضع خطة تشغيل .

١ -٤ -١ -٣ تجهيز نظم معلومات قابلية التشغيل :

توجد برامج جاهزة لاختيار عوامل القطع المناسبة من سرعة وتغذية حسب نوع المادة الخام المستخدمة في تصنيع الجزء . وتقوم هذه البرامج على أساس المعلومات التي تربط بين مدة الاستخدام المفيد لأداة القطع وظروف التشغيل .

١ -٤ -١ -٤ حل مشكلة توازن خط تجميع أجزاء المنتج :

يوفر الحاسب إمكانية الحصول على عدة حلول ممكنة لمشكلة توازن خط التجميع بصورة أكثر عملية مما هو متاح باستخدام الحلول اليدوية . حيث أن البرامج المستخدمة في ذلك مبنية على عدة خيارات في توزيع أجزاء المنتج على محطات التجميع . توجد عدة برامج تم تطويرها للقيام بذلك وهي ذات منهجية تساعد على الكشف أو بعبارة أخـــرى موجهة (Heuristic Approaches) وكمثال لذلك برنامج (Computer Method of Sequencing operations for Assembly Lines) (Comsoal) .

١ -٤ -١ -٥ التخزين المدعم بالحاسب :

يستخدم الحاسب لحفظ تسجيلات المخازن ، والقيام بإعادة الطلبية عندما يصل مستوى التخزين إلى أقل مستوى مسموح به ، طبقاً لما هو موجود في ملف سجل التخزين (Inventory Record File) ، والذي هو جزء من نظام التخزين المدعم بالحاسب .

يحتوي هذا الملف بالنسبة لكل عنصر من العناصر المخزنة على ثلاثة أنواع من المعلومات :

١. المعلومات الأساسية وفيها يحدد رقم العنصر "الجزء" ومعلومات أخرى مثل التكلفة وكمية الطلبية .
٢. حالة المخزون بتحديد مستوى المخزون من العنصر المعني ومتابعة تغييرات هذا المستوى بالنسبة للزمن. وكذلك التغيرات المستقبلية في مستوى التخزين طبقاً لخطة الإنتاج .

٣. معلومات متنوعة عن أوامر الشراء ، التالف أو الراجع من عناصر التخزين وغيرها .

١ -٤ -١ -٦ تخطيط احتياجات المواد : (Materials Requirements Planning) (MRP) :

يشمل هذا تحديد توقيت طلب الخامات والأجزاء الخاصة بالمنتج المراد تجميعه ، ويستخدم هذا النظام لإعادة جدولة الطلبيات كاستجابة للتغيرات التي تحدث بالنسبة لأولويات الإنتاج وظروف الطلبيات.

ويستخدم مصطلح تخطيط الأولويات (Priority Planning) لوصف النظم القائمة على الحاسب التي تتابع تخطيط المواد الخام ، المنتجات غير المكتملة التصنيع ، والمنتجات المكتملة التصنيع وتغييرها مع مرور الزمن .

١ -٤ -٢ استخدام الحاسب في التحكم في الإنتاج :

وهذا يختص بإدارة وضبط المهام الإنتاجية في المصنع (عمليات التصنيع ، مناولة المواد ، التجميع ، الفحص والاختبار ، التخزين) مما ينتج عنه نظم التحكم الرقمي بالحاسب (CNC) ، استخدام الإنسان الآلي (Robotics) ، نظم التصنيع المرنة (FMS) والتي تتكون من عدة محطات عمل (تشغيل) حيث أغلب الماكينات من نوع الـ (CNC) وتتصل فيما بينها بنظم نقل آلي للمناولة والتخزين ويتحكم الحاسب في النظام ككل .

١ -٤ القوانين الأساسية لنظم التصنيع :

توجد عدة أنواع من النماذج لدراسة نظم التصنيع وهي كالآتي :

١. النماذج الطبيعية (Physical Models) .
٢. النماذج التخطيطية (Graphical Models) .
٣. النماذج التحليلية أو الرياضية (Mathematical or Analytical Models) .

والنموذج هو عبارة عن تمثيل تجريدي لحالة حقيقية أو سلوك بلغة أو تعبير مناسب . ويلاحظ أن النموذج يكون عموماً أقل تعقيداً من الوضع الحقيقي ولكنه في نفس الوقت مكتمل بشكل يكفي لتقريب حالة المجالات الحقيقية التي يراد فحصها ودراستها .

وسنركز هنا على النماذج الرياضية لأنها دقيقة إلى حد بعيد ، وهي أكثر النماذج فعالية لإجراء دراسات تحديد الوضع المثالي باستخدام تعبيرات الدوال الرياضية .

لتطوير القوانين الأساسية لنظم التصنيع سنتابع عملية تصنيع قطعة شغل واحدة مع إجراء التبسيط اللازم للأحوال الفعلية في نظام التصنيع ، وذلك بفرض الآتي :

١. تحتاج القطعة الواحدة المراد تصنيعها إلى نوعين من العمليات :

أ.عمليات تشغيل : وتحدث عندما تكون القطعة على الماكينة .

ب.عمليات غير تشغيلية : وتحدث عندما تكون القطعة في حالة نقل (مناولة) أو انتظار لعملية أخرى أو حالة فحص واختبار .

٢. إهمال الوقت الذي تقضيه القطعة الخام في المخزن قبل بدء تنفيذ جدول الإنتاج .

٣. زمن التشغيل للقطعة في ماكينة واحدة لإجراء عملية واحدة (Operation time) = T_o

والزمن المرافق لعملية التشغيل بدون تشغيل فعلي (Nonoperation time) = T_{no} .

عدد الماكينات المستخدمة في تصنيع القطعة = n_m .

بناءً على هذه الافتراضات فإن الزمن الكلي لتصنيع القطعة (Manufacturing lead time) يعطي بالمعادلة الآتية :

$$\text{manufacturing lead time} = n_m (T_o + T_{no}) \quad (1)$$.

المعادلة (1) خاصة بقطعة واحدة فقط ، ولكن إذا أردنا حساب الزمن الكلي لعدد من القطع (Q) لكل دفعة يتم إنتاجها فإن المعادلة (١) تصبح كما يلي :

$$\text{manufacturing lead time} = n_m (QT_o + T_{no}) \quad (2)$$.

وفي المعادلة (2) نفترض أن T_{no} للقطعة الواحدة هي نفسها لعدد Q قطعة ، أي أن فترة عدم التشغيل تحدث متزامنة لكل القطع في الدفعة الواحدة (Q قطعة) .

لم يتم أخذ فترة التجهيز اللازمة للماكينات في الاعتبار عند تكـــوين المعادلتين (1) و (2) ، فإذا فرضنا أن زمن تجهيز الماكينة الواحدة هو (T_{su}) لتشغيل الدفعة (Q قطعة) فإن المعادلة (2) تكون كما يلي :

$$\text{manufacturing lead time} = n_m (T_{su} + QT_o + T_{no}) \quad (3)$$.

كل العوامل الواردة في المعادلات من (1) إلى (3) مفترض أنها ثابتة ، ولكن هذا بالطبع يخالف الواقع العملي في نظام التصنيع ، حيث أن هذه العوامل ذات قيم متغيرة ، فمثلاً (T_{su}) و (T_o) تختلف من ماكينة لأخرى . ولكن على الرغم من كل هذا فإن المعادلة (3) يمكن استخدامها إذا تحصلنا على قيم متوسطة محسوبة بشكل صحيح لكل من (T_{su}) و (T_o) و (T_{no}) ، مع ملاحظة أن متوسطات حسابية

مباشرة يمكن حسابها لكل من عدد القطع لكل دفعة (Q قطعة) وكذلك عدد الماكينات المستخدمة في التصنيع (n_m) .

كما يمكن حساب زمن التشغيل الكلي لتصنيع Q قطعة (دفعة واحدة) على ماكينة واحدة من المعادلة (3) كما يلي :

الزمن الكلي للدفعة لكل ماكينة = $(T_{su} + QT_o)$ —— (4)

وينتج عن المعادلة (4) إمكانية حساب الزمن المتوسط T_p لكل قطعة في الماكينة الواحدة كما يلي :

$$T_p = (T_{su} + QT_o) / Q \text{ —— (5)}$$

والمعادلة (5) تعني أن المعدل المتوسط للإنتاج (R_p) ، أي عدد القطع المنتجة في خلال وحدة زمنية هو :

$$R_p = \frac{1}{T_p} = Q / (T_{su} + QT_o) \text{ —— (6)}$$

ويمكن أن نستنتج من المعادلة (6) أن الزمن المتوسط (T_p) ينخفض بزيادة عدد القطع المنتجة المصنعة في الدفعة الواحدة ، ويحدث العكس لمعدل الإنتاج (R_p) فهو ينخفض في هذه الحالة .

بالنسبة لزمن التشغيل في ماكينة واحدة (T_o) إذا اعتبرنا أن هذه الماكينة هي ماكينة عدد لتشغيل المعادن (M/c Tool) فإن (T_o) يمكن التعبير عنها كما يلي :

$$T_o = (T_m + T_h + T_{th}) \text{ —— (7)}$$

حيث : زمن التشغيل بإنتاج الرائش = T_m

زمن مناولة قطعة الشغل = T_h

زمن مناولة أداة القطع المستخدمة في التشغيل = T_{th}

١ -٥ -١ أمثلة محلـــــولة :

مثال ١ -٥ -١ -١ :

يتم تصنيع قطعة شغل في دفع قدرها ٥٠ قطعة للدفعة الواحدة ، لعدد 8 عمليات تشغيل . والزمن المتوسط لتجهيز الماكينة لعمليات التشغيل هو ٣,٠ ساعات . أما الزمن المتوسط للتشغيل على كل ماكينة لكل قطعة فهو ٦,٠ دقائق . متوسط الزمن لا يتم فيه تشغيل نتيجة للتأخير في مناولة الدفعة المصنعة أو إجراء عمليات القياس وغيرها هو ٧,٠ ساعات .

احسب الزمن الكلي المطلوب لتصنيع الدفعة الواحدة بفرض أن نظام التصنيع يعمل بنظام الوردية الواحدة في اليوم ومدتها ٨,٠ ساعات .

الحل :

T_{su} = 3.0 ساعة و n_m = 8 ماكينة

$T_o = \frac{6}{60}$ = 0.1 ساعة و Q = 50 قطعة

T_{no} = 7.0 ساعة

باستخدام المعادلة (3) الخاصة بالزمن الكلي للتصنيع :

. manufacturing lead time = $n_m (T_{su} + QT_o + T_{no})$

= 8 (3 + 50 x 0.1 +7) = 120 ساعة

إذن الفترة الزمنية بالأيام = $\frac{120}{8}$ = 15 يوم

مثال ١ -٥ -١ -٢ :

إذا كان زمن تحضير ماكينة لأداء عملية تشغيل هو ٣,٠ ساعات ، والزمن الفعلي للتشغيل هو ٢,٥ دقيقة ، وزمن مناولة القطعة هو ٣,٠ دقائق ، وزمن مناولة أداة القطع اللازمة لعملية التشغيل هو ٣٠ ثانية .

ما هي النسبة المئوية للزيادة في معدل الإنتاج عند زيادة القطع المصنعة في الدفعة الواحدة من ٥٠ قطعة إلى ١٠٠ قطعة ؟

الحل :

$R_p = Q/ (T_{su} + QT_o)$

$T_o = (T_m + T_h + T_{th})$

$T_{su} = 3.0$ ساعة $T_m = 2.5$ دقيقة

$T_{su} = 30$ ثانية $= 0.5$ دقيقة

$T_h = 3.0$ دقيقة

$Q = 50$ قطعة

$T_o = (2.5 + 3.0 + 0.5) = 6.0$ دقيقة

$R_p = 50/ (3 \times 60 + 50 \times 6)$

(1) قطعة / الدقيقة : $= \frac{1}{3 \times 6/5 + 6} = \frac{1}{9.6}$

وبالتعويض عن $Q = 100$

$R_p = 100/ (3 \times 60 + 100 \times 6)$

(2) قطعة / الدقيقة : $= \frac{1}{3 \times 6/10 + 6} = \frac{1}{7.8}$

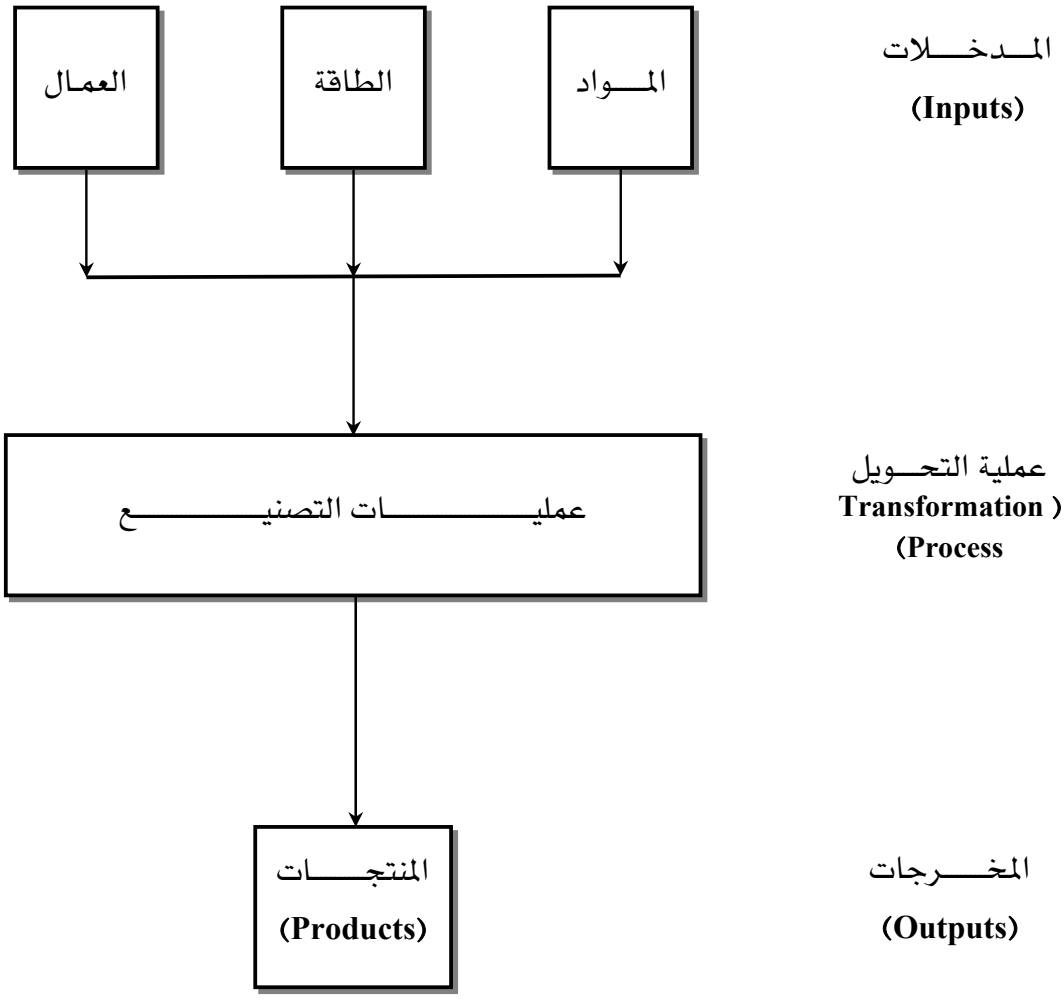
إذن الزيادة في معدل الإنتاج = (2) - (1) :

$= \frac{1}{7.8} - \frac{1}{9.6} = \frac{1.8}{7.8 \times 9.6}$ قطعة / الدقيقة

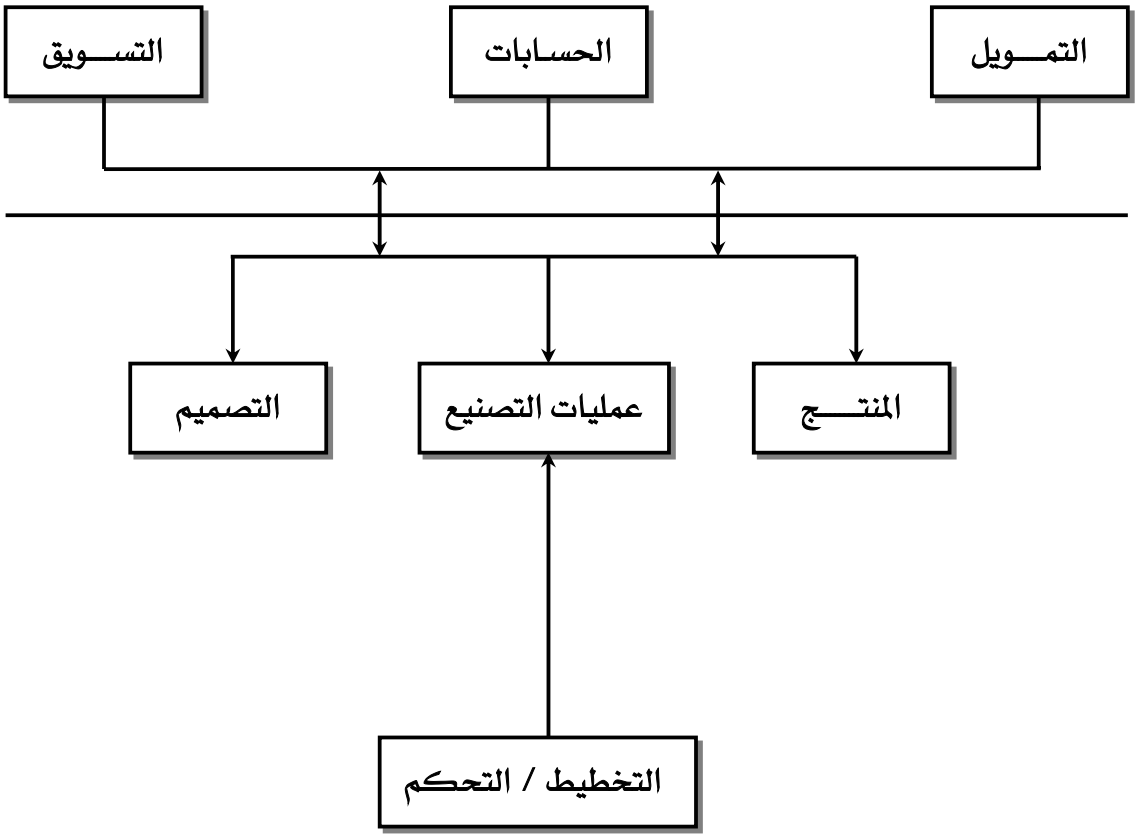
إذن الزيادة % $= \frac{\frac{1.8}{7.8 \times 9.6}}{\frac{1}{9.6}} \times 100$

$\frac{1.8 \times 9.6}{7.8 \times 9.6} \times 100 =$

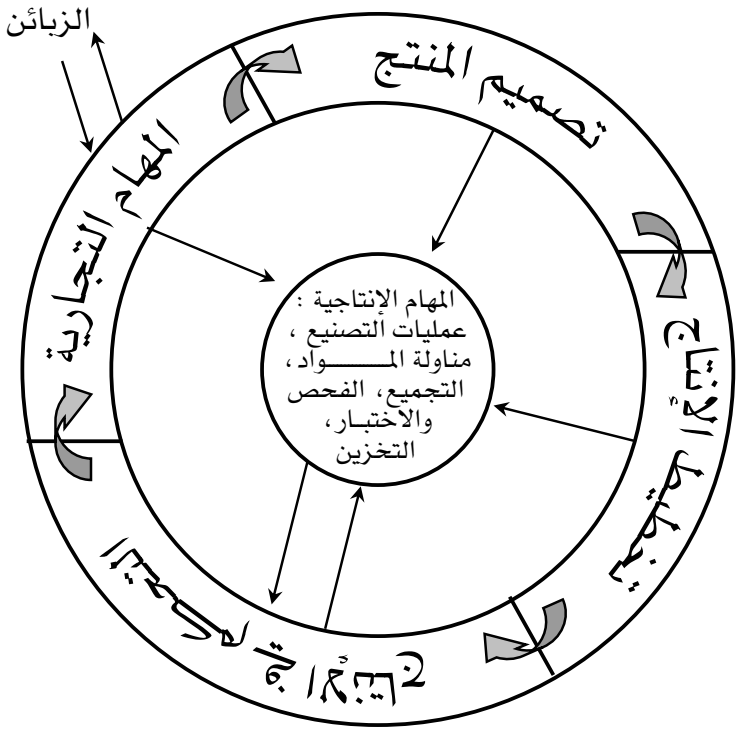
$23.1 \% =$



شكل (١ -١) : عناصر نظام التصنيـــــــع



شكل (١ -٢) نظام التصنيع وعلاقته بمهام الإنتاج الخارجية



شكل (١ -٣) : نموذج لحلقة نقل المعلومات في نظام التصنيع

خلاصة

- نظام التصنيع هو مجموعة موحدة من العناصر العينية والبرمجية تعمل معاً لمعالجة مدخلات الإنتاج لتوفير منتجات تلبي حاجة السوق ، محققة الأداء الأمثل من ناحية الإنتاجية الكلية للنظام ، ومرتبطة بشكل وثيق مع مهام الإنتاج الخارجية .

- الهدف الأساسي لأي نظام تصنيع هو تصنيع منتج أو تقديم خدمة تحقق رغبة المستهلكين بأقل تكلفة وأعلى جودة ، مما يدفع بعجلة الاقتصاد ويوفر الأساس لتكوين ثروة قومية .

- لعمليات الإنتاج الصناعي سبع مراحل رئيسية تتمثل في : تصميم المنتج ، تخطيط الإنتاج ، عمليات التصنيع ، مناولة المواد ، التجميع ، الفحص والاختبار ، التخزين ، والتحكم في الإنتاج .

- يستخدم الحاسب في كل مراحل عمليات الإنتاج الصناعي وذلك إما كتخطيط للإنتاج أو كتحكم في الإنتاج .

- استخدام الحاسب في تخطيط الإنتاج يشمل مجالات مساندة الإنتاج بتوفير المعلومات اللازمة دون أن يكون جزءاً من خط الإنتاج .

- استخدام الحاسب في التحكم في الإنتاج يختص بإدارة وضبط المهام الإنتاجية في المصنع من عمليات تصنيع ومناولة للمواد وغيرها مثل الـ (CNC) والـ (FMS) .

- تحكم نظم التصنيع مجموعة من القوانين الأساسية تبين العلاقات الموجودة بين الزمن الكلي للتصنيع، والمعدل المتوسط للإنتاج ، والزمن المتوسط لإنتاج القطعة الواحدة ، وعدد القطع في الدفعة الواحدة ، وغيرها من عوامل .

تمـــــارين -١ -

(١) أجب بـــ (نعم) أو (لا) :

١. تصميم المنتج من المراحل التي تمس المنتج بصورة مباشرة . ( )
٢. خاصية التجميع لأي نظام تعني أنه يمكن تحديد مكوناته بشكل قاطع . ( )
٣. يزيد الزمن المتوسط لإنتاج القطعة الواحدة بزيادة عدد القطع المنتجة في الدفعة الواحدة . ( )
٤. نظام التطوير الذاتي لا يطور خطط التشغيل بناءً على خطط قياسية جاهزة . ( )
٥. تحقيق المزيد من الآلية في نظم التصنيع له سلبياته وبالتالي يجب عدم السعي لتحقيقه ( )

(٢) أكمل العبارات التالية بوضع الكلمة المناسبة في محل الفراغ :

١. يمثل وضع خطة التشغيل باستخدام ..... حلقة ..... بين نظامي التصميم المدعم بالحاسب و ..... المدعم بالحاسب .
٢. من أمثلة مخطط الموقع الثابت للتصنيع تجميع .....وبناء .....
٣. يكسب المنتج قيمته ..... من مرحلتي عمليات ..... وعمليات .....
٤. نظام التصنيع هو عبارة عن نظام يحتوي على عدة ..... للتصنيع ذات ..... متبادلة ، ويرتبط مع مهام ..... بغرض تحقيق .....الأمثل .
٥. الهدف الأساسي لأي نظام تصنيع هو تحقيق أعلى .... ، وذلك بتصنيع منتجات تحقيق رغبات ..... ، أو تقديم ..... معينة بأقل ..... ، أو تقديم ..... معينة بأقل ..... ، مع مراعاة الاستخدام الأمثل لعناصر ..... .

(٣) اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يلي :

١. خاصية التأقلم من البيئة المحيطة هي من مواصفات :
أ.نظم التصنيع فقط . ب.النظم عموماً . ج.المهام الإنتاجية .
٢. نظام التطوير الذاتي لوضع خطط التشغيل باستخدام الحاسب يعتمد على :
أ.سلسلة من العمليات المنطقية . ب.خطط قياسية جاهزة . ج.تشابه الماكينات .

٣. تتكون نظم التصنيع المرنة من :

أ.ماكينات تحكم رقمي بالحاسب (CNC) فقط . ب.نظام مناولة آلية متكاملة .

ج.ماكينات (CNC) ومعها نظام مناولة آلية متكاملة .

٤. إذا كان زمن تحضير ماكينة تشغيل هو 1.5 ساعة والزمن الفعلي لتشغيل القطعة الواحدة هو 5 دقائق ، وزمن مناولة أداة القطع المستخدمة هو 1 دقيقة ، وزمن مناولة القطعة المراد تشغيلها هو 2 دقيقة .

ما هي النسبة المئوية للزيادة في معدل الإنتاج عند زيادة عدد القطع المصنعة في الدفعة الواحدة من 50 إلى 100 قطعة ؟ .

نظم التصنيع

تصنيف نظم التصنيع

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الأهداف

بإكمال الوحدة الثانية يكون الطالب قادراً على :

- أن يشرح الأسس المختلفة لتصنيف نظم التصنيع .
- أن يسمي الأنواع المندرجة تحت كل تصنيف ويقدم أمثلة عليها من الواقع .

تصنيف نظم التصنيع (٢)

٢ -١ مقـــــــــدمة :

سنحاول هنا في هذه الوحدة أن نصنف الأنواع المختلفة لنظم التصنيع ، أو بصورة أو أخرى الأنواع المختلفة للمخططات الداخلية لهذه النظم . وقد يكون من المفيد لنا أن يعتبر نظام التصنيع وكأنه مكون من أربعة مستويات كما يلي :

١. نظام التصنيع بكامله .
٢. الأقسام التي يتكون منها نظام التصنيع : وهي المعنية بالدراسة في هذه الوحدة . فقد يكون القسم مكوناً من نفس النوع من الماكينات . فالمقصود بالمخطط الداخلي هو كيفية توزيع الماكينات في داخل القسم.
٣. مراكز العمل : وهي التي تتكون منها الأقسام ، فقد يكون مركز العمل عبارة عن ماكينة واحدة أو أكثر بحيث أنه يمثل وحدة واحدة بالنسبة لخطة جدولة عمليات الإنتاج . كما يمكن أن يحتوي مركز العمل على نظم مناولة أو نظم تحكم .
٤. الأجزاء المفردة من المعـــدات : وهي التي تكـــون مركز العمل ، مثل ماكينة عدد أو جهاز مناولة .

إن نظم التصنيع يمكن تصنيفها استناداً على عدة خصائص مثل نوع الخامات المستخدمة في التصنيع، فمثلاً تصنيع منتجات بلاستيكية يحتاج لعمليات تصنيع تختلف تماماً عن منتجات يتم تصنيعها من ألواح من الحديد (صاج) ، وكذلك أيضاً فإن منتجات الألومنيوم تختلف طرق معالجتها والتعامل معها عن منتجات مصنوعة من الحديد الزهر وهكذا . ولكن يبقى من وجهة النظر التحليلية التي تعمل على دراسة أداء نظم التصنيع من خلال إقامة نماذج تمثل هذه النظم ، إن أهم نقطة تعود إلى طريقة توزيع ماكينات ومعدات وعمليات التصنيع في شكل مخطط داخلي يستند إلى أساس معين .

ومن الجدير بالذكر هنا أن هنالك عاملين أساسيين يقودان إلى تحديد نوع نظام التصنيع الذي يمكن أن يحقق أعلى كفاءة إنتاجية ممكنة ، وهما :

١. مستوى الطلب على المنتج .
٢. نوعية تقنية التصنيع .

وأيضاً من المهم ملاحظة أن نوع نظام التصنيع يؤثر على أعداد ونوع الماكينات والمعدات المستخدمة، وكذلك يؤثر على أسلوب تخطيط الإنتاج ومراقبته ، وأيضاً سياسات التخزين الواجب اتباعها.

وقبل أن نشرع في الجزء التالي من هذه الوحدة في شرح الأسس المختلفة لتصنيف نظم التصنيع، يكون من الضروري أن نبين أن تصنيف معظم نظم التصنيع يكون سهلاً في العادة ، ولكن في بعض الأحوال يكون من الصعب تصنيف نظام التصنيع المعني وذلك لتميزه بمواصفات تنتمي إلى أكثر من نوع من أنواع نظم التصنيع حسب طريقة التصنيف المستخدمة .

وفي الوقت نفسه لابد من الإشارة إلى أن نظامين للتصنيع يمكن أن يكونا ضمن نفس المجموعة طبقاً لطريقة تصنيف معينة ، ولكنهما قد يفترقان عندما يتم التصنيف بطريقة أخرى.

٢ -٢ أسس تصنيف نظم التصنيع :

يمكن تصنيف نظم التصنيع على الأسس الخمسة التالية :

٢ -٢ -١ طبيعة المنتج :

يتم التصنيف في هذه الحالة حسب طبيعة المنتج التي تحدد إما كمنتج متفرد (Discrete) (أو متقطع) يمكن تحديده كوحدة واحدة بصورة قاطعة وبالتالي يمكن تقدير كمية الإنتاج في هذه الحالة بعدد القطع المنتجة مثل أن يكون المنتج ترس مخروطي .

وإما أن تحدد طبيعة المنتج كمنتج مستمر السريان (Continuous) وهنا تقدر كمية الإنتاج بالحجم أو الوزن مثل إنتاج النفط في مصفاة لتكرير النفط .

٢ -٢ -٢ طبيعة المعالجة :

يتم تصنيف نظم التصنيع في هذه الحالة إلى ثلاثة أنواع :

(أ) نظام تصنيع يقوم بتشغيل المنتجات بإزالة جزء من المادة الخام مثل خراطة الأعمدة.

(ب) نظام تصنيع يقوم بتشكيل المنتجات إلى شكل يراد الاستفادة منه خلال عملية تشكيل (Forming) من نوع معين مثل سحب الألمنيوم .

(ج) نظام تصنيع يقوم بتجميع عدة أجزاء جاهزة التصنيع في شكل منتج موحد أكثر قيمة وفائدة مثل مصنع لتجميع أجزاء السيارات .

٢ -٢ -٣ نوع المخطط الداخلي لأرضية المصنع (Layout) :

توجد ثلاثة أنواع من المخططات الداخلية لنظم التصنيع التقليدية وذلك كما يلي :

١. مخطط الموقع الثابت (Fixed Position Layout) .
٢. المخطط القائم على نوع عملية التصنيع (Process - Based Layout) .
٣. المخطط القائم على المنتج (Product - Based Layout) .

أما النوع الرابع من المخططات الداخلية فهو مخطط تكنولوجيا المجموعات (Group Technology Layout) وهو خاص بالنظم غير التقليدية (الحديثة) ، والتي سيتم تناولها بالتفصيل في الوحدة الثالثة من وحدات هذا المنهج .

والآن إليك هذا الشرح المبسط لكل نوع من هذه المخططات الداخلية الأربعة :

٢ -٢ -٣ -١ مخطط الموقع الثابت :

يرجع مصطلح الموقع الثابت إلى المنتج نفسه ، والذي بسبب حجمه و/ أو وزنه الكبيرين يبقى في موضعه وتجلب إليه المعدات والأدوات اللازمة لتصنيعه . مثال ذلك تجميع الطائرات وبناء السفن . (أنظر الشكل (٢ -١)) .

٢ -٢ -٣ -٢ المخطط القائم على نوع عملية التصنيع :

في هذا النوع من المخططات ترتب ماكينات التصنيع في أقسام حسب نوع عملية التصنيع أي بعبارة أخرى حسب نوع الماكينة كما هو مبين في الشكل (٢ -٢) ، ويمثل هذا النوع من المخططات أكثر أنواع المصانع تقليدية وأكثرها شيوعاً . فمثلاً تكون ماكينات المخارط (Lathe M/Cs) في قسم قائم بذاته وكذلك تكون ماكينات التفريز (Milling M/Cs) في قسم آخر وهكذا . ويلاحظ في هذا النوع من المخططات وجود عمليات التشغيل الأولية (التخشين) في موقع قريب من جهة تخزين الخامات والمواد الداخلة في التصنيع ، بينما تكون عمليات التشطيب في موقع قريب من موقع تخزين القطع المكتملة التصنيع .

المخطط من هذا النوع يمثل المثال المعتاد في حالتي الإنتاج بالطلبية (Job shop Production) والإنتاج بنظام الدفع (Batch Production) سيتم تناول هاتين الحالتين ضمن الأساس الخامس للتصنيف في نهاية هذه الوحدة .

٢ -٢ -٣ -٣ المخطط القائم على المنتج :

المخططات القائمة على المنتج يتم فيها إنتاج منتج واحد أو منتجات شديدة التشابه، وتتميز بانخفاض مستوى المخزون من المنتجات غير المكتملة بين مراحل التصنيع المختلفة . انظر الشكل (٢ - ٣)

ويمكن تقسيم تطبيقات هذا النوع من المخططات إلى نوعين كما يلي :

(أ)خطوط السريان : (Flow Lines) :

بدأ هذا النوع من المخططات على يد هنري فورد بالولايات المتحدة الأمريكية في مدينة ديترويت في مطلع القرن العشرين الميلادي ، والذي طور خط التجميع الذي تمر عبره مجمعات مكتملة جزئياً على سير نقل (Conveyor) حيث تضاف إلى هذه المجمعات الأجزاء الناقصة لتكتمل تدريجياً أثناء مرورها بمحطات التجميع المرتبة على طول الخط . يتم تحريك المنتج من محطة إلى أخرى بسير نقل أو ما يشابهه من الوسائل .

هذا الأسلوب في التصنيع طور أصلاً للتجميع ولكنه لاحقاً امتد ليشمل أيضاً عمليات التشغيل وسمى هذا التطبيق الأخير بماكينات الانتقال (Transfer M/Cs) سيتم تناول خطوط التجميع بتفصيل أكثر كوحدة منفصلة هي الوحدة الرابعة .

(ب) الإنتاج المستمر : (Continuous Production) :

في هذا النوع من المخططات يصمم المخطط خصيصاً لإجراء التصنيع الذي هو في الأساس عمل واحد وخير مثال لذلك مصفاة لإنتاج النفط .

هذه هي الأنواع التقليدية الثلاثة لمخططات نظم التصنيع الموجودة في الوقت الحاضر ، أما النوع الرابع وهو غير تقليدي ، فهو محاولة للجمع بين كفاءة المخطط القائم على المنتج في شكل خطوط سريان ومرونة المخططات القائمة على نوع عملية التصنيع . وهو كالآتي :

٢ -٢ -٣ -٤ مخطط تكنولوجيا المجموعات :

مع الحاجة المتزايدة لجعل الإنتاج بنظام الدفع أكثر كفاءة وإنتاجية والتوجه المتصاعد لتحقيق أعلى مستوى بين مهام التصميم ومهام التصنيع في المؤسسات الإنتاجية ، برز نظام التصنيع المبني على مخطط تقنية المجموعات كواحد من الطرق المهمة الموجهة لتحقيق هذين الهدفين المذكورين أعلاه .

تكنولوجيا المجموعات (Group Technology) (GT) هي فلسفة تصنيعية يتم فيها تحديد وتصنيف المنتجات للاستفادة من مزايا تشابهها في التصميم والتصنيع في عملية إنتاجها . المنتجات المتشابهة تكون ما يسمى بالأسر (Families) والماكينات المستخدمة لتصنيع الأسرة تسمى مجموعة (Group) .

يمكن النظر إلى مخطط تكنولوجيا المجموعات كمخطط بديل للمخطط القائم على نوع عملية التصنيع يحقق لنظام التصنيع أجواء شبيهة بأجواء المخطط القائم على المنتج .

يمكن اعتبار مخطط تكنولوجيا المجموعات - والذي يسمى تطبيقه في نظم التصنيع بالتصنيع بنظام الخلايا (Cellular Manufacturing) - اختراعاً لا يقل أهمية عن اختراع التحكم الرقمي (Numerical Control) أو الإنسان الآلي (الروبوت) (Robot) .

أنظر الشكل (٢ -٥) الذي يبين مخططاً قائماً على تكنولوجيا المجموعات وقارنه بالمخطط المبين في شكل (٢ -٤) (مخطط قائم على نوع عملية التصنيع) وذلك لتصنيع نفس المنتجات .

٢ -٢ -٤ تصنيف نظم التصنيع على أساس حجم ومعدل الإنتاج :

يمكن تصنيف نظم التصنيع طبقاً لحجم ومعدل الإنتاج للأنواع التالية :

٢ -٢ -٤ -١ الإنتاج بالطلبية : (Jop Shop Production) :

يتميز هذا النوع من نظم التصنيع بانخفاض حجم الإنتاج ، ويكون الطلب الذي تتلقاه الجهة المصنعة عادة لعدد محدود من نوع معين ، وغالباً ما يكون المراد تصنيع وحدة واحدة فقط من النوع المطلوب . وهذا النوع من الإنتاج تكون مهمته هي مقابلة طلبات الزبائن التي تتميز بالتنوع الشديد ، وهذا يتطلب أن تكون ماكينات الإنتاج من نوع ماكينات الأغراض العامة (General Purpose M/Cs) ، والتي تتميز بالمرونة في نوع العمليات التي تستطيع إنجازها ، ويجب أن يرافقها كذلك ارتفاع المستوى التقني للعاملين على هذه الماكينات .

٢ -٢ -٤ -٢ الإنتاج على دفعات : (Batch Production)

وهذا النوع من نظم التصنيع يشمل إنتاج كميات من نوع واحد بحجم إنتاج متوسط ، وقد يتم إنتاجها مرة واحدة فقط أو قد يتكرر إنتاجها بعد فترات معلومة ويكون الغرض من الإنتاج عادة الوفاء بطلب مستمر معلوم لزبون معين ، مع ملاحظة أن الطاقة الإنتاجية تكون أكبر من حجم الطلب . ولذلك نجد أن هدف الإنتاج يكون هو إيجاد مخزون بحجم معين لجزء أو منتوج ما ، ثم يحول الإنتاج لتحقيق نفس الأغراض لمنتجات (أو طلبات) أخرى ، وعندما يكون المخزون في طريقه للنفاد يعاد الإنتاج مرة أخرى لتحقيق مستوى معين لحجم المخزون .

نوع ماكينات الإنتاج في هذه الحالة هو ماكينات الأغراض العامة أيضاً ولكن ملاحظة أنها تتميز بطاقات إنتاجية أكبر من حالة الإنتاج بالطلبية ، ويرافق هذه الماكينات عادة وسائل تثبيت ومرشدات لأدوات القطع مصممة خصيصاً لرفع الإنتاجية .

٢ -٢ -٣ -٤ الإنتاج الكمي : (Mass Production)

هو نظام تصنيع ذو إنتاج مستمر ومتخصص في إنتاج منتجات متطابقة ، ويتميز بضخامة حجم الإنتاج، واستعمال ماكينات مصممة خصيصاً لإنتاج منتج معين ، كما يتميز بضخامة حجم الطلب على منتوجاته .

ولذلك أن ماكينات الإنتاج في هذه الحالة هي من النوع المتخصص الأغراض أكثر من أن تكون عامة الأغراض .

ويكون الاستثمار في هذه الماكينات وتجهيزاتها الخاصة برأس مال كبير. كما يلاحظ التدني النسبي لمستوى مهارة العاملين على هذه الماكينات مقارنة بالماكينات المستخدمة في حالتي الإنتاج بالطلبية والإنتاج على دفعات ، حيث أن هذه الماكينات المتخصصة لا تعتمد على مهارة العاملين بل يعتمد إنتاجها على دقة وكفاءة هذه الماكينات نفسها .

يمثل الشكل (٢ -٦) ملخصاً لخصائص أنواع الإنتاج الثلاثة ، مع ملاحظة أنه من الصعب جداً رسم خط فاصل بين هذه الأنواع الثلاثة لوجود تداخل بينها .

٢ -٢ -٥ التصنيف طبقاً لنوع المادة الخام :

يتم في هذه الحالة تصنيف نظم التصنيع حسب نوع الخامة التي يتم تحويلها إلى منتجات مباشرة أو تجهيزها للاستخدام في صناعات أخرى ،ويشمل هذا التصنيف كافة أنواع الخامات سواءً كانت مستخرجة من باطن الأرض أو من على سطحها أو كانت خامات زراعية ، وعلى هذا الأساس نستطيع تقسيم نظم التصنيع إلى الأنواع التالية :

٢ -٢ -٥ -١ الصناعات المعدنية :

وهي التي يتم فيها استخلاص المعادن من خاماتها وتجهيزها بصورة محددة أو مقاطع هندسية قياسية تمكن من استخدامها في صناعات أخرى ، مثل الصناعات الهندسية (التي سنقوم بشرحها ضمن هذا التصنيف) أو مجال الإنشاءات . وتحتاج الصناعات المعدنية عموماً إلى مقدرات هندسية وتقنية عالية .

٢ -٢ -٥ -٢ الصناعات الهندسية :

هي الصناعات التي تقوم بتحويل منتجات الصناعات المعدنية إلى سلع إنتاجية مثل ماكينات العدد (M/C Tools) وأدوات القطع ، أو سلع استهلاكية مثل الأجهزة المنزلية والسيارات ، وتحتاج مثل هذه الصناعات إلى أفراد ذي تأهيل وخبرات هندسية وتقنية مرتفعة . هذا وفي الواقع فإن الصناعات الهندسية تشكل صناعة محورية يعطي تقدمها مؤشرات مهمة جداً على مدى تقدم القطاع الصناعي ككل.

٢ -٢ -٥ -٣ الصناعات الكيميائية :

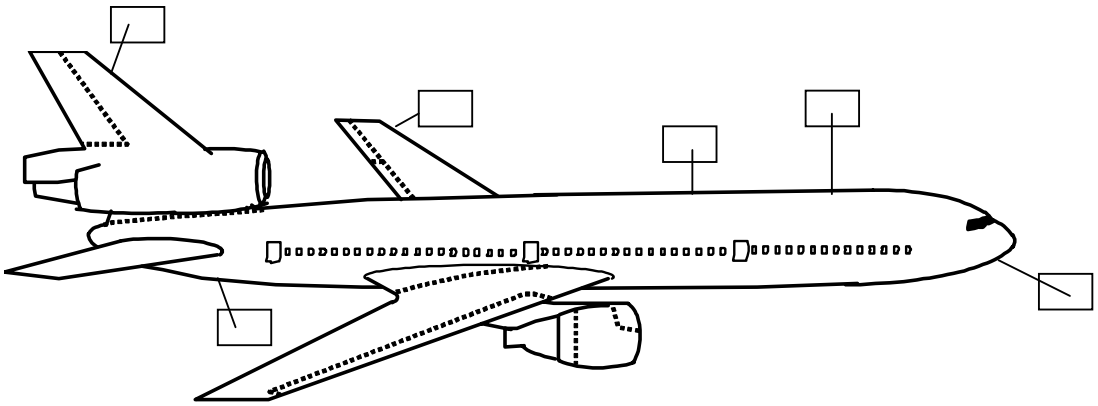
هي الصناعات التي تعتمد على عمليات فيزيائية وكيميائية لمعالجة الخامات المختلفة وتحويلها إلى منتجات، وذلك مثل صناعات البتروكيمائيات والأسمدة والزجاج والقلويات وغيرها .

٢ -٢ -٥ -٤ صناعات الغزل والنسيج :

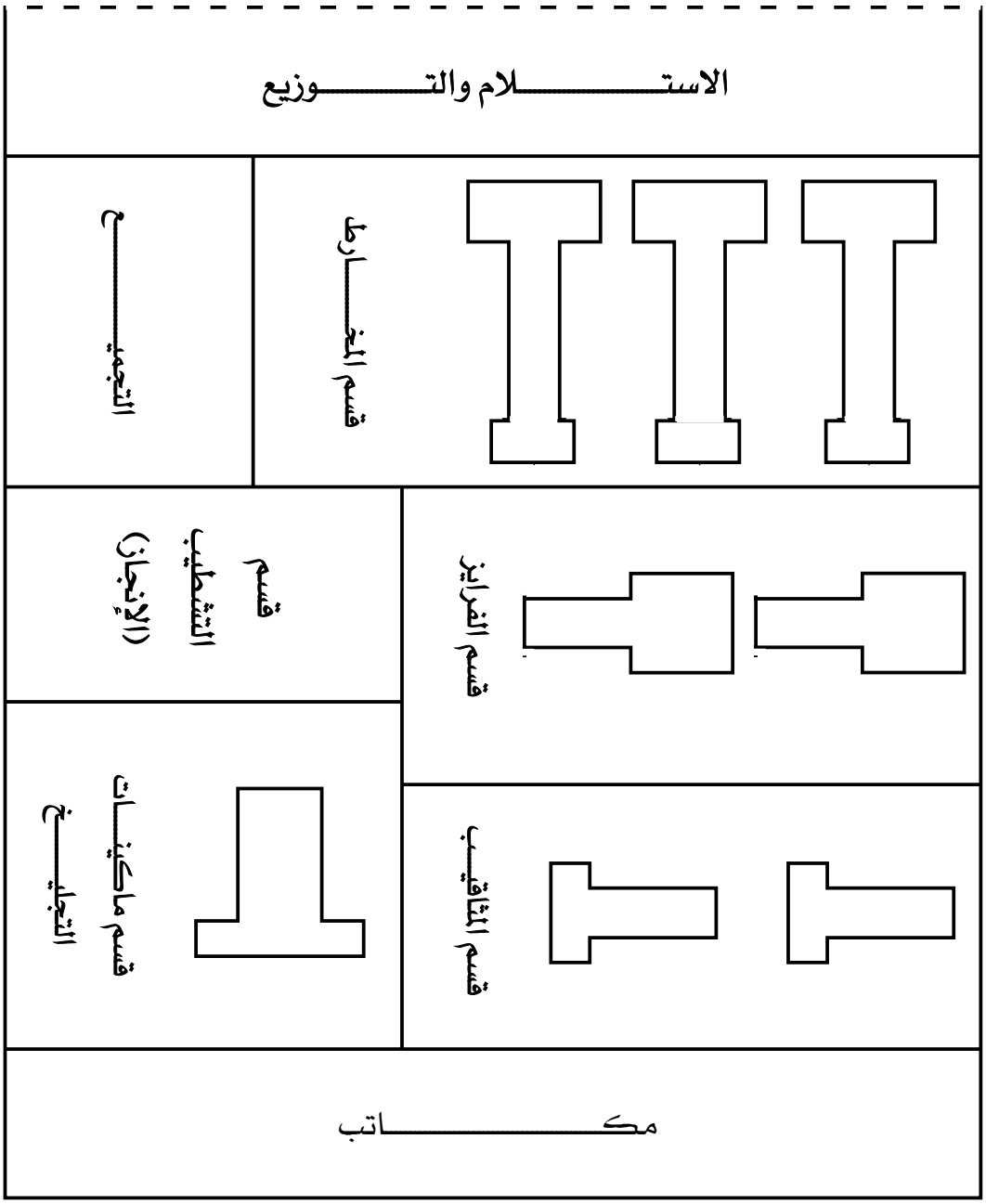
هي الصناعات التي يتم فيها تحويل الألياف الطبيعية والصناعية إلى خيوط ومنسوجات وحبال وسيور وغيرها من منتجات .

٢ -٢ -٥ -٥ الصناعات الغذائية :

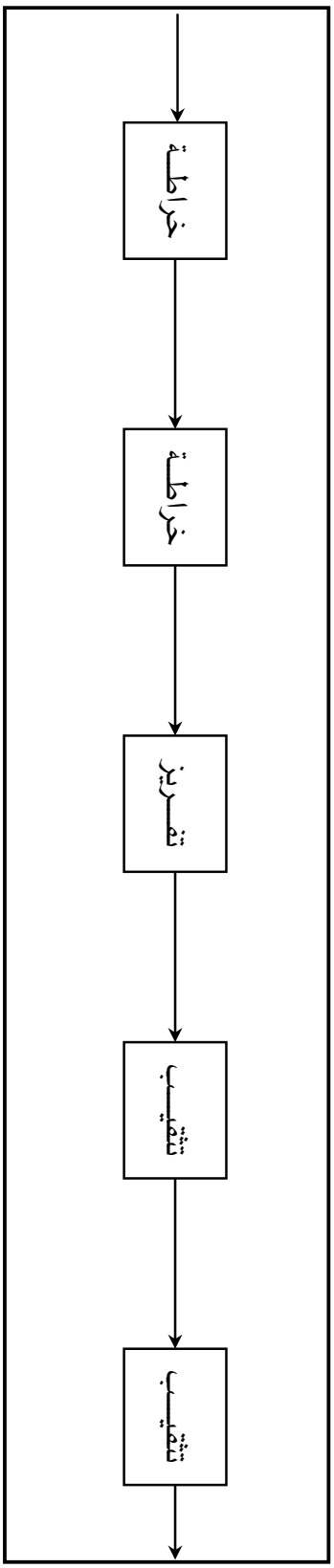
هي الصناعات العاملة في حفظ وتعبئة وتصنيع مختلف المنتجات الزراعية والحيوانية في شكل أغذية محفوظة أو معلبة أو مشروبات أو حلويات .



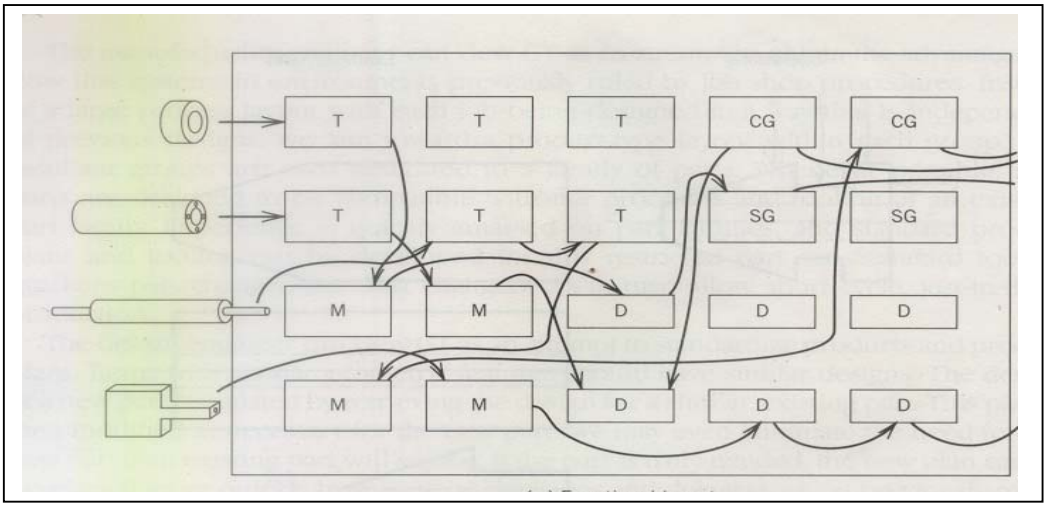
شكل (٢ -١) تجميع أجزاء الطائرات كمثال لمخطط الموقع الثابت



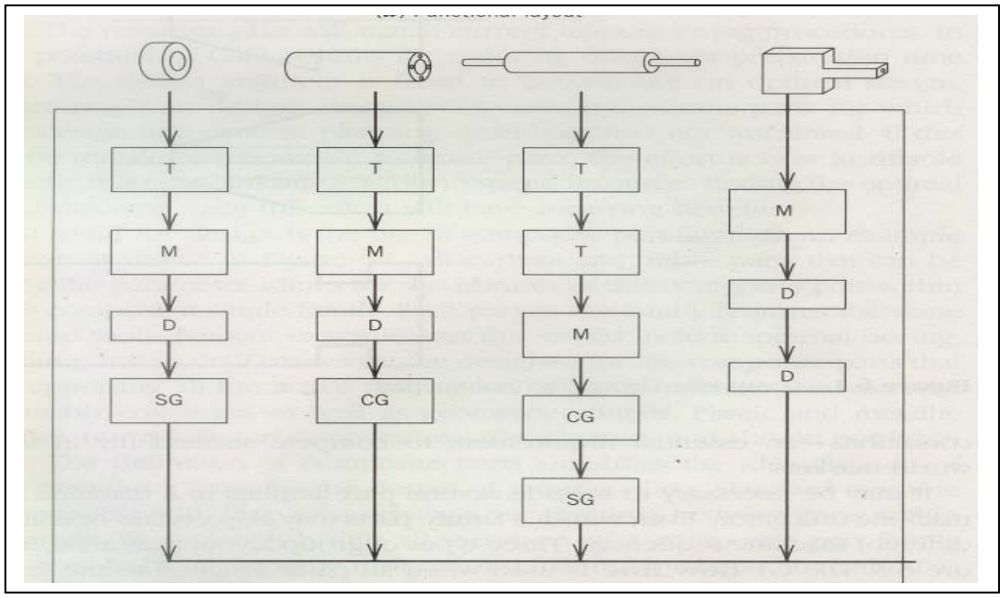
شكل (٢ -٢) : مثال لمخطط قائم على نوع عملية التصنيـــــع



شكل (٢ -٣) مثال لمخطط قائم على المنتج



شكل (٢ -٤) مخطط قائم على نوع عملية التصنيع



شكل (٢ -٥) : مخطط تكنولوجيا المجموعات

مفتاح الرموز

T : خراطة.
M : تفريز
D : تثقيب
SG : تجليخ سطحي
CG : تجليخ اسطواني

الإنتاج الكـــمي

الإنتاج على دفعات

الإنتاج بالطـــلبية

ضخم ← حجم الإنتاج → منخفض

كبير ← معدل الإنتاج → قليل

خاصة الأغراض ← نوع الماكينات → عامة الأغراض

سائدة ← تجهيزات خاصة للماكينات → نادرة

متدنٍ ← مستوى مهارة العمال → مرتفع

شكل (٢ -٦) : مقارنة بين نظم التصنيع طبقاً لحجم ومعدل الإنتاج

خلاصة الوحدة الثانية

- يمكن تصنيف نظم التصنيع على خمسة أسس هي :

١. طبيعة المنتج .
٢. طبيعة المعالجة .
٣. نوع المخطط الداخلي لأرضية المصنع .
٤. حجم ومعدل الإنتاج .
٥. نوع المادة الخام .

- التصنيف حسب طبيعة المنتج يقسم نظم التصنيع إلى مجموعتين : منتج متفرد يحدد إنتاجه بعدد القطع المنتجة، ومنتج مستمر السريان بقدر إنتاجه بالحجم أو الوزن .

- التصنيف حسب طبيعة المعالجة ينتج عنه ثلاثة أنواع : تصنيع بالتشغيل ، تصنيع بالتشكيل ، تصنيع بالتجميع .

- التصنيف حسب نوع المخطط الداخلي لأرضية المصنع يؤدي إلى أربعة أنواع : الموقع الثابت ، نوع عملية التصنيع ، المنتج ، تكنولوجيا المجموعات .

- التصنيف طبقاً لحجم ومعدل الإنتاج يشمل الأنواع التالية : الإنتاج بالطلبية ، الإنتاج على دفعات ، الإنتاج الكمي .

- اعتماد نوع المادة الخام كأساس للتصنيف يقود إلى خمس مجموعات : الصناعات المعدنية ، الصناعات الهندسية ، الصناعات الكيميائية ، صناعات الغزل والنسيج ، الصناعات الغذائية .

- نوع نظام التصنيع يتأثر بمستوى الطلب على المنتج ومستوى التقنية المستخدمة ، ويؤثر بدوره على تخطيط ومراقبة الإنتاج وسياسات التخزين الواجب إتباعها .

- تصنيف نظم التصنيع تكتنفه صعوبات في بعض الأحوال .

تمـــــارين - ٢ -

(١) أجب بـ (نعم) أو (لا) فيما يلي :

١. المخطط القائم على نوع عملية التصنيع يقتضي وجود الماكينات من النوع الواحد في نفس القسم . ( )
٢. مخطط الموقع الثابت يتميز بخفة وزن منتجاته . ( )
٣. في نظام الإنتاج على دفعات تكون الطاقة أقل من حجم الطلب . ( )
٤. تستخدم ماكينات متخصصة الأغراض في حالة الإنتاج بالطلبية . ( )
٥. يتميز نظام الإنتاج الكمي بتنوع منتجاته . ( )

(٢) أكمل العبارات التالية بوضع الكلمة المناسبة في محل كل فراغ :

١. من أمثلة مخطط الموقع الثابت للتصنيع تجميع ..... وبناء .....
٢. الصناعات ..... صناعة محورية تدل على مدى تقدم القطاع الصناعي.
٣. يستخدم نظام الإنتاج على دفعات ماكينات ..... الأغراض ، يرافقها عادة وسائل ..... و ..... لأدوات القطع .
٤. يمكن تصنيف مصفاة لإنتاج النفط كمخطط قائم على ..... .

(٣) اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يلي :

١. في حالة الإنتاج بنظام الدفع يكون حجم الإنتاج :
أ. منخفض . ب. مرتفع . ج. متوسط .
٢. تم تطوير خطوط السريان أصلاً لـ :
أ. التجميع . ب. التشغيل . ج. التشكيل .
٣. المستوى التقني للعاملين في نظام إنتاج بالطلبية يكون عادة :
أ. مرتفعاً . ب. منخفضاً . ج. غير محدد .

نظم التصنيع

نظم التصنيع الحديثة

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الأهداف

بإكمال الوحدة الثالثة يكون الطالب قادراً على:

- أن يشرح المفهوم الأساسي لتكنولوجيا المجموعات في والمزايا المصاحبة لها.
- أن يصف التصنيع بنظام الخلايا والبيئة المناسبة لاستخدامه، ويشرح العلاقة بينه وبين تكنولوجيا المجموعات.
- أن يعقد مقارنات تفصيلية بين التصنيع بنظام الخلايا والنظم ذات المخططات الداخلية المصممة حسب نوع عملية التصنيع.
- أن يشرح الأهداف والمراحل الرئيسية لعملية تصميم خلايا التصنيع، ويصف العلاقات بين المراحل المتعاقبة.
- أن يقدم أمثلة حول تطبيقات تكنولوجيا المجموعات في نظم التصنيع.
- أن يشرح المفاهيم الأساسية لكل من نظامي التصنيع المرن (FMS) و التصنيع المتكامل بالحاسب (CIM) وأن يذكر مع التعريف أهم أنواع المرونة المطلوبة في نظم التصنيع.
- أن يتمكن من تشكيل خلايا التصنيع باستخدام كلاً من خوارزم العلاقة المفردة للتجميع (SLCA) وخوارزم التجميع بترتيب القيمة الرقمية (ROC).

نظم التصنيع الحديثة (٣)

٣ -١ مقـــــــــدمة :

بعد وقت قصير من نهاية الحرب الكونية الثانية ، ومع زيادة الطلب على منتجات أكثر تعقيداً ، تم اختراع ماكينات التحكم الرقمي (Numerical Control M/Cs) (NC) لتحد بشكل فعال من الحاجة الماسة لعمالة ماهرة لتشغيل نظم التصنيع ومنذ خمسينات القرن العشرين الميلادي حدثت عدة تطورات علمية وتقنية ، وكان من أبرزها اختراع الحاسب الذي يشكل العمود الفقري لتطور عدة تقنيات صناعية من تحكم رقمي وروبوت وتصنيع مدعم بالحاسب (CAM) ونظم تصنيع مرنة (FMS) . وقد وفرت هذه التقنيات المبنية على الحاسب إمكانية تصنيع منتجات على شكل دفع صغيرة بتكلفة منخفضة . وبشكل مستمر أخذ الحاسب في إزاحة أو مساعدة العامل البشري في اتخاذ القرار . ويمكن بسهولة ملاحظة التحول الذي حدث من حالة إنتاج منتجات صناعية محدودة لعدد قليل من الناس إلى حالة إنتاج ضخم لكل الناس .

وكاستجابة للنمو السريع للطلب على المنتجات الصناعية تم تطوير عدة أساليب للإنتاج الكمي . ولكن مع ازدياد الرغبة في تنويع المنتجات الصناعية تحول الإنتاج مرة أخرى من إنتاج ضخم إلى إنتاج على دفعات متوسطة أو صغيرة . وأخيراً في الثمانينات من القرن العشرين أجبرت المنافسة العالمية الشرسة الشركات على تبني أسلوب إنتاج سريع لمنتجاتها مع استخدام حد أدنى لحجم المخزون ، مما جعل المنافسة في عالم اليوم تعتمد على الآلية مع ضمان عدم التفريط في مرونة الإنتاج في نفس الوقت . المطلوب من الآلية إذن هو توفير الجودة العالية والأسعار المنخفضة وأيضاً المرونة . وكان من الواضح أن الحل يمكن في التصنيع المدعم بالحاسب (CAM) على مستوى خط الإنتاج . ولكن بالطبع على المستوى الكلي لعملية التصنيع فإن الحل يكمن في استخدام التصنيع المتكامل بالحاسب (Computer - Integrated Manufacturing) (CIM) .

إن التصنيع المدعم بالحاسب يعتبر جزءاً من التصنيع المتكامل بالحاسب، حيث تشكل تكنولوجيا المجموعات (GT) ونظم التصنيع المرنة (FMS) تقنيات مهمة وضرورية لتطبيق نظم التصنيع المدعم بالحاسب.

٣ -٢ تكنولوجيا المجموعات وتطبيقاتها في نظم التصنيع :

لقد تقدم أن عرفنا تكنولوجيا المجموعات (GT) في الوحدة الثانية بأنها فلسفة تصنيعية يتم فيها تحديد القطع المتشابهة وتصنيفها إلى أسر للاستفادة من مزايا تشابهها من ناحيتي التصميم والتصنيع.

وتوفر تكنولوجيا المجموعات بديلاً جذاباً لنظام المخطط الداخلي التقليدي المبني على نوع عملية التصنيع، وبذلك يمكن اعتبار تكنولوجيا المجموعات كاستراتيجية وسيطة تحاول أن تجمع بعضاً من المزايا التشغيلية لخطوط التجميع (خطوط السريان) مع المحافظة على بعض المزايا الاستراتيجية لنظام الإنتاج بالطلبية.

في مخطط تكنولوجيا المجموعات توزع القطع المراد تصنيعها إلى أسر، حيث توجد مجموعة ماكينات مقابلة لكل أسرة يتم فيها تصنيع القطع المنتمية لهذه الأسرة.

وإذا قارنا مخطط تكنولوجيا المجموعات بالمخطط التقليدي المبني على نوع عملية التصنيع فإننا نجد أن نظام تكنولوجيا المجموعات يتميز بالآتي:

أولاً : وجود ماكينات المجموعة الواحدة متقاربة وتحت إشراف ملاحظ واحد يوفر المزايا التالية :

١. تحقيق زمن كلي للتصنيع أقل مما هو متاح في حالة النظام التقليدي وهذا يعني مستويات تخزين أقل وبالتالي تكلفة أقل للتخزين.
٢. جودة أفضل بمعنى انخفاض مستوى القطع المرفوضة لعدم تطابقها مع مواصفات التصنيع.
٣. انخفاض تكلفة مناولة المواد.

ثانياً : مجموعات (أو خلايا) التصنيع عموماً تكمل تصنيع القطع التي تدخلها وبالتالي فإن مسئولية الجودة والتكلفة والالتزام بتاريخ تسليم المنتج المكتمل للزبون ترجع كلها لملاحظ المجموعة ، وهذا يقود للآتي :

٤. إنتاج بمستوى موثوقية أعلى.
٥. انخفاض في التكلفة غير المباشرة للعمالة.

ثالثاً: وجود أكثر من نوع من الماكينات في المجموعة الواحدة وإمكانية التعامل مع مدى واسع من العمليات الإنتاجية يوفر الآتي:

٦. عمالة أكثر تأهيلاً للترقي.

رابعاً : حيث أن خلية التصنيع عموماً تكمل كل عمليات التصنيع المطلوبة لمجموعة من القطع المتشابهة (الأسرة) فإن هذا يوفر الخطوة الأولى نحو الآلية (أو الأتمتة) (Automation) وبالتالي فإن تكنولوجيا المجموعات :

٧. تساعد على تطوير نظم آلية للتصنيع.

٣ -٢ -١ التصنيع بنظام الخلايا وتطبيقاته: (Cellular Manufacture) (CM)

يمكن تعريف التصنيع بنظام الخلايا بأنه تطبيق لتكنولوجيا المجموعات حيث يتم تحويل جزء من نظام التصنيع إلى خلايا (حيث تتكون الخلية من مجموعة من الماكينات وأسرة من قطع الشغل التي تصنع بواسطة هذه المجموعة) .

يمكن تقسيم خلايا التصنيع إلى أربعة أنواع طبقاً لعدد الماكينات الموجودة في الخلية ودرجة الآلية المستخدمة في مناولة المواد كما يلي :

١. خلية الماكينة الواحد (Single M/C Cell) .
٢. خلية مجموعة الماكينات ذات المناولة اليدوية (Group M/C Cell With Manual Handling) .
٣. خلية مجموعة الماكينات ذات المناولة الآلية شبه المتكاملة (Group M/C Cell With Semi-Integrated Handling) .
٤. خلية مجموعة الماكينات ذات المناولة الآلية المتكاملة (أو خلية نظام التصنيع والمرن) .

يناسب التصنيع بنظام الخلايا الإنتاج المتوسط في تنوع المنتجات والمتوسط كذلك في حجم الإنتاج . فإذا كان حجم الإنتاج منخفضاً وكان التنوع في المنتجات كبيراً لدرجة وجود تشابه ضئيل بينها فإن تطبيق نظام الخلايا سيكون محدود الفائدة .

لقد وجدت تكنولوجيا المجموعات تطبيقات كثيرة في مختلف دول العالم ، وذلك في مدى واسع يغطي كل المجالات التي تعمل فيها أي شركة من شركات التصنيع الحديث ابتداءً من التصميم والتخطيط إلى تنظيم وتوزيع معدات التصنيع في شكل مخططات داخلية قائمة على تكنولوجيا المجموعات .

والجدير بالذكر أن هذه التقنية نشأت في أربعينات القرن العشرين الميلادي في روسيا (الاتحاد السوفيتي السابق) ، ثم انتقلت إلى بريطانيا ، وهاجرت بعد ذلك إلى الولايات المتحدة الأمريكية ، وأخيراً تلقفتها اليابان بحفاوة بالغة حيث طوعتها لتطوير صناعتها إلى أقصى مدى ممكن .

ونستطيع أن نلاحظ الاختلاف في ناحية التركيز في تطبيق تكنولوجيا المجموعات من قطر لآخر من الأقطار المتقدمة صناعياً التي تبنت هذه الفلسفة التصنيعية .

فمثلاً بالنسبة لروسيا كان التركيز في البداية في تحديد أسرة من المنتجات التي تصنع في ماكينة واحدة بهدف تقليل زمن إعادة ضبط الماكينة وكذلك تحقيق كفاءة استخدام أدوات التصنيع (القطع) .

أما في بريطانيا فقد كان التركيز يتمثل في إيجاد مخططات قائمة على تكنولوجيا المجموعات في شكل خطوط سريان ، وفي تحقيق قياسية تصميم المنتجات وجعلها أكثر تشابهاً لجني فوائد ذلك عند التصنيع.

٣ -٢ -٢أمثلة لتطبيق تكنولوجيا المجموعات في نظم التصنيع :

لقد وجدت تكنولوجيا المجموعات تطبيقات ناجحة في نظم التصنيع في الكثير من دول العالم المتقدم صناعياً وكذلك في بعض الدول النامية الطامحة للحاق بركب التقدم الصناعي ، وقد شملت هذه التطبيقات قطاعات صناعية عديدة غطت مجالات تشغيل المعادن ، صناعات تشكيل البلاستيك ، بالحقن، وصناعات التجميع باللحام وغيرها .

وسنورد هنا مثالين نشرح فيها خلاصة التطبيق الذي تم والفوائد التي تم حينها بناءً على التحول الذي تم من نظام تصنيع تقليدي إلى نظام حديث قائم على تكنولوجيا المجموعات .

المثال الأول : هو من الهند ، حيث استطاعت الشركة الهندية الهندسية (Indian Engineering Company) أن تطبق نظام تكنولوجيا المجموعات بنجاح على مصنعها الذي ينتج ٣٥٠٠ منتجاً تشمل مختلف الوصلات والجلب والمثبتات بكميات تتراوح بين وحدة واحدة و ٩٠٠٠ وحدة ، حيث تحتاج كل قطعة منتجة إلى عمليات تصنيع تتراوح بين عملية واحدة و ١٨ عملية : يستخدم المصنع ١٢٠ ماكينة ، بعضها ماكينات تشكيل والبعض الآخر ماكينات تشغيل ، وهذه الماكينات موزعة على شكل مخطط داخلي قائم على نوع عملية التصنيع ، مكون من ستة أقسام ، وكل قسم له ملاحظ مستقل .

عندما قررت الشركة التحول إلى نظام حديث مبني على تكنولوجيا المجموعات استطاعت أن تعيد تنظيم المصنع على شكل ١٤ خلية تصنيع تراوحت أعداد الماكينات فيها ما بين ماكينتين و ١٣ ماكينة ، بينما تراوح عدد القطع المنتجة في كل خلية ما بين ٣٦ منتجاً و ٧٢٩ منتجاً .

الفوائد التي جنتها الشركة من هذا التحول شملت الآتي :

أ - تخفيض عدد الماكينات من ١٢٠ ماكينة إلى ٩٤ ماكينة .

ب - تحسنت النسبة المئوية لاستغلال ماكينات التصنيع من ٥١٪ إلى ٧٤٪ .

ج - انخفض حجم المنتجات غير المكتملة التصنيع وكذلك النقص في القطع المكتملة التصنيع اللازمة لعمليات التجميع نتيجة للتخفيض في الزمن الكلي للتصنيع.

د - مساحة الأرضية اللازمة لوضع الماكينات نقصت بنسبة ٢١٪.

ه - تحقيق تحكم في الإنتاج أكثر سهولة وفعالية.

المثال الثاني هو من المملكة المتحدة ويعود إلى شركة الفرد هيرمرت (Alfred Herbert) العاملة في مجال تصنيع ماكينات العدد، حيث تنتج هذه الشركة - المصنفة ضمن شركات التصنيع المتوسط إلى الثقيل – أكثر من ٧٠٠٠٠ من قطع المنتجات المختلفة الداخلة في تصنيع ماكينات العدد، ونستخدم في ذلك أكثر من ١٠٥٠ ماكينة تصنيع موزعة على مصنعين في شكل مخطط داخلي يقوم على نوع عملية التصنيع: المشاكل الرئيسية التي دفعت الشركة للتحول إلى نظام تصنيع قائم على تكنولوجيا المجموعات تمثلت في طول فترات الزمن الكلي للتصنيع التي تراوحت ما بين ١٢ شهر و ١٨ شهر ، وضخامة حجم المنتجات غير المكتملة التصنيع والتي تكلف الشركة أكثر من ٤,٥ مليون جنيه إسترليني.

تم التحول إلى نظام تكنولوجيا المجموعات حيث قسم المصنع الأول إلى ٢٦ خلية تصنيع بينما قسم المصنع الثاني إلى ١٨ خلية تصنيع، تحتوي في مجموعها على أكثر من ٧٠٠٠ ماكينة وتغطي حوالي ٩٠٪ من القطع التي تنتجها الشركة. تفاوتت خلايا التصنيع في حجمها بشكل واضح إذا تراوحت أعداد العمال في كل خلية ما بين خمسة عمال و ٣٤ عامل.

أكبر الخلايا استخدمت لتصنيع التروس واحتوت على ٦١ ماكينة، وكان معدل الإنتاج في هذه الخلية حوالي ٨٠٠٠ ترس في الشهر في دفع تراوحت ما بين عشرة و ١٥٠ ترس في الدفعة الواحدة.

الفوائد التي جنتها الشركة تمثلت في تحقيق تخفيض متوسط في حجم القطع غير المكتملة التصنيع بلغ حوالي ٧٢٪ في بعض الخلايا و ٩٢٪ في البعض الآخر، وكذلك تحقيق تخفيض في الزمن الكلي للتصنيع من ١٨ أسبوع إلى ثلاثة أسابيع في خلية تصنيع التروس وبعض الخلايا الأخرى .

٣ -٢ -٣ أنواع المخططات القائمة على تكنولوجيا المجموعات:

يمكن تقسيم المخططات الداخلية المبنية على تكنولوجيا المجموعات إلى ثلاثة أنواع كالآتي :

٣ -٢ -٣ -١ خط سريان تكنولوجيا المجموعات : (GT Flow Line)

يستخدم هذا النوع عندما تكون كل القطع المطلوب تصنيعها تتبع نفس الترتيب في استخدام الماكينات حتى يكتمل تصنيعها ، ولكن هذا لا يستلزم أن تجري عمليات تصنيع لكل قطعة شغل على جميع الماكينات الموجودة في خط السريان، وفي مثل هذه الحالات فإن قطعة الشغل تواصل مرورها في خط السريان متجاوزة الماكينات التي لا تدخل ضمن خطة تشغيلها إلى الماكينات التي تليها وهكذا دون إخلال بخاصية السريان التي يتميز بها هذا النوع من مخططات تكنولوجيا المجموعات. (أنظر الشكل (٣ -١)).

٣ -٢ -٣ -٢ خلية تكنولوجيا المجموعات : (GT Cell)

يسمح هذا النوع من المخططات بمرور المنتجات من أي ماكينة إلى أخرى حتى تتم عملية تصنيعها دون إلزام بتوحد اتجاه مرور كل المنتجات في الخلية ، كما هو الحال في مخطط خط سريان تكنولوجيا المجموعات (انظر الشكل (٣ -٢)) .

٣ -٢ -٣ -٣ مركز تكنولوجيا المجموعات : (GT Centre)

يستوعب هذا النوع في داخله نوعاً تقليداً من المخططات الداخلية في إطار خلية التصنيع المبنية على تكنولوجيا المجموعات، ثم يطبق عليها الفكرة الأساسية لتكنولوجيا المجموعات في تقسيم قطع الشغل إلى أسر. فيتم تنظيم الماكينات في شكل مخطط داخلي قائم على نوع عملية التصنيع، ولكن كل ماكينة من الماكينات المتشابهة مسؤولة فقط عن تصنيع قطع الشغل التي تنتمي إلى أسرة معينة، وبالتالي فإنها لا تقبل قطع الشغل من أي أسرة أخرى ، كما هو موضح في شكل (٣ -٣) .

٣ -٣ الأهداف والمراحل الرئيسية لعملية تصميم نظام خلايا التصنيع :

يتم تصميم نظام خلايا التصنيع عبر ثلاث مراحل رئيسية كالآتي:

١. تحديد سياسة إدخال استخدام نظام خلايا التصنيع، وأهداف هذا الاستخدام، وتخيط النظام الإنتاجي المطلوب لمقابلة هذه الأهداف، وعمل أية تغيرات أو تعديلات لازمة في هيكل أقسام المؤسسة الإنتاجية.
٢. حصر قطع الشغل المراد تصنيعها ، ومن ثم تقسيمها إلى أسر ، وتحديد مجموعة الماكينات المقابلة لكل أسرة .

٣. القيام بتخطيط العمالة والإدارة ، ووضع المخطط الداخلي وتحديد الخدمات لكل خلية ، وكذلك أي خدمات مساندة ضرورية لهذه الخلايا .

وتهدف عموماً الطرق المختلفة لتصميم نظام التصنيع القائم على الخلايا إلى تحقيق كل أو بعض الأهداف التالية :

١. تقليل الانتقالات (Intercell) لقطع الشغل من خلاياها الأساسية إلى خلايا أخرى لإكمال عمليات تصنيعها . أي أن الوضع المثالي هو اكتمال تصنيع أي قطعة شغل داخل خليتها حيث تصنع بقية قطع شغل الأسرة التي تنتمي إليها ، دون حاجة للخروج إلى خلية (أو خلايا) أخرى .
٢. توفير الحد الأقصى من عمليات التصنيع لكل قطعة شغل داخل خليتها الأساسية وذلك في شكل نسبة مئوية .
٣. تخفيض التكلفة الكلية للإنتاج وذلك بتخفيض زمن إعادة تجهيز الماكينات ، وأيضاً تخفيض حجم المخزون من القطع غير مكتملة التصنيع بين مراحل الإنتاج المختلفة ، كما يشمل هذا الهدف معالجة عوامل أخرى ذات علاقة بالتكلفة .
٤. تحقيق الحد الأدنى من القطع المتأخرة عن الموعد الزمني المحدد لإكمال تصنيعها حسب جداول الإنتاج.
٥. تخفيض الزمن الكلي للتصنيع إلى الحد الأدنى .

ويجب ملاحظة الآتي عن الأهداف المذكورة أعلاه :

(أ) رغم أن أحد الأهداف قد يكون متضمناً بصورة أو أخرى في هدف أو أهداف أخرى ، أو أن يكون معتمداً على هدف أو أهداف أخرى ، فإن اختيار أي من هذه الأهداف وجعله أساساً لطريقة تصميم معين لنظام خلايا التصنيع يعني النظر إلى مشكلة التصميم بطريقة مختلفة ومن زاوية مختلفة ، وبالتالي فإن هذا الاختيار قد يقود إلى نتائج مختلفة عن النتائج المتحصلة بشأن التصميم من طرق أخرى تعتمد على أهداف أخرى .

(ب) معظم الأهداف المذكورة أعلاه لا تتحقق فقط بموجب تصميم الخلية ولكنها تعتمد أيضاً على سياسات التصنيع وعلى رأسها نظم جدولة تصنيع القطع المستخدمة في نظام التصنيع الناتج من تصميم معين . وهذه ملاحظة مهمة جديرة بالاعتبار .

٣ -٤ تشكيل خلايا التصنيع :

توجد عشرات الطرق المختلفة لتصميم خلايا التصنيع ، والتي تصنف تقليدياً إلى أسلوبين :

١.طريقة التصنيف والتشفير : (Classification and Coding)

والتي تعتمد على فرز قطع الشغل المراد تصنيعها إلى مجموعات طبقاً لاكتسابها مواصفات معينة، وبالتالي إعطائها شفرة خاصة تمكن من تحديدها بسهولة كأسرة منتجات .

٢.طريقة تحليل سريان الإنتاج : (Production Flow Analysis) (PFA)

والتي توظف فكرة خطوات إمرار قطع الشغل في الماكينات اللازمة لتصنيعها ، للتوصل إلى تحديد تنظيم ماكينات التصنيع في شكل خلايا .

وبما أن اتجاهات البحث الحديثة في هذا الموضوع تركز كلها على طريقة تحليل سريان الإنتاج ، فقد وقع الاختيار هنا على طريقتين مهمتين تنتميان إلى هذا الأسلوب ليتم تناولهما بالشرح والتطبيق وهما:

(أ) طريقة خوارزم العلاقة المفردة للتجميع (Single Linkage Clustering Algorithm) (LSCA)

(ب) خوارزم التجميع بترتيب القيمة الرقمية (ROC) (Rank order Clustering)

٣ -٤ -١ تشكيل الخلايا باستخدام طريقة خوارزم العلاقة المفردة للتجميع (SLCA) :

التجميع (Clustering) هو علم تصنيف الأشياء المبني على اكتساب أو فقدان هذه الأشياء لصفات محددة . يوفر هذا التناول طريقة لدراسة التشابه بين مجموعة متنوعة من الأشياء على أساس قيم عددية - لطريقة خوارزم العلاقة المفردة للتجميع الخطوات التالية :

١. تجهيز مصفوفة الجزء - الماكينة (Part - M/C Matrix) كالآتي :

$$aij = \begin{cases} 1 & \text{عند استخدام الماكينة (i) لتصنيع الجزء (j)} \\ 0 & \text{عند خلاف ذلك} \end{cases}$$

(٢) حساب مصفوفة معامل التشابه (Similarity Coefficient) والناتجة من حساب معامل التشابه S(l,k) لكل ماكنتين (l) و (K) ، حيث تعطي المعادلة التالية قيمة معامل التشابه :

$$S(l,k) = N(l,k) / (N(l,k) + U)$$

حيث :

N (l , k) = عدد الأجزاء التي تزور كلاً من الماكنتين (l) و (k)

$$U = N(l) + N(k)$$

عدد الأجزاء التي تزور الماكينة (l) ولا تزور الماكينة (k) = N (l)

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

المصفوفة الناتجة يكون حجمها (عدد الماكينات × عدد الماكينات) فمثلاً إذا كان لدينا ٨ ماكينات فإن المصفوفة تكون (٨ × ٨) .

(٣) إجراء التحليل التجميعي (Cluster Analysis) :

وذلك يرسم ما يسمى بشجرة التشابه (Similarity Dendogram) للمعاملات التي تم حسابها ، ومن ثم تحديد الحد الأدنى للتشابه (مع ملاحظة أن قيمة S (l , k) تتراوح بين الصفر والواحد الصحيح) ، فنبدأ بقيمة معينة لهذا الحد الأدنى يتم تحديدها عشوائياً ، ومن ثم تتكون المجموعات الأولية للماكينات ، ثم نبدأ بالتدريج في تخفيض قيمة الحد الأدنى لمعامل التشابه ، وبالتالي إلحاق ماكينات أخرى (لم يتم اختيارها ضمن المجموعات الأولية) بالمجموعات الأولية التي تم تكوينها ، وهكذا دواليك يتم تكرار هذا التخفيض حتى يتم إلحاق كل الماكينات بالمجموعات التي تتبع لها طبقاً لهذا التحليل التجميعي .

كلمة " المفردة " الواردة في تسمية هذا الخوارزم ترجع إلى حقيقة أن ماكينة واحدة " مفردة " مشتركة بين مجموعتين أوليتين أي تجميعتين (Clusters) للماكينات تؤدي إلى دمج التجميعتين.

يتم استخدام طريقة خوارزم العلاقة المفردة للتجميع (SLCA) يدوياً إذا كانت أعداد الماكينات والأجزاء المراد تصنيعها محدود نسبياً ، ولكن إذا كانت أعداد الماكينات تقدر بالعشرات مثلاً وعدد القطع يقدر بالمئات فإن هذه الطريقة تطبق باستخدام الحاسب طبقاً لبرنامج يمثل هذا الخوارزم.

ربما يكون من الصعوبة معرفة هذه الطريقة بالضبط من خلال الشرح النظري المذكور أعلاه ،ولكن ستتضح سهولة هذه الطريقة وكيفية تطبيقها فعلاً من خلال المثال الوارد في الجزء التالي .

٣ -٤ -١ -١ مثال لاستخدام طريقة خوارزم العلاقة المفردة للتجميع (SLCA) :

إذا كان لدينا أربع ماكينات : A , B , C, D تستخدم لتصنيع ست قطع شغل :

$P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6$ وذلك كالآتي :

P1 : الماكـــينة : B

P2 : الماكينات : A C,

P3 : الماكينات : B, D

P4 : الماكينات : A, C

P5 : الماكينات : A, C

P6 : الماكينات : B, D

أوجد الآتي :

(أ) مصفوفة الجزء - الماكينة .

(ب) معامل التشابه بين كل ماكنتين .

(ج)مصفوفة معامل التشابه .

(د) التحليل التجميعي ومن ثم خلايا التصنيع .

الحل :

(أ) مصفوفة الجزء - الماكينة طبقاً للمعلومات المعطاة يتم تكوينها بإعطاء القيمة الرقمية واحد (1) إذا كانت الماكينة تستخدم لتصنيع القطعة المعنية وإلا أعطيت القيمة (0) وذلك كما يلي :

		قطع الشغل					
		P_1	**P_2**	**P_3**	**P_4**	**P_5**	**P_6**
	A	**0**	**1**	**0**	**1**	**1**	**0**
الماكينات	**B**	**1**	**0**	**1**	**0**	**0**	**1**
	C	**0**	**1**	**0**	**1**	**1**	**0**
	D	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**1**

(ب) يتم إيجاد معامل التشابه بين كل ماكنتين (l) و (k) طبقاً للمعادلة :

$$S(l,k) = N(l,k) / (N(l,k) + U)$$

والمعادلة :

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

بتطبيق المعادلتين على الماكينتين (A) و (B) :

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

$$U = N(A) + N(B)$$

بالتعويض طبقاً لمصفوفة الجزء - الماكينة :

حيث أنه لا توجد أي قطعة شغل تحتاج للماكينتين (A) و (B) معاً فإن قيمة N (A,B) تكون :

$$N(A , B) = 0$$

أما عدد القطع التي تحتاج فقط للماكينة (A) ولا تحتاج للماكينة (B) فهو ثلاث قطع

أي أن : $N(A) = 3$

وبالمثل فإن : $N(B) = 3$

إذن بالتعويض في معادلة معامل التشابه :

$$S(A , B) = \frac{0}{0 + 3 + 3} = 0.00 \qquad (١)$$

وبإتباع نفس النهج :

$$S(A , C) = \frac{3}{3 + 0 + 0} = 1.00 \qquad (٢)$$

$$S(A , D) = \frac{0}{0 + 3 + 2} = 0.00 \qquad (٣)$$

$$S(B , C) = \frac{0}{0 + 3 + 3} = 0.00 \qquad (٤)$$

$$S(B , D) = \frac{2}{2 + 1 + 0} = \frac{2}{3} = 0.67 \qquad (٥)$$

$$S(C , D) = \frac{0}{0 + 3 + 2} = 0.00 \qquad (٦)$$

(ج) باستخدام النتائج الخاصة بمعامل التشابه في الجزء (ب) أعلاه في المعادلات من (١) إلى (٦) فإن مصفوفة معامل التشابه هي :

	A	B	C	D
A		**0.00**	**1.00**	**0.00**
B			**0.00**	**0.67**
C				**0.00**
D				

(د) لإجراء التحليل التجميعي ومن ثم تحديد خلايا التصنيع يجب أولاً أن نرسم شجرة التشابه طبقاً لمصفوفة معامل التشابه التي تم إيجادها في (ب) أعلاه وذلك كما هو مبين في شكل (٣ -٤) .

يتضح من الشكل (٣ -٤) أنه إذا افترضنا أن قيمة الحد الأدنى لمعامل التشابه هي (0.8) تكون الماكنتين (A) و (C) في المجموعة الأولى (ضمن الخلية 1) أما الماكينة (B) منفردة فتشكل المجموعة الثانية ، وكذلك الماكينة (D) منفردة . تشكل المجموعة الثالثة .

أما إذا خفضنا قيمة الحد الأدنى لمعامل التشابه إلى 0.5 فتتكون لدينا مجموعتنا كما هو ظاهر من الشكل (٣ -٤) وذلك كالآتي :

المجموعة الأولى : الماكينتان (A) و (C)

المجموع الثانية : الماكينتان (B) و (D)

إذن نستطيع أن نضع الحل على أساس حد أدنى لمعامل التشابه بقيمة 0.5 كما يلي :

		P_2	P_4	P_5	P_3	P_6	P_1
الخلية الأولى	A	1	1	1	0	0	0
	C	1	1	1	0	0	0
الخلية الثانية	B	0	0	0	1	1	1
	D	0	0	0	1	1	0

إذن خلاصة الحل هي :

الخلية الأولى :

الماكينات : { A , C }

أسرة قطع الشغل :

{P_2 , P_4 , P_5 }

الخلية الثانية :

الماكينات : { B , D }

أسرة قطع الشغل :

{P_3 , P_6 , P_1 }

٣ -٤ -٢ خوارزم التجميع بترتيب القيمة الرقمية (ROC) :

هو واحد من خوارزميات إيجاد خلايا التصنيع التي يمكن فيها استخدام الحاسب ، وهو مبني 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 حيث :

$$aij = \begin{cases} 1 & \text{إذا استخدمت الماكينة (i) لتصنيع الجزء (j)} \\ 0 & \text{بخلاف ذلك} \end{cases}$$

يرتب خوارزم التجميع بترتيب القيمة الرقمية الصفوف والأعمدة في هذه المصفوفة (A) بطريقة خطوات مكررة تصل في النهاية بعد عدد محدود من الخطوات إلى مصفوفة معاد ترتيب عناصرها من صفوف وأعمدة طبقاً لقيمتها العددية تنازلياً عندما تتم قراءتها في شكل عدد رقمي (أي بالنظام الثنائي : (0 , 1) . ولكن في التنفيذ العملي لهذا الخـــــوارزم للوصـــــول إلى الحل المطلوب ليس من الضروري إيجاد القيمة الفعلية لهذه الأعداد الرقمية لتحـــــديد الترتيب ، بل يكفي مقـــارنتها فقط لمعرفة أيها أكبر قيمة .

خطوات الخوارزم هي كما يلي :

(١) ترتيب الصفوف :

أعط قيمة مقدارها 2^{N-K} للعمود الذي رقمه (ترتيبه في المصفوفة A) يساوي k ، حيث N هو عدد الأعمدة (قطع الشغل) . ومن ثم يتم إيجاد القيمة الرقمية لكل صف وبالتالي يعاد ترتيب المصفوفة من أعلى إلى أسفل تنازلياً (من القيمة الأكبر إلى القيمة الأصغر) .

إذا كانت الصفوف قد تم ترتيبها من قبل (في مرة سابقة) ، ولم يحدث تغيير في هذا الترتيب بسبب تغيير ترتيب الأعمدة (الخطوة الثانية) يكون قد اكتمل تنفيذ الخوارزم ، وإلا يتم الذهاب إلى الخطوة الثانية (ترتيب الأعمدة) .

٢. ترتيب الأعمدة :

أعط قيمة مقدارها 2^{M-K} للصف k ، حيث M هو عدد الصفوف (الماكينات) . ومن ثم يتم إيجاد القيمة الرقمية لكل عمود ، وبالتالي يعاد ترتيب المصفوفة من اليسار إلى اليمين تنازلياً (من القيمة الأكبر إلى الأصغر) .

إذا كانت الأعمدة قد تم ترتيبها من قبل (في خطوة سابقة) ، ولم يحدث تغيير في هذا الترتيب بسبب تغيير ترتيب الصفوف (الخطوة الأولى) يكون قد اكتمل تنفيذ الخوارزم ، وإلا يتم الذهاب إلى الخطوة الأولى (ترتيب الصفوف) .

وهكذا تكرر الخطوتين الأولى والثانية حتى يتم التوصل إلى الحل النهائي .

٣ -٤ -٢ -١ مثال لاستخدام خوارزم التجميع بترتيب القيمة الرقمية (ROC) :

سنأخذ المثال السابق (أربع ماكينات وست قطع شغل) (الذي تم حله باستخدام طريقة خوارزم العلاقة المفردة للتجميع) ، ونعيد حله باستخدام طريقة (ROC) .

المصفوفة الابتدائية (A) كانت كما يلي :

	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
A	0	1	0	1	1	0
B	1	0	1	0	0	1
C	0	1	0	1	1	0
D	0	0	1	0	0	1

(١) ترتيب الصفوف :

	2^5	2^5	2^5	2^5	2^5	2^5		
	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	المكافئ العشري	الترتيب
A	0	1	0	1	1	0	22	2
B	1	0	1	0	0	1	41	1
C	0	1	0	1	1	0	22	3
D	0	0	1	0	0	1	9	4

إذن ترتيب الصفوف يكون كالآتي :

	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
.B	1	0	1	0	0	1
A	0	1	0	1	1	0
C	0	1	0	1	1	0
D	0	0	1	0	0	1

(٢) ترتيب الأعمدة :

	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	القيمة الرقمية
B	1	0	1	0	0	1	2^3
A	0	1	0	1	1	0	2^2
C	0	1	0	1	1	0	2^1
D	0	0	1	0	0	1	2^0
المكافئ العشري	8	6	9	6	6	9	
الترتيب	3	4	1	5	6	2	

إذن ترتيب الأعمدة يكون كالآتي :

	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
	P_3	P_6	P_1	P_2	P_4	P_5
B	1	1	1	0	0	0
A	0	0	0	1	1	1
C	0	0	0	1	1	1
D	1	1	0	0	0	0

ومن ثم ترجع للخطوة الأولى لمعرفة هل تحتاج لإعادة ترتيب الصفوف أم أننا قد وصلنا للحل النهائي وذلك كما يلي :

إعادة ترتيب الصفوف :

	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0		
	P_3	P_6	P_1	P_2	P_4	P_5	المكافئ العشري	الترتيب
B	1	1	1	0	0	0	56	1
A	0	0	0	1	1	1	7	3
C	0	0	0	1	1	1	7	4
D	1	1	0	0	0	0	48	2

إذن ترتيب الصفوف يكون الآن كالآتي :

		P_3	P_6	P_1	P_2	P_4	P_5
الخلية الأولى	B	1	1	1	0	0	0
	D	1	1	0	0	0	0
الخلية الثانية	A	0	0	0	1	1	1
	C	0	0	0	1	1	1

وواضح الآن أننا قد وصلنا للحل النهائي وهو كما يلي :

الخلية الأولى :

الماكينات : { B , D }

أسرة قطع الشغل :

{P3 , P6 , P1}

الخلية الثانية :

الماكينات : { A , C }

أسرة قطع الشغل :

{2 , P4 , P5 }

وواضح أنه جوهرياً لا فرق بين هذا الحل والحل السابق .

٣ - ٥ نظم التصنيع المرن (Flexible Manufacturing Systems) (FMS) :

٣ -٥ -١ تعريف النظام وعناصره :

نظام التصنيع المرن هو نظام يتكون من مجموعة محطات عمل (تكون في العادة ماكينات تحكم رقمي بالحاسب (CNC)) مرتبطة مع بعضها البعض عن طريق نظم مناولة وتخزين آلية ، ويتم التحكم فيه بنظام حاسب متكامل .

وانطلاقاً من هذا التعريف فإن أي نظام تصنيع مرن يتكون من ثلاثة عناصر أساسية وذلك كما يلي:

١. محطات عمل : تكون غالباً ماكينات تحكم رقمي بالحاسب (CNC) ، ولكن توجد أنواع أخرى من محطات العمل مثل محطات الفحص والاختبارالتجميع ومحطات معالجة الألواح المعدنية.

٢. نظم المناولة والتخزين : تستخدم فيها عدة أنواع آلية للمناولة مثل الإنسان الآلي (الروبوت) (Robot) لنقل قطع الشغل والقطع المجمعة جزئياً بين محطات المعمل، وفي بعض الأحوال يشمل هذا أيضاً نظام تخزين آلي .

٣. نظام تحكم بالحاسب : يستخدم هذا النظام للتنسيق بين محطات العمل ونظم المناولة والتخزين الآلية عن طريق الحاسب .

٣ -٥ -٢ أنواع نظم التصنيع المرن :

نستطيع تصنيف نظم التصنيع المرن إما على أساس الشكل الهندسي للقطع التي يجري تصنيعها ، وإما على أساس مدى التنوع في المنتجات التي يمكن للنظام أن يقوم بتصنيعها .

فإذا أخذنا بالأساس الأول فإما أن يكون النظام ذا منتج منشوري الشكل أو ذا منتج دائري الشكل. حيث تتطلب المنتجات المنشورية الشكل عمليات تفريز وما يرتبط بها من عمليات ، أما المنتجات الدائرية والتي تكون في أشكال أسطوانية أو على شكل أقراص دائرية فتحتاج إلى عمليات خراطة وما يرافقها من عمليات أخرى .

وإذا أخذنا بالتصنيف المبني على مدى التنوع في المنتجات الممكن تصنيعها فنجد نوعين من نظم التصنيع المرن :

(أ) نظام تخصصي (Dedicated) :

وهو الذي يستخدم لإنتاج محدود نسبياً من حيث تنوع المنتجات ، حيث ترتيب عمليات التشغيل اللازمة لتصنيع المنتجات المختلفة متطابق أو شبه متطابق . وبالتالي تكون ماكينات التصنيع في هذه الحالة مصممة خصيصاً لإنتاج أسرة محدودة من المنتجات .

(ب) نظام الطلب العشوائي (Random – order) :

في هذه الحالة تتكون أسرة المنتجات الممكن تصنيعها من عدد ضخم من المنتجات الواسعة التنوع، حيث يستطيع النظام تقبل تصميمات لقطع شغل جديدة ، كما يمكن أيضاً إجراء عمليات تغيير هندسية للمنتجات التي يجري حالياً تصنيعها في النظام . يستخدم النظام ماكينات عامة الأغراض نستطيع التعامل والتجاوب مع التغيرات المستمرة في المنتجات ، وكذلك مع الترتيب العشوائي لعمليات

تصنيعها . ويتطلب هذا النوع من نظم التصنيع المرن نظام تحكم بالحاسب ذي إمكانيات أكبر مما هو مطلوب في حالة النظام التخصصي .

٣ -٥ -٣ أنواع المرونة في نظم التصنيع (Flexibility) :

يمكن اعتبار المرونة كمصطلح يتم به التعبير عن مقدرة نظام التصنيع المعين لتصنيع عدد متنوع من قطع الشغل (أو المنتجات) من مجموعة من قطع الشغل المعرفة سلفاً .

وإذا اعتبرنا أن المرونة تعطي دلالتين مختلفتين من حيث البعد الزمني فإنه يمكننا تقسيم المرونة إلى نوعين : مرونة قصيرة المدى وأخرى طويلة المدى .

وبالتالي فإن التعريف السابق ذكره للمرونة يمكن اعتباره مرونة في المدى القصير . وعلى أساس مفهوم المرونة على المدى القصير فإنه يمكننا القول مثلاً أن نظام التصنيع المعين الذي ينتج مائة قطعة شغل مختلفة أكثر مرونة من نظام تصنيع آخر ينتج فقط عشرين قطعة شغل مختلفة .

إن نظام التصنيع تصمم عادة لإنتاج مجموعة من قطع الشغل المعرفة سلفاً وهذا ينطبق حتى على النظم القابلة للبرمجة .

وبخصوص مفهوم المرونة على المدى القصير نستطيع أيضاً أن نقسم هذا النوع من المرونة إلى ثلاثة أنواع :

١. مرونة تنوع المنتجات وتدل على مقدرة نظام التصنيع على مواكبة التغيرات في المنتجات المطلوبة أو الخامات .
٢. مرونة تنوع مسار المنتجات خلال مراحل التصنيع : وهي تدل على مدى سماح النظام بتغيير ترتيب مرور قطع الشغل على ماكينات التصنيع .
٣. مرونة حجم الإنتاج : وهي تدل على مدى كفاءة نظام التصنيع في الاستجابة للتغيرات الحادثة في حجم الإنتاج المطلوب .

٣ -٦ مفهوم التصنيع المتكامل بالحاسب :

(Computer – Integrated Manufacturing) (CIM)

لقد واجه مصطلح التصنيع المتكامل بالحاسب (CIM) صعوبة في تعريفه وذلك منذ ظهوره في حوالي عام ١٩٧٣م ، ولقد وضح ذلك من خلال التعريفات المختلفة التي ظهرت لهذا المصطلح ، ورغم أنه في منتصف الثمانينات من القرن العشرين الميلادي بدأ حماس بعض الشركات لمستقبل تطبيق هذا النظام بادياً للعيان ، ولكن ذلك الحماس ما لبث أن خمد بسبب التكاليف الباهظة الضرورية لإقامة نظام

تصنيع متكامل بالحاسب . ولكن مرة أخرى في التسعينات من القرن العشرين – مع نشوء فهم أوسع لمعنى التصنيع المتكامل بالحاسب – بدأت الشركات تظهر اهتماماً بهذا النظام .

من أسباب صعوبة الاتفاق على تعريف موحد لمصطلح التصنيع المتكامل بالحاسب سبب يرجع إلى كلمتي " التصنيع " و " المتكامل " ، وذلك للاستخدام الشائع غير المنضبط لمفهوم التكامل ، وأيضاً لأن التصنيع المتكامل بالحاسب أوسع من مفهوم التصنيع نفسه .

على الرغم من أنه لا يوجد اتفاق عام على تعريف محدد لمصطلح التصنيع المتكامل بالحاسب ، ولكن الملاحظ أنه مع التحسن في فهم هذا المصطلح فإن الوصول إلى اتفاق يبدو قريب المنال .

ولكن مهما كان الأمر فإنه يمكننا اعتماد التعريف التالي : (التصنيع المتكامل بالحاسب هو فلسفة إدارية يتم فيها تنسيق مهام التصميم والتصنيع وربطها بشكل منطقي ، وذلك باستخدام الحاسب وتقنيات الاتصالات والمعلومات) .

الربط المنطقي بين التصميم والتصنيع يعني هنا أن نظام التصنيع بكامله من تعريف المنتج وحيازة الخامات إلى تسويق المنتج النهائي ، يتم تحليله بعناية بحيث أن كل عنصر أو عملية من عمليات التصنيع يتم تصميمها بالشكل الذي يسهم في توفير أكثر الوسائل كفاءة وفعالية للوصول إلى تحقيق أهداف المؤسسة الإنتاجية .

يجب هنا أن نشير إلى حقيقة مهمة وهي أن نظام التصنيع المتكامل بالحاسب ليس هو تقنية محددة يمكن شراؤها ، ولكن هذا النظام في الحقيقة يشكل هدفاً استراتيجياً يمكن الشركة المعنية من العمل تدريجياً للوصول إليه .

يمكن أن نلخص الفوائد المتوقعة لتطبيق نظام التصنيع المتكامل بالحاسب كما يلي :

١. تحسين الخدمات المقدمة للزبائن .
٢. تحسين الجودة .
٣. استغراق فترات زمنية أقل لتزويد السوق بمنتجات جديدة .
٤. مرونة أكبر وسرعة أعلى في التفاعل مع متطلبات السوق .
٥. زيادة الإنتاجية .
٦. تقليل التكلفة الإنتاجية الكلية .

يحتوي نظام التصنيع المتكامل بالحاسب على مستوى التجهيزات المستخدمة في المصنع على خمسة عناصر وذلك كالآتي :

١. الهندسة المدعمة بالحاسب (Computer – Aided Engineering) (CAE) : وهذه تشمل الصميم المدعم بالحاسب (CAD) ، برامج التحكم الرقمي (NC) ، تصميم أدوات القطع وعناصر التثبيت ، تخطيط نظم ضبط الجودة ، وتخطيط عمليات التصنيع التي تمثل حلقة الوصل بين نظامي التصميم المدعم بالحاسب (CAD) والتصنيع المدعم بالحاسب (CAM) ، وعندما يتم هذا التخطيط آلياً فإنه يسمى تخطيط العمليات المدعم بالحاسب (CAPP) .

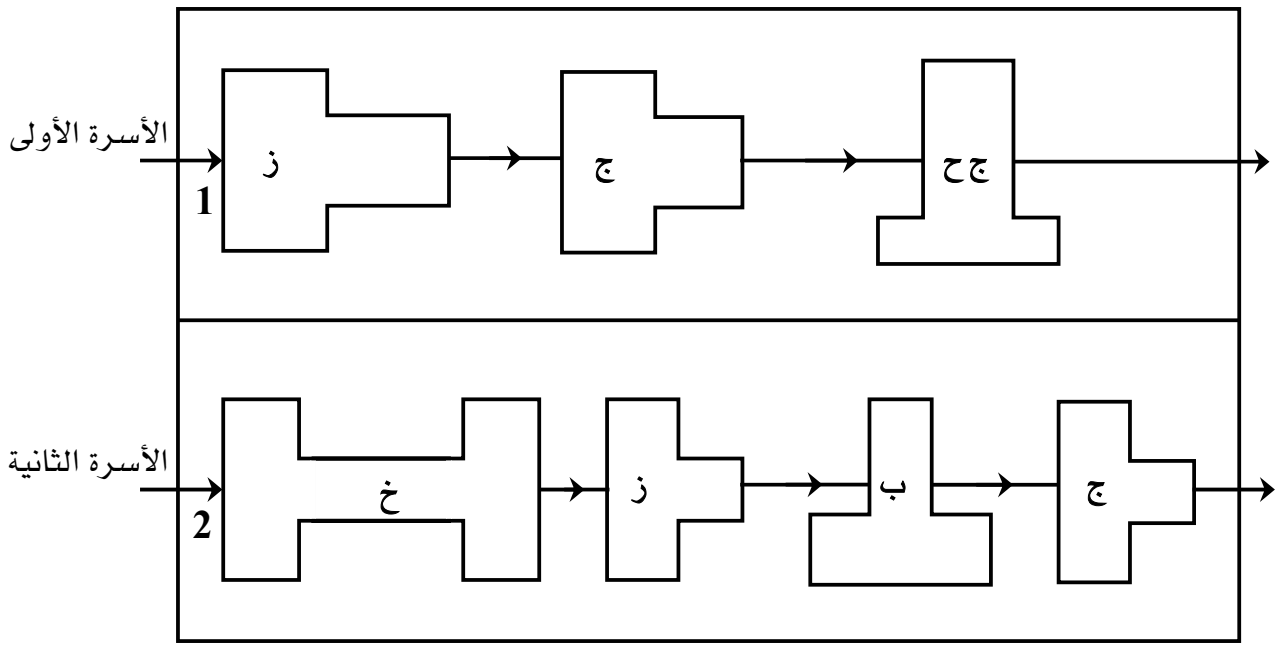
٢. إدارة العمليات : وهذه تحكم حيازة كل المواد المطلوبة لتصنيع المنتج ، وتشمل توفير نظام لمحاسبة التكاليف ، وتعمل على ضمان استغلال ماكينات الإنتاج الاستغلال الأمثل وتحقيق رغبات الزبائن .

٣. التصنيع المدعم بالحاسب اللازم لإجراء التصنيع ومن ثم فحص واختبار المنتجات .

٤. التصنيع المدعم بالحاسب الضروري لإجراء التجميع والفحص والاختبار ، وأيضاً التعبئة للمنتجات النهائية .

٥. التخزين الذكي والذي يشمل تخزين المواد والخامات والأجزاء والمنتجات المكتملة وغير المكتملة التصنيع واستدعائها من مخازنها آلياً .

ولتعمل هذه العناصر الخمسة كنظام متكامل فإنها ترتبط وتتكامل مع بعضها عن طريق نظام شبكة توفر الوسيلة اللازمة لإدارة المعلومات وتحقيق الاتصال بين عناصر النظام كما هو مبين في شكل (٣ -٥) .



شكل (٣ -١) : خط السريان بنظام تكنولوجيا المجموعات

مفتاح الرموز :

ز : تفريز

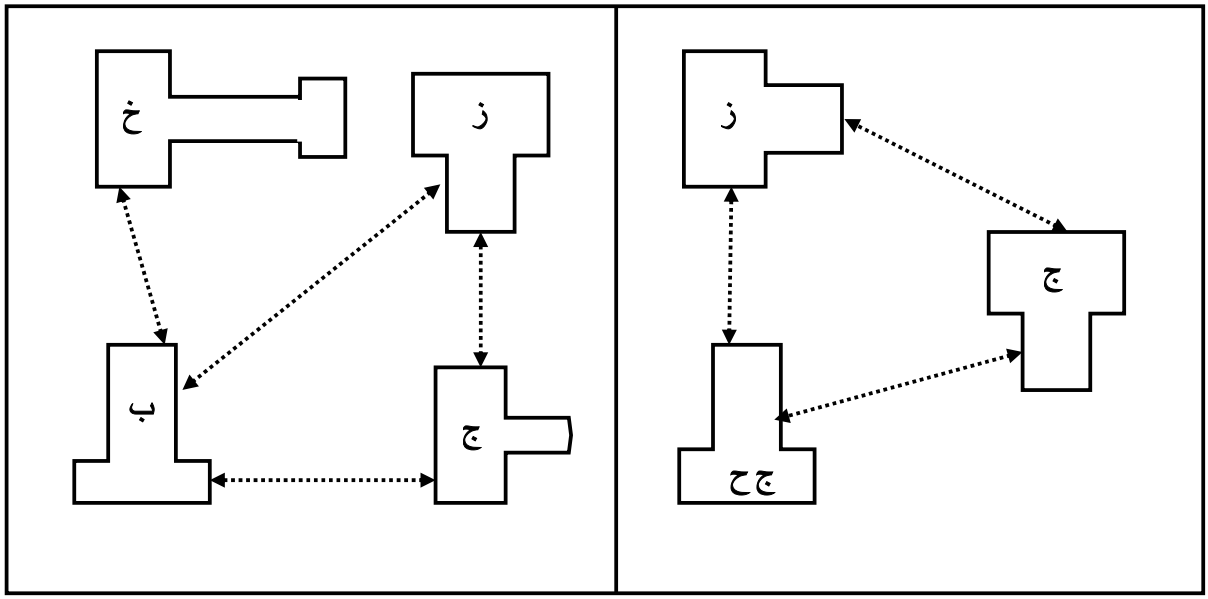
ج : تجويف

ج ح : تجليخ سطحي

خ : خراطة

ب : تثقيب

الأسرة الأولى　　الأسرة الثانية



شكل (٣ -٢) : خلية تكنولوجيا المجموعات

مفتاح الرموز :

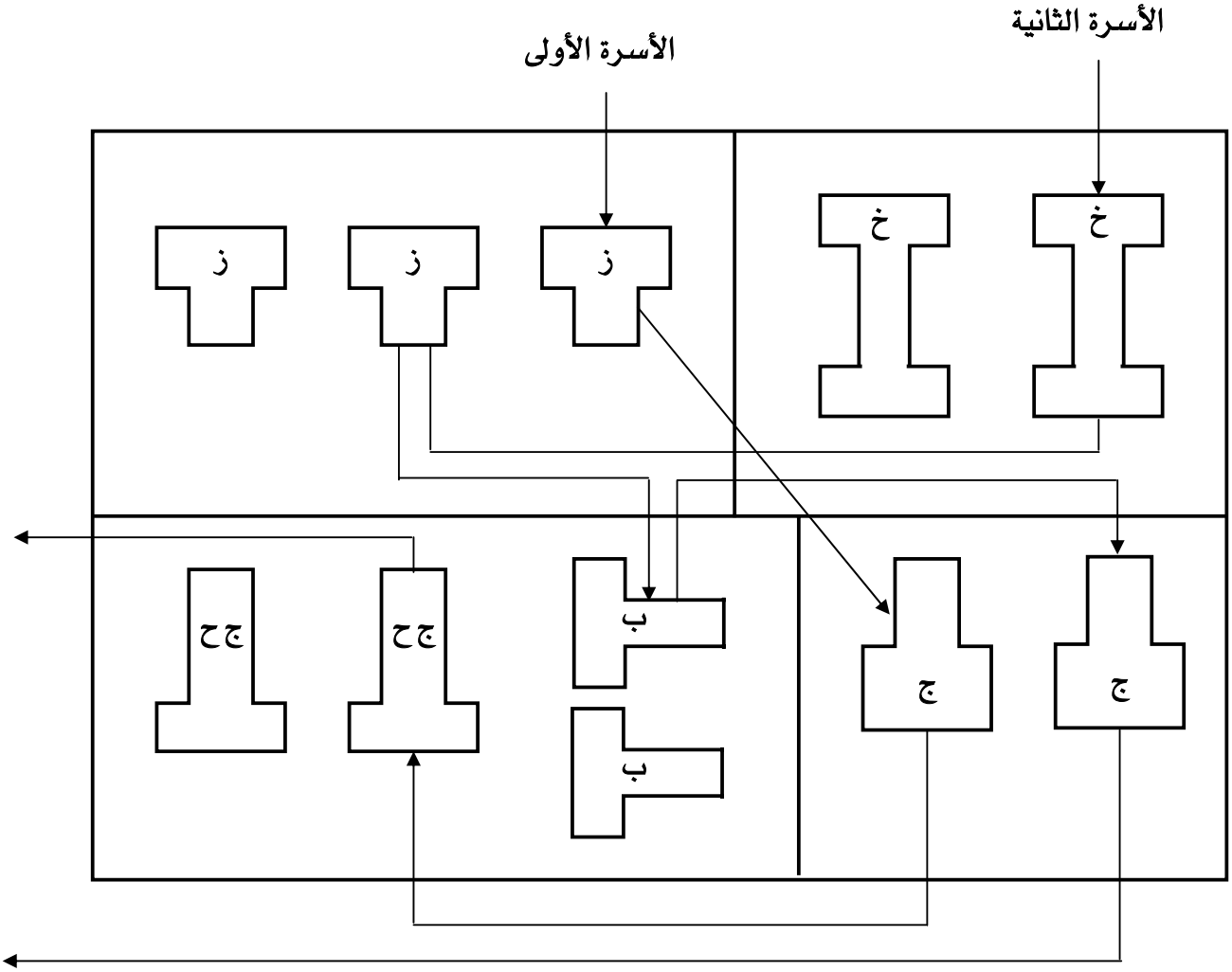
ز : تفريز

ج : تجويف

ج ح : تجليخ سطحي

خ : خراطة

ب : تثقيب



شكل (٣ -٣) مركز تكنولوجيا المجموعات

مفتاح الرموز :

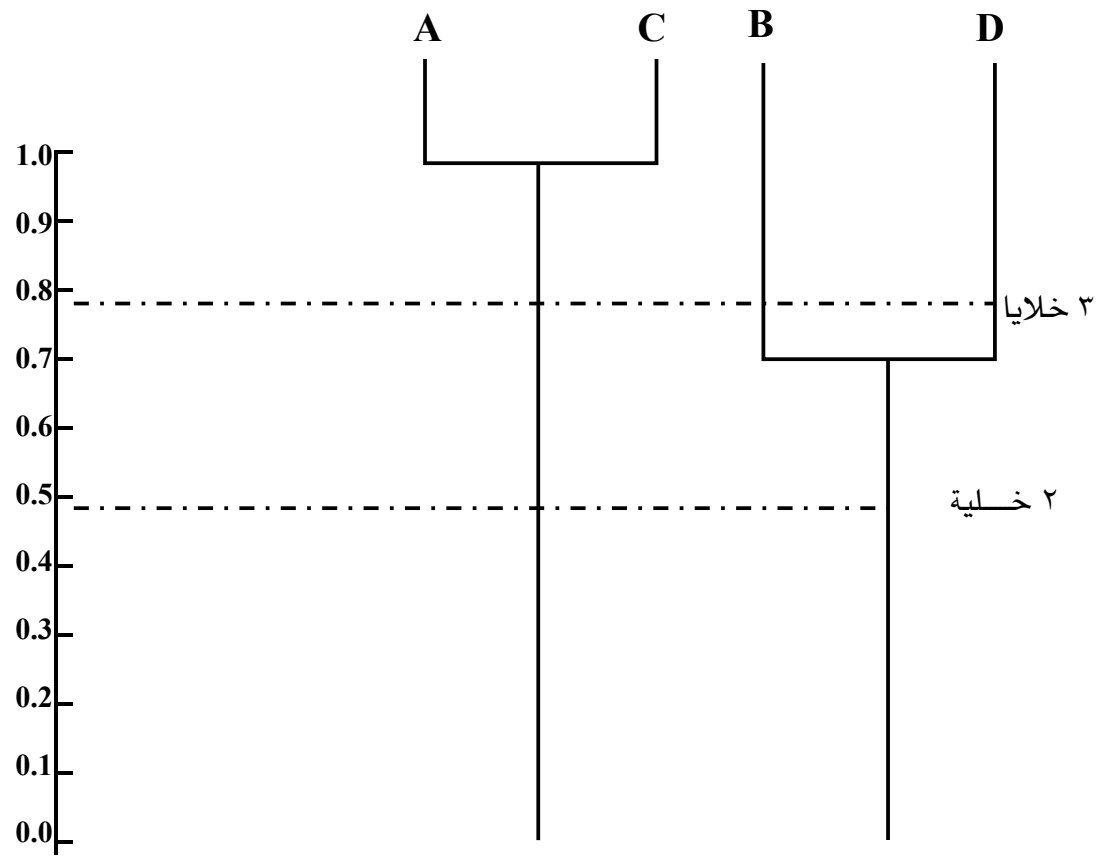
ز : تفريز

ج : تجويف

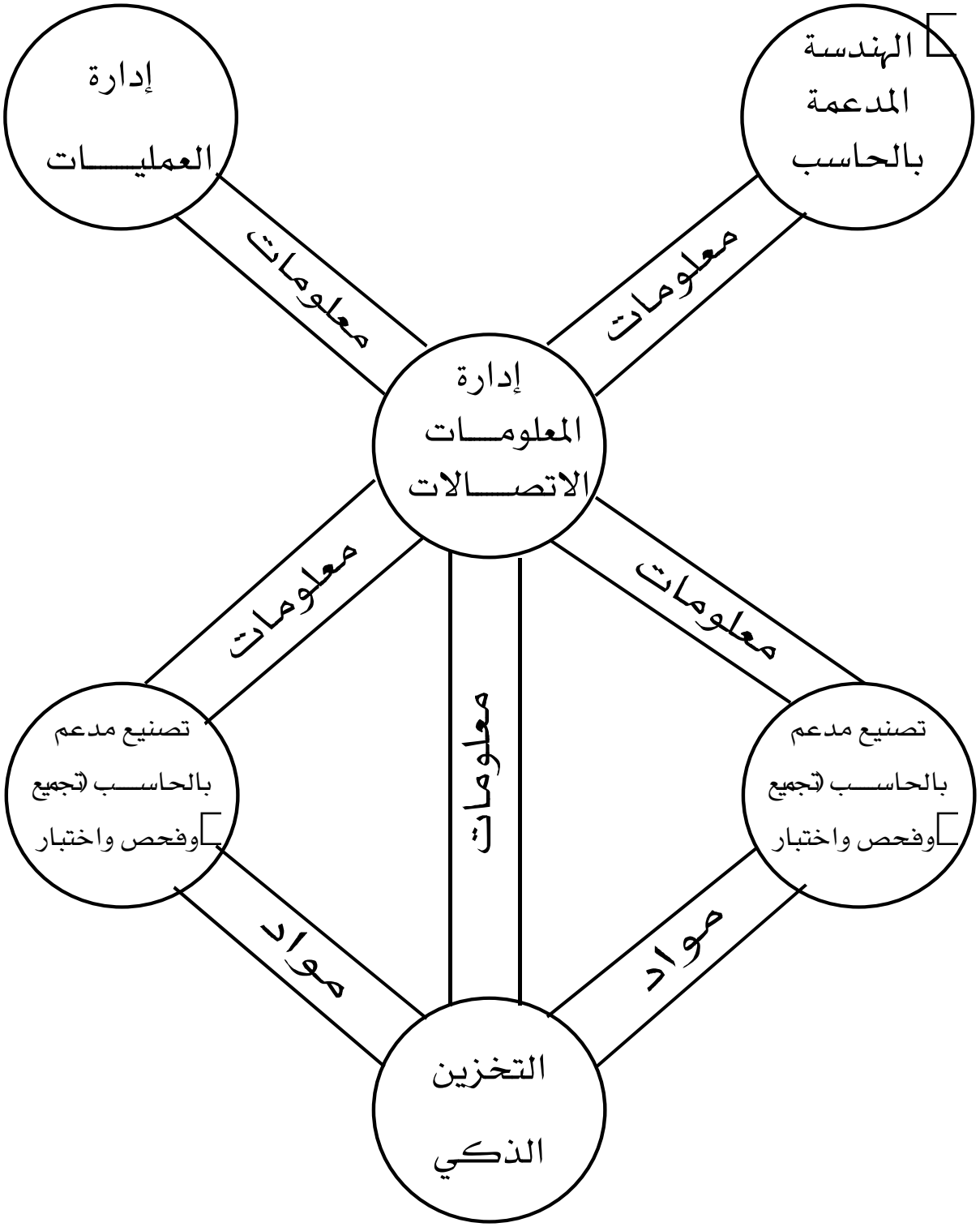
ج ح : تجليخ سطحي

خ : خراطة

ب : تثقيب



شكل (٣ -٤) : شجرة التشابه لمثال استخدام خوارزم (SLCA)



شكل (٣ -٥) : عناصر نظام التصنيع المتكامل بالحاسب

خلاصة الوحدة الثالثة

- تكنولوجيا المجموعات (GT) هي فلسفة تصنيعية يتم فيها تحديد القطع المتشابهة وتصنيفها إلى أسر للاستفادة من مزايا تشابهها من ناحيتي التصميم والتصنيع ، وفوق ذلك هي واحدة من التقنيات المهمة والضرورية لتطبيق نظم التصنيع المدعم بالحاسب (CAM) وبالتالي التصنيع المتكامل بالحاسب (CIM) .
- مزايا مخطط تكنولوجيا المجموعات (GT) مقارنة بالمخطط القائم على نوع عملية التصنيع تشمل زمن كلي أقل للتصنيع ، جودة أفضل ، تكلفة أقل لمناولة المواد والعمالة غير المباشرة ، مستوى موثوقية أعلى ، عمالة أكثر تأهيلاً للترقي ، وتوفير الأرضية اللازمة لتطوير نظم آلية للتصنيع .
- التصنيع بنظام الخلايا (CM) هو تطبيق لتكنولوجيا المجموعات حيث يتم تحويل جزء من نظام التصنيع إلى خلايا .
- تتكون خلية التصنيع من مجموعة من الماكينات وأسرة من قطع الشغل التي تصنع بواسطة هذه المجموعة .
- يناسب التصنيع بنظام الخلايا الإنتاج المتوسط في تنوعه وفي حجمه .
- لتكنولوجيا المجموعات تطبيقات كثيرة في مختلف دول العالم المتقدم صناعياً وكذلك النامي ، وذلك في مدى واسع يغطي كل مجالات التصنيع الحديث .
- يتم تصميم خلايا التصنيع عبر ثلاث مراحل رئيسية هي : تحديد سياسات الاستخدام ، إيجاد أسر قطع الشغل ومجموعات الماكينات المقابلة لها ، والقيام بتخطيط العمالة والإدارة .
- يوجد اسلوبين لتصميم خلايا التصنيع : طريقة التصنيف والتشفير ، وطريقة تحليل سريان الإنتاج ، والطريقة الأخيرة هي الأكثر أهمية .
- طريقة خوارزم العلاقة المفردة للتجميع (SLCA) هي واحدة من طرق تحليل سريان الإنتاج وهي تعتمد على إيجاد معامل التشابه بين كل ماكينتين من الماكينات المستخدمة ، ومن ثم إيجاد مصفوفة معامل التشابه والتي تستخدم في إجراء التحليل التجميعي اعتماداً على مخطط شجرة التشابه .
- طريقة خوارزم التجميع بترتيب القيمة الرقمية (ROC) هي أيضاً واحدة من طرق تحليل سريان الإنتاج ، وتقوم على ترتيب الصفوف المعطاة في مصفوفة الجزء - الماكينة تنازلياً من أعلى إلى أسفل بإعطائها قيمة رقمية ، وكذلك ترتيب الأعمدة تنازلياً من اليسار إلى اليمين حسب القيمة الرقمية لكل عامود .

- نظام التصنيع المرن (FMS) هو نظام يتكون من مجموعات محطات عمل مرتبطة مع بعضها عن طريقة نظم آلية للمناولة والتخزين ، ويتم التحكم فيها بنظام حاسب متكامل .
- مفهوم المرونة المقصود يشمل مرونة تنوع المنتجات ، ومرونة تنوع مسارها ،ومرونة حجم الإنتاج .
- التصنيع المتكامل بالحاسب (CIM) هو فلسفة إدارية يتم فيها تنسيق مهام التصميم والتصنيع وربطها بشكل منطقي ، وذلك باستخدام الحاسب وتقنيات الاتصالات والمعلومات .

تمـــــارين – ٣ –

(١) أجب بـ (لا) أو (نعم) فيما يلي :

١. يناسب الإنتاج بنظام الخلايا الإنتاج الشديد التنوع في المنتجات والضخم من ناحية حجم الإنتاج . ( )
٢. الأسرة تعني الماكينات الموجودة ضمن خلية تصنيع معينة . ( )
٣. الأصل في التصنيع بنظام الخلايا هو اكتمال تصنيع قطعة الشغل في خليتها الأساسية . ( )
٤. التجميع هو علم تصنيف الأشياء المبني فقط على اكتسابها لصفات محددة . ( )
٥. تتبع قطع الشغل التي تصنع في مجموعة خط السريان بنظام تكنولوجيا المجموعات نفس الترتيب في استخدام الماكينات . ( )

(٢) أكمل العبارات التالية بوضع الكلمة المناسبة في محل كل فراغ :

١. يرتب خوارزم (ROC) الأعمدة من ..... إلى ..... تنازلياً حسب قيمتها الرقمية .
٢. وجود الماكينات بشكل متقارب في خلايا التصنيع يؤدي إلى تحقيق ..... كلي للتصنيع ..... مما هو متاح في حالة المخططات القائمة على نوع عملية التصنيع .
٣. يستخدم نظام مناولة .... في خلايا نظام التصنيع المرن.
٤. تعتمد طريقة خوارزم العلاقة المفردة للتجميع (SLCA) حساب .... والذي تتراوح قيمته بين ..... و..... ، ومن ثم رسم ....

(٣) اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

١. يشكل نظام التصنيع المتكامل بالحاسب (CIM) :
أ.تقنية يمكن شراؤها . ب.تقنية لا يمكن شراؤها . ج.هدف استراتيجي .
٢.نجد في نظم التصنيع المرن (FMS) من النوع التخصصي الآتي :
أ.تنوع محدود في المنتجات . ب.عدم تطابق في ترتيب عمليات التشغيل .
ج.استخدام ماكينات أغراض عامة .

٣.مصفوفة الجزء – الماكينة تستخدم في :

أ.خوارزم (ROC) . ب.كلاً من خوارزم (ROC) وخوارزم (SLCA) . ج.خوارزم (SLCA) .

٤.تتكون نظم التصنيع المرنة عادة من :

أ.ماكينات CNC . ب.نظم آلية للمناولة والتخزين .

ج.ماكينات (CNC) ، ومعها نظم آلية للمناولة والتخزين متحكم فيها ومنسق بينها بالحاسب .

٥.خلية نظام التصنيع بتكنولوجيا المعلومات تشمل :

أ.أسرة القطع المنتجة ومجموعة الماكينات المقابلة . ب.مجموعة الماكينات .

ج.أسرة القطع المنتجة .

(٤) عرف الآتي تعريفاً كاملاً :

١ ، تكنولوجيا المجموعات (GT) .

٢. التصنيع المتكامل بالحاسب (CIM) .

٣. نظام التصنيع المرن (FMS) .

٤. التصنيع بنظام الخلايا (CM) .

(٥) إذا كانت خمس ماكينات تشغيل تستخدم لتصنيع عشر قطع شغل وذلك طبقاً لما هو معطى في مصفوفة الجزء – الماكينة :

	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}
A	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**	**1**	**0**	**0**
B	**0**	**0**	**1**	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**
C	**0**	**0**	**1**	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**
D	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**	**1**	**0**	**0**
E	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**	**0**	**0**

المطلوب الآتي :

أ - اكتب معادلة معامل التشابه ثم أحسب معامل التشابه لكل ماكينتين .

ب - أوجد مصفوفة معامل التشابه .

ج - ارسم شجرة التشابه .

د - أوجد خلايا التصنيع بفرض أن الحد الأدنى لمعامل التشابه هو ٠,٥ .

ه - أوجد خلايا التصنيع باستخدام خوارزم التجميع بترتيب القيمة الرقمية (ROC) .

و - قارن بين الحلين (الحل بطريقة (SLCA) والحل بطريقة (ROC) .

تقنية نظم التصنيع

خطوط التجميع

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الأهداف

بإكمال الوحدة الرابعة يكون الطالب قادراً على :

- أن يصف خطوط التجميع ويوضح الخصائص المميزة لها عن خطوط التصنيع.
- أن يشرح المقصود بمشكلة موازنة خط التجميع وأن يطبق طريقة الترتيب طبقاً للوزن الموقعي (RPW) لحل هذه المشكلة على أمثلة عملية.

خطوط التجميع (٤)

٤ -١ مقـــــــدمة :

خط التجميع (Assembly Line) هو عبارة عن مجموعة من محطات العمل المتتالية ، تتصل فيما بينها عادة بنظام لمناولة المواد ، حيث أن هذا الخط مصمم ليكون قادراً على تجميع أجزاء المنتج والقيام بأي مهام أخرى ضرورية لإنتاج المنتج المكتمل .

تُقسم النشاطات الكلية للتجميع إلى عدة عناصر عمل ، حيث يمثل عنصر العمل أصغر وحدة من العمل المنتج ، أي النشاط الذي يشكل قيمة مضافة بالنسبة للمنتج ، شريطة أن لا يلي هذا العنصر أي نشاط آخر بشكل فوري .

كل محطة عمل موجودة على خط التجميع يُسند إليها مجموعة محددة من عناصر العمل . ويمر المنتج عبر خط التجميع ، ويزور كل محطة عمل حسب ترتيب الخط ، وبالتالي يتم الحصول على المنتج المكتمل بعد مروره على محطة العمل الأخيرة من حيث الترتيب .

يُشغل الخط على أساس أن تكون كل محطات العمل في حالة تشغيل بشكل متزامن ، وبالتالي فإن كل محطة عمل عند إكمال العمل المطلوب عندها تمرر المنتج إلى المحطة التالية ، ومن ثم تستقبل قطعة أخرى من المنتج من المحطة السابقة لها ، وهكذا يتكرر العمل عند كل محطة عمل من محطات خط التجميع .

تعتمد خطوط التجميع بشكل مركز على مبدأ التبادلية (Interchangeability) ومبدأ تقسيم العمل (Division of Labour) .

ينص مبدأ التبادلية على أن القطع المفردة التي تكون المنتج المجمع الكامل يجب أن تكون قابلة للتبادل بين أي وحدات لهذا المنتج . بينما يحتوي مبدأ تقسيم العمل على عدة أفكار تشمل تبسيط العمل ، تحقيق القياسية (Standardization) والتخصص في العمل .

بإتباع هذه المبدأين ، فإن النشاطات المعقدة تقسم إلى عناصر عمل ، يتم إسنادها إلى عمال مختلفين ، بحيث أن كل عامل يستطيع بسرعة أن يتقن هذا العمل المكرر بدرجة عالية من الدقة والمهارة.

لقد مهدت التبادلية وتقسيم العمل الطريق لظهور الإنتاج الكمي ، وكذلك إمكانية استخدام قطع الغيار لمختلف المنتجات مما يطيل من فترة الاستخدام المفيد لهذه المنتجات . وفي نفس الوقت شكل هذان المبدآن الأرضية الثابتة التي استند عليها هنري فورد وغيره لتطوير خطوط التجميع .

وفي تسعينات القرن العشرين الميلادي تمكنت خطوط التجميع من تحقيق تخفيضات مذهلة في تكلفة الإنتاج وفي نفس الوقت تحقيق زيادات هائلة في حجم الإنتاج ، ولقد وجدت المزايا الاقتصادية لنظم التجميع قبولاً واسعاً ، لدرجة أن جزءاً كبيراً من بحوث نظم التصنيع في فترة الخمسين سنة الأخيرة في القرن العشرين تركزت حول كيفية توفير الأجواء المساعدة لتطبيق أفكار الإنتاج المستمر السريان في نظم التجميع .

يبين الشكل (٤ -١) نموذجاً لواحد من أساليب المخطط الداخلي لخط التجميع وذلك على شكل حرف (U) . في هذا الخط يُستخدم سير نقل لتحريك المنتج الذي يجري تجميعه بين محطات العمل المختلفة . يوجد عند كل محطة عمل مكان مخصص للإنزال والتخزين والإعادة للمنتج . ورغم أن الشكل التقليدي لخطوط التجميع وهو الشكل الخطي (Linear) ، إلا أن المخططات على شكل حرف (U) تكتسب المزيد من الانتشار ، حيث أن هذا الشكل يوفر فرصة أكبر لتكامل سريان المواد في العمود الفقري لاستراتيجية خط التجميع ، وسيعمل في الوقت نفسه على تسهيل التخاطب بين ملاحظ الخط وعماله ، ويوفر أيضاً في المساحة المستخدمة لإقامة خط التجميع .

إن أهم ميزة على الإطلاق توفرها خطوط التجميع هي مقدرتها على جعل العمالة المباشرة على الخط (أو الماكينات الآلية للتجميع) في حالة عمل منتج باستمرار . وإذا قارنا هذا الوضع بما هو موجود في نظام التصنيع التقليدي العامل بنظام الطلبية (Jobshop) نجد الآتي :

١. في نظام التصنيع بالطلبية يضيع جزء معتبر من الوقت في نشاطات التجهيز لعملية التصنيع ، مثل حيازة الخامات وتحديدها ، وكذلك أدوات القطع وغيرها .
٢. غياب التخطيط والقياسية والتعليمات المحددة لتنفيذ أي عملية تصنيع يؤدي إلى إضاعة الكثير من الوقت في حالة الإنتاج بالطلبية .
٣. يكون الزمن اللازم للتجهيز للعمل في خط التجميع في أدنى الحدود وذلك لأن العمل يتكرر عند كل محطة عمل .
٤. في خطوط التجميع تكون التعليمات ببساطة لكل عامل هي تكرار العمل السابق الذي انتهى منه، وبالتالي يصل العمال بسرعة إلى معدلات مرتفعة في ترقية مستوياتهم عبر منحنى التعلم.

إن الجو العام المرغوب توفيره في نظم خطوط التجميع هو كالآتي :

١. حالة إنتاج ضخم لمنتج واحد أو أسرة من المنتجات المتشابهة .
٢. الوزن الكلي للعمل المطلوب إنجازه عبر خط التجميع والذي يجب أن يقسم بالتساوي بين محطات العمل .

وإذا قارنا أيضاً خط التجميع بنظام الإنتاج على دفعات نجد الآتي :

١. نحتاج إلى تخزين منتجات مكتملة لتعويض التذبذبات في الإنتاج في حالة الإنتاج بنظام الدفع ، بينما في خطوط التجميع لا نحتاج لصفوف طويلة من المنتجات غير المكتملة التصنيع ، مما يوفر في المساحات المطلوبة ويقلل من تكلفة التخزين .
٢. تتميز خطوط التجميع بمعدل عال لاستغلال الخط في عمليات التجميع ، بينما يكون معدل استغلال إمكانيات نظام التصنيع بنظام الدفع منخفض .
٣. الطبيعة المستمرة لخطوط التجميع توفر لها الفرصة للتوفيق بين معدلات الإنتاج ومعدلات الطلب، وفعلياً فإن حجم الدفعة المنتجة هو وحدة واحدة من المنتج .

إذا أردنا تحليل نظم خطوط التجميع نجد أنها تشترك في كثير من الأشياء مع نظم ماكينات الانتقال المصممة لتشغيل المعادن (سبق لنا أن ذكرنا ماكينات الانتقال في حديثنا عن خطوط السريان في الوحدة الثانية) ، ولكننا نحتاج لبعض التعديلات في تحليل نظم التجميع بسبب أن أجزاءً مختلفة يتم إضافتها للمنتج أثناء مروره على مختلف محطات العمل . وبالتالي فإننا نعتبر أن ما يجري عند أي محطة عمل هو عبارة عن إضافة أو توصيل جزء معين بطريقة محددة لتجميعة غير مكتملة من المنتج . يتكون المنتج المجمع في أي مرحلة من جزء أساسي مضاف إليه أجزاء أخرى في المحطات السابقة . يتم إدخال الجزء الأساسي في خط التجميع عند أو قبل محطة العمل الأولى في الخط . ويجب أن تكون الأجزاء المضافة نظيفة تماماً ، منتظمة الشكل والحجم ، وذات جودة عالية وأن تكون مهيأة في الاتجاه الصحيح لإجراء عملية التجميع ، وإلا فإن محطة العمل التي لا تتوفر عندها هذه الشروط تتعرض للتعطل ، وعليه يكون من الواضح أن هذه المشكلة يجب أن تؤخذ في الاعتبار كخصوصية لخطوط التجميع قياساً لخطوط التصنيع التي تتم فيها عمليات تصنيع (تشغيل) للمنتجات .

٤ -٢ مشكلة موازنة خط التجميع :

مشكلة موازنة خط التجميع هي واحدة من مشاكل تصميم خط السريان ، وتتمثل في كيفية توزيع العمل الكلي المطلوب من خط التجميع على محطات العمل المختلفة بالتساوي . وبالتالي فإن الهدف هو وزن مقدار العمل على خط التجميع . وعليه فإن حل مشكلة توازن خط التجميع يعني ترتيب عناصر العمل اللازمة لعملية التجميع عند مختلف محطات العمل بحيث يتساوى تقريباً الزمن الكلي المطلوب عند كل محطة عمل مع الزمن المطلوب لبقية المحطات . فإذا استطعنا تقسيم عناصر العمل إلى مجموعات

بحيث يكون الزمن المطلوب عند كل المحطات متساوياً ، يكون لدينا موازنة متقنة ، ونستطيع أن نتوقع سرياناً سلساً للمنتج في خلال مروره في خط التجميع .

عملياً يكون من الصعب تحقيق هذا التوازن المتقن في أغلب الأحيان ، وعند عدم تساوي الزمن اللازم لكل محطة عمل فإن المعدل الكلي للإنتاج تحدده أكثر المحطات بطئاً في خط التجميع .

إن ترتيب خطوات التجميع مقيد بقيود عملية تسمى قيود الأسبقية (في الترتيب) (Precendence Constraints) ، فمثلاً لربط صامولة على مسمار يجب أولاً وضع القرص (الوردة) (Washer) قبل ربط الصامولة . ولابد من أخذ هذه القيود في الاعتبار عند حل مشكلة موازنة خط التجميع .

توجد عدة طرق لإيجاد حل لهذه المشكلة ولكن سيتم التركيز هنا على طريقة الترتيب طبقاً للوزن الموقعي (Ranked Positional Weight) (RPW) لأنها واحدة من أفضل الطرق المعروفة لتحقيق موازنة خط التجميع وتحديد عدد المحطات المطلوبة . تعطي هذه الطريقة ترتيباً مفرداً لخطوات التجميع اللازمة لمنتج ما ، حيث تحدد أولوية أي خطوة تجميع بناءً على الزمن التراكمي المطلوب لإنجاز خطوة التجميع المعنية نفسها وكذلك ما يليها من خطوات لاحقة .

٤ -٢ -١ طريقة الترتيب طبقاً للوزن الموقعي (RPW) :

تعطي هذه الطريقة ترتيباً مفرداً لعمليات التجميع ، حيث تحدد أولوية أي خطوة تجميع (عنصر عمل) على أساس الزمن التراكمي المطلوب للخطوة المعينة وما يليها من خطوات . ومن ثم يتم تكليف أول محطة عمل ممكنة بإنجاز هذه الخطوة . منطق هذا الإجراء يعتمد على حقيقة أن الأشياء الأخرى عندما تكون متساوية ومجهولة ، فإن تخزين مزيد من خطوات التجميع وجعلها قابلة للتنفيذ يعني ارتفاع احتمال وجود خطوة تجميع واحدة على الأقل تكون جاهزة للتنفيذ في ما يتبقى من وقت فراغ لمحطة العمل المعينة هذا ينتج عنه تقليل وقت الفراغ الموجود عند كل محطة عمل ، وبالتالي فإننا نحتاج إلى عدد أقل من هذه المحطات .

الزمن التراكمي المتبقي لإكمال عملية التجميع يشكل قيداً على عدد محطات العمل التالية المطلوبة .

تتطلب طريقة الترتيب طبقاً للوزن الموقعي الآتي :

أولاً : حساب الوزن الموقعي (i)PW لكل خطوة تجميع (i) .

ثانياً : نجعل (i)S يمثل مجموعة الخطوات التالية لخطوة التجميع (i) . بحيث أن انتماء أي خطوة (j) لهذه المجموعة (i)S يعني أن هذه الخطوة (j) لا يمكن بدؤها بغير اكتمال خطوة التجميع (i) ، ونعبر عن ذلك رياضياً كما يلي :

$$j \varepsilon S(I)$$

ثالثاً : بحسب الوزن الموقعي **PWi** طبقاً للمعادلة التالية :

$$Pw_i = t_i + \Sigma_{r\varepsilon s(i)}\, tr$$

مع ملاحظة أن خطوات التجميع يتم ترتيبها بحيث يكون : $i < R$ يعني أن الخطوة (i) لا تنتمي إلى مجموعة الخطوات (r) S .

وتكون خطوات الطريقة كالآتي :

(١) أمر خطوات التجميع : لكل خطوات التجميع I (i = 1,2,..... n) احسب الوزن الموقعي (i)PW ، ، ثم رتبها تنازلياً ، ولتسهيل العمل نسجل أيضاً قيمة الزمن اللازم لكل خطوة وزمن الخطوات. السابقة لها مباشرة .

(٢) الحق كل خطو " عنصر عمل " بمحطة العمل المعينة (أول محطة عمل ممكنة) طبقاً لقيمة وزنه الموقعي مراعياً شروط ترتيب الأسبقية .

٤ -٢ -٢ مثال عملي لتطبيق طريقة الترتيب طبقاً للوزن الموقعي (RPW) :

سنطبق هنا طريقة الترتيب طبقاً للوزن الموقعي على خط تجميع للعبة أطفال في شكل سيارة تتحرك بواسطة الطاقة المخزونة في نابض (Spring) وهي موضحة في شكل (٤ -٢) خط التجميع في هذه الحالة يعمل بنظام ورديتين مدة كل وردية أربعة ساعات ، وذلك لمدة أربعة أيام في الأسبوع في المتوسط . تعطى فترتا راحة لكل وردية ، حيث تكون فترة الراحة الواحدة مدتها عشر دقائق . طبقاً لتقديرات قسم التسويق فإن الطاقة الإنتاجية المطلوبة هي ١٥٠٠ سيارة أسبوعياً.

عناصر العمل المطلوب لإكمال تجميع السيارة الواحدة، وكذلك المدة الزمنية المطلوبة لكل عمل، وأيضاً قيود الأسبقية مبينة حسب الجدول التالي :

عنصر العمل	النشاط المطلوب	زمن التجميع (ثانية)	عناصر العمل (السابق مباشرة)
a	أدخل محور العجلات الأمامية والعجلات	20	-
b	أدخل عمود المروحة	6	a
c	أدخل غطاء عمود المروحة	5	b
d	أدخل محور العجلات الخلفية والعجلات	21	-
e	أدخل الغطاء الواقي لهيكل العجلات	8	-
f	الصق النافذة مع الجزء العلوي	35	-
g	أدخل مجموعة التروس	15	c_2d
h	أدخل مجموعة الفواصل بين التروس	10	g
i	ثبت هيكل العجلات الأمامية	15	e,h
j	أدخل الماكينة	5	c
k	الحق الجزء العلوي	46	f,I,j
l	أضف العلامات المميزة للمنتج	16	k

الحل :

أولاً : حساب الوزن الموقعي (i)PW لكل عناصر العمل باستخدام نموذج قيود الأسبقيات المبين في شكل (٤ -٣) وذلك ابتداءً من عنصر العمل الأخير (l) والذي يساوي وزنه الموقعة ببساطة الزمن المطلوب لإنجازه وهو ١٦ ثانية والذي يمثل (i)PW وبالاتجاه إلى الخلف في حساب الوزن الموقعي ، تكون الخطوة التالية هي حساب PW(k) وذلك كالآتي :

$$PW(k) = t_k + PW(l)$$
$$= 46 + 16 = 62$$

وبالتالي فإن PW(k) هو ٦٢ ثانية ، وهكذا نستمر في الحساب حتى نصل إلى عنصر العمل (a) ونسجل هذه القيم في الجدول التالي :

عنصر العمل	الوزن الموقعي PW	الترتيب الموقعي
a	138	1
b	118	3
c	112	4
d	123	2
e	85	8
f	97	6
g	102	5
h	87	7
i	77	9
j	67	10
k	62	11
l	16	12

ثانياً : نبدأ الآن في إلحاق كل عنصر عمل بأول محطة عمل ممكنة طبقاً لقيمة وزنه الموقعي ونكرر ذلك العمل حتى نكمل إلحاق كل عناصر العمل بمحطات العمل اللازمة .

نحتاج قبل ذلك لحساب زمن دورة الإنتاج اللازمة لتصنيع وحدة واحدة (أي سيارة واحدة) لمقابلة معدل الإنتاج (١٥٠٠ سيارة أسبوعياً) وذلك كما يلي :

زمن دورة الإنتاج (C) =

$$\frac{١}{١٥٠٠} \text{ (أسبوع / وحدة) } \times ٤ \text{ (يوم / أسبوع) } \times ٢ \text{ (وردية / يوم) } \times ٢٢٠ \text{ (دقيقة / وردية) } = ١,١٧$$

دقيقة / وحدة ، وهذا يساوي بالتقريب ٧٠ ثانية – يلاحظ أن الزمن الفعلي للإنتاج في الوردية الواحدة يحسب كما يلي :

الزمن الفعلي للإنتاج = ٤ × ٦٠ – ١٠ × ٢ = ٢٢٠ دقيقة .

نبدأ بإلحاق عنصر العمل (a) (لأنه الأول حسب الترتيب الموقعي) بالمحطة ١ وبالتالي يكون الزمن المتبقي عند المحطة ١ (محسوباً بالثانية) كما يلي :

$$C - t_a = 70 - 20 = 50$$

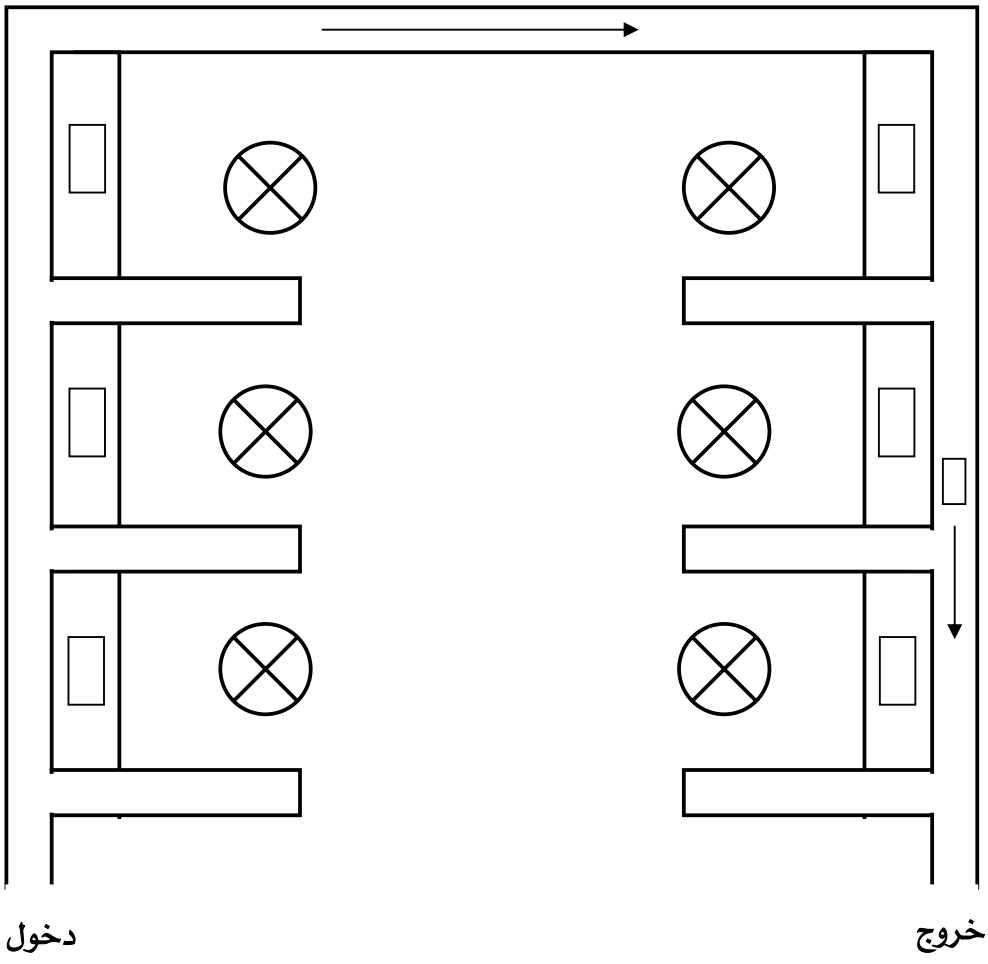
ثم يلي ذلك إلحاق عنصر العمل (d) وهو الثاني في الترتيب (ولا توجد عليه أي قيود أسبقية) ويحتاج لـ ٢١ ثانية لإنجـــــازه وعليه فإنه يمكن أيضاً إلحاقه بالمحطة ١ . إذن الوقت المتبقي الآن عند المحطة ١ هو :

$$50 - t_d = 50 - 21 = 29$$

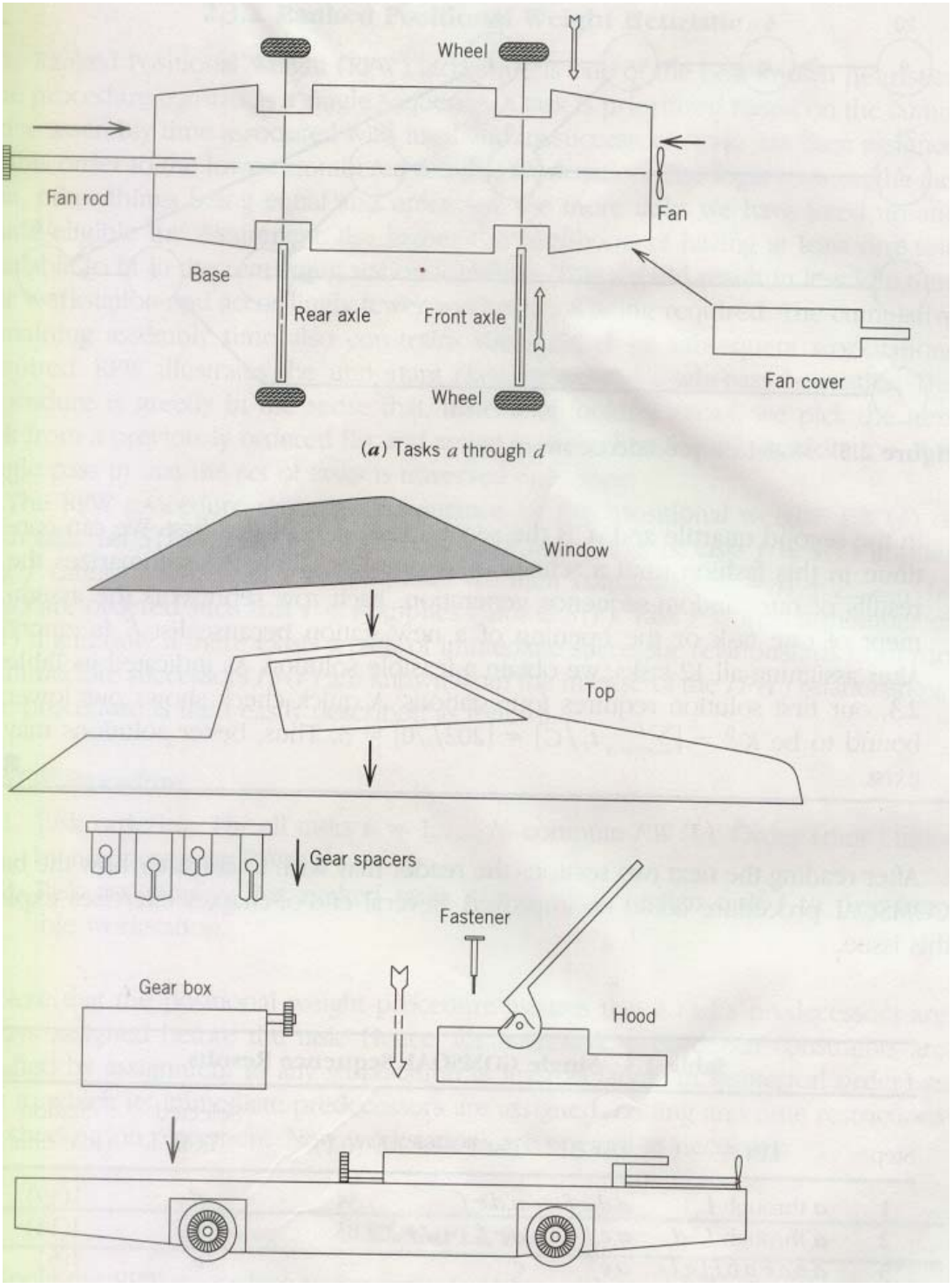
ونستمر على هذا المنوال حتى نلحق كل عناصر العمل بالمحطات اللازمة لنحصل على النتائج التالية :

محطة العمل	الوقت المتبقي	عناصر العمل
1	70 , 50 , 29 , 23 , 18 , 3	a , d , b , c , g
2	70 , 35 , 25 , 17 , 2	f, h, e , i
3	70 , 65 , 19 , 3	j , k , l

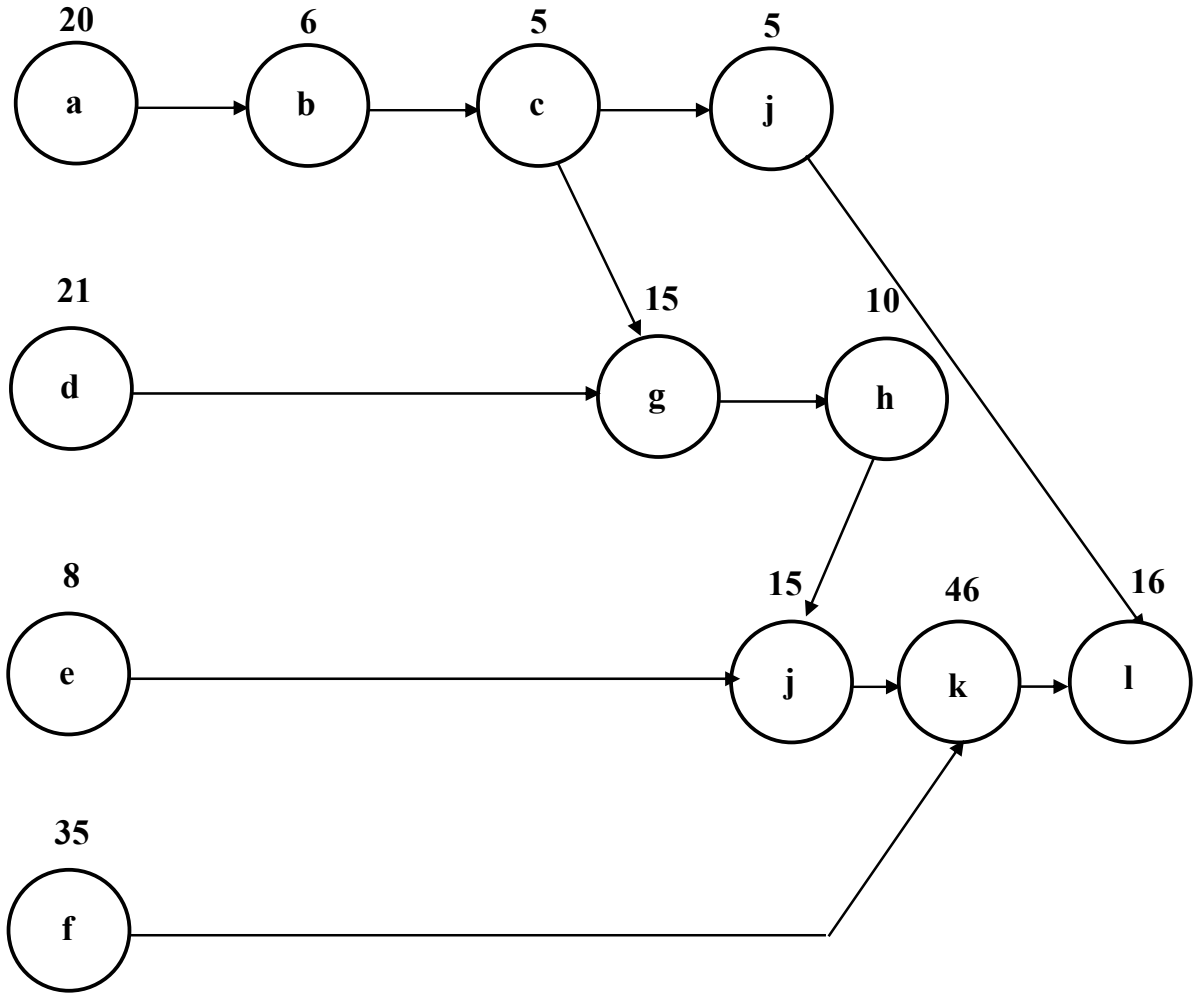
إذن لحل مشكلة موازنة هذا الخط نحتاج لاستخدام ثلاث محطات عمل حسب ما هو مبين أعلاه .



شكل (٤ -١) : مثال لمخطط خط تجميع على شكل حرف U



شكل (٤ -٢) : تجميع سيارة أطفال كمثال عملي لتطبيق طريقة (RPW)



شكل (٤ -٣) : نموذج قيود الأسبقيات لتجميع سيارة الأطفال

خلاصة الوحدة الرابعة

- خط التجميع هو عبارة عن مجموعة من محطات العمل المتتالية التي تتصل فيها بينها عادة بنظام لمناولة المواد .
- يمثل عنصر العمل أصغر وحدة نشاط من النشاطات الكلية اللازمة لتجميع أي منتج ، شريطة أن لا يليه أي نشاط آخر بشكل فوري .
- يعمل خط التجميع على أساس أن تكون كل محطات العمل في حالة تشغيل بشكل متزامن .
- تعتمد خطوط التجميع بصورة مركزة على مبدأ التبادلية وكذلك مبدأ تقسيم العمل .
- تتميز خطوط التجميع على نظم التصنيع العاملة بنظام الطلبية بالآتي :

١.توفير الوقت .

٢.توفر التخطيط القياسي والتعليمات المحددة .

٣.تكرار العمل عند كل محطة .

٤.الصعود السريع لمهارة العمال عبر منحنى التعلم .

- كما تتميز خطوط التجميع على نظم التصنيع ذات الإنتاج بنظام الدفع بالآتي : ١.التقليل من تكلفة التخزين. ٢.ارتفاع معدل استغلال إمكانات خط التجميع . ٣.التوفيق بين معدلات الإنتاج ومعدلات الطلب .
- طريقة الترتيب طبقاً للوزن الموقعي (RPW) هي من أفضل الطرق المعروفة لحل مشكلة موازنة خطوط التجميع وهي مبنية على تحديد أولوية أي خطوة تجميع (عنصر عمل) طبقاً للزمن التراكمي المطلوب لإنجاز الخطوة المعينة وكذلك ما يتبعها من خطوات لاحقة .
- تعتمد موازنة أي خط تجميع على الآتي :

١. زمن دورة التجميع (C) .

٢. عدد محطات العمل .

٣. تحديد عناصر العمل الملحقة بكل محطة عمل مع مراعاة قيود الأسبقية .

تمـــــارين -٤-

(١) أجب بـ (لا) أو نعم فيما يلي :

١. يعمل خط التجميع على أســـاس أن بعض محطـــات العمل تكـــون في حالة تشغيل في ونفس الوقت . ( )

٢. حجم الدفعة المنتجة فعلياً في خط التجميع هو وحدة واحدة من المنتج . ( )

٣. عند عدم تساوي الزمن اللازم لكل محطة عمل فإن المعدل الكلي للإنتاج تحدده أسرع المحطات في خط التجميع . ( )

٤. في طريقة الترتيب طبقاً للوزن الموقعي (RPW) تحدد أولوية أي خطوة تجميع (عنصر عمل) على أساس الزمن التراكمي المطلوب للخطوة المعينة وما يليها من خطوات . ( )

٥. يكون من السهل عملياً تحقيق التوازن المتقن في خطوط التجميع . ( )

(٢)أكمل العبارات التالية بوضع الكلمة المناسبة في محل كل فراغ :

١. خط التجميع هو عبارة عن مجموعة من .... المتتالية ، تتصل فيما بينها عادة بنظام ....

٢. عنصر العمل هو .... من العمل المنتج ، شريطة أن لا ..... أي نشاط آخر بشكل فوري .

٣. .تعتمد خطوط التجميع بشكل مركز على مبدأ ..... . ومبدأ .....

(٣) اشرح الآتي :

١. مبدأ التبادلية .

٢. مبدأ تقسيم العمل .

٣. الفروق بين خط التجميع ونظام التصنيع من النوع الذي يعمل بالطلبية .

٤. مشكلة موازنة خط التجميع .

(٤) تم تقسيم عملية تجميع منتج ما في خط تجميع إلى ثمانية عناصر عمل يمكن إسنادها إلى عمال غير مهرة . الزمن المطلوب لإنجاز كل عنصر عمل وكذلك قيود الأسبقية مبينة في الجدول التالي :

عنصر العمل	الزمن "دقيقة"	عناصر العمل السابقة مباشرة
a	20	-
b	18	-
c	6	a
d	10	a
e	6	b
f	7	c,d
g	6	e,f
h	14	g

علماً بأن زمن دورة المنتج (C) هو ٣٠ دقيقة ، أوجد الآتي مستخدماً طريقة الترتيب طبقاً للوزن الموقعي (RPW) :

١. مخطط قيود الأسبقيات .
٢. الوزن الموقعي لكل عنصر من عناصر العمل ومن ثم الترتيب الموقعي لكل عنصر .
٣. عدد محطات العمل مع بيان عناصر العمل المسندة لكل محطة والوقت المتبقي من الزمن المتاح لكل محطة في الحل المقدم لمشكلة موازنة خط التجميع .

نظم التصنيع

نظم مناولة المواد

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الأهـــــداف

بإكمال الوحدة الخامسة يكون الطالب قادراً على :

- أن يصف الدور الذي يقوم به نظام مناولة المواد في نظم التصنيع .
- أن يشرح الأهداف الرئيسية لنظام مناولة المواد .
- أن يشرح المبادئ الأساسية الواجب مراعاتها عند تصميم نظم مناولة المواد .
- أن يصف ويصنف معدات مناولة المواد المستخدمة في نظم التصنيع ويوضح الخصائص المميزة لكل منها .
- أن يقدم اقتراحات عامة حول كيفية تحسين الأداء لنظم مناولة المواد .

نظم مناولة المواد (٥)

٥ -١ مقـــــــدمة :

نظام مناولة المواد هو النظام المناط به التحكم في سريان قطع الشغل (Parts) ، والموارد ذات القابلية للحـــــركة المستخـــدمة في التصنيع (Mobile Resources) (مثل أدوات القطع (Tools)) ، ومخلفات التصنيع (مثل الرائش (Chips) الناتج عن عمليات الشتغيل) ، وذلك كله في داخل قسم التصنيع الواحد أو بين الأقسام المختلفة .

يشكل نظام مناولة المواد الشريان الحيوي لنظام التصنيع الذي يقوم بتوزيع وإيصال مواد حيوية لكل أجزاء النظام .

وقد يحتاج نظام مناولة المواد في عمله إلى نظم اكتساب معلومات ونظم اتصال تمكنه من العمل كعصب حيوي ينقل معلومات مهمة إلى أداة التحكم في النظام التي تمثل العقل المدبر لنظام التصنيع .

ويلزم نظام مناولة المواد عدة خصائص أساسية تشمل : تحديد الموقع المراد نقل ومناولة المواد إليه، تحديد اتجاه قطعة الشغل عند المناولة ، تحديد الكمية المطلوب مناولتها ، تحديد توقيت المناولة ، الاختيار الصحيح للقطع المراد مناولتها ، والمسار الذي تسلكه عملية المناولة .

وتحدد هذه الخصائص طريقة وأسلوب مناولة المواد ، أو بعبارة أوضح تجيب على السؤال الهام : ما الذي يقوم بالمناولة ؟ وكيف ؟ .

والإجابة على هذا التساؤل تستوجب في الواقع وضع الفكرتين المذكورتين أدناه في الحسبان :

١. التخزين في نقطة الاستخدام (Point of use Storage) :

وهي فكرة تخدم تقليل عدد مرات المناولة ، حيث يتم النقل من مركز عمل إلى آخر مباشرة دون إرجاع للمواد إلى منطقة تخزين تقع بين عمليات التصنيع .

٢. وحدة الحمل المنقول (Unit Load) :

وحدة الحمل المنقول لأي نوع من قطع الشغل تعني كمية قطع الشغل التي يمكن تجميعها معاً لحملها ومناولتها كعنصر واحد أو وحدة حمولة . مثال ذلك وعاء خاص يحمل عدداً محدداً من قطع الشغل . وهذا يؤدي إلى تقليل مرات المناولة ، وربما تقليل إمكانية تعرض قطع الشغل المنقولة للضرر أثناء النقل والمناولة ، وأيضاً توفير إمكانية استخدام معدات قياسية لمناولة المواد .

٥ -٢ المبادى الأساسية لتصميم نظم مناولة المواد :

تمثل هذه المبادى دليل وقائمة مرجعية يمكن استخدامها عند تصميم نظم مناولة المواد ابتداءً أو تعديل تصميمات قائمة لهذه النظم ، وفي نفس الوقت فإن هذه المبادى توفر وسيلة للمقارنة بين البدائل المختلفة لنظم مناولة المواد .

المباديء الأساسية المعنية هي كالآتي :

١. مبدأ التوجيه (Orientation Principle) : ويعني دراسة علاقات النظام قبل وضع المواصفات لتحديد المشاكل ، والقيود الموجودة على النظام وكذلك أهداف النظام .
٢. مبدأ الجاذبية الأرضية (Gravity Principle) : هو محاولة استغلال هذه الظاهرة بقدر الإمكان.
٣. مبدأ السلامة (Safety Principle) : يهتم بتوفير الأساليب والمعدات التي تضمن جانب سلامة استخدام نظام المناولة .
٤. مبدأ التكلفة (Cost Principle) : يعمل على مقارنة البدائل الممكن استخدامها كنظام لمناولة المواد على أساس التكلفة لكل وحدة منقولة .
٥. مبدأ التبسيط (Simplification Principle) : يتم فيه مراعاة التبسيط على وجه العموم في تصميم نظم المناولة ، وحذف أي خطوات للمناولة يمكن الاستغناء عنها والتخلص منها .
٦. مبدأ سريان النظام (System Flow Principle) : يعمل على تحقيق التكاملية بين سريان المعلومات وسريان المواد .
٧. مبدأ المرونة (Flexibility Principle) : يعني استخدام الأساليب والمعدات التي تستطيع تنفيذ مهام متعددة تحت ظروف متغيرة .
٨. مبدأ الاستبدال (Obsolescence Principle) : وذلك بإعداد خطة اقتصادية لاستبدال نظم ومعدات المناولة بناءً على تكاليف دورة صلاحية تلك المعدات للاستخدام .
٩. مبدأ الصيانة : (Maintenance Principle) : وذلك بإعداد خطة للصيانة الوقائية والإصلاحات المتوقعة لكل معدات المناولة .
١٠. مبدأ المخطط (النسق) العام لنظام التصنيع (Layout Principle) : وهو يعني تجهيز البدائل الممكنة لحركة نقل المواد مع وضعية الآلات والمعدات داخل المصنع ، ومن ثم اختيار البديل الأمثل مع ناحيتي الكفاءة والفعالية .

١١.مبدأ الطاقة (Energy Principle) : وهو يهتم بمقارنة الاستهلاكات من الطاقة لبدائل نظم المناولة .

١٢.مبدأ التخطيط (Planning Principle) : وهو التوجه نحو خطة تحقق المتطلبات بكفاءة ولكن دون تضحية بمرونة النظام لمقابلة أية اختناقات ممكنة الحدوث .

١٣.مبدأ استغلال المساحة المتاحة (Space Utilization Principle) : يؤكد الاستخدام الفعال لكل المساحة المتوفرة (أو الوحدات المكعبة المتاحة) .

١٤.مبـــــدأ القياســـية (Standardization Principle) : وهو محاولة استخدام نظم مناولة ذات مواصفات قياسية بقدر الإمكان .

١٥.المبـــــدأ الإنســـــاني (Ergonomic Principle) : هو مراعاة محدودية قدرات العاملين وما قد يتعرضون له من ملل أو إجهاد والتداخل بينهم وبين نظم المناولة ، وذلك عند تصميم هذه النظم.

١٦.مبدأ مراعاة البيئة (Ecology Principle) : هو أن يتم استخدام نظم المناولة ذات أقل تاثيرات ضارة على البيئة .

١٧.مبدأ الميكنة (Mechanization Principle) : هو التركيز على استخدام نظم ميكانيكية للمناولة بقدر الإمكان لزيادة الكفاءة .

١٨.مبدأ استخدام الحاسب (Computerization Principle) : يهتم باستخدام الحاسب وتوفير المعلومات الجاهزة للمناولة والتخزين لتسهيل المراقبة والإشراف .

١٩.مبدأ وحدة الحمل المنقول (Unit Load Principle) : هو أن تتم مناولة المواد بوحدات ذات حمل كبير ولكنه عملي في نفس الوقت .

٢٠.مبدأ النظم (Systems Principle) : وهو يعني التنسيق وتحقيق التكامل اللازم بين عمليات الاستلام ، الفحص ، التخزين ، الإنتاج ، التجميع ، وعمليات مناولة المواد .

٥ -٣ أنواع معدات مناولة المواد وخصائصها :

تشكل صناعة معدات مناولة المواد قطاعاً صناعياً مؤثراً يتميز بسعته التقنية حيث تتراوح أنواع هذه المعدات بين معدات ذات مستويات تحكم عالية التقنية وأخرى بسيطة يتم دفعها يدوياً . ويمكن تصنيف معدات المناولة الشائعة الاستخدام كالآتي :

٥ -٣ -١ الناقلات (Conveyors) :

تستخدم في مناولة المواد المنتظمة الحجم والوزن نسبياً ، بين مواقع محددة ، وذلك لمرات تتفاوت في ترددها بين التردد العالي والمتوسط ، وذلك في مسار ثابت .

تشتمل هذه الناقلات السيور (Belts) والأنابيب المائلة (Chutes) والمدحرجات (Rollers) (انظر شكل (٥ -١)) .

يتحرك سير النقل تاركاً الجزء المنقول في نفس موقعه بالنسبة للسير ، بينما نجد أن الأنابيب المائلة تبقى ثابتة في موقعها وينزلق الجزء المنقول إلى وجهته المحددة .

أما في حالة المدحرجات المكونة من عدد من الأنابيب المتجاورة ، فإن كل أنبوبة منها تدور حول محورها بينما ينزلق عليها الجزء المنقول إلى الموقع المقصود .

الناقلات يمكن أن تكون على الأرضية ، أو مرفوعة على داعمات من الأرضية ، أو معلقة (أنظر شكل (٥ -١)) .

وكذلك من ناحية التشغيل يمكن أن تكون يدوية ، أو معتمدة على الجاذبية الأرضية ، أو ذات تشغيل الكتروني أو نيوماتي ، أو تعمل بسلسلة في نظام مسننات أو سير .

ويمكننا تلخيص خصائص الناقلات كالآتي :

١. عموماً تكون ذات طاقة محركة وفي بعض الأحيان تعمل بطريقة آلية .
٢. تكون ثابتة في موقعها وبالتالي تحدد خط مرور المواد المنقولة .
٣. غالباً تعمل على أساس اتجاه سريان واحد .
٤. تنقل عموماً أحمالاً مفردة ، ولكن أنواع خاصة منها تستخدم لنقل أحمال مستمرة .
٥. يمكن استخدامها للقيام بمهمة التخزين فقط أو التخزين والطلب معاً .

٥ -٣ -٢ الأوناش والرافعات (Cranes & Hoists) :

تستخدم الأوناش والرافعات لمناولة المواد بشكل متقطع بأوزان وأحجام متفاوتة في حيز محدود .

الرافعات ترفع المواد رأسياً وتكون هذه المواد محمولة بخطافات (Hooks) . أما الأوناش فتتحرك أفقياً ، بينما تكون المواد المحمولة معلقة من رافعة في هذه الأثناء . المسافة التي يمكن أن يتحرك فيها الونش تعتمد على طول الخط الحديدي الذي يتحرك عليه الونش .

٥ -٣ -٣ الشاحنات الصناعية (Industrial Trucks) :

تشمل هذه المجموعة الرافعات الشوكية (Fork Lifts) ، العربات اليدوية (Hand Carts) ، وغيرها . تستخدم هذه المجموعة لعمليات المناولة المتقطعة في مسارات مختلفة ولكن يلاحظ أنها تحتاج لتوفير ممرات مناسبة لحركة سيرها .

الطرق الأقصى من التقنية لهذه المجموعة من نظم مناولة المواد يتمثل في العربات الآلية الموجهة (Automated Guided Vehicks) (AGVs) ، والتي تمثل خياراً وسطاً بين الناقلات (Conveyors) – وسيلة مناولة في مسار ثابت لنقل المواد من نقطة إلى أخرى – والعربات اليدوية (Hand Trucks) التي هي وسيلة مناولة تتصف بالمرونة الكاملة من ناحية المسار .

تستخدم العربات الآلية الموجهة (AGVs) للمناولة بين عدد محدد من المواقع المختارة والمبرمجة سلفاً في نظام التحكم ، مع إمكانية التغيير في هذه المواقع مع بعض المجهود اللازم لإجراء أي تعديلات مرغوبة .

٥ -٤ -٣ النظم الآلية للتخزين والطلب :
(Automated Storage / Retrieval Systems) (As / Rs)

يجمع هذا النظام بين معدات التخزين والمناولة ومختلف مستويات التحكم الآلي من أجل تحقيق السرعة والدقة في عمليات تخزين وطلب المنتجات والمواد من مخازنها .

يصمم هذا النظام للاستخدام مع الشحنات الضخمة ، وكذلك مع الشحنات الصغيرة مثل الصناديق الصغيرة من قطع المنتجات ، كما هو موجود في خطوط تجميع المنتجات الصغيرة مثل كروت الدوائر الإلكترونية .

تستخدم كثير من هذه النظم رفوفاً طويلة وعميقة مع عربات تحتاج إلى ممرات ضيقة لحركتها ، تتحرك هذه العربات أفقياً ورأسياً عبر الممرات المرسومة لها للوصول إلى موقع رف معين . تتحركة الشوكة (Fork) المزودة بها هذه العربات في اتجاه متعامد مع مسار حركة العربة لإيصال حمل معين أو تناوله من مكانه (انظر شكل (٥ -٢)) .

٥ -٣ -٥ الإنسان الآلي (أو الروبوت) (Robot) :

يشيع استخدام الروبوت في عمليات المناولة ، حيث تتم برمجته لأداء ترتيب معين من التحركات. ويتوقع عادة أن يكون الروبوت المستخدم في الصناعة اقتصادياً وعملياً إذا كان من النوع المصمم للأغراض العامة، ويظهر تميزه في الأحوال التالية :

١. ظروف العمل التي تسودها مخاطر عدة على العاملين .
٢. عملية المناولة المطلوبة تتميز بصفة التكرارية .
٣. تميز المادة المنقولة بثقل الوزن .

انظر الشكل (٥ -٣) الذي يبين مثال لاستخدام روبوت صناعي في عمليات مناولة على ماكينة تفريز .

يمكن تعريف الروبوت الصناعي كما يلي :

هو عبارة عن جهاز مناورة قابل لإعادة البرمجة وذي مهام متعددة ، ومصمم لتحريك المواد ، الأجزاء والأدوات أو الأجهزة الخاصة في تحركات متغيرة ومبرمجة ، وذلك لأداء عدد كبير من المهام المتعددة .

ومن أهم أنواع الهيئات التي يكون عليها الروبوت النوع القطبي (Polar) والذي يكون مجال عمله في حدود شكل شبه كروي ، والنوع الاسطواني (Cylinderical) والذي يعمل في مجال اسطواني ، والنوع الإحداثي (Cartesian Coordindate) والذي يعمل في مجال شكل مستطيل ، والنوع ذو اليد المفصلية (Jointed – arm) والذي يشابه يد الإنسان . (أنظر الشكل (٥ -٤) الذي يبين أهم أنواع الروبوت والشكل (٥ -٥) الذي يبين مجال العمل للأنواع الثلاثة الأولى) .

٥ – ٤ طريقة أخرى لتصنيف معدات مناولة المواد :

يمكن تصنيف معدات المناولة طبقاً لخصائصها ومميزاتها ، معتمدين في ذلك على عدة عوامل مثل كون نظام المناولة يدوي أو ذو قوة محركة أو إلى متحكم فيه بالحاسب ، وهل هو متحرك أم ثابت في موقعه ، وغير ذلك من العوامل . وعلى هذا الأساس توجد إثنا عشر مجموعة ، ولكن سنكتفي هنا بذكر أهم خمس مجموعات منها وذلك كما يلي في هذا الجدول :

المجمـــــــــــوعة	أمثـــــــــــلة
١ – أ. معدات يدوية .	العربات اليدوية
ب – معدات ذات قوة محركة .	الرافعات الشوكية ذات القوة المحركة
ج – معدات آلية ذات تحكم بالحاسب	العربات الآلية الموجهة (AGVS)
٢ – أ. معدات متحركة	الرافعات الشوكية
ب – معدات ثابتة في موقعها	سيور النقل
٣ – أ. معدات مثبتة على الأرضية	سير نقل ذو مدحرجات
ب – معدات معلقة	ونش معلق ذو خطاف
٤ – أ.معدات ذات مسار ثابت	سيور النقل
ب – معدات ذات مسار قابل للبرمجة	العربات الآلية الموجهة (AGVS)
٥ – أ.معدات لنقل أحمال أو قطع مفردة	الرافعات الشوكية
ب – معدات ذات أحمال مستمرة	سير النقل أو أنابيب النقل

٥ -٥ طرق تحسين الأداء لنظم مناولة المواد :

يشكل مبدأ التبسيط الذي ذكرناه ضمن المبادى الأساسية لتصميم نظم مناولة المواد – المبدأ الأهم لتصميم وتحسين أداء نظم مناولة المواد. يجب أن نلاحظ أن نقل ومناولة المواد لا تشكل قيمة مضافة للمنتج الذي تتم مناولته ، ولكنها في الوقت نفسه تكلف من الناحية المالية ، وتعرض المتنج لخطر حدوث أضرار أثناء عملية النقل وتستغرق زمناً يحسب ضمن الزمن اللازم لتصنيع المنتج . وعليه فإن أي خطوة نقل يمكن حذفها لابد من إلغاءها ، وهذا يتطلب ملاحقة أي خطوة نقل بالتساؤل التالي : هل من الضروري وجود حركة النقل المعينة ؟ وهنا تأتي فكرة التخزين في نقطة الاستخدام كاستجابة لهذه الحقيقة .

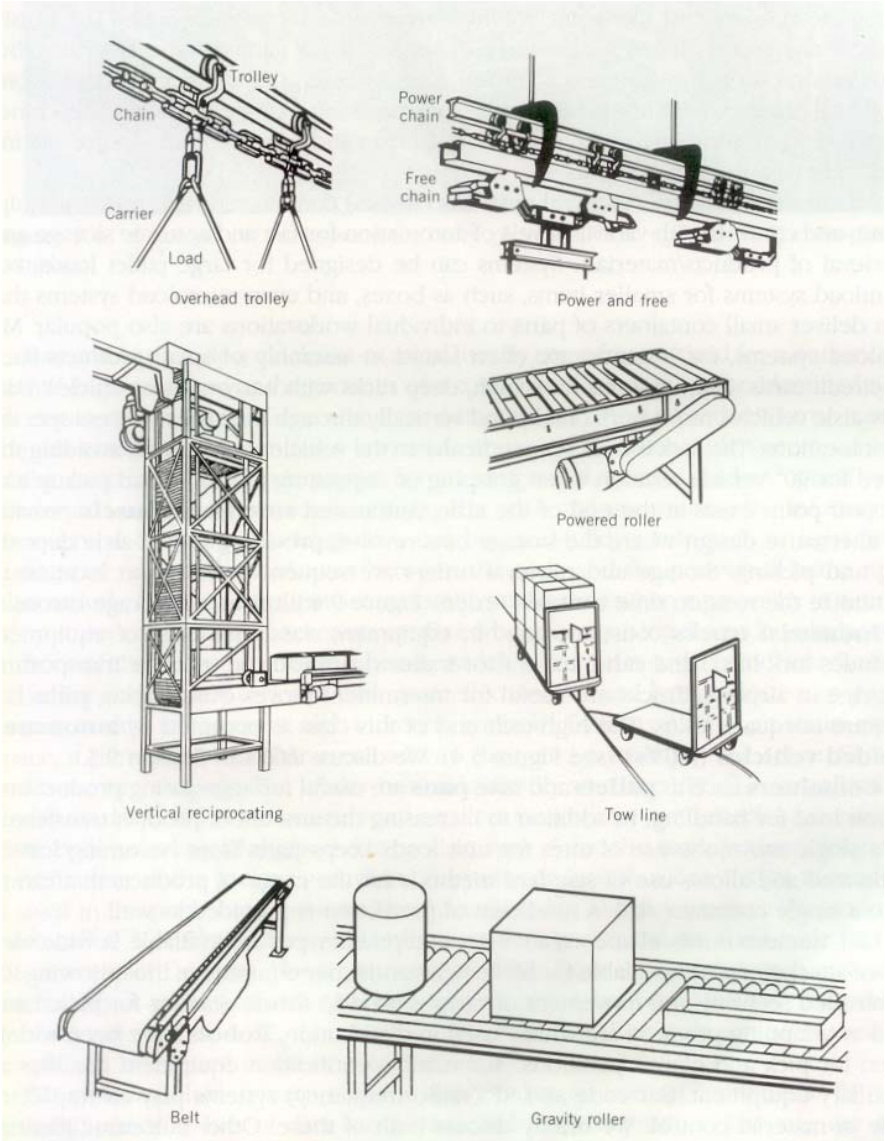
ويأتي من ضمن تحسين أداء نظم مناولة المواد اختيار الوسيلة المناسبة لكل حركة لنقل المواد، وهذا القرار في الاختيار يعتمد جزئياً على الناحية الاقتصادية ، ولكن يجب أن لا ننسى أن أفضل نظام لمناولة المواد هو الذي يدعم مهمة النظام ككل . وبمجرد تحديد البدائل المختلفة لنظام مناولة المواد الذي يحقق متطلبات نظام التصنيع ، يمكن مقارنتها باستخدام نموذج تعتمد المقارنة فيه على الناحية الاقتصادية .

وكذلك من الضروري وجود خطة للصيانة الوقائية والإصلاحات المتوقعة لكل معدات المناولة، مع توجه يركز على حتمية تغيير نظم المناولة ومعداتها ، إما بسب تقادمها أو بسبب ظهور نظم ومعدات أحدث يمكن عن طريقها تطوير وتحديث نظم التصنيع .

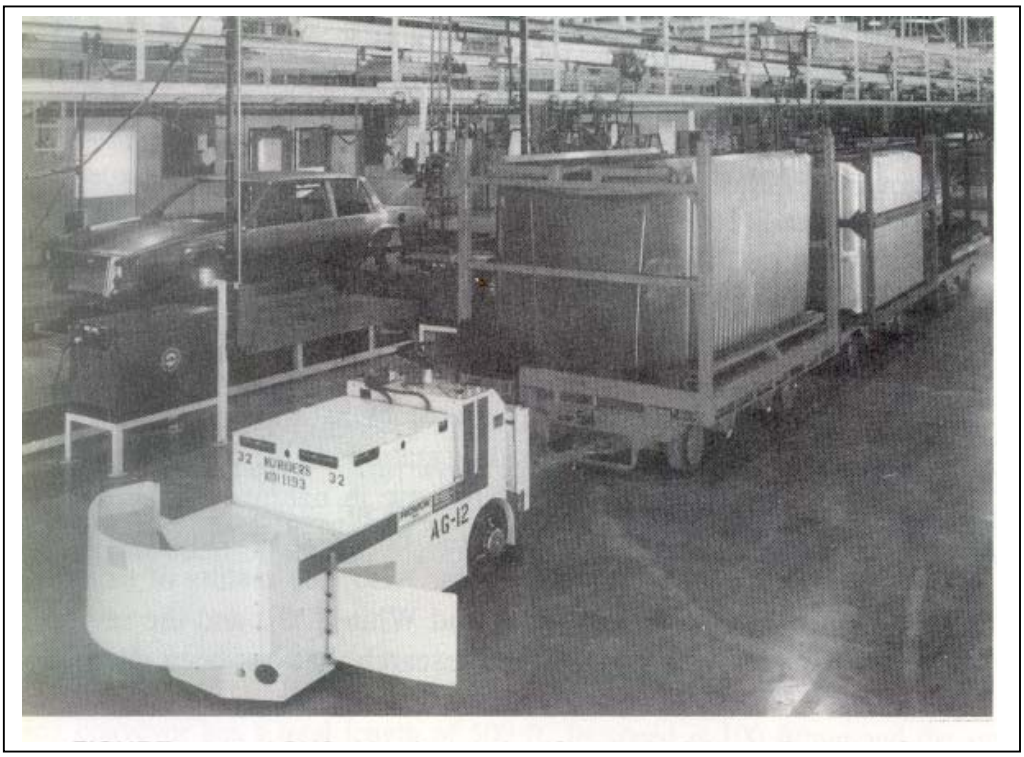
كما أن صفة المرونة صفة مهمة لتحسين أداء نظم مناولة المواد ، وهي تعني المقدرة على مناولة منتجات بمختلف الأحجام والأشكال والأوزان وبمسارات متعددة باستخدام نفس المعدات ، وأيضاً تكتسب صفة قابلية التعديل (Modularity) أهمية خاصة ، وهي تعني إمكانية تغيير المسار وطاقة النقل بإضافة معدات إضافية من نفس النوع المستخدم .

وكذلك يمثل التوجه نحو البرمجة الآلية باستخدام الحاسب في نظم مناولة المواد وسيلة مهمة لتحسين الأداء بسب وجود تحكم أفضل في عمليات المراقبة والإشراف .

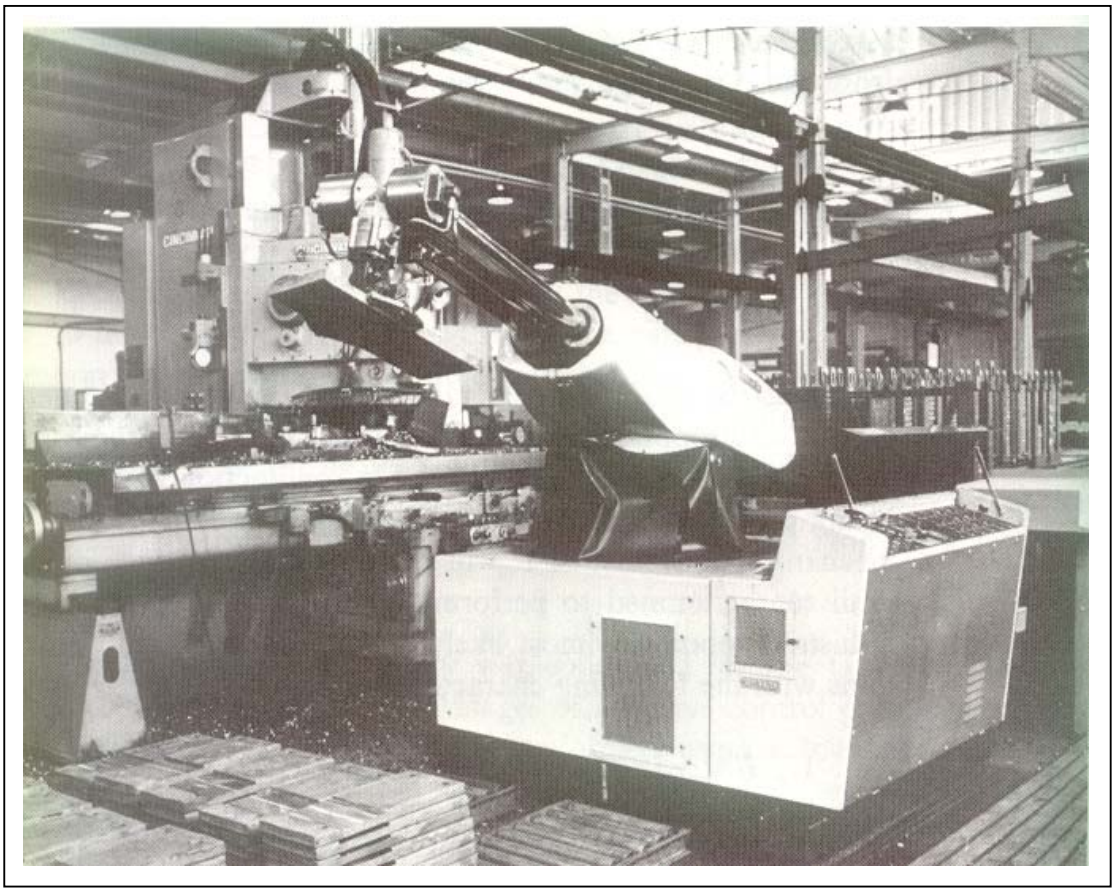
وبالإضافة إلى ما سبق ذكره فإن استخدام القياسات الكمية التي تهدف لمتابعة أداء نظم مناولة المواد يلعب دوراً هاماً في تحسينها وتطويرها ، ومن هذه القياسات الكمية تحديد النسبة بين الطاقة المستخدمة فعلاً من معدات المناولة والطاقة الإجمالية النظرية لهذه المعدات .



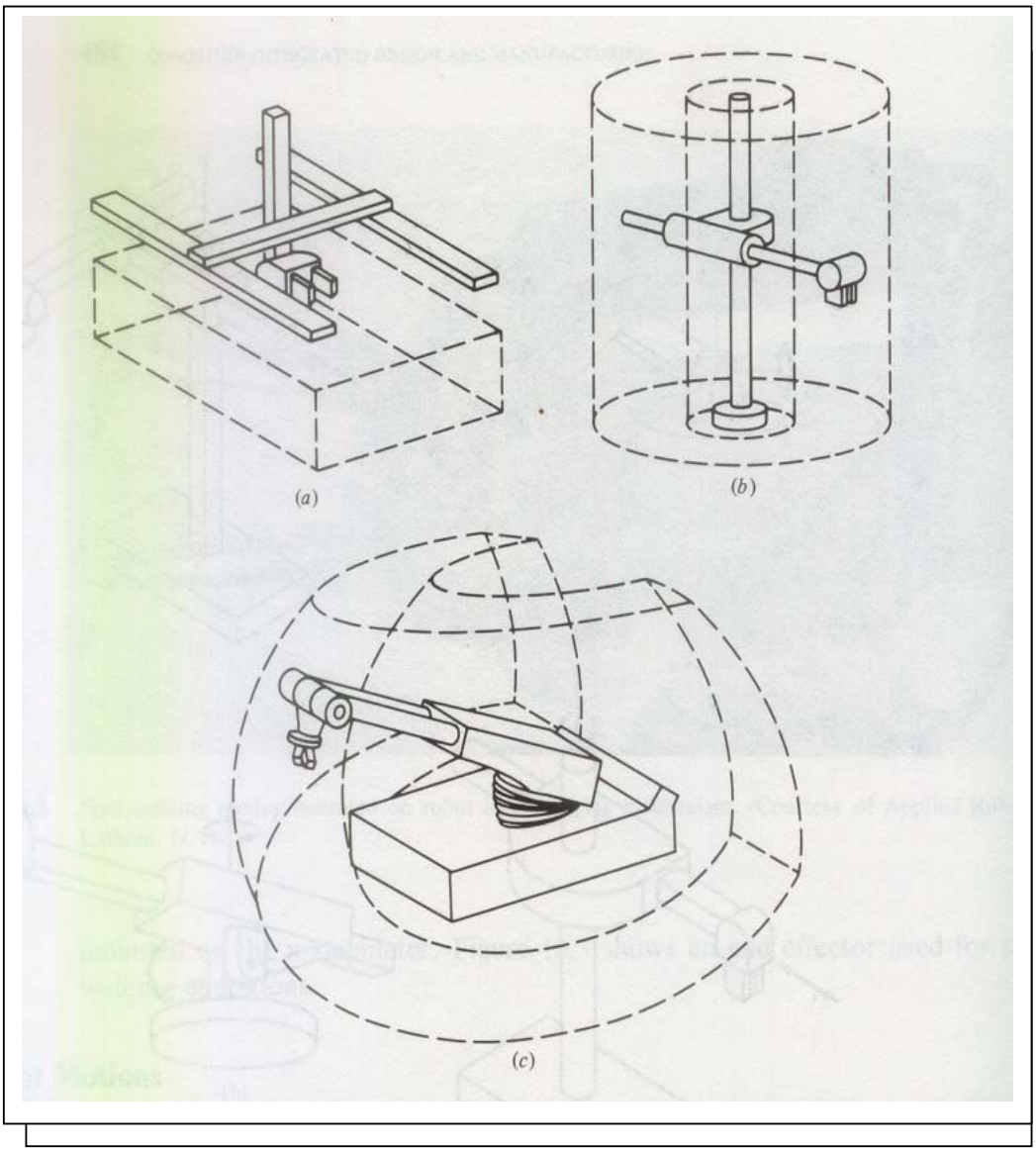
شكل (٥ -١) : أنواع الناقـــــــــــلات



شكل (٥ -٢) : عربة آلية موجهة ذات رافعة شوكية



شكل (٥ -٣) : مثال لاستخدام روبوت صناعي في عملية مناولة على ماكينة تفريز



شكل (٥ -٥) : المجـــالات النمـــــوذجية لعــمل الروبـــوت

خلاصة الوحدة الخامسة

- نظام مناولة المواد هو النظام المناط به التحكم في سريان المنتجات والموارد المتحركة ومخلفات التصنيع ، سواءً كان ذلك في داخل قسم التصنيع الواحد أو بين الأقسام المختلفة .
- الخصائص الأساسية لنظام مناولة المواد تشمل مواقع النقل ، اتجاه المناولة ، الكمية المنقولة ، توقيت المناولة ، ومسار النقل .
- تمثل المبادى الأساسية لتصميم نظم مناولة المواد دليل وقائمة مرجعية يمكن الرجوع إليها عند تصميم هذه النظم ابتداءً أو عند تعديل تصميمات قائمة ، وهي تشمل عشرين مبدأً أساسياً كما يلي : ١ - التوجيه . ٢ - الجاذبية الأرضية . ٣ -السلامة . ٤ - التكلفة . ٥ - التبسيط . ٦ - سريان النظام . ٧ - المرونة . ٨ – الاستبدال . ٩ – الصيانة . ١٠ – المخطط "النسق" العام.
  ١١ - الطاقة . ١٢ – التخطيط . ١٣ – استغلال المساحة المتاحة . ١٤ – القياسية .
  ١٥ – الناحية الإنسانية . ١٦ - البيئة . ١٧ – الميكنة . ١٨ – استخدام الحاسب .
  ١٩ – وحدة الحمل المنقولة . ٢٠ – النظم .
- يمكن تصنيف معدات مناولة المواد الشائعة الاستخدام إلى خمسة أنواع كالآتي : ١ - الناقلات . ٢ -الأوناش والرافعات . ٣ - الشاحنات الصناعية . ٤ - النظم الآلية للتخزين والطلب . ٥ – الإنسان الآلي (الروبوت) .
- يمكن أيضاً تصنيف معدات المناولة طبقاً لخصائصها ومميزاتها معتمدين في ذلك على عدة عوامل مثل نوعية القوة المحركة وطريقة التحكم ، قابلية الحركة ، طريقة التثبيت ، نوعية المسار ونوعية الأحمال المنقولة .
- توجد عدة طرق لتحسين أداء نظم مناولة المواد ، وتتمثل هذه الطرق في مراعاة مباديء التصميم الأساسية وعلى وجه الخصوص مبدأ التبسيط ، ومبدأ التكلفة ، ومبدأ النظام ، ومبدأ الصيانة، ومبدأ المرونة . مع التركيز على التوجه نحو البرمجة الآلية باستخدام الحاسب ، واستخدام القياسات الكمية الهادفة لمتابعة أداء نظم مناولة المواد .

تمـــــارين – ٥ –

(١) أجب بـ (لا) أو نعم فيما يلي :

١. يصلح الروبوت كوسيلة مناسبة في حالات المناولة ذات الصفة المتغيرة . ( )
٢. تعمل الناقلات غالباً على أساس اتجاه سريان واحد . ( )
٣. تعتبر الرافعات الشوكية ضمن مجموعة الشاحنات الصناعية . ( )
٤. تستخدم الأوناش والرافعات لمناولة المواد بشكل مستمر وبأوزان وأحجام ثابتة . ( )
٥. العربات الآلية الموجهة تعتبر خياراً وسطاً بين الناقلات والعربات اليدوية . ( )

(٢) أكمل العبارات التالية بوضع الكلمة المناسبة في محل كل فراغ :

١. تجمع النظم ..... لـ ..... و ..... بين معدات التخزين والمناولة ومختلف مستويات ..... الآلي من أجل تحقيق .....و ..... .
٢. مبدأ ..... يعني استخدام الأساليب والمعدات التي تستطيع تنفيذ مهام متعددة تحت ظروف متغيرة .
٣. الروبوت الصناعي هو عبارة عن جهاز ..... قابل لـ ..... البرمجة وذو مهام ..... .
٤. نظام مناولة المواد هو النظام المناط به ..... في ..... المنتجات و..... المتحركة و ..... التصنيع .
٥. التخزين في .... فكرة تخدم تقليل عدد مرات ..... .

(٣)اختبر الإجابة الصحيحة من مجموعة الإجابات لكل مما يلي :

١. للمناولة بين عدد محدد من المواقع المختارة والمبرمجة سلفاً في نظام التحكم ، يكون من المناسب استخدام :
(أ) رافعة شوكية . (ب) عربة آلية موجهة . (ج) عربة يدوية .
٢. استخدام فكرة وحدة الحمل المنقول تحقق الآتي :

(أ) تقليل مرات المناولة . (ب) إمكانية استخدام معدات قياسية . (ج) كل ما سبق .

٣. قابلية التعديل كصفة مهمة لتحسين أداء نظم مناولة المواد تعني إمكانية تغيير :

(أ) المسار . (ب) طاقة النقل . (ج) كل ما سبق .

(٤) اذكر مثالاً واحداً لكل مما يلي :

١. معدات المناولة المتحركة .
٢. معدات مناولة ذات أحمال مستمرة .
٣. معدات آلية ذات تحكم بالحاسب .
٤. معدات مناولة مثبتة على الأرضية .
٥. معدات مناولة ذات مسار ثابت .

نظم التصنيع

نظم التخزين

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الأهـــــداف

بإكمال الوحدة السادسة يكون الطالب قادراً على:

- أن يشرح وظائف وأهداف نظام التخزين في منشآت الإنتاج الصناعي.
- أن يصف الوسائل والمعدات المختلفة للتخزين.
- أن يشرح الفرق بين التخزين العشوائي وغير العشوائي ويوضح مزايا وعيوب كل منهما .
- أن يشرح المبدأ الأساسي لنظام ABC لتصنيف المخزون .
- أن يقدم الاقتراحات ويجري الحسابات اللازمة لتصميم المخططات الداخلية للمخازن ، ويشمل ذلك تحديد مواقع المداخل والمخارج والممرات وأماكن التخزين ، وحساب الأبعاد المناسبة لرفوف التخزين.

نظم التخزين (٦)

٦ -١ مقـــــــــدمة :

لقد ظلت شركات التصنيع في السنوات القليلة الماضية تعمل جاهدة لتخفيض مخزوناتها من المنتجات وقطع الشغل غير المكتملة التصنيع . ولقد ساهمت النظم الآلية المرنة وبرامج تخفيض زمن أعداد الماكينات للتصنيع وفكرة التخزين في نقطة الاستخدام (التي ذكرناها في الوحدة الخامسة) مساهمة مقدرة في هذا الاتجاه . ولكن بالرغم من كل هذه الجهود ، فإننا نجد أنه من الضروري توفر مخازن في المنشآت الصناعية ، وعلى وجه الخصوص ليتم فيها تخزين المنتجات الجاهزة للتوزيع وكذلك قطع الغيار اللازمة لخطوط التصنيع . فمثلاً لابد من وجود مخزون ما من قطع الغيار الحرجة ، وذلك لتفادي التوقف الطويل الممكن حدوثه وتكاليفه الباهظة في حالة عدم توفر هذه القطع .

يجب أن نتذكر دائماً أن المخازن ليست فقط مكان لتخزين المواد والمنتجات ، ولكن يجب أن نأخذ في الاعتبار كل أجزاء نظام التصنيع ونشاطاتها المرتبطة بهذه المخازن ، من تصنيع وضبط جودة وأرصفة الشحن والتفريغ وغيرها .

تتراوح نظم التخزين في مستويات الآلية المستخدمة فيها ، بين نظام التخزين الكامل الآلية من ناحيتي التخزين والطلب ، والنظم اليدوية التحكم ذات العمليات المعتمدة على الرافعات الشوكية ، أو نظم التخزين المتوسطة وبين هذين الطرفين من ناحية الآلية . (أنظر الشكل (٦ -١) الذي يبين نظام التخزين الكامل الآلية ونظام التخزين ذو التحكم اليدوي) .

وفي كل الأحوال فإن مشاكل تشغيل نظم التخزين تشمل اختيار مواقع التخزين ، تصميم طابع تخزين المنتج ووسيلته ، وترتيب أوامر التخزين والطلب (الاستدعاء) .

٦ -٢ وظائف وأهداف نظام التخزين :

لنظام التخزين في منشآت الإنتاج الصناعي العديد من الوظائف والأهداف،والتي يلاحظ أنها غالباً ما تكون متداخلة ووثيقة الصلة ببعضها ،ويمكن أن نلخص هذه الوظائف والأهداف في الآتي :

١. توفير طلبيات الزبائن ومواجهة أية تغيرات في حجم الطلب .
٢. مواجهة التغير في مستويات حجم الإنتاج .
٣. مجابهة التوسع في سعة الماكينات .
٤. توفير المرونة المناسبة لتحميل الأقسام الإنتاجية وجداول الإنتاج .
٥. تخزين المواد الخام .

٦. تخزين الإنتاج الفائض عن خطة الإنتاج .
٧. تداول المواد بأحجام اقتصادية .
٨. الاستفادة من الأسعار المنخفضة للمواد الخام في أوقات معينة .
٩. تعويض إنتاج أيام العطلات والمناسبات الرسمية .
١٠. انتظار الشحن لتلبية طلب محدد أو متوقع .

٦ -٣ وسائل التخزين والعوامل المؤثرة في اختيارها وتصميمها :

تستخدم رفوف التخزين (Storage racks) في العادة لتوضع عليها المواد والمنتجات المخزونة . من أنواع هذه الرفوف رفوف تخزين حمولات المنصات النقالة (Pallets) والتي تحتاج لرافعات شوكية للتخزين والطلب ،وتتكون هذه الرفوف من دعامات رأسية موصولة بدعامات أفقية طولية ، وتصمم على أساس أن فتحات التخزين تكون في اتجاهي الطول والارتفاع ، بحيث تكفي كل فتحة لتخزين شحنة منصة نقالة . ويتحدد الحيز المتاح للتخزين من حيث الارتفاع بالمسافة الراسية بين كل مستويين متتاليين من الرفوف يمكن أن تتفاوت هذه الشحنات من ناحية الحجم ، ولكن الأحجام القياسية لها تتراوح بين ٥٠×٨٠سم و ١٢٠×١٢٠سم ، وتوضع هذه الرفوف عادة ظهراً لظهر لإعطاء إمكانية استخدام عمق تخزين يعادل أكثر من عمق شحنة واحدة . انظر الشكل (٦ -٢) كمثال لرفوف تخزين حمولات المنصات النقالة .

تستخدم الرفوف الكابولية (Cantilever racks) لتخزين المواد الطويلة مثل الأنابيب كما هو مبين في شكل (٦ -٣) .

وأيضاً تستخدم منصات دوارة (Rotating Carousels) لإعطاء إمكانية التخزين والطلب من المواقع التي توجد في نهاية الممرات في قسم التخزين .

ولكن ليس من الضروري استخدام الرفوف في كل الأحيان ، حيث يمكن استخدام نظام تكديس الكتل (Block Stacking) بعضها فوق بعض ،مما يوفر في تكلفة التخزين ويعطي مرونة في فراغ قسم التخزين . ولكن ينبغي ملاحظة أن ارتفاع التكديس مقيد بالوزن الذي يمكن أن يتحمله المنتج الذي يتم تكديسه ، وكذلك يحدد الارتفاع بمدى المحافظة على توازن الكتل المكدسة وضمان عدم تعرضها لخطر السقوط وما يسببه من أضرار أمنية ومادية . ويتم في هذا النوع من التخزين تفريغ الصف بكامله عند الطلب ، فيكون هذا الصف الفارغ جاهزاً لتخزين منتج آخر وهكذا . ويسمى هذا الصف الفارغ المفروض وجوده في حالة السحب (الطلب) من الصف بثقب (أو فقد) قرص العسل (Honey comb Loss) فهذا الفقد ضروري للوصول إلى الأحمال التي تم تخزينها باكراً (أي المخزنة إلى الداخل)

يمثل الشكل (٦ -٤ (a)) تخزين بالتكديس لأربع عشر حمولة بها أربعة فراغات ، بينما يمثل الشكل (٦ -٤ (b)) تخزين بالتكديس لأربع وعشرين حمولة بها عشرة فراغات . وفي العادة يكون لكل منتج فراغ يعادل نصف صف في أي لحظة من الوقت الذي يقضيه المنتج في داخل قسم التخزين .

٦ -٤ العلاقة بين نظامي مناولة المواد والتخزين :

اتجه التركيز حديثاً في نظم التصنيع لإخضاع تصميم نظامي مناولة المواد والتخزين لتحقيق الكفاءة الإنتاجية ككل بدلاً عن تحقيق أفضل كفاءة لحركة المواد وتخزينها ، ونتج عن هذا التوجه توفير قدر زائد من طاقة المناولة والتخزين عند تصميم هذه النظم ، وذلك بهدف تمكين نظام التصنيع من التجاوب مع كافة التقلبات في ظروف الإنتاج ، وهذا أدى إلى إعادة ترتيب أولويات نظام المناولة والتخزين، وأصبحت عملية تقليل الحركة ومهام التخزين في الدرجة الثانية من الأهمية بعد عملية رفع كفاءة المنظومة الإنتاجية ككل .

وتتضح العلاقة جلية بين نظامي مناولة المواد والتخزين في الآتي :

١. عند تصميم المخطط الداخلي لقسم التخزين لابد أن يراعى توفير ممرات كافية لمرور معدات المناولة داخل القسم كما سيتضح من خلال دراستنا لتصميم المخطط الداخلي لأقسام التخزين في نهاية هذه الوحدة . فإذن توجد علاقة وثيقة بين معدات المناولة وأبعاد هذه الممرات . فمثلاً إذا كنا نستخدم رافعات شوكية فمن الشائع ترك حوالي ٥٠٪ من مساحة الأرضية في المخزن للممرات التي تتحرك فيها الرافعة الشوكية . أما إذا كنا نستخدم نظم آلية للتخزين والطلب (AS/RS) فإننا نحتاج لممرات ضيقة لتحريكها (كما ذكرنا في الوحدة الخامسة) ، وفي العادة يكون عرض الممر أكبر من عمق المواد المنقولة (والذي يكون في اتجاه عمودي على اتجاه الممر) بحوالي ١٥ سم ، وهذا يحقق عدم الحوجة لإدارة المواد المنقولة عند التحميل أو التنزيل .

٢. وسائل التخزين المستخدمة ومدى الارتفاع من الأرضية المسموح به للتخزين ، يؤثر بشكل فعال على اختيار نوعية معدات المناولة . فمثلاً المواد المخزنة في شكل منصات نقالة (Pallets) يناسبها استخدام رافعات شوكية للتخزين والطلب . أما إذا كان التخزين لارتفاعات عالية فمن الأجدر في هذه الحالة استخدام نظم آلية للتخزين والطلب (AS/RS) . وبالجملة فإن التوجه الحديث يعمل على دمج أنشطة المناولة والتخزين ضمن منظومة متكاملة للتشغيل تشمل

الاستلام والتفتيش والتخزين والإنتاج والتجميع والتغليف ومخازن المنتجات النهائية والشحن والنقل.

٦ -٥ مزايا وعيوب كل من التخزين العشوائي والتخزين غير العشوائي :

إن القرار الأساسي في سياسة التخزين يكون بتحديد هل سيتم استخدام نظام تخزين عشوائي أم نظامي تخزين غير عشوائي .

ففي التخزين غير العشوائي (Dedicated) فإن كل منتج (أو مادة خام) يكون له موقع محدد ودائم في منطقة التخزين وعندما يراد طلب المنتج المخزون في هذه الحالة فإن موقعه يحدد بنوعية المنتج ونطاق التخزين المحدد له .

أما التخزين العشوائي (Randomized) (ويسمى أيضاً التخزين المفتوح (Open)) فإنه يسمح بوضع المنتج (أو المادة الخام) في أي مكان في قسم التخزين ، وفي هذه الحالة لابد من توفير نظام للمعلومات (Information System) يستطيع متابعة المنتج المخزن وموقعه، وكذلك لابد من توافر معلومات كاملة عن المواقع الخالية المتاحة حالياً للتخزين .

إن المفاضلة بين التخزين العشوائي والتخزين غير العشوائي تعتمد على نوعية المنتج المطلوب تخزينه، حجم المخزون ، ومعدل أوامر التخزين والطلب . ويمكننا عمل المقارنة التالية بين النظامين :

١. التخزين العشوائي يحتاج لعدد أقل من مواقع التخزين .
٢. حجم قسم التخزين المطلوب لقبول أعلى مستوى من التخزين الكلي يكون أقل بكثير في حالة التخزين العشوائي من الحجم المطلوب في حالة التخزين غير العشوائي ، وذلك لأن الحجم المطلوب في حالة التخزين غير العشوائي سيكون في هذه الحالة عبارة عن مجموع أحجام التخزين لكل المنتجات بأعلى مستوى تخزين لكل منتج على حدة ، مما ينتج عنه مستوى استغلال منخفض لمعظم حجم التخزين المتاح .
٣. التخزين العشوائي يعطي فعالية أكبر لاستخدام مبدأ التخزين المبني على سهولة إمكانية الوصول إلى المخزون عند حالة الطلب . ويكتسب نظام التخزين العشوائي فعالية إضافية في هذه الاتجاه بفضل إمكانية استخدام التخزين المبني على تصنيف المخزون إلى مستويات طبقاً للزمن المتوقع لبقاء كل حمولة في المخزن قبل الحوجة لطلبها . وتقسم مواقع التخزين في هذه الحالة إلى درجات مقابلة لهذه المستويات حسب بعدها من موقع المدخل / المخرج الخاص بالمخزن ، وبالتالي فإن أي حمولات داخلة للمخزن يتم إلحاقها بمستوى معين حسب الزمن المتوقع لبقائها في المخزن .

أما في حالة التخزين غير العشوائي فإن المخزون من المنتج المعين يكون كله في نفس الموقع حسب ما هو محدد له ، ومن غير المتوقع طلب كل المخزون من هذا المنتج دفعة واحدة ، بل المتوقع هو أن يتم الطلب تدريجياً خلال الدورة الزمنية لتواجده في المخزن . وهذا يعني أنه رغم أن طلبية أول حمولة من المنتج قد تتم بشكل عاجل ، فإن آخر حمولة سيتم طلبها من المنتج قد تبقى لفترة محسوسة في المخزن . ولعلاج هذا الوضع يكون من المناسب وضع الحمولة الأولى المطلوبة بالقرب من مدخل/ مخرج قسم التخزين ، بينما توضع الحمولة الأخيرة في مؤخرة القسم .

٦ -٦ نظام ABC لتصنيف المخزون :

لإدارة المخزون المكون من العديد من العناصر المتنوعة نحتاج لطريقة معينة لتصنيف عناصر المخزون حسب أهميتها ، حتى تلقى العناصر المهمة نصيباً أكبر من الاهتمام . هذه الطريقة نسميها نظام ABC لتصنيف المخزون .

أولاً : سنتناول بالشرح طريقة ABC للتحليل ذات المعيار المفرد (Single Criterion) ، والتي تتكون من تقسيم عناصر المخزون إلى ثلاث مجموعات طبقاً للتكلفة السنوية لحجم الاستخدام (التكلفة السنوية لحجم الاستخدام = تكلفة الوحدة x حجم الاستخدام السنوي) لهذه العناصر . هذه المجموعات هي :

المجموعة A : العناصر ذات التكلفة الأعلى .

المجموعة B : العناصر ذات التكلفة المتوسطة .

المجموعة C : العناصر ذات التكلفة القليلة .

شكل (٦ -٥) يعطي مثالاً لتصنيف مخزون شركة ما باستخدام طريقة ABC للتحليل . يتضح من الرسم البياني في هذا الشكل أن المجموعة A تمثل ٢٠٪ من المخزون وتمثل ٦٥٪ من التكلفة السنوية لحجم الاستخدام ، بينما تمثل المجموعة B ٣٠٪ من المخزون بقيمة تقدر بـ ٢٥٪ من التكلفة السنوية للاستخدام ، والباقي من المخزون وهو ٥٠٪ تمثله المجموعة C والتي تشكل فقط ١٠٪ من التكلفة السنوية للاستخدام .

تختلف النسب المئوية لكل مجموعة من شركة إلى أخرى ، ولكن من الشائع وجود مجموعة ذات حجم صغير بالنسبة للمخزون ولكنها ذات قيمة كبيرة من ناحية تكلفة حجم الاستخدام .

إن نظام ABC للتحليل يوفر أداة مهمة لتحديد عناصر المخزون ذات التأثير البالغ على الأداء الكلي للشركة من ناحية التكلفة الكلية للتخزين وذلك عند تطبيق أساليب محسنة لإدارة المخزون.

إن نظام تخزين مستمر أو تحسين في أساليب التوقعات أو تحليل دقيق لكميات الطلبية من عناصر المخزون وتوقيت ذلك لعناصر المجموعة A مثلاً ، يعطي بالتأكيد تحسن أكبر في الأداء بالنسبة للتكلفة الكلية للمخزون مما هو منتظر من نفس الجهود المذكورة إذا بذلت مع المجموعة C .

ولذلك فإن نظام ABC يعطي الخطوة الأولى لتحسين أداء تكلفة التخزين .

ثانياً : تحليل ABC ذو المعايير المتعددة :

في هذا النوع من التحليل محاولة لعمل اعتبار للنواحي الأخرى المهمة بالنسبة لتصنيف المخزون التي لا تقيم كتكلفة مالية ، مثل الوفرة ، قابلية الاستبدال ، درجة الحرج حسب الأهمية ، وانتهاء المدة الزمنية لصلاحية الاستخدام وغيرها .

يحتاج هذا النوع من التحليل لعدة خطوات تبدأ بالتحليل الأساسي طبقاً لطريقة ABC ذو المعيار المفرد ، ثم تكون الخطوة التالية هي تحديد ما يسمى بمستويات الحرج ١ ، ٢ ، ٣ ، حيث يمثل مستوى الحرج ١ عناصر المخزون التي يمكن أن يسبب عدم توفرها توقف نظام التصنيع بالكلية ، أو التي لا يوجد بديل سهل لها ، بينما يمثل مستوى الحرج ٣ عناصر المخزون التي لا يمثل غيابها أي تأثير أو تأثير في أضيق الحدود على نظام التصنيع ، أما مستوى الحرج ٢ فتوضع فيه العناصر التي لا تنتمي لمستوى الحرج ١ أو لمستوى الحرج ٣ .

ثم يتم الجمع بين هذه المعايير المعتمدة على التكلفة والمعايير المبنية على مستوى الحرج في شكل معايير مركبة ، مثل الجمع بين عناصر المخزون عالية التكلفة ذات مستوى الحرج المنخفض والعناصر التي هي على العكس من ذلك أي قليلة التكلفة ذات مستوى الحرج المرتفع (أي العناصر A/3 مع العناصر C/1) ، وذلك حتى نحافظ على مستوى معقول من البساطة في سياسات التخزين الواجب اتباعها بناءً على هذه المعايير المتعددة .

٦ -٧ التخزين المركزي والتخزين اللامركزي للعدد :

تتوقف عملية المفاضلة بين التخزين المركزي والتخزين اللامركزي للعدد على النظر إلى نظام التخزين كجزء من نظام متكامل لنظام التصنيع ونظم المناولة المستخدمة ، بمعنى أنه إذا كانت تكاليف مناولة هذه العدد من موقع تخزين مركزي إلى مختلف خطوط الإنتاج مرتفعة وعرضه للتأخير ، فإنه قد يفضل في مثل هذه الحالة استخدام نظام تخزين اللامركزي للعدد يضمن لكل عملية على خط

الإنتاج توفير ما تحتاجه من العدد في موقع مجاور لهذه الخطوط ، وبالتالي نضمن عدم توقف بعض العمليات أو الخطوط الإنتاجية أو خفض حجم الإنتاج في هذه الخطوط . وتعتمد المقارنة بين الخيارين على دراسة تكلفة كل خيار : تكلفة إقامة تخزين مركزي ذي تكلفة إنشاء منخفضة نسبياً ولكن بتكاليف نقل مرتفعة لخطوط الإنتاج ،وتكلفة إقامة عدد من مواقع التخزين (تخزين لا مركزي) بتكلفة إنشاء كلية عالية نسبياً ولكن بتكاليف نقل منخفضة لمختلف خطوط الإنتاج .

كما لا يخفى تأثير نوع المخطط الداخلي لنظام التصنيع على تشجيع نوع أو آخر من التخزين.

٦ -٨ تصميم المخطط الداخلي لأقسام التخزين :

توجد قاعدتان لتصميم نظم التخزين وذلك كالآتي :

القاعدة الأولى : قاعدة الـ ٨٥٪ .

يخطط المصمم عمله على أساس أنه سيستخدم كحد أقصى ٨٥٪ من الحيز الكلي المتاح ، وفي نفس الوقت يبني تصميمه أيضاً على أساس أن المستخدم فعلاً من مواقع التخزين يعادل ٨٥٪ من عدد الوحدات المكعبة المكن استيعابها كمخزون . وإذا كان هنالك نظام آلي للتخزين والطلب (AS/RS) فيجب استخدامه أيضاً في حدود ٨٥٪ من الوقت المتاح لذلك .

القاعدة الثانية :

إذا أردنا الحصول على حل مثالي لتصميم نظام التخزين ، فمن الواجب تحليل كل حالة كمشكلة منفردة .

الشكل القياسي لقسم التخزين هو شكل مستطيل بنظام دخول وخروج (1/0) في موقع موحد على أحد أضلاع هذا المستطيل ، كما هو موضع على الشكل (٦ - ٦) . أرفق التخزين توضع عادة في اتجاه موازي للاتجاه الطولي ، ولكن من الممكن أيضاً أن تكون متعامدة على هذا الاتجاه. الحركة داخل قسم التخزين من نقطة إلى أخرى تكون في اتجاهين متعامدين (اتجاهات الممرات داخل قسم التخزين) ، بمعنى أنه إذا أردنا التحرك من النقطة (X1 , Y1) إلى النقطة (X2 , Y2) على أرضية قسم التخزين فإن المسافة المطلوب تحركها (D) تحسب كما يلي :

$$D = |X1 - X2| + |Y1 - Y2| \qquad (١)$$

لنفرض أنا نود بناء قسم للتخزين يكون له نقطة دخول وخروج (1/0) موحدة تقع عند النقطة (0 , 0) وليكن هدف التصميم هو تحقيق الحد الأدنى من الزمن المتوسط لإجراء التخزين أو طلب المخزون

(الاستدعاء) . سنجري الحسابات على أساس التصميم المبين في شكل (٦ -٦) وذلك باعتبار الافتراضات التالية :

١. مواقع التخزين ذات شكل مربع .
٢. طول قسم التخزين هو ($a \propto$) وعرضه (βb) ، حيث (a) تعطي عدد الصفوف في موقع التخزين، و(b) تعطي عدد فتحات التخزين في الصف الواحد .
٣. المساحة الفعالة من حيث التخزين هي (a x b) ، بينما تمثل كل من ($\propto$) و (β) هي عوامل الضبط النسبي اللازمة لإعطاء الاعتبار المطلوب للممرات داخل قسم التخزين . فإذا فرضنا أن $\propto = 2$, $\beta = 1$ ، والذي يعني أن الحركة المطلوبة في الممرات في الاتجاه العرضي هي نصف الحركة المطلوبة في الاتجاه الطولي . بالنسبة للعرض أهملنا عرض الممر الرئيسي في الوسط بحسبانه يشكل جزء محدود من قيمة العرض الكلي لقسم التخزين . (انظر الشكل ٦ -٦)) . ومن الممكن إذا أردنا عمل اعتبار لعرض الممر الرئيسي في الوسط في حساب قيمة عرض قسم التخزين يمكننا استخدام قيمة أكبر قليلاً من الواحد الصحيح بالنسبة لـ β ، ولكن لغرض توضيح طريقة التصميم يكفي استخدام قيمة β كواحد صحيح .
٤. عدد فتحات التخزين لكل مستوى تخزين هو عبارة عن (a x b) ، ولكنا سنفرض هنا توجد لدينا عدد من مستويات التخزين وليكن عددها (n) . فإذا كان المطلوب هو توفير عدد (k) فتحة تخزين فالمطلوب هو التالي :

$$abn \geq k$$

وإذا فرضنا أن كل مواقع التخزين تستخدم بالتساوي ، فإن متوسط مسافة الحركة في اتجاه واحد لأي موقع تخزين يعادل : ($\propto a/2 + \beta b/4$)

مع ملاحظة أن أطول مسافة حركة في اتجاه واحد هي :

($\propto a + \beta b/2$)

وعليه فإن أبعاد قسم التخزين تخضع للنموذج التالي :

إيجاد الحد الأدنى لقيمة ($\propto a/2 + \beta b / 4) (2.a)$

المقيدة بالآتي :

$$a.b \geq k / n \ (2.b)$$

(a,b) عبارة عن أعداد صحيحة .

٥. بافتراض أن (a) و (b) ذات قيم كبيرة بما فيه الكفاية لاعتبارهما متغيرين مستمرين ، فنستطيع في هذه الحالة تعديل العلاقة (2.b) إلى معادلة كالآتي :

$$A = k / bn$$

ثم بتعويض هذه القيمة لـ (a) في العلاقة (2.a) ، ثم إجراء عملية تفاضل بالنسبة لـ (b) يمكننا الوصول إلى الشروط اللازم التالي :

$$\propto k/2nb^2 + \beta/4 = 0 \qquad (3)$$

ويحل بالمعادلة (3) نصل إلى الآتي :

$$b = \sqrt{(2 \propto k / \beta n)} \qquad (4)$$

$$a = \sqrt{(\beta k / 2 \propto n)} \qquad (5)$$

وبناءً على المعادلتين (4) و (5) نحصل على العلاقات المدهشة التالية :

إذا كان $\beta 2 = \propto$ فإن $b = 4a$ ، وعليه فإن طول قسم التخزين ($\propto a$) يكون نصف قيمة العرض (βb) . أما إذا كان $\beta = \propto$ فإن الطول يكون ما زال نصف قيمة العرض ، ولكن مع ملاحظة أنه في الحالة الأولى ($\beta 2 = \propto$) فإن عدد فتحات التخزين في اتجاه العرض يعادل أربعة أمثال فتحات التخزين الموجودة في اتجاه الطول ، بينما عدد الفتحات في الحالة الثانية ($\beta = \propto$) في اتجاه العرض يكون ضعف عددها في اتجاه الطول .

٦ -٨ -١ مثال تطبيقي لتصميم المخطط الداخلي لأقسام التخزين :

يراد تصميم قسم تخزين مستطيل الشكل ، يحتوي على ١٦٠٠ فتحة تخزين . ارتفاع الرفوف المستخدم به أربعة مستويات من مستويات التخزين أما مدخل / مخرج قسم التخزين فيراد وضعه في منتصف الحائط الغربي للقسم .

كل المواد المراد تخزينها مجمعة في وحدات على منصات نقالة وأبعاد المنصة الواحدة ٨٥سم × ٨٥سم . أما الممرات فأبعادها ١٠٠سم × ١٠٠سم لتوفير خلوص كافي لمرور منصات النقل .

أوجد الطول والعرض الفعليين لقسم التخزين ، وأحسب كذلك متوسط مسافة الحركة في اتجاه واحد (للتخزين أو الطلب) ، مستخدماً : $\beta = 1 , \quad \propto = 2$

الحل :

باستخدام المعادلة : $K = abn$

$$K = 1600 , \quad n = 4$$

إذن $K / n = ab$

وبالتعويض نحصل على :

$$K / n = 400$$

ومن المعادلة (4) :

$$b = \sqrt{(2 \propto k / \beta n)} \qquad (4)$$

بالتعويض :

$$\propto = 2 , \beta = 1 , (K/n) = 400$$

إذن نحصل على :

$$b = \sqrt{4 \times 400} = 40$$

ومن المعادلة (5)

$$a = \sqrt{(\beta k / 2 \propto n)}$$

نحصل على :

$$a = \sqrt{100} = 10$$

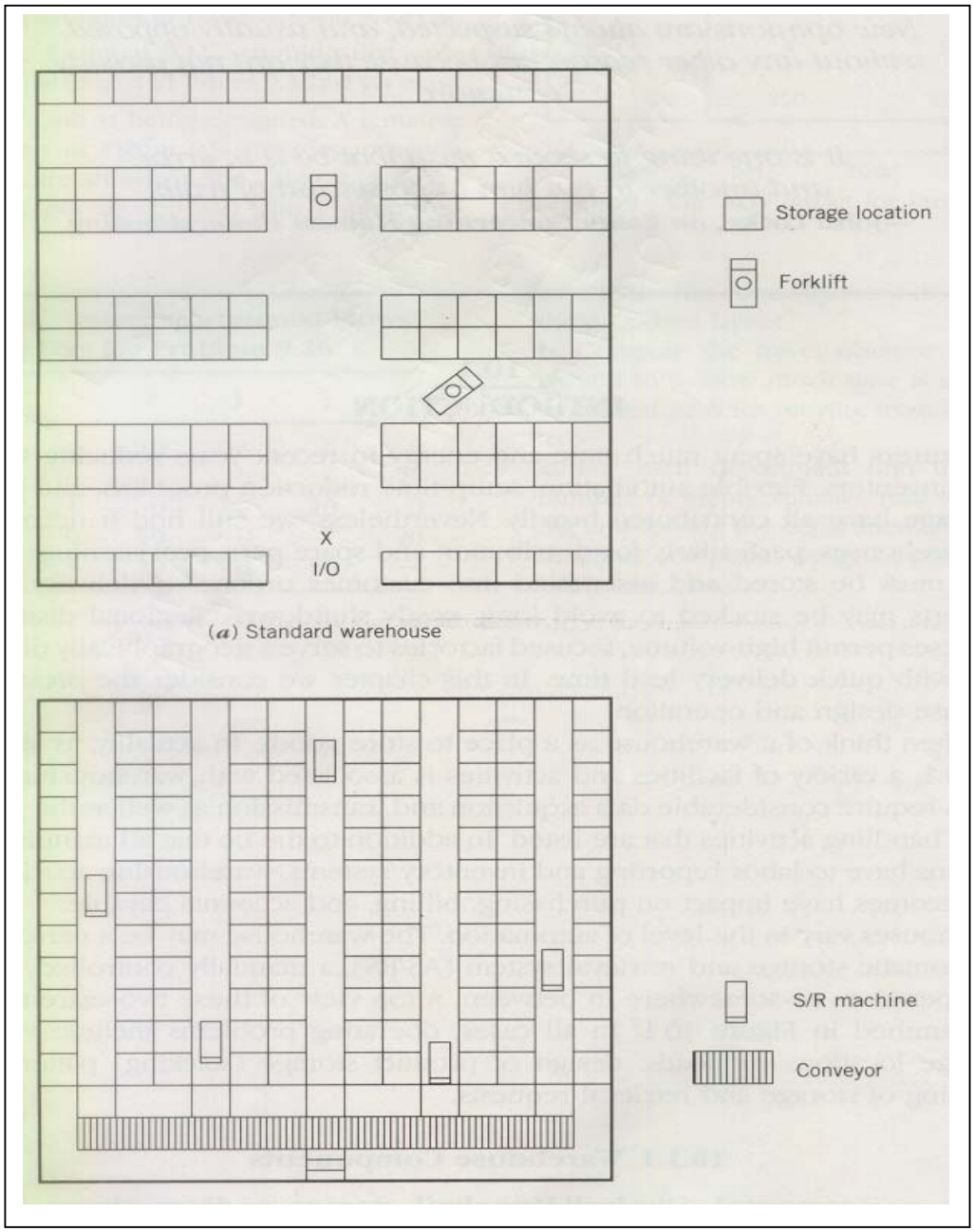
وحيث أن (a) تمثل عدد الصفوف في موقع التخزين ، وإذا كانت فتحة التخزين أبعادها في هذه الحالة ١٠٠سم × ١٠٠سم ، فإن عشر فتحات (a = 10) تعطي بعداً يعادل ١٠ × ١٠٠سم أي عشرة أمتار . إذن نستنتج أن طول قسم التخزين – باعطاء اعتبار للممرات ($\propto = 2$) يعادل ١٠ × ٢ متر أي عشرين متراً.

وبالمثل فإن عرض قسم التخزين تعادل (١٠٠×٤٠×١)سم أي أربعون متراً .

متوسط الحركة في اتجاه واحد تعادل :

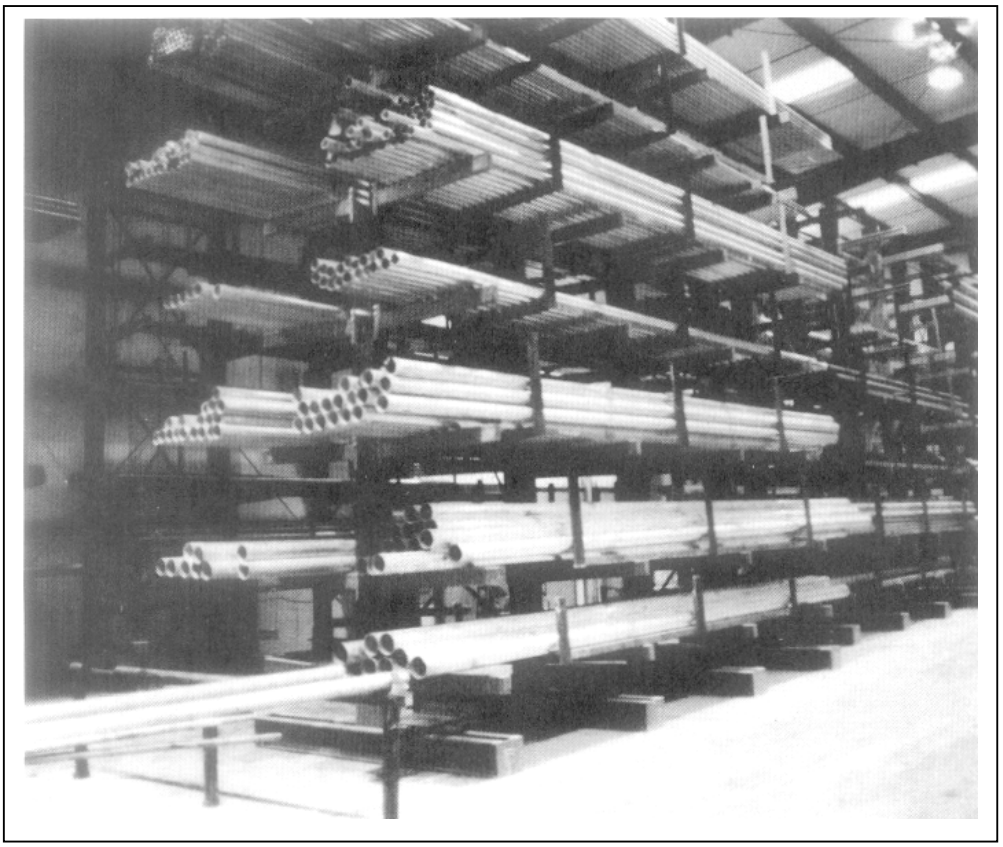
$$(\propto a/2 + \beta b/4)$$

أي تساوي (١٠ + ١٠) فتحة تخزين وبالتالي نستنتج أن متوسط الحركة في اتجاه واحد هو (١٠٠ × ٢٠) سم أي عشرون متراً .

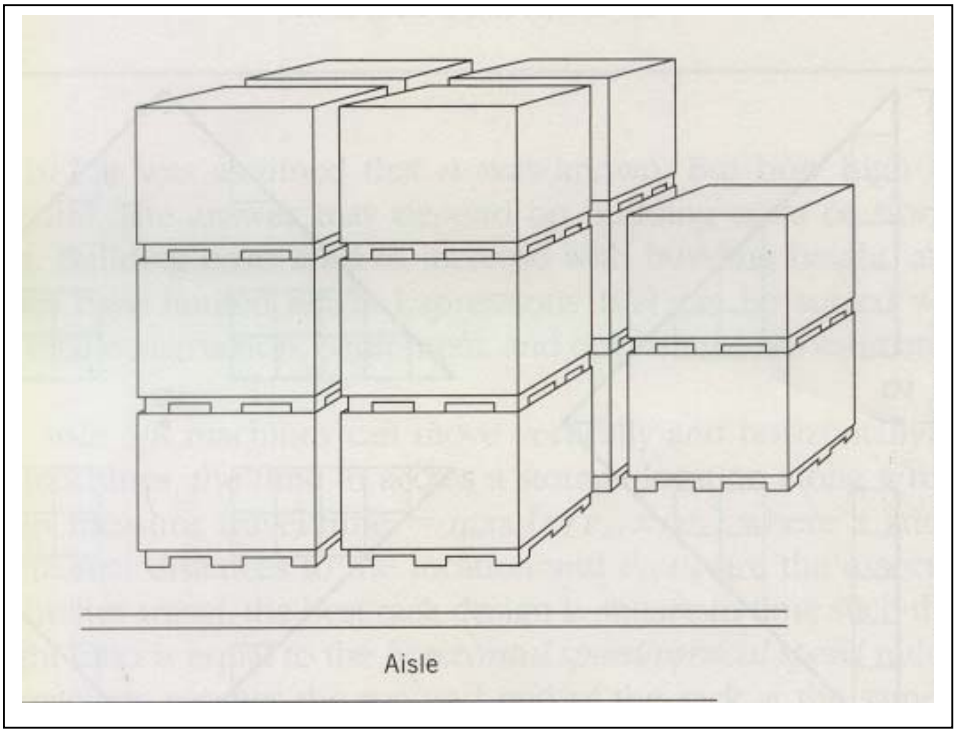


شكل (٦ -١) : منظر علوي لنظام تخزين ذو تحكم يدوي وآخر كامل الآلية

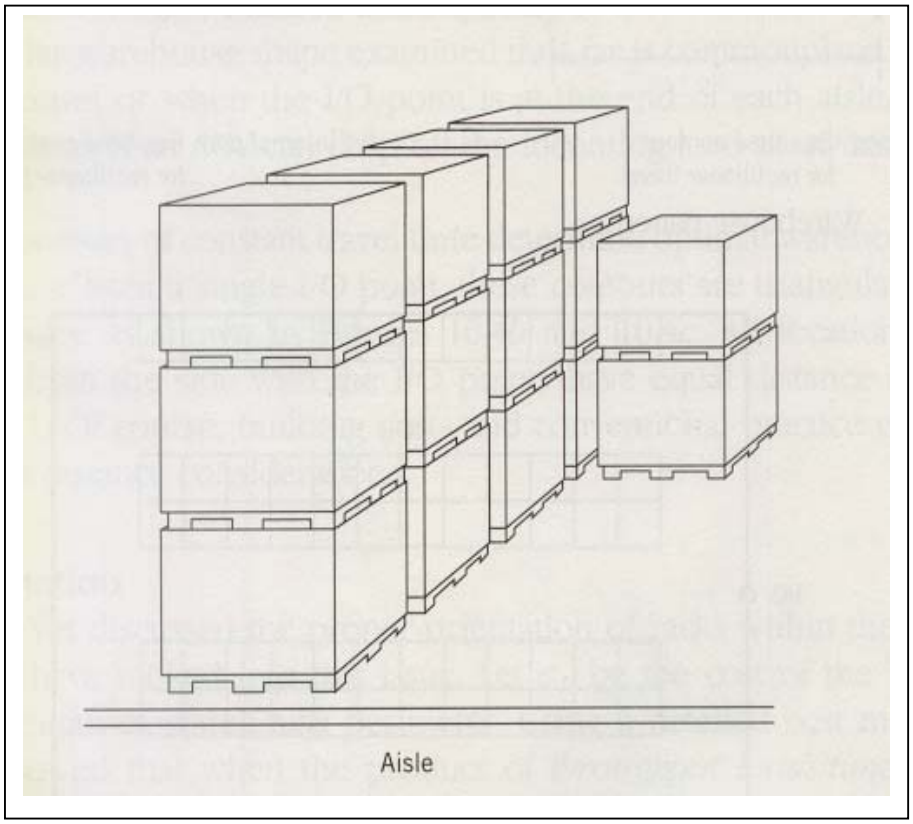
شكل (٦ -٢) : رفوف تخزين حمـــولات المنصات النقالة



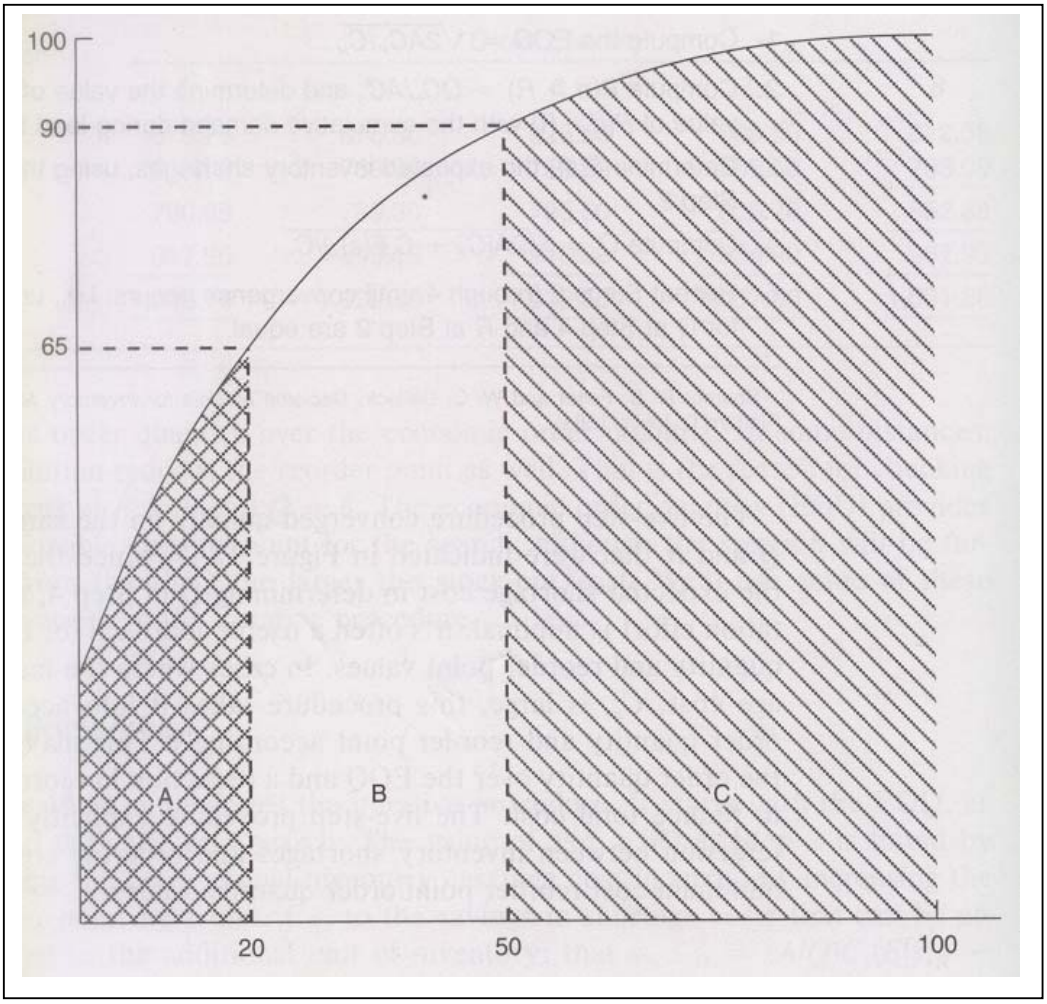
شكل (٦ -٣) : رفوف كابولية لتخزين المواد الطويلة مثل الأنابيب



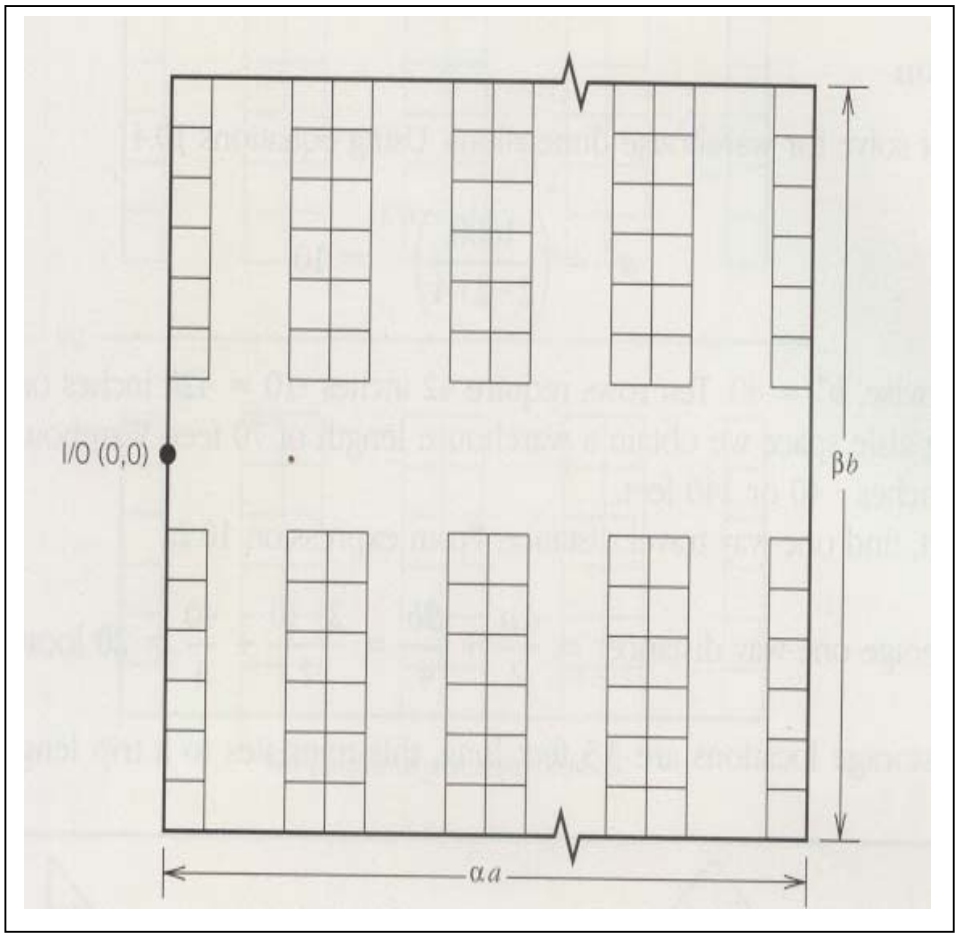
شكل (٦ -٤(a)) : تخزين بالتكديس لأربع عشر حمولة



شكل (٦ -٤ (b)) : تخزين بالتكديس لأربع وعشرين حمولة



شكل (٦ -٥) : مثال لتصنيف مخزون شركة باستخدام نظام (ABC)



شكل (٦ -٦) : تصميم قياسي لنظـــــام تخزين

خلاصة الوحدة السادسة

- أهم الوظائف والأهداف التي تعمل نظم التخزين في منشآت الإنتاج الصناعي على تحقيقها تتمثل في الآتي :

١. توفير طلبيات الزبائن . ٢.مجابهة التوسع في حجم الإنتاج .

٣.توفير المرونة المناسبة للجدولة والتحميل . ٤.تداول المواد بأحجام اقتصادية .

٥.الاستفادة من الأسعار المنخفضة للمواد الخام في أوقات معينة .

- تستخدم رفوف التخزين في العادة لوضع المنتجات والمواد المخزونة ، ومن أنواعها : رفوف تخزين حمولة المنصات النقالة ، الرفوف الكابولية لتخزين المواد الطويلة .
- عند استخدام نظام تكديس الكتل ، ينبغي ملاحظة أن الحد الأعلى لارتفاع هذه الكتل يعتمد على مدى تحمل الوزن وحدود التوازن .
- تتضح العلاقة بشكل واضح بين نظامي مناولة المواد والتخزين في الآتي :

١. توفير ممرات كافية لمرور معدات المناولة عند تصميم المخطط الداخلي لقسم التخزين .

٢. يعتمد بشكل فعال اختيار نوعية معدات المناولة على نوع وسائل التخزين المستخدمة ومدى الارتفاع من الأرضية المسموح به للتخزين .

- التخزين غير العشوائي يعني أن كل منتج أو مادة خام لها موقع محدد ودائم في منطقة التخزين، بينما يعني التخزين العشوائي (أو المفتوح) أن المنتج يوضع في أي مكان مناسب في قسم التخزين .
- يتميز التخزين العشوائي على التخزين غير العشوائي بالآتي :

١. الحوجة لعدد أقل من مواقع التخزين .

٢. حجم أقل لقسم التخزين المطلوب لقبول أعلى مستوى من التخزين الكلي .

٣. إعطاء فعالية أكبر لاستخدام مبدأ التخزين المبني على سهولة إمكانية الوصول إلى المخزون عند الطلب ، وكذلك مبدأ استخدام التخزين المبني على تصنيف المخزون .

- تتكون طريقة ABC لتصنيف المخزون من تقسيم عناصر المخزون إلى ثلاث مجموعات طبقاً للتكلفة السنوية لحجم الاستخدام، مما يوفر أداة مهمة لتحديد عناصر المخزون ذات التأثير البالغ على الأداء الكلي للشركة .
- أهم المعادلات التي تحكم عمل تصميم قياسي لقسم التخزين هي كالآتي :

$$D = |x_1 - x_2| + |y_1 - y_2| \qquad (1)$$

حيث (D) هي المسافة المطلوبة تحركها من النقطة (x_1 , y_1) إلى النقطة (x_2 , y_2) .

$$b = \sqrt{(2 \propto k / \beta n)} \qquad (2)$$

حيث (b) عدد فتحات التخزين في الصف الواحد ، (βb) هو عرض قسم التخزين ، (k) هو العدد الكلي لفتحات التخزين ، (n) هو عدد مستويات التخزين .

$$a = \sqrt{(\beta k / 2 \propto n)} \qquad (3)$$

حيث (a) هي عدد الصفوف في موقع التخزين ، $(\propto a)$ هو طول قسم التخزين .

كما يمكن أن نفرض أن :

$$B = 1 \quad , \quad \propto = 2$$

وذلك بإهمال عرض الممر في حساب قيمة العرض الكلي لقسم التخزين .

تمارين – ٦

(١)أجب بـ (لا) أو (نعم) فيما يلي :

١. التخزين غير العشوائي يعني أن المنتج المخزن ليس له موقع محدد في منطقة التخزين . ( )

٢. التحسن المستمر لعناصر المخزون من المجموعة A طبقاً لنظام (ABC) يعطي تحسناً أكبر في الأداء بالنسبة للتكلفة الكلية للمخزون مقارنة بالمجموعة B . ( )

٣. بناءً على معادلات التصميم القياسي لقسم التخزين ، إذا كان $\alpha = 2\beta$ فإن $A = 4b$ ( )

٤. التخزين العشوائي يحتاج لعدد أقل من مواقع التخزين . ( )

٥. يحتاج نظام التخزين العشوائي إلى نظام فعال للمعلومات . ( )

(٢) ١. اذكر أهم خمس وظائف لنظام التخزين .

٢.قارن بين التخزين غير العشوائي والتخزين العشوائي .

(٣) يراد تصميم قسم تخزين مستطيل الشكل بمخطط داخلي كما هو مبين في شكل (٦ -٦) ، يحتوي على ٤٠٠٠ فتحة تخزين ، حيث أبعاد الفتحة تعادل ١٢٠×١٢٠ سم . أوجد أبعاد قسم التخزين ، وكذلك متوسط مسافة الحركة في اتجاه واحد (للتخزين أو الطلب) وذلك في الحالات التالية :

أ. وجود أربعة مستويات في رفوف التخزين .

ب. وجود خمسة مستويات في رفوف التخزين .

(افرض أن :

$\beta = 1 , \ \alpha = 2$

في الحالتين)

قائمة المصادر

أولاً : المراجع العربية :

١. أبو النور ، عبد الرزاق عبد الرحيم وآخرون ١٩٩٩م ، أسس الهندسة الصناعية ، مركز النشر العلمي ، جامعة الملك عبد العزيز ، جدة .

٢. مركز البحوث (إشراف عام : دحلان، عبد الله صادق) ١٩٩٢ ، إدارة المصانع ، الغرفة التجارية الصناعية بجدة ، جدة .

ثانياً : المراجع الأجنبية :

1. Askin G.R. , Standridge C.R., 1993, Modelling and analysis of manufacturing Systems, John Wiley & Sons , USA.

2. Bedworth D.D. , et al . , 19991 , Computer integrated design and manufacturing , International Editions , Singapore .

3. Chang T.C. , et al . , 1998, computer – aided manufacturing , 2nd edition , Prentice Hall , USA.

4. Eltohami O.A. , 1996 , A Comparison of selected cell formation algorithms : a simulation – based approach (Unpublished Ph D Thesis) , Cranfield Universtiy , UK.

5. Gallagher C.C, Knight W.A. , 1986, Group technology production methods in manufacture , Halsted Press : adivision of John Wiley & Sons , UK.

6. Groover M.P., 1980 , Automation , Production Systems , and Computer – aided manufacturing , Revised edition , Prentice Hall , USA .

7. Groover M.P., 1987 , Automation , Production Systems , and computer – integrated manufacturing , Prentice Hall , USA .

8. Hitomi K . , 1979 , Mahufacturing Systems engineering , Taylor & Francis Ltd , UK.

9. Vollmann T.E , et al . , 1992, Manufacturing Planning and control systems , Third edition, Richard D. Irwing , USA .

فهرس الرســـومات والأشكال

الشكل	رقم الصفحة
١ -١ عناصر نظام التصنيع	٢٠
١ -٢ نظام التصنيع وعلاقته بمهام الإنتاج الخارجية	٢١
١ -٣ نموذج لحلقة نقل المعلومات في نظام التصنيع	٢٢
٢ -١ تجميع أجزاء الطائرات كمثال لمخطط الموقع الثابت	٣٥
٢ -٢ مثال لمخطط قائم على نوع عملية التصنيع	٣٦
٢ -٣ مثال لمخطط قائم على المنتج	٣٧
٢ -٤ مخطط قائم على نوع عملية التصنيع	٣٨
٢ -٥ مخطط تكنولوجيا المجموعات	٣٨
٢ -٦ مقارنة بين نظم التصنيع طبقاً لحجم ومعدل الإنتاج.....	٣٩
٣ -١ خط السريان بنظام تكنولوجيا المجموعات	٦٥
٣ -٢ خلية تكنولوجيا المجموعات	٦٦
٣ -٣ مركز تكنولوجيا المجموعات	٦٧
٣ -٤ شجرة التشابه لمثال استخدام خوارزم (SLCA)	٦٨
٣ -٥ عناصر نظام التصنيع المتكامل بالحاسب	٦٩
٤ -١ مثال لمخطط خط تجميع على شكل حرف (U) ...	٨٥
٤ -٢ تجميع سيارة أطفال كمثال عملي لتطبيق طريقة (RPW) ...	٨٦
٤ -٣ نموذج قيود الأسبقيات لتجميع سيارة الأطفال	٨٧
٥ -١ أنواع الناقلات	١٠١
٥ -٢ عربة آلية موجهة ذات رافعة شوكية	١٠٢
٥ -٣ مثال لاستخدام روبوت صناعي في عملية مناولة على ماكينة تفريز ...	١٠٣
٥ -٤ الهيئات العامة لتكوين الروبوت	١٠٤
٥ -٥ المجالات النموذجية لعمل الروبوت	١٠٥
٦ -١ منظر علوي لنظام تخزين ذو تحكم يدوي وآخر كامل الآلية ...	١٢٢
٦ -٢ رفوف تخزين حمولات المنصات النقالة	١٢٣
٦ -٣ رفوف كابولية لتخزين المواد الطويلة مثل الأنابيب	١٢٤

٦ -٤(a) تخزين بالتكديس لأربع عشر حمولة	١٢٥
٦ -٤ (b) تخزين بالتكديس لأربع وعشرين حمولة	١٢٦
٦ -٥ مثال لتصنيف مخزون شركة باستخدام نظام (ABC) ...	١٢٧
٦ -٦ تصميم قياسي لنظام تخزين	١٢٨

المقدمة	
الوحدة الأولى	
مدخل إلى نظم التصنيع	
الأهداف	١
١ -١ مقدمة	٢
١ -٢ نظام التصنيع ومكوناته الأساسية	٢
١ -٣ الأهداف العامة لنظم التصنيع	٤
١ -٤ المراحل الرئيسية للإنتاج واستخدام الحاسب فيها.....	٥
١ -٤ -١ استخدام الحاسب في تخطيط الإنتاج	٧
١ -٤ -٢ استخدام الحاسب في التحكم في الإنتاج	٩
١ -٥ القوانين الأساسية لنظم التصنيع	٩
١ -٥ -١ أمثلة محلولة	١٢
خلاصة الوحدة الأولى	١٧
تمارين – ١ –	١٨
الوحدة الثانية	
تصنيف نظم التصنيع	
الأهداف	٢٠
٢ -١ مقدمة	٢١
٢ -٢ أسس تصنيف نظم التصنيع	٢٢
٢ -٢ -١ طبيعة المنتج	٢٢
٢ -٢ -٢ طبيعة المعالجة	٢٢
٢ -٢ -٣ نوع المخطط الداخلي لأرضية المصنع	٢٣
٢ -٢ -٤ تصنيف نظم التصنيع على أساس حجم ومعدل الإنتاج	٢٥
٢ -٢ -٥ التصنيف طبقاً لنوع المادة الخام	٢٧
خلاصة الوحدة الثانية	٣٣
تمارين – ٢ –	٣٤

الوحدة الثالثة	
نظم التصنيع الحديثة	
الأهداف	٣٥
٣ -١ مقدمة	٣٦
٣ -٢ تكنولوجيا المجموعات وتطبيقاتها في نظم التصنيع	٣٧
٣ -٢ -١ التصنيع بنظام الخلايا وتطبيقاته	٣٨
٣ -٢ -٢ أمثلة لتطبيق تكنولوجيا المجموعات في نظم التصنيع	٣٩
٣ -٢ -٣ أنواع المخططات القائمة على تكنولوجيا المجموعات	٤٠
٣ -٣ الأهداف والمراحل الرئيسية لعملية تصميم نظام خلايا التصنيع	٤١
٣ -٤ تشكيل خلايا التصنيع	٤٣
٣ -٤ -١ تشكيل الخلايا باستخدام طريقة خوارزم العلاقة المفردة للتجميع (SLCA)	٤٣
٣ -٤ -٢ خوارزم التجميع بترتيب القيمة الرقمية (ROC)	٤٨
٣ -٥ نظم التصنيع المرن (FMS)	٥١
٣ -٥ -١ تعريف النظام وعناصره	٥١
٣ -٥ -٢ أنواع نظم التصنيع المرن	٥٢
٣ -٥ -٣ أنواع المرونة في نظم التصنيع	٥٢
٣ -٦ مفهوم التصنيع المتكامل بالحاسب (CIM)	٥٣
خلاصة الوحدة الثالثة	٦١
تمارين -٣ -	٦٣
الوحدة الرابعة	
خطوط التجميع	
الأهداف.....	٦٦
٤ -١ مقدمة	٦٧
٤ -٢ مشكلة موازنة خط التجميع	٦٩
٤ -٢ -١ طريقة الترتيب طبقاً للوزن الموقعي (RPW)	٧٠
٤ -٢ -٢ مثال عملي لتطبيق طريقة الترتيب طبقاً للوزن الموقعي (RPW)	٧١

خلاصة الوحدة الرابعة	٧٨
تمارين – ٤ –	٧٩
الوحدة الخامسة	
نظم مناولة المواد	
الأهداف	٨١
٥ -١ مقدمة	٨٢
٥ -٢ المبادى الأساسية لتصميم نظم مناولة المواد	٨٣
٥ -٣ أنواع معدات المناولة وخصائصها	٨٤
٥ -٣ -١ الناقلات	٨٥
٥ -٣ -٢ الأوناش والرافعات	٨٥
٥ -٣ -٣ الشاحنات الصناعية	٨٦
٥ -٣ -٤ النظم الآلية للتخزين والطلب (AS/RS)	٨٦
٥ -٣ -٥ الإنسان الآلي (الروبوت)	٨٧
٥ -٤ طريقة أخرى لتصنيف معدات المناولة	٨٧
٥ -٥ طرق تحسين الأداء لنظم مناولة المواد	٨٨
خلاصة الوحدة الخامسة	٩٤
تمارين -٥ -	٩٥
الوحدة السادسة	
نظم التخزين	
الأهداف	٩٧
٦ -١ مقدمة	٩٨
٦ -٢ وظائف وأهداف نظام التخزين	٩٨
٦ -٣ وسائل التخزين والعوامل المؤثرة في اختيارها وتصميمها	٩٩
٦ -٤ العلاقة بين نظامي مناولة المواد والتخزين	١٠٠
٦ -٥ مزايا وعيوب كل من التخزين العشوائي والتخزين غير العشوائي	١٠١
٦ -٦ نظام ABC لتصنيف المخزون	١٠٢
٦ -٧ التخزين المركزي والتخزين اللامركزي للعدد	١٠٣

٦ -٨ تصميم المخطط الداخلي لأقسام التخزين	١٠٤
٦ -٨ -١ مثال تطبيقي لتصميم المخطط الداخلي لأقسام التخزين	١٠٦
خلاصة الوحدة السادسة	١١٥
تمارين – ٦ –	١١٧
قائمة المصادر	١١٨
فهرس الرسومات والأشكال	١١٩

تقدر المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني الدعم

المالي المقدم من شركة بي آيه إي سيستمز (العمليات) المحدودة

GOTEVOT appreciates the financial support provided by BAE SYSTEMS