إدارة الإنتاج والعمليات

تأليف

د / السيد محمود سماحه
قسم إدارة الأعمال
كلية التجارة
جامعة عين شمس

د / منى صلاح الدين شريف
قسم إدارة الأعمال
كلية التجارة
جامعة عين شمس

مراجعة

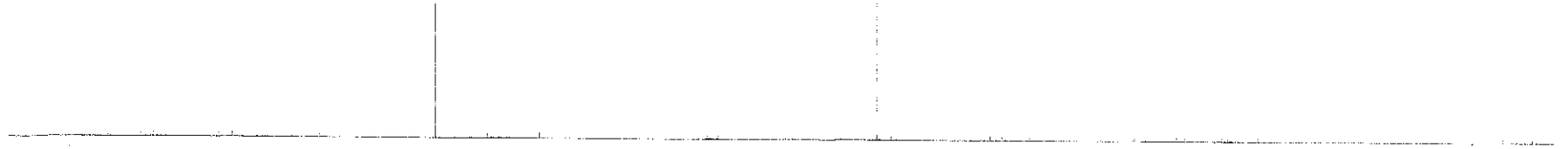
أ. د / محمد درويش
قسم إدارة الأعمال
كلية التجارة
جامعة عين شمس

بسم الله الرحمن الرحيم

قال تعالى :

قالوا سبحنك لا علم لنا إلا ما علمتنا انك أنت العليم الحكيم

صدق الله العظيم
(البقرة :٣٢)



مقدمة

يعيش العالم اليوم فى ثورة إدارية جديدة حيث أصبحت هناك قضايا هامة وحيوية تفرضها حقيقة أن العالم أصبح وحدة واحدة لا يمكن فصل أجزاءه عن بعضها ولن تستطيع الاستمرار سوى المنظمات التى تستطيع تطوير مستوى أداؤها وخفض تكاليف منتجاتها ، وتحسين مستوى جودتها ، وتطورت مفاهيم جديدة مثل ادارة الجودة الشاملة ، والتحسين المستمر ، والإنتاج المتزامن ، واستراتيجية الإنتاج اللحظى ، وغيرها مع ضرورة رفع الإنتاجية ، وأصبح تحقيق تفوقا فى الادارة وسيادة ثقافة تنظيمية جديدة تؤمن بضرورة مواصلة التطور والتحسين والتعلم شرطا ومطلبا أساسيا وحيويا لبقاء المنظمة والتعامل مع الاسواق المحلية والعالمية .

و الله ولى التوفيق ،،،

المؤلفان

الفهرس

الصفحة

الوحدة

القسم الأول :

الوحدة الأولى
النظم الإنتاجية وإدارة العمليات ١

الوحدة الثانية
اختيار الموقع وهيكل وتكنولوجيا العمليات..... ١١

الوحدة الثالثة
تصميم المنتج والعمليات ٣١

الوحدة الرابعة
تصميم وتنظيم أساليب العمل ٥٥

الوحدة الخامسة
التخطيط الكلى للإنتاج..... ٧١

الوحدة السادسة
تخطيط الاحتياجات من المواد..... ١٠١

الوحدة السابعة
الجدولة التفصيلية للإنتاج ١٣١

الوحدة الثامنة
التخطيط والجدولة والرقابة على المشروعات..... ١٤٥

القسم الثانى :

الوحدة التاسعة
الدور الاستراتيجى لوظيفة الإنتاج..... ١٧٣

الوحدة العاشرة
استراتيجية الإنتاج اللحظى..... ٢١٣

الوحدة الحادية عشر
تحليل التعادل..... ٢٣٣

الجزء الأول

الوحدة الأولى

النظم الإنتاجية وإدارة العمليات

أولاً : النظم الإنتاجية والوحدات الوظيفية بالمنظمات

ثانياً : المقصود بإدارة العمليات

ثالثاً : العمليات كسلاح استراتيجى (الوصول للأهداف)

رابعاً : المسئوليات والتحديات التى تواجه مديرى العمليات

خامساً :التطور التاريخى لإدارة العمليات

سادساً :أسئلة للمناقشة

النظم الإنتاجية وإدارة العمليات

أولاً : النظم الإنتاجية والوحدات الوظيفية بالمنظمات

أغلب المنظمات بكلا نوعيها تلك التى تسعى إلى تحقيق ربح أو تحقيق عائد اجتماعى يمكن أن نطلق عليها نظم إنتاجية ، هذه المنظمات تعمل على تحويل المدخلات مثل المواد الخام وعنصر العمل والمعدات إلى واحد أو أكثر من المخرجات مثل السيارات أو أجهزة الحاسب أو خدمة العناية بالصحة أو الكهرباء ، والمنتجات قد تكون ملموسة أو غير ملموسة أو خليط منهما مثل خدمة المطاعم التى تقدم الوجبات كمنتج ملموس وكذلك خدمة توصيل الطلبيات .

الاختلافات بين إنتاج السلع وإنتاج الخدمات

يمكن توضيح تلك الإختلافات كما يلى :

١) النظم الإنتاجية التى تنتج سلع تكون أكثر استخداما للمواد الخام كمدخلات .

٢) السلع يمكن تخزينها ولكن الخدمة فى معظم الأحوال لا يمكن تخزينها .

٣) المستخدم أو المستهلك للسلع الإنتاجية ليس له إتصال مباشر أثناء عملية الإنتاج ، أما فى حالة الخدمات فان المستهلك يصبح جزء من الخدمة ومن العملية الإنتاجية كما فى حالة قيام طبيب بعملية جراحية لمريض ، أو إستخدام عميل لخدمة النقل بالطائرات .

٤) العملية الإنتاجية يمكن فصلها عن المستهلك فى حالة الإنتاج السلعى وبالتالى لا يتدخل العميل فى عملية توقيت وجدولة الإنتاج .

ومع ذلك فإن الإدارة فى كل النظم الإنتاجية تقوم بنفس العمليات مثل تصميم المنتج ، وتخطيط الطاقة وتخطيط الموقع ، وتحقيق الجودة ، وتصميم العمل ، وجدولة الإنتاج

والعمالة ، وإدارة المخزون ، وتحديد الاحتياجات من المواد ، والصيانة وغيرها من الأنشطة الوظيفية .

الوحدات الوظيفية بالمنظمة

هناك ثلاث وظائف رئيسية فى أى منظمة :

أ. **وظيفة التسويق** وتقوم بتحديد أو تنشيط الطلب على منتجات المنظمة .

ب. **وظيفة التمويل** وتتضمن القيام بالعمليات الحسابية والتمويلية التى تحتاجها المنظمة .

ج. **وظيفة العمليات** وتقوم بمسئولية إنتاج السلع أو الخدمات وتوزيعها للعملاء .

كما أن هناك وظائف أخرى مساندة (مساعدة) مثل نظم المعلومات والبحوث والتطوير والأفراد والهندسة والصيانة وغيرها .

ثانيا : المقصود بإدارة العمليات

هى القيام بعملية تخطيط ، وتصميم ، وتشغيل النظم الإنتاجية والنظم الفرعية لتحقيق أهداف المنظمة .

ومن هذا التعريف يمكن توضيح ما يلى :

١) إدارة العمليات تتعامل مع العملية الإنتاجية .

٢) الإدارة تعنى ليس فقط التصميم ولكن أيضا تشغيل كل الأنشطة المطلوب تأديتها .

٣) النظم الفرعية تعنى تلك النظم المنتشرة فى المنظمة والتى تساعد فى العملية الإنتاجية .

٤) الهدف الأساسى لأى نشاط هو البقاء والاستمرار والنمو والحصول على عائد وطلب على منتجاته وخدماته .

ويجب الإشارة أنه لا يجب التركيز على خفض التكلفة المرتبطة بنشاط العمليات لأننا فى هذه الحالة قد نغفل أهمية تحقيق أهداف المنظمة .

ولكن يجب السعى إلى خفض التكلفة مع المحافظة على جودة المنتج أو الخدمة والعلاقة مع الموردين والعملاء والمجتمع بوجه عام .

ثالثا : العمليات كسلاح استراتيجى (الوصول للأهداف)

يجب أن تسعى القرارات الخاصة بالعمليات لتحقيق الأهداف الأشمل للمنظمة مثل الربحية والنمو وفى حالة المنظمات التى لا تهدف للربح فان ذلك يتضمن أداء الخدمة بصورة أفضل للمجتمع .

وكل منظمة يجب أن يكون لها استراتيجية Strategy تعكس رسالتها mission وتكون موضحة لأهداف ومقاييس الأداء بدقة ، أن تصميم رسالة المنظمة بصورة جيدة سيساعد فى تحديد إتجاه المنظمة وتجميع كل الأنشطة والمكونات وبذلك تساهم كل الأعمال فى تحقيق الأهداف .وإن لم تكن استراتيجية العمليات متفقة مع استراتيجية المنظمة ستضيع كل جهود القائمين بوظيفة العمليات بالمنظمة مما قد ينتج عنه فى بعض الأحيان أضرارا كبيرة .

رابعا : المسئوليات والتحديات التى تواجه مديرى العمليات

يمكن تقسيم تلك المسئوليات إلى مجموعة تختص بتصميم النظام الإنتاجى والنظم الفرعية ، ومجموعة تختص بالجدولة ، والتشغيل والمراقبة على النظام الإنتاجى .

ولا شك أن خصائص تصميم السلعة أو الخدمة سيؤثر على النظام الإنتاجى .

ويمكن تلخيص تلك المسئوليات فيما يلى :

١) **تصميم وتخطيط النظام الإنتاجى** مثل تصميم المنتج ، تخطيط الطاقة ، تصميم العملية الإنتاجية واختيار التكنولوجيا ، اختيار الموقع ، التصميم والترتيب الداخلى للتسهيلات ، تصميم العمل وتنظيمه .

٢) **تشغيل ورقابة النظام الإنتاجى** مثل وضع الخطط متوسطة وطويلة المدى ، إدارة المواد ومراقبة المخزون ، الجدولة للأفراد والمعدات والعمل ، والإمداد والتوزيع .

المهارات والمعرفة المطلوبة لمدير العمليات الناجح

١. معرفة بطبيعة العمليات الإنتاجية .
٢. معرفة وفهم لمبادئ إدارة العمليات .
٣. معرفة تطبيقية بأدوات وأساليب اتخاذ القرارات للمساعدة فى حل المشاكل التى تحدث فى مجال إدارة العمليات

خامسا : التطور التاريخى لإدارة العمليات

وجدت النظم الإنتاجية من الأيام الأولى للحضارة والإنسانية ، وكانت تطبق وتستخدم بعض المبادئ الحديثة لإدارة العمليات فى المجتمعات القديمة مثل التخصص فى العمل الذى كان معروف فى الحضارة الإغريقية القديمة .

الثورة الصناعية

بدأت إدارة العمليات الحديثة منذ الثورة الصناعية وكانت أول الصناعات التى طبقت المخترعات التكنولوجية صناعة النسيج حيث سعت إلى إحلال مصادر الطاقة مثل البخار وإستخدام الفحم بدلا من إستخدام العنصر البشرى فى توليد الطاقة .

هذا بالإضافة إلى حدوث تطور فى ثلاث مجالات هى :

١. اختراع الآلة البخارية .
٢. إستخدام الأجزاء المتبادلة Interchangeable Parts فى الإنتاج الكبير(الضخم) Mass Production .
٣. إستخدام الأدوات الميكانيكية (الآلية) .

بعض العلماء الذين ساهموا فى تطور إدارة العمليات والإدارة العلمية :

- ايلى وتنى **Eli Whitney** وكانت له إنجازات فى إستخدام الأجزاء المتبادلة .
- **تشارلس بابيج Charles Babbage** حيث استخدم دراسات الحركة والزمن ، ووضع خطط لتحفيز العمال ، كما قام بالبحوث والتطوير لتحسين المنتج والعمليات ، وإستخدم التحليل الاقتصادى لاختيار الموقع وكانت له إسهامات فى الاستخدام العلمى لمبادئ الإدارة والتى أطلق عليها الإدارة العلمية Scientific Management وتقوم مبادئ الإدارة العلمية على الاعتقاد أن هناك قوانين تحكم النظم الإنتاجية والتى يمكن تحديدها واستخدامها لإيجاد أفضل طريقة للإنتاج .

- فردريك تايلور Frederich Taylor (أبو الإدارة العلمية) ، اعتمدت فلسفة تايلور على ثلاثة مبادئ أساسية يمكن توضيحها فيما يلى:

١. هناك مبادئ علمية تحكم العمل يجب استخدامها لتصميم أفضل طريقة لأداء أى مهمة .
٢. يجب أن يوضع الشخص المناسب فى المكان المناسب وأن يتم تدريب العمال على تطوير مهاراتهم .
٣. يجب فصل مسئولية التنفيذ عن الإدارة .

وقد قام تايلور بتطوير أدوات (أساليب) متعددة يمكن استخدامها فى مجال الإنتاج مثل معايير (مستويات) الإنتاج ونظم الرقابة على الإنتاج .

- فرانك وليليان جليرث Frank & Lillian Gilbreth ساهما فى نشأة مفاهيم التحسين المستمر وإزالة الضائع وتقليل مخلفات الإنتاج ، كما قامت ليليان بدارسات فى المجالات النفسية ومجالات البيئة .

- هنرى فورد Henry Ford ابتكر خط التجميع حيث يقوم كل عامل بأداء جزء بسيط من العمل أثناء تحرك الخط لمحطة العمل التالية ، ويعتبر خط التجميع الذى استخدمه فورد الفكرة الأساسية لنظام JIT (الإنتاج اللحظى أو التوريد اللحظى) .

- دراسات الهوثورون Hawthorne Studies شملت تجارب متعددة لمدة عشر سنوات فى مجال الإنتاجية Productivity .

علم إدارة العمليات وبحوث العمليات

بدء إستخدام النماذج الرياضية خلال القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين لحل مشاكل العمليات مثل تحديد كمية الطلب الاقتصادية وإستخدام نماذج صفوف الانتظار ، وقد طور ولتر شيورت Walter Shewhart أدوات الرقابة الإحصائية على الجودة ، وبعد فترة وجيزة بدء إستخدام بحوث العمليات لحل مشاكل العمليات .

الحاسبات فى مجال إدارة العمليات

تستخدم الحاسبات الآن لتنسيق ومراقبة حركة المواد مثل إستخدام نظم التصنيع المرنة Flexible Manufacturing Systems ، والتصميم بإستخدام الحاسب Computer-Aided Design للمساعدة فى سرعة الإنتاج وتنميط الأجزاء المستخدمة فى الإنتاج .

نظم الإنتاج اليابانية

أصبحت الشركات اليابانية منذ عام ١٩٧٠ لاعبا أساسيا فى الاقتصاد العالمى والصناعة بصفة خاصة فى مجال صناعة الصلب ، والسيارات ، والالكترونيات .

ويعتمد نظام الإنتاج اليابانى على ثلاثة مبادئ أو أهداف:

١- **الجودة تأتى أولا :**

- تصميم المنتج بأحسن جودة ممكنة .
- كل شخص مسئول عن الجودة وهذا يغنى عن إستخدام الفحص .
- إنتاج المنتج السليم من المرة الأولى بدلا من رفضه وإعادة تصنيعه .
- إستخدام أساليب مراقبة الجودة المطلوبة بأسلوب المبادرة وليس بأسلوب رد الفعل .

٢- **التحسين المستمر فى المنتج والعمليات :**

وأن يتم ذلك من خلال العاملين والمشرفين لتحقيق خفض التكلفة وتحسين الجودة باستمرار ، وقد استخدموا حلقات الجودة ونظم الاقتراحات لتحقيق ذلك .

٣- **إزالة كل شكل للمخلفات .**

كل نشاط أو مواد يمكن أن تزيد التكاليف ولا تضيف قيمة للمنتج يجب إزالتها ، كما استخدموا أسلوب JIT وعملوا على إزالة العيوب فى المنتجات (العمل الصحيح من أول مرة) والوصول إلى المعيب الصفرى فى الإنتاج .

إدارة العمليات اليوم

بدء التركيز الآن على مجال الخدمات مثل مجال الصحة ، والبنوك ، والتأمين والخدمات الحكومية التى نمت حجمها بصورة أسرع من المنظمات الإنتاجية السلعية ولذلك تحتاج جهد أكبر للتركيز على تحسين الخدمات .

سادسا :أسئلة للمناقشة

١) حدد أهم الاختلافات بين المنتجات السلعية والخدمية مع إعطاء أمثلة من الواقع العملى .

٢) فكر فى أحد المنظمات التى لك خبره بعملها ، وحدد مثالا عن مسئولية إدارة العمليات بها .

٣) تكلم عن نظام الإنتاج اليابانى موضحا أهم مبادئه وأهدافه .

٤) وضح أهم المسئوليات والتحديات التى تواجه مديرى العلميات .

٥) أعطى مثالا كيف يمكنك تطبيق المعرفة التى اكتسبتها من دراسة النظم الإنتاجية فى الواقع العملى .

الوحدة الثانية

اختيار الموقع
وهيكل وتكنولوجيا العمليات

أولاً : مقدمة

ثانياً : عوامل اختيار الموقع

ثالثاً : اختيار هيكل العمليات

رابعاً : التكنولوجيا الحديثة للإنتاج

خامساً : هيكل نظم الخدمة

سادساً : أسئلة للمناقشة وتطبيقات

اختيار الموقع وهيكل وتكنولوجيا العمليات

أولاً : مقدمة :

يعتبر قرار اختيار الموقع وهيكل وتكنولوجيا العمليات من القرارات الاستراتيجية للمنظمة حيث يمتد تأثيره لفترة طويلة مستقبلية فهو يتعلق باختيار موقع المنظمة وتحديد نوعية التكنولوجيا المستخدمة فى الإنتاج ، وهيكل التكلفة والاستثمارات المطلوبة ، كما يؤثر على سرعة ونوعية وجودة الاستجابة لعملاء المنظمة .

ثانياً : عوامل اختيار الموقع Facility Location

عند اختيار موقع المنظمة من اللازم مراعاة الخصائص التى تميز المنتج أو الخدمة والتى تحدد أفضلية موقع بالنسبة للمنظمة عن مواقع أخرى ، ففى المنظمات الصناعية قد تدخل معايير فى المفاضلة بين المواقع المختلفة مثل القرب من المادة الخام أو العمالة أو الأسواق كعوامل هامة ، وفى مجال الخدمات مثل المستشفيات أو الفنادق أو المنظمات التى تقدم خدمة عامة قد يكون القرب من العميل عامل هام وحيوى . وهناك بعض المنظمات ذات طبيعة خاصة مثل مصانع إنتاج المواد الخطرة أو التى تستخدم النظائر المشعة أو محطات توليد الطاقة الذرية مما يستلزم تواجدها فى مناطق بعيدة عن السكان .

(١) مراحل اتخاذ قرار اختيار الموقع والعوامل المؤثرة فيه :

هناك ثلاث مراحل أساسية فى قرار اختيار الموقع :

المرحلة الأولى : اختيار الدولة أو الإقليم ← قد يفضل موقع فى هذه المرحلة لعدة أسباب منها القرب من السوق ، القرب من المواد الخام ، توافر مصادر الطاقة ، توافر العمالة الماهرة ، انخفاض الضرائب ، قلة القيود القانونية .

المرحلة الثانية : القرار باختيار المنطقة ← قد تفضل منطقة معينة لانخفاض الضرائب ، وجود حافز إقتصادى أو إجتماعى ، ملاءمة الصناعة للمنطقة ، توافر شبكة للاتصالات ، التوافق مع اتجاهات وسياسة الحكومة ، التوافق مع الإنضباط البيئى للمنطقة .

المرحلة الثالثة : اختيار المساحة ← يتم فى هذه المرحلة مراعاة ما يلى :

- توفير مساحة إضافية لاحتمالات التوسع فى المستقبل .
- القرب من صناعات أخرى للاستفادة من مزايا منها المشاركة فى استخدام بعض التسهيلات مثل محطة توليد كهرباء احتياطية أو وسائل تستخدم للدفاع المدنى مثل عربات الاطفاء أو مستودعات المياه .

(٢) موقع الخدمات العامة :

يهدف قرار اختيار الموقع فى المنظمات التى تؤدى خدمات عامة مثل الشرطة والحريق ومكاتب البريد وهيئة الاتصالات وغيرها لسهولة وصول متلقى الخدمة للموقع المختار .

وهناك بعض العوامل الأخرى الإضافية التى يتم مراعاتها مثل اختيار الموقع الذى يتوافر فيه مجموعة من الصناعات المكملة أو المراكز التى يحتاج العميل وجودها معاً ، وكذلك مراعاة سهولة الوصول للموقع وأن يكون فى مكان ظاهر وواضح للعملاء .

(٣) الموقع العالمى Location Facilities Globally

بعض المنظمات تختار مواقع أجنبية لتحقيق المزايا التالية :

- انخفاض التكاليف .
- إمكانية تحقيق اقتصاديات الحجم .
- القدرة على التنويع فى المنتجات وتقليل المخاطر .
- توافر سياسات حكومية وثقافة مناسبة .
- القدرة على تبادل التكنولوجيا والمعلومات .

(٤) قواعد تقييم اتخاذ قرار الموقع :

هناك الكثير من القواعد المستخدمة مثل النماذج الرياضية ونماذج الأمثلية والتى غالباً ما يتم استخدام الحاسب فيها حتى يمكن تقييم عدد كبير من البدائل الممكنة للموقع .

١- طريقة الأوزان :

مثال :

تفكر شركة فى فتح فرع جديد لها وهناك ثلاثة مواقع بديلة يتم المفاضلة بينهم ، والجدول التالى يوضح عوامل المفاضلة والأوزان النسبية المعطاة لتلك العوامل حسب أهميتها للمنظمة بالإضافة إلى درجات التقييم لكل موقع فى ضوء مدى توافر تلك العوامل به والمطلوب تحديد أى المواقع أفضل .

عوامل التقييم	الوزن	الموقع الأول	الموقع الثانى	الموقع الثالث
القرب من وسط المدينة	٠,٣	٨	١٠	٥
القرب من مصادر الطاقة	٠,١	٤	٧	١٠
تكاليف الإنتاج	٠,٢	٧	٥	١٠
تكاليف النقل	٠,٢	٦	١٠	٨
الضرائب	٠,١	٩	٦	١٠
التسهيلات الحكومية	٠,١	١٠	٧	٨

الحل :

الوزن النسبى للموقع = مجموع أوزان العوامل × درجات التقييم لكل عامل

الموقع الأول = (٠,٣ × ١) + (٠,١ × ٤) + (٠,٢ × ٧) + (٠,٢ ×٦) + (٠,١ × ٩) + (٠,١ × ١٠) = ٧,٣

الموقع الثانى = (٠,٣ × ١) + (٠,١ × ٧) + (٠,٢ × ٥) + (٠,٢ × ١٠) + (٠,١ × ٦) + (٠,١ × ٧) = ٨

الموقع الثالث = (٠,٣ × ٥) + (٠,١ × ١٠) + (٠,٢ × ١٠) + (٠,٢ × ٨) +
(٠,١ × ١٠) + (٠,١ × ٨) = ٧,٩

الموقع الثانى أفضل المواقع التى يتم تقييمها يليه الموقع الثالث ولقرب الموقعين فى الوزن النسبى من اللازم القيام بمزيد من الدراسة لترجيح أيهما أفضل للشركة .

٢- أسلوب المعامل العام :

هذا الأسلوب تم تقديمه نتيجة دراسة قام بها Brown and Gibson ويتم فيها التقييم على أساس ثلاثة عوامل وهى العوامل الموضوعية (ض) وتختص بالتكلفة والعائد الخاص بالبدائل ، والعوامل الذاتية (ذ) وتتناول العوامل ذات الصلة بالمنظمة مثل قوة النقابات ، والمستوى الاقتصادى ، ومستوى التعليم والتعلم وغيرها ويتم ترتيب المواقع Rank حسب توافر تلك العوامل بها ، وأخيراً العوامل الحرجة (ح) والتى تعتبر أساس لقيام المشروع ويقيم كل موقع بتوافر أو عدم توافر تلك العوامل الحرجة به فيعطى (واحد) أو (صفر) ، ويتم تقييم المواقع فى ضوء تلك العوامل الثلاثة عن طريق المعادلة :

المعامل العام للموقع (م) = ح [α (ض) + (١ - α) ذ]

حيث تمثل α أهمية العوامل الموضوعية بالنسبة للذاتية فإذا كان المشروع يهدف للربح تعطى α قيمة أكبر وتحدد فى نسبة مئوية .

ويتم اختيار الموقع ذو أقل معامل عام بعد استبعاد المواقع ذات المعامل العام الصفرى .

مثال :

تفاضل منظمة بين أربعة مواقع جديدة لها ، وقد تم جمع البيانات التالية والمطلوب تحديد أى المواقع أفضل للمنظمة مع حساب المعامل العام للمواقع المختلفة ، علماً بأن قيمة α قد قدرتها الإدارة ٨٥% .

العوامل / المواقع	العوامل الموضوعية (بالألف)			العوامل الذاتية			العوامل الحرجة		
	ت العمالة	ت الإنشاء	الضرائب	التعليم	مستوى الدخل	الصلة مع النقابات	المواصلات	المياه	الطاقة
أ	١٧	٥٠	٢٢	٣	٤	٤	متوفرة	متوفرة	متوفرة
ب	٣٠	٤٨	٣٠	٢	١	٣	غ متوفرة	متوفرة	متوفرة
جـ	١٠	٦٥	٢٥	٤	٣	٢	متوفرة	متوفرة	متوفرة
د	١٤	٥٥	٣٣	١	٢	١	متوفرة	متوفرة	متوفرة

الحـــل :

أ- تحديد المعامل الموضوعى للمواقع عن طريق تحديد إجمالى تكاليف كل موقع واختيار أكبر قيمة (أسوأ موقع) وتحديد المعامل الموضوعى لكل موقع بقسمة إجمالى تكاليفه على أكبر قيمة (أسوأ موقع) .

$$\text{المعامل الموضوعى للموقع (ض)} = \frac{\text{إجمالى تكاليف الموقع}}{\text{أعلى تكلفة لموقع (أسوأ موقع)}}$$

العوامل / المواقع	ت العمالة	ت الإنشاء	الضرائب	مجموع التكاليف	العامل الموضوعى للموقع (ض)
أ	١٧	٥٠	٢٢	٨٩	٠,٨٢٤
ب	٣٠	٤٨	٣٠	١٠٨	١,٠٠٠
جـ	١٠	٦٥	٢٥	١٠٠	٠,٩٢٦
د	١٤	٥٥	٣٣	١٠٢	٠,٩٤٤

يتم حساب المعامل العام للموقع (أ) كما يلى = $\frac{٨٩}{١٠٨}$ = ٠,٨٢٤

وهكذا لباقى المواقع .

ب- تحديد المعامل الذاتى لكل موقع عن طريق تحديد مجموع ترتيب العوامل وقسمتها على أقصى رقم يمكن الحصول عليه وهو يمثل عدد المواقع × عدد العوامل .

العوامل / المواقع	التعليم	مستوى الدخل	الصلة مع النقابات	مجموع الترتيب	المعامل الموضوعى للموقع (ذ)
أ	٣	٤	٤	١١	٠,٩١٧
ب	٢	١	٣	٦	٠,٥٠٠
جـ	٤	٣	٢	٩	٠,٧٥٠
د	١	٢	١	٤	٠,٣٣٣

المعامل الذاتى (ذ) للموقع (أ) = $\frac{\text{مجموع الترتيب}}{\text{عدد المواقع} \times \text{عدد العوامل}} = \frac{١١}{٣\times٤} = \frac{١١}{١٢} = ٠,٩١٧$

وهكذا لباقى المواقع .

جـ- تحديد المعامل الحرج لكل موقع (ح) عن طريق وضع القيمة (١) عند توافر العامل والقيمة (صفر) عند عدم توافره فى الموقع .

المعامل الحرج للموقع (ح) = حاصل ضرب قيم توافر العوامل لكل موقع

العوامل / المواقع	المواصلات	المياه	الطاقة	المعامل الحرج (ح)
أ	١	١	١	١
ب	صفر	١	١	صفر
جـ	١	١	١	١
د	١	١	١	١

ء- يتم حساب المعامل العام (م) عن طريق المعادلة .

المعامل العام للموقع (م) = ح [α (ض) + (١ − α) ذ]

المعامل العام للموقع (أ) = ١ [(٠,٨٥ × ٠,٨٢٤) + (١ − ٠,٨٥) (٠,٩١٧)]
= ١ [٠,٧٠٠٤ + ٠,١٣٧٥٥] = ٠,٨٣٧٩٥

المعامل العام للموقع (ب) = صفر [(٠,٨٥ × ١) + (١ − ٠,٨٥) (٠,٥٠٠)] = صفر

المعامل العام للموقع (جـ) = ١ [(٠,٨٥ × ٠,٩٢٦) + (١ − ٠,٨٥) (٠,٧٥٠)]
= ١ [٠,٧٨٧١ + ٠,١١٢٥] = ٠,٨٩٩٦

المعامل العام للموقع (د) = ١ [(٠,٨٥ × ٠,٩٤٤) + (١ − ٠,٨٥) (٠,٣٣٣)]
= ١ [٠,٨٠٢٤ + ٠,٠٤٩٥٥] = ٠,٨٥٢٣٥

هـ- يتم اختيار الموقع ذو المعامل العام الأقل بعد استبعاد الموقع ذو المعامل العام الصفرى .

∴ الموقع الأفضل للمنظمة هو الموقع (أ) .

٣- أسلوب مركز الجاذبية Center of Gravity

يستخدم أسلوب مركز الجاذبية لتحديد موقع مركز أو مخزن يقوم بخدمة أو التوزيع لعدد من المناطق أو الوحدات أو محلات بيع ، ويهدف لخفض تكلفة النقل الكلية لأقل حد ممكن ممثلة فى التكلفة الناتجة عن المسافة والكمية التى يتم شحنها ، وتستخدم هذه الطريقة خريطة توضح أماكن المراكز المختلفة ويتم تمثيلها على الأحداث السينى (س) والإحداث الصادى (ص) ويتم تحديد الموقع الأنسب كما يلى :

$$\text{الإحداث السينى للموقع الأنسب} = \frac{\text{مجـ ك س لكل المواقع}}{\text{مجـ ك}}$$

$$\text{الإحداث الصادى للموقع الأنسب} = \frac{\text{مجـ ك ص لكل المواقع}}{\text{مجـ ك}}$$

حيث ك = الكميات المشحونة ، س الإحداث السينى للمواقع ، ص الإحداث الصادى للمواقع .

مثال :

ترغب شركة فى إنشاء مخزن لخدمة خمس مواقع لفروع للشركة والبيانات التالية توضح الكميات المشحونة للفروع ومواقع تلك الفروع حسب الإحداث السينى والصادى (س ، ص) والمطلوب استخدام أسلوب مركز الجاذبية لتحديد موقع المخزن الذى يقلل تكلفة النقل لأدنى حد ممكن ، مع رسم الشكل الموضح عليه تلك المواقع .

بيان / الفروع	الكميات ك	الإحداث السينى للموقع (س)	الإحداث الصادى للموقع (ص)
أ	٣٥	٢٠	٤٠
ب	٤٠	١٥	٣٠
جـ	٢٨	٢٥	١٠
د	٤٣	٣٠	١٥

الحل :

$$\text{الإحداث السينى للموقع الأنسب} = \frac{\text{مجـ ك س}}{\text{مجـ ك}}$$

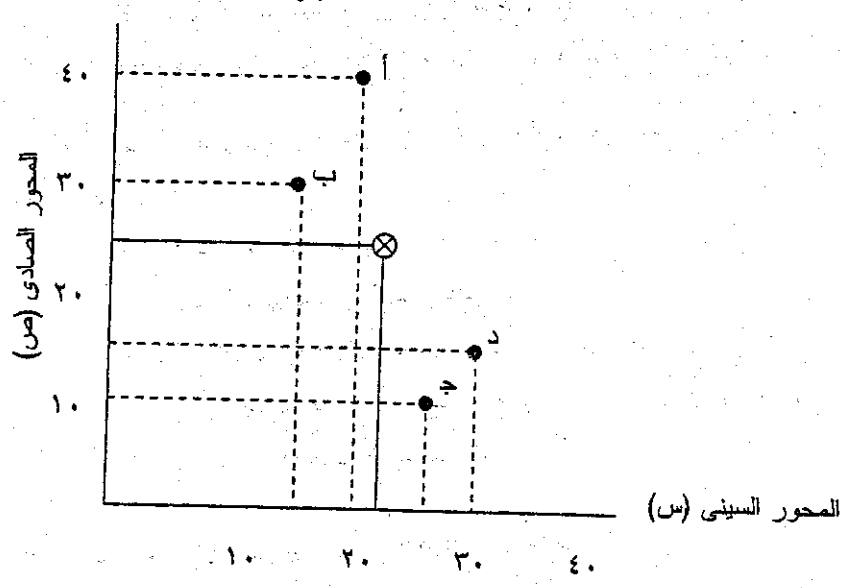
$$= \frac{(٣٠)\ ٤٣ + (٢٥)\ ٢٨ + (١٥)\ ٤٠ + (٢٠)\ ٣٥}{٤٣ + ٢٨ + ٤٠ + ٣٥}$$

$$= \frac{٧٠٠ + ٦٠٠ + ٧٠٠ + ١٢٩٠}{١٤٦} = \frac{٣٢٩٠}{١٤٦} = ٢٢,٥$$

الإحداث الصادى للموقع الأنسب = $\frac{\text{مجـ ك ص}}{\text{مجـ ك}}$

$$= \frac{(١٥)\ ٤٣ + (١٠)\ ٢٨ + (٣٠)\ ٤٠ + (٤٠)\ ٣٥}{١٤٦}$$

$$= \frac{٦٤٥ + ٢٨٠ + ١٢٠٠ + ١٤٠٠}{١٤٦} = \frac{٣٥٢٥}{١٤٦} = ٢٤,١$$



موقع مركز الجاذبية للمخزن ٢٢,٥ ، ٢٤,١ .

ثالثاً : اختيار هيكل العمليات :

يختلف هيكل وتكنولوجيا العمليات المناسب لكل منظمة حسب حجم العمليات ، ودرجة تنوع المنتجات والاحتياجات الفنية المطلوبة للإنتاج ، ونوع المعدات المستخدمة ، وحجم الأوتوماتية فى النظام ، ودرجة المرونة المطلوب توفيرها فى الإنتاج ومن اللازم إدخال عوامل فى التقييم والاختيار مثل التكلفة ، والجودة ، وسرعة الاستجابة للعميل ، ومرونة المنتج .

تصنيف هيكل العمليات :

يتم عادة تصنيف هيكل العمليات إلى ما يلى من أساليب إنتاجية :

١- عمليات الإنتاج المتدفقة Flow Processes

٢- عمليات الإنتاج حسب الشغلة Job-Shop Processes

٣- العمليات المنظمة حسب خلايا العمل Cellular Processes

٤- العمليات فى حالة المشروع Project Processes

وقد يجمع النظام بين أكثر من أسلوب من أساليب العمليات ، والعوامل التالية تحدد شكل هيكل العمليات :

- عدد الوحدات المنتجة .
- عدد المنتجات ومتطلبات إنتاجها .
- نوع الطلب (حسب السوق أو حسب الطلب حيث أن الإنتاج يتم فى الأول قبل وجود طلب فعلى على المنتج ، وفى الثانى بعد تلقى الطلب من العميل) .
- خصائص التكنولوجيا المستخدمة .

١- عمليات الإنتاج المتدفقة Flow Processes

يتم الإنتاج فى هذا النوع بنفس النمط والمواصفات ويمر المنتج على نفس العمليات الإنتاجية وبنفس الترتيب .

وهناك ثلاثة أنواع يمكن توضيحهم فيما يلى :

أ- عمليات التدفق المستمرة Continuous Flow Processes

يتم إنتاج منتجات بأحجام كبيرة وبتشكيلة محدودة ، مثل إنتاج الورق ، والكيماويات ، والأطعمة المعلبة ، والمنتجات البترولية ، والمعادن ، والمياه المعبأة . ويتسم هذا النوع بكثافة رأس المال المستثمر والتكنولوجيا العالية التى يستخدم فيها عادة الحاسبات ، وتكلفة المعدات العالية ولكن تتسم تكلفة العمالة بالانخفاض .

ب- عمليات التدفق المتقطع Repetitive Flow Processes

يتشابه هذا النوع مع عمليات التدفق المستمرة فى أن العمل يتم حسب أنشطة معينة ، ويتم تنظيم العمل فى خط الإنتاج ومن أمثلته إنتاج المسجلات والحاسبات والسيارات والأطعمة في المطاعم الجاهزة ، ويتسم هذا النوع بقلة عدد المنتجات وكبر حجم الإنتاج ووجود المعدات المتخصصة ، وتعتبر المشكلة الأساسية هنا هو إيجاد نوع من التوازن على الخط الإنتاجي ومحطات العمل والمحافظة على المعدات حيث يمكن أن يسبب أى عطل إلى تعطل الخط بأكمله .

ج- عمليات التدفق على دفع Batch Flow Processes

تحتاج أغلب المنتجات فى هذا النوع إلى نفس العمليات ولكن كل منتج قد يحتاج لبعض التعديلات مثل إنتاج الملابس ، ولعب الأطفال ، والتعليم بالجامعات ، والخدمات بالبنوك .

مزايا وعيوب عمليات الإنتاج المتدفقة :

المزايا : - تخصص المعدات والقوى العاملة .
- بساطة عمليات المناولة .
- صغر حجم المخزون بين العمليات .
- استخدام المساحات بكفاءة .
- إمكانية تحقيق الجودة المطلوبة .
- سهولة التنسيق والجدولة بين العمليات الإنتاجية .
- سهولة مراقبة التكلفة .

العيوب : - صعوبة تغيير العمليات وتعديلها وعدم المرونة فى إمكانية تغيير حجم الإنتاج .
- زيادة التكلفة المطلوبة وخاصة للمعدات التى تتسم بالتخصص الشديد .
- رتابة الأعمال مما يخفض من الروح المعنوية للعاملين .
- قابلية النظام للتأثر عند حدوث أعطال أو أخطاء فى العمل .

٢- عمليات الإنتاج حسب الشغلة Job-Shop Processes

يستخدم عندما يكون المطلوب توفير تشكيلة متعددة للمنتجات وخاصة عند الإنتاج حسب طلب العميل ، ويصبح من اللازم توفير قدر مناسب من المرونة فى العمليات الإنتاجية وفى هذه الحالة يتم التنظيم بحيث تجمع العمليات ذات الطابع المتشابه فى أماكن أو أقسام ويتم استخدام معدات ذات غرض عام ، وينتقل المنتج بين الأقسام خلال النظام فى مسارات مختلفة حسب احتياجات التصنيع .

وفى حالة الخدمات يتيح هذا النوع للمستهلك التنقل بين مراكز العمل فى أى ترتيب بحيث يعطى النظام أقصى مرونة ممكنة ، والإنتاج هنا يتم بكميات صغيرة وبتشكيلات متعددة .

المزايا : - مرونة الإنتاج .
- انخفاض التكلفة المبدئية للمعدات .
- توفير رضاء العاملين لعدم رتابة الأعمال .

العيوب : - تكون عادة المعدات عامة الغرض أقل كفاءة .
- مرتبات أكبر للعمال المهرة (لتنوع قدراتهم الإنتاجية) .
- زيادة المخزون تحت التشغيل .
- مساحات أكبر لتوفير المرونة فى نظم مناولة المواد .
- صعوبة تحقيق الجودة المطلوبة .
- تعقد عملية الجدولة وصعوبة التنسيق بين العمل والمعدات .
- صعوبة تخصيص التكلفة لكل منتج وتحديد ربحيته .

٣- العمليات المنظمة حسب خلايا العمل Cellular Processes

تقوم المنظمة بتقسيم المنتجات إلى عائلات أو مجموعات تحتاج لنفس خطوات العمل وبنفس الترتيب ، ويتم إنشاء خلايا للعمل Work Cells لتأدية الأعمال المطلوبة لكل عائلة من المنتجات ، والمخرجات لتلك الخلايا قد تكون منتجات تامة أو أجزاء نصف مصنعة توجه لخلايا أخرى .

المزايا : - تقليل عمليات المناولة والنقل للأجزاء نصف المصنعة .
- تقليل وقت الإعداد للمعدات .
- تقليل دورة الإنتاج لتقليل وقت الانتظار بين المراحل الإنتاجية .
- تقليل المخزون بين المراحل الإنتاجية .
- مساحات أقل للعمل .
- تقليل تكلفة المعدات .
- رضاء العاملين .
- تحسين الجودة .

العيوب : يحتاج تنفيذ هذا النظام إلى وجود خبرة كبيرة بالمنتجات حتى يمكن تحديد خصائصها بدقة وتصنيفها وتقسيمها إلى عائلات وبعد ذلك تصميم خلايا العمل المناسبة .

٤- العمليات فى حالة المشروع Project Processes

يستخدم هيكل العمليات الذى يتبع المشروع عندما تكون طبيعة العمليات الإنتاجية هى الإنتاج لتنفيذ مشروع مثل بناء مبنى أو كوبرى أو طريق أو إعداد برامج للحاسب أو تقديم خدمات استشارية ، وتعتبر تحقيق الكفاءة فى استخدام الموارد المشكلة الرئيسية فى هذا الأسلوب حيث يتم استخدام المنظمة للمعدات والعمالة التى لديها ولكن تحديد كم مرة سيتم استخدام تلك الموارد أو بأى ترتيب يختلف من مشروع لآخر ومن عملية لأخرى ، وتعتبر المرونة الشديدة هى أحسن ميزة لهذا النوع ولكن يقابله زيادة التكاليف لعدم إمكانية الإنتاج بكميات كبيرة وصعوبة تحقيق الكفاءة فى استخدام الموارد .

رابعاً : التكنولوجيا الحديثة للإنتاج Modern Production Technologies

١- المجموعات التكنولوجية Group Technology (GT)

يتم تقسيم المنتجات إلى عائلات أو مجموعات من الأجزاء التى تشترك فى خصائص معينة أو تحتاج لنفس العمليات التصنيعية أو حسب الآلات أو المعدات التى تستخدم لإنتاجها .

وتقوم المنظمة بتحديد كود رقمى لكل منتج أو جزء يحدد فيه خصائصه (الشكل – الحجم – المواد المستخدمة فى تصنيعه) والعمليات المطلوبة لإنتاجه (قطع – تثقيب – طلاء ...) وتستخدم المجموعات التكنولوجيا GT لجدولة العمل ، ومن أهم مزاياها أنه يمكن عن طريقها تخفيض وقت الإعداد للآلات وتحقيق الكفاية فى استخدام الموارد وتحسين الجودة .

٢ – أوتوماتية العملية Process Automation

تعرف الأوتوماتية بأنها مجموعة الأساليب والمعدات التى تجعل من الممكن تأدية الأنشطة البشرية والأنشطة الخاصة بالرقابة عن طريق المعدات ، ويمكن تقسيمها إلى ما يلى :

* **معدات الرقابة العددية Numerically - Controlled Machines**

تستخدم هذه المعدات حاسبات لتأدية مهام متعددة ومعقدة .

* **مراكز المعدات Machining Centers**

وهى مرحلة متقدمة أو متطورة من معدات الرقابة العددية ويمكنها اختيار وتغيير المعدات المستخدمة فى الإنتاج عند الحاجة لذلك .

* **الروبوت Robots**

وهى معدات قابلة لإعادة البرمجة يمكنها تأدية مهام مختلفة وخاصة المعقدة منها وذات ثلاث أبعاد حركية ، وبعضها يتميز بوجود خواص للإحساس والرؤية ، ويتكون الروبوت عادة من ثلاثة مكونات ، قاعدة ، وذراع ، ويد ، ورغم المزايا العديدة التى يحققها استخدام الروبوت إلا أنه مكلف ويحتاج لتكلفة إعداد كبيرة ولكن تعتبر تكلفة التشغيل مقبولة .

* **التصميم باستخدام الحاسب والتصنيع بمساعدة الحاسب**
Computer-Aided Design (CAD) / Computer - Assisted Manufacturing (CAM)

يتيح استخدام هذه الأنواع من الحاسبات تقليل الوقت والتكلفة لإعداد وبرمجة المعدات كما تقل الأخطاء المحتملة فى العمليات الإنتاجية .

* نظم التصنيع المرنة Flexible Manufacturing Systems (FMS)

وهى نظم من الحاسبات ذات رقابة ذاتية ، ومنها أنواع ذات نظم لتغيير المعدات وأخرى مزودة بنظم لمناولة المواد ، وأنواعها تختلف حسب درجة التعقيد أو القدرات المطلوبة ، وعادة تتكون مما يلى :

- نظام للتحميل التلقائى لتحميل الأجزاء والمواد .
- مراكز للمعدات لها قدرة على تغيير الأدوات المستخدمة أوتوماتيكياً .
- نظام للتخزين المؤقت وتخزين الأدوات .
- حاسب لمراقبة حركة انتقال المواد وتغيير الأدوات وحركة الآلات .

والنظام المتطور منها يمكنه أن يتضمن بالإضافة لما سبق معدات لأداء العمليات مثل الروبوت ، ومعدات للتنظيف ، ومعدات للرقابة ، ويقوم حاسب مركزى بتشغيل النظام كله ويتم توصيله للتنسيق بين النظم الإنتاجية للمنظمة .

المزايا :
- المرونة مما يمكن من تلبية احتياجات كل منتج من حيث تسلسل العمليات الإنتاجية المطلوبة .
- تقليل وقت وتكلفة مناولة المواد ووقت الانتظار بين العمليات .
- تخفيض وقت الإعداد .
- إمكانية التعامل مع تذبذب الطلب من حيث تغيير الكمية المنتجة أو وقت الإنتاج بسرعة .

العيوب :
- الاستثمارات الضخمة .
- ضرورة توافر الخبرة وأساليب التخطيط المناسبة .

* الدمج بين التصنيع والحاسب Computer Integration Manufacturing

يتيح الدمج بين كل نظم المعلومات وكل معدات وآلات التصنيع والنظم الفرعية فى نظام واحد ويعتبر هذا النوع نادراً ولكن بعض الشركات الكبرى مثل Motorola, Sony, Toshiba نفذته فى عمليات التصميم ، والبيع ، والجدولة ، والتصنيع ، والشراء ، والحسابات .

* **كود الخانات والفحص البصري Bar Coding and Optical Scanning**

انتشر تطبيقه حاليا في بعض المصانع والنظم الخدمية ، ويتم فيه إعطاء كل منتج كود رقمي يتكون من مجموعة أعمدة يمكن قراءتها عن طريق جهاز للفحص يترجم الأعمدة إلى أرقام ويتم تغذية جهاز الحاسب بها لعمل مجموعة من العمليات مثل تحديد السعر أو ضبط مستوى التخزين أو إعطاء معلومات عن كمية الشراء خلال فترة معينة .

* **تبادل البيانات الكترونياً Electronic Data Interchange (EDI)**

وهو نوع من نظم الحاسبات يمكن من نقل البيانات والمعلومات بين المستهلكين والموردين والعملاء والأقسام الداخلية لأى منظمة الكترونياً وفى وقت قصير .

خامساً : هيكل نظم الخدمة Service Systems Structure

عند اختيار هيكل نظم الخدمة من اللازم مراعاة الاعتبارات التالية :

- طريقة تقديم الخدمة .
- نوع ودرجة تنوع الخدمة والخليط بين الخدمة والمنتج المقدم .
- شكل وكثافة تدخل العميل وعلاقته التبادلية أثناء تأدية الخدمة وإلى أى حد يمكن فصل العميل عن عملية تأدية الخدمة .
- استراتيجية المنظمة وإبعاد ركائز النجاح لديها .

أمثلة على بعض الخدمات ودرجة كثافة تدخل العميل فى تأدية الخدمة :

- **درجة كثافة عالية للتدخل** : الخدمات الصحية ، والتعليم الأساسى ، والاستشارات .
- **درجة كثافة متوسطة للتدخل** : النقل الجوى ، الفنادق ، المطاعم ، الخدمات القانونية ، والخدمات المالية فى البنوك .
- **درجة كثافة منخفضة للتدخل** : خدمات التوفير ، خدمات البريد ، مطاعم الأطعمة الجاهزة السريعة .

سادساً : أسئلة للمناقشة وتطبيقات :

(١) تناول بالتوضيح المراحل المختلفة لقرار اختيار موقع المنظمة .

(٢) أذكر أسباب اختيار المنظمة لموقع خارج نطاق الدولة التى تنتمى إليها .

(٣) تكلم عن الأساليب الإنتاجية المختلفة لهيكل العمليات .

(٤) وضح كيف يمكن للمنظمة تنفيذ هيكل العمليات المتاحة حسب طبيعة العمل ، وما هى أهم المزايا والعيوب المتوقعة لهذا الهيكل .

(٥) ما المقصود بأوتوماتية العملية ؟ وما هى أهم أنواعها ؟

(٦) تكلم عن نظم التصنيع المرنة موضحاً مزايا وعيوب استخدامها .

(٧) ناقش الاعتبارات اللازم مراعاتها عند اختيار هيكل نظم الخدمة .

تطبيقات :

(١) تفكر شركة فى فتح فرع جديد لها وهناك ثلاثة مواقع بديلة للمفاضلة بينهم ، والجدول التالى يوضح عوامل المفاضلة والأوزان النسبية المعطاة لتلك العوامل حسب أهميتها للمنظمة بالإضافة إلى درجات التقييم لكل موقع فى ضوء مدى توافر تلك العوامل به ، والمطلوب تحديد أى المواقع أفضل .

عوامل التقييم	الوزن	الموقع الأول	الموقع الثانى	الموقع الثالث
القرب من وسط المدينة	٠,٢	١٠	٨	٥
القرب من مصادر الطاقة	٠,٣	٥	٧	١٠
تكاليف الإنتاج	٠,١	٤	٦	١٠
تكاليف النقل	٠,٢	٨	١٠	٦
الضرائب	٠,١	١٠	٦	٣
التسهيلات الحكومية	٠,١	٦	٩	١٠

(٢) تفاضل مؤسسة خدمية بين خمس مواقع لفرع جديد لها والبيانات التالية توضح العوامل المطلوب تقييمها والمطلوب تحديد أى المواقع أفضل للشركة باستخدام أسلوب المعامل العام علماً بأن قيمة α قدرتها الإدارة ٨٠% .

العوامل / المواقع	الموضوعية (بالألف جنيه)			الذاتية			الحرجة		
	ت الأرض	ت البناء	ت العمالة	المستوى الاقتصادى	مستوى التعليم	النقابات	مصادر الطاقة	المواصلات	المادة الخام
أ	٢٥	٤٠	١٧	٢	١	٤	متوفرة	متوفرة	متوفرة
ب	١٥	٤٣	٢٠	١	٢	٣	متوفرة	متوفرة	متوفرة
جـ	٢٣	٣٨	١٦	٤	٢	٢	متوفرة	متوفرة	غ متوفرة
د	١٩	٤٤	١٨	٣	٤	١	متوفرة	متوفرة	متوفرة

(٣) البيانات التالية توضح الاحتياجات السنوية لفروع شركة منتشرة فى الوجه البحرى ، والمطلوب تحديد الموقع المناسب للمخزن المغذى لهم باستخدام طريقة مركز الجاذبية لتقليل تكاليف النقل لأدنى حد ممكن مع إعداد خريطة توضح مواقع الفروع والمخزن ..

بيان / الفروع	الاحتياجات السنوية ك	الإحداث السينى (س)	الإحداث الصادى (ص)
أ	١٠٠	٨	٤٥
ب	١٢٠	١٢	٣٠
جـ	١٢٥	٢٠	١٥
د	٨٠	٣٥	٢٠
هـ	٩٠	٤٠	٣٥

الوحدة الثالثة

تصميم المنتج والعمليات

أولاً :تصميم وتطوير المنتج

ثانياً :تصميم المنتج فى مجال الخدمات

ثالثاً :سجلات الإنتاج

رابعاً :التصميم مع مراعاة الاعتبارات البيئية

خامساً :تصميم العمليات والترتيب الداخلى

سادساً :أسئلة للمناقشة وتطبيقات

تصميم المنتج والعمليات

أولاً : تصميم وتطوير المنتج :

معظم المؤسسات التى قامت بإجراء تحسينات فى تصميم المنتج استطاعت تحقيق انخفاض فى تكاليف الإنتاج بحوالى ٢٠ - ٤٠% ، وخفض فى وقت الإنتاج بحوالى النصف ، وتحسين فى الجودة .

(١) تطوير المنتج Product Development

يبدأ تطوير المنتجات بتحديد احتياجات العملاء ومحاولة تلبيتها ، والخطوات التالية توضح مراحل تطوير المنتج :

١- **تعريف وتقييم السوق** : يتم عمل دراسات للسوق لجمع معلومات عن مواصفات المنتج والسعر المناسب له .

٢- **تطوير التصميم الأولى والتفصيلى للمنتج** : يتم بعد ذلك تحديد طريقة تصنيع المنتج وخصائصه من حيث الجودة والإعتمادية وإمكانية وتكلفة التصنيع ودراسة تأثير المنتج على المنتجات الأخرى بالشركة ، ويتم إعداد رسومات للمنتج ومكوناته وهنا يتم استخدام أدوات لمساعدة المصمم مثل أسلوب تحليل القيمة واستخدام الحاسب لوضع رسومات التصميم .

٣- **التقدم نحو التصنيع** : يتم إنتاج المنتج على نطاق ضيق وتكون هناك احتمالات فى إجراء تعديل يحقق تحسين فى الجودة أو خفض فى التكلفة ، كما يتم عمل اختبار للسوق حيث يتم تقديم المنتج لمجموعة من العملاء والحصول على معلومات عن رد الفعل لمدى تقبلهم للمنتج .

٤- **تعديل وإعادة تصميم المنتج** : نتيجة الخطوات السابقة قد يتطلب الأمر إجراء تعديل وإعادة التصميم ويجب ملاحظة أن عملية تطوير المنتج عملية مستمرة لا تنتهى .

(٢) عملية تصميم المنتج The Product Design Process

تبدأ عملية تصميم المنتج فى الشركات بقيام مجموعة المصممين بابتكار منتجات جديدة يتم تقديمها للمسئولين عن الإنتاج دون أى تفكير فى تكاليف الإنتاج أو حتى مدى إمكانية التصنيع بالشركة وقد يتم إعادة التصميم مرة أخرى للمصممين لإجراء تعديلات مما يزيد من الفترة المطلوبة للانتهاء من التصميم وقد يضيع ذلك على الشركة فرص تسويقية ، ولمراعاة تلك الاعتبارات مسبقاً وتقليل الوقت اتبعت بعض الشركات أسلوب منهجى فى عملية التصميم عن طريق ما يلى :

١- تطبيق فلسفة التصميم للإنتاج Designing for Production محاولة تبسيط التصميم وإتباع سياسة استخدام الأجزاء النمطية .

٢- مراعاة التوفيق بين التصميم والإمكانيات الهندسية Concurrent Design and Engineering (CE) عن طريق توقع المشاكل ومحاولة حلها مبكراً .

٣- تكوين فريق للتصميم Design Team من تخصصات مختلفة .

٤- إشراك العملاء والموردين Working with Customers and Suppliers لإجراء تغييرات فى التصميم حسب مقترحاتهم .

(٣) المبادئ الأساسية فى تصميم المنتجات لمراعاة اعتبارات الإنتاج
Basic Principles of Designing Products for Production

المبدأ الأساسى هو التصميم المبسط ويعنى ذلك استخدام أجزاء قليلة وأدوات ومعدات بسيطة وعدد قليل من خطوط التجميع مما ينتج عنه انخفاض فى التكاليف واستخدام أقل للمعدات وتحقيق إعتمادية أكبر للمنتج ، ويمكن تلخيص تلك المبادئ فيما يلى :

١- تقليل عدد الأجزاء المستخدمة Minimize the Number of Parts Used

٢- استخدام عمليات ومكونات مألوفة Use Common Components

٣- استخدام مكونات معيارية Use Standard Components

٤- تبسيط عملية التجميع Simplify the Assembly Process

٥- استخدام أسلوب التعديل لتحقيق التنوع Use Modularity to Obtain Product Variety (Interchangeable Parts)

٦- تحديد الحد المناسب من المواصفات والمسموحات فى المنتج Make Product Specifications and Tolerances Reasonable

٧- مراعاة السلامة والتطابق فى المنتج Design for Robustness

(٤) أدوات تصميم المنتج Product Design Tools

استعراض وظيفة الجودة (بيت الجودة)
Quality Function Deployment (House of Quality)

يضم مجموعة من المصفوفات التى يتم جمعها فيما يعرف ببيت الجودة ويتم إعداده عن طريق الخطوات التالية :

١- تحديد احتياجات العملاء والمواصفات المطلوبة فى المنتج حيث يقوم العملاء المستقصى منهم بتحديد درجة أهمية المواصفات على مقياس من صفر – ٥ حيث توضح ٥ درجة أهمية عالية وصفر انعدام الأهمية .

٢- يقوم المصممون والمهندسون بوضع المواصفات الفنية التى تؤثر على احتياجات العملاء .

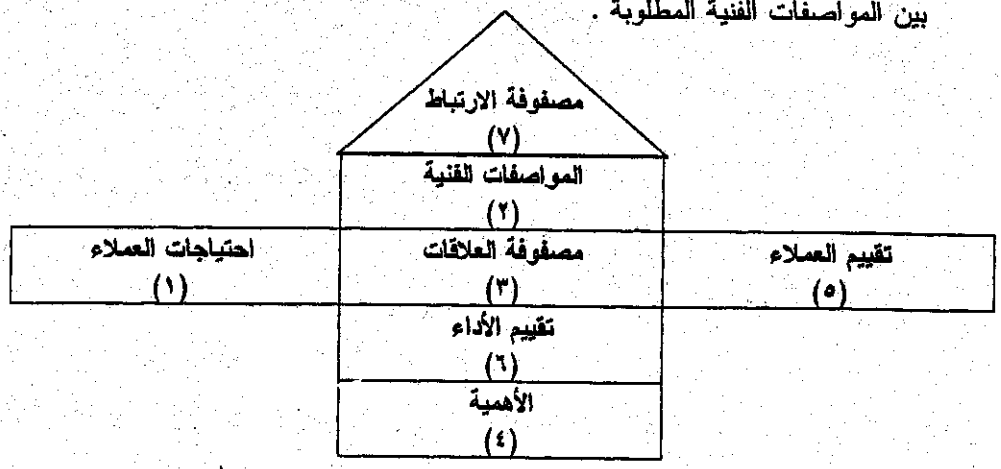
٣- إعداد مصفوفة العلاقات بواسطة مصممى الشركة عن طريق تحديد العلاقة بين احتياجات العملاء والمواصفات الفنية .

٤- باستخدام مصفوفة العلاقات يتم تحديد الأهمية عن طريق تجميع نوع العلاقة بعد إعطائها قيم ففى حالة وجود علاقة قوية تعطى ٩ ، والمتوسطة تعطى ٣ ، والضعيفة تعطى ١ ، وعدم وجود علاقة تعطى صفر ، وتنسب هذه القيم للإجمالى لاستخراج نسب الأهمية .

٥- يقوم العملاء بتقييم وضع الشركة بالمقارنة بالمنافسين بالنسبة للمواصفات المطلوبة عن طريق إعطاء وزن يتراوح بين ١ للضعيف وحتى ٥ للتميز بالنسبة للاحتياجات المختلفة وذلك للشركة ولكل منافس من المنافسين ولكل مواصفة من المواصفات التى تم تحديدها فى خطوة ١ .

٦- يقوم المصممون والمهندسون بتقييم أداء الشركة وأداء منافسيها السابق تحديدهم فى خطوة ٥ وذلك بالنسبة للمواصفات الفنية المطلوبة .

٧- مصفوفة الارتباط وهى تمثل سقف بيت الجودة حيث يتم فيها تحديد نوع العلاقة واتجاهها بين المواصفات الفنية المطلوبة .



تحليل القيمة Value Analysis

يركز هذا الأسلوب على وظيفة المنتج وعلاقتها مع التكلفة ، ويتم التحليل باستخدام ما يلى :

- استخدام فريق متعدد التخصصات .
- توظيف أسلوب منظم لتقييم وظيفة وقيمة المنتج .
- التركيز على تبسيط المنتج .

ويبدأ هذا الأسلوب بتحليل المنتج ثم تحليل نظم التجميع وأخيراً تحليل مكونات المنتج لمحاولة إعادة التصميم لتقليل التكلفة وتحسين قيمة المنتج .

أسلوب تاجوشى The Taguchi Method

يعتبر أسلوب تاجوشى من أكثر الأدوات استخداماً ويعتمد على ثلاثة مبادئ :

- تزيد تكلفة المجتمع فى علاقتها بتكلفة المنتجات بصورة أكثر من مجرد علاقة خطية .
- تؤثر مواصفات المنتج وعمليات الإنتاج معاً على درجة الاختلاف فى المنتج .

- يمكن تلافى الاختلافات فى المنتجات عن طريق إجراء الاختبارات وإعادة التصميم لتحقيق أقل اختلافات فى جودة المنتج المستهدفة .

والصعوبة فى تنفيذ هذه الطريقة تتضح عند وجود منتجات متعددة ذات مواصفات مختلفة مما يتطلب إجراء عدد كبير من التجارب .

التصميم باستخدام الحاسب Computer – Aided Design

هذه البرامج تسمح لمستخدمها برسم وتطوير وتعديل تصميم المنتج على شاشة الحاسب مما يحقق المزايا التالية :

- استخدام القدرات البيانية للحاسب مما يعطى أبعاد للتصميم .
- استرجاع التصميمات المخزنة من قبل والاستفادة منها .
- التقييم التلقائى للمواصفات المطلوبة كلما أجرى المصمم أى تعديل .

التصميم للتصنيع والتجميع

تتيح هذه الطريقة استخدام مرشد ودلائل للمعلومات ، وقوائم فحص وخرائط وجداول وأشكال لمساعدة المصمم مع التقييم من حيث التكاليف وإمكانية التحسين والتبسيط للتصميم وأساليب التجميع للأجزاء . وبعض هذه النظم تتضمن نظم للخبرة ، وقد بدأ تطبيقها حديثاً فى مجال الخدمات .

ثانياً : تصميم المنتج فى مجال الخدمات
Product Design for Services

يتم تطبيق نفسي المبادئ المستخدمة للسلع عند تصميم المنتج فى مجال الخدمات ، والنقاط التالية تشكل أهمية عند تصميم الخدمة :

- تحديد درجة تدخل العميل فى عملية تقديم الخدمة .
- السرعة المطلوبة لتقديم الخدمة وتأثير ذلك على العمالة وتصميم العمل والجدولة والموقع .

- نوع الخدمة المقدمة ، للسوق أو للطلب .
- مقدار الاختلاف المطلوب فى الخدمة .
- المساحة الجغرافية التى سيتم فيها تقديم الخدمة .

ثالثاً : سجلات الإنتاج Production Document

- الرسومات الهندسية ورسومات التصميم Engineering or Design Drawings وتوضح هذه الرسومات أجزاء ومكونات المنتج والمسموحات والمواد المستخدمة فى الإنتاج .
- قائمة المواد Bill of Materials وتوضح هذه القائمة كل المكونات والأجزاء اللازمة لإنتاج المنتج .
- رسومات التجميع Assembly Drawing وتوضح كيف يتم تثبيت كل جزء أو مكون وعلاقته بالمكونات والأجزاء الأخرى .
- خرائط التجميع Assembly Charts توضح تسلسل تجميع المكونات وكيفية إتمام عمليات التجميع الفرعية والعمليات الأخرى مثل الفحص والتعبئة .
- بطاقة المسار أو العملية Route or Process Sheet توضح العمليات اللازم إتمامها والمواد والمعدات المطلوبة للإنتاج .
- خرائط التحميل Load Charts ويتم فيها تحديد العمل المطلوب من كل عامل أو آلة .
- أوامر العمل Work Orders وتستخدم للتشغيل والرقابة على الإنتاج .

رابعاً : التصميم مع مراعاة الاعتبارات البيئية

Sensitive Design Environmentally

تتركز الجهود حالياً فى التعامل مع قضايا التلوث البيئى الناتج عن المخلفات الصناعية وكيفية إعادة تدوير المواد ، وأغلب الصناعات بدأت الآن فى تغيير العمليات التصنيعية للتقليل من استخدام المواد السامة أو الخطرة ، وإنشاء برامج لإعادة التدوير وترشيد استخدام

المواد ، وهنا يجب أن يتم تقييم التأثير الكلى على البيئة خلال المراحل المختلفة لدورة حياة المنتج .

أساليب التصميم التى تعمل على مراعاة الاعتبارات البيئية :

١- تقليل كمية المواد المستخدمة Reduce the Amount of Materials Used

٢- استبدال المواد الخطرة Substitute for Harmful Materials

٣- إعادة تدوير المواد Use Recycled Materials

٤- العمل على زيادة قابلية المنتج للتدوير Make Product Durable or Recyclable

خامساً : تصميم العمليات والترتيب الداخلى

يؤثر تصميم العمليات والترتيب الداخلى على كفاءة العملية الإنتاجية ويجب أن تكون عملية تحسين التصميم والترتيب الداخلى عملية مستمرة ، أن عدم الكفاءة فى تصميم العمليات يمكن أن يؤدى ليس فقط لزيادة التكاليف ولكن يؤثر أيضاً على كفاءة انسياب المواد وحركة الأفراد ، أما فى قطاع الخدمات فإن الهدف يكون تصميم العمليات والترتيب الداخلى الذى يؤدى لزيادة السرعة فى خدمة العميل .

[١] التصميم الداخلى فى حالة العمليات المتقطعة

عندما يتسم النظام بالإنتاج على صورة تدفق يكون من المناسب ترتيب المصنع حسب المنتج حيث يحقق المزايا التالية :

- قلة المخزون بين المراحل الإنتاجية .
- سهولة المناولة .
- تخصص العمالة والأفراد مما يمكن من التحديد الدقيق للعمل المطلوب من كل محطة عمل ويكون الهدف الأساسى هو تحديد عدد المحطات أو مراكز العمل وتحليل العملية وتحديد المهام المطلوبة والوقت المطلوب لكل مهمة Task Time وتحديد أسلوب العمل المطلوب وأى المهام يجب أن تسبق الأخرى .

(١) معايير تقييم تصميم مراكز (محطات) العمل

يعتبر التوازن على الخط الإنتاجى Line Balancing الهدف الأساسى لهذا النظام ويتم إما عن طريق تحديد أقل عدد من محطات العمل المطلوبة وتخصيص العمل لكل منها لتحقيق معدل الإنتاج المطلوب ، أو يتم تخصيص العمل على العدد الموجود من مراكز العمل لتحقيق أكبر معدل للمخرجات .

(٢) معدل الإنتاج (وقت الذروة) وتحقيق الكفاءة
Cycle Time, Production Rate & Efficiency

تم تحديد سرعة الخط الإنتاجى عن طريق تحديد زمن أطول (أبطئ) عملية أو مركز فى الخط وتعتبر نقطة اختناق الخط Bottleneck Work Station .

مثال

يحتاج تصنيع إحدى أجزاء المنتج الرئيسى بالشركة خمس عمليات إنتاجية على الخط الإنتاجى ، والجدول التالى يوضح زمن الإنتاج فى كل مركز إنتاجى .

المراكز	أ	ب	ج	د	هـ
زمن إنتاج الوحدة (دقيقة)	٢	٣	١٠	٤	١

والمطلوب :

أولاً : تحديد سرعة الخط الإنتاجى، وكم وحدة ينتجها الخط فى الأسبوع (٤٠ ساعة عمل) وما هى كفاءة التشغيل بالخط ؟ **ثانياً** : إذا علمت أن الشركة ترغب فى زيادة عدد الوحدات المنتجة إلى ٦٠٠ وحدة أسبوعياً ، فما هو عدد الآلات اللازمة لإعادة تجهيز المراكز لتحسين التوازن على الخط ؟ وما هى كفاءة التشغيل بعد التحسين ؟

الحل

سرعة الخط الإنتاجى ←——— تحدد بزمن الإنتاج لأبطء مركز

سرعة الخط = ١٠ دقائق / الوحدة

- عدد الوحدات المنتجة أسبوعياً بالدقائق
= ساعات العمل فى الأسبوع بالدقائق / سرعة الخط
= (٤٠ × ٦٠) / ١٠ = ٢٤٠ وحدة / أسبوع

- كفاءة التشغيل بالخط
= (إجمالى زمن الإنتاج للوحدة على كل المراكز / عدد المراكز × سرعة الخط) %
= (٢٠ / ٥ × ١٠) % = ٤٠%

- سرعة الخط المطلوبة للإنتاج الجديد
= ساعات العمل بالدقائق / حجم الإنتاج المطلوب
= (٤٠ × ٦٠) / ٦٠٠ = ٤ دقائق / للوحدة

- عدد الآلات المطلوبة لكل مركز
= زمن إنتاج الوحدة بالمركز / سرعة الخط المطلوبة

ملحوظة : يتم تقريبها دائماً لأعلى عند وجود كسور حيث لا يقبل عدد الآلات التجزئة .

الآلات المطلوبة بالمركز أ	=	٢ / ٤ =	آلة واحدة
الآلات المطلوبة بالمركز ب	=	٣ / ٤ =	آلة واحدة
الآلات المطلوبة بالمركز ج	=	١٠ / ٤ =	٣ آلات
الآلات المطلوبة بالمركز د	=	٤ / ٤ =	آلة واحدة
الآلات المطلوبة بالمركز هـ	=	١ / ٤ =	آلة واحدة

المطلوب إضافة آلتان للمركز ج .

- كفاءة التشغيل بعد التحسين = ٢٠ / (٤ × ٧) = ٧١,٤%

(تم استخدام مجموع عدد المراكز (الآلات) المطلوبة وسرعة الخط الجديدة) .

تخصيص العمليات على مراكز العمل :

يتم تخصيص العمليات على مراكز العمل بحيث يتم تخفيض وقت العطل إلى أقل حد ممكن لزيادة كفاءة الخط مع ملاحظة التتابع الذى يفرضه احتياجات الإنتاج على الخط وتستخدم بعض القواعد التجريبية للوصول إلى الحل الأفضل وأهمها قواعد الاجتهاد المنظم Heuristic Rules والتى توضح خطوات الحل بمراعاة مايلى من قواعد :

أ) أن يتم اختيار العملية ذات الوقت الأعلى أولاً .

ب) أن يتم اختيار العملية التى يتبعها أكبر عدد من العمليات أولاً .

ج) أن يتم اختيار العملية التى يتبعها أكبر قيمة لمجموع وقت العمليات التالية لها .

وهناك طرق أخرى رياضية تستخدم للوصول إلى التخصيص الأمثل من أهمها البرمجة الخطية ، والبرمجة الديناميكية ، وبرامج الحاسب الجاهزة .

مثال :

باستخدام البيانات التالية التى توضح العمليات الإنتاجية المطلوبة وزمن التشغيل اللازم لكل عملية والترتيب المطلوب على الخط الإنتاجى المطلوب :

١- رسم خريطة تتابع العمليات الإنتاجية .

٢- على افتراض أن ساعات العمل اليومى ٨ ساعات ؛ احسب زمن الدورة (سرعة الخط) المطلوب لتحقيق ٤٠٠ وحدة يومياً .

٣- تحديد الحد الأدنى لمراكز العمل المطلوبة على الخط الإنتاجى.

٤- توزيع العمليات الإنتاجية على مراكز العمل .

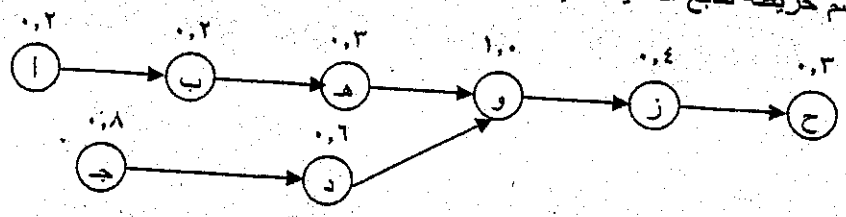
٥- حساب إجمالى وقت العطل لمراكز العمل .

٦- حساب كفاءة الخط الإنتاجى .

العملية	أ	ب	جـ	د	هـ	و	ز	ح
العملية اللاحقة	ب	هـ	د	و	و	ز	ح	-
زمن التشغيل (دقيقة)	٠,٢	٠,٢	٠,٨	٠,٦	٠,٣	١,٠	٠,٤	٠,٣

الحل :

١- رسم خريطة تتابع العمليات الإنتاجية :



٢- زمن دورة الإنتاج (سرعة الخط)

$$= \frac{\text{وقت العمل اليومى}}{\text{الإنتاج اليومى المطلوب}} = \frac{٦٠ \times ٨}{٤٠٠} = ١,٢ \text{ دقيقة}$$

تحول ساعات العمل لدقائق (٨ × ٦٠)

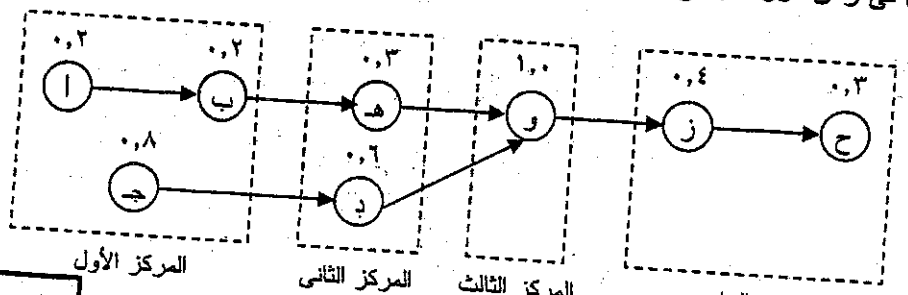
٣- الحد الأدنى لمراكز العمل

$$= \frac{\text{زمن إنتاج الوحدة فى كل المراحل}}{\text{زمن دورة الإنتاج}} = \frac{٣,٨}{١,٢} = ٣,١٧ = ٤ \text{ مراكز عمل}$$

زمن إنتاج الوحدة فى كل المراحل = ٠,٢ + ٠,٢ + ٠,٨ + ٠,٦ + ٠,٣ + ١,٠ + ٠,٤ + ٠,٣ = ٣,٨ دقيقة

٤- توزيع العمليات الإنتاجية على مراكز العمل

يتم التوزيع بحيث يكون مجموع زمن الإنتاج (التشغيل) للعمليات بكل مركز يساوى أو أقل فى زمن دورة الإنتاج وهو فى هذه الحالة (١,٢ دقيقة) .



٥- حساب إجمالى وقت العطل لمراكز العمل

المراكز (المحطات)	العمليات	زمن التشغيل	الوقت المتبقى	العطل
الأول	أ	٠,٢	١,٠	صفر
	ب	٠,٢	٠,٨	
	جـ	٠,٨	صفر	
الثانى	هـ	٠,٣	٠,٩	٠,٣
	د	٠,٦	٠,٣	
الثالث	و	١,٠	٠,٢	٠,٢
الرابع	ز	٠,٤	٠,٨	٠,٥
	ح	٠,٣	٠,٥	

الوقت المتبقى يحسب بطرح زمن التشغيل لكل عملية من زمن دورة الإنتاج (١,٢ دقيقة) ثم بعد ذلك من الوقت المتبقى من العملية السابقة .

مجموع الوقت العاطل = صفر + ٠,٣ + ٠,٢ + ٠,٥ = ١,٠ دقيقة

٦- حساب كفاءة الخط الإنتاجى

$$= \frac{\text{زمن إنتاج (تشغيل) الوحدة فى كل المراحل}}{\text{عدد المراكز} \times \text{زمن دورة الإنتاج}} = \frac{٣,٨}{٤ \times ١,٢} \times ١٠٠ = ٧٩,٢\%$$

(سرعة الخط)

(٣) وسائل تحسين التوازن على الخط الإنتاجى

١- التعامل مع اختلاف المهارة للعاملين Skill Variation ويتم تخصيص العاملين المهرة للمراكز ذات الاختناق والأقل مهارة لباقى المراكز .

٢- زيادة عدد الأفراد فى طاقم العمل فى المراكز ذات الاختناقات .

٣- زيادة عدد الآلات وتحسين التكنولوجيا .

٤- مراعاة طبيعة العملية التصنيعية مثل ضرورة توافر درجة حرارة أو رطوبة معينة .

(٤) استخدام مسارات متوازية لخطوط الإنتاج Parallel Production Lines

يكون دائماً هناك مجال للمفاضلة بين استخدام خط واحد طويل للإنتاج أو عدة خطوط قصيرة متوازية ، وحالياً يفضل الاستراتيجية الأخيرة للأسباب التالية :

- خطوط الإنتاج المتوازية أقل عرضة لحدوث توقفات .
- عادة تكون أكثر كفاءة وفاعلية ومرونة .
- يمكن إضافة منتجات جديدة أو تعديل وتطوير المنتجات الحالية بكفاءة أكثر .
- استخدام فرق العمل بكفاءة أفضل .

(٥) التعامل مع التغيرات العشوائية عند تصميم خط الإنتاج

ترجع هذه التغيرات العشوائية إلى مايلى من أسباب :

- تغير نوعية المواد .
- اختلاف مهارة الأفراد .
- النقص فى المواد المستخدمة .
- المعيب من المنتجات .
- أعطال المعدات .
- تغير احتياجات المنتج من العمليات الإنتاجية (خاصة فى مجال الخدمات) .
- الاختلاف فى حجم الدفعة الإنتاجية .

يمكن التعامل مع هذه المشكلة عن طريق تحقيق ما يلى :

- تقليل مصادر العشوائية عن طريق استخدام مواد ذات جودة مناسبة وتصميم العمل بصورة أفضل واستخدام الصيانة الوقائية وأسلوب JIT (التوريد اللحظى) .
- محاولة إدخال عنصر من الوقت الاحتياطى بين العمليات أما فى بداية أو منتصف الخط الإنتاجى .
- استخدام مخزون احتياطى بين العمليات .
- استخدام الحاسب لمحاكاة العمليات والوصول لأفضل ترتيب .

[٢] التصميم الداخلى (الترتيب الداخلى) الوظيفى

يتم الترتيب الداخلى حسب العملية فى مصانع الإنتاج حسب الشغلة والتى تستخدم خلايا العمل فيكون هناك أقسام للخراطة وأخرى للتثقيب وأخرى للحام وهكذا ... ، وهذا الترتيب يأخذ فكرة الأقسام الوظيفية والهدف هنا يكون الوصول للتصميم الذى يحقق الكفاءة والمرونة فى الحركة بين تلك الأقسام أو مراكز العمل .

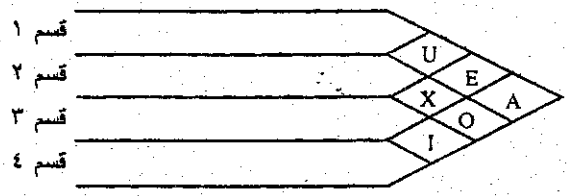
خطوات التصميم (الترتيب) حسب الوظائف :

أ) وصف وتحديد احتياجات مركز العمل .

ب) تحديد شكل المصنع (الرسم الداخلى) وأبعاده .

ج) حساب وتحديد العلاقات المتداخلة بين مراكز العمل باستخدام خريطة العلاقات Relationship (REL) Diagram ويمكن تنفيذ ذلك عن طريق استخدام مصفوفة تدفق العمل Flow - Matrix ، ومصفوفة تكلفة التدفق Flow - Cost Matrix ، وأخيراً خريطة العلاقات ، وهذه الأساليب تمكن من تحديد أى المراكز من اللازم وضعها فى أماكن قريبة من بعضها .

والشكل التالى مثال على خريطة العلاقات .



شكل رقم (١) خريطة العلاقات

A = هام للغاية	I = هام	U = غير هام
E = هام جداً	O = هام لحد ما	X = غير مطلوب

ويتم بعد ذلك ترتيب مراكز العمل وهذه الطريقة تناسب المصانع ذات الحجم الصغير التى يتراوح عدد مراكز العمل بها لحوالى ١٥ مركز ، ولكن بالنسبة للمصانع الكبيرة يصعب استخدام هذه الطريقة يدوياً ولذلك يستخدم الحاسب لاختيار أفضل بديل للترتيب مثل البرنامج CRAFT ولكن يعيب هذا البرنامج أنه يحسب الترتيب معتمداً على المسافة بين متوسط مساحة المراكز وليس الاعتماد على جميع النقاط الممكنة ، ومع ذلك يعتبر برنامج مفيد للتصميم الداخلى ، ويتم حالياً الدمج بين المهارة البشرية واستخدام الحاسب للوصول لأفضل ترتيب داخلى ممكن .

أسلوب تحليل المسافات لتحديد التصميم الداخلى :

يستخدم هذا الأسلوب للوصول إلى أفضل ترتيب داخلى للأقسام أو المراكز مع الأخذ فى الاعتبار المسافات الموجودة بين المواقع البديلة ومعدل التردد أو الكمية المنقولة بين الأقسام (المراكز) المطلوب تحديد مواقعها .

مثال :

ترغب ورشة صناعية فى ترتيب الأقسام الإنتاجية الخاصة بعمليات الخراطة واللحام والطلاء وكانت هناك ثلاث مواقع بديلة متاحة بالورشة والبيانات التالية توضح المسافة بين المواقع الثلاثة مع معدل التردد للعاملين بين الأقسام الإنتاجية الثلاثة .

إلى / من	خراطة	لحام	طلاء
خراطة	---	١٥٠	١٢٠
لحام	٣٠٠	---	٢١٠
طلاء	٧٠	١٠٠	---

إلى / من	موقع أ	موقع ب	موقع جـ
موقع أ	---	٤٠	٦٠
موقع ب	٣٠	---	٩٠
موقع جـ	٦٠	١٠٠	---

الحل

يلاحظ اختلاف المسافة من موقع إلى موقع آخر عنه من هذا الموقع إلى الموقع الأول بسبب أن مكان الدخول يختلف عن مكان الخروج ، على سبيل المثال من الموقع (أ) إلى الموقع (ب) المسافة ٤٠ متر ، بينما من الموقع (ب) إلى الموقع (أ) المسافة ٣٠ متر .

١- تحديد عدد محاولات الحل = ٣ × ٢ × ١ = ٦ محاولات

	الموقع (أ)	الموقع (ب)	الموقع (جـ)
ل١	خراطة	لحام	طلاء
ل٢	خراطة	طلاء	لحام
ل٣	لحام	طلاء	خراطة
ل٤	لحام	خراطة	طلاء
ل٥	طلاء	خراطة	لحام
ل٦	طلاء	لحام	خراطة

ل١

إلى / من	أ خراطة	ب لحام	جـ طلاء
أ (خراطة)	--	٤٠×١٥٠	٦٠×١٢٠
ب (لحام)	٣٠×٣٠٠	--	٩٠×٢١٠
جـ (طلاء)	٦٠×٧٠	١٠٠×١٠٠	--

اجمالى التدفق = (٦٠٠٠ + ٧٢٠٠ + ١٨٩٠٠ + ٩٠٠٠ + ٤٢٠٠ + ١٠٠٠٠)

= ٥٥٣٠٠

ل٢

إلى / من	أ خراطة	ب طلاء	جـ لحام
أ (خراطة)	--	٤٠×١٢٠	٦٠×١٥٠
ب (طلاء)	٣٠×٧٠	--	٩٠×١٠٠
جـ (لحام)	٦٠×٣٠٠	١٠٠×٢١٠	--

اجمالى التدفق = (٤٨٠٠ + ٩٠٠٠ + ٢١٠٠ + ٩٠٠٠ + ١٨٠٠٠ + ٢١٠٠٠)

= ٦٣٩٠٠

ل٣

إلى / من	أ لحام	ب طلاء	جـ خراطة
أ (لحام)	--	٤٠×٢١٠	٦٠×٣٠٠
ب (طلاء)	٣٠×١٠٠	--	٩٠×٧٠
جـ (خراطة)	٦٠×١٥٠	١٠٠×١٢٠	--

اجمالى التدفق = (٨٤٠٠ + ١٨٠٠٠ + ٣٠٠٠ + ٦٣٠٠ + ٩٠٠٠ + ١٢٠٠٠)

= ٥٦٧٠٠

ل٤

إلى / من	أ لحام	ب خراطة	جـ طلاء
أ (لحام)	--	٤٠×٣٠٠	٦٠×٢١٠
ب (خراطة)	٣٠×١٥٠	--	٩٠×١٢٠
جـ (طلاء)	٦٠×١٠٠	١٠٠×٧٠	--

اجمالى التدفق = (١٢٠٠٠ + ١٢٦٠٠ + ٤٥٠٠ + ١٠٨٠٠ + ٦٠٠٠ + ٧٠٠٠)

= ٥٢٩٠٠

ل٥

إلى / من	أ طلاء	ب خراطة	جـ لحام
أ (طلاء)	--	٤٠×٧٠	٦٠×١٠٠
ب (خراطة)	٣٠×١٢٠	--	٩٠×١٥٠
جـ (لحام)	٦٠×٢١٠	١٠٠×٣٠٠	--

اجمالى التدفق = (٢٨٠٠ + ٦٠٠٠ +
+ ١٣٥٠٠ + ٣٦٠٠
(٣٠٠٠٠ + ١٢٦٠٠
= ٦٨٥٠٠

ل٦

إلى / من	أ طلاء	ب لحام	جـ خراطة
أ (طلاء)	--	٤٠×١٠٠	٦٠×٧٠٠
ب (لحام)	٣٠×٢١٠	--	٩٠×٣٠٠
جـ (خراطة)	٦٠×١٢٠	١٠٠×١٥٠	--

اجمالى التدفق = (٤٠٠٠ + ٤٢٠٠ +
+ ٢٧٠٠٠ + ٦٣٠٠
(١٥٠٠٠ + ٧٢٠٠
= ٦٣٧٠٠

يتضح مما سبق أن أحسن تخصيص وتوزيع للأقسام هو ل ٤

ويخصص القسم أ ← لحام
ب ← خراطة
ج ← طلاء

[٣] التصميم الداخلى فى حالة خلايا العمل Design of Cellular Processes

هناك نوعان من التصميم الداخلى للنظم التى تتبع أسلوب خلايا العمل :

- **خلايا العمل المتدفقة Flow Cells** ← وهى مجموعة من المعدات أو العمليات التى يتم ترتيبها بطريقة تتشابه مع طريقة ترتيب العمليات المتدفقة حيث يتدفق العمل والمواد بنفس الترتيب .
- **مجموعات خلايا العمل Group cells** ← وهى مجموعة من المعدات أو العمليات يتم جمعها معاً فى مركز واحد وتتسم بالمرونة .

ولتحديد أى النوعين أفضل للمنظمة يتم استخدام تحليل تدفق الإنتاج Production Flow Analysis وهو يحلل احتياجات المنتجات ويحدد نوع الخلايا المناسبة ، ويتضمن خمس خطوات هى :

١- جمع البيانات .

٢- تصنيف المنتجات لمجموعات وإعطائها كود .

٣- إنشاء خريطة تحليل تدفق العمل وهى تحدد العلاقات بين المجموعات وبين المعدات أو العمليات .

٤- تحليل الخريطة السابق إعدادها فى خطوة ٣ .

٥- وضع التصميم التفصيلى للخلية .

[٤] التصميم الداخلى لنظم الخدمة

لتحديد التصميم الداخلى المناسب لنظم الخدمة يتم استخدام خريطة تدفق العملية وهى توضح تسلسل تأدية الخدمة ، كما يتم استخدام خريطة العملية وهى تعطى تفاصيل أكثر عن مكونات الخدمة حيث يتم تقسيم تلك المكونات إلى أنشطة مثل الأداء ، والحركة ، الفحص ، والتأخير ، والتخزين .

كما يتم استخدام خريطة التصميم المبدئى للخدمة Service Blueprint وهى تتضمن الوقت المطلوب لكل نشاط وتحدد الأنشطة التى تتضمن اتصال بالعميل والأنشطة التى يمكن أن يحدث بها تأخير مما يؤثر على سرعة تأدية الخدمة .

وعند تصميم نظم الخدمة من اللازم استخدام تحليل ذو ثلاثة أبعاد حيث يكون من اللازم مراعاة طبيعة الخدمة المقدمة والعلاقة بين بعض المكونات مثل متاجر السوبر ماركت حيث يتم تحديد عرض الممرات ليناسب مرور العملاء والطول المناسب للرصة حتى يمكن العملاء تناول السلع أو النظر إليها ، كما يتم تحديد العلاقة بين بعض السلع وضرورة أن توضع فى مكان قريب ، وفى بعض الأحيان فى حالة الرغبة فى أن يمر العميل على المنتجات يتم وضع السلع ذات الطلب العالى فى موقع متأخر حتى يمكن جذب العميل لفحص باقى السلع .

سادساً : أسئلة للمناقشة وتطبيقات :

(١) تكلم عن خطوات ومراحل تطوير المنتج .

(٢) وضح المبادئ الأساسية لتصميم المنتجات للإنتاج .

(٣) تناول أهم العوامل اللازم مراعاتها عند تصميم المنتجات فى المنظمات الخدمية .

(٤) تكلم عن أسباب استعراض وظيفة الجودة كإحدى الأدوات الهامة التى يمكن استخدامها عند تصميم المنتجات .

(٥) وضح كيف يمكن للمنظمة أن تراعى الاعتبارات البيئية عند تصميم المنتجات .

(٦) وضح أهم مزايا التصميم الداخلى حسب المنتج .

(٧) ناقش وسائل تحسين التوازن على الخط الإنتاجى .

(٨) فاضل بين استراتيجية استخدام خط إنتاجى واحد للمنظمة أو عدة خطوط إنتاجية متوازية .

(٩) أذكر الأسباب المحتملة لوجود تغيرات عشوائية فى الكميات المنتجة بالمنظمة .

(١٠) تناول بالتوضيح التصميم الداخلى لنظم الخدمة .

تطبيقات :

(١) الجدول التالى يوضح المراحل الإنتاجية لشركة صناعية ، وزمن إنتاج الوحدة فى كل مرحلة والمطلوب تحديد سرعة الخط الانتاجى ، وتحديد عدد الوحدات التى ينتجها الخط يومياً إذا علمت أن ساعات العمل اليومى ١٦ ساعة ، وحساب كفاءة الخط الانتاجى .

المرحلة	أ	ب	ج	د	هـ	و
زمن إنتاج الوحدة (دقيقة)	١٠	٣	٥	٢	١١	٦

(٢) ترغب شركة فى تحديد عدد الآلات اللازمة لكل مرحلة إنتاجية لعمل توازن على الخط الانتاجى والجدول التالى يوضح المراحل الإنتاجية وزمن إنتاج الوحدة فى كل مرحلة .

المرحلة	أ	ب	ج	د	هـ
زمن إنتاج الوحدة (دقيقة)	٤	٥	٣	٦	٢

والمطـلوب : أولاً تحديد سرعة الخط الانتاجى ، وكم وحدة ينتجها هذا الخط يومياً إذا علمت أن ساعات العمل اليومى ٨ ساعات ، مع حساب كفاءة الخط الانتاجى ، ثانياً إذا علمت أن الشركة ترغب فى زيادة عدد الوحدات المنتجة إلى ١٦٠ وحدة يومياً فما هى سرعة الخط الجديدة التى تناسب هذا الإنتاج ؟ وما هو عدد الآلات المطلوبة ؟ وكفاءة الخط ؟

(٣) استخدم البيانات التالية لتحديد ما يلى :

١. خريطة تتابع العمليات الإنتاجية .

٢. زمن دورة الإنتاج (سرعة الخط) إذا علمت أن وقت الإنتاج اليومى ٤٤٠ دقيقة وأن الإدارة ترغب فى إنتاج ٢٧٥ وحدة يومياً .

٣. عدد محطات العمل المطلوبة .

٤. تخصيص العمليات الإنتاجية على محطات العمل .

٥. حساب إجمالى وقت العطل للخط .

٦. حساب كفاءة الخط الانتاجى .

العملية / بيان	أ	ب	جـ	د	هـ	و	ز	ح	ط
العملية اللاحقة	جـ	د	هـ	و	ز	ح	ح	ط	ـ
زمن الإنتاج (دقيقة)	٠,٣	٠,٦	٠,٤	١,٢	٠,٢	٠,٦	٠,١	٠,٥	٠,٣

(٤) يرغب بنك فى تخصيص ٣ مواقع متاحة داخل البنك لثلاث أقسام خدمية والبيانات التالية تحدد المسافة بين المواقع ومعدل التردد اليومى لعملاء البنك بين الأقسام الثلاثة ، والمطلوب تحديد أفضل تخصيص (ترتيب) للأقسام .

المسافة بالمتر

من \ إلى	أ	ب	جـ
أ	--	٢٥	٢٠
ب	١٥	--	١٨
جـ	٢٠	١٢	--

معدل تردد العملاء

من \ إلى	قسم ١	قسم ٢	قسم ٣
قسم ١	--	٤٥	١٠٠
قسم ٢	٣٢	--	٦٠
قسم ٣	٥٠	٤٠	--

الوحدة الرابعة

تصميم وتنظيم أساليب العمل

أولاً :تصميم العمل

ثانياً :تحليل العمل والتحسينات

ثالثاً :معايير (مقاييس) العمل

رابعاً :قياسات وملاحظات العمل

خامساً :بيئة العمل

سادساً :تنظيم العمل

سابعاً: استخدام طريقة التخصيص في تخصيص العمل

ثامناً :أسئلة للمناقشة وتطبيقات

تصميم وتنظيم أساليب العمل

أولاً : تصميم العمل Job Design

يمكن تعريف العمل كمجموعة من المهام والمسئوليات المطلوبة من العامل ، والمهام التي يجب أن يؤديها العامل تعتبر من محتويات الوظيفة ، وبصفة عامة يمكن تحديد المهام المطلوبة بالقدر الكافى من التفصيل لمعظم الوظائف ، ولكن فى بعض الوظائف وخاصة تلك التى تتعامل مع الظروف الطارئة كما فى حالة وظيفة الصيانة والبحوث والتطوير وغيرها يصبح تحديد محتويات الوظيفة أكثر صعوبة حيث يتناول مجالات مثل حل المشكلات واتخاذ القرارات والمهارة والمسئولية والأداء المطلوب .

(١) التخصص والتنوع فى العمل Specialization & Task Variety

يمكن توضيح مزايا وعيوب التخصص فيما يلى :

المزايا : - تطوير مهارة العمال وبالتالى زيادة الكفاءة .
- انخفاض تكلفة الأجور للوحدة المنتجة (نتيجة زيادة عدد الوحدات المنتجة) .
- بسهولة تدريب العمال .

العيوب : - رتابة العمل مما ينتج عنه زيادة معدلات الغياب ، وانخفاض الجودة وعدم الاهتمام بتحسين العمل .
- إهمال مراقبة العامل وطريقة الأداء .
- قلة مرونة جدولة نقل العمال من عمل لآخر .

وفى الفترة الحالية زاد اهتمام المنظمات بالعوامل النفسية التى تؤثر على أداء العمال ومن الأساليب الحديثة التى بدأ استخدامها :

١- زيادة مجال الوظيفة Job Enlargement

عن طريق زيادة المهام الوظيفية بحيث يقوم العامل بأكثر من مهمة واحدة تتطلب نفس مستوى المهارة .

٢- تعميق الوظيفة Job Enrichment

عن طريق مسئوليات ومهارات الوظيفة بحيث تتضمن الوظيفة مسئولية العامل عن تصميم المنتج والعمليات واختبار الجودة والتعامل مع الموردين .

٣- التغيير الدورى للوظيفة Job Rotation

يتم تغيير المهام الوظيفية للعامل على أساس دورى بحيث يكتسب العامل أو الموظف قدر أكبر من المهارات المطلوبة لعدد من المهام الوظيفية المختلفة .

٤- التدريب عبر الوظائف Cross Training

يعتبر جزء هام ومكمل لتطبيق سياسة التغيير الدورى للوظيفة حتى يمكن إكساب العامل مهارات متنوعة تمكنه من أداء أكثر من مهمة واحدة .

وعلى الرغم من أن هناك دلائل قوية على أن المبادئ السابقة تحسن من الإنتاجية وجودة المنتج أو الخدمة وتزيد من رضاء العاملين ، فإن هناك بعض العاملون يفضلون الاقتصار فى العمل على أداء مهام محددة متخصصة .

(٢) التركيز على العميل Customer Focus

فى الأعمال التى تتضمن اتصال مباشر مع العميل الخارجى للمنظمة يصبح من غير الكافى مجرد وضع قائمة بالمهام المطلوب تأديتها ، ولكن يعتمد تحديد الوظيفة على تقدير العامل فى تحديد الطريقة المناسبة ومستوى الخدمة المطلوب تقديمها لكل عميل .

(٣) المسئولية عن تحسين العملية والجودة

Responsibility For Quality & Process Improvement

كانت عملية التأكد من جودة المنتجات مسبقاً من مسئولية قسم مراقبة الجودة ولكن المفهوم الحديث لإدارة الجودة الشاملة TQM نقل مسئولية التأكد من الجودة إلى جميع

العاملين وخاصة العاملين على خط الإنتاج الذى يتم فيه إنتاج المنتج أو تأدية الخدمة ، وفى الحقيقة فإن المنظمة لن يمكنها تحقيق المفاهيم الحديثة للإدارة مثل التوريد اللحظى JIT أو إعادة الهندسة أو الجودة الشاملة TQM بدون الاهتمام الكافى بإعادة تصميم العمل لنقل قدر كبير من مسئولية تحقيق تلك المفاهيم للعاملين .

(٤) الأوتوماتية والعلاقة بين العامل والآلة
Automation & The Human-Machine Interface

تصبح الأوتوماتية ذات جدوى فقط عندما يتم استخدامها فى المهام المناسبة ومع استخدام العنصر البشرى ، فالأوتوماتية تناسب الأعمال الروتينية ذات الهيكل المحدد والتى تحتاج إلى قوة أو سرعة أو تتضمن مخاطر أو ظروف عمل صعبة ، والآلة على الجانب الآخر لا يمكنها ملاحظة أى ظروف طارئة تتطلب معلومات وخبرة كما لا يمكنها التعامل مع تغيير الظروف أو ضرورة تحسين وتطوير وابتكار طريقة جديدة للعمل وفى هذا يتميز العنصر البشرى حيث يمكن للعامل التعلم واكتساب الخبرة واقتراح تحسينات فى العمليات الإنتاجية ، ولذلك تسعى أغلب المنظمات إلى الدمج بين مهارة العمال وإمكانيات الآلات للتغلب على عيوب استخدام الأوتوماتية التى تتضمن ارتفاع التكاليف والمرونة المحدودة وعدم القدرة على تحقيق التغذية العكسية لإحداث تحسينات فى العمل .

ثانياً : تحليل العمل والتحسينات
Methods Analysis & Improvement

يعتبر تحديد المهام والمسئوليات للوظيفة الخطوة الأولى لتصميم العمل والخطوة التالية هى تحديد كيفية أداء العمل وتحديد أسلوب العمل المناسب الذى يتناول تحديد أفضل حركات من العامل والترتيب المناسب لأداء المهام وأحسن السبل للتنسيق بين أداء العامل والآلة وباقى العاملين .

(١) تحليل أسلوب العمل

ويتم عن طريق تحليل الأنشطة التى يقوم بها العامل أو مجموعة العمال ويتضمن مايلى :

- **تحليل النظام والنظم الفرعية System & Subsystem Analysis**

تستخدم خريطة تدفق العملية لتحليل النظام والنظم الفرعية للعمل حيث يتم تحديد تسلسل الأداء والحركات والانتقالات المطلوبة من المواد والعمال والمعلومات ، أما خريطة العملية فيتم فيها تقسيم العملية إلى مهام وتحديد هل هى إنتاج – فحص – حركة – تأخير – تخزين .

- **التحليل على مستوى العامل والمهام Work & Task Level Analysis**

يمكن عن طريق هذا التحليل تحسين الإنتاجية عن طريق تحسين العلاقة والتفاعل بين العامل والآلة وتستخدم خريطة العامل / الآلة Work - Machine Chart وهى أداة تساعد فى تحسين الاستفادة من وقت العامل والآلة .

- **التنسيق بين المجموعات Group Coordination**

يمكن تحسين الأداء عن طريق التنسيق بين فرق أو مجموعات العمل وتستخدم خريطة أنشطة الفريق Team - Activity Chart لتحقيق هذا الغرض .

(٢) بعض المفاهيم البسيطة لتصميم العمل

Some Simple Principles of Job Design

- أداء عمليات متوازية Parallel Processing ويتم هنا حساب وقت العطل بالنسبة للأعمال (الوقت الذى لا يؤدى فيه العامل مهمة معينة) ويتم تخصيص مهمة أخرى له لأدائها فى هذا الوقت بالتوازى مع مهمته الأصلية .
- تصميم أنشطة العمل لتناسب الإمكانيات البشرية .
- التحسين والتطوير المستمر لتصميم العمل واستشارة العاملين لإحداث هذا التطوير .

(٣) استخدام مساعدات العمل

- استخدام أدوات ومعدات لتقليل الجهد البشرى .
- ترتيب مكان العمل ليكون أكثر راحة للعمال .
- وضع دليل يحدد فيه الأساليب والمساعدات الممكن استخدامها لإزالة الأخطاء (وضعها أحد اليابانيين ويدعى شينجو Shingo) .

ثالثاً : معايير (مقاييس) العمل Work Standards

تستخدم معايير (مقاييس) العمل لحساب كمية المخرجات التى يستطيع العامل إنتاجها ، أو الوقت المطلوب لأداء نشاط معين ، أما الوقت المعيارى Standard Time فهو الوقت الذى يستطيع فيه عامل متوسط المهارة مدرب جيداً أداء المهمة المطلوبة مع الأخذ فى الاعتبار المسموحات للراحة والغذاء ، والأعطال المحتملة من المعدات والتأخيرات الأخرى التى لا يمكن التحكم فيها ، وتستخدم معايير (مقاييس) العمل والوقت المعيارى فيما يلى :

- تقييم وتحديد مرتبات العاملين .
- جدولة الإنتاج والعمل .
- تحديد تكاليف وأسعار المنتجات .
- تصميم العملية وتخطيط الطاقة .

رابعاً : قياسات وملاحظات العمل Work Observation & Measurement

(١) دراسات الحركة والزمن

أسلوب يتم فيه ملاحظة حركة العامل أثناء العمل يصاحبها دراسة للوقت المستنفذ فى أداء المهام والأنشطة المختلفة ، وفى بعض الأحيان يتم ملاحظة العامل وتسجيل الأوقات وفى البعض الآخر يتم باستخدام أشرطة فيديو لتصوير العامل ثم دراسة الحركات والأزمنة المختلفة والطريقة الأخيرة أقل تكلفة وأكثر مرونة وقابلة للضبط والتحسين وتعالج مشكلة احتمال تغيير العامل لطريقة أداءه والأزمنة المستغرقة فى العمل أثناء الدراسة . وترجع دراسة الحركة والزمن إلى الجهود التى قام بها كل من ليليان والفريد جلبرت ولكن يعيب هذه الطريقة أنها مكلفة وتستغرق وقت طويل .

ويتم حساب الوقت المعيارى كما يلى :

الوقت العادى = متوسط زمن النشاط × معدل الأداء

الوقت المعيارى = الوقت العادى × (١ + المسموحات)

المسموحات تشمل وقت الراحة والأعطال والغذاء .

مـــــثال :

إذا علمت أن متوسط زمن النشاط لأداء مهمة معينة هو ١٦,٩ ثانية ، وأن معدل الأداء ١١٠% ، وأن مسموحات العمل تقدر بحوالى ١٢% ، احسب الوقت العادى والوقت المعيارى لأداء المهمة المطلوبة.

الحـــــل :

الوقت العادى = متوسط زمن النشاط × معدل الأداء

= ١٦,٩ × ١,١٠ = ١٨,٥٩ ثانية

الوقت المعيارى = الوقت العادى × (١ + المسموحات)

= ١٨,٥٩ × (١ + ٠,١٢) = ٢٠,٨٢ ثانية

(٢) عينات العمل

تتضمن كثير من الأعمال أنشطة تختلف حسب الظروف ولا تتم طبقاً لترتيب ثابت مثل الأعمال الخاصة بالتدريس أو العلاج الطبى أو أعمال الصيانة حيث يصبح من الصعوبة تحديد الوقت اللازم لأداء العمل ، وهنا يمكن استخدام أسلوب العينات عن طريق اختيار عينة من الأنشطة بطريقة إحصائية تضمن وجود فرص متكافئة لجميع الأنشطة للاختيار ضمن العينة حتى تكون العينة ممثلة للواقع وبحيث يمكن تعميم النتائج التى يتم التوصل إليها ، ويعتبر أسلوب العينات سهل التطبيق وقليل التكلفة .

خامساً : بيئة العمل The Work Environment

أثبتت الدراسات أن هناك مجموعة من العوامل البيئية لها تأثير على الإنتاجية والعمل ومن العوامل البيئية التى تؤثر على أداء العامل النظافة ، الإضاءة ، الحرارة والرطوبة ، الضوضاء والأصوات .

الصحة والسلامة المهنية :

يجب أن تكون صحة وسلامة العاملين من المعايير الأساسية التى يجب مراعاتها عند تصميم العمل وتنظيم مكان العمل لتحقيق ما يلى :

- **تقليل الحوادث** : هناك مصدرين أساسيين للحوادث هما التصرفات غير السليمة والظروف غير الملائمة والأولى تتضمن الأخطاء البشرية للعاملين وعدم استخدام أجهزة الوقاية ، والثانية تتضمن عوامل مثل الإضاءة غير الكافية والممرات والأرضية غير السليمة والتعرض للمواد الضارة مثل الكيماويات ووسائل الصيانة غير السليمة . ولتحسين وسائل الأمان يتم جمع بيانات عن الحوادث السابقة وتحليلها لتحديد الأماكن والأنشطة التى تسبب حوادث ، ثم يتم دراسة العملية نفسها وتحديد مواطن الخطورة ومجالات الحوادث ومحاولة اتخاذ بعض الأساليب لتقليل أو الحد من مسببات الحوادث ، أما التعامل مع التصرفات غير السليمة للعمال فيحتاج إلى تدريب جيد ، وحالياً يتم استخدام أسلوب حلقات الجودة Quality Circles فى مواجهة تلك المشكلة حيث يقوم العاملون بتقديم مقترحات تساهم فى التقليل من الحوادث .
- **مراعاة الصحة المهنية** : بعض الوظائف تسبب مشاكل صحية مثل العمل فى المناجم أو الشركات الكيميائية أو المحطات النووية ويمكن تقليل مخاطر التأثير على الصحة عن طريق إعادة تصميم المعدات وهيكلة الأعمال وتغيير الإضاءة وزيادة فترات الراحة للعاملين .

سادساً : تنظيم العمل The Organization of Work

- **دراسة النظم الاجتماعية / الفنية واستخدام مجموعات العمل الموجهة ذاتياً** : ويتيح تحقيق الرضاء الوظيفى ، وتحسين العملية ، وتحقيق جودة المنتجات ، وتحسين الإنتاجية ، وتقليل التكاليف ، وزيادة المرونة وسرعة الاستجابة .
- **تحقيق المرونة فى وقت ومكان العمل** : ويعتبر من الأساليب الحديثة التى تتيح للعامل أداء العمل المطلوب منه فى الوقت والمكان الذى يحدده (فى منزله مثلاً ...) طالما يتم انجازه خلال فترة زمنية معينة تحددها المنظمة التى يعمل بها ، ويتيح هذا الأسلوب مزايا

منها توفير فى أماكن العمل المطلوبة ، وتوفير وقت الانتقال للعمل واستغلاله فى عمل منتج ، وهذا الأسلوب يناسب العامل الذى لايستطيع توفير وقت محدد للعمل . وبعض المنظمات طبقت سياسة الوقت المرن وهو يوفر للعاملين قدراً من المرونة مع تحديد وقت بداية ونهاية العمل اليومى ووقت الراحة .

- **الأجور والحوافز :** هناك نوعان من أساليب دفع الأجور الأول يتم فيه تحديد الأجر على أساس وقت العمل والآخر يتم فيه تحديد الأجر على أساس مستوى جودة المخرجات ، وعادة يتم الجمع بين النوعين حيث يحدد أجر أساسى ومكافأة للتميز فى الجودة . أما نظم الحوافز فعادة يتم وضعها على أساس فردى أو جماعى أو خليط منهما .

سابعاً : استخدام طريقة التخصيص فى تخصيص العمل

تستخدم طريقة التخصيص Assignment Method وهى حالة خاصة من بحوث العمليات فى توزيع المهام والأعمال على الموارد مثل الآلات والعمال ومراكز العمل وغيرها ، وتهدف للوصول إلى أحسن تخصيص ممكن لتدنية التكلفة أو زيادة الربح ويلاحظ أن عدد التخصيصات الممكنة عند تخصيص ٤ مراكز على ٤ عمال كمثال تستلزم القيام بمحاولات تمثل مضروب العدد (٤) بمعنى أن عدد المحاولات = ١ × ٢ × ٣ × ٤ = ٢٤ محاولة ومع زيادة عدد المراكز تصبح العملية معقدة وتعتبر الطريقة الهنجارية Hungarian Method من الأساليب التى توفر الوقت وتوصل للحل الأمثل بسرعة ولاستخدام هذه الطريقة من اللازم توافر الشروط التالية :

١- تساوى عدد الصفوف (الأوامر الإنتاجية مثلاً) مع عدد الأعمدة (العمال على سبيل المثال) .
٢- عدم جواز تخصيص أمر انتاجى على أكثر من عامل واحد .
٣- كل عامل يستطيع تنفيذ أى أمر من الأوامر الإنتاجية .
٤- معرفة تكلفة أداء الأوامر بواسطة العاملين المحددين .

ويلاحظ أنه يمكن التعامل مع الشرط الأول والرابع ببعض التعديلات التى سيتم ذكرها فيما بعد .

مثال :

ترغب شركة فى تخصيص أوامر الإنتاج « أ ، ب ، جـ ، د » على العاملين بحيث يقوم كل عامل بأداء أمر إنتاجى واحد والجدول التالى يوضح تكلفة أداء كل أمر إنتاجى ، والمطلوب تحديد أنسب تخصيص مع حساب التكلفة .

العمال / الأوامر	١	٢	٣	٤	(أقل رقم فى الصف)
أ	١٠	٨	٨	٩	٨
ب	٦	٦	١٢	١٤	٦
جـ	٦	٤	٥	٩	٤
د	٨	٥	١٠	٩	٥

الحل

الخطوة الأولى :

يتم طرح أصغر رقم فى كل صف من كل الأرقام فى هذا الصف ، يلاحظ أن أصغر رقم فى الصف الأول ٨ يتم طرحه من كل أرقام الصف وهكذا لكل الصفوف ويوضح ذلك الجدول التالى :

العمال / الأوامر	١	٢	٣	٤
أ	٢	صفر	صفر	١
ب	صفر	صفر	٦	٨
جـ	٢	صفر	١	٥
د	٣	صفر	٥	٤
أقل رقم فى العمود	صفر	صفر	صفر	١

الخطوة الثانية :

يتم طرح أصغر رقم فى كل عمود من باقى أرقام العمود ويعتبر الصفر أقل قيمة وهنا يكون الناتج من طرحه هو نفس قيم العمود فى الجدول السابق كما يوضح ذلك الجدول التالى :

العمال / الأوامر	١	٢	٣	٤
أ	٢	صفر	صفر	صفر
ب	صفر	صفر	٦	٧
جـ	٢	صفر	١	٤
د	٣	صفر	٥	٣

الخطوة الثالثة :

اختبار الأمثلية عن طريق محاولة تغطية أكبر رقم من الأصفار بأقل عدد من خطوط التغطية الأفقية أو الرأسية ويتم ذلك عن طريق تحديد عدد الأصفار فى كل صف وعمود والبدء أفقياً أو رأسياً بأعلى عدد أصفار فى صف (تغطية أفقية) أو عمود (تغطية رأسية) كما يوضح ذلك الجدول التالى :

العمال / الأوامر	١	٢	٣	٤	عدد الأصفار
أ	~~٢~~	~~صفر~~	~~صفر~~	~~صفر~~	٣
ب	صفر	صفر	٦	٧	٢
جـ	~~٢~~	~~صفر~~	١	٤	٢
د	~~٣~~	~~صفر~~	٥	٣	٢
عدد الأصفار	١	٤	١	١	

(تغطية ٢)

ونلاحظ هنا أنه تم تغطية العمود الثانى أولاً وقد أثر ذلك على عدد الأصفار بالصف (أ) فأصبح عدد الأصفار (٢) بدلاً من (٣) ، ثم تم تغطية الصف (أ) وبه صفرين وأخيراً العمود (١) وبه صفر واحد ولا يختلف الحل النهائى إذا تم تغطيته الصف (ب) بدلاً من العمود (١) ، ونجد هنا أن عدد خطوط التغطية (٣) وهى لا تساوى عدد الأوامر أو عدد العمال ٣≠٤ ولذلك نستمر فى الحل إلى أن تتساوى عدد خطوط التغطية مع عدد الأوامر أو العمال .

الخطوة الرابعة :

تحديد أقل رقم غير مغطى بخطوط التغطية الأفقية أو الرأسية ونجد هنا أن رقم (١) هو أقل رقم غير مغطى فنقوم بما يلى :

- إضافة هذا الرقم (١) فى هذه الحالة إلى الأرقام ذات التغطية الأفقية والرأسية معاً .
- طرح هذا الرقم (١) فى هذه الحالة من الأرقام غير المغطاة بخطوط أفقية ورأسية .
- يتم وضع الأرقام الأخرى ذات التغطية الواحدة كما هى ويتضح ذلك فى الجدول التالى :

العمال / الأوامر	١	٢	٣	٤
أ	٣	١	صفر	صفر
ب	صفر	صفر		
جـ	٢	صفر		
د	٣	صفر		

الخطوة الخامسة :

اختبار الأمثلية عن طريق محاولة تغطية أكبر رقم من الأصفار بأقل رقم من الخطوط كما تم فى الخطوة (٣) ويتضح ذلك فى الجدول التالى :

العمال / الأوامر	١	٢	٣	٤	عدد الأصفار
أ	٣	١	صفر	صفر	٢
ب	صفر	صفر	٥	٦	٢
جـ	٢	صفر	صفر	٣	٢
د	٣	صفر	٤	٢	١
عدد الأصفار	١	٣	٢	١	

نلاحظ أن عدد خطوط التغطية الأفقية والرأسية (٤) وهى تساوى عدد الأوامر أو عدد العمال ونكون هنا قد وصلنا للحل الأمثل .

الخطوة السادسة :

يتم تخصيص أوامر الإنتاج على العمال عن طريق البدء بالأمر الذى أمامه فى الصف صفر واحد فيتم تخصيص العامل الموجود فى عمود هذا الصفر لأداء هذا الأمر كما فى الأمر (د) فيتم تخصيص العامل (٢) لأداء هذا الأمر ويتم استبعاد الأمر والعامل وهكذا إلى أن يتم تخصيص الأوامر على العمال ووجود صفر أمام الأمر يوضح أن هذا التخصيص يمثل أقل

تكلفة ممكنة . ومن ثم يتم تخصيصه أولاً ووجود أكثر من صفر يوضح أن هناك أكثر من بديل للتخصيص ولذا يترك فى المرحلة الأولى للتخصيص كما يتضح فى الجدول التالى :

العمال / الأوامر	١	٢	٣	٤
أ	٣	١	صفر	(صفر)
ب	(صفر)	صفر	٥	٦
جـ	٢	صفر	(صفر)	٣
د	٣	(صفر)	٤	٢

التخصيص الأمثل تكلفته كما يلى :

الأوامر	العامل	التكلفة	(ويتم استخراجها من رأس المسألة)
أ	٤	٩	
ب	١	٦	
جـ	٣	٥	
د	٢	٥	
		٢٥	

حالات خاصة :

(أ) عدم تساوى عدد الأوامر (الصفوف) مع عدد العمال (الأعمدة) وهنا يتم استخدام صف وهمى وتكلفة خلاياه صفرية فى حالة عدد الأوامر < عدد العمال ويتم استخدام عمود وهمى وتكلفة خلاياه صفرية فى حالة عدد الأوامر > عدد العمال .

(ب) المطلوب الوصول للتخصيص الذى يعظم الربح بدلاً من تدنية التكلفة كما فى المثال السابق ، وهنا تتحول المصفوفة إلى مصفوفة الفرصة البديلة الضائعة نتيجة الانتقال من ربح أعلى لأدنى وتختلف فى الخطوة الأولى فقط حيث يتم اختيار أكبر رقم فى كل صف بدلاً من أقل رقم فى حالة التدنية ويتم طرح كل رقم فى الصف منه ، وكذلك بالنسبة للأعمدة فيتم اختيار أكبر رقم فى كل عمود وطرح باقى الأرقام منه وباقى الخطوات تتم بدون تغيير .

ثامناً : أسئلة للمناقشة وتطبيقات :

(١) وضح مزايا وعيوب التخصص فى العمل .

(٢) ناقش أهم الأساليب الحديثة التى تهتم بالعوامل النفسية التى تؤثر على أداء العاملين .

(٣) تناول بالتوضيح المعايير الأساسية التى يجب مراعاتها عند تصميم وتنظيم مكان العمل .

(٤) وضح مجالات استخدام معايير (مقاييس) العمل والوقت المعيارى لأداء الأعمال .

(٥) ناقش أسباب استخدام أسلوب العينات عند دراسة العمل .

(٦) إذا علمت أن متوسط زمن النشاط لأداء مهمة معينة هو ٢٠,٥ ثانية وأن معدل الأداء ٩٨% وأن مسموحات العمل تبلغ ١٥% احسب الوقت العادى والوقت المعيارى لأداء المهمة المطلوبة .

(٧) إذا علمت أن متوسط زمن النشاط لأداء مهمة معينة هو ١٨,٥ ثانية وأن معدل الأداء ٧٨% وأن مسموحات العمل تبلغ ١٣% احسب الوقت العادى والوقت المعيارى لأداء المهمة المطلوبة .

(٨) إذا علمت أن متوسط زمن النشاط لأداء مهمة معينة هو ٢,٥ دقيقة وأن معدل الأداء ١٠٥% وأن مسموحات العمل تبلغ ٧% احسب الوقت العادى والوقت المعيارى لأداء المهمة المطلوبة .

(٩) إذا علمت أن متوسط زمن النشاط لأداء مهمة معينة هو ٥,٣ دقيقة وأن معدل الأداء ٨٨% وأن مسموحات العمل تبلغ ٥% احسب الوقت العادى والوقت المعيارى لأداء المهمة المطلوبة .

(١٠) الجدول التالى يوضح تكلفة تخصيص أوامر الإنتاج على العمل والمطلوب تحديد أنسب تخصيص والتكلفة المصاحبة لهذا التخصيص .

الأوامر / العمال	١	٢	٣	٤
ل١	٥٠	٧٠	٧٠	٤٠
ل٢	٣٠	٣٠	١٣٠	١٥٠
ل٣	٣٠	١٠	١٩٠	٤٠
ل٤	٧٠	٢٠	٩٠	٤٠

(١١) وردت لمؤسسة صناعية أربع طلبيات لأداء خدمة معينة ويمكن تخصيص الطلبيات على أربعة موظفين بالمؤسسة ، والجدول التالى يوضح الربح الممكن تحقيقه والمطلوب تخصيص الخدمات المطلوبة على الموظفين بحيث يمكن تحقيق أكبر عائد ممكن للمؤسسة مع حساب العائد المحقق .

الطلبيات / الموظفون	١	٢	٣	٤
أ	٩٠	٨٠	١٠٠	٩٠
ب	٦٠	٥٠	٩٠	١١٠
جـ	٩٠	١٢٠	١٥٠	١١٠
د	٧٥	٨٥	٧٠	٧٥

الوحدة الخامسة

التخطيط الكلى للإنتاج

أولاً : مفهوم التخطيط الكلى للإنتاج

ثانياً : هدف التخطيط الكلى للإنتاج

ثالثاً : نظام التخطيط الكلى للإنتاج

رابعاً : الطاقة المتاحة والطلب غير المتوازن

خامساً : الاستراتيجيات الأساسية للتعامل مع عدم توازن الطلب

سادساً : الأساليب المستخدمة فى التخطيط الكلى للإنتاج

سابعاً : أسئلة للمناقشة وتطبيقات

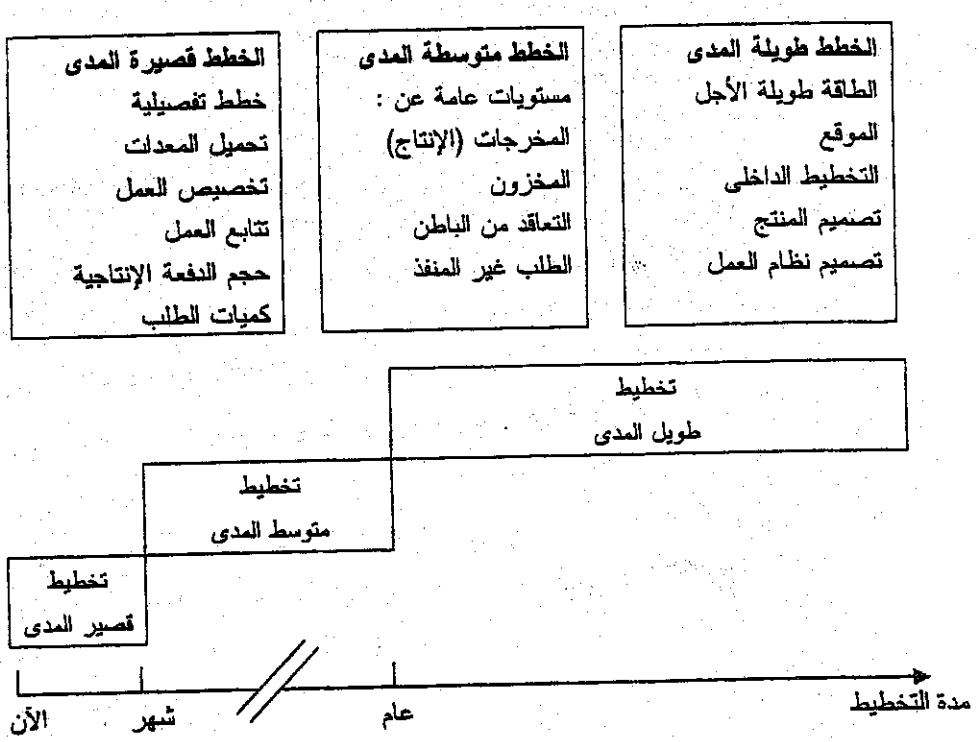
التخطيط الكلى للإنتاج

أولا : مفهوم التخطيط الكلى للإنتاج

تتعامل المنظمات من حيث المدى الزمنى مع ثلاثة مستويات للتخطيط ، فالتخطيط طويل الأجل – وهو لمدة تزيد عن عام قد يكون لمدة عامين أو ثلاث أو أكثر – يتناول القرارات الخاصة بإختيار المنتج أو الخدمة ، وتحديد حجم المصنع وموقعه ، وإختيار المعدات ، والتخطيط الداخلى للمصنع ويعرف هذا النوع بالتخطيط للطاقة Capacity Planning ، والتخطيط متوسط الأجل – وهو لمدة عام مع تفصيل لكل شهر – يتناول القرارات التى تختص بتحديد مستويات العمالة والمخرجات والمخزون لكل فترة خلال العام ولكن بصورة إجمالية دون تخصيص لنوع معين من المنتجات أو لقسم معين ولذلك يطلق عليه خطة الإنتاج الإجمالية Aggregate Production Plan أو الجدولة الإجمالية Aggregate Scheduling ويجرى تحديث للخطة فى نهاية كل شهر بإضافة الشهر القادم وتعديل أرقام الإنتاج والطلب حسب الأرقام المحققة ولذلك يعتبر التخطيط الإجمالى عملية مستمرة .

أما التخطيط قصير المدى فيهتم بالقرارات الخاصة بفترات تقل عن شهر أو أسبوع أو حتى يوم ، ويطلق عليه عملية الجدولة Scheduling ، ويهتم أساسا بإختيار أفضل طريقة لتحقيق النتائج المطلوبة فى حدود قرارات التخطيط طويل الأجل ومتوسط المدى ، ويختص بالقرارات الخاصة بجدولة العمل ، وتحميل الآلات ، وتخصيص العمل وتتابعه .

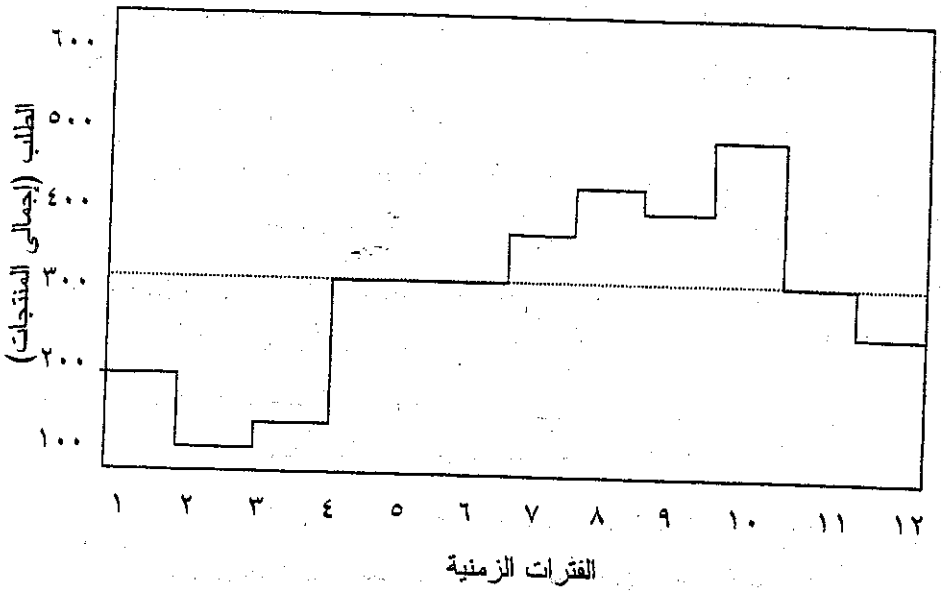
والشكل رقم (١) يوضح مستويات التخطيط السابق الإشارة إليها .



الشكل رقم (١) مستويات التخطيط طويل ومتوسط وقصير الأجل

ثانيا : هدف التخطيط الكلى للإنتاج

يهدف التخطيط الكلى للإنتاج إلى الموازنة بين الطلب والإنتاج عن طريق دراسة بدائل تحقيق هذا التوازن وإختيار الاستراتيجية المناسبة التى تقلل من التكاليف . ويهتم القائمون بالتخطيط بتحقيق الطلب بالكمية المطلوبة وفى الوقت المطلوب ، فإذا كان الطلب المتوقع لفترة التخطيط يختلف عن الطاقة المتاحة لنفس الفترة يكون البديل أمام المخططين إما زيادة الطلب فى حالة انخفاضه عن الطاقة المتاحة ، أو زيادة الطاقة فى حالة زيادة الطلب عن الطاقة ، وفى بعض الأحيان قد يكون الطلب والطاقة متساويين على المستوى الإجمالى ولكن قد يختلفان لعدم تساوى الطلب Uneven Demand خلال الفترة القصيرة التى تتضمنها الخطة . والشكل رقم (٢) يوضح مشكلة عدم تساوى الطلب خلال الفترات التى تتضمنها الخطة .



شكل رقم (٢) الطلب خلال ١٢ فترة زمنية

والهدف الأساسى للتخطيط الكلى هو وضع خطة إنتاج على مستوى إجمالى لتحقيق التوازن بين الطلب والطاقة مع تخفيض التكاليف والأخذ فى الاعتبار سياسة المنظمة فيما يتعلق باستخدام بدائل تحقيق هذا التوازن مثل استخدام الوقت الإضافى ، أو التعاقد من الباطن ، أو سياسة تعيين أو الاستغناء عن عمال .

ثالثا : نظام التخطيط الكلى للإنتاج

(١) مدخلات نظام التخطيط الكلى للإنتاج :

تحتاج عملية الإنتاج الكلى إلى توافر بيانات ثلاث مجموعات من المتغيرات :

أ- الطلب المتوقع على منتجات المشروع لفترات إعداد الخطة .

ب- بيانات عن الموارد المتاحة للمشروع والممثلة فيما يلى:

- حجم القوى العاملة .
- معدلات الإنتاج .
- طاقة المعدات والتسهيلات .
- مستويات المخزون .

جـ- سياسة المنظمة فيما يتعلق باستخدام ما يلى :

- الوقت الإضافى .
- التعاقد من الباطن .
- السماح بوجود طلبات غير منفذة "طلبات متأخرة" .

د- التكاليف المرتبطة باستراتيجيات مواجهة التغير فى الطلب .

- التكاليف الخاصة باستخدام الوقت الإضافى Overtime .
- التكاليف الخاصة بالتعيين أو الاستغناء عن عمال .
- التكاليف الخاصة بالعمل أقل من الوقت العادى Undertime .
- تكاليف التخزين .
- تكاليف عدم توافر وحدات لتلبية الطلب ، وتمثل تكلفة خسارة العميل أو غرامات التأخير .
- تكاليف التعاقد من الباطن .

(٢) مخرجات نظام التخطيط الكلى للإنتاج :

تتضمن مخرجات النظام ما يلى :

أ- مستويات الإنتاج المطلوبة لكل فترة زمنية (شهر مثلا) ويتم استخدام وحدة قياس عامة حتى يمكن إجراء التخطيط بصورة إجمالية لمنتجات المنظمة .

ب- مستويات العمالة لكل فترة زمنية بصورة إجمالية دون تخصيص على أقسام أو منتجات معينة .

ج- مستويات المخزون فى صورة تقديرات إجمالية لبداية ونهاية كل فترة زمنية فى الخطة ، وقد يكون فى شكل وحدات ، أو قيمة ، أو ساعات عمل لازمة لهذا المخزون .

د- التكاليف المصاحبة لكل بديل من البدائل المتاحة للخطة الإجمالية للإنتاج .

(٣) الأساليب المستخدمة فى التخطيط الكلى للإنتاج

تنقسم هذه الأساليب إلى نوعين أساسيين ، النوع الأول يختص بالأساليب التى تعتمد على التجربة والخطأ وتعرف بالطرق البيانية Graphical Approaches ، ونوع آخر يختص بالأساليب الرياضية .

رابعا : الطاقة المتاحة والطلب غير المتوازن "المشكلة الأساسية للتخطيط الكلى"

يتوافر للإدارة عدة بدائل لمواجهة مشكلة عدم التوازن بين الطاقة المتاحة وبين الطلب ، بعضها يختص بوسائل التأثير على الطلب من حيث الكمية أو توقيت الطلب مثل التغيير فى أسعار المنتجات أو الخدمات ، واستخدام سياسة الإعلان والترويج ... وغيرها ، والبعض الآخر يختص بتغيير حجم الطاقة أو استخدام سياسة التعاقد من الباطن ، وسنتناول هذه البدائل بشئ من التفصيل .

(١) بدائل التعامل مع الطلب .

أ- **التسعير Pricing** : تستخدم سياسات التسعير لنقل الطلب من فترات الزيادة (الذروة) إلى فترات نقص الطلب (الركود) ، فمثلا بعض شركات الطيران تخفض ثمن تذاكر الرحلات فى منتصف الأسبوع عن فترات الأجازات الأسبوعية ، وفاعلية سياسة التسعير تتضح من مدى قدرتها على تغيير الطلب على السلعة أو الخدمة حتى تتناسب مع الطاقة المتاحة خلال فترة معينة .

ب- الترويج **Promotion** : الإعلان والمعارض والتسويق المباشر ممكن أن يمثلوا أدوات فعالة فى الـتأثير على الطلب ليتناسب مع الطاقة المتاحة خلال الفترة ، وبالطبع فإن توقيت هذه الأنشطة ومعرفة معدلات ردود فعل المستهلكين تعتبر معلومات هامة لنجاح هذه السياسة ، ولكن دائما يكون هناك احتمال فى عدم تحقيق هذا البديل للهدف منه .

ج- **تأخير تنفيذ الطلب Backorders** : ممكن للمنظمة أن تؤجل تلبية الطلب لفترات قادمة ، ولكن نجاح هذا الأسلوب يتوقف على مدى تقبل العميل للانتظار لتلبية طلبه ، بالإضافة إلى زيادة التكاليف والتى قد تتضمن فقد مبيعات ، وعدم ارتياح العملاء ، وتكاليف خاصة بالأعمال الكتابية المصاحبة لذلك الأسلوب .

د- **خلق طلب جديد New Demand** : تتعامل كثير من المنظمات مع الطلب غير المتوازن عن طريق استخدام الطاقة المتاحة غير المستغلة فى تلبية طلب آخر مثل خدمة النقل بالأتوبيسات نجد أن هناك فترات يزيد فيها الطلب ، وهى فترات الصباح وبعد الظهر ، ولإحداث توازن فى الطلب على الطاقة المتاحة يمكن تشغيل تلك الأتوبيسات فى نقل طلبة المدارس أو القيام بالرحلات .

(٢) بدائل التعامل مع الطاقة :

أ- **تعيين وفصل العمال Hire and Fire Workers** : يختلف مدى تأثير هذا الأسلوب حسب درجة كثافة العمالة المستخدمة فى المشروع ، ولكن إضافة العاملين عن طريق التعيين يرتبط بعوامل أخرى مثل وجود التسهيلات والمعدات اللازمة للاستخدام بواسطة هؤلاء العمال ، كما أن هذه السياسة قد تخلق مشاكل مع الاتحادات العمالية ولذلك فيعض الشركات لاتفضل إتباع هذه السياسة ، وبصفة عامة فإن هذا الأسلوب يتضمن تكلفة ، فمثلا فى حالة تعيين عمال نجد أن هناك تكاليف المفاضلة بين المتقدمين وتكاليف التعيين والتدريب ، وقد تتأثر جودة المنتجات نتيجة لعدم خبرة هؤلاء العمال الجدد ، وفى حالة الإستغناء عن عمال نجد أن هناك تكاليف ممثلة فى دفع تعويضات ، والإحساس بعدم الإستقرار وعدم الأمان للعمال الآخرين ، وإنخفاض الروح المعنوية ، وإرتفاع دوران العمل مما يؤثر على الشركة .

ب- **الوقت الإضافى والسماح بوقت العطل Overtime/Slack Time** : هذه السياسة تستخدم على نطاق واسع أكثر من سياسة التعيين والفصل ، ويمكن تنفيذها بسرعة عن الأسلوب السابق وتسمح للمنظمة أن يتوافر لها قاعدة من العاملين ، ويمكن استخدام الوقت الإضافى فى حالة الطلب الموسمى وهذه السياسة تتيح للعاملين الحصول على أجور إضافية ، ولكن هناك دائما إحتمالات فى نقص الإنتاجية فى حالة استخدام الوقت الإضافى ، وفى إنخفاض الجودة وزيادة الحوادث .

ج- **استخدام عمال لبعض الوقت Part-Time Workers** : وهذا الأسلوب يعتمد على نوع العمل ، ومستوى التدريب والمهارة المطلوبة ، وموقف إتحادات العمال ، فالمطاعم ومحلات بيع المأكولات والفنادق ومعظم المنظمات الخدمية التى يتسم الطلب على خدماتها بالموسمية تستخدم هذا الأسلوب .

د- **المخزون Inventories** : تخزين المنتجات يسمح للمنظمة بالإنتاج فى فترة ، والبيع للمستهلك فى فترة أخرى ، ولكن هذا يتضمن تكاليف التخزين والتى تشمل ليس فقط تكاليف الإحتفاظ بالمخزون وتكلفة الفرصة البديلة الممثلة فى تعطيل جزء من رأس المال فى مخزون ، ولكن أيضا تكاليف التأمين والتقادم والتلف والسرقة ، ولكن هذه السياسة تمكن من استخدام المخزون عندما تقل الطاقة المتاحة عن الطلب ، والقيام بالتخزين فى فترة زيادة الطاقة الإنتاجية عن الطلب . وهذا الأسلوب يمكن استخدامه فى المنظمات الإنتاجية عن المنظمات الخدمية حيث يمكن تخزين المنتجات بينما الخدمات بصفة عامة لا يمكن تخزينها .

هـ- **التعاقد من الباطن Subcontracting** : يمكن للمنظمة التعاقد من الباطن للحصول على حاجتها وتلبية طلبها بشكل مؤقت ، ولكن هذه السياسة تتضمن عدم القدرة على تحقيق مستوى الجودة المطلوبة ، كما تزيد من التكاليف ، والسؤال المطروح هنا هو الشراء أو الصنع فى حالة التصنيع ، وأداء الخدمة أو إستئجار من يقوم بها فى حالة الخدمة . وتقوم المنظمة فى بعض الأحيان بأداء جزء من العمل والإستعانة بآخرين لأداء الباقى وهذا يعطى درجة أكبر من المرونة ويعتبر أداة للمساومة فى المفاوضات عند إجراء العقد ويترك الحرية للمنظمة للرجوع وأداء العمل كله عندما تستطيع ذلك .

خامسا : الاستراتيجيات الأساسية للتعامل مع عدم توازن الطلب :

يتضح لنا مما سبق أن هناك مجموعة من البدائل الممكنة للتعامل مع حالة عدم التوازن بين الطلب والطاقة المتاحة فى مجال التخطيط الكلى للإنتاج ، وطالما أن بدائل التأثير على طلب تقع فى مجال التسويق سنركز هنا على بدائل التعامل مع الطاقة .

ومن الاستراتيجيات المستخدمة فى هذا المجال :

١ . الاحتفاظ بحجم ثابت من القوى العاملة .

٢ . الاحتفاظ بمعدل إنتاج ثابت .

٣ . ملاءمة الطلب فترة بفترة .

٤ . استخدام مجموعة من متغيرات القرار .

يتم مقابلة التغير فى الطلب فى استراتيجية المستوى الثابت للقوى العاملة عن طريق استخدام المخزون ، والوقت الإضافى ، والعمالة المؤقتة ، والتعاقد من الباطن وتأخير الوفاء بالطلب .

وتفضل كثير من المنظمات تطبيق استراتيجية ثبات حجم القوى العاملة حيث أن تغيير القوى العاملة عن طريق الفصل والتعيين يمكن أن يكون له آثار على إنخفاض الروح المعنوية للعاملين وكذلك المديرين ، كما أن تعيين العاملين يمكن أن يكون مكلفا وهناك دائما إحتمال فى عدم توافر العمالة المناسبة عند الحاجة إليها ، بالإضافة إلى ما تسببه هذه السياسة من مشاكل مع إتحادات العمال .

ويتطلب إتباع سياسة التعاقد من الباطن تقييم مصادر التوريد ، والزيادة فى التكاليف ، ومستوى أقل للرقابة على المخرجات ، وفى بعض الأحيان مستوى أقل من الجودة ، وتأجيل الوفاء بالطلب يمكن أن يسبب فقد للعملاء ، ومستوى أقل لخدمة العميل ، كما أن الاحتفاظ بالمخزون يمثل إستثمار معطل ، وضرورة توفير مكان للتخزين ، بالإضافة إلى زيادة التكاليف المرتبطة بالتخزين وبالطبع أغلب المنظمات الخدمية لا يمكن أن تتبع هذه السياسة لعدم قابلية الخدمة للتخزين كما سبق أن أوضحنا ، ولكن هناك بعض المزايا لهذه الاستراتيجية مثل إنخفاض تكاليف التدريب والوقت الإضافى ومشاكل نفسية أقل للعاملين واستخدام مناسب للمعدات والتسهيلات .

إستراتيجية ملاءمة الطلب فترة بفترة تتفق مع رغبة المديرين ، والميزة الأساسية لهذا الأسلوب هو إنخفاض المخزون وبالتالى التكاليف ، ولكن يعيبه عدم الإستقرار فى العمليات الإنتاجية ، وإنخفاض الروح المعنوية عند اختلاف الطلب الفعلى عن الإنتاج .

والمنظمات قد تفضل الاستراتيجية التى تدمج مجموعة من المتغيرات مما يعطى مرونة أكثر للمديرين للتعامل مع تغير الطلب .

إختيار الاستراتيجية المناسبة

هناك عاملان أساسيان من اللازم أخذهما فى الاعتبار عند إختيار استراتيجية التعامل مع تغير الطلب وهما سياسة الشركة Company Policy والتكاليف Costs فسياسة الشركة تضع قيود على بدائل التعامل ، فمثلا بعض الشركات لا تشجع عملية فصل وتعيين العمال ، وكذلك التعاقد من الباطن قد لا يكون البديل المناسب عند وجود سرية فى عمليات تصنيع المنتج ، وقد يحدد إتحاد العمال عدد الساعات المسموح بها للوقت الإضافى أو للاستخدام لبعض الوقت ، وبصفة عامة فإن إختيار البديل المناسب يخضع للتقييم من حيث التكلفة وسياسة الشركة والقوانين والتشريعات السائدة .

سادسا : الأساليب المستخدمة فى التخطيط الكلى للإنتاج :

تنقسم الأساليب المستخدمة فى التخطيط الكلى للإنتاج إلى مجموعتين ، مجموعة الأساليب غير الرسمية والتى تعتمد على التجربة والخطأ Trail and Error وتقوم أساسا على مقارنة التكاليف المرتبطة بالاستراتيجيات المختلفة للتعامل مع تغير الطلب وإختيار أفضلها ، والمجموعة الثانية هى الأساليب الرياضية Mathematical Techniques وتنقسم إلى أساليب الحل الأمثل مثل البرمجة الخطية والبرمجة المتحركة وبرمجة العدد الصحيح والبرمجة المختلطة ... وغيرها ، وأساليب الاجتهاد المنظم Heuristics مثل طريقة خبرة الإدارة وطريقة القواعد القرارية الباحثة وغيرها .

يتناول التخطيط الكلى للإنتاج الخطوات التالية :

١ . تحديد الطلب لكل فترة زمنية .

٢ . تحديد الطاقة (الوقت العادى ، والوقت الإضافى ، والتعاقد من الباطن) لكل فترة زمنية .

٣ . تحديد سياسة الشركة والأقسام ذات الصلة الوثيقة بالتخطيط الكلى للإنتاج (مثل الاحتفاظ بنسبة ٥% من حجم الطلب كمخزون أمان والمحافظة على مستوى معين للقوى العاملة) .

٤ . تحديد تكلفة الوحدة من الوقت العادى ، والوقت الإضافى ، والتعاقد من الباطن ، والاحتفاظ بالمخزون ، والطلب المتأخر وغيرها من التكاليف المرتبطة بالتخطيط الكلى للإنتاج .

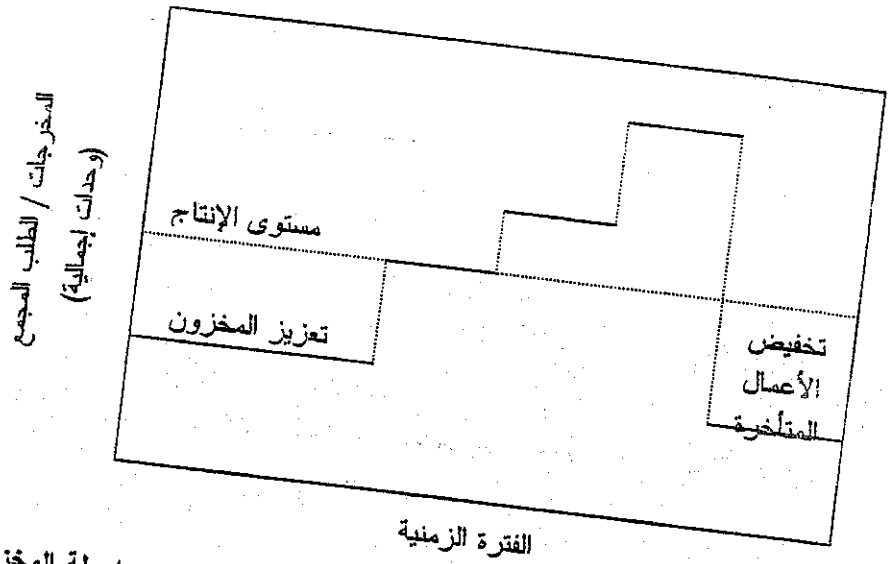
٥ . تطوير الخطط البديلة وإجراء مقارنة بينها على أساس إجمالى التكاليف .

٦ . يتم إختيار الخطة التى تهدف إلى تحقق الأهداف ، أو يتم العودة للخطوة رقم ٥ .

(١) الأساليب غير الرسمية Informal Techniques

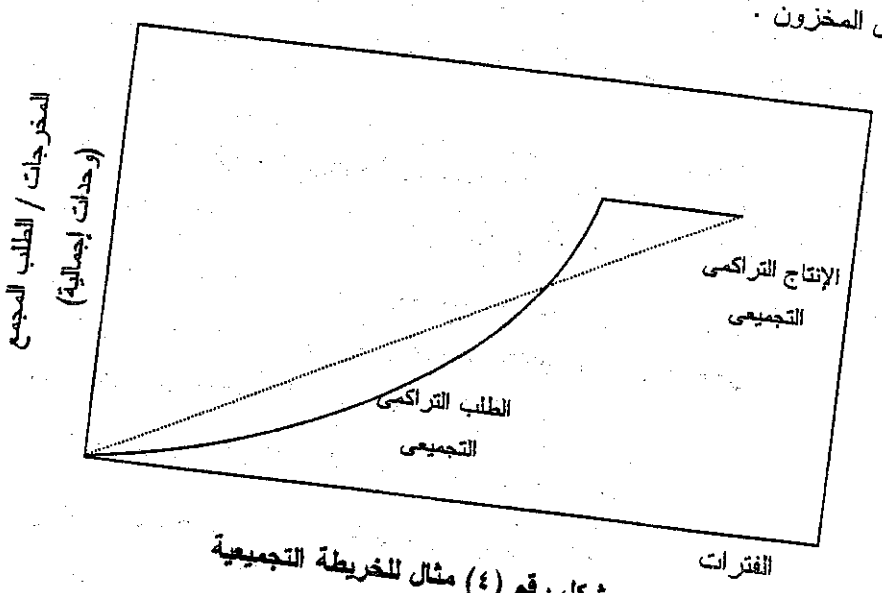
يقوم هذا الأسلوب على استخدام جداول أو أشكال بيانية يمكن عن طريقها مقارنة احتياجات تنفيذ الطلب والطاقة المتاحة ويتم المفاضلة بين البدائل عن طريق التكاليف المحققة لكل بديل ، ويعتبر القصور الأساسى لهذا الأسلوب هو عدم الوصول بالضرورة إلى الأمثلية فى وضع الخطة الإجمالية للإنتاج .

ويتم استخدام الخرائط لتوضيح البدائل المختلفة وقد تكون بصورة تجميعية وقد تكون عن طريق تحليل الخطة فترة بفترة ، والشكل رقم (٣) يوضح خريطة تحليل الخطة لكل فترة ، وفى هذه الخطة يتم استخدام معدل ثابت للمخرجات مع إمتصاص التغير فى الطلب عن طريق المخزون .

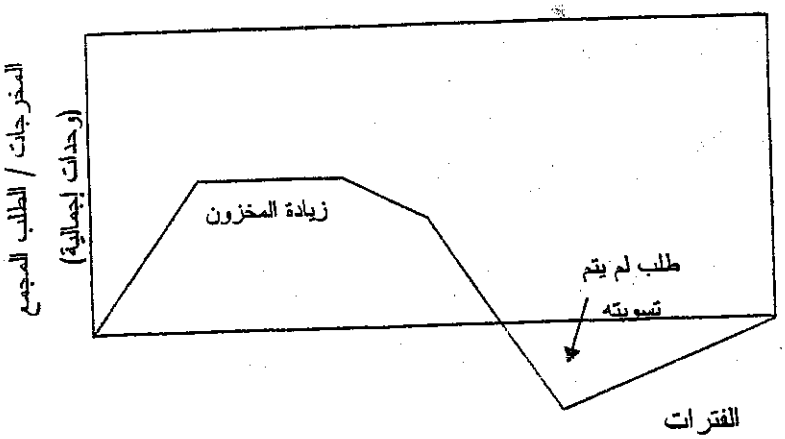


شكل رقم (٣) مستوى الإنتاج الثابت مع إمتصاص التغيرات فى الطلب بواسطة المخزون

والشكل رقم (٤) يوضح مثال للخريطة التجميعية ، ورقم (٥) البيانات التراكمية ومستوى المخزون .



شكل رقم (٤) مثال للخريطة التجميعية



شكل رقم (٥) الخطوط البيانية التراكمية ومستوى المخزون

تبنى الأمثلة التالية للتخطيط الإجمالى للإنتاج على الإفتراضات التالية :

١ . المعدل الثابت للمخرجات لكل الفترات الزمنية ، ولا توجد مسموحات خاصة بالأجازات أو أختلاف فى أيام العمل للشهور المختلفة وذلك لتبسيط العمليات الحسابية .

٢ . تأخذ التكلفة الممثلة فى الأعمال المتأخرة ، والمخزون ، والتعاقد من الباطن ... وغيرها علاقة خطية بين تكلفة الوحدة وعدد الوحدات .

٣ . يمكن تنفيذ الخطط لإفتراض وجود طاقة مخزنية ، وتوافر طاقة لدى المنتجات التى سيتم التعاقد معها من الباطن مع إمكانية تحقيقهم للجودة المطلوبة ، كما أن التغيرات فى المخرجات يمكن تنفيذها عند الحاجة .

٤ . يمكن تمثيل التكاليف المصاحبة لكل بديل بصورة تجميعية .

٥ . يمكن تقدير التكلفة بطريقة ثابتة خلال المدى الزمنى للتخطيط .

٦ . يتم تعزيز المخزون والسحب منه بمعدل ثابت ومنتظم لكل فترة زمنية . كما أن المخرجات تأخذ شكلا ثابتا خلال الفترة ، وتعامل الطلبات المتأخرة على أنها حدثت

لفترة الخطة كلها وليس للفترة التى ظهرت فيها ، ويتم تلبيتها على مدى فترة التخطيط الكلية وهو إفتراض غير واقعى ولكن يتم استخدامه لتبسيط العمليات الحسابية .

مثال

البيانات التالية توضح الطلب المتوقع لمدة ستة شهور على منتجات إحدى الشركات الصناعية والتكاليف الخاصة بالمتغيرات الأساسية .

الفترة (شهر)	١	٢	٣	٤	٥	٦	الإجمالى
الطلب المتوقع (وحدة)	٢٠٠	٢٠٠	٣٠٠	٤٠٠	٥٠٠	٢٠٠	١٨٠٠

التكاليف :

وقـــت العمل العادى ٢ جنيه للوحدة
وقـت العمل الإضافى ٣ جنيه للوحدة
التـــعاقد من الباطن ٦ جنيه للوحدة
تكـلفة التـــخزين ١ جنيه للوحدة لكل فترة وعلى أساس متوسط المخزون
الأوامـر المـــتأخرة ٥ جنيه للوحدة لكل فترة .
عـــدد العـــمال ١٥ عامل
تكلفة التعيين والإستغناء عن العامل ١٠٠ جنيه للفترة الزمنية .

والمطلوب :

١ . إعداد الخطة الإجمالية للإنتاج على أساس معدل إنتاج ثابت للوقت العادى مع استخدام المخزون للتعامل مع تغيرات الطلب (والسماح بالتأخير فى تنفيذ بعض الطلبيات ومع إفتراض عدم وجود مخزون فى أول الفترة وعدم تبقى مخزون فى نهاية الفترة) .

٢ . إعداد الخطة الإجمالية للإنتاج فى حالة خفض معدل الإنتاج الثابت "الوقت العادى" إلى ٢٨٠ وحدة لكل فترة زمنية ، واستخدام الوقت الإضافى عند الحاجة ويعتبر ٤٠ وحدة الحد الأقصى للوقت الإضافى فى الفترة الواحدة .

٣ . إعداد الخطة الإجمالية للإنتاج فى حالة السماح بالتعيين أو الإستغناء عن عمال ، ومع إفتراض أن معدل الإنتاج للعامل المعين ١٥ وحدة فى مقابل ٢٠ وحدة للعامل القديم بالشركة .

خطوات الحل :

- معدل الإنتاج الثابت للوقت العادى = $\frac{\text{إجمالى الطلب المتوقع}}{\text{عدد فترات الخطة}}$

- مخزون آخر المدة = مخزون أول المدة + المخرجات – الطلب المتوقع

- متوسط المخزون $\frac{\text{مخزون أول المدة + آخر المدة}}{٢}$

- يتم تخفيض المخزون بقيمة الفرق بين المخرجات والطلب المتوقع وفى حالة عدم كفاية المخزون لتحقيق ذلك يسمح بوجود طلب غير منفذ (طلبات متأخرة) .

- يتم حساب التكاليف كما يلى :

تكلفة الإنتاج الثابت للوقت العادى = حجم الإنتاج الثابت × تكلفة الإنتاج للوحدة

تكلفة التخزين = متوسط المخزون × تكلفة التخزين للوحدة

تكلفة الطلبات المتأخرة = حجم الطلب المتأخر × تكلفة الوحدة للطلب المتأخر

معدل الإنتاج الثابت "الوقت العادى" = $\frac{١٨٠٠}{٦}$ = ٣٠٠ وحدة

جدول الخطة الإجمالية للإنتاج فى حالة ثبات الإنتاج للوقت العادى مع استخدام المخزون والسماح بوجود طلبات متأخرة .

	الفترات	١	٢	٣	٤	٥	٦	الإجمالى
	الطلب المتوقع	٢٠٠	٢٠٠	٣٠٠	٤٠٠	٥٠٠	٢٠٠	١٨٠٠
	المخرجات							
(١)	الوقت العادى	٣٠٠	٣٠٠	٣٠٠	٣٠٠	٣٠٠	٣٠٠	١٨٠٠
	الوقت الإضافى	--	--	--	--	--	--	
	التعاقد من الباطن	--	--	--	--	--	--	
	المخرجات "الطلب المتوقع"	١٠٠	٢٠٠	٢٠٠	١٠٠	١٠٠	صفر	
	المخزون							
	أول المدة	صفر	١٠٠	٢٠٠	٢٠٠	١٠٠	صفر	
	أخر المدة	١٠٠	٢٠٠	٢٠٠	١٠٠	صفر	صفر	
(٢)	متوسط المخزون	٥٠	١٥٠	٢٠٠	١٥٠	٥٠	صفر	٦٠٠
(٣)	الطلبات المتأخرة	صفر	صفر	صفر	صفر	١٠٠	صفر	١٠٠
	التكاليف							
	المخرجات							
	الوقت العادى (١) × ٢ جنيه	٦٠٠	٦٠٠	٦٠٠	٦٠٠	٦٠٠	٦٠٠	٣٦٠٠
	الوقت الإضافى	--	--	--	--	--	--	
	التعاقد من الباطن	--	--	--	--	--	--	
	التعيين أو الإستغناء	--	--	--	--	--	--	
	المخزون (٢) × ١ جنيه	٥٠	١٥٠	٢٠٠	١٥٠	٥٠	صفر	٦٠٠
	الطلبات المتأخرة (٣) × ٥ جنيه	صفر	صفر	صفر	صفر	٥٠٠	صفر	٥٠٠
	الإجمالى	٦٥٠	٧٥٠	٨٠٠	٧٥٠	١١٥٠	٦٠٠	٤٧٠٠

جدول الخطة الإجمالية للإنتاج عند خفض الوقت العادى واستخدام الوقت الإضافى

	الفترات	١	٢	٣	٤	٥	٦	الإجمالى
	الطلب المتوقع	٢٠٠	٢٠٠	٣٠٠	٤٠٠	٥٠٠	٢٠٠	١٨٠٠
	المخرجات							
(١)	الوقت العادى	٢٨٠	٢٨٠	٢٨٠	٢٨٠	٢٨٠	٢٨٠	١٦٨٠
(٢)	الوقت الإضافى	صفر	صفر	٤٠	٤٠	٤٠	صفر	١٢٠
	التعاقد من الباطن	--	--	--	--	--	--	
	المخرجات"الطلب المتوقع"	٨٠	٨٠	٢٠	(٨٠)	(١٨٠)	٨٠	صفر
	المخزون							
	أول المدة	صفر	٨٠	١٦٠	١٨٠	١٠٠	صفر	
	أخر المدة	٨٠	١٦٠	١٨٠	١٠٠	صفر	صفر	
(٣)	متوسط المخزون	٤٠	١٢٠	١٧٠	١٤٠	٥٠	صفر	٥٢٠
(٤)	الطلبات المتأخرة	صفر	صفر	صفر	صفر	٨٠	صفر	٨٠
	التكاليف							
	المخرجات							
	الوقت العادى (١) × ٢ جنيه	٥٦٠	٥٦٠	٥٦٠	٥٦٠	٥٦٠	٥٦٠	٣٣٦٠
	الوقت الإضافى (٢) × ٣ جنيه	صفر	صفر	١٢٠	١٢٠	١٢٠	صفر	٣٦٠
	التعاقد من الباطن	--	--	--	--	--	--	
	التعيين أو الإستغناء	--	--	--	--	--	--	
	المخزون (٣) × ١ جنيه	٤٠	١٢٠	١٧٠	١٤٠	٥٠	صفر	٥٢٠
	الطلبات المتأخرة (٤) × ٥ جنيه	صفر	صفر	صفر	صفر	٤٠٠	صفر	٤٠٠
	الإجمالى	٦٠٠	٦٨٠	٨٥٠	٨٢٠	١١٣٠	٥٦٠	٤٦٤٠

الوقت الإضافى المطلوب = إجمالى الطلب المتوقع – إجمالى الوقت العادى

= ١٨٠٠ – ١٦٨٠ = ١٢٠ وحدة

الحد الأقصى للوقت الإضافى للفترة الواحدة ٤٠ وحدة .

سيتم استخدام الوقت الإضافى بثلاث فترات فى منتصف مدة التخطيط حيث أن استخدامهم فى الفترات الأولى للخطة سيزيد من تكاليف التخزين ، وفى نفس الوقت أستخدامهم فى الفترات الأخيرة يمكن أن يزيد من حجم الطلبات غير المنفذة .

جدول الخطة الإجمالية للإنتاج فى حالة السماح بالتعيين أو الإستغناء عن عمال

	الفترات	١	٢	٣	٤	٥	٦	الإجمالى
	الطلب المتوقع	٢٠٠	٢٠٠	٣٠٠	٤٠٠	٥٠٠	٢٠٠	١٨٠٠
	المخرجات							
(١)	الوقت العادى	٢٨٠	٢٨٠	٢٨٠	٣٤٠	٣٤٠	٢٨٠	١٨٠٠
	الوقت الإضافى	--	--	--	--	--	--	
	التعاقد من الباطن	--	--	--	--	--	--	
	المخرجات/الطلب لمتوقع	٨٠	٨٠	(٢٠)	(٦٠)	(١٦٠)	٨٠	صفر
	المخزون							
	أول المدة	صفر	٨٠	١٦٠	١٤٠	٨٠	صفر	
	أخر المدة	٨٠	١٦٠	١٤٠	٨٠	صفر	صفر	
(٢)	متوسط المخزون	٤٠	١٢٠	١٥٠	١١٠	٤٠	صفر	٤٦٠
(٣)	الطلبات المتأخرة	صفر	صفر	صفر	صفر	٨٠	صفر	٨٠
	التكاليف							
	المخرجات							
	الوقت العادى	٥٦٠	٥٦٠	٥٦٠	٦٨٠	٦٨٠	٥٦٠	٣٦٠٠
	(١) × (٢) جنيه							
	الوقت الإضافي	--	--	--	--	--	--	
	التعاقد من الباطن	--	--	--	--	--	--	
	التعيين أو الإستغناء	صفر	صفر	صفر	٤٠٠	٤٠٠	صفر	٨٠٠
	المخزون	٤٠	١٢٠	١٥٠	١١٠	٤٠	صفر	٤٦٠
	(٢) × ١ جنيه							
	الطلبات المتأخرة	صفر	صفر	صفر	صفر	٤٠٠	صفر	٤٠٠
	(٣) × ٥ جنيه							
	الإجمالى	٦٠٠	٦٨٠	٧١٠	١١٩٠	١٥٢٠	٥٦٠	٥٢٦٠

تسمح هذه الخطة بتعيين العمال بصفة مؤقتة ، ويلاحظ أن عدد الوحدات الإضافية المطلوبة لمقابلة الطلب هى ١٢٠ وحدة (حجم الطلب المتوقع – حجم الإنتاج للوقت العادى = ١٨٠٠ – ١٦٨٠ = ١٢٠ وحدة) وطالما أن معدل إنتاج العامل المعين ١٥ وحدة للفترة .

$$\text{عدد العمال / فترة} = \frac{١٢٠}{١٥} = ٨ \text{ عمال /فترة}$$

ويمكن توزيعهم بعدة طرق ، فيمكن أن يتم استخدام ٢ عامل لمدة ٤ شهور ، أو ٤ عمال لشهرين ، وطالما أن الشهر الرابع والخامس أكثر الشهور من حيث حجم الطلب المتوقع فسيتم استخدام ٤ عمال فى كل منهما .

معدل الإنتاج العادى للعمال المعينين كل فترة = ٤ × ١٥ = ٦٠ وحدة

الوقت العادى للإنتاج للشهر الرابع والخامس = ٢٨٠ + ٦٠ = ٣٤٠ وحدة

والجدول التالى يوضح مقارنة بين تكاليف الخطط الثلاث السابق إعدادها .

التكاليف	خطة (١) (جنيه)	خطة (٢) (جنيه)	خطة (٣) (جنيه)
الوقت العادى	٣٦٠٠	٣٣٦٠	٣٦٠٠
الوقت الإضافى	--	٣٦٠	--
التعاقد من الباطن	--	--	--
التعيين أو الإستغناء	--	--	٨٠٠
المخزون	٦٠٠	٥٢٠	٤٦٠
الطلبات المتأخرة	٥٠٠	٤٠٠	٤٠٠
الإجمالى	**٤٧٠٠**	**٤٦٤٠**	**٥٢٦٠**

نلاحظ أن الخطة الثانية أقل الخطط تكلفة وهى التى تسمح باستخدام الوقت الإضافى .

(٢) الأساليب الرياضية Mathematical Techniques

تحاول هذه الأساليب معالجة مشكلة تخطيط الإنتاج الكلى وتنقسم هذه الأساليب إلى مايلى :

أ- البرمجة الخطية .

ب- طريقة القواعد الخطية .

جـ- طرق رياضية تسعى للوصول للحل الأمثل .

- أسلوب البرمجة الديناميكية .
- طريقة المبدأ الأعظم .
- أسلوب برمجة الهدف .

د- طرق الإجتهاد المنظم .

- طريقة خبرة الإدارة .
- طريقة ثوابت تخطيط الإنتاج .
- القواعد القرارية الباحثة .
- طريقة البحث بالإجراء .
- طريقة تحويل الإنتاج .

وسنتناول طريقة النقل كأحد أساليب البرمجة الخطية المستخدمة فى تخطيط الإنتاج الكلى .

يهدف أسلوب البرمجة الخطية إلى الوصول للحل الأمثل عند توزيع الموارد على الاستخدامات بهدف تقليل التكاليف أو تعظيم الربح ، وفى مشكلة التخطيط الكلى للإنتاج يكون الهدف الوصول إلى أفضل خطة تقلل من إجمالي تكاليف الوقت العادى والوقت الإضافى ، والتعاقد من الباطن ، وتكاليف الإحتفاظ بالمخزون وتكاليف تغيير العمالة بالتعيين أو الإستغناء . وقد قدم E.H.Bowman عام ١٩٥٦ أسلوب يعرف بطريقة النقل Transportation Method ، ويمكن استخدام هذا الأسلوب فى تخطيط الإنتاج الكلى كما يوضحه المثال التالى .

مثال

بإعطائك المعلومات التالية قم بوضع خطة الإنتاج الكلى التى تحقق أقل تكلفة ممكنة باستخدام أسلوب النقل (طريقة الركن الشمالى الشرقى) ، مع العلم أن الشركة لاترغب فى زيادة حجم الوحدات المتعاقد عليها من الباطن للفترة الأولى لأكثر من ٣٠ وحدة .

	الفتـــــــرة		
	١	٢	٣
الطلب	٥٥٠	٧٠٠	٧٥٠
الطاقة			
– الوقت العادى	٥٠٠	٥٠٠	٥٠٠
– الوقت الإضافى	٥٠	٥٠	٥٠
– التعاقد من الباطن	١٢٠	١٢٠	١٠٠
مخزون أول المدة (وحدة)	١٠٠		
التكاليف			
– الوقت العادى	٦٠ جنيه / للوحدة		
– الوقت الإضافى	٨٠ جنيه / للوحدة		
– التعاقد من الباطن	٩٠ جنيه / للوحدة		
المخزون			
تكاليف الاحتفاظ بالمخزون	١ جنيه / للوحدة شهريا		

جدول خطة الإنتاج باستخدام طريقة النقل

جوانب العرض		الطلب				الطاقة المتاحة (العرض)
		فترة (١)	فترة (٢)	فترة (٣)	فترة (٤)	
الفترة	مخزون أول المدة	صفر ١٠٠	١	٢	صفر	١٠٠
فترة (١)	الوقت العادى	٦٠ ٤٥٠	٦١ ٥٠	٦٢	صفر	٥٠٠
	الوقت الإضافى	٨٠	٨١ ٥٠	٨٢	صفر	٥٠
	التعاقد من الباطن	٩٠	٩١ ٣٠	٩٢	صفر ٩٠	١٢٠
فترة (٢)	الوقت العادى		٦٠ ٥٠٠	٦١	صفر	٥٠٠
	الوقت الإضافى		٨٠ ٥٠	٨١	صفر	٥٠
	التعاقد من الباطن		٩٠ ٢٠	٩١ ١٠٠	صفر	١٢٠
فترة (٣)	الوقت العادى			٦٠ ٥٠٠	صفر	٥٠٠
	الوقت الإضافى			٨٠ ٥٠	صفر	٥٠
	التعاقد من الباطن			٩٠ ١٠٠	صفر	١٠٠
الطلب		٥٥٠	٧٠٠	٧٥٠	٩٠	٢٠٩٠

ملاحظات على الحل :

١ . يفترض نموذج النقل أن هناك توازنا بين الطلب والعرض ولذلك إذا حدث عدم توازن بمعنى أن

الطلب ≠ العرض ، يتم إضافة عمود أو صف وهمى .

ففى حالة حجم الطلب > الطاقة المتاحة يتم إضافة عمودا وهميا Dummy

ففى حالة حجم الطلب < الطاقة المتاحة يتم إضافة صف وهمى وتعتبر تكلفة الخلايا فى الصف أو العمود الوهمى "صفر" .

٢ . يتم تحديد تكلفة الخلايا عن طريق إضافة تكلفة الاحتفاظ بالمخزون للفترات المستخدم فيها تخزين للوحدات سواء تم إنتاجها فى الوقت العادى أو الوقت الإضافى أو تم الحصول عليها عن طريق التعاقد من الباطن .

فمثلا تكلفة الفترة (١) = ت "حيث أن الفترة الأولى لم يتم التخزين فيها"

ت التكلفة ، ز تكلفة الإحتفاظ بالوحدة للفترة

تكلفة الفترة (٢) = ت + ز

تكلفة الفترة (٣) = ت + ٢ ز

بمعنى أن الوحدة طالما تم الإحتفاظ بها تتحمل الشركة تكلفة تخزين لها .

٣ . يلاحظ التغطية الكاملة لكل عامود قبل الانتقال للعمود التالى من ناحية اليسار .

٤ . التأكد من تغطية كل من الطلب والعرض .

٥ . يلاحظ أن الشركة لا ترغب فى زيادة حجم المتعاقد عليه من الباطن لأكثر من ٣٠ وحدة فى الفترة الأولى ، ونلاحظ أن الخلية الخاصة بالتعاقد من الباطن قد تم ملئها بـــ ٣٠ وحدة وأصبح هناك طاقة غير مستغلة قدرها ٩٠ وحدة من إمكانيات التوريد عن طريق التعاقد من الباطن .

تكلفة الفترة الأولى = (١٠٠ × صفر) + (٤٥٠ × ٦٠) + (٥٠ × ٦١)
+ (٥٠ × ٨١) + (٣٠ × ٩١) = ٣٦٨٣٠ جنيه .

تكلفة الفترة الثانية = (٥٠٠ × ٦٠) + (٥٠ × ٨٠) + (٢٠ × ٩٠)
+ (١٠٠ × ٩١) = ٤٤٩٠٠ جنيه .

تكلفة الفترة الثالثة = (٥٠٠ × ٦٠) + (٥٠ × ٨٠) + (١٠٠ × ٩٠)
= ٤٣٠٠٠ جنيه .

وعلى الرغم من سهولة هذا الأسلوب إلا أنه يعاب عليه إفتراض العلاقة الخطية فى القيود وفى دالة الهدف حيث يصعب تحقيق ذلك فى الواقع العملى ، بالإضافة إلى عدم أخذه فى الإعتبار تكاليف تغيير حجم الإنتاج مثل تكاليف تعيين أو الإستغناء عن عمال أو تكاليف عدم الوفاء بالطلب .

سابعا : أسئلة للمناقشة وتطبيقات

١) وضح المقصود بالتخطيط الكلى للإنتاج مع توضيح الهدف الأساسى له .

٢) تكلم عن نظام التخطيط الكلى للإنتاج موضحا عناصره الرئيسية .

٣) وضح كيف يمكن للمنظمات التعامل مع مشكلة عدم التوازن بين الطاقة المتاحة والطلب غير المتوازن .

٤) ما هى الاستراتيجيات التى يمكن إتباعها للتعامل مع عدم توازن الطلب ؟

تطبيقات

١) تحاول شركة صناعية إعداد الخطة الإجمالية للإنتاج على أساس البيانات الخاصة بالطلب المتوقع ولمقابلة زيادة الطلب فى بعض الفترات .

الفترة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	الإجمالى
الطلب المتوقع	١٩٠	٢٣٠	٢٦٠	٢٨٠	٢١٠	١٧٠	١٦٠	١٦٠	٢٢٠	٢٥٠	٢٦٠	١٨٠	٢٥٧٠

عدد العمال بالشركة ٢٠ عامل يبلغ معدل إنتاج العامل الواحد ١٠ وحدات للفترة بتكلفة ٦ جنيه ، كما تبلغ تكلفة المخزون ٥ جنيه للوحدة لكل فترة ، وتبلغ تكلفة الطلب المتأخر ١٠ جنيه للوحدة لكل فترة ، الإدارة ترغب فى إعداد خطة تضمن إمكانية تعيين عاملين للبدء فى العمل فى الفترة الأولى واحد منهما بصفة مؤقتة لمدة خمسة شهور وهذا يكلف الشركة تكاليف إضافية على تكاليف الإنتاج تبلغ ٥٠٠ جنيه .

والمطلوب :

أ- إعداد الخطة الإجمالية للإنتاج .

ب- تحديد التكاليف الكلية متضمنة تكاليف الإنتاج ، والمخزون والطلب المتأخر

٢) شركة لتجميع وبيع أجهزة الحاسب الآلى تخدم السوق المحلى ترغب فى إعداد الخطة الإجمالية للإنتاج ، والبيانات التالية توضح الطلب المتوقع ، وتكاليف الإنتاج ومعلومات عن المتغيرات الأخرى المرتبطة بإعداد الخطة .

الشهر	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
الطلب	٣٥٠	٣٧٠	٣٨٠	٣٨٥	٤٠٠	٤٩٥	٥٠٥	٥٣٠	٦٥٠	٦٥٥	٦٨٠	٤٨٠

عدد الساعات المطلوبة لتجميع الوحدة ٥ ساعات

تكلفة الوقت العادى ١٤ جنيه/للساعة

تكلفة الوقت الإضافى ٢١ جنيه/للساعة

تكلفة التعيين والتدريب ٣٠٠ جنيه للعامل

تكلفة الإستغناء ٩٠٠ جنيه للعامل

مخزون أول المدة ٥٠ وحدة

تكلفة التخزين ٩ جنيه للوحدة شهريا (على أساس متوسط المخزون)

عدد العمال ١٥ عامل

عدد الساعات المتاحة للعمل لكل شهر ١٦٠ ساعة .

والمطلوب:

إعداد الخطة الإجمالية للإنتاج على أساس الإعتماد على القوى العاملة المتاحة مع السماح باستخدام وقت إضافى فى حدود ٥٠٠ ساعة للفترة الواحدة وتعيين أو الإستغناء عن عمال .

٣) أوضح التنبؤ بالطلب على منتجات شركة لتصنيع الأجهزة الالكترونية البيانات التالية لمدة ٦ شهور .

الشهور	الطلب المتوقع	حد الأمان للمخزون	أيام العمل العادى
يوليو	٥٠٠٠	١٠٠٠	٢١
أغسطس	٦٠٠٠	١٢٠٠	١٣
سبتمبر	١٠٠٠٠	٢٠٠٠	٢٠
أكتوبر	٨٠٠٠	١٦٠٠	٢٣
نوفمبر	٨٠٠٠	١٦٠٠	٢١
ديسمبر	٦٠٠٠	١٢٠٠	٢٠

المخزون فى أول المدة يبلغ ٨٠٠ وحدة ، وتبلغ تكلفة تعيين وتدريب العامل ٢٢٠ جنيه ، بينما تبلغ تكلفة الإستغناء عن عامل ٢٤٠ جنيه ، يبلغ إنتاج العامل فى اليوم ٤ وحدات ، وتبلغ تكلفة التعاقد من الباطن ٢٠ جنيه للوحدة أكثر من تكلفة التصنيع ، معدل الأجور للساعة ٨ جنيه . والمطلوب :

١- إعداد إستراتيجية تغيير القوى العاملة .

٢- إعداد إستراتيجية استخدام التعاقد من الباطن .

٤) البيانات التالية تم جمعها من سجلات التنبؤ الخاصة بإحدى شركات تصنيع المعلبات الغذائية .

الشهور	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو
الطلب المتوقع	٥٠٠	٦٠٠	٧٠٠	٨٠٠	٥٠٠

فإذا علمت أن عدد أيام العمل الشهرى ٢٢ ساعة عمل ما عدا شهر فبراير يبلغ عدد أيام العمل به ٢٠ ساعة عمل ،عدد العمال بالشركة ٣٠ عامل تبلغ أجورهم الشهرية ٣٠٠٠ جنيه ، تبلغ احتياجات إنتاج الوحدة ٢ ساعة عمل ، وتبلغ تكاليف تعيين عامل واحد ٤٠٠ جنيه وتكاليف الإستغناء ٥٠٠ جنيه ، تكلفة التخزين ٥ جنيه للوحدة فى الشهر ، وتبلغ

تكلفة الطلبات المتأخرة ١٠٠ جنيه للوحدة فى الشهر ، والمطلوب تحديد أى من هذه الخطط تعتبر أفضل من حيث التكلفة ؟

١- تغيير حجم العمالة لتلبية الطلب المتوقع .

٢- الاحتفاظ بمستوى ثابت للعمالة واستخدام المخزون والسماح بطلبات غير منفذة .

٥) قامت شركة لتصنيع الملابس الجاهزة بتقدير الطلب المتوقع على منتجاتها لفترة ٦ شهور .

الشهور	١	٢	٣	٤	٥	٦
الطلب المتوقع (قطعة)	٢٨٠٠	٣٢٠٠	٤٥٠٠	٣٨٠٠	٣٠٠٠	٣٢٠٠

إعداد قطعة الملابس تستغرق ١,٥ ساعة ، وتبلغ تكلفة ساعة العمل العادى ٩ جنيه ، وتكلفة الوقت الإضافى ١٥ جنيه للساعة ، تكلفة تعيين العامل ٧٠٠ جنيه ، والإستغناء ٩٠٠ جنيه ، العدد الحالى للعمال ٢٥ عامل ، ويبلغ المخزون حاليا ٥٠٠ قطعة فإذا علمت أن الوقت المتاح ١٧٠ ساعة للعامل فى الشهر .

المطلوب :

إعداد الخطة الإجمالية للإنتاج على أساس السماح باستخدام القوى العاملة والوقت الإضافى والمخزون . وإعداد الخطة الإجمالية فى حالة استخدام سياسة تعيين والإستغناء عن عمال .

الوحدة السادسة

تخطيط الإحتياجات من المواد

أولاً : الطلب المستقل والطلب المشتق

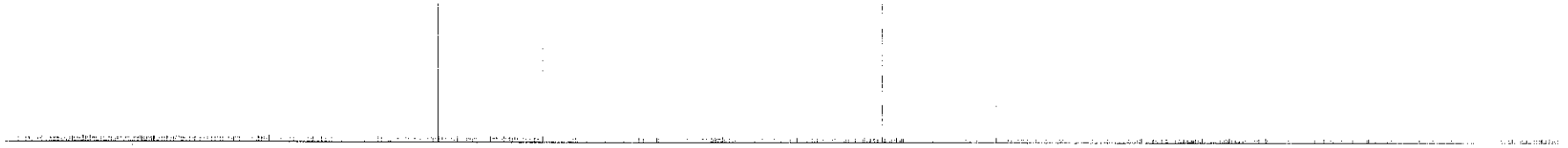
ثانياً : نظام تخطيط الإحتياجات من المواد

ثالثاً : تخطيط الإحتياجات من الطاقة

رابعاً : تخطيط الموارد الصناعية

خامساً : استخدام نظام التوريد عند الإنتاج (JIT) مع نظام تخطيط الإحتياجات من المواد MRP

سادساً : أسئلة للمناقشة وتطبيقات



تخطيط الإحتياجات من المواد

أولا : الطلب المستقل والطلب المشتق
Independent and Dependent Demand

هناك أنواع من المخزون ، يتسم الطلب عليها بالإستقلال Independent Demand حيث لا توجد علاقة بين الطلب على الأصناف وبعضها البعض ، وغالبا ما يتحقق ذلك بالنسبة للسلع تامة الصنع ، ولكن عندما يكون الطلب على نوع معين من المخزون طلب مشتق ومرتبط بغيره من الأنواع ، مثل الطلب على المواد الخام والأجزاء والتجميعات المرحلية التى تستخدم فى إنتاج المنتج النهائى يسمى الطلب عليها بالطلب المشتق Dependent Demand ، فعلى سبيل المثال إنتاج السيارات يحتاج إلى مواد خام وأجزاء نصف مصنعة بكميات معينة يتم تحديدها بناء على الكمية المطلوبة من المنتج الأساسى وهو السيارات ، والذى يعتبر الطلب عليه طلبا مستقلا ، أما المواد والأجزاء نصف المصنعة فيعتبر الطلب عليها طلبا مشتقا .

ويتسم الطلب المستقل بالإستقرار والإستمرار وخاصة بعد تحديد المسموحات لمواجهة التغيرات الموسمية ، أما الطلب المشتق فيميل إلى أن يكون غير منتظم ومتقطع Lumpy Demand ، وبالتالى لا يمكن استخدام الأساليب التقليدية لمراقبة المخزون مثل تحديد الكمية الإقتصادية للطلب ، ونقطة إعادة الطلب حيث تقوم هذه الأساليب على فكرة الطلب المستمر .

ولفهم كيف يكون الطلب متقطع وغير منتظم Lumpy لنفترض وجود منتج يحتاج إلى جزء معين "X" سنجد أنه عند بدء إنتاج هذا المنتج يتم سحب الكمية المطلوبة من الجزء "X" من المخازن فى أول فترة الإنتاج بحيث تكفى لإستمرار الإنتاج خلال الفترة كلها ، وهذا يسبب انخفاض مفاجئ فى رصيد الجزء "X" فى المخازن ، ويظل الباقى من المخزون من الجزء "X" بدون استخدام إلى أن يتم مرة أخرى سحب كمية منه تكفى لتصنيع كمية أخرى من المنتج الرئيسى .

ثانيا : نظام تخطيط الإحتياجات من المواد
Material Requirements Planning (MRP)

يعتبر نظام تخطيط الإحتياجات من المواد نظام للمعلومات باستخدام الحاسبات الألكترونية يتم تصميمه لتناول الأصناف التى يتصف الطلب عليها بأنه مشتق من أصناف أخرى ، مثل المواد الخام ، والأجزاء نصف المصنعة ، والمكونات ، والتجميعات المرحلية والتى تدخل فى إنتاج منتجات تامة التصنيع ، ويتم فيه ترجمة خطة الإنتاج للمنتجات النهائية فى المشروع لخطة إحتياجات للمكونات والأجزاء المستخدمة فى الإنتاج عن طريق استخدام المعلومات المتوافرة عن فترات التوريد لتحديد متى يتم إصدار أوامر التوريد ، والكمية المطلوبة من هذه المواد والأجزاء والمكونات ، وبذلك يمكن إعداد جداول التوريد والتصنيع والتجميع لإتمام الإنتاج فى الوقت المطلوب مع الاحتفاظ بالمستوى الأدنى من المخزون الذى يضمن إستمرار الإنتاج ويقلل من تكاليف التخزين .

ويعتبر نظام تخطيط الإحتياجات من المواد فلسفة وأسلوب للجدولة ومراقبة المخزون يمكن من التغلب على مشاكل التعامل مع جدولة أعداد كبيرة من المكونات والأجزاء ومشاكل التغير فى ظروف التوريد ، ومواجهة المشاكل التى نتجت عن استخدام الأساليب التقليدية فى تحديد كمية الطلب ونقطة إعادة الطلب عند التعامل مع الأصناف ذات الطلب المشتق ، والتى أدت إلى زيادة كبيرة فى حجم المخزون وبالتالى ارتفاع فى التكاليف .

وبداية من أوائل السبعينات بدأت المشروعات تهتم بضرورة التفرقة بين الأصناف ذات الطلب المشتق والطلب المستقل والتعامل معها بأسلوب مختلف ، وقد كان للجهود التى بذلها كل من Joseph Orlicky, George Plossl, Oliver Wight والجمعية الأمريكية للرقابة على الإنتاج والمخزون American Production and Inventory Control Society (APICS) أثرها فى إنتشار استخدام هذا الأسلوب فى الصناعة على نطاق واسع . وفى البداية كان استخدام تخطيط الإحتياجات من المواد MRP ، مقصورا على المواد Materials المستخدمة فى الإنتاج ، ولكن مع زيادة استخدام الحاسبات والتطورات التى حدثت فى هذا المجال بدأ استخدام MRP II والذى تم تطبيقه على تخطيط الموارد الصناعية Manufacturing

Resource Planning لتحقيق الرقابة على النظام كله من خلال الجدولة والرقابة على المخزون وأنشطة التمويل والحسابات وغيرها ، وانتشر تأثير تخطيط الإحتياجات ليشمل المشروع كله ، وتضمن مفاهيم جديدة مثل الإنتاج والتوريد عند الإنتاج Just – In – Time (JIT) ونظام الرقابة بالبطاقات Kanban System .

والجدول رقم (١) يوضح أمثلة من الصناعات التى تستخدم نظام تخطيط الإحتياجات من المواد ، ومدى الفائدة التى يمكن أن تحققها من استخدامه ، ويتضح من الجدول أن الصناعات التجميعية أكثر إستفادة من هذا النظام من الصناعات التى تعتمد على العمليات التصنيعية أو التحويلية .

وقد أظهر التطبيق العلمى أن المشروعات التى تنتج عدد قليل من الوحدات سنويا والتى تحتاج إلى أساليب متقدمة فى التصميم والبحوث والتطوير تميل فترة التوريد بها إلى أن تتسم بطول المدة وعدم التأكد مما يجعل من الصعب استخدام أسلوب تخطيط الإحتياجات من المواد وهنا يتم استخدام جدولة شبكة الأعمال Network Scheduling Techniques .

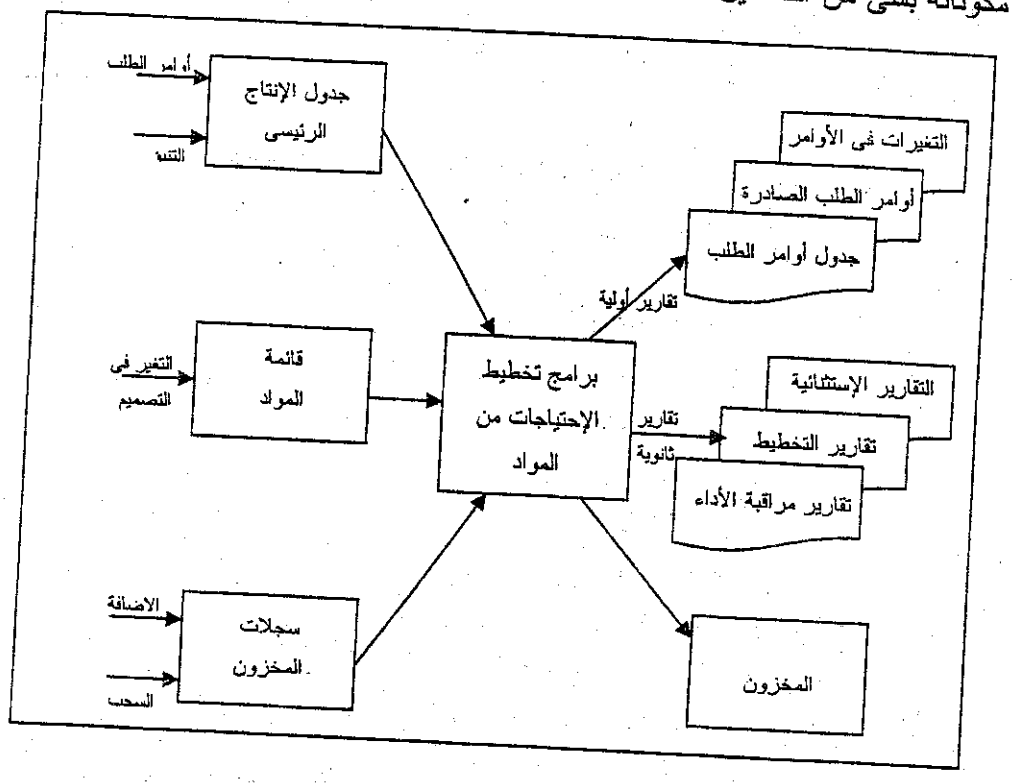
جدول رقم (١) الفوائد المتوقعة من تطبيق نظام تخطيط الإحتياجات من المواد فى الصناعات المختلفة

نوع الصناعة	أمثلـــــة	الفائدة المتوقعة
مشروعات التجميع للسوق (للتخزين)	يتم فيها تجميع أجزاء ومكونات متعددة لإنتاج المنتج النهائى لتلبية إحتياجات التخزين والسوق ، مثل صناعة الساعات ، والعدد ، والأجهزة ، وغيرها .	عالية
مشروعات التصنيع للسوق (للتخزين)	العمليات التصنيعية بواسطة الشركة أكثر من عمليات تجميع الأجزاء ، مثل تصنيع حلقات المكابس ، أو المفاتيح الكهربائية .	منخفضة
مشروعات لعمليات تجميعية حسب الطلب	التجميع النهائى يتم حسب إحتياجات العمل ولكن من ضمن اختيارات نمطية ، مثل صناعة النقل "الشاحنات" والمولدات ، والموتورات .	عالية
مشروعات التصنيع حسب الطلب	يتم التصنيع حسب إحتياجات العميل ، مثل صناعة الملابس ، والأزرار وغيرها	منخفضة
مشروعات تصنيع وتجميع حسب الطلب	يتم التصنيع والتجميع حسب إحتياجات العميل مثل إنتاج المحركات ، والمعدات الثقيلة .	عالية
مشروعات لأداء عمليات معينة	مثل المسابك ، وصناعة البلاستيك ، والمطاط ، والورق ، والمنتجات الكيميائية ، ومواد الصباغة ، والأغذية ، والأدوية .	متوسطة

ويتكون نظام تخطيط الإحتياجات من المواد من مدخلات وتشمل قائمة المواد Bill of Materials وهى توضح المنتجات المطلوبة ، والجدول الرئيسى Master Schedule ويوضح كمية وتوقيت الإحتياجات من المواد المختلفة ، وملف سجلات المخزون Inventory Records File ، ويوضح المخزون المتوافر من الأصناف المختلفة وأيضا الكميات التى تم طلبها من الموردين ولم تصل بعد ، هذه المعلومات يتم استخدامها بواسطة برامج مختلفة للحاسب لتحديد صافى الإحتياجات لكل فترة من فترات الخطة ، أما مخرجات نظام تخطيط

الإحتياجات من المواد فيشمل جدول أوامر الطلب ، وأوامر الطلب الصادرة ، والتغيرات فى الأوامر ، وتقارير مراقبة الأداء ، وتقارير التخطيط ، والتقارير الاستثنائية .

والشكل رقم (١) يوضح نظام تخطيط الإحتياجات من المواد ، وسيتم تناول مكوناته بشئ من التفصيل



شكل رقم (١) نظام تخطيط الإحتياجات من المواد

(١) مدخلات نظام تخطيط الإحتياجات من المواد

هناك ثلاثة مصادر للمعلومات تعتبر مدخلات لنظام تخطيط الإحتياجات من المواد وهى :

١. جدول الإنتاج الرئيسى Master Production Schedule

يوضح هذا الجدول الأصناف أو المنتجات اللازم إنتاجها ، وكميتها ، وتوقيت إنتاجها ، والجدول رقم (٢) يوضح جزءاً من جدول الإنتاج الرئيسى لأحد المنتجات "ص" ويوضح أن المطلوب إنتاج ١٠٠ وحدة فى الأسبوع الرابع ، و١٥٠ وحدة فى الأسبوع الثامن .

جدول رقم (٢) جدول الإنتاج الرئيسى للمنتج "ص"

الأسابيع

المنتج "ص"	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
الكمية				١٠٠					١٥٠	

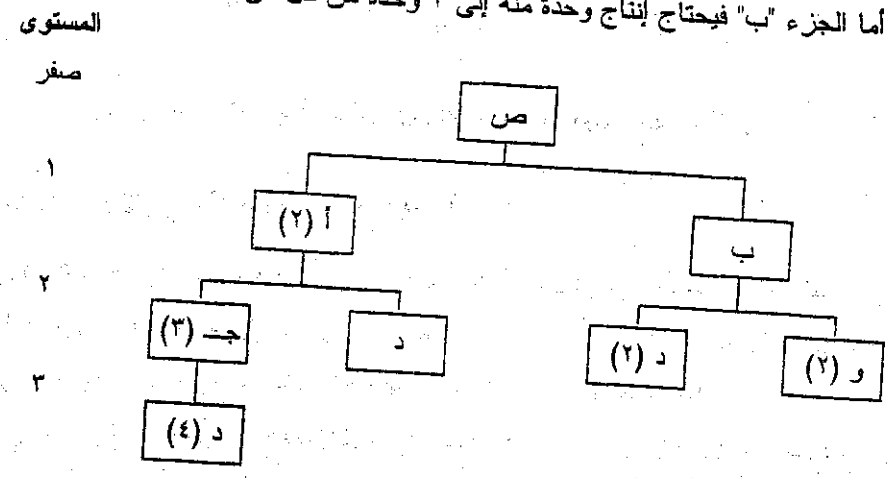
ويتم تحديد الكمية المطلوبة من المنتج من عدة مصادر مثل طلبات العملاء ، والتنبؤ بالطلب ، والطلبات الواردة من تجار التجزئة ، والطلبات الخارجية وغيرها .

ومن اللازم أن يغطى الجدول الرئيسى فترات التوريد اللازمة لإنتاج المنتجات النهائية وهذا الجدول يوضح الإحتياجات وتوقيتها بصرف النظر عن مدى إمكانية تنفيذها ، ولذلك يتم استخدام هذه المعلومات وتشغيلها من خلال نظام تخطيط الإحتياجات من المواد لإعطاء صورة واضحة للإحتياجات الفعلية للتنفيذ والتى يمكن بعد ذلك مقارنتها بالموارد والطاقة المتاحة وإتخاذ قرار بزيادة الطاقة فى حالة الحاجة لذلك عن طريق التعاقد من الباطن أو الوقت الإضافى ، وأخيرا يتم تثبيت جدول الإنتاج الرئيسى حتى يمكن تحديد الإحتياجات الفعلية من المواد ، وعادة تقوم المنظمة بتحديد عدد الفترات التى يتناولها التخطيط ويمكن إجراء التغيير على الفترات البعيدة ، أما القريبة فلا يسمح بالتغيير إلا فى حدود ضئيلة جدا .

ويعتبر الجدول الرئيسى مخرجات لعملية وسيطة بين التخطيط الكلى والرقابة على المواد وهى عملية التجزأة Disaggregating وتشمل ترجمة خطة الإنتاج الكلية إلى خطط تفصيلية تختص بفترات قصيرة (شهر أو أسبوع) وتوزع على المنتجات المختلفة .

٢. قائمة المواد The Bill of Materials

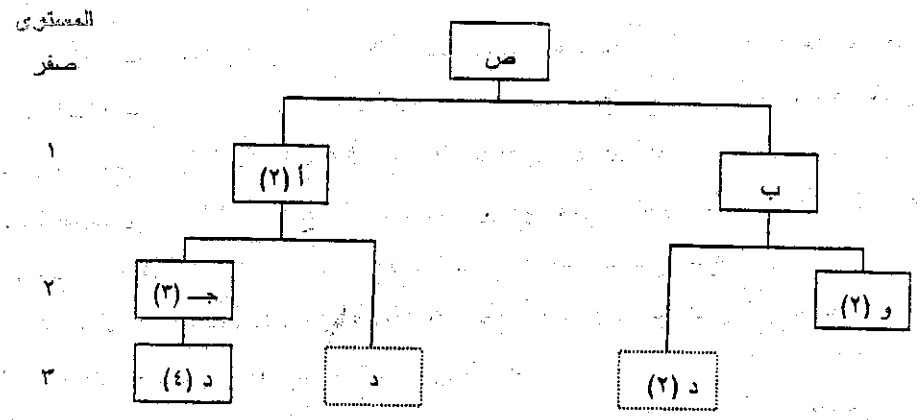
تحتوى قائمة المواد على المواد والأجزاء نصف المصنعة اللازمة لكل عملية تجميعية يحتاجها المنتج ، كما تحدد الكمية المطلوبة من هذه المواد لإنتاج وحدة فى مستوى معين للتجميع ، ويطلق عليها أحيانا شجرة المنتج Product Structure Tree فهى تأخذ شكل شجرة مقلوبة ، والشكل رقم (٢) يوضح شجرة للمنتج النهائى "ص" والذى يتطلب إنتاج وحدة منه إلى ٢ وحدة من الجزء " أ " ووحدة واحدة من الجزء "ب" ، ويحتاج إنتاج وحدة من " أ " إلى وحدة واحدة من "د" و٣ وحدات من "جـ" ، ويحتاج إنتاج وحدة من "جـ" إلى ٤ وحدات من "د" ، أما الجزء "ب" فيحتاج إنتاج وحدة منه إلى ٢ وحدة من كل من "د" ، "و" .



شكل رقم (٢) شجرة المنتج "ص"

ويلاحظ أن إحتياجات إنتاج كل جزء قد تم تحديدها فى هيئة مستويات تضم عدد الوحدات اللازمة من الصنف فى المستوى الأدنى Component لإنتاج وحدة من الصنف فى المستوى الأعلى Parent .

وحتى يمكن تحديد الإحتياجات الفعلية من اللازم خصم الموجود منها بالمخازن ، ويتم فحص الشجرة وتجميع الإحتياجات من كل صنف مطلوب فى أكثر من مستوى ثم يتم إعادة ترتيب الشجرة بحيث يظهر كل صنف فى مستوى واحد فقط وهو أدنى مستوى يمكن أن يتواجد فيه Low-Level Coding والشكل رقم (٣) يوضح عملية تحديد مستويات الأصناف .



شكل رقم (٣) شجرة المنتج "ص" بعد تحديد مستويات الأصناف

٣. سجلات المخزون Inventory Records

يحتوى هذا الملف على معلومات عن كل صنف تشمل تحديد الإحتياجات الإجمالية منه ، فعادة يكون الصنف مطلوبا لأكثر من عملية إنتاجية ، فيتم إجراء عملية تجميع لتلك الإحتياجات وكذلك معلومات عن جدولة الطلبات تحت التسليم ، والكميات المتاحة بالمخازن ، والموردين ، وفترة التوريد ، وحجم الطلبية الإقتصادية ، وأوامر التوريد غير المنفذة ، وحركة المخزون من إضافة وسحب ، ومسموحات الجودة .

(٢) برنامج تخطيط الإحتياجات من المواد

بالرغم من العمليات الحسابية البسيطة التى تتم لتحديد الإحتياجات من المواد إلا أن هذه العملية من الصعب القيام بها يدويا في ظل المشروعات الحالية التى تتسم بكبر الحجم وزيادة عدد المواد والأجزاء المستخدمة فى إنتاج المنتجات ، ويقوم الحاسب بالخطوات التالية لتحديد تلك الإحتياجات :

١ . يقوم الحاسب بتجميع الإحتياجات من كل صنف Gross Requirements ويعتمد فى القيام بذلك على جداول الإنتاج الرئيسية بدون النظر إلى المخزون المتاح ويتم ذلك لكل الأصناف التى تعتبر أصناف والديه Parent .

٢ . تحديد الوحدات التى تم طلبها من الموردين .

٣ . تحديد المخزون المتاح من الأصناف المختلفة فى بداية كل فترة ، وهو يمثل الوحدات التى تم طلبها + المخزون المتاح من الفترة السابقة .

٤ . تحديد صافى الإحتياجات Net Requirements ويتم حسابها كما يلى :

صافى الإحتياجات = إجمالى الإحتياجات – المتاح من المخزون + مخزون الأمان (إن وجد)

٥ . تحديد الطلبات الواجب استلامها في بداية الفترة الزمنية Planned Order Receipts وهى قد تعادل مقدار صافى الإحتياجات أو تزيد عليه فى حالة إصدار أوامر الطلب حسب الكمية الاقتصادية Lot Size وهذه الزيادة تضاف إلى إجمالى الإحتياجات للفترة التالية .

٦ . تحديد كميات أوامر التوريد ومواعيدها حسب آخر موعد يمكن فيه إصدار أمر التوريد أو الإنتاج حتى يمكن توفير الإحتياجات فى الوقت المناسب آخذين فى الاعتبار فترة التوريد أو فترة التصنيع فى حالة التصنيع داخل المنظمة .

٧ . يتم تكرار هذه العملية لكل الأصناف التى تم تحديدها فى شجرة المنتج متجهين إلى أسفل وتسمى هذه العملية بالتشعيب Explosion حيث يتم البدء بعدد محدد من الأصناف تزيد كلما إتجهنا للمستويات الأدنى .

تحديث وتعديل نظام تخطيط الإحتياجات من المواد

هناك أسلوبان لتحديث وتعديل نظام تخطيط الإحتياجات من المواد وهما **نظام التعديل كل فترة** ، و**نظام التعديل الفورى** .

يتم فى نظام التعديل كل فترة تجميع كل التغيرات التى حدثت خلال فترة معينة (أسبوع مثلا) ، وتعديل نظام تخطيط الإحتياجات وتطوير خطط الإنتاج عند الحاجة لذلك بنفس الطريقة الأولى التى تم لها تخطيط الإحتياجات من المواد وتجزئة قائمة المواد حسب مستوياتها ، ويناسب هذا النظام المشروعات التى تتسم بالإستقرار ، ولكن يعيبه عدم تعديل التخطيط فور حدوث تغيير ، ومن مزاياه أنه أقل تكلفة من النوع الآخر ، وأن هناك فرصة فى أن تلافى التغيرات بعضها البعض ، بالإضافة إلى عدم الحاجة إلى تكرار تعديل الخطة .

أما نظام التعديل الفورى فيتم إجراء التعديل فى خطة الإحتياجات فور ورود معلومات تفيد تغير الظروف ، مثل رفض طلبية واردة لإنخفاض الجودة ، أو التأخر فى فترة التوريد ، وهذا النظام يناسب المشروعات التى تتسم بالتغير المستمر ، ولكن يعيبه ارتفاع تكاليف التشغيل للحاسب الذى يقوم بعمليات التعديل بصفة مستمرة ، مما يجعل النظام فى حالة تغيير وعدم إستقرار ، ويمكن علاج ذلك عن طريق إجراء التغيرات الهامة فور حدوثها وتأجيل غير الهامة لإجرائها بصفة دورية ، ويمتاز نظام التعديل الفورى بتوفير المعلومات اللازمة للإدارة لأغراض التخطيط والرقابة .

(٣) مخرجات نظام تخطيط الإحتياجات من المواد

يمكن تصنيف مخرجات نظام تخطيط الإحتياجات من المواد إلى تقارير أولية وتقارير ثانوية .

١. التقارير الأولية Primary Reports

وهذه التقارير تستخدم فى التخطيط والرقابة على الإنتاج والمخزون وتشمل مايلى :

أ- **جدول أوامر الطلب** ، وفيها يتم تحديد كميات الطلب وتوقيت إصدار أوامر التوريد فى المستقبل .

ب- **أوامر الطلب الصادرة** ، وتتضمن سلطة تنفيذ الأوامر المخططة .

ج- **التغيرات فى أوامر التوريد** ، والتى تتضمن تغيير مواعيد الإستلام ، أو الطلب ، أو حتى إلغاء أمر التوريد .

٢. التقارير الثانوية Secondary Reports

ويتم استخدامها فى تقييم الأداء ، وفى التخطيط والرقابة وتشمل ما يلى :

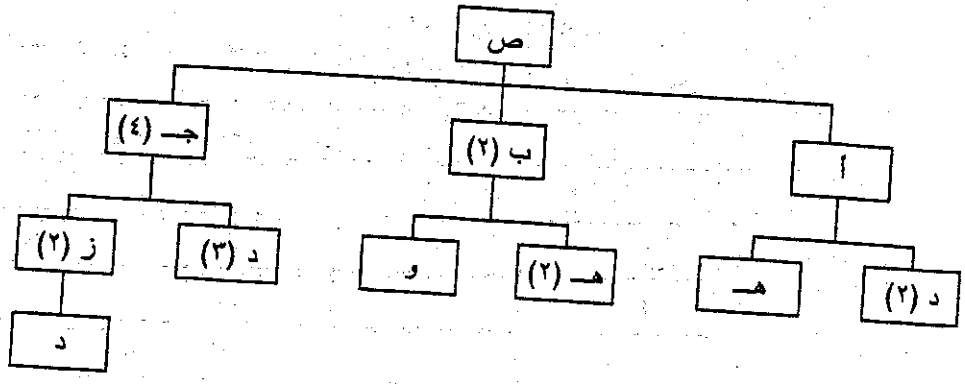
أ- **تقارير مراقبة الأداء** ، وتستخدم لتقييم نظام العمليات ، وتحديد الإنحرافات عن الخطة ، والأوامر غير المنفذة ، والطلب غير المحقق ، وهذه المعلومات تفيد فى تحديد التكاليف .

ب- **تقارير التخطيط** ، وتستخدم فى التنبؤ بالإحتياجات المستقبلية من المخزون وتحديد الإحتياجات من المواد .

ج- **التقارير الإستثنائية** ، وهى تتعامل مع الحالات التى تتضمن التأخير فى تنفيذ الطلبيات ، وزيادة معدل العادم ، وأخطاء التشغيل ، والإحتياجات لمقابلة زيادة الأجزاء المعدومة .

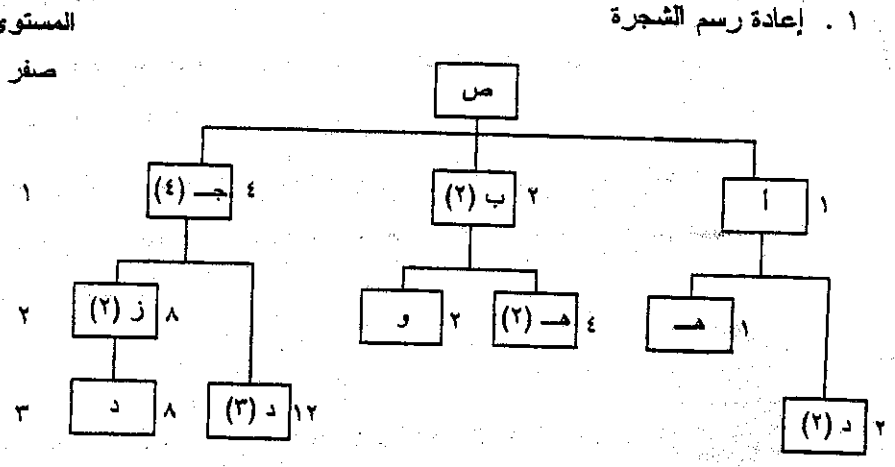
مثال

توضح شجرة المنتج التالية المكونات والأجزاء المطلوبة لإنتاج وحدة من المنتج "ص" ، والمطلوب إعادة رسم الشجرة لتحديد مستويات الأجزاء ، وتحديد الكميات المطلوبة من المكونات لإنتاج ١٠٠ وحدة من المنتج "ص" .



الحل

١ . إعادة رسم الشجرة

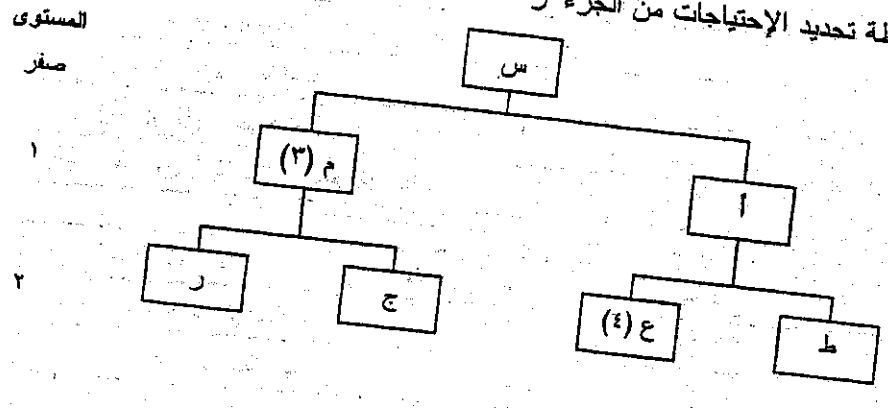


٢ . تحديد الكميات المطلوبة من الأجزاء لإنتاج ١٠٠ وحدة من المنتج "ص" .

المستوى	الصنف	الكمية لإنتاج وحدة من "ص"	الكمية لإنتاج ١٠٠ وحدة من "ص"
صفر	ص	١	١٠٠
١	أ	١	١٠٠
	ب	٢	٢٠٠
	جـ	٤	٤٠٠
٢	هـ	٥	٥٠٠
	و	٢	٢٠٠
	ز	٨	٨٠٠
٣	د	٢٢	٢٢٠٠

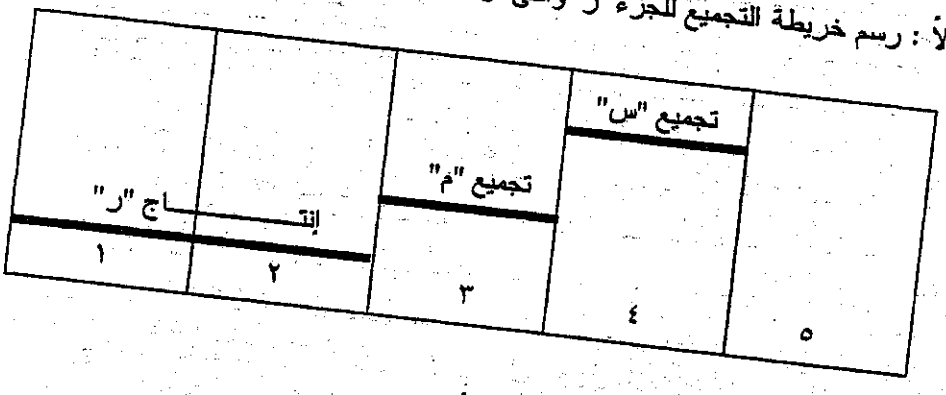
مثال

توضح الشجرة التالية المكونات المطلوبة لإنتاج المنتج "س" ، ويرغب مدير الشركة فى تحديد الإحتياجات المطلوبة من الجزء "ر" لإنتاج ١٢٠ وحدة من "س" فى بداية الأسبوع الخامس ، وتبلغ فترة التوريد أسبوعا واحدا للمستوى صفر والمستوى الأول ، وأسبوعين للمستوى الثانى ، فإذا علمت أن هناك ٦٠ وحدة سيتم إستلامها من الجزء "م" فى نهاية الأسبوع الأول بالإضافة إلى ١٠٠ وحدة من الجزء "ر" فى بداية الأسبوع الأول ، فالمطلوب وضع خطة تحديد الإحتياجات من الجزء "ر" .



الحـــل :

أولاً : رسم خريطة التجميع للجزء "ر" والتى تؤدى لإنتاج المنتج "س" .



ثانيا : الجدول الرئيسى وخطة تحديد الإحتياجات للمنتج "س" ، والجزء "م" ، والجزء "ر" .

الأسابيع	١	٢	٣	٤	٥
الكمية					١٢٠

الصنف "س"	فترة التوريد				أسبوع
إجمالى الإحتياجات					١٢٠
وحدات تم طلبها					
مخزون متاح					صفر
صافى الإحتياجات					١٢٠
وصول الكمية المطلوبة					١٢٠
إصدار أمر توريد للكمية المطلوبة				١٢٠	

١٢٠ × ٣ حسب شجرة المنتج) يحتاج إنتاج وحدة من "س"٣ وحدات من "م"

الصنف "م"	فترة التوريد			أسبوع	
إجمالى الإحتياجات				٣٦٠	
وحدات تم طلبها		٦٠			
مخزون متاح		٦٠	٦٠	٦٠	
صافى الإحتياجات				٣٠٠	
وصول الكمية المطلوبة				٣٠٠	
إصدار أمر توريد للكمية المطلوبة			٣٠٠		

٣٠٠ × ٢ يحتاج إنتاج وحدة من "م" ٢ وحدة من "ر"

الصنف " ر "	فترة التوريد			٢ أسبوع	
إجمالى الإحتياجات			٦٠٠		
وحدات تم طلبها	١٠٠				
مخزون متاح	١٠٠	١٠٠	١٠٠		
صافى الإحتياجات			٥٠٠		
وصول الكمية المطلوبة			٥٠٠		
إصدار أمر توريد للكمية المطلوبة	٥٠٠				

يلاحظ على الحل ما يلى :

١ . تم تحديد الجدول الرئيسى على أساس إنتاج ١٢٠ وحدة من المنتج "س" يتم تجهيزها فى بداية الأسبوع الخامس .

٢ . تبلغ إجمالى الإحتياجات من المنتج "س" ١٢٠ وحدة ، وكذلك صافى الإحتياجات حيث لا يوجد أى مخزون متاح منه ، وطالما أن فترة التوريد تبلغ أسبوعا واحدا فمن اللازم إصدار أمر التوريد فى بداية الأسبوع الرابع .

٣ . تبلغ إجمالي الإحتياجات من الجزء "م" ثلاثة أضعاف المنتج "س" حيث يحتاج إنتاج الوحدة من "س" ٣ وحدات من "م" ويتم خصم ٦٠ وحدة يتم إستلامها فى نهاية الأسبوع الأول وتظهر ضمن المخزون المتاح فى بداية الأسبوع الثانى فيصبح صافى الإحتياجات ٣٠٠ وحدة ، وطالما أن فترة التوريد أسبوع يتم إصدار أمر التوريد لطلب الكمية فى بداية الأسبوع الثالث .

٤ . طالما أن أنتاج وحدة من الجزء "م" يحتاج ٢ وحدة من "ر" تصبح إجمالى الإحتياجات من "ر" ٦٠٠ وحدة ، ويتم خصم الكمية التى سيتم إستلامها فى الأسبوع الأول فيصبح صافى الإحتياجات ٥٠٠ وحدة ، كما يتم إصدار أمر التوريد لهم فى الأسبوع الأول حيث أن فترة التوريد تبلغ ٢ أسبوع .

ثالثا : تخطيط الإحتياجات من الطاقة

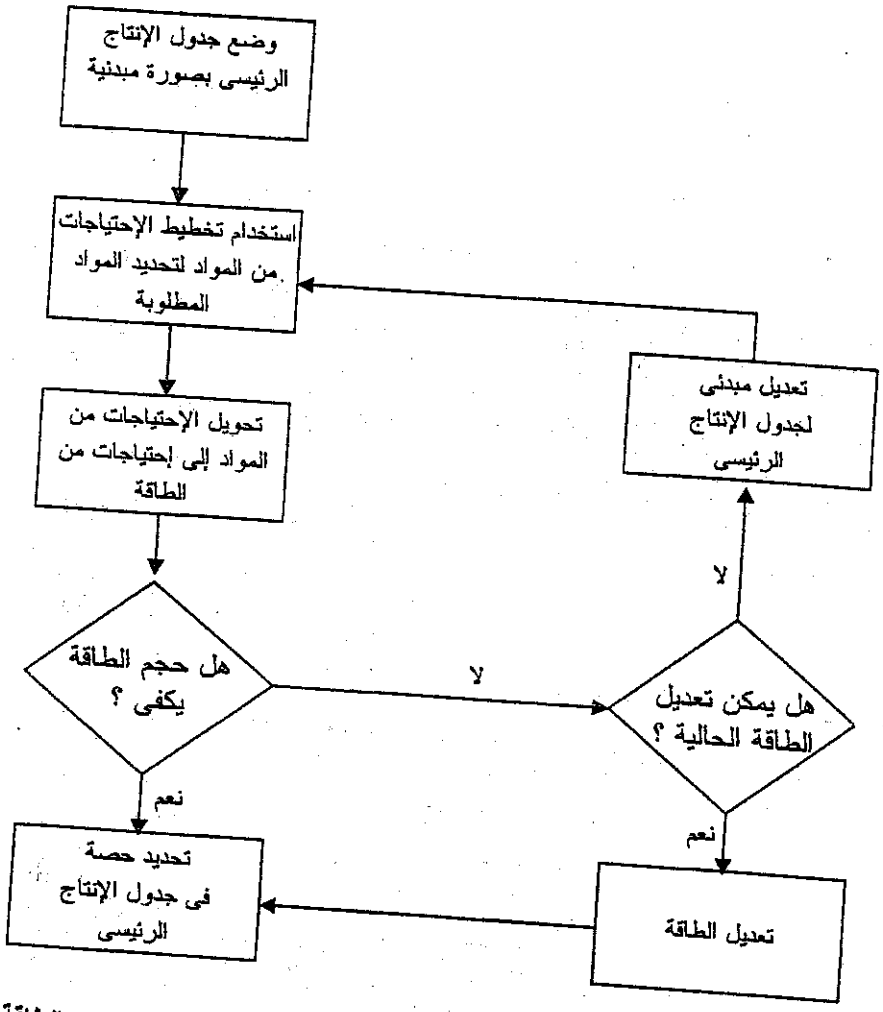
ونظام تخطيط الإحتياجات من الطاقة Capacity Requirements Planning يوضح العملية التى يتم بها تحديد الإحتياجات من الطاقة فى الأجل القصير ، وتعتبر أوامر الطلبيات الصادرة ، والطاقة الحالية ، وزمن الإنتاج مدخلات لهذا النظام ، أما مخرجاته فتكون تقارير التحميل لكل مركز عمل . ومن أهم مزايا نظام تخطيط الإحتياجات من المواد مساعدة المديرين فى تحديد الإحتياجات من الطاقة ، فعند وضع جدول الإنتاج الرئيسى موضع التطبيق عن طريق نظام تحديد الإحتياجات من المواد قد تجد الشركة أنه لا يمكن تنفيذه نظرا

لعدم وجود طاقة كافية لإنتاج الأجزاء والمكونات التى يحتاجها المنتج وهنا يكون أمام الشركة المفاضلة بين مجموعة من البدائل .

فمثلا عند وجود زيادة فى الإحتياجات عن الطاقة المتاحة يصبح أمام الشركة عدة بدائل مثل تغيير حجم الدفعة الإنتاجية المطلوبة ، أو حجم مخزون الأمان ، أو تقسيم الدفعة أو تحريك فترة الإنتاج لفترات قادمة .

والشكل رقم (٤) يوضح العلاقة بين تخطيط الإحتياجات من المواد MRP ونظام تخطيط الإحتياجات من الطاقة CRP .

تبدأ عملية تخطيط الإحتياجات من الطاقة باختبار إمكانية تنفيذ جدول الإنتاج الرئيسى عن طريق تحديد الإحتياجات من المواد والطاقة وعادة تكون هذه العملية فى صورة تقارير التحميل المطلوبة من المراكز والأقسام الإنتاجية المختلفة ، وتتم مقارنة المطلوب من الطاقة والمتاح حاليا ، وقد يظهر أن هناك زيادة فى الطاقة المتاحة عن المطلوبة لتنفيذ العمل فى بعض الفترات بينما تزيد الطاقة المطلوبة عن المتاحة فى فترات أخرى ، وهنا يمكن نقل بعض الأوامر الإنتاجية لتنفيذها فى فترات وجود فائض فى الطاقة المتاحة إن أمكن ذلك دون تأثير على مواعيد التسليم ، أو قد يرى المديرون استخدام الوقت الإضافى ، أو التعاقد من الباطن ، أو استخدام العمالة أو الطاقة المتاحة فى أقسام أخرى (فى حالة إمكانية ذلك من الناحية الفنية والإقتصادية) وإذا لم يمكن تنفيذ ذلك يكون البديل هو تعديل الجدول الرئيسى للإنتاج وهنا يجب وضع أولويات فى تنفيذ الأوامر طالما أن بعض الأوامر سيتم تأجيل تنفيذها لفترات لاحقة .



شكل رقم (٤) العلاقة بين تخطيط الإحتياجات من المواد وتخطيط الإحتياجات من الطاقة

ويتم تحديد الإحتياجات من العمالة أو المعدات عن طريق المعادلة التالية :

الإحتياجات من العمالة = عدد الوحدات × إحتياجات إنتاج الوحدة من عنصر العمل

الإحتياجات من المعدات = عدد الوحدات المطلوبة × إحتياجات إنتاج الوحدة من المعدات

ويمكن حساب معدل استغلال الطاقة = $\frac{\text{الإحتياجات}}{\text{المتاح}} \times ١٠٠$

مثال

البيانات التالية توضح جدول الإنتاج بالوحدات ، وإحتياجات إنتاج الوحدة من عنصر العمل والمعدات .

جدول الإنتاج

الأسبوع	١	٢	٣	٤
الكمية (وحدة)	٢٠٠	٣٠٠	١٠٠	١٥٠

الوقت المعيارى

العمل	٠,٥ ساعة/للوحدة
المعدات	١,٠ ساعة/للوحدة

والمطلوب تحديد الإحتياجات من عنصر العمل والمعدات لكل أسبوع عمل ، ومعدل الاستخدام للعمالة والمعدات لكل أسبوع إذا علمت أن طاقة العمل ٢٠٠ ساعة أسبوعيا ، وطاقة المعدات ٢٥٠ ساعة أسبوعيا .

الحل

يتم تحويل الإحتياجات إلى إحتياجات من العمالة والمعدات عن طريق المعادلة :

الإحتياجات = عدد الوحدات المطلوبة × الوقت المعيارى لإنتاج الوحدة

(٠,٥ للعمالة ، ١,٠ للمعدات)

الأسابيع	١	٢	٣	٤
الكميات	٢٠٠	٣٠٠	١٠٠	١٥٠
ساعات العمل	١٠٠	١٥٠	٥٠	٧٥
ساعات عمل آلى	٢٠٠	٣٠٠	١٠٠	١٥٠

× ٠,٥ ساعة عمل

× ١,٠ ساعة عمل

$$\text{معدل الاستخدام} = \frac{\text{الإحتياجات}}{\text{المتاح}} \times ١٠٠$$

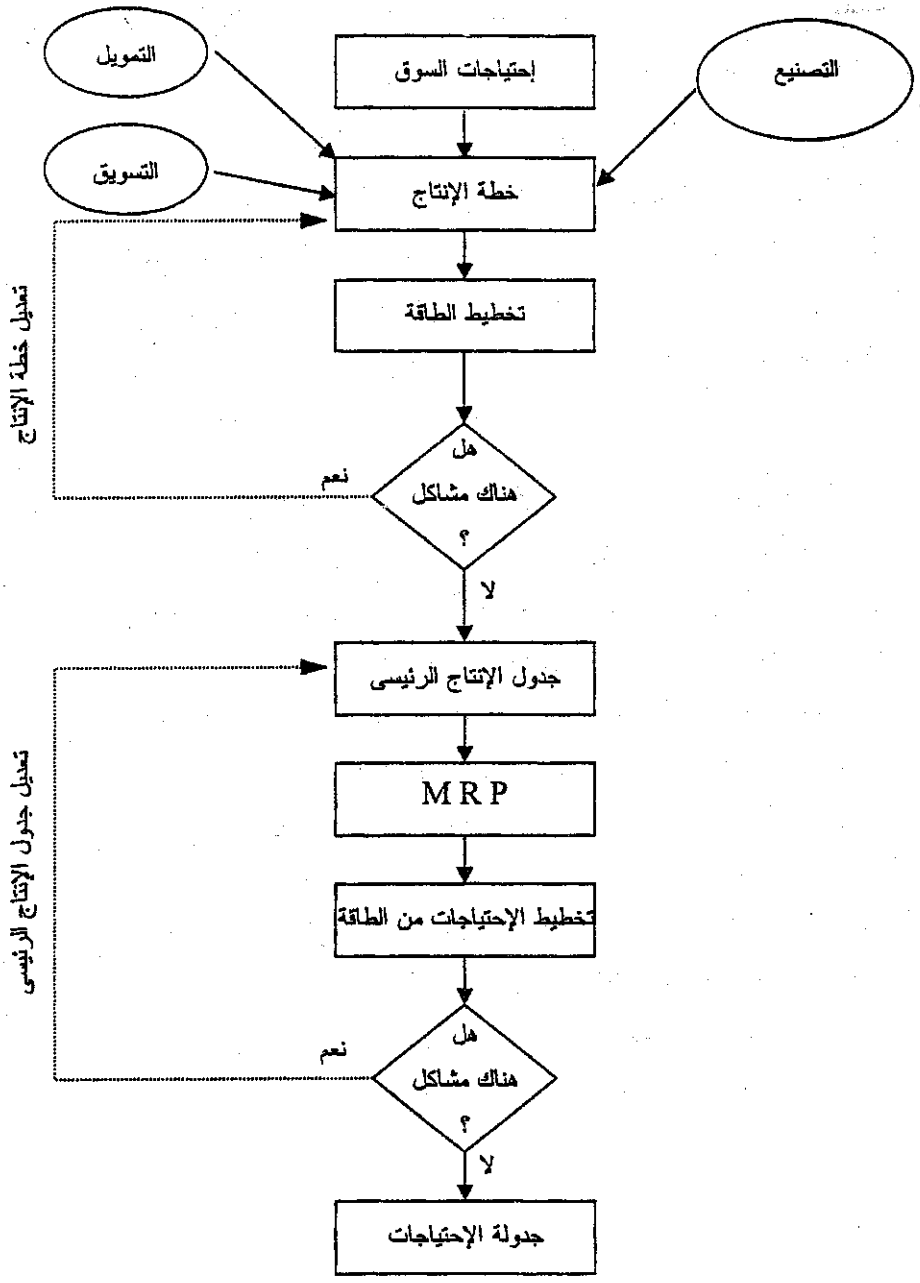
الطاقة المتاحة من العمل ٢٠٠ ساعة / الأسبوع ، والطاقة المتاحة من المعدات ٢٥٠ ساعة / الأسبوع .

الأسابيع	١	٢	٣	٤
العمل	%٥٠	%٧٥	%٢٥	%٣٧,٥
المعدات	%٨٠	%١٢٠	%٤٠	%٦٠

رابعا : تخطيط الموارد الصناعية
Manufacturing Resources Planning MRPII

تطور حديثا أسلوب تخطيط الإحتياجات من المواد ليشمل مجالات أخرى فى المنظمات وهى المجال التسويقى والمالى وغيرها من الوظائف الحيوية ، وعرفت باسم تخطيط الموارد الصناعية MRPII وهى تمثل أسلوب أكثر أتساعا لتخطيط الإحتياجات الإنتاجية والهدف الرئيسى لهذا الأسلوب هو دمج الوظائف الموجودة فى المنظمة مثل الأفراد ، والمشتريات ، والإدارة الهندسية ، والتسويقية ، والتمويل ، والإنتاج فى عملية التخطيط . والشكل رقم (٥) يوضح أسلوب تخطيط الموارد الصناعية .

تبدأ عملية تخطيط الموارد الصناعية بتحديد الطلب على مختلف السلع التى تقوم الشركة بإنتاجها ، عن طريق جمع المعلومات من المصادر المختلفة كأوامر الطلب ، والتنبؤ بإحتياجات السوق ، والإنتاج المطلوب كمخزون للأمان ، وتشترك الوظائف المختلفة فى تحديد خطة الإنتاج وبذلك يصبح العاملون فى المجالات الوظيفية المختلفة مسئولين عن تنفيذ الخطة طالما إشتركوا فى وضعها ، وحتى يمكن تنفيذ الخطة يجب التأكد من توافر الموارد المطلوبة فى وقت الحاجة إليها ، وإذا وجدت مشاكل لتنفيذ الخطة يتم تعديلها أو الإنتقال إلى المرحلة التالية وهى وضع جدول الإنتاج الرئيسى ، وتقوم البرامج الخاصة بتخطيط الإحتياجات من المواد MRP بتحديد الإحتياجات المطلوبة من الأصناف سواء الوالديه أو المكونات لكل منتج ، ويتم بعد ذلك ترجمة تلك الإحتياجات إلى إحتياجات من الطاقة ، وهنا يتم التأكد من عدم وجود مشاكل فى التنفيذ فإذا كانت الطاقة المتاحة لا تكفى يتم تعديل جدول الإنتاج الرئيسى ، أو يتم الإنتقال إلى جدولة الإحتياجات . وتهدف هذه العملية إلى تحقيق أهداف المنظمة فى إنتاج السلع أو تأدية الخدمات التى تلبى حاجة المستهلكين .



شكل رقم (٥) تخطيط الموارد الصناعية MRPII

خامسا : استخدام نظام التوريد عند الإنتاج (JIT) مع نظام تخطيط الإحتياجات من المواد MRP

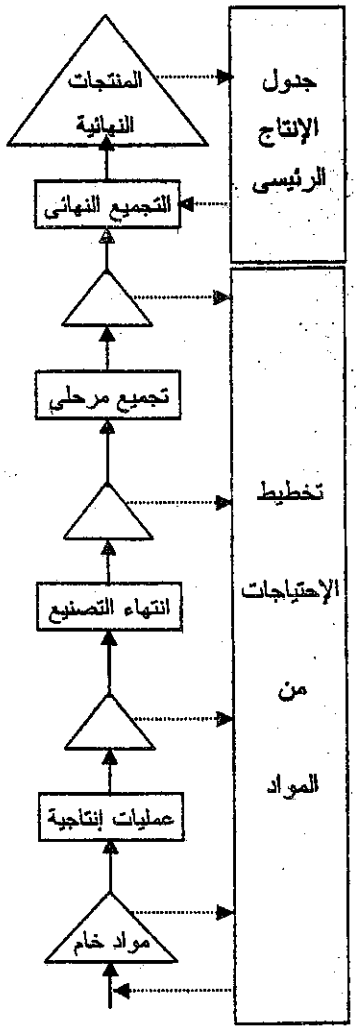
لكل من نظامى التوريد عند الإنتاج Just-In-Time ونظام تخطيط الإحتياجات من المواد MRP فوائده ، ويصبح السؤال هل يمكن الجمع بين النظامين ؟ وكيف يمكن ذلك ؟ وحاليا أصبح التحدى الأساسى هو الدمج بين أساليب التحسين المقدمة بواسطة نظام JIT مع نظام التخطيط والرقابة المقدم من نظام MRP ، وبالرغم من المحاولات التى تتم فى هذا المجال إلا أنه للآن لم يتم التوصل إلى طريقة معينة للدمج بينهما وقد يرجع ذلك إلى أن نظام تخطيط الإحتياجات من المواد MRP نظام تخطيط إنتاجى يستخدم الحاسب على نطاق واسع ، وإضافة نظام JIT إليه يعتبر مهمة فى غاية الصعوبة . والجدول رقم (٣) يوضح جانب من صعوبات عملية الدمج بين النظامين والتى تنشأ من الإختلاف بينهما فى الأهداف والأساليب المستخدمة .

جدول رقم (٣) الفرق بين نظامى JIT , MRP

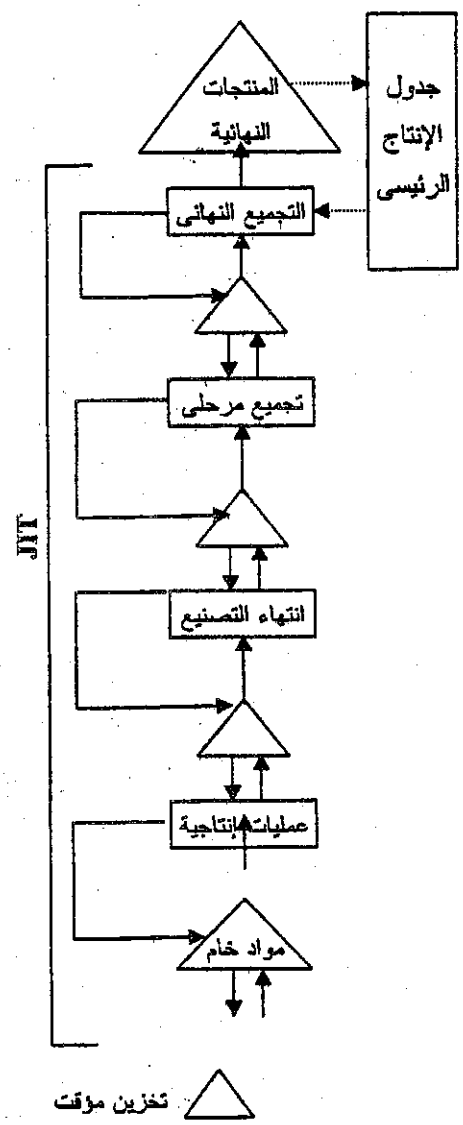
مجال المقارنة	MRP	JIT
مجال إعتماد النظام	جدول الإنتاج الرئيسى ، وقائمة المواد ، وسجلات المخزون	جدولة الإنتاج الرئيسى ، ونظام الرقابة بالبطاقات Kanban System
أهداف النظام	التخطيط والرقابة	إزالة الضائع ، والتحسين المستمر
عملية التحسين	سلبية – لا توجد جهود نحو التغيير	ايجابية – هناك محاولات لتحسين وتغيير النظام ، وتقليل المخزون
البيانات المطلوبة	تفصيلية ودقيقة	أقل وممكنة
العمليات	تتم عن طريق الحاسبات الألكترونية	بسيطة ، يدوية تستخدم فى الرقابة مثل نظام البطاقات

والشكل رقم (٦) يوضح الرقابة على عمليات الإنتاج عن طريق MRP وعن طريق استخدام أسلوب الدمج بين JIT و MRP

١- MRP



٢- اندمج بين نظامى MRP / JIT



شكل رقم (٦) الرقابة على الإنتاج باستخدام MRP
واستخدام أسلوب للدمج بين JIT/MRP

يوضح الشكل فى الجانب الأيمن استخدام نظام MRP فى الرقابة حيث تتم الرقابة على جدولة الموارد مثل المخزون وذلك بصفة مستمرة ، والجانب الأيسر يوضح نظام JIT حيث يعمل كنظام للسحب Pull .

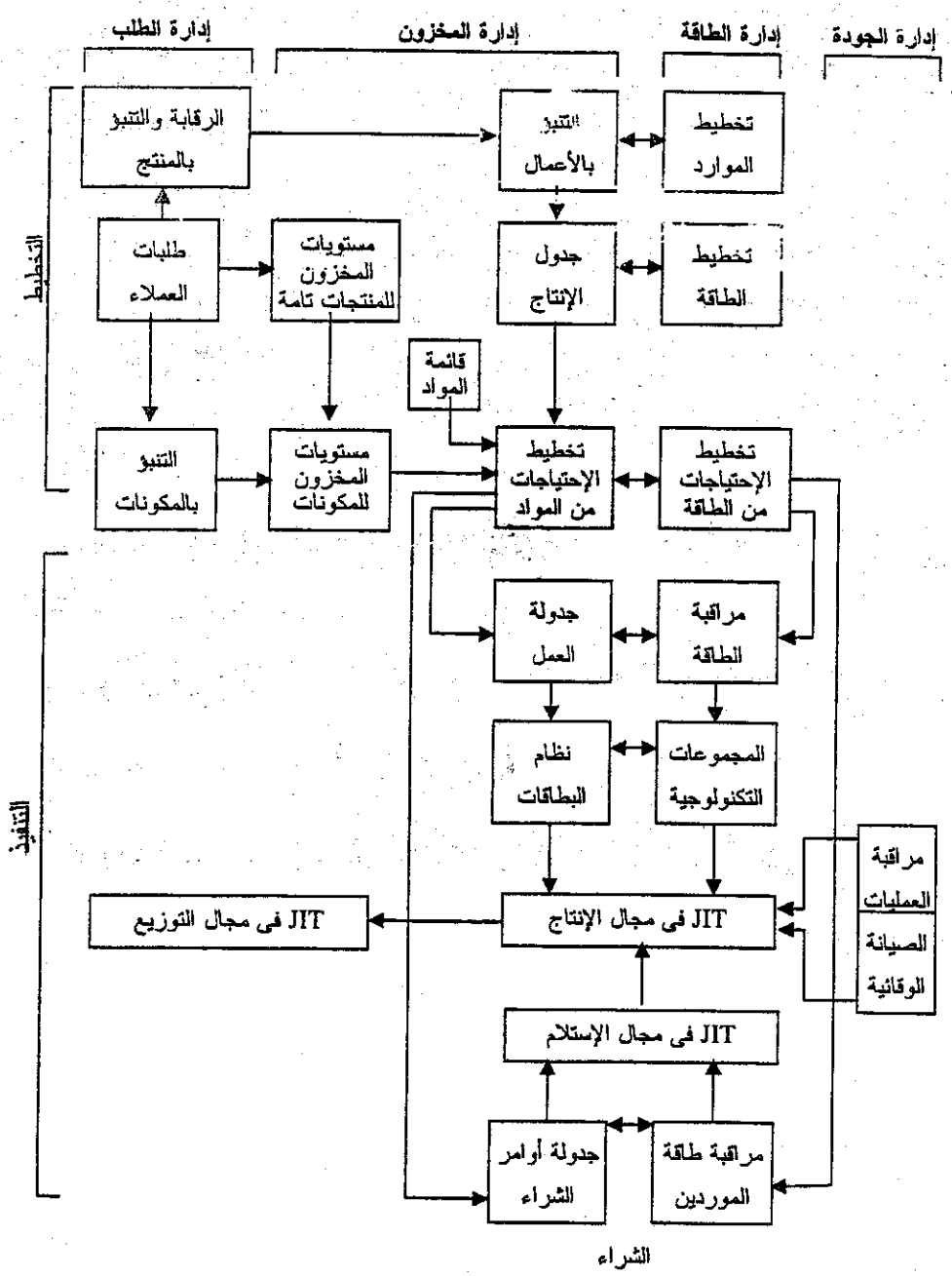
والشكل رقم (٧) يوضح كيف يمكن إجراء عملية الدمج ، فالجزء العلوى النظام التقليدى MRP مع مدخلاته والتى تتضمن التنبؤ بالطلب ، وتحديد مستويات المخزون ، وقائمة المواد حيث يتم وضع خطة تحديد الإحتياجات ، أما الجزء الأسفل فيوضح نظام JIT حيث يتم الرقابة عند إستلام المواد ، وعند الإنتاج ، وعند توزيع المنتجات التامة ، وفى الوسط نجد عملية جدولة العمل ونظام البطاقات Kanban System حيث يتم جمعها مع مراقبة الطاقة وتخطيط المجموعات التكنولوجية .

وقد قدم S.D.P.Flapper و G.J.Miltenburg و J.Wijngaard أسلوب لإجراء عملية الدمج عن طريق ثلاث خطوات :

١ . خلق خط تدفق منطقى من خلال تداول سريع للمواد "إعادة التنظيم الداخلى للمخزون " .

٢ . استخدام نظام سحب للرقابة على الإنتاج .

٣ . خلق نظام تدفق طبيعى للخط الإنتاجى "خلق أسلوب جديد للتنظيم الداخلى" .



شكل رقم (٧) نظام تخطيط الإحتياجات من المواد MRP مع نظام JIT للإنتاج والتوزيع

سادسا : أسئلة للمناقشة وتطبيقات

(١) ما هو الفرق بين الطلب المستقل والطلب المشتق وكيف يؤثر ذلك على الأسلوب المتبع فى الرقابة على المخزون؟

(٢) تناول نظام تخطيط الإحتياجات من المواد بالتوضيح موضحا عناصر المدخلات والمخرجات؟

(٣) تناول برنامج تخطيط الإحتياجات من المواد بالتوضيح موضحا أساليب تحديث وتعديل هذا النظام .

(٤) تناول العلاقة بين نظام تخطيط الإحتياجات من المواد وتخطيط الإحتياجات من الطاقة .

(٥) كيف يمكن إجراء عملية الدمج بين نظام تخطيط الإحتياجات من المواد ونظام JIT .

تطبيقات

(١) البيانات التالية توضح إحتياجات إنتاج الوحدة من المنتج "س" ، والمنتج "ص" من الأجزاء والمكونات والمطلوب رسم شجرتى المنتج "س" ، "ص" ثم إعادة رسم الشجرتين لتحديد المستويات ، حدد الكميات المطلوبة من كل جزء لإنتاج ١٢٥ وحدة من المنتج "س" ، و ٥٠ وحدة من المنتج "ص" .

س	أ	ب	جـ	د
أ (٢)	جـ(٢)	ط (٢)	ط (٤)	و
ب (٤)	ز		ز (٢)	ع (٢)
د (٤)			ع (٤)	

ص	أ	ب	جـ	هـ	د
أ	جـ(٢)	ط (٢)	ط(٤)	ل	و
ب(٢)	ز		ز(٢)	د(٢)	ع(٢)
ك(٣)			ع(٤)		

(٢) يرغب مدير شركة صناعية فى تحديد الإحتياجات المطلوبة من الأجزاء نصف المصنعة المستخدمة فى تجميع المنتج "ع" حيث أن هناك طلبية بإنتاج ٤٠ وحدة تسلم بعد سبعة أسابيع ، باستخدام المعلومات التالية قم بتحديد الكمية المطلوبة من الجزء "ب" وتوقيت هذه الإحتياجات ، مع ملاحظة أن الجزء "ب" يجب أن يطلب فى طلبيات لا تقل عن ٨٠ وحدة أو مضاعفتها .

الجزء	فترة التوريد (أسبوع)	المخزون المتاح	المكونات
ع	٢	١٠	أ ، ب ، جـ (٣)
أ	١	٥	د ، هـ
جـ	١	٢٠	ب(٢) ، ز
د	٢	٤	
هـ	٣	٨	
ب	٢	١٥	
ز	١	١٠	

(٣) افترض أنك مدير أحد مصانع تجميع أجهزة التليفزيون ، وطلب منك ٥٠ جهاز مقاس "١٤" بوصة على أن يسلم فى بداية الأسبوع الثامن والمعلومات التالية توضح إحتياجات عملية التجميع للجهاز الواحد .

الصنف	فترة التوريد	المخزون المتاح	المكونات
جهاز التليفزيون ١٤	٢	١٥	أ(٢) ، ب(١) ، جـ(٣)
أ	١	١٠	هـ(٣) ، د(١)
ب	٢	٥	د(٢) ، و(٣)
جـ	٢	٣٠	هـ(٢) ، د(٢)
د	١	٢٠	
هـ	١	١٠	
و	٢	٣٠	

والمطلوب رسم شجرة المنتج ، وخريطة زمن التجميع ، وجدول الإنتاج الرئيسى ، وخطة تحديد الإحتياجات من المواد للجزء (هـ) .

(٤) المنتج النهائى "ص" يحتاج لثلاثة أجزاء نصف مصنعة "أ" ، "ب" ، "جـ" ويحتاج "أ" إلى ٣ أجزاء من "ع" ، و٤ أجزاء من "س" ، ويحتاج الجزء "ب" إلى ٢ جزء من "م" ، و ٢ جزء من "ن" ، والجزء "جـ" يحتاج إلى ثلاثة أجزاء من "ز" ، فإذا علمت أن المخزون المتاح يبلغ ٢٠ وحدة من "ب" ، و٤٠ وحدة من "ع" ، و٢٠٠ وحدة من "ز" ، وأن مدير المصنع أصدر أمرا بتوريد طلبيتين للجزء "أ" واحدة سيتم وصولها فى بداية الأسبوع الثالث وقدرها ١٠ وحدات ، والأخرى سيتم وصولها فى بداية الأسبوع السادس وقدرها ٣٠ وحدة .

والمطلوب توريد كمية قدرها ١٠٠ وحدة من المنتج "ص" فى بداية الأسبوع السابع ، وتبلغ فترة التوريد أسبوعين للأجزاء "أ" ، "ب" ، "جـ" ، وأسبوع واحد للأجزاء "ع" ، "س" ، "م" ، والمنتج النهائى "ص" يحتاج أسبوعين ، والمطلوب :

١ . رسم شجرة المنتج "ص" .
٢ . تحديد خريطة زمن التجميع .
٣ . إعداد جدول الإنتاج الرئيسى للمنتج "ص" .
٤ . وضع خطة تحديد الإحتياجات للأجزاء "أ" ، "ع" ، "س" .

(٥) البيانات التالية توضح جدول الإنتاج لشركة صناعية

الأسبوع	١	٢	٣	٤
الكمية (وحدة)	٤	٨٠	٦٠	٧٠

والجدول التالى يوضح معدلات الإنتاج للعمالة والمعدات والطاقة المتاحة

	العمالة	المعدات
معدل الإنتاج وحدة/الساعة	٤	٣
طاقة الإنتاج الأسبوعية (ساعة)	٣٠٠	٢٠٠

والمطلوب تحديد معدل استخدام الطاقة للعمالة والمعدات للأسابيع الأربعة .

وفى رأيك ما هى الأسابيع التى تمثل نقص فى الطاقة ؟ وكيف يمكن مواجهة ذلك؟

الوحدة السابعة

الجدولة التفصيلية للإنتاج

أولاً : مفهوم جدولة الإنتاج

ثانـــياً : أهمية جدولة الإنتاج

ثالـــثاً : مخرجات عملية جدولة الإنتاج

رابعاً : جدولة العمليات فى حالة الإنتاج المتقطع

خامساً : التحميل

سادساً : أهم الأساليب المستخدمة فى تحديد التتابع

سابعاً : جدولة تقديم الخدمة

ثامناً : أسئلة للمناقشة وتطبيقات

الجدولة التفصيلية للإنتاج

أولاً : مفهوم جدولة الإنتاج :

الجدولة هى عملية تخطيط الإنتاج لفترات قصيرة قد تكون أسابيع أو أيام أو ساعات ، وهى تتضمن تخصيص الموارد المتاحة (آلات ، معدات ، عمالة ، مكان) للأوامر الإنتاجية (أوامر العمل) .

وتهدف جدولة الإنتاج إلى تحقيق الإستخدام الفعال الكفء للطاقة الإنتاجية مع ضمان مستوى خدمة مناسب للعملاء ، ومخرجات عملية الجدولة هى خطة زمنية (جدول) يوضح المطلوب تنفيذه ، وتاريخ البدء والإنتهاء ، والموارد المخصصة له .

ثانياً : أهمية جدولة الإنتاج :

ترجع أهمية جدولة الإنتاج لما يلى :

١- الإستغلال الجيد للطاقة المتاحة والعمل على عدم وجود طاقة عاطلة يترتب عليها ارتفاع التكاليف .

٢- تحريك أوامر الإنتاج بصورة سليمة تضمن تسليم الطلبيات فى الوقت المحدد .

ويحكم على كفاءة عملية الجدولة بمدى النجاح فى تحقيق ما سبق .

ثالثاً : مخرجات عملية جدولة الإنتاج :

١- التحميل Loading وهى عملية توفيق بين الطاقة اللازمة والطاقة المتاحة للإنتاج ، وتتم عن طريق تخصيص الأوامر الإنتاجية على آلات وأفراد معينين بهدف تقليل التكاليف إلى أقل حد ممكن .

٢- التتابع Sequencing ويقصد به تتابع (تسلسل) عمليات تنفيذ أوامر الإنتاج عن طريق تحديد أولويات للتنفيذ .

٣- المتابعة Monitoring وهى عملية متابعة التنفيذ وعمل تشهيل للأوامر المتأخرة فى التنفيذ .

رابعاً : جدولة العمليات فى حالة الإنتاج المتقطع :

يكون ترتيب الآلات فى مصانع الإنتاج المتقطع (دفع ، شغلة) فى أقسام إنتاجية يضم كلا منها الآلات المتشابهة فى العمليات الإنتاجية ، ويختلف مسار كل طلبية أو أوامر إنتاج بين الأقسام المختلفة حسب إحتياجات التصنيع .

وترجع صعوبة التحميل فى هذه الحالة إلى أن كل طلبية تحتاج لعمليات مختلفة ولها وقت تسليم مختلف ؛ هذا بالإضافة إلى الطاقة المحدودة لتلك الأقسام والمشكلة تصبح كيفية وضع أولويات لعمليات التحميل .

خامسا : التحميل Job Loading

يتم فيها تخصيص الأوامر على مراكز العمل (آلات ، أقسام ، أطباء ، محامين .....) بشكل يحقق تقليل التكاليف وتخفيض وقت التشغيل وإرضاء العملاء ، ويمكن إستخدام وسائل مثل طريقة النقل ، وطريقة التخصيص ، وخريطة جانت .

خريطة جانت Gantt Chart :

من أقدم وأبسط طرق التخصيص ، قدمها هنرى جانت عام ١٩١٧ ومازالت تستخدم حتى الآن ، وهى أداة يمكن عن طريقها تتبع تنفيذ الأوامر ومعرفة مدى التأخير فى التنفيذ ، أو مدى التقدم كما تحدد الوقت العاطل فى مراكز العمل .

تتكون الخريطة من خط (محور) أفقى ← يوضح الوقت (الزمن)

خط (محور) رأسى ← يوضح آلات أو مراكز العمل

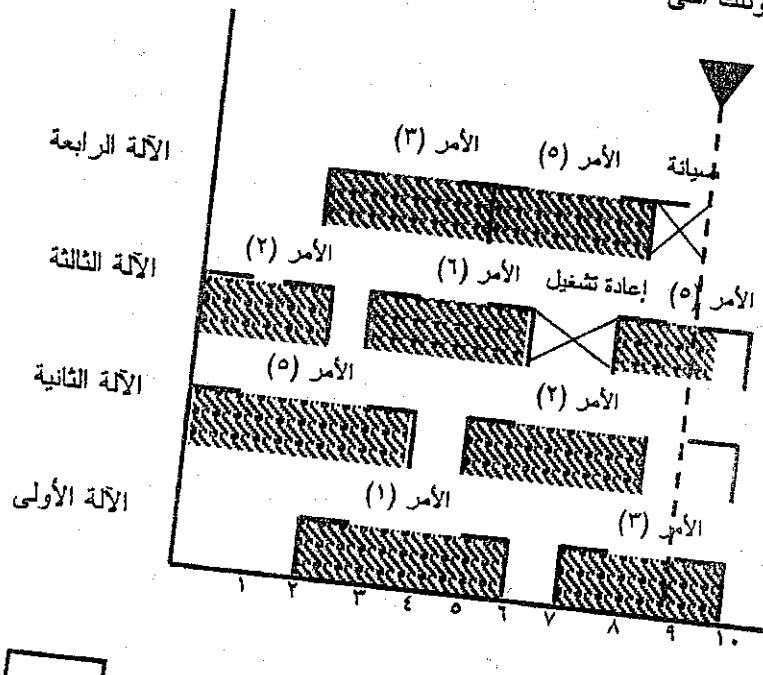
وتستخدم الرموز التالية :

- ⌈ وقت بدء النشاط
- ⌉ وقت انتهاء النشاط
- □ عمل مخطط (مجدول)
- ▨ عمل تم تنفيذه
- ▼ وقت مراجعة عملية التنفيذ
- ☒ وقت زائد ، أو وقت إعادة التشغيل ، أو وقت الصيانة

ولكن عند تعدد الأنشطة وتداخلها يصبح إستخدام خريطة جانت معقد ولذا تستخدم طرق أخرى مثل طريقة بيرت والمسار الحرج وطريقة تحديد الإحتياجات من المواد MRP .

مثال :

قم بقراءة خريطة جانت الموضحة بالرسم مع تحديد وقت العطل والأوامر التى تم تنفيذها فى الوقت المحدد وتلك التى تضمنت تأخير أو تقدم فى التنفيذ .



الحل :

الآلة الأولى : هناك عطل قدره ٢ يوم وقد تم تنفيذ الأمر (١) فى الوقت المحدد ، كما أن هناك عطل قدره يوم ، وهناك تقدم فى تنفيذ الأمر (٣) قدره يوم .

الآلة الثانية : تم تنفيذ الأمر (٥) فى الوقت المحدد ، وهناك عطل قدره يوم ، أما الأمر (٢) فهناك تأخير فى تنفيذه قدره نصف يوم .

الآلة الثالثة : تم تنفيذ الأمر (٢) فى الوقت المحدد ، وهناك عطل قدره نصف يوم ، وقد تم تنفيذ الأمر (٦) فى الوقت المحدد ، وهناك يومين مخصصين لإعادة التشغيل ، أما الأمر (٥) فهناك تقدم فى التنفيذ قدره نصف يوم .

الآلة الرابعة : هناك عطل قدره يومين ، وتم تنفيذ الأمر (٣) والأمر (٥) فى الوقت المحدد وهناك وقت صيانة قدره يوم .

ملحوظة : الأمر (٢) يحتاج إلى تشغيل على الآلة الثانية .

سادساً : أهم الأساليب المستخدمة فى تحديد التتابع :

(١) وحدة إنتاج واحدة وعدة أوامر إنتاجية :

تستخدم بعض القواعد فى تحديد التتابع فى تنفيذ أوامر الإنتاج ومن تلك القواعد :

- قاعدة الوارد أولاً يخدم أولاً — First Come First Served
- قاعدة وقت التنفيذ الأقل أولاً — Shortest Processing Time
- قاعدة الأوامر الحرجة أولاً — Critical Ratio
- قاعدة وقت التنفيذ الأطول أولاً — Longest Processing Time
- قاعدة موعد الأداء "تاريخ التسليم" — Due Date
- قاعدة العميل المفضل — Preferred Customer
- قاعدة الترتيب العشوائى — Random Order

ولا تختلف خطوات الحل فى القواعد السابقة إلا فى تحديد تتابع تنفيذ الأوامر وتمثل الخطوة الأولى فى الحل وبعد ذلك يتم الحل بنفس الخطوات ، وقد أثبتت التجارب وبصفة خاصة التى توصل إليها Smith عام ١٩٥٦ إلى أن إستخدام قاعدة وقت التنفيذ الأقل فى تحديد التتابع يؤدى إلى خفض متوسط وقت التنفيذ ومتوسط وقت الانتظار ، والمثال التالى يوضح كيفية إستخدام هذه القاعدة فى تحديد تتابع تنفيذ أوامر الإنتاج .

مثال :

إستخدم البيانات التالية لتحديد أفضل تتابع مع حساب متوسط وقت الإنتهاء ، ومتوسط زمن التأخير ، ومتوسط وقت الإنتظار ، عن طريق تطبيق قاعدة الأوامر التى يلزمها وقت قصير يتم تنفيذها أولاً .

أوامر الإنتاج	وقت الإنتاج (يوم)	تاريخ التسليم
١- السلعة ١٠١	١٠	١٥
٢- السلعة ١٠٠	١٥	١٣
٣- السلعة ١٠٣	٢٢	١٨
٤- السلعة ١١٢	٨	٢٢
٥- السلعة ١٠٥	١١	٣٠

الحل :

يتم ترتيب الأوامر حسب الأوامر التى تتطلب وقت أقل فى الإنتاج

الترتيب	(١) وقت الإنتاج	(٢) وقت الانتهاء متجمع (١)	(٣) تاريخ تسليم	زمن التأخير (٢)- (٣)	وقت الانتظار (٢) للأمر السابق
١- السلعة ١١٢	٨	٨	٢٢	-	-
٢- السلعة ١٠١	١٠	١٨	١٥	٣	٨
٣- السلعة ١٠٥	١١	٢٩	٣٠	-	١٨
٤- السلعة ١٠٠	١٥	٤٤	١٣	٣١	٢٩
٥- السلعة ١٠٣	٢٢	٦٦	١٨	٤٨	٤٤
المجموع	-	١٦٥	-	٨٢	٩٩

الجدولة التفصيلية للإنتاج

ملحوظة : فى حالة ما تكون نتيجة طرح تاريخ التسليم من وقت الإنتهاء بالسالب لا يكون هناك زمن تأخير كما فى حالة السلعة (١١٢) ، والسلعة (١٠٥) .

١- متوسط وقت الإنتهاء = $\frac{١٦٥}{٥}$ = ٣٣ يوم

٢- متوسط زمن التأخير = $\frac{٨٢}{٥}$ = ١٦,٤ يوم

٣- متوسط وقت الإنتظار = $\frac{٩٩}{٥}$ = ١٩,٨ يوم

لإستخراج المتوسط يتم القسمة على عدد أوامر الإنتاج .

(٢) عمليتان إنتاجيتان وعدة أوامر إنتاجية :

يفترض فى هذه الحالة أن كل أمر إنتاجى يمر بعمليتين إنتاجيتين (آلتان) ولا يمكن أن ينتقل للعملية الثانية دون أن يتم الإنتهاء منه على العملية الأولى والطريقة التالية المعروفة بطريقة جونسون Johnson توضح التتابع الأمثل الذى يهدف لتقليل الوقت ، والمثال التالى يوضح خطوات الحل .

مثال :

إستخدم البيانات التالية لتحديد أفضل تتابع مع حساب وقت إنتهاء الأوامر وكفاءة العملية الأولى والثانية ، والكفاءة الكلية للقسم .

وقت الإنتاج / الأوامر	العملية الأولى	العملية الثانية
أ- جزء ٣٠	١٠	٨
ب- جزء ٢٠	٥	٥
جـ- جزء ١٧	٤	٣
ء- جزء ٥٠	١	٧

طريقة الحل :

١- يتم مقارنة الأرقام الموجودة على العملية الأولى والثانية ويتم اختيار الأمر ذو الرقم الأقل بهما ، فإذا كان بالعملية الأولى يتم تخصيصه فى أول التتابع ، أما إذا كان على العملية الثانية فيتم تخصيصه فى آخر التتابع وعند تساوى عمليتين يفضل الأمر على العملية الأولى أولا ويوضع فى أول التتابع ويتم استبعاد الأمر الذى تم تخصيصه عند مقارنة باقى الأرقام فى الخطوة التالية ، وهكذا إلى أن يتم تخصيص الأوامر كلها .

٢- يتم تحديد زمن الإنتهاء من كل الأوامر بمراعاة ضرورة إتمام الأمر على العملية الأولى قبل البدء بها على العملية الثانية .

٣- تحسب كفاءة التشغيل للعملية = الوقت المستخدم / الوقت المتاح

ويقصد بالوقت المستخدم هو الوقت المتبقى بعد حساب وقت العطل على العملية

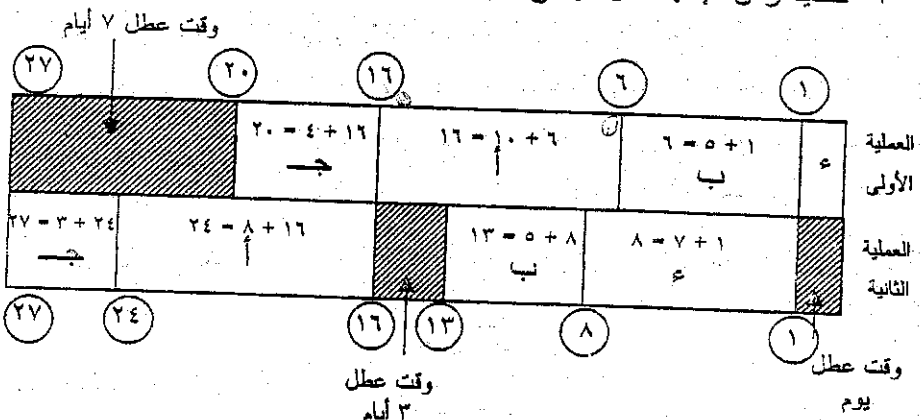
الحل :

١- تحديد التتابع :

ء	ب	أ	جـ

بمقارنة الأرقام كلها نجد أن أقلها هو (١) الخاص بالجزء "٥٠" على العملية الأولى فيتم وضع الأمر "ء" فى أول التتابع ، ثم تقارن باقى الأرقام بعد استبعاد أرقام الأمر "ء" فنجد أن أقلها هو (٣) وهو خاص بالجزء "جـ" وهو على العملية الثانية فيتم تخصيص الأمر "جـ" فى آخر التتابع ويستبعد بعد ذلك من المقارنة ، ويصبح أقل رقم هنا هو (٥) وهو يخص الجزء "ب" فيتم ترجيح العملية الأولى ويوضع فى أول التتابع بعد الجزء "ء" وأخيرا يتم تخصيص الجزء "أ" .

٢- تحديد زمن الإنتهاء من الإنتاج :



٣- كفاءة العملية الأولى = $\frac{٢٧ - ٧}{٢٧}$ = ٧٤%

كفاءة العملية الثانية = $\frac{٢٧ - ٤}{٢٧}$ = ٨٥,٢%

كفاءة القسم = $\frac{٧٤ + ٨٥,٢}{٢}$ = ٧٩,٦%

حالات خاصة :

هناك بعض الحالات الخاصة عند تحديد التتابع يمكن توضيحها فيما يلى :

أ- عند تساوى رقمين أحدهما على العملية الأولى والثانى على العملية الثانية لأمرين مختلفين يتم إختيار الأمر على العملية الأولى ويتم تخصيصه فى مكانه فى أول التتابع ثم يتم إختيار الرقم الثانى ويوضع فى مكانه فى آخر التتابع .

	العملية الأولى	العملية الثانية
أ	٥	٦
ب	٧	٥
جـ	٩	١٥
ء	١٢	٨

أ	جـ	ء	ب

ب- عند تساوى رقمين على العملية الأولى يتم إختيار الأمر ذو الرقم الأقل على العملية الثانية أولاً ويوضع فى مكانه فى بداية التتابع ثم الرقم الثانى بعده .

	العملية الأولى	العملية الثانية
أ	٥	٧
ب	٥	٦
جـ	١٠	٩
ء	٨	١١

ب	أ	ء	جـ

جـ- عند تساوى رقمين على العملية الثانية يتم إختيار الأمر ذو الرقم الأكبر على العملية الأولى أولاً ويوضع فى آخر التتابع ثم الرقم الآخر فى مكانه قبله.

	العملية الأولى	العملية الثانية
أ	٦	٤
ب	٧	٨
جـ	٥	٤
ء	١٢	٩

ب	ء	جـ	أ

عملية الجدولة عملية مستمرة

تظهر فى الحياة العملية كثير من المشاكل عند إعداد الجدولة للأسباب التالية :

١-إختلاف الوقت الفعلى عن المتوقع .

٢- وجود أكثر من مركز عمل واحد .

٣- وصول طلبيات جديدة عاجلة .

٤- تعطل الآلات أو وصول المواد الخام متأخرة ، أو تغيب العمال .

كل ذلك يستلزم إعادة الجدولة ويتم عمل تشهيل لتنفيذ الأوامر المتأخرة أو الحرجة وتأجيل أخرى ، ولذلك فإن عملية الجدولة تستلزم نظام جيد للمعلومات لمعرفة الوضع الحالى للأقسام والمراكز وأوامر التشغيل ، ويتم فى الغالب إستخدام الحاسب الآلى لضمان السرعة والدقة فى عملية الجدولة والتحميل .

سابعاً : جدولة تقديم الخدمة :

تتسم الخدمة بخصائص يجعل من الصعب جدولة أعمالها يمكن توضيح تلك الخصائص فيما يلى :

١- لا تقبل الخدمة فى العادة التخزين (إتمامها فور طلبها) .

٢- الهدف هو تقليل وقت إنتظار العميل .

٣- تعدد الأهداف وتعارضها فى بعض الأحيان (خدمة سريعة وجودة عالية) .

٤- صعوبة التنبؤ بحجم طالبى الخدمة لفترة زمنية مناسبة .

وهناك نوعين من منظمات الخدمة :

١- نظم تقديم خدمة نمطية لجميع العملاء مثل خدمة البريد ، جمع القمامة ، شركات الطيران والنقل العام .

٢- نظم تقديم خدمات تتمشى مع إحتياجات كل عميل مثل المستشفى وغرف العمليات والتعليم (وهنا يجب أن يتصف النظام بالمرونة) .

ولتحديد الطاقة اللازمة وجدولة نظم تقديم الخدمة من الممكن إستخدام نظرية صفوف الانتظار .

ثامناً : أسئلة للمناقشة وتطبيقات :

(١) وضح المقصود بجدولة الإنتاج وأهميتها ومخرجاتها .

(٢) لماذا تعتبر عملية الجدولة عملية مستمرة .

(٣) ما الفرق بين جدولة الإنتاج وجدولة تقديم الخدمة ولماذا تعتبر الأخيرة أكثر صعوبة فى رأيك ؟

تطبيقات :

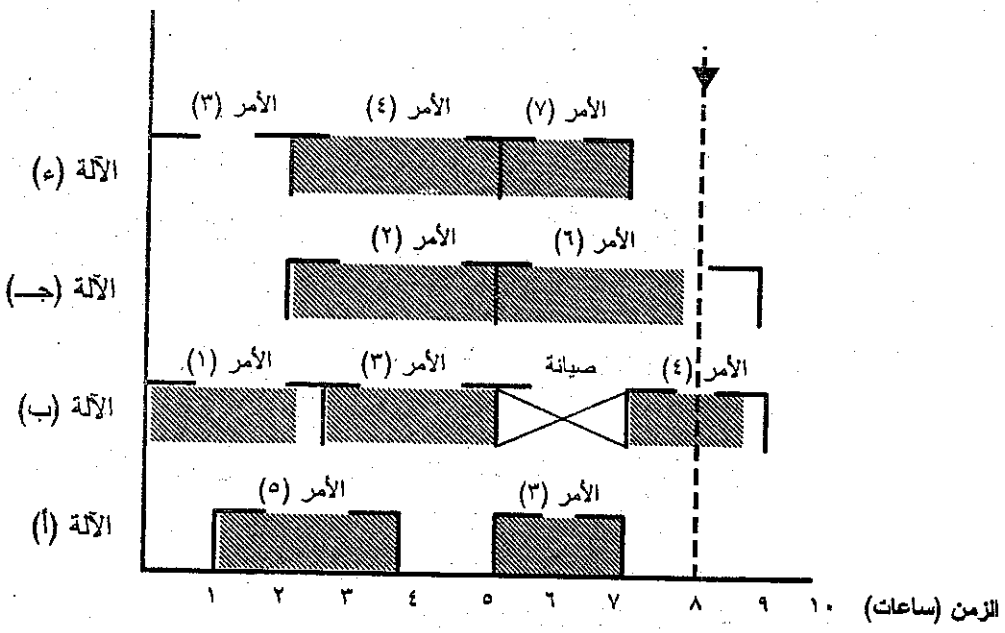
(١) إستخدم البيانات التالية لتحديد التتابع بإستخدام قاعدة الأوامر التى يلزمها وقت أقل تنفذ أولاً مع حساب متوسط وقت الانتهاء ، ومتوسط وقت التأخير فى التسليم ، ومتوسط وقت الانتظار .

بيان / الأوامر	وقت الإنتاج (يوم)	تاريخ التسليم
أ	١٢	١٢
ب	١٠	٢٢
جـ	١٥	٨
ء	٣٠	٢٥

(٢) بإستخدام طريقة جونسون والبيانات التالية المطلوب تحديد تتابع تنفيذ أوامر الإنتاج وحساب الوقت اللازم للإنتهاء من كل العمليات وكفاءة العملية الأولى والثانية والكفاءة الكلية للقسم .

الأمر	أ	ب	جـ	ء	هـ	و
الوقت للعملية الأولى	٨	٦	١٠	٦	٨	٢
الوقت للعملية الثانية	٤	١٠	٥	٥	٣	٦

(٣) الشكل التالى يوضح خريطة جانت لقسم الخراطة بالمصنع والمطلوب تحديد موقف تنفيذ أوامر الإنتاج على الآلات المحددة بعد ثمان ساعات من بدء العمل لتقديم تقرير لمدير القسم .



الوحدة الثامنة

التخطيط والجدولة والرقابة على المشروعات

أولاً : خصائص وسمات المشروعات

ثانياً : تطور أساليب شبكات الأعمال

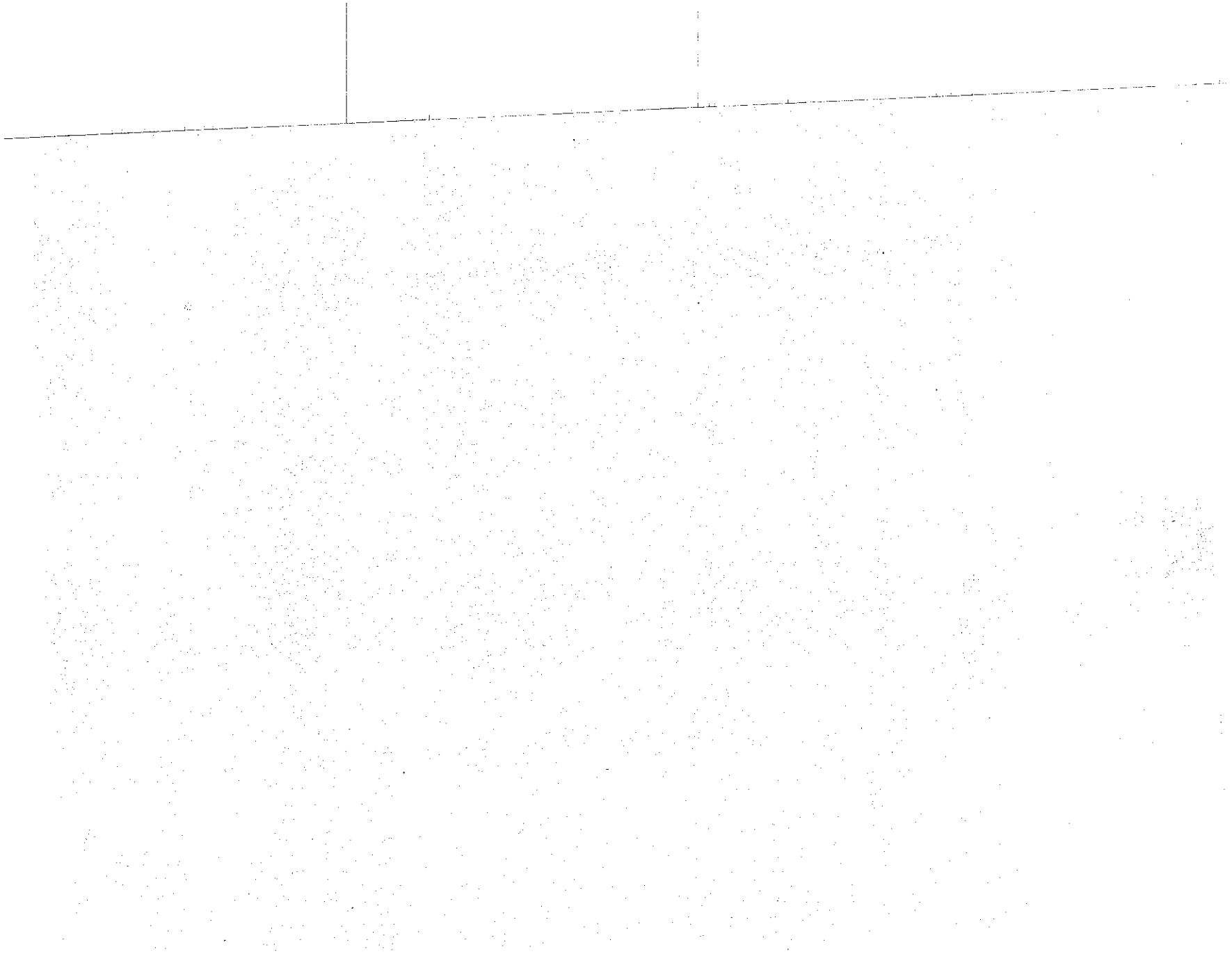
ثالثاً : طرق وقواعد رسم شبكات الأعمال

رابعاً : رسم شبكة الأعمال باستخدام طريقة بيرت PERT

خامساً : رسم شبكة الأعمال باستخدام طريقة المسار الحرج CPM

سادساً : شبكات بيرت – الوقت / التكلفة

سابعاً : تطبيقات



التخطيط والجدولة والرقابة على المشروعات

أولا : خصائص وسمات المشروعات

تختلف إدارة المشروعات عن باقى أنواع وأساليب الإنتاج ، وبالرغم من إنها قد تتضمن إدارة مشروع صغير مثل إعداد دراسة عن منتج معين ، فى نفس الوقت قد تختص بإدارة مشروع ضخم بتكلفة تبلغ الملايين مثل إنشاء الكبارى الضخمة ، ولكن تتفق المشروعات فى عدة خصائص منها:

١ . يحتاج المشروع لأنشطة ومهام متنوعة ومتعددة قد تصل للآلاف بعضها يمكن أداءه منفردا والأخر يعتمد أداءه على غيره من الأنشطة والمهام .

٢ . هناك قيود خاصة باستخدام الموارد وبصفة خاصة الوقت والتكلفة .

٣ . يمكن إعادة تخصيص الموارد المستخدمة لتحسين الأداء وتقليل وقت تنفيذ المشروع وبالتالى التكلفة .

كل ذلك يوضح أهمية معرفة تأثير أى تغيير يحدث أثناء التنفيذ ، ولذا يسعى مديرى المشروعات إلى استخدام نظام مرن للتخطيط والجدولة والرقابة مما أدى إلى ظهور أسلوب تحليل شبكات الأعمال .

ثانيا : تطور أساليب شبكات الأعمال

يعتبر أسلوب بيرت PERT (Program Evaluation and Review Technique) وطريقة المسار الحرج CPM (Critical Path Method) من أساليب بحوث العمليات الهامة التى تستخدم فى إعداد وجدولة المشروعات والرقابة على تنفيذها .

وقد تطور استخدام الأسلوبين أثناء الخمسينات حيث تم تقديم أسلوب PERT عام ١٩٥٨ ، نتيجة جهود فريق مكون من البحرية الأمريكية وشركة Booz Allen and Hamitton

وشركة Lockheed Aircraft للتخطيط والرقابه على مشروع إنتاج صواريخ بولاريس Polaris ، وقد تم استخدام أسلوب بيرت أيضا فى مشروع للطاقة النووية فى السباق النووى بين الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتى وتم به اختصار المشروع الأمريكى عامين مما كان له ابلغ الأثر فى إنتشار استخدام هذا الأسلوب فيما بعد .

أما أسلوب CPM فقد تم تطويره عام ١٩٥٧ بواسطة شركة Du Pont وشركة Remington Rand فى تخطيط وجدولة والرقابة على مشروعات الصيانة فى الشركات الكيميائية .

وعلى الرغم من أن الأسلوبان قد تم تقديمهما بصورة منفصلة إلا أنهما يتفقان فى طريقة التطبيق حيث يستخدما تحليل شبكة الأعمال لتوضيح التتابع والتسلسل فى تنفيذ العمليات فى المشروع والعلاقة بين تلك العمليات ، والفرق بينهما يرجع إلى أن أسلوب بيرت يستخدم ثلاثة حسابات لوقت تنفيذ العملية ويمكن وصفه بأنه أسلوب احتمالى Probabilistic أما أسلوب المسار الحرج CPM فيستخدم تقدير واحد للوقت ويتصف بأنه أسلوب محدد Deterministic.ويتم استخدامه فى حالة التأكد من زمن تنفيذ العملية .

مزايا استخدام شبكات الأعمال

يمكن توضيح مزايا استخدام شبكات الأعمال فى تخطيط وجدولة والرقابة على المشروعات فيما يلى :

١ . يمكن المديرين من الوصول لقرارات مثلى .
٢ . يزيد من كفاءة التخطيط .
٣ . يوضح العلاقة بين الأنشطة وبعضها .
٤ . يمكن من تقدير احتياجات المشروع من مختلف الموارد .
٥ . يوضح العمليات الهامة (الحرجة) التى يجب الاهتمام بها حتى يمكن إتمام المشروع فى الوقت المطلوب .
٦ . يعتبر أداة رقابية فعالة .

ثالثا : طريقة وقواعد رسم شبكات الأعمال

(١) المصطلحات المستخدمة فى رسم شبكة الأعمال

العملية : Activity

هى مهمة أو نشاط أو عمل يتطلب جهد وموارد مثل حفر أساس ، كتابة تقرير ، إصلاح ماكينة وغيرها ، وهناك أسلوبان لرسم العمليات على الشبكة يمكن توضيحهما فيما يلى :

- رسم النشاط على السهم "AOA" Activity on Arrow
- رسم النشاط على الدائرة "AON" Activity on Node

وسيتم هنا استخدام طريقة رسم النشاط على السهم ، وعند رسم العمليات يجب مراعاة ما يلى :

- كل سهم يمثل عملية واحدة ويتم توضيحها برموز .
- الأسهم تربط بين الأحداث .
- ليس هناك علاقة بين طول السهم وطول فترة تنفيذ العملية
- اتجاه الأسهم يوضح اتجاه تقدم العمليات
- يجب عدم تقاطع الأسهم فى الشبكة

يستخدم فى بعض الشبكات نشاط وهمى Dummy Activity وهو لا يستغرق وقت أو موارد للمساعدة فى رسم الشبكة كما سيتم توضيحه فيما بعد .

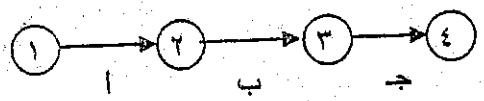
الحدث Event

يوضح بداية أو نهاية مشروع أو عملية معينة ، وهو لا يتطلب بذل جهد أو موارد ، وتصور الأحداث فى الشبكة عادة على شكل دوائر وتوضح بأرقام فى حالة استخدام طريقة "AOA" .

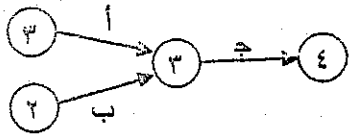
تقع كل عملية بين حدثين ولا يمكن أن تبدأ عملية طالما لم يتحقق الحدث السابق لها ولا يمكن أن نعتبر حدث قد تحقق ما لم يتم تنفيذ جميع العمليات الموصلة له .

والأشكال التالية توضح بعض العلاقات للأنشطة عند رسم الشبكة :

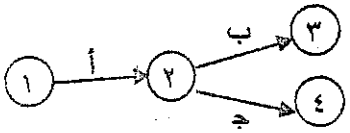
١ . الأنشطة تأخذ تتابع أ ثم ب ثم جـ



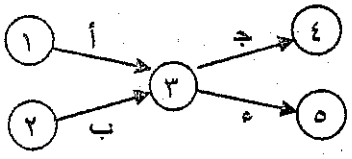
٢ . يبدأ النشاط حـ بعد انتهاء أ ، ب



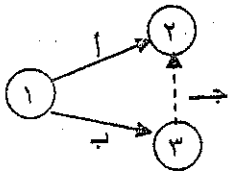
٣ . يجب انتهاء النشاط أ قبل بدء ب ، حـ



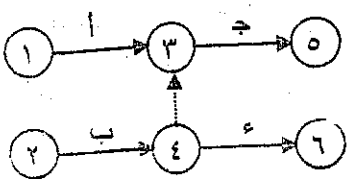
٤ . يجب انتهاء النشاط أ ، ب قبل بدء حـ ، د



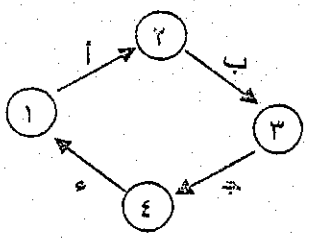
٥ . استخدام النشاط الوهمى لفصل وربط نشاطان لهما نفس نقطة البداية والنهاية ويظهر فى شكل سهم منقط "جـ"



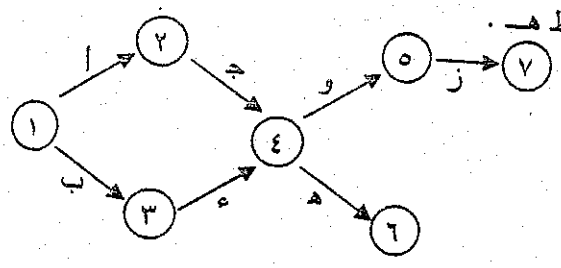
٦ . استخدام النشاط الوهمى عند اشتراك بعض الأنشطة مع أنشطة سابقة ولكن ليس كلها



٧ . لاتستخدم الحلقات المقفلة Loop وهى الأنشطة التى تؤدى لنفس البداية



٨ . يجب أن ترتبط كل الأنشطة مع بعضها وتؤدى لنهاية المشروع فيجب عدم استخدام الأنشطة المعلقة dangler قبل النشاط هـ .



رابعا : رسم شبكات الأعمال باستخدام طريقة بيرت PERT

تحليل تقديرات الوقت Time Analysis لرسم شبكة الأعمال

عند استخدم طريقة بيرت يتم تحديد ثلاثة أزمنة لوقت العملية الواحد كما يلى :

١ . **الوقت المتفائل (أ)** : وهو اقصر فترة زمنية لأداء عملية فى ظل ظروف مناسبة .

٢ . **الوقت الأكثر احتمالا (ب)** : وهو أفضل تقدير للزمن اللازم لأداء عملية معينة .

٣ . **الوقت المتشائم (حـ)** : وهو أطول فترة زمنية لأداء عملية فى ظل ظروف غير مناسبة .

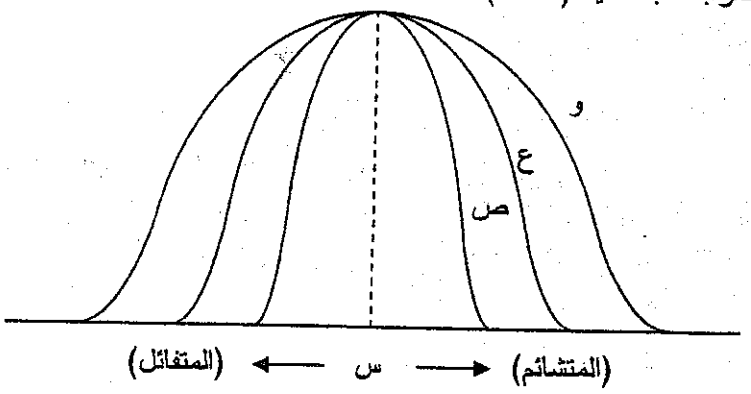
Expected Time

ويتم استخراج الوقت المتوقع س = $\frac{\text{أ} + ٤\ \text{ب} + \text{جـ}}{٦}$

ويوضح التباين درجة عدم التأكد المرتبطة بالعملية ويتم حسابه عن طريق حساب مربع الفرق بين الوقت المتشائم والوقت المتفائل .

التباين ت = $\left(\frac{\text{جـ} - \text{أ}}{٦}\right)^{٢}$

والشكل التالى يوضح التباين الخاص بالعمليات "ص" ، "ع" ، "و" وكلما تباعدت المسافة بين الوقت المتشائم والمتفائل كلما زاد اتساع مدى التوزيع وكلما دل ذلك على زيادة درجة عدم التأكد المرتبطة بالعملية (النشاط) .



الوقت المبكر (م)

هو أسرع وقت للوصول إلى حدث بالأخذ فى الاعتبار جميع العمليات السابقة له من بداية الشبكة ولحساب قيمة الوقت المبكر نقوم بما يلى :

- البدء من بداية الشبكة والسير باتجاه السهم .
- جمع قيم الوقت المتوقع (س) للعملية .
- عند وجود أكثر من قيمة واحدة للوقت المبكر عند الوصول لحدث معين نختار أكبرها .

الوقت المتأخر (خ)

هو أخر وقت يمكن أن يتأخر فيه الوصول للحدث دون أن يتأثر وقت انتهاء المشروع ولحساب قيمة (خ) نقوم بما يلى :

- البدء من نهاية الشبكة بالوقت المتأخر لأخر حدث ويسمى (هـ) والسير بطريقة عكسية للأسهم تجاه بداية الشبكة .
- طرح قيم الوقت المتوقع (س) لكل عملية من الوقت المتأخر .
- عند وجود أكثر من قيمة واحدة للوقت المتأخر عند الوصول للحدث نختار اقلها .

الوقت الفائض (ف)

وهو الفرق بين الوقت المتأخر والوقت المبكر عند الوصول للحدث

$$ف = خ - م$$

والفائض قد يكون :

- موجب ويوضح وجود فائض فى الموارد مما يمكن من اختصار وقت تنفيذ المشروع
- صفرى وهو يوضح أن هناك إمكانية فى تنفيذ المشروع فى الزمن المحدد ولكن هناك خطورة إذا حدث أي تأخير فى أى عملية .
- سالب ويوضح عدم كفاية الموارد واحتمال كبير فى تأخير تنفيذ المشروع فى الزمن المحدد .

المسار الحرج

يتم حساب المسار الحرج عند استخدام طريقة بيرت وهو أطول مسار فى الشبكة من حيث الزمن فائض أحداث العمليات الموجودة عليه سالبة أو صفرية .

وفى بعض الحالات يوجد بالشبكة أكثر من مسار حرج واحد وهنا يتم اختيار أطولها زمنا فى التنفيذ .

حساب احتمال انتهاء المشروع فى الوقت المحدد

$$ز = \frac{هـ - م}{\sqrt{\text{مجموع تباين العمليات المكونة للمسار الحرج}}}$$

حيث هـ : وقت انتهاء المشروع ، م : الوقت المبكر لأخر حدث فى الشبكة

ويتم البحث عن قيمة ز (Z) فى جدول التوزيع المعتدل لاستخراج احتمال انتهاء المشروع .

وفى حالة احتمال أقل من ٢٥% فهناك مخاطر كبيرة فى عدم انتهاء المشروع فى الوقت المحدد ، ويعتبر ٥٠% احتمال مقبول ويوضح إمكانية تنفيذ المشروع ، أما أكثر من ٥٠% فيوضح أن هناك إسراف فى استخدام الموارد فى المشروع .

جدول التوزيع المعتدل

ز	ل	ز	ل
صفر	٠,٥٠٠٠	٣,٠-	٠,٠٠١٣
٠,١	٠,٥٣٩٨	٢,٩-	٠,٠٠١٩
٠,٢	٠,٥٧٩٣	٢,٨-	٠,٠٠٢٦
٠,٣	٠,٦١٧٩	٢,٧-	٠,٠٠٣٥
٠,٤	٠,١٥٥٤	٢,٦-	٠,٠٠٤٧
٠,٥	٠,٦٩١٥	٢,٥-	٠,٠٠٦٢
٠,٦	٠,٧٢٥٧	٢,٤-	٠,٠٠٨٢
٠,٧	٠,٧٥٨٠	٢,٣-	٠,٠١٠٧
٠,٨	٠,٧٨٨١	٢,٢-	٠,٠١٣٩
٠,٩	٠,٨١٥٩	٢,١-	٠,٠١٧٩
١,٠	٠,٨٤١٣	٢,٠-	٠,٠٢٢٨
١,١	٠,٨٦٤٣	١,٩-	٠,٠٢٨٧
١,٢	٠,٨٨٤٩	١,٨-	٠,٠٣٥٩
١,٣	٠,٩٠٣٢	١,٧-	٠,٠٤٤٦
١,٤	٠,٩١٩٢	١,٦-	٠,٠٥٤٨
١,٥	٠,٩٣٣٢	١,٥-	٠,٠٦٦٨
١,٦	٠,٩٤٥٢	١,٤-	٠,٠٨٠٨
١,٧	٠,٩٥٥٤	١,٣-	٠,٠٩٦٨
١,٨	٠,٩٦٤١	١,٢-	٠,١١٥١
١,٩	٠,٩٧١٣	١,١-	٠,١٣٥٧
٢,٠	٠,٩٧٧٢	١,٠-	٠,١٥٨٧
٢,١	٠,٩٨٢١	٠,٩-	٠,١٨٤١
٢,٢	٠,٩٨٦١	٠,٨-	٠,٢١١٩
٢,٣	٠,٩٨٩٣	٠,٧-	٠,٢٤٢٠
٢,٤	٠,٩٩١٨	٠,٦-	٠,٢٧٤٣
٢,٥	٠,٩٩٣٨	٠,٥-	٠,٣٠٨٥
٢,٦	٠,٩٩٥٣	٠,٤-	٠,٣٤٤٦
٢,٧	٠,٩٩٦٥	٠,٣-	٠,٣٨٢١
٢,٨	٠,٩٩٧٤	٠,٢-	٠,٤٢٠٧
٢,٩	٠,٩٩٨١	٠,١-	٠,٤٦٠٢
٣,٠	٠,٩٩٨٧	صفر	٠,٥٠٠٠

مثال

البيانات التالية توضح العمليات المطلوبة لتنفيذ مشروع معين والأزمنة المتوقعة للأداء والمطلوب ما يلى :

١ . حساب الوقت المتوقع للعمليات

٢ . رسم شبكة الأعمال باستخدام طريقة بيرت

٣ . تحديد المسار الحرج

٤ . حساب احتمال انتهاء المشروع فى الوقت المحدد

الحدث	العملية	حسابات الوقت (بالأسابيع)		
		المتفائل (أ)	الأكثر احتمالا (ب)	المتشائم (جـ)
١ – ٢	أ	٥	٨	١١
١ – ٣	ب	١	٣	١١
٣ – ٥	جـ	٨	٩	١٠
٢ – ٥	د	١٠	١١	١٢
٢ – ٤	هـ	٥	٦	٧
٤ – ٥	و	٢	٣	٤
٥ – ٦	ز	١	١	١

الحل

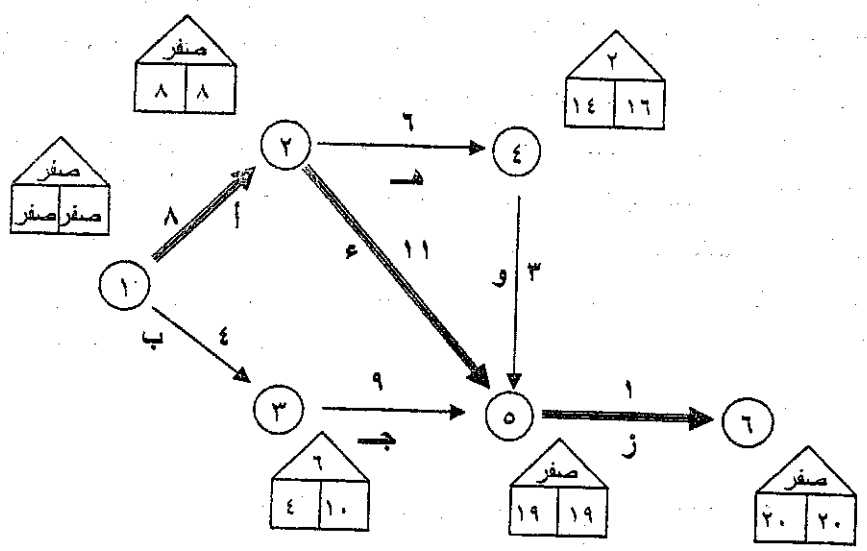
١. حساب الوقت المتوقع للعمليات س = $\frac{\text{أ} + ٤\ \text{ب} + \text{جـ}}{٦}$

س للعملية أ = $\frac{٥ + (٤ \times ٨) + ١١}{٦} = \frac{٤٨}{٦} = ٨$ أسابيع

وهكذا لباقى العمليات ، والجدول التالى يوضح قيم س للعمليات :

الحدث	العملية	الوقت المتوقع س
١ – ٢	أ	٨
١ – ٣	ب	٤
٣ – ٥	جـ	٩
٢ – ٥	د	١١
٢ – ٤	هـ	٦
٤ – ٥	و	٣
٥ – ٦	ز	١

٢. رسم شبكة الأعمال باستخدام أسلوب بيرت :



ملاحظات على الحل :

- يتم وضع الوقت المبكر(م) لكل حدث فى الجهة اليسرى من المستطيل ولحساب الوقت المبكر يتم جمع الوقت المتوقع (س) وعند وجود أكثر من عملية (سهم) يصل للحدث وكل سهم بالطبع له قيمة نختار أكبرها كما فى الحدث (٥) حيث تم الوصول بالرقم ١٧ مع العملية "و" والرقم ١٩ مع العملية "ء" والرقم ١٣ مع العملية "جـ" ، وتم اختيار أكبر قيمة وهو الرقم ١٩ .

- عند حساب الوقت المتأخر (خ) يتم البدء من نهاية الشبكة والسير بعكس السهم وطرح قيمة الوقت المتوقع (س) ، وعند وجود أكثر من ظهر سهم وبالتالى قيمة للوقت المتأخر نختار أقلها ، كما فى الوقت المتأخر للحدث (٢) حيث تم الوصول بظهر السهم "هـ" بالرقم ١٠ وظهر السهم "ء" بالرقم ٨ وتم اختيار الرقم (٨) ، ويتم وضع قيم الوقت المتأخر فى الجهة اليمنى للمستطيل مع ملاحظة أن الوقت المتأخر لأخر حدث بالشبكة رقم (٦) فى هذه الحالة هو وقت انتهاء المشروع (هـ) وطالما أنه لم يتم ذكر وقت للانتهاء يفترض هنا أنه نفس الوقت المبكر للحدث الأخير فى الشبكة رقم (٦) وهو ٢٠ أسبوع .
- لحساب الفائض (ف) يتم طرح الوقت المتأخر– الوقت المبكر لكل حدث فى الشبكة ، ويتم وضعه فى المثلث فوق كل حدث بالشبكة .

٣. لتحديد المسار الحرج يتم البدء من بداية الشبكة والسير مع الأسهم فى اتجاه الفائض الصغرى أو السالب ، فى بعض الشبكات يكون هناك أكثر من مسار حرج واحد وهنا يتم اختيار أطولها زمنا فى تأدية العمليات الواقعة على مسارها .

المسار الحرج يمر بالأحداث ١ – ٢ – ٥ – ٦

وهذه الأحداث خاصة بالعمليات أ – د – ز

طول المسار الحرج = ٨ + ١١ + ١ = ٢٠ أسبوع وهو يمثل زمن انتهاء المشروع

٤. حساب احتمال انتهاء المشروع فى الوقت المحدد

$$ز = \frac{هـ - م}{\sqrt{\text{تباين العمليات المكونة للمسار الحرج}}}$$

هـ = وقت انتهاء المشروع = ٢٠ أسبوع

م = الوقت المبكر لأخر حدث فى الشبكة = ٢٠ أسبوع

$$\text{التباين ت} = \left(\frac{جـ - أ}{٦}\right)^{٢}$$

تباين العملية (أ) = $\left(\frac{١١ - ٥}{٦}\right)^{٢}$ = ١

تباين العملية (ء) = $\left(\frac{١٢ - ١٠}{٦}\right)^{٢}$ = ٠,١١

تباين العملية (ز) = $\left(\frac{١ - ١}{٦}\right)^{٢}$ = صفر

ز = $\frac{٢٠ - ٢٠}{\sqrt{١ + ٠,١١ + صفر}}$ = $\frac{صفر}{١,١١}$ = صفر

بالبحث عن قيمة صفر فى الجدول المعتدل جدول رقم (١) نجد أن :

ل = ٠,٥٠٠٠

= ٥٠% وهو يوضح احتمال كبير فى انتهاء المشروع فى الوقت المحدد

خامسا : رسم شبكة الأعمال باستخدام طريقة المسار الحرج CPM

تختلف تقديرات الوقت المستخدمة فى طريق المسار الحرج CPM عن طريقة بيرت حيث تستخدم الأولى زمن محدد للعملية ولكنها تتطلب تحديد بداية ونهاية الوقت المبكر والمتأخر كما يلى :

١ . الوقت المبكر لبداية النشاط (ب م) Earliest Starting Time (ES)

٢ . الوقت المبكر لنهاية النشاط (ن م) Earliest Finishing Time (EF)

٣ . الوقت المتأخر لبداية النشاط (ب خ) Latest Starting Time (LS)

٤ . الوقت المتأخر لنهاية النشاط (ن خ) Latest Finishing Time (LF)

ويتم حساب الفائض Slack عن طريق طرح

S = LS – ES

أو = LF - EF

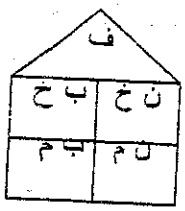
الفائض = الوقت المتأخر للبداية – الوقت المبكر للبداية

أو = الوقت المتأخر للنهاية – الوقت المبكر للنهاية

ف = ب خ – ب م

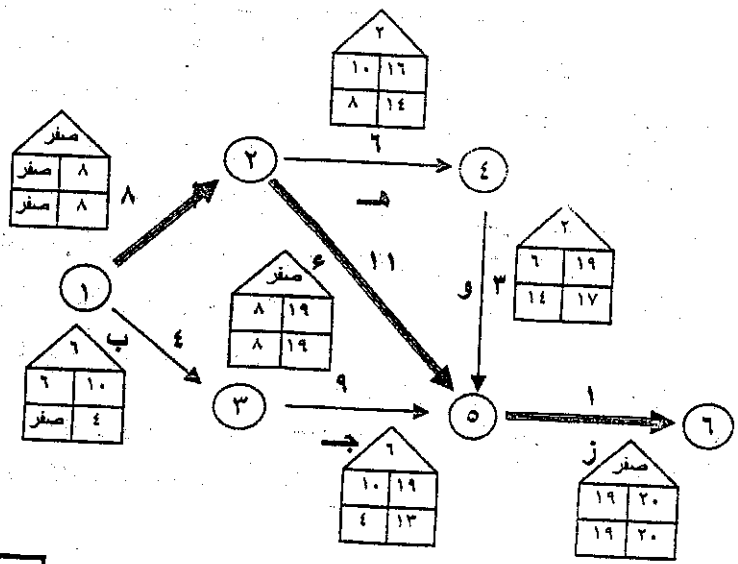
أو = ن خ – ن م

ويتم تمثيل هذه الأزمنة على الشبكة فوق الأحداث كما يلى :



مثال

بتطبيق نفس بيانات المثال السابق لرسم شبكة الأعمال بإستخدام أسلوب المسار الحرج CMP مع إفتراض أن الوقت المتوقع تم حسابه دون إتمام حسابات الحدث المتفائل والأكثر احتمالا والمتشائم كما فى طريقة بيرت والشكل التالى يوضح الشبكة بطريقة CPM .



يلاحظ أن ليس هناك إختلاف فى تطبيق نفس المفاهيم السابقة عند إعداد الشبكة بطريقة بيرت ، فإذا وجد أكثر من رقم واحد لنهاية الوقت المبكر والذى يمثل بداية الوقت المبكر (ب م) للعملية التالية نأخذ أكبرها كما فى حالة بداية الوقت المبكر للعملية (ز) حيث نجد أن نهاية الوقت المبكر للعمليات السابقة لها وهى حـ ، د ، و وهى على الترتيب ١٣ ، ١٩ ، ١٧ فتم ترجيح أكبرها ١٩ وأصبحت تمثل بداية الوقت المبكر للعملية (ز) .

وكذلك عند حسب نهاية الوقت المتأخر (ن م) ووجود أكثر من عملية موصله له تم ترجيح أصغرها كما فى حالة العملية (أ) نجد أن بداية الوقت المتأخر للعمليات السابقة لها وهى هـ ، د هى على الترتيب ١٠ ، ٨ فتم ترجيح أصغرها (٨) وأصبحت تمثل نهاية الوقت المتأخر للعملية (أ) .

المسار الحرج يمثله ١ – ٢– ٥ –٦

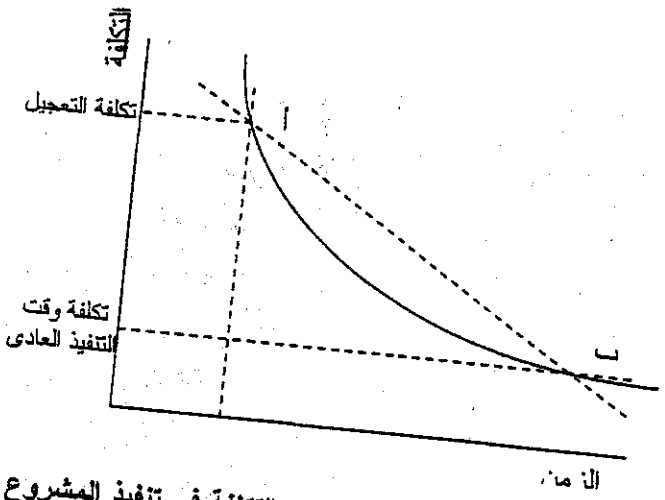
والعمليات أ – د – ز

ويبلغ طول المسار الحرج بالشبكة ٨ + ١١ + ١ = ٢٠ أسبوع

سادساً : شبكات بيرت الوقت / التكلفة

يرتبط تنفيذ المشروعات باستخدام موارد معينة (مواد – آلات – عمالة .....) تتناسب مع وقت التنفيذ ، ولكن فى حالة رغبة الإدارة التعجيل وتنفيذ المشروع فى وقت أقل يتطلب ذلك إستخدام موارد إضافية تتناسب مع فترة التعجيل (التقصير فى زمن الإنتهاء من المشروع) ولنجاح الإدارة فى هذه العملية يجب مقارنة التكاليف المرتبطة بتنفيذ المشروع فى الوقت العادى وفى حالة التعجيل وكذلك معرفة تأثير هذا التعجيل على أنشطة وعمليات المشروع سواء العادية أو الحرجة .

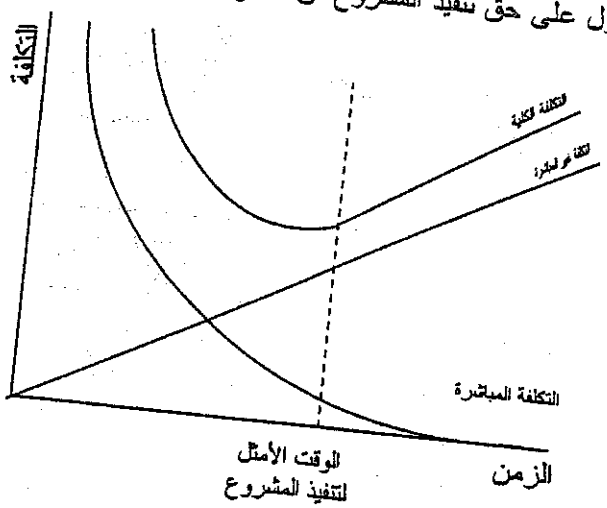
ولمعرفة أثر التعجيل يجب تحديد مقدار التغيير فى التكلفة منسوبة لمقدار التغيير فى وقت التنفيذ ويحدده الشكل رقم (١) .



شكل رقم (١) العلاقة التبادلية بين الوقت والتكلفة فى تنفيذ المشروع

مقدار التغيير فى التكلفة نتيجة للتعجيل = $\frac{\Delta \text{ التكلفة}}{\Delta \text{ الوقت}} = \frac{\text{تكلفة التعجيل – التكلفة العادية}}{\text{الوقت العادى – وقت التعجيل}}$

ولا شك أنه كلما تم اختصار زمن تنفيذ المشروع كلما زادت التكلفة المباشرة للموارد (آلات – أفراد – إشراف .....) وإنخفضت التكلفة غير المباشرة المتمثلة فى غرامات التأخير وتكلفة عدم الحصول على حق تنفيذ المشروع فى صالح المنافسين ويوضحها الشكل التالى :



شكل رقم (٢) التكلفة المباشرة وغير المباشرة وعلاقتها بزمن تنفيذ المشروع

وبصفة عامة فإن قرار تحديد زمن تنفيذ المشروع المناسب يتطلب بيانات تتناول ما يلى :

١- الوقت العادى ووقت التعجيل Crash Time لكل نشاط فى المشروع .

٢- التكلفة العادية وتكلفة التعجيل لكل نشاط .

٣- الأنشطة الحرجة (الواقعة على المسار الحرج بالشبكة) .

٤- تحديد الوقت الفائض الخاص بالأنشطة المختلفة .

٥- محاولة ضغط وقت تنفيذ الأنشطة الحرجة بعد ترتيبها تنازليا حسب تكلفة التعجيل فيكون التعجيل أولا للأنشطة الحرجة الأقل تكلفة مع ملاحظة ما يلى :

أ- الاستمرار فى التعجيل طالما لم تتجاوز تكلفة التعجيل الفوائد المحققة منه .

ب- تتبع أثر التعجيل على باقى المسارات بالشبكة فقد ينتج عن التعجيل ظهور مسار أو أكثر ليصبح حرجا (أطول المسارات زمناً بالشبكة) مما يتطلب محاولة التعجيل لبعض الأنشطة على تلك المسارات .

جـ- محاولة التقصير (التعجيل) للأنشطة المشتركة بين أكثر من مسار واحد حيث تؤدى لنتائج أفضل بتكلفة أقل مما لو تم تعجيل كل نشاط على حدة .

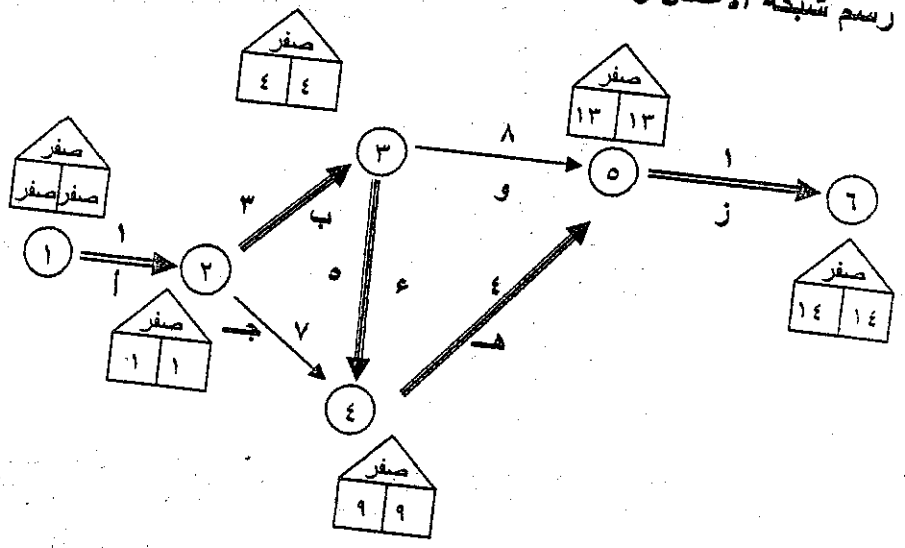
مثال :

البيانات التالية توضح الأنشطة اللازمة لتنفيذ مشروع ، والمطلوب رسم شبكة الأعمال وتحديد وقت انتهاء المشروع مع حساب تكلفة التعجيل فى حالة رغبة الإدارة فى تخفيض زمن انتهاء المشروع مع تحديد أفضل بديل لعملية التعجيل .

الحدث	العملية	الوقت العادى (أسبوع)	وقت التعجيل (أسبوع)	التكلفة العادية (جنيه)	تكلفة التعجيل (جنيه)
١-٢	أ	١	١	٥٠٠٠	٥٠٠٠
٢-٣	ب	٣	٢	٥٠٠٠	١٢٠٠٠
٢-٤	جـ	٧	٤	١١٠٠٠	١٧٠٠٠
٣-٤	ء	٥	٣	١٠٠٠٠	١٢٠٠٠
٣-٥	و	٨	٦	٨٥٠٠	١٢٥٠٠
٤-٥	هـ	٤	٢	٨٥٠٠	١٦٥٠٠
٥-٦	ز	١	١	٥٠٠٠	٥٠٠٠
الإجمالى		٢٩	١٩	٥٣٠٠٠	٨٠٠٠٠

الحل :

١ – رسم شبكة الأعمال وتحديد زمن انتهاء المشروع



نلاحظ أن فائض الأحداث كلها صفرية ولكن أطول مسار فى الشبكة ويمثل زمن انتهاء المشروع هو المسار على الأحداث ١ – ٢ – ٣ – ٤ – ٥ – ٦ ويمثل العمليات أ – ب – ء – هـ – ز ، ويبلغ زمن انتهاء المشروع ١٤ أسبوعاً .

ملحوظة : يختلف زمن انتهاء المشروع عن إجمالى الأزمنة العادية المحددة فى رأس المسألة (٢٩ أسبوع) حيث أن هناك أنشطة يتم تأديتها معاً فى توازى .

٢ – حساب مقدار التغير للتعجيل

مقدار التغيير فى التكلفة نتيجة للتعجيل = $\frac{\Delta \text{ التكلفة}}{\Delta \text{ الوقت}} = \frac{\text{تكلفة التعجيل – التكلفة العادية}}{\text{الوقت العادى – وقت التعجيل}}$

يلاحظ أن النشاط (العملية) أ ، ز الوقت العادى = وقت التعجيل بمعنى أنها لا تقبل التعجيل فى التنفيذ ولذا تستبعد من الدراسة ويتم حساب أثر التعجيل لباقى العمليات (الأنشطة) كما يلى :

مقدار التغير للنشاط (تكلفة التعجيل)

ب = $\frac{١٢٠٠٠ - ٥٠٠٠}{٣ - ٢}$ = ٧٠٠٠

جـ = $\frac{١٧٠٠٠ - ١١٠٠٠}{٧ - ٤}$ = ٢٠٠٠

ء = $\frac{١٢٠٠٠ - ١٠٠٠٠}{٥ - ٣}$ = ١٠٠٠

و = $\frac{١٢٥٠٠ - ٨٥٠٠}{٨ - ٦}$ = ٢٠٠٠

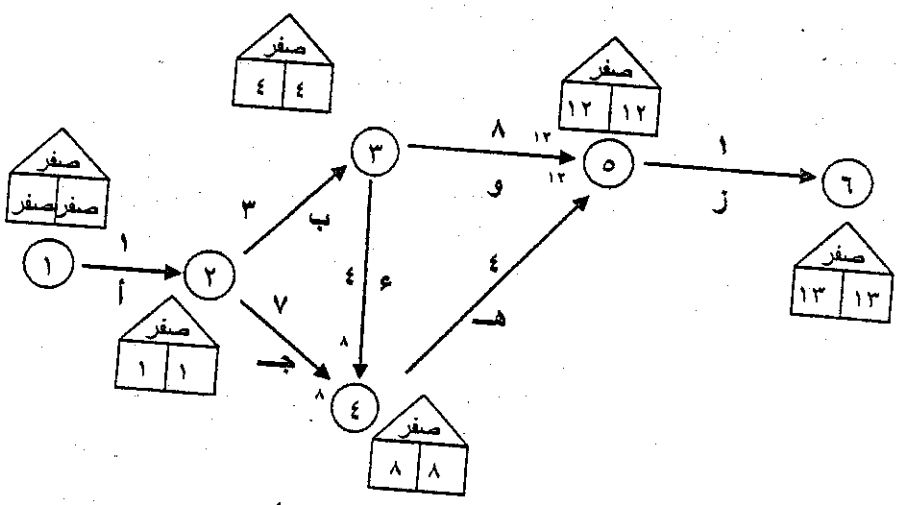
هـ = $\frac{١٦٥٠٠ - ٨٥٠٠}{٤ - ٢}$ = ٤٠٠٠

٣- ترتيب الأنشطة تنازليا مع تحديد وقت التعجيل المصاحب لعملية التعجيل

الأنشطة الحرجة	تكلفة التعجيل	الأسابيع الممكنة للتعجيل (الفرق بين الوقت العادى والتعجيل)
ء	١٠٠٠	٢
جـ	٢٠٠٠	٣
و	٢٠٠٠	٢
هـ	٤٠٠٠	٢
ب	٧٠٠٠	١

البدء بتقصير أنشطة المسار الحرج ، ومن الواضح أنه من الأفضل تقصير النشاط (العملية) "ء" بأسبوع واحد حيث أنها أقل الأنشطة تكلفة حيث تكلفة التعجيل لهذا الأسبوع ١٠٠٠ جنيه ويصبح زمن انتهاء المشروع ١٣ أسبوع .

٤- رسم شبكة الأعمال بعد تقصير وقت النشاط "ء" بأسبوع فيصبح ٣ أسابيع بدلا من ٤ أسابيع وتحديد أثر ذلك على الشبكة والمسار الحرج .



أصبح هناك ٣ مسارات حرجة بالشبكة وزمنها كلها ١٣ أسبوع وهى :

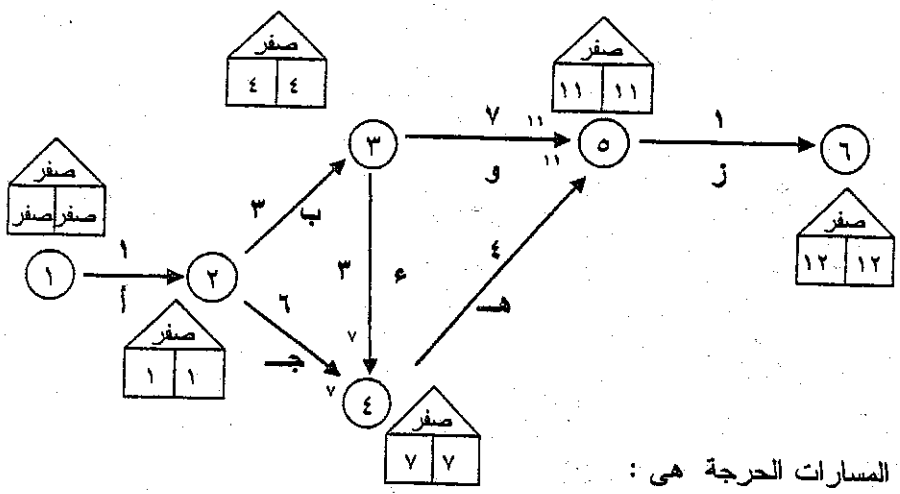
المسار الأول : أ – ب – ء – هـ – ز

المسار الثانى : أ – ب – و – ز

المسار الثالث : أ – جـ – هـ – ز

وأصبحت بذلك كل الأنشطة حرجة على الشبكة .

٥- دراسة أثر تخفيض زمن المشروع أسبوع آخر ليصبح ١٢ أسبوع فيتم إختيار النشاط "ء" طالما أنه يمكن تخفيضه أسبوع آخر بتكلفة ١٠٠٠ جنيه ، ولكن لن يؤثر ذلك إلا على تقصير المسار الأول وسيظل وقت إنتهاء المشروع ١٣ أسبوع ، لذلك من اللازم تخفيض جميع المسارات فنجد بعد إستبعاد النشاط "أ" ، "ز" يصبح لدينا على المسار الثانى "ب" وتكلفته ٧٠٠٠ جنيه ، "و" وتكلفته ٢٠٠٠ جنيه فيتم اختيار "و" ، وعلى المسار الثالث نجد "جـ" وتكلفته ٢٠٠٠ جنيه ، "هـ" وتكلفته ٤٠٠٠ جنيه فيتم اختيار "جـ" ، ويلاحظ أنه كان يمكن دمج خفض المسار الأول والثانى وإختيار خفض النشاط "ب" وتكلفته ٧٠٠٠ جنيه ولكنه سيكون بتكلفة أكبر من تكلفة خفض النشاطين "ء" ، "و" وتكلفتهما معاً ٣٠٠٠ جنيه ، فيصبح إجمالى تكاليف التخفيض ٥٠٠٠ جنيه ، وتصبح الشبكة كما يلى :



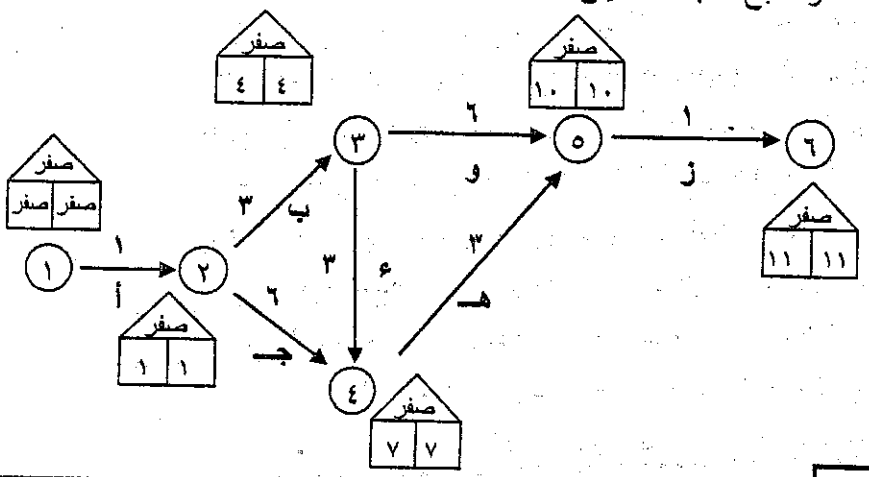
المسارات الحرجة هى :

المسار الأول : أ – ب – ء – هـ – ز

المسار الثانى : أ – ب – و – ز

المسار الثالث : أ – جـ – هـ – ز

٦- يتم دراسة تخفيض زمن تنفيذ المشروع بأسبوع آخر ليصبح ١١ أسبوع وذلك بتخفيض إحدى أنشطة المسار الحرج ، وطالما أن النشاط "هـ" يجمع بين المسار الأول والثالث ؛ نقوم بخفضه بتكلفة ٤٠٠٠ جنيه ونقوم بتخفيض أقل الأنشطة تكلفة على المسار الثانى وهى النشاط "و" وتكلفته ٢٠٠٠ جنيه ، وبذلك يكون إجمالى تكلفة التخفيض ٦٠٠٠ جنيه ، وتصبح الشبكة كما يلى :



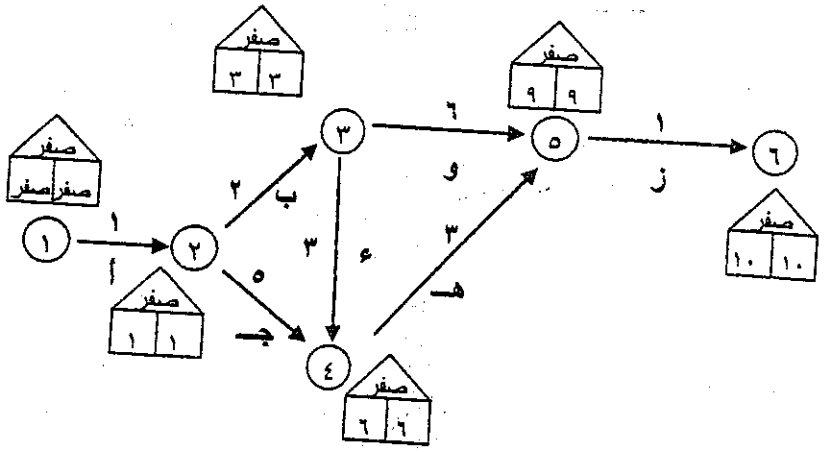
ويلاحظ أن هناك ٣ مسارات حرجة وزمن تنفيذ كل منها ١١ أسبوع وهى :

المسار الأول : أ – ب – ء – هـ – ز

المسار الثانى : أ – ب – و – ز

المسار الثالث : أ – جـ – هـ – ز

٧- لدراسة تخفيض أسبوع آخر ليصبح وقت انتهاء المشروع ١٠ أسابيع وهو أقصى تخفيض يمكن للإدارة تنفيذه ويمثل الفرق بين الزمن العادى لكل الأنشطة ٢٩ أسبوع وزمن أنشطة التعجيل ١٩ أسبوع ، ولا يوجد أمام الإدارة إلا تخفيض النشاط "جـ" وتكلفته ٢٠٠٠ جنيه على المسار الثالث ، وتخفيض النشاط "ب" وتكلفته ٧٠٠٠ جنيه ويخفض زمن المسار الأول والثانى معاً ، وتصبح شبكة الأعمال بالشكل التالى :



ويصبح هناك ٣ مسارات حرجة وزمنها ١٠ أسابيع :

المسار الأول : أ – ب – ء – هـ – ز

المسار الثانى : أ – ب – و – ز

المسار الثالث : أ – جـ – هـ – ز

والجدول التالى يوضح تكلفة التعجيل للبدائل الخمسة وأزمنتها :

وقت المشروع	تكلفة التعجيل	التكلفة الكلية
١٤ أسبوع	-	٥٣٠٠٠
١٣ أسبوع	١٠٠٠	٥٤٠٠٠
١٢ أسبوع	٥٠٠٠	٥٩٠٠٠
١١ أسبوع	٦٠٠٠	٦٥٠٠٠
١٠ أسابيع	٩٠٠٠	٧٤٠٠٠

يلاحظ أنه أمكن للإدارة تخفيض تكلفة التعجيل لإتمام المشروع فى ١٠ أسابيع

بمقدار = ٨٠٠٠٠ – ٧٤٠٠٠ = ٦٠٠٠ جنيه

سابعاً : تطبيقات :

(١) البيانات التالية خاصة بإحدى المشروعات وتوضح العمليات المطلوبة وأزمنتها والمطلوب :

١- رسم شبكة تنفيذ المشروع بإستخدام طريقة بيرت .

٢- تحديد المسار الحرج .

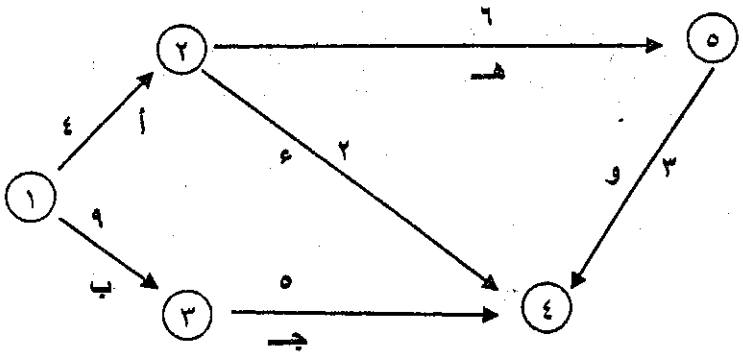
٣- حساب إحتمال إنتهاء المشروع فى الوقت المحدد إذا علمت أن وقت إنتهاء المشروع المطلوب هو ٢٨ يوم .

العملية	الحدث السابق	الحدث اللاحق	أ	ب	جـ
أ	١	٢	١٣	١٥	١٧
ب	٢	٣	٦	٧	٨
جـ	٣	٦	٤	٨	١٢
ء	١	٤	١١	١٤	١٧
هـ	٤	٦	١	٦	١١
و	١	٥	١١	١٢	١٣
ز	٥	٦	٢	٧	١٢

(٢) إستخدم البيانات التالية لرسم شبكة الأعمال الخاصة بشركة للتشييد والبناء بإستخدام طريقة بيرت وحدد المسار الحرج وإحتمال إنهاء المشروع فى الوقت المحدد ؛ إذا علمت أن الوقت المحدد للإنتهاء ٦٠ يوم .

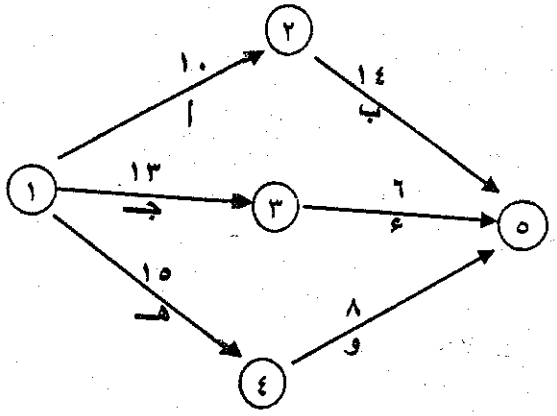
العملية	الحدث السابق	الحدث اللاحق	الوقت المتوقع	التباين
أ	١	٢	١٢	١,٠
ب	٢	٤	١٠	٠,٤
جـ	٤	٦	١٨	٠,٤
ء	٢	٣	٨	١,٠
هـ	٤	٣	٨	٠,١
و	٣	٥	١٨	١,٧
ز	٥	٦	١٥	١,٠

(٣) باستخدام شبكة الأعمال الموضحة بالرسم التالى ؛ المطلوب تحديد وقت إنتهاء المشروع بإستخدام طريقة المسار الحرج CPM مع حساب الوقت المبكر لبداية ونهاية كل النشاط والوقت المتأخر لبداية ونهاية كل نشاط بالشبكة مع تحديد المسار الحرج بها والفائض على أحداثها .



(٤) الجدول التالى يوضح التكاليف المصاحبة لتخفيض زمن إنتهاء المشروع الموضح بالشبكة ، وترغب المنظمة فى دراسة التكاليف المصاحبة لقرارات التخفيض (التعجيل) بتنفيذ المشروع والمطلوب تحديد أفضل بديل للتخفيض .

الأنشطة	أزمنة التعجيل الممكنة بالأسابيع	التكلفة بالأسبوع
أ	٣	١١٠٠٠
ب	٣	٤٠٠٠
جـ	٢	٦٠٠٠
ء	١	١٠٠٠
هـ	٣	٦٠٠٠
و	١	٢٠٠٠



الجزء الثانى

الوحدة التاسعة

الدور الإستراتيجى لوظيفة الإنتاج

أولاً : التغيرات البيئية وحتمية صياغة دور فعال لوظيفة الإنتاج

ثانياً : قصور وضعف الدور الإستراتيچى لوظيفة الإنتاج

ثالثاً : تطور الدور الإستراتيچى لوظيفة الإنتاج بالمنظمات الصناعية

رابعاً : ماهية إستراتيچية الإنتاج

خامساً : الإستراتيچيات العامة ووظيفة الإنتاج

سادساً : اختبار

الدور الإستراتيجى لوظيفة الإنتاج

مقدمة : تعريفات أساسية

١- الفرصة : هى أى موقف أو اتجاه أو تغير فى البيئة الخارجية للمنظمة يدعم الطلب على منتجاتها ، أو يؤدى إلى تحسين مركزها التنافسى.

٢- التهديد : هو أى موقف أو اتجاه أو تغير فى البيئة الخارجية يمثل خطرا محتملا على المركز التنافسى للمنظمة أو يحد من قدرتها على تحقيق رسالتها وأهدافها العامة.

٣- مواطن (نقاط) القوة : هى الموارد أو الإمكانيات أو القدرات الذاتية التى يمكن أن تستخدمها المنظمة بفاعلية لتحقيق أهدافها.

٤- مواطن (نقاط) الضعف : هى القيود وأوجه القصور الذاتية التى تعوق عن تحقيق أهدافها.

٥- رسالة المنظمة : هى مجموعة العبارات التى تصيغها الإدارة العليا بما يعكس قيمتها وأولويتها ، والمجالات الأساسية لنشاط المنظمة ، وصورتها المستقبلية ، وأهدافها الإستراتيجية ، وأسس المنافسة المتبعة ، وبمعنى أكثر تحديدا وتركيزا ، هى مبرر وجود المنظمة.

٦- التخطيط الإستراتيجى : هو الإطار الفكرى العام المتكامل ، الذى تشارك فيه جميع المستويات الإدارية ، لتحليل البيئة الحالية والمستقبلية ، وتقييم القدرات الذاتية ، وصياغة رسالة المنظمة وأهدافها العامة فى ضوء توقعات ذوى المصالح ونتائج التحليل والتقييم ، واختيار الإستراتيجية العامة والإستراتيجيات الفرعية ، ووضع السياسات والخطط والبرامج

والموازنات القادرة على تحقيق أهداف ورسالة المنظمة ، فى ظل افتراضات تخطيطية محددة .

٧- الإستراتيجية : هى الوثيقة الناتجة عن تطبيق نظام التخطيط الإستراتيجى ، والمعبرة عن فكرة جميع المستويات الإدارية بالمنظمة ، وآمال وتوقعات ذوى المصالح ، والآخذة فى الاعتبار الظروف البيئية الحالية والمستقبلية والقدرات الذاتية ، والمحدد بها الإطار العام لكيفية استخدام الموارد فى تحقيق الأهداف الإستراتيجية ورسالة المنظمة .

٨- الإدارة الإستراتيجية : هى عملية اتخاذ القرارات المتعلقة بتحديد اتجاه المنظمة ، وصياغة وتنفيذ الإستراتيجيات بما يحقق أهدافها ، وعلى ذلك يمكن القول أن :

الإدارة الإستراتيجية = التخطيط الإستراتيجى + تنفيذ الإستراتيجية

٩- وحدة الأعمال الإستراتيجية **Strategic Business Unit (SBU)** : هى مجموعة أو مزيج من المنتجات / الأسواق تتوافر فيها أربع خصائص أساسية :

أ- لها رسالة خاصة بها.

ب- تواجه منافسين محددين.

جـ- تخدم عملاء خاصين بها ويمكن تحديدهم بدقة.

د- مستقلة نسبيا وتدار لامركزيا.

١٠- محفظة الأعمال **Business Portfolio**

هى مجموعة وحدات الأعمال الإستراتيجية العاملة بالمنظمة.

١١- مصفوفة محفظة الأعمال : هى أداة لتحليل وتقييم وحدات الأعمال العاملة بالمنظمة – وذلك وفقا لمعيارين سبق تحديدهما – ورسم صورتها المستقبلية ، وتخصيص الموارد اللازمة لكل منها ، فى ضوء مدى قدرتها على المساهمة فى تحقيق أهداف ورسالة المنظمة.

أولا : التغيرات البيئية وحتمية صياغة دور فعال لوظيفة الإنتاج

إتسما العقدان الأخيران بسرعة وحدة وعمق التغيرات البيئية للمنظمات ، خاصة الصناعية منها ، فعلى سبيل المثال لوحظ ما يلى :

١- تزايد حدة المنافسة بين المنظمات القائمة على كل من رؤوس الأموال ، والموارد الطبيعية المحدودة ، مصادر التوريد عالية الإعتمادية ، والقوى العاملة الماهرة المدربة ، ومنافذ التوزيع الفعالة ، والأسواق الجذابة.

٢- تزايد تهديدات دخول منافسين جدد نتيجة إنخفاض حواجز الدخول إلى العديد من الصناعات ، وارتفاع حواجز الخروج منها.

٣- تزايد القوة التفاوضية للعملاء بسبب الإفراط فى الطاقات الإنتاجية.

٤- تزايد القوة التفاوضية للموردين.

٥- ارتفاع معدلات التطور التكنولوچى والتقادم الفنى.

٦- تزايد تهديدات ومنافسة المنتجات البديلة.

٧- تقلص دورة حياة العديد من المنتجات.

٨- تذبذب أسعار الصرف ، وأسعار الخامات والمكونات.

٩- تكثيف جهود البحوث والتطوير ، وظهور تقنيات وصناعات جديدة ، واستحداث تطبيقات جديدة للحاسب والإنسان الآلى.

١٠- سيادة سوق المستهلك وتقلص سوق المنتج.

١١- فتح واختراق الأسواق المحلية ، وسقوط أساليب حماية الصناعات الوطنية ، وإزالة الحدود التجارية ، وظهور منظمات عملاقة متعددة الجنسية.

١٢- ظهور تكتلات إقتصادية قارية وضعت معايير صارمة للتعامل معها ، مثل شرط حصول الشركات على شهادة الأيزو(ISO) International Standard Organization حتى تصدر إلى أوروبا الموحدة.

١٣- توقع اشتعال المنافسة العالمية مع بدء التطبيق الكامل للإتفاقية العامة للتجارة والتعريفة الجمركية & General Agreement on Tariffs Trade (GATT) وضعف فرص البقاء للشركات المعتمدة على الأسواق المحلية فقط ، بل والشك فى مدى قدرتها على ذلك.

وفى خضم هذه التغيرات ، لم تعد وظيفة الإنتاج فى معظم شركاتنا الصناعية قادرة على مواجهة تحديات المستقبل والتكيف معه ، حيث يتم تناولها بمنظور تقليدى ، يتمثل فى توفير السلع والخدمات بالمواصفات والكميات المطلوبة ، وفى الوقت والمكان المناسبين ، وبأقل تكلفة ممكنة . ورغم أهمية هذا الدور إلا أنه تشغيلى تكتيكى بالدرجة الأولى ، لا يتجاوز رد الفعل غير المخطط تجاه التغيرات البيئية ، حيث لا يكون لرجال الإنتاج دور فعال فى صياغة وتنفيذ إستراتيجية المنظمة.

وتؤكد الدراسات السابقة لأداء العديد من شركاتنا الصناعية عدم نجاح وظيفة الإنتاج بها فى النهوض برسالتها الأساسية ، والمتمثلة فى **توفير قدرات إنتاجية تنافسية تدعم إستراتيجية الشركة وتحقق أهدافها ورسالتها** . وفى رأينا أن ذلك يرجع إلى عدة عوامل أهمها :

أ- عدم تفهم أسباب قصور وضعف دور وظيفة الإنتاج.

ب- عدم إدراك مراحل التطور التاريخى بهذا الدور ومتطلبات الانتقال من مرحلة إلى أخرى.

جـ- عدم تفهم ماهية إستراتيجية الإنتاج وخصائصها ومبررات إعدادها.

د- إهمال تحقيق التناسق والتكامل الهيكلى والزمنى بين برامج الإنتاج.

هـ-عدم إدراك دور وظيفة الإنتاج فى تحقيق الإستراتيجية العامة للشركة.

و- غياب المنظور الإستراتيجى فى إدارة العلاقات التبادلية بين وظيفة الإنتاج وكل من المنظمة والوظائف الأخرى.

ز- عدم إتباع نظام متكامل للتخطيط الاستراتيجى للإنتاج.

ثانيا : قصور وضعف الدور الإستراتيجى لوظيفة الإنتاج

يرى البعض أن كثيرا من المنظمات الصناعية تنكر أو تتجاهل دور وظيفة الإنتاج فى صياغة إستراتيجيتها العامة ، ولقد أكدت الدراسات انه كلما زاد عدم التأكد البيئى حدّت الشركات الصناعية من مشاركة مديرى الإنتاج فى اتخاذ القرارات الإستراتيجية ، هذا على الرغم مما أسفر عنه تحليل الأداء من وجود علاقة موجبة بين مشاركة مديرى الإنتاج وأداء هذه الشركات ، وأن قدرتها على التكيف مع التغيرات البيئية تتوقف بالدرجة الأولى على مرونة النظام الإنتاجى ومشاركة مديرى الإنتاج فى عملية التخطيط الإستراتيجى ، وذلك بغض النظر عن حالة الطبيعة السائدة .

ومن أهم الظواهر الدالة على قصور أو ضعف هذا الدور ، عدم الاهتمام بتحديث الجهاز الإنتاجى خاصة فى أوقات الكساد ، وعدم أمكانية الإحلال والتجديد ، وتشغيل آلات ومعدات أوتوماتيكية حديثة جنبا إلى جنب أخرى قديمة منخفضة الكفاءة والفعالية ، وسوء توزيع الاستثمارات على وحدات الأعمال الإستراتيجية وعدم مراعاة مواقعها داخل مصفوفة محفظة الأعمال ، وتأخر تنفيذ المشروعات الجديدة لأسباب مالية ، وتعثر خطط الإنتاج ، وارتفاع نسبة الطاقة العاطلة ، وانخفاض الجودة ، وتدهور الإنتاجية ، وتأخر تقديم المنتجات الجديدة وارتفاع تكلفتها ، وكثرة التعديلات الهندسية بعد بدء عمليات الإنتاج ، وعدم مراعاة إمكانيات النظام الإنتاجى عند التعاقد مع العميل ، وغيرها.

وفيما يلى أهم الأسباب التى أدت إلى قصور وضعف الدور الإستراتيجى لوظيفة الإنتاج :

١- افتراض مرونة النظام الإنتاجى وتعارض مهامه

تحظى وظيفة ونظام الإنتاج بإهتمام كبير عند إنشاء مصنع جديد ، وعند التوسع أو تحديث التسهيلات الإنتاجية القائمة ، وبعدها يفترض جدلاً قدرتهما على الاستجابة لجميع التغيرات البيئية وتلبية جميع رغبات العملاء . لذا ، فعند صياغة إستراتيجية الشركة عادة يُراعى الجانبان المالى والتسويقى ، ولا يستحوذ الجانب الإنتاجى على نفس القدر من الاهتمام . ومن وجهة نظر الإدارة العليا ومديرى التسويق ، اقتصر دور وظيفة نظام الإنتاج على رد الفعل ، أى استخدام إمكانياته المتاحة فى إنجاز المهام الموكلة إليه وإن كانت متعارضة . لذا كثرت شكاوى رجال الإنتاج من عدم مراعاة الجانب الفنى عند اتخاذ القرارات وعدم واقعية المهام الملقاة على عاتقهم وتعددها وتعارضها ، وكثرت شكاوى رجال التسويق من بطء استجابة وظيفة ونظام الإنتاج.

ويذهب البعض إلى القول بأن رجال الإنتاج قد حرموا من حق الرفض ، فعليهم قبول المهام أولا ثم البحث عن حلول لمشكلات التنفيذ ، وهم فى ذلك قد لا يجدون إلا سبيلا بديلا واحدا يجب الأخذ به ، ألا وهو التنفيذ وبغض النظر عن نتائج الأداء .

ويذكر أنه كلما وجهت إستراتيجية الإنتاج نحو تحقيق مهام واضحة ومحددة وليست محدودة – زادت فعاليتها ، لذا يجب صياغة إستراتيجية عامة للشركة تتناسب مع البيئة وتأخذ فى الاعتبار متطلباتها المستقبلية . وفيما يلى مقارنة بين خطوط الإنتاج فى الصناعات التجميعية فى الولايات المتحدة الأمريكية والدول الغربية ، مقارنة باليابان حيث روعيت الآفاق المستقبلية للصناعة عند صياغة الإستراتيجية العامة وإستراتيجية الإنتاج .

جدول رقم (١) خطوط الإنتاج بالصناعات التجميعية فى الولايات المتحدة الأمريكية والدول الغربية مقارنة بها فى اليابان[١]

أسس المقارنة	الولايات المتحدة الأمريكية والدول الغربية	اليابان
الأولوية	توازن خط الإنتاج	المرونة
الإستراتيجية	الاستقرار : دورة إنتاج طويلة تقلل من إعادة تحقيق التوازن	المرونة : توقع إعادة تحقيق التوازن لمقابلة التغير فى الطلب
العمالة والمهام	متخصصة : مهام ثابتة على نفس خط الإنتاج	غير متخصصة : حل المشكلات ، إسناد عدة مهام على الخط (المجموعات التكنولوجية) من التحول من خط لأخر ، إعادة تحقيق التوازن
مواجهة الأعطال	اعتمادا على مخزون احتياطى بين المراحل	صيانة يومية وقائية بسيطة قبل بدء العمل[٢]
مسئولية إعادة التوازن	المهندسين : باستخدام الحاسب	رؤساء العمل : اعتمادا على أفكارهم الخلاقة
معالجة الجودة	مسئولية المشرف : استمرار العمل ، استبعاد الوحدة المعيبة أو إعادة تشغيلها	مسئولية العمال : وقف خط الإنتاج ، مساعدة الآخرين ، التعلم ، سرعة إعادة التشغيل
الآلات	قليلة العدد – ذات طاقات ضخمة	كثيرة العدد – ذات طاقات صغيرة نسبيا
ترتيب الآلات	خط إنتاج ، أو على شكل حرف L	خطوط متوازية ، أو على شكل حرف U
الحصول على الآلات	الشراء (عادة)	المفاضلة بين الشراء أو الاستئجار أو الصنع
نطاق خط الإنتاج	حجم إنتاج ضخم – تنوع محدود خلال المراحل – تنوع اكبر فى مرحلة التجميع النهائى	حجم إنتاج اقل – تنوع واسع خلال المراحل – تنوع أوسع فى مرحلة التجميع النهائى
مناولة المواد	سيور متحركة ثابتة	وضع مراكز العمل قريبة من بعضها البعض

(1) Richard J. Schonberger, **Japanese Manufacturing Techniques : Nine Hidden Lessons in Simplicity** (New York : The Free Press, A Division of Macmillan Publishing Co., Inc., 1982), pp. 131 – 148.

(٢) اعتمادا على دليل للصيانة الوقائية ينفذه العامل ، مع تسجيل ما تم من إصلاح.

٢- عدم وضوح الدور الإستراتيجى لوظيفة الإنتاج وتسلط وظيفتى التسويق والتمويل

عالميا ، وحتى منتصف الستينيات ، كانت وظيفة الإنتاج محور عملية التخطيط حيث فاق الطلب حجم الطاقات الإنتاجية المتاحة ، ومع بداية السبعينيات وظهور أزمة الطاقة وبوادر الكساد زادت أهمية الاعتبارات المالية فى التخطيط . ومع الإفراط فى الطاقات الإنتاجية فى كثير من الصناعات ، وانكماش دورة حياة العديد من المنتجات ، وانفتاح الأسواق ، وشدة المنافسة ، وسرعة التغيرات السوقية تسيدت الاعتبارات التسويقية فى التخطيط واتخاذ القرارات الإستراتيجية ، وأسند لوظيفة الإنتاج مهمة الآثار السلبية لتلك القرارات ، وذلك على الرغم من استحواذ النشاط الإنتاجى بالمنظمات الصناعية على ٧٠% - ٨٠% من إجمالى الأصول المادية والبشرية العاملة بالشركات .

ومحليا ، نتيجة احتكار شركات القطاع العام للسوق المحلى ولفترة طويلة من الزمن ، وفرض الحماية الجمركية عليها ، ونقص العرض على الطلب ، وإتباع إستراتيجية إحلال الواردات ، التسعير الجبرى ، ساد مفهوم بيع ما يمكن إنتاجه . ونتيجة لندرة رؤوس الأموال ، واختلال الهياكل التمويلية للشركات ، وسرعة تغير أسعار الصرف ، وهبوط قيمة الجنيه ، واستيراد كثير من المستلزمات ، واختلال الميزان التجارى ، والتزام الشركات حتى الخاسرة منها بتوزيع أرباح على العاملين ، وتضخم أرصدة السحب على المكشوف والعجز المرحل من عام لآخر ، زادت أهمية الاعتبارات المالية فى التخطيط.

٣- الاعتماد فى تقييم الأداء على مقاييس قصيرة المدى

بمراجعة نظام تقييم الأداء بشركات قطاع الأعمال الصناعى لوحظ اعتماده الشديد على مقاييس كمية قصيرة الأجل – مالية أساسا – ذات نظرة تكتيكية تهتم بالإنجاز والأداء الحالى قريب المدى ، حيث يتضمن مجموعة مؤشرات رئيسية تقيس معدلات تحقيق الأهداف السنوية ومعدلات التطور مقارنة بالعام السابق ، ومجموعة مؤشرات تحليلية تقيس العوامل

المؤثرة على تلك المعدلات ، وبذلك خلا النظام من المعايير والمؤشرات الكمية والنوعية طويلة المدى ذات النظرة الإستراتيجية ، التى تهتم أساسا بالأداء المستقبلى .

ويرى الكاتب أن المشكلة لا تكمن فى نظام التقييم – الذى عكس فلسفة وإدراك مصممية – بل فى الخلط بين تقييم الأداء التشغيلى والأداء الإدارى ، وبالتالى بين الكفاءة والفعالية الإدارية التى تقاس بمعايير ومقاييس داخلية وضعتها الشركة ، وبين الكفاءة والفعالية الإدارية التى تقاس بمعايير خارجية حققها أو يستهدفها المنافسون المحليون ، وأخرى دولية فرضتها الدول المنافسة . ولقد أدى هذا الخلط إلى اعتبار الأداء المحلى التشغيلى انعكاسا للأداء الإدارى ، وقياس الكفاءة والفعالية الإدارية بمقاييس مالية قصيرة المدى ، وإهمال الإدارة للنظرة المستقبلية ، بل والتضحية بالأهداف الإستراتيجية فى سبيل الأهداف التشغيلية المالية ، ولعل انخفاض القدرات التنافسية للعديد من الصناعات الأمريكية خير مثال على ذلك[1] . وعلى الرغم من أهمية المعايير المالية قصيرة المدى ، إلا أنها لا تقيم الدليل الحاسم على مستوى أداء إدارة المنظمة . فالإدارة بمنظورها الإستراتيجى قد تضحى بمستوى الأداء فى الأجل القصير بغية تحقيق أهداف إستراتيجية لا تؤتى ثمارها إلا فى الأجل الطويل ، ولكنها حاسمة فى تشكيل مستقبل المنظمة.

٤- ضخامة استثمارات تطوير وتحديث نظم الإنتاج

نظراً لتقييم الأداء الإدارى بمقاييس تشغيلية وإرتفاع تكلفة برامج تطوير وتحديث نظم الإنتاج ، لم تحظ برامج رجال الإنتاج على تأييد ودعم الإدارة العليا أو على مساندة مديرى التسويق والمالية . فمديرى التسويق يرون فى الاستثمارات ضغوطاً إضافية عليهم للمحافظة على مستويات المبيعات والأرباح الحالية ، هذا رغم شكواهم من انخفاض الجودة وتقادم المنتجات وبطء استجابة الجهاز الإنتاجى ، ومديرى المالية يرون ضرورة تأجيلها حتى يتم تدبير مصادر التمويل وكى لا ينخفض معدل العائد على الاستثمار هذا العام ، وكل عام .

---

(١) مثل صناعة السيارات ، والحديد والصلب ، والملابس ، والورق ، والأجهزة المنزلية ، والالكترونيات خاصة التليفزيون والفيديو والراديو وغيرها.

وخلاصة القول ، إن برامج تطوير وتحديث نظم الإنتاج احتلت مركزاً متأخراً فى جدول الأولويات ، ولم ينفذ سوى اليسير منها والموجه أساساً إلى حل مشكلة طارئة وملحة أو مواجهة أزمة وقعت بالمنظمة .

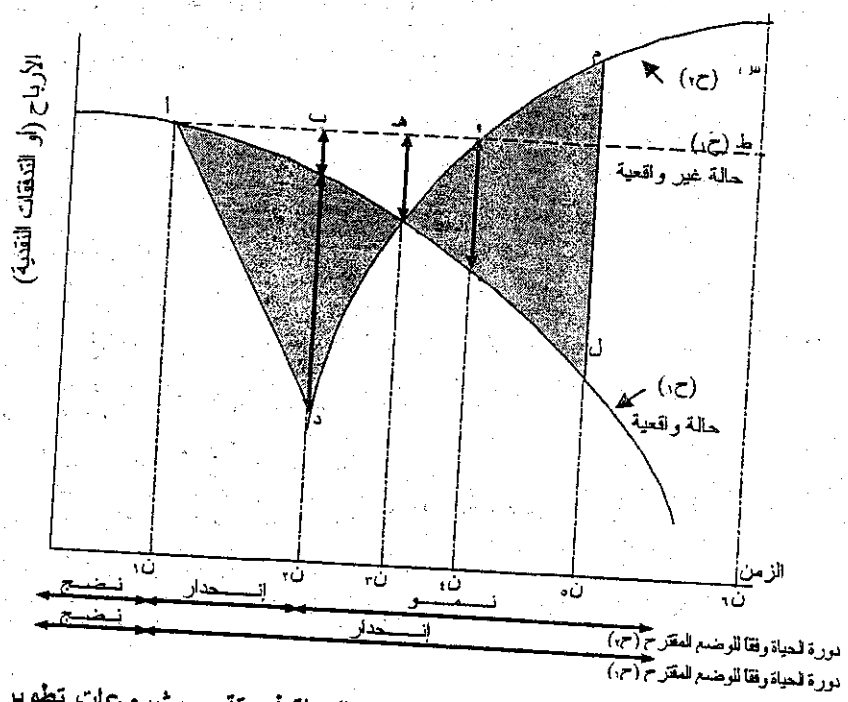
٥- عدم سلامة تحليل التكلفة والعائد

تشير الممارسات الإدارية ونتائجها إلى اتخاذ القرارات بناءً على نتيجة المقارنة بين تكلفة وعائد كل من الوضع الحالى والوضع المقترح ، وهو ما يعارضه الكاتب لأنه قد يؤدى إلى اتخاذ قرارات غير سليمة . فالقرارات ، خاصة الاستثمارية منها ، مستقبلية الأثر والوضع الحالى وضع لحظى ما يلبث أن يصبح ماضيا ، لذا ليس هناك حاضر ، بل هناك ماضى قريب أو بعيد ، وهناك مستقبل قريب أو بعيد . لهذا يجب أن تؤسس القرارات على نتيجة المفاضلة بين النتائج المستقبلية المتوقعة فى ظل اتخاذ القرار ، والنتائج المستقبلية المتوقعة فى ظل عدم اتخاذ القرار ، ولنفس الأفق الزمنى .

وعند استخدام معيار الأرباح فى اتخاذ قرار بشأن تطوير أو تحديث التسهيلات الإنتاجية ، يجب المفاضلة بين الإيرادات المستقبلية وهيكل التكاليف المتوقعة خلال فترة حياة الأصول الجديدة ، مقارنة بهما خلال نفس الفترة فى حالة عدم إجازة المشروع . والتحليل بهذا المنظور يوضح للإدارة العليا ومديرى الوظائف الأخرى النتائج المترتبة على تقادم الآلات والمعدات مثل ، ارتفاع تكلفة الإنتاج ونسب الأعطال والمخلفات ومعدلات حوادث وإصابات العمل وأرصدة المتأخرات ، وإنخفاض الجودة والطاقة المتاحة والإنتاجية والروح المعنوية والمبيعات ونسب استغلال الطاقة ... وغيرها . ونرى أن حساب العائد المتوقع على الاستثمار وفقاً للمفهوم السابق سيختلف جوهرياً عنه وفقاً للمفهوم التقليدى السائد ، بل سيؤدى إلى تحول موقف مديرى التسويق والمالية نحو تأييد مشروع التطوير والتحديث والدفاع عنه لدى الإدارة العليا .

ورغم شيوع مفاهيم دورة حياة كل من المنتج وأسلوب الإنتاج والمصنع ، وتعدد استخداماتها فى مجالات التنبؤ بالمبيعات والتدفقات النقدية والأرباح ، وتقدير شدة المنافسة ،

وتحديد توقيت الدخول إلى الصناعة والخروج منها ، وتوزيع وتخطيط الموارد المالية بما يحقق توازن محفظة الأعمال ، وتحديد قطاعات السوق المستهدفة ، واختيار الأسلوب الإنتاجى ، والإستراتيجيات الوظيفية المتبعة ، إلا أنها لم تستخدم بعد فى تقييم مشروعات تطوير وتحديث معدات الإنتاج . وفيما يلى شكل يوضح دورة حياة أرباح منتج معين تجاوز مرحلة النضج وبدأ مرحلة الانحدار (الوضع الحالى ح١) ، مقارنة بها فى حالة إقرار مشروع لتطوير أو تحديث معدات خط الإنتاج (الوضع المقترح ح٢) ، تقدم به مدير الإنتاج نظراً لتقادم التكنولوجيا المستخدمة ، وارتفاع تكلفة الإنتاج .



شكل رقم (١) استخدام مفهوم دورة الحياة فى تقييم مشروعات تطوير وتحديث خطوط الإنتاج[١]

(١) السيد محمود سماحة ، التخطيط الإستراتيجى للإنتاج كمدخل لرفع كفاءة وفاعلية القطاع العام الصناعى : دراسة تطبيقية على قطاع إنتاج مواد ومستلزمات البناء (رسالة دكتوراه غير منشورة ، كلية التجارة ، جامعة عين شمس ، ١٩٩٤) ، ص ١٣٤ .

من الشكل السابق ، يلاحظ ما يلى :

أ- بالنسبة لمشروع التحديث المقترح (ح٢) : يستغرق تنفيذه الفترة الزمنية ن١ ن٢ ، ونظراً لعدم انتظام معدلات الإنتاج وتحمل تكاليف استثمارية تنخفض الأرباح من المستوى (أ) إلى المستوى (د) خلال فترة التنفيذ ، وعند الزمن ن٢ تبدأ دورة حياة جديدة للمنتج بمرحلة نمو للمبيعات والأرباح ، وعند الزمن ن٤ تتحقق أرباحاً (و) مساوية لما كان محققا (أ) قبل الدخول فى مرحلة الإنحدار ، وبعدها تبلغ الأرباح مستويات لم يمكن تحقيقها طوال دورة الحياة السابقة .

ب- بتجاهل دورة الحياة – الحالة غير الواقعية (حَ١) – ، تتم المقارنة بين الأرباح الحالية المحققة خلال الفترة الزمنية ن١ ن٤ ، والأرباح المتوقعة للمشروع المقترح ، حيث تنخفض الأرباح من المستوى الثابت (أ) إلى ما دون ذلك . فمثلاً عند الزمن ن٢ تنخفض أرباح الشركة بمقدار (ب د) ، وعند الزمن ن٣ تنخفض بمقدار (هـ ع) ، ولن يتحقق التعادل بين الأرباح إلا عند الزمن ن٤ ، وهى بلا شك فترة طويلة لا تقوى الشركة خلالها على التضحية بالأرباح المجمعة الممثلة بالشكل (أ د و) خلال الفترة الزمنية ن١ ن٤ ، لذا يرفض المشروع . ويتأكد رفض المشروع عند حساب الفترة الزمنية ن٤ ن٦ اللازمة لتحقيق أرباح مقدارها (س ط و) تعوض الأرباح المفقودة (أ د و) ، لذا يكون لدى الإدارة أسباب قوية ومقنعة للرفض ، حيث أنها لا تضمن التغيرات السوقية خلال الفترة الزمنية ن١ن٦ .

ج- بالأخذ فى الاعتبار دورة الحياة – الحالة الواقعية (ح١) – ، تتم المفاضلة بين الأرباح المستقبلية الآخذة فى الانحدار نتيجة تقادم تكنولوجيا الإنتاج وارتفاع التكاليف ، بين الأرباح المستقبلية الآخذة فى النمو – بعد الزمن ن٢ – نتيجة تطوير وتحديث خطوط الإنتاج . فبالنسبة للوضع الحالى ، خلال الفترة الزمنية ن١ن٤ يتوقع انحدار الأرباح من المستوى (أ) إلى المستويات (جـ ، ع ، ك ، ل) على الترتيب ، وعلى ذلك عند الزمن ن٢ ستنخفض الارباح بمقدار (جـ د) وليس (ب د) وعند الزمن ن٣ سيتحقق

التعادل وليس عند الزمن ن٤ ، أى أن بعد الزمن ن٣ ستبدأ الشركة فى استعواض الأرباح المفقودة (أ د ع) ، حيث ستستغرق الزمن ن٣ن٥ لتحقيق أرباح مقدارها (ع ل م) مساوية للأرباح المفقودة (أ د ع) .

٤- الخلاصة :

	عند إهمال مفهوم دورة الحياة	بالأخذ فى الاعتبار مفهوم دورة الحياة
الأرباح المفقودة (الشكل)	أ د و	أ د ع
زمن تعادل الأرباح السنوية[1]	ن٤	ن٣
الأرباح المعادلة للأرباح المفقودة (الشكل)	و ط س	ع ل م
زمن تعويض الأرباح المفقودة (سنة)	ن٦ - ن١	ن٥ - ن١

ويلاحظ أنه بإهمال الطريقة الأولى لمفهوم دورة الحياة ، اعتبر الشكل (أ ع و) ضمن الأرباح المفقودة ، رغم كونه غير مؤثر إطلاقاً على عملية التقييم .

٦- نقص خبرة الإدارة العليا فى مجال الإنتاج

يشترط توافر خبرات إنتاجية فى من يتقلد المناصب الإدارية العليا فى الشركات الصناعية اليابانية والألمانية[2] ، ولقد أدى نقص هذه الخبرات ببعض الشركات إلى عدم إدراك الإدارة العليا للأهمية الاستراتيجية لوظيفة الإنتاج ، لذا فإن دعوة مديرى الإنتاج للمشاركة فى صياغة إستراتيجية الشركة غالبا تأتى فى المرحلة الأخيرة ، لهذا قلت فرصتهم فى إسماع الآخرين وجهة نظرهم وتحفظاتهم ، أو حتى التنسيق مع الوظائف الأخرى ، كما أدى إلى إحجام الإدارة العليا عن المشاركة فى صياغة إستراتيجية الإنتاج ، وتفويض مديرى الإنتاج فى اتخاذ قرارات تصميم نظم الإنتاج ، وبالتالى جاءت إستراتيجياتهم هم غير محققة للإستراتيجية العامة والإستراتيجيات الوظيفية الأخرى .

---

(١) وهو زمن بدء تعويض الأرباح المفقودة .

(٢) ألمانيا الغربية سابقاً .

٧- عدم وجود لغة مشتركة

بالمقارنة بمديرى التسويق والمالية ، لم يقم مديرو الإنتاج بشرح وبيان نتائج تطبيق إستراتيجيات الإنتاج المقترحة على أداء الوظائف الأخرى والشركة ككل ، كما لم يوضحوا آثار ونتائج قرارات تلك الوظائف على وظيفة الإنتاج ، وقد يرجع ذلك إلى عدم محاولة جميع الأطراف إيجاد لغة مشتركة فيما بينهم .

٨- انشغال مديرى الإنتاج بالمهام قصيرة الأجل وغياب الكفاءة والفعالية الكلية

خلاف مديرى الوظائف الأخرى ، هناك أهداف إنتاج يومية يجب على مديرى الإنتاج تحقيقها ، وهم فى ذلك يقومون بمهام عديدة تستغرق كل وقتهم ، ولا يجدون الوقت الكافى للتفكير أو التخطيط . ونظراً لتقييم الأداء وفقاً لمعايير جزئية ، تصارعت الوظائف من أجل تحقيق الكفاءة والفعالية الوظيفية . ووضعت عدة قوائم للأولويات تعكس وجهة نظر كل إدارة على حدة ، وتوارت الأهداف الإستراتيجية ،.وأصبح كل مدير فى شأن يغنيه .

وأخيراً ، يرى الكاتب أن مراكزنا العلمية وشركاتنا الصناعية قد أسهمت فى قصور وضعف الدور الإستراتيجى ، والقليل النادر منها يبدأ أولى خطواته . والمتصفح للبرامج التدريبية بالشركات ، يجد النسبة العظمى منها يتعلق بوظائف المشتريات والمخازن والتسويق والأفراد ، والقليل النادر يتعلق بالإنتاج . ويزعم الكاتب سيادة هذا الاتجاه فى جامعات الولايات المتحدة الأمريكية ، حيث القليل منها تشتمل برامجه الخاصة بالدراسات العليا على برنامج لإدارة الإنتاج والعمليات[١] . لذا يتجنب أكفأ المديرين تقلد منصب مدير الإنتاج ، ويقل عدد الدارسين لموضوع إدارة الإنتاج والعمليات .

---

(١) كان للكاتب تجربة فى هذا الشأن عندما سافر إلى الولايات المتحدة الأمريكية باحثاً عن منحة دراسية .

ثالثاً : تطور الدور الإستراتيجي لوظيفة الإنتاج بالمنظمات الصناعية :

إن الدور الكلاسيكى لوظيفة الإنتاج والمتمثل فى حسن استخدام عناصر الإنتاج المتاحة لتوفير السلع والخدمات بالمواصفات والكميات المطلوبة وفى الوقت والمكان المناسبين بأقل تكلفة ممكنة ، لم يعد مناسباً لمقابلة التغيرات البيئية المتلاحقة . فهذه الشروط الخمس قاصرة عن مواجهة سرعة التطور التكنولوجى ، والتغيرات السوقية ، وحدة المنافسة وسرعة تغير أسسها ، وانفتاح الأسواق واتساعها ، وتآكل الحدود التجارية بين الدول . لذا فإن غاية وظيفة الإنتاج فى المنظمات الصناعية ، تسليح المنظمة بقدرات إنتاجية تنافسية تكون أساساً لصياغة وتنفيذ إستراتيجيتها العامة . ووفقاً لهذا المنظور ، هناك أربع مراحل تاريخية لتطور دور وظيفة الإنتاج ، وهى :

١- مرحلة معالجة الآثار البيئية السالبة (المُعادل الداخلى Internally Neutral)

فيها يُنظر إلى الإنتاج كوظيفة ثانوية غير مؤثرة على القدرات التنافسية للمنظمة أو على مركزها التنافسى ، ويقتصر دوره على اتخاذ رد الفعل تجاه التغيرات البيئية ، ولا يكون لرجال الإنتاج أى دور فى صياغة الإستراتيجية العامة ، وتأثير محدود على القرارات المتعلقة بالطاقة الإنتاجية والتكنولوجيا ، التى تتخذ بمعرفة رجال المالية أثناء مرحلة إعداد الموازنات ، ومن أهم خصائص هذه المرحلة :

أ- قصور وضعف الكفاءات الإدارية ، وعدم ميل الإدارة العليا إلى المخاطرة ، وعدم مشاركتها فى اتخاذ القرارات الإستراتيجية للإنتاج ، والاستعانة فى ذلك بخبراء من خارج المنظمة .

ب- عدم إدراك مفهوم التخطيط الإستراتيجى ، والاعتماد على نظم إدارية تفصيلية لمراقبة أداء الوظائف ، خاصة وظيفة الإنتاج .

ج- الاهتمام بوظائف أخرى غير الإنتاج ، باعتباره عملية تكنولوجية غير معقدة قادرة على الاستجابة السريعة لكل ما يُطلب منها ، ولا تحتاج فى إدارتها إلى كفاءات إدارية وفنية متميزة .

د- الاهتمام بعلاج ظواهر المشكلات المؤثرة على القدرات التنافسية للمنظمة ، وليس بتعظيم القدرات الإنتاجية التنافسية .

ه- تأخر عمليات الإحلال والتجديد والتوسع فى الطاقة ، وعدم استخدام تكنولوجيا إنتاج مستحدثة تحمل نوعاً من المخاطرة ، أو تحتاج إلى جهد خاص للتكيف معها .

و- الاعتماد التام على موردى الآلات والمعدات فى الحصول على معلومات عن تكنولوجيا الإنتاج والتطورات الحديثة ، وصعوبة التكيف مع كل جديد .

ز- بطء الاستجابة للتغيرات السوقية ، حتى البسيط منها .

ويذكر أن تغيير هذا الدور يتطلب إحداث تغييرات شاملة وجوهرية فى جميع المستويات الإدارية بالمنظمة ، قد تصل إلى حد إحلالها .

٢- مرحلة اللحاق بالمنافسين (المُعادل الخارجى Externally Neutral)

نتيجة نجاح بعض المنافسين فى تحقيق مزايا إنتاجية تنافسية ، أو إدراك الإدارة العليا لمشكلات المرحلة السابقة ، يوكل إلى وظيفة الإنتاج مسئولية اللحاق والتساوى مع المنافسين ، وتتسم هذه المرحلة بالخصائص التالية :

أ- العمل فى أسواق احتكارية ، لذا يعمل المنتجون على حماية حصصهم السوقية .

ب- إتباع جميع المنافسين الأعراف السائدة فى الصناعة فى مجالات اختيار الآلات والمعدات ، وسياسات وأساليب الإنتاج ، وتشغيل القوى العاملة ، ونظم الأجور والحوافز ، وغيرها .

ج- الأخذ بالاستثمارات الدفاعية التى تهدف أساساً إلى تحقيق وفورات الحجم ، وتجنب الاستثمارات الهجومية التى تهدف إلى تحسين تكنولوجيا الإنتاج وتقديم منتجات جديدة . ولا يؤخذ بالأخيرة إلا بعد ظهور ووضوح أوجه قصور عديدة فى الإستراتيجية الدفاعية وبغية اللحاق بالمنافسين الآخرين .

د- تجنب إحداث تغييرات جوهرية فى المنتج أو المراحل كلما أمكن ذلك ، والاعتماد الكلى على جهاز البحوث فى تطوير المنتجات ، وعلى موردى الآلات فى تحسين تكنولوجيا الإنتاج .

ه- بدء ظهور قدر يسير من التكامل بين وظيفة الإنتاج والوظائف الأخرى .

٣- مرحلة مساندة تنفيذ إستراتيجية المنظمة (المُعاون الداخلى Internally Supportive)

نتيجة ظهور تكنولوجيا إنتاج جديدة لها قدرات متميزة ، أو تعرض المنظمة لتهديد جاد ومباشر من قبل أحد أو بعض المنافسين ، أو تشكك الإدارة العليا فى مدى فعالية الدور التقليدى لوظيفة الإنتاج (المُعادل الخارجى) ، أو إدراكها لمزايا دعم النشاط الإنتاجى لإستراتيجية المنظمة أو لمخاطر عدم دعمه لها ، تبدأ محاولات من قبل الإدارة العليا لتفهم الاتجاهات العامة المؤثرة على المنظمة ، وعوامل النجاح الحرجة بالصناعة ، وربط كل من الإستراتيجية العامة والإستراتيجية التسويقية بالقرارات الإستراتيجية للإنتاج ، ومراعاة آثار قرارات الوظائف الأخرى على النشاط الإنتاجى . ومن ناحية أخرى ، يسعى رجال الإنتاج إلى تفهم انعكاسات نشاط المنظمة على وظائفهم ، ومراجعة القرارات الإستراتيجية للإنتاج للتأكد من تناسقها مع الأهداف والإستراتيجية العامة ، ومن أهم خصائص هذه المرحلة ما يلى :

أ- بدء وضع نظام رسمى للتخطيط الإستراتيجى والاعتماد عليه .

ب- بدء توجيه الأنشطة الوظيفية نحو مساندة ودعم الإستراتيجية العامة .

ج- استمرار سيطرة وظيفة التسويق على عملية التخطيط الإستراتيجى باعتبارها محور الارتكاز ، لذا لا تشارك وظيفة الإنتاج بفعالية فى صياغة الإستراتيجية العامة ، حيث لم تعد مصدرا أساسياً للميزات التنافسية بعد .

د- تناول قضايا وقرارات الإنتاج بمنظور تقليدى ، فالأوتوماتيكية – مثلاً – يقتصر دورها فقط على خفض التكلفة .

٤- مرحلة توفير قدرات إنتاجية تنافسية تدعم إستراتيجية المنظمة (المُعاون الخارجى Externally Supportive)

نتيجة اقتناع وإيمان الإدارة العليا باعتماد المركز التنافسى للمنظمة على القدرات التنافسية لنظم الإنتاج ، وأهمية المشاركة المبكرة لرجال الإنتاج فى صياغة الإستراتيجية العامة ، وحيوية التفاعلات المتبادلة بين الوظائف ، وحتمية دعمهم لإستراتيجية المنظمة ، وضرورة إحلال طرق وأساليب تحسين الأداء التقليدية بأخرى غير تقليدية خلاقة مثل ، تحقيق المرونة باستخدام الحاسب الآلى فى إحداث التكامل بين مرحلتى التصميم والتصنيع بدلاً من الاعتماد على زيادة الطاقة ، وزيادة اعتمادية التسليم ورفع مستوى خدمة العملاء عن طريق خفض وقت دورة الإنتاج بدلاً من زيادة مخزون المنتجات التامة ، وخفض تكلفة الإنتاج عن طريق المراقبة الكلية للجودة بدلاً من الاعتماد فقط على تحسين إنتاجية عنصر العمل .

ووفقاً لهذه المرحلة ، ينظر إلى وظيفة الإنتاج كسلاح إستراتيجى وكشريك على قدم المساواة مع الوظائف الأخرى عند صياغة إستراتيجية المنظمة ، وتهتم الإدارة العليا برصد التغيرات التكنولوجية وتستعد لها وتأخذ بها ، وتنظر إلى المقومات المادية – مثل الآلات والمعدات – وغير المادية – مثل السياسات والقواعد والإجراءات والمعرفة والمهارة – كمصدرين أساسيين للقدرات والمميزات التنافسية . ومن أهم خصائص هذه المرحلة ما يلى :

أ- وضوح مفهوم ونضوج نظام التخطيط الإستراتيجى .

ب- سيادة المنظور الإستراتيجى لوظيفة الإنتاج ، أى اعتبارها المصدر الأول للمميزات والقدرات التنافسية ، وشريك رئيسى فى صياغة إستراتيجية المنظمة ، لذا تُعَدّ إستراتيجيات وخطط تلعب فيها القدرات الإنتاجية دوراً أساسياً فى تحقيق الأهداف العامة ، وتصاغ رسالة وإستراتيجية للإنتاج ، وتتحدد مهام تتفق مع رسالة وأهداف وإستراتيجية المنظمة .

ج- حماية وتحسين القدرات التكنولوجية باعتبارها أداة دعم المركز التنافسى للمنظمة .

د- تحقيق التكامل والتنسيق التام بين الإستراتيجية العامة وإستراتيجيات وحدات الأعمال والإستراتيجيات الوظيفية .

هـ- تحقيق التكامل والتنسيق التام بين إستراتيجية الإنتاج والإستراتيجيات الوظيفية الأخرى ، والأخذ فى الاعتبار أثر قراراتها على النشاط الإنتاجى .

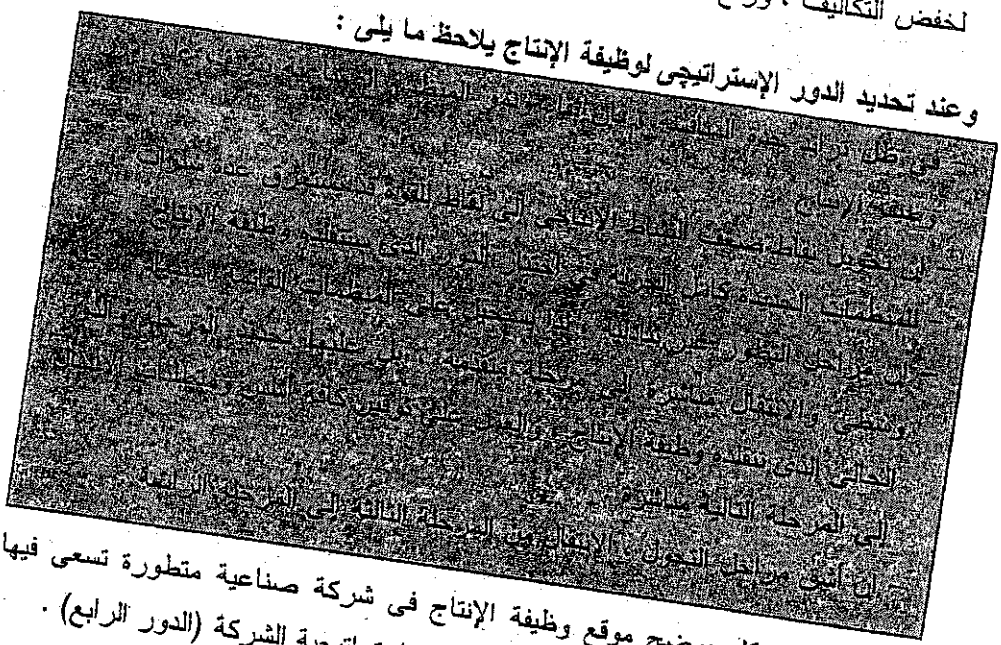
و- مراعاة التفاعل بين المنتجات والأسواق وبين عمليات الإنتاج ، وإدارة هذه التفاعلات عبر الوظائف .

ز- قيام المنافسة على أساس معايير كسب أوامر التوريد The Order-Winning Criteria .

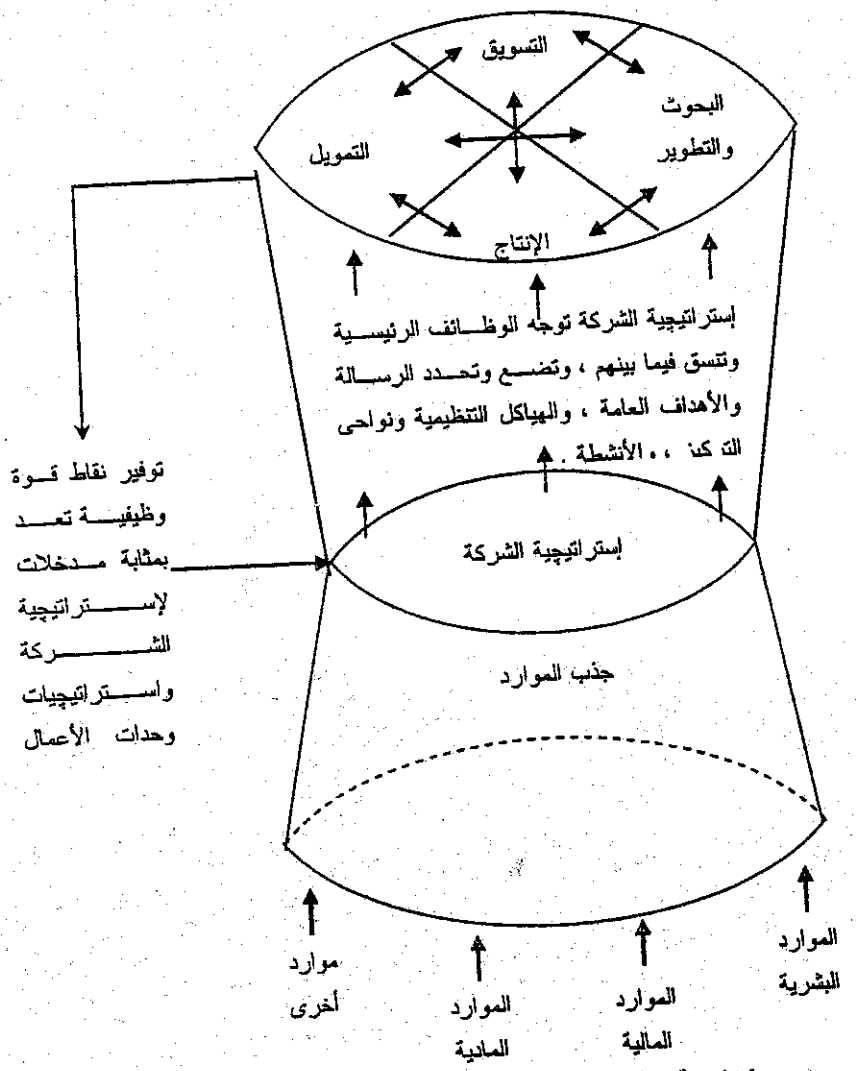
ح- الاهتمام بتنمية المهارات الإدارية – خاصة التخطيطية – والفنية واعتناق مبدأ المشاركة .

ط- تناول قضايا وقرارات الإنتاج بمنظور غير تقليدى ، فالأوتوماتيكية – مثلاً – وسيلة لخفض التكاليف ، ورفع مستوى الجودة ، وضبط ومراقبة العمليات .

وعند تحديد الدور الإستراتيجى لوظيفة الإنتاج يلاحظ ما يلى :



وفيما يلى شكل يوضح موقع وظيفة الإنتاج فى شركة صناعية متطورة تسعى فيها وظيفة الإنتاج إلى توفير قدرات إنتاجية تنافسية لدعم إستراتيجية الشركة (الدور الرابع) .



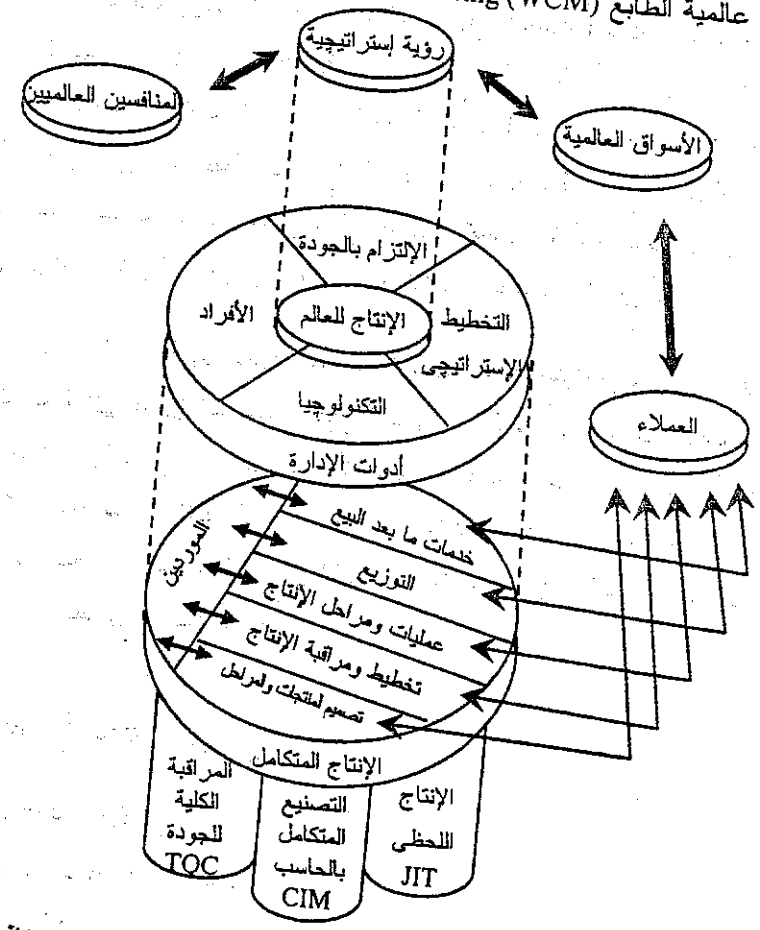
شكل رقم (٣) موقع وظيفة الإنتاج فى شركة متطورة(١)

فى الشركة التقليدية ، ينظر لوظيفة الإنتاج كوظيفة خدمية لذا لا تشارك فى صياغة إستراتيجية الشركة – إن وجدت – ، أما فى الشركة المتطورة فتعمل الإستراتيجية العامة

(1) Danny Samson, **Manufacturing & Operations Strategy** (New York: Prentice Hall, 1991), p.8.

على جذب الموارد وتركيز استخدامها ، وتوجيه الأنشطة الوظيفية التى تتفاعل معاً وعلى قدم المساواة فى صياغة إستراتيجية الشركة .

وفيما يلى نموذج T.Gunn الذى يعد أصدق معبر عن دور وظيفة الإنتاج فى المنظمات الصناعية عالمية الطابع World-Class Manufacturing (WCM) .



شكل رقم (٤) الإطار العام لوظيفة الإنتاج فى تحقيق مميزات تنافسية عالمية (نموذج T. Gunn)[1]

(1) Thomas G. Gunn, **Manufacturing for Competitive Advantage: Becoming a World Class Manufacturer** (Massachusetts: Ballinger Publishing Co., 1987), p.25.

يقصد بالرؤية الإستراتيجية للشركة (أو لوحدة الأعمال بها) أهدافها العامة ، التى تتحدد بناء على دراسة الأسواق العالمية التى تعمل بها أو ستدخلها الشركة ، ومنافسيها المنتشرين فى أرجاء العالم . وقدم الكاتب حدوداً لبعض معايير تقييم القدرات الإنتاجية بهذه الشركات ومن أهمها : معدل دوران المخزون (من ٨٠ إلى ١٠٠ مرة) ، ونسبة الإنتاج المعيب (ليس أكثر من ٠,٠٠٠٢[١]) ، ونسبة وقت الأنشطة ذات القيمة المضافة Value-added lead time إلى إجمالى وقت التصنيع Cumulative Manufacturing lead time (أكبر من ٥٠%) وتعد الجودة ، والموارد البشرية ، والتكنولوجيا ، والتخطيط الإستراتيجى أدوات الإدارة لتحقيق الأهداف العامة ، وهى فى ذلك تعمل على تكامل خطط الإنتاج بدءً من تصميم المنتجات والمراحل وحتى تقديم خدمات ما بعد البيع ، من خلال الاتصال المستمر بكل من العملاء والموردين الذين يزودون الشركة بحوالى ٧٠% - ٨٠% من مكونات منتجاتها .

وأخيراً ، فإن نجاح الشركة فى تحقيق مميزات تنافسية عالمية يتوقف على مدى فعالية جميع الأنشطة الوظيفية فى تطبيق أساليب الإنتاج اللحظى ، والتصنيع المتكامل بالحاسب ، والمراقبة الكلية للجودة . ولقد اقتصر على هذه الأساليب الثلاثة نظراً لشمولهم على الأساليب الأخرى – مثل التصنيع باستخدام الحاسب ، والتصميم باستخدام الحاسب ، وحلقات الجودة ، والشراء اللحظى ، وتخطيط الاحتياجات من المواد MRP I ، وتخطيط موارد الإنتاج MRP II ، وغيرها – وضرورة تطبيقهم معاً .

رابعاً : ماهية إستراتيجية الإنتاج

١- تعريف إستراتيجية الإنتاج

يعرف الكاتب إستراتيجية الإنتاج بأنها :

---

(١) أى ٢٠٠ وحدة معيبة فى كل مليون وحدة منتجة .

وثيقة محددة بها رسالة وأهداف ومهام وسياسات وظيفة الإنتاج ، وكيفية توفير قدرات تنافسية محددة ، تُدعم القدرات التنافسية للمنظمة ، وتُسهم فى تحقيق أهدافها الإستراتيجية ورسالتها بأكبر كفاءة وفعالية ممكنة .

٢- خصائص إستراتيجية الإنتاج

فى ضوء تعريف إستراتيجية الإنتاج ، يمكن تحديد خصائصها فيما يلى :

أ- أنها إستراتيجية وظيفية ، يعدها مدير إدارة الإنتاج بمعاونة مرؤوسيه ، وبمشاركة الإدارة العليا ومدير وحدة الأعمال التابع لها النشاط ، وبالتنسيق مع مديرى الإدارات الوظيفية الأخرى .

ب- تشتق من الإستراتيجية العامة وإستراتيجية وحدة الأعمال ، وتتسق مع الإستراتيجيات الوظيفية الأخرى ، وتسهم بالقدر الأكبر فى تحقيقها ، وتدعم كل منها الأخرى .

ج- تتلخص رسالتها فى زيادة قدرة المنظمة على اقتناص الفرص المتاحة وتجنب التهديدات المحتملة ، وذلك بتوفير قدرات إنتاجية تنافسية تدعم نقاط قوة المنظمة وتعالج أوجه ضعفها .

د- تتضمن تحديداً للأهداف الإستراتيجية لوظيفة الإنتاج التى تتلخص فى تحقيق المعايير الداخلية والخارجية للكفاءة والفعالية .

- تتضمن تحديداً واضحاً ودقيقاً للمهام الإستراتيجية لوظيفة الإنتاج ، التى تشمل : خفض التكاليف ، و/أو تحقيق وتحسين الجودة ، و/أو تحقيق المرونة ، والتى يقصد بها مرونة الحجم ، والمواصفات ، والوقت ، و/أو تقديم منتجات جديدة .
- تتضمن السياسات العامة الحاكمة فى اتخاذ القرارات الإستراتيجية للإنتاج ، والسبل المتبعة أو الممكن إتباعها لتحقيق أهداف ورسالة النشاط الإنتاجى ووحدة الأعمال والمنظمة .
- تتضمن تحديداً وتوزيعاً للموارد اللازمة لأداء المهام ، وتحقيق أهداف ورسالة وظيفة الإنتاج .

٣- مبررات إعداد إستراتيجية الإنتاج

من المبررات التقليدية لصياغة إستراتيجية الإنتاج ، توليد أفكار وبدائل جديدة لمقابلة حاجات العملاء ولتمييز المنظمة عن منافسيها ، وتحديد الصورة المستقبلية لنشاط الإنتاج وإقناع المنفذين بإمكانية تحقيقها ، وإعلام الإدارات الأخرى بأهداف ودور النشاط ، وتحسين أداء المنظمة نتيجة تطوير عمليات الإنتاج وخلق الوعى بإستراتيجية الإنتاج لدى الإدارة العليا والإدارات الوظيفية الأخرى ، والمشاركة المبكرة لرجال الإنتاج حيث تتاح لهم الفرصة لشرح وبيان أثر كل من القرارات الإستراتيجية العامة والوظيفية الأخرى على نشاط الإنتاج وأخذها فى الاعتبار خلال مراحل التخطيط الأولى .

ويرى المؤلف أن إعداد إستراتيجية الإنتاج يكتسب أهمية خاصة تفوق هذه المبررات التقليدية . ففى المنظمات الصناعية ، يعد الإنتاج محور جميع الأنشطة الأخرى ، وسلاح المنظمة فى تحقيق أهدافها ورسالتها ، لذا هناك ثمانية مبررات أساسية لصياغة الإستراتيجية ، وهى :

أ- الاتفاق على ترتيب موحد لأولويات عناصر النجاح الحرجة فى الصناعة وكيفية توفيرها .

ب- الاتفاق على ترتيب موحد لأسس المنافسة السائدة فى الصناعة ومركز المنظمة بكل منها .

ج- تحديد نقاط قوة وضعف وظيفة الإنتاج وكيفية التعامل مع الفرص والتهديدات السوقية والتكنولوجية .

د- الاتفاق على نوعية ومقدار القدرات الإنتاجية التنافسية الواجب توفيرها .

هـ-وضع إطار عام للسياسات الحاكمة فى اتخاذ القرارات الإستراتيجية للإنتاج ، بما يتفق مع الإستراتيجية العامة وإستراتيجية وحدة الأعمال والإستراتيجيات الوظيفية الأخرى .

و- الاتفاق على ترتيب لأولويات معايير اتخاذ القرارات تعكس وجهة نظر الإستراتيجية العامة .

ز- تركيز استخدام الجهود البشرية والإمكانيات المادية والموارد المالية المتاحة .

ح- تحقيق التنسيق والتكامل الهيكلى والزمنى داخل وبين البرامج ، باعتبارهما الأساس المنهجى لدعم أوجه القوة ، وعلاج نقاط الضعف ، ومقابلة الفرص ، وتجنب التهديدات .

ففى المنظمات الصناعية ، لوحظ تعارض كثير من السياسات وقرارات الإنتاج مع إستراتيجية المنظمة ، وعدم اتساق الأثر الكلى لقرارات تشغيل نظم الإنتاج مع الأهداف والإستراتيجية العامة وذلك رغم منطقية كل قرار على حدة ، وكثرة إجراء تعديلات جوهرية على قرارات الإنتاج بعد اتخاذها ، وتباين أولويات عناصر النجاح الحرجة بين الوظائف . ففى دراسة على مصنع للإلكترونيات عن الأهمية النسبية لسرعة تقديم المنتجات الجديدة ، ظهر مدى التباين بين آراء الوظائف حيث بلغت بالتسويق ١٠٠% ، والانتاج ٨٥% ، والجودة ٥٥% ، والبحوث والتطوير ٤٠% ، والمشتريات ٣٧% .

وأخيراً فإن أوجه القصور والضعف السابقة تعكس عزلة وانفصال رسالة وأهداف المنظمة عن رسالة وأهداف ومهام وظيفة الإنتاج ، والتركيز على الأهداف التشغيلية وإهمال الأهداف الإستراتيجية، وعدم الاتفاق على ماهية عناصر النجاح الحرجة فى الصناعة وأسس المنافسة السائدة ونواحى القوة الواجب استغلالها ونقاط الضعف الواجب علاجها ، ونوعية القدرات الإنتاجية اللازم توفيرها والسياسات العامة المطبقة . لذا يسود مفهوم الكفاءة والفعالية الجزئية ، وتستخدم معايير للمفاضلة بين البدائل تعكس وجهة نظر وظيفية مما يؤدى إلى قرارات متعارضة فيما بينها وغير متناسقة مع كل من الإستراتيجية العامة ومتطلبات السوق ، هذا فضلاً عن بعثرة الجهود والإمكانيات والموارد نتيجة عدم تركيزها على نقاط القوة والضعف والفرص والتهديدات الحقيقية .

٤- التنسيق والتكامل الهيكلى والزمنى لبرنامج الإنتاج

يشمل البرنامج الإستراتيجى للإنتاج ، جميع البرامج المتعلقة بنشاط الإنتاج المقرر تنفيذها خلال الفترة التخطيطية ، ويحدد العلاقات التبادلية فيما بينها ، والجدول الزمنى لبدء

تنفيذها والانتهاء من إنجازها ، بما يعمل على التحول من البيئة الحالية للتشغيل إلى أخرى مستهدفة قادرة على تحقيق كل من أهداف الإنتاج ووحدة الأعمال والمنظمة ، كما يوفر وسائل لقياس مدى تحقيق الأهداف ، مع تحديد المسئولين عن تحقيقها .

ويذكر ، أن هناك العديد من البرامج الممكن تطبيقها لتحسين وتطوير عمليات الإنتاج والقدرات الإنتاجية التنافسية مثل ، تخطيط موارد الإنتاج (MRP II) ، والإنتاج اللحظى (JIT Production) ، والتصميم بمساعدة الحاسب (CAD) ، والتصنيع بمساعدة الحاسب (CAM) ، والتصنيع المتكامل باستخدام الحاسب (CIM) ، والهندسة بمساعدة الحاسب (CAE) ، ونظم التصنيع المرن (FMS) ، والمجموعات التكنولوجية (GT) ، والمراقبة الكلية للجودة (TQC) ... وغيرها .

ويتطلب تنفيذ البرنامج تحديد وترتيب المهام الواجب تنفيذها وأولوياتها ، وتوقيت بدء وانتهاء كل مهمة ومداها الزمنى ، وموارد وتكاليف وعائد البرنامج ، والوقت الكلى اللازم لإنجازه . وكثيرا ما يتوقف توقيت بدء مهمة ما على الانتهاء من مهمة معينة فى برنامج فرعى آخر ، لذا يجب إحداث التوافق الهيكلى والزمنى داخل البرنامج الفرعى الواحد ، وبين مجموعة البرامج المترابطة .

فمثلاً قيام إدارة الإنتاج بتنفيذ برنامج الإنتاج اللحظى يتطلب قيام كل من إدارة المواد بتنفيذ برنامج لتخطيط الاحتياجات من المواد ، وقسم تخطيط المنتج بتنفيذ برنامج التصميم بمساعدة الحاسب ، كذلك تطبيق برنامج حلقات الجودة (QC) ، وذلك فى وقت متزامن مع البرنامج الأول .

ويمكن استخدام خرائط بيرت الزمنية لمراقبة تنفيذ البرامج ، حيث يتم الحد من أو القضاء على نقاط الاختناق عن طريق إظهار الاعتماد الداخلى والخارجى المتبادل بين البرامج ، وتحديد المهام الحرجة التى يؤدى تأخير تنفيذها إلى تأخير البرنامج الإستراتيجى كله ، لذا يتم التركيز عليها لضمان التنفيذ فى الوقت المخطط .

وأخيراً ، فإن نجاح البرنامج الإستراتيجى للإنتاج يتوقف على عدة عوامل ، أهمها :

أ- **تقييم البرامج** : فى ظل الاعتمادية المتبادلة بين البرامج ومحدودية الموارد ، فإن بعض البرامج المقترحة قد لا تبررها نتائج تحليل تكلفتها وعائدها الذاتى ، غير أنها قد تكون مطلوبة من وجهة نظر برنامج أو برامج أخرى ، لذا يجب تحليل التكلفة والعائد من وجهة النظر الكلية .

ب- **تحديد هيكل كل برنامج** : من حيث مهام تنفيذ البرنامج ، وتوقيتات تنفيذها ، ومداها الزمنى ، وتكلفتها .

ج- **قياس مدى التقدم فى التنفيذ** : وتستخدم التوقيتات الزمنية ، وتقديرات التكلفة كمعايير للتنفيذ .

د- **تحديد المسئولية** .

خامساً : الإستراتيجيات العامة ووظيفة الإنتاج

إن فعالية الإستراتيجية العامة لا تتوقف – كما قد يعتقد البعض – على دقة وجودة الإستراتيجية ذاتها ، بقدر اعتمادها على مدى نجاح الوظائف الأساسية فى مساندة ودعم بعضها البعض فى تنفيذ إستراتيجيتها وتحقيق رسالاتها . ولعل الخطأ الجوهرى فى إدارة بعض المنظمات الصناعية الأمريكية يكمن فى توجهها نحو تعظيم الأرباح فى الأجل القصير ، وسيادة مفهوم الكفاءة والفعالية الجزئية ، مما دفع الوظائف إلى التنافس فيما بينها . ونتناول فيما يلى الإستراتيجيات العامة الأساسية فى المنظمات الصناعية من حيث مفهومها ، ومتطلبات النجاح ، والمخاطر ، ودور وظيفة الإنتاج بكل منها :

١- إستراتيجية قيادة التكاليف[1] Cost Leadership Strategy

أ- **تهدف إلى تقوية المركز التنافسى للمنظمة والسيطرة على السوق من خلال توفير المنتج بأقل تكلفة مقارنة بالمنافسين** . لذا فخفض التكاليف يمثل الإطار

(١) يشار اليها بعدة مصطلحات منها : Overall Cost Leadership Strategy, Least Cost Strategy, أو استراتيجية السيطرة على السوق Market Dominance Strategy .

والسياسة العامة لأى قرار وغاية كل نشاط . وتعمل الإستراتيجية على إنهاك قوة المنافسين فى محاولات اللحاق بالمنظمة ، وتقوية مركزها التفاوضى قبل العملاء ، وحمايتها من ضغوط الموردين حيث يمكنها تحَمّل الزيادة فى أسعار المواد مقارنة بمنافسيها ، ومن دخول منافسين جدد نظراً لحاجتهم إلى تحقيق وفورات اقتصادية ضخمة . كذلك من تهديدات المنتجات البديلة نتيجة تحسن مراكز منتجاتها على منحنى الأداء السعرى The price Performance Curve ، والذى يحدد القيمة (السعر ، والجودة) النسبية للمنتجات المتنافسة .

ب- **يتطلب نجاح الإستراتيجية** أسواق واسعة ، ومزيج ضيق من المنتجات ذات مواصفات ثابتة ومعلومة مقدماً ، وطاقات إنتاجية كبيرة ، وحجم إنتاج ونصيب سوقى كبير ، واستثمارات رأسمالية هجومية كبيرة ، وكثافة رأسمالية عالية ، ومهارات هندسية متميزة ، وترابط وثيق بين وظائف وأنشطة التسويق والإنتاج والتمويل وبحوث وتطوير عمليات الإنتاج ، وتدفق مستمر للمواد ، وقدرة على توفير المدخلات بأقل تكلفة ، ومراقبة لصيقة لكافة عناصر التكاليف ، وإشراف قوى ، ونظام لتوزيع المنتجات منخفض التكلفة ذو إعتمادية عالية ، وإستراتيجية تسعير هجومية قادرة على اختراق الأسواق ، وفتح أسواق خارجية جديدة ، وقدرة على تحمل خسائر مؤقتة خلال المرحلة الأولى من بدء النشاط أو فتح هذه الأسواق ، وفرض حماية مؤقتة على الأسواق المحلية من قبل الدولة لحين دعم المنظمات الوطنية لمراكزها[1] ، واستقرار نسبى لتكنولوجيا الإنتاج .

ج- **من أهم مخاطر الإستراتيجية** انكماش الطلب ، وتكاثر المنتجات Product Proliferation ، واشتعال حرب قطع الأسعار بين المنتجين ، وتضخم التكاليف ، وإهمال الجودة ، والمحاكاة من قبل بعض المنافسين ، ونجاح أحدهم فى تحقيق طفرة فى مجال خفض التكاليف ، وتقادم الآلات والمعدات وتأجيل مشروعات الإحلال

(٢) خلال فترة الستينيات والسبعينيات فرضت اليابان حماية جمركية على أسواقها المحلية .

والتجديد ، ودخول المنتج مرحلة الانحدار ، وتغير مواصفات المنتج نتيجة لتغير أذواق العملاء أو تطور تكنولوجيا الإنتاج ، فمثلاً فى صناعة العبوات استبدلت العبوات الزجاجية بأخرى كرتونية مغطاة بالشمع Waxed Cartons ، وفى صناعة الآلات والمعدات الدقيقة تحول الطلب عن الآلة الكاتبة الميكانيكية إلى الكهربائية ومن هذه الأخيرة إلى معالج الكلمات Work Processor ، كما استبدلت آلة تسجيل النقود الميكانيكية بأخرى كهربائية Electric Cash Register ، وفى صناعة السيارات تحول الطلب عن السيارة كبيرة الحجم إلى صغيرة ومتوسطة الحجم الأكثر اعتمادية والأقل فى تكلفة التشغيل . لذا ، يعد تحقيق المواءمة والتوازن بين تحقيق قيادة التكاليف والريادة التكنولوجية التحدى الحقيقى الذى يواجه هذه الإستراتيجية . ولا يساعد المدخل التقليدى لتحليل التكاليف – ثابتة ، ومتغيرة – فى معاونة متخذى القرارات على تفهم الآثار المستقبلية للقرارات ، لذا قدم Wallace مدخل تحليلى أكثر فعالية يعتمد على تصنيف التكاليف إلى خمسة أنواع هى[1] :

- التكلفة الأولية أو الفطرية Inherent Cost (تكلفة تعدد أنواع المنتجات) : وهى التكاليف المرتبطة بعدد خطوط الإنتاج ، واستخدام أساليب تكنولوجية وانتاجية وتنظيمية متباينة . و بمعنى آخر ، هى التكاليف المرتبطة بمواصفات وحجم الإنتاج وطبيعة عمليات التحول المستخدمة ، وتتراوح نسبتها بين ٢٠% – ٦٥% من إجمالى تكلفة الإنتاج .

- تكلفة تعدد أصناف المنتجات Cost of Variety : وهى التكاليف الناتجة عن تعميق خط الإنتاج والتحول من إنتاج صنف واحد من المنتج إلى إنتاج عدة أصناف محددة منه ، وتتراوح بين ٢٠% – ٥٠% من إجمالى تكلفة الإنتاج . وتتمثل فى التكاليف الإضافية المتعلقة بإعداد الآلات ، والجدولة ، والتدريب ، والعمالة المباشرة وغير المباشرة ،

[1] William L. Wallace, **"A Different way of Thinking About Manufacturing Costs". In Stanley S. Miller (Ed.) Competitive Manufacturing: Using Production as a Management Tool,** (New York: Van Nostrand, Reinhold Co., Inc., 1988), pp. 229-235.

والمخزون ، والصيانة ... وغيرها . فضلاً عن تكلفة الفرصة البديلة المتمثلة فى الوفورات الاقتصادية المفقودة .

- تكلفة التغيير The Cost of Change : وهى التكاليف الناشئة عن تغيير مزيج – أنواع وأصناف – المنتجات ، وتتراوح نسبتها بين ١٠% - ٤٠% من إجمالى تكلفة الإنتاج . ومن عناصرها ، تكلفة إعادة تخطيط وجدولة الانتاج ، وتنفيذ التعديلات الهندسية ، وتكلفة إعادة التدريب وإعداد الآلات والتشغيل ، وانخفاض الإنتاجية والجودة خلال مراحل التشغيل الأولى ... وغيرها .

- تكاليف عدم تحقيق مستوى التشغيل الأمثل The Cost of System and Organization Sub-optimization : وهى التكاليف الناتجة عن عدم الوصول إلى التنظيم والاستخدام الأنسب للنظم ، مثل زيادة أو انخفاض القوى العاملة أو التسهيلات الإنتاجية عن الحد الأنسب للتشغيل ، وضعف نظم الاتصال ، وعدم كفاءة نظم النقل والمناولة ... وغيرها . وتتراوح نسبتها بين ٥% - ٢٠% من اجمالى تكلفة الإنتاج .

- التكاليف الغارقة The Sunk Costs : وهى التكاليف الناتجة عن إلغاء قرارات سابقة بعد البدء فى تنفيذها The Cost of Writing Off Past Decisions ، وينظر إليها كخسائر تحمل على عمليات الإنتاج وتخصم من الأرباح على نحو تدريجى خلال فترة زمنية طويلة ، ولا تؤثر فى اتخاذ القرارات المستقبلية ، وتقع خارج سيطرة الإدارة . لذا تستبعد عند إجراء التحليل ، ومن أمثلتها خسائر التخلص من المخزون الراكد والتالف ، وتكلفة إهلاك معدات غير مستخدمة حالياً ولا توجد حاجة إليها مستقبلاً .

د- **يتطلب تنفيذ الإستراتيجية** : رفع كفاءة جميع الوظائف والأنشطة ، خاصة الإنتاج ، لمستويات أعلى بدءً من شراء المواد وحتى تسليم المنتج للعميل ، وتأهيلها للتعامل بحجوم أكبر . فمثلاً ، يجب استخدام آلات ومعدات متخصصة ذات معدلات إنتاج

عالية ، ووسائل مناولة أوتوماتيكية ، وتعاون رجال البحوث والتطوير لتحديد أنسب طرق وأساليب خفض وقت وتكلفة الإنتاج ، وتعاون مهندسى التصميم لوضع مواصفات فنية اقتصادية ، ورجال التسويق لعقد الصفقات بالحجوم المحققة للتشغيل الإقتصادى ، وعدم توسيع خطوط المنتجات بما يخل بحدودها المثلى ، وتجنب تطوير المنتجات إلا عند الضرورة القصوى ، وتدريب العمال على المحافظة على المواصفات القياسية للجودة مع تحقيق معدلات إنتاج عالية ، حيث أن الأسعار قد تنخفض فى أى وقت بفعل أحد المنافسين ، وتوافر المنتج واعتمادية وسرعة التسليم مع الالتزام التام بالمواعيد المحددة . وبعبارة أخرى يجب أن تصُب كل أهداف ورسالات جميع الأنشطة والوظائف فى وعاء واحد ، وهو إنتاج المنتج بأقل تكلفة مقارنة بالمنافسين .

٢ – إستراتيجية التميز

Differentiation Strategy

تهدف إلى تقوية المركز التنافسى للمنظمة من خلال تمييز منتجاتها وخدماتها عما يقدمه المنافسون . وقد يكون التميز فى مجال تصميم وجودة المنتج ، أو قدرة تكنولوجيا الإنتاج على سرعة تلبية رغبات العملاء ، أو الخدمة . لذا يرى البعض أن هذه الإستراتيجية تتضمن ثلاث إستراتيجيات فرعية تستجيب لرغبة العميل Responsiveness Strategies . ويذكر أن إستراتيجية التميز لا تهمل تكلفة المنتج كليةً ، ولكن لا تعطيها أولوية أولى حيث ان العملاء أكثر ولاءً وأقل حساسية للتغير فى الأسعار ، وذلك لحرصهم على الحصول على الميزة التى توفرها المنظمة فى منتجاتها أو خدماتها .

ومن خلال ولاء العملاء وانخفاض حساسيتهم – نسبياً – تجاه التغير فى الأسعار ، تعمل الإستراتيجية على حماية المنظمة من تهديدات المنتجات البديلة ، ودخول منافسين جدد ، واشتعال المنافسة بين المنظمات القائمة ، وزيادة قدرتها على مواجهة ارتفاع أسعار المواد ، وحمايتها من مساومة العملاء .

واختيار مجال التميز يتحدد وفقاً لخمسة معايير أساسية هى : مدى أهميته للعملاء ولأسس المنافسة ، وقدرة المنظمة على تحقيقه ، ومدى صعوبة تحقيقه لدى المنافسين ، والتكلفة والعائد ، ومدى مساهمته فى بلوغ الأهداف الإستراتيجية ورسالة المنظمة .

ومن أهم متطلبات نجاح الإستراتيجية تكامل جهود رجال التسويق والإنتاج والبحوث والتطوير ، وسرعة الاستجابة للتغير فى الطلب كماً ونوعاً ، ورغبة وقدرة المنظمة على المخاطرة بتكلفة تعديل وتحديث المنتجات ، وتوفير مواد عالية الجودة ، وأن يكون عملاء المنظمة أقل حساسية للتغير فى السعر مقارنة بالتغير فى مجال التميز .

ومن أهم مخاطر الإستراتيجية الإهمال التام لعنصر التكلفة ، فإن كان الفرق بين أسعار المنظمة وأسعار منافسيها يفوق حدود الولاء ، تبددت ميزة المنظمة وتحول العملاء عنها ، هذا فضلاً عن التحول التلقائى للعملاء عن أوجه تميز المنظمة ، أو لجوء بعض المنافسين إلى المحاكاة ، أو اختيار المنظمة مجالاً للتميز غير ملموس أو غير هام ، أو تزيد تكلفته عن مقدار الزيادة المتوقعة فى السعر ، أو يصعب تقييمه . ونتناول فيما يلى الإستراتيجيات الفرعية السابق الإشارة إليها .

أ- إستراتيجية مرونة الحجم ووقت التسليم **Delivery Response Strategy**

تهدف إلى تقوية المركز التنافسى للمنظمة من خلال سرعة استجابتها للتغيرات فى كمية الطلب ومواعيد التسليم للعملاء . ويرتكز سلاحها التنافسى على مساعدة عملاء المنظمة على تجنب أو خفض تكلفة الاحتفاظ بالمخزون لديهم . ولزيادة فعالية الإستراتيجية يجب قصرها على منتجات خطوط الإنتاج ذات الطاقات المرنة ، والاتفاق مع العملاء على العوامل المحددة لفترة التوريد ، والتعامل مع مصادر موثوق بها لتوريد المواد ، والإعداد الكامل للآلات والمعدات والقوى العاملة ، ودقة مراقبة تدفق المواد ، وكفاءة نظم الاتصال بين رجال البيع والعملاء ، وبين رجال الإنتاج وباقى أجهزة المنظمة ، ومراجعة رجال الإنتاج قبل عقد الصفقات مع عملاء جدد .

ب- إستراتيجية التصميم حسب الطلب Custom Design Response Strategy

تهدف إلى تقوية المركز التنافسى للمنظمة من خلال تقديم بدائل عديدة لتصميم المنتج أو مكوناته ، ويتوقف نجاح الإستراتيجية على فعالية الاتصال والتنسيق بين وظائف التسويق والإنتاج والتصميم الهندسى . ويذكر أن بدائل التصميم ليست مطلقة ، ولكنها تقع فى حدود إمكانيات وقدرات النظام الانتاجى ، لذا فإن قيام رجال التسويق بعقد صفقات بمواصفات تقع خارج تلك الحدود – دون مراجعة رجال الإنتاج – يؤدى إلى عدم القدرة على تنفيذ التعاقدات ، أو ظهور مشكلات فى الجدولة واللجوء إلى التشغيل من الباطن ، وإعادة التشغيل ، وارتفاع تكلفة الإنتاج ، وانخفاض الجودة ، مما يضر بسمعة المنظمة .

جـ- إستراتيجية تغطية السوق Market Coverage Response Strategy

تهدف إلى تقوية المركز التنافسى للمنظمة من خلال توسيع وتعميق خطوط المنتجات لتلبية احتياجات أكبر عدد ممكن من قطاعات السوق . ويقصد بالتوسع زيادة عدد خطوط المنتجات ، أما التعميق فيعنى زيادة عدد الأصناف المنتجة بالخط . ويجب على المنظمة وضع حدود قصوى لمدى توسع وعمق الخطوط ، حتى لا تتجاوز المنظمة التنويع المخطط وتدخل مرحلة التكاثر غير المخطط للمنتجات ، حيث تنخفض كفاءة الإنتاج بسبب انخفاض حجم الدفع الإنتاجية ، وكثرة عمليات إعادة إعداد الآلات ، وانخفاض الجودة ، وزيادة مشكلات جدولة الإنتاج ، وصعوبة إدارة المواد والمخزون ، وغيرها .

٣- إستراتيجية التركيز[١] Focus Strategy

أ- تهدف إلى تقوية المركز التنافسى للمنظمة من خلال تجزئة السوق إلى قطاعات وتوجيه وتركيز جميع امكانياتها لخدمة قطاع سوقى محدد خاص Market Niche ، وذلك باتباع إستراتيجية قيادة التكاليف أو إحدى إستراتيجيات التميز

(١) تتعدد مسميات الإستراتيجية ، منها : إستراتيجية السوق المتخصصة المحدودة The Market Niche Strategy ، و The Special Market Niche Strategy ، و إستراتيجية تجزئة السوق Market Segmentation Strategy .

حيث يمكنها خدمة القطاع المستهدف بكفاءة وفعالية أكبر من منافسيها الذين يعملون فى عدة قطاعات أو فى السوق الكلى . ويمكن تجزئة السوق وفقاً لأسس جغرافية ، أو ديموجرافية ، أو سلوكية ، أو سيكوجرافية Psychographic والتى تركز على اختلاف نمط المعيشة ، والسمات الشخصية ، والطبقة الاجتماعية داخل المجموعة الديموجرافية الواحدة . وفي مجال السلع الوسيطة ، قد يتم تجزئة السوق وفقاً لأوجه استخدام المنتج ، أو مسافة النقل ، أو أسس المنافسة (الأداء – الجودة – الخدمة – التوريد – السعر) .

ب- **يتطلب نجاح الإستراتيجية** حسن اختيار القطاع السوقى المستهدف حيث يجب تفادى القطاعات التى يعمل بها منافسون أقوياء ، أو دخول قطاع بغرض تقسيمه إلى عدة قطاعات أصغر ، وأن تكون المنظمة على علم تام بكافة التغيرات البيئية بالسوق المستهدف خاصة التكنولوجية والاقتصادية ، فضلاً عن توفير كافة متطلبات خدمة القطاع .

ج- **من أهم مخاطر الإستراتيجية** ، نجاح أحد المنافسين الذى يتبع إستراتيجية قيادة التكاليف بالسوق الكلى فى خفض تكلفته – نتيجة وفورات الحجم – إلى أقل من تكلفة المنظمة ، أو تخفيضها إلى الحد الذى يعوض مجال تميزها ، أو نجاح بعض المنافسين فى تجزئة قطاع المنظمة إلى عدة قطاعات فرعية مما يجعل إستراتيجية التركيز غير ذات موضوع ، وأخيراً عدم نجاح المنظمة فى إيجاد فروق جوهرية بين منتجات القطاع المستهدف ومنتجات السوق الكلى .

د- **لتنفيذ الإستراتيجية:** يجب تأهيل النشاط الانتاجى للتعامل مع دفع إنتاجية صغيرة الحجم ، وتصميم العمليات بما يضمن توفير مستويات الجودة المطلوبة ، وتعاون رجال الإنتاج ومهندسى التصميم للتأكد من تحقيق متطلبات العملاء ، وتعاون رجال الإنتاج والمشتريات والموردين فى تحديد مواصفات المواد ، وقد يستعان بآلات أوتوماتيكية خاصة بغرض مراقبة الجودة ، ووضع حدود ضيقة للمسموحات ، والتحديث المستمر للمواصفات ، واستخدام عمالة ماهرة ، والإشراف اللصيق ، وتوافر قيمة فى المنتج تتناسب مع الأسعار المتميزة للمنظمة .

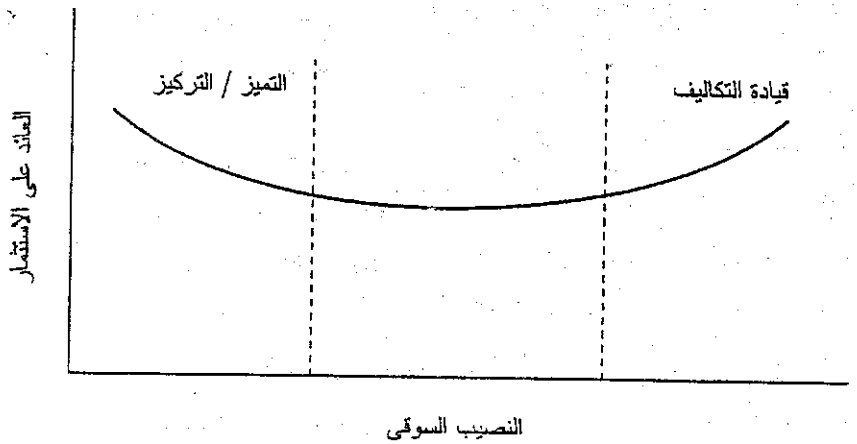
٤- إستراتيجية الابتكار التكنولوجى Technical Innovation Strategy

أ- تعد من أحدث الإستراتيجيات العامة ، وتهدف إلى تقوية المركز التنافسى للمنظمة من خلال إتباع أحد بديلين : أولهما ، إستراتيجية ابتكار المنتجات Product Innovation Strategy ، وتعمل على اكتشاف ودخول أسواق ذات معدلات نمو مرتفعة ، اعتماداً على سرعة تقديم منتجات جديدة . ثانيهما ، إستراتيجية الابتكار الفنى Technical Innovation Strategy ، وتعمل على اكتشاف متطلبات جديدة لأداء المنتجات وسرعة تنفيذها .

ب- يتطلب نجاح الإستراتيجية توافر قدرات مالية كبيرة ، وترابط وتكامل وتعاون وظائف التسويق والبحوث والتطوير والتصميم الهندسى والإنتاج والمالية ، وتوافر قدرات بشرية فنية وإدارية عالية ، وتحديث مستمر لتكنولوجيا الإنتاج ، وسرعة تغيير التصميمات ، وتقديم منتجات جديدة للأسواق ، ودقة متابعة ورقابة مشروعات التطوير . ويذكر أن خلق فجوة زمنية Time Gap بين المنظمة ومنافسيها يعد أهم متطلبات نجاح الإستراتيجية ، ويمكن الاستعانة فى هذا المجال بخريطة الاسترداد التى اقترحها كل من House & Price فى متابعة ورقابة مشروعات البحوث والتطوير .

ج- من أهم مخاطر الإستراتيجية : عدم كفاية مخصصات مشروعات التطوير وتأخر تنفيذ المشروعات ، وعدم وضوح رسالة وظيفة الإنتاج مما يؤدى إلى المطالبة بتثبيت التصميمات والبدء فى الإنتاج رغم عدم الوصول بعد إلى التصميم النهائى ، أو رغم عدم كفاية حجم الطلب لاستيعاب حجم الإنتاج الاقتصادى ، وزيادة الخلاف بين رجال التسويق والإنتاج حيث تطالب المجموعة الأولى بخطوط منتجات واسعة وعميقة وانتاج كميات صغيرة من كل منها ، وتطالب الثانية بخطوط إنتاج ضيقة غير عميقة وانتاج كميات كبيرة من كل منها ومد دورة حياة المنتجات .

وأخيراً ، يجب على المنظمات ألا تتخذ موقفاً وسطاً من هذه الإستراتيجيات ، وإلا أصبح بقاؤها مهدداً ، وإذا بقيت فسيكون لأسباب مؤقتة وغير طبيعية وغير عادية – مثل الحماية الجمركية أو القانونية – ما تلبث أن تزول بزوالها . وخلال فترة البقاء المؤقت لهذه المنظمات ستتعايش مع موقف إستراتيجي متردى ، حيث ستفقد كبار عملائها ، ويتقلص نصيبها السوقى ، وترتفع تكلفتها ، ويتضاءل عائدها على الاستثمار ، وذلك بسبب عدم تَمَيُّزها فى أى مجال من مجالات المنافسة . وفيما يلى شكل يوضح ذلك .



شكل رقم (٦) الإستراتيجيات العامة والنصيب السوقى والعائد على الاستثمار[1]

بفرض إمكانية إتباع أىّ من الثلاث إستراتيجيات العامة فى الصناعة ، فإن المنظمات التى تتخذ موقفاً وسطاً من هذه الإستراتيجيات تحظى بأقل نصيب سوقى ، وتحقق أقل عائد على الاستثمار بالصناعة . لذا يجب على جميع المنظمات أن تتعرف على طبيعة السوق المزمع دخولها ، وتتخير الإستراتيجية المناسبة لقدراتها ، وفى حالة اختيار إستراتيجية التميز أو التركيز يجب استهداف القطاع الذى تستطيع فيه تعظيم نصيبها السوقى ، ولا تخشى المنظمات المتبعة لأستراتيجية قيادة التكاليف بالسوق الكلى ، حيث لا يمكنها الاستحواذ على أكبر نصيب فى كل قطاع من قطاعات السوق .

(1) Michael E. Porter, **Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors** (New York: A Division of MacMillan publishing Co. Inc., 1980), p. 43.

اختبار

حدد العبارات الصحيحة (ص) والعبارات الخاطئة (خ) مع التعليل :

١- التغيرات البيئية تدعو المنظمات الصناعية إلى التخلى عن الدور التقليدى لوظيفة الإنتاج ، وتبنى دور إستراتيجى له .

٢- يتسم تصميم خطوط الإنتاج فى الصناعات التجميعية باليابان بالمرونة .

٣- نتيجة للاعتماد على مقاييس تشغيلية فى تقييم الأداء الادارى ، حظيت مشروعات تحديث وتطوير نظم الإنتاج على دعم وتأييد الإدارة العليا والإدارات الأخرى .

٤- ان استخدام مفهوم دورة الحياة فى تقييم مشروعات تحديث وتطوير خطوط الإنتاج يمكن أن يغير من نتائج التقييم (وضح بالرسم مع عرض ملخص النتائج) .

٥- قد يتطلب تغيير دور وظيفة الإنتاج بمرحلة معالجة الآثار البيئية السالبة إحداث تغييرات جوهرية فى جميع المستويات الإدارية بالمنظمة .

٦- يختلف هدف الاستثمارات الدفاعية عن الاستثمارات الهجومية .

٧- تتعدد خصائص إستراتيجية الإنتاج .

٨- هناك مبررات تقليدية وأخرى غير تقليدية لاعداد إستراتيجية الإنتاج .

٩- تهدف جميع الإستراتيجيات العامة الأساسية إلى دعم المركز التنافسى للمنظمة ، غير أن أساليبها تتباين .

١٠- تتعدد متطلبات نجاح إستراتيجية قيادة التكاليف .

١١- فى إستراتيجية التميز ، يخضع اختيار مجال التميز لثلاثة معايير أساسية .

١٢- هناك أربع إستراتيجيات فرعية لإستراتيجية التميز .

١٣- تعمل إستراتيجية ابتكار المنتجات على اكتشاف متطلبات جديدة لأداء المنتجات وسرعة تنفيذها .

١٤- تحقق المنظمات التى تتخذ موقفاً وسطاً من الإستراتيجيات العامة الأساسية أكبر نصيب سوقى وأعلى عائد على الاستثمار (وضح بالرسم)

١- ص	٢- ص	٣- خ	٤- ص	٥- ص
٦- ص	٧- ص	٨- ص	٩- ص	١٠- ص
١١- خ	١٢- خ	١٣- خ	١٤- خ	

الوحدة العاشرة

إستراتيجية الإنتاج اللحظى

أولاً : فلسفة الإنتاج اللحظى

ثانياً : ماهية الإنتاج اللحظى

ثالثاً : عناصر الإنتاج اللحظى

رابعاً : مشكلات تطبيق الإنتاج اللحظى

خامساً : اختبار

إستراتيجية الإنتاج اللحظى

أولاً : فلسفة الإنتاج اللحظى

تقوم فكرة الإنتاج اللحظى Just-In-Time Production (JIT) على ثلاث دعائم أساسية هى :

١- المصنع المُرَكَّز (البؤرى)

فى عام ١٩٧٥ ، قدم W. Skinner مفهوم المصنع المركز The Focused Factory ، وحذر من أداء المصانع التقليدية لمهام إنتاجية متعارضة ، وتقديم مزيج واسع من المنتجات غير المتجانسة فى أسواق متباينة ، باستخدام سياسات غير متسقة مع بعضها البعض ، مما يؤدى إلى بعثرة مواردها وجهودها وإضعاف مراكزها التنافسية . ولقد قامت فكرة المصنع المركز على المبادئ التالية:

أ- تعدد أسس المنافسة ، وتشمل التكلفة ، والجودة ، والمرونة ، المواصفات والحجم ، وتقديم منتجات جديدة .

ب- لا يمكن لمصنع ما أن يحتل المركز التنافسى الأول وفقا لكافة أسس المنافسة . لذا يجب تحليل المزايا المتعارضة بين - مثلا - الجودة والتكلفة ، مستوى الخدمة وتكلفة المخزون ، مرونة الحجم ومرونة المواصفات ، وغيرها .

ج- التبسيط والتجانس والتكرار أساس الكفاءة والفعالية .

٢- مواجهة وحل المشكلات وليس إخفائها

تحتفظ المنظمات بالمخزون لمواجهة حالات عدم التأكد ، ومشكلاتها الأخرى مثل:عدم القدرة على التنبؤ ، وانخفاض إعتمادية الموردين ، وارتفاع نسبة عطل الآلات ، وارتفاع نسبة الفاقد والتالف من المواد ، وعدم توازن طاقات الإنتاج ، وقصور وضعف التخطيط ، وتأخر عمليات الصيانة ، وغيرها . ويشبه اليابانيون المنظمة بالسفينة ، ومشكلات الإنتاج المزمنة الخطرة بالصخور الكبيرة ، والمخزون بالمياه ، وارتفاع منسوب المياه (مستوى المخزون) يخفى ويغطى الصخور الضخمة (المشكلات الكبيرة) ولا يحلها ، فى حين خفض المنسوب (مستوى المخزون) يكشف تلك الصخور(المشكلات) ويسهل رؤيتها وتحديد موقعها ، وإزالتها لتظل المشكلات (الصخور) الصغيرة فقط حيث يمكن حلها بمستوى مخزون منخفض . وعلى ذلك يجب البحث عن المشكلات وحلها ، فالمشكلة ليست عائقا فحسب ولكنها مصدر أيضا للتطوير والتحسين .والإدارة اليابانية تشجع العاملين على الكشف عن المشكلات وحلها من خلال منح العامل سلطة إيقاف خط الإنتاج متى رأى أن ظروف التشغيل غير عادية يمكن أن تؤدى إلى عيوب فى الإنتاج ، والتوسع فى تطبيق حلقات الجودة ، وإستخدام النظام الضوئى اندون Andon فى الإعلان عن المشكلات ، حيث تزود كل محطة عمل بثلاث أضواء يتم تشغيل إحداها وفقا لحالة العمل بالمحطة ، فالأخضر يعنى عدم وجود مشكلة ، والكهرمانى ينبه الآخرين إلى وجود مشكلة صغيرة فى العمل ، أما الأحمر فيعلن للكافة عن وجود مشكلة بمركز العمل ، ويدعو الآخرين إلى مد يد العون .

٣- إلغاء الفاقد والضياع

ويعنى إزالة كافة صور وأشكال الهدر فى استخدام القوى العاملة ، ورأس المال ، والآلات ، والمعدات ، والأرض ، والمواد وذلك بإلغاء جميع الأنشطة التى لا تضيف قيمة للمنتج Non value added activities مثل أنشطة التخزين[1] ▽ ، والفحص □ ، ونقل ومناولة المواد→ ، والتأخير D ، حيث يقتصر فقط على عمليات التحول ○ ، التى تؤدى

(١) ما لم تؤدى إلى تغيير مادى فى المنتج وإضافة قيمة له .

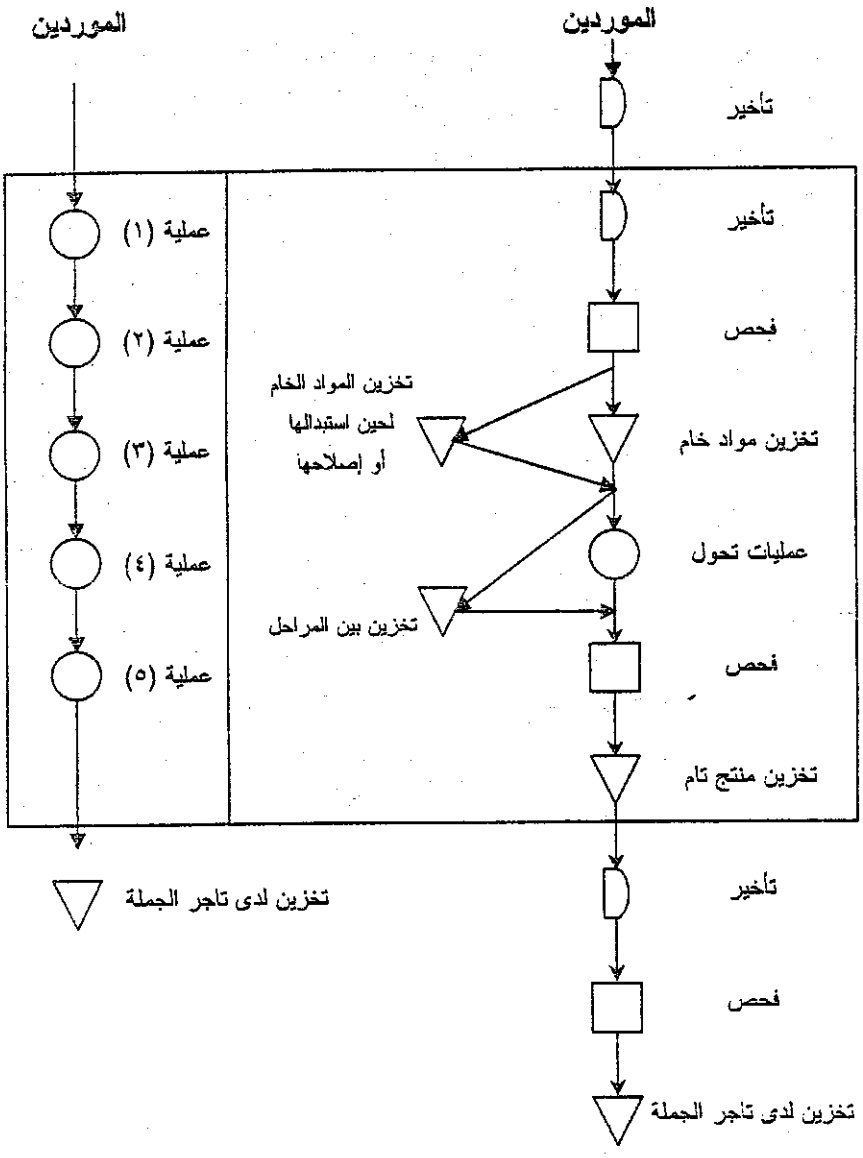
إلى تغيير مادى فى المنتج وتضيف قيمة له . ولايتعدى عدد هذه العمليات فى كثير من الصناعات ١١% من مجموع عدد الأنشطة بها .

جدول رقم (٩) نسبة عدد العمليات المحققة لقيمة مضافة إلى إجمالى عدد الأنشطة فى بعض الصناعات[١]

الصناعات	عدد العمليات (أ)	عدد الأنشطة (ب)	أ/ب
المعدنية (عجلات اسطوانية)	١٣	١٨٧	%٧,٠
الإلكترونية (تجميع أسلاك)	١٩	٢٣٩	%٨,٠
أدوات المائدة	٦	٧٢	%٨,٣
الغزل والنسيج	١١	١٠٥	%١٠,٥
الأغذية	٤	٣٧	%١٠,٨

إن الرؤية الإستراتيجية الحديثة للفاقد والضياع تشمل جميع الأنشطة عدا عمليات التحول ، لذا يجب إلغاؤها تماما- جعلها تساوى صفر – أو على الأقل تدنيتها ، حيث تمثل عبئا على الأنشطة المولدة لقيمة مضافة وفيما يلى شكلان يوضحان تدفق المواد خلال مراحل التحول فى ظل نظم الإنتاج التقليدية ، ونظام الإنتاج اللحظى .

(١) E.J. Hay, **The Just-In-Time Breakthrough** (NewYork: John Willy & Sons, 1988), p. 21.



(أ) نظام إنتاج تقليدى (ب) نظام الإنتاج اللحظى

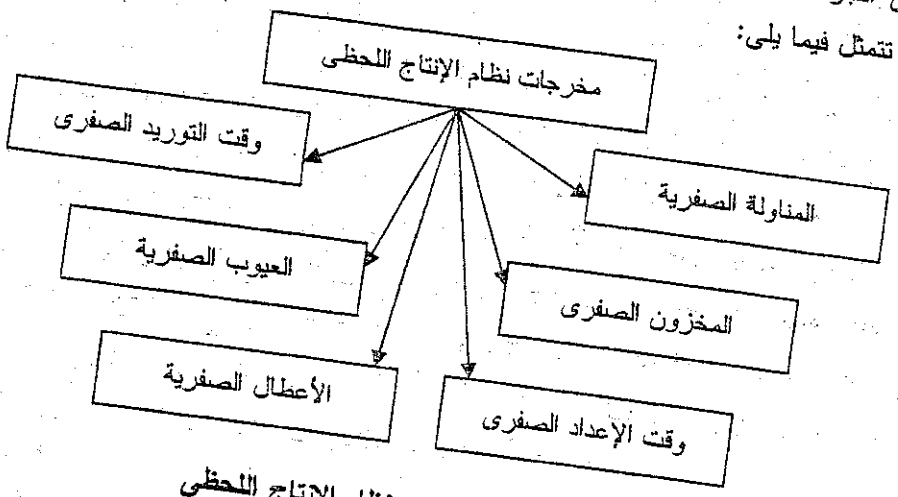
شكل رقم (١) تدفق المواد والأنشطة فى نظم الإنتاج التقليدية والإنتاج اللحظى

ثانياً : ماهية الإنتاج اللحظى

يقصد بالإنتاج اللحظى :

إنتاج وتسليم المنتجات التامة فى نفس لحظة بيعها ، والانتهاء من التجميعات فى نفس لحظة بدء تجميع المنتج التام ، وإتمام تصنيع الأجزاء فى نفس لحظة بدء التجميعات الفرعية ، واستلام المواد المشتراة فى نفس لحظة بدء عمليات تحويلها إلى أجزاء مصنعة[1] .

ويهدف نظام الإنتاج اللحظى إلى دعم وتقوية المركز التنافسى للمنظمة عن طريق رفع مستوى الجودة ، وسرعة الاستجابة للتغيرات السوقية ، وذلك من خلال مخرجات النظام والتى تتمثل فيما يلى:



شكل رقم (٢) مخرجات نظام الإنتاج اللحظى

ويذكر أنه قد يصعب تحقيق المستوى الصفرى المنشود فى بعض المجالات- مثل المناولة والأعطال ووقت الإعداد – لذا يعمل النظام على تدنيتها على أقصى حد ممكن يقترب من الصفر .

(1) *Richard J. Schonberger, op. cit., p. 16.*

ثالثاً : عناصر نظام الإنتاج اللحظى

١- البطاقة نظام السحب Kanban : A pull system[١]

يقصد بنظام السحب الجدولة العكسية لحركة المواد[٢] ، بدءا من تسليم المنتجات التامة للعملاء ، ثم الرجوع إلى أخر عملية إنتاج ، وهكذا حتى أول عملية إنتاج ، ثم الموردين الخارجيين .

ويختلف هذا النظام عن نظام الدفع Push system المتبع فى نظم الإنتاج التقليدية ، حيث تقوم مراكز الإنتاج بدفع مخرجاتها إلى المراكز التالية لها بغض النظر عن حاجتها الحقيقية ومدى استعدادها لاستلام تلك المخرجات والتى تعد مدخلات لها ، مما يؤدى إلى زيادة كل من مخزون الخامات ، والمواد تحت التشغيل .أما فى نظام السحب فيتم إعداد جدول التسليم النهائى للعملاء ، حيث يحدد به آخر وقت لإنجاز آخر عملية إنتاج قبل تسليم المنتج للعميل ، ثم ترسل بطاقة Kanban لكل عملية من عمليات الإنتاج والتى تعد مخرجاتها مدخلات لهذه العملية الأخيرة ، ويحدد بها كمية ونوعية ووقت توريد كل عنصر ، وهكذا إلى أن تقوم أول عملية إنتاج بإرسال بطاقات على الموردين محدد بها كمية ونوعية وتوقيت احتياجاتها من المواد والتوريد وفقا لهذا النظام يتم مباشرة لمراكز الإنتاج للاستخدام الفورى from hand to mouth ، دون فحص أو تخزين مؤقت ويتم التسليم من اقرب نقطة لتلك المراكز للحد من أو إلغاء جهد ووقت وتكلفة المناولة .

ونظام الكانبان كنظام يدوى لمراقبة المخزون ، وربط عمليات الإنتاج بحركة المواد وزيادة إعتماديتهما ، يتألف من عدد من الصناديق القياسية المصممة وفقا لنوعية الجزء المتعامل فيه ، يتسع كل منهم لعدد من الأجزاء مما يلغى الحاجة إلى الاستلام والعد ، كما يشمل نوعين من البطاقات: الأولى بطاقة الإنتاج Kanban Production وتتضمن معلومات عن رقم البطاقة ، ورقم الجزء ، ووصف الجزء ، وسعة الصندوق ، ورقم الصندوق ، أين

---

(١) يشار إليه بنظام تويوتا للإنتاج Toyota Production System (TPS) ، وبدأ تطبيقه بالشركة عام ١٩٥٣ ، واستغرق تطويره ٢٠ سنة ، وحاليا يستغرق تنفيذه فى الشركات بنسبة ٨٠٪ حوالى عامين فى المتوسط .

(٢) منتجات ، وتجميعات جزئية ، وأجزاء ، وخامات

ينتج الجزء (العملية السابقة) ، وأين يستخدم الجزء (العملية اللاحقة) وتعد بطاقات الإنتاج أوامر تشغيل صادرة من مراكز أو عمليات الإنتاج اللاحقة إلى مراكز أو عمليات الإنتاج السابقة لها . والثانية بطاقة الحركة أو السحب Move or withdrawal Kanban فإنها تعطى الإذن بحركة الصناديق حاملة مخرجات عملية الإنتاج السابقة إلى عملية الإنتاج اللاحقة حيث تعد مدخلات لها ، وعلى ذلك يعمل نظام الكانبان اساسا داخل المنظمة .

٢- الشراء اللحظى JIT Purchasing

يعمل نظام الشراء اللحظى خارج المنظمة ، يرى مؤيدوه أن مخزون الخامات والأجزاء المشتراة يعد نتيجة طبيعية لانخفاض إعتمادية الموردين ، وقصور وضعف العلاقات معهم ، فضلا عن تغير معدلات الطلب على المواد المشتراة وعدم قدرة المنظمة على توقع تلك التغيرات . وبمعنى آخر ، يتكون المخزون نتيجة لاختلاف معدلات الطلب عن معدلات التوريد ، واختلاف فترات التوريد الفعلية عن فترات التوريد المخططة .

من خلال قصر التعامل مع عدد قليل من الموردين الأكفاء ذوى إعتمادية عالية[1] ، وبناء علاقات قوية معهم قائمة على المصالح المشتركة وليس تنافس وتضاد المصالح ، وإبرام عقود طويلة المدى مع الموردين ، والشراء بكميات صغيرة بمعدلات مستقرة أو شبه ثابتة ، وحث الموردين على تطبيق مفهوم مراقبة الجودة الكلية ، وخفض حجم الدفع الإنتاجية لديهم ، وأتباع نظامى للإنتاج والشراء اللحظى ، من خلال ذلك يمكن إلغاء أو الحد من الأنشطة غير المضيفة للقيمة مثل ، الاستلام والفحص والمناولة والتخزين . ولايفهم من ذلك أن الشراء اللحظى هو نقل كل عبء التخزين إلى الموردين ، بل هو نظام كامل يتطلب نجاحه تطبيقه لدى المنظمة وموردييها وموردى هؤلاء حتى نصل إلى موردى المواد الخام الأولية ، كما يتطلب التكامل مع نظام الكانبان ، حيث دلت تجربة شركة تويوتا على قدرة النظام على معالجة ± ١٠٪فقط من التغير فى حجم الطلب .

٣- خفض وقت و تكلفة إعداد الآلات .

٤- خفض حجم الدفعة الإنتاجية .

---

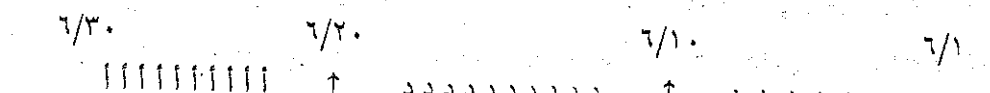
(١) يبلغ عدد موردى شركة تويوتا ٢٥٠ موردا ، بينما يبلغ عددهم بشركة جنرال موتورز اكثر من ٣٥٠٠ موردا.

يتكون وقت إنتاج الدفعة الإنتاجية من ثلاث عناصر هى :

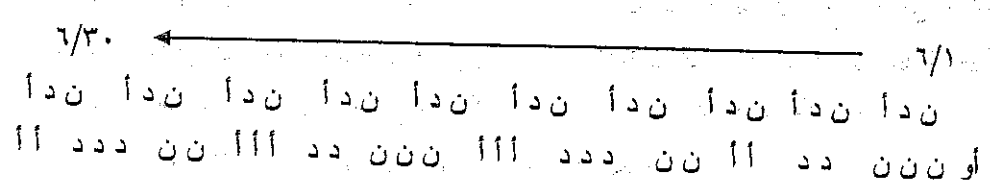
وقت إعداد الآلة + وقت إعادة ضبط الآلة + وقت تشغيل الدفعة

ووقت الإعداد ثابت أى لا يتغير حجم الدفعة الإنتاجية ، وبزيادة حجم الدفعة يقل نصيب الوحدة من وقت الإعداد . ويلاحظ أن وقت الإعداد ثابت ثبات نسبى وليس مطلق ، فبزيادة حجم الدفعة عن حجم معين تحتاج الآلة إلى إعادة ضبط . أما وقت التشغيل فمتغير يزيد بزيادة حجم الدفعة الإنتاجية .

وفى نظم الإنتاج التقليدية ، هناك اتجاه إلى زيادة حجم الدفعة حتى ينخفض نصيب الوحدة من وقت الإعداد ، وبتالى ينخفض وقت وتكلفة إنتاج الوحدة . ويفرض أن آلة تنتج ثلاث منتجات ن ، د ، أ خلال الشهر ، فتوضع خطة لإنتاج منتج كل ١٠ أيام على الوجه التالى :



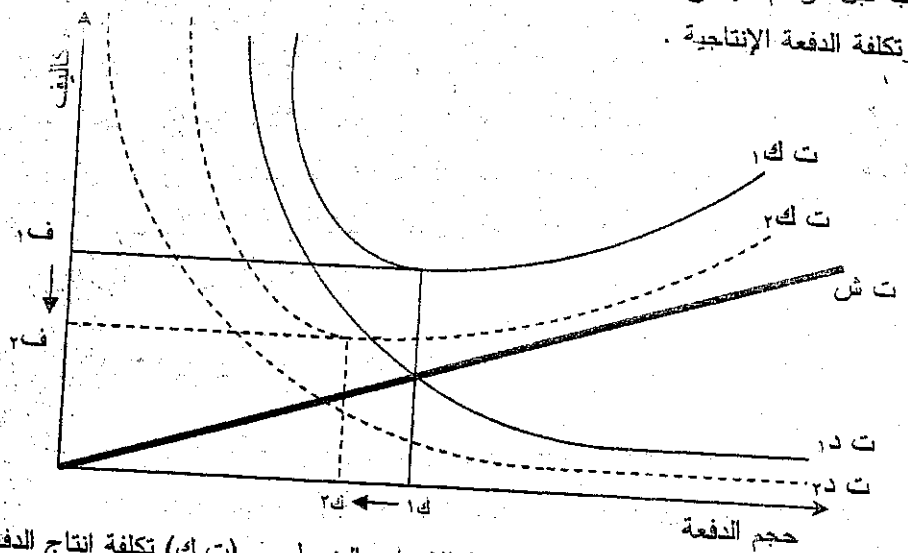
وقد يكون زيادة حجم الدفعة هو الوضع الأنسب للآلات التى يستغرق إعدادها وقتاً طويلاً[1] ، أما إذا استطاع رجال الإنتاج خفض وقت الإعداد إلى دقائق معدودة ، فإنه من الأفضل خفض حجم الدفعة وذلك على الوجه التالى[2] :



(١) بعض الآلات يستغرق إعدادها أكثر من عشر ساعات.

(٢) فى شركة تويوتا أمكن خفض وقت إعداد إحدى الآلات من ٦٠ دقيقة إلى ١٢ دقيقة ،فى حين يبلغ هذا الوقت ببعض المصانع الامريكية ٣٦٠ دقيقة ، وتسعى الشركة إلى خفضه إلى دقيقة واحدة.

وبإعادة تصميم الآلات ، والتوسع فى استخدام الأدوات المساعدة ، وإعادة التخطيط الداخلى للمصنع على أساس المجموعات التكنولوجية Group Technology (GT) ، وتدريب عمال الإنتاج وزيادة مهاراتهم يمكن خفض وقت الإعداد وحجم الدفعة الإنتاجية ، ومن ثم خفض حجم وتكلفة المخزون وتكلفة الفحص وإعادة التشغيل ، وتحسين مستوى الجودة نتيجة انخفاض عدد العاملين فى مجالات الاستلام والفحص والمناولة والتخزين ، وزيادة مرونة النظام الإنتاجى ، وزيادة قدرته على الاستجابة للتغيرات السوقية ، وسرعة اكتشاف الأخطاء والعيوب قبل تراكم الإنتاج المعيب. وفيما يلى شكل يوضح أثر خفض تكلفة الإعداد على حجم وتكلفة الدفعة الإنتاجية .



(ت ش) تكلفة التشغيل (ت د) تكلفة الإعداد والضبط (ت ك) تكلفة إنتاج الدفعة

شكل رقم (٣) اثر خفض تكلفة الإعداد والضبط على حجم الدفعة الإنتاجية[1]

تعد تكلفة التشغيل وتكلفة لإعداد والضبط من التكاليف المتعارضة ، فالأولى ذات علاقة خطية طردية مع حجم الدفعة الإنتاجية ، والثانية ذات علاقة عكسية مع حجم الدفعة. ويخفض تكلفة الإعداد والضبط من المستوى ت د(١) إلى ت د(٢) ينخفض حجم الدفعة الإنتاجية من ك١ إلى ك٢ وتكلفة إنتاجها من ف١ إلى ف٢.

(1) Delmar D., **Operations and Industrial Management** (New York: McGraw Hill Book Co., 1985), p. 370.

٥- استقرار معدلات وجداول الإنتاج

فى نظم الإنتاج التقليدية ، يقع عبء تحقيق الاستقرار فى معدلات الإنتاج وجداول التشغيل وتمهيد الإنتاج على عاتق المخزون . أما فى الإنتاج اللحظى فتتعدد وسائل تحقيق هذا الاستقرار ومنها : تخفيض وقت دورة الإنتاج Cycle time ، وزيادة مرونة النظام الإنتاجى ، وتشغيل أكثر من منتج أو صنف خلال اليوم الواحد ، وأتباع مفهوم الأداء المرن[1] وفيه يلتزم العمال بإنجاز خطة الإنتاج اليومية بغض النظر عن عدد ساعات العمل الفعلية وبمجرد تحقيقها ينتهى يوم العمل ، كذلك ربط الإنتاج بالطلب أى جعل معدل الإنتاج اليومى يساوى معدل البيع اليومى ، وهذا الأخير هو نقطة البدء فى التحليل ، ويستعان فى هذا المجال بتحليل احتياجات الإنتاج عند مختلف مستويات الطلب ، أو ما يعرف فى الإدارة اليابانية بتحليل يو يو Analysis Yo Yo ، حيث تتخذ أنماط الطلب المحتملة أساسا لجدولة الإنتاج .

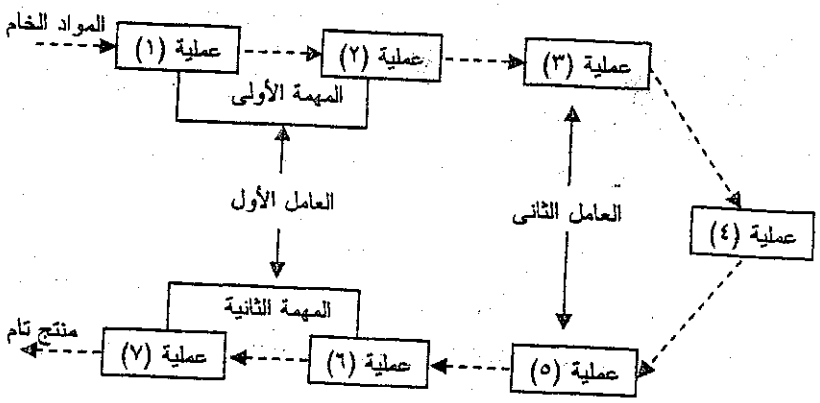
٦- عمال متعددوا المهام والمهارات

فى نظم الإنتاج التقليدية يسود مفهوم تقسيم العمل والتخصص ، حيث يتدرب العامل على أداء مهمة واحدة يتطلب إنجازها عدداً محدوداً جداً من المهارات ، لذا ظهرت عدة مشكلات منها الملل والسأم و مقاومة التغيير خوفاً من المجهول وعدم الشعور بأهمية الذات وانخفاض الروح المعنوية وارتفاع معدل دوران العمل و عدم المرونة وغيرها.

أما فى الإنتاج اللحظى حيث ترتب الآلات على شكل دائرة أو حرف U – فيسند إلى العامل أكثر من مهمة تتطلب عدة مهارات. فالعامل قد يعمل على احد طرفى خط الإنتاج (المهمة الأولى) ثم يستدير ليعمل الطرف الأخر (المهمة الثانية) ، و الشكل التالى يوضح ذلك :

---

(١) الأداء الفائض – الناقص – الصفرى Plus-Minus-Zero Performance .



شكل رقم (٤) ترتيب الآلات على أساس المجموعات التكنولوجية

كما يسند إلى العامل مهام الصيانة الوقائية ، وبعض عمليات الصيانة العلاجية ، وإعداد الآلة ، وفحص المنتج ، إعادة التشغيل[1]

٧- الصيانة الوقائية

تتمثل تكلفة الصيانة فى تكلفتين أولهما :تكلفة الإصلاح وتشمل أجور عمال الصيانة وتكلفة قطع الغيار **وثانيهما** : تكلفة العطل ويقصد بها كافة الخسائر المادية والبشرية والمعنوية المترتبة على توقف الإنتاج .

وفى نظم الإنتاج التقليدية ، يحتفظ بمخزون بين المراحل ومخزون منتجات تامة لمواجهة مشكلة الأعطال ، كما قد يؤخذ أو لا يؤخذ بالصيانة الوقائية .

أما فى الإنتاج اللحظى – حيث يسود مفهوم المخزون الصفرى والأعطال والعيوب الصفرية ووقت التوريد الصفرى تتعاظم أهمية الصيانة الوقائية التى يؤدى الجانب الأكبر منها عمال الإنتاج ، ويكون لكل منهم سلطة إيقاف خط الإنتاج حتى يمكن تحديد أسباب المشكلة وعلاجها بسرعة قبل تراكم إنتاج معيب ، كما ينظر إلى الأعطال – فى حالة حدوثها – على أنها مجالات محتملة للتحسين والتطور .

---

(١) للأجزاء أو المنتجات غير المطابقة لمستويات الجودة ، وذلك فى حالة حدوثها .

٨- الجدولة دون التحميل الزائد للطاقة

أن الجدولة فى الإنتاج اللحظى تتطلب عدم الإفراط فى تحميل الطاقات البشرية والآلية ، فالعمال يسند إليهم مهام أخرى غير تشغيل الآلات والمعدات ، وهذه الأخيرة تجرى عليها صيانة دورية وقائية.

هذا ، وقد يصعب على كثير من مديرى الإنتاج القيام بالجدولة دون التحميل الزائد للطاقة ، أو مقاومة إغراء زيادة وقت التشغيل على حساب أوقات الصيانة الوقائية.

٩- المجموعة التكنولوجية Group Technology (GT)

وفقا للنظم التقليدية للتخطيط الداخلى للمصنع ، إذا كان الإنتاج للسوق وبمواصفات ثابتة ومعلومة مقدماً ترتب الآلات على أساس خط الإنتاج حيث يتكون الخط من مجموعة من الآلات المتخصصة كل منها يؤدى عملية تكمل العملية السابقة لها ، وتبدأ العمليات بالمادة الخام وتنتهى بالمنتج النهائى أو بجزء منه ، ويتسم هذا الترتيب بعدم المرونة ، مثل صناعة الأسمنت وتكرير البترول والمياه الغازية . أما إذا كان الإنتاج للطلب وبمواصفات غير ثابتة وغير معروفة مقدماً ترتب الآلات على أساس العمليات ، حيث يخصص قسم لكل عملية من عمليات التحول ، يحتوى على آلات متشابهة تؤدى نفس العملية ولكنها تختلف من حيث طاقاتها الإنتاجية ، لذا تتعدد خطوط سير تنفيذ الطلبيات ، مما يضفى صعوبة على عملية التخطيط والجدولة والتحميل ، وذلك كما فى صناعة الطباعة.

أما فى الإنتاج اللحظى فترتب الآلات على أساس المجموعات التكنولوجية حيث يتم الجمع بين مزايا الأسلوبين السابقين مع تجنب مشكلاتهما. وتقوم فكرة المجموعات التكنولوجية على تحليل أجزاء المنتجات و مقارنتها بعضها البعض ، لتكوين مجموعات تتماثل أو تتشابه فى خصائصها التشغيلية أى فى نوعية وتتابع عمليات التحول ، أو فى خصائصها الهندسية و التصميمية ، ويتم إنتاجها على مجموعة آلات محددة ترتب على شكل دائرة أو حرف U. ويحقق هذا الأسلوب ميزة الانسياب والتدفق كما فى خط الإنتاج ، وميزة تعدد المخرجات وإنتاجها بكميات صغيرة (المرونة)

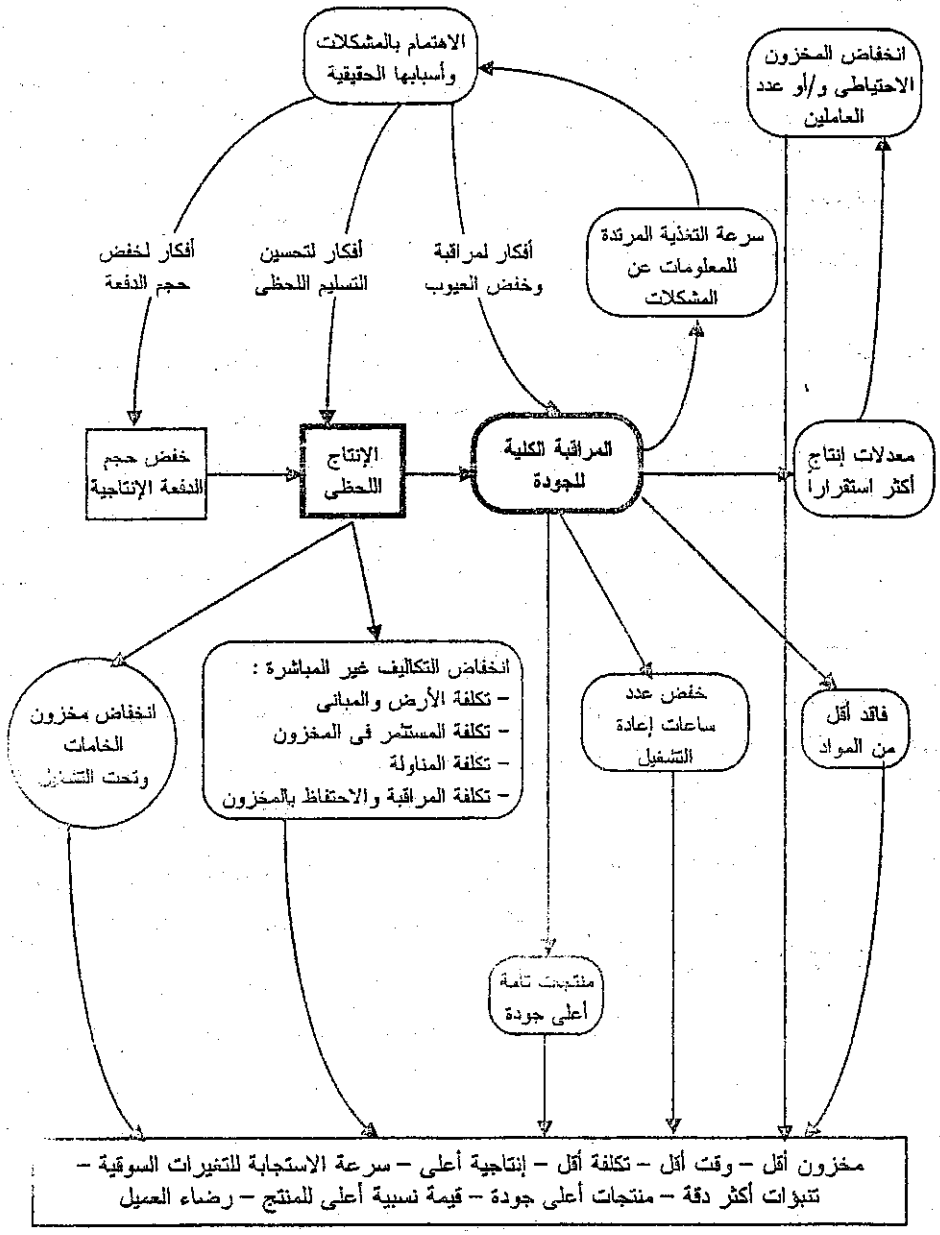
كما فى الترتيب على أساس العمليات ، ومن مزاياها الأخرى خفض كل من وقت إعداد الآلات وعدد عمليات التحول ووقت دورة الإنتاج وحجم وتكلفة المخزون وعدد تصميمات الأجزاء وتكلفة المناولة وتكلفة الإنتاج ، كما أن المجموعات التكنولوجية تمثل الخطوة الأولى نحو الأتمتة واستخدام الحاسب الآلى فى عمليات التصميم والتصنيع ، وتحسين مناولة المواد وتصميم الأجزاء ومستوى جودة المنتجات .

١٠- الرقابة الكلية للجودة Total Quality Control (TQC)

فى نظم الإنتاج التقليدية ، ينظر إلى الجودة بمفهوم مطابقة المواصفات ، وإلى مراقبة الجودة كنشاط مكلف ، وتسند مسئولية الجودة إلى قسم أو إدارة متخصصة تفترض انعدام الثقة بين الموردين والمنظمة و العملاء ، لذا تكثر عمليات الفحص بينهم ، وتوضع معايير عليا ودنيا يتم التعامل بها ، والعلاقات بين هذه الإطراف مؤقتة وليست دائمة حيث تنتهى بانتهاء العملية أو الصفقة ، وهناك تعارض دائم بين الجودة والتكلفة .

إما فى الإنتاج اللحظى فينظر إلى الجودة بمفهوم أوسع وأشمل وهو مقابلة والوفاء باحتياجات وتوقعات العملاء وكسب رضائهم ، وينظر إلى مراقبة الجودة كنشاط يؤدى إلى خفض التكاليف وزيادة الإرباح ، والجودة مسئولية جميع العاملين بالمنظمة ، بل تمتد لتشمل الموردين ، وتقوم على الثقة التامة المتبادلة الواعية بين الموردين والمنظمة والعملاء ، لذا تسعى إلى الامتياز المطلق والوصول إلى مستوى العيوب الصفرية ، والعلاقات قوية ودائمة بين المنظمة وموردیها وبينها وبين عملائها ، وتعتمد المنظمة على حلقات الجودة فى تحقيق التحسن المستمر . وتتكون حلقة الجودة من مجموعة تطوعية من العاملين الأكفاء (من ٥ إلى ١٢ فرد) يؤدون أعمالاً متماثلة أو متشابهة ، ويجتمعون دورياً (غالباً ساعة واحدة أسبوعياً) سواء خلال مواعيد العمل أو خارجها ، لتحديد مشكلات العمل وأولويتها وتحليل أسبابها واقتراح كيفية علاجها .

وفيما يلى شكل يوضح الآثار المباشرة وغير المباشرة لتطبيق نظام الإنتاج اللحظى ومفهوم المراقبة الكلية للجودة .



شـــكل رقم (٥) الآثـار المباشـرة وغـير المـباشرة للإنـتاج اللحـظى (JIT) والرقـابة الكلية للجودة (TQC)

رابعا : مشكلات تطبيق نظام الإنتاج اللحظى

١- عدم الإعداد الجيد والعجلة فى التنفيذ

وقد تغرى مزايا النظام وبساطته بعض الشركات على إتباعه قبل تقديمه وشرحه للعمال وتدريبهم عليه وكسب تأييدهم له ، ودون التدرج فى التنفيذ والتأكد من تطبيقه لدى الموردين .

٢- تحديد معدلات الخفض فى المخزون

تلجأ بعض الشركات إلى تخفيض مستويات المخزون بمعدلات عالية متتالية بغية سرعة تحقيق المزايا المتوقعة للنظام ، مما يزيد من احتمالات ومخاطر توقف الإنتاج ، أو انخفاض معدلاته ، أو تأخر التوريد للعملاء .لذا يجب خفض وقت إعداد الآلات وتحسين عمليات الإنتاج أولاً قبل الاتجاه نحو خفض المخزون بمعدلات صغيرة ، تزداد مع استمرارية خفض وقت الإعداد وتحسين الإنتاج. وعموماً ، المخزون شر لابد منه ، ولا يمكن الوصول به إلى المستوى الصفرى المطلق ، ولكن يجب العمل على خفضه إلى أقل مستوى ممكن فى الأجل الطويل .

٣- التحميل بكامل الطاقة المتاحة

إن الشركات التى تُحَمل وتستغل طاقتها المتاحة بالكامل تُجْبَر على زيادة مخزونها ، لذا يجب دائماً المفاضلة ما بين الاحتفاظ بقدر احتياطى من الطاقة أو زيادة مستوى المخزون .

٤- عدم صلاحيته للشركات صغيرة الحجم

إن تطبيق النظام يتطلب تكاليف تدريب وصيانة وقائية كبيرة ، فضلاً عن تكاليف الاستعانة بخبراء خارجيين .

٥- تطبيقه لأسباب مالية قصيرة الأجل

لتحسين الأداء المالى ، خاصة عند تداول الأسهم بالأسواق المالية ، تلجأ بعض الشركات إلى نظام الإنتاج اللحظى لمجرد سرعة تخفيض المخزون بمعدلات عالية وبالتالى خفض رأس المال ، مما يؤدى إلى تحسين غير حقيقى فى الأداء المالى وأسعار أسهم تلك الشركات .

٦- تزايد الضغوط على الموردين

إن الإنتاج اللحظى يلقى على الموردين مسؤوليات كبيرة وضغوط هائلة فيما يتعلق بفترة التوريد وسرعة الاستجابة ، كما أنه ينقل بدرجة ما عبء التخزين إلى الموردين . لذا يجب على الشركات إعادة صياغة علاقتها بمورديها ومساعديهم على تفهم النظام وإقناعهم بتطبيقه ، بل وتحمل جانب من التكاليف الإضافية المترتبة على تنفيذه .

٧- تزايد الضغوط على العاملين.

إن خفض كل من وقت الإعداد وفترات التوريد ووقت دورة الإنتاج ومستوى المخزون ، ووضع العيوب والأعطال الصفرية كأهداف فضلاً عن سرعة التغذية العكسية بالمعلومات أدى إلى وجود متابعة ورقابة لصيقة من قبل كل عامل على عمال المرحلة الإنتاجية السابقة له تمثل ضغوطاً هائلة على العاملين بهذه المرحلة .

٨- ضرورة انتظام الطلب

يعد انتظام الطلب من أهم شروط تطبيق نظام الإنتاج اللحظى ، وذلك حتى يمكن تمهيد الإنتاج (استقرار معدلات الإنتاج) وخفض المخزون ، ولتحقيق هذا يتم عزل عملية الإنتاج عن التغير فى الطلب ، وذلك بإنتاج عدد قليل من نماذج المنتج وتوفير عدد محدود من بدائل التصميم (التصميم القياسى Modular design) ، مما يحد من أثار التغير فى الطلب ، كما يستخدم التسعير فى تمهيد الطلب .

اختبار

حدد العبارات الصحيحة(ص) والعبارات الخاطئة (خ) مع التعليل :

١- تقوم فلسفة إستراتيجية الإنتاج اللحظى على ثلاث دعائم أساسية .

٢- تقوم فكرة المصنع المركز على خمسة مبادئ أساسية .

٣- كلما ذاد حجم المخزون دل ذلك على كبر حجم مشكلات المنظمة .

٤- فى الإنتاج اللحظى تتحقق خمسة أصفار .

٥- وفقا لمفهوم الإنتاج اللحظى هناك العديد من الأنشطة التى يتعين إلغاؤها .

٦- فى نظم الإنتاج التقليدية يتبع نظام السحب .

٧- فى الإنتاج اللحظى هناك اتجاه لزيادة حجم الدفعة الإنتاجية .

٨- هناك علاقة طردية بين تكلفة الإعداد والضبط وبين حجم وتكلفة الدفعة الإنتاجية .

٩- فى الإنتاج اللحظى ، تتعدد وسائل تحقيق إستقرار معدلات وجداول الإنتاج .

١٠- الإنتاج اللحظى يكرس مفهومى تقسيم العمل والتخصيص .

١١- فى الإنتاج اللحظى تتعاظم أهمية الصيانة العلاجية عن الوقائية .

١٢- فى الإنتاج اللحظى يتم تحميل الآلات والمعدات بكامل طاقتها .

١٣- يعتمد الإنتاج اللحظى على المجموعات التكنولوجية .

١٤- يختلف مفهوم الجودة فى الإنتاج اللحظى عنه فى نظم الإنتاج التقليدية الأخرى .

١٥- يسفر إتباع الإنتاج اللحظى وتطبيق الرقابة الكلية للجودة عن أثار مباشرة وغير مباشرة عديدة .

١٦- تتعدد مشكلات تطبيق نظام الإنتاج اللحظى .

الإجابات

١- ص	٢- خ	٣- ص	٤- خ
٥- ص	٦- خ	٧- خ	٨- ص
٩- ص	١٠- خ	١١- خ	١٢- خ
١٣- ص	١٤- ص	١٥- ص	١٦- ص

الوحدة الحادية عشر

تحليل التعادل

أولاً : مفاهيم أساسية

ثانـــياً : نموذج التعادل الخطى

ثالـــثاً : تعريف نقطة التعادل

رابعاً : التعادل النقدى

خامساً : التعادل الجبرى

سادساً : العوامل المحددة لحجم التعادل

سابعا : التعادل لعدد من المنتجات

ثامنا : إفتراضات التعادل الخطى

تاسعا : إستخدامات تحليل التعادل الخطى

عاشرا : التعادل فى المنظمات التى لا تستهدف الربح

الحادى عشر : نموذج التعادل غير الخطى

تطبيقات عملية

مقدمة :

يعد تحديد حجم الإنتاج من أهم قرارات إدارة الإنتاج والعمليات ، فالمنظمات الصناعية تسعى إلى تعظيم أرباحها ، وعليها أولا وقبل أن تحقق أرباحا أن تنتج وتبيع ما يغطى تكاليفها ، أى عليها أن تحقق إيرادات تساوى تكاليفها الكلية ، ومن ثم تكون قد وصلت إلى ما يسمى بحجم إنتاج التعادل .

إن كلمة التعادل تعنى التساوى ، والتساوى لا يكون فقط بين الإيرادات والتكاليف الكلية ، بل يكون بين أى بديلين ، فالتساوى بين التكاليف الكلية لآلتين يعنى تعادل هاتين الآلتين ، والتساوى بين أرباحهما يعنى أيضا تعادلهما ، والتساوى بين تكلفة شراء منتج ما مع تكلفة تصنيعه يعنى تعادل الشراء والصنع ، وتساوى تكلفة إيجار آلة ما مع تكلفة شرائها يعنى تعادل الاستئجار والشراء ، وهكذا يمتد مفهوم التعادل ليشمل تطبيقات عديدة فى مجال إدارة الإنتاج والعمليات .

أولاً : مفاهيم أساسية

يتطلب فهم وإستخدام نموذج التعادل دراسة أربعة مفاهيم أساسية تمثل دعائم وركائز النموذج . هذا وسوف نتناول هذه المفاهيم من خلال طرح المثال التالى :

مثال : شركة تبلغ تكلفتها الثابتة (ث) ٦٠٠ جنيه ، وسعر بيع الوحدة (ع) ٥ جنيهات والتكلفة المتغيرة للوحدة (م) ٢ جنيه ، والطاقة القصوى (ط) ١٥٠٠ وحدة .

إحسب الخسائر أو الارباح المحققة إذا بلغ حجم الإنتاج والمبيعات : صفر ، ١٠٠ ، ١٩٩ ، ٢٠٠ ، ٢٠١ ، ٣٠٠ ، ٤٠٠ وحدة على الترتيب .

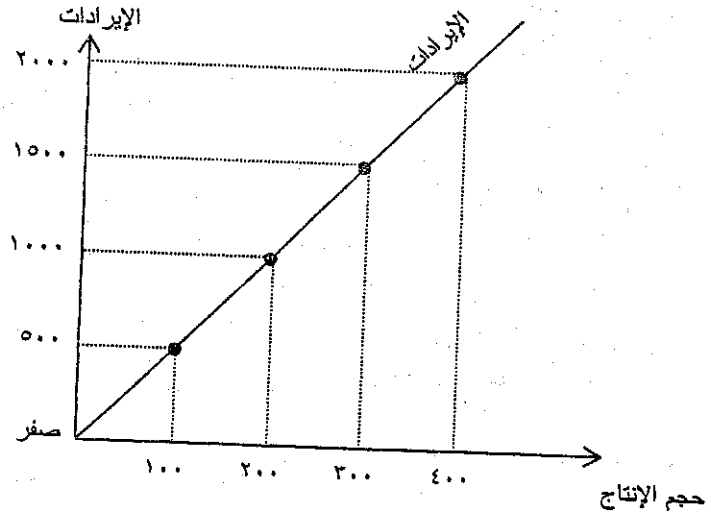
١- الإيرادات

تتكون الإيرادات من حصيلة المبيعات الناتجة عن تصريف الإنتاج ، بفرض تساوى حجم الإنتاج وحجم المبيعات حيث أن حجم الإنتاج يتم بيعه كاملا ، فإنه يمكن حساب الإيرادات بالمعادلة التالية :

الإيرادات = حجم الإنتاج × سعر بيع الوحدة

وفيما يلى جدول يوضح إيرادات الشركة بالمثال السابق :

حجم الإنتاج والمبيعات (وحدة)	صفر	١٠٠	١٩٩	٢٠٠	٢٠١	٣٠٠	٤٠٠
سعر بيع الوحدة (جنيه)	٥	٥	٥	٥	٥	٥	٥
الايرادات (جنيه)	صفر	٥٠٠	٩٩٥	١٠٠٠	١٠٠٥	١٥٠٠	٢٠٠٠



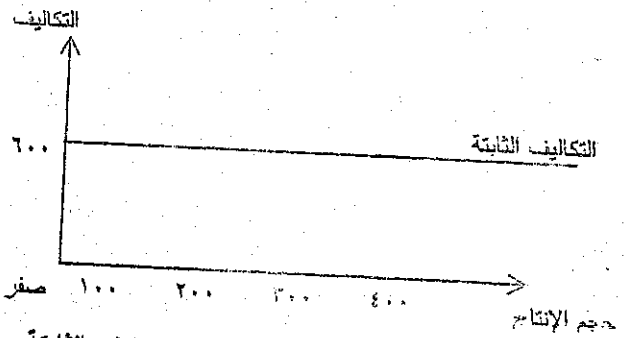
شكل رقم (١) العلاقة بين حجم الإنتاج والإيرادات

من الشكل السابق يلاحظ وجود علاقة طردية تامة بين حجم الإنتاج والإيرادات ، عند إنتاج ١٠٠ وحدة تبلغ الإيرادات ٥٠٠ جنيه ، وبزيادة الإنتاج إلى ٤٠٠ وحدة ترتفع الإيرادات إلى ٢٠٠٠ جنيه وبنفس النسبة .

٢- التكاليف الثابتة :

تعرف التكاليف الثابتة بأنها التكاليف التى لا تتغير بتغير حجم الإنتاج ، كما تعرف بأنها التكاليف التى تتحملها المنظمة سواء أنتجت أو لم تنتج ، ومنها تكاليف الإيجار ، وتكلفة الإهلاك التى تحسب بنسبة معينة يدخل فى تقديرها عنصر التقادم الفنى ، ولا تحسب على أساس حجم الإنتاج ، والمصروفات الإدارية العامة وغيرها . هذا وفيما يلى جدول يوضح العلاقة بين حجم الإنتاج والتكاليف الثابتة للشركة السابق ذكرها :

حجم الإنتاج والمبيعات (وحدة)	صفر	١٠٠	١٩٩	٢٠٠	٢٠١	٣٠٠	٤٠٠
التكاليف الثابتة (جنيه)	٦٠٠	٦٠٠	٦٠٠	٦٠٠	٦٠٠	٦٠٠	٦٠٠



شكل رقم (٢) العلاقة بين حجم الإنتاج والتكاليف الثابتة

من الشكل يلاحظ أن خط التكاليف الثابتة يبدأ من ٦٠٠ جنيه ويوازى المحور الأفقى ، حيث لا تتغير حجم الإنتاج وذلك طالما لم يتجاوز حجم الإنتاج الفعلى الطاقة القصوى ، وهى فى مثالنا السابق ١٥٠٠ وحدة .

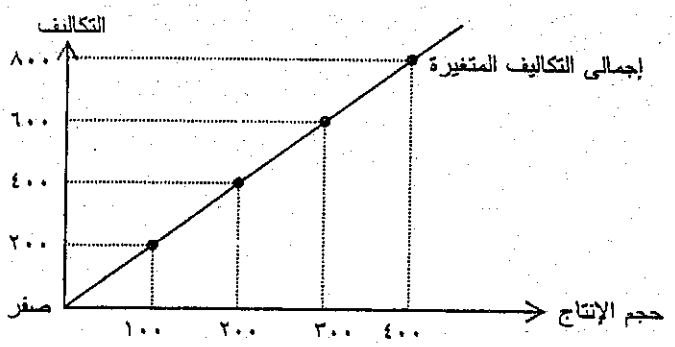
٣- التكاليف المتغيرة :

تعرف التكاليف المتغيرة بأنها التكاليف التى تتغير بتغير حجم الإنتاج ، ويسميها البعض بالتكاليف المباشرة ، حيث أنها ترتبط مباشرة بوحدة المنتج ، وتشمل المواد المباشرة والاجور المباشرة . هذا ويتم حساب إجمالى التكاليف المتغيرة بالمعادلة التالية :

إجمالى التكاليف المتغيرة = حجم الإنتاج × التكلفة المتغيرة للوحدة

وفيما يلى جدول يوضح العلاقة بين حجم الإنتاج والتكاليف المتغيرة فى الشركة السابق ذكرها .

حجم الإنتاج والمبيعات (وحدة)	صفر	١٠٠	١٩٩	٢٠٠	٢٠١	٣٠٠	٤٠٠
التكاليف المتغيرة (جنيه)	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢
إجمالى التكاليف المتغيرة(جنيه)	صفر	٢٠٠	٣٩٨	٤٠٠	٤٠٢	٦٠٠	٨٠٠



شكل رقم (٣) العلاقة بين حجم الإنتاج والتكاليف المتغيرة

من الشكل يلاحظ أن خط إجمالى التكاليف المتغيرة يبدأ من نقطة الأصل (صفر) ، ويزيد بنفس نسبة زيادة حجم الإنتاج ، فعند إنتاج ١٠٠ وحدة تبلغ التكاليف المتغيرة ٢٠٠ جنيه ، وبزيادة الإنتاج إلى ٤٠٠ وحدة ترتفع التكاليف المتغيرة إلى ٨٠٠ جنيه وبنفس النسبة ، حيث العلاقة بينهما طردية تامة .

بالمقارنة بين خط الإيرادات بالشكل رقم (١) ، وخط التكاليف المتغيرة بالشكل رقم (٣) نجد أن درجة ميل الأول على المحور الأفقى أكبر من درجة ميل الثانى حيث أن سعر بيع الوحدة (ع) ٥ جنيهات فى حين التكلفة المتغيرة للوحدة (م) ٢ جنيه ، وأن الفرق بينهما (ع - م) يسمى هامش مساهمة الوحدة (هـ) وهو يساوى ٣ جنيهات للوحدة .

٤- التكاليف الكلية :

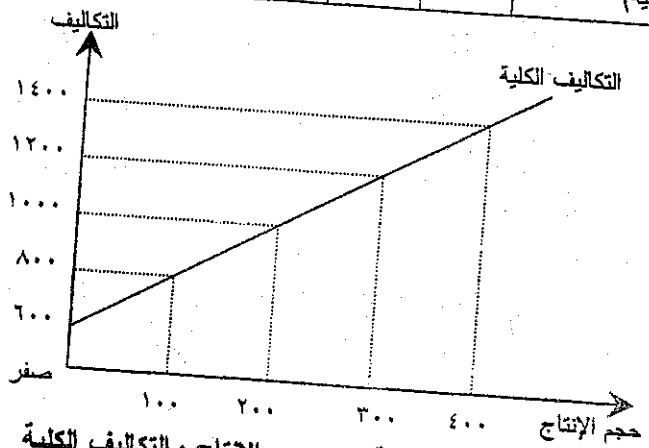
تتكون التكاليف الكلية من التكاليف الثابتة والتكاليف المتغيرة لحجم الإنتاج المحقق ، ويمكن حسابها بالمعادلة التالية :

التكاليف الكلية = التكاليف الثابتة + إجمالى التكاليف المتغيرة

= التكاليف الثابتة + (حجم الإنتاج × التكلفة المتغيرة للوحدة)

وفيما يلى جدول يوضح العلاقة بين حجم الإنتاج والتكاليف الكلية فى الشركة السابق ذكرها :

حجم الإنتاج والمبيعات (وحدة)	صفر	١٠٠	١٩٩	٢٠٠	٢٠١	٣٠٠	٤٠٠
التكاليف الثابتة (جنيه)	٦٠٠	٦٠٠	٦٠٠	٦٠٠	٦٠٠	٦٠٠	٦٠٠
إجمالى التكاليف المتغيرة(جنيه)	صفر	٢٠٠	٣٩٨	٤٠٠	٤٠٢	٦٠٠	٨٠٠
التكاليف الكلية (جنيه)	٦٠٠	٨٠٠	٩٩٨	١٠٠٠	١٠٠٢	١٢٠٠	١٤٠٠



الشكل رقم (٤) العلاقة بين حجم الإنتاج والتكاليف الكلية

من الشكل ، يلاحظ أنه عند حجم إنتاج صفر وحدة فإن خط التكاليف يبدأ من نقطة التكاليف الثابتة ، لأنه عند عدم الإنتاج تبلغ التكاليف الثابتة ٦٠٠ جنيه ، والتكاليف المتغيرة صفر جنيه ، لذا بلغت التكاليف الكلية ٦٠٠ جنيه .

ثانيا : نموذج التعادل الخطى Linear Breakeven Model

بمراجعة المفاهيم الأساسية السابق عرضها يلاحظ سيادة العلاقة الخطية بين جميع المتغيرات (الإيرادات ، والتكاليف الثابتة ، التكاليف المتغيرة ، والتكاليف الكلية) وبين حجم الإنتاج .

بالعودة للمثال السابق يمكن إيجاد حجم متغيرات النموذج على الوجه التالى :

حجم الإنتاج (ن)	سعر الوحدة (ع)	الإيرادات	التكلفة الثابتة (ث)	التكلفة المتغيرة للمرحلة (م)	أجمالى التكاليف المستغيرة (م ن)	التكاليف الكلية	الارباح أو الخسائر ع ن – (ث + م ن)
وحدة	جنيه	جنيه	جنيه	جنيه	جنيه	جنيه	جنيه
صفر	٥	صفر	٦٠٠	٢	٢٠٠	٦٠٠	– ٦٠٠
١٠٠	٥	٥٠٠	٦٠٠	٢	٢٠٠	٨٠٠	– ٣٠٠
١٩٩	٥	٩٩٥	٦٠٠	٢	٣٩٨	٩٩٨	– ٣
٢٠٠	٥	١٠٠٠	٦٠٠	٢	٤٠٠	١٠٠٠	صفر
٢٠١	٥	١٠٠٥	٦٠٠	٢	٤٠٢	١٠٠٢	+ ٣
٣٠٠	٥	١٥٠٠	٦٠٠	٢	٦٠٠	١٢٠٠	+ ٣٠٠
٤٠٠	٥	٢٠٠٠	٦٠٠	٢	٨٠٠	١٤٠٠	+٦٠٠

من الجدول السابق يلاحظ ما يلى :

١- عند عدم الإنتاج (صفر وحدة) لا تحقق المنظمة أية إيرادات ولا تتحمل أية تكاليف متغيرة ، كما تتحمل المنظمة تكاليف كلية تساوى التكاليف الثابتة (٦٠٠ جنيه) ، وتبلغ الخسائر قيمة التكاليف الثابتة (٦٠٠ جنيه) وهو الفرق بين الإيرادات والتكاليف الكلية (صفر – ٦٠٠) .

٢- بزيادة حجم الإنتاج إلى ١٠٠ وحدة ثم إلى ١٩٩ وحدة ، تنخفض الخسائر من ٦٠٠ إلى ٣٠٠ جنيه ثم إلى ٣ جنيهات .

٣- عند إنتاج ٢٠٠ وحدة تتساوى الإيرادات مع التكاليف الكلية (١٠٠٠ جنيه) ، وعندها لا تحقق المنظمة أية أرباح أو خسائر (صفر جنيه) ، لذا يسمى بحجم إنتاج التعادل (ن) .

٤- بعد إنتاج حجم التعادل (٢٠٠ وحدة) وعند إنتاج ٢٠١ وحدة تبدأ المنظمة فى تحقيق أرباح (٣ جنيها) ، وبزيادة حجم الإنتاج إلى ٣٠٠ ، ٤٠٠ وحدة تزيد الأرباح إلى ٣٠٠ ، ٦٠٠ جنيه على الترتيب .

٥- تبلغ قيمة مساهمة الوحدة Contribution ٣ جنيهات ، وهى تمثل الفرق بين سعر بيع الوحدة وتكلفتها المتغيرة (هـ = ع – م = ٥ – ٢) ، وقد سميت بقيمة المساهمة لأنها :

أ. **قبل التعادل** : تسهم فى تغطية جزء من التكاليف الثابتة ، عند إنتاج ١٩٩ وحدة بلغت الخسائر ٣ جنيهات ، وبإنتاج الوحدة رقم ٢٠٠ بيعت بمبلغ ٥ جنيهات سدد منها ٢ جنيه كتكلفة متغيرة لتلك الوحدة ، وتبقى ٣ جنيهات ساهمت بهم هذه الوحدة فى سداد جزء من تكاليف الثابتة ، لذا تم تحقيق التعادل عند إنتاج ٢٠٠ وحدة .

ب. **بعد التعادل** : تسهم فى تحقيق الأرباح ، عند إنتاج ٢٠٠ وحدة ثم تغطية جميع التكاليف الثابتة من واقع مساهمة الوحدة (٦٠٠ جنيه ÷ ٣ جنيه) ، وبإنتاج الوحدة رقم ٢٠١ بيعت بمبلغ ٥ جنيهات سدد منها ٢ جنيه كتكلفة متغيرة لتلك الوحدة ، وتبقى مبلغ ٣ جنيهات ساهمت بهم هذه الوحدة فى تحقيق الأرباح ، لذا تحققت أرباح عند إنتاج ٢٠١ وحدة مقدارها ٣ جنيهات هذا ، وتعرف مساهمة الوحدة (هـ) بأنها قيمة ما تساهم به الوحدة فى تغطية التكاليف الثابتة وتحقق أرباح ، وهى تساوى الفرق بين سعر بيع الوحدة وتكلفتها المتغيرة ، أى أن هـ = ع − م

أما نسبة مساهمة الوحدة (هـَ) Contribution Ratio ، فهى قيمة مساهمة الوحدة كنسبة من سعر البيع ، وتحسب بالمعادلة التالية :

$$\text{هـَ} = \frac{\text{ع} - \text{م}}{\text{ع}} \times ١٠٠$$

هذا ، ويفضل إستخدام نسبة مساهمة الوحدة عند المفاضلة بين المنتجات ، حيث أن إستخدام قيمة مساهمة الوحدة قد يعطى نتائج مضللة ، فمثلا إذا كانت :

بيـــــــان	المنتـــج (أ)	المنتـــج (ب)	المنتـــج (ج)
سعر بيع الوحدة (ع)	٥	١٠	١٠
التكلفة المتغيرة للوحدة (م)	٣	٨	٧
مساهمة الوحدة (هـ)	٢	٢	٣
نسبة مساهمة الوحدة (هـَ)	%٤٠	%٢٠	%٣٠

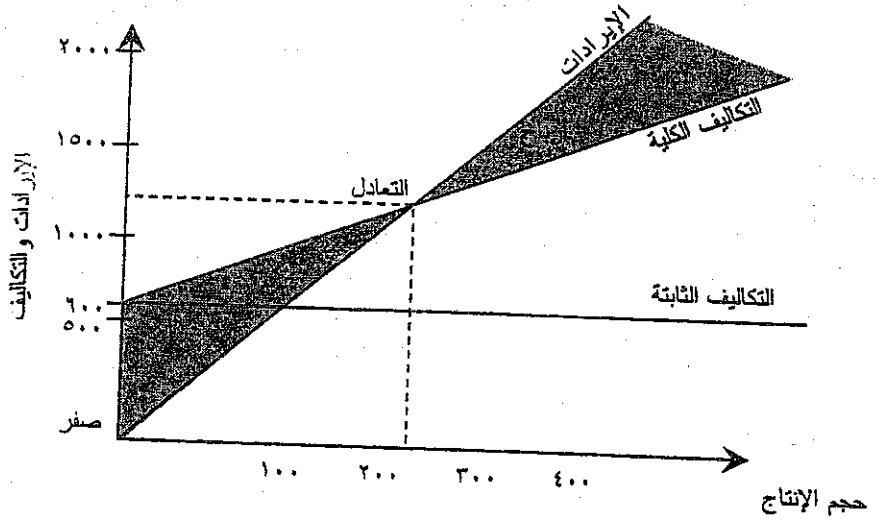
بالمقارنة على أساس قيمة المساهمة ، يفضل المنتج (ج) فى حين يتساوى المنتجين (أ) ، (ب) وبالمفاضلة على أساس نسبة المساهمة يفضل المنتج (أ) ثم (ج) وأخيرا (ب) ، حيث أنه كلما زادت الأرباح الناتجة عن زيادة حجم الإنتاج وذلك باستخدام نفس القدر من التكاليف

المتغيرة . فأن نسبة المساهمة الصغيرة تعنى أن المنتج يساهم مساهمة قليلة فى تحقيق الأرباح ، إن زيادة حجم الإنتاج لن يؤثر كثيرا فى زيادة الإرباح نظرا لإرتفاع التكاليف المباشرة (المتغيرة) لذا تعمد المنظمات إلى زيادة إنتاجها من المنتجات المنخفضة ، وذلك بفرض توافر الطلب على كل منها ، وفى حالة إنخفاض نسبة الطاقة المستغلة يمكن الاسترشاد بنسبة المساهمة فى قبول إنتاج طلبية بسعر يغطى التكلفة المتغيرة للوحدة ويسهم فى تغطية جزء من التكاليف الثابتة .

٦- بزيادة حجم الإنتاج من ٢٠١ إلى ٣٠٠ ثم ٤٠٠ وحدة ، تزيد الأرباح من ٣ إلى ٣٠٠ ثم إلى ٦٠٠ جنيه على الترتيب .

٧- جميع القيم المسجلة بالعمود الأول تسمى حجم الإنتاج ، عدا القيمة ٢٠٠ تسمى حجم إنتاج التعادل (ن) .

هذا ، وفيما يلى شكل يوضح كيفية تحديد حجم التعادل بيانياً :



شكل رقم(٥) نموذج التعادل الخطى

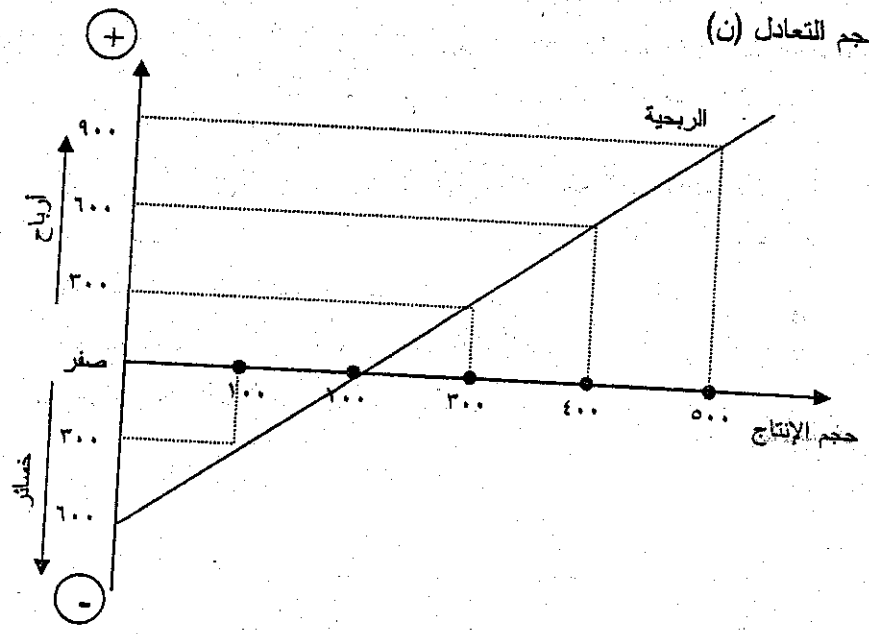
من الشكل يلاحظ ، أنه قبل حجم إنتاج ٢٠٠ وحدة تتحقق خسائر ، حيث التكاليف الكلية أكبر من الإيرادات ، وعند إنتاج ٢٠٠ وحدة يتحقق التعادل حيث تتساوى الإيرادات ، والتكاليف الكلية (١٠٠٠ ج) ، وبزيادة حجم الإنتاج عن حجم التعادل تتزايد الأرباح حيث

الإيرادات أكبر من التكاليف الكلية ، لذا يمثل الشكل السفلى المظلل مثلث الخسائر والعلوى مثلث الأرباح .

هذا ، ويمكن بالاستعانة بالمثال السابق تمثيل حجم التعادل بيانياً بطريقة أخرى تركز على إظهار مقدار الخسائر والأرباح المحققة لمختلف حجوم الإنتاج ، وتتطلب هذه الطريقة معرفة بيانين هما :

أ. الخسائر المحققة عند إنتاج صفر وحدة ، وهذه الخسائر تساوى التكاليف الثابتة .

ب. حجم التعادل (ن)



شكل رقم (٦) الأرباح والخسائر لمختلف حجوم الإنتاج

يمثل المحور الأفقى حجم الإنتاج ، كما يمثل المحور الرأسى الخسائر والأرباح المحققة قبل وبعد التعادل .

يتم رسم الخطة الربحية بمعلومية نقطتين ، هما :

- الخسائر المحققة عند إنتاج صفر وحدة ، وتساوى التكاليف الثابتة (ث) ٦٠٠ جنيه ، وتحدد على المحور الرأسى فى جانب الخسائر .
- حجم التعادل (ن) ويحدد على المحور الأفقى الممثل لحجم الإنتاج ويساوى ٢٠٠ وحدة .

بتوصيل النقطتين ث ، ن ومد الخط على إستقامته يتم تمثيل خط الربحية ، حيث يظهر أنه عند إنتاج ١٠٠ وحدة تبلغ الخسائر ٣٠٠ جنيه ، وعند إنتاج ٢٠٠ وحدة تتعادل المنظمة ، وعند إنتاج ٤٠٠ وحدة تبلغ الأرباح ٦٠٠ جنيه ، ويلاحظ أن درجة ميل خط الربحية على المحور الأفقى تتحدد وفقا للقيمة الحدية للربح ، أى الربح الذى يتحقق من إنتاج وحدة أضافية من المنتج ، ويمثل قيمة مساهمة الوحدة .

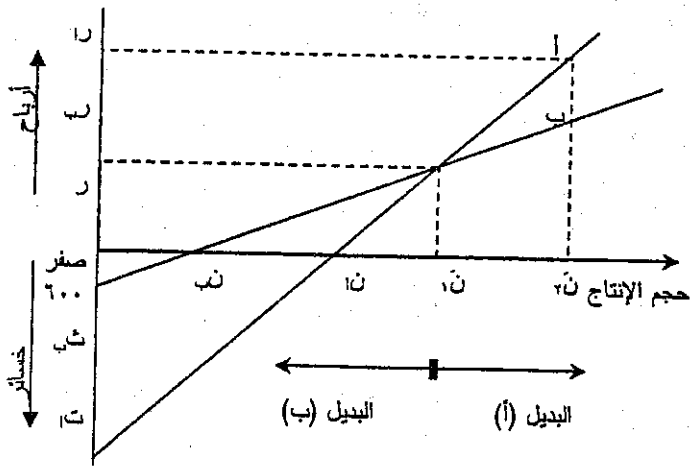
وتجدر الإشارة إلى أنه عند المفاضلة بين البدائل ، فإن كل من حجم التعادل ودرجة ميل خط الربحية يؤثران فى قرار اختيار البديل المناسب الأنسب ، ويمكن توضيح ذلك من خلال المثال التالى :

بفرض لدينا آلتين أ ، ب وكانت الطاقة المتاحة لكل منهما متساوية ، أى أن ط أ = ط ب غير أن :

التكاليف الثابتة للآلة أ أكبر من ب .... أى أن ..... ث ا > ث ب

حجم التعادل للآلة أ أكبر من ب ..... أى أن ..... ن ا > ن ب

مساهمة الوحدة لآلة أ اكبر من ب ..... أى أن ..... هـ ا > هـ ب



شكل رقم (٧) المفاضلة بين البدائل

عند المفاضلة على أساس حجم الإنتاج :

يفضل البديل الأول ذو حجم التعادل الاقل وهو البديل (ب) ، فمع ثبات الطاقة المتاحة كلما تحركت نقطة التعادل يمينا إرتفعت نسبة الطاقة الواجب إستغلالها لتحقيق التعادل بينما إذا تحركت يسارا قلت الضغوط الواقعة على إدارة المنظمة نتيجة لإنخفاض نسبة الطاقة المطلوب إستخدامها للوصول إلى التعادل .

عند المفاضلة على أساس الأرباح :

كلما زادت درجة ميل خط الربحية على المحور الأفقى ، زادت الأرباح الممكن تحقيقها بزيادة حجم الإنتاج أو بزيادة نسبة الطاقة المستغلة فعند إنتاج نَ١ وحدة تتساوى الآلتين حيث يحقق كل منهما ربحا مقداره ر ، وإذا كان حجم الإنتاج اقل من نَ١ وحدة ، يفضل الآلة ب لأنها إما أكثر ربحا من الآلة أ أو اقل خسائر منها حيث أن نب < نا ، أما إذا كان حجم الإنتاج أكبر من نَ١ ، يفضل الآلة أ لأنها أكثر ربحا ، فعند إنتاج نَ٢ وحدة تتحقق أرباح مقدارها را بينما الآلة الأخرى تحقق الأرباح مقدارها رب فقط .

ثالثا : تعريف نقطة التعادل :

بمراجعة نموذج التعادل الخطى ، نجد أن هناك عدة تعريفات لنقطة التعادل ، منها :

١- حجم الإنتاج الذى يساوى بين الإيرادات الكلية وبين التكاليف الكلية ، وعنده لا تحقق المنظمة أية أرباح أو أية خسائر .

٢- حجم الإنتاج الذى قبله تحقق خسائر وبعده تتحقق أرباح .

٣- حجم الإنتاج الذى عنده يتم تغطية التكاليف الثابتة من واقع قيمة مساهمة الوحدة .

رابعا : التعادل النقدى :

سبق القول أن التكاليف الكلية تنقسم إلى تكاليف ثابتة وأخرى متغيرة ، ويمكن -كذلك- تقسيم التكاليف إلى تكاليف نقدية وأخرى غير نقدية .

١- التكاليف النقدية :

يقصد بالتكاليف النقدية جميع التكاليف المستحقة للسداد نقداً ولا يمكن تأجيل الوفاء بها ، وتشمل التكاليف المتغيرة وبعض عناصر التكاليف الثابتة .

التكاليف النقدية= التكاليف المتغيرة + التكاليف الثابتة النقدية

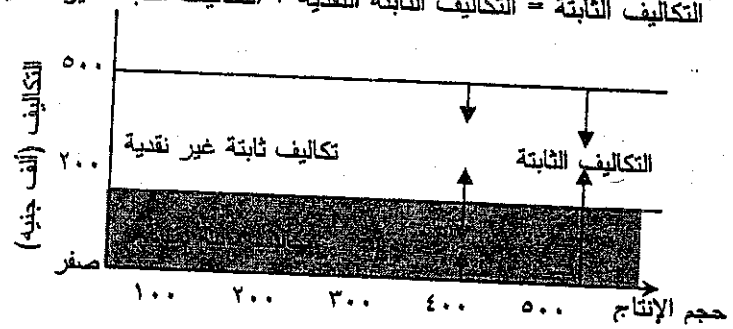
فالأجور والموارد والطاقة المباشرة تعد تكاليف متغيرة نقدية ، لأنها واجبة السداد نقدا لمستحقيها ودون تأجيل ، كما أن هناك العديد من عناصر التكاليف الثابتة النقدية التى تتحملها المنظمة خلال الفترة الزمنية ، مثل الإيجار ، والإضاءة ، والمصروفات الإدارية وغيرها .

٢- التكاليف غير النقدية

يقصد بالتكاليف غير النقدية التكاليف غير المستحقة للسداد نقداً ويمكن إرجاء الوفاء بها . فالإهلاك السنوى للأصول الثابتة يعد تكلفة ، ولكنه غير مستحق للسداد نقداً لجهة ما ويمكن إرجاء الوفاء بها ، لأنه قيد دفترى يستنزل قيمة الأصول بقيمة الإهلاك السنوى ، ويحمل به النشاط مقابل الاستحواذ على الأصول وإستخدامها خلال العام .

وعلى ذلك يمكن التعبير عن التكاليف الثابتة بالمعادلة التالية :

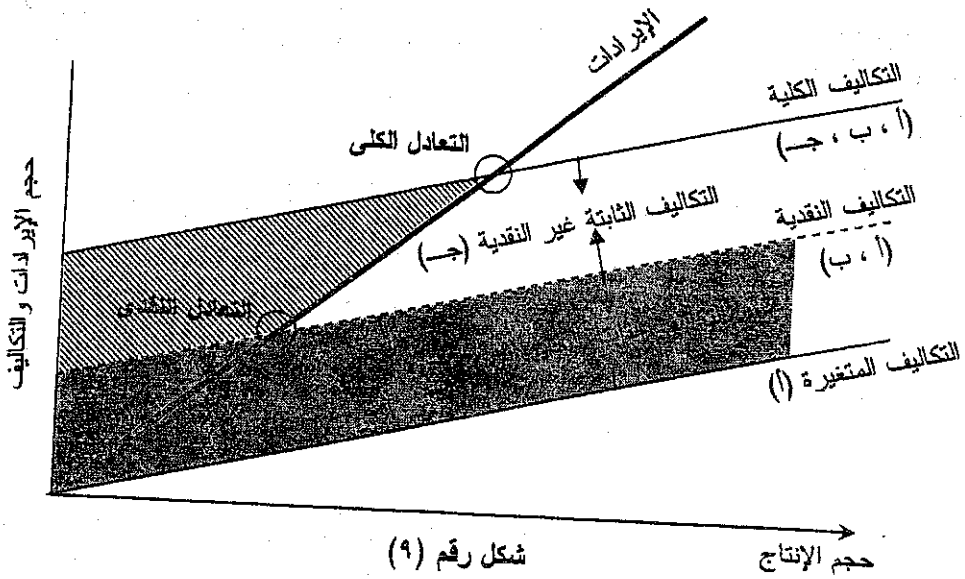
التكاليف الثابتة = التكاليف الثابتة النقدية + التكاليف الثابتة غير النقدية



الشكل رقم (٨) التكاليف الثابتة النقدية وغير النقدية

من الشكل يلاحظ أن التكاليف الثابتة للمنظمة تبلغ نصف مليون جنيه ، منها ٢٠٠٠٠٠ جنيه تكاليف ثابتة نقدية ، ٣٠٠٠٠٠ جنيه تكاليف ثابتة غير نقدية أما التكاليف المتغيرة ،

وكلها نقدية ، فتمثل بخط مستقيم يبدأ من نقطة الصفر ، ويزيد مباشرة بزيادة حجم الإنتاج ، حيث العلاقة بينهما طردية (راجع شكل ٣) ، وفيما يلى شكل يوضح حجم التعادل النقدى :



شكل رقم (٩)

ونلاحظ من الشكل السابق أنه ، يمثل (أ) التكاليف المتغيرة وفقا لحجوم الإنتاج المختلفة ، وبإضافة التكاليف الثابتة النقدية (ب) إلى التكاليف المتغيرة (أ) ، ينتج لدينا التكاليف النقدية (أ + ب) وفقا لحجوم الإنتاج المختلفة ، وبالإضافة إلى هذا الأخير التكاليف الثابتة غير النقدية (جـ) ، ينتج لنا التكاليف الكلية (أ + ب + جـ) وفقا لمختلف حجوم الإنتاج . وتمثل نقطة تقاطع خط الإيرادات مع التكاليف الكلية حجم التعادل الكلى للمنظمة ، أما نقطة تقاطع خط الإيرادات مع التكاليف النقدية فتمثل حجم التعادل النقدى لها .

ويقصد بالتعادل النقدى ، حجم الإنتاج اللازم تحقيقه حتى يتوفر للمنظمة إيرادات مالية تفى بسداد التكاليف النقدية المتغيرة والثابتة ، التى لا يمكن إرجائها . ويلاحظ عند التعادل النقدى تتحقق خسائر تساوى قيمة التكاليف الثابتة غير النقدية يمثلها المثلث المظلل ويساعد تحليل التعادل النقدى على تحديد الحجم الادنى للإنتاج اللازم تحقيقه لمقابلة الأعباء النقدية للثابت منها والمتغير ، وعلى رسم السياسة التمويلية لمختلف حجوم الإنتاج ، حيث يظهر قيمة التكاليف النقدية الواجب دفعها دون إرجاء مقابل كل حجم إنتاج .

خامسا : التعادل الجبرى

بفرض أن :

ن . . .	حجم إنتاج التعادل .
نَ . . .	حجم الإنتاج الذى يحقق ربحاً أو خسارة .
ث . . .	التكاليف الثابتة .
ع . . .	سعر بيع الوحدة .
م . . .	التكلفة المتغيرة للوحدة الواحدة .
مجـ م . . .	إجمالى التكاليف المتغيرة .
ر . . .	الأرباح (موجبة) أو الخسائر (سالبة) .
هـ . . .	مقدار مساهمة الوحدة . . . حيث هـ = ع – م .
ط . . .	الطاقة القصوى بالوحدات
س . . .	نسبة الطاقة المستغلة لتحقيق التعادل .
سَ . . .	نسبة الطاقة المستغلة لأى حجم إنتاج غير التعادل .
ج . . .	درجة الأمان .
ض . . .	نسبة الضرائب على الأرباح .
ت ك . . .	التكاليف الكلية .

مثال عام :

تبلغ التكاليف الثابتة السنوية ما ١٠,٠٠٠ جنيه منها ٢٠٠٠ جنيه تكاليف ثابتة غير نقدية ، وكان سعر بيع الوحدة ٧ جنيه والتكلفة المتغيرة للوحدة ٥ جنيه . فإذا علمت أن الطاقة القصوى ٢٠٠٠٠ وحدة :

- ما هو حجم التعادل الكلى؟
- ما هو حجم التعادل النقدى؟
- ما هو رقم التعادل الكلى؟
- ما هى نسبة الطاقة المستغلة لتحقيق التعادل؟

- ما هو حجم الإنتاج الذى يحقق أرباح ١٨٠٠٠ جنيه؟
- ما هى نسبة الطاقة المستغلة لتحقيق أرباح ١٨٠٠٠ جنيه؟
- ما هى درجة الأمان إذا علمت أن حجم الإنتاج الفعلى ١٥٠٠٠ وحدة؟
- ما هو حجم الإنتاج ونسبة الطاقة المستغلة لتحقيق أرباح ١٨٠٠٠ جنيه إذا كانت نسبة الضرائب ٢٠%؟

ملخص البيانات :

ـ ث = ١٠,٠٠٠ ج منها ٢٠٠٠ ج غير نقدية ، ع = ٧ ج ، م = ٥ ج،
هـ = ٧ ـ ٥ = ٢ج ، ط = ٢٠٠٠٠ وحدة ، ض = ٢٠%

١- حجم التعادل الكلى :

سبق القول أن حجم التعادل هو حجم الإنتاج الذى تتساوى عنده الإيرادات الكلية مع التكاليف الكلية ، وعلى ذلك يمكن بناء النموذج الرياضى على هذا الأساس مع الإشارة لحجم التعادل بالرمز (ن) .

عند إنتاج التعادل (ن) نجد أن :

الإيرادات الكلية = التكاليف الكلية..... أى أن

سعر بيع الوحدة × حجم إنتاج التعادل
= التكاليف الثابتة + (التكلفة المتغيرة للوحدة × حجم إنتاج التعادل)

وبالتعبير عن المعادلة السابقة فى صورة رمزية نجد أن :

ع ن = ث + م ن

ع ن ـ م ن = ث

ت (ع ـ م) = ث

$$ن = \frac{ث}{ع - م} \quad \text{.....} (١)$$

ملاحظة : يمكن إستخدام هـ بدلاً من (ع ـ م) وذلك وفقاً للبيانات المتاحة .

وبالتطبيق فى المثال العام يمكن حساب حجم التعادل كما يلى :

$$\text{ن} = \frac{١٠٠٠٠}{٧ - ٥} = ٥٠٠٠ \text{ وحدة}$$

أى أن المنظمة تصل إلى حالة التعادل عند إنتاج ٥٠٠٠ وحدة ، وبالتالى لا تحقق أية أرباح أو خسائر ، ويمكن التأكد من صحة ذلك كما يلى :

إيرادات إنتاج وبيع ٥٠٠٠ وحدة بسعر ٧ جنيهات للوحدة :

$$= \text{ع} \times \text{ن}$$

$$= ٧ \times ٥٠٠٠ = ٣٥٠٠٠ \text{ ج}$$

التكاليف الكلية لإنتاج وبيع ٥٠٠٠ وحدة

$$\text{ث ك} = \text{ث} + (\text{م ن})$$

$$= ١٠٠٠٠ + (٥ \times ٥٠٠٠) = ٣٥٠٠٠ \text{ ج}$$

الأرباح أو الخسائر = صفر ج

٢- حجم التعادل النقدى:

سبق القول أن التكاليف الثابتة منها النقدى وغير النقدى ، وعلى ذلك :

$$\text{حجم التعادل النقدى} = \frac{\text{ث} - \text{ث غير النقدية}}{\text{ع} - \text{م}}$$

$$= \frac{١٠٠٠٠ - ٢٠٠٠}{٧ - ٥} = ٤٠٠٠ \text{ وحدة}$$

أى أن المنظمة تحتاج إلى إنتاج وبيع ٤٠٠٠ وحدة حتى تكون وحدة قادرة على سداد جميع تكاليفها النقدية سواء كانت ثابتة أو متغيرة ، وهنا تحقق المنظمة خسائر ٢٠٠٠ جنيه تساوى التكاليف الثابتة غير النقدية ، وتمثل معظمها فى تكلفة الإهلاك .

٣- رقم التعادل :

يقصد برقم التعادل قيمة إنتاج التعادل أى الإيرادات المحققة من إنتاج وبيع حجم التعادل ، وتحسب كما يلى :

رقم التعادل = سعر بيع الوحدة × حجم إنتاج التعادل ..... أى أن

رقم التعادل = ع ن	..... (٢)

وبالتطبيق فى المثال السابق ، يمكن إيجاد رقم التعادل :

رقم التعادل = ٧ × ٥٠٠٠ = ٣٥٠٠٠ جنيه

أى يجب على المنظمة إنتاج وبيع ٥٠٠٠ وحدة قيمتها ٣٥٠٠٠ جنيه حتى تغطى تكاليفها الكلية وتصل إلى التعادل .

٤- نسبة الطاقة المستغلة لتحقيق التعادل :

فى الإنتاج المستمر (للسوق) تزداد أهمية معيار نسبة الطاقة المستغلة ، خاصة فى الصناعات كثيفة رأس المال ، كصناعة الاسمنت وصناعة الحديد والصلب ، وتكرير البترول وغيرها ، فى حين تزداد أهمية معيار حجم الإنتاج فى الصناعات كثيفة العمل ، كصناعة الملابس الجاهزة وصناعة الأثاث ، وغيرها .

تقيس نسبة الطاقة المستغلة لتحقيق التعادل (س) حجم إنتاج التعادل اللازم تحقيقه كنسبة من الطاقة الإنتاجية القصوى للمنظمة ، وذلك على النحو التالى :

$$\text{نسبة طاقة التعادل} = \frac{\text{حجم إنتاج التعادل}}{\text{الطاقة القصوى}} \times ١٠٠$$

$$\text{س} = \frac{\text{ن}}{\text{ط}} \times ١٠٠$$

حيث أن :

$$\text{ن} = \frac{\text{ث}}{\text{ع - م}}$$

$$\therefore \text{س} = \frac{\frac{\text{ث}}{\text{ع - م}}}{\text{ط}} \times ١٠٠$$

$$س = \frac{ث}{ع - م} \times \frac{١}{ط} \times ١٠٠$$

$$س = \frac{ث}{ط\,(ع - م)} \times ١٠٠ \quad \ldots\ldots\ldots (٣)$$

حيث هـ = ع – م

وبالعودة إلى المثال السابق يمكن حساب نسبة طاقة التعادل كما يلى :

$$س = \frac{١٠٠٠٠}{(٥ - ٧)\ ٢٠٠٠٠} \times ١٠٠ = ٢٥\%$$

أى يجب أن تعمل المنظمة على إستغلال ٢٥% من طاقتها الإنتاجية القصوى حتى تحقق التعادل ، وحيث أن طاقتها تبلغ ٢٠٠٠٠ وحدة ، إذن يجب عليها إنتاج وبيع ٥٠٠٠ وحدة ($٢٠٠٠٠ \times \frac{٢٥}{١٠٠}$) كى تصل إلى حالة التعادل .

٥- حجم الإنتاج الذى يحقق أرباح أو خسائر محددة أو الأرباح أو الخسائر المحققة عند حجم الإنتاج محدد . .

بإستثناء المنظمات غير المستهدفة للأرباح ، تسعى المنظمات الأخرى إلى تحقيق الأرباح (+ر) حتى تلك التى قد تحقق خسائر (–ر) فى بداية نشاطها خلال بعض مراحل حياتها ، فإن تحقيق التعادل يكون مرحلة مؤقتة فى مسيرة حياتها ، غير أن غايتها تكون دائما تعظيم الأرباح ، والتى تتحقق فقط عندما تكون الإيرادات الكلية اكبر من التكاليف الكلية ، ويكون الفرق بينهما الأرباح المحققة ، ويمكن تمثيل النموذج الرياضى على النحو التالى :

الإيرادات الكلية = التكاليف الكلية + الأرباح

أى أن :

$$ع\ ن = (ث + م\ ن) + ر$$

حيث ن ∴ حجم الإنتاج الذى يحقق ربحا مقداره (ر)

ع نَ – م نَ = ث + ر

نَ (ع – م) = ث + ر

$$\text{نَ} = \frac{\text{ث} + \text{ر}}{\text{ع} - \text{م}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (٤)$$

وتجدر الإشارة إلى أنه فى حالة تحقيق أرباح تكون (ر) موجبة ، وفى حالة الخسائر تكون (ر) سالبة .

وبالتطبيق فى المثال العام ، حيث مطلوب حجم الإنتاج الذى يحقق أرباح ١٨٠٠٠ جنيه ، نجد أن :

$$\text{نَ} = \frac{١٨٠٠٠ + ١٠٠٠٠}{٧ - ٥} = ١٤٠٠٠ \text{ وحدة}$$

على ذلك ، نجد أن تحقيق أرباح ١٨٠٠٠ جنيه يتطلب إنتاج وبيع ١٤٠٠٠ وحدة ، ويمكن التأكد من صحة ذلك على النحو التالى :

إيرادات إنتاج وبيع ١٤٠٠٠ وحدة بسعر بيع ٧ جنيهات للوحدة (رقم الإنتاج)

الإيرادات (رقم الإنتاج) = ع نَ

= ٧ × ١٤٠٠٠ = ٩٨٠٠٠ جنيه

ت ك = ث + م نَ

= ١٠٠٠٠ + (١٤٠٠٠ × ٥) = ٨٠٠٠٠ جنيه

الأرباح = ١٨٠٠٠ جنيه

٦- نسبة الطاقة المستغلة لتحقيق أرباح أو خسائر محددة أو الأرباح أو الخسائر المحققة عند إستغلال نسبة محددة من الطاقة

تقيس النسبة المشار إليها (س') حجم الإنتاج اللازم تحقيقه كنسبة من الطاقة كى تتمكن المنظمة من تحقيق أرباح محددة أو خفض الخسائر إلى رقم محدد مستهدف بالخطة وعلى ذلك تحسب النسبة كما يلى :

نسبة الطاقة المستغلة لتحقيق ربحاً مقداره (ر)

$$س' = \frac{\text{حجم الإنتاج الذى يحقق أرباح مقدارها (ر)}}{\text{الطاقة القصوى}} \times ١٠٠$$

$$= \frac{\frac{ث + ر}{ع - م}}{ط} \times ١٠٠$$

$$= \frac{ث + ر}{ع - م} \times \frac{١}{ط} \times ١٠٠$$

$$\boxed{س' = \frac{ث + ر}{ط (ع - م)} \times ١٠٠} \quad ..... (٥)$$

حيث هـ = ع - م

ويلاحظ فى حالة الأرباح تكون (ر) موجبة ، وفى حالة الخسائر تكون (ر) سالبة . وبالتطبيق فى المثال العام ، حيث مطلوب حساب نسبة الطاقة المستغلة لتحقيق أرباح ١٨٠٠٠ جنيه ، نجد أن :

$$س' = \frac{١٨٠٠٠ + ١٠٠٠٠}{٢٠٠٠٠ (٧ - ٥)} \times ١٠٠ = ٧٠\%$$

أى يجب أن تعمل المنظمة على استغلال ٧٠% من طاقاتها القصوى حتى تحقق أرباح ١٨٠٠٠ جنيه ، وحيث أن طاقاتها ٢٠٠٠٠ وحدة ، لذا يجب عليها إنتاج وبيع ١٤٠٠٠ وحدة ($٢٠٠٠٠ \times \frac{٧٠}{١٠٠}$) كى تحقق أرباحها المستهدفة .

٧- درجة الأمان :

فى المثال السابق ، حيث أن :

حجم التعادل = ن = ٥٠٠٠ وحدة

حجم الإنتاج الفعلى = ن' = ١٥٠٠٠ وحدة

الطاقة القصوى = ط = ٢٠٠٠٠ وحدة

ما هى نسبة الطاقة المستغلة بعد تحقيق التعادل ؟

حيث أن حجم الإنتاج الفعلى (ن') ١٥٠٠٠ وحدة ، وحجم التعادل (ن) ٥٠٠٠ وحدة ، إذن
ظمة تنتج بعد تحقيق التعادل ١٠٠٠٠ وحدة (ن' – ن) ، تمثل ٥٠% من الطاقة القصوى
ظمة ($\frac{١٠٠٠٠}{٢٠٠٠٠} \times ١٠٠$) ، وهذه النسبة تسمى درجة الأمان ، والتى تعرف بأنها :

نسبة الطاقة المستغلة بعد تحقيق التعادل ، وهى تقيس مدى قدرة المنظمة على مواجهة
روف الطارئة التى قد تدفعها إلى خفض حجم انتاجها ، وعلى ذلك كلما زادت درجة
مان كلما كان أفضل للمنظمة ، وتقاس بالمعادلة التالية :

$$ج = \frac{ن' - ن}{ط} \times ١٠٠ \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (٦)$$

وبالرجوع للمثال العام ، نجد أن :

$$ج = \frac{١٥٠٠٠ - ٥٠٠٠}{٢٠٠٠٠} \times ١٠٠ = ٥٠\%$$

أى أن المنظمة تحقق التعادل أولاً ، ثم تستغل بعد ذلك ٥٠% من طاقاتها لتحقيق
باح ، ومن ثم إذا وقعت أحداث غير منظورة أجبرت المنظمة على خفض حجم إنتاجها
ثل : تقلص حجم الطلب أو عطل بعض الآلات أو نفاد بعض المواد الخام .... وغيرها) ،
ى نسبة لأقل من ٥٠% من طاقاتها القصوى ، فإن المنظمة تظل تحقق أرباحاً ، أما إذا
ت نسبة خفض حجم الإنتاج ٥٠% من الطاقة القصوى ، فإن المنظمة تحقق التعادل ، أما
تجاوزت نسبة التخفيض الـ٥٠% من الطاقة القصوى ، هنا فقط تبدأ المنظمة تحقيق
سائر ، وعلى ذلك فالمنظمة تتمتع بدرجة أمان كبيرة فى مواجهة تلك الظروف .

– حجم الإنتاج ونسبة الطاقة المستغلة بعد الضرائب :

تُفرض الضرائب على الأرباح ، فالمنظمات الخاسرة ، أو المحققة للتعادل لا تدفع
رائب ، وحساب حجم الإنتاج أو نسبة الطاقة المستغلة لتحقيق أرباح معينة مقدارها (ر)
ن الأخذ فى الإعتبار الضرائب يؤدى إلى تقلص الأرباح بقيمة الضرائب المدفوعة ، فمثلاً
كانت نسبة الضرائب على الأرباح (ض) ٢٠% ، فإن كل ١٠٠ جنيه أرباح قبل الضرائب

ستنخفض إلى ٨٠ جنيه نتيجة دفع ٢٠ جنيه ضرائب ، فإذا أردنا تحقيق أرباح ١٠٠ جنيه بعد سداد الضرائب ، فإنه يجب تحقيق أرباح قيمتها ١٢٥ جنيه قبل الضرائب ($\frac{١٠٠}{١ - ٠,٢}$) ، تنخفض إلى ١٠٠ جنيه بعد سداد ٢٠% منها كضرائب [١٢٥ (١ – ٠,٢)] .

لذا يجب تعديل معادلتى ن′ ، س′ السابقتين رقمى (٤ ، ٥) حتى يمكن الأخذ فى الاعتبار نسبة الضرائب على الأرباح (ض) ، وذلك كما يلى :

$$\text{ن}' = \frac{\text{ث} + \frac{\text{ر}}{١ - \text{ض}}}{\text{ع} - \text{م}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (٧)$$

$$\text{س}' = \frac{\text{ث} + \left(\frac{\text{ر}}{١ - \text{ض}}\right)}{\text{ط}\,(\text{ع} - \text{م})} \times ١٠٠ \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (٨)$$

حيث أن : هـ = ع – م ، $\frac{\text{ر}}{١ - \text{ض}}$ تمثل قيمة الأرباح قبل خصم الضرائب .

وبالتطبيق فى المثال العام حيث :

ث = ١٠٠٠٠ ج ر = ١٨٠٠٠ ج ض = ٢ ع = ٧ ج م = ٥ ج

نجد أن :

$$\text{ن}' = \frac{١٠٠٠٠ + \frac{١٨٠٠٠}{٠,٢ - ١}}{٧ - ٥} = \frac{٢٢٥٠٠ + ١٠٠٠٠}{٢}$$

ن′ = ١٦٢٥٠ وحدة

$$\text{س}' = \frac{١٠٠٠٠ + \frac{١٨٠٠٠}{٠,٢ - ١}}{٢٠٠٠٠\,(٧ - ٥)} \times ١٠٠ = \frac{٢٢٥٠٠ + ١٠٠٠٠}{٤٠٠٠٠} \times ١٠٠$$

س′ = ٨١,٢٥%

بفرض أن مقر المنظمة بالمجتمعات العمرانية الجديدة ، والتى تتمتع بالإعفاء الضريبى لمدة عشر سنوات ، فإنه لتحقيق أرباح ١٨٠٠٠ جنيه يجب عليها :

أ) خلال فترة الإعفاء الضريبى :

إنتاج ١٤٠٠٠ وحدة مستغلة فى ذلك ٧٠% من طاقتها الإنتاجية القصوى .

ب) بعد خضوعها للضرائب على الأرباح :

تنتج ١٦٢٥٠ وحدة مستغلة فى ذلك ٧٠% من طاقتها الإنتاجية القصوى .

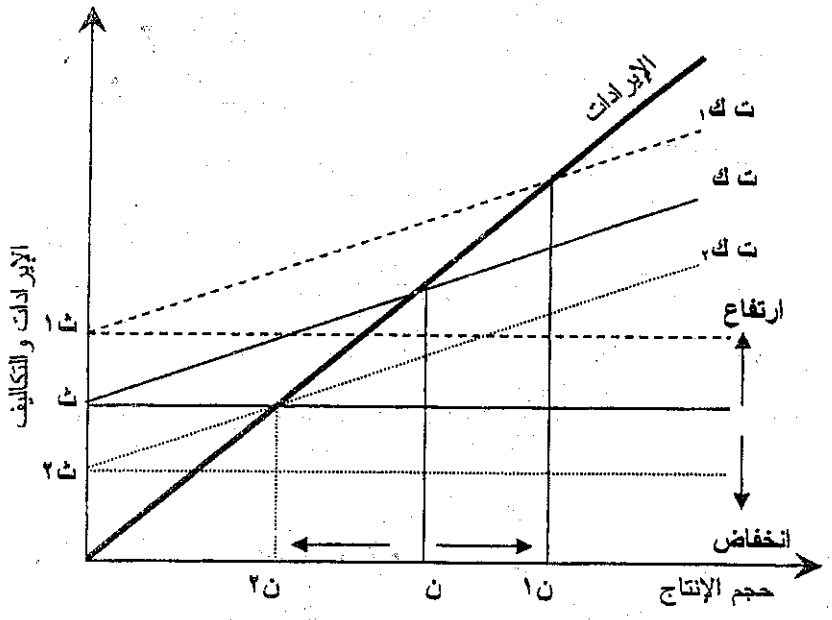
حيث تخصص أرباح ٢٢٥٠ وحدة (١٦٢٥٠ – ١٤٠٠٠) ، تمثل ١١,٢٥% من الطاقة القصوى (٢٢٥٠ – ٢٠٠٠٠) ، لسداد ٤٥٠٠ جنيه كضرائب (٢٢٥٠ × ٢ جنيه) ... لاحظ أن هـ = ٢ جنيه .

سادساً : العوامل المحددة لحجم التعادل :

بمراجعة معادلة حجم التعادل ن = $\frac{\text{ث}}{\text{ع} - \text{م}}$ ، نجد أن هناك ثلاثة متغيرات أساسية تحدد حجم التعادل ، وهى : التكاليف الثابتة (ث) ، وسعر بيع الوحدة (ع) ، والتكلفة المتغيرة للوحدة (م) .

١- التكاليف الثابتة :

تتغير التكاليف الثابتة بتغير العديد من العناصر منها الطاقة الإنتاجية ، وسياسة المنظمة فى إهلاك أصولها الثابتة ، وتكلفة استئجار الأصول ، والمصروفات العامة المرتبطة بوجود المنظمة ذاتها وليس بمنتج معين ، وأقساط التأمين وغيرها ، وفيما يلى شكل يوضح أثر تغير التكاليف الثابتة على حجم التعادل .

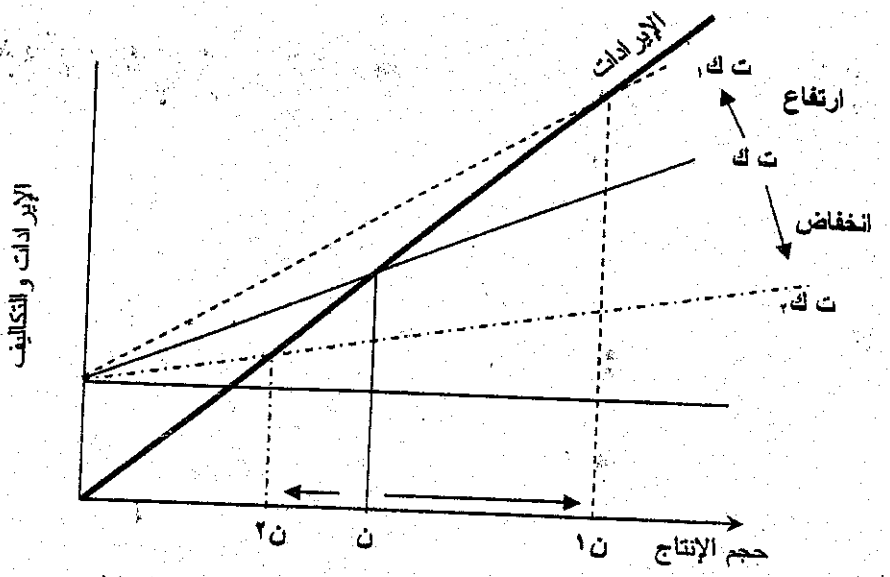


شكل رقم (١٠) العلاقة بين التكاليف الثابتة ، وحجم التعادل

مع ثبات العناصر الأخرى هناك علاقة طردية بين التكاليف الثابتة وحجم إنتاج التعادل ، حيث أن ارتفاع التكاليف الثابتة من ث إلى ث١ يؤدى إلى ارتفاع التكاليف الكلية من المستوى ت ك إلى ت ك١ . مما يؤدى إلى زيادة حجم التعادل من ن إلى ن١ كما أن انخفاض التكاليف الثابتة من ث إلى ث٢ يؤدى إلى انخفاض التكاليف الكلية من المستوى ت ك إلى ت ك٢ ، ومع ثبات العناصر الأخرى ، ينخفض حجم التعادل من ن إلى ن٢ . وتجدر الإشارة إلى توازى كل من ث ، ث١ ، ث٢ وتوازى كل من ت ك ، ت ك١ ، ت ك٢ .

٢- التكلفة المتغيرة للوحدة :

تتغير التكلفة المتغيرة للوحدة بتغير كل من المواد المباشرة ، أو الأجور المباشرة أو الطاقة المباشرة ، مما يؤدى إلى تغير درجة ميل خط التكاليف الكلية على المحور الأفقى وبالتالى يتغير حجم التعادل ، وفيما يلى شكل يوضح أثر تغيير التكاليف المتغيرة على حجم التعادل .

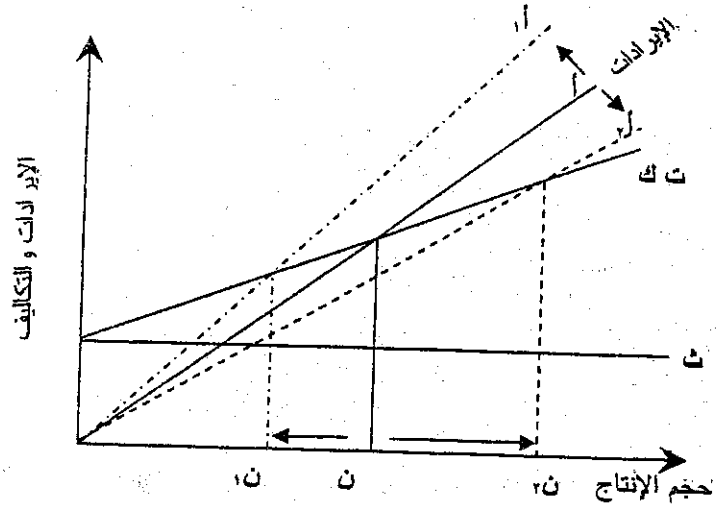


شكل رقم (١١) العلاقة بين التكاليف المتغيرة وحجم التعادل

مع ثبات العناصر الأخرى ، هناك علاقة طردية بين التكاليف الكلية وحجم إنتاج التعادل فزيادة التكاليف المتغيرة يؤدى إلى ارتفاع خط التكاليف الكلية من المستوى ت ك إلى ت ك١ ، مما يؤدى إلى زيادة درجة ميله على المحور الأفقى ، ومع ثبات خط الإيرادات ، يزيد حجم التعادل من ن إلى ن١ ، إما فى حالة انخفاض التكاليف المتغيرة نتيجة انخفاض أسعار المواد أو خفض نسب الفاقد منها أو ارتفاع إنتاجية العمال مما يخفض من تكلفة الأجور للوحدة المنتجة ، ينخفض خط التكاليف الكلية من المستوى ت ك إلى ت ك٢ ، وتنخفض بذلك درجة ميله على المحور الأفقى ، ومع ثبات خط الإيرادات ، ينخفض حجم التعادل من ن إلى ن٢ .

٣- سعر بيع الوحدة :

مع ثبات العناصر الأخرى ، هناك علاقة عكسية بين سعر بيع الوحدة وحجم إنتاج التعادل ، وفيما يلى شكل يوضح أثر تغير سعر البيع على التعادل .



شكل رقم (١٢) العلاقة بين سعر بيع الوحدة وحجم التعادل

مع ثبات العناصر الأخرى ، هناك علاقة عكسية بين سعر بيع الوحدة وحجم إنتاج التعادل ، فزيادة سعر البيع يؤدى إلى ارتفاع خط الإيرادات من المستوى أ إلى المستوى أ١ ، مما يؤدى إلى زيادة درجة ميله على المحور الأفقى ، ومع ثبات خط التكاليف الكلية ت ك ، ينخفض حجم التعادل من ن إلى ن١ ، أما فى حالة انخفاض سعر البيع ينخفض خط الإيرادات من المستوى أ إلى المستوى أ٢ ، وبالتالى تنخفض درجة ميله على المحور الأفقى ، ومع ثبات خط التكاليف الكلية ت ك ، يزيد حجم التعادل من ن إلى ن٢ .

يلاحظ أنه فى تناولنا للعناصر المحددة لحجم التعادل قد افترضنا تغير عنصر واحد وثبات العناصر الأخرى ، غير أن الواقع العملى قد يشهد تغير أكثر من عنصر واحد فى ذات الوقت ، فقد تقرر الإدارة العليا تحديث خطوط الإنتاج وزيادة الطاقة الإنتاجية مما يؤدى إلى ارتفاع التكاليف الثابتة ، ونتيجة لاستخدام تكنولوجيا أكثر تقدما قد تنخفض التكلفة المتغيرة للوحدة ، وهنا قد تقرر الإدارة زيادة سعر البيع لامتصاص الزيادة فى التكاليف الثابتة ، أو تقرر خفض سعر البيع لزيادة حجم الطلب لاستغلال الزيادة فى الطاقة الإنتاجية ، أو قد تقرر تثبيت سعر البيع . وعلى ذلك يتطلب الأمر حساب محصلة هذه التغيرات مجتمعة على كل من حجم التعادل ، ونسبة طاقة التعادل ، والأرباح المحققة ، ودرجة الأمان .

مثال :

بلغ حجم الإنتاج والمبيعات فى العام الماضى بشركة آية الصناعية ١٠٠٠٠٠ وحدة ، تعادل ٤٠% من الطاقة الإنتاجية القصوى ، وحققت أرباحا مقدارها ٤٠٠٠٠ جنيه ، كما بلغت التكلفة المتغيرة للوحدة ٣ جنيهات ، وسعر البيع ٥ جنيه ، والمطلوب :

أ) ما هو رقم إنتاج التعادل ؟

ب) ما هى أرباح الشركة إذا أنتجت بكامل طاقتها ؟

ج) تفكر الشركة فى تحديث خطوط الإنتاج ، بما سيزيد من التكاليف الثابتة بنسبة ٨٠% ، وتنخفض التكلفة المتغيرة للوحدة بمقدار الثلث ، ما أثر التطوير على حجم التعادل ؟

د) ما هو سعر البيع الذى تقترحه كى تحقق الشركة حجم التعادل قبل التطوير ؟

الحل :

ملخص البيانات

ن' = ١٠٠٠٠٠ وحدة = ٠,٤ ط

م = ٣ ج

ر = ٤٠٠٠٠ ج

ع = ٥ جنيه

أ) رقم إنتاج التعادل :

تتمثل نقطة بداية التفكير فى حل المثال فى التطبيق المباشر فى معادلة حجم إنتاج التعادل ، وهى :

$$\text{ن} = \frac{\text{ث}}{\text{ع} - \text{م}}$$

بمراجعة المعادلة يلاحظ توافر ع ، م أما ث ، ن فهما غير معلومتين ، ونبدأ بإيجاد التكاليف الثابتة (ث) ، أما حجم التعادل (ن) فمن الطبيعى أن يكون غير معلوم ، حيث المطلوب إيجاده .

يجب استخدام البيانات التاريخية عن السنوات الماضية فى إيجاد التكاليف الثابتة (ث) حيث أن كل من ث ، ر ، ع ، م معلومة فيمكن إيجاد (ث) ، وذلك بالتطبيق المباشر فى معادلة الأرباح ، وهى :

$$ن' = \frac{ث + ر}{ع - م}$$

$$١٠٠٠٠٠ = \frac{ث + ٤٠٠٠٠}{٣ - ٥} = \frac{ث + ٤٠٠٠٠}{٢}$$

$$٢٠٠٠٠٠ = ث + ٤٠٠٠٠$$

$$ث = ٢٠٠٠٠٠ - ٤٠٠٠٠$$

$$ث = ١٦٠٠٠٠ \text{ جنيه}$$

∴ حجم التعادل هو :

$$ن = \frac{١٦٠٠٠٠}{٣ - ٥} = ٨٠٠٠٠ \text{ وحدة}$$

يلاحظ أن المطلوب إيجاد رقم التعادل ، أى قيمة إنتاج التعادل .

رقم التعادل = ع ن

= ٥ × ٨٠٠٠٠ = ٤٠٠٠٠٠ جنيه

أى يجب إنتاج وبيع ٨٠٠٠٠ وحدة قيمتهم ٤٠٠٠٠٠ جنيه حتى تحقق الشركة التعادل .

ب) الأرباح المحققة عند الإنتاج بكامل الطاقة (ن' = ط)

يبدأ التفكير فى الحل فى التطبيق المباشر بمعادلة الأرباح ، وهى :

$$ن' = \frac{ث + ر}{ع - م}$$

بمراجعة عناصر المعادلة ، نجد كل من ث ، ع ، م معلومة أما ن' ، ر فمجهولتين والأخيرة مجهول طبيعى حيث المطلوب إيجادها ، إذا يجب إيجاد حجم الإنتاج ،(ن') وهو هنا يمثل الطاقة القصوى (ط) .

بالعودة للبيانات الأساسية نجد هناك علاقة رياضية تقول أن حجم إنتاج العام الماضى ، وهو ١٠٠٠٠٠ وحدة يساوى ٤٠% من الطاقة القصوى ، وقد عبر عن ذلك بالعلاقة التالية :

٠,٤ ط = ١٠٠٠٠٠

ط = $\frac{١٠٠٠٠٠}{٠,٤}$ = ٢٥٠٠٠٠ وحدة

∴ المطلوب حساب الأرباح المحققة عند إنتاج ٢٥٠٠٠٠ وحدة ، أى أن :

ن′ = ط = ٢٥٠٠٠٠ وبالتطبيق فى معادلة الأرباح

$\frac{١٦٠٠٠٠ + ر}{٣ـ٥}$ = ٢٥٠٠٠٠

٥٠٠٠٠٠ = ١٦٠٠٠٠ + ر

ر = ٥٠٠٠٠٠ – ١٦٠٠٠٠

ر = ٣٤٠٠٠٠ ج

∴ إنتاج وبيع ٢٥٠٠٠٠ وحدة يحقق أرباحاً مقدارها ٣٤٠٠٠٠ جنيه ، أما إذا استغلت الشركة ٤٠% من طاقتها (١٠٠٠٠٠ وحدة) فإن أرباحها ستبلغ ٤٠٠٠٠ جنيه فقط ، وبذلك يتضح أهمية وميزة الإنتاج الكبير . حيث يتم تغطية التكاليف الثابتة أولا من واقع قيمة مساهمة الوحدة ، ثم التحول إلى تحقيق أرباح .

ج) أثر التطوير على حجم التعادل :

طالما حدثت تغيرات فى بعض عناصر معادلة تحديد حجم التعادل ، إذن يجب حساب التغيرات التى ستنتج عن التطوير المشار إليه :

التكاليف الثابتة (ث) تزيد بنسبة ٨٠% .

ث = (١٦٠٠٠٠ × $\frac{١٠٠}{١٠٠}$) + (١٦٠٠٠٠ × $\frac{٨٠}{١٠٠}$) = ١٦٠٠٠٠ ($\frac{١٠٠ + ٨٠}{١٠٠}$)

ث = ١٦٠٠٠٠ × $\frac{١٨٠}{١٠٠}$ = ٢٨٨٠٠٠ جنيه

- التكلفة المتغيرة للوحدة (م) تنخفض بمقدار الثلث :

م = (٣ × $\frac{٣}{٣}$) – (٣ × $\frac{١}{٣}$) = ٣ ($\frac{٣ ـ ١}{٣}$)

م = (٣ × $\frac{٢}{٣}$) = ٢ جنيه

بالتعويض المباشر فى معادلة حجم التعادل ، نوجد (ن) :

$$\text{ن} = \frac{\text{ث}}{\text{ع} - \text{م}}$$

$$\text{ن} = \frac{٢٨٨٠٠٠}{٥ - ٢} = ٩٦٠٠٠ \text{ وحدة}$$

∴ يؤدى التطوير إلى زيادة حجم التعادل من ٨٠٠٠٠ إلى ٩٦٠٠٠ وحدة ، أى بنسبة ٢٠% .

د) سعر بيع الوحدة الذى يحقق التعادل عند ٨٠٠٠٠ وحدة :

بمراجعة عناصر معادلة حجم التعادل ، نجد أن جميع العناصر – عدا حجم التعادل – معلومة ، وبالتعويض عند ن تساوى ٨٠٠٠٠ وحدة ، نوجد ع .

$$\text{ن} = \frac{\text{ث}}{\text{ع} - \text{م}}$$

$$٨٠٠٠٠ = \frac{٢٨٨٠٠٠}{\text{ع} - ٢}$$

$$٨٠٠٠٠ \text{ ع} - ١٦٠٠٠٠ = ٢٨٨٠٠٠$$

$$٨٠٠٠٠ \text{ ع} = ٢٨٨٠٠٠ + ١٦٠٠٠٠ = ٤٤٨٠٠٠$$

$$\text{ع} = \frac{٤٤٨٠٠٠}{٨٠٠٠٠} = ٥,٦ \text{ ج}$$

أى يجب على الشركة كى تحافظ على حجم التعادل الأصلى رغم التغيرات التى ستحدثها أن ترفع سعر بيع الوحدة من ٥ جنيه إلى ٥,٦ جنيه أى بنسبة ١٢% .

سابعاً : التعادل لتعدد المنتجات :

فى الواقع العملى ، يندر أن نجد شركة صناعية تنتج نوعاً واحداً من المنتجات ، والسائد أن تتعدد المنتجات ، وتشترك معاً فى الاستفادة من التسهيلات الإنتاجية المتاحة مثل المبانى الإدارية والمخازن والورش ، والآلات والمعدات والأجهزة ، وأسطول النقل... وغيرها .

ورغم إمكانية تحديد تكلفة متغيرة وسعر بيع لكل منتج ، إلا أنه يصعب حساب نصيب كل منتج من عناصر التكاليف الثابتة ، وبالتالى لا يمكن حساب حجم التعادل لكل منتج على حدة . لذلك يتم حساب حجم تعادل واحد لكل المنتجات ، وفيه يمكن حساب حجم الإنتاج الواجب تحقيقه من كل منتج حتى تصل الشركة ككل إلى التعادل . هذا ، ويتم حساب حجم التعادل فى حالة تعدد المنتجات اعتماداً على المتوسط المرجح لسعر البيع ، والمتوسط المرجح للتكلفة المتغيرة للوحدة ، ويقصد بالمرجح هنا المرجح بكميات الإنتاج .

$$\text{المتوسط المرجح لسعر البيع} = \frac{ع_{1} ن'_{1} + ع_{2} ن'_{2} + \ldots\ldots\ldots + ع_{د} ن'_{د}}{ن'_{1} + ن'_{2} + \ldots\ldots\ldots + ن'_{د}}$$

$$\text{المتوسط المرجح للتكلفة المتغيرة للوحدة} = \frac{م_{1} ن'_{1} + م_{2} ن'_{2} + \ldots\ldots\ldots + م_{د} ن'_{د}}{ن'_{1} + ن'_{2} + \ldots\ldots\ldots + ن'_{د}}$$

حيث أن :

د	عدد المنتجات ، وتأخذ قيم صحيحة من ١، ٢، . . . . . حتى د
ع	سعر بيع وحدة المنتج
م	التكلفة المتغيرة لوحدة المنتج
ن'	حجم الإنتاج الفعلى للمنتج

مثال :

تقوم شركة إسراء الصناعية بإنتاج ثلاث منتجات وتبلغ التكاليف الثابتة السنوية ١٧٦ ألف جنيه ، وطاقتها الإنتاجية القصوى ٣٢٠٠٠ وحدة .

المنتج	التكلفة المتغيرة للوحدة م (جنيه)	سعر بيع الوحدة ع (جنيه)	حجم الإنتاج ن' (وحدة)
س١	٢٠	٣٠	٣٠٠٠
س٢	٢٨	٤٠	٧٥٠٠
س٣	١٢	٢٠	١٥٠٠

أ- ما هو حجم إنتاج التعادل الكلى للشركة موزعاً على الثلاث منتجات ؟

ب- ما هى درجة الأمان فى حالة مضاعفة حجم الإنتاج الحالى ؟

جـ- ما هى نتيجة الأعمال فى حالة إنتاج ١٠٠٠٠ وحدة ؟

الحل :

ملخص البيانات :

ث = ١٧٦٠٠٠ ج　　ط = ٣٢٠٠٠ وحدة

أ- حجم التعادل الكلى :

بمراجعة معادلة حجم التعادل ، يلاحظ ما يلى :

$$\text{ن} = \frac{\text{ث}}{\text{ع} - \text{م}}$$

التكاليف الثابتة معلومة ، وهى تخص جميع المنتجات ، ولا يمكن تحديد نصيب كل منتج منها ، رغم أن التكلفة المتغيرة للوحدة وسعر البيع معلومتين لكل منتج ، إلا أن هناك حاجة لتحديد متوسط مرجح لسعر البيع ، ومتوسط مرجح للتكلفة المتغيرة تعبران عن الثلاثة منتجات ، وذلك على الوجه التالى :

المنتج	م	ع	ن′	م ن′	ع ن′
س١	٢٠	٣٠	٣٠٠٠	٦٠٠٠٠	٩٠٠٠٠
س٢	٢٨	٤٠	٧٥٠٠	٢١٠٠٠٠	٣٠٠٠٠٠
س٣	١٢	٢٠	١٥٠٠	١٨٠٠٠	٣٠٠٠٠
المجموع			١٢٠٠٠	٢٨٨٠٠٠	٤٢٠٠٠٠

$$\text{م المرجحة} = \frac{\text{مجموع التكاليف المتغيرة}}{\text{مجموع حجم الإنتاج}} = \frac{٢٨٨٠٠٠}{١٢٠٠٠} = ٢٤ \text{ ج / وحدة}$$

ع المرجحة = مجموع قيمة الإنتاج / مجموع حجم الإنتاج = ٤٢٠٠٠٠ / ١٢٠٠٠ = ٣٥ ج / وحدة

∴ ن = ١٧٦٠٠٠ / (٣٥ - ٢٤) = ١٧٦٠٠٠ / ١١ = ١٦٠٠٠ وحدة

وتجدر الإشارة إلى أن صحة تقدير حجم التعادل يرتبط بثبات كل من أسعار بيع المنتجات ، والتكلفة المتغيرة لوحدة المنتج ، وثبات نسبة مزيج كمية المنتجات ، أى نسبة حجم إنتاج المنتج إلى إجمالى حجم الإنتاج . وفيما يلى جدول يوضح ذلك :

المنتج	حجم الإنتاج ن′	نسبة مزيج المنتجات = ن′ / مجـ ن′ × ١٠٠	كمية مزيج المنتجات المحققة للتعادل الكلى = ن × نسبة مزيج المنتجات
س١	٣٠٠٠	٣٠٠٠ / ١٢٠٠٠ × ١٠٠ = ٢٥%	= ١٦٠٠٠ × ٠,٢٥ = ٤٠٠٠
س٢	٧٥٠٠	٧٥٠٠ / ١٢٠٠٠ × ١٠٠ = ٦٢,٥%	= ١٦٠٠٠ × ٠,٦٢٥ = ١٠٠٠٠
س٣	١٥٠٠	١٥٠٠ / ١٢٠٠٠ × ١٠٠ = ١٢,٥%	= ١٦٠٠٠ × ٠,١٢٥ = ٢٠٠٠
إجمالى	١٢٠٠٠	١٠٠%	١٦٠٠٠

بافتراض ثبات جميع المتغيرات ، فإنه يجب إنتاج ٤٠٠٠ ، ١٠٠٠٠ ، ٢٠٠٠ وحدة من المنتجات الثلاث على الترتيب حتى تحقق الشركة التعادل ، وذلك على الوجه التالى :

إجمالى الإيرادات = مجـ ع ن′ = (٣٠ × ٤٠٠٠) + (٤٠ × ١٠٠٠٠) + (٢٠ × ٢٠٠٠)

= ١٢٠٠٠٠ + ٤٠٠٠٠٠ + ٤٠٠٠٠ = ٥٦٠٠٠٠ جنيه

التكاليف الكلية = ث + مجـ م

= ١٧٦٠٠٠ + (٢٠ × ٤٠٠٠) + (٢٨ × ١٠٠٠٠) + (١٢ × ٢٠٠٠)

= ١٧٦٠٠٠ + ٨٠٠٠٠ + ٢٨٠٠٠٠ + ٢٤٠٠٠ = ٥٦٠٠٠٠ جنيه

وحيث أن إجمالى الإيرادات يساوى التكاليف الكلية يساوى ٥٦٠٠٠٠ جنيه ، إذن كميات مزيج المنتجات السابقة تحقق التعادل الكلى للشركة .

ب- درجة الأمان عند مضاعفة حجم الإنتاج الحالى (ن′ = ٢٤٠٠٠ وحدة)

∴ حجم الإنتاج الحالى = ١٢٠٠٠ وحدة

∴ حجم الإنتاج المطلوب تحقيقه = ن′ = ٢ × ١٢٠٠٠ = ٢٤٠٠٠ وحدة

$$ج = \frac{ن' - ن}{ط} \times ١٠٠$$

بالتعويض المباشر فى المعادلة ، حيث جميع عناصرها معلومة ، نوجد درجة الأمان :

$$ج = \frac{٢٤٠٠٠ - ١٦٠٠٠}{٣٢٠٠٠} \times ١٠٠$$

ج = ٢٥%

تشير النتيجة السابقة إلى أن الشركة تنتج ١٦٠٠٠ وحدة لتحقيق التعادل ، ثم تستغل ٢٥% من طاقتها الإنتاجية ($\frac{٨٠٠٠}{٣٢٠٠٠}$) بعد التعادل لتحقيق أرباح وهذه النسبة تعد أمان للشركة ضد الظروف التى قد تجبرها على خفض إنتاجها ، ويلاحظ أنه طالما درجة الأمان موجبة فيعنى ذلك تحقيق أرباح . أما إذا كانت سالبة فهذا يعنى أن حجم الإنتاج الفعلى (ن′) أقل من حجم إنتاج التعادل (ن′) ، وبالتالى تحقق الشركة خسائر ، حيث أنها لم تصل بعد للتعادل .

جـ- نتيجة الأعمال فى حالة إنتاج (ن′) ١٠٠٠٠ وحدة .

∴ ن′ < ن

∴ ستحقق الشركة خسائر ، يمكن تقديرها بالمعادلة التالية :

$$ن' = \frac{ث + ر}{ع - م}$$

$$١٠ = \frac{١٧٦٠٠٠ + ر}{٣٥ - ٢٤} = \frac{١٧٦٠٠٠ + ر}{١١}$$

١١٠٠٠٠ = ١٧٦٠٠٠ + ر

ر = ١١٠٠٠٠ – ١٧٦٠٠٠

ر = – ٦٦٠٠٠ (خسائر)

ثامناً : افتراضات التعادل الخطى

يقوم التعادل الخطى على عدة افتراضات ، وهى :

١- ثبات سعر بيع الوحدة .

٢- ثبات التكلفة المتغيرة للوحدة .

٣- ثبات التكاليف الثابتة .

ويلاحظ أن هذه الافتراضات تكون صحيحة فى الأجل القصير فقط ، أما فى الأجل الطويل ، فإن جميع هذه العناصر تتغير .

فالتعادل يقوم على افتراض خطية العلاقة بين حجم الإنتاج وكل من سعر بيع الوحدة ، وتكلفتها المتغيرة ، والتكاليف الثابتة . ويقصد بالعلاقة الخطية ، ثبات سعر بيع الوحدة مهما تغير حجم الإنتاج المباع ، وبالتالى تتغير الإيرادات بنفس نسبة تغير حجم الإنتاج ، وثبات التكلفة المتغيرة للوحدة مهما تغير حجم الإنتاج المباع وبالتالى تتغير إجمالى التكاليف المتغيرة بنفس نسبة تغير حجم الإنتاج ، وثبات التكاليف الثابتة مهما تغير حجم الإنتاج ، لذا ينخفض نصيب الوحدة المنتجة من التكاليف الثابتة كلما زاد حجم الإنتاج ، ومن ثم يتحقق ما يسمى بوفورات الإنتاج الكبير ، فيما يلى مثال رقمى يوضح ذلك :

بفرض أن :

ث = ٢٠٠ ج　　ع = ٥ ج　　م = ٣ ج

حجم الإنتاج		ث	نصيب الوحدة من التكاليف الثابتة ث ÷ ن'	م	مجـــ م = م ن'		ع	الإيرادات = ع ن'	
ن'	% التطور				جنيه	% التطور		جنيه	% التطور
١	—	٢٠٠	٢٠٠	٣	٣	—	٥	٥	—
٢	١٠٠	٢٠٠	١٠٠	٣	٦	١٠٠	٥	١٠	١٠٠
٣	٥٠	٢٠٠	٦٦,٧	٣	٩	٥٠	٥	١٥	٥٠
٤	٣٣,٣	٢٠٠	٥٠	٣	١٢	٣٣,٣	٥	٢٠	٣٣,٣
٥	٢٥	٢٠٠	٤٠	٣	١٥	٢٥	٥	٢٥	٢٥

من الجدول السابق يلاحظ ما يلى :

أ- ثبات التكاليف الثابتة . فرغم زيادة حجم الإنتاج من وحدة واحدة إلى خمس وحدات ، إلا أن التكاليف الثابتة تظل ثابتة عند ٢٠٠ جنيه .

ب- تغير نصيب الوحدة من التكاليف الثابتة . فنتيجة لثبات التكاليف الثابتة ، ومع زيادة حجم الإنتاج يقل نصيب الوحدة من التكاليف الثابتة من ٢٠٠ جنيه (ـــــ٢٠٠ـــ) عند إنتاج وحدة واحدة إلى ٤٠ جنيه (ـــــ٢٠٠ـــ) عند إنتاج خمس وحدات .

جـ- وجود علاقة طردية تامة بين حجم الإنتاج وكل من إجمالى التكاليف المتغيرة والإيرادات ، حيث زاد كل منهم بمعدل ١٠٠% ، ٥٠% ، ٣٣,٣% ، ٢٥% على التوالى

تاسعاً : استخدامات تحليل التعادل الخطى

تتعدد استخدامات تحليل التعادل الخطى فى اتخاذ القرارات الإنتاجية ، ومنها :

١- المفاضلة بين البدائل التكنولوجية .

٢- المفاضلة بين بدائل التشغيل .

٣- المفاضلة بين شراء وصنع المنتج .

٤- المفاضلة بين شراء واستئجار أصل رأسمالى .

٥- المفاضلة بين أساليب تطوير العمل .

غير أنه يجب توخى الحذر من الاعتماد على تحليل التعادل الخطى بمفرده فى اتخاذ القرارات الإدارية ، حيث يفترض ثبات التكاليف الثابتة والتكلفة المتغيرة للوحدة وسعر البيع ، فإذا تغير أحد هذه العناصر أو كلها استوجب ذلك إعادة التحليل ، كذلك يفترض التعادل أن المنظمة تنتج منتجاً واحداً فقط وهو أمر نادر الحدوث فى الواقع العملى ، كما أن صحة التحليل تتوقف على دقة التنبؤات التى بنى عليها التقديرات ، لذا فإن أى اختلاف بين الأرقام الفعلية وبين التقديرات القائم عليها التحليل يؤثر على سلامة القرار .

وعموماً ، عند استخدام نموذج التعادل فى اتخاذ القرارات ، هناك أولوية لاستخدام معايير المفاضلة ، وذلك وفقاً للترتيب التالى :

* **الأرباح** . . . ويفضل البديل الأكثر ربحاً .
* **التكاليف** . . . ويفضل البديل الأقل تكلفة .
* **حجم التعادل** . . . ويفضل البديل الأقل تعادلاً .
* **درجة الأمان** . . . ويفضل البديل الأعلى درجة أمان .

١ - المفاضلة بين البدائل التكنولوجية :

كثيراً ما تفاضل المنظمة بين عدة بدائل تكنولوجية للإنتاج تختلف فى درجة الآلية ، فقد يكون البديل الأول يدوى . والثانى نصف آلى ، والثالث آلى ، وفيما يلى مثال يوضح ذلك :

مثال :

تفكر شركة آية لمنتجات البلاستيك فى شراء ماكينة تصنيع أكياس ، وقد عرض عليها المورد نوعين منها ، الأولى نصف آلية ، والثانية آلية ، وكانت وحدة المنتج صندوق يحتوى على ٥٠٠ كيس يباع بسعر ٢٠ جنيه . فيما يلى بيانات الماكينتين :

بيان	ماكينة نصف آلية (أ)	ماكينة آلية (ب)
التكاليف الثابتة (ث) جنيه	٥٠٠٠٠	٩٠٠٠٠
التكلفة المتغيرة للوحدة (م) جنيه	١٦	١٤

المطلوب : تحديد الماكينة الأفضل إذا علمت أن :

أ) حجم الإنتاج المتوقع ١٧٠٠٠ صندوق سنوياً .

ب) الإدارة تخشى من منافسة الأكياس الورقية وتقلص حجم الطلب .

جـ) حجم الطلب غير معلوم ويصعب التنبؤ به .

الحل :

أ- تحديد الماكينة الأفضل لانتاج ١٧٠٠٠ صندوق سنوياً .

سبق القول أن معيار الأرباح أفضل معايير المفاضلة بين البدائل ، ومعادلتها هى :

$$\text{ن} = \frac{\text{ث} + \text{ر}}{\text{ع} - \text{م}}$$

وبمراجعة المعادلة نلاحظ توافر جميع عناصرها :

- أرباح الماكينة نصف الآلية :

$$١٧٠٠٠ = \frac{٥٠٠٠٠ + \text{ر}}{٢٠ - ١٦}$$

$$٦٨٠٠٠ = ٥٠٠٠٠ + \text{ر}$$

$$\text{ر} = ١٨٠٠٠ \text{ جنيه}$$

- أرباح الماكينة الآلية :

$$١٧٠٠٠ = \frac{٩٠٠٠٠ + \text{ر}}{٢٠ - ١٤}$$

$$١٠٢٠٠٠ = ٩٠٠٠٠ + \text{ر}$$

$$\text{ر} = ١٢٠٠٠ \text{ جنيه}$$

بالمقارنة نوصى بشراء الماكينة نصف الآلية ، حيث أنها تحقق أرباحاً أكبر من الماكينة الآلية بمقدار ٦٠٠٠ جنيه (١٨٠٠٠ - ١٢٠٠٠) .

ب- تحديد الماكينة الأفضل فى ظل تقلص الطلب :

إذا كانت المنظمة تخشى من تزايد حدة المنافسة سواء لكثرة عدد المنتجين أو لدخول منافسين جدد أو لتعدد بدائل المنتج ، حيث يخشى من عدم تحقيق التعادل ، وبالتالى يختار البديل الأقل تعادلاً . وبمراجعة معادلة التعادل ، يلاحظ توافر جميع عناصرها .

$$\text{ن} = \frac{\text{ث}}{\text{ع} - \text{م}}$$

$$\text{ن للماكينة النصف آلية} = \frac{٥٠٠٠٠}{١٦ - ٢٠} = ١٢٥٠٠ \text{ وحدة}$$

$$\text{ن للماكينة الآلية} = \frac{٩٠٠٠٠}{١٤ - ٢٠} = ١٥٠٠٠ \text{ وحدة}$$

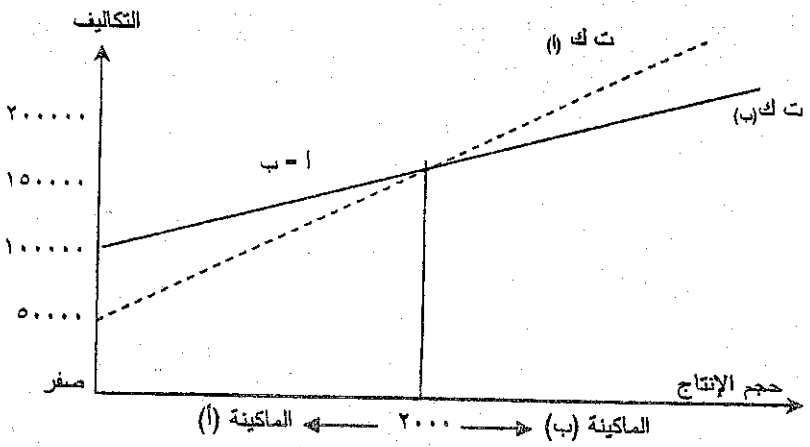
بالمقارنة نوصى بشراء الماكينة نصف الآلية ، حيث ينخفض حجم تعادلها مقارنة بالماكينة الآلية ، ويلاحظ أن انخفاض التكلفة المتغيرة للماكينة الثانية بنسبة ١٢,٥% ($\frac{١٦ - ١٤}{١٦} \times ١٠٠$) لا يبرر ارتفاع تكلفتها الثابتة بنسبة ٨٠% ($\frac{٩٠٠٠٠ - ٥٠٠٠٠}{٥٠٠٠٠} \times ١٠٠$) عن الماكينة الأولى .

جـ - تحديد الماكينة الأفضل فى ظل عدم معلومية حجم الإنتاج :

نبدأ أولاً بتحديد حجم الإنتاج الذى يساوى بين التكاليف الكلية للبديلين ، ونفترض أنه (ن) وحدة ، وعندها سنجد أن :

التكاليف الكلية للماكينة (أ)	=	التكاليف الكلية للماكينة (ب)
ت ك(أ)	=	ت ك(ب)
ث + م ن	=	ث + م ن
٥٠٠٠٠ + ١٦ ن	=	٩٠٠٠٠ + ١٤ ن
٢ ن	=	٤٠٠٠٠
ن	=	٢٠٠٠٠ وحدة

نقوم ثانياً برسم خطى التكاليف الكلية للبديلين ، مع ملاحظة أنه كلما زادت التكلفة المتغيرة للوحدة ؛ زادت درجة ميل خط التكاليف الكلية على المحور الأفقى .



شكل رقم (١٢) المفاضلة بين البدائل التكنولوجية

من الشكل السابق يلاحظ أن خط التكاليف الكلية (ت ك) يبدأ من خط التكاليف الثابتة ، وأن درجة ميل ت ك(أ) أكبر من درجة ميل ت ك(ب) لأن م (أ) أكبر من م(ب) .

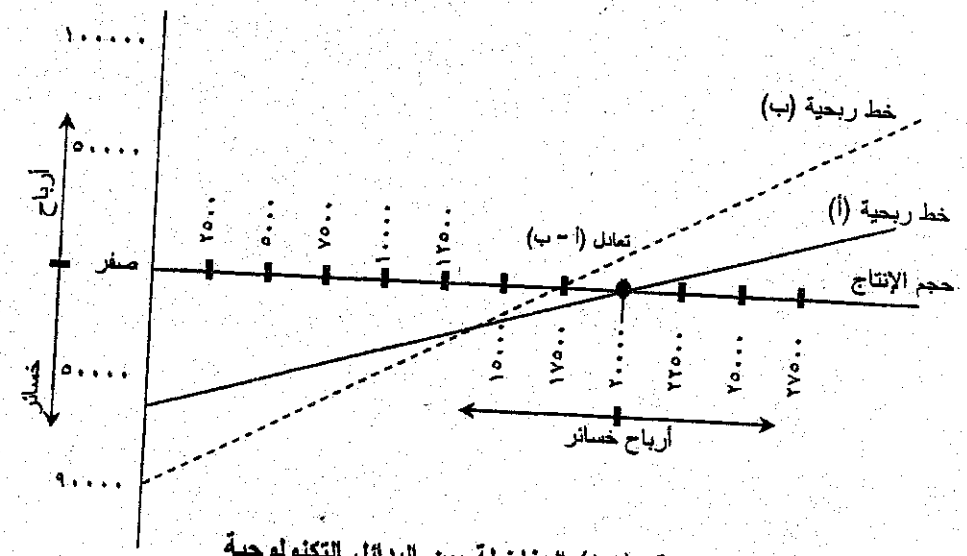
القرار : يعتمد على خط التكاليف الكلية ، ويختار البديل الأقل تكلفة :

- إذا كان حجم الإنتاج ٢٠٠٠٠ وحدة يتساوى البديلين ، وذلك لتساوى التكاليف الكلية لكل منهما .
- إذا كان حجم الإنتاج أقل من ٢٠٠٠٠ وحدة ، يفضل الماكينة (أ) لأن تكلفتها الكلية أقل من الماكينة (ب) .
- إذا كان حجم الإنتاج أكبر من ٢٠٠٠٠ وحدة ، يفضل الماكينة (ب) لأن تكلفتها الكلية أقل من الماكينة (أ) .

حل آخر :

يمكن حل المطلوب الأخير برسم خطى ربحية للبديلين ، وهذا يتطلب معرفة كل من التكاليف الثابتة (ث) ، وحجم التعادل (ن) للبديلين ، كذلك حجم الإنتاج الذى يساوى بين البديلين (٢٠٠٠٠ وحدة) وقد سبق ايجاد هذه البيانات :

بيـــــــان	البديل (أ)	البديل (ب)
ث (جنيه)	٥٠٠٠٠	٩٠٠٠٠
ن (وحدة)	١٢٥٠٠	١٥٠٠٠



شكل رقم (١٤) المفاضلة بين البدائل التكنولوجية

القرار يعتمد على خط الربحية ، ويختار البديل الأعلى ربحاً :

* إذا كانت ن = ٢٠٠٠٠ وحدة يتساوى البديلين لتساوى أرباحهما .
* إذا كانت ن < ٢٠٠٠٠ وحدة يفضل البديل (أ) لأنه إذا كانت :

صفر ≤ ن < ١٢٥٠٠ وحدة يحقق خسائر أقل من البديل (ب) .

١٢٥٠٠ < ن < ٢٠٠٠٠ وحدة يحقق أرباح بينما البديل (ب) إما يحقق خسائر أو أرباح أقل .

* إذا كانت ن > ٢٠٠٠٠ وحدة يفضل البديل (ب) لأنه أعلى ربحاً من البديل (أ) .

٢- المفاضلة بين بدائل التشغيل :

أثناء عمليات التحول ، قد تتم المفاضلة بين عدة آلات متاحة للاستخدام ، غير أنها تختلف فى تكلفة إعداد كل منها للعمل وتكلفة تشغيلها . هذا ، وتعد تكلفة الإعداد تكلفة ثابتة لأنها غير مرتبطة بحجم الإنتاج ، أما تكلفة التشغيل فمتغيرة لارتباطها بحجم الإنتاج ، وتشمل تكلفة المواد والأجور والطاقة المباشرة . وفيما يلى مثال يوضح ذلك :

مثال :

تتطلب إحدى العمليات الصناعية استخدام مخرطة ، وكان بورشة الماكينات ثلاثة أنواع من المخارط تختلف فى درجة الأوتوماتيكية وسرعة الإنتاج ، وفيما يلى البيانات الخاصة بتكلفة الإعداد ، وتكلفة المواد والعمل المباشر للوحدة .

نوع المخرطة	تكلفة الإعداد (جنيه)	تكلفة المواد المباشرة (جنيه)	تكلفة العمل المباشر (جنيه)
عادية (أ)	٥	٠,١٠	٠,٤٠
نصف أوتوماتيكية (ب)	٩	٠,٠٧	٠,١١
أوتوماتيكية (جـ)	١٥	٠,٠٦	٠,٠٤

هذا ، ولقد استدعاك مدير الورشة طالباً منك تحديد حجوم الإنتاج التى تبرر استخدام كل منها . . . إذا علمت أنه تقرر إنتاج ٥٠ وحدة ، حدد المخرطة الواجب استخدامها .

الحل :

ملخص البيانات :

البدائل	ث	م
(أ)	٥	٠,٥٠
(ب)	٩	٠,١٨
(جـ)	١٥	٠,١٠

ملاحظة : التكلفة المتغيرة للوحدة (م) = تكلفة المواد المباشرة + تكلفة العمل المباشر

(أ) وضع نظام لأولوية استخدام المخارط :

يقوم نظام الأولوية على أساس تفضيل البديل ذو التكاليف الكلية الأقل ، لذلك يتم حساب حجوم الإنتاج التى يتساوى عندها استخدام كل زوجين من المخارط ، ومن خلال رسم خطوط التكاليف الكلية للثلاث بدائل يمكن وضع نظاماً لأولوية الاستخدام ، وذلك على الوجه التالى :

نفترض أن حجم الإنتاج الذى يساوى بين التكاليف الكلية لأى بديلين هو (ن) وحدة ... وعند (ن) وحدة سنجد أن :

ت ك للبديل الأول = ت ك للبديل الثانى

بالنسبة للبديلين (أ) ، (ب) :

ث + م ن	=	ث + م ن
٥ + ٠,٥٠ ن	=	٩ + ٠,١٨ ن
٠,٣٢ ن	=	٤
ن	=	١٢,٥ وحدة

أى يتساوى استخدام أ ، ب عند إنتاج ١٢,٥ وحدة .

بالنسبة للبديلين (أ ، ج) :

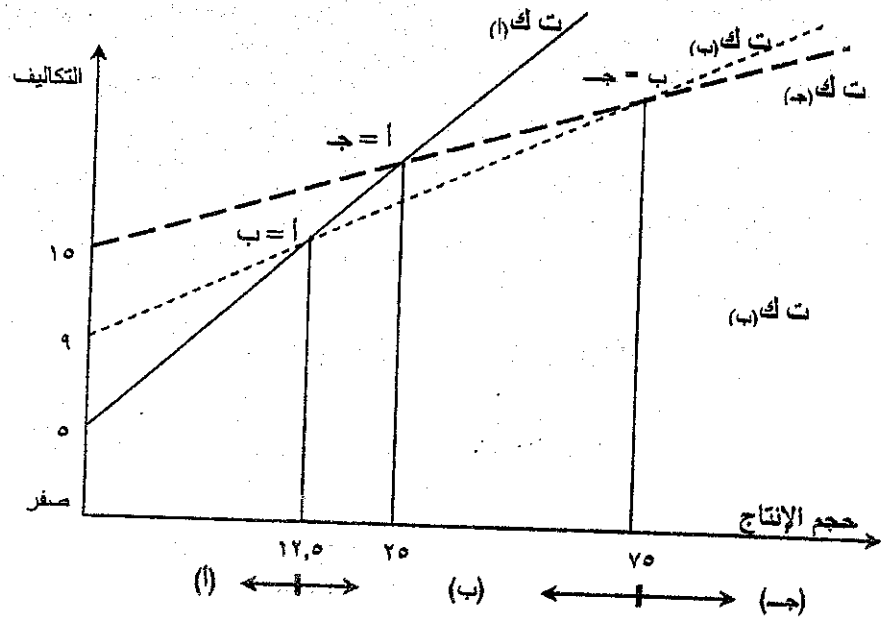
ث + م ن	=	ث + م ن
٥ + ٠,٥٠ن	=	١٥ + ٠,١٠ ن
٠,٤٠ ن	=	١٠
ن	=	٢٥ وحدة

أى يتساوى إستخدام أ ، جـ عند إنتاج ٢٥ وحدة .

بالنسبة للبديلين (ب ، جـ)

ث + م ن	=	ث + م ن
٩ + ٠,١٨ ن	=	١٥ + ٠,١٠ ن
٠,٠٨ ن	=	٦
ن	=	٧٥ وحدة

أى يتساوى إستخدام ب ، جـ عند إنتاج ٧٥ وحدة .



شكل رقم (١٥) المفاضلة بين بدائل التشغيل

ملاحظة : عند رسم خطوط التكاليف الكلية يجب مراعاة القاعدة الأساسية التى تقول ــ كلما زادت التكلفة المتغيرة للوحدة زادت درجة ميل خط التكاليف الكلية على المحور الأفقى .

القرار :

يؤخذ القرار وفقا لمعيار التكاليف الكلية ، ويختار البديل الأقل تكلفة وذلك على النحو التالى :

- إذا كانت ن < ١٢,٥ وحدة أى ١٢ وحدة فأقل – تستخدم المخرطة (أ) .
- إذا كانت ١٢,٥ وحدة < ن < ٧٥ وحدة أى من ١٣ إلى ٧٤ وحدة تستخدم المخرطة (ب) .
- إذا كانت ن = ٧٥ وحدة يتساوى إستخدام المخرطة (ب ، جـ) .
- إذا كانت ن > ٧٥ وحدة تستخدم المخرطة (جـ) .

(ب) تحديد المخرطة الافضل عند إنتاج ٥٠ وحدة:

∴ ت ك = ث + م ن

ت ك(أ) = ٥ + ٠,٥ × ٥٠ = ٣٠ جنيه .

ت ك(ب) = ٩ + ٠,١٨ × ٥٠ = ١٨ جنيه .

ت ك(ب) = ١٥ + ٠,١٠ × ٥٠ = ٢٠ جنيه .

بالمقارنة نجد أن المخرطة (ب) أفضل ، حيث تحقق وفرا ١٢ ، ٢ جنيه عن المخرطة (أ) ، (جـ) على الترتيب .

لاحظ أنه يمكن الوصول إلى نفس النتيجة من الرسم مباشرة .

٣- المفاضلة بين شراء وصنع المنتج :

كثيرا ما تفاضل المنظمات الصناعية بين شراء جزء من مكونات المنتج أو تصنيعه داخليا بورشها ، حيث تتخذ التكاليف الكلية معيارا للمفاضلة ، ويفضل البديل الأقل تكلفة . ويفرض أن كمية احتياجات التشغيل هى (ن) وحدة ، تحسب التكاليف الكلية كما يلى :

التكاليف الكلية لشراء جزء من المنتج = سعر شراء الجزء × كمية إحتياجات التشغيل

ت ك للشراء = ع ن

يلاحظ أنه فى حالة الشراء فإن سعر شراء الجزء يعتبر تكلفة متغيرة وذلك لارتباط تكلفة الشراء بالكمية المشتراة .

التكاليف الكلية للصنع = التكاليف الثابتة + التكاليف المتغيرة للوحدة × كمية إحتياجات التشغيل

ت ك للصنع = ث + م ن

مثال :

تفاضل شركة آيتكو بين شراء أحد مكونات الدراجة التى تنتجها أو تصنيعها بورشها ، ويبلغ سعر شراء الجزء ٩ جنيه إذا كانت الكمية المشتراة ٥٠٠٠ وحدة فاقل ، ينخفض إلى ٦,٥ جنيه إذا كانت الكمية أكبر من ذلك ، ويتطلب الصنع استثمارات تبلغ تكلفتها الثابتة السنوية ١٥٠٠٠ جنيه ، والتكلفة المتغيرة لصنع الجزء ٤ جنيه . والمطلوب تحديد مؤشرات قرار المفاضلة بين الشراء والصنع ، وما هو القرار إذا كانت احتياجات التشغيل ٧٠٠٠ وحدة .

الحل :

ملخص البيانات :

البيان	التصنيع	الشراء لكمية (وحدة)	
		٥٠٠٠ فأقل	أكبر من ٥٠٠٠
	جنيه	جنيه	جنيه
ث	١٥٠٠٠	—	—
م/ع	٤	٩	٦,٥

(أ) تحديد مؤشرات قرار المفاضلة بين الشراء والصنع :

تتلخص الفكرة فى تحديد كمية الاحتياجات التى تساوى بين تكلفتى الشراء والصنع ، وبرسم خطوط التكاليف الكلية يمكن تحديد مؤشرات قرار المفاضلة ، وذلك على الوجه التالى :

نفترض أن كمية إحتياجات التشغيل تساوى بين تكلفة الشراء وتكلفة التصنيع هى (ن) وحدة ، وعندها سنجد أن :

التكاليف الكلية للشراء = التكاليف الكلية للصنع

ع ن = ث + م ن

- بالنسبة للشراء بسعر ٩ جنيه لكمية ٥٠٠٠ وحدة فاقل أو الصنع :

٩ ن = ١٥٠٠٠ + ٤ ن

٥ ن = ١٥٠٠٠

ن = ٣٠٠٠ وحدة

- بالنسبة للشراء بسعر ٦,٥ جنيه لكمية اكبر من ٥٠٠٠ أو الصنع :

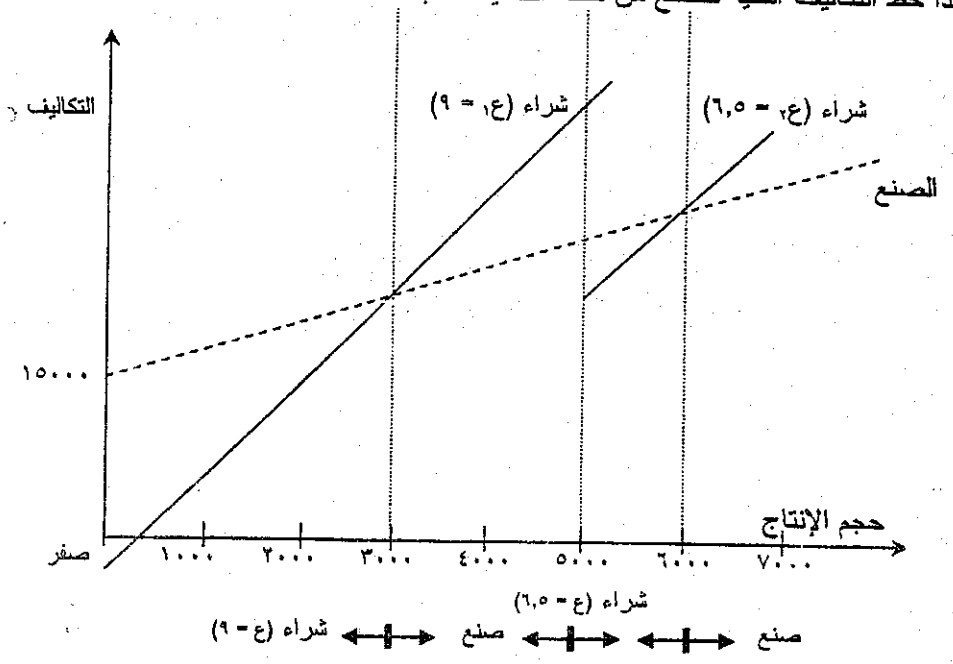
٦,٥ن = ١٥٠٠٠ + ٤ ن وحدة

٢,٥ ن = ١٥٠٠٠

ن = ٦٠٠٠ وحدة

عند رسم خطوط التكاليف الكلية ، يجب ملاحظة أنه كلما زادت التكلفة المتغيرة (أو سعر شراء الجزء) ، زادت درجة ميل خط التكاليف الكلية على المحور الأفقى .

كما أن خط التكاليف الكلية للشراء يبدأ من نقطة الأصل (صفر) ، لأن شراء الجزء لا يترتب عليه تحمل تكاليف ثابتة ، فى حين أن تصنيعه يترتب عليه تحمل تكاليف ثابتة ، لذا يبدأ خط التكاليف الكلية للصنع من نقطة التكاليف الثابتة .



شكل رقم (١٦) المفاضلة بين شراء وصنع المنتج

القرار: يتخذ القرار وفقا لمعيار التكاليف الكلية ، ويختار البديل الأقل تكلفة وذلك على النحو التالى :

* إذا كانت صفر < ن< ٣٠٠٠ وحدة ، يتم شراء الجزء بسعر ٩ جنيهات للوحدة .
* إذا كانت ن = ٣٠٠٠ وحدة ، يتساوى بسعر ٩ جنيهات مع التصنيع .
* إذا كانت ٣٠٠٠ < ن < ٥٠٠٠ وحدة ، يتم تصنيع الجزء بورش الشركة .
* إذا كانت ٥٠٠٠ < ن < ٦٠٠٠ وحدة ، يتم شراء الجزء بسعر ٦,٥ جنيه للوحدة .
* إذا كانت ن = ٦٠٠٠ وحدة ، يتساوى الشراء بسعر ٦,٥ جنيه مع التصنيع .
* إذا كانت ن > ٦٠٠٠ وحدة ، يتم تصنيع الجزء بورش الشركة .

(ب) البديل الأفضل إذا كانت احتياجات التشغيل (ن) ٧٠٠٠ وحدة :

من الرسم ، يلاحظ أن البديل الأفضل هو صنع الجزء ، ولحساب مقدار الوفر نوجد تكلفة كل بديل :

الصنع : ت ك = ث + م ن

= ١٥٠٠٠ + (٤ × ٧٠٠٠) = ٤٣٠٠٠ جنيه

الشراء : ت ك = ع ن

= ٦,٥ × ٧٠٠٠ = ٤٥٥٠٠ جنيه

∴ الصنع يحقق وفرا ٢٥٠٠ جنيه (٤٥٥٠٠ – ٤٣٠٠٠) عن الشراء بسعر ٦,٥ جنيه وحدة .

٤ – المفاضلة بين شراء واستئجار أصل رأسمالى:

كقاعدة عامة ، يفضل الأصل الثابت (مبنى – آلة أو مُعدة – سيارة) ، كلما زادت فترة إستخدامه أو حجم الإنتاج المتوقع ، وعنده المفاضلة بين شراء الأصل أو إستئجاره تحسب التكاليف الكلية لبديلين ، حيث يفضل البديل الأقل تكلفة . هذا ، وتحسب التكاليف الكلية كما يلى :

التكاليف الكلية لشراء الأصل

= التكاليف الثابتة + التكلفة المتغيرة لإنتاج الوحدة × حجم الإنتاج

= التكاليف الثابتة + تكلفة التشغيل لوحدة الزمن × عدد ساعات أو أيام العمل

ت ك لشراء الأصل = ث + م ن

حيث :

ث ... التكاليف الثابتة السنوية .

م ... التكلفة المتغيرة للوحدة أو تكلفة تشغيل الأصل فى الساعة أو اليوم .

ن ... حجم الإنتاج السنوى أو عدد ساعات أو أيام العمل فى السنة .

التكاليف الكلية لاستئجار الأصل

= تكلفة استئجار الأصل فى الساعة أو اليوم × عدد ساعات أو ايام العمل

ت ك للاستئجار = م ن

مثال :

تفاضل شركة إسرانكو بين شراء آلة أو استئجارها ، ويبلغ قسط الإهلاك السنوى للإلة ٦٠٠٠ جنيه ، والتكلفة المتغيرة لساعة العمل ٣,٥ جنيه ، هذا ويبلغ إيجار الإلة ٦ جنيه فى الساعة ، حدد حجم العمل الذى يبرر شراء الإلة مع الاستعانة بالرسم :

الحل :

ملخص البيانات :

البيان	شراء الآلة (جنيه)	استئجار الآلة (جنيه)
ث	٦٠٠٠	—
م / ساعة عمل	٣,٥	٦

نفترض أن عدد ساعات العمل التى تساوى بين تكلفة استئجار الآلة وتكلفة شرائها هو (ن) ساعة ، وعندها سنجد أن :

تكلفة استئجار الآلة وتكلفة شرائها هو (ن) ساعة ، وعندها سنجد أن :

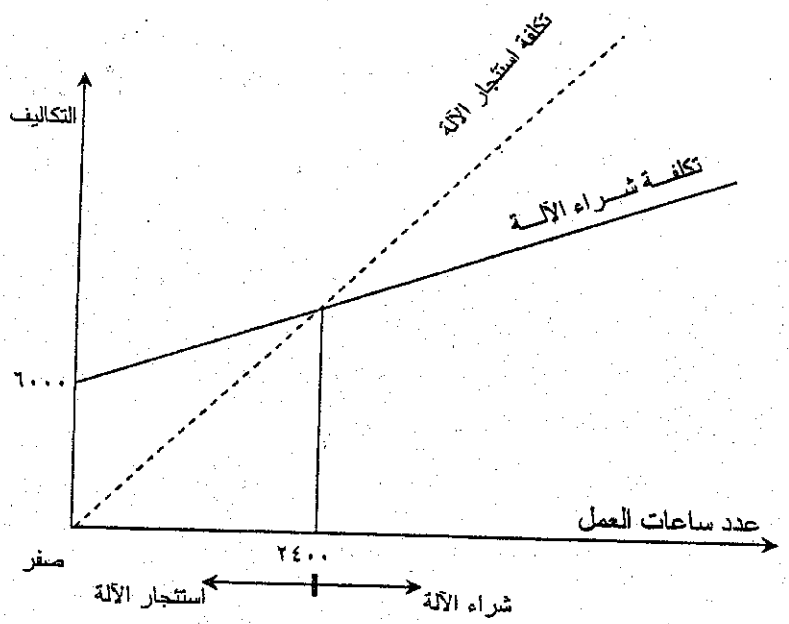
تكلفة استئجار الآلة = تكلفة شراء الآلة

م ن = ث + م ن

٦ ن = ٦٠٠٠ + ٣,٥ ن

٢,٥ ن = ٦٠٠٠

ن = ٢٤٠٠ ساعة عمل



شكل رقم (١٧) المفاضلة بين شراء واستئجار أصل رأسمالى

يلاحظ أنه عند الرسم قد روعى أن يبدأ خط تكلفة الاستئجار من نقطة الأصل (صفر) ، لان الاستئجار لا يترتب عليه تحمل تكاليف ثابتة ، كما يلاحظ أن درجة ميل خط تكلفة الاستئجار اكبر من درجة ميل خط تكلفة الشراء ، لأن التكلفة المتغيرة لساعة العمل فى حالة الاستئجار (٦ جنيه) اكبر منها فى حالة شراء الآلة (٣,٥ جنيه) .

القرار : يتخذ القرار وفقا لمعيار التكاليف الكلية ، ويختار البديل الأقل تكلفة وذلك على النحو التالى :

* إذا كانت ن < ٢٤٠٠ ساعة . . . يفضل استئجار الآلة .
* إذا كانت ن = ٢٤٠٠ ساعة . . . يتساوى الآلة أو استئجارها .
* إذا كانت ن > ٢٤٠٠ ساعة . . . يفضل شراء الآلة .

٥- المفاضلة بين أساليب تطوير العمل :

بمرور الوقت ونتيجة لاستخدام الآلات والمعدات تقل كفاءتها ، فيرتفع الفاقد والعادم وتزيد نسبة المخلفات ، وتنخفض الإنتاجية ، وبسبب التطوير التكنولوجى تتقادم هذه الآلات والمعدات حتى وإن لم يستخدم ، لذلك قد ترى المنظمة إدخال تطوير وتحسينات فى أساليب وطرق العمل الحالية بهدف تحسين مستوى الجودة ، والقضاء على الفاقد والتالف ، ورفع الإنتاجية من خلال خفض وقت الإنتاج والتكاليف المتغيرة ، غير أن هذا التطوير يحتاج إلى استثمارات رأسمالية كبيرة لشراء الآلات ومعدات جديدة ، وإعادة التصميم الداخلى للمصنع ، مما يؤدى إلى ارتفاع التكاليف الثابتة ، وهنا يجب إثارة السؤال التالى :

هل مقدار الانخفاض فى التكاليف المتغيرة يبرر الزيادة فى التكاليف الثابتة ؟ وما أثر ذلك على الأرباح وحجم التعادل ودرجة الأمان؟

مثال :

تبلغ الطاقة القصوى لشركة القدس العربية الصناعية ضعف إنتاج التعادل ، فإذا علمت أنها أنتجت وباعت فى العام الماضى ما قيمته ١,٢ مليون جنيه ، حيث سعر بيع الوحدة ٢ جنيه ، وبلغت تكلفتها المتغيرة ٩٠٠٠٠٠ جنيه والثابتة ٢٠٠٠٠٠ جنيه ، منها ٤٠٠٠٠ جنيه تكاليف ثابتة غير نقدية .

المطلوب :

أ- ما هو حجم التعادل النقدى والكلى ، مع تفسير معنى كل منهما؟

ب- ما هو رقم المبيعات الذى يحقق ربحا ٧٥٠٠٠ جنيه؟ وما هى درجة الأمان المحققة

جـ-هناك اقتراح مقدم من مدير الإنتاج بإجراء بعض التعديلات فى أسلوب العمل تؤدى إلى خفض إلى خفض التكلفة المتغيرة بنسبة ١٠% ، وزيادة كل من التكاليف الثابتة بنسبة٢٠% والطاقة بنسبة ٥% هل ترى أن التعديل فى صالح الشركة إذا علمت أن رقم الإنتاج المرتقب العام القادم ١,٤ مليون جنيه ؟ وما أثر التطوير على درجة الأمان؟

الحل :

ملخص البيانات:

ط = ٢ ن قيمة الإنتاج = ع ن′ = ١٢٠٠٠٠٠ ج ع = ٢ ج

مجـــ م = م ن′ = ٩٠٠٠٠٠ ج

ث = ٢٠٠٠٠٠ج منها ٤٠٠٠٠ج تكاليف غير نقدية .

(أ) حجم التعادل الكلى والنقدى :

– نوجد أولا معادلة التعادل النقدى ، وهى :

$$\text{التعادل النقدى} = \frac{\text{ث} - \text{ث}_{\text{غير النقدية}}}{\text{ع} - \text{م}}$$

يلاحظ بمراجعة المعادلة معلومية كل من ث ، ع فى حين أن التكلفة المتغيرة للوحدة (م) مجهولة ، والتى يمكن إيجادها بإتباع الخطوات التالية :

– نوجد حجم الإنتاج الفعلى (ن′)

∴ سعر بيع الوحدة × حجم الإنتاج = قيمة الإنتاج

$$\therefore \text{حجم الإنتاج} = \frac{\text{قيمة الإنتاج}}{\text{سعر بيع الوحدة}}$$

$$\text{ن}' = \frac{\text{ع ن}'}{\text{ع}}$$

$$\text{ن}' = \frac{١٢٠٠٠٠٠}{٢} = ٦٠٠٠٠٠ \text{ وحدة}$$

- نوجد التكلفة المتغيرة للوحدة (م)

∴ التكلفة المتغيرة للوحدة × حجم الإنتاج = إجمالى التكاليف المتغيرة

م ن' = مجـ م

$$م = \frac{مجـ م}{ن'}$$

$$م = \frac{٩٠٠٠٠٠}{٦٠٠٠٠٠} = ١,٥ \text{ ج/وحدة}$$

$$\text{حجم التعادل النقدى} = \frac{٤٠٠٠٠ - ٢٠٠٠٠٠}{٢ - ١,٥} = ٣٢٠٠٠٠ \text{ وحدة .}$$

∴ يجب إنتاج وبيع ٣٢٠٠٠٠ وحدة حتى تستطيع الشركة سداد كافة تكاليفها النقدية سواء الثابت منها أو المتغير ، التى يمكن إرجائها ، وعند إنتاج ٣٢٠٠٠٠ وحدة ستحقق الشركة خسائر ٤٠٠٠٠ جنيه ، وهى التكاليف الثابتة غير النقدية .

- نوجد ثانيا معادلة التعادل الكى ، وهى :

$$ن = \frac{ث}{ع - م}$$

ونظرا لمعلومية جميع عناصر المعادلة ، يتم التعويض المباشر كالآتى :

$$ن = \frac{٢٠٠٠٠٠}{٢ - ١,٥} = ٤٠٠٠٠٠ \text{ وحدة}$$

∴ يجب إنتاج وبيع ٤٠٠٠٠٠وحدة كى تستطيع الشركة سداد تكاليفها المتغيرة بالكامل ، وتغطية كافة تكاليفها الثابتة سواء النقدى منها أو غير النقدى ، وبذلك لا تحقق الشركة أية أرباح أو خسائر .

(ب) رقم المبيعات الذى يحقق ربحا ٧٥٠٠٠ جنيه ودرجة الأمان المحققة :

- رقم المبيعات المحقق لربح ٧٥٠٠٠ جنيه :

$$\therefore \text{ن}' = \frac{\text{ث} + \text{ر}}{\text{ع} - \text{م}}$$

$$\therefore \text{ن}' = \frac{٢٠٠٠٠٠ + ٧٥٠٠٠}{٢ - ١,٥} = ٥٥٠٠٠٠ \text{ وحدة .}$$

∴ رقم المبيعات = سعر البيع × حجم الإنتاج

= ع ن′ × ٢ × ٥٥٠٠٠٠ = ١١٠٠٠٠٠ جنيه

- درجة الأمان :

$$\text{ج} = \frac{\text{ن}' - \text{ن}}{\text{ط}} \times ١٠٠$$

بمراجعة المعادلة السابقة نجد أن ط ، ج مجهولتين ، لذا نبدأ بإيجاد ط ، حيث أن ج مطلوب حسابها .

سبق أن ذكر بالمثال أن الطاقة القصوى (ط) تبلغ ضعف التعادل أى أن :

ط=٢ ن

∴ ن = ٤٠٠٠٠٠ وحدة

∴ ط = ٢ × ٤٠٠٠٠٠ = ٨٠٠٠٠٠ وحدة

$$\therefore \text{ج} = \frac{٤٠٠٠٠٠ - ٥٥٠٠٠٠}{٨٠٠٠٠٠} \times ١٠٠ = ١٨,٧٥\%$$

تشير درجة الأمان إلى أن الشركة تحقق التعادل ثم تستغل ١٨,٧٥% من طاقتها بعد التعادل لتحقيق أرباح مقدارها ٧٥٠٠٠ جنيه ، وعلى ذلك إذا وقعت أحداث غير مرئية أجبرت الشركة على خفض إنتاجها بنسبة أكبر من ١٨,٧٥% من الطاقة ، فإنها سوف تحقق خسائر .

جـ- تقييم اقتراح التطوير إذا كان رقم الإنتاج ١,٤ مليون جنيه :

يجب أولاً إيجاد الإنتاج المتوقع (ن′)

$$(ن') = \frac{\text{رقم الإنتاج}}{\text{سعر البيع}}$$

$$= \frac{ع\ ن'}{ع} = \frac{١٤٠٠٠٠٠}{٢} = ٧٠٠٠٠٠ \text{ وحدة}$$

عند تقييم إقتراحات التطوير ، يفضل دائما إعداد جدول يشمل جميع البيانات للوضع الحالى والمقترح ، وذلك لتيسير الحل ، وذلك على الوجه التالى :

بيـــــــــان	الوضع الحالى	الاقتراح المقدم
ع	٢	٢
م	١,٥	= ١,٥ (١-٠,١) = ١,٣٥
ث	٢٠٠٠٠٠	= ٢٠٠٠٠٠ (١+٠,٢) = ٢٤٠٠٠٠
ط	٨٠٠٠٠٠	= ٨٠٠٠٠٠ (١+٠,٠٥) = ٨٤٠٠٠٠
نَ	٧٠٠٠٠٠	٧٠٠٠٠٠

سبق الإشارة إلى تعدد معايير المفاضلة بين البدائل ، وهى وفقا للأهمية مرتبة على النحو التالى : الأرباح ، ثم التكاليف الكلية ن ثم حجم التعادل ، وأخيرا درجة الأمان. ونظرا لتوافر جميع البيانات اللازمة لحساب الأرباح ، فسوف يتم تقييم الاقتراح اعتمادا على معيار الأرباح.

الوضع الحالى

الاقتراح المقدم

$$ن' = \frac{ث + ر}{ع - م}$$

$$\frac{٢٠٠٠٠٠ + ر}{٢ - ١,٥} = ٧٠٠٠٠٠$$

$$٣٥٠٠٠٠ = ٢٠٠٠٠٠ + ر$$

$$ر = ١٥٠٠٠٠ \text{ جنيه}$$

$$\frac{٢٤٠٠٠٠ + ر}{٢ - ١,٣٥} = ٧٠٠٠٠٠$$

$$٤٥٥٠٠٠ = ٢٤٠٠٠٠ + ر$$

$$ر = ٢١٥٠٠٠ \text{ جنيه}$$

بالمقارنة نوصى بالأخذ بالإقتراح المقدم ، حيث تزيد الأرباح بمقدار ٦٥٠٠٠ جنيه . ولتقييم الأثر على درجة الأمان نتبع الآتى :

$$ج = \frac{ن' - ن}{ط} \times ١٠٠$$

يلاحظ أن جميع عناصر المعادلة معلومة عدا حجم التعادل (ن) للإقتراح المقدم .

$$ن = \frac{ث}{ع - م}$$

$$\therefore ن = \frac{٢٠٠٠٠٠}{٢ - ١,٥} = ٤٠٠٠٠٠ \text{ وحدة}$$

حيث سبق ايجادها

$$\therefore ج = \frac{٤٠٠٠٠٠ - ٧٠٠٠٠٠}{٨٠٠٠٠٠} \times ١٠٠$$

$$ج = ٣٧,٥\%$$

$$ن = \frac{٢٤٠٠٠٠}{٢ - ١,٣٥}$$

$$ن = ٣٦٩٢٣١ \text{ وحدة}$$

$$\therefore ج = \frac{٣٦٩٢٣١ - ٧٠٠٠٠٠}{٨٤٠٠٠٠} \times ١٠٠$$

$$ج = ٣٩,٤\%$$

بالمقارنة يلاحظ أن التطوير قد أسفر عن تحسن طفيف فى درجة الأمان بمقدار ١,٩% (٣٩,٤% - ٣٧,٥%)

مثال :

شركة صناعية أنتجت وباعت فى العام الماضى ٥٠٠٠٠ وحدة ، وكانت قيمة مساهمة الوحدة ٢,٥ وحدة ، والتكاليف الثابتة السنوية ١٠٠ ٠٠٠ جنيه . تعانى الشركة من وجود نقاط إختناق على خط الإنتاج ، وقد تقدم بيت خبرة باقتراح لتطوير طرق العمل يزيد الطاقة الإنتاجية بنسبة ٨% ، يتطلب إستثمارات ثابتة قيمتها ٢١ ٠٠٠ جنيه بنحو ٢٠٠٠ وحدة سنويا ولمدة ٣ سنوات ، وأنه بدون الأخذ بالتطوير المقترح لن تستطيع الشركة مواجهة الطلب المتزايد. هذا ، وتقدر أتعاب بيت الخبرة بمبلغ ٨٠٠٠ جنيه تستهلك على ٤ أقساط سنوية متساوية. والمطلوب :

أ- تقييم إقتراح بيت الخبرة.

ب- تحديد اثر الاقتراح على درجة الأمان.

الحل : ملخص البيانات

يلاحظ أن الاقتراح المقدم سيزيد التكاليف الثابتة (١٠٠٠٠٠ ج) بمقدار قسط إهلاك الأصول ، وقسط استهلاك أتعاب بيت الخبرة ، وعلى ذلك فإن :

التكاليف الثابتة للوضع المقترح =

$$= \text{ث الاصلية} + \frac{\text{قيمة الأصول الجديدة}}{\text{العمر الإنتاجى}} + \frac{\text{أتعاب بيت الخبرة}}{\text{عدد سنوات استهلاك الاتعاب}}$$

$$= ١٠٠ ٠٠٠ + \frac{٢١٠٠٠}{٧} + \frac{٨٠٠٠}{٤} = ١٠٥ ٠٠٠ \text{ جنيه}$$

لتيسير الحل يجب إعداد يشمل بيانات الوضع الحالى والاقتراح المقدم ، وذلك كما يلى :

بيـــــان	الوضع الحالى	الاقتراح المقدم
هـ	٢,٥	٢,٥
ث	١٠٠٠٠٠	١٠٥٠٠٠
ط	٥٠٠٠٠	= ٥٠٠٠٠ (١+٠,٨) = ٥٤٠٠٠
ن'١	٥٠٠٠٠	= ٥٠٠٠٠ + ٢٠٠٠ = ٥٢٠٠٠
ن'٢	٥٠٠٠٠	= ٥٢٠٠٠ + ٢٠٠٠ = ٥٤٠٠٠
ن'٣	٥٠٠٠٠	= ٥٤٠٠٠ + صفر = ٥٤٠٠٠

(أ) تقييم الاقتراح المقدم بالتطوير :

وفقا للبيانات المتاحة ، وترتيب الأهمية لمعايير التقييم ، تتم المفاضلة على أساس الأرباح المحققة خلال ٣ سنوات ، وهى الفترة التى يتوقع فيها زيادة الطلب سنويا بمقدار ٢٠٠٠ وحدة .

• أرباح الوضع الحالى :

∴ الشركة لن تستطيع تلبية الطلب المتزايد على إنتاجها

∴ يستنتج من ذلك أن .... ن' - = ط = ٥٠٠٠٠ وحدة.

- أرباح السنة الأولى

$$ن' = \frac{ث + ر}{هـ}$$

$$٥٠٠٠٠ = \frac{١٠٠٠٠٠ + ر}{٢,٥}$$

$$١٢٥٠٠٠ = ١٠٠٠٠٠ + ر$$

$$ر = ٢٥٠٠٠ \text{ جنيه}$$

∴ أرباح الثلاث سنوات = ٢٥٠٠٠ × ٣ = ٧٥٠٠٠ جنيه

* أرباح الاقتراح المقدم :

- أرباح السنة الأولى (ن'١= ٥٤٠٠٠ وحدة) :

$$\frac{١٠٥٠٠٠ + ر}{٢,٥} = ٥٢٠٠٠$$

١٣٠٠٠٠ = ١٠٥٠٠٠ + ر

ر = ٢٥٠٠٠ جنيه

- أرباح السنة الثانية (ن'٢= ٥٤٠٠٠ وحدة) :

$$\frac{١٠٥٠٠٠ + ر}{٢,٥} = ٥٤٠٠٠$$

١٣٥٠٠٠ = ١٠٥٠٠٠ + ر

ر = ٣٠٠٠٠ جنيه

- أرباح السنة الثالثة :

يلاحظ أن الطاقة القصوى = ٥٤٠٠٠ وحدة.

لذا لن تستطيع الشركة فى السنة الثالثة تلبية الطلب المتزايد على إنتاجها.

∴ حجم الإنتاج فى السنة الثالثة (ن'٣) = ن'٢ = ط = ٥٤٠٠٠ وحدة

∴ وتحقق الشركة أرباح = ٣٠٠٠٠ جنيه

∴ أرباح الثلاث سنوات = ٢٥٠٠٠ + ٣٠٠٠٠ + ٣٠٠٠٠ = ٨٥٠٠٠ جنيه

بالمقارنة نوصى بالتعديل لأنه يحقق زيادة فى الأرباح مقدارها ١٠٠٠٠ جنيه (٨٥٠٠٠ - ٧٥٠٠٠) .

(ب) أثر التطوير على درجة الأمان :

$$ج = \frac{ن' + ن}{ط} \times ١٠٠$$

يلاحظ أن كلا من ن ، ن′ مجهولتين ويمكن ايجادهما كما يلى :

ن′ = متوسط حجم الإنتاج السنوى

∴ ن′ = ٥٠٠٠٠ وحدة سنوياً

$$ن' = \frac{٥٢٠٠٠ + ٥٤٠٠٠ + ٥٤٠٠٠}{٣ \text{ سنوات}}$$

ن = ٥٣٣٣٣ وحدة

نوجد حجم التعادل (ن)

$$ن = \frac{ث}{هـ}$$

$$ن = \frac{١٠٠٠٠٠}{٢,٥} = ٤٠٠٠٠ \text{ وحدة}$$

$$∴ ج = \frac{٤٠٠٠٠ - ٥٠٠٠٠}{٥٠٠٠٠} \times ١٠٠$$

= ٢٠%

$$ن = \frac{١٠٥٠٠٠}{٢,٥} = ٤٢٠٠٠ \text{ وحدة}$$

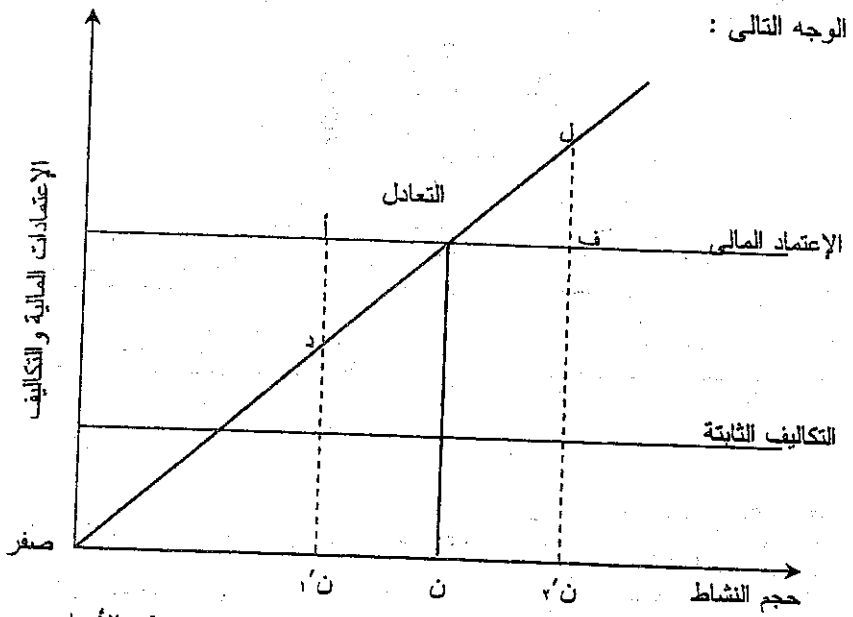
$$∴ ج = \frac{٤٢٠٠٠ - ٤٣٣٣٣}{٥٤٠٠٠} \times ١٠٠$$

= ٢١%

ليس للتطوير اثر ملموس على درجة الأمان حيث ارتفعت بنسبة ١% فقط ، وتجدد الإشارة إلى انخفاض درجة الأمان عموما ، فرغم التشغيل بالطاقة القصوى تقريبا إلا أن درجة الأمان لم تتعدى ٢١% مما يشير إلى سوء هيكل التكلفة.

عاشراً : التعادل فى المنظمات التى لا تستهدف الربح :

هناك العديد من المنظمات ، خاصة الخدمية ، التى لا تسعى إلى تحقيق أرباح ، مثل أقسام الشرطة ، ووحدات إطفاء الحريق ، والهلال الأحمر ، والمنظمات الأهلية ، وغيرها. وتعمل هذه المنظمات لأداء رسالة محددة دون تلقى عائد مادى من متلقى خدماتها ، معتمدة فى ذلك على مخصصات مالية سنوية ثابتة تفرض لها من قبل السلطة الأعلى أو المتبرعين. هذا ، ويختلف مفهوم حجم التعادل بتلك المنظمات عن المنظمات التى تستهدف الأرباح وذلك على الوجه التالى :



الشكل رقم (١٨) حجم التعادل فى المنظمات التى لا تستهدف الأرباح

يتحدد حجم النشاط الأمثل (ن) بنقطة تقاطع خط الاعتماد المالى المقرر مع خط التكاليف الكلية ، وهو ما يمثل حجم التعادل. أما تحقيق حجم نشاط أقل وليكن (ن'١) فهذا يعنى أن المنظمة لم تستغل بالكامل الاعتماد المالى المخصص لها فى أداء حجم النشاط المخطط ، أى أنها تقاعست عن أداء خدماتها، بل وحرمت منظمات أخرى من موارد مالية مقدارها (أد) كان يمكن استخدامها فى أداء أنشطة أخرى هناك حاجة ماسة لها. كما أن تحقيق نشاط أكبر من (ن) وليكن (ن'٢)

١٨- يقوم التعادل الخطى على ثلاثة افتراضات أساسية .

١٩- التكلفة المتغيرة ثابتة .

٢٠- يقوم التعادل على افتراضات صحيحة فى الأجل القصير وغير صحيحة فى الأجل الطويل .

٢١- يستخدم نموذج التعادل فى إتخاذ القرارات الاستثمارية.

٢٢- عند إستخدام التعادل للمفاضلة بين بدائل التشغيل ، تعد تكلفة إعداد الآلة ضمن عناصر التكلفة المتغيرة.

٢٣- فى المدى القصير ، تتساوى معدلات التطور لكل من حجم الإنتاج ، والتكاليف المتغيرة ، والإيرادات (أيد إجابتك بمثال رقمى).

٢٤- تختلف عناصر التكاليف الكلية لشراء آلة من عناصر التكاليف الكلية لشراء جزء من منتج (استعن بالرسم).

٢٥- يتشابه مفهوم عناصر التكاليف الكلية لاستئجار آلة مع عناصر التكاليف الكلية لشراء جزء من منتج.

٢٦-يختلف مفهوم التعادل فى المنظمات التى لا تستهدف إلى الربح عن المنظمات التى تستهدف إلى الربح.

٢٧- السلوك غير الخطى للتكاليف الثابتة يؤدى إلى تعدد نقاط التعادل (وضح بالرسم).

٢٨- إن زيادة حجم الإنتاج قد يؤدى إلى إنخفاض أو إرتفاع متوسط التكلفة المتغيرة للوحدة (أيد إجابتك بالرسم).

٢٩- فى التعادل غير الخطى ، قد يؤدى زيادة حجم الإنتاج إلى تحقيق خسائر.

٣٠- فى التعادل غير الخطى ، يتحقق أقل ربح ممكن عندما يكون الإيراد الحدى أكبر من التكلفة الحدية (وضح بالرسم).

العبارة	الإجابة	العبارة	الإجابة	العبارة	الإجابة	العبارة	الإجابة
١	ص	٩	خ	١٧	خ	٢٥	ص
٢	خ	١٠	خ	١٨	ص	٢٦	ص
٣	خ	١١	خ	١٩	ص	٢٧	ص
٤	خ	١٢	خ	٢٠	ص	٢٨	ص
٥	خ	١٣	خ	٢١	خ	٢٩	ص
٦	ص	١٤	خ	٢٢	خ	٣٠	خ
٧	خ	١٥	خ	٢٣	ص		
٨	ص	١٦	ص	٢٤	ص		

تمارين:

١- بلغت قيمة الإهلاك السنوى لأصول شركة آية الصناعية ٥٠٠٠ ، وإجمالى تكلفتها الثابتة ٤٧٠٠٠ جنيه ، وكانت التكلفة المتغيرة للوحدة ٥ جنيه ، وتباع بسعر ٩ جنيه. ما هو حجم التعادل النقدى وحجم التعادل الكلى مع تفسير النتائج؟ وما هو رقم المبيعات الذى يحقق أرباحاً قدرها ١٣٠٠٠ جنيه؟

٢- بلغت كمية الإنتاج والمبيعات بشركة إسراء الوطنية ١٠٠٠٠٠ وحدة ، والأرباح المحققة ٣٠٠٠٠ جنيه ، وقيمة المساهمة للوحدة ١,٥ جنيه. ما هو رقم التعادل ؟ وما هو حجم الإنتاج الذى يضاعف الأرباح؟

٣- يبلغ حجم التعادل لشركة آيتكو نصف الطاقة الإنتاجية المتاحة ، فإذا علمت أنها أنتجت وباعت فى العام الماضى ما قيمته مليون جنيه وبلغت تكلفتها الثابتة ٤٢٠٠٠٠ جنيه والمتغيرة ٣٠٠٠٠٠ جنيه ، وكان سعر بيع الوحدة ٢ جنيه.

أ- ما هى أرباحها المحققة؟

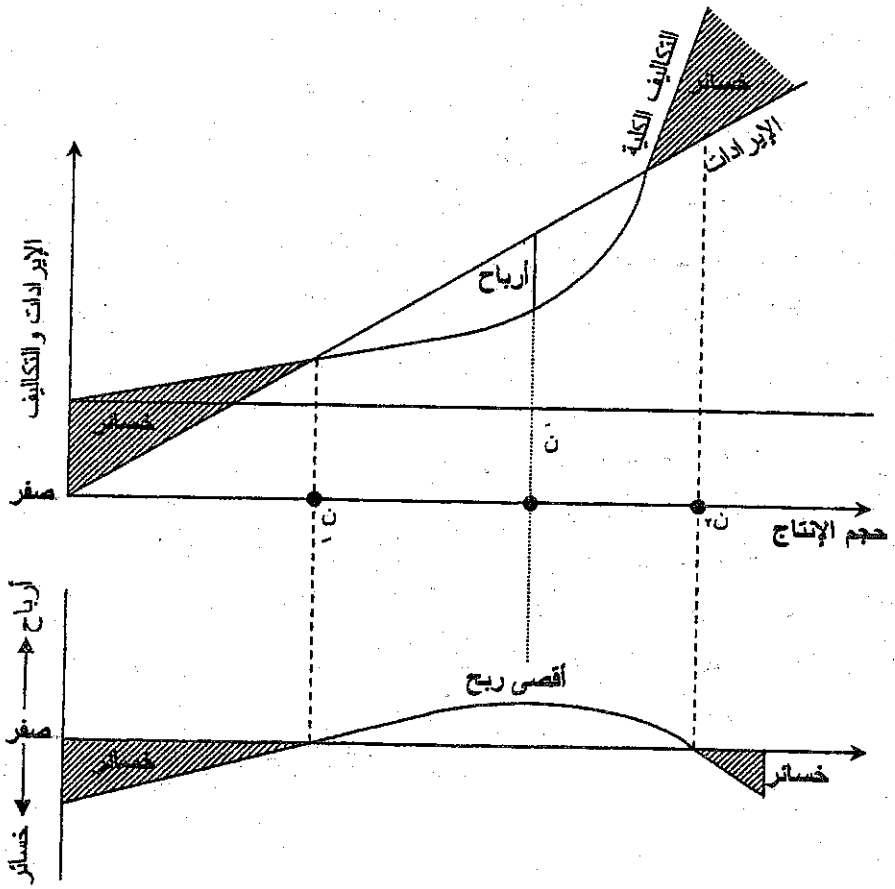
ب- ما هو رقم إنتاج التعادل؟

ج- ما هى درجة أمان الشركة؟

٢- السلوك غير الخطى للتكاليف المتغيرة :

فى المدى الطويل ، ومع اقتراب حجم الإنتاج الفعلى من حجم الإنتاج الكبير ، يتحقق ما يسمى بوفـورات الإنتاج الكبير ، حيث ينخـفض متوسط التكلفة المتغيرة للوحدة ، وذلك لعدة أسباب منها اكتساب المهارة وتنامى الخبرة ، وشراء المواد بكميات اقتصادية والحصول على خصم الكمية ، وإتباع الأساليب التكنولوجية فى الإنتاج ، وارتفاع الكفاية الإنتاجية لعناصر الإنتاج ، فضلا عن التأثير المتداخل لتفاعل النظم الفرعية على النظام الكلى ، حيث أن كفاءة وفاعـلية نظم التـسويق والإنتاج والشراء والتخزين والصيانة والبيع والتوزيع تعضد كل منها الآخر ، مما يكون له أثر اكبر – تأثير متداخل – على النظام الأكبر وهو المنظمة ككل.

ومن ناحية أخرى ، قد يزيد متوسط التكلفة المتغيرة للوحدة مع زيادة حجم الإنتاج ، وذلك بسبب اللجوء إلى العمل الإضافى ذو فئات أجور اعلى من العمل العادى ، وارتفاع تكلفة العمالة المؤقتة ، وتكلفة البيع والتوزيع ، وارتفاع نسب الفاقد عامة بفعل تجاوز الحجم الأنسب للتشغيل ، مما يؤدى إلى اتخاذ التكاليف الكلية شكل منحنى : وفيما يلى شكل يوضح أثر السلوك غير الخطى للتكاليف المتغيرة فى الأجل الطويل على كل من التكاليف الكلية وحجم التعادل مع افتراض ثبات العوامل الأخرى .



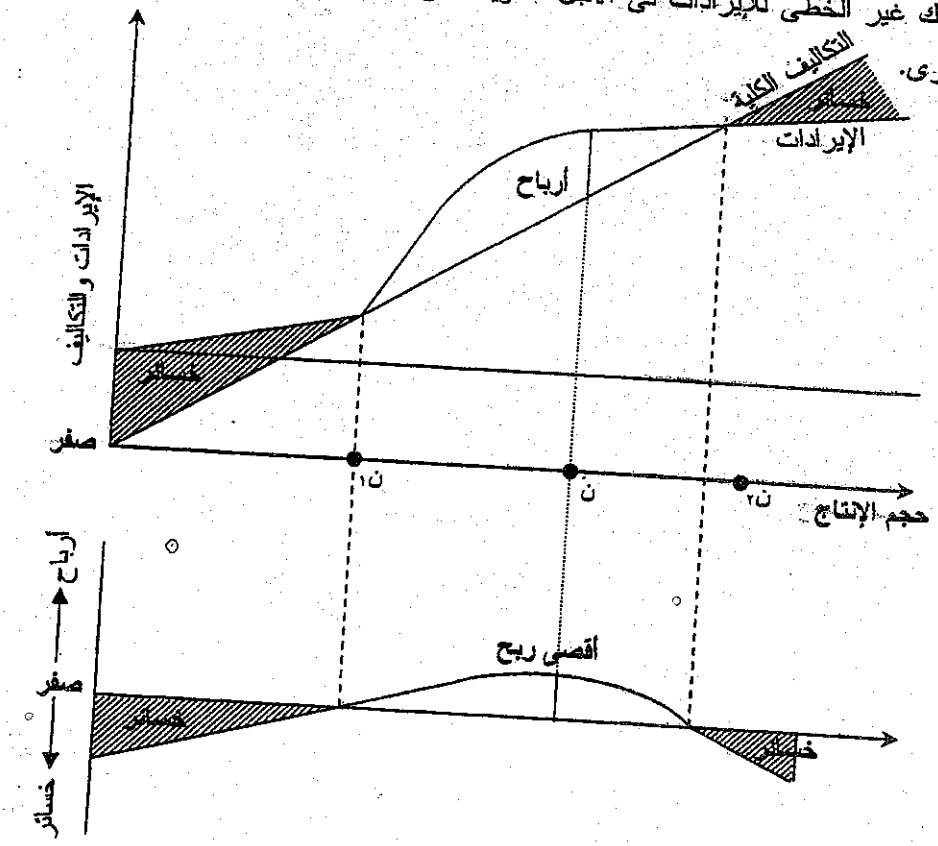
شكل رقم (٢٠) التعادل فى حالة عدم خطية العلاقة بين حجم الإنتاج والتكاليف المتغيرة

من الشكل السابق هناك نقطتى تعادل ، فعند حجم إنتاج اقل من (ن١) وحدة تحقق المنظمة خسائر ، حيث التكاليف الكلية أكبر من الإيرادات ، وعند إنتاج (ن١) وحدة يتحقق التعادل الأول ، وبعدها تبدأ المنظمة فى تحقيق أرباحا ، حيث الإيرادات أكبر من التكاليف الكلية ، نحو الارتفاع المستمر بسبب تزايد معدل زيادة التكاليف المتغيرة نتيجة زيادة حجم الإنتاج ، وتأخذ التكاليف الكلية شكل منحنى ، وتتقلص الأرباح تدريجيا حتى تنعدم عند إنتاج

(ن٢) وحدة ، حيث يتحقق التعادل الثانى ، وعند تجاوز هذا الحجم تزيد التكاليف الكلية عن الإيرادات ، ومن ثم تتحقق خسائر تزيد كلما زاد حجم الإنتاج.

٣- السلوك غير الخطى للإيرادات :

فى المدى الطويل ، ومع تزايد حجم الإنتاج واقتراب السوق من حالة التشبع ، قد تمنح المنظمة خصومات للعملاء وفقا للكمية المشتراة ، أو تخفض الأسعار منها فى تنشيط الطلب أو لمواجهة المنافسة بين المنتجين ، مما يؤدى إلى اتجاه معدل زيادة الإيرادات نتيجة لزيادة حجم الإنتاج نحو التناقص المستمر ، وتأخذ الإيرادات منحنى. وفيما يلى شكل يوضح أثر السلوك غير الخطى للإيرادات فى الأجل الطويل على التعادل ، مع افتراض ثبات العوامل الأخرى.



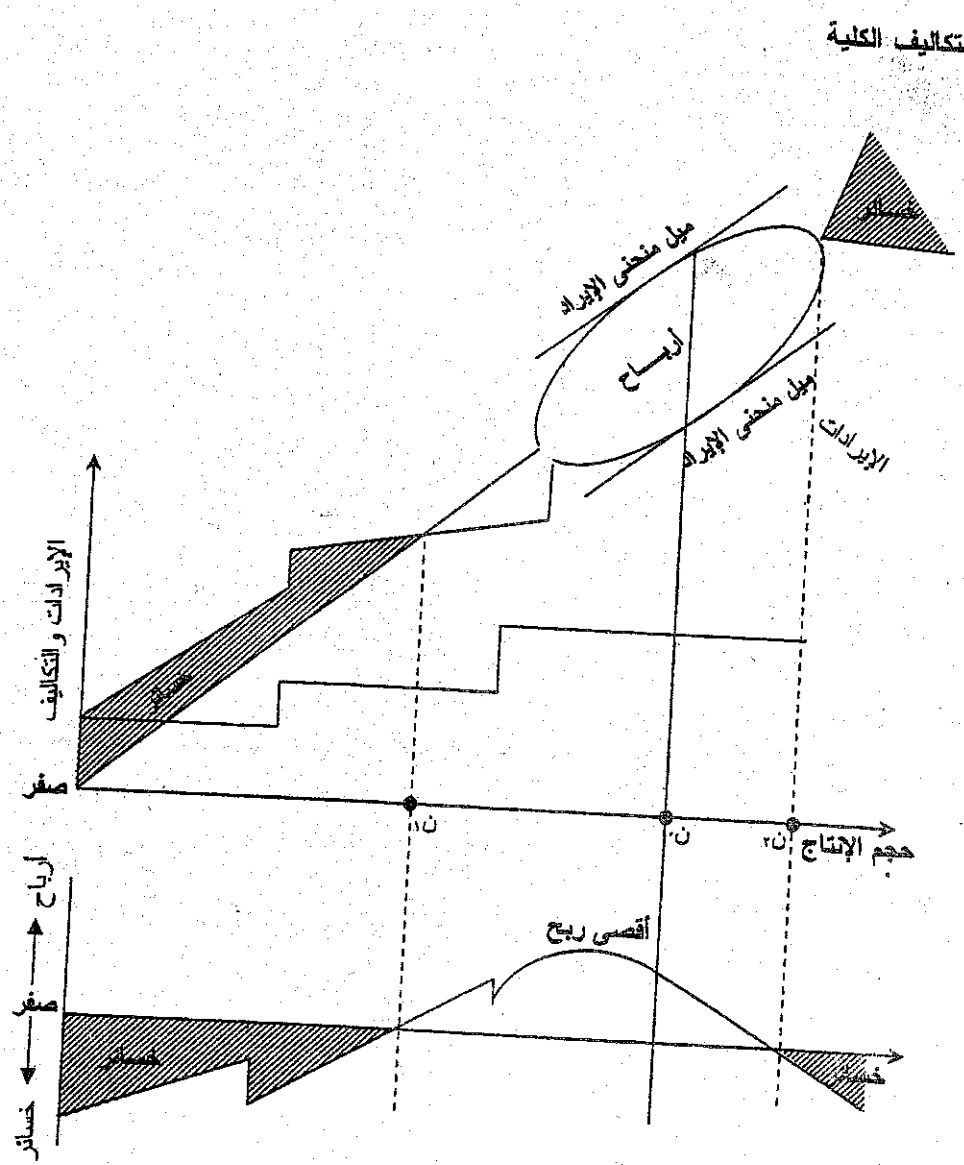
شكل رقم (٢١) التعادل فى حالة عدم خطية العلاقة بين حجم الإنتاج والإيرادات

من الشكل السابق هناك نقطتى تعادل فعند حجم إنتاج أقل من (ن١) وحدة تحقق المنظمة خسائر ، حيث التكاليف الكلية أكبر من الإيرادات ، وعند إنتاج (ن١) وحدة يتحقق التعادل الأول ، وبعدها تبدأ المنظمة فى تحقيق أرباحا ، حيث الإيرادات اكبر من التكاليف الكلية ، حتى تصل إلى أقصى ربح عند إنتاج (ن') وحدة ، وبعدها يتجه منحنى الإيرادات نحو الانخفاض ، وتتقلص الأرباح تدريجيا حتى تنعدم عند إنتاج (ن٢) وحدة حيث يتحقق التعادل الثانى ، وعند تجاوز هذا الحجم تقل الإيرادات عن التكاليف الكلية ، ومن ثم تتحقق خسائر تزيد كلما زاد حجم الإنتاج .

٤- أثر السلوك غير الخطى للإيرادات والتكاليف على التعادل :

فى المدى الطويل ، ومع تزايد حجم الإنتاج يسود السلوك غير الخطى العلاقة بين حجم الإنتاج وكل من الإيرادات والتكاليف الكلية بشقيها الثابت والمتغير.

وفيما يلى شكل يوضح ذلك :



شكل رقم (٢٢) التعادل فى حالة السلوك غير الخطى للإيرادات والتكاليف

يوضح الشكل السابق أن السلوك غير الخطى لكل من الإيرادات والتكاليف الكلية يؤدى إلى ظهور أكثر من نقطة تعادل (ن١ ، ن٢) ، فقبل الحجم (ن١) وحدة تتحقق خسائر ، وبعد تخطى حجم الإنتاج (ن٢) وحدة تقع خسائر أيضا ، وما بين ن١ ، ن٢ وحدة تتحقق الأرباح ، وتصل إلى أقصى قدر لها عند (ن') وحدة ، وعلى ذلك فاستغلال كامل الطاقة الإنتاجية المتاحة لا يؤدى بالضرورة إلى تحقيق أقصى أرباح ممكنة ، بل أن تعدى الطاقة المستغلة الفعلية للحجم (ن') وحدة ، يؤدى إلى تقلص الأرباح باستمرار حتى الوصول إلى حالة التعادل الثانية.

هذا ، ويتحقق أقصى ربح ممكن عندما يتساوى الإيراد الحدى مع التكلفة الحدية ، ويقصد بالإيراد الحدى سعر بيع آخر وحدة مباعة ، أما التكلفة الحدية فهى تكلفة آخر وحدة منتجة . ويلاحظ أنه بعد نقطة التعادل الأولى يكون الإيراد الحدى الأكبر من التكلفة الحدية ، ويكون درجة ميل الإيراد اكبر من منحنى التكلفة ، وبعد تجاوز حجم الإنتاج (ن) وحدة يطرأ تناقصا مستمرا على الأرباح كلما زاد حجم الإنتاج ، وذلك لان الإيراد الحدى يكون أقل من التكلفة الحدية ، حيث أن درجة ميل الإيراد اقل من درجة ميل منحنى التكلفة ، وعلى ذلك يتحقق أقصى ربح ممكن عند الإنتاج الذى يتساوى عنده درجة ميل منحنى الإيراد مع درجة ميل منحى التكلفة.

جدول الرموز المرادفة

لقد استخدم داخل الفصل العديد من الرموز للدلالة على معانى محددة ، وقد يستخدم البعض رموزا أخرى لنفس تلك المعانى ، فمثلا أشير للتكاليف الثابتة بالرمز (ث) ، ويشير إليها بالرمز (ت ث) ، كما استخدم الرمز (م) للإشارة إلى التكلفة المتغيرة للوحدة ، والبعض قد يستخدم الرمز (ت م و) للتعبير عن نفس المعنى ، وهكذا ، لذا يعرض الجدول التالى الرموز التى قد تستخدم كمرادفات لذات المعنى .

المعانى	الرمز المستخدم	رموز أخرى
حجم إنتاج التعادل	ن	ح
حجم الإنتاج الذى يحقق ربحا أو خسارة	نّ	ح ر
التكاليف الثابتة	ث	ت ث
سعر بيع الوحدة	ع	ع
التكلفة المتغيرة للوحدة الواحدة	م	ت م و
إجمالى التكاليف المتغيرة	مجـــ م	ت م
الأرباح (موجبة) أو الخسائر (سالبة)	ر	ر
مقدار مساهمة الوحدة	هـــ	هـــ
نسبة الطاقة المستغلة لتحقيق التعادل	س	س ح
نسبة الطاقة المستغلة لأى حجم إنتاج غير التعادل	س'	س ح ر
الطاقة القصوى بالوحدات	ط	ط
درجة الأمان	ج	ن
التكاليف الكلية	ت ك	ت ك

تطبيقات عملية

حدد أى العبارات التالية صحيح (ص) وأيها خطأ (خ) ، مع ذكر السبب :

١- التعادل يعنى التساوى ، والذى لا يكون فقط بين الإيرادات والتكاليف الكلية .

٢- التكاليف الثابتة ثابتة .

٣- يبدأ خط التكاليف الكلية من نقطة الأصل (صفر) .

٤- تتحقق خسائر تعادل للتكاليف الثابتة إذا قلت نسبة الطاقة المستغلة عن ١٥% من الطاقة المتاحة .

٥- حجم التعادل هو حجم الإنتاج الذى قبله خسائر وبعده أرباح (وضح بالرسم) .

٦- عند المفاضلة بين المنتجات ، يفضل معيار نسبة مساهمة الوحدة عن معيار قيمة مساهمة الوحدة .

٧- يتحدد خط الربحية بيانياً بمعلومة التكاليف الثابتة وحجم الإنتاج الفعلى .

٨- تشمل التكاليف النقدية نوعان من التكاليف .

٩- عند التعادل النقدى لا تحقق المنظمة أية أرباح أو خسائر .

١٠- تعكس درجة الأمان مدى كفاءة نظم الأمن الصناعى والصيانة بالمنظمة .

١١- مع ثبات جميع العوامل الأخرى ،تعد نسبة الطاقة المستغلة قبل الضرائب أكبر من نسبة الطاقة المستغلة بعد الضرائب . (أيد إجابتك بمثال رقمى) .

١٢- تغير حجم الإنتاج يغير من حجم التعادل . (إستعن بالرسم) .

١٣-زيادة التكاليف الثابتة تخفض حجم التعادل . (وضح بالرسم) .

١٤-إذا كانت : ث = ٥٠٠٠ ، ط = ٨٠٠٠ ، ن- = ٤٥٠٠، هـ = ٢,٥ ، فإن ج = ١٨% .

١٥- هناك علاقة عكسية بين التكلفة المتغيرة للوحدة وحجم التعادل.(وضح بالرسم)

١٦- بزيادة سعر بيع الوحدة ينخفض حجم التعادل .

١٧-يتم حساب التعادل لعدد من المنتجات اعتماداً على الوسط الحسابى لكل من سعر البيع والتكلفة المتغيرة للوحدة .

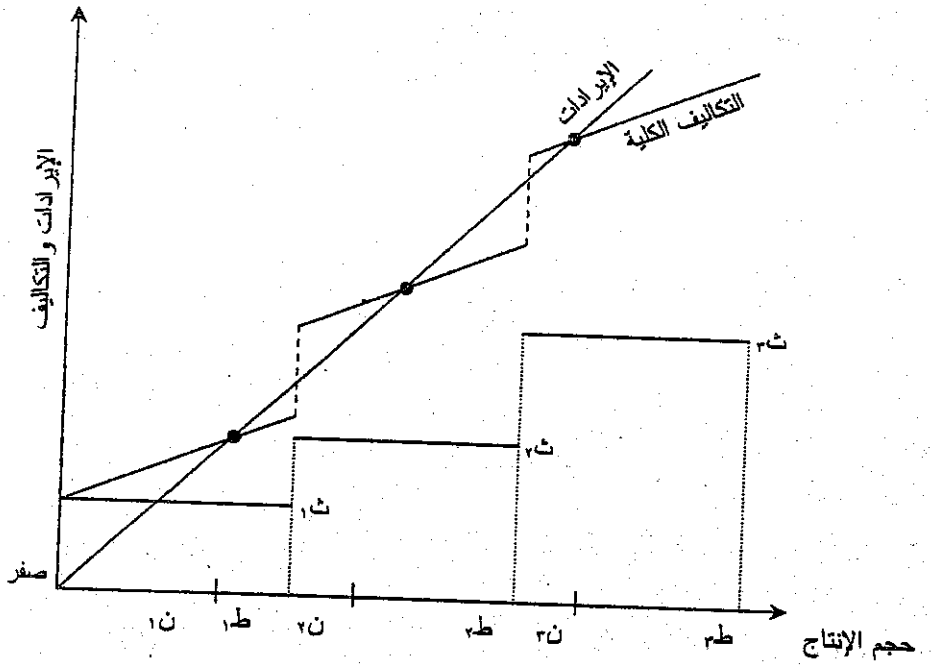
فيعنى أن التكاليف الكلية لحجم نشاط المنظمة أكبر من قيمة الاعتماد المالى المخصص لها بالموازنة بمقدار (ف ل) ، مما يهدد فى حالة تكراره وانتشاره بين الوحدات بتوقف المنظمة تماما عن النشاط وخروجها من الخدمة ، أو تدنى مستوى جودة خدماتها ، وعلى ذلك فحجم النشاط الأمثل هو حجم التعادل بالمنظمات التى لا تستهدف تحقيق أرباح .

حادى عشر : نموذج التعادل غير الخطى

سبق أن القول أن التعادل الخطى يقوم على عدة افتراضات صحيحة فى الأجل القصير ، غير صحيحة فى الأجل الطويل ، تلك الاقتراحات تقوم على خطة العلاقة بين حجم الإنتاج وكل من التكاليف الثابتة ، والتكاليف المتغيرة ، وسعر البيع. والخطية هنا تعنى ثبات التكاليف الثابتة مهما تغير حجم الإنتاج ، كما أن الخطية تعنى ثبات التكلفة المتغيرة للوحدة المنتجة ، ومن ثم زيادة أو نقص حجم الإنتاج يؤدى إلى تغير التكاليف المتغيرة للإنتاج طرديا وبنفس النسبة ، وأخيرا فإن الخطية تعنى ثبات سعر البيع الوحدة مهما تغير حجم الإنتاج ، ومن ثم زيادة أو نقص حجم الإنتاج يؤدى إلى تغير الإيرادات طرديا وبنفس النسبة ، وعلى ذلك فإنه وفقا للتعادل الخطى فإن حجم الإنتاج الأمثل هو أكبر حجم إنتاج يمكن تحقيقه وهو ما يعنى الإنتاج بالطاقة القصوى . ويشهد الواقع العملى أن هذه العلاقات الخطية قلما تتحقق على المدى الطويل ، وذلك وفقا للتحليل التالى :

١- السلوك غير الخطى للتكاليف الثابتة

فى المدى الطويل ، ومع وصول حجم الإنتاج الفعلى إلى الطاقة القصوى ، فإن زيادة حجم الإنتاج يتطلب إجراء توسعات وإضافة آلات ومعدات وتسهيلات جديدة أو تشغيل وردية ثانية أو ثالثة لزيادة الطاقة الإنتاجية ، مما يؤدى إلى زيادة التكاليف الثابتة السنوية نتيجة لزيادة قيمة استهلاك الأصول ، وزيادة التكاليف غير المباشرة – المواد والأجور والطاقة غير المباشرة – ، والتى تعد تكاليف شبه ثابتة. والشكل التالى يوضح أثر سلوك التكاليف الثابتة فى الأجل الطويل على التعادل ، مع افتراض ثبات العناصر الأخرى.



شكل رقم (١٩) اثر السلوك غير الخطى للتكاليف الثابتة على التعادل

من الشكل السابق يمكن استخلاص النتائج التالية :

التكاليف الثابتة	حدود الطاقة	حجم التعادل
ث١	صفر ≤ ن′ ≤ ط١	ن١
ث٢	ط١ ≤ ن′ ≤ ط٢	ن٢
ث٣	ط٢ ≤ ن′ ≤ ط٣	ن٣

يلاحظ أنه عند تكاليف ثابتة مقدارها ث١ يمكن للشركة تحقيق أية كمية إنتاج أكبر من ط١ وحتى ط٢ وهو ما يمثل حدود الطاقة ، وعندها يتحقق التعادل عند ن٢ وحدة ، أما إذا رغبت الشركة إنتاج كمية أكبر من ط٢ وحدة ، فيجب عليها إجراء توسعات وزيادة الطاقة القصوى إلى المستوى ط٣ ، وعندها ترتفع التكاليف الثابتة من ث ٢ إلى ث٣ ، كما يزيد حجم التعادل من ن٢ إلى حجم ن٣ ، وهكذا ...

٤- تفاضل شركة بين شراء سيارة نقل أو استئجارها ، وفى حالة الشراء تبلغ تكلفة الإهلاك والجراج السنوية ٥٠٠٠ جنيه ، بالإضافة إلى ٤٥ جنيه يوميا وقود وأجرة سائق ، هذا ويمكن إستئجار السيارة بسعر ٧٠ جنيها يومياً. ما هى عدد أيام العمل السنوية التى تبرر شراء السيارة؟

٥- تقوم شركة إسراء العالمية بإنتاج ثلاث منتجات ، وكانت التكاليف الثابتة السنوية ٧٠٠٠٠ جنيه . وفيما يلى جدول بيانات الثلاث منتجات :

المنتج	سعر بيع الوحدة جنيه	التكلفة المتغيرة للوحدة جنيه	حجم الإنتاج وحدة
س ١	٨	٤	٦٠٠٠
س ٢	٥	٣	١٠٠٠٠
س ٣	١٠	٧	٤٠٠٠

أ- ما هو حجم إنتاج التعادل موزعاً على الثلاثة منتجات؟

ب- ما هى درجة الأمان إذا كانت الطاقة المتاحة ٦٠٠٠٠ وحدة؟ وما هو تفسيرك للنتيجة؟

٦- يفاضل رئيس ورشة بين ثلاث مخارط تختلف فى درجة الأتوماتيكية وسرعة الإنتاج ، يمكن إستخدامها فى إحدى عمليات التشغيل . وفيما يلى بيانات الخاصة بكل مخرطة :

المخرطة	تكلفة الإعداد جنيه	تكلفة المواد المباشرة جنيه	تكلفة العمل المباشر جنيه
أ	١٣	٠,٠٣	٠,٠٢
ب	٨	٠,٠٨	٠,١٢
جـ	٤	٠,١٢	٠٣٣

والمطلوب : تحديد مؤشرات قرار المفاضلة بين الثلاث مخارط ، وما هى المخرطة الأفضل إذا كان حجم الدفعة المقرر إنتاجها ٥٠ وحدة .

٧- تفاضل شركة آية للصناعات الالكترونية بين شراء أحد أجزاء جهاز التكييف الذى تنتجه أو تصنعه بورشها ، ويبلغ سعر شراء الجزء ٥ جنيه إذا كانت الكمية المشتراة أكبر من ٣٠٠٠ وحدة ، يرتفع إلى ٨ جنيه إذا كانت الكمية ٣٠٠٠ وحدة فأقل . أما الصنع فيتطلب إستثمارات تبلغ تكلفتها الثابتة السنوية ١٢٠٠٠ جنيه ، وتبلغ التكلفة المتغيرة للوحدة ٢ جنيه . والمطلوب :

أ- تحديد مؤشرات قرار المفاضلة بين الشراء والصنع.

ب- ما هو القرار الأنسب إذا كانت إحتياجات التشغيل ٢٥٠٠ وحدة ؟

٨- تبلغ التكاليف الثابتة السنوية بشركة القدس العربية للصناعات الكيماوية ٣٠٠٠٠٠ جنيه وكان سعر بيع الوحدة ٧ جنيه ، والتكلفة المتغيرة للوحدة ٥ جنيه ، والطاقة الإنتاجية المتاحة ٤٠٠٠٠٠ وحدة . ما هى الأرباح المحققة عند استغلال ٢٥% من الطاقة؟ وما هى نسبة طاقة التعادل؟ . تفكر إدارة الشركة فى تطوير طرق العمل بها ، وبالاستعانة ببيت الخبرة "نداء الوطن للإستثمارات" الذى عرض الاقتراح التالى :

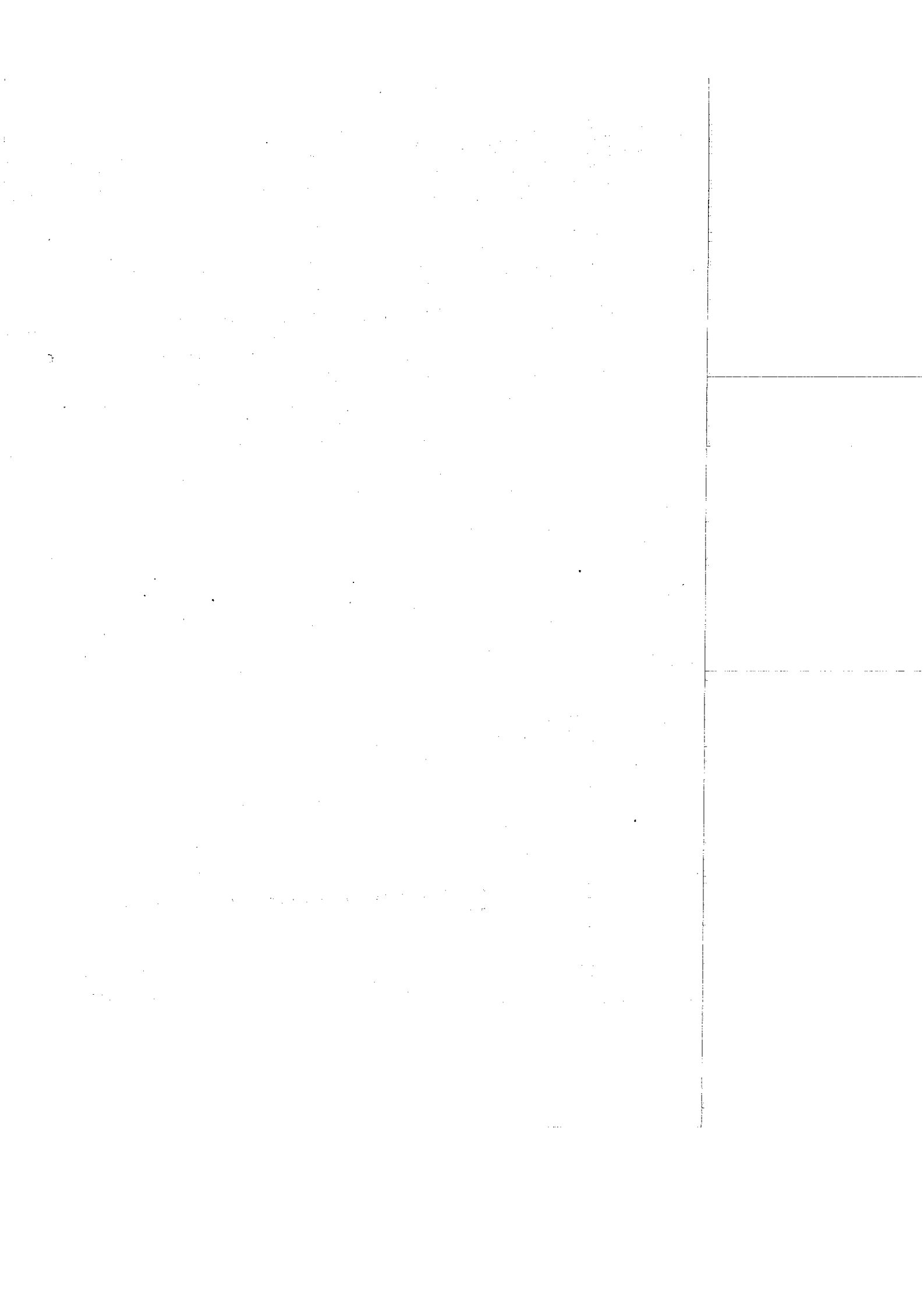
- تحديث خطوط الإنتاج بتكاليف استثمارية ٢٤٠٠٠٠ جنيه قيمتها التخريدية ٤٠٠٠ جنيه بعد ٤ سنوات ، بما يؤدى إلى زيادة الطاقة الإنتاجية بنسبة ١٢,٥% ، وخفض التكلفة المتغيرة للوحدة بنسبة ٥% ، وقد قدرت أتعاب الاستشارة بمبلغ ٥٠٠٠٠ جنيه تستهلك على خمس سنوات . هذا وتشير دراسات السوق أن هناك نمو فى الطلب بمقدار ٢٠٠٠٠ وحدة سنويا ولمدة ثلاث سنوات ، وأنه بدون الأخذ بالاقتراح لن تستطيع الشركة تلبية الطلب المتزايد على إنتاجها.

- هل ترى أن التعديل فى صالح الشركة ؟ وما اثر التطوير على درجة الامان ؟ وما هو سعر البيع الذى تقترحه كى تحقق الشركة حجم التعادل قبل التطوير؟

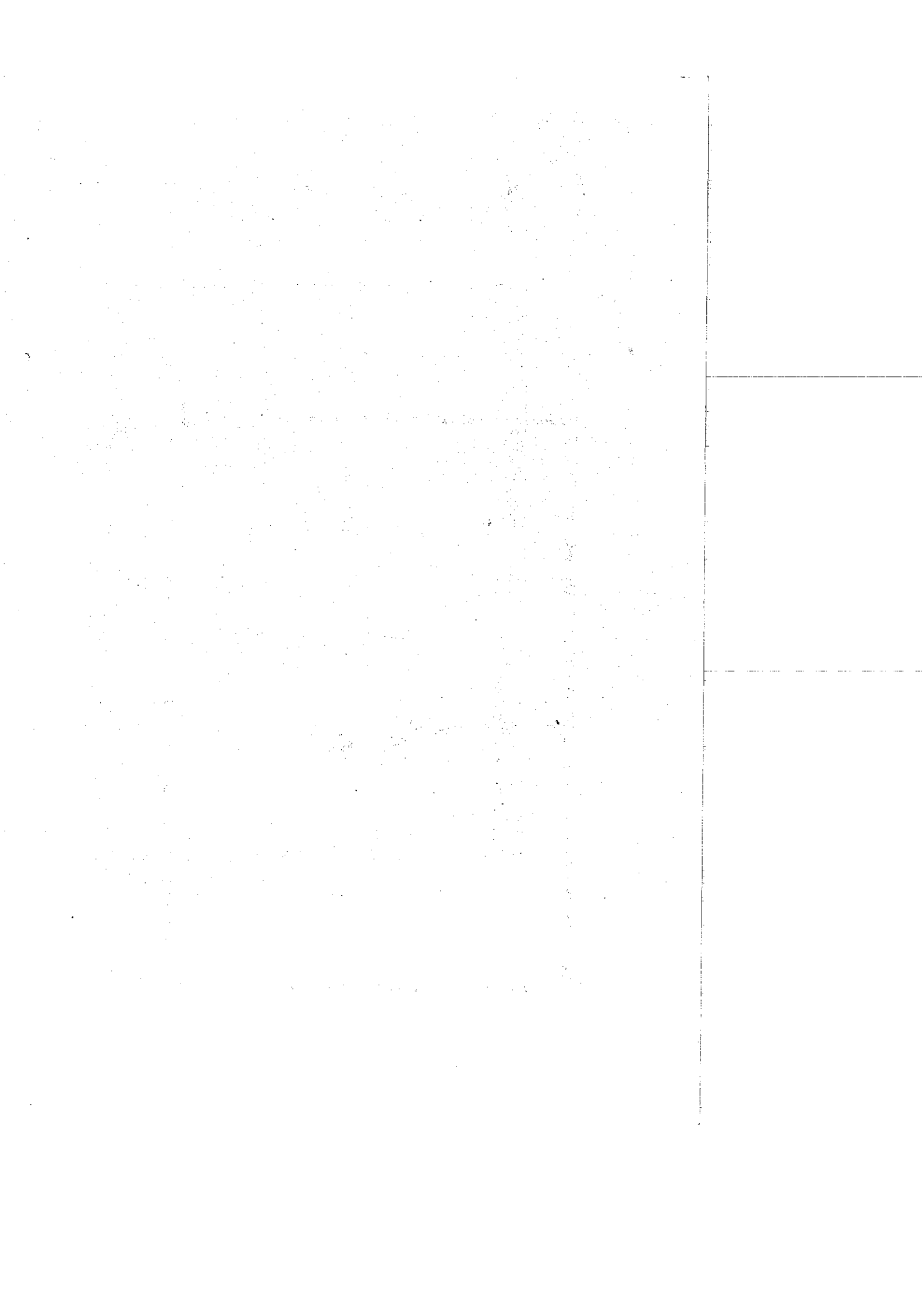
٩- شركة إذا أنتجت وباعت ٥٠٠٠٠ وحدة (ثلث الطاقة) ربحت ١٥٠٠٠ جنيه ، فإذا علمت أن تكلفتها الثابتة ٢٥٠٠٠ جنيه ، ما هى نسبة الطاقة المستغلة التى تحقق أرباحاً ٣٠٠٠٠ جنيه إذا كانت نسبة الضرائب ٢٥% .

١٠- تفاضل شركة بين شراء آلة أو استئجارها ، يبلغ سعر شراء الآلة ١٠٠ ألف جنيه تستهلك على خمس سنوات بقيمة نفاية ١٠ آلاف جنيه ، وتبلغ تكلفة تشغيلها ٣ جنيه فى الساعة ، بينما يمكن إستئجارها مقابل ٩ جنيهات فى الساعة . فإذا علمت أن خطة الإنتاج تتضمن تشغيل الآلة لمدة ٤٠٠٠ ساعة ، ما هو القرار الواجب إتخاذه ؟ ومتى يتساوى شراء الآلة أو استئجارها ؟ وما هى عدد ساعات العمل التى تبرر شراء الآلة؟

١١- شركة إذا أنتجت وباعت ١٠٠٠٠٠ وحدة بلغت تكليفها المغيرة ٦٠٠٠٠ جنيه ، ما هى الأرباح المحققة إذا علمت أن التكاليف الثابتة ٣٥٠٠٠ جنيه . تفكر الشركة فى التخلص من بعض خطوط الإنتاج بها ، والاعتماد على بعض مقاولى الباطن فى أداء بعض العمليات مما سيؤدى إلى خفض التكاليف الثابتة بنسبة ٣٠% ، وزيادة التكلفة المتغيرة بنسبة ٢٥% . هل تنصح بالتخلص من تلك الخطوط؟ ولماذا ؟



المراجع



المراجع

أولا : المراجع العربية

١. د. إبراهيم عبد الرحيم هميمي ، ١٩٨٢ ، **تخطيط ومراقبة الإنتاج** (القاهرة مكتبة التجارة والتعاون).

٢. د. أسامة محمود فريد ، **تخطيط ومراقبة الإنتاج : مدخل تحليلي وكمي** ، (القاهرة: الناشر غير موضح).

٣. د. توفيق محمد سعد ، ١٩٨٥ ، **تخطيط ومراقبة جودة المنتجات مدخل إدارة الجودة الشاملة**. (القاهرة: دار النهضة العربية).

٤. د. جرمين حزين سعد ، ١٩٨٥ **تخطيط ومراقبة الإنتاج** (القاهرة: نفس المؤلف).

٥ د. سونيا محمد البكرى ، ١٩٩٤ ، **إدارة الإنتاج والعمليات** (الإسكندرية: الدار الجامعية للطباعة والنشر والتوزيع).

٦. د. صلاح الشنواني ، ١٩٩٠ ، **التطورات التكنولوجية والإدارة الصناعية** (الإسكندرية: مؤسسة شباب الجامعة للطباعة والنشر).

٧. د. عبد الحميد بهجت فايد ، د.محمد محمد إبراهيم ، ١٩٨٨ (القاهرة : دار النهضة العربية).

٨. د. محمد توفيق ماضي ، ١٩٩٢ ، **تخطيط ومراقبة الإنتاج: مدخل اتخاذ القرارات** (الإسكندرية: المكتب العربي الحديث).

٩. ـــــــ ١٩٩٢، **الأساليب الكمية في مجال إدارة الإنتاج والعمليات** (الإسكندرية: المكتب العربي الحديث).

١٠. ـــــــ ١٩٩٥ ، **إدارة الجودة مدخل النظام المتكامل** (القاهرة: دار المعارف).

١١. د. محمد رشاد الحملاوي ، ود. حسين محمد شرارة ، ود.أسامة محمود فريد ، ١٩٩٦ ، **إدارة الإنتاج والعمليات** (القاهرة: مكتبات عين شمس).

١٢. د. محمد على شهيب ، ١٩٩٤ ، **إدارة العمليات والإنتاج في المنشآت الصناعية** والخدمية (القاهرة: الناشر غير موضح).

١٣. د. محمد فهمي بلال ، ١٩٩٥ ، **جدولة الإنتاج** (القاهرة: الناشر نفس المؤلف).

ثانيا : المراجع الأجنبية

1. Bounds, Greg & Others, 1994, **Beyond Total Quality Management Toward The Emerging Paradigm**, McGraw-Hill, Singapore.
2. Chase Richard B., & Nicholas J. Aquilano, 1995, **Production and Operation Management**, Seventh Edition, IRWIN, USA.
3. Dilworth, James B., 1993, **Production and Operations Management Manufacturing and Services**, McGraw-Hill, Inc., USA.
4. Fitzsimmons, **Strategy, And information Technology**, McGraw-Hill, USA.
5. Gitlow, Howard& Others 1995, Second Edition **Quality Management Tools and Methods For Improvement**, IRWIN, USA.
6. Kehoe, Dennis F., 1996, **The Fundamentals of Quality Management**, Chapman & Hall, London.
7. Krajewski Lee J., & Larry P. Ritzman, 1993, **Operations Management Strategy and Analysis**, Third Edition. Addison-Wesley Publishing Company.
8. Lee, Sang M. & Marc J. Schniedergans, 1994, **Operations Management**, Houghton Mifflin company, Boston USA.
9. Martinich, S. Joseph, 1997, **Production And Operations Management**; An applied Modern Approach, John Wiley & Sons, Inc., USA.
10. Render Barry, & Jay Heizer; 1994, **Principles of Operations Management**, Allyn and Bacon, USA.
11. Slack, Nigel & others, 1995, **Operations Management**, Pitman Publishing, Great Britain.
12. Stevenson, William J., 2002 **Operations Management**, Seventh Edition, McGraw-Hill , USA.
13. Swift, J.A 1995, **Introduction to Modern Statistical Quality Control and Management**, St., Lucie Press, USA.
14. Thomas, Brain, 1995, **The Human Dimension of Quality**, McGraw-Hill, England.
15. Wesner, John W. & Others, 1995, **Winning With Quality Applying Quality Principles in Product Development**, Addison-Wesley Publishing Company. USA.