كلية الكوت الجامعة
مركز البحوث والدراسات والنشر

ادارة العمليات وسلاسل التجهيز

Operations managment and supply chains

تأليف

الدكتور كريم عبد عيدان الفتلاوي
دكتوراه ادارة اعمال (ادارة عمليات)

الدكتور نغم علي جاسم الصائغ
دكتوراه ادارة اعمال (ادارة عمليات)

٢٠٢٤م

منشورات
مركز البحوث والدراسات والنشر
كلية الكوت الجامعة

٧/ ٣٣٠
ف ٢٨٢ الفتلاوي، كريم عبد عيدان.
ادارة العمليات وسلاسل التجهيز / كريم عبد عيدان الفتلاوي ، نغم علي جاسم .
- ط١. - بغداد: مطبعة الرفاه، ٢٠٢٣
٤٧٦ ص؛ ٢٤ سم
١. الاقتصاد - دراسات أ. جاسم ، نغم علي .(م. م.) ب. العنوان

م. و.
٤٥٥٩/ ٢٠٢٣

رقم التصنيف الدولي ISBN:978-9922-685-62-5

رقم الايداع في دار الكتب والوثائق ببغداد
٤٥٥٩ لسنة ٢٠٢٣م

مطبعة كلية الكوت الجامعة

الاهداء

الى ارواح طاهرة كانت سندا لنا في اللحظات الصعبة، وأناس ننعم معهم بصدق المحبة

عائلتينا

د. كريم الفتلاوي **د. نغم الصائغ**

المحتويـــات

ت	التفـاصيل	رقم الصفحة
	الاهداء	**أ**
	المحتويات	**ب،ج،د**
	المقدمـة	**3-1**
	الفصل الاول : مدخل في ادارة العمليات	**4- 44**
1-1	مفهوم ادارة العمليات	**8-5**
2-1	عناصر النظام الانتاجي	**10-8**
3-1	استراتيجية العمليات والقرارات الاساسية لمدير العمليات	**14-10**
4-1	ادارة العمليات وادارة الانتاج	**16-14**
5-1	الانتاجية وطرق قياسها	**40-16**
	اسئلة الفصل الاول	**44-41**
	الفصل الثاني : تخطيط وتطوير المنتوج	**68-45**
1-2	مفهوم تخطيط وتطوير المنتجات.	**47-46**
2-2	استراتيجيات تقديم المنتجات الجديدة.	**48-47**
3-2	دورة حياة المنتوج.	**51-49**
4-2	مراحل تطوير المنتوج الجديد.	**53-51**
5-2	العوامل المؤثرة في القرارات المتعلقة بتصميم المنتجات.	**55-54**
6-2	ادوات اتخاد القرارات في اختيار المنتوج الجديد.	**65-55**
	اسئلة للفصل الثاني	**68-66**
	الفصل الثالث : تخطيط وتصميم العمليات التحولية	**102-69**
1-3	مفهوم ادارة العملية التحويلية وخصائصها	**72-70**
2-3	معايير تصميم العمليات التحويلية	**79-72**
3-3	مصفوفة المنتوج- العملية التحويلية	**81-79**
4-3	دور التكنلوجيا في تصميم العمليات التحويلية	**84-82**
5-3	تصميم العمليات التحويلية في المنظمات الخدمية	**86 -84**
6-3	تحليل تدفق العمليات التحويلية	**92-87**
7-3	تكاليف الانتاج الاجمالية وعلاقتها بحجم الانتاج وبدائل الشراء	**99-92**
	اسئلة الفصل الثالث	**102-100**

ت	التفـاصيل	رقم الصفحة
	الفصل الرابع : الترتيب الداخلى للمصنع	**103- 129**
1-4	مفهوم الترتيب الداخلى للمصنع	**104**
2-4	اساليب الترتيب الداخلى.	**113-104**
3-4	قياس مستوى كفاءة موازنة خط الانتاج (التجميع).	**125-113**
	اسئلة الفصل الرابع	**129-126**
	الفصل الخامس : التخطيط الاجمالى	**162-130**
1-5	مفهوم التخطيط الاجمالى للإنتاج	**132-131**
2-5	خصائص التخطيط الاجمالى	**133**
3-5	استراتيجيات التخطيط الاجمالى	**150-133**
4-5	المفاضلة بين استراتيجيات التحكم بالطاقة	**158-150**
	اسئلة الفصل الخامس	**162-159**
	الفصل السادس : تخطيط الطاقة	**205-163**
1-6	مفهوم تخطيط الطاقة	**164**
2-6	استراتيجيات تخطيط الطاقة	**166-164**
3-6	مستويات الطاقة الانتاجية وطرق قياسها	**170-166**
4-6	مستوى التحميل للوحدة الانتاجية	**170**
4-6	حساب عدد المكائن والطاقة الساندة	**200-171**
	اسئلة الفصل السادس	**205-201**
	الفصل السابع : ادارة المخزون	**272-206**
1-7	مفهوم المخزون واهميته	**209-207**
2-7	الطلب المشتق والمستقل	**217-209**
3-7	نظام تخطيط المواد الصناعية (MRP)	**247-218**
4-7	نظام الانتاج بالوقت المحدد (JIT)	**255-247**
5-7	نظام الانتاج الرشيق (Lean Production)	**258 -255**
6-7	نظام الانتاج الذكى (SPS)(Smart production system)	**268-258**
	اسئلة الفصل السابع	**272-269**
	الفصل الثامن : جدولة الانتاج	**324-273**
1-8	مفهوم جدولة الانتاج واهميتها واهدافها	**275-274**
2-8	قواعد ترتيب التتابع او الاولويات	**300-275**
3-8	تقارير واساليب التحميل	**307-300**
4-8	نظرية القيود	**321-307**
	اسئلة الفصل الثامن	**324-322**

ت	التفاصيل	رقم الصفحة
	الفصل التاسع : ادارة المشاريع	**358-325**
1-9	مفهوم ادارة المشاريع	**328-326**
2-9	تقويم الفرص الاستثمارية	**332-328**
3-9	اساليب جدولة المشروع	**350-332**
4-9	تسريع تنفيذ المشروع	**355-350**
	اسئلة الفصل التاسع	**358-356**
	الفصل العاشر : ادارة الجودة	**407 -359**
1-10	مفهوم الجودة وابعادها	**374-360**
2-10	دورة حياة الجودة وإدارة الجودة الشاملة	**376-374**
3-10	فلسفة التلف الصفري وعلاقته بالأسبقيات التنافسية	**379-377**
4-10	جودة الخدمة	**380-379**
5-10	تصميم نظام ضبط الجودة	**383 -380**
6-10	المنظمة الدولية للتقييس (ISO)	**385 -383**
7-10	نظام الانتاج الانظف	**390 -385**
8-10	اساليب ضبط الجودة	**404 -391**
	اسئلة الفصل العاشر	**407 -405**
	الفصل الحادي عاشر : ادارة سلسلة التجهيز	**439-408**
1-11	مفهوم سلسلة التجهيز	**411-409**
2-11	اهمية ادارة سلسلة التجهيز	**412 -411**
3-11	صعوبات ادارة سلسلة التجهيز	**413 -412**
4-11	تحسين الاداء لسلسة التجهيز	**414 -413**
5-11	مقايس الاداء لسلسلة التجهيز	**420 -414**
6-11	استراتيجيات إدارة سلسلة التجهيز	**422 -420**
7-11	متطلبات تحسين الاداء في سلسلة التجهيز	**423 -422**
8-11	سلسلة التجهيز المستدامة	**426 -424**
9-11	ادارة الامدادات	**437-426**
	اسئلة الفصل الحادي عاشر	**439-438**
	الفصل الثاني عشر: اتجاهات حديثة في الخدمات اللوجستية	**456-440**
1-12	مفهوم الخدمات اللوجستية و الزبون الواعي بالقيمة	**443 -441**
2-12	الروابط الاساسية لسلسلة التجهيز	**447 -444**
3-12	نموذج (4R) ودوره في صياغة استراتيجية اللوجستيات	**451-448**
4-12	التحدي التنظيمي	**453 -451**

ت	التفاصيل	رقم الصفحة
5-12	العوامل المؤثرة في الاداء اللوجستى	457 -454
6-12	عناصر بناء استراتيجية الخدمات اللوجستية	460 -457
1-12	اسئلة الفصل الثاني عشر	461
	المصادر	467 -462
	تعاريف بعض المصطلحات ذات العلاقة	473 -468
	الملحق	475-474

المقدمة

شهدت العقود الاخيرة تطورات كبيرة في حقل ادارة العمليات و سلاسل التجهيز, اذ لم يعد الانتاج بحد ذاته هدفا في الوقت الحاضر, وانما وسيلة لتنشيط الاقتصاد من خلال منظومة تسعى الى تحقيق الموازنة بين اشباع حاجات المستهلكين وتحقيق المردود الاقتصادي للشركات وما يترتب عليهما من رفاهية للمجتمع ككل.

ان التركيز على مفهوم ادارة العمليات كنظام تحويلي مفتوح (*system*) بموجب نظرية النظم بدلا من ادارة العملية التحويلية (*Process*) سواء على مستوى التوريد او التصنيع او التوزيع جعلت من القرارات مدير العمليات تتصف بكونها اكثر تفاعلية وتكاملية ليس على مستوى الشركات وانما على مستوى سلاسل التجهيز المرتبطة بها ككل.

وقد تعزز الاهتمام بادارة العمليات و التجهيز من قبل المهتمين بالعلوم الادارية في ظل التطورات في مجال تكنلوجيا المعلومات والاتصالات,اذ ساهمت هذا التطورات في ادراك الشركات للمفاهيم المتعلقة بقيمة الزبون (المتوقعة والمدركة) ومستوى الرضا لدية ودرجة ولائه, بدلا من التركيز على متغيري الكلف والوقت فقط. فالشركات في الوقت الحاضر لا تتنافس كشركات ، وانما كسلاسل تجهيز, وبالتالي فإن الشركة الناجحة تعمل ضمن سلسلة تجهيز أكثر فعالية وكفاءة من حيث الكلفة والقيمة بالمقارنة مع منافسيها".

ان سلسلة التجهيز في حقيقة الامر تمثل نظام تحويلي كبير يتضمن مجموعة من النظم فرعية للوحدات الادارية المكون للسلسلة (المورد والمصنع و الموزع) ترتبط مع بعضها البعض بعلاقات تفاعلية وتكاملية من خلال القرارات التي يضطلع بها مدراء العمليات المتمثلة بادارة تطوير المنتجات (*Products*) ,والعمليات

التحويليـــــة (*Proccess*), والطاقـــــة (*Capacity*),والجـــــودة (*Quality*) و المخزون(*Inventory*) والتي تهدف الى تحقيق اهداف مشتركة.

يعد الكتاب محاولة لتسليط الضوء على المفاهيم الاساسية لإدارة العمليات وسلسلة التجهيز مع استخدام لبعض النماذج الرياضية والاحصائية.

اخرج الكتاب في اثنا عشرة فصلا, تناول **الفصل الاول** مدخل في ادارة العمليات كنظام تحويلي مفتوح من خلال التركيز على مفهوم ادارة العمليات وعناصر نظام الانتاج والتعريف باستراتيجية العمليات والقرارات الاساسية التي يضطلع بها مدير العمليات ضمن هذه الاستراتيجية اضافة الى مفهوم الانتاجية وطرق قياسها.

يتطرق **الفصل الثاني** الى المفاهيم المتعلقة بتخطيط وتطوير المنتجات مع بيان مراحل دورة حياة المنتوج واستراتيجيات تقديم المنتجات الجديدة ، اضافة الى بعض الاساليب الكمية المستخدمة في اختيار المنتجات الجديدة.

في حين تناول **الفصل الثالث** ادارة العملية التحويلية (Process) من حيث خصائصها ومعايير تصميمها, وعلاقتها بتصميم المنتوج, ودور التكنلوجيا في تصميمها في الشركات الصناعية والخدمية, وتحليل تتابع العمليات التحويلية, و اساليب المفاضلة بين بدائل الشراء والتصنيع.

اما **الفصل الرابع** فقد تم التركيز على مفهوم الترتيب الداخلي للمصنع و اساليبه مثل الترتيب والوظيفي والسلعي والهجين, اضافة الى قياس مستوى كفاءة موازنة خط الانتاج (التجميع).

تناول **الفصل الخامس** مفهوم التخطيط الاجمالي للإنتاج وخصائصه والاستراتيجيات المستخدمة في هذا المجال من خلال التحكم بالمخزون او الايدي العاملة او التعاقد الفرعي او الوقت الاضافي.

وركز الفصل السادس على مفهوم تخطيط الطاقة الانتاجية واستراتيجياتها ومستوياتها وطرق قياسها في الوحدة الانتاجية

سـواء كانـت مكونـة مـن ماكنـة واحـدة او عـدد مكـائن متشـابهة او مختلفة وفي ظل نظم انتاجية متنوعة.

وخصص **الفصل السابع** لادارة المخزون من خلال استعراض المفاهيم المتعلقة بالمخزون واهميته, فضلا عن المفاهيم الأساسية بنظام (*MRP*) ونظام (*JIT*) ونظام الانتاج الرشيق (*LP*), ونظام الانتاج الذكي (SPS).

تناول **الفصل الثامن** مفهوم جدولة الانتاج وقواعدها في حالة الماكنة الواحدة او اكثر,اضافة الى تقارير التحميل والمبادىء الاساسية لنظرية القيود.

استعرض **الفصل التاسع** المفاهيم المتعلقة بادارة المشاريع واساليب جدولتها (المسار الحرج واسلوب بيرت) وطرق التسريع في انجازها.

تطرق **الفصل العاشر** الى مفهوم الجودة وابعادها في ظل التكامل بين وجهتي النظر للمنتج و المستهلك من خلال التعريف بالقيمة المتوقعة والمدركة للزبون, وخطوات تصميم نظام ضبط الجودة, اضافة الى بعض الاساليب الاحصائية المستخدمة في الرقابة على الجودة والمفاهيم المتعلقة بنظام الانتاج الانظف.

استعرض **الفصل الحادي عشر** المفاهيم المتعلقة بادارة سلسلة التجهيز ومقاييس الاداء فيها, ومحدداتها واستراتيجياتها وسلسلة التجهيز الخضراء.

اما **الفصل الثاني عشر** والاخير تناولنا فيه الاتجاهات الحديثة لادارة الخدمات اللوجستية المتعلقة بتدفق المواد والمعلومات بين حلقات سلسلة التجهيز من خلال التركيز على مفهوم **ظهور الزبون الواعي بالقيمة** والعوامل المؤثرة في الاداء اللوجستي.

وفي الختام نأمل ان نكون قد وفقنا في طرح موضوع إدارة العمليات وسلسلة التجهيز بالشكل الذي يساهم في تزويد المهتمين بهذا المجال بالقواعد العلمية والمفاهيم الاساسية لتمكينهم في الانطلاق والعمل في هذا المجال والله ولي التوفيق.

محتويات الفصل الاول

مدخل في ادارة العمليات

(*Introduction To Operations Management*)

1-1: مفهوم ادارة العمليات

2-1: عناصر النظام الانتاجي

3-1: ادارة العمليات وادارة الانتاج

4-1:استراتيجية العمليات والقرارات الاساسية لمدير العمليات

5-1:مفهوم الانتاجية و طرق قياسها

الفصل الاول

مدخل في ادارة العمليات

(*Introduction To Operations Management*)

1-1: مفهوم ادارة العمليات :

تعني الادارة بشكل عام استثمار جهود الاخرين لتحقيق هدف معين. فهي الوسيلة لبلوغ الاستخدام الافضل لموارد الانتاج التي تتصف بالندرة لاشباع حاجات مطلقة من خلال مجموعة من الوظائف كالتخطيط والتنظيم والرقابة والتحفيز.

تزدهر جميع الشركات (الربحية وغير الربحية) من خلال إنتاج وتقديم سلعة أو خدمة ذات قيمة للزبائن. اذ ان القيمة في هذا الاطار تتجسد في الفوائد الملموسة وغير الملموسة التي يحصل عليها الزبون من استهلاك السلعة أو الخدمة مقابل التضحيات المقدمة(السعر المدفوع, الجهد المبذول وغيرها) من قبله .

تسعى الشركات الناجحة إلى تحديد القيمة الكامنة في منتجاتها بما يتوافق مع تطلعات وتوقعات زبائنها. ان العمل على تعميم هذا المفهوم في اطار قرارات الشركات المتعلقة بتصميم وتنفيذ الانشطة المتعلقة بالانتاج والتجهيز و التوزيع من شائنه ان يساهم في تحقيق الموازنة بين العوائد الاقتصادية لتلك الشركات على الامد البعيد وبين الرضا للزبون في نفس الوقت.

شهدت العقود الاربعة الاخيرة تطور نوعي في مجال تكنلوجيا المعلومات واستخدام الحاسبة الإلكترونية في مجال التصنيع والتصميم، فضلا عن تبلور المفاهيم المتعلقة بنظم الانتاج المتكامل كنظام تخطيط المواد الصناعية (*MRP*), ونظام الانتاج بالوقت المحدد (*JIT*), ونظام الانتاج الرشيق (*LP*). وقد انعكس هذا التطور على المفاهيم الخاصة بإدارة العمليات. اذ يتم تناول موضوع ادارة العمليات في الوقت الحاضر كنظام تحويلي في اطار نظرية النظم (*Systems Theory*),

باعتبارها حلقة من حلقات سلسلة التجهيز , بدلا من المفهوم التقليدي والمتمثل بالمدخل الوظيفي (*Functional Approach*) والذي بموجبه يعد الانتاج احد وظائف الشركة المسؤولة عن تقديم السلع والخدمات فقط.

يعد مفهوم ادارة العمليات (*Operations Management*) من المفاهيم الحديثة نسبيا, وقد ظهر في اواخر سبعينات القرن الماضي ليحل محل ادارة الانتاج (*Production Management*). فعلى الرغم من ان عملية معالجة المدخلات وتحويلها الى سلع وخدمات هي جوهر النظام الإنتاجي ، الا ان مصطلح ادارة العمليات في حقيقة الامر يشمل مفاهيم اوسع من ادارة العملية التحويلية (*Process Management*), فهي ادارة النظام الانتاجي ككل والذي تكون فيه العملية التحويلية جزءا منه.

تعرف ادارة العمليات بأنها" ادارة الانشطة المتعلقة بالنظام التحويلي (سلعي ام خدمي) (*Transformation system*) ككل بهدف توحيد (خلق تفاعل) بين الموارد المتاحة للشركة (المدخلات) , وثم تحويلها الى سلع وخدمات (مخرجات) ذات قيمة مضافة (*Add value*) من خلال مجموعة من القرارات الاساسية المتعلقة بتصميم وتقديم المنتجات, وادارة العمليات التحويلية, وتخطيط الطاقة, وإدارة الجودة و المخزون في اطار من التفاعل مع البيئة الداخلية والخارجية للشركة".

ومن خلال التعريف اعلاه لا بد من توضيح ما يلي:

اولا : على الرغم من كون مصطلح المنتوج (*Product*) قد ارتبط بالإنتاج السلعي لان المفاهيم الإدارية ظهرت في بادئ الامر في المصانع, الا انه في الوقت الحاضر يشمل السلعة و الخدمة, اي الانتاج المادي وغير المادي. ولذلك يمكن تطبيق ادارة العمليات في الشركات الصناعية كالمصانع ذات الانتاج المادي والخدمية مثل

المصارف والجامعات والمطاعم والفنادق وشركات النقل بمختلف انواعها وغيرها كما مبين في الجدول(1-1).

الجدول(1-1)

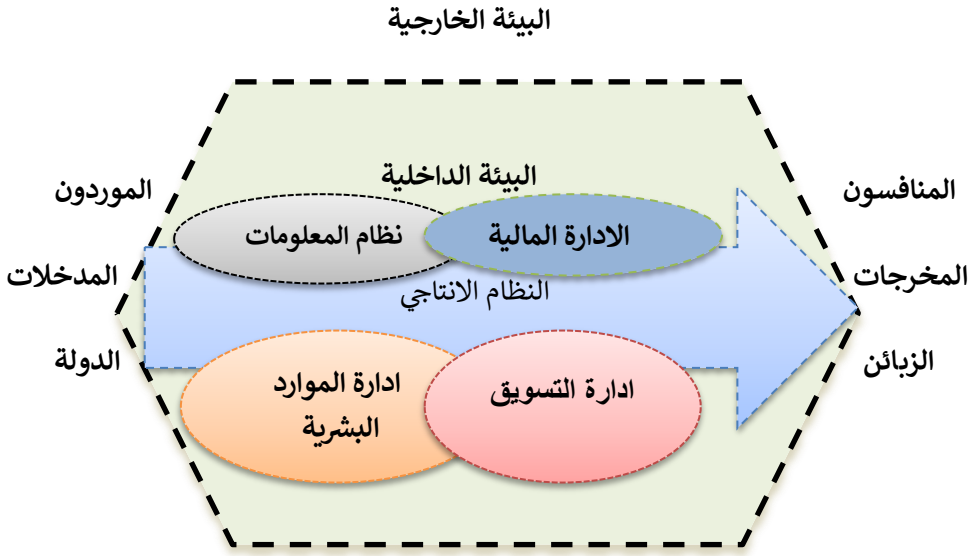
نماذج للتطبيقات ادارة العمليات في المنظمات الصناعية والخدمية

العمليات	المدخلات	المخرجات
المصانع	المواد الاولية , المكائن ، العمال ، رأسمال	السلع المادية
المطاعم	الاطعمة ومقدمي الاطعمة ، ادوات الطبخ ،البناية	خدمات اشباع حاجة الجوع او الترفيه للزبائن وتحقيق الرضا لديهم
الجامعات	أساتذة و طلبة ، بنايات ومعرفة	بحوث واستشارات وطلبة متعلمة
بنوك	حواسيب وبناية وموظفين وطاقة و قرطاسية غيرها	خدمات مصرفية قروض وإيداع وأوراق الضمان

ثانيا: ان ادارة العمليات هي انعكاس طبيعي لنظرية النظم القائمة على اساس ان كل شيء في الكون هو عبارة عن نظام تحويلي (*Transformation system*). ويتمثل هذا النظام بمجموعة من العناصر (المدخلات والمعالجة والمخرجات والتغذية العكسية) التي ترتبط بعضها ببعض من ناحية وتتفاعل مع البيئة الداخلية للشركة والخارجية المحيطة بها من ناحية اخرى, بموجب قواعد علمية لتحقيق هدف معين.

ثالثا: ان خلق التفاعل بين موارد العملية الانتاجية يتم من خلال ما يعرف ب (*Functions-Cross*) في ادارة النظام الانتاجي. اذ ان القرارات التي يضطلع بها مدير العمليات مثل تخطيط وتطوير المنتجات, وتصميم العمليات التحويلية, وتخطيط الطاقة الانتاجية, وإدارة الجودة وإدارة المخزون تستلزم التفاعل والتكامل مع الوظائف الاخرى داخل الشركة والمتمثلة بالبيئة الداخلية مثل ادارة التسويق والإدارة المالية وإدارة الموارد البشرية وغيرها من ناحية, ومن ناحية ثانية فان هذه

القرارات تتأثر وتؤثر في البيئة الخارجية كالمستهلك والمجهز والمنافسون والمجتمع والدولة وتشريعاتها وغيرها, وكما موضح في الشكل (1-1).



الشكل(1-1)
تفاعل العمليات مع البيئة الداخلية والخارجية

1- 2: عناصر النظام الانتاجي *Elements of Production System*

جاءت نظرية النظم على ان العالم الذي نعيش فيه هو عبارة عن نظام يتكون من مجموعة من الانظمة الفرعية التي ترتبط بعضها ببعض. يعرف النظام بشكل عام بأنه " مجموعة من العناصر التي تتفاعل فيما بينها و تتكامل وفق قواعد علمية و منطقية لتحقيق هدف معين" ان النظام الانتاجي يمثل نظام تحويل وهو نظام فرعي في الشركة ويتكون من العناصر الاساسية الموضحة في الشكل (1-2).

اولا: المدخلات (*Input*): وتشمل المواد والأيدي العاملة والآلات والمكائن و رأس المال والطاقة والبيانات.ان المواد قد تكون على شكل مواد اولية التي تجري عليها العمليات التحويلية مثل الخشب والحديد, او قد تكون المادة على شكل اداة

تستخدم في عمليات التحويلية او المعالجة (*Process*) مثل المواد المستخدمة في الصناعات الكيماوية وعلاج المرضى في المستشفيات.

الشكل (1-2)
حدود المسؤولية المباشرة للنظام الانتاجي

ثانيا:العمليات التحويلية (*Process*): يقصد بها مجموعة الانشطة المتعلقة بمعالجة و تحويل المدخلات الى مخرجات(سلع و خدمات) ذات قيمة مضافة (*Add Value*) باستخدام وسائل وطرق انتاجية محددة.

ثالثا: المخرجات (*Output*): هي نتائج العمليات التحويلية **(*Process*)** من السلع والخدمات (مع المعلومات المصاحبة لها) ذات القيمة المضافة والمقدمة للمستهلك النهائي او المستعمل الصناعي. ان مصطلح المخرجات يعبر عنه بحجم الانتاج او عدد الزبائن المستفيدين من الخدمة المقدمة لهم خلال فترة زمنية محددة والمعلومات المصاحبة.

رابعا: التغذية العكسية (*Feed-back*): تتمثل بعملية تقويم التقارير التي تصاحب المخرجات والمتعلقة بكلف وحجم وجودة المنتجات ومواعيد التسليم ومستوى التحميل و غيرها. وعادة ما تستخدم هذه التقارير ومن خلال بعض المقاييس كالإنتاجية, والكفاءة, والفاعلية وغيرها كأساليب للرقابة لتشخيص الانحرافات لاتخاذ الاجراءات التصحيحية لتقويم الاداء سواء في التخطيط او التنفيذ او في الاثنين معا.

وهنا لا بد من الاشارة الى ما يلي :

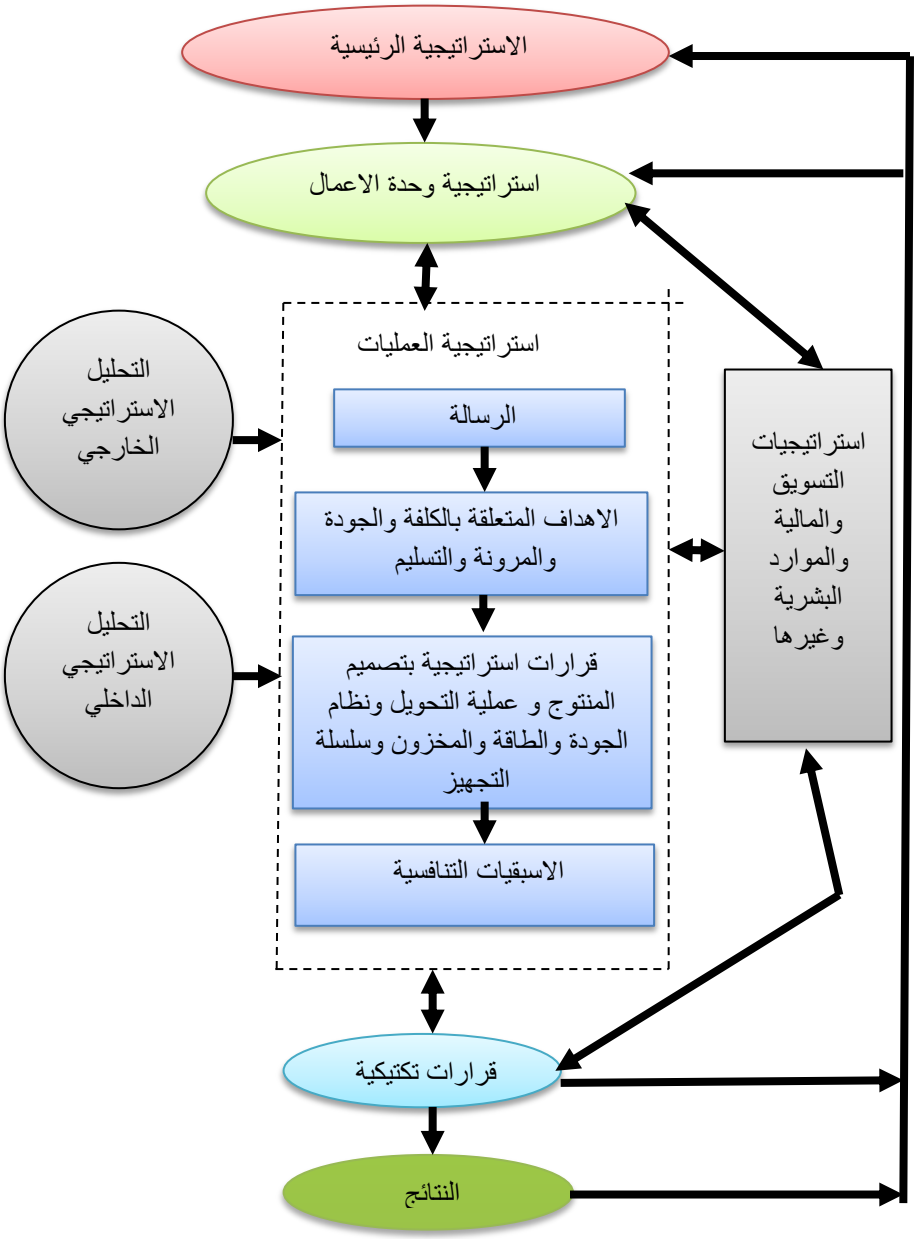
1- ان عناصر النظام الانتاجي في المنظمات الخدمية والسلعية متشابهة والمتمثلة بالمدخلات والعمليات التحويلية والمخرجات والتغذية العكسية، الا ان الاختلاف يتجلى في طبيعة الخدمة بكونها شيء غير ملموس , وبالتالي لا يمكن خزنها بعكس المنتجات السلعية.

2- ان التميز بين شركات الخدمة وشركات الانتاج المادي (السلعي) غير واضح في كثير من الاحيان, فالشركات الاستشارية على سبيل المثال في تقديم خدماتها عادة ما تعكس الاستشارات بتقارير مكتوبة وهي عبارة عن مخرجات ملموسة, كما ان الشركات الصناعية مثل صناعة السيارات تقدم منتجاتها المباعة مع خدمات كالتوصيل والصيانة ما بعد البيع.

3- ان حدود المسؤولية لادارة العمليات لا تتوقف عند الحدود المباشرة للنظام الانتاجي والموضحة في الشكل (1-2), وانما تتفاعل مع البيئة الداخلية والخارجية كما تم التطرق اليه اعلاه في الشكل (1-1) لكون النظام الانتاجي بطبيعته نظام مفتوح.

3-1 : استراتيجية العمليات والقرارات الاساسية لمدير العمليات

تعرف الاستراتيجية بأنها "خطة رئيسية طويلة الامد" تمثل خارطة طريق وتصورا للشركة يحدد فيها الكيفية التي ستمكن الشركة من بلوغ رسالتها (الهدف من وجود الشركة) من خلال رؤيا تؤسس الاطار العام لما ستكون عليه الشركة في المستقبل ". ان الاستراتيجية الرئيسية (*Corporate strategy*) تمثل المستوى الاول ومنها تنبثق استراتيجية الاعمال (*Business strategy*) الممثلة للمستوى الثاني, ومن ثم تصاغ استراتيجيات الوظائف الادارية للمنظمة المتمثلة بالتسويق والمالية والموارد البشرية والعمليات .



الشكل (1-3)

نموذج بناء استراتيجية العمليات

ان الرسالة في استراتيجية العمليات توضع على ضوء رسالة استراتيجية الاعمال (*Business strategy*) والاستراتيجية الرئيسية للشركة (*strategy Corporate*).

يوضح الشكل(1-3) نموذج بناء استراتيجية العمليات. العناصر الأربعة داخل المربع المتقطع (الرسالة والأهداف والقرارات الإستراتيجية والميزة التنافسية هي قلب إستراتيجية العمليات). والعناصر الأخرى في الشكل هي مدخلات و مخرجات عملية تطوير استراتيجية العمليات. نتائج استراتيجية العمليات هي قرارات استراتيجية تتفاعل و تتكامل مع القرارات التسويقية والمالية والموارد البشرية.

تستند استراتيجية العمليات الى مجموعة من القرارات الاساسية التي يضطلع بها مدير العمليات لبلورت رسالتها على شكل ميزة تنافسية وتشمل هذه القرارات ما يلي:

1- القرارات المتعلقة بتصميم المنتوجات(*Products*): مثل تحديد دورة حياة المنتوج من حيث طول الفترة, ومستوى التكاليف, والإيرادات لكل مرحلة, فضلا عن التركيبة الفنية للأجزاء المكونة للمنتوج, والاستراتيجيات المعتمدة لتقديم المنتجات الجديدة, ودراسة الجدوى الاقتصادية للمنتجات المراد تقديمها.

2- القرارات المتعلقة بالعمليات التحويلية (*Process*): مثل القرارات المتعلقة بتخطيط وتصميم العمليات التحويلية وتحديد المسارات التكنولوجية للمنتجات وأجزائها وتحديد نوع المعدات والتكنولوجيا المراد استخدمها في الانتاج, وتحديد استراتيجية الانتاج, والخبرات المطلوبة لقوة العمل, ونوع النظام الانتاجي والترتيب الداخلي لأقسام الشركة واختيار الموقع.

3- القرارات المتعلقة بالجودة (*Quality*): على الرغم من كون مسؤولية الجودة مناطة بجميع افراد الشركة بموجب المفاهيم الحديثة لإدارة الجودة, الا ان القرارات المتعلقة بتصميم نظام ضبط الجودة من حيث تحديد اماكن تواجد محطات الفحص, والمعايير المعتمدة في قياس المواصفات للمنتجات, وطرق الفحص,

والجهة المسؤولة عن عملية الفحص وصولا الى تحقق ملائمة الاستخدام وتحقيق توقعات المستهلك من خلال التكامل بين وجهتي نظر المنتج والمستهلك.

4- **القرارات المتعلقة بالطاقة (*Capacity*):** تمثل الطاقة القدرة على الانتاج او الاستيعاب, وتعتمد قدرة الشركة لتقديم المنتجات بالكمية والوقت المناسبين على توفر الطاقة اللازمة لتحقيق ذلك. ومن هنا فان دور ادارة العمليات يتمثل في اتخاذ القرارات الاستراتيجية (طويلة الامد) المتعلقة بتوفير هذه الطاقة من حيث نوع وعدد وسائل الانتاج الرأسمالية مثل المكائن والمباني اضافة الى القرارات التكتيكية قصيرة الامد مثل التحكم بالمخزون او قوة العمل او وقت العمل او التعاقد الفرعي.

5- القرارات المتعلقة بالمخزون (*Inventory*): يعد المخزون راسمال مجمد يتجسد على شكل وحدات تامة الصنع او نصف مصنعة او مواد اولية في مخازن الشركة او كعمل تحت التشغيل (*WIP*)عند خطوط او محطات الانتاج. اما دور ادارة العمليات بتخطيط وتنظيم والرقابة على المخزون يتمثل بتشخيص المواد المطلوبة وكمياتها ومواعيد شراءها او انتاجها لتحديد مستوى المخزون الواجب الاحتفاظ به من تلك المواد في المخازن او عند محطات العمل بما يضمن انسيابية للعملية الانتاجية.

ان القرارات اعلاه تتصف بكونها قرارات استراتيجية لأنها طويلة الامد وتتطلب استثمارات كبيرة, كما انها تستلزم تكامل استراتيجية العمليات مع استراتيجية التسويق والمالية والموارد البشرية ضمن الاستراتيجية الرئيسية للشركة والبيئة الخارجية المحيطة بها لبلورت قدرتها في التميز عن المنافسين من خلال الاسبقيات التنافسية والمتمثلة بما يلي:

1- اسبقية الكلفة المنخفضة لتمكين الشركة في تقديم المنتجات بأسعار تنافسية بالمقارنة مع المنافسين لزيادة حصتها في الاسواق من خلال التركيز على رفع كفاءة مستوى الاستخدام للموارد المتاحة من عمل ومواد ومكائن وغيرها.

2 - اسبقيه الجودة من خلال التركيز على جودة التصميم أي ترجمة الاحتياجات للمستهلكين على شكل سلع وخدمات, وجودة المطابقة مواصفات المنتوج مع مواصفات التصميم في اطار زمني ومالي محددين بما يحقق اعلى مستوى الرضا لدى المستهلك.

3- اسبقية التسليم بالوقت المحدد من خلال التركيز على الالتزام بمواعيد التسليم والعمل على تقليص الوقت اللازم لإنجاز الطلبيات.

4- اسبقية المرونة بالاستجابة السريعة للتغيرات في البيئة الداخلية والخارجية كاستخدام نفس المواد الاولية في انتاج منتجات مختلفة او انتاج نفس المنتجات باستخدام مواد اولية مختلفة لغرض الاستجابة الى التغيرات في الاحتياجات للمستهلكين من حيث الكمية المطوبة وتاريخ التسليم.

5- اسبقية الابداع من خلال تركيز على قسم البحث والتطوير للشركات في تقديم منتجات ذات استخدامات جديدة. وهنا سيكون التركيز على حاجات المستهلك الضمنية غير المعروفة لديه.

1– 4: ادارة العمليات وادارة الانتاج

أعتمد مصطلح ادارة العمليات (*Opearations Management*) في نهاية العقد السابع من القرن الماضي في الادبيات الاجنبية بدلا من مصطلح ادارة الانتاج (*Production Management*) باعتباره اشمل واوسع نتيجة تطور قطاع الخدمات والمفاهيم المتعلقة بادارة النظام الانتاجي, ويمكن تلخيصها بالاتي:

اولا : تطور قطاع الخدمات في البلدان الصناعية المتقدمة كالولايات المتحدة الامريكية التي يشكل فيها قطاع الخدمات ما نسبته (70%) من اجمالي انتاجها الوطني. ان النظام الخدمي كنظام انتاجي لا يختلف في مكوناته الاساسية عن النظام السلعي (المدخلات ,المعالجة , المخرجات والتغذية العكسية), الا ان الخدمة

وبسبب طبيعتها غير الملموسة وعدم القدرة على تخزينها بسبب تزامن عمليتي الانتاج والاستهلاك مع بعضهما البعض, جعلت من المستهلك بحاجياته ورغباته و مستوى الرضا لديه جزء من الاهداف التي يسعى النظام الانتاجي لتحقيقها. فجودة الخدمة في هذه الحالة لا يمكن التحقق منها الا بعد استهلاكها. اي ان القرارات المتعلقة بالجودة لا يجب ان تعكس وجهة نظر ادارة الشركات فقط, وانما تاخذ بنظر الاعتبار مفهوم الجودة من وجهة نظر الزبون. ان التكامل بين وجهتي نظر الشركة والزبون وعكسه على الانتاج السلعي كما هو الحال بالانتاج الخدمي جعل من المستهلك جزء من النظام الانتاجي.

ثانيا : ان المادة الاولية غير واضحة المعالم في الانتاج الخدمي كما هو الحال في الانتاج السعي, ولذلك فان مفهوم ادارة العمليات هو ادارة نظام تحويل من خلال خلق التفاعل بين المدخلات من مواد ومكائن وقوة عمل وراسمال ومن ثم تحويلها الى مخرجات ذات قيمة مضافة.

ثالثا : ظهور وتطوير نظام الانتاج بالوقت المناسب (*JIT*) من قبل اليابانيين, اذ اصبح المجهزين او الموردين للمواد الاولية كقسم انتاجي يشارك الشركة بجدولة الانتاج الرئيسية, وبالتالي سيكون جزء من النظام الانتاجي.

و تأسيسا على ما تقدم فان دخول المجهزون والمستهلكون ضمن فعاليات النظام الانتاجي بشكل غير مباشر ساهم في بلورة عملية التفاعل بين البيئة الداخلية والخارجية للشركات من ناحية وبين حدود المسؤولية المباشرة للنظام الانتاجي من ناحية ثانية. كما ان اعتماد مفهوم ادارة العمليات كنظام التحويل جعلت من المصانع والمتاجر والمخازن و الشركات الخدمية على حد سواء تتبنى مفاهيم ادارة العمليات, بل وابعد من ذلك فان القرارات التي تظطلع بها ادارة العمليات والمتعلقة بالمنتوج والعمليات التحويلية والطاقة والمخزون والجودة ضرورية لادارة اي نشاط كالوظائف الادارية الاخرى (مالية والموارد البشرية والتسويق وغيرها), فعلى سبيل

المثال لا الحصر ان اعداد التقارير المالية او البرامج التدريبية او كتابة مشاريع البحوث والاطاريح والرسائل الجامعية في حقيقة الامر ماهي الا نظم انتاج يجب ان تستند الى قرارات ادارة العمليات.

ان استخدام عنوان" ادارة الانتاج والعمليات" المعتمد في الكثير من الاديبات العربية و تضمين المصطلحين ضمن عنوان واحد غير دقيق من الناحية العلمية لانه يشير الى وجود مفهومين هما الانتاج والعمليات, في حين ان العمليات كنظام تحويلي مفتوح يكون فية الانتاج او ما يعرف بالعملية التحويلة (*Process*) جزء من هذا النظام, أي ان إدارة الانتاج هي جزء من ادارة العمليات.

1- 5 : مفهوم الانتاجية و طرق قياسها

تعرف الانتاجية بانها مؤشر عن حسن الاستخدام لموارد الانتاج المتاحة المتمثلة بالمدخلات (من مواد اولية وقوة العمل والمكائن ورأسمال) في تكوين المخرجات (السلع والخدمات) خلال فترة زمنية معينة. ان الانتاجية كمقياس هي علاقة تعكس نسبة المخرجات (الطاقة الفعلية) الى المدخلات(الطاقة المتاحة) اي مقدار مساهمة الوحدة الواحدة المصروفة من المدخلات في تكوين المخرجات خلال فترة زمنية محددة.

تأسيسا على ما سبق فان مفهوم الانتاجية كمقياس يختلف عن مفهوم الانتاج (*Production*) والذي يقصد به عملية معالجة المواد الاولية وتحويلها الى سلع وخدمات, أي ان الانتاج بهذا المعنى هو المرادف الى مصطلح العمليات التحويلية (*Process*).

تقاس الانتاجية باستخدام المؤشرات الاتية :

اولا: الانتاجية الكلية هي نسبة المخرجات الكلية (حجم الانتاج او قيمته او حجم المبيعات او قيمتها) خلال فترة زمنية محددة الى قيمة المدخلات الكلية (ساعات

العمل او الاجور والطاقة والمواد الاولية والمكائن و رأسمال وغيرها) خلال نفس الفترة بموجب المعادلة الاتية:

الانتاجية الكلية = (كمية او قيمة المخرجات)÷(قيمة المدخلات الكلية)

من الضروري الاشارة هنا الى ان المدخلات الكلية (مقام المعادلة اعلاه) المتمثلة بالمادة الاولية وقوة العمل والمكائن ورأسمال تقاس بوحدات مختلفة فقوة العمل تقاس بعدد العمال او ساعات العمل, والمواد الاولية تقاس بالوحدات او الوزن, والمكائن بعددها او ساعات العمل ورأسمال بالنقد, لذلك من الصعب احتساب الانتاجية الكلية ما لم يتم توحيد وحدة القياس لجميع المدخلات والتعبير عنها بالنقد.

اما المخرجات فقد يعبر عنها بالوحدات مثل حجم الانتاج او قيمة الانتاج او حجم المبيعات او قيمتها خلال فترة زمنية محددة، وبالتالي فان الانتاجية الكلية تمثل انتاجية الوحدة النقدية(دينار او دولار وغيرها) المصروفة على المدخلات لتكوين المخرجات بالنقد او بالوحدات.

ثانيا: الانتاجية الجزئية هي مقدار مساهمة الوحدة الواحدة لكل عنصر من عناصر المدخلات في تكوين او انتاج المخرجات، اي نسبة المخرجات الكلية (حجم الانتاج او قيمته او حجم المبيعات او قيمتها) خلال فترة زمنية الى قيمة او كمية احدى المدخلات (ساعات العمل او الاجور او الطاقة او المواد الاولية او المكائن او رأسمال وغيرها) خلال نفس الفترة, وتقاس الانتاجية الجزئية بموجب المعادلات الاتية:

- **انتاجية العامل** تمثل مقدار مساهمة العامل الواحد في تحقيق المخرجات وتقاس بالمعادلة الاتية:

الانتاجية للعامل = (قيمة او كمية المخرجات)÷ (عدد العمال)

- **انتاجية ساعات العمل** تمثل مقدار مساهمة ساعة العمل الواحدة في تحقيق المخرجات وتقاس بالمعادلة الاتية:

انتاجية ساعات العمل = (قيمة او كمية المخرجات)÷(عدد ساعات العمل)

- **انتاجية الاجور:** تمثل مقدار مساهمة الوحدة النقدية (دينار او دولار وغيرها) المصروفة على الاجور في تحقيق المخرجات, وتقاس بالمعادلة الاتية:

انتاجية الأجور = (قيمة او كمية المخرجات)÷(الاجور)

- **انتاجية المواد:** تمثل مقدار مساهمة الوحدة المصروفة من المواد(متر,كغم الواحد ..الخ) في تحقيق المخرجات وتقاس بالمعادلة الاتية:

انتاجية المواد = (قيمة او كمية المخرجات)÷(كمية او قيمة المواد)

- **الانتاجية الماكنة** تمثل مقدار مساهمة الماكنة الواحدة او قيمتها في تحقيق المخرجات وتقاس بالمعادلة الاتية:

انتاجية الماكنة = (قيمة او كمية المخرجات)÷(عدد او قيمة المكائن)

- **انتاجية ساعة العمل للماكنة:** تمثل مقدار مساهمة الساعة الواحدة من عمل المكائن في تحقيق المخرجات وتقاس بالمعادلة الاتية:

انتاجية ساعة العمل للماكنة = (قيمة او كمية المخرجات)÷(عدد ساعات عمل المكائن)

- **انتاجية الطاقة الكهربائية**: تمثل مقدار مساهمة الوحدة المصروفة من الطاقة(كيلو واط) في تحقيق المخرجات وتقاس بالمعادلة الاتية:

انتاجية الطاقة الكهربائية = (قيمة او كمية المخرجات)÷(قيمة او كمية الطاقة)

- **انتاجية رأسمال** تمثل مقدار مساهمة الوحدة النقدية (الدينار او اي عمله اخرى) المستثمرة من رأسمال في تحقيق المخرجات وتقاس بالمعادلة الاتية:

انتاجية رأسمال = (قيمة او كمية المخرجات)÷(قيمة رأسمال)

ثالثا: انتاجية العوامل المتعددة :هي مقدار مساهمة الوحدة النقدية لعدد من المخلات في تكوين المخرجات بموجب المعادلة الاتية:

انتاجية العوامل المتعددة= (قيمة او كمية المخرجات)÷(قيمة عدد من المدخلات)

وبشكل عام بخصوص مفياس الانتاجية لابد من التأكيد على ما يلي:

1- اذا كانت مدخلات مؤشر الانتاجية معبر عنها بالنقد فنتيجة المعادلة تعبر عن انتاجية الوحدة النقدية (الدينار الواحد مثلا) المصروف على المدخلات في تكوين المخرجات, آما اذا كانت مدخلات المعادلة معبر عنها بالكميات فالنتيجة تمثل انتاجية كغم الواحد من المادة الاولية او انتاجية كيلو واط الواحد من الطاقة او انتاجية الماكنة او العامل او ساعات العمل في تكوين المخرجات وهكذا بالنسبة لبقية المدخلات.

2- ان الانتاجية كمؤشر لا يمكن التعويل عليه ما لم يتم مقارنته برقم اخر, فالإنتاجية تصبح مؤشر ذات قيمة اقتصادية في حالة مقارنتها بإنتاجية عامل اخر او ماكنة اخرى او شركة اخرى او مقارنتها بإنتاجية نفس العامل او نفس الماكنة او نفس الشركة على فترات مختلفة وهذا ما يعرف بالتغير في الانتاجية, اذ ان التغير في الانتاجية سيعكس مقدار الزيادة او الانخفاض في الانتاجية.

$$\text{التغيير في الانتاجية الكلية} = \frac{\text{انتاجية الكلية للفترة الحالية - انتاجية الكلية لفترة الاساس}}{\text{انتاجية الكلية لفترة الاساس}} \times 100$$

$$\text{التغيير في الانتاجية الجزئية} = \frac{\text{انتاجية الجزئية للفترة الحالية - انتاجية الجزئية لفترة الاساس}}{\text{انتاجية الجزئية لفترة الاساس}} \times 100$$

$$\text{التغيير في انتاجية العوامل المتعددة} = \frac{\text{انتاجية المتعددة للفترة الحالية - انتاجية المتعددة لفترة الاساس}}{\text{انتاجية المتعددة لفترة الاساس}} \times 100$$

3- مؤشر الانتاجية يمثل الى أي مدى ارتفعت او انخفضت انتاجية الفترة الحالية مقارنة بانتاجية فترة الاساس ويقاس بالمعادلات الاتية:

$$\text{مؤشر الانتاجية الكلية} = \frac{\text{انتاجية الكلية للفترة الحالية}}{\text{انتاجية الكلية لفترة الاساس}} \times 100$$

$$\text{مؤشر الانتاجية الجزئية} = \frac{\text{الانتاجية الجزئية للفترة الحالية}}{\text{انتاجية الجزئية لفترة الاساس}} \times 100$$

$$\text{مؤشر الانتاجية المتعددة} = \frac{\text{انتاجية المتعددة للفترة الحالية}}{\text{انتاجية المتعددة لفترة الاساس}} \times 100$$

4- ان مقاييس الانتاجية تكمل بعضها البعض, فالإنتاجية الكلية تعكس مقدار مساهمة جميع المدخلات في تكوين المخرجات دون التمييز بمقدار مساهمة لكل عنصر من عناصر المدخلات, في حين الانتاجية الجزئية او متعددة العوامل تبين مقدار المساهمة لكل عنصر او اكثر من المدخلات بشكل مستقل.

مثال (1): البيانات الاتية المستخلصة من سجلات احدى الشركات المتخصصة بتعبئة المياه المعدنية للسنتين 2000 و 2001.

التفاصيل	سنة 2000	وحدة القياس	سنة 2001
كمية الانتاج السنوي	4000	وحدة	5000
ساعات العمل المباشر	400	ساعة عمل	560
اجور العمل المباشر	3000	دولار	5000
الطاقة المستهلكة	8000	Kw/h	900
كلفة الطاقة	500	دولار	600
المواد الاولية	2000	كغم	1500
كلفة المواد الاولية	1000	دولار	900

المطلوب:1- حساب الانتاجية الكلية للسنتين 2000 و 2001, 2- حساب التغيير بالإنتاجية الكلية باعتبار سنة 2000 هي سنة الاساس, 3- حساب مؤشر الانتاجية الكلية, 4- حساب الانتاجية الجزئية لكل عنصر من عناصر المدخلات, 5- حساب التغيير بالإنتاجية الجزئية ومؤشر الانتاجية الجزئية, 6-حساب الانتاجية المتعددة العوامل (الطاقة والمواد الاولية), 7- حساب التغيير بالإنتاجية المتعددة العوامل ومؤشر الانتاجية المتعددة العوامل.

الانتاجية الكلية = (لمخرجات)÷ (المدخلات الكلية)

الانتاجية الكلية= لمخرجات ÷ (اجور العمل+ كلفة الطاقة+قيمة المواد الاولية)

الانتاجية الكلية لسنة 2000 =(4000 وحدة) ÷(3000+500+1000)

= 0.89 وحدة / دولار.

الانتاجية الكلية لسنة 2001 = (5000 وحدة) ÷ (5000+600+900)

= 0.77 وحدة / دولار.

ثانيا: التغيير في الانتاجية الكلية ومؤشر الانتاجية الكلية:

$$\text{التغيير في الانتاجية} = \frac{\text{(انتاجية سنة 2001- انتاجية سنة 2000)}}{\text{انتاجية سنة 2000}} \times 100$$

$$\text{التغيير في الانتاجية الكلية} = \frac{(0.89 - 0.77)}{0.89} \times 100$$

= - 13.5 % (انخفاض).

يعني ان انتاجية سنة 2001 انخفضت بمقدار (13.5%) بالمقارنة مع سنة 2000

ثالثا : مؤشر الانتاجية الكلية= $\frac{\text{انتاجية سنة 2001}}{\text{انتاجية سنة 2000}} \times 100$

$$\text{مؤشر الانتاجية الكلية} = \frac{(0.77)}{(0.89)} \times 100 = 86.5\ \%$$

رابعا : الانتاجية الجزئية

1- انتاجية ساعات العمل

انتاجية العمل(ساعات العمل)= المخرجات ÷ ساعات العمل

الانتاجية الجزئية لساعات العمل لسنة 2000 = 4000 وحدة ÷ 400ساعة عمل

= 10 وحدة / ساعة عمل.

الانتاجية الجزئية لساعات العمل لسنة 2001 = 5000 وحدة ÷ 560 ساعة عمل

= 8.93 وحدة / ساعة عمل.

2- انتاجية الاجور (المدخلات بالنقد)

الانتاجية الجزئية لاجور العمل لسنة 2000 = 4000 وحدة ÷ 3000 دولار

= 1.33 وحدة / دولار.

الانتاجية الجزئية لاجور العمل لسنة 2001 = 5000 وحدة ÷ 5000 دولار

= 1 وحدة / دولار.

3- انتاجية الطاقة بالوحدات:

انتاجية الجزئية الطاقة لسنة 2000= 4000 وحدة ÷ 8000 كيلو واط.

= 0.5 وحدة / كيلو واط.

انتاجية الجزئية الطاقة لسنة 2001= 5000 وحدة ÷ 9000 كيلو واط

= 0.56 وحدة / كيلو واط.

4- انتاجية الطاقة بالنقد:

انتاجية الجزئية الطاقة لسنة 2000= 4000 وحدة ÷ 500 دولار

= 8 وحدة / دولار.

انتاجية الجزئية الطاقة لسنة 2001= 5000 وحدة ÷ 600 دولار

= 8.3 وحدة / دولار.

5- انتاجية المواد بالوحدات:

انتاجية المواد لسنة 2000 = 4000 وحدة ÷ 2000 كغم= 2 وحدة / كغم.

انتاجية المواد لسنة 2001 = 5000 وحدة ÷ 1500 كغم= 3.3 وحدة / كغم.

6- انتاجية المواد بالنقد:

انتاجية كلف المواد لسنة 2000= 4000 وحدة ÷ 1000 دولار

= 4 وحدة / دولار.

انتاجية كلف المواد لسنة 2001= 5000 وحدة ÷ 900 دولار

= 5.6 وحدة / دولار.

خامسا : حساب التغيير بالإنتاجية الجزئية ومؤشر الانتاجية الجزئية:

1- التغيير في الانتاجية الجزئية لساعات العمل= (انتاجية سنة 2001 - انتاجية سنة2000) / انتاجية سنة 2000 ×100

التغيير في الانتاجية الجزئية لساعات العمل = $\frac{(10 - 8.93)}{10} \times 100 = (-10.7\%)$.

2- مؤشر الانتاجية الجزئية لساعات العمل= $\frac{\text{انتاجية سنة 2001}}{\text{انتاجية سنة 2000}} \times 100$

مؤشر الانتاجية الجزئية لساعات العمل = $\frac{8.93}{10} \times 100 = 89.3\%$

التغيير في الانتاجية الجزئية (الاجور)= $\frac{(1.33-1)}{1.33} \times 100 = -24.8\%$

مؤشر الانتاجية الجزئية للأجور= $\frac{1}{1.33} \times 100 = 75.2\%$

وبنفس الطريقة يمكن حساب التغيير بالإنتاجية الجزئية ومؤشر الانتاجية للطاقة و المواد بالوحدات وبالكلف.

سادسا : حساب الانتاجية المتعددة العوامل (الطاقة والمواد الاولية):

1- **الانتاجية المتعددة العوامل=المخرجات÷ (كلفة المواد الاولية +كلفة الطاقة)**

الانتاجية المتعددة العوامل لسنة2000= 4000وحدة ÷(1000دولار+500 دولار)

= 2.7 وحدة/ دولار.

الانتاجية المتعددة العوامل لسنة 2001=5000وحدة ÷ (900دولار+600 دولار)

= 3.3 وحدة/ دولار.

2- التغيير في الانتاجية المتعددة العوامل = $\frac{\text{(انتاجية سنة 2001 - انتاجية سنة2000)}}{\text{انتاجية سنة 2000}} \times 100$

$$\text{التغيير في الانتاجية المتعددة العوامل} = \frac{(2.7 - 3.3)}{2.7} \times 100 = 22.2\ \%$$

$$\text{3- مؤشر الانتاجية المتعددة العوامل} = \frac{\text{انتاجية سنة 2001}}{\text{انتاجية سنة 2000}} \times 100$$

$$\text{4- مؤشر الانتاجية المتعددة العوامل} = \frac{3.3}{2.7} \times 100 = 122.2\ \%$$

مثال(2): يسعى احد المنتجين لأجراء مقارنة بين الزيادة في انتاجية مصنعه والزيادة في انتاجية المصانع المنافسة والتي بلغ معدلها(20%), علما ان المصنع يعمل (60) يوم بالفصل الواحد, وقد توفرت لديك البيانات الاتية:

البيانات	وحدة القياس	الفصل الثالث	الفصل الرابع
حجم الانتاج	وحدة	6000	5400
عدد العمال	عامل	10	12
اجرة ساعة العمل الواحدة	دولار	25	20
عدد ساعات العمل في اليوم	ساعة	8	5
كمية المواد الاولية	كغم	5000	3000
كلفة المواد الاولية	دولار	15000	9000
مصاريف اخرى	دولار	15000	9000

المطلوب: 1-حساب الانتاجية الكلية للفصلين, 2-حساب التغير في الانتاجية الكلية, 3-حساب مؤشر الإنتاجية الكلية, 4-حساب الانتاجية الجزئية للعمل(للأجور وساعات العمل و للعامل) والمواد الاولية (بالوحدات والنقد) والمصاريف الاخرى للفصلين, 5- حساب التغير في الانتاجية الجزئية للعامل للفصلين باعتبار الفصل الثالث هو الاساس, 6-حساب الانتاجية المتعددة العوامل للعمل والمواد للفصلين, 7- هل تعتقد ان التغير في انتاجية المصنع افضل من المصانع المنافسة, ولماذا؟

اولا : الانتاجية الكلية:

1- الانتاجية الكلية للفصل الثالث = المخرجات ÷ المدخلات الكلية

الانتاجية الكلية للفصل الثالث=المخرجات ÷ (اجور العمل+ كلفة المواد+ المصاريف الاخرى)

= 6000 وحدة÷[(60 يوم × 8 ساعة × 10 عامل × 25 دولار) + 15000 + 15000]

= 6000 وحدة ÷(120000 + 15000 + 15000) دولار.

= 0.04 وحدة / دولار.

الانتاجية الكلية للفصل الرابع = المخرجات÷ (اجور العمل+ كلفة المواد+ المصاريف الاخرى)

= 5400 وحدة ÷ [(60 يوم × 5 ساعة × 12 عامل × 20 دولار) + 9000 + 9000]

= 5400 وحدة ÷(72000 + 9000 + 9000) دولار

= 0.06 وحدة / دولار.

ثانيا- التغيير في الانتاجية الكلية:

$$\text{التغيير في الانتاجية الكلية} = \frac{\text{(انتاجية الكلية الفصل الرابع - انتاجية الكلية الفصل الثالث)}}{\text{انتاجية الكلية الفصل الثالث}} \times 100$$

$$\text{التغيير في الانتاجية الكلية} = \frac{(0.04 - 0.06)}{0.04} \times 100 = 50\ \%$$

أي ان الانتاجية الكلية للفصل الرابع ارتفعت بمقدار (50%) عن انتاجية الفصل الثالث

ثالثا- مؤشر الانتاجية الكلية:

$$\text{مؤشر الانتاجية الكلية} = \frac{\text{انتاجية الكلية الفصل الرابع}}{\text{انتاجية الكلية الفصل الثالث}} \times 100$$

$$\text{مؤشر الانتاجية} = \frac{(0.06)}{(0.04)} \times 100 = 150\%$$

مؤشر الانتاجية الكلية يعكس حدوث ارتفاع بإنتاجية الفصل الرابع بمقدار (150%).

رابعا- الانتاجية الجزئية (ملاحظة ان كل عنصر من عناصر المدخلات يمكن التعبير عن انتاجيته بالنقد او بالكمية فالعمل يمكن التعبير عنه بإنتاجية الاجور وساعات العمل وانتاجية المواد يمكن التعبير عن بكمية المواد وكلف المواد هكذا لبقية المدخلات كالطاقة والمكائن).

1- انتاجية العمل (انتاجية الاجور او ساعات العمل او العامل)

- انتاجية الاجور للفصل الثالث = المخرجات ÷ الاجور

= 6000 وحدة ÷ (60يوم × 8 ساعة × 10عمال × 25 دولار)

= 0.05 وحدة / دولار.

- انتاجية الاجور للفصل الرابع = المخرجات ÷الاجور

= 5400 وحدة÷(60يوم × 5 ساعة × 21عمال × 20 دولار)

= 0.075 وحدة / دولار.

- انتاجية ساعات العمل للفصل الثالث = 6000 وحدة ÷ (60يوم × 8 س×10ع)

= 6000 وحدة ÷ 4800 ساعة عمل

= 1.25 وحدة /ساعة عمل.

- انتاجية ساعات العمل للفصل الرابع = 5400 وحدة ÷ (60يوم × 5 س × 12ع)

= 5400 وحدة ÷ 3600 ساعة عمل

= 1.5 وحدة /ساعة عمل.

- انتاجية العامل للفصل الثالث= المخرجات ÷ عدد العمال

= 6000 وحدة ÷ 10 عمال

= 600 وحدة / عامل.

- انتاجية العامل للفصل الرابع = المخرجات ÷ عدد العمال

= 5400 وحدة ÷ 12 عمال

= 450 وحدة / عامل.

- انتاجية المواد الاولية للفصل الثالث(بالوحدات) = 6000 وحدة ÷ 5000 كغم

= 1.2 وحدة /كغم.

- انتاجية المواد الاولية للفصل الرابع(بالوحدات) = 5400 وحدة ÷ 3000 كغم

= 1.8 وحدة /كغم.

- انتاجية كلفة المواد للفصل الثالث = 6000 وحدة ÷ 15000 دولار

= 0.4 وحدة /دولار.

- انتاجية كلفة المواد للفصل الرابع = 5400 وحدة ÷ 9000 دولار

= 0.6 وحدة /دولار.

- انتاجية المصاريف الاخرى للفصل الثالث = 6000 وحدة ÷ 15000 دولار

= 0.4 وحدة /دولار.

- انتاجية المصاريف الاخرى للفصل الرابع = 5400 وحدة÷9000 دولار

= 0.6 وحدة /دولار.

خامسا : التغيير في الانتاجية الجزئية:

$$\text{التغيير في الانتاجية الجزئية للعامل} = \frac{\text{(انتاجية الجزئية الفصل الرابع - انتاجية الجزئية الفصل الثالث)}}{\text{انتاجية الجزئية الفصل الثالث}} \times 100$$

$$\text{التغيير في الانتاجية للعامل} = \frac{(600 - 460)}{600} \times 100 = (-25\%) \text{ انخفاض}$$

أي ان الانتاجية الجزئية للعامل للفصل الرابع انخفضت بمقدار (25%)عن انتاجية الفصل الثالث.

مؤشرات الانتاجية الجزئية:

$$\textbf{مؤشر الانتاجية الجزئية} = \frac{\textbf{انتاجية الجزئية الفصل الرابع}}{\textbf{انتاجية الجزئية الفصل الثالث}} \times \textbf{100}$$

$$\text{مؤشر الانتاجية الجزئية لساعة العمل} = \frac{450}{600} \times 100 = 75\%$$

مؤشر الانتاجية الكلية الجزئية لساعات العمل يعكس انخفاض انتاجية الفصل الرابع الى (75%)

وبنفس الطريقة يمكن حساب التغير في الانتاجية الجزئية ومؤشر الانتاجية الجزئية لكل عنصر من عناصر المدخلات سواء كان معبر عنة بالكمية او بالنقد.

سادسا : حساب الانتاجية المتعددة العوامل للعمل والمواد:

- الانتاجية المتعددة العوامل للفصل الثالث= المخرجات ÷ (الاجور + كلفة المواد)

= 6000 وحدة ÷ (72000 + 9000)دولار

= 0.074 وحدة/ دولار.

- الانتاجية المتعددة العوامل للفصل الرابع = المخرجات ÷ (الاجور + كلفة المواد)

= 5400 وحدة ÷ (120000 + 15000)دولار

= 0.040 وحدة/ دولار.

سابعا : تحليل التغيير بالإنتاجية الكلية للشركة: ان انتاجية الكلية للمصنع قد زادت بمقدار (50%) في الفصل الرابع عن ما كانت علية في الفصل الثالث. ان هذه الزيادة اكبر من الزيادة في المصانع المنافسة والبالغة (20%) ، أي ان الوضع الاقتصادي للمصنع افضل من المنافسين.

مثال (3) ترغب احدى الشركات لأجراء مقارنة بين انتاجيتها مع انتاجية شركة المنافسة لها والتي سجلت زيادة مقدارها (10%), علما ان الشركة تعمل (50) اسبوع سنويا, و(5) ايام في الاسبوع .وقد توفرت لديك البيانات الاتية:

البيانات	وحدة القياس	سنة 2012	سنة 2013
قيمة الانتاج	دولار	3000000	2700000
عدد العمال	عامل	100	120
اجرة ساعة العمل الواحدة	دولار	25	20
عدد ساعات العمل في اليوم	ساعة	8	7
كمية المواد الاولية	كغم	250000	150000
كلفة كغم المواد الاولية	دولار	2	2
مصاريف اخرى	دولار	45000	18000

المطلوب: 1- حساب الانتاجية الكلية للسنتين, 2- حساب التغير في الانتاجية الكلية و مؤشر الإنتاجية الكلية, 3- حساب الانتاجية الجزئية للعامل للسنتين و التغير في الانتاجية الجزئية للعامل باعتبار سنة 2012 هي الاساس, 4- حساب الانتاجية الجزئية لكلفة المواد الاولية للسنتين, 5- هل تعتقد ان التغير في انتاجية الشركة افضل من الشركة المنافسة؟ ولماذا؟

اولا: الانتاجيةالكلية =قيمةالانتاج ÷ (اجور العمل+كلفة المواد+مصاريف الاخرى)

الانتاجية الكلية لسنة 2012 :

= 3000000 دولار÷ [(50×5×8×100×25) + (2×250000)+45000] دولار

= 0.54 دولار/ دولار.

الانتاجية الكلية لسنة 2013:

= 2700000 دولار÷ [(50 ×5 ×7 ×120 ×20) +(2×150000)+18000]دولار

= 0.60 دولار/ دولار.

ثانيا:- التغيير في الانتاجية الكلية ومؤشر الانتاجية الكلية:

التغيير في الانتاجية الكلية= (انتاجية سنة 2013 - انتاجية سنة 2012) / انتاجية سنة 2012 × 100

التغيير في الانتاجية الكلية = (0.54 – 0.60) / 0.54 × 100 = 11 %

مؤشر الانتاجية الكلية = انتاجية سنة 2013 / انتاجية سنة 2012 × 100

مؤشر الانتاجية الكلية = 0.60 / 0.54 ×100 = (111%)

ثالثا :- الانتاجية الجزئية و التغير في الانتاجية للعامل:

انتاجية العامل لسنة 2012 = قيمة الانتاج ÷ عدد العمال

= 3000000 دولار ÷ 100 عامل

= 30000 **دولار/ عامل.**

انتاجية العامل لسنة 2013= قيمة الانتاج ÷ عدد العمال

= 2700000 دولار ÷ 120 عامل

= 22500 **دولار/ عامل.**

التغيير في الانتاجية الجزئية للعامل= انتاجية سنة 2013 - انتاجية سنة2012 / انتاجية سنة 2012 × 100

$$\text{التغيير في الانتاجية الجزئية للعامل} = \frac{30000 - 22500}{3000} \times 100 = -25\ \%$$

رابعا :

انتاجية كلفة المواد لسنة 2012 = 3000000 دولار÷(250000 كغم × 2 دولار)

= 6 دولار /دولار.

انتاجية كلفة المواد لسنة 2013= 2700000 دولار ÷ (150000 كغم × 2 دولار)

= 9 دولار /دولار.

خامسا:

تحليل التغيير بالإنتاجية للشركة

ان انتاجية سنة 2013 قد ارتفعت بمقدار(11%) عن انتاجية سنة الاساس 2012, اما انتاجية المنافسين فكانت الزيادة (10%) أي ان انتاجية الشركة افضل من المنافسين.

مثال (4): توفرت لديك البيانات في الجدول الاتي لشركة صناعية للعامين 2013 و2014 .

المطلوب: 1. حساب الانتاجية الكلية للسنتين (المخرجات بالنقد), 2. الكلية حساب التغير في الانتاجية الكلية, 3. حساب مؤشر الإنتاجية الكلية, 4 . حساب الانتاجية الجزئية لساعات العمل للسنة2013(المخرجات والمدخلات بالوحدات), 5. حساب الانتاجية المتعددة العوامل للشركة لعنصري ساعات العمل والمواد الاولية ولسنة 2013 فقط (المخرجات بالوحدات).

البيانات	وحدة القياس	سنة 2013	سنة 2014
سعر البيع للوحدة الواحدة	دولار	8	6
عدد الوحدات المباعة	وحدة	500000	600000
عدد ساعات العمل	ساعة	25000	28000
كلفة ساعة العمل	دولار	4	5
كمية المواد الاولية	كغم	10000	12000
كلفة كغم المواد الاولية	دولار	5	5
حجم الطاقة	كيلو واط	25000	25000
كلفة كيلو واط الواحد	دولار	2	2

الانتاجية الكليةلسنة 2013:

= قيمة المخرجات ÷(اجور العمل + كلفة المواد + كلفة الطاقة)

=(8× 500000)÷ [(4 × 25000) + (5×10000) + (2×25000)]

= 20 دولار/ دولار.

الانتاجية الكليةلسنة 2014:

= قيمة المخرجات ÷ (اجور العمل + كلفة المواد + كلفة الطاقة)

=(6× 600000)÷[(5 × 28000) + (5×12000) + (2×28000)]

= 14.1 دولار/ دولار.

ثانيا: التغيير في الانتاجية الكلية ومؤشر الانتاجية الكلية:

$$\text{التغيير في الانتاجية} = \frac{\text{انتاجية سنة 2014 - انتاجية سنة 2013}}{\text{انتاجية سنة 2013}} \times 100$$

التغيير في الانتاجية = $\frac{20 - 14.1}{20} \times 100$ =(- 29.5 %) انخفاض بالإنتاجية.

ثالثا: مؤشر الانتاجية الكلية:

$$\text{مؤشر الانتاجية} = \frac{\text{انتاجية سنة 2014}}{\text{انتاجية سنة 2013}} \times 100$$

$$\text{مؤشر الانتاجية} = \frac{14.1}{20} \times 100 = (71.5\ \%)$$

رابعا:- الانتاجية الجزئية لساعة العمل:

انتاجية الجزئية لساعة العمل لسنة 2013 = 500000 وحدة ÷ 25000 ساعة = 20 وحدة/ ساعة عمل.

خامسا:- الانتاجية متعددة العوامل

الانتاجية متعددة العوامل لسنة 2013 :

= 500000 وحدة ÷ [(25000 × 4) + (10000 × 5) = 3.3 وحدة / دولار

مثال (5): تسعى ادارة احد المصانع لأجراء مقارنة بين انتاجية مصنعها انتاجية المصانع المنافسة تشير المعطيات في حصول انخفاض مقداره (10%), علما ان حجم انتاج المصنع في الشهر الثاني قد انخفض بمقدار (5%) عن حجم انتاج الشهر الاول والبالغ (6000) وحدة, كما ان المصنع يعمل (25) يوم بالشهر الواحد وقد توفرت لديك البيانات الاتية:

البيانات	وحدة القياس	الشهر الاول	الشهر الثاني
عدد العمال	عامل	14	12
اجرة ساعة العمل الواحدة	دولار	10	15
عدد ساعات العمل في اليوم	ساعة	5	8
كلفة المواد	دولار	10000	11000
مصاريف اخرى	دولار	9000	12000

المطلوب: 1. حساب الانتاجية الكلية للشهرين, 2.حساب التغير في الانتاجية الكلية, 3. حساب الانتاجية الجزئية لساعة العمل للشهرين, 4. حساب التغير في الانتاجية الجزئية لساعات العمل, 5. هل تعتقد ان التغير في انتاجية المصنع افضل من المصانع المنافسة؟ ولماذا؟

اولا : الانتاجية الكلية:

حجم الانتاج في الشهر الثاني = 6000 – (6000 × 5%) = 5700 وحدة

الانتاجية الكلية لشهر الاول:

= 6000 وحدة ÷ [(25×5×14×10) +(10000 +9000]

= 0.16 وحدة / دولار.

الانتاجية الكلية لشهر الثاني:

= 5700 وحدة ÷ [(25×8×12×15) + 11000 + 12000]

= 0.10 وحدة / دولار.

ثانيا :التغيير في الانتاجية الكلية $= \frac{0.16 - 0.10}{0.16} \times 100 = (-\ 37.5\%)$انخفاض.

ثالثا :الانتاجية الجزئية لساعات العمل لشهر الاول:

= 6000 وحدة ÷ (5 × 14 × 25) ساعة عمل

= 3.4 وحدة / ساعة عمل.

رابعا :الانتاجية الجزئية لساعات العمل لشهر الثاني:

= 5700 وحدة ÷ (25 × 12 × 8) ساعة عمل

= 2.4 وحدة / ساعة عمل.

$$\text{خامسا :التغيير في الانتاجية الجزئية(ساعات العمل)} = \frac{(3.4 - 2.4)}{3.4} \times 100$$

= - (29.4 %) انخفاض.

التعليق: ان انتاجية المصنع هي اسوء من انتاجية المنافسين لأنها انخفضت بمقدار 37.5% في حين انخفاض انتاجية المنافسين انخفضت بمقدار 10%.

في بعض الاحيان اذا كان عنصر المدخلات على شكل انواع مختلفة من المواد الاولية, او المكائن او قوة العمل. في هذه الحالة سيتم التعامل مع كل نوع باعتباره مدخل مستقل, ولبيان الكيفية التي يتم من خلالها حساب الانتاجية الكلية والجزئية ومتعددة العوامل نورد المثال الاتي :

مثال(6): تستخدم ورشة نجاره ثلاثة انواع من الخشب(درجة اولى وثانية وثالثة) وكانت كلفة المتر المربع من كل نوع كما يلي(50), و (37) و (25) دولار على التوالي خلال الفصل الثالث والرابع من عام 2012 علما ان الانتاج في الفصل الرابع قد زاد بنسبة (25%) عن الفصل الثالث البالغ (6000) وحدة؟

المطلوب: 1. حساب الانتاجية الكلية للفصلين الثالث والرابع, 2 . حساب التغير في الانتاجية الكلية, 3 . حسب الانتاجية الجزئية للخشب درجة اولى (بالوحدات) وقد توفرت لديك البيانات الاتية:

نوع الخشب	وحدة القياس	الفصل الثالث	الفصل الرابع
درجة الاولى	م^3	500	400
درجة الثانية	م^3	300	400
درجة الثالثة	م^3	150	225

اولا - استخراج حجم الانتاج للفصل الرابع بالمعادلة الاتية:

حجم الانتاج للفصل الرابع:

= حجم الانتاج للفصل الثالث + 25 % من حجم الانتاج للفصل الثالث

= 6000 + (6000 × 25%) = 7500 وحدة.

1- الانتاجية الكلية للفصل الثالث:

= المخرجات ÷ (كلف الخشب النوع الاول + كلفة الخشب النوع الثاني + كلفة الخشب النوع الثالث)

= 6000 وحدة ÷ [(500م^3 × 50) + (300م^3 × 37) +(150م^3 × 25)]

= 0.15 وحدة / دولار.

2- الانتاجية الكلية للفصل الرابع:

= المخرجات ÷ (كلف الخشب النوع الاول + كلفة الخشب النوع الثاني + كلفة الخشب النوع الثالث)

= 6000 وحدة **÷ [**(400م^3 × 50) + (400م^3 × 37) +(225م^3 × 25)**]**

= 0.19 وحدة / دولار.

ثانيا :التغير في الانتاجية الكلية = (انتاجية الفصل الرابع – انتاجية الفصل الثالث / انتاجية الفصل الثالث) × 100

$$= \frac{0.15 - 0.19}{0.15} \times 100 = 26.7\ \%.$$

ثالثا : الانتاجية الجزئية للفصلين:

1- الانتاجية الجزئية للفصل الثالث (خشب درجة اولى) = 6000 وحدة ÷ 500 م^3

= (12) وحدة / م^3

2 - الانتاجية الجزئية للفصل الرابع(خشب درجة اولى) = 7500 وحدة ÷ 400 م^3

= (18.75) وحدة / م^3

مثال7: الجدول يبين انتاجية شركة بغداد للمشروبات الغازية خلال الستة الاشهر الاولى من عام 2013

الشهر	1	2	3	4	5	6
الانتاجية	1.26	1.22	1.29	1.3	1.1	1.05

المطلوب: حساب مؤشر والتغيير في الانتاجية للأشهر 2-6 مستخدما انتاجية الشهر الاول كأساس وما هو انطباعك عن اتجاه الانتاجية في الشركة.

$$\text{مؤشر الانتاجية} = \frac{\text{انتاجية الشهر}}{\text{انتاجية شهر الاساس (الاول)}} \times 100$$

$$\text{مؤشر الانتاجية للشهر الثاني} = \frac{1.22}{1.26} \times 100 = 96.8\ \%.$$

$$\text{مؤشر الانتاجية للشهر الثالث} = \frac{1.29}{1.26} \times 100 = 102.4\ \%.$$

$$\text{مؤشر الانتاجية للشهر الرابع} = \frac{1.30}{1.26} \times 100 = 103.2\ \%.$$

$$\text{مؤشر الانتاجية للشهر الخامس} = \frac{1.10}{1.26} \times 100 = 87.3\ \%.$$

مؤشر الانتاجية للشهر السادس = $\frac{1.05}{1.26} \times 100 = 83.3\ \%$.

ثانيا :التغير في الانتاجية للشهر الثاني= $\frac{\text{انتاجية الشهر الثاني – انتاجية الشهر الاول}}{\text{انتاجية الشهر الاول}} \times 100$

التغير في الانتاجية للشهر الثاني $= \frac{(1.26 - 1.22)}{1.26} \times 100 = 3.2\%-$.

التغير في الانتاجية للشهر الثالث $= \frac{(1.26 - 1.29)}{1.26} \times 100 = 2.4\%$.

التغير في الانتاجية للشهر الرابع= $\frac{(1.26 – 1.30)}{1.26} \times 100 = 3.2\%$.

التغير في الانتاجية للشهر الخامس $= \frac{(1.26 -1.10)}{1.26} \times 100 = 12,7\%-$.

التغير في الانتاجية للشهر الخامس = $\frac{(1.26 – 1.05)}{1.26} \times 100 = 16,7\%$.

ان الانطباع عن اتجاه الانتاجية في الشركة هو انخفاض انتاجية الشهر الثاني عما هو عليه في الشهر الاول بمقدار(3.2%) والتي تمثل التغير بالإنتاجية للشهر الثاني بالمقارنة مع انتاجية شهر الاساس(الاول).

96.8% - 100% = -3.2%. (انخفاض)

في حين سجلت ارتفاعا في الشهرين الثالث والرابع بمقدار2.4% و 3.2% على التوالي

102.4%- 100% = 2.4%. (ارتفاع)

103.2%-100% = 3.2%. (ارتفاع)

فيما انخفضت في الشهرين الخامس بمقدار 12,7 %وبمقدار 16.7% في الشهر السادس .

87.3% - 100%= - 12.7 %.(انخفاض)

83.3 % - 100%= - 16.7 %.(انخفاض)

وختاما فأننا نعتقد ان استخدام المبيعات او حجم الانتاج المباع في بسط معادلة الانتاجية هو اصدق وادق في التعبير عن مؤشر الانتاجية بدلا من حجم الانتاج او قيمته,لانه في بعض الاحيان قد لا يباع كل ما ينتج في فترة قياس الانتاجية وانما يبقى على شكل مخزون والذي يمثل طاقة ضائعة و رأسمال مجمد وكما سيتم تناوله في الفصل الثامن ضمن محور نظرية القيود.

اسئلة للفصل الاول

س1- ناقش العبارة الاتية:

"يعد مفهوم مصطلح ادارة العمليات (*Operations Management*) اوسع من مفهوم ادارة الانتاج (*Production Management*).

س2- علل ما يلي" يختلف مصطلح الانتاجية(*Productivity*) عن مصطلح الانتاج (*Production*) .

س3- ما هي القرارات الاساسية التي يضطلع بها مدير العمليات.

س4- ما المقصود بالميزة التنافسية وما هي انواعها.

س5- ما الفرق بين النظام الانتاج السلعي والخدمي موضح الاجابة ببعض الامثلة.

س6- و رشة نجارة لتصنيع الكراسي تعمل (6) ايام في الاسبوع وقد توفرت لديك البيانات الاتية:

البيانات	الاسبوع الاول	الاسبوع الثاني	وحدة القياس
كلفة الانتاج للوحدة	20	25	دولار
حجم الانتاج اليومي	50	35	وحدة
عدد العمال	3	2	عامل
اجرة العامل باليوم	50	40	دولار
كمية المواد الاولية	18	22	$م^3$
كلفة المتر المكعب	5	3	دولار
كلفة الطاقة	30	30	دولار

المطلوب: 1- حساب الانتاجية الكلية للأسبوعين (المخرجات بالنقد), 2- حساب التغير بالإنتاجية الكلية, 3- حساب الانتاجية الجزئية للأجور والعامل (المخرجات بالوحدات), 4- حساب مؤشر الإنتاجية الجزئية ليوم العمل, 5- حساب الانتاجية المتعددة العوامل (للعمل والطاقة) للأسبوعين على ان تكون المخرجات بالوحدات,6- حساب التغيير ومؤشر الانتاجية المتعددة العوامل (العمل والطاقة).

س7- الجدول يبين الانتاجية الكلية للشركة العامة للصناعات الكهربائية للسنوات الستة الماضية:

السنة	2009	2010	2011	2012	2013	2014
الانتاجية الكلية	22	26	29	23	15	27

المطلوب : حساب مؤشر الانتاجية لسنوات 2009 و2012 و2014 باعتبار سنة 2010 هي الاساس.

س8- يستخدم قسم الخراطة في معمل لصناعة الشبابيك البلاستيكية فئتين من العاملين (درجة اولى وثانية) وكانت اجرة ساعة العمل (500) و (300) دولار على التوالي للشهرين الاول والثاني لسنه 2014 علما ان حجم الانتاج في الشهر الثاني قد انخفض بنسبة(10%) عن الشهر والبالغ (6000) وحدة ؟

فئة العمال	ساعات العمل	
	الشهر الاول	الشهر الثاني
درجة الاولى	50	40
درجة الثانية	30	40

المطلوب: 1. حساب الانتاجية الكلية للشهرين, 2 . حساب التغير في الانتاجية الكلية, 3 . حسب الانتاجية الجزئية لأجور ساعات العمل للعمال الدرجة الاولى.

س9 - اختر الاجابة الصحيحة

1- الانتاجية كمقياس يعكس

أ- قدرة المدخلات في تكوين المخرجات. ب- النسبة المئوية للعلاقة بين المخرجات الى المدخلات. ج- نسبة المدخلات الى المخرجات.

2- ادارة العمليات هي:

ا- ادارة معالجة المواد الاولية وتحويلها الى سلع وخدمات. ب- ادارة نظام الانتاجي.

ج- علاقة بين موارد الانتاج و المخرجات.

3- بموجب البيانات ادناه

البيانات	وحدة القياس	الشهر
عدد ايام العمل	يوم	25
عدد العمال	عامل	14
اجرة ساعة العمل الواحدة	دولار	10
عدد ساعات العمل في اليوم	ساعة	5
كمية الانتاج	وحدة	6000

فان الانتاجية الجزئية لساعات العمل تساوي

ا- (3.4) دولار / وحدة . ب- (3.4) وحدة / ساعة عمل . ج- (3.4 %).

4- بموجب البيانات الاتية:

البيانات	وحدة القياس	الشهر الاول	الشهر الثاني
عدد ايام العمل	يوم	25	20
عدد العمال	عامل	14	12
اجرة ساعة العمل الواحدة	دولار	10	15
عدد ساعات العمل في اليوم	ساعة	5	8
كمية الانتاج	وحدة	6000	5000

- **ان التغير بالإنتاجية الجزئية لساعات العمل تساوي**

ا- (- 23.5%) انخفاض. ب- (23.5%) ارتفاع. ج- (23.5) وحدة / ساعة عمل.

- ان مؤشر الإنتاجية الجزئية لساعات العمل يساوي

ا- (76.5%). ب- (100%). ج- (123 %).

5- يجسد مصطلح الانتاج

ا- معالجة المواد الاولية وتحويلها الى سلع وخدمات. ب- ادارة العلاقة بين موارد الانتاج و المخرجات. ج - ادارة تشغيل النظام الانتاجي ككل.

6- تمثل استراتيجية العمليات في وحدة الاعمال

ا- الاستراتيجية الرئيسية للوحدة الاعمال. ب – الاستراتيجية الرئيسية للشركة. ج – احدى استراتيجيات الوظائف الادارية.

7- من القرارات الاساسية التي يجب ان يضطلع بها مدير العمليات هي:

ا- القرارات المتعلقة بتصميم المنتوجات والعمليات التحويلية. ب- القرارات المتعلقة بالجودة والطاقة والمخزون. ج- كل ما ذكر اعلاه.

محتويات الفصل الثاني

تخطيط وتطوير المنتوج

(*Product Planning and Development*)

1-2: مفهوم تخطيط وتطوير المنتجات

2-2: استراتيجيات تقديم المنتجات الجديدة

3-2: دورة حياة المنتوج

4-2 مراحل تطوير المنتوج الجديد

5-2 : العوامل المؤثرة في القرارات المتعلقة بتصميم المنتجات

6-2 : ادوات اتخاذ القرارات في اختيار المنتوج الجديد

الفصل الثاني

تخطيط وتطوير المنتوج

(*Product Planning and Development*)

2-1: مفهوم تخطيط وتطوير المنتجات

يعد تخطيط وتطوير المنتوج احدى القرارات الاساسية لإدارة العمليات الذي يساهم في ضمان بقاء الشركات واستمراريتها في بيئة الاعمال. ان مسؤولية تقديم المنتجات الجديدة او تطوير المنتجات الحالية تستلزم تفاعل وتكامل بين جميع وظائف الشركة كالمالية (لتحديد مصادر التمويل) والتسويق (لمعرفة حاجيات المستهلك ودرجة الرضا لديه), والتصميم الهندسي (لترجمة تلك الاحتياجات على شكل نماذج), اما دور ادارة العمليات فيبرز من خلال كون المنتجات من سلع وخدمات مقيدة بالعمليات التحويلية للنظام الانتاجي والتكنولوجيا المستخدمة.

يمثل المنتوج مخرجات العملية الانتاجية للشركات الخدمية او الصناعية. ويعرف بانه مجموعة الخصائص الملموس (السلع) وغير الملموسة (الخدمة) ذات قيمة مضافة والتي تشبع حاجة المستهلك وتحقق الرضا لدية من ناحية كما انه يساهم في تحقيق العوائد للشركة لضمان استمرارها في بيئة الاعمال من ناحية ثانية.

ان اوجه الاختلاف بين السلعة والخدمة يمكن تلخيصه بالاتي:

1- تتصف الخدمات بأنها منتجات غير ملموسة مما يجعل امر خزنها مستحيلا بعكس السلع.

2- ان الطبيعة غير الملموسة للخدمات تجعل من الصعب التنازل عن ملكيتها لطرف ثاني كما هو الحال في السلع.

3- الخدمات التي يتم انتاجها ولم تستخدم تعد تألفه اذ انها لا يمكن خزنها بسبب تزامن انتاجها مع استهلاكها بعكس السلع التي يمكن خزنها تمهيدا لبيعها في المستقبل.

4- ان سرعة التلف وعدم القدرة على التخزين للخدمات يجعل من موضوع تخطيط الطاقة الانتاجية (موارد الانتاج من ايدي عامل ومكائن ومعدات وغيرها) للمنظمات الخدمية في غاية في الصعوبة في حاله عدم تحقق الطلب الفعلي على الخدمات.

5- لا يمكن الحكم على جودة الخدمات الا بعد استخدامها من قبل المستهلك, كما ان الانطباع عن الجودة ينتقل شفويا بين الزبائن.

اما تخطيط وتطوير المنتجات فيمكن تعريفه" جميع الانشطة المتعلقة بمراجعة وتقويم المنتجات الحالية ، بهدف تطوير تلك المنتجات او التخلص منها ومن ثم تقديم منتجات جديدة بديلة عنها لها القدرة على اشباع حاجات المستهلك وتحقيق الرضا لدية بما يضمن استمرارية الشركة في تحقيق المردود الاقتصادي".

تتصف عملية التطوير للمنتجات بالاستمرارية وذلك للأسباب الاتية:

1. المنافسة الشديدة بين المنتجين.
2. الاختراعات العلمية والتطورات التكنولوجية السريعة.
3. انتهاء العمر الانتاجي للمنتجات.
4. ظهور حاجات جديدة يستلزم اشباعها.

2-2: استراتيجيات تقديم المنتجات الجديدة:

يتم تقديم المنتجات الجديد باعتماد احدى الاستراتيجيات الاساسية الاتية:

اولا : استراتيجية قيادة السوق (*Market Driven Strategy*)

تقوم هذه الاستراتيجية على قاعدة (*Make What You Can Sell*), اي انتاج ما تستطيع الشركة بيعه, وبموجب هذه الاستراتيجية فان حاجيات المستهلك

يتم تحديدها من خلال بحوث السوق او عن طريق الاتصال المباشر مع المستهلكين. اي ان السوق هو الاساس الذي تستند عليه الشركة في تقديم المنتجات الجديدة ودور ادارة العمليات يقتصر على القيام بتهيئة جميع المستلزمات اللازمة لتنفيد ما تم تحديده من قبل ادارة التسويق. ان هذه الاستراتيجية مناسبة في حالة المنتجات المعروفة للمستهلك وفي حالة المنافسة شديدة بين المنتجين.

ثانيا: استراتيجية قيادة التكنولوجيا (*Technology Driven Strategy*)

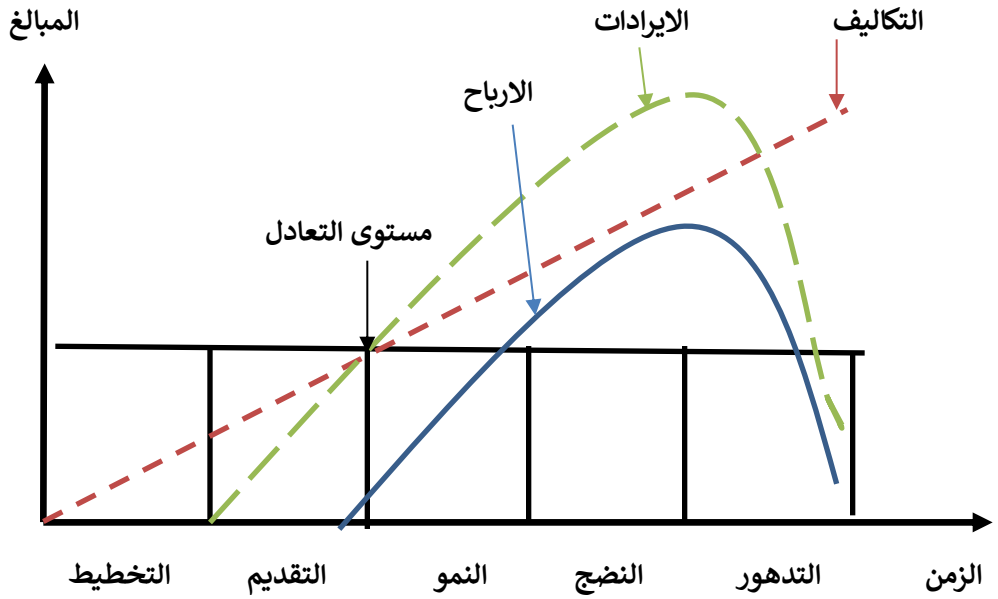
تقوم هذه الاستراتيجية على قاعدة بيع ما يمكن انتاجه (*Sell What You Can Make*).يعتمد تقديم المنتجات الجديدة بموجب هذه الاستراتيجية بالدرجة الاولى على نوع التكنولوجيا الموجودة فعلا والطاقة الانتاجية المتاحة, مع اعطاء قليل من الاعتبار للسوق .تتطلب هذه الاستراتيجية وجود اقسام انتاجية ذات تكنولوجيا مرنة تساهم في تطوير وخلق المنتجات الجديدة.اما دور ادارة التسويق فيتمثل بخلق الاسواق الجديدة او توسيعها لتصريف ما سيتم انتاجه. انها مناسبة في حالة الشركات التي تعتمد اسبقية الابداع كميزة تنافسية في استراتيجية العمليات وتعمل في ظل منافسة ضعفيه نسبيا في الاسواق.

ثالثا: استراتيجية التفاعل الوظيفي (*Functional interaction strategy*)

تستند هذه الاستراتيجية الى الجمع بين الاستراتيجيتين السابقتين, على اعتبار ان تقديم المنتجات الجديدة هي وظيفية متداخلة في طبيعتها وتتطلب تعاون وتفاعل وتكامل بين وظيفة التسويق والعمليات والتصميم الهندسي والوظائف الاخرى للشركة. اي ان تقديم المنتجات الجديدة وفقا لهذه الرؤيا يجب ان يأخذ بنظر الاعتبار الموائمة بين احتياجات المستهلك وطبيعة السوق من ناحية, ومتطلبات العمليات الانتاجية والتكنولوجيا المستخدمة حاليا والمخطط استخدامها مستقبلا من ناحية ثانية في نفس الوقت.

3-2: دورة حياة المنتوج

اظهرت الخبرة ان الطلب على المنتوج وما يرافقه من تكاليف وإيرادات و صافي الخسائر والأرباح يتبع دورة حياة نمطية وكما موضح في الشكل (2-1) والذي يتمثل بالمراحل الاتية:



الشكل (2-1)

دورة حياة المنتوج

اولا : مرحلة التخطيط (*Planning*)

تتمثل هذه المرحلة بولادة الافكار عن المنتجات الجديدة ، ومن ثم يتم تصنيف وتحويل هذه الافكار الى تصاميم نهائية .وبالتالي فان هذه المرحلة تكون سابقة لعملية الانتاج الفعلي.ان الايرادات في هذه المرحلة ستكون مساوية للصفر بسبب عدم الشروع بالإنتاج الفعلي, وتعد المصاريف المتعلقة بالجدوى الاقتصادية والبحث والتطوير والتصميم والاختبار وشراء وسائل الانتاج وغيرها جزءا من التكاليف الثابتة التي يجب استردادها لاحقا.

ثانيا: مرحلة التقديم (*Introduction*)

في هذه المرحلة يتم البدأ بتسويق المنتوج الجديد بكميات قليله بسبب ضعف الطلب وعدم معرفة المستهلك به, لذلك تكون الايرادات اقل من التكاليف. وبالتالي لا تظهر الارباح في هذه المرحلة على الرغم من ارتفاع اسعار المنتجات الجديدة. ان السعر المرتفع في هذه المرحلة مرتبط بالسياسة السعرية للشركة ورغبة بعض الزبائن في الحصول على المنتوجات التي تطرح في الاسواق لأول مرة .

ثالثا: مرحلة النمو (*Growth*)

يزداد الطلب على المنتوج في هذه المرحلة بسبب تعرف الكثير من الزبائن على المنتوج. كما ان سعر المنتوج يبقى مرتفع بسبب ضعف المنافسة مما يؤدي الى زيادة الايرادات بحيث تتساوى مع التكاليف(وهذا ما يعرف بمستوى التعادل). وقد تظهر في نهاية هذه المرحلة بوادر تؤشر الى قرب تجاوز الايرادات على التكاليف وظهور هامش من الارباح القليلة.

رابعا: مرحلة النضج(*Maturity*)

يكون الطلب في هذه المرحلة قد بلغ الذروة بسبب معرفة الزبائن بالمنتوج بشكل واسع, فضلا عن كون حجم الانتاج قد بلغ اعلى مستوياته, وتتصف المبيعات بالاستقرار وتزداد الايرادات وتقل التكاليف الكلية بسبب انخفاض حصة الوحدة الواحدة من التكاليف الثابتة, وهذا ما يؤدي الى ارتفاع نسبة الارباح.

خامسا: مرحلة التدهور (*Decline*)

تظهر في هذه المرحلة المنتجات المنافسة مما يؤدي الى انخفاض في مستوى الاسعار وحجم الطلب, كما ان تزداد المصاريف الاضافية المتعلقة بالدعاية والإعلان مما يؤدي الى زيادة في التكاليف وبالتالي ظهور الخسائر ويصبح من غير المجدي الاستمرار في عملية الانتاج.

ومن الضروري هنا التأكيد على بعض الملاحظات الاساسية المتعلقة بدورة حياة المنتجات منها :

1- ان طول دورة حياة المنتوج تختلف من منتوج للأخر وحسب طبيعته, فقد تكون الدورة لا تستغرق سواء عدد قليل من الساعات كما هو الحال في صناعة الصحف اليومية, او عدة اشهر كما في صناعة الملابس, او عدة سنوات كما في صناعة المنظفات والصابون.وهناك بعض المنتجات التي قد لا تمر بمرحلة التدهور مثل صناعة الدبابيس وماسكات الاوراق.

2- لا توجد قواعد علمية معينة لتحديد طول الفترة الزمنية لكل مرحلة من مراحل الدورة, وإنما يتم الاعتماد على الخبرة والحكم الشخصي في اغلب الاحيان في تحديدها.

3- ان التخلص من المنتجات القديمة وظهور المنتجات الجديدة هي عملية متداخلة. اي ان الشركات لا تنتظر ان يمر المنتوج بجميع مراحله حتى تبدا بعملية التخطيط والتطوير للمنتجات الجديدة, وإنما هذه العملية تكون مستمرة فقد يكون المنتوج في مرحلة التقديم او النمو ويتم البداء بمرحلة التخطيط لمنتوج جديد اخر. لان من شأن ذلك ان يحقق ضمان طلب اجمالي ثابت نسبيا على منتجات الشركة, وبالتالي استقرار مالي بدلا من حصول تقلبات واسعة في حجم وقيمة المبيعات.مثال ذلك ما نشاهده في صناعة السيارات وظهور نماذج وموديلات حديثة مع الموديلات القديمة التي لا يزال هناك طلب عليها.

4-2 مراحل تطوير المنتوج الجديد

تمر عملية تطوير المنتجات الجديدة بمراحل عديدة متمثلة بالاتي:

اولا: مرحلة توليدالافكار

تبدأ عملية تصميم المنتجات الجديدة عادة بفكرة تعبر عن حاجة معلنة او ضمنية

لدى المستهلك. وهناك مصادر عدة لولادة الافكار المعبرة عن للمنتجات الجديدة منها:

1- قسم البحث والتطوير في الشركة.

2- اقتراحات الزبائن بشكل مباشر للشركة.

3- بحوث السوق والمجهزين و رجال البيع.

4- منتجات المنافسين.

5- التطورات التكنولوجيا والعلمية.

6- القوانين والتشريعات الحكومية.

ثانيا: مرحلة المراجعة والتصفية الاولية للأفكار

عادة ما يكون من السهل الحصول على الافكار الجديدة , الا ان الصعوبة تكمن في ترجمة وتحويل هذه الافكار الى منتجات ذات قيمة مضافة وتتمتع بوجود طلب كافي عليها مع تحقيق عائد اقتصادي للشركة. ومن هنا لابد من تصفية هذه الافكار التي تكون عيوبها واضحة مثال ذلك.

1. الافكار التي لا يمكن تنفذها بسبب عدم ملائمة التكنولوجيا الحالية او تتطلب معارف وخبرات غير متوفرة حاليا.

2. الافكار التي تقوم باستنساخ المنتجات الحالية.

3. الافكار التي جربت من قبل وقد اثبت فشلها.

ثالثا: مرحلة دراسة الجدوى الاقتصادية للمنتجات الجديدة من خلال ما يلي:

1. **تحليل السوق** لتحديد فيما اذا هناك طلب كافي على المنتوج الجديد يبرر الاستثمار فيه ام لا؟ أي تحديد حجم الطلب المتوقع او ما يعرف بالفجوة التسويقية او الحصة السوقية والتي يمكن قياسها بالمعادلة الاتية :

الفجوة التسويقية = الطاقة الاستيعابية لحجم الطلب المتوقع – حجم المعروض المتوقع

2. **التحليل الفني** من خلال الاجابة عن التساؤلات الاتية:

- هل التكنولوجيا متوفرة للشروع بعملية الانتاج؟
- هل تتوفر في الشركة الخبرات الادارية و الفنية؟
- هل الطاقة الانتاجية المتاحة كافية لتحقيق حجم الطلب المنشود؟
- هل يحقق المنتوج الجديد ميزة تنافسية للمنظمة؟

3. **التحليل المالي** أي تحديد مصادر التمويل كانت داخلية (ملاك المشروع) او خارجية (القروض) او الاثنان معا.

4- **التحليل الاقتصادي** حيث ان وجود طلب وتوفر الامكانيات الفنية والمالية لا يعني شيء اذا كانت التكاليف المتوقعة لإنتاجه اكبر من الايرادات المتوقعة منه, لان تحقيق الارباح في شركات الاعمال يمثل الهدف الاساسي لضمان استمراريتها في العمل.

5- **التحليل البيئي** اي تحديد مدى كون المنتجات صديقة للبيئة ولا تؤثر على الصحة المستهلكين ضمن مفاهيم التنمية المستدامة.

رابعا: مرحلة التصميم الاولي

وفيها يتم عمل تصميم اولي للمنتوج على شكل نماذج مختلفة يحدد فيه المظهر الخارجي من حيث الشكل واللون والحجم والوزن, اضافة الى تحديد المواصفات التي تعكس الاداء الوظيفي للمنتوج في اشباع حاجات المستهلك وتحقيق الرضا لديه في ظل مجموعة من المعايير مثل: الكلفة المقبولة واقتصادية الاستخدام والصفات الكمالية وقابلية الصيانة والامان عند الاستعمال وغيرها .

خامسا: مرحلة التصميم النهائي

يتم اعتماد التصميم النهائي للمنتوج بعد اجراء الاختبارات على التصميم الاولي والانتاج التجريبي للمنتوج حيث يتم اعداد المخططات والمواصفات التفصيلية مثل التركيبة الفنية للمنتوج ومخططات المسارات التكنولوجيا للعمليات الانتاجية

للمنتوج ومكوناته وترتيب المكائن اللازمة للإنتاج وتحديد الاجزاء التي يتم شرائها من المجهزين او تصنيعها داخل المنظمة اضافة الى تحديد ترتيب وتتابع العمليات الانتاجية والبرامج الصيانة والتدريب.

5-2 : العوامل المؤثرة في القرارات المتعلقة بتصميم المنتجات

- **الكلفة:** أحد العوامل الرئيسية التي تؤثر على تصميم المنتوج هو تكلفة الإنتاج بما في ذلك تكاليف المواد و العمالة وموارد الانتاج الاخرى من مكائن ومعدات, لما لها من تاثير على استراتيجية التسعير للشركة والتي يجب أن تتماشى مع ما يكون الزبون مستعدًا لدفعه مقابل ذلك.
- **بيئة العمل:** يجب أن تكون بيئة العمل مناسبة للمنتوج المراد انتاجه من حيث الموقع والمساحة والتهوية والامان و غيرها من المتطلبات الاساسية .
- **المواد:** اي مدى توفر المواد الاولية بالكمية والجودة المناسبتين ,فضلا عن الخدمات الوجستية من نقل وخزن وغيرها.
- **متطلبات الزبون:** أحد التأثيرات الرئيسية والواضحة على التصميم على المنتج هو الزبون ومتطلباته. من الأهمية بمكان التقاط ملاحظات الزبائن على أي نموذج أولي وكذلك أثناء مراحل التخطيط قبل الشروع بالانتاج الفعلي .
- **هوية الشركة:** تعد هوية الشركة وعلامتها التجارية ومحاولة ابرازها على المنتجات اثناء عمليات التصميم والتعبئة لما لها من دور في تعريف الزبائن بتلك المنتجات .

- **الشكل الخارجي:** قد يحتاج المنتج إلى الظهور بأناقة أو شكل معين لما لها من دور في استخدام تكنلوجيا معينة اثناء عملية التصنيع.
- **العادات والتقاليد:** اي يجب ان يكون المنتوج المراد تقديمه مناسب لعادات والتقاليد والثقافة السائدة في الاسواق المستهدفة ,وقد يكون المنتوج مقبولا في ثقافة ما و مسيئًا أو غير مرغوب به في ثقافة أخرى.
- **الموديل:** قد تؤثر الموضة والاتجاهات الحالية للاسواق المستهدفة على تصميم منتوج معين.
- **عوامل البيئة الخضراء**: هناك اعتبار آخر لتصميم المنتج هو تأثيره على البيئة. على اعتبار ان المستهلكين والحكومات على حد سواء اصبحوا أكثر اهتمامًا بالبيئة عن ذي قبل. لذا يجب مراعاة فيما إذا كانت المواد المستخدمة في الانتاج صديقة للبيئة وقابلة لإعادة التدوير في نهاية العمر الانتاجي لها.
- **مهام الاستخدام:** ترتبط المهام للمنتوج بمجالات استخداماته ,فبعض المنتجات لها استخدامات مختلفة وفي قطاعات متنوعة مثلا عسكرية ومدنية او صناعية وزراعية او طبية.

6-2 : ادوات اتخاذ القرارات في اختيار المنتوج الجديد

توجد العديد من الطرق المستخدمة في اتخاذ القرار في اختيار المنتوج الجديد. وسنركز هنا على اسلوب تحليل مستوى التعادل (*Break–Even Analysis*).

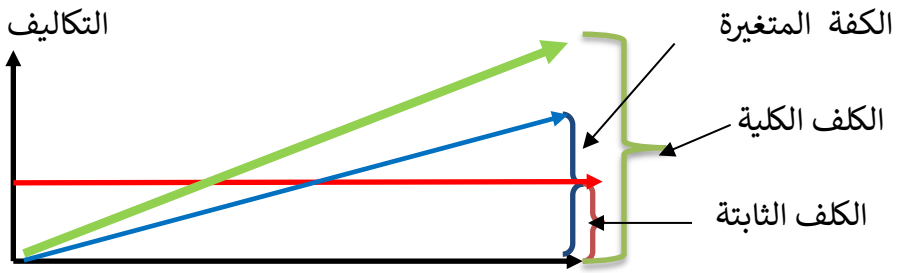
يستند هذا الاسلوب الى النموذج الاساسي للنظرية الاقتصادية التي تشير الى ان الارباح تظهر عندما تتجاوز الايرادات الكلية على التكاليف الكلية. ويهدف هذا الاسلوب الى تحديد حجم الانتاج المباع والذي تتساوى عنده التكاليف الكلية مع

الايرادات الكلية.فمعرفة مستوى التعادل للمنتوج يمكن الشركات من تحديد حجم الانتاج المباع الذي من خلاله ستبدأ هذه الشركات من تحقيق الارباح.

تعد الربحية الهدف المباشر في ادارة الاعمال، ويتم قياسها من خلال الفارق بين الايرادات والتكاليف .ان تخفيض تكاليف الانتاج والتي تمثل الجزء الاكبر من التكاليف الاجمالية للمنتوج سيساهم في زيادة الربحية. ويمكن تصنيف تكاليف الانتاج الى ما يلي:

- **كلف الانتاج المتغيرة:** تمثل مجموعة التكاليف التي ترتبط بشكل مباشر بحجم الانتاج وتتغير بتغيره ، مثل كلفة المواد الاولية والعمل المباشر, حيث تزداد بزيادة حجم الانتاج وتنخفض هذه التكاليف بتقليص حجم الانتاج.
- **كلف الانتاج الثابتة :**تمثل التكاليف التي تتصف بالثبات عند تغير حجم الانتاج مثل ايجار المصنع, ورواتب الاقسام غير انتاجية مثل الادارة, وسعر الفائدة والتأمينات والاندثار. ان موضوع الثبات لهذه التكاليف يكون نسبي على الامد الطويل.

ويمثل الشكل (2-2) مكونات كلف الانتاج الاجمالية.



الشكل (2-2)
كلف الانتاج الاجمالية.

ولابد من الاشارة هنا ان حصة الوحدة الواحدة من التكاليف الثابتة متغيرة في حالة زيادة او نقصان حجم الانتاج, في حين ان حصة الوحدة الواحدة من التكاليف المتغيرة ثابتة عند تغير حجم الانتاج , لذلك فان زيادة الانتاج سيؤدي الى انخفاض حصة الوحدة المنتجة من التكاليف الثابتة, وبالتالي تخفيض كلف الانتاج الاجمالية وبالتالي تحقق الارباح.وهذ ما يعرف ب (اقتصاديات حجم الانتاج) .

ان اسلوب مستوى التعادل قائم على الافتراضات الاتية:

1. التكاليف الكلية تتألف من التكاليف الثابتة والمتغيرة.
2. ان جميع الوحدات المنتجة يتم بيعها.
3. ان دالة الكلف هي دالة خطية لان الكلفة المتغيرة للوحدة الواحدة ثابتة بغض النظر عن عدد الوحدات المنتجة والمباعة.

يحدد مستوى التعادل باستخدام المعادلات الاتية:

معادلة مستوى التعادل (بالوحدات)

q (بالوحدات) =F/ (P-V)

معادلة مستوى التعادل (بالنقد)

$$q \text{ بالنقد} = \frac{F}{1-(\frac{V}{P})}$$

او يمكن حسابه مستوى التعادل (بالنقد)بالمعادلة الاتية:

مستوى التعادل بالنقد = مستوى التعادل بالوحدات × سعر البيع للوحدة

كما يمكن حساب مستوى التعادل باستخدام العائد على مساهمة الوحدة الواحدة **(R)** بالمعادلة الاتية:

q=F/ R

العائد على المساهمة للوحدة الواحدة = سعر البيع – الكلفة المتغيرة للوحدة

R =P-V

حيث ان:

F = الكلفة الثابتة

q = مستوى التعادل

V = الكلفة المتغيرة للوحدة الواحدة

P = سعر البيع للوحدة الواحدة

R =العائد على المساهمة للوحدة.

Q= حجم الانتاج المباع

2-التكاليف الكلية=الكلفة الثابتة+(الكلفة المتغيرة للوحدة×حجم الانتاج المباع)

3- معادلة الارباح (PR) =الايرادات (PQ) – التكاليف الكلية (F+VQ)

ويمكن حساب الربح بالمعادلة الاتية:

الربح=العائدة على المساهمة ×(حجم الانتاج المراد بيعه–مستوى التعادل)

ملاحظات على مستوى التعادل :

- ان مستوى التعادل يعد مؤشر يساعد ادارة الشركة في معرفة حجم الانتاج الذي تبدأ عندة تحقيق الارباح (عند يكون حجم الانتاج المباع اعلى من مستوى التعادل) اوالخسارة (عندما يكون حجم الانتاج المباع اقل من مستوى التعادل).
- ان انخفاض مستوى التعادل يعد مؤشر ايجابي لان الشركة تملك احتمالية عالية للبدأ في تحقيق الارباح بمجرد تجاوز حجم المبيعات لمستوى التعادل.

- يمكن حساب مستوى التعادل بالساعة واليوم والأسبوع والشهر والسنة عندما تكون الكلفة الثابتة معبر عنها بالساعة واليوم والأسبوع والشهر والسنة على التوالي.

مثال(1): شركة تنتج محركات كهربائية وترغب في تأسيس خط انتاجي لتصنيع محرك جديدة وقد توفرت لديك البيانات الاتية:

1- التكاليف السنوية الثابتة (480000) دولار 2- الكلفة المتغيرة للوحدة (120) دولار 3- سعر البيع للوحدة (200) دولار.

المطلوب: 1-حساب العائد على المساهمة للوحدة الواحدة 2-ايجاد مستوى التعادل بالوحدات والنقد 3-حساب الارباح المتوقعة اذا حجم الطلب(6500)وحدة سنويا 4- ما هي توصياتك لإدارة الشركة في حالة كون حجم المبيعات المتوقعة لا يزيد عن (5000)وحدة سنويا؟

1-حساب العائد على المساهمة للوحدة الواحدة

العائد على المساهمة للوحدة الواحدة = سعر البيع – الكلفة المتغيرة للوحدة

R=P-V

R=200 -120 = 80 دولار

2- حساب مستوى التعادل

- معادلة مستوى التعادل (بالوحدات)

$$\text{بالوحدات} = \frac{F}{P-V}$$

$$\boldsymbol{q}\ \text{بالوحدات} = \frac{480\,000}{200-120}$$

= 6000 (وحدة)

- معادلة مستوى التعادل (بالنقد)

$$q(\text{بالنقد}) = \frac{F}{1 - (\frac{V}{P})}$$

$$q = \frac{480000}{1 - (\frac{120}{200})}$$

q =1200000 دولار

3- حساب الارباح المتوقعة عند حجم المبيعات 6500 وحدة

الارباح المتوقعة = الايرادات الكلية – التكاليف الكلية

الارباح المتوقعة= [حجم الطلب المتوقع)× سعر البيع]-(التكاليف الثابتة +التكاليف المتغيرة)

=(6500 × 200) – [480000+ (120 × 6500)]

= 1300000 – [780000 + 480000]

= 40000 دولار(ربح).

4- في حالة كون حجم المبيعات 5000 وحدة

الارباح المتوقعة= [حجم الطلب المتوقع)× سعر البيع]-(التكاليف الثابتة +التكاليف المتغيرة)

= (5000 × 200)–[480 000 +(120 ×5000)]

= 1000 000 – 1080 000 = – 80 000 دولار (خسارة).

<u>التعليق</u>: لكون اشارة نتيجة المعادلة اعلاه سالبة فهذا يعني ان المصنع سيحقق خسارة مقدارها (80000) دولار, وبالتالي فعلى ادارة المصنع الامتناع عن انشاء الخط الانتاجي الجديد.

مثال(2): تدرس ادارة احدى المصارف تقديم خدمة جديدة لزبائنها. العائد على المساهمة(2) دولار .وقد قدرت التكاليف الثابتة السنوية (2000) دولار.

المطلوب: 1. ايجاد مستوى التعادل للخدمة الجديدة 2. ما هي توصياتك للإدارة المصرف في هذه الحالة اذا كان عدد الزبائن المتوقع (1500) و(500).

1. مستوى التعادل بالوحدات

q = F/ R

q = 2000÷2 = 2000 زبون

2- اذا كان عدد الزبائن المتوقع (1500).

الربح = العائدة على المساهمة للوحدة ×(حجم الانتاج المراد بيعه – مستوى التعادل)

الربح = 2 دولار × (1500 – 1000) = 1000 دولار ربح.

3- اذا كان عدد الزبائن المتوقع (500).

الربح = العائدة على المساهمة للوحدة ×(حجم الانتاج المراد بيعه – مستوى التعادل)

الربح = 2 دولار × (500 – 1000) = - 1000 دولار خسارة.

التعليق: ان المصرف سيحقق ارباح بمقدار (1000) دولار لان حجم الطلب المتوقع على الخدمة (عدد المرضى)(1500) يزيد على مستوى التعادل بمقدار 500 مريض.اما في حالة كون حجم الطلب المتوقع على الخدمة (500) فان المستشفى ستحقق خسارة (1000) دولار.

مثال(3): ترغب كلية اهلية في الاستثمار بملغ (1800000) دولار وقد وجدت ان الاستثمار الجديد يؤدي الى ارتفاع الكلف الثابتة بمقدار (250000) دولار سنويا, كما ان الاستثمار سيزيد عائد المساهمة للوحدة بمقدار (600) دولار، علما ان سجلات الكلية تظهر بان الكلف الثابتة في الوضع الحالي (4200000) دولار سنويا والكلفة المتغيرة للوحدة (1000) دولار وسعر البيع للوحدة (2400)دولار.

المطلوب:1- حساب مستوى التعادل في ظل الوضع الحالي ومستوى التعادل عند دخول الجامعة بالاستثمار الجديد 2- ما هو رأيك هل من الافضل تنفيذ فكرة الاستثمار الجديد؟ موضحا السبب؟

1- مستوى التعادل في ظل الوضع الحالي:

$$q \text{ بالوحدات} = \frac{F}{P-V} = \frac{4200\,000}{2400-1000}$$

وحدة 3000 = .

2- مستوى التعادل عند دخول الجامعة بالاستثمار الجديد:

الكلفة الثابتة بعد الاستثمار= 4200000 + 250000 = 4450000 دولار

العائد على المساهمة قبل الاستثمار= 2400 – 1000 = 1400 دولار

العائد على المساهمة بعد الاستثمار= العائد على المساهمة قبل الاستثمار + مقدار الزيادة

= 1400 + 600 = 2000 دولار.

q=F/R

وحدة 2225 = 4450000÷2000 =

ان انخفاض مستوى التعادل بعد الاستثمار (انخفض الى 2225 وحدة) مما يعني ان فكرة الاستثمار الجديد مبررة.

مثال4:توفرت البيانات التالية 1- حجم المبيعات المتوقعة للشهر القادم (1600) وحدة شهريا 2- التكاليف الثابتة الشهرية (2000) دولار 3- الكلفة المتغيرة للوحدة (10) دولار 4- سعر البيع للوحدة (20) دولار. علما ان الشركة تعمل بمعدل (20) يوم في الشهر و(5) ساعات في اليوم.

المطلوب:1- ايجاد مستوى التعادل بالشهر والساعة 2- حساب الربح المتوقع للشهر القادم 3- ما هو حجم المبيعات المطلوب لتحقيق ربح مقداره (24000)

دولار 4- اذا ارتفعت الكلفة الثابتة الى (6000) وارتفع سعر البيع الى(25) دولار وانخفض حجم المبيعات الى (900) وحدة فما هو الربح او الخسارة المتحققة في الشهر القادم.

الكلفة الثابتة بالساعة= الكلفة الثابتة شهريا / عدد ساعات العمل بالشهر

الكلفة الثابتة بالساعة = 2000÷(20 × 5)= 20 دولار.

1- مستوى التعادل بالساعة والشهر

مستوى التعادل بالشهر (Q) =2000÷ (20 - 10) = 200 وحدة.

مستوى التعادل بالساعة (Q) =20÷ (20 - 10) = 2 وحدة.

تحديد الربح للشهر القادم

الربح= الايرادات الكلية – التكاليف الكلية

= (حجم الطلب المتوقع × سعر البيع)-(التكاليف الثابتة +التكاليف المتغيرة)

[(20×1600) – [2000 + (10×1600)**]** =

14000 = دولار.

2- تحديد حجم المبيعات المطلوب لتحقيق ربح مقداره (24000) دولار

الربح =(حجم الطلب المتوقع× سعر البيع)-(التكاليف الثابتة +التكاليف المتغيرة)

[24000 =[20× حجم المبيعات] – [2000 +(10 × حجم المبيعات)**]**

24000 + 2000 = (20-10) حجم المبيعات

حجم المبيعات(Q) = 26000÷ 10 = 2600 وحدة

3- اذا ارتفعت الكلفة الثابتة الى (6000) وانخفاض سعر البيع الى(25) دولارا وانخفض حجم المبيعات الى (900) وحدة فما هو الربح او الخسارة المتحققة مع بقاء الكلفة المتغيرة للوحدة لم تتغير .

الربح=(حجم الطلب المتوقع×سعر البيع)-(التكاليف الثابتة+التكاليف المتغيرة)

=(900 × 25) – (6000 + (10×900)= 7500 دولار.

مثال(5) :معمل خياطة يعمل (20) يوم بالشهر و(10) ساعات باليوم , و كانت التكاليف الثابتة في الشهر (20000) دولار وسعر البدلة (40) دولار والكلفة المتغيرة للبدلة الواحدة (35) دولار .

المطلوب 1- حساب مستوى التعادل بالشهر والساعة 2- اذا كانت ادارة المعمل تسعى الى تحقيق ربح يومي مقداره (200) دولار , وكان معدل الانتاج و الطلب (40) بدلة باليوم, فكم ستكون الكلفة المتغيرة للوحدة الواحدة مع بقاء السعر على ما هو عليه, 3- في حال قررت ادارة المعمل استثمار مبلغ (150000) دولار في توسيع المعمل, وكان الاستثمار يؤدي الى ارتفاع التكاليف الثابتة الشهرية بمقدار (35%) والعائد على المساهمة الى (6) دولارات , فهل تعتقد ان الاستمار الجديد مبرر في المعمل ام لا ولماذا؟

1- حساب مستوى التعادل بالشهر والساعة:

لابد من حساب الكلفة الثابتة بالشهر واليوم والساعة قبل حساب مستوى التعادل وكما يلي :

الكلفة الثابتة بالشهر = 20000 دولار من السؤال

الكلفة الثابتة باليوم = 20000 دولار ÷ 20 يوم= 1000 دولار

الكلفة الثابتة بالساعة = 1000 دولار ÷ 10 ساعات= 100 دولار.

- حساب مستوى التعادل بالشهر:

مستوى التعادل بالشهر = 20000 ÷(40 - 35)

مستوى التعادل بالشهر = 4000 بدلة.

- حساب مستوى التعادل بالساعة:

مستوى التعادل بالساعة = 100 ÷ (40 - 35)

مستوى التعادل بالساعة = 20 بدلة.

2- الكلفة المتغيرة للوحدة لتحقيق ربح يومي مقداره (200) دولار

الربح=(حجم الطلب المتوقع×سعر البيع)-(التكاليف الثابتة+التكاليف المتغيرة)

(V× 40 +1000) – (40×40) = 200

الكلفة المتغيرة (V) = 400 ÷ 40

الكلفة المتغيرة (V) = 10 دولار.

3- مستوى التعادل بعد الاستثمار

الكلفة الثابتة(F) بعد الاستثمار = 20000 + (20000 × 35%)

= 27000 دولار.

q= F/R

q=27000÷6 =4500 (وحدة)

الاستثمار غير مبرر لان مستوى التعادل بعد الاستثمار اعلى من مستوى التعادل قبل الاستثمار.

اسئلة للفصل الثاني

س1- وضح مفهوم المنتوج وتخطيط وتصميم المنتجات الجديدة وما هي اوجه الاختلاف بين السلعة والخدمة.

س2- علل ما يلي " تتصف عملية تخطيط وتصميم المنتجات بالاستمرارية ".

س3- ما هي استراتيجيات تقديم المنتجات الجديدة .

س4- ما هي الملاحظات على دورة حياة المنتوج؟

س5- وضح انواع التحليلات في دراسة الجدوى الاقتصادية لترجمة الاحتياجات الى نماذج نهائية للمنتجات الجديدة؟

س6- وضح المفاهيم المتعلقة بكلف الانتاج ؟

س7- صالون حلاقة يعمل (50) اسبوع سنويا بواقع (6) ايام في الاسبوع وبمعدل (8) ساعات يوميا, اذا علمت ان التكاليف السنوية الثابتة (20400) دولار والكلفة المتغيرة لحلاقة الزبون الواحد (3) دولارات وأجرة الحلاقة للزبون(7).

المطلوب: 1- حساب مستوى التعادل الاسبوعي واليومي 2- حساب عدد الزبائن في الاسبوع لتحقيق ربح مقداره (500) دولار اسبوعيا 3- ما هي توصياتك لإدارة الصالون في حالة استثمارها مبلغ(200000) لتطوير الخدمات المقدمة للزبائن تؤدي الى ارتفاع العائد على المساهمة بمقدار (25%) وارتفاع التكاليف الثابتة بمقدار (600) دولار سنويا.

س8- ورشة لصناعة الابواب تعمل(20) يوم شهريا ووجبتين في اليوم و(5) ساعات بالوجبة الواحدة, وإذا علمت عند حجم انتاج(10000) وحدة بلغت الايرادات الشهرية (400000) دولار والتكاليف الكلية الشهرية(370000) دولار بضمنها (20000) دولار كلف ثابتة شهريا.

المطلوب:1- حساب مستوى التعادل بالشهر وبالساعة 2- في حال قررت ادارة الورشه استثمار مبلغ وقدره (100000) دولار لتحسين حصتها السوقية, فما هو رأيك بقرار الادارة علما ان الاستثمار سيساهم في ارتفاع الكلفة المتغيرة للوحدة بمقدار (3) دولار وارتفاع العائد على المساهمة الى (7) دولارات .وارتفاع التكاليف الثابتة الشهرية الى (35000) دولار .

س9- اختر الاجابة الصحيحة

1- تسمى استراتيجية انتاج ما يمكن بيعه ب

ا- استراتيجية قيادة السوق ب- استراتيجية قيادة التكنولوجيا ج- استراتيجية التفاعل الوظيفي.

2- - تسمى استراتيجية بيع ما يمكن انتاجه ب

ا- استراتيجية قيادة السوق ب- استراتيجية قيادة التكنولوجيا ج- استراتيجية التفاعل الوظيفي.

3- مستوى التعادل يعكس

ا- حجم الانتاج المباع الذي تكون ايراداته اكبر من تكاليفه ب- حجم الانتاج المباع الذي تكون ايراداته اقل من تكاليفه ج- حجم الانتاج المباع الذي تكون ايراداته مساو لتكاليفه.

4- انخفاض مستوى التعادل يعد مؤشرا

ا- مؤشر ا ايجابيا ب- مؤشرا سلبيا.

5- ارتفاع مستوى التعادل يعد مؤشرا

ا- مؤشر ا ايجابيا ب- مؤشرا سلبيا.

6- حصة الوحدة الواحدة من التكاليف الثابتة

ا- متغيرة ب- ثابتة ج- قد تكون ثابتة او متغيرة.

7- معمل خياطة يعمل (20) يوم بالشهر و(10) ساعات باليوم, و كانت التكاليف الثابتة في الشهر (20000) دولار وسعر البدلة (50) دولار وعائد المساهمة للوحدة الواحدة (10) دولار. فان مستوى التعادل الشهري يساوي.

ا- 4000 وحدة شهريا ب- 2000 وحدة شهريا ج- 500 وحدة شهريا.

8- حصة الوحدة الواحدة من التكاليف المتغيرة

ا- متغيرة ب- ثابتة ج- قد تكون ثابتة او متغيرة.

محتويات الفصل الثالث

تخطيط وتصميم العمليات التحويلية

(*Design& Process Planning*)

1-3: مفهوم ادارة العملية التحويلية وخصائصها

2-3: معايير تصميم العمليات التحويلية

3-3: مصفوفة المنتوج- العملية التحويلية:

4-3 : دور التكنولوجيا في تصميم العمليات التحويلية

5-3 : تصميم العمليات التحويلية في المنظمات الخدمية

6-3: تحليل تدفق العمليات التحويلية

7-3: تكاليف الانتاج الاجمالية وعلاقتها بحجم الانتاج وبدائل الشراء

الفصل الثالث

تخطيط وتصميم العمليات التحويلية

(*Design & Process Planning*)

3-1: مفهوم ادارة العملية التحويلية وخصائصها

تعد العمليات التحويلية(***Process***) هي جوهر عمل النظام الانتاجي للشركة وتمثل سلوكه في تكوين المخرجات من السلع والخدمات. ويمكن تعريف العملية هي الوسيلة التي يتم بواسطتها معالجة المدخلات وتحويلها الى سلعة او خدمة ذات قيمة مضافة ، فهي مزيج من وسائل الانتاج من مكائن وأدوات وعاملين وطرق العمل المعتمدة في انتاج تلك المخرجات.

ان العمليات التحويلية قد تكون عملية تجميعية كما هو الحال في خطوط تجميع السيارات او الاجهزة الكهربائية ، وقد تكون عمليات تفاعل كيمياوي كما في الصناعات الغذائية او الدوائية, وقد تكون استخراجية كما في صناعة النفط، وقد تكون فيزيائية كما في صناعة الاثاث, وقد تكون نقلا للملكية كما هو الحال في شركات النقل, لان نقل الطابوق على سبيل المثال لا يؤدي الى تغيير في شكل المنتوج, وإنما التغيير في الملكية للمادة المنقولة, اذ ان قيمة الطابوق عند المعمل المنتج له هي اقل من قيمتيه بعد نقله الى موقع البناء. وقد تشمل صناعة معينة انواع متعددة من هذه العمليات مثل الفيزيائية و كيمياوية وتجميعية كما هو الحال في صناعة السيارات .اما في صناعة الخدمة قد تتمثل بمجموعة الاجراءات في معالجة المدخلات كما هو الحالة في نظم المعلومات من خلال اجراءات معالجة البيانات باستخدام برامج معينة واجهزة الكومبيوتر ومبرمجين وتحويلها الى معلومات.

تخطيط وتصميم العملية هي مجموعة الانشطة المتعلقة باختيار المزيج من موارد الانتاج وطرق الانتاج ونمط التدفق ضمن نظام انتاجي محدد لتحويل

المدخلات الى سلع وخدمات ذات قيمة اضافية. وبالتالي فهي الوصف التفصيلي لنظام التحويل والطريقة التي ترتبط عمليات المعالجة بعضها ببعض بهدف انتاج المنتوج النهائي. وتتصف العمليات التحويلية (*Process*) بالخصائص الاتية:

اولا: الطاقة (*Capacity*)

تتمثل خاصية الطاقة بقدرة العملية التحويلية على الانتاج او الاستعاب (الطاقة الاستعابية للقاعة الدراسية عشرون طالب سنويا) ، ويعبر عن طاقة العملية التحويلية بمعدل الانتاج او وقت العمل خلال وحدة الزمن . فإذا كانت العملية التحويلية عبارة عن صبغ للأبواب فالطاقة لمثل هذه العملية يعبر عنها بعدد الابواب المصبوغة خلال فترة زمنية معينة (سنة , شهر , اسبوع , يوم , ساعة .... الخ),او عشرين ساعة صبغ في اليوم.

ثانيا: الفاعلية (*Effectiveness*)

هي مقياس يوضح قدرة العملية على تحقيق أهدافها، ويعبر عنها بالنسبة المئوية للمخرجات الفعلية (الطاقة الفعلية) الى المخرجات المخططة (الطاقة المخططة), وعادة ما تسمى بنسبة الانجاز للخطط الموضوعة .ويتم قياسها بالمعادلة الاتية:

$$\text{الفاعلية} = \frac{\text{المخرجات الفعلية (الطاقة الفعلية)}}{\text{المخرجات المخططة (الطاقة المخططة)}} \times 100$$

وهنا لابد من الاشارة الى ان ارتفاع مؤشر الفاعلية الى اكثر من 100% لا يعد بالضرورة مؤشرا ايجابيا, اذ قد يعكس مشاكل في الاجراءات التخطيطية المتخذة من قبل الادارة.

ثالثا: المرونة (*Flexibility*)

تمثل خاصية المرونة بقدرة العمليات التحويلية في استخدام الموارد من مكائن ومهارات بشرية بهدف الاستجابة للتغير في البيئتين الداخلية و الخارجية للنظام

الانتاجي من حيث الكمية ودرجة التنوع والوقت. فالمرونة تعني مثلا قدرة العمليات التحويلية في انتاج سلع و خدمات متنوعة باستخدام نفس الموارد من مواد اولية وعمال و مكائن و رأسمال, او انتاج نفس السلع والخدمات باستخدام موارد متنوعة, او التحكم بحجم الانتاج او بمواعيد تسليم للمنتجات (مرونة حجم الانتاج ومواعيد التسليم).

رابعا: الكفاءة (Efficiency)

مقياس لقدرة العملية في تحقيق الاستغلال الامثل للموارد المتاحة,ويعبر عنها بتعظيم المخرجات باستخدام نفس الموارد او زيادة المخرجات بنسبة اكبر من الزيادة في المدخلات او تقليل المخرجات بنسبة اقل من تقليل المدخلات. يقاس مستوى الكفاءة بشكل عام وفقا للمعادلة الاتية:

$$\text{الكفاءة} = \frac{\text{المخرجات الفعلية (الطاقة الفعلية)}}{\text{المدخلات المتاحة (الطاقة المتاحة)}} \times 100$$

على ضوء المعادلة اعلاه يتبين ان الاختلاف بين الكفاءة والانتاجية في كون الاولى تمثل نسبة مئوية للعلاقة بين الطاقة الفعلية والطاقة المتاحة في حين الانتاجية تعكس مقدار مساهمة الوحدة المصروفة من المدخلات الفعلية سواء كانت بالنقد او الكميات في تكوين المخرجات الفعلية.

اما على مستوى العملية فتقاس الكفاءة للدفعة المنتجة بالمعادلة الاتية :

$$\text{الكفاءة للعملية} = \frac{\text{وقت المعالجة للعمل (}\textit{processing time}\text{)}}{\text{المهل الزمنية (setup t.+}\textit{processing t. + waiting t. + move t.}\text{)}} \times 100$$

2-3 : معايير تصميم العمليات التحويلية

يقصد بتصميم العمليات التحويلية هو الطريقة التي بموجبها يتم انتاج السلع والخدمات. وهناك نوعين من المعايير التي تتحكم بعملية التصميم هما طبيعة

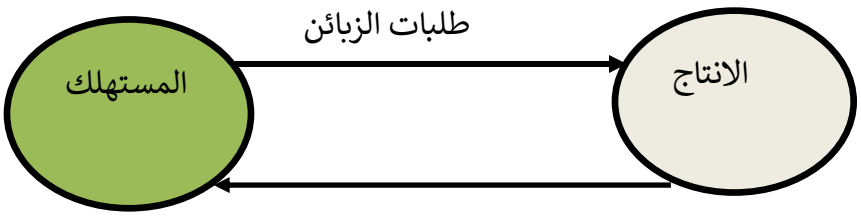
الطلب على المنتوج (استراتيجيات الانتاج), والكيفية التي يتدفق بها المنتوج خلال العمليات التحويلية (نظم الانتاج).

اولا: استراتيجيات الانتاج او التصنيع

تعد طبيعة الطلب على المنتوج هو المعيار الاول لتصميم العمليات التحويلية والذي يعبر عنه باستراتيجيات الانتاج ويتمثل بالاتي:

1- استراتيجية الانتاج حسب الطلب (*Make to Order*)

ترتب العمليات التحولية حسب طلبات الزبائن, وبالتالي يتم تسليم المنتجات الى الزبائن بعد اكمال عملية انتاجها مباشرة دون الحاجة لوجود مخازن كما مبين في الى الشكل (3-1), فصناعة السفن والجسور والمصاعد واغلب الصناعات الثقيلة تمثل نماذج لهذا النوع من الاستراتيجية.



الشكل (3-1)
استراتيجية الانتاج حسب الطلب

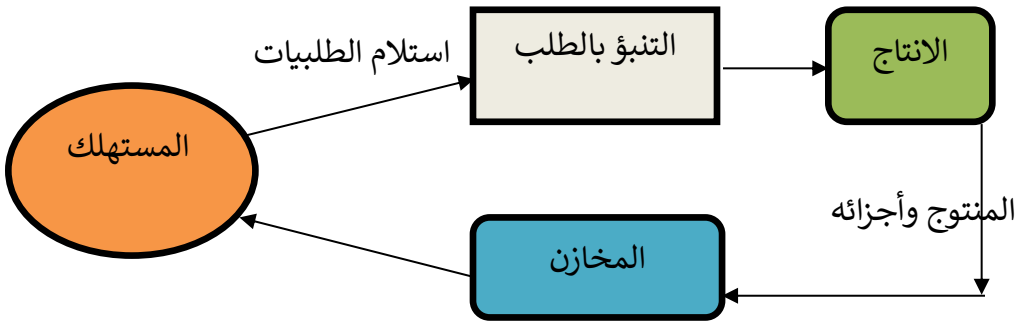
ومن مواصفات هذه الاستراتيجية ما يلي:

- تحدد مواصفات المنتوج من قبل المستهلك مباشرة.
- عادة ما تكون المنتجات متنوعة و بكميات قليله نسبيا وغير نمطية.
- ارتفاع تكاليف الانتاج وبالتالي الاسعار بسبب كون وسائل انتاج متخصصة لكل امر انتاج.
- التركيز على اسبقية الجودة والالتزام بمواعيد التسليم من قبل الشركة بالمقارنة بألاسبقيات الاخرى مثل الكلفة و الابداع والمرونة.

2- استراتيجية الانتاج لأجل الخزن (*Make to Stock*)

تسمى باستراتيجية المنتجات النمطية التي تكون متوفرة في مخازن الشركة بصورة دائمة مثل وقود السيارات وصناعة السكائر والمشروبات الغازية.

بموجب هذه الاستراتيجية وكما موضح في الشكل (3-2) فان المنتجات يتم ارسالها الى مخازن الشركة بموجب اجراءات ادخال مخزني بعد اكمال عملية انتاجها. اما عملية التسليم للزبائن فتتم من المخازن في حال وجود طلب على المنتجات.



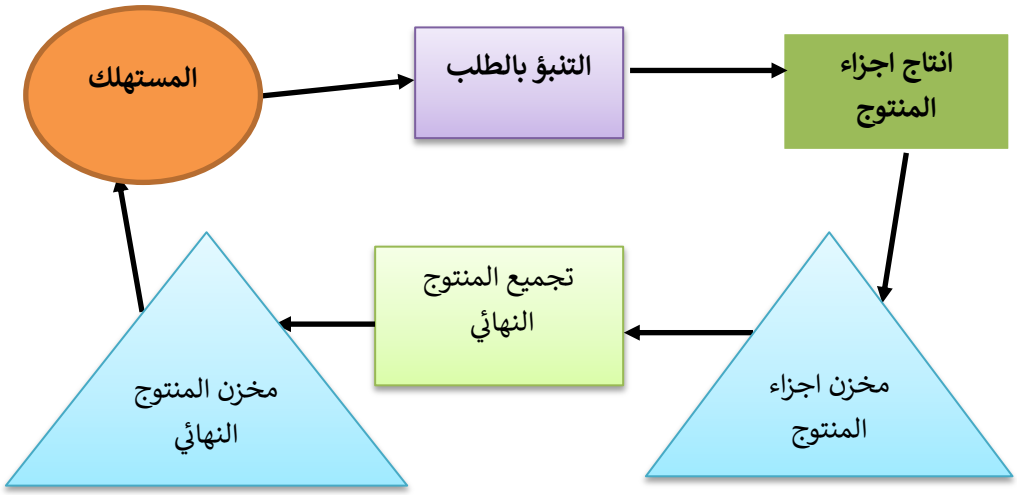
الشكل (3-2)
استراتيجية الانتاج لأجل الخزان

ان هذه الاستراتيجية مناسبة حين يكون حجم الانتاج كبير و نمطي وبمواصفات ثابتة .وتساعد هذه الاستراتيجية في خفض حصة الوحدة الواحدة من التكاليف الثابتة بسبب كبر حجم الانتاج, اضافة الى ارتفاع مستوى الاستخدام لوسائل الانتاج بسبب استمرارية الانتاج.

3- استراتيجية التجمع حسب الطلب (*Assemble to Order*)

تقوم هذه الاستراتيجية على الجمع بين استراتيجية الانتاج حسب الطلب واستراتيجية الانتاج لأجل الخزن, كما هو الحال في الصناعات الهندسية التجميعية (كصناعية السيارات والأجهزة الكهربائية). ان المكونات من اجزاء المنتوج والتجمعات الفرعية يتم تصنيعها لغرض تخزينها, اما المنتوج النهائي فيتم تجميعه

في حالة وجود طلب فعلي عليه، اي بموجب استراتيجية الانتاج حسب الطلب. الشكل (3-3) يوضح هذه الاستراتيجية.



الشكل (3-3)
استراتيجية التجمع حسب الطلب

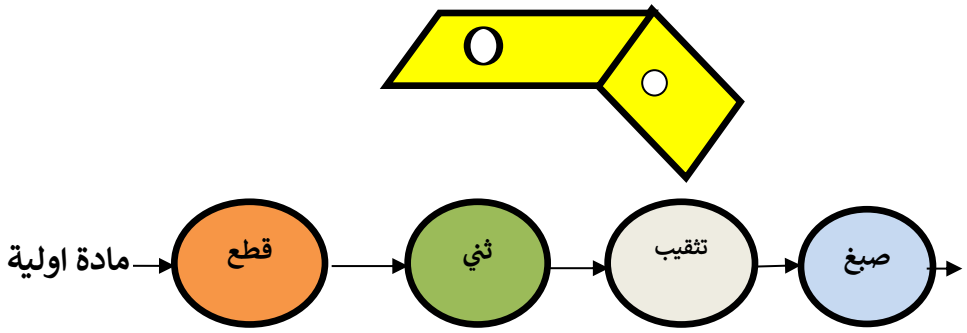
ثانيا: نظم الانتاج

تمثل نظم الانتاج المعيار الثاني في تصميم العمليات التحويلية، حيث يتم تصميم العمليات التحويلية على ضوء الطريقة التي بموجبها يتدفق او يتحرك المنتوج بين العمليات التحويلية.

1- الانتاج المستمر (*Continuous Flow*)

بموجب هذا النوع من الانتاج يتم ترتيب العمليات التحويلية بشكل متسلسل (متتابع) كما موضح في الشكل(3-4). تمر المواد الاولية على العمليات التحويلية من عملية الى اخرى او من قسم الى اخر حتى يتم اكمال المنتوج النهائي. يتطلب هذا النوع من نظم الانتاج وسائل انتاج من عمال ذو مهارات عالية و مكائن متخصصة. كم انه يناسب الانتاج الكبير والنمطي (غير متنوع) مثل الصناعات الغذائية

والاسمنت وخطوط التجميع للسيارات والأجهزة الكهربائية وغيرها. ويطلق على معدل الوقت اللازم لانتاج الوحدة الواحدة من مخرجات النهائية في نظام الانتاج المستمر بوقت الدورة (*Circle time*) والذي يمثل حصة الوحدة الواحدة للمنتوج النهائي من الوقت المتاح لانتاج.



الشكل (3-4)
نظام الانتاج (المتدفق) المستمر

من ميزات هذا النمط من الانتاج هي:

- انخفاض كلفة الانتاج للوحدة بسبب ارتفاع معدلات الانتاج.
- سهولة جدولة الاعمال لان مسارات المنتوج تكون مثبتة ضمن التصميم الاساسي للنظام الانتاجي.
- سهولة الاشراف والرقابة بسبب تخصص العاملين و تحديد مسؤولياتهم.
- ارتفاع مستوى الاستخدام لوسائل الانتاج من مكائن وأيدي عاملة بسبب استمرارية الانتاج.

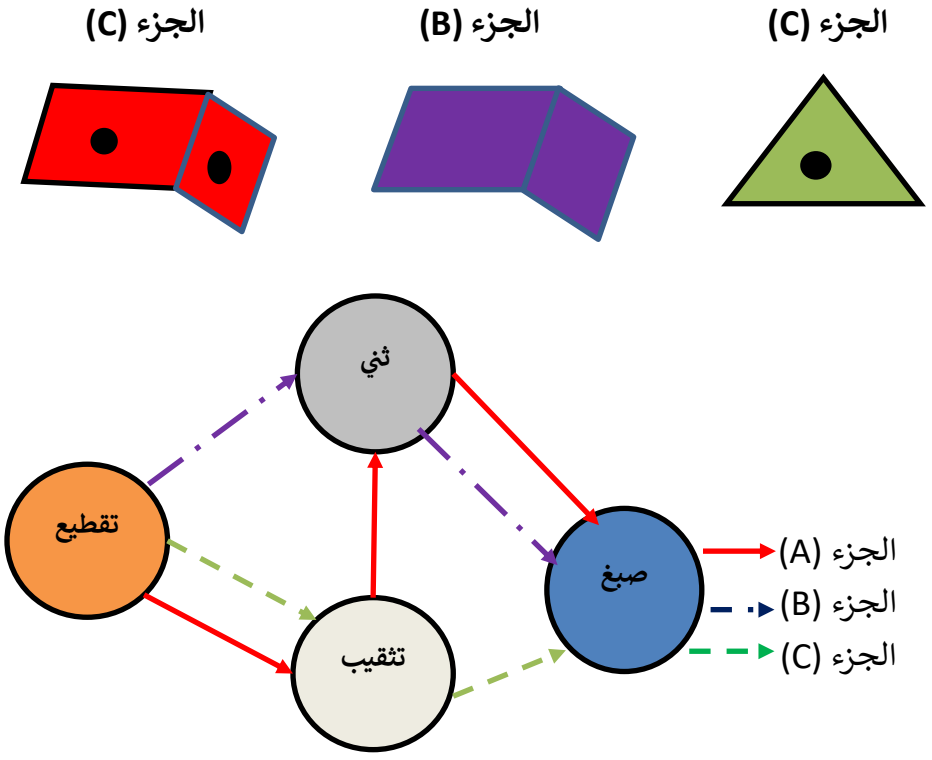
اما من اهم عيوبه فهي:

- يعتبر غير مرن لا يقبل التغييرات في حجم الانتاج او تصميم المنتوج ,كما ان توقف اي عملية يؤدي الى توقف النظام كله بسبب تسلسلها.

- يحتاج الى استثمارات كبيرة بسبب كون وسائل الانتاج متخصصة من ايدي عاملة و مكائن.

2- الانتاج بالدفعات (المتقطع) (*Production Batch*)

بموجب هذا النوع يتم ترتيب العمليات التحويلية ضمن اقسام انتاجية مثل قسم التثقيب والسباكة والصبغ ، ويتحرك المنتوج بين تلك الأقسام على شكل دفعات, حيث تكون وسائل الانتاج ذات غرض عام في القسم الواحد، اي يمكن انتاج عدة اجزاء باستخدام نفس وسيلة الانتاج او في نفس القسم الانتاجي مثال ذلك في قسم التثقيب يستخدم نفس المثقب للأجراء عملية التثقيب بأشكال متنوعة وللأجزاء مختلفة بمجرد تغيير البريمة المطلوبة.



الشكل(3-5)
نظام الانتاج بالدفعات

يبين الشكل(3-5) مخطط للإنتاج بالدفعات فإذا كان حجم الدفعة من الاجزاء (A،B،C) يساوي (10) وحدات على سبيل المثال سيتم العمل على الجزء A في عملية التقطيع وتبقى الاجزاء (B،C) في الانتظار لحين اكمال حجم الدفعة من الجزء A البالغة (10) وحدات بالكامل ومن ثم يتم نقل الدفعة الى عملية التثقيب، في حين يبدأ العمل على تقطيع الدفعة الاولى من الجزء B بعد ان يتم تهيئة عملية القطع لجزء B ويبقى الجزء C في الانتظار لحين اكمال حجم الدفعة من الجزء B بالكامل ، وهكذا تستمر العملية في الاقسام الاخرى التثقيب والثني والصبغ. ويطلق الى الزمن اللازم لانتاج الدفعة الواحدة بالمهل الزمنية (*Lead Time*).

يناسب هذا النوع من الانتاج الشركات التي تصنع منتجات متنوعة وبكميات قليلة نسبيا مثل صناعات التي تكون منتجاتها مكونة من اجزاء وتجمعات فرعية كثيرة كالسيارات او المعدات الثقيلة. من ميزات هذا النمط من الانتاج هي:

- ان النظام الانتاجي يتصف بالمرونة لان وسائل الانتاج من معدات وعمال ذات غرض عام وغير متخصصة لتصنيع منتوج معين.
- انخفاض رأسمال المستثمر في وسائل الانتاج لأنها ذات غرض عام.

اما من اهم عيوبه فهي:

- ارتفاع كلف المخزون بسبب طول فترات الانتظار.
- صعوبة جدولة الاعمال وذلك لتنوع الاجزاء المنتجة في نفس القسم او على نفس الماكنة.

3- نظام ورش العمل (*Job Shop*):

هو نظام انتاج ذو عمليات متخصصة بدفعات صغيرة(قد يصل حجم الدفعة الى وحدة واحدة) حسب الطلب لمنتجات متنوعة باستخدام عمليات معالجة متكررة مثل العيادات الطبية ومطاعم الوجبات السريعة.

4- انتاج المشروع (*Project*):

في هذا النوع من الانتاج يتم تجميع كل وسائل الانتاج من ايدي عاملة ومعدات و مكائن ومواد اولية في موقع المشروع الذي سيمثل المنتوج في نهاية الامر.يناسب هذا النوع من الانتاج المنتجات ذات الاحجام الكبيرة والتي يتم تصنيعها بكميات قليلة مثل الطائرات والبواخر والعمارات وغيرها, لذا تكون وسائل انتاج متخصصة وتتطلب خبرات فنية عالية.فإذا كان المشروع يتضمن تصنيع(5) طائرات على سبيل المثال ، فان وسائل الانتاج يتم تقسيمها الى خمسة مجموعات منفصلة, وتكون كل مجموعة مسؤولة عن انتاج طائرة واحدة.

تتمثل المشاكل في هذا النوع من نظم الانتاج بصعوبة الجدولة والرقابة وذلك لكثرة مكونات المنتوج, اضافة الى التغييرات التي تحصل اثناء عملية التنفيذ وخصوصا اذا كان المنتوج يقدم لأول مرة.

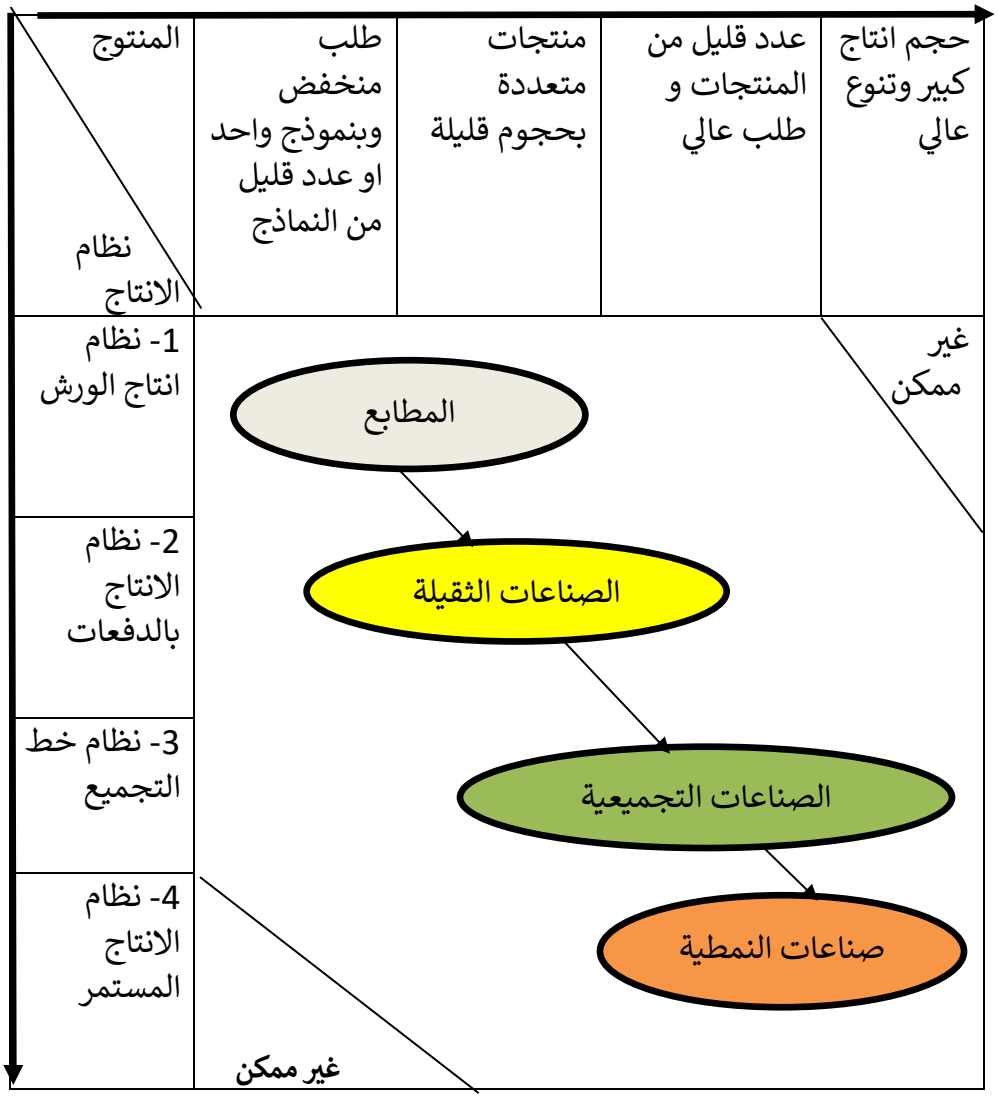
3-3: مصفوفة المنتوج- العملية التحويلية

تستند مصفوفة المنتوج-العملية التحويلية الى العلاقة بين القرارات المتعلقة العمليات التحويلية (باختيار نظام الانتاج) والقرارات المتعلقة بتصميم المنتوج, أي ان اختيار نظام الانتاج يعتمد على دورة حياة المنتوج من حيث الحجم ودرجة التنوع.

قدما (*Wheelwright & Hayes*) وكما موضح في الشكل (3-6) هذه العلاقة على شكل مصفوفة تعكس خيارات المنظمة في تحديد نظام الانتاج بما يتلاءم مع طبيعة المنتوج من حيث حجم الانتاج ودرجة تنوعه. أي كلما زيادة حجم الانتاج وانخفاض درجة التنوع للمنتجات فان الاختيار لنظام الانتاج يتجه نحو نظام الانتاج المستمر (الجانب العمودي من المصفوفة) بسبب التناقض بين معايير الكلفة

والمرونة لكل نظام انتاجي. اذ تقل المرونة والكلفة كلما تدرجنا من نظام ورش العمل نحو نظام خطوط التجميع الانتاج و نظام الانتاج المستمر.

اما المنطقتين أي الجمع بين المرونة العالية والكلفة الواطئة (الانتاج بكميات كبيرة ودرجة عالية من التنوع) فتمثل منطقة تحدي للشركات, ويجب ان تحسب



الشكل (3-6)

مصفوفة المنتوج- العملية التحويلية

بعناية شديدة. ان الخيار الاستراتيجي للشركة في تحديد موقعها ضمن المصفوفة يعتمد على مجموعة من العوامل مثل حالة الاسواق ودرجة المنافسة فيها وكمية الاستثمارات المالية المتاحة لها وطبيعة المهارات من قوة العمل و نوع التكنولوجيا المطلوب توفرها. أي ان تصميم العمليات التحويلية يتطلب تكامل ادارة العمليات مع الاتي:

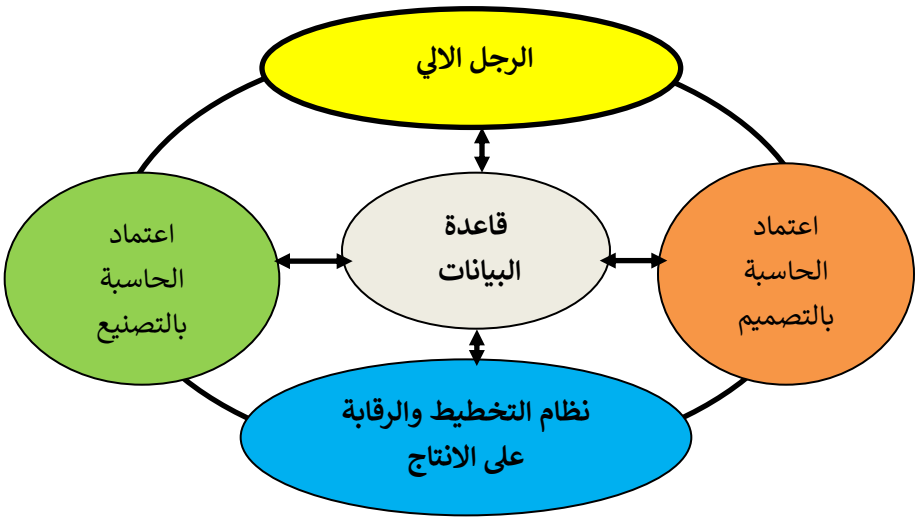
- ادارة التسويق والعمل معها عن كثب في القرارات المتعلقة بضمان تلبية كل من متطلبات السوق الحالية والمستقبلية, إلى جانب الآثار البيئية. ان الدور الحاسم للتسويق في تقدير وإدارة الطلب في المستقبل يتتطلب وجود سيناريوهات متعددة لغرض الاستجابة للتذبب في حجم الطلب, وبالتالي التقليل من مخاطر التنبؤ..
- ادارة المالية لما لها من دور رئيسي في تحديد مصادر التمويل وبالتالي اتخاذ القرارات المتعلقة باختيار العملية. أي يجب إخضاع بدائل اختيار العملية للتدفق النقدي القياسي وتحليل القيمة الحالية و العوائد المطلوبة على رأس المال في حدود الخطر المقبول. كما ان الاستثمارات المستقبلية ستكون مطلوبة مع تطور المنتوج والعملية والتحديات البيئية مع مرور الوقت
- ادارة الموارد البشرية في توفير رأس المال البشري الذي يتوافق مع بدائل اختيار العملية من توظيف وتدريب وتوجيه للتخصصات المطلوبة بما ينسجم مع العمليات المختارة.

4-3 : دور التكنولوجيا في تصميم العمليات التحويلية

تعد التكنولوجيا من المصطلحات التي أخذت ابعاد متنوعة لارتباطها بمفاهيم متنوعة مثل المنتوج والعمليات التحويلية وطرق الانتاج وغيرها, اضافة الى التقارب

الكبير وصعوبة الفصل بين المفهوم النظري للتكنولوجيا ومجالات استخدامها. ويمكن تعريف التكنولوجيا بأنها تطبيقات العلم والمعرفة والخبرة التي تجسدت في اله او ماكنة او طريقة عمل لحل مشاكل الانسان.لقد بذلت جهود كبيرة في ايجاد مصنع المستقبل القائم على التكامل بين جميع الانشطة المتعلقة بالنظام الانتاجي ككل باستخدام الحاسبة الالكترونية وتقليل الاعتماد على العنصر البشري.

يعد نظام الانتاج المتكامل باعتماد الحاسبة الالكترونية *Computer (CIM) Integrated Manufacturing* هو تكامل بين اربعة اجزاء رئيسية هي اعتماد **الحاسبة** بالتصميم (*CAD*) واعتماد الحاسبة بالتصنيع (*CAM*) واستخدام الرجل الالي (*Robotics*) ونظام التخطيط والرقابة على الانتاج من خلال قاعدة بيانات متكاملة كما موضح في الشكل (3-7).



الشكل (3-7)
نظام الانتاج المتكامل باعتماد الحاسبة الالكترونية

اولا: اعتماد الحاسبة بالتصميم (*CAD*)

هي تقنية لتصميم المنتوج والعمليات التحويلية بالاستفادة من قدرات الحاسبة الالكترونية في مجال التصميم الهندسي لتحديد خصائص المنتوج

ومكوناته من حيث ابعاده والمواصفات المتعلقة بالصلابة والمتانة وغيرها اضافة الى المسارات التكنولوجية لعمليات التصنيع قبل الشروع بعمليات الانتاج الفعلية. كل ذلك ساهم في اختصار الوقت لعملية التصميم فضلا عن تقليل التكاليف المتعلقة بالاختبارات.

ثانيا: اعتماد الحاسبة في التصنيع (*CAM*)

هي تقنية قائمة على اصدار تعليمات التصنيع الكترونيا الى المكائن وأدوات الانتاج بموجب التصميم الهندسي للمنتوج والمسارات التكنولوجية لعملية التصنيع. وقد ساهمت هذه التقنية في عملية الاستفادة من الجمع بين فوائد الانتاج بكميات كبيرة والانتاج المتنوع باستخدام تكنولوجيا المجاميع (*Group Technology*) التي سنتطرق اليها في الفصل الرابع.

ثالثا: نظام تخطيط والرقابة على الانتاج(*Shop Floor System*)

هي تقنية لتخطيط ومتابعة تدفق المنتوج عند خطوط الانتاج من خلال ضبط عمل المكائن والادوات بموجب الخطط المقدمة من نظام (*CAM*).

رابعا: الرجل الالي (*Robotics*)

هو عبارة ماكنة مبرمجة الكترونيا لإنجاز اعمال متنوعة من خلال اذرع لالتقاط الاشياء او القيام بعملية اللحيم او الصبغ، اضافة الى قدرتها على رؤية الاشياء والتحسس وشم الروائح. ان الرجل الالي جاء يحل محل العنصر البشري في انجاز الاعمال الخطرة او في الاماكن القذرة, فضلا عن الفوائد الاقتصادية التي تحققها من خلال التخلص من الاخطاء البشرية.

ان عملية التكامل بين الاجزاء الاربعة لنظام (*CIM*) تتم من خلال قاعدة البيانات المتكاملة عن جميع الانشطة المتعلقة بالنظام الانتاجي ككل, مما يسهل على المنتجين في بناء استراتيجية نظم التركيز على الايصاء الواسع (*Mass*

Customization) التي تجمع بين مرونة نظام الانتاج بالدفعات ومزايا الانتاج بكلف منخفضة لنظام الانتاج المستمر.

5-3 : تصميم العمليات التحويلية في المنظمات الخدمية

تشكل الشركات الخدمية في الوقت الحاضر حوالي (70%) من اقتصاديات البلدان المتقدمة مثل الولايات المتحدة الامريكية. ان اغلب التعاريف للخدمة تركز على البعد غير الملموس فيها, ويمكن تعريف الخدمة على انها منتجات غير ملموسة والتي يتزامن فيها الانتاج والاستهلاك بنفس الوقت. فعلى الرغم من كون الوجود المادي للخدمة غير محسوس, الا ان نتائج الاستهلاك توحي بالجانب المادي للخدمة المقدمة للزبون. على سبيل المثال ان الذهاب الى صالون الحلاقة فان اثار عملية الحلاقة يمكن الاحساس بها, في حين خدمة الحلاقة قد تم انتاجها واستهلاكها بنفس الوقت.

ان التزامن بين الانتاج والاستهلاك للخدمة يجعل من المستهلك جزء من النظام الانتاجي, وبالتالي تأثيره على تصميم الخدمة والعمليات التحولية المتعلقة بها, لذا من الضروري ان يكون هناك تواصل وتفاعل بين المستهلك و الشركات المنتجة للخدمة. ان الخدمة عادة ما تتشكل من حزمة من الابعاد او بما يعرف ب (*Bundle of service*) وهي:

1- البعد المادي المتمثل بالسلع المادية (*Physical goods*).

2- البعد الظاهري غير الملموس للخدمة (*Explicit service*).

3- البعد الضمني غير الملموس للخدمة (*Implicit service*).

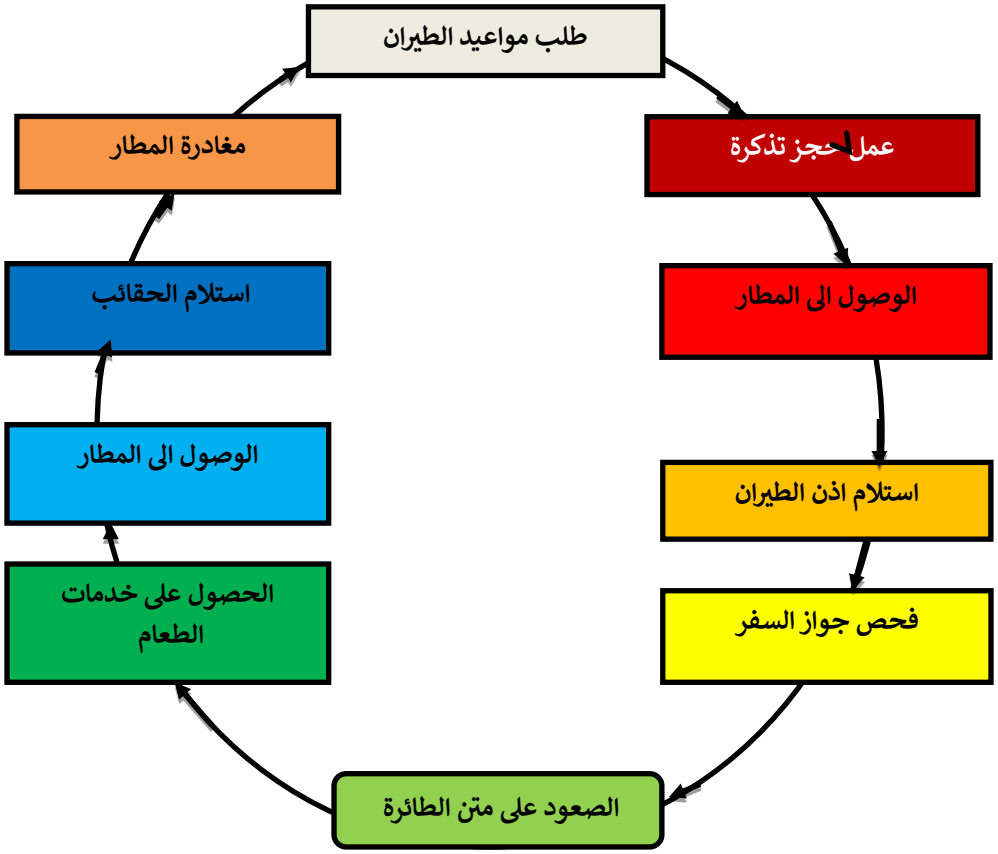
في حالة خدمات النقل بسيارات الاجرة ستكون السيارة هي البعد المادي للخدمة وملامح سائق التكسي من الصوت والابتسامة تمثل البعد الظاهري غير الملموس لها, اما الاحساس بالأمان والشعور بالراحة من قبل المستهلك تعكس

البعد الضمني غير الملموس للخدمة, اي ان البعد الاول (المادي) يمثل وسائل الانتاج من مباني ومعدات ومستلزمات المصاحبة لتقديم الخدمة, اما البعد الثاني (الظاهري غير الملموس) يتمثل بما تلاحظه الحواس الخمسة من نظر وسمع وشم وغيرها. اما البعد الضمني يتجسد بمشاعر السعادة او الفرح والرضا للمستهلك كنتيجة من الحصول على الخدمة. ولذلك لابد من الاخذ بنظر الاعتبار جميع الابعاد اعلاه ان الابعاد اعلاه عند تصميم العمليات التحويلية في حالة انتاج الخدمات.

يستلزم تصميم العمليات التحويلية للخدمة تحديد دورة حياة الخدمة نفسها,على سبيل المثال الحصول على خدمة النقل الجوي وكما موضحة في الشكل (3-8) تبدأ بالاتصال المباشر بمكتب السفر او غير مباشر عن طريق الهاتف للحصول على حجز, وبعد ايجاد الموعد والسعر المناسبين يتم الانتقال الى المطار وإجراء عملية الفحص والوزن للحقائب والحصول على اذن الصعود للطائرة, ومن ثم المرور على بوابات تدقيق جوازات السفر, والصعود على متن الطائرة والحصول على خدمات الطيران من اكل وشرب ومرحلة هبوط الطائرة واستلام الحقائب ومغادرة المطار.

يلاحظ من الشكل ان العمليات التحويلية (*Process*) يجب ان تصمم في اطار كلي لجميع المراحل لدورة حياة الخدمة. فالتصميم يعكس حالة تراكمية للخدمة تتأثر بموجبها جودة الخدمة المقدمة للزبون بكل مرحلة من مراحل الدورة وعلى الادارة في هذه الحالة ان تركز جهودها على كل المرحل, لان الخطأ في مرحلة سينعكس على جودة الخدمة المقدمة للزبون. كما ان أي خطأ يحدث في أي مرحلة يجب ان يعالج بسرعة وبأسلوب يولد انطباع لدى الزبون مدى اهتمام الشركات المقدمة للخدمة له. فعلى سبيل المثال التأخر في وصول حزمة بريدية وقيام الشركة بإبلاغ الزبون عن التأخير ومن ثم العمل على ارسال اعتذار خطي عن التأخير مع

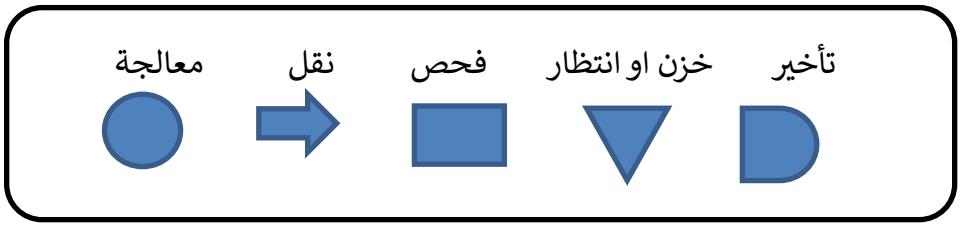
تأكيد الشركة للزبون بالسعي الى عدم تكرار مثل هذه الاخطاء. كل هذه الاعمال ستنعكس ايجابا على الزبون وتولد لديه نوع من الرضا عن الخدمة المقدمة له.



الشكل (3-8)
دورة حياة الخدمة

3-6: تحليل تدفق العمليات التحويلية

يعد تحليل مخطط تدفق العملية (*Flow Process Chart*) احد الادوات المهمة في تحسين العمليات التحويلية. ان مخطط التدفق يمثل خريطة تعكس المراحل التي يمر بها المنتوج اثناء التصنيع. وقد استخدمت علامات من قبل الجمعية الامريكية للمهندسين الميكانيكيين (*ASME*) في اعداد المخطط وكما موضح في الشكل (3-9).



الشكل (3-9)
علامات مخطط تدفق العملية

واقع الحال ان هذه المراحل تعكس مكونات المهل الزمنية (فترة التوريد) (Lead Time) اللازمة لأكمل تصنيع المنتوج ضمن نظام الانتاج بالدفعات فهي تتضمن معلومات عن الوقت لكل مرحلة والمسافة التي يقطعها المنتوج بين عملية واخرى هذا من ناحية, ومن ناحية ثانية فان المخطط يتيح للإدارة امكانية تحديد المشاكل في العملية الانتاجية من خلال التميز بين المراحل الضرورية التي تضيف قيمة للمنتوج من وجهة نظر المستهلك (عملية المعالجة), والمراحل التي لا تضيف أي قيمة للمنتوج (التأخير والخزن والانتظار والفحص والنقل).

هذه النوع من الانشطة يجب العمل على تقليلها او التخلص منها قدر المستطاع من خلال الترتيب الجيد للمعدات وتغيير طرق العمل او حتى التغيير في تصميم المنتوج. وتعد نظرية اعادة هندسة معالجة الاعمال(*Business Process Reengineering*) التي جاء بها (*Champy & Hammer*) عام 2001 في كتابهما الشهير (*Reengineering the Corporation*) اعادة هندسة الشركات. ان المبادئ الاساسية لنظرية اعادة هندسة في معالجة مشاكل الانتاج تتمثل بالاتي:

1- **التركيز على النتائج بدلا من الانشطة او المعالجات.** بمعنى اعادة هيكلة وظائف الشركة بحيث تكون المهام على سبيل المثال مرتبطة ليس فقط بانجاز عملية التصنيع او التسويق او المالية فقط وانما البحث على دور ما يتم انجازه في تلك

الوظائف على الهدف الاساس للشركة والمتمثل بتقديم هذا المنتوج او الخدمة للزبون.

2- **امتلاك العمال التنفيذيين للمعلومات** المتعلقة بالأعمال من خلال نظام معلومات يساهم في خلق تصور لديهم عن الاهداف ورسالة الشركة التي تسعى لتحقيها في بيئة الاعمال .

3- **اتخاذ القرارات في مكان انجاز الاعمال** من خلال تفويض الصلاحيات للمستويات الادنى في حالة ومعالجة المشاكل التي تواجههم اثناء القيام باعمالهم.

4- **ازالة جميع المراحل والتي لا تضيف قيمة للمنتوج او تقليصها** عند عمليه المعالجة على سبيل المثال تقليص الاعمال الورقية.

ويعد قانون" ***Little's Law*** **" نسبة لمكتشفه العالم *John Little* من** الادوات المفيدة لتحليل تدفق العمليات التحويلية. اذ ان القانون يعبر عنه بالمعادلة الاتية:

$$I = T \times R$$

حيث ان :

I: عدد الطلبيات او اوامر الانتاج المراد معالجتها في النظام.

T: معدل وصول الوحدات او اوامر الانتاج خلال فترة زمنية معينة.

R: معدل الوقت المعالجة والانتظار للوحدات او اوامر الانتاج في النظام.

ان القانون يتميز ببساطته ، وهو يصلح لتحديد أي من المتغيرات اعلاه سواء في مجال الخدمة او العملية الصناعية, مع شرط ان يكون النظام في حالة استقرار. ويمكن تحديد الوقت اللازم لإنجاز طلبية معينة او معاملة لزبون اذا عرف عدد الطلبيات او المعاملات (I) التي يجري معالجتها في النظام ومعدل الطلبيات الواصلة للنظام خلال وحدة الزمن (T).

مثال1: مطعم يتوقع وصول (30) زبون بالساعة وكان الزمن الذي يقضيه الزبون في المطعم (40) دقيقة.

المطلوب: حساب عدد المقاعد المطلوب توفرها في المطعم (عدد الزبائن في المطعم).

عدد الزبائن الواصلين في الدقيقة = 30 زبون ÷ 60 دقيقة = 0.5 زبون.

عدد المقاعد في المطعم = عدد الزبائن الواصلين في الدقيقة× زمن الخدمة

= 0.5 زبون بالدقيقة × 40 دقيقة = 20 مقعد.

مثال2: دائرة مرور تقوم بتلقي طلبات لإصدار سنويات الخاصة بالمركبات وارسالها الى الزبائن عبر الإنترنت. فإذا كان معدل وصول الطلبات هو (50) طلبا في اليوم, وكان متوسط عدد الطلبات التي تنتظر الدراسة (200) طلبا يوميا.

المطلوب: ما هو الزمن المتوقع لتلبية طلب الزبون أي ما هي مدة انتظار الزبون حتى يصله طلبه؟

الزمن المتوقع لتلبية طلب الزبون = متوسط عدد الطلبات اليومي ÷ معدل وصول الطلبات في اليوم

= 200 ÷ 50 = (4) ايام.

يتضح من ما سبق بان **تحليل** تدفق العمليات التحويلية يعتمد على طاقة الموارد الانتاجية من مكائن وإفراد او محطات عمل وعلى التجهيز (اوامر الانتاج) وعلى حجم الطلب. فالطاقة للعملية التحويلية تمثل اقصى حد من التدفق من المخرجات خلال وحدة الزمن. الا ان النظام الانتاجي عادة ما يكون مكون من عدة موارد او عمليات تحويلية طاقتها الانتاجية مختلفة. وبالتالي فان طاقة النظام (معدل التدفق) سيكون مساوي للطاقة الاصغر للعمليات التحولية المكونة للنظام الانتاجي والتي تعرف بالعملية التحويلية (المحطة) الحرجة. ولتوضيح الفكر اعلاه نورد المثال الاتي:

مثال3: محل للوجبات السريعة متخصص بصناعة البيتزا يعمل به طباخ ومشرف و فرن.

العملية	الوقت اللازم للإنجاز (د.)	الجهة المنفذة
استلام الطلبية	1	المشرف
عمل العجينة	3	الطباخ
اضافة المكونات الاخرى	2	الطباخ
تحميص البيتزا	24	الفرن
تقطيع البيتزا	1	المشرف
استلام الحساب	1	المشرف

وقد توفرت البيانات بخصوص تسلسل العمليات من استلام الطلبية لحين تسليمها,علما ان الفرن يتسع لتحميص(4) قطع في وقت واحد, وعلى فرض ان الطلبية الواحدة تتضمن قطعة واحدة, و الفرن يستقبل البيتزا في أي وقت اثناء عملية التحضير.

المطلوب: 1- تحديد الطاقة الانتاجية المتاحة بالساعة لكل من المشرف والطباخ والفرن 2- تحديد محطة الاختناق.

نلاحظ ان الموارد المتاحة للمحل تتضمن المساعد والطباخ والفرن.

اولا: المشرف يحتاج الى ثلاث دقائق للإنجاز الطلبية الواحدة (1+1+1) وبالتالي فان:

الطاقة المتاحة للمشرف في الساعة الواحدة =60 د. ÷3د.

= 20 طلبيه في الساعة.

ثانيا: الطباخ يحتاج الى خمسة دقائق للإنجاز الطلبية الواحدة (3+2) وبالتالي فان:

الطافة المتاحة للطباخ في الساعة الواحدة = 60 د. ÷5د.

= 12 طلبيه في الساعة.

ثالثا: فرن يحتاج الى ستة دقائق للإنجاز الطلبية الواحدة (24÷4 = 6 د.) وبالتالي فأن:

الطاقة المتاحة للفرن في الساعة الواحدة= 60 د. ÷6د.

= 10 طلبيه في الساعة.

ان الطاقة الانتاجية القصوى للمحل ستكون مساوية (10) طلبية بالساعة وهي طاقة الفرن التي تمثل محطة الاختناق (*bottleneck*) في النظام الانتاجي. وهذ يعني ان المشرف والطباخ لن يكون بمقدرهما انجاز اكثر من (10) طلبيات في الساعة, على الرغم من توفر لديهما طاقة متاحة اكبر. ولذلك سيكون لديهما وقت عاطل (طاقة غير مستغلة) بسبب طاقة الفرن الحرجة. والجدول الاتي يوضح الوقت الضائع لكل من المشرف والفرن والطباخ.

المحطة	الوقت اللازم لإنجاز الطلبية	الطاقة غير المستغلة	الوقت العاطل
المشرف	3	20 - 10 = 10 طلبية	10 ×3 د. =30 د. في الساعة
الفرن	6	10- 10 = 0 طلبية	(0) د. (المحطة الحرجة)
الطباخ	5	12-10 = 2 طلبية	2 × 5 د. =10 د. في الساعة د.

ان اضافة فرن ثاني ستتقل الوقت اللازم لتحميص البيتزا الى (3) دقائق بدلا من (6)دقيقة والطاقة المتاح له (60 ÷ 3 =20 طلبية في الساعة), ويصبح الطباخ هو المحطة الحرجة بدلا منه (الفرن), وبالنتيجة ستتحسن الطاقة الانتاجية للمحل وتبلغ (12) طلبيه بالساعة ويظهر الوقت العاطل في الفرن و المشرف وكما مبين في الجدول الاتي:

المحطة	الوقت اللازم لإنجاز الطلبية	الطاقة غير المستغلة	الوقت العاطل
المشرف	3	20 - 12 = 8 طلبية	8 ×3 د. =24 د. في الساعة
الفرن	3	20 -12 = 8 طلبية	8 ×3 د. =24 د. في الساعة
الطباخ	5	12-12= 0 طلبية	(0) د. (المحطة الحرجة)

اما بخصوص الوقت الكلي لعمل الطلبية الواحدة ابتدأ من استلام الطلبية ولحين دفع الحساب سيبقى كما هو (1+3+2+24+1+1) = (32)دقيقة.

7-3 : تكاليف الانتاج الاجمالية وعلاقتها بحجم الانتاج وبدائل الشراء

تعد تكاليف الانتاج الجزء الاكبر من التكاليف الكلية للمنتجات, لذا فتقليل هذه التكاليف من شأنه ان يعزز من فرص المنافسة للشركة في الاسواق. تتاثر كلف الانتاج بحجم الانتاج والمفاضلة بين عملية الانتاج و الشراء . وتحسب بموجب المعادلة الاتية:

التكاليف الاجمالية (TC)= الكلف الثابتة +[الكلفة المتغيرة للوحدة ×حجم الانتاج]

ان اسلوب المفاضلة قائم على الاتي:

1- تحديد الكلفة الكلية لكل بديل

2- حساب مستويات التعادل

3- اختبار البديل المناسب (الاقل كلفة) بموجب القواعد الاتية:

- اذا كان حجم الانتاج المطلوب مساو لمستوى التعادل الاول فسيتم اختيار البديل الاول او الثاني و يهمل البديل الثالث.
- اذا كان حجم الانتاج المطلوب مساو لمستوى التعادل الثاني فسيتم اختيار البديل الثاني او الثالث وبهمل البديل الاول .

- اذا كان حجم الانتاج المطلوب اقل من مستوى التعادل الاول فسيتم اختيار البديل الاول ويهمل البديل الثاني و الثالث.
- اذا كان حجم الانتاج المطلوب اكبر من مستوى التعادل الاول واقل من مستوى التعادل الثاني فسيتم اختيار البديل الثاني و يهمل البديل الاول و الثالث.
- اذا كان حجم الانتاج المطلوب اكبر من مستوى التعادل الثاني فسيتم اختيار البديل الثالث ويهمل البديل الاول والثاني.

ملاحظة : ان استخدام القواعد اعلاه صالح عند ترتيب البدائل حسب الكلف الثابتة من الكلفة الاقل الى الكلفة الاعلى والعكس صحيح للكلف المتغيرة من الاعلى الى الاقل.

مثال (3) : ترغب شركة الشرق باختيار نظام انتاج لتصنيع احد منتجاتها الجديدة من بين انظمة عمليات الانتاج الثلاثة البديلة المعروضة امام الشركة. وقد توفرت البيانات التالية للعمليات الثلاثة:

العملية	التكاليف الثابتة	الكلفة المتغيرة للوحدة
العملية الاولى	20000	10
العملية الثانية	40000	8
العملية الثالثة	100000	4

المطلوب:1 - حساب مستويات التعادل او عدم الاهمية 2- .ما هو البديل الافضل للعملية عندما يكون حجم الانتاج (9000) وحدة, (10000) وحدة، (15000) وحدة, (12000) وحدة, (16000) وحدة

اولا: صياغة معادلات التكاليف الكلية لكل عملية.

TC = F + VQ

TC1 = 20000 + 10 Q

TC2 = 40000 + 8 Q

TC3 = 100000 + 4 Q

ثانيا :تحليل التعادل رياضيا

- حساب مستوى التعادل الاول:

نفرض ان الكلفة الكلية للبديل الاول مساوية للتكاليف الكلية للبديل الثاني وكما يلي:

TC1= TC2

20000 + 10 Q = 40000 + 8 Q

Q = 10000 وحدة

أي ان كلفة البديل الاول والثاني عند مستوى التعادل الاول ستكون متساوية وكما نبين ادناه:

TC1 =TC2

10000 × 8 + 40000 = 10000 × 10 + 20000

120000 = 120000

- حساب مستوى التعادل الثاني:

نفرض ان الكلفة الكلية للبديل الثاني مساوية للتكاليف الكلية للبديل الثالث وكما يلي:

TC2= TC3

40000 + 8Q = 100000 + 4 Q

Q = 15000 وحدة

أي ان كلفة البديل الثاني والثالث عند مستوى التعادل الثاني ستكون متساوية وكما مبين ادناه:

TC3= TC2

40000 + 8 × 15000 = 100000 + 4 × 15000

160000 = 160000

- عند حجم الانتاج (9000) وحدة نختار البديل الاول و يهمل البديل الثاني والثالث لان حجم الانتاج (9000) وحدة اقل من مستوى التعادل الاول.

ويمكن التحقق من ذلك من خلال التعويض في معادلات التكاليف الكلية وكما يلي:

TC1 = 20000 + 10× 9000= 110000

TC2 = 40000 + 8 × 9000 = 112000

TC3 = 100000 + 4 × 9000= 138000

- عند يكون حجم الانتاج مساويا (10000) وحدة نختار البديل الاول او الثاني لان حجم الطلب 10000 يمثل مستوى التعادل الاول.

ويمكن التحقق من ذلك من خلال التعويض في معادلات التكاليف الكلية وكما يلي:

TC1 = 20000 + (10×10000) = 120000

TC2 = 40000 + (8 × 10000) = 120000

TC3 = 100000 + (4 × 10000) = 140000

- عندحجم الطلب مساويا (12000) وحدة نختار البديل الثاني لان حجم الطلب هو اكثر من مستوى التعادل الاول 10000 وحدة واقل من مستوى التعادل الثاني.

ويمكن التحقق من ذلك من خلال التعويض في معادلات التكاليف الكلية وكما يلي:

TC1 = 20000 + (× 1012000) =140000

TC2 = 40000 + (8 × 12000) = 136000

TC3 = 100000 + (4 × 12000) = 148000

- عند حجم الطلب مساويا (16000) وحدة نختار البديل الثالث لان حجم الطلب هو اكثر من مستوى التعادل الثاني.

ويمكن التحقق من ذلك من خلال التعويض في معادلات التكاليف الكلية وكما يلي:

TC1 = 20000 + (10× 16000)

= 180000

TC2 = 40000 + (8 × 16000)

= 168000

TC3 = 100000 + (4 × 16000)

= 164000

الحل بيانيا:

نرسم جدول لتحديد معادلات الكلفة الكلية للبدائل الثلاثة بافتراض ان حجم الانتاج مساو للصفر او (20000) وحدة وكما يلي:

حجم الانتاج	البديل الاول	البديل الثاني	البديل الثالث
	TC1=20000 +10Q	TC2=40000 +8Q	TC3=100000 +4Q
0	20000	40000	100000
20000	220000	200000	180000

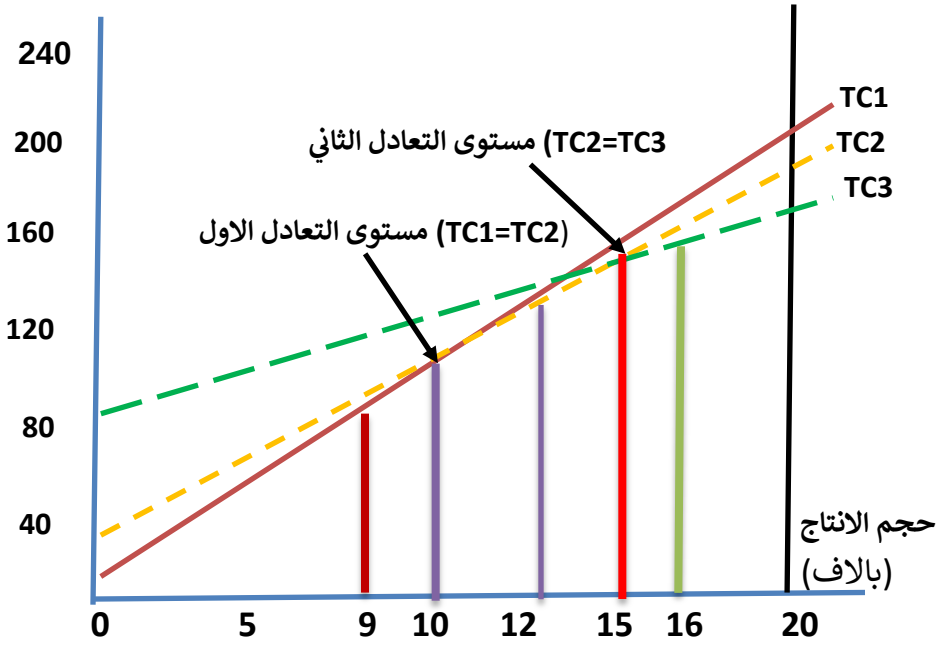
نقاط خط البديل الاول TC1 هي(0 , 20000) و (20000 , 220000)

نقاط خط البديل الاول TC2 هي (0 , 40000) و (20000 , 200000)

نقاط خط البديل الاول TC3 هي (0 , 100000) و (20000 , 180000)

يوضح الشكل (3-9) ان منحنى البديل الاول يتقاطع مع منحنى البديل الثاني عند حجم الانتاج (10000) وحدة, كما ان منحنى البديل الثاني يتقاطع مع منحنى البديل الثالث عند حجم الانتاج (15000) , وهذا يعني ان مستوى التعادل الاول مساو (10000) وحدة ومستوى التعادل الثاني مساو (15000) وحدة.

الرسم البياني للبدائل



الشكل (3-9)

مخطط الحل بطريقة الرسم البياني

- اختيار البديل عند حجم الانتاج (9000) وحدة:

نرسم خط مستقيم من خط الانتاج الى الاعلى وسنلاحظ انه سيلتقي مع منحنى تكاليف البديل الاول مما يعني اختيار البديل الاول ويهمل البديل الثاني والثالث لان حجم الانتاج اقل من مستوى التعادل الاول.

- اختيار البديل عند حجم الانتاج (10000) وحدة:

نرسم خط مستقيم من خط الانتاج الى الاعلى وسنلاحظ انه سيلتقي مع نقطة تقاطع البديل الاول والثاني (مستوى التعادل الاول) لذا سيتم اختبار البديل الاول او البديل الثاني و ويهمل الثالث لان حجم الانتاج مساوي مستوى التعادل الاول.

- اختيار البديل عند حجم الانتاج (12000) وحدة:

نرسم خط مستقيم من خط الانتاج الى الاعلى وسنلاحظ انه سيلتقي مع منحنى البديل الثاني, لذا سينم اختبار البديل الثاني و ويهمل الاول والثالث لان حجم الانتاج اكبر من مستوى التعادل الاول واقل من مستوى التعادل الثاني.

- اختيار البديل عند حجم الانتاج (15000) وحدة:

نرسم خط مستقيم من خط الانتاج الى الاعلى وسنلاحظ انه سيلتقي مع نقطة تقاطع البديل الثاني والثالث (مستوى التعادل الثاني) لذا سينم اختبار البديل الثاني او الثالث ويهمل البديل الاول لان حجم الانتاج مساوي مستوى التعادل الثاني.

- اختيار البديل عند حجم الانتاج (16000) وحدة:

نرسم خط مستقيم من خط الانتاج الى الاعلى وسنلاحظ انه سيلتقي مع منحنى البديل الثالث, لذا سينم اختبار البديل الثالث و ويهمل الاول والثاني لان حجم الانتاج اكبر من مستوى التعادل الثاني.

ان اسلوب التعادل او عدم الاهمية ممكن استخدامه للمفاضلة بين عمليه التصنيع لجزء معين وبين عمليه شراءه. اذ سيكون مستوى التعادل في هذه الحالة يمثل الكميه التي تتساوى فيها كلف التصنع مع كلف الشراء فإذا كان حجم الطلب لكبر من مستوى التعادل فالخيار الافضل يكون بتصنع الجزء داخل الشركة اما اذا كانت الكمية المطلوبة اقل من مستوى التعادل, سيكون الاختيار الافضل هو عملية الشراء من الخارج . ولتوضيح الامر نورد المثال الاتي:

مثال (4) : شركة للبناء الجاهز تروم اتخاذ قرار بإنشاء ورشه متخصصة بصناعة الالواح الحديدية بطول 10 متر وكانت الكلفة المتغيرة لتصنيع الوحدة (20) دولار والكلفة الثابتة (250000) دولار شهريا علما حجم الطلب الشهري (12000) وحدة و سعر الشراء من الشركات المتخصصة (35) دولار للوح الواحد في الوقت الحاضر.

المطلوب: ما هو القرار المناسب الذي يجب اتخاذه في هذه الحالة من قبل مدير العمليات؟

TC = F + VQ

TC1 =35 Q

TC2 = 250000 + 10 Q

- معادلة مستوى التعادل بالوحدات

TC1=TC2

35Q=250000 + 10Q

Q= 10000

بما ان الكميات المطلوبة اكبر من مستوى التعادل الاول فسيتم اختيار البديل الثاني (عملية التصنع) ويهمل البديل الاول (عملية الشراء).

كلفة البديل الاول (عملية الشراء)

TC1= 35 Q

TC1 =35 × 12000 = 420000 دولار

كلفة البديل الثاني (عملية التصنيع)

TC2 = 250000 + 10 Q

TC2 = 250000 + (10 × 12000) = 370000 دولار

اي ان كلفة التصنيع اقل من كلفة الشراء.

اسئلة الفصل الثالث

س1- وضح مفهوم العملية التحويلية والمقصود بتخطيطها وتصميمها وما هي خصائصها الاساسية؟

س2- ما هي المعايير المعتمدة في تصميم العمليات التحويلية؟

س3- ناقش العبارة التالية "يختلف مفهوم الانتاجية (*Productivity*) عن مفهوم الكفاءة (*Efficiency*). س4- ما هي الابعاد الاساسية لتصميم الخدمات؟

س5- ما المقصود بقانون "*Little's Law*"؟

س6- مطعم صغير مكون (30) طاولة يعمل فيه مشرف و4 عمال خدمة للزبائن وأمين صندوق وكانت اوقات الخدمة المقدمة للزبون او الطاولة الواحدة كما يلي:

نوع الخدمة	وقت الخدمة بالدقائق	وقت الانتظار قبل الخدمة	الجهة المقدمة
ايجاد الطاولة	1	0	المشرف
جلب قائمة الطعام	2	5	عامل الخدمة
تقديم الماء وتحديد	3	10	عامل الخدمة
تقديم الطعام	4	20	عامل الخدمة
جلب الحساب	1	30	عامل الخدمة
دفع الحساب	2	5	امين الصندوق
المجموع	13	70	

المطلوب: 1- تحديد الطاقة المتاحة للمطعم 2- حساب الوقت اللازم لخدمة الزبون او الطاولة 3- اذا كان معدل الوصول للزبائن 20 زبون بالساعة فكم عدد الطاولات المشغولة في المطعم.

س7- مصنع لإنتاج الدراجات الهوائية توفرت لدية البدائل ادناه لتجهيز اطارات الدراجة, البديل الاول شراء الاطار من الاسواق بسعر(12) دولار للوحدة الواحدة, البديل الثاني اعتماد انتاجه ميكانيكيا وقد كانت الكلفة الثابتة السنوية (15000) دولار والكلفة المتغيرة للوحدة (7) دولار, البديل الثالث اعتماد الاتمتة في عملية

الانتاج وقد كانت الكلفة الثابتة السنوية (20000) دولار والكلفة المتغيرة للوحدة (6) دولار.

المطلوب: 1- ما هو البديل الافضل اذا كان حجم الانتاج السنوي(5020) وحدة, (3080) وحدة, (598) وحدة, (3000) وحدة, (5000) وحدة.

س8- اختر الاجابة الصحيحة

1- خاصية الفاعلية للعملية التحويلية تعكس العلاقة بين

ا- الطاقة الفعلية الى الطاقة التصميمية ب- الطاقة الفعلية الى الطاقة المتاحة ج- الطاقة الفعلية الى الطاقة التخطيطية.

2- خاصية الكفاءة للعملية التحويلية تعكس العلاقة بين

ا- الطاقة الفعلية الى الطاقة التصميمية ب- الطاقة الفعلية الى الطاقة المتاحة ج- الطاقة المتاحة الى الطاقة التصميمية.

3- خاصية الفاعلية للعملية التحويلية تمثل

ا- القدرة على الانتاج ب- النسبة المئوية للاستخدام الامثل للموارد الانتاج المتاحة ج- النسية المئوية لانجاز الخطة.

4- خاصية الكفاءة للعملية التحويلية تمثل

ا- القدرة على الانتاج ب- النسبة المئوية للاستخدام الامثل للموارد الانتاج المتاحة ج- النسية المئوية لا نجاز الخطة.

5- يقصد بمعايير تصميم العمليات التحويلية

ا- استراتيجيات الانتاج ب- نظم الانتاج ج – (ا+ب).

6- في حالة وجود ثلاثة بدائل للإنتاج و كان حجم الانتاج المطلوب اقل من مستوى التعادل الاول فسيتم اختيار

أ- البديل الاول ب- البديل الثاني ج- البديل الثالث.

7- في حالة وجود ثلاثة بدائل للإنتاج و كان حجم الانتاج المطلوب اعلى من مستوى التعادل الثاني فسيتم اختيار

أ- البديل الاول ب- البديل الثاني ج- البديل الثالث.

8- في حالة وجود ثلاثة بدائل للإنتاج و كان حجم الانتاج المطلوب اعلى من مستوى التعادل الاول واقل من مستوى التعادل الثاني فسيتم اختيار

أ- البديل الاول ب- البديل الثاني ج البديل الثالث.

9- في حالة وجود ثلاثة بدائل للإنتاج و كان حجم الانتاج المطلوب مساو لمستوى التعادل الاول فسيتم اختيار

أ- البديل الاول او الثاني- البديل الثاني او الثالث ج- البديل الاول او الثالث.

10- في حالة وجود ثلاثة بدائل للإنتاج و كان حجم الانتاج المطلوب مساو لمستوى التعادل الثاني فسيتم اختيار

أ- البديل الاول او الثاني ب- البديل الثاني او الثالث ج- البديل الاول او الثالث.

11- بموجب قانون (*Law*) زيادة الاطلاق لاوامر الانتاج بدون زيادة الطاقة الانتاجية يؤدي الى

ا- زيادة الطاقة الفعلية ب- انخفاض الطاقة الفعلية ج- زيادة الطاقة المتاحة.

محتويات الفصل الرابع

الترتيب الداخلي للمصنع (*Facility Layout*)

4-1: مفهوم الترتيب الداخلي للمصنع

4-2: اساليب الترتيب الداخلي

4-3: قياس مستوى كفاءة موازنة خط الانتاج (التجميع)

الفصل الرابع

الترتيب الداخلي للمصنع (*Facility Layout*)

1-4: مفهوم الترتيب الداخلي للمصنع

يعد طول المسافة التي يقطعها المنتوج اثناء مروره بالعمليات التحويلية ذات اهمية بالغة وتؤثر في كلفة المنتوج وعلى قدرة الشركة للوفاء بالتزامها في الوقت المحدد. وهذه المسافة يمكن اختصارها عن طريق الترتيب الجيد للمصنع. وبالتالي فان الترتيب الداخلي للمصنع يمكن تعريفه بأنه "عملية تنظيم وترتيب الاقسام الانتاجية ومحطات العمل و المكائن والمخازن و الاقسام الخدمية الاخرى بهدف رفع كفاءة النظام الانتاجي ككل من خلال تقليل الكلفة والوقت وضمان انسيابية في تدفق المنتوج".

يحقق الترتيب الداخلي الكفء مجموعة من الاهداف:

1- استغلال افضل للمساحات.

2- تحسين تدفق المعلومات ومناولة المواد وحركة والعاملين.

3- تامين ظروف عمل جيدة للعاملين، وبالتالي رفع الروح المعنوية لهم.

4- تحسين المرونة في الاستجابة للتغييرات في بيئة الانتاج.

5- تحسين العلاقة مع الزبائن من خلال الالتزام بمواعيد التسليم.

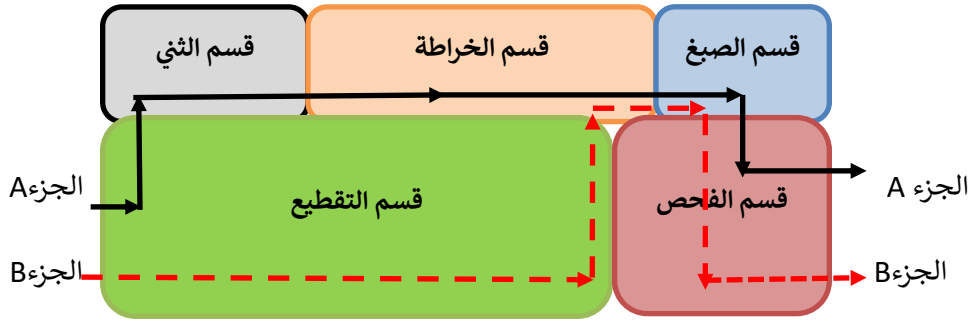
2-4: اساليب الترتيب الداخلي

توجد العديد من الاساليب المستخدمة في الترتيب الداخلي:

اولا: الترتيب على اساس العملية (الوظيفي):

يلائم هذا النوع من الترتيب في حالة تقديم منتجات متنوعة وبكميات قليلة نسبيا . يتم الترتيب على اساس العملية من خلال تجميع وسائل الانتاج المتشابهة

(عمال ومكائن) في قسم واحد, على سبيل المثال تجميع معدات التثقيب في قسم التثقيب, وبنفس الطريقة يتم ايجاد قسم للسباكة وأخر للصبغ وأخر للفحص كما موضح في الشكل(4-1).



شكل (4-1)

الترتيب على اساس العملية (الوظيفي)

من مزايا الترتيب على اساس العملية (الوظيفي)الاتي:

- مرونة عالية في الانتاج و ذلك بسبب كون وسائل الانتاج ذات غرض عام اي يمكن انتاج اجزاء متنوعة باستخدام نفس وسيلة الانتاج (عامل او ماكنة).
- انخفاض رأسمال المستثمر في وسائل الانتاج لأنها غير متخصصة اي بالإمكان انتاج اكثر من منتوج باستخدام نفس الالة او الماكنة.

ومن عيوبه :

- انخفاض مستوى الاستخدام لكون الانتاج متقطع.
- صعوبة الجدولة بسبب تعدد المسارات التكنولوجية.
- زيادة اوقات الانتظار و بالتالي ارتفاع مستوى المخزون تحت الصنع عند مراكز الانتاج مما يسبب ارباك في العملية الانتاجية.

تعد كلفة المناولة والنقل لأوامر الانتاج بين الاقسام المختلفة هي المعيار في تفضيل الترتيب المناسب لتلك الاقسام.والمثال الاتي يوضح الكيفية التي بموجبها يتم اعداد الترتيب الداخلي على اساس العملية.

مثال(1): تسعى شركة صناعية لترتيب احد مصانعها المكون من ستة اقسام انتاجية باعتماد الترتيب على اساس العملية. وقد توفرت لديك البيانات الاتية:

1- ان مساحة المصنع على شكل مستطيل بطول (60) م وبعرض (40) م.

2- ان كلفة المناولة (النقل) للحمولة الواحدة بين الاقسام المتجاورة (20) دولار ، وبين الاقسام غير المتجاورة (40) دولار.

3- ان مساحة كل قسم هي 20م × 20م.

4- عدد الحمولات بين الاقسام كما موضحة في الجدول (4-1):

الجدول (4-1)

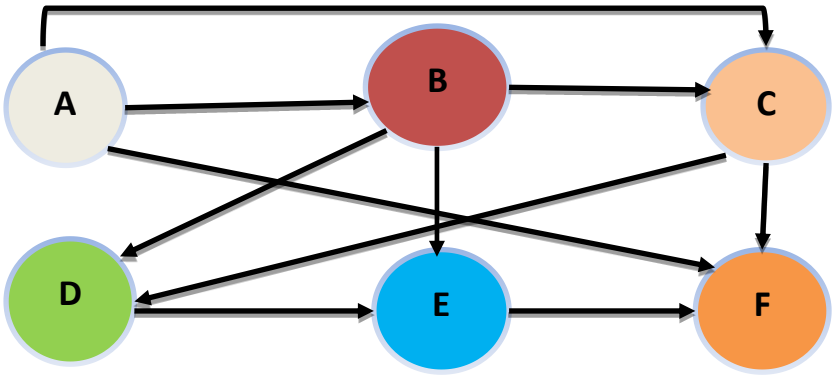
عدد الحمولات بين الاقسام

	الاقسام	الى					
		A	B	C	D	E	F
من	A		50	100	0	0	20
	B			30	50	10	0
	C				20	0	100
	D					50	0
	E						0
	F						

المطلوب: اعداد مخطط لترتيب الاقسام الستة في المصنع المقترح على اساس العملية (الوظيفي) بحيث تكون حساب كلف المناولة الكلية اقل ما يمكن.

1- اعداد مخطط اولي ليمثل ترتيب مبدئي للأقسام ضمن المساحة المخصصة للمصنع. وليكون الترتيب كما موضح في الشكل (4-2).

ملاحظة: ان الارقام داخل المربعات في الجدول اعلاه تمثل عدد الحمولات وليس عدد الوحدات. فقد تكون الحمولة الواحدة (النقلة) تتضمن وحدة او اكثر.



الشكل (4-2)
مخطط اولي لترتيب اقسام المصنع

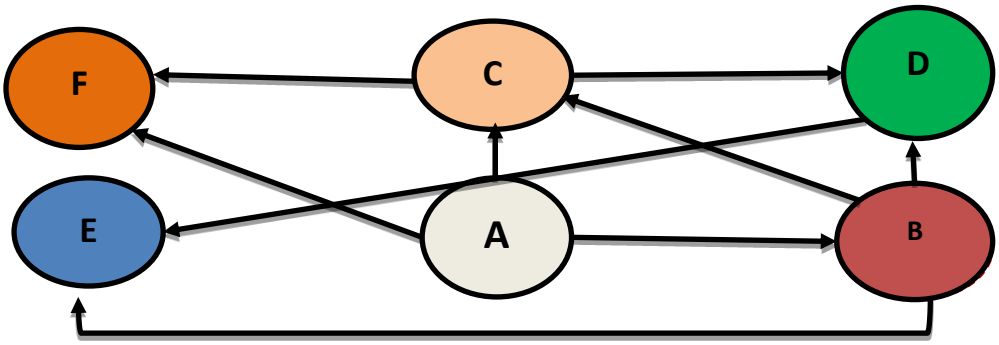
2- تحديد كلف النقل بين الاقسام المتجاورة وغير المتجاورة وكما يلي:

كلفة النقل = عدد النقلات × كلفة النقل

AB = 50 × 20 = 1000
AC =100 ×40= 4000
AF = 20 × 40 = 800
BC =30 × 20 = 600
BD= 50 ×20 =1000
BE =10 × 20 = 200
CD= 20 × 40 = 800
CF =100 × 20 = 2000
DE = 50 × 40 = 2000

كلفة النقل الكلية دولار 12400 =

3- البحث عن ترتيب افضل من خلال جعل الاقسام ذات عدد النقلات الاكبر متجاورة وكما موضح في الشكل (4-3):



الشكل (4-3)

المخطط الثاني لترتيب اقسام المصنع

4- تحديد كلف النقل بين الاقسام المتجاورة وغير المتجاورة ووفقا للترتيب الجديد وكما يلي:

كلفة النقل = عدد النقلات × كلفة النقل

نلاحظ ان الترتيب الثاني قد قلل كلف النقل الكلية بمقدار 2600 دولار.

AB = 50 × 20 =1000

AC =100 × 20 = 2000

AF = 20 × 20 = 400

BC =30 × 20 = 600

BD= 50 × 20 =1000

BE =10 × 40 = 400

CD= 20 × 20 = 400

CF =100×20 = 2000

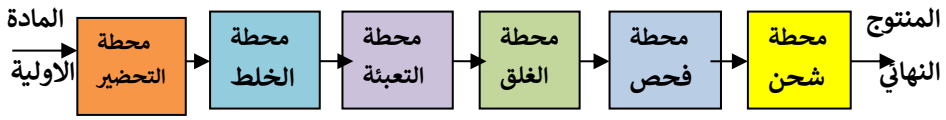
DE = 50×40 = 2000

كلفة النقل الكلية دولار 9800 =

ان الطريقة اعلاه تعتمد معيار التجربة والخطأ ولذلك هي مناسبة في حالة وجود عدد قليل من الاقسام. اما في حالة كثرة عدد الاقسام فيصبح الحل يدويا بموجب هذه الطريقة مستحيل. فلو كان المصنع مكون من (10) اقسام في هذه الحالة يوجد (3628800) احتمالا او ترتيب. ولنا ان نتصور في حالة وجود اكثر من طابق للمصنع وفي كل طابق توجد اقسام متعددة. لذلك فقد تم تطوير برامج باستخدام الكومبيوتر لإيجاد الترتيب الافضل مثل برنامج *Allocation Of Computerized Relative Facility Technique* (*CRAFT*) الذي يناسب المصانع المكونة من طابق واحد, وبرنامج(*CRAFT-3D*)المعد لإيجاد الترتيب الافضل في حالة الترتيب على اساس العملية بعدة طوابق.

ثانيا : الترتيب على اساس تدفق المنتوج (السلعي):

يقوم هذا النوع على اساس ترتيب وسائل الانتاج ضمن محطات عمل بشكل تتابعي (متسلسل) وفي اطار خط انتاجي او تجميعي ، مثل خط تجميع الأجهزة الكهربائية او خط تصنيع الاصباغ. يناسب هذا الترتيب في حالة الانتاج النمطي وبكميات كبيرة مع طلب مستقر نسبيا, و الشكل(4-4) يوضح نموذج للترتيب على اساس تدفق المنتوج (السلعي).



الشكل (4-4)

الترتيب على اساس تدفق المنتوج (السلعي)

وهنا لابد من الاشارة الى ان هذا الترتيب ليس بالضرورة ان يكون على شكل خط مستقيم, بل قد يكون على شكل دائرة او حرف (L,S,U) او رقم (8,5).

من مزاياه :

- انخفاض كلفة الانتاج للوحدة بسبب كبر حجم الانتاج.
- انخفاض كلف المناولة لكون الانتاج مستمر بين محطات العمل المرتبه بشكل متسلسل.
- سهولة جدولة اوامر الانتاج .

ومن عيوبه :

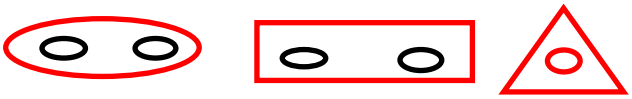
- كبر حجم الاستثمار في وسائل الانتاج لأنها متخصصة.
- ضعف المرونة لان توقف اي عملية يؤدي الى توقف النظام بالكامل.

ثالثا: ترتيب خلايا تكنولوجيا المجاميع (الترتيب الهجين)

ان ترتيب خلايا تكنولوجيا المجاميع هو ترتيب هجين يسعى الى الجمع بين مزايا الترتيب السلعي الذي يحقق كلف منخفضة بسبب الانتاج الواسع وسهولة المناولة والجدولة, وبين مزايا الترتيب الوظيفي المتمثلة بالمرونة في الاستجابة لمتطلبات المستهلك في انتاج بدفعات صغيرة وبتنوع عال.

يستند هذا الاسلوب على ان بعض الاجزاء في انتاجها تحتاج الى عمليات متشابهة الا انها قد تكون بحجوم وتصاميم مختلفة. اذ يتم حصر هذه الاجزاء ضمن مجاميع او ما يعرف ب عوائل (*Families*) بالاعتماد المشاهدة البصرية او فحص تصميم المنتوج والمسارات التكنولوجية.

ولغرض لتوضيح فكرة الترتيب خلايا تكنولوجيا المجاميع (الهجين) وبيان مزاياه مقارنة مع الترتيب على اساس العملية (الوظيفي) نفرض وجود (9) اجزاء , و(5) اقسام هي قسم الاستلام و التسليم وأربعة اقسام انتاجية هي قطع و تثقيب و ثني و صبغ. يتم ترتيب الاجزاء التسعة ضمن ثلاثة مجموعات حسب العمليات المطلوبة لانتاج تلك الاجزاء وكما موضح بالشكل(4-5).

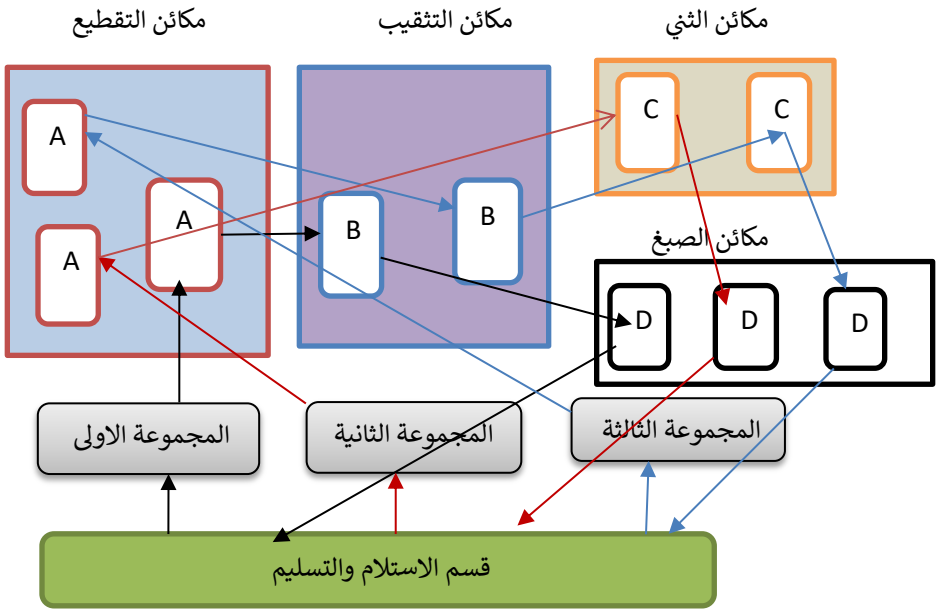
المجموعة الاولى	
المجموعة الثانية	
المجموعة الثالثة	

الشكل (4-5)

فرز الاجزاء ذات الخصائص المتشابهة

تضم المجموعة الاولى الاجزاء التي تحتاج الى عملية قطع وتثقيب وصبغ. المجموعة الثانية تحتاج الى عملية قطع وثني وصبغ. في حين تحتاج المجموعة الثالثة الى عملية قطع وتثقيب وثني وصبغ. وبعد عملية الفرز الاجزاء ضمن المجموعات تبدأ عملية ترتيب المكائن على شكل خلايا بمساحة معينة بحيث تكون مسارات تدفق العمليات خطية, مما يودي الى تقليل اوقات الاعداد او التهيئة (*Setup time*) وبالتالي تقليل المهل الزمنية وحجم العمل تحت الصنع وتسريع عملية التدفق للمواد خلال العمليات الانتاجي.

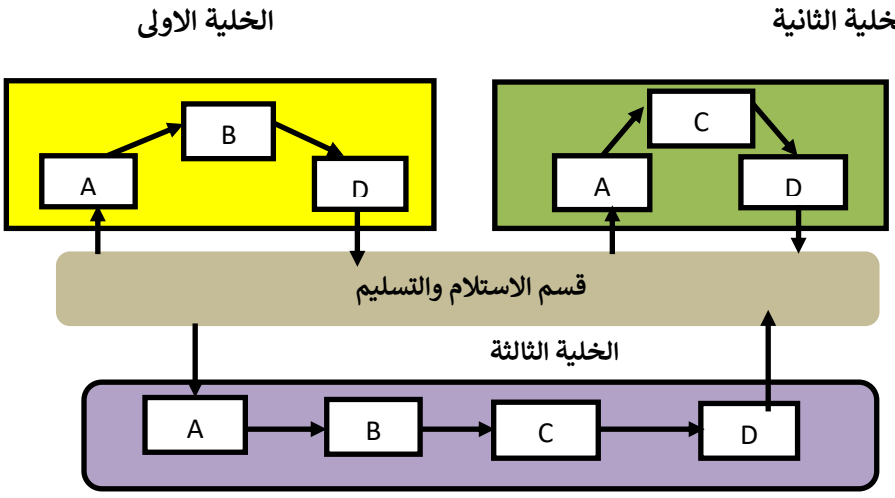
ان الترتيب هذه الاقسام على اساس العملية والموضحة في الشكل (4-6) يبين ان عملية التدفق للأجزاء بين الاقسام الانتاجية مربكة اذ القسم الانتاجي الواحد قد يتم فيه معالجة اجزاء ذات مسارات تكنولوجية مختلفة مما يسبب في صعوبة متابعة عملية التصنيع. كما ان وقت الاعداد سيتكرر بوجود هذه الاجزاء.



الشكل (4-6)

الترتيب على اساس العملية (الوظيفي)

في حين يوضح الشكل (4-7) يوضح ترتيب نفس الاجزاء باستخدام اسلوب خلايا تكنولوجيا المجاميع (الهجين), حيث تم وضع الاجزاء ضمن ثلاثة خلايا,كل مجموعة من الاجزاء التي تتطلب عمليات متشابهة يتم معالجتها ضمن خلية منفصلة عن الاجزاء التي تحتاج بعض العمليات اضافية, وبالتالي تجنب عيوب الترتيب على اساس العملية. ان الخلية الاولى تتضمن ثلاث مكائن (تقطيع, تثقيب وصبغ) لمعالجة اجزاء المجموعة الاولى الموضحة في الشكل (4-5), اما الخلية الثانية تتضمن ثلاث مكائن (تقطيع ,ثني و صبغ) لمعالجة اجزاء المجوعة الثانية, وبنفس الطريقة ترتب المكائن للخلية الثالثة, ويتم ترتيب قسم الاستلام والتسليم بين الخلايا الثلاث لتسهيل التواصل بينه وبين الخلايا .



الشكل (4-7)

الترتيب خلايا تكنولوجيا المجاميع (الترتيب الهجين)

رابعا: ترتيب الموقع الثابت

يتبع هذا الترتيب في نظم انتاج المشاريع عندما يكون المنتوج كبيراً جداً أو ثقيلاً بحيث تصبح حركته ونقله شبه مستحيلة, وبموجب هذا الترتيب يبقى المنتوج في مكانه وتجري عليه جميع العمليات اللازمة كما هو الحالة في صناعة السفن وبناء العمارات السكنية.

خامسا: الترتيب المتخصص

يستخدم هذا النوع من الترتيب في مجالات متخصصة كالمخازن والمكاتب ومحلات البيع بالتجزئة (الاسواق والمولات).

3-4 : قياس مستوى كفاءة موازنة خط الانتاج (التجميع)

يمثل خط التجميع مجموعة من محطات العمل المسؤولة عن تجميع منتوج معين وفقا لمراحل محددة بحيث تكون مخرجات كل محطة عمل هي مدخلات للمحطة التالية المباشرة, وتنتقل المواد بين المحطات اليا (بالأحزمة الناقلة) او يدويا او ذاتيا بفعل الجاذبية. اما موازنة خط التجميع فهي ترتيب الانشطة او

الفعاليات ضمن محطات نظرية بهدف تحديد مستوى الكفاءة لخط التجميع بشكل عام. ولتوضيح ذلك نورد المثال الاتي:

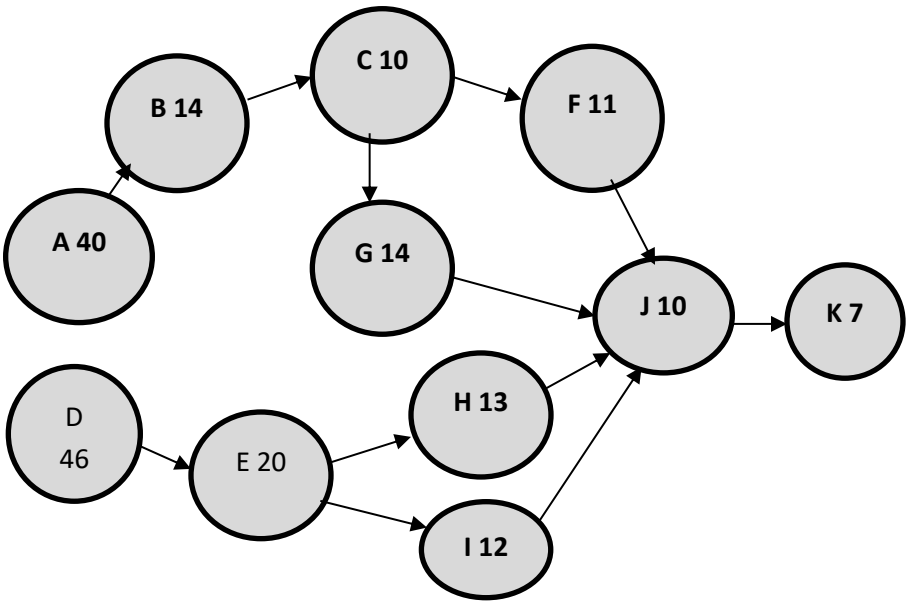
مثال (2) :يحاول مدير العمليات اعداد ترتيب لاحد خطوط تجميع التلفزيونات, وكان معدل الانتاج اليومي (400) تلفزيون.وقد توفر لديه جدول الاتي بالنشاطات اللازمة لتجميع التلفزيون, علما ان وقت العمل الفعلي يساوي (6) ساعات يوميا.

النشاط	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
وقت المعالجة بالثواني	40	14	10	46	20	11	14	13	12	10	7
النشاط السابق	--	A	B	--	D	C	C	E	E	F.G،H،I	J

المطلوب: اعداد موازنة لخط التجميع اعلاه موضحا فيه الاتي:

1- مخطط تتابع الانشطة 2- حساب وقت دورة الانتاج - وعدد محطات العمل - ومستوى الكفاءة الموازنة لخط التجميع - ومقدار الوقت الضائع الكلي - ونسبة الوقت الضائع - وتوزيع المحطات على المخطط التتابعي وفقا لاسلوب اطول وقت للنشاط.

1 – رسم مخطط تتابع الانشطة:



2= وقت الدورة (*Circle time*) هو معدل الوقت اللازم لانتاج الوحدة الواحدة ضمن الدفعة المنتجة, اي حصة الوحدة الواحدة المنتجة من الوقت المتاح للإنتاج (ساعة، يوم, اسبوع,شهر, فصل,سنة).

وتقاس بالمعادلة الاتية:-

وقت الدورة (Ct)= الوقت المتاح للإنتاج ÷ معدل الانتاج او الطلب

= (1 يوم × 6 ساعة × 60 دقيقة × 60 ثانية) ÷ 400 وحدة

= 54 ثانية.

ملاحظة: يتم تحويل ساعات العمل اليومي (بسط المعادلة) اعلاه الى ثواني لان وقت المعالجة للأنشطة في الجدول بالثواني.

3- حساب عدد المحطات النظري بالمعادلة الاتية :

عدد المحطات النظري = مجموع اوقات الانشطة÷ وقت الدورة

عدد المحطات النظري = 197ثانية÷ 54 ثانية

= 3.7 = 4 محطات تقريبا.

ملاحظة: يتم تقريب النتيجة الى الرقم الصحيح الاكبر دائما لكي تكون جميع الانشطة ضمن المحطات المقترحة.

4- حساب مستوى كفاءة الموازنة لخط التجميع بالمعادلة الاتية:

$$\text{مستوى الكفاءة الموازنة لخط التجميع} = \frac{\text{مجموع اوقات الانشطة}}{\text{(عدد المحطات × وقت الدورة)}} \times 100$$

$$\text{مستوى الكفاءة الموازنة لخط التجميع} = \frac{197}{(54 \times 4)} \times 100 = 91.2\ \%$$

5 - احتساب الوقت الضائع الكلي بالمعادلة الاتية:

الوقت الضائع الكلي = (عدد المحطات × وقت الدورة) – مجموع اوقات الانشطة

197 - (54 × 4) =

197 - 216 =

19 = ثانية.

6- **نسبة الوقت الضائع = 100% – نسبة كفاءة خط التجميع**

100%- 91.2 % =

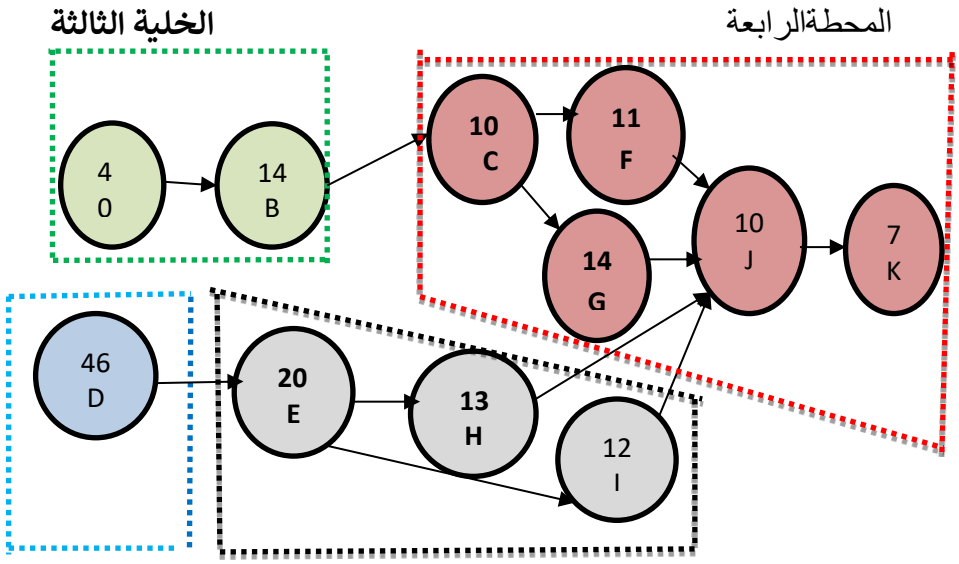
8.8 % =

7- يتم توزيع الانشطة على المحطات الاربعة بموجب الشروط الاتية:

- ان يكون مجموع اوقات الانشطة في المحطة الواحدة مساوي او اقل من وقت الدورة.
- عدم تجاوز العلاقات التتابعية للأنشطة.
- ترتيب الانشطة بموجب الطريقة الاجتهادية(اطول وقت للنشاط), وبموجبها يتم ترتيب الانشطة من الوقت الاطول نزولا الى اقل وقت للنشاط وكما مبين في الجدول الاتي:

طريقة اطول وقت نشاط	
النشاط	الوقت (ثانية)
D	46
A	40
E	20
B	14
G	14
H	13
I	12
F	11
C	10
J	10

8 - توزيع الانشطة على المخطط:



9- حساب الوقت الضائع بموجب المعادلة الاتية

الوقت الضائع في المحطة = وقت الدورة – مجموع اوقات الانشطة

وكما موضح في الجدول الاتي :

المحطة	الانشطة	مجموع اوقات الانشطة	الوقت الضائع في المحطة
الاولى	D	46	8 = 46 -54
الثانية	B،A	54 =14 +40	0= 54- 54
الثالثة	I،H،E	45=12+13+20	9= 45 - 54
الرابعة	K،J،F،C،G	7+11+10+14=52	2= 52 - 54
مجموع الوقت الضائع الكلي			19 ثانية

المحطة الاولى: تتضمن النشاط D فقط لان اضافة اي نشاط سيؤدي الى ان يكون مجموع اوقات الانشطة فيها اكبر من وقت الدورة. وبالتالي في هذه المحطة سيكون فيها الوقت الضائع مقداره (8) ثانية.

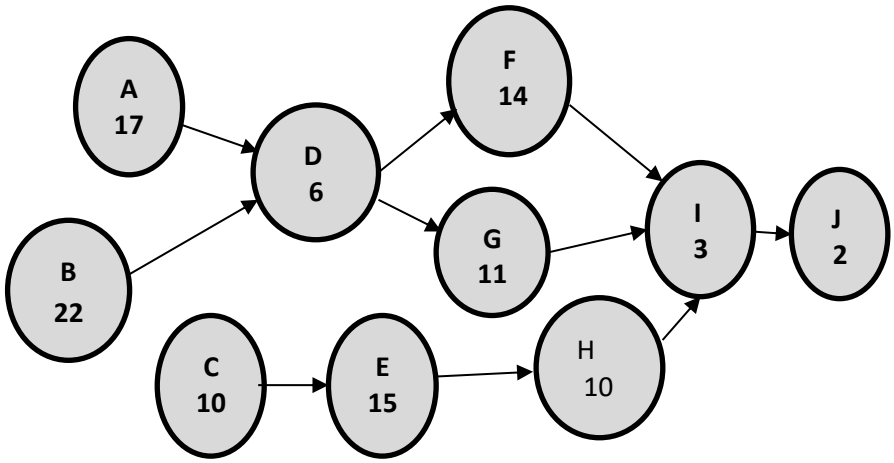
المحطة الثانية: تتضمن النشاط A وهو التالي من حيث طول وقته, وعند اضافة النشاط التالي B ومجموع اوقات النشاطين هو مساوي لوقت الدورة ولا يمكن اضافة اي نشاط اخر لأنه سيؤدي الى ان يكون مجموع اوقات الانشطة فيها اكبر من وقت الدورة. في هذه المحطة سيكون الوقت الضائع مقداره (صفر) ثانية وبنفس الطريقة يتم توزيع الانشطة في بقية المحطات (الثالثة و الرابعة).

مثال (3): يحاول مدير العمليات اعادة ترتيب احد الخطوط المتخصصة لإنتاج مقايس الكهربائية والذي ينتج بمعدل (480) مقياس شهريا.علما المصنع يعمل بواقع (1) وجبة في اليوم. (9)ساعات عمل في الوجبة بضمنها ساعة واحدة للطعام و (25) يوم في الشهر، والجدول الاتي يمثل البيانات المتعلقة بالأنشطة ووقت المعالجة لكل نشاط والنشاط السابق:

النشاط	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
وقت المعالجة بالدقيقة	17	22	10	6	15	14	11	10	3	2
النشاط السابق	--	--	--	A ، B	C	D	D	E	F،G،H	I

المطلوب: 1- رسم المخطط التتابعي للأنشطة 2- حساب وقت الدورة 3- حساب عدد المحطات4- تحديد الوقت العاطل 5- كفاءة خط التصنيع -6 نسبة الوقت الضائع 7- توزيع المحطات على المخطط التتابعي بتباع اسلوب اطول وقت للنشاط.

1- رسم المخطط التتابعي:



2- **وقت الدورة (Ct) = الوقت المتاح للإنتاج÷ معدل الانتاج او الطلب**

=[1شهر × (25) يوم ×(1) وجبة × (9-1) ساعة × (60) دقيقة]÷ 480 وحدة

= 25 دقيقة.

3 -**عدد المحطات النظري = (مجموع اوقات الانشطة) ÷ وقت الدورة**

= 110 دقيقة ÷ 25 دقيقة.

= (4.4) = 5 محطات.

ملاحظة: يتم تقريب النتيجة الى الرقم الصحيح الاكبر دائما لكي تكون جميع الانشطة ضمن المحطات المقترحة.

4 - احتساب مستوى كفاءة الموازنة لخط التجميع بالمعادلة الاتية:

$$\text{مستوى الكفاءة الموازنة خط التجميع} = \frac{\text{مجموع اوقات الانشطة}}{\text{(عدد المحطات} \times \text{وقت الدورة)}} \times 100$$

$$\text{مستوى الكفاءة الموازنة خط التجميع} = \frac{110}{25 \times 5} \times 100 = 88\%$$

5- احتساب الوقت الضائع الكلي بالمعادلة الاتية:

الوقت الضائع الكلي =(عدد المحطات × وقت الدورة) – مجموع وقت الانشطة

$$= (5 \times 25) - 110$$

$$= 125 - 110 = 15 \text{ دقيقة}.$$

6 - نسبة الوقت الضائع = 100% – نسبة كفاءة خط التجميع

$$= 100\% - 88\% = 12\%$$

7-يتم توزيع الانشطة على المحطات الاربعة بموجب الشروط ادناه:

- ان يكون مجموع اوقات الانشطة في المحطة الواحدة مساوي او اقل من وقت الدورة.

- عدم تجاوز العلاقات التتابعية للأنشطة.

- ترتيب الانشطة من الوقت الاطول الى الوقت الاقصر وكمايلي:

طريقة اطول وقت نشاط	
الوقت (دقيقة)	النشاط
22	B
17	A
15	E
14	F
11	G
10	C
10	H
6	D
3	I
2	J

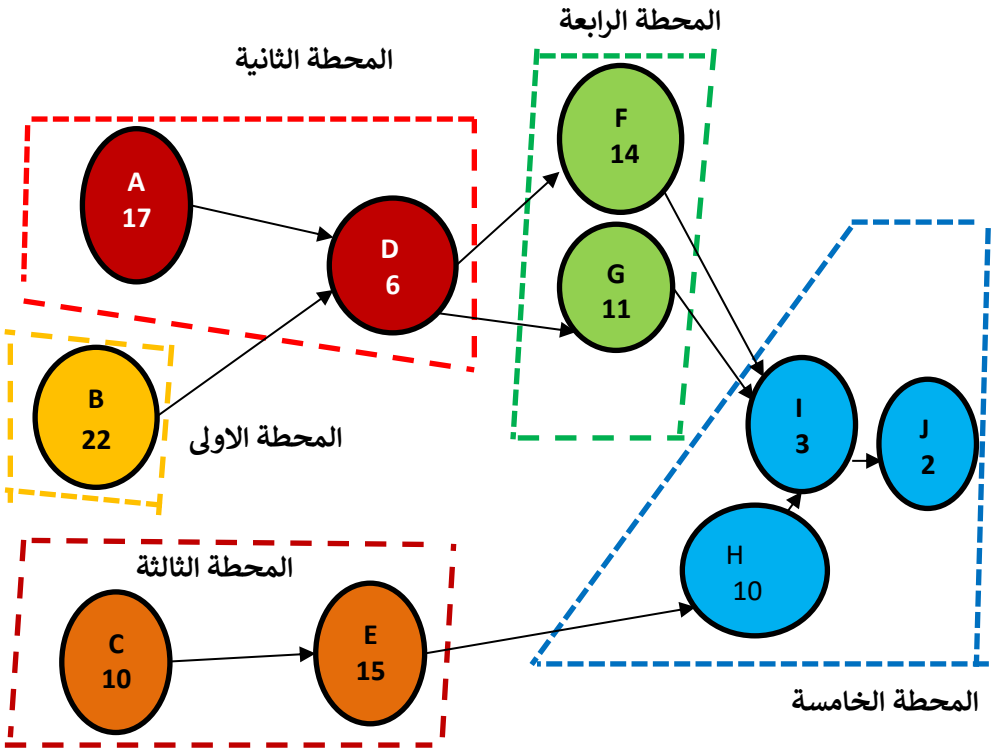
8- حساب الوقت الضائع بموجب المعادلة الاتية

الوقت الضائع في المحطة = وقت الدورة – مجموع اوقات الانشطة

وكما موضح في الجدول الاتي:

المحطة	الانشطة	مجموع اوقات الانشطة	الوقت الضائع في المحطة
الاولى	B	22	3 = 22 -25
الثانية	D،A	23 =6 + 17	2= 23- 25
الثالثة	C،E	25=10+ 15	0= 25 - 25
الرابعة	G،F	25= 11+ 14	0= 25 - 25
الخامسة	J،I،H	15= 2+ 3+ 10	10= 15 -25
مجموع الوقت الضائع			15 دقيقة

9- توزيع المحطات على المخطط

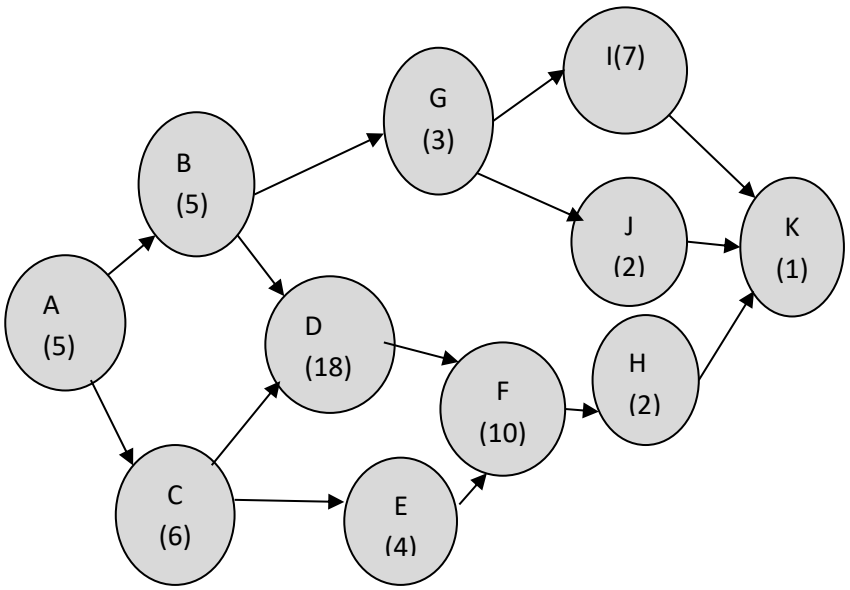


مثال (4): ترغب احدى الشركات اعداد ترتيب داخلي لخط تصنيع الاقراص CD والذي بلغ الطلب عليها (150) قرص بالساعة, علما لان الخط الانتاجي مصمم لتوقف (5) دقائق في الساعة.

النشاط	A	B	C	D	E	F	G	H	i	j	k
وقت المعالجة (بالثانية)	5	5	6	18	4	10	3	2	7	2	1
النشاط السابق	--	A	A	B،C	C	E،D	B	F	G	G	H،I،J

المطلوب: 1- رسم المخطط التتابعي للأنشطة 2- حساب وقت الدورة 3- حساب عدد المحطات 4 - كفاءة خط التصنيع 5- حساب نسبة الوقت العاطل 6- تحديد الوقت العاطل 7- توزيع الانشطة على المحطات.

1- رسم المخطط التتابعي



2- وقت الدورة (Ct) = (الوقت المتاح للإنتاج) ÷ معدل الانتاج او الطلب

=(1 ساعة × (60 د. – 5 د.) × 60 ثانية) ÷150 وحدة

= 22 ثانية.

3 -عدد المحطات النظري= (مجموع اوقات الانشطة)÷ وقت الدورة

=63 ثانية ÷ 22 ثانية

= 2.9 = 3 محطات.

ملاحظة: يتم تقريب النتيجة الى الرقم الصحيح الاكبر دائما لكي تكون جميع الانشطة ضمن المحطات المقترحة.

4 -احتساب مستوى كفاءة الموازنة لخط التجميع بالمعادلة الاتية:

مستوى الكفاءة الموازنة لخط التجميع = مجموع اوقات الانشطة / عدد المحطات × وقت الدورة × 100

مستوى الكفاءة الموازنة لخط التجميع = 63 / 22 ×3 × 100

= (95.5%).

5 - نسبة الوقت الضائع = 100% - مستوى الكفاءة

= 100% - 95.5 % = 4.5%.

6 - احتساب الوقت الضائع الكلي بالمعادلة الاتية:

الوقت الضائع الكلي = (عدد المحطات × وقت الدورة)- مجموع وقت الانشطة

= (3 × 22) - 63 = 3 ثانية.

7- يتم توزيع الانشطة على المحطات الاربعة بموجب الشروط ادناه:

- ان يكون مجموع اوقات الانشطة في المحطة الواحدة مساوي او اقل من وقت الدورة.
- عدم تجاوز العلاقات التتابعية للأنشطة.
- ترتيب الانشطة من الوقت الاطول الى الوقت الاقصر وكمايلي:

طريقة اطول وقت نشاط	
الوقت (ثانية)	النشاط
18	D
10	F
7	I
6	C
5	B
5	A
4	E
3	G
2	H
2	J
1	K

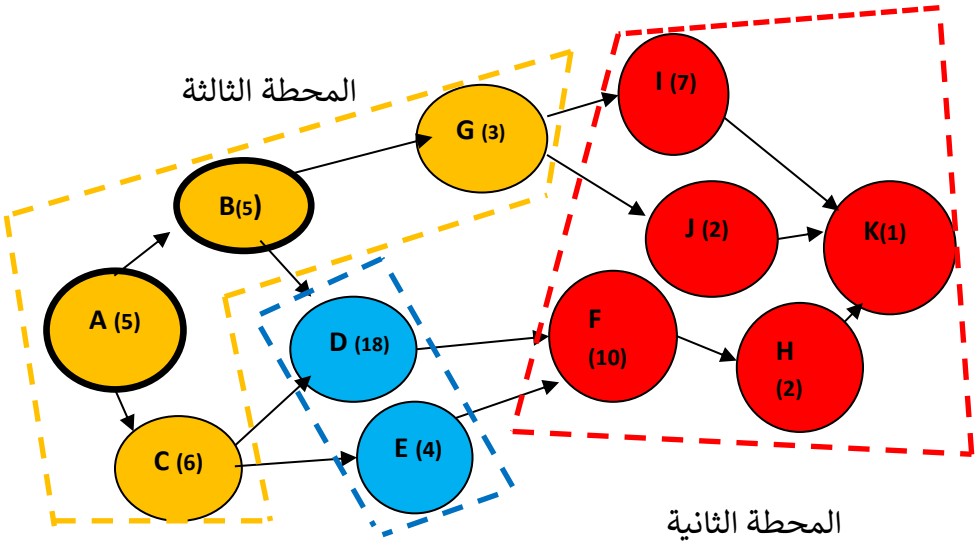
- حساب الوقت الضائع بموجب المعادلة الاتية

الوقت الضائع في المحطة = وقت الدورة – مجموع اوقات الانشطة

وكما موضح في الجدول الاتي

المحطة	الانشطة	مجموع اوقات الانشطة	الوقت الضائع في المحطة
الاولى	**D،E**	**22= 18+4**	**22-22 = 0**
الثانية	**K،J،H،I،F**	**22=1+2+2+7+10**	**22- 22 = 0**
الثالثة	**G،B،A،C**	**19= 5+6+ 3+5**	**22 - 19 =3**
مجموع الوقت الضائع			**3 ثانية**

9- توزيع المحطات على المخطط



المحطة الاولى

اسئلة الفصل الرابع

س1- وضع مفهوم الترتيب الداخلي للمصنع وما هي الاهداف التي يحققها الترتيب الجديد.

س2- ما المقصود بالترتيب السلعي والوظيفي والهجين.

س3- خط انتاجي لتجميع العجلات الهوائية وكان معدل الانتاج (5400) عجلة اسبوعيا, علما ان المصنع يعمل (6) ايام اسبوعيا و (6) ساعات في اليوم ويتوقف الخط الانتاجي لمدة (20) دقيقة بالساعة لغرض الصيانة الدورية وقد توفرت لديك البيانات الاتية:

النشاط	A	B	C	D	E	F	G	H	I	j	j	k
وقت المعالجة (بالثانية)	4	6	6	1	6	10	3	2	7	2	2	2
النشاط السابق	--	A	A	B،C	C	B،D	E	F,G	H	I	I	J

المطلوب: 1- رسم المخطط التتابعي للأنشطة 2- حساب وقت الدورة 3- حساب عدد المحطات 4 - كفاءة خط التصنيع 5- حساب نسبة الوقت العاطل 6- تحديد الوقت العاطل 7- توزيع الانشطة على المحطات.

س4- مصنع لتجميع الثلاجات معدل انتاجه السنوي (10000) ثلاجة و يعمل بواقع (250) يوم بالسنة و (2) وجبة باليوم الواحد, و (8) ساعات في الوجبة الواحدة,علما ان المصنع يتوقف (40) دقيقة في الوجبة لصيانة وقد توفرت لديك البيانات الاتية عن الانشطة ووقت المعالجة والأنشطة السابقة بالدقائق.

النشاط	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
وقت المعالجة	16	12	9	6	13	14	11	10	2	2	1
النشاط السابق	--	--	--	A,B,C	C	D	D	E	F، G	H	I,J

المطلوب: 1- رسم المخطط التتابعي للأنشطة 2- حساب وقت الدورة 3- حساب عدد المحطات 4 - كفاءة خط التصنيع 5- حساب نسبة الوقت العاطل 6- تحديد الوقت العاطل 7- توزيع الانشطة على المحطات.

س5- مصنع لتجميع التلفزيونات معدل انتاجه (315) وحدة اسبوعيا و يعمل بواقع (5) يوم بالأسبوع و (3) وجبة باليوم الواحد, و (8) ساعات في الوجبة الواحدة,علما ان المصنع يتوقف (180) دقيقة في اليوم لصيانة وقد توفرت لديك البيانات الاتية عن الانشطة ووقت المعالجة بالدقائق والأنشطة السابقة.

النشاط	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
وقت المعالجة	8	12	9	6	3	2	11	9	6	7	7
النشاط السابق	--	--	A	A	B	C,D,E	F	G	G	I	H,J

المطلوب: 1- رسم المخطط التتابعي للأنشطة 2- حساب وقت الدورة 3- حساب عدد المحطات 4 - كفاءة خط التصنيع 5- حساب نسبة الوقت العاطل 6- تحديد الوقت العاطل 7- توزيع الانشطة على المحطات.

س6- مكتب لتدقيق الحسابات يعمل بواقع (20) يوم بالشهر و (2) وجبة باليوم الواحد, و (8) ساعات في الوجبة الواحدة,علما ان المكتب يتوقف (1600) دقيقة في بالشهر استراحة للموظفين وتعكس سجلات المكتب ان عدد المعاملات المنجزة شهريا (800) معاملة, وقد توفرت لديك البيانات الاتية عن الانشطة ووقت المعالجة بالدقائق والأنشطة السابقة.

النشاط	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
وقت المعالجة	16	12	9	6	13	10	11	14	2	2	1
النشاط السابق	--	A	A	B,C	C	D	D	E	F، G	H	I,J

المطلوب: 1- رسم المخطط التتابعي للأنشطة 2- حساب وقت الدورة 3 - حساب عدد المحطات 4 - كفاءة خط التصنيع 5- حساب نسبة الوقت العاطل 6- تحديد الوقت العاطل 7- توزيع الانشطة على المحطات.

س7- اختر الاجابة الصحيحة

1- الترتيب على اساس العملية (الوظيفي) يناسب

ا- الترتيب الشركات ذات الانتاج المتنوع وبكميات قليلة ب- الترتيب الشركات ذات الانتاج النمطي وبكميات كبيرة ج- ليس له علاقة بحجم الانتاج ودرجة تنوعه.

2- الترتيب السلعي يناسب

ا- الشركات ذات الانتاج المتنوع وبكميات قليلة ب- الشركات ذات الانتاج النمطي وبكميات كبيرة ج- ليس له علاقة بحجم الانتاج ودرجة تنوعه.

3- اذا معدل الانتاج اليومي (400) تلفزيون ووقت العمل الفعلي يساوي (6) ساعات يوميا .علما ان الانشطة مقاسة بالثواني, فان وقت الدورة يساوي

ا- (54) ثانية ب- (66) ثانية ج- (0.015) ثانية.

4- اذا كان مجموع اوقات الانشطة في خط تجميعي (40) ثانية ووقت الدورة (30) ثانية فان عدد المحطات النظري لخط التجميع يساوي

ا- (2) محطتان ب- (1) محطة ج- (1.3) محطة.

5- اذا كان مجموع اوقات الانشطة (90) ثانية وعدد المحطات (4) محطة ووقت الدورة (25) ثانية فان مستوى الكفاءة لخط التجميع تساوي

ا- (90%) ب- (111 %) ج-(100 %).

6- اذا كان مجموع اوقات الانشطة (100) ثانية وعدد المحطات (4) محطة ووقت الدورة (25) ثانية فان مستوى الكفاءة لخط التجميع تساوي

ا- (90%),ب(111%) ,ج (100 %).

7- اذا كان مجموع اوقات الانشطة (90) ثانية وعدد المحطات (4) محطة ووقت الدورة (25) ثانية فان الوقت الضائع لخط التجميع تساوي

ا- (10) ثواني ب- (65) ثانية ج- لا يوجد وقت ضائع.

8- اذا كان وقت الدورة مساو او اقل من مجموع اوقات الانشطة اللازمة لعمليات التجميع فان عدد المحطات في هذة الحالة سيكون مساو

أ- واحدة محطة ب- محطتان ج – صفر محطة.

س8: ناقش العبارة الاتية " ان وقت الدورة والذي يمثل معدل الزمن اللازم لانتاج الوحدة الواحدة يكون في بعض الاحيان اقل من مجموع اوقات الانشطة اللازمة لانتاجها ".

محتويات الفصل الخامس

التخطيط الاجمالي (*Aggregate Planning*)

1-5 : مفهوم التخطيط الاجمالي للإنتاج.

2-5 : خصائص التخطيط الاجمالي للإنتاج

3-5 : استراتيجيات التخطيط الاجمالي

4-5 : المفاضلة بين استراتيجيات التحكم بالطاقة

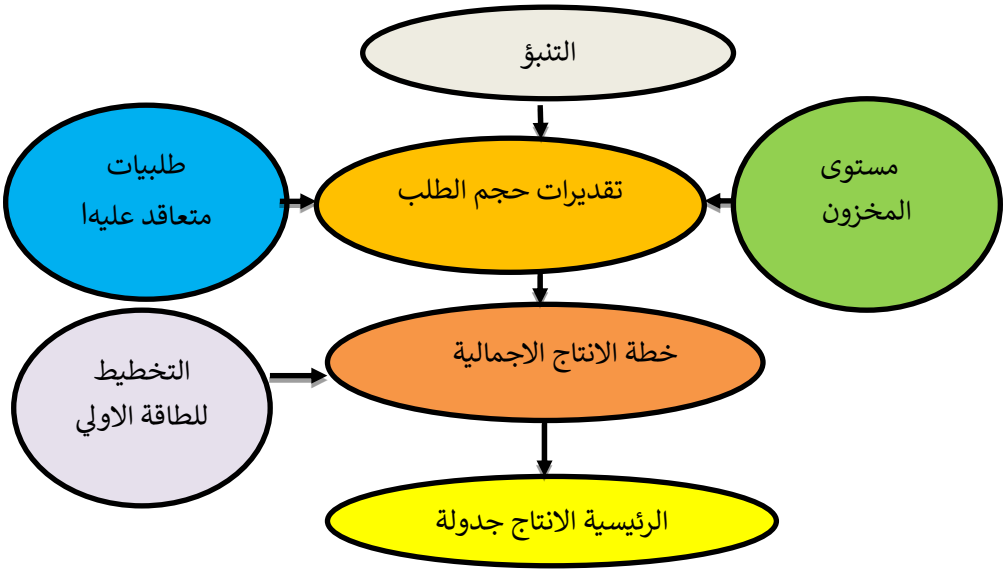
الفصل الخامس

التخطيط الاجمالي (*Aggregate Planning*)

5-1 : مفهوم التخطيط الاجمالي للإنتاج.

يعرف تخطيط الانتاج الاجمالي بانه مجموعة من الاجراءات الادارية لتحديد حجم الانتاج السنوي لمنتوج واحد او عدد قليل من المنتجات المتجانسة لمقابلة الطلب المتوقع لنفس الفترة في ظل المعيار العام للطاقة المتاحة (التخطيط الاولي للطاقة) للوحدة الانتاجية.

يمثل التخطيط الاجمالي خطة متوسطة الامد (سنة في الغالب) مجزئة الى فصول او اشهر ، وتعد حلقة الوصل بين التخطيط الاستراتيجي (طويل الامد) والتخطيط قصير الامد المتمثل بجدولة الانتاج الرئيسية (اسبوع او يوم), اي انه يمثل المستوى الثاني في عملية التخطيط بعد اجراء التنبؤ من قبل ادارة التسويق.



الشكل (5-1)
مراحل تخطيط الانتاج

يوضح الشكل (5-1) ان خطة الانتاج الاجمالية هي حصيلة ارقام التنبؤ لحجم الطلب المتوقع بعد مقارنتها مع المخزون والطلبيات المتعاقد عليها خلال الفترة التخطيطية مع الأخذ بنظر الاعتبار مستوى الطاقة المتاحة.ثم يتم ترجمة خطة الانتاج الاجمالية بشيء من التفصيل الى جدولة الانتاج الرئيسية التي تمثل المستوى الثالث من تخطيط الانتاج. ومن هنا يعد التخطيط الاجمالي بداية للانشطة المتعلقة بتخطيط الطاقة المشار اليها في الفصل الاول.

يوصف التخطيط اجماليا لأنه لا يتم التركز فيه على نوع معين من المنتجات بشكل تفصيلي, انما يتم تجميع الاصناف المتجانسة في مجموعات وكما موضح في الشكل (5-2) ففي الشهر الاول تظهر خطة الانتاج الاجمالية ان حجم الانتاج الاجمالي (70) مولدة في الشهر الاول , دون الاشارة الى احجامها, والتي تظهر بشكل تفصيلي في جدولة الانتاج الرئيسية والمتمثلة ب (30) مولدة حجم كبير و (40) مولدة حجم متوسط و(0) مولدة حجم صغير وهكذا بالنسبة لبقية الاشهر.

خطة الانتاج الاجمالية

الشهر	1	2	3	4
عدد الوحدات (مولدات كهربائية)	70	50	100	60

جدولة الانتاج الرئيسية

الشهر	1	2	3	4
مولدة كبيرة الحجم	30	50	60	0
مولدة متوسطة الحجم	40	0	0	30
مولدة صغيرة الحجم	0	0	40	30

الشكل (5-2)
خطة الانتاج الإجمالية

2-5 : خصائص التخطيط الاجمالي للإنتاج

1- فترة التخطيط عادة ما تكون سنوية مقسمة الى فترات تخطيطية فصلية او شهرية.

2- يتم اعداد الخطة لتشمل على منتوج واحد او عدد قليل من المنتجات المتجانسة التي تستخدم موارد انتاجية مشتركة من مواد اولية و ايدي عاملة و طرق معالجة متشابهة نوعا ما.

3- تهدف الخطة الى تحقيق الموازنة بين حجم الاستثمار في المخزون, اي مستوى المخزون المراد الاحتفاظ به وتحسين مستوى خدمة الزبائن من خلال الالتزام بمواعيد التسليم في الوقت المحدد.

4- امكانية التغير في حجم الانتاج لمواجهه التغييرات الحاصلة في حجم الطلب من خلال التحكم بمستوى المخزون اوبالتعاقد الفرعي او التحكم بحجم قوة العمل او بوقت العمل.

5- ان تسهيلات الانتاج الرأسمالية من مكائن ومباني عادة ما تكون ثابتة وغير قابلة للتغيير، لان هذه التسهيلات تحتاج في الغالب الى فترة اكثر من سنتين لتغييرها في حين ان امد خطة الانتاج الاجمالية سنة في الغالب.

3-5 : استراتيجيات التخطيط الاجمالي

تهدف استراتيجيات التخطيط الاجمالي الى خلق الموازنة بين حجم الطلب وحجم الانتاج، ومن هنا يوجد مدخلين هما:

اولا: خيارات الطلب

استراتيجية قائمة على تغيير حجم الطلب لكي يتلاءم مع حجم الانتاج الفعلي وبالتالي مع الطاقة الانتاجية المتاحة أي دون تغيير في الطاقة ومن هذه الاساليب:

1- التحكم بالأسعار: أي اتباع سياسة سعريه متنوعة للتأثير على حجم الطلب فتخفض الاسعار عندما ينخفض حجم الطلب او العكس بهدف موازنة حجم الطلب مع حجم الانتاج.

2- الطلبيات المؤجلة: أي نقل الطلبيات من فترة الذروة الى فترات اخرى بعد الاتفاق مع الزبائن بحيث تحافظ الشركة على سمعتها وقدرتها على الوفاء بمواعيد التسليم.

3- تقديم خليط من المنتجات التكميلية بهدف التاثير في حجم الطلب وذلك من خلال عرض بعض المنتجات ضمن مجاميع مثل فرشاة ومعجون الاسنان او مسحوق الغسيل مع الغسالة.

4- التحكم في مصاريف الدعاية والإعلان.

ثانيا: خيارات الطاقة

تقوم هذه الاستراتيجية على تغيير حجم الانتاج خلال الفترة التخطيطية (الطاقة الانتاجية) للاستجابة الى التغيير في حجم الطلب خلال نفس الفترة . ويطلق على هذه الخيارات باستراتيجيات التخطيط الاجمالي هي :

1- استراتيجيات المستوى الثابت (*Fixed Level strategy*)

بموجب هذه الاستراتيجيات يكون حجم الانتاج اليومي او الشهري ثابت نتيجة عدم تغير عدد العمال خلال فترة خطة الانتاج الاجمالية, واما الاختلاف بين حجم الانتاج وحجم الطلب فيتم معالجته من خلال الاستراتيجيات الفرعية الاتية:

- **استراتيجية التحكم بمستوى المخزون**: أي اعتماد الطاقة الحالية من مكائن وقوة عمل في الانتاج والسماح بتراكم المخزون لاستخدامه في المستقبل عندما يكون حجم الانتاج الفعلي في شهر معين اكبر من حجم الطلب لنفس الشهر, او الاشارة الى نفاذ المخزون في الشهر الذي يكون فيه

حجم الطلب اكبر من حجم الانتاج الفعلي و العمل على تعويض النفاذ في الفترة اللاحقة من خطة الانتاج الاجمالية.

- **استراتيجية التعاقد الفرعي**: أي تلبية الزيادة في حجم الطلب مقارنة بحجم الانتاج الفعلي من خلال التعاقد على الزيادة مع شركة اخرى تعمل في نفس المجال.
- **استراتيجية التحكم بالوقت العاطل والإضافي**: أي زيادة ساعات العمل عندما يكون حجم الطلب اكبر من الطاقة المتاحة الحالية, او تقليص ساعات العمل لتحكم بحجم الانتاج بما يناسب حجم الطلب.

2- استراتيجية تعقب الطلب (*Chase strategy*) او التحكم بقوة العمل

بموجب هذه الاستراتيجية يتم تغيير عدد العمال عن طريق التعيين والاستغناء في كل فترة تخطيطية من خطة الانتاج الاجمالية ليكون حجم الانتاج مساو لحجم الطلب وبالتالي تنتفي الحاجة للمخزون او وقت العمل او اللجوء الى التعاقد الفرعي.

مثال (1): (عن استراتيجية التحكم بمستوى المخزون)

الجدول يبين ايام العمل الشهرية والطلب الاجمالي على المراوح في قسم انتاج المراوح في الشركة العامة للصناعات الخفيفة للنصف الثاني من سنة 2023.

الشهر	4	5	6	7	8	9
حجم الطلب المتوقع	1200	785	0	1900	900	845
عدد ايام العمل في الشهر	22	21	19	23	18	21

وقد توفرت لديك البيانات الاتية :

1- كلفة الاحتفاظ بالمخزون (50) دولار للوحدة2- كلفة النفاذ (15) دولار شهريا للوحدة 3 - عدد العمال في بداية الشهر الرابع (15) عامل 4 - الزمن اللازم للإنتاج المروحة (2) ساعات 5- عدد ساعات العمل (7) ساعات 6- يتمتع العمال بساعة

واحدة لأغراض الطعام 7- كلفة الانتاج للوحدة (8) دولار 8- مخزون اول المدة في بداية الشهر الرابع (50) مروحة.

المطلوب:اعداد خطة الانتاج الاجمالية باعتماد استراتيجية المستوى الثابت (التحكم بالمخزون) واحتساب الكلفة الكلية للخطة؟

الاشهر	حجم الطلب	عدد ايام العمل	حجم الانتاج	المخزون المتراكم	نفاذ المخزون
الرابع	1200	22	990	0	160
الخامس	785	21	945	0	0
السادس	0	19	855	855	0
السابع	1900	23	1035	0	10
الثامن	900	18	810	0	100
التاسع	845	21	945	0	0
المجموع	5630	124	5630	855	270

1- حساب حجم الانتاج الشهري بالمعادلة الاتية:

حجم الانتاج الشهري = (الوقت المتاح للإنتاج شهريا) ÷ (الزمن اللازم للإنتاج الوحدة)

حجم الانتاج الشهري

= (عدد العمال× عدد ايام العمل × عدد ساعات العمل باليوم)÷(الزمن اللازم للإنتاج الوحدة)

حجم الانتاج الرابع = [(15) عامل × (22) يوم × (7-1) ساعة]÷2 ساعة = 990 وحدة.

حجم الانتاج الخامس = [(15) عامل × (19) يوم × (7-1) ساعة]÷ 2 ساعة= 945 وحدة.

حجم الانتاج السابع = [(15) عامل × (23) يوم × (7-1) ساعة]÷ 2 ساعة = 1035 وحدة.

حجم الانتاج الثامن = [(15) عامل × (18) يوم × (7-1) ساعة]÷ 2 ساعة = 810 وحدة.

حجم الانتاج التاسع = [(15) عامل × (21) يوم × (7-1) ساعة]÷ 2 ساعة = 945 وحدة.

2- حساب كمية المخزون المتراكم وكمية المخزون النفاذ للأشهر بالمعادلة الاتية:

مخزون اخر المدة = المخزون اول المدة + حجم الانتاج – حجم الطلب

فإذا كانت النتيجة موجبة يعني هناك مخزون متراكم, اما اذا كانت النتيجة سالبة يعني هناك نفاذ بالمخزون.

كمية المخزون للشهر الرابع = 50 + 990 - 1200 = (- 160) وحدة نفاذ.

كمية المخزون للشهر الخامس = (- 160) + 945 – 785 = 0.

كمية المخزون للشهر السادس = (0) + 855 - 0 = 855 متراكم.

كمية المخزون للشهر السابع = (855)+1035 - 1900= (- 10) نفاذ.

كمية المخزون للشهر الثامن = (- 10) +810 – 900 = (- 100) نفاذ.

كمية المخزون للشهر التاسع = (- 100) +945 – 845 =0.

مع ملاحظة ان مخزون اخر للمدة للشهر السابق سيكون مخزون اول المدة للشهر اللاحق سواء كان نفاذ او متراكم.

3- حساب الكلفة الكلية للاستراتيجية بالمعادلة الاتية:

الكلفة الكلية للاستراتيجية=كلف الانتاج + كلف المخزون المتراكم +كلف النفاذ

كلف الانتاج = (5630)وحدة×(8) دولار = 45040دولار.

كلف المخزون المتراكم = (855) × 50 دولار= 42750 دولار.

كلف النفاذ = (270) وحدة × (15) دولار = 4050 دولار.

الكلفة الكلية للاستراتيجية = 45040 + 42750 + 4050 = 918040 دولار.

مثال (2) الجدول يبين ايام العمل الشهرية والطلب الاجمالي على المراوح في قسم انتاج المراوح في الشركة العامة للصناعات الخفيفة للنصف الثاني من سنة 2013.

الشهر	4	5	6	7	8	9
حجم الطلب المتوقع	1540	1200	1425	1560	1224	1701
عدد ايام العمل في الشهر	22	20	19	24	18	21

وقد توفرت لديك البيانات الاتية :

1- كلفة تعين العامل الواحد (500) دولار 2 - كلفة الاستغناء عن العامل الواحد (2000) دولار 3- عدد العمال في بداية الشهر الرابع (16) عامل 4- الزمن اللازم للإنتاج المروحة (2) ساعات 5- عدد ساعات العمل (6) ساعات 6- اجرة العامل في الاسبوع (1500) دولار, علما ان الشركة تعمل (25) اسبوعا خلال الستة اشهر.

المطلوب: اعداد خطة الانتاج الاجمالية باعتماد استراتيجية التعاقد الفرعي, واحتساب الكلفة الكلية اذا علمت ان اجرة التعاقد (50) دولار للوحدة.

الاشهر	الطلب	عدد ايام العمل	الطلب اليومي	حجم الانتاج	التعاقد الفرعي
الرابع	1540	22	70	1320	220
الخامس	1200	20	60	1200	0
السادس	1425	19	75	1140	285
السابع	1560	24	65	1440	120
الثامن	1224	18	68	1080	144
التاسع	1701	21	81	1260	441
المجموع		124		7440	1210

1- حساب معدل الطلب اليومي واختيار اقل معدل طلب يومي (كما موضح بالعمود الرابع)

معدل الطلب اليومي = (حجم الطلب الشهري)÷ (عدد ايام العمل في الشهر)

معدل الطلب اليومي للشهر الرابع = (1540)÷(22) = 70 وحدة.

معدل الطلب اليومي للشهر الخامس = (1200)÷(20) = 60 وحدة.

معدل الطلب اليومي للشهر السادس = (1425)÷(19) = 75 وحدة.

معدل الطلب اليومي للشهر السابع = (1560)÷(24) = 65 وحدة.

معدل الطلب اليومي للشهر الثامن = (1224)÷(18) = 68 وحدة

معدل الطلب اليومي للشهر التاسع = (1701)÷(21) = 81 وحدة.

2- حساب عدد العمال اللازم لتحقيق حجم الانتاج المساوي لأقل معدل طلب اليومي (60) وحدة.

عدد العمال:

=(الوقت اللازم لتحقيق انتاج اقل معدل طلب يومي)÷(الوقت المتاح للإنتاج في اليوم)

=(اقل معدل الطلب اليومي × الزمن اللازم للإنتاج الوحدة)÷(عدد ساعات العمل باليوم)

= (60×2) ÷ 6 = 20 عامل.

3- تحديد عدد العمال المطلوب:

ولكون عدد العمال الحالي (16) وعدد العمال المطلوب (20) يجب تعين (4) عمال.

4- حساب حجم الانتاج الشهري في ظل عدد العمال المحسوب في الخطوة اعلاه.

حجم الانتاج الشهري =(الوقت المتاح للإنتاج شهريا)÷(الزمن اللازم للإنتاج الوحدة)

حجم الانتاج للشهر الرابع =[(20) عامل × (22) يوم × (6) ساعة] ÷ 2 ساعة

= 1320 وحدة.

وهكذا لبقية الاشهر فالشهر الاخير(الشهر التاسع) كما موضح في العمود الخامس سيكون:

حجم الانتاج للشهر التاسع = [(20) عامل × (21) يوم × (6) ساعة] ÷ 2 ساعة

= 1260 وحدة.

وبالإمكان حساب حجم الانتاج الشهري بالمعادلة الاتية :

حجم الانتاج الشهري = عدد ايام العمل في الشهر × اقل معدل طلب يومي

حجم انتاج الشهر الرابع = 22 يوم × 60 = 1320 وحدة شهريا.

حجم انتاج الشهر الخامس = 20 يوم × 60 = 1200 وحدة شهريا.

حجم انتاج الشهر السادس = 19 يوم × 60 = 1140 وحدة شهريا

وبنفس الطريقة لبقية الاشهر.

5- حساب عدد الوحدات المراد التعاقد عليها بالمعادلة الاتية (العمود السادس):

عدد الوحدات المراد التعاقد شهريا = حجم الطلب الشهري – حجم الانتاج الشهري

عدد الوحدات المراد التعاقد للشهر الرابع = 1540- 1320 = 220 وحدة.

عدد الوحدات المراد التعاقد للشهر الخامس = 1200 – 1200= 0 وحدة.

وهكذا لبقية الاشهر.

عدد الوحدات المراد التعاقد للشهر التاسع = 1701- 1260 = 441 وحدة.

6- كلفة الاستراتيجية= اجور العمل+كلف التعاقد الفرعي+كلف التعين

كلفة العمل (اجور العمل) = (20)عدد العمال × (25)اسبوع × (1500) دولار

= 750000 دولار.

-كلف التعاقد الفرعي = مجموع وحدات التعاقد الفرعي × كلف التعاقد الفرعي

= 1210 وحدة × 50 دولار = 60500 دولار.

كلفة التعيين= (4)عدد العمال المراد تعينهم×(500) كلفة التعين للعامل

=2000 دولار.

الكلفة الكلية للاستراتيجية = 750000 + 60500 + 2000 = 812500 دولار.

مثال(3) الجدول يبين ايام العمل الشهرية والطلب الاجمالي على المراوح في قسم انتاج المراوح في الشركة العامة للصناعات الخفيفة للنصف الثاني لسنة 2015.

الشهر	4	6	7	8	9
حجم الطلب المتوقع	1034	779	1200	720	882
عدد ايام العمل في الشهر	22	19	24	18	21

وقد توفرت لديك البيانات الاتية :

1 - كلفة التعاقد الفرعي (30) دولار لوحدة الواحدة 2- كلفة التعين (150) دولار للعامل الواحد 3- كلفة الاستغناء (300) دولار للعامل الواحد 4- الزمن اللازم للإنتاج المروحة (54) دقيقة 5 - عدد ساعات العمل (7) ساعات بضمنها ساعة

واحدة استراحة للعاملين 6-كلفة الانتاج للوحدة (21) دولار 7- عدد العمال في بداية الشهر الرابع (8) عامل.

المطلوب: اعداد خطة الانتاج الاجمالية باعتماد استراتيجية التعاقد الفرعي وحساب الكلفة الكلية للاستراتيجية.

1- حساب معدل الطلب اليومي واختيار اقل معدل طلب يومي (كما موضح بالعمود الرابع).

معدل الطلب اليومي = (حجم الطلب الشهري)÷ (عدد ايام العمل في الشهر)

معدل الطلب اليومي للشهر الرابع = (1034) ÷ 22 = 47 وحدة.

معدل الطلب اليومي للشهر الخامس = (800) ÷ 20 = 40 وحدة.

وهكذا بالنسبة لبقية الاشهر.

2- حساب عدد العمال اللازم لتلبية أقل معدل طلب اليومي بالمعادلة الاتية:

عدد العمال :

=(الوقت اللازم لتحقيق انتاج اقل معدل طلب يومي) ÷ (الوقت المتاح للإنتاج في اليوم)

=(اقل معدل الطلب اليومي × الزمن اللازم للإنتاج الوحدة) ÷ (عدد ساعات العمل باليوم)

= (40 ×54 دقيقة) ÷ [(7-1) × 60 دقيقة]= 6 عامل.

3- تحديد عدد العمال المطلوب:

ولكون عدد العمال الحالي (8) وعدد العمال المطلوب (6) في هذه الحالة سيتم الاستغناء عن عاملين .

4- حساب حجم الانتاج الشهري في ظل عدد العمال المحسوب في الخطوة اعلاه بالمعادلة الاتية:

حجم الانتاج الشهري =(الوقت المتاح للإنتاج شهريا) ÷ (الزمن اللازم للإنتاج الوحدة)

حجم الانتاج للشهر الرابع =[(6) عامل × (22) يوم × (6) ساعة × 60 د] ÷ (54 دقيقة)

=880 وحدة.

وهكذا لبقية الاشهر فالشهر الاخير كما موضح في العمود الخامس.

5- حساب عدد الوحدات المراد التعاقد عليها بالمعادلة الاتية (العمود السادس):-

عدد الوحدات المراد التعاقد شهريا = حجم الطلب الشهري – حجم الانتاج الشهري

عدد الوحدات المراد التعاقد للشهر الرابع = 1034 – 880= 154 وحدة.

وهكذا لبقية الاشهر كما موضح بالعمود السادس.

الاشهر	حجم الطلب	عدد ايام العمل	معدل الطلب اليومي	حجم الانتاج	التعاقد الفرعي
الرابع	1034	22	47	880	154
الخامس	800	20	40	800	0
السادس	779	19	41	760	19
السابع	1200	24	50	960	240
الثامن	720	18	40	720	0
التاسع	882	21	42	840	42
المجموع		124		4960	455

6- **كلفة الاستراتيجية= كلفة الانتاج + كلف التعاقد الفرعي + كلفة الاستغناء**

كلفة االانتاج = (4960) وحدة × (21) دولار = 104160 دولار.

كلف التعاقد الفرعي = مجموع وحدات التعاقد الفرعي × كلف التعاقد الفرعي

= 455 وحدة × 30 دولار = 13650 دولار.

كلفة الاستغناء= (2) عامل×(300) دولار =600 دولار.

الكلفة الكلية للاستراتيجية = 104160 دولار+ 13650 دولار+ 600 دولار

= 118410 دولار.

مثال (4) الجدول يبين ايام العمل الشهرية وحجم الطلب المتوقع في ورشة لتصنيع الكراسي المكتبية للنصف الثاني لسنة 2015.

الشهر	7	8	9	10	11	12
حجم الطلب المتوقع	2700	1224	1560	425	1200	1540
عدد ايام العمل في	21	18	24	19	20	22

وقد توفرت لديك البيانات الاتية :1 - كلفة الوقت الاضافي (50) دولار/ ساعة, 2- اجرة العامل بالساعة (20) دولار, 3- عدد العمال في بداية الشهر السابع (10) عامل, 4- الزمن اللازم للإنتاج المروحة (50) دقيقة, 5- عدد ساعات العمل في اليوم (6) ساعات.

المطلوب: اعداد خطة الانتاج الاجمالية باعتماد استراتيجية التحكم بالوقت العاطل والاضافي وحساب الكلفة .

الاشهر	حجم الطلب	عدد ايام العمل	حجم الانتاج	الوقت اللازم للإنتاج	الوقت المتاح للإنتاج	الوقت العاطل	الوقت الاضافي
7	2700	21	2700	135000	75600		59400
8	1224	18	1224	61200	64800	3600	
9	1560	24	1560	78000	86400	8400	
10	425	19	425	21250	68400	47150	
11	1200	20	1200	60000	72000	12000	
12	1540	22	1540	77000	79200	2200	
المجموع		124				73350	59400

1- حساب الوقت اللازم للإنتاج لكل شهر بالمعادلة الاتية (العمود الخامس):

الوقت اللازم للإنتاج شهريا = حجم الانتاج × الزمن اللازم لإنتاج الوحدة

الوقت اللازم للإنتاج للشهر7= حجم الانتاج (2700) ×الزمن اللازم لإنتاج الوحدة (50) دقيقة

= 135000 دقيقة عمل شهريا.

الوقت اللازم للإنتاج للشهر8= حجم الانتاج (1224)× الزمن اللازم لإنتاج الوحدة (50) دقيقة

= 61200 دقيقة عمل شهريا.

وهكذا لبقية الاشهر.

2- حساب الوقت المتاح للإنتاج بالمعادلة الاتية (العمود السادس):

الوقت المتاح للإنتاج الشهري = عدد العمال× عدد ايام بالشهر× الساعات باليوم × 60 دقيقة

الوقت المتاح للإنتاج للشهر7=(10)عامل × (21)يوم × (6) ساعات × (60) دقيقة

= (75600)دقيقة عمل شهريا.

وهكذا لبقية الاشهر.

الوقت المتاح للإنتاج للشهر12 =(10)عامل × (22)يوم × (6) ساعات × (60) دقيقة

= 79200 دقيقة عمل شهريا.

3- حساب الوقت العاطل او الاضافي بموجب المعادلة الاتية:

الوقت العاطل او الاضافي الشهري= الوقت اللازم للإنتاج - الوقت المتاح للإنتاج فإذا كانت نتيجة المعادلة رقما موجبا فان ذلك يمثل وقت اضافي مطلوب, اما اذا كانت نتيجة المعادلة: رقما سالبا فان ذلك يمثل وقت عاطل (العمودين السابع والثامن).

الوقت الاضافي للشهر7= 135000- 75600

= 59400 دقيقة عمل شهريا(اضافي).

الوقت العاطل للشهر8 = 61200 - 64800

= (- 3600) دقيقة عمل شهريا (عاطل).

وبنفس الطريقة لبقية الاشهر.

4- حساب كلفة الاستراتيجية:

كلفة الاستراتيجية =كلفة العمل (اجور العمل) + كلفة الوقت الاضافي

كلفة العمل بضمنها الوقت العاطل =(10) عامل × (6) ساعة × (124) يوم × (20) دولار.

= 148800 دولار.

- كلفة الوقت الاضافي = (59400 / 60 د.) × (50) دولار = 49500 دولار.

كلفة الاستراتيجية = 148800 + 49500 = 198300 دولار

مثال (5): الجدول يبين ايام العمل الشهرية والطلب الاجمالي على المراوح في قسم انتاج المراوح في الشركة العامة للصناعات الخفيفة للنصف الثاني من سنة 2014.

الشهر	4	5	6	7	8	9
حجم الطلب المتوقع	1056	1200	380	2400	720	1092
عدد ايام العمل في الشهر	22	20	19	24	18	21

وقد توفرت لديك البيانات الاتية:

1 - كلفة العمل للساعة الاعتيادية (50) دولار 2- عدد العمال في بداية الشهر الرابع (6) عامل 3- الزمن اللازم للإنتاج المروحة (2) ساعات 4- عدد ساعات العمل (8) ساعات 5- كلفة تعين العامل الواحد (500) دولار 6- كلفة الاستغناء عن العامل الواحد (200) دولار.

المطلوب: اعداد خطة الانتاج الاجمالية باعتماد استراتيجية تعقب الطلب او التحكم بقوة العمل وحساب الكلفة الكلية.

1- نفرض حجم الانتاج مساوي لحجم الطلب

2-حساب عدد العمال لتحقيق حجم الانتاج الشهري وباستخدام المعادلة الاتية:-

عدد العمال في الشهر:

=الوقت اللازم لتحقيق حجم الانتاج الشهري÷وقت العمل المتاح للإنتاج للعامل الواحد خلال الشهر

الوقت اللازم لتحقيق حجم الانتاج الشهري= (حجم الانتاج بالشهر× الزمن اللازم لإنتاج الوحدة)

وقت المتاح للإنتاج للعامل الواحد في الشهر= (ايام العمل في الشهر×ساعات العمل في اليوم)

عدد العمال في الشهر الرابع= (1056 × 2) ÷ (22 × 8) = 12 عامل.

عدد العمال في الشهر الخامس= (1200 × 2) ÷ (20 × 8) = 15 عامل.

وهكذا لبقية الاشهر وكما موضح بالعمود الرابع.

عدد العمال الحالي (6)

الاشهر	الطلب	عدد ايام بالشهر	حجم الانتاج	عدد العمال المطلوب	تعيين	استغناء
الرابع	1056	22	1056	12	6	0
الخامس	1200	20	1200	15	3	0
السادس	380	19	380	5	0	10
السابع	2400	24	2400	25	20	0
الثامن	720	18	720	10	0	15
التاسع	1092	21	1092	13	3	0
المجموع					32	25

3- حساب عدد العمال المراد الاستغناء عنهم او المطلوبين للتعيين الجديد بالمعادلة الاتية وكما موضح بالعمودين الخامس والسادس.

عدد العمال المراد الاستغناء او للتعيين للشهر الرابع:

= عدد العمال الحالي – عدد العمال المطلوب للشهر الرابع

= 6 - 12

= - 6 عامل (تعيين).

عدد العمال المراد الاستغناء او للتعيين للشهر الخامس:

= عدد العمال للشهر الرابع- عدد العمال المطلوب للشهر الخامس

= 12- 15 = - 3 تعيين.

عدد العمال المراد الاستغناء او للتعيين للشهر السادس:

= عدد العمال الخامس– عدد العمال المطلوب للشهر السادس

= 15- 5 = 10 عامل (استغناء).

عدد العمال المراد الاستغناء او للتعيين للشهر السابع:

= عدد العمال السادس– عدد العمال المطلوب للشهر السابع

= 5 - 25 = - 20 عامل (تعيين).

عدد العمال المراد الاستغناء او للتعيين ا للشهر الثامن:

= عدد العمال السابع– عدد العمال المطلوب للشهر الثامن

= 25 - 10 = 15 عامل (استغناء).

عدد العمال المراد الاستغناء او للتعيين للشهر التاسع:

= عدد العمال الثامن – عدد العمال المطلوب للشهر التاسع

= 10- 13 = - 3 عامل (تعيين).

3- حساب الكلفة الكلية لهذه الاستراتيجية بالمعادلة الاتية:

الكلفة الكلية = كلفة العمل + كلفة الاستغناء+ كلفة التعيين

كلفة العمل شهريا :

= عدد العمال ×عدد ايام العمل في الشهر× عدد ساعات العمل في اليوم× اجرة الساعة بالوقت الاعتيادي

كلفة العمل للشهر4 = 12 عامل × 22 يوم × 8 ساعة × 50 دولار = 105600 دولار.

كلفة العمل لشهر 5 = 15 عامل × 20 يوم × 8 ساعة × 50 دولار= 120000 دولار.

كلفة العمل للشهر 6= 5 عامل × 19 يوم × 8 ساعة × 50 دولار= 38000 دولار.

كلفة العمل للشهر 7= 25 عامل ×24 يوم × 8 ساعة × 50 دولار= 240000 دولار.

كلفة العمل للشهر 8= 10 عامل × 18 يوم × 8 ساعة × 50 دولار= 72000 دولار.

كلفة العمل للشهر 9= 13 عامل × 21يوم × 8 ساعة × 50 دولار= 109200 دولار.

كلفة العمل للأشهر الستة = 684800 دولار.

ملاحظة: تم حساب كلفة العمل لكل شهر بسبب اختلاف ايام العمل في الاشهر الستة.

كلفة الاستغناء = 25 عامل × 200 دولار = 5000 دولار.

كلفة التعيين = 32 عامل × 500 دولار = 16000 دولار.

الكلفة الكلية = 684800 + 5000 + 16000= 705800 دولار.

مثال(6):الجدول يبين ايام العمل الشهرية والطلب المتوقع على التلفزيونات في قسم التجميع في الشركة العامة للصناعات الكهربائية للنصف الثاني لسنة 2015

الشهر	4	5	6	7	8	9
حجم الطلب المتوقع	4224	2880	1216	3072	2304	2016
عدد ايام العمل في الشهر	22	20	19	24	18	21

وقد توفرت لديك البيانات ادناه:

1- كلفة التعيين للعامل الواحد (200) دولار 2- كلفة الاستغناء عن العامل الواحد (400) دولار 3- عدد العمال في بداية الشهر السابع (10) عامل 4- الزمن اللازم لتجميع التلفزيون (50) دقيقة 5- الشركة تعمل (2) وجبة باليوم و(7) ساعات في الوجبة و يتوقف العمل بالوجبة الواحدة (20) دقيقة استراحة للعاملين 6- اجرة العامل الواحد في الشهر (1500) دولار.

المطلوب: اعداد خطة الانتاج الاجمالية باعتماد استراتيجية تعقب الطلب او التحكم بقوة العمل و احتساب الكلفة الكلية للاستراتيجية.

1- تفرض حجم الانتاج مساوي لحجم الطلب.

2- حساب عدد العمال لتحقيق حجم الانتاج الشهري وباستخدام المعادلة الاتية:

عدد العمال في الشهر

=(الوقت اللازم لتحقيق حجم الانتاج الشهري)÷(الوقت المتاح للإنتاج للعامل خلال الشهر)

الوقت اللازم لتحقيق حجم الانتاج الشهري=حجم الانتاج الشهري× الزمن اللازم لإنتاج الوحدة

الوقت المتاح للإنتاج للعامل خلال الشهر= (ايام العمل في الشهر × ساعات العمل في اليوم)

عدد العمال في الشهر الرابع= (4224 × 50 د.) ÷ [22 × 2 × (7× 60 د.- 20 د.)]

= 12 عامل.

وهكذا لبقية الاشهر وكما موضح بالعمود الرابع.

عدد العمال الحالي 10

الاشهر	حجم الطلب	عدد ايام بالشهر	حجم الانتاج	عدد العمال المطلوب	تعيين	استغناء
الرابع	4224	22	4224	12	2	0
الخامس	2880	20	2880	9	0	3
السادس	1216	19	1216	4	0	5
السابع	3072	24	3072	8	4	0
الثامن	2304	18	2304	8	0	0
التاسع	2016	21	2016	6	0	2
المجموع				47	6	10

2- حساب عدد العمال المراد الاستغناء عنهم او المطلوبين للتعيين الجديد بالمعادلة الاتية وكما موضح بالعمودين الخامس والسادس.

عدد العمال المراد الاستغناء او للتعيين للشهر السابع

= عدد العمال الحالي – عدد العمال المطلوب للشهر السابع

= 10 – 12 = -2 تعيين.

عدد العمال المراد الاستغناء او للتعيين للشهر الثامن

= عدد العمال للشهر السابع- عدد العمال المطلوب للشهر الثامن

= 12- 9 = 3 استغناء.

وهكذا لبقية الاشهر.

3- حساب الكلفة الكلية لهذه الاستراتيجية بالمعادلة الاتية:

الكلفة الكلية = كلفة العمل + كلفة الاستغناء+ كلفة التعيين

كلفة العمل = مجموع عدد العمال × اجرة العامل بالشهر

= 47 عامل × 1500= 70500 دولار.

كلفة التعين = 6 عامل × 200 دولار = 1200 دولار.

كلفة الاستغناء = 10 عامل × 400 دولار = 4000 دولار.

الكلفة الكلية = 70500 + 1200 + 4000= 75700 دولار.

4-5 : المفاضلة بين استراتيجيات التحكم بالطاقة

ان المفاضلة بين الاستراتيجيات التحكم بالطاقة قائمه على اساس اختيار الاستراتيجية التي تحقق اقل تكاليف كلية, أي الاخذ بنظر الاعتبار المتغيرات التي تتأثر بها الكلفة مثل كلف الاحتفاظ بالمخزون او كلف مخزون النفاذ او كلف التعيين والاستغناء للعاملين او كلف الوقت الاضافي او كلف الوحدات المتعاقد عليها اضافة الى طبيعة التذبذب في حجم الطلب خلال فترة اعداد خطة الانتاج الاجمالية, والسياسات التي تتبعها المنظمة والقوانين والتشريعات لنقابات العمال او الدولة. اي ان الشركة فد تلجأ الى اكثر من استراتيجية في نفس الفترة التخطيطية. ولغرض بيان ذلك نورد المثال الاتي:

مثال (7):شركة تسعى الى اعداد خطة الانتاج الاجمالية للسنة القادمة, علما ان سياسة الشركة قائمة على الاحتفاظ بمخزون متراكم مقداره (50) وحدة شهريا وتستخدم الوقت الاضافي في الاشهر السادس والسابع والثامن على ان لا يزيد الوقت الاضافي عن 20% من الوقت المتاح في الاشهر الثلاثة على افتراض ان انتاجية العامل في الوقت الاضافي مساوية لإنتاجيته في الوقت الاعتيادي. وقد توفرت لديك البيانات الاتية:

1- معدل انتاج العامل الواحد شهريا (10) وحدات, 2- عدد العمال في بداية السنة القادمة (40) عامل, 3- اجرة العامل بالوقت الاعتيادي (2000) دولار شهريا و (3000) دولار بالوقت الاضافي 4- الحد الاعلى للوقت الاضافي (20%) من الوقت الاعتيادي, 5- كلفة تعيين العامل (1000) دولار, 6- كلفة الاستغناء للعامل (2000) دولار , 7- كلفة الاحتفاظ بالمخزون للوحدة شهريا (20) دولارا , 8 - حجم المخزون في اول السنة (50) وحدة.

الشهر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
الطلب	300	300	350	400	450	500	650	600	475	475	450	450

المطلوب: اعداد خطة الانتاج الاجمالية وحساب الكلفة الكلية 1- بموجب استراتيجية التحكم بالمخزون 2- استراتيجية الوقت الاضافي 3- استراتيجية تعقب الطلب او التحكم بعدد العمال 4- أي الاستراتيجيات تنصح بها ادارة الشركة, ولماذا؟

اولا: اعداد خطة الانتاج الاجمالية بموجب استراتيجية التحكم بالمخزون.

الشهر	حجم الطلب	حجم الانتاج	المخزون المتراكم
1	300	450	200
2	300	450	350
3	350	450	450
4	400	450	500
5	450	450	500
6	500	450	450
7	650	450	250
8	600	450	100
9	475	450	75
10	475	450	50
11	450	450	50
12	450	450	50
المجموع	5400	5400	3025

1- حساب عدد العمال الذي يمكن الشركة من الوفاء بحجم الطلب السنوي والمخزون المتراكم

عدد العمال = حجم الطلب السنوي ÷ الطاقة الانتاجية للعامل الواحد بالسنة

=(5400 وحدة) ÷ (12 شهر × 10 وحدات) = 45 عامل.

2- حجم الانتاج الشهري = عدد العامل × الطاقة الانتاجية للعامل الواحد

= 45 × 10 = 450 وحدة شهريا.

3- المخزون المتراكم = مخزون اول المدة + حجم الانتاج الشهري – حجم الطلب الشهري

لشهر الاول = 50 + 450 - 300 = 200 وحدة متراكم.

لشهر الثاني = 200 + 450 - 300 = 350 وحدة متراكم.

وبنفس الطريقة يحسب المخزون لبقية الاشهر.

الكلفة الكلية = كلفة العمل + كلفة المخزون المتراكم +كلفة التعيين

كلفة العمل= 45 عامل × 12 شهر × 2000 دولار = 1080000 دولار.

كلفة المخزون المتراكم = 3025 وحدة × 20 دولار = 60500 دولار.

كلفة التعيين = 5 عامل × 1000 دولار = 5000 دولار.

الكلفة الكلية = 1080000 + 60500 + 5000 = 1145500 دولار.

ثانيا : الحل بموجب استراتيجية الوقت الاضافي

ان هذه الاستراتيجية قائمة الى استخدام جزئي للوقت الاضافي في ثلاثة اشهر فقط على ان لا يزيد الوقت الاضافي عن 20% من الوقت المتاح في الاشهر الثلاثة وعلى افتراض ان انتاجية العامل في الوقت الاضافي مساوية لإنتاجيته في الوقت الاعتيادي. وهذا يعني ان الانتاجية العامل في الاشهر الثلاثة(8, 7, 6) ستكون 120% بالمقارنة مع انتاجيته في الاشهر الاخرى من السنة.

ولغرض حساب عدد العمال المطلوب فعلانفرض العدد المطلوب فعلا لانجاز الخطة يساوي (Y).

حجم الانتاج(5400) وحدة سنويا

=[9اشهر×10وحدةشهريا×(y)] +[3اشهر×10وحدة شهريا ×(y) × 120%]5400

Y(36)+ Y (90) =

Y = 5400 ÷126 = 43 عامل تقريبا.

الشهر	حجم الطلب	حجم الانتاج	المخزون المتراكم
1	300	430	180
2	300	430	310
3	350	430	390
4	400	430	420
5	450	430	400
6	500	516	416
7	650	516	282
8	600	516	198
9	475	430	153
10	475	430	108
11	450	430	88
12	450	430	68
المجموع	5400	5418	3013

حجم الانتاج الشهري في الاشهر الوقت الاعتيادي = 10 وحدة × 43 عامل

= 430 وحدة.

حجم الانتاج الشهري في الاشهر الوقت الاضافي = 430 وحدة × 120%

= 516 وحدة.

الكلفة الكلية = كلفة العمل + كلفة المخزون المتراكم +كلفة التعيين

كلفة العمل= 43 عامل × 12 شهر × 2000 دولار= 1032000 دولار.

كلفة الوقت الاضافي = 43 عامل × 3 اشهر× 2000 دولار × 20 % × 150%

= 77400 دولار.

كلفة المخزون المتراكم = 3013 وحدة × 20 دولار

= 60260 دولار.

كلفة التعيين = 3 عامل × 1000 دولار

= 3000 دولار.

الكلفة الكلية =77400 + 60260 + 3000 = 1172660 دولار .

ثالثا : الحل بموجب استراتيجية تعقب الطلب (التحكم بعدد العمال).

عدد العمال في بداية الشهر الاول (40) عامل.

الاشهر	حجم الطلب	حجم الانتاج	عدد العمال المطلوب	تعيين	استغناء	المخزون
1	300	300	30	0	10	50
2	300	300	30	0	0	50
3	350	350	35	5	0	50
4	400	400	40	5	0	50
5	450	450	45	5	0	50
6	500	500	50	5	0	50
7	650	650	65	15	0	50
8	600	600	60	0	5	50
9	475	480	48	0	12	55
10	475	470	47	0	1	50
11	450	450	45	0	2	50
12	450	450	45	0	0	50
المجموع	5400	5400		35	30	605

حساب عدد العمال في الشهر.

عدد العمال = (حجم الطلب الشهري) ÷ (الطاقة الانتاجية للعامل الواحد).

عدد العمال للشهر الاول = (300 وحدة)÷ (10 وحدات)= 30 عامل .

وهكذا لبقية الاشهر يتم تحديد عدد العامال وكما مبين في الجدول الاتي مع ملاحظة ان الشهرين التاسع والعاشر سيكون عدد العمال (47.5) عامل ويقرب الى 48 عامل في الشهر التاسع الى 47 عامل., اما بخصوص حجم الانتاج لهذين الشهرين سيكون 480 وحدة في الشهر التاسع و 470 وحدة في الشهر العاشر بهدف ان يكون حجم الانتاج السنوي مساويا لحجم الطلب السنوي.

عدد العمال الاستغناء او التعين = عدد العمال الحالي – عدد العمال المطلوب فعلا

عدد عمال الشهر الاول = 40 - 30 = 10 عامل استغناء.

عدد عمال الشهر الثاني = 30- 30 = 0 عامل.

عدد عمال الشهر الثالث = 30 - 35 = - 5 عامل تعين.

وهكذا لبقية الاشهر كما مبين في الجدول اعلاه.

الكلفة الكلية = كلفة العمل + كلفة التعين +كلفة الاستغناء + كلفة المخزون

كلفة العمل = 540 عامل × 2000 دولار = 1080000 دولار.

كلفة التعين = 35 عامل × 1000 دولار = 35000 دولار.

كلفة الاستغناء = 30 × 2000 دولار = 60000 دولار.

كلفة المخزون = 605 وحدة × 20 دولار = 12100 دولار .

الكلفة الكلية = 1187100 دولار.

التعليق على النتائج ان استراتيجية المستوى الثابت الاولى (التحكم بالمخزون) هي الافضل لان الكلفتها الكلية هي الاقل.

مثال(8) :فيما يلي حجم الطلب الشهري لمصنع الابواب الحديدية:

الشهر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
الطلب	1500	1000	1900	2600	2800	3100	3200	3000	2000	1000	1800	2200

وتوفرت البيانات الاتية : 1- مخزون اول المدة (1000), 2- كلفة انتاج الوحدة (70) دولار, 3- كلفة الاحتفاظ بالمخزون (1.4) دولار للوحدة شهريا, 4- كلفة النفاذ للوحدة (90) دولار شهريا, 5- كلفة الوقت الاضافي (6.5) دولار للوحدة, 6- كلفة الوقت الضائع(3) دولار للوحدة, 7- الكلف المتعلقة بتغير حجم الانتاج(5) دولار للوحدة, 8- الطاقة الانتاجية للمعمل (2200) وحدة شهريا.

المطلوب: اعداد خطة الانتاج الاجمالية للمصنع باعتماد استراتيجية المستوى الثابت واستراتيجية الوقت الضائع والاضافي.

1- استراتيجية المستوى الثابت

الشهر	حجم الطلب	حجم الانتاج	المخزون المتراكم	النفاذ
1	1500	2200	7001	
2	1000	2200	2900	
3	1900	2200	3200	
4	2600	2200	2800	
5	2800	2200	2200	
6	3100	2200	1300	
7	3200	2200	300	
8	3000	2200	-	500
9	2000	2200	-	300
10	1000	2200	900	
11	1800	2200	1300	
12	2200	2200	1300	
المجموع			17900	800

الكلفة الكلية = كلفة الانتاج + كلفة المخزون المتراكم +كلفة النفاذ

كلفة الانتاج = 12 شهر × 2200 وحدة × 70 دولار = 1848000 دولار.

كلفة المخزون المتراكم= 17900 وحدة × (1.4) دولار = 25060 دولار.

كلفة النفاذ = 800 وحدة × 90 دولار = 72000 دولار.

الكلفة الكلية للاستراتيجية = 1848000+ 25060 +72000

= 1945060 دولار.

2- استراتيجية الوقت الضائع والاضافي:

الشهر	حجم الطلب	حجم الانتاج	الطاقة الانتاجية	وحدات الوقت الضائع	وحدات الوقت الاضافي
1	5001	5001	2200	700	
2	1000	1000	2200	1200	
3	1900	1900	2200	300	
4	2600	2600	2200	-	400
5	2800	2800	2200	-	600
6	3100	3100	2200	-	900
7	3200	3200	2200	-	1000
8	3000	3000	2200	-	800
9	2000	2000	2200	200	
10	1000	1000	2200	1200	
11	1800	1800	2200	400	
12	2200	2200	2200	-	
المجموع	26100	26100		4000	3700

1- نفرض ان حجم الانتاج سيكون مساو لحجم الطلب.

2- وحدات الوقت الضائع = الطاقة الانتاجية - حجم الانتاج.

اذا كانت الاشارة موجبه يعني هناك وقت ضائع من الطاقة الانتاجية لم يتم استغلاله كما هو الحال للأشهر(1, 2, 3, 9, 10, 11) وكما يلي:

وحدات الوقت الضائع للشهر الاول = 2200 – 1500 = 700 وحدة.

وحدات الوقت الضائع للشهر الثاني = 2200 – 1200 = 1000 وحدة.

3- وحدات الوقت الاضافي

= الطاقة الانتاجية المتاحة - حجم الانتاج المطلوب فعلا

للشهر الاول = 2200 – 1500 = 700 وحدة.

للشهر الثاني = 2200 - 1000 = 1200 وحدة.

وبنفس الطريقة تحسب وحدات الوقت الاضافي للاشهر (3, 9, 10 , 11).

اما اذا كانت الاشارة سالبه يعني هناك وقت اضافي مطلوب لانتاج وحدات اكثر من الطاقة الانتاجية للمصنع كما هو الحال للأشهر(4, 5, 6, 7, 8).

وحدات الوقت الاضافي للشهر الرابع = 2200 – 2600 = - 400 وحدة.

وحدات الوقت الاضافي للشهر الخامس = 2200 – 2800 = - 600 وحدة.

وهكذا لبقية الاشهر(6, 7, 8).

اما بخصوص الشهر 12 فلكون حجم الانتاج المطلوب مساوي للطاقة المتاحة فلن تكون هناك حاجة لوقت اضافي او وقت ضائع.

4- حساب كلفة الاستراتيجية:

الكلفة الكلية للاستراتيجية= كلفة الانتاج+ كلفة الوقت الضائع+ كلفة الوقت الاضافي

= (70×26100) +(3× 4000) + (6.5×3700)

= 1835050 دولار.

اسئلة الفصل الخامس

س1- ما المقصود بالتخطيط الاجمالي ولماذا سمي اجماليا وما هي خصائصه؟

س2- ناقش العبارة " على الرغم من كون وسائل الانتاج الرأسمالية تتصف بالثبات النسبي عند اعداد خطة الانتاج الاجمالية الا ان محتويات الخطة يمكن تغييرها ".

س3- اشرح استراتيجيات التخطيط الاجمالي.

س4- الجدول يبين ايام العمل الشهرية والطلب المتوقع على التلفزيونات في قسم التجميع في الشركة العامة للصناعات الكهربائية للنصف الثاني لسنة 2015.

الشهر	7	8	9	10	11	12
حجم الطلب المتوقع	4000	3800	3000	3000	3180	3200
عدد ايام العمل في الشهر	22	21	19	24	18	21

وقد توفرت لديك البيانات الاتية:

1- كلفة المخزون المتراكم (30)دولار للوحدة شهريا 2- كلفة نفاذ المخزون (50) دولار للوحدة شهريا 3- عدد العمال في بداية الشهر السابع (10) عامل 4-الزمن اللازم لتجميع التلفزيون (50) دقيقة 5- الشركة تعمل (2) وجبة باليوم و(7) ساعات في الوجبة و يتوقف العمل باليوم (40) دقيقة لأغراض الصيانة 6- اجرة العامل باليوم (200) دولار 7- مخزون اول المدة في بداية الشهر السابع (500) وحدة .

المطلوب: اعداد خطة الانتاج الاجمالية باعتماد استراتيجية التحكم بمستوى المخزون, و احتساب الكلفة الكلية للاستراتيجية.

س5- الجدول يبين ايام العمل الشهرية والطلب الاجمالي على المراوح في قسم انتاج المراوح في الشركة العامة للصناعات الخفيفة للنصف الثاني لسنة 2015, علما ان التوقفات لأغراض الصيانة واستراحة العاملين (1200) دقيقة شهريا.

الشهر	7	8	9	10	11	12
حجم الطلب المتوقع	1000	1200	900	1200	720	1000
عدد ايام العمل في الشهر	22	20	19	24	18	21

وقد توفرت لديك البيانات الاتية:

1- اجرة العمل الاضافي (50) دولار للساعة, 2- كلفة التعين (150) دولار/ للعامل, 3 - كلفة الاستغناء (300) دولار للعامل الواحد, 4- الزمن اللازم للإنتاج المروحة (50) دقيقة, 5 - عدد ساعات العمل في اليوم (6) ساعات, 6- كلفة ساعة العمل من الوقت الاعتيادي (20) دولار, 7- عدد العمال في بداية الشهر السابع (6) عامل.

المطلوب: اعداد خطة الانتاج الاجمالية باعتماد استراتيجية الوقت الاضافي والعاطل و احتساب الكلفة الكلية للاستراتيجية.

س6 - الجدول يبين الطلب الاجمالي على المراوح السقفية غي قسم انتاج المراوح في الشركة للصناعات الخفيفة من الشهر الرابع الى التاسع.

الشهر	4	5	6	7	8	9
الطلب	450	350	400	600	750	550

وقد توفرت البيانات الاتية:

1- قوة العمل الحالية (10) عامل, 2- كلفة الاحتفاظ بالمخزون (100) دولار /وحدة/شهر, 3- كلفة التعاقد الفرعي (40) دولار /وحدة, 4 - اجرة العمل الاعتيادي 20 دولار للساعة, 5 - اجرة العمل الاضافي (50) دولار للساعة, 6 - الوقت اللازم لإنتاج الوحدة الواحدة (5) ساعات, 7- كلفة استجار العامل (200) دولار للعامل الواحد, 8- كلفة الاستغناء العامل (300) دولار للعامل الواحد, 9- كلفة النفاذ (30) دولار /وحدة/شهر, 10- عدد ايام العمل (25) يوم في الشهر, 11 - عدد ساعات العمل (8)ساعة في اليوم, 12- مخزون اول المدة = صفر.

المطلوب: حساب الكلفة الكلية لاستراتيجيات التخطيط الاجمالي التالية: 1- استراتيجية التحكم بالمخزون 2- استراتيجية التحكم بقوة العمل 3- استراتيجية التعاقد الفرعي 4-استراتيجية الوقت الاضافي والعاطل.

س7: مصنع طاقته الانتاجية (500) وحدة شهريا يعمل فيه (10) عمال , اجرة العامل في الشهر (400) دولار شهريا , يعتمد المصنع سياسة التعين والاستغناء لمواجهة التغيرات في حجم الطلب مع تجنب حصول مخزون النفاذ , وكانت كلفة التعين او الاستغناء للعامل الواحدة (500) دولار, كما ان كلفة الاحتفاظ بالمخزون (10) دولارا للوحدة شهريا وكان حجم المخزون في بداية الشهر الاول (300) وحدة.

المطلوب: حساب الكلفة الكلية لاستراتيجيات التخطيط الاجمالي التالية :ا- استراتيجية تعقب الطلب 2- استراتيجية المستوى الثابت 3- اي من الاستراتيجيتين تعتقد هي الافضل ولماذا؟

اذا كان حجم الطلب المتوقع للأشهر السته كما يلي:

الشهر	الاول	الثاني	الثالث	الرابع	الخامس	السادس
حجم الطلب	630	520	410	270	410	520

س8 : ورشة تعمل 8 ساعة عمل بالوجبة وبوجبتين في اليوم, يتوقف العمال نصف ساعة في الوجبة لاغراض الاستراحة, وكان عدد العمال في نهاية شهر شباط (12) عامل, ومعدل الزمن اللازم لانتاج الوحدة (1.5) ساعة.

المطلوب: حساب حجم التقاعد الفرعي في شهر اذار, اذا علمت ان ان اقل معدل طلب يومي (80) وحدة , وعدد ايام العمل 22 يوم.

س9: اختر الاجابة الصحيحة

1- يعد التخطيط الاجمالي خطة

ا- طويلة الامد ب- قصيرة الامد ج- متوسطة الامد.

2- من استراتيجيات تعقب الطلب (*Chase strategy*) الاتي

ا- التحكم بالمخزون ب- التعاقد الفرعي ج- التحكم بوقت العمل د- التحكم بقوة العمل.

3- لا تعد من استراتيجيات المستوى الثابت (*Level strategy*) الاتي

ا- التحكم بالمخزون ب- التعاقد الفرعي ج- التحكم بوقت العمل د- التحكم بقوة العمل

4- اذا كان عدد العمال (6) وعدد ساعات العمل باليوم الواحد (6) والزمن الازم لانتاج الوحدة الواحدة (54) دقيقة فان حجم الانتاج اليومي يساوي

ا- (60) وحدة يوميا ب-(40) وحدة يوميا ج- (50) وحدة يوميا.

5- اذا حجم الانتاج الشهري (800) وحدة وعدد ايام العمل بالشهر (20) يوم وعدد ساعات العمل باليوم الواحد (6) والزمن الازم لإنتاج الوحدة الواحدة (54) دقيقة فان عدد العمال لتحقيق حجم الانتاج الشهري يساوي

ا- (6) عامل ب- (10) عامل ج- (8) عامل.

6- عند اعتماد استراتيجية التعاقد الفرعي حصرا في التخطيط الاجمالي لا يمكن ان يكون حجم الانتاج

ا- اكبر من حجم الطلب ب- اصغر من حجم الطلب ج- لا توجد اهمية لذلك.

7- بموجب استراتيجية التحكم بوقت العمل, اذا كان الوقت الازم للإنتاج اكبر من الوقت المتاح للوحدة الانتاجية سيظهر

ا- الوقت الاضافي ب- الوقت الضائع ج- ليس له اهمية.

8- تتضمن الكلفة الاجمالية لاستراتيجية التحكم بالمخزون

ا- كلفة العمل والوقت الاضافي والضائع ب- كلفة العمل والتعين والاستغناء ج- كلفة العمل والمخزون المتراكم وكلف نفاذ المخزون.

محتويات الفصل السادس

تخطيط الطاقة (*Capacity Planning*)

1-6: مفهوم تخطيط الطاقة

2-6 :استراتيجيات تخطيط الطاقة

3-6: مستويات الطاقة الانتاجية وطرق قياسها

4-6: مستوى التحميل للوحدة الانتاجية

5-6: حساب عدد المكائن والطاقة الساندة

الفصل السادس

تخطيط الطاقة (*Capacity Planning*)

6-1: مفهوم تخطيط الطاقة

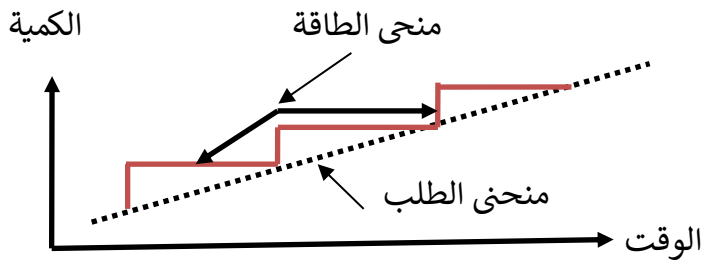
تعرف الطاقة بأنها المقدرة على الانتاج ويعبر عنها بحجم الانتاج او ساعات العمل خلال فترة زمنية للوحدة الانتاجية (ماكنة, عامل, قسم انتاجي, مصنع او شركة). وقد يعبر عن الطاقة بالسعة خلال فترة زمنية معينة فعلى سبيل المثال الطاقة الاستيعابية لقاعة دراسية هي (40) طالبا او مقعدا سنويا, كما يمكن التعبير عنها بعدد ساعات العمل خلال فترة زمنية معينة مثل الاعمال تحت التشغيل (*WIP*) في اليوم. اما تخطيط الطاقة فهو تحديد موارد الانتاج من مكائن ومعدات ومباني وقوة عمل ورأسمال وغيرها لتمكين الشركة من الوفاء بالتزاماتها (الطلبات) امام الزبائن بالوقت والكمية والجودة المناسبة.

6-2 :استراتيجيات تخطيط الطاقة

توجد ثلاث استراتيجيات تخطيط الطاقة اعتمادا على درجة المنافسة في السوق واحتمالية تحقق حجم الطلب المتنبئ به وتوفر الموارد المالية.

اولا: استراتيجية قيادة الطاقة للطلب

بموجب هذه الاستراتيجية فان الشركة تقوم بالاستثمار في الطاقة قبل تحقق الزيادة في حجم الطلب, وبالتالي ستكون جاهزة لمواجهة الزيادة في الطلب على منتجاتها بسبب توفر الطاقة اللازمة لذلك .تساعد هذه الاستراتيجية الشركات في تحقيق الاستثمار الامثل للفرص المتاحة. الشكل (6-1) يوضح مخطط لهذه الاستراتيجية.

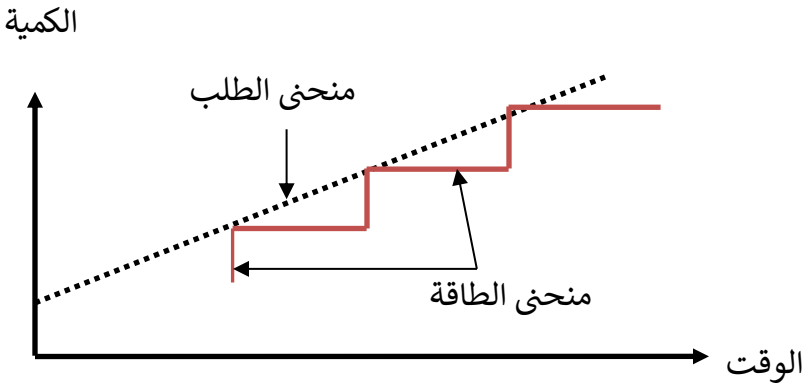


الشكل (6-1)
استراتيجية قيادة الطاقة للطلب.

تناسب هذه الاستراتيجية الشركات التي تعمل في بيئة تنافسية قوية، وتتوفر لديها الموارد المالية اللازمة لزيادة الطاقة. كما ان احتمالية تحقق التنبؤ في حجم الطلب عالية، اي ان درجة الخطأ في التنبؤ ضعيفة بما يبرر الاستثمار في الطاقة الاضافية.

ثانيا:- استراتيجية الطاقة المتباطئة (اللاحقة)

بموجب هذه الاستراتيجية يتم زيادة الطاقة بعد ارتفاع حجم الطلب فعلا وكما موضح في الشكل(6-2) .

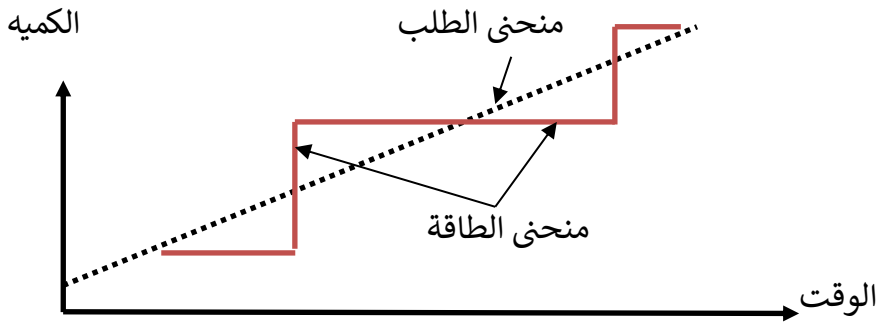


الشكل(6-2)
استراتيجية الطاقة المتباطئة

تناسب هذه الاستراتيجية الشركات العاملة في بيئة تنافسية ضعيفة، او في حالة عدم توفر الموارد المالية اللازمة للاستثمار في الطاقة. اضافة الى ان احتمالية الزيادة في حجم الطلب المستقبلي ضعيفة. والشركة لها القدرة في معالجة النقص في الطاقة باللجوء الى اساليب التحكم في العمل الاضافي كزيادة ساعات العمل او العمل بعدة وجبات او الاستعانة بالتعيين الوقتي.

ثالثا:- استراتيجية الطاقة المتزامنة

هذه الاستراتيجية قائمة على اساس الموائمة بين استراتيجية الطاقة القائدة والمتباطئة, حيث تزيد الطاقة عن حجم الطلب في بعض الفترات, وتقل عن حجم الطلب في فترات اخرى بما ينسجم مع قدراتها المالية و وفق المعطيات المتعلقة بالتذبذب في حجم الطلب كما هو الحال في المنتجات الموسمية. الشكل (3-6) يوضح مخططا لهذه الاستراتيجية.



الشكل (3-6)
استراتيجية الطاقة المتزامنة

3-6 : مستويات الطاقة الانتاجية وطرق قياسها

تمثل مستويات الطاقة معايير لتعبير عنها وهي:

اولا: الطاقة التصميمية (النظرية)

هي اقصى معدل انتاج للوحدة الانتاجية او وقت العمل خلال فترة زمنية محددة في ظل ظروف مثالية. اي ان الطاقة التصميمية لا تأخذ بنظر الاعتبار

الضياعات المخطط لها والتي تكون معروفة من قبل الادارة وتخضع لسيطرتها مثل الصيانة الدورية ونسب التلف المسموح به او العطل الرسمية والتي تساهم في انخفاض مستوى طاقة الوحدة الانتاجية الفعلية مقارنة بمستوى طاقتها التصميمية.

وتاسيسا على ما تقدم فان الطاقة التصميمية لا يمكن الوصول اليها الا بتغيير الماكنة او الوحدة الانتاجية واستبدالها باخرى ذات طاقة اعلى. ان الاعتقاد الخاطىء والقائم على امكانية زيادة الطاقة التصميمية من خلال الوقت الاضافي لنفس الوحدة الانتاجية مرده الى كون الطاقة يعبر عنها بحجم الانتاج فقط واهمال عامل الزمن , فالطاقة يعبر عنها بحجم الانتاج السنوي او شهريا او اسبوعيا او يوميا او بالساعة, وتقاس الطاقة بالمعادلات الاتية:

الطاقة التصميمية (بالوحدات)= وقت العمل بدون التوقفات ÷الزمن اللازم لانتاج الوحدة

الطاقة التصميمية في السنة=سنة ÷ معدل الوقت اللازم لإنتاج الوحدة الواحدة

الطاقة التصميمية في الشهر=شهر÷ معدل الوقت اللازم لإنتاج الوحدة الواحدة

وبنفس الطريقة في الاسبوع او اليوم او الساعة او الدقيقة ...الخ.

يمكن التعبير عن الطاقة التصميمية بوقت العمل خلال فترة زمنية معينة على سبيل المثال الطاقة التصميمية للوحدة للمصنع (10) ساعة عمل يوميا.

ثانيا: الطاقة المتاحة (طاقة النظام) *(Available Capacity)*

يقصد بها اقصى حد من حجم الانتاج او ساعات العمل المتاحة لوحدة انتاجية (ماكنة, عامل, مركز انتاجي, مصنع) خلال وحدة زمنية محددة وفي ظل ظروف العمل الاعتيادية. ان الطاقة المتاحة تأخذ بالاعتبار الطاقة الضائعة والمتمثلة بالتوقفات بسبب الصيانة الدورية او بسبب تمتع العاملين بفترة راحة او لأغراض

الطعام او بسبب العطل الرسمية او ظهور الوحدات المعابة (التلف) المسموح بها, ان هذا النوع من التوقفات مخطط له ومعروف للإدارة مسبقا.

وتقاس الطاقة المتاحة بطريقتين:

الطاقة المتاحةبالوحدات=(وقت العمل–التوقفات المخطط لها)÷ الزمن اللازم لإنتاج الوحدة

الطاقة المتاحة بوقت العمل = وقت العمل – التوقفات المخطط لها

اي ان:

الطاقة المتاحة = الطاقة التصميمية – الطاقة الضائعة بسبب الضياعات المخطط لها

يمكن تحسين الطاقة المتاحة من خلال التخطيط الكفء للصيانة او تعديل اوقات الاعداد والتهيئة للمكائن او تدريب العاملين ورفع مستوى الولاء لديهم. الا ان الطاقة المتاحة لا يمكن ان تصل في جميع الاحوال الى الطاقة التصميمية, اي انها هي جزء من الطاقة التصميمية.

ثالثا: الطاقة الفعلية (*Actual Capacity*)

تمثل معدل الانتاج الفعلي كما تعكسه سجلات لوحدة انتاجية (ماكنة, عامل, مركز انتاجي,مصنع) خلال فترة زمنية محددة. ان الطاقة الفعلية عادة ما تكون اقل من الطاقة المتاحة بسبب الضائعات غير المخططة مثل ارتفاع نسب التلف عن ما هو مسموح به او انخفاض نسبة الاستخدام للمكائن او نسبة كفاءة العاملين او التأخير في وصول المواد الاولية سواء كان بالكميات او الجودة المناسبة او بسبب اي ظرف طارئ غير مخطط له, اي انها التعبير الواقعي لقدرة ادارة الشركة في استغلالها لعناصر الانتاج المتاحة لديها. وبالتالي فان الطاقة الفعلية تمثل جزء من الطاقة المتاحة وقد تصل الى مستوى الطاقة المتاحة في حالة ارتفاع مستوى كفاءة النظام الانتاجي الى 100%.

يمكن التعبير عن مستويات الطاقة بوقت العمل من خلال المعادلة الاتية:

الطاقة بوقت العمل:

=(الطاقة بالوحدات) ÷ (عدد الوحدات المنتجة بالساعة او الدقيقة او الثانية)

رابعا: الطاقة المخططة (*Planed Capacity*)

هي الطاقة اللازمة لإنجاز اوامر الانتاج المخططة للإطلاق , اي انها تعبير عن ما ترغب الادارة في الوصول اليه خلال فترة زمنية معينة ويعبر عنها بعدد اوامر الانتاج او الوحدات المخطط لانتاجها خلال سنة او شهر او اسبوع .. الخ.

وهنا لا بد لنا من التمييز بين وحدة الزمن كوقت للعمل او كوقت تقويمي , فالمطبعة التي تتواجد فيها (10) مكائن للطباعة وتعمل المطبعة (8) ساعات عمل باليوم, فان طاقة المطبعة ستكون (80) ساعة عمل باليوم , اي ان ساعات العمل سيكون اكبر من ساعات اليوم التقويمي المحدد ب (24) ساعة.

تعكس العلاقات بين مستويات الطاقة المذكورة اعلاه مؤشرات لقياس مستويات الاستخدام والكفاءة والعبء والانتاجية للوحدة الانتاجية. ولابد من الاشارة في هذا المجال ان استخدام مصطلحي حجم الانتاج السنوي او اليومي (المخرجات بشكل عام) ما هما الا تعبير عن الطاقة في واقع الامر.

يعكس مستوى الاستخدام (*Utilization*) (U) النسبة المئوية المستغلة من الطاقة التصميمية للوحدة الانتاجية, ويتم احتسابه بالمعادلة الاتية :

$$\text{مستوى الاستخدام} = \frac{\text{الطاقة الفعلية}}{\text{الطاقة التصميمية}} \times 100$$

اما مستوى الكفاءة (*Efficiency*) (E) فيعكس النسبة المئوية المستغلة من الطاقة المتاحة للوحدة الانتاجية, ويتم احتسابه بالمعادلة الاتية:

$$\text{مستوى الكفاءة} = \frac{\text{الطاقة الفعلية}}{\text{الطاقة المتاحة}} \times 100$$

اما مؤشر الانتاجية (Productivity) للوحدة الانتاجية فيمكن التعبير عنه بالمعادلة الاتية:

$$\text{انتاجية ساعة او دقيقة او ثانية عمل} = \frac{\text{الطاقة الفعلية بالوحدات للماكنة}}{\text{الطاقة المتاحة بالوقت}}$$

من الضروري التأكيد هنا بان مستوى الاستخدام لا يمكن ان يكون اعلى من مستوى الكفاءة باي شكل من الاشكال لان مستوى الاستخدام يعكس العلاقة بين الطاقة الفعلية الى التصميمية, في حين يمثل مستوى الكفاءة العلاقة بين الطاقة الفعلية الى الطاقة الفاعلة او المتاحة, ولكون الطاقة التصميمية هي اكبر من الطاقة المتاحة, وهذا يعني ان مقام معادلة مستوى الاستخدام سيكون اكبر من مقام معادلة مستوى الكفاءة.

4-6: مستوى التحميل للوحدة الانتاجية

يعكس مستوى التحميل العلاقة بين الطاقة الازمة للإنتاج والطاقة المتاحة للوحدة الانتاجية (ماكنه او محطة عمل او مصنع او عامل) يمكن حسابه بالمعادلة الاتية:

مستوى التحميل = الطاقة الازمة للإنتاج – الطاقة المتاحة

فاذا كانت النتيجة موجبة فهذا يؤشر الى وجود تحميل زائد (*over load*), اي حصول حاله الاختناق(*Bottleneck*), اما في حالة النتيجة السالبة فيعكس حاله قلة التحميل (*Under load*) مما يساهم في ظهور الوقت العاطل(*Idle time*). ويمكن ان يعبر عن مستوى التحميل بالنسبة المئوية بالمعادلة الاتية.

$$\text{مستوى التحميل} = \frac{\text{(الطاقة اللازمة لانجاز الاعمال المخططة خلال فترة زمنية معينة)}}{\text{(الطاقة المتاحة للوحدة الانتاجية خلال نفس الفترة)}} \times 100$$

5-6: حساب عدد المكائن والطاقة الساندة

اولا: قياس مستويات الطاقة والاستخدام والكفاءة لماكنة واحدة او مجموعة من المكائن المتشابهة:

مثال (1): ورشة تملك ماكنة تم تصميمها لإنتاج (150) وحدة بالساعة وتعمل الورشة بوجبة واحدة في اليوم بمعدل (8) ساعات عمل للوجبة ، وخمسة ايام في الاسبوع, وقد قدر الضياعات المخطط لها بسبب الصيانة وراحة العاملين والتلف المسموح به ب (15 %) من طاقة التصميمية للماكنة. وتعكس سجلات الانتاج بان معدل الانتاج الفعلي للماكنة (900) وحدة يوميا.

المطلوب:1- تحديد مستويات الطاقة اسبوعيا بالوحدات وبالوقت (ساعات العمل) 2- تحديد مستوى الاستخدام والكفاءة للماكنة 3 – انتاجية ساعة عمل للماكنة؟

اولا: مستويات الطاقة الاسبوعية بالوحدات:

الطاقة الفعلية بالوحدات اسبوعيا= الطاقة الفعلية بالوحدات يوميا ×عدد ايام العمل اسبوعيا

= (900) وحدة × 5 ايام = 4500 وحدة اسبوعيا

الطاقة التصميمية الاسبوعية:

= عدد ايام العمل بالأسبوع ×عدد الوجبات × عدد ساعات في الوجبة الواحدة × حجم الانتاج بالساعة

=(5ايام) ×(1) وجبة × (8)ساعة × (150) وحدة بالساعة الواحدة

= 6000 وحدة اسبوعيا.

الطاقة الضائعةاسبوعيا = الطاقة التصميمية بالوحدات × نسبة التوقف بسبب الصيانة

= 6000 × 15% = 900 وحدة اسبوعيا

الطاقة المتاحة الاسبوعية = الطاقة التصميمية - الطاقة الضائعة

= 6000- 900 = 5100 وحدة / اسبوع.

ثانيا : مستويات الطاقة بالساعات العمل اسبوعيا

الطاقة الفعلية بالوقت = (الطاقة الفعلية بالوحدات اسبوعيا) ÷ (حجم الانتاج بالساعة)

= 4500 ÷ 150 = 30 ساعة عمل اسبوعيا

الطاقة التصميمية بالوقت = الطاقة التصميمية بالوحدات اسبوعيا ÷ حجم الانتاج بالساعة

= (6000) ÷ (150) = 40 ساعة عمل اسبوعيا

الطاقة المتاحة بالوقت = (الطاقة المتاحة بالوحدات اسبوعيا) ÷ (حجم الانتاج بالساعة)

= (5100) ÷ (150) = 34 ساعة عمل اسبوعيا

$$\text{مستوى الاستخدام(U)} = \frac{\text{الطاقة الفعلية}}{\text{الطاقة التصميمية}} \times 100$$

$$\text{مستوى الاستخدام (U)} = \frac{4500}{6000} \times 100 = 75\%$$

$$\text{مستوى الكفاءة(E)} = \frac{\text{الطاقة الفعلية}}{\text{الطاقة المتاحة}} \times 100$$

$$\text{مستوى الكفاءة} = \frac{4500}{5100} \times 100 = 88\%$$

انتاجية ساعة عمل الماكنة:

= الطاقة الفعلية بالوحدات للماكنة خلال فترة معينة ÷ الطاقة المتاحة بالساعات خلال نفس الفترة

= (4500 وحدة اسبوعيا) ÷ (34 ساعة عمل اسبوعيا)

= 132.4 وحدة/ ساعة

مثال(2) :ورشة تملك ماكنة تعمل بوجبتين في اليوم بمعدل(8) ساعات عمل للوجبة, وخمسة ايام في الاسبوع, علما ان الوقت اللازم للإنتاج الوحدة الواحدة (24) ثانية وقد قدر الوقت المطلوب للصيانة الوقائية (12) ساعة اسبوعيا. وتعكس سجلات الانتاج بان معدل الانتاج الفعلي للماكنة (2000) وحدة يوميا.

المطلوب: 1- تحديد مستويات الطاقة اسبوعيا 2-تحديد مستوى الاستخدام والكفاءة للماكنة 3- انتاجية ساعة العمل للورشة.

اولا: تحديد مستويات الطاقة بالوحدات:

الطاقة التصميمية الاسبوعية

= وقت العمل بدون التوقفات في الاسبوع ÷ (الزمن اللازم للإنتاج الوحدة)

=[1ماكنة × اسبوع ×5 يوم × 2 وجبة × 8 س. × 60 د.× 60 ث.] ÷ (24 ث.)

= 12000 وحدة اسبوعيا.

الطاقة الفعلية بالوحدات اسبوعيا :

= الطاقة الفعلية بالوحدات يوميا ×عدد ايام العمل في الاسبوع

= 2000 × 5 = 10000 وحدة اسبوعيا.

الطاقة المتاحة بالوحدات اسبوعيا

=(وقت العمل الكلي في الاسبوع–التوقفات الاسبوعية)÷ الزمن اللازم لانتاج الوحدة

=[(1ماكنة× اسبوع×5 يوم × 2 وجبة × 8 س)- 12 س.] ×60 د× 60 ث]÷ 24 ث

= 10200 وحدة اسبوعيا

ويمكن حساب الطاقة المتاحة بالمعادلة الاتية:

الطاقة المتاحة(بالوحدات اسبوعيا) = الطاقة التصميمية- الطاقة الضائعة

الطاقة الضائعة (بالوحدات) = وقت التوقف خلال الاسبوع ÷ الزمن اللازم لانتاج الوحدة

=(ا ماكنة ×12 ساعة × 60 دقيقة × 60 ثانية) ÷ 24 ثانية

= 1800 وحدة اسبوعيا.

الطاقة المتاحة بالوحدات اسبوعيا = 12000- 1800

= 10200 وحدة / اسبوع.

مستوى الاستخدام= الطاقة الفعلية / الطاقة التصميمية × 100

. مستوى الاستخدام = 10000 / 12000 × 100 = %83

مستوى الكفاءة (E)= الطاقة الفعلية / الطاقة المتاحة × 100

مستوى الكفاءة = 10000 / 10200 × 100 = %98

الطاقة المتاحة بساعات العمل في الاسبوع :

= (1ماكنة × اسبوع× 5 يوم × 2 وجبة × 8 ساعة) -12 ساعة

= 68 ساعة عمل اسبوعيا.

انتاجية ساعة العمل للماكنة:

=الطاقة الفعلية بالوحدات للماكنة خلال فترة معينة ÷ (الطاقة المتاحة بالساعات خلال نفس الفترة)

= (10000 وحدة اسبوعيا) ÷ (68 ساعة عمل اسبوعيا)

= 147 وحدة/ ساعة(تقريبا).

مثال(3):- ورشة تملك (3)مكائن متشابهة وكان الزمن اللازم لانتاج الوحدة الواحدة (6) ثانية,علما ان الورشة تعمل بوجبتين في اليوم بمعدل (8) ساعات عمل للوجبة, وخمسة ايام في الاسبوع و(50) اسبوع سنويا, وتعكس سجلات الانتاج بان معدل

الانتاج الفعلي للورشة (80000) وحدة اسبوعيا,وتتوقف المكائن(2) اسبوع سنويا لغرض الصيانة.

المطلوب:1- تحديد مستويات الطاقة سنويا 2- تحديد مستوى الاستخدام والكفاءة للورشة 3- انتاجية ساعة العمل للورشة.

اولا: تحديد مستويات الطاقة بالوحدات:

الطاقة الفعلية بالوحدات سنويا= الطاقة الفعلية بالوحدات اسبوعيا× عدد الاسابيع في السنة

= 80000 × 50 = 4000000 وحدة سنويا.

الطاقة التصميمية بالوحدات سنويا للورشة

=(عدد المكائن ×اسنة)÷ الزمن اللازم لإنتاج الوحدة الواحدة

=(3مكائن ×اسنة × 50 اسبوع × 5 يوم × 2 وجبة × 8 س× 60 د.× 60 ث) ÷6 ث

= 7200000 وحدة سنويا.

الطاقة الضائعة السنوية للورشة = (عدد المكائن ×فترة التوقف) ÷ الزمن اللازم لانتاج الوحدة

= (3 مكائن ×2 اسبوع × 5 ايام × 2 وجبة × 8 س ×60 د. ×60 ث) ÷ 6 ث

= 288000 وحدة سنويا.

الطاقة المتاحة بالوحدات سنويا=الطاقة التصميمية بالوحدات–الطاقة الضائعة

= 7200000 -288000= 6912000 وحدة سنويا

او الطريقة اخرى وكما يلي:

الطاقة المتاحة للورشة

=[(3) ماكنة × (2-50) اسبوع × 5 يوم× 2 وجبة × 8 س× 60 د. × 60 ث]÷ 6 ث

= 6912000 وحدة سنويا.

$$\text{مستوى الاستخدام} = \frac{\text{الطاقة الفعلية}}{\text{الطاقة التصميمية}} \times 100$$

$$\text{مستوى الاستخدام} = \frac{4000000}{7200000} \times 100 = 56\%$$

$$\textbf{مستوى الكفاءة} = \frac{\textbf{الطاقة الفعلية}}{\textbf{الطاقة المتاحة}} \times \textbf{100}$$

$$\text{مستوى الكفاءة} = \frac{4000000}{6912000} \times 100 = 58\ \%$$

الطاقة المتاحة بالوقت =3ماكنة × (2-50) اسبوع× 5 يوم×2 وجبة ×8 س × 60د.

= 691200 دقيقة عمل سنويا.

انتاجية دقيقة العمل في الورشة:

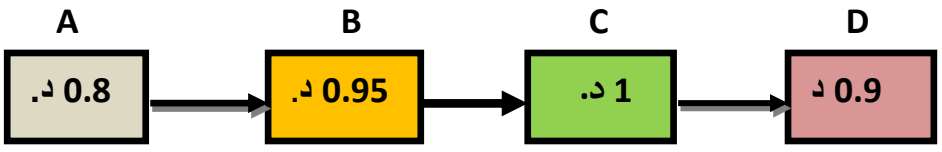
= الطاقة الفعلية بالوحدات للورشة سنويا ÷ الطاقة المتاحة بالساعات سنويا

= (4000000 وحدة سنويا) ÷ (691200 دقيقة عمل سنويا)

= 5.8 وحدة/ دقيقة.

ثانيا: قياس الطاقة المتاحة ومستوى الكفاءة لخط انتاجي مكون من عدة مكائن او محطات عمل متنوعة في طاقتها الانتاجية:

مثال(4): خط انتاجي مكون من (4) محطات, علما ان الخط يعمل بواقع (6) ساعات في اليوم والزمن اللازم لإنتاج الوحدة الواحدة في كل محطة كما مبين في الشكل الاتي:



المطلوب: 1- حساب الطاقة المتاحة لخط الانتاج ومستوى كفاءته اذا كانت المخرجات الفعلية (300) وحدة باليوم 2- حساب الوقت الضائع والمخزون تحت التشغيل (*WIP*) بين المحطات.

لكون الزمن اللازم لإنتاج الوحدة في جميع المحطات مقاس بالدقائق فيجب تحويل ساعات العمل اليومي الى دقائق وكما يلي:

اولا: حساب الطاقة المتاحة لخط الانتاج ومستوى كفاءته.

الطاقة المتاحة بالوحدات لكل محطة باليوم

=(الوقت المتاح للإنتاج في اليوم)÷(الزمن اللازم لإنتاج الوحدة الواحدة)

الطاقة المتاحة لمحطة(A) باليوم= (1 يوم ×6 ساعة ×60 دقيقة) ÷ (0.8) دقيقة = 450 وحدة باليوم.

الطاقة المتاحة لمحطة(B) باليوم= (1 يوم ×6 ساعة ×60 دقيقة) ÷ (0.95) دقيقة = 379 وحدة باليوم.

الطاقة المتاحة لمحطة(C) باليوم= (1 يوم ×6 ساعة ×60 دقيقة) ÷ (1) دقيقة = 360 وحدة باليوم.

الطاقة المتاحة لمحطة(D) باليوم= (1 يوم ×6 ساعة ×60 دقيقة) ÷ (0.9) دقيقة = 400 وحدة باليوم.

ان الطاقة المتاحة للمحطة (C) والتي تساوي (360) وحدة يوميا (حجم الانتاج اليومي الاقل في جميع المحطات) وتمثل المحطة الحرجة في النظام وبالتالي فهي تمثل الطاقة المتاحة للنظام ككل.كما ان جميع المحطات التي تلي المحطة الحرجة ستكون طاقتها المتاحة مساوية لطاقة المحطة الحرجة.

$$\text{مستوى الكفاءة للنظام} = \frac{\text{الطاقة الفعلية}}{\text{الطاقة المتاحة}} \times 100$$

300 وحدة باليوم

مستوى الكفاءة للنظام = ——————— × 100 = 83%

360 وحدة باليوم

ثانيا : حساب الوقت الضائع والمخزون تحت التشغيل (WIP) بين المحطات وكما يلي:

1- بين المحطة الاولى (A) والمحطة الثانية (B) سيكون هناك عمل تحت التشغيل مقداره:

عمل تحت التشغيل=الطاقة المتاحة للمحطة (A)–الطاقة المتاحة لمحطة (B)

= 450 - 379 = 71 وحدة يوميا.

2- بين المحطة الاولى (B) والمحطة الثانية (C) سيكون هناك عمل تحت التشغيل مقداره:

عمل تحت التشغيل=الطاقة المتاحة لمحطة (B)– الطاقة المتاحة لمحطة (C)

= 379 – 360 = 19 وحدة يوميا.

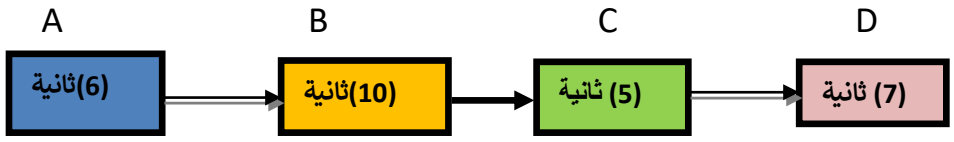
3- بين المحطة الاولى (C) والمحطة الثانية (D) سيكون هناك وقت ضائع مقداره:

الوقت الضائع بين المحطة الاولى (C) والمحطة الثانية (D):

=[الطاقة المتاحة لمحطة (D)-الطاقة المتاحة لمحطة (C)] ×الزمن اللازم للوحدة بالمحطة (D)

= (400- 360) × 0.9 = 36 دقيقة بالليوم.

مثال(5): خط انتاجي مكون من (4) محطات, علما ان الخط يعمل بواقع (25) يوم شهريا و(8) ساعات في اليوم بضمنها نصف ساعة واحدة لغرض الصيانة المخططة ونصف ساعة لغرض اطعام العاملين والزمن اللازم لإنتاج الوحدة الواحدة في كل محطة كما مبين في الشكل الاتي:



المطلوب:1- حساب الطاقة المتاحة لخط الانتاج ومستوى الكفاءة له اذا كانت المخرجات الفعلية (2000) وحدة باليوم 2- حساب الوقت الضائع والمخزون تحت التشغيل (WIP) بين المحطات.

الطاقة المتاحة بالوحدات لكل محطة باليوم

=(الوقت المتاح للإنتاج في اليوم) ÷ (الزمن اللازم لإنتاج الوحدة الواحدة

الطاقة المتاحة لمحطة(A) باليوم= (1 يوم ×6 ساعة ×60 دقيقة) ÷ (0.8) دقيقة

= 450 وحدة باليوم.

الوقت المتاح للإنتاج في اليوم(الطاقة المتاحة بالوقت)

= (1-8) ساعة × 60 دقيقة×60 ثانية.

= 25200 ثانية عمل باليوم.

الطاقة المتاحة لمحطة(A) باليوم= (25200 ثانية عمل باليوم) ÷ 6 ثانية

= 4200 وحدة باليوم.

الطاقة المتاحة لمحطة (B) باليوم = (25200 ثانية عمل باليوم) ÷ 10 ثانية

= 2520 وحدة باليوم.

الطاقة المتاحة لمحطة (C) باليوم =(25200 ثانية عمل باليوم) ÷ 5 ثانية

= 5040 وحدة باليوم.

الطاقة المتاحة لمحطة (D) باليوم =(25200 ثانية عمل باليوم) ÷ 7 ثانية

= 3600 وحدة باليوم.

ان الطاقة المتاحة للخط الانتاجي تساوي (2520) وحدة يوميا وهي حجم الانتاج اليومي الاقل في المحطات اي الطاقة المتاحة للمحطة (B) لأنها تمثل المحطة الحرجة في النظام.

الطاقة الفعلية

مستوى الكفاءة للنظام = ———————— × 100

الطاقة المتاحة

(2000) وحدة باليوم

مستوى الكفاءة = ———————— × 100 = 79.4%

(2520) وحدة باليوم

ثانيا : حساب الوقت الضائع والمخزون تحت التشغيل (WIP) بين المحطات وكما يلي:

1- بين المحطة الاولى (A) والمحطة الثانية (B) سيكون هناك عمل تحت التشغيل مقداره

عمل تحت التشغيل=الطاقة المتاحة للمحطة (A)–الطاقة المتاحة لمحطة (B)

= 4200 – 2520 = 1680 وحدة يوميا

2-بين المحطة الاولى (B) والمحطة الثانية (C) سيكون هناك وقت ضائع مقداره

الوقت الضائع بين المحطة الاولى (B) والمحطة الثانية (C)

= (الطاقة المتاحة لمحطة (C) - الطاقة المتاحة لمحطة(B) × الزمن اللازم للوحدة بالمحطة (C)

= (5040- 2520) × 5 ثانية = 12600 ثانية باليوم

3- بين المحطة الاولى (D) والمحطة الثانية (C) سيكون هناك وقت ضائع مقداره:

الوقت الضائع بين المحطة الاولى (D) والمحطة الثانية (C)

=(الطاقة المتاحة لمحطة (D)–الطاقة المتاحة لمحطة(C) ×الزمن اللازم للوحدة بالمحطة (D)

= (3600 - 2520) × 7 ثانية

= 7560 ثانية باليوم

مثال 6 : قدر الطلب المتوقع على المنتوج (1000) وحدة سنويا لمنتوج يمر بأربعة محطات عمل تضم نوع معين من المكائن ولكل محطة عمل نسبة تلف معينة كما في الجدول الاتي:

محطة العمل	نسبة التلف
القطع	3%
الصقل	4%
التثقيب	2%

المطلوب: 1- حساب كمية الانتاج الكلية الواجب البدء بها, 2- حساب كمية الانتاج الصالح, 3- حساب كمية الوحدات التالفة, 4- حساب الطاقة المطلوبة الاضافية في كل محطة من المحطات الاربعة.

المحطة	نسبة التلف	حجم الانتاج الواجب البدأ به	عدد الوحدات التالفة	كمية الانتاج الصالح	الطاقة الاضافية المطلوبة	الوحدات الاضافية
القطع	3%	1108	34	1074	10.80%	108
الصقل	4%	1074	43	1031	7.40%	74
التثقيب	2%	1031	21	1010	3.10%	31
الصبغ	1%	1010	10	1000	1%	10

اولا:- حساب كمية الانتاج الكلية الواجب البدء بها في المحطة الاولى (محطة القطع):

1- حساب نسبه الانتاج الصالح وكما يلي:

محطة القطع = 100% - 3% = 97 %

محطة الصقل = 100% - 4% = 96 %

محطة التثقيب = 100% - 2% = 98 %

محطة القطع = 100% - 1% = 99 %

ثانيا : حساب الاتي في محطة القطع:

1-كمية الانتاج الواجب البدء بها في كل محطة (العمود الثالث)

حجم الانتاج الكلي = (حجم الطلب المتوقع) ÷ (حاصل ضرب نسب الانتاج الصالح)

حجم الانتاج الكلي في محطة القطع

= (1000 وحدة) ÷ [(0.99) × (0.98) × (0.96) × (0.97)]

= 1108 وحدة سنويا

2- حساب عدد الوحدات التالفة (العمود الرابع):

عدد الوحدات التالفة في محطة القطع

= حجم الانتاج الكلي في محطة القطع× نسبة التلف

= 1108 وحدة ×3 %

= 34 وحدة سنويا.

3- حساب حجم الانتاج الصالح (العمود الخامس):

حجم الانتاج الصالح(القطع)

= حجم الانتاج الكلي في محطة القطع - عدد الوحدات التالفة في المحطة القطع

= 1108 وحدة - 34 وحدة = 1074 وحدة سنويا.

4- حساب نسبة الطاقة الاضافية المطلوبة (العمود السادس)

$$\text{نسبة الطاقة الاضافية المطلوبة(القطع)} = \frac{\text{حجم الانتاج الواجب به – حجم الطلب}}{\text{حجم الطلب}} \times 100$$

$$\text{نسبة الطاقة الاضافية المطلوبة(القطع)} = \frac{(1000 - 1108)}{1000} \times 100 = 10.8\ \%$$

5- في العمود السابع

الكميات الاضافية في كل محطة = كمية الانتاج الكلية – الطلب المتوقع

الكميات الاضافية في كل محطة القطع = 1108- 1000 = 108 وحدة سنويا.

ثانيا: حساب كمية الانتاج الكلية الواجب البدء بها في المحطة الثانية (محطة الصقل):

1- حجم الانتاج الكلي او الواجب البداء فيه في محطة الصقل هو حجم الانتاج الصالح او الجيد للمحطة السابقة أي محطة القطع ويساوي (1074) وحدة. ويمكن استخراجه بالطريقة الاتية :

حجم الانتاج الكلي في محطة الصقل = (1000) ÷ [(0.99) × (0.98) × (0.96)]

= (1074) وحدة سنويا.

2- **حساب عدد الوحدات التالفة في محطة الصقل**

= حجم الانتاج الكلي في محطة القطع× نسبة التلف

= 1074 وحدة × 4%

= 43 وحدة سنويا.

3- **حساب حجم الانتاج الصالح في محطة الصقل**

=حجم الانتاج الكلي في محطة القطع- عدد الوحدات التالفة

= 1074 وحدة - 43 وحدة

= 1031 وحدة سنويا.

4- حساب نسبة الطاقة الاضافية (الصقل) = (حجم الانتاج الواجب به) – (حجم الطلب) / حجم الطلب × 100

$$\text{نسبة الطاقة الاضافية المطلوبة(الصقل)} = \frac{(1000 - 1074)}{1000} \times 100 = 7.4\ \%$$

5- الكميات الاضافية في كل محطة = كمية الانتاج الكلية – الطلب المتوقع

- الكميات الاضافية في كل محطة القطع= 1108- 1000 = 108 وحدة سنويا.

- **الكميات الاضافية في كل محطة = كمية الانتاج الكلية – الطلب المتوقع**

الكميات الاضافية في كل محطة الصقل = 1074- 1000 = 74 وحدة سنويا.

ثالثا: حساب كمية الانتاج الكلية الواجب البدء بها في المحطة الثالثة (محطة التثقيب):

1- حجم الانتاج الكلي او الواجب البداء فيه في محطة التثقيب هو حجم الانتاج الصالح او الجيد للمحطة السابقة أي محطة الصقل ويساوي (1031) وحدة ويمكن استخراجه بالطريقة الاتية:

حجم الانتاج الكلي في محطة التثقيب = (1000) ÷ [(0.99) × (0.98)]

= 1031 وحدة سنويا.

2- **حساب عدد الوحدات التالفة في محطة التثقيب**

= حجم الانتاج الكلي في محطة القطع× نسبة التلف

= 1031 وحدة × 2% = 21 وحدة سنويا.

3- **حساب حجم الانتاج الصالح في محطة التثقيب**

= حجم الانتاج الكلي في محطة القطع - عدد الوحدات التالفة

= 1031 وحدة - 21 وحدة = 1010 وحدة سنويا.

$$\textbf{4- حساب نسبة الطاقة الاضافية} = \frac{\textbf{حجم الانتاج الواجب به – حجم الطلب}}{\textbf{حجم الطلب}} \times \textbf{100}$$

$$\% 3.1 = 100 \times \frac{(1000 - 1031)}{1000} =$$

5- الكميات الاضافية في كل محطة = كمية الانتاج الكلية – الطلب المتوقع

(كما مبين في العمود السابع)

الكميات الاضافية في محطة التثقيب = 1031 - 1000= 31 وحدة سنويا.

رابعا: حساب كمية الانتاج الكلية الواجب البدء بها في المحطة الرابعة (محطة الصبغ):

1- حجم الانتاج الكلي او الواجب البداء فيه في محطة الصبغ هو حجم الانتاج الصالح او الجيد للمحطة السابقة أي محطة التثقيب ويساوي (1010) وحدة ويمكن استخراجه بالطريقة الاتية:

حجم الانتاج الكلي في محطة الصبغ =(1000) ÷ (0.99) = 1010 وحدة سنويا.

2- حساب عدد الوحدات التالفة

= حجم الانتاج الكلي في محطة القطع× نسبة التلف في محطة الصبغ

= 1010 وحدة × 1% = 10 وحدة سنويا(تقريبا).

3- حساب حجم الانتاج الصالح محطة الصبغ

= حجم الانتاج الكلي في محطة القطع - عدد الوحدات التالفة

= 1010 وحدة - 10 وحدة = 1000 وحدة.

ملاحظة: ان حجم الانتاج الصالح في المحطة الاخيرة أي محطة الصبغ يجب ان يكون مساوي الى حجم الطلب أي (1000) وحدة.

$$\textbf{4- حساب نسبة الطاقة الاضافية} = \frac{\textbf{حجم الانتاج الواجب به – حجم الطلب}}{\textbf{حجم الطلب}} \times \textbf{100}$$

نسبة الطاقة الاضافية المطلوبة في المحطة التثقيب = $\frac{1000 - 1010}{1000} \times 100$

= %1

5- الكميات الاضافية في كل محطة الصبغ = 1010 – 1000 = 10وحدة سنويا.

ثالثا :حساب عدد المكائن والطاقة الساندة (*Cushion capacity*)

ان شراء المكائن هو اسلوب لتخطيط الطاقة طويل الامد و يحتاج الى استثمارات كبيرة (اكثر من سنتين في الغالب), ولذلك فهو يعد قرارا استراتيجيا. ويحسب عدد المكائن بالمعادلة الاتية:

$$\text{عدد المكائن} = \frac{\text{الوقت اللازم لتحقيق الانتاج الكلي خلال وحدة زمنية محددة}}{\text{الوقت المتاح للألة او الماكنة الواحدة خلال نفس الفترة}}$$

هنا يجب التأكيد على ان بسط المعادلة اعلاه يمثل الطاقة اللازمة لتحقيق الانتاج الكلي ومقام المعادلة يمثل الطاقة المتاحة للماكنة الواحدة ،كما ان وحدة القياس للبسط والمقام يجب ان تكون متشابهة اي ان الاثنين معبر عنهما بدقيقة عمل يوميا او بساعات العمل يوميا..... الخ.

ان بسط المعادلة يقاس بالمعادلة الاتية:-

الوقت اللازم لتحقيق الانتاج الكلي= حجم الانتاج الكلي× الوقت القياسي للإنتاج الوحدة

$$\text{وقت اللازم للإنتاج الكلي} = \frac{\text{حجم الانتاج الكلي} \times \text{الوقت الاساسي للإنتاج الوحدة الواحدة}}{\text{مستوى كفاءة العامل} \times \text{مستوى كفاءة استخدام الماكنة} \times \text{نسبة الانتاج الصالح}}$$

نسبة الانتاج الصالح = 100% – نسبة التلف

$$\text{مستوى كفاءة العامل} = \frac{\text{الوقت المنتج للعامل}}{\text{الوقت الكلي}} \times 100$$

$$\text{مستوى كفاءة الماكنة} = \frac{\text{الوقت المنتج للماكنة}}{\text{الوقت الكلي}} \times 100$$

اما الطاقة الساندة (Cushion capacity) فهي جزء من الطاقة المتاحة التي يتم الاحتفاظ بها من قبل الشركات لغرض مواجهة التوقفات غير المخطط لها من قبل الادارة مثل انقطاع التيار الكهربائي او العطلات او الاضرابات للعاملين , فضلا عن كونها اداة بيد الادارة لتجهيز الطلبيات غير المتوقعة . ويتم حساب الطاقة الساندة بالمعادلة الاتية:

الطاقة الساندة = الوقت المتاح للانتاج – الوقت اللازم للانتاج

ولتوضيح كيفية حساب عدد المكائن و الطاقة الساندة نورد الامثلة الاتية :-

مثال(7): حجم الانتاج المخطط السنوي (20000) حقيبة 2- الوقت الاساسي لإنتاج الحقيبة (0.5) ساعة 3- نسبة التلف (10%) 4- نسبة استخدام الماكنة (85%) 5-مستوى استخدام العامل (90%) 6 -عدد ايام العمل السنة (365) يوم 7- ايام العطل الرسمية في السنة (110) يوم 8- عدد وجبات العمل (2) في اليوم. 9 -عدد ساعات العمل في الوجبة (8) ساعة ويتمتع العاملون ب (1) ساعة استراحة في كل وجبة.

المطلوب:1 - حساب عدد الآلات اللازمة لتحقيق الانتاج المخطط 2- تحديد الطاقة الساندة وعدد الوحدات الاضافية التي بمكن انتاجها من الحقائب النسائية في ظل عدد الآلات المحسوبة في الفقرة اولا.

الوقت اللازم لتحقيق الانتاج الكلي خلال وحدة زمنية محددة

عدد المكائن = ——————————————————————

الوقت المتاح للألة او الماكنة الواحدة خلال نفس الفترة

1- حساب نسبة الانتاج الصالح:

نسبة الانتاج الصالح = 100% –(10%) نسبة التلف= 90%

2- حساب **الوقت اللازم لتحقيق الانتاج الكلي:**

حجم الانتاج الكلي × الوقت الاساسي للإنتاج الوحدة الواحدة

وقت اللازم للإنتاج الكلي = ——————————————————————

مستوى كفاءة العامل × مستوى كفاءة استخدام الماكنة× نسبة الانتاج الصالح

20000 وحدة × 0.5 ساعة

= ——————————

0.90 ×0.85 ×0.90

= 14524 ساعةعمل سنويا

3- الوقت المتاح للماكنة سنويا = عدد ايام العمل بالسنة - ايام العطل الرسمية

= (365 – 110) يوم× (2) وجبة × (8-1) ساعة

=(3570) ساعة عمل سنويا.

4-عدد المكائن = (14524) ساعةعمل سنويا) ÷ (3570) ساعة عمل سنويا

= 4.07 = 5 ماكنة

<u>ملاحظة</u>: يقرب رقم عدد المكائن الى الرقم الصحيح الاعلى بغض النظر عن الرقم على يمين الفارز. ان عملية التقريب هذه تؤدي الى ظهور ما يعرف بالطاقة الساندة (Cushion Capacity).

الطاقة الساندة=اجمالي وقت العمل المتاح فعلا–وقت العمل اللازم لتحقيق الانتاج المخطط

اجمالي وقت العمل المتاح فعلا = عدد المكائن × الوقت المتاح للماكنة الواحدة

=(5 ماكنة × 3570 ساعة عمل سنويا)

= 17850 ساعة عمل سنويا.

الطاقة الساندة = 17850 - 14525 = 3326 ساعة عمل سنويا.

عدد الوحدات الاضافية = (الطاقة الساندة) ÷ (الوقت اللازم للإنتاج الوحدة الواحدة)

= (3326 ساعة عمل سنويا) ÷ (0. 5 ساعة) = 6652 وحدة سنويا.

لابد من التاكيد هنا عند تخطيط الطاقة للوحدة الانتاجية على استخدام الطاقة المتاحة من خلال تحويل الوقت الاساسي للوحدة المنتجة (في حالة الطاقة التصميمية) الى الوقت القياسي للوحدة (الطاقة المتاحة) , والمثال الاتي يستعرض طريقة الحل.

مثال(8):- توفرت لديك البيانات الاتية عن حجم الانتاج المطلوب لتلبية الطلب المتوقع والبالغ (9500) وحدة سنويا.

الوقت الاساسي لإنتاج الوحدة	**18 دقيقة**
الوقت العاطل للماكنة	**15 دقيقة**
الوقت المنتج للعامل في الساعة	**54 دقيقة**
ايام العمل للمصنع في السنة	**300 يوم**
اعمال الصيانة شهريا	**2 ساعة**
ساعات العمل اليومي	**7 ساعة**
نسبة التلف	**5%**

المطلوب: حساب عدد المكائن المطلوبة لمقابلة الطلب السنوي والطاقة الساندة وعدد الوحدات الاضافية الممكن انتاجها في ظل عدد الآلات المحتسبة في الفقرة.

اولا.نسبة الانتاج الصالح = 100% - (10%) نسبة التلف= 90%

الوقت المنتج للعامل

مستوى كفاءة العامل = ——————— **× 100**

الوقت الكلي

54

مستوى كفاءة العامل = ——— × 100 =90%

60

الوقت المنتج للماكنة

مستوى كفاءة الماكنة = ——————— **× 100**

الوقت الكلي

15-60

مستوى كفاءة الماكنة = ———— × 100 = 75%

60

1- حساب الوقت اللازم لتحقيق الانتاج المخطط بالمعادلة ادناه

حجم الانتاج الكلي × الوقت الاساسي للإنتاج الوحدة الواحدة

وقت اللازم للإنتاج الكلي = ——————————————————————

مستوى كفاءة العامل × مستوى كفاءة استخدام الماكنة× نسبة الانتاج الصالح

18 × 9500

الوقت اللازم لتحقيق الانتاج المخطط= ——————————

0.95 × 0.75 × 0.90

= 266667 دقيقة عمل سنويا

4 - الوقت المتاح للماكنة سنويا= وقت العمل في السنة – التوقفات في السنة

= **[**(300يوم ×7س) - (12 شهر ×2 س)**]** ×60 د

= (2100 – 24) × 60 د = 124560 دقيقة عمل سنويا.

5- حساب عدد المكائن:

الوقت اللازم لتحقيق الانتاج المخطط خلال وحدة زمنية محددة

عدد المكائن= ——————————————————————

الوقت المتاح للألة او الماكنة الواحدة خلال نفس الفترة

266667 دقيقة عمل سنويا

عدد المكائن = ——————————— = 2.14 = 3 مكائن

124560 دقيقة عمل سنويا

اجمالي وقت العمل المتاح فعلا = عدد المكائن × الوقت المتاح للماكنة الواحدة

=3 ماكنة × 124560 دقيقة= 373680 دقيقة عمل سنويا.

الطاقة الساندة=اجمالي وقت العمل المتاح فعلا –الوقت اللازم لتحقيق الانتاج المخطط

= 373680 - 266667 = 107013 دقيقة عمل سنويا.

عدد الوحدات الاضافية التي يمكن انتاجها = الطاقة الساندة÷ الوقت اللازم للإنتاج الوحدة

= (107013 دقيقة عمل سنويا) ÷ (18دقيقة)

= 5945 وحدة سنويا.

مثال (9) مطعم للوجبات الجاهزه ,الوقت اللازم لتجهيز الطبق الواحد 30 دقيقة , يتوقف العمل في المطعم ساعة واحدة لاغراض اعداد مستلزمات الانتاج وتنظيف الفرن بعد تجهيز كل 12 طبق , علما ان المطعم يعمل 7 ساعات عمل في الوجبة وبمعدل 2 وجبة في اليوم و220 يوم في السنة.

المطلوب: تحديد الطاقة الساندة للمطعم في حالة تخطيط مدير العمليات لبيع 7000 طبق سنويا.

الزمن اللازم لانتاج الدفعة = (حجم الدفعة × وقت المعالجة) + وقت الاعداد

الزمن اللازم لانتاج الدفعة (12 طبق) =(12 طبق ×0.5 ساعة) + 1 ساعة

= 7 ساعة.

الزمن اللازم لانتاج الطبق الواحد = 7 ساعة ÷ 12 طبق

= 0.58 ساعة.

الزمن اللازم لانتاج 7000 طبق سنويا = 7000 × 0.58 ساعة

= 4060 ساعة عمل سنويا.

الوقت المتاح للانتاج السنوي= 7.5×3وجبة×220يوم = 4960 ساعة عمل سنويا

الطاقة الساندة=الوقت المتاح للانتاج السنوي-الزمن اللازم لانتاج7000طبق سنويا

= 4960 ساعة عمل سنويا - 4060 ساعة عمل سنويا

= 900 ساعة عمل سنويا.

مثال(10): تقوم الشركة العامة للصناعات الجلدية بإنتاج ثلاثة انواع من الحقائب (نسائية, سفر ومدرسية (وقد توفرت البيانات عن اوقات المعالجة(*Processing Time*) ووقت الاعداد للمكائن (*Setup Time*) وحجم الدفعة وكمية الانتاج المخطط السنوي والمبين في الجدول ادناه, علما ان الشركة تعمل بوجبتين عمل في اليوم ، و بواقع (8) ساعات عمل للوجبة, و (6) ايام في الاسبوع, و (50) اسبوع في السنة, وكانت نسبة الضياع في الطاقة (15%) من الوقت المتاح للماكنة سنويا.

نوع المنتوج	وقت المعالجة(ساعة)	وقت الاعداد (ساعة)	حجم الدفعة	الانتاج المخطط سنويا
حقائب نسائية	0.05	0.5	160	80000
حقائب سفر	0.1	2.2	150	60000
حقائب مدرسية	0.02	3.8	300	120000

المطلوب: 1- حساب عدد الآلات اللازمة لتحقيق الانتاج المخطط 2- تحديد الطاقة الساندة وعدد الوحدات الاضافية التي بمكن انتاجها من الحقائب النسائية في ظل عدد الآلات المحتسبة في الفقرة اولا.

1- حساب الوقت اللازم لتحقيق الانتاج المخطط لكل منتوج من المنتجات الثلاثة وكما يلي:

الوقت اللازم لتحقيق الانتاج المخطط

= (حجم الانتاج × وقت المعالجة)+ (وقت الاعداد × عدد الدفعات)

عدد الدفعات من (حقائب نسائية) = (حجم الانتاج) ÷ (حجم الدفعة)

= (80000) ÷ (160)

= 500 دفعة.

الوقت اللازم لتحقيق الانتاج المخطط (حقائب نسائية)

= (80000 × 0.05) + (500 × 0.5)

= 4000 + 250= 4250 ساعة عمل.

عدد الدفعات من (حقائب السفر) = (60000) ÷ (150)= 400 دفعة

الوقت اللازم لتحقيق الانتاج المخطط (حقائب السفر)

= (60000× 0.10)+ (400× 2.2)

= 6000 + 880= 6880 ساعة عمل.

عدد الدفعات من (حقائب مدرسية)= (120000) ÷ (300)

= 400 دفعة.

الوقت اللازم لتحقيق الانتاج المخطط (حقائب المدرسية)

=(120000×0.02) + (400 × 3.8)

= 2400+1520 = 3920 ساعة عمل.

اجمالي الوقت اللازم لتحقيق الانتاج المخطط لكافة المنتجات

= 4250+6880+3920

= 15050 ساعة عمل.

2- حساب الوقت المتاحة للألة (مقام معادلة عدد المكائن)

الوقت المتاح للألة سنويا

=الاسابيع في السنة×الايام في الاسبوع×وجبات العمل×ساعات الوجبة × نسبة استخدام الالة

= 50 × 6 × 2 × 8 × 85%

= 4080 ساعة عمل سنويا.

3- حساب عدد المكائن:

عدد المكائن=الوقت اللازم لتحقيق الانتاج المخطط السنوي ÷ الوقت المتاح للألة في السنة

عدد المكائن = (15050 ساعة عمل) ÷ (4080 ساعة عمل سنويا)

= 3.7 = 4 ماكنة .

4 - حساب الطاقة الساندة:

اجمالي ساعات العمل المتاحة = عدد المكائن × الوقت المتاح للماكنة

= 4 × 4080

= 16320ساعة عمل سنويا.

الطاقة الساندة = اجمالي ساعات العمل المتاح – ساعات العمل اللازمة للإنتاج المخطط

= 16320 - 15050 = 1270 ساعة عمل سنويا.

5- عدد الوحدات الاضافية التي بمكن انتاجها من الحقائب النسائية يحسب كما يلي:

الزمن اللازم لانتاج الدفعة = (حجم الدفعة × وقت المعالجة) + وقت الاعداد

الزمن اللازم لانتاج الدفعة من الحقائب النسائية(160) = (0.05 × 160) + 0.5

= 8.5 ساعة.

الزمن اللازم لانتاج حقيبة واحدة = الزمن اللازم لانتاج الدفعة ÷ حجم الدفعة

= 8.5÷160

= 0.053 ساعة.

عدد الوحدات الاضافية التي يمكن انتاجها من الحقائب النسائية:

عدد الحقائب = الطاقة الساندة ÷ الزمن اللازم لانتاج حقيبة واحدة

= 1270 ساعة عمل ÷0.053

= 23962 حقيبة.

في واقع الحال قد نلجأ الى استخدام كل الاساليب التي تم التطرق اليها اعلاه في حل المسائل عند تخطيط الطاقة , و يستعرض المثال الاتي هذه الحالة .

مثال 11 : ورشة مكونة من ثلاث محطات مرتبة بشكل تسلسلي. تسعى الادارة الى رفع نسبة الانتاج في سنة 2020 بمقدار (12%) عن مستوى انتاجها في سنة 2019 والبالغ (40000) وحدة سنويا, تعمل الورشة بواقع (52) أسبوعا سنويا و (5) ايام في الاسبوع, وجبتان في اليوم, و(7) ساعة في الوجبة, تتوقف الورشة (4) أسابيع في السنة لاغراض الصيانة, وقت الاستراحة للعمال (0.5) ساعة في الوجبة, وقد نوفرت لديك البيانات الاتية:

البيانات	المحطة الاولى	المحطة الثانية	المحطة الثالثة
الوقت العاطل للعامل	6 د. بالساعة	8د. بالساعة	6 د. بالساعة
الوقت العاطل للماكنة	25%	20%	9د. بالساعة
نسبة التلف	3%	2%	1%
عدد المكائن	4 ماكنة	5ماكنة	2 ماكنة

علما ان الوقت الاساسي للوحدة في المحطة الاولى (12) دقيقة, وفي المحطة الثانية (360) ثانية, والطاقة الانتاجية للماكنة في المطة الثالثة (8) وحدات بالساعة.

المطلوب: 1- حساب حجم الانتاج الكلي (الواجب البدء به), حجم الانتاج الصالح,وعدد الوحدات التالفة, ونسبة الطاقة الاضافية في كل محطة 2- ما هي اقتراحك لادارة الورشة يخصوص عدد المكائن اللازم في كل محطة لتحقيق حجم الطلب في سنة 2020.

المحطة	نسبة التلف	حجم الانتاج الواجب البدأ به	عدد الوحدات التالفة	كمية الانتاج الصالح	الطاقة الاضافية المطلوبة
1	3%	47608	1428	46180	%6,3
2	2%	46180	924	45256	3.08%
3	1%	45256	453	44803	%1,02

- حجم الطلب في سنة 2020 = 40000 + (40000 ×12%)

= 44800 وحدة

- حساب نسبه الانتاج الصالح وكما يلي:

المحطة 1 = 100% - 3% = 97 %

المحطة 2 = 100% - 2% = 98 %

المحطة 3 = 100% - 1% = 99 %

حجم الانتاج الكلي الواجب البدء به

= (حجم الطلب المتوقع) ÷ (حاصل ضرب نسب الانتاج الصالح)

حجم الانتاج الواجب البدء به في المحطة 1 = 44800 ÷ (97%×98%×99%)

= 47608 وحدة.

عدد الوحدات التالفة في المحطة 1= 47608×3%

= 1428 وحدة.

حجم الانتاج الجيد في المحطة 1 = 47608 – 1428

= 46180 وحدة.

نسبة الطاقة الاضافية في المحطة 1 = (حجم الانتاج الواجب به – حجم الطلب) ÷ حجم الطلب × 100

نسبة الطاقة الاضافية = (47608 – 44800) ÷ 4480 × 100 = 6,3%

سيتم اعتماد حجم الانتاج الجيد في المحطة (1) هو حجم الانتاج الواجب البدء به في المحطة(2), و حجم الانتاج الجيد في المحطة (2) هو حجم الانتاج الواجب البدء به في المحطة (3) و تعاد نفس الخطوات كما هو موضح في الجدول اعلاه.

1- حساب عدد المكائن من النوع الاول:

عدد المكائن = الوقت اللازم لتحقيق الانتاج الكلي خلال وحدة زمنية محددة ÷ الوقت المتاح للألة او الماكنة الواحدة خلال نفس الفترة

حساب مقام المعادلة وكما يلي :

الوقت المتاح للإنتاج في محطة في السنة

=الوقت المتاح للإنتاج سنويا÷ الزمن اللازم لإنتاج الوحدة

= (52- 4) اسبوع ×5 أيام×2 وجبة ×(7– 0.5) = 3120 ساعة عمل في السنة

= 3120 × 60 دقيقة = 187200 دقيقة عمل بالسنة.

حساب بسط معادلة عدد المكائن و كما يلي:

- حساب الوقت الاساسي:

الوقت الاساسي لإنتاج الوحدة الواحدة في المحطة الاولى = 12دقيقة من السؤال.

الوقت الاساسي لإنتاج الوحدة الواحدة في المحطة الثانية = 360 ث ÷ 60 ث

= 6 دقيقة.

الوقت الاساسي لإنتاج الوحدة الواحدة في المحطة الثالثة = 60 د.÷ 8

= 7.5 د.

- حساب كفاءة العامل بالمعادلة:

$$\text{مستوى كفاءة العامل} = \frac{\text{الوقت المنتج للعامل}}{\text{الوقت الكلي}} \times 100$$

او مستوى كفاءة العامل = 100% - نسبة الوقت العاطل للعامل

مستوى كفاءة للعامل في المحطة الاولى=[(60-6)÷ 60 دقيقة)] ×100%

= 90%

مستوى الكفاءة للعامل في المحطة الثانية = [(60-8) ÷ 60 دقيقة)] × 100%

=87%

مستوى كفاءة للعامل في المحطة الثالثة =[(60-6)÷ 60 دقيقة)] ×100%

= 90%

- حساب كفاءة استخدام المكائن في المحطات باحدى المعادلتين :

$$\text{1- مستوى كفاءة استخدام المكائن في المحطة} = \frac{\text{الوقت المنتج للماكنة}}{\text{الوقت الكلي}} \times 100$$

2- مستوى كفاءة الماكنة = 100% - نسبة الوقت العاطل للماكنة

مستوى كفاءة استخدام المكائن في المحطة 1 = 100%- 25% =75%

مستوى كفاءة استخدام المكائن في المحطة 2 = 100%- 20% =80%

مستوى كفاءة استخدام المكائن في المحطة 3 =[(60-9)÷60)] × 100%

=85%

- تحويل الوقت الاساسي الى الوقت القياسي للوحدة بالمعادلة:

الوقت القياسي للوحدة = الوقت الاساسي للإنتاج الوحدة الواحدة / مستوى كفاءة العامل × مستوى كفاءة استخدام الماكنة في المحطة× نسبة الانتاج الصالح

الوقت القياسي للوحدة في المحطة الاولى = 12 دقيقة÷ (90%×75% ×97%)

=18 دقيقة تقريبا.

الوقت القياسي للوحدة في المحطة الثانية =6 دقيقة ÷ (87%×80% ×98%)

=8 دقيقة.

الوقت القياسي للوحدة في المحطة الثالثة = 7.5 دقيقة ÷ (90%×85% ×97%)

=16 دقيقة.

- حساب الوقت اللازم لتحقيق الانتاج الكلي السنوي للماكنة بالمعادلة

لوقت اللازم لتحقيق الانتاج الكلي السنوي للمحطة:

= حجم الانتاج الكلي × الوقت القياسي للوحدة

للمحطة الاولى = 47608 وحدة × 18 دقيقة

= 856944 دقيقة عمل سنويا.

للمحطة الثانية = 46180 وحدة × 8 دقيقة

= 369440 دقيقة عمل سنويا.

للمحطة الثالثة = 45256 وحدة × 16 دقيقة

= 723616 دقيقة عمل سنويا.

حساب عدد المكائن:

عدد المكائن = الوقت اللازم لتحقيق الانتاج الكلي خلال وحدة زمنية محددة / الوقت المتاح للمحطة الواحدة خلال نفس الفترة

عدد المكائن النوع الاول = 856944 دقيقة عمل سنويا / 187200 دقيقة عمل سنويا

= 4,58 = 5 ماكنة.

لذ يجب شراء ماكنة اضافية لتحقيق حجم الانتاج المطلوب في سنة 2023

عدد المكائن النوع الثاني = 369440 دقيقة عمل سنويا / 187200 دقيقة عمل سنويا

= 1,97 = 2 ماكنة.

ستكون لدينا 3 مكائن من هذا النوع غير مستغلة.

عدد المكائن النوع الثالث = 723616 دقيقة عمل سنويا / 187200 دقيقة عمل سنويا

= 3.87 = 4 ماكنة.

لذ يجب شراء ماكنة اضافية لتحقيق حجم الانتاج المطلوب في سنة 2023.

اسئلة الفصل السادس

س1- ما المقصود بالطاقة وما هي استراتيجيات تخطيط الطاقة.

س2- ماهي مستويات الطاقة الانتاجية.

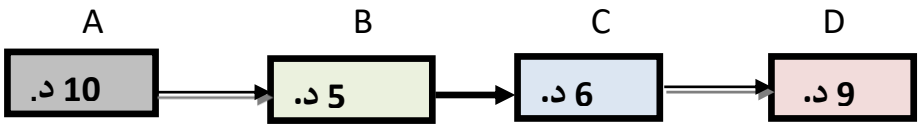
س3- ناقش العبارة " الطاقة الفعلية قد تكون مساوية للطاقة المتاحة ولكنها في جميع الاحوال فان الاثنتان لا يمكن ان تصلا الى مستوى الطاقة التصميمية ".

س4- علل الاتي " ان مستوى الاستخدام لا يمكن ان يكون اعلى من مستوى الكفاءة للوحدة الانتاجية ".

س5- مطبعة تمتلك (3) اجهزة طباعة ليزرية وقد توفرت لديك البيانات الاتية 1- الطاقة التصميمية للجهاز الواحد (10) صفحة بالدقيقة,علما ان المطبعة تعمل (20) يوم في الشهر وبوجبتين في اليوم بمعدل (8) ساعات عمل للوجبة, وتعكس سجلات الانتاج بان معدل الانتاج الفعلي كما تعكسه سجلات المطبعة (10000) وحدة بالوجبة. وتتوقف المطبعة (500) دقيقة بالشهر لأغراض الصيانة.

المطلوب:1- تحديد مستويات الطاقة الشهرية للمطبعة (التصميمية والمتاحة والفعلية),2- تحديد مستوى الاستخدام والكفاءة للمطبعة, 3- انتاجية دقيقة العمل للمطبعة.

س6- خط انتاجي مكون من (4) مراكز انتاجية مرتبة بشكل تتابعي ، علما ان الخط يعمل بواقع (6) يوم اسبوعيا و(7) ساعات في اليوم بضمنها ساعة واحدة لغرض الصيانة المخططة و اطعام العاملين والزمن اللازم لإنتاج الوحدة الواحدة في كل محطة كما مبين في الشكل الاتي:-



المطلوب:1- حساب الطاقة المتاحة لخط الانتاج ومستوى الكفاءة له اذا كانت المخرجات الفعلية (120) وحدة بالأسبوع 2- حساب الوقت الضائع والمخزون تحت التشغيل بين المحطات الاربعة.

س7- قدر الطلب المتوقع على المنتوج (92) وحدة الاسبوع لمنتوج يمر بثلاث محطات عمل, وكانت نسبة تلف في كل محطة كما مبين في الجدول الاتي:

المحطة العمل	القطع	التثقيب	الصبغ
نسبة التلف	4%	1%	3%

المطلوب:1- حساب كمية الانتاج الكلية الواجب البدء بها 2- حساب كمية الانتاج الصالح 3- حساب كمية الوحدات التالفة 4- حساب الطاقة الاضافية المطلوبة في كل محطة 5- حساب الوحدات الاضافية في كل محطة.

س8-توفرت لديك البيانات الاتية عن حجم الانتاج المطلوب لتلبية الطلب المتوقع والبالغ (48) وحدة يوميا.

الوقت الاساسي لإنتاج الوحدة	18 دقيقة
الوقت العاطل للماكنة في الساعة	15 دقيقة
الوقت المنتج للعامل في الساعة	57 دقيقة
ايام العمل للمصنع في اليوم	8 ساعة
نسبة التلف	4%

المطلوب: 1- حساب عدد المكائن المطلوبة لمقابلة الطلب اليومي 2- الطاقة الساندة وعدد الوحدات الاضافية التي بمكن انتاجها في ظل عدد الآلات المحتسبة في الفقرة اولا.

س10 : اختر الاجابة الصحيحة.

1- تناسب استراتيجية قيادة الطاقة للطلب الشركات.

ا- التي تعمل في ظروف تنافسية ضعيفة ب- التي تكون مواردها المالية غير كافية ج- التي تعمل في ظل منافسة قوية ولديها الموارد المالية المناسبة.

2- -تناسب استراتيجية الطاقة المتباطئة الشركات.

ا- التي تعمل في ظروف تنافسية قوية ب- التي تكون مواردها المالية كافية ج- التي تعمل في ظل منافسة ضعيفة ولا تمتلك الموارد المالية المناسبة.

3- تحسب الطاقة المتاحة للوحدة الانتاجية بالمعادلة الاتية:

ا- (الطاقة التصميمية – التوقفات المخطط لها), ب-(الطاقة التصميمية – التوقفات غير المخطط لها), ج- (الطاقة التصميمية – الطاقة الفعلية).

4- الطاقة المتاحة للوحدة الانتاجية تتساوى مع طاقتها الفعلية عندما يكون.

ا- مستوى الكفاءة للوحدة الانتاجية مساو(100%) ب- مستوى الكفاءة للوحدة الانتاجية اقل من (100%) ج- مستوى الكفاءة للوحدة الانتاجية اكبر من (100%).

5- يمكن رفع الطاقة التصميمية للوحدة الانتاجية من خلال.

ا- زيادة وقت العمل للوحدة الانتاجية ب- استبدال الوحدة الانتاجيةنفسها ج- لا يمكن تحقيق ذلك.

6- يمكن بلوغ الطاقة التصميمية للوحدة الانتاجية

ا- زيادة وقت العمل للوحدة الانتاجية ب- زيادة عدد العمال ج – لا يمكن بلوغ الطاقة التصميمية.

7- يعكس مستوى الاستخدام للوحدة الانتاجية.

ا- نسبة المئوية للطاقة الفعلية الى الطاقة التصميمية ب- نسبة المئوية للطاقة الفعلية الى الطاقة المتاحة ج- نسبة المئوية للطاقة المتاحة الى الطاقة التصميمية.

8- يعكس مستوى الكفاءة للوحدة الانتاجية.

ا- نسبة المئوية للطاقة الفعلية الى الطاقة التصميمية ب- نسبة المئوية للطاقة الفعلية الى الطاقة المتاحة ج- نسبة المئوية للطاقة المتاحة الى الطاقة التصميمية.

س10- ورشة تعتمد نظام الانتاج بالدفعات لنوعين من الكراسي, ويبين الجدول الاتي البيانات المتعلقة بالعملية الانتاجية لمنتجاتها, علما ان الورشة تعمل (7) ساعات عمل في الوجبة, وجبتان في اليوم , و(5) ايام في الاسبوع, و(52) اسبوع سنويا.

المنتوج	وقت المعالجة (دقيقة)	وقت الاعداد (ساعة)	حجم الدفعة	حجم الطلب المتوقع سنويا	حجم الطلب المتفائل سنويا
كرسي مطبخ	30	0.5	100	80000	100000
كرسي مكتب	50	3.8	60	60000	72000

المطلوب: حساب الطاقة الساندة في ظل حجم الطلب المتوقع والمتفائل والمتشائم.

س11 : قدر الطلب المتوقع على المنتوج (200) وحدة شهريا لمنتوج يمر بثلاث محطات تضم كل محطة نوع معين من المكائن, وتوفرت لديك البيانات عن تلك المحطات كما مبين في الجدول الاتي:

المحطة	نسبة التلف	الوقت الاساسي لإنتاج الوحدة	الوقت العاطل للماكنة
الاولى	4%	50 دقيقة	3 دقيقة بالساعة
الثانية	2%	55 دقيقة	6 دقيقة بالساعة
الثالثة	1%	40 دقيقة	2 دقيقة بالساعة

علما ان عدد ايام العمل في الشهر (25) يوم بوجبتين في اليوم و(8) ساعة في الوجبة الواحدة بضمنها ساعة واحدة استراحة للعاملين.

المطلوب:حساب الانتاج الكلي والصالح والطاقة الساندة والوحدات الاضافية الممكن انتاجها وعدد المكائن المطلوب في كل محطة والطاقة الساندة والوحدات الاضافية الممكن انتاجها.

محتويات الفصل السابع

ادارة المخزون (*Inventory Management*)

1-7 : مفهوم ادارة المخزون وأهميته

2-7:- الطلب المشتق والمستقل

3-7: نظام تخطيط الاحتياجات من المواد الصناعية (*MRP*)

4-7:- نظام الانتاج بالوقت المحدد (*JIT*)

5-7: نظام الانتاج الرشيق (*Lean Production*)

6-7: نظام الانتاج الذكي (SPS)(Smart production system)

الفصل السابع

ادارة المخزون (*Inventory Management*)

7-1 : مفهوم ادارة المخزون وأهميته

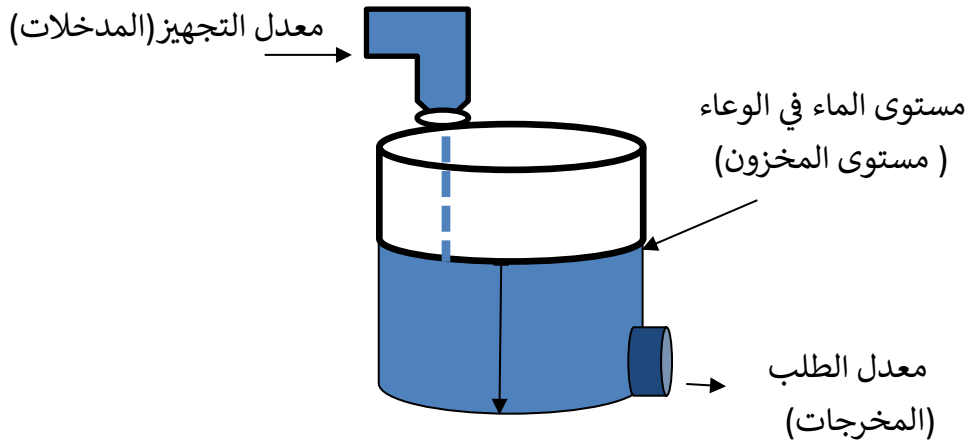
يتعلق مفهوم ادارة المخزون بالانتاج السلعي فقط لان الخدمة بطبيعتها غير قابلة للخزن, و يعرف المخزون (*Inventory*) بانه كمية المواد او الاعمال المتواجد في اي مرحلة من مراحل العملية الانتاجية، أي ان المخزون قد يكون على شكل مواد اولية او اجزاء المنتوج او كمنتوج نهائي في المخازن, او عبارة عن اعمال تحت التشغيل عند خطوط الانتاج (*WIP*).

يمكن التعبير عن المخزون بعدد الوحدات او بقيمتها او بعدد ساعات العمل المستغلة فعلا لإنتاجها, أي ان المخزون في حقيقة الامر هو عبارة عن راسمال مجمد وطاقة فعلية مستخدمة. ومن هنا فان مصطلح المخزون (*Inventory*) هو تعبير اشمل من مصطلح (*Stock*) الذي يقصد به المخزون المتواجد داخل المخازن.

يتم تحديد مستوى المخزون بموجب العلاقة بين المدخلات(معدل التجهيز), اي الكميات المنتجة او المشتراة وبين المخرجات (معدل الطلب او الاستهلاك) اي الكميات المسحوبة من المخازن او مراكز الانتاج. فزيادة معدل التجهيز اي زيادة عدد الاوامر الانتاج او الاعمال الواصلة الى محطات الانتاج دون ان يصاحب هذه الزيادة ارتفاع في مستوى الطاقة الانتاجية يؤدي الى ارتفاع مستوى المخزون والعكس صحيح.

يوضح الشكل (7-1) مثل عملي عن كيفية تكوين المخزون, حيث ان مستوى الماء في الوعاء يمثل مستوى المخزون, في حين يمثل الماء الداخل الى الوعاء معدل التجهيز , اما الماء الخارج فيعبر عن معدل الاستهلاك. فيرتفع مستوى الماء في

الوعاء (مستوى المخزون) اذا زاد معدل الماء الداخل الى الوعاء (معدل التجهيز او الانتاج) عن كمية الماء الخارجة من الوعاء (معدل الطلب او المبيعات) والعكس صحيح. أي ان مستوى المخزون سينخفض (كمية الماء في الوعاء) اذا كان معدل الاستهلاك(الماء الخارج) اكثر عن من معدل التجهيز(الماء الداخل). بعبارة اخر يظهر المخزون عندما يزيد حجم الانتاج عن حجم المبيعات.



الشكل (7-1)
تكوين المخزون

اما ادارة المخزون هي الانشطة المتعلقة بالتخطيط والتنظيم والرقابة على مستوى المخزون المراد الاحتفاظ به في المخازن او عند خطوط الانتاج من خلال تحديد المواد المراد شراءها او انتاجها وباي كمية ومتى يطلق امر شرائها او تصنيعها.

تتجسد اهمية ادارة المخزون بالآثار المترتبة على مستوى المخزون المراد الاحتفاظ به.ان مستوى المخزون بحد ذاته يمثل حل ومشكلة في نفس الوقت. يعد تراكم المخزون حلا عند ظهور بعض مشاكل الانتاج مثل توقف المكائن بسبب العطلات, او تأخر وصول المواد الاولية بالكمية والجودة والوقت المناسب وغيرها من المشاكل, وبالتالي يساهم في ضمان استمرارية العمليات الانتاجية وتمكين الشركة بالوفاء بالتزاماتها امام زبائنها, هذا من ناحية، ومن ناحية اخرى فان تراكم

المخزون يمثل مشكلة لأنه عبارة عن طاقة ضائعة يمكن استغلالها في حل الاختناقات عنق الزجاجة (*bottleneck*)في خطوط الانتاج او انه عبارة عن رأسمال مجمد يمكن للإدارة المنظمة استخدامه في مجالات استثمارية اخرى لتطوير اعمالها مثل شراء تكنولوجيا جديدة او تطوير مهارات العاملين لديها من خلال زجهم في دورات تدريبية متقدمة او على اقل تقدير ايداعه في المصارف والحصول على الفوائد . كما ان تراكم المخزون في كثير من الحالات يكون بمثابة الستار الذي يحجب الرؤيا عن الادارة والعاملين في البحث وتشخيص اسباب مشاكل الانتاج الحقيقة. فعلى سبيل المثال عند حدوث وحدات تالفة في الدفعة المنتجة سيتم تعويض هذه الوحدات من المخازن من اجل استمرارية العملية الانتاجية, وهذا ما يؤدي في كثير من الاحيان الى عدم البحث عن اسباب حدوث التلف. ويمكن تشبيه الحالة بمستوى الماء في النهر (مستوى المخزون) فارتفاع مناسيبه سيساهم في انسيابية حركة الزوارق فيه (تدفق العملية الانتاجية), الا ان انخفاضه قد يساعد في ظهور الصخور والعوائق في القعر (مشاكل الانتاج) التي يجب العمل على التخلص منها.

2-7: الطلب المشتق والمستقل

لقد ساهم ظهور المفاهيم المتعلقة بالطلب المستقل والطلب المشتق على مكونات المخزون من مواد اولية وأجزاء المنتوج والمنتجات النهائية في تطوير الاساليب المستخدمة في ادارة المخزون لتحديد كمية وتوقيت الاحتياجات من تلك المواد.

الطلب المستقل (*Independent Demand*) هو الطلب الذي ليس له علاقة بالطلب على مواد اخرى مثل الطلب على المنتجات النهائية والأدوات

الاحتياطية,حيث يتم تحديد الطلب عليها باستخدام الاساليب الاحصائية والتنبؤ بحالة السوق .

اما الطلب المشتق (*Dependent Demand*) فهو الطلب الذي يمكن احتسابه بشكل دقيق من خلال اشتقاقه من حجم الطلب على مواد اخرى. مثال ذلك الطلب على المواد الاولية او اجزاء المنتوج النهائي . فإذا كان حجم الطلب على السيارة كمنتوج نهائي (100) سيارة وعدد الاطارات اللازمة لإنتاج السيارة الواحدة هي (5) اطارات لتصنيع السيارة الواحدة. اذا يمكن حساب عدد الاطارات(حجم الطلب عليها) بالمعادلة الاتية:

حجم الطلب على الاطارات

= حجم الطلب على السيارات ×عدد الاطارات اللازمة لإنتاج السيارة الواحدة.

= 100 سيارة × 5 اطار = 500 اطار

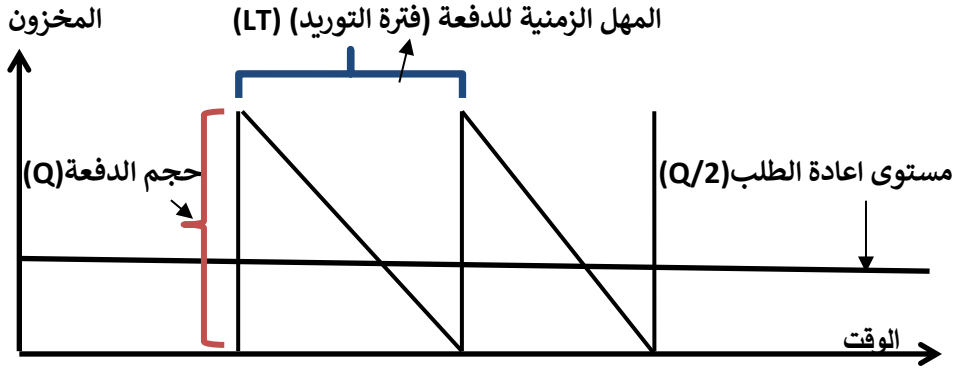
ان الطلب على الاطارات تم اشتقاقه من الطلب على المنتوج النهائي (السيارة). وهكذا بالنسبة للمادة الاولية المكونة للإطارات فعلى سبيل المثال اذا كان كمية المطاط اللازم لتصنيع الاطار الواحد (2) كغم, فيمكن تحديد كمية المطاط اللازم لإنتاج (500) اطار من خلال المعادلة التالية:-

كمية المطاط = (2) كغم × 500 اطار = 1000 كغم من المطاط.

تعد الاساليب الاحصائية المستخدمة لإدارة المخزون مثل أسلوب نقطة اعادة الطلب (*Re-order Point*) وحجم الدفعة الاقتصادية (*EOQ*) من الادوات المناسبة لتحديد الكميات المطلوبة وتوقيت شرائها او تصنيعها للمواد ذات الطلب المستقل.

يبين الشكل (7-2) استخدام أسلوب نقطة اعادة الطلب لتحديد معدل مستوى المخزون الواجب الاحتفاظ به لغرض اطلاق امر الشراء او الانتاج لمادة معينة, أي عندما ينخفض مستوى المخزون الى مستوى نقطة اعادة الطلب يتم

اطلاق امر الشراء او الانتاج من المادة المخزونة وعندما يقترب مستوى المخزون من الصفر تكون الكمية التي اطلق امر شرائها او تصنيعها قد وصلت الى المخزن لتعويض الكميات المسحوبة من المخازن.



الشكل (7-2)
تحديد مستوى اعادة الطلب

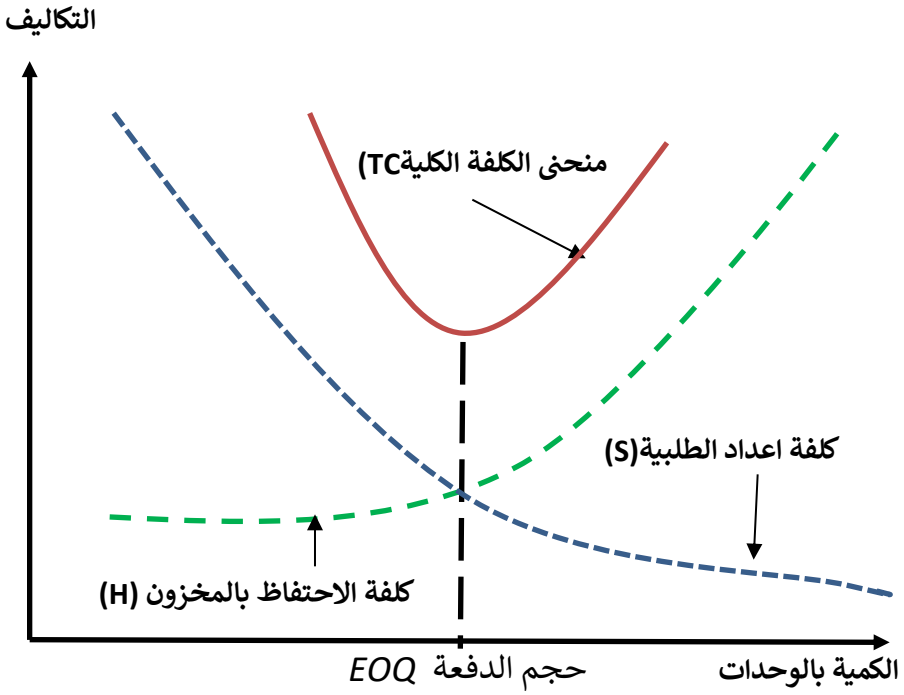
ويتم حساب نقطة اعادة الطلب بالمعادلة الاتية :

مستوى اعادة الطلب = حجم الدفعة (Q) ÷ 2

اما حجم الدفعة (Q) من المواد ذات الطلب المستقل مثل المنتجات النهائية او المواد الاحتياطية فيتم تحديده باستخدام اسلوب حجم الدفعة الاقتصادية (*EOQ*) بحيث تكون الكلفة الكلية للطلبية اقل ما يمكن. ان نموذج حجم الدفعة الاقتصادية وكما مبين في الشكل (7-3) قائم على نوعين من التكاليف هما:

- كلفة الاحتفاظ بالمخزون (*Holding Cost*) وهي الكلف التي تتحملها الشركة من جراء بقاء الوحدات المنتجة او المشتراة في المخازن. مثل كلف ايجار المخزن وكلف المناولة والكهرباء والحراسة وغيرها.
- كلف الاعداد (*Setup Cost*) او (Ordering Cost) وهي الكلف التي تتحملها الشركة لغرض اعداد امر شراء او انتاج طلبيه معينة.

ان الكلفة الكلية تعتمد على الموازنة بين كلف الاعداد وكلف الاحتفاظ بالمخزون. فكلما تم تقسيم حجم الطلب السنوي الى عدد اكبر من الدفعات (أي تقليل حجم الدفعة) فان كلف الاعداد ستزداد وفي نفس الوقت ستقل كلف الاحتفاظ بالمخزون الى النقطة التي يتقاطع فيها منحنى كلف الاعداد وكلف الاحتفاظ بالمخزون وكما مبين في الشكل (7-3). ان نقطة التقاطع بين منحنين كلف الاعداد وكلف الاحتفاظ بالمخزون تمثل حجم الدفعة الاقتصادية التي تكون فيها التكاليف الكلية اقل ما يمكن.



الشكل (7-3)
تحديد حجم الدفعة الاقتصادية

- معادلة حجم الدفعة الاقتصادية

$$\text{حجم الدفعة الاقتصادية (EOQ)} = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

S :كلفة الاعداد للطلبية الواحدة.

D : حجم الطلب السنوي.

H: كلفة الاحتفاظ بالمخزون للوحدة.

مثال(1): مخزن لبيع القماش يرغب بتحديد حجم الدفعة الاقتصادية لقماش المراد شرائه, وقد توفرت البيانات الاتية حجم الطلب السنوي (360) متر وكلفة اعداد الطلبية الواحدة (10) دولار وكلفة الاحتفاظ بالمخزون للوحدة الواحدة سنويا (25%) من كلفة شراء المتر الواحد وكان سعر الشراء للمتر الواحد (8) دولار.

المطلوب:1- تحديد حجم الدفعة الاقتصادية 2-عدد الطلبات خلال السنة 3- مستوى اعادة الطلب.

1- حجم الدفعة الاقتصادية.

$$\textbf{EOQ (حجم الدفعة الاقتصادية)} = \sqrt{\frac{2SD}{H}}$$

$$= \sqrt{\frac{2\times 10\times 360}{0.25\times 8}} = 60$$

(Nعدد الطلبيات في السنة) = D÷ EOQ

= 360÷60

= 6 (طلبيه)

أي ان المخزن لكي يحقق اقل كلف يجب تقسيم حجم الطلب السنوي والبالغ (360) متر سنويا على شكل دفعات يبلغ عددها (6) طلبيه وبواقع (60) متر للطلبية الواحدة.

2- مستوى اعادة الطلب:

مستوى اعادة الطلب = حجم الدفعة الاقتصادية ÷2

= 60÷2 = 30 متر.

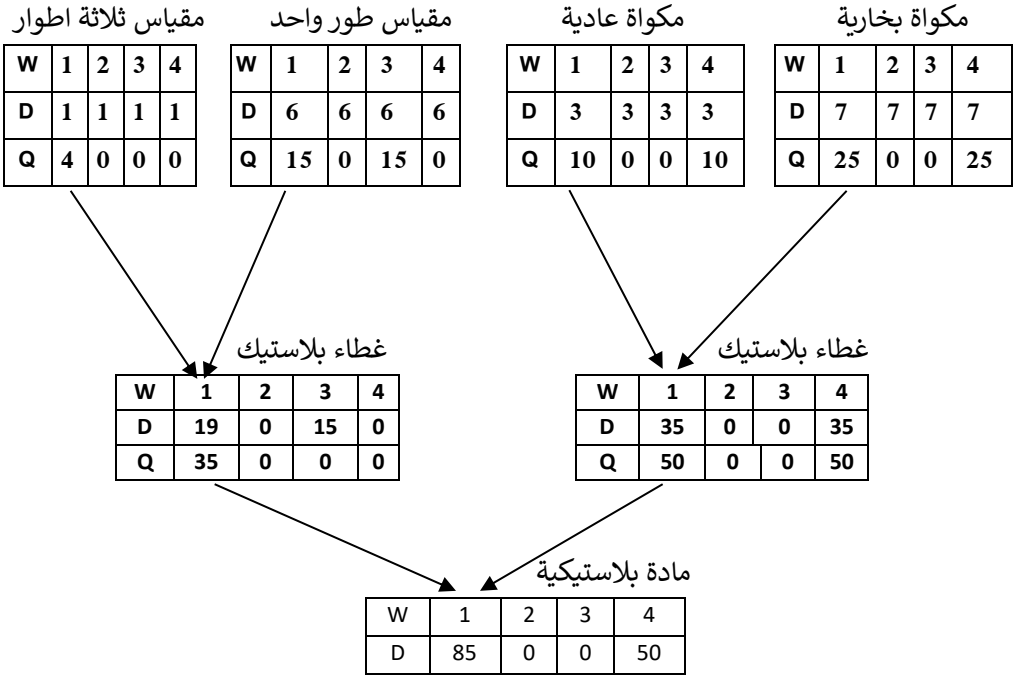
أي عندما ينخفض مستوى المخزون الى(30) متر يتم اطلاق الامر لشراء(60) متر.

ان مفهوم الطلب المشتق ساهم بشكل كبير في تجاوز الاخطاء التي رافقت الاساليب الاحصائية مثل حجم الدفعة الاقتصادية (*EOQ*) ومستوى اعادة الطلب (*Re-order Point*) في تحديد كمية وتوقيت الاحتياجات من مكونات المنتوج النهائي.

ان اسلوب (EOQ) يفترض ثبات واستمرارية معدل الاستخدام (الطلب), في حين ان الطلب على اجزاء المنتوج النهائي هو طلب متموج ومتقطع (*Lumpy demand*) بسبب اعتماد الانتاج بالدفعات في عملية الانتاج او الشراء, والشكل (4-7) يبين ان المادة البلاستيكية تدخل في تصنيع نوعين من الغطاء البلاستيكي والذي يستخدم في انتاج نوعين من المقاييس الكهربائية ونوعين من المكواة الكهربائية.

من الشكل يمكن ملاحظة على الرغم من افتراض الطلب على المنتوجات النهائية مستمر ومنتظم الا ان الطلب على اجزاء تلك المنتوجات سيكون طلب متقطع وغير منتظم بسبب اعتماد اسلوب الانتاج بالدفعات. على سبيل المثال ان الطلب على الغطاء البلاستيكي الداخل بتصنيع المكوة البخارية والعادية مقداره (10+25=35) وحدة في الاسبوع الاول ثم انخفض الى الصفر في الاسبوعين الثاني والثالث وبعد ذلك ارتفع الى (35) وحدة في الاسبوع الرابع وعاد الى الصفر في الاسبوع الخامس. هذا التذبذب مرده الى انتاج المكواة البخارية والعادية كمنتجات نهائية على شكل دفعات (10،25) وحدة على التوالي. وبنفس الطريقة سيكون الطلب على المادة البلاستيكية الداخلة في تصنيع الغطاء البلاستيكي للمقياسين والمكواتين متقطع وغير منتظم (35+50=85) وحدة في الاسبوع الاول وصفر في الاسبوعين الثاني والثالث و(0+50 =50) وحدة في الاسبوع الرابع و(0+35 =35) وحدة في الاسبوع الخامس بسبب اطلاق اوامر الانتاج المتعلقة بالغطاء البلاستيكي

على شكل دفعات بالنسبة للغطاء البلاستيكي للمقاييس الكهربائية والمكواة بنوعيهما.



الشكل (7-4)

الطلب المتموج (غير المنتظم ومتقطع)

حيث ان:

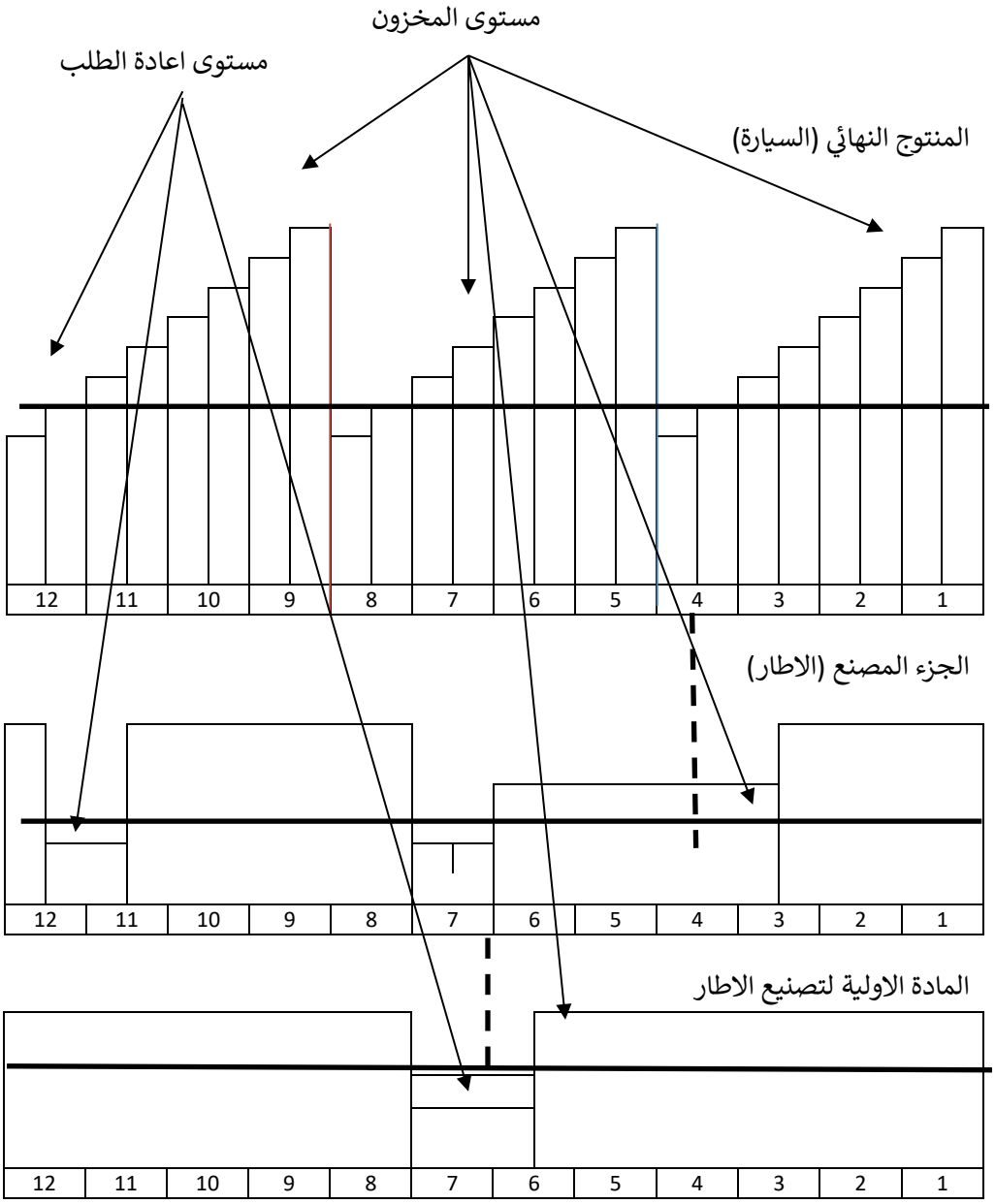
W: الاسبوع.

D: حجم الطلب.

Q: حجم الدفعة المشتراة او المصنعة.

كما ان توقيت اطلاق اوامر الشراء او الانتاج لمادة معينة باعتماد اسلوب نقطة اعادة الطلب يتم تحديده بمجرد وصول المخزون من المادة الى مستوى معين (مستوى اعاد الطلب) بغض النظر عن التاريخ الذي يجب ان تتوفر فيه تلك المادة. وبما ان الطلب على اجزاء المنتوج يتصف بالتموج (التذبذب) بسبب كون

الانتاج او الشراء يعتمد اسلوب الدفعات كما بينا سابقا, فان ذلك في كثير من الاحيان يؤدي الى تراكم او نفاذ المخزون.



الشكل (7-5)

الطلب المشتق ونقطة اعادة الطلب

ويمكن توضيح ذلك من خلال الشكل (7-5) الذي يمثل حركة المخزون للمنتوج النهائي والجزء المصنع والمادة الاولية. ان سحب كميات من المادة الاولية والجزء من المخازن يؤدي بالنتيجة الى بلوغ مستويات اعادة الطلب مما يستوجب اطلاق امر انتاج او شراء بهذه المواد دون الاخذ بنظر الاعتبار توقيت امر انتاج اللاحق للمنتوج النهائي والذي يؤدي بدوره في بعض الاحيان الى وصول هذه المواد بشكل مبكر عن موعد الحاجة اليها وبالتالي زيادة في الاستثمار في المخزون(كما هو الحال في الشهر الثامن). او التأخر في وصولها وبالتالي توقف العملية الانتاجية في حالة ظهور طلبيات جديدة على المنتوج النهائي.

بشكل عام يمكن القول ان الاساليب التقليدية مثل حجم الدفعة الاقتصادية (EOQ) ومستوى اعادة الطلب (*Re-order Point*) والتي تعتمد التنبؤ مناسبة فقط في تحديد كمية وتوقيت الاحتياجات للمواد ذات الطلب المستقل مثل المنتوج النهائي والأدوات الاحتياطية, الا ان استخدام هذه الاساليب غير مناسب بالمرة في تحديد الاحتياجات من اجزاء المنتوج النهائي. والسبب في ذلك يعود الى أن التنبؤ قائم على اعتماد بيانات الماضي ومحاولة عكس النتائج على المستقبل, ولكن في بيئة متغيرة وديناميكية كالإنتاج لا يمكن الاعتقاد بان الماضي سيتكرر بنفس الاتجاه, لذلك لا بد من وجدود نسبة من الخطأ في ارقام التنبؤ. فلو فرضنا في المثال السابق المتمثل بالسيارة والإطار ومادة المطاط المكونة للإطار ان درجة دقة التنبؤ لكل جزء من الاجزاء الثلاثة (95%), فاحتمالية انتاج السيارة كمنتوج نهائي ستكون (0.95×0.95×0.95 =0.86%) بسبب تراكم اخطاء التنبؤ المتعلقة بكل جزء من الاجزاء الثلاثة. في حين يمكن حساب الاحتياجات لهذه الاجزاء بشكل دقيق باستخدام مفهوم الطلب المشتق.

3-7: نظام تخطيط الاحتياجات من المواد الصناعية (*MRP*)

تطور مفهوم نظام *Materia Requirements Planning (MRP)* في بداية سبعينات القرن الماضي من خلال الابحاث المقدمة من قبل الكتاب (*Joseph Orlicky، George Plossl & Oliver Wight*) اضافة الى الابحاث المقدمة من قبل الجمعية الامريكية للسيطرة على الانتاج والمخزون (*APICS*).

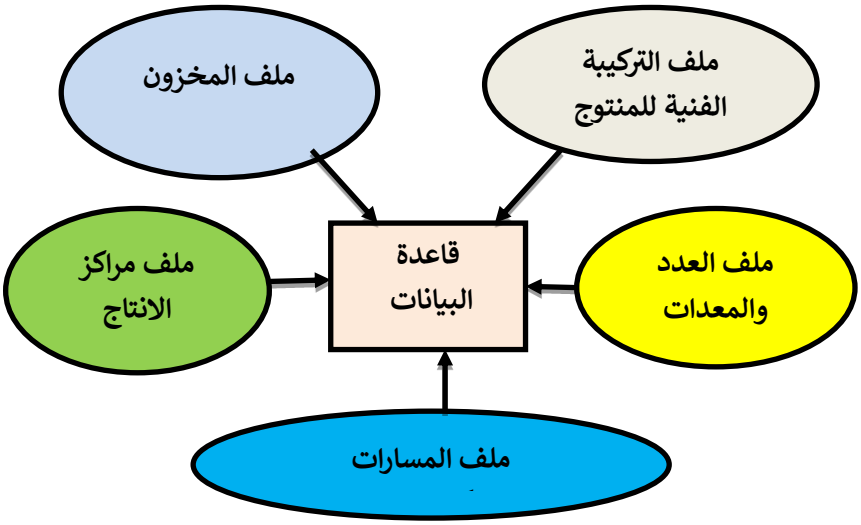
يعرف نظام (*MRP*) عبارة عن فلسفة انتاج تعتمد نظرية الطلب المشتق و من خلال استدعاء ملفين استدلالين هما ملف التركيبة للمنتوج (*BOM*) وملف ادارة المخزون (*IM*) لتحديد الكميات وتواريخ الاطلاق والاستحقاق لاوامر الانتاج والشراء لاجزاء المنتوج بهدف تحقيق محتويات الجدولة الرئيسية للمنتوجات النهائية (MPS).

ان النظام يحتاج لمعالجة كميات كبيرة من البيانات خصوصا بالنسبة للمنتجات ذات الطبيعة الهندسية والتي تدخل في مكوناتها الكثير من المواد الاولية والاجزاء نصف المصنعة كسيارة مثلا, لذلك من الضروري وجود نظام معلومات كفء يعتمد الحاسبة الالكترونية كوحدة معالجة مبني على وجود قاعدة بيانات (*Data Base*) تتولى تغذية كافة وحدات النظام بالمعلومات بالكمية والنوعية والوقت المناسب من اجل تسهيل مهمة الادارة في اتخاذ القرارات المناسبة.

ويمكن التمييز بين مفهومين اساسيين للنظام هما:

- المفهوم الضيق ويكون فيه نظام تخطيط الاحتياجات من المواد الصناعية(*MRP*) عبارة عن اسلوب للسيطرة على المخزون من خلال تحديد وقت والكمية المطلوبة للمواد ذات الطلب المشتق.
- المفهوم الشامل ويكون فيه نظام (*MRP*) بمثابة القلب لنظام الانتاج المتكامل, أي انه بالإضافة الى قيامة بتخطيط الاحتياجات من حيث

الكمية والوقت, فانه يساهم في تسهيل مهمة الادارة في تخطيط الطاقة الانتاجية ومن ثم السيطرة على خطوط الانتاج ورفع كفاءة ادارة المشتريات, وكما في الشكل (7-6) يتضح دور نظام (*MRP*) في تدفق البيانات بين اجزاء نظام الانتاج المتكامل. أي ان نظام (*MRP*) في ظل المفهوم الشامل يصبح اسلوب لتخطيط جميع موارد المنظمة من مواد وإفراد ومالية ومخازن ومعدات ومكائن.



في الشكل(7-6)
تدفق البيانات بين اجزاء نظام الانتاج المتكامل

اولا : مدخلات نظام (*MRP*): تتمثل مدخلات النظام بالاتي:

1- جدولة الانتاج الرئيسية *Master Production Schedule* (*MPS*)

تعرف جدولة الانتاج الرئيسية (*MPS*) بأنها كشف بالمنتجات النهائية المراد انتاجها بكميات وتوقيتها في حدود الطاقة الانتاجية المتاحة ويتم اشتقاقها من خطة الانتاج الاجمالية. فهي خطة انتاج وليست خطة مبيعات, اي انها لا تمثل الطموح

بقدر ما هي تعبير واقعي عن ما يمكن انتاجه على ضوء الامكانيات المتاحة للمنظمة من المواد الاولية, و ما متوفر لديها من رأسمال وايدي عاملة ومكائن وغيرها من وسائل الانتاج الاخرى.

ان الافق الزمني لجدولة الانتاج الرئيسية عادة ما يكون سنة مقسم الى افق زمني ثابت و الافق الزمني التجريبي وكما موضح في الشكل (7-7).

الفترة / المنتوج	الافق الزمني الثابت	الافق الزمني التجريبي			
	كانون 2	شباط	اذار	الفصل 2	الفصل 3	الفصل 4
مروحة سقفية	200	0	250	700	600	400

الاسبوع / المنتوج	**1**	**2**	**3**	**4**
مروحة سقفية	**150**	**0**	**50**	**0**

الشكل (7-7)
جدولة الانتاج الرئيسية

- **الافق الزمني التجريبي (*Tentative Horizon*):** ويمثل الأجزاء الاكبر من الافق الزمني لجدولة الانتاج الرئيسية وعادة ما يكون مقسم الى فترات شهرية وفصلية, اما محتوياته عادة ما تعكس الارقام في خطة الانتاج

الاجمالية, لذلك فهي تتصف بالمرونة اي بالإمكان تغييرها من حيث الكميات او التوقيت بما يتناسب مع الطاقة الانتاجية المتاحة.

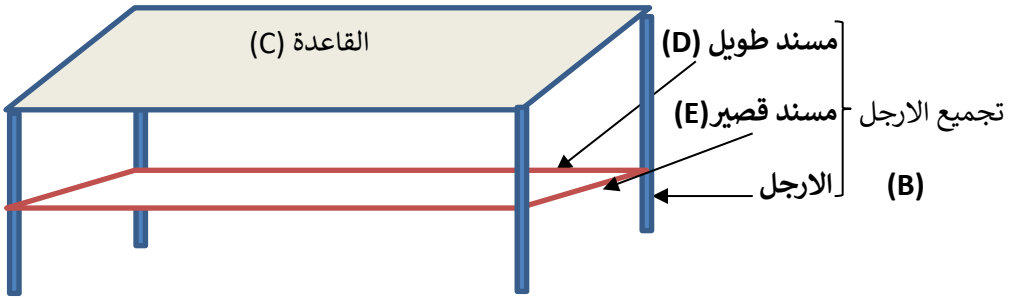
- **الافق الزمني الثابت (*Fixed Horizon*)**: وهو الجزء الاصغر من الافق الزمني لجدولة الانتاج الرئيسية, وعادة ما يقسم الى فترات تخطيطية اسبوعية او يومية. اما محتوياته فتكون الشركة قد هيأت كافة المستلزمات اللازمة لإنتاجها, لذلك فان ارقام هذا الافق يجب ان تتصف بالثبات لان تغييرها سيربك العملية الانتاجية.

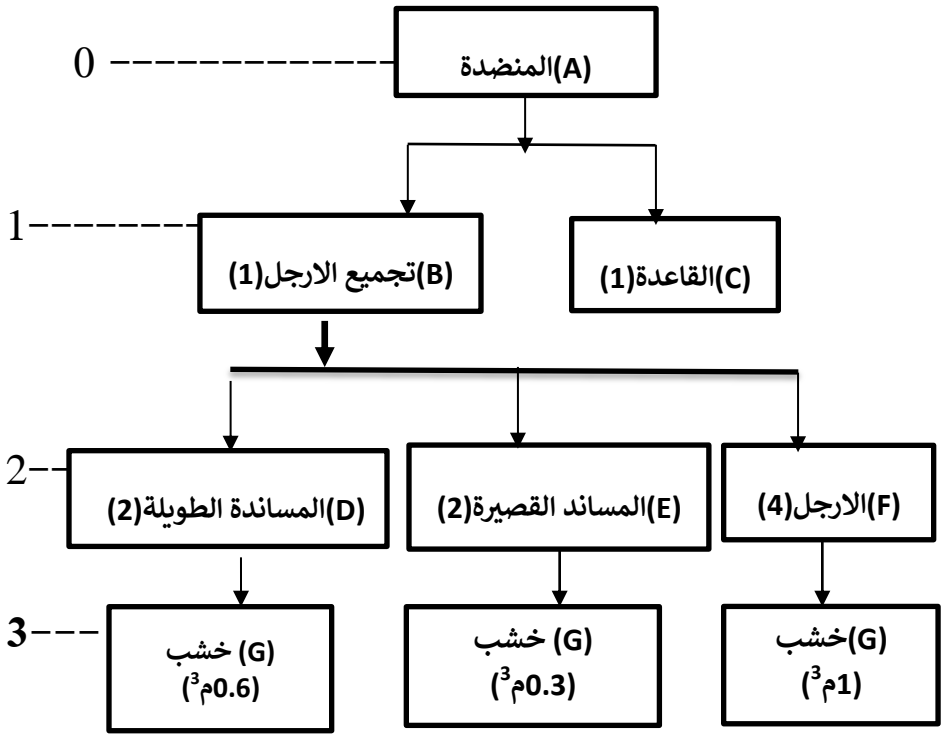
2- التركيبة الفنية للمنتوج *Bill of Materials* (*BOM*)

هي عبارة عن مخطط يتضمن كافة الاجزاء والتراكيب الفرعية والرئيسية الداخلة في تكوين المنتوج النهائي. كما يظهر هذا المخطط العلاقات الترابطية بين هذه الاجزاء، اضافة الى بيان الكميات المطلوبة من كل جزء من اجزاء المنتوج لانتاج وحدة واحدة في المستوى الاعلى , مثلا نحتاج(0.3) م^3 من الخشب(الجزء G) لانتاج وحدة واحدة من الجزء(E), اي مسند قصير عدد واحد. ويعرف كل جزء برقم رمزي لتميزه عن الاجزاء الاخرى. والشكل (7-8) يوضح نموذج للتركيبة الفنية للمنتوج (المنضدة).

يتم تقسيم التركيبة الفنية للمنتوج الى عدة مستويات ، المستوى الاول يعطى الرقم (0) ويشير الى التجميع النهائي, في حين يمثل المستوى رقم (1) الى التجميع شبه النهائي او التجمعات الفرعية, وهكذا الى ان نصل الى المواد الاولية او اجزاء المنتوج المشتراة التي تأخذ اعلى الارقام وتمثل المستوى الاخير من التركيبة الفنية للمنتوج, اي للإنتاج منضدة واحدة كتجميع نهائي(A) نحتاج الى قطعة واحدة من سطح المنضدة (B) وقطعة واحدة من التجميع الفرعي للأرجل. (C) اما الوحدة الواحدة من التجميع الفرعي للأرجل (C) فيستلزم انتاجها الى (2) وحدة من المسند

الطويل (D) و (2)وحدة من المسند القصير (E) و (4) وحدات من الارجل (F), اما الجزء (G) فيمثل المادة الاولية الخشب الداخل في تصنيع الاجزاء (D ،E، F) وحسب الكميات المبينة في الشكل اللازمة لتصنيع كل جزء من الاجزاء الثلاثة.





الشكل (7-8)
نموذج للتركيبة الفنية للمنتوج (المنضدة)

3- ملف ادارة المخزون (سجل المخزون)

يعتمد منطق المعالجة لنظام (*MRP*) على دقة البيانات ومنها البيانات المتعلقة بالمخزون من المواد الاولية وأجزاء المنتوج والعمل تحت التصنيع ومن المنتوج النهائي. لذلك يجب تحديث هذه البيانات بشكل مستمر من خلال ربط الملف الرئيسي للمخازن بمحطة طرفية (*Terminal*) مع نظام (*MRP*).

البيانات الرئيسية	رقم الجزء	الوصف	فترة التوريد	الكلفة المعيارية	مخزون الامان
	الكمية المطلوبة			الاستخدام السنوي	الصنف
	التلف المسموح به		المؤشرات	بيانات الجانب الهندسي	معلومات اخرى
بيانات موقف المخزون	الموارد المخصصة للسيطرة على الميزانية		الاسابيع		
			1	2	3	4	الاجمالي
	الاحتياج الاجمالي						
	الكمية المجدولة						
	المخزون الفعلي						
	الاوامر المخططة للإطلاق						
البيانات الثانوية	تفاصيل امر الشراء						
	الاجراءات						
	المدققين						
	ملف الحفظ						

يبين الجدول اعلاه مجموعة البيانات الرئيسية عن الوحدات المخزون مثل الرقم الرمزي للأجزاء (*Cod Number*) لتمييز بين مكونات التركيبة الفنية للمنتوج, ومواصفات كل جزء, والكلف المعيارية, وكمية مخزون الامان الواجب الاحتفاظ به, ونسبة التلف المسموح به. و مجموعة البيانات المتعلقة بموقف المخزون مثل الاحتياج الكلي, والكميات المجدول استلامها, وكمية المخزون الفعلي. المهل الزمنية

(*Lead Time*) اللازمة لتصنيع او شراء دفعة واحدة لكل جزء من اجزاء التركيبة الفنية للمنتوج.

ثانيا: منطق المعالجة نظام (*MRP*) :

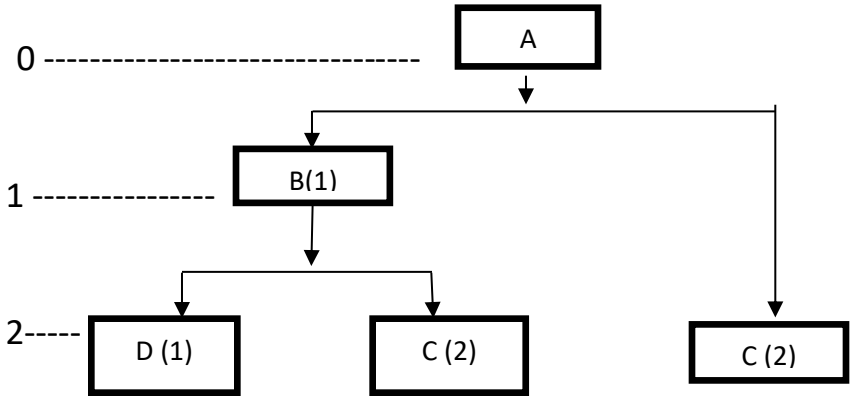
يقصد بمنطق المعالجة لنظام (*MRP*) هو ميكانيكية عمل النظام والتي تشمل مجموعة من الاجراءات المنطقية في ترجمة جدولة الانتاج الرئيسية الى اوامر شراء وتصنيع لكافة الاجزاء المكونة للمنتوج النهائي, وذلك من خلال الملفين الاستدلالين وهما التركيبة الفنية للمنتوج (*BOM*) وملف ادارة المخزون الصناعي(*IM*). ان مخرجات النظام تكون على شكل سجل يتضمن البيانات الموضحة بالجدول الاتي:

الجزء		الاسابيع					
المهل الزمنية (LT) :							
حجم الدفعة:							
مخزون الامان :		1	2	3	4	5	6
الاحتياج الاجمالي(GR)							
الطلبيات (الكميات) المجدولة استلامها(SR)							
المخزون المتاح(*I on hand*)							
الاحتياج الصافي (NR)							
الطلبيات المخططة اكمالها (PR)							
الطلبيات المخططة للإطلاق (POR)							

تهدف الاجراءات اعلاه الى تحديد الكميات الواجب انتاجها او شرائها من الاجزاء الداخل في تركيبة المنتوج النهائي والتجميع الفرعي وصولا الى المادة الاولية باعتماد نظرية الطلب المشتق, اما بخصوص توقيت اوامر الانتاج والشراء فيتم تحديدها بموجب ما يعرف بتسوية المهل الزمنية (*Offsetting Lead Time*), والتي يقصد بها التحديد المبكر لتواريخ اطلاق لهذه الاوامر بحيث تتزامن تواريخ استحقاقها وفقا لمتطلبات العمليات الانتاجية, وبالتالي تلبية محتويات جدولة الانتاج الرئيسية.ولتوضيح منطق المعالجة لنظام (*MRP*) نورد المثال الاتي:

مثال(2): توفرت لديك جدولة الانتاج الرئيسية للمنتوج (A) و التركيبة الفنية له و الاجزء الداخلة في تصنيعه وتكراراتها وسجل المخزون وكما يلي :

التركيبة الفنية للمنتوج



ملاحظة: لكون الجزء (C) متواجد في الجزء (A) والجزء (B) فيتم رسمه في المستوى الثاني.

جدولة الانتاج الرئيسية

الأسبوع	السادس	السابع	الثامن
A	50	65	60

سجل المخزون

المنتوج	المهل الزمنية (LT)	المخزون المتاح	مخزون الامان	الطلبيات المجدول استلامها
A	1	0	0	-
B	2	100	50	120 في الاسبوع السابع
C	2	200	50	100 في الاسبوع الخامس
D	2	150	0	-

المطلوب: اعداد خطة باوامر الانتاج بالكمية والوقت مستخدما منطق نظام MRP في فق الدفعة المكافئة للاحتياج (L4L).

- حساب نظام *MRP* لمتطلبات الجزء (A) وكما يلي الجدول (7-1).

الجدول(7-1)

الجزء (A)		الاسابيع							
المهل الزمنية (LT) : اسبوع واحد									
حجم الدفعة: L4L									
		1	2	3	4	5	6	7	8
الاحتياج الاجمالي(GR)		0	0	0	0	0	50	65	60
الطلبيات (الكميات) المجدولة استلامها(SR)		0	0	0	0	0	0	0	0
المخزون المتاح(*I on hand*)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
الاحتياج الصافي (NR)		0	0	0	0	0	50	65	60
الطلبيات المخططة اكمالها (PR)		0	0	0	0	0	50	65	60
الطلبيات المخططة للإطلاق (POR)		0	0	0	0	50	65	60	0

1- ان الاحتياج الاجمالي للجزء (A) يتم اخذه من جدولة الانتاج الرئيسية لان يمثل المنتوج النهائي.

2- حساب الاحتياج الصافي ومن ثم المخزون المتاح لكل اسبوع بالتعاقب بموجب المعادلتين الاتيتين:

الاحتياج الصافي:

= (الاحتياج الاجمالي+ مخزون الامان)– (المخزون المتاح لفترة السابقة+الكمية المجدولة)

المخزون المتاح

= (المخزون المتاح لفترة السابقة+ الكمية المجدولة+ الكمية المخططة للإكمال) - الاحتياج الاجمالي.

ملاحظة: اذا كانت نتيجة معادلة الاحتياج الصافي اكبر من نتيجة المعادلة المخزون المتاح ستكون هتاك حاجة الى اطلاق امر بالانتاج والعكس صحيح .

وبسبب عدم توجد معطيات بالاحتياج الاجمالي والكميات المجدولة خلال الاسابيع الخمسة الاولى , لذ سيبدأ عمل النظام من الاسبوع السادس

- الاسبوع السادس

- الاحتياج الصافي للأسبوع السادس = (50 + 0) – (0 + 0) = 50 وحدة.

- المخزون المتاح في الاسبوع السادس = (0+0+0) – 50 = - 50 وحدة

(أي توجد حاجة الى اطلاق امر بالانتاج لان المخزون لايغطي الاحتياج الاجمالي).

- الاسبوع السابع

- الاحتياج الصافي للأسبوع السابع = (65 + 0) – (0 + 0) = 65 وحدة.

- المخزون المتاح في الاسبوع السادس = (0+0+0) – 65 = -65

(أي توجد حاجة الى اطلاق امر بلانتاج لان المخزون لايغطي الاحتياج الاجمالي).

- الاسبوع الثامن

- الاحتياج الصافي للأسبوع الثامن = (60 + 0) – (0 + 0) = 60 وحدة.

- المخزون المتاح في الاسبوع السادس = (0+0+0) – 60 = -60

(أي توجد حاجة الى اطلاق امر بلانتاج لان المخزون لايغطي الاحتياج الاجمالي).

3- حساب الطلبيات المخطط اكمالها

ان الاحتياج الصافي سيكون هو نفسه الطلبيات المخططة للإكمال بسبب استخدامنا لحجم الدفعة المساوي للاحتياج (L4L).كما موضحة في الجدول (7-1).

4- تحديد تاريخ الاطلاق للطلبيات (الصف الاخير من جدول MRP اعلاه) كما يلي:

تاريخ الاطلاق للطلبية(POR)

= تاريخ استحقاق الطلبية المخطط اكمالها – المهل الزمنية (LD)

تاريخ الاطلاق للطلبية الاولى للجزء (A) = الاسبوع السادس – اسبوع واحد

= الاسبوع الخامس.

تاريخ الاطلاق للطلبية الثانية للجزء (A) = الاسبوع السابع – اسبوع واحد = الاسبوع السادس.

تاريخ الاطلاق للطلبية الثالثة للجزء (A) = الاسبوع الثامن – اسبوع واحد = الاسبوع السابع.

- حساب نظام MRP لمتطلبات الجزء (B) وكما موضح في الجدول(7-2):

الجدول(7-2)

الجزء (B)		الاسابيع							
المهل الزمنية (LT) : اسبوعين									
حجم الدفعة: L4L									
مخزون الامان : 50 وحدة		1	2	3	4	5	6	7	8
الاحتياج الاجمالي(GR)		0	0	0	0	50	65	60	0
الطلبيات (الكميات) المجدولة استلامها(SR)		0	0	0	0	0	0	120	0
المخزون المتاح(*I on hand*)	100	100	100	100	100	50	50	110	110
الاحتياج الصافي (NR)		0	0	0	0	0	65	0	0
الطلبيات المخطط اكمالها (PR)		0	0	0	0	0	65	0	0
الطلبيات المخططة للإطلاق (POR)		0	0	0	0	0	0	0	0

1- ان الاحتياج الاجمالي للجزء (B) ستكون الطلبيات المخططة للإطلاق للجزء (A) كما موضح في الصف الاول وبموجب المعادلة الاتية:

الاحتياج الاجمالي للجزء (B)

= الطلبيات المخططة للإطلاق للجزء (A) × تكرار الجزء (B) الداخل في تركيب الجزء (A)

وبسبب عدم وجود تغييرات في حجم الانتاج الاجمالي والطلبيات المجدولة في الاسابيع الاربعة الاولى سيتم الابدء من الاسبوع

الاحتياج الاجمالي للجزء (B)في الاسبوع الخامس = 50 × 1 = 50 وحدة.

الاحتياج الاجمالي للجزء (B) في الاسبوع السادس = 65 × 1 = 65 وحدة.

الاحتياج الاجمالي للجزء (B) في الاسبوع السابع = 60 × 1 = 60 وحدة.

2- حساب الاحتياج الصافي ومن المخزون المتاح لكل اسبوع وبالتعاقب

وبسبب عدم وجود تغييرات في حجم الانتاج الاجمالي والطلبيات المجدولة في الاسابيع الاربعة الاولى سيتم الابدأ من الاسبوع الخامس .

- الاسبوع الخامس

-الاحتياج الصافي للأسبوع الخامس = (50 + 50) – (100 + 0) = 0 وحدة

-المخزون المتاح للأسبوع الخامس = (100 + 0 + 0)- 50 = 50 وحدة.

وهو مساو لمخزون الامان.

(أي لاتوجد حاجة الى اطلاق امر بالانتاج لان المخزون يغطي الاحتياج الاجمالي).

- الاسبوع السادس

-.الاحتياج الصافي للأسبوع السادس = (65 + 50) – (50 + 0) = 65 وحدة

المخزون المتاح للأسبوع السادس = (50 + 0 + 65)- 65 = 50 وحدة.

(أي توجد حاجة الى اطلاق امر بلانتاج لان المخزون لايغطي الاحتياج الاجمالي).

- الاسبوع السابع

- الاحتياج الصافي للأسبوع السابع = (60 + 50) – (120 + 50) = - 60 وحدة.

- المخزون المتاح للأسبوع السابع = (50 + 120 + 0)- 60 = 110 وحدة.

(أي لاتوجد حاجة الى اطلاق امر بلانتاج لان المخزون يغطي الاحتياج الاجمالي).

- الاسبوع الثامن

ستتوقف عملية الحساب في هذا الاسبوع بسبب عدم وجود معطيات عن الاحتياج الاجمالي والطلبيات المجدولة .

3- ان الاحتياج الصافي سيكون هو نفسه الطلبيات المخططة للإكمال بسبب استخدامنا لحجم الدفعة المساوي للاحتياج (L4L).

4- تحديد تاريخ الاطلاق للطلبيات (الصف الاخير من جدول*MRP* اعلاه) وكما يلي:

تاريخ الاطلاق للطلبية= تاريخ استحقاق الطلبية المخطط اكمالها – المهل الزمنية

تاريخ الاطلاق للطلبية الاولى للجزء (B) = الاسبوع السادس – اسبوعين

= الاسبوع الرابع.

- حساب نظام *MRP* لمتطلبات الجزء (D) وكما يلي الجدول (7-3):

الجدول (7-3)

الجزء D		**الاسابيع**							
المهل الزمنية (LT) : اسبوعين									
حجم الدفعة: L4L									
مخزون الامان : 0		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
الاحتياج الاجمالي(GR)		**0**	**0**	**0**	**0**	**65**	**0**	**0**	**0**
الطلبيات (الكميات) المجدولة		**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
المخزون المتاح(*I on hand*)	**150**	**150**	**150**	**150**	**85**	**85**	**85**	**85**	**85**
الاحتياج الصافي (NR)		**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
الطلبيات المخطط اكمالها (PR)		**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
الطلبيات المخططة للإطلاق (POR)		**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**

1- حساب الاحتياج الاجمالي للجزء (**D**)

يتم اشتاق الاحتياج الاجمالي للجزء (**D**) من الطلبيات المخططة للإطلاق للجزء (A)لكونه الجزء (**D**) يدخل في تركيبة الجزء (A) وكما يلي :

الاحتياج الاجمالي للجزء (**D**) = 65 وحدة في الاسبوع الرابع.

2- يتم حساب الاحتياج الصافي ومن ثم المخزون المتاح لكل اسبوع بالتعاقب بدأ من الاسبوع الرابع وبموجب المعادلات الخاصة بهما .

- الاسبوع الرابع

- الاحتياج الصافي للأسبوع الرابع = (65 + 0) – (150 + 0) = - 85 وحدة.

- المخزون المتاح في الاسبوع الرابع = (150 +0 +0) – 65 = 85 وحدة

(أي لاتوجد حاجة الى اطلاق امر بلانتاج لان المخزون يغطي الاحتياج الاجمالي).

- الاسبوع الخامس

- الاحتياج الصافي ستتوقف عملية الحساب لعدم وجود معطيات

- المخزون المتاح للأسبوع الخامس = (150 + 0 + 0)- 65 = 85 وحدة.

3- ان الاحتياج الصافي سيكون هو نفسه الطلبيات المخططة للإكمال بسبب استخدامنا لحجم الدفعة المساوي للاحتياج (L4L).

4- تحديد تاريخ الاطلاق للطلبيات (الصف الاخير من جدول MRP اعلاه) وكما يلي:

لا توجد طلبيات لان المخزون المتاح اكبر من الاحتياج الاجمالي.

- حساب نظام MRP لمتطلبات الجزء (C) وكما يلي الجدول (7-4):

بما ان هذا الجزء يداخل في تركيبة التجميع النهائي (A) و بالجزء (B) في نفس الوقت, فان الاحتياج الاجمالي للجزء (C) يتم اشتقاقه من الطلبيات المخططة للإطلاق للجزء (B) الاسبوع الرابع و الطلبيات المخططة للإطلاق للجزء (A) في الاسابيع الخامس والسادس والسابع كما موضح في الصف الاول من الجدول اعلاه وبموجب المعادلة الاتية:

1- الاحتياج الاجمالي للجزء (C)

= الطلبيات المخططة للإطلاق للجزء (B) × تكرار الجزء (C) في الجزء (B)

الاحتياج الاجمالي للجزء (C) الاسبوع الرابع = 65 × 2 = 130 وحدة.

الاحتياج الاجمالي للجزء (C)

= الطلبيات المخططة للإطلاق للجزء (A) × تكرار الجزء (C) في الجزء (A)

الاحتياج الاجمالي للجزء (C) في الاسبوع الخامس = 50 × 2 = 100 وحدة.

الاحتياج الاجمالي للجزء (B) في الاسبوع السادس = 65 × 2 = 130 وحدة.

الاحتياج الاجمالي للجزء (B) في الاسبوع السابع = 60 × 2 = 120 وحدة

الجدول(7-4)

الجزء (C)		الاسابيع							
المهل الزمنية (LT) : اسبوعين									
حجم الدفعة: L4L									
مخزون الامان : 50 وحدة		1	2	3	4	5	6	7	8
الاحتياج الاجمالي(GR)		1	1	1	130	100	130	120	0
الطلبيات (الكميات) المجدولة استلامها(SR)		0	0	0	0	100	0	0	0
المخزون المتاح(*I on hand*)	200	0	0	0	70	70	50	50	50
الاحتياج الصافي (NR)		200	200	200	0	0	110	120	0
الطلبيات المخطط اكمالها (PR)		0	0	0	0	0	110	120	0
الطلبيات المخططة للإطلاق (POR)		9	9	9	110	120	0	0	0

2- يتم حساب الاحتياج الصافي ومن ثم المخزون المتاح لكل اسبوع وكما يلي:

- الاسبوع الرابع

- الاحتياج الصافي في الأسبوع الرابع = (50 + 130) – (0 + 200) = - 20 وحدة

- المخزون المتاح في ألاسبوع الرابع = (0 + 0 + 200)- 130 = 70 وحدة.

(أي لاتوجد حاجة الى اطلاق امر بالانتاج لان المخزون يغطي الاحتياج الاجمالي).

- الاسبوع الخامس

-الاحتياج الصافي للأسبوع الخامس= (50 + 100) – (70 + 100)= - 20 وحدة

-المخزون المتاح للأسبوع الخامس = (70 + 100+ 0)- 100 = 70 وحدة.

(أي لايوجد حاجة الى اطلاق امر بالانتاج لان المخزون يغطي الاحتياج الاجمالي).

- الاسبوع السادس

- الاحتياج الصافي للأسبوع السادس = (130 + 50) – (70 + 0) = 110 وحدة.

- المخزون المتاح للأسبوع السادس = (70 + 0 + 110)- 130 = 50 وحدة.

(أي توجد حاجة الى اطلاق امر بالانتاج لان المخزون لايغطي الاحتياج الاجمالي).

- الاسبوع السابع

- الاحتياج الصافي للأسبوع السابع = (120 + 50) – (50 + 0) = 120 وحدة.

- المخزون المتاح للأسبوع السابع = (50 + 0 + 120)- 120 = 50 وحدة.

(أي توجد حاجة الى اطلاق امر بالانتاج لان المخزون لايغطي الاحتياج الاجمالي).

3- ان الاحتياج الصافي سيكون هو نفسه الطلبيات المخططة للإكمال بسبب استخدامنا لحجم الدفعة المساوي للاحتياج (L4L).

4- تحديد تاريخ الاطلاق للطلبيات (الصف الاخير من جدول MRP اعلاه) وكما يلي:

تاريخ الاطلاق للطلبية = تاريخ استحقاق الطلبية المخطط اكمالها – المهل الزمنية

تاريخ الاطلاق للطلبية الاولى للجزء (C)= الاسبوع السادس– اسبوعين= الاسبوع الرابع.

تاريخ الاطلاق للطلبية الاولى للجزء (C) = الاسبوع السابع– اسبوعين= الاسبوع الخامس.

والجدول (7-5) يمثل منطق المعالجة للنظام (MRP) للأجزاء المكون للمنتوج (A).

الجدول (7-5)

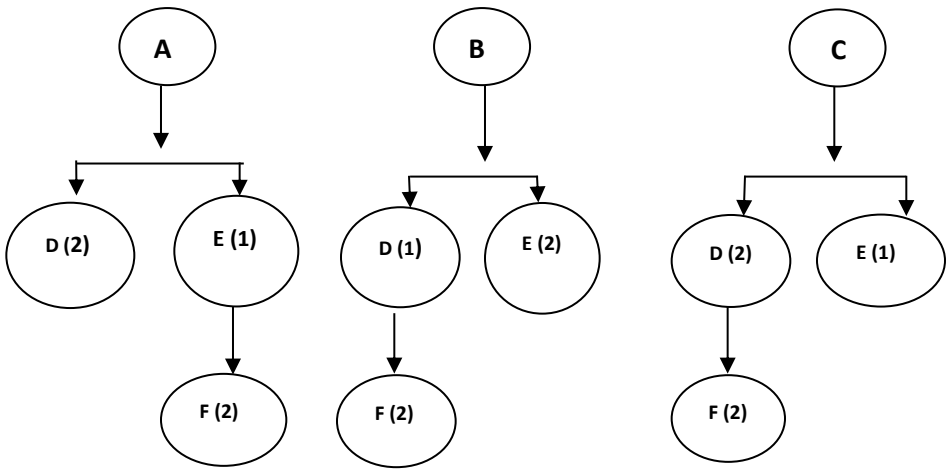
منطق المعالجة للنظام (*MRP*) للأجزاء المكونة للمنتوج (A)

								الجزء (A) تجميع نهائي
8	7	6	5	4	3	2	1	الاسبوع
60	65	50						الاحتياج الاجمالي GR
0	0	0	0	0	0	0	0	الطلبيات المجدول استلامها SR
0	0	0	0	0	0	0	0	0 المخزون المتاح *I on hand*
60	65	50						الاحتياج الصافي NR
60	65	50						الطلبيات المخطط اكمالها PO
0	60	65	50					الطلبيات المخططة للإطلاق POR
								الجزء (B) تكرار الجزء 1
8	7	6	5	4	3	2	1	الاسبوع
0	60	65	50					الاحتياج الاجمالي GR
0	120	0	0	0	0	0	0	الطلبيات المجدول استلامها SR
110	110	50	50	100	100	100	100	100 المخزون المتاح *I on hand*
0	0	65	0					الاحتياج الصافي NR
0	0	65	0					الطلبيات المخطط اكمالها PO
0	0	0	0	65	0			الطلبيات المخططة للإطلاق POR
								الجزء (D)
8	7	6	5	4	3	2	1	الاسبوع
0	0	0	0	65				الاحتياج الاجمالي GR
0	0	0	0	0	0	0	0	الطلبيات المجدول استلامها SR
85	85	85	85	100	150	150	150	150 المخزون المتاح *I on hand*
0	0	0	0	0				الاحتياج الصافي NR
0	0		0	0				الطلبيات المخطط اكمالها PO
0	0	0	0	0	0			الطلبيات المخططة للإطلاق POR
								الجزء (C)
8	7	6	5	4	3	2	1	الاسبوع
	120	130	100	130				الاحتياج الاجمالي GR
	0	0	100	0	0	0	0	الطلبيات المجدول استلامها SR
	50	50	70	70	200	200	200	200 المخزون المتاح *I on hand*
	120	110	0	0	0			الاحتياج الصافي NR
	120	110	0	0	0			الطلبيات المخطط اكمالها PO
	0	0	120	110	0			الطلبيات المخططة للإطلاق POR

مثال (3) : ثلاث من التجمعات الفرعية (A),(B)و(C) وكانت الكميات المطلوب منها وتواريخ استحقاقتها كما يلي:

- من التركيب (A)80 وحدة في الاسبوع الثالث, و (65) وحدة في الاسبوع السادس.
- من التركيب (B) 125 وحدة في الاسبوع الخامس.
- من التركيب (C) 60 وحدة في الاسبوع الرابع.

وكانت التركيبة الفنية لتلك للمنتجات (A,B,C) كما يلي:



وتعكس سجلات المخزون البيانات عن كل جزء وكما يلي:

الجزء	المهل الزمنية (LT)	المخزون المتاح	مخزون الامان	حجم الدفعة	الطلبيات المجدول استلامها
D	1 اسبوع	175	15	L4L	150 في الاسبوع الثالث
E	1 اسبوع	50	20	L4L	120 في الاسبوع الثاني
F	2 اسبوع	30	30	L4L	120 في الاسبوع الثاني

المطلوب :

طور خطة للمواد الخاصة بالجزء (D),(E)و(F) مستخدما نظام MRP.

- الجزء (D) وكما موضح بالجدول (7-6)

الجدول (7-6)

الجزء (D)		الاسابيع					
المهل الزمنية (LT) : اسبوع واحد							
حجم الدفعة: L4L							
مخزون الامان : 15 وحدة		1	2	3	4	5	6
الاحتياج الاجمالي(GR)		0	0	160	120	125	130
الطلبيات (الكميات) المجدولة استلامها(SR)		0	0	150	0	0	0
المخزون المتاح(*I on hand*)	175	175	175	165	45	15	15
الاحتياج الصافي (NR)		0	0	0	0	95	130
الطلبيات المخطط اكمالها (PR)		0	0	0	0	95	130
الطلبيات المخططة للإطلاق (POR)		0	0	0	95	130	0

1- يحسب الاحتياج الاجمالي لكل الاسابيع وكما يلي :

الاحتياج الاجمالي = حجم الانتاج من التجميع × تكرار الجزء في التجميع

نبدأ من الاسبوع الثالث لكون الاسبوعين الاول والثاني لايوجد فيها معطيات عن الاحتياج الاجمالي في المثال .

الاسبوع الثالث = 80 ×2 = 160 وحدة. (من الجزء A)

الاسبوع الرابع =60 ×2 = 120 وحدة. (من الجزءB)

الاسبوع الخامس = 125 ×2 = 250 وحدة. (من الجزء C)

الاسبوع السادس = 65 ×2 = 130 وحدة. (من الجزء A)

2- حساب الاحتاج الصافي ومن ثم المخزون المتاح لكل اسبوع و بشكل متعاقب وكما يلي:

الاحتياج الصافي:

= (الاحتياج الاجمالي+ مخزون الامان)– (المخزون المتاح لفترة السابقة+الكمية المجدولة)

المخزون المتاح

= (المخزون المتاح لفترة السابقة+ الكمية المجدولة+ الكمية المخططة للإكمال) - الاحتياج الاجمالي.

- **الاسبوع الاول**

- الاحتياج الصافي الاسبوع الاول =(0+15) – (175 +0) = (- 160 وحدة)

- المخزون المتاح الاسبوع الاول = (175 +0 + 0)- 0 = 175 وحدة.

(أي لاتوجد حاجة الى اطلاق امر بالانتاج لان المخزون يغطي الاحتياج الاجمالي).

- الاسبوع الثاني

- الاحتياج الصافي الاسبوع الاول =(0+15) – (175 +0) = (- 160 وحدة)

- المخزون المتاح الاسبوع الثاني = (175 +0 + 0)- 0 = 175 وحدة.

ضمن المخزون المتاح للاسبوع الثالث مخزون الامان 15 وحدة

(أي توجد حاجة الى اطلاق امر بالانتاج لان المخزون لايغطي الاحتياج الاجمالي).

- الاسبوع الثالث

في الاسبوع الثالث حيث سيتم استلام150وحدة (الكميات المجدول استلامها).

- الاحتياج الصافي في الاسبوع الثالث = (160 +15) – (175 +150)=(-150)

- المخزون المتاح في الاسبوع الثالث =(175 +150 +0) – 160 = 165 وحدة

ضمن المخزون المتاح للاسبوع الثالث مخزون الامان 15 وحدة

(أي لاتوجد حاجة الى اطلاق امر بلانتاج لان المخزون يغطي الاحتياج الاجمالي).

- الاسبوع الرابع

- الاحتياج الصافي في الاسبوع الرابع = (120 +15) – (165 +0)= (-30)

- المخزون المتاح في الاسبوع الرابع = (165 +0+0) – 120 =45 وحدة

(أي لاتوجد حاجة الى اطلاق امر بالانتاج لان المخزون يغطي الاحتياج الاجمالي).

- الاسبوع الخامس

- الاحتياج الصافي في الاسبوع الخامس =(125+15) – (45 +0) =95 وحدة.

- المخزون المتاح في الاسبوع الخامس = (45 +0 +0) – 125 =(- 95) وحدة

(أي توجد حاجة الى اطلاق امر بالانتاج لان المخزون لايغطي الاحتياج الاجمالي).

- الاسبوع السادس

- الاحتياج الصافي في الاسبوع السادس = (130+ 15) – (15 + 0) = 130

- المخزون المتاح في الاسبوع السادس = (15 +0 + 0) – 130 = - 115

(أي توجد حاجة الى اطلاق امر بلانتاج لان المخزون لايغطي الاحتياج الاجمالي).

3-تاريخ الاطلاق للطلبية

=تاريخ استحقاق الطلبية المخطط اكمالها – المهل الزمنية

= الاسبوع الخامس – اسبوع واحد = الاسبوع الرابع.

=الاسبوع السادس – اسبوع واحد = الاسبوع الخامس.

وباتباع نفس الخطوات اعلاه يتم حساب الاحتياج الاجمالي والصافي للطلبيات المخطط اكمالها و الطلبيات المخططة للإطلاق وتوايخ الاطلاق للجزئيين (E),(F).كما موضح بالجدولين (7-7) و (7-8) .

الجدول (7-7)

الجزء (E)		الاسابيع					
المهل الزمنية (LT) : اسبوع واحد							
حجم الدفعة: L4L							
مخزون الامان : 20 وحدة		1	2	3	4	5	6
الاحتياج الاجمالي(GR)		0	0	80	60	250	65
الطلبيات (الكميات) المجدولة استلامها(SR)		0	120	0	0	0	0
المخزون المتاح(*I on hand*)	50	50	170	90	3	2	2
الاحتياج الصافي (NR)		0	0	0	0	240	65
الطلبيات المخطط اكمالها (PR)		0	0	0	50	240	65
الطلبيات المخططة للإطلاق (POR)		0	0	50	240	65	0

الجدول (7-8)

الجزء (F)		الاسابيع					
المهل الزمنية (LT) : اسبوعين							
حجم الدفعة: L4L							
مخزون الامان : 35 وحدة		1	2	3	4	5	6
الاحتياج الاجمالي(GR)		0	0	100	670	390	0
الطلبيات (الكميات) المجدولة استلامها(SR)		0	120	0	0	0	0
المخزون المتاح(*I on hand*)	200	200	320	220	35	35	0
الاحتياج الصافي (NR)		0	0	0	485	390	0
الطلبيات المخطط اكمالها (PR)		0	0	0	485	390	0
الطلبيات المخططة للإطلاق (POR)		0	485	390	0	0	0

من الضروري الاشارة في حالة الجزء (F) ان النظام يقوم بعمليتين في ان واحد في الاسبوع الرابع اذ يقوم بحساب الاحتياج الاصافي (485) وحدة ويحدد في ذات الوقت ان اطلاق الامر بانتاج هذه الكمية في الاسيوع الثاني مما يجعل تاريخ استحقاقها هو الاسبوع الرابع كطلبيات مجدول استلامها. والامر نفسه بالنسبة الاحتياج الصافي في الاسبوع الخامس .

ملاحظة : لابد من الاشارة الى اعتمادنا في حل جميع الامثلة على اسلوب حجم الدفعة المساوي للأوامر الانتاج(L4L) بدلا من الاساليب الاخرى مثل حجم الدفعة

الاقتصادية او الثابتة وغيرها التي تناولها بعض الكتاب في تطبيقاتهم العملية كون تلك الاساليب تساهم في خلق مشاكل للنظام في تحديده للكميات المطلوب انتاجها او شرائها و التي يسعى النظام الى تحقيقها بموجب مفهوم نظرية الطلب المشتق.

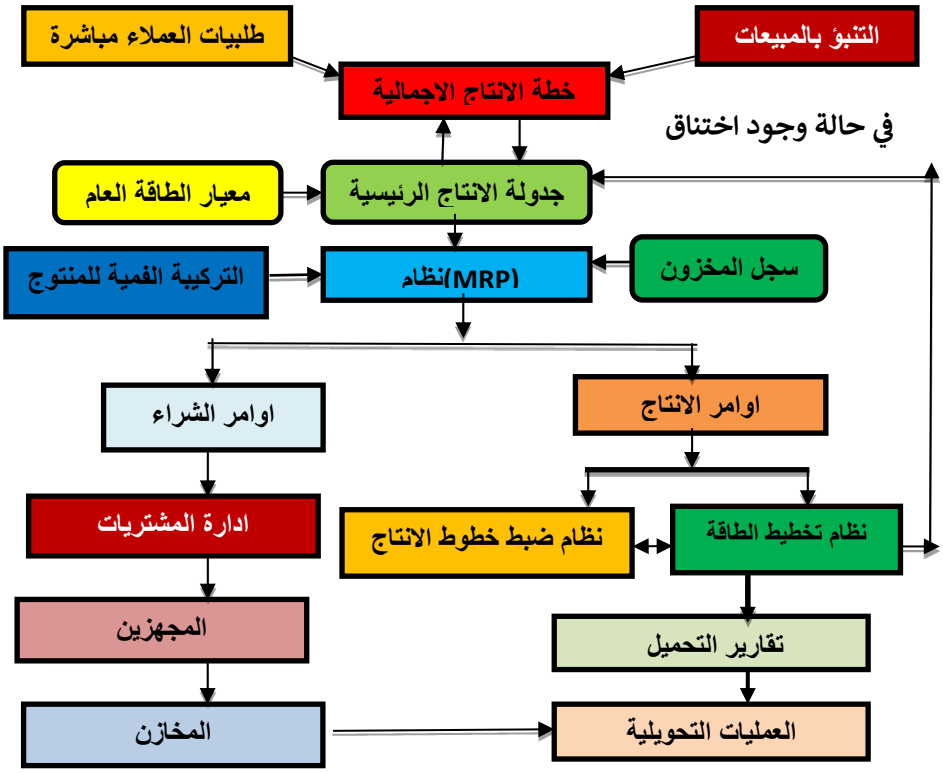
وبشكل عام فان حجم الدفعة يعد احدى المشاكل العملية عند تطبيق النظام كما سيتم استعراضه في فقرة " مشاكل وصعوبات تنفيذ نظام MRP " لاحقا.

ثالثا : مخرجات نظام *MRP*

تتمثل مخرجات النظام بمجموعة من التقارير تتمثل بالأوامر المخططة للأطلاق والتي تكون بأشكال مختلفة حسب برنامج الحاسوب الذي كتب عليه النظام. ان التقرير يتضمن الكمية الواجب انتاجها او شرائها وتواريخ الاطلاق والاستحقاق لتلك الاوامر. اضافة الى تقارير بحجم المخزون المتاح والطبيات المجدول استلامها في نهاية كل فترة لكل جزء من اجزاء التركيبة الفنية للمنتوج.

ان التقارير المتعلقة بالأوامر المخططة للإطلاق للأجزاء المشتراة تذهب الى ادارة المشتريات في الشركة لغرض الاتفاق مع المجهزين لتوفير الاحتياجات من تلك الاجزاء بالكمية والوقت المحددين. اما اوامر المخطط للأجزاء المصنعة فيتم الى ارسلها الى نظام تخطيط الطاقة الانتاجية (*Capacity Requirement Planning*) لتحديد فيما اذا كانت الطاقة المتاحة في الاقسام الانتاجية مناسبة الى الطاقة اللازمة لإنجاز اوامر المخططة للإنتاج. فاذا كانت الطاقة المتاحة اقل من الطاقة اللازمة للإنتاج يتم استخدام اسلوب المحاكاة لتعديل جدولة الانتاج الرئيسية. اما اذا كانت الطاقة المتاحة كافية ، يتم ارسال اوامر الانتاج الى نظام ضبط فعالية الانتاج (*Shop Floor Control*) بهدف تحديد أولويات هذه الاوامر بموجب قواعد الجدولة التي سنتطرق لها في الفصل القادم المتعلق بجدولة

الانتاج. لذا يتم تعديل جدولة الانتاج الرئيسية من خلال التغذية العكسية وكما موضح في الشكل (7-11) الذي يبين تدفق البيانات في نظام (*MRP*).



الشكل (7-11)
تدفق البيانات في نظام (*MRP*)

رابعا: تسوية المهل الزمنية للأوامر المخططة

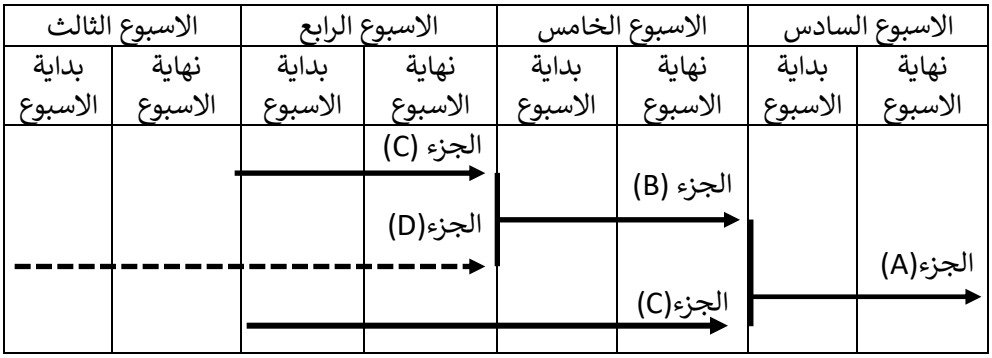
يحدد نظام MRP الكميات الواجب شرائها او انتاجها لأجزاء المنتوج بموجب نظرية الطلب المشتق لتلبية متطلبات جدولة الانتاج الرئيسية وكما تم توضيحه في المثالين اعلاه. اما توقيت هذه الاوامر, أي متى يتم اطلاقها, فالنظام يجيب على هذا السؤال من خلال تسوية المهل الزمنية (*Offsetting Lead Time*) لتلك الاوامر بما يضمن تحقيق محتويات جدولة الانتاج الرئيسية للتجميع النهائي ضمن

التوقيتات المحددة فيها. ويمكن توضيح التسوية من خلال الجدول (7-6) و الشكل (7-12) باعتماد مخرجات الجدول (7-5) للمثال الاول.

الجدول (7-9)

تسوية المهل الزمنية

الجزء	المهل الزمنية	الكمية	تاريخ الاطلاق	تاريخ الاستحقاق
A	1 اسبوع	50	بداية الاسبوع السادس	نهاية الاسبوع السادس
B	1 اسبوع	65	بداية الاسبوع الخامس	نهاية الاسبوع الخامس
C	2 اسبوع	55	بداية الاسبوع الرابع	نهاية الاسبوع الخامس
C	2 اسبوع	55	بداية الاسبوع الثالث	نهاية الاسبوع الرابع
D	1 اسبوع	0	-	-



الشكل (7-12)

تسوية المهل الزمنية

ملاحظة: بموجب معطيات المثال (2) فان الكمية الواجب انتاجها من الجزء (D) مساوية لصفر. ولذلك فهي مؤشرة بالسهم منقط.

خامسا : مشاكل وصعوبات تنفيذ نظام MRP :

على الرغم من الفوائد التي يوفرها النظام في السيطرة على مستوى المخزون من خلال التحديد الدقيق للكميات الواجب شرائها او انتاجها من اجزاء المنتوج النهائي,

اضافة الى توقيت الاحتياجات من تلك الاجزاء بالشكل الذي يساهم في تقليل مستوى المخزون من الاعمال تحت التصنيع, وبالتالي تقليل المهل الزمنية , الا ان النظام يواجه صعوبات و مشاكل عند التنفيذ تتمثل بالاتي:-

1- اعداد التركيبة الفنية للمنتوج:

- التركيبة الفنية الوهمية :يفترض منطق المعالجة في النظام ان الاجزاء التي يتم انتاجها ستنقل الى المخازن لغرض تعديل ارصدتها قبل اعادتها الى مرة ثانية الى خطوط الانتاج, ولكن في الواقع العملي هناك بعض الاجزاء التي يتم استخدامها بشكل مباشر في العمليات اللاحقة دون المرور بالمخازن بسبب كون المهل الزمنية لها قصيرة كأن تكون مثلا ساعتين . لذلك سيتعامل النظام مع هذه الاجزاء كتركيبة هيكلية فقط وتكون المهل الزمنية لها مساوية للصفر, اي ان تاريخ الاطلاق والاستحقاق لتلك الاجزاء سيكون في نفس اليوم او الاسبوع حسب وحدة الفترة التخطيطية المعتمدة من النظام.
- التركيبة الفنية الكاذبة: يرتبط هذه النوع بالتجميع الفرعي الذي يتم شراؤه كوحدات مصنعة, فعلى الرغم من ظهور مكونات هذه الاجزاء ضمن التركيبة الفنية للمنتوج النهائي, الا ان النظام يتعامل معها كما لو كانت جزء واحد. بهدف عدم تغيير التركيبة الفنية للمنتوج في حالة وجود توجه مستقبلي لدى الشركة نحو التصنيع بدلا من الشراء.
- التركيبة الفنية العابرة: يرتبط هذا النوع بالتراكيب الفرعية التي يتم انتاجها هي ومكوناتها في فترة اقل من حجم وحدة الفترة التخطيطية المعتمدة من قبل النظام. على سبيل المثال اذا كانت المهل الزمنية التراكمية لتجميع فرعي مع مكوناته اقل من اسبوع وكانت وحدة الفترة

التخطيطية(اسبوعية), فان النظام يعتمد هذا التجميع مع مكوناته كتركيبة فنية عابرة ويطلق امر انتاج واحد لتصنعه.

2- حساب الاحتياجات بالمستوى الادنى في حالة تكرار جزء معين في اكثر من مستوى من مستويات التركيبة الفنية للمنتوج كما هو الحالة في الجزء (C) في المثال (1) اعلاه.

3- حجم وحدة الفترة التخطيطية (*Bucket size*): يعد اعتماد اليوم او الاسبوع كوحدة للفترة التخطيطية للنظام من اكثر البدائل شيوعا , والمفاضلة بينهما تعتمد على طول المهل الزمنية لمكونات التركيبة الفنية للمنتوج من ناحية, و مستوى الدقة في توقيت الاحتياجات من المواد الصناعية من ناحية ثانية, وكلف استخدام الحاسبة ونظام المعلومات المستخدمين من قبل الشركة من ناحية ثالثة. فتزداد المعايير الثلاثة باعتماد اليوم كوحدة للفترة التخطيطية, والعكس صحيح في حالة اعتماد الاسبوع.

4- مخزون الامان: يعد وجود المخزون في النظام حالة غير مرغوب بها من الناحية النظرية كما تم الحديث سابقا عن مشاكل المتاتية منه, ولكن من الناحية العملية, وبهدف اضفاء جانب من المرونة لمنطق عمل النظام لمواجهة مشاكل الانتاج غير االمتوقعة من قبل الادارة مثل التوقفات او تاخير في وصول بعض المواد, يصبح من الضروري اعتماد مخزون الامان في نظام (*MRP*).

يوجد اسلوبان في اعتماد مخزون الامان هما :

- المهل الزمنية الامينة (*Safety Lead Time*) لمواجهة التاخير في عملية التجهيز او الشراء, كأن تكون المهل الزمنية لعملية شراء المادة الاولية على سبيل المثال هي اسبوع واحد, ولكن يتم تجهيز النظام بالمهل الزمنية لتلك المادة اسبوعين, مما يمكن النظام من اطلاق امر الشراء لتلك المادة بشكل مبكر باسبوع لتجنب عملية التاخير.

- اعتماد كميات اضافية الى الاحتياجات المخططة كمخزون امان (*Safety Stok*). ان اعتماد هذا الاسلوب يتطلب من الادارة تحديد اي من البدائل, هل يحدد مخزون الامان على مستوى المنتوج النهائي؟, ام على مستوى كل جزء من مكونات التركيبة الفنية للمنتوج؟ فالبديل الاول يضمن وجود مخزون الامان لجميع الاجزاء, الا انه لا يميز بين طبيعة الانحرافات او المخاطر لاجزاء المنتوج, على سبيل المثال اختلاف نسب التلف المسموح به لتلك الاجزاء او اختلاف فترات التاخير اثناء عمليات الانتاج والشراء, اما البديل الثاني ياخذ بنظر الاعتبار هذا التمايز الا انه سيساهم في عكس تلك المشاكل على المستويات الادنى من التركيبة الفنية للمنتوج بموجب نظرية الطلب المشتق.

وبشكل عام فان اعتماد مخزون الامان هو قرار اداري وليس من منطق عمل النظام, تؤثر في اتخاذه جملة من العوامل منها اسبقية الالتزام بمواعيد التسليم بمقارنة مع الشركات المنافسة, و ظروف عدم التاكد المحيطة بالشركة نفسها .

5- تعطيل الاوامر المخططة للاطلاق (*Fixed Planned Orders*): ان نظام (*MRP*) لا يقوم باطلاق الاوامر المخططة وانما يوصي بعملية اطلاقها. الا انه يملك ميزة تعطيل اطلاق بعض الاوامر. في بعض الاحيان يحصل تغيير في المهل الزمنية, كأن تكون المهل الزمنية لشراء جزء معين اسبوعين, الا انه توفرت امكانية للشركة انتاج هذا الجزء خلال اسبوع واحد, في هذه الحالة من الممكن تاخير اطلاق امر الشراء لمدة اسبوع, او في حالة اعطاء اولوية لبعض الاوامر على حساب اوامر اخرى بسبب ضغط خارجي على ادارة الشركة لتلبية حاجة ملحة. ان هذا الاسلوب يمثل التفافا على منطق النظام, لذ يجب عدم المغالاة في استخدامه لما له من اثار تربك عمل النظام في ادامته لاسبقيات الانتاج .

6- حجم الدفعة : ان تحديد حجم الدفعة لا يشكل جزء من منطق النظام, فهو قرار اداريا. والأساليب المستخدمة في تحديد حجم الدفعة هي:

- حجم الدفعة الاقتصادية.
- حجم الدفعة الثابتة.
- حجم الدفعة الفترة الثابتة.
- اسلوب (Whitin - Wager).
- اسلوب (Mael - Silver).
- كلفة الوحدة الصغرى.
- الكلفة الاجمالية الصغرى.
- حجم الدفعة المساو للاحتياج (L4L).

ان اختيار أي من الاساليب اعلاه ما عدا حجم الدفعة المساو للاحتياج (L4L) يساهم في خلق مشاكل في تحديد الكميات المطلوبة من المواد الصناعية وذلك للأسباب الاتية :

- اعتمادها التبوء مثل معدل الطلب السنوي, وهذا ما يعارض منطق عمل النظام في اعتماده نظرية الطلب المشتق.
- عدم الاخذ بنظر الاعتبار الطبيعة المتوجه للطلب على اجزاء المنتوج(Lumpy Demand).
- التركيز على متغيري كلفة الاعداد (*Setup cost*) وكلفة الاحتفاظ بالمخزون(*Holding cost*) فقط وعدم الاخذ بنظر الاعتبار متغير الطاقة.
- متغير الطاقة: يفترض النظام بوجود الطاقة في مراكز الانتاج عند استخدامه لحجم الدفعة المساو للاحتياج (L4L). فالنظام يحدد

حجم الاحتياجات وتواريخ الاطلاق والاستحقاق بغض النظر على كون الطاقة كافية لإنجاز الاوامر ام لا.

ان اطلاق اوامر الانتاج دون ان تكون الطاقة كافية لن يؤدي الى التبكير في انجاز تلك الاوامر بل الى ارتفاع مستوى العمل تحت الصنع (*WIP*), وبالتالي طول فترة الانجاز باعتبار ان العمل تحت الصنع هو من اعراض (*Syndrome*) لمرض عدم توفر الطاقة. ولذلك يتم اعتماد اساليب الجدولة الى الامام او الى الخلف (والتي سنستعرضها في الفصل القادم), بمعنى ان مشكلة التوقيت في الاوامر المخططة للاطلاق من قبل النظام ستبقى قائمة في حالة عدم توفر الطاقة اللازمة في مراكز الانتاج, فعند اعتماد الجدولة الى الامام ستتغير تواريخ الاستحقاق لأوامر الانتاج المخططة من قبل النظام, اما في حالة الجدولة الى الخلف ستتأثر تواريخ الاطلاق لتلك الاوامر. اي ان تواريخ الاطلاق والاستحقاق المحددة من قبل النظام سوف لن ينم الالتزام بها في مركز الانتاج.

7- ان النظام مصمم للشركات الصناعية التي تعتمد نظام الانتاج المتقطع (الانتاج بالدفعات) و تتصف منتجاتها بتركيبة فنية ذات طابع هندسي, اي تكون مكونة من تجميعات رئيسية وفرعية فضلا عن المواد الاولية . وبذلك فالنظام غير مناسب للصناعات التي تعتمد نظام الانتاج المستمر مثل الصناعات الغذائية والاسمنت وغيرها. ان الجدولة والتدفق المواد من ناحية التوقيت والكميات في مثل هذه الانظمة تكون محددة مسبقا بموجب عمليات التصنيع لخطوط الانتاج.

7-4: نظام الانتاج بالوقت المحدد (*JIT*)

اولا : مفهوم نظام *(JIT)*

يمثل نظام (*JIT*) فلسفة مهمة في ادارة العمليات, فنظام لا يمثل اسلوب لإدارة والسيطرة على المخزون فقط, بل هو ابعد من ذلك بكثير من خلال البحث عن

جميع مصادر الهدر ونقاط الاختناقات في النظام الانتاجي ككل ومحاولة التخلص منها. اذ ان الهدر بموجب النظام يمثل جميع الانشطة التي لا تساهم في اضافة قيمة حقيقية لموارد الشركة.

لقد ساهمت البيئة اليابانية التي تتصف بقلة الموارد والنقص في المساحات في تطوير نظام (JIT), حيث عملت شركة(*Toyota*) في منتصف السبعينات القرن الماضي على تطبيق النظام بشكل فعلى كأداة كفؤة لإدارة العمليات الانتاجية في مصانعها. وبعد النجاحات التي رافقت عملية التطبيق هذه, قامت بعض الشركات الامريكية في بداية الثمانينات القرن الماضي مثل *Lincoln, Nebraska, Kawasaki* وغيرها في باعتماد نظام (JIT) ومن ثم انتقل التطبيق للعديد من الشركات في بلدان مختلفة.

من هنا فان البيئة اليابانية لا تمثل جزء من فلسفة نظام(JIT) بل هي عامل مساعد في تسهيل مهمة تطبيق النظام, حيث تعد فلسفة النظام مناسبة لأي بيئة انتاجية تسعى للقضاء على الهدر في النظام الانتاجي من خلال تبني ثقافة جديدة في ادارة العمليات. فالشركات الامريكية لا تعاني من نقص في الموارد و المساحات, الا ان استخدام النظام قد ساهم وبشكل كبير في رفع كفاءة نظم الانتاج في هذه الشركات. ويمكن تلخيص انواع الهدر الذي يسعى النظام لتخلص منه بالاتي:

1- **زيادة الانتاج:** ان زيادة حجم الانتاج عن كمية المبيعات او طلبات الزبائن يؤدي الى هدر في الموارد التي تم استخدامها في تلك الزيادة. لان الزيادة سوف تتحول الى مخزون وليست مبيعات.

2- **اوقات الانتظار: ان** وقت الذي تكون فيه المكائن او الافراد في حالة انتظار بسبب عدم وصول المواد من العمليات السابقة او من الموردين يمثل هدرا بالوقت يجب التخلص منه.

3- **النقل**: الزيادة في كلف النقل الناتجة من سوء ترتيب مواقع العمل بالشكل الصحيح يمثل تكاليف غير ضرورية, وبالتالي هدر في الاموال.

4- **العمليات التحويلية**: ضعف برامج الصيانة وتصميم العمليات التحويلية يؤدي الى هدر غير ضروري في الوقت والجهد.

5- **المخزون**: يمثل المخزون رأسمال مجمد ،كما ان زيادة مستواه يعبر عن سوء في التخطيط للاحتياجات بالكميات والوقت المناسبين, وهذا هدر يجب التخلص منه

6- **الحركة**: ان حركة العاملين المكررة بين الاقسام الانتاجية للإنجاز نفس الاعمال, او حركة المواد من الاقسام الانتاجية الى المخازن,كل ذلك يمثل هدرا في الوقت.

7- **التلف**: ان صرف الموارد من جهد ووقت ومواد في انتاج وحدات تالفة يمثل هدرا غير مبرر ويساهم في رفع التكاليف وضعف درجة الثقة لدى المستهلكين بمنتجات الشركة.

ثانيا: متطلبات عمل نظام (*JIT*)

يستند نظام (*JIT*) في عمله على مجموعة من المتطلبات الاساسية وهي:

1- جدولة الانتاج الرئيسية (*MPS*):

يتم اعداد جدولة الانتاج الرئيسية للمنتوج النهائي في نظام (JIT) في حدود افق زمني ثابت قد يكون شهر او اسبوع. وتقوم الاقسام الانتاجية بالتحضيرات اللازمة لتحقيق محتويات الجدولة من حيث الكميات والتوقيتات. ثم تجزء محتويات الجدولة الى افق زمني يومي لغرض اتاحة الفرصة للأقسام الانتاجية لتهيئة المستلزمات الانتاج اللازمة لتحقيق محتويات الجدولة .ان النظام يستلزم ان يكون حجم الدفعة في جدولة الانتاج صغير (ويفضل ان يكون مساوي لوحدة واحدة) لان من شان ذلك ان يساعد الاقسام الانتاجية والمجهزين) في تحديد الطاقة اللازمة والسيطرة على مستوى التحميل على مستوى المصنع والمجهزين. أي ان

اعتماد حجم الدفعة الصغير من شانه ان يقلل مستوى المخزون تحت التشغيل, الا انه في نفس الوقت فان حجم الدفعة الصغير يؤدي الى زيادة كلف ووقت تهيئة او اعداد للطلبيات او الدفعات .وقد عالج نظام (*JIT*) هذه المشكلة من خلال العمل على تقليل وقت الاعداد (*Setup Time*) للمعدات والمكائن باعتماد الاتمتة المرنة.

2- بطاقات السحب كانبان: (*Kanban*)

يعتمد نظام (*JIT*) على نوعين من بطاقات(السحب والانتاج) بين الاقسام الانتاجية وتسمى هذه بطاقات ب" كانبان" وهي كلمة يابانية تعني بطاقة او كارت, حيث يتم انتاج الاجزاء المصنعة في قسم انتاجي معين في حاويات وفقا للاحتياجات المطلوبة في القسم الانتاجي اللاحق. ان كل حاوية تمثل دفعة الانتاج المعتمدة . فعلى سبيل المثال اذا كان قسم تجميع السيارات يتطلب انتاج 10 سيارات مقسمة الى خمسة دفعات بواقع (2) سيارة للدفعة الواحدة، فان قسم الذي يزود قسم التجميع النهائي بالإطارات يقوم بإنتاج (50) اطار موزع على (10) اطارات في كل حاوية, اي هناك فقط (5) حاويات في هذا القسم. فاذا حدث توقف في قسم التجميع النهائي لسبب ما كحدوث عطل في المكائن , سيتوقف قسم تصنيع الاطارات عن العمل بمجرد امتلاء جميع الحاويات الخمس لهذا القسم. كما ان مستوى المخزون تحت التشغيل بين الاقسام يمكن تحديده بعدد تلك الحاويات بين تلك الاقسام.

3- التصميم الداخلي للمصنع:

يختلف تصميم المصنع الذي يعتمد نظام *(JIT)* عن المصانع الاخرى بسبب كون المخزون يبقى بين الاقسام الانتاجية ولا يتم ارسال المخزون الى مخازن الاجزاء تحت الصنع. لذلك على ادارة المصنع ان تعمل على ترتيب الاقسام الانتاجية بالشكل الذي يحقق الاستخدام الامثل لمساحة المصنع من ناحية وضمان تدفق

الاجزاء بين الاقسام الانتاجية بانسيابية من ناحية ثانية.ان الترتيب الداخلي للمصنع يتم بموجب المسارات التكنولوجية لكل جزء باستخدام التكنولوجيا المؤتمتة مثل الآلات التحكم العددي والروبوتات وغيرها لتسهيل الانتقال للأجزاء بين الاقسام الانتاجية بشكل سريع وبانسيابية عالية, لذلك تكون مساحة المصنع الذي يعتمد نظلم (*JIT*) اقل بثلاثة مرات عن المصانع الاخرى .

4- الجودة:

تحتل الجودة مكانة مهمة في نجاح نظام *(JIT)*, فالعيوب لا تمثل هدر في المال والجهد والوقت فحسب, بل انها تؤدي الى شلل النظام الانتاجي ككل بسب كون النظام مصمم للتخلص من المخزون. ولذلك يتطلب النظام اعتماد الادارة والعاملين مبدأ عمل الاشياء بشكل صحيح منذ المرة الاولى بموجب مواصفات التصميم دون الحاجة الى استخدام المخزون في تعويض النقص في الكميات المنتجة بسبب التلف.

5- الموردون:

يعد الموردون للمواد الاولية والاجزاء المشتراة جزء من النظام الانتاج (*JIT*), اي ان المجهز سيكون كأي قسم من الاقسام الانتاجية للشركة يعتمدون بطاقات الكانبان والحاويات ويعملون على تجهيز الاقسام في الشركة بالكميات المطلوبة وبالجودة المحددة وفي الوقت الحاجة لتلك المواد .وقد يتم التجهيز اربعة مرات في اليوم الواحد.وبذلك تكون العلاقة بين الشركة والمجهزون غير تقليدية, فيصبح المموردون شركاء في العملية الانتاجية وليس كشركات مستقلة لتوريد المواد فقط.

6- قوة العمل:

ان تنفيذ نظام (*JIT*) يتطلب ان يكون العاملون ذوي مهارات متنوعة وباستطاعتهم العمل على اكثر من ماكنة او في اي قسم انتاجي.لذا يجب اعادة تقويم سياسة الاجور والحوافز وفقا لمتطلبات عمل النظام ,اي ان الاجور لا يتم تحديدها

على اساس مدة خدمة العامل فقط ، وانما على المهارات التي يمتلكها .وكل ذلك يستلزم تغيير في ثقافة الانتاج داخل الشركات, اضافة الى تفهم نقابات العمال للمهام الجديدة للعاملين.

ثالثا: منطق عمل النظام (*JIT*)

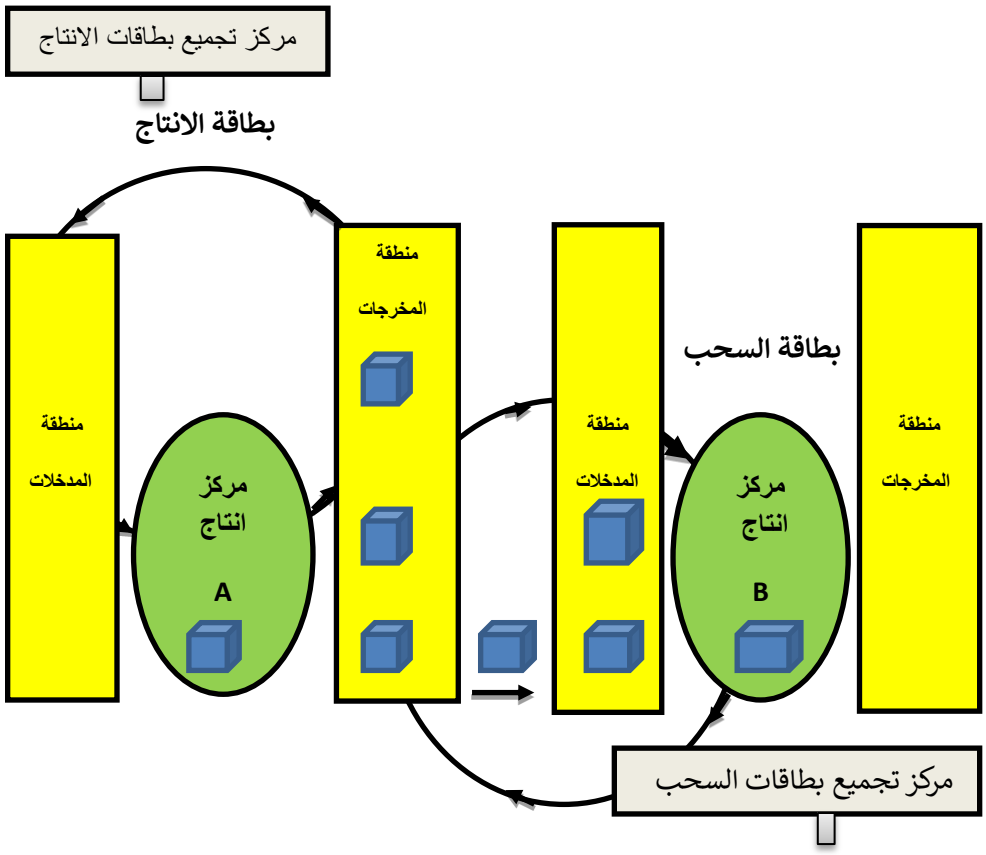
انطلاقا من فلسفة نظام (*JIT*) التي تعتمد اسلوب الانتاج حسب الطلب, أي ان الانتاج لا يتم الشروع به الا بعد استلام اوامر الشراء من الزبائن حيث يتم انتاج تلك الاوامر وتسليمها لهم دون المرور بعملية التخزين لغرض التخلص من تكاليف المخزون. يقوم منطق المعالجة لنظام (*JIT*) على ما يعرف بنظام كانبان (*Kanban*) وهي عبارة عن بطاقات التي بموجبها تتم حركة المواد خلال مراكز الانتاج المختلفة.

يستخدم نظام(*JIT*) في عمله على الحاويات الناقلة للمواد ونوعين من البطاقات التي ترافق هذه الحاويات اثناء حركتها بين الاقسام الانتاجية (البطاقة الاولى تسمى بطاقة الانتاج والثانية تسمى بطاقة السحب), ويعتمد اسلوب السحب لأجزاء المنتوج النهائي ضمن دفعة انتاج محددة بالوحدات التي تستوعبها الحاوية. حيث ان قسم تخطيط الانتاج في المعمل يسلم جدولة الانتاج الرئيسية (الكميات المطلوب انتاجها من المنتوج النهائي وتوقيتاتها) الى قسم التجميع النهائي, اما بقية الاقسام فتعتمد الحاويات والبطاقات كانبان للإنتاج الاجزاء التي تحتاجها دفعة الانتاج من المنتوج النهائي.

الشكل (7-13) يوضح منطق عمل نظام (*JIT*). نفرض هناك قسمين انتاجين هما (A) و(B), حيث ان القسم (A) يقوم بتصنيع جزء معين ويسلمه الى القسم (B) الذي يمثل التجميع النهائي. وان عدد الحاويات الاجمالي هي (8) حاوية (المكعبات الغامقة) المتواجدة في القسمين الانتاجين ومناطق المدخلات والمخرجات امام وخلف الاقسام. وعند تفريغ الحاوية عند مركز الانتاج (B), فترسل الحاوية الفارغة مع بطاقة السحب الى القسم الانتاجي (A), ويتم استبدال

بطاقة السحب ببطاقة الانتاج لغرض ملئها بدفعة جديدة من الاجزاء المنتجة في القسم (A). وبنفس الوقت تكون حاوية اخرى محملة بالأجزاء مع بطاقة الانتاج تكون قد بدأت بالحركة من القسم (A) الى القسم (B), وهكذا تتداول الحاويات بين القسمين.

في حالة توقف العملية الانتاجية في القسم (B) لأي سبب كان, فان العمل يتوقف في القسم (A) بمجرد ان تكون جميع الحاويات الثمانية ممتلئة. لّذلك فان اعلى مستوى للمخزون سيكون مساوي لمحتويات الحاويات الثمانية بين القسمين الانتاجيين.



الشكل (7-13)
نظام عمل نظام (كانبان)

يتم تحديد عدد الحاويات بالمعادلة الاتية :

$$N = \frac{DT}{C}$$

حيث ان

N = عدد الحاويات.

D: معدل الاجزاء المطلوبة خلال وحدة الزمن (الطاقة الانتاجية).

T: المهل الزمنية (LT) او الوقت اللازم للإنتاج دفعة واحدة (حاوية) ابتداء من لحظة اطلاق امر انتاجها لحين تسليمها للقسم اللاحق وقت انتظارها وعودة الحاوية الى القسم الذي انتجت فيه.

المهل الزمنية = وقت الاعداد+وقت المعالجة + وقت الحركة +وقت الانتظار

C: عدد الوحدات التي تتضمنها الحاوية الواحدة (الطاقة الاستيعابية للحاوية).

فإذا كان معدل الطلب في القسم (B) (معدل الانتاج بالدقيقة للقسم A)يساوي (2) جزء في كل دقيقة, والطاقة الاستيعابية للحاوية (25) وحدة, وان المهل الزمنية (100) دقيقة [الوقت اللازم لإنتاج محتويات الحاوية ومن ثم حركتها من المركز (A) الى المركز(B) وتفريغ محتوياتها ووقت العودة الى المركز (A)] فان عدد الحاويات والحد الاعلى للمخزون يتم احتسابهما بالمعادلتين :

عدد الحاويات (N)

= (معدل الطلب× المهل الزمنية للحاوية) ÷ الطاقة الاستيعابية للحاوية

$$\mathbf{N} = \frac{\mathbf{2 \times 100}}{\mathbf{25}} = \mathbf{8}$$ حاوية

الحد الاعلى للمخزون(I) = عدد الحاويات × الطاقة الاستيعابية للحاوية

= 8 × 25 = 200 وحدة

ان حجم المخزون يمكن تقليله من خلال تقليل الطاقة الاستيعابية للحاوية (حجم الحاوية) او بتقليل عدد الحاويات. ويمكن تحقيق ذلك من خلال تقليل وقت المعالجة, وقت الحركة, وقت الانتظار و وقت التهيئة او الاعداد. وتعد تلك المهمة من مسؤولية الادارة والعاملين ضمن دوائر التطوير التي يتم تأسيسها في الشركة.

5-7: نظام الانتاج الرشيق (*Lean Production*)

الترجمة لمصطلح (Lean) هو الرشاقة والتي تعني التخلص من الدهون والسموم في الجسم وبالتالي التمتع بالخفة والحركة والسرعة. وتأسيسا على ذلك فان الانتاج الرشيق يسعى للتخلص من الانشطة غير الضرورية في العملية الانتاجية. ويعد كتاب "الماكنة التي غيرت العالم" للباحثين *Womack ، Roos & Jones* اول من ناقش مفهوم الانتاج الرشيق لبحث الفجوة الكبيرة في اداء صناعة السيارات في اليابان والولايات المتحدة الامريكية والدول الاوربية. وقد توصل الباحثون الامريكيون الى ان نظام الانتاج الرشيق هو الحل المناسب لإيجاد سبل المنافسة على نحو كفوء مع الصناعة اليابانية.

لقد ركز الانتاج الرشيق على الزبون باعتبار ان عملية الانتاج بحد ذاتها لا تمثل هدفا, بل هي وسيلة لتحقيق الاموال للمنظمات في بيئة الاعمال. كما ان هذه الاموال لا يمكن الحصول عليها بدون عملية شراء للمنتجات, فضلا عن ذلك فان عملية الشراء لا تتم الا اذا كانت المنتجات تحقق توقعات المستهلك في اشباع حاجاته بموجب السعر المدفوع من قبله.

ان نظام الانتاج الرشيق يميز بين نوعين من الانشطة الانتاجية من ناحية القيمة المضافة والمتوقعة من قبل الزبون. فهناك انشطه تؤدي ممارستها الى اضافة قيمة الى المنتوج مثل عمليات المعالجة المتعلقة بالقطع و اللحيم والسمكرة وغيرها. ان

هذا النوع من الانشطة المضيفة للقيمة تستحق ان يدفع المستهلك مقابلها, في حين الانشطة المتعلقة بوقت الاعداد (*Setup time*) وقت الانتظار (*Wait time*) والحركة ونقل المواد (*Move time*) بين الاقسام الانتاجية وعمليات الفحص والأنشطة المتعلقة بالجودة الرديئة مثل اعادة العمل والاستبدال. ان هذه الانشطة لا تضيف قيمة للمنتوج من منظور المستهلك. ان الشركات التي تعتمد الانتاج الرشيق تعد الانشطة التي لا تضيف قيمة مضافة للمنتوج هي عبارة عن هدر وفاقد يجب التخلص منه او تقليصه الى اقل حد ممكن.

يمكن تصنيف الانشطة المتعلقة بالعملية الانتاجية الى الانواع الاتية:

1- الانشطة التي تضيف قيمة الى المنتوج والتي يجب العمل على تحسينها, وقت المعالجة (Proccing Time).

2- الانشطة التي لا تضيف قيمة الى المنتوج ولكنها تعد ضرورية للعملية الانتاجية. ان هذه الانشطة يجب العمل على تقليلها الى ابعد حد ممكن, مثل وقت الاعداد للمكائن (Setup Time).

3- الانشطة التي لا تضيف قيمة الى المنتوج ولا تعد ضرورية للعملية الانتاجية. ان هذه الانشطة يجب العمل على التخلص منها, مثل وقت الانتظار (Wait Time).

تأسيسا على ما تقدم يمكن تعرف نظام الانتاج الرشيق بانه فلسفة انتاج متكاملة وشاملة تسعى إلى تعظيم القيمة المضافة لكل نشاط من وجهة نظر الزبون بغية التخلص من الموارد غير الضرورية من افراد ومكائن ومساحات ووقت واستثمارات.

ان النظام هو اداة للتفكير الرشيق (*Lean Thinking*)الذي يعمل على القضاء على جميع انواع الهدر وإزالة المعوقات والتي تعرف باليابانية(*MUDA*) ابتداء من استلام المواد الاولية مرورا بالعمليات التحويلية بما يضمن تدفق سريع وبانسيابية

عالية للمواد ولحين تسليم المنتوج للزبون بالكمية وبالوقت والجودة التي تشبع حاجته بما ينسجم مع توقعاته وثمن المدفوع من قبله.

لقد صنفت مبادئ التفكير الرشيق بما يلي:-

1- تحديد قيمة للمنتوج بشكل دقيق من وجهة نظر الزبون (Specify value from the *customer's point of view*) أي على الشركة تحديد ما يجب عمله و ما لا يجب عملة ليس من منظارها كمنتج ، وانما وفقا لفهم دقيق للاحتياجات الزبون, لما لهذا الامر من تأثير على الكلف وبالتالي على السعر المدفوع من قبله.

2- اعداد خارطة تدفق القيمة وازالة الهدر (Create a value stream map & remove waste) تبين خطوات تراكم القيمة المضافة ابتداء من استلام المواد الاولية لحين تسليم المنتوج الى المستهلك. ان مثل هذه الخرائط ستمكن الشركة من تركيز جهودها على الضياعات والهدر بهدف التخلص منها في أي مرحلة من مراحل الانتاج.

3- ضمان الاستمرارية في تدفق القيمة بسلاسة, أي العمل على ازالة جميع المعوقات في النظام الانتاجي عند انتقال القيمة المضافة من محطة عمل الى اخرى بما يضمن الانسيابية في عملية التدفق على سبيل المثال تقليل وفت الاعداد (*Setup time*) او التحكم بحجم الدفعة لتقليل وقت الانتظار (*Wait time*) لان هذا الانشطة لن تضيف قيمة للمنتوج من وجهة نظر المستهلك.

4- نظام السحب (*Pull product from customer*) يعتمد هذا المبدأ على الاعمال يتم انتاجها بناء على وجود طلب من قبل المستهلك بدلا من قيام المنتج بدفع الاعمال حسب قناعته, وبالتالي انتاج منتجات غير مطلوب. أي لا يعمل النظام الا على طلب حقيقي, كما ان الاعمال لا يتم دفعها الى المركز الانتاجي اللاحق وانما تسحب من قبل القسم عند وجود الامكانية لاستقبال تلك الاعمال, ان تطبيق

هذا المبدأ من شائنه ان يقلل الاعمال تحت التشغيل (WIP) وبالتالي تقصير المهل الزمنية لتلك الاعمال.

5 - السعي نحو الكمال (*Strive for perfection*) من خلال العمل المستمر على ازالة الهدر وتحسين القيمة المضافة للزبون مثلا عمل الاشياء بشكل صحيح منذ المرة الاولى والسعي لبلوغ التلف الصفري.

الخلاصة ان التفكير الرشيق(*Lean Thinking*) وعلى ضوء ما تم عرضه اعلاه يؤكد على ضرورة تكامل وتفاعل النظام الانتاجي مع البيئة الخارجية من مجهزين ومستهلكين من خلال التصميم والانتاج والتوزيع وخدمة سلسلة التجهيز. انه وسيلة للموائمة بين الكلفة المنخفضة والجودة العالية والمرونة في الاستجابة للتغيرات والالتزام بمواعيد التسليم من خلال القضاء على الهدر الذي لا يقدم قيمة مضافة للمنتوج وبالتالي لما يتوقعه المستهلك في اشباع حاجاته مقابل ما يدفعه من سعر لتلك المنتجات.

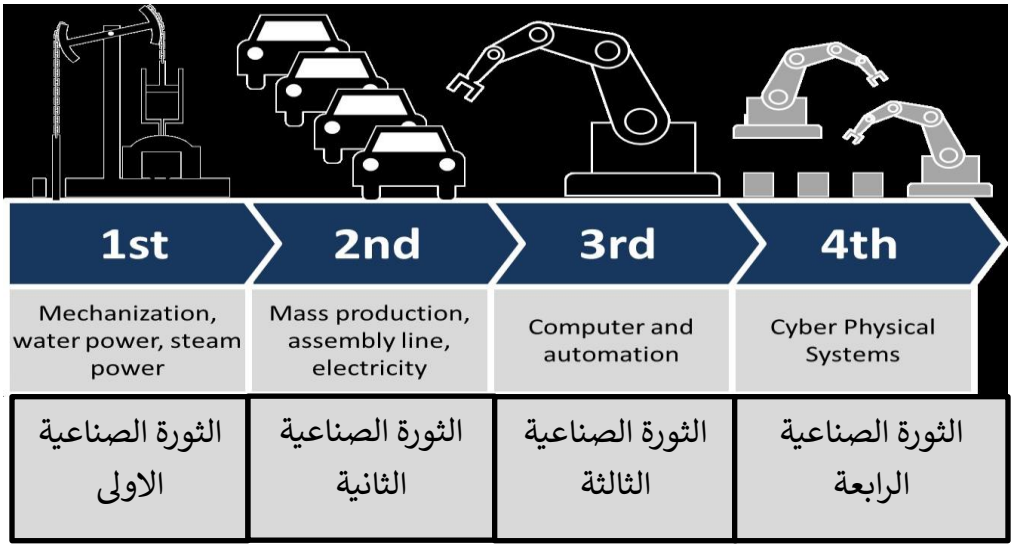
6-7: نظام الانتاج الذكي(SPS) (Smart production system)

اولا: الثورات الصناعية

شهدت السنوات الاخير تطور هائل ومتسارع في تكنلوجيا المعلومات و تطبيقاتها في مختلف مجالات الحياة, لما لهما من تاثير واضح في رفع مستوى الجودة للمنتجات وتحسين مستوى الاداء للنظام الانتاجي ككل. ويمكن استعراض التطور التاريخي لما بات ان يعرف بالثورات الصناعية وكما موضح بالشكل (7-14).

1- الثورة الصناعية الاولى: بدأت المرحلة في ستينيات القرن الثامن عشر باعتماد الالات البخارية التي تعمل بقوة البخار مما ساهم في مككنة العمل اليدوي ورفع معدل الإنتاج، وتبلور المفاهيم المتعلقة باقتصاديات حجم الانتاج. وظهرت

صناعات مثل النسيج والحديد مما ساهم في تحول المجتمعات الريفية الزراعية الى مجتمعات صناعية متحضرة.



الشكل (7-14)
مراحل الثورات الصناعية

2- الثورة الصناعية الثانية: مرحلة اعتماد الطاقة الكهربائية (ما بين عامي 1870-1969) واستخدام الحزام الناقل الكهرباء في خطوط الانتاج على نطاق اوسع. شهدت نمو في الصناعات القائمة وتوسعت صناعات جديدة، مثل الفولاذ والنفط والكهرباء. وظهرت منتجات جديدة مثل الهاتف والمصباح الكهربائي ومحركات الاحتراق الداخلي.

.**3- الثورة الصناعية الثالثة**: بدأت في بدايات سبعينيات القرن الماضي بظهور التكنولوجيا الرقمية وتطوير تكنلوجيا المعلومات, واعتماد الحاسبات في مجالات التصميم والتصنيع وصولا الى ما يعرف بالمصنع الآلي لأتمتة الانتاج فيه.

4- الثورة الصناعية الرابعة : تعد هذه المرحلة امتداد للثالثة والتي اعتمدت التطور المتسارع في مجالات صناعة الكومبيوترات والروبوتات وظهور الانترنيت والهواتف

الذكية والذكاء الصناعي التي أوجدتها الثورة الصناعية الثالثة، اذ ان القفزات التي سجلتها الابتكارات التكنولوجية والرقمية و التوصل الى التداخلات التقنية مع بعضها البعض من خلال الخوارزميات المبتكرة ساهمت في ايجاد تقنيات الثورة الصناعية الرابعة (Fourth Industrial Revolution)(IR4) مثل الذكاء الاصطناعي، والطباعة ثلاثية الأبعاد، ومستودعات البيانات الضخمة، والروبوتات، وإنترنيت الأشياء الصناعية ، والتكنولوجيا الحيوية، والحوسبة الكمية، والمركبات ذاتية القيادة، والأمن السيبراني، وغيرها.

ان اهم ما يميز الثورة الصناعية الرابعة الاتي :

- السرعة: تسير الثورة الصناعبة الرابعة بمتوالية اسية (متضاعفة) وليس متوالية خطية عكس الثورات التي سبقتها. من خلال تقليص اوقات الاعداد للمكائن.
- الشمولية: حدثت التغييرات في كافة مجالات الحياة و لم تقتصر على الية عمل الاشياء فحسب, بل تمتد الى الطريقة التي ننظر بها الى تلك الاشياء.
- التعددية: امتدت الثورة الى كل النظم القائمة سواء داخل الدولة او الشركات الخاصة او المجتمع. اذ سنجد السيارات ذاتية القيادة بدلا من السائق , والرجل الالي بدلا من العمالة البشرية, الطائرات بدون طيار بدلا من عمال توصيل الطلبات, واستخدام الطابعة ثلاثية الابعاد في تصميم ونصنيع المنتجات, وتطوير عملية التسويق الالكتروني و انظمة جديدة للمعاملات المالية الالكترونية كالعملات المشفرة.

ثانيا: مفهوم نظام الانتاج الذكي ومتطلباته

1- مفهوم نظام الانتاج الذكي

يعود نظام الانتاج الذكي او ما يعرف بالثورة الصناعية الرابعة (Industrial 4) الى وزارة التعليم والبحث الالمانية التي بدأت مشروعا يتعلق بالتصنيع المحوسب

للمستقبل في عام 2011, والقائم على مفهوم الانظمة الفيزيائية السيبرانية (CPS) وهو مزيج من العالمين المادي والافتراضي وانترنت الأشياء و الخدمات.

يعد نظام الانتاج الذكي بانه فلسفة انتاج قائمة على احلال الالات محل العنصر البشري. و تتمتع هذه الالات بالقدرة على محاكاة التفكير في العقل البشري من خلال مجموعة من الكومبيوترات و التقنيات الانترنيت و خوارزميات الذكاء الصناعي التي يعتمدها المصنع لمعالجة كميات كبيرة من البيانات المتعلقة بمدخلات النظام الانتاجي والعملياته التحويلة ومخرجاته وبيئته الخارجية(المورد والمسهتلك وعناصر البيئة الطبيعية) وبشكل مستمر لاتخاذ القرارات والاجراءات التصحيحية الاستباقية للانحرفات قبل عملية التنفيذ الفعلي لرفع كفاءة الاداء للمصنع.

يعرف نظام الانتاج الذكي بانه منهج يعتمد الآلات المتصلة بالإنترنت لمراقبة عمليات الإنتاج, ويهدف الى تحديد الفرص لأتمتة تلك العمليات, ويستخدام تحليلات البيانات لتحسين أداء عمل النظام الانتاجي وتفاعله مع البيئة المحيطة به.

2- متطلبات نظام الانتاج الذكي

يتصف تصميم نظام انتاجي ذكي بالكفاءة والفعالية من حيث التكلفة وقابلية التكيف مع المتطلبات الديناميكية لبيئة الاعمال التي يعمل بها, ويستلزم مجموعة من التقنيات التي تعمل معا و بشكل تفاعلي .ومن اهم هذه التقنيات هي:

- **الذكاء الصناعي(Artificial intelligence)**: يمثل الذكاء الصناعي سلوك وخصائص لبرامج الحاسوب لمحاكاة القدرات الذهنية البشرية وانماط عملها من خلال القدرة على التعلم والاستنساخ وردود الافعال على الحالات المستجدة والتي لم يتم برمجتها على الماكنة.اي انه عكس قدرات العقل البشري على الالة. وتعد .تقنيات الذكاء الاصطناعي مثالية للتطبيقات التي

تتطلب معالجة كميات ضخمة من البيانات، وتحليل المعلومات المعقدة بسرعة ودقة مقارنة كبيرة. كما إنها لديها القدرة على التكيف مع البيئة الجديدة, من خلال استخراج النماذج وصياغة المعادلات الكمية والتنبؤات من البيانات في اوقات قياسية وفقا للتغيرات المحيطة بها.

- **التعلم الالي (Machine learning):** عبارة عن مجموعة فرعية من تقنيات الذكاء الصناعي تستند على علم تطوير الخوارزميات والنماذج الإحصائية التي تستخدمها أنظمة الحاسوب لأداء المهام باعتماد مستويين من التعلم هما الاستنتاجي و الاستقرائي (استنتاج القواعد والأحكام العامة من البيانات الضخمة بدون تعليمات واضحة، والاستدلال منها على الأنماط والتوجهات), من خلال استخدام التوائم الرقمية لصياغة نماذج للالات والمعالجات التي تقوم بها في بيئة افتراضية، ثم استخدامها للتنبؤ بالمشكلات قبل حدوثها. وكذلك تعزيز الكفاءة والإنتاجية.
- **مستودع البيانات(Big database)** هو نوع من قواعد البيانات التي تحتوي كما هائلا من البيانات الموجهة للمساعدة في إتخاد القرارات داخل الشركة .يتميز هذا النوع من قواعد البيانات بتطابق بنيته الداخلية مع ما يحتاجه المستخدم من مؤشرات.تحتوي مستودعات البيانات عادة على بيانات تاريخية تم اشتقاقها واستخراجها من البيانات الموجودة في قواعد البيانات العادية المستخدمة في التطبيقات, والتي تجري عليها الكثير من عمليات الادخال والتحديث، كما ويمكن أن تحتوي مستودعات البيانات على بيانات من مصادر أخرى كالملفات النصية والوثائق الأخرى. على سبيل المثال ربط نظام تخطيط موارد الشركة(ERP) الذي يتعامل مع ادارة المخزون والمستودعات وانظمة النقل مع مستودع البيانات من شأنه ان يمكن الذكاء الصناعي في تحقيق مرونة لسلسلة التجهيز في الحصول على مصدر للتجهيز من مجموعة متعددة من الموردين.

- **انترنيت الاشياء الصناعية(industrial internet of things):**يقصد به الجيل الجديد من الانترنيت الذي يتيح التفاهم بين الأجهزة المترابطة مع بعضها والذي يتيح التكامل السلس بين الاجهزة الذكية واجهزة الاستشعار و الكاميرات وروبوتات الإنتاج والأجهزة الذكية الأخرى، اذ تتواصل هذه الاجهزة مع بعضها البعض من خلال شبكة انترنيت من الجيل الخامس (G.5) , ويتم دفع البيانات إلى تقنيات التعلم الآلي/الذكاء الصطناعي القادرة على تقديم اقتراحات في الوقت الفعلي لاتخاذ القرارات المتعلقة بالصيانة الاستباقية, والمراقبة عن بُعد لأصول الإنتاج، و اتمتة العمليات والمهام المختلفة داخل المصنع.
- **الحوسبة السحابية(Cloud compuing)**: عبارة عن مجموعة كبيرة من الخوادم (Servers) المتواجدة بمراكز بيانات (Data Centers) لتقدم خدمات للعديد من اجهزة الحاسوب المرتبطة بها عبر الانترنيت في اي وقت ومن اي مكان, دون الخوض في التفاصيل التقنية لتلك الخوادم. ومن أهم التطبيقات الحوسبة السحابية استخدامها للتعديل على البيانات والصور وإنشاء الملفات النصية والجداول تماماً مثل برامج الأوفيس والفوتوشوب وغيرها بدون الحاجة إلى تثبيت هذه البرنامج على الحاسوب واستهلاك مساحته التخزينية.
- **الامن السيبراني (Cybersecurity):** يعد أمن البيانات من أهم المواضيع المتعلقة بتحديات أنظمة الإنتاج الذكية. ان وضع بيانات الشركات في السحابة من شأنه ان يعرض تلك البيانات الى التهديدات السيبرانية المتعلقة بالتجسس والاحتيال. ولضمان سرية البيانات لابد من قيام شركات أمن تكنولوجيا المعلومات بتطوير تقنيات جديدة للحماية من تلك التهديدات.

ثالثا: الاثار الفنية والاقتصادية والبيئية لنظام الانتاج الذكي

تنمو وتتطور الصناعة لتتوافق مع نوعية الحياة العالية التي يسعى إليها المجتمع. لذا نحتاج الى نظم انتاج مستدامة من خلال تقديم منتجات عالية الجودة مع الحفاظ على البيئة الطبيعية. ويتصف الانتاج في الوقت الحالي بكونه غير مستدام بسبب تفاقم مشاكل التغير المناخي الناتجة عن اعتماد على مصادر الطاقة الاحفورية كالنفط والفحم , فضلا عن ضعف اجور الوظائف الروتينية ذات المهارات البسيطة مما يزيد من حالات الفقر في المجتمع.

ان نظم الانتاج الذكي تعد بتقديم انتاج مستدام يحافظ على الموارد الطبيعية والنظم البيئية من خلال الاثار الفنية والاقتصادية والبيئية المتعلقة به:

- **الاثار الفنية**

تتكون خطوط الإنتاج التقليدية من خط واحد يقوم بتصنيع نوع واحد من المنتجات. ويوجد حزام ناقل ذو حلقة مفتوحة, والآلات تعمل على طول الخط وباتجاه واحد لانتاج منتوج واحد . كما ولايوجد تواصل معلوماتي بين الآلات الموجودة في خط الإنتاج. في حين في نظم الانتاج الذكية يكون فيها الحزام الناقل عبارة عن حلقة مغلقة تدعم طرق الإنتاج المختلفة لتقديم منتجات متعددة. اذ يتم التواصل بين الآلات وأنظمة المعلومات والمنتجات والأشخاص من خلال نظام شبكة انترنيت عالية السرعة.

ان اعتماد نظام الانتاج الذكي على تحليل البيانات الضخمة تجعل من عملية اصلاح الاخطاء اكثر سهولة. اذ يمكن للأشخاص والالات من اماكن مختلفة ومتباعدة العمل معًا لأداء أعمال الإصلاح لكون التواصل بين الأفراد والآلات يتم عبر السحابةالمحوسبة. فضلا عن كون الوظائف الرقابية المسؤولة عن توزيع الكيانات الذكية تمتلك القدرة على تنظيم نفسها وإعادة

تشكيل أنظمة الإنتاج الذكية تلقائيًا لتصنيع منتجات متعددة. اما أنظمة الإنتاج التقليدية، تتم إعادة ترتيب الآلات يدويًا لتقدم منتجات متنوعة.

- **الآثار الاقتصادية**

ترتبط الاثار الاقتصادية بشكل عام بالشركات بتحقيقها للارباح وتقليص التكاليف وبالمجتمع من خلال توفير فرص العمل.

على الرغم من كون التنفيذ الأولي لنظام الانتاج الذكي بالنسبة للشركات أكثر تكلفة مقارنة بتنفيذ نظام الإنتاج التقليدي ذو الحلقة المفتوحة. الا ان تكلفة تكنولوجيا المعلومات سوف تنخفض باستمرار بموجب قانون مور*.

ان النظام يعمل على تلقيص المصاريف التشغلية المرتبطة بموارد الانتاج والطاقة والاجور,اذ انه يقوم بمعالجة العيوب قبل عملية الانتاج الفعلي مما يمكن الشركات عمل الاشياء بالجودة المطلوبة من المرة الاولى والتخلص من مصاريف اعادة العمل.

ان اعتماد النظام لمبدأ الانتاج حسب الطلب سيؤدي الى الترشيد في كلف الطاقة المستغلة.كما ان المصانع الذكيه والأنظمة المادية السيبرانية ستخلص الشركة من الاجور المتعلقة بالوظائف الروتنية, اذ انها قادرة على التواصل مع بعضها البعض ولا تحتاج عمال لمثل هذه الوظائف, ومع ذلك سيبقى للعنصر البشري دور مهم للغاية كما هو الحال في وظائف التخطيط والرقابة.

- **الآثار البيئية**

يعد الحفاظ على الموارد الطبيعية وترشيد استهلاك الطاقة وتقليل النفايات

***قانون مور هو القانون الذي ابتكره غوردون مور أحد مؤسسي إنتل عام 1965. حيث لاحظ مور أن عدد الترانزستورات على شريحة المعالج يتضاعف تقريبا كل عامين في حين يبقى سعر الشريحة على حاله. وأدت هذه الملاحظة إلى بدأ عملية دمج السيليكون بالدوائر المتكاملة على يد شركة إنتل مما ساهم في تنشيط الثورة التكنولوجية في شتى أنحاء العالم.**

جزء اساسي للانتاج المستدام الذي تسعى الحكومات ومنظمات المجتمع المدني للوصول اليه.

ان اهمية التحكم باستهلاك الطاقة في مصانع الانتاج الذكيه تتجلى في كون مستودعات البيانات في مثل تلك المصانع تستهلك كميات كبيرة من الطاقة , كما ان الحاجة لتصنيع أجهزة جديدة بزيد من العبء على البيئة. **ولكن** وبفضل التوجيه الذكي لعملية التصنيع باكملها, تعمل أنظمة الإنتاج الذكية على ترشيد استهلاك الطاقة من خلال التخطيط اوقات الذروة في استخدام للطاقة عندما يكون هناك فائض طبيعي في إنتاج الطاقة باعتماد طاقة الرياح أو الطاقة الشمسية او استغلال فائض الطاقة من قبل شركات أخرى او المنازل القريبة من المصنع. و تقدر الوزارة الفيدرالية الألمانية للبحث والتعليم هذا النوع من التحكم في الطاقة يمكن الشركات توفير ما يصل إلى 60% من استهلاك الطاقة.

ان استخدام الخدمات اللوجستية في المصنع الذكي مبدأ السحب للمواد الخام أو مواد الإنتاج شبه النهائية عند الطلب. وتخفيض حجم الطلب في اوقات انخفاض معدلات البيع من شأنه ان يساهم في تتحقيق الاستخدام الافضل للموارد الطبيعية وتقليل معدلات النفايات

ان الاثار الفنية و الاقتصادية والبيئية لنظام الانتاج الذكي ودمج حجم كبير من البيانات من مصادر متعددة, تستلزم وضع التدابير المضادة للعناصر المستدامة لاستيعاب النمو والإمكانات الإنتاجية لأنظمة الإنتاج الذكية, من خلال الاخذ بنظر الاعتبار مجموعة من التسائلات الاتية : مفيدة او ضارة, يمكن التراجع عنها ام لا، يمكن إصلاحها من خلال ممارسات الإدارة أو غير قابلة للإصلاح، قصيرة الأجل أو طويلة الأمد، مؤقتة أو مستمرة.

على سبيل المثال من الممكن أن يتأثر عنصر الاستدامة الاجتماعية والاقتصادية بشكل مباشر, وذلك لأن الآلات أصبحت أكثر ذكاء لتحل محل العمالة

ذات المستوى التقني المنخفض. لذا ينبغي تثقيف هؤلاء العمال لملء فرص العمل لصيانة الآلات الذكية المذكورة أعلاه. وقد يستلزم عنصر الاستدامة الاجتماعية والاقتصادية عدم استفادة المجتمع من عمليات التصنيع التي من شأنها إنتاج منتجات يتم شحنها دوليا.كما ان التاثير قد يكون غير مباشر من خلال الضغط على الموارد الطبيعية بموجب دراسات الجدوى الاقتصادية التي تعتمدها الشركات. اي قبول و رفض نظام الانتاج الذكي مرتبط بعناصر الاستدامة اعلاه.

رابعا: ايجابيات وسلبيات الانتاج الذكي

1- يتمثل الجانب الايجابي للنظام بالاتي:

- **تحسين الانتاجية** للمكائن باستمرار, اذ تعمل اجهزة الاستشعار على تسليط الضوء على البيانات المتعلقة بانخفاظ معدلات الانتاج للماكنة, وستعمل أنظمة الذكاء الاصطناعي على حل المشكلة.
- **رفع مستوى الكفاءة** للماكنة من خلال تقليل اوقات التوقفات غير المخطط لها, اذ ان المكائن في نظام الانتاج الذكي مجهزة بأجهزة استشعار وتشخيصات تلك المشكلات, مما يمكن تقنية الذكاء الاصطناعي التنبؤية وتسليط الضوء عليها قبل حدوثها.كما ان تصميم نظام الانتاج الذكي يتيح مستوى عالي من التعاون بين الانسان والماكنة يساهم في تحقيق الكفاءة التشغلية للنظام الانتاجي ككل.
- ان تحسين الانتاجية ورفع مستوى الكفاءة من شأنه ان يساهم في تخفيض المصاريف التشغيلية.

2- يواجه النظام في التنفيذ السلبيات الاتية:

- **التكلفة الأولية للتنفيذ**, اذ لن تتمكن العديد من الشركات الصغيرة ومتوسطة الحجم من تحمل النفقات الكبيرة للتكنولوجيا، خاصة إذا

تبنت فلسفة قصيرة المدى. لذا يتعين على الشركات التخطيط للمستقبل حتى لو لم تتمكن من تنفيذ المصانع الذكية على الفور.

- تتصف تكنولوجيا الانتاج الذكي بكونها معقدة للغاية, مما يعني أن الضعف في تصميم تقنيات النظام وعدم ملائمتها لعملية محددة تؤدي إلى التاثير السلبي على عمل النظام ككل. لذا من الضروري زيادة الاستثمار في راسمال البشري على مستوى التعليم الجامعي بخصوص الذكاء الصناعي لتهيئة العنصر البشري القادر على التعامل مع هذه التقنيات مع التركيز على الابتكارات المتعلقة بصناعة هذه التقنيات.
- بسبب القدرة الفائقة للذكاء الصناعي على التنبوء تجعل من استخدامه في بعض القطاعات مثل البورصة ذو تاثيرات كارثية في انهيار الاقتصاد على مستوى الدول و العالم, لذا لابد من وضع الحواجز التقنية و القانونية لتجنب تلك المشاكل.
- ان احلال الالة محل العنصر البشري في الصناعات العسكرية من شانه قد يساهم بعدم السيطرة على اسلحة الدمار الشامل, لذا لابد من ايجاد تشريعات قانونية واخلاقية ملزمة بين دول العالم حول تلك القطاعات.

اسئلة الفصل السابع

س1- وضح مفهوم المخزون وما المقصود بإدارة المخزون؟

س2- ناقش العبارة " يعد المخزون مشكلة وحل في نفس الوقت ".

س3- عرف نظام (*MRP*) وما هي انواعه؟

س4- علل ما يلي " ان نظام (*MRP*) لا يعد نظام انتاجي محوسب بالضرورة ".

س5- ما هي مشاكل تنفيذ نظام (*MRP*).

س6 - عرف نظام (*JIT*) وما هي انوع الهدر التي يعالجها النظام الانتاجي؟

س7- علل الاتي " على الرغم من مساعدة الثقافة والبيئة اليابانية في تطور نظام (*JIT*), الا نجاح عمل النظام يعتمد على مجموعة من المتطلبات التي من شانها ان تجعل امكانية تطبيقه في اي بلد ".

س8- عرف نظام الانتاج الرشيق (*Lean Production*) وما هي المبادئ الاساسية التي يستند عليها .

س9- يتم تصنيع احد الاجزاء في محطتين انتاجيتين وكانت سعة الحاوية المستخدمة في نقل الاجزاء بين المحطتين تساوي (100) وحدة وعدد الوحدات المنتجة من الجزء (5) وحدات بالدقيقة في المحطة الثانية , والجدول الاتي يتضمن تفاصيل المهل الزمنية لتصنيع الجزء في محطتي الانتاج.

تفاصيل المهمل الزمنية(LT)	المحطة الاولى	المحطة الثانية
وقت الاعداد	3	4
وقت المعالجة	0.4	0.1
وقت الحركة	6	2
وقت الانتظار	20	10

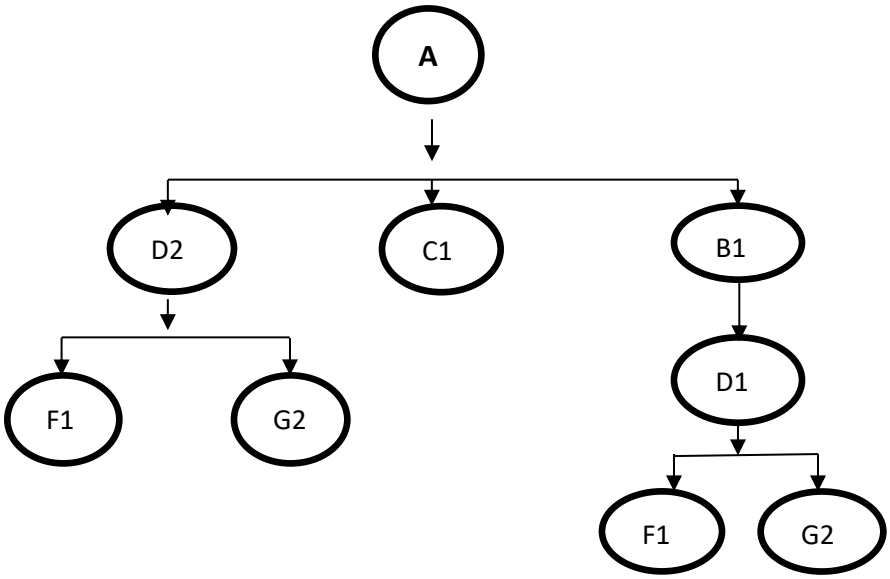
المطلوب:1- تحديد عدد الحاويات المطلوبة بين المحطتين 2- اذا تم اضافة حاويتين الى الحاويات الموجود فعلا فما هو عدد الوحدات المنتجة بالدقيقة الواحدة في المحطة الثانية.

س10- مركز انتاجي يروم اعتماد نظام (JIT) وقد توفرت البيانات الاتية :

1- سعة الحاوية (300) وحدة 2- عدد الوحدات المنتجة بالدقيقة الواحدة (9) وحدة 3- الوقت الاعداد (90) دقيقة للحاوية الواحدة 4- و زمن اللازم لحركة الحاوية الى المركز الانتاجي اللاحق اضافة الى وقت الانتظار والمعالجة في المركز اللاحق ومن ثم العودة وقت العودة الحاوية فارغة يساوي (140) دقيقة.

المطلوب : 1- حساب عدد الحاويات المطلوبة 2- تحديد الحد الاعلى للمخزون في النظام 3- هل بالإمكان تقليل مستوى المخزون اذا استطاع فريق الهندسي تقليل وقت الاعداد بمقدار (65) دقيقة ؟

11- الشكل الاتي يمثل التركيبة الفنية للمنتوج (A) وتكرار الاجزاء في التركيب المكون لتلك الاجزاء.



وتعكس سجلات المخزون البيانات عن كل جزء وكما يلي:

الجزء	المهل الزمنية (LT)	المخزون المتاح	مخزون الامان	حجم الدفعة	الطلبيات المجدول استلامها
B	3	125	0	L4L	150 في الاسبوع الثاني
C	3	0	0	L4L	450 في الاسبوع الثاني
D	4	235	0	L4L	700 في الاسبوع الاول
F	2	750	50	L4L	لا يوجد
G	1	0	0	L4L	140 في الاسبوع الاول

المطلوب : اعتماد نظام MRP في تحديد الاحتياجات من الاجزاء اعلاه وتاريخ الاطلاق والاستحقاق لأوامر الانتاج اذا علمت ان الكميات المطلوب انتاجها من المنتوج (A) تساوي (120) وحدة في كل من الاسابيع الثاني والرابع والخامس والثامن.

س 10 : ماهي المشاكل العملية في تنفيذ نظام(MRP).

س11- ناقش مبادئ التفكير الرشيق.

س13- وضح مفهوم نظام الانتاج الذكي , وماهي المتطلبات الاساسية لتنفيذه.

س14-وضح مفهوم الثورة الصناعية الرابعة.

س15- ماهي مزايا وسلبيات الانتاج الذكي.

س16- اختر الاجابة الصحيحة

1- يرتفع مستوى المخزون عندما

ا- يكون معدل التجهيز اكبر من معدل الاستهلاك ب- يكون معدل التجهيز اقل من معدل الاستهلاك ج- معدل الاستهلاك مساو لمعدل التجهيز.

2- يرتبط مفهوم نظرية الطلب المشتق ب

ا- المنتوج النهائي ب- المنتوج النهائي واجزائه ج- اجزاء المنتوج النهائي والمواد الاحتياطية.

3- يرجع فشل اسلوب حجم الدفعة الاقتصادية (EOQ) في تحديد حجم دفعة الشراء او التصنيع لاجزاء المنتوج الى

ا- كون الطلب على اجزاء المنتوج هو طلب مشتق ب- كون الطلب على اجزاء المنتوج هو طلب مستقل ج- عدم اعتمادها للأساليب الحديثة بالتنبؤ.

4- يرجع فشل أسلوب نقطة اعادة الطلب (Re-order Point) في تواريخ الاطلاق والاستحقاق لدفعة الشراء او التصنيع لاجزاء المنتوج الى

ا- اكون الطلب على اجزاء المنتوج هو طلب ثابت (Statistic demand) ب- كون الطلب على اجزاء المنتوج هو طلب متموج (Lumpy demand) ج- صعوبة تحديد المهل الزمنية لاوامر الانتاج والشراء (Lead time).

5- من متطلبات نجاح عمل نظام (MRP) ان تكون جدولة الانتاج الرئيسية تمثل

ا- خطة انتاج ب- خطة مبيعات ج- الطموح الذي تسعى اليه ادارة الشركة.

6- من اسباب فشل عمل نظام (MRP) في ادارة الموارد الصناعية هو

ا- عدم اخذ الطاقة المتاحة بنظر الاعتبار عند تحديد الاحتياجات ب- جدولة الانتاج الرئيسية تمثل خطة مبيعات وليست خطة انتاج ج- كل ما ذكر سابق.

محتويات الفصل الثامن

جدولة الانتاج (*Production Scheduling*)

8-1: مفهوم جدولة الانتاج واهميتها واهدافها

8-2: قواعد ترتيب التتابع او الاولويات

8-3: تقارير واساليب التحميل

8-4: نظرية القيود (*Theory of Constraints*)

الفصل الثامن

جدولة الانتاج (*Production Scheduling*)

8-1: مفهوم جدولة الانتاج واهميتها واهدافها

تعد جدولة الانتاج المرحلة الاخيرة من تخطيط الانتاج والطاقة ، فهي خطة قصيرة الامد تسعى لتخصيص موارد الانتاج (الطاقة المتاحة) من مكائن ومواد وأيدي عاملة اللازمة لإنجاز الاعمال او المهام او اوامر الانتاج المخططة للإطلاق من قبل نظام(MRP). ان جدولة الانتاج هي وسيلة لضبط الفعاليات والأنشطة الانتاجية من خلال الاتي:

1- تحديد توقيت الاعمال (اوامر الانتاج) (*Timing*) اي تواريخ البدأ والإكمال لها.

2- تحديد التتابع لتلك الأعمال (*Sequencing*) ، اي تحديد الترتيب الذي تعالج فيه الاعمال باستخدام قواعد معينة تسمى بقواعد الاسبقيات او التتابع.

3- تحديد عبء العمل في كل مركز انتاجي او محطة عمل خلال فترة الجدولة.

تختلف وظيفة الجدولة باختلاف نظام الانتاج (المستمر او بالدفعات او المشاريع)، ففي الانتاج المستمر تستخدم اساليب البرمجة الخطية لتحديد مزيج المكونات من الكلفة الواطئة او حجم الانتاج الامثل, و في نظام انتاج المشاريع فعادة ما تكون قرارات الجدولة كثيرة ومتداخلة مع بعضها .ويعد اسلوب المسار الحرج (*CPM*) وأسلوب بيرت (*PERT*) والذي سنتنتوله في الفصل التاسع, اما في حالة الانتاج بالدفعات وبسبب ديناميكية والتغيير في حجم الدفعة المنتجة وتعدد الاعمال التي تنتظر المعالجة عند محطات العمل او المكائن, كل ذلك يستلزم استخدام قواعد للجدولة (والتي سيتم تناولها لاحقا) في تحديد التتابع الافضل الذي تعالج به تلك الاعمال مع الاخذ بنظر الاعتبار في حالة الجدولة على ماكنة واحدة او ماكينتين او عدد اكثر من المكائن او مركز للانتاج. تستمد الجدولة اهميتها في

الشركات الخدمية والصناعية من كونها ترتبط بشكل مباشر بالعديد من مقاييس تقويم الاداء مثل التسليم بالوقت المحدد, ومستويات المخزون, وبكلفة والجودة المنتجات, ومستوى الاستخدام لنظام الانتاجي,وطول وقت التدفق او المهل الزمنية لإنجاز الاعمال(*Lead Time*).

وتأسيسا على ما تقدم فان الاهداف الاساسية التي تسعى لتحقيقها تتمثل بالاتي:-

1- مقابلة تواريخ الاستحقاق او مواعيد التسليم للزبائن.

2- تقليل مستوى المخزون من المنتوج النهائي او اجزائه.

3- رفع مستوى الاستخدام سواء للعاملين او المكائن في النظام الانتاجي ككل.

4- مساعدة الادارة لتحديد مستوى المخزون تحت التشغيل (*WIP*) عند محطات العمل وتشخيص العبء عند خطوط الانتاج من خلال تقارير التحميل.

ان هذه الاهداف بطبيعتها تكون متناقضة, حيث ان رفع مستوى الاستخدام في بعض الحالات من خلال زيادة في عدد اوامر الانتاج المطلقة الى مراكز او محطات العمل يؤدي الى ارتفاع مستوى المخزون تحت التشغيل, وبالتالي التأخير عن مواعيد التسليم . اي ان الجدولة تسلط الضوء على هذا التناقض من خلال ما يعرف بتقارير التحميل والمتابعة للمقارنة بين الطاقة المتاحة والطاقة اللازمة لتنفيذ اوامر الانتاج المخططة للإطلاق من قبل نظام (*MRP*), وهنا يبرز دور مدير ادارة العمليات في خلق التوازن المطلوب بين هذه الاهداف بما ينسجم مع الاسبقيات التنافسية والأهداف التي من شأنها أن تضمن انسيابية في تدفق الاعمال في تلك المنظمات.

2-8:قواعد ترتيب التتابع او الاولويات:

قواعد ترتيب التتابع او الاولويات هي عبارةعن مرشد تجريبي مبسط لتحديد تتابع انجاز الاعمال. وقد بذل جهد اكاديمي في ايجاد افضل القواعد ومنها

قواعد الجدولة الاعمال على ماكنة واحدة وقاعدة جونسون وقاعدة النسبة الحرجة.

اولا : قواعد الجدولة الاعمال على ماكنة واحدة

هناك العديد من القواعد المستخدمة في جدولة مجموعة من الاعمال على ماكنة واحدة بهدف تحديد التتابع الافضل لتلك الاعمال بما يتناسب مع الاهداف والأسبقيات التي تسعى الشركة الى تحقيقها.

تفترض الجدولة وجود العديد من الاعمال لها اوقات تشغيل محددة وأوقات استحقاق معلومة وانها غير مرتبطة بنوع محدد من التتابع لتحديد اولويات معالجتها على ماكنة او قسم انتاجي واحد. اي ان المشكلة في هذه الحالة تتمثل في تحديد اي من الاعمال يجب جدولتها اولا ومن يكون ثانيا وهكذا.

القواعد التالية هي الاكثر شيوعا في جدولة عدة اعمال على ماكنة واحدة .وقبل التطرق الى هذه القواعد لابد من الاشارة الى بعض المعايير لتقويم تلك القواعد ومنها :

- **وقت الاكمال للأعمال (*Make span*)** هو مجموع اوقات التشغيل الفعلي للإعمال المراد جدولتها بموجب المعادلة الاتية:

وقت الاكمال الأعمال (M)

= مج اوقات التشغيل الفعلي(*P*) (*Proccing Time*)الإعمال المراد جدولتها

حيث ان:

M = وقت الاكمال الكلي لمجموعة من الاعمال.

P = وقت المعالجة الفعلي لكل عمل من الاعمال.

- **وقت تدفق العمل (*Job Flow Time*) *(F)*** ويسمى ايضا بالمهل الزمنية (*Lead Time*) وهو الوقت الاجمالي لإكمال العمل من تاريخ وصوله الى الماكنة الى حين تسليم ذلك العمل الى المستهلك الصناعي او النهائي, فهو

يشمل وقت الحركة ووقت الانتظار والإعداد او التهيئة اضافة الى وقت المعالجة الفعلي. وكلما كان وقت التدفق قليل كلما كان ذلك مؤشر على افضلية القاعدة المستخدمة في الجدولة, ويمكن احتسابه بالمعادلة الاتية:-

وقت تدفق العمل (F) = وقت المعالجة الفعلي (P) + مجموع اوقات التدفق للإعمال السابقة

متوسط وقت التدفق = (مج اوقات التدفق للأعمال) ÷ (عدد الاعمال)

- **مخزون العمل تحت التشغيل *Work in Process* (*WIP*)**: اي الاعمال التي مازالت عند خطوط الانتاج قيد التصنيع. وقد يعبر عنه كوحدات او بعدد الاعمال في النظام, وكلما كان متوسط المخزون تحت التشغيل قليل فان ذلك يؤشر على افضلية القاعدة المستخدمة في الجدولة. ويمكن احتساب متوسط (*WIP*) بالمعادلة الاتية :

متوسط مخزون العمل (*WIP*)

= (مج اوقات التدفق للأعمال)÷(وقت الاكمال الكلي لمجموعة من الاعمال)

اجمالي المخزون(*Total Inventory*) (I): ويمثل المخزون المتاح في مخازن المنتوج النهائي او اجزاء المنتوج اضافة الى الاعمال او الاجزاء تحت التشغيل. وقد يعبر عنة بالوحدات او الاعمال او الوقت او بالمبالغ. وكلما كان متوسط المخزون الاجمالي قليل فان ذلك يعد مؤشرا على افضلية القاعدة المستخدمة في الجدولة ،ويتم حساب متوسط المخزون الاجمالي (I) بالمعادلة الاتية:

متوسط اجمالي المخزون= (مج اوقات التسليم الفعلي)÷(وقت الاكمال الكلي لمجموعة من الاعمال)

- **مستوى الاستخدام(*Utilization Level*) (U):** يمثل نسبة مئوية للوقت الذي تقضية الماكنة او العامل في حالة عمل الى مجموع الوقت للعمل المتاح, وكلما كان مستوى الاستخدام عالي فان ذلك يؤشر على افضلية للقاعدة المستخدمة في الجدولة، ويحسب بالمعادلة الاتية:

$$\text{مستوى الاستخدام (U)} = \frac{\text{وقت الاكمال الكلي لمجموعة من الاعمال}}{\text{مج اوقات التدفق للأعمال}} \times 100$$

- **وقت التأخير(*Tardiness*)(T):** يمثل الفارق الموجب بين تاريخ التسليم الفعلي وتاريخ الاستحقاق للعمل. ويكون وقت التأخير للعمل صفرا اذا ما تم اكمال العمل في او قبل تاريخ استحقاقه. ويحسب وقت التأخير للإعمال بالمعادلة الاتية:

وقت التأخير للعمل = وقت التسليم الفعلي للعمل – تاريخ الاستحقاق للعمل

- **وقت الاكمال المبكر** يمثل الفارق الموجب بين تاريخ الاستحقاق وبين تاريخ التسليم الفعلي للعمل .ويكون وقت الاكمال المبكر للعمل صفرا اذا ما تم انجاز العمل في او بعد تاريخ استحقاقه ,ويحسب بموجب المعادلة الاتية:

وقت الاكمال المبكر للعمل= وقت التسليم الفعلي للعمل – وقت التدفق للعمل

- **عدد الاعمال المتأخرة**: يهدف هذا المعيار الى تقليل عدد الاعمال التي تتأخر مواعيد اكمالها عن مواعيد استحقاقها.

1- قاعدة ما يرد اولا يخدم اولا:(*First Come First Served*) (*FCFS*)

تقوم هذه القاعدة على ان العمل الذي يصل الى الماكنة اولا يعالج اولا وهكذا بالنسبة لبقية الاعمال ، وتعد هذه القاعدة اكثر عدالة للزبائن, الا انها لا تستند الى اسس اقتصادية او علمية في تحديد الاسبقيات ولتوضيح كيفية عمل هده القاعدة نورد المثال الاتي:

مثال1:ماكنة خراطة في ورشة صناعية لديها اربعة اعمال (اوامر انتاج), وكانت اوقات المعالجة (p) وتواريخ الاستحقاق(d) مواعيد التسليم لتلك الاعمال كما موضحة في الجدول الاتي:

الاعمال	وقت المعالجة ساعة	(تاريخ الاستحقاق من الان ساعة
A	5	24
B	9	19
C	6	16
D	11	30

المطلوب:- 1 جدولة الاعمال اعلاه على ماكنة الخراطة باستخدام قاعدة ما يرد اولا يخدم اولا(*FCFS*) , 2- حساب معايير تقويم الجدولة بموجب القاعدة اعلاه.

يتم تحديد تتابع الاعمال حسب وصولها الى الماكنة وكما يلي (A , B, C, D) وكما مبين في الجدول (8-1).

1- ان وقت التدفق للأعمال المبين في العمود (3) يتم احتسابه بالمعادلة الاتية:

وقت التدفق للعمل = وقت المعالجة الفعلي + وقت الانتظار

وقت التدفق للعملA = 5+0=5 ساعة.

لان العمل A لا يوجد قبله عمل فهو العمل الذي سيتم معالجته اولا لذلك فان وقت الانتظار يكون مساو صفرا.

وقت التدفق للعملB = 9+5=14 ساعة.

لان العمل B لدية انتظار مقداره 5 ساعة بسبب كون الماكنة مشغولة لإنجاز العمل (A).

وقت التدفق للعمل C= 6+14 = 20 ساعة.

لان العمل C لديه وقت انتظار مقداره 14 ساعة بسبب كون الماكنة مشغولة لإنجاز العملين (A,B) .

وهكذا بالنسبة لبقية الاعمال كما موضحة في العمود الثالث من الجدول.

الجدول (8-1)

تتابع الاعمال باستخدام قاعدة *FCFS*

تتابع الاعمال	وقت المعالجة	وقت التدفق ساعة	تاريخ الاستحقاق	وقت التسليم الفعلي ساعة	وقت الاكمال ساعة	وقت الاكمال المبكر ساعة
A	5	5= 5+0	24	24	19 = 5 – 24	19 = 5 – 24
B	9	14 = 5 + 9	19	19	5= 14 - 19	5= 14 - 19
C	6	20 = 14 + 6	16	20	0 = 20 – 20	0 = 20 – 20
D	11	31= 20 + 11	30	31	0= 31-31	0= 31-31
المجموع	31	70		94	24	24

2- يحدد وقت التسليم الفعلي في العمود (5) على اساس وقت التدفق وتاريخ الاستحقاق ايهما اكبر.

3- تحديد وقت الاكمال المبكر في العمود (6) بموجب المعادلة التالية:

وقت الاكمال المبكر للعمل = وقت التسليم الفعلي – وقت التدفق

اذا كانت نتيجة المعادلة موجبة يعني ان هناك وقت الاكمال المبكر كما هو الحال في العمل (A،B) واما اذا كانت نتيجة المعادلة صفر او سالبة كما هو الحال في الاعمال (C،D) فان وقت الإكمال المبكر سيكون صفرا.

4- تحديد وقت التأخير في العمود (7) بموجب المعادلة التالية:

وقت التأخير للعمل = وقت التسليم الفعلي – تاريخ الاستحقاق

اذا كانت نتيجة المعادلة موجبة يعني ان هناك وقت التأخير للعمل كما هو الحال في العمل (C،D) وإما اذا كانت نتيجة المعادلة صفر او سالبة كما هو الحال في الاعمال (A,B) فان وقت الإكمال المتأخر سيكون صفرا.

حساب معايير الجدولة:

متوسط وقت التدفق (F) = (مجموع اوقات التدفق)÷(عدد الاعمال)

= (70) ÷(4)= 17.5 ساعة.

متوسط المخزون تحت التشغيل= مجموع اوقات التدفق÷ وقت الاكمال الكلي

= (70) ÷(31)= 2.26 عمل.

$$\text{مستوى الاستخدام(U)} = \frac{\text{وقت الاكمال الكلي}}{\text{مجموع اوقات التدفق}} \times 100$$

$$= \frac{31}{70} \times 100 = 44.29\%$$

متوسط اجمالي المخزون= مجموع أوقات التسليم الفعلي÷ وقت الاكمال الكلي

=(94)÷(31)= 3.03 عمل

متوسط وقت الاكمال المبكر = مجموع اوقات الاكمال المبكر ÷ عدد الاعمال

= (24)÷(4)= 6 ساعة

متوسط وقت التأخير= (مجموع اوقات التأخير)÷ (عدد الاعمال)

= (5)÷(4)= 1.25 ساعة.

عدد الاعمال المتأخرة= 2 اعمال.

اكبر وقت تأخير = 4 ساعة.

2- قاعدةوقت المعالجة الاقصر(*SPT*) (*Shortest Processing Time*)

تقوم هذه القاعدة على اساس ان العمل الدي يتطلب وقت معالجة اقصر يتم اكماله اولا وهكذا يتم ترتيب الاعمال اللاحقة . ان من شان ذلك ان يودي الى تقليل متوسط وقت التدفق ، ومتوسط المخزون تحت التشغيل ، وتعظيم مستوى الاستخدام . الا انها في الوقت نفسه قد تودي الى ارتفاع متوسط اجمالي المخزون . وبالعودة للمثال (1) فان الاعمال سيتم ترتيبها (D,B,C,A) على التوالي ويتم احتساب وقت التدفق والوقت التسليم الفعلي و الوقت الاكمال المبكر و وقت التأخير كما مبين في الجدول (8-2).

الجدول (8-2)

تتابع الاعمال حسب قاعدة الوقت الاقصر

الاعمال	تتابع الاعمال	وقت المعالجة	وقت التدفق ساعة	تاريخ الاستحقاق	وقت ساعة	وقت الاكمال ساعة	وقت التأخير ساعة
A	الاول	5	5 = 0 + 5	24	24	19	0
C	الثاني	6	11 = 5 + 6	16	16	5	0
B	الثالث	9	20 = 11 + 9	19	20	0	1
D	الرابع	11	31 =20 + 11	30	31	0	1
المجموع		31	67		91	24	2

حساب معايير الجدولة:

متوسط وقت التدفق = (مجموع اوقات التدفق) ÷ (عدد الاعمال)

= (67) ÷ (4)= 16.75 ساعة.

متوسط المخزون تحت التشغيل = (67) ÷ (31)= 2.16 عمل.

$$\text{مستوى الاستخدام} = \frac{31}{67} \times 100 = 46.67\%.$$

اجمالي المخزون =(91) ÷ (31) = 2.94 عمل.

متوسط وقت الاكمال المبكر = (24) ÷ (4) = 6 ساعة.

متوسط وقت التأخير =(2) ÷ (4) = 0.5 ساعة.

عدد الاعمال المتأخرة = 2 اعمال.

اكبر وقت تأخير = 1 ساعة.

3- قاعدة تاريخ الاستحقاق المبكر(*EDD*) (*Earliest Due Date*)

يتم ترتيب التتابع للأعمال بحيث يكون العمل الذي يكون تاريخ استحقاقه ابكر اولا وهكذا بالنسبة لبقية الاعمال. وبالعودة الى المثال (1) يتم تتابع الاعمال كما يلي (D,A,B,C) وكما مبين في الجدول(8-3).

الجدول (3-8)

تتابع الاعمال حسب قاعدة تاريخ الاستحقاق المبكر

الاعمال	تتابع الاعمال	وقت المعالجة ساعة	وقت التدفق ساعة	تاريخ الاستحقاق ساعة	وقت التسليم الفعلي ساعة	وقت الاكمال المبكر ساعة	وقت التأخير ساعة
C	الاول	6	6 =6+0	16	16	10	0
B	الثاني	9	15=9+6	19	19	4	0
A	الثالث	5	20=5+15	24	24	4	0
D	الرابع	11	31=11+20	30	31	0	1
المجموع		31	72		90	18	1

تعد هذه القاعدة مفيدة للشركات التي تتبنى هدف تسليم منتجاتها الى الزبائن بالمواعيد المحددة كأسبقية تنافسية في البيئة التي تعمل فيها. الا انه ما يعاب عليها هو التركيز على العمل الاول ذو الاسبقية العالية والذي قد يودي الى زيادة عدد الاعمال التي سيتم انجازها بوقت مبكر والتي تبقى في المخازن بعد اكمال انجازها لفترة طويلة مما يؤدي الى زيادة كلف المخزون اضافة الى عدم اخذها بنظر الاعتبار لمقدار وقت المعالجة للعمل القادم او اهمية الزبون.

حساب معايير الجدولة:

متوسط وقت التدفق = (72) ÷ (4)= 18 ساعة عمل.

متوسط المخزون تحت التشغيل = (72) ÷ (31)= 2.32 عمل.

$$\text{مستوى الاستخدام} = \frac{31}{72} \times 100 = 43.1\%$$

متوسط اجمالي المخزون = (90) ÷ (31)= 2.9 عمل.

متوسط وقت الاكمال المبكر= (18) ÷ (4)= 4.5 ساعة.

متوسط وقت التأخير = (1) ÷ (4)= 0.25 ساعة.

عدد الاعمال المتأخرة =1 اعمال.

اكبر وقت تأخير = 1 ساعة.

اكبر وقت تأخير = 1 ساعة.

4- قاعدة وقت المعالجة الاطول(*LPT*)(*Longest Processing Time*)

بموجب هذه القاعدة فان العمل الذي يكون وقت المعالجة فيه اطول سيتم ترتيبه اولا وهكذا بالنسبة لتتابع الاعمال التي تليه. ان استخدام هذه القاعدة قد يكون مفيد في حالة كون الاعمال ذات وقت المعالجة الاطول مهمة. الا ان من سلبيات القاعدة انها تودي تأخير انجاز الاعمال ذات اوقات معالجة قصيرة. وبالعودة للمثال (1) فان الاعمال سيتم ترتيبها(A,C,B,D) على التوالي ويتم احتساب وقت التدفق ووقت التسليم الفعلي و وقت الاكمال المبكر و وقت التأخير كما مبين في الجدول (8-4).

حساب معايير الجدولة:

متوسط وقت التدفق = (88) ÷ (4) = 22 ساعة.

متوسط المخزون تحت التشغيل = (88) ÷ (31)= 2.84 عمل.

$$\text{مستوى الاستخدام} = \frac{31}{88} \times 100 = 35.2\ \%$$

متوسط اجمالي المخزون = (107) ÷ (31)= 3.45 عمل.

متوسط وقت الاكمال المبكر = (19) ÷ (4)= 4.75 ساعة.

متوسط وقت التأخير = (18) ÷ (4) = 4.5 ساعة.

عدد الاعمال المتأخرة = 3 اعمال.

اكبر وقت تأخير= 10 ساعات.

الجدول (8-4)

تتابع الاعمال حسب قاعدة المعالجة الاطول

الاعمال	تتابع الاعمال	وقت المعالجة	وقت التدفق ساعة	تاريخ الاستحقاق	وقت التسليم الفعلي ساعة	وقت الاكمال ساعة	وقت التأخير ساعة
D	الاول	11	11 =11+0	30	30	19	0
B	الثاني	9	20 =9+11	19	20	0	1
C	الثالث	6	26=6+20	16	26	0	10
A	الرابع	5	31=5+26	24	31	0	7
المجموع		31	88		107	19	18

متوسط وقت التدفق = (88) ÷ (4) = 22 ساعة.

متوسط المخزون تحت التشغيل = (88) ÷ (31)= 2.84 عمل.

$$\text{مستوى الاستخدام} = \frac{31}{88} \times 100 = 35.2\ \%$$

متوسط اجمالي المخزون = (107) ÷ (31)= 3.45 عمل.

متوسط وقت الاكمال المبكر = (19) ÷ (4)= 4.75 ساعة.

متوسط وقت التأخير = (18) ÷ (4) = 4.5 ساعة.

عدد الاعمال المتأخرة = 3 اعمال.

اكبر وقت تأخير= 10 ساعات.

5- قاعدة النسبة الحرجة (*CR*) (*Critical ratio*)

بموجب هذه القاعدة يتم تحديد تتابع الاعمال على اساس اعطاء اولوية للعمل ذو النسبة الحرجة الاصغر وهكذا لبقية الاعمال. وبشكل عام فان العمل الذي تكون النسبة الحرجة له اقل من (1) سيكون متخلف عن الجدولة ، اما اذا كانت نسبته الحرجة مساوية (1) فان اكماله سيكون متطابق مع تاريخ استحقاقه ،

اما اذا كانت نسبته الحرجة اكبر من (1) سيكون انجازه الفعلي متقدم عن تاريخ استحقاقه. ان قاعدة النسبة الحرجة هي قاعدة ديناميكية بالمقارنة مع القواعد السابقة لأنه يمكن تحديثها باستمرار انسجاما مع التغير في الوقت المتبقي من تاريخ الاستحقاق. ويتم حساب النسبة الحرجة بموجب المثال (1)المعادلة الاتية:

$$\text{النسبة الحرجة} = \frac{\text{تاريخ الاستحقاق – التاريخ الحالي}}{\text{الوقت المتبقي من وقت التشغيل}}$$

الاعمال	النسبة الحرجة	التتابع
A	4.8= 5 ÷ (24 – 0)	الرابع
B	2.1= 9 ÷ (19 – 0)	الاول
C	2.67=6 ÷ (16 – 0)	الثاني
D	2.73= 11 ÷ (30 – 0)	الثالث

ملاحظة: التاريخ الحالي يبدأ من الان أي مساوي الى صفر.

حساب معايير الجدولة كما موضح في الجدول (8-5).

متوسط وقت التدفق = (81) ÷ (4) = 20.25 ساعة.

متوسط المخزون تحت التشغيل = (81) ÷ (31) = 2.6 ساعة.

$$\text{مستوى الاستخدام} = \frac{31}{81} \times 100 = 38.27\ \%$$

متوسط اجمالي المخزون =(96) ÷ (31) = 3.1 عمل.

متوسط وقت الاكمال المبكر= (16) ÷ (4) = 4 ساعة.

متوسط وقت التأخير= (5) ÷ (4) = 1.25 ساعة.

عدد الاعمال المتأخرة = 1 اعمال.

اكبر وقت تأخير= 5 ساعات .

الجدول(8-5)

تتابع الاعمال حسب قاعدة النسبة الحرجة (CR)

الاعمال	تتابع الاعمال	وقت المعالجة	وقت التدفق	تاريخ الاستحقاق	وقت التسلم الفعلي ساعة	وقت الاكمال المبكر ساعة	وقت التأخير ساعة
B	الاول	9	0+9=9	19	19	10	0
C	الثاني	6	9+6=15	16	16	1	0
D	الثالث	11	15+11=26	30	30	4	0
A	الرابع	5	26+5=31	24	31	0	5
المجموع		31	81		96	16	5

ان اختيار اي من القواعد اعلاه في جدولة الاعمال يعتمد بشكل عام على الاهداف التي تسعى الشركة الى تحقيقها على ضوء المعايير في تقويم القاعدة. وكما موضح في الجدول (8-6).

الجدول (8-6)

ملخص نتائج قواعد الجدولة

القاعدة	FCFS	SPT	EDD	LPT	CR
متوسط وقت التدفق	17.5	16.75	18	22	20.25
متوسط المخزون تحت التشغيل	2.26	2.16	2.32	2.84	2.6
مستوى الاستخدام %	44.29	46.67	43.1	35.2	38.3
متوسط اجمالي المخزون	3.03	2.94	2.9	3.45	3.1
متوسط وقت الاكمال المبكر	6	6	4،5	4.75	4
متوسط وقت التأخير	1.25	0.5	0.25	4.5	1.25
عدد الاعمال المتأخرة	2	2	1	3	1
اكبر وقت تأخير	4	1	1	10	5

يمكن استخلاص الملاحظات الاتية:

1- ان قاعدة (SPT) حققت اقل متوسط وقت التدفق ومتوسط المخزون تحت التشغيل ومتوسط وقت التأخير واقل اكبر وقت تأخير واعلى مستوى الاستخدام بالمقارنة مع بقية القواعد.

2- ان قاعدة (EDD) حققت اقل متوسط اجمالي المخزون واقل عدد الاعمال المتأخرة واقل اكبر وقت تأخير.

3- اما قاعدة (CR) حققت افضل متوسط وقت الاكمال المبكر واقل عدد الاعمال المتأخرة.

6- قاعدة جونسون في حالة تتابع عدد من الاعمال على ماكينتين :

طورت هذه القاعدة من قبل الباحث جونسون عام 1954 على شكل خوارزمية عرفت باسم مكتشفها لإيجاد التتابع الامثل لمجموعة من الاعمال المراد انجازها على ماكينتين, بحيث يكون وقت الاكمال الكلي (*Make span Time*) ، اقل ما يمكن, بعكس القواعد السابقة (تتابع على الاعمال على ماكنة واحدة) والتي يكون فيها وقت الاكمال الكلي متساوي بغض النظر عن القاعدة المستخدمة.

تفترض هذه القاعدة بان يتم معالجته كل عمل من الاعمال المراد جدولتها اولا على الماكنة الاولى ومن ثم على الماكنة الثانية, اضافة الى ان اوقات المعالجة الفعلية لكل عمل على كل ماكنة معروفة مسبقا. ولتوضيح ميكانيكية عمل قاعدة جونسون نورد المثال الاتي:

مثال(2): تعالج خمسة اعمال بشكل متعاقب على ماكينتين (تثقيب وخراطة) وكانت اوقات المعالجة لكل عمل وعلى كل ماكنة كما مبين في الجدول الاتي:

الاعمال	المكائن	
	ماكنة التثقيب (A)	ماكنة الخراطة (B)
	وقت المعالجة (ساعة)	وقت المعالجة (ساعة)
الاول	7	10
الثاني	5	3
الثالث	20	7
الرابع	12	20
الخامس	6	6

المطلوب: تحديد تتابع الاعمال باستخدام قاعدة جونسون لتقليل وقت الاكمال الكلي والوقت العاطل.

الحل: بتطبيق قاعدة جونسون يكون الهدف اختيار التتابع الذي يقلل وقت الاكمال الكلي للأعمال الخمسة اعلاه وفقا للخطوات التالي:

- الخطوة الاولى نبحث عن اقصر وقت معالجة في الجدول اعلاه, والذي يعود الى العمل الثاني والذي يقع على الماكنة الثانية, والمساوي الى (3) ساعة. لو كان الوقت الاقصر لهذا العمل يقع على الماكنة الاولى لتم جدولته في اول التتابع. لكنه يقع على

الماكنة الثانية, لذلك يتم جدولته في نهاية التتابع ويحذف من المنافسة القادمة:

بداية التتابع					الثاني	نهاية التتابع

- الخطوة الثانية نبحث عن اقصر وقت معالجة الثاني في الجدول اعلاه, والذي يعود للعمل الخامس المساوي (6) ساعات. ولكونه متساوي عند الماكنة الاولى والثانية, نستطيع ان نختار عشوائيا اما في بداية التتابع او في نهايته ، سوف نختار موقعه في اول التتابع ومن ثم يحذف من المنافسة القادمة.

بداية التتابع	**العمل 5**				**العمل 2**	**نهاية التتابع**

- الخطوة الثالثة نجد ان العملان (الاول والثالث) متساويين بوقت المعالجة وهو (7) ساعات. ولكون العمل الاول يقع على الماكنة الاولى فيتم وضعه في بداية التتابع بعد العمل الخامس, اما العمل الثالث فيقع على الماكنة الثانية لذلك يتم جدولته في نهاية التتابع قبل العمل B وكما موضح ادناه:

بداية التتابع	العمل 5	العمل 1		العمل 3	العمل 2	نهاية التتابع

- الخطوة الرابعة اما العمل الاخير الرابع فيوضع في الحقل المتبقي الاخير وسط التتابع و وبذلك يصبح تتابع الاعمال كما يلي :

التتابع	1	2	3	4	5
الاعمال	العمل 5	العمل 1	العمل 4	العمل 3	العمل 2

وبذلك سيكون التتابع للأعمال الخمسة على الماكينتين كما يلي :

الاعمال	الخامس	الاول	الرابع	الثالث	الثاني
وقت التشغيل على الماكنة الاولى	6	7	12	20	5
وقت التشغيل على الماكنة الثانية	6	10	20	7	3

7- الجدولة في نظم الانتاج بالدفعات وخارطة كانت (*Gantt chart*)

تعد خارطة كانت (*Gantt Chart*) واحدة من اقدم الاساليب المستخدمة في جدولة الانتاج في حالة الانتاج بالدفعات او نظم الانتاج المتقطع. ان الخارطة عبارة جدول زمني يبين به كيفية تدفق الاعمال ومواعيد انجازها (اوامر الانتاج لمنتجات متنوعة او لطلبة او لمحاضرات) على موارد الانتاج (مكائن ,مراكز الانتاج, قاعات دراسية, اساتذة) بعد ان يتم اعداد أولويات تلك الاعمال بموجب قواعد الجدولة المذكورة اعلاه, أي انها عملية تخصيص لتلك الموارد لانجاز الاعمال بهدف تحديد الوقت الضائع ومستوى الاستخدام للطاقة المتاحة.

تتمثل صعوبة الجدولة في حالات الانتاج بالدفعات في كثرة البدائل لأولويات او تتابع الاعمال التي تصل الى مركز انتاجي في نفس الوقت, فعلى سبيل المثال لو كان لدينا (5) اعمال, فان البدائل المتاحة في التتابع لتلك الاعمال سيصل الى(120) بديل (1×2×3×4×5), وبالتالي من الصعوبة بمكان اختيار البديل الافضل, كما ان التناقض في طبيعة الاهداف للجدولة المتمثلة بمستوى المخزون تحت التشغيل ومواعيد التسليم ومستوى التحميل تجعل عملية الاختيار اكثر تعقيدا .

قواعد تقويم الجدولة باستخدام خارطة كانت قائمة على عدة معايير منها اوقات الانتظار للأعمال ومستوى الاستخدام لمحطات العمل و لبيان كل ما تقدم و طريقة اعداد خارطة كانت نورد الامثلة الاتية :

مثال (3) : الجدول الاتي يبين بالبيانات المتعلقة بخمسة اعمال يراد انتاجها في ثلاثة مراكز انتاج , بفرض ان التابع لتلك الاعمال على النحو (1, 4, 5, 2, 3) ويوم العمل 8 ساعات .

الاعمال	ساعات العمل في مراكز الانتاج	تاريخ الاستحقاق (يوم)
1	A/2, B/3,C/4	3
2	C/6,A/4	2
3	B/3, C/2,A/1	4
4	C/4, B/3,A/3	4
5	A/5, B/3	2

المطلوب: ا- اعداد خارطة كانت 2- حساب الوقت الضائع في مراكز الانتاج 3- حساب الوقت الانتظار لكل عمل 4-تاريخ التسليم الفعلي 5- مستوى للاستخدام لمراكز العمل.

تمهيد لحل المثال :

- نفترض ان الاعمال الخمسة قد وصلت في نفس الوقت.
- يقصد بساعات العمل في مراكز الانتاج على سبيل المثال ان العمل (1) يحتاج الى 2 ساعة في المركز (A) وثم ينتقل الى المركز (B) ويحتاج الى (3) ساعة عمل, واخير ينقل الى المركز (C) ويتطلب انجازه الى (4) ساعات عمل, وهكذا بالنسبة لبقية الاعمال.
- ان تاريخ الاستحقاق للأعمال في الجدول يحسب من تاريخ اليوم أي العمل (1) مخطط تسليمه بعد (3) ايام من الوقت الحاضر ما يعادل (3 يوم ×8 ساعات = 24 ساعة), وبنقس الطريقة لبقية الاعمال.

- لا يمكن البدا بالعمل ما لم تكون ساعات العمل المتاحة في مركز الانتاج مساوية او اكثر من ساعات العمل المطلوبة لانجاز العمل في ذلك المركز.

الحل :

الجدول (8-7)

مركز	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
A	عمل 1				عمل 5						عمل 4							عمل 2				عمل 3
B					عمل 1			عمل 4		عمل 5				عمل 3								
C				عمل 4					عمل 1						عمل 2		عمل 3					

1- اعداد خارطة كانت بموجب التتابع المعطى بالسؤال (1, 4, 5, 2, 3). وكما موضح في الجدول (8-7)

- نبدأ بالعمل (1) حيث يقضي (2) ساعة في المركز (A) وينتقل الى مباشرة الى المركز (B) ومن ثم الى المركز (C)وحسب ساعات العمل المطلوب لإنجازه دون ان يكون لديه وقت انتظار.
- يأتي دور العمل (4)حسب التتابع ويقضي (4) ساعات في المركز (C) ويبقى في الانتظار لمدة (1) ساعة قبل الشروع بإنجازه في المركز (B) لان المركز (B) لايزال مشغول بالعمل (1), ثم ينتقل الى المركز (A) مباشرة وبالتالي سيكون لديه وقت انظار مقداره (1) ساعة.
- اما العمل (5) فيقضي (2) ساعة انتظار في المركز(A) قبل الشروع بالعمل عليه وبعد انجازه يتوقف لمدة (1) ساعة في الانظار عند المركز (B) وبالتالي اجمالي اوقات الانتظار له (3) ساعات.
- العمل الاحق هو (2) سيكون لديه (9) ساعات انتظار قيل البدا به في المركز (C)

- واخير العمل (3) يكون لديه وقت انتظار (14) ساعة موزعة (11) ساعة عند المركز (B) و (1) ساعة عند المركز (C) و (2) ساعة عند المركز (A). ونلاحظ اننا لم نستطيع البدا بالعمل (3) على المركز (A) على الرغم كون المركز غير مشغول في الساعتين الاولى والثانية لان العمل يحتاج الى (3) ساعات عمل.

2- ان الوقت الكلي لانجاز الاعمال يساوي (20) ساعة من الان.

3- الجدول (8-8) يوضح اوقات الانتظار ومواعيد الانجاز للأعمال الخمسة:

جدول (8-8)

الاعمال	وقت الانتظار (ساعة)	وقت الانجاز الفعلي (ساعة)	وقت الانجاز المخطط (ساعة)	الانحراف
1	0	9	24	15 ساعة مبكر
2	9	19	16	3 ساعات متأخر
3	14	20	32	12 ساعة مبكر
4	1	11	32	21 ساعة مكر
5	3	11	16	5 ساعات مبكر

أي ان جميع الاعمال سيتم انجازها بوقت مبكر عن التاريخ المخطط له ماعدا العمل (2) يتأخر عن تاريخ استحقاق انجازه ب (3) ساعات.

3- نسبة الوقت الضائع و مستوى الاستخدام لمراكز الانتاج.

مراكز الانتاج	الوقت الضائع (ساعة)
A	5
B	8
C	4
المجموع	17

نسبة الوقت الضائع

= (مج الوقت الضائع ÷ مج الاوقات المتاحة في مراكز الانتاج)× 100

= (17÷60) ×100 = 28.3%.

نسبة الاستخدام

=(مج اوقات المعالجة للأعمال÷مج الاوقات المتاحةفي مراكز الانتاج)× 100

= (43÷60) ×100= 71.7%.

مثال(4): الجدول الاتي يتضمن بيانات عن اربعة اعمال وثلاثة مراكز انتاج C, B, A، وقد قدر الزمن اللازم الانتظار والحركة بين مراكز الانتاج ب (6) ساعات. وكان تتابع الاعمال الاربعة كما يلي(4,3,2,1). علما ان يوم العمل (8) ساعات.

الاعمال	وقت المعالجة في مراكز الانتاج	تاريخ الاستحقاق او التسليم (يوم)
1	C4,B1,A2	3
2	A2,C4	2
3	A2,B4	2
4	C3,A2,B4	3

المطلوب: اعدا خارطة كانت للأعمال الاربعة و تحديد الاعمال التي سيتأخر عن مواعيد التسليم او الاستحقاق ؟ وما هي الحلول المقترحة لتجنب التأخير؟

جدولة الاعمال حسب خارطة كانت و بموجب التتابع(4,3,2,1) المحدد بالسؤال وكما مبين في الجدول (8-9):

الجدول (8-9)

جدولة الاعمال حسب خارطة كانت

الماكنة	ساعات العمل																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
A	1											2		3		4									
B	3						4		1																
C	2																	1					4		

من الجدول (8-9) يتضح بان العمل الرابع سيتأخر عن مواعيد التسليم لأنه يحتاج الى (25) ساعة عمل, في حين ان تاريخ استحقاقه بعد (3) ايام أي بعد (24) ساعة على اعتبار ان يوم العمل (8) ساعات.

ولغرض حل هذه المشكلة ممكن في هذه حالة استخدام اسلوب المحاكاة (Simulation)من خلال التحكم بالأولويات الاعمال الخمسة حيث يوجد (5×4×3×2×1) =120 احتمال لتغيير اولويات هذه الاعمال. في حالة تقديم العمل الرابع وأعطاه اولوية على العمل الثالث واصبح التتابع (1, 2 ,4 , 3) وكما موضح في الجدول (8-10). فسيتم انجاز العمل الرابع في اليوم الثالث بساعة واحدة بشكل مبكر عن تاريخ استحقاقه, اما العمل الثالث فسيتم ان انجاز بموعد استحقاقه.

الجدول (8-10)

الماكنة	ساعات العمل																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
A	1											2		4		3									
B	4								1																
C	2																	1					4		

ان العمل على تلك الاحتمالات يدويا امر في اية الصعوبة خصوصا في حالة كثرة عدد الاعمال المراد جدولتها ,للك تستخدم برامج الكومبيوتر خاصة في هذا المجال لتحديد الاحتمال المناسب باسرع وقت ممكن .

لقد تناولنا في الامثلة السابقة حالات الجدولة لمجموعة من الاعمال التي يتم جدولتها وفق قواعد جدولة معلومة, الا انه في بعض الاحيان قد يكون وقت الوصول لبعض الاوامر اثناء عملية التنفيذ وباوقات مختلفة, مما يتطلب جدولتها بموجب تواريخ وصولها , اي بموجب قاعدة ما يرد مبكرا يعالج اولا , الا انه قد يصادف تزامن الوصول اثناء عملية التنفيذ لبعض الاوامر في وقت واحد مما يستلزم اعتماد قاعدة اخرى هي وقت المعالجة الاقصر . ونستعرض هذه الحالة في المثال الاتي:

المثال (5): الجدول (8-10) يتضمن بيانات عن اربعة اعمال واربعة محطات (D,C,B,A) ووقت وصول لتلك الاعمال ووقت المعالجة في كل محطة.

الاعمال	وقت الوصول من الان (يوم)	وقت المعالجة(يوم)
1	0	C35, B20, A10
2	0	D15, C30, A20, B25
3	20	D10, B10
4	30	D20, C10,A15

المطلوب: اعداد خارطة كانت

يتم اعداد خارطة كانت وفق فاصل زمني (5) ايام ولمدة (120) يوم و كما موضح في الجدول (8-11) وحسب الخطوات الاتية:

الجدول (8-11)

الزمن	يوم																								
ماكنة	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
A		1						2			4													
B					2		3			1														
C										2							4			1				
D									3								2		4					

1- يتم البدأ بجدولة العملين الاول والثاني على المحطة (A) و (B) على التوالي لكون المحطتين غير مشغولتين باي من الاعمال.

2- في نهاية اليوم (10) سيتم اكمال العمل الاول على المحطة (A) ويبقى في الانتظار لان المحطة (B) مشغولة بالعمل الثاني.

3- في نهاية اليوم (15) يبقى الحال على ما هو عليه نتيجة عدم وصول اعمال جديد.

4- في نهاية اليوم (20) يصل العمل الثالث ويبقى في الانتظار مع العمل الاول عند المحطة (B) لكونها ما زالت مشغولة الثاني.

5- في نهاية اليوم (25) سيم انجاز العمل الثاني على المحطة (B) وتصبح جاهزة لاستقبال واحد من العملين الاول او الثالث. ولكون وقت المعالجة للعمل الثالث (10) ايام وهو اقل من وقت المعالجة للعمل الاول (20) يوم يتم اعطاءه اولوية في عملية التنفيذ ويستمر العمل الاول بالانتظار . وفي نفس الوقت يكون العمل الثاني قد تم انجازه على المحطة (B) وينتقل مباشرة الى المحطة (A) لكونها غير مشغولة.

6- في نهاية اليوم (30) سيصل العمل الرابع ويبقى في الانتظار عند المحطة (A) لكونها مشغولة بالعمل الثاني.

7- في نهاية اليوم (35) سيتم اكمال العمل الثالث في المحطة (B) وتصبح جاهزة

وتبدا المعالجة على العمل الاول على تلك المحطة, ويبقى لدينا العمل الرابع مستمرا في الانتظار عند المحطة (A).

8- في نهاية اليوم (40) يستمر الحال على ما هو عليه دون تغير.

9- في نهاية اليوم (45) تكون المحطة (A) قد اكملت انجاز العمل الثاني وينقل مباشرة الى المحطة (C), و في نفس الوقت تبدا المعالجة للعمل الرابع على المحطة (A).

10- في نهاية اليوم (55) يتم اكمال العمل الاول عند المحطة (B) وينتقل الى المحطة (C) ويبقى في الانتظار.

11- في نهاية اليوم (60) يتم اكمال العمل الرابع على المحطة (A) وينتقل الى المحطة (C) ويبقى في الانتظار مع العمل الاول في المحطة (C) لكونها لازالت مشغولة بمعالجة العمل الثاني, وتكون المحطتين (A) و (B) غير مستغلتين لما تبقى من وقت الجدولة بسبب عدم وجود اعمال يمكن معالجة عليهما.

12- في نهاية اليوم (75) تصبح المحطة (C) جاهزة بعد انجازها المعالجة على العمل الثاني , ولكون في هذه المحطة هنالك عملان في الانتظار هما العمل الاول والرابع من الفترات السابقة, يتم المفاضلة بينهما ويجدول العمل الرابع لكون وقت المعالجة له اقل من وقت المعالجة للعمل الاول.

13- في نهاية اليوم (85) يتم اكمال المعالجة على العمل الرابع على المحطة (C) , وتصبح المحطة جاهزة لاستقبال العمل الاول, اما العمل الرابع فينتقل الى المحطة (D) ويبقى في الانتظار لان المحطة لازالت مشغولة بمعالجة العمل الثاني .

14- في نهاية اليوم (90) سيتم الانتهاء من العمل الثاني على المحطة (D) و تبداء معالجة العمل الرابع .

15- في نهاية اليوم (110) سيتم اكمال معالجة العمل الرابع على المحطة (D) وتبقى غير مستغلة لما تبقى من وقت الجدولة.

16- في نهاية اليوم يوم (120) يتم اكمال المرحلة الاخيرة للعمل الاول على المحطة (C) وتكون جميع الاعمال قد جدولتها بشكل كامل.

وعلى ضوء الشكل اعلاه يمكن حساب اوقات الانتظار للاعمال الاربعة وتواريخ انجازها ومستوى الاستخدام لمحطات العمل وكما مبين في الجدول الاتي:

الاعمال	وقت الانتظار (يوم)	تاريخ الاكمال من الان (يوم)	المحطات	مستوى الاستخدام (يوم)
1	55	120	A	75
2	0	90	B	65
3	25	45	C	45
4	65	110	D	75

3-8 : تقارير واساليب التحميل

تعد تقارير التحميل اداة تتيح للادارة الشركة تشخيص ظاهرتي الاختناقات (*Bottleneck*) والوقت العاطل (*Idle time*). ان ظاهرة الوقت العاطل تتبلور عندما تكون الطاقة اللازمة لإنجاز اوامر الانتاج اقل من الطاقة المتاحة لمركز الانتاج. في حين تتكون ظاهرة الاختناقات في حالة العكس, أي ان الطاقة المتاحة لمركز الانتاج تكون اقل من الطاقة اللازمة لإنجاز اوامر الانتاج. ان ظاهرة الاختناقات والمتمثل بالعبء العالي (*Overload*) سببها يكمن في الاعتقاد الخاطئ لدى بعض الادارات في العمل على رفع مستوى الاستخدام في مراكز الانتاج من خلال زيادة الاعمال المصرح بها دون الاخذ بنظر الاعتبار الطاقة المتاحة لتلك المراكز. ان هذا الاعتقاد يقود الى تحويل هذه الاوامر الى عمل تحت الصنع، وثم زياد المهل الزمنية اللازمة لإنجازها, مما يضعف قدرة الشركة على الوفاء بالتزاماتها امام العملاء.

توجد نوعين من اساليب التحميل هما:

اولا: اسلوب التحميل غير المحدود (*Infinite Loading*)

يقوم هذا الاسلوب على جدولة الاعمال الى الخلف(اي البدء بعملية التحميل من تاريخ الاستحقاق وصولا الى تحديد تاريخ الاطلاق) او الجدولة الى الامام (اي البدء بعملية التحميل من تاريخ الاطلاق وصولا الى تحديد تاريخ الاستحقاق الفعلي), حيث يتم تحميل محطات بكامل الاعباء دون الاخذ بنظر الاعتبار الطاقة المتاحة لتلك المحطات ، لذلك سيظهر في بعض الايام تحميل عالي وفي ايام اخرى وقت عاطل.

ثانيا: اسلوب التحميل المحدود (*finite Loading*)

هو عملية جدولة الاعمال الى الخلف او الامام اذ يتم توزيع عبء العمل حسب الطاقة المتاح لمحطات العمل, اي ان العمل الذي يتطلب انجازه اكثر من ساعات العمل المتاحة في المحطة يتم ترحيله الى اليوم التالي. ولتوضيح اسلوب التحميل المحدود وغير المحدود نورد المثال الاتي:

مثال 5: الجدول الاتي يبين الاعمال ووقت المعالجة(بالساعة) في المحطات وتواريخ الاستحقاق (بالأيام) مع العلم ان يوم العمل (8) ساعات و وقت الاعداد والحركة والانتظار للأعمال بين المحطات (4) ساعة. وبافتراض ان تتابع الاعمال هو 1, 2, 3 على التوالي.

الاعمال	وقت المعالجة في مراكز الانتاج	تاريخ الاستحقاق او التسليم (يوم)
1	B/3, A/2, C/4	3
2	A/4, C/6	2
3	B/4. A/5	2

المطلوب: 1- جدولة الاعمال اعلاه باستخدام اسلوبي التحميل غير المحدود في حالتي الجدولة الى الخلف والى الامام.

1- في حالة الجدولة الى الخلف

جدولة العمل الاول **تاريخ الاستحقاق**

ساعات العمل في اليوم الاول								ساعات العمل في اليوم الثاني								ساعات العمل في اليوم الثالث							
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
								وقت المعالجة 3 ساعة في المحطة A	4 ساعة وقت الاعداد وانتظار والحركة				وقت المعالجة 3 ساعة في المحطة B			4 ساعة وقت الاعداد وانتظار والحركة					وقت المعالجة 4 ساعة في المحطة C		

جدولة العمل الثاني **تاريخ الاستحقاق**

ساعات العمل في اليوم الاول								ساعات العمل في اليوم الثاني								ساعات العمل في اليوم الثالث							
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
							وقت المعالجة 6 ساعة في المحطة C	4 ساعة وقت الاعداد وانتظار والحركة							وقت المعالجة 4 ساعة في المحطة A							

جدولة العمل الثالث **تاريخ الاستحقاق**

ساعات العمل في اليوم الاول								ساعات العمل في اليوم الثاني								ساعات العمل في اليوم الثالث							
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
				وقت المعالجة 4 ساعة في المحطة B				4 ساعة وقت الاعداد وانتظار والحركة			وقت المعالجة 5 ساعة في المحطة A													

الشكل (8-1)

جدولة الاعباء لاوامر الانتاج

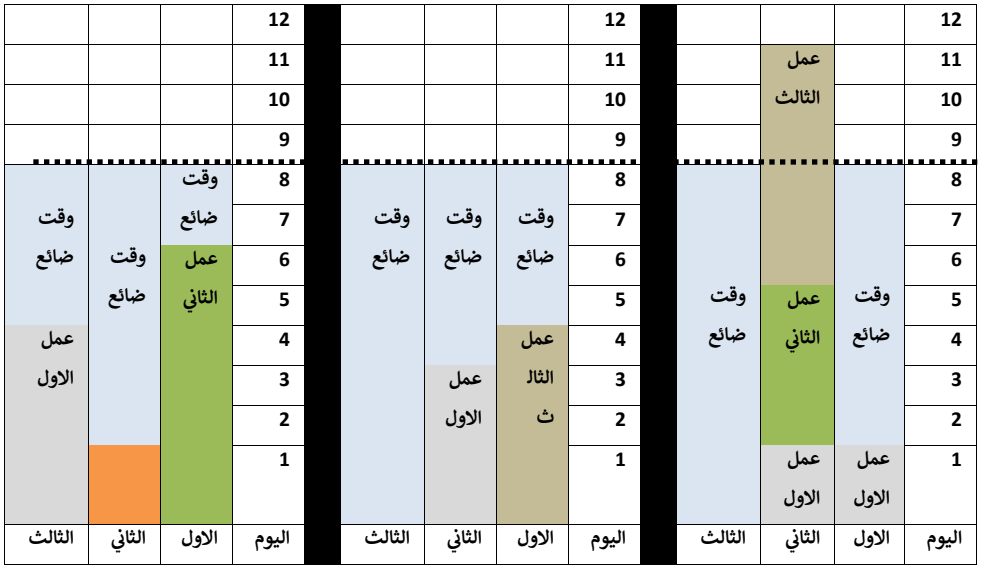
- يتم تحويل تواريخ الاستحقاق الى ساعات اي ان العمل الاول سيكون تاريخ استحقاقه بعد 24 ساعة (3 ايام × 8 ساعات) والعمل الثاني والثالث يصبح تاريخ استحقاقهما بعد 16 ساعة (2 يوم × 8 ساعات).
- رسم مسار توقيتات التحميل لكل عمل ابتداء من تاريخ الاستحقاق للعمل الاول اولا ومن ثم الثاني والثالث كما موضح في الشكل (8-1).

يتم تحميل العمل الاول ب (4) ساعات في اليوم الثالث في المحطة (C) ثم العودة الى الوراء 4 ساعات هي وقت الاعداد و الحركة والانتظار بين المحطتين (B) و (C) ومن يحمل العمل الاول ب (3) ساعات من اليوم الثاني في المحطة (B) ونعود الى الوراء (4) ساعات هي وقت الاعداد و الحركة والانتظار بين المحطتين (B) و (A) ومن ثم يحمل العمل الاول ساعة واحدة في اليوم الثاني وساعة اخرى في اليوم الاول على المحطة (A) وبنفس الطريقة يتم تحميل العمل الثاني من خلال الجدولة الى الخلف ابتداء من اليوم الثاني المحطة (C) ومن ثم المحطة (A), وكما ان العمل الثالث يجدول بالطريقة ذاتها.

بعد الانتهاء من عملية التحميل يصبح تحديد نقاط الاختناق سهل حيث يتضح في الشكل (8-2) ان المحطاتين (C,B) يوجد فيهما وقت ضائع في جميع ايام العمل الثلاث, اما المحطة (A) تعاني من اختناق في اليوم الثاني ولديها وقت ضائع في اليومين الاول والثالث, ويمكن معالجته من خلال العمل الاضافي او تجزئة حجم الدفعة وغيرها من الاساليب المتاحة التي تم التطرق اليها في التخطيط الاجمالي .

اما في حالة اعتماد اسلوب التحميل المحدود فيتم انجاز العمل الثالث في المحطة (A) على اليوم الثاني بمقدار (3) ساعات و (2) ساعة يتم ترحيلها الى اليوم الثالث وكما موضح في الشكل (8-3). وبالتالي فان العمل الثالث سيتاخر انجازه عن تاريخ استحقاقه الى اليوم الثالث.

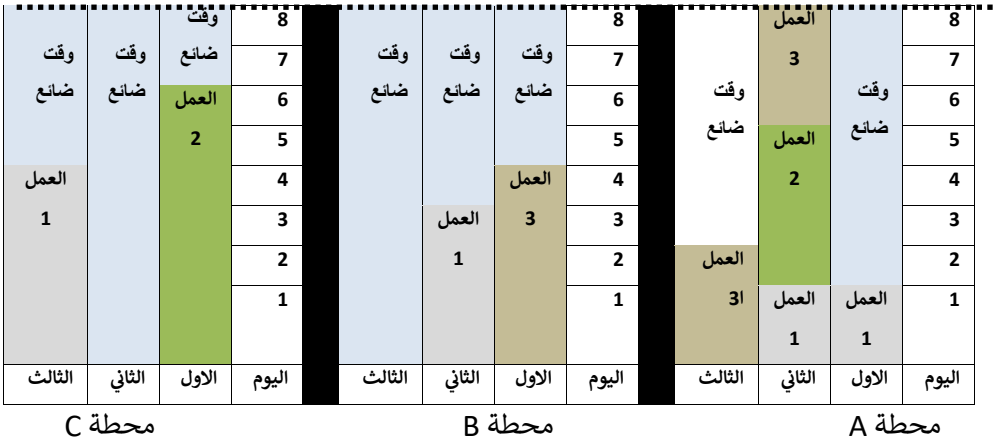
عدد ساعات التحميل



الشكل (8-2)

الجدولة الى الخلف باعتماد أسلوب التحميل غير المحدود

عدد ساعات التحميل



الشكل (8-3)

جدولة الاعمال على المحطات بأسلوب التحميل المحدود

2- في حالة الجدولة الى الامام

يتم رسم مسار توقيتات التحميل لكل عمل ابتداء من تاريخ الاستحقاق للعمل الاول ومن ثم الثاني والثالث كما موضح في الشكل(8-4).اذ يحتاج العمل الاول الى (2) ساعة في المحطة (A) , ومن ثم (4) وقت الاعداد والنتظار والنقل الى المحطة (B) , وبعد ذلك يتطلب وقت معالجة (3) ساعات عند المحطة (B), تتبعة (4) ساعات وقت الاعداد والنتظار والنقل الى المحطة (C), واخيرا (4) ساعات معالجة في المحطة (C). وبنفس الطريقة تتم جدولة العملين الثاني والثالث.

جدولة العمل الاول

ساعات العمل في اليوم الاول								ساعات العمل في اليوم الثاني								ساعات العمل في اليوم الثالث							
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
وقت المعالجة 2 ساعة في المحطة A		4 ساعة وقت الاعداد وانتظار والحركة						وقت المعالجة 3 ساعة في المحطة B			4 ساعة وقت الاعداد وانتظار والحركة					وقت المعالجة 4 ساعة في المحطة C							

جدولة العمل الثاني

ساعات العمل في اليوم الاول								ساعات العمل في اليوم الثاني								ساعات العمل في اليوم الثالث							
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
وقت المعالجة 6 ساعة في المحطة C								4 ساعة وقت الاعداد وانتظار والحركة								وقت المعالجة 4 ساعة في المحطة A							

جدولة العمل االثالث

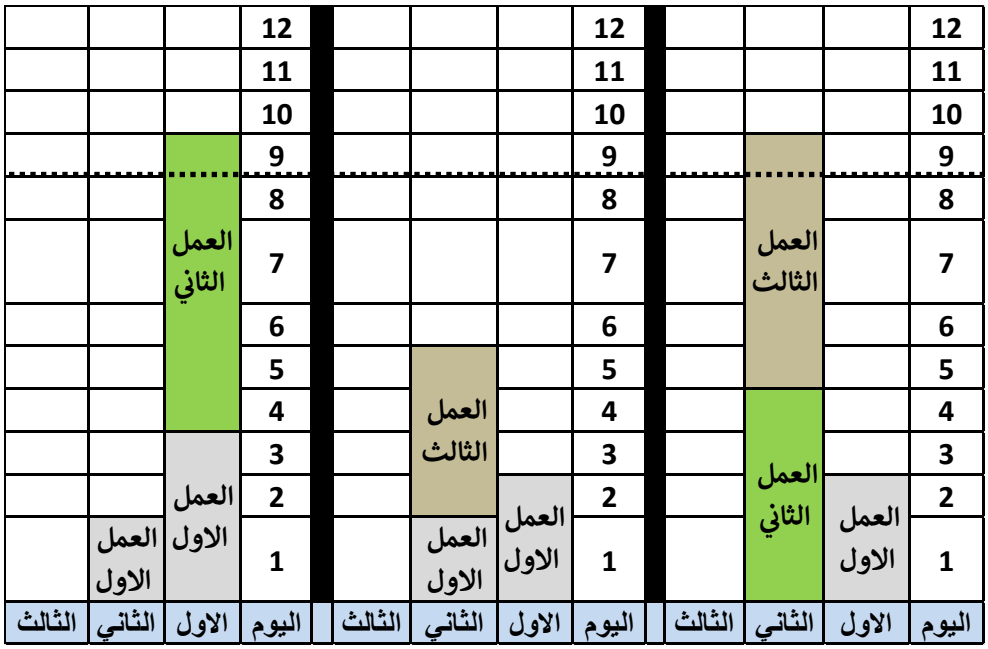
ساعات العمل في اليوم الاول								ساعات العمل في اليوم الثاني								ساعات العمل في اليوم الثالث							
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
وقت المعالجة 4 ساعة في المحطة B				4 ساعة وقت الاعداد وانتظار والحركة				وقت المعالجة 5 ساعة في المحطة A															

الشكل (8-4)

الجدولة الى الامام لاعمال على المحطات باعتماد أسلوب التحميل غير المحدود

اعداد تقرير التحميل غير المحدود وكما موضح بالشكل (8-5) , اذ ان المحطة (A) في اليوم الثاني والمحطة (C) في اليوم الاول تعانيان من عبء عال مقارنة مع الطاقة المتاحة, في حين في بقية الايام هناك وقت ضائع, اما المحطة (B) تعاني من وقت ضائع في جميع ايام العمل.

عدد ساعات التحميل



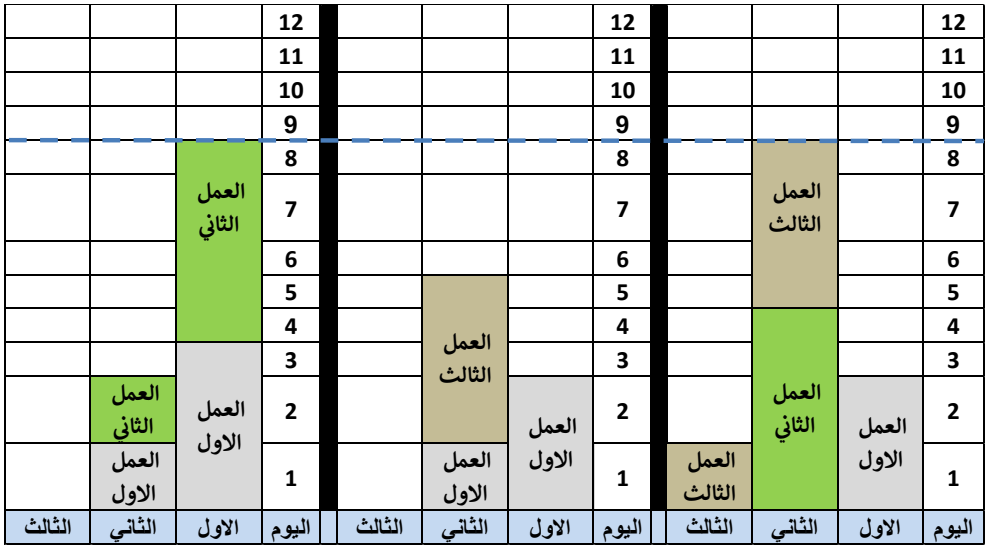
المحطة (A) المحطة(B) المحطة (C)

الشكل (8-5)

الجدولة لاعمال على المحطات الى الامام باعتماد أسلوب التحميل غير المحدود

اما في حالة استخدام اسلوب العبء المحدود فسيتم انجاز جزء من العمل الثالث في المحطة (A) وبمقدار ساعة واحدة الى اليوم الثالث, في حين تجري تسوية العمل الثاني في المحطة (C) وبمقدار ساعة واحدة من اليوم الاول الى اليوم الثاني. وكما يلاحظ من الشكل (8-6) فان العمل الثالث ستاخر عن موعد استحاقه الى اليوم الثالث.

عدد ساعات التحميل



المحطة (A) المحطة(B) المحطة (C)

الشكل (8-6)

الجدولة لاعمال على المحطات الى الامام باعتماد أسلوب التحميل المحدود

8-4 : نظرية القيود (*Theory of Constraints*)

اولا: مفهوم نظرية القيود

تعد نظرية القيود *Theory Of Constraints* (TOC) هي احد الاساليب الادارية التي اتخذت منهجية معالجة عملية التدفق خلال النظام الانتاجي ككل ابتداء من مرحلة التجهيز مرورا بالعمليات التحويلية وانتهاء بعملية التوزيع المنتجات النهائية للمستهلكين.

يعود الفضل في ظهور نظرية القيود للجهود البحثية التي قام بها الكاتب (*Eilyaho Goldratt*) في كتابه "الهدف". فقد اكد على ان الهدف الاساسي لشركات الاعمال هو تحقيق الارباح وصناعة الاموال, اذ ان الشركات التي لا تحقق الهدف اعلاه سيكون مصيرها الافلاس والاختفاء من بيئة الاعمال. لقد لاحظ (

Goldratt) الذي كان مهتما بمشاكل الجدولة والمتمثلة في ظهور نقاط الاختناق (*Bottlenecks*) في محطات العمل على شكل اعمال تحت التشغيل (*Work in process*), هذه الاختناقات التي تعد احد القيود في النظام الانتاجي , والتي لن تساهم في زيادة المبيعات وبالتالي تحقيق الارباح في الوقت الحاضر او المستقبل. ان نظرية القيود تعتبر جميع المتغيرات التقليدية مثل تقليل الكلف, ورفع مستوى الاستخدام ، وتحسين الانتاجية والجودة والالتزام بمواعيد التسليم, ما هي الا وسائل لبلوغ الهدف الاساسي والمتمثل بتكوين الاموال.

لقد جاءت نظرية القيود بمفاهيم جديدة في مجال محاسبة الكلف والمحاسبة الادارية فيما يخص مؤشرات مثل المخرجات والمخزون وتكاليف الانتاج وفقا لرؤيا تختلف عن النظرة التقليدية لتلك المؤشرات.

1- ان المخرجات هي عبارة عن المبيعات بعد طرح قيمة المواد الاولية الداخلة في صناعة الوحدات المباعة لان الانتاج ليس هدف بحد ذاته ، وإنما ما يباع منه هو الذي يساهم في تكوين الاموال. ومن هنا اذا وجدت موارد اضافية (طاقة اضافية) يجب ان توجه لمساعدة قسم المبيعات في ايجاد اسواق جديدة وبالتالي زيادة المبيعات. او استثمار تلك الموارد وتوجيهها الى نقاط الاختناق في النظام الانتاجي لتسريع العملية الانتاجية وضمان انسيابية تدفق المنتوج بين مراكز الانتاج.

2- ان المخزون بموجب نظرية القيود يمثل قيمة المواد الاولية المراد استخدامها لغرض انتاج الوحدات المباعة. اما قيمة العمل ونفقات الانتاج الاخرى فتدخل في تكاليف الانتاج غير المبررة. ان منطق نظرية القيود يقوم على اساس من الخطأ تحميل الوحدات المخزون مصاريف الانتاج من اجور واندثارات وغيرها باستثناء قيمة المواد الاولية. فالمخزون الموجود فعلا وعلى افتراض بيعه لاحقا يمثل رأسمال مجمد في الوقت الحاضر ولا يتحول الى مال الا بعد عملية بيعه (باستثناء مخزون الامان عند محطات الاختناق).

3- ويرى (*Goldratt*) ان تكاليف الانتاج عبارة عن النفقات المصرفة لتحويل المواد الاولية الى منتجات مباعة.

ان نظرية القيود تسلط الضوء على مشاكل الجدولة التي تتمثل بالاختناقات والوقت العاطل. وبموجب النظرية فان نقاط الاختناقات يجب اعادة جدولتها من خلال مجموعة من الاساليب مثل تقليص وقت الاعداد للمكائن لتخفيض وقت الانتظار ولتسريع عملية انتقال وحركة اوامر الانتاج بين الاقسام او محطات العمل, او من خلال التحكم بموارد الانتاج في المحطات التي يوجد فيها وقت ضائع او زيادة في الطاقة المتاحة مقارنة بالطاقة اللازمة للانتاج ونقل تلك الموارد الى المحطات العمل التي تعاني من الاختناقات.

ان وجود الوقت الضائع او العاطل في محطات العمل هو عبارة عن طاقة فائضة. يجب ان لا يستغل في زيادة مستوى الاستخدام في تلك المحطات في حالة عدم وجود حاجة لتلك الوحدات لأنها ستتحول الى مخزون وليس الى مبيعات. فمن الافضل عدم استخدام تلك الطاقة و توجيها الى نقاط الاختناقات في المحطات الاخرى من خلال تدريب العاملين للحصول على مهارات متنوعة او استخدام مكائن متعددة الاستخدام.

تاسيسا على ما تقدم فان نظرية القيود تعد اسلوب لادارة القيود في النظام الانتاجي يهدف الى تعظيم مبيعات الشركة.ويمكن تعريف نظرية القيود على انها فلسفة ادارية قائمة على تحديد القيود في النظام والعمل على التخلص من تلك القيود لضمان تدفق كفؤ عبر سلسة التجهيز المكونة للنظام بما يساهم في تعظيم الارباح وبالتالي تعزيز القدرة التنافسية للمنظمة وضمان استمراريتها في بيئة الاعمال.

ان نظرية القيود تتعامل مع النظام الانتاجي كوحدة متكاملة مكون من مجموعة من الانشطة المترابطة مع بعضها البعض من خلال سلسلة التجهيز ابتداء من

المجهزين مرورا بالأقسام الانتاجية والخدمية وانتهاء بتوزيع للسلع والخدمات الى المستهلكين. وعلى الادارة البحث عن القيود التي تعيق عملية التدفق للمواد والمعلومات خلال سلسلة التجهيز ثم العمل على ازالتها او التقليل من اثارها الغير مرغوب بها.

ثانيا : فرضيات نظرية القيود

تستند نظرية القيود الى مجموعة من الفرضيات المنطقية المتمثلة بالاتي:

1- يكون الهدف الاساسي لأي شركة عامله في بيئة الاعمال هو خلق الاموال من خلال زيادة الميعات و تحقيق الارباح, اما الانشطة الاخرى المتعلقة بتحسين الجودة والالتزام بمواعيد التسليم ورفع الانتاجية ومستوى كفاءة الاداء وغيرها ما هي الا وسائل لبلوغ الهدف الاساسي.

2- ان الانجاز الحقيقي او المخرجات التي تحقق الارباح تتمثل بقيمة المبيعات مطروحا منها الكلف المتغيرة (قيمة المواد الاولية و العمل المباشر للوحدات المباعة).

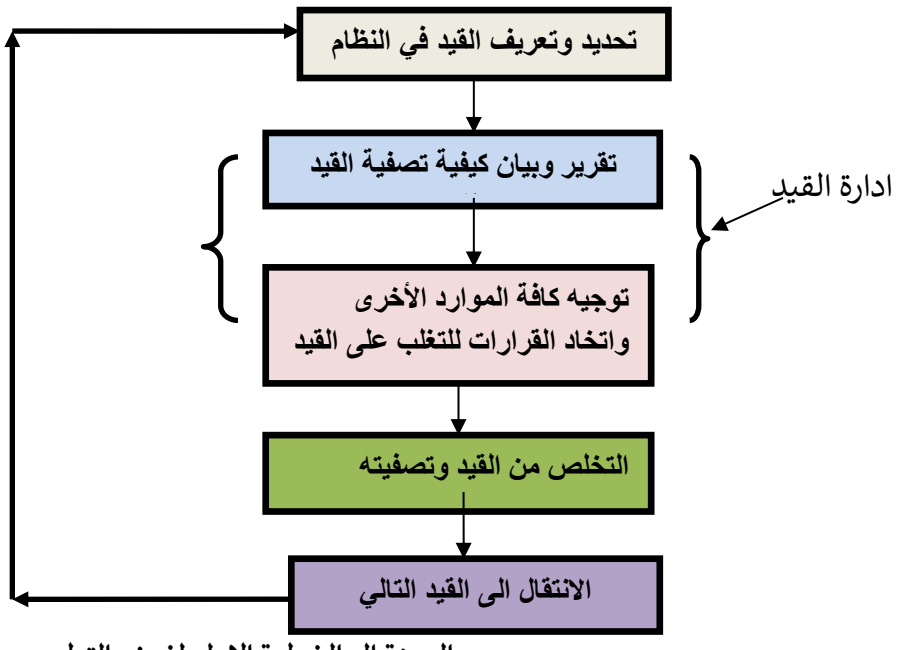
3- يمثل المخزون بشكل عام استثمارات مجمدة وفقا لمنطق نظرية القيود باستثناء قيمة المواد الاولية في الوحدات المباعة ومخزون الامان عند محطات الاختناق, لان هذه الاستثمارات لن تساهم في زيادة المبيعات وبالتالي تحقيق الارباح.

4- في التظام الانتاجي لاي شركة عادة ما يتواجد قيد واحد على الاقل يعمل على اعاقة الشركة من بلوغ هدفها الاساسي المتمثل بتحقيق الارباح, ان القيد هو عبارة اي شيء يحد من قدرة شركات الاعمال في بلوغها الى هدف الربحية. فمن غير المنطقي ان تكون الشركة خالية من القيود لأنها في هذه الحالة ستحقق الارباح بشكل غير محدود, بمعنى اخر هنا حاجة دائمة للتطوير المستمر من خلال البحث عن القيود .

5- تتعامل نظرية القيود مع الشركة كنظام مكون من مجموعة من الانشطة المتربطة بعضها مع ضمن سلسلة تكون فيها مخرجات نشاط معين هي مدخلات للنشاط الاحق. ان المخرجات النهائية للنظام ككل سوف تعتمد على مخرجات اضعف حلقة او محطة عمل ضمن حلقات المكونة للنظام, وهذا يعني ان التسريع في اطلاق اوامر الانتاج بدون معالج القيد المتمثل بمحطة الاختناق لن يؤدي الى زيادة مخرجات النظام وانما الى بقاء تلك الاوامر كمخزون على شكل اعمال تحت التشغيل عند محطات الاختناق.

ثالثا: الخطوات الاساسية لتنفيذ نظرية القيود

تسمى خطوات تنفيذ نظرية القيود بمنهجية (*Goldratt*) نسبة الى مكتشفها في التحسين المستمر ولرفع كفاءة النظام الانتاجي ككل في المنظمة, وتتضمن المنهجية الخطوات أدناه والموضحة بالشكل (8-7):



الشكل (8-7)

الخطوات الاساسية لتطبيق نظرية القيود

1- تحديد القيود:- القيد او القيود عبارة عن محددات تعيق الشركة كنظام متكامل في تحقيق الاستخدام الامثل لمواردها. ان بيئة الانتاج على سبيل المثال قد تتضمن قيود متنوعة كقيد في عملية التصميم للمنتوج او العمليات التحويلية او في مهارات العاملين او الطاقة الانتاجية او الجودة مما يولد نقاط اختناق في بعض المحطات ووقت عاطل في محطات اخرى ، وبالتالي فان الانسيابية في عملية التدفق للنظام ككل ستكون مختلة. وهذا الاختلال سوف لن يزيد من مخرجات النظام باعتبار ان القيد المتمثل بالحلقة الاضعف (طاقة المحطة الحرجة) سيكون هو طاقة النظام الكلي.

ويمكن تصنيف هذه القيود الى قيود مادية او غير المادية:

- **القيود المادية** او ما يعرف بقيود طاقة الموارد والتي تتعلق بطاقة المتاحة للمكائن او قوة العمل او في توفر المواد الاولية او قيود بفترة التوريد او ما يعرف بالمهل الزمنية المتراكمة (*Cumulative Lead time*), عندما تكون هذه الاوقات اطول بالمقارنة مع المنافسين تفقد الشركة الميزة التنافسية في التزاماتها بالتسليم منتجاتها للزبائن في الوقت المناسب, او قيود تسويقية مثل المحافظة على الزبائن الحالين او قدرة الشركة في جذب عملاء جدد او خلق طلبات جديدة.
- **قيود غير مادية** وهي القيود المتعلقة بالجانب السلوكي للعاملين في مقاومة التغير او تتمثل بالجانب الاجرائي او السياسات التي تعمل بموجبها الشركة من حيث المرونة والقابلية على الاستجابة السريعة لمواكب التغييرات في بيئة ديناميكية كبيئة الاعمال. وهذا النوع من القيود تتصف بصعوبة قياسها وتحديدها.

2- تحديد الكيفية التي من خلالها يتم تحقيق الاستخدام الافضل للقيد او محطة الاختناق في ظل الامكانيات الحالية, اذا كان القيد متمثل بالمواد الاولية يجب العمل

على تجنب اي التأخير في وصولها او زيادة في نسبة التلف المسموح بها. واذا كان القيد بالطاقة المتاحة في محطة اختناق فلا بد من تجنب عطل المكائن في تلك المحطة من خلال تفعيل برامج الصيانة الوقائية.

3- توجيه كافة الموارد الأخرى لقرارات التغلب على القيد, أي تعديل وضبط الانشطة الاخرى التي لا تعاني من الاختناق (*Under load*) في النظام وفق معطيات محطة الاختناق, لان كفاءة النظام ككل تحدد بكفاءة محطة القيد. ان التعديل يمكن ان يتم من خلال الاستفادة من الموارد الفائضة وتوجيها الى محطة الاختناق او حتى لو تطلب الامر تقليل من سرعة الانتاج في المحطات ذات الوقت الفائض.

4- **التخلص من القيد** وتصفيته باستخدام ادوات ادارية فعال للقيد من خلال زيادة الاستثمار في المحطة التي تمثل الحلقة الاضعف في النظام مثل زيادة ساعات العمل او قوة العمل او توفير مكائن ذات طاقة انتاجية اعلى او تعديل في اوقات الاعداد للمكائن الحالية وغيرها.

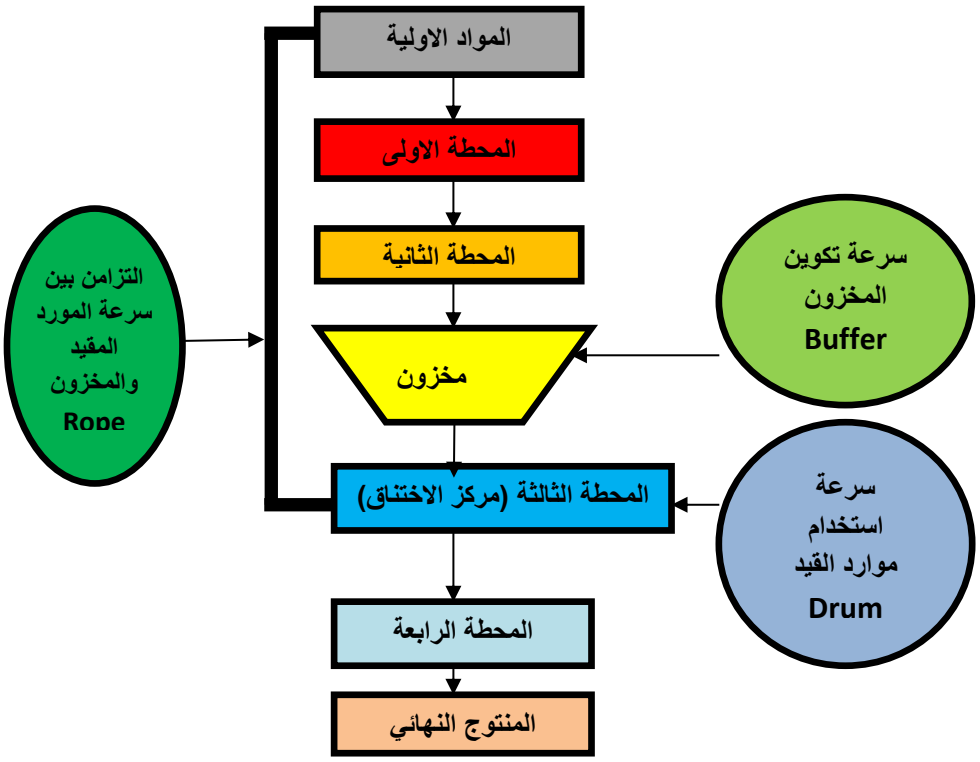
5- **الانتقال الى القيد** التالي ومن ثم العودة الى الخطورة رقم واحد للبحث عن القيد جديد يكون اقل تأثيرا من القيد الاول بما يساهم في التطوير المستمر لعمل المنظمة.

ان تكرار عملية البحث عن القيود في النظام الانتاجي بشكل مستمر ينسجم مع المبدأ الاقتصادي الذي يؤكد على ان الحاجات لدى الزبون مطلقة وبالتالي فان عملية التطوير لا تتوقف عند حدود معينة.

رابعا : نموذج التوازن الديناميكي (*Rope – Buffer -Drum*)

تستند منهجية تطبيق نظرية القيود على اساس ضمان انسيابية تدفق الاعمال خلال محطات العمل المكونة للنظام الانتاجي بما يحقق اقصى منفعة منه في خلق الاموال (الارباح). هذه المنهجية تعتمد ما يسمى نموذج التوازن الديناميكي (*Drum*

Rope - Buffer-). ويوضح الشكل (8-8) منهجية تطبيق نموذج التوازن الديناميكي.



الشكل (8-8)

منهجية تطبيق نموذج التوازن الديناميكي

يعبر مصطلح (*Drum*) عن السرعة التي يعمل بها القيد ومصطلح (*Buffer*) يمثل سرعة تكوين المخزون (على شكل وحدات او ساعات عمل) لضمان تشغيل محطة العمل ذات الاختناق بطاقتها المتاحة في حالة حدوث توقفات لأي سبب كان مثل تأخر وصول المواد او عطلات المكائن او غياب العاملين وغيرها, اما مصطلح (*Rope*) يقصد به التوازن الزمني بين سرعة الاستخدام لموارد محطة القيد والمخزون عند تلك المحطة, وهذا يعني ان الاستخدام الامثل للموارد وبغرض

تعظيم المخرجات للنظام الانتاجي ككل يتطلب تفادي الاعطال او التوقفات العشوائية التي تحدث للمحطات غير المقيدة السابقة للمحطة الاختناق. لذلك يتم الاحتفاظ بمخزون وقتي لضمان استغلال الموارد في المحطة الاختناق (القيد) دون ان تتأثر موارد المحطات الاخرى.

مثال: دراسة حالة باستخدام نظرية القيود(الفتلاوي ,كريم:2016)

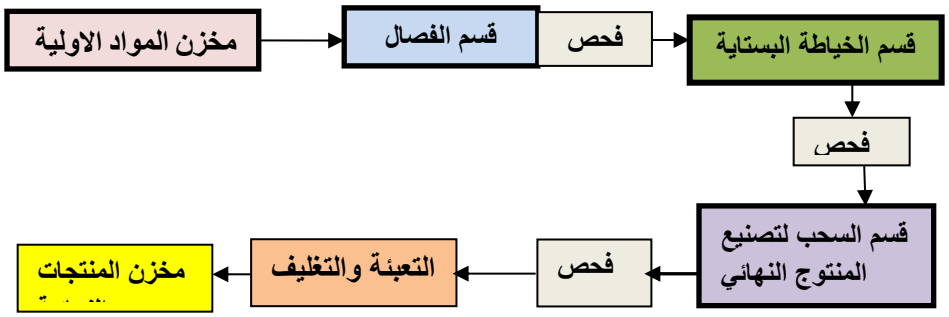
1- التعريف معمل/7 لصناعة الاحذية

معمل لصناعة الاحذية مصصم لانتاج (262) زوج احذية في اليوم علما ان الطاقة المخططة (250) وحدة يوميا والطاقة الفعلية كما تعكسه سجلات المعمل (142) وحدة يوميا. ويتكون المعمل من ستة اقسام وهي:

القسم	الادارة	الفصال	الخياطة	السحب	الجودة	الخدمات
عدد العمال	5	11	29	37	5	2

ويعتمد قسم الجودة نسبة تلف المسموح بها (2%). الا ان سجلات المعمل تعكس نسب التلف الفعلية في قسم القصال (6%) وقسم الخياطة (15%)وقسم الجر(2%).

الشكل الاتي يبين مخطط تدفق العملية (Flow Process Chart) او ما تعرف بخريطة المسار التكنولوجي لعملية الانتاج.



تعكس وثائق المعمل بان وقت الدورة في قسم الفصال (9.1) دقيقة, وفي قسم الخياطة (20.9) دقيقة في قسم السحب و (76.1) دقيقة, اي ان المهل الزمنية لانتاج زوج احذية يساو (105.8) دقيقة.

يعمل المعمل بواقع (7) ساعات في اليوم بضمنها 120 دقيقة (التوقفات المخططة مقسمة 30 دقيقة في بداية العمل 30 دقيقة استراحة و 60 دقيقة في نهاية اليوم).

2- خطوات تحسين كفاءة النظام الانتاجي باعتماد نظرية القيود

- تحديد وتعريف القيد في النظام الانتاجي

ولغرض تحديد القيود لابد من وجود مؤشرات على وجودها, ويعد مستوى الاستخدام ومستوى الكفاءة ونسب الانجاز(الفاعلية) لخطة الانتاج من المعايير الكمية التي تعكس كفاءة النظام الانتاجي ككل للمعمل.

وعلى ضوء ما تقدم فان الجدول (8-12) يؤشر الى ان مستوى الاستخدام (54%) ومستوى الكفاءة (55%) في حين مستوى الانجاز للخطة الانتاجية بلغ (50%). وهذه المؤشرات تعكس ضعف الاداء في النظام الانتاجي للمعمل .

الجدول (8-12)

مستويات الاستخدام والكفاءة والانجاز لمعمل

الطاقة التصميمية زوج	الطاقة المتاحة زوج	الطاقة الفعلية زوج	اطاقة المخططة زوج	مستوى الاستخدام %	مستوى الكفاءة %	مستوى الانجاز %
262	257	142	250	54	55	50

وهنا ياتي دور الادارة في البحث عن المشكلة من خلال تتبع سير العملية الانتاجية وتحديد مؤشرات المتعلقة وقت العمل المتاح و حجم الانتاج الكلي وعدد الوحدات المعابة والانتاج الصالح في اليوم وكما هو موضح في الجدول (8-13).

- وقت العمل المتاح باليوم= (7س× 60د.× عدد العمال)– 120 د التوقفات

- حجم الانتاج الكلي للقسم باليوم=وقت العمل المتاح باليوم/وقت الدورة

- الوحدات المعابة في القسم = حجم الانتاج الكلي باليوم × نسبة التلف فيه

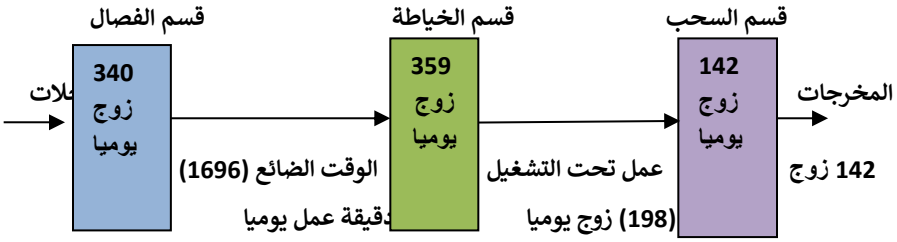
- الانتاج الصالح في القسم= حجم الانتاج الكلي باليوم - الوحدات المعابة فيه

الجدول (8-13)

سير تدفق العملية الانتاجية

القسم	وقت الدورة دقيقة	وقت العمل باليوم	عدد العمال	الوقت المتاح لإنتاج باليوم	الانتاج الكلي اليومي	نسبة التلف	الوحدات المعابة	الانتاج الصالح باليوم
الفصال	9.1	300	11	3300	362	6%	22	340
الخياطة	20.6	300	29	8700	422	15%	63	359
السحب	76.1	300	37	11100	145	2%	3	142
المجموع	105.8		77					

ان القيد في النظام الانتاجي للمعمل يتمثل في عدم انتظام تدفق المواد بين الاقسام الانتاجية وبالتالي ظهور الوقت الضائع وتراكم العمل تحت التشغيل بين الاقسام وكما موضح في الشكل (8-9).



الشكل (8-9)

الوقت الضائع والعمل تحت التشغيل للنظام الانتاجي للمعمل

قسم الفصال سينتج خلال اليوم (340) زوج ويدفعها الى قسم الخياطة . في حين ان قسم الخياطة يستطيع انتاج (359) زوج, وبالنتيجة يظهر الوقت ضائع في قسم الخياطة بسبب عدد الوحدات المنتجة من قسم الفصال, ويمكن حساب الوقت الضائع في قسم الخياطة كما يلي :

الوقت الضائع يوميا= الوقت المتاح للإنتاج باليوم – الوقت اللازم للإنتاج باليوم

= 8700 دقيقة عمل يوميا – (340 زوج×20.6 دقيقة)

= 1696 دقيقة عمل يوميا.

اما العمل تحت الصنع(*WIP*) الذي يتراكم امام قسم السحب يكون بسبب كون عدد الوحدات الواصلة من قسم الخياطة (340) زوج يوميا, في حين قسم السحب لن يستطيع معالجة جميع هذه الوحدات لان طاقته الانتاجية اليومي تساوي (142) زوج باليوم. وبالتالي تظهر الوحدات المتبقية كعمل تحت التشغيل امام القسم . ويمكن حساب كمية العمل تحت الصنع عند قسم السحب كما يلي:

العمل تحت التشغيل امام قسم السحب يوميا

= المخرجات الفعلية لقسم الخياطة باليوم- المخرجات لقسم السحب باليوم

= (340) زوج يوميا –(142) زوج يوميا

= (198) زوج يوميا.

ان القيد في النظام الانتاجي للمعمل يتمثل بقسم السحب باعتباره المحطة الحرجة والذي يعكس نقطة الاختناق في النظام بسبب عدم التوازن بين طاقته الانتاجية مع الطاقات الانتاجية لاقسام الاخرى . لذا فان مخرجاته اليومية في واقع الامر تمثل الطاقة الفعلية اليومية للمعمل.

- **تقرير وبيان كيفية تصفية القيد**

ولبيان الطريقة المقترحة في التغلب على على القيد المتمثل بالمحطة الحرجة (قسم السحب) لابد من موازنة بين الطاقة الانتاجية للأقسام الانتاجية الثلاثة, بمعنى زيادة الوقت المتاح للإنتاج لقسم السحب من خلال اعادة توزيع قوة العمل (77) عامل بين الاقسام الانتاجية بشكل تجريبي. ان قوى العمل التي تتسم بالمرونة بحكم عامل الخبرة يمكنها ان تساهم في تحسين انسيابية التدفق بين الاقسام الانتاجية للمعمل , وبالتالي حل مشكلة الوقت الضائع والعمل تحت التشغيل. فعلى سبيل المثال لو تم نقل (4) عمال من قسم الفصال الى قسم

السحب و (13) عامل من قسم الخياطة الى قسم السحب ليصبح عدد عمال في قسم الفصال (7) وفي قسم الخياطة (16) وقسم السحب (54) عامل وكما موضح بالجدول (8-14).

الجدول (8-14)

سير تدفق الانتاج اليومي في المعمل بعد اجراء اعادة توزيع قوة العمل

القسم	وقت الدورة دقيقة	وقت العمل باليوم	عدد العمال	الوقت المتاح لإنتاج	حجم الانتاج باليوم	نسبة التلف	المعاب	الانتاج الصالح
الفصال	9.1	300	7	2520	277	6%	17	260
الخياطة	20.6	300	16	5860	280	15%	42	238
السحب	76.1	300	54	19440	255	2%	5	250
المجموع	105.8		77	23100				

- **التخلص من القيد الاول وتصفيته**

يلاحظ ان الترتيب المقترح في اعادة توزيع قوة العمل بين الاقسام الانتاجية للمعمل ساهم في ارتفاع مستوى الاستخدام الى (91%) ومستوى الكفاءة الى (93%) و مستوى الانجاز للخطة الى (95%) وكما موضح بالجدول (8-15).

الجدول (8-15)

مستويات الاستخدام والكفاءة والانجاز لمعمل بعد اجراء اعادة توزيع قوة العمل

الطاقة التصميمية زوج	الطاقة المتاحة زوج	الطاقة الفعلية زوج	اطاقة المخططة زوج	مستوى الاستخدام (%)	مستوى الكفاءة (%)	مستوى الانجاز (%)
262	257	238	250	91	93	95

ان سبب هذا التحسين يعود الى رفع مخرجات النظام الى (238) زوج بدلا من (142) زوج لان اقل معدل انتاج يومي لأقسام المعمل هي الطاقة الانتاجية لقسم الخياطة والتي تمثل المحطة الحرجة في النظام والبالغة (238) زوج يوميا.

- **الانتقال الى القيد الثاني**

ان القيد التالي في النظام الانتاجي للمعمل يتمثل في نسب الوحدات المعابة في قسم الخياطة والتي كانت (15%). ان العمل من قبل المشرفين والعمال في هذا القسم على تقليل نسب المعيب الى (10%) كهدف قريب المدى من خلال التأكيد على عمال قسم الفصال بحجب الوحدات المعابة بسبب رداءة المادة الاولية او الاخطاء في عملية القص, اضافة تجاوز الاخطاء الناتجة عن الانحرافات في عملية الخياطة وخصوصا الخياطة اليدوية. كل ذلك بالإمكان تحقيقه من خلال الارشاد من قبل المشرفين للعمال لزيادة اهتمامهم بالجودة باعتبار ان ظهور الوحدات المعاب هو هدر لجهدهم المبذولة وضياع للوقت والمال مما يؤثر على مستوى التكاليف وكفاءة النظام الانتاجي ككل. ان تقليل نسبة المعاب في قسم الخياطة الى (10%) من شانه ان يمكن المعمل من وصول مخرجاته من المنتجات النهائية الى (250) زوج يوميا وهو ما يعادل الكميات المخطط انتاجها بسبب تحسن مستوى الاستخدام والكفاءة للنظام الانتاجي ككل وكما موضح في الجدولين (8-16) و (8-17). الجدول (8-15)

سير تدفق الانتاج اليومي في المعمل بعد تحسين نسبة المعيب في قسم الخراطة

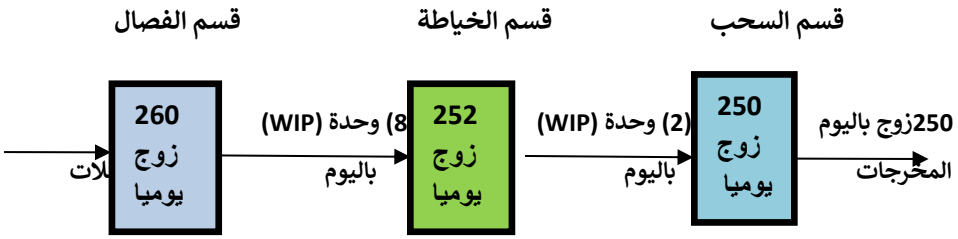
القسم	وقت الدورة دقيقة	وقت العمل باليوم	عدد العمال	الوقت المتاح لإنتاج	حجم الانتاج باليوم	نسبة التلف	المعاب	الانتاج الصالح
الفصال	9.1	300	7	2520	277	6%	17	260
الخياطة	20.6	300	16	5860	280	10%	28	252
السحب	76.1	300	54	19440	255	2%	5	250
المجموع	105.8		77	23100				

الجدول (8-16)

مستويات الاستخدام والكفاءة والانجاز بعد تحسين نسبة المعيب في قسم الخراطة

الطاقة التصميمية زوج	الطاقة المتاحة زوج	الطاقة الفعلية زوج	اطاقة المخططة زوج	مستوى الاستخدام	مستوى الكفاءة	مستوى الانجاز
262	257	250	250	95%	97%	100%

تأسيسا على ما تقدم يتبين وكما موضح في الشكل (8-8) ان تطبيق نظرية القيود ساعد على تحسين انسيابية تدفق المواد خلال الاقسام الانتاجية بشكل كبير اذ تحسنت كل مؤشرات الاداء) مستوى الكفاءة والاستخدام والانجاز) من خلال التخلص من الوقت الضائع وتقليل مستوى العمل تحت التشغيل بين تلك الاقسام.



الشكل (8-8)

انسيابية تدفق المواد بعد تحسين نسبة المعيب في قسم الخراطة

اسئلة الفصل الثامن

س1-وضح مفهوم جدولة الانتاج, وماهي طبيعة التناقض في الاهداف التي تسعى الى تحقيقها .

س2- ناقش العبارة " جاءت نظرية القيود بمفهوم جديد للهدف الاساسي الذي تسعى الى تحقيقه المنظمات في بيئة الاعمال ".

س3- ما هي فرضيات نظرية القيود والخطوات الاساسية لتنفيذها

س4- وضح مفهوم نموذج التوازن الديناميكي (Rope – Buffer- Drum)

س5- الجدول الاتي يتضمن البيانات المتعلقة بإنجاز ثلاثة اعمال على ثلاثة مكائن , اذا علمت ان وقت الاعداد للماكن لكل عمل يساوي (2) ساعة , علما ان يوم العمل (8) ساعة.

الاعمال	وقت المعالجة بالساعات	تاريخ الاستحقاق بالأيام
1	C/2 , B/2 ,A/3	3
2	C/2 , A/4	2
3	C/1, B/1, A/3	2

المطلوب 1- اعداد خريطة كانت للإعمال الثلاث اذا كان تتابعها (1, 2, 4,3) على التوالي. 2- حساب الوقت الكلي للإكمال (Make span) 3- حساب الوقت العاطل لكل ماكنة 4- تحديد و قت الاكمال الفعلي لكل عمل.

س6- الجدول الاتي يتضمن البيانات المتعلقة بانجاز اربعة اعمال على ثلاثة مكائن , اذا علمت ان وقت الاعداد للماكن ووقت الحركة والانتظار لكل عمل يساوي (6) ساعة ويوم العمل (8) ساعة

الاعمال	وفت المعالجة بالساعات	تاريخ الاستحقاق بالإيام
1	C,B/2,A/2/4	3
2	C/2,A/4,B/2	2
3	B/4,A/2	2
4	B/4,A/2,C2	3

المطلوب : 1- جدولة الاعمال الى الخلف باستخدام اسلوب التحميل غير المحدود

2- تحديد الماكنة التي تعاني من العب الزائد (*overload*) وتاريخه .

س7- **اختر الاجابة الصحيحة**

1- تعد جدولة الانتاج

ا- خطة قصيرة المدى ب- خطة متوسطة المدى ج- خطة طويلة المدى

2- ان جدولة الانتاج هي وسيلة لضبط الفعاليات والأنشطة الانتاجية من خلال الاتي:

ا- تحديد توقيت الاعمال (Timing) ب- تحديد التتابع للأعمال (Sequencing) لتلك الاعمال ج- (أ+ب).

3- قواعد الجدولة على ماكنة واحدة تعتمد

ا- معايير متشابهة الا ان نتائجها متناقضة ب- معايير متناقضة الا ان نتائجها متشابهة ج- معايير متشابهة الا ان نتائجها متشابهة.

4- يتم جدولة الاعمال بموجب قاعدة النسبة الحرجة على اساس

ا- تكون الاولوية بالإنتاج للعمل الذي تكون نسبته الحرجة اقل ما يمكن ب- تكون الاولوية بالإنتاج للعمل الذي تكون نسبته الحرجة اعلى ما يمكن ج- وقت المعالجة الاصغر.

5- يتم جدولة الاعمال بموجب قاعدة جونسن على اساس

ا- اقصر وقت معالجة على الماكنة الاولى ب- اقصر وقت معالجة على الماكنة الثانية ج- اقصر وقت معالجة على أي من الماكنتين.

6 - ظاهرة الوقت العاطل (*Idle time*) تتبلور عندما

ا- تكون الطاقة اللازمة لإنجاز اوامر الانتاج اقل من الطاقة المتاحة لمركز الانتاج

ب- تكون الطاقة اللازمة لإنجاز اوامر الانتاج اكبر من الطاقة المتاحة لمركز الانتاج

ج- تكون الطاقة اللازمة لإنجاز اوامر الانتاج مساو للطاقة المتاحة لمركز الانتاج.

7- ظاهرة الاختناقات (*Bottleneck*) تتبلور عندما

ا- تكون الطاقة اللازمة لإنجاز اوامر الانتاج اقل من الطاقة المتاحة لمركز الانتاج

ب- تكون الطاقة اللازمة لإنجاز اوامر الانتاج اكبر من الطاقة المتاحة لمركز الانتاج

ج- تكون الطاقة اللازمة لإنجاز اوامر الانتاج مساو للطاقة المتاحة لمركز الانتاج.

8- بموجب نظرية القيود فان الهدف الرئيسي لمنظمات الاعمال هو

ا- تقليل الكلف ، ورفع مستوى الاستخدام, وتحسين الانتاجية والجودة والالتزام بمواعيد التسليم. ب- تكوين الاموال. ج- تحقيق خطط الانتاج.

محتويات الفصل التاسع

ادارة المشاريـع (Project Management)

1-9 : مفهوم ادارة المشاريـع

2-9 : تقويم الفرص الاستثمارية

3-9 : اساليب جدولة المشروع

4-9 : تسريـع تنفيذ المشروع

الفصل التاسع

ادارة المشاريع (Project Management)

1-9 : مفهوم ادارة المشاريع

يعد المشروع احد نظم الانتاج الذي تناولناه في الفصل الثالث, حيث يتم تجميع موارد الانتاج من مواد ومعدات والموارد البشرية وغيرها في مكان تنفيذ المشروع, ويصبح المشروع هو المنتوج (المخرجات). يعرف المشروع بكونه كيان ذو شخصية معنوية منفصلة عن المؤسسين له, ومكون من مجموعة من الانشطة غير الروتينية (بعضها مترابطة والاخرى متوازية) لها بدايات ونهايات زمنية محددة يتم تنفيذها من قبل شخص أو مؤسسة لتحقيق أهداف محددة في إطار معايير الكلفة، والزمن والجودة.

وتتخذ المشاريع اشكال متعددة كمشاريع انشائية(مثل بناء المساكن او العمارات السكنية و المنشآت و الجامعات وغيرها), او مشاريع صناعية(مثل المصانع, خطوط الانتاج, صناعة السفن والطائرات...إلخ) , او مشاريع خدمية(مثل تسويق منتج جديد, إنتاج فلم سينمائي), او مشاريع علمية(مثل تصميم نظام معلوماتي، معالجة مشكلة علمية) , او مشاريع الاجتماعية(مثل مشروع لمكافحة الجريمة), او مشاريع الاقتصادية(مثل مشاريع التنمية الاقتصادية).

اما ادارة المشاريع فيقصد بها تطبيق المعارف, المهارات, الادوات والتقنيات على نشاطات المشروع لتحقيق احتياجات المهتمين بالمشروع وما هو متوقع من المشروع, بمعنى أن إدارة المشاريع هي توجيه الجهود لتحقيق الاستثمار الامثل من الموارد المتوفرة (البشرية، المادية والمالية), وبالتالي تحقيق الغاية من المشروع

ضمن حدود التكلفة المتوقعة و تاريخ التسليم المحدد وبمستوى الجودة المرغوب به.

تتصف إدارة المشاريع كنظام انتاجي مقارنة بإدارة نظم الانتاج المستمر او المتقطع بالصعوبة بسبب إطارها الزمني المحدد لكل مشروع من ناحية, والتداخل في استخدام موارد الانتاج المتاحة من رأسمال ومعدات و مكائن ومهارات فنية وادارية متخصصة من ناحية ثانية. فعلى سبيل المثال في بناء المجمعات السكنية لا يمكن تسليم كل العمارات في وقت واحد وانما تتم العملية على شكل مراحل. اي ان الشركة ستقسم المجمع السكني الى عدة مشاريع فرعية (عمارة واحدة او عمارتين) وتتنقل موارد الانتاج من مشروع فرعي لاخر بهدف تحقيق الاستخدام الامثل لتلك الموارد. فضلا عن توفير مصادر تمويل اضافية في حالة المشاريع الكبيرة والتي تتطلب استثمارات ضخمة.

ان القرارات الرئيسية في إدارة المشروع يمكن استعراضها بالاتي:

- تحديد المشاريع المطلوب تنفيذها وفقا لمجموعة من المعايير متمثلة بتوفر الامكانيات الفنية والادارية والمالية واعتبارات الكلفة والعائد والجدوى الاقتصادية, فضلا عن قضايا السلامة والقوانين والتشريعات الحكومية النافذة وغيرها.
- اختيار مدير المشروع وفريق العمل, اذ ان نجاح المشروع لا يتوقف على مهارات الشخص فحسب ، بل تشمل أيضا مدى جودة عمله مع الآخرين والحماسه للمشروع, وتداخل المشروع الذي يعمل به مع المشاريع الأخرى التي يشارك فيها.
- تخطيط وتصميم المشروع بتحديد الهدف منه, والجدول زمني لإنجازه, ونطاق المشروع ، وما العمل الذي يجب القيام به ، وكيف سيتم القيام

به, وإذا كانت بعض الأجزاء سيتم الاستعانة بمصادر خارجية ، وما هي الموارد المطلوبة وتوقيتاتها و كمياتها.

- إدارة ومراقبة موارد المشروع. هذا ينطوي على إدارة الموظفين والمعدات والميزانية, وضع مقاييس مناسبة لتقويم المشروع ومتابعة التقدم, واتخاذ الإجراءات التصحيحية عند الحاجة. من الضروري في هذا الاطار وجود نظام معلومات كفوء يعكس مراحل التنفيذ والانحرافات.
- تحديد البدائل المتاحة في الكيفية التي يجب بموجبها الانتهاء من المشروع على ضوء التغييرات التي صاحبة عملية التنفيذ. ان عملية الانهاء تتضمن الانتهاء من العقود و دفع جميع المستحقات المالية وتسليم المشروع لأصحابه واعادة توجيه الأفراد والمعدات نحو مشاريع اخرى.

2-9 :تقويم الفرص الاستثمارية

تعد محاولة دراسة جدوى مشروع استثماري عملية واسعة الجوانب, حيث كل جانب يستلزم دراسة خاصة به في حد ذاته, و سيتم التركيز في هذه الفقرة على دراسة بعض مؤشرات المعتمدة في صناعة القرار الاستثماري .

ولعل من الضروري الإشارة إلى أن القرار الاستثماري يستند الى دراسات الجدوى الاقتصادية التي تعتمد في تحليلاتها وإجراءها على مجموعة من الدراسات الفرعية وكما يلي:

1.الدراسة التسويقية القائمة على تحليل الاسواق لتحديد فيما اذا هناك طلب كافي على المنتوج الذي يمثله المشروع المراد الاستثمار فيه, أي تحديد حجم الطلب المتوقع او ما يعرف بالفجوة التسويقية او الحصة السوقية والتي يمكن قياسها بالمعادلة الاتية:

الفجوة التسويقية = الطاقة الاستيعابية لحجم الطلب المتوقع – حجم المعروض المتوقع

2. الدراسة الفنية من خلال **التحليل الفني** و الاجابة عن التساؤلات الاتية:

- هل التكنولوجيا متوفرة للشروع بعملية الانتاج؟
- هل تتوفر في الشركة الخبرات الادارية و الفنية؟
- هل الطاقة الانتاجية المتاحة كافية لتحقيق حجم الطلب المنشود؟
- هل يحقق المنتوج الجديد ميزة تنافسية للمنظمة؟

3. الدراسة المالية من التحليل المالي أي تحديد مصادر التمويل كانت داخلية (ملاك المشروع) او خارجية (القروض) او الاثنان معا, اذ ان وجود طلب وتوفر الامكانيات الفنية والمالية لا يعني شيء اذا كانت التكاليف المتوقعة لإنتاجه اكبر من الايرادات المتوقعة منه, لان تحقيق الارباح في شركات الاعمال يمثل الهدف الاساسي لضمان استمراريتها في العمل.

4- الدراسة القانونية القائمة على البحث في الصلاحية القانونية للمشروع الاستثماري على ضوء القوانين والضوابط المنظمة للاستثنار في الدولة المراد اقامة المشروع فيها.

5- الدراسة البيئية لتحديد مدى تاثير المشروع في عناصر الطبيعة من الارض والهواء وبالتالي صحة الانسان ضمن مفاهيم التنمية المستدامة.

إن القرار الاستثماري الرشيد بخصوص المفاضلة بين عدد من المشاريع يستند على مجموعة معايير منها :

- فترة الاسترداد(Payback Period):

يقصد بفترة الاسترداد الفترة الزمنية التي يسترد خلالها راسمال المستثمر المتوقع من صافي العوائد او التدفقات النقدية المتوقعة بعد خصم الضرائب في السنة ، ويعبر عن فترة الاسترداد بعدد السنوات ، وتحسب بالمعادلة الاتية:

فترة الاسترداد = إجمالي الاستثمار المطلوب ÷ التدفقات النقدية الداخلة سنويا

يتم اختيار المشروع الذي تكون فترة استرداد اقل .

مثال (1): طلب منك تقديم تقويم لفرصة استثمارية بخصوص مشروعين مقترحين وقد توفرت لديك البيانات الاتية :

المشروع المقترح	قيمة الاستثمار	صافي التدفقات النقدية الداخلة سنويا	وحدة القياس
الاول	250000	50000	دولار
الثاني	225000	5000	دولار

المطلوب : تحديد أي من المشروعين يعد الافضل وفقا لمعيار فترة الاسترداد .

فترة استرداد للمشروع الاول = 250000 ÷ 50000 = 5 سنوات

فترة استرداد للمشروع الثاني = 225000 ÷ 50000 = 4.5 سنة

يعد المشروع الثاني افضل كفرصة استثمارية مقارنة بالمشروع الاول لان فترة الاسترداد لقيمة الاسثمار أقل بالمقارنة بالمشروع الاول.

- العائد على الاستثمار (**ROI**) (Return on Investment)

يعبر العائد على الاستثمار عن كفاءة الشركة في استخدام اموالها المتاحة في المفاضلة بين الفرص الاستثمارية المقترحة و يتم قياسه بالمعادلة الاتية:

العائد على الاستثمار = معدل صافي الربح السنوي ÷ معدل كلف الاستثمار

وبموجب هذا المعيار فسيتم اختيار المشروع الذي يحقق اعلى عائد على الاستثمار

مثال(2) : توفرت لديك البيانات لمشروعين وكما مبين في الجدول الاتي :

المشروع	معدل صافي الربح السنوي	معدل كلف الاستثمار	وحدة القياس
الاول	20000	100000	دولار
الثاني	8000	24000	دولار

المطلوب : اي من المشروعين سيتم اختياره

العائد على الاستثمار للمشروع (الاول) = 20000 ÷ 100000 = 0.2 دولار

العائد على الاستثمار للمشروع (الثاني) = 8000 ÷ 24000 =0.33 دولار

سيتم اختيار المشروع (الثاني) لان العائد على الاستثمار فيه اعلى من العائد على الاستثمار في المشروع (الاول), اي ان كل دولار يستثمر في المشروع (ب) يحقق (0.33) دولارا في حين الدولار المستثمر في المشروع (أ) يحقق (0.2) دولارا لكل دولار مستثمر.

- صافي القيمة الحالية(VPN) (Value Present Net)

يعبر معيار صافي القيمة الحالية (VPN) عن قيمة الاستثمار في تاريخ استرداده على ضوء سعر الفائدة خلال فترة الاسترداد. ان الاموال تفقد من قيمتها الحقيقة بمرور الزمن بسبب عوامل عديدة منها التضخم والمخاطرة وغيرها. ويتم حساب صافي القيمة الحالية بالمعادلة الاتية :

صافي القيمة الحالية (VPN) في السنة الاولى= التدفقات النقدية السنوية× [(1 ÷ (1+ نسبة الفائدة)]

صافي القيمة الحالية (VPN) في السنة الثانية=التدفقات النقدية السنوية× [(1 ÷ (1+ نسبة الفائدة)^2]

صافي القيمة الحالية (VPN) في السنة الثالثة=التدفقات النقدية السنوية× [(1 ÷ (1+ نسبة الفائدة)^3]

وبنفس الطريقة للسنوات اللاحقة من فترة الاسترداد للاستثمار.

صافي القيمة الحالية (VPN) للاستثمار= مجموع صافي القيمة الحالية (VPN) لفترة الاسترداد

ثم نقوم بمقارنة صافي القيمة الحالية (VPN) للاستثمار بقيمة الاستثمار , فاذا كانت النتيجة مساوية للصفر او موجبة(اي صافي القيمة الحالية (VPN) للاستثمار مساو او اكبر من قيمة الاستثمار) فسيتم قبول المشروع.

مثال (3) : المشروع (A)كانت كلفته (350000)دولار ومعدل الفائدة (8%) , وقد حددت فترة الاسترداد ب (3) سنوات, وكانت مجموع التدفقات النقدية لسنوات الثلاث مساو (450000) دولارا وبمعدل (150000) دولار ا للسنة الواحدة .

المطلوب : تحديد فيما اذا سيتم قبول الفرصة الاستثمارية للمشروع وفقا لمعيار صافي القيمة الحالية.

صافي القيمة الحالية (VPN) في السنة=التدفقات النقدية السنوية× [(1 ÷ (1+نسبة الفائدة)]

صافي القيمة الحالية (VPN) في السنة الاولى = 150000× [(1 ÷ (1+ 8%)]=138889 دولار

صافي القيمة الحالية (VPN) في السنة الثانية = 150000 × [(1 ÷ (1+ 8%)^{2}]

= 128600 دولار

صافي القيمة الحالية (VPN) في السنة الثالثة= 150000 × [(1 ÷ (1+ 8%)^{3}]

= 119076 دولار

صافي القيمة الحالية (VPN) للاستثمار= مجموع صافي القيمة الحالية (VPN) لفترة الاسترداد

= 138889 + 128600 + 119076 =386565 دولارا

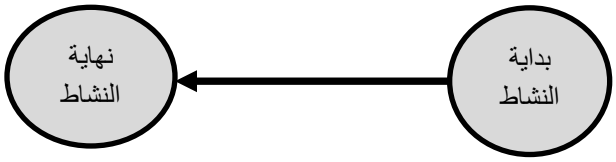
ولكون صافي القيمة الحالية المحسوب 386565 دولارا هو اكبر من قيمة الاستثمار 350000 دولارا ,لذ سيتم قبول المشروع .

3-9 : اساليب جدولة المشروع

توجد العديد من الاساليب المستخدمة في جدولة المشاريع منها خرائط "كانت" التي تم التطرق لها سابقا . الا ان هذا الاسلوب يصبح غير مناسب في المشاريع المعقدة والتي تتكون فيها عدد كبير من الانشطة (اكثر من ثلاثون نشاط على سبيل المثال). اذ لا تستطيع خرائط كانت ان تظهر الترابط والعلاقات بين هذه الانشطة بشكل واضح, كما ان الجدولة ستكون اكثر صعوبة عندما تجري بعض التعديلات على المشروع اثناء عملية التنفيذ. ولحل تلك الاشكاليات تستخدم ما يعرف بشبكة الاعمال في جدولة المشاريع كاسلوب المسار الحرج (*CPM*) (*Critical Path Method*), واسلوب بيرت (*PERT*) (*Program Evaluation and Review Technique*).

وقبل الشروع بالتطبيق العملي لتلك الاساليب لابد من استعراض بعض المصطلحات الاتية :

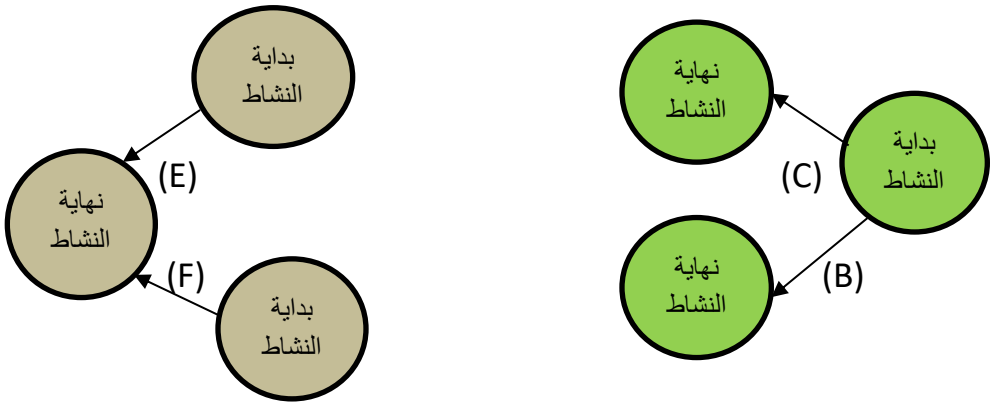
- **النشاط (Activity):** هو جزء من المشروع يستغرق وقتا، وله بداية ونهاية ويتطلب تخصيص موارد مالية وبشرية وفنية , ويمكن تمثيله بيانيا بواسطة سهم رأسه يمثل اتجاه سير النشاط .
- **الحدث (Event)**: يرسم على شكل دائرة ويرمز الى تاريخ بداية النشاط او نهايته , اي بمعنى لكل نشاط حدثين و كما موضح بالشكل (1-9):



الشكل (1-9)

ان الانشطة قد تكون متعاقبة اي لا يمكن إنجاز النشاط اللاحق الا بعد انتهاء من النشاط السابق وقد تكون الانشطة غير متعاقبة التي يمكن إنجازها في نفس الوقت, أي إنجاز أي منها لا يتوقف على الاخر .كما ان الانشطة قد تكون لها نقطة بداية مشتركة كما هو الحال للنشاطين (A) و(B) او نهاية مشتركة في حالة النشاطين (E) و (F) وكما مبين الشكل (2-9):

- **النشاط الوهمي (*Dummy Activity*)** النشاط الذي لا يحتاج إلى زمن أو موارد لاتمامه ويرسم بسهم متقطع في حالة صعوبة رسم نهاية واحدة لنشاطين, ويستعمل فقط لدلاله على تتابع الانشطة .
- **النشاط الحرج (*Critical Activity*)** هو النشاط الذي يجب انجازه في الموعد المحدد له واي تاخير في اكماله سيؤدي الى تأخير المشروع.



الشكل (9-2)
اشكال تتابع الانشطة

اولا- اسلوب المسار الحرج (*CPM*) (Critical Path Method)

يعد اسلوب المسار الحرج احدى الطرق المستخدمة في إدارة المشاريع. تم تطوره من قبل شركة دوبونت الامريكية في عام 1957 لمعالجة مشكلة توقف وحدات الانتاج لغرض الصيانة ثم إعادة تشغيلها. ويعرف المسار الحرج بانه اطول مسار من حيث المدة الزمنية في المخطط الشبكي والذي يربط بين الانشطة الحرجة من بداية المشروع الى نهايته بهدف تحديد الزمن اللازم لتنفيذ المشروع .

1- القواعد الواجب الالتزام بها في تحديد المسار الحرج:

- ضرورة تتابع الانشطة في المشروع .
- لايمكن البداء بنشاط ما لم يتم الانتهاء من جميع الانشطة المؤدية لهذا النشاط.
- لكل نشاط وقت محدد بشكل قطعي وعادة ما يتم تحديده باعتماد الخبرة.
- لكل نشاط رمز يميزه عن بقية الانشطة.
- يتم ترتيب والتتابع للانشطة باتجاه واحد عند رسم المخطط الشبكي. .

2- حساب ازمنة الانشطة :

تتمثل ازمنة الانشطة بالبدايات والنهايات المبكرة والمتاخرة والوقت الضائع لكل نشاط ضمن شبكة الاعمال وكما يلي :

- البداية المبكرة للنشاط (*Early start*) هي اقرب وقت يبدأ به النشاط بشكل مبكر في حالة انجاز الانشطة السابقة له في اوقاتها المحددة. وتحسب البداية المبكرة للنشاط بمعادلة الاتية:

البداية المبكرة للنشاط = مجموع اوقات الانشطة السابق له

- **النهاية المبكرة للنشاط (*Early finish*)** او وقت المبكر لنهاية النشاط, اي اقرب وقت يمكن ان ينجز فيه النشاط, وتحسب النهاية المبكرة للنشاط بمعادلة الاتية:

النهاية المتاخرة للنشاط = البداية المبكرة للنشاط + وقت النشاط

- **النهاية المتاخرة للنشاط (*Late finish*)** هو اخر وقت يمكن للنشاط الانتهاء من انجازه دون ان يؤثر على موعد انجاز المشروع, وتحسب النهاية المتاخرة للنشاط بالمعادلة الاتية:

النهاية المتاخرة للنشاط =البداية المتاخرة للنشاط اللاحق.

- **البداية المتاخرة للنشاط (*Late start*)** هو اخر وقت يمكن ان البداء فيه بتنفيذ النشاط دون التاثير على التاريخ المحدد لانجاز المشروع, وتحسب البداية المتاخرة للنشاط بالمعادلة الاتية:

البداية المتاخرة للنشاط = النهاية المتاخرة له- وقت النشاط له

- **الزمن الفائض (*Slack time*)** ويظهر بالانشطة التي لا تقع على المسار الحرج (الانشطة غير الحرجة), ويحسب بالفرق بين البدايات المبكرة والمتاخرة للنشاط ,او الفرق بين النهايات المبكرة والمتاخرة للنشاط.

3- خطوات تطبيق طريقة المسار الحرج في جدولة المشاريع:

- التعريف بالأنشطة التي يتكون منها المشروع .
- تحديد العلاقات والتتابع بين هذه الانشطة.
- رسم الانشطة علي المخطط الشبكي.
- تقدير الزمن اللازم لإنهاء كل نشاط على حدة.
- تحديد المسار الحرج على المخطط الشبكي.
- تحديث المخطط الشبكي بشكل دوري أثناء تنفيذ المشروع,من خلال البحث عن الامكانيات في توفير الموارد الاضافية للانشطة الحرجة.

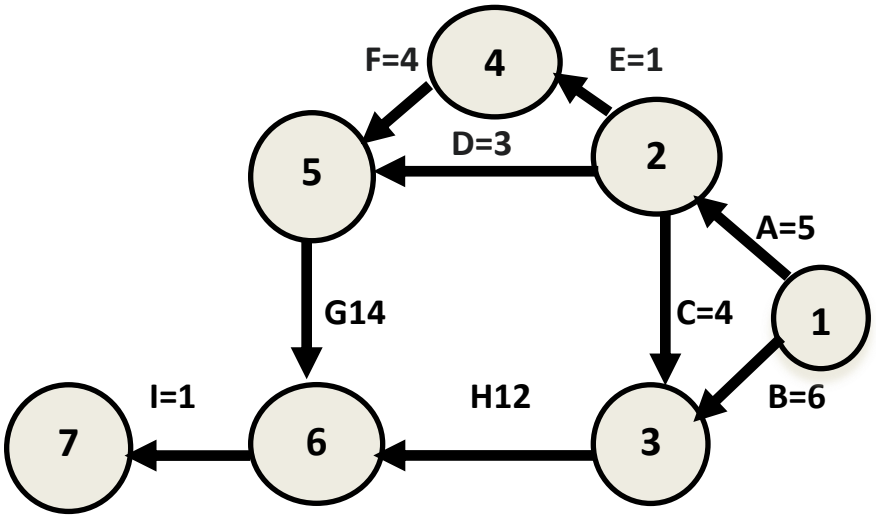
ولبيان تلك الخطوات نورد المثال الاتي:

مثال (1) : يسعى احد المستثمرين الى اقامة مشروع لبناء مجمع تجاري لغرض تاجيره وقد توفرت لديك البيات في الجدول الاتي:

النشاط	وصف النشاط	النشاط السابق	الزمن (أسبوع)
A	اعداد خريطة البناء	-	5
B	تحديد المستأجرين المتوقعين	-	6
C	إعداد بيانات المستأجرين	A	4
D	اختيار شركة البناء	A	3
E	إعداد البيانات للحصول على موافقة البلدية	A	1
F	الحصول على موافقة البلدية	E	4
G	البناء	D,F	14
H	توقيع العقود مع المستأجرين	B,C	12
I	تسليم المفاتيح للمستأجرين	G,H	2

المطلوب : تحديد المسار الحرج للمشروع والبدايات والنهايات المبكرة والمتاخرة والوقت الضائع للانشطة.

1- رسم المخطط الشبكي للمشروع وكما موضح في الشكل (9-3):

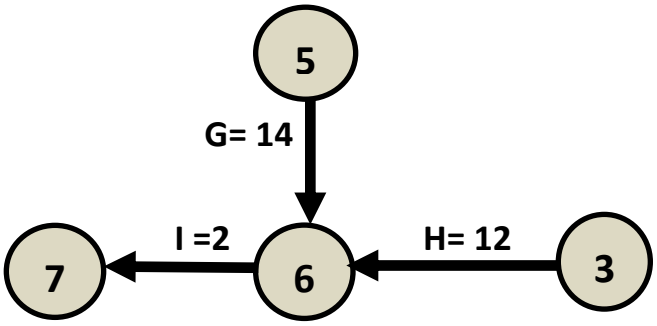


الشكل (9-3)

المخطط الشبكي للمشروع

ملاحظة: لغرض تسهيل رسم المخطط الشبكي لابد من تحديد الانشطة التي تبدأ بعد الانتهاء من نشاطين او اكثر كما هو الحال في الانشطة (I) و (H) و (G) لكي تكون لكل منهم بداية واحدة وكما يلي:

النشاط (I) يسبقه النشاطين (H) و (G) نرسم لتكون نهايتهما واحدة الدائرة (6) والتي ستكون بداية للنشاط (I) وكما موضح بالشكل (9-4) :



الشكل (9-4)

وبنفس الطريقة يرسم النشاطين (H) و(G)

2 – تحديد المسار الحرج:

يتم تحديد المسارات من المخطط الشبكي وسنختار اطول مسار ليمثل المسار الحرج للمشروع وكما يلي:

المسار الاول : (A) + (E) + (F) + (G) + (I) = 5+1+4+14+2 = 26 أسبوع

المسار الثاني : (A) + (D) + (G) + (I) = 5+ 3+14+2 = 24 أسبوع

المسار الثالث : (A) + (C) + (H) + (I) = 5+ 4+12+2 = 23 أسبوع

المسار الرابع : (B) + (H) + (I) = 6+12+2 = 20 أسبوع

يتضح ان المسار الاول هو المسار الحرج لانه الاطول والانشطة التي تقع عليه هي الانشطة الحرجة.

(A) ← (E) ← (F) ← (G) ← (I)

3- حساب ازمنة الانشطة وكما مبين في الجدول الاتي:

الانشطة	النشاط السابق	الوقت النشاط	البداية المبكرة	النهاية المبكرة	البداية المتاخرة	النهاية المتاخرة	الوقت الضائع
A	-	5	0	5	0	5	0
B	-	6	0	0	0	6	12
C	A	4	5	9	8	12	3
D	A	3	5	8	7	10	2
E	A	1	5	6	5	6	0
F	E	4	6	10	6	10	0
G	D,F	14	10	24	10	24	0
H	B,C	12	9	21	12	24	3
I	G,H	2	24	26	24	26	0

- حساب البدايات المبكرة للانشطة بطريقة المرور الى الامام(*Forward pass*) بمعادلة الاتية:

البداية المبكرة للنشاط = مجموع اوقات الانشطة السابق له.

البداية المبكرة للانشطة التي لا يوجد قبلها نشاط كما هو الحال في النشاطين (A) و (B) ستكون مساوية (صفر).

البداية المبكرة للنشاط (C)= وقت النشاط السابق(A) =5 أسبوع

وبنفس الطريقة تحدد النهايات المبكرة لبقية الانشطة.

اما في حالة الانشطة التي تبدأ بعد الانتهاء من نشاطين او اكثر كما هو الحال في الانشطة (I) و (H) و (G) فيتم حساب البداية المبكرة لهذه الانشطة باعتماد اطول مجموع لاوقات الانشطة السابقة, فعلى سبيل المثال بالنسية للنشاط (G)

البداية المبكرة للنشاط (G)= مجموع اوقات الانشطة (A) و (E) و (F)

= 5+1+4 = 10 أسبوع.

وبنفس الطريقة يتم حساب البداية والنهاية المبكرة للانشطة (H) و (I).

- حساب النهايات المبكرة للانشطة بمعادلة الاتية:

النهاية المتاخرة للنشاط = البداية المبكرة للنشاط + وقت النشاط

النهاية المتاخرة للنشاط(A) = 0 + 5 = 5 أسابيع.

النهاية المتاخرة للنشاط(B) = 0 + 6 = 6 أسابيع.

النهاية المتاخرة للنشاط(C) = 5 + 4 = 9 أسابيع.

وبنفس الطريقة تحدد النهايات المبكرة لبقية الانشطة.

- حساب النهايات المبكرة والمتاخرة للانشطة.

تحسب النهايات المبكرة والمتاخرة للانشطة بطريقة المرور التراجعي (*pass Backward*) ,أي البداء من النشاط الاخير (I) رجوعا وكما يلي:

النهاية المتاخرة للنشاط (I) =البداية المتاخرة للنشاط اللاحق.

ولكون النشاط (I) هو الاخير فتعد النهاية المتاخرة له هي تاريخ نهاية المشروع = 26 أسبوع.

البداية المتاخرة للنشاط (I) =النهاية المتاخرة له- وقت نشاطه

= 26-2= 24 أسبوع.

النهاية المتاخرة للنشاط (H) =البداية المتاخرة للنشاط اللاحق (I)

= 24 أسبوع.

البداية المتاخرة للنشاط (H) =النهاية المتاخرة له- وقت نشاطه

= 24- 12 = 12 أسبوع.

وبنفس الطريقة تحدد النهايات والبدايات المتاخرة لبقية الانشطة.

اما بالنسبة للنشاط (A) ولكون هناك ثلاثة انشطة لاحقة له والمتمثلة بالنشطة (C) و(D) و(E)فيتم اعتماد النهاية المبكرة الاقصر للنشاط اللاحق والمتمثلة بالنشاط (E) عند تحديد النهاية المتاخرة للنشاط (A) وكما يلي:

النهاية المتاخرة للنشاط (A) =البداية المتاخرة للنشاط اللاحق (E)

اي انها ستكون في الاسبوع الخامس.

البداية المتاخرة للنشاط (A) =النهاية المتاخرة له- وقت النشاطه

= 5- 5 = 0 أسبوع.

- حسب الوقت الضائع لانشطة بالمعادلتين الاتيتين:

الوقت الضائع للنشاط =البداية المتاخرة– البداية المبكرة

او الوقت الضائع للنشاط =النهاية المتاخرة– النهاية المبكرة

الوقت الضائع للنشاط(A) = 0-0=0 أسبوع.

او = 5-5 =0 أسبوع.

الوقت الضائع للنشاط(B) = 6-0=6 أسبوع.

او = 12-6 =6 أسبوع.

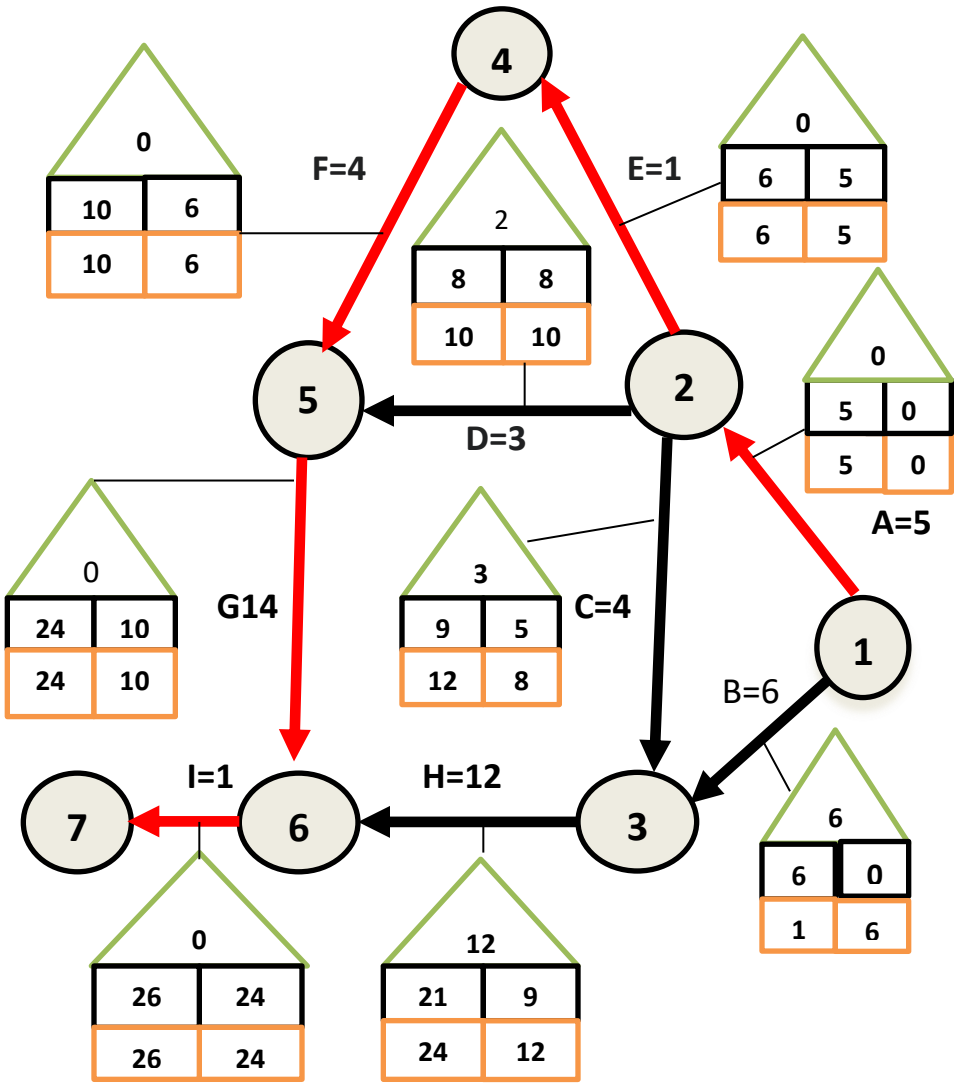
الوقت الضائع للنشاط(C) = 8-5=3 أسبوع

او = 12-9 =3 أسبوع.

وبنفس الطريقةيحدد الوقت الضائع لبقية الانشطة.والجدول الاتي يبين اوقات الانشطة.

ويتضح ان الانشطة الحرجة المتمثلة ب (A) و(E) و(F) و(G) و(I) الواقعة على المسار الحرج يكون فيها الوقت الضائع مساويا للصفر في حين الانشطة غير الحرجة المتمثلة ب (B) و(C) و(D) و(H) هي التي ظهر فيها الوقت الضائع.

4- رسم المخطط النهائي للمشروع وكما مبين في الشكل (9-5) يظهر فيه الازمنة المتعلقة بالانشطة (البدايات والنهايات المبكرة و البدايات والنهايات المتاخرة و الوقت الضائع) والمسار الحرج والانشطة الحرجة.



الشكل (9-5)

: المربع باللون الاسود يشير الى البدايات والنهايات المبكرة.

: المربع باللون الاحمر يشير الى البدايات والنهايات المتاخرة.

: المثلث باللون الاخضر يشير الى الوقت الضائع .

: المسار الحرج.

ثانيا : اسلوب بيرت (*PERT*)

(*Program Evaluation and Review Technique*)

يطلق عليه اختصارا ب(*PERT*) وهو الاحرف الاولى من اسم البرنامج باللغة الانكليزية(*Program Evaluation and Review Technique*). وقد طور اسلوب بيرت في نهاية الخمسينات في الولايات المتحدة الامريكية لحل المشاكل المتعلقة بتسريع تنفيذ برامج صناعة الصواريخ النووية.

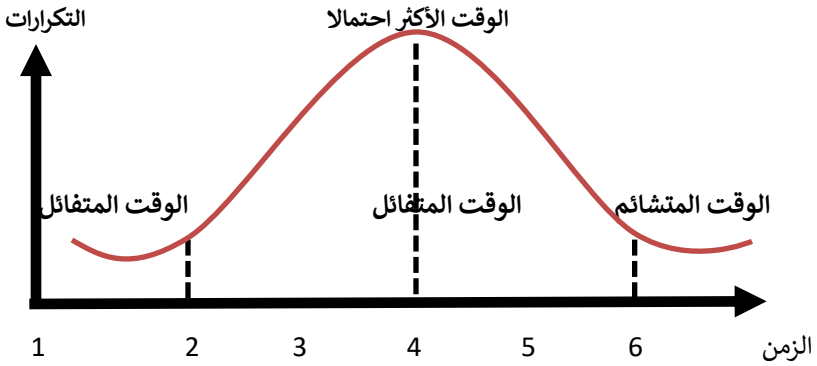
يعد اسوب بيرت وسيلة من خلالها تتمكن ادارة الشركات من التخطيط وجدولة والرقابة على المشاريع المراد تنفيذها بهدف تقليل الحد الادنى من التوقفات والتاخير في مراحل الانجاز وصولا الى اقصر وقت ممكن (محتمل) لاكمال المشروع .

يعتمد اسلوب بيرت على الاساسيات لاسلوب المسار الحرج ,اي اتباع نفس خطوات تطبيق طريقة المسار الحرج (الفقره 3 أعلاه), الا ان الاختلاف بين اسوب بيرت والمسار الحرج قائم على وجود ثلاثة اوقات لانجاز الانشطة المكونة للمشروع بدلا من وقت واحد. وتتمثل هذه الاوقات بالاتي:

- الوقت المتفائل(*Optimistic Time*): هو أقل وقت متوقع لإتمام النشاط.
- الوقت الأكثر احتمالا(*Most likely Time*): هو الزمن الأكثر توقعا لإتمام النشاط.
- الوقت المتشائم(*Pessimistic Time*): هو أطول زمن متوقع لإتمام النشاط.

لا يمكن الاخذ بالاوقات الثلاثة سويا , بل يجب حساب متوسط لها والذي يطلق علية الوقت المتوقع(T_E) (*Expected Time*). ويعد **توزيع بيتا (*β*)** أنسب التوزيعات الاحتمالية الذي يمكن تطبيقه في التقديرات الزمنية للانشطة, في حين

يكون زمن انتهاء المشروع خاضع للتوزيع الطبيعي كما موضح في الشكل (9-6), اذ تؤكد نظرية الحد المركزي على أن مجاميع المتغيرات العشوائية (أوقات النشاط) تميل إلى التوزيع الطبيعي بغض النظر عن التوزيع الذي تتبعه تلك المتغيرات. أن احتمال حدوث الأزمنة (المتفائل، والمتشائم) وفقا لتوزيع الطبيعي 16%, بينما الزمن الأكثر احتمالا 4 أضعاف التقديرات اللازمنة المتفائل او المتشائم, وعليه فإن مجموع جميع أوزان الأوقات تساوي 6, اي أن المشروع بموجب التوزيع الطبيعي سينتهي في الموعد المحدد باحتمال(50.%).



الشكل (9-6)
التوزيع الطبيعي

وبذلك فان معادلة الوقت المتوقع للنشاط هي:

الوقت المتوقع للنشاط

= [الوقت المتفائل + (4× الوقت الأكثر احتمالا) + الوقت المتشائم]÷ 6

اما الوقت المتوقع للمسار يحسب بالمعادلة الاتية:

الوقت المتوقع للمسار = مجموع الاوقات المتوقعة للانشطة الواقعة عليه.

وبذلك فان الوقت المتوقع للمسار الحرج (وقت المتوقع لانجاز المشروع) سيكون مساو لمجموع الاوقات المتوقعة للانشطة الحرجة.

ان الفارق الكبير بين الوقت المتفائل والوقت المتشائم للنشاط يشير الى درجة عالية من عدم التأكد في ان يكون الوقت الحقيقي لانجاز النشاط مساويا الى الوقت

المتوقع له, لذلك يتطلب الامر ان يكون هناك مقياس يعبر عن هذا التباين متمثلا بالانحراف المعياري.

ويقصد بالانحراف المعياري(δ) التشتت (الانحراف) للقيمة الزمنية الفعلية عن القيمة الزمنية المتوقعة (بالأيام، بالأسابيع، أو بالأشهر)، فإذا كانت القيمة تُساوي 0 فتعني أن التقديرات دقيقة والعكس صحيح كلما كبرت قيمة الانحراف المعياري زادت درجة عدم اليقين في تقدير الأزمنة.

يقدر الانحراف المعياري لوقت كل نشاط على أنه سدس الفرق بين تقديرات الوقت المتشائمة والمتفائلة. ويحسب التباين بتربيع الانحراف المعياري (δ)بموجب المعادلة الاتية :

التباين للنشاط= الانحراف المعياري للنشاط (δ)^2

الانحراف المعياري للنشاط (δ)^2= [(الوقت المتفائل - الوقت المتشائم)÷ 6]^2

او

= (الوقت المتفائل - الوقت المتشائم)^2÷ 36

يحدد المسار الحرج على ضوء الاوقات المتوقعة للانشطة, ومن ثم يحسب التباين له بموجب المعادلة الاتية :

التباين للمسار الحرج = √ مجموع قيمة التباين للانشطة الحرجة المكون له

ان معرفة أوقات المسار المتوقعة وانحرافاتها المعيارية تتيح للادارة حساب التقديرات الاحتمالية لوقت اكتمال المشروع (Z) والتي يمكن حسابها بالمعادلة الاتية:

احتمالية انجاز للمشروع (قيمةZ)

= (المدى المتعاقد عليها – وقت المسار الحرج) ÷ التباين للمسار الحرج

تستخدم قيمة (Z) للحصول على احتمال انجاز المشروع في الوقت المحدد باعتماد الجداول الاحصائي للتوزيع الطبيعي . وهنا لابد من الاشارة الى ما يلي:

- اذا كان الاحتمال بين (25% - 60%) يؤشر الى وجود فرصة جيدة لانجاز المشروع ضمن فترة التعاقد .
- اذا كان الاحتمال يزيد عن (60%) فهذ يعني وجود فائض عن الحاجة من الموارد المادية والبشرية يمكن استثمارها في تسريع انجاز المشروع.
- اذا كان الاحتمال يقل عن (25%) فهذا يدلل على ان المشروع سيواجه عراقيل وصعوبات وبالتالي التاخير في انجاز المشروع ضمن فترة التعاقد , مما يستوجب اتخاذ القرارات المناسبة لمواجهة تلك الحالة.

مثال (2): تعاقدت ادارة مستشفى النعمان مع شركة تخصصية لمكننة اعمالها من خلال نصب نظام الكتروني وكانت مدة العقد المتفق عليها (20) أسبوع, والجدول الاتي يوضح الانشطة وتتابعها و تقديرات اوقاتها لتنفيذ المشروع.

الانشطة	النشاط السابق	الاوقات بالاسابيع		
		الوقت المتفائل	الوقت الاكثر احتمالا	الوقت المتشائم
A	3	3	5	7
B	1	1	1,5	5
C	2	2	3	4
D	3	3	4	11
E	3	3	4	5
F	3	3	5.5	11
G	1.5	1.5	3	4.5
H	2.5	2.5	3.5	7.5
I	1.5	1.5	2	2.5
L	2	2	3	4

المطلوب : تحديد احتمالية موعد انجاز المشروع باستخدام اسلوب بيرت.

- حساب الوقت المتوقع والتباين لكل نشاط.

الوقت المتوقع للنشاط

= [الوقت المتفائل + (4× الوقت الأكثر احتمالا) + الوقت المتشائم]÷ 6

الوقت المتوقع للنشاط (A) = [3+(4×5)+7]÷6

= 5 أسبوع.

التباين للنشاط= الانحراف المعياري للنشاط $(\delta)^2$

= (الوقت المتفائل - الوقت المتشائم)^2÷ 36

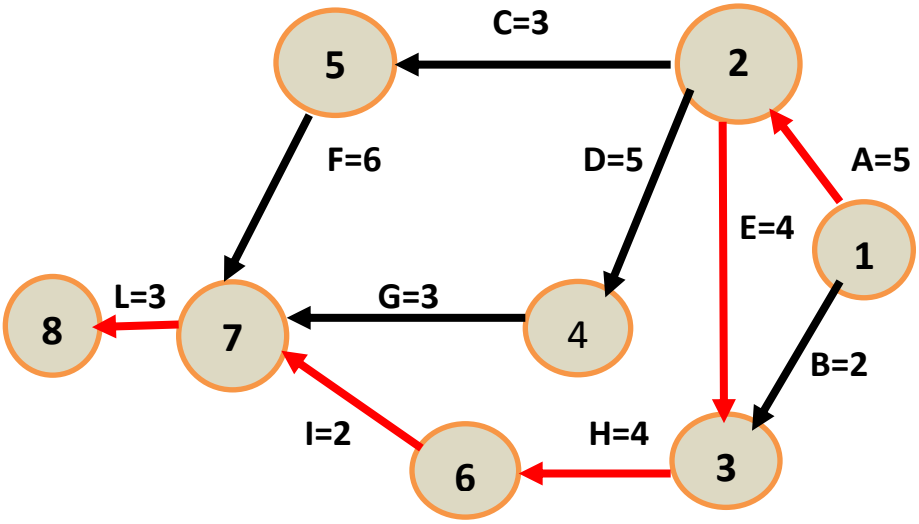
التباين للنشاط(A)= الانحراف المعياري للنشاط $(\delta)^2$

$$= (7+3)^2 \div 36 = 0.44$$

وبنفس الطريقة يتم حساب الوقت المتوقع لبقية الانشطة وكما مبين في الجدول الاتي :

النشاط	الوقت المتوقع	التباين
A	5	0.44
B	2	0.44
C	3	0.11
D	5	1.78
E	4	0.11
F	6	1.78
G	3	0.25
H	4	0.69
I	2	0.03
L	3	0.11

- رسم المخطط الشبكي باعتماد الوقت المتوقع للانشطة.



- رسم المسارات المحتملة وتحديد المسار الحرج.

1- (A) + (C) +(F) + (L) = 5 + 3 + 6 + 3 = 17 أسبوع.

2- (A) + (D) + (G) + (L) = 5 + 5 + 3 + 3 = 16 أسبوع.

3- (A) + (E) + (H) + (I) + (L) = 5 + 4 + 4 + 2 + 3 = 18 أسبوع.

4- (B) + (H) + (I) + (L) = 2 + 4 + 2 + 3 = 11 أسبوع.

يتضح ان المسار الثالث هو المسار الحرج لانه الاطول (18) أسبوع والانشطة التي تقع عليه هي الانشطة الحرجة (A) ← (E) ← (H) ← (I) ← (L)

- حساب البدايات والنهايات المبكرة والمتاخرة للانشطة و بنفس الطريقة التي تم اعتمادها في المثال (1) وكما موضح في الجدول الاتي:

الانشطة	الوقت المتوقع	التباين	البداية المبكرة	النهاية المبكرة	البداية متاخرة	النهاية متاخرة	الوقت الضائع
A	5	0.44	0	5	0	5	0
B	2	0.44	0	2	7	9	7
C	3	0.11	5	8	6	9	1
D	5	1.78	5	10	7	12	2
E	4	0.11	5	9	5	9	0
F	6	1.78	8	14	9	15	1
G	3	0.25	10	13	12	15	2
H	4	0.69	9	13	9	13	0
I	2	0.03	13	15	13	15	0
L	3	0.11	15	18	15	18	0

- حساب التباين للمسار الحرج.

التباين للمسار الحرج = مجموع قيمة التباين للانشطة الحرجة المكون له

= (0.44) + (0.11) + (0.69) + (0.03) +(0.11)= 1.38

الانحراف المعياري لتباين المسار الحرج

= √مجموع قيمة التباين للانشطة الحرجة المكون له

الانحراف المعياري لتباين المسار الحرج= $\sqrt{1.38}$ = 1.17

- حساب (قيمة (Z)

قيمة Z = (المدى المتعاقد عليها – وقت المسار الحرج) ÷التباين للمسار الحرج

= (18- 19) ÷ 1.17

=0.85

ومن جدول التوزيع الطبيعي الملحق (1)نجد أن قيمة (Z) تقابل احتمال

(0.5 + 0.3023) = 0.8023

, وهذا يعني هناك احتمال 80% ان يتم انجاز المشروع باسبوع واحد قبل الموعد المتفق عليه. اي توجد
موارد اضافية فائضة يمكن استثمارها في تسريع موعد الانتهاء من المشروع .

4-9 : تسريع تنفيذ المشروع

تعمل الكثير من الشركات على تسريع وقت الانجاز لمشاريعها تحت ضغط المنافسة وبهدف استغلال الفرص المتاحة او لغرض تجنب غرامات التاخير المتعلقة بالمواعيد الانجاز المتفق عليها او استغلال الموارد الفائضة. لذا لابد من حساب التكاليف المتعلقة بعملية تقصير وقت الانجاز. وتتمثل البيانات المطلوبة لهذه المهمة بالاتي:

- تقدير تكاليف الانجاز بالوقت الاعتيادي.
- تحديد اقصر مدة ممكنة لانشطة.
- تقدير تكاليف انجاز النشاط في حالة التسريع.

تحسب تكاليف التسريع بخطوات الاتية:

- تحديد الانشطة الحرجة.
- تحديد انحدار الكلفة (كلف التسريع لوحدة زمنية واحدة) لكل نشاط من الانشطة الحرجة بالمعادلة الاتية:

انحدار الكلفة

= (كلفة التسريع– الكلفة الاعتيادية) ÷ (المدة الاعتيادية– مدة التسريع)

- حساب كلفة المشروع بعد التسريع بالمعادلة الاتية:

كلفة المشروع بعد التسريع

= مجموع كلف التسريع للانشطة الحرجة + الكلفة في الظرف الاعتيادي

مثال (6): بالعودة الى معطيات المثال (1) ترغب الشركة بتسريع الانجاز لمشروعها الى (21) اسبوعا بدلا من (26) أسبوع لكي لا تفقد المستاجرين في ظل وجود منافسين في سوق العقارات خلال الموسم الحالي: وقد توفرت البيانات في الجدول الاتي بخصوص الاوقات والتكاليف في الحالة الاعتيادية وحالة التسريع .علما ان الوقت تقاس بالاسابيع والكلف بالدولار.

النشاط	وصف النشاط	قبل التسريع		بعد التسريع	
		وقت النشاط	كلفة النشاط	وقت النشاط	كلفة النشاط
A	اعداد خريطة البناء	5	9000	3	18000
B	تحديد المستأجرين المتوقعين	6	18000	4	30000
C	إعداد البيانات لمستأجرين	4	4000	3	8000
D	اختيار شركة البناء	3	1000	2	1200
E	إعداد البيانات الخاصة بالبلدية	1	1000	0	1500
F	الحصول على موافقة البلدية	4	300	2	8300
G	البناء	14	200000	12	260000
H	توقيع العقود مع المستأجرين	12	3000	11	5000
I	تسليم المفاتيح للمستأجرين	2	2000	1	3000
	الكلفة الكلية قبل التسريع		238300		

المطلوب : حساب كلفة المشروع لانجازه خلال (219 اسبوعا

1- تحديد المسار الحرج

(A) ← (E) ← (F) ← (G) ← (I)

2- تحديد **كلفة التسريع** لكل نشاط من الانشطة الحرجة بالمعادلة الاتية:

كلفة التسريع للنشاط (A)

= (كلفة التسريع – الكلفة الاعتيادية) ÷ (المدة الاعتيادية – مدة التسريع)

= (18000- 9000) ÷ (5- 3) = 4500 دولار اسبوعيا.

كلفة التسريع للنشاط (E)

= (كلفة لتسريع – الكلفة الاعتيادية) ÷ (المدة الاعتيادية – مدة التسريع)

= (1500- 1000) ÷ (1- 0) = 500 دولار اسبوعيا.

كلفة التسريع للنشاط(F)

= (كلفة لتسريع – الكلفة الاعتيادية) ÷ (المدة الاعتيادية – مدة التسريع)

= (8300- 300) ÷ (4- 2) = 4000 دولار اسبوعيا.

كلفة التسريع للنشاط (G)

= (كلفة لتسريع – الكلفة الاعتيادية) ÷ (المدة الاعتيادية – مدة التسريع

= (260000- 200000) ÷ (14- 12) = 30000 دولار اسبوعيا.

كلفة التسريع للنشاط(I):

= (كلفة لتسريع – الكلفة الاعتيادية) ÷ (المدة الاعتيادية – المدة التسريع)

= (3000- 2000) ÷ (2- 1) = 1000 دولار اسبوعيا.

3- ترتيب الانشطة تصاعديا حسب كلف التسريع لوحدة زمنية واحدة مع اقات التسريع لكل نشاط وكما يلي:

النشاط	E	I	F	A	G
كلفة التسريع في الاسبوع	500	1000	4000	4500	30000
عدد اسابيع التسريع	1	1	2	2	2

4- حساب كلف التسريع الاجمالية بشكل متسلسل وكما يلي:

- نبدأ بتسريع النشاط (E) باسبوع واحد وبكلفة (500) دولار لكون عدد اسابيع المتاحة لهذا النشاط هي اسبوعا واحد فقط , ويصبح وقت انجاز المشروع (25) اسبوع . ان النشاط (E) لايمكن تسريعه بعد ذلك.
- ننتقل الى النشاط (I) ويسرع بمقدار اسبوع واحد ايضا وبكلفة (1000) دولار ويصبح وقت انجاز المشروع (24) اسبوع. ان النشاط (I) لايمكن تسريعه بعد ذلك لان عدد اسابيع التسريع فيه (1) اسبوع وتصبح كلفة

التسريع (500 +1000=1500) دولارا. ويصبح وقت انجاز المشروع (24) اسبوع.

- ننتقل الى النشاط (F) ويسرع بمقدار أسبوعين وبكلفة (4000×2)= (8000) دولار ويصبح وقت انجاز المشروع (22) اسبوع. ان النشاط (F) لايمكن تسريعه بعد ذلك لان عدد اسابيع التسريع فيه (2) اسبوع وتصبح كلفة التسريع (1500 + 8000=9500) دولارا . ويصبح وقت انجاز المشروع (22) اسبوع.
- ولكون المطلوب انجاز المشروع ب (21) أسبوع فيتم تسريع النشاط (A) أسبوعا واحد فقط وبكلفة مقدارها (4500) دولار ويصبح وقت انجاز المشروع (21) اسبوع وبكلفة تسريع اجمالية مقدارها (9500 +4500 = 14000) دولارا .

5- حساب تكلفة انجاز المشروع ب (21) اسبوع بالمعادلة الاتية:

كافة انجاز المشروع ب (21) اسبوع = مجموع كلف التسريع + الكلفة الحالية

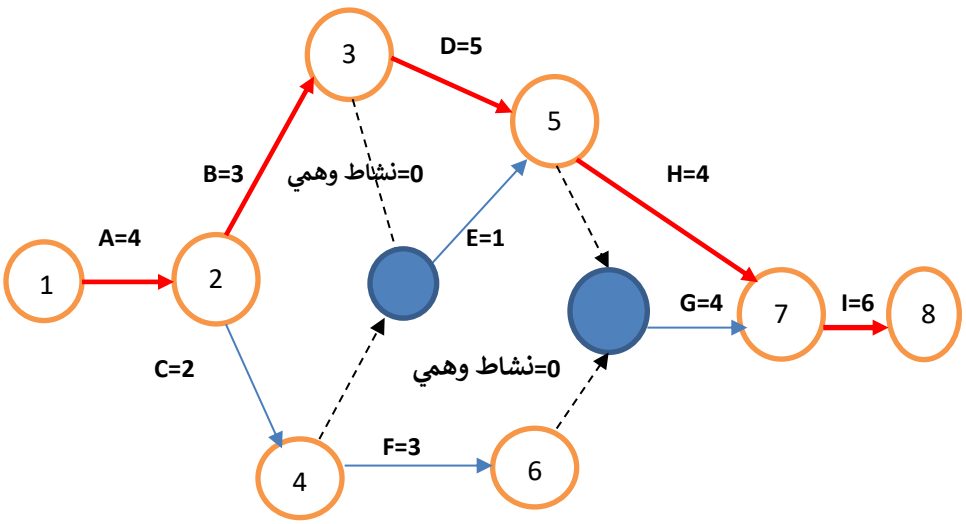
= 14000 + 238300 =252300 دولارا.

مثال (4) : طلب منك حساب الكلفة الاجمالية لتنفيذ المشروع خلال مدة (19) اسبوع وقد عرضت عليك البيانات المتعلقة بالمشروع والموضحة بالجدول الاتي:

النشاط	النشاط السابق	قبل التسريع		بعد التسريع	
		وقت النشاط	كلفة النشاط	وقت النشاط	كلفة النشاط
A	-	4	10000	2	11000
B	A	3	6000	2	9000
C	A	2	4000	1	6000
D	B	5	14000	3	18000
E	B,C	1	9000	1	9000
F	C	3	7000	2	8000
G	E,F	4	13000	2	25000
H	D,E	4	11000	1	18000
I	H,G	6	20000	5	29000
الكلفة الكلية قبل التسريع			94000		

المطلوب : 1- رسم المخطط الشبكي وتحديد المسار الحرج للمشروع 2- حساب الكلفة الاجمالية للمشروع في حالة انجاز ب (19) اسبوع.

المخطط الشبكي للمشروع .



الخطوط المنقطة تعبر عن انشطة وهمية لغرض الدلالة على تتابع الانشطة في المخطط الشبكي ويكون وقت انجازها يساوي صفرا. اذ لايمكن رسم نهاية واحدة للنشاطين (B) و(C) لكون لهما بداية واحدة , والشيء نفسه بالنسبة للنشاطين (E) و (F).

- تحديد المسارات و المسار الجرج

المسار الاول = (A) + (B) + (D) + (H) + (I) = 4 + 3 + 5 + 4 +6= 22

المسار الثاني = (A) + (C) + (E) + (H) + (I) = 4 +2 + 1 +4+ 6 = 17

المسار الثالث = (A) + (C) + (F) + (C) + (I) = 4 + 2 +3 +4+ 6= 19

المسار الجرج هو الاول لانه الاطول ويساوي = 22 أسبوع.

- تحديد الكلفة الاجمالية للمشروع في حالة التسريع

كلفة التسريع لكل نشاط من الانشطة الحرجة بالمعادلة الاتية :

كلفة التسريع للنشاط

= (كلفة التسريع – الكلفة الاعتيادية) ÷ (المدة الاعتيادية – المدة االتسريع)

كلفة التسريع للنشاط A= (11000- 10000) ÷(4-2) = 500 دولار اسبوعيا.

كلفة التسريع للنشاط B= (9000 – 6000) ÷ (3-2) = 3000 دولار اسبوعيا.

كلفة التسريع للنشاط D= (18000– 14000) ÷ (5-3) = 2000 دولار اسبوعيا.

كلفة التسريع للنشاط H= (18000 – 11000) ÷ (4-1) = 2333 دولار اسبوعيا.

كلفة التسريع للنشاط I =(29000 – 20000) ÷ (6-5) = 9000 دولار اسبوعيا.

ترتيب الانشطة تصاعديا حسب كلف التسريع لوحدة زمنية واحدة مع اوقات التسريع لكل نشاط وكما يلي:

النشاط	A	D	H	B	I
كلفة التسريع في الاسبوع	500	2000	2333	3000	9000
عدد اسابيع التسريع	2	2	3	1	1

حساب كلف التسريع الاجمالية بشكل متسلسل وكما يلي:

1- نبدء بالتسريع للنشاط (A) باسبوع واحد وبكلفة (500) دولار لكون عدد اسابيع المتاحة لهذا النشاط هي اسبوعين فقط, ويصبح وقت انجاز المشروع (20) اسبوع. ان النشاط (A) لايمكن تسريعه بعد ذلك.

2- ولكون المطلوب انجاز المشروع ب (19) أسبوع فيتم تسريع النشاط (D) أسبوعا واحد فقط وبكلفة مقدارها (1000) دولار ويصبح وقت انجاز المشروع (19) اسبوع وبكلفة تسريع اجمالية.

(500 ×2) + 2000 = 3000 دولار.

حساب تكلفة انجاز المشروع ب (19) اسبوع بالمعادلة الاتية:

كافة انجاز المشروع ب (19) اسبوع = مجموع كلف التسريع + الكلفة الحالية

= 3000 + 94000

=97000 دولار.

اسئة الفصل التاسع

س1 – ما المقصود بمفهوم ادارة المشروع .

س2 – ماهي القرارات الرئيسية في إدارة المشروع.

س3- ماهي خطوات تطبيق طريقة المسار الحرج في جدولة المشاريع.

س4 – بماذا يختلف اسلوب المسار الحرج عن بيرت.

س 5- نافش العبارة الاتية

" تؤكد نظرية الحد المركزي على أن مجاميع المتغيرات العشوائية (أوقات النشاط للمشروع) تميل إلى التوزيع الطبيعي بغض النظر عن التوزيع الذي تتبعه تلك المتغيرات"

س6 – البيانات في الجدول الاتي تبين الانشطة واوقات انجازها.

النشاط	النشاط السابق	قبل التسريع		بعد التسريع	
		وقت النشاط	كلفة النشاط	وقت النشاط	كلفة النشاط
A	-	3	300	1	500
B	A	2	100	1	200
C	-	5	50	4	100
D	B,C	2	500	1	800
E	A	4	300	2	400
F	B,C	6	200	1	300
G	E,D	5	400	2	600

المطلوب:1- رسم المخطط الشبكي للمشروع , 2- حساب البدايات والنهايات المبكرة والمتاخرة والوقت الضائع للانشطة,3 – تحديد المسار الحرج للمشروع والوقت اللازم لاكماله, 4- حسب الاتكاليف الاجمالية في حالة تسريع انجازه لمدة اسبوعين عن وقت انجازه المخطط . علما ان الوقت مقاس بالاسابيع والكلف بالدولار .

س7- مشروع مكون من (7) انشطة تم الاتفاق على انجازه خلال (20) اسبوعا وقد توفرت لديك البيانات الاتية:

النشاط	النشاط السابق	الوقت المتشائم	الوقت الاكثر احتمالا	الوقت المتفائل
A	-	3	2	1
B	-	4	3	2
C	A	6	5	4
D	B	10	9	8
E	C,D	8	5	2
F	D	6	5	4
G	E	3	2	1

المطلوب: 1- رسم المخطط الشبكي للمشروع ,2- تحديد الوقت المتوقع والتباين لكل نشاط ,3- تحديد المسار الحرج للمشروع,4- حساب البديات والنهايات المبكرة والمتاخرة والوقت الضائع للانشطة , 5 – حساب احتمالية انجاز قبل المدة التعاقد . علما ان قيمة (Z) المحسوبة تقابل احتمل (0.9582) في جدول التوزيع الطبيعي.

س8 : اختر الاجابة الصحيحة مع بيان السبب

- توفرت لديك البيانات ادناه لاحد المشاريع الاستثمارية

القيمة الحالية للمشروع	350000 دولار
سعر الخصم	2%
التدفق النقدي السنوي	150000 دولار
فترة الاسترداد	3 سنوات

بموجب معيار صافي القيمة الحالية سيتم

أ- يقبل المشروع ب – يرفض المشروع

- اذا كان رأسمال المراد استثماره (100000) دولار وفترة الاسترداد (3) سنوات للمشروعين وتوفرت لديك البيانات الاتية :

البيانات	المشروع الاول	المشروع الثاني	المشروع الاول	وحدة القياس
التدفق النقدي للسنة الاولى	50000	25000	50000	دولار
التدفق النقدي للسنة الثانية	20000	50000	20000	دولار
التدفق النقدي للسنة الثالثة	30000	25000	30000	دولار

بموجب معيار فترة الاسترداد سيتم اختيار

أ- المشروع الاول ب – المشروع الثاني

- توفرت لديك البيانات الاتية لمشروعين وكما مبين في الجدول

المشروع	معدل صافي الربح السنوي	معدل كلف الاستثمار	وحدة القياس
الاول	20000	100000	دولار
الثاني	8000	24000	دولار

بموجب معيار العائد على الاستثمار سيتم اختيار سيتم اختيار

أ- المشروع الاول ب – المشروع الثاني

محتويات الفصل العاشر

ادارة الجودة (*Quality Management*)

10-1: مفهوم الجودة وإبعادها

10-2 :دورة حياة الجودة وإدارة الجودة الشاملة

10-3 : فلسفة التلف الصفري وعلاقته بالأسبقيات التنافسية

10-4 : جودة الخدمة

10-5 : تصميم نظام ضبط الجودة

10-6 : المنظمة الدولية للتقييس (ISO)

10-7 :نظام الانتاج الانظف

10-8 : اساليب ضبط الجودة

الفصل العاشر

ادارة الجودة (*Quality Management*)

10-1: مفهوم الجودة وإبعادها

تعد ادارة الجودة من القرارات الاساسية لإدارة العمليات. وقد استخدم مصطلح الجودة بأشكال مختلفة من اجل التعبير عن وجهات نظر متباينة. فعلى سبيل المثال قد تعني لمستهلك المتانة او الفائدة او القيمة او الشكل , في حين من وجهة نظر المنتج تقترن الجودة بمطابقة المنتوج لمواصفات محددة عند تصميمه. وقد تطور مفهوم الجودة حتى اواخر الاربعينات القرن الماضي كان التركيز في تناول موضوع الجودة على اساليب الفحص الفعالة لتحديد الوحدات التالفة بعد الانتاج. ثم اعتمدت اساليب الضبط الاحصائي للعمليات لتحديد نسب التلف المسموح به. وفي بداية الستينات ظهر مفهوم ضمان الجودة للتأكد من ملائمة السلعة للتصميم او للمواصفات الفنية المخططة وصولا الى ادارة الجودة الشاملة في بداية الثمانيات. اما في بداية هذا القرن فقد تم التركيز على الرضا الزبون المعبر عنه بقيمة الزبون باعتباره المؤشر على ارتفاع او انخفاض مستوى الجودة .

اولا: مفهوم الجودة*:

وفقا الى(*Juran*) الذي يعد احد الرواد في هذا المجال يعرف الجودة بملائمة الاستخدام (Fattens of use).ان ملائمة الاستخدام تتحقق عند اشباع الحاجة للمستهلك وتحقيق الرضا لديه.

---

*ان ترجمة مصطلح (Quality) بالجودة وربطه بإجادة العمل من قبل بعض الباحثين تنقصه الدقةباعتبار إجادة العمل هو الوسيلة لبلوغ الجودة وليس تعبير عن ماهية الجودة.

وقد حددت المواصفات المميزة للجودة بالاتي:

- الصفة التكنلوجية (المتانة والقوة).
- الصفة النفسية (الطعم والشكل والجمالية).
- الصفة الزمنية (المعولية والاتاحيةوالاعتمادية وفترة الصيانة).
- الصفة التعاقدية (شروط الضمان).
- الصفة الاخلاقية (درجة المصداقية والأمانة لرجل البيع).

ان ملائمة الاستخدام وتحقيق رضا المستهلك (جوهر مفهوم الجودة) وربطه بالمتانة فقط غير دقيق علميا على اعتبار ان المتانة هي مواصفة واحدة من مجموع مواصفات المنتوج, وقد يرتبط الرضا بمواصفات و خصائص اخرى للمنتوج مثل الموديل والسعر وغيرها, وكمثال قد يسعى المستهلك الى استبدال الاثاث او الاحذية او الملابس بمجرد تغير في موديلاتها باخرى حتى ولو كانت اقل متانة.

يمكن تعريف الجودة بأنها " قدرة خاصية او مجموعة خصائص للمنتوج (سلعة او خدمة) التي تتجسد في المظهر الخارجي والأداء الوظيفي له, والتي تعمل على إشباع الحاجات الحالية او المستقبلية والمعلن منها او الضمنية, بهدف تحقيق الرضا للمستهلك في اطار زمني محدد ومقابل التضحية المقدمة من قبله (السعر المدفوع والجهد المبذول)".

ان التعريف اعلاه يشير الى ان مصطلح الجودة (*Quality*) مرتبط بالمستهلك وبالمنتج في نفس الوقت, ولذلك فالمفهوم العلمي والشامل للجودة يجب ان يعكس التكامل بين وجهتي نظر المنتج والمستهلك على اعتبار ان جودة المنتجات لا يمكن التحقق منها الا بعد عملية الاستهلاك.

تلخيص وجهتي نظر المنتج والمستهلك بالاتي:

1- **مفهوم الجودة بالنسبة الى المنتج**: يستند مفهوم الجودة من قبل المنتج الى مايلي:

- **جودة التصميم** (*Quality of Design*) ويقصد بها مدى قدرة المواصفات والخصائص المقترحة للمنتوج من قبل قسم التصميم في الشركة على تلبية توقعات المستهلك قبل الشروع بعملية الانتاج, اي ان الجودة للتصميم تكون عالية في حالة مطابقتها لتوقعات المستهلك.
- **جودة المطابقة** (*Quality of Conformance*) ويقصد بها درجة المطابقة للمواصفات والخصائص الفعلية للمنتوج بعد عملية الانتاج بالمواصفات والخصائص المحددة في التصميم. فالجودة عالية في حالة ارتفاع درجة التطابق.

2- مفهوم الجودة بالنسبة الى المستهلك: ان مفهوم الجودة من وجهة نظر المستهلك تقترن بقدرة مواصفات المنتوج في اشباع حاجاته و تحقيق الرضا لديه مقابل الثمن المدفوع والتضحية المقدمة من قبله. ان مستوى جودة المنتجات تتحدد من قبل المستهلك على ضوء مستوى الرضا لديه عند الاستخدام .

ان قناعات ودرجة الرضا للمستهلك هي مفاهيم نسبية تعتمد على قناعات المستهلك والزمن الذي تتحقق فيه ملائم الاستخدام. فقد يتحقق الرضا للمستهلك عند شرائه سيارة كورية الصنع على سبيل المثال في حين ان نفس السيارة قد لا تحقق نفس الرضا لمستهلك اخر. كما ان نفس المستهلك قد تتغير درجة الرضا لديه او قناعاته بمرور الوقت, فقد يتحقق رضا المستهلك في الوقت الحاضر عند حصوله على سيارة كورية الصنع, الا ان الرضا لنفس المستهلك بعد عدة سنوات لا يتحقق الا بشراء سيارة يابانية او المانية ذات مواصفات افضل وخلاصة القول ان الرضا هو المرأة العاكسة لمستوى جودة المنتجات.

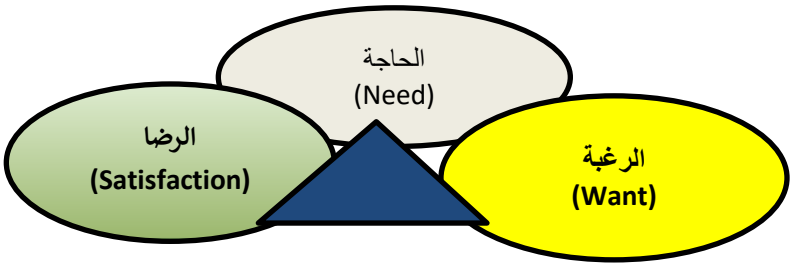
يرتبط الرضا لدى المستهلك كما اكدته الدراسات الحديثة في هذا الاطار بمجموعة من المفاهيم المتعلقة بالقيمة المتوقعة والقيمة المدركة للزبون لما لهما من تاثير مباشر على درجة ولاءه للشركة المنتجة.

- **مفهوم القيمة المتوقعة للزبون:**

يعد الاحتفاظ بالزبون وكسب ولاءه من التوجهات الاستراتيجية لكافة الشركات الصناعية او الخدمية بسبب شدة المنافسة في ظل تنوع المنتجات والتطور في وسائل الاتصالات مما ساهم في ان يكون الزبون نقطة البداية والنهاية لأنشطة الشركات في الوقت الحالي.

ان معرفة وإدراك ادارة الشركة لحاجات ورغبات المستهلك ومن ثم ترجمتها الى سلع وخدمات كل ذلك جعل من الانتاج ليس هدفا بحد ذاته وإنما وسيلة لإشباع تلك الحاجات ومن ثم خلق الاموال التي تمكن المنظمة الاستمرار في بيئة الاعمال.

ان اهمية ودور قيمة الزبون تتجلى بما يعرف بمثلث الجودة والموضح في الشكل (10-1).



الشكل (10-1)
مثلث الجودة

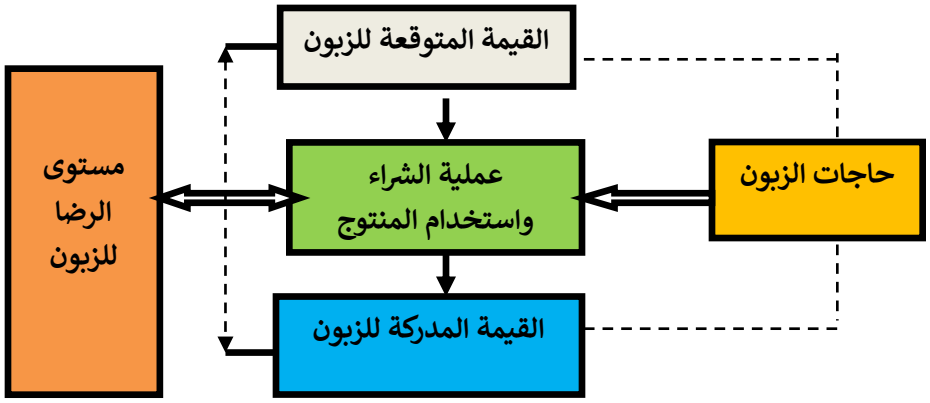
ان حاجات المستهلك المعلنة والضمنية تتبلور عند الشركات قبل عملية الانتاج, و تظهر رغبته في اشباع تلك الحاجيات بعد عملية الانتاج, اما مستوى الرضا لديه يتحدد عند عملية الشراء والاستهلاك الفعلي.

يسعى المستهلك الى اشباع حاجاته من خلال ما يعرف بسلوك المستهلك. ويستلزم هذا السلوك منه التضحية بجزء من موارده (مال ,جهد ووقت) للحصول على السلع والخدمات التي تحقق له اقصى حد من الاشباع وبأقل كلفة ممكنة. وفي ظل التنوع في المنتجات المعروض امامه, فان مستوى ادراكه للفارق بين الاعباء والتكاليف الحصول على المنتوج وبين المنافع والمزايا التي يحصل عليها من جراء عملية الاشباع ستحدد مستوى الرضا لديه وبالتالي تكرار عملية الشراء او الانتقال الى منتوج اخر.

تأسيسا على ما تقدم فان المستهلك سيكون لدية حكمين على المنتوج: الحكم الاول يكون قبل عملية الشراء فمن خلال خبرته والمعلومات المتوفرة لدية عن المنتوج تتحدد **القيمة المتوقعة** للزبون, والثاني بعد عملية الشراء واستخدامه للمنتوج يتم تحديد **القيمة المدركة** للزبون.

يبين الشكل (10-2) العلاقة بين القيمة المتوقعة والمدركة والرضا لدى الزبون. ان ظهور وتبلور الحاجة لدى المستهلك تمثل الدافع الاولي للتفكير بقرار الشراء لتحديد نوع المنتوج, ومن ثم يأتي الدافع الانتقائي للمفاضلة بين المعروض من المنتجات بناء على المعلومات والخبرات الاجتماعية والاقتصادية للمستهلك. ان كلا القيمتين المتوقعة والمدركة قائمتان على الفارق بين التضحيات والأعباء المالية (المتوقعة) التي يتحملها المستهلك وبين المنافع التي سيحصل عليها (الفعلية) بعد عملية الشراء. ومن خلال المقارنة بين القيمة المتوقعة المدركة من قبل الزبون يتحدد مستوى الرضا لديه, وهنا يبرز دور الشركات في العمل على التقريب بين القيمة المتوقعة والمدركة للزبون من خلال ترجمة احتياجاته بشكل دقيق ، أي تحديد المواصفات (جودة التصميم) وبين العمل على تقليل الانحرافات في المواصفة عند الشروع بعملية الانتاج (جودة المطابقة). فكلما كانت القيمة

المدركة قريبة من القيمة المتوقعة ارتفع مستوى الرضا لدى الزبون والعكس صحيح.



الشكل (10-2)

العلاقة بين القيمة المتوقعة والمدركة والرضا لدى الزبون

تعرف القيمة المتوقعة للزبون هي عبارة عن التصور المبدئي للمستهلك قبل قرار الشراء عن خصائص ومنافع المنتوج والأعباء والتضحيات المبذولة في الحصول علية بما يحقق اقصى اشباع للحاجة.

ان تحديد القيمة المتوقعة للزبون وسلوكه يرتبط بمجموعة من العوامل منها:

1- المعلومات المتوفرة عن المنتوج والشركة المنتجة فكلما كانت ايجابية كلما ساهمت في رفع القيمة المتوقعة.

2- انشطة المزيج التسويقي المتعلقة بالمنتوج والسعر والترويج والمكان ومساهمتها في تعريف الزبون وإبراز الجوانب غير المرئية له.

3- التجارب السابقة للزبون مع الشركة وطبيعة معاملتها مع زبائنها.

4- الخصائص الشخصية للزبون من مستوى التعليم والثقافة والذكاء.

5- المظهر الخارجي للمنتوج من حيث الشكل وطريقة التغليف والحجم والمادة المصنع منها.

6- سمعة الشركة وعلامتها التجارية.

7- تأثيرات رجال البيع.

8- جودة المنتجات المنافسة.

9- دور الاسرة والأقارب والأصدقاء في التأثير على الحكم الشخصي للمستهلك.

10- توقيت ومكان تقديم المنتجات.

11- سهولة الاستبدال للمنتوج او تغييره بمنتوج اخر.

تساهم العوامل اعلاه بشكل كبير في خلق التصور المبدئي للمستهلك عن المنتوج وبالتالي تكون القيمة المتوقعة من قبله, وعلى الشركة التركيز عليها لان المستهلك يشتري من الشركة التي يعتقد انها تقدم له اكبر قيمة ممكنة.

- **القيمة المدركة للزبون**

هي عبارة عن الحكم النهائي الذي يصدره المستهلك بعد قرار الشراء وعملية الاستخدام للمنتوج, فهي تمثل صافي القيمة المتحصل عليها من قبل المستهلك بعد طرح الاعباء والتكاليف المقدمه من قبله. أي ان القيمة المدركة للزبون يحددها متغيرين هما الفوائد والمزايا التي تمتع بها المستهلك من جراء استخدامه للمنتوج من جهة, والأعباء والتكاليف المقدمة من قبله للحصول على تلك المزايا من جهة ثانية.

ان **متغير المنافع** للمنتجات تتحدد بجملة من العوامل منها:

1- تعدد المهام للمنتوج يزيد من قيمته المدركة.

2- العمر الانتاجي او فترة الصلاحية عند الاستخدام.

3- الصلابة والمتانة والمقاومة لمختلف الظروف وبمعدلات اداء عالية وبأقل قدر من العطلات.

4- سهولة و وضوح طريقة الاستخدام للمنتوج.

5- سرعة وسهولة الاصلاح عند حدوث العطل اثناء العمر الانتاجي للمنتوج.

6- الاعتمادية العالية للشركة في الوفاء بتسليم المنتجات بالوقت المحدد من خلال تسهيل اجراءات عملية البيع لتقليل اوقات الانتظار للزبون.

7- خدمات مرافقة لعملية الشراء مثل فحص المنتوج او خدمات ما بعد البيع كضمان وتوفير ورش لإصلاح العطلات.

اما متغير الاعباء والتكاليف الحصول على المنتوج وبالتالي منافع الاستخدام فتتمثل بالاتي:

1- كلفة الشراء والنقل وغيرها من المصاريف. فكلما زادت هذه المصاريف كلما انخفضت القيمة المدركة للزبون.

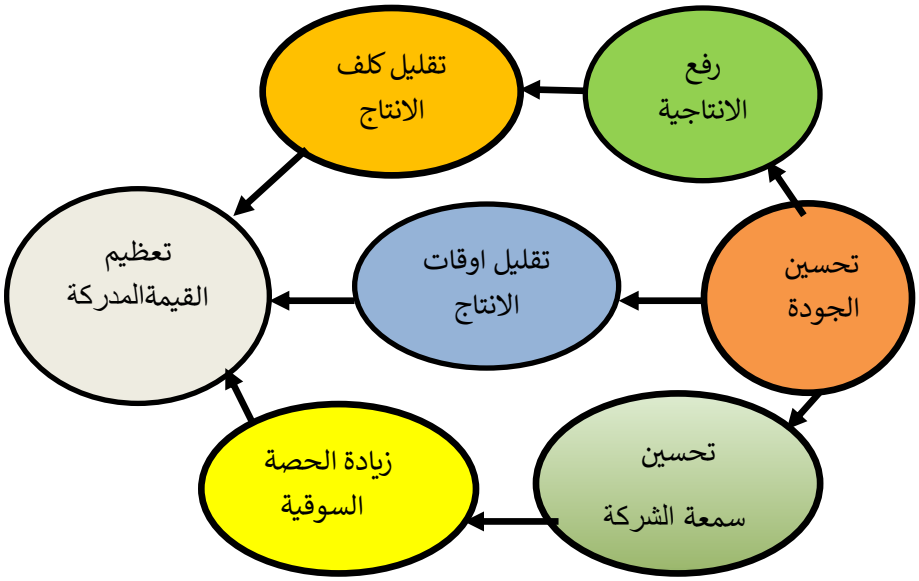
2- الاعباء المبذولة من الناحية النفسية والبدنية من قبل المستهلك للبحث والحصول على المنتوج. اذ ان هذه الاعباء تتعلق ببعد المسافة بين المنتج والزبون, عدم وضوح مكان وأوقات تواجد المنتج, نقص المعلومات بالمنتوج او السياسات التسويقية للشركة, سلوكيات رجال البيع, الموانع القانونية والفنية في استخدام المنتوج.

يعد قياس القيمة المدركة بشكل عام ذات اهمية كبيرة للشركة والزبون في نفس الوقت. فمن وجهة نظر الشركة تتمثل القيمة المدركة بالأرباح المستقبلية التي ستحصل عليها من جراء تكرار عملية الشراء, اما من وجهة نظر الزبون فتتجلى في المنافع المتحققة له نتيجة مطابقة خصائص المنتوج لحاجاته المراد اشبعها. ومن الطرق المستخدمة في قياس القيمة المدركة هي:

- نسبة المنافع الى التضحيات: ان هذا المقياس قائم على ان كلما كانت هذه النسبة مرتفعة كلما كان القيمة المدركة للزبون عالية. وبالتالي فهي في حقيقة الامر قائمة على اساس النسبة بين المنفعة المدركة والتضحيات المدركة. الان صعوبة هذا المقياس تتجلى في تضمن كل من المنفعة والتضحيات المدركة متغيرات سلوكية واجتماعية اضافة الى المتغيرات

المالية والاقتصادية والتي تتصف هذه المتغيرات بالنسبية كونها تختلف من زبون الى اخر من ناحية ,وللزبون نفسه في اوقات مختلفة من ناحية ثانية , وبين الزبون والشركة من ناحية ثالثة.

- نسبة قيمة الزبون لجودة المنتوج: ان المفهوم الجودة باعتبارها ملائمة ومطابقة الاستخدام خصوصا في ظل ظهور المواصفات القياسية التي تحددها منظمة الايزو (ISO) والمفاهيم المتعلقة بإدارة الجودة الشاملة. كل ذلك من شانه المساهمة في العمل على حماية المستهلك من الغش التجاري وتعزيز الثقة بمنتجات المنظمة.



الشكل (10-3)
تأثير الجودة على تعظيم القيمة المدركة للزبون

ان قدرة الشركة على ترجمة احتياجات المستهلك الى سلع وخدمات من شانه تحسين مستوى الانتاجية للموارد المتاحة وبالتالي تقليل تكاليف الانتاج الاجمالية وتمكينها من وضع سياسة سعرية مرنة, مما يؤدي الى تحسين سمعة الشركة وثم

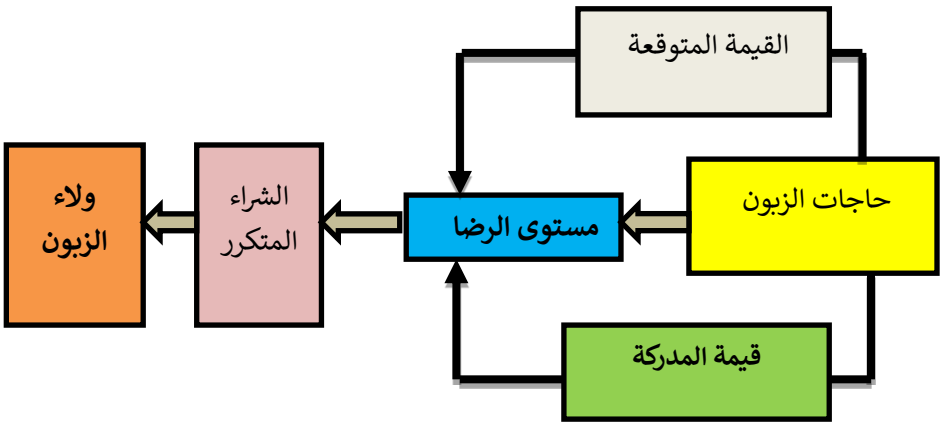
زيادة قدرتها التنافسية وحصتها السوقية. وبالتالي تعظيم القيمة المدركة لمنتجاتها كما موضح في الشكل (10-3).

- رضا الزبون

يعرف الرضا به انه شعور بالسعادة عند اشباع الحاجة لدى الزبون , ويرتفع مستوى الرضا للزبون (الجودة العالية)كلما اقتربت القيمة المدركة من القيمة المتوقعة او زادت عنها والعكس صحيح. وعليه يمكن القول ان قرار اعادة الشراء من عدمه يتوقف على مستوى الرضا المتحقق من خلال المقارنة اعلاه.

- **ولاء الزبون**

يعرف الولاء بأنه التزام الزبون بتكرار الشراء واختيار منتجات بصورة ثابتة دون التأثر بالجهود التسويقية للمنافسين نتيجة شعوره بالسعادة (الرضا)عند اشباع حاجاته. لذلك على الشركات دراسة رغبات زبائنها بدقة لمعرفة توقعاتهم المستقبلية لتكون قريبة من القيمة المدركة لهم على اقل تقدير, لان استمرارها في بيئة الاعمال يتوقف مستوى الرضا لديهم وبالتالي ضمان ولاهم لتلك الشركات.



الشكل (10-4)
العلاقة بين القيمة المتوقعة والمدركة والرضا لدى الزبون

يمكن التعبير عن العلاقة بين بين القيمة المتوقعة والمدركة والرضا للزبون والولاء للمنظمة من خلال الشكل (10-4). ان ولاء الزبون يعتمد على مستوى الرضا لديه, والذي هو ناتج للمقارنة بين القيمة المتوقعة مع القيمة المدركة بعد عملية الشراء, فالشراء المتكرر يمثل الركيزة الاساسية لبناء علاقة دائمة بين الشركة والزبون ويعطي ميول للزبون نحوها لتحقيق اماله في الاستجابة وثم اشباع حاجاته.

ثانيا : ابعاد الجودة:

للجودة ابعاد متعددة تتمثل بالاتي:

1- البعد الزمني للجودة: يؤثر عنصر الوقت على درجة الرضا للمنتج و المستهلك في ان واحد وبالتالي على تحديد الجودة من خلال مجموعة من المقاييس المتمثلة بالاتي:

- **المعولية** (*Reliability*): وتمثل احتمالية اداء المنتوج لوظائفه بدون فشل خلال فترة زمنية محددة. مثال على ذلك لو تم انتاج دفعة بمقدار 100 مصباح وتم تشغيل المصابيح ساعة واحدة, وكان عدد المصابيح التي استمرت بالعمل 80 مصباح حتى نهاية ساعة و 20 مصباح قد اخفقت بالعمل خلال نفس الفترة، فان المعولية لهذه الدفعة من الانتاج تساوي 80 %. وارتفاع النسبة يؤشر على الجودة العالية. ويعبر عن المعولية بالمعادلة الاتية :

المعولية (Reliability) = 1- نسبة الاخفاق

من الضروري التأكيد هنا على ان المعولية للمنتوج النهائي تعتمد على معولية الاجزاء المكون له ضمن مستويات التركيبة الفنية للمنتوج. مثلا اذا كان المنتوج مكون من ثلاثة مستويات (مادة اولية وتجميع فرعي وتجميع نهائي) وكانت معولية كل جزء لكل جزء تساوي (90%) فان معولية المنتوج النهائي(معولية النظام) تحسب بالمعادلة الاتية:

R =R1× R2× R3

= 0.90 × 0.90 × 0.90 = 0.729

ومن الضروري التاكيد في حالة كون احد جزاء المنتوج النهائي لها اهمية كبيرة على اداء المنتوج بشكل عام وعملية الفشل في هذا الجزء قد تكون له اثار كارثية على حياة المستهلك, مثل نظام المكابح في السيارة او الطائرة. في مثل هذه الحالات يتم اضافة جزء او عدة اجزاء احتياطية لزيادة معولية الجزء والمنتوج النهائي بشكل عام. وبالعودة للمثال اعلاه نفرض تم استخدام وحدتين من التجميع الفرعي بالنظر للأهمية فان معولية المنتوج النهائي ستكون كما يلي:

$$R2 = 1 - (1 + 0.90)^2 \quad = 0.99$$

R = O.90 * 0.99 *0.90 = 0.8019

نلاحظ ان معولية المنتوج النهائي قد ارتفعت عند استخدام وحدتين من التجميع الفرعي.

- **معدل فترة الصيانة والإدامة**: (*Maintainability*) وتتمثل بمعدل الوقت التي تستغرقه عملية الصيانة او اصلاح المنتوج عند حدوث العطلات, اذ ان قصر فترة الصيانة تؤدي الى تحقيق الرضا لدى المستهلك وبالتالي تعكس جودة عالية.
- **الاتاحية (*Availability*)**: وتتمثل بمعدل استمرارية المنتوج في ادائه لوظائفه عند استخدامه من قبل المستهلك بعد طرح فترات العطل والصيانة. ويمكن التعبير عن الاتاحية بالمعادلة الاتية:

$$\text{الاتاحية (Availability)} = \frac{\text{معدل الوقت بين عطل واخر}}{\text{معدل الوقت بين عطل وأخر + معدل وقت الصيانة}} \times 100$$

على سبيل المثال اذا كان معدل الوقت بين عطل وأخر(8) ساعة و معدل وقت الصيانة (2) ساعة فان الاتاحية ستكون (80%).

ان المعولية تعكس البعد الزمني للجودة بعد عملية الانتاج ولكن قبل وصول المنتوج للمستهلك ، في حين الاتاحية تمثل البعد الزمني لجودة المنتوج بعد استخدام المنتوج من قبل المستهلك هذا من ناحية, ومن ناحية ثانية فان مؤشر الاتاحية يرتبط بمؤشري المعولية وفترة الصيانة والإدامة .فالمنتوج الذي تكون معوليته عالية وفترة الصيانة قصيرة سيكون بالنتيجة مستوى الاتاحية له عالية ايضا.

- **الاعتمادية (*Dependability*):** هي مقياس يعكس قدرة الشركة على انجاز الطلبية التي وعدت بتقديمها الى المستهلك وفقا للمواصفات في مواعيد التسليم المتفق عليها. ويعبر عنها بالنسبة المئوية للطلبيات المسلمة في تاريخ استحقاقها الى اجمالي الطلبيات المتفق عليها.

$$\text{الاعتمادية} = \frac{\text{الطلبيات المسلمة في تاريخ استحقاقها}}{\text{اجمالي الطلبيات المتفق عليها}} \times 100$$

2- البعد الخدمي:

يتمثل بالخدمات المقدمة ما بعد البيع مثل الضمان والتصليح والاستبدال. ان البعد الخدمي للجودة يجب ان يحقق توقعات المستهلك ورضا لديه من خلال الاستجابة السريعة والكفؤة والمتكاملة لهذه الخدمات من قبل المنتج او البائع بما يعزز الثقة بين المستهلك والشركة, ومن الضروري الاشارة هنا ان التكاليف المرتبطة بخدمات ما بعد البيع ستكون حافز للشركة في ضمان جودة منتجاتها خلال فترة الضمان.

3- البعد المالي :

يتمثل البعد المالي للجودة بكلف الجودة (Cost of Quality), وهي مجموع التكاليف التي تتحملها الشركة لخلق التطابق بين مواصفات المنتوج الفعلية ومواصفات التصميم التي تعكس توقعات المستهلك بما يضمن تحقيق الرضا لديه. وتصنف كلف الجودة الى ما يلي:

- **كلف الوقاية** (*Prevention Cost*): هي الكلف التي تتحملها المنظمة لتجنب حدوث التلف قبل الشروع بعملية الانتاج مثل مصاريف تدريب العاملين لزيادة مهارتهم, ومصاريف برامج الصيانة الدورية او المخططة للمكائن, ومصاريف البحث والتطوير ، ومصاريف البحث عن الموردين او المجهزين للمواد الاولية.
- **كلف التقويم** (*Appraisal Cost*): هي الكلف التي تتحملها المنظمة لاكتشاف الوحدات المعابة بعد اكمال عملية الانتاج مثل رواتب عمال الفحص, وكلف المعدات والمواد المستخدمة لتحديد التلف.
- **كلف المرفوض الداخلي** (*Internal Failure Cost*): هي الكلف المتعلقة بالوحدات المعابة التي يتم اكتشافها قبل وصول المنتوج الى المستهلك مثل كلفة العمل وقيمة المواد المستخدمة في الانتاج والاندثارات وكلف اعادة العمل وكلف الفحص وكلف تخفيض اسعار البيع.
- **كلف المرفوض الخارجي**:(*External Failure Cost*) هي الكلف المتعلقة بالمنتجات النهائية المعابة التي يتم اكتشافها خارج حدود الشركة وبعد شحن هذه المنتجات وانتقال ملكيتها الى المستهلك. مثل كلف الضمان والاستبدال وتكاليف اعادة العمل والفحص وكلف تخفيض اسعار البيع.

تعد كلف الجودة ماعدا كلف الوقاية مصاريف غير ضرورية تتحملها المنظمة بسبب التلف. اي ان كلف التقويم والمرفوض الداخلي والخارجي مؤشر على الجودة الرديئة لأنها تمثل مصاريف مرتبطة بعد ظهور التلف, في حين كلف الوقاية تمثل كلف الجودة العالية لانها تصرف لغرض تجنب ظهور التلف.

تؤكد الدراسات بهذا المجال بان كلف الجودة تمثل حوالي 20% من قيمة المبيعات, هذا من ناحية, ومن ناحية ثانية ان كلف الوقاية تمثل ما نسبته(1-10) من كلف الجودة الرديئة, ومن ناحية ثالثة ان زيادة كلف الوقاية بمقدار وحدة نقدية تؤدي الى تقليل كلف الجودة الرديئة بمقدار عشر وحدات نقدية. اي ان زيادة الاستثمار في كلف الوقاية من (1-2) مليون يؤدي الى تقليص كلف الجودة الرديئة من(10-20) مليون على التوالي. ومن هنا لنا ان نتصور ما يساهم به الاستثمار في كلف الوقاية من التلف في تخفيض كلف الانتاج الاجمالية.

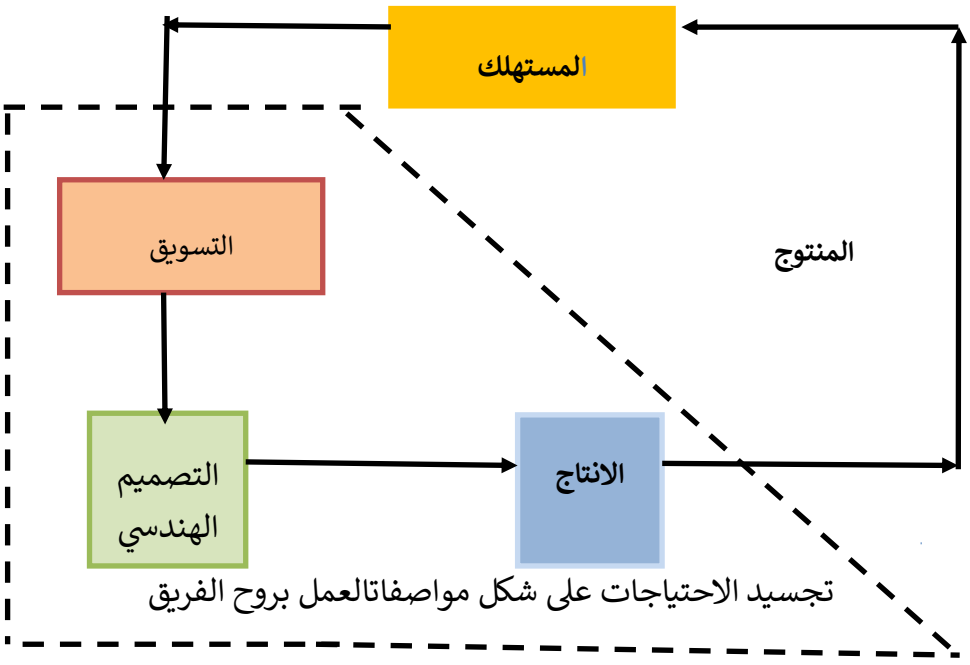
على ضوء الاستعراض اعلاه لأبعاد الجودة فان مستوى الرضا المتحقق هو الذي يعكس مستوى الجودة العالية او الرديئة, كما ان الرضا للمستهلك قد يرتبط بمواصفة محددة او مجموعة من موصفات المنتوج التي تلعب دورا بارز في تحقيق الرضا لدية, فعلى سبيل المثال قد يكون السعر او المتانة او الشكل او توقيت اشباع الحاجة.

2-10: دورة حياة الجودة وإدارة الجودة الشاملة

ان حاجيات المستهلك يتم تحديدها عادة اما من قبل قسم البحث والتطوير في الشركة مستفيدا من الاكتشافات العلمية والتطور التكنولوجي او من قبل قسم التسويق من خلال الاتصال المباشر بالمستهلك او بشكل غير مباشر من خلال بحوث التسويق, ثم يقوم قسم التصميم الهندسي بترجمة هذه الاجتياحات الى

مجموعة من الخصائص والمواصفات بما ينسجم مع الطاقة المتاحة للعمليات . وعند هذا الحد يكون قد تم انجاز مرحلة جودة التصميم.

يتمثل دور العمليات كجزء من فريق الجودة من خلال تحويل المواصفات والخصائص المحددة في التصاميم الى منتجات فعلية والعمل على خلق التطابق ما بين المواصفات التصميمية مع الفعلية. وتتحقق عملية التطابق من خلال تدريب العاملين والإشراف والرقابة وصيانة المكائن وعمليات الفحص. ان تشخيص الانحرافات في المنتجات ومعرفة اسبابها والعمل على معالجة تلك الاسباب من شانه ان يساهم في تحقيق الرضا للمستهلك عن منتجات المنظمة. ان دورة حياة الجودة يمكن تتبعها كما موضح في الشكل (10-5).



الشكل (10-5)
دورة حياة الجودة

يتفق معظم الباحثين على ان ادارة الجودة الشاملة (*Total Quality Management*) هي فلسفة وأدوات ادارية وثقافة تهدف الى التحسين المستمر لكافة الانشطة والعمليات المتعلقة بالجودة لتحقيق المطابقة مع رغبات وحاجات المستهلك, فهي نظام شامل لكافة عناصر ومكونات المنظمة تشمل الافراد والوظيفة والتنظيم ككل.

تركز ادارة الجودة الشاملة على ثلاثة مبادئ اساسية هي:

اولا- السعي الى تحقيق **الرضا للمستهلك** من خلال تحديد احتياجاته ومحاولة اشباعها بما ينسجم مع توقعاته او حتى اكثر من ما هو متوقع لتحقيق حالة الانبهار لديه.

ثانيا- **المشاركة من قبل جميع** افراد الشركة على اساس كون مسؤولية تحسين الجودة هي مسؤولية جماعية وليست مسؤولية قسم ضبط الجودة. لذلك من الضروري تعميق مفاهيم الجودة وأهميتها لدى جميع افراد المنظمة من عاملين وإدارة وعلى جميع المستويات.

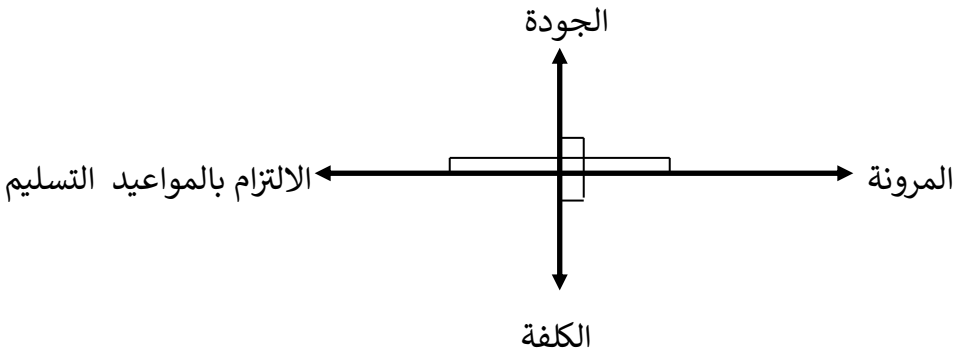
ثالثا - **التحسين المستمر** للجودة اذ ان حاجات الزبون بطبيعتها مطلقة ومتنوعة وبالتالي درجة الرضا لدية غير محدودة مما يستوجب من المنظمة العمل بشكل مستمر والبحث عن السبل الكفيلة في تحقيق توقعات الزبون. ان تشخيص الانحرافات باستخدام الاساليب الاحصائية وبشكل دوري ، ومن ثم العمل لتحديد الأسباب واتخاذ الاجراءات التصحيحية المطلوبة وفي الوقت المناسب لتقليل هذه الانحرافات ومنع وصول الوحدات المعابة الى الاقسام الانتاجية اللاحقة او الى المستهلك النهائي لبلوغ التلف الصفري(*Zero Defect*), كل ذلك من شانه ان يجعل عملية التطوير للجودة مستمرة ولا تتوقف عند حدود معينة.

3-10 : فلسفة التلف الصفري وعلاقته بالأسبقيات التنافسية

قدم مفهوم التلف الصفري من قبل الكاتب (*Philip Crosby*) ويستند هذا المفهوم بشكل مبسط هو انجاز الاعمال بشكل صحيح ومن المرة الاولى. ان فلسفة التلف الصفري قائمة على التخلص من بعض الافكار التي قد تكون مبررات لحدوث التلف ومن هذه الافكار" البشر خطاؤون " او " لا يوجد شيء متكامل " او غيرها. صحيح ان الوصول الى التلف الصفري عملية صعبة في الواقع العملي بسبب الطبيعة المتغيرة لبيئة الانتاج, ولكن يمكن الاقتراب من هذا المفهوم من خلال السعي الدائم من قبل ادارة وإفراد المنظمة في بحث اسباب حدوث التلف ابتداء من دراسة احتياجات المستهلكين, وترجمة هذه الاحتياجات على شكل مواصفات التصميم, ومن ثم العمل على تحقيق التطابق الفعلي مع التصاميم من خلال جميع العمليات التحويلية وصولا للمنتوج النهائي الذي يشبع الحاجات ويحقق الرضا لدى المستهلك. ان التركيز على التدريب لرفع مهارات العاملين وخلق التفاعل بينهم ضمن دوائر الجودة وصيانة المخططة للمكائن اضافة الى الاشراف والرقابة الصارمة, كل ذلك من شان ان يساهم في الاقتراب من التلف الصفري.

تعرف الاسبقية التنافسية بانها قدرة الشركة على تحقيق التفوق والأفضلية على المنافسين في السوق مثل الكلفة المنخفضة او الجودة العالية او التسليم بالمواعيد المحددة او المرونة في الاستجابة للتغير في حاجات الزبون والابداع في تقديم منتجات جديدة لإشباع حاجات ضمنية, لذلك فان الاسبقيات التنافسية يجب ان يتم ترتيبها ضمن اولويات محددة من قبل الشركات. ومن الضروري التأكيد في هذا المجال ان تحديد اسبقية معينة لا يعني اهمال الاسبقيات الاخرى, وإنما يعكس عملية الترتيب من الاهم الى المهم بما يضمن تقوية المركز التنافسي للشركة في بيئة الاعمال.

ان النظرة التقليدية في هذا المجال تقوم على اساس التناقض بين الاسبقية الكلفة والجودة من ناحية والتسليم بالمواعيد المحددة والمرونة من ناحية ثانية. فقد كان يعتقد ان تحسين الجودة يتطلب مصاريف اضافية مما يعني زيادة التكاليف. كما ان التسليم في الموعد المحدد يكون على حساب المرونة كما موضح في الشكل (10-6).

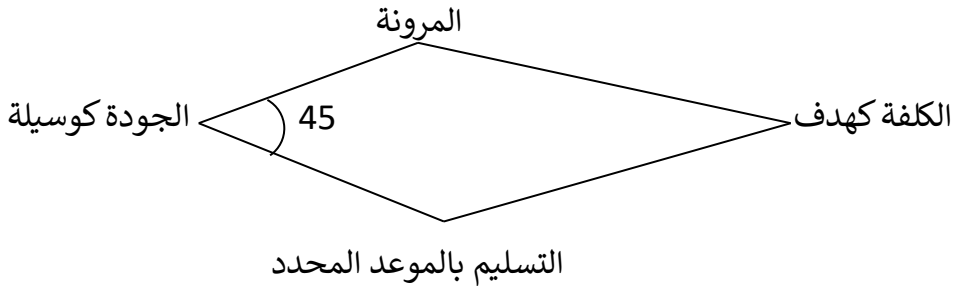


الشكل(10-6)
النظرة التقليدية للعلاقة بين الاسبقيات التنافسية

اما النظرة الحديثة والتي اعتمدت من قبل اليابانيين والتي تؤكد على ان اسبقية الجودة هي البعد الاساسي للشركة باعتبارها الوسيلة لتحقيق الاسبقيات الاخرى, انطلاقا من الابعاد التي تم التطرق اليها سابقا والمتمثلة بالمرونة والكلفة والتسليم بالمواعيد المحددة مسبقا.

يوضح الشكل (10-7) ان تحسين الجودة يمثل الوسيلة لتحقيق الالتزام بمواعيد التسليم ورفع مستوى المرونة وأخيرا تقليل التكاليف باعتبارها الغاية التي من شانها ان تزيد الارباح وتضمن استمرارية المنظمة في بيئة الاعمال. وتتم عملية رفع مستوى الجودة من خلال عمل الاشياء بشكل الصحيح من المرة الاولى وفقا لفلسفة التلف الصفري ، سيؤدي الى تقليل كلف المرفوض الداخلي والخارجي المتمثلة بكلف اعادة العمل, اي ان العمل المعاد يمثل مصاريف اضافية غير

ضرورية وهو عبارة عن مؤشر للجودة الرديئة وبالتالي فتحسين الجودة من خلال التخلص من العمل المعاد من شانه ان يخفض الكلف المرتبط به. كما ان عمل الاشياء بشكل صحيح من المرة الاولى يؤدي الى تقليل عدد الاعمال تحت التصنيع اي القضاء على نقاط الاختناقات في مراكز الانتاج. وبالتالي تقصير وقت التدفق الفعلي (*Lead Time*) لتلك الاعمال. اذ ان تقليل عدد الاعمال تحت التصنيع وتقصير وقت التدفق يساعد في تسريع انجاز اوامر الانتاج وبالتالي كل ذلك يساهم في تحسين قدرة المنظمة بالوفاء بمواعيد تسليم الطلبيات للزبائن رفع المرونة للوحدة الانتاجية في الاستجابة للتغييرات في بيئة الاعمال.



الشكل(10-7)
النظرة الحديثة للعلاقة بين الاسبقيات التنافسية

من هنا يمكن القول بان العمل المعاد سواء جاء عن طريق المرفوض الداخلي او الخارجي هو عبارة عن مؤشر للجودة الرديئة ومصدر اساسي لزياد الارباك للعملية الانتاجية من خلال زيادة عدد الاعمال تحت التشغيل وبالتالي زيادة غير مبررة للأوقات الانجاز الفعلي للأوامر الانتاج.

4-10: جودة الخدمة: تعتمد الشركات الخدمية المعيار الذاتي او الشخصي في جودة الخدمة بسبب الطبيعة الغير ملموسة للخدمة. ان قياس هذا المعيار يتم من خلال استبيان اراء المستهلكين. ومن ابعاد جودة الخدمة ما يلي:

اولا- البعد المحسوس والذي يتمثل بشكل وسائل الانتاج من ايدي عاملة او المعدات، مثال ذلك جودة الخدمة في المطعم قد تعكسها ملابس العاملين او شكل موائد الطعام او موقع المطعم,كل هذه قد تولد انطباع لدى الزبون بجودة الخدمة المقدمة.

ثانيا - المعولية تتمثل بقدرة الشركة على اداء الخدمة المقدمة للمستهلك في الوقت المحدد بدون خطأ .مثال ذلك حجز طاولة في مطعم بالموعد المحدد دون تأخير يعكس معولية عالية للخدمة المقدمة من قبل ادارة المطعم.

ثالثا- الاستجابة السريعة في مساعدة الزبون للتعريف بطبيعة الخدمة المقدمة له. مثال يقوم نادل المطعم بتقديم شرح بشكل ودي عن قائمة الطعام المقدم للزبون.

رابعا - الاهتمام بالزبون من خلال تخصيص عامل لكل زبون يمثل مستوى عالي لجودة الخدمة المقدمة.

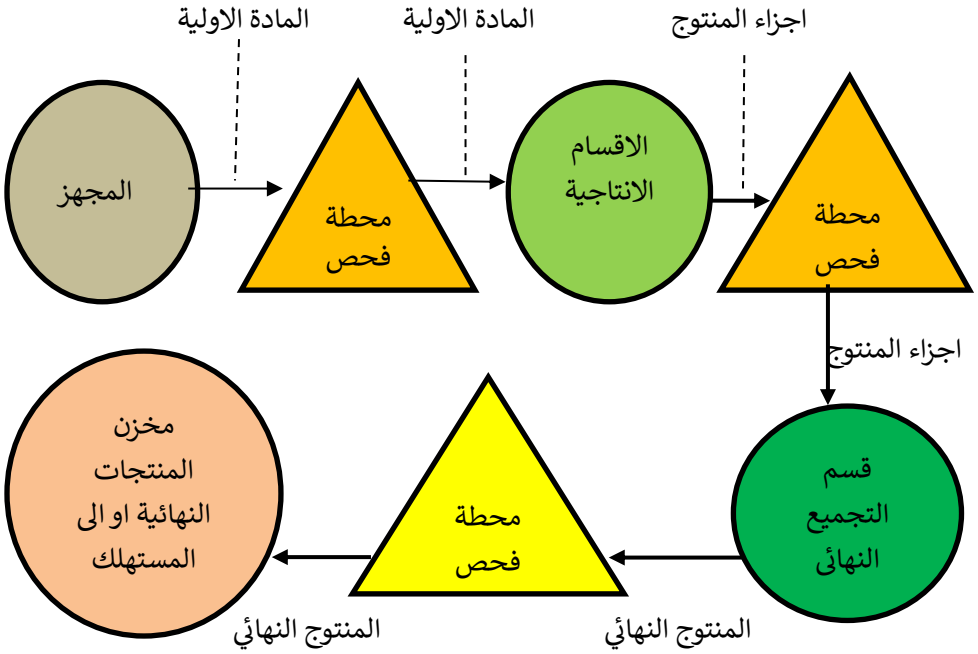
خامسا- الموثوقية هي قدرة الادارة والعاملين في المنظمة على كسب ثقة المستهلك وخلق انطباع لدية بصدق جودة الخدمة المقدمة له.

5-10 : تصميم نظام ضبط الجودة

يعد نظام ضبط الجودة اداة فعالة بيد ادارة الشركة للسيطرة على مستوى الجودة المطلوب لمنتجاتها, من خلال تشخيص الانحرافات لمعرفة اسبابها والتأكد من كون هذه الانحرافات لا تتجاوز الحدود المسموح بها او المتوقع حدوثها. يهدف نظام ضبط الجودة الى التحسين المستمر للجودة من خلال التحكم وتقليل عدد الوحدات المسموح بها. وهناك مجموعة من الخطوات الاساسية لتصميم نظام ضبط الجودة وتتمثل بالاتي:

الخطوة الاولى : تحديد النقاط الحرجة لعمليات الفحص على الخط الانتاجي. ان النظام الانتاجي للشركة عبارة عن مجموعة من الانظمة الفرعية, حيث ان مخرجات

نظام فرعي سيكون مدخلات الى نظام فرعي اخر. الشكل (10-8) يعكس اماكن تواجد محطات الفحص والتي تتضمن:



الشكل (10-8)
نظام ضبط الجودة

1- محطة فحص داخل الشركة للتأكد من مطابقة المواد الاولية المستلمة من المجهزين للمواصفات، او من خلال شهادة مطابقة الجودة المقدمة من المجهز الذي يعتمد الاساليب الاحصائية في ضبط الجودة.

2- محطة لفحص للأجزاء المنتوج النهائي قبل الشروع بنقل هذه الاجزاء الى المخازن او الى العملية الانتاجية اللاحقة.

3- محطة فحص للمنتوج النهائي قبل تسليمه الى المخازن او المستهلك

الخطوة الثانية: تحديد نوع المقاييس في كل محطة فحص. وتوجد نوعين من المقاييس هما:

1-**المقاييس المتغيرة** (الكمية) (*Variables Measurement*) وتتمثل بالمواصفات التي يمكن قياسها بشكل كمي مثل ابعاد المنتوج كالطول والعرض والارتفاع و الكثافة و الحجم وغيرها.

2- **المقاييس الوصفية** (*Attribute Measurement*) وتقوم المقاييس الوصفية مثل المتانة والشكل على اساس اجراء مجموعة من الاختبارات لقبول او رفض المنتوج وخصوصا اذا كانت مواصفة المنتوج تتميز بدرجة عالية من التعقيد. حيث تحدد المواصفة الحرجة التي تؤثر على مستوى الرضا لدى المستهلك. مثال ذلك في صناعة الاحذية قد يكون شكل الحذاء او متانته هو المواصفة الحرجة وعلى اساس هده المواصفة يتم رفض او قبول الحذاء, او قد تكون مجموعة الاختبارات لفحص التلفزيون هي التي تحدد قبوله او رفضه, او تحديد عدد الوحدات المعابة في عينة من دفعة الانتاج مثل عدد الامتار المعابة في كل 1000 م من القماش المنتج.

الخطوة الثالثة :تحديد طريقة الفحص, هل يتم الفحص باستخدام اسلوب العينات ام اسلوب الفحص الشامل حسب طبية المواصفات للمنتوج. ان طبيعة المنتوج وكلف عملية الفحص تلعبان دور اساسي في اختيار اسلوب الفحص. فاذا كان استخدام المنتوج ذو اثار كارثية على صحة الانسان فان اسلوب الفحص الشامل ضروري في هذه الحالة. اما اسلوب الفحص بالعينات فهو مناسب اذا كانت كلف الفحص عالية اضافة الى امكانية تعميم نتائج الفحص للعينة على دفعة المنتجة.

الخطوة الرابعة: تحديد الجهة المسؤولة عن عملية الفحص. في اغلب الاحيان يقوم عمال الانتاج انفسهم بعملية الفحص كما تؤكد فلسفة التلف الصفري, حيث يتم اعداد برامج تدريبية خاص بعملية الفحص للعمال. كما قد يساهم المستهلك في

عملية الفحص في بعض حالات الانتاج حسب الطلب. وقد تساهم جهات من خارج المنظمة مثل الاجهزة الحكومية او بعض المنظمات المتخصصة في عملية الفحص لضمان سلامة المنتجات وقبولها في الاسواق. وبشكل عام فان التوجه الحديث في مجال ادارة الجودة الشاملة يؤكد على ان مسؤولية ضمان الجودة هي مسؤولية جميع افراد الشركة من الادارة الى ابسط العاملين.

6-10 : المنظمة الدولية للتقييس (ISO)

تأسست المنظمة الدولية للتقييس *International for Standardization* (*Organization*)التي تعرف ب (ISO) في عام1947 بهدف تشجيع الشركات لتوحيد المواصفات وجميع الانشطة المتعلقة بالجودة لتسهل التجارة العالمية بين الشركات الصناعية او الخدمية الحاصلة على شهادات الترخيص من قبل المنظمة.

ان عمل المنظمة قائم على مجموعة من المعايير للمواصفات الدولية التي تصدرها من خلال تشكيل لجنة فنية خاصة تضم الاعضاء المشاركين من الدول المختلفة. ان هذه المعايير يعبر عنها بسلاسل المقاييس وبأرقام مختلفة. فعلى سبيل المثال سلسله المواصفة 9000 الصادرة في سنة 2000 توكد على متطلبات الزبون والتحسين المستمر والعلاقات الادارية بما يضمن مقابلة تلك الاحتياجات. أي ان سلسله المواصفة 9000 تعني شرح للكيفية التي من خلالها تستطيع المنظمة تحقيق احتياجات زبائنها. ولبلوغ الغرض اعلاه لابد للشركة من امتلاكها نظام للإدارة الجودة يتضمن الاجراءات والسياسات وبرامج موثقة التدريب للعاملين لتحسين الجودة. كما ان المواصفة تستلزم وجود مخططات تدفق المنتوج مع محطات الفحص وطرق المستخدمة لقياس نسب المعاب والسياسيات المعتمدة في عملية التحسين المستمر, اضافة الى وجود اساليب لتحديد الكيفية التي

بموجبها قياس درجة رضا المستهلك. ان المواصفة 9000 مكونة من اربعة اجزاء هي: ISO 9001) (IOS 9004، IOS 9003، IOS 9002.

- (IOS 9001) تشير الى المواصفات الخاصة بنظم الجودة التي تغطي مجالات التصميم والتطوير والانتاج والفحص والاختيار. فهي تتعلق بالشركات التي تتعامل مع المنتجات من مرحلة التصميم ولغاية التسليم اضافة الى خدمات ما بعد البيع.
- (IOS 9002) هذه المواصفات تغطي كل المجالات المذكورة سابقا ما عدا التطوير وخدمة ما بعد البيع, وتنطبق على الشركات التي تعمل في الإنتاج وتقوم بالفحص والاختبار والتركيب.
- (IOS 9003): وتغطي عملية الفحص النهائي والاختبار فقط ولا تنطبق إلا في الحالة التي يمكن التأكد من الجودة.
- (IOS 9004): وتتضمن التوجيهات والإرشادات اللازمة لإدارة الجودة وبيان عناصر النظام.
- المواصفة (IOS 2000): تؤكد نفس مواصفات وخصائص إدارة الجودة الشاملة وتؤكد على التحسين المستمر والشامل.

تصدر حاليا أول سلسلة من المقاييس الدولية لأنظمة الإدارة البيئية من قبل المنظمة الدولية للمقاييس، وتمثل المواصفة (IOS 14000) عناصر نظام إدارة بيئية فعال يمكن أن يتكامل مع متطلبات الإدارة الأخرى مما يساعد الشركات على تحقيق الأهداف الاقتصادية والبيئية. والهدف الأساسي من هذه سلسلة هو تشجيع تبني المنظمات إدارة بيئية أكثر فعالية وكفاءة ومرونة وجدوى بحيث تصبح جزءاً من نظام تلك المنظمات. وتمثل سلسلة (IOS 14000) للشركات في الدول

النامية فرصة لنقل التكنولوجيا ومصدراً لتقديم الإرشاد لإدخال وتبني نظام إدارة بيئية يعتمد على أفضل الممارسات العالمية.

ان منح شهادة *ISO* لا يعني بالضرورة ضمان جودة المنتجات والخدمات لأي شركة أو مؤسسة, وإنما هي شهادة بأن العمليات الإنتاجية والتجارية والفحص يجري تطبيقها طبقا وفقا لارشادات منظمة (*ISO*).

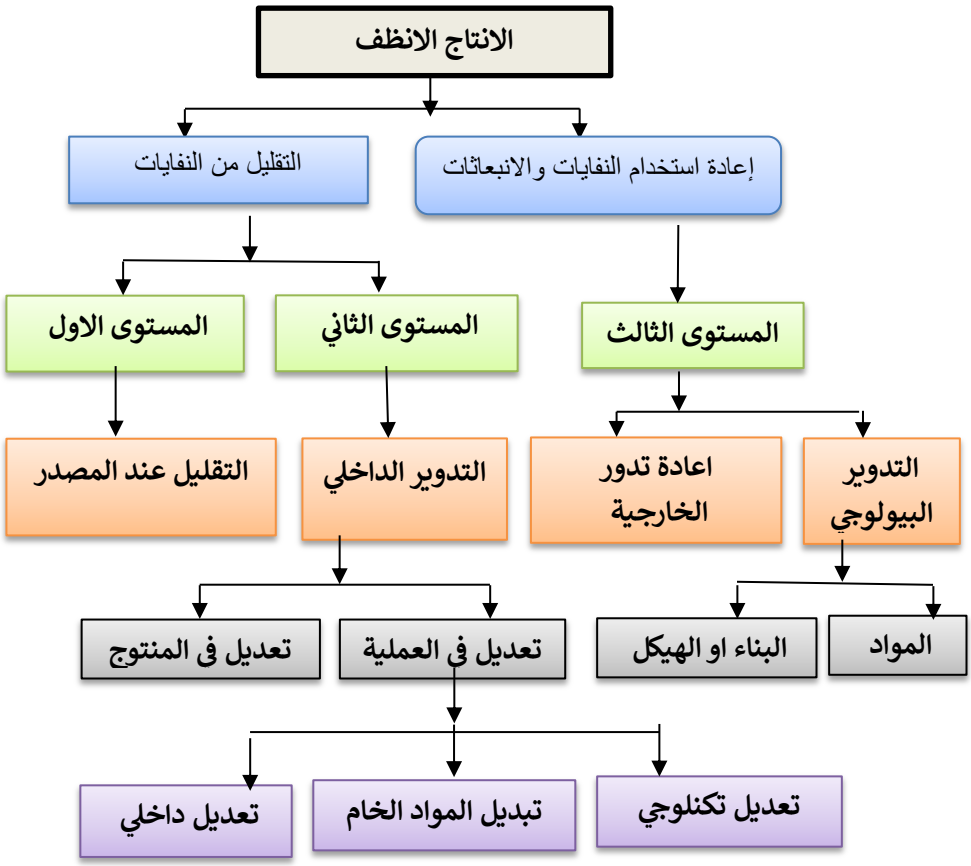
7-10 :نظام الانتاج الانظف (*Cleaner Production system*)

اولا: مفهوم الانتاج الانظف

لقد تناول العديد من الكتاب والباحثين مفهوم الانتاج الانظف كل حسب اختصاصه وأعطى البرنامج البيئي للأمم المتحدة (*UNEP*) في عام 1990 مفهوم الانتاج الانظف بأنه " استراتيجية التطوير المستمر في العمليات الانتاجية والمنتجات والخدمات ومصادر التجهيز بهدف تقليل استهلاك الموارد الطبيعية ومنع تلوث الهواء والماء والتربة والانسان عند المنبع و تقليل المخاطر التي تتعرض لها البشرية والبيئة .هذا يعني أن الانتاج الانظف استنادا الى برنامج الامم المتحدة هو التطبيق المستمر لاستراتيجية متكاملة لحماية البيئة من خلال الموائمة بين زيادة الكفاءة الاقتصادية في أنجاز العمليات و توفر المنتجات والخدمات و الحد من المخاطر التي يتعرض لها الانسان والبيئة.

ان فلسفة نظام الانتاج الانظف وكما موضح في الشكل (10-9) قائمة على معالجة مشكلة التلوث من خلال المستويات الاتية:

1- إعادة استخدام النفايات والانبعاثات من العملية الانتاجية خارج حدود الشركات ومن قبل طرف ثاني, أي هناك جهة منتجة للنفايات وجهة ثانية تقوم بمعالجتها (المستوى الثالث).



الشكل (9-10)
مستويات نظام الانتاج الانظف

2- التقليل من النفايات والانبعاثات من العملية الانتاجية ضمن حدود الشركة ذاتها ضمن مستويين هما:

- التدوير الداخلي للنفايات من قبل الشركة المنتجة ذاتها, اذ يصبح الهدف هو تحسين الدورة الداخلية للشركة مع إعادة استخدام النفايات المتولدة، في إطار العملية نفسها أو في عملية أخرى في الشركة (المستوى الثاني).

- تخفيض النفايات عند المصدر، تعطى الأولوية للإجراءات الرامية إلى الحد من توليد النفايات والانبعاثات عند مصدر التوليد (المستوى الاول).

تأسيسا على ما تقدم يتضح ان الغاية من الانتاج الانظف هي الوصول الى المستوى الاول والمتمثل بتخفيض النفايات من المصدر.

ثانيا: أهداف الانتاج الانظف

ان الهدف الاشمل لتطبيق نظام الانتاج الانظف هو:

1- العمل على لاتخاذ إجراءات الكفيلة بتحقيق تنمية مستدامة تلبي احتياجات المستهلك و المحافظة على البيئة, وهذا يساهم في خفض استنزاف المصادر الطبيعية وزيادة الانتاج وتوفير في استهلاك الطاقة والمياه وتحسين جودة المنتجات وزيادة القدرة على المنافسة.

2- يساهم نظام الانتاج الانظف كأداة وقائية في خفض تكاليف حماية البيئية و الناتجة عن نقل النفايات وتخزينها ومعالجتها وتحقق مردودا اقتصاديا من تدويرها واعادة استخدامها.

3- يلعب_دورا مهما في الزام الشركات والمؤسسات بالتشريعات البيئية والمواصفات القانونية وتحسين بيئة العمل وتحقيق فوائد في مجالات السلامة المهنية والبيئة.

4- يعد الانتاج الانظف وسيلة لتطوير التكنولوجيا الاكثر توفيرا للموارد واقل خطورة على البيئة ومن امثلتها انتاج منظفات ومواد لاصقة واصباغ من اصول نباتية (غير عضوية) بدلا من مثيلاتها من الاصل النفطي التي تسبب انبعاثات غازية ملوثة للبيئة.

ان الاهداف اعلاه ستحقق الفوائد الاتية:

1- حماية صحة الانسان والبيئة بسبب تفادي النفايات والانبعاثات (او تقليلها الى الحد الادنى) وخاصة السامة والخطرة منها.

2- ترشيد استغلال الموارد الطبيعية والطاقة الى المستوى الامثل .

3- تحقيق مستويات اعلى من الجودة والانتاج والربح المادي.

4- تحويل المواد ذات السمعة البيئية السيئة الى مواد مفيدة والتسابق السوقي نحو الوصول الى اكبر حصة تسويقية.

5- زيادة حصة السوقية للشركات في الاسواق العالمية.

6- تجنب الشركات للمخاطر البيئية .و تخفيف ضغوط القوانين البيئية.

ثالثا : متطلبات تنفيذ نظام الانتاج الانظف

يتطلب تطبيق الانتاج الانظف معرفة تامة بطريقة الانتاج والتكنولوجيا المستخدمة وتقييم استخداماتها والملوثات الناتجة عن العلميات الانتاجية لتشخيص كل المشاكل التي يمكن حدوثها والقيام بمعالجتها.

تتمثل متطلبات تنفيذ نظام الانتاج الانظف بكافة مسببات التلوث والتي يمكن تصنيفها بالاتي :

1- تطوير العملية الانتاجية من خلال حذف العمليات التي تنتج مواد ضارة بالصحة او البيئة ومن الامثلة على ذلك في صناعات منتجات الكلور والصودا الكاوية والكاربون.

2- استبدال المواد السامة بمواد اخرة اقل ضررا على الصحة, وتشمل عمليات الاستبدال لأسباب صحية استبدال مذيبات ومركبات معينة يمكن ان تسبب السرطان واستخدام مواد اخرى غير مسرطنة بدلا منها وكذلك تشمل مواد الطلاء ودهانات الحاوية على مادة الرصاص واستخدام مواد اخرى امنة.

3- تطوير او استبدال المعدات بتكنولوجيا جديدة ذات كفاءة عالية في الانتاج وذات تصريف اقل للملوثات البيئية.

4- ادارة داخلية جيدة لمصادر التلوث من خلال عزل الفضلات و منع تسرب المواد, جدولة الانتاج, والنظافة الجيدة.

5- تدوير النفايات عن طريق اعادة استخدامها في العملية الصناعية الاصلية, او في صناعة اخرى كمادة خام أو لمعالجة نفايات أخرى, آو بقصد توفير طاقة منها.

رابعا : محددات تطبيق نظام الانتاج الانظف:

على الرغم من الميول الجديدة باتجاه الانتاج الانظف لايزال هناك العديد من المحددات و المعوقات الاساسية ويمكن تلخيص هذه المحددات بالاتي:

1- المحددات (العوائق) المعلوماتية: من المحددات الرئيسية التي تؤشر سلبا في انتشار منهج الانتاج الانظف, عدم توافر المعلومات والخبرات اللازمة والوعي لدى الحكومة او الادارة والعاملين في الشركة. فبالرغم من الامكانيات والفوائد المتوقعة من تطبيق ذلك المنهج لتحسين المزايا التنافسية للمنظمات الصناعية, الا انه في كثير من الحالات لا يمكن استغلال هذه الفرص بسبب نقص المعلومات المتعلقة بالتكنولوجيا النظيفة مما يؤدي الى خلق احساس بالمخاطرة في تطبيق هذه التكنولوجيا والشك بنتائج استخدامها.

2- ألمحددات الادارية: قد يكون بعض صانعي القرار غير معتادين على الاستراتيجيات الوقائية وقد يرجع ذلك الى النظم التسريعية (وخصوصا المواصفات التكنولوجية) التي تميل في الغالب نحو حلول (نهاية الانبوب) وهذه الحلول قد تؤدي احيانا الى نقل التلوث من وسط الى اخر ويمكن ان تبطئ بالفعل ادخال التحسينات التكنولوجية في الصناعة, وزيادة على ذلك فان الشك العام او عدم اليقين الذي قد يكون موجودا في محيط الاعمال قد يثني عزم متخذي القرار على تبني اساليب مبتكره. كما ان الغموض في اعمال الشركات فيما يتعلق بالأداء البيئي يجعل من الصعب معرفة طبيعة الخطر الذي تتعرض له المجتمعات والشركات على حد سواء.

3- المحددات المالية: ان منع التلوث بالشركات تعترضه عوائق حقيقية او معقدة فيما يتعلق بالتمويل الداخلي والخارجي. فأن عنصر المخاطرة والشك في اداء بعض التكنولوجيات وممارسات الادارة يمكن ان تسبب في احجام المنظمات الصناعية عن الاستثمار في الانتاج الانظف. وتشمل المعوقات المالية التي تحول دون تطبيق الانتاج الانظف ما يلي:

- عدم فهم وصعوبة التكهن بالتكاليف التي ستتحملها المنظمة مستقبلا(مثل تكاليف التخلص من النفايات).
- التركيز على الفائدة المتحققة على المدى القصير واهمال الفوائد على الامد البعيد, وبالتالي الاحجام عن استثمار في تكنلوجيا الانتاج الانظف كون فترة الاسترداد للاستثمارات فيها طويلة.
- الاحساس بالمخاطرة عند الاستثمار نتيجة لنقص الضمانات اللازمة للحصول على التمويل وغياب اليات التمويل المناسبة.

4- المحددات الاقتصادية المتأتية من الفهم المحدود لنظام الانتاج الانظف والذي يركز على منع المخلفات والصعوبة ايجاد الاسواق لها وعدم التأكيد على عملية تدوير تلك المخلفات في خلق اسواق لمنتجات عملية تدوير واعادة استخدام المواد المتخلفة من خلال استخدام تكنولوجيا الانتاج الانظف مما يؤدي الى رفع جودة المخلفات وزيادة في ربحيتها.

5- المحددات الفنية: تفتقر المنظمات الى المعرفة الفنية لتقييم أوجه القصور الموجودة في المنظمات القائمة لتحديد الممارسات التي تهدر الموارد وفرص التطوير والتحسن وقد لاي كون لديها ايضا التكنولوجيا المطلوبة لتنفيذ الانتاج الانظف, وهذه المشكلة تكون أكثر وضوحا في المشروعات الصغيرة والمتوسطة التي تفتقر الى الموارد الفنية والمالية المتاحة للمنظمات الكبيرة.

8-10 : اساليب ضبط الجودة:

تمثل اساليب ضبط الجودة ادوات احصائية تهدف الى تشخيص العيوب في العملية الإنتاجية لغرض معرفة مسببات الانحرافات في المواصفات المخططة والعمل على ازالتها. وهنالك نوعين من الانحرافات هما:

اولا - الانحرافات العشوائية والتي يرجع حدوثها الى الصدفة ، والتي عادة ما تكون بمعدل ثابت وخلال فترات زمنية متباعدة او ان اسباب حدوثها تعود الى طبيعة العملية الانتاجية نفسها. مثال ذلك وجود انحراف بالكمية الطحين المعبأة من قبل ماكنة معينة. ان الادارة في هذه الحالة لا تستطيع ان تعالج مثل هده الانحرافات, الا بتغيير الماكنة نفسها. ومن هنا فان الانحرافات العشوائية لا تخضع للسيطرة الادارة وانما الى تغير في العملية الانتاجية.

ثانيا - الانحرافات غير العشوائية وهي الانحرافات التي تحدث بسبب عدم مطابقة المواد المستخدمة في الانتاج مع مواصفات او ضعف المهارة و كفاءة العاملين او التباين في عمل المكائن المتشابهة. آن هذه الاسباب تخضع لسيطرة الادارة. فعلى سبيل المثال ان عدم مطابقة المواد للمواصفات يمكن معالجته من خلال البحث عن الموردين ذوي القدرة في توفير المواد بالمواصفات المطلوبة. كما ان برنامج الصيانة الكفرة من شانه ان يساعد في التخلص من الانحرافات الناتجة بسبب المكائن, اضافة الى ان البرامج التدريبية للعاملين تساهم في رفع كفاءة ومهاراتهم.

اما الادوات المستخدمة في ضبط الجودة فهي:

1- خرائط ضبط الجودة.

2- المدرجات التكرارية.

3- قوائم المراجعة

4- مخطط باريتو.

5- مخطط السبب و الاثر.

6- مخطط التبعثر.

وسيتم التركيز على خرائط ضبط الجودة باعتبارها اكثر الادوات استخداما في هذا المجال.

اولا: خرائط ضبط الجودة

هي وسيلة احصائية تعتمد الرسوم البيانية لتشخيص الانحرافات في العملية الانتاجية بغية تمكين ادارة المنظمة من تحديد اسباب الانحرافات واتخاذ الاجراءات المناسبة لتقويم العملية الانتاجية وإرجاعها الى وضعها الصحيح .يتضمن هذا الاسلوب نوعين من الخرائط اعتمادا على نوعية المقاييس للمواصفة هل هي الكمية او الوصفية.

1- خرائط المتوسط: وتناسب هذا النوع من الخرائط المواصفات التي يمكن قياسها بشكل كمي (Variables Measurement) مثل الطول والعرض والارتفاع والكثافة والحجم وغيرها. وتتضمن خرائط المتوسط خاطرتين الاولى تسمى خارطة المتوسط الحسابي (X) والثانية خارطة المدى (R) واللتان في الغالب ما تستخدمان كخارطة واحدة. وكلا الخارطتان تتضمن ثلاثة حدود هي الحد الاعلى *Upper Control Limit* (UCL) الخط الوسطي *Center Line* (CL) والحد الادنى . *Lower Control Limit* (LCL).

من الجدير بالذكر هنا ان خارطة المتوسط الحسابي (X) تعني ضبط الانحرافات عن متوسطات العينات, في حين خارطة المدى (R) تعكس الانحرافات ضمن العينة الواحدة. ولغرض التوضيح نورد المثال الاتي:

مثال(1) : ورشة لتصنيع الانابيب المعدنية, وقد جمعت البيانات عن (6) عينات ، بواقع (4) انبوب في كل عينة. وكانت نتائج القياسات لطول الانبوب كما موضح في الجدول الاتي, علما ان قيم الثوابت كما تعكسها الجداول الاحصائية والتي تمثل الانحرافات المعيارية عند حجم العينة(4) هي كما يلي:

A2= 0.729, D3 = 0, D4 = 2.282

رقم العينة	القياسات طول الانابيب) سم			
	1	2	3	4
1	35	25	32	28
2	46	37	36	41
3	37	38	32	37
4	45	65	54	56
5	40	44	34	38
6	34	43	43	40

المطلوب:1- تحديد حدود الجودة لخارطتي المتوسط الحسابي (X) والمدى (R) .

2- ارسم خارطتي المتوسط الحسابي والمدى مبين فيها توزيع الانحرافات؟

3- وضح فيما اذا كانت العملية الانتاجية ضمن حدود السيطرة ام لا؟ وما هي اقتراحاتك للإدارة الورشة في هذا المجال؟

الخطوة الاولى : حساب مجموع القياسات كما موضح في العمود الخامس.

المجموع للعينة رقم (1) = 35 + 25 +32 + 28 = 120 سم.

المجموع للعينة رقم (2) = 46 + 37 + 36 + 41 = 160 سم.

وهكذا لبقية العينات....

المجموع للعينة رقم (6)= 34 + 43 + 43 + 40 = 160 سم.

الخطوة الثانية : حساب متوسط القياسات لكل عينة بالمعادلة الاتية:

المتوسط ($\bar{X}$) = (مجموع القياسات للعينة) ÷ (عدد القراءات)

للعينة رقم 1 = (120)÷(4) = 30 سم.

للعينة رقم 2 = (160) ÷ (4) = 40 سم.

وهكذا بالنسبة لبقية العينات.....

رقم العينة	القياسات طول الانابيب) سم)				المجموع	المتوسط X	المدى R
	1	2	3	4			
1	35	25	32	28	120	30	10
2	46	37	36	41	160	40	10
3	37	38	32	37	144	36	6
4	45	65	54	56	220	55	20
5	40	44	34	38	156	39	10
6	34	43	43	40	160	40	9
المجموع						240	65

الخطوة الثالثة : حساب المتوسط الحسابي ($\bar{X}$) والذي يمثل معدل متوسط القياسات (CL) بالمعادلة الاتية:

المتوسط الحسابي ($\bar{X}$) = (مجموع المتوسطات) ÷ (عدد العينات)

المتوسط الحسابي ($\bar{X}$) = (240) ÷ (6) = 40 سم.

يمثل الخط الوسطي لمواصفة المنتوج (Center Line) في خارطة المتوسط الحسابي.

الخطوة الرابعة : حساب المدى (R) لكل عينة بالمعادلة الاتية:

المدى (R) = اعلى قياس لطول للأنبوب – اقل قياس لطول الانبوب

المدى (R) للعينة (1) = 35 – 25 = 10 سم.

المدى (R) للعينة رقم 2 = 36 – 46 = 10 سم.

وهكذا بالنسبة لبقية العينات

المدى (R) للعينة رقم 6 = 43 – 34 = 9 سم.

الخطوة الخامسة : حساب متوسط المدى ($\bar{R}$) بالمعادلة الاتية :

متوسط المدى ($\bar{R}$)= مجموع المديات ÷ عدد العينات

متوسط المدى($\bar{R}$) = (65) ÷ (6) = 10.8 سم.

$\bar{R}$ يمثل الخط الوسطي لمواصفة المنتوج (Center Line) في خارطة المدى.

الخطوة السادسة : حساب قيم الحد الاعلى لخارطة المتوسط الحسابي (UCL) بالمعادلة الاتية:

$$(UCL) = \bar{X} + A2 \times \bar{R}$$

$$= 40 + (0.729 \times 10.8) = 47.9$$

الخطوة السابعة : حساب قيم الحد الادنى لخارطة المتوسط الحسابي (LCL) بالمعادلة الاتية:

$$(LCL) = \bar{X} - A2 \times \bar{R}$$

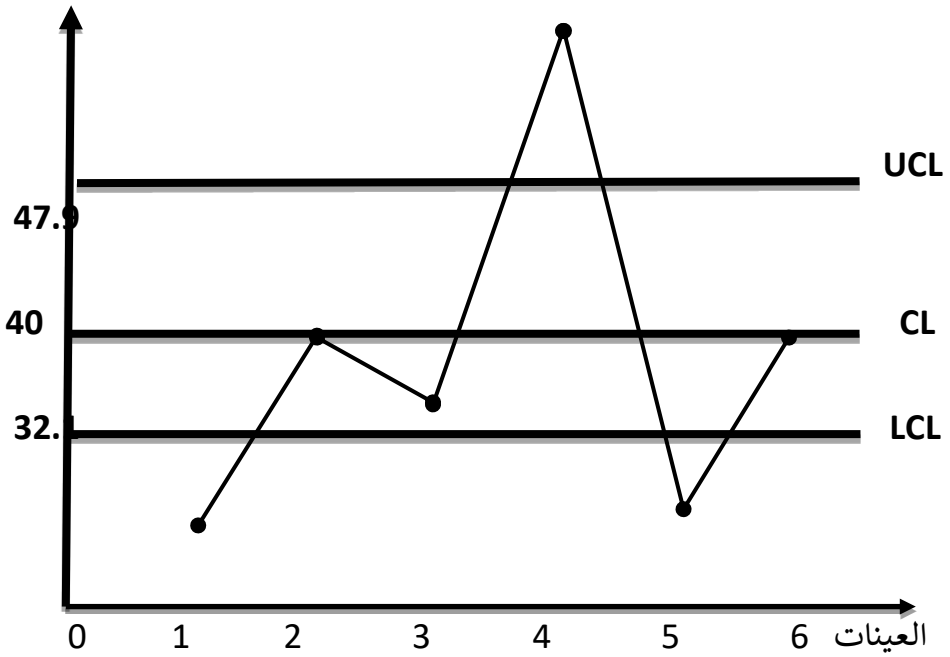
$$= 40 - (0.729 \times 10.8) = 32.1$$

من الخطوة الثالثة CL = 40 ..... الحد الوسطي.

من الخطوة السادسة UCL = 47.9 ..... الحد الاعلى.

من الخطوة السابعة LCL = 32.1 ..... الحد الادنى.

الخطوة الثامنة : رسم خارطة الوسط الحسابي (X) بموجب حدود الجودة.



من الخطوة الثالثة CL = 40 ..... الحد الوسطي.
من الخطوة السادسة UCL = 47.9 ..... الحد الاعلى.
من الخطوة السابعة LCL = 32.1 ..... الحد الادنى.

التعليق: ان خارطة المتوسط الحسابي (X) تؤشر على ان العينات رقم 1 , 4 , 5 خارج حدود السيطرة مما يعني ان العملية الانتاجية تعاني من مشاكل، لذلك على ادارة الشركة عن اسباب هده الانحرافات. فاذا كانت الانحرافات عشوائية فيتم استبعاد هذه العينات والاستمرار في العملية الانتاجية. اما اذا كانت الانحرافات غير عشوائية, اي بسبب مخالفة المواد للمواصفات او بسبب المكائن او بسبب العاملين, في هذه الحالة يجب استبعاد هذه العينات وايقاف العملية الانتاجية وعدم الشروع بها الا بعد معالجة الاسباب التي ولدت هذه الانحرافات.

الخطوة التاسعة : حساب الحد الاعلى (UCL) والحد الادنى (LCL) لخارطة المدى بموجب المعادلتين الاتيتين:

$$\mathbf{UCL} = (\bar{R}) \times D4$$

$$= 10.8 \times 2.282 = 24.6$$

$$\mathbf{LCL} = (\bar{R}) \times D3$$

$$= 10.8 \times 0 = 0$$

الخطوة العاشرة : رسم خارطة المدى بموجب حدود الجودة كما يلي: من الخطوة الخامسة فان الحد الوسطي(CL) يساوي (10.8), ومن الخطوة التاسعة فان الحد الاعلى (UCL) والحد الادنى (LCL) يساويان (24.5) و (0) على التوالي.

التعليق: على الرغم من كون جميع العينات في خارطة المدى ضمن حدود السيطرة, الا ان خارطة المتوسط الحسابي (X) تؤشر على ان العينات رقم(5,4,1) خارج حدود السيطرة مما يعني ان العملية الانتاجية تعاني من مشاكل, لذلك على ادارة الشركة البحث عن اسباب هده الانحرافات. فاذا كانت الانحرافات عشوائية فيتم استبعاد هذه العينات والاستمرار في العملية الانتاجية. اما اذا كانت الانحرافات غير عشوائية, اي بسبب مخالفة المواد للمواصفات او بسبب المكائن او بسبب العاملين, في هذه الحالة يجب استبعاد هذه العينات وايقاف العملية الانتاجية وعدم الشروع بها الا بعد معالجة الاسباب التي ولدت هذه الانحرافات.

2- خرائط ضبط الجودة في حالة المقاييس الوصفية (*Attribute Measurement*).

تسمى هذه الخرائط بخريطة (P Chart) وتستخدم في حالة اعتماد المقاييس الوصفية لتحديد جودة المنتوج, حيث تتم عملية المطابقة باعتماد اسلوب الفحص بالعينات من خلال اخد عينات عشوائية من دفعة الانتاج فإذا كان عدد

الوحدات المعابة ضمن حدود الجودة, فيتم قبول دفعة الانتاج بالكامل. اما اذا كانت نسبة الوحدات المعابة تتجاوز حدود الجودة فيتم رفض دفعة الانتاج للبحث في اسباب حدوث هده النسبة من الانحرافات.

اذا كانت الاسباب عشوائية يتم رفض دفعة الانتاج و الاستمرار بالعملية الانتاجية. اما في حالة الاسباب الغير عشوائية اي بسبب جودة المواد او حالة المكائن او تدني كفاءة العاملين فيتم رفض دفعة الانتاج وإيقاف العملية الانتاجية لحين التخلص من مسببات حدوث هده الانحرافات.

تعتمد هده الخريطة ثلاث حدود للجودة كما هو الحال في خرائط الوسط الحسابي والمدي وهي الحد الوسطي *Center Limit* (CL) والحد الاعلى *Upper Control Limit* (UCL) والحد الادنى(LCL) *Lower Control Limit* ولكن باستخدام الانحراف المعياري عن المتوسط الحسابي.

مثال 2: قرر مسؤول ضبط الجودة في مصنع اخد عينة بحجم (200) وحدة خلال عشرة ايام وكانت نتائج الفحص كما مبين في الجدول الاتي:

رقم العينة	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
عدد الوحدات المعابة	10	5	12	4	24	15	12	26	13	9

المطلوب: 1. تحديد حدود الجودة -2 رسم خارطة (P Chart) 3- التعليق على النتائج.

رقم العينة	عدد الوحدات المعابة	حجم العينة	نسب المعاب
1	10	200	0.05
2	5	200	0.025
3	12	200	0.06
4	4	200	0.02
5	24	200	0.12
6	15	200	0.075
7	12	200	0.06
8	26	200	0.13
9	13	200	0.065
10	9	200	0.045
المجموع	130		0.65

الخطوة الاولى : احتساب نسب الوحدات المعابة الى حجم العينة بمعادلة الاتية:

نسبة الوحدات المعابة للعينة = (عدد الوحدات المعابة) ÷ (حجم العينة)

نسبة الوحدات المعابة للعينة رقم (1) = (10) ÷ (200) = 0.050

نسبة الوحدات المعابة للعينة رقم (2) = (5) ÷ (200) = 0.025

وهكذا بالنسبة لبقية العينات كما موضح في العمود الرابع من الجدول اعلاه.

الخطورة الثانية : حساب متوسط نسب المعاب (P) بالمعادلة الاتية:

متوسط نسب المعاب ($\bar{P}$) = (مجموع نسب المعاب) ÷ (عدد العينات)

= (0.650) ÷ (10)= 0.065

ان متوسط نسب المعاب يمثل خط الوسط (Center Line) لخارطة (P Chart)

الخطوة الثالثة : حساب الانحراف المعياري (S) و كما يلي:

$$S = \sqrt{\frac{P(1-P)}{H}}$$

حيث ان حجم العينة : n

$$S = \sqrt{\frac{0.065(1-0.065)}{200}} = 0.017$$

الخطوة الرابعة : حساب الحد الاعلى (UCL) للخارطة بموجب المعادلة الاتية:

UCL = P + 3S

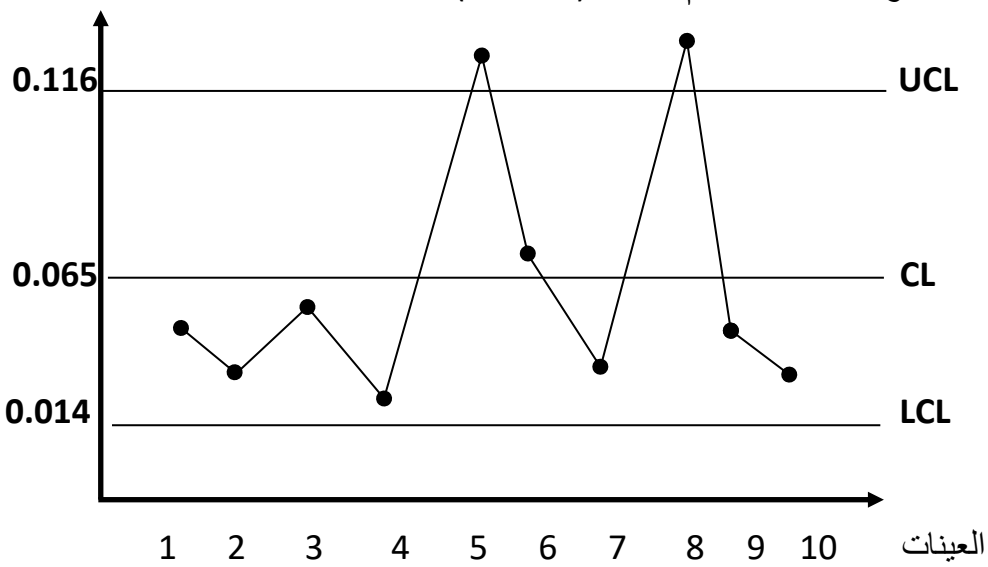
= 0.065 + (3 × 0.017) = 0.116

الخطوة الخامسة : حساب الحد الادنى (LCL) للخارطة بموجب المعادلة الاتية:

LCL = P – 3S

= 0.065 - (3 × 0.017) = 0.014

الخطوة السادسة : رسم خارطة (P Chart)



تؤشر خارطة المتوسط على ان جميع العينات ضمن الحدود المسموح بها ما عدا العينتين الخامسة والثامنة خارج حدود السيطرة مما يعني ان العملية الانتاجية تعاني من مشاكل, لذلك على ادارة الشركة عن اسباب هذه الانحرافات في العينتين اعلاه. فاذا كانت الانحرافات عشوائية فيتم استبعاد هاتين العينتين والاستمرار في العملية الانتاجية. اما اذا كانت الانحرافات غير عشوائية, اي بسبب مخالفة المواد للمواصفات او بسبب المكائن او بسبب العاملين, في هذه الحالة يجب استبعاد هذه العينات و ايقاف العملية الانتاجية وعدم الشروع بها الا بعد معالجة الاسباب التي ولدت هذه الانحرافات. ومن ثم اعادة عملية حساب حدود الجودة بحيث تقع جميع العينات ضمن هذه حدود المسموح بها, اي ان العملية الانتاجية ستكون ضمن حدود السيطرة.

ملاحظات عامة عن خرائط ضبط الجودة:

1- في حالة كون نتيجة حساب LCL يساوي رقم سالب او صفر فيتم رسمه على المحور الافقي الذي يمثل عدد العينات.

2- في حالة كون احجام العينات مختلف فان نسبة المعاب لكل عينة يتم حسابه حسب حجم العينة. الا ان عند احتساب الانحراف المعياري (S) فانه سيتم اعتماد متوسط حجم العينة في معادلة الانحراف المعياري من خلال قسمة مجموع احجام العينات المختلفة على عدد العينات.

مثال(3): قرر مسؤول ضبط الجودة سحب (8) عينات من خط انتاجي ، وكانت نتائج الفحص كما مبينة في الجدول الاتي.

رقم العينة	1	2	3	4	5	6	7	8
عدد الوحدات المعابة	9	7	5	8	10	6	18	3
حجم العينة	112	120	118	114	116	108	120	80

المطلوب: 1- تحديد حدود الجودة 2-ارسم خارطة ضبط الجودة (*P Chart*) 3 - التعليق على الخارطة.

الخطوة الاولى : احتساب نسب الوحدات المعابة الى حجم العينة بمعادلة الاتية:

نسبة الوحدات المعابة للعينة = (عدد الوحدات المعابة)/(حجم العينة)

نسبة الوحدات المعابة للعينة رقم (1) = (9) ÷ (112) = 0.080

نسبة الوحدات المعابة للعينة رقم (2) = (7) ÷ (120) = 0.058

وهكذا بالنسبة لبقية العينات كما موضح في العمود الرابع من الجدول اعلاه

الخطورة الثانية : حساب متوسط نسب المعاب ($\bar{P}$) بالمعادلة الاتية:

متوسط نسب المعاب ($\bar{P}$) = (مجموع نسب المعاب) ÷ (عدد العينات)

= (0.580) ÷ (8)= 0.073

ان متوسط نسب المعاب يمثل خط الوسط Center Line لخارطة (P Chart)

رقم العينة	عدد الوحدات المعابة	حجم العينة	نسب المعاب
1	9	112	0.08
2	7	120	0.058
3	5	118	0.042
4	8	114	0.07
5	10	116	0.086
6	6	108	0.056
7	18	120	0.15
8	23	80	0.038
المجموع		888	0.58

الخطوة الثالثة : حساب الانحراف المعياري (S) وكما يلي:

ملاحظة : بسبب كون حجم العينات مختلف من عينة لأخرى, لذا يجب حساب متوسط حجم العينة في هذه الحالة وكما يلي:

متوسط حجم العينة = (مجموع حجم العينات)÷(عدد العينات)

= (80 + 120 + 116 + 108 + 114+ 118 +120+112) ÷ 8

= 111 وحدة.

$$S = \sqrt{\frac{P(1-P}{H}}$$

حيث ان حجم العينة : n

$$S = \sqrt{\frac{0.073(1-0.073)}{111}}$$

الخطوة الرابعة : حساب الحد الاعلى (UCL) للخارطة بموجب المعادلة الاتية:

UCL = P + 3S

= 0.073 + (3 ×0.025) = 0.148

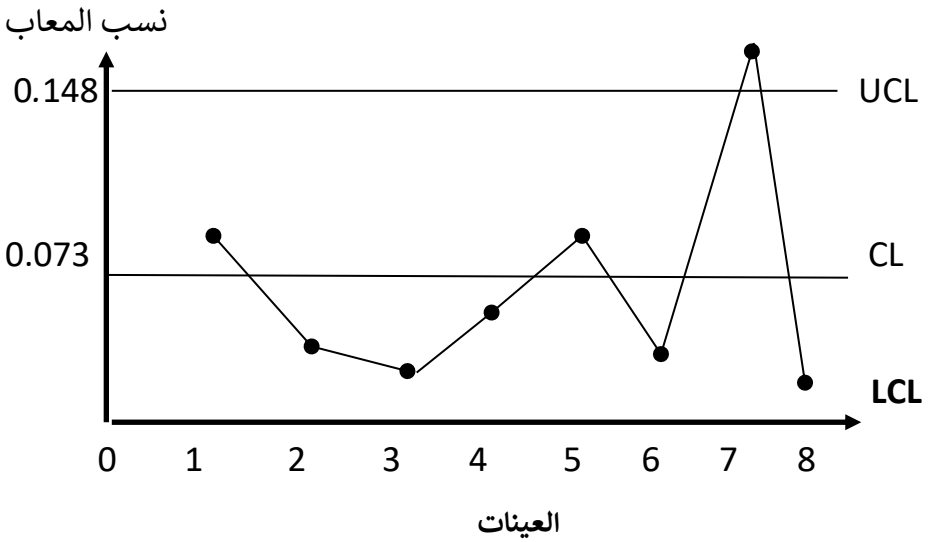
الخطوة الخامسة : حساب الحد الادنى (LCL) للخارطة بموجب المعادلة الاتية:

LCL = P – 3S

= 0.073 - (3× 0.025) = - 0.002

ملاحظة : لكون نتيجة حساب LCL يساوي رقم سالب فيتم رسمه على المحور الافقي الذي يمثل عدد العينات.

الخطوة السادسة : رسم خارطة (*P Chart*)



التعليق: ان الخارطة تبين ان جميع العينات تقع ضمن حدود الجودة المسموح بها, ما عدا العينة رقم (7) فاذا كانت الانحرافات عشوائية فيتم استبعاد العينة والاستمرار في العملية الانتاجية. اما اذا كانت الانحرافات غير عشوائية, اي بسبب مخالفة المواد للمواصفات او بسبب المكائن او بسبب العاملين, في هذه الحالة يجب استبعاد هذه العينات وايقاف العملية الانتاجية وعدم الشروع بها الا بعد معالجة الاسباب التي ولدت هذه الانحرافات.

اسئلة الفصل العاشر

وضح مفهوم الجودة وما هي ابعادها؟

س 1- ناقش العبارة " يرتبط مفهوم الجودة من وجهة نظر الزبون بمستوى الرضا والذي تحدده العلاقة بين القيمة المتوقعة والمدركة له".

س2- علل الاتي " الجودة كأسبقية تنافسية في اطار مفهوم التلف الصفري تمثل الوسيلة لتحقيق الاسبقيات مثل الكلفة والمرونة والتسليم بالوقت المناسبة بموجب النظر اليابانية (الحديثة) للجودة "

س3- وضح الخطوات الاساسية لتصميم نظام ضبط الجودة .

مكتب طباعة يعتمد خرائط (*P control chart*) لضبط الجودة علما ان الصفحة التي تحتوي على خطا واحد او اكثر عند الطباعة تعد معابة وكان عدد العينات (12) وحجم العينة (200) صفحة وقد توفرت لديك البيانات الاتية عن عدد العينات وحجم العينة ونسب الصفحات المعابة وكما يلي:

رقم العينة	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	المجموع
نسب المعاب	0.01	0.02	0.02	0	0.01	0.03	0.02	0.01	0	0.04	0.03	0.02	0.21

المطلوب :1- تحديد حدود الجودة, 2- ارسم خارطة ضبط الجودة, 3- (*P Chart*) التعليق على الخارطة, 4- في حالة سحب عينه بحجم (200) صفحة وكانت نسب الصفحات المعابة (6) صفحات فهل العملية الانتاجية ضمن حدود السيطرة؟.

س4- وضح فلسفة نظام الانتاج الانظف وماهي الاهداف التي يسعى الى تحقيقها والمحددات التي تعيق تطبيقه.

س5- اختر الاجابة الصحيحة

1- يرتبط مفهوم الجودة من ملائمة الاستخدام ب

ا- المتانة والشكل ب- السعر والفائدة ج- الرضا.

2- يتحقق الرضا لدى المستهلك عندما

ا- القيمة المدركة للمستهلك عن للمنتوج اقل من القيمة المتوقعة لديه ب- القيمة المدركة للمستهلك عن للمنتوج اكبر من القيمة المتوقعة لديه ج- ليس للقيمة المدركة والمتوقعة للمستهلك علاقة بمستوى الرضا لديه.

3- القيمة المتوقعة للزبون

ا- هي عبارة عن التصور المبدئي للمستهلك عن المنتوج قبل قرار الشراء ب هي عبارة عن التصور المبدئي للمستهلك عن المنتوج بعد قرار الشراء ج- هي عبارة عن التصور المبدئي للمستهلك عن المنتوج قبل و بعد قرار الشراء.

4- القيمة المدركة للزبون

ا- هي عبارة عن الحكم النهائي للمستهلك عن المنتوج قبل قرار الشراء ب هي عبارة عن الحكم النهائي للمستهلك عن المنتوج بعد قرار الشراء ج- هي عبارة عن الحكم النهائي للمستهلك عن المنتوج قبل و بعد قرار الشراء.

5- ابعاد الجودة تتمثل ب

ا- خصائص المنتوج ب- الزمني والمالي والخدمي ج- القيمة المتوقعة والقيمة المدركة.

6 - تعني المعولية (*Reliability*) احتمالية اداء المنتوج لوظائفه خلال فترة زمنية معينة

ا- قبل الشروع بالانتاج ب- بعد الشروع بالانتاج وقبل وصول المنتوج للمستهلك ج- بعد وصول المنتوج للمستهلك.

7- تعد كلف الوقاية من التلف (*Prevention Cost*) هي

ا- كلف الجودة العالية ب- كلف الجودة الرديئة ج- كلف اكتشاف الوحدات المعابة.

8- تاكد فلسفة نظام الانتاج الانظف على

ا- تقليل النفايات والانبعاثات بعد عملية الانتاج ب- تدوير النفايات والانبعاثات- تقليل النفايات والانبعاثات من المصدر.

9- تمثل كلفة التقويم (*Appraisal Cost*)

ا- كلف العمل والمواد للوحدات المعابة قبل تسليمها الى الزبون ب- كلف العمل والمواد للوحدات المعابة قبل تسليمها الى الزبون ج- الكلفة التي تتحملها الشركة لاكتشاف الوحدات المعابة.

محتويات الفصل الحادي عشر

ادارة سلسلة التجهيز (*Supply Chain Management*)

11-1 مفهوم سلسلة التجهيز

11-2: اهمية ادارة سلسلة التجهيز

11-3: محددات ادارة سلسلة التجهيز

11-4: تحسين الاداء لسلسة التجهيز

11-5: مقايس الاداء لسلسلة التجهيز

11-6: استراتيجيات إدارة سلسلة التجهيز

11-7: متطلبات تحسين الاداء في سلسلة التجهيز

11-8: سلسلة التجهيز المستدامة

11-9: ادارة الامدادات

الفصل الحادي عشر

ادارة سلسلة التجهيز (*Supply Chain Management*)

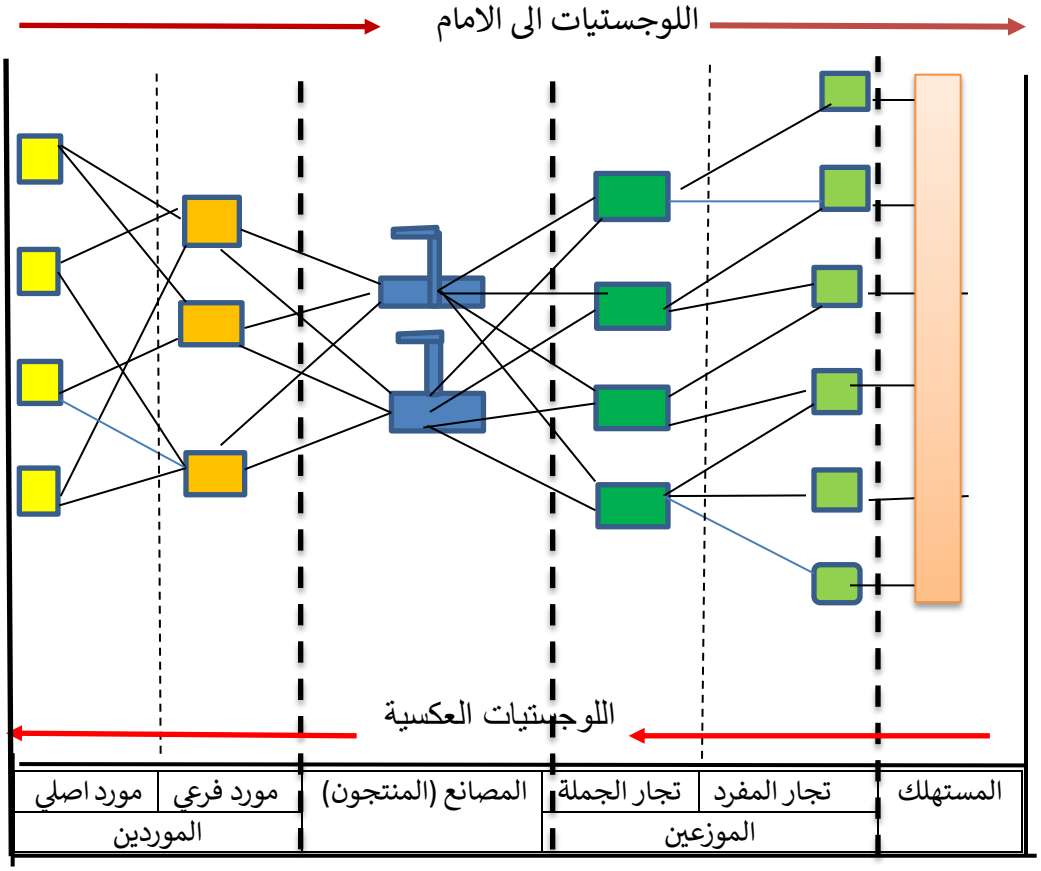
1-11 : مفهوم سلسلة التجهيز

ظهر مصطلح إدارة سلاسل التجهيز عام 1969. وتم تناوله لأول مرة في العام 1990 كمنظومة متكاملة والتي تقوم على التفاعل بين الوحدات الادارية المكونة لها بدلا من المدخل التقليدي القائم على كونه عملية تدفق (Process) للمواد والمعلومات.

ان الاهتمام المتزايد بادارة سلسلة التجهيز (*SCM*) في العقدين من القرن الحالي يرجع الى الحقيقة القائلة بوجود علاقات وتبعات لتلك العلاقات بين حلقات السلسلة من نقطة الانطلاق(تحديد الحاجة) إلى نقطة الاستهلاك (اشباع الحاجة), حيث تشير نقطة الانطلاق في إدارة سلاسل التجهيز إلى الموردين مرورا بالشركات المصنعة والموزعين, في حين ان نقطة الاستهلاك تشير إلى الزبون في سلسلة باعتباره الحلقة الاخيرة.

تعد سلسلة التجهيز حلقة اساسية في مقهوم ادارة العمليات كنظام تحويل فهي تعكس العلاقات بين مجموعة من الوحدات الادارية ذات كيانات مستقلة متمثلة بالمجهزين والمنتجين والموزعين (تجار الجملة والمفرد), اضافة الى قنوات التوزيع بين الموزعين وصولا الى المستهلك النهائي والشكل (11-1) يمثل نموذج للسلسة.

قد تمتلك الشركات العديد من سلاسل التجهيز الخاصة بها خصوصا الشركات الكبيرة اعتمادا على التنوع في منتجاتها, اذا تصل سلاسل التجهيز على سبيل المثال الخاصة بشركة جنيرال الكتريك (*General Electric*) الى (100) سلسلة.



الشكل (11-1)
نموذج لسلسلة التجهيز

ان ادارة سلسلة التجهيز في مثالنا اعلاه قائم على تكامل لثلاث وظائف منفصلة تقليديا وهي المشتريات والعمليات والخدمات اللوجستية, وتتم عملية التكامل من خلال نموذج يعرف باسم نموذج مراجع عمليات سلسلة التجهيز(*Supply Chain Operations Reference*) (*SCOR*)الذي تم تطويره بواسطة مجموعة من الشركات المتخصصة بالاستشارات الإدارية، وأيدها مجلس سلسلة التوريد (SCC), باعتباره اداة تشخيص قياسية شاملة لإدارة سلسلة التجهيز للشركات, اذ يصف النموذج أنشطة الأعمال المرتبطة بتلبية طلب الزبون والتي تشمل اعداد الخطة ومصادر التجهيز والعملية الإنتاجية والتسليم, اي تحليل الحالة الحالية لعمليات

وأهداف الشركة وتحديد الأداء التشغيلي ومقارنته مع الاداء لسلسة التجهيز في شركات اخرى.

http://www.apics.org/sites/apics-supply-chain

وتاسيسا على ما تقدم فان إدارة سلسلة التجهيز هي فلسفة مختلفة اختلافًا جوهريًا عن تنظيم الأعمال وتستند إلى فكرة الشراكة والتعاون بين الكيانات او الحلقات المكونة للسلسلة. ان النماذج التقليدية لتنظيم الأعمال تستند في تعظيم إيراداتها وتقليل تكاليفها حتى ولو كانت على حساب كيان اخر في السلسلة, او زيادة الإنتاج إلى أقصى حد لتحقيق اقتصاديات الحجم. في حين تشير النماذج الحديثة في هذا الاطار الى ان هذه الأهداف لا يمكن تحقيقها إلا إذا كانت سلسلة التجهيز ككل منسقة بشكل وثيق من أجل تقليل إجمالي مخزون لحلقات السلسلة إلى الحد الأدنى, وإزالة الاختناقات, وضغط فترات التوريد او المهل الزمنية للتسليم, والقضاء على مشاكل الجودة الرديئة, على اعتبار ان حدوث اي اخفاق في اي حلقة من حلقات السلسلة (سواء في التوريد او الانتاج او التوزيع) سينعكس على بقية الكيانات المكونة للسلسلة.

أن الشركات في الوقت الحاضر لا تتنافس كشركات فقط, ولكن كسلاسل التجهيز, وبالتالي فإن الشركات الناجحة تعمل ضمن سلسلة تجهيز أكثر فعالية من حيث الكلفة والقيمة بالمقارنة مع بمنافسيها.

2-11: اهمية ادارة سلسلة التجهيز

لقد حظيت ادارة سلسلة التجهيز باهتمام الكثير من كتاب ادارة العمليات وذلك للأسباب الاتية :

اولا: طول وقت الانتظار في المخازن ضمن الوقت الاجمالي اللازم لحركة المواد خلال السلسلة, لذا فان تقليص فترة الانتظار وبالتالي اجمالي الوقت للسلسلة من

شانه ان يساهم في تقليل مستوى المخزون والتكاليف المتعلقة به من ناحية, وتحسين المرونة والالتزام بمواعيد التسليم من ناحية ثانية.

ثانيا : تحسين ظروف التكامل بين البيئة الداخلية (العمليات والمالية والتسويق) للشركة و بيئتها الخارجية (الموردين والمستهلكين) باعتبارها حلقات ادارية مكون لسلسلة تؤثر وتتاثر احداهما في الاخرى.

ثالثا: خلق وتطوير نظم التفكير الشامل و المتكامل بين النظام الانتاجي والحلقات الاخرى من توريد المدخلات و تجهيز وتوزيع المنتجات, لان الخلل في اي حلقة سيؤثر على كفاءة عمل السلسلة بالكامل.

3-11 : صعوبات ادارة سلسلة التجهيز

ان الصعوبة في ادارة سلسلة التجهيز تتجلى في تحكم اكثر من وحدة تنظيمية في الشركة الواحدة بمكونات السلسلة كالعمليات والتسويق او بعائدتيها الى شركات مختلفة, مما يستوجب ضرورة التكامل بين وظائف الشركة الواحدة و بين الشركات التي تشترك في السلسلة .فعلى سبيل المثال المخزون من المواد الاولية يعكس العلاقة بين الشركة والموردين في حين مخزون العمل تحت الصنع يتجلى في العلاقة بين الاقسام الانتاجية داخل الشركة, اما المخزون من المنتجات النهائية يمثل العلاقة بين الشركة وتجار الجملة والمفرد والزبائن . ولنا ان نتصور حجم وطبيعة العلاقات في حالة وجود اكثر من مورد و في حالة تقديم منتجات متنوعة . ويمكن تلخيص صعوبات ادارة سلسلة التجهيز بالاتي:

اولا : ان سلسلة التجهيز تمثل نظام تفاعلي بين كل حلقات المكونة لها (المورد والمنتج والموزع)والتي تتصف في نفس الوقت بكون تلك الحلقات وحدات ادارية مستقلة, فالقرار الذي يتخذ في اي من مستوياتها ستنعكس اثاره على المستويات الاخرى.

ثانيا : يصاحب التغيير في حجم الطلب عند مستوى المستهلك او تجار التجزئة مهما قل حجمه او الافراط في تقديره بسبب عدم دقة التنبؤ, فضلا عن المشاكل المتعلقة بالجودة ومشاكل العمل وظروف الطقس غير المعتادة والتأخير في شحنات البضائع. كل ذلك سيؤدي الى موجات تصاعدية في حجم التأثير على مستوى تجار الجملة والمنتج والموردين, وتنعكس هذه التأثيرات في طول المهل الزمنية للإحلال (*Replenishment lead time*) لتعويض النقص الحاصل في مستويات المخزون نتيجة صرف الطلبيات في كل حلقة من حلقات السلسلة. وتصبح المشكلة اكثر وضوحا في حالة سلاسل التجهيز الطويلة وتواجد حلقات السلسلة في رقع جغرافية متباعدة, فالتغيرات في حجم الطلب الفعلي عن المتنبء به عند تاجر المفرد قد لا يتمكن المنتج من الاستجابة لهذه التغييرات بسبب اختلاف في وقت الاحلال في كل حلقة.اي الزمن اللازم لتعوض الوحدات المسحوبه من مخازن الشركة المنتجة ليس بالضرورة هو نفس الوقت عند تاجر المفرد لتعويض الدفعة المباعة للمستهلك النهائي بسبب وجود حلقات وسيطة بين الاثنين والمتمثلة بتجار الجملة اللذين يكونوا زبائن للمنتجين وموردين لتجار المفرد.

ثالثا: ان طبيعة الاهداف التي تسعى اليها الشركات المكونة لسلسة التجهيز قد تتصف بالتناقض. مثال ذلك السعي الى تقليل مستوى المخزون لتخفيض تكاليف الاحتفاظ به قد يؤدي الى ضعف في قدرة الشركة في الوفاء بالتزاماتها بمواعد التسليم للطلبيات المطلوبة.

4-11: تحسين الاداء لسلسة التجهيز

ان افضل طريقة لتحسين الاداء في سلسلة التجهيز هو العمل على تقليص المهل الزمنية للإحلال الاجمالية(الفاصل الزمني بين التوريد مرورا بالانتاج وانتهاء

بالتوزيع) من خلال التنسيق بين كافة مستويات السلسلة بالمعلومات المتعلقة بالطلب الحقيقي باعتماد نظم معلومات كفوءة ووسائل اتصالات سريعة لتخفيف من حدة عدم التأكد الذي يصاحب التنبؤ بالطلب.

ان التنسيق بين حلقات سلسلة التجهيز هو الطريق الافضل لبلوغ الهدف اعلاه من خلال التحكم بمستوى المخزون المطلوب الاحتفاظ به عند الموردين و تجار الجملة والمفرد والعمل تحت التشغيل عند المنتجين, وتتم عملية التنسيق من خلال بعض الوحدات الادارية في الشركة, فعلى سبيل المثال ادارة المشتريات تحتاج الى التنسيق مع الموردين في تحديد مستوى المخزون, كما ان نفس الدور يستلزم التنسيق بين ادارة التسويق وتجار الجملة والمفرد لتجديد مستوى المخزون لديهم من خلال ادارة التنبؤ بالطلب. في حين يأتي دور ادارة العمليات في عملية التنسيق من خلال عملية الربط بين الموردين والموزعين باعتبارها الحلقة الوسطية والواصلة بين الموردين للمواد الاولية و الموزعين للمنتجات النهائية (تجار الجملة او المفرد او المستهلك النهائي) .

من الضروري التأكيد في هذا الصدد ان التنسيق اعلاه سوف لن يحل المشكلة بشكل جذري وانما سيساهم في تقليل من حدتها بسبب مشاكل التنبؤ (عدم التأكد) من ناحية والبعد بين بداية حلقات سلسلة التجهيز ونهاياتها من ناحية اخرى.

5-11: مقايس الاداء لسلسلة التجهيز

تحسين كفاءة الاداء لسلسلة التجهيز يعتمد على مجموعة من المقاييس المتمثلة بالاتي:

اولا: التسليم بالوقت المناسب (*Delivery*) : يمثل النسبة المئوية للطلبيات المسلمة الى المستهلك بالوقت المحدد الى مجموع الطلبيات المسلمة, مع الاخذ

بنظر الاعتبار ان تسليم جزء من الطلبية لا تحسب ضمن الطلبيات المسلمة بالوقت المحدد.

ثانيا : الجودة(*Quality*) : يعكس مقياس الجودة بدرجة الرضا للمستهلك او المستخدم. وعادة ما يرتبط الرضا للمستهلك بدرجة ولاءه لمنتجات الشركة والذي يقاس بالنسية المئوية لعدد المستهلكين الذين يكررون عملية الشراء الى اجمالي مستهلكي الشركة. وتوجد عدة طريق لقياس مستوى الرضا لزبون منها مقياس الخماسي للقيمة المتوقعة وعلى الشكل الاتي:

السؤال	عدد الدرجات
الشركة تستجيب لتوقعات الزبون بشكل يفوق التصور	**5**
الشركة تستجيب بشكل اكثر من توقعات الزبون	**4**
الشركة تستجيب في حدود توقعات الزبون	**3**
الشركة تستجيب بشكل اقل من توقعات الزبون	**2**
الشركة لا تستجيب الى توقعات الزبون	**1**

او قد يكون المقياس لمستوى الرضا من خلال ليكارد الخماسي او السباعي و كما يلي:

السؤال	اتفق تماما	اتفق	محايد	لا اتفق	لا اتفق تماما
منتجاتنا تستجيب لتوقعاتك					
توصي اصدقاءك بشراء منتجاتنا					
تسعى الى اعادة عملية الشراء منتجاتنا بالمستقبل					

ثالثا: وقت الاحلال الكلي *(total replenishment time)*: هو الوقت اللازم لتعويض الكميات المسحوبة من المخازن. ويمكن حسابة لكل حلقة من حلقات سلسلة التجهيز المتمثلة بالموردين والمنتجين والموزعين بشكل مستقل وبالتالي فهو يعبر عن العلاقة بين قيمة مستوى المخزون المراد الاحتفاظ به وقيمة الكميات

المسحوبة من المخازن, فعلى سبيل المثال اذا كانت قيمة الوحدات المسحوبة من المخازن تساوي (1000) دولار في اليوم وكانت قيمة المخزون في المخزن (10000) دولار فان وقت الاحلال يمكن حسابه بالمعادلة الاتية:

وقت الاحلال= قيمة مستوى المخزون÷قيمة الوحدات المسحوبة من المخازن باليوم

وقت الاحلال = 100000 ÷ 1000 = 10 ايام.

اما وقت الاحلال الكلي فهو مجموع اوقات الاحلال لكل حلقات السلسلة, وعادة ما يعتمد تاريخ الدفع لقيمة البضاعة المحسوبة او ما يعرف ب دورة الاعمال (*BUSINESS CYCLE*) او ب (*cash to cash*), فعلى سبيل المثال تاريخ استحقاق عملية الدفع (73) يوم و وقت بقاء البضاعة في المخازن(4) ايام و الوقت اللازم لوصول بضاعة التعويض (32) يوم فان دورة الاعمال يمكن حسابه بالمعادلة الاتية:

وقت دورة الاعمال

=تاريخ عملية الدفع- (فترة بقاء البضاعة في المخازن + الزمن اللازم لوصول بضاعة التعويض)

وقت دورة الاعمال = 73 – (4 + 32) = 37 يوم.

ان تحسين دورة الاعمال يعتمد على تخفيض مستوى المخزون و الوقت اللازم لوصول بضاعة التعويض.

رابعا : المرونة (*Flexibility*) : تمثل المرونة بمقدرة حلقات سلسة التجهيز في الاستجابة للتغييرات في الكميات او اوقات التجهيز وبنسبة محددة, مثلا لو كانت نسبة التغييرات في حجم او التوقيتات 20% في الحالات الطبيعية, فحلقات السلسلة ستكون اكثر مرونة عندما تتم الاستجابة لنسب التغير التي تتجاوز 20%. الجانب المهم في جعل سلاسل التجهيز أكثر مرونة هو التخطيط المسبق، والاكتشاف المبكر، والعمل السريع أثناء الانحرافات عن ما هو مخطط من خلال

وجود الطاقة الاضافية أو مصادر بديلة للعرض أو المزيد من المخزونات وقد تتعارض هذه الاجراءات مع المقاييس الاخرى مثل الكلفة, الا ان البحث يجب ان يكون لرفع الكفاءة للسلسلة بالمجمل وليس على مستوى حلقاتها بشكل منفصل.

خامسا : الكلفة (*Cost*) :هنالك طريقتين لقياس الكلفة الكلية في سلسلة التجهيز:

1- **الكلفة الكلية**

= كلف الانتاج +كلفة التوزيع +كلف الاحتفاظ بالمخزون + كلف تحصيل

2- **كلف القيمة المضافة**

= (قيمة المبيعات – كلف المواد الاولية)÷ (كلف العمل +المصاريف الاخرى)

ولتوضيح كيفية استخدام المقاييس اعلاه نورد الاتي :

مثال(1) : سلسلة تجهيز مكون من ابع حلقات هي المورد والمنتج وموزع والمستهلك وتوفرت البيانات عن السلسلة في الجدول الاتي:

البيانات	وحدة القياس	المورد	المنتج	الموزع الجملة	موزع المفرد
عدد ايام المخزون (وقت الاحلال المخزون)	يوم	20	60	30	20
عدد ايام لاستلام الحساب	يوم	20	40	30	50
كلفة الشراء للوحدة	دولار	10	20	60	80
كلف اضافية للوحدة	دولار	5	20	5	30
سعر البيع للوحدة	دولار	20	60	80	120
احتمالية التسليم بالوقت المطلوب	%	85	90	95	95
احتمالية الرضا للمستهلك	%	50	80	70	80
فترة تسديد الحساب	يوم	30	40	60	30
نسبة التغير في الكمية الطلوبه شهريا	%	20	10	30	20

المطلوب : حساب مؤشرات الاداء لسلسلة التجهيز.

اولا : التسليم

متوسط احتمالية التسليم بالوقت المطلوب =(85% + 90% + 95% + 95%)÷ 4

= 91.25%

ثانيا : الجودة

متوسط احتمالية الرضا للمستهلك = (50% + 80% + 70% + 80%) ÷ 4

= 70%

ثالثا :الوقت

ويمكن قياسه بثلاثة طرق:

1- وقت الاحلال الكلي = 20 + 60 + 30 + 20= 130 يوم.

2- وقت الكلي لاستلام الحساب =20 + 40 +30 + 50 = 140 يوم.

3- الوقت الكلي لدفع الحساب = 30+ 40 + 60 + 30 = 160 يوم.

وقت دورة الاعمال = 130 + 140 - 160 – = 110 يوم.

رابعا: المرونة

المرونة هي اقل نسبة تغير في حجم الكميات المطلوبة وتساوي 10%.

خامسا: الكلفة

1- نسبة الكلفة الى المبيعات = [(كلفة الشراء+ الكلفة الاضافية) ÷سعر البيعِ] × 100

للمورد = [(10 + 5)÷ 20] × 100 = 75%

للمنتج =[(20 + 20) ÷60] × 100 = 67%

للموزع الجملة = [(60 + 5) ÷ 80]× 100 = 81%

للموزع المفرد = ((30+80)÷ 120)×100 = 92%

نسبة الكلف الاجمالية للسلسلة

= [(كلفة المواد + مج الكلفة الاضافية) ÷ سعر البيع النهائي]×100

=[(10+ 5 + 20 + 5 + 30)÷ 120]× 100= 58.3 %

2- كلف القيمة المضافة =[(سعر البيع – كلفة الشراء) ÷ كلف الاضافية] ×100

للمورد = (20- 10)÷ 5= 2 دولار.

للمنتج = (60- 20)÷20 = 2 دولار.

للموزع الجملة = (80- 60)÷5= 4 دولار.

للموزع المفرد = (120- 80)÷30 = 1.33 دولار.

القيمة الاضافية للسلسلة = (120- 20)÷(5 + 20 + 5 + 30) = 1.833 دولار.

من الضروري ان تكون الاهداف المتعلقة بالمقاييس اعلاه خاضعة للمشاركة بين الشركة وموردیها وزبائنها في نفس الوقت. على سبيل المثال, إذا خفضت شركة من جانب واحد مخزونها من البضائع الجاهزة لتقليل من تكاليف الخزن, فان ذلك سيؤثر على قدرتها على تزويد عملائها. لذا على الشركة بدلا من ذلك العمل على تخفيض تكاليف الانتاج عن طريق تقليل الوقت اللازم لانجاز الطلبيات و باستخدام ادوات ووسائل لوجستية فعالة تساهم في تقليل مستوى المخزون مما يساهم في استفاد سلسلة التجهيز بأكملها.

في بعض الاحيان قد يلجا بعض الموردين للمقارنة بين البدائل المتاحة في عملية الشحن ومدى تأثيرها على التكاليف الكلية من خلال المقارنة بين كلف الاحتفاظ بالمخزون في المخازن وطول فترة الشحن لكل بديل . ولتوضيح الامر نورد المثال ادناه:

مثال(2): اذا كانت كلفة الاحتفاظ بالمخزون (1000) دولار سنويا لمادة معينة. وكانت كلف الشحن خلال في نفس اليوم (40) دولارا, وكانت العروض المقدمة من شركتين عندما يكون الشحن بعد (3) ايام هي:

ا- (35) دولار ب- (30) دولار

المطلوب : تحديد أي من البديل الاقل كلفة مقارنة بالشحن خلال نفس اليوم.

البديل الاول:

في حالة كون كلفة الشحن (35) دولار بعد ثلاثة ايام.

كلفة الاحتفاظ بالمخزون ليوم واحد = الكلفة السنوية ÷ عدد ايام السنة.

= 1000 ÷ 365 = 2.7 دولار يوميا.

بما ان الشحن سيكون بعد ثلاثة ايام أي ان صاحب المخزن سيتحمل كلفة الاحتفاظ بالمخزون ليومين (باعتبار اليوم الثالث سيكون للشحن) وستصبح الكلف الكلية:

35 دولار + (2 يوم × 2.7 دولار) = 40.4 دولارا.

وهي اكبر من كلف الشحن في نفس اليوم (40) دولارا لذا سيهمل هذا البديل.

البديل الثاني:

30 دولار + (2 يوم × 2.7 دولار) = 35.4 دولارا.

وهي اقل من كلف الشحن في نفس اليوم (40) دولارا, لذا سيؤخذ بهذا البديل ويتم توفير (4.6) دولارا.

6-11: استراتيجيات إدارة سلسلة التجهيز

لابد للمنظمة من صياغة استراتيجيات معينة لإدارة سلسلة التجهيز, ومن بين أهم هذه الاستراتيجيات ما يلي:

اولا : استراتيجية تعدد الموردين :

ان هذه الاستراتيجية تؤدي الى تنافس بين الموردين مع بعضهم البعض, وتتيح للشركة مداخل متعددة للتفاوض التي يمكن أن تستخدم مع هذه الاستراتيجية لتشكيل علاقات غير الطويلة الأجل كمدخل لاختيار المورد الذي يوفير المنتج بكلفة قليلة وبجودة جيدة وعملية تسليم بزمن محدد بسبب المنافسة.

ثانيا :استراتيجية الموردين القليلين:

تقوم هذه الاستراتيجية على معيار لبناء علاقة عادة ما تكون طويلة الأجل في حال التركيز على عدد قليل من موردين, فهم أكثر رغبة لفهم أهداف المنظمة

والزبون النهائي. كما يساهم استخدام عدد قليل من الموردين بالاستفادة من اقتصاديات الحجم. الا ان من مشاكل هذه الاستراتيجية تتمثل في ضعف المرونة في حالة تاخر الموردين عن استعاب التغييرات التي تواجه المنتجين.

ثالثا : استراتيجية التكامل عمودي

يمتد الشراء ليصبح متكاملا عموديا سواء كان الى الامام نحو التوزيع والاسواق وصولا الى المستهلكين , والى الخلف بتجاه الموردين للمواد الاولية والاجزاء المشتراة. ان هذه الاستراتيجية مناسب للشركات التي تمتلك حصة سوقية كبيرة وقدرة تنافسية عالية في الاسواق وتتوفر لديها الموارد المالية. اما صعوبتها في تتلخص بالحاجة الى قدرات مالية كبيرة, كما انها قد تفقد الشركات امكانيات الاستفادة من ميزات التخصص وتشتيت الجهود في اكثر من اتجاه في بيئة الاعمال.

رابعا : استراتيجية شبكات كيرتسو

وجد العديد من المصنعين اليابانيين الكبار مكانا وسطا بين الشراء من موردين قليلين والتكامل العمودي, اي يصبح عدد قليل من الموردين ضمن تحالف تعاوني طويل الامد. وغالبا ما يدعم هؤلاء المصنعون الموردين ماليا من خلال الملكية أو القروض. إذ يكون الموردين مع الشركة المنتجة ائتلاف يعرف ب (كيرتسو).

خامسا :استراتيجيات المنظمات الافتراضية

تعتمد الشركات الافتراضية على مجموعة متنوعة من علاقات الموردين الجيدة والمستقرة لتقديم الخدمات عند الطلب. قد يقدم الموردون مجموعة متنوعة من الخدمات التي تشمل اعداد الحسابات, أو تعيين موظفين, أو تصميم المنتجات, أو تقديم خدمات استشارية, أو مكونات التصنيع, أو إجراء الاختبارات, أو توزيع المنتجات. قد تكون العلاقات قصيرة أو طويلة الأجل. وتعد صناعة الملابس مثالًا تقليديًا للمنظمات الافتراضية. نادرا ما يصنع مصممو الملابس تصاميمهم, بدلا من

ذلك , هم يرخصون عملية الانتاج للشركة المصنعة والتي تتولى استئجار المكان واستئجار آلات الخياطة والتعاقد على العمالة. والنتيجة هي وجود مؤسسة ذات تكاليف منخفضة ، وتظل مرنة ، ويمكنها الاستجابة بسرعة للسوق.

7-11: متطلبات تحسين الاداء في سلسلة التجهيز

يعتمد تحسين الاداء للسلسلة التجهيز على مستوى البنى التحتية و الهيكل التنظيمي و مجموعة من المتطلبات والمتمثلة بالاتي:

اولا: فريق التفاعل الوظيفي بين اقسام الشركة , فعلى سبيل المثال التخطيط والسيطرة على جدولة الانتاج الرئيسية (MPS) في المصنع يتطلب تفاعل من قبل قسم التسويق والمبيعات والادارة المالية والموارد البشرية والعمل سوية لخلق تجانس بين التنبؤ بأوامر الشراء وخطة انتاج تلك الاوامر من ناحية وتوفير الموارد المالية والبشرية اللازمة لتهيئة الطاقة المطلوبة في تنفيذ الجدولة. اي جعل جدولة الانتاج الرئيسية خطة مبيعات. ان عدم وجود فريق تفاعلي متعدد الوظائف من هذا النوع يجعل من الصعوبة في مكان اعداد خطط انتاجية تتناسب مع الطاقة المتاحة والاموال اللازمة لتنفيذ تلك الخطط للوحدات الادارية المكونة لسلسلة التجهيز.

ثانيا: خلق العلاقات التعاونية طويلة الامد مع المجهزين والمستهلكين قائمة على تحقيق المنافع المشتركة لمكونات سلسلة التجهيز (المنتجين و الموردين والموزعين)من خلال الندوات واللقاءات الدورية لضمان العمل كفريق واحد, والبحث عن السبل التي تحقق الاهداف المشتركة بينهم. ان من شان ذلك ان يساهم في التخفيف من حدة التغيرات في حجم الطلب عند المنبع خصوصا في سلاسل التجهيز الطويلة نسبيا.

ثالثا: اعتماد التفكير الرشيق في ادارة العمليات من خلال تقليل وقت الاعداد لانتاج الطلبيات (*Setup time*) واعتماد حجم الدفعة الصغيرة لتحسين كفاءة الاستخدام للمعدات الخاصة بالإنتاج او التحميل او النقل وبالتالي تقليل التكاليف ووقت الاحلال والمرونة قي الاستجابة لمتطلبات السوق.

رابعا: اعتماد نظم معلومات كفؤة لسلسلة التجهيز قادرة على معالجة البيانات لتحديد متطلبات المستهلك الاخير ومشاركتها مع كل حلقات السلسلة بالوقت المناسبة لضمان الاستجابة السريعة لتلك المتطلبات. ان تأسيس قاعدة بيانات لحلقات سلسلة التجهيز وباستخدام وسائل الاتصالات الحديثة من حواسيب وشبكة الانترنيت يساهم في خلق التكامل في عمل السلسلة من حيث استغلال الفرص المتاحة في الاسواق وضمان تدفق المواد والسلع والخدمات بالكمية والوقت المناسبين.

يتيح الإنترنت سرعة ربط الشركات ببعضها البعض ومع المستهلك النهائي وتسهيل تبادل المعلومات بشكل أسرع وأكثر دقة عبر سلسلة التجهيز, مما يؤدي إلى تحسين التنسيق بين الشركات و جعل المعلومات متاحة و مرئية للعديد من حلقات سلسلة التجهيز. أي ان تكنلوجيا المعلومات الحديثة تساهم بشكل فعال في اقتصاديات الوقت والكلفة.

خامسا: اعتماد اسلوب الارصفة المتقاطعة او ما يعرف (Cross- docking) وهي فكرة قائمة على أخذ شحنات الموردين عند وصولها في المستودعات من أرصفة مختلفة, وثم نقلها مباشرة إلى شاحنة في رصيف آخر. ان من شان ذلك تقليل مستوى المخزون عند الموزعين والمنتجين وفي نفس الوقت و تسريع عملية تحميل الشاحنات.

8-11 : سلسلة التجهيز المستدامة

تسعى الاستدامة الى تلبية الاحتياجات الحالية دون التضحية باحتياجات الاجيال القادمة من خلال المحافظة على الموارد الطبيعية. وفي هذا الاطار فان سلسلة التجهيز الخضراء تهدف الى الحفاظ على البيئة مع المسؤولية الاجتماعية والمالية لجميع أصحاب المصلحة, أي ان المفهوم لسلسلة التجهيز الخضراء للشركة يتجسد بثلاثة ابعاد متمثلة بالأداء البيئي (المحافظة على الموارد الطبيعية من الهواء والماء والارض والطاقة), والاداء الاجتماعي (توفير بيئة عمل امنة والمشاركة المجتمعية) والمالي(الحفاظ على حقوق المساهمين والموردين والمجهزين والعملاء والعاملين والمجتمع والحكومة دون استغلال أي منهم للأخر). لذلك لا بد من تطوير النظم المحاسبية في عملية حساب الربح الثلاثي للبيئة والمجتمع واصحاب الشركات.

ان الاعتقاد الخاطئ من قبل ادارة الكثير من الشركات والمتمثل بكون الاهداف التي تسعى اليها الاستدامة تؤدي الى زيادة في التكاليف, في حين بالإمكان تخفيض التكاليف من خلال استخدام المواد المعاد تدويرها في العملية الانتاجية بدلا من زيادة المدافن للنفايات وما لها من اثار كارثية على البيئة متمثلة بزيادة نسب التلوث و ارتفاع في درجات الحرارة للكرة الارضية والتي تنعكس على صحة الانسان والحيوان والمساحات الخضراء كما اكدته الكثير من البحوث الصادرة من منظمات التابعة للام المتحدة المتخصصة في مجال البيئة.

سلاسل التجهيز المستدامة لا تشير الى ممارسات الشركة فحسب, بل إلى ممارسات الموردين والزبائن في جميع أنحاء سلسلة التوريد. ويتم تحقيق الاستدامة بشكل أساسي من خلال الابتكار في المنتجات والعمليات عبر سلسلة ككل. فيمكن تصميم المنتجات لتكون أكثر ملاءمة للبيئة وأكثر أمانًا للإنتاج, كما ان إعادة تصميم العمليات لتحقيق نفس الأغراض. وفي نفس المنهج يتم اختيار الموردين اللذين

يعملون ضمن تلك السياقات , اضافة الى زيادة الوعي المجتمعي للعملاء في جمع مواد التغليف والتعبئة للمنتجات المستخدمة في اماكن محددة تسعى الحكومة الى توفيرها. كل ذلك من شانه ان يجعل سلسلة التجهيز بأكملها أكثر استدامة بتكاليف أقل.

تتخذ الشركات عادةً نهجا من ثلاث مراحل لزيادة استدامة سلسلة التجهيز تتمثل بالاتي:

1- تحديد الأهداف البيئية والاجتماعية والمالية على سبيل المثال تقليل انبعاثات الكربون من قبل الشركة وسلسلة التوريد بنسبة 20 % في خمس سنوات. تقليل استهلاك المياه من قبل الشركة وسلسلة التوريد بنسبة 30٪ في ثلاث سنوات. زيادة استخدام المواد المعاد تدويرها من قبل الشركة وسلسلة التوريد بنسبة 40 % في أربع سنوات. تقليل الحوادث من جانب الشركة والقوى العاملة في سلسلة التوريد لديها إلى ما يقرب من الصفر في ثلاث سنوات. إلغاء استخدام عمالة الأطفال وظروف العمل غير الآمنة لدى مورديها إلى الصفر في غضون عام واحد.

2- وضع خطط طويلة المدى لتحقيق تلك الأهداف مع الموردين من خلال زيادة استخدام الطاقة المتجددة لتقليل الانبعاثات الكربونية المضرة, وتحسين وسائل النقل, وإعادة تصميم المنتجات والعمليات التي لها مخلفات كاربونية أقل, و تقليل المياه المستخدمة من خلال اعادة معالجتها, واعادة تدوير النفايات, وضع برامج السلامة وجهود الوقاية من الحوادث في جميع مرافق الشركة وموردیها, مع التاكيد على اعتماد الموردين الذين لا يستخدمون عمالة الأطفال وظروف العمل غير الآمنة, و استخدم المفتشين للتأكد من استيفاء شروط العمل هذه.

3- تنفيذ الاهداف والخطط يحتاج من الشركة تعبئة مؤسستها بالكامل وسلسلة التجهيز الخاصة بها. ان وجود مكتب بيئي مركزي في الشركة لن يكون كاف لان تنفيذ الاهداف والخطط يتطلب بذل الجهود من قبل مختلف أقسام ومرافق

الشركة وشركائها في سلسلة التجهيز .ومن الواضح أن هذا جهد متعدد الوظائف يمس جميع أجزاء الشركة وموردیها وزبائنها.

من الواضح أن الوقت قد حان لكي تصبح الشركات أكثر وعيا بالبيئة والمجتمع, ويمكن أن تكون النتيجة مجزية من الناحية المالية.

9-11: ادارة الامدادات (Logistic management)

ارتبط مفهوم الامدادات او اللوجستيات في اول الامر بالجانب العسكري واستخدم في الاشارة الى تهيئة مستلزمات المعارك المتعلقة بحركة الافراد و المعدات وتخزين الذخائر والتغذية. وفي ظل التطور الذي صاحب المفاهيم الحديثة للادارة التي اكدت على مفهوم القيمة للزبون باعتباره الاساس الذي يمكن الشركات في الاستمرار في بيئة الاعمال, اضافة الى المنافسة الشرسة بين تلك الشركات في محاولاتها لكسب وده و ولائه. ان المزايا التي توفرها الخدمات اللوجستية في تحسين تدفق المنتجات (السلع والخدمات) والمعلومات الى المستهلك النهائي بالكمية والوقت والجودة والسعر التي تحقق توقعاته من شائنها ان تكون دافعا للشركات لبلوغ الهدف اعلاه.

تعد ادارة الامدادات او ما يعرف بادارة الخدمات اللوجستية جزء حيوي من الانشطة التي تمارسها ادارة سلسلة التجهيز. فهي تختص بالتخطيط والتنظيم والرقابة على الانشطة المتعلقة بتدفق موارد الانتاج (مادة اولية, ايدي عامل, مكائن ومعدات و راسمال) ومصادرها (Sourcing) من ناحية, ومن ناحية ثانية تدفق المخرجات (السلع والخدمات) والمعلومات المصاحبه لهما الى المستهلك النهائي من خلال نظامين كفؤيين للنقل والتخزين. بمعنى اخر تهتم اداره اللوجستيات بأنشاء خطه تدفقات للموارد من مصادر التجهيز الى الشركة و التدفق للسلع والخدمات و المعلومات من الشركة الى الزبون, في حين تقوم اداره سلسلة التجهيز

بالربط والتنسيق بين العمليات اللوجستية بين حلقات السلسلة. ومن هنا من المستحيل إنجاز أية تجارة عالمية أو محلية او عملية تصنيع دون دعم لوجستي احترافي.

تتصف القرارات في الادارة اللوجستية بانها قرارات استراتيجية لكونها تتطلب التكامل مع ادارات العمليات والتسويق والمالية والموارد البشرية والموردين والتشريعات الحكومية. وتتضح اهميتها في حجم نفقات الشركات الخاصة والحكومية في هذا المجال, والتي بلغت (3,5) ترليون دولار في عام 2014 والتي تصل نسبتها ما يقارب من (12%) من حجم الانتاج العالمي.

وسنركز في الاطار على خمسة قرارات اساسية التي تضطلع بها ادارة اللوجستيات وهي :

اولا : وسائل النقل المستخدمة في نقل موارد الانتاج من الموردين والسلع والخدمات الى الاسواق :

يتم نقل كميات ضخمة من المواد والسلع باليوم الواحد بوسائل النقل من شاحنات وقطارات وطائرات وغيرها. نظام الشحن الامريكي على سبيل المثال ينقل ما يقارب(49) مليون طن من البضائع بقيمة 46 مليار دولار يوميًا. وحساب بسيط فان حصة الفرد الامريكي الواحد في المتوسط من تلك البضائع تصل الى (56) طن سنويا. من هنا تبرز اهمية اقتصاديات النقل كجزء من الخدمات اللوجستية للشركات. ان الاختيار بين وسائل النقل يعتمد كلفة النقل من ناحية, ومن ناحية ثانية الخدمات المطلوبة لعملية الشحن مثل:

- السرعة اي الوقت اللازم لتسلم الطلبية.
- الاعتمادية اي نسبة التسليم في الوقت المحدد الى اجمالي الطلبيات.
- مرونة الموقع في حالة النقل من مواقع متنوعة الى وجهات متنوعة.

- مقدرة وسيلة النقل في ملائمة طبيعة المادة المنقولة من حيث الوزن والحجم والقيمة وخصائص مكوناتها من حيث درجة الحرارة والرطوبة وغيرها.

الجدول (11-1)
مزايا وعيوب وسائل النقل

الوسيلة النقل	المزايا	العيوب
الشاحنات	يمكن نقل الشحنات بسرعة لمسافات طويلة. مرن للغاية في المواقع ويمكن ربطه بسهولة بالسكك الحديدية أو النقل الجوي.	أغلى للشحن الثقيل والضخم من الأنماط الأخرى
السككي	رخيصة نسبيا لنقل البضائع الثقيلة لمسافات طويلة. يمكن ربطها بالشاحنة أو الشحن البحري.	حركة بطيئة نسبيًا للشحن
النقل النهري	طريقة منخفضة التكلفة لنقل السلع غير المعباة مثل الحبوب والفحم والحصى. فعالة عند ربطها بالوضعيات المتعددة من وسائل النقل .	تخضع لقرب مواقع الممرات المائية. سرعة بطيئة نسبيًا.
النقل البحري	طريقة فعالة من حيث التكلفة لشحن البضائع في حاويات لمسافات طويلة.	سرعة بطيئة جدًا للشحن
النقل الجوي	طريقة سريعة لنقل البضائع. مرن عند ربطه بالشاحنات	غالي جدا لكل طن / كم.
الانابيب	يمكن نقل السلع السائبة مثل النفط والغاز والمواد الكيميائية لمسافات طويلة	يحتاج الى استثمارات كبيرة , كما ان المرونة ضعيفة .

وكما هو معروف فان وسائل النقل متنوعة (الشاحنات, سكك الحديد, النقل النهري والبحري, النقل الجوي) ولكل وسيلة نقل ايجابياتها وسلبياتها وكما مبين في الجدول (11-1). لذا على مدير اللوجسيات اختيار أفضل وسيلة نقل تراعي فيها معياري الكلفة والخدمات المصاحبة المذكورة اعلاه .

يميل النقل الدولي وحتى المحلي في كثير من الاحيان الى أن يكون متعدد الوسائط. قد يتم شحن منتج من مصنع إلى مستودع في الميناء عبر شاحنة أو سكة حديدية ثم يتم تجميعه في حاويات وتحميله على سفينة ليتم نقله إلى ميناء أجنبي. و هناك يتم تفريغها في مستودعات ومن ثم يتم شحنها مباشرة إلى مستودع الزبون عبر شاحنة أو سكة حديدية. كما و يمكن أن نرى بان تعدد الوسائط ليس مقتصرا

على النقل وانما يمتد الى عمليات توحيد او فرز للبضائع المشحونة في الطريق الى الزبائن المستفيدين.

مثال (3) : شركة شحن لديها ثلاث شحنات بوزن 15000 كغم , و 10000 كغم و 5000 كغم. متوجهه إلى نفس المدينة. سعر النقل(0.12) دولارًا لكل كغم إذا تم إرسال الشحنات الثلاث بشكل منفصل وسيكون التسليم خلال يوم واحد. اما اذا تم تجميع الشحنات الثلاث في مستودع شركة الشحن وثم تم إرسالها في شاحنة بحمولة واحدة (30 ألف كغم), فإن سعر النقل سيكون(0.1) دولارا لكل كغم, و سيستغرق الوصول إلى الوجهة يومين علما ان كلفة التجميع الشحنات الثلاث في المستوع تبلغ (500) دولار لتوحيد الشحنات الثلاث.

المطلوب: تقويم للبدلين.

البديل الاول:

الكلفة في حالة ارسال الشحنات الثلاث بشكل منفصل.

=(15000 ×0.12) +(10000 ×0.12) + (5000 ×0.12)= 3600 دولارا.

البديل الثاني:

الكلفة في حالة ارسال الشحنات الثلاث ضمن شحنة واحدة

= (30000 ×0.1) + 500 = 3500 دولارا

لكل من البدلين ايجابياتة وسلبياته , فالاول كلفته اقل وهو افضل لشركة الشحن , في حين البديل الثاني تكون فيه فترة التوريد اقل وهذا ما تفضله الجهة المورد اليها (الزبون) , لذا لا بد على شركة الشحن ان تقويم فيما اذا كان هناك مبرر لتوفير (100) دولار في ظل العلاقات ضمن سلسلة التجيز ام لا؟

ثانيا : مراكز التوزيع والمخازن

تعد المسؤولية الثانية لمديري الخدمات اللوجستية هي إدارة المستودعات أو مراكز التوزيع من خلال الموازنه بين حالات عدم التاكد في العرض او الطلب وبين

معدل دوران المخزون في تلك المستودعات عند تحديد حجم المخزون المراد الاحتفاظ به, اضافة الى الوظائف التقلدية كترتيب البضائع في المخازن او المستودعات, وتحديد مخزون الامان ,والتخزين لمقابل الطلب عندما يكون الانتاج موسميا .

تمتد ادارة المستودعات الى اللوجستيات العكسية المتمثلة بارجاع منتجات التجزئة خارج الموسم والتي لا يمكن بيعها بسعر مخفض ،اذ يتم إرجاع تلك المنتجات ألى الشركة المصنعة. وتستخدم المستودعات كنقاط تجميع للمنتجات المرتجعة التي يمكن إعادة تدويرها, على سبيل المثال شركة " ابل" لديها برنامج لوجستي عكسي ضخم لأجهزة الهاتف النقال يتم من خلال ما يعرف بنظام التبديل او المقايضة (trade-in) تشجيع الزبائن على استبدال جهاز iPhone القديم الخاص بهم بجهاز جديد مع دفع فارق السعر. و يتم تجديد الهواتف القديمة لإعادة بيعها بأسعار مخفضة أو إرسالها إلى الشركة الام لإعادة التدوير حيث يتم تفكيكها وإفراغها من أجل قطع الغيار والمواد القيمة عندما يكون ذلك ممكنًا وليس مجرد رميها في مكب النفايات.

توجد ثلاثة اشكال لمراكز التوزيع و هي:

- **مركز التوزيع التجميعية**: تعمل هذه المراكز على تجميع السلع المتأتية من الموردين بدفعات او شحنات صغيرة الى المركز وثم تجميعها داخل المركز وشحنها الى المصنع باستخدام شاحنة كبيرة, مثال ذلك في حالة وجود عدة مزارع للحليب في مناطق متفرقة, اذ يتم الشحن من المزارع باستخدام شاحنات صغيرة تتناسب مع كمية الحليب المنتج في كل مزرع, وتفرغ هذه الشاحنات حمولتها في مركز التجميع, ومن ثم اعادة شحن الحليب باستخدام شاحنة كبيرة الى مصنع معالجة الحليب لانتاج الجبن والزبد و علب الحليب وغيرها. ان هذا الشكل من المراكز يوازن بين التسريع

في استلام الحليب من المزارع وكلف النقل عند استخدام الشحنات الصغيرة , فضلاعن كون الطرق من المزارع الى المصنع عادة ما تكون غير مناسبة للشاحنات الكبيرة.

- **مراكز التوزيع فرز البضائع**: تقوم هذه المراكز على استلام البضائع من شاحنات كبيرة ومن ثم يتم فرز هذه البضائع ضمن شحنات صغيرة, اي ان العملية معكوسة مقارنة بمراكز التوزيع التجميعية , مثال على ذلك يقوم تجار الجملة باستلام شاحنات كبيرة من الموانىء , ومن ثم يتم تجزئتها على شكل شحنات صغيرة ترسل الى تجار التجزئة المنتشرين في مناطق مختلفة وبما يتناسب مع المساحات المخزنية عندهم.
- **مراكز التوزيع الاقليمي**: هذا النوع من المراكز مناسب في حالة وجود تجار الجملة في اتجاهات متعاكسه من مصنع معين كان يكون تجار الجملة في مناطق بعيدة شمال وجنوب المصنع او غرب وشرقه , في هذه الحالة يتم استخدام شاحنات كبيرة من مركز التوزيع بالاتجاه المطلوب, بمعنى اخر قسم من الشاحنات الكبيرة تتجه الى تجار الجملة في المناطق الشمالية وشاحنات اخرى كبيرة باتجاه المناطق الجنوبية.

ثالثا : تحديد الشبكة اللوجستية

يقصد بتحديد الشيكة اللوجستية هو تحديد عدد المستودعات ومكان توزيعها لتلبية احتياجات الزبائن و بأقل التكاليف. ويعد قرار تحديد الشبكة اللوجسية من القرارات الاستراتيجية التي تتطلب تكاليف استثمار عالية جدا ويمكن أن يؤثر على القدرة التنافسية للشركة في تسريع الوقت اللازم لتسليم طلبيات الزبائن.

تصصم الشبكات اللوجستية للشركات في حالة وجود عدد من المصانع تعمل على خدمة عدد من العملاء من خلال عدد من المستودعات. وهنا تبرز مهمتان اما مدير اللوجستيات هما: تحديد الموقع لتلك المصانع و المستودعات وعددها.

يرتبط تحديد الموقع كما هو معروف بعدة عوامل منها توفر الايدي والاجور والقرب من المواد الاولية او الموردين, وتوفر الطرق ووسائل النقل, والتشريعات الحكومية بخصوص الضرائب وتوفر البنى التحتية من كهرباء وماء ومصادر الطاقة وغيرها .

تستخدم تحليلات مركز الثقل او الجاذبية (Center of Gravity) لتحديد مواقع المستودع الذي يعمل على خدمة مجموعة من الاسواق او الزبائن بناءً على تكاليف النقل والمسافات وحجم الطلب لكل زبون. الا ان من عيوبها هو عدم اخذ بنظر الاعتبار المسافة المقطوعة فعلا فهي تفترض ان النقل يتم بشكل مستقيم وتهمل التضاريس الجغرافية . كما انها تفرض ثبات كلف النقل والكميات التي يتم شحنها . وهذا غير واقعي كون ان كلف الشحن كما بينا سابقا تعتمد على وسيلة الشحن وحجم الشحنة , ومع ذلك فهي تعد طريقة بسيطة ولا تحتاج الى بيانات كثيرة وتساهم ولو بشكل اولي وتقريبي في تحديد موقع المستودع.

ولبيان كيفية تحديد الموقع بموجب طريقة مركز الثقل او الجاذبية نورد المثال الاتي:

مثال(4): تسعى احد الشركات لتحديد الموقع لاحد مستودعاتها الذي من المؤمل ان يقوم بخدمةثلاثةاسواق المنتشرة في حدود منطقة معينة وقد توفرت البيانات في الجدول ادناه عن حجم الطلب السنوي لكل سوق والبعد العمودي والافقي لكل سوق, علما ان تكلفة النقل لكل كم تساوي (5) دولار.

الاسواق	حجم الطلب السنوي(طن)	البعد الافقي كم	البعد العمودي كم
الاول	10000	10	50
الثاني	20000	50	50
الثالث	50000	30	10
المجموع	80000		

المطلوب: ايجاد الموقع المستودع باستخدام طريقة مركز الثقل او الجاذبية وحساب كلف النقل للاسواق من الموقع الجديد.

1- رسم خارطة مركز الثقل او الجاذبية للمواقع و الاسواق بموجب البعد الافقي والعمودي لكل سوق و كما مبين في الشكل (11-2):

2- تحديد البعد الافقي و العمودي لمركز التوزيع بمحوجب المعادلات الاتية :

- **البعد الافقي لمركز التوزيع**

= مج (البعد الافقي للسوق × حجم الطلب للسوق) ÷ حجم الطلب الكلي

= [(10000×10) + (20000×50) +(50000×30)]÷80000

= 32.5 كم

- **البعد العمودي لمركز التوزيع**

= مج (البعد العمودي للسوق × حجم الطلب للسوق) ÷ حجم الطلب الكلي

= [(10000×50) + (20000×50) +(50000×10)]÷ 80000

= 25 كم

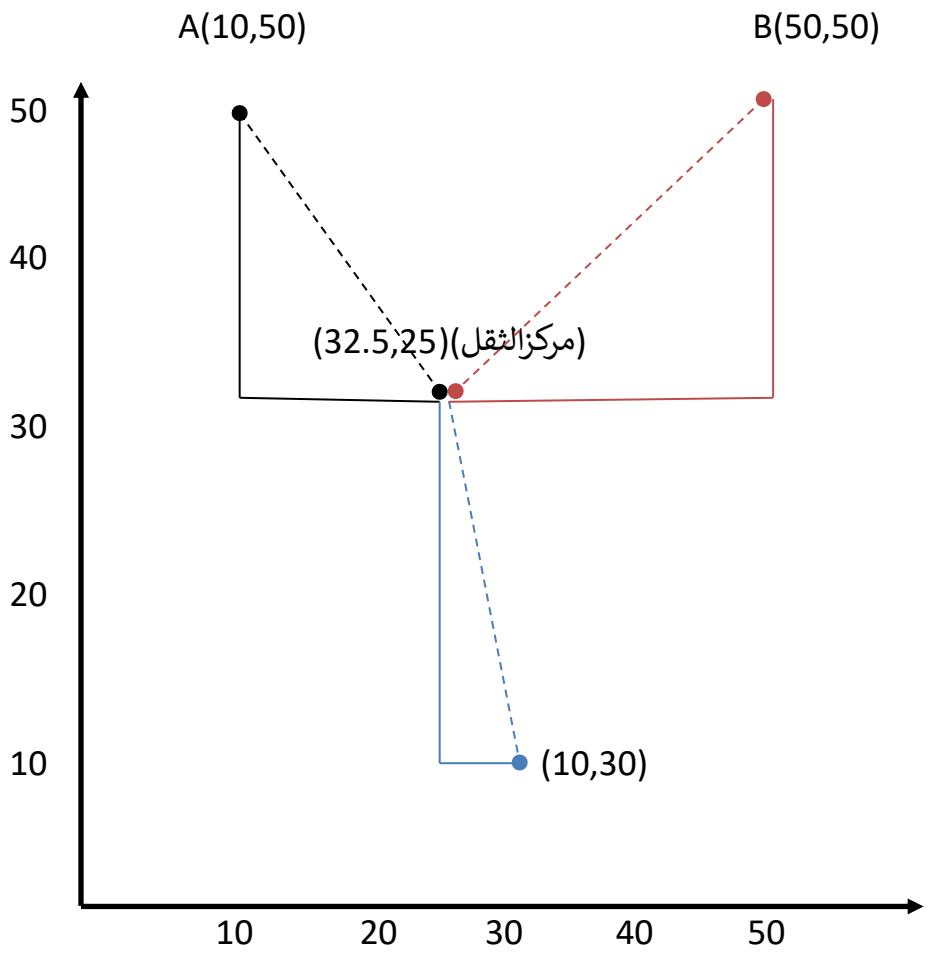
- لغرض حساب كلفة النقل يتم حساب المسافة بين مركز التوزيع وكل سوق من خلال رسم مثلث قائم الزاوية ويعد طول الوتر هو المسافة بين السوق والمركز بموجب المعادلة الاتية:

$$R = \sqrt{a^2 + b^2}$$

R = طول الوتر.

a = طول القاعدة او الضلع الافقي للمثلث.

b= طول الارتفاع او الضلع العمودي للمثلث.



الشكل (11-2)

خارطة مركز الثقل او الجاذبية للمواقع و الاسواق

المسافة بين مركز التوزيع والسوق (A)

$R = \sqrt{(32.5 - 10)^2 + (50 - 25)^2} = 1131$

المسافة بين مركز التوزيع والسوق (B)

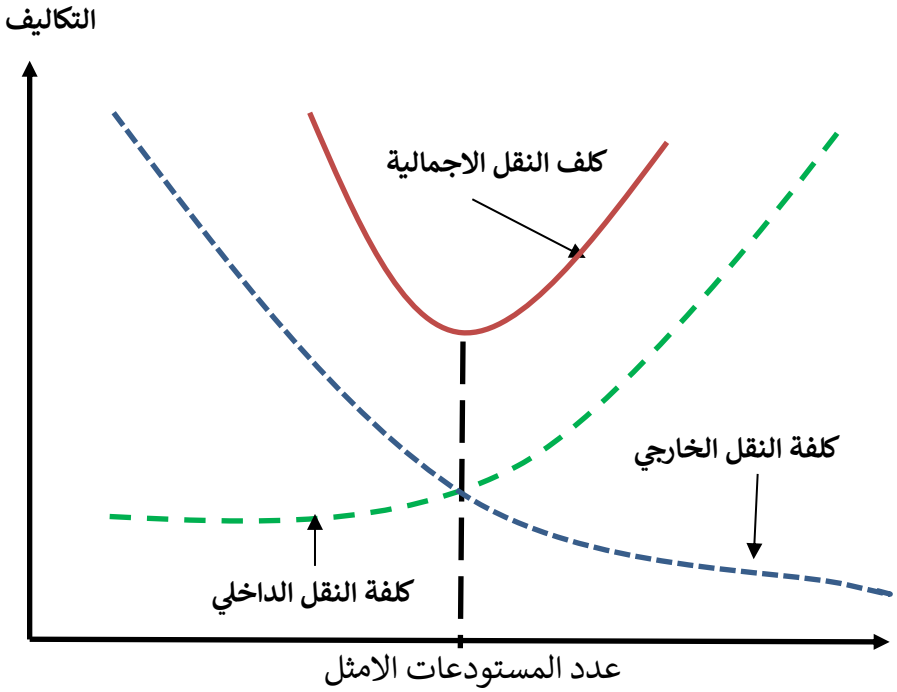
$R = \sqrt{(32.5 - 50)^2 + (50 - 25)^2} = 931$

المسافة بين مركز التوزيع والسوق (C)

$R = \sqrt{(32.5 - 30)^2 + (10 - 25)^2} = 288$

كلفة النقل الاجمالية = مج المسافة بين مركز التوزيع والاسواق × كلفة النقل طن/كم.

= (1131 + 931 +288) × 5 دولار = 11750 دولار.



الشكل (11-3)

تحديد عدد المستودعات

اما تحديد عدد مراكز التوزيع, خصوصا عندما يكون عدد الزبائن كبير ومنتشرون على رقع جغرافية متباعدة, فيمكن اعتماد تحليلات تكاليف التخزين والنقل الخارجي والداخلي وعلاقتهما بعدد مراكز التوزيع. فكلما كان عدد مراكز

التوزيع قليل كلما زادة تكاليف النقل الخارجي وقلت تكاليف النقل الداخلي والعكس صحيح, لذا يجب عن نقطة التقاطع بين المنحيين الممثلان لكلف النقل الداخلي والخارجي, فهذه النقطة تمثل الحد الادنى لتكاليف النقل الاجمالية وكما موضح في الشكل (11-3).

رابعا : الخدمات اللوجستية من الطرف الثالث

تقوم بعض الشركات بالاستعانة بمصادر خارجية لجميع او جزء من الانشطة المتعلقة بالخدمات اللوجستية, وهذه المصادر تتمثل بكونها شركات متخصصة بتقديم تلك الخدمات من نقل وتخزين واخراج كمركي ونظم معلومات لوجستية, فضلا عن الخدمات اللوجستية العكسية المتمثلة بالمرتجعات من البضائع بغرض اعادة تدوير تصنيعها.

هنالك عدة اسباب تجعل من الكثير من الشركات تلجا الى الطرف الثالث ومنها:

- الكلف المنخفضة لدي الطرف الثالث بسبب التخصص في مجال اللوجستيات بالمقارنة مع الكلف التي تتحملها الشركات نفسها عند ممارستها لتلك الانشطة.
- عدم توفر الامكانيات المالية لاستثمارها في البنى التحتية من مخازن ومستودعات ووسائل نقل لدى بعض الشركات.
- عدد الشحنات قليل نسبيا.
- عدم امتلاك الكوادر الكفؤه المؤهلة لممارسة الانشطة اللوجسية.
- تعزيز المرونة في مواجهة التقلبات في الاسواق او التكنلوجيا في المجال اللوجستي .
- اكنساب الخبرة اللازمة في هذا الاطار خصوصا للشركات الناشئة حديثا.

خامسا : استراتيجية الخدمات اللوجستية

تعد استراتيجية الخدمات اللوجستية خطة طويلة الامد تعكس رؤية الشركة وتصوراتها عما تكون علية تكاليف النقل والتخزين واختيارت وسائل النقل, وشبكتها اللوجسيتة في تحديد مواقع المخازن والمستودعات واعدادها, واعتماد بشكل كلي او جزئي على الطرف الثالث, وأنظمة المعلومات اللوجستية في اطار الاستراتيجية الرئيسية للشركة و بالتفاعل مع الاستراتيجيات الوظيفية كالعمليات والتسويق والمالية والموارد البشرية.

ان القرارت الاستراتيجية المتعلقة بالخدمات اللوجستية يجب ان تبنى في اطارات الاسبقيات التنافسية كالكلفة وجودة الخدمة والمرونة والتسليم بالوقت المناسب. وبسبب التناقضات بين هذه الاسبقيات , فلابد من تحديد الاولويات لتلك الاسبقيات بما يتناسب مع طبيعة الوضع المالي للشركة ودرجة المنافسة والتغيرات التي تتصف بها الاسواق والتكنلوجيا. وهذا لا يعني اخذ اسبقية معينة واهمال الاسبقيات الاخرى, وانما ترتيب تلك الاسبقيات حسب اهميتها بالنسبة للشركة.

اسئلة الفصل الحادي عشر

س1: وضح الفرق بين مفهومي سلسلة التجهيز وادارتها .

س2 : ما هي الاسباب التي تجعل ادارة سلسلة التجهيز حقلا مهم في ادارة العمليات.

س3 : ماهي مقايس الاداء لسلسلة التجهيز.

س4 : وضح الا**ستراتيجيات المتعلقة بإدارة سلسلة التجهيز**؟

س5 :ناقش متطلبات تحسين الاداء في سلسلة التجهيز ؟

س6- ناقش الكيفية التي تمكن لشركة ما ضمان أن سلسلة التجهيز التي تعمل ضمنها تتصف بالمرونة في الاستجابة لأحداث غير المتوقعة؟

س7- كيف تؤثر المهل الزمنية واخطاء التنبؤ في اداء سلسلة التجهيز.

س8- توفرت لديك البيانات الاتية عن سلسلة التجهيز .

البيانات	وحدة القاس	المجهز	المنتج	تاجر الجملة	تاجر المفرد
فترة الاحلال المخزون	يوم	30	90	40	20
عدد ايام لاستلام الحساب	يوم	20	45	30	40
فترة تسديد الحساب	يوم	30	35	60	37
كلفة الوحدة	دولار	5	20	55	70
الكلفة المضافة	دولار	10	25	10	30
سعر لبيع	دولار	20	55	70	110
احتمالية التسليم بالوقت المطلوب	%	85	95	75	95

المطلوب 1- احسب إجمالي وقت إنتاج سلسلة التوريد لكل الكيانات من البداية إلى النهاية.

2- احسب وقت دورة النقد إلى النقد لكل من أربعة كيانات على حدة. بناءً على هذا الحساب ،

ومن هو المستفيد الأكثر في السلسلة؟3- احسب إجمالي التكلفة للوحدة المسلمة من البداية سلسلة التجهيز إلى نهايتها. وكم هو الربح للوحدة في سلسلة التجهيز؟

س9 : تروم احد الشركات لتحديد الموقع لاحد مستودعاتها الذي من المؤمل ان يقوم بخدمة ثلاثة من تجار الجملة في حدود منطقة معينة وقد توفرت البيانات في

الجدول ادناه عن حجم الطلب السنوي لكل سوق والبعد العمودي والافقي لكل سوق, علما ان تكلفة النقل لكل كم تساوي 5 دولار.

تجار الجملة	حجم الطلب السنوي(طن)	البعد الافقي كم	البعد العمودي كم
الاول	10000	10	60
الثاني	5000	60	10
الثالث	9000	30	30

المطلوب: ايجاد الموقع المستودع باستخدام طريقة مركز الثقل او الجاذبية وحساب كلف النقل للاسواق من الموقع الجديد.

محتويات الفصل الثاني عشر

اتجاهات حديثة في الخدمات اللوجستية

(New directions in logistics)

1-12 : مفهوم الزبون الواعي بالقيمة

2-12 : الروابط الاساسية لسلسلة التجهيز

3-12 : نموذج (4R) ودوره في صياغة استراتيجية اللوجستيات

4-12 : التحدي التنظيمي

5-12 : العوامل المؤثرة في الاداء اللوجستي

6-12 : عناصر بناء استراتيجية الخدمات اللوجستية

الفصل الثاني عشر

اتجاهات حديثة في الخدمات اللوجستية

(New directions in logistics)

12-1 : مفهوم الخدمات اللوجستية و الزبون الواعي بالقيمة

اولا: مفهوم الخدمات اللوجستية

حظيت ادارة الخدمات اللوجستية باهتمام كبير في الاونة الاخيرة من قبل الشركات العاملة في قطاعي الخاص والحكومي على حد سواء باعتبارها الوظيفة التي تخطط وتنفذ وتتحكم في تدفق وتخزين السلع والخدمات والمعلومات ذات الصلة بين نقطة المنشأ ونقطة الاستهلاك من أجل تلبية متطلبات الزبائن.

يستند مفهوم ادارة اللوجستيات الى الربط بين الانشطة التي تسعى الى تلبية احتياجات الزبائن من السلع والخدمات ذات القيمة المضافة وبين تصميم الانظمة التي توفر تلك القيمة في ظل المنافسة الحادة بين الشركات. من هنا جاء التركيز في الوقت الحاضر من قبل جميع الشركات نحو السوق وبعيدا عن عقلية الانتاج التقليدي. وتعد ادارة اللوجستيات العنصر الحاسم في اعداد الوسائل التي تساهم في اشباع طلبات الزبائن.

أن الشركات التي تعمل على تقليل التخصيصات المالية الموجهه نحو الخدمات اللوجستية, و لا تستطيع مواكبة الدعوات المتزايدة باهمية تلك الخدمات, مثل هذه الشركات تكون معرضة لخطر فقدان زبائنها خصوصا في ظل المنافسة الشديدة في بيئة الاعمال. ان الخدمات اللوجستية تعد العنصر حاسم في زيادة الولاء من قبل المستهلك لمنتجات الشركات من خلال تعزيز التسليم لطلبات الزبائن بالسرعة المطلوبة.

ثانيا: مفهوم الزبون الواعي بالقيمة

ساهمت المنافسة بين الموردين او بين المنتجين او المجهيزين فضلا عن الركود الاقتصادي في زيادة وعي الزبون بقيمة المنتجات المقدمة اليه. وتتجسد قيمة الزبون في الفوائد المدركة التي يحصل عليها مقابل المال او الثمن المدفوع من قبلة, والسعي من قبل الشركات في تعظيم تلك الفوائد. ولذلك لا بد من صياغة ميزة التنافسية للشركات في البحث عن الوسائل التي تحقق ذلك الهدف. كان مايكل بورتر (1980 ، 1985) من أوائل الذين سلطوا الضوء على حاجة الشركات لفهم أن النجاح التنافسي لا يمكن أن يتحقق إلا من خلال قيادة القيمة و الكلفة معا, اي من خلال تقديم منتجات أو خدمات مميزة بشكل واضح وكما مبين في الشكل (12-1).

الشكل (12-1)
الخيارات التنافسية

واستند بورتر في رؤيته الى ان الشركة ذات التكاليف المرتفعة والتي لا تتمتع بميزة تفاضلية في نظر الزبون ستكون فرص نجاحها ضئيلة على المدى الطويل. لذا يجب على الشركات العمل على تخفيض تكاليف منتجاتها وتحقيق القيمة التي يتوقعها الزبائن. أن الشركة في هذا الاطار يجب أن تسعى كمنتج إلى تقديم منتجات ذات كلف منخفضة وفي نفس الوقت تعمل على ان تكون موردا متميزا.

إن الاستراتيجية القائمة على التميز في مجال القيمة من خلال زيادة إدراك الزبائن للقيمة التي يتلقونها ستجعل من الممكن التنافس مع الاخرين. ان الشركات تخلق القيمة لزبائنها إما عن طريق زيادة مستوى "الفوائد" التي تقدمها أوعن طريق تقليل تكاليف منتجاتها او الاثنين معا وهذا يمثل الطموح الواجب السعي لبلوغه بشكل مستمر . ويمكن تحديد قيمة الزبون على النحو الاتي:

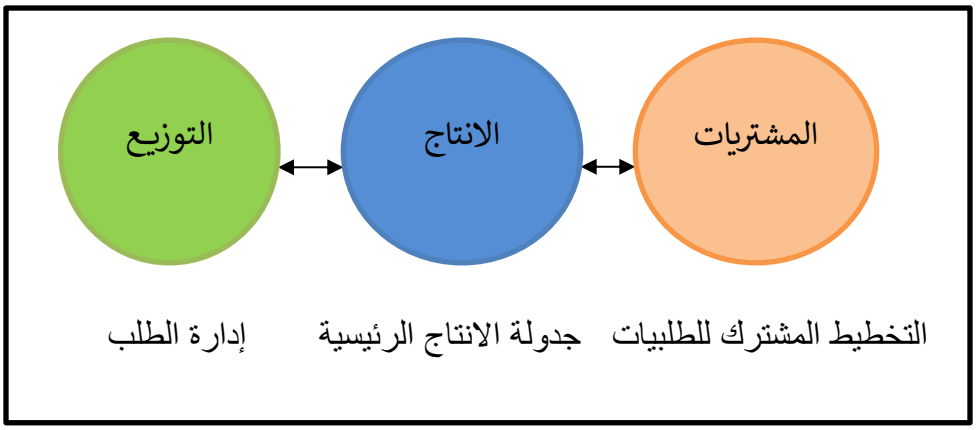
قيمة الزبون = القيمة المدركة ÷ التكلفة الإجمالية

تشمل القيمة المدركة في المعادلة اعلاه الفؤائد الملموسة والمتعلقة بالمنتوج, وكذلك العناصر غير الملموسة المتعلقة بالخدمة المصاحبة, كما أن هذه الفوائد هي في الأساس إدراكية وأنها ستختلف باختلاف الزبون. اما "الكلفة الإجمالية " فانها لا تعكس السعر فقط, انما جميع التكاليف المتعلقة بالنقل والخزن والبحث واعداد الطلب وتكاليف المعاملات الاخرى . ان مفهوم الزبون في هذا الاطار لا نعني به المستهلك النهائي, فعلى سبيل المثال الشركة المنتجة للسلع او الخدمات هي زبون لموردي موارد الانتاج من مواد اولية او معدات ومكائن او محروقات وغيرها, وتجار الجملة هم زبائن للشركات الصناعية وتجار المفرد هم زبائن لتجار الجملة والمستهلك النهائي هو العمل لتجار التجزئة .

ان الإدارة اللوجستية وسيلة قوية لتعزيز قيمة الزبون لكونها تؤثر في بسط ومقام معادلة قيمة الزبون. ان الاعتقاد القائم على ان الوضع التنافسي للشركة يعتمد بشكل كلي على تفوق منتجاتها في مجال الكلفة فقط لتحقيق الريادة في السوق لم يعد كافيا بسبب الضغوط التنافسية والتقارب التكنلوجي بين المنافسين. لذا يجب على الشركات أن تسعى إلى تطوير أنظمة تمكنها من الاستجابة بسرعة أكبر لمتطلبات الزبائن و بتكاليف منخفضة وباستمرار.

2-12 : الروابط الاساسية لسلسلة التجهيز

يوضح الشكل (2.12) المكونات الاساسية لسلسلة التجهيز والروابط الرئيسية بين الشراء والانتاج والتوزيع.وسنتطرق في هذه الفقرة الى تلك المكونات واثار التكامل بينهم لتحقيق على قيمة للزبون.



الشكل (2.12)
المكونات الاساسية لسلسلة التجهيز

اولا : ادارة المشتريات :

تعد تكاليف الشراء في معظم الشركات من التكاليف العالية نسبيا والتي لا تتأثر بقرارات وإجراءات الشراء فحسب, بل ايضا بالعلاقات مع الموردين القائمة على فلسفة الانتاج المشترك من خلال سرعة الاستجابة والابتكار وتاثير ذلك على النشاط التسويقي بالمجمل.

وتقوم فلسفة الانتاج المشترك إلى فكرة المصالح المتبادلة بين المورد والمشتري ، بدلا من الموقف العدائي التقليدي الذي يقوم على ان كل طرف يسعى لتحقيق مصالحة على حساب الطرف الاخر. ان الشركات بموجب فلسفة الانتاج المشترك ستحدد الفرص لتقليل التكاليف في سلسلة التجهيز ككل بدلاً من دفعها إلى المورد,

فعلى سبيل المثال من خلال الشراكة يتم تبادل المعلومات التي تمكن الشركات و المجهزين في نفس الوقت من تقليل الكلف المتعلقة بالأعمال الورقية غير الضرورية وحل المشكلات المتعلقة بكلف الاعمال المعادة بسبب ردائة الجودة, وبالتالي تاسيس علاقات طويلة الامد بين المنتجين والمجهزين وتعزيز الموثوقية بينهما.

ان التخطيط المشترك بين المنتج والمورد يستند الى استخدام التبادل الإلكتروني للبيانات والاتصالات المفتوحة, اي يجب أن يكون الهدف هو عرض جدولة الانتاج الرئيسية(*MPS*) للشركة على مورديها باعتبارها امتداد طبيعي للاعمال التي يقوم بها الموردين. فشركة نيسان لصناعة السيارات طورت نظام اتصال لجميع مورديها المنتشرين في مناطق مختلفة من العالم والمزودين لها ببعض الاجزاء مثل الاطارات والزجاج و بعض المعدات الكهربائية. وبموجب هذه الانظمة فان الموردين على دراية كاملة ليس فقط بجدولة الانتاج الرئيسية للمصنع, وانما بالوقت الفعلي الذي تتحرك فيه السيارات عند خط التجميع. كل ذلك مكن شركة نيسان من تقليل المهل الزمنية و كلف الاحتفاظ بالمخزون في كل حلقات سلسلة التجهيز المرتبطة بها.

ثانيا : الانتاج :

تعد المهمة الاساسية للشركات في الوقت الحاضر هي الانتاج المرن (*Agile Production*) , اي القدرة على الانتاج المتنوع وبالكمية وبالجودة والوقت بما يتناسب مع الطلب الفعلي دون ان يترتيب على ذلك زيادة كبيرة في التكاليف. لقد نجح اليابانيون في دحض مزايا مفهوم ما يعرف ب"اقتصاديات الحجم " من خلال نظامهم الانتاجي (*JIT*) وربطه بمفهوم الانتاج الرشيق (*Lean Production*) القائمان على محاربة الهدر بجميع اشكاله. أن المدخل الياباني يكشف بوضوح عيوب استراتيجية اقتصاديات الحجم في تراكم مخزونات كبيرة من المنتوج النهائي,

وما يترتب عليها من مصاريف خزن وتلف قبل وقوع الطلب الفعلي ، فضلا عن عدم القدرة على الاستجابة بسرعة اللازمة للتغيرات والتنوع في متطلبات السوق والزبائن. كما ان هذا النوع من المصاريف(كلف الاحتفاظ بالمخزون) لا يضيف شيء الى القيمة التي يسعى اليها الزبائن.

ان المرونة بدون شك ستكون ميزة تنافسية للشركات متمثلة بالاستجابة لقيمة الزبون في الامد البعيد , مما يؤدي الى تعزيز درجة ولائهم , وبالتالي استمرارية تلك الشركات في بيئة الاعمال . فالمبدأ قائم على ان الشركة قد تتحمل زيادة في كلف الانتاج بسبب تقليل حجم الدفعة, الا انها ستحقق مستويات أعلى من استجابة للزبائن و بتكلفة إجمالية أقل لسلسلة التجهيز ككل, مما ينعكس على مستوى ولاء الزبون للشركة. اي يجب ان لا يكون السعي لتخفيض التكاليف على مستوى حلقات سلسلة التجهيز بشكل مستقل وانما على مستوى الاداء في سلسلة بالكامل . فالهدف هنا ليس الانتاج وانما المبيعات التي من خلالها تحقق العوائد.

ثالثا : التوزيع

يعد التوزيع في سلسلة التجهيز المتكاملة في الوقت الحاضر نشاطا قائما على المعلومات ذات قيمة مضافة, مما يوفر رابطا نقديا بين السوق والمصنع من خلال ادارة الطلب, بدلا من المدخل التقليدي الذي يتناول التوزيع كنشاط متخصص بعملية النقل والخزن فقط.

إدارة الطلب هي عملية توقع وتنفيذ طلبات محددة للزبائن. وتعد المعلومات هي مفتاح إدارة الطلب.ان المعلومات عن الاسواق المبنية على تنبؤات متوسطة الأجل,او المعلومات من الزبائن, او جدولة الانتاج وحالة المخزون لا تكون ذات قيمة عالية ما لم تستند على أساس الاسنهلاك الفعلي الذي قد ينحرف عن تلك التنبؤات.

تقوم فكرة لوجستيات الاستجابة السريعة على تحسين المعلومات عن الطلب الحقيقي وإنشاء أنظمة قادرة على الاستجابة بشكل أسرع لهذا الطلب. لذا يجب التقليل من الاعتماد على التنبؤ في ادارة الطلب بسبب اخطاء التنبؤ والتي غالبا ما تتحقق لكون الاسواق تتصف بالديناميكية نتيجة للتغير في الاذواق واحتياجات الزبائن وبحثهم الدائم على المنتجات ذات القيمة العالية وكلفة المنخفضة.

ان الاستجابة السريعة من قبل الشركات لطلبات الزبائن يمكنها من تحقيق هدفين استراتيجيين هما تخفيض التكاليف وتحسين الخدمة. تقوم فكرة لوجستيات الاستجابة السريعة إلى نموذج يحركه تجديد المعلومات لإدارة الطلب. بمعنى آخر, يتم ارسال المعلومات المتعلقة بعمليات الاستهلاك الفعلي للمواد والمنتجات بشكل فوري للمورد, وعلى ضوء هذه المعلومات تتم الاستجابة السريعة لتعويض النقص الحاصل, وعادة ما تكون عمليات تسليم سريعة اكثر عندما يكون حجم الدفعة الموردة صغير, وتتمثل المفاضلة هنا في تخفيض مستوى المخزون وتكاليف الاحتفاظ به ومخاطره والتي عادة ما تكون اكبر من الزيادة في تكاليف النقل بشحنات صغيرة, مع الاستفادة في تحسين الخدمة من حيث الاستجابة.

من الواضح أن تكنولوجيا المعلومات تلعب دورا رئيسيا في تمكين حلقات سلسلة التجهيز من تحقيق الاستجابة السريعة وربط نقطة الاستهلاك بنقطة التجهيز. كما ان التوجه نحو اعتماد المنتجات المعيارية لاجزاء المنتوج الاساسية خصوصا في الصناعات التجميعية كالسيارات, بمعنى آخر, سيتم تصميم المنتجات للتصنيع المعياري (محرك السيارة مثلا), اما التجميع النهائي(السيارة بشكلها النهائي) فسيكون بموجب الاحتياجات او الطلبيات الفعلية وبموجب المواصفات المطلوبة من الزبون . بهذه الطريقة يمكن تحقيق وفورات الحجم في التصنيع من خلال إنتاج منتجات معيارية للأسواق العالمية مع تمكين تلبية الاحتياجات المحلية.

3-12 : نموذج (4R) ودوره في صياغة استراتيجية اللوجستيات

في ظل المنافسة الشديدة وزيادة الوعي لدى الزبائن يواجه التسويق والتخطيط الاستراتيجي للشركات العاملة في بيئة ديناميكية كبيئة الاعمال تحديا متمثل في بناء إستراتيجية مؤسساتية تعتمد بشكل خاص على الخدمات اللوجستية كوسيلة لتحقيق ميزة تنافسية من خلال تركيز على ما يعرف بنموذج(4R) الموثوقية والاستجابة و المرونة في امتصاص الصدمات والعلاقات) اضافة الى عناصر المزيج التسويقي التقليدي (4P)(المكان والسعر والترويج والمنتوج).

اولا : الموثوقية (Reliability)

تعد الموثوقية الهدف الرئيسي لأي استراتيجية لوجستية.فهي تعني احتمالية تسليم الطلبيات في الأوقات المتفق عليها بدون تاخير. ان زيادة مستوى المخزون من شانه ان يساهم في ارتفاع ضمان التسليم بالوقت المحدد, الا ان ذلك يتعارض مع التوجه الحديث من قبل الشركات لتقليل ممتلكاتهم من المخزون باعتبارة راسمال وطاقة مجمدة و ما يترتيب عليه من تكاليف خزن لا تضيف قيمة للزبون.

إن الأنظمة اللوجيستية الأكثر موثوقية تمكن الشركات من تحقيق التوازن مع بين مستوى المخزون المراد الاحتفاظ به وبين مستوى الخدمة المقدمة للزبائن من خلال تصميم والتحكم بالعمليات المرتبطة بالخدمات اللوجستية والمتمثلة بتنفيذ الطلبات وإدارة سلسلة التجهيز بجميع حلقاتها وليس على اساس وظيفي مجزأ . فمعالجة الاختناقات بين حلقات السلسلة والقضاء او تقليص الأنشطة التي لا تساهم في زيادة القيمة للعمل ستساهم بما لايدعو للشك في تحسين الموثوقية وتقليل التبابين في اداء حلقات سلسلة التجهيز.

وتعد منهجية "*Six Sigma*" احد الادوات المستخدمة لتحقيق الهدف اعلاه (زيادة الموثوقية). فهي منهجية عمل متكاملة تتميز بالانضباط الشديد والتركيز على

الزبون واحتياجاته. كما انها تسعى الى التحسين المستمر للاداء من خلال رفع مستوى كفاءة (تنفيذ المطلوب على أتم وجه) والفاعلية (تنفيذ المطلوب بشكل صحيح بما يتناسب مع الهدف المطلوب اي بموجب الخطة الموضوعة).

ان الية عمل "*Six Sigma*" قائمة على تشكيل فريق عمل تناط به المهام (تحديد المشكلة – قياسها – تحليل اسبابها – تحسين – الرقابة) والتي يتم اختصارها (C-I-A-M-D):

- تحديد المشكلة (*Define*)وتوقع اسباب ظهورها, فعلى سبيل المثال قد تكون المشكلة هي انخفاض المبيعات, اما الاسباب قد تكون سوء جودة المنتوج او وجود منتوج منافس او تسعير المنتوج او مشكلة خارجية مثل التضخم أو الأزمات الاقتصادية او مشكلة تسويقية في كيفية عرض المنتوج او خطأ في خدمات الدعم والمتابعة ما بعد الشراء.
- اعداد مقايس(*Measure*) لكل من الاسباب المتوقع تاثيرها على المشكلة وتحديد نسب تاثيرها في المشكلة.
- تحليل (*Analyze*) كل البيانات التي تم جمعها في الخطوة الأولى والثانية ومعرفة المشكلة الفعلية وتحديدها السبب او الاسباب التي ساهمت في هذه المشكلة.
- وضع برامج من أفكار واقتراحات لتحسين(*Improve*) وعلاج هذه العيوب بأسرع وقت ممكن ويتم هذا عن طريق جمع فريق العمل لمشاركتهم الاقتراحات والأفكار.
- الرقابة(*Control*) ومتابعة تنفيذ المقترحات و الافكار لعلاج المشكلة والتحكم باسباب ظهورها ووضع السياسات التي من شأنها ان تضمن عدم تكرارها .

ثانيا : الإستجابة (*Responsiveness*)

تعد سرعة الاستجابة في تنفيذ طلبات الزبائن باقصر وقت ممكن عنصر مكمل للموثوقية التي تم استعراضها في الفقرة اعلاه. ان سرعة الاستجابة في التوجه الحديث لبناء استراتيجيات اللوجستية ستكون ميزة تنافسية رئيسية في معظم الاسواق من خلال التركيز على تطوير وسائل الشحن بكميات أصغر وبسرعة ومباشرة إلى نقطة الاستخدام أو الاستهلاك.

ترتبط سرعة الاستجابة بتقليص المهل الزمنية(فترة التوريد) او الاوقات للانشطة التي لا تضيف قيمة للزبون مثل وقت الاعداد و اعادة الخزن في مراكز التوزيع والاعمال الورقية. صحيح ان النقل المباشر من المصنع الى الزبون او ضغط انشطة التوزيع سيساهم في رفع تكاليف النقل للوحدة الواحدة, ولكن في نفس الوقت سيساهم في تقصير معدل دوران راس المال في الدورة الاقتصادية.

ثالثا : المرونة في امتصاص الصدمات (*Resilience*)

أصبحت سلاسل التجهيز اليوم أكثر تعقيدًا وعرضة للاضطراب من أي وقت مضى. في الكثير من الحالات تزداد احتمالية انقطاع تدفقات المنتجات والمعلومات بشكل كبير, وذلك بسبب استمرار عدم اليقين في بيئة الأعمال بشكل عام, او بسبب استعانة الشركات بمصادر تجهيز خارجية ومايرافقها من مشاكل مثل الكوارث الطبيعية او الحروب.

يعد تحديد مخاطر سلسلة التجهيز والتخفيف من حدتها وإدارتها مطلبا بالغ الأهمية لضمان استمرارية الأعمال. ان فكرة المرونة في هذا سياق هي أن سلاسل التجهيز يجب أن تكون اكثر مرونة وقدرة على امتصاص الصدمات والاستمرار في العمل حتى في حالة مواجهة الانقطاع غير المتوقع في تدفقات المنتجات والمعلومات, وتتجسد المرونة في ادارة المخاطر في سلسلة التجهيز من خلال دمج

تلك السلسلة بمجموعة من البدائل كالمخازن الموقتة و بالمشاركة مع المنافسين في العقد والروابط الحرجة ضمن حلقات سلسلة تجهيزها.

رابعا : **العلاقات (*Relationships*)**

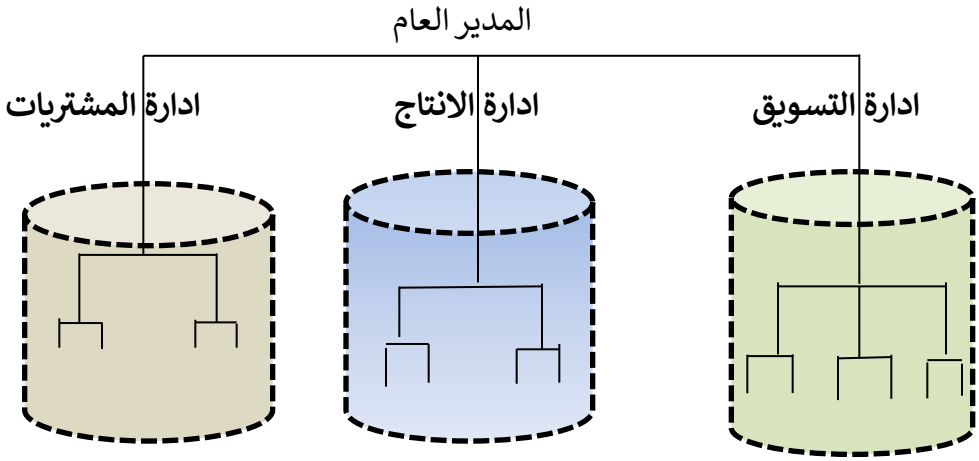
يعتمد التوريد الاستراتيجي على الاختيار الدقيق للموردين الذين يرغب الزبون في الشراكة معهم. وتشمل فوائد هذا النهج تحسين الجودة ومشاركة الابتكار وتقليل التكاليف و التكامل بين الجدولة الانتاج وجدولة التسليم. أن الفكرة الاساسية في هذا الاختيار قائمة على جعل العلاقات بين المشتري والمورد مبنية على الشراكة. ان مثل هذه الشراكات يساهم في تقليل الاضرار التي تواجه عملية التدفق, على اعتبار ان ادارة اللوجستيات هي النشاط الذي يربط التدفقات الواردة والصادرة ضمن حلقات سلسلة التجهيز.

من الأمثلة الجيدة على الشراكة اللوجيستية الاستخدام المتزايد (*Vendor-Managed Inventory*) "ادارة المخزون من قبل المورد " (*VMI*). المبدأ الأساسي لـ (*VMI*) هو أن المورد بدلاً من المنتج يتحمل المسؤولية عن تدفق المنتوج. فبدلاً من قيام المنتج بتقديم الطلبات إلى للمورد يمكن للاخير الوصول مباشرة إلى المعلومات المتعلقة بمعدلات المبيعات عند المنتج, وبالتالي العمل على تعويض النقص عن البضاعة المباعة. بمعنى ان ادارة المخزون من قبل المورد (*VMI*) تمكن المورد والمنتج من وضع الخطط بشكل أفضل لتعويض الكميات المباعة فعلا مع تحكم عال بمستوى مخزون الأمان الواجب الاحتفاظ به.

12-4: التحدي التنظيمي (*The organizational challenge*)

لقد طرات تغييرات كبيرة على اعداد الهيكل التنظمي للشركات في الاون الاخيرة. ان المدخل التقليدي الوظيفي القائم على كون الشركة هي مجموعة من الوظائف كالانتاج والمالية والافراد والتسويق وغيرها والمصممة ضمن الهيكل لبتنظيمي

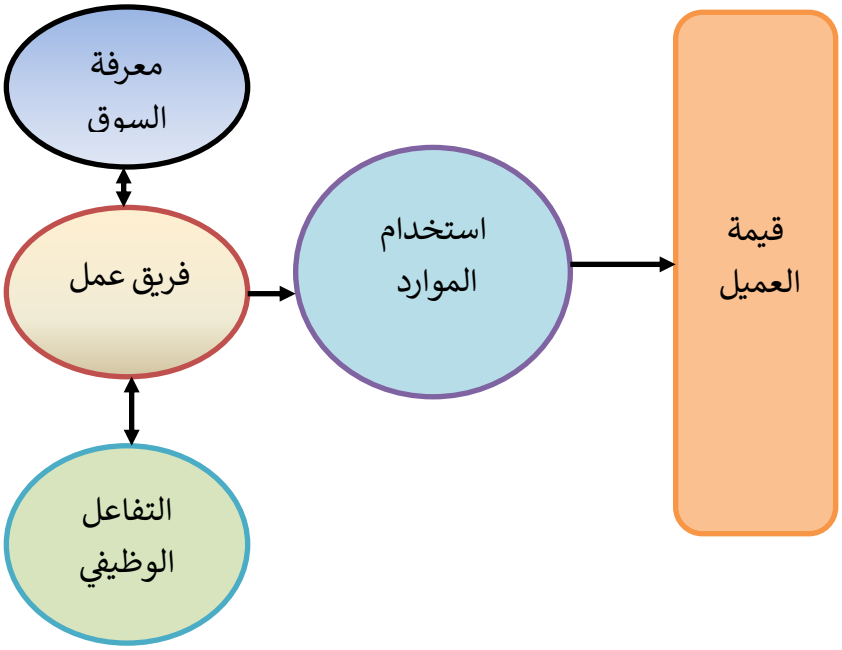
العمودي. وكل وظيفة لها مهام محددة لكل موظفي الشركة و ضمن تسلسل هرمي معترف به . وكما مبين في الشكل (12-3).



الشكل (12-3)
الهيكل التنظيمي العمودي

تكمن مشكلة هذا المدخل في أنه لا يمكننا من خلاله قياس مقدار مساهمة كل وظيفة في تحقيق الهدف الرئيسي للشركة والمتمثل بتحقيق قيمة الزبون, اي ان التركيز هنا على استخدام الموارد بدلا من قياس مقدار المساهمة في تحقيق رضا الزبون. فمهمة ادارة المشتريات هنا هو توفير الموارد اللازمة لانتاج بغض النظر كون تلك الموارد تساهم ام لا في تحقيق رضا الزبون. اي ان المهمة تنتهي بتوفير تلك الموارد فحسب . ونفس الشيء لبقية الوظائف.

أن تحقيق رضا الزبون لايمكن قياس مقدار مساهمة الوظائف المختلفة للشركة فيه الا من خلال التنسيق والتعاون أفقياً. تعكس هذه الروابط الأفقية التدفقات للمواد والمعلومات التي تربط الزبون بالعمل وموردیه, وهي في الواقع العمليات الأساسية للأعمال. يوضح الشكل (12-4) الجوهر الأساسي للتنظيم الأفقي.



الشكل (12-4)
التنظيم الأفقي

ينصب التركيز في التنظيم الأفقي على إدارة الانشطة المتمثلة بقدرات الشركات على معرفة متطلبات السوق و العمل على تطوير المنتجات الجديدة, وتحليل القدرة على إنتاجها , ومن ثم تنفيذ الطلبات. اي استخدام موارد الشركة من فريق عمل لخلق تفاعل وظيفي بين الشراء والانتاج والتوزيع لتحقيق قيمة الزبون. ان هذا النوع من القدرات يحدد مدى نجاح الشركات في المنافسة في الاسواق. وتعد الثورة التي حدثت في تكنولوجيا المعلومات احدى قوى التغيير الدافعة نحوالمنهج الافقي, وبذلك ستجد الشركة نفسها بتواصل مباشر مع الاسواق من حيث الطلبات المتوقعة والمباشرة وكيفية تلبيتها. اي بمعنى تحقيق الادارة الحقيقية لسلسلة التجهيز من البداية الى النهائية وتحقيق الهدف النهائي المتمثل في تقديم خدمة عالية للزبائن باقل كلفة ممكنة.

5-12 : العوامل المؤثرة في الاداء اللوجستي

يمكن تصنيف العوامل المؤثرة في الاداء اللوجستي الى مجموعتين هما:

اولا : العوامل الداخلية وتشمل الاتي:

- **التنبؤ بتوقعات الزبائن**

في ظل المنافسة الشرسة بين الشركات في كسب ود الزبائن لزيادة حصتها السوقية وبالتالي تحقيق الارباح والاستمرار في بيئة الاعمال, لا بد للشركات من ان تعي اهمية ما يتوقعه الزبون من السلع او الخدمات المقدمة اليه. فالزبون يسعى الى تلبية توقعاته بالكمية والجودة المناسبتين و بالوقت المحدد , فضلا عن مراعاة الخدمات اللوجستية الخضراء. لذا تعد الموثوقية بين حلقات سلسلة التجهيز ضرورية ,اذ انها تساهم بقدر اكبر من المرونة في سرعة الاستجابة لتلبية طلبات الزبون.

- **الاقتصاد الشبكي**

اصبح مصير الشركات على مختلف تخصصاتها الصناعية ام التجارية متشابك مع الاخرين, فالموردون يجب ان يكون قادرين على التكيف مع متطلبات الشركات المنتجة في تقديم المنتوجات الجديدة, كما ان شركات التوزيع يجب ان تعي كيفية التعامل مع تلبية أنواع مختلفة من الطلبات للزبائن واليات تسليمها (الشحن إلى المنزل, او الاستلام من المتجر) من خلال الموازنة بين كلفة الطلبية وكلف الاحتفاظ بالمخزون. لذا تسعى الشركات الكبرى في الوقت الحاضر الى الاستعانة بمصادر خارجية متخصصة في مجال تصميم التكنولوجيا وإدارة المخزون واستثمارات رأس المال العامل والتخطيط والتنفيذ للشركاء الآخرين في سلسلة التجهيز الخاصة بها لتحسين التنسيق وزيادة الثقة بين مكونات السلسلة.

وقد اكدت التجارب العملية في هذا المجال أن زيادة المسؤوليات المفرطة في سلسلة التجهيز يمكن أن يؤدي إلى مخاطر كبيرة وفقدان السيطرة على السلسلة بشكل كامل. ومن هنا تبرز الحاجة الى تطوير أشكال جديدة من القيمة اللوجستية والابتكار, والحوار المفتوح و تبادل الأفكار بشكل علني لجميع الاطراف (المورد والمنتج والزبون) والمبني على التعاون من أجل التحسين فرص البقاء والتقدم في بيئة الاعمال.

- **ضغط التكاليف**

يرتبط عامل ضغط التكاليف بشكل مباشر مع القيمة التي يبحث عنها الزبائن والمتمثلة بمستوى خدمة مرتفع, وقدرات لوجستية عالية وسريعة, ومنتجات مبتكرة بسعر منخفض. وغالبا ما تختلف المعايير التي تحدد عناصر كلف النقل والشراء ومناولة المواد وفحص الجودة في الخدمات اللوجستية بين الأقسام في نفس الشركة وبين الشركات العاملة ضمن نفس القطاع الصناعي. فعلى سبيل المثال تكون تكاليف اللوجستيات أعلى بالنسبة لتجار التجزئة الثابتين مقارنة بتجار التجزئة عبر البريد.

من الواضح أن الضغط لتقليل التكاليف ورأس المال العامل هو جزء من المشهد العالمي الذي من المرجح أن يستمر, لذلك يجب على الشركات إيجاد طرق مبتكرة لتوفير حلول جديدة لمتطلبات الزبائن المعقدة ، دون زيادة التكاليف على مستوى سلسلة التجهيز.

ثانيا: العوامل الخارجية وتشمل الاتي :

- **عولمة الشبكات اللوجستية:**

ساهمت العولمة في توسع الشركات في بحثها عن اسواق جديدة في البلدان الواعدة كالبرازيل والهند والصين وروسيا الاتحادية ومناطق الشرق الاوسط, فضلا عن كون هذه البلدان غنية بالمواد الاولية لمختلف الصناعات, لذا يسعى

المجهزون العالميون لايجاد العمالة المناسبة وموانىء منخفضة التكلفة. ومع ذلك فإن الشبكات اللوجستية العالمية محفوفة بالتحديات منها التشريعات الحكومية او مشاكل البنية التحتية اللوجستية في تلك البلدان. فطول سلسلة التجهيز في هذه الحالة سيزيد من نسبة المخاطر وتعقيدات البيئة اللوجستية. لذا على الشركات البحث عن حلول على مستوى سلسلة التجهيز لإدامة الاستجابة للنمو المستمر في حجم الطلب بسبب جاذبية الأسواق الكبيرة في تلك البلدان.

- **نقص المواهب**

يعد العنصرالبشري المؤهل عامل حاسم في تحسين الخدمات اللوجستية , فسلسلة التجهيز لا يمكن ان تعمل بدون اشخاص سواء على مستوى الانشطة الفنية كسائقي الشاحنات, وعمال المستودعات, ومناولة المواد او على مستوى القدرات الادارية كالمخططين والمحللين ومشرفي المستودعات ومديري التوزيع والمشتريات.

ان الشركات العالمية تعاني من نقص في المواهب سواء على مستوى العمال او الاداريين في مجال الخدمات اللوجستية كما اكدته استطلاعات الرأي للمدراء التنفيذين لتلك الشركات. ويعود السبب الاساسي لتلك المشكلة أن الشباب لا ينظرون إلى الخدمات اللوجستية على أنها مهنة ممتعة. وبدلاً من ذلك, غالبًا ما يكون لدى الطلاب والخريجين اهتمام أكبر بوظائف التسويق, كما ان الجامعات في اغلب البلدان ليس لديها برامج تخص التدريب اللوجستي في مناهجها.

- **التقلبات في بيئة الاعمال**

تتعرض البيئة اللوجستية الى تقلبات بسبب العديد من العوامل مثل حجم الطلب للزبائن, دورة حياة المنتجات القصيرة وظهور المنافسين الجدد

بمنتجات بديلة, فضلا عن المعوقات الحكومية المتعلقة بالنظام الكمركي ومتطلبات الامن وحماية المنتجات المحلية. لذا لابد من المرونة والسرعة في احداث تغييرات في الشبكة اللوجستية سواء على مستوى المخزون وجدولة الطلبيات والاستخدام الامثل لعنصر الوقت عند التسليم لكي تتناغم مع تلبية متطلبات الزبائن المتزايدة وتسليمها في الوقت المحدد.

6-12 : عناصر بناء استراتيجية الخدمات اللوجستية

تركز الشركات في بناء استراتيجياتها الخاصة بالخدمات اللوجستية على اربعة عناصر اساسية تتمثل ادارة المواهب, والعملية اللوجستية, والتكنلوجيا, والشبكة اللوجستية. وفيما يلي سرد للافكار المتعلقة بتلك العناصر.

اولا : ادارة المواهب اللوجستية

يستند نجاح الشركات في بيئة الاعمال في جزء اساسي منه على خلق ثقافة تنظيمية في ادارة المواهب من خلال تحديد الاعداد المطلوبة من الافراد ودعمهم في عمليات اتخاذ القرارات السريعة في مجال الخدمات اللوجستية. فحركة الملاك في الشركات بحكم عنصر العمر او المغادرة او لاي سبب اخر تستلزم بناء إستراتيجية طويلة الأجل للإدارة الموهوبة التي تحدد النقص المتوقع في تلك المواهب.

ان ادارة المواهب اللوجستية يمكن ان تتم من خلال اعتماد مبدأ "المواهب عند الطلب"، فالشركة لديها الخيار بين "صنع", وهو ما يعني التطوير الداخلي من خلال وضع برامج تدريبية منتظمة للافراد العاملين فيها, او "الشراء" الذي يمثل التوظيف الخارجي على سبيل المثال ربط الجامعات ومشاركة طلابها باعمال الشركات لتغطية احتياجاتها من المواهب المستقبلية.

كما ان إدارة المواهب يجب ان تعمل على تزويد الأفراد بالقدرات على اتخاذ القرار السريع. بسبب البيئة المتغيرة والتحديات الصعبة في الشبكات العالمية

المعقدة من خلال تعزيز عملية صنع القرارات اللامركزية. اذ تحتاج الشركات إلى الاعتماد على قدرات مديريها في اتخاذ قرارات سريعة بشكل مستقل مع مراعاة توفير البيانات لهم وفقا لإرشادات العامة للشركة. ومن الضروري التاكيد هنا ان وجود هامش من الاخطاء في القرارات المتخذة يعد جزء من الثقافة التنظيمية للمديرين.

ثانيا : حوكمة الانشطة اللوجستية

يقصد بالحوكمة الادارة الرشيدة والقائمة على اربعة المبادىء اساسية هي الشفافية (إذ يجب على أعضاء مجلس الإدارة أن يوضحوا بشكل جلي لأصحاب رأس المال والمساهمين سبب اتخاذ أي قرار جوهري), و المسؤولية(إذ يجب على أعضاء مجلس الإدارة أداء واجباتهم بمهنية و احترافية), و المساءلة(إذ يجب أن يكون أعضاء مجلس الإدارة في موضع المساءلة عن قراراتهم, والمحاسبة من قبل المساهمين), والعدالة(إذ يجب أن يحظى كل المساهمين بالمساواة من قبل أعضاء مجلس الإدارة, والإدارة التنفيذية على نحو عادل).

وتستند حوكمة الانشطة اللوجستية الى مكونيين اساسيين هما وجود المعايير و التخطيط المتكامل على مستوى سلسلة التجهيز.

- ان المعايير عادة ما تكون مكتوب ضمن كتيب تشغيل يوضح طبيعة النشاط و سياق العمل لتنفيذه ضمن هيكل تنظيمي محكم يبين الأدوار والمسؤوليات المحددة بشكل دقيق لأشخاص العاملين من أجل ضمان فهم مشترك للانشطة اللوجستية. اضافة إلى تحسين الاتصالات من خلال تزويدهم بنفس مجموعات الأدوات والمقاييس والخطط القابلة للمقارنة.
- التخطيط المتكامل لحلقات السلسلة حول توقعات السوق, وخطط إدارة المخزون بما في ذلك المخازن المؤقتة الجيدة للتعامل مع انحراف

العرض والطلب في سلسلة التجهيز, وخطط الإنتاج ونماذج التوزيع, بهدف تقليل المخزون وتحسين مستوى الخدمة للزبائن.

ثالثا : التكنلوجيا

تعد التكنولوجيا هي عامل تمكين كبير يساعد في أتمتة العمليات وتبادل البيانات ضمن حلقات سلسلة التجهيز, ولذلك لابد من توسيع الاستثمارات في تكنلوجيا المعلومات والبنى التحتية المتعلقة بها من انترنيت واجهزة الاتصال سواء من قبل الحكومات او القطاع الخاص من اجل الحصول على نتائج أفضل وتقليل الوقت اللازم للتسويق. ومن الامثلة في هذا الاطار تبني التسويق عبر الانترنيت في الشراء وتسديد الحسابات, واعتماد أنظمة المسح ثنائي الأبعاد (الرمز الشريطي). ان مثل هذه التقنيات يساهم في ضمان وصول المعلومات الصحيحة وبالوقت المناسب لجميع الافراد سواء كانوا موردين او منتجين او موزعين او مستهلكين. وبالتالي امكانية وضع الخطط المتكاملة من قبل المعنيين وخلق رؤيا مشتركة حول توقعات الزبائن والعوامل المؤثرة فيها.

رابعا : الاستعانة بمصادر خارجية

قد تلجا بعض الاشركات الى الاستعانة بمصادر خارجية للخدمات اللوجستية اذا كانت حلقات سلسلة التجهيز (المورد او المنتج او الموزع)منتشرة في مناطق او بلدان متعددة بحكم اغراءات الاجور المنخفضة او كلف المواد الاولية او البحث عن اسواق جديدة. في هذه الحالة يمكن الاستفادة من عامل التخصص و الخبرة لتلك المصادر في تقليل التعقيدات المصاحبة في النقل والتخزين لمثل هذا النوع من سلاسل التجهيز.

خامسا :التعاون الأفقي والعمودي

يعد التعاون بين الشركات ضمن سلاسل تجهيز مختلفة ضروريا في بناء استراتيجة الخدمات اللوجستية. فمساعدة المنافسين بعضهم البعض قد يخلق

منافع تبادلية على المدى الطويل. أي أن الشركة المتعثرة يمكنها أن تدفع لمنافس للمساعدة في خدمة زبائنها الحاليين أثناء فترة تعافيها من أجل ضمان رضاهم على الامد الطويل.

ان التعاون قد يكون افقي بين شركتين تعملان معًا في نفس قطاع الصناعة, او التعاون عمودي في بداية أو نهاية سلسلة التجهيز. ومن الضروري التاكيد على ان يكون الاختيار للشركات المراد التعاون معها قائما على معلومات دقيقة وتخطيط سليم لأن الأخطاء لا يمكن أن تكون مكلفة فحسب, بل يمكن أن تضر بسمعة الشركة في التعاون المستقبلي مع الشركات الأخرى.

اسئلة الفصل الثاني عشر

س1 : ما المقصود بمفهوم ادارة اللوجستيات.

س2 : وضح مفهوم القيمة من وجهة نظر المستهلك بموجب نموذج مايكل بورتر.

س3 : ما المقصود بالروابط الاساسية لسلسلة التجهيز.

س4 : اشرح نموذج (4R) ودوره في صياغة استراتيجية اللوجستيات.

س5 : ناقش العبارة الاتية " لتحدي التنظيمي في ادارة الخدمات اللوجستية دورا اساسيا في تقديم خدمة عالية للعملاء باقل كلفة ممكنة.

س6 :ما هي العوامل المؤثرة في الاداء اللوجستي.

س7 : وضح عناصر بناء استراتيجية الخدمات اللوجستية.

س8 : ناقش العبارة الاتية " أن الشركات في الوقت الحاضر لا تتنافس كشركات ، ولكن كسلاسل تجهيز".

المصـادر

اولا : المصادر العربية

1- التميمي، ماجدة عبد اللطيف ,(2005) ، "اثر كلف جودة المنتج في اداء العمليات وفق الاسبقيات التنافسية – دراسة حالة في الشركة العامة للصناعات الكهربائية معمل المحركات " اطروحة دكتوراه غير منشورة في ادارة الاعمال، كلية الادارة والاقتصاد ، الجامعة المستنصرية ، العراق .

2- الدفاعي، زينب كامل كاظم,(2011)" اعادة تصميم الخدمة بتطبيق مدخل الانتاج الرشيق – دراسة حالة في دائرة البعثات والعلاقات الثقافية بوزارة التعليم العالي والبحث العلمي " اطروحة ماجستير غير منشورة في ادارة الاعمال، كلية الادارة والاقتصاد ، جامعة بغداد، العراق .

3- الفتلاوي، كريم ,(1988)" التركيبة الفنية للمنتوج واثرها في تنفيذ نظام (MRP) " اطروحة ماجستير غير منشورة في ادارة الاعمال. كلية الادارة والاقتصاد ، الجامعة المستنصرية ، العراق.

4- الفتلاوي، كريم ,(2016) " نظرية القيود ودورها في التحسين المستمر لمستوى الاداء للنظام الانتاجي" دراسة حالة لمعمل صناعة الاحذية الرجالية/7/ الشركة العامة للصناعات الجلدية/ موقع بغداد / مجلة الادارة والاقتصاد - كلية الادارة والاقتصاد – الجامعة المستنصرية , العدد 106,ص 150-167.

5- العزاوي، محمد عبد الوهاب، و خميس، عبد السلام محمد ,(2010)، نظم التصنيع اليابانية ونظم الانتاج في الوقت المحدد ,اثراء للنشر والتوزيع , عمان ,الاردن .

6- الصائغ، نغم على ,(2013)," انعكاسات تحليل مسارات العملية على اهداف الاداء لتحقيق القيمة المدركة للزبون- دراسة حالة في شركة التحدي العامة"

اطروحة دكتوراه غير منشورة في ادارة الاعمال، كلية الادارة والاقتصاد ، الجامعة المستنصرية ، العراق.

7- الطائي ، محمد واخرون, (2007)، الاسس العلمية للتسويق الحديث مدخل شامل، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع ، الاردن ، عمان.

8- زمزير، منعم جلوب (1995) ، ادارة الانتاج والعمليات : دار زهران للنشر والتوزيع، عمان ، الطبعة الاولى.

9- محسن، عبد الكريم، والنجار، صباح مجيد :2009، ادارة الانتاج والعمليات، مكتبة الذاكرة، الطبعة الثالثة، عمان.

10- محمد، حسن عبد العال ,(2006) ، الاتجاهات الحديثة في ادارة الجودة والمواصفات القياسية الايزو: دار الفكر الجامعة الاسكندرية.

11- متناوي ، محمد وقلش,(2011) ،"دور نظام ادارة الجودة الشاملة في تحسين القيمة المدركة للعميل في قطاع الخدمات "،منظمات الاعمال في الاقتصاديات الحديثة.

ثانيا : المصادر الاجنبية

1. *Brown,S., Lamming, R., Bessant, J.&Jones, P. (2005)," Strategic Operations Management", 2nd ed., Elsevier Butterworth-Heinemann, London.*
2. *Cravens, W., (1997)" Strategic Marketing," 6th ed., McGraw-Hill, USA.*
3. *David A. Collier, James R. Evans, (2021), Operations and Supply Chain Management, 2nd Ed. Cengage Learning, Inc., USA.*

4. *Chase, B., Aquilano, J.,&Jacobs, F., (2001)" Operation Management for Competitive Advantage", 9th ed., McGraw Hill Co. lnc.*
5. *Evans, R., (1997)"Production/Operations Management: Quality Performance & Value", 5th ed., west Publishing Co., New York.*
6. *Goetish, L. & Davis, B., (1997), "Introduction to total Quality, Quality Management for production, Processing and Services "2nd. Ed, prentice Hall, U.S.A. New Jersey.*
7. *Gobetto,M.,(2014), Operations Management in Automotive Industries, Springer Science Business Media Dordrecht, Springer Dordrecht Heidelberg New York London.*
8. *Hiezer, J. & Render, B., (2011), "Operations Management", 10th ed. Prentice-hall, New Jersey.*
9. *Hiezer, J. & Render, B., (2009), "Operations Management", Flexible Edition., Prentice-hall, New Jersey, U.S.A.*
10. *Hiezer, J., Render, B., &Munsun,C,(2020), "Operations Management", Sustainability and Supply Chain management, 13th ed. Prentice-hall, New Jersey, U.S.A.*
11. *Hill, T., (2000) "Operations Management, Strategic Context & Managerial analysis", MacMillan Business.*
12. *Jacobs, F. & Chase, B. & Aquilano, J., (2009), "Operations and Supply Management" 2nd ed. McGraw-Hill, Boston.*

13. *Jung, K. MorrisLyons, K.W. S. Leong, and Cho, H. "Mapping strategic goals and operational performance metrics for smart manufacturing systems," Procedia Computer Science, vol. 44, pp. 184-193, 2015.*
14. *Kotler, p. & Keller, L., (2010), "Marketing Management", (12th Ed), New Jersey: Pearson Prentice Hall.*
15. *Krajewski, J., P. Mlhotra, K.M., (2021), "Operations Management-process and Supply chains" 13th ed., New Jersey.*
16. *Hayes، R.H.،& Wheelwright، S.C.، 1979 ،"Line Manufacturing Process & Product Life Cycles" ، Harvard Business ، Jan.-Fab.*
17. *Krajiewski، L. j. & Rizman، L.P. ، (2005) ، Operations Management، Processes & Value، 7 Th. Ed.،New jersey: Pearson Prentice Hall.*
18. *Mittal,S. M. A. Khan, D. Romero, and Wuest,T. "Smart manufacturing: characteristics, technologies and enabling factors," Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture, vol. 233, pp. 1342-1361, 2019.*
19. *Monks، J. ، (1992)، Operations Management ، theory & problems McGraw- Hill Co. In., USA.*
20. *Orlicky، J، (1975)، Material Requirement Planning، New York: McGraw –Hill.*

21. *Nagham A. J., Balsam S. l., measuring the possibility of smart production application for sustainable production performance, Periodicals of Engineering and Natural Sciences ISSN 2303-4521 Vol. 9, No. 1, February 2021, pp.277-284.*
22. *Plossel ، R. & Welch، W. E.، (1979)، the role of Top Management in the Control of Inventory ، Virginia: Preston Co.، Inc.*
23. *Porter, Albert, (2009), "Operations Management", Vant us publishing Aps, WWW.BookBoon.com .*
24. *Porter, M (1980), Competitive Strategy, Free Press, New York.*
25. *Robert, F., JACOBS, Richard, B. CHASE, (2020), Operations and Supply Chain Management: The Core, McGraw-Hill Education, USA.*
26. *Schroeder، R.G.، (2007), Operations Management، Contemporary Concepts & Cases، 3th. – Ed. McGraw-Hill, New York, USA.*
27. *Schroeder، R.G. & Goldstein S.M., (2018), Operations Management in the Supply Chain, Decisions and Cases،، New York: McGraw –Hill. 7th. – Ed.*
28. *Slack,N., Brandon-Jones ,A,&. Johnston. (2011), Essentials of Operations Management, Licensing Agency Ltd, Saffron House, 6 –10 Kirby Street, London EC1N 8TS.*

29. *Slack, N., Lewis, (2017), Operations Strategy, 5th. ed. Pearson Education Limited Edinburgh Gate Harlow CM20 2JE United Kingdom*
30. *Smith، A. ، (1779) ،In inquiry into the Nature & cause of the wealth of Nations، London: A strahn & Cadell.*
31. *Stevenson، W.J. ، (2020)، Operations Management، 14th ed.، New York: McGraw –Hill/Irwin.*
32. *Taylor، F.، 1911، The Principles of scientific Management ، New York: Harper.*
33. *Tersine، R.J.، (1982) ، Principles of Inventory & Material Management، New York: Elsevier Science Publishing Co.، Inc.*
34. *Zimmer. J. Zenisek, and Jetter,H.C. "Towards Uncertainty Visualization in Smart Production Environments," in Proceedings of the 11th International Symposium on Visual Information Communication and Interaction, 2018, pp. 116-117.*

تعاريف بعض المصطلحات ذات العلاقة

ادارة العمليات (*Operations Management*): " ادارة الانشطة المتعلقة بالنظام التحويلي (سلعي ام خدمي) (*Transformation system*) ككل يهدف الى توحيد (خلق تفاعل) بين الموارد المتاحة للمنظمة (المدخلات)وثم تحويلها الى سلع وخدمات ذات قيمة مضافة من خلال مجموعة من القرارات الاساسية المتعلقة بتصميم المنتجات , و العمليات التحويلية, وتخطيط الطاقة , وإدارة الجودة ,وادارة المخزون في اطار من التفاعل مع البيئة الداخلية والخارجية للمنظمة.

الانتاجية (*Productivity*): هي حسن استخدام المدخلات للمواد الانتاج في تكوين المخرجات في اطار زمني محدد, اي انها مقياس مقدار مساهمة الوحدة الواحدة المصروف من المدخلات في تكوين المخرجات .

المنتوج (*Product*) : مجموعة الخصائص الملموس (السلع) وغير الملموسة (الخدمة) ذات قيمة مضافة والتي تشبع حاجة المستهلك وتحقق الرضا لدية من ناحية كما انه يساهم في تحقيق العوائد للشركة لضمان استمرارها في بيئة الاعمال من ناحية ثانية.

مستوى التعادل (*Break–Even Analysis*) : هو اسلوب كمي لتحديد حجم الانتاج المباع والذي تتساوى عنده التكاليف الكلية مع الايرادات الكلية .

الطاقة(*Capacity*): تمثل القدرة على الانتاج او الاسيتعاب ويعبر عنها بالكميات المنتجة من المخرجات او ساعات العمل في وحدة زمنية معينة .

الفاعلية (*Effectiveness*) : هي مقياس يوضح قدرة العملية على تحقيق أهدافها، ويعبر عنها بالنسبة المئوية للمخرجات الفعلية (الطاقة الفعلية) الى المخرجات المخططة (الطاقة المخططة) ، وعادة ما تسمى بنسبة الانجاز للخطط الموضوعة.

المرونة (*Flexibility*) : هي قدرة العملية في تكييف موارد الانتاج بهدف الاستجابة للتغير في البيئة الداخلية والبيئة الخارجية المحيطة بالنظام الانتاجي من حيث الكمية ودرجة التنوع ومواعيد التسليم .

الكفاءة (*Efficiency*):- هي مقياس لقدرة العملية في تحقيق الاستغلال الامثل للموارد المتاحة, اي انها النسبة المئوية للطاقة الفعلية على الطاقة المتاحة.

التكنولوجيا (*Technology*) : هي تطبيقات العلم والمعرفة والخبرة والتي تجسدت في اله او ماكنة او طريقة عمل لحل مشاكل الانسان.

نظام *(CIM) Computer Integrated Manufacturing* : نظام انتاج يعتمد الاتمتة الشاملة لجميع انشطة الشركة وباستخدام نظام معلومات محوسب قائم على قاعدة بيانات متكاملة تتفاعل من خلالها اربع ملفات استدالية هي وحدة اعتماد الحاسبة بالتصميم (*CAD*) , واعتماد الحاسبة بالتصنيع (*CAM*) .و الرجل الالي (*Robotics*) ونظام تدفق الانتاج(*Shop Flower System*) .

قانون"*Little's Law*":هو اسلوب لتحليل التدفق في العمليات التحويلية لتحديد نقاط الاختناق(Bottleneck) في النظام الانتاجي

وقت الدورة(*Circle time*): هو معدل الوقت اللازم لانتاج الوحدة الواحدة للدفعة المنتجة , اي حصة الوحدة الواحدة المنتجة من الوقت المتاح للإنتاج (ساعة، يوم، اسبوع، شهر، فصل، سنة).

المهل الزمنية (*Lead time*): الزمن اللازم لانتاج او شراء دفعة من المواد (امر انتاج) في ظل نظم الانتاج المتقطع , ويعبر عنها بفترة التوريد في حالة الشراء .

تخطيط الانتاج الاجمالي (*Aggregate Planning*): مجموعة من الاجراءات الادارية لتحديد حجم الانتاج السنوي لمنتوج واحد او عدد قليل من المنتجات المتجانسة لمقابلة الطلب المتوقع لنفس الفترة في ظل المعيار العام للطاقة المتاحة (التخطيط الاولي للطاقة) للوحدة الانتاجية.

المخزون (*Inventory*): عبارة عن راسمال مجمد يتجسد بكمية المواد او ساعات العمل للاعمال المتواجد في اي مرحلة من مراحل العملية الانتاجية، أي ان المخزون قد يكون على شكل مواد اولية او اجزاء المنتوج او كمنتوج نهائي في المخازن ، او عن اعمال تحت التشغيل عند خطوط الانتاج (*WIP*).

الطلب المستقل (*Independent Demand*) : هو الطلب الذي ليس له علاقة بالطلب على مواد اخرى مثل الطلب على المنتجات النهائية والأدوات الاحتياطية ، حيث يتم تحديد الطلب عليها باستخدام الاساليب الاحصاءية كاسلوبي حجم الدفعة الاقتصادية(*EOQ*) و مستوى اعادة الطلب (*Re-order Point*).

الطلب المشتق (*Dependent Demand*) : فهو الطلب الذي يمكن احتسابه بشكل دقيق من خلال اشتقاقه من حجم الطلب على مواد اخرى كالطلب على اجزاء المكونة للمنتوج النهائي .

نظام (*MRP*): عبارة عن فلسفة انتاج تعتمد نظم معلومات محوسبة و نظرية الطلب المشتق و من خلال استدعاء ملفين استدلالين هما ملف التركيبة للمنتوج (*BOM*) وملف ادارة المخزون (*IM*) لتحديد الكميات وتواريخ الاطلاق

والاستحقاق لاوامر الانتاج والشراء لاجزاء المنتوج بهدف تحقيق محتويات الجدولة الرئيسية للمنتوجات النهائية (*MPS*).

نظام (*JIT*) : يمثل فلسفة للسيطرة على الانتاج والمخزون باستخدام نوعين من البطاقات " كانبان" (بطاقة الانتاج) و(بطاقة سحب) للدفعات المنتجة لتحقيق انسيابية عالية في عملية التدفق المنتجات والمعلومات بين مراكز الانتاج من خلال تشخيص مصادر الهدر ونقاط الاختناقات في النظام الانتاجي ككل ومحاولة التخلص منها.

نظام الانتاج الرشيق (*Lean Production*) : فلسفة انتاج متكاملة وشاملة تسعى إلى تعظيم القيمة التي يتحصل عليها الزبون من خلال التخلص او تقليل الانشطة التي لا تضيف قيمة مثل المخزون او وقت الاعداد للمكائن و وقت الانتظار وغيرها .

نظام الانتاج الذكي (Smart production system): بانه منهج يعتمد الآلات المتصلة بالإنترنت لمراقبة عمليات الإنتاج, ويهدف الى تحديد الفرص لأتمتة تلك العمليات, ويستخدام تحليلات البيانات لتحسين أداء عمل النظام الانتاجي وتفاعله مع البيئة المحيطة به.

الذكاء الصناعي(Artificial intelligence): يمثل الذكاء الصناعي سلوك وخصائص لبرامج الحاسوب لمحاكاة القدرات الذهنية البشرية وانماط عملها من خلال القدرة على التعلم والاستنساخ وردود الافعال على الحالات المستجدة والتي لم يتم برمجتها على الماكنة.اي انه عكس قدرات العقل البشري على الالة. وتعد .تقنيات الذكاء الاصطناعي مثالية للتطبيقات التي تتطلب معالجة كميات ضخمة من البيانات، وتحليل المعلومات المعقدة بسرعة ودقة مقارنة كبيرة. كما إنها لديها القدرة على التكيف مع البيئة الجديدة, من خلال استخراج النماذج وصياغة

المعادلات الكمية والتنبؤات من البيانات في اوقات قياسية وفقا للتغيرات المحيطة بها.

التعلم الالي(Machine learning) عبارة عن مجموعة فرعية من تقنيات الذكاء الصناعي تستند على علم تطوير الخوارزميات والنماذج الإحصائية التي تستخدمها أنظمة الحاسوب لأداء المهام باعتماد مستويين من التعلم هما الاستنتاجي و الاستقرائي (استنتاج القواعد والأحكام العامة من البيانات الضخمة بدون تعليمات واضحة، والاستدلال منها على الأنماط والتوجهات), من خلال استخدام التوائم الرقمية لصياغة نماذج للالات والمعالجات التي تقوم بها في بيئة افتراضية، ثم استخدامها للتنبؤ بالمشكلات قبل حدوثها. وكذلك تعزيز الكفاءة والإنتاجية

نظرية القيود (*Theory of Constraints*): فلسفة ادارية قائمة على تحديد القيود في النظام الانتاجي والعمل على التخلص من تلك القيود لضمان تدفق كفؤ بدأ من المادة الاولية مرورا بالعمليات التحويلية ولحين تسليم المنتجات النهاية للزبون, بهدف تعظيم الارباح وبالتالي تعزيز القدرة التنافسية للمنظمة وضمان استمراريتها في بيئة الاعمال.

الجودة (*Quality*) : (ملائمة الاستخدام) قدرة خصائص المنتوج (سلعة او خدمة) التي تتجسد في المظهر الخارجي والأداء الوظيفي لها ، والتي تعمل على لإشباع حاجات المستهلك الحالية او المستقبلية والمعلن منها والضمني، بهدف تحقيق الرضا لديه في اطار زمني محدد ومقابل ثمن معلوم.

المعولية (*Reliability*): احتمالية اداء المنتوج لوظائفه بدون فشل خلال فترة زمنية محددة.

فترة الصيانة والإدامة: (*Maintainability*) : تتمثل بمعدل الوقت التي تستغرقه عملية الصيانة او الاصلاح للمنتوج عند حدوث العطلات.

الاتاحية (*Availability*): وتتمثل بمعدل استمرارية المنتوج في ادائه لوظائفه عند استخدامه من قبل المستهلك بعد طرح فترات العطل والصيانة.

الاعتمادية (*Dependability*): هي مقياس يعكس قدرة الشركة على انجاز وتسليم الطلبية الى المستهلك في مواعيد التسليم المتفق عليها.اي عدد الطلبيات المسلمة بالوقت المحدد الى اجمالي عدد الطلبيات .

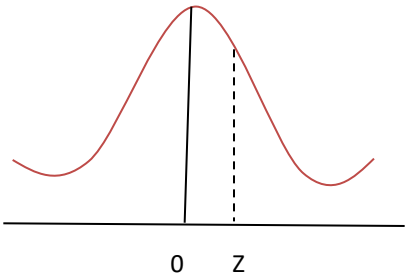
نظام الانتاج الانظف (*Cleaner Production System*) : استراتيجية التطوير المستمر في العمليات الانتاجية والمنتجات والخدمات ومصادر التجهيز بهدف تقليل استهلاك الموارد الطبيعية ومنع تلوث الهواء والماء والتربة والانسان بدأ من المنبع.

ادارة سلسلة التجهيز(*Supply Chain Management*) تصميم وادارة العلاقات بين الوحدات الادارية المكونة للسلسلة(المورد والمنتج والموزع)والعمل ضمن فريق لتهيئة ظروف رفع كفاءة التدفق للمنتجات والمعلومات بين تلك الوحدات بما يضمن تحقيق القيمة المتوقعة من قبل الزبون وضمان ولاءه .

ادارة الامدادات (*management Logistics*) (وقد يطلق عليها ادارة الخدمات الوجستية): بانها ادارة الانشطة المتعلقة بتدفق المواد والمعلومات بين مكونات سلسلة التجهيز من خلال بتهيئة مستلزمات الانتاج والنقل والخزن والمشتريات وتحديد المواقع ومصادر التجهيز (*Sourcing*) من والى الشركات سواء كانت شركات توريد او انتاج او توزيع . وعادة ما تمارس هذه الانشطة من قبل شركات متخصصة في هذا المجال.

الملحق (1)
التوزيـع الطبيعي

تمثل القيم في الجدول نسبة المنطقة الواقعة تحت المنحنى الطبيعي بين المتوسط(0 = μ) وقيمة موجبة لـ z.



Areas under the normal curve, 0 to z

z.	00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.0000	.0040	.0080	.0120	.0160	.0199	.0239	.0279	.0319	.0359
0.1	.0398	.0438	.0478	.0517	.0557	.0596	.0636	.0675	.0714	.0753
0.2	.0793	.0832	.0871	.0910	.0948	.0987	.1026	.1064	.1103	.1141
0.3	.1179	.1217	.1255	.1293	.1331	.1368	.1406	.1443	.1480	.1517
0.4	.1554	.1591	.1628	.1664	.1700	.1736	.1772	.1808	.1844	.1879
0.5	.1915	.1950	.1985	.2019	.2054	.2088	.2123	.2157	.2190	.2224
0.6	.2257	.2291	.2324	.2357	.2389	.2422	.2454	.2486	.2517	.2549
0.7	.2580	.2611	.2642	.2673	.2703	.2734	.2764	.2794	.2823	.2852
0.8	.2881	.2910	.2939	.2967	.2995	.3023	.3051	.3078	.3106	.3133
0.9	.3159	.3186	.3212	.3238	.3264	.3289	.3315	.3340	.3365	.3389
1.0	.3413	.3438	.3461	.3485	.3508	.3531	.3554	.3577	.3599	.3621
1.1	.3643	.3665	.3686	.3708	.3729	.3749	.3770	.3790	.3810	.3830
1.2	.3849	.3869	.3888	.3907	.3925	.3944	.3962	.3980	.3997	.4015
1.3	.4032	.4049	.4066	.4082	.4099	.4115	.4131	.4147	.4162	.4177
1.4	.4192	.4207	.4222	.4236	.4251	.4265	.4279	.4292	.4306	.4319
1.5	.4332	.4345	.4357	.4370	.4382	.4394	.4406	.4418	.4429	.4441
1.6	.4452	.4573	.4582	.4591	.4599	4608	.4616	.4625	.4633	. 4545
1.8	.4641	.4649	.4656	.4664	.4671	.4678	.4686	.4693	.4699	.4706
1.9	.4713	.4719	.4726	.4732	.4738	.4744	.4750	.4756	.4761	.4767
2.0	.4772	.4778	.4783	.4788	.4793	.4798	.4803	.4808	.4812	.4817
2.1	.4821	.4826	.4830	.4834	.4838	.4842	.4846	.4850	.4854	.4857
2.2	.4861	.4864	.4868	.4871	.4875	.4878	.4881	.4884	.4887	.4890
2.3	.4893	.4896	.4898	.4901	.4904	.4906	.4909	.4911	.4913	.4916
2.4	.4918	.4920	.4922	.4925	.4927	.4929	.4931	.4932	.4934	.4936

2.5	.4938	.4940	.4941	.4943	.4945	.4946	.4948	.4949	.4951	.4952
2.6	.4953	.4955	.4956	.4957	.4959	.4960	.4961	.4962	.4963	.4964
2.7	.4965	.4966	.4967	.4968	.4969	.4970	.4971	.4972	.4973	.4974
2.8	.4974	.4975	.4976	.4977	.4977	.4978	.4979	.4979	.4980	.4981
2.9	.4981	.4982	.4982	.4983	.4984	.4984	.4985	.4985	.4986	.4986
3.0	.4987	.4987	.4987	.4988	.4988	.4989	.4989	.4989	.4990	.4990