جامعة حسيبة بن بوعلي-الشلف
كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير
قسم علوم التسيير

الموضوع:

إستخدام البرمجة الرياضية في تسيير النشاط الإنتاجي

رسالة مقدمة ضمن متطلبات نيل شهادة ماجيستير إدارة الأعمال

من إعداد :
عبد النور هبال

تحت إشراف الاستاذ:
الدكتور: محمد نبيل هني

أعضاء لجنة المناقشة:

السنة الجامعية: 2006/2007

الإهـــــــــداء

إلى أسرة الصمود و التحدي :

- الأم الغالية مثال الصبر و الكفاح .

- إلى الغائب الكبير عن هذا المحفل -أسأل الله أن يكون حاضرا في محفل خير منه- رمز التحدي و الشهامة الوالد عليه رحمة الله .

- إلى كل أفراد العائلة : المهندس زين العابدين ،عبد الصمد ،سلمى ، حسيبة ، عبد الفتاح، شيماء ، عبد الرحمن و الغالية نور الهدى.

إلى كل الأقارب و خاصة العم الرائع علاوة ، و كل أهل سوبلة و خاصة الرجل الشهم 'عبد الوهاب' ، و كل أهل مقرة ، واضع و سكيكدة .

إلى كل أساتذة و طلبة و عمال جامعة حسيبة بن بوعلي – الشلف .

إلى كل أساتذتي الكرام و كل من علمني حرفا من البداية إلى البداية ، و طريق العلم ليست له نهاية !

إلى كل إطارات و عمال سونلغاز بالمسيلة .

إلى الذين يعرفون قيمة البحث و العلم.

إلى كل رفقائي في الدراسة ؛ و إليهم أهدي كلمة طيبة فأقول :

عَبَرْنا إلى العَلْياءِ و اللَّيْلُ حَالِكُ ... يُـزَوِّغُـنَا؛ لـكنَّنا نـتَمَالَكُ

نَـخوضُ صُروفًا قَدْ تَلاطَمَ مَوْجُـها ... وَ لَيْسَ بِغَيْرِ الخَوْضِ يَمْكُنُ سَالِكُ

و لَـيْس بِغَيْرِ اللَّـهِ تَوْفيقُ نـاجِحٍ ... وَ إنْ قَالَ : إنّـي بالحبائِلِ مَاسِكُ !

إليكم أحبائي إليكم تحيتي ... هنيئا لكم و السعي سعيٌ مباركُ

أنيروا دُروبًا قد تطاول لَيْلُها ... و صونوا عقولا حيَّرَتْها المسالِكُ

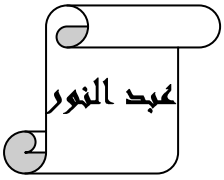
و لا تمتطوا الإعجابَ بالنفسِ مَرْكَبًا ... فَراكِبُهُ في الحينِ أو بَعْدُ هَالِكُ

بَلِ انْتَقِدوها لا تَكِلُوا حِسابَها ... و لا تَتْرُكوا أفْكارَكُمْ تَتَهالَكُ

إذا كُنْتَ مِنْ أعْلى الشهادات مالِكًا ... فَيا مَالِكًا...ما أنْتَ في الرَّأسِ مَالِكُ ؟

و إنّ قِطارَ المجْدِ - لا شَكَّ – سائِرٌ ... يُزَجّيهِ أمْجادٌ ؛فَهَلْ سَتُشارِكُ ؟

إلى كل هؤلاء أهدي هذا العمل المتواضع...



تشكرات

(أشكر الله العظيم الذي بنعمته تتم الصالحات)

أتقدم بجزيل الشكر إلى كل من ساعدني بقليل أو بكثير ؛ بجهد أو بكلمة طيبة في إنجاز هذا البحث ؛ و أخص بالذكر :

- أستاذي الفاضل حني محمد نبيل على نصائحه القيمة و توجيهاته المفيدة .

- أستاذي الفاضل أوسرير .

- كل إطارات و عمال مصنع الألمنيوم بالمسيلة (ALGAL) و خاصة الرجل الطيب عبد الحكيم مطرني ، فؤاد غلاب و المهندس الرائع الطاهر مهني .

- الأصدقاء الرائعين: زكي ساحلي ، حسين قرين ، أحمد مصنوعة، عبد الله قلش و كل العائلة ، عبد الكريم قندوز و كل العائلة ،أحمد بن يوسف و كل العائلة ، دون أن أنسى بقية الركب من اليمين إلى اليسار...

- عامل مكتبة القطب الجامعي الثاني 'سطيف' السيد بوعكاز .

- طاقم التحرير : سلمى ، حسيبة، نور الهدى عبد الصمد الذين ساهموا في كتابة هذا البحث .

- الطبيبين عبد الحميد شرحبيل و رشيد خلفات، و الصيدليين الرائعين عبد العزيز بلايل و العربي بوكاني.

ع النـــور

قائمة الجداول

قائمة الجداول :

رقم الجدول	العنوان	الصفحة
الجدول1	التكاليف الثابتة و المتغيرة لمختلف المواقع	15
الجدول2	إستخدام أسلوب هيكل العوامل للمفاضلة بين المواقع	18
الجدول3	تحديد الإحداثيات الأفقية و العمودية للمواقع	19
الجدول4	التدفقات النقدية للمشروعين "أ' و' ب'	21
الجدول5	التدفقات النقدية و التدفقات المتراكمة لتحديد فترة الإسترداد	23
الجدول6	التدفقات النقدية لحساب معدل العائد الداخلي	25
الجدول7	التدفقات النقدية المتوقعة	28
الجدول8	حساب القيمة المتوقعة للمشاريع المقترحة	29
الجدول9	العمليات الحسابية لحساب الإنحراف المعياري للمشاريع المقترحة	30
الجدول10	مثال عن اللوائح	60
الجدول11	العمليات الصناعية المستخدمة في عدد من الصناعات	71
الجدول12	جدول حساب متغيرات معادلة الإتجاه العام	83
الجدول13	الكميات المطلوب تصنيعها من مختلف القطع	85
الجدول14	جدول تقييم القطع حسب المعيار المختار	86
الجدول15	الترتيب التنازلي و القيم المتراكمة	86
الجدول16	تصنيف القطع إلى فئات	87
الجدول17	عدد أوامر التصنيع الخاصة بالقطع المطلوبة	88
الجدول18	تصنيف القطع حسب المعيار الجديد	89
الجدول19	نظام الأولوية في اختيار الآلات	93
الجدول20	إحتياجات كل منتج من المادة الأولية بالرطل و الوقت بالدقيقة	111
الجدول21	خصائص الصفائح الحديدية المتاحة للشركة	125
الجدول22	العناصر الغذائية في مختلف الأغذية الموردة إلى المستشفى	128
الجدول23	الطلب الخاص بفترة التخطيط	130
الجدول24	مختلف تكاليف الإنتاج و التخزين و مستويات المخزون	130
الجدول25	الخطة الإنتاجية المثلى	132
الجدول26	أزمنة إنتاج المنتجات المختلفة	133
الجدول27	أسعار المنتجات و التكاليف المتعلقة بها	133
الجدول28	التكاليف الوحدوية لإنتاج مختلف المنتجات بالنسبة لكل شعبة	134
الجدول29	تكاليف النقل من المصانع إلى المخازن	136
الجدول30	أزمنة الصنع بالثواني	144
الجدول31	القطع الداخلة في صنع المنتجين	161
الجدول32	نتائج أسلوب التقطيع القائم	177
الجدول33	القطع المتبقية الناتجة عن أسلوب التقطيع القائم	177
الجدول34	مجمل الإحتياجات	179
الجدول35	مخططات التقطيع الممكنة	181
الجدول36	نتائج أسلوب التقطيع المبني على البرمجة الخطية	186
الجدول37	القطع المتبقية الناتجة عن استخدام البرمجة الخطية	186

قائمة الأشكـــال والصور

قائمة الأشكال و الصور:

رقم الشكل أو الصورة	العنوان	الصفحة
الشكل**1**	خريطة تعادل المواقع	**16**
الشكل**2**	سلم تقييم عوامل اختيار الموقع	**17**
الشكل**3**	منحنى علاقة العائد بالخطر	**33**
الشكل**4**	التخطيط الوظيفي	**41**
الشكل**5**	التخطيط السلعي	**43**
الشكل**6**	العناصر الفاعلة في إدارة الإنتاج	**50**
الشكل**7**	تنظيم مصلحة التصنيع	**52**
الشكل**8**	موقع و دور البحث في المؤسسة الصناعية	**57**
الشكل**9**	شكل اللوائح	**61**
الشكل**10**	الصورة العامة للنظام الإنتاجي	**68**
الشكل**11**	أمثلة عن خرائط التسلسل التشغيلي	**73**
الشكل**12**	مفهوم مقايضة التكاليف عند الشراء	**75**
الشكل**13**	مخطط لمستويات الطاقة الإنتاجية	**78**
الشكل**14**	خريطة تعادل الآلات	**93**
الشكل**15**	نموذج مبسط للهيكل التنظيمي	**97**
الشكل**16**	طريقة الحل البياني لمسألة البرمجة الخطية	**109**
الشكل**17**	الهيكل التنظيمي للوحدة الإنتاجية **"algal "**	**155**
الصورة**1**	نماذج من المجنبات	**156**
الصورة**2**	نماذج من إنشاءات الألمنيوم	**156**

Abstrait :

L'activité productive occupe une position importante parmi les aspects de l'activité humaine de par son rôle dans le soutient de l'évolution et le confort socio-économique et l'indépendance économique , c'est de ce point de départ vient notre thème :
« l'application de la programmation mathématique dans la gestion de l'activité productive ».

Lorsqu'on parle de l'activité productive on distingue entre deux grandes phases dans la vie d'un projet donné : la phase de création et la phase de l'exploitation ; ce qui nous a conduit à aborder les thèmes des deux premiers chapitres :

1ier chapitre *;* intitulé « introduction générale à l'activité productive » où quatre axes ont été abordés :

a- définition de l'activité productive et les types de la production .
b- la sélection de la location : facteurs et techniques .
c- les méthodes de l'évaluation des projets .
d- conception et organisation de l'usine .

2eme chapitre *;* intitulé « la gestion de la production : notions principales, cadre et outils » articulé sur trois axes :

a- la structure de la fonction 'production'.
b- Définition de 'la gestion de la production' et les décisions principales du 'manager de la production'.
c- Les outils de la gestion de la production .

Dans le **3eme chapitre** ; intitulé « la programmation mathématique » on a concentré sur un parmi les plus efficaces outils dans la gestion de la production ; on a entamé –alors- « la programmation linéaire et ses applications » , et d'autre part
« la programmation des nombres entiers ».

Le **4eme chapitre** ; a été consacré à « l'étude de cas » ; on y a vu :

a- une brève introduction concernant l'entreprise choisie pour l'étude « la société Algérienne de l'aluminium – ALGAL/unité de production –M'sila » sachant que notre objectif consistait d'établir un programme de découpe pour minimiser la chute résultant de la découpe des profilés de l'aluminium afin de satisfaire les commandes en ouvrages d'aluminium .
b- choix d'une échantillon donnée et l'exécution du travail selon la méthode appliquée dans l'usine.
c- L'exécution de la même échantillon selon un modèle de programmation mathématique où la découpe de profilés a été modélisée pour minimiser la chute ;et ainsi les coûts de la production .
d- La comparaison entre les résultats des deux méthodes , et comme conclusion 'la proposition d'une méthodologie pratique pour la découpe de profilés de l'aluminium afin de satisfaire les commandes' .

الفهـــــــارس

الفهرس

البيـــــــــــــان	الصفحة
المقدمة	01
الفصل الأول : مدخل عام حول النشاط الإنتاجي	07
المبحث الأول : مفهوم النشاط الإنتاجي ، و أنماط الإنتاج	07
المطلب الأول : مفهوم النشاط الإنتاجي	07
المطلب الثاني : أنماط الإنتاج	09
المبحث الثاني : إختيار الموقع	11
المطلب الأول : عوامل اختيار الموقع	12
المطلب الثاني : تقنيات اختيار الموقع	15
المبحث الثالث :أساليب تقييم الإقتراحات الإستثمارية	20
المطلب الأول : أساليب تقييم المشاريع في ظل الثبات و التأكد	20
الفرع الأول : الأساليب التي تتجاهل القيمة الزمنية للنقود (الأساليب التقليدية)	20
الفرع الثاني : الأساليب التي تأخذ القيمة الزمنية للنقود بالحسبان (الأساليب الحركية)	23
المطلب الثاني : أساليب تقييم المشاريع في ظل التغير و عدم التأكد	26
الفرع الأول :معدل الخصم المعدل بمعدل التضخم	26
الفرع الثاني : تقييم المقترحات الإستثمارية في ظل الخطر و عدم التأكد	27
الفرع الثالث : قياس الخطر	29
الفرع الرابع : معدل الخصم المعدل بالخطر	33
المبحث الرابع : تصميم المصنع و إعداده	35
المطلب الأول : مباني المصنع	35
المطلب الثاني : التخطيط الداخلي للمصنع	38
الفرع الأول : المكونات الأساسية للمصنع	38
الفرع الثاني : الإعتبارات الواجب مراعاتها عند القيام بالتخطيط الداخلي للمصنع	39
الفرع الثالث : أنواع التخطيط الداخلي للمصنع	41
المطلب الثالث : ظروف العمل و السلامة المهنية	45
خلاصة الفصل	47
الفصل الثاني : إدارة الإنتاج : المفاهيم الأساسية ،الهيكل و الأدوات	49
المبحث الأول : تشريح وظيفة الإنتاج	49

المطلب الأول : مدير الإنتاج	51
المطلب الثاني : المصالح التشغيلية	52
المطلب الثالث : المصالح الوظيفية	56
المبحث الثاني : المفاهيم الأساسية لعملية إدارة الإنتاج	68
المطلب الأول : مفهوم إدارة الإنتاج	68
المطلب الثاني : قرارات إدارة الإنتاج	69
المبحث الثالث : أدوات و أساليب إدارة الإنتاج	81
المطلب الأول : أساليب التنبؤ	81
المطلب الثاني : نموذج باريتو	84
المطلب الثالث :تحليل التعادل	90
المطلب الرابع : نماذج اتخاذ القرار	94
المطلب الخامس : الهيكل التنظيمي و توصيف الوظائف	97
المطلب السادس : لوحة القيادة	99
المطلب السابع : شبكة Pert	102
خلاصة الفصل	103
الفصل الثالث : البرمجة الرياضية	105
المبحث الأول : مقدمة عن البرمجة الخطية و طرق حل البرامج الخطية	105
المطلب الأول : مقدمة عن البرمجة الخطية	105
المطلب الثاني :طرق حل مسائل البرمجة الخطية	109
الفرع الأول : الطريقة البيانية	109
الفرع الثاني : أسلوب السمبلكس	110
المطلب الثالث : المسألة المرافقة (الثنائية)	117
المطلب الرابع : تحليل الحساسية	121
المبحث الثاني : إستخدامات البرمجة الخطية	124
المطلب الأول : التعدين	124
المطلب الثاني : الصناعات النفطية	126
المطلب الثالث : النظام الغذائي لمستشفى	128
المطلب الرابع : تخطيط الإنتاج	129
المطلب الخامس : برمجة الإنتاج في حالة الساعات الإضافية و المقاولة من الباطن	133

المبحث الثالث : حالات خاصة في البرمجة الخطية	136
المطلب الأول : مسائل النقل	136
المطلب الثاني : مسائل التخصيص	143
المطلب الثالث : حالات تتعلق بسيرورة الحل	148
الفرع الأول: برنامج غير عملي	148
الفرع الثاني : حالة الحلول المثلى البديلة	149
الفرع الثالث : حالة منطقة حلول ممكنة غير محدودة	149
الفرع الرابع :الإنحلال	149
الفرع الخامس : حالة حياد أحد القيود	149
المبحث الرابع : برمجة الأعداد الصحيحة	151
خلاصة الفصل	151
الفصل الرابع:دراسة ميدانية في الشركة الجزائرية للألمنيوم	152
I- التعريف بميدان الدراسة	154
II – مصادر و أدوات جمع المعلومات المستخدمة في الدراسة	158
III- منهجية الدراسة	158
IV- نتائج الدراسة	186
الخاتمة	189
Abstrait	193
الملاحق	195
قائمة المراجع	201

المقـــدمـــــة

المقدمة :

شهدت المؤسسات الإنتاجية نموا وازدهارا منذ أواخر القرن التاسع عشر ،وعرفت نوعا من التنظيم وتقسيم المهام بين العامِلِين على نحو شبه نمطي،يقوم على التركيز على وظائف كبرى تقابل أنواعا من الأعمال محددة بقدر معقول من الدقة ، مثل:"البحث والدراسات "،"الإنتاج "،"الوظيفة التجارية "،"المالية" ،وكانت تنشط في بيئة مستقرة نسبيا، وعلى أساس منتجات وأسواق معرفة بشكل جيد ،وفي ظل تفوق "الطلب "على "العرض".

في ظل تلك الأوضاع استطاعت "وظيفة الإنتاج" أن تفرض أهدافها وغاياتها (العقلانية،التخصص)،وكان دور الوظيفة التجارية ينحصر في بيع المنتجات المصنعة ،واستمر هذا الوضع إلى ما قبل عقود مرَسَّخًا بفعل ندرة العرض والضعف النسبي لظاهرة "المنافسة ".

غير أن تطور البيئة المحلية والدولية وتطور الحاجات أفرز مفهوما جديدا فرض نفسه ضمن المفاهيم الأساسية التي توجه سياسات المؤسسات الإنتاجية وهو مفهوم "التسويق"الذي عُرف بأنه أنشطة بشرية تهدف إلى تسهيل التبادلات، أين صار التمحور الأساسي حول 'الزبون' ،إذْ بات لزامًا مراعاة رغباته والتكيف معها ،وفي الوقت نفسه ظهرت أشكال جديدة من التنظيم تقوم على أساس "المنتج" أو على أساس "السوق" .

فرضت هذه التطورات ضرورة البحث عن أسواق جديدة بما فيها الأسواق الأجنبية ،وحتَّم الصراع مع المنافسة المتنامية على "رجال التسويق"،البحث عن حلول جديدة ،واكتشفوا أن أنجع الحلول،تلك التي يمكن أن تقدمها "إدارة الإنتاج "،وعلى رأسها :خفض التكاليف و تحسين النوعية والآجال.. ،لقد تحتم حينها إيلاء "إدارة الإنتاج "الأهمية اللازمة .

وإذا نظرنا إلى المؤسسة الجزائرية، فإن التغيرات المتسارعة والتحديات المتزايدة في بيئة تنطبع بشكل متزايد بسمات العولمة و الانفتاح الاقتصادي وما يفرزه ذلك من منافسة، تجعل من ترشيد استغلال الطاقات والموارد المتاحة أمرا بالغ الأهمية لمواجهة تحديات الانفتاح واحتدام المنافسة.

ومن أهم الأساليب العلمية الحديثة في اتخاذ القرارات المتعلقة بتسيير الإنتاج واستغلال الموارد "الأساليب الكمية "، وتبرز "البرمجة الرياضية" كأحد أبرز التقنيات المستخدمة في هذا المجال، لذلك سنحاول في هذا البحث تسليط الضوء على هذا الأسلوب وتطبيقه في تسيير النشاط الإنتاجي ، و بناءً عليه جاءت صياغة عنوان بحثنا على النحو التالي :

" **إستخدام البرمجة الرياضية في تسيير النشاط الإنتاجي** " .

أولاً-التساؤلات:

ينطوي البحث على تساؤل أساسي،فحواه :هل يؤدي تطبيق البرمجة الرياضية في عمليات تقطيع المواد إلى تخفيض نسبة الفاقد Loss Ratio ؟

وتندرج تحته جملة من التساؤلات الفرعية،أبرزها :

-ما مفهوم النشاط الإنتاجي وما هي أبرز التقنيات و فنيات التحليل التي يحتاجها القائم بالإستثمار في المرحلة التي تسبق الإستغلال (أي مرحلة التأسيس Creating Phase) ؟

-بماذا تُعنى إدارة الإنتاج ، و ما هي أبرز الفنيات المطبقة من أجل القيام بالمهام المنوطة بها ؟

-ما هي البرمجة الرياضية و ما استخداماتها ؟

- كيف تُستخدم البرمجة الرياضية في عمليات تقطيع المواد ، و ما أثر ذلك على نسبة الفاقد ؟

ثانيًا - الفرضيات:

سأنطلق في الشق النظري من هذا البحث من الفرضيات التالية:

- يكتسي النشاط الإنتاجي أهمية خاصة بين سائر أوجه النشاط الإنساني.
- يمر المشروع الإنتاجي بمرحلة تأسيسية يتعين فيها دراسة جملة من المتغيرات ذات التأثير الحاسم في نجاحه .
- يتمحور هدف عملية إدارة الإنتاج على حسن استغلال الموارد المتاحة .
- تشكل 'البرمجة الرياضية' إحدى الأدوات الهامة و الفعالة في الإستجابة لجملة من مشكلات و تحديات النشاط الإنتاجي.

أما في الجانب التطبيقي فسأنطلق من فرضية أساسية مفادها أن :

استخدام البرمجة الرياضية في تقطيع المواد ، لإنجاز المنتجات المطلوبة، سيخفض نسبة الفاقد و بالتالي يساهم في تدنية تكاليف الإنتاج .

ثالثاً- أهمية البحث:

يضع هذا البحث في متناول المسير نموذجا للتطبيق العملي لتقنية البرمجة الرياضية، في بيئة تتزايد فيها الحاجة إلى استخدام الطرق العلمية والأساليب الحديثة في إدارة النشاط الإنتاجي واتخاذ القرار.

رابعاً-أهداف البحث:

نهدف في هذا البحث إلى أمرين أساسيين :

- تقديم منهجية عملية لتحليل و نمذجة عمليات تقطيع المواد لإنجاز المنتجات المطلوبة.
- تقليل نسبة "الفاقد" الناتج عن تلبية الطلبيات والحصص الإنتاجية و بالتالي تدنية تكاليف الإنتاج.

خامساً- حدود الدراسة :

تمت الدراسة في " الشركة الجزائرية للألمنيوم- وحدة الإنتاج بالمسيلة " في شهر نوفمبر 2006 ، و دارت حول محورين :

تحليل الأسلوب القائم في تقطيع الألمنيوم ، و من ثم اقتراح أسلوب بديل أمثل .

سادساً-المنهج المتبع و الأداة:

إنطلاقا من أن الظاهرة محل الدراسة تقتضي جمع البيانات و تصنيفها وتبويبها ومن ثم تحليلها وتفسيرها لأجل معرفة العوامل المؤثرة على الظاهرة وقياس مدى ذلك التأثير بما يتيح التوصل إلى كيفية ضبط تلك العوامل و التحكم فيها وكذا التنبؤ بالسلوك المستقبلي للظاهرة محل الدراسة ،إنطلاقا مما سبق كان المنهج "الوصفي التحليلي "هو الأنسب لهذا البحث في شقه النظري ، أما في الجانب التطبيقي فقد اعتمدنا منهج " دراسة حالة " لكونه مناسبا لاختبار الفرضيات النظرية .

و فيما يخص " الأداة المستخدمة " فهي كما - يشير العنوان – " البرمجة الرياضية"

سابعاً-الدراسات السابقة :

إن موضوع"البرمجة الرياضية "تم تناوله باستفاضة في جانبه النظري ،غير أن الملاحظ قلة الدراسات الميدانية نسبيا و التطبيقات العملية في هذا المجال .

ثامنا- صعوبات البحث :

إضافة إلى الصعوبات المعهودة لدى القيام بالدراسات الميدانية كصعوبة الدخول إلى المواقع المستهدفة بالدراسة و صعوبة الحصول على المعلومات المناسبة ، نسجل في هذا الإطار أن دراستنا كان مأمولا لها أن تتم على عينة من المنتجات قيد الإنتاج بحيث يتم قياس النتائج المحققة بالأسلوب القائم و من ثم محاولة تحسينها باستخدام النمذجة الرياضية ، غير أنه نظرا لتعذر الحصول على معطيات تخص عينات فعلية لجأنا إلى اختيار 'عينة افتراضية' كأساس للدراسة.

تاسعًا- أقسام البحث:

تم تقسيم البحث إلى أربعة فصول ،تناول الأول مفهوم النشاط الإنتاجي وجانبا من فنيات التحليل و مقتضيات مرحلة تأسيس المشروع الإنتاجي ،وتناول الثاني :وظيفة الإنتاج و المعالم البارزة في تسيير مهامها و الأدوات المستعملة في ذلك ،أما الفصل الثالث فتناول البرمجة الرياضية أين تم التركيز على "البرمجة الخطية "،و الإشارة إلى "برمجة الأعداد الصحيحة "، وخصص الفصل الرابع للدراسة الميدانية أين انصب اهتمامنا على بناء منهجية عملية لعمليات تقطيع المواد .

الفصل الأول

مدخل عام حول النشاط الإنتاجي

الفصل الأول : مدخل عام حول النشاط الإنتاجي .

تمهيد : يحتل النشاط الإنتاجي في المنظمات التي تنتج سلعا مادية كالمصانع أهمية أكبر منها في المنظمات الخدمية كالبنوك و المؤسسات التجارية ؛لكونه في القطاع الأول يهتم بخلق المنفعة الشكلية أي تحويل شكل المدخلات إلى أشكال أخرى عبر عمليات كيميائية أو ميكانيكية أو كهربائية أو يدوية ، و باستخدام عُدد معقدة من آلات و معدات ...

يتطرق هذا الفصل إلى مفهوم النشاط الإنتاجي و أبرز أنماط الإنتاج و بعض المفاهيم و الفنيات ذات الأهمية فيما يخص المرحلة التي تسبق الإستغلال (أي مرحلة التأسيس Creating phase) مثل دراسة الموقع و معايير تقييم الإنفاق الرأسمالي ...

المبحث الأول : مفهوم النشاط الإنتاجي ،و أنماط الإنتاج.

المطلب الأول : مفهوم النشاط الإنتاجي .

يشير تتبع الكتابات التي تناولت مفهوم النشاط الإنتاجي إلى تباين الرؤى و المداخل حسب الفئة التي تتناوله ؛ فالإجتماعيون و الإقتصاديون و الفنيون لكل منهم تصوره حول الموضوع :

أ- فالمفهوم الإجتماعي Sociological Approach ينظر إليه على أنه عملية تفاعل طبيعية تلقائية بين الموارد البشرية و غير البشرية لمجتمع ما ؛تتغذى من التقاليد و الأعراف و القيم السائدة بين القطاعات المجتمعية ، تتم بشكل مستمر بحيث "تسبب التغيرات الجذرية و الواسعة في الهيكل الإقتصادي و الإجتماعي لهذا المجتمع"[1].

كما يأخذ المفهوم الإجتماعي صورة أخرى أين يتـــزيّـــى بالطابع السياسي ،و تصبح حينها العمليات الإنتاجية تحدث بطريقة مقصودة ذات أهداف مسطرة مسبقا كالتنويع في التنمية و"التنسيق بين عناصرها الإجتماعية و الإقتصادية و السياسية و كذلك رسم موقع لوسائل الإنتاج داخل المجتمع و توجيهها لتحقيق النمو و التقدم "[2] .

إجمالا يربط المفهوم الإجتماعي بين النشاط الإنتاجي و التنمية الإجتماعية و الإقتصادية و السياسية باعتباره سندا متينا للنظام الإقتصادي القوي و أداة للسيطرة على مشكلات التضخم و تحقيق التوازن و العدالة بين القطاعات المجتمعية و كذا من جهة ارتباطه بالسيادة و الإعتماد على الذات .

ب-و يعكس المفهوم الفني أو التشغيلي Technical Approach نظرة المتخصصين الفنيين و المهندسين ؛و التي تقوم على تصور النشاط الإنتاجي من خلال الوسائل المستخدمة كالآلات و المعدات ،و من خلال العمليات المختلفة كالعمليات الآلية و الكهربائية و اليدوية المستخدمة في تحويل المواد الأولية .

---

[1] علي الشرقاوي ، إدارة النشاط الإنتاجي مدخل التحليل الكمي ،الدار الجامعية ،الإسكندرية، 2000 ص 10

[2] " " " " " " ص11

فهو إذن « النشاط الذي يكون الغرض منه تحويل المواد الأولية إلى سلع قابلة للإستهلاك، وذلك بإخضاعها لعدة عمليات صناعية، يدوية أو كيميائية، أو مجرد تجميع الأجزاء المصنوعة مع بعضها البعض ثم عرضها للبيع » [1]

يتصف المفهوم التشغيلي للنشاط الإنتاجي بالنظرة الجزئية (أي على مستوى المنظمات) و اهتمامه بالجوانب المادية للعمليات الإنتاجية بما في ذلك العنصر البشري؛ معتبرا إياه عنصرا كغيره من عناصر الإنتاج قابلا للقياس ،

"كما يركز على عمليات مزج المدخلات دون أن يهتم بطرق الحصول عليها ،و كذلك يختص هذا المفهوم بالوسائل التي تستخدم في النشاط الإنتاجي كالآلات و المعدات ؛و يركز على متطلبات تشغيلها و صيانتها و تطويرها "[2].

ج- أما المفهوم الإقتصادي للنشاط الإنتاجي فينطوي على الموائمة بين مدخلات العملية الإنتاجية Input بطريقة رشيدة من أجل خلق منافع تتوزع بين المنفعة الشكلية و الزمانية و المكانية و الحيازية :

-يقصد بالمنفعة الشكلية تغيير شكل المدخلات من شكل إلى آخر يزيد من قيمتها الإقتصادية كتحويل المعدن إلى أدوات و الفواكه إلى مربى...

-و يقصد بالمنفعة الزمانية الإحتفاظ بالأشياء إلى فترة لاحقة عندما تظهر الحاجة إليها بحيث تزيد قيمتها عن الفترة السابقة كتخزين الحبوب في موسم الحصاد(الصيف) إلى موسم ارتفاع الطلب عليها (الشتاء).

-و يقصد بالمنفعة المكانية نقل السلع إلى مكان آخر بحيث تزيد قيمتها بعد الإنتقال كنشاط نقل البضائع بمختلف الوسائل.

-و يقصد بالمنفعة الحيازية تحويل الملكية من طرف إلى آخر على نحو يضيف إليها منفعة ترفع قيمتها كنشاط الوساطة و السمسرة .

يتصف المفهوم الإقتصادي للنشاط الإنتاجي بأنه ينتظم مختلف القطاعات التجارية و الصناعية و الخدمية ، متجاوزا بذلك النظرة التقليدية التي لا تأخذ بالإعتبار إلا السلع المادية كجوهر للنشاط الإنتاجي ، كما أنه يحقق الفصل بينه و بين الأوجه الأخرى للنشاط الإنساني كالنشاط السياسي و الإجتماعي و العسكري و غيره .

إن جزءاً معتبرا من المفاهيم السابقة يتراوح بين العموم المنشىء للتداخل بين النشاط الإنتاجي و الأنواع الأخرى للنشاط الإنساني؛ و بين الضيق المخل بفهم الموضوع ،لذا يمكن أن نحوصل المفهوم كما يلي :

النشاط الإنتاجي هو"النشاط المنظم و الموجه عمدا لاستخدام الموارد المتاحة و توجيهها لإيجاد أشياء نافعة تشبع حاجات الإنسان المعاصر "[3] .

---

[1] سعيد أوكيل، وظائف و نشاطات المؤسسة الصناعية،الجزائر،ديوان المطبوعات الجامعية، 1992 ص08

[2] علي الشرقاوي ، مرجع سابق ص 13 بتصرف.

[3] علي الشرقاوي ، مرجع سابق ص 14 .

المطلب الثاني : أنماط الإنتاج .

هناك عدة أنماط من الإنتاج يمكن أن نجملها فيما يلي :[1]

1- الإنتاج المستمر Process Shop :

الإنتاج المستمر هو" تشغيل إنتاجي مستمر على مدى 24 ساعة يومياً، لإنتاج منتج معين أو عدد محدود نسبياً من منتجات متشابهة بكميات كبيرة، وتستخدم في ذلك تجهيزات رأسمالية (آلية) مكثفة، لذلك فهي تتطلب تكلفة إستثمارية مبدئية عالية" [2] و يتميز هذا النمط بالخصائص التالية :

-حجم الإنتاج كبير .

-يقوم على ما يسمى "سلسلة الإنتاج".

-تتم العمليات الإنتاجية دون توقف (دون ضبط متكرر للآلات) .

-ضرورة تحقيق التوازن بين مختلف الآلات لتفادي حصول الإختناقات Bottleneck-activities ،حيث يشير هذا المفهوم إلى "الطور الأبطأ في سيرورة العملية الإنتاجية أين يتراكم الجاري قيد الصنع "[3].

-العاملون التشغيليون لا يشترط فيهم التخصص أو المهارة العالية ، إذ ينحصر دورهم في إشغال و إيقاف الآلة و التي تشتغل بصورة شبه آلية ، كما أن عددهم قليل نسبيا .

-الإداريون يتطلب منهم تخصص و مهارة .

-أوامر الإنتاج قليلة جدا بسبب عدم حدوث تعديلات كثيرة .

-مخزون المواد الأولية و قيد التصنيع Under-work ضعيف بسبب أن المواد الأولية مستعملة بكميات كبيرة و ليست ثابتة .

-الصيانة الوقائية ضرورية بالنظر إلى خطر توقف الورشة بالكامل[4] .

-ضرورة تحرك المواد بسرعة داخل المصنع مما يستدعي الإعتماد على المناولة الآلية .

يمتاز هذا النمط باستغلال أفضل للتكاليف الثابتة نتيجة ضخامة الكمية المنتجة ؛ و من أبرز سلبياته أن تعطل حلقة واحدة يعرض السلسلة الإنتاجية كلها للتوقف و بالتالي ارتفاع تكاليف الصيانة الوقائية و تطلبها متخصصين مهرة .

2- الإنتاج المتقطع Job Shop :

هو ذلك النمط من الإنتاج القائم على صنع تشكيلة متباينة من الأجزاء و الوحدات التجميعية و السلع التامة و التي تختلف فيما بينها من حيث المواصفات و الأشكال و الإستعمال ،و هو مبني غالبا على أساس الإنتاج بالطلبيات Orders ؛ و يتميز بالخصائص التالية :

-حجم الإنتاج محدود.

---

[1] الأستاذة بن حالة سامية : جامعة فرحات عباس سطيف .محاضرات لطلبة ليسانس تسيير .مقياس إدارة الإنتاج 99/98 بتصرف يسير.

[2] أحمد سيد مصطفى،إدارة الإنتاج و العمليات في الصناعة و الخدمات،مصر،كلية التجارة،جامعة بنها، 1999 ، ص 251

[3] Michael Ballé ,Reengineering des processus ,traduit par Monique Sperry,Dunod,paris,2000 , p/158

[4] P.Baranger,G.Huguel , gestion de la production acteurs;techniques et politiques,Librairie Vuibert, 1981,Paris p 23

-تجميع الآلات يكون على أساس طبيعتها ؛و تكون عادة آلات نمطية General Purpose Machines .
-المنفذون مهارتهم متوسطة.
-الإداريون متخصصون .
-أوامر الإنتاج كثيرة و تحمل الكثير من التعليمات.
-مخزون المواد الأولية والمواد قيد التصنيع مرتفع .
-المناولة تتطلب مكانا واسعا و معدات ميكانيكية (الروافع...).

أهم مزية في هذا النمط عموما هي المرونة ،لكنه –استنادا إلى معيار استغلال التكاليف الثابتة– مكلف ؛على الأقل إذا قورن بنمط الإنتاج المستمر .

3-الإنتاج بالمشروع Production In Projects :

يسمى أحيانا بـــ" نمط الإنتاج حسب الطلب" ،و عادة تكون الكميات المطلوب تصنيعها صغيرة و قد يكون الطلب مرة واحدة أو يتكرر عدة مرات ، مثل: بناء السفن ،الجسور،صنع الطائرات،الصواريخ...

يتميز هذا النمط بالخصائص التالية :

-الإنتاج بالطلب.
-الوحدوية و نقص عدد المنتجات.
-مستوى التعقيد في المنتج كبير.
-التخصص و الكفاءة في إدارة المشروع و مهارة و فعالية المنفذين للمشروع.
-طول فترة الإنتاج مع تجنيد كل الموارد لإنجاز هذا المشروع.
-تدخل في كثير من الأحيان عدة مؤسسات في إنجاز المشروع بطريقة مشتركة أو متتالية .

عند الكلام عن النشاط الإنتاجي لا بد و أن يتطرق إلى الذهن التفكير في الموقع المناسب للمشروع الإنتاجي المختار ؛ و هو ما نبحثه في المبحث الموالي .

المبحث الثاني : إختيار الموقع Location Studies

لم تستقر أبحاث دارسي الأعمال و محللي تطوراتها على رأي جامع يفسر مسألة التوطن و يقدم جوابا دقيقا عن دوافع وضعية التموقع التي شهدتها المشاريع الإنتاجية منظورا إليها عبر مدخل تاريخي Historical Approach ؛و لعل مرد ذلك أساسا إلى تعدد العوامل التي تحكم الظاهرة و تباين الأوزان الترجيحية في هيكل العوامل الذي يبني على أساسه كل مستثمر قراراته و تفاوت تأثير تلك العوامل بين نشاط و نشاط ؛و وقت و وقت ؛و مكان و مكان .

إن قرار اختيار موقع التوطن الصناعي من أحد القرارات الإستراتيجية الهامة ؛سواء تعلق الأمر بإنشاء منشأة جديدة أو بعملية توسع هادفة إلى استغلال فرص في البيئة أو مواجهة طلب فائض ؛أو تغيير المواقع نتيجة نضوب المدخلات المجاورة أو نتيجة ظهور مواقع بديلة أكثر جاذبية .

"إن التموقع الجغرافي لنشاط إنتاجي معطى يمكن أن يكون له تأثير هام على تكلفة أداء ذلك النشاط"[1] ؛و ترجع أهمية قرار اختيار الموقع إلى سببين بارزين :

1- "تؤثر قرارات الموقع على الإحتياجات الرأسمالية و تكاليف التشغيل و الإيرادات و العمليات ؛فقد يترتب على سوء اختياره مثلا فقدان شريحة من العملاء... "[2]

2-"أنه قرار يفتقر المرونة"[3] حيث "تترتب عليه التزامات طويلة الأجل و أي خطأ فيه يصعب التغلب عليه ،فمثلا لو أسيء اختيار الموقع لربما ترتب عليه ارتفاع تكاليف النقل ،عجز في العمالة المدربة ،عجز في الإمداد..."[4] .

يصنع قرار اختيار الموقع عبر خطوات تتلخص في :

-تحديد معايير المفاضلة بين المواقع مرتبة حسب الأهمية ،حيث يختلف الأمر من قطاع إلى آخر ،"فمثلا تحتاج المفاعلات الذرية إلى كميات كبيرة من المياه بغرض التبريد" [5] ، و يتركز الإهتمام بالنسبة للمصانع على القرب من المواد الخام مثلا ؛أما المؤسسات الخدمية فتركز على الإقتراب من السوق.

-تحديد قائمة بالمواقع المتاحة و التي تشكل البدائل المختلفة Available Alternatives .

-تقييمها ثم الإختيار Evaluation and Selection .

و يتأثر القرار بالعديد من العوامل ؛و قد يخضع لتأثير عامل واحد أو عدد محدود منها حسب الأهمية ،و باستقصاء هذه العوامل يمكن أن نجملها فيما يأتي :

---

[1] Michael Porter,l'avantage concurrentiel,traduit de l'américain par 'Philippe de Lavergne',Dunod,Belgique,2003 p107

[2،4] نبيل محمد مرسي،إستراتيجية الإنتاج و العمليات (مدخل إستراتيجي) ،دار الجامعة الجديدة ،الإسكندرية ،2002 ، ص111 و 112 بتصرف .

[3] ثابت عبد الرحمان إدريس،مقدمة في إدارة الأعمال اللوجستية ،الدار الجامعية،الإسكندرية، 2003/2002 ، ص 205 .

[5] نبيل محمد مرسي، مرجع سابق، ص114 .

المطلب الأول :عوامل اختيار الموقع Location Selecting Factors

1- المواد الخام Raw-material :

"تمثل المادة الخام عادة نسبة كبيرة مقارنة ببقية تكاليف الإنتاج كتكاليف عنصر العمل ،و الخدمات الصناعية الأخرى(وقود،طاقة،إضاءة...)"[1] ؛ لذا تنجذب الصناعة بشكل عام و على تفاوت إلى المناطق "التي تتوفر فيها المادة الخام الأساسية التي تستخدمها ،خاصة الصناعات التي تعتمد على مادة خام قيمتها منخفضة بالنسبة إلى وزنها إذ يفضل التوطن بالقرب منها نظرا لانخفاض وزنها كثيرا بعد تصنيعها ،و من أمثلة تلك الصناعات صناعة الإسمنت و صناعة الأسمدة "[2] ، و تتصف الصناعة التي تنجذب إلى مصادر المواد الخام عموما بما يلي :

" – الأهمية النسبية للمادة الخام إلى العمال مرتفعة

– نسبة تكاليف العمل إلى التكاليف الكلية منخفضة

– القيمة النسبية للمادة الخام إلى وزنها منخفضة . "[3]

تعتبر نفقات النقل حجر الزاوية في تكلفة الحصول على المادة الأولية ،لذا يلعب ازدهار شبكات النقل لجهة البنية التحتية Infra-structure و لجهة توفر وسائل النقل المختلفة أثرا هاما في تخفيض تكلفة الحصول على الخامات و من ثم في التقليل نسبيا من أهمية هذا العامل كمعيار للتوطن ؛باستثناء الصناعات ذات الإحتياج الكبير من المواد الأولية أو المعتمدة على خامات ضخمة أو ثقيلة Heavy-Inputs كصناعات تحويل القطن و المتوطنة غالبا قرب مزارعه ،و الصناعات الحديدية و صناعة الإسمنت و الزجاج المتوطنة قرب المواد الخام لاحتياجاتها الكبيرة منها .

كما يلعب عامل القابلية للتلف دورا في تحديد مدى ضرورة القرب من مصادر المادة الخام "كما هو الحال في صناعات تعليب الفواكه و الخضراوات و الألبان " [4] ، و بالمثل يحد ازدهار وسائل النقل الـــمُكَيّفة من ضغط هذا العامل باتجاه القرب من الخامات .

و كمثل الخامات يبرز تأثير عامل "الإرتباط" في مسألة التوطن سواء على صعيد المنظمة الواحدة أي بين المواقع قيد الدراسة و المواقع القائمة بهدف تسهيل الإشراف عليها و التبادل بينها ، أو الإرتباط بين منظمة و أخرى تعتبر مخرجاتها Outputs مدخلات للأولى كتوطن صناعة السيارات قرب صناعة الحديد ؛و هو ما يسهل الإتصال و يخفض تكاليف نقل المدخلات و مدتها .

2- الأسواق Markets :

إنطلاقا من أن غرض الإنتاج هو التسويق ،يكتسي القرب من الأسواق أهمية بارزة لنجاح الصناعة خاصة بالنسبة للمؤسسات التي تتعامل في منتجات سريعة التلف ، و تختلف الأسواق باختلاف المعطيات السكانية و الإجتماعية و الثقافية الواجب مراعاتها مثل عدد السكان ، القدرة الشرائية،العادات و الأنماط الإستهلاكية .

---

[1] ، [2] [3] علي الشرقاوي ، مرجع سابق، ص 61 بتصرف .

[4] نبيل محمد مرسي ، مرجع سابق، ص 114 بتصرف.

و تجدر الإشارة إلى أن هناك علاقة عكسية بين درجة تعقيد السلعة و مستوى المرونة في قرار اختيار الموقع ، فكلما كانت السلعة المنتجة معقدة كصناعة الآلات ، كانت مجالات التسويق أضيق و بالتالي انخفضت درجة المرونة في المفاضلة بين المواقع ، و كلما كانت السلعة بسيطة في صناعتها –و التي عادة تكون سلعا ضرورية تقتنيها شرائح واسعة – اتسعت مجالات تسويقها و سهلت ،و بالتالي تكثر المواقع التي يمكن أن تنتج فيها .

3-الأيدي العاملة workers :

"هي ذلك الجزء من السكان الذي يستطيع أن يشارك بمجهوده العضلي أو الذهني في النشاط الإقتصادي "[1] ، و هو من العوامل المؤثرة في توطن الصناعة من ناحية توفر نوعيات معينة من العمال و بالحجم الكافي و مستويات الأجور الملائمة ، و في حال عدم توفر العمالة المدربة Qualified Employees فينبغي أن تؤخذ في الإعتبار تكاليف التدريب و التأهيل لدى المقارنة بين المواقع .

4-الطاقة و الوقود Energy and Fuel :

"رغم نجاح التطور الفني في إحلال مادة بأخرى و الإقلال من استهلاك الوقود ،إلا أن موارد الطاقة و القوى المحركة تعتبر عصب الصناعة التحويلية الحديثة"[2] ، حيث تختلف أهمية القرب منها حسب حاجة الصناعة إليها و تكاليف استغلالها ، فمثلا تحتاج صناعات تحويل المعادن إلى الطاقة الحرارية أساسا بغرض الصهر Melting ،و في صناعات أخرى "يتزايد الطلب على الكهرباء لعمليات التحليل الكهربائي "[3] كصناعة الأسمدة الآزوتية و الألمنيوم و كذلك الصناعات التي تنتج مواد سريعة التلف أين يلعب الكهرباء دورا حيويا بغرض توفير الجو المناسب للتخزين مثل صناعات الحليب و مشتقاته ، فينبغي اعتبار تكاليف إنشاء محطة لتوليد الكهرباء لدى تقييم موقع بعيد عن شبكة الكهرباء ، بل قد تستدعي بعض الصناعات إنشاء محطة توليد حتى في حال القرب من شبكة الكهرباء لاستخدامها في الطوارىء كالصناعات التي تتعرض لخطر تجمد المواد أثناء تشغيلها مثل صناعات البلاستيك.

5-البنية التحتية و مؤشرات التنمية البشرية Infra-struture and Human Development Indicators :

تلعب وفرة المرافق المختلفة كمصادر المياه و شبكات الصرف الصحي و شبكة الطرق و مستوى المعيشة و الرعاية الصحية و السكن الملائم و المدارس و الهاتف و شبكات الإتصال...دورا هاما في التوطن الصناعي ، فالصناعات التي تحتاج إلى المياه في عملياتها كصناعة الورق عليها أن تأخذ في الإعتبار تكاليف إنشاء مرافق للمياه إن هي لم تتوطن بالقرب من الأنهار أو البحار مثلا ، و هناك صناعات تواجه مشكلة التخلص من المخلفات الصناعية كشركات الكيماويات و الأدوية و هي بحاجة إذن إلى شبكات الصرف الصحي .

---

[1] علي الشرقاوي : مرجع سابق ص 62

[2] ، [3] " " " " ص64 بتصرف

6-الإعتبارات الجغرافية و الطبيعية Factors of Geography and Nature :

من العوامل المحددة للتوطن الصناعي اعتبار"تجنب الكوارث الطبيعية و غير الطبيعية "[1] كالتموقع بعيدا عن مناطق الزلازل و الفيضانات و العواصف و كذا تجنب الأراضي الفلاحية حفاظا عليها .

و يُلحَق بهذه الإعتبارات صلاحية الأراضي ؛فبعضها "غير ملائم لإقامة المباني أو لا تتحمل الآلات خاصة تلك التي تصدر اهتزازات ، و بعضها يحتاج إلى أساسات عميقة بسبب وجودها فوق منسوب مياه مرتفع أو لقربها من مجاري المياه "[2] .

فعند التفكير في موقع ينطوي على أحد تلك المخاطر، ينبغي –لدى المفاضلة بين المواقع – أن تؤخذ بالإعتبار تكاليف تقنيات الوقاية و الملاءمة المطبقة في الإنشاءات كالأنظمة المضادة للزلازل مثلا .

7-العوامل السياسية و الإستراتيجية Political and Strategical Factors :

أصبح للعوامل السياسية و الإعتبارات العسكرية و التدخل الحكومي وزن هام في سيرورة التوطن الصناعي ،خاصة بالنسبة للصناعات الحيوية كالكيماويات و صناعة الطائرات ...

فقد تتدخل الدولة عبر أدوات تحفيزية و منح امتيازات كالإعفاء الضريبي بهدف التأثير على توطن الصناعة لأغراض اجتماعية كدعم التنمية في مناطق معينة أو لغرض التوازن الجهوي .

كما تستدعي الإعتبارات السياسية و العسكرية تشتيت الصناعات الحيوية عبر مسافات متباعدة و منع تمركزها ، و كذا إبعاد الصناعات الحربية و الصناعات الخطرة عن التجمعات السكانية أو المدن أو الصناعات الأخرى لتجنيب تلك المناطق مخاطر التدمير أو التلوث .

و يندرج ضمن الإعتبارات الإستراتيجية تفضيل المواقع التي تستجيب لإمكانية التوسع المستقبلي.

بعد معرفة العوامل المؤثرة في التوطن الصناعي ، من الضروري معرفة الأساليب و التقنيات المستخدمة لاختيار الموقع ، و أبرزها :

-تحليل التكلفة/الحجم للموقع

- طريقة هيكل العوامل

-أسلوب مركز الجاذبية

[1] ، [2] علي الشرقاوي ، مرجع سابق ص66 بتصرف .

المطلب الثاني : تقنيات اختيار الموقع Location Selecting Technics .

1 -أسلوب تحليل التكلفة/الحجم للموقع Locational Cost-Volume Analysis :

هو أسلوب للمفاضلة بين المواقع المتاحة ، "و يمكن أن يتم هذا التحليل بيانيا أو جبريا ؛و إنما يفيد الرسم البياني في تصوير المدى الذي يتفوق فيه كل بديل على حدة"[1]، و يرتكز هذا الأسلوب على :

-تحديد مجمل التكاليف(ثابتة و متغيرة)المرفقة بكل موقع .

-التمثيل البياني لدالة التكاليف الكلية الخاصة بكل موقع.

-تحديد الموقع ذي التكلفة الكلية الأقل عند مستوى معين من الإنتاج.

كما يفترض هذا التحليل ما يلي :

-ثبات التكاليف الثابتة طيلة مجال معين من حجم النشاط.

-خطية العلاقة بين التكاليف المتغيرة و مستوى الإنتاج .

-"إمكانية تقدير المستوى المطلوب من المخرجات بدقة"[2] .

-وجود منتج واحد .

و لأجل التبسيط نضرب المثال التالي :

تقوم شركة "المقري" لتعليب الفواكه بدراسة لإنشاء مصنع جديد لإنتاج مربى المشمش ، و أمامها أربعة مواقع متاحة : مقرة ،برهوم ،بلعائبة ،سوبلة ؛ حيث قامت الإدارة بتحليل تكاليف المواقع فكانت كالتالي :

الموقع	التكاليف الثابتة (ون)	التكلفة المتغيرة الوحدوية (ون)
مقرة	1200	0.8
برهوم	1100	0.6
بلعائبة	1800	0.5
سوبلة	2400	0.3

الجدول 1 : التكاليف الثابتة و المتغيرة لمختلف المواقع .

تريد الشركة اختيار الموقع الأمثل بدلالة أن حجم الإنتاج المخطط هو 1700 وحدة شهريا ؟

[1] نبيل محمد مرسي ،مرجع سابق،ص 116 بتصرف .
[2] نبيل محمد مرسي، مرجع سابق، ص116 بتصرف

لنأخذ الرموز التالية :

A:مقرة B :برهوم C :بلعائبة D : سوبلة

Ct :التكاليف الكلية Cva : التكلفة المتغيرة الوحدوية Cf :التكاليف الثابتة Q : حجم الإنتاج

و لنختر مستوى إنتاج معين و ليكن (2000) وحدة مثلا ؛ثم نحسب التكاليف الكلية لكل موقع :

$$Ct = Cf + Cva.Q$$

$$Ct_{(a)} = 1200 + 0.8(2000) = 2800$$

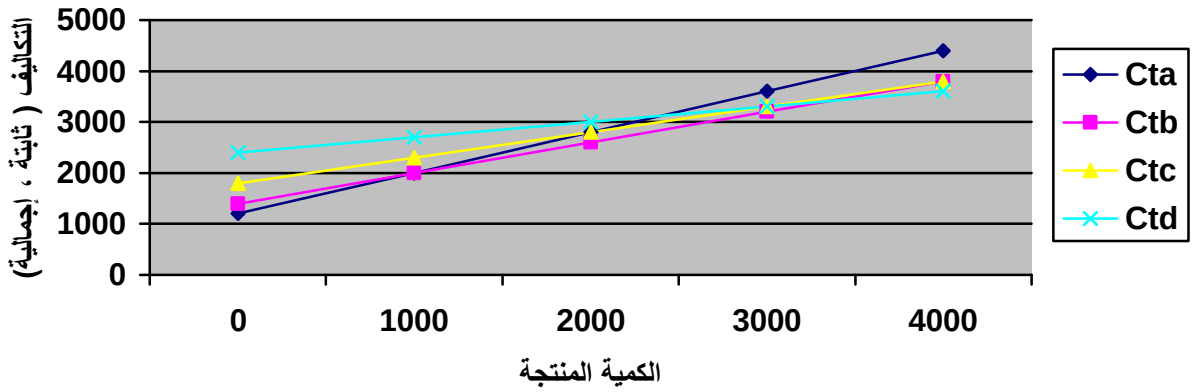
$$Ct_{(b)} = 1400 + 0.6(2000) = 2600$$

$$Ct_{(c)} = 1800 + 0.5(2000) = 2800$$

$$Ct_{(d)} = 2400 + 0.3(2000) = 3000$$

لقد صار لدينا هنا نقطتان لكل موقع : التكلفة الثابتة ، و التكلفة الكلية عند مستوى إنتاج قدره 2000 وحدة ، و بما أن العلاقة خطية فالنقطتان كافيتان لتمثيل دالة التكاليف :

الشكل 1 : خريطة تعادل المواقع



تسمى نقاط التقاطع في الشكل السابق 'نقاط تعادل المواقع' ؛ لذلك يسمى الشكل السابق "خريطة التعادل" ،و يمكن حساب تلك النقاط جبريا عن طريق مساواة دوال التكاليف للمواقع مثنى مثنى ؛فمثلا يحسب تقاطع الموقعين A و B كما يلي :

$$1200+0.8q=1400+0.6q$$

$$0.8q-0.6q=1400-1200$$

$$0.2q=200 \Rightarrow q = \frac{200}{0.2} = 1000$$

أي عند مستوى إنتاج قدره 1000 وحدة شهريا تتساوى أفضلية الموقع A و B ، و بالمثل يمكن حساب بقية نقاط التعادل .

و يتضح من الرسم البياني ما يلي :

– في مجال المخرجات الممتد من الصفر إلى 1000 وحدة شهريا نلاحظ أن خط التكاليف الكلية للموقع "مقرة" يقع أسفل نظيره للموقع "برهوم" ، و هو ما يعني أفضلية "مقرة"على "برهوم" و على كل المواقع إذا أردنا إنتاج 1000 وحدة شهريا فما دون .

– في المجال الممتد من 1000 إلى 2000 وحدة شهريا ؛يقع خط التكاليف الكلية للموقع "برهوم" في مستوى أدنى من المواقع الأخرى ؛و بذلك يكون أفضل موقع للمصنع الجديد إذا كان حجم الإنتاج المخطط ما بين 1000 و 2000 وحدة شهريا .

– في المجال الممتد من 2000 إلى 3200 وحدة ، يتفوق الموقع 'C' (بلعائبة) على المواقع الأخرى .

– بينما إذا كان حجم الإنتاج المخطط يفوق 3200 وحدة شهريا ؛فإن "سوبلة" تصبح أفضل المواقع للمصنع الجديد ؛لكون خط تكاليفها أدنى من خطوط بقية المواقع كما يظهره الرسم.

– بما أن الإنتاج المقرر هو 1700 وحدة ؛فإن "برهوم" هو الموقع الأنسب من حيث انخفاض التكاليف الكلية .

2– أسلوب هيكل العوامل (طريقة ترتيب العوامل) Factor Rating Method :

هو أسلوب لتقييم المواقع يتضمن جملة من العوامل الكمية و الذاتية تختلف أهميتها من منشأة إلى أخرى ؛ بحيث ترفق بكل عامل قيمة تدل على أهميته في صنع أفضلية الموقع ؛و قيمة أخرى تدل على مدى توفره في الموقع المدروس ، و ينتج من ذلك قيمة مركبة لكل موقع تعكس مدى انطباق هيكل العوامل المختارة عليه ،و على أساسه تتم المفاضلة .

و لتطبيق هذه الطريقة نتبع الخطوات التالية :

–تحديد قائمة العوامل الملائمة عند اختيار الموقع (توفر المياه،السوق،العمالة ،المادة الخام...)

–"إعطاء وزن لكل عامل يعبر عن أهميته النسبية مقارنة مع بقية العوامل ،بحيث يكون مجموع الأوزان مساويا للواحد"[1]

–إعطاء درجة لكل موقع مقابل كل عامل تعبر عن مدى تحققه في ذلك الموقع ؛و يمكن على سبيل المثال أن يكون سلم الدرجات يتراوح بين (1) و (5) حيث :

الشكل 2 : سلم تقييم عوامل اختيار الموقع

–"ضرب كل وزن في الدرجة المقابلة و تجميع النواتج لكل موقع"[2]

–"إختيار الموقع الذي يحقق أعلى درجة مركبة"[3].

و للتوضيح نأخذ المثال التالي :

[1] ، 2 ، 3 نبيل محمد مرسي ، مرجع سابق ص122 بتصرف.

لنفرض أن الشركة السابقة (شركة المقري لتعليب الفواكه) بصدد استخدام هذه الطريقة للمفاضلة بين "سوبلة" و "مقرة" لاختيار موقع لفرعها الجديد (مصنع مربى المشمش) ، و بعد التحليل المبدئي تم الحصول على الجدول التالي و الذي يظهر العوامل التي ارتأتها الشركة ذات أهمية خاصة في قرار اختيار الموقع و القيم ذات الصلة :

العوامل	الوزن	الدرجة		الدرجات المرجحة بالأوزان	
		سوبلة	مقرة	سوبلة	مقرة
-وفرة المادة الأولية	0.30	05	02	1.50=05x0.3	0.60=02x0.3
-جودة المادة الأولية	0.10	04	02	0.40	0.20
-وفرة المياه	0.15	05	03	0.75	0.45
-وفرة اليد العاملة	0.05	02	05	0.10	0.25
-القرب من الأسواق	0.20	02	05	0.40	1.00
-تطور أنظمة الإتصال	0.10	02	05	0.20	0.50
-القرب من المحل الحالي	0.05	03	04	0.15	0.20
-إنخفاض تكاليف الإيجار	0.05	04	02	0.20	0.10
Σ =	1.00			03.70	03.30

الجدول 2 : إستخدام أسلوب 'هيكل العوامل' للمفاضلة بين المواقع

نلاحظ أن القيمة المركبة للموقع "سوبلة" أكبر من القيمة المركبة للموقع "مقرة" (3.7 >3.3) و بالتالي فهي الموقع الأفضل للفرع الجديد.

3-أسلوب مركز الجاذبية Center of Gravity Method :

"يتعامل هذا الأسلوب أساسا مع تكلفة التوزيع باعتبارها دالة خطية في المسافة و الكمية المشحونة" [1] مفترضا ثبات الأخيرة عبر الزمن ؛ لذلك يصلح لتحديد موقع مركز توزيع أو موقع مصنع بحيث يتم تخفيض تكاليف التوزيع ،و يعتمد هذا الأسلوب على رسم خريطة دقيقة ضمن معلم ثنائي الأبعاد ؛تظهر مواقع المصبات(نقاط الوصول) ثم استخدام معادلات بسيطة لحساب إحداثيي الموقع المفضل ، و لتوضيحه نأخذ المثال التالي :

تفكر شركة"المقري" لتعليب الفواكه في إنشاء مستودع مركزي لإمداد أربعة مراكز توزيع باحتياجاتها من المنتج ، تتوزع هذه المراكز على : "سطيف" ، "باتنة" ،"المسيلة" ،"قسنطينة" ؛ و قد قدرت الإحتياجات الأسبوعية لكل مركز كما يلي :

سطيف :250 وحدة ، باتنة :190وحدة ، المسيلة : 270 وحدة ، قسنطينة :230 وحدة.

المطلوب : استخدام أسلوب مركز الجاذبية لتحديد أفضل المواقع لإنشاء المستودع المركزي ؟

[1] نبيل مرسي ، مرجع سابق ص123 .

نطبق هذا الأسلوب كما يلي :

- استنادا إلى نقطة أصل افتراضية نقوم برسم المسافات بين تلك المراكز في معلم ذي محورين (أفقي و عمودي) .
- ثم ننشئ الجدول الموالي (قدمنا أرقاما افتراضية) :

مركز التوزيع	الإحداثي الأفقي	الإحداثي العمودي	الكمية المطلوب شحنها أسبوعيا
سطيف	10	10	250
باتنة	6	8	190
المسيلة	20	6	230
قسنطينة	2	2	270
	38	26	940

الجدول 3 : تحديد الإحداثيات الأفقية و العمودية للمواقع

نقوم بحساب إحداثيي الموقع المفضل وفقا لإحدى الحالتين :

-في حالة عدم تساوي الكمية المشحونة إلى مراكز التوزيع يحسب الإحداثيان بالمعادلتين :

$\bar{X} = \frac{\sum Xi.Qi}{\sum Qi}$ ، حيث :

$\bar{X}$ هي الإحداثي الأفقي للموقع المفضل، Xi :الإحداثي الأفقي لمركز التوزيع i ،Qi :الكمية المشحونة إلى المركز i و الكلام نفسه يقال عن الإحداثي العمودي ؛و الذي يحسب بالمعادلة : $\bar{Y} = \frac{\sum Yi.Qi}{\sum Qi}$

و بالتطبيق في مثالنا :

$$\bar{X} = \frac{10(250)+6(190)+20(230)+2(270)}{940} = 9.34 \qquad \bar{Y} = \frac{10(250)+8(190)+6(230)+2(270)}{940} = 6.32$$

نلاحظ أن إحداثيي الموقع المفضل هما :(9.34 ، 6.32) ؛ و بالرجوع إلى المعلم السابق الذي كنا قد حددنا عليه مختلف المواقع نقوم بتحديد النقطة الناتجة و بذلك نتعرف على الموقع المفضل .

-أما في حالة تساوي الكميات المشحونة إلى كل مراكز التوزيع ،فيحسب الإحداثيان كما يلي :

$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n}$ ، حيث : n هي عدد مراكز التوزيع، $\sum Xi$:مجموع الإحداثيات الأفقية و تؤخذ من الجدول السابق ؛ و $\bar{Y} = \frac{\sum Yi}{n}$.

فإذا فرضنا في مثالنا أن كل مركز يحتاج إلى 200 وحدة أسبوعيا ،يصبح إحداثيا الموقع المفضل كما يلي :

$$\bar{X} = \frac{38}{4} = 9.5 \qquad \bar{Y} = \frac{26}{4} = 6.5$$

تمر المشاريع الإنتاجية المقترحة بمرحلة تسمى 'دراسة الجدوى Feasibility Studies' أين ينصب الإهتمام على تقييم المشروع من عدة مداخل (دراسة الجدوى التجارية، دراسة الجدوى المالية ، دراسة الجدوى الفنية...) و قد مر معنا واحد من أهم متغيرات 'دراسات الجدوى' أي 'دراسات اختيار الموقع' .

وكثيرا ما تنطوي مرحلة التأسيس للنشاط الإنتاجي على عملية 'مفاضلة' بين عدة مشاريع مقترحة ، و هو ما يقودنا إلى معايير المفاضلة .

المبحث الثالث : أساليب تقييم الإقتراحات الإستثمارية Projects Evaluation Methods:

يتم تقييم المشاريع الإستثمارية و المفاضلة بينها بناءً على التدفقات النقدية لكل مشروع ؛حيث يحسب التدفق النقدي Cash-Flow كالآتي :

	الإيرادات
–	نفقات الإستغلال خارج الإهتلاك
=	الهامش قبل الإهتلاك
–	الإهتلاك
=	الهامش بعد الإهتلاك
–	الضريبة
=	الدخل الصافي
+	الإهتلاك
=	التدفق النقدي

المطلب الأول : أساليب تقييم المشاريع في ظل الثبات و التأكد Certainty :[1]

هناك عدة معايير تستخدم في هذه الحالة ؛منها ما يأخذ تأثير الزمن على النقود بالحسبان و منها ما يتجاهله ،سنأخذ في المجموعة الثانية معيارين بارزين :معدل العائد المحاسبي ،فترة الإسترداد ، و نأخذ ضمن المجموعة الأولى :صافي القيمة الحالية ، معدل العائد الداخلي .

الفرع الأول : الأساليب التي تتجاهل القيمة الزمنية للنقود (الأساليب التقليدية) :

I- معدل العائد المحاسبي Simple Rate of Return:

يعرف هذا المعيار بـــ"معدل المردودية المتوسط المحاسبي" أو متوسط معدل العائد ؛و هو يشير عموما إلى النسبة بين الأرباح المحصلة و الإستثمار ؛و يمكن أن نعبر عنه بالصيغة التالية :

[1] من محاضرات الأستاذ "زعباط عبد الحميد" الموجهة لطلبة سنة أولى ماجستير إدارة أعمال 2005/2004 –جامعة حسيبة بن بوعلي الشلف مقياس "تقييم المشاريع" بتصرف .

$$Trc = \frac{\frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} Rct}{I_0}.100$$ حيث :

Trc: معدل العائد المحاسبي . Rct : الربح المحاسبي للسنة t. I_0: مبلغ الإستثمار الأولي .n:عمر المشروع .

و وفقا لهذا المعيار يقبل المشروع إذا كان : Trc > K حيث يمثل K معدل تكلفة رأس المال.

أما في حالة المفاضلة فيؤخذ المشروع الذي يعطي أكبر معدل عائد (Max.Trc) .

و لتوضيحه نعطي المثال التالي :

دل تحليل الإيرادات و التكاليف لمشروعين عمر كليهما 05 سنوات ؛يكلفان على التوالي : 35000 و 32000 وحدة نقدية كاستثمار أولي على الأرباح المحاسبية التالية (بالوحدة النقدية):

السنوات / الأرباح	1	2	3	4	5
المشروع أ	5200	4600	4500	4000	4000
المشروع ب	800	5000	5500	6000	4000

الجدول 4: التدفقات النقدية للمشروعين 'أ' و 'ب'

هل المشروعان مقبولان إذا كانت تكلفة رأس المال 11% ؟ أيهما أفضل ؟

– لدينا بالنسبة للمشروع أ : $$Trc_a = \frac{\frac{1}{5}(5200+4600+4500+4000+4000)}{35000}.100$$

Trc_a= 0.127 x 100 = 12.7% > 11 %

Trc > K ⇐ المشروع مقبول .

– و لدينا بالنسبة للمشروع ب : $$Trc_b = \frac{\frac{1}{5}(800+5000+5500+6000+4000)}{32000}.100$$

Trc_b= 0.133 x 100 = 13.3% > 11 %

Trc > K ⇐ المشروع مقبول .

و بعد حسم مسألة المقبولية ننتقل إلى المفاضلة بين المشروعين :

بما أن: $Trc_b > Trc_a$ فالمشروع 'ب' مقدم على المشروع 'أ' .

يتميز هذا المعيار بكونه بسيطا لاعتماده على البيانات المحاسبية المتوفرة ، إلا أن فيه عيوبا تحد كثيرا من دقته و صلاحيته لاتخاذ القرار الأمثل نجملها فيما يلي :

-الإعتماد على الربح المحاسبي بدل التدفقات النقدية

-إغفال القيمة الزمنية للنقود

-تعدد مضمون الربح و الإستثمار الموضوعين في الحسبان ، فبالنسبة للربح :

* ربح الإستغلال الخام الخاضع للضريبة
* ربح الإستغلال الصافي بعد طرح الإهتلاك
* الربح الصافي بعد طرح الضريبة
* الربح بعد طرح الضريبة و قبل طرح الإهتلاك

و بالنسبة للإستثمار :

* الإستثمار المبدئي بالإضافة إلى المستهلك في السنة المدروسة
* متوسط الإستثمارات الثابتة على مدى حياة المشروع

II – معيار فترة الإسترداد Pay-Back Period :

و هو أحد المعايير الأساسية المستعملة في عملية تقييم المشاريع الإستثمارية ، و تعرف فترة الإسترداد بأنها الفترة اللازمة لكي يسترد المستثمر خلالها التكاليف الإستثمارية التي أنفقت في المشروع ،و قد يحدد أحيانا حد أقصى لفترة الإسترداد يسمى "فترة القطع" أو"فترة الإسترداد القصوى" ، و يتوقف عندها قبول المشروع على نتيجة المقارنة بين فترة الإسترداد و فترة القطع ؛فإذا كانت الأولى أكبر من الثانية فهو مرفوض و العكس صحيح ، أما في حالة المفاضلة فيؤخذ المشروع ذو فترة الإسترداد الأدنى.

لحساب فترة الإسترداد نستخدم التدفقات النقدية المتراكمة ، و ذلك وفق الصيغة :

$$Dr = x + \frac{\left[I_0 - \sum_{t=1}^{n} Cf_t \right]}{\left(\sum_{t=1}^{x+1} Cf_t - \sum_{t=1}^{x} Cf_t \right)}$$

حيث أن مبلغ الإستثمار يقع بين قيمة التدفق النقدي المتراكم للفترة (x) و الفترة (x+1) ، I_0 : مبلغ الإستثمار Cf_t :التدفق النقدي الصافي للسنة t ، و Dr : فترة الإسترداد .

أما إذا كانت التدفقات النقدية السنوية متساوية ، فإن فترة الإسترداد تحسب بقسمة مبلغ الإستثمار المبدئي على التدفق النقدي السنوي (و الذي هو ثابت): ($Dr = \frac{I_0}{Cf}$) ؛ و لتوضيح هذا المعيار نأخذ المثال التالي :

لتكن لدينا التدفقات النقدية السنوية لمشروع استثماره المبدئي : 30000 ون و عمره (05)سنوات :

السنوات	1	2	3	4	5
التدفق النقدي	3400	12700	6800	9600	5000
التدفق النقدي التراكمي	3400	16100	24700	34300	39300

الجدول5 : **التدفقات النقدية و التدفقات المتراكمة لتحديد فترة الإسترداد**

نلاحظ من الجدول (السطر الأخير) أن فترة الإسترداد محصورة بين السنة الثالثة و الرابعة ، لذلك نحسبها كالآتي :

$$Dr = x + \frac{\left[I_0 - \sum_{t=1}^{n} Cf_t \right]}{\left(\sum_{t=1}^{x+1} Cf_t - \sum_{t=1}^{x} Cf_t \right)}$$

$$Dr = 3 + \frac{30000 - 24700}{34300 - 24700} = 3.552$$

$\longrightarrow$ $0.552 * 12 = 6.624$ (ستة شهور)

$\longrightarrow$ $0.624 * 30 = 18.72 \approx 19$(تسعة عشر يوما)

أي يمكن استرجاع رأس المال بعد 03 سنوات و 06 أشهر و 19 يوما .

يتميز هذا المعيار بسهولة فهمه و عدم تطلبه حسابات طويلة و معقدة ؛ و من محاسنه أنه يتناسب مع الإستثمارات المعرضة لخطر الإهتلاك بالتقادم نتيجة التطور التكنولوجي السريع كقطاع المعلوماتية High Technology ؛أين يفضل المستثمر استرجاع تكاليفه بسرعة ، وكذلك يتناسب مع الإستثمارات المعرضة لمخاطر بيئة غير مستقرة .

إلا أنه ينطوي على عيوب أبرزها :

-لا يأخذ بالحسبان التدفقات النقدية التي تلي فترة الإسترداد ، و بالتالي فهو لا يغطي كامل عمر المشروع .

-لا يأخذ بالحسبان الترتيب الزمني للتدفقات النقدية ؛ أي أنه يغفل القيمة الزمنية للنقود.

الفرع الثاني :الأساليب التي تأخذ القيمة الزمنية للنقود بالحسبان (الأساليب الحركية) :

I-معيار صافي القيمة الحالية Net Present Value :

و هو –إلى حد بعيد-أهم المعايير المستخدمة في تقييم المشاريع الإستثمارية ،و يمكن تعريفه على أنه ذلك المعيار الذي يقارن بين التدفقات النقدية المحيَّنة (بالقيمة الحالية)[1] و قيمة الإستثمار :

صافي القيمة الحالية = مجموع التدفقات النقدية (بالقيمة الحالية) –الإستثمار .

نرمز لها بـ VAN ، و لحسابها ينبغي تحديد :

I_0 :المبلغ المستثمر بالقيمة الحالية . Cf_t :التدفق النقدي الصافي المتولد عن الإسستثمار للسنة t .

[1] يُحصل عليها بعد خصم التدفقات النقدية الإسمية بما يعرف بـ"معدل الخصم" أو"معدل التحيين" و الذي يفيد في إدخال تأثير الزمن على قيمة النقود ،يؤخذ بشكل عام كمعدل لتكلفة رأس المال .

n:مدة حياة الإستثمار . r : معدل الخصم أو التحيين Discount Rate .

Rv : القيمة التخريدية ؛و هي القيمة المتبقية Remaining Value للإستثمار في نهاية عمره إن وجدت .

نحسب القيمة الصافية وفق العلاقة :

$$VAN = \left[\sum_{t=1}^{n} \frac{Cf_t}{(1+r)^t} + \frac{Rv}{(1+r)^t}\right] - I_0$$ ؛ و لدينا الحالات التالية :

- VAN > 0 : المشروع مقبول
- VAN < 0 : المشروع مرفوض
- VAN = 0 :أي تتساوى التدفقات الداخلة مع الخارجة ؛ من المجدي هنا أن نلجأ إلى معيار "معدل العائد الداخلي" الذي سنراه تباعًا.
- أما في حالة تعدد المشاريع المدروسة فتتم المفاضلة على أساس الترتيب التنازلي للقيم الحالية الصافية و تؤخذ العليا (Max.VAN) .

رغم أهميته إلا أن هذا المعيار لا يخلو من عيوب تتمثل أساسا في :

- لا يستعمل إلا في حالة تساوي الإستثمار المبدئي و العمر بين المشاريع المدروسة
- إفتراض إعادة استثمار العوائد المتحصل عليها بنفس المعدل

II-معيار معدل العائد الداخلي Internal Rate Of Return :

و هو أحد المعايير المستخدمة في تقييم المشروعات الإستثمارية ،و هو يشير إلى معدل التحيين الذي تنعدم عنده القيمة الحالية الصافية ؛أي أنه معدل الخصم الذي يجعل مجموع القيم الحالية للتدفقات النقدية السنوية الجارية مساويا لمجموع القيم الحالية للتدفقات الإستثمارية ، فهو على عكس معيار صافي القيمة الحالية الذي ينطلق من معدل تحيين معلوم ، يعتبره مجهولا يتم البحث عنه ،و ذلك وفق الصيغة :

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^{n} \frac{Cf_t}{(1+r)^t} + \frac{Rv}{(1+r)^t} = 0$$

و من الواضح أن البحث عن معدل الخصم الذي يعدم القيمة الحالية الصافية ،يعني البحث عن أعلى قيمة لتكلفة رأس المال التي يمكن للمستثمر قبولها ؛دون أن يقع مشروعه في الخسارة ،و تعتمد طريقة حسابه أساسا على البحث بالتقريب ؛و قد تطول هذه المحاولات لذلك نحاول اختصارها بما يلي :

بما أن العلاقة بين VAN و معدل الخصم (r) عكسية ؛ نجرب معدل خصم كبير سعيا إلى جعل VAN تساوي الصفر ، فإذا خرجت النتيجة موجبة (VAN>0) نجرب معدلا آخر أعلى من الأول بحيث تنتج لدينا قيمتان لـــ (VAN) إحداهما موجبة و الأخرى سالبة ، و يمكن تلخيص الخطوات السابقة في العلاقة التالية :

$$R^* = R_1 + (R_2 - R_1).\frac{|VAN_1|}{|VAN_1| + |VAN_2|}$$

حيث :

R^* : معدل العائد الداخلي و يرمز له أيضا بـــ (Tr) ، R_1 : معدل الخصم الأول

R_2 :معدل الخصم الثاني (أكبر من الأول)، VAN_1 :صافي القيمة الحالية المقابلة لـــ R1 و هي أكبر من الصفر ، VAN_2 :صافي القيمة الحالية المقابلة لـــ R_2 و هي أصغر من الصفر .

و لتوضيحه نأخذ المثال التالي :

لدينا المعطيات التالية المتعلقة بمشروع استثماري :

الإستثمار الأولي =10000 ون ، القيمة المتبقية = 0 ،العمر الإنتاجي =05سنوات ،التدفقات النقدية يظهرها الجدول :

السنوات	1	2	3	4	5
التدفقات و.ن	5200	9300	14000	13000	5200

الجدول 6: التدفقات النقدية لحساب معدل العائد الداخلي

أحسب معدل العائد الداخلي (Tri) .

لنفترض معدل خصم قدره 14% و نحسب القيمة الحالية الصافية (VAN) :

$$Van_1 = -10000 + \frac{5200}{(1,14)^1} + \frac{9300}{(1,14)^2} + \frac{14000}{(1,14)^3} + \frac{13000}{(1,14)^4} + \frac{5200}{(1,14)^5}$$

$$Van_1 = 21561,31$$

و هي أكبر من الصفر ، لذلك نجرب معدل خصم آخر كبير للحصول على قيمة سالبة ؛ و ليكن (90 %) :

$$Van_2 = -10000 + \frac{5200}{(1,9)^1} + \frac{9300}{(1,9)^2} + \frac{14000}{(1,9)^3} + \frac{13000}{(1,9)^4} + \frac{5200}{(1,9)^5}$$

$$Van_2 = -1438.39$$

و منه نحسب معدل العائد الداخلي (Tri) أو (R^*) كما يلي :

$$R^* = 14 + (90-14) \times \frac{21561,31}{21561,31+1438,39} = 85,25$$

أي عند معدل خصم قدره (85.25 %) تنعدم (VAN) .

أما كيفية استخدام معدل العائد الداخلي (Tri)؛ فإننا بعد حسابه نقارنه بتكلفة رأس المال السائدة (k) حيث نميز بين ثلاث حالات :

أ- Tri > k : المشروع مربح

ب- Tri = k : المشروع حيادي (لا ربح و لا خسارة)

ج- Tri < k : المشروع خاسر

يمتاز هذا المعيار بأنه لا يقدم تكلفة لرأس المال و إنما يبحث عنها ؛ كما أنه يغطي كامل فترة حياة المشروع و يأخذ عامل الزمن بالحسبان ، لكنه لا يخلو من عيوب نوجزها في :

- طريقة حسابه طويلة مقارنة مع "صافي القيمة الحالية ".
- تعدد معدلات العائد الداخلي في بعض الحالات .
- تناقص الدقة كلما اتسع المجال المشكّل بمعدلي الخصم المختارين .

المطلب الثاني : أساليب تقييم المشاريع في ظل التغير و عدم التأكد Incertainty :[1]

يفترض في حالة استخدام الأساليب السابقة ثبات القوة الشرائية للنقود و أن التقييم يتم في ظروف الثبات و التأكد ، ما يعني دقة التنبؤات بخصوص التدفقات النقدية ؛ و هي ظروف يندر وجودها في الواقع ، لذا سنعالج هنا طرق التقييم المستخدمة في ظل :

- تغير القوة الشرائية للنقود (مشكلة التضخم) و التي تستدعي تعديل معدل الخصم بمعدل التضخم .
- التقييم في حالة عدم التأكد و التي تستدعي البحث عن ما يسمى " القيمة المتوقعة " لكل مشروع في ظل الإحتمالات المختلفة التي يتعرض لها ، و من ثم المفاضلة بين القيم المتوقعة .
- التقييم في ظل الخطر .

الفرع الأول : معدل الخصم المعدل بمعدل التضخم Inflation- adjusted discount rate

يعتبر التضخم نوعا آخر من الخطر الذي تجب مراعاته لدى دراسة المشاريع ، لذا وجب أخذ تأثيره على التدفقات النقدية بعين الإعتبار عن طريق استخدام معدل خصم متضمن لمعدل التضخم ، لنفرض ما يلي :

Crt : التدفق النقدي للسنة t معبرا عنه بالقيمة الحقيقية

Cnt : التدفق النقدي للسنة t معبرا عنه بالقيمة الإسمية (في ظل التضخم)

K : الحد الأدنى من العائد المطلوب معبرا عنه بالقيمة الحقيقية

π : معدل التضخم المتوقع

L : تكلفة الأموال؛ أي الحد الأدنى من العائد المطلوب معبرا عنه بالقيمة الإسمية (في ظل التضخم)

N : العمر الإفتراضي للإستثمار

و بذلك يكون لدينا لاقتراح إستثماري معين :

$$Van = \sum_{t=0}^{N} \frac{Cnt}{(1+L)^t}$$

و لكي يقبل هذا الإقتراح يشترط : $Van \geq 0 \leftrightarrow Tir \geq L$

في حالة التضخم نجد أن : $Cnt = Crt(1+\pi)^t$

[1] ع الغفار حنفي و رسمية زكي قرياقص ، مدخل معاصر في الإدارة المالية ،الدار الجامعية للطباعة و النشر ، الإسكندرية، 2002 ص 94 و ما بعدها بتصرف .

و بذلك تصبح المعادلة السابقة بعد أخذ معدل التضخم في الحسبان كالآتي :

$$Van = \sum_{t=0}^{N} \frac{Crt\,(1+\pi)^t}{(1+L)^t} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

فإذا انطلقنا في كل من البسط و المقام من القيم الحقيقية للنقود ، نجد :

$$Van = \sum_{t=0}^{N} \frac{Crt}{(1+k)^t} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

و نظرا إلى أننا نعد التقديرات معبرا عنها بالقيمة الإسمية ، نجد :

$$Van = \sum_{t=0}^{N} \frac{Crt\,(1+\pi)^t}{\left[(1+k)(1+\pi)\right]^t} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$

من المعادلتين (1) و (3) نستخلص العلاقة التالية :

$$(1+L)^t = \left[(1+k)(1+\pi)\right]^t$$
$$\Rightarrow 1+L = (1+k)(1+\pi)$$
$$\Rightarrow L = k + \pi + k\pi$$

و هو معدل الخصم المستخدم في ظروف التضخم .

و بذلك يتضح أنه و باستخدام التدفقات المعبر عنها بالقيم الإسمية في فترات التضخم ؛فإنه ينبغي أيضا استخدام معدل خصم إسمي (أي يشتمل على التضخم) لتحقيق التجانس بينهما بما يجعل نتائج الدراسة أكثر دقة و اعتمادية ، بينما يستعمل معدل الخصم بالقيمة الحقيقية إذا لم تكن هناك بوادر للتضخم ، فإذا كان معدل العائد المطلوب هو 9% و بفرض أن معدل التضخم السنوي 6% فإن معدل الخصم الإسمي يحسب كما سبق بيانه :

$$L = k + \pi + k\pi$$
$$L = 9\% + 6\% + (9\% \times 6\%)$$
$$= 15 + 0,0054 = 15,54\%$$

أي أن المستثمر إذا حصل على عائد إسمي مقداره (15.54%) فإنما حصل على عائد حقيقي قدره 9% بعد استبعاد أثر التضخم .

الفرع الثاني : تقييم المقترحات الإستثمارية في ظل الخطر و عدم التأكد Risk and incertainty case

الخطر هو حالة من حالات عدم التأكد ، و بالرغم من أن متخذ القرار لا يستطيع التنبؤ على وجه الدقة بالحدث المنتظر وقوعه إلا أنه في هذه الحالة يمكن أن يضع تكوينا إحتماليا لهذه الأحداث المتوقعة التي تؤثر على التدفقات النقدية المستقبلية للمشروع المدروس ، و هنا نجد أن متخذ القرار يضع عدة تقديرات للمتغير الواحد ترتبط بظروف متباينة ، أي يستخدم أكثر من رقم يمثل كل واحد منهم التدفق النقدي المتوقع في حالة حدوث موقف معين أو حدث ما ؛ على أن يقترن ذلك بالإحتمال المتوقع لكل قيمة .

و تقاس مخاطر الإقتراح الإستثماري بمدى التقلب الذي يتعرض له التدفق النقدي المستقبلي ، و كقاعدة عامة تزداد المخاطر كلما زاد التقلب (أي درجة التشتت) في التدفقات النقدية المتوقعة من استثمار معين ؛ و تقل كلما ضاقت أو قلت درجته .

هذا يعني أن المفاضلة بين المقترحات لن تعتمد فقط على القيمة المتوقعة للتدفقات النقدية لكل اقتراح بل أيضا على حجم المخاطر التي ينطوي عليها كل منها خصوصا في حالة تساوي التدفقات النقدية للبعض منها .

و لتوضيح كيف يمكن لمفهوم التوزيع الإحتمالي أن يؤثر في عملية المفاضلة بين البدائل و كيفية استخدامه للمقارنة بين مخاطرها نضرب المثال التالي :

نفرض أن منشأة أمامها مشروعان للمفاضلة بينهما ؛ يتطلب كل منهما مبلغ 2000 ون و يبلغ العمر الإنتاجي لهما 03 سنوات و لا ينتج عنهما أية قيمة كخردة ؛ و من المتوقع أن يحقق كل منهما مكاسب نقدية تبلغ 1000 ون سنويا و نفرض أن تكلفة رأس المال تعادل 10% .

طبقا لهذه المعطيات يبدو لنا أن البديلين متكافآن :

$$Van_1 = Van_2 = [(1000 \times 2,487) - 2000] = 487$$

و منه سيان لدى المنشأة اختيار أي منهما في ظل ظروف مستقرة .

و الآن نفترض أن المنشأة في شك من الظروف الإقتصادية التي ستسود مستقبلا خلال العمر الإنتاجي للمشروعين ، و في ظل الظروف الجديدة ينبغي إعادة النظر في القرار الإستثماري و ما إذا كان البديلان سيظلان على نفس الدرجة من التفضيل ، هنا يتعين على المنشأة أن تقوم بالآتي :

1- إفتراض حالات الطبيعة المتوقعة (أي الظروف الإقتصادية) : و للتبسيط سنقتصر على ثلاث حالات و هي : حالة الإنكماش ، الإستقرار ، الرواج و من ثم احتساب التدفقات النقدية المتوقعة ، في ظل كل حدث من الأحداث و لنفرض أنها كما يلي :

التدفقات النقدية / الحالة الإقتصادية	المشروع الأول	المشروع الثاني
إنكماش	800	0
إستقرار	1000	1000
رواج	1200	2000

الجدول7 : التدفقات النقدية المتوقعة

2- تحديد احتمال حدوث كل حالة من الحالات المشار إليها ، و بافتراض أن المؤشرات الإقتصادية تشير إلى وجود فرصتين من عشرة لحدوث حالة كساد و كذلك بالنسبة لحالة الرواج ، نجد أن احتمال حالة الإستقرار يتمثل في ست فرص من عشرة .

3 يتم بعد ذلك تقدير القيم المحتملة للمكاسب النقدية ، و ذلك بضرب كل احتمال في المكاسب المقابلة له ، كما يوضحه الجدول :

الحالة الإقتصادية	إحتمال الحدوث	التدفق النقدي		القيمة المحتملة للتدفقات	
		المشروع الأول	المشروع الثاني	المشروع الأول	المشروع الثاني
إنكماش	0.2	800	0	160=800×0.2	0 = 0×0.2
إستقرار	0.6	1000	1000	600	600
رواج	0.2	1200	2000	240	400
المجموع	1.0			1000(القيمة المتوقعة)	1000(القيمة المتوقعة)

الجدول 8: حساب القيمة المتوقعة للمشاريع المقترحة

إذا اعتمدنا على "القيمة المتوقعة " كمعيار للمفاضلة فالمشروعان متكافآن ، لكنها ليست معيارا سليما لأن المدى يختلف بين التوزيعين الإحتماليين و الذي هو عبارة عن الفرق بين أكبر و أصغر قيمة :

المدى (بالنسبة للبديل الأولى) = 1200-800 = 400

المدى (للبديل الثاني) = 2000-0 = 2000

إرتفاع المدى للبديل الثاني يشير إلى زيادة تشتت التوزيع الإحتمالي و هو ما يعني ارتفاع المخاطر .

و السؤال الذي يثار الآن : كيف يمكن قياس ضيق أو اتساع التوزيع الإحتمالي للتدفقات النقدية ؟ أو بمعنى آخر كيف يمكن قياس الخطر ؟

الفرع الثالث : قياس الخطر

هناك العديد من المقاييس الإحصائية التي يمكن استخدامها لقياس المخاطر ، و إن كنا قد تعرضنا من بينها لـــ"المدى" كمقياس للخطر ، غير أنه لا يعتبر مقياسا دقيقا لتركيزه على أكبر و أصغر قيمة فقط و إهمال القيم الأخرى ، لذلك سنورد هنا أهم المقاييس و تحديدا " الإنحراف المعياري " و " معامل الإختلاف ".

I- الإنحراف المعياري Standard Deviation :

و هو مقياس كمي مطلق للتشتت (أو المخاطر) التي ينطوي عليها المشروع ، يأخذ في الحسبان كافة التدفقات النقدية و كذا احتمال حدوثها ؛ حيث يقيس انحراف القيم عن وسطها الحسابي ، و يحسب بالبحث عن الجذر التربيعي لمجموع مربعات انحرافات القيم (أي مفردات التدفقات النقدية) عن وسطها الحسابي ، و ذلك باستخدام العلاقة :

$$\sigma = \sqrt{\sum_{t=1}^{n} (Cpt - \overline{Cp})^2 . Pt}$$

حيث :

σ : يعبر عن الإنحراف المعياري . Cpt : التدفق النقدي المتوقع المقابل للحدث t .

$\overline{Cp}$: القيمة المتوقعة لمجمل المشروع . n : عدد الأحداث المتوقعة . Pt : إحتمال تحقق الحدث t .

و بالرجوع إلى المثال المبين في الجدول السابق ، نحسب الإنحراف المعياري لكل بديل :

$$\sigma_1 = \sqrt{0,2(800-1000)^2 + 0,6(1000-1000)^2 + 0,2(1200-1000)^2}$$
$$= 126,5 \text{ DA}$$

$$\sigma_2 = \sqrt{0,2(0-1000)^2 + 0,6(1000-1000)^2 + 0,2(2000-1000)^2}$$
$$= 632,5 \text{ DA}$$

و لتيسير عملية الحساب السابقة و ضعنا الجدول التالي :

الظروف الإقتصادية	إحتمال كل حدث	التدفق النقدي (Cpt)		القيمة المتوقعة $\overline{Cp}$		إنحراف كل قيمة (Cpt- $\overline{Cp}$)		مربع الإنحرافات		التباين $\sum (Cp-\overline{Cp})^2 . Pt$		الإنحراف المعياري $\sqrt{\sum (Cp-\overline{Cp})^2}$	
		م1	م2	م1	م2	م1	م2	م1	م2	م1	م2	م1	م2
إنكماش	0.2	800	0	1000	1000	-200	-1000	40000	10^6	8000	200000	$\sigma_1 = \sqrt{16000} = 126,5$	$\sigma_2 = \sqrt{400000} = 632,5$
إستقرار	0.6	1000	1000			0	0	0	0	0	0		
رواج	0.2	1200	2000			200	1000	40000	10^6	8000	200000		
المجموع	1.0									$\sum = \sigma^2 = 16000$	$\sum = \sigma^2 = 400000$		

الجدول 9 : العمليات الحسابية لحساب الإنحراف المعياري للمشاريع المقترحة

و حيث أن الإنحراف المعياري للمشروع الأول أقل من الإنحراف المعياري للثاني ($\sigma_1 < \sigma_2$) أي أن درجة تشتت توزيعه الإحتمالي أقل ، فهو إذن يتعرض لدرجة أقل من الخطر و بناء على ذلك يعتبر هو الخيار الأفضل .

إن هذا المعيار (σ) لا يعتبر مقياسا سليما للخطر في كل الحالات ، فهو يصلح أساسا في حالة تساوي القيمة المتوقعة للمشاريع المدروسة أما إذا تفاوتت فنجد أن الإنحراف المعياري قد يؤدي إلى نتائج مضللة ، فضلا على أنه قد يتساوى في بعض الحالات بالنسبة لمشروعين أو أكثر فكيف تتم حينها المفاضلة ؟

إن هذا القصور يمكن تجنبه باستخدام مقياس آخر يطلق عليه " معامل الإختلاف " .

II- معامل الإختلاف Coefficient Of Variation :

يعتبر معامل الإختلاف مقياسا نسبيا للتشتت أو المخاطر ، و يتم حسابه بقسمة الإنحراف المعياري على الوسط الحسابي (القيمة المتوقعة) للتوزيع الإحتمالي :

$$Cv = \frac{\sigma}{Cp}$$

ففي المثال السابق تم قياس الخطر بالإنحراف المعياري ، حيث كان التدفق النقدي المتوقع للإقتراحات الإستثمارية متساويا ، أما في حالة اختلافه فمن المنتظر أن يؤدي كل من أسلوب (σ) و (Cv) إلى نتائج مختلفة بخصوص المخاطر ، و لتوضيح ذلك نفرض مشروعين قيد الدراسة ، يبلغ الإنحراف المعياري لتدفقاتهما النقدية : 307 ون ، 347 ون بينما كانت القيمة المتوقعة لهما : 1050 ون ، 4050 ون على التوالي .

طبقا لمقياس الإنحراف المعياري يتضح لنا أن المشروع الأول أقل خطرا من الثاني ($\sigma_1 < \sigma_2$) ، غير أنه من الصعب ادعاء ذلك لمجرد كون σ_1 يقل عن σ_2 بمقدار (40 د) إذ يطرح تساؤل عما إذا كان الفرق المطلق في المخاطر (347 مقابل 307) يمكن تعويضه بالفرق المطلق في القيمة المتوقعة للتدفقات النقدية (4050 مقابل 1050) ، أو بعبارة أخرى : هل تكفي الزيادة في القيمة المتوقعة للتدفقات النقدية و قدرها (3000ون) لتعويض المستثمر عن مخاطر إضافية قدرها (40ون) ؟ ، و هنا نجد أن معامل الإختلاف يمكننا من الإجابة على هذا الطرح لأنه يربط بين الخطر المطلق لكل اقتراح و قيمته المتوقعة ؛ ما يعني في النهاية المفاضلة بين المشاريع على أساس المخاطر النسبية و ليست المطلقة ، و بتطبيقه على مثالنا الحالي تصبح النتائج :

$$Cv_1 = \frac{307}{1050} = 0,29 \qquad Cv_2 = \frac{347}{4050} = 0,09$$

و هنا يتبين أن مخاطر المشروع الأول أصبحت أكبر من مخاطر الثاني ($0.09 < 0.29$) .

– ننبه إلى أن تحليلنا السابق لمسألة الخطر إفترض ضمنا ما يلي :

1– ثبات درجة المخاطر بمرور الزمن و هذا غير دقيق ؛ إذ أن هناك علاقة أساسية تربط الزمن بالخطر ، فدقة التنبؤ بالتدفقات النقدية تنخفض كلما طال المجال الزمني و حتى لو فرضنا ثبات إحتمالات حدوث الظروف الإقتصادية خلال العمر الإنتاجي للمشروع ، يُنتظر أن تدفقاته النقدية تتقلب من سنة إلى أخرى مع مرور الزمن ما يعني تزايد الإنحراف المعياري و معامل الإختلاف و بالتالي الخطر .

2–عالجنا في التحليل السابق مخاطر كل مشروع على حدة ، مغفلين أثر الخطر الجزئي لمشروع مقترح على المخاطر الكلية للمنشأة غير أنه من المفضل عند دراسة الخطر لأي اقتراح إستثماري دراسة علاقته بالإستثمارات القائمة او المستقبلية ، فقد يؤدي قبول الإقتراح الجديد إما إلى زيادة المخاطر الكلية التي تتعرض لها المنشأة أو نقصها ، و في الواقع أن تأثر مخاطر الإستثمارات القائمة بمخاطر المشروع الجديد لا تتوقف فقط على ما ينطوي عليه الأخير ؛ بل على طبيعة العلاقة و مدى الإرتباط بينهما و هذا ما يجرنا إلى تساؤل مفاده : ما طبيعة العلاقة و نوع الإرتباط الذي يجب أن يميز المشروع الجديد بحيث إذا أضيف إلى الإستثمارات القائمة يؤدي إلى تخفيض المخاطر الكلية ؟ أي التعرض لدراسة أسلوب التنويع و أثره على الخطر .

تعتمد درجة الإرتباط بين المشاريع –بصورة عامة– على العوامل الإقتصادية و التي هي بدورها قابلة للتحليل و بالتالي فإن درجة تأثير التنويع على الخطر تتوقف على الظروف الإقتصادية السائدة و على طبيعة الإستثمارات القائمة و المقترحة .

و نخلص مما سبق إلى أهمية أخذ معامل الإرتباط بالحسبان عند تقييم المقترحات الإستثمارية بجانب استخدام الإنحراف المعياري أو معامل الإختلاف كمقياس للخطر لأجل تحليل العلاقة بين الخطر الجزئي و الخطر الكلي .

و الآن و بعد أن تناولنا كيفية قياس الخطر و بيان أهميتها كركن أساسي في عملية التقييم و المفاضلة ، كيف يتم إدخال درجة الخطر في عملية التقييم ؟

إن هذا الأمر يتم إما بتضمين درجة الخطر في معدل الخصم المستخدم في خصم التدفقات النقدية ، أو بتعديل التدفقات النقدية نفسها و سنتناول هنا الأسلوب الأول .

الفرع الرابع :معدل الخصم المعدل بالخطر Risk-adjusted Discount Rate

يقوم هذا الأسلوب على تعديل الحد الأدنى للعائد المرغوب فيه لكي يأخذ في الإعتبار عنصر الخطر ، و من الطبيعي استخدام معدل خصم مرتفع للإستثمارات الأكثر خطورة ؛و معدل خصم منخفض لتلك الأقل خطورة ، و تحديد معدلات الخصم المعدلة بالخطر يعتمد على دالة العلاقة بين المخاطر و العائد و التي هي طردية .

فإذا افترضنا أن معدل العائد الخالي من الخطر يعادل 6% و قد قدرت المنشأة أن وحدة واحدة من المخاطر معبرا عنها بمعامل الإختلاف تستحق "بدل مخاطرة Risk Premium " قدره 4% ، فإن بدل المخاطرة لمشروع مقترح ذي معامل إختلاف قدره (0.5) سيكون : 0.5 × 4% = 2% و بناء عليه يصبح معدل العائد المطلوب (أو معدل الخصم المعدل بالخطر) :8% أي : معدل الخصم المعدل = 6% + (0.5 × 4%) = 8% .

و في حالة معامل اختلاف قدره "1" :

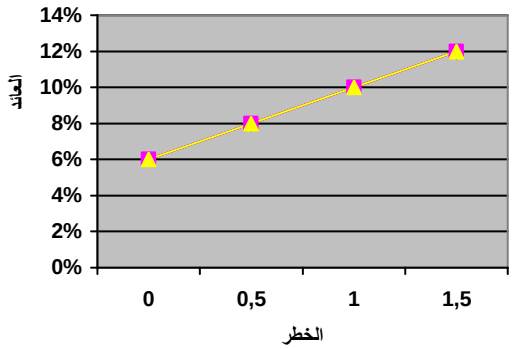
معدل الخصم المعدل بالخطر = 6% + (1 × 4%) = 10% .

و في حالة معامل اختلاف قدره "1.5" :

معدل الخصم المعدل بالخطر = 6% + (1.5 × 4%) = 12% .

و يمكن تصوير هذه النتائج في الشكل التالي :

الشكل 3 :منحنى علاقة العائد بالخطر



نلاحظ من الشكل السابق أنه كلما زاد الخطر إرتفع معدل العائد المطلوب لتعويض المستثمر عن هذا الخطر الإضافي و يسمى ذلك المنحنى " منحنى دالة علاقة العائد بالخطر" أو "منحنى السواء للسوق " ذلك أن النقاط الواقعة عليه تتساوى في الأفضلية بالنسبة للمستثمر ؛ إذ يستوي لديه الإستثمار الخالي من الخطر مع تحقيق عائد قدره 6% و الإستثمار في مشروع يتعرض لقدر من الخطر مع عائد قدره 12% .

و لتوضيح كيفية استخدام هذا الأسلوب نأخذ المثال التالي :

منشأة بصدد دراسة مشروعين ، يتطلب كل منهما مبلغ 10000د ، يبلغ العمر الإفتراضي لهما 8 سنوات ، يتوقع أن يحقق المشروع الأول تدفقات نقدية سنوية مقدارها 2000د بمعامل اختلاف (0) بينما يحقق الثاني 2200 د بمعامل اختلاف (0.15) ، تقدر تكلفة رأس المال بـــ 10% و قد قدرت المنشأة أن بدل المخاطرة لوحدة واحدة من معامل الإختلاف هي (26.67%) .

– من البيانات السابقة يمكننا تقدير صافي القيمة الحالية لكل بديل :

أ– في حالة إهمال عنصر المخاطرة نحصل على صافي القيمة الحالية الخالية من الخطر :

$$Van_1 = (2000 \times 5,335) - 10000 = 670$$

$$Van_2 = (2200 \times 5,335) - 10000 = 1737$$

إذن يتم اختيار البديل الثاني .

ب– و الآن سنأخذ عنصر الخطر في الحسبان :

$Van_1 = 670$ لأنه لايتعرض للخطر

أما معدل الخصم للمشروع الثاني فيصبح : 10% + (0.15 × 26.67%) = 14 % و بذلك نجد :

$$Van_2 = (2200 \times 4,639) - 10000 = 205,8$$

و منه يفضل المشروع الأول .

المبحث الرابع : تصميم المصنع و إعداده Designing And Setting Of The Factory

يتعلق تصميم المصنع أساسا بالمباني ، و يتضمن إعداده التخطيط الداخلي و تهيئة الظروف و الأجواء التي يجري في ظلها العمل و شروط الصحة و السلامة ، و هي قرارات تكتسي أهمية بالغة من حيث تأثيرها على كفاءة سيرورة العملية الإنتاجية من جهة و صعوبة تصحيح اختلالاتها من جهة أخرى .

المطلب الأول : مباني المصنع Factory Buildings

" المباني لها أثر كبير على مدى كفاية المصنع و ما يحققه من إنتاج و أرباح "[1] ، و من أبرز ما يواجه إدارة المصنع بهذا الشأن قرارات التوسع لمواجهة توسع الأسواق و ارتفاع الطلب ، و كذا " حدوث تغيير في العملية الإنتاجية من الناحية الفنية بحيث يستدعي الأمر تعديل المبنى القائم ليتفق و احتياجات العمليات الجديدة أو الآلات الجديدة "[2] .

لدى مواقف من هذا النوع من الضرورة الإشارة إجمالا إلى ما يلي :[3]

أ–ضرورة الإستفادة من المباني القائمة إلى أقصى حد ممكن : عند وجود برنامج للتوسع من المجدي التفكير في رفع درجة استغلال المباني القائمة وفق واحد أو أكثر من إجراءات أبرزها :

- إدخال تحسينات على نظام المناولة داخل المصنع يترتب عليه زيادة إنتاجية الآلات و القوة العاملة الموجودة .
- إدخال تعديل في النظام الداخلي للمصنع يمكن من إضافة آلات جديدة في العنابر و المستودعات .
- زيادة المساحة المخصصة للعمليات الإنتاجية على حساب المساحة المخصصة للتخزين داخل المصنع .
- نقل بعض المواد أو الآلات العاطلة من داخل المصنع إلى أماكن تخزين خارج المصنع .
- توفير مساحات جديدة داخل المصنع بتضييق الممرات المخصصة لتحركات الأفراد دون المساس بشروط السلامة و الأمان من الأخطار و الحوادث .
- التعاقد مع مصادر خارجية لإنتاج بعض القطع و الأجزاء لتوفير الطاقة الإنتاجية و تجنب زيادة المساحة .
- إنشاء أدوار أو أرضيات معلقة داخل المباني إذا لم تكن المعدات الجديدة ثقيلة .

ب – العمل على إيجاد مساحات إضافية : إذا لم يكن التوسع في الداخل ممكنا فينبغي البحث عن إضافة مساحات جديدة لإضافة مباني جديدة ، و قد تجد الإدارة نفسها هنا أمام مسألة مفاضلة بين بناء مصنع جديد أو الإستئجار أو الشراء .

عند تصميم مبنى المصنع ينبغي أن تؤخذ بالإعتبار جملة من الضوابط أبرزها :

---

[1] ،2 صلاح الشنواني ، إدارة الإنتاج ، مركز الإسكندرية للكتاب ،2000 ص 148 .

[3] صلاح الشنواني : مرجع سابق . ص 149 و ما بعدها بتصرف .

I – إختيار النوع المناسب : حيث تقسم المباني إلى أنواع إعتمادا على معيارين أساسيين هما : التصميم و مادة الإنشاء .

فمن حيث التصميم نميز أساسا بين نوعين :

أ- المبنى العمودي Multi-floor Building : و يقصد به المبنى ذو الطوابق المتعددة ؛ يحتاج هذا النوع إلى مساحة صغيرة من الأرض ، أبرز مزاياه "إستغلال الجاذبية الأرضية في تحريك المواد الأولية بأقل جهد و بأقل تكلفة ممكنة" [1] حيث تنطلق المواد الأولية من الطابق العلوي عبر سلسلة من العمليات الصناعية و بوصولها إلى الطابق الأرضي تكون قد انتهى تصنيعها ،و صارت سلعة جاهزة .

يتطلب هذا النوع عموما وجود مصاعد كهربائية للحركة بين الطوابق و هو مايستدعي الإهتمام بصيانتها كما يتطلب أساسات صلبة تحوّطًا لاحتمالات التوسع و الذي سيكون رأسيا أي بإضافة طوابق أخرى .

ب- المبنى الأفقي One-floor Building : و يقصد به المبنى ذو الطابق الواحد ،يتطلب هذا النوع توفر مساحة كبيرة و يقدم عدة مزايا كتسهيل عملية الإشراف و الرقابة على العملية الإنتاجية داخل المصنع في مختلف المراحل ، و حرية ترتيب الآلات على المساحة المتاحة عكس النوع الأول الذي يراعي درجة تحمل السقوف للثقل ، سهولة التوسع الأفقي في كل الإتجاهات عند الحاجة ، و كذلك الإستغناء عن المصاعد الكهربائية و ما قد تسببه من مشاكل و أخطار كارتفاع تكاليف التشغيل و الصيانة و مخاطر التوقف المفاجئ و من ثم إرباك العملية الإنتاجية و كذا أخطار الحريق .

لقد أدى تطور وسائل و معدات المناولة إلى التقليل من مزايا المبنى العمودي و الحاجة إلى استخدام الجاذبية الأرضية ، إذ صار المبنى الأفقي ذو الطابق الواحد هو المفضل إذا كانت المساحة الأرضية متوفرة .

كما نشير إلى أن الإختيار بين النوعين قد لا يتيسر دوما ، ففي العديد من الحالات تجد الإدارة نفسها مضطرة إلى نوع معين ، فمثلا عدم توفر المساحة الكافية يدفع إلى التفكير في مبنى متعدد الطوابق ، و طبيعة العملية الإنتاجية قد تفرض المبنى الأفقي كالصناعات الثقيلة .

أما من حيث مادة الإنشاء فنميز بين عدة أنواع أبرزها :

أ -إقامة المبنى من الخشب : و لا يمكن في هذه الحالة تجاوز طابقين ، كما يشترط أن تكون المعدات و الحمولات خفيفة و انتفاء مخاطر الحرائق .

ب-إستخدام الخراسانة المسلحة : و يتميز المبنى هنا بالمتانة و تحمل الأثقال العالية و مناعة مرتفعة ضد الحرائق .

[1] صلاح الشنواني ، مرجع سابق ص 152 .

II – مراعاة العلاقة بين المصنع و بيـــئته : تنطوي هذه العلاقة على اتجاهين متقابلين :تأثير المصنع على البيئة و تأثره بها ، ففي الجانب الأول تتم مثلا تهيئته على أساس تجنيب البيئة المحيطة به مخاطر التلوث و غيرها من المشاكل التي يمكن أن يسببها ،و في الجانب الثاني تتم تهيئته ليكون مؤمنا من مخاطر البيئة كتضمينه أنظمة مضادة للزلازل و تأمينه ضد المخاطر الناجمة عن طبيعة الأرضية و السيول و ذلك حسب الحاجة .

III – المرونة : ينبغي أن يكون تصميم المصنع مرنًا بحيث يستجيب للمستجدات المستقبلية كاحتمالات التوسع " أو إدخال تعديلات في العملية الإنتاجية بما يستدعي تعديل مباني المصنع أو إدخال إضافات عليها " [1] ، و من أبرز الإجراءات في هذا المجال :[2]

- إستخدام حواجز داخلية قابلة للتحريك من مكان إلى آخر تبعا للحاجة إلى تعديل التنظيم الداخلي .
- يراعى عند تركيب الأنابيب الخاصة بالمياه و البخار و الهواء المضغوط أو أي مواد أخرى تحتاج إليها العملية الإنتاجية أن تكون أكبر من الحجم المحتاج إليه وقت التركيب لمواجهة احتمالات التوسع .
- في حالة المبنى المتعدد الطوابق يراعى عند صب الأعمدة و الأساسات أن تكون من السُمك و المتانة بحيث تتحمل إضافة طوابق جديدة عند الحاجة .

إن اتصاف المبنى بالمرونة يخفض تكاليف إدخال التعديلات عليه وقت الحاجة .

IV – مراعاة احتياجات إجراء الصيانة للمبنى نفسه و المعدات الموجودة داخل المصنع [3]

V – مراعاة تسهيل الإتصال بين أجزاء المصنع [4]

VI – مراعاة تصميم المصنع بحيث يعمل قدر الإمكان على حل مشاكل الضوضاء و الروائح الكريهة و الأتربة و التخلص من الفضلات و تأمين الأفراد ضد الحوادث ، و كذا توفير الخدمات و وسائل الترفيه كتخصيص أماكن لفترات الراحة أو تناول مشروبات كما توفر بعض المصانع وسائل للرياضة الخفيفة إما داخل المصنع أو خارجه.

[1] ، [2] ، [3] ، [4] صلاح الشنواني ، مرجع سابق ص 149 و ما بعدها بتصرف .

المطلب الثاني : التخطيط الداخلي للمصنع Factory Internal Organizing :

و نعني به " التحديد المقدم لنظام العمل داخل أقسام المصنع ،واختيار مواقع محطات التشغيل ،ومراكز الإنتاج ومناطق الإنتظار والتخزين وغيرها ،وهذا يتطلب دراسة العلاقة بين الأقسام المختلفة ، و تحديد مسارات الإنتاج ووسائل الإتصال بينها "[1] ، و قبل الكلام عن الأنواع الرئيسية للتخطيط نعرض بإيجاز المكونات الأساسية للمصنع .

الفرع الأول : المكونات الأساسية للمصنع The Main Sections Of a Factory[2]

I – محطات التشغيل Operating Stations : يُقصد بمحطة التشغيل واحدة أو أكثر من المعدات يتولى إدارتها عامل واحد أو مجموعة من العمال المتكاملين ، فمثلا تُعتبر المخرطة و العامل المسؤول عن إدارتها محطة تشغيل ، كما أن أربع مخارط أوتوماتيكية يتولى إدارتها عامل واحد هي محطة تشغيل أيضا ، و قيام مجموعة من العمال مشتركين بعملية صناعية على آلة أو بطريقة يدوية هي محطة تشغيل .

يراعى عند تحديد موقع محطة التشغيل مبادئ الإقتصاد في الحركة و ذلك بتحديد المساحة المطلوبة طبقا للمواصفات الفنية التي تبين الطول و العرض و الإرتفاع خلال فترات التشغيل و التوقف ، و كذلك المساحة المطلوبة للمحركات الكهربائية و غيرها من لوازم التشغيل ، و المساحة المطلوبة لوضع الخامات و تحرك العامل و الأدوات المساعدة و الفراغات المحيطة بها .

II – مراكز الإنتاج Production Centers : يقصد بمركز الإنتاج محطة تشغيل أو أكثر يتطلب نظام الرقابة الفنية و التكاليفية تجميعهم في مركز واحد ، و من الطبيعي أن العمليات الصناعية التي تتم في مركز إنتاجي لا بد أن تكون إما متماثلة أو متكاملة ، و يراعى عند تحديد مواقع مراكز الإنتاج نفس مبادئ الإقتصاد في الحركة السابق ذكرها .

III- مناطق الإنتظار و التخزين Waiting And Holding Places : يقصد بها المواقع التي يحتاجها توقف الخامات أو الأجزاء أو السلع أثناء تصنيعها إما لاستكمال العمليات الصناعية عليها أو انتظارا لنقلها إما إلى مخازن مؤقتة أو إلى مخازن الإنتاج النهائي .

إن عملية توقف الخامات أو الأجزاء أثناء عمليات التشغيل هي عملية متصلة بعملية الإنتاج و تستمر باستمرارها ، فحلقة الإنتاج تبدأ من تحرك الخامات من المخازن الرئيسية إلى أن يتم تحويلها إلى سلع نهائية تعود ثانية إلى المخازن ؛ أي أن الإنتظار أو التخزين المؤقت هو ما يقتضيه زمن الإنتاج و مراحله الفنية من تتابع لحركة الخامات و الأجزاء و السلع المصنعة .

يؤدي التنظيم الرديء إلى الكثير من المظاهر السلبية مثل :[3]

---

[1]- [2] علي الشرقاوي ، مرجع سابق ص 91 و ما بعدها بتصرف .

[3] الشرقاوي ، مرجع سابق ص 92 و ما بعدها بتصرف شديد .

- تحرك المواد ببطء داخل المصنع
- إرتفاع تكلفة المناولة
- تكدس و ازدحام عنابر الإنتاج و كذلك الأماكن المخصصة للتخزين
- إزدحام الممرات و أماكن العمل بالأفراد
- كثرة حوادث العمل
- تعدد حالات تلف المواد تحت التشغيل أو فقدانها
- البطء في استلام و تسليم المواد
- عدم ملائمة الجو الداخلي و ظروف العمل
- تعدد حالات الفشل في احترام جداول الإنتاج و الوفاء بمواعيد التسليم

و يسعى التنظيم الناجع إلى تجنب تلك السلبيات ،لذلك وجب مراعاة جملة من الإعتبارات عند القيام بالتخطيط الداخلي للمصنع نجملها فيما يأتي .

الفرع الثاني:الإعتبارات الواجب مراعاتها عند القيام بالتخطيط الداخلي للمصنع[1] Lay-out Principles :

1- تحليل السلع و الآلات Machines And Commodities Analysis : أي دراسة السلع و أجزائها و مدخلاتها و الفترة اللازمة للتشغيل داخل المصنع ، و على ضوء ذلك يختار التخطيط الأنسب ؛ فإذا كانت السلعة ثقيلة بحيث تصعب مناولتها إلا باستخدام روافع باهظة الثمن أو تتطلب إجراءات معينة فإن أنسب نوع لها هو التخطيط السلعي ، أما السلع الخفيفة أو صغيرة الحجم سهلة التحريك فأنسب شكل لها هو النوع الوظيفي .
أما الآلات فلا تكفي مراعاة أشكالها و أبعادها فحسب ؛ و إنما يؤخذ بالحسبان الأجهزة و الأدوات التي ستوصل بها و المواد التي تحرَّك منها أو إليها، و بناء على ذلك تحدَّد مواضعها المناسبة و المساحة اللازمة للآلات .

2 -تتابع العمليات Sequency : ينبغي أن يتم تخطيط المصنع بحيث يكون تدفق العمل بداخله سهلا منسجما ، ففي حالة إنتاج سلعة واحدة تتعين مَوضَعَة الآلات بحيث تقع كل عملية بالقرب من العملية السابقة في تتابع منسق دون إرجاع إلى الوراء ، و في الظروف النموذجية نجد أن السلعة تبدأ من الخامات حتى تنتهي كسلعة تامة دون توقف و في خط مستقيم .

[1] - علي الشرقاوي ، مرجع سابق ص 92 .

3 -الإحتياجات الخاصة بأجهزة المناولة و غيرها من الأجهزة المتحركة

: Handling and Other Moving Equipments Needs

يجب أن يتوافر العدد الكافي من الممرات و المسالك التي تسمح للعامل بالتحرك أثناء عمله و بالقدر اللازم لأداء العمل كما تسمح له بتحريك الأجهزة المساعدة ، "و في حال استخدام الأجهزة المعلقة في المناولة فإن الأمر يستدعي وجود مساحات فراغية خالية من الأعمدة قدر الإمكان"* .

4 -إعتبار الصيانة و الإستبدال Maintenance and Replacement Needs : عند تحديد وضع الآلات و المساحات اللازمة لكل منها يجب الأخذ في الإعتبار أن الآلة قد تحتاج لإجراء بعض الإصلاحات أو عمل الصيانة اللازمة من تزييت و فك و استبدال لبعض الأجزاء و هوما يوجب إعطاء حيز كاف لهذه الأعمال .

5 -توازن التدفق Flow Equilibrium : بمعنى ضرورة ترتيب طاقة الآلة لتحقيق تدفق منتظم يسمح للآلات التالية لها باستيعاب ما تخرجه هذه الآلة ، أي تجنب التدفق غير المنظم الذي يؤدي إلى خلق الإختناق أو ما يعرف بـــ" عنق الزجاجة Bottleneck " و يعتبر التوازن من الإعتبارات الهامة بالنسبة للتخطيط السلعي .

6 -دراسة الحركة Motion Studies : أي اقتصاد الحركات التي تستلزمها صناعة السلعة و هو ما يسمح بالتوفير في الوقت اللازم للتشغيل و الجهد و اليد العاملة .

7 -المناطق المخصصة للخدمة Service Facilities : مثل المناطق الخاصة بخدمة الآلات كورش الصيانة و الإستبدال ،و غيرها من المناطق كأماكن الإغتسال و حجرات تبديل الملابس و دورات المياه و مكاتب الخدمة الطبية و المطاعم ...فينبغي أن توضع في الأماكن الملائمة بحيث يسهل المرور إليها و منها دون ضياع الوقت ، و نظرا لعدم وجود ثقل كبير تفرضه هذه الأشغال تقوم بعض المصانع بتخصيص أدوار معلقة لها لتوفير المساحة الأرضية .

8 -الجو الداخلي و ظروف العمل Work Condition :قد تكون الآلات المستخدمة من النوع الذي يحتاج إلى ظروف معينة من حيث الإضاءة و التهوية و الحرارة أو أنها تحدث نوعا من الغبار أو الأتربة المضرة بصحة العمال ،و هذا يفرض وضع التخطيط في المصنع على أساس صحي سليم ، حيث تستخدم بعض المصانع آلات خاصة لطرد الغبار أو مراوح خاصة لتنقية الجو ،كما تستخدم بعض مصانع النسيج نوعا من الآلات يرش رذاذا خفيفا يخلق جوا رطبا و يساعد في عدم انتشار الغبار المتصاعد من غزل القطن ، و يُزَوَّد العمال في بعض المصانع بكمامات على أنوفهم أثناء العمل ؛ فينبغي عند التخطيط اعتبار كل هذه الظروف .

9 -إستغلال الفضاء الداخلي Internal Space Exploitation : أي يتم التخطيط على أساس الإستفادة إلى أقصى ما يمكن من الفراغ داخل المصنع لتوفير المساحة الأرضية ، و قد يكون ذلك مثلا بإنشاء أدوار معلقة للأنشطة خفيفة التأثير كما مر بنا ، و كذا باستخدام نواقل معلقة في السقف للمناولة و هو ما يغني عن

* صلاح الشنواني ، مرجع سابق ص 170

النقل الأرضي للمواد ، " و قد تستخدم الناقلات المثبتة في سقف المصنع في تخزين المواد بصفة مؤقتة بين المراحل الإنتاجية بما يمكن من تحاشي شغل المساحات المحيطة بالآلات ، كما يمكن استغلال المساحات الفراغية في إقامة أنابيب الهواء الساخن و أجهزة التهوية و التخلص من الأتربة و الغبار..."* .

10- مرونة التخطيط Flexibility : يجب أن يستجيب التخطيط لكافة الثغرات التي قد تصادف التشغيل بحيث يسمح بإدخال التعديلات اللازمة بأسهل الطرق و أقل التكاليف .

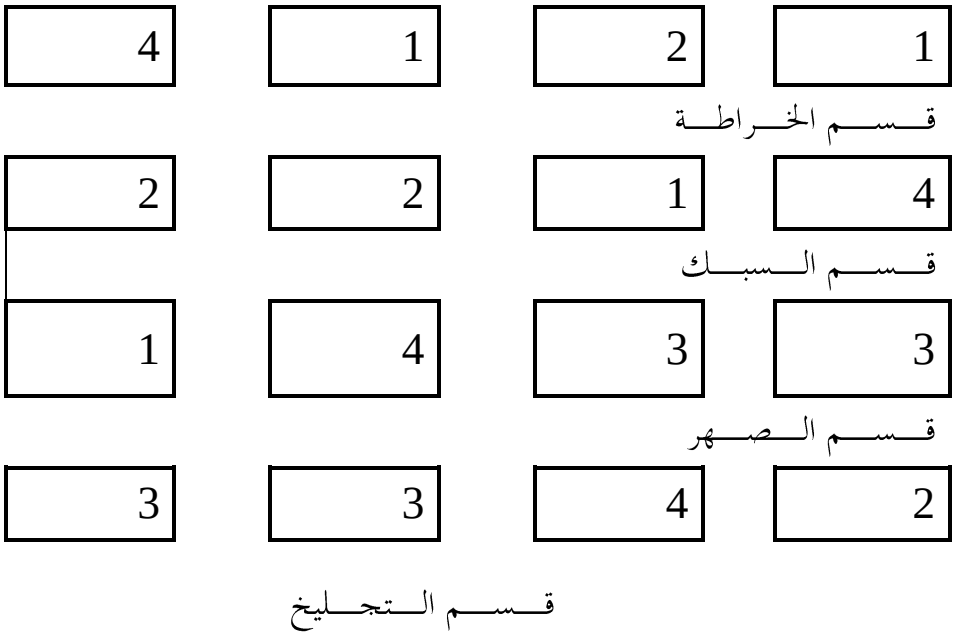
الفرع الثالث : أنواع التخطيط الداخلي للمصنع Lay-out Types :

هناك نوعان أساسيان من التخطيط : التخطيط الوظيفي (أو على أساس العمليات) و التخطيط السلعي (أو المستمر) :

I - التخطيط الوظيفي (على أساس العملية) Process Lay-out :[1]

في هذا النوع من التخطيط تُجمَّع الآلات المتشابهة الوظيفة في منطقة واحدة أو قسم واحد تمر عليه السلع التي ينتجها المصنع ثم تأخذ دورها إلى القسم الثاني و هكذا ، أي أن السلعة لا ينتهي صنعها داخل قسم واحد فقط .

يلاحظ أن هذا النوع من التخطيط شائع في المصانع التي تنتج حسب الطلب أو التي تصنع عددا محدودا من المنتجات أي أنه يستخدم حيث لا تنتج السلع النمطية ، فإذا فرضنا مصنعا ينتج بعض المنتجات المعدنية و كانت العمليات اللازمة لها هي : الخراطة ، السبك ، الصهر ، التجليخ ؛ تبعا لهذا النوع من التخطيط يكون هناك قسم للخراطة و آخر للسبك و ثالث للصهر و رابع للتجليخ تمر بهم تلك السلع أثناء إنتاجها :



الشكل4: التخطيط الوظيفي . المصدر : د/ الشرقاوي ، مرجع سابق ص 96

* صلاح الشنواني ، مرجع سابق ص 179 بتصرف .
[1] علي الشرقاوي ، مرجع سابق ص 95 و ما بعدها بتصرف .

من أبرز مزايا التخطيط الوظيفي :

- مرونة استخدام الآلات بالنسبة إلى نوع العمل الواجب أداؤه نظرا لاعتماد هذا النوع من التخطيط غالبا على آلات من النوع العام
- تقليل الإزدواج في الآلات ما يخفض الإستثمارات المرصودة لها
- تخفيض تكاليف الإنتاج حتى لو كانت الكمية صغيرة نظرا لأن القسم الواحد يقدم خدماته لكل المنتجات
- مرونة التنظيم في ذاته إذ يسهل تحريك الآلات و تعديل ترتيبها
- يكون هذا النوع من التنظيم أفضل في حالة العمليات التي قد تتأثر بوجود روائح أو أتربة أو غيرها إذ يمكن من مراعاة الإحتياجات اللازمة لكل عملية*
- تعطل آلة معينة لا يوقف العمليات الصناعية لإمكان تحويل العمل إلى آلات أخرى في نفس القسم .

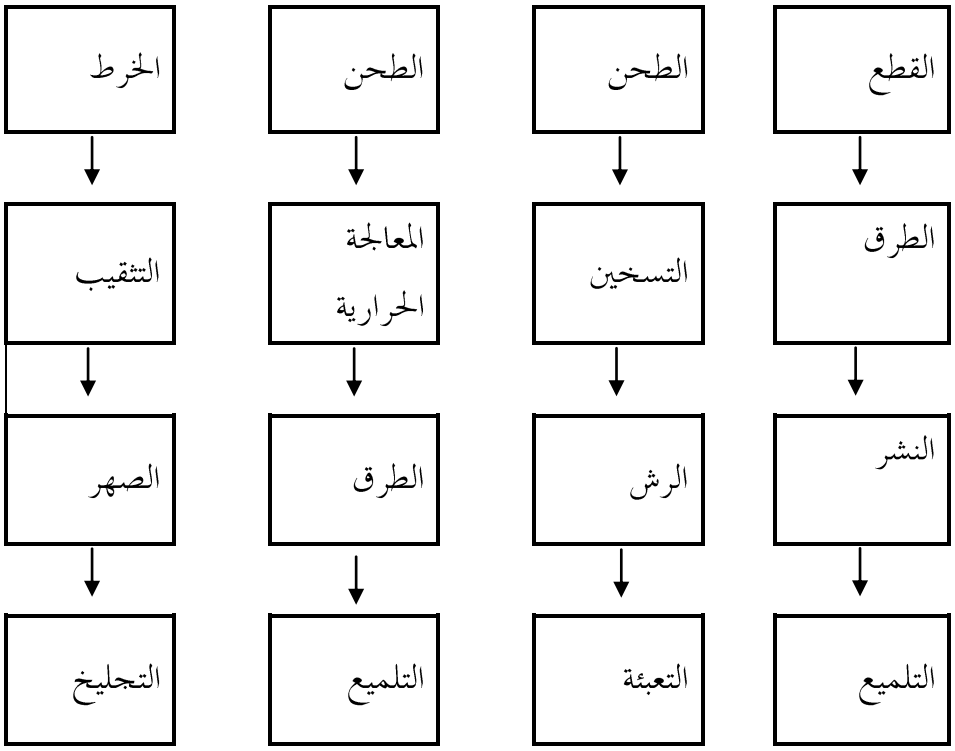
و من أبرز نقائصه :

- ينطوي هذا التخطيط على صعوبات كثيرة فيما يتعلق بتحديد الطرق الصناعية و الرقابة على صناعة السلعة و متابعتها
- أجهزة المناولة إذا وُجدت فإنها تكون من النوع العام الأقل تخصصا بسبب تفاوت الطرق التي تسلكها المواد ما يترتب عليه ضرورة ازدياد العمال المشتغلين في المناولة و هو ما يرفع تكاليف النقل و المناولة
- لا يمكن من استخدام الآلات الأوتوماتيكية بسبب صغر حجم الكميات المعالجة و عدم استمرار الإنتاج لفترات طويلة *
- تطلبه درجات عالية من المهارة في العمال
- تعرضه للإختناقات

II - التخطيط السلعي أو المستمر Product Lay-out :[1]

في هذا النوع من التخطيط توزَّع الآلات و تُرتَّب في تتابع حسب السلعة المراد إنتاجها ، أي تجميع الآلات المختلفة داخل إدارة واحدة لإنتاج سلعة واحدة أو عدد محدود من السلع المتشابهة ، و بذلك يكون القسم الواحد أو الإدارة الواحدة يتسلم المواد الأولية ليقدمها سلعة تامة الصنع ، عكس النوع الوظيفي أين يختص كل قسم أو إدارة بعملية واحدة أو عدد محدود من العمليات على السلعة ثم يسلمها إلى القسم التالي ليكمل صناعتها و هكذا حتى تكتمل ، و يمكن توضيح التخطيط السلعي كما يلي :

* صلاح الشنواني ، مرجع سابق ص 181 .
* صلاح الشنواني ، مرجع سابق ص 182 بتصرف .
[1] الشرقاوي ، مرجع سابق ص 98 و ما بعدها بتصرف شديد .



الشكل 5: " التخطيط السلعي " المصدر : د/ الشرقاوي : مرجع سابق ، ص 98 بتصرف يسير .

ينتشر النوع المستمر من التخطيط في صناعات الإنتاج الكبير كصناعة السيارات و الأجهزة الكهربائية لقِصر دورة الصنع في تلك الصناعات و هو ما يندرج ضمن نمط الإنتاج المستمر الذي مر معنا .

من أبرز مزايا هذا النوع من التخطيط :

- سهولة الإشراف و الرقابة على الإنتاج ،نظرا لكون " الآلات تنتج كميات كبيرة من السلعة بمواصفات موحدة "* و كذا لأن التفتيش يتم عموما عقب الإنتهاء من تجهيز السلعة تماما على خلاف التخطيط الوظيفي أين يتعين التفتيش على السلعة عقب كل عملية حتى يمكن المحافظة على مستوى الجودة المطلوبة .

- إنخفاض الإستثمار في المخزون السلعي تحت الصنع نظرا لقِصر دورة الصنع ، و يرجع ذلك القصر أساسا إلى تخفيض مسافات النقل و يؤدي ذلك في النهاية إلى ارتفاع سرعة دوران رأس المال العامل المستخدم في المخزون السلعي تحت الصنع .
- إمكان استخدام المناولة الآلية و الحديثة و هو ما يخفض تكاليفها .
- السماح باستخدام الآلات المتخصصة و تخفيض الأعمال اليدوية و من ثم الحاجة إلى عمال متوسطي المهارة .
- توفير مساحات كبيرة من الحيز المستخدم و إخلاء الممرات من وسائل النقل نظرا لاستخدام الأجهزة الآلية في المناولة.

* صلاح الشنواني ، مرجع سابق ، ص 182 بتصرف يسير .

– إذا أعِدَّ التخطيط المستمر بطريقة سليمة فإنه يقضي على نقاط الإختناق المعروفة بـــ"عنق الزجاجة Bottleneck" و التي تتكرر في النوع الوظيفي ، أي أن السلعة تصنع وفق تدفق ثابت من عملية إلى أخرى في تسلسل معروف و محدد داخل أقسام خاصة بالسلعة المعينة دون غيرها .

و من أبرز نقائصه :

– يتطلب استثمارا كبيرا بسبب ازدواج الآلات و ارتفاع تكلفة الآلات المتخصصة .

– قلة المرونة مقارنة بالتنظيم على أساس العملية ، " فإذا تطلب الأمر تعديلا في تصميم العملية الإنتاجية أو السلعة المنتجة أو في التنظيم نفسه ، فسينطوي على تكاليف عالية "* .

–الخلل الحاصل في نقطة يهدد بتعريض جميع المراحل للتوقف .

– ظاهرة الإرجاع إلى خطوات سابقة و إعادة المناولة ما يرفع التكاليف .

إذا شئنا أن نقارن بين نوعي التخطيط نقول إجمالا :

– في التخطيط الوظيفي تتابع العمليات الصناعية مرن و كذلك الإستثمارات في الآلات منخفضة و الإستثمار في السلع تحت الصنع مرتفع ، بينما في التخطيط المستمر الإستثمارات في الآلات مرتفعة نظرا للإزدواج ، إلا أن رأس المال المستغرق في السلع تحت الصنع منخفض .

– في التخطيط الوظيفي يمكن استغلال الطوابق بطريقة أحسن مما في التخطيط المستمر إلا أن الأخير يوفر المساحة أكثر .

– في التخطيط الوظيفي ترتفع تكاليف المناولة و الرقابة ، بينما في التخطيط المستمر تنخفض .

– في التخطيط الوظيفي يصبح العمال و المشرفون أكثر مهارة في عملية واحدة على آلة معينة و يحتاجون إلى تدريب طويل عند نقلهم إلى عمليات مغايرة ، بينما في التخطيط المستمر يسهل تدريب العمال غير المتمرنين إلى مستوى المهارة الفنية .

– بالنسبة لتعطل الآلات ، في التخطيط الوظيفي يمكن نقل العمل إلى آلات أخرى مشابهة ؛ بينما في التخطيط المستمر قد يؤدي توقف آلة إلى توقف خط الإنتاج .

في الخلاصة يمكن أن نقول : عموما " إذا كان المطلوب هو إنتاج كميات كبيرة من سلع نمطية فإن التنظيم على أساس السلعة يكون أفضل من الناحية الإقتصادية ، أما إذا كانت الكميات المنتجة صغيرة أو بمواصفات متنوعة فإن التنظيم على أساس العمليات يعطي مزايا أكبر ، و في الحياة العملية تمزج المصانع بين النوعين معا " * ، كما نشير إلى أن التنظيم الداخلي لا يقتصر على المصانع الجديدة فقط ؛" بل إن المصانع القائمة تحتاج بصفة دائمة إلى إعادة النظر في تنظيمها "** حسب التطورات و المستجدات .

---

* ، ** الشنواني ، مرجع سابق، ص 180 ، ص 184 بتصرف .

المطلب الثالث : ظروف العمل و السلامة المهنية Work Conditions and Professional Safety

لقد أصبحت ظروف العمل و شروط السلامة من الأمور الهامة ذات التأثير على الإنتاجية ، لذلك سنتطرق إلى جملة من العناصر على سبيل الإيجاز :

1-الإضاءة و الرؤية Lightening and Sight : إن " 80% من عمليات الإدراك الداخلة في القيام بالعمل بصرية "* ، و من هنا ينبغي إيلاء الإهتمام اللازم للإضاءة من حيث كمية الضوء اللازمة و توزيعها بشكل مناسب و التحكم في الظلال الناتجة بحيث لا تكون فوق حد معين و لا تتجاوز زوايا محددة دون التفكير في إلغائها تماما لأنها تساعد على الرؤية.

يختلف نظام الإضاءة من مصنع إلى آخر ، إذ عادة تكون الإضاءة الطبيعية كافية إذا روعي في تصميم المصنع توفير عدد كاف من النوافذ و في أماكن ملائمة أو إذا كان اتساع المصنع محدودا ، غير أن تصميم نظام للإضاءة عموما أمر ضروري نظرا لتذبذب الضوء الطبيعي بفعل الغيوم مثلا أو نتيجة قيود تصميم المصنع .

كما ينبغي منع الوهج المسبب للإنبهار ؛و من بين الطرق هنا استخدام أنواع معينة من الزجاج و حسن استخدام الألوان ، فعادة تُطلى السقوف بالأبيض أو الأصفر الفاتح لتعكس الضوء إلى أسفل ؛ و تطلى الجدران بألوان أخرى هادئة دون الأبيض تجنبا للوهج.

لقد تبين من الدراسات أن الإضاءة الجيدة ترفع الدقة في الأداء و تزيد معدل الإنتاج و تقي من حوادث العمل .

2-التحكم في الضوضاء Noise Control :[1] قد تسبب الضوضاء آثارا ضارة كالإجهاد العصبي و إضعاف حاسة السمع و زيادة حوادث العمل ، و كذا تسبب انخفاض إنتاجية العمل و ارتفاع معدل دورانه .

تعالج هذه المشكلة وفق أساليب متعددة قد تبدأ حتى حين تصميم المصنع .

3- التحكم في الجو الداخلي Internal Climate Control :

أ- التحكم في درجة الحرارة Temperature Control : لقد دلت الدراسات على :

"- في ظل درجة حرارة بين 29 و 31 °م ينخفض المجهود البدني بـــمعدل النصف .

- في ظل درجة حرارة بين 33° م و 35°م يكون النشاط خفيفا جدا "*

إن المعطيات السابقة تحتم تكييف درجة الحرارة في أماكن العمل.

ب-التحكم في الرطوبة Moisture Control[2] : تتطلب بعض الصناعات درجات منخفضة من الرطوبة كصناعة الأدوية بينما تتطلب أخرى رطوبة مرتفعة كالصناعات الجلدية ، أما أخرى فتتطلب رطوبة مضبوطة عند مستوى معين كصناعة الغزل و النسيج .

---

* Luc Boyer,Michel Poirée,Elie Salin : Précis d'organisation et de gestion de la prodution . les Edition d'organisation-Paris 1982-p 401+p409

[1] صلاح الشنواني ، مرجع سابق ، ص 194 بتصرف شديد .

[2] الشنواني ، مرجع سابق ص 192، بتصرف .

تزداد أهمية التحكم في الرطوبة في تخزين المواد التي لا تتحملها كالسكر مثلا ، كما أنها تؤثر على صحة الأفراد و تضايقهم و من ثم تؤثر في مستوى أدائهم .

عند الحاجة إلى درجات معينة من الرطوبة يمكن استخدام عدة طرق مثل تمرير الهواء على رذاذ ماء في غرفة مغلقة أو إطلاق ما يشبه الضباب أو بخار الماء داخل المصنع ، كما يمكن التحكم فيها عن طريق جهاز خاص يسمى " Humidistat " ، و يمكن تقليلها عن طريق تمرير الهواء على أجسام باردة تترسب عليها ؛أو الأجسام الماصة للرطوبة .

ج- التحكم في الغبار و الأتربة Dust Control[1] : و تبرز أهميته الخاصة في الصناعات التي تتطلب درجة عالية من الدقة أين يتطلب الأمر التخلص النهائي من الغبار ، و في بعض الصناعات قد تصبح السلع المنتجة عرضة للتلوث به كصناعات المواد الغذائية و الأدوية ، إضافة إلى أن الغبار يضر بصحة الأفراد .

قد يكون الغبار المتولد عن بعض العمليات الإنتاجية ساما يضر استنشاقه الأفراد مثل غبار الرصاص و المنغنيز مما يوجب اتخاذ احتياطات خاصة ، و قد يتسبب في حوادث العمل إذا تراكم مثلا على أرضية المصنع أو السلالم معرضا الأفراد للإنزلاق ، كما أن بعض أنواع الغبار تكون قابلة للإلتهاب أو الإنفجار ما يدعو إلى تجنب تراكمها في أي منطقة داخل المصنع .

و من ناحية أخرى قد يكون الغبار الناتج من عملية إنتاجية ذا قيمة عالية توجب تجميعه مثل الصناعات التي تستخدم مادة الذهب كصناعة الساعات الذهبية .

مما سبق يتضح أن هناك غبارا في الجو ، و غبارا يتولد من العملية الإنتاجية ، و للتغلب على الغبار الجوي يمكن استخدام وسائل مختلفة لتنقية الهواء أو مواد ترشيح قد تكون من الورق أو الألياف أو المعدن ، أما الغبار الصناعي فيمثل مشكلة للكثير من الصناعات التي بها عمليات مزج أو طحن أو برد ، و قد تكون معالجة المشكلة عن طريق حبس الغبار الناتج في أماكن مغلقة و عدم السماح له بالإنتشار ثم تجميعه بعد ذلك بوسائل مختلفة مثل استخدام مرشحات من القماش أو تمرير الهواء الحامل للغبار على رذاذ ماء .

د- التحكم في الروائح Odors Control[2]: تؤدي بعض الروائح إلى نتائج سلبية على صحة العمال و تضايقهم و قد تتولد إما من داخل المصنع أو تأتي إليه من مصنع آخر و قد تؤثر على السلع المنتجة كالصناعات الغذائية ، و يمكن التغلب عليها إما بأقنعة يستخدمها الأفراد و إما عن طريق نشر روائح مضادة أو استخدام تكييف الهواء في التخلص منها ، و إذا كانت غير نفاذة فيمكن مزج الهواء الداخلي بكمية كافية من الهواء الطلق بحيث يقلل من أثرها.

[1] الشنواني ، مرجع سابق ص 193 .
[2] الشنواني ، مرجع سابق ، ص 194، 196 بتصرف شديد .

4- الأمن الصناعي Safety at Work : ينبغي في هذا المقام التركيز على منع حوادث العمل التي من أهم أسبابها :[1]

- إهمال نظافة المصنع ، - عدم كفاية مساحات العمل ، - ضيق الممرات و عدم تحديدها بوضوح
- الإضاءة الضعيفة ، - وجود أسطح حادة و مكشوفة ، - المناولة اليدوية للمواد
- الحركات غير السليمة التي يقوم بها الأفراد ، - تكدس المواد دون تنظيم .

إن عدم مراعاة شروط السلامة يؤدي إلى حوادث مختلفة كالسقوط ، الصدمات الكهربائية ، و من أهم الحوادث الحريق .

قد يكون مصدر الحريق العملية الإنتاجية أو أحد مدخلاتها ووسائلها كالمواد المستخدمة في الإنتاج أو التغليف ، أو من التركيبات و التوصيلات الكهربائية أو من بعض الآلات و الأجهزة الكهربائية أو من المصاعد الكهربائية ، و قد يكون مصدره الإهمال من جانب الأفراد ، و هناك وسائل متعددة لمنع الحريق أو مقاومته منها تدريب الأفراد على القيام بأعمالهم بطريقة صحيحة و على استخدام معدات مقاومة الحريق ، تنصيب مستشعرات النار ، إعداد فتحات لخروج الدخان إذا حدث الحريق ، إستخدام المواد المقاومة للحريق في بناء المصنع و تقسيمه من الداخل بحواجز تمنع الحريق و كذا فصل العمليات الخطرة عن باقي العمليات ، و يستحسن أن تكون في مبان مستقلة .

خلاصة الفصل :

رأينا في هذا الفصل – إجمالا – أن النشاط الإنتاجي يكتسي أهمية خاصة بين سائر وجوه النشاط الإنساني ، فهو يشبع حاجة المجتمع و يحقق التناغم بين مختلف القطاعات و يدعم التنمية و الرفاهية ، و بما أن بيئة الأعمال تنطوي على خيارات متنوعة وعلى فرص استثمارية عديدة تطرقنا إلى عوامل و تقنيات اختيار الموقع و كذا طرق المفاضلة بين المقترحات الإستثمارية ، و صولا إلى آخر طور في مرحلة التأسيس للمشروع الإنتاجي و هو " إعداد المصنع " أين سلطنا الضوء على المبنى و التخطيط الداخلي ختاما بظروف العمل و السلامة المهنية .

1- الشنواني ، مرجع سابق ص 196 بتصرف .

الفصل الثاني

إدارة الإنتاج: المفاهيم الأساسية، الهيكل والأدوات

الفصل الثاني : إدارة الإنتاج : المفاهيم الأساسية ، الهيكل و الأدوات

Production Management : Fondamental Notions, Frame and Tools

- تمهيد :

" إن الإدارة الإنتاجية الناجحة هي تلك القادرة على اتخاذ القرارات لتحديد و اختيار و تطبيق أكثر الطرق فعالية لاستخدام الموارد الإنتاجية المتاحة لها من رأس مال و عمل و خامات و غيرها و ذلك بنسب مثالية من شأنها إنتاج السلع أو الخدمات المطلوبة بالكمية المناسبة و الجودة المناسبة و التكلفة المناسبة و في الوقت المناسب "[1] و لتحقيق تلك الأهداف تستخدم إدارة الإنتاج العديد من الأدوات، لذا سنتعرض في هذا الفصل لأبرزها بعد الكلام عن أهم النظم الفرعية لهذه الوظيفة ، مفصلين الكلام عن إحدى أبرز تلك الأدوات و هي " البرمجة الرياضية " في الفصل اللاحق .

المبحث الأول : تشريح وظيفة الإنتاج Production Function Structure :

إن عملية الإنتاج تتمثل في " إعداد و موائمة للموارد المتاحة بتغيير طبيعتها الفيزيائية أو الكيميائية أو تغيير شكلها "[2].

تتألف مديرية الإنتاج في المؤسسة الصناعية من مجموعة من المصالح و الإدارات الفرعية و التي يمكن تجميعها في قسمين:

أ - المصالح التشغيلية Operational Services : تقوم بأنشطة التصنيع القائمة على تحويل المدخلات من مواد أولية و منتجات وسيطة إلى منتجات نهائية توجه إما إلى التخزين أو تُرسل إلى الزبائن و تُفوتر ، تتمثل هذه المصالح أساسا في :

- التصنيع Manufacturing
- الإرسال Expedition

بمساعدة المصالح :

- المناولة Handling
- التجهيز و الضبط Tools and Adjustment
- الصيانة Maintenance

ب- المصالح الوظيفية Functional Services : يتمثل دورها في تسطير الأهداف و تأمين التناغم و الإنسجام بين مختلف دوائر وظيفة الإنتاج بمفهومها الواسع ، و هي في خدمة المصالح التشغيلية رغم أنها توجهها؛ تتمثل عموما في :

- مصلحة التموين
- مكتب الدراسات

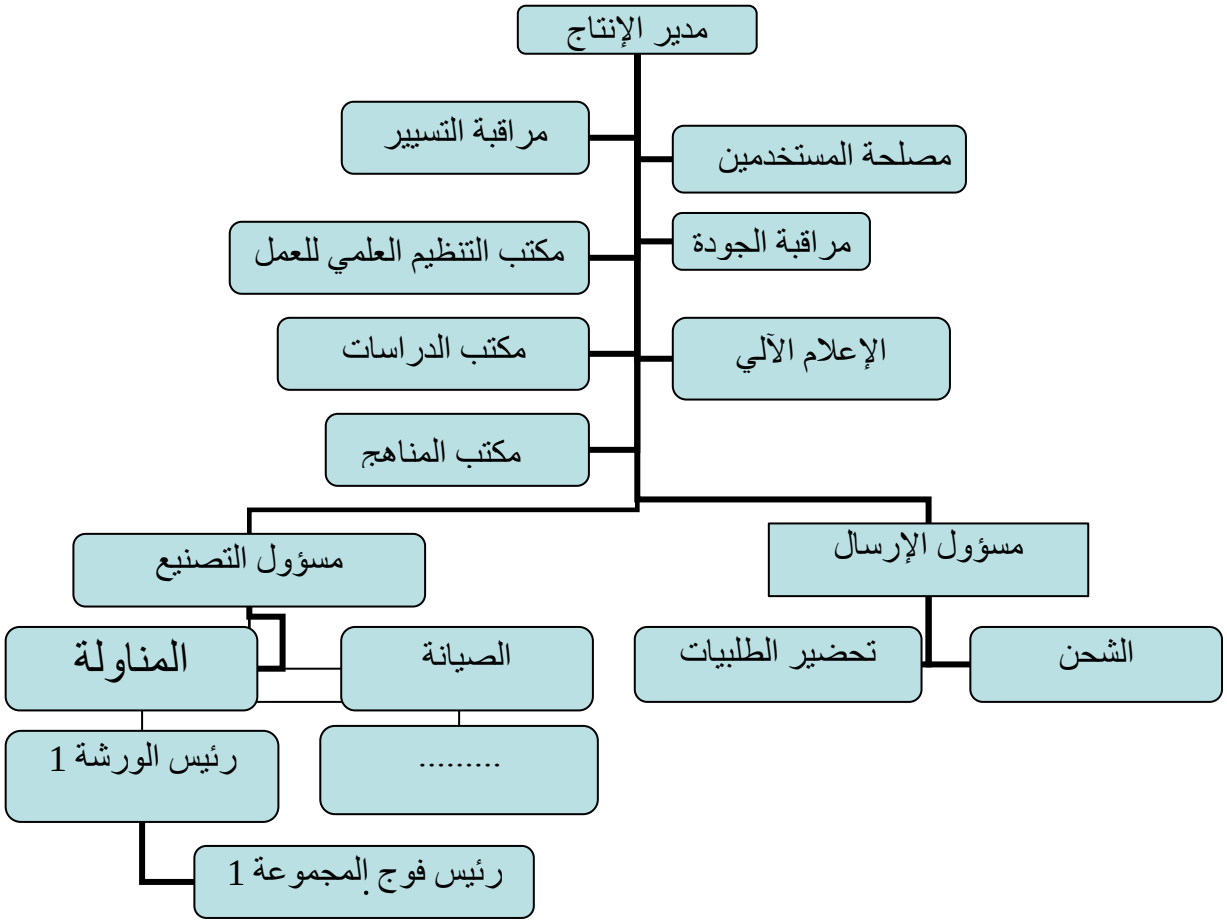
---

[1] علي الشرقاوي ، مرجع سابق ص 09 بتصرف .

[2] كساب علي ، محاضرات في مقياس تسيير المخزون لطلبة الماجستير إدارة أعمال سنة أولى ، جامعة حسيبة بن بوعلي .الشلف دفعة 2004-2006.

- مكتب المناهج
- مكتب التنظيم العلمي للعمل
- مصلحة مراقبة الجودة

يمكن أن نشير إضافة إلى المجموعتين السابقتين إلى مصالح أخرى مكملة: مصلحة المستخدمين؛ مراقبة التسيير؛ الإعلام الآلي، و الشكل الموالي يوضح ما سبق:



الشكل 6: العناصر الفاعلة في إدارة الإنتاج

المصدر : Gestion de la Production –P.Baranger+G.Huguel ص 31 بتصرف .

المطلب الأول :مدير الإنتاج Production Manager

يتعين على مدير الإنتاج أن يؤدي عدة وظائف :

أ- وظيفة إدارة موارد بشرية Staff Management Function : " تتمثل في تفهم مختلف الإحتياجات النفسية للعاملين كالحاجة إلى الأمان، الكرامة، المشاركة،المبادرة و الترقي" [1] ، إذ ينبغي على مدير الإنتاج أن يرسي بنية تنظيمية تستجيب لتلك الطموحات و تناسب أسلوبه القيادي ، و لتحقيق ذلك فهو يتوفر على أداتين هامتين: 'الهيكل التنظيمي' و 'توصيف الوظائف' ، عن طريقهما يحدد مهام و مسؤوليات كل فرد و مستوى التفويض ، كما عليه أن يزود المسؤلين الواقعين تحت إشرافه بالسياسات المرجعية ليسترشدوا بها كسياسة المشاركة ، سياسة الترقية ، سياسة الأجور...و التي هي مشتقة من السياسات العامة للمؤسسة .

و هو كذلك يقود و يحفز مختلف المصالح و الوظائف الفرعية المبينة في الشكل السابق .

ب- وظيفة مالية Financial Function : بعد إعداد ميزانية المبيعات من طرف إدارة التسويق يتم إعداد ميزانية الإنتاج المخطط و التي يتعين على مدير الإنتاج التقيد بها و الرجوع إليها دوريا لمقارنة المصاريف المحققة فعليا بالمصاريف المسطرة نظريا ، و من ثم القيام بما يسمى " تحليل الفجوة Gap Analysis" عبر تفكيكها إلى عواملها الأساسية (فجوة الكمية ، فجوة السعر ...) .

ج- وظائف تقنية Technical Function : تتعدد هذه الوظائف حسب عدة اعتبارات على رأسها نوع المؤسسة و يمكن تجميعها عموما في ثلاث مجموعات :

1- وظائف تنبؤية Forecasting : بكونه من الأطراف الفاعلة في إعداد الخطط الطويلة و المتوسطة و القصيرة المدى ، يساهم مدير الإنتاج في صناعة التوجهات الإستراتيجية للمؤسسة عبر مهام أساسية أبرزها :[2]

- إقتراح الإستثمارات المؤهلة لإنتاج منتجات جديدة
- تقدير سعر التكلفة لتلك المنتجات
- إقتراح إستثمارات لتحسين الإنتاجية ، مردودية المنتجات ، ظروف العمل ، الأمن و السلامة المهنية .

2- وظائف تنظيمية Organizational Functions : يُعد مدير الإنتاج مجموعة من السياسات الخاصة بما يتماشى مع السياسات العامة للمؤسسة ،تتعلق مثلا بإدارة المخزون ، الصيانة ، إدارة المستخدمين ، التموين ، مراقبة النوعية، و يقوم بالإتصالات و الإجتماعات اللازمة لضمان التدفق الحسن للمعلومات و التغذية المرتدة Feed Back من أجل تحقيق أهداف التطوير و التحسين .

3- وظائف قرارية Decisional Function : تحفل مجريات النشاط اليومي للمؤسسة بالمواقف التي تستدعي اتخاذ قرارت ، كالبت في النزاعات الممكن نشوبها بين الأفراد و لدى تحديد الأولوية عند البدء بتنفيذ الطلبيات ، وكذلك القرارات التشغيلية الأخرى كالساعات الإضافية ، عقود التوظيف ، المقاولة من الباطن Undertaking ...

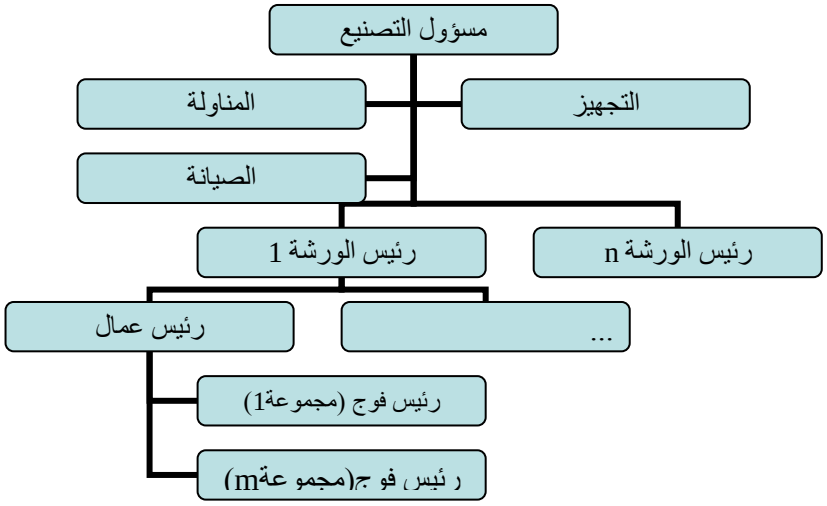
[1]، [2] P.Baranger, G.Huguel : Gestion de la production ,Acteurs;Techniques et Politiques .Vuibert .Paris 1981 P 30

و يلحق بهذا الموضوع النشاط الرقابي اللازم لاتخاذ القرار ، إذ عليه بهذا الخصوص تصميم 'لوحة القيادة' الملائمة للتعبير عن مختلف جوانب وظيفة الإنتاج و سيرورة العملية الإنتاجية .

المطلب الثاني : المصالح التشغيلية Operational Services

و هي تعبر عن طبيعة المؤسسة و غرض وجودها حيث نجد بشكل عام في المؤسسة الصناعية و ظيفتي 'تصنيع' ، 'إرسال'.

I- مصلحة التصنيع Manufacturing Service : مهمتها تصنيع المنتجات المطلوبة من طرف الزبائن أو الموجهة إلى التخزين ، يمكن أن نصورها في الشكل البياني التالي :



الشكل 7: تنظيم مصلحة التصنيع - المصدر : P.Baranger : مرجع سابق ص 34 بتصرف .

تعليقا على الشكل السابق نقول إن اقتران وجود وظيفتي 'رئيس ورشة' و 'رئيس عمال' أو الإقتصار على واحدة منهما يتحدد حسب أهمية و عدد الورشات ، و تقسم كل ورشة إلى مجموعات يرأس كل واحدة 'رئيس فوج' ، و كأمثلة عنها مجموعة المخارط ، مجموعة المثاقب ، مجموعة المقصات ، مجموعة المكابس ...

تمارس الإدارات الفرعية الواردة في الشكل السابق كل على حدة -مع بعض الإختلاف حسب طبيعة كل مصلحة- مجموعة من المهام مصنفة كما هو الحال بالنسبة لما أسلفناه عن مدير الإنتاج :

- وظيفة إدارة موارد بشرية :حيث يساهم المسؤولون في تحقيق الحاجات النفسية و الرضا الوظيفي للمستخدمين ، الأنشطة الأساسية بهذا الصدد هي :[1]

- إستقبال الجدد ، - التدريب على شروط الأمان ، - التدريب على منصب العمل
- تقييم المستخدمين : الحوافز السلبية و الإيجابية ، - التكوين لرفع المستوى
- المساهمة في تحسين و تطوير مناصب العمل ، - المساهمة في تحديد الوقت المتاح .

[1] P.Baranger,G.Huguel : مرجع سابق ص 34 و 35 بتصرف .

- وظيفة مالية : [1] يساهم المسؤولون في إعداد ميزانيات لمصاريف التصنيع (الساعات الإضافية ، العلاوات ، الصيانة و التصليحات ...) ، حيث يقترحون غايات مسطرة للتحسين ؛ و على أساسها يحللون ما ينتج من فجوات لتصحيح المسار مستعينين بلوحة قيادة ملائمة لكل مركز مسؤولية .
- وظائف تقنية : يساهم المسؤولون حسب درجة التفويض المخولة لهم في تأمين العاملين المطلوبين من حيث العدد و النوع و في الوقت المناسب مستعينين بمصلحة المستخدمين ، كما يقارنون النتائج المحققة بالنتائج المخططة عند كل مستوى ، و من ثم مباشرة التصحيحات اللازمة .

II- مصلحة الإرسال : لا تختلف بشكل عام وظائف هذه المصلحة عن الوظائف السالفة الذكر في مصلحة التصنيع حيث تبقى وظيفة الموارد البشرية و الوظيفة المالية كما هي ؛ و إنما تتغير طبيعة الوظائف التقنية ، و التي تتلخص إجمالا فيما يلي :[2]

- تحضير الطلبيات :يجري التحضير إما لدى التصنيع (العمل على الطلبية) أو انطلاقا من المخازن (العمل على المخزون)، ترفق بالطلبيات لوائح أو وصولات مرمزة و مرقمة .
- شحن الطلبيات : توضع الطلبيات المحضرة سابقا على رصيف الشحن ، و استدلالا بالترميزات المقرونة بالحمولات (كرقم الطلبية ،رقم الطرد...) يقوم فريق الشحن بشحنها في الشاحنات و العربات باستخدام معدات الشحن المناسبة .

إن تحديد وقت متاح هنا أصعب مما هو عليه في مصلحة التصنيع لكن على العكس تسهل مراقبة النشاط و ذلك عن طريق جداول يومية ، كما أن هناك نسبا يتم تحديدها لتقييم الأداء مثل ' كلغ/ ساعة ' .

عند تنفيذ الإرسال انطلاقا من المخزون يمارس أمناء المخازن وظيفة تسيير المخزون كوجه آخر لعملية تحضير الطلبيات عبر التأكد من الكميات الداخلة المصرحة من طرف مصلحة التصنيع و مراقبتها ، القيام بعمليات الجرد الدوري ...

III- المصالح المساعدة للمصالح التشغيلية :

لتأدية مهامها تحتاج المصالح التشغيلية إلى الإسناد من طرف المصالح المساعدة التالية :

أ- مصلحة المناولة Handling Service : تعني عملية 'المناولة' :"تحريك الكمية المطلوبة بأسرع ما يمكن إلى المكان المناسب بأقل تكلفة ممكنة" [3] ؛ حيث يقع على عاتق هذه المصلحة مهام مناولة المواد عبر مختلف أطوار دورة المنتج ؛ أي :

" تفريغ المادة الأولية – تغذية محطات التشغيل داخل المصنع – التصريف باتجاه المخازن و مساحات التخزين "[4] .

[1، 2] ، 4 P.Baranger,G.Huguel : مرجع سابق ص 35 + ص 36 بتصرف يسير .

[3] الشرقاوي ، مرجع سابق ص 131 .

إن تحليل التعريف السابق يظهر أن نشاط المناولة يتضمن عدة عوامل هي : الكمية ؛ الحركة ؛ المكان ؛ الزمن ؛ الحيز و التي تعني إجمالا نقل الكمية المناسبة في حركة مدروسة إلى المكان المطلوب مع مراعاة الترتيب و التصفيف الملائم في زمن وجيز يخفض زمن الإنتظار و باستغلال الحيز المتاح استغلالا أمثل .

تظهر بعض الدراسات أن نشاط المناولة –رغم عدم تضمنه عمليات صناعية أو تحويلية– يشكل ما يقارب 35% من تكاليف الإنتاج و يستهلك ما يقارب 20% من الوقت داخل المصنع و يستوعب حوالي 10% من القوة العاملة ؛ و إذا شئنا أن نوسع نشاط المناولة ليشمل نقل المادة الأولية نشير إلى أنه في " مصانع سباكة المعادن يتم نقل 200 طن من المواد المختلفة من أجل طن واحد من المنتج النهائي "[1] ، لذا وجب إيلاء هذا النشاط ما يستحقه من أهمية عبر مراعاة مبادئ المناولة الناجعة و التي نجمل أبرزها فيما يلي :

– تقليل نشاط المناولة قدر الإمكان و من ذلك تقريب الأقسام ذات العلاقة فيما بينها من بعضها البعض و تخفيض المسافات خصوصا فيما يتعلق بتحريك المواد الضخمة أو الثقيلة وكذا تقليل الحركات و من ذلك تجنب النقل من وعاء إلى وعاء آخر.

– مرونة نشاط المناولة و تكيفه مع مستوى النشاط الإنتاجي توسعا و انكماشا ، و مرونة خطوط النقل .

– تخطيط المناولة على أساس الحركة المستقيمة (مع نقل الأجزاء المتشابهة دفعة واحدة) و تجنب الإرجاع .

– دراسة المواقف الخطرة و الصعبة في سيرورة عملية المناولة و العمل على تجنب الحوادث و الفاقد من المواد أثناء النقل ، علما أن " ما يقارب 60% من حوادث العمل تتعلق بالمناولة و التحركات الداخلية "[2] .

– تخطيط المناولة على أساس التزامن بين عملية النقل و عمليات أخرى كالمعاينة و الفحص و بعض أشكال المعالجات الممكنة خلال النقل .

– إستخدام المعدات المناسبة بالعدد المناسب مع تفضيل تلك التي لا تتطلب حيزا ثابتا و مراعاة الصيانة ، دون إهمال المناولة اليدوية التي قد تكون أكثر كفاءة في الكثير من المواقف .

– تنميط أوعية النقل و تخفيف وزنها و تخفيض عددها ما أمكن و استعمالها كمعايير للوزن و القياس و ملائمتها مع المواد المنقولة و طرق النقل من حيث الإتساع و الخصائص الأخرى .

– إستخدام المناولة الأوتوماتيكية إن أمكن خصوصا للحركات المتكررة و القصيرة .

– التناغم بين نشاط المناولة و نشاط التحويل لتجنب تكديس المواد بين محطات التشغيل .

– إستغلال الجاذبية الأرضية في الحركة إلى أقصى حد ممكن .

– إستغلال معدات المناولة في نشاط التوزيع ما أمكن تجنبا لازدواج الجهد و الإسراف في الإستثمارات الموجهة إلى معدات النقل .

يشرف على مصلحة المناولة مسؤول يمارس وظيفة إدارة موارد بشرية و وظيفة مالية يتوفر على الإمكانات التالية :

---

[1] Luc Boyer,Michel Poirée,Elie Salin : Précis d'organisation et de gestion de la production .les editions d'organisation .Paris 1982 page 334

[2] Luc Boyer و آخرون : مرجع سابق ص 334

-" متخصصي مناولة كانوا أخضعوا قبل التوظيف لاختبارات نفسية و مراقبة طبية من طرف طبيب العمل و اختبار سياقة"[1]

- معدات مناولة : الآلات و الروافع و النواقل المختلفة .

ب- مصلحة التجهيز : تقوم هذه المصلحة بإسناد مصلحة التصنيع خصوصا ، يمارس مسؤولها كالسابقين وظيفة مالية و وظيفة موارد بشرية ، يقع تحت إشرافه :

- متخصصو ضبط و أجهزة .
- أدوات ؛ مثل : أدوات السحق ، أدوات الثقب ،...و تركب غالبا على الآلات و المعدات .
- معدات ؛ مثل: المخرطة ،آلات التثقيب ...

مهامها الأساسية :[2]

- مساعدة مصلحة التصنيع في أداء وظيفتها .
- شراء الأدوات و التجهيزات اللازمة .
- فحص و صيانة المعدات بعد كل استعمال في حالة الضرورة .
- تأمين ضبط الآلات مجهَّزةً بأدواتها قبل الإستعمال و يُعطى لذلك وقت مسموح محدد مسبقا .

في بعض المؤسسات تلحق هذه المصلحة (التجهيز) بمصلحة الصيانة .

ج- مصلحة الصيانة : الصيانة هي "مجموع العمليات التي تسمح بإبقاء أصل من الأصول في حالة محددة أو إرجاعه إليها أو جعله مؤهلا لتقديم خدمة معينة "[3] .

إذ "تتطلب معظم الأجهزة الآلية الصيانة الدورية و تعديلها و تشحيمها حتى تشغل بطريقة سليمة و فعالة"[4].

و تهدف إلى :

- تأمين الإنتاج المخطط
- تأمين الجودة المطلوبة في المنتج : إذ أن المسؤولية عن المعيب كما قد ترجع إلى العامل على الآلة (خلل توجيه) فقد ترجع أيضا لمسؤول الصيانة (خلل في الآلة)
- إحترام الآجال المحددة
- البحث عن تكاليف مثلى : إذ ينبغي هنا الموازنة بين تكاليف أشغال الصيانة و التكاليف الناجمة عن توقف العملية الإنتاجية بسبب العطب بحثا عن النقطة المثلى .
- سلامة العاملين و حماية البيئة : عن طريق تحسين ظروف العمل و تقليل مخاطر الحوادث (تلوث الهواء ، مخاطر التسمم، مخاطر الإنفجار...)

---

[1]، [2] P.Baranger,G.huguel : مرجع سابق ص 36 ، 37 بتصرف .

[3] Luc Boyer و آخرون : مرجع سابق ص 343

[4] عبد الغفور يونس ،التنظيم الصناعي و إدارة الإنتاج ،المكتب العربي الحديث ، الإسكندرية ، 1997 ص 146

يقع تحت تصرف مسؤول الصيانة :[1]

- مجموعة من الأفراد : تقنيين و مختصين في مجالات متنوعة (الميكانيك ، الكهرباء...)
- تجهيزات و أدوات تستخدم في أشغال التصليح .

المطلب الثالث :المصالح الوظيفية Functional Services

أبرز هذه المصالح :

I- مصلحة التموين : يكتسي نشاط التموين أهمية بالغة باعتبار أن المشتريات "تشكل في المتوسط 50% من رقم الأعمال"[2] ، و تسعى هذه المصلحة إلى " تزويد المؤسسة بمجمل المدخلات و الخدمات الضرورية لأداء نشاطها:المواد الأولية، المستهلكات، قطع الغيار ،الإستثمارات ، العبوات و أغلفة التعليب ، منتجات يعاد بيعها على حالتها،الطاقة، خدمات (المقاولة من الباطن ، النقل) بالكميات ،النوعيات و الآجال المناسبة "[3]

تخضع إدارة التموين في نشاطها للسياسات العامة للمؤسسة و المتعلقة بالأمان و التكلفة ، يتصل العنصر الأول بالبعد الإستراتيجي فهو يتعلق بعدد الموردين و مفهوم القوة التفاوضية للمورد و التي ترتبط بعلاقة عكسية مع عدد الموردين إذ تسعى الكثير من المؤسسات بهذا الشأن إلى تجنب وضعية ما يعرف بـــ" المنظمة الأسيرة Captive Company" و هي التي تخضع لمورّد وحيد قادر نسبيا على فرض شروطه .

كما يتعلق عنصر الأمان بمستوى المخزون الملائم الذي يؤمن استمرار التدفق .

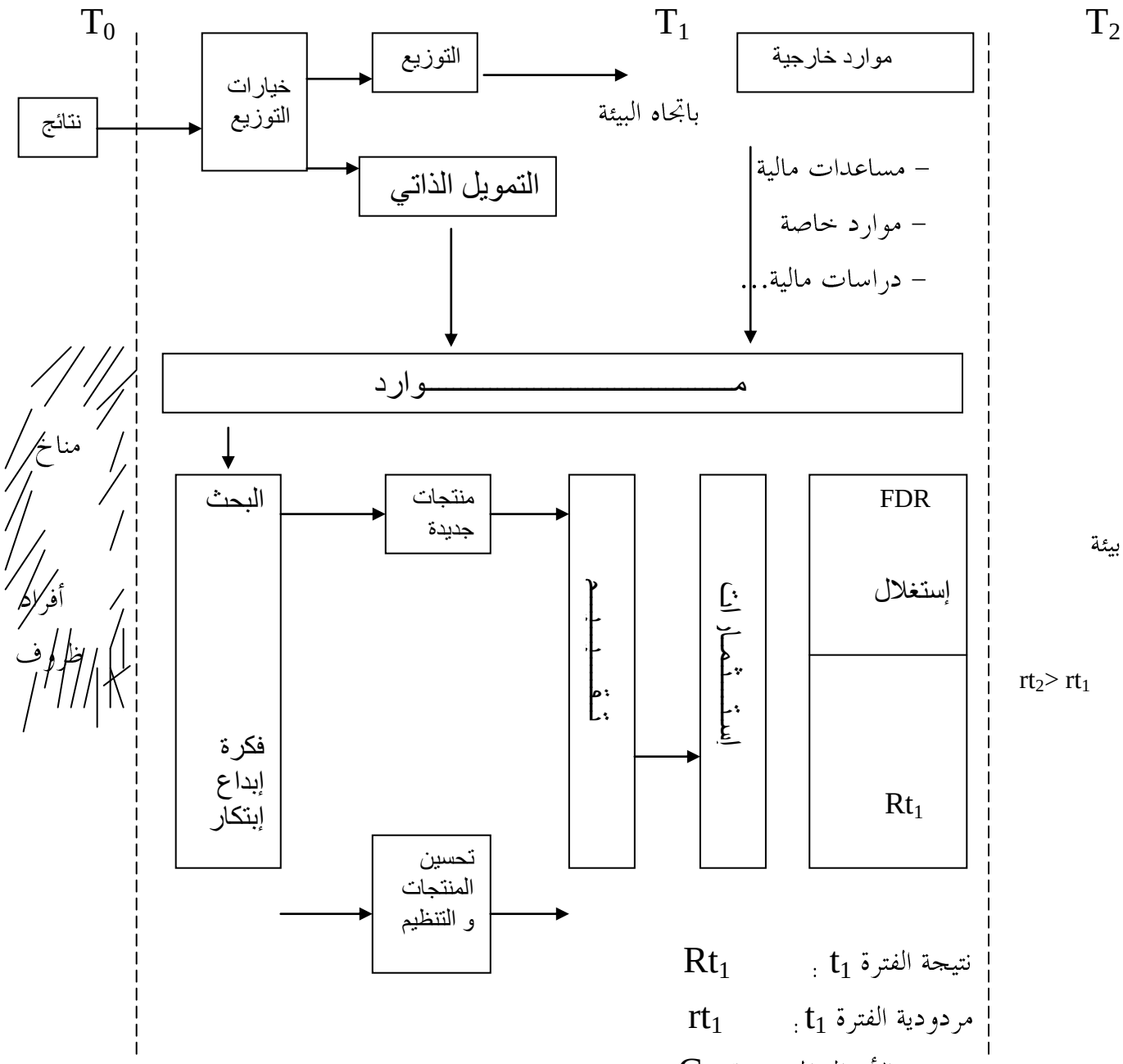
و يتمثل عنصر التكلفة بشكل عام في سعر الشراء مضافا إليه مصاريف النقل .

ينقل مسؤول التموين صورة السوق في خارج المؤسسة إلى داخلها مُعلمًا مكتب الدراسات عن قيود السوق بمختلف عواملها (التكاليف ، الآجال...) ، و من أجل الإستفادة من التجربة و تحسين الأداء يجري دوريا إحصاءات تتعلق بالآجال ، النوعية ،التكاليف .

II- مكتب الدراسات Studies Office : مع التطورات الحديثة و اشتداد المنافسة ، تحتم على المؤسسات التفكير في تطوير و تحسين منتجاتها و من جهة أخرى التفكير في إبداع منتجات جديدة ، و يستند 'مكتب الدراسات ' على معطيات 'البحث' و معطيات 'إدارة التسويق'؛ حيث يقصد بالبحث " النشاط الهادف إلى تحقيق إبداعات عبر اكتشاف و إنجاز منتجات جديدة"[4] ،و يوضح المخطط الموالي موقع البحث في المؤسسة الصناعية :

[1] ،[2] ،[3] P.Baranger; G.Huguel : مرجع سابق ص 37 بتصرف ، ص 38 ،ص 47 .

[4] P.Baranger... : مرجع سابق ص 41 بتصرف .



Rt_1 : t_1 نتيجة الفترة

rt_1 : t_1 مردودية الفترة

C : رؤوس الأموال المستثمرة

$rt_1 = Rt_1 / C$

FDR : رأس المال العامل

الشكل 8 : موقع و دور البحث في المؤسسة الصناعية

المصدر : P.Baranger et G.Huguel : gestion de la production …P42

تسمى وظيفة البحث عادة ' البحث و التطوير Search and Development' و هي تتألف من مرحلتين متكاملتين :'البحث' و هو النشاط الذي يستهدف اكتشاف فكرة أو تقنية أو طريقة جديدة ، و 'التطوير' أين ينصب الإهتمام على تشكيل النماذج الأولية المجسدة للأفكار المبتكرة Prototypes و اختبار نجاعتها من أجل الوصول إلى

"تعريف دقيق للمنتج القابل للتسويق"[1] ؛ و عندها يصبح مكتب الدراسات مطالبا بمواءمة الإمكانات الإنتاجية المتاحة مع المنتج الجديد حسب الحاجة .

يمكن النظر إلى المفهوم "دراسات" من زاويتين : زاوية تقنية و أخرى مالية :

فعلى الصعيد التقني ؛ تتكون "الدراسة" من ثلاث مراحل :

أ- الدراسة الأولية Preliminary Evaluation : يتم فيها اختزال المعطيات المتعلقة بالأسعار و الكميات المتصلة بالمنتج الجديد بدلالة إمكانات المؤسسة ، و في ضوء المعطيات السوقية و تحليل و دراسة المنافسة ، يستطيع مدير المؤسسة رفقة المدير التجاري أن يحكم بإمكانية إنتاج المنتج من عدمها .

ب- التعريف الكامل للمنتج قيد الدراسة The Full Definition of The Under-Study Product :

بعد تخطي المرحلة السابقة تتم مباشرة العمل في نطاق هذه المرحلة ، و يشمل :[2]

- ورقة توضيحية و توصيفية
- مخططات و رسوم مع إشارات حسابية حسب الحاجة
- لائحة بالمكونات و خصائصها التقنية
- حجم الإستثمارات اللازمة
- تقدير سعر التكلفة و الذي يتضمن : تكلفة المواد ، العمليات المنجزة من طرف المؤسسة (اليد العاملة...)، الإهتلاكات ، المقاولة من الباطن إن وُجدت ، جزء من المصاريف العامة (تُحدَّد) .

إن "من أبرز المسائل التي تواجه مكتب الدراسات و مكتب المناهج تحديد الكمية المثلى للإنتاج بالنظر إلى إمكانات المؤسسة و طاقتها "[3]

ج- التنفيذ[4] Execution : يحصل بعد موافقة مدير المؤسسة أو بعد طلب الزبون ، تتضمن هذه المرحلة ثلاثة عناصر :

❖ ملف التنفيذ : يحتوي جميع الوثائق الحاملة للمعلومات اللازمة للمصالح المكلفة بالتنفيذ :

- مخططات
- رسوم للكل و للأجزاء مع الإرتيابات المسموحة Tolerances
- أوراق الحسابات
- اللائحة (و التي سنتكلم عنها غير بعيد)
- الرقابة المطلوبة ...

يُحوَّل الملف عموما إلى مكتب المناهج .

---

[1] P.Baranger... : مرجع سابق ص 41 بتصرف .

[2] ، [3] ، [4] Baranger... : مرجع سابق ص 41 بتصرف+ ص 43 .

❖ النموذج الأوليPrototype: ينجز بشكل عام من طرف مصلحة التصنيع لكن بالتنسيق مع مهندسي الدراسات.

❖ التصنيع Fabrication : يمثل مرحلة وسيطة بين الدراسة و المناهج ، يسعى إلى تنميط منتجات المؤسسة لأجل تخفيض التكاليف .

أما على الصعيد المالي فيمكن أن نميز بين :[1]

أ – دراسات تتحمل أعباءها المؤسسة .

ب – دراسات مباعة لأطراف أخرى

ج– دراسات ممولة من طرف مؤسسات خارجية ؛ و التي يمكن أن تقدم مساعدات مالية أو قروضا مشروطة بإبداع منتجات و التسديد مثلا على شكل نسبة من رقم الأعمال المحقق .

التسيير الحديث لـــ"الدراسات" في مظهرها التقني يقوم بشكل بارز على تسيير اللوائح و المخططات ؛و سنشير هنا إلى اللوائح :

اللائحة هي قائمة بالأجزاء أو القطع المكونة لمنتج ، توضح :

" المكونات و المكونات الفرعية و العناصر مرفقة برموز ،و كذا البيان و الكميات "[2]، إذن فهي" تتألف من ركنين: 'قائمة' بالعناصر المكونة لمنتج ما و 'الروابط' التي تجمع عنصرين بحيث ترفق كل رابطة بـــ 'معامل تركيب' أي تسجيل لعدد الوحدات اللازمة من عنصر ما لتشكيل وحدة من الجزء الذي يليه في تسلسل تركيب المنتج "[3] ، و هي بذلك تتعدى كونها قائمة بسيطة بل توضح بنية المنتج و مستوياته المختلفة ، إذ يمكن اعتبار اللوائح الهيكل العظمي للمؤسسة ؛ تتحكم في كامل العملية الإنتاجية و فيما يلي مثال عنها :

---

[1] Baranger... : مرجع سابق ص 43

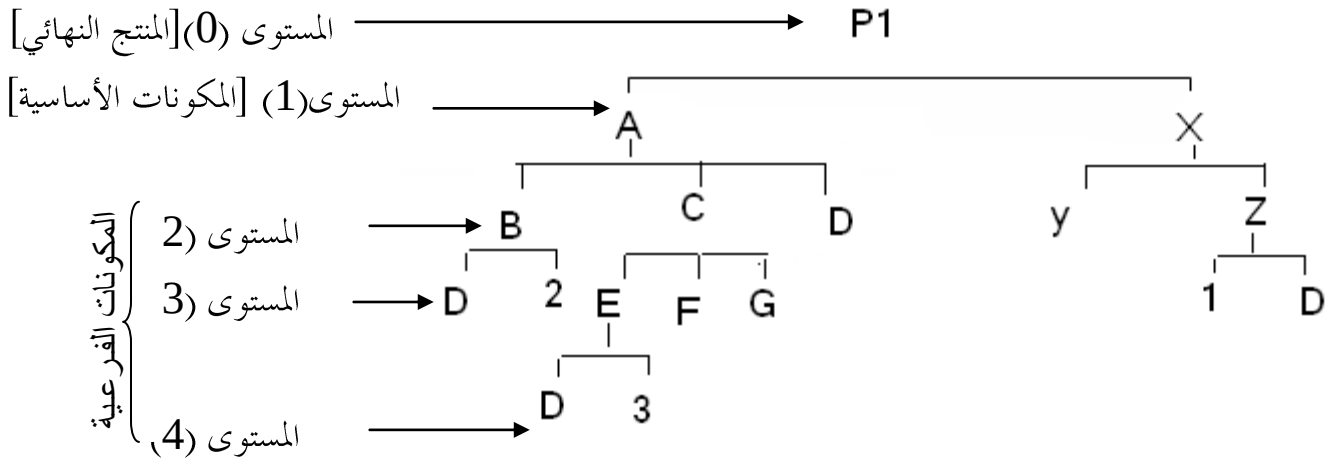
[2] ، [3] Jean Louis Brissard,Marc Polizzi : Gerer la production industrielle .Mare Nostrum .France 1996 : ص 281 بتصرف .

المكوِّن Composé	العنصر Composant	البيان Libellé	الكمية Q.Composition	المستوى Niveaux
0100	-	P_1	1	0
	0250	A	1	1
	1020	X	3	1
0250	-	A	1	1
	0251	B	2	2
	0252	C	4	2
	0253	D	1	2
1020	-	X	1	1
	1021	Y	5	2
	1022	Z	3	2
0251	-	B	1	2
	0253	D	4	3
	0341	2	2	3
0252	-	C	1	2
	0420	E	2	3
	0421	F	1	3
	0422	G	2	3
1022	-	Z	1	2
	0340	1	2	3
	0253	D	2	3
0420	-	E	1	3
	0253	D	1	4
	0342	3	2	4

الجدول 10 : مثال عن اللوائح

" الجدول + المخطط التالي : شكل اللوائح"

المصدر : P. Baranger مرجع سابق ص 44 بتصرف



الشكل 9 : شكل اللوائح .

هذا عن المظهر التقني ؛ أما عن مظهره المالي فيطرح تسيير مكتب الدراسات مسائل أبرزها 'الرقابة على الدراسات' ، حيث يميل المهندسون في هذا الصدد إلى الغوص في أفكارهم و تصوراتهم دون إيلاء الأهمية الكافية لتكاليف تجسيدها أو مع انخفاض دقة تقديرهم و تنبؤهم بها .

كما أن مكتب الدراسات يشتغل لحساب مصالح أخرى في المؤسسة مثل :[1]

- مصلحة التصنيع : عن طريق صناعة النماذج الأولية
- المصلحة التجارية : إصدار الوصفات التوضيحية عن المنتج
- مصلحة خدمات ما بعد البيع : تقدير مدة الضمان

فكيف تتم المعالجة المحاسبية بهذا الخصوص ؟

إن من أبرز المقاربات المطروحة في هذا الشأن " توزيع الدراسات على 'مراكز مسؤوليةResponsibility Centers ' باعتماد معيار مختلف مثل 'المخبر' أو 'المنتج' " [2] أي كل مخبر على حدة أو كل منتج على حدة .

III- مكتب المناهج (الطرق) Methods Office : بعد تصميم المنتج من طرف مكتب الدراسات ؛ يأتي دور مكتب المناهج ليجيب عن كيفية تصنيعه و هو ما يستدعي الإبداع في الطرق و الكيفيات .

"إن وظيفة المناهج مسؤولة عن التحضير التقني للعمل ، أي أنها مكلفة بتصور الشروط المثلى لمجريات تصنيع منتج أو تقديم خدمة ومن ثم تحديد الوسائل اللازمة "[3]

في الواقع ،بعد مرحلة التصميم تدخل على الخط وظيفتان لتحضير العمل: وظيفة المناهج ،ووظيفة التنظيم العلمي للعمل.

[1] ، [2] ...Baranger : مرجع سابق ص 48 بتصرف .

[3] Luc Boyer و آخرون : مرجع سابق ص 203 .

تجيب وظيفة المناهج على الإشكالية : كيف تنتج المنتجات بأقل التكاليف التشغيلية الممكنة في ظل الوسائل المتاحة ؟

ولتحقيق ذلك الهدف ، عليها أَمْـــثَـــلة Optimization : [1]

– المادة الأولية (تدنية الفاقد)

– اليد العاملة (الزمن ، عدد العاملين)

–نمط العمليات

– دارات العمل

–مناصب العمل

ينشئ مكتب المناهج لكل قطعة سواء أكانت منتجا نهائيا أو نصف مصنَّع ما يعرف بـــ "ورقة التصنيع" تبين للمنفذين الكيفية التي ينجزون بها العمل المطلوب ،"بشكل عام تبين ورقة التصنيع التتابع الأمثل للأطوار المختلفة لتنفيذ عمل مطلوب ؛ هناك بشكل عام 'ورقة صنع' ،'ورقة تركيب' ،'ورقة مراقبة' ، 'ورقة مناولة' ، و قد تكون هناك أوراق مختلطة تتناول الواحدة منها طور الصنع و المراقبة و المناولة معا ، بحيث يشير مفهوم 'الطور' إلى مجمل العمليات المجراة في منصب عمل واحد و بذلك ينتج شبه ترادف بين 'الأطوار' و 'مناصب العمل' "[2]

تحتوي 'ورقة التصنيع ' على المعلومات التالية :[3]

– طبيعة المادة المستخدمة

– الكمية الخام و الكمية الصافية من المادة بحيث يُعمل على تدنية الفاقد ؛أي الفرق بينهما عبر اختيار نسق Format مناسب من المادة الأولية حيث يعبر 'النسق' عن مادة أولية في شكل معين و حجم معين و بقياسات معينة ، مثل توفر الحديد على شكل صفائح ذات أبعاد معروفة .

–الكمية العقلانية :و هي العدد الأدنى من القطع المطلوب صنعه من نسق واحد ، مثلا العدد الأدنى من السكاكين الواجب صنعه من صفيحة معدنية ذات أبعاد معينة .

–الكمية الإقتصادية :الكمية الناشئة عن أَمْـــثَـــلة Optimization الدالة التي تجمع بين تكاليف 'إطلاق التصنيع' و تكاليف التخزين ؛ باستخدام نموذج ولسن مثلا و الذي سنأتي عليه لاحقا .

–كمية الإنطلاقية : الكمية المزمع إنتاجها عند إطلاق التصنيع ، و تكون من قواسم الكمية العقلانية الأقرب من الكمية الإقتصادية

–نمط العمليات : جميع العمليات بما فيها عمليات الضبط و المناولة ، موضحة في تسلسل زمني مع الإشارة إلى الآلات و الأجهزة المختارة .

---

[1] P.Baranger… : مرجع سابق ص 49 و ما بعدها بتصرف .

[2] Luc Boyer et Collaborateurs ، مرجع سابق ص 210 .

[3] Baranger و آخرون . ص 49 و ما بعدها بتصرف

-الزمن المخصص لأداء كل عملية من العمليات السابقة : يُعطى لكل آلة زمن مخصص يتم حسابه وفق عدة طرق و أساليب يناسب كل أسلوب منها حالة معينة ، و من أبرزها " تحديد الزمن بناءً على الخبرة و التجربة " ، " الأساليب الإحصائية".

-عدد العاملين : يُدوَّن العدد الضروري لأداء كل عملية .

و لما كانت 'ورقة التصنيع' على هذه الصورة فهي أداة أساسية في تسيير الإنتاج للأسباب التالية :[1]

أ-إعداد سعر التكلفة لكل قطعة : تنشأمن جهة عن تكلفة المواد الأولية ، و من جهة أخرى تكاليف الآلة و اليد العاملة .

ب-إعداد وثائق الإنتاج :

- بطاقة المادة الأولية : الكمية المسجلة في 'ورقة التصنيع' لإخراجها

- وصل العمل : لكل عملية إنتاجية ؛ إذ أنه على هذه الوصولات تسجل مثلا الأزمنة الفعلية و العدد الحقيقي للعاملين ، حيث تشكل مقارنة ما هو مخصص بما هو محقق معطيات هامة لمراقبة الإنتاج ؛ و الكلام نفسه ينطبق على كمية المواد

- بطاقة متابعة لإطلاق العمليات المختلفة المدونة في 'ورقة التصنيع'

ج- إعداد وثائق تخطيط : تسمح هذه الوثائق بتشكيل جدول يمثل برنامجا لاشتغال كل آلة و متابعة المنتجات .

د- كشف بالأعباء و الإحتياجات : إن تفصيل الطلبيات عبر برنامج تسيير لوائح ثم أدوات التصنيع ، يسمح بعد تجميع المعطيات لتغطية فترة معينة بالكشف عن :

- الإحتياجات من كل مادة
- أعباء مختلف الآلات
- الإحتياجات من اليد العاملة

و هذا ما يشكل مدخلات لاتخاذ قرارات على صعيد تلك القطاعات في الأجل القصير و المتوسط و الطويل .

هـ- سند للمحاكاة Simulation Support :بإسقاط التحليل السابق على تنبؤات سنوية بالمبيعات يمكننا محاكاة:

- الإحتياجات من المواد :بحيث تكون مصلحة التموين على بينة لتقييم الموقف و الأسواق

- أعباء الآلات : أين تُدرس احتمالات 'المقاولة من الباطن' Subcontracting ، إقامة استثمارات أو العمل على شكل فرق .

- إحتياجات اليد العاملة : أين تُدرس فرضيات 'التوظيف المؤقت' ، ' الساعات الإضافية' .

- الميزانيات .

و- " إعداد 'الكشف التقديري لسعر التكلفة' : و ذلك في حالة الطلبيات الخاصة التي لا تتوفر لها 'لائحة ' أو 'أوراق تصنيع' نمطية ، فموظفو المناهج مؤهلون في هذه الحالة لتقدير :

[1] P.Baranger et G.Huguel ، مرجع سابق ص 51 بتصرف .

– الإحتياجات من المادة

– مختلف الأزمنة المتعلقة بالنمط العملياتي ، و من ثم إعداد كشف بسعر التكلفة"[1] .

يقوم المسؤولون في هذه الوظيفة بما يسمى 'دراسة العمل' و الذي يتضمن دراسة :[2]

– توزيع أو تموقع مناصب العمل

– الترتيبات في محيط المنصب (التغذية و الصرف)

– التعديلات في الأجهزة أو في سيرورة العمليات

– حركة العاملين

و ذلك باستخدام عدة طرق ، و هي ضرورية لتخفيض زمن التصنيع و الزمن المتخلل Inter-operational Time أو ما يسمى 'زمن الإنتظار' ، و بذلك يساهم مسؤولو هذه الوظيفة أيضا في تعليم و تكوين العاملين .

"إن دراسة العمل لا تقتصر على دراسة الحركات وإنتقال الأشخاص وإنما تتعدى ذلك إلى الإهتمام بمحيط العمل، التجهيزات، الآلات والأدوات المستخدمة، وظروف أماكن العمل، الإضاءة، .....إلخ"[3].

IV– مكتب التنظيم العلمي للعمل Control Product Office :

يمارس هذا المكتب دور التحضير للصنع بشكل مكمل لمكتب المناهج ،" نستطيع أن نقول إن وظيفة التنظيم العلمي للعمل تسير وقت المصنع و إيقاع حياته .يشير التعريف التقليدي بأن هذه الوظيفة :

– مسؤولة عن آجال التصنيع

– تؤمن في الوقت المناسب التموينات اللازمة للتصنيع

–تقوم بتخصيص Assignment الموارد البشرية و الآلات الضرورية بمراعاة خطة الإنتاج "[4]

" فإذا كانت وظيفة المناهج تجيب على السؤال : كيف نصنع المنتج ؟ ، فإن وظيفة 'التنظيم العلمي للعمل' تجيب على الأسئلة التالية :

– متى نطلق تصنيع المنتج ؟

– من سيصنعه ؟

– أين سيتم تصنيعه ؟

– كم يلزم من الوقت لتصنيعه ؟

ساعية إلى التنسيق بين الوسائل و المواد لتدنية أزمنة الإنتظار و الأزمنة الضائعة و المخزونات (قيد الصنع ، نصف مصنعة، منتجات نهائية) و الآجال و كذا لتعظيم استغلال وسائل الإنتاج "[5]

---

[1]، [2] P. Baranger و آخرون . مرجع سابق ص 53

[3] Serge Carrier et collaBorateurs, la gestion des opération, Paris, 2eme édition, Nathan ,1999 ص 261

[4] Luc Boyer و آخرون . مرجع سابق ص 244 بتصرف .

[5] P.Baranger و آخرون . مرجع سابق ص 54 .

" إن التنظيم العلمي للعمل ينبغي أن يستجيب بنجاح لعدة قيود متناقضة مثنى مثنى :

- إحترام الآجال
- الإستخدام الأمثل للوسائل البشرية و المادية
- تخفيض استهلاك الموارد المالية للمؤسسة بتخفيض المخزونات و المنتجات قيد التصنيع و التي غالبا ما تكون غير متحكم فيها ، هذا المثلث من القيود ينبغي أن يُــؤمثَل To Be Optimized "[1]

" ما سبق يوضح بجلاء الدور الهام الذي يلعبه 'مكتب التنظيم العلمي للعمل' في الإنتاج فهو همزة الوصل بين 'المصلحة التجارية ' في علاقته الأمامية و بين الورشات في علاقته الخلفية ، و العلاقات مع أولئك الشركاء تتطلب كثيرا من الوضوح و الفهم و الذوق ، ذلك لأن التفاوض حول الآجال يكون حادا في بعض الأحيان غير أن الوقوع بين الأثر المالي للمخزونات من جهة و تأثر سمعة المؤسسة في حالة الإخلال بالآجال من جهة أخرى يجعل ممارسة هذه الوظيفة صعبة .

ينطوي مكتب التنظيم العلمي للعمل على 'وظيفة تسيير' (مالية ، موارد بشرية) و هو مقسم عموما إلى :

1- قسم الإنطلاقية (إطلاق التصنيع)

2- قسم إدارة المخزون

3- قسم التخطيط

في كل قسم من الأقسام السابقة أعوان متخصصون يسهرون على العمل المطلوب و كذا معالجة المعلومات الصادرة عن الورشات (وصولات الأشغال ، بطاقات المتابعة) بهدف الوقوف على مدى تنفيذ أوامر التصنيع و تحديث مستوى المخزونات على ضوء المجريات "[2]

V- مصلحة مراقبة الجودة Quality Control Service :

جعلت التطورات المعاصرة من "الجودة " عاملا يحظى بأهمية معتبرة من طرف المؤسسات فهي "تساهم بقوة في تحسين سمعة المنتج"[3] .

يمكن أن يُنظر إلى الجودة من زاويتين بارزتين : من وجهة نظر التطابق بين المنتج و المعايير المعتمدة ، و من وجهة نظر المستهلك ، في النظرة الأولى يكون التركيز على تحقق المواصفات الهندسية و الفنية المختلفة في المنتج و بناءً عليها يعتبر ذا جودة مقبولة أم لا ، أما في النظرة الثانية فتقاس الجودة بمدى رضى المستهلك و إعجابه بالسلعة ؛ إذ أنها قد لا تحظى بذلك الرضى حتى مع استيفائها المواصفات المحددة ، و هذا ما يجعل من تنشيط البحوث من أجل

[1] Luc Boyer و آخرون مرجع سابق ص 247 .
[2] P.Baranger et G.Huguel ، مرجع سابق ص 58 بتصرف .
[3] Luc Boyer و آخرون مرجع سابق ص 277 بتصرف .

التحسين المستمر و تحديد المعايير المناسبة و من ثم الرقابة على مدى احترامها أمرا هاما باعتبار أن نشاط المراقبة في هذا الصدد " الضامن لسياسة الجودة المعتمدة من طرف المؤسسة "[1] .

يتم إعداد نظام الرقابة عبر عدة خطوات :[2]

1 -تحديد مكان الرقابة :يمكن أن تجري في أماكن التشغيل نفسها لكل مرحلة إنتاجية ، أو في مكان خاص مستقل عن طريق أخذ عينات من مراحل التشغيل المختلفة ، و قد تتم المزاوجة بينهما ، إذ يتوقف الأمر على طبيعة المرحلة المقصودة بالرقابة و طرق الفحص و الإختبار و الأجهزة المستعملة ...

2 -تحديد المجال المستهدف بالرقابة : يشمل نشاط الرقابة عموما المراحل التالية :

- إستلام المواد الخام

-مراقبة مراحل التشغيل المختلفة و تحديد المناطق الحاسمة في كل مرحلة

-المراقبة عند إخراج المنتج النهائي قبل تسليمه إلى المخازن

-المراقبة عند تحضير الطلبيات في المخازن للتأكد من مطابقة الكمية و سلامة المنتج من أي تأثر مثلا بعمليات المناولة داخل المخازن

-مراقبة جودة الشحن أثناء شحن الطلبيات .

حيث تُحدد في المجالات السابقة : عدد العينات و حجمها و طرق أخذها و طرق الفحص و الإختبار و حدود السماح ، غير أن تحديد مجال الرقابة يتوقف على عدة اعتبارات أهمها : درجة الدقة المطلوبة في السلعة ، درجة الرغبة في رفع مستوى الجودة ، التغيرات في أذواق المستهلكين .

3 - تحديد المواصفات و المعايير و المقاييس : تحدد في هذه المرحلة المواصفات التي ستتم على أساسها المراقبة و قد تكون المعايير خارجية موضوعة من طرف مؤسسات و جهات مختصة مثل (ISO) أو داخلية تضعها الجهات الفنية بالشركة المنتجة "وغالبا تحدد من طرف مكتب الدراسات الذي يحدد المعايير والسماحات "[*] حيث تغطي هذه المواصفات المواد الخام ، العمليات الصناعية و المنتج النهائي .

4 - تحديد الأجهزة المناسبة و العاملين : أي تحديد مواصفات الأجهزة المستخدمة في الرقابة و كذا تدريب الفنيين على تشغيلها لضمان مصداقية نتائج الفحص .

5 - تصميم النماذج و التقارير : أي نماذج و تقارير ضبط الجودة و التي تسجل عليها نتائج الفحص و الإختبار و يجب أن تكون واضحة ، مفهومة ، بسيطة تسهل قراءتها .

---

[1] P.Baranger و آخرون مرجع سابق ص 59

[2] د/ علي الشرقاوي . مرجع سابق ص 258 و ما بعدها بتصرف .

[*] P.Baranger و آخرون مرجع سابق ص 15

إن مصلحة مراقبة الجودة ليست شرطيا للمضايقة أو التجريم و لكنها هيكل مساعد لمختلف المصالح التشغيلية على أداء مهامها على الوجه المطلوب ، كما أن التراكم المعرفي الحاصل لديها من خبرة و تجارب يشكل موسوعة ثرية بالمعلومات و الأفكار المفيدة لتحسين الأداء في الدورات الإنتاجية اللاحقة .

و إضافة إلى المصالح و الوظائف السابقة ، تتوفر إدارة الإنتاج على مصالح أخرى تستعين بها في أداء مهامها نجملها في :

– مصلحة المستخدمين :تقوم على تسيير الشؤون المتعلقة بالعاملين كالتوظيف ، سياسة الأجور ، التكوين و التدريب ، تقييم الأداء ...

– مصلحة مراقبة التسيير : " في حالة وحدة إنتاجية منفصلة جغرافيا يمكن أن نجد فيها فرعا لمراقبة التسيير ملحقا بمدير الإنتاج "[1] ؛يأخذ المعلومات الصادرة عن الورشات بعد مرورها عبر مصلحة الإعلام الآلي لتبويبها و تنظيمها و ذلك للإستفادة منها و مقارنة المصاريف المخططة بالفعلية و من ثم تحليل الفجوات Gaps في تقرير يرفع إلى مدير الإنتاج.

– فرع الإعلام الآلي :[2] كذلك في حالة وحدة إنتاجية منفصلة جغرافيا قد تكون هناك حاجة إلى فرع للإعلام الآلي يشتمل على مطرف Terminal (حاسوب مربوط بشبكة) مربوط عبر خط مباشر بالحاسوب المركزي ليتبادل معه المعلومات الضرورية للنشاط و التسيير العام (المستخدمين ، المخزون ...) .

[1] ، [2] P.Baranger و آخرون مرجع سابق ص 64 + ص65 بتصرف .

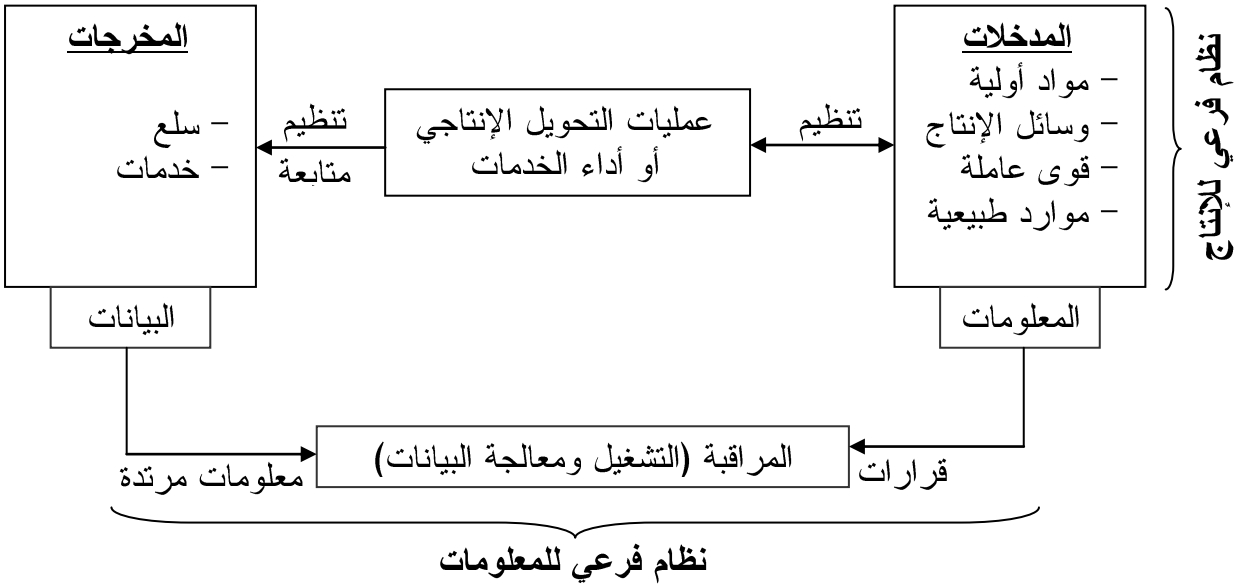
المبحث الثاني : المفاهيم الأساسية لعملية إدارة الإنتاج

المطلب الأول : مفهوم إدارة الإنتاج :

" تعتبر إدارة الإنتاج العامل المحفز لتفاعل عناصر الإنتاج ، حيث يقصد بها عملية اتخاذ القرارات المتعلقة بالعمليات الإنتاجية لكي يتم الحصول على المخرجات المطلوبة وفقا للمواصفات المقررة و بالكمية و المواعيد المحددة و ضمن حدود التكلفة ،و تمارس إدارة الإنتاج وظيفتها من خلال مسؤوليتها عن مجالين واسعين من النشاطات هما:

- تصميم النظام الإنتاجي
- إدارة و تشغيل هذا النظام "[1]

و الشكل الموالي يقدم صورة عامة عن النظام الإنتاجي :



الشكل 10: الصورة العامة للنظام الإنتاجي

المصدر :أحمد طرطار ، الترشيد الإقتصادي للطاقات الإنتاجية في المؤسسة ،الجزائر، ديوان المطبوعات الجامعية ،1993 ص 22

أي أن هذه الوظيفة 'إدارة الإنتاج' "تنطوي على ثلاث مجموعات أساسية من الأنشطة أو الوظائف؛هي تصميم Designing العملية التحويلية Transformation Process،تشغيلها Operating ،و رقابتها Controlling "[2]

---

[1] محمد نور برهان ، البرمجة الخطية في إدارة و تخطيط الإنتاج ، المنظمة العربية للعلوم الإدارية ، عمان ، 1983 ، ص 19 .

[2] محمد صالح الحناوي و محمد توفيق ماضي ، بحوث العمليات في تخطيط و مراقبة الإنتاج ، الدار الجامعية . الإسكندرية 2001/2000 ص 227 بتصرف .

المطلب الثاني : قرارات إدارة الإنتاج :

يمكن أن نجمل أبرز القرارات المنوطة بإدارة الإنتاج ممثلة بمدير الإنتاج فيما يلي :[1]

1 - تحديد المواصفات الفنية للمنتج :

وهي تتوقف أساسا على المواصفات التي يطلبها المستهلك ، حيث يندرج ضمن مهام بحوث التسويق الإجابة عن التساؤلات المطروحة في هذا المجال ، كما أن تجدد الرغبات و تغير الأذواق يملي النزعة إلى التطوير و التحسين .

يواجه مهندسو التصميم عادة تحدي الموازنة بين رغبات طرفين متعارضين :

- رجال المبيعات Sales-men ؛ و الذين يفضلون زيادة أنواع المنتجات لاستخدام تنوع الخصائص في توفير مجموعة من البدائل و من ثم مقابلة احتياجات المستهلك .

- مدير الإنتاج Production Manager ؛ و الذي "يفضل التركيز على إنتاج عدد محدود من المنتجات بكميات كبيرة بهدف خفض التكلفة الثابتة و من ثم الكلية عبر توزيعها على عدد أكبر من المنتجات و كذا بهدف الإستفادة من مزايا التخصص و التنميط "*

إن تصميم المنتج محكوم بعدة جوانب تندرج ضمن قطبين بارزين : ما يريده المستهلك (وهي الجوانب التسويقية)، و ما يسمح به النظام الإنتاجي (الجوانب الإنتاجية) :

أ -الجوانب التسويقية : ترتبط بالمتغيرات التسويقية المختلفة ؛ و التي يمكن إجمالها في :

- المظهر الوظيفي :يشتمل على الوظائف التي ينبغي أن يؤديها المنتج
- المظهر التشغيلي :يرتبط بكيفية التشغيل حيث يسعى إلى تسهيل الإستخدام
- الإعتمادية : و يقصد بها طول الفترة التي يصلح فيها المنتج للتشغيل و الأداء
- المظهر الذوقي : يتناول هذا المظهر الشكل الخارجي بما يجذب المستهلك من خصائص ذات تأثير نفسي كالحجم ، اللون ، الغلاف ، الشكل .. عبر مزيج ملائم من تلك الخصائص .
- الجانب الإقتصادي :يتصل أساسا بالأسعار و التكاليف إذ ينبغي هنا الإنتباه إلى أن المستهلك يقارن بين قيمة الإشباع الذي يحصل عليه من المنتج و قيمة ما يدفعه لأجله .

ب – الجوانب الإنتاجية : و تتعلق بالسياسات الإنتاجية كالتنويع أو التبسيط ، و ما تفرزه من تأثير لدى تصميم المنتج ، كما تتعلق بخصائص عوامل الإنتاج و العوامل التنظيمية ، إذ يبرز تأثر السلعة بالمواد الخام من جهة : " مواصفات المادة الخام ، درجة نقاوتها ، مستوى جودتها ، تكلفتها ، الإستعمالات البديلة و المواد البديلة "*

و يبرز تأثير العوامل التنظيمية و الإجراءات الإدارية على السلعة من جهة : " الإجراءات المتبعة في التخطيط ، إجراءات و نظم الرقابة ، الطرق الصناعية و نماذج أوامر الإنتاج "*

---

[1] أخذت العناوين عن د/ إبراهيم هميمي : إدارة العمليات و الإنتاج . الكتاب الأول . مكتبة التجارة و التعاون 1980. الإسكندرية ص 64 و ما بعدها بتصرف .

* د / علي الشرقاوي .مرجع سابق ص 202 بتصرف .

" أما الآثار التي تحدثها الآلات فتتطلب الإجابة على أسئلة مثل :

- هل يؤدي التصميم إلى تغيير معدلات السرعة و التغذية ؟
- هل يؤدي التصميم إلى تغيير معدلات التحميل ؟

و تؤثر نوعية العمال في اختيار التصميم الملائم من الزوايا التالية :

- تكاليف التدريب
- الآثار النفسية التي يحدثها التصميم الجديد
- مستويات الأجور و تكاليف العمل بأنواعه "*

2 - تحديد عمليات التحول الإنتاجي :

يقصد بعمليات التحول الإنتاجي الأساليب المستخدمة في تحويل المدخلات إلى نوعية المخرجات المقررة ؛ فهي إذن الأسلوب الفني المستخدم في إنتاج المنتج أيا كان سلعا أو معلومات أو خدمات ، و نظرا للتنوع الكبير لهذه المنتجات فإن عمليات التحول نفسها متنوعة .

يمكن تقسيم المنتجات السلعية إلى : سلع إستهلاكية و سلع رأسمالية (العدد المستخدمة في إنتاج سلع المستهلك النهائي) ، و يمكننا أن نحدد خمسة أنواع من العمليات الصناعية :

العملية الإستخراجية Extraction ، عمليات التحول الكيميائي Chemical Change ، عمليات التحضير Preparation ، عمليات تحويلية Fabrication ، عمليات التجميع Assembly .

و فيما يلي بعض الصناعات المختارة و ما تعتمد عليه من هذه العمليات :

الصـــــــنـــاعة	العمليات الصناعية

* د/ علي الشرقاوي : مرجع سابق ص 209، 210

	إستخراجية	تحويل كيماوي	تحضيرية	تحويلية	تجميعية
الطائرات				×	×
السيارات و معدات نقل				×	×
كيماويات و منتجات البلاستيك	×	×			
الإنشاءات			×	×	×
المنتجات الغذائية و المشروبات		×			
الحديد و الصلب	×	×		×	
الآلات و العدد	×				×
التعدين	×				
النفط	×	×			
المستحضرات الطبية و مستحضرات التجميل	×	×	×		
المطاط	×			×	
الزجاج	×	×		×	
المنسوجات		×		×	×
منتجات الأخشاب و الورق	×			×	

الجدول 11 : العمليات الصناعية المستخدمة في عدد من الصناعات – المصدر : د/ إبراهيم هميمي :مرجع سابق ص 68

و يلاحظ أن سلع المستهلك النهائي لا تمر بالضرورة على الخمسة أنواع من العمليات ، و لكن بعضها يقتصر على نوع واحد أو أكثر .

إن الترتيب السابق في الجدول يتفق مع تسلسل العمليات الخاص بكل صناعة ؛ ففي الصناعة النفطية يتم استخراج النفط من باطن الأرض ثم تجري عليه عمليات التكرير و تقع ضمن التحول الكيميائي لنحصل على البترين و الكيروسين و النفتالين و أنواع من الغاز يستفاد منها في توليد الطاقة ، و الصفة الغالبة في صناعة منتجات الحديد و الصلب هي الإستخراج ثم العمليات التحويلية للحصول على الصفائح و الكتل الحديدية المختلفة أو الأسياخ و الأسلاك ، و تستخدم هذه المنتجات في صناعات أخرى لتعالج بعمليات صناعية مختلفة لتصل إلى منتجات نهائية تختلف في مواصفاتها و استخداماتها ، و سنتكلم بشكل موجز عن تلك الأنواع من العمليات :

أ – العمليات الإستخراجية : و هي عمليات استخراج الخامات من مصادرها الطبيعية و إجراء عمليات تنقية أو فصل بعض المكونات للوصول إلى مادة ذات مواصفات معينة ؛ فعند استخراج خام الحديد يكون مخلوطا بأنواع مختلفة من الصخور أو الشوائب يتم التخلص منها بعمليات الصهر و استخدام بعض الكيماويات و كذا في سائر المعادن كالذهب و النحاس و البلاتين و الرصاص و النفط و غيرها ، و في بعض الحالات يكون حجم الناتج الكلي

أصغر بكثير من حجم المدخلات كما في حالة 'الماس ' أو استخراج 'الهرمونات' و في حالات يكون الضائع من حجم الخامات المستخرجة بسيطا نسبيا كما في حالة إنتاج الملح .

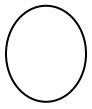
ب – عمليات التحويل الكيمياوي : أساس هذه العمليات هو التفاعل الكيماوي Chemical Reaction ؛ حيث يتم خلط مادتين أو أكثر (عنصرية أو مركبة) تحت ظروف معينة (حرارة أو برودة أو ضغط عال أو منخفض) لإنتاج المنتج المطلوب ، و من أبرز الصناعات التي تعتمد على هذه العمليات الصناعات الكيماوية ، صناعة الأدوية و الصناعات المعدنية .

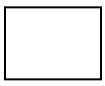
ج – العمليات التحضيرية :تتمثل في إخضاع الخامات إلى ظروف طبيعية معينة مثل الحرارة و الضغط و غير ذلك لتغيير شكل أو خصائص المادة الخام و هي عمليات سائدة في صناعة المنتجات الغذائية و المشروبات مثل عمليات الطبخ ، الخبز، الخلط ، التعليب و التجميد .

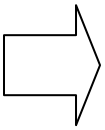
د- العمليات التحويلية :يقصد بها تغيير شكل المادة و مظهرها دون تغيير تكوينها الكيماوي كما في حالة درفلة كتل الحديد لإنتاج أسياخ الحديد المستخدمة في تسليح المباني أو في حالة نشر و مسح الأخشاب الخام لإنتاج ألواح الخشب بالمقاسات المطلوبة ، أو في حالة صناعة المنتجات التي تبدأ بالغزل ثم النسج .

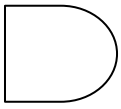
هـــ- العمليات التجميعية :يتم هنا تجميع عدد من الأجزاء التي تصبح مكونات لمنتج جديد ،عادة تكون هذه العمليات في المراحل الأخيرة للإنتاج و قد يكون التجميع عملية بسيطة كتجميع أجزاء كرسي خشبي أو مجموعة من العمليات المعقدة مثل تجميع السيارات .

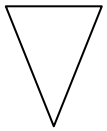
أما على الصعيد التشغيلي داخل أقسام المصنع فيمكن أن نذكر العمليات التالية مرفقة برموزها :[1]


عملية تشغيل : نشاط يساهم في تغيير حالة المنتجات


تفتيش : نشاط يسمح بتقييم مستوى جودة المنتجات


نقل : نشاط تحريك المنتجات من منصب عمل إلى آخر


إنتظار :إنحجاز مؤقت عشوائي لتدفق المنتجات ناتج عن قيود الموارد أو قيود تنظيمية


تخزين : إنحجاز مبرمج لتدفق العناصر المنتجة ؛إنتهاؤه مرهون بإصدار أمر .

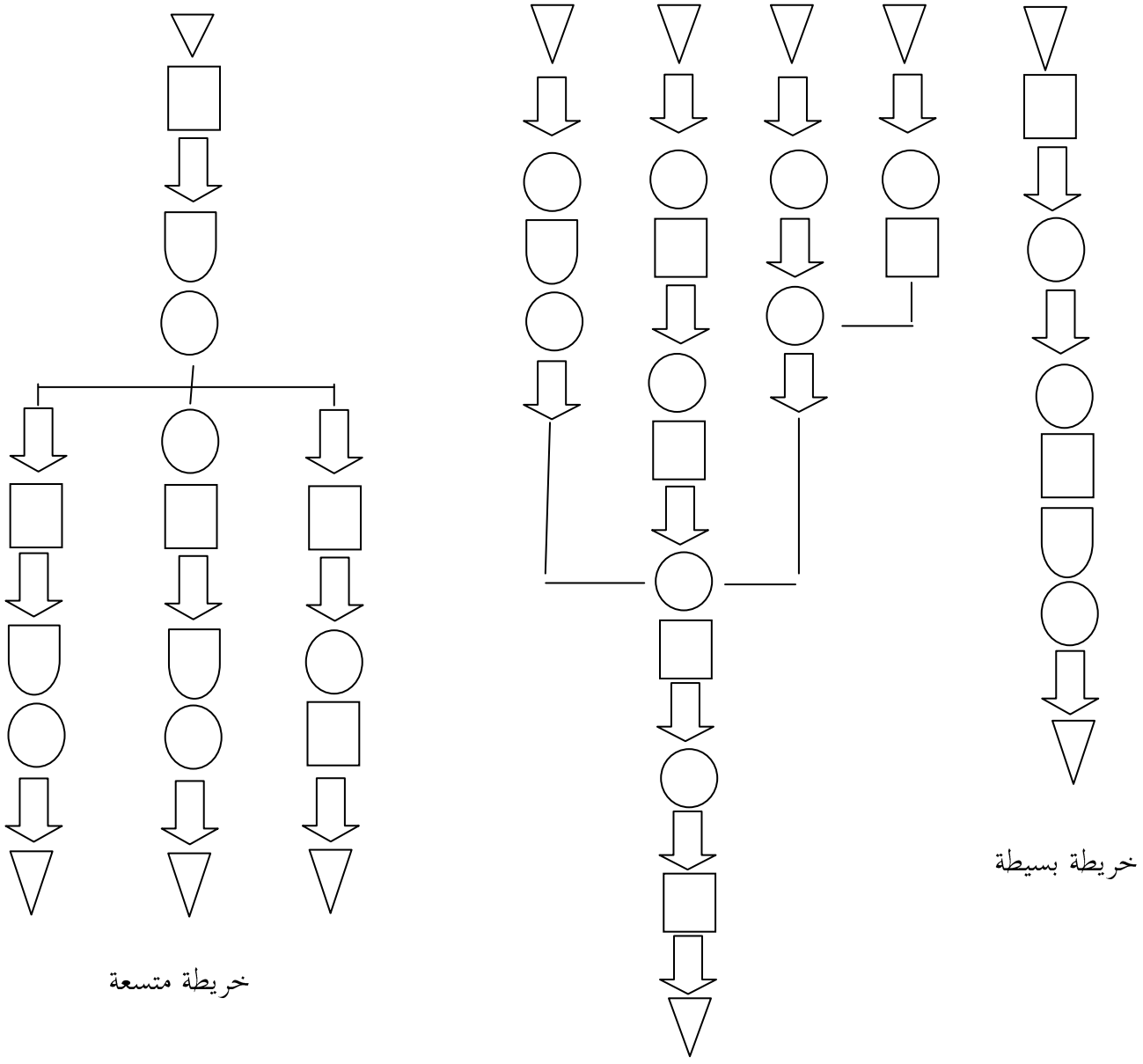
تجري عمليات التحول السابق شرحها عبر الأطوار التصنيعية السابقة (تشغيل،تفتيش،نقل،إنتظار،تخزين) و ذلك وفق تسلسل يسمى "خريطة التسلسل التشغيلي " أين يمكن أن نميز بين ثلاثة أنواع :

[1] J.L.Brissard + M.Polizzi مرجع سابق ص 76 ، 77

I – الخريطة البسيطة : "و هي أبسط أنواع الإنتاج إذ يتم تشغيل نوع واحد من الخامات يمر بعمليات متتالية حتى الإنتهاء من السلعة أو الجزء"[1] .

II- الخريطة المنكمشة : و تمثل حالة الإنتاج الذي يبدأ بعدد من المدخلات و ينتهي بمنتج واحد كصناعات الدواء و الصناعات الهندسية .

III- الخريطة المتسعة : و هي تتعلق " بالإنتاج الذي يبدأ بخامة واحدة و ينتهي بعدة منتجات " [2] مثل الصناعة النفطية التي تبدأ بالنفط و تنتهي بالبترين و الكيروسين و النفتالين و غيرها ، و الأشكال التالية تقدم أمثلة عن تلك الخرائط :



خريطة بسيطة

خريطة متسعة

خريطة منكمشة

الشكل 11: أمثلة عن خرائط التسلسل التشغيلي – المصدر : من إعداد الطالب

[1] د/ علي الشرقاوي . مرجع سابق ص 169
[2] د / علي الشرقاوي ، نفس المرجع السابق .

3– تحديد مقومات التحول الإنتاجي و مدخلاته : تتمثل مقومات التحول الإنتاجي في مختلف الأصول الثابتة مثل المنشآت و الآلات و تشير المدخلات أساسا إلى العنصر البشري و المواد ، و سنقتصر هنا على العناصر ذات الأهمية الخاصة نسبيا من منظور إدارة الإنتاج :

I– الآلات : يعتبر اختيار الآلات من اختصاصات القسم الهندسي في المصنع يعاونه في ذلك أقسام البحوث و التكاليف ، و لكن تقرير عدد الآلات من كل نوع يدخل في اختصاص إدارة الإنتاج لأنه يستلزم الحصول على معلومات تتعلق بـــ:

-التنبؤ بكمية الإنتاج المطلوبة على ضوء التنبؤ بالمبيعات

- حصر ساعات العمل التي تعملها الآلات يوميا أو شهريا ...

- تحديد معدلات الإنتاج بالساعة أو الكمية لكل جزء من أجزاء السلعة يحتاج إلى عمليات آلية

- تحديد وقت الإعداد و الصيانة و الإصلاح لكل آلة وفقا لجداول زمنية محددة لكل مرحلة من المراحل الصناعية على ضوء طبيعة الآلة ووقت التشغيل و حجم الإنتاج .

إن الإستخدام الفعال للتجهيزات الآلية يتطلب دراسة لأنواع الآلات التي يمكن استخدامها بحيث تعمل كل آلة وفقا لدرجة تخصصها إذ يمكن تقسيمها إلى نوعين رئيسيين :

أ– الآلات العامة : نمطية ، مرنة الإستخدام تستعمل– بعد عمليات ضبط بسيطة أو فصل جزء منها أو إضافته – لأغراض متعددة و هي تحتاج عادة إلى مهارات عالية لتشغيلها و لا تحتاج إلى استثمارات كبيرة ، و يتم اهتلاكها بالإستعمال أكثر منه بالتقادم .

ب– الآلات الخاصة :آلات متخصصة ذات غرض واحد معقدة التركيب عديمة المرونة في التشغيل ، و الآلة المتخصصة شبه ذاتية الحركة لا تحتاج إلى عمال متخصصين لتشغيلها و مراقبتها ، من خصائصها : الحاجة إلى تخطيط تفصيلي قبل تركيبها في المصنع لعدم المرونة التي تتصف بها – تحتاج إلى استثمارات كبيرة – ترتبط بالإنتاج كبير الحجم – يتم اهتلاكها بالتقادم لتعرضها إلى تغيرات مستمرة و تطورات تكنولوجية و منافسة الآلات الجديدة – تستخدم في حالة الإنتاج النمطي مع إمكانية تخفيض التكلفة المتوسطة للوحدة .

II– المواد و المخزون : إن المواد الأولية هي موضوع عملية التحويل ؛ و من ثم فهي من أهم مقومات النشاط الإنتاجي التي تستدعي اهتماما و إدارة ناجحة لمجريات الحصول عليها و الإحتفاظ بها بما يراعي تقلبات أسعارها في السوق و مدى تلاؤمها مع طبيعة المنتجات و طرق التصنيع مع الإنتباه إلى إفرازات التطور التكنولوجي و ما ينتج عنه من إحلال يعرض المخزون من المواد إلى خطر التقادم فنيا .

ينطوي المخزون إجمالا على الأصناف التالية :

- مواد أولية : كالخشب ، المعادن ، القماش...

- الأجزاء المشتراة : تستخدم في عملية التجميع ، يحصل عليها من خارج المنشأة كشراء الزجاج لنوافذ السيارات من طرف شركات تصنيع السيارات .

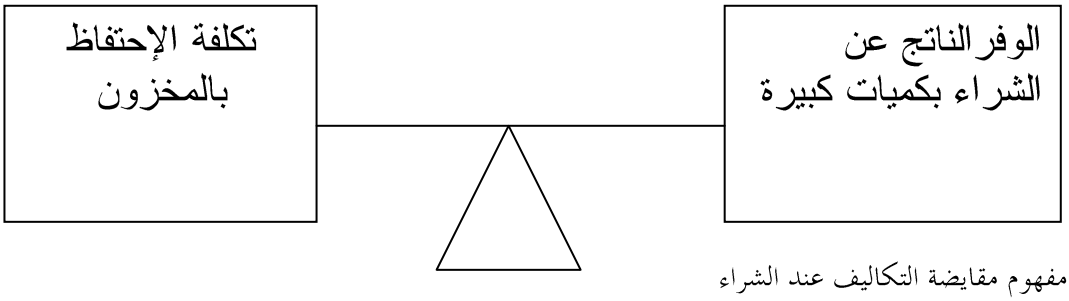
– المنتجات نصف المصنعة : و هي مواد قطعت مرحلة من التحويل بحيث اكتسبت خصائص جديدة عما كانت عليه و هي خام .

– المنتجات النهائية : منتجات تامة الصنع ، جاهزة للتسويق .

– اللوازم : مواد ضرورية لعملية التصنيع دون أن تدخل في تشكيل المنتج ،كالزيوت و الشحوم و بعض المنظفات .

– بعض التجهيزات و المعدات :مختلف التجهيزات و الآلات تستخدم في الصيانة و الإصلاح و القياس ، لا تعتبر من المواد بالمعنى الدقيق إلا أنها تخضع لنفس قواعد الرقابة مثل أجهزة القياس ....

يتعين لدى تسطير سياسة للتموين بالمواد الأولية إجراء 'مقايضة التكاليف' لدى الشراء ؛و هو ما يعني البحث عن توازن معقول بين مزايا الشراء بكميات كبيرة و تكاليف الإحتفاظ بالمخزون ، و الشكل الموالي يوضح هذا المفهوم:



الشكل 12 : مفهوم مقايضة التكاليف عند الشراء

المصدر : محمد توفيق ماضي، وإسماعيل السيد، إدارة المواد والإمداد، الإسكندرية، الدار الجامعية، 2002/1999، ص89 بتصرف

III– العمل : يعتبر العنصر البشري أهم العناصر في العملية الإنتاجية ،فهو الذي يقوم بتحويل المدخلات المختلفة ، لذا يتحتم عند دراسة نشاط إنتاجي النظر في الإحتياجات من العمالة من حيث العدد ومن حيث المهارات المطلوبة.

تتباين القطاعات الصناعية المختلفة في حاجتها من العمالة ، فالقطاعات ذات الكثافة الرأسمالية المرتفعة تميل إلى الإكتفاء بعدد محدود بينما يرتفع حجم العمالة بانخفاض كثافة رأس المال كما هو ملاحظ بشكل عام في الدول النامية .

و يرتبط الكلام عن العنصر البشري بمسألة ' إنتاجية العامل' و التي تتأثر بعوامل تجب مراعاتها تندرج ضمن متغيرات البيئة الخارجية كالثقافة و العادات و النظم السياسية و الإجتماعية ...وكذا عوامل داخلية تؤثر في الكفاءة و مستوى الأداء أبرزها :[1]

–كفاءة التنظيم : و تعني التوصيف الدقيق لصلاحيات الأقسام و المهام و الوظائف ، و جعلها تسير بتناسق صوب تحقيق الهدف العام للمنظمة .

–كفاءة المعدات و مدى استغلالها : لا يتأتى رفع مستوى أداء العامل دون توفر معدات تؤمن السرعة في الأداء و قلة الجهد المبذول من طرف العامل و انخفاض التكلفة .

–دراسة العمل و طرق الأداء :و هو الأسلوب العلمي المتبع لتخطيط انسياب العمليات و تحسين طرق الأداء ، يقوم على محورين : دراسة الحركة ؛ و دراسة الوقت ، حيث يهدف إلى تجنب الهدر في الجهد أو الوقت أو المواد .

[1] نقل معظم هذه العوامل عن د/ علي الشرقاوي ، مرجع سابق ص 375 ، 376 بتصرف شديد .

-التدريب :يلعب التدريب المستمر دورا هاما في جعل العامل في مستوى المستجدات الإنتاجية.

-ظروف العمل :ضرورة توفير الجو الملائم الذي يشجع على العمل دون عوائق أو إرهاق ؛ كالإضاءة المناسبة و تخفيض درجة الحرارة و الضوضاء و الإهتزازات .

-نظام الحوافز : و التي تهدف إلى تنشيط طاقات العاملين ، و قد تكون ذات بعد مادي يتعلق بالأجور و المكافآت و الترقيات ... أو ذات بعد غير مادي فيما يعرف بـــ" الميزانية الإجتماعية" التي تتضمن الخدمات و التسهيلات التي تقدمها المنظمة لتحسين حياة الأفراد الإجتماعية و الوظيفية .

4- تحديد الطاقة الإنتاجية :"الطاقة الإنتاجية هي كمية الإنتاج التي يمكن الحصول عليها بمواصفات محددة في ظل الإستخدام الشامل والمكثف لوسائل الإنتاج المتوفرة مع تطبيق أفضل الطرق التنظيمية الفعالة في مجال العمل في فترة زمنية معينة هي عموما السنة المالية "[1] ويرتبط قرار تحديدها باعتبارات تتعلق بالوظائف الرئيسية :التسويق والإنتاج والتمويل والأفراد ولذلك فإن هذا القرار يدخل في نطاق اختصاص الإدارة العليا أكثر من ارتباطه بوظيفة الإنتاج بمفردها غير أن الدور الواسع والحاسم لهذه الأخيرة في هذا القرار لا يخفى .

يتم قياس الطاقة الإنتاجية على أساس ثلاثة عوامل أساسية:

أ-كمية الرأسمال الثابت المستخدم في الإنتاج من معدات وأدوات وغيرها ونرمز له ب(k)

ب-قواعد الإستخدام المكثف للرأسمال الثابت،وتعبر عنه اقصى كمية إنتاج يمكن الحصول عليها في الوحدة الزمنية ونرمز له بـــ (i)ويمكن معرفته من خلال الوثائق التقنية للآلات والمعدات وما حقق في السنوات الماضية .

ج-الزمن الأقصى المتاح لاستخدام الآلات والمعدات ونرمز له ب(Tmd),و يحسب كما يلي:

$$Tmd=(Tc-Ta).Np.Dp$$

حيث:

Tc:عدد أيام السنة (365يوما).Ta:عدد أيام التوقف عن العمل بغض النظر عن طبيعة التوقف .Np:عدد ورديات العمل ، Dp:مدة كل وردية عمل.

تمثل(Ta) في النشاط الإنتاجي المستمر كالصناعات الكيميائية عدد الأيام التي يتم فيها إصلاح وصيانة الآلات والمعدات مثلا أما في حالة الإنتاج غير المستمر كالصناعات الميكانيكية فيضاف إلى ذلك –بشكل عام-أيام التوقف الرسمية.

بعد تحديد المتغيرات السابقة ،يمكن حساب الطاقة الإنتاجية بالعلاقة التالية :

$$Cp= k.i.Tmd$$

من حيث درجة الاستغلال، تتراوح مستويات الطاقة الإنتاجية مابين حالتي التوقف التام، والتشغيل الكامل لعناصر الإنتاج،و يمكن حصر هذه المستويات فيما يأتي:

[1] نجم عبود نجم ، نظام الوقت المحدد ، المنظمة العربية للتنمية الإدارية ، القاهرة ، 1995 ، ص120

أ-الطاقة النظرية القصوى: تعبر عن الإستخدام الكامل لكل عوامل الإنتاج المتاحة بالمنشأة دونما تعطل أو تحديد أو عجز في الإمداد طوال الوقت المتاح ؛و قد تتفاوت داخل المؤسسة الواحدة من قسم لآخر.

ب- الطاقة التصميمية: ننـــزل إلى هذا المستوى بإدخال عنصر "حدود الأمان" على المستوى الأول ؛أين يدور الكلام عن 'الطاقة القصوى' في ظل مراعاة بعض العوائق غير الممكن تفاديها كشروط السلامة .

ج-الطاقة المتاحة: بإدخال عامل "الإختناقات" الحاصلة في سيرورة العملية الإنتاجية ننـــزل من مستوى الطاقة التصميمية إلى هذا المستوى ؛أين تتحدد القدرة الإنتاجية على مستوى المنشأة بالقدرة الإنتاجية لأضعف مرحلة في العملية الإنتاجية .

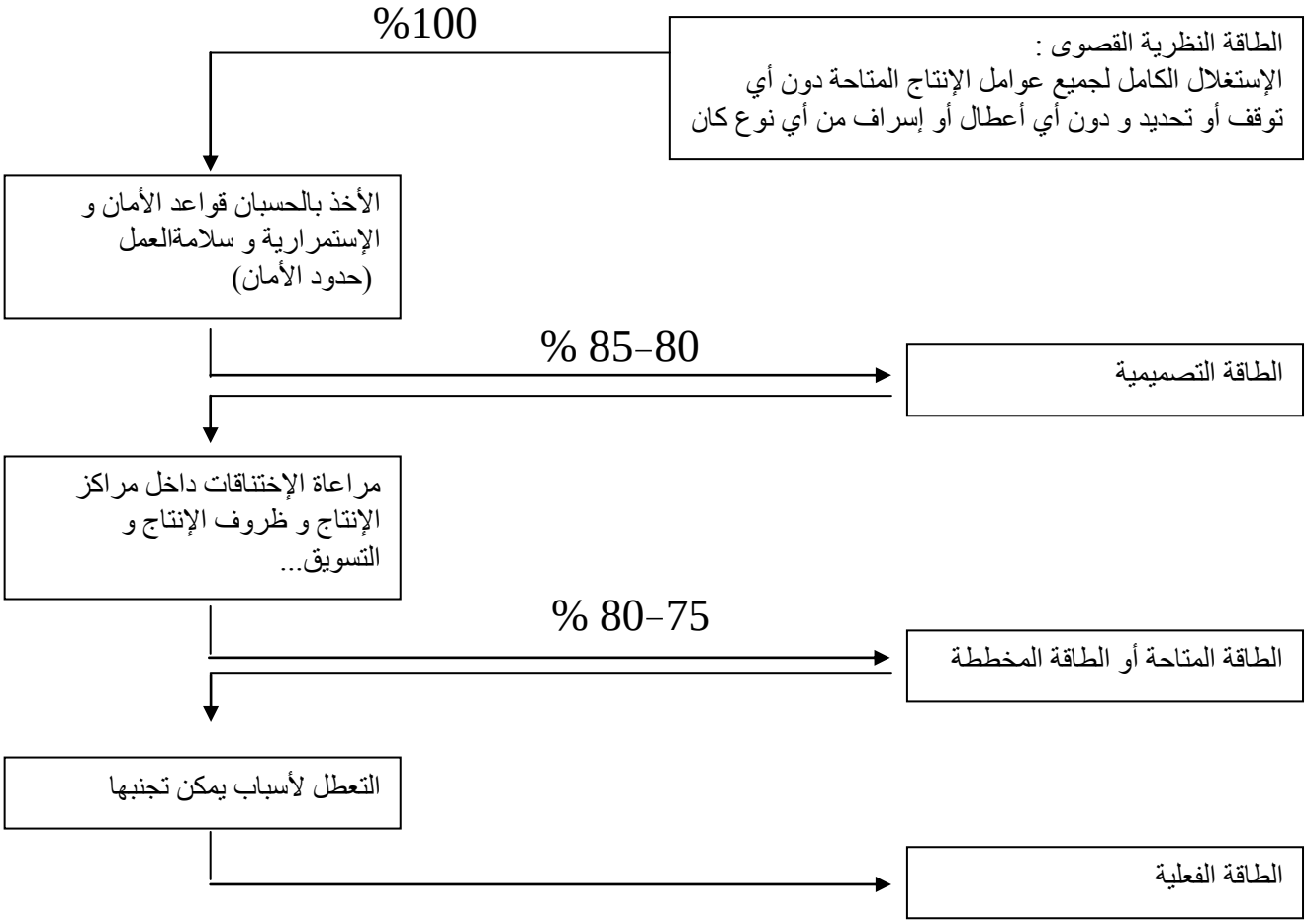
د- الطاقة الفعلية: الطاقة المستغلة فعلا خلال فترة معينة.

هـــ- الطاقة العاطلة:و هي حاصل الفرق بين 'الطاقة المتاحة' و 'الطاقة الفعلية' و ترجع إلى عدة أسباب منها انخفاض مستوى الكفاءة و الأداء ، انخفاض المبيعات ...، وهي نوعان:

-طاقة عاطلة احتياطية: طاقة تُرصد لمواجهة احتمالات الإرتفاع المستقبلي للطلب ؛و من ثم التوسع في الإنتاج .

-طاقة عاطلة فعلية:وتعبر عن عدم الإستغلال الجيد للطاقات المتاحة أو سوء تقدير الإحتياجات من عوامل الإنتاج و اختيار الأساليب المناسبة.

ونقترح المخطط التالي لتصوير مستويات الطاقة الإنتاجية:



الشكل 13: مخطط لمستويات الطاقة الإنتاجية – المصدر : من إعداد الطالب .

إن الإدارة الإنتاجية الناجحة تسعى دوما إلى تسلق هذا الهرم إلى أعلى و رفع مستوى استغلال الطاقة الإنتاجية المتوفرة .

5- تخطيط الإنتاج : "إن 'تخطيط الإنتاج' يهدف أساسا إلى تقدير المستوى المجدي Feasible level و الأنسب من الإنتاج في كل فترة ؛ و الذي يضمن تقليل التكاليف مع الوفاء بالطلب المتوقع " [1] ، وربما كان أكثر أهمية من تدنية تكاليف الإنتاج " أن يمكن تطبيق الخطة و التحكم فيها بأقل قدر من الجهد و هو ما يستدعي أن تكون متوازنة من ناحية التكاليف و في استخدام بدائل الإنتاج ، و المحافظة على مستويات المخزون مع تجنب التذبذب في أي من هذه العناصر "[2]

إستنادا إلى أفق التخطيط Planning –Horizon نميز بين ثلاثة أنواع من الخطط الإنتاجية :

[1] صالح الحناوي و توفيق ماضي ، مرجع سابق ص 231 .
[2] سونيا محمد البكري ، إدارة الإنتاج و العمليات (مدخل النظم) ، الدار الجامعية ، الإسكندرية ، 2001 ، ص 156.

I -الخطة الإنتاجية طويلة المدى Long-Term Production Planning :

"تتضمن تحديد مستويات الإنتاج في فترات قادمة تزيد على العام ، فقد تكون لمدة عامين أو ثلاثة أو أكثر ؛ و يُعرف 'التخطيط الطويل الأجل' باسم 'تخطيط الطاقة Capacity Planning ' لأنه يتعلق بتحديد حجم الطاقة اللازمة كاختيار حجم معين لمبنى (عدد الحجرات في مدرسة، عدد الغرف في مستشفى ...) أو اختيار حجم مصنع (عدد من الآلات) أو اختيار آلة ذات طاقة معينة "[1]

من أبرز الإشكالات المطروحة في هذا المستوى من التخطيط "إختيار الموقع و الترتيب الداخلي و قرارات شراء المعدات"[2]

II -الخطة الإنتاجية قصيرة المدى Short-Term Production Planning :

يتعلق التخطيط القصير الأجل بالتخطيط التفصيلي لفترات إنتاجية تقل عن الشهر ، فقد يغطي شهرا أو أسبوعا أو يوما أو حتى لفترة ساعات و دقائق كما في حالة استخدام مراكز الحاسوب ، و يطلق على هذه العملية "جدولة Scheduling" لأنها تنطوي على جدولة استخدام إمكانات إنتاجية Facilities لإنتاج أكثر من طلبية أو أمر إنتاجي في نفس الفترة الإنتاجية .

III -الخطة الإنتاجية المتوسطة المدى Intermediate Production planning :[3]

تتضمن تخطيط الإنتاج لمدة عام مع تفصيل لكل شهر 12-Month Period ، و يمكن للخطة أن تبدأ مثلا في الشهر الثاني من العام الأول و تنتهي في الشهر الأول من العام الثاني ، و بانقضاء كل شهر يتم إسقاطه و إضافة شهر في آخر الخطة و بذلك يكون لدى الوحدة الإنتاجية خطة تغطي 12 شهرا من الآن و بشكل مستمر ، و تعرف هذه العملية بـــ'التجديد Updating' أي تجدد الخطة في نهاية كل شهر على ضوء ما تحقق من أرقام فعلية لكل من الإنتاج و الطلب بعد أن كانت مقدرة ، بل عادة ما يتم أيضا تجديد الطلب المقدر لجميع الفترات المقبلة في الخطة ، و هكذا فإن تخطيط الإنتاج عملية مستمرة و ليست قرارا جامدا يتخذ مرة واحدة في العام .

تجدر الإشارة إلى أن التخطيط المتوسط المدى يشار إليه في الكتابات بعدة مسميات مثل :

الجدولة الإجمالية Aggregate Scheduling ، تخطيط الإنتاج الإجمالي Aggregate Production Planning ، تخطيط الإنتاج Production Planning ، مشكلة تسوية الإنتاج Production Smoothing Problem .

" يتطلب التخطيط المتوسط الأجل اتخاذ قرارات و القيام بأنشطة لا تأخذ وقتا طويلا في التطبيق كما في التخطيط الطويل الأجل ، و أبرزها تخطيط حجم قوة العمل و كمية المخزون و المعدات الإضافية و استخدام الوقت الإضافي أو التعاقد من الباطن "[4] و ذلك دون تخصيص لمنتج معين أو قسم معين بل يعبر الإنتاج المخطط عن الإجمالي من كل المنتجات معا ، و لذلك تسمى خطة إجمالية Aggregate Plan و التي تخضع بعد ذلك إلى عملية

1 ، 3 صالح الحناوي و توفيق ماضي ، مرجع سابق ، ص 227 و 228 بتصرف .
2 ، 4 سونيا محمد البكري ، إدارة الإنتاج و العمليات مدخل النظم ،الدار الجامعية، الإسكندرية 2001 ص149 .

تجزئة Disaggregating و بسبب تلك الإجمالية في التقديرات نحتاج إلى وحدة قياس تصلح لكل المنتجات و الأقسام كاستخدام 'البرميل' في تقدير إنتاج الصناعة النفطية سواء بالنسبة للبترين أو الكيروسين أو غيرهما ، و استخدام 'الطن' في منتجات الصناعات المعدنية ، كما أنه من الشائع التعبير عن حجم الإنتاج بعدد ساعات العمل . تظهر الحاجة إلى التخطيط أساسا بسبب تأثير عامل التذبذب و عدم الإنتظام في الطلب المتوقع و كذا التذبذب في توريد مستلزمات الإنتاج حيث يستدعي الأمر الإختيار بين عدد من الإستراتيجيات أبرزها :[1]

1 - الإنتاج حسب الكمية المطلوبة مع تغيير عدد العمال حسب الحاجة إليهم .

2 - الإنتاج حسب الكمية المطلوبة مع الإعتماد على تشغيل عدد العمال الحالي وقتا إضافيا Over-time في حالة زيادة الطلب و مواجهة وقت عاطل Under-time في أوقات انخفاض الطلب .

3 - الإنتاج بمستوى ثابت مع تخزين عدد من الوحدات في حالة الطلب المنخفض و استخدامها في حالات الطلب المرتفع .

4 - الإعتماد على جهات خارجية لمواجهة الطلب الزائد Subcontracting .

تتوقف عملية المفاضلة بين تلك البدائل على الآثار المالية المترتبة على كل بديل ؛ فالبديل الأول مثلا يستلزم فصل و تعيين عمال و هو ما ينتج تكاليف الفصل و التعويض و تكاليف الإختيار و التدريب ، أما البديل الثاني فيترتب عليه تكاليف التشغيل الإضافي و التي عادة ما تفوق تكاليف التشغيل العادي ، أما البديل الثالث فرغم عدم تضمنه تغيرا في تكلفة العمالة إلا أنه ينطوي على تكاليف تخزين ، و تطرح الإستراتيجية الرابعة مشكلة تكاليف الإعتماد على الغير لإنتاج ما يزيد على الطاقة المتاحة Subcontracting-Cost و هي سعر شراء الوحدة المنتجة لدى الغير و التي يعتمد عليها لمواجهة الطلب الزائد .

إن مخرجات عملية 'تخطيط الإنتاج' هي بشكل أساسي :

أ -مستوى الإنتاج لكل فترة زمنية (Pt) : و هو تقدير إجمالي لمستوى الإنتاج المطلوب تحقيقه في كل شهر (الخطة عادة تغطي 12 شهرا) خلال العام القادم ، و تستخدم هنا وحدة قياس عامة ليمكن التجميع .

هذه التقديرات الإجمالية هي مدخلات للمرحلة التالية و هي مرحلة التجزئة Disaggregating و التي يتم فيها تقدير المطلوب إنتاجه من كل منتج خلال كل فترة و التي تعرف بـــ 'جدول الإنتاج الأساسي Master-Production Schedule '

ب -مستوى العمالة لكل فترة زمنية (Lt)

ج- مستوى المخزون المخطط لكل فترة زمنية (St) .

إن الـــمُخطّط يهدف بصفة عامة إلى :[2]

- تلبية طلب الزبون

[1] صالح الحناوي و ماضي ، مرجع سابق ص 230 وما بعدها بتصرف .

[2] Lionel Dupont, la gestion industrielle, paris, Edition HERMES, 1998, Page 108 (بتصرف) .

– توفير أفضل شروط العمل للعملية الإنتاجية و البحث عن أفضل توازن ممكن بين الإحتياجات و الطاقة

– ضمان الإنتاج بأقل تكلفة أو بربحية قصوى

و الآن و بعد أن أخذنا نظرة عن النظام الإنتاجي بمختلف أقسامه و وظائفه ؛ يبرز التساؤل : ما هي الأدوات و الأساليب التي تستخدم لأداء و تسيير تلك المهام ؟

المبحث الثالث : أدوات و أساليب إدارة الإنتاج Production management tools and methods

من الملاحظ أن هناك مجموعة كبيرة من الأدوات و الأساليب الكمية و غير الكمية تستخدم في إدارة الإنتاج لتسيير و تنظيم مختلف المهام ؛ منها ما يستخدم على نطاق إدارة الإنتاج بشكل عام و منها ما يخص مصلحة بعينها أو وظيفة من وظائفها و إضافة إلى الأدوات التي مرت علينا في ثنايا الحديث عن مختلف أجزاء إدارة الإنتاج مثل 'اللائحة' (مكتب الدراسات) و 'ورقة الصنع' (مكتب المناهج) ،سنركز هنا على مجموعة بارزة من تلك الأدوات مخصصين الفصل اللاحق لواحدة من أهمها و أكثرها شيوعا "البرمجة الرياضية "

المطلب الأول : أساليب التنبؤ Forecasting Methods

تهدف هذه الأداة (التنبؤ) إلى " تقدير استهلاك مستقبلي اعتمادا على تطوره التاريخي " [1] ، و رغم ما قد يعتري النتائج من قلة الدقة أحيانا ، فمثلا " كثير من التنبؤات التي أجريت بعد سنة 1973 عن استهلاك النفط و تطور أسعاره اتضح أنها غير دقيقة " [2] ، إلا أن التنبؤ يعتبر "من أهم الأدوات و التطبيقات المستعملة من طرف مسير المؤسسة أو المسؤول الإداري"[3]

ينصب التنبؤ عموما على الطلب المتوقع ، و تكتسي هذه العملية أهمية معتبرة إذ أن " كل قرارات إدارة الإنتاج و العمليات ترتبط بشكل ما بأرقام الطلب المتوقع و هو ما يفسر وجود فصل عن التنبؤ بالطلب في معظم كتب إدارة الإنتاج خاصة الأجنبية منها ، فمن بين القرارات في مجال الإنتاج و التي تتأثر بأرقام الطلب المتوقع نذكر مثلا : كمية الوقت الإضافي اللازم للتشغيل، تخصيص الأوامر للتسهيلات الإنتاجية Production Facilities و الأفراد "[4] و لكي يكون النظام المعتمد للتنبؤ بالطلب ذا نجاعة و فعالية ينبغي أن تجرى بشكل منتظم Systematic الخطوات التالية:[5]

1- تحديد هدف واضح لعملية التنبؤ : هل هو التنبؤ لسلعة واحدة أم لعدة سلع ؟ هل يتم التنبؤ بالطلب عموما أم بالطلب على سلعة المنشأة ؟ ، هل يجب تقليل تكاليف التنبؤ أم زيادة دقته ؟

2- إختيار مدة معينة سيغطيها التنبؤ و ذلك بالشكل الذي يجعل الأرقام المقدرة ذات معنى و مستوى مقبول من الدقة .

---

[1] J.L.Brissard + M.Polizzi : مرجع سابق ص 05

[2] J.Brémond + M.Salort : Initiation à l'économie – Hatier .Paris 1986 / p 293

[3] Guy Ansion : Econométrie pour l'entreprise .Eyrolles Paris 1988 ص 56 بتصرف .

[4] ، [5] صالح الحناوي و توفيق ماضي ، مرجع سابق ص 7 ، 8، 9 بتصرف شديد .

3- إختيار أسلوب من أساليب التنبؤ ، و يعتمد ذلك على الخبرة و ظروف كل منشأة .

4- جمع المعلومات اللازمة و تحليلها و عمل التنبؤ اللازم مع ذكر الفروض التي قام عليها.

5- تقييم الدقة عن طريق التغذية العكسية Feed-Back عبر مقارنة الأرقام المقدرة بالأرقام الفعلية .

هناك العديد من الطرق و الأساليب المستخدمة في التنبؤ تقسم عموما إلى أساليب كمية Quantitative ، و أساليب كيفية Qualitative و تسمى أيضا ذاتية Subjective ، و سنقتصر هنا على أسلوب كمي من أشهر الأساليب شيوعا و هو ' معادلة الإتجاه العام' :

يفترض أسلوب 'خط الإتجاه العام Trend line ' ارتباط الطلب على سلعة ما بمتغير واحد و هو 'الزمن' ؛ حيث يتم تشكيل معادلة الإتجاه العام و التي على أساسها يتم التنبؤ ، كما يلي :

$$Y_t = a + b_t$$

حيث :

Y_t : الطلب للفترة t ، و هو المتغير التابع .

a : الحد الأدنى للطلب و هو غير مرتبط بالزمن .

b : ميل خط الإتجاه العام .

t : الفترة الزمنية ، و قد تقيم بالسنة ، فصل ، نصف سنة ... و هو المتغير المستقل .

يتم حساب قيمتي (a) و (b) كالآتي :

$$b = \frac{\sum(y_t . t) - n.\bar{y}.\bar{t}}{\sum(t^2) - n\ .\ \bar{t}^{\ 2}}$$ حيث :

n : عدد الفترات للبيانات التاريخية

$\bar{y}$: متوسط الطلب = $\frac{\sum y_t}{n}$

$\bar{t}$: متوسط الفترات = $\frac{\sum t}{n}$

$$a = \bar{y} - b\bar{t}$$

و لتوضيح كيفية استخدام هذا الأسلوب نأخذ المثال التالي :

إليك البيانات المتعلقة بالطلب على سلعة في السنوات السبعة الأخيرة :

السنة :	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
الطلب :	16	18	20	21	25	28	30

و المطلوب : تقدير الطلب لعامي 2007 و 2008 ؟

نشئ أولا الجدول التالي :

السنة	الفترة (t)	الطلب (Y_t)	$Y_t.t$	t^2
2000	1	16	16	1
2001	2	18	36	4
2002	3	20	60	9
2003	4	21	84	16
2004	5	25	125	25
2005	6	28	168	36
2006	7	30	210	49
المجموع	28	158	699	140

الجدول 12 : جدول حساب متغيرات معادلة الإتجاه العام

إذن :

$$\bar{y} = \frac{158}{7} = 23$$

$$\bar{t} = \frac{28}{7} = 4$$

$$b = \frac{699 - 6.(23).(4)}{140 - 6.(4)^2} = 3$$

$$a = 23 - (3).(4) = 11$$

و منه معادلة الإتجاه العام هي :

$$y = 11 + 3t$$

و باستخدامها يتم التنبؤ :

بما أن سنة 2007 توافق الفترة (8) فإن الطلب المتوقع لتلك السنة و يرمز له بـــ $\hat{y}$ هو :

$$\hat{Y}_8 = 11+3(8)=35$$

و بالنسبة للسنة 2008 :

$$\hat{y}_9 = 11+3(9)=38$$

2-**نموذج باريتو** Pareto Diagram :[1] يرجع هذا النموذج إلى Marquis de pareto–و اسمه الحقيقي vilfredo samoso (1848-1923) ؛ الإقتصادي الإيطالي الذي بيَّن بواسطة مخطط بياني سمي"مخطط باريتو" أن 20% من الشعب الإيطالي تستحوذ على 80% من الثروات .

تهدف هذه الأداة إلى اختيار العناصر الأكثر تمثيلا The most representing elements ضمن مجتمع إحصائي Population استنادا إلى معيار كمي وذلك لتبسيط دراسة المشكلة عبر التركيز على العناصر ذات الدلالة القوية .

يحتم هذا الأسلوب أن تكون الخاصية المدروسة قابلة للتكميم ،كما يستحسن أن تفوق العناصر المكونة للمجتمع الإحصائي (10) تماشيا مع مفهوم "إحصائية statistic" ويستعمل لفرز المعطيات مثل:

-إختيار مستويات كثافة التدفق لدى دراسة تموضع الآلات .

-تصنيف عناصر المخزونات لتحديد نمط التسيير الملائم لكل مجموعة.

-"معرفة مناصب العمل الأكثر تحميلا داخل الورشة ،و بالنسبة لمنصب معطى معرفة المنتجات الأكثر تشغيلا عليه "*

- تصنيف الآلات حسب مستوى تعرضها للأعطاب .

يستخدم هذا الأسلوب وفق المنهجية التالية:

أ- جمع المعلومات المتعلقة بمشكلة.

ب - تحديد معيار أول لتصنيف العناصر .

ج - التعبير كميا عن ذلك المعيار لكل عنصر .

د - ترتيب العناصر تنازليا حسب المعيار المختار.

هـــ- حساب القيم المتراكمة .

و - تصنيف القائمة إلى مجموعات أو رسم منحنى القيم المتراكمة .

ي – تفسير الجدول أو المنحنى .

ن – إعادة المراحل من (ب) إلى (ي) اعتمادًا على معيار جديد للتحقق من النتائج .

و للتبسيط نأخذ المثال التالي :

وحدة إنتاجية أُخضع نظام تسييرها للإعلام الآلي و هي ترغب في حجز تشكيلات العمليات المتعلقة بالقطع المصنعة ، و بما أن العمل شاق ؛ قررت أن تبدأ بالقطع الأهم :

أ-جمع المعطيات : يتمثل في جرد كل القطع المصنعة ، معرفة الكميات الخاصة بكل قطعة في كل أمر تصنيع و التكرار الشهري لأوامر التصنيع ، و منه لدينا الجدول التالي :

[1] :J L.Brissard.+M.polizzi مرجع سابق ص37 و ما بعدها بتصرف .

* P.Baranger و آخرون : مرجع سابق ص 154 بتصرف .

مرجع القطعة	كمية القطع في كل أمر تصنيع	عدد أوامر التصنيع في الشهر
Al 212	75	2
Be 401	250	6
Ga 302	200	1
De 308	50	2
Ep 604	100	0.5
Dz 707	400	1
Et 113	300	1
Th 409	1100	2
Io 505	5	8
Ka 111	600	5
La 912	350	2
Mu 510	50	1
Nu803	60	20
Ks 806	5	2

الجدول 13 : الكميات المطلوب تصنيعها من مختلف القطع

ب – تحديد معيار أول للتصنيف :ينبغي أن يكون قابلا للتكميم و معبرا عن المشكلة المطروحة ،الهدف هنا هو "الحجز في الحاسوب" بالنسبة لتشكيلات القطع الأكثر أهمية ، و لمعرفة درجة الأهمية يمكن أن نعتبر "الكميات المنتجة شهريا " معيارا ذا دلالة معبرة ، و نحصل عليها بضرب الكمية لأمر التصنيع في عدد أوامر التصنيع ، تمثل الجداول الموالية المراحل الموالية :

ج – تقييم المعيار لكل عنصر :

مرجع القطعة	الكمية / أمر تصنيع	عدد أوامر التصنيع في الشهر	قيمة المعيار
Al 212	75	2	150
Be 401	250	6	1500
Ga 302	200	1	200
De 308	50	2	100
Ep 604	100	0.5	50
Dz 707	400	1	400
Et 113	300	1	300
Th 409	1100	2	2200
Io 505	5	8	40
Ka 111	600	5	3000
La 912	350	2	700
Mu 510	50	1	50
Nu803	60	20	1200
Ks 806	5	2	10

الجدول 14 : جدول تقييم القطع حسب المعيار المختار

د + هـــ – الترتيب التنازلي + حساب القيم المتراكمة :

الترتيب	مرجع القطعة	قيمة المعيار	القيمة المتراكمة
1	Ka 111	3000	3000
2	Th 409	2200	5200
3	Be 401	1500	6700
4	Nu803	1200	7900
5	La 912	700	8600
6	Dz 707	400	9000
7	Et 113	300	9300
8	Ga 302	200	9500
9	Al 212	150	9650
10	De 308	100	9750
11	Mu 510	50	9800
12	Ep 604	50	9850
13	Io 505	40	9890
14	Ks 806	10	9900

الجدول 15 : الترتيب التنازلي و القيم المتراكمة

و – تكميل الجدول أو رسم منحنى التكرارات المتراكمة :

لدينا هنا خياران :إما تكميل الجدول و الممثل لقيم منفصلة ، و إما رسم مخطط بياني متصل ، و رغم أهمية الثاني في سرعة إيصال الصورة إلى الذهن إلا أننا سنقتصر هنا على الجدول لإيفائه بالغرض :

العناصر			المعيار = الكمية المنتجة			
التراكم %	الرتبة	المرجع	القيمة	القيمة المتراكمة	%	المتراكم %
7.1%	1	Ka 111	3000	3000	30.3%	30.3%
14.3%	2	Th 409	2200	5200	22.2%	52.5%
21.4%	3	Be 401	1500	6700	15.2%	67.7%
28.6%	4	Nu803	1200	7900	12.1%	79.8%
35.7%	5	La 912	700	8600	7.1%	86.9%
42.9%	6	Dz 707	400	9000	4.0%	90.9%
50.0%	7	Et 113	300	9300	3.0%	93.9%
57.1%	8	Ga 302	200	9500	2.0%	95.9%
64.3%	9	Al 212	150	9650	1.6%	97.5%
71.4%	10	De 308	100	9750	1.0%	98.5%
78.6%	11	Mu 510	50	9800	0.5%	99.0%
85.7%	12	Ep 604	50	9850	0.5%	99.5%
92.9%	13	Io 505	40	9890	0.4%	99.9%
100.0%	14	Ks 806	10	9900	0.1%	100.0%

الجدول 16 : تصنيف القطع إلى فئات

تم حساب النسب كما يلي : – بالنسبة للعناصر لدينا (14)تمثل 100% من العناصر ، إذن عنصر واحد يمثل : 1/14 * 100 = 7.143% . بالنسبة للمعيار ؛القيمة الإجمالية لقيم المعيار هي (9900) تمثل 100% إذن النسبة المئوية للمعيار المتعلقة بعنصر واحد تحسب كما يلي : Ka% = 3000/9900 *100 = 30.3% .

أما العمود الأخير على يسار الجدول فيحسب بطريقة التراكم التي رأيناها سابقا .

ي – تفسير الجدول أو المنحنى ؛ يتم كما يلي :

– نختار نسبة مئوية متراكمة للمعيار ؛ تكون بشكل عام بين 75 و 80 % أو قيمة تقاربها و ذلك من القيم التي تظهر في العمود الأخير للجدول ، في مثالنا نأخذ (79.8%) .

– هذه النسبة تقع في السطر الرابع من الجدول ، و هذا يعني أن القطع الأربعة الأولى هي الأقوى دلالة ؛ فهي لا تمثل إلا "28.6%" (العمود الأول من الجدول) من مجموع العناصر من حيث العدد ، لكنها تمثل " 79.8% " من

الكميات المنتجة، هذه القطع هي : Ka 111 ، Th 409 ، Be 401 ، Nu 803 و التي يجب أن تحظى بالأولوية لدى حجز المعلومات في الحاسوب .

ن- إعادة المراحل من (ب) إلى (ي) اعتمادا على معيار جديد للتحقق من النتائج السابقة :

المعيار الأول الذي استعملناه كان الكميات المنتجة شهريا ، يمكن أن نأخذ معيارا آخر و هو "تحديد القطع التي تفرز أكبر كمية من الوثائق " نظرا لكونها موضوعا لغالبية المعاملات ؛ أي بعبارة أخرى : تلك التي تَصدر معظم أوامر التصنيع لأجلها، و بهذا المعيار الجديد نجد :

- المرحلة "ب" : المعيار هو " عدد أوامر التصنيع شهريا"

- المرحلة "ج" :قيمة المعيار لكل عنصر ؛ و هي موجودة في معطيات المثال :

مرجع القطعة	عدد أوامر التصنيع في الشهر
Al 212	2
Be 401	6
Ga 302	1
De 308	2
Ep 604	0.5
Dz 707	1
Et 113	1
Th 409	2
Io 505	8
Ka 111	5
La 912	2
Mu 510	1
Nu803	20
Ks 806	2

الجدول 17 : عدد أوامر التصنيع الخاصة بالقطع المطلوبة

-المراحل من (ج) إلى (و) ؛ ملخصة في الجدول التالي :

العناصر			المعيار = عدد أوامر التصنيع			
التراكم %	الرتبة	المرجع	القيمة	القيمة المتراكمة	%	النسبة المئوية المتراكمة %
7.1%	1	Nu 803	20	20	37.4	37.4
14.3%	2	Io 505	8	28	15.0	52.4
21.4%	3	Be 401	6	34	11.2	63.6
28.6%	4	Ka 111	5	39	9.4	73.0
35.7%	5	Th 409	2	41	3.7	76.7
42.9%	6	La 912	2	43	3.7	80.4
50.0%	7	Al 214	2	45	3.7	84.1
57.1%	8	De 308	2	47	3.7	87.8
64.3%	9	Ks 806	2	49	3.7	91.5
71.4%	10	Dz 707	1	50	1.9	93.4
78.6%	11	Et 113	1	51	1.9	95.3
85.7%	12	Ga 302	1	52	1.9	97.2
92.9%	13	Mu 510	1	53	1.9	99.1
100.0%	14	Ep 604	0.5	53.5	0.9	100.0

الجدول 18: تصنيف القطع حسب المعيار الجديد

– المرحلة (ي) : التفسير : يظهر الجدول السابق ظهور تصنيف جديد للقطع مختلف عن الأول ؛ و تحديدا العنصر "Io505" المصنف هنا في الرتبة الثانية رغم أنه كان مهملا في التصنيف الأول ، العناصر الثلاثة : Nu 803 ، Be 401 ، Ka 111 تم تأكيد مترلتها . العناصر الأربعة الأولى أي (28.6%) من مجموع العناصر تمثل هنا (73.0%) من القيمة المتراكمة للمعيار .

الخلاصة : الإستعمال الأول لهذه الأداة أعطانا قائمة بالقطع ذات الأولوية ، الإستعمال الثاني كرّس النتيجة بخصوص ثلاث قطع من الأربعة الناجمة عن الإستعمال الأول ، و في الوقت نفسه أكد عدم أولوية عدد من القطع مثل (Mu 510) المرتّبة 12 و 13 على التوالي ، نستطيع إذن أن نبدأ بحجز : Nu 803 ، Be 401 ، Ka 111 ، ثم الإكمال حسب الحاجة بـــ : Io 505 و Th 409 .

لقد سمحت لنا هذه الأداة –إجمالا– بفرز مجموعة من المعطيات بدلالة معيار كمي و الذي يلعب حسن اختياره دورا أساسيا في النتيجة ، يتعين حينها إعداد"مخطط باريتو" عدة مرات بدلالة معايير مختلفة و مقارنة النتائج مع بعضها مع إدراك الأهمية النسبية لكل نتيجة .

3- تحليل التعادل Break-even point :

تهدف هذه الأداة إلى تحديد شروط قبول الحلول المختلفة لمشكلة معطاة ؛ مع تبيان مجال تفوق كل حل ، كما أن من أشهر صور استخدام هذه الأداة هي ما يعرف بـــ " عتبة المردودية " ذات الإستعمال الشائع في التسيير المالي .

من أبرز استخدامات هذه الأداة :

- المفاضلة بين المواقع و التي رأيناها في الفصل السابق .
- إختيار وسيلة إنتاج أو تقدير أثر إدخال معدات جديدة على مردودية وحدة إنتاجية .

"تتم المعالجة إما بيانيا أين ينصح بعدم تجاوز ثلاثة أو أربعة حلول متاحة ؛ و إما جبريا ، كما ينبغي أن تكون المعطيات المعالجة قابلة لأن يعبر عنها بنفس وحدة القياس علما أن وحدات الزمن هي الأكثر استعمالا في إدارة الإنتاج .

تستعمل هذه الأداة باتباع المنهجية التالية :

أ - جمع المعطيات المتعلقة بالمشكلة المطروحة

ب - تحديد صيغة التكلفة أو المدة بدلالة الكمية المنتجة لكل حل

ج – البحث عن نقاط التعادل

د – تفسير النتيجة "[1]

سنتطرق في البداية إلى أحد أبرز صور و تطبيقات " تحليل التعادل" و هي " عتبة المردودية" و التي هي من أولى التقنيات التي تستعمل في تحليل النشاط الإنتاجي .

تشير "عتبة المردودية" إلى مستوى الإنتاج الذي تتعادل عنده مجموع تكاليف المنشأة مع مجموع الإيراد ؛ و هي بالتالي النقطة التي لا يتحقق عندها الربح و لا الخسارة .

لنفرض أن :

p : سعر الوحدة المنتجة ، q : الكمية المنتجة ، r : الإيراد

v : التكلفة المتغيرة الوحدوية ، f : التكاليف الثابتة π : الربح .

يُعطى الإيراد بالمعادلة التالية :

$$r = p.q$$

و بما أن الربح هو حاصل الفرق بين الإيراد و التكاليف تنشأ لدينا المعادلة التالية :

$$\pi = r - q.v - f$$

نعوض (r) بما يساويه :

$$\pi = p.q - q.v - f$$
$$\pi = q(p - v) - f$$

[1] Marc Polizzi ... مرجع سابق ص 54 .

و بما أننا نبحث عن نقطة التعادل أين ينعدم الربح ؛ نعدم المعادلة :

$$\pi = q(p - v) - f = 0$$

$$\Rightarrow q(p - v) = f$$

$$\boxed{\Rightarrow q = \frac{f}{p - v}}$$

و هو مستوى النشاط الذي يحقق نقطة التعادل معبرا عنها بـــ "كمية الوحدات المنتجة " و يمكن أن نحصل عليها في شكل "رقم أعمال" و ذلك بضرب طرفي المعادلة في (P) :

$$q.p = \frac{f}{p - v}.p$$

$$q.p = \frac{f}{(p - v).\frac{1}{p}} \qquad = \qquad \boxed{\frac{f}{1 - \frac{v}{p}}}$$

و يسمى "رقم الأعمال الحرج" أي رقم الأعمال المقابل لنقطة التعادل ، كما يمكن استخدام المعادلة السابقة لمعرفة رقم الأعمال اللازم لتحقيق ربح معين (و لنفرض أنه "b") و ذلك بإضافته إلى البسط ؛ حيث نحصل على المعادلة :

$$Ca = q.p = \frac{f + b}{1 - \frac{v}{p}}$$

حيث أن :

Ca : تمثل حجم المبيعات اللازمة لتحقيق ربح قدره "b" الإيراد،التكاليف

و يمكن التعبير عن نقطة التعادل بيانيا كما يظهره الشكل المقابل :

*إن نموذج "نقطة التعادل "يقوم على الفرضيات التالية:

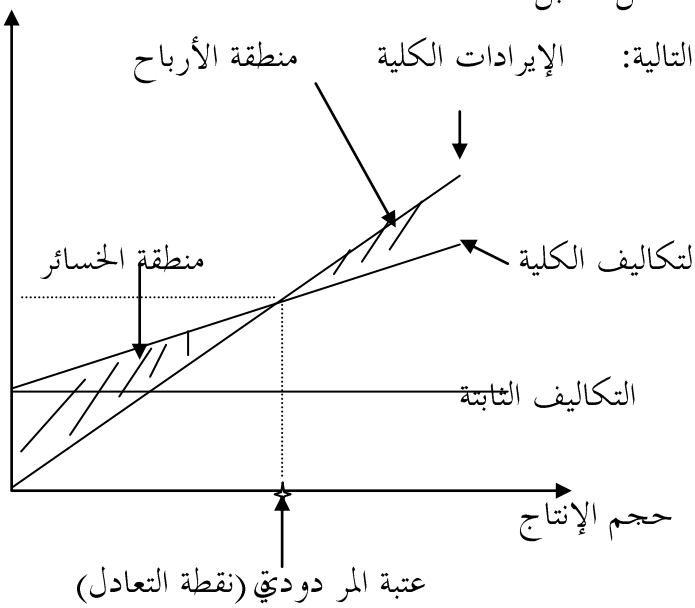
-كل ما ينتج يباع.

-وجود منتج واحد.

-العلاقة بين المتغيرات خطية.

-ثبات السعر من فترة إلى أخرى.

- دقة التنبؤ عن الإيرادات والتكاليف.



الشكل 14 : عتبة المردودية

يفيد نموذج "تحليل التعادل " في معرفة مدى بعد المشروع أو قربه من نقطة تحقيق الأرباح ؛و كذلك

تحديد نسبة الطاقة المستغلة عند نقطة التعادل بما يفيد في اتخاذ القرارات الإنتاجية المناسبة مثل التفكير في التأثير على مستوى التكاليف المتغيرة (كإحلال مادة خام بأخرى) باعتبار أن قيمة الكسر ($\frac{f}{p-v}$) تنخفض كلما انخفضت قيمة (V) و هو ما يعني قصر الفترة اللازمة للوصول إلى عتبة المردودية .

و لنأخذ كذلك المثال التالي:

ترغب إحدى المنشآت الصناعية في استخدام "مخرطة" و كان لديها ثلاثة أنواع من المخارط تختلف في درجة الأوتوماتيكية و سرعة الإنتاج ، يريد رئيس الورشة تخفيض زمن اشتغال الآلات لتوفير زمن لإنتاج منتجات مكملة و كذلك من أجل الصيانة ، دلت المعطيات على ما يلي :

نوع المخرطة	مدة الضبط (Tr) بالدقيقة	مدة إنجاز وحدة (Tp) بالدقيقة
A	100	25
B	500	10
C	1000	05

المطلوب : تحديد نقاط التعادل للآلات ؟ ما هي المخرطة التي تحقق أدنى وقت إنتاج ؟

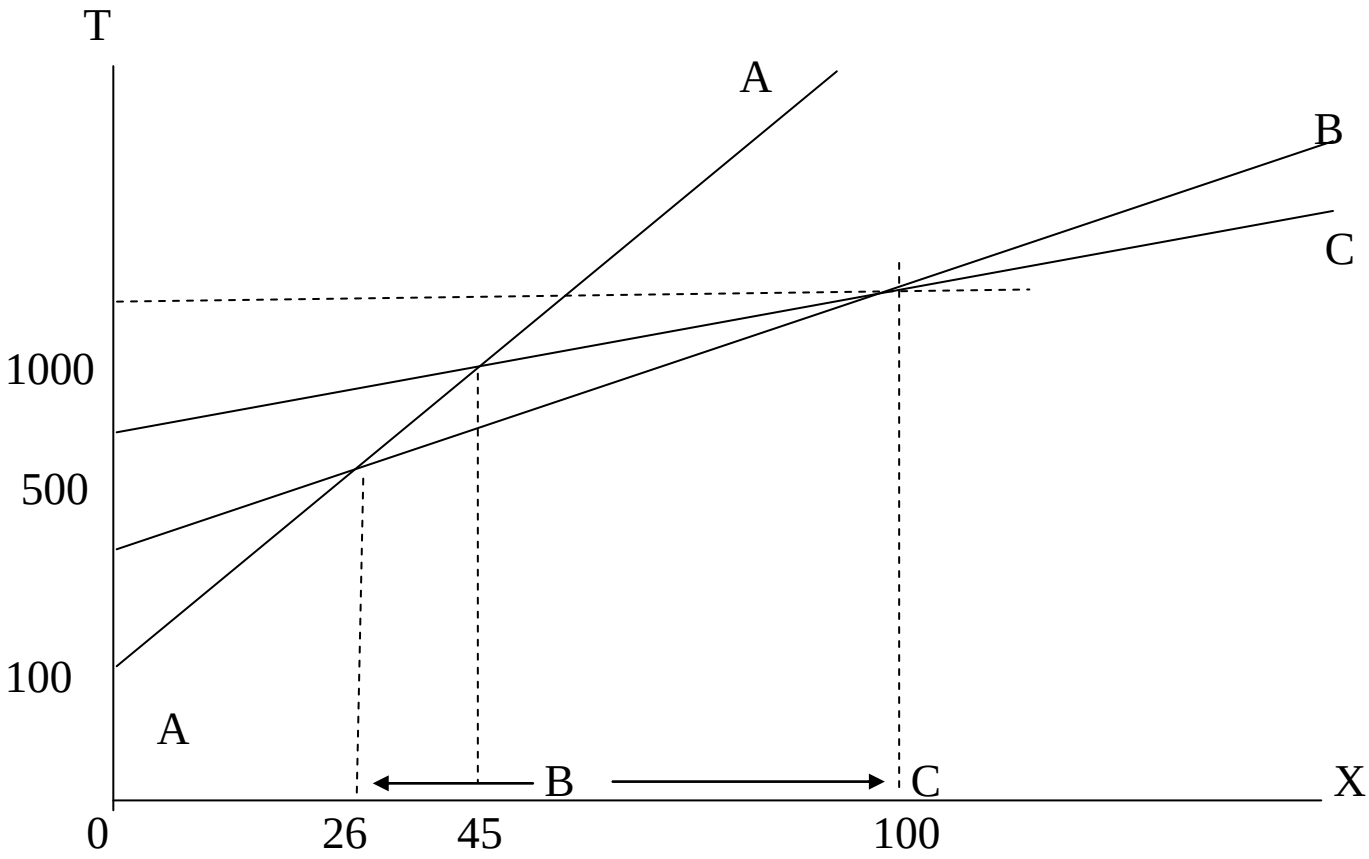
لدينا بالنسبة لكمية منتجة (X) دوال الوقت اللازم :

$$T(a) = 25x + 100$$
$$T(b) = 10x + 500$$
$$T(c) = 5x + 1000$$

لنفرض الآن مستوى إنتاج معين و ليكن ($x = 100$) :

$$T(a) = 25(100) + 100 = 2600$$
$$T(b) = 10(100) + 500 = 1500$$
$$T(c) = 5(100) + 1000 = 1500$$

نستطيع بناءً على ذلك رسم خريطة التعادل :



الشكل 14 : خريطة تعادل الآلات

يوضح المخطط السابق مجال تفوق كل بديل علما أن معيار الإختيار هو "قصر الوقت" :

- من أجل إنتاج كمية محصورة بين 0 و 26 قطعة منتجة : نختار المخرطة A لأنها تحقق أقصر وقت إنتاج .
- من أجل إنتاج كمية محصورة بين 26 و 100 قطعة : نختار المخرطة B
- و من أجل إنتاج كمية تفوق 100 قطعة : تكون المخرطة C هي الأفضل .

سيختار إذن رئيس الورشة المخرطة المناسبة حسب الكمية وفق نظام الأولوية الآتي :

	الكمية المصنعة			
	0 - 26	26 - 45	45 - 100	100 <
خيار ذو أولوية	A	B	B	C
خيار ثانوي	B	A	C	B

الجدول 19 : نظام الأولوية في اختيار الآلات

5 - نماذج اتخاذ القرار : Decision Making Tools :

هناك العديد من النماذج المستعملة للمفاضلة بين مجموعة من القرارات و سنختار هنا واحدا منها يهدف إلى المساعدة على اتخاذ القرار انطلاقا من معايير كيفية بهدف إعداد ورقة عمل مفيدة، و تسمى هذه الأداة ' جدول القرار' "و هي تفيد في تقييم مجموعة من الحلول بدلالة إما معايير كيفية (وصفية) و إما احتمالات حدوث بعض الحوادث ،و هكذا يمكن مثلا اختيار استراتيجية تموضع للآلات ،إستراتيجية تخزين ،إستراتيجية تسيير بدلالة معايير تقنية،اقتصادية،استراتيجية أو إحصائية ،أما إذا أمكن صياغة المشكلة على شكل معادلات من المفضل استخدام الأداة السابقة "تحليل التعادل ".

يقوم "جدول القرار " على المنهجية التالية :

أ-إحصاء الحلول المتاحة و معايير الاختيار.

ب – إعداد الجدول.

ج- إعطاء أوزان للمعايير.

د- تقييم الثنائيات.

ه- حساب الجدول.

و-تفسير النتائج."[1]

و للتوضيح نأخذ المثال التالي :

شركة للأشغال الميكانيكية ترغب في شراء مركب تصنيع:

أ- إحصاء الحلول المتاحة و معايير الإختيار : بعد القيام بالإعلان تلقت ثلاثة اقتراحات تبدو مقبولة : S_1 ، S_2 ، S_3

و بالنظر في 'دفتر الشروط' نجد المعايير التالية :

C_1 : التكلفة ، C_2 : عدد الخطوط ، C_3 : مستوى الأوتوماتيكية (أوتوماتيكية ، نصف أوتوماتيكية) ، C_4 : الطاقة ، C_5 : السمعة .

ب -إعداد الجدول : نعد جدولا تمثل أسطره الحلول ؛ و أعمدته المعايير ، و يتم فيما بعد ملء الخانات :

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5		
S_1							
S_2							
S_3							

[1] :J.L.Brissard+M.Polizzi مرجع سابق ص 64 وما بعدها بتصرف .

لقد أضيفَ إلى الجدول الأصلي سطر لتسجيل معاملات الأهمية ، و عمودان للنتائج .

ج- ترجحة المعايير : يتم هنا إعطاء وزن لكل معيار و يتم ذلك بعدة أساليب منها 'ترتيب المعايير تنازليا حسب الأهمية' ، لنفرض في مثالنا الترتيب التالي :

C_4(°5 C_3(°4 C_2(°3 C_1(°2 C_5 (°1

و بما أنه لدينا ثلاثة مستويات من الأهمية يمكننا التنقيط على ثلاثة بحيث يأخذ الأول (3) و الثاني(2) و الأخير (1) ، يمكن إذن إدخال معاملات الأهمية (k) كما يلي :

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
K	2	1	1	1	3

نشير إلى أن سلم معاملات الأهمية متروك للتقدير الشخصي للمقرر ؛ و هذا ما يطرح مشكلة ' ذاتية القيم السابقة ' غير أن شعور المقرر بأن ورقة القرار قابلة للتدقيق و التحليل سيحد من أثر تلك الذاتية .

د- تقييم الثنائيات : قبل تقييم الثنائيات ينبغي إكمال الجدول و ملء الخانات الفارغة بالمعطيات المتوفرة ؛ و لنفرض في مثالنا القيم التالية :

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
S_1	1000ون	5	نصف أوتوماتيكية	0.5	حسنة
S_2	700ون	4	نصف أوتوماتيكية	0.4	حسنة
S_3	850ون	5	أوتوماتيكية	0.4	جيدة

و انطلاقا من هذا الجدول نرفق تنقيطا (n) بكل ثنائية (حل/معيار) ، السلم المختار هنا يتدرج من (1) إلى (10) حيث تعبر النقطة (5) عن مستوى مقبول :

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5		
S_1	6	8	4	8	6		
S_2	10	6	4	6	6		
S_3	8	8	10	6	8		
k	2	1	1	1	3		

نشير في مجال التنقيط إلى ما يلي :

-ينبغي اختيار سلم تنقيط بحيث يكون الخطأ المحتمل في حدود 'نقطة' ، بشكل عام التنقيط من (05) أو من (10) مستحسن .

-أحيانا يكون من الأنسب عدم إعطاء نقطة متوسطة (في سلمنا هنا : 05/10) من أجل ترجيح التقييم باتجاه 'حسن' (06/10) أو 'سيء' (04/10) .

– إعطاء نقطة عالية جدا أو منخفضة جدا ليس له أية أهمية في سيرورة الحسابات على شرط أن تكون العلامات المعطاة متجانسة و هو ما يستدعي تجنب الفصل بين أجزاء المشكلة .

– إذا كان البحث عن المعلومات ضروريا للتنقيط فإن الزمن المخصص له ينبغي أن يكون على حسب أهمية المعيار .

هـــ– حساب الجدول : نأخذ الرموز التالية :

T: المجموع ، i : رقم الأسطر (الحلول) ، j : رقم الأعمدة (المعايير) ، k : معامل الترجيح ، n : العلامة المعطاة.

يجرى الحساب الخاص بكل حل بالعلاقة البسيطة التالية :

$$T_i = \sum k_j . n_{ij}$$

هذا يسمح لنا بإكمال الجدول السابق ، و بالنسبة لعمود ' القيمة الدنيا ' نأخذ أصغر علامة في السطر :

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	المجموع (T)	القيمة الدنيا (Min)
S_1	6	8	4	8	6	50	4
S_2	10	6	4	6	6	54	4
S_3	8	8	10	6	8	64	6
k	2	1	1	1	3		

تم حساب (Ts_1) مثلا كما يلي: $Ts_1 = (2x6)+(1x8)+(1x4)+(1x8)+(3x6) = 50$

$Min(6,8,4,8,6) = 4$

و– تفسير النتائج: من أجل تفسير نتائج الجدول السابق ينبغي اختيار معيار أو عدة معايير، على أن لا يتم الخلط بينها و بين المعايير المتعلقة بالمشكلة ، سنستعين على سبيل المثال بمعيارين مكملين:

–معيار (أكبر المجاميع) و الذي استنادا عليه يتم اختيار الحل الذي يعطي أكبر مجموع.

– معيار (التشاؤم) و الذي ينص على اختيار الحل الذي يعطي أكبر علامة من بين العلامات الدنيا (Max-Min) أي تعظيم الأدنيات.

في مثالنا لن تواجه المقرر أية صعوبة لأنه –و حسب المعيار المكمل الأول– يحقق الحل الثالث (S_3) أعلى مجموع (64) ، كما أنه استنادا إلى المعيار المكمل الثاني يحقق أعلى علامة ضمن العلامات الدنيا (6) .

من الجدير بالذكر أن النتيجة النهائية إذا لم تعجب المقرر فقد يتعين عليه الرجوع إلى بعض العلامات و بعض المعاملات لإعادة تقديرها؛ و هذا ليس مشكلة، ما يهم هنا هو أن الورقة النهائية ستشكل المرآة العاكسة بأكبر دقة مطلوبة للقرار المتخذ ،كما يمكن أن تراجع تلك الورقة من بعد مجددا لأغراض متعددة :

–عندما يظهر أن الإختيار كان سيئا .

-عندما تتغير المعطيات الأساسية .

-في حالة ظهور مشكلة اختيار مماثلة ...

يمكن أن نقول إجمالا أن أهمية هذه الأداة تبرز من ناحية منهجية عرض المشكلة والاختيار بين الحلول أكثر من سعيها إلى إعطاء نتيجة دقيقة بالكامل ؛ خاصة و أن " المشكلة المعقدة تتضمن عدة حلول يتعين على المسير أن يختار من بينها ،و تتطلب تلك الحلول البديلة أن يتم تقييمها و دراستها استنادا إلى عدد معتبر من المعايير تتفاوت أهميتها النسبية و كثيرا ما تكون متنافية"[1] .

5- الهيكل التنظيمي و توصيف الوظائف Organigram and Functions Definition :

أ-الهيكل التنظيمي :بعد القيام بعملية التخطيط ،"لا يتسنى للخطة تحقيق الأهداف إلا إذا تم توزيع الأعمال بين الأفراد بطريقة معينة تمكن كل فرد من وضع إمكانياته و قدراته في خدمة المؤسسة ،ويرى 'Brisco' أن أهم الدعائم التي تقوم عليها منظمات الأعمال هي المال والتنظيم ،ولكن التنظيم هو الدعامة الأهم في كل الأحوال "[2]

"إختيار الهيكل التنظيمي إذًا مهم إذ انه يؤثر في فعالية المسؤولين وسلوك الأفراد ،وينبغي أن يستوحى من السياسات (دور الفرد ،التفويض)و من طبيعة نشاط المؤسسة فيما يخص اختيار الوظائف التشغيلية :

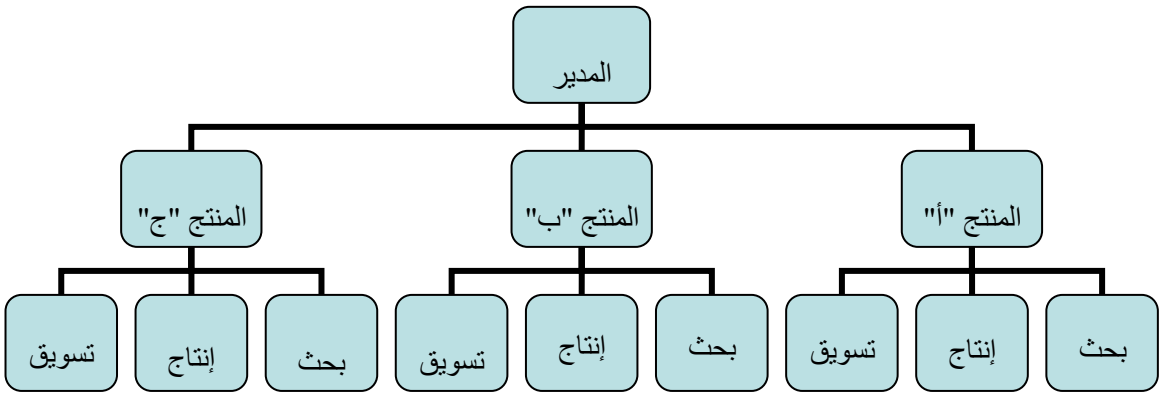
شراء ⟵ بيع

إنتاج ⟵ بيع

بحث ⟵ بيع

إنه أداة توضيح ،وهو كذلك أداة معاينة لوضعية قائمة من أجل تحسين التنظيم المستقبلي "[3]

و فيما يلي شكل مبسط للهيكل التنظيمي :



الشكل 15 : نموذج مبسط للهيكل التنظيمي – المصدر : P.baranger: مرجع سابق .ص 147

[1] D.Merunka ,la prise de décision en management ,Librairie Vuibert , Paris , 1987 , p 53

[2] من محاضرات الأستاذ د/بن يعقوب الموجه لطلبة ليسانس علوم إقتصادية. مقياس التنظيم ونظرية النظم السنة الجامعية 99/98 جامعة فرحات عباس – سطيف

[3] P.Baranger + G.Huguel : مرجع سابق ص 147 بتصرف يسير .

نلاحظ في الهيكل التنظيمي السابق أنه مصمم على" أساس المنتجات " ، غير أن هناك أنماطا من الهياكل التنظيمية تبنى على أساس الوظيفة ، أو على أساس العملاء ، أو على أساس المناطق الجغرافية ، مما لا يتسع المقام لتفصيله هنا .

ب – توصيف الوظائف :[1] إذا كان 'الهيكل التنظيمي' هو الهيكل العظمي للمنظمة فإن نفخ الحياة فيه يمثله توصيف الوظائف ، و الذي يهدف إلى :

- يحدد للجميع أنشطة كل فرد
- يحدد درجة التفويض : الدور ، الصلاحيات ، السلطات .
- يسهل تحديد الغايات
- يسمح بالتطور اللاحق للبنى التنظيمية .

كما يحدد التوصيف العلاقات و الإتصالات بين المصالح و الإدارات و يوضح دور المصالح التشغيلية و دور المصالح الوظيفية في مساعدتها و إرشادها ،و للتدليل على أهمية 'توصيف الوظائف' كأداة فعالة في 'إدارة الإنتاج ' نقدم النموذج التالي:

- **توصيف وظيفة مسؤول الصيانة :**

أ – الوضعية السُلّمية : يشتغل تحت سلطة 'مسؤول التصنيع' .

ب – الدور : لمسؤول الصيانة دور مساعد

ينبغي أن يؤمن إصلاح معدات المصنع بالجودة المطلوبة و في أقصر الآجال .

ينبغي أن يؤمن في الآجال الملائمة الفحص و الصيانة الوقائية للمعدات.

يُحسن إنتاجية مصلحته و يُـثَمن رأسماله البشري .

ج – الصلاحيات و السلطات و العلاقات مع المصالح الأخرى :

- يتنبأ باحتياجات مصلحته من المعدات و اليد العاملة .
- يوظف بمساعدة مصلحة المستخدمين العمال المطلوبين في إطار الميزانية
- يساهم في إعداد ميزانية مصلحته
- يقرر بعض المصاريف في إطار برنامج الميزانية الممنوح له
- يحافظ على الإنضباط في المصلحة
- يقترح المكافآت و الترقيات
- يحافظ على جو العمل داخل المصلحة و العلاقات الجيدة مع المصالح الأخرى
- يقرر تنفيذ الأشغال الجديدة : مباني ، كهرباء...

[1] P.Baranger + Huguel مرجع سابق .ص148.

-يقترح على مصلحة التخطيط مدة توقف الآلة من أجل الصيانة الوقائية

- يحلل و يحدد دورات الصيانة الوقائية بمساعدة رئيسه المباشر و مكتب المناهج

- يدير مخزون قطع الغيار و معدات الصيانة

- يقترح على رئيسه المباشر عتبة إصدار الطلب

- يقترح التحسينات لسيرورة عمل حظيرة الآلات

- يحافظ على النظام ، الأمن و النظافة داخل مصلحته

- في جميع الحالات يُعلم و يرفع تقارير عن أنشطته إلى رئيسه المباشر ، و في حال غياب الأخير يرفعها إلى المديرية.

إن ' الهيكل التنظيمي ' بحكم كونه نظام تقسيم للعمل بين الأفراد ، و 'توصيف الوظائف' بحكم كونه ضبطا للمهام و الصلاحيات و العلاقات بينهم ، يشكل حسن التحكم فيهما أداة فعالة لرفع مستوى أداء العملية الإنتاجية .

6- لوحة القيادة Control Board :

" هي مجموعة من المعلومات الداخلية و/أو الخارجية المختصرة و المعبرة ، القابلة للإستغلال من طرف كل مسؤول بهدف تسديد و توجيه قراراته باتجاه تحقيق أهدافه "[1]

و " أكثر من كونه أداة لمتابعة الأنشطة فهو يمثل أداة مساعدة على اتخاذ القرار بالتركيز على مؤشرات محورية و جعلها تحت المراقبة ، كما يساعد في التنبؤ و التخطيط ، فمن أبرز الأدوار التي يؤديها و الخدمات التي يقدمها :

- يبين لنا ' أين نحن ؟' بالنسبة للأهداف المسطرة مسبقا

- إظهار الإختلالات و الفجوات و هو ما ينتج إطلاق إجراءات تصحيحية

- السماح بالحكم على الوحدات المسيرة لامركزيا

- تشكيل قاعدة معطيات Data-Base للإستعمال في مختلف المجالات " [2]

ليس هناك شكل محدد لـــ 'لوحة القيادة' ، و إنما يترك لكل مسؤول أن يصمم لوحة قيادة تناسب احتياجاته و الأمر هنا محكوم بمتغيرين : طبيعة المعلومات التي يحتاجها ، و الوعاء الذي يحويها ؛أي الصورة التي تظهر فيها تلك المعلومات (جداول،رسوم بيانية ، أشكال مختلفة ...) إذ يستحسن أن تعرض المعلومات بحيث يسهل إدراك دلالتها و تفسيرها.

يتم إعداد لوحة القيادة عبر مرحلتين : [3]

---

[1] P.Baranger + Huguel مرجع سابق .ص 140

[2] ، [3] C . Bussenault + M.Prétet : Organisation et gestion de l'entreprise - Vuibert – Paris 1991 ص 204 + ص205 و206 بتصرف.

أ – جمع المعلومات Collection Of Data :ينبغي جمع أكبر قدر ممكن من المعلومات بشكل عام يكون ذلك وفق استمارة بالنقاط التالية :

– المصلحة Service : تحديد خصائص المصلحة ، سيرورة عملها (المهام ، الغايات ،...) و الوسائل المتاحة المادية و البشرية ، مبلغ الإيرادات و المصاريف .

– العلاقات Links :دراسة العلاقات الداخلية أي مع المصالح الأخرى داخل المنظمة و العلاقات الخارجية للمصلحة المعنية .

– أدوات الإعلام Information Tools :و يقصد بها إحصاء كل الوثائق المستعملة من طرف المسؤول (الميزانية ، محاسبة التسيير ، المحاسبة التحليلية ، الإحصائيات المختلفة ، التقارير ...)

–المسؤوليات Responsibilities : تحديد ' النقاط الدالة ' للمسؤوليات : الخيارات و الغايات ذات الأولوية بالنسبة للمسؤولين .

– معايير التقييم Appreciation Criteria : إختيار للمعايير الأساسية التي سيُقَيّم على أساسها المسؤول: كمية ، نوعية ، إيرادات ، مصاريف ...

حوصلة المعلومات المتحصل عليها لدى كل مسؤول تسمح بتحديد واجباته و دارات الإتصال داخل المصلحة المعنية

ب – الإعداد Elaboration : بعد جمع المعلومات يمكن أن تأخذ لوحة القيادة صورتها وفق الخطوات التالية :

– تحديد الغايات Objectives : تظهر الغايات في شكل معايير مرجعية على الصعيد الكمي و الوصفي و من بين تلك المجموعة التي ينبغي على المقرر تحقيقها يتعين تحديد الغايات الأساسية ؛ إذ يتحتم الاختيار فيما بينها و عدم الاحتفاظ إلا بالأهم ، و اعتمادا على هذا يصبح ممكنا البحث عن 'النقاط الدالة ' و 'المؤشرات' .

– النقاط الدالة Key-Points : 'النقطة الدالة' هي متغير مستهدف ، له تأثير حاسم على التكلفة و النوعية ، و يمكن للمسئول تعديله . النقاط الدالة تحدد محتوى لوحة القيادة.

من المهم الانتباه إلى أن البحث عن النقاط الدالة لا يمكن أن يجري إلا بالاعتماد على بيان برسالة و غايات مراكز المسؤولية غير أنها و لكي تظهر في لوحة القيادة ينبغي أن يكون عدد النقاط الدالة محدودا.

كل نقطة دالة ينبغي أن تكون مرفقة بـــ 'مؤشر'.

– المؤشرات Indicators : يتم اختيارها بدلالة النقاط الدالة و الغايات المحددة على أساس أن يمكن للمسير البناء عليها لإجراء التصحيحات اللازمة ، فإذا لم تتوفر فيها هذه الإمكانية لن يصبح عندها الجدول المنجز 'لوحة قيادة' .

المؤشرات هي ترجمة كمية للغايات و النتائج المستهدفة و كذلك للوسائل التي تستخدمها المنظمة لذلك ينبغي أن تكون دقيقة و صادقة.

-تصميم صورة عرض المعلومات The Presentation of Information:

تكتسي صورة عرض المعلومات أهمية كبيرة، إذ ينبغي أن تتصف بما يلي:[1]

- سهلة التشغيل

- مريحة لدى الإطلاع عليها، بحيث يسهل إدراك المعلومات حسب طبيعتها أو حسب إطارها الزمني

-ممتعة القراءة: عبر رونقة النتائج باستخدام الألوان و تحليلها بالمخططات البيانية و الجداول

-سهلة التفسير:عبر إظهار الاتجاهات، المتوسطات المتحركة، الاختلالات، الفجوات ،والأحداث الهامة ينبغي الإشارة إليها.

يمكن أن تترك في الأخير مساحة لملاحظات المسؤول و القرارات المتخذة.

تكون لوحة القيادة دورية حسب الغايات المأخوذة في الاعتبار إذ قد يكون إعدادها شهريا، نصف سنوي، سنويا، كما ينبغي أن يتسم إعدادها بالمرونة بحيث تكيف مع المستجدات و الحاجات الطارئة.

وفيما يلي أمثلة عن المعلومات التي يمكن أن تظهر في لوحات القيادة الخاصة بمسؤولي إدارة الإنتاج:[2]

أ-الأفراد: المرسمون / المتعاقدون لمدة محددة

- معدل الغياب حسب الأصناف الوظيفية .

- حوادث العمل .

-الساعات الإضافية

- هرم الأعمار.

ب- الاستثمارات:المخططة، المنجزة، المردودية المتوقعة، المردودية الفعلية...

ج- المخزونات:المادة الأولية، منتجات نصف مصنعة، منتجات نهائية، منتجات قيد الصنع.

د- الكميات المنتجة ،الكميات المرسلة ،الإنتاج المعيب .

هـ- الجودة :المؤشرات الشهرية حسب القطاع،و المؤشرات المتراكمة بمتوسط متحرك على مدى 12 شهرا مثلا.

و- مردوديات التصنيع ،و الإنتاجية:

-فجوات النشاط والإنتاجية.

-فجوات المواد :الكمية و التكلفة .

-فجوات الإنتاج:المصاريف ،النشاط والعائد.

- سعر التكلفة المعياري ،الفعلي .

---

1. 2 P.baranger+G.huguel : مرجع سابق ص 146.145 بتصرف يسير

– الهامش بدلالة عوامل معينة (اليد العاملة،الآلة ،...)

– فجوات الأزمنة:المخصصة /المحققة

– إنتاجية كل آلة.

ي– الميزانيات:

–المصاريف المتوقعة /الفعلية .

7– **شبكة** PERT :

يتشكل اسم هذا الأسلوب من: Program Evaluation And Review Technique

وهو يستخدم في تخطيط ومراقبة مشروع يتكون من مجموعة من الأنشطة activities قد تكون متتابعة in series فمثلا لا يمكن بداية نشاط البناء قبل الإنتهاء من نشاط تهيئة الأرضية ، و قد تكون متوازية Parallel فمثلا يمكن صنع المحرك في الوقت نفسه الذي يصنع فيه هيكل السيارة .

يسمح التمثيل البياني لأنشطة المشروع في شكل شبكة بمعاينة نظام الأسبقيات بين الأنشطة ،ومن ثم يسمح هذا الأسلوب بحساب كمية الوقت الإجمالية اللازمة لإتمام المشروع ،كاشفا الأنشطة الحرجة Critical Activities التي يؤدي التأخر في إنجاز إحداها إلى تأخر في الإنجاز الكلي ،حيث يتعين أن تحظى بالأولوية في المتابعة وتخصيص الموارد وبذلك يشكل هذا الأسلوب :

–أداة معاينة لطبيعة تسلسل أنشطة المشروع من حيث التتابع والتوازي.

–أداة رقابة ومتابعة لمدى تقدم الإنجاز .

–أداة إدارة للوقت .

يتطلب استخدام هذا الأسلوب نوعين من المعلومات :

–معلومات عن التتابع أي معرفة مجموعة الأنشطة التي يجب إتمامها قبل بدء نشاط معين .

–تقدير للوقت الذي يتطلبه كل نشاط

يستخدم هذا الأسلوب كثيرا في وظيفة التنظيم العلمي للعمل ،كما يستخدم في العديد من المواقع الأخرى ،ومن أمثلة الحالات التي يستخدم فيها :تنسيق مختلف الأنشطة لإطلاق منتج جديد ،لتعديل منتج ،لموضعة آلة داخل مصنع، إنجاز مباني ...إلخ.

خلاصة الفصل :

رأينا في هذا الفصل :

– نظرة مجملة عن وظيفة الإنتاج و ما تتكون منه من هياكل بعضها تشغيلي ، و بعضها وظيفي داعم و مساند .

– تطرقنا إلى عملية ' إدارة الإنتاج' و اتضح لدينا أنها عملية " تهدف إلى الإجابة عن الأسئلة التالية :

السؤال	المجال	النتائج
من ؟	مفاهيم ' تقسيم العمل بين الأفراد'	الإختيار النهائي لمنصب العمل .
يقوم بماذا ؟	مفاهيم 'إختيار الأنشطة بناءً على دفتر أعباء'	تحديد ماذا نريد أن ننتج
متى ؟	مفاهيم ' الآجال و المدد المتعلقة بالخطط'	تحديد الآجال
أين ؟	مفاهيم' الأماكن المفضلة للمناصب ،للورشات...'	إختيار أماكن الإنتاج ،الموطن،الورشات..
كيف ؟	مفاهيم ' الوسائل'	تصميم العمليات ، إختيار الوسائل التقنية البشرية...
كم ؟	مفاهيم ' الكميات'	إختيار الكميات بناء على التوقعات بالطلب .

كل ذلك سعيا لإنتاج منتجات ذات جودة ، في الآجال المحددة و بأفضل التكاليف "[1]

– و تطرقنا أخيرا إلى جملة من أبرز الأدوات المستعملة في إدارة مهام 'وظيفة الإنتاج ' و إن كان تعددها و تنوعها بحيث لا يسع المقام لتفصيلها و التعمق فيها .

[1] de la gestion de la production. http://gmp.univ-Lyon1.Fr/gprod/index.htm#Definition تاريخ الإطلاع : أفريل 2006

الفصل الثالث

البرمجة الرياضية

الفصل الثالث : البرمجة الرياضية Mathematical Programming :

-**تمهيد :** تستجيب البرمجة الرياضية لحالات عديدة من المشكلات سواء من جهة طبيعة المشكلة من حيث حالتي التأكد و عدم التأكد و كذا من حيث طبيعة النتائج المراد التوصل إليها :وحدات غير قابلة للتجزئة(أرقام طبيعية) ، وحدات قابلة للتجزئة(أرقام كسرية).

و كذلك من جهة طبيعة العلاقة الرياضية التي تربط بين المتغيرات : علاقة خطية ، علاقة غير خطية .

سنختار في هذا الفصل البرمجة التي تكون فيها العلاقة خطية و هو ما يعرف بـــ"البرمجة الخطية Linear Programming" باعتبارها واسعة الإنتشار ؛و ذات قيمة عملية ؛و كذا لإمكان إرجاع بعض العلاقات غير الخطية إلى علاقة خطية بإدخال مفهوم الإستقرارStability .

المبحث الأول : مقدمة عن البرمجة الخطية و طرق حل البرامج الخطية.

المطلب الأول : مقدمة عن البرمجة الخطية .

منذ ولدت البرمجة الخطية من رحم الحرب العالمية الثانية في بريطانيا من أجل توزيع الموارد على الإستخدامات ؛ خضعت هذه التقنية عبر مسيرتها لتحسينات عديدة بغية جعلها أكثر قدرة على الإستجابة للمشكلات الميدانية ،حتى صارت ركنا كبيرا من أركان علم "بحوث العمليات Operational Research ".

تسعى البرمجة الخطية إلى تخصيص الموارد النادرة بين الإستخدامات البديلة بحيث يتحقق عن هذا التوزيع الحد الأقصى من الكفاءة ، إذ تسعى إلى "إيجاد القيمة المثلى Optimal Value لدالة خطية مقيّدة Constrained بجملة من المعادلات الخطية Linear Equations "[1]، و تطرح مشكلة البرمجة الخطية عموما على النحو التالي :

في ورشة للصناعة التقليدية تقوم الشريكتان "سلمى" و "حسيبة" بإنتاج "القشابيات" و "البرانس" للصغار مستعينتين بآلة للخياطة و التطريز. يحتاج إنتاج السلعتين إلى نوعين من المواد الأولية :"الوبر" و "الخيوط" ، حيث يدخل في إنتاج القشابية الواحدة (02) رطل من الوبر و رطل واحد من الخيوط ؛أما البرنس فيستهلك رطل واحد من الوبر و (02)رطل من الخيوط ،كما تحتاج القشابية الواحدة إلى 20 دقيقة معالجة على الآلة و البرنس إلى 10 دقائق .

تحصل الشريكتان على تموين أسبوعي بالمواد الأولية لا يمكن أن يفوق 23 رطلا من الوبر و 25 رطلا من الخيوط ؛ وبسبب التقادم لا يمكن للآلة أن تشتغل لأكثر من ساعة واحدة يوميا ؛ أما العدد الأسبوعي لأيام العمل فهو(05) أيام.

يبلغ الربح الناتج عن بيع قشابية واحدة 180دينارا و عن بيع البرنس 220دينارا.

---

[1] Professor Arthur .V.Hill:The Encyclopedia of operations management terms.poms website.http://www.poms.org/POMSWebsite/Education .html.Revised July 20 ,2003. تاريخ الإطلاع : جانفي 2005

المشكلة المطروحة :ما هي الكميات التي ينبغي إنتاجها من القشابيات و البرانس في الأسبوع بحيث يصل الربح الأسبوعي إلى أقصى ما يمكن؟ و ما مقدار الربح الأقصى ؟

و كما طرحت المشكلة السابقة في صورة تعظيم ربح ؛فقد تطرح في صورة تدنية التكاليف أين تتركز المسألة حول البحث عن أدنى تكلفة ممكنة لإنتاج منتج معين أوجملة من المنتجات ذات مواصفات محددة .

و بناءً عليه يمكن تعريف البرمجة الخطية على أنها :"البحث عن النقطة القصوى(العظمى أو الدنيا) لدالة خطية مشكّلة من n متغيرا مترابطين بنظام مشكّل من m علاقة خطية (معادلات أو متراجحات) تسمى قيودًا "[1].

إن أول خطوة في استخدام هذه التقنية هي بناء النموذج ،و بشكل عام يكتب البرنامج الخطي في حالة التعظيم كما يلي :[2]

$$Max\,(z) = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + ...c_nx_n$$

$$s/c \begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + ...a_{1n}x_n \le b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + ...a_{2n}x_n \le b_2 \\ a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 + ...a_{3n}x_n \le b_3 \\ ..... \\ ..... \\ ..... \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + a_{m3}x_3 + ...a_{mn}x_n \le b_m \\ x_1 \ge 0, x_2 \ge 0, x_3 \ge 0, ...x_n \ge 0 \end{cases}$$

حيث :

Max : تعني "تعظيمmaximisation" أي جعل الدالة(Z) في أعظم قيمة لها.

$x_1,x_2,x_3,\ldots x_n$:هي متغيرات البرنامج و المطلوب البحث عن قيمها و يشترط أن لا تكون سالبة كما يشير إلى ذلك القيد الأخير .

$c_1,c_2,c_3,\ldots c_n$:معاملات الدالة المراد تعظيمها و تسمى الدالة الإقتصادية أو "دالة الهدف Objective Function"

$a_{11},a_{12},\ldots a_{mn}$:هي معاملات القيود.

$b_1,b_2,\ldots b_m$:شعاع الثوابت و يشترط أن تكون قيمه موجبة .

s/c : تعني "تحت القيود sous les contraintes" أي تعظيم دالة الهدف في حدود الطاقات المتاحة المعبر عنها بمعادلات أو متراجحات Inequations ، وفي الأدبيات الأنجلوساكسونية يستخدمون الرمز s/t أي "Subject to" و هي بالعربية :"خاضعة لِـــ".

أما في حالة التدنية فيكتب البرنامج الخطي عموما كما يلي :

---

[1] Luc Boyer,... مرجع سابق ص 121 .

[2] محمد راتول ، بحوث العمليات ،ديوان المطبوعات الجامعية 2004 ص 10 بتصرف.

$$Min(z) = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + ...c_nx_n.$$

و تتحول الإشارة في القيود من (≤) إلى (≥) حيث تعني (Min) تدنية أي Minimisation .

إذن تتكون مسألة البرمجة الخطية من ثلاثة أجزاء أساسية:

1-دالة الهدف Objective Function :و تعبر عما يرغب متخذ القرار أو صاحب المشكلة في تحقيقه مثل تعظيم الربح،تدنية التكلفة،تدنية الوقت...[1]

2-قيود المشكلة Constraints : بحكم أن السوق قد يفرض حدا أقصى من الإنتاج لا يمكن تخطيه ؛و بحكم محدودية المدخلات كالمادة الأولية و ساعات العمل فإن حجم الإنتاج محدود[2].

3-قيد عدم السالبية Trivial Constraints :لا نتعامل في نطاق البرمجة الخطية إلا مع القيم الموجبة ،إذ لا يعقل مثلا أن تكون الأرباح أو الكميات المنتجة أو التكاليف المتحملة قيمًا سالبة .

عند الكلام عن شكل المسألة في البرمجة الخطية نميز بين شكلين : الشكل القياسي Standard Form و الذي سنراه لاحقا و الشكل القانوني Canonical Form و الذي يتصف بما يلي :

-في حالة التعظيم :تكون جميع القيود على شكل أصغر أو يساوي

-في حالة التدنية : تكون جميع القيود على شكل أكبر أو يساوي

حيث تطلق "الصيغة المختلطة" على المسألة التي تتنوع إشارات قيودها(≤ ،≥ ،=).

و بصيغة رياضية يكون الشكل القانوني :

$$Max(z) = CX$$
$$s/c \begin{cases} AX \leq B \\ X \geq 0 \end{cases}$$

حيث يعبر C عن شعاع معاملات دالة الهدف ، وA عن مصفوفة معاملات القيود ،و B عن شعاع الثوابت(الطرف الأيمن من المتراجحات).

أو :

$$Min(z) = CX$$
$$s/c \begin{cases} AX \geq B \\ X \geq 0 \end{cases}$$

بالرجوع إلى مثالنا السابق ؛نجد أن الهدف المراد تحقيقه هو تعظيم الربح ، و إذا فرضنا بأن(X_1) هي الكمية المطلوب إنتاجها من القشابيات و(X_2) هي الكمية المطلوب إنتاجها من البرانس ، فإن الربح الإجمالي هو مجموع حاصل ضرب كل كمية في الربح الوحدوي المقابل ،إذن يمكن التعبير عنه بالدالة :

$$(Z) = 180x_1 + 220x_2$$

[1]، [2] جلال العبد و إسماعيل السيد ، الأساليب الكمية في الإدارة ، الدار الجامعية، الإسكندرية2003/2002 .ص266 بتصرف

نحن نبحث الآن عن قيمة المتغيرين X_1 و X_2 التي تجعل قيمة (Z) أعظم ما يمكن ؛ و ذلك في ظل قيود المتاح من المواد الأولية و ساعات العمل :

بالنسبة لـــ"الوبر" لا يمكننا استخدام أكثر من 23رطلا في الأسبوع ، و بذلك ينتج لدينا القيد التالي :

$$2x_1 + x_2 \leq 23$$

أي أن الكمية المراد إنتاجها من القشابيات مضروبة في احتياج كل قشابية من الوبر ؛ مضافًا إليه الكمية المراد إنتاجها من البرانس مضروبة في احتياج كل برنس من الوبر ينبغي أن لا يفوق كمية الوبر المتاحة أسبوعيا و هي 23رطلا.

و بالنسبة للخيوط نجد القيد التالي :

$$x_1 + 2x_2 \leq 25$$

أما ساعات العمل على الآلة فتفرض القيد التالي :

$$20x_1 + 10x_2 \leq 300$$

و بذلك نحصل على المسألة في صورتها الرياضية كما يلي :

$$Max\,(z) = 180x_1 + 220x_2$$

$$s/c \begin{cases} 2x_1 + x_2 \leq 23 \\ x_1 + 2x_2 \leq 25 \\ 20x_1 + 10x_2 \leq 300 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

و سنأتي لاحقا على كيفية الحل .

تأخذ المسألة في البرمجة الخطية –كما أشرنا– إحدى صورتين: إما البحث عن أعظم قيمة ممكنة كما في مثالنا السابق،وإما البحث عن أدنى قيمة ممكنة كما في المثال التالي :

دلت التعليمات الطبية الموجهة إلى مريض أجرى عملية جراحية إلى أنه يحتاج يوميا على الأقل إلى:

114 وحدة من الفيتامين C يوميا

65 وحدة من المغنيزيوم يوميا

60 وحدة من الغلوسيدات

و بمراجعة قائمة مشترياته المعتادة من الفواكه وجدنا أن أكثرها تكرارا " البرتقال" و "التفاح" حيث : حبة وزنها 100غ من البرتقال تحتوي على : 22وحدة من الفيتامين C ،20 وحدة من المغنيزيوم و 10 وحدات من الغلوسيدات ، و أن نظيرتها من التفاح تحتوي على: 21 وحدة من الفيتامين C و 22 وحدة من المغنيزيوم و 15وحدة من الغلوسيدات , فإذا كان سعر البرتقال :120د/كلغ ؛ و سعر التفاح :140د/كلغ.

المطلوب :ما هي التركيبة اليومية من البرتقال و التفاح التي تحقق أدنى تكلفة ممكنة مع الوفاء بالإحتياجات السابقة كلها؟

المطلب الثاني :طرق حل مسائل البرمجة الخطية LP Solving Methods :

من أبرز الأساليب المستخدمة في حل مسائل البرمجة الخطية :

-الطريقة الجبرية Algebric Method

-الطريقة البيانية Graphical Method

-طريقة السمبلكس Simplex Method

و سنكتفي هنا بالأخيرتين :

الفرع الأول :الطريقة البيانية Graphical Method :

يتميز هذا الأسلوب بالبساطة ؛كما أنه يساعد على فهم آلية عمل أسلوب "السمبلكس" الذي سنأتي عليه تباعًا ،غير أنه غير ذي قيمة عملية لصعوبة تطبيقه عندما يزيد عدد المتغيرات على اثنين و استحالة ذلك إذا زادت على ثلاثة .

تتلخص أبرز خطوات هذه الطريقة في :[1]

-رسم القيود في شكل بياني Graph و تحديد منطقة الحلول الممكنة Feasible Area.

-إختيار الحل الأمثل ؛و يتم عادة بتقييم النقط الركنية Corner Points .

و بالرجوع إلى مثالنا الأول الذي سبق بناء نموذجه (في الصفحة السابقة) ؛نحل المسألة بيانيا كما يلي :

نمثل كل قيد بيانيا ؛و نبدأ بالقيد الأول حيث نفرض وجود تساوٍ : $2x_1 + x_2 = 23$

بفرض $x_1 = 0 \Rightarrow x_2 = 23$

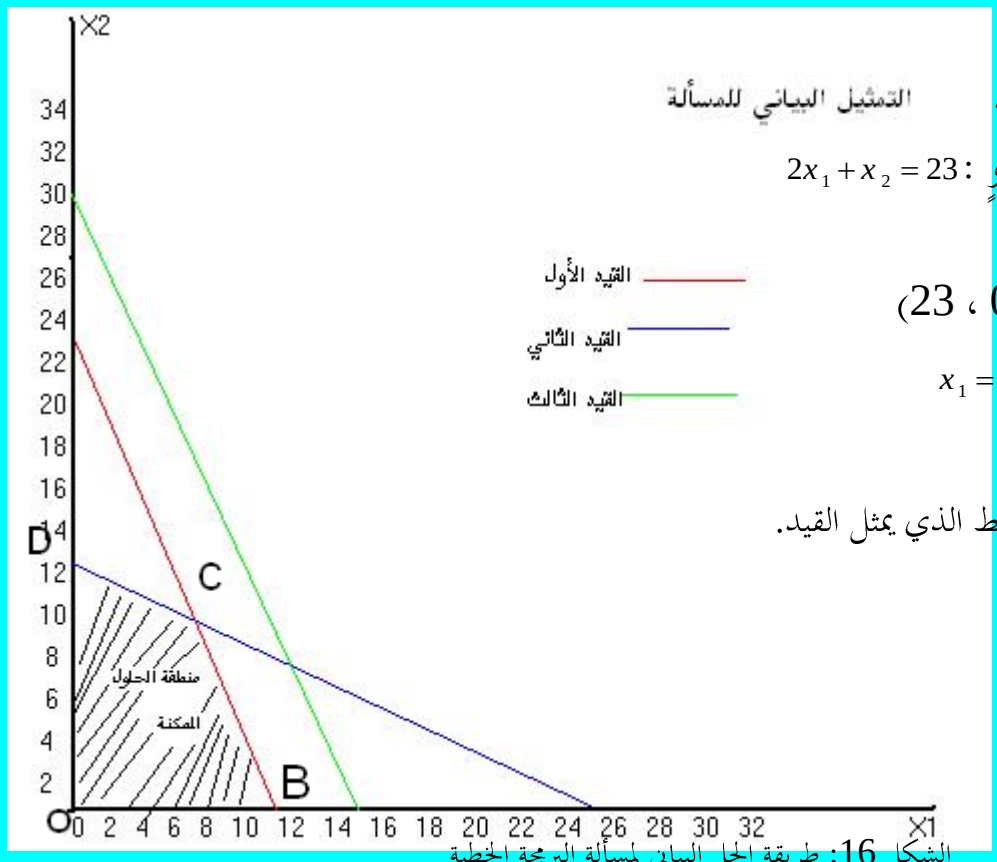
فنحصل على نقطة إحداثياها (0 ، 23)

و بفرض $x_2 = 0 \Rightarrow x_1 = \frac{23}{2} = 11.5$

أي النقطة (11.5 ، 0) .

و انطلاقا من النقطتين نرسم الخط الذي يمثل القيد.

و بالمثل يتم تمثيل بقية القيود.



الشكل 16: طريقة الحل البياني لمسألة البرمجة الخطية

[1] محمد توفيق ماضي ،الأساليب الكمية في مجال إدارة الإنتاج و العمليات،المكتب العربي الحديث، 1992،ص18 بتصرف .

"إن الحل الأمثل ينتمي إلى المنطقة المحصورة بين خطوط القيود و المحورين X_1، X_2 و هي المنطقة التي تعرف باسم منطقة الحلول الممكنة Feasible Region"[1].

تمثل جميع نقاط تلك المنطقة (التي يمثلها الشكل : obcd) حلولا للمسألة ، غير أننا نبحث ضمنها عن الحل الأمثل Optimal Solution و هو الذي يجعل الدالة $(z)=180x_1+220x_2$ في أعلى قيمها ؛و لسنا بحاجة هنا إلى اختبار كل نقاط الحلول الممكنة بل يكفي اختبار الرؤوس ؛إذ من المبرهن عليه أن الحل الأمثل هو أحدها :

-يمثل الرأس (o) ذو الإحداثيين (0،0) وضعية اللاإنتاج ؛ و هو ما يعني أن: $(z)=180\times0+220\times0=0$،أي الربح معدوم .

-أما الرأس b(0،11.5) فيمثل حلا يقضي بإنتاج 11.5 قشابية و عدم إنتاج البرانس ،و الربح الموافق لهذا البرنامج هو : $(z)=180\times11.5+220\times0=2070$.

و بالإستمرار في اختبار الرؤوس نجد الرأس الذي يمثل الحل الأمثل و هو الرأس c أي إنتاج 07 قشابيات و 09 برانس ، و الربح الموافق لهذا البرنامج هو : $(z)=07\times180+09\times220=3240$ و هو أقصى ربح يمكن تحقيقه في ظل الإمكانيات المتاحة .

الفرع الثاني :أسلوب السمبلكس Simplex Method :

"إن هذه الطريقة أوجدها العالم الأمريكي جورج دانتزيغ Dantzig عام 1947 بتقديمها كأسلوب رياضي على درجة عالية من الكفاءة و الدقة في معالجة مشكلات البرمجة الخطية بغض النظر عن عدد المتغيرات التي تتضمنها المشكلة "[2] ،إذ أن "الطريقة البيانية لا يمكن استخدامها عموما إلا لحل مسائل البرمجة الخطية التي تحتوي على متغيرين اثنين فقط"[3]. عند صياغة المشكلة رياضيا تكون عموما في الصورة القانونية Canonical Form ، و يتعين قبل الإنطلاق في الحل تحويلها إلى الصيغة القياسية Standard Form و التي تتحقق " إذا كانت كل القيود في صورة معادلات"[4] و ذلك بعد إدخال متغيرات إضافية تسمى "متغيرات الفجوة Slack Variables" إذا كانت قيود المسألة على شكل أصغر أو تساوي(≤) ، و إلى جانبها متغيرات تسمى متغيرات اصطناعية Artificial Variables إذا كانت القيود على شكل أكبر أو يساوي (≥) حيث "المتغير الإصطناعي يصبح متغيرا أساسيا في الحل الأساسي الممكن الأول"[5]، أما إذا كانت على شكل يساوي (=) فتضاف إليها المتغيرات الإصطناعية مباشرة.

---

[1] / C.Woodford and C.phillips :Numerical Methods with worked examples .chapman and Hall .London .1997 P132

[2] / بوشنافة أحمد :أساليب التحليل الكمي في عملية اتخاذ القرارات الإدارية ،حالة المؤسسة العمومية الإقتصادية الجزائرية .أطروحة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه دولة في علوم التسيير . جامعة الجزائر2001 ص188

[3] / محمد أسعد ع الوهاب النيداني :مقدمة في بحوث العمليات .مكتبة و مطبعة الإشعاع الفنية .مصر 1998 ص 90 بتصرف.

[4] / ريتشارد برونسون : نظريات و مسائل في بحوث العمليات.سلسلة ملخصات شوم.ترجمة د/حسن حسني الغباري .الدار الدولية للنشر و التوزيع.القاهرة1988 ص39 بتصرف يسير.

[5] /Boualem Benmazouz, Recherche Opérationnelle de gestion, Algerie, Atlas Edition, 1995, page 52. (بتصرف)

و لتوضيح هذا الأسلوب نرجع إلى مثالنا السابق ونفرض أن الشريكتين "سلمى" و "حسيبة" قامتا بتوسيع الورشة فصارت مصنعًا للصناعات التقليدية ينتج إضافة إلى القشابيات و البرانس ؛الجبب و السجاد ، بعد الإستغناء عن الآلة المهترئة و إدخال آلتين حديثتين إحداهما للخياطة و التطريز و الأخرى للتوظيب،و بذلك صارت المعطيات كما يلي :

المخرجات / المدخلات	القشابية	البرنس	الجبة	السجادة	الحد الأقصى الأسبوعي المتاح
الوبر	2	1	3	2	400رطل
الخيوط	2	2	1	3	140رطل
معالجة على آلة خ و التطريز	15	10	12	15	2400 دقيقة
معالجة على آلة التوظيب	5	7	15	10	2400 دقيقة
الربح الوحدوي(دج)	230	180	190	220	

الجدول 20 : إحتياجات كل منتج من المادة الأولية بالرطل ، و من وقت الآلات بالدقيقة .

المطلوب :ما هي التشكيلة المثلى التي تعظم الربح ؟

سنحاول حل المسألة موضحين منهجية أسلوب "السمبلكس":

لنفرض أن X_1 هي الكمية المنتجة من القشابيات، X_2 الكمية المنتجة من البرانس، X_3 الكمية المنتجة من الجبب، X_4الكمية المنتجة من السجاد ، و هي المتغيرات التي نبحث عن قيمها.

-نشكل أولا الصيغة القانونية :

$$Max(z) = 230x_1 + 180x_2 + 190x_3 + 220x_4$$

$$s/c \begin{cases} 2x_1 + x_2 + 3x_3 + 2x_4 \le 400 \\ 2x_1 + 2x_2 + x_3 + 3x_4 \le 140 \\ 15x_1 + 10x_2 + 12x_3 + 15x_4 \le 2400 \\ 5x_1 + 7x_2 + 15x_3 + 10x_4 \le 2400 \\ x_i \ge 0, i = 1...4 \end{cases}$$

-نحول المسألة إلى الصيغة القياسية Standard Form ،و ذلك بتحويل المتراجحات إلى معادلات عن طريق إضافة متغيرات الفجوة Slack Variables :

$$Max(z) = 230x_1 + 180x_2 + 190x_3 + 220x_4$$
$$2x_1 + x_2 + 3x_3 + 2x_4 + S_1 = 400$$
$$2x_1 + 2x_2 + x_3 + 3x_4 + S_2 = 140$$
$$15x_1 + 10x_2 + 12x_3 + 15x_4 + S_3 = 2400$$
$$5x_1 + 7x_2 + 15x_3 + 10x_4 + S_4 = 2400$$

-نشكل الآن جدول السمبلكس الأول :

متغيرات خارج الأساس (معدومة)

متغيرات الأساس	T_1	X_1	X_2	X_3	X_4	B	عمود الثوابت
	S_1	2	1	3	2	400	
	S_2	2	2	1	3	140	
	S_3	15	10	12	15	2400	
	S_4	5	7	15	10	2400	
	Z	230	180	190	220	0	

معاملات دالة الهدف

قيمة دالة الهدف

يسمى هذا الجدول "جدول الحل الأساسي الأول" ؛و تكون فيه 'متغيرات الفجوة' هي المتغيرات الأساسية تُقرأ قيمها في عمود الثوابت ،بينما تكون المتغيرات القرارية خارج الأساس أي معدومة أما معاملاتها فتُقرأ في السطر الأسفل المقابل ، و بذلك يعبر هذا الجدول عن حالة اللاإنتاج التي تكون فيها كل الإمكانات المتاحة طاقات عاطلة (عمود الثوابت) ما يعني أن قيمة دالة الهدف معدومة . نشير إلى أنه لكي يكون المتغير أساسيا و من ثم مؤهلا لاحتلال الأساس في جدول الحل المبدئي ؛ ينبغي أن يتوفر فيه شرطان :أن يظهر في قيد واحد فقط ، وأن يكون معامله (+1).

تسعى خوارزمية السمبلكس إلى تحسين الحل الأساسي الأول عبر اختبار مجموعة من الحلول الأساسية إلى أن لا يبقى مجال للتحسين و ذلك عند بلوغ الحل الأمثل.

"إنطلاقا من الجدول الأول نحضر لإعداد جدول الحل الأساسي الثاني و ذلك باختيار المتغيرة التي تدخل الأساس و المتغيرة التي تخرج منه و كذلك 'عنصر الإرتكاز' المعرّف لاحقا"[1] ، و ذلك كما يلي :

* بما أننا نسعى إلى تعظيم دالة الهدف ؛فالمتغيرة التي تدخل الأساس هي ذات أعلى معامل في الدالة ،والعمود الذي تنتمي إليه يسمى 'عمود الإرتكاز'.

*المتغيرة التي تخرج من الأساس هي المقابلة لأصغر قيمة موجبة ناتجة عن قسمة عمود الثوابت على عمود الإرتكاز ،و يسمى سطرها 'سطر الإرتكاز'

*عنصر تقاطع سطر الإرتكاز مع عمود الإرتكاز يسمى 'عنصر الإرتكاز' أو 'البؤرة Pivot' .

و بعد تبادل المواقع بين المتغيرة الداخلة إلى الأساس و الخارجة منه نجري مجموعة من التحويلات قبل التطرق إليها نعود إلى الجدول الأول لنوضح كيفية تحديد المتغيرة الداخلة و الخارجة و عنصر الإرتكاز:

[1] محمد راتول ، مرجع سابق ص51 بتصرف .

T_1	X_1	X_2	X_3	X_4	B	
S_1	2	1	3	2	400	400/2=200
S_2	②	2	1	3	140	140/2=70 ←
S_3	15	10	12	15	2400	2400/15=160
S_4	5	7	15	10	2400	2400/5=480
Z	230	180	190	220	0	
	↑					

في هذا الجدول :إخترنا أعلى قيمة في سطر معاملات دالة الهدف(230) فكان ذلك 'عمود الإرتكاز' ،ثم قسمنا عليه عمود الثوابت و أخذنا أصغر قيمة موجبة (70) فكان ذلك 'سطر الإرتكاز' ، و نتج عن تقاطعهما العنصر (2) و هو 'عنصر الإرتكاز' ؛ هذا يعني أن خوارزمية السمبلكس ستُحل المتغيرة x_1 محل المتغيرة S_2 ،و يتبع ذلك تحويلات كما يلي :

- في الجدول الجديد يحل 'مقلوب عنصر الإرتكاز' محل 'عنصر الإرتكاز' .
- باقي عناصر عمود الإرتكاز يحل محلها نفس العناصر مقسومة على 'سالب عنصر الإرتكاز'
- يُقسم باقي عناصر سطر الإرتكاز على عنصر الإرتكاز .
- تُحوَّل بقية قيم الجدول وفق طرق أبرزها "قاعدة المستطيلات" و هي كما يلي :

	ⓐ			b
	c			d

⟶

1/a			b/a
c/-a			$d' = d - \frac{b*c}{a}$

بعد تلك التحويلات نفحص من جديد معاملات سطر دالة الهدف و نعيد الكرة كما في السابق ، إلى أن تصبح قيم السطر الأخير سالبة أو معدومة ؛ و هو ما يعني أننا وصلنا إلى جدول الحل الأمثل و في مثالنا يكون الجدول الثاني كما يلي:

T_2	S_2	X_2	X_3	X_4	B
S_1	-1	-1	2	-1	260
X_1	0.5	1	0⑤	1.5	70
S_3	-7.5	-5	4.5	-7.5	1350
S_4	-2.5	2	12.5	2.5	2050
Z	-115	-50	75	-125	-16100

في هذا الجدول تم حساب العنصر a_{32} مثلا كما يلي : $a_{32}=10-15*2/2 = -5$

و كذا بقية العناصر باستثناء سطر الإرتكاز الذي قُسم على عنصر الإرتكاز و عمود الإرتكاز الذي قُسم على سالب عنصر الإرتكاز ؛ و تم في هذا الجدول إدخال x_1 إلى برنامج الإنتاج بحجم يُقرأ في العمود الأخير (70)وحدة

منتَجة فقفزت قيمة دالة الهدف من الصفر إلى 16100 ون يحصل عليها إما بطريقة المستطيلات السابق شرحها أو بالتعويض مباشرة في دالة الهدف : (70*230 = 16100) ؛ منبهين إلى أن هذه القيمة تؤخذ من الجدول بالقيمة المطلقة.

لا زلنا نلاحظ هنا وجود معاملات موجبة في سطر دالة الهدف ؛و هذا يعني أن إمكانية تحسينها لا تزال قائمة ؛نعيد إذن إجراء الخطوات السابقة ، و سنسعى الآن إلى إيجاد الجدول الثالث :

T_3	S_2	X_2	S_1	X_4	B
X_3	-0.5	-0.5	0.5	-0.5	130
X_1	0.75	1.25	-0.25	1.75	5
S_3	-5.25	-2.75	-2.25	-5.25	765
S_4	3.75	8.25	-6.25	8.75	425
Z	-77.5	-12.5	-37.5	-87.5	-25850

في هذا الطور من الحل أدخلت الخوارزمية إلى البرنامج الإنتاجي (X_3) بكمية قدرها (130) فارتفعت قيمة دالة الهدف إلى(25850ون) ؛ كما نلاحظ أن كافة معاملات دالة الهدف صارت سالبة و هو ما يعني أننا أمام الحل الأمثل ؛ إذن البرنامج الإنتاجي الأمثل للمصنع هو أن يتم إنتاج (5) " قشابيات" و (130) جبة أسبوعيا ؛ و يتخلى عن إنتاج "البرانس" و "السجاد"،أما أقصى ربح يمكن الوصول إليه في ظل الإمكانات المتاحة فهو(25850 ون) .

و عن تأثير هذا البرنامج على الإمكانات الإنتاجية للمصنع نعوض بالكميات السابقة في قيود المسألة فنجد ما يلي :

$$2(5)+0+3(130)+2(0)=400$$
$$2(5)+2(0)+1(130)+3(0)=140$$
$$15(5)+10(0)+12(130)+15(0)=1635$$
$$5(5)+7(0)+15(130)+10(0)=1975$$

هذا يعني أن الكمية المتاحة من الوبر أستخدمت بالكامل(400) رطل و كذلك بالنسبة للكمية المتاحة من الخيوط (140) رطلا ، أما آلة الخياطة و التطريز فيستهلك من طاقتها (1635 دقيقة) و تبقى لديها طاقة عاطلة قدرها (2400-1635= 765 دقيقة) ، و أما آلة التوظيب فيستهلك من طاقتها (1975 دقيقة) و تبقى لديها طاقة عاطلة قدرها (2400-1975= 425 دقيقة) ، كما يمكن قراءة هذه النتائج مباشرة من جدول الحل الأمثل كما يلي :

- وجود كل من(X_2) و (X_4) خارج الأساس يعني أن الكميتين معدومتان ؛أي التخلي عن إنتاج البرانس و السجاد .
- وجود كل من (S_1) و (S_2) خارج الأساس (أي يساويان الصفر) يعني أن المورد الأول و الثاني لهذا المصنع تم استخدامهما بالكامل ؛لأن هذه المتغيرات (S_i) تعبر عن "الطاقة العاطلة"

– تُقرأ قيم متغيرات الأساس (X_3، X_1، S_3 ، S_4) مباشرة في العمود الأخير (B) و تضم متغيرين قراريين يعبران عن الكميات التي ينبغي إنتاجها من المنتجَين المذكورين ، و متغيرين يعبران عن الطاقة العاطلة في المورد الثالث (آلة الخياطة و التطريز) و المورد الرابع (آلة التوظيب) على التوالي .

أما في مسألة التدنية Minimisation ؛فإن كيفية استخدام هذا الأسلوب لا تتغير كثيرا إذ تبقى الخطوات ذاتها باستثناء ما يلي :

– عند تحويل البرنامج إلى الصيغة القياسية تطرح متغيرات الفجوة من أجل تحويل المتراجحات إلى معادلات ،و يضاف في الوقت نفسه ما يعرف بـــ"المتغيرات الإصطناعية Artificial Variables " و في الغالب تكون هي متغيرات الأساس في الجدول المبدئي لأن معاملات متغيرات الفجوة تكون حينها (–1) .

– إجراء تعديلات على دالة الهدف سنراها في مثال.

– المتغيرة التي تدخل إلى الأساس هي –على عكس حالة التعظيم– ذات أصغر معامل سالب في سطر دالة الهدف ،أما المتغيرة الخارجة فهي –كما في السابق– المقابلة لأصغر نسبة موجبة ، و للتوضيح نرجع إلى مثال التدنية الذي أوردناه سابقا لنبحث عن التركيبة الغذائية من البرتقال و التفاح التي تؤمن للمريض أدنى تكلفة مع الوفاء بكامل احتياجات جسمه (إرجع إلى معطيات المسألة ص107):

أولاً ؛ نقوم ببناء النموذج :

نفرض أن X_1 :الكمية المطلوب استهلاكها من البرتقال ، X_2 :الكمية المطلوب استهلاكها من التفاح ،و على أساس اختيار (100 غرام) كوحدة قياس ينتج لدينا النموذج التالي :

$$Min(z) = 12x_1 + 14x_2$$

$$s/c \begin{cases} 22x_1 + 21x_2 \geq 114 \\ 20x_1 + 22x_2 \geq 65 \\ 10x_1 + 15x_2 \geq 60 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

نلاحظ أن المسألة تتكون من متغيرين ؛ و بذلك يمكن حلها بالطريقة البيانية غير أننا سنختار حلها بأسلوب "السمبلكس":

نحول المسألة إذن من الصيغة القانونية إلى الصيغة القياسية ؛و نبدأ من القيود التي تصبح كما يلي :

$$22x_1 + 21x_2 - S_1 + a_1 = 114$$
$$20x_1 + 22x_2 - S_2 + a_2 = 65$$
$$10x_1 + 15x_2 - S_3 + a_3 = 60$$

$$x_i \geq 0, a_i \geq 0$$

في هذه المرحلة قمنا بطرح متغيرات الفجوة (S_i) من القيود لتحويلها إلى معادلات و لما كانت غير صالحة لأن تكون متغيرات أساسية لكون معاملها (-1) أضفنا ما يعرف بالمتغيرات الوهمية .

إن المتغيرات الوهمية (A_i) ليس لها معنى اقتصادي ؛ لكن يستعان بها لتلعب دور المتغيرات الأساسية إن فُقدت ، و وجود أحدها في الأساس يعني أننا خارج منطقة الحلول الممكنة .

نجري تحويلا على الدالة الإقتصادية كما يلي :

$$Min(z) = 12x_1 + 14x_2 + 0S_1 + Ma_1 + 0S_2 + Ma_2 + 0S_3 + Ma_3$$

نلاحظ أن المتغيرات الإصطناعية (a_1, a_2, a_3) قد أخذت المعامل (M) ، والذي يفترض فيه أن يأخذ قيمة كبيرة جدا بإشارة موجبة ، و الغرض هنا هو عدم السماح بظهور المتغيرات الإصطناعية —والتي هي مجرد متغيرات مساعدة– بالظهور في جدول الحل النهائي لأنها ستكون أول مرشح للخروج من الأساس .

نستنتج الآن قيم المتغيرات الإصطناعية من القيود :

$$a_1 = 114 - 22x_1 - 21x_2 + S_1$$
$$a_2 = 65 - 20x_1 - 22x_2 + S_2$$
$$a_3 = 60 - 10x_1 - 15x_2 + S_3$$

ثم نعوضها في دالة الهدف السابقة :

$$(z) = 12x_1 + 14x_2 + M(114 - 22x_1 - 21x_2 + S_1) + M(65 - 20x_1 - 22x_2 + S_2) + M(60 - 10x_1 - 15x_2 + S_3)$$

و بعد القيام بالنشر و جمع الحدود المتشابهة نحصل على :

$$(z) = 12x_1 + 14x_2 - 52Mx_1 - 58Mx_2 + MS_1 + MS_2 + MS_3 + 239M$$
$$(z) = (12 - 52M)x_1 + (14 - 58M)x_2 + MS_1 + MS_2 + MS_3 + 239M$$

و بما أن نقطة الإنطلاق في خوارزمية السمبلكس هي $(z = 0)$ ينتج لدينا :

$$(z) = 0 \Leftrightarrow (12 - 75M)x_1 + (14 - 58M)x_2 + MS_1 + MS_2 + MS_3 = -239M$$

نوجد كالعادة جدولا مبدئيا ؛و يمكن هنا أن نتبع الطريقة التي تقوم على إيجاد مصفوفة أحادية :

T_1	X_1	X_2	S_1	A_1	S_2	A_2	S_3	A_3	B
A_1	22	21	-1	+1	0	0	0	0	150
A_2	20	22	0	0	-1	+1	0	0	45
A_3	10	15	0	0	0	0	-1	+1	50
Z	12-52m	14-58m	m	0	m	0	m	0	-239m

نختار أصغر قيمة سالبة في سطر دالة الهدف(14-58m) ؛أي أن المتغيرة المرشحة للدخول هي (X_2) و بما أن النسبة (45/22 = 2.045) هي أصغر نواتج قسمة عمود الثوابت على عمود الإرتكاز ؛ فالمتغيرة (A_2) هي المرشحة للخروج، و يكون العنصر (22) هو عنصر الإرتكاز ؛ و عليه نجري التغيير مع التحويلات السابق شرحها :

T_2	X_1	X_2	S_1	A_1	S_2	A_2	S_3	A_3	B
A_1	2.91	0.95-	-1	+1	0.95	/	0	0	107.05
X_2	0.91	0.05	0	0	0.05-	/	0	0	2.05
A_3	-3.64	0.68-	0	0	0.68	/	-1	+1	19.32
Z	-0.73+0.73m	-0.64+2.64m	m	0	-0.64-1.64m	/	m	0	

نلاحظ أن عمود المتغيرة الإصطناعية الخارجة (a_2) تم الإستغناء عنه لأن الخوارزمية لا تقبل أن ترجعها إلى الأساس مجددا ؛ و ما دامت معاملات دالة الهدف لم تصر كلها موجبة أو معدومة لا يزال أمامنا مجال لتحسين الحل ؛ و هكذا نستمر على نفس المنوال .

كما يمكن حل مسائل التدنية باستخدام التكافؤ : $Min(z) \Leftrightarrow Max(-z)$ ، فتصبح حينها المسألة كما يلي :

$$Min(z) = 12x_1 + 14x_2 \qquad Max(-z) = -12x_1 - 14x_2$$

$$s/c \begin{cases} 22x_1 + 21x_2 \geq 114 \\ 20x_1 + 22x_2 \geq 65 \\ 10x_1 + 15x_2 \geq 60 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases} \rightarrow \qquad s/c \begin{cases} -22x_1 - 21x_2 \leq -114 \\ -20x_1 - 22x_2 \leq -65 \\ -10x_1 - 15x_2 \leq -60 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

و نكون هنا في غنى عن المتغيرات الإصطناعية ؛ لأن متغيرات الفجوة التي سنضيفها إلى القيود تتوفر على خصائص المتغيرات الأساسية .

المطلب الثالث : المسألة المرافقة (الثنائية) Dual Problem :

"من الملاحظ أنه لكل مسألة أصلية في البرمجة الخطية مسألة ثنائية مرافقة" [1] و تسمى "المسألة الثنائية" أو "المرافقة" كما تسميها بعض المراجع العربية "مشكلة الإزدواجية" ، و بعبارة أخرى نقول :

"لكل مسألة أصلية صورة ثانية يطلق عليها المسألة الثنائية ؛تستعمل نفس المعطيات التي تصاغ بها المسألة الأصلية إلا أن المسألتين تختلفان اختلافا جذريا من حيث المعنى الإقتصادي لمتغيراتها "[2] .

---

[1] Robert Faure , Précis de recherche opérationnelle,Dunod , Paris 1978 .p213

[2] أستاذ حمودي حاج صحراوي ، محاضرات موجهة لطلبة ليسانس تسيير 99/98 مقياس بحوث العمليات ، جامعة فرحات عباس سطيف .

و رغم أن "البرنامج الأصلي و برنامجه المرافق يشكلان لعبة استراتيجية ذات مجموع صفري ؛و هذا ما لا تقابله إلا نادرا قيمة اقتصادية عملية "[1] ، إلا أن المسألة المرافقة كثيرا ما تكتسي- من ناحية تحليل الموقف الإنتاجي-أهمية بالغة.

نحصل على البرنامج المرافق (المسألة الثنائية) كما يلي :

أ - إذا كانت المسألة الأولية (الأصلية) Primal Problem من نوع (Min) ؛فهي في المسألة الثنائية Dual Problem من نوع (Max) و تتحول المتراجحات من (≥) إلى (≤) ، و العكس بالعكس .

ب - متغيرات المسألة الثنائية تأخذ عادة الرموز (y_i) بدل x_i ؛ و تكون بعدد القيود .

ت - عناصر العمود الأخير في المسألة الأصلية (عمود الثوابت) تصبح معاملات دالة الهدف في المسألة الثنائية ؛كما تتحول معاملات دالة الهدف في الأولى إلى عناصر عمود الثوابت في الثانية .

ث - "مصفوفة معاملات القيود في المسألة الثنائية هي منقول مصفوفة معاملات القيود في المسألة الأصلية"[2].

و للتوضيح نرجع إلى مسألة 'مصنع المنتجات التقليدية' لإيجاد مسألتها المرافقة :

المسألة الأصلية

$$Max(z) = 230x_1 + 180x_2 + 190x_3 + 220x_4$$

$$s/c \begin{cases} 2x_1 + x_2 + 3x_3 + 2x_4 \le 400 \\ 2x_1 + 2x_2 + x_3 + 3x_4 \le 140 \\ 15x_1 + 10x_2 + 12x_3 + 15x_4 \le 2400 \\ 5x_1 + 7x_2 + 15x_3 + 10x_4 \le 2400 \\ x_i \ge 0, i = 1...4 \end{cases}$$

المسألة الثنائية(المرافقة)

$$Min(w) = 400y_1 + 140y_2 + 2400y_3 + 2400y_4$$

$$s/c \begin{cases} 2y_1 + 2y_2 + 15y_3 + 5y_4 \ge 230 \\ y_1 + 2y_2 + 10y_3 + 7y_4 \ge 180 \\ 3y_1 + y_2 + 12y_3 + 15y_4 \ge 190 \\ 2y_1 + 3y_2 + 15y_3 + 10y_4 \ge 220 \\ y_i \ge 0, i = 1...4 \end{cases}$$

يتم حل المسألة المرافقة (الثنائية) بطريقتين بارزتين : طريقة السمبلكس الخاصة بالمسائل الثنائية و طريقة التكامل بين متغيرات المسألة الأصلية و متغيرات المسألة الثنائية ، و سنركز هنا على الطريقة الثانية .

تعتمد طريقة التكامل بين المسألتين ؛على الحل الأمثل الخاص بالمسألة الأصلية إنطلاقا من العلاقات التي تربط بين متغيرات الأولى و متغيرات الثانية .

فأما متغيرات المسألة الأصلية فهي- كما سبق بيانه - : المتغيرات القرارية (X_i) ، و متغيرات الطاقة العاطلة (S_i) و أما متغيرات المسألة الثنائية فهي : (y_i) و(t_j) و هي متغيرات مكملة للمتغيرات الأولى على الترتيب وفق العلاقات التالية:

$$S_i = 0 \Rightarrow y_i > 0$$
$$S_i > 0 \Rightarrow y_i = 0$$
$$X_j > 0 \Rightarrow t_j = 0$$
$$X_j = 0 \Rightarrow t_j > 0$$

[1] Arnold Kaufmann: Méthodes et modèles de la recherche opérationnelle .T1 .Dunod ,Paris, 1970 p 48

[2] J.Acher . J.Gardelle :Programmation linéaire.Dunod ,Paris ,1978 p 36

يمكن الحصول على جدول الحل الأمثل الخاص بالمسألة الثنائية بطريقة مباشرة اعتمادا على الجدول الأمثل للأصلية وفق الخطوات التالية :

- عناصر العمود الأخير في الحل الأمثل للأصلية تصبح في سطر دالة الهدف للثنائية .
- عناصر سطر دالة الهدف للأصلية تصبح في العمود الأخير للثنائية .
- متغيرات الأساس في الأصلية تحل محلها المتغيرات المكملة لها لكن خارج الأساس في الجدول الأمثل للثنائية (فمثلا x_1 متغيرها المكمل هو t_1 و s_2 متغيرها المكمل هو y_2) .
- المتغيرات التي تكون خارج الأساس في الجدول الأمثل للأصلية تحل محلها المتغيرات المكملة لها لكن في الأساس في الجدول الأمثل للثنائية .
- المصفوفة الموجودة في الجدول الأمثل للأصلية يحل محلها منقولها مضروبا في (-1) في الجدول الأمثل للثنائية ،

منبهين إلى أنه عند الحل الأمثل تتساوى قيمة دالة الهدف للمسألتين .

دعنا نرجع إلى المثال السابق لنحول الجدول الأمثل للأصلية إلى جدول أمثل للثنائية :

الحل الأمثل للأصلية

T_p	S_2	X_2	S_1	X_4	B
X_3	-0.5	-0.5	0.5	-0.5	130
X_1	0.75	1.25	-0.25	1.75	5
S_3	-5.25	-2.75	-2.25	-5.25	765
S_4	3.75	8.25	-6.25	8.75	425
Z	-77.5	-12.5	-37.5	-87.5	-25850

الحل الأمثل للثنائية

T_d	T_3	T_1	Y_3	Y_4	B
Y_2	0.5	-0.75	5.25	-3.75	-77.5
T_2	0.5	-1.25	2.75	-8.25	-12.5
Y_1	-0.5	0.25	2.25	6.25	-37.5
T_4	0.5	-1.75	5.25	-8.75	-87.5
Z	130	5	765	425	-25850

إن أهمية المسألة الثنائية تكمن في التفسير الإقتصادي لمتغيراتها ؛ و الذي هو– في مثالنا– كما يلي :

Y_3 : يسمى المتغير (Y_i) " سعر الظل Shadow Price" و يعبر عن قيمة المورد بالنسبة للمؤسسة ، تُقرأ من الجدول بالقيمة المطلقة و لدينا هنا :

$y_3 = 0$ هذا يعني أن البرنامج الإنتاجي الأمثل يقتضي وجود طاقة عاطلة في المورد الثالث (آلة الخياطة و التطريز) أي أن إضافة طاقة جديدة في هذا المورد لا يرفع قيمة الحل الأمثل .

$y_4 = 0$ أي أن إضافة طاقة جديدة في المورد الرابع (مثلا آلة إضافية للتوظيب) لا يرفع قيمة الحل الأمثل .

$y_1 = 37.5$: هذا يعني أن البرنامج الإنتاجي الأمثل يستهلك كامل المورد الأول (الوبر) و كل وحدة إضافية (رطل) يحصل عليه المصنع يرفع قيمة الربح بـــ 37.5 ون .

$y_2 = 77.5$: أي أن المصنع إستهلك كل الكمية المتوفرة من المورد الثاني (الخيوط) و كل وحدة إضافية (رطل) يحصل عليه يرفع الربح بـــ 77.5 ون .

عند المقارنة بين " سعر الظل " و "سعر السوق" نجد حالتين :

- سعر السوق > سعر الظل : و هنا يكون على المنتج أن يقتني كمية إضافية من المدخلات ، لأن كل وحدة إضافية ينتج عنها ربح صافي قدره : (سعر الظل – سعر السوق) .
- سعر السوق < سعر الظل : في هذه الحالة على المنتج أن يفكر في تحويل كمية من المدخلات إلى السوق دون تحويلها (على شكل مواد خام) إذ أن كل وحدة منـــزلة إلى السوق ينتج عنها ربح إضافي صافي قدره:(سعر السوق – سعر الظل) .

أما المتغير (t_j) فيسمى "تكلفة الفرصة البديلة " Opportunity Cost و هو يعبر عن التكلفة التي على المنتج أن يتحملها إذا قرر أن ينتج سلعة لا يقتضيها البرنامج الإنتاجي الأمثل ، و لدينا هنا :

$t_1 = 0, t_3 = 0$: أي أن الحل الأمثل يقتضي إنتاج كميات معينة من السلعة الأولى (القشابية) و السلعة الثالثة (الجبة) و بالتالي ليست هناك تكلفة فرصة بديلة لإنتاج السلعتين .

$t_2 = 12.5$: و هو يعني أن البرنامج الأمثل يقتضي عدم إنتاج السلعة الثانية (البرانس) ؛ لكن إذا أراد المصنع إنتاجها لأسباب ما فعليه أن يتوقع انخفاضا في الربح قدره (12.5ون) مقابل كل وحدة منتجة .

$t_4 = 87.5$: أي أن الحل الأمثل يقتضي عدم إنتاج أية وحدة من السلعة الرابعة (السجاد) ، فإذا تقرر إنتاجها ينخفض الربح بمقدار (87.5ون) مقابل كل سجادة منتجة .

المطلب الرابع : تحليل الحساسية Sensitivity Analysis

بعد الوصول إلى جدول الحل الأمثل في البرمجة الخطية يُطرح تساؤل مفاده : ما مدى تأثر الحل الأمثل بتغير ما في معطيات المسألة ؛ كتغير معاملات دالة الهدف ، أو تغير الـــمُـــتاح من مدخلات العملية الإنتاجية ، هذا ما يكشفه "تحليل الحساسية" ؛ لذلك يسمى هذا التحليل أيضا " تحليل ما بعد الأمثلية Post-Optimality Analysis " ، و هو أسلوب يهدف إلى قياس حساسية الحل الأمثل لتغير معطيات المسألة دونما حاجة إلى إعادة حلها من جديد و ما يصاحب ذلك من متاعب حسابية تتناسب طرديا مع عدد القيود و المتغيرات .

يمكن أن نسجل – في هذا الصدد – الحالات التالية :

1- تغير قيمة الموارد المتاحة (الطرف الأيمن من القيود) Changes In The Right Hands Of The Constraints

2- تغير معاملات دالة الهدف Changes In The Coefficients Of The Objective Function

3- تغير في عناصر مصفوفة المعاملات Changes In The Coefficients Matrix

4- إضافة متغير أو متغيرات جديدة إلى المسألة Addition Of New Variable(s) To The LP

5- حذف متغير أو متغيرات من المسألة Variable(s) Push Out Of The Model

5- إضافة قيد جديد أو قيود إلى البرنامج الخطي The Addition Of New Constraint(s)

6- حذف قيد من النموذج Constraint(s) Push Out Of The Model

و سنركز هنا على الحالات التالية : التغير في معاملات دالة الهدف ، التغير في الموارد ،إخراج قيد من المسألة .

1 – التغير في معاملات دالة الهدف :

نفرض – في هذه الحالة– أن أحد معاملات دالة الهدف تغير بمقدار معين و نريد معرفة أثر ذلك على الحل الأمثل ،و نميز هنا بين حالتين : التغير في معامل متغير من متغيرات الأساس ، و التغير في معامل متغير خارج الأساس ؛ لنرجع إلى جدول الحل الأمثل الخاص بالمثال السابق لتوضيح الأمر :

T	S_2	X_2	S_1	X_4	B
X_3	-0.5	-0.5	0.5	-0.5	130
X_1	0.75	1.25	-0.25	1.75	5
S_3	-5.25	-2.75	-2.25	-5.25	765
S_4	3.75	8.25	-6.25	8.75	425
Z	77.5	12.5	37.5	87.5	25850
Z^*	(77.5-0.5k)	(12.5-0.5k)	(37.5+ 0.5k)	(87.5-0.5k)	25850 +130k

نفترض أن هناك تغيرا مقداره (k) سيطرأ على الربح الخاص بالمنتج الثالث (X_3) ، تصبح حينها دالة الهدف الجديدة :

$$Max\,(z^*) = 230x_1 + 180x_2 + (190+k)x_3 + 220x_4$$

لاحظ كيف تغير سطر دالة الهدف ؛ حيث أضفنا إلى عناصره معاملات سطر المتغير المعني مضروبة في قيمة التغير (k) .

لكي يبقى الحل الأمثل ثابتا ينبغي أن تتحقق الشروط التالية :

$$77.5-0.5k>0\ ,\ 12.5-0.5k>0\ ,\ 37.5+0.5k>0\ ,\ 87.5-0.5k>0$$

فلو كانت إحدى النتائج سالبة يتغير الأساس و بالتالي الحل الأمثل ، نستنتج من هذه الشروط ما يلي :

$$k<155\ ,\ \ k<25\ \ ,\ k>-75\ ,\ \ k<175$$

و منه نحصل على المجال التالي : $k\in]-75,25[$ و معنى هذا أنه لكي يبقى الحل الأمثل دون تغير ينبغي أن لا يصل التغير في سعر "الجبة" إلى (75 ون) انخفاضا أو (26 ون) ارتفاعا ؛ أي أن سعرها ينبغي أن يكون محصورا في المجال : $[116,215]$

نفرض الآن أن المعامل الذي تغير هو الربح الخاص بالمنتج الثاني (X_2) بالمقدار (k) :

T	S_2	X_2	S_1	X_4	B
X_3	-0.5	-0.5	0.5	-0.5	130
X_1	0.75	1.25	-0.25	1.75	5
S_3	-	-2.75	-2.25	-5.25	765
S_4	5.25	8.25	-6.25	8.75	425
	3.75				
Z	77.5	12.5	37.5	87.5	25850
Z^*	77.5	(12.5-k)	37.5	87.5	25850

لكي لا يتغير الحل الأمثل هنا ينبغي أن يتحقق ما يلي :

$$12,5-k>0$$
$$\Rightarrow k<12,5$$

أي أن الزيادة في الربح الخاص بـــ"البرنس" ينبغي أن تكون أقل من 12.5ون ؛ و هي ذاتها تكلفة الفرصة البديلة الخاصة بهذه السلعة .

2- التغير في الموارد :

ندرس هنا أثر التغير في مورد من الموارد على البرنامج الإنتاجي الأمثل ؛ لنفرض أن المورد الثاني (الخيوط) قد تغير بالمقدار (k)

T	S_2	X_2	S_1	X_4	B
X_3	-0.5	-0.5	0.5	-0.5	130
X_1	0.75	1.25	-0.25	1.75	5
S_3	-	-2.75	-2.25	-5.25	765
S_4	5.25	8.25	-6.25	8.75	425
	3.75				
Z	77.5	12.5	37.5	87.5	25850

130-0,5k
5+0,75k
765-5,25k
425+3,75k
25850
+77,5k

علما أن هذا المورد يمثله المتغير (S_2) الذي يعني وجوده خارج الأساس أن المورد تم استخدامه كله . ليبقى الحل الأمثل ثابتا يجب أن يتحقق ما يلي :

$$130-0,5k>0\Rightarrow k<260$$
$$5+0,75k>0\Rightarrow k>-6,67$$
$$765-5,25k>0\Rightarrow k<145,71$$
$$425+3,75k>0\Rightarrow k>113,33$$

و منه نحصل على المجال التالي : $k \in]-6.67,145.7]$ أي أن المخزون الأسبوعي من الخيوط ينبغي أن يكون أكبر من 133.33 رطلا من الخيوط (140–6.67) و أن لا يزيد على 285.7 رطلا (140+145.7) لكي لا يتغير البرنامج الإنتاجي الأمثل .

دعنا الآن نفرض أن المورد الرابع هو الذي تغير بمقدار (k) :

T	S_2	X_2	S_1	X_4	B	
X_3	-0.5	-0.5	0.5	-0.5	130	
X_1	0.75	1.25	-0.25	1.75	5	
S_3	-	-2.75	-2.25	-5.25	765	
S_4	5.25	8.25	-6.25	8.75	425	425+k
	3.75					
Z	77.5	12.5	37.5	87.5	25850	

ليبقى الحل الأمثل ثابتا يجب أن يتحقق ما يلي :

$425+k>0$

$\Rightarrow k>-425$

أي أن : $k \in]-425,+\infty[$

و هذا يعني أننا نستطيع أن نوسع نشاط التوظيب كما نشاء ، غير أنه لا يمكن أن نقلصه إلى مستوى 1975دقيقة/أسبوع (2400 –425) ؛ و بعبارة أخرى : إذا خفضنا وقت تشغيل آلة التوظيب بأكثر من (84.8) دقيقة يوميا يتغير البرنامج الإنتاجي السابق .

3–إخراج قيد من المسألة :

نميز هنا بين وضعين : إذا كان متغير الفجوة (S) الخاص بهذا القيد داخل الأساس فليس هناك من إجراء إلا حذف ذلك السطر من جدول الحل الأمثل .

أما إذا كان متغير الفجوة الخاص بالقيد المراد حذفه خارج الأساس ؛ فنقوم بالخطوات التالية :

– نعتبر عموده ' عمود ارتكاز ' مهما تكن القيمة التي تقابله في سطر دالة الهدف .

– ندخله إلى الأساس آخذا مكان المتغير المقابل لأصغر قيمة موجبة ناتجة عن قسمة عمود الثوابت على ذلك العمود .

– نحذف بعد ذلك سطره ، و نواصل الحل حتى الوصول إلى الحل الأمثل .

لنفرض في المثال السابق أن "الوبر" لم يعد مادة نادرة بحيث تشكل قيدا بالنسبة للمصنع ؛ فكيف يؤثر هذا التغير على البرنامج الإنتاجي ؟

T_p	S_2	X_2	S_1	X_4	B
X_3	-0.5	-0.5	0.5	-0.5	130
X_1	0.75	1.25	-0.25	1.75	5
S_3	-5.25	-2.75	-2.25	-5.25	765
S_4	3.75	8.25	-6.25	8.75	425
Z	-77.5	-12.5	-37.5	-87.5	-25850

لقد قمنا هنا باختيار المتغير الذي يمثل ذلك القيد كعمود ارتكاز ، و كما يظهر من الجدول ؛المتغير المرشح للخروج هو (X_3) .

نحذف السطر كما هو موضح و نجري التحويلات التي سبق شرحها ثم نواصل الحل .

T_p	S_2	X_2	X_3	X_4	B
S_1	-0.5	-0.5	0.5	-0.5	130
X_1	0.75	1.25	-0.25	1.75	5
S_3	-	-2.75	-2.25	-	765
S_4	5.25	8.25	-6.25	5.25	425
	3.75			8.75	
Z	-77.5	-12.5	-37.5	-87.5	-25850

المبحث الثاني : إستخدامات البرمجة الخطية LP Applications .

إن استخدامات البرمجة الخطية واسعة و متعددة في مجالات شتى ، و زيادة على مسألة اختيار مزيج من المنتجات لتعظيم الربح ؛ و اختيار مزيج من السلع لتدنية التكاليف ، سنشير هنا إلى مجموعة مختارة من أبرز الإستخدامات منبهين إلى أن تطبيق هذه التقنية يتوقف في الكثير من الأحيان على مدى قدرة متخذ القرار على فهم طبيعة المشكلة و مدى إتقانه فن تطويع المعطيات الميدانية للصياغة الرياضية و بناء النموذج .

المطلب الأول : التعـــديـــن Metallurgy

لنفرض أن الدراسات التي أجراها مكتب المهندس "زين العابدين" لهندسة المعادن ؛ لحساب شركة تصنيع حربي دلت على أن المعدن المطلوب لتدريع دبابة يراد إنتاجها ينبغي أن يتسم بالخصائص التالية :

العنصر الكيميائي	القيمة الدنيا	القيمة القصوى
الكربون (C)	% 3.0	% 5.5
النحاس (Cu)	% 0.6	% 0.9
المنغنيز (Mn)	% 1.5	% 1.62

و لإنتاج هذا المعدن يتوفر لدى الشركة (06) أنواع من المدخلات تتلخص معطياتها في الجدول الموالي :

المادة الأولية	C %	Cu %	Mn %	المخزون المتاح(كلغ)	التكلفة (د/كلغ)
صفائح حديد من النوع " أ "	3.2	0.2	1.6	5200	3.40
صفائح حديد من النوع " ب "	3.6	0	1.2	4200	3.90
صفائح نحاس " أ "	0	90	0	4800	3.50
صفائح نحاس " ب "	0	95	5	2200	3.60
صفائح ألمنيوم " أ "	0	0.6	0.9	2900	3.90
صفائح ألمنيوم "ب "	0	0.6	0	2500	1.20

الجدول 21:خصائص الصفائح الحديدية المتاحة للشركة

المطلوب :تحديد تركيبة المعدن المطلوب تصنيعه لتخفيض تكاليف الإنتاج ؟

لبناء النموذج الخاص بهذه المسألة نفرض ما يلي :

Mp : عدد المواد الأولية ، e : عدد العناصر الكيميائية التي ينبغي احترام نسبها المئوية ،

X_i : الكميات من كل مادة أولية " i " المستعملة لإنتاج الكمية Q من المعدن المطلوب ،

D : الكمية المطلوبة من المعدن ،

P_{iJ} : النسبة المئوية للعنصر الكيميائي "j" المحتوى في المادة الأولية "i" .

نحصل إذن على البرنامج الخطي التالي :

$$Min(z) = 3.4x_1 + 3.9x_2 + 3.5x_3 + 3.6x_4 + 3.9x_5 + 1.2x_6$$

$$s/c \begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 = q \\ q \geq d \\ 3.2x_1 + 3.6x_2 + 0x_3 + 0x_4 + 0x_5 + 0x_6 \geq 3\%q \\ 0.2x_1 + 0x_2 + 90x_3 + 95x_4 + 0.6x_5 + 0.6x_6 \geq 0.6\%q \\ 1.6x_1 + 1.2x_2 + 0x_3 + 5x_4 + 0.9x_5 + 0x_6 \geq 1.5\%q \\ 3.2x_1 + 3.6x_2 + 0x_3 + 0x_4 + 0x_5 + 0x_6 \leq 5.5\%q \\ 0.2x_1 + 0x_2 + 90x_3 + 95x_4 + 0.6x_5 + 0.6x_6 \leq 0.9\%q \\ 1.6x_1 + 1.2x_2 + 0x_3 + 5x_4 + 0.9x_5 + 0x_6 \leq 1.62\%q \\ x_1 \leq 5200, x_2 \leq 4200, x_3 \leq 4800, x_4 \leq 2200, x_5 \leq 2900, x_6 \leq 2500 \\ x_i \geq 0, i = (1...6) \end{cases}$$

المطلب الثاني : الصناعات النفطية Petroleum Industries

للبرمجة الخطية استخدامات عديدة في هذا المجال ،و سنشير هنا إلى ما يعرف بـــ"مشكلة الخلط Blending Problem" :

نفرض أن منشأة نفطية تنتج أصنافا متعددة من الوقود عن طريق خلط أنواع معينة من "الجازولين" الناتج عن التكرير و الذي هو أنواع ؛و للتبسيط نفرض وجود نوعين :

	درجة النقاء	الضغط البخاري	الكمية المتوفرة(بالبرميل)
ــ جازولين "أ"	1,7	4,2	28000
ــ جازولين "ب"	91	11	66000

يتم خلط هذين النوعين للحصول على المنتجين ذوي الخصائص التالية :

	الحد الأدنى لدرجة النقاء	الحد الأقصى للضغط البخاري	الحد الأقصى للمبيعات(بالبرميل)	سعر البيع/البرميل
ــ وقود الطائرات	1,4	7	16000	7,2 د
ــ وقود السيارات	93	9	لا قيد	5,1 د

نشير إلى أن درجة النقاء و كمية الضغط في المنتج النهائي تتناسب مع كمية الجازولين الداخلة فيه ؛فمثلا عند استخدام 100 برميل من الجازولين "أ" و 100 برميل من الجازولين "ب" فإن درجة النقاء هي:

$$\frac{100\times1.7+100\times91}{200}=46.35$$

و درجة الضغط البخاري هي : $\frac{100\times4.2+11\times100}{200}=7.6$

و المطلوب :البحث عن الخطة الإنتاجية التي تحقق أقصى ربح للمنشأة ؟

لنفرض ما يلي :

X_1 :عدد البراميل من الجازولين "أ" المستخدم في وقود الطائرات

X_2: عدد البراميل من الجازولين "ب" المستخدم في وقود الطائرات

X_3: عدد البراميل من الجازولين "أ" المستخدم في وقود السيارات

X_4: عدد البراميل من الجازولين "ب" المستخدم في وقود السيارات

لدينا هنا منتجان نهائيان :وقود الطائرات و وقود السيارات ، و بما أنهما ناتجان عن خلط عنصرين فإن الكمية التي نبحث عنها هي (x_1+x_2)بالنسبة للأول و (x_3+x_4) بالنسبة للثاني ؛ و تكون دالة الهدف :

$Max(z) = 7.2x_1 + 7.2x_2 + 5.1x_3 + 5.1x_4$: و بالنشر نحصل على ، $Max(z) = 7.2(x_1 + x_2) + 5.1(x_3 + x_4)$

و بما أن منشأة التكرير لا تستطيع بيع أكثر من 16000 برميل من وقود الطائرات كما سبق بيانه في معطيات المسألة ؛ينشأ لدينا القيد التالي :

$$x_1 + x_2 \leq 16000$$

كما أن الكميات المتوفرة من المواد الأولية (جازولين "أ" و جازولين "ب") لا تسمح بتخطي حد معين ،إذن :

$$x_1 + x_3 \leq 28000$$
$$x_2 + x_4 \leq 66000$$

و كذلك تطرح المواصفات المطلوبة في كل وقود قيودا تتعلق بدرجة النقاء و درجة الضغط البخاري ،فأما بالنسبة للخاصية الأولى :

ـــ فيما يخص وقود الطائرات و الذي عبرنا عن كميته بـــ $(x_1 + x_2)$:تتوقف درجة نقائه على الكمية النسبية من x_1 و x_2 وفق المعادلة : $\frac{1.7x_1 + 91x_2}{x_1 + x_2}$

إن ناتج الكسر ينبغي أن يؤمن الحد الأدنى من درجة النقاء المطلوبة في وقود الطائرات ؛و منه نحصل على القيد:

$$\frac{1.7x_1 + 91x_2}{x_1 + x_2} \geq 1.4$$

$$1.7x_1 + 91x_2 \geq 1.4x_1 + 1.4x_2 \Leftrightarrow 0.3x_1 + 89.6x_2 \geq 0$$

ـــ و بالمثل يظهر قيد النقاء الخاص بوقود السيارات كما يلي :

$$\frac{1.7x_3 + 91x_4}{x_3 + x_4} \geq 93$$
$$-91x_3 - 2x_4 \geq 0$$

و أما بالنسبة للخاصية الثانية فنجد القيدين التاليين :

$$\frac{4.2x_1 + 11x_2}{x_1 + x_2} \leq 7$$
$$-2.8x_1 + 4x_2 \leq 0$$

و كذلك :

$$\frac{4.2x_3 + 11x_4}{x_3 + x_4} \leq 9$$
$$-4.8x_3 + 2x_4 \leq 0$$

و بجمع الصيغ السابقة نحصل على النموذج التالي :

$$Max\,(z) = 7.2x_1 + 7.2x_2 + 5.1x_3 + 5.1x_4$$

s/c :

$x_1 + x_2 \le 16000$ } ..... قيد السوق

$x_1 + x_3 \le 28000$
$x_2 + x_4 \le 66000$ } ..... قيود المتاح من المادة الأولية

$0.3x_1 + 89.6x_2 \ge 0$
$-91x_3 - 2x_4 \ge 0$ } ..... قيود الحد الأدنى من درجة النقاء

$-2.8x_1 + 4x_2 \le 0$
$-4.8x_3 + 2x_4 \le 0$ } ..... قيود الحد الأقصى لدرجة الضغط البخاري

$x_i \ge 0, i = 1...4$ } ..... قيود اللاسالبية

المطلب الثالث : النظام الغذائي لمستشفى Diet selecting

يريد مقتصد مستشفى "نوارة" للجراحة العامة أن يحدد المزيج الغذائي الملائم للمرضى الذين خضعوا لعمليات جراحية و قد تلقى من أخصائي التغذية بالمستشفى تعليمات تفيد بأن كل مريض ينبغي أن يحصل في كل وجبة على :

- 55 وحدة من البروتينات على الأقل
- 15 وحدة من الفيتامينات على الأقل
- 110 وحدة من الغلوسيدات على الأكثر
- 1300 كالوري في اليوم

و لدى مراجعة قائمة الأغذية المعتاد توريدها إلى المستشفى دلت نتائج البحث على ما يلي :

العناصر / الأغذية	البروتينات	الفيتامينات	الغلوسيدات	السعر (ون/كلغ)	الطاقة بالكالوري
السمك(100 غ)	38	23	08	100	310
الدجاج(100 غ)	47	09	17	30	480
الجبن(100 غ)	25	15	29	80	560
الجزر(كلغ)	16	27	56	07	1200
سباغيتي(كلغ)	20	13	98	09	1900
بطاطس(كلغ)	12	26	87	06	1700

الجدول 22: العناصر الغذائية في مختلف الأغذية الموردة إلى المستشفى .

و المطلوب من المقتصد هو تحديد التركيبة الغذائية الموافقة لأدنى تكلفة ممكنة ؟

لنحدد المتغيرات القرارية :

X_1 :كمية السمك بمئات الغرام

X_2 :كمية الدجاج بمئات الغرام

X_3 :كمية الجبن بمئات الغرام

X_4: كمية الجزر بمئات الغرام

X_5:كمية السباغيتي بمئات العرام

X_6:كمية البطاطا بمئات الغرام

تتمثل دالة الهدف في تدنية تكلفة التركيبة الغذائية المقدمة للمريض في كل وجبة :

$$Min(z) = 10x_1 + 3x_2 + 8x_3 + 0.7x_4 + 0.9x_5 + 0.6x_6$$

و بما أن هناك احتياجات غذائية لجسم المريض ينبغي عدم الإخلال بها ؛يتعين تحقق القيود :

$$38x_1 + 47x_2 + 25x_3 + 1.6x_4 + 2x_5 + 1.2x_6 \geq 55$$

$$23x_1 + 9x_2 + 15x_3 + 2.7x_4 + 1.3x_5 + 2.6x_6 \geq 15$$

$$310x_1 + 480x_2 + 560x_3 + 120x_4 + 190x_5 + 170x_6 \geq 1300$$

و بالنظر إلى وجود سقف للغلوسيدات ينبغي عدم تخطيه ؛ينشأ لدينا القيد :

$$8x_1 + 17x_2 + 29x_3 + 5.6x_4 + 9.8x_5 + 8.7x_6 \leq 110$$

إضافة إلى شرط اللاسالبية : $x_i \geq 0$

المطلب الرابع : تخطيط الإنتاج Production Planification

لنأخذ المثال التالي :[1]

مؤسسة تنتج (06) أصناف من كؤوس المائدة ($V_1 \ldots V_6$) في شكل حصص Batchs حجم كل واحدة 1000 كأس (يمكن للحصة أن تكون غير كاملة) ؛ تريد تصميم خطة إنتاجية لأفق قدره 12 أسبوعا ، الطلب على الأصناف المختلفة خلال الـــ12 أسبوعا القادمة معروف ؛ و هو كما يظهره الجدول الموالي :

[1] نقلا عن : Christelle Guéret , Christian Prins,Marc Sevaux :Programmation linéaire , Eyrolles , Paris ,2000 , P 134

الأسبوع / الصنف	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
V_1	20	22	18	35	17	19	23	20	29	30	28	32
V_2	17	19	23	20	11	10	12	34	21	23	30	12
V_3	18	35	17	10	9	21	23	15	10	0	13	17
V_4	31	45	24	38	41	20	19	37	28	12	30	37
V_5	23	20	23	15	10	22	18	30	28	7	15	10
V_6	22	18	20	19	18	35	0	28	12	30	21	23

الجدول 23: الطلب الخاص بفترة التخطيط (حصة 1000 كأس)

لكل صنف نعرف المخزون المبدئي Initial Stock الموجود و المخزون النهائي Final المطلوب بعدد الحصص ، و لكل حصة من كل صنف لدينا تكلفة الإنتاج و تكلفة التخزين بالدينار ، و زمن اليد العاملة الضروري أي ؛ عدد الساعات × عدد العاملين (Tut) و زمن استعمال الآلات بالساعات (Tum) ؛ و حجم منطقة التخزين (Tzs) الضرورية بعدد خلايا التخزين ،كما يظهره الجدول الموالي :

	تكلفة الإنتاج	تكلفة التخزين	المخزون المبدئي	المخزون النهائي	Tut	Tum	Tzs
V_1	100	25	50	10	3	2	4
V_2	80	28	20	10	3	1	5
V_3	110	25	0	10	3	4	5
V_4	90	27	15	10	2	8	6
V_5	200	10	0	10	4	11	4
V_6	140	20	10	10	4	9	9

الجدول 24 : مختلف تكاليف الإنتاج و التخزين و مستويات المخزون

فإذا علمنا أن الإمكانات الأسبوعية هي :

عدد الساعات × عدد العاملين محدد بـــ 390 ساعة

زمن عمل الآلات هو :850 ساعة

طاقة التخزين هي :1000 خلية تخزين

ما هي كميات الكؤوس التي ينبغي إنتاجها من كل صنف في كل فترة بحيث تتم تدنية التكلفة الكلية للإنتاج و التخزين ؟

لنفرض أن :

n : عدد الأصناف ، m : عدد الفترات

d_{ij} : الطلب على الصنف i في الفترة j (معطيات ذكرت في جدول سابق)

c_i : تكلفة إنتاج الصنف i . cs_i : تكلفة تخزين الصنف i

Tut_i, Tum_i, Tzs_i :تشير تباعا إلى : زمن العمل البشري ، زمن عمل الآلات و حجم منطقة التخزين لكل صنف i

SI_i, SF_i : المخزون المبدئي ؛ المخزون النهائي المرغوب فيه ، كل تلك المعطيات مذكورة في الجدول الثاني .

Cat, Cam, Caz : هي على التوالي: طاقة عمل الأفراد ؛ طاقة عمل الآلات و طاقة التخزين .

لحل المسألة نحتاج إلى متغير Q_{ij} يمثل حجم الإنتاج من الصنف i في نهاية الفترة j ، المتغيرات التي تمثل مستوى المخزون من الصنف i في نهاية الفترة j هي : S_{ij} .

نفترض أن المخزون المبدئي SF_i يمكن أن يعتبر هو مستوى مخزون نهاية الفترة (صفر) ؛ و من ثم نعبر عنه بـــ SI_0 .

القيود الخاصة بتوازن الإمكانات التخزينية تصاغ إجمالا كما يلي :

$$\forall j = 1...m : S_{i,j-1} + Q_{ij} = S_{ij} + D_{ij}$$

و تعبر هذه القيود عن توازن المخزونات : مخزون الفترة السابقة ($S_{i,j-1}$) يزيد بمقدار ما يتم إنتاجه في هذه الفترة (Q_{ij}) ؛ هذه الكمية ينبغي أن تكون مساوية للطلب (D_{ij}) في الفترة الجارية مضافا إليه ما سيبقى في المخزون (S_{ij}). ينبغي كذلك احترام رغبة المؤسسة في الإحتفاظ بمخزون نهائي بعد الإثني عشر أسبوعا ؛ و يمكن أن نعبر عن ذلك بالقيود :

$$\forall i = 1...n : S_{im} \geq SF_i$$

بقي لنا أن نحترم قيود الطاقة في كل فترة ، فبالنسبة لطاقة عمل الأفراد :

$$\forall j = 1...m : \sum_{i=1}^{n} Tut_i . Q_{ij} \leq Cat$$

و بالنسبة لطاقة عمل الآلات نجد القيود :

$$\forall j = 1...m : \sum_{i=1}^{n} Tum_i . Q_{ij} \leq Cam$$

و نعبر عن قيود طاقة التخزين كما يلي :

$$\forall j = 1...m : \sum_{i=1}^{n} Tzs_i . S_{ij} \leq Caz$$

و منه يمكن صوغ دالة التكاليف و التي هي عبارة عن مجموع تكاليف الإنتاج و التخزين لكل فترة و لكل صنف ، إنها دالة الهدف المراد تدنيتها :

$$Min(z) = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} (C_i . Q_{ij} + Cs_i . S_{ij})$$

و يكون النموذج الرياضي الكامل كما يلي :

$$Min(z) = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}(C_i.Q_{ij} + Cs_i.S_{ij})$$

$$\forall j = 1...m : S_{i,j-1} + Q_{ij} = S_{ij} + D_{ij}$$

$$\forall i = 1...n : S_{im} \geq SF_i$$

$$\forall j = 1...m : \sum_{i=1}^{n} Tut_i.Q_{ij} \leq Cat$$

$$\forall j = 1...m : \sum_{i=1}^{n} Tum_i.Q_{ij} \leq Cam$$

$$\forall j = 1...m : \sum_{i=1}^{n} Tzs_i.S_{ij} \leq Caz$$

$$\forall i = 1...n, \forall j = 1...m : Q_{ij}, S_{ij} \geq 0$$

و بحل المسألة نحصل على خطة الإنتاج للإثني عشر أسبوعا المقبلة ؛ و النتيجة هي :

الأسبوع / الصنف	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
V_1	8.76	5.48	0.56	30.2	27.36	8.64	23	20	29	30	28	42
V_2	0	16	23	20	11	10	12	34	21	23	30	22
V_3	18	35	17	10	9	21	23	15	10	0	13	27
V_4	16	45	24	38	41	20	19	37	28	12	30	47
V_5	47.68	14.64	35.08	14.35	23.48	22.77	43.75	0	26.5	2.75	0	0
V_6	12	18	20	19	18	35	0.75	27.25	12	49	29.25	5.75

الجدول 25 : الخطة الإنتاجية المثلى

فمثلا في الفترة الأولى يتم إنتاج (8760) كأسا من الصنف الأول ،(18000) كأسا من الصنف الثالث،(16000)كأسا من الصنف الرابع ،(47680) كأسا من الصنف الخامس ،(12000) كأسا من الصنف السادس و لا شيء من الصنف الثاني ...

أما التكلفة الإجمالية لهذه الخطة فهي :185899.30 دينارا .

و بالمقارنة بين جدول الطلب و جدول الخطة الإنتاجية نجد حجم المخزون ؛ فمثلا في نهاية الأسبوع العاشر هناك مخزون من V_6 قدره (19000) كأسا...

و أما مستوى استغلال الطاقة الإنتاجية و طاقة التخزين فنتعرف عليه عن طريق اختبار القيود .

المطلب الخامس : برمجة الإنتاج في حالة الساعات الإضافية و المقاولة من الباطن

Production Programming in case of supplementary hours and subcontracting

تنتج شركة صناعية أربعة منتجات في خمس ورشات ، الزمن الذي يستغرقه كل منتج في كل ورشة يبينه الجدول الموالي :

المنتجات / الورشات	P1	P2	P3	P4	الطاقة الشهريةالقصوى(ساعة)
الورشة "Emboutissage"	0.05	0.12	0.03	0.11	420
"Fraisage"	0.07	0.10	0.06	0.00	415
"Assemblage"	0.03	0.09	0.04	0.13	550
"Finition"	0.04	0.3	0.03	0.13	500
"Conditionnement"	0.03	0.05	0.02	0.04	400

الجدول 26 : أزمنة إنتاج المنتجات المختلفة

-كانت الشركة تعاقدت مع أحد الزبائن على توريد 800 وحدة من المنتج P1 و 300 وحدة من P2 و 100 وحدة من P4 ، و دلت معطيات السوق على أنها لا تستطيع تسويق أكثر من 5400 وحدة من P1 و 900 من P2 و 2700 من P3 و 1200 من P4 .

مختلف الأسعار و التكاليف يظهرها الجدول التالي :

	P1	P2	P3	P4
سعر البيع الوحدوي بالدينار	43	117	58	78
التكلفة المتغيرة الوحدوية	25	70	35	50
الهامش على التكلفة المتغيرة	18	47	23	28

الجدول 27 : أسعار المنتجات و التكاليف المتعلقة بها

- يمكن اللجوء إلى الساعات الإضافية في الورشة " Finition "بمتاح قدره 90 ساعة، وهو ما يرفع التكلفة الوحدوية المتغيرة بـــ 2 دينار للسلعة P1 و 1.5 دينار للسلعة P2 و 1 دينار لـــ P3 و P4 .

-و إضافة إلى الساعات المتاحة يمكن للشركة التعاقد من الباطن لإنجاز عمليات "Emboutissage" و "Fraisage" بتكلفة متغيرة تفوق 18% تكلفة الإنتاج الداخلي (مثلا بالنسبة لـــP1 :التكلفة الوحدوية للتعاقد من الباطن هي 29.5 د مقابل 25 د كتكلفة وحدوية للإنتاج الداخلي).

بالنسبة للإنتاج الداخلي تدخل في صناعة المنتجات صفائح حديدية ؛بحيث يحتاج كل منتج منها إلى :

P1	P2	P3	P4
0.1م^2	0.5م^2	0.0م^2	0.4م^2

و لا يتوفر لدى الشركة من تلك الصفائح أكثر من 500 م^2 شهريا .

و المطلوب تصميم خطة الإنتاج المثلى ؟

قبل الدخول في مجريات الحل نشير إلى ما يلي :

" إن هذا النوع من المسائل يعرف في الأدبيات الأنجلوساكسونية لبحوث العمليات تحت اسم (Process Selection Problem) و يتميز عموما بـــ :

-مستوى معين من الإنتاج مفروض بالنسبة للمنتجات المختلفة

-عدة شعب إنتاج ممكنة لمنتج واحد على الأقل ،و تختلف شعب الإنتاج لمنتج معين على أساس العمليات التقنية المستعملة أو الموارد المستهلكة (آلات ذات أداء تقني أو اقتصادي متفاوت ،اللجوء إلى ساعات إضافية ،مهارات أخرى للعاملين ،المقاولة من الباطن...) لكن في جميع الحالات يكون الناتج الفيزيائي النهائي هو نفسه .

-التكاليف الوحدوية والعوامل المستعملة تتوقف على الشعبة المختارة .

-المشكلة المطروحة هي تحديد الكمية المصنعة من كل منتج في كل شعبة بما يخفض تكاليف الإنتاج

-برنامج الإنتاج الأمثل ينبغي أن يحترم الإمكانات المتاحة من العوامل الإنتاجية المختلفة المستعملة في الشعب المختلفة "[1]

و بالرجوع إلى مثالنا يجدر بنا أن نشكل أولا جدول التكاليف الوحدوية الخاصة بكل منتج في كل شعبة ، و هو كما يلي :

الشعبة J / المنتج i	إنتاج داخلي		إنتاج خارجي	
	عادي	إضافي	عادي	إضافي
P1	25	27	29.5	31.5
P2	70	71.5	82.6	84.1
P3	35	36	41.3	42.3
P4	50	51	59	60

الجدول 28 : التكاليف الوحدوية لإنتاج مختلف المنتجات بالنسبة لكل شعبة

أما عن الأرقام الواردة في الجدول فقد أسست على المعطيات السابقة في المسألة ؛ حيث أخذ العمود الأول (إنتاج داخلي-عادي) من جدول الأسعار و التكاليف الوارد في المسألة ، أما العمود الثاني (إنتاج داخلي-إضافي) أي باستغلال الساعات الإضافية فنحصل عليه بإضافة : 2 ، 1.5 ،1 ، 1 على التوالي للعمود الأول ؛ و هي مقادير

[1] Vincent Giard :Processus productifs et programmation linéaire .Economica .Paris.1998 ص 19 ، 20 بتصرف

التغير في التكلفة الوحدوية نتيجة اللجوء إلى ساعات إضافية ، و يحسب العمود الثالث برفع عناصر العمود الأول بـــ 18% ، أما العمود الرابع فيحسب بإضافة : 2، 1.5 ،1 ، 1 على التوالي إلى العمود الثالث .

و منه فالمسألة مسألة تدنية تكاليف؛ نصوغها كما يلي :

نفرض أن (X_{ij}) هي الكمية المنتجة من المنتج i في الشعبة j ، فنحصل على دالة الهدف :

$$(z) = 25X_{11}+ 27X_{12} + 29{,}5X_{13} +31{,}5X_{14} +70X_{21} +71{,}5X_{22} +82{,}6X_{23} +84{,}1X_{24} +35X_{31} + 36X_{32} +41{,}3X_{33} + 42{,}3X_{34} +50X_{41} +51X_{42} +59X_{43}+60X_{44}$$

أما عن قيود الإمكانات الداخلية للمؤسسة فلدينا :

$$0{,}05X_{11} + 0{,}05X_{12} + 0{,}12X_{21} + 0{,}12X_{22} + 0{,}03X_{31}+ 0{,}03X_{32} + 0{,}11X_{41}+0{,}11\ X_{42} <= 420$$

و هو التعبير الرياضي عن طاقة الورشة "Emboutissage" .

$$0{,}07X_{11}+ 0{,}07X_{12} + 0{,}1X_{21}+0{,}1X_{22} + 0{,}06X_{31}+0{,}06X_{32} <= 415$$

(طاقة الورشة "Fraisage") .

$$0{,}03X_{11}+0{,}03X_{12} +0{,}03X_{13} +0{,}03X_{14} +0{,}09X_{21}+0{,}09X_{22} + 0{,}09X_{23} +0{,}09X_{24} +0{,}04X_{31}+0{,}04X_{32} +0{,}04X_{33} +0{,}04X_{34} +0{,}13X_{41}+0{,}13X_{42} +0{,}13X_{43} +0{,}13X_{44} <= 550$$

و هذا يعني أن جميع الكميات المنتجة سواء داخليا أو خارجيا تعالج في مرحلة التجميع داخل الشركة (الورشة "Assemblage")

أما الورشة "Finition" فينبغي التعبير عن طاقتها بقيدين لأن المتاح من ساعاتها ينقسم إلى ساعات عادية و ساعات إضافية :

$$0{,}04(X_{11}+ X_{13}) + 0{,}3(X_{21}+X_{23}) + 0{,}03(X_{31}+ X_{33}) + 0{,}13(X_{41}+ X_{43}) <= 500$$
$$0{,}04(X_{12} +X_{14}) + 0{,}3(X_{22} +X_{24}) + 0{,}03(X_{32}+ X_{34}) + 0{,}13(X_{42}+ X_{44}) <= 90$$

و بما أن الورشة"Conditionnement" تعالج جميع القطع المنتجة داخليا و خارجيا ؛في الساعات العادية و الإضافية نعبر عن طاقتها كما يلي :

$$0{,}03X_{11}+0{,}03X_{12} +0{,}03X_{13} +0{,}03X_{14} +0{,}05X_{21}+0{,}05X_{22} + 0{,}05X_{23} +0{,}05X_{24} +0{,}02X_{31}+0{,}02X_{32} +0{,}02X_{33} +0{,}02X_{34} +0{,}04X_{41}+0{,}04X_{42} +0{,}04X_{43} +0{,}04X_{44} <= 400$$

و أما الصفائح الحديدية المتاحة شهريا فتفرض القيد التالي :

$$0{,}1X_{11}+0{,}1X_{12}+0{,}5X_{21}+0{,}5X_{22} +0{,}4X_{41}+0{,}4X_{42} <= 500$$

و هو ما يعني أن القطع المنتجة بالتعاقد من الباطن لا تتحمل الشركة مستلزماتها من الصفائح الحديدية .

المبحث الثالث : حالات خاصة في البرمجة الخطية Particular Cases In LP .

في مسائل البرمجة الخطية نواجه أحيانا حالات خاصة ؛ سنشير إجمالا في هذا المبحث إلى أبرزها :

المطلب الأول : مسائل النقل The Transportation Problem

إن "مسألة النقل" هي حالة خاصة للبرمجة الخطية ؛ تتضمن بشكل عام البحث عن حل أمثل لمشكلة نقل منتج أو مجموعة منتجات من مصادر مختلفة إلى مصبات (وجهات) متعددة ، و للتوضيح نقدم المثال التالي :

لنفرض أن شركة " علاوة و إخوانه" لإنتاج البلاط لها ثلاثة مصانع (F_1,F_2,F_3) و تقوم بنقل منتجها إلى أربعة مخازن تمثل نقاط توزيع مختلفة (S_1,S_2,S_3,S_4) .

فإذا كانت طاقة المصانع هي على التوالي : 60، 40، 85 وحدة أسبوعيا (علما أن وحدة القياس هي 1000م^2) واحتياج المخازن هو :40، 50، 25، 70 ، و كانت تكاليف النقل من كل مصنع إلى كل مخزن كما يلي :

المصبات(المخازن) / المصادر(المصانع)	S_1	S_2	S_3	S_4
F_1	49	54	56	29
F_2	60	32	36	33
F_3	45	28	31	42

الجدول 29 : تكاليف النقل من المصانع إلى المخازن

المطلوب : ما هي خطة التوزيع المثلى ؟

إن هدف الشركة هو تدنية تكاليف التوزيع و التي تظهر في الجدول السابق ، فمثلا يكلف نقل وحدة واحدة من المصنع الأول (F_1) إلى المخزن الأول (S_1) : 49 دينارا .

إذا فرضنا بأن الكميات المنقولة من كل مصدر إلى كل وجهة هي (X_{ij}) ؛ تكون لدينا دالة الهدف :

$$Min(z) = 49X_{11} + 54X_{12} + 56X_{13} + 29X_{14} + 60X_{21} + 32X_{22} + 36X_{23} + 33X_{24} + 45X_{31} + 28X_{32} + 31X_{33} + 42X_{34}$$

حيث أن (X_{11}) هي الكمية المنقولة من المصدر الأول إلى المصب الأول ، و بضربها في التكلفة الوحدوية للنقل(49) نحصل على تكاليف نقل المنتج من ذلك المصدر إلى ذلك المصب .

و لدينا نوعان أساسيان من القيود :مجموعة تتعلق باحترام طاقة كل مصنع ، وأخرى تتعلق باحترام احتياج كل مخزن؛ فأما القيود الثلاثة الأولى فهي على الشكل :

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} = 60$$
$$X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} = 40$$
$$X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} = 85$$

و أما المجموعة الثانية فهي :

$X_{11}+ X_{21}+ X_{31} = 40$
$X_{12}+ X_{22}+ X_{32} = 50$
$X_{13}+ X_{23}+ X_{33} = 25$
$X_{14}+ X_{24}+ X_{34} = 70$
$X_{ij} >= 0 , i = 1…3, j = 1…4$

و هي مسألة برمجة خطية ذات قيود على شكل معادلات ؛ يمكن حلها بإضافة المتغيرات الإصطناعية إلى القيود للحصول على الصيغة القياسية ، غير أن "نموذج النقل" يسمح بحل المسألة بأسلوب بسيط دون اللجوء إلى أسلوب السمبلكس :

- نسعى أولا إلى تشكيل حل أساسي أولي Initial Feasible Solution ، و يتم ذلك بعدة طرق :
  - طريقة الركن الشمالي الغربي North West Corner Method
  - طريقة أدنى تكلفة Least Cost Method
  - طريقة فوجل Vogel's Method

و سنقتصر هنا على الطريقة الثانية " أدنى تكلفة" للحصول على الجدول المبدئي :

المخازن / المصانع	S_1	S_2	S_3	S_4	إجمالي الإنتاج
F_1	49	54	56	29 60	60
F_2	60 30	32	36	33 10	40
F_3	45 10	28 50	31 25	42	85
إجمالي الطلب	40	50	25	70	185 / 185

لقد قمنا في الجدول المبدئي السابق بتوزيع الكميات المتوفرة و التي تظهر في العمود الأخير لإشباع الكميات المطلوبة و التي تظهر في السطر الأخير منطلقين من أدنى تكلفة و هي (28) أي الخانة (F_3 ، S_2) أين تم إشباع طلب هذا المخزن و هو (50 وحدة) و بقي لدى المصنع طاقة توريد قدرها (85–50=35) يستطيع أن يمون بها مخزنا آخر ثم الخانة التي تليها (F_1 ، S_4) و هكذا ؛ مع السعي إلى إشباع الطلب دون تجاهل الكمية المتاحة (الموازنة بين احتياج العمود و الكمية المتوفرة في السطر) .

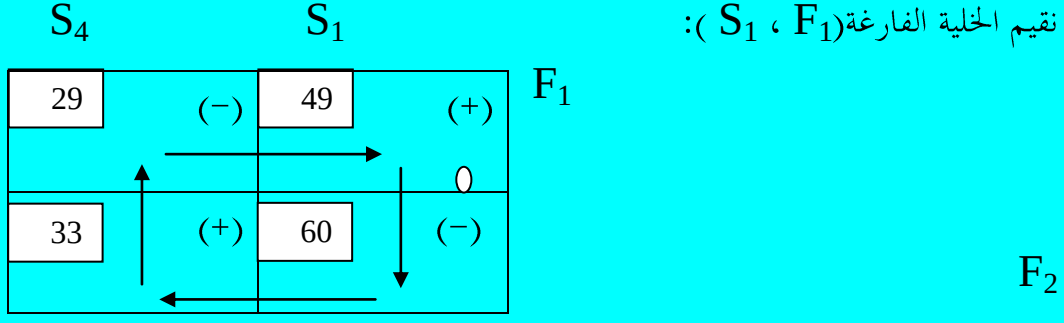
أما إجمالي تكاليف التوزيع وفق الخطة المبدئية فهو :

$$(31\times25)+(28\times50)+(45\times10)+(33\times10)+(60\times30)+(29\times60) = 6495$$

- يأتي بعد ذلك مرحلة محاولة تحسين الحل Improving The Solution و من ثم اختبار الأمثلية Optimality Test ؛ و هكذا حتى الوصول إلى الحل الأمثل .

و لدى محاولة تحسين الحل يطرح تساؤل مفاده : هل يمكن استغلال الخلايا الفارغة في جدول الحل المبدئي بحيث يؤدي ذلك إلى تخفيض التكاليف الإجمالية للتوزيع ؟

من أجل تقييم الخلايا الفارغة نتبع ما يعرف بـــ"طريقة القفز على الصخور Stepping-Stone Method" و التي تقوم على إعارة وحدة واحدة من خلية مشغولة إلى خلية فارغة و ملاحظة أثر ذلك على إجمالي التكاليف ، دعنا نقيم الخلية الفارغة(F_1 ، S_1):



إذا نقلنا وحدة من F_1 إلى S_1 ننقص وحدة من الخلية (F_2 ، S_1) لنحافظ على توازن العمود (مجموع طلب S_1 ينبغي أن لا يفوق 40) .

و بطرح وحدة من (F_2 ، S_1) يختل السطر F_2 ؛ لذلك نضيف وحدة إلى الخلية (F_2 ، S_4) و هو ما يؤدي إلى اختلال العمود S_4 ؛نطرح إذن وحدة من الخلية (F_1 ، S_4) ، و هكذا ينشأ المسار السابق .

أما التأثير على التكلفة فيحسب كما يلي :

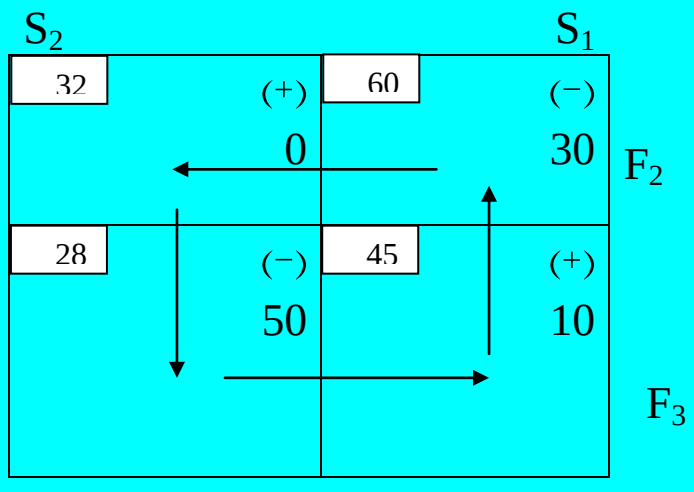
+49-60+33-29 = - 7

و هذا يعني أن نقل وحدة واحدة إلى هذه الخلية يترتب عليه تخفيض التكاليف بـــ 07 دنانير .

– تقييم الخلية الفارغة (F_2 ، S_2) :

11- = 60-45+28-32+

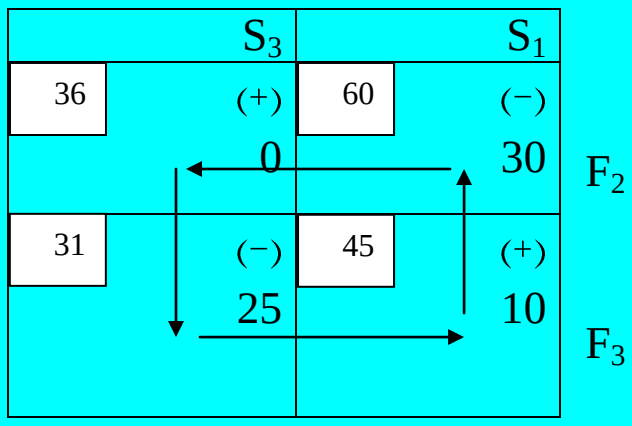
أي أن تخصيص وحدة واحدة لهذه الخلية يخفض التكاليف بـــ 11 دينارا .



- تقييم الخلية الفارغة (S_3 ، F_2) :

$+36-31+45-60 = -10$

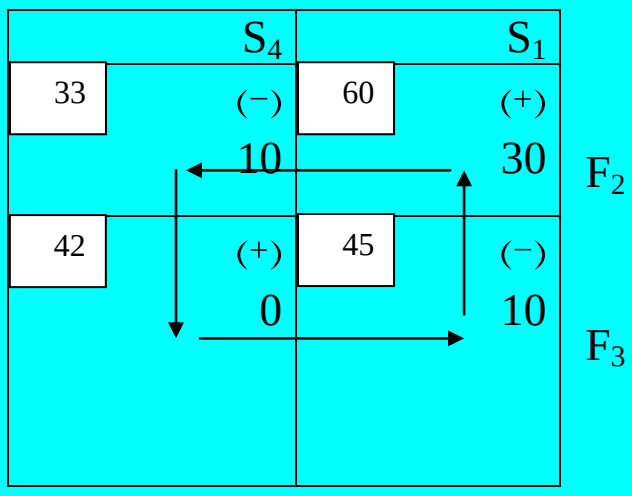
أي أن تخصيص وحدة واحدة إلى هذه الخلية يخفض التكاليف بـــ 10 دينار .



-تقييم الخلية (S_4 ، F_3) :

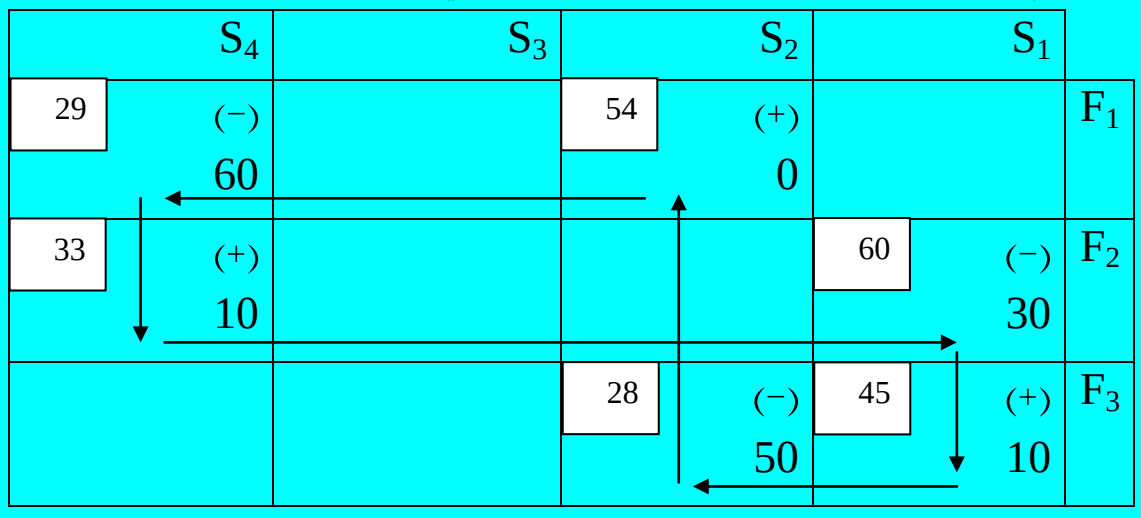
$+24 = -33 + 60-45+42$

نلاحظ أن تخصيص وحدة واحدة إلى هذه الخلية ينجر عنه ارتفاع تكاليف التوزيع بـــ 24 دينارا



- تقييم الخلية (F_1 ، S_2): مسار هذه الخلية هو كما يلي :

$+29-54$
$+60-33$
$-45+$
$+15=28$



- تقييم الخلية $(S_3 ، F_1)$:

	S_4	S_3	S_2	S_1	
29−56+					
60−33+	29 (−) 60	56 (+) 0			F_1
−45+					
14+=31	33 (+) 10			60 (−) 30	F_2
		31 (−) 25		45 (+) 10	F_3

إتضح لنا من عملية تقييم الخلايا الصفرية أن الخلية $(S_2 ، F_2)$ تحقق أكبر تخفيض للتكاليف ، لذا ينبغي استغلالها لكن يثار سؤال :ما عدد الوحدات التي ينبغي نقلها إلى هذه الخانة ؟

للإجابة ؛نرجع إلى مسار الخلية ، و نبحث تحديدا عن الخلايا ذات الإشارة السالبة :

الخلايا ذات الإشارة السالبة	**الكميات الموجودة بها**
$(S_1 ، F_2)$	**30**
$(S_2 ، F_3)$	**50**

يتم اختيار الخلية ذات الكمية الأقل ؛ أي $(S_1 ، F_2)$ ، ننقل محتواها (30وحدة) إلى الخلية $(S_2 ، F_2)$ و نطرح نفس الكمية من $(S_2 ، F_3)$ ؛ و نضيفها إلى $(S_1 ، F_3)$ للحفاظ على التوازن ، فيصبح المسار :

	S_2	S_1	
	32 30	60 0	F_2
	28 20	45 40	F_3

و هكذا يصبح جدول الحل الأساسي الأول :

المخازن / المصانع	S_1	S_2	S_3	S_4	إجمالي الإنتاج
F_1	49	54	56	29 60	60
F_2	60 0	32 30	36	33 10	40
F_3	45 40	28 20	31 25	42 0	85
إجمالي الطلب	40	50	25	70	185 / 185

و تكلفة هذه الخطة هي : $(29\times60)+(32\times30)+(33\times10)+(45\times40)+(28\times20)+(31\times25)=6165$

أي انخفضت بـــ : $6495-6165 = 330$ د .

نقوم مجددا بتقييم الخلايا الصفرية :

- $(S_1 ، F_1)$:

$45-49+$
$32-28+$
$4+=29-33+$

	S_1	S_2	S_3	S_4	
F_1	49 (+) 0			29 (−) 60	
F_2		32 (−) 30		33 (+) 10	
F_3	45 (−) 40	28 (+) 20			

- $(S_2 ، F_1)$:

$26+ = 29-33+32-54+$

	S_2	S_4	
F_1	54 (+) 0	29 (−) 60	
F_2	32 (−) 30	33 (+) 10	

- $(S_3 ، F_1)$:

31−56+
32−28+
−33+
25+=29

	S_4	S_3	S_2	
	29 (−) 60	56 (+) 0		F_1
	33 (+) 10		32 (−) 30	F_2
		31 (−) 25	28 (+) 20	F_3

- $(S_3 ، F_2)$:

1+ = 32−28+31−36+

	S_3	S_2	
	36 (+) 0	32 (−) 30	F_2
	31 (−) 25	28 (+) 20	F_3

- $(S_4 ، F_3)$:

13+ = 33−32+28−42+

	S_4	S_2	
	33 (−) 10	32 (+) 30	F_2
	42 (+) 0	28 (−) 20	F_3

و من عملية التقييم نلاحظ أنه لم تبق هناك فرصة لتحسين الحل ؛أي تخفيض التكاليف أكثر ، و عليه فالجدول السابق هو خطة التوزيع المثلى و تنص على :

- يحصل المخزن الرابع على كامل إنتاج المصنع الأول (60 وحدة) ؛ و بما أنه يحتاج إلى (70) وحدة يكمل الباقي (10 وحدات) من عند المصنع الثاني .

-يحصل المخزن الثالث على كامل احتياجه (25 وحدة) من المصنع الثالث ؛ الذي يبقى لديه فائض (85-60=25) يوجهه إلى المخازن الأخرى .

- يحصل المخزن الثاني على كامل فائض المصنع الثاني بعد تزويده للمخزن الرابع بـــ(10) وحدات (40-10=30) ؛ و لإكمال حاجته يأخذ (20) وحدة من المصنع الثالث الذي كان بقي لديه كما قلنا (60)وحدة ؛ و بالتالي يبقى لديه بعد ذلك (40) وحدة (60-20=40) .

- توجه الـــ(40) وحدة تلك إلى المخزن الأول ؛و هي مساوية تماما لاحتياجه .

أما إجمالي تكاليف التوزيع حسب هذه الخطة فهو : 6165 دينارا .

بعد العرض السابق يجدر أن نسجل الملاحظات التالية :

أ- "إن نموذج النقل يمكن أيضا أن يستعمل في حل المشاكل المتعلقة بمجالات تخطيط الإنتاج ؛ تخصيص الآلات و تحديد المواقع الإنتاجية"[1]

ب- يفترض نموذج النقل :

- تساوي العرض مع الطلب
- أن تتحقق في جدول الحل المبدئي أو أي جدول عبر سيرورة الحل ، المعادلة :

عدد المصادر (المصانع)+عدد المصبات(المخازن) -1= عدد الخلايا المشغولة .

فإذا اختل الشرط الأول نكون أمام حالة "إختلال توازن العرض مع الطلبUnequal Supply and Demand " ، أما إذا اختل الشرط الثاني (عدد الخلايا المشغولة < عدد المصادر + عدد المصبات – 1) فنكون أمام حالة " عدم الإنتظام Degeneracy" ، و هي حالات خاصة في نموذج النقل يتم تخطيها بأساليب لا يتسع المقام لشرحها .

المطلب الثاني : مسائل التخصيص The Assignment Problems .

تعتبر مسائل التخصيص حالة خاصة للبرمجة الخطية ؛ تتمثل في توزيع عدد من الموارد Sources (أفراد،آلات،...) على عدد من المهام Tasks أو الوظائف Jobs .بما يحقق تخصيصا أمثل (أدنى تكلفة ، أقل وقت ، أعلى كفاءة ، ...) .

و للتوضيح نقدم المثال التالي :

تستخدم ورشة " عبد الصمد " ستة أنواع من المخارط الصغيرة لصنع تشكيلة من ستة لوالب ، حيث يبين الجدول الموالي الزمن المستغرق من طرف كل مخرطة لصنع كل نوع من اللوالب ؛ مرمزين للمخرطة بـــ(M) و اللولب بـــ(B) :

[1] Amor Farouk Benghezal , Programmation linéaire, OPU , 2000 /Algérie P 139

و المطلوب :

كيف توزع الآلات المختلفة على المهام المختلفة بحيث يتم إنتاج تشكيلة اللوالب في أقصر وقت ممكن ؟

ما هو الوقت الكلي الأدنى للإنتاج إذا كانت الكمية المطلوبة من كل نوع هي (100) لولب ؟

	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6
M_1	13	24	31	19	40	29
M_2	18	25	30	15	43	22
M_3	20	20	27	25	34	33
M_4	23	26	28	18	37	30
M_5	28	33	34	17	38	20
M_6	19	36	25	27	45	24

الجدول 30 : أزمنة الصنع بالثواني

لحل مسألة التخصيص السابقة هناك عدة طرق ؛ سنركز هنا على أبرزها و أكثرها كفاءة و شيوعا و هي " الطريقة الهنغارية The Hungarian Method " المنسوبة إلى الرياضي المجري " كوهن Kuhn " ،و التي تنص على الخطوات التالية :

أ – إيجاد الأصفار : يطرح من عناصر كل سطر أصغر قيمة فيه ، ثم من الجدول الناتج يطرح من عناصر كل عمود أصغر قيمة فيه ؛ أي الحصول على جدول يحتوي على الأقل (صفرا) في كل سطر و عمود ، و في مثالنا :

	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6
M_1	0	11	18	6	27	16
M_2	3	10	15	0	28	7
M_3	0	0	7	5	14	13
M_4	5	8	10	0	19	12
M_5	11	16	17	0	21	3
M_6	0	17	6	8	26	5

←

	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6
M_1	0	11	12	6	13	13
M_2	3	10	9	0	14	4
M_3	0	0	1	5	0	10
M_4	5	8	4	0	5	9
M_5	11	16	11	0	7	0
M_6	0	17	0	8	12	2

ب – على الجدول السابق نقوم بتغطية الأصفار بأقل عدد ممكن من الأطر ؛ أي كما يلي :

B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6

M_1	0	11	12	6	13	13
M_2	3	10	9	0	14	4
M_3	0	0	1	5	0	10
M_4	5	8	4	0	5	9
M_5	11	16	11	0	7	0
M_6	0	17	0	8	12	2

ج - البحث عن حل أمثل : نقوم في هذه المرحلة بالمقارنة بين عدد الأطر الناتجة و عدد أسطر المسألة (و هو نفسه عدد الأعمدة)؛فإذا كان الأول أقل من الثاني فالحل غير أمثل ، أما إذا تحقق التساوي فالحل أمثل و نجري على أساسه التخصيص. في مثالنا نلاحظ وجود خمسة أطر و هو أقل من عدد الأعمدة (06) ما يعني أن الحل ليس أمثل ، ننتقل إذن إلى الخطوة التالية :

د- نطرح من القيم غير المغطاة بالأطر أصغر قيمة منها ، و نضيفها في الوقت نفسه إلى تقاطعات الأطر ،و من ثم نكرر الخطوة (ب) ، و في مثالنا أصغر قيمة غير مغطاة هي (4) ؛ نحصل إذن على الجدول الموالي :

	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6
M_1	0	7	8	6	9	13
M_2	3	6	5	0	10	4
M_3	4	0	1	9	0	14
M_4	5	4	0	0	1	9
M_5	11	12	7	0	3	0
M_6	4	17	0	12	12	6

نلاحظ أن عدد الأطر لا يزال أقل من عدد الأعمدة ؛ نكرر إذن الخطوة (د) ثم الخطوة (ب):

	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6
M_1	0	6	8	6	8	13
M_2	3	5	5	0	9	4
M_3						
	5	0	2	10	0	15
M_4						
	5	3	0	0	0	9
M_5	11	11	7	0	2	0
M_6						
	4	16	0	12	11	6

نلاحظ أن مجموع الأطر صار مساويا لمجموع الأعمدة و هو ما يعني أننا أمام الحل الأمثل ، نقوم الآن بإجراء التخصيص بدءاً من السطر الذي يحتوي على أقل عدد من الأصفار (السطر الأول) مع حذف العمود المقابل لذلك الصفر لأنه لا يمكن تخصيص أكثر من آلة للوظيفة الأولى (إنتاج اللولب b_1) ؛ و عليه تكون خطة التخصيص المثلى:

- الآلة الأولى (M_1) توجه إلى إنتاج اللولب الأول (B_1) .
- M_2 توجه إلى إنتاج B_4 .
- M_6 توجه توجه إلى إنتاج B_3 .
- M_4 توجه توجه إلى إنتاج B_5 .
- M_3 توجه توجه إلى إنتاج B_2 .
- M_5 توجه توجه إلى إنتاج B_6 .

و بالتعويض في جدول الأزمنة السابق نحصل على الزمن الكلي المستغرق لإنتاج اللوالب :

$13\times100 + 15\times100 + 25\times100 + 37\times100 + 20\times100 + 20\times100 = 13000$ ثانية أي : 216.67 دقيقة .

المطلب الثالث :حالات تتعلق بسيرورة الحل .

قد نصادف في مسائل البرمجة الخطية حالات تتعلق بسيرورة الحل أبرزها :

الفرع الأول : برنامج غير عملي No Feasible Solution

و يطلق أيضا على هذه الحالة " مسألة غير ممكنة الحل " ، و تحصل هذه المشكلة عموما:

- عندما يكون هناك تناقض بين قيدين على الأقل ؛ لنلاحظ مثلا نظام القيود التالي :

$$\begin{cases} 2X_1 + 6X_2 \leq 12 \\ X_2 \geq 3 \\ X_1, X_2 \geq 0 \end{cases}$$

كيف يمكن للمتغير(X_2) أن يكون أكبر أو يساوي (3) و يحقق في الوقت نفسه القيد الأول ؟!

إن هذه الحالة تدل على خطإ في بناء النموذج أي في الصياغة الرياضية للمشكلة .

- كما تنشأ هذه المشكلة عندما يكون لدينا متغير وهمي Artificial Variable واحد أو أكثر في الأساس في جدول الحل الأمثل ؛ لأن دور هذا النوع من المتغيرات يقتصر على المساعدة في تركيب حل مبدئي قاعدي؛ و لا ينبغي أن تظهر في النهاية داخل الأساس .

الفرع الثاني : حالة الحلول المثلى البديلة Alternative Optimal Solutions

نكون أمام هذه الحالة إذا كان لدينا حل تختلف فيه قيم المتغيرات القرارية (X_j) مع بقاء قيمة دالة الهدف ثابتة و علامة هذه الحالة أن يظهر الصفر (0) في سطر دالة الهدف في الجدول الأمثل .

الفرع الثالث : حالة 'منطقة حلول ممكنة غير محدودة A Problem With an Unbounded Solution '

تحصل هذه المشكلة عندما يتعذر وجود عنصر يمكن أن يكون عنصر ارتكاز ؛ نظرا لكون جميع عناصر عمود الإرتكاز أقل أو تساوي الصفر ما يجعل اختيار المتغيرة التي تخرج من الأساس متعذرا ، لأن الخوارزمية تشترط مقابلتها لأصغر نسبة موجبة بين عمود الثوابت و عمود الإرتكاز .

الفرع الرابع :الإنحلال Degeneracy

و تحصل هذه الحالة عندما نكون أمام متغيرتين مرشحتين للخروج أو للدخول إلى الأساس ، و هنا نختار واحدة عشوائيا .

الفرع الخامس : حالة حياد أحد القيود Redundant Constraint

قد نصادف في بعض المسائل حالات يكون فيها أحد القيود زائدا عن الحاجة ، أي أن وجوده غير ضروري ؛ لنلاحظ نظام القيود التالي :

$$\begin{cases} X_1 \geq 18 \\ X_1 \geq 26 \end{cases}$$

التمثيل البياني للقيدين يظهر أن القيد الأول حيادي لا يؤثر في المسألة لأنه محجوب بالثاني ؛ و لذلك يستحسن حذفه من المسألة .

بعد أن تناولنا مختلف طرق حل مسائل البرمجة الخطية ، يبرز تساؤل و هو : ماذا لو كانت قيم الحل الذي نبحث عنه تعبر عن وحدات غير قابلة للتجزئة ؟ و بعبارة أخرى : لنفرض–مثلا– أننا نبحث عن الكميات المنتجة من الكراسي و الطاولات التي تعظم ربح شركة لتصنيع الأثاث ، هل نقبل أن يعطينا البرنامج الخطي نتيجة تقول (2.25 كرسيا) و (09.07 طاولة) ؟

هذا ما يقودنا إلى شكل آخر من أشكال البرمجة الرياضية يعرف بـــ " برمجة الأعداد الصحيحة " .

المبحث الرابع : برمجة الأعداد الصحيحة Integer-Programming

نحتاج إلى هذا النوع من البرمجة الرياضية عندما تكون القيم التي نبحث عنها غير قابلة للتجزئة ، ففي المثال السابق يتحتم علينا أن ننتج إما (12) كرسيا و إما (13) و كذا إما (09)طاولات و إما (10) .

تقوم "برمجة الأعداد الصحيحة " على طورين أساسيين :

1 - نقوم بحل المسألة بالطرق السابقة التي رأيناها ، فإذا حصلنا على حل قيمه صحيحة لا مشكلة حينها ؛ أما إذا كان بعض المتغيرات غير صحيح ، نلجأ عندها إلى الطور الثاني للتخلص من الفواصل .

2 - نقوم هنا بحصر المتغير ذي القيمة غير الصحيحة بين القيمتين الصحيحتين اللتين يقع بينهما ؛ و من ثم نطبق ما يعرف بـــ "أسلوب التفريع و التحديد Branch and Bound Method" و الذي يقوم على تفريع المسألة إلى مسألتين ؛ الأولى يضاف إليها قيد يفرض أن يكون ذلك المتغير أكبر من أو يساوي الحد الأعلى للمجال المحصور فيه ، أما الثانية فهي نفس المسألة مضافا إليها قيد يفرض أن يكون المتغير المعني أصغر من أو يساوي الحد الأصغر للمجال السابق ، ثم نختار من بينهما المسألة التي تعطي أفضل قيمة لدالة الهدف (حسب الحالة (تعظيم أو تدنية) ، فإذا انتهت مشكلة الفواصل نكون أمام الحل النهائي و إلا نقوم بتفريع المسألة من جديد على نفس المنوال حتى نصل إلى الحل النهائي بالقيم الصحيحة ، و للتبسيط نأخذ المثال التالي :

$$Max(z) = 5x + 3y + 2w$$
$$2x + y + 2w \le 18$$
$$3x + 2y + w \le 15$$
$$2x + 2y + 3w \le 15$$
$$x, y, w \ge 0$$
$$x, y, w \in \mathbb{Z}$$

نلاحظ في المسألة السابقة وجود شرط جديد و هو أن تكون جميع المتغيرات تنتمي إلى الأعداد الصحيحة ، نقوم بحل المسألة بالطرق السابق شرحها فنحصل على النتائج التالية :

$$z = 25.71$$
$$x = 4.29, y = 0, w = 2.14$$

و بما أن هناك قيما غير صحيحة و هو ما يخالف أحد قيود المسألة ؛ نلجأ إلى أسلوب التفريع :

$$4 < x < 5$$

1 - نضيف إلى المسألة القيد : ($x \le 4$) فنحصل على النتائج التالية:

$$z = 25.5$$
$$x = 4, y = 0.5, w = 2$$

2 - نضيف إلى المسألة بدلا من القيد السابق ؛ القيد :($x \ge 5$) فنحصل على النتائج التالية :

$$z = 25$$

$$x = 5, y = 0, w = 0$$

نفاضل بين النتيجتين ؛ و بما أننا في مسألة تعظيم نختار الفرع الأول لأن ($25.5 > 25$) غير أن هناك متغيرا يخل بشرط كون القيم صحيحة ، لذلك نفرع المسألة من جديد :

1-1) $y \leq 0$ مرفوضة لأنها تخل بشرط اللاسالبية

2-1) $y \geq 1$ و نعيد حل المسألة.

نجد في النهاية النتائج التالية :

$$z = 25$$

$$x = 5, y = 0, w = 0$$

و هي جميعا أعداد صحيحة .

خلاصة الفصل :

رأينا في هذا الفصل أن البرمجة الخطية هي تقنية من تقنيات بحوث العمليات تستهدف الوصول إلى القيمة المثلى (القصوى أو الدنيا) لدالة تعبر عن هدف يراد تحقيقه في ظل قيود تعبر عن إمكانات ليس في المستطاع تخطيها أو معطيات سوقية ينبغي احترامها أو مواصفات فنية في المنتج ينبغي توفرها .

إن أهم مرحلة في تطبيق البرمجة الخطية هي "بناء النموذج" أي تحويل المشكلة من الصياغة الأدبية إلى الصياغة الرياضية، أما عن طرق الحل فإن خوارزمية السمبلكس تعتبر أسلوبا واسع الإنتشار و بالغ الفعالية ؛ يقوم على الإنطلاق من حل مبدئي يتم تحسينه وفق خطوات حتى الوصول إلى الحل الأمثل .

يبنى الحل المبدئي بعد تحويل المسألة من الشكل القانوني Canonical Form أين تظهر كل قيود المسألة على شكل أصغر أو يساوي ($\geq$) في حالة التعظيم (Max) و على شكل أكبر أو يساوي ($\leq$) في حالة التدنية (Min) ؛ إلى الشكل القياسي Standard Form أين يتم تحويل المتراجحات إلى معادلات عبر إدخال متغيرات مكملة (متغيرات الفجوة Slack Variables فقط ، أو متغيرات الفجوة مع المتغيرات الإصطناعية في حالة قيود من نوع "أكبر أو يساوي" أو المتغيرات الإصطناعية وحدها في حالة " يساوي ") بهدف الإنطلاق في الجدول المبدئي من متغيرات ذات معاملات موجبة تكون في الأساس .

كما رأينا نواح شتى لتطبيقات البرمجة الخطية ، و بعض الإعتلالات التي قد تصيب البرنامج الخطي ، و تطرقنا أخيرا إلى معالجة مشكلة عدم قابلية المتغيرات للتجزئة و هو ما قادنا إلى "برمجة الأعداد الصحيحة" .

الفصل الرابع

دراسة ميدانية في الشركة الجزائرية للألمنيوم- المسيلة

(بناء نموذج لعمليات تقطيع الألمنيوم)

الفصل الرابع : دراسة ميدانية في الشركة الجزائرية للألمنيوم

تمهيد : نحاول في هذا الفصل تطبيق تقنية البرمجة الرياضية في الشركة الجزائرية للألمنيوم بالمسيلة ، محاولين حل مشكلة من مشاكل إدارة النشاط الإنتاجي ، و ذلك وفق الخطة التالية :

I - التعريف بميدان الدراسة :

1- التعريف بالميدان العام للدراسة :

أ- لمحة تاريخية عن المؤسسة

ب- لمحة تنظيمية

ج- النشاط و المنتجات

د- المعايير و مستوى الجودة

هـ- سيرورة العملية الإنتاجية

2- الميدان الخاص للدراسة

II – أدوات جمع المعلومات اللازمة للدراسة :

1- الملاحظة

2- المقابلة

3- الوثائق الخاصة بالشركة

III – منهجية الدراسة :

1-الأسلوب المتبع

2- العينة المختارة

3- تحديد الإحتياج من المدخلات

4- تنفيذ العمل حسب الأسلوب القائم في المصنع

5- نتائج أسلوب التقطيع المطبق

6- تنفيذ العمل باستخدام نموذج قائم على البرمجة الرياضية

أ-تحديد الإحتياج

ب-تشكيل مخططات التقطيع الممكنة

ج-بناء النموذج

د-حل المسألة

IV- نتائج الدراسة

I- التعريف بميدان الدراسة

1- التعريف بالميدان العام للدراسة

أ- لمحة تاريخية عن المؤسسة :

أنجزنا هذه الدراسة بـــ " وحدة البثق و التغطية و تذويب الألمنيوم (EARA) بالمسيلة ،التابعة للشركة الجزائرية للألمنيوم ALGAL ، و التي هي بدورها فرع من "الشركة الوطنية للعدانة و تحويل المعادن غير الحديدية METANOF" الواقعة بولاية تلمسان .

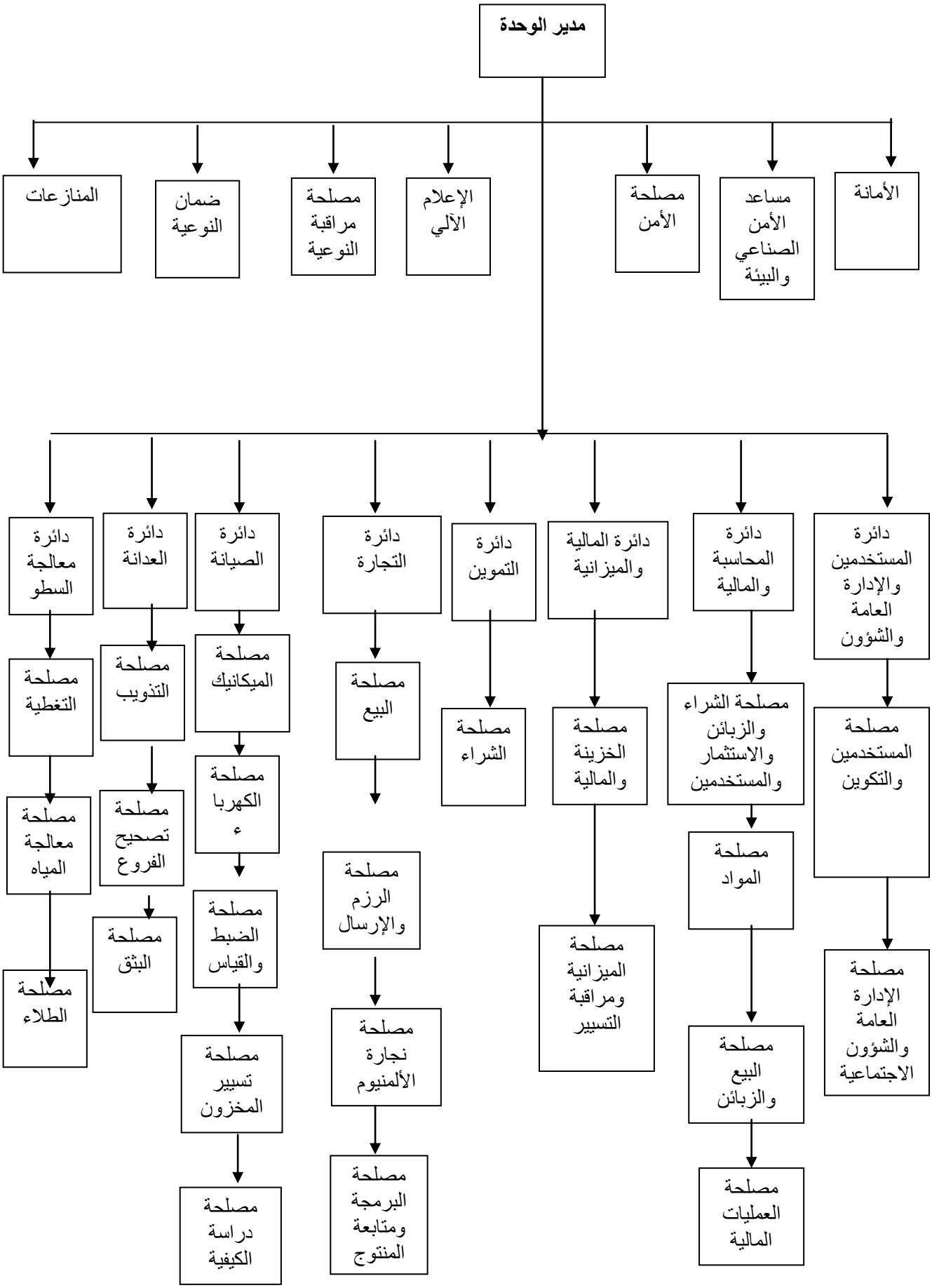
إنطلقت أشغال إنجاز "الشركة الجزائرية للألمنيوم ALGAL" في 1983/03/01 من طرف شركة يابانية ، لتبدأ الإنتاج في سنة 1985 ، و ابتداءً من 1998/05/24 تأسست كشركة ذات أسهم .

ب- لمحة تنظيمية :

يقع المقر الإجتماعي (المديرية العامة) لشركة ALGAL بالدار البيضاء (الجزائر العاصمة) ، و إضافة إليه تتألف الشركة من خمس (05) وحدات :

- مصنع البثق و التغطية و الدهن و تذويب الألمنيوم EARA : يقع بالمنطقة الصناعية في ولاية المسيلة ، تبلغ طاقته الإنتاجية (5500 طن سنويا) و هي الوحدة التي تمت فيها الدراسة .
- أربع (04) وحدات للنجارة و إعادة بيع الألمنيوم ؛ و التي تشكل شبكة توزيع ، و الموزعة على التراب الوطني كما يلي:
  - بالنسبة للوسط: وحدة النجارة و إعادة بيع الألمنيوم بالجزائر العاصمة (MRA/ALGER)
  - بالنسبة للغرب : وحدة النجارة و إعادة بيع الألمنيوم بالغزوات ، و وهران (MRA/GHAZ,et MRA/ORAN)
  - بالنسبة للشرق : وحدة النجارة و إعادة بيع الألمنيوم بعنابة (MRA/ANNABA)

يبلغ رأسمال الشركة (290000000.00 دج) على شكل أسهم تحت ملكية المؤسسة " METANOF" ، و الشكل الموالي يعبر عن هيكلها التنظيمي :



الشكل 17 : الهيكل التنظيمي للوحدة الإنتاجية – المصدر : ALGAL وحدة EARA – المسيلة / المصلحة التجارية

ج – النشاط و المنتجات :

يقوم نشاط الشركة ALGAL على محورين أساسيين :

– إنتاج كل أشكال مجنبات (Profilés) الألمنيوم على مستوى المصنع الواقع بالمسيلة باستخدام تقنيات البثق (Extrusion) اعتمادا على أسطوانات و سبائك الألمنيوم الخام المستوردة من مصر و إسبانيا و الإمارات العربية ، إضافة إلى إعادة تذويب فضلات الألمنيوم ، و من أبرز المنتجات في هذا السياق :

* المجنبات الطبيعية Profilés Aluminium Nus
* المجنبات المغطاة Profilés Aluminium Anodisés
* المجنبات الملونة Profilés Colorés

و الصور و الأشكال التالية تقدم نماذج عن المجنبات المنتجة :

Profilé laqué

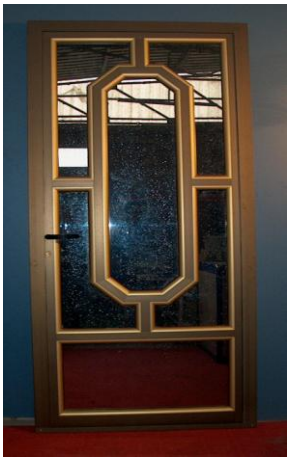
Profilé bronze poli

Profilé doré poli

الصورة 1 : نماذج من المجنبات – المصدر : شركة ALGAL .وحدة EARA المسيلة / المصلحة التجارية .

– أما المحور الثاني لنشاط الشركة فيتمثل في "نجارة الألمنيوم" أي إنشاء و تنصيب إنشاءات (Ouvrages) الألمنيوم (أبواب ، نوافذ ...) بواسطة وحدات النجارة و إعادة بيع الألمنيوم ، و تعرف الطاقة الإنتاجية الخاصة بالنجارة نموا مطردا ، حيث أنها تتيح تحويل ما يقرب من 30% من الإنتاج (تحويل المجنبات إلى إنشاءات) ، و فيما يلي نماذج من تلك المنتجات:

الصورة 2 : نماذج من إنشاءات الألمنيوم – المصدر السابق



د – المعايير و مستوى الجودة :

يخضع الألمنيوم المحول في الشركة للمعايير الفرنسية ؛ و تحديدا المعيار (NF EN 573-3) ، حيث أن تركيبته الكيميائية هي كما يلي :

السيليسيوم (Si) = %0.60-0.30

النحاس (Cu) = %0.10 على الأكثر

المغنزيوم (Mg) = %0.60-0.35

الزنك (Zn) = %0.15 على الأكثر

الحديد (Fe) = %0.30-0.10

منغنيز (Mn) = %0.10 على الأكثر

كروم (Cr) = %0.05 على الأكثر

تيتانيوم (Ti) = %0.10 على الأكثر

عناصر أخرى (إجمالي) = %0.15 على الأكثر

و نظرا لمستوى الجودة المحقق فقد حازت الشركة على شهادة "ISO 9002"(Version94) في جوان 2002 و شهادة "ISO 9002"(Version 2000) في جويلية 2004

هـــ– سيرورة العملية الإنتاجية :

تتضمن عملية تصنيع المجنبات خمس (05) مراحل أساسية :

- المرحلة الأولى :التذويب Fonderie

في هذه الورشة يتم إنتاج أسطوانات من الألمنيوم قطرها (172مم) و (216مم)

- المرحلة الثانية :البثق Extrusion

تتمثل في تصنيع جميع أنواع المجنبات من خلال البثق بالحرارة (450-500°م) عبر خطين مجهزين بمكبسين طاقتهما (1600 طن) و (2500 طن)

- المرحلة الثالثة :الأنودة Anodisation

تتمثل "الأنودة" في عملية أكسدة مضبوطة لسطوح المجنبات و ذلك عن طريق تكوين طبقة "ألومينAlumine" (Al_2O_3) سمكها ما بين (18) إلى (25) ميكرون ، و هي ضامّة للغاية تتيح للألمنيوم مقاومة ممتازة للمؤثرات المناخية و تساهم في زيادة مدة حياته .

- المرحلة الرابعة : الطلاء Laquage

تتمثل عملية "الطلاء" في تغليف السطوح بطبقة رقيقة بسمك 60 إلى 80 ميكرون ؛ باستخدام مسحوق قابل للتصلب بالحرارة ، و ذلك بعد تحضير السطوح المعنية ؛ حيث تسمح هذه العملية بالحصول على تشكيلة كبيرة من الألوان

العمليتان الأخيرتان (الأنودة و الطلاء) تؤمنان للألمنيوم حماية طويلة ضد عوامل الإهتراء ؛و تسمحان بتعدد ألوانه

- المرحلة الخامسة :الجلي Polissage

يتمثل "الجلي" في معالجة ميكانيكية من أجل إعطاء مظهر براق للمجنبات .

2- الميدان الخاص للدراسة :

بناءً على نتائج المقابلة و النقاش مع المسؤولين الذين التقيناهم وقع اختيارنا من بين مختلف أقسام الشركة على مصلحة "نجارة الألمنيوم "

II- مصادر و أدوات جمع المعلومات اللازمة للدراسة

1 - الملاحظة : إنصب اهتمامنا في هذا السياق على القيام بأخذ نظرة عامة عن مجريات العملية الإنتاجية و التأمل في مختلف حلقاتها و محاولة إجراء تقييم مبدئي لمستوى الأداء في كل حلقة .

2 - المقابلة : في هذا السياق قمنا بمقابلة بعض المسؤولين في عدة أقسام ؛ محاولين معرفة آرائهم عن سيرورة العملية الإنتاجية و الظواهر التي تتخللها و من ثم المحاور التي يرونها ذات أهمية في هذا الشأن ، و بناءً عليه وقع اختيارنا على مصلحة " نجارة الألمنيوم" كميدان للدراسة كما أسلفنا .

3 - الوثائق الخاصة بالشركة ، و فيما يخص الجانب القياسي من الدراسة اعتمدنا على وثائق أبرزها "ورقة الصنع" التي سنقدم نماذج منها لاحقا .

III- منهجية الدراسة :

أ- الأسلوب المتبع : إعتمدنا في هذه الدراسة أسلوب "المقارنة" بين نتائج النموذج المقترح المبني على البرمجة الرياضية ، و طريقة العمل المطبقة في المصنع و التي تتمثل في تنفيذ العمل أو إنجاز الطلبية وحدة بعد وحدة .

ب –العينة المختارة : إخترنا في هذا السياق عينة تتمثل في حصة إنتاجية تتكون من (10) أبواب المعروفة تحت الرمز (PB002) و أربعة عشر بابا تحت الرمز (PB204) و هي من أكثر المنتجات رواجا، أما القياسات فهي بالنسبة للنوع الأول (0.9 متر عرضا/2.2 متر ارتفاعا) و بالنسبة للنوع الثاني (1.8مترعرضا /2.2 متر ارتفاعا) و وثائق الصنع التالية تبين المنتجين :

المصدر : شركة ALGAL - وحدة الإنتاج بالمسيلة (EARA) –مصلحة نجارة الأمنيوم

PORTE BATTANTE PB002 1 VENTAIL SERIE 42

CODE PB002

Choisissez le Dormant :	42140
Choisissez la Parclose :	42514
la Traverse basse :	42140

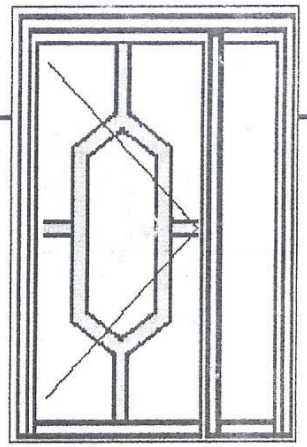
42140, 42102, 42103 ou 112174
42114, 42514, 42131, 170113, ou 170114
42140 ou 42134

Tapez la Largeur	L =	1000
Tapez la Hauteur	H =	1200

Maxi : 900
Maxi : 2300

		Pds Th/m	Prix/ m	Long Tot	Pds Tot	Montant T	
DORMANT	42140	0.952	289.49	3.400	3.237	984.27	(L + 2 H) / 1000
TRAV. BASSE	42140	0.952	289.49	0.870	0.828	251.86	(L - 130) / 1000
PARCLOSE	12514	0.257	79.94	3.558	0.914	284.43	(L - 206 + H - 215) * 2 / 1000
OUVRANT	12105	1.157	348.9	3.212	3.716	1120.67	((L - 86) + 2*(H - 51)) / 1000
TRAV. INTERM	42119	2.181	647.85	0.870	1.897	563.63	(L - 130) / 1000
	42145	0.501	149.21	0.914	0.458	136.38	(L - 86) / 1000
	42141	0.192	59.95	3.252	0.624	194.96	((L - 74) + 2*(H - 37)) / 1000
	42141	0.192	59.95	3.140	0.603	188.24	((L - 110) + 2*(H - 75)) / 1000
TOTAUX					12.278	3724.42	

PORTE BATTANTE PB204 2 VENTAUX SERIE 42



Choisissez le Dormant : 42140 — 42140, 42102, 42103 ou 112174
Choisissez la Parclose : 42514 — 42114, 42514, 42131, 170113, ou 170114
la Traverse basse : 42140 — 42140 ou 42134

Tapez la Largeur	L =	1000
Tapez la Hauteur	H =	1200

Maxi : 1800
Maxi : 2300

CODE **PB204**

		Pds Th/m	Prix/ m	Long Tot	Pds Tot	Montant T	
DORMANT	42140	0.952	289.49	3.400	3.237	984.27	(L + 2 H) / 1000
TRAV. BASSE	42140	0.952	289.49	1.948	1.854	563.93	(2*(L / 2 - 78.5) + (H - 95) / 1000
PARCLOSE	42514	0.257	79.94	5.722	1.471	457.42	(4*(L / 2 - 54.5) + 4*(H - 215) / 1000
PARCLOSE	42514	0.257	79.94	4.400	1.131	351.74	(L + H)*2 /1000
OUVRANT	42105	1.157	348.9	4.378	5.065	1527.48	(2*(L / 2 - 34.5) + 3*(H - 51) / 1000
TRAVERSES	42107	1.076	327.59	3.200	3.443	1048.29	(2 L + H) /1000
	42145	0.501	149.21	0.931	0.466	138.91	(L / 2 - 34.5) * 2 / 1000
	42141	0.192	59.95	3.252	0.624	194.96	((L - 74) + 2*(H - 37)) / 1000
	42141	0.192	59.95	4.258	0.818	255.27	(2*(L / 2 - 58.5) + 3*(H - 75) / 1000
	42150	0.327	96.72	1.149	0.376	111.13	(H - 51) / 1000
TOTAUX					18.485	5633.39	

ج – تحديد الإحتياج من المدخلات:

نقرأ في وثيقة الصنع الخاصة بالمنتج الأول (الباب PB002) المبينة سابقا في السطر الأول/العمود الأول من الجدول –مثلا- : "42140" و هي ترميزة لشكل من أشكال المجنبات ، أي أن هذا العمود يشير إلى أشكال المجنبات المستعملة في صنع الباب ؛ و تشير الصيغ الحسابية التي تظهر بمحاذاة الجدول إلى مقاسات القطع المستخدمة من كل شكل ، حيث تتحكم فيها متغيرتان :("L" و ترمز إلى عرض الباب المطلوب و "H" ترمز لارتفاعه)، لدينا مثلا : (L+2H)/1000 : أي قطعة واحدة من المجنبات (42140) طولها مساو لعرض الباب المطلوب + قطعتين من نفس النوع طول كل واحدة مساو لارتفاع الباب ، و لأن القياس هنا بالميليمتر نقسم على (1000) لنحصل على الطول الإجمالي لتلك القطع بالمتر . أما المجنبات (42514) مثلا فالصيغة التالية تلخص احتياجنا منه :

2/1000*(L-206+H-215) أي : قطعتان طول كل واحدة منهما (عرض الباب منقوصا منه 206مم) + قطعتان طول كل واحدة منهما (إرتفاع الباب المطلوب منقوصا منه 215مم) ، و هكذا نحدد المدخلات اللازمة للمنتجين و هو ما يبينه الجدول التالي :

	المنتجات		الباب PB002			الباب PB204			
مجنبات	42140	المقاس(مم)	900	2200	770	1800	2200	821.5	2105
		العدد	1	2	1	1	2	2	1
	42141	المقاس	826	2163	790	2125	1726	2163	841.5	2125
		العدد	1	2	1	2	1	2	2	3
	42514	المقاس	694		1985		1800	2200	845.5	1985
		العدد	2		2		2	2	4	4
	42105	المقاس	814		2149		865.5		2149	
		العدد	1		2		2		3	
	42145	المقاس	814				865.5			
		العدد	1				2			
	42107	العدد	/				1800		2200	
		المقاس	/				2		1	
	42119	المقاس	770				/			
		العدد	1				/			
	42150	المقاس	/				2149			
		العدد	/				1			

– الجدول 31 يبين القطع الداخلة في صنع المنتجين . المصدر : من إعداد الطالب اعتمادا على وثيقتي الصنع السابقتين .

يوضح الجدول السابق أطوال القطع المطلوبة من كل نوع من مجنبات الألمنيوم و العدد اللازم ، و ذلك لصنع وحدة واحدة فالمجنبات (42140) نحتاج منها إلى قطعة طولها (770مم) و أخرى طولها (900مم) و قطعتين (2200مم) لإنشاء باب من النوع (PB002) و نحتاج منها إلى :قطعة (1800مم) + قطعتين (2200مم) + قطعتين (821.5مم) + قطعة (2105مم) لإنشاء باب من النوع (PB204) .

سنركز في هذه الدراسة على قياس تأثير إنتاج الكمية السابقة (14 بابا من النوع PB204 + 10 أبواب PB002) على المدخلات ، مهملين الـــمُدخَلين الأخيرين من المجنبات (42119 و 42150) لأن القطع المطلوبة منها لا تتيح تعدد خيارات التقطيع .

د – تنفيذ العمل حسب الأسلوب المطبق في المصنع :

إنطلاقا من الملاحظة التي أجريناها و النقاش مع المسؤولين في مصلحة النجارة ؛ تبين لنا أن الأسلوب المطبق في تنفيذ العمل يقوم على المبادئ التالية :

– صنع المنتجات المطلوبة وحدةً بعد وحدة .

– محاولة تقطيع مجنبات الألمنيوم وفق أفضل طريقة (من حيث قلة الفاقد)،علما أن طول المجنبات ثابت و هو ستة (06) أمتار .

– السعي إلى استغلال القطع المتبقية قدر الإمكان

– بشكل عام لا تعتبر القطعة التي طولها يساوي أو يفوق (500مم) ضمن الفاقد ، إذ تتم الإستفادة من تلك القطع في الطلبيات اللاحقة ، غير أن القطع المتبقية التي يقل طولها عن ذلك الحد تتضاءل فرص استخدامها مجددا .

لنشرع الآن في تنفيذ العمل على خطوات ؛ تعبر كل خطوة منها عن " وحدة منتجة " و ذلك في ضوء المبادئ السابقة :

1- إنشاء الباب الأول PB002

نوع المجنبات	باقي الخطوة السابقة	الإحتياج		خطة التقطيع	باقي قابل للإستعمال	فاقد	عدد المجنبات المقطعة
		المقاس	العدد				
42140	/	900	1	700=(900)-(2×2200)-6000	700		1
		2200	2	5230=(770)-6000	5230		1
		770	1				
42141	/	826	1	58=(790)-(826)-(2×2163)-6000		58	1
		2163	2	1750=(2×2125)-6000	1750		1
		790	1	/			
		2125	2				
42514	/	694	2	642=(2×1985)-(2×694)-6000	642		1
		1985	2				
42105	/	814	1	888=(814)-(2×2149)-6000	888		1
		2149	2				
42145	/	814	1	5186=(814)-6000	5186		1

(جداول تقطيع مجنبات الألمنيوم) . المصدر : من إعداد الطالب بناء على المعلومات المقدمة من طرف مسؤولي مصلحة "النجارة" .

يسجل القسم الأول من الجدول (42140) احتياج الباب من النوع PB002 من الألمنيوم (42140) ، و هو كما يظهر في الجدول :قطعة واحدة ذات طول 900مم ، قطعتان 2200مم و قطعة واحدة 770مم ، أما العمود "خطة التقطيع " فيظهر كيفية تقطيع المجنبات لتأمين مختلف القطع ، و يظهر العمود "باقي قابل للإستعمال" القطع المتبقية التي يمكن أن نقتطع منها قطعا تستعمل في وحدة أخرى منتجة من نفس السلعة أو من سلعة مختلفة ، أما "الفاقد" فهو القطع المتبقية بعد التقطيع و التي لا يمكن-عموما- أن تستخدم نظرا لقصرها ، و يشير العمود "عدد المجنبات المقطعة " إلى العدد اللازم من كل نوع لتأمين الإحتياج من القطع ، و هكذا نتابع عملية التقطيع :

2- إنشاء الباب الأول PB204

نوع المجنبات	باقي الخطوة السابقة	الإحتياج		خطة التقطيع	باقي قابل للإستعمال	فاقد	عدد المجنبات المقطعة
		المقاس	العدد				
42140	5230	1800	1	8.5=(821.5)-(2×2200)-5230	1273.5	8.5	/
		2200	2	1273.5 =(1800)-(2105)-(821.5)-6000			
		821.5	2				1
		2105	1				
42141	1750	1726	1	24=(1726)-1750		24	/
		2163	2	67=(2×841.5)-(2×2125)-6000		67	1
		841.5	2	1674=(2×2163)-6000	1674		1
		2125	3	3875=(2125)-6000	3875		1
42514	/	1800	2	45=(3×1985)-6000	4309	45	1
		2200	2	15=(1800)-(2200)-(1985)-6000		15	1
		845.5	4	309=(2×845.5)-(1800)-(2200)-6000		309	1
		1985	4	4309=(2×845.5)-6000			1
42105	888	865.5	2	22.5=(865.5)-888	836.5	22.5	/
		2149	3	836.5=(2×2149)-(865.5))-6000	3851		1
				3851=(2149)-6000			1
42145	5186	865.5	2	3455=(2×865.5)-5186	3455		/
42107	/	1800	2	200=(2200)-(2×1800)-6000		200	1
		2200	1				

في هذا الجدول قمنا باستغلال القطعة المتبقية من جدول التقطيع السابق بالنسبة للمجنبات (42140) و التي كان طولها (5230مم) حيث اقـــتطعنا منها قطعتين بطول (2200مم) و قطعة واحدة بطول (821.5مم) فبقي فاقد قدره (8.5مم) ، و من أجل تأمين بقية القطع المطلوبة ؛إحتجنا إلى تقطيع مجنبة جديدة بطول (6000مم)- و هو ثابت- إقتطعنا منها بقية القطع و بقي معنا قطعة طولها (1273.5مم) سنحاول استغلالها في فرصة قادمة .

3-إنشاء الباب الثاني PB002

نوع المجنبات	باقي الخطوة السابقة	الإحتياج		خطة التقطيع	باقي قابل للإستعمال	فاقد	عدد المجنبات المقطعة
		المقاس	العدد				
42140	1273.5	900	1	373.5=(900)-1273.5	830	373.5	/
		2200	2	830=(2×2200)-(770)-6000			1
		770	1				
42141	1674 3875	826	1	58=(790)-(826)-1674	1712	58	/
		2163	2	1712=(2163)-3875	1712		/
		790	1	1712=(2125)-(2163)-6000	3875		1
		2125	2	3875=(2125)-6000			1
42514	4309	694	2	339=(2×1985)-4309	4612	339	/
		1985	2	4612=(2×694)-6000			1
42105	836.5 3851	814	1	22.5=(814)-836.5	1702 3851	22.5	/
		2149	2	1702=(2149)-3851			
				3851=(2149)-6000			1
42145	3455	814	1	2641=(814)-3455	2641		/

4-إنشاء الباب الثاني PB204

نوع المجنبات	باقي الخطوة السابقة	الإحتياج		خطة التقطيع	باقي قابل للإستعمال	فاقد	عدد المجنبات المقطعة
		المقاس	العدد				
42140	830	1800	1	8.5=(821.5)-830	778.5 2095	8.5	/
		2200	2	778.5=(821.5)-(2×2200)-6000			1
		821.5	2	2095=(2105)-(1800)-6000			1
		2105	1				
42141	2×1712 3875	1726	1	29=(2×841.5)-1712	1712	29	/
		2163	2	24=(2125)-(1726)-3875	1674	24	/
		841.5	2	1750=2×2125-6000 | 1674=2×2163-6000	1750		2
		2125	3	3875=(2125)-6000	3875		1
42514	4612	1800	2	230=1800-2×1985-6000 | 212=2×2200-4612	2618	212	/
		2200	2	230=1800-2×1985-6000		230	1
		845.5	4	2618=(4×845.5)-6000		230	1
		1985	4				1
42105	1702 3851	865.5	2	836.5=865.5-1702 | 836.5=2149-865.5-3851	2×836.5 1702		/
		2149	3	1702=2×2149-6000			1
42145	2641	865.5	2	910=2×865.5-2641	910		
42107	/	1800	2	200=2200-2×1800-6000		200	1
		2200	1				

5-إنشاء الباب الثالث PB002

نوع المجنبات	باقي الخطوة السابقة	الإحتياج		خطة التقطيع	باقي قابل للإستعمال	فاقد	عدد المجنبات المقطعة
		المقاس	العدد				
42140	2095	900	1	425=770-900-2095	1600	425	/
		2200	2	1600=2×2200-6000			1
		770	1				
42141	1712 1750 3875 1674	826	1	1712=2163-3875|58=790-826-1674	3×1712	58	/
		2163	2	1712=2125-2163-6000	1750		1
		790	1	3875=2125-6000	3875		1
		2125	2				
42514	2618	694	2	1230=2×694-2618	1230 2030		
		1985	2	2030=2×1985-6000			1
42105	2×836.5 1702	814	1	1702=2×2149-6000|22.5=814-836.5	2×1702 836.5	22.5	1
		2149	2				
42145	910	814	1	96=814-910		96	/

6-إنشاء الباب الثالث PB204

نوع المجنبات	باقي الخطوة السابقة	الإحتياج		خطة التقطيع	باقي قابل للإستعمال	فاقد	عدد المجنبات المقطعة
		المقاس	العدد				
42140	1600	1800	1	778.5=821.5-1600	2×778.5 2095		/ 1 1
		2200	2	778.5=821.5-2×2200-6000			
		821.5	2	2095=2105-1800-6000			
		2105	1				
42141	3×1712 1750 3875	1726	1	29=2×841.5-1712	2×1712 1674 2×1750	29 24	
		2163	2	24=2125-1726-3875			1 1
		841.5	2	1674=2×2163-6000			
		2125	3	1750=2×2125-6000			
42514	1230 2030	1800	2	384.5=845.5-1230	1184.5	384.5 45 124 200	
		2200	2	200=2×1800-2200-6000|45=1985-2030			1 1 1
		845.5	4	124=1985-2200-2×845.5-6000			
		1985	4	1184.5=845.5-2×1985-6000			
42105	2×1702 836.5	865.5	2	836.5=865.5-1702|836.5=865.5-1702	3×836.5 1702 3851		2
		2149	3	3851=2149-6000|1702=2×2149-6000			
42145	/	865.5	2	4269=2×865.5-6000	4269		1
42107	/	1800	2	200=2200-2×1800-6000		200	1
		2200	1				

7-إنشاء الباب الرابع PB002

نوع المجنبات	باقي الخطوة السابقة	الإحتياج		خطة التقطيع	باقي قابل للإستعمال	فاقد	عدد المجنبات المقطعة
		المقاس	العدد				
42140	2×778.5 2095	900	1	8.5=770-778.5	778.5 700	8.5	1
		2200	2	700=900-2×2200-6000			
		770	1				
42141	2×1712 1674 2×1750	826	1	58=790-826-1674	2×1712	58	
		2163	2	1674=2×2163-6000	3×1750		1
		790	1	1750=2×2125-6000	1674		1
		2125	2				
42514	1184.5	694	2	490.5=694-1184.5	1336	490.5	
		1985	2	1336=694-2×1985-6000			1
42105	3×836.5 1702 3851	814	1	22.5=814-836.5	2×836.5 2×1702 3851	22.5	
		2149	2	3851=2149-6000|1702=2149-3851			1
42145	4269	814	1	3455=814-4269	3455		

8-إنشاء الباب الرابع PB204

نوع المجنبات	باقي الخطوة السابقة	الإحتياج		خطة التقطيع	باقي قابل للإستعمال	فاقد	عدد المجنبات المقطعة
		المقاس	العدد				
42140	778.5 700	1800	1	357=2×821.5-2200-1800-6000	778.5 700 1695	357	1 1
		2200	2	1695=2105-2200-6000			
		821.5	2				
		2105	1				
42141	2×1712 3×1750 1674	1726	1	29=2×841.5-1712| 24=1726-1750	1712 3×1750 2×1674 3875	24 29	 1 2
		2163	2	1674=2×2163-6000			
		841.5	2	3875=2125-6000|1750=2×2125-6000			
		2125	3				
42514	1336	1800	2	490.5=845.5-1336	5154.5	490.5 200 45 124	 1 1 1 1
		2200	2	200=2200-2×1800-6000			
		845.5	4	45=3×1985-6000			
		1985	4	124=2×845.5-2200-1985-6000			
				5154.5=845.5-6000			
42105	2×836.5 2×1702 3851	865.5	2	836.5=865.5-1702|836.5=865.5-1702	4×836.5 2×1702		 1
		2149	3	1702=2149-3851			
				1702=2×2149-6000			
42145	3455	865.5	2	1724=2×865.5-3455	1724		
42107		1800	2	200=2200-2×1800-6000		200	1
		2200	1				

9-إنشاء الباب الخامس PB002

نوع المجنبات	باقي الخطوة السابقة	الإحتياج		خطة التقطيع	باقي قابل للإستعمال	فاقد	عدد المجنبات المقطعة
		المقاس	العدد				
42140	778.5 700 1695	900	1	795=900-1695 | 8.5=770-778.5	700 795 1600	8.5	1
		2200	2	1600= 2×2200-6000			
		770	1				
42141	1712 3×1750 2×1674 3875	826	1	58=790-826-1674	3×1712	58	
		2163	2	1712=2163-3875	3×1750		
		790	1	1712=2125-2163-6000	1674 3875		1 1
		2125	2	3875=2125-6000			
42514	5154.5	694	2	490.5=694-2×1985-5154.5	5306	490.5	1
		1985	2	5306=694-6000			
42105	4×836.5 2×1702	814	1	22.5=814-836.5	3×836.5 3×1702	22.5	1
		2149	2	1702=2×2149-6000			
42145	1724	814	1	910=814-1724	910		

10-إنشاء الباب الخامس PB204

نوع المجنبات	باقي الخطوة السابقة	الإحتياج		خطة التقطيع	باقي قابل للإستعمال	فاقد	عدد المجنبات المقطعة
		المقاس	العدد				
42140	700 795 1600	1800	1	778.5=821.5-1600	700 795 2×778.5 2095		1 1
		2200	2	778.5=821.5-2×2200-6000			
		821.5	2	2095=2105-1800-6000			
		2105	1				
42141	3×1712 3×1750 1674 3875	1726	1	29=2×841.5-1712 | 24=1726-1750	4×1712 3×1750	24 29	1 1
		2163	2	1712=2163-3875			
		841.5	2	1712=2163-2125-6000 | 1750=2×2125-6000			
		2125	3				
42514	5306	1800	2	60.5=845.5-2×2200-5306	3463.5	60.5 415 45	1 1 1
		2200	2	415=1985-2×1800-6000			
		845.5	4	45=3×1985-6000			
		1985	4	3463.5=3×845.5-6000			
42105	3×836.5 3×1702	865.5	2	836.5=865.5-1702 | 836.5=865.5-1702	5×836.5 2×1702 3851		2
		2149	3	3851=2149-6000 | 1702=2×2149-6000			
42145	910	865.5	2	5134.5=865.5-6000 | 44.5=865.5-910	5134.5	44.5	1
42107		1800	2	200=2200-2×1800-6000		200	1
		2200	1				

11-إنشاء الباب السادس PB002

نوع المجنبات	باقي الخطوة السابقة	الإحتياج		خطة التقطيع	باقي قابل للإستعمال	فاقد	عدد المجنبات المقطعة
		المقاس	العدد				
42140	700 795 2×778.5 2095	900	1	1195=900-2095 | 8.5=770-778.5	795 | 700 778.5 1600	8.5	1
		2200	2	1600= 2×2200-6000			
		770	1				
42141	4×1712 3×1750	826	1	96=790-826-1712	3×1712	96	
		2163	2	1674=2×2163-6000	4×1750		1
		790	1	1750=2×2125-6000	1674		1
		2125	2				
42514	3463.5	694	2	90.5=2×694-1985-3463.5	4015	90.5	
		1985	2	4015=1985-6000			1
42105	5×836.5 2×1702 3851	814	1	1702=2149-3851 | 22.5=814-836.5	4×836.5 3×1702 3851	22.5	
		2149	2	3851=2149-6000			1
42145	5134.5	814	1	4320.5=814-5134.5	4320.5		

12-إنشاء الباب السادس PB204

نوع المجنبات	باقي الخطوة السابقة	الإحتياج		خطة التقطيع	باقي قابل للإستعمال	فاقد	عدد المجنبات المقطعة
		المقاس	العدد				
42140	795 | 700 778.5 1600	1800	1	778.5=821.5-1600	795 | 700 3×778.5 2095		1
		2200	2	778.5=821.5-2×2200-6000			1
		821.5	2	2095=2105-1800-6000			
		2105	1				
42141	3×1712 4×1750 1674	1726	1	29=2×841.5-1712 | 24=1726-1750	3×1712 4×1750 1674 3837	24 29	2
		2163	2	1712=2163-2125-6000 | 1750=2×2125-6000			1
		841.5	2	3837=2163-6000			
		2125	3				
42514	4015	1800	2	15=1800-2200-4015	2618	15	1
		2200	2	15=2200-1985-1800-6000		15	1
		845.5	4	45=3×1985-6000		45	1
		1985	4	2618=4×845.5-6000			
42105	4×836.5 3×1702 3851	865.5	2	836.5=865.5-1702 | 836.5=865.5-1702	6×836.5 3×1702		1
		2149	3	1702=2149-3851 | 1702=2×2149-6000			
42145	4320.5	865.5	2	2589.5=2×865.5-4320.5	2589.5		
42107		1800	2	200=2200-2×1800-6000		200	1
		2200	1				

13-إنشاء الباب السابع PB002

نوع المجنبات	باقي الخطوة السابقة	الإحتياج		خطة التقطيع	باقي قابل للإستعمال	فاقد	عدد المجنبات المقطعة
		المقاس	العدد				
42140	795| 700 3×778.5 2095	900	1	1195=900-2095| 8.5=770-778.5	1195| 700 2×778.5 795|1600	8.5	1
		2200	2	1600= 2×2200-6000			
		770	1				
42141	3×1712 4×1750 1674 3837	826	1	58=790-826-1674	3×1712	58	
		2163	2	3837=2163-6000|1674=2163-3837	5×1750		1
		790	1	1750=2×2125-6000	3837		1
		2125	2				
42514	2618	694	2	633=1985-2618	633 2627		
		1985	2	2627=2×694-1985-6000			1
42105	6×836.5 3×1702	814	1	22.5=814-836.5	5×836.5 4×1702	22.5	
		2149	2	1702=2×2149-6000			1
42145	2589.5	814	1	1775.5=814-2589.5	1775.5		

14-إنشاء الباب السابع PB204

نوع المجنبات	باقي الخطوة السابقة	الإحتياج		خطة التقطيع	باقي قابل للإستعمال	فاقد	عدد المجنبات المقطعة
		المقاس	العدد				
42140	700 1195 795 2×778.5 1600	1800	1	778.5=821.5-1600| 373.5=821.5-1195	795| 700 3×778.5 1600 3895	373.5	1 1
		2200	2	1600=2×2200-6000			
		821.5	2	3895=2105-6000			
		2105	1				
42141	3×1712 5×1750 3837	1726	1	29=2×841.5-1712| 24=1726-1750	3×1712 5×1750 1674	24 29	1 1
		2163	2	1750=2×2125-6000|1712=2125-3837			
		841.5	2	1674=2×2163-6000			
		2125	3				
42514	633 2627	1800	2	90.5=3×845.5-2627	633 1154.5	90.5 45 15	1 1 1
		2200	2	15=2200-1985-1800-6000			
		845.5	4	45=3×1985-6000			
		1985	4	1154.5=1800-2200-845.5-6000			
42105	5×836.5 4×1702	865.5	2	836.5=865.5-1702|836.5=865.5-1702	7×836.5 3×1702 3851		2
		2149	3	3851=2149-6000| 1702=2×2149-6000			
42145	1775.5	865.5	2	44.5=2×865.5-1775.5		44.5	
42107		1800	2	200=2200-2×1800-6000		200	1
		2200	1				

15-إنشاء الباب الثامن PB002

نوع المجنبات	باقي الخطوة السابقة	الإحتياج		خطة التقطيع	باقي قابل للإستعمال	فاقد	عدد المجنبات المقطعة
		المقاس	العدد				
42140	795 | 700 3×778.5 1600 3895	900	1	8.5=770-778.5	2×795 | 700 2×778.5 3800 | 1600	8.5	1
		2200	2	795= 900-2200-3895			
		770	1	3800=2200-6000			
42141	3×1712 5×1750 1674	826	1	58=790-826-1674	3×1712	58	
		2163	2	1674=2×2163-6000	6×1750		1
		790	1	1750=2×2125-6000	1674		1
		2125	2				
42514	633 1154.5	694	2	462.5=694-1154.5	633 1336	462.5	
		1985	2	1336=694-2×1985-6000			1
42105	7×836.5 3×1702 3851	814	1	22.5=814-836.5	6×836.5 4×1702 3851	22.5	
		2149	2	1702=2149-3851			
				3851=2149-6000			1
42145	/	814	1	5186=814-6000	5186		1

16-إنشاء الباب الثامن PB204

نوع المجنبات	باقي الخطوة السابقة	الإحتياج		خطة التقطيع	باقي قابل للإستعمال	فاقد	عدد المجنبات المقطعة
		المقاس	العدد				
42140	700 2×795 2×778.5 1600 3800	1800	1	52=2×821.5-2105-3800	700 2×795 2×778.5 2×1600 4200	52	1 1
		2200	2	1600=2×2200-6000			
		821.5	2	4200=1800-6000			
		2105	1				
42141	3×1712 6×1750 1674	1726	1	29=2×841.5-1712 | 24=1726-1750	2×1712 6×1750 1674 3875	24 29	2 1
		2163	2	3875=2125-6000 | 1750=2×2125-6000			
		841.5	2	1674=2×2163-6000			
		2125	3				
42514	633 1336	1800	2	490.5=845.5-1336	633 5154.5	490.5 15 45 309	1 1 1 1
		2200	2	15=2200-1985-1800-6000			
		845.5	4	45=3×1985-6000			
		1985	4	309=1800-2200-2×845.5-6000			
				5154.5=845.5-6000			
42105	6×836.5 4×1702 3851	865.5	2	836.5=865.5-1702 | 836.5=865.5-1702	8×836.5 4×1702		1
		2149	3	1702=2149-3851 | 1702=2×2149-6000			
42145	5186	865.5	2	3455=2×865.5-5186	3455		
42107		1800	2	200=2200-2×1800-6000		200	1
		2200	1				

17-إنشاء الباب التاسع PB002

نوع المجنبات	باقي الخطوة السابقة	الإحتياج		خطة التقطيع	باقي قابل للإستعمال	فاقد	عدد المجنبات المقطعة
		المقاس	العدد				
42140	700 2×795 2×778.5 2×1600 4200	900	1	8.5=770-778.5	700 | 2×795 778.5 2×1600 3800 | 1100	8.5	1
		2200	2	1100= 900-2200-4200			
		770	1	3800=2200-6000			
42141	2×1712 6×1750 1674 3875	826	1	58=790-826-1674	3×1712	58	
		2163	2	3837=2163-6000 | 1712=2163-3875	7×1750		1
		790	1	1750=2×2125-6000	3837		1
		2125	2				
42514	633 5154.5	694	2	490.5=2×1985-694-5154.5	5306	490.5	
		1985	2	5306=694-6000			1
42105	8×836.5 4×1702	814	1	22.5=814-836.5	7×836.5 5×1702	22.5	
		2149	2	1702=2×2149-6000			1
42145	3455	814	1	2641=814-3455	2641		

18-إنشاء الباب التاسع PB204

نوع المجنبات	باقي الخطوة السابقة	الإحتياج		خطة التقطيع	باقي قابل للإستعمال	فاقد	عدد المجنبات المقطعة
		المقاس	العدد				
42140	778.5 | 700 2×795 2×1600 3800 | 1100	1800	1	278.5=821.5-1100	778.5 | 700 2×795 873.5 3×1600 4200	278.5	1 1
		2200	2	873.5=821.5-2105-3800			
		821.5	2	1600=2×2200-6000			
		2105	1	4200=1800-6000			
42141	3×1712 7×1750 3837	1726	1	29=2×841.5-1712 | 24=1726-1750	3×1712 7×1750 1674	24 29	1 1
		2163	2	1712=2125-3837 | 1750=2×2125-6000			
		841.5	2	1674=2×2163-6000			
		2125	3				
42514	5306	1800	2	124=4×845.5-1800-5306	3800	124 45 15	1 1 1
		2200	2	15=2200-1985-1800-6000			
		845.5	4	45=3×1985-6000			
		1985	4	3800=2200-6000			
42105	7×836.5 5×1702	865.5	2	836.5=865.5-1702 | 836.5=865.5-1702	9×836.5 4×1702 3851		2
		2149	3	3851=2149-6000 | 1702=2×2149-6000			
42145	2641	865.5	2	910=2×865.5-2641	910		
42107		1800	2	200=2200-2×1800-6000		200	1
		2200	1				

19-إنشاء الباب العاشر PB002 (الأخير)

نوع المجنبات	باقي الخطوة السابقة	الإحتياج		خطة التقطيع	باقي قابل للإستعمال	فاقد	عدد المجنبات المقطعة
		المقاس	العدد				
42140	778.5|700 2×795 873.5 3×1600 4200	900	1	8.5=770-778.5	2×795|700 3800|873.5 3×1600 1100	8.5	1
		2200	2	1100= 900-2200-4200			
		770	1	3800=2200-6000			
42141	3×1712 7×1750 1674	826	1	58=790-826-1674	3×1712	58	
		2163	2	1674=2×2163-6000	8×1750		1
		790	1	1750=2×2125-6000	1674		1
		2125	2				
42514	3800	694	2	1815=1985-3800	1815 2627		
		1985	2	2627=1985-2×694-6000			1
42105	9×836.5 4×1702 3851	814	1	1702=2149-3851| 22.5=814-836.5	8×836.5 5×1702 3851	22.5	
		2149	2	3851=2149-6000			1
42145	910	814	1	96=814-910		96	

20-إنشاء الباب العاشر PB204

نوع المجنبات	باقي الخطوة السابقة	الإحتياج		خطة التقطيع	باقي قابل للإستعمال	فاقد	عدد المجنبات المقطعة
		المقاس	العدد				
42140	1100|700 2×795 873.5 3800 3×1600	1800	1	52=2×821.5-2105-3800	1100|700 2×795 873.5 4×1600 4200	52	1 1
		2200	2	1600=2×2200-6000			
		821.5	2	4200=1800-6000			
		2105	1				
42141	3×1712 8×1750 1674	1726	1	29=2×841.5-1712| 24=1726-1750	2×1712 8×1750 2×1674 3875	24 29	2 1
		2163	2	3875=2125-6000| 1750=2×2125-6000			
		841.5	2	1674=2×2163-6000			
		2125	3				
42514	1815 2627	1800	2	45=3×1985-6000|15-1800-1815	754.5 2215	15 90.5 45	1 1 1
		2200	2	90.5=3×845.5-2627			
		845.5	4	754.5=2×2200-845.5-6000			
		1985	4	2215=1800-1985-6000			
42105	8×836.5 5×1702 3851	865.5	2	836.5=865.5-1702|836.5=865.5-1702	10×836.5 5×1702		1
		2149	3	1702=2149-3851| 1702=2×2149-6000			
42145	/	865.5	2	4269=2×865.5-6000	4269		1
42107		1800	2	200=2200-2×1800-6000		200	1
		2200	1				

21-إنشاء الباب الحادي عشر **PB204**

نوع المجنبات	باقي الخطوة السابقة	الإحتياج		خطة التقطيع	باقي قابل للإستعمال	فاقد	عدد المجنبات المقطعة
		المقاس	العدد				
42140	**1100|700** **2×795** **873.5** **4×1600** **4200**	**1800** **2200** **821.5** **2105**	**1** **2** **2** **1**	**278.5=821.5-1100|52=821.5-873.5** **200=1800-2200-4200** **1695=2105-2200-6000**	**700** **2×795** **4×1600** **1695**	**52** **278.5** **200**	**1**
42141	2×1712 8×1750 2×1674 3875	**1726** **2163** **841.5** **2125**	**1** **2** **2** **3**	**29=2×841.5-1712| 24=1726-1750** **1750=2125-3875| 1750=2×2125-6000** **1674=2×2163-6000**	**1712** **9×1750** **3×1674**	**24** **29**	**1** **1**
42514	754.5 2215	**1800** **2200** **845.5** **1985**	**2** **2** **4** **4**	**200=2200-2×1800-6000|15=2200-2215** **45=3×1985-6000** **633=4×845.5-1985-6000**	**754.5** **633**	**15** **200** **45**	**1** **1** **1**
42105	10×836.5 5×1702	**865.5** **2149**	**2** **3**	**2120=2149-2×865.5-6000** **1702=2×2149-6000**	**10×836.5** **6×1702** **2120**		**1** **1**
42145	4269	**865.5**	**2**	**2538=2×865.5-4269**	**2538**		
42107		**1800** **2200**	**2** **1**	**200=2200-2×1800-6000**		**200**	**1**

22-إنشاء الباب الثاني عشر PB204

نوع المجنبات	باقي الخطوة السابقة	الإحتياج		خطة التقطيع	باقي قابل للإستعمال	فاقد	عدد المجنبات المقطعة
		المقاس	العدد				
42140	**700** **2×795** **4×1600** **1695**	**1800** **2200** **821.5** **2105**	**1** **2** **2** **1**	**52=2×821.5-1695** **1600=2×2200-6000** **2095=2105-1800-6000**	**700** **2×795** **5×1600** **2095**	**52**	**1** **1**
42141	**1712** **9×1750** **3×1674**	**1726** **2163** **841.5** **2125**	**1** **2** **2** **3**	**29=2×841.5-1712| 24=1726-1750** **3875=2125-6000| 1750=2×2125-6000** **1674=2×2163-6000**	**8×1750** **4×1674** **3875**	**24** **29**	**1** **1** **1**
42514	**754.5** **633**	**1800** **2200** **845.5** **1985**	**2** **2** **4** **4**	**200=2200-2×1800-6000** **45=3×1985-6000** **124=2×845.5-2200-1985-6000** **4309=2×845.5-6000**	**754.5** **633** **4309**	**200** **45** **124**	**1** **1** **1** **1**
42105	**10×836.5** **2120|6×1702**	**865.5** **2149**	**2** **3**	**389=2×865.5-2120** **3851=2149-6000|1702=2×2149-6000**	**10×836.5** **3851|6×1702**	**389**	**2**
42145	**2538**	**865.5**	**2**	**807=2×865.5-2538**	**807**		
42107		**1800** **2200**	**2** **1**	**200=2200-2×1800-6000**		**200**	**1**

23-إنشاء الباب الثالث عشر PB204

نوع المجنبات	باقي الخطوة السابقة	الإحتياج		خطة التقطيع	باقي قابل للإستعمال	فاقد	عدد المجنبات المقطعة
		المقاس	العدد				
42140	700 2×795 5×1600 2095	1800	1	452=2×821.5-2095	2×795|700 6×1600 2095	452	
		2200	2	1600=2×2200-6000			1
		821.5	2	2095=2105-1800-6000			1
		2105	1				
42141	8×1750 4×1674 3875	1726	1	67=2×841.5-1750| 24=1726-1750	8×1750 5×1674	24 67	
		2163	2	-3875| 1750=2×2125-6000			1
		841.5	2	1750=2125			1
		2125	3	1674=2×2163-6000			
42514	754.5 633 4309	1800	2	927=4×845.5-4309	927|754.5 633 1815	45 200	
		2200	2	45=3×1985-6000			1
		845.5	4	200=2200-2×1800-6000			1
		1985	4	1815=2200-1985-6000			1
42105	×836.5 10 6×1702 3851	865.5	2	836.5=2149-865.5-3851	11×836.5 7×1702 5134.5		2
		2149	3	-6000|1702=2×2149-6000			
				5134.5=865.5			
42145	807	865.5	2	4269=2×865.5-6000	807|4269		1
42107		1800	2	200=2200-2×1800-6000		200	1
		2200	1				

24-إنشاء الباب الرابع عشر PB204 (الأخير)

نوع المجنبات	باقي الخطوة السابقة	الإحتياج		خطة التقطيع	باقي قابل للإستعمال	فاقد	عدد المجنبات المقطعة
		المقاس	العدد				
42140	795×|700	1800	1	778.5=821.5-1600|778.5=821.5-1600	2×795|700	295	
	2	2200	2	295=1800-2095|1600=2×2200-6000	5×1600		1
	6×1600	821.5	2	3895=2105-6000	3895		1
	2095	2105	1		2×778.5		
42141	8×1750	1726	1	67=2×841.5-1750| 24=1726-1750	7×1750	24	
	5×1674	2163	2	3875=2125-6000| 1750=2×2125-6000	6×1674	67	2
		841.5	2	1674=2×2163-6000	3875		1
		2125	3				
42514	927|754.5	1800	2	81.5=845.5-927|15=1800-1815	754.5	15	
	633	2200	2	45=3×1985-6000	633	81.5	1
	1815	845.5	4	15=1985-2200-1800-6000	1263.5	45	1
		1985	4	1263.5=3×845.5-2200-6000		15	1
42105	11×836.5	865.5	2	1254.5=2149-2×865.5-5134.5	11×836.5		
	7×1702	2149	3	1702=2×2149-6000	1254.5|8×1702		1
	5134.5						
42145	807|4269	865.5	2	2538=2×865.5-4269	2538		
42107		1800	2	200=2200-2×1800-6000		200	1
		2200	1				

هـــ- نتائج أسلوب العمل القائم :

بعد انتهاء العمل نسجل النتائج التالية :

نوع المجنبات	عدد المجنبات المقطعة	الفاقد بالميليمتر	الطول الإجمالي للمجنبات المقطعة بالميليمتر	نسبة الفاقد إلى الطول الإجمالي(%)
42140	37	3318	222000	% 1.49
42141	56	1474	336000	% 0.44
42514	56	7988	336000	% 2.38
42105	32	614	192000	% 0.32
42145	06	281	36000	% 0.78
42107	14	2800	84000	% 3.33
∑	**201**	**16475**	1206000	**% 1.37**

الجدول 32 : نتائج أسلوب التقطيع القائم

تشير نسبة الفاقد (1.37%) إلى أنه مقابل تقطيع 100 مجنبة يتم فقدان ما مقداره "مجنبة واحدة و ثلث مجنبة " تقريبا ، كما يظهر الجدول الأخير مجموعة من القطع المتبقية التي لا يمكن اعتبارها ضمن الفاقد لإمكانية الإستفادة منها مجددا :

نوع المجنبة		القطع المتبقية				
42140	المقاس	700	795	1600	778.5	3895
	العدد	1	2	5	2	1
42141	المقاس	1750		1674		3875
	العدد	7		6		1
42514	المقاس	754.5		633		1263.5
	العدد	1		1		1
42105	المقاس	836.5		1702		1254.5
	العدد	11		8		1
42145	المقاس	2538				
	العدد	1				
42107	المقاس	/				
	العدد	/				

الجدول 33 : جدول القطع المتبقية الناتجة عن أسلوب التقطيع القائم

و- تنفيذ العمل باستخدام نموذج قائم على البرمجة الرياضية :

1- تحديد الإحتياج:

بالرجوع إلى الجدول (31) الذي يبين القطع الداخلة في صنع المنتجين نجد أن الكمية المطلوبة (14بابا PB204 + 10أبواب PB002) تحتاج إلى المدخلات التالية :

* الإحتياج من المجنبات 42140 :

طول القطعة (مم) / المنتج	821.5	1800	2105	2200	770	900
PB204(وحدة)	2	1	1	2	/	/
PB002(وحدة)	/	/	/	2	1	1
الإحتياج الكلي	28	14	14	48	10	10

*الإحتياج من المجنبات 42141:

طول القطعة(مم) / المنتج	841.5	1726	2125	2163	790	826
PB204(وحدة)	2	1	3	2	/	/
PB002(وحدة)	/	/	2	2	1	1
الإحتياج الكلي	28	14	62	48	10	10

* الإحتياج من المجنبات 42514:

طول القطعة(مم) / المنتج	845.5	1800	1985	2200	694
PB204(وحدة)	4	2	4	2	/
PB002(وحدة)	/	/	2	/	2
الإحتياج الكلي	56	28	76	28	20

*الإحتياج من المجنبات 42105:

طول القطعة(مم) / المنتج	865.5	2149	814
PB204(وحدة)	2	3	/
PB002(وحدة)	/	2	1
الإحتياج الكلي	28	62	10

*الإحتياج من المجنبات 42145:

طول القطعة(مم) / المنتج	865.5	814
PB204(وحدة)	2	/
PB002(وحدة)	/	1
الإحتياج الكلي	28	10

*الإحتياج من المجنبات 42107:

طول القطعة(مم) / المنتج	1800	2200
PB204(وحدة)	2	1
PB002(وحدة)	/	/
الإحتياج الكلي	28	14

جداول تحديد الإحتياجات – المصدر : من إعداد الطالب .

و بذلك يمكننا تلخيص مجمل الإحتياجات في الجدول التالي :

	الرقم	طول القطعة (مم)	الإحتياج
42140	01	821.5	28
	02	1800	14
	03	2105	14
	04	2200	48
	05	770	10
	06	900	10
42141	07	841.5	28
	08	1726	14
	09	2125	62
	10	2163	48
	11	790	10
	12	826	10

	الرقم	طول القطعة(مم)	الإحتياج
42514	13	845.5	56
	14	1800	28
	15	1985	76
	16	2200	28
	17	694	20
42105	18	865.5	28
	19	2149	62
	20	814	10
42145	21	865.5	28
	22	814	10
42107	23	1800	28
	24	2200	14

الجدول 34 : مجمل الإحتياجات – المصدر : من إعداد الطالب

2- تشكيل مخططات التقطيع الممكنة :

هنا يثار تساؤل مفاده ما هي أنسب طريقة لتقطيع المجنبة (و هي ذات طول ثابت قدره 06 أمتار) ؟

نقوم أولا بتشكيل مختلف مخططات التقطيع الممكنة :

	المقاس / مخططات التقطيع	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	الفاقد (مم)
		821.5	1800	2105	2200	770	900	
42140	01	1	0	0	2	1	0	08.5
	02	1	0	2	0	0	1	68.5
	03	1	2	0	0	2	0	38.5
	04	0	1	1	1	1	1	25
	05	1	1	0	0	2	2	38.5
	06	4	1	0	0	0	1	14

	المقاس / مخططات التقطيع	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	الفاقد (مم)
		841.5	1726	2125	2163	790	826	
42141	07	1	0	0	2	0	1	06.5
	08	0	1	2	0	0	0	24
	09	2	0	1	1	0	0	29
	10	1	0	1	1	0	1	44.5
	11	0	3	0	0	1	0	32
	12	0	0	0	2	1	1	58
	13	0	0	0	2	2	0	94

	المقاس / مخططات التقطيع	*13*	*14*	*15*	*16*	*17*	الفاقد (مم)
		845.5	1800	1985	2200	694	
42514	14	0	1	1	1	0	15
	15	1	0	0	2	1	60.5
	16	0	0	3	0	0	45
	17	2	0	0	0	1	15
	18	1	1	1	0	2	18.5
	19	3	0	1	0	2	90.5

	المقاس / مخططات التقطيع	*18*	*19*	*20*	الفاقد (مم)
		865.5	2149	814	
42105	20	1	2	1	22.5
	21	0	2	2	74
	22	5	0	2	44.5

	المقاس مخططات التقطيع	***21*** 865.5	***22*** 814	الفاقد (مم)
42145	23	4	3	96
	24	5	2	44.5
	25	2	5	199
	المقاس مخططات التقطيع	***23*** 1800	***24*** 2200	الفاقد (مم)
42107	26	2	1	200

الجدول 35 : مخططات التقطيع الممكنة – المصدر :من إعداد الطالب

تتوزع القطع المطلوبة على أعمدة الجدول السابق و هي مرقمة من (1) إلى (24) ،ينبغي الحصول على القطع الستة الأولى منها من المجنبات (42140) ، و تؤخذ القطع [12،7] من المجنبات (42141) ، و تؤخذ القطع [17،13] من المجنبات (42514) ، و تؤخذ القطع [20،18] من المجنبات (42105) ، و تؤخذ القطعتان (21 و 22) من المجنبات (42145) أما القطعتان (23 و 24) فتقتطعان من مجنبات الألمنيوم (42107) .

تتوزع مخططات التقطيع الممكنة على الأسطر و هي مرقمة من (1) إلى (26) ، حيث تخص المجموعة الأولى (المخططات من 1 إلى 6) المجنبات (42140) ، و تقدم المجموعة (من 7 إلى 13) مخططات تقطيع المجنبات (42141) ، و تقدم المجموعة (من 14 إلى 19) مخططات تقطيع المجنبات (42514) ، و تقدم المجموعة (20 إلى 22) مخططات تقطيع المجنبات (42105) ، و تقدم المجموعة (23 إلى 25) مخططات تقطيع (42145) أما المخطط الأخير فهو خاص بتقطيع المجنبات (42107) .

تجدر الإشارة إلى أن هناك مجموعة من مخططات التقطيع تفوق ما سجلناه لكن تجنبا لكثرة العمليات الحسابية دون طائل قمنا بانتقاء المجموعة السابقة التي تعبر عن أفضل الإحتمالات الممكنة من حيث قلة الفاقد و من حيث القدرة على تأمين مختلف القطع المطلوبة .

إذا كان "مخطط التقطيع " هو طريقة لتقطيع مجنبة واحدة طولها (06) أمتار إلى قطع ذات أطوال مختلفة ، فإن "خطة التقطيع" هي تشكيلة من المخططات تؤمن كامل الإحتياج من القطع ، و هنا يبرز تساؤل : أية تشكيلة من المخططات السابقة تؤمن كافة القطع المطلوبة و بأدنى قيمة للفاقد ؟ أو بعبارة أخرى : ما هي خطة التقطيع المثلى ؟

4 – بناء النموذج :

لنفرض أن عدد المجنبات المقطعة حسب المخطط "i" هو "X_i" ، ينتج حينها لدينا (26) متغيرا قراريا :

$$x_i = x_1 \ldots . x_{26}$$

نفرض أن القطع المطلوبة هي "y_j" :

$$Y_j = y_1 \ldots y_{24}$$

إن " الفاقد" هو الفرق بين الطول الإجمالي للمجنبات المقطعة و الطول الإجمالي للقطع المطلوبة ؛ و بذلك يمكن أن نعبر عنه رياضيا كما يلي :

$$\begin{aligned}
&6000(x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} \\
&+x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} + x_{19} + x_{20} + x_{21} \\
&+x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26}) - [(28 \times 821.5) + (14 \times 1800) \\
&+(14 \times 2105) + (48 \times 2200) + (10 \times 770) + (10 \times 900) + (28 \times 841.5) \\
&+(14 \times 1726) + (62 \times 2125) + (48 \times 2163) + (10 \times 790) + (10 \times 826) \\
&+(56 \times 845.5) + (28 \times 1800) + (76 \times 1985) + (28 \times 2200) + (20 \times 694) \\
&+(28 \times 865.5) + (62 \times 2149) + (10 \times 814) + (28 \times 865.5) + (10 \times 814) \\
&+(28 \times 1800) + (14 \times 2200) \ ]
\end{aligned}$$

إن عمليات الضرب الواردة بين المعقوفتين تعبر عن الطول الإجمالي للقطع المطلوبة و التي أخذت من "جدول مجمل الإحتياجات " الذي أوردناه سابقا .

هدفنا هنا هو تقليل الفاقد ؛ إذن هو بعبارة أخرى تدنية الدالة السابقة ، و بما أن القيم الواردة بين المعقوفتين هي قيم ثابتة فهي –إذن – غير ذات أثر على المسألة و من ثم يجوز حذفها ، نحصل إذن على دالة الهدف التالية :

$$\begin{aligned}
Min(z) = 6(&x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} \\
&+x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} + x_{19} + x_{20} + x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26})
\end{aligned}$$

و هي تعني تدنية الطول الإجمالي للمجنبات المقطعة ، و الذي عبرنا عنه هنا بالمتر بدل "الملمتر" .

لنأخذ الآن – مثلا – قطعة من القطع المطلوبة و لتكن القطعة الأولى (821.5) ؛ نلاحظ أن هناك عدة مخططات تقطيع تؤمن هذه القطعة ؛ و تحديدا :

المخطط (01) يعطينا منها وحدة واحدة ، المخطط (02) يعطينا منها وحدة واحدة ،المخطط (03) يعطينا منها وحدة واحدة ، المخطط (04) لا يوفرها ،المخطط (05) يوفر منها وحدة واحدة ، و أخيرا المخطط (06) يوفر منها أربع قطع .

إن الكمية المطلوب إنتاجها من الأبواب تتطلب (28) وحدة من هذا المقاس ، هذا يعني أن المجنبات المقطعة وفق المخططات السابقة يتوجب عليها أن توفر هذه الكمية ؛ و هو ما يفرض القيد التالي :

$$(1)x_1 + 1(x_2) + 1(x_3) + (0)x_4 + 1(x_5) + (4)x_6 \geq 28$$

و إذا أخذنا القطعة رقم (21) أي "865.5 " نجد أنها تنتمي إلى مجموعة مخططات التقطيع الخاصة بالمجنبات (42145) ، كما نجد أنها تتوفر في المخطط رقم (23) بكمية قدرها (4) و في المخطط (24) بكمية قدرها (5) و في المخطط (25) بكمية قدرها (2) ، علما أن المطلوب منها هو 28 وحدة ،و بناءً عليه يتحتم لدى تقطيع المجنبات (42145) أن يحقق مجموع المجنبات المقطعة وفق المخططات السابقة الشرط التالي :

$$4x_{23} + 5x_{24} + 2x_{25} \geq 28$$

و على نفس المنوال نواصل بناء القيود الأخرى اعتمادا على جدول مخططات التقطيع و جدول الإحتياجات ، لنحصل في الأخير على النموذج التالي :

$$Min(z) = 6(x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} + x_{19} + x_{20} + x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26})$$

مجموعة قيود تقطيع المجنبات (42140)

$$1)x_1 + x_2 + x_3 + x_5 + 4x_6 \geq 28$$
$$2)2x_3 + x_5 + x_6 \geq 14$$
$$3)2x_2 + x_4 \geq 14$$
$$4)2x_1 + x_4 \geq 48$$
$$5)x_1 + 2x_3 + x_4 + 2x_5 \geq 10$$
$$6)x_2 + x_4 + 2x_5 + x_6 \geq 10$$

مجموعة قيود تقطيع المجنبات (42141)

$$7)x_7 + 2x_9 + x_{10} \geq 28$$
$$8)x_8 + 3x_{11} \geq 14$$
$$9)2x_8 + x_9 + x_{10} \geq 62$$
$$10)2x_7 + x_9 + x_{10} + 2x_{12} + 2x_{13} \geq 48$$
$$11)x_{11} + x_{12} + 2x_{13} \geq 10$$
$$12)x_7 + x_{10} + x_{12} \geq 10$$

مجموعة قيود تقطيع المجنبات (42514)

$$13)x_{15} + 2x_{17} + x_{18} + 3x_{19} \geq 56$$
$$14)x_{14} + 2x_{17} + x_{18} \geq 28$$
$$15)x_{14} + 3x_{16} + x_{18} + x_{19} \geq 76$$
$$16)x_{14} + 2x_{15} \geq 28$$
$$17)x_{15} + x_{17} + 2x_{18} + 2x_{19} \geq 20$$

مجموعة قيود تقطيع المجنبات (42105)

$$18)x_{20} + 5x_{22} \geq 28$$
$$19)2x_{20} + 2x_{21} \geq 62$$
$$20)x_{20} + 2x_{21} + 2x_{22} \geq 10$$

مجموعة قيود تقطيع المجنبات (42145)

$$21)4x_{23} + 5x_{24} + 2x_{25} \geq 28$$
$$22)3x_{23} + 2x_{24} + 5x_{25} \geq 10$$

مجموعة قيود تقطيع المجنبات (42107)

$$23)2x_{26} \geq 28$$
$$24)x_{26} \geq 14$$

$x_i \geq 0$, $x_i \in N$, i = 1… 26

نلاحظ في هذا النموذج أننا أضفنا شرطا يفرض أن تكون القيم المتحصل عليها قيما صحيحة إذ من غير العملي أن نقول مثلا " 6.54" مجنبة فإما أن نقطع (6) مجنبات و إما سبعة ، كما أنه يمكن حذف بعض القيود خصوصا أحد القيدين الأخيرين لأن وجود أحدهما يغني عن الآخر .

4 – حل المسألة :

باستخدام برنامج الحاسوب (Simplex Method Toul) نقوم بحل المسألة ، فنحصل على حل يتضمن بعض المتغيرات بالفواصل ، و بتطبيق أسلوب "التفريع " الذي رأيناه سابقا نحصل على الحل النهائي ؛ و ذلك مع إضافة القيود التالية :

$$x_{14} \geq 11$$
$$x_{15} \leq 11$$
$$x_{16} \leq 17$$
$$x_{17} \geq 8$$
$$x_{19} \geq 10$$
$$x_{24} \geq 6$$

و يكون الحل الأمثل كما يلي :

$$z = 1206$$
$$x_1 = 19, x_2 = 2, x_3 = 7, x_4 = 10, x_5 = 0, x_6 = 0$$
$$x_7 = 0, x_8 = 24, x_9 = 14, x_{10} = 0, x_{11} = 0, x_{12} = 10, x_{13} = 7$$
$$x_{14} = 14, x_{15} = 7, x_{16} = 17, x_{17} = 8, x_{18} = 0, x_{19} = 11$$
$$x_{20} = 28, x_{21} = 3, x_{22} = 0$$
$$x_{23} = 0, x_{24} = 6, x_{25} = 0$$
$$x_{26} = 14$$

IV – نتائج الدراسة :

رأينا أن قيمة الدالة (Z) = 1206 و بما أننا عبرنا عنها بالمتر نقسم على (06) لنحصل على عدد المجنبات المستخدمة:

$$\frac{1206}{6} = 201$$

و بجمع قيم متغيرات كل مجموعة على حدة نجد عدد المجنبات المستهلكة من كل نوع ،و بالرجوع إلى جدول مخططات التقطيع وضرب قيمة كل متغير في الكمية المقابلة له من الفاقد ؛ نحصل على الجدول :

نوع المجنبات	عدد المجنبات المقطعة	الفاقد بالميليمتر	الطول الإجمالي للمجنبات المقطعة بالميليمتر	نسبة الفاقد إلى الطول الإجمالي(%)
42140	38	818	228000	% 0.36
42141	55	2220	330000	% 0.67
42514	57	2514	342000	% 0.74
42105	31	852	186000	% 0.46
42145	06	267	36000	% 0.74
42107	14	2800	84000	% 3.33
Σ	**201**	**9471**	1206000	**% 0.79**

الجدول 36 : نتائج أسلوب التقطيع المبني على البرمجة الخطية .

كما نلاحظ–بعد التعويض بالنتائج في القيود– وجود فائض في بعضها ؛يعبر عن وجود قطع متبقية كما يلي :

نوع المجنبة		القطع المتبقية	
42140	المقاس	770	900
	العدد	33	02
42141	المقاس	1726	790
	العدد	10	14
42514	المقاس	1800	694
	العدد	02	17
42105	المقاس	814	
	العدد	24	
42145	المقاس	865.5	814
	العدد	02	02
42107	المقاس	/	
	العدد	/	

الجدول 37 : القطع المتبقية الناتجة عن استخدام نموذج البرمجة الخطية .

لدى المقارنة بين نتائج الأسلوب القائم و نتائج الأسلوب المقترح نسجل ما يلي :

– القطع المتبقية عند اتباع الأسلوب القائم تتميز بمقاسات غير نمطية ؛ و هو ما يجعل استخدامها في حصة إنتاجية لاحقة غير رشيد و يؤدي إلى مزيد من الفاقد ، أما القطع المتبقية عند تطبيق الأسلوب المقترح فهي جميعا قطع ذات مقاسات نمطية يسهل استخدامها في إنتاج منتجات لاحقة دونما فاقد .

– في بعض أشكال المجنبات سجل نموذجنا المقترح نسبة فاقد أعلى من الأسلوب القائم ، و مرد ذلك أساسا في نظرنا هو طبيعة المقاسات المطلوب اقتطاعها من المجنبة ، و مدى تنوعها ، إذ كلما كانت القطع المطلوب اقتطاعها من المجنبة ذات قياسات متعددة و متفاوتة ،كلما تحسنت النتائج أكثر .

– لدى اتباع الأسلوب القائم تم إنتاج الكمية المطلوبة ، مع فاقد قدره (16475مم) ، و بتطبيق الأسلوب المقترح انخفض إلى (9471) ، و عند نسبة الثاني إلى الأول نجد :

$$\frac{9471}{16475} = 0.57$$

أي أن الطول الإجمالي للقطع التي تشكل الفاقد انخفض بنسبة قدرها (43 %) .

الخـــــاتـــمـــــة

الخاتـــمة :

لقد اتضح لنا في ثنايا هذا البحث ما يلي :

- النشاط الإنتاجي يكتسي أهمية بالغة و يلعب دورا محوريا في تحقيق ازدهار المجتمع و رفاهيته و تثمين موارده و ثرواته و تعزيز اكتفائه الذاتي و من ثم استقلال قراره،و تبين أن المرحلة التأسيسية تلعب دورا كبيرا في نجاح المشروع الإنتاجي لذا وجب التحليل العميق و الدراسة المتأنية لمختلف العوامل المتصلة بها مثل حسن المفاضلة بين المشاريع و المواقع و الإعداد الجيد للوحدة الإنتاجية .
- يقع على عاتق إدارة الإنتاج حسن استغلال الموارد المتاحة لتحقيق الإنتاج المطلوب بأقل التكاليف وفي أقصر الآجال ، و هو ما يستدعي حسن التنظيم و التخطيط و استخدام الأدوات العلمية المناسبة .
- توفر 'البرمجة الرياضية' من خلال تعدد استخداماتها —كما رأينا- سنَدا فعالاً في حل الكثير من مشكلات النشاط الإنتاجي ؛ حيث تتوقف درجة الإستفادة منها على مدى القدرة على نمذجة مجريات الواقع العملي و إخضاعه للصياغة الرياضية .
- رغم أن "الفاقد" في الشركة الجزائرية للألمنيوم يعاد تذويبه و إنتاجه ؛إلا أننا ننبه إلى أن المشكلة لا تكمن فقط في تكلفة المادة الأولية و إنما في تكاليف ذات علاقة بجوانب أخرى أبرزها :
  - تكاليف مناولة الفاقد .
  - تكاليف التحويل المختلفة .

من الدراسة السابقة نلاحظ أن معاملة الحصة الإنتاجية على أساس أنها نظام مترابط تتفاعل أجزاؤه و تتأثر فيما بينها أفضل من التعامل معها وحدة بعد وحدة ؛ و عليه نخرج بـــ**التوصيات** التالية :

[نقترح على إدارة المصنع القيام بالإجراء التالي :

" **إضافة وظيفة 'مناهج' خاصة بمصلحة النجارة ينصب عملها على تحليل الحصص الإنتاجية قبل البدء في تنفيذها و تحديد مختلف العلاقات بين الأجزاء المختلفة و من ثم إنجاز خطة تقطيع مثلى انطلاقا من النظر إلى الطلبية أو الحصة الإنتاجية على أساس أنها 'نظام' مترابط و ليس التعامل معها كما لو أنها مجموعة من الوحدات المعزولة عن بعضها؛ و ذلك وفق المنهجية التي اقترحناها سابقا ".]**

تتألف المنهجية المقترحة من الخطوات التالية :

أ - إستنادا إلى 'وثيقة الصنع' الخاصة بالمنتج يتم تحديد أطوال القطع المطلوبة من كل شكل من مجنبات الألمنيوم و العدد اللازم لصنع وحدة واحدة.

ب - بضرب العدد الوحدي المطلوب من كل قطعة في الكمية المطلوبة نحصل على جدول لمحمل الإحتياج من القطع من كل شكل من المجنبات .

ج - يتم إعداد قائمة بمخططات تقطيع المجنبة لتأمين مختلف المقاسات المطلوبة منها و قيم الفاقد المقابلة لكل مخطط تقطيع.

د- تجنبا لكثرة الحسابات و تعقدها دون طائل ، ننصح بأن يتم اختيار قائمة جزئية لمخططات التقطيع الخاصة بكل شكل من المجنبات و ذلك من القوائم الكلية ، و تُعرَف 'أفضلية' مخطط تقطيع على آخر بدلالة متغيرين :

- قلة الفاقد الناتج عنه .

- مدى قدرته على تأمين أكبر تنوع ممكن من المقاسات المطلوبة .

هـ- توضع الجداول الخاصة بتقطيع الأشكال المختلفة من المجنبات تحت بعضها – كما بيناه في الدراسة- و تُرَقَّم القطع المطلوبة كما وضحنا ؛ و التي ستعتبر هي قيود البرنامج الخطي .

و – ترقم مخططات التقطيع تباعا –كما وضحنا – و ستكون هي المتغيرات القرارية .

ي – ينصب الهدف على البحث عن ذلك العدد من المجنبات الذي ينبغي تقطيعه وفق كل مخطط تقطيع لتأمين مختلف القطع المطلوبة و بأقل كمية من الفاقد .

ن – إنطلاقا من أن الفاقد هو الفرق بين الطول الإجمالي للمجنبات المقطعة و الطول الإجمالي للقطع المطلوبة ؛ و بما أن الكمية الثانية هي قيمة ثابتة ، نحصل على دالة هدف غايتها هي تدنية الطول الإجمالي للمجنبات المقطعة .

ي – ننبه إلى أنه من الممكن المزاوجة بين النمذجة وفق البرمجة الخطية كما رأينا و بين الأسلوب القائم حاليا ، و ذلك عن طريق تجزئة النموذج الكلي إلى نماذج جزئية يخص كل نموذج منها خطة التقطيع الخاصة بشكل معين من المجنبات ، و من ثم المقارنة بين نتيجة النمذجة الرياضية و نتيجة الأسلوب القائم لدى إعداد خطة التقطيع الخاصة بشكل محدد من المجنبات أي المفاضلة بين الأسلوبين ، و في النهاية يتم اختيار تشكيلة من خطط التقطيع بعضها قائم على النمذجة الرياضية و بعضها قائم على الأسلوب القائم حاليا .

أما عن **الجهة** التي تسند إليها هذه المهمة ، فنقترح أحد الحلين :

- إما أن تُدرج ضمن وظائف و مهام'مصلحة النجارة' .

- و إما إضافة هذه المهمة إلى مصلحة الإعلام الآلي ، و ذلك نظرا للعلاقة الوطيدة التي تربط بين العلمين "الإعلام الآلي " و "بحوث العمليات" ، غير أن الإجراء الأول أفضل –في نظرنا – لكونه يجمع بين المعايشة الميدانية و التحليل المجرد و هو ما يرفع مستوى الكفاءة و الأداء .

آفاق البحث :

تجدر الإشارة إلى جوانب في البحث نأمل أن تُستكمل ، و نقصد تحديدا تعميق البحث أفقيا و عموديا :

– أفقيا : بأن يتم تطبيق النمذجة السابقة على حصص إنتاجية أكبر ؛إذ من الملاحظ أنه كلما تنوعت القطع المطلوبة و تعددت خيارات التقطيع كلما تحسنت النتائج أكثر .

– و عموديا : بأن تتم الإستعانة بمعطيات المحاسبة التحليلية لقياس "الوفر" الناتج عن انخفاض الفاقد ، و ذلك على صعيد تكاليف المناولة ، و تكاليف التحويل الأخرى .

المراجـــــع

قائمة المراجع :

○ المراجع العربية :

1- علي الشرقاوي ، إدارة النشاط الإنتاجي مدخل التحليل الكمي ،الدار الجامعية،الإسكندرية 2000.

2- نبيل محمد مرسي ،إستراتيجية الإنتاج و العمليات (مدخل إستراتيجي) ،دار الجامعة الجديدة،الإسكندرية 2002 .

3- سعيد أوكيل ،وظائف و نشاطات المؤسسة الصناعية ،الجزائر،ديوان المطبوعات الجامعية،1992 .

4- ثابت عبد الرحمان إدريس، مقدمة في إدارة الأعمال اللوجستية، الدار الجامعية، الإسكندرية 2003/2002 .

5- صلاح الشنواني ، إدارة الإنتاج ، مركز الإسكندرية للكتاب،2000 .

6- محمد نور برهان ، البرمجة الخطية في إدارة و تخطيط الإنتاج ، المنظمة العربية للعلوم الإدارية ،عمان ، 1983

7- محمد صالح الحناوي و محمد توفيق ماضي ، بحوث العمليات في تخطيط و مراقبة الإنتاج ،الدار الجامعية ، الإسكندرية 2001/2000 .

8- إبراهيم هميمي ، إدارة العمليات و الإنتاج ، الكتاب الأول ، مكتبة التجارة و التعاون ، الإسكندرية ، 1980.

9- نجم عبود نجم، نظام الوقت المحدد ،المنظمة العربية للتنمية الإدارية ، القاهرة ، 1995 .

10- سونيا محمد البكري ، إدارة الإنتاج و العمليات (مدخل النظم) ، الدار الجامعية ، الإسكندرية ، 2001 .

11- محمد راتول ، بحوث العمليات ،ديوان المطبوعات الجامعية ، الجزائر ، 2004 .

12- جلال العبد و إسماعيل السيد، الأساليب الكمية في الإدارة،الدار الجامعية،الإسكندرية ،2002 /.2003

13- محمد توفيق ماضي ،الأساليب الكمية في إدارة الإنتاج و العمليات ، المكتب العربي الحديث ، الإسكندرية ، 1992.

14- محمد أسعد ع الوهاب النيداني ،مقدمة في بحوث العمليات ، مكتبة و مطبعة الإشعاع الفنية ،مصر 1998 .

15- ريتشارد برونسون : نظريات و مسائل في بحوث العمليات،سلسلة ملخصات شوم،ترجمة د/حسن حسني الغباري، الدار الدولية للنشر و التوزيع،القاهرة1988 .

16- أحمد سيد مصطفى ،إدارة الإنتاج و العمليات في الصناعة و الخدمات،مصر،كلية التجارة،جامعة بنها، 1999

17-ع الغفار حنفي و د/رسمية زكي قرياقص، مدخل معاصر في الإدارة المالية،الدار الجامعية للطباعةو النشر، الإسكندرية، 2002

18- عبد الغفور يونس ،التنظيم الصناعي و إدارة الإنتاج ،المكتب العربي الحديث ، الإسكندرية ،1997

19- أحمد طرطار ، الترشيد الإقتصادي للطاقات الإنتاجية في المؤسسة ،الجزائر، ديوان المطبوعات الجامعية ،1993

20- محمد توفيق ماضي و إسماعيل السيد، إدارة المواد والإمداد، الإسكندرية، الدار الجامعية، 2000/1999

- **المراجع الفرنسية :**

21-P.Baranger,G.Huguel , gestion de la production acteurs;techniques et politiques, Librairie Vuibert 1981.Paris
22- Luc Boyer,Michel Poirée,Elie Salin , Précis d'organisation et de gestion de la production, les Edition d'organisation,Paris 1982
23- Jean Louis Brissard,Marc Polizzi , Gerer la production industrielle ,Mare Nostrum, France 1996
24-Boualem Benmazouz,Recherche Opérationnelle de gestion,Algérie, Atlas Edition,1995
25-Robert Faure ,Précis de recherche opérationnelle , Dunod,Paris,1978
26-J.Acher . J.Gardelle :Programmation linéaire.Dunod , Paris , 1978
27-Vincent Giard ,Processus productifs et programmation linéaire ,Economica, Paris,1998
28-Arnold Kaufman ,Méthodes et modèles de la recherche opérationnelle,T1,Dunod,Paris, 1970
29-Christelle Guéret et Chritian prins et Marc Sevaux,La Programmation linéaire , Eyrolles,Paris,2000 .
30- Amor Farouk Benghezal : Programmation linéaire : OPU 2000 /Algérie
31-Lionel Dupont, la gestion industrielle, paris, Edition HERMES, 1998.
32- Serge Carrier et collaborateurs,La gestion des opérations ,Paris,Nathan,1999 2eme Edition
33- Michael Porter,l'avantage concurrentiel,traduit de l'américain par 'Philippe de Lavergne',Dunod,Belgique,2003
34-Brémond + M.Salort : Initiation à l'économie – Hatier .Paris 1986
35-Guy Ansion : Econométrie pour l'entreprise .Eyrolles Paris 1988
36- C . Bussenault et M.Prétet ,Organisation et gestion de l'entreprise,Vuibert ,Paris 1991
37- Michael Ballé, Reengineering des processus ,traduit de l'anglais par 'Monique Sperry' Dunod, Paris 2000.
38- D Merunka , La prise de décision en management , Vuibert , Paris , 1987
.

- **المراجع الإنكليزية :**

39-C.Woodford and C.phillips,Numerical Methods with worked examples .chapman and Hall .London .1997

- **رسائل و أطروحات :**

40-بوشنافة أحمد ،أساليب التحليل الكمي في عملية اتخاذ القرارات الإدارية ،حالة المؤسسة العمومية الاقتصادية الجزائرية، أطروحة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه دولة في علوم التسيير،جامعة الجزائر ،2001 .

- **محاضرات :**

41- محاضرات الأستاذ هني محمد نبيل الموجهة لطلبة ماجستير "إقتصاد و تسيير المؤسسة" دفعة 2007/2005 مقياس 'نظرية اتخاذ القرار' (مطبوعة تحت الطبع)

42- محاضرات الأستاذ هني محمد نبيل لطلبة السنة ثالثة علوم إقتصادية – مقياس "نماذج التنبؤ" السنة الدراسية 2006/2005 (مطبوعة تحت الطبع)

43- محاضرات الأستاذة بن حالة سامية ،جامعة فرحات عباس سطيف الموجهة لطلبة ليسانس تسيير .مقياس إدارة الإنتاج 99/98

44- محاضرات الأستاذ زعباط عبد الحميد لطلبة الماجستير 2005/2004 جامعة حسيبة بن بوعلي –الشلف ، مقياس 'تقييم المشاريع'

45-محاضرات الأستاذ كساب علي : محاضرات في مقياس تسيير المخزون لطلبة الماجستير إدارة أعمال سنة أولى ، جامعة حسيبة بن بوعلي .الشلف دفعة 2004-2006.

46- محاضرات الأستاذ بن يعقوب الموجهة لطلبة ليسانس علوم إقتصادية. مقياس التنظيم ونظرية النظم السنة الجامعية 99/98 جامعة فرحات عباس – سطيف

47- محاضرات الأستاذ حمودي حاج صحراوي الموجهة لطلبة ليسانس تسيير 99/98 مقياس بحوث العمليات ،جامعة فرحات عباس سطيف.

- **مواقع أنترنات :**

48-http://gmp.univ-Lyon1.Fr/gprod/index.htm#Definition de la gestion de la production.

49- Professor Arthur .V.Hill:The Encyclopedia of operations management terms.poms website.http://www.poms.org/POMSWebsite/Education .html.Revised July 20 ,2003

50- www.Metanof.com

الملاحـــــــــق

مقتطفات من وثيقة المعايير الفرنسية في نجارة الألمنيوم (مصطلحات نجارة الألمنيوم)

ISSN 0335-3931

norme française

NF P 24-101
Octobre 1986

Menuiserie métallique
Menuiserie métallique extérieure
Terminologie

E : Metal joinery — External joinery — Terminology
D : Metallbau — Aussenmetallbau — Terminologie

Norme française homologuée par décision du Directeur Général de l'afnor le 20 septembre 1986 pour prendre effet le 20 octobre 1986.

Remplace la norme homologuée de même indice de février 1953.

correspondance

À la date de publication de la présente norme, il n'existe pas de normes ou de travaux internationaux en cours.

analyse

La présente norme de terminologie est relative aux menuiseries métalliques extérieures et aux baies dans lesquelles elles viennent s'insérer. Elle est constituée d'un ensemble de définitions, décrivant successivement les catégories de menuiseries, les accessoires, les éléments divers, les éléments de gros œuvre et la pose dans ce dernier. Cette norme donne aussi la représentation symbolique des ouvrages sur plan.

descripteurs

Thésaurus International Technique : menuiserie fixe, menuiserie mobile, produit métallique, fenêtre, baie, vocabulaire.

modifications

Par rapport à la précédente édition, remaniement complet, tant par le contenu que par la présentation.

corrections

éditée et diffusée par l'association française de normalisation (afnor), tour europe cedex 7 92080 paris la défense — tél. : (1) 42.91.55.55

afnor 86506

© afnor 1986

1er tirage 86-10

3.2 Définition de la menuiserie et de ses éléments constitutifs

3.2.1 Fenêtre (terme général) ou menuiserie extérieure

Bloc-fenêtre

Ensemble formé par la fenêtre et son environnement (vitrage, fermeture), monté en usine et livré prêt à être mis en œuvre.

Fenêtre (terme spécifique)

Ouvrage placé dans une baie servant à l'éclairage naturel, à l'aération, généralement à la ventilation, ainsi qu'au passage des personnes dans le cas de portes-fenêtres et des portes d'entrée lorsque ces dernières sont assimilées à des fenêtres.

Une fenêtre est composée de :

— cadres dormants,
— cadres ouvrants,
— cadres fixes.

Imposte (1)

Cadre fixe ou ouvrant, situé immédiatement au-dessus d'une fenêtre et dont il est séparé par une traverse.

3.2.2 Éléments de fenêtre

Bavette (voir pièce d'appui).

Cadre ou châssis (2)

Ensemble de profils assemblés entre eux formant un contour fermé et plan.

On distingue les cadres dormants, ouvrants et fixes.

Cadre dormant

Cadre destiné à recevoir le ou les cadre(s) fixe(s) ou ouvrant(s), fixé et calfeutré dans la baie.

Cadre fixe

Partie fixe pouvant recevoir un vitrage ou un autre élément de remplissage.

Cadre ouvrant (ou vantail)

Cadre mobile des fenêtres destiné à recevoir un vitrage ou un autre élément de remplissage.

Jet d'eau

Profilé ayant pour but de rejeter (vers l'extérieur) les eaux de ruissellement.

Larmier

Dispositif formant rejet d'eau sur toutes les pièces débordantes (pièces d'appui, bavette ...).

Meneau

Pièce verticale d'un cadre dormant séparant deux vantaux ou deux parties fixes dans un panneau menuisé.

Montant

Profilé constituant un des éléments verticaux des menuiseries (exemples : montant de battement, montant intermédiaire, montant de rive).

---

(1) Définit différemment dans la norme NF P 23-101.

(2) Le terme châssis est peu utilisé en menuiserie métallique.

Petit bois

Profilé de faible section, vertical ou horizontal, divisant les cadres pour en permettre le vitrage par des vitres de petites dimensions.

Par extension, on appelle «faux petit bois» un dispositif simulant la division du vitrage.

Pièce d'appui

Traverse placée à la partie inférieure d'un cadre dormant et reposant sur le rejingot de l'appui ou du seuil de la baie, formant rejet d'eau.

Elle peut être complétée par des profilés en saillie ou en débord plus important appelés «bavettes» comportant des joues en extrémité.

Précadre

Encadrement fermé et plan, fixé au gros œuvre et destiné à recevoir une menuiserie.

Profilé

Élément long par rapport à sa section laquelle a été étudiée en fonction d'un emploi spécifique.

Il peut être à rupture de pont thermique.

Reconstitution d'appui

Profilé continu reconstituant l'assise de l'appui et permettant le calfeutrement.

Traverse

Profilé constituant un des éléments horizontaux d'une menuiserie (exemples : traverse de battement, traverse intermédiaire, traverse de rive ...).

Traverse d'imposte

Traverse du cadre dormant d'une fenêtre la séparant d'une imposte dans une menuiserie composée.

Vantail

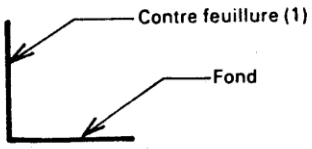
(voir cadre ouvrant).

3.2.3 Feuillure pour vitrage et élément de remplissage

Logement destiné à permettre la mise en place du vitrage ou de l'élément de remplissage dans un cadre ouvrant ou fixe y compris le système de calfeutrement.

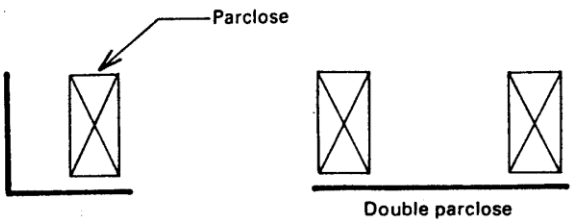
Elle peut être :

— ouverte,

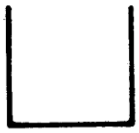


— fermée,

par parclose



en portefeuille.



Parclose (2)

Profilé démontable servant au maintien du vitrage ou de l'élément de remplissage dans les feuillures fermées.

3.2.4 Accessoires

Busette (ou exutoire)

Dispositif permettant l'évacuation des eaux d'infiltration à l'extérieur.

Gainage de drain

Tube qui permet de canaliser l'eau d'infiltration à travers un profilé et d'éviter sa stagnation dans celui-ci.

Pare-tempête

Dispositif anti-refoulement prévu pour empêcher l'eau de pénétrer par les exutoires à l'intérieur des locaux.

Quincaillerie

Ensemble des pièces utilisées comme éléments d'assemblage, de mouvement, de manœuvre ou de condamnation d'une fenêtre.

---

(1) La contre feuillure est aussi appelée joue de feuillure ou flanc.

(2) L'emploi des doubles parcloses est lié à des conditions particulières.

مخططات لبعض منتجات الشركة