المكتبة
656
5 918

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة أبي بكر بلقايد

-تلمسان-

كـــلية العلوم الإقتصـــادية وعلـــوم التســـيير والعلوم التجـــاريـــة

مذكـــرة تخرج لنيـــل شهـــادة الماجستير في العلوم الإقتصاديـــة

تخصـــص :إدارة العمـــليات والإنتـــاج

الموضـــــــــوع:

التخطيط الإجمـــالي للطاقـــة الإنتاجية بإستخدام البرمجة الريـــاضيـــة

مع وضع نموذج ريـــاضي للتخطيـــط الإجمالي للطاقـــة الإنتاجية في المؤسسة الوطنية للصناعـــات المعـــدنية غير الحـــديدية والمـــواد النافـــعة

وحـــدة-Bentalمغنيـــة

من إعداد الطالـــب: مكيديش محمد

تحت إشـــراف: أ.د بلمـــقدم مصطفى

أعـــضاء اللّـــجنة المنـــاقشـــة:

أ.د. شريف شكيب	أستاذ التعليم العالي	بجامعة تلمسان	:رئيســـا
أ.د. بلمقدم مصطفى	أستاذ التعليم العالي	بجامعة تلمسان	:مشرفـــا
أ.د. بن حبيب عبد الرزاق	أستاذ التعليم العالي	بجامعة تلمسان	:ممتحنـــا
د.طـــويل أحـــمـــد	أستـــاذ محاضـــــر	بجامعة تلمسان	:ممتحنـــا
د. بن بـــوزيان محمد	أستـــاذ محاضـــــر	بجامعة تلمسان	:ممتحنـــا

الإهداء

أهدي ثمرة هذا الجهد بالدرجة الأولى، إلى من جعل الله طاعتهما بعد طاعته، وطاعة رسوله الكريم صلى الله عليه وسلّم.

إلى الوالدين الكريمين أمي وأبي.

كما أهديه أيضا:

إلى جميع أخواتي.

إلى جميع الأهل والأقارب سواء كانوا من بعيد أوقريب.

إلي جميع الأصدقاء رفقاء الدرب والدراسة.

تشكرات

بعد الحمد لله رب العالمين والذي وفقنا لهذا العمل، أتقدم بالشكر الجزيل إلى الأستاذ المشرف :أ.د.بلمقدم مصطفى وذلك بفضل توجيهاته ونصائحه القيمة.

كما لا يفوتني أيضا التقدم بجزيل الشكر إلى: أ.د .بلعيد عوني بجامعة لـــورنسيا بكندا ،والذي لم يبخل عليّ بنصائحه وإرشاداته في سبيل تحقيق هذا الإنجاز المتواضع.

كما أوجه شكري إلى جميع عمال وحدةBentalمغنية ، وبالخصوص قسم المحاسبة والمالية.

في الأخير أود أن أشكر جميع عمال المكتبة الجامعية ، بكلية العلوم الإقتصادية وعلوم التسيير والعلوم التجارية ، وعلى رأسهم المسؤولة "عائشة".

الفهـــــــرس

الصفحة

الفهرس.....I

قائمة الأشكال والأشكال البيانية.....VIII

قائمة الجداول.....X

المقدمة العامة.....أ

الفصل الأول:التخطيط الإجمالي والطاقة الإنتاجية

مقدمة.....1

Iمفهوم تخطيط ومراقبة الإنتاج.....2

I-1مفهوم التخطيط.....2

I-2مفهوم تخطيط ومراقبة الإنتاج.....2

I-2-1تعريف وظيفة تخطيط الإنتاج.....2

I-2-2تعريف وظيفة الرقابة على الإنتاج.....3

I-3أهداف وظيفة تخطيط ومراقبة الإنتاج.....3

I-4أنواع تخطيط الإنتاج وفق الأساس الزمني.....4

I-4-1التخطيط الطويل المدى.....4

I-4-2التخطيط المتوسط المدى.....5

I-4-3 التخطيط القصير المدى.....5

I-5الطرق الكمية في تخطيط الإنتاج.....6

I-5-1ماهية علم بحوث العمليات.....7

IIماهية التخطيط الإجمالي للإنتاج.....9

II-1طبيعة ومعنى التخطيط الإجمالي.....9

II-2التخطيط المتوسط المدى تخطيط إجمالي.....10

II-3الحاجة إلى التخطيط الإجمالي.....11

II-4البيانات الأساسية للتخطيط الإجمالي.....12

II-4-1إعداد التنبؤ بالطلب الإجمالي.....13

II-4-2القيم المبدئية لمستوى الطاقة المتاحة.....14

II-5-3تكاليف مواجهة تقلبات الطلب.....14

III مفهوم الطاقة الإنتاجية..... 16
III-1 تعريف الطاقة الإنتاجية..... 16
III-2 أنواع الطاقة الإنتاجية..... 16
III-2-1 الطاقة التصميمية..... 16
III-2-2 الطاقة المتاحة..... 16
III-3 وحدات قياس الطاقة الإنتاجية..... 17
III-4 تخطيط الطاقة الإنتاجية..... 17
III-5 التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية..... 18
IV إستراتجيات التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية..... 19
IV-1 إستراتيجات الإنتاج الممكنة..... 20
IV-1-1 تغيير معدل الإنتاج بنفس قوة العمل الحالية..... 21
IV-1-2 تغيير معدل الإنتاج بتغيير حجم القوى العاملة..... 21
IV-1-3 الوفاء بالطلب من خلال المخزون..... 22
IV-1-4 الوفاء بالطلب من خلال تأخير مواعيد التسليم..... 24
IV-1-5 الوفاء بالطلب عن طريق التعاقد الفرعي من مصادر خارجية..... 24
IV-1-6 الإستراتيجيات المختلطة..... 25
V نماذج تسيير المخزون..... 26
V-1 مفهوم إدارة المخزون..... 26
V-1-1 تعريف المخزون..... 26
V-1-2 تعريف إدارة المخزون..... 26
V-2 أهمية إدارة المخزون في التخطيط الإجمالي..... 27
V-3 تكاليف التخزين..... 27
V-3-1 تكلفة إصدار الطلبية..... 27
V-3-2 تكلفة الإحتفاظ بالمخزون..... 29
V-3-3 تكلفة إنقطاع المخزون..... 30
V-4 نماذج التخزين..... 31
V-4-1 نماذج التخزين المحددة..... 31
V-4-1-1 نموذج الكمية الإقتصادية –Wilson–..... 31
V-4-2 نماذج التخزين الإحتمالية..... 34

V-4-2-1نموذج تغير الطلب وتبات فترة التوريد.....34
V-4-2-2نموذج تبات الطلب وتغير فترة التوريد.....37
V-4-2-3نموذج تغير الطلب وتغير فترة التوريد.....38
خلاصـــة.....40

الفصل الثاني:نماذج التنبؤ بالطلب

Iمفهوم وأهمية التنبؤ بالطلب في تخطيط الإنتاج
I-1مفهوم التنبؤ.....42
I-1-1تعريف التقدير.....42
I-1-2تعريف التوقع.....42
I-1-3تعريف التنبؤ.....42
I-1-4الفرق بين التخطيط والتنبؤ.....42
I-2التنبؤ بالطلب ووظيفة الإنتاج.....43
I-3أهمية التنبؤ بالطلب في تخطيط الإنتاج.....44
I-3-1أهمية التنبؤ بالطلب في تخطيط الإنتاج الطويل المدى.....44
I-3-2أهمية التنبؤ بالطلب في تخطيط الإنتاج المتوسط المدى.....44
I-3-3أهمية التنبؤ بالطلب في تخطيط الإنتاج القصير المدى.....45
IIمفهوم ومركبات وصيغ السلاسل الزمنية.....46
II-1تعريف السلسلة الزمنية.....46
II-2مركبات السلسلة الزمنية.....46
II-3المقصود بتحليل السلسلة الزمنية.....46
II-4صيغ السلسلة الزمنية.....47
II-5إختبارات الكشف على شكل السلسلة الزمنية.....47
II-5-1الأسلوب البياني.....47
II-5-2إختبار BUYS-BALLOT.....48
II-6السلسلة الزمنية المستقرة والغير مستقرة.....48
IIIالتنبؤ بإستخدام طرق المتوسطات المتحركة ونماذج التلميس الأسي.....50
III-1التنبؤ بإستخدام المتوسطات المتحركة.....50
III-1-1طرق الأوساط المتحركة البسيطة.....50
III-1-2طرق الأوساط المتحركة المرجحة.....50

III-1-3طرق الاوساط المتحركة الثنائية.....51
III-1-4نقائص طرق الأوساط المتحركة.....51
III-2التنبؤ بإستخدام نماذج التلميس الأسي.....52
III-2-1نموذج التلميس الأسي البسيط.....52
III-2-2نموذج التلميس الأسي التنائي لبراون.....53
III-2-3نموذج التلميس التنائي لـــهولت.....54
III-2-4نموذج التلميس الأسي لـــهولت –ونتر.....55
III-2-5نقائص نماذج التلميس الأسي.....56
IVالتنبؤ بإستخدام نموذج الإتجاه العام مع إدخال أثر الموسمية.....57
IV-1التنبؤ بإستخدام معادلة الإتجاه العام.....57
IV-1-1مفهوم نموذج الإتجاه العام.....57
IV-1-2تقدير معالم نموذج الإتجاه العام.....57
IV-1-3خطوات التأكد من جودة المعادلة.....58
IV-1-4بعض المشاكل القياسية في إستخدام نموذج الإتجاه العام.....60
IV-1-4-1مشكلة الإرتباط الذاتي للبواقي 61
IV-1-4-2مشكلة عدم ثبات التباين.....61
IV-1-5نقائص التنبؤ بإستخدام نموذج الإتجاه العام.....61
IV-2التنبؤ بإدخال أثر الموسمية.....62
IV-2-1نزع التغيرات الموسمية.....62
IV-2-1-1في حالة النموذج التجميعي 62
IV-2-1-2في حالة النموذج الجدائي.....63
IV-2-2إختبار الكشف عن التغيرات الموسمية.....64
IV-2-3التنبؤ بإدخال أثر الإتجاه والتغيرات الموسمية.....65
Vالتنبؤ بإستخدام منهجية بـــوكس–جانكينس.....66
V-1دالة الإرتباط الذاتي البسيطة.....66
V-2دالة الإرتباط الذاتي الجزئية.....67
V-3كثيرات الحدود المستخدمة في منهجية بـــوكس-جانكينس.....68
V-3-1نماذج الإنحدار الذاتي(AR(p).....68
V-3-2نماذج المتوسطات المتحركة(MA(q 69

II-1-7إستخدام الإعلام الآلي في حل نماذج البرمجة الخطية.....90
II-2نماذج البرمجة الخطية في التخطيط الإجمالي.....90
II-2-1نموذج النقل لـــBOWMAN.....90
II-2-2نموذج VOLLMANN.....84
II-2-3نموذج HAX AND CANDEA.....99
II-2-4 نموذج HAX AND CANDEAالموسع.....101
II-3نموذج قاعدة القرارات الخطية لـــHMMS.....104
خـــلاصـــة.....110

الفصل الرابع:وضع نموذج رياضي للتخطيط الإجمالي في وحدة BENTALمغنية

مقـــدمة.....111
Iتخطيط الإنتاج بوحدة BENTALمغنية.....112
I-1تقديم الوحدة.....112
I-2كيفية تخطيط الإنتاج بوحدةBENTALمغنية.....113
IIنمذجة المبيعات بوحدة BENTALمغنية.....116
II-1-1إختبار الكشف عن المركبة الموسمية ونزعها.....116
II-1التنبؤ بالطلب بالنسبة لمنتوج الـــBEN.....116
II-1-2دراسة الإستقرارية لسلسلة الـــBEN.....117
II-1-3تحديد الدرجات p.qللنموذجARIMA(p,1,q)للـــBEN.....118
II-1-4تقدير وإختبار جودة النموذج ARIMA(0,1,1)للـــBEN.....119
II-1-5التنبؤ بمبيعات الـــBEN.....120
II-2التنبؤ بالطلب بالنسبة لمنتوج الـــTD.....121
II-2-1إختبار الكشف عن المركبة الموسمية ونزعها.....121
II-2-2دراسة الإستقرارية لسلسلة الـــTD.....122
II-2-3تحديد الدرجات p,qللنموذج ARIMA(p,1q)للـــTD.....123
II-2-4تقدير وإختبار جودة النموذج ARIMA(0,1,1)للـــTD.....124
II-2-5التنبؤ بمبيعات الـــTD.....125
II-3التنبؤ بالطلب بالنسبة لمنتوج الـــCAL.....125
II-3-1إختبار الكشف عن المركبة الموسمية ونزعها.....126
II-3-2دراسة الإستقرارية لمنتوج الـــCAL.....126

II-3-3تحديد الدرجات p,q للنموذج ARIMA(p,1,q) للـــCAL.....127
II-3-4تقدير وإختبار جودة النموذج ARIMA(3,1,4) للـــCAL 128
II-3-5التنبؤ بمبيعات الـــCAL.....129
IIIبناء النموذج الرياضي للتخطيط الإجمالي في وحدة BENTALمغنية.....130
III-1إستراتجيات الإنتاج المتاحة للتخطيط الإجمالي في وحدة BENTALمغنية.....130
III-1-1إستراتجية الوفاء بالطلب عن طريق المخزون.....130
III-1-2إستراتيجية تغيير القوى العاملة.....130
III-2الصياغة الرياضية لنموذج التخطيط الإجمالي في وحدة BENTALمغنية.....130
III-2-1دالة الهدف.....131
III-2-1-1تقدير تكلفة الإنتاج واليد العاملة لسنة 2005بالنسبة لكل منتوج.....131
III-2-1-2تقدير تكلفة الإحتفاظ بالمخزون لسنة 2005بالنسبة لكل منتوج.....133
III-2-1-3الصياغة الرياضية لدالة الهدف.....134
III-2-2قيود الخطة الإجمالية للإنتاج.....135
III-2-2-1القيود المتعلقة بالطاقة الإنتاجية.....135
III-2-2-2القيود المتعلقة بالطلب.....137
III-2-2-3القيود المتعلقة بالعمالة.....138
III-2-2-4القيود المتعلقة بالمخزون.....139
III-2-2-5القيود المبدئية وشروط عدم السلبية.....140
خلاصـــــة.....142
الخاتـــمة العـــامة.....143
الملاحـــــق.....146
المراجـــــع.....152

قائـــمة الأشـــكال والأشـــكال الـــبيانيـــة

الصفحة

الشكل (1-1):سيرورة تخطيط الإنتاج في المؤسسة.....6

الشكل (1-2):الإطار العام لعملية التخطيط الإجمالي للإنتاج 13

الشكل (1-3):إستراتيجيات التخطيط الإجمالي.....20

الشكل (1-4):إستراتجية الوفاء بالطلب من خلال المخزون.....23

الشكل البياني (1-5):الكمية الإقتصادية المطلوبة لنموذج ويلسون.....32

الشكل البياني (1-6):نموذج ويلسون بدون إنقطاع.....32

الشكل البياني (1-7):نموذج تغير معدل الطلب وثبات فترة التوريد.....35

الشكل البياني (2-1):الشكل التجميعي والجدائي للسلسلة الزمنية.....47

الشكل البياني (2-2): السلسلة S_t والسلسلة SS_t في نموذج التلميس الأسي لبراون..... 54

الشكل البياني (2-3):إتجاه عام محلي..... 62

الشكل البياني (2-4):الطلب الفعلي المتصف بالموسمية..... 62

الشكل البياني (2-5):بيان الإرتباط الذاتي لمعاملات الإرتباط الذاتي البسيطة 66

الشكل (2-6):منهجية بـــوكس-جـــانكينس..... 78

الشكل البياني (3-1):علاقات التكلفة لبدائل الإنتاج في التخطيط الإجمالي 104

الشكل(4-1) الهيكل التنظيمي لوحدة BENTAL MAGHNIA.....113

الشكل البياني(4-2):تذبذب الطلب الفعلي عن مستوى الطاقة الإنتاجية للـــ BEN.....114

الشكل البياني (4-3):تذبذب الطلب الفعلي عن مستوى الطاقة الإنتاجية للـــTD.....114

الشكل البياني (4-4):تذبذب الطلب الفعلي عن مستوى الطاقة الإنتاجية للـــCAL.....114

الشكل البياني (4-5):منحنى تطور مبيعات منتوج الـــBEN خلال الفترة 2000-2004.....116

الشكل البياني(4-6):السلسلة الزمنية المستقرة للفروق الأولى بالنسبة لسلسلة الـــBEN.....118

الشكل(4-7):بيان الإرتباط الذاتي البسيط والجزئي لسلسلة الفروق للـــBEN.....118

الشكل(4-8): تقدير معلمات النموذج *ARIMA*(0,1,1).....119

الشكل (4-9):بيان الإرتباط الذاتي لبواقي عملية التقدير بالنسبة لسلسلة الـــ *DBCVS*.....119

الشكل البياني(4-10):منحنى تطور مبيعات الـــTD خلال الفترة 2000-2004.....121

الشكل البياني (4-11): سلسلة الفروق المستقرة بالنسبة للسلسلة TCVS.....122

الشكل (4-12):بيان الإرتباط الذاتي والجزئي لسلسلة الفروق لـــDTCVS.....123

الشكل(4-13):تقدير معلمة النموذج *ARIMA*(0,1,1) لسلسلة الفروق *TCVS*.....123
الشكل (4-14):بيان الإرتباط الذاتي لبواقي عملية بالنسبة للسلسلة *DTCVS*.....124
الشكل البياني (4-15): منحنى تطور مبيعات الـــCAL.....125
الشكل البياني (4-16): سلسلة الفروق المستقرة بالنسبة للسلسلة CACVS.....126
الشكل (4-17):بيان الإرتباط الذاتي البسيط والجزئي للنموذج *ARIMA*(*p*,1,*q*) للسلسلة *DCACVS*.....127
الشكل(4-18):تقدير معلمات النموذج ARIMA(3, 1, 4)للسلسلةCACVS.....127
الشكل (4-19): بيان الإرتباط الذاتي لبواقي عملية تقدير النموذج *ARIMA*(3,1,4).....128

قائـــــمة الجـــــداول

الصفحة

جدول (1-1):تحديد قيمة المخزون في بداية و نهاية كل شهر.....29

جدول (2-1):علاقة بعض القرارات الإنتاجية بالتنبؤ.....43

جدول (2-2):تطورا لإنتاج بالطن خلال الفترة 1984-1990في إحد المؤسسات الصناعية.....48

جدول (2-3):تحويل السلسلة الزمنية للجدول (2-3) إلى سلسلة مستقرة.....49

جدول (2-4):خصائص دالة الإرتباط الذاتي البسيطة والجزئية.....70

جدول (3-1): الطلب المتنبأبه وأيام الطلب الفعلية لخمسة أشهر في مؤسسة صناعية..... 82

جدول (3-2):البيانات اللازمة للتخطيط الإجمالي في مؤسسة صناعية.....83

جدول (3-3):تكلفة الإنتاج بمعدل ثابت مع تغير القوى العاملة.....85

جدول (3-4):التكلفة الكلية لإستراتجية مواجهة الطلب مع تغيير مستوى العمالة في مؤسسة صناعية.....86

جدول (3-5):توقعات الطلب والطاقة الإنتاجية وتكاليف البدائل الإنتاجية في إحد المؤسسات الصناعية... 91

جدول (3-6):التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية بإستخدام طريقة Bowmanللنقل.....92

جدول (3-7):الطلب المتنبأبه وعدد الأيام الفعلية لستة أشهر في إحد المؤسسات..... 96

جدول (3-8):تكاليف تعيين العمال والإحتفاظ بالمخزون.....97

جدول (3-9):تحديد عدد الوحدات المنتجة من طرف عامل واحد خلال كل فترة.....97

جدول (3-10):نتائج الخطة الإجمالية بإستخدام البرمجة الرياضية..... 99

جدول (3-11):العلاقات الرياضية لتكاليف البدائل الإنتاجية العامة والخاصة بالدراسة الأصلية.....105

جدول (3-12):الطلب المتنبأبه لـــ5أشهر لإحدى المؤسسات الصناعية.....107

جدول (3-13):نتائج الخطة الإجمالية للطاقة الإنتاجية بإستخدام نموذج قاعدة القرارات الإنتاجية.....108

جدول (4-1):الطاقة الإنتاجية اليومية من CAL,TD,BENفي مؤسسة BENTALمغنية..... 113

جدول (4-2):الخطة الإنتاجية الموضوعة بمؤسسة BENTALمغنية بالطن.....115

جدول (4-3):سلسلة الـــBENبعد نزع المركبة الموسمية (BCVS).....117

جدول (4-4):المعاملات الموسمية الشهرية للـــBEN.....117

جدول (4-5):نتائج إختبار ADFبالنسبة لسلسة BCVS.....117

جدول (4-6):التنبؤ بالـــBENلـــ6أشهرالقادمة.....120

جدول (4-7):السلسلة الزمنية لـــ TDبعد نزع المركبة الموسمية TCVS.....121

جدول (4-8):المعاملات الموسمية الشهرية للـــTD.....121

جدول (4-9): نتائج إختبار ADFبالنسبة لسلسة الـــTCVS.....122

جدول (4-10):التنبؤ بالـــTDلـــ6أشهر القادمة.....124
جدول (4-11):سلسلة الـــCALبعد نزع المركبة الموسمية.....125
جدول (4-12):المعاملات الموسمية للـــCAL.....125
جدول (4-13):إختبار ADFللسلسلة CACVS.....126
جدول (4-14):التنبؤ بمبيعات الـــCALخلال الـــ6أشهر القادمة.....128
جدول (4-15):تقدير تكلفة الإنتاج للـــBENلسنة 2005.....131
جدول (4-16): تقدير تكلفة الإنتاج للـــTDلسنة2005.....131
جدول (4-17): تقدير تكلفة الإنتاج للـــCALلسنة2005.....132
جدول (4-18):تقدير مساهمة تكلفة اليد العاملة لكل وحدة منتجة لسنة 2005.....132
جدول (4-19):تقدير تكلفة الإنتاج بإستثناء تكلفة اليد العاملة.....133
جدول (4-20):تقدير تكلفة الإحتفاظ بالمخزون الشهرية للـــBENللطن.....134
جدول (4-21): تقدير تكلفة الإحتفاظ بالمخزون الشهرية للـــTDللطن.....134
جدول (4-22): تقدير تكلفة الإحتفاظ بالمخزون الشهرية للـــCALللطن.....134
جدول (4-23):متوسط الطاقة اليومية لمنتجات وحدة BENTALمغنية.....136
جدول (4-24):الطاقة الإنتاجية الشهرية لكل عامل خلال كل شهر بالنسبة لكل منتوج.....136
جدول (4-25): الخطة الإجمالية للإنتاج المقترحة لـــ6أشهر الأولى لسنة2005في مؤسسةBENTALمغنية...140

المقدمـــــة العـــامـــة

تُحضى دراسة الإدارة بأهمية بالغة بين الدارسين والممارسين في مختلف أوجه النشاط الإقتصادي ، ويرجع السبب لتعاظم أهمية دراسة الإدارة وتطبيق مبادئها في مجتمعنا الحديث، إلى تزايد المتغيرات و الظروف البيئية المختلفة من سياسة إقتصادية وتكنولوجية ،بالإضافة إلى زيادة حدة المنافسة بين المؤسسات المختلفة، مما أدى إلى زيادة الإهتمام بالأداء الفعال داخل تلك المؤسسات.

تعتبر إدارة الإنتاج أحد أقدم فروع الإدارة، إذ من الصعب علينا أن نحدد متى بدأ الإنسان في دراسة الإنتاج ، ولكن ومع التطور الكبير الذي شهدته علوم الإدارة، تطور مفهوم إدارة الإنتاج ليصبح إدارة العمليات والإنتاج ، وهي" عبارة عن تلك النشاطات المتعلقة بخلق السلع والخدمات ، من خلال تحويل المدخلات إلى مخرجات"[1]، هذه النشاطات يمكن أن نجدها في جميع المنظمات، ولكن في المؤسسات الصناعية فإن نشاطات الإنتاج والتي يمكن من خلالها خلق السلع تكون واضحة تماما وملموسة، فعند الإشارة إلى مثل هذه النشاطات يفضل إستخدام مصطلح إدارة الإنتاج، في حين أن المنظمات التي تنتج خدمات فإن وظيفة الإنتاج لاتكون واضحة وغير ملموسة، لهذا من الأفضل إستخدام إدارة العمليات ،وبشكل مختصر يمكن القول بأن الإنتاج يشير إلى التصنيع والعمليات تشير إلى الخدمات .

يمكن تقسيم وظائف الإدارة في أي مؤسسة إلى أربع وظائف أساسية، تشكل فيما بينها مزيجا متكاملا يمكن للمدير ومن خلالها تحقيق أهداف وحدته التنظيمية وهي[2]: التخطيط ، التنظيم ، التوجيه ، والرقابة وهذا ماينطبق أيضا على إدارة العمليات والإنتاج، ويعتبر التخطيط الوظيفة الأولى والتي تعتمد عليها الوظائف الإدارية الأخرى ، إذ هو الوظيفة التي ترتكز على التهيُّؤ والإستعداد للمستقبل، أما تخطيط الإنتاج بشكل خاص فهو لايختلف عما ذكر سابقا، فهو أيضا العملية التي يتم على إثرها معرفة ماذا يجب القيام به في المستقبل ، بحيث يتم تحديد الموارد (آلات، عدد عمال، مستوى الإنتاج....)المطلوبة للإنتاج، ووضع الخطط التفصيلة لهذه الموارد، وكيف يمكن أن تستخدم لتصنيع منتجات معينة، كما يمكن القول بأن وظيفة تخطيط الإنتاج هي تلك الوظيفة التي تتولى تحديد أهداف الإنتاج، تطوير المنتجات، والتعرف على المبيعات لتقدير كمية الإنتاج....، فالقائم بعملية تخطيط الإنتاج، يحاول أن تكون لديه المعلومات الكاملة والصحيحة عن الطلب المستقبلي ، ويمكنه في سبيل ذلك أن يعتمد على الكثير من الأساليب الإحصائية والنوعية المستخدمة في التنبؤ، هذا الأخير الذي يلعب دورا مؤثرا في تخطيط الإنتاج ، إذ يعتبر مدخل العملية التخطيطية، فله إنعكاس واضح المعالم على كفاءة القرارات المتعلقة بتخطيط الإنتاج .

ينقسم تخطيط الإنتاج وفق الأساس الزمني إلى ثلاثة أنواع وهي:[3] تخطيط الإنتاج الطويل المدى، تخطيط الإنتاج المتوسط المدى، تخطيط الإنتاج القصير المدى.

---

[1] ح.ع.التميمي؛إدارة العمليات والإنتاج -مدخل كمي-؛ دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع -عمان 1997ص23

[2] عبد.الغفار حنفي ؛محمد فريد الصحن ؛إدارة الأعمال ؛كلية الإدارة -جامعة الإسكندرية وبيروت العربية ؛1991ص17

[3] Y.Crama ;Elément de Gestion de la production ;Ecole D'administration des affaires Université de liége ;2003.p6

إن تعدد البدائل الإنتاجية لمواجهة تقلبات الطلب، يجعل مهمة المؤسسة معقدة، وهذا في البحث عن البديل الأمثل، والذي تقوم المؤسسة على إثره بمواجهة تلك التقلبات بأدنى التكاليف، وهذا أثناء الفترة التخطيطية، ومن هذا المنطلق تظهر الأهمية القصوى للتخطيط الإجمالي، وذلك في ضرورة وضع خطة إجمالية يمكن للمؤسسة عن طريقها بتعديل طاقتها الإنتاجية المتاحة، من أجل مواجهة تقلبات الطلب على منتجاتها بأدنى التكاليف، وعليه يمكن صياغة إشكالية البحث كا لآتي:

كيف يمكن تحديد خطة إنتاج إجمالية ، عبر فترات زمنية تخطيطية ، يتم على إثرها التحديد الأمثل لموارد المؤسسة (مستوى الإنتاج،المخزون، عمالة) وذلك من أجل مواجهة الطلب المتنبأبه بأدنى التكاليف؟

فمن خلال صياغة الإشكالية أعلاه يتضح أنها ذات طابع كمي، وهذا عن طريق البحث عن النموذج الرياضي الملائم، والذي تتمكن المؤسسة فيه، من تحديد المستوى الأمثل من الإنتاج ، المخزون، العمالة. ومن أجل معالجة إشكالية البحث يمكن صياغة الفرضيتين:

*إن نجاح الخطة الإجمالية للإنتاج، مرهون بنوعية وبدقّة نتائج نماذج التنبؤ القصير المدى المختارة.

*إن فشل التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية في المؤسسات الجزائرية، يعود سببه إلى ضعف الأساليب العلمية والمتعلقة بنماذج التنبؤ من جهة، وغياب نماذج التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية من جهة أخرى.

وتبرز أهداف هذه الدراسة في:

- إظهار أهمية التخطيط المتوسط المدى بالنسبة للمؤسسات الصناعية ، وكذا إستخدام الأساليب الرياضية والإحصائية في التعامل مع مشاكل التخطيط بصفة عامة، وتخطيط الإنتاج بصفة خاصة، وأيضا لفت إنتباه المسؤولين في المؤسسات الجزائرية إلى فعالية الأساليب الرياضية للتعامل مع مشاكل تخطيط الإنتاج بصفة عامة، والتخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية بصفة خاصة، وهذا من أجل مواجهة تقلبات الطلب بأدنى التكاليف.
- إبراز أهمية التنبؤ بالطلب لتخطيط الإنتاج، وهذا بعرض بعض النماذج الرياضية لحل مشاكل التنبؤ بالطلب القصير المدى.
- إثراء المكتبات الجامعية بهذا الموضوع، وهذا بالنظر لعدم وجود دراسات سابقة في هذا الموضوع.

بما أن إشكالية البحث تأخذ الطابع الكمي، فإن المنهج الذي سوف نستخدمه هو منهج التحليل التقني، وهذا لأننا سوف نقوم بعرض نماذج رياضية لحل مشكلة التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية ، وقبل ذلك سوف نستعين بنماذج التنبؤ بالطلب، من أجل تحديد أرقام الطلب والتي يتم إعداد الخطة الإجمالية لمواجهتها. كما قسمنا البحث إلى بابين، الباب النظري حيث سنتعرض فيه إلى مختلف الجوانب النظرية لمشكلة التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية، أما الباب التطبيقي فسنحاول فيه بناء نموذج رياضي لمعالجة مشكلة التخطيط الإجمالي في المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة وحدة مغنية

(BENTALمغنية)، وهذا في محاولة لإبراز فعالية النماذج الرياضية في حل مشكلة التخطيط الإجمالي في المؤسسات الجزائرية.

قمنا بتقسيم الباب النظري إلى 3 فصول وهي:التخطيط الإجمالي والطاقة الإنتاجية، نماذج التنبؤ بالطلب، النماذج الرياضية للتخطيط الإجمالي.

تناولنا في الفصل الأول مفهوم وأهداف تخطيط الإنتاج بصفة عامة، ليتم بعد ذلك التطرق إلى ماهية التخطيط الإجمالي وأهميته والحاجة إليه، ثم بعد ذلك تطرقنا إلى مفهوم الطاقة الإنتاجية وعلاقتها بالتخطيط الإجمالي ، وبعد ذلك تناولنا بالتحليل إستراتجيات التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية، أي تلك البدائل الإنتاجية التي قد تستخدمها المؤسسات لحل مشكلة التخطيط الإجمالي ،في الأخير تطرقنا إلى نماذج تسيير المخزون وهذا بإعتبار أن نتائجها تعتبر أحد قيود الخطة الإجمالية .

أما الفصل الثاني فتطرقنا فيه إلى نماذج التنبؤ بالطلب، وهذا بإعتباره السبب الرئيسي لإعداد الخطة الإجمالية ، حيث استعرضنا فيه نماذج التنبؤ القصير المدى، أي تلك النماذج التي تعتمد على تحليل السلاسل الزمنية ، بدءاً بعرض مختلف المفاهيم الأساسية للسلاسل الزمنية ، ثم كيفية التنبؤ بإستخدام المتوسطات المتحركة والتلميس الأسي، والتنبؤ بإستخدام نموذج الإتجاه العام والموسمية، ليتم في الأخير التطرق إلى أحد أحدث وأكثر الطرق نجاعة في التنبؤ القصير المدى، والمعروفة بـــمنهجية بـــوكس–جانكينس وهذا لأنها تُدخِل عند عملية التنبؤ، أثر الإتجاه العام ، أثر الموسمية،وأثر العشوائية .

في الفصل الثالث قمنا بمحاولة حل مشكلة التخطيط الإجمالي، وهذا عن طريق عرض أهم النماذج الرياضية، وقبل ذلك تناولنا إحد الطرق المستخدمة بشكل واسع في المؤسسات، وهي الطرق الإجتهادية والمتمثلة في طريقة التجربة والخطأ، وحيث أنها غير قادرة على تحديد خطة إنتاج مثالية ، إنتقلنا إلى نماذج البرمجة الخطية بدء بنموذج النقل لـــ BOWMAN ثم نموذج VOLLMANN ونموذج HAX AND CANDEA ،ولأن هذه النماذج تستند على فرضية الخطية، تم التطرق في الأخير إلى نموذج قاعدة القرارات الخطية والذي يمكن إستخدامه في حالة عدم خطية التكاليف لبدائل الإنتاج المتاحة.

أما الفصل التطبيقي فعنوناه بـــ:وضع نموذج رياضي للتخطيط الإجمالي في وحدة BENTALمغنية، حيث حاولنا فيه إسقاط ماتطرقنا إليه نظريا، في إحدى المؤسسات الصناعية الجزائرية، ووقع إختيارنا على المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدة والمواد النافعة وحدة مغنية، وهذا بسبب تقلبات الطلب على منتجاتها، مما يجعلها تفوق في بعض الأحيان طاقة الوحدة المتاحة، وهذا ما استدعانا إلى محاولة بناء نموذج رياضي تواجه به الوحدة تلك التقلبات التي يشهدها الطلب على منتجاتها ، وقبل ذلك قمنا بنمذجة مبيعات الوحدة بالنسبة لمنتجاتها الثلاث، بإستخدام منهجية بوكس –جانكينس بهدف التنبؤ بمبيعاتها، ليتم تحديد الخطة الإجمالية والتي تواجه بها الوحدة تلك التنبؤات.

الفصل الأول:

التخطيـــط الإجمـــالي والطاقـــة الإنتاجية

I مفهوم تخطيط و مراقبة الإنتاج في المؤسسة

يعتبر التخطيط أحد الوظائف المهمة في الإدارة، إذ يعتبر الوظيفة الأولى التي تعتمد عليها الوظائف الإدارية الأخرى ، فهو العملية التي من خلالها تقوم المؤسسة بدراسة بيئتها و إمكانياتها الخاصة ، و إختيارها لإستراتيجية ما بإعادة توضيح أهدافها، ومن تم تحديد الوسائل المادية و البشرية لتحقيقها.

I-1مفهوم التخطيط :

هناك عدة تعاريف للتخطيط نذكر منها:

التعريف 1:

يعرف (C.O.D'onnel, H.Koontz) "التخطيط بأنه عبارة عن أخذ قرار متقدم عن العمل الذي يجب القيام به في المستقبل ، و كيف ومتى سيتم القيام بهذا العمل ، لذلك فالتخطيط هو عبارة عن تلك الصلة التي تربط المؤسسة بالحالة الموجودة مع الحالة المرجوة ،أي الحالة التي تتمنى المؤسسة أن تصل إليها،لذلك يهتم التخطيط بما سيكون عليه المستقبل مع الإستعداد لهذا المستقبل ، أي وضع تقرير مسبق بما يجب عمله و كيف و متى ومن الذي يقوم به "[1].

التعريف 2:

أما الدكتور فريد عبد الفتاح زين الدين فيعرف التخطيط على أنه" الوظيفة المسؤولة عن عملية تحديد الأعمال التي يجب أن تتم خلال مدة معينة، في كل قسم من أقسام المؤسسة "[2].

ويمكن أن نستخلص من التعاريف السابقة أن التخطيط يرتبط بحقائق مرتبطة بالمستقبل ، و حيث أنه من الصعب معرفة هذه الحقائق و تحديدها بشكل دقيق، فإن الإدارة لا بد لها من أن تلجأ إلى القيام بتنبؤات أو توقعات حولها ، كما يمكن أن نستخلص بأن وظيفة التخطيط هي الوظيفة المسؤولة عن تحديد الأهداف النهائية التي يسعى المشروع إلى تحقيقها ، و كذلك تحديد الأهداف الجزئية الخاصة بالوحدات التي يضمها الهيكل التنظيمي، تم تحديد الأعمال اللازمة لتحقيق كل هذه الأهداف ، و كذلك تحديد حجم ونوع الإمكانيات المطلوبة لتنفيذ هذه الأعمال ، ووضع الجدول الزمني لتتابع العمليات وتحديد المواعيد التي يجب أن تنتهي فيها كافة هذه الأعمال .

I-1 مفهوم تخطيط و مراقبة الإنتاج :

I-1- 1 تعريف وظيفة تخطيط الإنتاج :

كما سبقت الإشارة فالتخطيط هو وظيفة الإدارة التي ترتكز على التهيؤ و الإستعداد للمستقبل ، أو أنه العمل المحدد مسبقا لما يراد القيام به في المستقبل ، و تخطيط الإنتاج لا يختلف في مفهومه كثيرا عما ذكر

---

[1] H.Koontz ,C.O Donnell;*Management principes et méthodes de gestion*;ed:MccGraw-Hill Irwin ; USA 1980 ; p60

[2] د.فريد عبد الفتاح زين الدين;تخطيط و مراقبة الإنتاج،مدخل إدارة الجودة;جامعة الزقازيق;1997; ص18 .

سابقا، فهو أيضا العملية التي بموجبها يتم تحديد ماذا يجب القيام به في المستقبل ، فمن خلاله يتم التحديد المسبق لموارد المؤسسة (آلات ، أجهزة ، مباني ...) المطلوبة للإنتاج، ووضع الخطط التفصيلية لهذه الموارد، و كيف يمكن أن تستخدم لتصنيع منتجات معينة.

ويمكن تعريف وظيفة تخطيط الإنتاج كالآتي:

"هي تلك الوظيفة التي تتولى مسؤولية تحديد أهداف الإنتاج،و تطوير المنتجات،و التعرف على المبيعات لتقدير كميات الإنتاج و إعداد برامجها، و تقدير كافة الإحتياجات المطلوبة كمّا و نوعا، و اللازمة لتنفيذ برامج الإنتاج الموضوعة ،و إعداد خطة العمل في المصنع بما يحقق أقصى كفاية إنتاجية ممكنة من عناصر الإنتاج، و تخفيض المستثمر في المخزون إلى أقل حد ممكن ، ووضع الجداول الزمنية لتنفيذ الإنتاج بالكميات المطلوبة، وفي المواعيد المحددة للتسليم،وبالمواصفات المطلوبة "[3].

فمن التعريف أعلاه تتضح مختلف المهام و المسؤوليات التي تقع على عاتق وظيفة تخطيط الإنتاج .

I-1- 2 تعريف وظيفة الرقابة على الإنتاج :

يمكن تعريف وظيفة الرقابة على الإنتاج" أنها الوظيفة التي يتم على إثرها القيام بالعمل التصحيحي للتأكد من أن الأهداف قد تم انجازها بكفاءة و فعالية ممكنة"[4] .

ويمكن تعريفها أيضا أنها"الوظيفة المسؤولة عن متابعة تنفيذ المنتج خلال مروره بالمراحل الصناعية إبتداء من المواد الخام حتى إتمام الإنتاج ، و يمتد إلى ما بعد ذلك حتى الإستخدام بواسطة العملاء ، وذلك عن طريق تجميع المعلومات عن تقدم التنفيذ و تحليلها للتأكد من إتمام التنفيذ بالكميات المطلوبة ، وفي المواعيد المحددة و بالموصفات و الجودة المطلوبتين ، و التعرف على المعوقات و الإنحرافات عن المستويات المسموح بها لوضع الإجراءات التصحيحية بشأنها، وترشيد العملاء إلى طريقة الإستخدام السليمة"[5].

وتعتبر وظيفة الرقابة على الإنتاج شديدة الإرتباط بتخطيط الإنتاج، بحيث لا يمكن الفصل بينهما في المؤسسة ، لذلك فالرقابة على الإنتاج و تخطيط الإنتاج يشكلان في المؤسسة وظيفة واحدة تسمى بوظيفة تخطيط و مراقبة الإنتاج ، و هذا ناتج عن عدم إمكانية الرقابة على الإنتاج دون مخطط يتم السير عليه، كما أن التخطيط يفقد فعاليته إذا لم تكن هناك متابعته للتدخل في الوقت المناسب، و كل هذا بغرض تحقيق الأهداف الإنتاجية للمؤسسة .

I– 2 أهداف وظيفة تخطيط و مراقبة الإنتاج :

تسعى وظيفة تخطيط و مراقبة الإنتاج إلى تحقيق عدة أهداف، فالمصنع كوحدة متكاملة يسعى إلى تحقيق أكبر إنتاج ممكن خلال فترة زمنية معينة وباستخدام الإمكانيات المتاحة له فقط ، و على ذلك يوكّل

---

[3] فريد عبد الفتاح زين الدين;مرجع سبق ذكره;ص19 .

[4] د.حسين عبد الله التميمي;إدارة العمليات و الإنتاج-مدخل كمي ;دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع، طبعة أولى،جامعة آل بيت، عمان 1997 ص22.

[5] فريد عبد الفتاح زين الدين;مرجع سبق ذكره;ص19.

إلى القائم بوظيفة تخطيط و مراقبة الإنتاج مهمة إعداد البرامج التي يمكن على إثرها تحقيق الأهداف، و مراقبة تنفيذها، ومن بين الأهداف التي تسعى وظيفة تخطيط و مراقبة الإنتاج تحقيقها نذكر :

- العمل على الوصول برقم المخزون بمختلف أنواعه سواء كان مواد أولية، منتجات تامة الصنع... إلى الحد الأدنى، و ذلك يهدف تخفيض رأس المال المستثمر في السلع المستخدمة للتشغيل أو البضائع المعدة للبيع.
- الحد من ساعات تعطيل عناصر الإنتاج المستخدمة ، و إستعمال الخرائط الزمنية لهذا الغرض، لأن هذا التعطيل يؤدي بدوره إلى عجز المشروع عن إنتاج الكمية المطلوبة في مواعيدها فضلا عن تحملها بتكلفة التعطل .
- ضمان توفير الإنتاج بمستوى الجودة المحدد بما يحافظ على سمعة المؤسسة في السوق .
- إستخدام الإمكانيات المتاحة أفضل إستخدام ممكن.
- تقييم الأداء و إتخاذ الإجراء التصحيحي الملائم.

I - 3 أنواع تخطيط الإنتاج وفق الأساس الزمني:

يمكن التمييزبين3 أنواع أو مستويات من تخطيط الإنتاج و التي تتصل بمهام مدير الإنتاج و العمليات، وذلك على أساس الفترة الزمنية التي تغطيها الخطة الإنتاجية ، فهناك تخطيط الإنتاج الطويل المدى ، التخطيط المتوسط المدى ، والتخطيط القصير المدى و فيما يلي يمكن توضيح معالم وحدود و محتوى كل منها.

I-3- 1التخطيط الطويل المدى:

يتضمن التخطيط الطويل المدى، خطط تتضمن قرارات عبر فترات زمنية قد تطول إلى 5 سنوات قادمة أو أكثر ، فهي خطط تزيد مدتها عن عام ، أي أن أقل فترة زمنية تغطيها تلك النوعية من الخطة تتحدد بتلك الفترة الزمنية التي تأخذها لتغيير الطاقة المتاحة ، فيسمى هذا التخطيط أيضا بتخطيط الطاقة ،و مثال ذلك إستكمال التصميم الهندسي لأي مباني جديدة في المصنع ، إختيار حجم معين لمبنى معين ، وبصفة عامة يمكن القول بأن تخطيط الإنتاج الطويل المدى هو عبارة عن تلك القرارات ذات العلاقة بتصميم النظام، ونذكر من ذلك ، قرار إختيار الموقع ، التخطيط الداخلي للمصنع ، تخطيط نظم العمل ، تصميم المنتج ،

و فيما يلي بعض القرارات التي تعتمد على التخطيط الطويل المدى

1)**قرار الموقع** : يعتبر قرار الموقع أحد قرارات التخطيط الطويل المدى ،و هو من بين القرارات الإستراتيجية الهامة التي تتخذها إدارة المؤسسة سواء في المؤسسة الصناعية أو الخدماتية ، لأنه في بعض الأحيان قد تقرر المنشأة الزيادة في طاقتها الإنتاجية عن طريق إنشاء وحدة إنتاجية في منطقة ما، و المشكلة

تنشأ عندما تكون للمؤسسة عدّة بدائل (مواقع)، فمثل هذا القرار قد يعرض المنشأة للكثير من التكاليف و التي قد يصعب الرجوع فيها كتكلفة إعادة البناء ، إعادة ترتيب الآلات... .

2/التخطيط الداخلي للمصنع : إن من بين قرارات التخطيط الطويل المدى في المؤسسات الصناعية التخطيط الداخلي للمصنع ، حيث يقصد به التحديد المسبق لنظام العمل داخل الورشات الإنتاجية وإختيار مواقع محطات التشغيل، مراكز الإنتاج، مناطق الإنتظار و التخزين، وبصفة عامة يمكن القول بأن التخطيط الداخلي للمصنع هو تحديد أنسب للمواقع الملائمة للتجهيزات الإنتاجية و الخدماتية داخل المصنع بالشكل الذي يضمن الإستغلال الأمثل للطاقة الإنتاجية المتاحة.

3/قرار اختيار تصميم المنتج: يأتي قرار تصميم المنتج على رأس القرارات الإستراتيجية الطويلة المدى، في مجال إدارة العمليات و الإنتاج، فرضاء المستهلك لن يتأتّى إلا عن طريق تقديم منتج مطلوب ذو جودة عالية، وبتكلفة تنافسية، وفي وقت الحاجة إليه.

وترجع أهمية هذا القرار- أي قرار تصميم المنتج- أنه يترتب عليه تخطيط العمليات التشغيلية اللازمة لإنتاج هذا المنتوج ، و بالتالي فإن تصميم النظام الإنتاجي ككل يتوقف بشكل مباشر على نوع المنتج الذي تم إختياره، و التصميم الذي تم التوصل إليه.

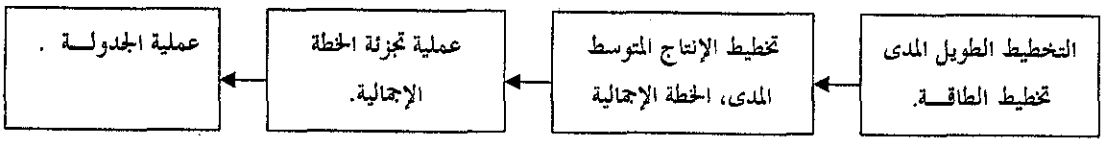
I-3- 2 التخطيط المتوسط المدى :

يتعلق التخطيط المتوسط المدى بتخطيط الإنتاج لمدة زمنية تتراوح بين 6 إلى 18 شهرا، حيث تتضمن هذه الخطة تقديرات إجمالية للإنتاج و العمالة و المخزون في كل فترة من الفترات التخطيطية، دون تخصيص لنوع معين من المنتجات، فإذا كانت المؤسسة الصناعية تنتج عدّة منتجات ، فإن الرقم الشهري المقدر للإنتاج سوف يعبر عن رقم إجمالي من تلك المنتجات مجتمعة ، لذلك يطلق على هذا النوع بالتخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية، هذا لأنه بمثابة تخطيط للطاقة الإنتاجية،وذلك عن طريق تحديد مستوى الإنتاج ، العمالة و المخزون...(سوف نتطرق لهذا النوع من التخطيط بالتفصيل فيما بعد) .

I-3- 3 التخطيط القصير المدى :

يتعلق التخطيط القصير الأجل بالتخطيط التفصيلي لفترات إنتاجية تقل عن شهر، فقد يكون التخطيط لمدة شهر أو أسبوع أو يوم و حتى لفترة ساعات، و يطلق على هذا النوع بجدولة الإنتاج وهي تتضمن تخصيص الموارد المتاحة (معدات، آلات، عمالة....) لتشغيل الأوامر الإنتاجية للأعمال و الأنشطة اللازمة، وتعتمد عملية الجدولة على التقديرات السابقة في مرحلة التخطيط المتوسط المدى أي التخطيط الإجمالي، ويعني أن الجدولة هي آخر عمليات تخطيط الإنتاج، بدءا بتخطيط الطاقة و مرورا بالتخطيط المتوسط المدى ويمكن توضيح ذلك في الشكل الأتي:

الشكل (1-1): سيرورة تخطيط الإنتاج في المؤسسة



المصدر: محمد توفيق ماضي (إدارة العمليات و الإنتاج-مدخل إتخاذ القرارات)جامعة الإسكندرية،ص338

و يترتب على ذلك أن مرحلة الجدولة تكون مقيدة بكل قيود المراحل السابقة للتخطيط ، و تهدف عملية جدولة الإنتاج إلى تحقيق الإستخدام الفعال و الكفء للطاقة الإنتاجية التي تم تحديدها مسبقا، مع ضمان مستوى خدمة معين للعملاء ، فغياب الكفاءة في عملية الجدولة يترتب عليه عدم الإستغلال الجيد للطاقة المتاحة، و يظهر ذلك في وجود آلات أو أفراد أو معدات عاطلة في إنتظار البدء في تشغيل بعض الأوامر، الأمر الذي يترتب عنه إرتفاع في تكاليف الإنتاج .

كما أن عدم الكفاءة في الجدولة قد يؤدي إلى تحرك أوامر الإنتاج ببطء في العملية التشغيلية، مما يترتب عليها في كثير من الأحيان عدم القدرة على تسليم الطلبيات في موعدها، و هذا أمر غير مرغوب فيه على الإطلاق ، وقد تحاول المؤسسة معالجة هذه الحالة بالإسراع في انجاز تلك الأوامر الهامة و المتأخرة، و يكون ذلك عن طريق الإعتماد على موارد عادة ما تكون ذو تكلفة مرتفعة ،مما يرفع من تكاليف التشغيل ، لذلك عادة ما يتم تقييم جودة (نجاح) عملية الجدولة على أساس درجة القدرة على تسليم الطلبيات في موعدها، ودرجة إستغلال الموارد الإنتاجية المتاحة للتشغيل .

و النتيجة النهائية لعملية الجدولة الإنتاجية تكون في شكل خطة زمنية (جدول) للأنشطة،يوضح فيها ما سوف يتم انجازه و تاريخ البدء و الإنتهاء منه ،و الموارد المخصصة له ، و تتضمن هذه القرارات الهامة في هذا الصدد تخصيص الأوامر على مراكز التشغيل (مركز التشغيل عبارة عن مجموعة من المعدات واحدة أو أكثر يتولى إدارتها عامل أو مجموعة من العمال المتكاملين) بشكل يحقق أهداف موضوعة كتدنية التكاليف أو تقليل وقت التشغيل الإجمالي.... .

وفي الأخير يمكن أن نذكر أيضا بعض الأمثلة عن التخطيط القصير المدى، كتخطيط و مراقبة المخزون، نظام تخطيط الإحتياجات من المواد (MRP)..... .

I -4 الطرق الكميـــة في تخطيط الإنتاج :

تُشكل عملية أخذ القرارات الركيزة الأساسية لتخطيط الإنتاج ، ذلك لأن المسير عند إعداده للخطة الإنتاجية فسوف يحاول إعداد الخطة التي يحقق على إثرها أهداف معينة، وفي غالب الأحيان تكون هذه الأهداف مرتبطة بالتكاليف أو الأرباح ، فهذا يعني أن تحديد الخطة الإنتاجية يكون بـــهدف تدنية

المؤسسات "[7] و يتضح مما سبق أنه يمكن تعريف بحوث العمليات كما يلي : " هو مجموعة الطرق والأساليب و التقنيات العلمية المستخدمة لدراسة و بحث مختلف الصعوبات الإدارية و الصناعية ، من أجل الوصول إلى الحل الأمثل أو القرار السليم ،أو الخطة المثالية "[8] .

لذلك فبحوث العمليات هي تطبيق الطرق الرياضية و الإحصائية لحل مشاكل الإدارة عن طريق تحويل هذه المشاكل إلى نماذج رياضية ، يتم فيها التعبير عن المتغيرات بشكل كمي ، و كل ذلك من أجل إتخاذ أفضل قرار ، و تجدر الإشارة أنه مما زاد من تطور بحوث العمليات هو التطور الكبير لبرامج الإعلام الآلي.

زمن بين الأساليب المستخدمة في بحوث العمليات نذكر:

- البرمجة الخطية.
- أساليب التخطيط باستخدام شبكات الأعمال (CPM , PERT) .
- نماذج صفوف الإنتظار.
- نماذج تسيير المخزون.
- نظرية الألعاب الإستراتيجية .
- .....

في الأخير نشير إلى أنه يجب على القائم بتخطيط الإنتاج، أن تكون لديه أفضل الطرق الكمية من أجل إعداد الخطط الإنتاجية بالشكل الذي تحقق المؤسسة فيه أهدافها بأدنى التكاليف.

[7] R. Kast ;*la théorie de la décision* ; ed :la découverte ;Paris,2002, P.9

[8] عبد الرحمن بن محمد أبو عمة،محمد احمد العش،مرجع سبق ذكره،ص5

IIماهية التخطيط الإجمالي للإنتاج:

ينقسم تخطيط الإنتاج كما ذكرنا سابقا الى3 أقسام وفق الأساس الزمني، وهي التخطيط الطويل المدى والتخطيط القصير المدى ،وهناك نوع آخر يقع بين التخطيطيين وهو التخطيط المتوسط المدى، والذي يطلق عليه أيضا بالتخطيط الإجمالي ويمكن توضيح معناه كالأتي.

II. 1طبيعة و معنى التخطيط الإجمالي:

يهتم التخطيط الإجمالي بإعداد خطط لفترات زمنية قادمة تتراوح بين 3الى 18شهر مع تفصيل لكل شهر، حيث يتضمن هذا النوع من التخطيط، بناء الخطة الإنتاجية التي تعمل على التوفيق والتسوية بين حجم الطاقة الإنتاجية (المتاحة)،وحجم الطلب المتنبأبه خلال الفترات الزمنية التي تضمها فترة الخطة الإجمالية، وذلك من خلال بعض الأساليب التي تحدث هذه التسوية المطلوبة.

وهناك عدة تعاريف للتخطيط الإجمالي نذكر منها:

التعريف1:

"التخطيط الإجمالي للإنتاج هو عملية تحديد خطة إنتاجية عبر فترات زمنية لموارد المؤسسة الآتية:

- حجم اليد العاملة.
- مستويات الإنتاج لكل فترة.
- مستوى المخزون.
- الآلات، مواد أولية، أموال....

وذلك بهدف مقابلة إحتياجات الطلب المتنبأبه".[9]

فيتضح من هذا التعريف أن الخطة الإجمالية تضم عدد العمال ، كميات المنتجات، المواد الأولية و الآلات وفي بعض الأحيان حتى الأموال التي يجب أن توفرها المؤسسة من أجل مقابلة الطلب، و بالتالي عدم الوقوع في مشاكل مع الزبائن من جهة، وعدم تحمل طاقات عاطلة في العمل من جهة أخرى .

تعريف 2:

"يعرف التخطيط الإجمالي للإنتاج بأنه تحديد إجمالي لحجم إستخدام الموارد، و مستوى الإنتاج و العمالة و المخزون عبر فترات زمنية محددة من أجل أفضل مواجهة للطلب المتنبأ به عن طريق أفق متوسط المدى"[10].

فمن هذا التعريف أيضا يمكن أن نستنتج بأن التخطيط المتوسط المدى يتم على إثره تحديد طاقة المؤسسة من اليد العاملة، و تحديد أفضل الكميات التي يجب تخزينها، و مستوى الإنتاج الإجمالي دون تخصيص لنوع معين من المنتجات.

---

[9] S. Nahmias, *production and opérations analysis* ;4eme edition ; McGraw-Hill Irwin ;USA ;2001.p99.
[10] - Y. CRAMA ;*Elements de Gestion de la Production*; Université de liège ; 2003.P28 .

و من خلال التعريفين السابقين يمكن إستخلاص التعريف الآتي :

التخطيط الإجمالي للإنتاج هو تلك الخطة الإجمالية ، و التي يتم إعدادها لتغطي فترة تخطيطية زمنية متوسطة المدى تتراوح بين 3 إلى 18 شهرا يتم فيها تحديد أفضل إستخدام لموارد المؤسسة من مستويات الإنتاج ، العمالة و المخزون، وذلك من أجل مواجهة إحتياجات الطلب المتنبأبه بأفضل الطرق .

فالتخطيط الإجمالي يحدد كيفية مقابلة الطلب من الموارد الإنتاجية المتاحة، مستهدفا بذلك تحقيق درجة عالية من الكفاءة و الفعالية في إستخدام الطاقة الإنتاجية المتاحة ،ويمكن توضيح بعض النقاط الأساسية في التخطيط الإجمالي وهي:[11]

أ) **أفق أو مدى التخطيط الإجمالي** : ويعني عدد الفترات الزمنية المستقبلية التي تستخدم لإعداد الخطة الإجمالية ، وفي معظم الأحيان تقوم المؤسسة بتحديد أفق للتخطيط يرتبط بتلك المدة أو الفترة الزمنية التي تكون عندها تقديرات الطلب دقيقة ، خاصة و أن الفترة الزمنية لها أثر كبير على دقة التنبؤات و تتراوح بين 3 إلى 18 شهر و غالبا ما تكون سنة .

ب) **التنبؤ بالطلب** : تعتمد خطة الإنتاج الإجمالية على أرقام الطلب المتنبأ به، فمشكلة التخطيط الإجمالي تنبع من تقلب الطلب من فترة لأخرى، الأمر الذي قد يولد مشاكل في الطاقة الإنتاجية للمؤسسة، و بالتالي فإن خطة الإنتاج الإجمالية تتأثر كثيرا بأرقام الطلب المتنبأبه ، حيث أن دقة هذه الأرقام تنعكس بالسلب أو الإيجاب على خطة الإنتاج الإجمالية .

ج) **موارد المؤسسة** :الموارد الأكثر مرونة في فترة التخطيط الإجمالي هي اليد العاملة في عملية الإنتاج ، حيث تعتمد قرارات التخطيط الإجمالي في تحديد حجم العمال الذي يجب تعيينهم في حالة الطلب المرتفع ،وكذا حجم العمال الذي يتم تسريحهم في حالة الطلب المنخفض، و أيضا الحجم الساعي للوقت الإضافي للفترات التخطيطية، و هناك أيضا بعض القرارات المتعلقة باقتناء معدات و الاعتماد على الغير، كل ذلك في سبيل مواجهة الطلب المتنبأبه .

د) **مستوى الإنتاج و المخزون**: يتم تحديد كميات الإنتاج الإجمالية التي يمكن بها مواجهة الطلب عن طريق عدّة بدائل من بينها: الإنتاج للتخزين في فترات الطلب المنخفض. وبذلك يساهم التخطيط الإجمالي في عملية تخطيط المخزون.ومستوى الإنتاج، وأيضا مواعيد التسليم، ففي بعض الأحيان لا يفي المخزون الزيادة في الطلب لذلك تلجأ المؤسسة إلى تأخير مواعيد التسليم حتى يتم تسوية تلك الزيادة.

[11] Y. CRAMA ; *Op-cité* ; P28 - 29

II-2 التخطيط المتوسط المدى تخطيط إجمالي :

تتسم خطة الإنتاج المتوسطة المدى و التي تغطي بين 3 إلى 18 شهراً بأنها تتضمن تقديرات إجمالية لمستويات الإنتاج ، العمالة و المخزون، لكل فترة خلال الفترات التخطيطية ،دون تخصيص لنوعية معينة من المنتجات، فإذا كانت المؤسسة الإنتاجية تنتج عدة منتجات، فإن الرقم الشهري المقدر للإنتاج سوف يعبر عن مستوى إجمالي الإنتاج من تلك المنتجات مجتمعة على الرغم من تباينها، و يتم ذلك عن طريق وحدة قياس عامة. ففي صناعة البترول يستخدم البرميل سواء كان المنتج بترين أو كيروزان ...، وفي الصناعات المعدنية يتم إستخدام الطن ، و المتر في صناعة النسيج ، و السبب في ذلك أن المؤسسة الإنتاجية في هذا النوع من التخطيط لا يهمها نوعية المنتجات بالتفصيل، ولكن يهمها كمية الإنتاج الإجمالية دون تخصيص ،أما تفصيلات كل إنتاج على حدة، فهذا أمر يلي ذلك في مرحلة تالية تهتم بهذه التفصيلات .

"كما أن السبب أيضا في أن التخطيط الإجمالي يعتمد على التقديرات الإجمالية، هو أن المؤسسة تسعى إلى الإستغلال الأمثل للموارد النادرة و المتاحة لها لتحقيق أقصى ربح ممكن من هذا الإستغلال، و لا تتمكن من تحقيق هذا الهدف الا إذا كانت نظرتها إجمالية لكافة منتجاتها، حيث أن النظرة الإجمالية في هذه المرحلة من التخطيط ترفع من كفاءة إستغلال المدخلات إلى أقصى حد ممكن ، إذ غالبا ما نجد تخصيص موارد معينة لسلعة معينة يؤدي إلى وجود طاقات عاطلة في تلك الموارد ،لأنها قد تزيد عن الإحتياجات اللازمة لإنتاج تلك السلعة، في حين إذا تم ذلك بمنظور إجمالي لأمكننا تلافي تلك الطاقات العاطلة آلية كانت أو بشرية أو مواد أولية"[12].

كما أن النظرة الإجمالية أيضا تسهل عملية التخطيط خاصة إذا تمت عملية التخطيط عن طريق نموذج رياضي ، فالعمليات الحسابية تكون بسيطة و المتغيرات القرارية تكون أقل ."و قد يسمى هذا النوع من التخطيط بإسم مشكلة تسوية الإنتاج، و ترجع هذه التسمية لهذا النوع من التخطيط في إيجاد الأساليب و التي يمكن من خلالها تسوية جدول الطلب على عوامل الإنتاج والذي يكون متقلباً ، وإذا قبلت الإدارة بهذه التقلبات و لم تبدل محاولة لتعديلها تنشأ مشاكل خطيرة "[13].

II-3 الحاجة إلى التخطيط الإجمالي :

قد يرى البعض أن تقدير مستوى الإنتاج لكل فترة أمر هيِّن، لأن الإنتاج أصلا من المفروض أن يكون لمواجهة الطلب المتنبأبه، فإذا كانت لدينا تقديرات الطلب المتنبأ به، فلماذا لا يتم إنتاج الكمية اللازمة فقط لمواجهة ذلك الطلب في كل فترة ؟ .

للإجابة على هذا السؤال ... يجب النظر أولا إلى منحنى الطلب المتنبأ به خلال سنة مثلا لبعض المنتجات، فإذا كان هذا الطلب ثابتا عند مستوى معين خلال السنة ، فإنه يمكن بسهولة إختيار مستوى من

---

[12] د.محمد توفيق ماضي،تخطيط ومراقبة الإنتاج،جامعة الإسكندرية 1992 ص 77 .
[13] - د . فريد عبد الفتاح زين الدين، مرجع سبق ذكره ، ص124 .

عوامل الإنتاج التي يمكن على إثرها إنتاج الكمية المطلوبة شهريا، و بالتالي تحديد الطاقة الإنتاجية المطلوبة للوفاء بالطلب ، لكن ثبات الطلب يعتبر حالة نظرية تماما ، لأن هناك عوامل كثيرة تؤثر عليه كالتغيرات الموسمية والتغيرات العشوائية، لذلك فإن منحنى الطلب سيتّسم بالتقلب فقد يأخذ إتجاها مرتفعا أو منخفضا، فمرة يفوق الطاقة الإنتاجية للمؤسسة، مما قد يشكل خطرا عليها، و مرة أخرى يكون أدنى من الطاقة الإنتاجية للمؤسسة مما يجعلها تتحمل تكاليف طاقة عاطلة، فمن هذا المنطلق تظهر الحاجة الملحة في ضرورة وضع خطة إنتاجية إجمالية يتم فيها تعديل الطاقة الإنتاجية للمؤسسة، و ذلك عن طريق إستراتيجيات مثلى تقوم بمواجهة الطلب بأقل تكلفة ممكنة .

كما أن للتخطيط الإجمالي أهداف أخرى منها:

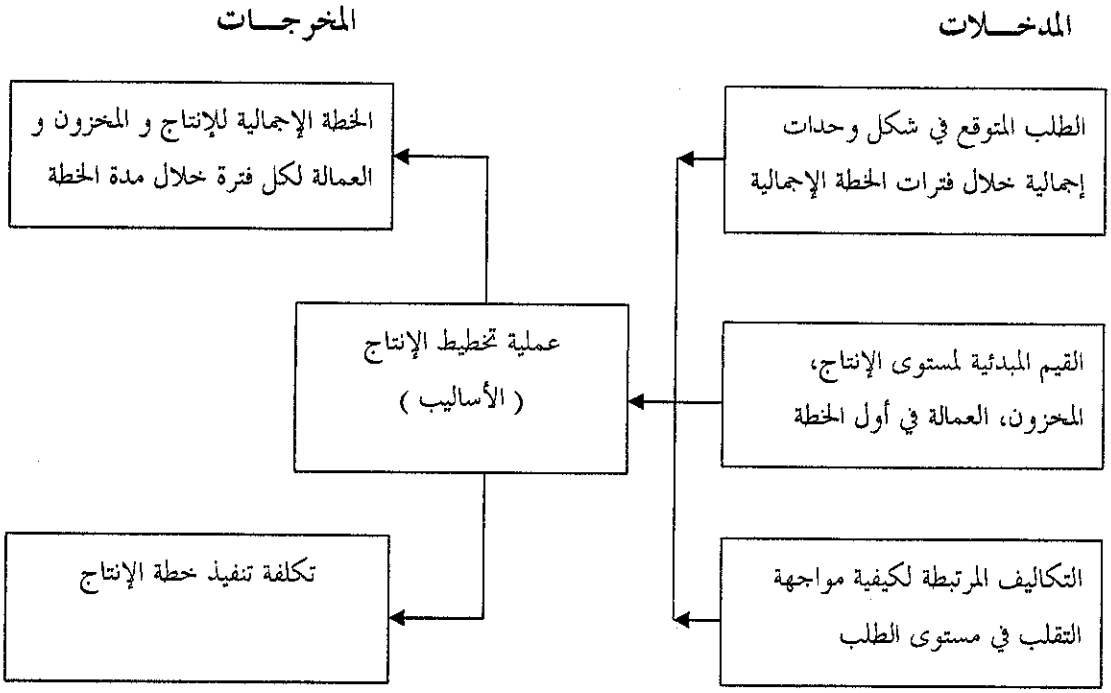
- يمكن من خلال التخطيط الإجمالي للإنتاج تحقيق إمكانية للرقابة على إستخدام بدائل الإنتاج (تعيين و تسريح عمال جدد، الإنتاج للمخزون، تعاقد مع مصادر خارجية...) خاصة عند تغير معدلات الإنتاج من فترة لأخرى.
- يساهم التخطيط الإجمالي في تحقيق درجة عالية من التنسيق بين الأقسام الإنتاجية، مما يؤدي إلى الأداء الاقتصادي و تتابعه بشكل متوافق بسبب تحويل العمالة من قسم لآخر ، أو إعادة توزيع أوامر الإنتاج ، و كذا تفادي وجود طاقات عاطلة في العمالة أو الآلات .
- إن تخطيط الإنتاج بشكل إجمالي دون القيام بعملية التجزئة إلا في مرحلة لاحقة، يجعل هناك مرونة أكثر عند تحديد معدلات الإنتاج لكل فترة من فترات الخطة بما يحقق التوازن المطلوب، بأقل تكلفة ممكنة.
- تبقى الأهمية القصوى للتخطيط الإجمالي هي العمل على الوفاء بالطلب المتذبذب، وذلك من خلال وضع إستراتيجيات مثلى تعمل على تحقيق هذا الهدف بأقل التكاليف الممكنة.

ومما سبق يمكن القول أن التخطيط الإجمالي يهدف بالدرجة الأولى إلى تحديد مستوى الإنتاج الممكن و الأمثل لكل فترة و الذي يعمل على تدنية التكاليف إلى أدنى حد لها، شريطة الوفاء بالطلب المتنبأبه ، ولن تتمكن الإدارة من ذلك إلا من خلال تحديد الإستراتيجية المثلى التي تتبعها في هذا الخصوص لتحقيق هذا الهدف .ونجاحها في إختيار الإستراتيجية المثلى يضمن أن تكون خطة الإنتاج الإجمالية محققة لأهدافها و بالكفاءة المطلوبة، بحيث تساهم في الوصول بتكلفة الإنتاج إلى الحد الأدنى الذي يحقق الوفاء بالطلب المتنبأبه .

II-4 البيانات الأساسية للتخطيط الإجمالي :

لقد أوضح PETERS ET OLIVA إطارا عامًّا لعملية تخطيط الإنتاج، و يتكون من ثلاثة أجزاء وهي المدخلات ، المخرجات و عمليات التخطيط ذاتها (الأساليب)، ويمكن توضيح ذلك من خلال الشكل (2-1) الآتي :

الشكل (1-2): الإطار العام لعملية التخطيط الإجمالي للإنتاج



المصدر: د.محمد توفيق ماضي(تخطيط ومراقبة الإنتاج)جامعة الإسكندرية 1992 ص 80

تعبر المدخلات على مجموعة البيانات الأساسية الواجب توافرها حتى يتسنى إستخدام أسلوب من أساليب تخطيط الإنتاج ، و بالتالي فهي عبارة عن البيانات الأساسية للتخطيط الإجمالي وهي[14] :

II-4-1 إعداد التنبؤ بالطلب الإجمالي: طالما أن الهدف من العملية الإنتاجية هو مواجهة الطلب المتنبأ به ، لذلك يجب أولا تحديد و إعداد التنبؤات بالطلب الإجمالي،و بمعنى آخر تحديد الطلب المتنبأ لكل فترة من فترات المدة التخطيطية المعدة للقيام بالتخطيط الإجمالي، و يتعين أن تكون تلك التنبؤات في صورة وحدة قياس عامة و مشتركة لكافة أنواع المنتجات، أو لكافة نوعيات الخدمات المقدمة ، حيث أن هذا المستوى من التخطيط يتم بصفة إجمالية كما سبق الذكر ، ومن ثم فلا يعنينا في هذه المرحلة النوعيات المختلفة من حيث إختلاف وحدات قياسها ،ولكن يتم التعبير عنها جميعا في صورة واحدة مستخدمين في ذلك وحدة قياس عامة و مشتركة، تعتبر هي المدلول الموحد للتعبير عن تلك التنبؤات في مجموعها.فمثلا إذا كانت المؤسسة الصناعية تقوم بتكرير البترول، فيمكن إستخدام البرميل بغض النظر عما إذا كان البرميل

[14]- محمد توفيق ماضي ، تخطيط و مراقبة الإنتاج،جامعة الإسكندرية، ص80 .

يحتوي على بترين أو كيروزان ، و أيضا في مجال المؤسسات التي تنتج خدمات كالفنادق ،فيمكن إستخدام (سرير/يوم) وذلك بصرف النظر عما إذا كان سيتم تسكين النزلاء في غرف فردية أو مزدوجة .

إن إعداد تقديرات الطلب الإجمالي يعتبر أهم مرحلة في التخطيط الإجمالي ، وحيث أن هناك عدة أساليب يمكن من خلالها إعداد التنبؤات بالطلب الإجمالي على منتجات المؤسسة ، كالسلاسل الزمنية ، و الطرق السببية و أساليب أخرى ، فدقة المعلومات التي يتحصل عليها المخطط ، ستجعل قرارات الخطة الإجمالية أكثر واقعية ، أما إذا كانت تقديرات الطلب تنحرف كثيرا عن الطلب الحقيقي فالمؤسسة ربما ستضع نفسها في مشاكل قد تكون أكبر من مشاكل التخطيط الإجمالي، فإذا حدث مثلا وكانت الطاقة الإنتاجية للمؤسسة 500 وحدة، و كانت تقديرات الطلب مثلا 600 وحدة ، فقررت المؤسسة مثلا رفع طاقتها الإنتاجية بـــ 100 وحدة عن طريق الزيادة في الوقت الإضافي للعمال، و هذا ما سيرفع تكاليف العمال ، ثم يظهر أن الطلب الحقيقي هو 400 وحدة بدلا من 600 وحدة ، فسوف يكون للمؤسسة فائض قدره 200 وحدة ستتحمل تكاليف تخزينها ، وهذا كله راجع لسوء تقديرات الطلب ، لذلك يجب أن تقلل المؤسسة إلى أدنى حد إنحرافات الطلب الفعلي عن الطلب المتنبأبه، و ذلك بإختيار النموذج الملائم للتنبؤ .

II-4-2 القيم المبدئية لمستوى الطاقة المتاحة: البيانات التي تحكم إلى حد كبير الخطة الإجمالية للإنتاج، وهي البيانات الخاصة بالوضع الحالي للطاقة المتاحة ،و يقصد بذلك مستوى الإنتاج ، حجم المخزون ، و حجم العمالة في نهاية الفترة السابقة مباشرة بعد فترة التخطيط ، و هذه تمثل أرقام الإنتاج و المخزون و العمالة التي تبدأ بها خطة الإنتاج ، أما مستوى الإنتاج أي الطاقة الإنتاجية فيعتبر أساسيا لأن المؤسسة تقوم برفع طاقتها الإنتاجية لمواجهة الطلب المتنبأبه بإستخدام طاقة إضافية عندما تستنفد كل طاقتها الإنتاجية المتاحة ، لأن تعديل الطاقة الحالية للمؤسسة أمر يترتب عليه تكاليف يجب أخدها في الحسبان، كذلك يعد المخزون في نهاية الفترة السابقة على مدار فترة التخطيط كمخزون أول المدة بالنسبة للفترة الأولى، من الخطة الإنتاجية القادمة ، أساسيا لتقدير أرقام الإنتاج فمن الواضح أن وجود مخزون عالي في بداية المدة قد يبرر تخفيض الإنتاج خلال الفترة التالية و العكس صحيح في حالة وجود مخزون منخفض، أو عملاء منتظرين للسلعة. كما يجب أيضا جمع معلومات عن رقم العمالة في بداية الفترة ،و الذي يحكم في أحيان كثيرة رقم الإنتاج في الفترة التالية ، و يرجع ذلك غالبا إلى صعوبة تغيير مستوى العمالة سواء بالزيادة أو النقص، فعمليات التسريح و التعيين غالبا ما تتطلب وقتاً و تكلفة ، لذلك يصعب أحيانا الفصل و الإستغناء إما بسبب قوة النقابات العمالية أو التكاليف المترتبة على عملية الفصل أو التسريح و تكاليف التعيين .

II-4-3 تكاليف مواجهة الطلب المتقلب :تعتبر تكاليف التذبذب في الطلب أحد البيانات الأساسية، لإختيار أفضل توليفة إقتصادية من الإنتاج ، المخزون و العمالة ، و ترتبط هذه التكاليف بإختيار إستراتيجية معينة لمواجهة الطلب المتقلب ، فيمكن مواجهة تذبذب الطلب عن طريق عدة إستراتيجيات ، بحيث ترتبط كل إستراتيجية بتكلفة معينة فيمكن على سبيل المثال إنتاج ما يعادل الطلب عن طريق تغيير عدد العمال ،

بحيث يتم تعيين عمال جدد في حالة الطلب المرتفع ، و تسريح عمال آخرين في حالة الطلب المنخفض ، ويترتب عن ذلك تكاليف عند إستخدام هذه الإستراتيجية ، وكذلك يمكن إستخدام المخزون وهذا ما قد يتسبَّب في رفع تكلفة الإحتفاظ بالمخزون ... ويمكن تحديد بيانات التكاليف اللازمة و الواجب أخذها في الحسبان عند اختيار البديل الأنسب وهي:

- **تكاليف تغيير عدد العمال:** وهي إما تكاليف تعيين عمال جدد، بما تنطوي على تكاليف الاختيار و المقابلة و التدريب والتكاليف الإجتماعية(frais sociaux)...، أو تكاليف تسريح عمال و هي تكاليف تتضمن التعويضات المادية أو إنخفاض الإنتاجية نتيجة لعمليات الفصل المتكررة...
- **تكاليف تغيير درجة تشغيل العاملين:** وهي تكاليف الأجر الإضافي، في حالة تشغيل العمال وقتاً إضافياً و التي غالبا ما تكون أعلى من تكاليف تشغيل الوقت الأصلي.
- **تكاليف تغيير مستوى المخزون** : تتضمن تكاليف الإحتفاظ بالمخزون في الحالة التي يتم فيها مواجهة الطلب عن طريق إنتاج كميات إضافية في حالة الطلب المنخفض من أجل إستخدامها في حالة الطلب المرتفع ، و أيضا تكاليف عدم توافر عدد كافي من الوحدات في حالة عدم وجود مخزون(تكاليف الإنقطاع في المخزون)،.
- **تكاليف الإعتماد على مصادر خارجية** : وتتحملها المؤسسة عندما تلجأ إلى مصادر خارج المؤسسة تقوم بالإعتماد عليها لإنتاج ما يزيد عن طاقتها المتاحة، وهي سعر شراء الوحدة المنتجة من المصادر الخارجية و غالبا ما تكون تكلفتها أعلى من التكلفة التي تعتمدها المؤسسة في إنتاجها لمنتجاتها .

و يمكن إعتبار مرحلة تحديد تكاليف الإستراتجيات الإنتاجية، أحد المراحل المهمة والتي تحكم بدرجة كبيرة نتائج الخطة الإنتاجية.

III مفهوم الطاقة الإنتاجية :

يعتبر موضوع الطاقة الإنتاجية أحد الموضوعات الشائكة التي تكثر فيها الآراء و تتشعب فيها المفاهيم، فقرار تحديد الطاقة الإنتاجية المطلوبة، يعتبر أحد القرارات المهمة جدّا لإدارة المؤسسة الصناعية ، و التي يقع على عاتقها مسؤولية التوفيق بين الطاقة الإنتاجية والطلب على منتجاتها .

III-1تعريف الطاقة الإنتاجية :

هناك عدة تعاريف للطاقة الإنتاجية في المؤسسة من بينها :

تعرف الطاقة الإنتاجية "على أنها أعلى كمية من المخرجات لنظام إنتاجي خلال فترة زمنية معينة من الزمن[15] "

"كما يعرفها البعض الآخر بأنها قدرة المؤسسة في حدود إمكانياتها الحالية على إنتاج منتجات معينة. وتعرف أيضا الطاقة على أنها معدل المخرجات الممكن الحصول عليه من تشغيل العملية أو العمليات الإنتاجية، خلال وحدة زمنية و تحت ظروف عمل مثالية ".[16]

فمن خلال التعاريف أعلاه يمكن إعتبار الطاقة الإنتاجية،على أنها عبارة عن كمية الإنتاج التي يمكن الحصول عليها ، بمواصفات محددة ، في ظل الإستخدام الشامل و المكتف لوسائل الإنتاج المتوفرة ، وذلك بتطبيق طرق معينة ، وخلال فترة زمنية معينة ، وذلك حتى تتمكن المؤسسات خاصة الصناعية من مواجهة الطلب على منتجاتها في ظل طاقة إنتاجية محددة .

III-2 أنواع الطاقة الإنتاجية :

تنقسم الطاقة الإنتاجية في المؤسسة إلى[17] :

أ) **الطاقة التصميمية** : تعتبر الطاقة التصميمية أعلى طاقة يمكن تحقيقها في ظل ظروف عمل مثالية عبر وحدة زمنية ، فهذا يعني مثلا في مؤسسة صناعية أنها تستغل ماكيناتها بنسبة إنتفاع قدرها 100% لكن غالبية المؤسسات تعمل بأقل من هذه الطاقة .

ب) **الطاقة المتاحة (الفعالة)**: تعتبر الطاقة الإنتاجية المتاحة، المعدل الأعلى من المخرجات الممكن تحقيقه عند إستخدام الموارد الإنتاجية تحت ظروف العمل الإعتيادية أو الطبيعية.

وهي أيضا النسبة المئوية المتوقعة الإنتفاع من الطاقة التصميمية ، وتقوم معظم المؤسسات الصناعية بتشغيل طاقاتها الإنتاجية بمعدلات تقل عن الطاقات التصميمية القصوى ،وذلك بسبب عوامل عديدة منها معدلات توقف المكائن لأسباب مختلفة ، وكذا العمر الاقتصادي لإستخدام المكائن و غيرها ، حيث تقوم المؤسسات

---

[15] - Heizer and Render ; *production and operation management* ;Allynand Baconine,USA 1988; P 283

[16]- أحمد طرطار ;الترشيد الاقتصادي للطاقات الإنتاجية في المؤسسة; ديوان المطبوعات الجامعية;الجزائر ص29 .

[17]- "حسين عبد الله التميمي ; مرجع سبق ذكره;ص295 .

الصناعية بتشغيل طاقاتها الإنتاجية بنسبة 92% أو حتى بأقل من ذلك أحيانا، وهذا ما يسمى بالطاقة المتاحة.

III-3 وحدات قياس الطاقة الإنتاجية:

عندما تكون المنتجات متجانسة بعضها مع البعض الآخر ، فهذا يعني بأن وحدات قياس الطاقة مفهومة وواضحة ، ومثال ذلك مصانع السيارات التي تستخدم وحدة القياس (السيارات) للتعبير عن طاقتها الإنتاجية ، في حين المؤسسات التي تقوم بصنع تشكيلة متنوعة من المنتجات فيمكن أن تستخدم مثلا عدد بعض الموارد المستغلة في اليوم (ماكنة / ساعة) أو(شخص/ساعة) [18]

III-4 تخطيط الطاقة الإنتاجية:

كما ذكرنا سابقا فإن الجانب المهم في موضوع الطاقة الإنتاجية هو كيف تستطيع المؤسسة الصناعية مواجهة الطلب على منتجاتها في ظل طاقة إنتاجية محددة ، لذلك تعتمد قرارات تخطيط الطاقة الإنتاجية على دراسة التنبؤ بالطلب المستقبلي ثم تحويل نتائج تلك التنبؤات إلى إحتياجات للطاقة الإنتاجية ،وفي هذا الصدد يمكن تقسيم قرارات تخطيط الطاقة الإنتاجية إلى :[19]

- قرارات تخطيط الطاقة الطويلة الأجل.
- قرارات تخطيط الطاقة القصيرة الأجل.

حيث ترتبط قرارات تخطيط الطاقة الإنتاجية الطويلة الأجل بالمستوى الكلي من الطاقة كتوسيع المصنع، بناء وحدات إنتاجية جديدة، إقامة خط إنتاجي جديد...وترتبط هذه القرارات من خلال دراسة تقلبات الطلب بسبب التغيرات الإتجاهية و الدورية .

أما قرارات تخطيط الطاقة الإنتاجية القصيرة الأجل فترتبط بتقلبات الطلب بسبب التغيرات الموسمية و العشوائية، ثم محاولة التوفيق بين هذه التقلبات مع طاقة المؤسسة عن طريق تغيير العمال مثلا وفي غالب الأحيان تكون هذه القرارات شهرية.

أما بخصوص تخطيط الطاقة فهناك عدة أساليب يمكن من خلالها للمؤسسة الصناعية تحقيق التوفيق بين الطاقة الإنتاجية المتاحة ،و الطلب على السلع التي تقوم بإنتاجها ، وهذه الأساليب عبارة عن إجراءات داخلية يمكن للمؤسسة الصناعية أن تكيف الطاقة الإنتاجية للطلب على منتجاتها ومن هذه الأساليب :

أ)- تغيير حجم القوى العاملة ، مثلا تقليص حجم القوى العاملة من شأنه أن يؤدي إلى تقليص حجم الإنتاج بما يتماشى و حجم الطلب .

---

[18]- أ.د عبد الستار محمد علي;إدارة الإنتاج و العمليات- مدخل كمي ; دار وائل للنشر; جامعة اليرموك الأردن; 1999; ص242 .
[19]-نفس المرجع السابق ; ص242 .

ب)- تعديل العمليات الإنتاجية أو إجراء تغيير على المكائن و المعدات المستخدمة، مثلا شراء مكائن جديدة في حالة العمل على زيادة حجم الطاقة المتاحة ، أو تأجير المكائن و المعدات الحالية غير المستغلة في الحالة المعاكسة .

ج)- تحسين طرق الإنتاج و طرق العمل التي يمكن من خلالها زيادة حجم المخرجات و بالتالي التوفيق بين حجم الطاقة و الطلب على هذه المخرجات.

د) إعادة تصميم المنتوج بشكل يمكن أن تحقق فيه المؤسسة الصناعية الإستغلال الأفضل للطاقة المتاحة، و إمكانية تكيفها لظروف الطلب على المنتجات .ذلك لأن الهدف الأساسي من تخطيط الطاقة هو وضع خطة يتم على إثرها أخذ القرارات تتعلق بمقدار الموارد المطلوبة في المؤسسة، فمن هذه الموارد، نجد الموارد التي تحتفظ بها المؤسسة لفترة طويلة كالآلات، وحجم معين من العمال... وتحديد هذا المقدار بصفة جيدة يعتبر من الضروريات، لأن المؤسسة ترغب في الحصول على طاقة إنتاجية تمكنها من مواجهة الطلب المرتفع، و عدم الإحتفاظ بطاقة عاطلة يقع عبؤها على المؤسسة بدون فائدة.

III-5 التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية:

لقد ذكرنا سابقا بأن التخطيط الإجمالي، يهتم بوضع خطة إنتاج إجمالية يتم فيها تحديد كيفية قيام المؤسسة بتقديم الطاقة الإنتاجية اللازمة للوفاء بالطلب في المدى المتوسط ،حيث تتضمن مخرجات هذه الخطة مستوى الإنتاج الإجمالي و الذي ينبغي أن تحققه المؤسسة خلال كل شهر من الفترات التخطيطية ، حيث يعبر هذا المستوى على حجم الطاقات الإنتاجية ، كما توضح الخطة أيضا حجم العمالة و المخزون إلى غير ذلك من المتغيرات، و التي على إثرها يمكن الوصول إلى ذلك الحجم من الطاقة الإنتاجية ، فمن هذا المنطلق يعد التخطيط الإجمالي بمثابة تخطيط للطاقة الإنتاجية في المستوى المتوسط، لذلك يطلق عليه إسم التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية ، ولكن يجب التنويه إلى أن الفترة التخطيطية التي يتضمنها التخطيط الإجمالي، فترة متوسطة المدى، بحيث لا يمكن تعديل الطاقة الإنتاجية عن طريق توسيع حجم المصنع مثلا، إلى غير ذلك من القرارات الطويلة الأجل ، فالتخطيط الإجمالي يعالج خاصة مشاكل الطاقة الإنتاجية عند تقلبات الطلب الموسمية، عن طريق بعض الطرق و التي يمكن إستخدامها في الفترة المتوسطة كتغيير حجم العمال ، و إستخدام المخزون ..... .

IVإستراتجيات التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية:

بعد الوقوف على تقديرات الطلب الإجمالي، فنادرا جدّا ما نجد أن الطاقة المتاحة للمؤسسة سواء كانت آلية أو طاقة أفراد تتعادل تماما مع الوفاء بهذا القدر من الطلب المتنبأبه كمًّا و توقيتا، ولكن سنجد أن حجم الطلب الشهري المتنبأبه غالبا ما سيكون متقلبا من شهر لآخر خلال الفترة التخطيطية، و هذا سيؤدي بدوره إلى تذبذب الطلب على عوامل الإنتاج اللازمة لإنتاج الكمية المطلوبة للوفاء بهذا الطلب ، فتارة سنجد أن مستوى الإنتاج الحالي الذي توفره الطاقة المتاحة يزيد عن حجم الطلب ، و تارة أخرى نجد أنها لا تفي بالطلب عندما يرتفع ، الأمر الذي يستلزم العمل على إتخاذ إجراء ما أو سياسة معينة بغية تسوية إستخدام الطاقة الإنتاجية.لذلك هناك عدة تساؤلات يجب الإجابة عليها عندما يتم وضع الخطة الإجمالية و هي[20]:

-هل المخزون يتم إستخدامه بما يؤدي إلى معالجة التغيرات الحاصلة في الطلب من خلال فترة التخطيط ؟

-هل يتم تشغيل العمال في الوقت العادي فقط أم هل أن الوقت الإضافي و الوقت الغير مستغل يعالجان التقلبات الحاصلة في الطلب ؟

- هل يتم إستخدام العقود الفرعية مع مصادر خارجية أي سد النقص من مصادر خارجية في حالة إرتفاع الطلب مما يؤدي إلى تحقيق حالة استقرار في قوة العمل ؟
- هل أن التغيرات التي تحدث في الطلب متماشية مع التغير الحاصل في حجم قوة العمل ؟
- هل يتم إستخدام الأسعار أو العوامل الأخرى (الترويج، الإعلان...) للتأثير في الطلب ؟

تمثل التساؤلات أعلاه إستراتيجيات أو بدائل يمكن إستخدامها لحل مشكلة التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية، فمن بين هذه الإستراتيجيات ما هو متعلق بالتأثير على الطلب و جعله قريب من الثبات و ذلك من خلال الحملات الإعلانية ، الترويج ، تغيير الأسعار ...و تسمى هذه الإستراتيجيات (التي تحاول التأثير على الطلب) بالإستراتيجيات النشيطة (الفعالة)، بحيث تكون هذه الإستراتيجيات أو البدائل ضمن مهام إدارة التسويق في المؤسسة .

كما يمكن مواجهة الطلب بإعتبار أنه حقيقة يجب التعامل معها وذلك بتغيير الطاقة الإنتاجية ،و يتم ذلك عن طريق عدد لا نهائي من البدائل (الإستراتيجيات) ومنها :

- تغيير معدل الإنتاج بنفس قوة العمل الحالية(إستخدام الوقت الإضافي).
- تغيير معدل الإنتاج بتغيير حجم القوة العاملة .
- الوفاء بالطلب من خلال المخزون .
- الوفاء بالطلب من خلال تأخير مواعيد التسليم .
- الوفاء بالطلب عن طريق التعاقد الفرعي من مصادر خارجية .

[20]-.B.Aouni ;*Gestion des opération , Notes de cours et problèmes* ; L'université laurentienne ,canada ;2000

و عندما تحاول المؤسسة تغيير طاقتها الإنتاجية لإمتصاص التغيرات الحاصلة في الطلب خلال فترة التخطيط، يتم ذلك عن طريق البدائل أعلاه ،و التي تسمى أيضا بالإستراتيجيات السلبية ، بحيث تكون هذه الإستراتيجيات ضمن مهام إدارة العمليات و الإنتاج .

وفي هذا الجانب سنحاول الدراسة بتحليل مختلف الإستراتيجيات التي يمكن من خلالها لإدارة العمليات و الإنتاج ، أن تكون قادرة على الوفاء بالطلب بأدنى التكاليف ، أي دراسة الإستراتيجيات السلبية فقط التي تقع تحت سلطة وظيفة الإنتاج،ضف إلى ذلك أن الإستراتجيات النشيطة تتعلق بوظيفة التسويق ، لذلك سنطلق على الإستراتيجيات السلبية إسم إستراتيجيات الإنتاج الممكنة.

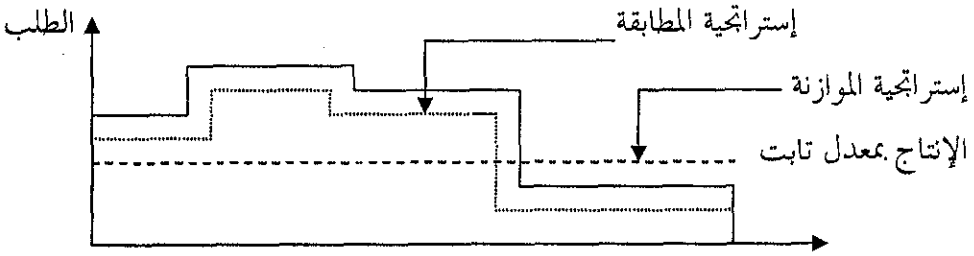
IV-1 إستراتيجيات الإنتاج الممكنة[21] : إستراتيجية الإنتاج هي ذلك الفن الذي يقوم بالترتيب العقلاني و الإقتصادي لمتغيرات الإنتاج بغرض وضعها في مخطط من أجل الوفاء بالطلب المتنبأبه ، في فترة التخطيط المعتبرة وذلك بأدنى التكاليف ، ويمكن التمييز بين3 إستراتيجيات و هي :

أ- **إستراتيجية المطابقة** "**Stratégie Synchrone**" و يعني ذلك أن معدل الإنتاج يتماشى مع تقلبات الطلب ، ولكي يمكن للمؤسسة إستخدام هذه الإستراتيجية يمكنها إتباع عدة طرق ، كتغيير العمال (تعيين ، و تسريح) ، إستخدام الوقت الإضافي ، التعاقد الفرعي مع مصادر خارجية .

ب- **إستراتيجية الموازنة** "**Stratégie de Nivellement**" ففي هذه الإستراتيجية تقوم المؤسسة بالإنتاج بمعدل ثابت عبر طول الفترة التخطيطية، و يمكن الوفاء بالطلب في حالة إرتفاع الطلب عن طريق المخزون، الذي تم الإحتفاظ به في حالة الطلب المنخفض.

ت- **الإستراتيجيات المختلطة** :"**Stratégie Mixte** " في بعض الأحيان يمكن المزج بين عدة إستراتيجيات أي إستخدام المخزون و الوقت الإضافي في آن واحد، وعند ذلك تسمى الإستراتيجية هنا بالإستراتيجية المختلطة ،و هي الإستراتيجية التي تستخدم بشكل واسع والشكل البياني (1-3) يوضح إستراتيجية المطابقة و الموازنة .

الشكل البياني (1-3): إستراتيجيات التخطيط الإجمالي



المصدر :D.A .Kadi ; *production industrielle* ;Université ;Laval ;canada ;2002

[21]- D. A. Kadi ;*production industrielle* ; Université Laval ;canada ;2002 ; P.23

كما ذكرنا سابقا تنقسم هذه الإستراتيجيات (إستراتيجية المطابقة و الموازنة) بدورها إلى عدة إستراتيجيات فرعية وهي:

IV-1-1 تغيير معدل الإنتاج بنفس قوة العمل الحالية :وتعني هذه الإستراتيجية زيادة أو تخفيض الطاقة عن طريق تشغيل العمال الحاليين وقتا إضافيا ، أو تخفيض وقت العمل العادي ، إذ يتم وفق هذا البديل تشغيل العمال وقتا إضافيا أثناء إرتفاع الطلب عن الطاقة المتاحة، وتخفيض وقت التشغيل العادي عند إنخفاض الطلب عن الطاقة الإنتاجية ، و يعتبر إستخدام العمال وقتاً إضافياً أحد الأساليب ذات الجاذبية الخاصة و ذلك في مواجهة التقلبات الموسمية، حيث أنه البديل الذي يقلل الحاجة إلى مزيد من التعيين من القوى العاملة، وتدريبهم خاصة الذين سيتم الإستغناء عنهم في فترة الموسم الذي يوجد به طلب، كما سيتم الإبقاء على القوة العاملة الماهرة، و سيتم إعطاء فرصة للعمالة لزيادة أجورهم ، وفي معظم الأحيان يتم إستخدام هذا البديل لأن المؤسسات تفضل الإحتفاظ بطاقم العمال الحالي و تشغيله وقتاً إضافياً أفضل من القيام بتعيين آخر لعمال جدد.

ومن ناحية أخرى فإن تخفيض الوقت العادي و الذي يأخذ شكل تخفيض تشغيل كل أو بعض القوى العاملة المتاحة عما هو معتاد، مع الالتزام بالأجور المعتادة ، قد يكون أقل تكلفة من الإلتجاء إلى تسريح العمال عند إنخفاض الطلب ، فقد يكون تخفيض وقت التشغيل العادي إما عن تقصير يوم العمل عن ساعاته المعتادة ، أو التشغيل لعدد أقل من أيام الأسبوع مع تخفيض مماثل في التعويضات الممنوحة لهم .

"ولكن يجب التنويه إلى أن تغيير معدل الإنتاج عن طريق الوقت الإضافي ليس متاحا بلا قيود أو عقبات ، بل أنه من النواحي السلبية لهذا البديل أنه مقيد بمقدار التغيير الذي يمكن تحقيقه في معدل الإنتاج ، حيث أن هناك حد أقصى للوقت الإضافي المسموح به و المحدد قانونا ، فمثلا نجد أن بعض نقابات العمال تمنح العمال الذين ينتمون إليها الحق في رفض و عدم قبول الوقت الإضافي ، ومن ناحية أخرى فإنه لا يمكن تناسي ضرورة دفع أجور مرتفعة للعمل لوقت إضافي ، و الذي يكون مرتفعا إلى حد كبير بالمقارنة بمستوى أجور الوقت العادي، ضف إلى ذلك التكلفة الإضافية للإشراف على العمال أثناء وقت العمل الإضافي بالمقارنة مع تكلفتها في أوقات العمل العادية،ضف إلى ذلك أنه في وقت العمل الإضافي غالبا ما ينتج عنه إنخفاض في الإنتاجية ، إنخفاض في جودة السلعة ، زيادة حوادث العمل ، زيادة تكاليف الأجور و المرتبات"[22]

IV-1-2 تغيير معدل الإنتاج بتغيير حجم القوى العاملة:عندما تكون تقلبات الطلب خارج حدود إمكانية معالجتها بإستخدام زيادة أو تخفيض الطاقة الإنتاجية عن طريق التشغيل لوقت إضافي، أو تخفيض وقت التشغيل العادي -البديل السابق- ،فإن أحد الإستراتيجيات التي يمكن إتباعها و الأخذ بها في هذا

[22]- د.فريد عبد الفتاح زين الدين ;مرجع سبق ذكره; ص180 .

المجال هو العمل على تغيير حجم قوة العمل المتاحة ، وذلك عن طريق تعيين عدد معين من العمال من أجل مواجهة الزيادة في الطلب في مواسم معينة، و كذلك تخفيض حجم قوة العمل المتاحة عن طريق تسريح بعض العمال خلال مواسم الإنخفاض الشديد للطلب على منتجات المؤسسة ، وهذان الأسلوبان (التعيين و التسريح) يتضمنان أيضا مجموعة من التكاليف الإضافية، و كذلك مجموعة من القيود التي تحد من إستخدامها .فالإلتجاء إلى تعيين المزيد من القوة العاملة يؤدي إلى تحمل تكاليف إضافية تتعلق بالإعلان ، الإختبارات، التدريب، التأمين،التكاليف الإجتماعية... ، ومن ثم يجب في هذه الحالة تقدير تكلفة زيادة معدل الإنتاج بوحدة واحدة عن طريق التعيين.

"كذلك فإن تخفيض معدل الإنتاج عن طريق تسريح بعض أفراد القوة العاملة المتاحة، لها أيضا تكلفتها الإضافية، و تتمثل في تعويضات فصل العمال (Prime de Séparation)، إنخفاض الروح المعنوية للعمال الباقين، و يمكن أن يقود ذلك إلى تخفيض معدل الإنتاج"[23] ، هذا ويلاحظ أن كلاً من تكلفة التعيين و تكلفة التسريح ،تكون في بعض الأحيان مختلفة من فترة زمنية لأخرى، حيث يعتمد ذلك على وضع سوق العمل و الوضع الإقتصادي عموما .

"ومن ناحية أخرى فإن إستخدام هذا البديل لمقابلة تقلبات الطلب، يكون مناسبا إن كانت القوى العاملة التي يتم تعينها أو تسريحها لهم مهارات محدودة جدّا أو منعدمة، مثل العاملين بالفنادق و المزارع ، و بعض المصانع ، و أيضا عندما تكون هناك وفرة في سوق العمل ، و لهذا يصبح الأخذ بهذا البديل و تطبيقه أمراً غير منطقي بالنسبة لتلك المؤسسات التي تعتمد على نوعيات عالية من المهارة من العمال، و التي لها تخصصات دقيقة و خبرة مرتفعة في مجال عملها ، وحيث أن تلك النوعية من العمالة هي عمالة ثابتة و مستقرة ، لذلك فإن تلك النوعية من العمالة الماهرة لا يمكن أن تقبل العمل في مثل تلك المؤسسات التي تعتمد على سياسة التعيين و التسريح وفقا للتقلبات الموسمية للطلب"[24].

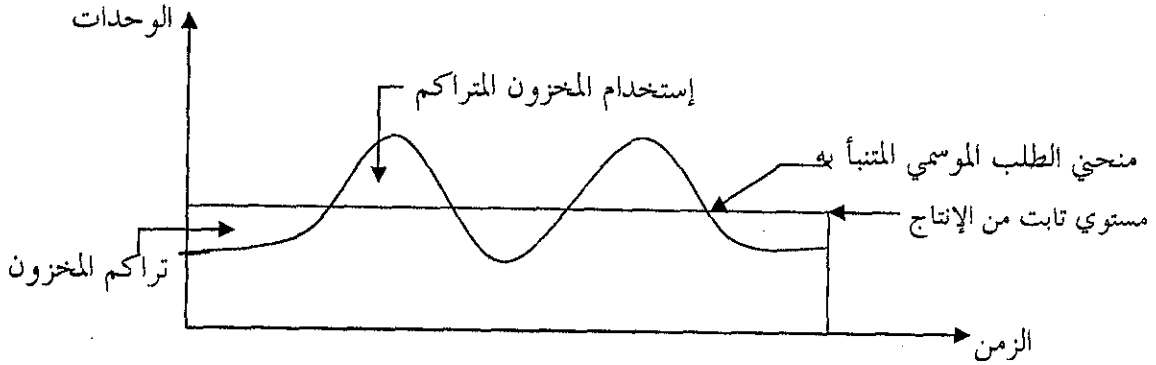
IV-1-3 الوفاء بالطلب من خلال المخزون :تتعلق هذه الإستراتيجية بتسوية الطلب على الإنتاج من خلال الإنتاج للمخزون ، إذ أنه في مؤسسة معينة يكون من الممكن لها الوفاء بالطلب على منتجاتها في حالة الإرتفاع من خلال المخزون الذي لديها، و الذي أمكن لها تكوينه و بنائه خلال فترات الركود في الطلب، و يقوم هذا البديل على إستخدام قوة عمل ثابتة بدلا من تكرار عمليات التعيين و الفصل ، ثم الإستفادة من زيادة طاقة قوة العمل خلال فترات إنكماش الطلب على الإنتاج بالتخزين، وذلك من أجل مواجهة الزيادة في الطلب عن مستوى الطاقة الحالية مما يجعل من السهل تسوية الإنتاج و الوفاء بالطلب من خلال دفع الوحدات المخزونة لإستكمال النقص في فترات الرواج ، و تكلفة هذه الإستراتيجية تعادل تكلفة الإحتفاظ بالمخزون و للتوضيح أكثر يمكن الاستعانة بالشكل (1-4) :

---

[23]- C. Olivier ;*Op-cité*; P.34

[24]- د.فريد عبد الفتاح زين الدين ،مرجع سبق ذكره ; ص181 .

الشكل البياني(1-4):إستراتجية الوفاء بالطلب من خلال المخزون



المصدر:محمد توفيق ماضي(تخطيط ومراقبة الإنتاج)جامعة الاسكندرية1992 ص85

فيتضح من خلال الشكل (1-4) أن الطلب على الإنتاج يتصف بالتغيرات الموسمية، ففي الموسم الأول مستوى الإنتاج أكبر من الطلب، الأمر الذي يشكل تراكم في المخزون تستخدمه المؤسسة في الموسم الثاني أين يكون الطلب أكبر من مستوى إنتاج المؤسسة[25].

إلا أنه يتعين ملاحظة أن هذه الإستراتيجية لا تصلح للتطبيق في كافة المؤسسات، إذ تعتبر غير عملية عندما تنتج المؤسسات سلعاً تباع على أساس الموضة مثلا كملابس السيدات، كذلك لا تصلح بالنسبة للمؤسسات التي تنتج منتجات قابلة للتلف السريع في حالة تخزينها ، أما بالنسبة للمؤسسات التي تنتج خدمات كالبنوك و المستشفيات ... فإن تطبيق هذه الإستراتيجية يكون مستحيلا و غير عملي ذلك لأنه من سمة الخدمة أنها غير قابلة للتخزين.[26]

وكما هو الحال بالنسبة للإستراتيجيات السابقة ، نجد أن هناك بعض المشاكل التي تواجه المؤسسات التي تأخذ بهذه الإستراتيجية، خاصة إذا كان نمط المبيعات المتوقعة لا يتكيف تماما مع المخزون ، بمعنى آخر أنه برغم وجود مخزون متراكم من فترات معينة سابقة إلا أن المؤسسة قد تواجه حالة يكون فيها مجموع الإنتاج الشهري من الوحدات مضافا إليه المخزون المتراكم من فترات سابقة، غير كاف لمقابلة حجم الطلب في ذلك شهر ، و هذا يعني أن هناك جزء من الطلب لا يمكن الوفاء به ، و هذا ما قد يعرض المؤسسة إلى تكاليف أخرى كتكلفة الإنقطاع ، وذلك عندما تطلب المؤسسة من عملائها الإنتظار لفترة أخرى ، لأن ذلك قد يصاحبه إغراءات معينة ، تعتبر كتكلفة تدخل ضمن التكاليف المحسوبة لهذه الإستراتيجية .

ولكن رغم هذه النقائص تعتبر هذه الإستراتيجية أكثر الإستراتيجيات إستخداما في المؤسسات الصناعية، حيث تكون فيها المشاكل أقل بالمقارنة مع الإستراتيجيات الأخرى.

---

[25]- محمد توفيق ماضي;إدارة العمليات و الإنتاج;مرجع سبق ذكره ;ص86 .
[26]- د.فريد عبد الفتاح زين الدين; مرجع سبق ذكره; ص186.

IV-1-4 الوفاء بالطلب من خلال تأخير مواعيد التسليم :وتعني هذه الإستراتيجية أنه يمكن معالجة التقلبات في الطلب من خلال الوفاء بطلبات العملاء في الفترات التي يرتفع فيها الطلب ، وذلك بأن يطلب من العميل الإنتظار لفترة ما ،أي من خلال تعديل مواعيد التسليم و تأخيرها بما يتفق مع الطاقة الإنتاجية للمؤسسة ، فعندما يزيد الطلب عن الطاقة الإنتاجية وفي نفس الوقت لا يتوافر مخزون إضافي للوفاء بهذه الزيادة ، فإنه قد يكون من الممكن قبول أوامر للوفاء بها في وقت متأخر عما هو محدد لها كميعاد للتسليم ، و هذه الإستراتيجية وفق هذا المعنى نفترض بأن العميل عند إعداده لأمر التوريد الخاص به يكون على إستعداد لقبول التأخير في ميعاد التسليم ، و أنه لم يضع لنفسه أوقاتا حرجة لا تسمح بهذا التغيير ، الأمر الذي يتناسب مع ظروفه ، وفي كثير من الأحيان يستلزم مثل هذا الإستعداد من جانب العميل أن تقابله المؤسسة بتعويض له عن إستعداده لهذا التأخير ، و إذا رأى هذا العميل أن هذا التعويض كاف لتغطية أي مشاكل قد يتعرض لها من جراء ذلك، فإنه سيقبل ذلك طالما أن هذا التعديل لا يتعارض مع خططه بل ويمكن أن يحقق له بعض المكاسب التي تفوق ما قدّمه من تضحيات في هذا الشأن،و بالتالي تحدد المؤسسة تكلفة تأخير عن كل وحدة لفترة شهر مثلا.

IV-1-5 الوفاء بالطلب عن طريق التعاقد الفرعي من مصادر خارجية (Sous Traitance):في بعض الأحيان نجد أنه لا يمكن مواجهة الطلب المتنبأبه من خلال مجموعة الإستراتيجيات السابقة ، إذ قد يصعب جزئيا أو كليا إستخدام التشغيل لوقت إضافي ، كما قد يكون من الصعب الإلتجاء إلى إستراتيجية التعيين و التسريح نظرا للعيوب الجوهرية لهذه الإستراتيجية و التي تسيء إلى سمعة المؤسسة ، وكذا خلق مشاكل مع النقابة ، كذلك يصعب إستخدام إستراتيجية الوفاء بالطلب من خلال المخزون نظرا لطبيعة المنتجات الغير قابلة للتخزين أو لإرتفاع تكلفة التخزين ، أو لعدم التمكن من ذلك أصلا ، نظرا للنمط الذي يأخذه الطلب المتنبأبه ، مما يستوجب الإلتجاء إلى أخذ إستراتيجيات مختلطة ، وقد يصعب أيضا أو يستحيل الطلب من العميل الإنتظار فترة من الوقت لتلبية طلبه ، فإذا واجهت المؤسسة عدم تمكنها من تطبيق أي من الإستراتيجيات السابقة أو مزيج منها لتسوية تقلبات الطلب على منتجاتها، فإنه يمكن التفكير في إستراتيجية أخرى و هي التعاقد الفرعي بجزء من الطلب و ذلك بدلا من رفض المؤسسة لبعض الطلبات التي ترد إليها في الفترات التي يرتفع فيها الطلب كثيرا حيث لا يكون بمقدرة الطاقة الحالية للمؤسسة الوفاء بهذا القدر ، وطبيعي لأن الإلتجاء إلى هذه الإستراتيجية، إنما هو محاولة لعدم تخلي المؤسسة عن بعض عملائها والذين يمثلون أهمية خاصة كعملاء متميزين لها ، و المعروف عنهم إستمرارهم التعامل مع المؤسسة في كل الظروف و الأحوال ثِقَتًا منهم في جودة منتجاتها و كفاءتها ، الأمر الذي يجعل المؤسسة أن تحاول بقدر المستطاع تلبية إحتياجاتهم بأي وسيلة و التي من بينها إقدام المؤسسة على إستراتيجية التعاقد الفرعي مع مصادر خارجية أو ما يسمى في بعض الأحيان شراء الكمية المطلوبة من الغير.

تقوم هذه الإستراتيجية على إفتراض أساسي يمثل جوهر هذه الإستراتيجية و هذا الإفتراض مضمونه و محتواه أن المقاول أو المقاولين أي- المصادر الخارجية- يحترمون تعاقداتهم مع المؤسسة، من حيث الكمية و الجودة و الوقت، إذ تلتجئ المؤسسة إلى تلك الإستراتيجية على إفتراض أن المقاول أو المقاولين (المصادر الخارجية) سيتولون تزويد الكمية المطلوبة للمؤسسة بكاملها، و أنهم يراعون دائما تنفيذ ما يطلب منهم وفق المواصفات المحددة من قبل المؤسسة و يلتزمون بذلك، لأن أي انحراف عن هذه المواصفات إنما سيضر بالدرجة الأولى المؤسسة التي تتعامل مع عملائها، و الذين لهم ثقة في منتجاتها التي تعودوا عليها ، وليس المقاول ، لأن العملاء ليس لديهم دراية بذلك ، وهذا ما سيؤثر على تعاملاتهم مع المؤسسة مستقبلا ، كما يجب أن يلتزم المقاولون بمواعيد التسليم، حتى نتمكن المؤسسة من تسليم البضاعة المطلوبة إلى زبائنها وفق المواعيد المتفق عليها دون أي تأخير قد يضر بمصالحهم و خططهم الإنتاجية ، الأمر الذي يسيء إلى سمعة المؤسسة .

من ناحية أخرى سنجد أن تكلفة الوحدة الواحدة التي يتم الحصول عليها من الغير بالشراء- التعاقد الفرعي – تكون ذات تكلفة عالية بالمقارنة بتكلفة إنتاج المؤسسة ، و هذا طبيعي إذ حتى بإفتراض تساوي تكاليف إنتاج الوحدة فإن المقاول سيحدد هامش الربح الذي يراه مناسبا، ومن ثمّ فإن المؤسسة ستحصل على الوحدة محمَّلةً بتكاليفها وأرباحها ، لذلك تكون الوحدات التي تشتريها المؤسسة من مصادر خارجية ذات أسعار مرتفعة.

ضف إلى ذلك أنه غالبا ومن الصعب إيجاد المقاول أو المجهّز الذي بإمكانه تزويد المؤسسة بالمنتجات المطلوبة بنفس الجودة ، وهذا ما قد يفتح الباب للزبائن للاتجاه نحو المؤسسات المنافسة.

ولكن رغم هذه النقائص فإن هناك بعض المؤسسات التي تعمل بهذه الإستراتيجية خاصة المؤسسات الكبيرة في مجال الطائرات، أو صناعة السيارات، و العديد من الصناعات الأخرى.

IV-1-6 الإستراتيجيات المختلطة:

تشير الدراسات العلمية أن أحسن إستراتيجية لمعظم المؤسسات تتضمن إستخدام مزيج يضم عدداً من إستراتيجيات الإنتاج الممكنة ، و أنه من النادر إنفراد إستراتيجية إنتاجية لوحدها من أجل تكوين حل أمثل، فيمكن على سبيل المثال إستخدام المخزون و الوقت الإضافي في آن واحد، بل و يمكن إستخدام كل الإستراتيجيات في آن واحد ، وذلك من أجل أن تتحصل المؤسسة على أحسن مزيج يمكن به مواجهة الطلب المتنبأبه بأدنى التكاليف ، لذلك فأغلبية المؤسسات تسعى إلى الوصول إلى إستراتيجية التخطيط الإجمالي المثلى.

V نماذج تسيير المخزون :

يعتبر المخزون أحد إستراتيجيات الإنتاج الممكنة عند إعداد خطة الإنتاج الإجمالية، فهو قد يستخدم لتحقيق التوازن المطلوب و الذي تسعى المؤسسات لتحقيقه بين حجم الطلب المتنبأبه خلال فترة زمنية محددة، وبين حجم الإنتاج لتلك الفترة و هذا من أجل السيطرة على التقلبات التي تصاحب الطلب على حجم عوامل الإنتاج ، و بالتالي فإن للمخزون دوره الهام في إيجاد و تحقيق هذا التوازن بإعتباره بديلاً إنتاجياً عند إعداد الخطة الإجمالية للإنتاج، لذلك كان من الضروري أن نتناول هذا الموضوع الهام بقليل من التحليل و التوضيح، وذلك بهدف إدارته ورقابته بطريقة صحيحة تساعد في بناء الخطة الإجمالية للإنتاج ، ظف إلى ذلك أنه البديل الإنتاجي الذي يستخدم بكثرة في المؤسسات الصناعية من أجل معالجة مشكلة التخطيط الإجمالي.

V-1مفهوم إدارة المخزون :

V-1-1تعريف المخزون: يعتبر لفظ المخزون على أنه "عبارة عن مؤونة (ذخيرة) من المنتجات في إنتظار الإستهلاك"،[27]كما يعبر أيضا بعض الكتّاب عن لفظ المخزون بقولهم أنه يشمل أي "مورد غير مستغل تحتفظ به المؤسسة للإستخدام مستقبلا عند الحاجة"[28]لذلك فإن لفظ المخزون كلفظ، لا يقتصر على الأرصدة و الكميات التي تحتفظ بها المؤسسات من المواد لمواجهة الظروف المستقبلية ،و إنما يشمل أيضا جميع الموارد الأخرى مؤجلة الإستخدام لحين الحاجة عليها، بما في ذلك الأرصدة المالية و البشرية و الإحتياطات المختلفة من الآلات و مصادر الطاقة و غيرها من المواد.

و خلافا لهذا المعنى فإننا سنستخدم المخزون للتعبير عن المخزون السلعي ممثلا في الأصناف الملموسة كافة التي تحتويها المخازن و المستودعات في المؤسسات الصناعية كالمواد الأولية، المنتجات النصف مصنعة، والمنتجات النهائية.

V-1-2 تعريف إدارة المخزون: يقصد بإدارة المخزون "تحديد كمية المواد الأولية، أو المنتجات النصف مصنعة ، أو المنتجات قيد التشغيل و كذا المنتجات التامة الصنع و السلع الجاهزة ، و التي تضمن إحتياجات التشغيل ، أو طلبات العملاء في الأوقات التي تظهر فيها ، سواء كانت هذه الإحتياجات متوقعة أو غير متوقعة ، و ذلك بما يتصف مع ظروف التشغيل (الإنتاج) وبأقل تكلفة ممكنة"[29]فمن هذا التعريف يمكن أن نتبين العناصر الهامة التي يضمها نشاط إدارة المخزون.

---

[27]- P. Zermati ;*La pratique de la Gestion des Stocks* ;ed.Dunod ;Paris,1985 ; P4.

[28]- د.عبد العزيز جميل مخيمر;إدارة المشتريات و المخزون; جامعة الملك سعود 1993; ص177 .

[29]- د.فريد عبد الفتاح زين الدين;مرجع سبق ذكره; ص386.

V -3-1 **تكلفة إصدار الطلبية (إصدار أمر التوريد)** :تمثل تكاليف إصدار الطلبية، مجموع التكاليف التي تصرفها الإدارات المختلفة بالمنشأة على الصفقات التي تعقدها مع الموردين من وقت الشعور بالحاجة للشراء إلى وقت وصولها، و التأكد من مطابقتها لشروط التعاقد ،وعندما تقوم المؤسسة بإصدار أمر التوريد نجد أن عناصر تكاليف ذلك الأمر هي: [30]

- مصاريف الـــهاتف و مطبوعات.
- مصاريف أعوان القائمين بالشراء خاصة الذين يقومون بدراسة السوق و التفاوض من أجل الشراء بأسعار مناسبة.
- أجور العمال القائمين بالخدمات المحاسبية و المكلفين بدفع الفواتير الخاصة لتسجيل الدخول إلى المخازن.
- مصاريف تنقل العمال للإستلام النهائي.
- مصاريف تجريب المواد المشترات.
- الأدوات المكتبية.
- .....

و بالتالي فإن التكلفة السنوية لإصدار الطلبية أي أمر التوريد هي عبارة عن تكلفة إصدار أمر التوريد الواحد × عدد الطلبيات في السنة أي :

$$K_1 = A \times n$$

حيث:

K_1 : التكلفة الكلية لإصدار الأوامر (أوامر التوريد) في السنة .

n : عدد الطلبيات في السنة (عدد أوامر التوريد) .

A : تكلفة إصدار أمر التوريد الواحد.

فإذا رمزنا لـــ Q بالكمية المطلوبة عند كل أمر توريد و λ بالطلب السنوي تكون تكلفة إصدار الطلبية الكلية كالآتي:

$$K_1 = A \times \frac{\lambda}{Q}$$

و حيث أن تكاليف إصدار أمر الطلبية تتضمن مصاريف ثابتة تتحملها المؤسسة بغض النظر عن عدد أوامر التوريد التي يتم إصدارها ، كمرتبات موظفي المشتريات، بحيث سيتم دفعها بصرف النظر عن عدد أوامر التوريد . لذلك يجب أن لا نركز إهتمامنا على المصاريف الثابتة على الأقل في الأجل القصير، لذلك يفضل إعتبار تكاليف إصدار الأمر، هي فقط التكلفة الحدية المتغيرة الناتجة عن إصدار أمر شراء إضافي كما يمكن

[30] - P. Zermati ;*Op-cité* ;P14

التوصل إلى تكلفة إصدار أمر التوريد، من خلال تقدير التكاليف عند مستويين مختلفين من عدد أوامر التوريد، ثم قسمة الزيادة في التكاليف على الزيادة في عدد أوامر التوريد.

مثال(1-1): [31]

كانت التكاليف الكلية لإصدار 3000 أمر توريد بـــ 80000دج في السنة، في حين كانت 160000دج لـــ5000 أمر توريد في السنة، و المطلوب تقدير أمر التوريد الواحد أي تكلفة إصدار الطلبية الواحدة .

$$A = \frac{160000 - 80000}{5000 - 3000} = 40 \text{ دج}$$

V-3-2 تكلفة الإحتفاظ بالمخزون : تعبر تكلفة الإحتفاظ بالمخزون عن مجموع التكاليف التي تتحملها المؤسسة، من أجل الحفاظ على الطلبيات في مخازنها أي الإستثمار في المخزون و هي : [32]

- الفائدة على رأس المال المستثمر في المخزون .
- إيجار المساحة المخزنية .
- أجور و مرتبات موظفي المخزن وأمناء المخازن و العمال .
- أقساط الإهتلاك لمعدات المناولة المستخدمة في المخزون، ومباني المخزون .
- المصروفات العمومية مثل المياه و النور .
- أقساط إهتلاك أجهزة التبريد أو التكييف في المخازن.
- مصاريف العمليات المخزنية من سجلات وجرد ورقابة.
- قيمة البضائع التالفة.
- .....

ويُعبر عن تكلفة الإحتفاظ بالمخزون عن طريق جداء تكلفة تخزين الوحدة في السنة، في متوسط المخزون. ولكن مالمقصود بمتوسط المخزون؟ وللإجابة نفترض أن مؤسسة ما قامت بشراء إحتياجات قيمتها 12000دج في بداية شهر جانفي ، ثم بدأ السحب من هذا المخزون بمعدل ثابت بقيمته 1000دج شهريا ليصبح المخزون في 12/31 صفر ، لذلك فإنه من غير المنطقي عند حساب تكلفة التخزين أن نفترض أن المخزون الذي تم شراؤه في أول جانفي و الذي تبلغ قيمته 12000 دج سيتم الإحتفاظ به لمدة عام كامل ، فهذا غير حقيقي لأن قيمة المخزون تتناقص من شهر لآخر ليصل إلى الصفر في 12/31، فلإيجاد متوسط المخزون (بفرض أن الإستخدام ثابت)نقوم بالعمل الآتي : [33]

[31]- د.فريد عبد الفتاح زين الدين ،مرجع سبق ذكره; ص412.

[32] -P. Zermati ; *Op-cité* ; P15.

[33]- د.فريد عبد الفتاح زين الدين ،مرجع سبق ذكره; ص414.

جدول(1-1): تحديد قيمة المخزون في بداية و نهاية كل شهر

الشهر	1/1	2/1	3/1	4/1	5/1	6/1	7/1	8/1	9/1	10/1	11/1	12/1	12/31
قيمة المخزون	12000	11000	10000	9000	8000	7000	6000	5000	4000	3000	2000	1000	0

المصدر: د. فريد عبد الفتاح زين الدين(مرجع سبق ذكره) ص414.

ويمكن تحديد قيمة متوسط المخزون بقسمة مجموع قيمة المخزون على عدد الفترات أي:

$$\text{متوسط المخزون} = \frac{78000}{13} = 6000$$

حيث تعبر 6000 عن متوسط الإحتفاظ بالمخزون خلال السنة. ويلاحظ أن قيمة متوسط المخزون 6000 تساوي نصف قيمة المخزون في1/1 و لذلك فإن متوسط المخزون يمكن حسابه كالآتي:

$$\text{متوسط المخزون} = \frac{\text{مخزون أول مدة} + \text{مخزون آخر المدة}}{2}$$

لذلك تكون تكلفة المخزون كالآتي:

$$K_2 = H \times \frac{Q}{2}$$

هذا إذ إفترضنا أن مخزون آخر المدة يساوي الصفر حيث:

Q: كمية الوحدات التي يجب تخزينها .

H: تكلفة الإحتفاظ المخزون للوحدة في السنة.

V-3-3 تكلفة إنقطاع المخزون : عندما نطلب مواد ضرورية للإنتاج أو منتجات للبيع، ونلاحظ أنها مفقودة بمخازن المؤسسة نتيجة لنفاذ المخزون منها، فإن المؤسسة ستتحمل خسارة تسمى بتكلفة إنقطاع المخزون أو تكلفة نفاذ المخزون و يرمز لها بـــ C_R (Coût de rupture).

"إن إدراج تكلفة نفاذ المخزون عند دراسة المخزون أمر ضروري ، لأن نفاذ المخزون قد يؤدي إلى تعطيل الإنتاج خصوصا المواد الأولية، وهذا قد يؤدي إلى إضطرابات عنيفة ذات أثر بالغ على الإنتاج حيث تتاح إمكانية التعطيل كليا أو جزئيا . على خلاف المواد الأولية فإن نفاذ المخزون من المنتجات التامة خاصة في المنافسات الحادة، يؤدي إلى تراجع مذهل في المبيعات و يحمل المؤسسة خسائر كبيرة".[34]

لتقدير تكلفة نفاذ المخزون يجب إجراء تحريات في مصالح الإنتاج و التسويق ، حيث يتم تقدير المصاريف التي تضيعها المؤسسة من جراء نفاذ المخزون بوحدة واحدة.

ولغرض التبسيط نفترض بأن تكلفة النفاذ ثابتة للوحدة الواحدة، وتتناسب مع الكمية المفقودة (كمية الانقطاع)، كما يمكن أن يمثل الربح غير المحقق في الوحدة المنتجة غير المباعة بسبب نفاذ المخزون بوحدة

[34] -P. Zermati ;*Op-cité* ; P17.

واحدة وهي تكلفة ثابتة ، ضف إلى ذلك تكلفة فقدان الزبائن ، غرامات التأخير عن موعد الاستلام... ويمكن قياس معدل الإنقطاع الذي يحدث في المخزون بمعامل يسمى بمعدل الإنقطاع أو إحتمال النفاذ ونرمز له بـــ P_r

$$P_r = \frac{\text{عدد الوحدات الغير ملباة خلال السنة}}{\text{عدد الوحدات المطلوبة خلال السنة}}$$

و يقصد بعدد الوحدات الغير ملبات ، بعدد الوحدات التي لم تستطيع المؤسسة تلبيتها نتيجة لنفاذ المخزون.

V-4 نماذج التخزين :

تعتبر مشاكل التخزين أحد المشاكل المهمة التي تواجه المؤسسات، و التي لاقت الكثير من إهتمام الباحثين خاصة المتخصصين في ميدان بحوث العمليات، فكانت النتيجة مجموعة من النماذج التي يمكن أن تستخدم في تخطيط المخازن.

تنقسم نماذج التخزين إلى نوعين وهي:

- النماذج المحددة، وهذه النماذج تقوم على فرض أساسي وهو أن الطلب (معدل الإستخدام) للصنف معروف وثابت و بالتالي يطلق عليها بالحالة المؤكدة.

-النماذج الإحتمالية و يمكن إستخدامها عندما يكون الطلب على صنف معين غير معروف ولكن يمكن معرفة التوزيع الإحتمالي لهذا الطلب.

V-4-1 نماذج التخزين المحددة :

V -4-1-1 نموذج الكمية الاقتصادية – Wilson– (نموذج الشراء بدون إنقطاع):لقد قُدّم هذا النموذج من طرف أحد الباحثين الرياضيين" Wilson" بحيث يقوم هذا النموذج على أساس فرضيات وهي:[35]

1- رقم الطلب – معدل الإستخدام – للصنف سواء كان يومياً أو أسبوعياً أو شهرياً، رقما معروفا و ثابتا لا يتغير، ولذلك فإن مستوى المخزون يتناقص برقم ثابت مع مرور الوقت.

2- عند وصول المخزون إلى الصفر ،ويعني ذلك عدم تأخر التوريد عن التاريخ المتفق عليه، وهذا يعني عدم حدوث إنقطاع في المخزون.

3- يتم توريد الطلبية – الكمية المطلوبة- في لحظة واحدة وفي تاريخ واحد كدفعة واحدة وليست على دفعات .

4- هناك فترة توريد ثابتة ومحددة .

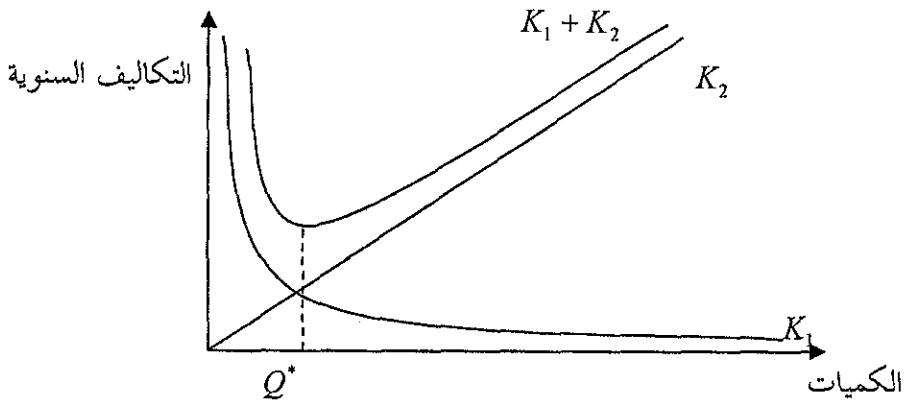
[35]- M. S. belacel ;*La Gestion des stocks*; ed Gestion;Tizi –Ouzou ;Alger 1997 ;P102 .

5- يتم الطلب عندما يصل مستوى المخزون إلى نقطة محددة تسمى بنقطة إعادة الطلب.

6- سعر الوحدة ثابت، فهو لا يتغير مع عدد الوحدات المشتراة، ويعني ذلك وجود خصم للكمية.

يبحث نموذج Wilson ،في محاولة إيجاد النقطة التي تتساوى عندها تكلفة إصدار الطلب مع تكلفة الإحتفاظ بالمخزون، عندها تتحدد الكمية التي يجب أن تقوم المؤسسة بطلبها من أجل الإحتفاظ بالمخزون، و تتحدد الكمية التي يجب أن تقوم المؤسسة بطلبها من أجل تدنية تكاليفها و الشكل أدناه يوضح ذلك[36]...

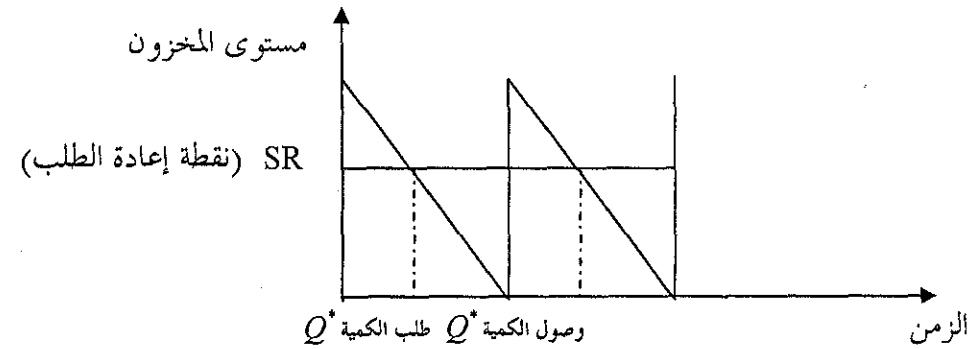
الشكل البياني(1-5): الكمية الاقتصادية المطلوبة لنموذج ويلسون



المصدر: Abdelmalek Chelihi(Gestion des Stocks) ed . OPU.2004 P.93

كما يبحث أيضا نموذج الكمية الإقتصادية للطلب الكمية الاقتصادية، و المستوى الذي يتم عنده إعادة الطلب و الشكل البياني رقم (3-3) يوضح كيف يعمل هذا النموذج.

الشكل البياني (1-6): نموذج ويلسون بدون إنقطاع



المصدر: د. محمد توفيق ماضي (تخطيط و مراقبة الإنتاج) مرجع سبق ذكره ص188

يوضح الشكل تناقص المخزون بمعدل ثابت، و يرجع ذلك إلى معدل الإستخدام، كذلك يتضح من هذا الشكل أن أقصى مستوى من المخزون ممكن أن يوجد بالوحدة هو المستوى Q ، لأن الفرضية الأساسية هنا

[36] -A. Chelihi ;*la gestion des stocks* ; ed ;.OPU. ;Alger ;2004;.P.93 .

أن يتم توريد الطلبية عند نفاذ المخزون بالكامل ليس قبل وليس بعد .

ولتحديد الكمية الإقتصادية للطلبية و تكاليف الإحتفاظ بالمخزون ، يتم ذلك رياضيا عندما تنعدم المشتقة الأولى للتكاليف لدينا:[37]

$$K = K_1 + K_2$$

$$K = A \times \frac{\lambda}{Q} + H \times \frac{Q}{2}$$

$$\frac{\partial K}{\partial Q} = 0 \Leftrightarrow -\frac{\lambda A}{Q2} + \frac{1}{2} + H = 0$$

$$\Leftrightarrow Q^* = \sqrt{\frac{2.\lambda.A}{H}}$$

حيث:

Q^*: الكمية الاقتصادية للطلبية .

أما إذا كان التموين (التوريد) من الإحتياجات يتم عن طريق مراحل ، وهذا لأسباب معينة فقد يطلب الموردون من المؤسسة مثلا تاريخاً معيناً من المؤسسة من أجل توريدها بالكميات المطلوبة، أو المؤسسة تختار التموين عبر مراحل وذلك من أجل منح فرص للراحة بالنسبة لوسائل المناولة مثلا، وبالتالي في هذه الحالة يجب تحديد المرحلة أي الفترة الإقتصادية للطلبية سواء بالأشهر أو الأيام أو الأسابيع ويكون ذلك كالآتي:

إن كان الطلب السنوي λ يتم خلال 12 شهراً، فإن الكمية الإقتصادية Q^* يتم طلبها خلال الفترة الإقتصادية T^* و بالتالي فإن:[38]

$$T^* = \frac{Q^*}{\lambda} \times 12$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2.\lambda.A}{H}}$$

$$T^* = \frac{\sqrt{\frac{2.\lambda.A}{H}}}{\lambda} \times 12$$

$$T^* = \sqrt{\frac{288 \times A}{\lambda \times H}}$$

حيث:

T^*: الفترة بالأشهر التي تفصل بين الطلبيتين.

[37] - B. Boualem ;*Recherche opérationnel de Gestion* ; ATLAS édition ;Alger ;1995 ; P.226.

[38] B. Boualem ;*Op-cité* ; P.228

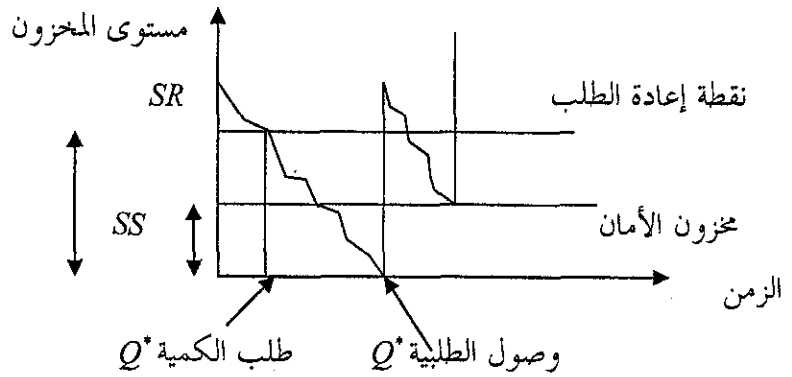
3- زيادة كل من معدل الإستخدام وفترة التوريد عن الأرقام المتوقعة.

V-4-2 -1 نموذج تغيير الطلب وثبات فترة التوريد : يفترض هذا النموذج أن الطلب (معدل الإستخدام)، خلال فترة التوريد (الفترة التي تفصل بين إصدار أمر الشراء أو الإنتاج ووصول الطلبية) متغير من فترة إلى أخرى ويتبع أحد التوزيعات الإحصائية المعروفة كالتوزيع الطبيعي ، بانحراف معياري δ_D ومتوسط حسابي $\overline{D}$.

فعندما يصل معدل الطلب الحقيقي إلى نقطة إعادة الطلب SR (كمية المخزون التي يتم عندها إصدار أمر الشراء أو الإنتاج بالكمية المطلوبة)، وكان أعلى من متوسط الطلب، فهنا ستواجه المؤسسة عجز يتوقف على درجة هذه الزيادة، لذلك يجب على المؤسسة أن تحتفظ بمقدار معين من الصنف لمواجهة هذا العجز، وهو مخزون الأمان لذلك سترتفع نقطة إعادة الطلب SR بمقدار SS (مخزون الأمان) ولكن السؤال المطروح هو كيف يمكن تحديد مقدار مخزون الأمان ؟.

تجدر الإشارة إلى أنه كلما زاد مخزون الأمان قل إحتمال نفاذ المخزون، ولكن من جهة أخرى سترتفع تكاليف الإحتفاظ بالمخزون.

الشكل البياني: (1-7): نموذج تغير معدل الطلب و ثبات فترة التوريد



المصدر: V. Giard ; *Gestion de la production et des flux* ; ed : économica ;paris ; 2003 ; p832

في غالب الأحيان يكون تحديد تكلفة النفاذ أمر صعب في هذه الحالة تقوم المؤسسة بتحديد مستوى خدمة معينة، و هي إحتمال تلبية الطلب بمستوى معين ،فإذا كان احتمال نفاذ المخزون هو 10%فهذا يعني أن مستوى الخدمة هو 90%، وهذا يعني أن المؤسسة تقبل في 10% من الحالات أن يزيد الطلب خلال فترة التوريد عن الرصيد المتاح .

ومن خلال ما سبق يمكن القول أنه يكون إنقطاع في المخزون إذا كان الطلب D_t أعلى من مستوى إعادة الطلب SR أي:[40]

$$D_t \rangle SR$$

[40] -J. p. Vedrine et al ;*Techniques quantitatives de gestion* ; ed .Vuibert gestion ;paris ;1985 ;.P234.

وتكون نقطة إعادة الطلب SR تساوي:

$$SR = \overline{D_t} + SS$$

لذلك يمكن كتابة إحتمال نفاذ المخزون كالآتي:

$$P(D_t \rangle SR) = P(D_t - \overline{D_t} \rangle SS)$$

حيث:

$\overline{D_t}$:متوسط الطلب خلال فترة التوريد.

D_t :الطلب الفعلي.

SS :مخزون الأمان.

SR :نقطة إعادة الطلب.

فإذا كان التوزيع الإحصائي للطلب مستمراً فيكون إحتمال النفاذ كالآتي:[41]

$$P(D_t \rangle SR) = \int_{SR}^{+\infty} f(D_t) dD_t$$

حيث: $f(D_t)$ تمثل دالة كثافة إحتمال الطلب خلال فترة التوريد.

أما إذا كان التوزيع الإحصائي للطلب (معدل الاستخدام)متقطع فيكون إحتمال النفاذ كالأتي:

$$P(D_t \rangle SR) = \sum_{D=SR+1_t}^{\infty} P(D_t)$$

فإذا حددت المؤسسة مستوى خدمة معين $\alpha - 1$فيكون إحتمال النفاذ α،عندئذ يمكن تحديد مستوى إعادة الطلب SRومستوى مخزون الأمان، وذلك بافتراض أن توزيع الطلب طبيعي خلال فترة التوريد حيث:

$$P(D_t \rangle SR) \leq \alpha \qquad \text{et} \qquad D_t \rightarrow N(\overline{D_t}, \delta_D)$$

وبالنظر إلي جدول التوزيع الطبيعي حسب مستوى الخدمة المرغوب فيها، أي $\alpha - 1$يمكن تحديد قيمة Z المعيارية(عدد الأخطاء المعيارية):

$$\frac{SR - \overline{D}}{\delta_d} = Z \Leftrightarrow SR = \overline{D} + \delta_d Z$$

ومخزون الأمان يساوي:

$$SS = \delta_d Z$$

كما تجدر الملاحظة إلى أن الكمية الاقتصادية Q^* تحسب كما في نموذج ويلسون، بإستثناء أن الطلب السنوي λ يقدر على أساس متوسط الطلب السنوي $\overline{\overline{D_t}}$ ويكون كما يلي:[42]

$$Q^* = \sqrt{\frac{2\overline{\overline{D}}A}{H}}$$

---

[41] -J. p. Védrine ;*Op-cité* ; P.234

[42]- محمد توفيق ماضي،تخطيط ومراقبة الإنتاج ;مرجع سبق ذكره; ص229.

حيث: $\overline{\overline{D}}$: متوسط الطلب السنوي(أو معدل الإستخدام).

مثال: (3-1):

تقوم إحدى المؤسسات بيع إحدى السلع ذات الطلب الموزع توزيعاً طبيعياً، بمتوسط حسابي 40 وانحراف معياري 20 في الأسبوع، كما أن فترة التوريد تقدر بـ3 أسابيع فإذا حددت المؤسسة 95% كمستوى خدمة ، فما هو مستوى مخزون الأمان وكذا مستوى إعادة الطلب .

الطلب عند فترة التوريد متغير عشوائي يتبع التوزيع الطبيعي حيث:

$\overline{D}_t = 40 \times 3 = 120$ متوسط الطلب خلال فترة التوريد.

$\delta_D^2 = (20)^2 \times 3 = 1200$ التباين.

$\delta_D = \sqrt{1200} = 34.6$ الإنحراف المعياري.

$D_t \rightarrow N(120,34.6)$ و $P(D_t \rangle SR) \leq 0.05$

$$\frac{SR-120}{34.6} = 1.65 \Leftrightarrow SR = 120 + 1.65(34.6) = 177$$

$SR = 177$ مستوى إعادة الطلب.

$SS = 34.6 \times 1.65 = 57$.

V-4-2 -2 نموذج ثبات الطلب (معدل الإستخدام) و تغير فترة التوريد: لأكثر من سبب يمكن أن يتأخر التوريد عن الوقت المتفق عليه، فتكون فترة التوريد متغيرة بسبب عدة عوامل كتغيب العاملين، رفض وحدات بسبب رداءة الجودة، تعطل الآلات... لذلك يتم جمع معلومات و بيانات عن فترات التوريد الفعلية السابقة، ونفترض بأنها تتبع أحد التوزيعات الإحصائية المعروفة كالتوزيع الطبيعي مثلا، بمتوسط حسابي $\overline{L}$ وإنحراف معياري δ_L، حيث لاحظنا من خلال المثال أننا قمنا بضرب متوسط الإستخدام في فترة التوريد مباشرة، و لكن لايمكن ذلك إذا كانت فترة التوريد متغيرة لذلك يجب تعديل العلاقة السابقة لنقطة إعادة الطلب SR لتشمل هذا التغير، و كذا مستوى مخزون الأمان فإذا كان:

D_t : معدل الإستخدام أو الطلب خلال فترة التوريد.

d : معدل الإستخدام أو الطلب خلال وحدة من الزمن، وهو ثابت.

L_i : فترة التوريد وهي متغيرة.

حيث:

$$D_t = d.\overline{L}$$
$$\delta_{Dt} = d.\delta_L$$

و:

δ_{Dt} : الانحراف المعياري للطلب.

δ_L : الانحراف المعياري لفترة التوريد.

$$P(D_t \rangle SR) \le \alpha \Leftrightarrow \frac{SR - D_t}{S_{Dt}} = Z$$
$$\Leftrightarrow SR - D_t = Z.\delta_{Dt}$$
$$\Leftrightarrow SR = d.\bar{L} + Z.d.\delta_L$$

وبالتالي يكون مستوى مخزون الأمان كالآتي:

$$SS = Z.d.\delta_l$$

مثال:(3-2):

إذا كانت فترة التوريد في مؤسسة ما متغيرة وتخضع للتوزيع الطبيعي بمتوسط قدره 20 وانحراف معياري 5، فأحسب مستوى أو نقطة إعادة الطلب و مستوى مخزون الأمان، علما أن المؤسسة حددت 90% كمستوى خدمة، أما معدل الطلب كان 100% وحدة في اليوم.

لدينا:

$SR = 100\times20 + (100).(5)(1.29) = 2000+645 = 2645$ وحدة

$SS = 100 \times 5 \times 1.29 = 645$ وحدة

V-4-2-3 نموذج تغير الطلب و تغير فترة التوريد : عند تغير كل من معدل الإستخدام أو الطلب وفترة التوريد، فإنه يبدو منطقيا أن حجم مخزون الأمان سوف يكون أكبر عما إذا كان أحد هذين المتغيرين ثابتا، وعموما فإذا كان كل من معدل الطلب وفترة التوريد موزعين في شكل توزيع طبيعي ، يتم تقدير لكل منهما المتوسط الحسابي و الإنحراف المعياري الخاص به، حيث يتم تحديد مستوى إعادة الطلب كالآتي:[43]

$$SR = \bar{d}.\bar{l} + Z\sqrt{\bar{l}\delta_d^2 + \bar{d}^2.\delta_l}$$

وعليه يكون مخزون الأمان كالآتي:

$$SS = Z\sqrt{\bar{l}.\delta_d^2 + \bar{d}.\delta_l}$$

ملاحظة:

إذا توافرت معلومات عن تكلفة نفاذ المخزون، بحيث يمكن تحديدها فإنه يمكن تحديد إحتمال نفاذ المخزون بشكل أدق بإستخدام المعادلة:[44]

$$P(D_t \rangle SR) = P(R) = \frac{H}{C_R}\frac{Q^*}{2}$$

بحيث يمكن تدنية التكاليف الكلية لدى الإحتفاظ بمخزون الأمان.

[43] - J. P Védrine ;Op-cité ; P.234.
[44] -J. p. Védrine ; Op-cité ; P.234.

$$CSS = H.SS + C_R.P(R).\frac{\lambda}{Q}$$

حيث: CSS :التكلفة الكلية للإحتفاظ بمخزون الأمان.

وفي الأخير تجدر الإشارة إلى أن نماذج تسيير المخزون تطورت بشكل كبير، بحيث لا يسعنا إلى التطرق إليها كلها، ولكن يجب على القائم بعملية التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية، أن يراعي جميع القيود التي قد تفرزها هذه النماذج، بحيث يجب مثلا أن يدخل في إعتباره مقدار مخزون الأمان الذي تودُّ المؤسسة الإحتفاظ به ، وكذا الأخذ بعين الإعتبار تكاليف نفاذ المخزون عند إعداد الخطة الإجمالية ، لذلك يجب على المؤسسات أن تحسن في إختيار نموذج التخزين الذي يتناسب مع طبيعة الطلب أو معدل الإستخدام، و فترة التوريد، وهذا حتى تكون النتائج جيدة وتتناسب مع حالة المؤسسة ، الأمر الذي ينعكس إيجابيا على نتائج الخطة الإجمالية.

خـــلاصـــــة:

يهدف تخطيط الإنتاج المتوسط المدى ، أو التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية إلى تحديد أفضل مستوى من الإنتاج، العمالة و المخزون لكل فترة زمنية عادة ما تكون شهر خلال فترة زمنية تخطيطية (3إلى18شهر)، وذلك عن طريق دراسة عدة إستراتيجيات تسمى بإستراتيجيات التخطيط الإجمالي وهذا من أجل مواجهة تقلبات الطلب الإجمالي و إختيار البديل الذي يقلل تكاليف الإنتاج الإجمالية على مدار الفترة التخطيطية ، و لتحقيق ذلك يجب توافر معلومات عن الطلب المتنبأبه، و الوضع الحالي من حيث مستوى الإنتاج و العمالة و المخزون ، وبيانات عن تكاليف تغيير مستوى العمالة و تغيير ساعات العمل و تكاليف التخزين و النفاذ.

ولكي يتم الحصول على خطة إنتاج جيدة يجب أن يتم جمع معلومات دقيقة عن الأنواع المختلفة للتكاليف و التي تتميز بها كل إستراتيجية، و أهمها تكاليف الإحتفاظ بالمخزون، و تكاليف نفاذ المخزون وكذا تكاليف الوقت الإضافي ، تكاليف تعيين و فصل العمال وتكاليف الإعتماد على الغير في إنتاج وحدات المؤسسة ، هذا إضافة للتقديرات الدقيقة للطلب المستقبلي وكذا المعلومات التي تفرزها نماذج المخزون، كمخزون الأمان ، فدقة هذه المعلومات ستنعكس بالطبع على نتائج الخطة الإجمالية للإنتاج و تجعل نتائجها جيدة.

الفصل الثاني:
نـــــماذج التنبـــــؤ بالـــــطلب

مقدمـــــة:

تعتمد معظم القرارات الإدارية بشكل مباشر أو غير مباشر على التنبؤ بالطلب المستقبلي، إذ أن أي قرار يتم إتخاذه يجب إعداد تنبؤات لبنائه و تشكيله وتوقع آثاره ، وحيث أن القرار يتعلق دائما بأمور مستقبلية ، إذن فمادته الأساسية العوامل والظروف و البيئة المحيطة به في المستقبل ، و إن تحديد معالم تلك الظروف و العوامل، يحتاج إلى إمعان النظر في المستقبل و كشف غموضه و الإجتهاد في تلمُّسِ كل جوانبه وهذا لن يتأتّى إلا من خلال إعداد تنبؤات يراعى فيها الدقة بالدرجة المناسبة لأهمية القرار الذي تقوم على أساسه.

"فالتنبؤ لم يعد في ظل الصناعة العالمية الحديثة و المعقدة نوعا من التخمين المبني على الحدس و الوهم، بل أصبح يتضمن معظم نواحي الصحة و المنطقية، و أصبح يستند في جميع الأوقات على إستخدام الأساليب العلمية المتطورة".[1]

تعتبر القرارات الإنتاجية أحد القرارات التي تعتمد بشكل كبير على التنبؤ بالطلب، خاصة القرارات التي تتعلق بتخطيط الإنتاج ، إذ يشكل التنبؤ المنبع الأساسي للمعطيات التي يحتاجها القائم بوظيفة تخطيط الإنتاج، في سبيل إتخاذ قرارات مثلى، خاصة إذا علمنا أن قرارات تخطيط الإنتاج مرنة تماما أمام دقة المعلومات المتحصل عليها عن طريق التنبؤ بالطلب، إذ له إنعكاس واضح المعالم و مباشر على كفاءة القرارات المتعلقة بتخطيط الإنتاج .

للتنبؤ أهمية كبيرة في المدى الطويل وذلك في صنع القرارات الإستراتيجية كالتوسع في المباني، بناء وحدات إنتاجية ... وله أهمية في المدى القصير من أجل إعداد جدولة يومية للإنتاج، تخطيط الإحتياجات من المواد الأولية، .... وله أهمية قصوى في المدى المتوسط وذلك في وضع الخطة الإجمالية من أجل الوقوف على درجة التذبذب الموجودة في الطلب عن طريق تغيير مستوى الإنتاج ، المخزون ، العمالة.... .

ونظرا لأهمية التنبؤ بالطلب في تخطيط الإنتاج بصفة عامة، و التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية بصفة خاصة ، سوف نخصص هذا الفصل لدراسة نماذج التنبؤ التي قد يستخدمها القائم بتخطيط الإنتاج و بصفة خاصة سوف نعتمد على نماذج تحليل السلاسل الزمنية، وهذا لفعاليتها في التنبؤ القصير المدى،والذي له أهمية كبيرة في تخطيط الإنتاج بصفة عامة والتخطيط الإجمالي بصفة خاصة ، وأيضا نظرا للتطور الكبير الذي شهدته هذه النماذج في الآونة الأخيرة خاصة ما يعرف بمنهجية بوكس –جانكينس(Box et Jenkins).

---

[1]- فريد عبد الفتاح زين الدين ،(مرجع سبق ذكره) ،ص41.

I-مفهوم و أهمية التنبؤ بالطلب في تخطيط الإنتاج:

يعتبر التنبؤ بالطلب المدخل الأساسي لعملية تخطيط الإنتاج، إذ يستحيل القيام بالتخطيط دون تقدير الطلب المستقبلي، كما يعتبر السبب الرئيسي في عملية تحديد الخطة الإجمالية للإنتاج.

I-1 مفهوم التنبؤ:

قبل التعرض لتعريف التنبؤ و إظهار علاقته بوظيفة تخطيط الإنتاج ، سنتطرق إلى بعض المفاهيم الأساسية، و التي تبدو منذ الوهلة الأولى متشابهة .

I-1-1 تعريف التقدير:"يعرف التقدير على أنه عملية إدراك للواقع و صياغته في شكل نموذج رياضي – إحصائي- يوضح العلاقات السببية و الإرتباطية بين المتغيرات المستقلة و المتغير التابع، ويمكن القول بأن التقدير هو عملية تعريف المعارف اللفظية و تحويلها إلى الصياغة الرياضية".[2]

I -1-2 تعريف التوقع :"التوقع يعني تخمين أو تقدير حجم الطلب على سلعة معينة لفترة زمنية قادمة، بالإعتماد على الوسائل الشخصية كالخبرة أو الموهبة".[3]

و بالتالي فالتوقع هو عبارة عن القيام بجهد تخميني يسبق حدوث الأحداث عن طريق الفكر معتمدا في ذلك على إستقراء التجارب الماضية، و تطابقها مع ما سوف يحدث مستقبلا، وهذا على أساس تشابه و تكرار حدوث الظواهر.

I-1-3 تعريف التنبؤ :"التنبؤ هو تخمين أو تقدير حجم الطلب على سلعة معينة، لفترة زمنية قادمة بإستخدام الطرق الإحصائية "[4]

فعلى عكس التوقع كما سبق تعريفه وذلك في إعتماده على الخبرة و الموهبة ، فالتنبؤ هو عبارة عن تقدير كمي للطلب بإستخدام طرق علمية كالطرق الإحصائية.

و كخلاصة للقول يمكن تعريف التنبؤ على أنه تقدير كمي يستند على الطرق الإحصائية، و ذلك بغرض المعرفة المستقبلية لقيمة ظاهرة إقتصادية معينة، بناء على ما هو متاح لدينا من معلومات عن السلوك الماضي لتلك الظاهرة الإقتصادية .

I-1-4 الفرق بين التخطيط و التنبؤ: " قد يفهم البعض أن التخطيط هو التنبؤ ، ذلك لأنه و في كثير من الأحيان هناك جمع بين المفردتين ليعبران عن معنى واحد ، أو يؤديان إلى معنى واحد فعليه إن التخطيط ليس التنبؤ وإنما هو عبارة عن التنبؤ زائد الرغبة والإستعداد في إنتقاء أحسن جزء من الإمكانيات التي يشملها المستقبل".[5] و بالتالي فإن التخطيط يرمي إلى إحداث تغيرات معينة في مسار الدائرة المدروسة ، فمثلا إذا كنا

---

[2]- عبد العزيز شربي (طرق إحصائية للتوقع الإقتصادي) ديوان المطبوعات الجامعية ،جامعة قسنطينة 1996 ص 9 .
[3]- حسين عبد الله التميمي، (مرجع سبق ذكره)، ص205 .
[4]- نفس المرجع السابق، ص 205 .

[5] -Jacques de Guerny et Guirier (Principe et pratique de Gestion prévisionnelle) édition, Delmas,paris ; 1976, P11.

نتوقع إنخفاضاً في الطلب على منتوج معين، فإن مهمة المخطّط تكمن في تحاشي الآثار السلبية لهذا التوقع على المؤسسة، كالبحث عن أسواق جديدة أو إنتاج منتجات أخرى .

ومما تقدم يمكن القول أن التنبؤ ليس تخطيطا ،و إنما أحد الأركان الأساسية لعملية التخطيط، و بالتالي يعتبر آداة من الأدوات التي يعتمد عليها ، أي أن التنبؤ هو مدخل العملية التخطيطية.

I -2 التنبؤ بالطلب ووظيفة الإنتاج:

" إن الهدف الأساسي لإدارة الإنتاج يتمثل في تلبية إحتياجات العملاء بما يحقق أفضل إشباع ممكن ،مع تحقيق العائد المناسب للمؤسسة في إطار تحقيق التوازن و التنسيق مع باقي الأهداف المتباينة "[6]

وفي تحقيق إدارة الإنتاج لهدفها الرئيسي و أهدافها الفرعية، يستلزم الأمر إعداد التنبؤات اللازمة لتمكنها من مزاولة نشاطاتها،والتي تتم وفقا للقرارات الإنتاجية و التي تتخذ من التنبؤات أساسا لها .

وفي هذا الخصوص قدم Dervitsiotis في مؤلفه عن إدارة العمليات و الإنتاج، عرضا لأهم القرارات في مجال الإنتاج وفقا للمدى الزمني و التي تعتمد على وجود تنبؤات دقيقة و مناسبة لإعدادها.

جدول(2-1):علاقة بعض القرارات الإنتاجية بالتنبؤ

المدى الزمني للتخطيط	القرارات الإنتاجية
الأجل الطويل (2-10) سنوات	-نوع المنتجات و الخدمات التي يقدمها المشروع. -نوع وحجم الأسواق التي يخدمها المشروع. -العمليات ومستوى التكنولوجيا التي يستخدمها المشروع. -موقع وحجم المصنع.
الأجل المتوسط (2-18)شهر	-حجم العمالة المطلوبة. -حجم المخزون اللازم. -حجم الإعتماد على الغير في الإنتاج. -كمية الوقت الإضافي اللازم للتشغيل.
الأجل القصير (1-5)أسابيع	-تخصيص الأوامر للتسهيلات الإنتاجية. -إصدار أوامر التشغيل لمواجهة مواعيد التسليم.

المصدر:محمد توفيق ماضي(مرجع سبق ذكره)ص9

فمن الجدول (2-1) يتبين مدى إرتباط معظم قرارات الإنتاج و إعتمادها على وجود تنبؤات عن حجم الطلب على منتجات المشروع، طالما لها كل هذه الأهمية وكل هذا التأثير وهذا المدى الواسع في الإستخدام .

و على الرغم من أن عملية التنبؤ بالطلب المستقبلي على منتجات المشروع هي من صميم مسؤوليات إدارة التسويق ، إلا أنه من الضروري أن يشارك رجال تخطيط و مراقبة الإنتاج في تحديد رقم الطلب المستقبلي،

[6]- فريد عبد الفتاح زين الدين, (مرجع سبق ذكره) ,ص44.

حيث أن هذا الرقم هو الأساس الذي يرتكز عليه في تحديد الإنتاج و ما يتبع ذلك من خطوات .وفي ذلك يقول أحد الباحثين المختصين في إدارة الإنتاج[7] ،في مؤلفه عن إدارة الإنتاج، "أنه قد يتبادر إلى الذهن أن موضوع التنبؤ بالطلب يرتبط بنشاط التسويق ، مما يجعل مهمته على عاتق إدارة التسويق ، ولكن هذه النظرة بالرغم من شيوعها لدى الكثير من الكتاب، إلا أنه لو نظر إلى الموضوع من وجهة نظر شمولية بدلا من وجهة النظر الجزئية، لنجد أنه من غير الممكن القيام بتخطيط الإنتاج دون وجود أرقام الطلب المتوقعة ،سواء في منشآت الأعمال التي تنتج السلع أو الخدمات "

I -3 أهمية التنبؤ بالطلب في تخطيط الإنتاج:

للتنبؤ أهمية كبيرة في تخطيط الإنتاج، سواء في المدى الطويل، المتوسط و القصير.

I-3-1 أهمية التنبؤ بالطلب في تخطيط الإنتاج الطويل المدى (2-10سنوات) : يكون للتنبؤ بالطلب أهمية كبيرة في تخطيط الإنتاج الطويل المدى، خاصة في مجال تحديد إحتياجات تخطيط الطاقة الطويلة الأجل ، فمن قرارات تخطيط الإنتاج ما هو مرتبط بسنوات طويلة في المستقبل، وذلك في تخطيط التوسعات في المباني كإنشاء وحدات إنتاجية أو آلات ....، و بالطبع تنبني هذه التوسعات على تقدير أرقام الطلب المستقبلية و لفترات طويلة عادة بين (2 – 10 سنوات)، فمثل هذا القرار الخاص بالطاقة في المستقبل عادة ما يصعب الرجوع فيه، و تترتب عليه تكاليف ثابتة يتحملها المشروع لفترات طويلة ، فإن لم يكن هناك تقديرات للطلب تضمن إستخدام تلك الطاقة، فسوف يترتب على ذلك وجود طاقات عاطلة . فمثلا إذا قررت المؤسسة الإنتاجية التوسع بإنشاء وحدة معينة وفي منطقة معينة دون دراسة نمو الطلب على سلعتها في تلك المنطقة لفترات طويلة، فإنها سوف تتحمل خسائر ضخمة يصعب الرجوع فيها ، و العكس أيضا، فإذا كانت التوقعات المقدَّرة عمَّا سيسود المستقبل كبيرة و بناءا عليها تم تخطيط طاقة محدودة لفترات طويلة، فإن المشروع سوف يفقد فرصا كبيرة للربح، كان يمكنه تحقيق أرباح طائلة منها في حالة إرتفاع الطلب المتنبأبه .

"كما يمكن أن تشير التنبؤات في المدى الطويل إلى ضرورة إنتاج منتوج جديد يتماشى مع التكنولوجيا، أو الإستثمار في عتاد ما ..." [8]

I-3-2 أهمية التنبؤ في تخطيط الإنتاج المتوسط المدى (3 -2 سنة): للتنبؤ أهمية كبيرة في تخطيط الإنتاج المتوسط المدى ، وهو ما يعرف بالتخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية، إذ يعتبر الركيزة الأساسية و الدعامة الأولى لهذا النوع من التخطيط، فبمعرفة الطلب المتنبأبه في هذه الفترة تتمكن المؤسسة من الوقوف على درجة التقلب الموجودة في الطلب بسبب التغيرات الموسمية و العشوائية، و هذا عن طريق تخطيط الإحتياجات من اليد العاملة ،كتعيين عمال جدد في حالات الطلب المرتفع و تسريحهم في حالات الطلب المنخفض، كما يساهم أيضا في تحديد مستوى الإنتاج و المخزون لكل فترة وذلك بهدف مواجهة لهذا الطلب بأدنى التكاليف .

---

[7] نفس المرجع السابق ص45.

[8] -A. Courtois et autres, (Gestion de production), édition , d'organisation,paris ; 2000 ,P74 .

I-3-3 **أهمية التنبؤ في تخطيط الإنتاج القصير المدى** (أقل من 3 أشهر):فضلا عن الأهمية التي يكتسيها التنبؤ في المدى الطويل و المتوسط، فإن له أهمية أيضا في المدى القصير ، فالمعطيات التي تفرزها التنبؤات في المدى القصير، تساعد على وضع جدولة يومية للإنتاج، و ذلك من أجل مواجهة آجال التسليم، و أيضا تخطيط الإحتياجات من المواد، و إصدار أوامر الشراء ،كما تساعد أيضا في عملية تخطيط و مراقبة المخزون، وهذا كله من أجل تفادي الإنقطاعات في الإنتاج، أو التأخر في التسليم ، الأمر الذي يساهم في تدنية تكاليف المؤسسة الإنتاجية، ومن هذا نستنتج أن "التنبؤ يعتبر كشرط لكي تحصل المؤسسة على الأمثلية "[9] أي :

- تخطيط جيد للمخزون بأدنى تكلفة.
- جدولة يومية للإنتاج و تدنية وقت الإنتاج و بالتالي التكاليف .
- تسليم الطلبيات لأصحابها في الوقت المحدد لها .

كما أنّ للتنبؤ أهميات أخرى فمثلا للتأكد من أن الطلب المتنبأ به يكفي لتحقيق العائد المرغوب من جانب المشروع، فإذا كان هناك طلب على السلعة يمكن تحقيقه ولكن عند مستوى منخفض من الأسعار، يصعب معه تغطية التكاليف ، فإن المشروع سوف يقرر عدم الإنتاج حيث أنها سوف لن تكون مربحة ، لذلك "يساعد التنبؤ المسير في أخذ القرار الجيد ". [10]

و كخلاصة يمكن إعتبار التنبؤ بالطلب المستقبلي على منتجات المؤسسة، الركيزة الأساسية لتخطيط الإنتاج، فهو الأساس عند تحديد طاقة المشروع ، و موقعه الجغرافي ، وجدولة الإنتاج ، و تخطيط حجم العمالة اللازمة، فكفاءة و دقة و حسن إختيار طريقة التنبؤ تنعكس إيجابيا على وظيفة تخطيط الإنتاج ،و العكس إذا حدث ذلك.

[9] -R.Bourbonnais, J.C.Usunier, (prévision des ventes, théorie et pratique), 3 édition ,économica ,paris ;2001 ,P13
[10] -R.Bourbonnais, J.C.Usunier, (Op-cité), P24.

II مفهوم و مركبات و أشكال السلاسل الزمنية:

تعتبر دراسة السلاسل الزمنية أحد المواضيع المهمة في التحليل أو التنبؤ بالظواهر الإقتصادية ، حيث تكتسي أهمية بالغة بين الدارسين، خاصة بعد التطور الكبير الذي شهدته في الآونة الأخيرة ،هذا لأنها تستخدم بكثرة خاصة في التنبؤ القصير المدى .

II-1 تعريف السلسلة الزمنية:

"يمكن تعريف السلسلة الزمنية على أنها عبارة عن مجموعة من المعلومات، أو المشاهدات الإحصائية، على ظاهرة معينة جمعت خلال فترات زمنية منتظمة"[11]

II-2 مركبات السلسلة الزمنية:

إن العوامل المختلفة التي تؤثر على سير الظاهرة عبر الزمن، يعود سببها إلى مجموعة من العوامل الإقتصادية و النفسية ، و السياسية و يمكن التمييز بين 4 أنواع من التغيرات التي تطرأ على قيم الظاهرة و التي تسمى بمركبات السلسلة الزمنية و هي:[12]

أ-التغيرات الإتجاهية (T): يقصد بها تطور متغير ما عبر الزمن، سواء كان هذا التطور يميل موجب أو سالب.

ب-التغيرات الموسمية(S) : هي تلك التغيرات التي تحدث بإنتظام خلال وحدات زمنية متعاقبة كشهر من أشهر السنة أو يوم أو أسبوع أو فصل ....، كإستهلاك الكهرباء الذي يزداد في الصيف بسبب الإستعمال المكثف لأجهزة التبريد و ينقص في الصيف ، سحب الودائع من البنوك آخر كل شهر ... .

ج-التغيرات الدورية(C): هي تلك التغيرات التي يتكرر حدوثها بإنتظام، بحيث تكون طويلة نوعا ما (2- 10سنوات)كالدورة الإقتصادية(مرحلة الإنتعاش ثم الركود)و تتكرر بإستمرار عبر الزمن .

د-التغيرات العشوائية (العرضية، الفجائية) (U): تتمثل في التغيرات التي لا يمكن ضبطها و التي لا توجد لها علاقة بعنصر الزمن، و هي ناتجة عن عوامل غير منتظمة، و تؤثر على سبيل المثال على الإنتاج، كالحروب ، الكوارث الطبيعية ... .

II-3 المقصود بتحليل السلسلة الزمنية :

يقصد بتحليل السلسلة الزمنية عزل مركباتها أو المؤثرات الإتجاهية، الموسمية ، الدورية و العشوائية ، وذلك بغرض معرفة تأثير كل منها على الظاهرة المدروسة ،من أجل القيام بالتنبؤ ،و الفرضية الأساسية في تحليل السلاسل الزمنية هو أن العوامل التي تؤثر على سير الظاهرة في الماضي و الحاضر سوف يستمر تأثيرها في المستقبل بنفس النمط و الأسلوب تقريبا .

---

[11] -R.Bourbonnais, M. Terraza, (analyse de series temporelles en économie), éditon,PUF ,paris ;1998, P13 .
[12]- J.P. Védrine et autres, (Op-cité), P17 .

II-4 صيغ السلسلة الزمنية :[13]

أ-**الصيغة التجميعية**: إن قيم الظاهرة في هذه الحالة عبارة عن مجموع قيم مركبات السلسلة الزمنية أي:

$$y_t = T_t + S_t + C_t + U_t$$

حيث تقدر هذه الصيغة كل مؤثر وفق وحدات مطلقة.

ب- **الصيغة الجدائية** : إن قيم الظاهرة المدروسة في هذه الحالة عبارة عن جداء قيم مركبات السلسلة الزمنية

$$y_t = T_t \times S_t \times C_t \times U_t$$

و تعطي هذه الصيغة لكل مؤثر قيمته النسبة ، و يعتبر هذا الشكل من أكثر الأشكال إستخداما في الميدان الإقتصادي.

تجدر الملاحظة إلى أنه توجد أشكال أخرى، تسمى بالأشكال المختلطة مثل:

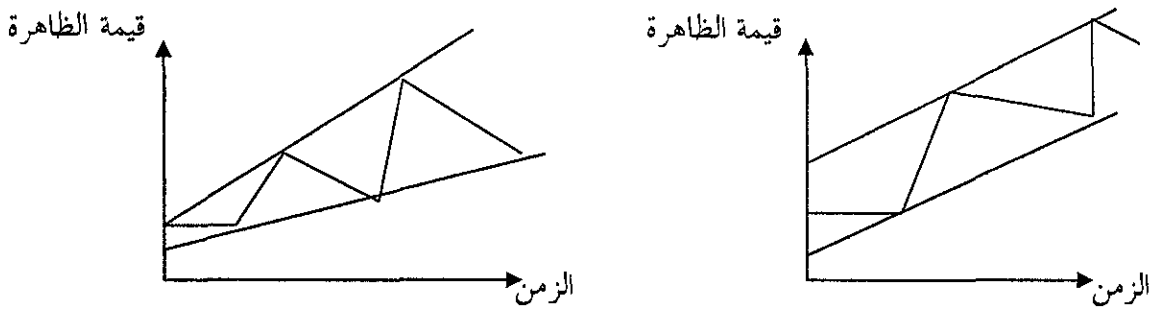
$$y_t = T_t \times (C_t + S_t) + U_t$$

و السؤال المطروح هنا هو كيف يمكن معرفة شكل العلاقة التي تربط بين قيمة الظاهرة و مركبات السلسلة الزمنية ، و للإجابة على هذا السؤال سنتطرق إلى أسلوبين ، الأسلوب البياني ، و إختبارBuys-Ballot .

II-5 إختبارات الكشف عن شكل السلسلة الزمنية:

II-5-1 الأسلوب البياني[14] : تكون وفق هذه الطريقة، السلسلة الزمنية ذات عناصر تجميعية، لما تنحصر ذبذباتها بين خطين متوازيين ، أي أن الهزات ثابتة الشدة ، في حين تكون ذات عناصر جدائية عندما تكون ذبذباتها غير ثابتة الشدة (تباين متزايد أو متناقص) أي تقع بين خطين منفرجين و الشكل البياني (2-1) يوضح ذلك :

الشكل البياني (2-1): الصيغة التجميعية و الجدائية للسلسلة الزمنية



نموذج جدائي　　نموذج تجميعي

المصدر : R.Bourbonnais, J.C.Usunier, (Op-cité), P39

[13] -R.Bourbonnais, M. Terraza (Op-cité), P25-26.
[14] -R.Bourbonnais, J.C Usunier (Op-cité) P39.

II-5-2 إختبار **Buys-Ballot**[15]: ويستخدم هذا الإختبار إذا كان حجم العينة كبير نوعا ما، ويعتمد هذا الإختبار على دراسة العلاقة بين الوسط الحسابي و الإنحراف المعياري، و ذلك بتقدير معادلة الإنحدار الآتية :

$$\delta_i = \hat{a}_1 \bar{x}_i + \hat{a}_o + e_i$$

δ_i :الإنحراف المعياري للمفردات الشهرية أو الفصلية لكل سنة.

$\bar{x}_i$:الوسط الحسابي للمفردات الشهرية أو الفصلية لكل سنة.

$\hat{a}_1, \hat{a}_2$:معلمتان يتم تقدرهما بواسطة طريقة المربعات الصغرى MCO .

وبإختبار معنوية المعلمة $\hat{a}_1$ بإستخدام إختبار استودنت (Student)، و تبيَّن أنها تختلف جوهريا عن الصفر ، فشكل السلسلة الزمنية هو الصيغة الجدائية ، أما إذا حدث العكس وكان $\hat{a}_1$ لا يختلف جوهريا عن الصفر، فإن شكل السلسلة هو الصيغة التجميعية[16].

II-6 السلسلة الزمنية المستقرة و الغير مستقرة :

تعتبر دراسة الإستقرارية في الآونة الأخيرة ، أحد الشروط الضرورية عند دراسة السلاسل الزمنية، خاصة بعدما أثبتت عدة أبحاث أن غياب الإستقرارية في السلاسل الزمنية قد يسبب عدة مشاكل قياسية، مما قد يجعل النتائج مضللة ، ومن أهم تلك الأبحاث ما توصل إليه الباحثين Granger-Newboldسنة 1974[17] وهذا في إكتشافهم لأحد أكبر المشاكل القياسية التي قد تحدث في ضل عدم إستقرارية السلاسل الزمنية، وهي مشكلة الإنحدار الزائف(Régession fallacieuse) [18] ،والتي تجعل معظم الإختبارات الإحصائية مضللة، بالرغم من إرتفاع مختلف المعاملات الإحصائية (معامل التحديد والإرتباط ،إختبار معنوية المعلمات المقدرة....) والتي تجعل النموذج مقبول إحصائيا، ومن أجل تفادي ذلك يجب إرجاع الإستقرارية للسلاسل الزمنية الغير مستقرة وهذا حتى تكون النتائج أقرب للواقع، وعليه فإنه يمكن تعريف السلسلة الزمنية المستقرة كما يلي:

"السلسلة الزمنية المستقرة هي تلك السلسلة الزمنية التي لا تتغير مستوياتها مع الزمن، أي لا يتغير المستوى المتوسط فيها وذلك خلال فترة زمنية طويلة نسبيا ، أي لا يوجد فيها إتجاه لا نحو الزيادة ولا نحو النقصان"[19]

ويمكن تعريفها أيضا بأنها السلسلة الزمنية التي "لا تحتوي لا علـــى الإتجاه العـــام و لا علـــى التغيرات الموسمية ".[20] أما التعريف الإحصائي للسلسلة الزمنية المستقرة فهي السلسلة التي يكون متوسطها الحسابي وتباينها ثابتان عبر الزمن،وبالتالي فالخصائص الإحصائية للسلسلة الزمنية المستقرة هي:

---

[15]- R.Bourbonnais, M. Terraza (Op-cité) ;p25

[16]- سوف نتطرق إلى كيفية إختبار معلمات معادلة الإنحدار عندما نستعرض التنبؤ بإستخدام معادلة الإتجاه العام

[17] Charpentier.A ;"séries temporelles ;théorie et applications"Université de paris Dauphine ;Vol 2 ;2003 p6

[18]يشير الإنحدار الزائف إلى وجود علاقة بين سلسلتين زمنيتين تربط بينهم علاقة إتجاه فقط ،وليست علاقة حقيقية ويعتبر إختبار التكامل المتزامن(cointégration) لـEngle-Granger 1987أحد الإختبارات الإحصائية المهمة في الكشف عن هذه المشكلة .

[19]- عبد العزيز شربي (مرجع سبق ذكره) ص30

[20] -R.Bourbonnais, (Econométrie, Manuel et exercice corrigés), 4 édition ,Dunod,paris ; 2002, P228 .

1-ثبات متوسط القيم عبر الزمن $E(x_t) = E(x_{t+m}) = u.\forall t.\forall m$

2-ثبات تباين القيم عبر الزمن $\text{var}(x_t) = E(x_t - u)^2 = \delta^2.\forall t$

3-التباين المشترك مستقل عن الزمن $\text{cov}(x_t, x_{t+m}) = E[(x_t - u) - (x_{t+k} - u)] = \gamma_k$

يجب الإشارة إلى أن هناك إمكانية لتحويل السلسلة الزمنية الغير مستقرة، إلى سلسلة زمنية مستقرة وذلك باللجوء إلى تحويل مستويات السلسلة الزمنية الأصلية إلى سلسلة زمنية جديدة، عن طريق حساب الفرق بين المستوى والذي يليه في كل مرة.

مثال(2-1):يوضح الجدول (2-2)تطور الإنتاج خلال الفترة 1994-2000في إحد المؤسسات الصناعية.

جدول(2-2):تطور الإنتاج بالطن خلال الفترة 1984-1990في أحد المؤسسات الصناعية

السنة	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
كمية الإنتاج	21	23	23.5	25	27	30	31.5

المصدر:من إعداد الطالب

فبمجرد نضرة عابرة يمكن أن نلاحظ أن السلسلة الزمنية أعلاه بها إتجاه نحو الزيادة، وبالتالي فهي غير مستقرة، ولتحويلها إلى سلسلة زمنية مستقرة، يمكننا إستخدام طريقة الفروق Δx_t ثم نجري الدراسة على السلسة الجديدة وللتوضيح أكثر أنضر الجدول(2-3):

جدول(2-3):تحويل السلسلة الزمنية للجدول (2-3)إلى سلسلة مستقرة.

السنة	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
كمية الإنتاج	21	23	23.5	25	27	30	31.5
Δx_t	-	2	0.5	1.5	2	3	1.5

المصدر:من إعداد الطالب

إذا ثبت أن السلسلة الزمنية عند القيام بالتغيرات المطلقة السنوية الأولى مستقرة ،فهذا يعني أن السلسلة الزمنية مستقرة من الدرجة 1($d = 1$)وإذا إقتضت الضرورة يمكن دراسة السلسلة الزمنية من الدرجة ثانية $\Delta^2 x_t$ ($d = 2$)،كما نلاحظ بأن دراسة السلسلة الزمنية من خلال التغيرات المطلقة، نفقد علي إثرها بعض المشاهدات.

في بعض الأحيان يصعب تحديد طبيعة السلسلة الزمنية في كونها مستقرة أم لا،سواء بالملاحظة البسيطة أو حتى من خلال الشكل البياني ،لذلك يجب اللجوء إلى الإختبارات الإحصائية ،وأحد الإختبارات الإحصائية القوية في هذا المجال ،إختبارالجدور الوحدية (ADF)[21] من درجة عليا لـDickey-fuller سنة(1981)[22].

[21] ADF : Augmented Dickey Fuller

[22] سوف نتطرق لهذا الإختبار عندما نستعرض منهجية Box-jenkins

III-التنبؤ بإستخدام طرق المتوسطات المتحركة ونماذج التلميس الأسي:

تعتبر طرق المتوسطات المتحركة ونماذج التلميس الأسي، أحد الطرق المهمة في التنبؤ بالطلب، إذ تعتبر أحد أقدم الطرق ،فرغم التطور الكبير الذي شهدته نماذج التنبؤ إلا أن مبدأ المتوسطات المتحركة لا يزال سائدا.

III-1التنبؤ بإستخدام طرق الأوساط المتحركة :

الوسط الحسابي المتحرك بصفة عامة، هو الوسط الحسابي الذي يتم تعديله بشكل مستمر مع مرور الفترات الزمنية، عن طريق تغيير الأرقام الذي يحسب على أساسها، وذلك بإضافة معلومة جديدة وإسقاط معلومة قديمة ومن بين طرق الأوساط المتحركة نذكر:

- طرق الأوساط المتحركة البسيطة.
- طرق الأوساط المتحركة المرجحة.
- طرق الأوساط المتحركة الثنائية.

III-1-1طرق الأوساط المتحركة البسيطة (Moyennes mobiles simples): تعتمد هذه الطرق على حساب المتوسط الحسابي لعدة مستويات للسلسلة الزمنية، وأخذها كقيمة متنبأ بها للفترة اللاحقة أي:[23]

$$\hat{y}_{t+1}=\frac{1}{N}(y_t+y_{t-1}+....+y_{t-N+1})$$

$$\hat{y}_{t+1}=\sum_{i=t}^{t-N+1}y_i$$

حيث: $\hat{y}_{t+1}$:القيمة المتنبأ بها للفترة $t+1$.

y_i :القيمة الفعلية للظاهرة في الفترة i.

N :عدد المستويات التي يحسب على أساسها الوسط الحسابي.

t :دليل الفترة.

إذ يظهر في العلاقة أعلاه أن المتوسط المتحرك يعتمد على قيم الظاهرة لعدد محدود من آخر فترات السلسلة الزمنية، ويتوقف عدد تلك الفترات N على رؤية القائم بعملية التنبؤ.

III-1-2طرق الأوساط المتحركة المرجحة (Moyennes mobiles pondérés): تنطوي طرق المتوسطات المتحركة البسيطة على فرض ضمني وهو أن كل الأرقام التاريخية السابقة متساوية الأهمية، إذ نلاحظ أن الوزن النسبي للمفردات عند القيام بحساب المتوسط يساوي $\frac{1}{N}$ ،فقد تكون المعلومات الحديثة أكثر تعبيرا عن رقم المبيعات أو الطلب في الفترة القادمة. لذلك فطريقة الأوساط المتحركة المرجحة تحاول تجاوز هذا النقص الكبير، بإعطاء أوزان مختلفة للمستويات الحديثة لقيم الأساس N ويمكن التعبير عن ذلك رياضيا كالآتي:[24]

$$\hat{y}_t=K_{t-1}y_{t-1}+K_{t-2}y_{t-2}+.....+K_{t-N}y_{t-N}$$

[23] -PH.Dr.Wieser, (méthodes de prévision), édition, EPLF,Lausanne ;suisse ; 2003, P13

[24]- PH.Dr.Wieser, (Op-cité) ,p18

$$\sum_{t-1}^{t-N} K_{t-i} = 1 \qquad i = 1,2,\ldots\ldots,N$$

حيث: K_{t-i} :الوزن النسبي للفترة $t-i$

يجب التنويه أن إختيار معاملات الترجيح يعتمد إلي حد كبير على الخبرة والتجريب.

III-1-3طريقة الأوساط المتحركة الثنائية (Moyennes mobiles doubles): يلاحظ على الطرقتين السابقتين أنه لا يمكن إستخدامهما في السلاسل التي تحتوي على إتجاه عام،إذ لا توجد لديها القدرة على التنبؤ بمستويات أعلى أو أدنى ،وهي تقع في حدود البيانات الماضية، وبالتالي تستخدم في السلاسل الزمنية المستقرة.

ففي الحالة التي تشكل فيها المشاهدات إتجاهاً عاماً خطياً من الشكل $y_t = a + bt$ يفضل إستخدام طريقة المتوسطات المتحركة الثنائية ويمكن شرحها كالآتي:[25]

$$\hat{a} = 2\overline{M}_t - \overline{\overline{M}}_t$$

$$\hat{b} = \frac{2}{N-1}\left[\overline{M}_t - \overline{\overline{M}}_t\right]$$

حيث:

$$\overline{\overline{M}}_t = \frac{\overline{M}_t + \overline{M}_{t-1} + \ldots + \overline{M}_{t-N+1}}{N}$$

$$\overline{M}_t = \frac{y_t + y_{t-1} + \ldots + y_{t-N+1}}{N}$$

وتقوم فلسفة هذه الطريقة على أنه يتم حساب المتوسطات المتحركة من الدرجة الأولى $\overline{M}_t$،ثم حساب المتوسطات المتحركة من الدرجة الثانية $\overline{\overline{M}}_t$ ،وهذا بغرض الحصول على سلسلة زمنية تقل فيها التعرُّجات، ليتم إستخدامها في تقدير الإتجاه العام وعليه يكون التنبؤ وفق هذه الطريقة كالآتي:

$$\hat{y}_{t+h} = \hat{a}_t + \hat{b}.h$$

أو $$\hat{y}_{t+h} = 2\overline{M}_t - \overline{\overline{M}}_t + \frac{2}{N-1}\left[\overline{M}_t - \overline{M}_t\right]h$$

حيث: h :أفق التنبؤ

III-1-4نقائص طرق الأوساط المتحركة:هناك عدة نقائص تحد من إستخدام هذه الطرق منها:

-تستخدم طريقة الأوساط المتحركة للتنبؤ لفترة قصيرة(1إلى3فترات) وذلك بسبب أن التنبؤ لفترة موالية يتطلب حضور المشاهدة الفعلية الأخيرة.

-تعتبر مسألة تحديد الأساس N مسألة صعبة ،خاصة إذا علمنا أن قيمته تؤثر بشكل كبير على عملية التنبؤ.

-تتطلب طرق الأوساط المتحركة الإحتفاظ ببيانات كثيرة تتعلق بالماضي.

-تعطي طرق الأوساط المتحركة أهمية فقط لعدد N من المشاهدات ،وتهمل المشاهدات الأخرى.

[25] -D.A.Kadi, (production industrielle,méthodes de prévision),université Laval,canada ;2000 ;p11

III-2التنبؤ بإستخدام نماذج التلميس الأسي :

تعتبر نماذج التلميس الأسي أحد الطرق المهمة في التنبؤ بالطلب، حيث تم إكتشافها و تطويرها من طرف الباحثين هولت Holt (1957) وبراون (BROWN) (1962) حيث تعتمد هذه الطرق على مميزات وهي[26]:

- التناقص المتزايد لأهمية المعلومات حسب زمنها : أي المعلومات الحديثة تكون لها أهمية كبيرة و تبدأ هذه الأهمية في التناقص كلما إتجهنا نحو معلومات قديمة، و يظهر ذلك في تناقص الوزن النسبي .
- عدم التخزين الكبير لعدد كبير من المعلومات،فيصعب الحصول في الواقع على معلومات تاريخية كثيرة ، فتقنيات التلميس الأسي لا تحتاج إلى عدد كبير من المشاهدات التاريخية و يمكن التمييز بين 4 أنواع من نماذج التلميس الأسي وهي:
- نموذج التلميس الأسي البسيط.
- نموذج التلميس الأسي الثنائي لبرا ون.
- نموذج التلميس الأسي الثنائي لهولت.
- نموذج التلميس الأسي لـــ هولت-ونتر.

III-2-1نموذج التلميس الأسي البسيط:(Lissage exponentiel simple) جاءت طرق التلميس الأسي لإصلاح بعض نقائص المتوسطات المتحركة ، وذلك في أنها تعتمد في التنبؤ على جميع المفردات عند منح الوزن النسبي ، هذا الأخير الذي يتناقص كلما إتجهنا إلى مفردات قديمة،فهي تقوم بنمذجة للوزن النسبي أو معاملات الترجيح ، و يمكن توضيح فكرة التلميس الأسي رياضيا إنطلاقا من المتوسطات المتحركة كما يلي[27] :

$$\hat{y}_t = \frac{1}{N}(y_{t-1} + y_{t-2} + ... + y_{t-N})...(1)$$

$$\hat{y}_{t+1} = \frac{1}{N}(y_t + y_{t-1} + ... + y_{t-1-N})...(2)$$

بطرح المعادلة (2) من (1) ينتج :

$$N\hat{y}_{t+1} - N\hat{y}_t = y_t - y_{t-N}$$

$$\hat{y}_{t+1} = \hat{y}_t + \frac{1}{N}y_t - \frac{1}{N}y_{t-N}....(3)$$

نفترض أن آخر قيمة فعلية للطلب y_{t-N} هي التي تعبر بصفة كبيرة على الطلب المتنبأ به للفترة t (مبدأ التلميس الأسي) أي $y_{t-N} \equiv \hat{y}_t$ و بالتالي تصبح العلاقة (3) كالآتي :

$$\hat{y}_{t+1} = \hat{y}_t + \frac{1}{N}y_t - \frac{1}{N}\hat{y}_t$$

$$\hat{y}_{t+1} = \frac{1}{N}y_t + (1-\frac{1}{N})\hat{y}_t....(4)$$

[26] R.Bourbonnais ; j.c.Usunier, (Op-cité), p57
[27] PH.Dr.Wieser ,(Op-cité),p22

بوضع $\alpha = \frac{1}{N}$ تصبح العلاقة (4) :

$$\hat{y}_{t+1} = \alpha y_t + (1-\alpha)\hat{y}_t$$

$$\hat{y}_{t+1} = \hat{y}_t + \alpha(y_t - \hat{y}_t).....(5)$$

حيث: $\alpha \in [0,1]$

$\hat{y}_{t+1}$:الطلب المتنبأبه للفترة $t+1$.

$\hat{y}_t$:الطلب المتنبأبه للفترة t.

y_t :الطلب الفعلي للفترة t.

α :معامل الترجيح(ثابت المسح، معامل التسوية) للفترة t.

إذ تظهر العلاقة (5)أعلاه أن الطلب المتنبأبه لفترة ما ،ما هو إلا الطلب المقدر للفترة السابقة زائد نسبة معينة من الفرق بين الطلب الفعلي و الطلب المقدر للفترة السابقة.

ويمكن الإثبات رياضيا بالتعويض المتتابع في العلاقة (5)صحة العلاقة الآتية[28]:

$$\hat{y}_t = \alpha y_{t-1} + \alpha(1-\alpha)y_{t-2} + \alpha(1-\alpha)^2 y_{t-2} + ... + \alpha(1-\alpha)^{n-1} y_{t-n-1}$$

حيث: $\alpha + \alpha(1-\alpha) + \alpha(1-\alpha)^2 + ... \cong 1$

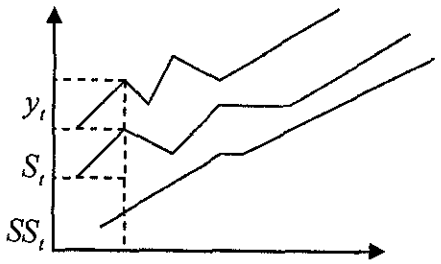
وعليه يمكن أن نلاحظ أن طريقة التلميس الأسي البسيطة تأخذ بالإعتبار جميع المستويات الفعلية السابقة بدأ من الفترة t ،وبمعاملات ترجيح متناقصة بمتتالية هندسية.ويسمى α بثابت المسح أو معامل التسوية، وتتراوح قيمته بين 0و1 بحيث يحدد نسبة التعديل المتوقعة في الفترة السابقة،ويمكن تحديد قيمة α عن طريق إختيار قيمة له والتي تقوم بتدنية مجموع مربعات الفروق (المربعات الصغرى)بين الطلب الفعلي والمتنبأ به.

III-2-2نموذج التلميس الأسي الثنائي لبراون (lissage exponentiel de Brown): تستخدم طريقة التلميس الأسي البسيطة فقط في السلاسل الزمنية المستقرة ،والتي لا تحتوي على إتجاه عام ،على عكس طريقة التلميس الثنائية لبراون Brown سنة 1959،والتي تستخدم في السلاسل الزمنية التي تحتوي على إتجاه عام خطي من الشكل[29] $y_t = a_{0t} + a_{1t}t$ ، وتقوم فلسفة هذه الطريقة في محاولة إدخال أثر الإتجاه العام، عن طريق القيام بالتلميس مرتين ،حتى يمكن التوصل إلى خط تقل فيه درجة التعرُّج بدرجة كبيرة ليتم إستخدامه لتقدير أثر الإتجاه العام،عن طريق أخذ المتوسطات التي تم الحصول عليها بواسطة التلميس الأسي البسيط S_t ،تم إستخدامها للحصول على أرقام جديدة(أرقام ممهدة مرتين) SS_t والشكل (2-2)يوضح ذلك:

[28] R.Bourbonnais;j.c.Usunier,(op-cité),p59

[29] C.Gourieroux, A.Monfort,(séries temporelles et modèles dynamique),économica,paris ;1990,p130

الشكل البياني (2-2):السلسلة S_t والسلسلة SS_t في نموذج التلميس الأسي لبراون.



المصدر:محمد توفيق ماضي(مرجع سبق ذكره)ص.32

ويلاحظ أن أرقام الطلب الفعلي في السلاسل الزمنية ذات الإتجاه، تكون أكبر من أرقام التلميس الأول ، S_t بنفس القدر التي تكون فيه أرقام متوسطات التلميس الأول S_t أكبر من أرقام متوسطات التلميس الثاني أي:

$$y_t - S_t \cong S_t - SS_t$$

$$y_t = 2S_t - SS_t$$

وهذا الأثر راجع لأثر المتوسطات (العشوائية)،حيث يتم إضافة أثر الإتجاه العام بواسطة أرقام التلميس الثاني عن طريق حساب الفرق بين الفترة t والفترة $t-1$ أي:

أثر الإتجاه $a_{1t} = SS_t - SS_{t-1}$

وعليه يكون النموذج التنبؤي للفترة h كالآتي:

$$\hat{y}_{t+h} = 2S_t - SS_t + (SS_t - SS_{t-1})h.....(1)$$

كما يمكن تحديد صياغة أخرى للنموذج وذلك بتعيين قيمة a_{1t} و a_{0t} بدلالة α حيث:[30]

$$a_{1t} = \frac{\alpha}{1-\alpha}(S_t - SS_{t-1})$$

$$a_{0t} = 2S_t - SS_t$$

ويصبح التنبؤ للفترة h كالأتي:

$$\hat{y}_{t+h} = a_{0t} + a_{1t}h$$

III-2-3نموذج التلميس الأسي الثنائي لـــهولت (lissage exponentiel de Holt): في نموذج التلميس الأسي التنائي لبراون ،تم إستخدام معامل تلميس α واحد بالنسبة لأثر الإتجاه العام والتغيرات العشوائية إذ أعتبر أن، هذين الأثرين متساويين في الأهمية ،فمن هذا النقص تقوم طريقة التلميس الثنائية لهولت إذ يقوم بإستخدام معاملي ترجيح α و β فالأول خاص بالتغيرات العشوائية والآخر بالإتجاه العام،فإذا لوحظ أن السلسلة الزمنية قليلة التذبذب ولكن بها إتجاه عام واضح ،فيمكن إستخدام معامل ترجيح β يكون أكبر بالمقارنة مع α ، والعكس إذا كان أثر الإتجاه ضعيف، بالمقارنة مع أثر التغيرات العشوائية وعليه تكون الصياغة الرياضية لنموذج هولت كالأتي[31]:

[30] M.C.Viano ;A.phillippe,(économétries des séries Temporelles),Université des science et technologique de Lille ;France ;1999 ;p24.
[31] M.C.Viano ;A.phillippe,(Op-cité),p24.

-التلميس الأسي لأثر التغيرات العشوائية a_{0t} بثابت ترجيح α حيث $\alpha \in [0,1]$

-التلميس الأسي لأثر الإتجاه a_{1t} بثابت ترجيح β حيث $\beta \in [0,1]$

ويتكون نموذج هولت من معادلتين وهما:

$a_{0t} = \alpha y_t + (1-\alpha)(a_{0t-1} - a_{1t-1})$ التلميس الأسي للمتوسط.

$a_{1t} = \beta(a_{0t} - a_{0t-1}) + (1-\beta)a_{1t-1}$ التلميس الأسي للإتجاه.

في حين يكون النموذج التنبؤي لـــ t وفق الأفق الزمني h فترة كالآتي:

$$\hat{y}_{t+h} = a_{0t} + a_{1t}h$$

كما تجدر الملاحظة أنه إذا كان $\alpha = \beta$ فإنه يمكن إثبات أن نموذج هولت يصبح نموذج التلميس الثنائي لبراون.

أما بالنسبة لمشكلة قيم الإنطلاق فإنه يمكن أخذها كالآتي في الفترة $(t = 1)$:

$a_{01} = y_1$:قيمة الإنطلاق عند القيام بتلميس التغيرات العشوائية(المتوسط) .

$a_{11} = 0$: قيمة الإنطلاق عند القيام بتلميس الإتجاه.

III-2-4نموذج التلميس الأسي لـــهولت –ونتر (lissage exponentiel de Holt-winters): عندما يتسم الطلب على سلعة معينة بخاصية الموسمية، أي وجود التغيرات الموسمية، ففي هذه الحالة يفضل إستخدام نموذج هولت –ونتر وهذا النموذج يستخدم 3 توائب ترجيح وهي[32]:

-تابت الترجيح α يستخدم من أجل تحديد أثر المتوسط $\alpha \in [0,1]$

-تابت الترجيح β يستخدم من أجل تحديد أثر الإتجاه $\beta \in [0,1]$

-تابت الترجيح γ يستخدم من أجل تحديد أثر التغيرات الموسمية $\gamma \in [0,1]$

وعليه يتكون نموذج هولت–ونتر من 3 معادلات وهي:

$a_{0t} = \alpha(y_t / S_{t-p}) + (1-\alpha)(a_{0t-1} + a_{1t-1})$ التلميس المتعلق بالتغيرات العشوائية.

$a_{1t} = \beta(a_{0t} - a_{0t-1}) + (1-\beta)a_{1t-1}$ التلميس المتعلق بالإتجاه.

$S_t = \gamma(y_t / a_{0t}) + (1-\gamma)S_{t-p}$ التلميس المتعلق بالتغيرات الموسمية.

حيث: a_{0t} :التلميس المتعلق بالمتوسط للسلسة في الفترة t

y_t :القيمة المشاهدة في الفترة t.

S_t :المعامل الموسمي في الفترة t.

p :دورية البيانات (p =12إذا كانت البيانات شهرية، p =4إذا كانت البيانات فصلية3 أشهر...).

a_{1t} :الميل المتعلق بالإتجاه المقدر في الفترة t.

أما فيما يخص مشكلة القيم المبدئية فتكون كالأتي:

-بالنسبة للموسمية فإن المعاملات المبدئية(قيم الإنطلاق)يتم تحديدها كالأتي:

[32] C.Gourieroux ; A.Monfort, (Op-cité),p142

$$S_t = \frac{y_t}{\bar{y}} \qquad t = 1,2,.....p$$

حيث: p :عدد الأشهر أو الفصول.

y_t :المشاهدات الفعلية.

بالنسبة للمتوسط a_{0t} فتكون قيمة الإنطلاق:

$$a_{0p} = \bar{y}$$

بالنسبة لأثر الإتجاه فتكون قيمة الإنطلاق:

$$a_{0p} = 0$$

وعليه يكون التنبؤ بإستخدام نموذج هولت–ونتر عن طريق العلاقتين[33]:

$$\hat{y}_{t+h} = (a_{0t} + ha_{1t})S_{t-p+h} \qquad si \;\; 1 \le h \le p$$

$$\hat{y}_{t+h} = (a_{0t} + ha_{1t})S_{t-p+2p} \qquad si \;\; p+1 \le h \le 2p$$

$$.....ext$$

نود الإشارة إلى أن النموذج أعلاه يستخدم فقط في الحالة التي تكون فيها مركبات السلسلة الزمنية من الصيغة الجدائية، إذ يوجد نموذج تلميس لهولت–ونتر آخر يستخدم في حالة الصيغة التجميعية[34].

III-2-5نقائص نماذج التلميس الأسي:تعترض نماذج التلميس الأسي عدة نقائص منها:

-تعتبر طرق التلميس الأسي أن المشاهدات الأخيرة هي أهم مشاهدة فمثلا y_t أهم من y_{t-1} و y_{t-1} أهم من y_{t-2}....ولكن بعض الظواهر الإقتصادية لا تخضع لهذا المنطق إذ يمكن أن تكون y_{t-1} أهم من y_t .

-لا يمكن الحكم فيها على جودة النموذج ،والحكم على قوته الإحصائية والتنبؤية نظرا لغياب الأدوات الإحصائية والإختبارات الضرورية.

-تعتبر مسألة تحديد ثوابت الترجيح (α,β,γ) أحد أهم المشاكل التي تواجهها هذه الطرق ،خاصة إذا علمنا مدى تأثر الطلب المتنبأبه ،من هذه القيم.

-تستخدم هذه الطرق في فترات قصيرة جدا لا تتجاوز 3 أشهر.

[33] C Gourieroux ; A Monfort, (opcit), p143
[34] R.Bourbonnais, M.Terraza ; (op.cité) ; p68

IVالتنبؤ بإستخدام نموذج الإتجاه العام مع إدخال أثر التغيرات الموسمية:

يعتبر نموذج الإتجاه العام أحد الطرق الشائعة في التنبؤ بالطلب خاصة في المدى الطويل ،ولكن يمكن إستخدامه إلى جانب تحليل التغيرات الموسمية من أجل التنبؤ في المدى القصير.

IV-1التنبؤ بإستخدام نموذج الإتجاه العام:

IV-1-1مفهوم نموذج الإتجاه العام : تتضمن هذه الطريقة إدخال أثر الإتجاه العام خلال الزمن من أجل تقدير الطلب المستقبلي خلال الفترات القادمة ،بحيث تفترض هذه الطريقة أن الطلب على سلعة معينة يتوقف على عنصر الزمن ،أي أن مستويات السلسلة الزمنية y_t عبارة عن دالة إحصائية في الزمن $y_t = f(t)$. إن إستخدام هذه الطريقة في بادئ الأمر يتطلب معرفة شكل العلاقة بين فيم الظاهرة المدروسة والزمن ،وأبسط الطرق لمعرفة ذلك هي التمثيل البياني، حيث تتم محاولة إستنباط شكل العلاقة من خلال شكل إنتشار سحابة النقاط على الرسم البياني وإن أكثر الأشكال إستخداما هي من الشكل الخطي أي:

$$y_i = a + bt + \varepsilon_t$$

حيث: y_i :قيمة الظاهرة y في الفترة t.

a :المعلمة التقاطعية وهي ثابتة خلال الزمن.

b :ميل معادلة الإتجاه العام.

ε_t :عنصر الخطأ العشوائي.

t :الزمن.

ويتم تقدير المعلمتان a و b ليتم إستخدامهما في التنبؤ.

IV-1-2تقدير معالم نموذج الإتجاه العام: لتقدير معالم الإتجاه العام يمكن إستخدام طريقة المربعات الصغرى (MCO[35])، و التي تعتبر مقدّراتها أفضل مقدرات خطية غير متحيزة و تتصف بالكفاءة (BLUE[36])، أي المقدرات ذات التباين الأقل ، و لكن إستخدامها يتطلب حضور فرضيات أساسية وهي[37] :

ف1: يجب أن يكون النموذج خطياً عند المتغير المستقل.

ف2: ليس هناك أخطاء في قياس البيانات الإحصائية للمتغير التابع و المستقل.

ف3: التوقع الرياضي أو الوسط الحسابي لعنصر الخطأ يساوي الصفر $E(\varepsilon_t) = 0$.

ف4: تباين عنصر الخطأ مستقل عن الزمن أي ثابت خلال الزمن أي $E(\varepsilon_t)^2 = \delta^2$.

ف5: عنصر الخطأ يتبع التوزيع الطبيعي أي $\varepsilon_t \to N(0,\delta)$.

ف6: عدم وجود إرتباط ذاتي بين الأخطاء أي التباين المشترك للأخطاء معدوم $\forall t,t'\ t \neq t'$ $\text{cov}(\varepsilon_t, \varepsilon_{t'}) = 0$.

[35] MCO : Moindre Carrée Ordinaire
[36] BLUE : Best Linéar Unibiased Estimator
[37] R. Bourbonnais, (Op-cité), p20

وعند التحقق من وجود الفرضيات أعلاه، يتم التقدير بواسطة المربعات الصغرى حيث تتضمن هذه الطريقة تصغير مجموع مربعات الإنحرافات أو البواقي ، فإذا كانت المستويات المقدرة $y_t = \hat{a} + \hat{b}t + e_t$ بينما المستويات الفعلية تحدد وقف المعادلة $y_t = a + bt + \varepsilon_t$ و عليه يكون الباقي كالآتي[38] :

$$e_t = y_t - \hat{y}_t$$

$$Min\sum_{t=1}^{n} e_t^{\,2} = \sum_{t=1}^{n}(y_t - \hat{y}_t)^2$$

$$\sum_{t=1}^{n} e_t^{\,2} = \sum_{t=1}^{n}(y_t - a - bt)^2$$

$$\frac{\partial \sum_{t=1}^{n} e_t^{\,2}}{\partial b} = 0 \Leftrightarrow \sum_{t=1}^{n} y_t t = a\sum_{t=1}^{n} t + b\sum_{t=1}^{n} t^2 \ldots\ldots\ldots(1)$$

$$\frac{\partial \sum_{t=1}^{n} e^2{}_t}{\partial b} = 0 \Leftrightarrow \sum_{t=1}^{n} y_t = an + b\sum_{t=1}^{n} t \ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

و بحل المعادلتين (1) و (2) يتم تقدير المعلمتين a و b.

IV-1-3 خطوات التأكد من جودة المعادلة : من أجل إستخدام معادلة الإتجاه العام في التنبؤ لا بد من التأكد من جودة المعادلة المقدرة عن طريق الخطوات الآتية :

أ) **حساب معامل التحديد و الإرتباط:** يبين معامل التحديد R^2 النسبة المئوية من تغير الظاهرة المدروسة y_t و الذي يمكن تفسيره بتغير الزمن ، أما معامل الإرتباط r فيوضح شدة العلاقة و طبيعتها (طردية أو عكسية) و يمكن حساب معامل التحديد عن طريق العلاقة الآتية[39] :

$$R^2 = \frac{\text{التغير المفسر}}{\text{التغير الكلي}} = \frac{\sum_{t=1}^{n}(\hat{y}_t - \bar{y})^2}{\sum_{t=1}^{n}(y_t - \hat{y}_t)}$$

و بالتالي فإن قيمة R^2 تتراوح بين 0 (معادلة الإنحدار لا تفسر أيًّا من التغير لـــ y_t) و 1 (عندما تقع كل النقاط على معادلة الإنحدار).أما معامل الإرتباط r فهو الجدر التربيعي لمعامل التحديد $r = \sqrt{R^2}$ ،و يكون محصوراً بين 1و−1 $(1 \le r \le -1)$و كلما كان قريبا من 1أو−1 كلما دل ذلك على قوة العلاقة بين الظاهرة المدروسة و الزمن t ،أما إشارته فهي إشارة ميل معادلة الإتجاه، فالإشارة الموجبة تدل على العلاقة الطردية أما الإشارة السالبة فتدل على العلاقة العكسية.

عند إقتصار الدراسة الميدانية على عينة من المجتمع الإحصائي، يصبح من الضروري إختبار معنوية معامل الإرتباط، خاصة أن الدراسة الميدانية أثبتت أنه نادرا ما يساوي 1 أو−1، و هذا ما يصعب من إعطاء تفسير له، لذلك يجب التأكد من أنه لم يكن نتيجة للصدفة عن طريق الإختبار الآتي[40] :

[38] J.p.védrine, (Op-cité), p26.
[39] J.p.védrine, (Op-cité), p29.
[40] R. Bourbonnais, (Op-cité), p11.

$H_0 : r_{yt} = 0$ (الفرضية العدمية)

$H_1 : r_{yt} \neq 0$ (الفرضية البديلة)

ومن أجل إختبار الفرضيتين يتم إستخدام الصيغة الآتية لإحصائية t (Student) كالآتي:

$$t_{cal} = \frac{|p_{yt}|}{\sqrt{\frac{1-p_{yt}^{\ 2}}{n-2}}}$$

حيث: r_{yt}: معامل الإرتباط للمجتمع.

p_{yt}: معامل الإرتباط للعينة.

إن الصيغة أعلاه تتبع توزيع استودنت، لذلك يتم مقارنتها مع القيمة الجدولية t_{tab} بمستوى معنوية α ودرجات حرية $n-k$ ($n-2$ في حالة الخط المستقيم) حيث k هو عدد المعلمات المقدرة، فإذا كان: $t_{cal} \rangle t_{tab}$ فهذا يعني أن قيمة معامل الإرتباط p_{yt} لم تكن نتيجة للصدفة (أي قبول الفرضية البديلة ورفض فرضية العدم).

ب)**إختبار معنوية المعالم المقدرة**: إن تقدير معالم معادلة الإنحدار يتم عن طريق عينات، لذلك يجب إختبار معنوية المعالم المقدرة للتأكد من معنويتها، بهدف الإبقاء فقط عن المعلمات التي تختلف جوهريا عن الصفر، ويتم ذلك عن طريق إختبار معنوية المعلمة b والمعلمة a، فإذا كانت المعلمة b تختلف جوهريا عن الصفر فهذا يعني أن الزمن يشرح سلوك الظاهرة، وبالتالي يعتبر كمتغير مفيد للتنبؤ، والعكس إذا حدث ذلك. أما إختبار المعلمة a فيبين ضرورة إضافة الثابت أم لا في نموذج الإتجاه العام، وعليه يكون الإختبار كالأتي:

- بالنسبة للمعلمة b يكون باختبار الفرضيتين الآتيتين[41]:

$$H_0 : b = 0$$
$$H_1 : b \neq 0$$

ويتم إختبار المعلمة b باستخدام إختبار استودنت حيث يتم حساب قيمة t_{cal} كالآتي:

$$t_{cal} = \frac{|\hat{b}|}{s(\hat{b})}$$

$$s^2(\hat{b}) = \frac{\hat{\delta}_{\varepsilon}^{\ 2}}{\sum_{t=1}^{n}(t_i - \bar{t})^2}$$

$$\hat{\delta}_{\varepsilon}^{\ 2} = \frac{\sum_{t=1}^{n} e_t^{\ 2}}{n-k}$$

حيث: $s^2(\hat{b})$: التباين المقدر للمعلمة b.

$\hat{\delta}_{\varepsilon}^{\ 2}$: تباين الخطأ العشوائي.

t_i: رقم الزمن في الفترة i.

[41] Y. Dodge, (analyse de régression appliquée), Dunod,paris ; 1999, p32

$\bar{t}$:المتوسط الحسابي لأرقام الزمن.

e_i:الباقي في الفترة i

n:عدد المشاهدات.

k:عدد المعلمات.

يتم بعد ذلك تحديد قيمة t_{tab}الجدولية عند مستوى معنوية α،ودرجات حرية $n-k$ليتم مقارنتها مع t_{cal}فإذا كان $t_{cal}\rangle t_{tab}$فهذا يعني رفض الفرضية العدمية وبالتالي فإن ميل معادلة الإتجاه العام يختلف جوهريا عن الصفر، أي أن الزمن متغير مفيد للتنبؤ،أما إدا حدت العكس فإن الزمن لايشرح تغير الظاهرة وهذا يعني بأنه لا يعتبر كمتغير مفيد للتنبؤ. كما يمكن تحديد فترة ثقة لميل معدلة الإتجاه العام بمستوى ثقة $\alpha-1$ كالآتي[42]:

$$\left[\hat{b}-t_{tab}\times s(\hat{b}),\hat{b}+t_{tab}\times s(\hat{b})\right]$$

وهذا يعني أن إحتمال $\alpha-1$أن يكون ميل معادلة الإتجاه العام محصور في المجال أعلاه.

- بالنسبة للمعلمة a يكون بإختبار الفرضيتين الآتيتين كالآتي:

$$H_0: a=0$$

$$H_1: a\neq 0$$

ويتم إختبار معنوية المعلمة aبإستخدام إختبار استودنت كالآتي[43]:

$$t_{cal}=\frac{|\hat{a}|}{s(\hat{a})}$$

$$s^2(\hat{a})=\frac{\hat{\delta}_\varepsilon^{\,2}\sum_{t=1}^{n}t_i^{\,2}}{n\sum_{t=1}^{n}(t_i-\bar{t})^2}$$

$$\hat{\delta}_\varepsilon^{\,2}=\frac{\sum_{t=1}^{n}e_i^{\,2}}{n-k}$$

ويتم بنفس الطريقة السابقة مقارنة t_{cal}مع t_{tab}، فإذا كان $t_{cal}\rangle t_{tab}$فهذا يعني قبول الفرضية البديلة أي أن إضافة المعلمة التقاطعية a، عند تقدير معادلة الإتجاه العام أمر يساعد في شرح الظاهرة ،وبالتالي عملية التنبؤ.

IV-1-4بعض المشاكل القياسية في إستخدام نموذج الإتجاه العام:عندما يتم تقدير معادلة الإتجاه العام بإستخدام المربعات الصغرى في ضل عدم تحقق فرضياتها أو البعض منها ،يكون هناك إحتمال الوقوع في بعض المشاكل القياسية، والتي تؤثر على خصائص مقدرات المربعات الصغرى،الأمر الذي ينعكس بدوره على التنبؤ ومن بينها نذكر مشكلة الإرتباط الذاتي للبواقي،وعدم ثبات التباين.

[42] Y. DODGE, (Op-cité), p32
[43] Y. DODGE, (Op-cité), p34

IV-1-4-1 مشكلة الإرتباط الذاتي للبواقي(l'autocorélation des érreurs):يشير الإرتباط الذاتي للبواقي إلى الحالة التي يكون فيها الخطأ في فترة زمنية على علاقة بفترة أخرى،ويعتبر مشكلة قياسية لأنة يخل بأحد الإفتراضات التي تقوم طريقة المربعات الصغرى (الفرضية السادسة)،وفي ضل هذه المشكلة تفقد المربعات الصغرى صفة الكفاءة (المقدرات ذات التباين الأقل)،ويكون الإنحراف المعياري لمعلمات الإنحدار المقدرة متحيزة، مما يؤدي إلي إختبارات إحصائية مضللة، ويعتبر إختبار ديربن واتسون(Durbin-Watson) [44]أحد أهم الإختبارات الإحصائية للكشف على مشكلة الإرتباط الذاتي من الدرجة الأولى، كما يوجد الكثير من الطرق لتصحيح هذه المشكلة.وعليه فإنه يجب تصحيح هذه المشكلة القياسية حتى تكون التنبؤات أكثر دقة.

IV-1-4-2مشكلة عدم ثبات التباين: (L'hétéroscédasticité): تتمثّل هذه المشكلة في عدم ثبات التباين للخطأ العشوائي ε_i مع تغير الزمن، و تعتبر مشكلة قياسية لأنها تخِلُّ بأحد فرضيَّات تطبيق طريقة المربعات الصغرى، وهي الفرضية الخامسة أي تباين عنصر الخطأ مستقل عن الزمن.

إنّ وجود هذه المشكلة يؤدي إلى تقديرات متحيزة و غير كفؤة، (أكبر من أصغر تباين) بالنسبة للإنحرافات المعيارية للمقدرات، و بالتالي إلى إختبارات و فترات ثقة مضللة .

كما أن التنبؤات القائمة على أساس المعلمات المقدرة بإستخدام طريقة المربعات الصغرى تضل غير متحيزة، إلاّ أنها تفقد صفة الكفاءة، و هذا يعني أن التنبؤات تكون أقل مصداقية من تنبؤات أخرى تُبنى على طرق تخلو من مشكلة عدم ثبات التباين .

ويعتبر إختبار جولد فيلد-كوانت (Gold feld-Quant)[45]1972أحد الإختبارات المهمة للكشف عن هذه المشكلة، حيث تقوم فكرته على أنه لو ظل تباين البواقي متساوي عبر المشاهدات كلها،فإن هذا التباين بالنسبة لجزء من العينة سوف يكون متساوي لتباين جزء آخر من نفس العينة، وهناك طرق كثيرة لتصحيح هذه المشكلة.

وتوجد مشاكل قياسية أخرى كمشكلة التباطؤ بين المتغير التابع و المستقل، ومشكلة النماذج الغير خطية.. .

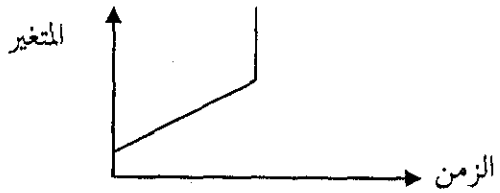
IV-1-5 نقائص التنبؤ بإستخدام نموذج الإتجاه العام : يعتبر التنبؤ بإستخدام نموذج الإتجاه العام أحد أهم النماذج الإحصائية في التنبؤ، و ذلك لأنه يستند على طريقة المربعات الصغرى في تقدير المعلمات، الأمر الذي يجعل نتائجه دقيقة نوعا ما، كما يمكن القيام بإختبار جودة النموذج إحصائيا، و لكنها ورغم ذلك تعاني من بعض النقائص من بينها:

-لا تكون نتائج نموذج الإتجاه العام دقيقة في الفترة القصيرة، ذلك لأنها تأخذ بعين الإعتبار مركبة الإتجاه العام فقط.

[44] R.Bendib;(économétrie);4eme edition;ed:OPU;Alger;2001p97
[45] T.Tiombiano;(économétrie des modéles dynamiques);ed:l'harmattan;paris;2002;p133

-يفترض نموذج الإتجاه العام وجود إتجاه في السلسلة الزمنية، بحيث يفترض أنه ثابت على مدار الفترات الزمنية ، و لكن يمكن أن يكون الإتجاه العام محلي.والشكل (2-3) يوضح ذلك

الشكل البياني (2-3): إتجاه عام محلي

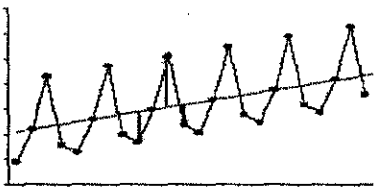


المصدر : مولود حشمان (مرجع سبق ذكره) ص49

IV-2 التنبؤ بإدخال أثر التغيرات الموسمية :

في كثير من الأحيان يتميز الطلب على سلعة ما بخاصية الموسمية، فحتى مع وجود زيادة أو نقصان فقد يزيد الطلب الفعلي عن خط الإتجاه العام على مدار العام بسبب التغيرات الموسمية و الشكل (2-4) يوضح ذلك

الشكل البياني (2-4): الطلب الفعلي المتّصف بالتغيرات الموسمية



المصدر: A. charpentier,(séries temporelles, théorie et application),ENSAE ,2003 ,p32

ومن أجل إدخال أثر التغيرات الموسمية في عملية التنبؤ، يتم أولا تحديد شكل السلسلة الزمنية، (الجدائي،التجميعي)ليتم تفكيك السلسلة وعزل مركباتها وفقا لكل نموذج.

IV-2-1نـــزع التغيرات الموسمـــية (Désaisonnalisation): يعتبر موضوع نزع التغيرات الموسمية أحد المواضيع المهمة في دراسة السلاسل الزمنية، وهذا بغرض عزلها ليتم إضافتها عند عملية التنبؤ.

IV-2-1-1في حالة النموذج التجميعي:إذا كانت مركبات السلسلة الزمنية في حالة تجميعية، فإنه يتم عزل المركبة الموسمية بإستخدام الإنحدار الخطي وفق المراحل الآتية[46]:

أ)**المرحلة1**:تقدير معادلة الإتجاه العام بإستخدام نموذج الإنحدار الخطي: $T_t = \hat{a} + \hat{b}t$.

ب)**المرحلة2**:حساب البواقي $\hat{e}_t$ بين السلسلة الفعلية y_t ومركبة الإتجاه العام T_t: $\hat{e}_t = y_t - T_t$

ج)**المرحلة3**: حساب المعاملات S^p عن طريق جمع الفروق المتعلقة بنفس الأشهر(الفصل...)وحساب متوسطها الحسابي ،فإذا كان مثلا عدد السنوات3 فيتم تحديد المعاملات S^p كالآتي:

$$S_1^p = \left[\hat{e}_{j1} + e_{j2} + \hat{e}_{j3}\right]/3$$

حيث : $\hat{e}_{j1}$:الباقي المتعلق بالشهر(الموسم) j في السنة الأولى.

[46] R.Bourbonnais ,M.Terraza,(Op-cité),p28.

وبنفس الطريقة يتم حساب $S_1^p, S_2^p, ..., S_{12}^p$.

ج)**المرحلة4**:يجب تسوية المعاملات $S_1^p, S_2^p, ..., S_{12}^p$ وفقا لمبدأ الإحتفاظ بالحيز[47] (principe de la conservation des aires)، حيث ينص هذا المبدأ على أنه يجب أن يكون المتوسط الحسابي للسلسلة الخام يساوي المتوسط الحسابي السنوي بعد تصحيح المركبة الموسمية(CVS)، لأنه في الواقع تحليل الموسمية يكون بهدف إعادة تقسيم سنوي للسلسلة الزمنية الخام، بدون أن يتغير مستواها المتوسط السنوي.وعليه ووفقا لهذا المبدأ الأساسي يجب تسوية المعاملات الموسمية ليصبح مجموعها يساوي الصفر، فإذا كان: $S = S_1^p + S_2^p + ... + S_{12}^p$ وكان $S = 0$ فإن المعاملات $S_1^p, S_2^p, ..., S_{12}^p$ هي المعاملات الموسمية.

أما إذا كان $S \neq 0$ فإن المعاملات الموسمية هي :

$$S_1 = S_1^p - S/12; S_2 = S_2^p - S/12; ....; S_{12} = S_{12}^p - S/12$$

د)**المرحلة5**:حساب السلسلة(CVS)، وهي سلسلة خالية من المركبة الموسمية عن طريق حساب الفرق بين السلسلة الزمنية الخام والمعامل الموسمي لكل شهر (فصل).

IV-2-1-2في حالة النموذج الجدائي:يتم نزع الموسمية في حالة الشكل الجدائي للسلسلة الزمنية وفق المراحل الآتية[48] :

أ)**المرحلة1**:يتم تحديد مركبة الإتجاه العام بإستخدام طريقة المتوسطات المتحركة.فإذا تم إختيار مثلا متوسط متحرك من الدرجة 12 لتقدير مركبة الإتجاه العام فيتم حسابه كالآتي:

$$MM_{12} = \left[\frac{1}{2}y_1 + y_2 + y_3 + ... + \frac{1}{2}y_{13}\right] \Big/ 12$$

ويتم وضع القيمة المتحصل عليها أمام الملاحظة y_7 ،وبنفس الطريقة يتم تحديد المتوسطات المتبقية ليتم الحصول على السلسلة لـــ MM_{12} ،مع ملاحظة أنه لايمكن تحديد قيمة MM_{12} في 6أشهر الأولى و6أشهر الأخيرة.

المرحلة2:حساب قيمة المعامل S_{12}^p حيث $S_{12}^p = \frac{y_t}{MM_{12}}$ أما بالنسبة للأشهر الأولى و الأخيرة، فإنه يستخدم نفس المعامل لنفس الشهر بالنسبة للسنة السابقة للأشهر الأخيرة.

المرحلة3:تسوية المعاملات وفقا لمبدأ الإحتفاظ بالحيز (conservation des aires)، وفي حالة الشكل الجدائي يجب أن يكون متوسطها الحسابي يساوي 1أي مجموعها يساوي 12(المعطيات شهرية)، ويكون ذلك كالآتي:

$$S = S_1^p + S_2^p + ... + S_{12}^p$$

ليتم بعد ذلك تسويتها كالآتي:

$$S_1 = 12\frac{S_1^p}{S}; S_2 = \frac{S_2^p}{S}; .....; S_{12} = 12\frac{S_{12}^p}{S}$$

المرحلة4:حساب السلسلة CVS،عن طريق قسمة المشاهدات الفعلية على المعاملات الموسمية الخاصة بكل شهر.

[47] R. Bourbonnais, j.c.Usunier, (Op-cité), p43.
[48] R.Bourbonnais, j.c Usunier ,(Op-cité)p43.

IV-2-2إختبار الكشف عن التغيرات الموسمية: في بعض الأحيان يتعذر كشف التغيرات الموسمية بإستخدام التحليل النوعي (معرفة موضوع السلسلة) أو الرسم البياني ،لذا يفضل في هذه الحالة اللجوء إلى الإختبارات الإحصائية.ويعتبر إختبار فيشر لتحليل التباين أحد أكثر الإختبارات الإحصائية إستخداما في الكشف عن المركبة الموسمية ،وينطلق هذا الإختبار في كون أنه إذا وجدت التغيرات موسمية إلي جانب مركبة الإتجاه العام، فإن ذلك سوف يحسن من تفسير تغيرات السلسلة الزمنية الخام ولمعرفة ذلك يتم المقارنة بين[49] :

-مجموع مربعات الفروق U^* بين الطلب الحقيقي ونموذج للتنبؤ يحتوي على الإتجاه العام فقط T_t.

- مجموع مربعات الفروق U^{**} بين الطلب الحقيقي ونموذج للتنبؤ يحتوي على إتجاه عام وتغيرات موسمية.

وعليه يكون الإختبار كالآتي :

1)حساب مربعات الفروق باعتبار أن السلسلة تحتوي على إتجاه عام فقط.

$$U^* = \sum_{t=1}^{n} (y_t - T_t)^2$$

ويكون للفروق U^* درجات حرية $ddu^* = n-2$ حيث n عدد المشاهدات في حين تعبر2 على عدد المعلمات المقدرة في معادلة الإتجاه .

2)حساب مربعات الفروق بإعتبار أن السلسلة تحتوي على إتجاه عام وتغيرات موسمية:

$$U^{**} = \sum_{t=1}^{n} [y_t - (T_t \times S_t)]^2$$

ويكون للفروق U^{**} درجات حرية $ddu^{**} = n-2-k$ حيث k عدد المعاملات الموسمية (عندما يتم تسوية المعاملات وفقا لمبدأ الإحتفاظ بالحيز،فقد يتم فقدان أحد المعاملات الموسمية لذا يفضل أخذ $k=11$ بدلا من $k=12$ معامل مثلا).

3)تحديد قيمة F_{cal} الحسابية وفق العلاقة: $F_{cal} = \dfrac{(U^* - U^{**}/k}{U^*/n-2-k}$

تم تحديد قيمة F_{tab} الجدولية عن طريق:

- مستوى المعنوية: α
- درجات الحرية:

$$v_1 = ddu^* - ddu^{**} = k$$
$$v_2 = ddu^{**} = n-2-k$$

فإذا كان: $F_{cal} \rangle F_{tab}$ فهذا يعني أن السلسلة الزمنية تحتوي على المركبة الموسمية.

أما إذا كان: $F_{cal} \langle F_{tab}$ فهذا يعني أن السلسلة الزمنية لا تحتوي على المركبة الموسمية.

IV-2-3التنبؤ بإدخال أثر الإتجاه والتغيرات الموسمية: إذا إتضح بعد إختبار فيشر أن السلسلة الزمنية تحتوي على التغيرات الموسمية، فإنه يمكن التنبؤ بإدخال أثر التغيرات الموسمية إلى جانب الإتجاه العام كالآتي:

[49] R.Bourbonnais, j.c Usunier, *(Op-cité)*,p48

1)حساب متوسط المعاملات الموسمية لكل شهر:

$$\overline{S}_j = \frac{1}{p}\sum_{j=1}^{p} S_{ij}$$

حيث: $\overline{S}_j$:المتوسط الحسابي للمعامل الموسمي للفصل أو الشهر j حيث $j = 1,2,...,p$

S_{ij} :المعامل الموسمي للسنة i في الفصل أو الشهر j حيث $i = 1,2,.....,m$

p :العدد من الأشهر(الموسم) j .

i :ذليل السنة.

j :ذليل الشهر(الموسم).

ويتم بعد ذلك التنبؤ بإدخال أثر الإتجاه والتغيرات الموسمية كالأتي:

أ)التنبؤ في حالة نموذج تجميعي: $\hat{y}_{n+h} = \left[\hat{a} + \hat{b}(n+h)\right] + \overline{S}_j$

ب)التنبؤ في حالة نموذج جدائي: $\hat{y}_{n+h} = \left[\hat{a} + \hat{b}(n+h)\right] \times \overline{S}_j$

حيث : h :أفق التنبؤ.

n :عدد المشاهدات.

في الأخير تجدر الإشارة إلى أن التنبؤ بإدخال أثر الإتجاه والتغيرات الموسمية، يستخدم فقط عندما يتسم الطلب بخاصية الموسمية.

كما أنه يجب ملاحظة أن النماذج التي إستعرضناها لحد الآن،لا تقوم بنمذجة المركبة العشوائية، لذا سنحاول دراسة إحد الطرق الإحصائية للتنبؤ الأكثر نجاعة والتي تأخذ بعين الإعتبار عند التنبؤ إضافة للإتجاه العام والتغيرات الموسمية ،التغيرات العشوائية.

V التنبؤ بإستخدام منهجية بوكس –جانكينس (Box-jenkins):

في سنة 1976تمكن بوكس-جانكيس في الو.م.أ(USA) ،من نشر عملهما المتعلق بمعالجة السلاسل الزمنية العشوائية ،وكيفية إستخدامها في التنبؤ، وهذا بالإعتماد على مفهوم السلاسل الزمنية المستقرة ،ودالة الإرتباط الذاتي ،ومبدأ الإنحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة. وقبل الخوض في تحليل السلاسل الزمنية وفقا لمنهجية بوكس-جانكيس، يجب التطرق إلى مفهوم الإرتباط الذاتي والإرتباط الذاتي الجزئي.

V-1دالة الإرتباط الذاتي البسيطة (fonction d'autocorélation simple):

يقيس الإرتباط الذاتي، العلاقة الموجودة بين السلسلة الزمنية نفسها مؤخرة بـــ kفترة زمنية ،فمعامل الإرتباط الذاتي من الدرجة الأولى، يقيس الإرتباط الخطي بين السلسلة الزمنية نفسها مؤخرة بفترة زمنية واحدة ،لذلك يجب حساب معاملات الإرتباط إبتداء من الدرجة 1إلى الدرجة k ،حيث kهو عبارة عن الفترة الزمنية للتأخر القصوى حيث [50]: $\frac{n}{6} \le k \le \frac{n}{3}$

أما إذا كان $n \ge 30$ فإن $k = \frac{n}{5}$.

حيث : nعدد المشاهدات

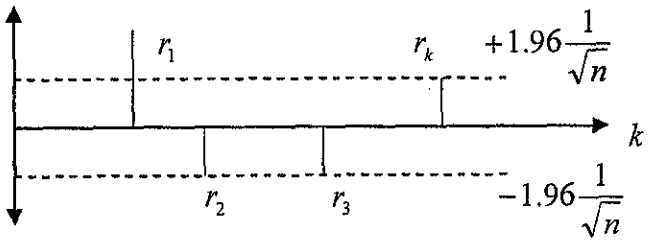
ويحسب معامل الإرتباط الذاتي من الدرجة k بالعلاقة التالية:

$$r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^{n}(y_t - \bar{y}_1)(y_{t-k} - \bar{y}_2)}{\sqrt{\sum_{t=k+1}^{n}(y_t - \bar{y}_1)^2 \sum_{t=k+1}^{n}(y_{t-k} - \bar{y}_2)^2}}$$

$$\bar{y}_1 = \frac{1}{n-k}\sum_{t=k+1}^{n} y_t \qquad \bar{y}_2 = \frac{1}{n-k}\sum_{t=k+1}^{n} y_{t-k}$$

إن التمثيل البياني لمعاملات الإرتباط الذاتي يسمى ببيان الإرتباط الذاتي (corrélograme)والشكل (2-5) يوضح ذلك:

الشكل (2-5):بيان الإرتباط الذاتي لمعاملات الإرتباط الذاتي البسيطة.



المصدر: R.Bourbonnais, j.c.usunier, (opcit), p83

[50] R.Bourbonnais, M.Terraza, (Op-cité) ,p20

كما يمكن إختبار معنوية المعاملات r_k، وهذا بهدف الإبقاء فقط على المعاملات التي تختلف جوهريا عن الصفر، وذلك بإستخدام إختبار Student حيث[51]:

$$t_{cal} = \frac{|r_k|}{\sqrt{1-r_k^2}}\sqrt{n-2}$$

ويتم فيما بعد تحديد قيمة t_{tab} الجدولية، عن طريق مستوى معنوية α (5%) ودرجات حرية $n-2$ فإذا كان $t_{cal} > t_{tab}$، فهذا يعني أن المعامل r_k يختلف جوهريا عن الصفر.

ولقد أثبت Quenouille (1947)، أنه إذا كان حجم العينة n (30) فإن معامل الإرتباط الذاتي يخضع لتوزيع طبيعي وسطه 0 وإنحرافه $\frac{1}{\sqrt{n}}$، لذلك يمكن تشكيل فترة ثقة للمعامل r_k عند مستوى معنوية α =5% كالآتي[52]:

$$IC.r_{kk} = \mp 1.96\frac{1}{\sqrt{n}}$$

وبالتمثيل البياني للحد الأعلى والأدنى لحدود الثقة على بيان الإرتباط الذاتي الشكل (2-5)، يمكن معرفة معاملات الإرتباط الذاتي التي تختلف جوهريا عن الصفر عن طريق الملاحظة فقط، وبالتالي فإن دالة الإرتباط الذاتي تساعد على :

- تكشف مدى وجود الإرتباط بين مشاهدات الظاهرة المدروسة.
- تكشف مدى إستقرارية السلسلة الزمنية، حيث تكون مستقرة إذا وقعت معظم المعاملات داخل حدود الثقة.
- تكشف عن أسباب عدم الإستقرار كالإتجاه (المعاملات تتجه نحو التناقص خارج مجال ثقتها) أو الموسمية (فإذا ظهر مثلا أن معامل الإرتباط يختلف جوهريا عن الصفر كل 12 شهرا فهذا يعني أن السلسلة موسمية شهرية).

V-2 دالة الإرتباط الذاتي الجزئية (Fonction d'autocorélation partielle):

يقيس معامل الإرتباط الذاتي الجزئي، العلاقة بين قيم متتالية لمتغير ما خلال فترتين مع تبات قيم الفترات الأخرى، ويرمز له بـ r_{kk} فالحساب معامل الإرتباط الذاتي الجزئي بين y_{t-k} و y_t يجب إستبعاد قيم y الأخرى والتي تقع بين y_{t-k} و y_k أي $(y_{t-1}, y_{t-2}, \ldots\ldots, y_{t-k+1})$.[53]

ولحساب معامل الإرتباط الجزئي نستعين بجبر المصفوفات، فإذا كانت المصفوفة r_k المتماثلة بالنسبة $k-1$ معاملات الإرتباط الذاتي لـ y_t تساوي:

$$r_k = \begin{vmatrix} 1 \ldots & \ldots r_1 \ldots & \ldots r_{k-1} \\ \vdots & 1 & \vdots \\ r_{k-1} \ldots & \ldots\ldots\ldots & 1 \end{vmatrix} k \in N$$

[51] R. Bourbonnais, M. Terraza, (Op-cité), p21.
[52] R. Bourbonnais, (Op-cité), p228.
[53] R.Bourbonnais, (Op-cité), p179.

فمعامل الإرتباط الذاتي r_{kk} والذي يقيس العلاقة بين المتغير y_t و y_k مع إستبعاد القيم المستقلة الأخرى يعرف بالعلاقة التالية:

$$r_k = \frac{|r_k^*|}{|r_k|}$$

حيث: $|r_k^*|$: محدد المصفوفة r_k والتي إستبدل عمودها الأخير بالمتجه $(r_1, r_2, ..., r_k)$ أي:

$$r_k^* = \begin{vmatrix} 1... & ...r_1... & r_1 \\ \vdots & 1 & \vdots \\ r_{k-1} & ..... & r_k \end{vmatrix}$$

مثال (2-2): أحسب r_{22}

$$r_{22} = \frac{r_2 - r_1^2}{1 - r_1^2} \quad \text{ومنه} \quad r_2^* = \begin{vmatrix} 1 & r_1 \\ r_1 & r_2 \end{vmatrix} \quad \text{و} \quad r_{22} = \frac{|r_2^*|}{|r_2|}$$

كما يمكن وضع فترة ثقة لمعاملات الإرتباط الذاتي الجزئية r_{kk}، إذ أثبت Quenouille (1947) بأنه إذا كان $n \geq 30$، فإن معاملات الإرتباط الجزئية تتبع التوزيع الطبيعي بوسط حسابي 0و وإنحراف معياري $\frac{1}{\sqrt{n}}$، لذلك تكون فترة الثقة عند $\alpha = 5\%$ كالأتي[54]:

$$IC.r_{kk} = \mp 1.96 \frac{1}{\sqrt{n}}$$

وبالتمثيل البياني لحدود الثقة ومعاملات الإرتباط الذاتي الجزئي نحصل على بيان الإرتباط الذاتي الجزئي ،إذ يمكن معرفة المعاملات التي تقع خارج حدود الثقة .وتساعد دالة الإرتباط الذاتي الجزئية على:

-الكشف على المركبة الموسمية.

-الكشف على وجود الإرتباط بين المتغيرات الداخلية.

-الكشف على إستقرار السلسلة الزمنية.

V-3كثيرات الحدود المستخدمة في منهجية بوكس-جانكيس:

من أجل إستخدام تحليل بوكس-جانكينس لابد من التطرق إلى نماذج ARIMA.

V-3-1نماذج الإنحدار الذاتي AR(p) (Modèle Autorégressifs):تقوم فكرة الإنحدار الذاتي على صياغة العلاقة بين مستويات السلسلة الزمنية مؤخرة بـــ p خطوة زمنية، أي y_{t-p}، بحيث تقوم هذه الفكرة على فرضية أن الحاضر هو إمتداد للماضي، كما أن نماذج الإنحدار الذاتي لا تفترض أن y_{t-1} لها تأثير أكبر من y_{t-2} و y_t لها تأثير أكبر من y_{t-1}، كما تفعل نماذج التلميس الأسي. ففي ميدان الإنتاج مثلا يمكن إدراك العلاقة بين مستويات ظاهرة معينة عبر الزمن حيث تتأثر كمية الإنتاج في الفترة السابقة وما قبلها.

وغليه فإن نموذج الإرتباط الذاتي معطى بالعلاقة التالية:[55]

[54] R.Bourbonnais, M.Terraza, (Op-cité), p181

[55] G.chevillon ;(pratique des séries temporelles) ;Université d'éxford ;Londres, 2004 p37.

$$AR(1): y_t = \theta y_{t-1} + \varepsilon_t$$
$$AR(2): y_t = \theta_1 y_{t-1} + \theta_2 y_{t-2} + \varepsilon_t$$
.....
$$AR(p): y_t = \theta_1 y_{t-1} + \theta_2 y_{t-2} + ... + \theta_p y_{t-p} + \varepsilon_t$$

حيث: $\theta_1, \theta_2, ..., \theta_p$ معلمات مقدرة يمكن أن تكون موجبة أو سالبة.

ε_t عبارة عن الخطأ العشوائي، ويسمى بحد الإضطراب الأبيض(Bruit Blanc) ،ويفترض أنه يتبع التوزيع الطبيعي بوسط حسابي 0وإنحراف معياري δ_{ε_t} تابت عبر الزمن.

ويتميز نموذج الإنحدار الذاتي $AR(p)$ بالخصائص الآتية.

-دالة الإرتباط الذاتي البسيطة في حالة الإستقرار تبقى مستمرة في التناقص.

-فقط p الأوائل من معاملات الإرتباط الذاتي الجزئي، هي التي تختلف جوهريا عن الصفر.

V-3-2نماذج المتوسطات المتحركة MA(q) (Moving Average):في هذه النماذج تكون المشاهدات y_t معرفة بواسطة حد الإظطراب الأبيض ε_t حتى الدرجة q ،"حيث تتضمن منهجية بوكس-جانكيس البحث عن سلسلة الإظطراب الأبيض ε_t ،عن طريق البحث عن المعامل α والذي يسمح بالمرور من ε_t إلى y_t"[56] وبالتالي يمكن صياغة هذه النماذج كالآتي[57]:

$$MA(1): y_t = \varepsilon_t - \alpha\varepsilon_{t-1}$$
$$MA(2): y_t = \varepsilon_t - \alpha_1\varepsilon_{t-1} - \alpha_2\varepsilon_{t-2}$$
.....
$$MA(q): y_t = \varepsilon_t - \alpha_1\varepsilon_{t-1} - \alpha_2\varepsilon_{t-2} - ..... - \alpha_q\varepsilon_{t-q}$$

ويعني أن المشاهدات تكون مرجحة بواسطة حد الإظطراب الأبيض ε_t ويتميز نموذج المتوسطات المتحركة $MA(q)$ بالخصائص الآتية:

-دالة الإرتباط الذاتي الجزئية لا تنعدم بسرعة في حالة الإستقرار وتبقى مستمرة في التناقص.

-فقط q الأوائل من معاملات الإرتباط الذاتي البسيطة هي التي تختلف جوهريا عن الصفر.

V-3-3 النماذج المختلطة ARMA (p, q): تتشكل نماذج $ARMA(p,q)$ من قسمين،قسم الإنحدار الذاتي $AR(p)$ بدرجة p ،وقسم المتوسطات المتحركة $MA(q)$ بدرجة q ،وهذا لأنه في بعض الأحيان تكون هناك سلاسل زمنية تحتوي على خصائص النموذجين ويمكن كتابتها كا الأتي[58]:

$$ARMA(1,1): y_t = \theta_1 y_{t-1} + \varepsilon_t - \alpha_1\varepsilon_{t-1}$$
$$ARMA(2,1): y_t = \theta_1 y_{t-1} + \theta_2 y_{t-2} + \varepsilon_1 - \alpha_1\varepsilon_{t-1}$$
.....
$$ARMA(p,q): y_t = \theta_1 y_{t-1} + ... + \theta_p y_{t-p} + \varepsilon_t - \alpha_1\varepsilon_{t-1} - ..... - \alpha_q\varepsilon_{t-q}$$

[56]Bernard-Rapacchi (Analyse des séries chronologique), centre de calcul de Grenoble, 1993; p9
[57] G.chevillon (op.cité), p38
[58] S.Lardic ;V.MiGnon ;(économétrie des séries Temporelles Macroéconomiques et Financières); ed :économica ;paris ;2002 ;p36

ويلاحظ أن:

$$ARMA(0,q) = MA(q)$$
$$ARMA(p,0) = AR(p)$$

ويتميز نموذج $ARMA(p,q)$ بالخصائص الآتية:

-دالة الإرتباط الذاتي البسيطة لا تنعدم وتبقى مستمرة في التناقص.

-دالة الإرتباط الذاتي الجزئية لا تنعدم وتبقى مستمرة في التناقص.

وبالتالي فإنه من الصعب التعرف على النماذج $ARMA(p,q)$ وذلك في كون الدالتين مستمرتين في التناقص، لذلك نعتمد في هذه الحالة على الخبرة والتجريب ،بإستخدام بعض الأدوات الإحصائية والتي سنتعرض لها فيما بعد.

إن الجدول أدناه يبين خصائص دالة الإرتباط الذاتي ودالة الإرتباط الذاتي الجزئية للنماذج السابقة.

جدول(2-4):خصائص دالة الإرتباط الذاتية البسيطة والجزئية.

نوع النموذج	دالة الإرتباط الذاتي البسيطة	دالة الإرتباط الذاتي الجزئية
$AR(p)$	غير منعدمة ومستمرة في التناقص	فقط p الأوائل هي التي تختلف جوهريا عن الصفر
$MA(q)$	فقط q الأوائل هي التي تختلف جوهريا عن الصفر	غير منعدمة ومستمرة في التناقص
$ARMA(p,q)$	غير منعدمة وتستمر في التناقص	غير منعدمة وتستمر في التناقص

المصدر:مقتبس بتصرف من :R.Bourbonnais, J.C.Usunier (op.cité) p89

V-3-4 شروط إستخدام نماذج AR, MA, ARMA: تستخدم نماذج الإنحدار الذاتي ،والمتوسطات المتحركة، والنماذج المختلطة في السلاسل الزمنية والتي تكون[59]:

-مستقرة من حيث الإتجاه.

-مصححة من حيث التغيرات الموسمية(corrigées des variations saisonnières).

V -4مشكلة الإستقرارية (Stationnarité):

كما أشرنا سابقا فالسلسلة الزمنية المستقرة هي السلسلة التي يكون وسطها الحسابي وتباينها ثابتان عبر الزمن ،وتعتبر الإستقرارية أحد شروط تطبيق منهجية بوكس-جانكيس ،لهذا يجب تحويل السلاسل الزمنية الغير مستقرة إلى سلاسل مستقرة،ومن أجل ذلك قام Nelson et Plosser سنة[60]1982إلى التميز بين نوعين من السلاسل الزمنية الغير مستقرة وهي :

-السلسلة الزمنية من النوعTS(Trend Stationary).

-السلسلة الزمنية من النوعDS(Differency Stationary).

[59] R.Bourbonnais (op.cité) p243

[60] C. HURLIN (économétrie appliquée des séries temporelles);université de paris Duphine;2003;p 35

V-4-1أنواع السلاسل الزمنية الغير المستقرة[61]:

V-4-1-1السلسلة من النوع TS:وهي سلاسل يكون فيها الإتجاه ذو علاقة واضحة ،وفي معظم الأحيان خطية حيث يعتمد وسطها الحسابي على الزمن، وتكتب من الشكل : $y_t = a_0 + a_1 t + \varepsilon_t$ حيث ε_t هي عبارة عن سلسلة الإضطراب الأبيض، وهي سلسلة مستقرة ،وبالتالي من أجل تحويل السلسلة الزمنية TS إلى سلسلة زمنية مستقرة يجب تقدير معادلة الإتجاه العام،ثم حساب البواقي لتتم الدراسة عليها.

V-4-1-2السلسلة من النوع DS:تسمى هذه السلاسل أيضا بسلاسل السير العشوائي (Processus de Marche aléatoire)[62] وتكتب من الشكل : $y_t = f_t + \varepsilon_t$ إذ تكون فيها علاقة الإتجاه غير واضحة،ولا إستقراريتها ترجع إلى تباينها(تباينها يتغير عبر الزمن)، لذا يفضل إستخدام طريقة الفروق بين مستوى معين والذي يليه لإرجاع الإستقرارية لها ،وهنا يجب التمييز بين نوعين من السلاسل DS وهي:

- السلسلة DS بانحراف(DS avec dérivé):وتكتب بالصيغة الآتية $y_t = y_{t-1} + \beta + \varepsilon_t$ وبتطبيق الفروق على الصيغة السابقة يمكن الحصول على سلسلة مستقرة.

حيث: β :عدد ثابت

- السلسلة DS دون إنحراف(DS sans dérivé):وتكتب بالصيغة الآتية $y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t$ وبتطبيق الفروق على الصيغة السابقة يمكن الحصول على سلسلة مستقرة.

V-4-2إختبار الجذور الوحدية العليا لديكي- فولار (Dickey-Fuller1981): إن أحد الإختبارات الإحصائية القوية للكشف عن إستقرار السلاسل الزمنية، هو إختبار ديكي-فولار (ADF) ،والذي يبين هل أن السلسلة الزمنية مستقرة، وأيضا ماهي أفضل طريقة لجعلها مستقرة،ومن أجل ذلك يتم تقدير بواسطة المربعات الصغرى العادية

الثلاثة نماذج الآتية :[63]

النموذج[4] $$\Delta y_t = p y_{t-1} - \sum_{j=2}^{p} \phi_j \Delta y_{t-j+1} + \varepsilon_t$$

النموذج[5] $$\Delta y_t = p y_{t-1} - \sum_{j=2}^{p} \phi_j \Delta y_{t-j+1} + c + \varepsilon_t$$

النموذج[6] $$\Delta y_t = p y_{t-1} - \sum_{j=2}^{p} \phi_j \Delta y_{t-j+1} + c + bt + \varepsilon_t$$

ويسمى p بمعامل التأخير، وعليه تكون السلسلة الزمنية مستقرة إذا كان المعامل p يختلف جوهريا عن الصفر ويمكن الإثبات رياضيا أن المعامل p يساوي :[64]

$$p = (\phi_1 - 1)(1 - \phi_1 - ..... - \phi_{p-1})$$

حيث: $\phi_1, \phi_2, ..., \phi_{p-1}$ معلمات.

---

[61] S.Lardic ; V.MiGnon, (Op-cité);.p123-124
[62] C.Hurlin,(Op-cité),.p36.
[63] S.Lardic ; V.MiGnon, (Op-cité), p142.
64 R.Bourbonnais, M.Terraza, (Op-cité),p156.

وبالتالي يتم إجراء إختبار الفرضيتين الآتيتين:

$$H_0 : \phi_1 - 1 = 0$$

$$H_1 : \phi_1 - 1 < 0$$

ولقد درس ديكي-فولار التوزيع الإحصائي للمقدر ϕ_1 وذلك بإستخدام طريقة المحاكاة لـ Monté Carlo،وقاموا بإعداد جدولا للقيم الحرجة لـ $(\hat{\phi}_1 - 1)$ أي τ_{tab} ليتم مقارنتها مع τ_{cal} الحسابية حيث[65]

$$\tau_{cal} = \frac{\hat{\phi}_1 - 1}{\hat{\delta}_{\hat{\phi}_1}}$$

فإذا كان $\tau_{cal} \geq \tau_{tab}$ فهذا يعني وجود جذر الوحدة وبالتالي قبول الفرضية H_0 وبالتالي السلسلة الزمنية غير مستقرة، أما إذا كان $\tau_{cal} < \tau_{tab}$ فهذا يعني أن السلسلة الزمنية مستقرة.ويمكن تحديد قيمة p عن طريق إختيار القيمة التي تقوم بتدنية معيارأكايك(Akaike) 1979،ومعيار(Schwarz) 1978 حيث:[66]

$$AIC(p) = n\log(\delta^2_{\hat{\varepsilon}_t}) + 2(3+p)$$

$$SC(p) = n\log(\delta^2_{\hat{\varepsilon}_t}) + (3+p)\log n$$

حيث:

$\delta^2_{\hat{\varepsilon}_t}$:تباين الأخطاء العشوائية بعد عملية التقدير.

n :المشاهدات الفعلية.

ولذلك يتم الإختبار وفق المراحل الآتية:

- **المرحلة1:**

تقدير النموذج [6] فإذا تم قبول الفرضية H_0 فهذا يعني أن السلسلة الزمنية غير مستقرة،ليتم بعدها إختبار معنوية المعامل b (معامل الإتجاه) بإستخدام إختبار ، Student فإذا كان يختلف جوهريا عن الصفر فهذا يعني أن السلسلة الزمنية من النوع، TS وأحسن طريقة لإرجاعها مستقرة هي تقدير معادلة إتجاه عام ليتم إجراء الدراسة على البواقي ،أما إذا تم قبول الفرضية H_1 ،فيجب المرور إلى المرحلة **2**.

- **المرحلة2:**

تقدير النموذج [5] فإذا تم قبول الفرضية H_0 فهذا يعني أن السلسلة غير مستقرة من النوع DS ،ليتم بعدها إختبار معنوية المعامل c باستخدام إختبار ،Student، فإذا كان يختلف جوهريا عن الصفر فهذا يعني أن السلسلة الزمنية من النوع DS ذات إنحراف، وأفضل طريقة لإرجاعها مستقرة هي طريقة الفروق مع إضافة الثابت c ،أما إذا كان لا يختلف جوهريا عن الصفر فهذا يعني أن السلسلة من النوع DS بدون إنحراف،

65R .Bourbonnais,M.Terraza,(Op-cité),p161

66 C.Hurlin,(Op-cité),p43.

وأفضل طريقة لإرجاعها مستقرة هي طريقة الفروق دون إضافة الثابت c .أما إذا تم قبول الفرضية H_1 فيجب المرور إلى المرحلة 3.

•المرحلة3:

تقدير النموذج[4] فإذا تم قبول الفرضية H_0 فهذا يعني أن السلسلة الزمنية غير مستقرة من النوع DS دون إنحراف، ويتم إرجاعها مستقرة عن طريق إجراء الفروق، أما إذا تم قبول الفرضية H_1 فهذا يعني أن السلسلة الأصلية مستقرة.

في الأخير يمكن القول إن إختبار(ADF) أحد أحسن الإختبارات الإحصائية في الكشف عن الإستقرارية وأيضا تحديد الطريقة المناسبة لإرجاعها مستقرة،خاصة بعدما أثبتت دراسات قام بها[67](J.k.Ord, J.C.hayya, K.H.chan) (1987) ودراسات أخرى، النتائج السيئة لعدم إختيار الطريقة المناسبة لإرجاع الإستقرارية (conséquences d'une mauvaise stationnarisation du processus non stationnaire) وذلك في إمكانية الحصول على نتائج مضللة.

V-5مراحل تحليل السلسلة الزمنية وفق منهجية بوكس-جانكينس:

إن إستخدام منهجية بوكس –جانكينس لتحليل السلاسل الزمنية وإستخدامها في التنبؤ يستدعي المرور بمراحل وهي.

V-5-1مرحلة التعرُّف (l'identification): تعتبر مرحلة التعرف أهم وأصعب مرحلة في تحليل بوكس-جانكينس، إذ يتم على إثرها تحديد نوع النموذج الذي يجب إستخدامه ضمن نماذج $ARIMA(q,d,p)$ وأيضا تحديد الدرجات p,d,q ،وهي درجات الإنحدار الذاتي،عدد الفروق المطبقة لإرجاع السلسلة مستقرة،ودرجات المتوسطات المتحركة على الترتيب ويتم ذلك بعد[68]:

•نزع الموسمية:وهذا وفقا للنموذج التجميعي أو الجدائي للسلسلة الزمنية.

•نزع الإتجاه العام:وهذا وفقا لنوع السلسلة (DS,TS)وذلك وفقا للنتائج المتحصل عليها من إختبار ADF .وإذا تم الحصول على سلسلة مستقرة بعد تطبيق الفروق dمرة تصبح النماذج متكاملة من الدرجة d .

أما فيما يخص تحديد الدرجات p,q فيجب الإستعانة بخصائص دالة الإرتباط الذاتي البسيطة والجزئية:

-إذا كان في بيان الإرتباط الذاتي البسيط q الأوائل تختلف جوهريا عن الصفر وبيان الإرتباط الذاتي الجزئي يتناقص ببطء فهذا يعني أن السلسلة هي $MA(q)$.

-إذا كان في بيان الإرتباط الذاتي الجزئي p الأوائل تختلف جوهريا عن الصفر،وبيان الإرتباط الذاتي البسيط يتناقص ببطء فهذا يعني أن السلسلة من النوع $AR(p)$.

[67] S.Lardic ;V.MiGnon , (Op-cité),p53.
[68] R.Bourbonnais,(Op-cité),p247.

-إذا كان بيان الإرتباط الذاتي البسيط والجزئي يتناقصان ببطء ويبقيان مستمرين في التناقص، فهذا مؤشر على أن السلسلة الزمنية من النوع $ARMA(p,q)$ إذ يكون من الصعب جدا التعرف على p و q حيث يتم إختيارهما بناء على التجربة والخطأ، إذ يتم تحديد كل النماذج $ARMA$ التي تكون عندها p و q تختلف جوهريا عن الصفر، ليتم في الأخير إختيار النموذج $ARMA(p,q)$ الذي يقوم بتدنية معيار أكايك للتفضيل الآتي:

$$AIC(p,q) = n\log\hat{\delta}_{\hat{\varepsilon}_t}^2 + 2(p+q)$$

V-5-2مرحلة تقدير النموذج: تختلف طريقة التقدير وهذا حسب نوع النموذج.

V-5-2-1تقدير معلمات النموذج AR(p): يمكن تقدير معلمات نموذج الإنحدار الذاتي بإستخدام طريقة المربعات الصغرى ،وذلك بتصغير الفرق بين المستويات الفعلية y_t والمقدرة $\hat{y}_{t-p}$.

ولأن تطبيق طريقة المربعات الصغرى قد يشكل بعض المشاكل القياسية (الإرتباط الذاتي بين البواقي،عدم ثبات التباين، تعدد العلاقات الخطية..)فيمكن إستخدام معادلات يول-ولكر(yule-walker) الآتية لتقدير نماذج $AR(p)$:[69]

$$AR(p):\begin{cases} r_1=\theta_1+\theta_2 r_1+.....+\theta_p r_{p-1} \\ r_2=\theta_2 r_1+\theta_2+.....+\theta_p r_{p-2} \\ ..... \\ r_p=\theta_1 r_{p-1}+\theta_2 r_{p-2}+.....+\theta_p \end{cases}$$

حيث : $r_1, r_2, ...$ معاملات الإرتباط الذاتي .

ويمكن تقدير المعلمات $\hat{\theta}_2, \hat{\theta}_1, ...$ بحل جملة المعادلات المتحصل عليها . كما يمكن إستخدام هذه المعادلات لتقدير معلمات أي نموذج إنحدار ذاتي من أي درجة.

V-5-2-2تقدير معلمات النموذج ARMA(p,q),MA(p): إن تقدير معلمات النماذج $MA(q)$ و $ARMA(p,q)$ يعتبر أكثر صعوبة وهذا لعدم ملاحظة سلسلة الإضطراب الأبيض، وفي هذا الخصوص إقترح بوكس-جانكينس أحد الطرق الإحصائية لتقدير معلمات هذه النماذج، ولتوضيحها يمكن أن ندرج المثال الآتي لتقدير معلمات النموذج $ARMA(1,1)$.[70]

$$ARMA(1,1): y_t - \theta_1 y_{t-1} = \varepsilon_t - \alpha_1 \varepsilon_{t-1} .....(1)$$

وبإستخدام فكرة معامل التأخير D يمكن كتابة المعادلة (1) كالآتي:

$$(1-\theta_1 D)y_t = (1-\alpha_1 D)\varepsilon_t$$

$$y_t = \frac{1}{1-\theta_1 D}(1-\alpha_1 D)\varepsilon_t .....(2)$$

فبوضع:

[69] Wieser,(Op-cité),p76
[70] R.Bourbonnais,(Op-cité),p248

$$v_t = \frac{1}{1-\theta_1 D}\varepsilon_t$$

تصبح العلاقة (2) كالآتي:

$$y_t = v_t - \alpha_1 v_{t-1} \ldots\ldots\ldots(3)$$

فإذا إفترضنا الصفر كقيمة مبدئية لـــ v_t أي $v_0 = 0$ سنحصل على:

$$t_1 : v_1 = y_1$$
$$t_2 : v_2 = y_2 + \alpha v_1$$
$$\vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots$$

وبأخذ $\alpha_1 = -0.9$ يتم تحديد جميع قيم v_t ليتم تقدير خط إنحدار على العلاقة(3)،ويتم الإحتفاظ بمجموع مربعات البواقي،ثم بعد ذلك وبنفس الطريقة يتم أخذ قيمة لـــ $\alpha_1 = -0.8$ والإحتفاظ بمجموع مربعات البواقي، وهكذا إلى أن يتم مسح جميع القيم التي تقع ضمن المجال $[-0.9,0.9]$ ليتم في الأخير أخذ قيمة α_1 والتي توافق أقل مجموع لمربعات البواقي ،ويتم بعد ذلك تحديد قيمة $\hat{\theta}_1$.وبنفس الطريقة وبإستخدام برامج الإعلام الآلي المختصة يمكن تقدير المعلمات لأي نموذج $ARMA(p,q)$ أو $MA(q)$ من أي درجة.

وهناك طرق تقدير أخرى أكثر فعالية في تقدير نماذج $ARMA(p,q)$ و $MA(q)$ حيث تعتمد على إختيار المعلمات $\theta_1,\ldots,\theta_p$ و $\alpha_1,\ldots,\alpha_q$ والتي تعظم دالة معينة تسمى بدالة الإمكان الأكبر.

V-5-3مرحلة إختبار جودة النموذج (Tests de validation): تعتبر مرحلة إختبار جودة النموذج أحد أهم المراحل في تحليل بوكس-جانكينس للسلاسل الزمنية، إذ ترتبط إرتباطاً مباشرا بمرحلة التعرف وتكون كالآتي:

V-5-3-1 إختبار معنوية المعلمات المقدرة: يستخدم إختبار استودنت،للتعرف هل أن المعلمات المقدرة معنوية أم لا، وذلك بقسمة المعلمة المقدرة على إنحرافها المعياري، ليتم مقارنتها مع القيمة الجدولية عند مستوى معنوية α ودرجات حرية $n-k$ ، ليتم في الأخير الإبقاء فقط على المعلمات التي تختلف جوهريا عن الصفر[71].

V-5-3-2إختبار الإضطراب الأبيض(Tests de bruit blanc):يجب التأكد من أن بواقي عملية التقدير ε_t تحاكي تشويشا أبيضا(الأخطاء مستقلة فيما بينها)، وهذا معناه أنه قد تمت نمذجة جميع المركبات الجوهرية للسلسلة الزمنية، أما إذا حدث العكس فقد يكون ذلك مؤشراً على أنه لاتزال هناك مركبات تؤثر على إستقرارية السلسلة ويمكن نمذجتها، وذلك بإضافة درجة للنموذج (p,q) ، وبالتالي فإنه في سلسلة الإضطراب الأبيض يكون $p_1 = p_2 = \ldots\ldots = p_h = 0$ حيث p_h هو معامل الإرتباط الذاتي من الدرجة h وبالتالي فمن أجل معرفة هل أن سلسلة البواقي تحاكي تشويشا أبيضا يجب إختبار الفرضيتين الآتيتين:[72]

$$H_0 : p_1 = p_2 = \ldots\ldots = p_h = 0$$

[71] R.Bourbonnais,(Op-cité),p217
[72] T.Thiombiano,(Op-cité),p125

يوجد على الأقل p_i يختلف جوهريا عن الصفر : H_1

ومن أجل إختبار الفرضيتين يجب حساب إحصائية (Ljung-Box) Q' والمعرفة بالعلاقة الآتية:

$$Q' = n(n+2)\sum_{k=1}^{h}\frac{\hat{p}_k^2}{n-k}$$

حيث: $\hat{p}_k^2$:قيمة الإرتباط الذاتي من الدرجة k .

h :معامل التأخر.

n :عدد المشاهدات.

إن إحصائية Q' تتبع توزيع χ^2 (chi-deux)بدرجة حرية يساوي h ومستوى معنوية α ،وعليه يتم تحديد قيمة Q'_{tab} ليتم مقارنتها با قيمة Q'_{cal} ،حيث يتم رفض الفرضية القائلة بأن سلسلة البواقي تحاكي تشويشا أبيضا إذا كانت Q'_{cal} أكبر من Q'_{tab}.

كما يمكن القيام بتمثيل بيان الإرتباط الذاتي للبواقي، فإذا كان معظمها يقع داخل حدود فترة الثقة فهذا يعني بأن سلسلة البواقي تحاكي تشويشا أبيضا.

كما يوجد إختبارات إحصائية أخرى للحكم على جودة النموذج ،كما يجب التذكير بأن هذه المرحلة (جودة النموذج)، تعتبر جد مهمة ولها علاقة مباشرة بمرحلة التعرف وذلك في أنها قد تشير إلى ضرورة إضافة أو حذف درجة للنماذج المقدرة .

V-6حساب التنبؤ:

عندما يتم التحقق من جودة النموذج من خلال الإختبارات الإحصائية، يتم إستخدامه في التنبؤ،حيث يختلف نموذج التنبؤ حسب نوع النموذج المقدر ضمن نماذج $(AR, MA, ARIMA)$وتمر عملية التنبؤ وفق منهجية بوكس-جانكينس وفق المراحل الآتية:[73]

1-كتابة النموذج المقدر.

2-تعويض t بـــ $T+h$ حيث h يعبر عن أفق التنبؤ أي عدد فترات التنبؤ بعد آخر فترة لـــ t.

3-تعويض القيم المستقبلية للمتغير y_t بتنبؤاتها،بينما يتم تعويض الأخطاء المستقبلية بالأصفار والماضية ببواقي عملية التقدير.

وبالتالي يكتب نموذج التنبؤ وفق كل نموذج كالآتي:[74]

أ)**نموذج** $AR\ (p)$:وتكتب الصيغة العامة للتنبؤ وفق العلاقة الآتية:

$$\hat{y}_{T+h} = \hat{\theta}_1 y_{T+h-1} + ... + \hat{\theta}_p y_{T+h-p}$$

فمثلا في نموذج $AR(1)$ يكون التنبؤ وفق فترتين كالآتي:

[73] مولود حشمان،(مرجع سبق ذكره)،ص177.

[74] A. charpentier.*(Op-cité)*,p145.

$$\hat{y}_{T+1} = \hat{\theta} y_{T+1}$$
$$\hat{y}_{T+2} = \hat{\theta} y_{T+2}$$

وبالتالي يمكن ملاحظة أنه بعد الفترة p يصبح النموذج على علاقة بالفترة السابقة فقط، لذا يُنصح بإستخدامه للتنبؤ في المدى القصير.

ب)نموذج $MA(q)$:وتكتب الصيغة العامة للتنبؤ وفق العلاقة الآتية:[75]

$$\hat{y}_{T+h} = 0 - \hat{\alpha}_1 \varepsilon_{T+h-1} - ..... - \hat{\alpha}_p \varepsilon_{T+h-p}$$

حيث يتم تعويض الأخطاء ε_t ببواقي عملية التقدير e_t .و فمثلا في نموذج $MA(1)$ يكون التنبؤ وفق فترتين كالآتي:

$$\hat{y}_{T+1} = 0 - \hat{\alpha}_1 e_T$$

ولا يمكن التنبؤ بفترة أعلى من الدرجة q لهذا تعتبر نماذج $MA(q)$ ضعيفة الذاكرة، وتستخدم للتنبؤ بفترة قصيرة أقل من درجتها.

ج)نموذج $ARMA(p,q)$:إن الصيغة العامة للتنبؤ وفق نماذج $ARMA(p,q)$ يكون كالآتي:[76]

$$\hat{y}_{T+h} = \hat{\theta}_1 y_{T+h-1} + ... + \hat{\theta}_p y_{T+h-p} - \hat{\alpha}_1 \varepsilon_{T+h-1} - .... - \hat{\alpha}_p y_{T+h-p}$$

وفي الأخير يمكن تلخيص مراحل التنبؤ وفق منهجية بوكس-جانكينس في الشكل(2-6).

يجب الإشارة إلى أنه عند القيام بالتنبؤ بإستخدام نماذج $ARMA$ فإنه يجب إضافة مركبة الإتجاه العام ،وذلك بإضافة الفرق بين آخر مستوى والذي قبله وهذا إذا كانت السلسلة المدروسة هي سلسلة الفروق،أما إذا تم نزع الموسمية بطريقة الإتجاه العام فإنه يتم التنبؤ بها ليتم إضافتها للأرقام المتنبأ بها.أما بالنسبة للمركبة الموسمية، فيتم إضافتها عن طريق ضرب السلسلة الزمنية في المعاملات الموسمية، إذا كان شكل السلسلة الزمنية جدائي، وإضافتها إذا كان شكل السلسلة تجميعي ،ليتم التحصل في الأخير على تنبؤات تأخد بعين الإعتبار مركبة الإتجاه العام،الموسمية والعشوائية.كما يجب أن نشير إلى أنه يوجد بعض المعايير الإحصائية للتفضيل بين نماذج التنبؤ، ومن أهمها معيار $RMSE$ [77] حيث يتم إختيار الطريقة التي تعطي أقل قيمة له حيث:[78]

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N}\sum^{N}(y_t - \hat{y}_t)^2}$$

حيث : N :عدد المشاهدات

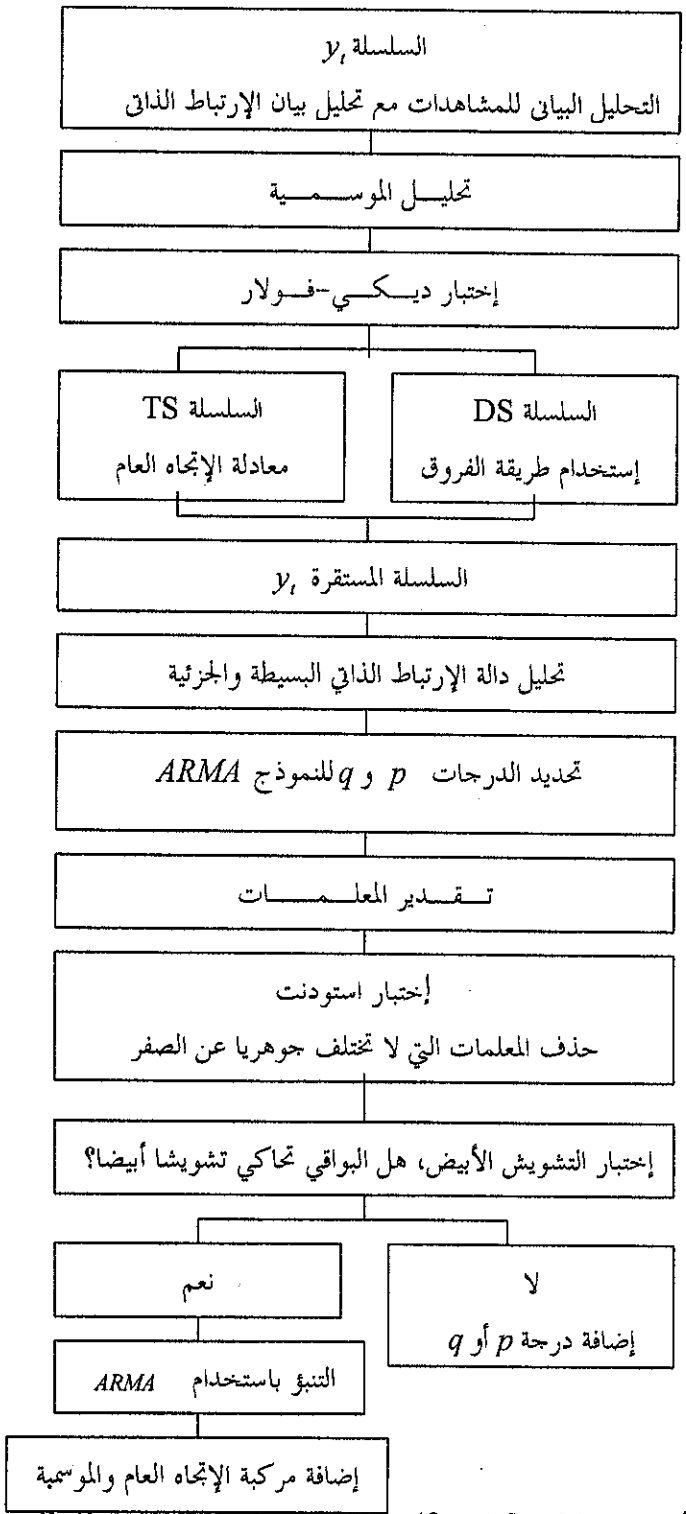
$\hat{y}_t$:القيمة المقدرة لـــ y_t

في الأخير يجب القول بأن طرق السلاسل الزمنية تعتبر أهم الطرق الإحصائية في التنبؤ القصير المدى، والذي يشكل محور إهتمامنا في هذا الفصل، وهذا لما له من أهمية كبيرة في وضع الخطة الإجمالية للإنتاج. كما أنه يجب الإشارة إلى أن هناك طرق أخرى تسمى بالطرق النوعية،كأسلوب دالفي،تقديرات الخبراء، بحوث السوق

[75] A. charpentier,(Op-cité),p145.
[76] A. charpentier,(Op-cité),p146.
[77] Root Mean Square Error.
[78] مولود حشمان،(مرجع سبق ذكره)،ص182.

إلا أن إستخدامها في وضع الخطة الإنتاجية لا يكون ذا فعالية،وفي هذا الخصوص يقول F,Lambersendفي مؤلفه عن تنظيم وهندسة الإنتاج[79]" بأن القائم بتسيير الإنتاج لا يجب أن يعطي الفرصة لإستخدام الطرق النوعية بذلا من الطرق الكمية"

الشكل(2-6):منهجية بوكس-جانكينس



المصدر : R. Bourbonnais, j.c.Usunier, *(Op-cité)*, p91

[79] F.Lambersend ;*Organisation et Génie de production* ;ellipses,paris ;1999,p124.

خـــلاصـــة:

يعتمد تخطيط الإنتاج في المؤسسة بصفة كبيرة على التنبؤ بالطلب المستقبلي،إذ يتعذّر القيام بتخطيط الإنتاج دون القيام بالتنبؤ بالطلب، حيت تختلف أهمية التنبؤ بالطلب وفق الأساس الزمني للتخطيط، إذ يساعد التنبؤ في تخطيط الطاقة في المدى الطويل ،وفي المدى القصير تكون أهميته كبيرة في تخطيط الإحتياجات من المواد والمخزون.. في حين له أهمية قصوى في المدى المتوسط ،إذ يعتبر السبب الرئيسي لوضع الخطة الإجمالية للإنتاج ،وذلك من أجل الوقوف على حركة التقلب الموجودة في الطلب .وبغية الوصول إلى هذا الهدف لابد من أن تعكس أرقام الطلب المتنبأ بها الأرقام الحقيقية للطلب ، ولن يتأتى ذلك إلا من خلال إختيار الطرق الإحصائية الملائمة في هذا المجال، و من بينها نماذج السلاسل الزمنية والتي تكون لها نتائج جيدة في المدى القصير، والذي يتلاءم مع تخطيط الإنتاج ،حيت تعتمد قيمة الظاهرة في هذه النماذج، على القيم الماضية المرتبة وفق الأساس الزمني، ومن بين نماذج السلاسل الزمنية نذكر نماذج المتوسطات المتحركة،التلميس الأسي ،تفكيك السلسلة الزمنية والتي تحاول نمذجة المركبات الجوهرية(الإتجاهية،الموسمية،العشوائية...).

ومن أحدث نماذج التنبؤ أيضا نذكر منهجية بوكس –جانكينس والتي تعتمد على أسس إحصائية قوية في التنبؤ، إذ تقوم بإدخال إلى جانب المركبة الإتجاهية والتغيرات الموسمية، التغيرات العشوائية عند عملية التنبؤ ،كما يمكن القيام فيها أيضا بالحكم على قوة النموذج الإحصائية والتنبؤية عن طريق الإختبارات الإحصائية، كما يجب الإشارة إلى أن هذه النماذج تطورت كثيرا ومن أحدثها نماذج X12-ARIMA (1996)[80] .ولكن ورغم ذلك تبقى هذه النماذج تعاني من عدة نقائص، وذلك في ضرورة إدخال متغيرات أخرى من المحيط تفسر سلوك المتغير إلى جانب السلوك الماضي للمتغير قيد الدراسة، ومن أحدث هذه النماذج ما اقترحه الباحث(C.A.Sims) سنة 1980وهو ما يعرف بنماذجVAR[81] .

في الأخير نشير إلى أنه يجب على المؤسسات خاصة الصناعية أن تضع التنبؤات على رأس إهتمامتها ، وهذا من أجل نجاح عملياتها التخطيطية، وبالتالي مواجهة المستقبل بصفة علمية وعقلانية الأمر الذي قد يساهم في إستمراريتها.

[80]Dominique Ladiray ;Benoit Quenneville"Comprendre la méthode X11"Institut National de la statistique et des études économiques ;canada ;1999 ;P176.

[81] -R.Bourbonnais ;(Op-cité) ;p257.
- S.Lardic ; V.MiGnon, (Op-cité) ;p83.

الفصل الثالث:

نماذج البرمجة الرياضية في التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية

مقدمـــــة:

لقد تطرقنا في الفصل الأول إلى دراسة ماهية التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية ، و كذا مختلف الإستراتيجيات التي يمكن للمؤسسة إستخدامها في حل مشكلة التخطيط الإجمالي،حيث سبقت الإشارة إلى أنه بعد الوقوف على تقديرات الطلب الإجمالي، فإنه نادرا جدا ما نجد أن الطاقة المتاحة للمؤسسة سواء كانت آلية أو طاقة أفراد أو مواد تتعادل تماما مع الوفاء بهذا القدر من الطلب كمًّا وتوقيتا ، فتارة يكون الطلب أكبر من الطاقة الإنتاجية للمؤسسة وتارة العكس ، وفي كلتا الحالتين لا يعتبر ذلك أمرا جيّدا .

لذلك يجب على المؤسسة أن تأخذ إجراءا ما بغية تعديل طاقتها ، وجعلها تتماشى مع تقديرات الطلب ، كما قمنا في الفصل الأول بدراسة مختلف الإستراتيجيات التي تكون متاحة لإدارة الإنتاج و قد تتبعها المؤسسة في سبيل تسوية طاقتها الإنتاجية .حيث ترتبط بكل إستراتيجية إنتاجية تكلفه معينة كتكاليف الإحتفاظ بالمخزون ، تكاليف الوقت الإضافي ، تكاليف تسريح أو تعيين العمال ....، ظف إلى ذلك محدودية إستخدام بعض الإستراتيجيات كالوقت الإضافي الذي يكون محدداً بنسبة معينة قد لا تكفي لمواجهة الطلب، و المخزون و الذي قد لا يمكن إستخدامه بسبب الطبيعة التي ينتهجها الطلب.

لذلك يجب على المؤسسة التفكير في إستراتيجية تعمل على أحسن مواجهة للطلب و تكون تكلفتها منخفضة ، ويمكن القول بأن إستراتيجية الإنتاج المثلى هي الإستراتيجية التي تعمل على الوفاء بالطلب المتنبأ به من خلال مزيج من البدائل الإنتاجية، في كل فترة و التي تقوم علي تخفيض التكلفة الإجمالية للفترة التخطيطية إلى حدها الأدنى .

فمن هذا المنطلق تصبح المؤسسة أمام مشكلة تتمثل في كيفية تحديد خطة الإنتاج المثلى، و التي تعمل على تدنيه التكاليف الإجمالية ، خاصة إذا علمنا أن للمؤسسة عدد كبير من البدائل و هذا ما يزيد المشكلة تعقيدًا في البحث عن البديل الأمثل .

ولذلك سوف نتطرق في هذا الفصل إلى كيفية إعداد خطة الإنتاج الإجمالية ،حيث سنتناول الطرق الإجتهادية و المتمثلة في طريقة التجربة و الخطأ،و الطرق الرياضية و المتمثلة في نماذج البرمجة الخطية، و نموذج قاعدة القرارات الخطية.

I الطرق الاجتهادية:

تنقسم الأساليب المستخدمة في التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية إلى مجموعتين أساسيتين ، مجموعة الأساليب الإجتهادية التي تعتمد على التجربة و الخطأ و التي تعرف عادة بالطرق البيانية، حيث لا تضمن الوصول إلى الحل الأمثل، و لكنها تقارن آثار التكاليف المترتبة على إتباع أكثر من إستراتيجية إنتاجية ثم تختار الأفضل من بينها .

أما المجموعة الثانية فهي مجموعة الأساليب الرياضية، والتي تهدف إلى الحل الأمثل، و أهم تلك الطرق نذكر نماذج البرمجة الخطية ، و نموذج قاعدة القرارات الخطية .

I-1 طرق التجربة و الخطأ :

هي عبارة عن طرق تجريبية يتم على إثرها مقارنة عدة خطط إنتاجية من حيث تكاليفها، ثم محاولة الوصول والأخذ بتلك الخطة ذات التكلفة الأقل، و التي يتم على إثرها الوفاء بالطلب مع إحترام قيود المؤسسة ، وتسمى غالبا بالطرق البيانية و هذا لأنها تعتمد على منحنيات الطلب المتجمع والطلب المتنبأبه المتجمع، من أجل المقارنة بين الخطط و إختيار أفضلها ."كما تعتبر الطرق البيانية من الطرق الشائعة الإستعمال، وهذا لأنه من السهل فهمها و تطبيقها، و بشكل أساسي فإن إعداد الخطة بموجب هذه الطريقة، يعتمد على القليل من المتغيرات على نحو يسمح للمخطط بمقارنة الطلب المتنبأ به مع الطاقة الحالية، حيث يتم الإعتماد على الخطأ و الصواب،إذ لا توجد ضمانة بأن تكون خطة الإنتاج مثالية. "[1]و تتطلب فقط عمليات حسابية بسيطة، يمكن أن يقوم بها أي موظف بالمؤسسة، وبشكل عام هناك خمس خطوات يمكن إتباعها في الطريقة البيانية و هي:[2]

1- تقدير الطلب الإجمالي (جميع المنتجات مجمعة) لكل فترة من الفترات التخطيطية.
2- تحديد كيف ستكون الطاقة الإنتاجية في حالة العمل في الوقت العادي، وفي حالة وجود الوقت الإضافي ، و أيضا في حالة التعاقد مع مصادر خارجية و مستوى المخزون .
3- إيجاد تكاليف العمل في الوقت العادي و الوقت الإضافي، و تكاليف تعيين عمال جدد و تكاليف تسريح العمال الحاليين، و تكاليف الإحتفاظ بالمخزون.
4- الأخذ بعين الإعتبار سياسة المؤسسة، و التي يمكن تطبيقها و الخاصة بمستوى المخزون و حجم القوى العاملة .
5- تطوير خطط بديلة و تحديد تكلفتها الإجمالية. وفي الخطوة الأخيرة يمكن تمثيل الإحتياجات من الإنتاج (besoin cumulatifs) المتجمعة و الطلب المتنبأبه المتجمع في منحنى بياني للمقارنة. وللتوضيح أكثر سوف نورد المثال (3-1) الآتي :

[1] -PH B . Aouni *(Op- Cité.)* P . 3 .4
[2]- PH B . Aouni *(Op- Cité.)* P . 3 .5

مثال (3-1): [3]

مؤسسة صناعية قامت بإعداد تنبؤات شهرية لمنتجاتها، و الجدول(3-1) يوضح ذلك، كما يوضح أيضا عدد الأيام الفعلية للعمل في كل شهر.

جدول (3-1): الطلب المتنبأبه و أيام الطلب الفعلية لخمسة أشهر في مؤسسة صناعية.

الشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان
الطلب المتنبأ به	11440	8900	10160	14000	17500	13000
أيام العمل الفعلية	25	23	26	25	26	25

المصدر :حسين عبد الله التميمي (مرجع سبق ذكره) ص482

أما الجدول (3-2) فيوضح مختلف البيانات اللازمة لإعداد الخطة الإجمالية للإنتاج:

جدول (3-2): البيانات اللازمة للتخطيط الإجمالي في مؤسسة صناعية

البيـــان	التكلفـــة
- تكلفة الإحتفاظ بالمخزون	2دج للشهر .
- تكلفة التعاقد مع مصادر خارجية (الهامش على سعر التكلفة للوحدة الواحدة)	3 دج للوحدة.
- تكلفة العمل للساعة في الوقت العادي	4 دج للساعة .
- تكلفة العمل للساعة في الوقت الإضافي.	8 دج للساعة .
- عدد ساعات العمل اللازمة لإنتاج وحدة واحدة .	0.4 ساعة للوحدة الواحدة (عدد ساعات العمل في اليوم 8 ساعات).
- تكلفة تعيين عامل (التكلفة الزائدة في كل وحدة).	3 دج للوحدة الواحدة .
- تكلفة تسريح العمال (تخفيض معدل الإنتاج)	5 دج للوحدة الواحدة .

المصدر : حسين عبد الله التميمي (إدارة العمليات و الإنتاج) ص 484.

و المطلوب إعداد خطة إنتاج إجمالية من أجل مواجهة الطلب المتنبأبه بأقل تكلفة عن طريق الإستراتيجيات الآتية :

أ- الإنتاج بمعدل ثابت مع عدم تغيير القوى العاملة.

ب - الإحتفاظ بمعدل ثابت من العمال لمواجهة أدنى مستوى طلب مع إستخدام التعاقد الخارجي.

ج - مواجهة الطلب المتنبأ به من خلال تسريح و تعيين العمال.

[3]- حسين عبد الله التميمي (مرجع سبق ذكره) ص482 .

أ- **الإستراتيجية 1**: الإنتاج بمعدل ثابت مع عدم تغيير القوى العاملة.

لنفترض أن المؤسسة قررت الإنتاج بمعدل إنتاج ثابت في اليوم حيث قررت أن يكون هذا المعدل هو متوسط الطلب اليومي أي:

$$\text{متوسط للطلب اليومي} = \frac{\text{مجموع الطلب المتنبأ به}}{\text{عدد الأيام الفعلية للفترة التخطيطيه}} = \frac{75000}{150} = 500\text{وحدة/ يوم}$$

لذلك سوف تكون هناك قوة عمل ثابتة يتم تحديدها كالآتي:

- عدد الوحدات المنتجة من قبل العامل الواحد في اليوم $= \frac{8 \text{ ساعات}}{0.4} = 20$ وحدة/ يوم

- عدد العمال المطلوبين لإنتاج 500 وحدة $= \frac{500}{20} = 25$ عامل

و يمكن تلخيص الخطة في الجدول (3-3) كالآتي :

جدول (3-3): تكلفة الإنتاج بمعدل ثابت مع تغير القوى العاملة

الشهـــر	أيام العمل الفعلية	الإنتاج بمعدل 500 قطعة في اليوم	الطلب المتنبأبه	التغير في المخزون	المخزون في نهاية الشهر
1	25	12500	11440	1060 +	1060
2	23	11500	8900	2600 +	3660
3	26	13000	10160	2840 +	6500
4	25	12500	14000	1500 -	5000
5	26	13000	17500	4500 -	500
6	25	12500	13000	500 -	0
المجموع	25	-	-	-	16720

المصدر : حسين عبد الله التميمي (موقع سبق ذكره) ص 485

حساب تكلفة الخطة:

- تكلفة الإحتفاظ بالمخزون = 16720 × 2 = 33440 دج .
- تكلفة العمل العادي = 25 × (8 × 4) × 150 يوم = 120000دج
- التكلفة الإجمالية للخطة = 33440 + 120000 = 153440 دج

ب- **الإستراتيجية 2**. الإحتفاظ بمستوى ثابت من العمال لمواجهة أدنى مستوى من الطلب، مع إستخدام التعاقد من مصادر خارجية.

في هذه الخطة سوف يتم أيضا إعتبار قوة العمل ثابتة ولكن تحدد بأقل قدر ممكن، يساعد على مواجهة أدنى طلب متنبأ به، ثم بعد ذلك يتم مواجهة الطلب عن طريق التعاقد من مصادر خارجية ويتم ذلك كالآتي:

أولا تحديد عدد العمال الأدنى:

- الطلب في شهر فيفري = 8900
- عدد الأيام الفعلية للعمل = 23
- الطاقة الإنتاجية اليومية اللازمة = $\frac{8900}{23}$ = 387 وحدة / يوم .
- عد العمال الضروري = $\frac{387}{20}$ = 19.4 عامل

أي يتم تشغيل 19عامل بوقت كامل و عامل واحد بوقت جزئي .

-عدد الوحدات التي يمكن إنتاجها من قبل المؤسسة = 387 وحدة / يوم × 150يوم عمل= 58050 وحدة.

-عدد الوحدات التي يجب توفيرها من خلال التعاقد مع مصادر خارجية = 75000 (الطلب المتنبأبه الكلي) — 58050 = 16950 وحدة .

تحديد تكلفة الخطة:

- تكلفة العمل في الوقت العادي = 19.4 × (8 × 4) دج /يوم × 150 = 93120 دج .
- تكلفة التعاقد مع مصادر خارجية = 16950 وحدة × 3 دج = 50850 دج
- التكلفة الإجمالية للخطة = 93120 + 50850 = 143970 دج .

ج- **الإستراتيجية 3:** مواجهة الطلب المتنبأبه عن طريق تغيير مستوى العمالة.

تتضمن هذه الإستراتيجية تغيير حجم قوة العمل من خلال تعيين عمال جدد، أو تسريح بعض العمال عند الضرورة، بحيث يجب أن يساوي معدل الإنتاج، الطلب على منتجات المؤسسة و الجدول رقم (3-3) يوضح مختلف العمليات الحسابية و التكلفة الإجمالية للخطة ، فتكلفة إنتاج الوحدة تساوي 5 دينار في حالة تخفيض معدل الإنتاج عن طريق تسريح بعض العمال عن مستوى الشهر الماضي ، و 3 دينار في حالة زيادة الإنتاج من خلال تعيين عمال جدد ، وذلك بإفتراض أن الطاقة الإنتاجية تعادل الطلب المتنبأبه للشهر الأول (11440).والجدول(3-3)يوضح ذلك:

جدول (3-3): التكلفة الكلية لإستراتيجية مواجهة الطلب مع تغيير مستوي العمالة في مؤسسة صناعية.

الشهـــر	الطلب المتنبأ به	تكلفة الإنتاج = معدل الطلب× 0.4 ساعة ×4دج / الساعة	الكلفة الإضافية للإنتاج الزائد (تكلفة تعيين عمال جدد)	التكلفة الإضافية نتيجة تخفيض الإنتاج	مجموع الكلفة
1	11440	18304	-	-	18304
2	8900	14240	-	-5× 2540 12700	26940
3	10160	16256	3780-3 ×126	-	20036
4	14000	22400	11520-3 ×3840	-	33920
5	17500	28000	10500-3 × 3500	-	38500
6	13000	20800	-	×4500 22500-5	43300
المجموع		12000	25800	35200	181000

المصدر : حسين عبد الله التميمي (مرجع سبق ذكره) ص 488

فيتضح من الجدول (3-3) أن تكلفة الخطة (3) هي 181000دج

و بمقارنة الخطط الثلاث السابقة نجد أن الخطة 3 هي الخطة ذات التكلفة الأقل، ويمكن تجريب العديد من الإستراتيجيات المعقولة الأخرى و التي يمكن إتباعها في هذا المجال ، كما يمكن تجريب إستراتيجية تضم جميع البدائل بما فيها الوقت الإضافي و المخزون و تغيير العمال و الشراء من مصادر خارجية.

وعلى الرغم من أهمية هذه الطريقة -طريقة التجربة و الخطأ - في إعتبارها آداة مهمة تساعد في تقييم الإستراتيجيات ، و بالتالي إختيار الإستراتيجية ذات التكلفة الأقل ، و بساطتها و عدم إحتياجها إلى مستوى عالي من المهارة ، إلا أنها لا تقود إلى خطة مثلى أي الخطة ذات التكاليف الأقل ، فيمكن التفكير نظريا في عدد لا نـــهائي من البدائل ، و قد يكون البديل أو الإستراتيجية المثلى غير موجودة ضمن مجموعة الإستراتيجيات التي يتم تقدير التكاليف لها و مقارنتها ، لذلك يجب التفكير في مدخل أكثر دقة يأخذ بعين الإعتبار جميع التكاليف وأيضا جميع البدائل المتاحة ، و يقود إلى حل فعال أي أمثل ، و البرمجة الخطية هي المدخل المناسب في هذا المجال .

II الطرق الرياضية للتخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية:

ظهرت في الخمسينات مجموعة من الأساليب الرياضية لمعالجة مشكلة التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية ، و تعتبر البرمجة الخطية أحد أهم هذه الطرق، إذ تعتبر أحد الأساليب التي يمكن على إثرها الوصول إلى حل أمثل في حالة المشاكل التي تنطوي على عدد كبير من البدائل، ضمن هدف معين كتدنية التكاليف أو تعظيم الأرباح ، حيث طورت العديد من نماذج البرمجة الخطية من أجل معالجة مشكلة التخطيط الإجمالي .

ولكن ورغم ذلك هناك طرق أخرى رياضية كطريقة قاعدة القرارات الخطية و البرمجة الديناميكية و برمجة الأهداف، و التي يمكن إستخدامها من أجل تحديد خطة إنتاج إجمالية مثلى.

II-1 نموذج البرمجة الخطية:

II -1-1 تعريف نموذج البرمجة الخطية: "يعرف النموذج الرياضي بصفة عامة بأنه التمثيل الرياضي لظاهرة معينة"[4]، والبرمجة الخطية هي أحد النماذج الرياضية ، ويرجع الفضل في إستخدامها " إلى جورج دانتزج (G.DANTZIG)سنة1947 عندما إستخدم أسلوب السمبلكس (SIMPLEX) لحل مشاكل البرمجة الخطية"[5].

"و تعالج مسائل البرمجة الخطية مشكلة تعظيم أو تدنية دالة معينة، تسمى بدالة الهدف ضمن مجال محدد ، يتحدد هذا المجال بواسطة مجموعة من القيود مفروضة على متغيرات الدالة، وغالبا ما تكون هذه القيود على شكل متراجحات أو معادلات تسمى بالقيود أو الشروط"[6] أما كلمة خطية فتعني أن دالة الهدف وكذلك جميع القيود دوال خطية في المتغيرات الداخلة فيها، و تسمى هذه المتغيرات بمتغيرات القرار (المتغيرات الهيكلية)، و تعرف البرمجة الخطية أيضا بأنها "طريقة رياضية فعالة لإختيار الخطة المثلى ، فهي إجراء للبحث عن الحل الأفضل لمشاكل الأعمال التي تتضمن تفاعل متغيرات متعددة ،و التي تشمل إختيار أفضل مزيج للموارد الذي يؤدي إلى أقصى الأرباح أو أقل التكاليف"[7]

II-1-2 الشكل الرياضي لنموذج البرمجة الخطية : يتكون النموذج الرياضي للبرمجة الخطية من دالة هدف يجب تعظيمها أو تصغيرها، و أيضا من قيود خطية في صورة متراجحات أو معادلات أو خليط منها، و هناك شرط آخر يعرف بشروط عدم السلبية أي إستبعاد القيم السالبة نظرا لعدم وجود تفسير لها، و يمكن صياغة نموذج البرمجة الخطية في الصورة التالية[8] :

4-R. Bourbonnais (Opcit); P.1

5- J.P.védrine et autres (Opcit);p76

6- عبد الرحمان بن محمد أبو عمة و محمد أحمد العش (مرجع سبق ذكره) ص5

7- محمد الحناوي (بحوث العمليات في مجال الإدارة)الإسكندرية ، مؤسسة شباب الجامعة 1981 ص 63

8- إبراهيم أحمد مخلوف (التحليل الكمي في الإدارة) جامعة الملك سعود1994 ص 23

$$(1)\ldots\ldots Z = C_1x_1 + C_2x_2 + \ldots\ldots + C_nx_n$$

طبقا للشروط :

$$(2)\ldots\leftarrow \begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \ldots\ldots + a_{1n}x_n \leq = \geq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \ldots\ldots + a_{2n}x_n \leq = \geq b_2 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \ldots\ldots + a_{mn}x_n \leq = \geq b_n \end{cases}$$

$$(3)\ldots\ldots x_1, x_2, \ldots, x_n \geq 0$$

حيث يمكن أن تكون المتراجحات في صورة مساواة (=) أو أكبر من أو يساوي (≥) أو أصغر من أو يساوي (≤) و تعرف المعادلة (1) بدالة الهدف و يعبر x_j عن المتغير القراري رقم j ،و يعبر c_j عن ثابت يسمى بمعامل قياس الفعالية، و ذلك لكل وحدة x_j ، و يكون في صورة ربح أو تكلفة أو وقت ....الخ .

وتشكل المعادلات أو المتراجحات (2) القيود الهيكلية للبرنامج حيث تشير a_{ij} إلى كمية القيد i المقابلة لوحدة واحدة من المتغير القراري x_j ، وتشير b_i إلى كمية معينة للقيد i و يلاحظ أن a_{ij} و b_i ثوابت أيضا مثل c_j .

و تمثل المتراجحات رقم (3) شروط عدم السلبية لأنه في أغلب التطبيقات الإدارية تكون غير سالبة أي لا يمكن إنتاج كمية سالبة مثلا.

و هناك عدة صياغات رياضية للبرمجة الخطية، تختلف حسب نوع المشكلة مثل مشكلة تخطيط الإنتاج، و مشكلة النقل و التخصيص..... .

II-1-3 مجالات تطبيق البرمجة الخطية: تلعب البرمجة الخطية دورا كبيرا في حل الكثير من المشاكل منها:

أ- مشكلة تخطيط الإنتاج:

تستخدم البرمجة الخطية بشكل كبير في مجال تخطيط الإنتاج سواء المتوسط المدى أي التخطيط الإجمالي أو التخطيط القصير المدى، أي الإختيار الصحيح لأحجام محددة من عدد معين من منتجات المؤسسة مع مراعاة طاقات الإنتاج و مستلزماتها.

ب- مشكلة النقل و التوزيع:

تعتبر مشكلة النقل أحد التطبيقات المهمة للبرمجة الخطية ،و تهدف أساسا إلى تخفيض التكلفة الكلية لنقل المواد الخام أو المنتجات من مناطق الإنتاج أو المصانع إلى مراكز التوزيع أو الأسواق، و ذلك بطريقة تضمن تغطية المراكز من ناحية، كما تضمن أن كل منطقة إنتاجية توزع إنتاجها من ناحية أخرى.

ج- مشكلة التخصيص:

تهتم مشكلة التخصيص بإتخاذ القرار الخاص بتخصيص مورد واحد من عدد معين من الموارد المتاحة،

(أشخاص أو آلات.....) على عمل واحد من عدد معين من الأعمال أو الإستخدامات البديلة بـــحيث تكون دالة الهدف والتي تعبر عن التكلفة، أو وقت أداء العمل، أو كفاءة إنتاجية، في مستواها الأمثل.

فيقابل متخذ القرار هذه المشكلة في كثير من المواقف الإدارية، مثل توزيع أفراد مدربين لممارسة أعمال معينة، تخصيص عدد معين من الآلات لها إستخدامات بديلة متعددة على هذه الإستخدامات، و يمكن في ذلك الإستعانة بالبرمجة الخطية.

و يوجد الكثير من الإستخدامات للبرمجة الخطية كمشكلة توزيع الاستثمارات ، و تخصيص المساحات المخزنية...الخ.

II-1-4 النماذج المستحدثة من البرمجة الخطية:هناك عدة نماذج إستحدثت من البرمجة الخطية نذكر منها:[9]

أ) **نموذج برمجة الأعداد الصحيحة** (programmation en nombre entier): تفترض البرمجة الخطية أن تكون المتغيرات القرارية متصلة أي قابلة للتجزئة، فيمكن مثلا أن تكون قيم الحل الأمثل في صورة كسرية، الأمر الذي قد لا يناسب الكثير من المواقف خاصة إذا كانت المتغيرات تعبر عن حجم العمال أو منتجات غير قابلة للفصل كالسيارات أو الطائرات .وفي هذا الصدد يمكن إستخدام نموذج برمجة الأعداد الصحيحة ، حيث تكون المتغيرات القرارية أعداد صحيحة (1، 2 ....) و هناك عدّة طرق لحل مثل هذه المشاكل.

ب)**نموذج البرمجة الرقمية الثنائية** (programmation des variable binaires):تكون قيم متغيرات القرار فيها إما صفر أواحد، و تستخدم خاصة عند عملية الإختيار ، فمثلا عند إختيار مشاريع من بين عدة مشاريع بحيث يحقق هذا الإختيار أكبر ربح، فهنا يمكن إستخدام البرمجة الرقمية الثنائية بحيث يعبر متغير القرار التي يتم إختياره عن الواحد و الذي لا يتم إختياره عن الصفر .

ج) **نموذج البرمجة الرقمية المختلطة** (programmation des variable binaires mixtes):يمكن أن تكون بعض المتغيرات في النموذج مستمرة و بعضها في صورة أرقام صحيحة و البعض الآخر إمّا صفر أو واحد.

د) **نموذج البرمجة الغير خطية** (programmation non linéaire):في نموذج البرمجة الخطية تكون دالة الهدف و جميع القيود في صورة خطية ، فإذا كان ربح الوحدة الواحدة مثلا 10 دج فان ربح 5 وحدات هو 5× 10 = 50 دج ...الخ.و نفس الشيء بالنسبة للقيود فإذا تطلب إنتاج وحدة واحدة 7 موارد فإن إنتاج 10 وحدات هو 7 ×10 = 70.ولكن في بعض الأحيان لا يتحقق شرط الخطية ،فمثلا تكاليف الإنتاج قد لا تكون ثابتة، حيث يتم إستخدام ساعات إضافية تكون تكلفتها أكبر من تكلفة

[9]- إبراهيم أحمد مخلوف (نفس المرجع السابق) ص12 .

العمل العادية ،كذالك فإن أرباح بيع وحدة بالنسبة لمؤسسة تجارية قد لا يكون تابت، لأن الزيادة في حجم المبيعات تتطلب مصاريف دعاية أو وكلاء مبيعات جدد ، الأمر الذي يجعل العلاقة بين المتغيرات غير خطية، وتسمى النماذج في هده الحالة بنماذج البرمجة الغير خطية.وهناك بعض الطرق المعروفة لحل مثل هده النماذج كا[10]:

- طريقة التقريب:وفي هذه الحالة يتم تجزئة الدالة الغير خطية إلي مجموعة من الدوال الخطية.
- طريقة مضاعف لاغرانج لكون و توكر (Khun et Tucker).

كما توجد هناك طرق أخرى لمعالجة البرمجة التربيعية و التي تعتبر أحد صور البرمجة الغير خطية حيث تكون دالة الهدف فيها في صورة تربيعية و القيود في صورة خطية .

هـ)**البرمجة العشوائية (الإحتمالية):** (Programmation stochastique):في البرنامج الخطي نفترض أن معاملات النموذج (مؤشرات النموذج في دالة الهدف أو القيود) ثابتة لا تتغير ،ولكن في الحالة العملية يمكن أن تكون بعض هذه المعاملات أو جميعها متغيرا نظرا لعوامل مختلفة، كتغيير معدلات إستخدام الموارد في العملية الإنتاجية ، أو تغير معدلات الربح و التكلفة ..... ويمكن أن تتبع هذه المعاملات توزيع احتمالي معين، و بالتالي يصبح النموذج غير محدد ويمكن تحويله إلى نموذج محدد و تسمى هذه النماذج بنماذج البرمجة العشوائية.

II-1-5 شروط إستخدام البرمجة الخطية:هناك شروط يجب توافرها في المشكلة المراد علاجها و هي: [11]

1) ينبغي إستخدامها في حالة ندرة الموارد، فلو كانت هناك موارد متوفرة لما كانت هناك مشكلة، فهذه الندرة تمثل أحد أهم القيود التي تخضع لها الإدارة في سعيها لتحقيق الهدف.

2) يجب أن يكون هناك هدف محدد و معبر عنه بطريقة كمية، كما يجب أن يكون واضح و دقيق ويمكن التعبير عنه في شكل معادلة رياضية.

3) يجب أن تكون هناك بدائل مختلفة لتحقيق الهدف ، فيجب أن تكون هناك أساليب بديلة لمزج الموارد للوصول إلى الهدف حيث يكون لكل بديل عائد متوقع ، فتصبح المهمة في إختيار البديل الذي يعطي أعلى عائد أو أدنى تكلفة في حدود القيود المفروضة .

4) يفترض أن تكون العلاقات بين المتغيرات التي تتركب منها المشكلة، خطية، و يقصد أن أي تغيير ما في أحد المتغيرات يحدث تغيرا مناسبا تماما مع المتغير الآخر، أما إذا حدث و كانت المتغيرات غير خطية فيجب تحويلها حتى تصبح خطية.

5)يجب أن توجد قيود على المتغيرات الداخلة في دالة الهدف، و القيود الهيكلية نستبعد منها القيم السالبة.

---

[10] J.p.Védrine (opcit) p107

[11] - على السلمي (الأساليب الكمية في الإدارة) القاهرة : دار المعارف 1975 ص38

II-1- 6 طرق حل نموذج البرمجة الخطية: توجد عدة طرق لحل نموذج البرمجة الخطية نذكر منها:

- الطريقة البيانية: و التي يمكن إستخدامها في حل المشاكل التي لا يزيد عدد متغيراتها الأصلية عن 2.
- طريقة السمبلكس : حيث تعتبر هذه الطريقة الطريقة العامة لحل مشكلات البرمجة الخطية، و التي تمتاز بالقدرة على الوصول إلى الحل الأمثل دون الحاجة إلى دراسة جميع الحلول الممكنة، و ذلك بالبدء بالحل القاعدي ثم الإنتقال إلى حل أفضل من الحل السابق و هكذا حتى يتم الوصول إلى الحل الأمثل، ويمكن إستخدام هذه الطريقة مهما كان عدد متغيرات المشكلة .

II-1-7إستخدام برامج الإعلام الآلي في حل نماذج البرمجة الخطية: لقد طورت العديد من البرامج التي يمكن إستخدامها في حل نماذج البرمجة الخطية، ومن أحدثها نذكر البرنامج Lindo و الذي يستخدم خصيصا لحل مشاكل البرمجة الخطية ، و كذا القيام بتحليل الحساسية ،كما يمكنه أيضا حل نماذج البرمجة الرقمية الثنائية و أيضا المختلطة وهذا عن طريق إصدار أوامر حول المتغيرات التي نرغب في أن تأخذ أعداد صحيحة أو صفر أو واحد ، لذلك فإن إستخدام هذا البرنامج جعل حل مشاكل البرمجة الخطية أمرا يسيرا و ذا سرعة فائقة.

II-2 نماذج البرمجة الخطية في التخطيط الإجمالي:

كانت طريقة التجربة و الخطأ التي أوضحنا ها سابقا سواء بإستخدام الجداول أو المنحنيات البيانية تستخدم بإنتشار واسع في التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية، وكان ذلك قبل التقدم الذي شمل الأساليب الرياضية خاصة البرمجة الخطية و الذي ظهر في الخمسينات لمعالجة مشكلة تخطيط الإنتاج.

II-2-1 نموذج النقل في التخطيط الإجمالي لـــBowman (1956): في سنة 1956 قدم بويـــمان طريقة أيسر و أدق للتعامل مع مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج ، إذ أمكنه صياغة و تشكيل مشكلة التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية على صورة نموذج للنقل، و الذي يندرج ضمن أساليب البرمجة الخطية حيث يمكن من خلاله الحصول على الحل الأمثل للمشكلة. وميزة هذه الطريقة- طريقة النقل - في التخطيط الإجمالي للإنتاج أنها تسمح لنا بإستخدام بدائل الإنتاج الممكنة وهي: إنتاج الوقت العادي، إنتاج الوقت الإضافي، المخزون والتعاقد مع مصادر خارجية (sous traitance)ولكي يمكن إستخدام طريقة النقل فإنه يتعين صياغة مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج بحيث يتم مراعاة الأتي:[12]

-أن يتم التعبير عن الطاقة الإنتاجية لبدائل الإنتاج المختلفة، والطلب المتنبأبه بوحدة قياس مشتركة إما بالوحدات أو ساعات العمل...، إذ سيتم الوفاء بالطلب من تلك الطاقات الإنتاجية مما يستلزم أن تكون وحدات القياس واحدة.

12 Bowman ;Production Scheduling By The Transportation Method of Linear programming ;Journal of the Opérations Research Society 1955.p103

-أن تتعادل الطاقة الإنتاجية الكلية لكافة بدائل الإنتاج للفترة التخطيطية، مع إجمالي الطلب المتنبأبه لتلك الفترة ، وهذا الشرط نادرا ما يتحقق لذلك يجب التدخل لإحداث هدا التعادل ويتم ذلك من خلال إفتراض وجود مورد طاقة وهمي ،أو إحتياج لطلب وهمي، وأن يكون أي منهما بتكلفة صفرية للوحدة، عندئذ يتحقق التوازن المطلوب للنموذج مما يساعد علي تطبيقه وإستخدامه في الحل.

-أن تكون كل علاقات التكاليف خطية.

ولتوضيح كيف يتم تطبيق طريقة النقل لحل مشكلة التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية سوف نتطرق للمثال الآتي:

مثال(3-2):[13]

كانت المعلومات المتعلقة بإحدى المؤسسات الصناعية لخمس فترات إنتاجية كما يلي:

جدول(3-5): توقعات الطلب و الطاقة الإنتاجية و تكاليف البدائل الإنتاجية في إحدى المؤسسات الصناعية

الفترات	1	2	3	4	5
توقعات الطلب	200	400	600	500	300
الطاقة في الوقت العادي	300	300	300	400	500
الطاقة في الوقت الإضافي	100	50	100	150	100
الطاقة من مصادر خارجية	100	100	100	100	0
تكلفة الوحدة المنتجة					
تكلفة الوحدة في الوقت العادي	10	10	14	13	10
تكلفة الوحدة في الوقت الإضافي	13	13	13	18	18
تكلفة الوحدة من مصادر خارجية	12	15	17	19	-

المصدر:A.jamali ;(gestion des systems de production) ;Université de Laval ;Canada ;1999 ;p30

-تكلفة التخزين تقدر ب 1.75 دج / للوحدة / الشهر

- مخزون أول المدة تقدر ب 20 وحدة تكلفة.
- مخزون آخر المدة يجب أن يكون 100 وحدة
- لا يوجد إنقطاع في المخزون .

ويمكن وضع المعلومات في الجدول (3-6) و الذي يعبر عن طريقة النقل كالآتي :

[13] -A.jamali ;(gestion des systems de production) ;Université de Laval ;Canada ;1999 ;p30

جدول(3-6):التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية بإستخدام طريقة Bowmanللنقل

		الفتـــــرات التـــخطيطيـــة(الإستخدام)							
الفترات		1	2	3	4	5	الطاقة غير المستخدمة	الطاقة المتاحة	التكلفة الإجمالية
المخزون المبدئي		0 20	1.75	3.5	5.25	7		20	
1	TR	10 180	11.75 100	13.5 20	15.25	17		300	4245
	TS	13	14.75	16.5 30	18.25	20		100	495
	ST	12	13.75	15.5	17.25	19		100	1550
2	TR		10 300	11.75	13.5	15.25		300	3000
	TS		13	14.75 50	16.5	18.25		50	737.5
	ST		15	16.75	18.5	20.25		100	0
3	TR			14 300	15.75	17.5		300	4200
	TS			13 100	11.75	16.5		100	1300
	ST			17	18.75	20.5		100	0
4	TR				13 400	14.75		400	5200
	TS				18 100	19.75		150	1800
	ST				19	20.75		100	0
	TR					10 400		500	4000
	TS					18		500	5
	ST					0		100	
الطلب		200	400	600	500	400		0	

المصدر: Anouar jamali ; (Op-cité) ;p35

نلاحظ من خلال المثال السابق أن الطلب المتنبأبه، و حدود طاقات بدائل الإنتاج المتاحة جميعها مقاسه بوحدة قياس واحدة، و هي الوحدة الإنتاجية و هذا يحقق الشرط الأول.

نلاحظ عدم وجود تعادل بين إجمالي الطاقة للبدائل المتاحة للإنتاج مضافا إليه مخزون أول المدة، مع إجمالي الطلب علي المنتجات مضافا إليه مخزون آخر المدة، حيث أن إجمالي الطاقة المتاحة تزيد عن إجمالي الطلب

TR:temps régulier
TS:temps supplémentaire
ST:sous-traitance

بمقدار620 ،و هي مقدار الطاقة الغير مستخدمة لذا تمت إضافة مصدر وهمي للطلب بغرض تحقيق التعادل المطلوب.

و عليه تكون تكلفة الخطة الإجمالية باستخدام طريقةBowman للنقل 25527.5.

يمكن صياغة نموذج Bowmanفي شكل نموذج للبرمجة الخطية و هذا حتى يمكن حله بمساعدة البرنامج lindo كالآتي[14] :

$$MinZ = \sum_{k=1}^{T}\sum_{j=1}^{m}\sum_{k=i}^{T} C_{ijk}x_{ijk}$$

تحت الشروط:

قيـــود الطاقـــــة $\quad \sum_{k=i}^{T} x_{ijk} \le p_{ij}$

قيـــود الطلـــــب $\quad \sum_{i=1}^{T}\sum_{j=1}^{m} x_{ijk} \ge D_k$

قيـــود عدم السلبية $\quad x_{ijk} \ge 0$

$$i = 1,2,.....,T$$

$$j = 1,2,.....,m$$

$$k = 1,2,.....,T$$

حيـــث:

x_{ijk} :الكمية المنتجة في الفترة i بإستخدام الإجراء j (ST,TS,TR) للفترة k

C_{ijk} : تكلفة الوحدة الواحدة المنتجة في الفترة i بإستخدام الإجراء j للفترة k

p_{ij} : الطاقة المتاحة في الفترة i من البديل j (ST,TS,TR) .

D_k : كمية الطلب الإجمالي في الفترة k

T : الأفق الزمني للتخطيط .

m : عدد الإجراءات من البدائل الإنتاجية (في المثال السابق يساوي 3)

بإستخدام هذا النموذج يمكن مباشرة الحصول على الحل الأمثل، أي الحل الذي يقوم بتدنيه جميع التكاليف.

إن أهم الإنتقادات التي توجَّه إلى طريقة النقل هي أنها لا تقوم بحساب تكاليف التغيير في حجم الإنتاج و المتمثلة في تكاليف تعيين عاملين جدد أو تكاليف الاستغناء عن جزء من العمالة المستخدمة، كذلك لا تأخذ في الحسبان تكاليف عدم الوفاء أو رفض بعض الطلبيات كلية أو رفض جزء من الطلبية (تكاليف

[14] -Bowman (Op-cit) p213

الإنقطاع) ، و الحقيقة أن هذا الإنتقاد و أن كان يمثل نقطة ضعف في فترة سابقة، إلا أن التقدم الذي شهدته طريقة النقل يمكن أن يقدم العلاج المناسب لمثل تلك الحالات .

كما أن إفتراض الخطية يمكن أن يمثل أحد نقاط الضعف، و بخلاف ذلك فإن طريقة النقل ممتازة في التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية، طالما كانت فروضها مطابقة تماما للحالة المعنية.

II-2-2 نموذج Vollmann في التخطيط الإجمالي:لقد بذلت الكثير من المحاولات و الجهود في بناء و صياغة مشكلة التخطيط الإجمالي في شكل نماذج للبرمجة الخطية، و يعتبر Vollman أحد الباحثين في هذا المجال ، إذ تمتاز نماذج البرمجة الخطية على نماذج النقل لـــ Bowman في أنها تعطي الحل الأمثل لمشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج دون إهمال أي بديل ممكن و متاح ، على عكس طريقة النقل التي تميزت بنقطة الضعف الأساسية الخاصة بعدم إمكانية حساب تكاليف التغيير في حجم قوة العمل، وفي معدل الإنتاج عن طريق تعيين قوة عمل إضافية أو الإستغناء عن جزء من العمالة الحالية .

ويهدف نموذج البرمجة الخطية إلى تدنية التكلفة الكلية الخاصة بجميع تكاليف البدائل الإنتاجية، بما فيها التخزين ، تكاليف تعيين و تسريح العمال ، و تكاليف الوقت العادي و الوقت الإضافي و كذا تكاليف الشراء من مصادر خارجية و يمكن توضيحه كالآتي :[15]

أ: تعـــريف معلمـــات و متغيـــرات النموذج:

C_F : تكلفة تسريح عامل واحد.

C_H : تكلفة تعيين عامل واحد.

C_R : تكلفة الإنتاج لوحدة واحدة في الوقت العادي.

C_O : تكلفة الإنتاج لوحدة واحدة في الوقت الإضافي.

C_I : تكلفة الإحتفاظ بوحدة واحدة في المخزون.

C_E : تكلفة الوحدة الواحدة المتحصل عليها من مصادر خارجية.

C_U : تكلفة الزمن الغير مستغل فيما إذا كانت مستويات الإنتاج أقل من طاقة قوة العمل.

H_t :عدد العمال الذين يتم تعينهم في الفترة t.

F_t :عدد العمال الذين يتم تسريحهم في الفترة t.

x_t :عدد الوحدات المنتجة في الوقت العادي للفترة t.

O_t :عدد الوحدات المنتجة في الوقت الإضافي للفترة t.

I_t :عدد الوحدات المخزنة في نهاية الفترة t.

U_t :عدد الوحدات التي لم تنتج نتيجة للزمن الغير مستغل في الفترة t.

[15] T.E Vollman et al, (manifacturing planning and contol systems) ,4 eme: IRWIN , Mcc- Grow Hill, , USA ;1998 p613

S_t :عدد الوحدات المتحصل عليها من مصادر خارجية في الفترة t

D_t :التنبؤ بالطلب للفترة t.

SS_t :مخزون الأمان (الحد الأدنى من الوحدات التي يجب الإحتفاظ بها في المخزون في الفترة t).

A_{1t} :عدد الوحدات الأقصى التي يمكن أن ينتجها عامل واحد في الوقت العادي في الفترة t.

W_t: عدد العمال في الفترة t.

A_{2t} : عدد الوحدات الأقصى التي يمكن أن ينتجها عامل واحد في الوقت الإضافي في الفترة t.

G_t: عدد الوحدات التي لم يتم إستخدامها في الوقت الإضافي للفترة t.

A_3 : عدد العمال في بداية فترة التخطيط.

A_4 : عدد الوحدات المخزنة في بداية فترة التخطيط .

A_5 :عدد العمال التي ترغب المؤسسة الإبقاء عليهم في الفترة T

T : عدد الفترات التخطيطية (أفق التخطيط).

ب) : **الصياغة الرياضية للنموذج**[16]:

دالـــة الهـــدف : ترغب المؤسسة في تدنية مجموع التكاليف المتعلقة بجميع البدائل الإنتاجية:

$$MinZ = \sum_{t=1}^{T}(C_h H_t + c_F F_t + C_r x_t + C_o O_t + C_i I_t + C_u U_t + C_s S_t)$$

وفق الشروط الآتية:

1)القيد المتعلق بالوحدات المنتجة :

$$X_t + O_t + S_t + I_{t-1} - I_t = Dt \qquad t = 1,2,....,T$$

$$I_t \geq SS_t$$

2) القيد المتعلق بالإنتاج في الوقت العادي:

$$X_t - A_{1t} W_t + U_t = 0 \qquad t = 1,2,....,T$$

3) القيد المتعلق بالإنتاج في الوقت الإضافي:

$$O_t - A_{2t} W_t + G_t = 0 \qquad t = 1,2,....,T$$

4) القيد المتعلق باليد العاملة:

$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0$$

5)القيود المبدئية:

$$W_0 = A_3$$
$$I_0 = A_4$$

[16] -Volman et al, (Op-cité), P.614

$$W_t = A_5$$

شروط عدم السلبية: $X_t; O_t; S_t; I_t; U_t; G_t \geq 0$

$$W; H; F \geq 0 \quad et \quad entier$$

ج)شـــــرح النمـــــوذج:

يمثل النموذج أعلاه أحد نماذج البرمجة الخطية المستخدمة بصفة كبيرة في حل مشكلة التخطيط الإجمالي حيث تعبِّر دالة الهدف على تدنية مجموع تكاليف البدائل الإنتاجية .

أما فيما يخص القيد الأول وهو القيد المتعلق بالوحدات المنتجة، فيوضح أنه يجب أن تكون الكمية المنتجة في الوقت العادي + الكمية المنتجة في الوقت الإضافي + عدد الوحدات المتحصل عليها من مصادر خارجية + كمية المخزون السابقة – كمية المخزون الحالية يجب أن يساوي الطلب المتنبأبه في تلك الفترة، كما يجب أن تحتفظ المؤسسة على الأقل بمخزون أمان SS_t لكي تواجه به إحتمال النفاد.

أما القيد الثاني فيتعلق بكمية الإنتاج في الوقت العادي، حيث تعبر A_{1t} عن أقصى إنتاج يمكن أن يحققه عامل واحد في الفترة t ،و يمكن تحديده عن طريق جداء عدد أيام العمل الشهرية × عدد الساعات اليومية × عدد الوحدات المنتجة من طرف كل عامل خلال ساعة عمل، و عليه تساوي الكمية المنتجة في الوقت العادي المقدار A_{1t} × عدد العمال في الفترة t + الكمية U_t و التي تعبِّر عن مقدار الوحدات التي قد لا ينتجها العامل نتيجة لإنخفاض إنتاجيته مثلا بسبب الغيابات ... الخ.

أما القيد الثالث فيتعلق بكمية الإنتاج في الوقت الإضافي، و لا يختلف شرحه عن القيد السابق.

أما القيد الرابع فيعبر عن مستوى العمالة في كل فترة حيث أن:

عدد العمال في الفترة t = عدد العمال في الفترة السابقة $t-1$ + عدد العمال الذين يتم تعينهم في الفترة t – عدد العمال الذين يتم تسريحهم في الفترة t و يمكن التوضيح أكثر عن طريق الإستعانة بالمثال التالي:

مثال(4-3): [17]

ترغب أحد المؤسسات الصناعية في إعداد خطة إنتاج إجمالية مثلى حيث كانت المعلومات المتعلقة بالطلب المتوقع و أيام العمل الفعلية خلال الستة أشهر الأولى من إحدى السنوات كالآتي :

جدول (3-7) : الطلب المتنبأ به و عدد الأيام الفعلية لستة أشهر في أحد المؤسسات

الفترات	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان
الطلب المتنبأ به	1280	640	900	1200	2000	1400
أيام الطلب الفعلية	20	24	18	26	22	15

المصدر: Steven Nahmias (production and operation analysis) macc Graw Hill ;USA ;2001 P125

[17] -Steven Nahmias, (production and operation analysis), Macc Graw Hill ,2001, P125.

حيث تحتفظ المؤسسة ب 500 وحدة جاهزة في المخزون قبل فترة التخطيط ، كما ترغب المؤسسة في أن يكون مستوى مخزونها في آخر فترة التخطيط بـــ 00 6وحدة .

مستوى العمالة في بداية فترة التخطيط 300 عامل .

أما فيما يخص التكاليف المتعلقة بالبدائل الإنتاجية فيمكن تلخيصها في الجدول(3-7) الآتي:

جدول (3-8): تكاليف تعيين العمال و الإحتفاظ بالمخزون

نـــوع التكلفـــة	القيـــمة
تكلفة تعيين عامل	500 دج
تكلفة تسريح عامل	1000دج
تكلفة الإحتفاظ بوحدة /شهر	80دج

المصدر: من إعداد الطالب

حسب المعطيات التاريخية لوحظ أنه في فترة 22 يوم وعن طريق 67 عامل يمكن إنتاج 245 وحدة.

من أجل وضع النموذج يجب أولا تحديد الحد الأقصى لعدد الوحدات التي يمكن إنتاجها من طرف عامل واحد في كل فترة A_{1t} .

فإذا إعتبرنا K هو عبارة عن الوحدات المنتجة من طرف عامل كل يوم فإن :

$$K = \frac{\text{245 وحدة / 22 يوم}}{\text{76 عامل}} = 0.14653$$

ويمكن تلخيص نتائج A_{1t} في الجدول الآتي :

جدول (3-9) : تحديد عدد الوحدات المنتجة من طرف عامل واحد خلال كل فترة

الأشهـــر	$A_{1t} = K \times$ عدد الأيام الفعلية لكل شهر
جانفي	2.931
فيفري	2.517
مارس	2.638
أفريل	3.81
ماي	3.224
جوان	2.198

المصدر: من إعداد الطالب

و عليه تكون الصياغة الرياضية للمثال السابق كالآتي :

$$MinZ = 500\sum_{t=1}^{6} H_t + 1000\sum_{t=1}^{6} F_t + 80\sum_{t=1}^{6} I_t$$

تحت الشروط:

1)تحديد مستوى العمالة لكل فترة:

$$W_1 - W_0 - H_1 + F_1 = 0$$
$$W_2 - W_1 - H_2 + F_2 = 0$$
$$W_3 - W_2 - H_3 + F_3 = 0$$
$$W_4 - W_4 - H_3 + F_4 = 0$$
$$W_5 - W_4 - H_5 + F_5 = 0$$
$$W_6 - W_5 - H_6 + F_6 = 0$$

2)تحديد عدد الوحدات المنتجة والمخزنة في كل فترة:

$$P_1 - I_1 + I_0 = 1280$$
$$P_2 - I_2 + I_1 = 640$$
$$P_3 - I_3 + I_2 = 900$$
$$P_4 - I_4 - I_3 = 1200$$
$$P_5 - I_5 + I_4 = 2000$$
$$P_6 - I_6 + I_5 = 1400$$

3)إستغلال الوقت العادي في الإنتاج

$$P_1 - 2.931W_1 = 0$$
$$P_2 - 3.517W_2 = 0$$
$$P_3 - 2.638W_3 = 0$$
$$P_4 - 3.810W_4 = 0$$
$$P_5 - 3.224W_5 = 0$$
$$P_6 - 2.198W_6 = 0$$

4)الشروط المبدئية:

$$W_0 = 300$$
$$I_0 = 500$$
$$I_6 = 600$$

5)شروط عدم السلبية:

$$W, F, H \geq 0 \text{ et entier} \qquad t = 1,2,....,6$$
$$P_t, I_t \geq 0$$

وبإستخدام البرنامج lindo في حل النموذج السابق يمكن تلخيص النتائج في الجدول الأتي:

جدول(3-10): نتائج الخطة الجمالية باستخدام البرمجة الرياضية

الأشهر	عدد العمال في الفترة t	عدد العمال الذين يجب تعينهم	عدد العمال الذين يجب تسريحهم	عدد الوحدات التي يجب إنتاجها	عدد الوحدات التي يجب تخزينها
جانفي	273	-	27	800	20
فيفري	273	-	-	960	160
مارس	273	-	-	720	0
أفريل	273	-	-	1040	379
ماي	738	465	-	2379	1
جوان	738	-	-	1622	-

المصدر:من إعداد الطالب

وعليه تكون التكلفة الكلية للخطة الإنتاجية:379500دج.

"يعتبر نموذج البرمجة الخطية لـــVollman و الذي سبق شرحه، أحد النماذج الجيدة في معالجة مشكلة التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية، خاصة بعد التطور الكبير في برامج الإعلام الآلي المستخدمة في حل مثل هذه النماذج،ضف إلي ذلك إمكانية القيام بتحليل للحساسية(analyse de sensibilité)،والتي تهتم بدراسة أثر التغير في أحد مؤشرات(معلمات)النموذج علي الحل الأمثل ،الأمر الذي يجعل دراسة النموذج أكثر واقعية ،خاصة إذا علمنا أنّه في غالب الأحيان تكون هذه المؤشرات غير مؤكدة (imprécis)أو عشوائية"[18]،فيمكن مثلا معرفة أثر الزيادة في أجور اليد العاملة،أو ساعة عمل إضافية على الحل الأمثل للخطة الإنتاجية.

من نقائص النموذج السابق أنه لا يدخل في إعتباره تكاليف الإنقطاع في المخزون ،كما أن هناك مؤسسات تقوم بصنع عدة تشكيلات من المنتجات الأمر الذي يجعل وحدة القياس غير ممكنة، مثل (الزيت بمختلف أحجامه ، و الصابون بأنواعه) ففي هذه الحالة ربما قد يكون الفصل بين التشكيلتين أفضل عند بناء النموذج، ضف إلى ذلك إفتراض الخطية الذي قد يعتبر عائقا أمام تلك النتائج المتحصل عليها.

II-2-3 نموذج HAX and Candéa في التخطيط الإجمالي: يعتبر هاكس و كاندي أحد الباحثين البارزين في إدارة العمليات والإنتاج،خاصة في التخطيط الإجمالي ،ففي سنة 1984 أصدرا كتابا عنوانه إدارة الإنتاج و المخازن (production and invontory management)، حيث وضعا نموذجاً للتخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية وهو عبارة عن نموذج برمجة خطية، يستخدم في الحالة التي تنتج فيها المؤسسة عدّة منتجات، بحيث

[18] Y. crama et autres(recherche opérationnel et gestion de la production)revue، nouvelles de la science et des technologies 1997p3

يصعب عندها دمج جميع تلك المنتجات في وحدة قياس واحدة ، أو عندما يكون عدد المنتجات قليل بحيث يصبح فصل المنتجات أمراً نوعاً ما سهلاً(قلة المتغيرات)، أو عندما تنتج المؤسسة تشكيلات مجتمعة من منتجات مختلفة كأن تصنع الزيت بمختلف الأحجام ، أو الصابون بمختلف أنواعه ، حيث تعتبر منتجات الزيت عن تشكيلة1 و الصابون تشكيلة 2 ، و نموذج هاكس و كاندي هو عبارة عن نموذج برمجة خطية لعدة فترات زمنية تخطيطية ، مع مستوى عمالة ثابتة ، و إستخدام الوقت الإضافي و المخزون، و عليه تقوم دالة الهدف بتدنية تكاليف الوقت الإضافي و الإحتفاظ بالمخزون و تكاليف الإنتاج و يكون هذا النموذج كالآتي[19]:

أ- تعريف المعلمات و المتغيرات:

V_{it}= تكلفة إنتاج وحدة واحدة من المنتوج i في الفترة t بإستثناء تكاليف اليد العاملة.

C_{it}: تكلفة الإحتفاظ بوحدة واحدة من المنتوج i بين الفترة t و الفترة $t+1$.

T_t : تكلفة الساعة الواحدة من اليد العاملة في الوقت العادي في الفترة t.

o_t : تكلفة الساعة من اليد العاملة في الوقت الإضافي في الفترة t.

d_{it} : التنبؤ بالطلب للمنتوج i في الفترة t.

K_i : عدد الساعات المتاحة لإنتاج وحدة واحدة من المنتوج i .

$(Tm)_t$: عدد الساعات الإجمالية من الساعات المتاحة من الوقت العادي في الفترة t.

$(Om)_t$: العدد الإجمالي من الساعات المتاحة من الوقت الإضافي في الفترة t.

I_{oi} : مستوى المخزون المبدئي من المنتوج i.

T : الأفق الزمني للتخطيط .

N : العدد الكلي للمنتجات .

X_{it}: الكمية من المنتوج i المنتجة في الفترة t.

I_{it}:الكمية المخزنة من المنتوج iفي الفترة t

W_t: عدد ساعات العمل من الوقت العادي في الفترة t.

O_t: عدد ساعات العمل من الوقت الإضافي في الفترة t.

أ-الصياغة الرياضية للنموذج[20]:

$$MinZ = \sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(V_{it} + C_{it}I_{it}) + \sum_{t=1}^{T}(r_tW_t + o_tO_t)$$

تحت الشروط:

[19] -Cloude Oliver (Gestion de la production) école de technologie superieure ,Université de Laval;2002 p318

[20] - Claude Oliver (Op-cité) P 319 .

1)القيد المتعلق بالمخزون و الإنتاج:

$$X_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} = d_{it} \qquad \begin{matrix} i = 1,2,.....,N \\ t = 1,2,.....,T \end{matrix}$$

2)القيد المتعلق باليد العاملة لكل فترة:

$$\sum_{i=1}^{N} K_i X_{it} - W_t - O_t = 0 \qquad \begin{matrix} i = 1,2,....,N \\ t = 1,2,.....,T \end{matrix}$$

3)القيد المتعلق بالحد الأعلى للوقت العادي:

$$W_t \le (rm)_t$$

4)القيد المتعلق بالحد الأعلى للوقت الإضافي:

$$O_t \le (om)_t$$

5)شروط عدم السلبية:

$$X_{it}, I_{it}, W_t, O_t \ge 0$$

يعتبر النموذج أعلاه أحد النماذج الجيدة في التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية ،إذ يقوم بتحديد كمية كل منتوج، أو مجموعة معينة من تشكيلة من المنتجات التي يجب علي المؤسسة إنتاجها ،ولكن لا يأخذ في الإعتبار تكاليف تغيير العمال ،وأيضا لا يقوم بتدنية تكاليف الإنقطاع في المخزون ،ضف إلي ذلك صعوبة إستخدامه خاصة في المؤسسات التي تقوم بإنتاج عدد كبير من المنتجات المختلفة، حيث يكون عدد المتغيرات نوعا ما ضخماً.

II-2-4نموذج Hax and Candéa الموسع:لقد تمكن هاكس و كاندي من تحسين نموذجهما ،وذلك بإضافة عدة متغيرات وقيود،ليشمل تكاليف تغيير العمال عن طريق التسريح و التعيين، وأيضا تكاليف إنقطاع المخزون ،ويمكن إعادة صياغة النموذج كالآتي:

أ- ***تعريف المتغيرات والمعلمات***

H_t :عدد العمال الذين يتم تعينهم(بالساعات) في الفترة t

F_t : عدد العمال الذين يتم تسريحهم(بالساعات) في الفترة t

I_{it}^{+} :عدد الوحدات من مخزون المنتوج i في نهاية الفترة t

I_{it}^{-} :عدد وحدات انقطاع المخزون من المنتوج i في نهاية الفترة t

b_{it} :تكلفة الانقطاع لكل وحدة من المنتوج i بين الفترة t و الفترة $t+1$.

h_t :تكلفة تعيين عامل لساعة عمل واحدة في الفترة t.

f_t : تكلفة تسريح عامل لساعة عمل واحدة في الفترة t.

p :نسبة الوقت الإضافي المسموح به نسبةً للوقت العادي.

ب-*الصياغة الرياضية للنموذج*[21].

$$MinZ = \sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(V_{it}X_{it} + C_{it}I_{it}^{+} + b_{it}I_{it}^{-}) + \sum_{t=1}^{T}(r_tW_t + o_tO_t + h_tH_t + f_tF_t)$$

تحت الشروط:

1)القيد المتعلق بالاحتفاظ وانقطاع المخزون والإنتاج:

$$X_{it} + I_{i,t-1}^{+} - I_{i,t-1}^{-} - I_{i,t-1}^{+} + I_{it}^{-} = d_{it} \qquad \begin{matrix} i = 1,2,....,N \\ t = 1,2,....,T \end{matrix}$$

2)القيد المتعلق باليد العاملة لكل فترة:

$$\sum_{i=1}^{N} K_iX_{it} - W_t - O_t = 0 \qquad \begin{matrix} i = 1,2,....,N \\ t = 1,2,....,T \end{matrix}$$

3)القيد المتعلق بتعيين وتسريح العمال:

$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0 \qquad t = 1,2,....,T$$

2) حدود الوقت الإضافي :

$$O_t - PW_t \le 0 \qquad t = 1,2,....,T$$

5) شروط عدم السلبية :

$$X_{it}, I_{it}^{+}, I_{it}^{-}, W_t, O_t, P_t, H_t, F_t \ge 0 \qquad \begin{matrix} i = 1,2,.....,N \\ t = 1,2.....,T \end{matrix}$$

ب: **شرح النمـــوذج :**

تتضمن دالة الهدف في نموذج هاكس و كاندي الموسع إضافة إلى النموذج السابق، تدنية تكاليف الإنقطاع في المخزون و تكاليف تسريح و تعيين العمال .

ففي القيد الأول المتعلق بالإحتفاظ و الإنقطاع في المخزون، تم تعويض كمية المخزون I_{it} بـــ$(I_{it}^{+} - I_{it}^{-})$أي أن حجم المخزون من المنتوج i في الفترة t ،هو عبارة عن الفرق بين عدد الوحدات المحتفظ بها في الفترة t وعدد الوحدات الغير ملباة في تلك الفترة ،أما القيد الرابع فيعبر على أن الوقت الإضافي هو عبارة عن نسبة من الوقت العادي، بحيث يجب على المؤسسة أن لاتتجاوزها.

أما باقي القيود فتبقى كما في النموذج الأول لهاكس و كاندي(Hax and Candéa).

يمكن إعتبار نموذج البرمجة الخطية أحد أحسن الطرق في عملية التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية كما أن معظم البحوث في الآونة الأخيرة المتعلقة بالتخطيط الإجمالي تركّز على هذا النوع من النماذج.

[21] Techawiboonwong; yenradee.p"*Aggrégate Production planning Using Spreadsheet Solver :Model and Case Study*"Research Article ;Journal Of Science Asia ;Vol 4 ;2002 ;p292

تكون في صورة علاقات غير خطية، وبالتالي لا يمكن تطبيق البرمجة الخطية،فمثلا إذا أرادت المؤسسة تغيير العمالة عن طريق تعيين عمال جدد للوفاء بالطلب المتوقع، فمثل هذا الإجراء تنجر عنه تكاليف كالتدريب و الإعلان والمقابلة الشخصية... حيث يمكن للعمال الموجودين بالمؤسسة القيام بذلك، لكن إذا كان التعيين يضم عدداً كبيراً فان ذلك يستوجب تكاليف إضافية عن طريق تخصيص أفراد داخل وخارج المؤسسة لتولي ذلك ،لذلك يمكن القول أن تكلفة تعيين عامل بالنسبة لـــ5 عمال تختلف عن تكلفة تعين عامل لـــ50عامل ،وبالتالي يمكن القول بأن أن تكلفة تغيير العمال غير خطية.

إن أحد النماذج التي حاولت تحديد خطة إنتاج إجمالية في ضل عدم خطية التكاليف،هو نموذج قاعدة القرارات الخطية.

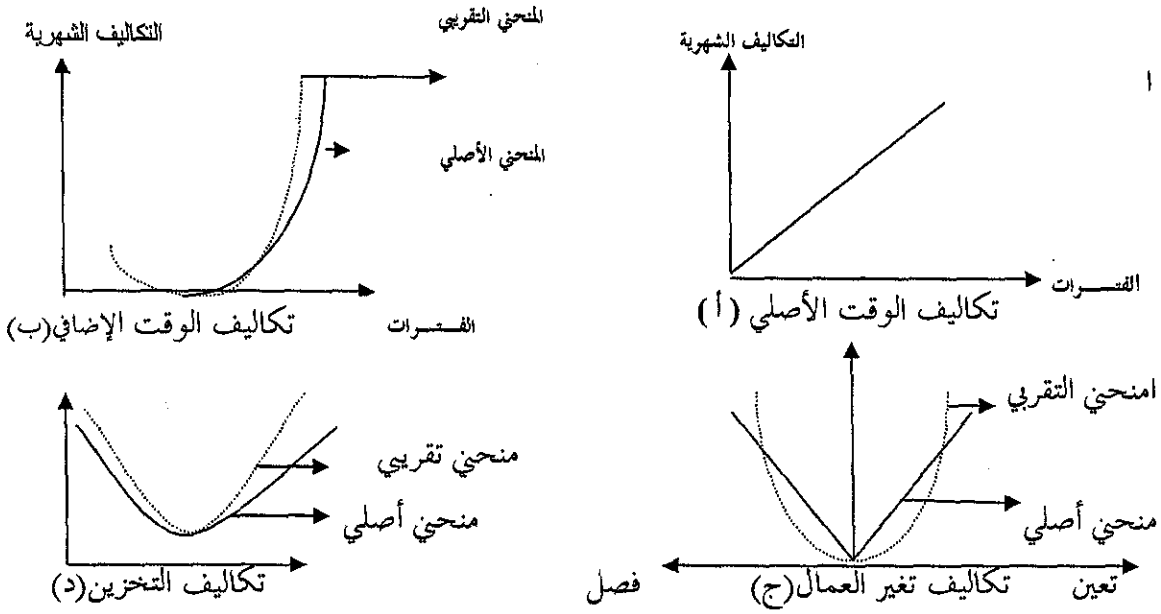
II-3 نموذج قاعدة القرارات الخطية لـــHMMS:

" لقد تم تطوير نموذج قاعدة القرارات الخطية سنة 1955 من طرف مجموعة من الباحثين في جامعة كارنجي ميلن للتكنولوجيا بالولايات المتحدة الأمريكية وهم Holt, Modigliani , Mûth , Simon لهذا يشار إختصارا لهذا النموذج بنموذج HMMS"[22].

وهو عبارة عن نموذج رياضي في التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية ،إذ يتم من خلاله تحديد معدل الإنتاج الأمثل و مستوى العمالة و المخزون خلال فترة زمنية تخطيطية معينة في ظل عدم خطية التكاليف .

إبتدأت الدراسة من طرف الباحثين بحصر أنواع التكاليف التي يجب أخذها في الحسبان عند تخطيط الإنتاج ، و انتهت الدراسة إلى أن التكاليف الإجمالية لفترة واحدة، تساوي تكلفة الوقت العادي + تكلفة الوقت الإضافي + تكاليف تغيير العمال (التسريح و التعيين) + تكاليف التخزين وقاموا بفحص تلك الأنواع المختلفة من التكاليف لعدة سنوات (15 سنة) في مصنع لصناعة الأصباغ ، ووجد أن تكاليف تعيين و تسريح العمال و تكاليف الوقت الإضافي و تكاليف الإحتفاظ و الإنقطاع في المخزون تأخذ تقريبا معادلات تربيعية، في حين تكلفة الوقت الأصلي تأخذ المعادلة الخطية، لهذا يسمى هذا النموذج أيضا بنموذج التكلفة التربيعية ، ويمكن توضيح العلاقات الرياضية لتكاليف بدائل الإنتاج من خلال الأشكال البيانية الآتية :[23]

الشكل البياني (3-1)علاقات التكلفة لبدائل الإنتاج في التخطيط الإجمالي



المصدر: HANSSMANN.F;HESS.W;*A LINEAR PROGRAMMING APPROACH TO PRODUCTION AND EMPLOYMENT SCHEDULING*;CASE INSITITUTE OF TECHNOLOGY.USA ;1960; P46

[22] - Y. crama ,(Op-cité), P34

[23] HANSSMANN.F;HESS.W;*A LINEAR PROGRAMMING APPROACH TO PRODUCTION AND EMPLOYMENT SCHEDULING* ;CASE INSITITUTE OF TECHNOLOGY.USA ;1960; P46

ويلاحظ أن الجزء أ من الشكل(3-1)أن تكاليف الوقت العادي تزيد بمعدل خطي، مع الزيادة في حجم العمالة المستخدمة في كل شهر ،كما يشير الجزء ب إلى أنه عندما يلامس منحنى التكاليف المحور الأفقي ،فيعني ذلك أن الوقت الأصلي للعمالة قد إستخدم بالكامل ،أي أن أي نقطة تقع قبل هذا المستوى تعني تكاليف وقت غير مستغل (عطل)، نظرا لعدم إستغلال الوقت الأصلي بالكامل ،أما بعد تلك النقطة فتكلفة الوقت الإضافي تزيد وغالبا ما تكون أعلى من تكلفة الوقت العادي ، كما يلاحظ على منحنى التكاليف أيضا ،أن التغير في الوقت الإضافي يقابله تغير أكبر في التكلفة ، وينطبق هذا أيضا بالنسبة للمنحنى للجزء ج و د ،حيث يعبر الجزء ج عن تكاليف تعيين و تسريح العمال، و الذي يأخذ شكل العلاقة التربيعية ، فعندما تزداد الحاجة إلى تعيين عمال جدد يكون معدل الزيادة في التكلفة أعلى ، ونفس الشيء بالنسبة لتسريح العمال . أما بالنسبة للشكل البياني للجزء د فيمثل البديل الإنتاجي الرابع و هو المخزون، إذ يتضح من الشكل الذي يعبر عن هذه العلاقة، أن هناك مستوى أمثل للمخزون و هو المستوى الذي تصل فيه مجموعة تكلفة الإحتفاظ بالمخزون و الإنقطاع إلى حدها الأدنى.

ويمكن تلخيص نتائج العلاقات الرياضية التي توصل إليها الباحثون في الجدول الآتي:[24]

جدول(3-11):العلاقات الرياضية لتكاليف البدائل الإنتاجية العامة والخاصة بالدراسة الأصلية

بدائل الإنتاج	نوع العلاقة الرياضية	الشكل العام	الشكل الخاص المتعلق بالدراسة الأصلية
الوقت العادي	خطية	C_1W_t	$-34W_t$
التعيين و التسريح	تربيعية	$C_2(W_t - W_{t-1})^2$	$64.3(W_t - W_{t-1})^2$
الوقت الإضافي	تربيعية	$C_3(P_t - C_4W_t)^2 + C_5P_t + C_6W_t$	$2(P_t - 0.76W_t)^2 + 51.2P_t - 281W_t$
المخزون	تربيعية	$C_7(I_t - C_8 - C_9D_t)^2$	$0.0825(I_t - 329)^2$

المصدر: HANSSMANN.F ;HESS.W ;(Op-cité) ;p47

مع العلم أن الباحثين إستخدموا طريقة المتوسطات المتحركة في التنبؤ.

حيث:

W_t:مستوى العمالة في الفترة t

P_t:مستوى الإنتاج في الفترة t

D_t:الطلب المتوقع خلال الفترة t

I_t:مستوى المخزون خلال الفترة t

26 HANSSMANN.F ;HESS.W ;(Op-cité) ;p47

C_1 :هي عبارة التكاليف المرتبطة بأجور اليد العاملة في الوقت العادي

C_2 :تكاليف تعيين و تسريح عمال حدد معبر عنها بالتغيرات الحاصلة في قوة العمل .

C_6, C_5, C_4, C_3 = تكاليف أنواع مختلفة من الوقت الإضافي .

C_9, C_8, C_7 = تكاليف أنواع مختلفة من المخزون .

علما أن C_1.....C_9 هي عبارة عن ثوابت يتم تحديدها باستخدام الطرق الرياضية و الإحصائية و هي تختلف حسب معلومات التكاليف التي يتم الحصول عليها في كل مؤسسة على حدة .كما أن المخزون في نهاية الفترة I_t = مخزون بداية الفترة I_{t-1} + الإنتاج الحالي P_t – الطلب الموقع للفترة الحالية D_t.

لذلك فان نموذج قاعدة القرارات الخطية يهدف إلى تخفيض إجمالي تكلفة الإنتاج للفترة التخطيطية ، و بالتالي فإننا نهدف إلى تدنية الدالة الآتية[25]:

$$f(W_t, P_t, I_t) = C_1 W_t + C_2 (W_t - W_{t-1})^2 + C_5 P_t - C_6 W_t + C_7 (I_t - C_8 - C_9 D_t)^2$$

تحت قيد المخزون الآتي:

$$I_t = I_{t-1} + P_t - D_t \qquad \text{حيث} \quad t = 1,2,...,12$$

و لحل المشكلة السابقة إستعان الباحثون بالتفاضل الجزئي (الاشتقاق الجزئي)، حيث تم التوصل إلى معادلتين، أو ما يطلق عليه بقاعدتين من القواعد القرارية الخطية، فالأولى تتعلق بمعدل الإنتاج P_t ، و الثانية تتعلق بحجم قوة العمل W_t[26].

$$P_t = (aD_t + bD_{t+1} + cD_{t+2} + ...iD_{t+11}) + mW_{t-1} - nP_{t-1} + K$$

$$.W_t = (aD_t + uD_t + 1 + rD_{t+1} + ... + wD_t + 11) + W_{t-1} - yI_{t-1} + Z$$

حيث:

$a, b, c, ...Z$ هي عبارة عن ثوابت ناتجة عن القيام بالمفاضلة الجزئية، أما قيم الثوابت التي أسفرت عنها نتائج الأبحاث و الدراسة في مصنع الأصباغ كالآتي[27]:

$a = 0.463$ ، $b = 0.236$ ، $c = 0.112$ ، $i = 0.005$ ، $m = 1.006$ ، $n = 0.464$ ، $K = 153$

$q = 0.01$ ، $U = 0.008$ ، $r = 0.007$ ، $w = 0.0005$ ، $X = 0.743$ ، $y = 2.09$

وبذلك وبعد معرفة قيم الثوابت الخاصة بمؤسسة الأصباغ، يمكن أن نوضح الشكل الذي تأخذه المعادلتين السابقتان :

$$P_t = (0.463D_t + 0.236D_{t+1} + 0.112_{t+2} + ... + 0.005D_{t+11}) + 1.006W_{t-1} - 0.464I_{t-1} + 153.$$

$$.W_t = (0.01D_t + 0.008D_{t+1} + 0.007D_{t+1} + ... + 0.0005D_{t+11}) + 0.743W_{t-1} - 0.01I_{t-1} + 2.09$$

---

[25] Shen.R.F.C; *"Aggrégate production planning by stochastic control"* European Journal of Opérations Research,North-Holland,1994.p22

[26] - Shen.R.F.C (Op-cité) .p25

[27].- Shen.R.F.C (Op-cité) .p28

و بنظرة فاحصة للمعادلة الأولى و الخاصة بمعدل الإنتاج يلاحظ أن ثوابت أو معاملات الطلب تتناقص كلما إنتقلنا من فترة لأخرى، حتى تصل إلى أدنى قيمة لها في نهاية الفترة التخطيطية ($(t+11)$)، و هذا أمر منطقي إذ أنه ليس إقتصاديا على الإطلاق أن يتم الإنتاج حالا للوفاء بطلب توقيته بعد عدة شهور قادمة ، وذلك لما يجلبه هذا الوضع من وجود تكاليف تخزين بمختلف أشكالها ، كما يتضح أيضا من المعادلة أنه إذا كان مستوى المخزون في بداية الفترة مرتفعاً، فإنه يجب تخفيض الإنتاج، وهذا حتى يتم استخدام المخزون أولا لتفادي تراكمه ، أما بالنسبة للمعادلة الثانية فتشير إلى أن العلاقة قوية بين حجم القوة العاملة من الفترة السابقة و الفترة التالية لها، و هذا طبيعي أيضا من أجل تفادي تكاليف التسريح و تعيين عمال جدد، كما أن هناك حد أدنى من العمالة يجب توافره لإنتاج الحد الأدنى و هو العدد الثابت ($K=153$) في المعادلة الأولى ،كذلك فان أرقام الطلب حتى آخر السنة لها تأثير موجب على رقم القوى العاملة في الفترة الحالية .

و متى توافرت لأي مؤسسة قيم الثوابت و البيانات اللازمة الأخرى كأرقام الطلب المتوقع ، ومخزون أول المدة و مستوى العمالة في نهاية الفترة السابقة، فإنه يمكن إستخدام المعادلتين السابقتين لتحديد مستوى الإنتاج الإجمالي المرغوب بالوحدات ، وكذلك تحديد عدد وحدات مستوى المخزون الإجمالي المرغوب، و يمكن التوضيح أكثر عن طريق المثال الآتي :

مثال : (4-4)[28] :

ترغب أحد المؤسسات الصناعية بإعداد خطة إنتاج إجمالية لشهر أوت ، سبتمبر و أكتوبر ، المتوقع للأشهر الخمسة الباقية من سنة 2000 كالآتي :

جدول (3-12) الطلب المتنبأبه لـــ 5 أشهر لإحدى المؤسسات الصناعية.

الأشهـــر	أوت	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
الطلب المتنبأبه	10000	15000	12000	11000	10000

المصدر: Deckro.R; Hebert.J (Goal programming Aproaches Solving Linéaire Décision Rule Based Aggrégate Production Planning Models); Ile Transactions; Volume 16; 1984; N.4; p310

حيث ثبت أن مخزون أول المدة = 1000 و مستوى العمالة في نهاية الفترة السابقة على تلك الفترة التخطيطية كان 500 عامل.

و بإستخدام نموذج قاعدة القرارات الخطية تريد المؤسسة تحديد خطة إنتاج إجمالية للأشهر أوت ...أكتوبر، مبينا مستوى الإنتاج الإجمالي الأمثل ، و مستوى العمالة الأمثل ، وكذلك مستوى المخزون الأمثل .

[28] - Deckro.R;Hebert.J(Goal programming Aproaches Solving Lineair Decision Rule Based Aggrégate Production Planning Models) ;Ile Transactions ;Volume 16 ;1984 ;N.4 ;p310

أ)شهر أوت :

1) مستوى الإنتاج = (0.463 × 10000+ 0.236 × 1500 +0.112) + 1.006 × 500−0.464 × 1000 + 153 = 9706 وحدة.

2) مستوى العمالة = (0.1 × 10000 + 0.008 × 15000 + 0.007 × 12000) + 0.743 × 500 − 0.01 × 1000 + 2.09 = 667 عامل .

3) مخزون آخر المدة = 1000 + 9706 − 10000 = 706 وحدة.

ب) شهر سبتمبر :

1) مستوى الإنتاج: (0.463× 15000 + 0.236 12000 + 0.112 × 11000) + 1.006 × 667 − 0.464 × 706 + 153 = 11505 وحدة.

2) مستوى العمالة = (0.01× 15000+ 0.008 × 12000 + 0.007 × 11000) + 0.743 × 667 − 0.01 × 706 + 2.09 = 813 وحدة.

3) مخزون آخر المدة: 706+11505-15000- -2789 وحدة (عجز).

ج) شهـــر أكتوبر :

1) مستوى الإنتاج = (0.463 × 12000 + 0.3236 1000 + 0.112 1000) + 1.006 813-0.464 (− 2789) + 153 = 11536 وحدة.

2) مستوى العمالة = (0.01 × 12000+ 0.008 × 11000+ 0.007 × 10000) + 1.006 813- 0.01 × (−2789) +2.09 -1126وحدة.

3) مخزون آخر المدة: - 2789 + 11532 − 12000 = - 3253 وحدة.

ويمكن تلخيص النتائج في الجدول الآتي :

جدول (3-13) : نتائج الخطة الإجمالية للطاقة الإنتاجية باستخدام نموذج قاعدة القرارات الخطية

الشهر	مخزون أول المدة	مستوى الإنتاج المرغوب فيه	إجمالي الوحدات المتاحة	الطلب المتوقع بالوحدات	مستوى المخزون الإجمالي المرغوب فيه آخر الفترة	مستوى العمالة الإجمالي المرغوب
أوت	1000	9706	10706	10000	706	667
سبتمبر	706	11505	12211	15000	2789-	813
أكتوبر	2789-	11536	8747	12000	3252-	1126

المصدر:Deckro.R ;Hebert.j.e ;(Op-cité) p312

يعتبر نموذج قاعدة القرارات الخطية أحد النماذج الرياضية التي تستخدم في حالة عدم خطية التكاليف، حيث تمكن الباحثون HMMSمن تحديد الشكل الرياضي لعلاقات التكاليف و هذا ما قد يساعد الباحثين في إستخدام هذه الأشكال لتطوير نماذج أخرى. ويعاب على هذه الطريقة بعض الصعوبة في المعالجة الرياضية ، ليست التي تصاحب الحل فهذه لا تخرج عن كونها عمليات حسابية عادية ،و لكن ما يلزم منها للوصول إلى القاعدتين الخطيتين ، ومن ناحية أخرى يصعب في غالبية الأحوال عند تطبيق هذه الطريقة، الوصول إلى تقديرات دقيقة للتكاليف أو بشكل المعادلات من واقع التطبيق العملي، لأنه يصعب في كثير من الأحيان تصوير التكلفة في شكل تربيعي .

خلاصـــــة:

يهدف التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية إلى تحديد أفضل مستوى للإنتاج و العمالة و المخزون لكل فترة زمنية على مدار الفترة التخطيطية ، وذلك عن طريق دراسة مختلف البدائل الممكنة لمواجهة التقلب في الطلب و إختيار البديل الذي يقلل تكاليف الإنتاج الإجمالية ، خاصة اذا علمنا أن هناك عدد كبير من البدائل حيث ترتبط بكل بديل تكلفة معينة الأمر الذي يجعل عملية إختيار البديل الأمثل نوعا ما معقدة .

ولحل هذا المشكل طور الباحثون العديد من الأساليب المستخدمة في التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية هذه الأخيرة تنقسم إلى مجموعتين أساسيتين:

- الأولى إجتهادية و تعتمد على التجربة و الخطأ و تعرف عادة بالطرق البيانية ، و هي طرق سهلة و شائعة الاستعمال ، لا تتطلب مهارة عالية لكن يعاب عليها عدم قدرتها في تحديد البديل الأمثل الذي يقوم بتدنية التكاليف .
- المجموعة الثانية وهي مجموعة الأساليب الرياضية و من بينها،نماذج البرمجة الخطية والتي تهدف إلى الوصول إلى الحل الأمثل ،إذ يمكن الإستعانة ببرامج الإعلام الآلي في حل مثل هذه النماذج ،وكذا إمكانية القيام بتحليل الحساسية للحل الأمثل، من أجل معرفة أثر تغير معلمات النموذج على الحل الأمثل ،لكن يعاب عليها أن تستخدم عندما تكون علاقات التكلفة لبدائل الإنتاج خطية.

كما نذكر أيضا من الأساليب الرياضية المستخدمة في التخطيط الإجمالي، نموذج قاعدة القرارات الخطية،حيث تمت فيه دراسة مختلف العلاقات الرياضية لتكاليف البدائل الإنتاجية ،إذ تبين أن معظمها ذات علاقات تربيعية ،وعلى هذا الأساس يتم تحديد مستوى الإنتاج والعمالة والمخزون، والتي على إثرها يكون مجموع التكاليف خلال الفترة التخطيطية في حدها الأدنى.

وفي الأخير نود الإشارة إلى أن هناك عدة أساليب رياضية طورت حديثا لحل مشكلة التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية ونذكر منها[29] نماذج البرمجة الديناميكية، نماذج برمجة الأهداف و نماذج المحاكاة.

---

[29]انظر في ذلك

- Messac,A., BataynehW.M.,and Ismail-Yahaya,"Production Planning Optimization with Physical Programming," *Engineering Optimization*, Taylor and Francis Publisher, , Vol. 34, No. 4, 2002, pp. 323-340.

-Edward A Silver ;"Opérations Research ;A TuTorial On Production smoothing And Work Force Balancing" Cambridge Massachusetts University ;USA;1967;p985-1010

الفصل الرابع:

وضع نمـــوذج ريـــاضي للتخطيـــط الإجـــمالي للطـــاقة الإنتاجيـــة في وحـــدة BENTAL مغنية

مقدمـــــة:

بعدما إستعراضنا في الجانب النظري مختلف الجوانب التي يلمُّ بها موضوع التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية، إتضحت الأهمية الكبيرة لهذا النوع من التخطيط، وذلك في أنه يهدف إلى تحقيق أفضل إستخدام للموارد الإنتاجية المتاحة، عن طريق تخصيص طاقة المؤسسة المتاحة بمختلف صورها وأشكالها في كل فترة إنتاجية من الخطة، بالشكل الذي يمكن فيه مواجهة الطلب المتنبأ به في تلك الفترات بأقل تكلفة ممكنة، وفي سبيل ذلك قمنا بعرض بعض النماذج الرياضية والتي أثبتت فعّاليتها في معالجة هذا النوع من التخطيط ،وحتى لا نجعل نتيجة بحثنا نظرية، إرتأينا أن نخصص فصلا تطبيقيا حاولنا فيه جاهدين محاولة تحديد خطة إنتاج إجمالية تواجه بها إحد المؤسسات الصناعية الجزائرية، الطلب المتقلّب على منتجاتها بأدنى التكاليف، وهذا بإستخدام نموذج رياضي، ووقع إختيارنا على المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة وحدة مغنية ، وهذا بسبب الطلب الكبير والموسمي على منتجاتها مما يجعله يفوق طاقة الوحدة في بعض الأحيان ، وينخفض عنها تارة أخرى ،ولهذا فإن الوحدة في حاجة إلى خطة إنتاج تضمن بها إلى حد ما ،مواجهة تلك التقلبات التي تحدث في الطلب ،وعليه فإن إشكاليتنا في هذا الفصل تدور حول كيفية وضع نموذج رياضي من أجل تحديد خطة إنتاج إجمالية تضمن بها مؤسسة BENTALمغنية التحديد الأمثل لمواردها، من أجل مواجهة تقلبات الطلب على منتجاتها بأدنى التكاليف .

ومن أجل معالجة هذه الإشكالية سنحاول أولا القيام بوضع نموذج للتنبؤ بمبيعات الوحدة بالنسبة لمنتجاتها الثلاث، وهذا في ظل غياب أي أسلوب للتنبؤ بالوحدة، ليتم فيما بعد القيام بصياغة مشكلة التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية بالمؤسسة في شكل نموذج للبرمجة الخطية.

وفي الأخير نشير إلى أننا سنعتمد في دراستنا على المعلومات التي أفادتنا بها مختلف مصالح الوحدة خاصة مصلحة المحاسبة والمالية، المصلحة التجارية ومصلحة الموارد البشرية.

I-تخطيط الإنتاج بوحدة BENTALمغنية :

I-1تقديم الوحدة :

تعتبر المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة(وحدة مغنية)،أحد أقدم المؤسسات وجودا بالغرب الجزائري ،حيت إنطلقت بممارسة نشاطها مند سنوات الإحتلال الفرنسي للجزائر ، وبالتحديد سنة 1952، حيت تعمل هذه المؤسسة ضمن مجموعة ENOFوالتي تعمل تحت وصاية وزارة الطاقة والمناجم ،والتي تختص بإستغلال بعض الموارد المنجمية والتي تبلغ بحوالي19مورداً منها:الزئبق ،الزنك،الرصاص، البانتونيت، كربونات الكالسيوم...وتنقسم مجموعة ENOFإلى 6فروع وهي:BENTAL، SOLFELD ، ALGRAM ، SOMIBAR ، DIATAL ،SOALKA حيت يختص كل فرع بإنتاج موارد معينة ،وتنتمي وحدة مغنية إلى فرع BENTAL

والذي ينقسم بدوره إلى وحدتين وهما:

- وحدة مغنية BENTAL MAGHNIA
- وحدة مستغانم BENTAL MOSTAGANEM

حيت تبلغ الطاقة الإنتاجية للوحدتين معا بـــ40000 طن سنويا، أما رقم الأعمال للوحدتين فيقدر بـــ360.000.000دج وتختص وحدة مغنية بإنتاج 3أنواع من المنتجات والتي تعتبر مهمة ، وأحد المواد الأولية التي تدخل في صناعات عديدة وهي :

-البانتونيت(BEN) Bentonite

-كربونات الكالسيوم (CAL) Carbonate de calcium

-الديكولورانت (TD) Terre Décolorante

ويستخدم البانتونيت عند القيام بحفر آبار البترول وهذا لمنع تسرب المياه عند الحفر ، حيت تعتبر مؤسسة سوناطراك إحدى الزبائن الرئيسية لهذه المؤسسة بالنسبة لهذا المنتوج ،كما يستخدم أيضا في صناعة الفخار ، والدهون (Peintures)...،أما فيما يخص الديكولورانت ، فتنفرد وحدة مغنية في صناعته في كافة أنحاء القطر الجزائري ،حيت تعتبر أحد المواد التي تدخل في صناعة الزيوت الغذائية لذا فمؤسسة CEVITALوENCG أحد أهم الزبائن للمؤسسة ضف إلى ذلك إستخدامها في صناعة الفخار ،الدهون ....

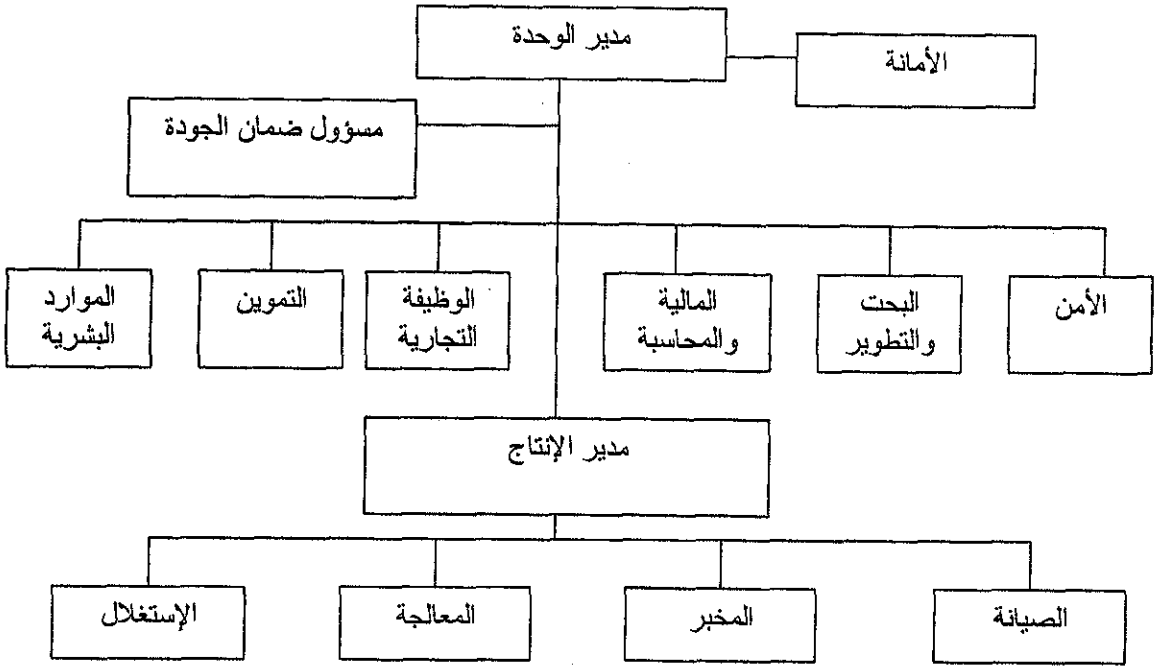
أما كربونات الكالسيوم فتعتبر أحد المواد الأولية التي تدخل في صناعة مواد التجميل ، الدهون ،الفخار،وأيضا في إستصلاح الأراضي ....

ويبلغ الرأس المال الإجتماعي للمؤسسة بـــ60.000.000دج وتقوم بتشغيل 175عاملاً.

تقوم المؤسسة بجلب المواد الأولية عن طريق الحفر ، إذ تقوم المؤسسة بالحفر في منطقتين وهي منطقة بوغرارة والتي تبعد عن مدينة مغنية بـــ10كلم ،ومنطقة بني صاف ،إذ يتم جلب تلك الأتربة إلى وحدة مغنية ليتم إنتاجBENوCALوTD وهذا بعد المرور بعدة مراحل إنتاجية، ليتم في الأخير تعبئتها وتخزينها في إنتظار بيعها.

ويتميز التنظيم الهيكلي للوحدة بتسلسل وظيفي يسمح بالإتصال المباشر بين مختلف المصالح والخلايا دون أي قيود والشكل (4-1) يوضح ذلك:

الشكل(4-1) الهيكل التنظيمي لوحدة BENTAL MAGHNIA



المصدر:من وثائق الإدارة العامة للمؤسسة.

إن نظام العمل في وحدة مغنية هو نظام الإنتاج المستمر، أي الإنتاج دون توقف(8×3ساعة)لجميع أيام الأسبوع عدا يومي الخميس حيث يكون العمل لنصف يوم فقط و الجمعة الذي يكون كيوم راحة، وتظم إدارة الإنتاج 68عاملاً مقسمين إلى 3أفواج.

I-2كيفية تخطيط الإنتاج في وحدة BENTALمغنية :

إن إنفراد فرع BENTALفي إنتاج الموارد المنجمية السابقة الذكر، وخاصة وحدة مغنية يجعل الطلب على منتجاتها كبيراً نوعا ما ،الأمر الذي قد يسبب مشاكل في الطاقة الإنتاجية لهذه المؤسسة، فتارة يجعل الطلب على منتجاتها أكبر من طاقتها الإنتاجية ،وتارة يجعل الطلب أقل نوعا ما من طاقتها الإنتاجية، وهذا هو السبب الرئيسي الذي إستدعانا إلى إختيار هذه المؤسسة .والجدول (4-1) يوضح الطاقة الإنتاجية اليومية لوحدة مغنية من CAL،TD،BEN:

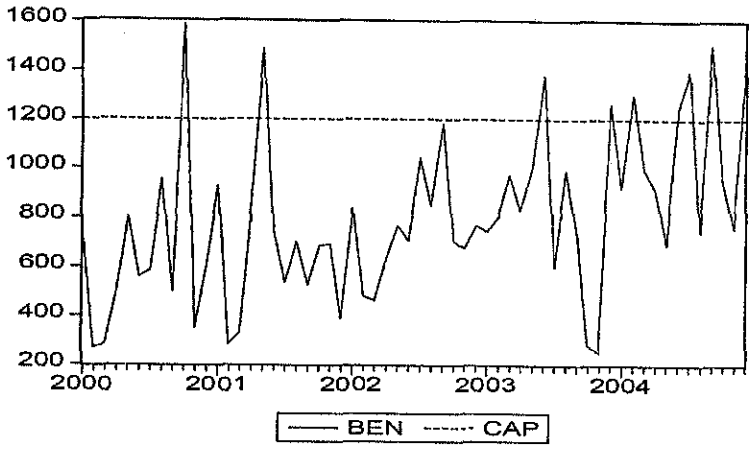
جدول(4-1):الطاقة الإنتاجية اليومية من CAL،TD،BEN في مؤسسةBENTAL مغنية

CAL	TD	BEN	المنتوج
45	12	55	الطاقة اليومية بالطن(CAP)

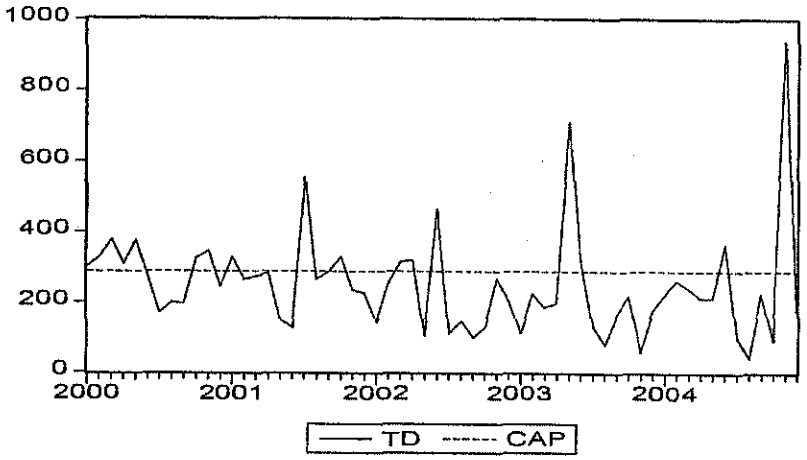
المصدر:من الإدارة العامة للمؤسسة

فبالنسبة لمنتجات الموحدة في بعض الأحيان يفوق الطلب الفعلي ، الطاقة الإنتاجية وفي بعض الأحيان ينخفض عنها، والأشكال البيانية أدناه توضح تقلبات الطلب عن مستوى الطاقة الإنتاجية الشهرية، أي الطاقة الإنتاجية اليومية مضروبة في معدل عدد الأيام الفعلية لكل شهر والذي يقدرب24يوم

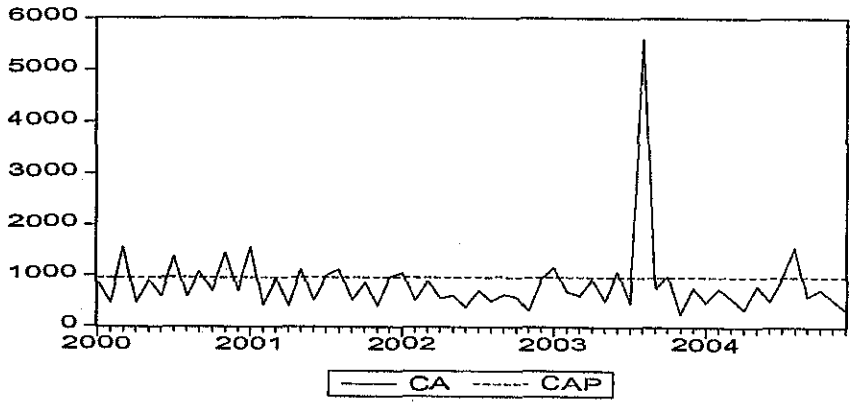
الشكل البياني(4-2):تذبذب الطلب الفعلي عن مستوى الطاقة الإنتاجية للـــBEN



الشكل البياني (4-3):تذبذب الطلب الفعلي عن مستوى الطاقة الإنتاجية للـــTD



الشكل البياني (4-4):تذبذب الطلب الفعلي عن مستوى الطاقة الإنتاجية للـــCAL



وعليه فإن تقلبات الطلب وتذبذبها عن مستوى الطاقة الإنتاجية، يستدعي المؤسسة في حاجة ملّحة لوضع خطة إنتاجية تحاول على إثرها مواجهة تلك التقلبات الحاصلة في الطلب بسبب الموسمية والعشوائية ، وعليه فإن وحدة BENTAL مغنية تقوم كل سنة بوضع خطة إنتاجية إجمالية وهذا في محاولة لمواجهة تلك التقلبات الحاصلة في الطلب ، ولكنها تتبع في ذلك أساليب أقل مايقال عنها أنها غير علمية ، وللتوضيح أكثر سوف نستعرض الخطة الإنتاجية التي وضعتها الوحدة سنة2005،والتي كانت مطابقة تماما لسنة 2004، فبعد أن يتم تحديد أهداف معينة لكميات الإنتاج السنوية لكل من الـــBEN،TDوCALوالتي كانت كالآتي :

BEN=12000طن.

TD=4500طن.

CAL=12000طن.

حيث يتم تحديد هذه الأهداف بطريقة تخمينية بناء على الخبرة ،ليتم فيما بعد قسمة هذه الأرقام على عدد الأشهر أي12، ليتم فيما بعد إضافة قيم معينة للأشهر التي تكون عدد أيام العمل فيها أكثر من الأخرى ، هذا بالنسبة للـــ BENوTD، أما بالنسبة للـــCALفتبقى ثابتة أي 1000والجدول (4-2)يوضح الخطة الإنتاجية التي وضعتها المؤسسة لسنة 2005.

جدول(4-2):الخطة الإنتاجية لمؤسسةBENTALمغنية بالطن

المنتجات	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
BEN	1020	940	1020	980	1020	980	1020	1020	980	1020	980	1020
TD	380	360	380	370	380	370	380	380	370	380	370	380
CAL	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

المصدر:من مصلحة المحاسبة والمالية للمؤسسة

وهذه الخطة يقوم بإنجازها أحد المحاسبين بالمؤسسة، حيث يقومون بتسمية الخطة الإنتاجية أعلاه بالتنبؤ لسنة 2005، ولكن في الحقيقة فالعملية أعلاه هي عبارة عن خطة إنتاجية، ولكنها عشوائية لأنها لاتأخد بالإعتبار تقلبات الطلب ،حيث أن المؤسسة لاتقوم بوضع تنبؤات لطلبها ،ضف إلى ذلك قسمة كميات الإنتاج على 12 غير عملي وهذا لأن الطلب غير ثابت وهذا بسبب العشوائية والموسمية ...،وهذا ما يلاحظ على الأشكال البيانية (4-2)،(4-3)،(4-4) السابقة، لهذا سنحاول تحديد خطة إنتاجية إجمالية تواجه بها وحدة BENTAL مغنية تقلبات الطلب بأدنى التكاليف.

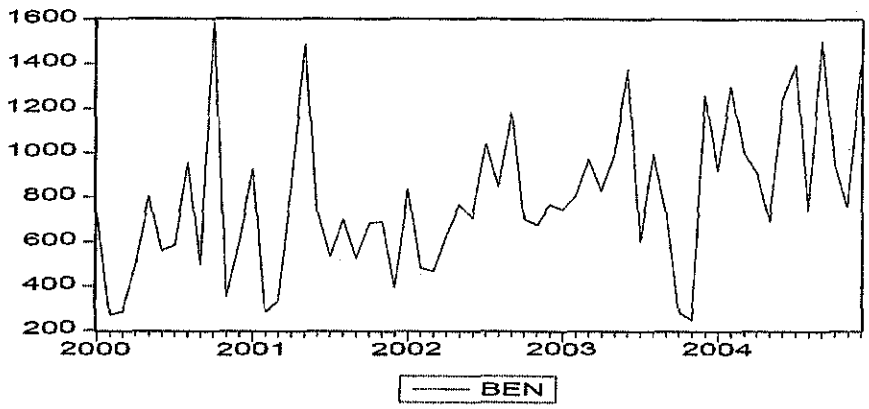
IIنمذجة المبيعات في وحدة BENTAL مغنية :

كما سبق الذكر في الجانب النظري ،فالتنبؤ بالطلب يعتبر الركيزة والدعامة الأولى في تخطيط الإنتاج، إذ يستحيل القيام بالتخطيط دون تقدير الطلب المستقبلي ،ولكن وللأسف فإن وحدةBENTAL مغنية لاتعير للتنبؤ أي إهتمام ، لذلك سنحاول نمذجة مبيعات المؤسسة بغرض التنبؤ ، وهذا حتى نتمكن من وضع الخطة الإجمالية للإنتاج ، وفي سبيل ذلك سوف نستخدم منهجية بوكـــس-جانكـــينس، والتي سبق شرحها في القسم النظري ، وهذا بالنسبة لمنتجات المؤسسة الثلاث أيBEN،TD،CAL .

II-1التنبؤبالطلب بالنسبة لمنتوج الـــ BEN :

كما سبقت الإشارة فإن منتوج الـــBEN يعتبر أحد المنتجات التي تولي لها الوحدة إهتماماً كبيراً ، وهذا من أجل تلبية إحتياجات الطلب الكبيرة على هذا المنتوج، خاصة تلك التي تأتي من سوناطراك، والتي تعتبر أهم زبون للوحدة بالنسبة لهذا المنتوج ، والشكل البياني (4-5) يوضح حركة الطلب على هذا المنتوج خلال السنوات 2000إلى غاية 2004.

الشكل البياني (4-5):منحنى تطور مبيعات منتوج الـــBEN خلال الفترة 2000-2004



فنلاحظ من خلال الشكل البياني الذي يعبر عن مبيعات الـــBEN، وجود نتوءات أو تذبذبات ،حادة يعود سببها إلى عدة عوامل كالموسمية والعشوائية ،والتي تعود إلى عوامل كثيرة يجهلها مسيرو الوحدة و لم نوفق في حصرها، لذا سنستعين بالأدوات الإحصائية للكشف عنها ، كما يلاحظ أنه لايمكن حصر المنحنى بين خطين متوازيين وهذا مؤشر على أن مركبات السلسلة الزمنية ذات عناصر جدائية.

II-1-1إختبارالكشف عن المركبة الموسمية ونزعها : للكشف عن المركبة الموسمية سوف نستخدم إختبار فيشر لتحليل التباين والذي سبق شرحه في القسم النظري،حيث :

$$F_{CAL} = \frac{U^* - U^{**}/11}{U^{**}/47} = \frac{471030.242}{4072.31162} = 115.66$$

أما فيما يخص قيمة F_{tab} فيتم تحديدها عن طريق مستوى معنوية$\alpha = 5\%$ ودرجات حرية$\nu_1 = 11$ و$\nu_2 = 47$ وهذا بالنظر إلى جدول توزيع فيشر ، حيث تكون قيمة $F_{tab} = 2.035$ وبما أن $F_{cal} > F_{tab}$ فهذا يعني أن السلسلة الزمنية تحتوي على المركبة الموسمية ويجب أخذها بعين الإعتبار عند التنبؤ.

وبالتالي ومن أجل نزع المركبة الموسمية سوف نستخدم طريقة الأوساط المتحركة ، وهذا بإستخدام البرنامج Eviews،والجدول (4-3) يوضح السلسلة الزمنية للـــBEN بعد نزع المركبة الموسمية وهي كالآتي:

جدول(4-3): سلسلة الـــ BENبعد نزع المركبة الموسمية(BCVS).

DES	NOV	OCT	SEP	AOU	JUL	JUN	MAI	AVR	MAR	FEV	JAN	
644.05	311	340	497.5	619.1	453.8	614.2	799. 9	518.8	1404.9	530.9	642.6	00
838.3	.324	.397	851.7	1147	595.15	561	588.3	548.4	607.26	1064.	412.7	01
756.3	.538	560.1	627.8	592.1	572.2	1090.5	711	1230	622.5	1024.1	808.1	02
673.6	.926	1171	823.9	772.2	1114.9	629.9	832.6	760	249.5	372.6	132.5	03
834.3	1499	1200	908.7	534.6	1009.1	1466	624	1566	843.4	1143	1470	04

BCVS:سلسلة الـــBENبعد نزع المركبة الموسمية.

أما الجدول (4-4) فيوضح المعاملات الموسمية الشهرية للـــBEN

جدول (4-4): المعاملات الموسمية الشهرية للـــBEN

DEC	NOV	OCT	SEP	AOU	JUL	JUN	MAI	AVR	MAR	FEV	JAN	الأشهر
0.95	0.66	1.12	0.96	1.19	0.95	1.23	1.29	1	0.83	0.86	1.1	معاملات موسمية

II-1-2دراسة الإستقرارية لسلسلة الـــBEN: إن تطبيق منهجية بوكس-جانكينس يستدعي أن تكون السلسلة الزمنية مستقرة ، ولهذا سوف نستخدم إختبار ADFللكشف عن إستقرارية السلسلة الزمنية، وذلك بمساعدة البرنامج Eviews، وهذا بعد تحديد درجة التأخر p والتي تقوم بتدنية معيار أكايك، وبإستخدام البرنامج وجد أن $p=1$ والجدول أدناه يوضح نتائج إختبار ADF.

جدول (4-5) نتائج إختبار ADFبالنسبة لسلسةBCVS.

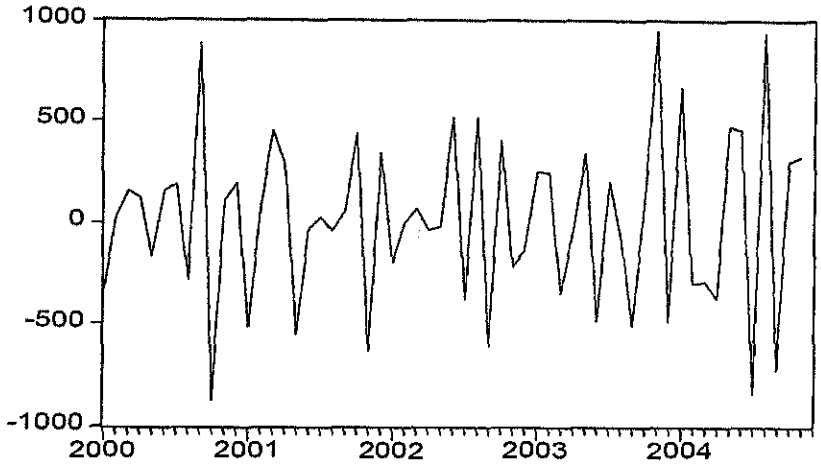
النماذج	τ_{cal}	τ_{tab}			المقارنة	النتيجة
		$\alpha=0.01$	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.1$		
النموذج[6]	5.21-	4.12-	3.48-	3.17-	$\tau_{cal} < \tau_{tab}$	مستقرة
النموذج [5]	3.61-	2.59-	2.91-	3.54-	$\tau_{cal} < \tau_{tab}$	مستقرة
النموذج [4]	0.34-	1.61-	1.91-	2.6-	$\tau_{cal} > \tau_{tab}$	غير مستقرة

ومن نتائج الإختبار أعلاه يتضح أن السلسلة الزمنية للـــBENغير مستقرة من النوع DS دون إنحراف، وبعد حساب الفروق من الدرجة الأولى أي ($d=1$)، وباستخدام إختبارADF على سلسلة الفروق كانت النتائج كالآتي:

$$\tau_{cal} = -9.44$$

$\tau_{tab} = -2.6$ عند $\alpha = 0.01$ وبما أن $\tau_{cal} < \tau_{tab}$ فإن السلسلة الزمنية للفروق $DBCVS$ مستقرة والشكل البياني (4-6) يبين ذلك:

الشكل البياني(4-6):السلسلة الزمنية المستقرة للفروق الأولى بالنسبة لسلسلة الـــBEN



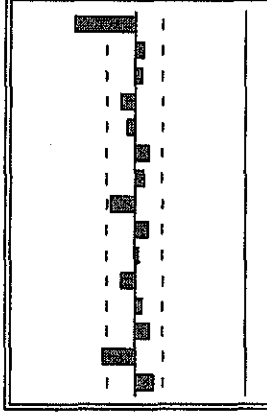
وبالتالي فإن الدراسة سوف تجرى على سلسلة الفروق $DBCVS$.

II-1-3تحديد الدرجات p,q للنموذج ARIMA(p,1,q) للـــBEN:للتعرف على درجة النموذج ،سوف نستعين ببيان الإرتباط الذاتي والإرتباط الذاتي الجزئي والشكل (4-7)يوضح ذلك:

الشكل(4-7):بيان الإرتباط الذاتي البسيط والجزئي لسلسلة الفروق للـــBEN.

Correlogram of D(BENCVS)

Date: 03/28/05 Time: 01:02
Sample: 2000:01 2004:12
Included observations: 59



Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0.561	-0.561	19.509	0.000
		2	0.086	-0.333	19.976	0.000
		3	0.069	-0.088	20.282	0.000
		4	-0.126	-0.144	21.313	0.000
		5	-0.070	-0.339	21.640	0.001
		6	0.136	-0.227	22.899	0.001
		7	0.087	0.138	23.420	0.001
		8	-0.227	-0.090	27.053	0.001
		9	0.131	-0.218	28.281	0.001
		10	0.040	-0.021	28.396	0.002
		11	-0.125	0.045	29.570	0.002
		12	0.074	-0.043	29.984	0.003
		13	0.147	0.145	31.684	0.003
		14	-0.299	-0.091	38.851	0.000
		15	0.174	-0.032	41.339	0.000

ومن خلال بيان الإرتباط الذاتي البسيط والجزئي ، يتضح أن بيان الإرتباط الذاتي الجزئي يبقى مستمراً في التناقص، في حين بيان الإرتباط الذاتي البسيط ينعدم عند الدرجة 1،وعليه يمكن إعتبار أن السلسلة الزمنية للـــBENمن النوع $ARIMA(0,1,1)$ أي :

$$ARIMA(0,1,1): DBCVS = \varepsilon_t - \alpha\varepsilon_{t-1}$$

II-1-4تقدير وإختبار جودة النموذج(0,1,1)ARIMA للـــBEN:لتقدير النموذج (

نستعين بطريقة المربعات الصغرى ،وهذا بالإستعانة بالبرنامج Eviews-حيت كانت النتا

الشكل(4-8): تقدير معلمات النموذج $ARIMA(0,1,1)$

Dependent Variable: D(BECVS)
Method: Least Squares
Date: 05/03/05 Time: 13:07
Sample(adjusted): 2000:02 2004:12
Included observations: 59 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 8 iterations
Backcast: 2000:01

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(1)	-0.870286	0.072470	-12.00899	0.0000

وعليه ومن الشكل أعلاه، يتضح أن قيمة المعلمة $\alpha = 0.870286$ وبالتالي يكتب النموذج كالآتي:

$$ARIMA(0,1,1): DBCVS = \hat{\varepsilon}_t - \alpha\hat{\varepsilon}_{t-1}$$

كما نلاحظ أن إحتمال المعلمة المقدرة $\hat{\alpha}$ يساوي الصفر ، وهو أقل من 5% وهذا يعني قبول الفرضية البديلة $H_1 : \alpha \neq 0$ ، ورفض الفرضية العدمية $H_0 : \alpha = 0$ ،و بالتالي فإن المعلمة المقدرة تختلف جوهريا عن الصفر، كما يمكن التأكد من أن سلسلة البواقي تحاكي تشويشا أبيضا، وهذا بإستخدام إحصائية Ljung-Box عن طريق وضع بيان الإرتباط الذاتي لسلسلة البواقي ، و الشكل (4-9) يوضح ذلك ، حيث أن معظم بواقي عملية التقدير تقع ضمن مجال ثقتها ،كما أن الإحتمالات التي تناظر إحصائية Ljung-Box أي Q' أكبر من 5% وهذا يعني قبول فرضية أن سلسلة البواقي تحاكي تشويشا أبيضا، وهذا يعني أن النموذج المقدر مقبول إحصائيا و يمكن إستخدامه في عملية التنبؤ .

الشكل (4-9):بيان الإرتباط الذاتي لبواقي عملية التقدير بالنسبة لسلسلة الـــ $DBCVS$

Correlogram of Residuals

Date: 03/28/05 Time: 01:46
Sample: 2000:02 2004:12
Included observations: 59
Q-statistic probabilities adjusted for 1 ARMA term(s)

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0.130	-0.130	1.0434	
		2	0.024	0.008	1.0810	0.298
		3	0.008	0.012	1.0847	0.581
		4	-0.221	-0.223	4.2880	0.232
		5	-0.100	-0.167	4.9534	0.292
		6	0.112	0.090	5.7990	0.326
		7	0.053	0.096	5.9920	0.424
		8	-0.164	-0.227	7.8871	0.343
		9	0.098	-0.025	8.5743	0.379
		10	0.045	0.138	8.7238	0.463
		11	-0.120	-0.057	9.8096	0.457
		12	0.044	-0.112	9.9562	0.534
		13	0.005	-0.018	9.9580	0.620
		14	-0.294	-0.230	16.856	0.206
		15	0.085	-0.013	17.451	0.233

II-1-5التنبؤ بمبيعات الـــBEN: بعدما إتضح أن النموذج مقبول إحصائيا ، فإنه يمكن إستخدامه في التنبؤ ، وهذا لـــ6أشهر القادمة، وهي الفترة التخطيطية التي سوف نستخدمها لوضع الخطة الإجمالية للإنتاج.

لدينا النموذج المقدر الآتي :

$$DBCVS = \hat{\varepsilon}_t - 0.870286\hat{\varepsilon}_{t-1}$$

ولتوضيح كيف تتم عملية التنبؤ للـــ6أشهر القادمة يمكن أولا تعريف الرموز الآتية:

$DBCVS$:سلسلة الفروق الأولى المصححة من المركبة الموسمية.

$BCVS$:سلسلة الـــBENالمصححة من المركبة الموسمية.

$COFS$:المعاملات الموسمية.

BEN :السلسلة الزمنية الخام.

إن آخر باقي لعلمية التقدير لشهر ديسمبر 2004، يمكن تحديده من خلال البرنامج Eviews-حيث:

$$\hat{\varepsilon}_{04:12} = 466.723$$

وبالتالي فإن $DBCVS_{05:01}$يمكن تقديرها كالآتي:

$$DBCVS_{05:01} = \hat{\varepsilon}_{05:01} - 0.870286\hat{\varepsilon}_{04:12} = 0 - 0.870286 \times 466.723 = -406.182$$

وحيث أن:

$$DBCVS_{05:01} = BCVS_{05:01} - BCVS_{04:12}$$
$$BCVS_{05:01} = DBCVS_{05:01} + BCVS_{04:12}$$
$$BCVS_{05:01} = -406.182 + 1470.314 = 1064.132$$

وبذلك نكون قد أدخلنا مركبة الإتجاه العام، والجدول (4-6) يوضح التنبؤ لـــ6أشهر القادمة مع إدخال أثر الموسمية :

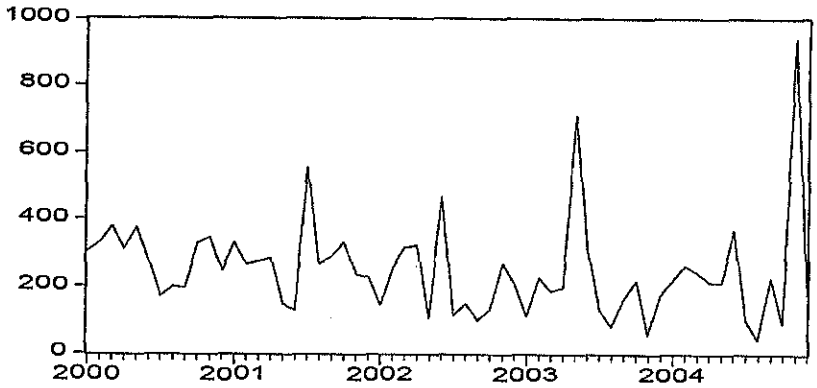
جدول (4-6): التنبؤ بالـــBENلـ6أشهر القادمة

الأشهر	$\hat{\varepsilon}_t$	$DBCVS$	$BCVS$	$COFS$	التنبؤ بالـــBEN
ديسمبر-04	466.723	-	1470.314	-	-
جانفي-05	-	- 406.182	1064.132	1.106278	1177.225
فيفري-05	-	-	1064.132	0.867394	923.021
مارس-05	-	-	1064.132	0.830106	883.342
أفريل-05	-	-	1064.132	1.007385	1071.99
ماي-05	-	-	1064.132	1.296145	1379.269
جوان-05	-	-	1064.132	1.235958	1315.222

II-2التنبؤ بالطلب بالنسبة لمنتوج الـ TD:

يعتبر منتوج الـTD أحد المنتجات ذات التكلفة العالية بوحدة BENTALمغنية ، وتعتبر مؤسستي CEVITAL و ENCG أحد أهم زبائن المؤسسة بالنسبة لهذا المنتوج ، بالإضافة إلى زبائن آخرين ، والشكل البياني (4-10) يوضح منحنى تطور المبيعات خلال الفترة 2000-2004.

الشكل البياني(4-10):منحنى تطور مبيعات الـTDخلال الفترة 2000-2004



ونلاحظ من خلال المنحنى البياني أعلاه وجود قمم وإنخفاظات تتزايد مع مرور الزمن، وبالتالي لايمكن حصر المنحى بين خطين متوازيين، وهذا مؤشر على أن شكل السلسلة الزمنية هو الشكل الجدائي .

II-2-1إختبارالكشف عن المركبة الموسمية ونزعها : بنفس الطريقة السابقة سوف نستخدم إختبار فيشر لتحليل التباين للكشف عن المركبة الموسمية حيث :

$$F_{cal} = \frac{U^* - U^{**}/11}{U^{**}/47} = \frac{109457.19}{1636} = 66.9$$

وبما أن قيمة $F_{cal} = 2.035$ أي أن $F_{cal} > F_{tab}$ فهذا يعني أن السلسلة الزمنية تحتوي على المركبة الموسمية، لذا يجب أخدها بعين الإعتبار عند التنبؤ.

وبنفس الطريقة السابقة يتم نزع المركبة الموسمية والجدول(4-7) يوضح سلسلةTDبعد نزع المركبة الموسمية:

جدول (4-7): السلسلة الزمنية لـTDبعد نزع المركبة الموسمية *TCVS*

DES	NOV	OCT	SEP	AOU	JUL	JUN	MAI	AVR	MAR	FEV	JAN	
268.2	366	317.4	257	284.13	177.5	196.9	288.6	277	341.6	297.5	348	**00**
248.5	.247	322.3	377.6	377.8	580.7	90.9	114.1	253.1	246.3	240.3	379.1	**01**
225.5	.283	126.5	131.13	210.2	117.09	334.4	79.6	289.1	284.9	230.4	164.5	**02**
191.6	61.2	212.2	215	113.6	135.7	223.4	546.59	175.6	167.2	204.2	127.7	**03**
194.3	994	87.6	296.36	56.82	104.4	262.09	163.05	189.8	215.7	236.7	253.1	**04**

أما الجدول (4-8) فيوضح المعاملات الموسمية الشهرية للـTD

جدول (4-8)المعاملات الموسمية الشهرية للـTD

DEC	NOV	OCT	SEP	AOU	JUL	JUN	MAI	AVR	MAR	FEV	JAN	الأشهر
0.86	1.10	1.11	1.12	1.30	1.39	0.95	0.70	0.76	1.02	0.94	0.86	معاملات موسمية

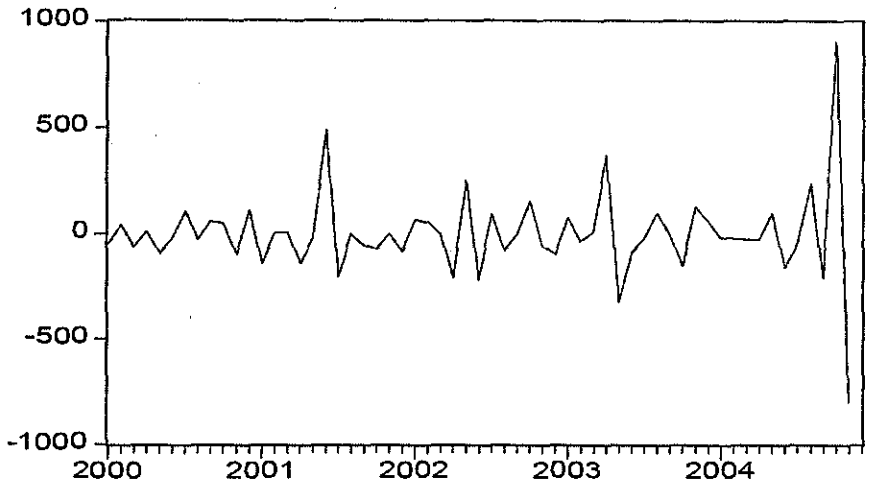
II-2-2دراسة الإستقرارية لسلسلة الـTD: بنفس الطريقة السابقة يمكن إستخدام إختبار،ADF وكانت النتائج في الجدول(4-9) كالآتي :

جدول (4-9):نتائج اختيار الجدول الوحدية(ADF)بالنسبة لسلسلةTCVS

النماذج	τ_{cal}	τ_{tab}			المقارنة	النتيجة
		$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$		
النموذج[6]	-3.827414	-3.1718	-3.4875	-4.1219	$\tau_{cal} < \tau_{tab}$	مستقرة
النموذج [5]	-3.931065	-2.5932	-2.9118	-3.5457	$\tau_{cal} < \tau_{tab}$	مستقرة
النموذج [4]	-0.878024	-1.6187	-1.9462	-2.6026	$\tau_{cal} > \tau_{tab}$	غير مستقرة

ومن خلال نتائج الجدول أعلاه يتضح أن السلسلة الزمنية من النوع DSدون إنحراف ، وعليه يتم تطبيق الفروق من الدرجة الأولى ، أي أن السلسلة مستقرة حيث : $\tau_{cal} = -7.63$ و $\tau_{tab} = -2.6033$ وهذا عند مستوى معنوية $\alpha = 0.01$ أي أن $\tau_{cal} < \tau_{tab}$ والشكل البياني (4-11) يوضح إستقرارية سلسلة الفروق من الدرجة الأولى .

الشكل البياني (4-11): سلسلة الفروق المستقرة بالنسبة للسلسلة TCVS



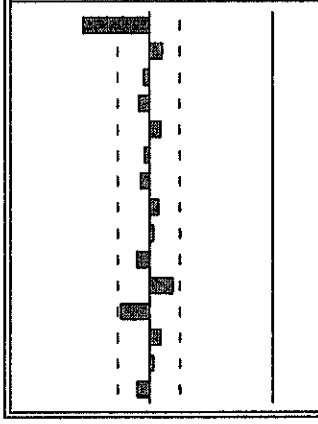
وعليه فإن الدراسة سوف تجري على سلسلة الفروق للسلسلة الزمنية المصححة من المركبة الموسمية *DTCVS*

II-2-3تحديد الدرجات p.q للنموذج ARIMA(p,1,q)للـTD :ومن أجل ذلك سوف نستعين ببيان الإرتباط الذاتي البسيط والجزئي:

الشكل (4-12):بيان الإرتباط الذاتي والجزئي لسلسلة الفروق لـــDTCVS

Correlogram of D(TDCVS)

Date: 03/28/05 Time: 10:27
Sample: 2000:01 2004:12
Included observations: 59



Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0.548	-0.548	18.637	0.000
		2	0.114	-0.266	19.460	0.000
		3	-0.048	-0.176	19.607	0.000
		4	-0.088	-0.278	20.110	0.000
		5	0.103	-0.170	20.818	0.001
		6	-0.034	-0.115	20.895	0.002
		7	-0.068	-0.242	21.211	0.003
		8	0.078	-0.205	21.640	0.006
		9	0.035	-0.051	21.726	0.010
		10	-0.102	-0.181	22.493	0.013
		11	0.199	0.072	25.474	0.008
		12	-0.232	-0.057	29.581	0.003
		13	0.099	-0.087	30.354	0.004
		14	0.033	0.032	30.443	0.007
		15	-0.091	-0.014	31.126	0.008

ونلاحظ من خلال بيان الإرتباط الذاتي البسيط والجزئي ، أن بيان الإرتباط الذاتي الجزئي يبقى مستمراً في التناقص، في حين أن بيان الإرتباط الذاتي البسيط ينعدم عند الدرجة 1، وبالتالي فإن السلسلة الزمنية للـــTDمن النوع $ARIMA(0,1,1)$:

$$ARIMA(0,1,1): DTCVS = \varepsilon_t - \alpha\varepsilon_{t-1}$$

II-2-4تقدير وإختبار جودة النموذج ARIMA (0, 1,1) للـــTDوباستخدام البرنامج Eviews تكون النتائج كالآتي:

الشكل(4-13):تقدير معلمة النموذج $ARIMA(0,1,1)$ لسلسلة الفروق $TCVS$

Dependent Variable: D(TDCVS)
Method: Least Squares
Date: 05/03/05 Time: 13:18
Sample(adjusted): 2000:02 2004:12
Included observations: 59 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 6 iterations
Backcast: 2000:01

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(1)	-0.980892	0.015620	-62.79869	0.0000

وعليه فإن النموذج $ARIMA(0,1,1)$ يكتب كالآتي :

$$ARIMA(0,1,1): DTCVS = \hat{\varepsilon}_t - 0.980892\hat{\varepsilon}_{t-1}$$

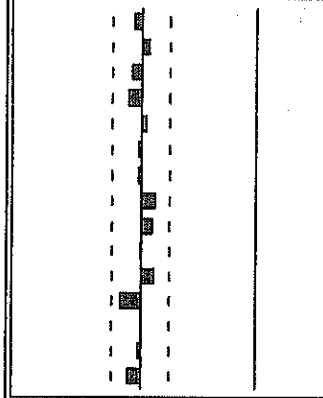
ويلاحظ من خلال الشكل (4-13) إن الإحتمال المناظر لإحصائية t يساوي الصفر ،وبالتالي فإن المعلمة المقدرة للنموذج تختلف جوهريا عن الصفر.

كما يمكن التأكد من أن بواقي عملية التقدير تحاكي تشويشا أبيضا، وهذا بإستخدام بيان الإرتباط الذاتي للبواقي كالآتي:

الشكل (4-14):بيان الإرتباط الذاتي لبواقي عملية التقدير بالنسبة للسلسلة *DTCVS*

Correlogram of Residuals

Date: 03/28/05 Time: 11:20
Sample: 2000:02 2004:12
Included observations: 59
Q-statistic probabilities adjusted for 1 ARMA term(s)



Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0.061	-0.061	0.2295	
		2	0.069	0.066	0.5308	0.466
		3	-0.074	-0.066	0.8806	0.644
		4	-0.108	-0.122	1.6413	0.650
		5	0.042	0.039	1.7592	0.780
		6	-0.023	-0.008	1.7954	0.877
		7	-0.020	-0.046	1.8239	0.935
		8	0.124	0.120	2.9098	0.893
		9	0.099	0.129	3.6103	0.890
		10	-0.004	-0.021	3.6113	0.935
		11	0.120	0.123	4.6898	0.911
		12	-0.188	-0.133	7.4094	0.765
		13	0.004	-0.026	7.4104	0.829
		14	-0.021	0.013	7.4465	0.878
		15	-0.112	-0.113	8.4642	0.864

ومن خلال الشكل (4-14) يتضح أن معاملات الإرتباط الذاتي البسيطة والجزئية تقع داخل مجال ثقتها ، كما أن جميع إحتمالات Q' لـــLjung-Boxأكبر من 5% ، وهذا يعني أن سلسلة البواقي تحاكي تشويشا أبيضا ، أي أن النموذج مقبول إحصائيا.

II-2-5 التنبؤ بمبيعات الـــTD : بعدما تبيَّن أن النموذج *ARIMA*(0,1,1) مقبول إحصائيا، يمكن إستخدامه في التنبؤ لـــ6أشهرالقادمة كالآتي :

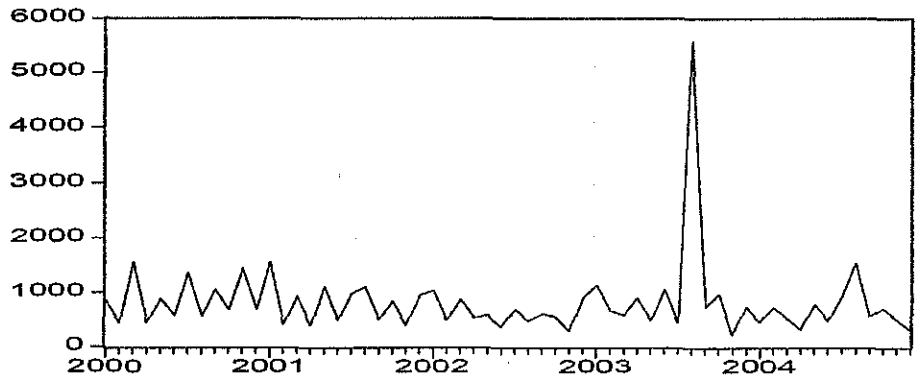
جدول (4-10): التنبؤ بالـــTDلـــ6أشهر القادمة

الأشهر	$\hat{\varepsilon}_t$	*DTCVS*	*TDCVS*	*COFS*	التنبؤ بالـــTD
ديسمبر-04	-46.3504	-	194.3416	-	-
جانفي-05	-	-45.4677	147.9912	0.869106	128.620
فيفري-05	-	-	147.9912	1.106669	163.777
مارس-05	-	-	147.9912	1.112346	164.617
أفريل-05	-	-	147.9912	1.121728	166.005
ماي-05	-	-	147.9912	1.306278	193.317
جوان-05		-	147.9912	1.396454	206.662

II-3التنبؤ با لطلب بالنسبة لمنتوج الـــCAL :

يعتبر منتوج الـــCAL أحد المنتجات التي تشهد تقلبات في طلبها، والشكل البياني (4-15) يوضح تطور المبيعات خلال الفترة 2000إلى 2004 :

الشكل البياني (4-15): منحنى تطور مبيعات الـــCAL



نلاحظ من خلال الشكل البياني (4-15) وجود قمم وإنخفاظات يعود سببها إلى عدة عوامل كالموسمية والعشوائية ، كما يلاحظ أنه لايمكن حصر المنحنى بين خطين متوازيين وهذا مؤشر على أن شكل السلسلة الزمنية هو الشكل الجدائي.

II-3-1إختبار الكشف عن المركبة الموسمية ونزعها : وبنفس الطريقة السابقة يمكن الإستعانة بإختبار فيشر لتحليل التباين حيث :

$$F_{cal} = \frac{U^{*} - U^{**}/11}{U^{**}/47} = \frac{23110947}{82685.218} = 27.948$$

وبما أن $F_{tab} = 2.035$ فهذا يعني أن $F_{cal} > F_{tab}$ وبالتالي فإن السلسلة الزمنية للـــCALتحتوي على المركبة الموسمية، لذا يجب أخذها بعين الإعتبار عند التنبؤ.

أما الجدول (4-11) فيوضح السلسلة الزمنية للـــCALبعد نزع المركبة الموسمية.

جدول(4-11):سلسلة الـــCALبعد المركبة الموسمية

DES	NOV	OCT	SEP	AOU	JUL	JUN	MAI	AVR	MAR	FEV	JAN	
612.3	623	1591	680	881.3	773	1213	273.95	1150	709.3	1913	634.5	00
1101	560	953.4	589.7	1087	659.9	875.1	527.3	557.8	875.2	541.2	873.5	01
742.4	677	904.4	794.7	585.1	490.49	622.2	230.4	671	581.8	403.1	828.4	02
813.1	916	605.9	1328.7	482.73	1401.4	400.5	2645.8	811.2	999.2	322.1	682.7	03
332.3	995	554.5	489.2	780	646.9	836.4	730	622.5	734.9	691.7	300.4	04

أما الجدول (4-12)فيوضح المعاملات الموسمية للـــCAL

جدول (4-12):المعاملات الموسمية للـــCAL.

DEC	NOV	OCT	SEP	AOU	JUL	JUN	MAI	AVR	MAR	FEV	JAN	الأشهر
1	0.75	0.97	0.92	2.11	1.12	0.76	1.02	0.68	0.98	0.74	1.41	معاملات موسمية

II-3-2دراسة الإستقرارية لسلسلة الـــCAL : الجدول (4-13) يوضح نتائج إختبار ADF للسلسلة الزمنية للـــCALالمصححة من المركبة الموسمية (CACVS).

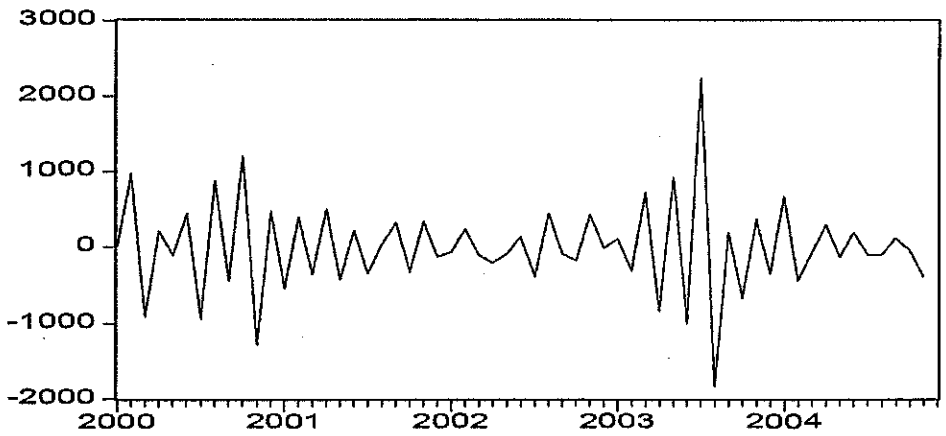
جدول (4-13) : إختبار ADFللسلسلة CACVS.

النماذج	τ_{cal}	τ_{tab}			المقارنة	النتيجة
		$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$		
النموذج[6]	-3.963548	-3.1718	-3.4875	-4.1219	$\tau_{cal} < \tau_{tab}$	مستقرة
النموذج [5]	-3.768263	-2.5932	-2.9118	-3.5457	$\tau_{cal} < \tau_{tab}$	مستقرة
النموذج [4]	-1.071358	-1.6187	-1.9462	-2.6026	$\tau_{cal} > \tau_{tab}$	غير مستقرة

نلاحظ من خلال نتائج إختبار ADFأن السلسلة الزمنية للـــCACVSهي سلسلة زمنية غير مستقرة من النوع DSدون إنحراف، وبالتالي فإن أحسن طريقة لإرجاعها مستقرة هي طريقة الفروق ، حيث وبعد تطبيق إختبار ADFعلى سلسلة الفروق من الدرجة الأولى كانت النتائج كالآتي:

$\tau_{cal} = -7.8316$ و $\tau_{tab} = -2.6$ وهذا عند مستوى معنوية $\alpha = 0.01$ وبالتالي فإن $\tau_{cal} < \tau_{tab}$ وهذا يعني أن السلسلة الزمنية مستقرة ، والشكل البياني(4-16)يوضح إستقرارية الفروق من الدرجة الأولى:

الشكل البياني (4-16): سلسلة الفروق المستقرة بالنسبة للسلسلة CACVS



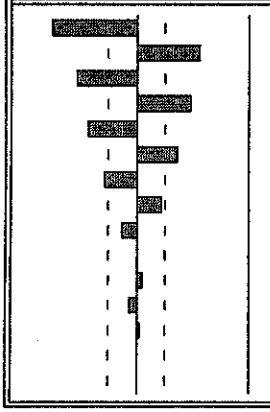
وبالتالي فإن الدراسة سوف تجرى على سلسلة البواقي للسلسلة الزمنية CACVSوالمصححة من المركبة الموسمية DCACVS.

II-3-2تحديد الدرجاتp.q للنموذج ARIMA (p, 1, q) للـــCAL : ومن أجل دلك سوف نستعين ببيان الإرتباط الذاتي البسيط والجزئي، والشكل (4-17) يوضح ذلك :

الشكل (4-17):بيان الإرتباط الذاتي البسيط والجزئي للنموذج $ARIMA(p,1,q)$ للسلسلة $DCACVS$

Correlogram of D(CACVS)

Date: 03/29/05 Time: 00:19
Sample: 2000:01 2004:12
Included observations: 59



Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0.773	-0.773	37.056	0.000
		2	0.576	-0.054	57.975	0.000
		3	-0.551	-0.308	77.492	0.000
		4	0.496	-0.069	93.562	0.000
		5	-0.447	-0.129	106.85	0.000
		6	0.373	-0.135	116.30	0.000
		7	-0.291	-0.001	122.14	0.000
		8	0.225	-0.094	125.72	0.000
		9	-0.133	0.110	126.99	0.000
		10	0.011	-0.183	127.00	0.000
		11	0.048	-0.018	127.17	0.000
		12	-0.063	-0.010	127.47	0.000
		13	0.032	-0.209	127.55	0.000
		14	0.005	0.081	127.55	0.000
		15	0.006	-0.079	127.56	0.000

فمن خلال الشكل (4-17) نلاحظ أن بيان الإرتباط الذاتي البسيط وبيان الإرتباط الذاتي الجزئي يستمران في التناقص ، وهذا مؤشر على أن السلسلة الزمنية من النوع $ARIMA(p,1,q)$ وتحديد الدرجتين p و q صعب نوعا ما، ومن أجل ذلك سوف نستعين بمعيار أكايك للتفضيل ،والذي سبق شرحه في القسم النظري، وهذا بأخذ جميع الدرجات التي تقع خارج مجال ثقتها ، حيث تبين أن $ARIMA(3,1,4)$ هو النموذج الذي يعطي أقل قيمة لمعيار أكايك أي($AIC = 14.64$)،وبالتالي فإنه يجب تقدير معلما ت النموذج الآتي:

$$ARIMA(3,1,4): DCACVS = \hat{\theta}_1 y_{t-1} + \hat{\theta}_2 y_{t-2} + \hat{\theta}_3 y_{t-3} - \hat{\alpha}_1 \varepsilon_{t-1} - \hat{\alpha}_2 \varepsilon_{t-2} - \hat{\alpha}_3 \varepsilon_{t-3} - \hat{\alpha}_3 \varepsilon_{t-4}$$

II-2-4تقدير وإختبار جودة النموذج ARIMA (3, 1,4) للـ CAL : الشكل (4-18) يوضح كيفية تقدير معلمات النموذج بإستخدام البرنامج Eviews كالآتي :

الشكل(4-18):تقدير معلمات النموذج ARIMA(3, 1, 4)للسلسلةCACVS

Dependent Variable: D(CACVS)
Method: Least Squares
Date: 05/03/05 Time: 13:27
Sample(adjusted): 2000:05 2004:12
Included observations: 56 after adjusting endpoints
Convergence not achieved after 100 iterations
Backcast: 2000:01 2000:04

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	-1.075205	0.087736	-12.25497	0.0000
AR(2)	-0.966910	0.110158	-8.777516	0.0000
AR(3)	-0.740290	0.105566	-7.012611	0.0000
MA(2)	0.353436	0.001553	227.5539	0.0000
MA(3)	-0.234633	0.084958	-2.761743	0.0080
MA(4)	-0.592546	0.129062	-4.591157	0.0000

نشير إلى أنه تم حذف المعلمة $\hat{\alpha}_1$ ،لأنه وبعد تقدير أولي ظهر أنها لاتختلف جوهريا عن الصفر، وعليه فإن النموذج المقدر يكتب كالآتي:

$$ARIMA(3,1,4): DCACVS = -1.075y_{t-1} - 0.966y_{t-2} - 0.74y_{t-3} + 0.353\varepsilon_{t-2} - 0.234\varepsilon_{t-3} - 0.592\varepsilon_{t-4}$$

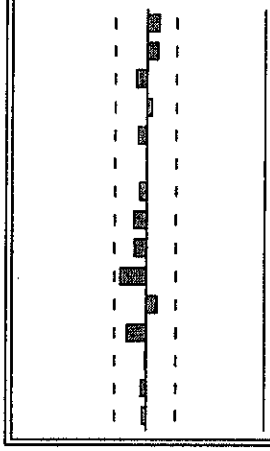
ويلاحظ من خلال الشكل (4-18) أن جميع المعلمات المقدرة معنوية وتختلف جوهريا عن الصفر.

كما أن الشكل(4-19)يبين أن سلسلة البواقي تحاكي تشويشا أبيضا ، وهذا يعني أنه قد تمت نمذجة جميع الخصائص الجوهرية للسلسلة الزمنية لـــCAL، وهذا لأن جميع البواقي تقع داخل فترة ثقتها، كما أن جميع إحتمالات إحصائية Q'لـــLjung-BoX أكبر من 5%، وهذا ما يؤكد أن سلسلة البوا قي تحاكي تشويشا أبيضا، وبالتالي فإن النموذج مقبول إحصائيا ويمكن إستخدامه في التنبؤ.

الشكل (4-19): بيان الإرتباط الذاتي لبواقي عملية تقدير النموذج $ARIMA(3,1,4)$

Correlogram of Residuals

Date: 03/29/05 Time: 01:16
Sample: 2000:05 2004:12
Included observations: 56
Q-statistic probabilities adjusted for 6 ARMA term(s)



Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.107	0.107	0.6733	
		2	0.103	0.093	1.3140	
		3	-0.084	-0.106	1.7470	
		4	0.041	0.053	1.8542	
		5	-0.073	-0.066	2.1957	
		6	0.004	0.000	2.1965	
		7	-0.054	-0.033	2.3873	0.122
		8	-0.101	-0.111	3.0708	0.215
		9	-0.095	-0.059	3.6936	0.297
		10	-0.217	-0.205	7.0124	0.135
		11	0.091	0.145	7.6124	0.179
		12	-0.160	-0.182	9.5135	0.147
		13	-0.002	-0.028	9.5139	0.218
		14	-0.036	0.026	9.6155	0.293
		15	-0.031	-0.131	9.6894	0.376

II-2-5التنبؤ بمبيعات الـــCAL : الجدول (4-14) يوضح التنبؤ بمبيعات الـــCALخلال الـــ6أشهر القادمة

جدول (4-14): التنبؤ بمبيعات الـــCAL خلال الـــ6أشهر القادمة

الأشهر	CALCVS	COFS	التنبؤ بمبيعات الـــCAL
جانفي2005	823.22	1.414192	1164.191
فيفري 2005	624.42	0.742204	463.447
مارس 2005	671.15	0.981948	659.034
أفريل 2005	619.23	0.686724	425.240
ماي 2005	77.01	1.025415	78.967
جوان 2005	623.43	0.767082	478.221

في الأخير نشير إلى أننا سوف نعتمد على نتائج هذه التنبؤات، وهذا من أجل وضع الخطة الإنتاجية في وحدة BENTALمغنية.

IIIبناء النموذج الرياضي للتخطيط الإجمالي في وحدةBENTAL مغنية :

كما سبقت الإشارة ففي الفصل النظري ،فإن تذبذب الطلب على منتجات الوحدة قد يعرض وحدة BENTALمغنية إلى مشكل في الطاقة الإنتاجية ،فتارة يكون أكبر من طاقتها الإنتاجية وهذا ماقد يعرض المؤسسة إلى فقدان فرص كبيرة للربح، وتارة يكون أقل من طاقتها الإنتاجية مما يعرض الوحدة إلى تحمُّل تكاليف طاقات عاطلة، لذلك سوف نحاول تحديد خطة إنتاج إجمالية لمواجهة التقلبات الحاصلة في الطلب بأدنى التكاليف، ولكن قبل ذلك يجب الإشارة إلى أننا سنعتمد على نموذج البرمجة الخطية، وهذا بالنظر إلى سهولة تطبيقها بالمقارنة مع النماذج الأخرى، وأيضا النتائج الجيدة التي تقدمها هذه النماذج .

كم تجدر الإشارة أيضا إلى ذكر بعض الصعوبات التي واجهتنا وجعلت الدراسة في مؤسسة BENTAL مغنية صعبة ،وأهمها غياب المحاسبة التحليلية في الوحدة، هذه التقنية التي تعتبر أهم مصدر للمعلومات والمتعلقة بالتكاليف، هذه الأخيرة التي تعتبر محور إهتمامات بحوث العمليات بصفة عامة والبرمجة الرياضية بصفة خاصة ، ولذلك حاولنا إقتراح بعض الطرق في تقدير معلمات النموذج الخاصة بالتكاليف، وهذا بالإعتماد على المعلومات التي قدمتها لنا إدارة الوحدة.

III-1إستراتجيات الإنتاج المتاحة للتخطيط الإجمالي في وحدةBENTAL مغنية :

يمكن لوحدةBENTAL مغنية مواجهة التذبذبات الحاصلة في الطلب عن طريق إستراتجيتين وهما :

III-1-1إسترتجية الوفاء بالطلب عن طريق المخزون : تملك وحدة مغنية طاقة تخزينية معتبرة تبلغ بحوالي 6000طن من المنتجات الثلاث مجتمعة ، حيث تقوم الوحدة بالإنتاج للمخزون ليتم إستخدامه في حالة الطلب المرتفع ، وتفضل الوحدة هذه الإستراتجية لأنها لا تعرضها لمشاكل مع العمال، ضف إلى ذلك طبيعة المنتجات الغير قابلة للتلف والتي تتناسب مع هذه الإستراتجية ،ولكن من جهة أخرى فالتخطيط الغير جيد بالنسبة للمخزون يعرض الوحدة إلى تحمل تكاليف الإحتفاظ با المخزون ، وأيضا التلف في المخزون.

III-1-2إستراتجية تغيير القوى العاملة : في بعض الأحيان ينخفض الطلب على منتجات المؤسسة،وفي هذه الحالة يمكن للوحدة تسريح بعض العمال الذين يعملون بصفة مؤقتة في مصلحة الإنتاج ،وعددهم 13عاملاًمتعاقدا من بين 68عامل ، أي أن 55عامل يعملون بصفة دائمة (titulaire) ولايمكن للوحدة تغييرهم، كما أن الوحدة تتحمل تكاليف إجتماعية عن كل عامل تقوم بتعيينه ، و أن الوحدة لا ترغب في تعيين عمال أكبر من 68 عاملاً، وبالتالي يمكنها تغيير عمالها إلا في حدود 13عامل فقط، وذلك عن طريق إنهاء عقد التعاقد في حالة الطلب المنخفض و تجديد التعاقد معهم في حالة الطلب المنخفض.

III-2الصياغة الرياضية لنموذج للتخطيط الإجمالي في وحدة BENTALمغنية :

إن تشكيل نماذج البرمجة الخطية يستدعي تشكيل دالة الهدف والقيود.

III-2-1دالة الهدف : سنحاول إعداد الخطة الإنتاجية التي تقوم على إثرها الوحدة بتدنية تكاليف اليد العاملة، تكاليف الإنتاج ،تكاليف التخزين ،وتكاليف تعيين العمال، ولكن قبل ذلك يجب تقدير بعض المعلمات المهمة والتي سيتم إستخدامها في الصياغة الرياضية.

III-2-1-1تقدير **تكلفة الإنتاج واليد العاملة لسنة 2005بالنسبة لكل منتوج:إن** عدم وجود المحاسبة التحليلية في الوحدة،أدى بنا إلى تقدير تكلفة الإنتاج لكل منتوج،وهذا باستخدام الوسط الحسابي المرجح بكميات الإنتاج، فوحدة مغنية تقوم كل سنة بتقدير تكلفة الإنتاج وهذا من أجل تقييم مخازنها من المنتوج النهائي، (حـــ/72في المحاسبة العامة)،وهذا عن طريق جمع جميع المصاريف (حـــ/61إلى حـــ/68)ثم يتم حذف مصاريف التوزيع ، ليتم التحصل على تكلفة الإنتاج الكلية بالنسبة للمنتجات الثلاث، وعن طريق ضرب تكلفة الإنتاج الكلية في 3نسب معينة، حسب المساهمة النسبية لكل منتوج في تكلفة الإنتاج ولتي يتم تحديدها بطريقة تخمينية، يتم التحصل على تكلفة الإنتاج لكل منتوج، وبقسمة هذه التكلفة على عدد الوحدات المنتجة خلال السنة، يتم الحصول على تكلفة الإنتاج لكل وحدة.ومن أجل تقدير تكلفة الإنتاج لسنة2005سوف نقوم بحساب الوسط الحسابي المرجح بالنسبة للسنوات 2000-2004ليتم إستخدامها في سنة2005 .

أ) **تقدير تكلفة الإنتاج للـــBEN**:الجدول (4-15) يوضح كيفية تقدير تكلفة الإنتاج بالنسبة للـــBEN

جدول(4-15):تقدير تكلفة الإنتاج للـــBEN لسنة2005

السنوات	منتوج الـــBEN		BEBTONITE
	الكمية السنوية من الـــBEN	تكلفة الإنتاج للوحدة	التكلفة الإجمالية
2000	8750.25	4930	43138732.5
2001	7202.75	5635	40587496.3
2002	10181	6400	65158400
2003	10255	5525	56658875
2004	13195	6925	91375375
	49584	**5988.199**	296918879

ومن خلال الجدول (4-12) يتضح أن تكلفة الإنتاج المقدرة بالنسبة للـــBENلسنة 2005تقدربـــ5988.199

ب) **تقدير تكلفة الإنتاج للـــTD**:الجدول (4-16) يوضح كيفية تقدير تكلفة الإنتاج بالنسبة للـــTD

جدول(4-16):تقدير تكلفة الإنتاج بالنسبة لمنتوج الـــTD لسنة 2005

السنوات	منتوج الـــTD		Terre Décolorante
	الكمية السنوية من الـــTD	تكلفة الإنتاج للوحدة	التكلفة الإجمالية
2000	3430.67	17957	61604541.2
2001	3254	24944	81167776
2002	3621	27092	98100132
2003	3579	24510	87721290
2004	2284	28447	64972948
	16168.67	**24341.314**	393566687

ج)تقدير تكلفة الإنتاج للـــCAL :الجدول (4-17) يوضح كيفية تقدير تكلفة الإنتاج بالنسبة للـــCAL

جدول(4-17):تقدير تكلفة الإنتاج بالنسبة لمنتوج الـــCAL لسنة 2005

السنوات	منتوج الـــCAL	Carbonate de calcium	
	الكمية السنوية من الـــCAL	تكلفة الإنتاج للوحدة	التكلفة الإجمالية
2000	12115.19	2890	35012899.1
2001	7885.82	3892	30691611.4
2002	7124.75	4252	30294437
2003	8877.75	4228	37535127
2004	9158.5	5099	46699191.5
	45162.01	**3990.815**	180233266

د) تقدير مساهمة تكلفة اليد العاملة في تكلفة الإنتاج لكل وحدة:

ولكي يتم تدنية تكاليف اليد العاملة يجب أيضا تقديرها ليتم فصلها عن تكلفة الإنتاج والجدول(4-19)يوضح دلك :

جدول(4-18): تقدير مساهمة تكلفة اليد العاملة لكل وحدة منتجة لسنة 2005

السنوات	2000	2001	2002	2003	2004	المجموع
مصارف العمال السنوية	59898084.3	54781949	56371380	61173645	66657416	29888247
عدد الوحدات المنتجة السنوية للمنتجات الثلاث	24296.11	18342.57	20926.75	22711.75	24637.5	110914.6
تقدير مساهمة تكلفة اليد العاملة في تكلفة الإنتاج						**2694.706**

ونلاحظ من خلال الجدول (4-18) أنه تم إعتبار مساهمة تكلفة اليد العاملة في تكلفة الإنتاج الوحدة متساوية للمنتجات الثلاث، وهذا لأن المؤسسة لا تخصص عدداً من العمال لإنتاج نوع معين من المنتجات الثلاث، بل كل العمال يساهمون في إنتاج المنتجات الثلاث.

وبالتالي يمكن فصل تكلفة اليد العاملة، عن تكلفة الإنتاج بطرح تكلفة الإنتاج من تكلفة اليد العاملة، والجدول (4-20)يوضح ذلك:

جدول(4-19):تقدير تكلفة الإنتاج بإستثناء تكلفة اليد العاملة

	BEN	TD	CAL
تكلفة الإنتاج للوحدة المقدرة لكل منتوج	5988.199	24341.314	3990.815
تكلفة اليد العاملة للوحدة المقدرة لكل منتوج	2694.706	2694.706	2694.706
تكلفة الإنتاج بإستثناء تكاليف اليد العاملة	3293.493	21646.608	1296.109

هـ)تقدير تكلفة تعين عامل:بالنسبة لهذه التكلفة، وبعد التحدث إلى المسؤول عن مصلحة الموارد البشرية، والذي أفادنا بأن الوحدة تتحمل مصاريف إجتماعية(frais sociaux)، تدفعها عن كل عامل ،وعليه فإن هذه التكاليف سترتفع بإرتفاع عدد العمال في الوحدة ففي ديسمبر 2004قدرت هذه المصاريف بـــ352081.56 وهذا بالنسبة لعمال مصلحة الإنتاج والذي يبلغ عددهم 68 عاملاً، وعليه فإن متوسط هذه المصاريف بالنسبة لكل عامل هو:

$$\text{تكلفة تعيين عامل} = \frac{352081.56}{68} = 5177.67$$

III-2-1-2 تقدير تكلفة الإحتفاظ بالمخزون لسنة 2005بالنسبة لكل منتوج : لتقدير تكلفة الإحتفاظ بالمخزون ،سنأخذ بعين الإعتبار التكاليف الآتية :

-الفائدة على رأس المال المستثمر في المخزون .

-قيمة التلف في المخزون.

- بالنسبة لتكلفة الفائدة على رأس المال المستثمر في المخزون، إعتمدنا في حسابها على معدل الفائدة المكافئ الشهري، لمعدل فائدة سنوي 6 % ويتم حسابه كالآتي :

$$(1+i) = (1+m)^{12} \Leftrightarrow (1+0.06) = (1+m)^{12} \Leftrightarrow m = 0.486755\%$$

حيث:

i :معدل الفائدة السنوي.

m :معدل الفائدة المكافئ الشهري.

وعن طريق جداء معدل الفائدة المكافئ الشهري m في تكلفة الإنتاج للوحدة، يتم تقدير تكلفة الفائدة على رأس المال المستثمر في المخزون بالنسبة لكل وحدة .

- بالنسبة لمعدل التلف في المخزون، وحسب المسؤول عن الإنتاج فأفادنا بأنها تبلغ بـــ3% من الكمية المحتفظ بها شهريا،وعليه وعن طريق جداء هذه النسبة أي3% ،في تكلفة الإنتاج للوحدة يتم تقدير تكلفة التلف في المخزون لكل وحدة. والجداول أدناه تبين نتائج تقدير تكلفة الإحتفاظ بالمخزون بالنسبة لكل منتوج.

أ)بالنسبةللـــBEN:

جدول(4-20):تقدير تكلفة الإحتفاظ بالمخزون الشهرية للـــBEN للطن

	منتوج الـــBEN		
تكلفة رأس المال المستثمر في المخزون	5988.199	%0.486755	29.101478
تكلفة التلف في المخزون	5988.199	%3	179.64597
تكلفة الإحتفاظ المخزون			**208.796**

ب) **بالنسبة للـــTD**.الجدول(4-21) يوضح ذلك

جدول(4-21): تقدير تكلفة الإحتفاظ بالمخزون الشهرية للـــTD للطن

	منتوج الـــTD		
تكلفة رأس المال المستثمر في المخزون	24341.314	%0.486755	118.482
تكلفة التلف في المخزون	24341.314	%3	730.239
تكلفة الإحتفاظ المخزون			**848.721**

ج) **بالنسبة للـــCAL**: .الجدول(4-22) يوضح ذلك

جدول(4-22): تقدير تكلفة الإحتفاظ بالمخزون الشهرية للـــCAL للطن

	منتوج الـــCAL		
تكلفة رأس المال المستثمر في المخزون	3990.815	%0.486755	19.425
تكلفة التلف في المخزون	3990.815	%3	119.724
تكلفة الإحتفاظ المخزون			**139.149**

ومن خلال الجداول (4-20)و(4-21)و(4-22) يتبين أن تكلفة الإحتفاظ بالمخزون بالنسبة للـــBEN والـــTDوالـــCAL تساوي 208.796، 848.721و 139.149وهي التكلفة التي سوف نعتمد عليها لإعداد الخطة الإنتاجية.

III-2-1-3**الصياغة الرياضية لدالة الهدف** : سنحاول تحديد الخطة الإجمالية للإنتاج التي تقوم بتدنية ، تكاليف الإنتاج ، تكاليف العمال ، تكاليف تعيين العمال ،تكاليف الإحتفاظ بالمخزون وهذا للفترة الزمنية التخطيطية القادمة والتي حددناها بـــ $T = 6$ شهر وهذا لتبسيط الدراسة وتقليل المتغيرات ، وقبل ذلك يجب تعريف متغيرات القرار الآتية :

p_{1t} : كمية الإنتاج من منتوج الـــBENخلال الشهر t.

p_{2t} :كمية الإنتاج من منتوج الـــTD خلال الشهر t.

p_{3t} : كمية الإنتاج من منتوج الـــCAL خلال الشهر t.

W_t :مستوى العمال خلال الفترة t.

e_t :عدد العمال الذي يتم تسريحهم خلال الفترة t.

I_{1t} :عدد الوحات المخزنة من منتوج الـــBEN خلال الفترة t.

I_{2t} : عدد الوحات المخزنة من منتوج الـــTD خلال الفترة t.

I_{3t} : عدد الوحات المخزنة من منتوج الـــCAL خلال الفترة t.

وعليه تكون دالة الهدف كالآتي:

$$MinZ = 3293.493\sum_{t=1}^{6} p_{1t} + 21646.608\sum_{t=1}^{6} p_{2t} + 1296.109\sum_{t=1}^{6} p_{3t} + 2694.706\sum_{t=1}^{6} W_t + 5177.67\sum_{t=1}^{6} e_t$$
$$+ 208.796\sum_{t=1}^{6} I_{1t} + 848.721\sum_{t=1}^{6} I_{2t} + 139.149\sum_{t=1}^{6} I_{3t}$$

حيث: $t = 1,2,...6$

III-2-2قيود الخطة الإجمالية للإنتاج : إن تدنية دالة الهدف أعلاه لايكون متاحا بلا قيود، بل هناك قيود مفروضة على متغيرات دالة الهدف وهي :

-القيود المتعلقة بالطاقة الإنتاجية .

-القيود المتعلقة بالطلب.

-القيود المتعلقة بالعمالة.

-القيود المتعلقة بالمخزون.

-القيود المبدئية.

-شروط عدم السلبية.

III-2-2-1 القيود المتعلقة بالطاقة الإنتاجية :تعتبر مشكلة تحديد الطاقة الإنتاجية بوحدة BENTALمغنية، أحد المشاكل التي الكبيرة التي واجهتنا في هذا البحث ، وهذا بسبب المشاكل الكبيرة التي تواجهها الوحدة فيما يخص الصيانة، والتي تأخذ القسط الأكبر من حيت المصاريف بالنسبة للوحدة ، وبالتالي تجعل الطاقة الإنتاجية اليومية متذبذبة ،وعن طريق التحدث إلى المسؤول عن الإنتاج أخبرنا أن الطاقة الإنتاجية اليومية بالنسبة للـــBEN تتراوح بين 70طناً كحد أعلى، وقد تنخفض بسبب الأعطاب المتكررة للآلات إلى40طناً كحد أدنى ،أما بالنسبة للـــTD بين 9أطنان و 15طناً ،أما الـــCAL فبين 60طناً كحد أعلى و30طناًكحد أدنى ، ولذالك سوف نستخدم المتوسطات الحسابية للطاقة اليومية بدلا من أخد الحد الأعلى، أي جمع الحد الأعلى والحد الأدنى تم قسمتهم على 2 والجدول (4-20) يوضح متوسط الطاقة اليومية للمنتجات الثلاث:

جدول (4-23) :متوسط الطاقة اليومية لمنتجات وحدةBENTAL مغنية

المنتوج	BEN	TD	CAL
الطاقة اليومية بالطن(CAP)	55	12	45

ومن أجل صياغة قيود الطاقة الإنتاجية رياضيا يجب أولا تقدير إنتاجية العامل الواحد خلال الـــ6أشهر القادمة ويكون ذلك كالآتي:

- عدد عمال مصلحة الإنتاج 68عاملاً.
- متوسط الطاقة اليومية من الـــBENيقدر بـــ50طناً.

وعليه فإن الطاقة الإنتاجية للعامل الواحد من الـــBEN يتم تقديرها كما يلي:

$$\text{الإنتاجية اليومية بالنسبة لكل عامل من الـــBEN} = \frac{55}{68} = 0.8088$$

وبضرب هذه النتيجة في عدد الأيام الفعلية لكل شهر يتم تقدير الإنتاجية الشهرية بالنسبة لكل عامل (K_{1t}, K_{2t}, K_{3t}) ، والجدول (4-24) يوضح الطاقة الإنتاجية الشهرية بالنسبة لكل عامل.

جدول(4-24): الطاقة الإنتاجية الشهرية لكل عامل خلال كل شهر بالنسبة لكل منتوج

	عدد الأيام الفعلية	BEN الـــ K_{1t}	TD الـــ K_{2t}	CAL الـــ K_{3t}
جانفي	22	17.794	3.883	14.558
فيفري	19	15.367	3.353	12.573
مارس	23	18.602	4.059	15.220
أفريل	21	16.985	3.706	13.897
ماي	22	17.794	3.883	14.558
جوان	22	17.794	3.883	14.558

وبالتالي فإنه يجب أن يكون مستوى الإنتاج أقل من أو يساوي جداء الطاقة الإنتاجية الشهرية لكل عامل في مستوى العمال خلال ذلك الشهر فمثلا :

$$P_{1t} \le K_{1t}W_t \Leftrightarrow P_{1t} - K_{1t}W_t \le 0$$

وعليه يمكن وضع الصياغة الرياضية العامة لقيود الطاقة الإنتاجية كالآتي:

$$P_{1t} - K_{1t}W_t \le 0$$
$$P_{2t} - K_{2t}W_t \le 0$$
$$P_{3t} - K_{3t}W_t \le 0$$

ويمكن كتابة القيود بالتفصيل كالآتي:

• بالنسبة لمنتوج الـــBEN:

$$P_{11} - 17.794W_1 \le 0$$
$$P_{12} - 15.367W_2 \le 0$$
$$P_{13} - 18.602W_3 \le 0$$
$$P_{14} - 16.985W_4 \le 0$$
$$P_{15} - 17.794W_5 \le 0$$
$$P_{16} - 17.794W_6 \le 0$$

• بالنسبة لمنتوج الـــTD:

$$P_{21} - 3.883W_1 \le 0$$
$$P_{22} - 3.353W_2 \le 0$$
$$P_{23} - 4.059W_3 \le 0$$
$$P_{24} - 3.706W_4 \le 0$$
$$P_{25} - 3.883W_5 \le 0$$
$$P_{26} - 3.883W_6 \le 0$$

• بالنسبة لمنتوج الـــCAL:

$$P_{31} - 14.558W_1 \le 0$$
$$P_{32} - 12.573W_2 \le 0$$
$$P_{33} - 15.220W_3 \le 0$$
$$P_{34} - 13.897W_4 \le 0$$
$$P_{35} - 14.558W_5 \le 0$$
$$P_{36} - 14.558W_6 \le 0$$

III-2-2-2 **القيود المتعلقة بالطلب** : بعد ما تم إعداد التنبؤات المتعلقة بالطلب سابقا ، فإنه لابد من مواجهتها وهذا عن طريق القيود الآتية :

• بالنسبة لمنتوج الـــBEN :

$$P_{11} + I_{10} - I_{11} = 1177.225$$
$$P_{12} + I_{11} - I_{12} = 923.021$$
$$P_{13} + I_{12} - I_{13} = 883.342$$
$$P_{14} + I_{13} - I_{14} = 1071.990$$
$$P_{15} + I_{14} - I_{15} = 1379.269$$
$$P_{16} + I_{15} - I_{16} = 1315.220$$

• بالنسبة لمنتوج الـــTD:

$$P_{21} + I_{20} - I_{21} = 128.62$$
$$P_{22} + I_{21} - I_{22} = 163.777$$
$$P_{23} + I_{22} - I_{23} = 164.617$$
$$P_{24} + I_{23} - I_{24} = 166.005$$
$$P_{25} + I_{24} - I_{25} = 193.317$$

$$P_{26} + I_{25} - I_{26} = 206.662$$

- بالنسبة لمنتوج الـــCAL:

$$P_{31} + I_{30} - I_{31} = 1164.191$$
$$P_{32} + I_{31} - I_{32} = 463.447$$
$$P_{33} + I_{32} - I_{33} = 659.034$$
$$P_{34} + I_{33} - I_{34} = 425.240$$
$$P_{35} + I_{34} - I_{35} = 78.967$$
$$P_{36} + I_{35} - I_{36} = 478.221$$

وبالتالي فإن الطلب في فترة ما، يجب أن يساوي كمية الإنتاج في تلك الفترة، مضافا إليه مخزون الفترة السابقة ناقص مخزون الفترة الحالية.

III-2-2-3**القيود المتعلقة بالعمالة** :تشكل قيود العمالة أحد القيود التي تؤثر على الخطة الإجمالية، في وحدة BENTALمغنية،حيث عن طريق هذه القيود يتم تحديد مستوى العمالة الأمثل لكل فترة ، فإذا رمزنا إلى عدد العمال الذين يتم تسريحهم في كل فترة بـــ L_t فتكون قيود العمالة كالآتي:

$$W_1 - W_0 - e_1 + L_1 = 0$$
$$W_2 - W_1 - e_2 + L_2 = 0$$
$$W_3 - W_2 - e_3 + L_3 = 0$$
$$W_4 - W_3 - e_4 + L_4 = 0$$
$$W_5 - W_4 - e_5 + L_5 = 0$$
$$W_6 - W_5 - e_6 + L_6 = 0$$

وبما أن الوحدة لاتستطيع تغيير العمالة إلا في حدود 13وهم العمال المؤقتون، كما أن الوحدة لاترغب في تعيين عمال جدد أكبر من عدد العمال الحاليين أي 68عاملاً، وعليه فإن مستوى العمالة محصور بين $55 \le W_t \le 68$

وبما أن الصياغة الرياضية لنماذج البرمجة الخطية تستدعي أن يكون الطرف الأيمن ثابت ، فيمكن صياغة القيود كالآتي:

$$W_1 \le 68$$
$$W_2 \le 68$$
$$W_3 \le 68$$
$$W_4 \le 68$$
$$W_5 \le 68$$
$$W_6 \le 68$$
$$W_1 \ge 55$$
$$W_2 \ge 55$$
$$W_3 \ge 55$$
$$W_4 \ge 55$$
$$W_5 \ge 55$$
$$W_6 \ge 55$$

III-2-2-4القيود المتعلقة بالمخزون : إن المخزون هو أحد أهم إستراتيجيات الإنتاج المتاحة بالنسبة لمؤسسة BENTALمعنية ، ولكن هناك بعض القيود التي تفرض على المخزون وهي :

- القيود المتعلقة بالطاقة التخزينية:تبلغ الطاقة التخزينية بالمؤسسة بـ6000طناً، من المنتجات الثلاث مجتمعة وبالتالي تكون الصياغة الرياضية كالآتي:

$$I_{11} + I_{21} + I_{31} \leq 6000$$
$$I_{12} + I_{22} + I_{32} \leq 6000$$
$$I_{13} + I_{23} + I_{33} \leq 6000$$
$$I_{14} + I_{24} + I_{34} \leq 6000$$
$$I_{15} + I_{25} + I_{35} \leq 6000$$
$$I_{16} + I_{26} + I_{36} \leq 6000$$

كما أن الوحدة تعاني من مشكلة الصيانة ، بالإضافة إلى الطلب الغير متوقع لهذا تريد المؤسسة بالإحتفاظ بكمية إضافية في المخزون لمواجهة أعطاب الآلات، من جهة وتقلبات الطلب الفجائية من جهة أخرى، حيث حدد لنا مسؤول الإنتاج 500طناً كحد أدنى للمخزون من كل منتوج ،وبالتالي يمكن صياغة القيود الآتية:

$$I_{11} \geq 500$$
$$I_{12} \geq 500$$
$$I_{13} \geq 500$$
$$I_{14} \geq 500$$
$$I_{15} \geq 500$$
$$I_{16} \geq 500$$
$$I_{21} \geq 500$$
$$I_{22} \geq 500$$
$$I_{23} \geq 500$$
$$I_{24} \geq 500$$
$$I_{25} \geq 500$$
$$I_{26} \geq 500$$
$$I_{31} \geq 500$$
$$I_{32} \geq 500$$
$$I_{33} \geq 500$$
$$I_{34} \geq 500$$
$$I_{35} \geq 500$$
$$I_{36} \geq 500$$

III-2-2-5القيود المبدئية وشروط عدم السلبية : تمثل القيود المبدئية عن قيمة بعض المتغيرات قبل إعداد الخطة الإجمالية وهي عبارة عن المخزون الأولي ، عدد العمال،وفي وحدة BENTALمعنية كانت هذه القيود كالآتي :

$$I_{10} = 1856.25$$
$$I_{20} = 1029$$
$$I_{30} = 1860$$
$$W_0 = 68$$

أما قيود عدم السلبية فهي:

$$P_{1t}, P_{2t}, P_{3t}, I_{1t}, I_{2t}, I_{3t} \geq 0$$

$$W_t, e_t, L_t \geq 0$$

ويلاحظ أن قيمة W_t, e_t, L_t هي عبارة عن أعداد صحيحة وهذا لأنها تعبر عن عدد العمال.

ولحل النموذج السابق لابد من إستخدام أحد برامج الإعلام الآلي المختصة في حل مشاكل البرمجة الخطية ،ومن أحدثها البرنامج Lindo والجدول (4-25) يوضح نتائج النموذج الرياضي المقترح للتخطيط الإجمالي في مؤسسة BENTALمغنية .

جدول(4-25): الخطة الإجمالية للإنتاج المقترحة لـــ6أشهرالأولى لسنة2005 في مؤسسةBENTALمغنية.

الأشهر	مستوى العمال W_t	التعيين e_t	التسريح L_t	مستوى الإنتاج			مستوى المخزون		
				BEN	TD	CAL	BEN	TD	CAL
القيم المبدئية	68	-	-	-	-	-	1856.25	1029	1860
جانفي 05	55	-	13	-	-	-	679.025	900	695.808
فيفري 05	55	-	-	743.995	-	267.638	500	736.60	500
مارس 05	58	3	-	1074.858	-	659.638	691.516	571.98	500
أفريل 05	68	10	-	1154.979	94.019	425.239	774.507	500	500
ماي 05	68	-	-	1209.992	193.31	78.967	605.229	500	500
جون 05	68	-	-	1209.992	206.66	478.221	500	500	500
تكلفة الخطة الإجمالية للإنتاج							**36377056.00دج**		

ويتضح من خلال الجدول (4-25) مختلف متغيرات القرار التي يجب أن تتخذها المؤسسة في سبيل مواجهة الطلب على منتجاتها بأدنى تكلفة.

وفي الأخير نود الإشارة إلى أن تطبيق هذا النموذج لا يعني أن النتائج التي سوف تتحصل عليها خاصة فيما يخص تكلفة الخطة الإجمالية ، تكون مطابقة تماما للتكلفة التي تحصلنا عليها، ولكن يمكن أن تكون أكثر كما يمكن أن تكون أقل ، وهذا راجع لعدم إدخال بعض التكاليف نظرا لصعوبة تقديرها، ولكن أثرها سيظهر على نتائج الخطة الإجمالية، ولهذا نقترح بإجراء مايسمى في بحوث العمليات بتحليل الحساسية، فمثلا يمكن معرفة مدى تأثر الحل الأمثل بزيادة أجور اليد العاملة ، وأيضا تأثر الحل الأمثل عندما تزيد تكلفة الإنتاج بوحدة واحدة... وبصفة عامة يمكن وضع مجال يتحرك فيه الحل الأمثل عن طريق حصر جميع مؤشرات النموذج في مجالات معينة ، وهذه أحد المزايا الجيدة التي تتمتع بها نماذج البرمجة الرياضية بصفة عامة ونماذج البرمجة الخطية بصفة خاصة .

خلاصـــــة:

قمنا في هذا الفصل بمحاولة تحديد خطة إنتاج مثالية تواجه بها مؤسسة BENTALمغنية تقلبات الطلب على منتجاتها ، حيت إتضح أن المؤسسة يمكنها القيام بمواجهة منتجاتها عن طريق إستراتجيتين للإنتاج وهي ، الوفاء بالطلب عن طريق المخزون ،وتغيير القوى العاملة ،وفي سبيل تحديد الخطة المثالية إستعنا بنموذج البرمجة الخطية وهذا لسهولته وفعاليته مقارنة بالطرق الأخرى، وبما أن معالجة مشكلة التخطيط الإجمالي تستدعي أولا معرفة أرقام الطلب المتنبأ بها، وحيث أن وحدة BENTALمغنية لا تستخدم أي أسلوب علمي في التنبؤ، قمنا بنمذجة مبيعات الوحدة بإستخدام أحد أحدث الطرق العلمية في مجال التنبؤ بالمبيعات، والمتمثلة في منهجية بوكـــس-جانكينـــس بالنسبة لمنتجات الوحدة الثلاث، وهذا حتى يتسنى لنا وضع خطة إنتاجية يتم فيها مواجهة نتائج تلك التنبؤات ، أما الشيء الذي جعل دراستنا صعب نوعا ما هو غياب تقنية المحاسبة التحليلية بالوحدة ،الأمر الذي جعلنا نقترح بعض الطرق لتقدير بعض معلمات النموذج خاصة تلك التي تتعلق بالتكاليف، كتكلفة الإنتاج للوحدة ، تكلفة الإحتفاظ بالمخزون ، تكلفة مساهمة اليد العاملة في تكلفة الإنتاج، وهذا بطبيعة الحال بالإستناد على ما تطرقنا إليه في الجانب النظري من جهة ، وبعض المعارف العلمية المكتسبة من جهة أخرى ، وفي الأخير قمنا بالصياغة الرياضية للنموذج بدأ بدالة الهدف والتي تقوم بتدنية مجموع تكاليف الإنتاج ، تكاليف اليد العمالة ، تكاليف تعيين عامل ،تكاليف الإحتفاظ بالمخزون وهذا للفترة الزمنية التخطيطية القادمة، والتي قمنا بتحديدها بـــ6أشهر وهذا لتبسيط البحث من جهة، والتقليل من المتغيرات من جهة أخرى ، ثم قمنا بعد ذلك بصياغة القيود وهي القيود المتعلقة بالطاقة الإنتاجية ، القيود المتعلقة بالطلب، القيود المتعلقة بالعمالة، القيود المتعلقة بالمخزون ، القيود المبدئية و قيود عدم السلبية ليتم في الأخير حل النموذج بإستخدام أحد برامج الإعلام الآلي المختصة في حل مثل هذه النماذج، وهو البرنامج Lindo حيت تم التحديد الأمثل لموارد المؤسسة، وذلك في تحديد مستوى العمالة الأمثل عن طريق تحديد عدد العمال الذي يجب تعيينهم، وعدد العمال الذي يجب تسريحهم ، ومستوى الإنتاج، أي عدد الوحدات التي يجب إنتاجها كل شهر من المنتجات الثلاث، وأيضا مستوى المخزون الذي يجب الإحتفاظ به من كل منتوج خلال كل شهر من أشهر الفترات التخطيطية.

وفي الأخير نرجو أن تستفيد الوحدة من هذه الدراسة، سواء في تقدير الطلب على منتجاتها، وأيضا في تحديد الخطة الإجمالية المثالية.

الخـــاتـــمـــة العـــــامـــــة

الخـــاتـــمة العامة.

من خلال عرضنا للجانب النظري لموضوع التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية،إتضح أنه يهدف بالدرجة الأولى إلى التحديد الأمثل لمستوى الإنتاج ، المخزون والعمالة لكل فترة زمنية-شهر-على مدار الفترة التخطيطية، والتي تتراوح بين6إلى 18شهرا، وهذا من خلال دراسة مختلف البدائل الإنتاجية الممكنة، وإختيار أفضلها لمواجهة تقلبات الطلب بأدنى التكاليف ، ومن أجل القيام بذلك، لابد من الوقوف أولا على تقديرات الطلب على منتجات المؤسسة، هذه التقديرات والتي تعتبر الركيزة الأولى لهذا النوع من التخطيط، لذالك يجب الإستعانة بأحسن النماذج الإحصائية المستخدمة في التنبؤ، وهذا من أجل الوصول إلى أرقام تقترب إلى حد ما بأرقام الطلب الحقيقية،الأمر الذي قد يؤدي إلى نجاح الخطة الإجمالية، وتعتبر منهجية بـــوكس-جـــانكينس إحد الطرق الإحصائية الجيدة في التنبؤ القصير المدى، وهذا لأنها تقوم بإدخال أثر العشوائية إلى جانب أثر الإتجاه العام والموسمية عند حساب التنبؤ ، ضف إلى ذلك أنها تعتمد على أسس إحصائية قوية في الكشف على قوة النموذج الإحصائية والتنبؤية، وهذا عن طريق الإختبارات الإحصائية،فالإستعانة بمثل هذه النماذج عند القيام بإعداد الخطة الإجمالية قد يساهم إلى حد كبير في نجاحها.

وبغرض تدعيم الدراسة النظرية، وإثبات فعالية النماذج الإحصائية والرياضية في التنبؤ والتخطيط والإجمالي للطاقة الإنتاجية، قمنا بإجراء دراسة ميدانية في المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة بوحدة BENTALمغنية ،وهذا بسبب التقلبات الكبيرة التي يشهدها الطلب على منتجاتها الثلاث (BEN,TD, CAL) بسبب الموسمية والعشوائية، الأمر الذي يجعل الطلب يفوق طاقتها المتاحة في بعض الأحيان، وهذا مايجعل الوحدة في حاجة ملحّة إلى تخطيط إجمالي تتمكن فيه من الوقوف على تقلبات الطلب على منتجاتها بأدنى التكاليف ؛ ومن خلال إطلاعنا على الخطة الإنتاجية التي وضعتها الوحدة لسنة 2005، لا حضنا أنها غير عملية وهذا بسبب أن الوحدة لا تعتمد على أي طريقة علمية سواء في التنبؤ بالطلب على منتجاتها، أو في إعداد الخطة الإجمالية، وهذا ما يجعل تلك الخطة شكلية قد تتحمل الوحدة تكاليف إضافية كبيرة إذا ماحاولت تطبيقها، فمن هذا المنطلق كان التفكير في بناء خطة إجمالية تستند في إعدادها على الطرق العلمية.

في أول الأمر قمنا بنمذجة مبيعات الوحدة بإستخدام منهجية بـــوكس-جـــانكينس، والتي تعتبر أحد أفضل الطرق في التنبؤ القصير المدى، وهذا بالنسبة لكل منتوج من منتجات الوحدة الثلاث، حيث تم حساب التنبؤ بالنسبة للـــ 6أشهر القادمة من سنة 2005، وهذا بغرض بناء نموذج رياضي لمواجهة نتائج هذه التنبؤات.

إن بناء نموذج رياضي للتخطيط الإجمالي في وحدة BENTALمغنية، لم يكن أبدا بالأمر الـــهين، نظرا لغياب المحاسبة التحليلية بالوحدة، هذه التقنية التي تعتبر أهم مصدر للمعلومات خاصة تلك التي تتعلق بالتكاليف والتي تشكل محور إهتمامنا، وهذا بغرض إعداد الخطة التي تقوم بتدنيها، هذا ما استدعانا القيام بتقدير بعض المعلمات، بالإعتماد على المعلومات التي قدمتها لنا إدارة الوحدة ، فقمنا بتقدير تكلفة الإنتاج لكل منتوج بالنسبة لسنة 2005 ،عن طريق حساب الوسط الحسابي المرجح بكميات الإنتاج السنوية للسنوات الخمس الأخيرة ، وهذا بالإعتماد على تكلفة الإنتاج التي تقوم المؤسسة بحسابـــها كل سنة من أجل تقييم مخازنها ، ثم تقدير مقدار مساهمة تكلفة اليد العاملة في تكلفة الإنتاج ، ثم قمنا بعد ذلك بتقدير تكلفة الإحتفاظ بالمخزون لكل وحدة منتجة من كل منتوج، وهذا عن طريق حساب تكلفة الفائدة على رأس المال المستثمر في المخزون، بإستخدام معدل الفائدة المكافئ ، ونسبة التلف في المخزون، والتي تقدرها المؤسسة بحوالى 3% من الكمية المحتفظ بـــها في المخازن شهريا، وبعد تقدير مختلف هذه التكاليف، قمنا بالصياغة الرياضية لدالة الهدف والتي تقوم بتدنية تكاليف الإنتاج ، تكاليف العمالة ، تكاليف تعيين العمال ،تكاليف الإحتفاظ بالمخزون وهذا في إطار القيود المتعلقة بالطاقة الإنتاجية ،و القيود المتعلقة بالطلب، والقيود المتعلقة بالعمالة، القيود المتعلقة بالمخزون، والقيود المبدئية و عدم السلبية ،ليتم في الأخير الحصول على نموذج رياضي في شكل نموذج للبرمجة الخطية، حيث وبإستخدام برنامج الإعلام الآلي Lindo، تمكنا من تحديد مستوى العمالة ، الإنتاج والمخزون لكل شهر خلال الـــ6 أشهر القادمة من سنة 2005، والتي تواجه بـــها الوحدة تقلبات الطلب المتنبأبه بأدنى التكاليف.

لذلك فإن تطبيق الأساليب العلمية في التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية يساهم إلى حد كبير، في نجاح الخطة الإجمالية للإنتاج في وحدة Bentalمغنية، وهذا ما يساعدها في ترشيد قراراتها الإنتاجية، ويجعلها تتحكم أكثر في تكاليفها مع مواجهة جيدة لتقلبات الطلب على منتجاتها، هذا الأخير والذي يجب تقديره بأحسن النماذج الإحصائية المستخدمة في هذا المجال ، خاصة بعدما تأكدنا في الجانب النظري بأن نتائج الخطة الإجمالية تعتمد إلى حد كبيرا بنتائج نماذج التنبؤ بالطلب، وهذا ما يؤكد صحة الفرضيتين الأولى والثانية.

نشير في الأخير إلى أننا حاولنا في الدراسة التطبيقية إقتراح نموذج رياضي في ظل المعطيات والمعلومات التي أتيحت لنا من طرف إدارة الوحدة، خلال فترة الدراسة والتي كانت قصيرة نوعا ما (10 أيام)، لذالك فإن هذا النموذج يبقى قابلا للتغير أو الإضافة، إذ يمكن للوحدة أن تضيف قيودا تناسبها، كما يمكن إضافة قيود أخرى يفرضها محيط المؤسسة، وبالتالي فإن هدفنا الأول من هذه الدراسة، كان في محاولة إقتراح طريقة أو منهجية لإعداد الخطط الإنتاجية في الوحدة ،وهذا في ضل غياب أي طريقة علمية.

كما يمكن صياغة بعض الإقتراحات والتوصيات التي إرتأيناها مناسبة والتي من شأنها أن تحقق الأهداف التنموية في وحدة Bentalمغنية وهي:

-ضرورة إدخال المحاسبة التحليلية في الوحدة ، وهذا حتى يتسنى للقائم بتخطيط الإنتاج بجمع معلومات دقيقة عن التكاليف لكي يتم إعداد الخطط التي تقوم بتدنيتها.

-توظيف إطارات سامية متخصصة في مجال القياس وبحوث العمليات، وهذا بغرض ترشيد القرارات الإنتاجية خاصة فيما يتعلق بالتنبؤ بالمبيعات، وتخطيط الإنتاج، والمخزون.

- إستخدام برامج الإعلام الآلي المختصة في مجال التنبؤ بالمبيعات وبحوث العمليات.

-الإستعانة بالنماذج الرياضية وهذا من أجل تجزئة الخطة الإجمالية للإنتاج لفترات إنتاجية قصيرة (يومية،..)[1].

وفي الأخير نرجو أن نكون قد ساهمنا بهذا العمل المتواضع في حل إحد المشاكل الكبيرة الموجودة بالمؤسسات الجزائرية.

[1]Vollmann.T, Berry.w.l, Whybark.d.c,"*Manufacturing planning and Control Systems*" 4eme ed: Irwin McGraw-Hill; New York; 1997;p631

الملاحق

الملـــحق رقم 1

Etat Des Ventes Et Production

Exercice 2000

Mois	Bentonite		Terre Decolorante		Carbonate de Calcium	
	production	Ventes	production	Ventes	production	Ventes
Janvier	707.5	712.5	340.48	302.68	732.25	866
Fevrier	841.25	270.2	305.59	329.34	506.75	462.5
Mars	311.25	282.5	484	380	1767.5	1562.5
Avril	617.5	501.25	432	310.8	870	467
Mai	373.75	802.5	446	377	1199	903.75
Juin	467.5	561	398	275	895	593
Juillet	582.5	586.25	447	170	1078	1371.25
Aout	746.25	954	120	200	1214.19	579.5
Septembre	915	499	367	196	368.75	1067
Octobre	1589	1586.5	-	326	457	695
Novembre	610	351.25	86	347	1599.25	1440.5
Decembre	988.75	611.25	4.6	245	1427.5	697
Total	8750.25	7705.2	3430.670	3458.82	12115.190	10705

Exercice 2001

Mois	Bentonite		Terre Decolorante		Carbonate de Calcium	
	production	Ventes	production	Ventes	production	Ventes
Janvier	442.5	927.5	259	329.5	1185	1557.5
Fevrier	214	281.7	324	266	1444.32	416.25
Mars	533.75	330	315	274	941.25	936.25
Avril	973.75	858.05	222	284	362.5	405
Mai	985	1487.925	250	149.16	621.25	1115
Juin	1130	735.59	269	127	88	506.25
Juillet	713.75	535.45	271	556	505	988.75
Aout	195	701.675	291	266	855	1115.55
Septembre	475	527.5	267	288	603.75	517.5
Octobre	507.5	685.756	345	331	515	857.5
Novembre	763.75	692.5	226	235	-	407.5
Decembre	268.75	392.584	215	227	764.75	959.5
Total	7202.75	81565	3254	3332.66	7885.82	9782.55

Exercice 2002

Mois	Bentonite		Terre Decolorante		Carbonate de Calcium	
	production	Ventes	production	Ventes	production	Ventes
Janvier	878.75	836.75	164	143	678.75	1050
Fevrier	400	484.5	280	255	371.25	502.5
Mars	493.75	465	289	317	980	888.1
Avril	583.75	632.5	323	321	1040	545.75
Mai	891.25	767.5	243	104	950	600
Juin	664.75	707.25	335	467	558.750	376.25
Juillet	1188.75	1040.85	326	112.1	170	703
Aout	1376	848	382	148	160	487.5
Septembre	977.5	1183.75	342	100	531.25	622.5
Octobre	1122.5	703	294	130	482.50	570
Novembre	718.75	677.5	242	269	193.75	303.5
Decembre	885.25	768.75	301	206	1062.5	910
Total	3621	2574.1	7124.75	6259.1	10181	13681.25

تابع للمـــلحق رقم 1

Exercice 2003

Mois	Bentonite		Terre Decolorante		Carbonate de Calcium	
	production	Ventes	production	Ventes	production	Ventes
Janvier	535	745.25	314	111	586.25	1150
Fevrier	527.5	803.75	215	226	235	680
Mars	813.75	972.2	305	186	341.25	595
Avril	856.25	830	256	197	994.75	912.5
Mai	1132.5	1001	153	714	740	495
Juin	1147.75	1378	318	312	1120	1075
Juillet	1084.5	601.25	422	130	700	452.5
Aout	1045	993	366	80	880	5597.25
Septembre	1313.75	731	291	164	700	752.5
Octobre	549.5	281.5	350	218	1822.5	979
Novembre	880	246.5	279	58	-	242.5
Decembre	369.5	1261.25	310	175	758	750
Total	10255	9844.7	3579	2571	8877.75	13451

Exercice 2004

Mois	Bentonite		Terre Decolorante		Carbonate de Calcium	
	production	Ventes	production	Ventes	production	Ventes
Janvier	775	923	314	220	886	470
Fevrier	787.5	1301	288	262	706	738.75
Mars	600	996.25	323	240	554.25	544.5
Avril	857.5	915.5	319	213	246	336
Mai	903.75	693	240	213	833.75	800
Juin	1223.75	1247.25	270	366	1208.75	496.25
Juillet	1366.25	1399.25	110	100	936.25	945
Aout	1200	744.25	110	40	1260.25	1545
Septembre	1171.25	1506.75	110	226	1087.5	577.5
Octobre	1787.5	952.5	-	90	986.25	720
Novembre	1358.75	756.55	-	942	147.5	520.75
Decembre	1163.75	1398.55	200	177.5	306.25	330
Total	13195	12834.6	2284	3089.5	9158.5	7553.75

الـــملحق الثاني

جدول(1) يبين مختلف الحسابات اللازمة لإختبار فيشر للكشف عن الموسمية بالنسبة لسلسلة الـــBEN

سلسلة الـBEN	أثر الإتجاه T $TD_t = 544{,}318 - 8.201T_t$	مربع الفروق *u	معاملات موسمية قبل التسوية	معاملات موسمية بعد التسوية	أثر الإتجاه ×موسمية	مربع الفروق u**
712.5	552.51999	25593.6037	1.2895461	1.20556604	666.099336	2153.02163
270.2	560.721758	84402.8921	0.48187893	0.45049717	252.603565	309.634515
282.5	568.923527	82038.4368	0.4965518	0.46421449	264.102545	338.466352
501.25	577.125296	5757.06051	0.8685289	0.81196705	468.606724	1065.58348
802.5	585.327064	47164.0839	1.37102835	1.28174186	750.2382	2731.29571
561	593.528833	1058.12499	0.94519418	0.8836396	524.465581	1334.76379
586.25	601.730602	239.649035	0.9742732	0.91082489	548.071209	1457.62006
954	609.932371	118382.534	1.56410784	1.46224728	891.87195	3859.89461
499	618.134139	14192.9432	0.80726814	0.75469582	466.503251	1056.03869
1586.5	626.335908	921915.083	2.53298586	2.36802835	1483.18119	10674.7771
351.25	634.537677	80251.9078	0.55355263	0.51750321	328.375285	523.252605
611.25	642.739445	991.585176	0.95100745	0.88907429	571.443116	1584.588
927.5	650.941214	76484.762	1.42485985	1.45291863	945.764617	333.596238
281.7	659.142983	142463.205	0.42737313	0.43578909	287.247321	30.7727669
330	667.344752	113801.481	0.49449703	0.50423482	336.498461	42.2299915
858.05	675.54652	33307.5201	1.27015679	1.29516911	874.946985	285.508119
1487.925	683.748289	646700.182	2.17612976	2.21898278	1517.22568	858.529803
735.59	691.950058	1904.44456	1.06306805	1.08400232	750.075468	209.828781
535.45	700.151826	27126.6916	0.7647627	0.77982264	545.994246	111.181118
701.675	708.353595	44.6036335	0.99057166	1.01007831	715.492602	190.926133
527.5	716.555364	35741.9306	0.73616084	0.75065755	537.887694	107.904184
685.756	724.757133	1521.08834	0.94618731	0.96481992	699.260119	182.361222
692.5	732.958901	1636.9227	0.94480059	0.96340589	706.136923	185.965659
392.584	741.16067	121505.695	0.52968812	0.5401189	400.314886	59.7665956
836.75	749.362439	7636.58586	1.11661588	1.17043348	877.078887	1626.41912
484.5	757.564207	74564.0614	0.63954975	0.67037417	507.851476	545.291411
465	765.765976	90460.1724	0.60723513	0.63650208	487.411633	502.281289
632.5	773.967745	20013.1228	0.81721752	0.856605	662.98464	929.313303
767.5	782.169514	215.194629	0.9812451	1.02853823	804.491244	1368.3521
707.25	790.371282	6909.14757	0.89483261	0.93796091	741.337371	1161.94884
1040.85	798.573051	58698.12	1.30338733	1.36620677	1091.01591	2516.61852
848	806.77482	1699.51549	1.05109874	1.10175861	888.871107	1670.44738
1183.75	814.976588	135993.829	1.45249571	1.52250173	1240.80327	3255.07559
703	823.178357	14442.8375	0.8540069	0.89516753	736.882533	1148.02605
677.5	831.380126	23679.0931	0.81491003	0.85418629	710.153508	1066.25159
768.75	839.581895	5017.15729	0.91563432	0.95976521	805.80149	1372.8129
745.25	847.783663	10513.1521	0.87905681	0.95339301	808.271019	3971.64878
803.75	855.985432	2728.54036	0.93897626	1.01837946	871.717982	4619.64658
972.2	864.187201	11666.7648	1.12498773	1.22012073	1054.41272	6758.93104
830	872.388969	1796.82473	0.95141047	1.03186516	900.187784	4926.32496
1001	880.590738	14498.3903	1.13673692	1.23286347	1085.64815	7165.30982
1378	888.792507	239323.971	1.55041811	1.68152703	1494.52862	13578.9203
601.25	896.994276	87464.6765	0.67029413	0.72697661	652.093858	2585.09786
993	905.196044	7709.53464	1.09699993	1.18976619	1076.97165	7051.23781
731	913.397813	33268.9622	0.80030846	0.86798542	792.815984	3821.21592
281.5	921.599582	409727.475	0.30544719	0.3312769	305.304652	566.661479
246.5	929.80135	466900.736	0.26511039	0.28752908	267.344927	434.510976
1261.25	938.003119	104488.546	1.34461173	1.45831693	1367.90583	11375.4659

923	946.204888	538.466821	0.97547583	0.90438641	855.734842	4524.60153
1301	954.406657	120126.946	1.36315059	1.26380873	1206.18747	8989.41673
996.25	962.608425	1131.75555	1.03494835	0.95952477	923.646627	5271.2497
915.5	970.810194	3059.21756	0.94302677	0.87430213	848.781418	4451.36921
693	979.011963	81802.8428	0.70785652	0.6562703	642.496475	2550.60608
1247.25	987.213731	67618.861	1.26340423	1.17133155	1156.35459	8261.97632
1399.25	995.4155	163082.303	1.40569441	1.30325209	1297.27733	10398.4247
744.25	1003.61727	67271.3802	0.74156755	0.68752458	690.011546	2941.80991
1506.75	1011.81904	244956.658	1.48914968	1.38062543	1396.94309	12057.5569
952.5	1020.02081	4559.05928	0.93380448	0.86575193	883.084981	4818.44481
756.55	1028.22258	73805.988	0.73578427	0.68216277	701.415163	3039.85026
1398.55	1036.42434	131134.991	1.34939903	1.25105933	1296.62835	10388.0233
	$\sum u^{*}$	5372731.31			$\sum u^{**}$	191398.646

تابع للمـــلحق الثاني

جدول(2) يبين مختلف الحسابات اللازمة لإختبار فيشر للكشف عن الموسمية بالنسبة لسلسلة الـــTD

سلسلة الـTD	أثر الإتجاه T $TD_t = 283{,}49 - 1.084T_t$	مربع الفروق *u	معاملات موسمية قبل التسوية	معاملات موسمية بعد التسوية	أثر الإتجاه ×موسمية	مربع الفروق **u
302.68	282.407169	410.987661	1.07178582	1.10932133	313.280297	112.366291
329.34	281.322226	2305.70664	1.17068603	1.21168518	340.873971	133.032478
380	280.237282	9952.59986	1.35599374	1.40348263	393.308159	177.107096
310.8	279.152339	1001.57447	1.11337058	1.15236245	321.684674	118.47613
377	278.067395	9787.66033	1.35578643	1.40326806	390.203095	174.321718
275	276.982451	3.93011364	0.99284268	1.02761349	284.630904	92.7543044
170	275.897508	11214.2822	0.61617084	0.63775005	175.953649	35.4459367
200	274.812564	5596.91977	0.72776876	0.75325629	207.004293	49.0601214
196	273.727621	6041.58301	0.71604027	0.74111705	202.864207	47.1173444
326	272.642677	2847.00391	1.19570422	1.23757954	337.416999	130.347859
347	271.557733	5691.53558	1.27781299	1.32256388	359.152449	147.682026
245	270.47279	648.863023	0.90582125	0.85748276	231.925754	170.935899
329.5	269.387846	3613.47103	1.22314353	1.15787137	311.916475	309.180365
266	268.302903	5.30336065	0.99141678	0.93851055	251.805105	201.495051
274	267.217959	45.9960793	1.02538018	0.97066152	259.37819	213.797318
284	266.133015	319.229136	1.06713554	1.01018863	268.844546	229.687777
149.16	265.048072	13430.0452	0.56276584	0.53273425	141.200186	63.3586424
127	263.963128	18758.8985	0.4811278	0.45545277	120.222738	45.9312809
556	262.878185	85920.3986	2.11504808	2.00218008	526.329465	880.340657
266	261.793241	17.6968206	1.01606901	0.96184723	251.805104	201.495079
288	260.708297	744.837026	1.10468291	1.04573231	272.63109	236.203389
331	259.623354	5094.62561	1.27492383	1.20688845	313.336427	312.001805
235	258.53841	554.056759	0.90895585	0.86045008	222.459396	157.266753
227	257.453467	927.413634	0.88171273	1.02749936	264.533272	1408.74653
143	256.368523	12852.422	0.55779079	0.65001861	166.644311	559.053444
255	255.28358	0.08041734	0.99888916	1.16405031	297.16293	1777.71266
317	254.198636	3944.01133	1.24705626	1.45325055	369.414307	2747.25963
321	253.113692	4608.55077	1.2682048	1.47789589	374.075686	2817.0284
104	252.028749	21912.5104	0.41265134	0.4808811	121.195862	295.697667
467	250.943805	46680.2793	1.86097441	2.16867689	544.216031	5962.31542
112.1	249.858862	18977.5039	0.44865329	0.52283579	130.635155	343.551981
148	248.773918	10155.3825	0.59491767	0.69328423	172.471034	598.831512

100	247.688974	21812.0331	0.40373214	0.47048716	116.534482	273.389098
130	246.604031	13596.5	0.52716089	0.61432421	151.494826	462.027561
269	245.519087	551.353268	1.09563783	1.27679587	313.477756	1978.27082
206	244.434144	1477.18339	0.84276279	0.92849516	226.955919	439.150551
111	243.3492	17516.3107	0.45613464	0.5025362	122.291782	127.504346
226	242.264256	264.526035	0.93286564	1.02776397	248.990474	528.561891
186	241.179313	3044.75656	0.77121042	0.84966393	204.921363	358.017967
197	240.094369	1857.12465	0.8205107	0.90397942	217.040369	401.616373
714	239.009426	225616.046	2.98732989	3.29122427	786.633622	5275.64308
312	237.924482	5487.18237	1.31134046	1.44474019	343.739061	1007.36801
130	236.839538	11414.687	0.54889484	0.60473268	143.224609	174.890277
80	235.754595	24259.4938	0.33933591	0.37385579	88.1382203	66.2306294
164	234.669651	4994.1996	0.69885475	0.76994768	180.683354	278.334284
218	233.584708	242.883111	0.93328027	1.02822078	240.17665	491.803816
58	232.499764	30450.1676	0.24946262	0.27483989	63.9002096	34.8124729
175	231.41482	3182.63196	0.75621777	0.62271017	144.104362	954.540438
220	230.329877	106.706355	0.95515182	0.78652311	181.159771	1508.5634
262	229.244933	1072.8944	1.1428824	0.94111051	215.744817	2139.54199
240	228.15999	140.185846	1.05189346	0.86618535	197.628841	1795.31514
213	227.075046	198.106921	0.93801588	0.77241246	175.395595	1414.09129
213	225.990102	168.742761	0.94251915	0.77612069	175.395595	1414.09128
366	224.905159	19907.7542	1.62735262	1.34004921	301.383981	4175.22997
100	223.820215	15331.4457	0.44678717	0.36790846	82.3453505	311.68665
40	222.735272	33392.1795	0.17958539	0.14788022	32.9381405	49.8698594
226	221.650328	18.919646	1.01962403	0.83961298	186.100492	1591.97077
90	220.565384	17047.3196	0.40804227	0.33600384	74.1108151	252.466196
942	219.480441	522034.513	4.2919542	3.53422471	775.693197	27657.9527
177.5	218.395497	1672.4417	0.81274569	0.66925828	146.162996	982.007849
	$\sum u^{*}$	1280923.65			$\sum u^{**}$	76894.5513

تابع للمـــلحق الثاني

جدول(3) يبين مختلف الحسابات اللازمة لإختبار فيشر للكشف عن الموسمية بالنسبة لسلسلة الـــCAL

سلسلة الـCAL	أثر الإتجاه T $TD_t = 857.116 - 0.915T_t$	مربع الفروق *u	معاملات موسمية قبل التسوية	معاملات موسمية بعد التسوية	أثر الإتجاه ×موسمية	مربع الفروق u**
866	856.201339	96.0137614	1.01144434	0.96486096	826.115246	1590.79363
462.5	855.285841	154280.717	0.54075489	0.51584972	441.198962	453.734227
1562.5	854.370344	501447.61	1.8288322	1.74460296	1490.53703	5178.66888
467	853.454847	149347.349	0.54718771	0.52198626	445.491704	462.606818
903.75	852.539349	2622.53074	1.06006837	1.01124555	862.126623	1732.50549
593	851.623852	66886.2968	0.69631681	0.66424703	565.688614	745.911785
1371.25	850.708355	270963.605	1.61189201	1.53765423	1308.0953	3988.51613
579.5	849.792857	73058.2287	0.68193089	0.65052368	552.810377	712.335989
1067	848.87736	47577.4861	1.25695424	1.19906358	1017.85793	2414.94342
695	847.961863	23397.3314	0.81961233	0.78186402	662.990871	1024.58436
1440.5	847.046365	352187.217	1.70061529	1.62229124	1374.1559	4401.53985
697	846.130868	22240.0157	0.82374964	0.78581078	664.898757	1030.48979
1557.5	845.21537	507349.393	1.8427256	1.89978591	1605.72825	2325.96427
416.25	844.299873	183226.694	0.49301204	0.50827824	429.139254	166.132857
936.25	843.384376	8624.02417	1.11011068	1.14448544	965.241138	840.486104
405	842.468878	191379.02	0.48072992	0.49561581	417.540896	157.274062

1115	841.553381	74773.0534	1.32493081	1.36595751	1149.52616	1192.05579
506.25	840.637884	111815.257	0.60222125	0.62086914	521.92612	245.740735
988.75	839.722386	22209.2296	1.17747248	1.21393311	1019.36681	937.388929
1115.55	838.806889	76586.7495	1.3299247	1.37110604	1150.09319	1193.2321
517.5	837.891392	102650.644	0.61762181	0.63674658	533.524478	256.783895
857.5	836.975894	421.238918	1.02452174	1.05624623	884.052633	705.042313
407.5	836.060397	183664.014	0.48740498	0.50249756	420.118309	159.221733
959.5	835.1449	15464.191	1.14890242	1.18447838	989.211078	882.748134
1050	834.229402	46556.9509	1.2586466	1.65740417	1382.65529	110659.542
502.5	833.313905	109437.84	0.60301406	0.79405769	661.699314	25344.4217
888.1	832.398407	3102.66742	1.06691699	1.40493182	1169.46301	79165.1431
545.75	831.48291	81643.2959	0.65635745	0.86430104	718.651544	29894.9439
600	830.567413	53161.3318	0.72239771	0.95126383	790.088738	36133.7283
376.25	829.651915	205573.297	0.45350344	0.59717994	495.451481	14208.9931
703	828.736418	15809.6468	0.84827936	1.11702661	925.720632	49604.4797
487.5	827.820921	115818.329	0.58889548	0.77546615	641.947102	23853.9074
622.5	826.905423	41781.5771	0.75280677	0.99130691	819.71706	38894.5688
570	825.989926	65530.8422	0.69008106	0.90870878	750.584298	32610.6886
303.5	825.074429	272039.885	0.3678456	0.48438444	399.653215	9245.44076
910	824.158931	7368.6891	1.10415597	1.45396865	1198.30125	83117.6099
1150	823.243434	106769.854	1.39691366	1.00216188	825.023187	105609.929
680	822.327936	20257.2415	0.82692071	0.5932424	487.8398	36925.5425
595	821.412439	51262.5926	0.72436205	0.51966564	426.859825	28271.1186
912.5	820.496942	8464.56273	1.1121309	0.79785546	654.637966	66492.8285
495	819.581444	105353.114	0.60396682	0.43329273	355.118678	19566.7843
1075	818.665947	65707.1467	1.3131119	0.94204154	771.21733	92283.9106
452.5	817.75045	133407.891	0.5533473	0.3969777	324.62869	16351.0719
5597.25	816.834952	22852368	6.85236348	4.91596416	4015.53135	2501833.89
752.5	815.919455	4022.02727	0.92227241	0.6616488	539.852131	45219.1162
979	815.003958	26894.7019	1.20122116	0.86176984	702.345829	76537.5302
242.5	814.08846	326713.368	0.29787918	0.21370194	173.972281	4696.04823
750	813.172963	3990.82324	0.92231301	0.66167793	538.058602	44919.156
470	812.257466	117140.173	0.57863426	0.6984674	567.33536	9474.17232
738.75	811.341968	5269.59384	0.91052852	1.0990958	891.74255	23406.7202
544.5	810.426471	70716.8879	0.67186848	0.8110101	657.264053	12715.7317
336	809.510973	224212.642	0.4150654	0.501024	405.584426	4841.99233
800	808.595476	73.8822087	0.98936987	1.19426492	965.677212	27448.9384
496.25	807.679979	96988.6316	0.61441414	0.74165717	599.021647	10562.0115
945	806.764481	19109.0586	1.17134557	1.41392715	1140.7062	38300.9182
1545	805.848984	546344.224	1.91723267	2.31428487	1864.96411	102377.032
577.5	804.933487	51725.9908	0.71745058	0.8660321	697.098238	14303.7385
720	804.017989	7059.02252	0.89550235	1.08095776	869.109485	22233.6384
520.75	803.102492	79722.9297	0.64842284	0.78270895	628.595508	11630.6536
330	802.186995	222960.558	0.41137541	0.49656982	398.341851	4670.60866
	$\sum u^{*}$	29306627.2		$\sum u^{**}$	3886205.25	

المراجـــــع

I-باللغـــة العربيـــة :

1-د. **محمد توفيق ماضي** ؛"تخطيط ومراقبة الإنتاج (مدخل إتخاذ القرارات)"؛ دار المكتب العربي الحديث؛ جامعة الإسكندرية؛ 1992.

2-د. **محمد توفيق ماضي** ؛"إدارة الإنتاج والعمليات (مدخل إتخاذ القرارات)"؛الدار الجامعية، جامعة الإسكندرية ؛دون سنة نشر.

3- د. **حسين عبد الله التميمي** ؛"إدارة الإنتاج والعمليات(مدخل كمي)"؛دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع ؛ جامعة آل بيت؛عمان؛1997.

4-أ.د.**عبد الستار محمد العلي**؛"إدارة الإنتاج والعمليات(مدخل كمي)"؛دار وائـــل للنشر؛جامعة الـــيرموك؛ الأردن ؛2000.

5-**نبيل محمد مرسي**؛ "إستراتيجية الإنتـــاج والعمليات(مدخل إستراتيجي)"؛ دار الجامعية الجديدة؛جامعة الإسكندرية ؛2002.

6-د.**فريد عبد الفتاح زين الدين**؛"تخطيط وإدارة الإنتاج(مدخل إدارة الجودة)"؛جـــامعة الزقـــازيق؛1997.

7-د. **عبد الغفار حنفي** ،د.**محمد فريد الصحن**؛"إدارة الأعمال"؛ الدار الجـــامعية؛جامعة الإسكندرية؛1991.

8- **مولود حشمان** ؛"نماذج وتقنيات التنبؤ القصير المدى"؛ديوان المطبـــوعات الجـــامعية؛الجـــزائـــر؛1998.

9-**إبراهيم أحمد مخلوف**؛"التحـــليل الكمي في الإدارة"؛جـــامعة الملك سعـــود؛ السعـــوديـــة،1995.

10-**إبراهيم هميمي**؛"تخطيط وضبط الإنتاج"؛مكتبة التجارة والتعاون؛جامـــعة عين شمس؛ القـــاهـــرة،1975.

11-**محمد الحناوي**،**على مشرقي**؛"إدارة النشاط الإنتاجي في المشروعات الصناعية"؛جامعة الإسكندرية؛ 1990

12-د.**عبد الرحمن محمد أبو عمه**، **أحمد العش**؛ "البرمجة الخطية"؛ جامعة الملك سعـــود؛ السعـــودية، 1990.

13-**عبد العزيز جميل مخيمر**؛"إدارة المشتريـــات والمخـــازن"؛ جامعة الملك سعـــود؛ الســـعودية ؛1993.

14-**أحمد طرطار**؛"الترشيد الإقتصادي للطاقات الإنتاجية في المؤسسة"؛ديوان المطبوعات الجامعية؛الجزائر؛1993.

15-**محمد الحناوي**؛"بحوث العمليات في مجال الإدارة"؛ مؤسسة شباب الجامعة؛ الإسكندرية؛1981.

16-**على السلمي**؛ "الأساليب الكمية في الإدارة"؛ دار المعارف؛ القاهرة؛ 1975.

17-**عبد العزيز شرابي**؛"طرق إحصائية للتوقع الإقتصادي"؛ديوان المطبوعات الجامعية؛جامعة قسنطينة؛2000.

II- باللغة الأجنبيـــة:

1-Aouni, B "*Gestion des opérations ;Notes de cours et problèmes* ", Université de laurentienne ; CANADA ;2000.

2-Baptiste.p ;Bedoui.k ;Moalla.M ; *"Couplage de la planification à moyen terme à l'ajustement des charges et des capacités dans le contexte des commandes –contrats*" 4eme conférence Froncophone de modélisation et simulation ;Toulouse ;France ;2003.

3-Belacel.M.S ; *"la Gestion des Stocks "*; ed : Gestion ;Tizi-Ouzou ;Alger ;1997

4-Bendib.R ; *"économétrie "*; 4eme ed :OPU ;Alger ;2001.

5-Blondel.F ; *"Gestion de la production "*;ed :Dunod ;Paris ;1997.

6-BourBonnais.R ;"*économétrie,Manuel et exercices corrigés*" 4eme ed :Dunod ; paris ;2002.

7-BourBonnais.R ; **Usunier.j.c** *"Prévision des ventes,théorie et pratique "* 3eme ed : économica ;paris ;2001.

8-BourBonnais.R ;Terraza.M ; *"Analyse des séries temporelles en économie "*; 1^{ere} ed :presse universitaires de France ; 1998 .

9-Boualem.B ;"Recherche opérationnel de Gestion "ed : Atlas ;Alger ; 1995

10- Bowman .E.D; *"Production Scheduling By the Transportation Method of Linear programming*" ; European Journal of the Opérations Research Society; 1955.

11-Chellihi.A ; *"la gestion des stocks "*; ed : OPU ;Alger ;2004.

12-Charpentier.A ; *"Séries Temporelles; Théorie et applications "*; université de paris Dauphine ; vol 1 ; 2003.

13- Charpentier.A ; *"Séries Temporelles; Théorie et applications "*; université de paris Dauphine ; vol 2 ; 2003

14-Chevillion.G *"pratique des séries Temporelles*"Université d'exford ;Londres ; 2002 .

15-Courtois.A; Bonnefous.m.c ;Pillet.m; *"Gestion de production*" 3eme ed:Organisation;2000.

16-Crama.y ; *"éléments de gestion de la production "*;école d'administration des affaires ; Université de liége ;2003.

17-Crama.y, Dupont.l, Finke.G ; " *Recherche opérationnelle et gestion de la production*" , Rvue Novelles de la science et des technologies ; Belgique ; 1997.

18- Deckro.R;Hebert.J"*Goal programming Aproaches Solving Lineair Decision Rule Based Aggrégate Production Planning Models*" ; IIE Transactions ; Vol 16 ;N.4 ; 1984; p308-315

19-Dodge.y ; *"Analyse de régression appliquée "*ed :Dunod ;paris ;1999.

20-Dominique Ladiray ;Benoit Quenneville*"Comprendre la méthode XI1"*Institut National de la statistique et des études économiques ;canada ;1999.

21-Edward Silver ; *"Opérations Research ;A TuTorial On Production smoothing And Work Force Balancing "*Cambridge Massachusetts University ;USA;1967;p985-1010

22-Giard.V ; *"Gestion de la production et des flux "*; 3eme ed :économica ;paris ;2003.

23-Gourieroux.C ;Monfort .A ; *"séries temporelles et modèles dynamique"*, ed :économica ,1990.

24- Gourieroux.C ;Monfort .A ; *"statistique et modèles économétriques "*ed :économica ; paris ;1996.

25-Goup Roseaux ; *"exercices et problèmes résolus de Recherche opérationnelle, Tom3 "*2eme ed :Masson ;Paris ;1993.

26-Guerny.j ;Guirier ; *"principe et pratique de Gestion prévisionnelle "*;ed :Delmas ;Paris 1976.

27- Hanssmann.F; Hess.S;" *A Linear Programming Approach to Production and employment scheduling;"* Mangement Technolog, Monogrph,N° 1 ,1960 , pp 46-51

28- Hurlin.C;" *économétrie appliquée des séries tenporelles*"; Université de paris Dauphine ; 2003.

29- Heizer and Render," *Production and Operation Management : Strategic and Tactical decisions, "* 2th ed. Prentice Hall , 1988

30-Kadi.A.D ; *"production industrielle "*;Université de LAVAL ; Québec ; 2002.

31-Kast.R ;"*la théorie de la décision "*; ed :la découverte ";paris ;2002.

32-Khaldi.K*"Méthodes Statistiques- Rappels de cours et exercices corrigés "*3eme édition ; OPU ;Alger ;2002.

33-Koontz.H ; Donnel.C.O ; *"Management, principes et méthodes de gestion "*; traduit et adapté par Gilles. D et Marcel poirier ;ed :Mc-Graw-Hill ;USA ;1980.

34-Lambersend.F ; *"Organisation et Génie de production "*;ed :ellipses ;paris ;1999.

35-Lardic.S ; MiGnon.V *"économétrie des séries Temporelles Macroéconomiques et Financières „*ed : économica ; paris ; 2002.

36-Messac,A, BataynehW.M., and Ismail-Yahaya,"*Production Planning Optimization with Physical Programming,*" Engineering Optimization, Taylor and Francis Publisher, , Vol. 34, No. 4, 2002, pp. 323-340.

37- Maria, A., Mattson, C. A., Ismail-Yahaya, A., and Messac, A., "*Linear Physical Programming for Production Planning Optimization,*" Engineering Optimization, Vol. 35(1), 2003, pp. 19-37.

38-Olivier .C ; *"Gestion de la production "*; écoles de technologie supérieures ;Université de Laval ;2002.

39-Rehailia .M ; *"Modèles Linéaires Statistiques "*ed :OPU ;Alger ;1995 .

40-Shen.R.F.C; *"Aggregate production planning by stochastic control "*European Journal of Opérations Research,North-Holland,1994 .

41-Singh.N; Rajamani.D; *"Cellular Manufacturing Systems; Design, planning and control"* ed: CHAPMAN ET HALL; New York; 1999.

42-Techawiboonwong;yenradee.p *"Aggrégate Production planning Using Spreadsheet Slover : Model and Case Study"*Research Article ; Journal Of Science Asia ;Vol 4 ; 2002 ; pp 291-300.

43- Nahmias. S;"*production and operation analysis "*; 4eme ed: Irwin Mac-Graw Hill ;USA ,2001.

44-Thiombiano.T ; *"économétrie des modèles dynamiques "*ed : l'harmattan ; paris ; 2002.

45-Védrine.j.p ; Bringuier.e ; Brisard.A ; *"Techniques quantitatives de gestion "*;ed :Vuibert gestion ;Paris ;1985.

46- Viano.M.C ;Philipes.A *"économétrie des séries Temporelles "*Université des science et Technologiques de Lille; France ;1999.

47-Vollmann.T, Berry.w.l, Whybark.d.c,"*Manufacturing planning and Control Systems"* 4eme ed: Irwin McGraw-Hill; New York; 1997.

48-Wheelwright.S.C ;Makridakis.S"*Choix et valeur des méthodes de prévision "*traduit de l'américain par jean Guillemin ;édition d'organisation ;paris ;1974.

49-Wieser.p.d ; *"méthodes de prévision "*;ed :EPLF ;Lausanne ;Suisse ;2003.

50-Zermati.p ; *"la pratique de la gestion des stockes"*ed :Dunod ;paris ;1985.