دار المنظومة
DAR ALMANDUMAH
الرواد في قواعد المعلومات العربية

العنوان: أثر ظاهرة التعلم على نماذج تخصيص الموارد نموذج مقترح
المصدر: مجلة التجارة والتمويل
الناشر: جامعة طنطا - كلية التجارة
المؤلف الرئيسي: الهلباوي، سعيد محمد مصطفى
المجلد/العدد: ع 2
محكمة: نعم
التاريخ الميلادي: 1989
الصفحات: 81 - 132
رقم MD: 328939
نوع المحتوى: بحوث ومقالات
قواعد المعلومات: EcoLink
مواضيع: الأرباح ، التعلم ، أسلوب البرمجة الخطية ، التكنولوجيا ، تكاليف الإنتاج ، محاسبة التكاليف ، الإيرادات ، المواد الأولية ، الموارد المالية
رابط: http://search.mandumah.com/Record/328939

© 2020 دار المنظومة. جميع الحقوق محفوظة.
هذه المادة متاحة بناء على الإتفاق الموقع مع أصحاب حقوق النشر، علما أن جميع حقوق النشر محفوظة. يمكنك تحميل أو طباعة هذه المادة للاستخدام الشخصي فقط، ويمنع النسخ أو التحويل أو النشر عبر أي وسيلة (مثل مواقع الانترنت أو البريد الالكتروني) دون تصريح خطي من أصحاب حقوق النشر أو دار المنظومة.

آثار ظاهرة التعلم على نماذج تخصيص الموارد
نموذج مقترح

دكتـــــور
سعيد محمد مصطفى الهلباوى
مدرس بقسم التكاليف ونظم المعلومات
كلية التجارة - جامعة طنطا

" آثار ظاهرة التعليم على نماذج تخصيص الموارد: نموذج مقترح "

١. مقدمة :

"Practice makes Perfect . A thing can always be done better not only the second time but also succeeding time by trying . [Hirschmann (1), p. 125]

منتظمة بشكل يجعل فى كلنا نعرف ذلك ولكن من منا يعرف أن نمط التحسين يكون بصورة الامكان التنبؤ بها ، وايضا ادماج آثار هذا التحسين فى نماذج التخطيط المختلفة خاصة تلك التى تستهدف تحديد التشكيلة المثلى للمنتجات عن طريق تخصيص الموارد التى تتمتع بندرة نسبية وذلك على أساس ان التعلم كظاهرة يمكن ان يلاحظ فى العديد من المواقف التى تتميز بتناقص المدخلات المطلوبة لانتاج الوحدة من المخرجات الكلية .

كان أول من اشار الى ظاهرة منحنى التعلم هو" wright 1936 " حيث لاحظ أنه بتضاعف الكمية المنتجة فان عدد ساعات العمل المباشر التى يستغرقها انتاج الوحدة الاولى فى المتوسط تتناقص بمعدل ثابت . وقد بدأ الاهتمام بمنحنى التعلم خلال الحرب العالمية الثانية كأحد الأساليب التى يمكن استخدامها فى التنبؤ بالتكاليف والوقت الذى يحتاجه انتاج الطائرات حتى يمكن الاستعانه بها فى العمليات الحربية . وكان المغزى الأكبر فى هذا الوقت هو أنه سيمكن انتاج طائرات اكثر باستخدام نفس القدر من الموارد الخاضعة للتعلم . [Louis E. Yelle (2) P.302]

وقد أشار الكثيرون الى منحنى التعلم بمسميات مختلفة مثل :

- منحنى الخبرة Experience curve
- منحنى التطوير أو التحسين Improvement or progess curve

كما ان هناك العديد من التحورات الهندسية لمنحنى التعلم ظهرت الى جانب النموذج اللوغاريتمى الخطى لرايت wright's log- linear model . ومن أهم هذه التحورات نمـــوذج استنفورد – ب الذى فضلته شركة البوينج ٧٠٧ ، وبناءا على أساس أن النموذج اللوغاريتمى الخطى لا يوفر دائما افضل تمثيل فى كل المواقف ، وأن العديد من الصناعات قد وجدت أن هناك نماذج اخرى تصف بشكل افضل ظاهرة الخبرة المكتسبة لديهم . [Louis E . Yelle (2) ,p.303]

والملاحظ ان قليلا من البحوث قد تناولت ادماج آثار ظاهرة التعلم في نماذج تخصيص الموارد فى محاولة لتحديد افضل تخصيص للموارد ذوات الندرة النسبية على الأنشطة التى تتنافس فى الحصول على هذه الموارد وتحديد التشكيلة المثلى للمنتجات باستخدام اساليب البرمجة الرياضية . هذا بالرغم من وفرة البحوث التى تناولت مشكله تخصيص الموارد وتحديد التشكيلة المثلى للمنتجات أو الخدمات optimal Product-mix [Terry P.Harrison (3)] , [Chen J.T.(4)]

وهذا البحث يتناول بصفة أساسية تأثير ظاهرة التعلم على نماذج تخطيط انشطة المنشأة ، وذلك على اساس ان ظاهرة التعلم لها آثار جوهرية فى فترات بدء الانتاج او عند ادخال تكنولوجيا جديدة أو انتاج منتجات جديدة او استخدمام عمالة جديدة ، على عمليات التخطيط والرقابة ومشكله تحديد التشكيلة المثلى للمنتجات هى احد مشاكل تخطيط انشطة المنشأة ، وهى التى سيتناولها البحث . ومع ذلك فان تحديد منهج للتعامل مع آثار ظاهرة التعلم يمكن أن يفيد فى التعامل مع مشاكل اخرى مثل مشكلة جدوله الانتاج Production - scheduling ومشكلة تحديد مواقع التسهيلات الانتاجية المختلفة facility - location Problem .

والهدف الأساسى لهذا البحث يتمثل فى تحديد المنهج الملائم لمراعاة آثار ظاهرة التعلم على قرارات تخصيص الموارد وتحديد التشكيلة المثلى للمنتجات . وفى اطار محاولة الباحث لتحقيق هذا الهدف تناول البحث النقاط الآتية :

١- دراسة أثار التعلم على تحليل العلاقة بين التكاليف والحجم والأرباح .

٢- دراسة مشاكل ادماج آثار ظاهرة التعلم فى نماذج تخطيط أنشطة المنشأة ، والتى تعنى بتخصيص الموارد المختلفة لأغراض تحديد التشكيلة المثلى للمنتجات .

٣- استعراض الاساليب المختلفة لكيفية معالجة مشاكل ادماج آثار ظاهرة التعلم فى نماذج تخصيص الموارد . وذلك بما يمكن الباحث من تحديد معالم النموذج المقترح .

وتمثلت نقطة انطلاقنا لانجاز هذا البحث فى دراسة مشاكل ادماج آثار ظاهرة التعلم فى النموذج التقليدى للبرمجة الخطية على اساس ان مشاكل تخصيص الموارد غالبا ما يتم التعامل معها فى اطار اسلوب البرمجة الخطية . وهذا يتطلب مبدئيا ان ندرس آثار ظاهرة التعلم على تحليل العلاقة بين التكاليف والحجم والأرباح على أساس ان أغلب معلمات نماذج البرمجة الرياضية تستند بشكل أو بآخر على طبيعة هذا التحليل .

وفى اطار محاولتنا لتحديد المنهج الملائم لمراعاة آثار ظاهرة التعلم على قرارات تخصيص الموارد وتحديد التشكيلة المثلى للمنتجات ، تمثل منهاج الباحث فى :

أولا : بناء هيكل للنموذج التحليلى الذى يتعامل مع آثار ظاهرة التعلم على معلمات هذا النموذج .

ثانيا : تحديد المنهج الملائم لحل النموذج الذى يعكس آثار ظاهرة التعلم ، وهذا يتطلب تحديد المتطلبات المنطقية الواجب توافرها فى الحل الأمثل ، والتى يتم اشتقاقها من طبيعه المنهج الذى يتم تطبيقه فى الحل .

وتحديد الباحث لمنهاج البحث فى هذين الاتجاهين ينبع من اعتراف الباحث بوجود العلاقة التبادلية التعويضية Trade - off بين الرغبه فى بناء نماذج اكثر واقعية أو اكثر تعبيرا عن الصورة الواقعية بين المتغيرات المكونة للنموذج (ومن بين مظاهرها ادماج اثار التعلم) ، وبين الصعوبة المطمورة فى حل هذه النماذج نتيجة عدم توافر بعض الخصائص الرياضية التى تضمن استخدام أساليب الحل المعروفه .

ثالثا : تقديم حالة افتراضية لبيان طبيعة المشكلة التى يتناولها البحث والمتمثلة فى معالجة المشاكل التى تنجم عن ادماج اثار ظاهرة التعلم فى نماذج تخطيط انشطه المنشأة ، والتى تعنى بتخصيص الموارد المختلفة لأغراض تحديد التشكيلة المثلى للمنتجات وذلك فى فترات بدء الانتاج او استخدام عمالة جديدة ، أو استخدام تكنولوجيا جديدة ، بما يعنى ان آثار ظاهرة التعلم تكون جوهرية ويتعين مراعاة آثارها على تقديرات معلمات النموذج وعلاج المشاكل التى تنجم عن انتهاك بعض الفروض الاساسية للنموذج المستخدم . ويستهدف الباحث أيضاً من تقديم هذه الحالة الافتراضية الى بيان امكانية استخدام المنهج المقترح لحل التموذج المعدل بآثار ظاهرة التعلم مع مقارنة النتائج بنظيرتها فى حالة تجاهل نماذج تخصيص الموارد لآثار ظاهرة التعلم .

٢-١ . آثار ظاهرة التعلم : الصورة العامة

من المعروف أنه فى فترات بدء الانتاج و/أو عند ادخال تكنولوجيا جديدة و/أو عند استخدام عماله جديدة ، فان آثار ظاهرة التعلم تتبع الدالة الرياضية الآتية :

[Woody Liao (5), (6) , David W. Harvey (7)]

$$ص = أ\ س^{و} \quad \ldots [١]$$

ص : تمثل متوسط احتياجات الوحدة من المورد الخاضع للتعلم والمطلوبة لانتاج وحدة واحدة من الانتاج المتجمع وذلك عندما تكون كمية الانتاج المتجمع (س) .

أ : تمثل الكمية من المورد الخاضع لظاهرة التعلم والمطلوبة لانتاج الوحدة الأولى .

س : تمثل كمية الانتاج المتجمع .

و [١] : تمثل مؤشر التعلم Learning index

$$\text{حيث و} = \frac{\text{لـو ت}}{\text{لـو ٢}}$$

ت : تمثل النسبة التى يوصف بها منحنى التعلم Learning rate وتساوى = ١ - نسبة التعلم Progress rate .

---

(١) يلاحظ أن قيمة (و) تتراوح بين -١ ، صفر أو (صفر ≤ و ≤ -١) حيث أن أقصى نسبة يوصف بها منحنى التعلم ت هى ٥٠ ٪ وعلى ذلك و = $\frac{\text{لو٥٠.}}{\text{لو٢}}$ = -١ ، كما أن أدنى نسبة يوصف بها منحنى التعلم هى ١٠٠ ٪ (لاتوجد نسبة تعلم) . وفى هذه الحالة فان و = $\frac{\text{لو١}}{\text{لو٢}}$ = صفر ، والملحق رقم (١) يبين العلاقة بين النسبة التى يوصف بها منحنى التعلم وبين مؤشر التعلم أى العلاقة بين (ت) ، (و) .

٢-٢ . آثار ظاهرة التعلم : تحليل العلاقة بين التكاليف والحجم والارباح

تحليل العلاقة بين التكاليف والحجم والأرباح Cost-Volume - profit Analysis (CVP Analysis) يعتبر من الأدوات الهامة التي تحدد تكاليف المنشأة وايراداتها فى شكل علاقات دالية . والتحليل التقليدى لهذه العلاقة يتعامل مع دوال خطية للتكاليف والايرادات داخل مدى معين لنطاق تشغيل العمليات وفى طار زمنى محدد . وبصدد الظاهرة موضوع البحث ، يمكن أن نستنتج أن استخدام دوال التكلفة الخطية يفترض ضمنيا أن :

« القوة العاملة فى المنشأة تتمثل فى مجموعة متجانسة homogeneous group أو تجميع لمجموعات عمل فرعية متجانسة homogeneous subgroups مع افتراض ثبات التشكيلة بين هذه المجموعات الفرعية constant mix [EV. Mc Intyre (8), P.149] ولكن عند ادخال منتج جديد و/أو اداخال تصميم جديد لأحد المنتجات و/أو ادخال تكنولوجيا جديدة متطورة فى احدى العمليات . فى هذه الحالة فان آثار ظاهرة التعلم تعتبر من العوامل الهامة والمؤثرة التى تضعف من واقعية الفرض السابق . وذلك على أساس أن منحنى التعلم يصف العلاقة العملية بين كميات المدخلات من الموارد الخاضعة للتعلم ، والتى تظهر فى صورة تحسين جوهرى فى الانتاجية .

ويمكن استخدام العلاقة الدالية التى تبين آثار ظاهرة التعلم (العلاقة رقم [١]) فى بناء العلاقة بين التكاليف والحجم والارباح بشكل مشروط Contingent Cost-Volume-Profit على النحـــو الاتـــى :

(١) يترتب على العلاقة [١] ، انه يمكن تحديد الكمية الكلية المطلوبة من المورد الخاضع للتعلم واللازمة لانتاج كمية قدرها (س) من الوحدات المنتجة كالآتى :

ك = س ص = س (أ س ^{د})

ك = أ س $^{د+١}$ ... [٢]

حيث ك : تمثل الكمية الكلية المطلوبة من المورد الخاضع لظاهرة التعلم واللازمة لانتاج الكمية (س) من الوحدات المنتجة .

(٢) اذا كانت الكمية الكلية المتاحة من المورد الخاضع للتعلم معلومة فى بداية فترة التخطيط فانه يمكن تحديد الكمية التى يمكن انتاجها باستخدام الكمية المتاحة من المورد الخاضع لظاهرة التعلم عن طريق العلاقات الدالية الآتية :

من العلاقة رقم [٢] ك = أ س $^{د+١}$

$$س_{و+١} = \frac{ك}{أ}$$ برفع طرفى المعادلة الى اس $(\frac{١}{و+١})$

$$\therefore س = (\frac{ك}{أ})^{\frac{١}{و+١}} \quad ... [٣]$$

(٣) ويمكن ان نحسب كمية الانتاج فى الفترة الجزئية (م) أى على $س_م$ عن طريق مراعاة العلاقة بين مستويات الانتاج للفترات الجزئية المختلفة وبالتالى يمكن مراعاة تتابع اثار ظاهرة التعلم كالاتى :

$$س_م = (\frac{ك_م}{أ})^{\frac{١}{و+١}} - (\frac{ك_{م-١}}{أ})^{\frac{١}{و+١}}$$

$$\therefore س_م = (\frac{١}{أ})^{\frac{١}{و+١}} \sum_{ر=١}^{م} ك_ر)^{\frac{١}{و+١}} - (\frac{١}{أ})^{\frac{١}{و+١}} \sum_{ر=١}^{م-١} ك_ر)^{\frac{١}{و+١}} \quad ... [٤]$$

[David Harvey (7) , P . 839]

والعلاقة (٤) تبين ان كمية الانتاج فى الفترة (م) عبارة عن الفرق بين الانتاج الكلى المتجمع فى نهاية الفترة الجزئية (م) ناقصا الانتاج الكلى المتجمع حتى نهاية الفترة الجزئية (م –١) .

وعلى ذلك يمكن تقدير الانتاج المخطط والممكن انتاجه فى كل فترة جزئية بمراعاة تتابع اثار ظاهرة التعلم . وذلك باستخدام العلاقة الموضحة فى [٤] ، وذلك بمعلومية مؤشر التعلم (و) والكمية المخطط لاستخدامها من المورد الخاضع لظاهرة التعلم فى كل فترة جزئية $ك_ر$ (حيث ر = ١ ، ٢ ، ... ، م)

(٤) ومن العلاقات الهامة التى يمكن اشتقاقها من الصورة العامة التى تبين اثار ظاهرة التعلم ، أنه يمكن تحديد الكمية الحدية من الملاحظات الخاضعة لظاهرة التعلم (صَ) والمطلوبة لانتاج الوحدة التى ترتيبها (س) كالأتى :

ك = أ س د+١ وذلك من العلاقة [٢] نجد أن:

$$(صَ) = \frac{ء ك}{ء س} = أ (و + ١) س^{د} \quad \ldots [٥] \text{ (١)}$$

(٥) يمكن اشتقاق دالة الايرادات الكية ودالة التكاليف الكلية ودالة فائض المساهمة كما يلى :

$$\text{دالة الايردات الكلية} = \sum_{د=١}^{ن} ع_{د}\ س_{د} \quad \ldots [٦]$$

حيث ع د : تمثل سعر البيع المتوقع للوحدة من المنتج

س د : تمثل كمية الانتاج من المنتج (د) .

حيث (د) = ١ ، ٢ ، . . . ، ن

---

(١) أشار ديفيد هارفى David Harvey الى امكانية تحديد الكمية الحدية من المدخلات الخاضعة لظاهرة التعلم (ص) باستخدام العلاقة صَ = أ س د

حيث $و = \frac{\text{لو ت}}{\text{لو ٢}}$

حيث (ت) تساوى (١ – نسبة التخفيض فى الموارد المطلوبة والخاضعة للتعلم بين أى وحدتين متعاقبتين) .

وهذا فى رأى الباحث غير صحيح لسببين ، أولهما أن نسبة التخفيض او التحسين بين أى وحدتين متعاقبتين ليست ثابتة ولكنها تكون ثابتة فقط عند مستويات مضاعفة الانتاج وليس باضافة وحدة أضافية لمستوى الانتاج المتجمع . وثانيهما ، أننا اذا قمنا بحساب الاحتياجات الكلية المطلوبة من المورد الخاضع للتعلم واللازمة لانتاج كمية قدرها (س) ثم لكمية قدرها (س + ١) ثم لكمية قدها (س + ٢) وبحساب الكمية الحدية للمدخلات واللازمة لانتاج الوحدة التيت رتيبها (س + ١) وكذلك للوحدة التى ترتيبها (س + ٢) ، فان نسبة التحسين فى كمية الموارد المطلوبة للوحدتين (س + ١) ، (س + ٢) لن تعادل تلك المحسوبة باستخدام العلاقة التى أشار اليها ديفيد هارفى ، والعكس اذا ما قورنت بالمحسوبة باستخدام العلاقة (٥) والتى اشار اليها الباحث

See : Devid W , Harvey , Financial Planning Information for production start - ups , **The Accounting Review**,Vol . 5I , Oct . , 1976 , P . 839

دالة التكاليف الكلية :

$$= \sum_{د=1}^{ن} \left[\sum_{ط=1}^{ش} غ_{ط} \left(أ_{ود} س_{د}^{ب+1} \right) + \sum_{ل=ش+1}^{ق} غ_{ل د} س_{د} \right] + ث \quad \cdots [٧]$$

حيث $غ_{د}$: التكلفة المتغيرة للوحدة من المورد (ط) الخاضع لظاهرة التعلم

. حيث ط = ١ ، ٢ ، . . . ، ش

$أ_{ود}$: الكمية من المورد الخاضع لظاهرة التعلم (ط) والمطلوبة لانتاج الوحدة الاولى من المنتج (د) .

$غ_{ل د}$: اجمالى التكاليف المتغيرة للوحدة من المنتج (د) وذلك من المورد غير الخاضع لظاهرة التعلم (ل) ، حيث ل = ش + ١ ، . . . ، ق

ث : تمثل اجمالى التكاليف الثابتة عن الفترة .

– دالة فائض المساهمة الاجمالى :

$$= \sum_{د=1}^{ن} غ_{د} س_{د} - \left[\sum_{د=1}^{ن} \left\{ \sum_{ط=1}^{ش} غ_{ط} \left(أ_{ود} س_{د}^{ب+1} \right) + \sum_{ل=ش+1}^{ق} غ_{ل د} س_{د} \right\} \right] \quad \cdots [٨]$$

ويدهى أن تحليل العلاقة بين التكاليف والحجم والأرباح الذى يراعى اثار ظاهرة التعلم يختلف جوهريا عن التحليل التقليدى (١) خاصة فيما يتعلق بثبات التكلفة والمتغيرة للوحدة من كل منتج ، وكذلك ثبات فائض المساهمة من كل منتج والتى تعتبر من المعلمات الهامة التى تستخدم فى بناء نماذج تخطيط الأنشطة والتى تعنى بتخصيص الموارد التى تتمتع بندرة نسبية .

٢ – ٣ . أهمية ادماج اثار ظاهرة التعلم فى نماذج تخصيص الموارد

تتمثل المشكلة الاساسية فى فترات بدء الانتاج فى مشكلة المحافظة على التوازن بين العرض والطلب ، وترجع صعوبة ذلك الى أن انماط النمو فى الطلب وفى الانتاج ايضا غالبا ما تختلف جوهريا

---

(١) يعتبر Brennek أول من اشار الى أهمية ربط منحنيات التعلم بتحليل التعادل عن طريق استخدام الأساس اللوغاريتمى لاعداد تحليل ملائم للعلاقة بين التكاليف والحجم والأرباح بالنسبة لانتاج المنتجات التى تتطلب اجراء عمليات متكررة repetitive operation

[R . brenneck (9)] , See also : [Carl pegels (I0)] , [Woody Liao (5)] and [Devid Harvey (7)]

عن مثيلتها بالنسبة للمنتجات التقليدية التى استقرت علاقات التشابك بين مدخلاتها وبين المخرجات ، فالانتاجية قد تزيد بشكل جوهرى فى فترت بدء الانتاج نتيجة ظاهرة التعلم [Abernethy & Baloff (11) , p . I] وهذا يتطلب تنسيق بين الانتاج وبين التسويق عن طريق ادماج تقديرات النمو فى الطلب واثار ظاهرة التعلم فى معلمات نماذج تخطيط أنشطة المنشأة .

وما يهمنا التركيز عليه فى هذا البحث هو أن اثار التعلم تؤدى الى ان احتياجات وحدة الانتاج من الموارد الخاضعة للتعلم ليست ثابته ولكنها تختلف باختلاف حجم الانتاج وذلك قبل الوصول الى حد الخبرة المعيارى .

ومن الواضح ان اتخاذ قرار تحديد التشكيلة المثلى للمنتجات فى فترات بدء الانتاج سيتأثر جوهريا فى حالة اخذ أثار ظاهرة التعلم فى الاعتبار حيث ان المنتجات تحتاج الى أقدار مختلفة من الموارد الخاضعة للتعلم . وهذا يعنى ان تجاهل اثار ظاهرة التعلم عند بناء نماذج تخصيص الموارد سيصل بنا الى نتائج تختلف جوهريا عن النتائج التى يجب الوصول اليها بعد بناء هذه النماذج بصورة تعكس أثار ظاهرة التعلم التى تعتبر جوهرية فى فترات بدء الانتاج أو فترات تغيير طرق الانتاج أواستخدام تكنولوجيا جديدة أو استخدام عمالة جديدة .

وأيضا من المبررات المحسابية التى تستدعى ضرورة دراسة أثار ظاهرة التعلم والافصاح عن اثارها المحاسبية ، أن ذلك قد يرتبط بالتطبيق السليم لمفهوم المقابلة بين الايرادات والتكاليف Matching concept . فمع ثبات اسعار البيع ، فان الصاق تكاليف الانتاج الفعلية لوحدات الانتاج فى منشأة تتبع تكاليف انتاجها ظاهرة التعلم يجعل التقارير المحاسبية تظهر نتائج تعتمد على المرحلة التى تمر بها المنشأة من مراحل دورة حياة المنتج products's life cycles [W . Morse (I 2) , p . 767] .

وقد اقترح بناءا على ذلك W . morse استخدام منحنى التعلم فى اعداد نموذج لتخصيص التكاليف يعتمد على فترة حياة المنتج ككل باستخدام بيانات التكاليف فى بداية فترات بدء الانتاج . وهذا يؤدى فى رأيه الى مقابلة أفضل بين تكاليف الانتاج وبين الايرادات من تلك المقابلة التى يوفرها نموذج التكلفة الفعلية . هذا الى جانب أهمية ادماج أثار ظاهرة التعلم فى مجال تقويم الاداء عن طريق اثراء خطة التقويم سواء القبلية ex - ante أو البعدية ex - post عن طريق مراعاة ان تعكس خطة التقويم القبلى أو البعدى لأثار التعلم خاصة فى فترات بدء الانتاج أو عند استخدام عمالة جديدة او تكنولوجيا جديدة .

٣ - ١ . نموذج البرمجة الرياضية المعدل بآثار ظاهرة التعلم

لأغراض بيان طبيعة المشاكل الناجمة عن مراعاة اثار ظاهرة التعلم فى نماذج تخطيط انشطة المنشأة ، نفترض ان النموذج التالى قد تم بناؤه لتخصيص الموارد ذوات الندرة النسبية وتحديد التشكيلة المثلى للمنتجات و/أو الخدمات باستخدام اسلوب البرمجة الخطية ، حيث يتم التعامل مع مشاكل تخصيص الموارد عادة فى اطار نموذج البرمجة الرياضية :

المطلوب تعظيم الدالة

$$ك = \sum_{د=1}^{ن} ف_د \, س_د \quad \ldots (1/1)$$

بشرط أنه :

$$\sum_{د=1}^{ن} هـ_{حد} \, س_د \leq ح \quad \ldots (1/2)$$

حيث ح = ١ ، ٢ ، ٣ ، ... ، م

$$س_د \geq صفر$$

نموذج رقم (١)

حيث $س_د$: تمثل كمية الانتاج من المنتج (د)

$ف_د$: تمثل فائض المساهمة للوحدة من المنتج (د)

$هـ_{حد}$: تمثل كمية احتياجات الوحدة من المنتج (د) من المورد النادر نسبيا (ح) .

ن : تمثل عدد المنتجات .

ق : تمثل عدد الموارد ذوات الندرة النسبية .

وفى ضوء النموذج السابق يتم تخصيص الموارد النادرة نسبيا بطريقة تؤدى الى تعظيم قيمة دالة الهدف . ولكن يلاحظ أن النموذج السابق يستند الى :

١ - أنه يفترض ضمنيا أن اثار التعلم غير موجودة . وهذا يعنى افتراض ثبات كفاءة عنصر العمالة constant labor efficiency . ولكن فى ضوء الاعتراف باثار ظاهرة التعلم فان الاثر المباشر لذلك سيتمثل فى تناقص التكلفة المتغيرة للوحدة بتناقص احتياجات الوحدة من الموارد الخاضعة للتعلم . أو بصورة اخرى فانه سيتمثل فى زيادة كمية الانتاج باستخدام كمية محددة من الموارد الخاضعة للتعلم . وهذا يعنى ان اثار ظاهرة التعلم لها تأثير فى كمية الانتاج باستخدام كمية محددة من الموارد الخاضعة للتعلم . وهذا يعنى ان اثار ظاهرة التعلم تعتبر موجودة ومنتجة لاثارها فى الصناعات كثيفة عنصر العمل [Frank (I3)] والصناعات كثيفة رأس المال [Hirschmann (1)] والصناعات ذوات الانتاج المستمر ، والصناعات ذوات لانتاج تبعا للمواصفات [Nicholas baloff (I4) .].

٢ - يترتب على الافتراض الضمنى السابق والخاص بافتراض ثبات الكفاءة التشغيلية constant opertional efficiency أن كل المعاملات التكنولوجية ($هـ_{حد}$) تكون ثابتة ، وهذا الافتراض لا يكون منطقيا الا اذا كانت المنشأة تعمل فى مرحلة الاستقرار steady state phase حيث لا يتوقع

وجود اثار لظاهرة التعلم . بينما يصعب التسليم بهذا الافتراض فى فترات بدء الانتاج أو انتاج منتجات جديدة أو استخدام عمالة جديدة حيث تكون اثار التعلم جوهرية .

وفى المواقف التى تتميز بجوهرية أثار ظاهرة التعلم فان دالة فائض المساهمة المتوقع تحقيقه من كل منج يمكن أن تكون كالأتى

$$ص_د = [ع_د - \sum_{ط=1}^{ش} غ_ط ص^*_{طد} - \sum_{ل=ش+1}^{ه} غ_{لد}] . س_د$$

حيث $ع_د$: يمثل سعر البيع المتوقع للوحدة من المنتج (د)

$غ_{لد}$: اجمالى التكاليف المتغيرة للوحدة من المنتج (د) وذلك من الموارد غير الخاضعة لظاهرة التعلم .

$غ_ط$: التكلفة المتغيرة للوحدة وذلك من المورد (ط) الخاضع لظاهرة التعلم .

$ص^*_{طد}$: متوسط احتياجات الوحدة من المورد الخاضع للتعلم (ط) والمطلوبة لإنتاج وحدة واحدة من الانتاج المتجمع وذلك عندما تكون كمية الإنتاج المتجمع للمنتج (د) = $س_د$

$س_د$: تمثل الكمية المطلوب انتاجها من المنتج (د) .

وعلى ذلك فان نموذج البرمجة الرياضية المعدل بأثار ظاهرة التعلم يكون كما يلى المطلوب تعظيم الدالة :

$$ص = \sum_{د=1}^{ن} [\{ع_د - \sum_{ط=1}^{ش} غ_ط ص^*_{طد} - \sum_{ل=ش+1}^{ه} غ_{لد}\} . س_د]$$

بشرط أن :

$$\sum_{د=1}^{ن} ص^*_{طد} س_د \leq ب_ط \quad \text{حيث ط} = 1، 2، \ldots، ش \quad \ldots (٢/٢)$$

$$\sum_{د=1}^{ن} ص^*_{لد} س_د \leq ب_ل \quad \text{حيث ل} = ش+1، \ldots، ه \quad \ldots (٢/٣)$$

$$س_د \geq صفر \quad \ldots (٢/٤)$$

نموذج رقم ٢

حيث $ب_ط$: تمثل الكمية المتاحة من الموارد الخاضع للتعلم (ط)

$ب_ل$: تمثل الكمية المتاحة غير الخاضع للتعلم (ل)

ش : تمثل عدد الموارد النادرة نسبيا والخاضعة للتعلم .

ق : تمثل عدد الموارد النادرة نسبيا سواء الخاضعة أو غير الخاضعة لظاهرة التعلم .

ويلاحظ فى النموذج رقم (٢) أن القيود الخاصة بالموارد الخاضعة لظاهرة التعلم أن المعاملات التكنولوجية technological coefficients

(ص* ط د) لا تعتبر ثابتة constant ولكنها تتغير لكمية الانتاج المتجمع (س د) التى سيتم انتاجها . وهذا يعنى أن ص* ط د لها علاقة دالية بكمية الانتاج المتجمع (س د) سبق لنا تحديدها فى العلاقة (١) التى يمكن أن تأخذ الصورة الاتية :

$$ص^{*}_{ط\,د} = أ_{ط\,د} \cdot س_{د}^{و_{ط\,د}} \quad \ldots [٩]$$

حيث و ط د : تمثل مؤشر التعلم للعمليات الصناعية الخاصة بانتاج المنتج (د) وتخص المورد الخاضع للتعلم (ط) .

أ ط د : تمثل الكمية من المورد الخاضع لظاهرة التعلم (ط) والمطلوبة لانتاج الوحدة الاولى من المنتج (د) .

وباحلال العلاقة رقم (٩) فى النموذج رقم (٢) ، فان الصورة الخاصة بنموذج تخطيط أنشطة المنشأة والذى يعكس آثار ظاهرة التعلم يمكن أن يتم التعلم عنها كما يلى :

المطلوب تعظيم الدالة :

$$ى = \sum_{د=١}^{ن} [غ_{د} س_{د} - \sum_{ط=١}^{ش} (غ_{ط} أ_{ط\,د} س_{د}^{و_{ط\,د}+١}) - \sum_{ل=ش+١}^{ق} غ_{ل\,د} س_{د}]$$

بشرط أن :

$$\sum_{د=١}^{ن} أ_{ط\,د} س_{د}^{و_{ط\,د}+١} \leq ب_{ط} \quad \ldots (٣/٢)$$

حيث ط = ١ ، ٢ ، ... ، ش

$$\sum_{د=١}^{ن} هـ_{ل\,د} س_{د} \leq ب_{ل} \quad \ldots (٣/٣)$$

حيث ل = ش+١ ، ... ، ق

$$س_{د} \geq صفر \quad \ldots (٣/٤)$$

النموذج رقم (٣)

٣ - ٢ . مشاكل ادماج اثار التعلم على نماذج تخصيص الموارد

تعتبر مشكلة تقدير معلمات منحنى التعلم من الامور الهامة فى تخطيط أنشطة المنشأة ، وفى بناء نماذج تخصيص الموارد ومن المهم ان يتم توجيه البحوث التجريبية نحو تقدير معلمات منحنى التعلم قبليا قبل انتاج الوحدة الاولى ، حيث أن الادارة تحتاج الى أن تعرف مقدما حجم الاستثمارات المادية والبشرية المطلوبة وكذلك جدولة عملية الاستحواذ على الموارد الاولية وكل هذه الامور تعتمد الى حد كبير علي التقدير الدقيق لمعلمات منحنى التعلم . ويستند اهتمام الباحث بضرورة توجيه قدر كبير من الاهتمام لمشاكل تقدير المعلمات ان الادارة يمكن أن تستخدم منحنى التعلم كوسيلة لتبرير تقديراتها للتكاليف خاصة فى حالة ابرام عقود كبيرة لمنتجاتها الجديدة . فقد يتضح أن :

- انه قد تم زيادة كمية الاحتياجات من الموارد الخاضعة للتعلم واللازمة لانتاج الوحدة الاولى .
- انه قد تم احداث تغييرات فى تشكيلة المدخلات بشكل يؤدى الى تغيير محتوى الوحدات المنتجة من الموارد الخاضعة للتعلم .

ومن الامورالهامة التى يجب أن تتناولها البحوث أيضا تحديد العوامل التى تساعد على زيادة معدل التعلم ، وهل للمتغيرات التنظيمية المختلفة أثر على قيمة المعلمة (أ) (كمية الاحتياجات للوحدة الاولى من المنتج وذلك من المورد الخاضع للتعلم) وكذلك على قيمة المعلمة (و) والتى تمثل مؤشـــــر التعلم[١]

وبخلاف مشاكل تقدير معلمات منحنى التعلم فاننا يمكن أن نحدد مشاكل ادماج آثار ظاهرة التعلم على نماذج تخصيص الموارد فى الآتى :

١ - ان اثراء النموذج التقليدى للبرمجة الخطية التى توافر الباحثين على استخدامها فى مجال تخصيص الموارد ، عن طريق ادماج آثار ظاهرة التعلم يؤدى بالضرورة الى تحول النموذج الى نموذج للبرمجة غير الخطية الذى يكون أكثر واقعية more realistic ولكنه فى نفس الوقت اكثر صعوبة فى الحل . وهذا بسبب أن فرض الخطية قد انتهك ، وذلك بالنسبة لدالة الهدف وكذلك بالنسبة للقيود من النوعية الاولى والخاصة بالموارد الخاضعة للتعلم .

٢ - أن ادماج اثار التعلم فى القيود يؤدى الى زيادة حجم المجال الممكن feasible region خارج نطاق المجال الاصلى فى حالة عدم اخذ ظاهرة التعلم فى الاعتبار ، حيث يسمح

---

(١) يطلق البعض على مؤشر التعلم (و) Learining curve slop ، ولكن العلاقة بين مؤشر التعلم (و) وميل منحنى التعلم تحدده العلاقة الاتية :

ميل منحنى التعلم = ٢ و

وهذا يعنى أن ميل منحنى التعلم ٨٠ ٪ يمكن حسابه كالآتى : (و) = لو ٠,٨٠ / لو ٢ = - ٠,٣٢١٩٣

∴ ميل منحنى التعلم = ٢ -٠,٣٢١٩٣

وفى مثل هذا الصدد يراجع :

- [James M . White (15)] .
- [Richard J . Alden (16)] .

بانتاج وحدات أكثر ليتم انتاجها باستخدام نفس القدر من المواد الخاضعة للتعلم . ومن ناحية اخرى ، فأن هذه القيود تجعل المجال الممكن غير محدود ب non - convex ولذلك فأن الحل يجب ان يتضمن عملية تحويل المجال الممكن من الشكل غير المحدوب الى الشكل المحدوب ، فالنموذج المعدل بآثار ظاهرة التعلم يتميز بالخصائص الآتية :

[Terry Harrison Harrison (3) , p . 749] , [Gary Reeves (17) , p . 207]

أ - دالة الهدف تعتبر دالة محدبة Convex

ب - دوال القيود الخاصة بالموارد الخاضعة للتعلم تكون دوال مقعرة concave.

هذا بينما يستلزم حل نماذج تخصيص الموارد الآتى

أ - دالة الهدف يمكن تمثيلها بدالة خطية او مقعرة . concave

ب - دوال القيود يمكن تمثيلها بدوال خطية أو محدبة convex

وبشكل عام فأن شرط التحدب convexity للمجال الممكن هو فى الحقيقة يمثل جوهر المشكلة التى لم يشر الكثير من الباحثين اليها بالرغم من تناولهم لعملية ادماج اثار التعلم فى نماذج تخصيص الموارد .

٣ - حتى اذا امكن حل مشكلة توفير شرط أن يكون المجال الممكن محدوب ، فستظل أمامنا مشكلة أننا قد نصل الى نهاية عظمى محلية Local maximum وليست شاملة Global optimum وذلك بسبب أن المشكلة فى أفضل الاحوال ستكون مكونة من دالة هدف محدبة convex وتخضع لمجموعة من قيود مجال ممكن محدوب .

٣ - ٣ . مناهج حل النموذج المعدل بآثار ظاهرة التعلم

٣. - ٣ - ١ . استخدام معاملات لاجرانج (محاولة Woody Liao)

هذا المنهج يعتمد على استخدام متغيرات جديدة تسمى معاملات لاجرانج Lagrange nultiplier ويتم استخدام هذه المتغيرات الجديدة لربط دالة الهدف بالقيود فى النموذج فى دالة واحدة يطلق عليها دالة لاجرانج Lagrange function وتظهر بالصورة الاتية :

-اذا كان النموذج بشكل عام كما يلى :

المطلوب تدنية (اوتعظيم) دَ (س ١ ، س ٢ ، ... ، س ن)

بشرط أن :

د ١ (س ١ ، س ٢ ، ... ، س ن) = ب ١

د٢ (س ١ ، س ٢ ، ... ، س ن) = ب ٢

... ...

دق (س ١ ، س ٢ ، ... ، س ن) = ب ق

- فان دالة لاجرانج التى تربط دالة الهدف بكل دوال القيود عن طريق ادخال معامل لاجرانج منفصل لكل قيد كما يلى :

ج (س١ ، س٢ ، ... ، سن ، λ١ ، λ٢ ، ... ، λق) =

= د (س١ ، س٢ ... ، سن) + λ١ (د١ [س١ ، س٢ ، ... ، سن] - ب١)

+ λ٢ (د٢ [س١ ، س٢ ، ... ، سن] - ب٢) ... + λق ([س١ ، س٢ ، ... ، سن] - ب ق)

حيث ج (س د ، λ ث) : تمثل دالة لاجرانج فى المتغيرات الأساسية والمتغيرات الاضافية المتمثلة فى معاملات لاجرانج

حيث د = ١ ، ٢ ... ، ن

ث = ١ ، ٢ ، ... ، ق

λ ث : تمثل معاملات لاجرانج للقيد الذى ترتيبه ث

وللحصول على نهاية عظمى أو دنيا محلية Local minimum local maximum يتم ايجاد التفاضل الجزئى لدالة لاجرانج بالنسبة ل س١ ، س٢ ، ... ، س ن وكذلك بالنسبة لـ λ١ ، λ٢ ، ... ، λق ونجعل كل التفاضلات الجزئية مساوية للصفر عند هذه النقطة .

وعلى ذلك فأن دالة لاجرانج المرتبطة بالنموذج رقم (٣) الذى يمثل نموذج تخطيط المنشأة وتخصيص الموارد والذى يعكس آثار ظاهرة التعلم ، يمكن ان تظهر بالصورة الآتية :

$$= \sum_{د=1}^{ن} غ_د س_د - غ_{ل د} س_د - \sum_{ط=1}^{ش} (غ_{ط د} س_د^{ط+1})$$
$$- \lambda_ط [(\sum_{د=1}^{ن} أ_{ط د} س_د^{ط+1}) - ب_ط]$$
$$- \lambda_ل [(\sum_{د=1}^{ن} أ_{ل د} س_د) - ب_ل]$$

وتوصيف المتغيرات كما هو فى نموذج رقم (٣) ويضاف الى ذلك :

λ ط : تمثل معاملات لاجرانج للقيد الخاص بالكمية المتاحة من المورد (ط) الخاضع للتعلم

حيث ط = ١ ، ٢ ... ، ش

λ ل : تمثل معاملات لاجرانج للقيد الخاص بالكمية المتاحة من المورد (ل) غير الخاضع للتعلم حيث ل = ١ ، ٢ ... ، ق

وقد حاول Woody M . liao (6) استخدام معاملات لاجرانج فى حل نموذج تخصيص الموارد الذى يعكس أثار التعلم ، ولكنه لم يستخدم نظرية kuhn - Tucker التى تعتبر التعميم الملائم

لنظرية معاملات لاجرانج لمشاكل البرمجة الرياضية التى تحتوى على متباينات ولكن بشكل عام فانه حتى اذا تم التطبيق السليم لاسلوب معاملات لاجرانج ، فانه لا يوجد ما يضمن أن نصل الى الحل الأمثل الشامل [Cary R . Reeves (18)].

٣ – ٣ – ٢ . منهج التجزيئ الى عدة دوال خطية : نموذج Joyce T Chen

بداية يمكن اعادة صياغة النموذج رقم (٣) بشكل يحول دالة الهدف الى دالة خطية (وان كان حتى هذه المرحلة سيكون ذلك بشكل صورى) وذلك على الصورة الاتية :

المطلوب تعظيم الدالة :

$$ى = [\sum_{د=١}^{ن} غ_{د}(س_{د}) - غ_{ود}(س_{د})] - غ_{و}(ب^{*}_{و}) \quad \cdots (٤/١)$$

بشرط أن :

$$\sum_{د=١}^{ن} أ_{ود} س_{د} + و_{ود+١} - ب^{*}_{و} = \text{صفر} \quad \cdots (٤/٢)$$

$$ب^{*}_{و} \leq ب_{و} \quad \cdots (٤/٣)$$

حيث و = ١ ، ٢ ، ... ، ش

$$\sum_{د=١}^{ن} هـ_{ول} س_{د} \leq ب_{ل} \quad \cdots (٤/٤)$$

حيث ل = ش+١ ، ... ، ف

$$س_{د} \geq \text{صفر} \quad \cdots (٤/٥)$$

نموذج رقم (٤)

حيث ب * $_{و}$: تمثل الكمية المطلوبة من المورد الخاضع للتعلم (ط) ، بينما ب $_{و}$ كما سبق أن أشرنا تمثل الكمية المتاحة من المورد الخاضع للتعلم (ط)

وبالرغم من أن دالة الهدف تبدو للوهلة الاولى انها دالة خطية ولكن ب * $_{و}$ فى حد ذاتها غير خطية كما هى محددة فى دالة القيد الأول (٢ / ٤) . ولذلك فانه يتبقى أن نضمن خطية القيد (٢ / ٤) حتى يمكن تطبيق الاسلوب النمطى لحل مشاكل البرمجة الخطية والمعروف باسم السمبلكس . وهذا سيكون عن طريق تجزئة منحنى التعلم الى عدة دوال خطية . وكفاءة عملية التقريب الخطى بتجزئة الدالة وتحويلها الى دالة شبه خطية piecwise linearization approxmation تزيد مع تناقص المدى الخاص بكل جزء خطى . وعموما ، فأن دقة التقريب وحجم النموذج المعدل سيزيدان مع تزايد عدد الاجزاء الخطية وتناقص المدى الخاص بكل جزء خطى . ولا يشترط أن يكون هذا المدى

متساوى لكل الأجزاء الخطية ولكن من الأفضل أن تختلف على أن تتناسب مع اختلاف درجة عدم الخطية لمنحنى التعلم فى المستويات المختلفة للانتاج المتجمع .

ومن المفيد هنا أن نذكر أن [(J . Chen (4] قد لاحظ أن متوسط احتياجات الزيادة فى مستوى الانتاج المتوسط (والمرتبطة بجزء خطى معين) تتناقص بمعدل ثابت عن المتوسط المرتبط بالجزء الخطى السابق ، هذا فى حالة تجزيئ دالة الاحتياجات من المورد الخاضع للتعلم لمستويات الانتاج المتجمع المختلفة ، وعلى أن تكون نقاط التجزيئ عند مستويات مضاعفة الانتاج .

وتبعا لذلك : دع :

س زد : تمثل المتغير القرارى للجزء الخطى (ز) والخاص بالمنتج د (حيث ز= ١ ، ٢ ،.... ج)

ب*ط زد : تمثل متوسط إحتياجات الوحدة من وحدات الجزء الخطى (ز) والخاص بالمنتج (د) وذلك المورد الخاضع للتعلم (ط) .

يبدهى أنه يمكن تحديد قيمة ب*ط زد فى مرحلة تكوين المشكلة وبناء النموذج عن طريق تحديد الزيادة فى الإحتياجات الكلية من المورد الخاضع للتعلم والخاص بمستوى مضاعفة الإنتاج (ز) (حجم الإنتاج الذى تم مضاعفته) . ولن تثار مشكلة فى ذلك إلا بالنسبة لمستوى المضاعفة الأخير بعد أن نصل إلى حد الخبرة المعيارى أو مرحلة الإستقرار Steady state وثبات مستوى الإنتاجية . ومدى هذه الفئة (الجزء الخطى الأخير) غير محدد أو معروف (١)

وعلى ذلك فإن القيد غير الخطى (٢ / ٤) فى النموذج يمكن ان يتم احلاله بالقيدين الآتيين :

$$\sum_{ز=1}^{ح} س_{زد} = س_د$$

$$\sum_{د=1}^{ن} \sum_{ز=1}^{ح} ب^*_{طزد} س_{زد} = ب^*_ط$$

وكذلك نحتاج الى عدد من القيود تحدد الحد الاقصى لكمية الانتاج المرتبطة بكل جزء خطى upper bound كالاتى :

س زد = خ ز

حيث ز = ١ ، ٢ ، . . . ح

حيث خ ز :تمثل الحد الاقصى لكمية الانتاج المرتبطة بالجزء الخطى (ز) .

---

(١) لأغراض تحديد ب * ط زد والخاص بالجزء الخطى الأخير بعد الوصول الى حد الخبرة المعيارى يتم تحديدها بالفرق بين [أ (س + ١) د + ١ - (أ س د + ١)] حيث (س) تمثل مستوى الانتاج المتجمع الذى نصل عنده الى حد الخبرة المعيارى . وبالنسبة لمشكلة تحديد مدى هذا الجزء الخطى الأخير أو الحد الأقصى لـ س زد [حيث (ز) هنا تمثل الجزء الخطى الأخير] ، فانه يمكن وضعه برقم كبير يزيد عن اقصى كمية نتوقع أن يتم انتاج المنتج (د) والممكن اشتقاقه من القيود الاخرى التى يتضمنها النموذج .

وعلى ذلك فإن النموذج يمكن أن يظهر بالصورة الآتية :

المطلوب تعظيم الدالة

$$ك = [\sum_{د=1}^{ن} غ_د س_د - غ_{د+1} س_د] - غ_{ن+1} ف^*_ط \quad \cdots (٥/١)$$

بشرط أنه :

$$(\sum_{ز=1}^{م} س_{زد}) - س_د = \text{صفر} \quad \cdots (٥/٢)$$

$$\sum_{د=1}^{ن} \sum_{ز=1}^{م} ف_{زد} س_{زد} - ف^*_ط = \text{صفر} \quad \cdots (٥/٣)$$

$$ف^*_ط \geq ف_ط \quad \cdots (٥/٤)$$

حيث ط = ١ ، ٢ ، ... ، ش

$$س_{زد} \geq خ_ز \quad \cdots (٥/٥)$$

حيث ز = ١ ، ٢ ، ... ، ح

$$\sum_{د=1}^{ن} هـ_{لد} س_د \geq ب_ل \quad \cdots (٥/٦)$$

حيث ل = ش+١ ، ... ، ق

$$س_{زد} ، س_د \geq \text{صفر}$$

النموذج رقم (٥)

ويجب ان يلاحظ الآتى فيما يتعلق بالمتغيرات القرارية للاجزاء الخطية ($س_{زد}$ كمثال) :

١ - ان لها حدود دنيا Lower bound (≥ صفر) وكذلك لها حدود قصوى تتمثل فى مدى الجزء الخطى الذى يمثله هذا المتغير .

٢ - كل المتغيرات القرارية للأجزاء الخطية التى تلى نقطة الحل الأمثل يجب أن تكون مساوية للصفر.(١)

---

(١) كل هذه القيود يتم مراعاتها عند استخدام طريقة السمبلكس المعدلة . مثل استخدام برنامج I B M المعروف باسم : Mathematical Programming System Extended (MPSX)

٤ - ١ . النموذج المقترح : الأساس العام

يستند النموذج المقترح إلى محاولة إستخدام أسلوب برمجة الدول القابلة للفصل Separable Programming فى معالجة مشاكل ادماج آثار ظاهرة التعلم فى نموذج تخصيص الموارد وتحديد التشكيلة المثلى للمنتجات . وبداية ، يجب أن نذكر أن هذا الاسلوب يمكن استخدامه اذا كانت كل الدوال غير الخطية قابلة للفصل (١) separable والفكرة الأساسية فى ذلك اننا نحاول بناء نموذج يوفر التقريب الخطى لنموذج البرمجة الرياضية المعدل بآثار ظاهرة التعلم .

وعملية التقريب الخطى ، بطبيعة الحال ، تؤدى الى زيادة حجم النموذج . ولكن طالما انه سيمكننا استخدام اسلوب السمبلكس فى الحل ، كما أنه فى الامكان أن نحقق الشروط الجوهرية التى تضمن الوصول الى الحل الأمثل . وذلك سواء باستخدام برامج الكمبيوتر المستحدثة . أو باستخدام سلسلة من النماذج التقريبية التى يمكن للباحث اجراء بعض التعديلات المتتالية على النموذج غير الخطى بما يضمن تحقيق الشروط الجوهرية التى يتعين مراعاتها للوصول الى الحل الأمثل وهذا سيكون له اهمية عملية كبيرة وجوهرية .

٤ - ٢ . النموذج المقترح : البناء التحليلى

يمكن لنا تناول عملية بناء النموذج التقريبى approximate model لنموذج المشكلة الأصلية الذى يعكس آثار ظاهرة التعلم والسابق تقديمه [نموذج رقم (٣)] كما يلى :

١ - تقدير المدى الخاص بالمتغيرات التى لها حدود غير خطية سواء فى دالة الهدف او دوال القيود (س ر) ونفترض ان هذا المدى كان بين (صفر ، س̄ ر) أو بصورة اخرى (صفر ≤ س ر ≤ س̄ ر) .

٢ - نحدد نقاط التجزيئ grid points داخل المدى السابق تحديده أى :

[صفر ≡ س ر ١ < س ر ٢ < ... < س ر (م-١) < س ر م ≡ س̄ ر]

٣ - يتم صياغة العلاقة بين س ر ونقاط التجزيئ باستخدام أوزان ترجيحية weights (λ ر د) كما يلى :

س ر = س ر ١ λ ر ١ + س ر ٢ λ ر ٢ + ... + س ر م λ ر م ... [أ]

مع مراعاة أن مجموع أوزان الترجيح تساوى الواحد الصحيح :

---

١) الدالة القابلة للفصل هى التى يكون كل حد من حدودها دالة فى متغير قرارى واحد فقط وليس لاكثر من هذا المتغير القرارى . ورغم ذلك فانه يمكن تحويل الدالة غير القابلة للفصل الى دالة قابلة للفصل . فمثلا الدالة $y = X1\ X2$ يمكن تحويلها الى دالة قابلة للفصل كالاتى $\ln y = \ln X1 + \ln X2$ حيث $\ln(X)$ هى اللوغاريتم الطبيعى [$\ln X = \log_e X$ حيث $e = ٢,٧١٨٢٨١$

$$\sum_{ح=١}^{م} \lambda_{د\,ح} = ١ \quad \ldots [ب]$$

وأن $\lambda_{د\,ح} \geq$ صفر حيث ح = ١، ٢، . . . ، م ... [ح]

٤ - ولبناء النموذج التقريبى نعمل على احلال الطرف الأيسر للعلاقة (أ) كلما وجدت (س د) سواء فى دالة الهدف او فى دوال القيود . على أن يضاف الى النموذج الجديد ضمن القيود كلا مـن (ب) ، (حـ) .

٥ - وهناك شرط جوهرى فى الحل أنه لا يجب أن يسمح لأكثر من قيمتين متجاورتين من المتغيرات الممثلة لأوزان الترجيح ($\lambda_{د\,ح}$) بأن يأخذ قيمة صفرية ، وباقى القيم يجب أن تكون مساوية للصفر . حيث أننا إذا اخذنا قيمتين متجاورتين من المتغيرات الممثلة لاوزان الترجيح ($\lambda_{د\,ح}$) ، وتم الترجيح بإستخدام هذه القيم فإن النقطة الجديدة ستكون واقعة على الخط الواصل بين النقطتين المتجاورتين ، أى أن نقطة الحل الأمثل ستقع على أحد الخطوط الجزئية التى تم تقسيم الدالة غير الخطية بها إلى عدة دوال خطية وهذا يضمن الوصول الى حل أمثل شامل . وهذا يستلزم من الباحث ان يقوم بإجراء سلسلة من نماذج التقريب الخطى للمشكلة المعينة ، وذلك للحصول على حل أمثل شاملglobal optimum solution حيث أن جودة الحل تتوقف على امكانية تحقيق الشرط الجوهرى السابق الاشارة اليه . وسنبين ذلك عند حل المشكلة التى تتضمنها الحالة الافتراضية فى الجزء التالى من البحث .

٥ - ١ . تطبيق النموذج المقترح : حالة افتراضية

افترض ان المنشأة (ع) ستبدأ عملياتها الانتاجية بانتاج منتجين جديدين . وترغب الادارة فى تحديد التشكيلة المثلى لانتاج هذين المنتجين للشهر الأول ، وكيفية تخصيص مواردها المحدودة المتمثلة فى :

- المواد الاولية وتبلغ الكمية المتاحة فى الشهر الاول ٥٤٠ وحدة
- ساعات العمل المباشر ، والحد القصى لها ٢٠٠ ساعة فى الشهر الأول .
- ساعات تشغيل الالات والحد الأقصى يبلغ ١٨٠ ساعة فى الشهر الاول .

وقد تبين من الدراسات الهندسية والتسويقية التى تم اعدادها الآتى :

(١) ان الاحتياجات من الموارد الأولية لانتاج وحدة واحدة من كل منتج تبلغ ١٠ ، ١٢ وحدة للمنتجين على الترتيب .

(٢) ان ساعات العمل المباشر التى يحتاجها انتاج الوحدة الاولى من كل منتج هى ٢٠ ، ١٨ ساعة للمنتجين على الترتيب .

(٣) ان ساعات تشغيل الالات التى يحتاجها انتاج الوحدة الاولى من كل منتج هى ١٢ ، ٧ ساعة للمنتجين على الترتيب .

(٤) ان الموارد الخاضعة لاثار ظاهرة التعلم تتمثل فى ساعات العمل المباشر وساعات تشغيل الآلات . وان المعدل الذى يوصف به منحنى التعلم هو ٨٠ ٪ ، ٩٠ ٪ للمنتجين على الترتيب . وقد تبين أن حد الخبرة المعيارى يكون عند مستوى انتاج ١٢٨ وحدة ، ٦٤ وحدة للمنتجين على الترتيب .

(٥) ان التكاليف المتغيرة للوحدة من الموارد غير الخاضعة للتعلم هى ٥٠ ، ٦٠ جنيه للمنتجين على الترتيب .

(٦) ان التكاليف الاضافية المتغيرة قدرت على اساس ٣ جنيه / ساعة عمل مباشر وان معدل الاجور المباشرة يبلغ ٧ جنيه فى الساعة .

(٧) أن سعر بيع الوحدة من كل منتج يبلغ ٣٨٠ ، ٣٧٥ للمنتجين على الترتيب .

(٨) أن ادارة المنشأة لا تتوقع أى قيود على حجم الطلب على منتجاتها وتتمثل المشكلة فى قياس آثار التعلم على البيانات الأساسية الحاكمة فى عملية تحديد التشكيلة المثلى للمنتجات وتخصيص الموارد المحدودة التى تتميز بالندرة النسبية .

٥ - ٢ . بناء نموذج تخطيط أنشطة المنشأة (ع) الذى يعكس اثار ظاهرة التعلم

(١) دع $س_1$: تمثل الكمية المطلوب انتاجها من المنتج الاول

$س_2$: تمثل الكمية المطلوب انتاجها من المنتج الثانى

(٢) تحديد فائض المساهمة للوحدة من كل منتج وذلك قبل خصم التكاليف المتغيرة للموارد الخاضعة للتعلم :

	المنتج الاول	المنتج الثانى
سعر البيع	٣٨٠	٣٧٥
(-) التكلفة المتغيرة للوحدة من الموارد الخاضعة للتعلم	(٥٠)	(٦٠)
	٣٣٠	٣١٥

(٣) تحديد التكاليف المتغيرة للموارد الخاضعة للتعلم

مؤشر التعلم الخاص بالمنتج الأول ($د_1$) = $\frac{\text{لو } ٠.٨}{\text{لو } ٢} = \frac{-٠.٠٩٦٩١}{٠.٣٠١٠٣}$

$= -٠.٣٢١٩٣$

مؤشر التعلم الخاص بالمنتج الثانى ($د_2$) = $\frac{\text{لو } ٠.٩}{\text{لو } ٢} = \frac{-٠.٠٤٥٧٥٧٥}{٠.٣٠١٠٣}$

$= -٠.١٥٢$

ويلاحظ ان التكاليف الإضافية المتغيرة (والتى تتضمن تكلفة ساعات تشغيل الآلات) قدرت على اساس ٣ جنيه / ساعة عمل مباشرة ، ومعدل الأجور المباشرة = ٧ جنيه / ساعة عمل مباشر .

- ولذلك فان التكلفة المتغيرة (اجور + اضافية) لكل ساعة عمل مباشر = ١٠ جنيه والتكلفة المتغيرة من الموارد الخاضعة للتعلم واللازمة لانتاج الوحدة الأولى من المنتج

$= ٢٠ \times ١٠ = ٢٠٠$ جنيه

- ولذلك يمكن تحديد التكلفة المتغيرة من الموارد الخاضعة للتعلم واللازمة لانتاج كمية قدرها س من المنتج الاول يمكن تحديده باستخدام العلاقة (٢) والسابق الاشارة اليها :

ك = أ $س_1^{د+1}$ = ٢٠٠ $س_1^{-٠.٣٢١٩٣+1}$ = ٢٠٠ $س_1^{٠.٦٧٨٠٧}$

- وبالمثل يمكن تحديد التكلفة المتغيرة من الموارد الخاضعة للتعلم واللازمة لانتاج كمية قدرها $س_2$ من المنتج الثانى = (١٨ × ١٠) $س_2^{-٠.١٥٢+1}$

$= ١٨٠ س_2^{٠.٨٤٨}$

(٤) صياغة دالة الهدف :

المطلوب تعظيم الدالة :

ى = (٣٣٠ $س_1$ - ٢٠٠ $س_1^{٠.٦٧٨٠٧}$) + (٣١٥ $س_2$ - ١٨٠ $س_2^{٠.٨٤٨}$

(٥) صياغة القيود المفروضة على المشكلة :

- **قيد المواد الاولية** (مورد غير خاضع لظاهرة التعلم)

$١٠ س_1 + ١٢ س_2 \leq ٥٤٠$

- **قيد الطاقة القصوى لساعات العمل المباشر** (مورد خاضع للتعلم)

باستخدام العلاقة (٢) التى تحدد الكمية الكلية المطلوبة من المورد الخاضع للتعلم واللازمة

لانتاج كمية تدرها :

س١ من المنتج الاول = أ١ س١ ع ن+١ = ٢٠ س١ - ٠.٣٢١٩٣ ن+١

س٢ من من المنتج الثانى = أ٢ س٢ ع ن+١ = ١٨ س٢ - ٠.١٥٢ ن+١

يمكن صياغة القيد على الصورة الاتية :

٢٠ س١ ٠.٦٧٨٠٧ + ١٨ س٢ ٠.٨٤٨ ≥ ٣٠٠

- قيد الطاقة القصوى لساعات تشغيل الآلات (مورد يخضع لظاهرة التعلم) باستخدام نفس الاساس فانه يمكن صياغة القيد على الصورة الاتية :

١٢ س١ ٠.٦٧٨٠٧ + ٧ س٢ ٠.٨٤٨ ≥ ١٨٠

الصورة العامة لنموذج البرمجة غير الخطية الذى يمثل المشكلة السابقة :

** دالة تعظيم الدالة :

ى = (٣٣٠ س١ - ٢٠٠ س١ ٠.٦٧٨٠٧) + (٣١٥ س٢ - ١٨٠ س٢ ٠.٨٤٨)

١٠ س١ + ١٢ س٢ ≥ ٥٤٠

٢٠ س١ ٠.٦٧٨٠٧ + ١٨ س٢ ٠.٨٤٨ ≥ ٣٠٠

١٢ س١ ٠.٦٧٨٠٧ + ٧ س٢ ٠.٨٤٨ ≥ ١٨٠

س١ ، س٢ ≥ صفر

٥ - ٣ . بناء نموذج تخطيط أنشطة المنشأة (ع) مع عدم أخذ آثار التعلم فى الحسبان :

- تحديد فائض المساهمة للوحدة من كل منتج :

	المنتج الاول	المنتج الثانى
سعر البيع	٣٨٠	٣٧٥
(-) التكلفة المتغيرة للوحدة من الموارد غير الخاضعة للتعلم	(٥٠)	(٦٠)
(-) التكلفة المتغيرة للوحدة من الموارد الخاضعة للتعلم (١٠ ج / ساعة عمل)	(٢٠٠)	(١٨٠)
	١٣٠	١٣٥

الصورة العامة للنموذج :

المطلوب تعظيم الدالة :

$$ى = ١٣٠ س_١ + ١٣٥ س_٢$$

بشرط أن :

$$١٠ س_١ + ١٢ س_٢ \leq ٥٤٠$$

$$٢٠ س_١ + ١٨ س_٢ \leq ٣٠٠$$

$$١٢ س_١ + ٧ س_٢ \leq ١٨٠$$

$$س_١ ، س_٢ \geq صفر$$

والحل الأمثل فى ضوء عدم أخذ اثار ظاهرة التعلم فى الاعتبار :

كمية انتاج المنتج الاول ($س_١$) = صفر

كمية انتاج المنتج الثانى ($س_٢$) = ١٦.٦٦٧ وحدة

قيمة دالة الهدف (اجمالى فائض المساهمة) = ٢٢٥٠ جنيه

٥ - ٤ . استخدام منهج التجزئى الى عدة دوال خطية (نموذج chen) فى تخصيص الموارد فى ضوء مراعاة اثار ظاهرة التعلم

٥ - ٤ - ١ . تقدير المدى الخاص بالمتغيرات :

المتغير $س_١$: صفر $\leq س_١ \leq$ ٥٤

المتغير $س_٢$: صفر $\leq س_٢ \leq$ ٤٥

٥ - ٤ - ٢ . تحديد متوسط احتياجات الوحدة من وحدات كل جزء خطى

بشكل عام فاننا نفضل أن تكون نقاط التجزئى عند مستويات مضاعفة الانتاج ، وذلك لكلا المنتجين (صفر ، ١ ، ٢ ، ٤ ، ٨ ، ١٦ ، ٣٢ ، . . .)

أولا : بالنسبة للمنتج الأول (منحنى التعلم ٨٠٪)

(أ) بالنسبة للمورد الأول الخاضع للتعلم (ساعات العمل المباشر)

(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)	(٦) = ٢٠ × (٥)	Δ (٦) ÷ (٤)
الاجزاء الخطية	الانتاج المتجمع	مدى المخرجات	حجم المدى	س و+١ (منحنى التعلم ٨٠٪)	الوقت الكلى (الوحدة الأولى تحتاج ٢٠ ساعة)	متوسط الزمن للوحدة فى الجزء الخطى ب ط ز د
١	١	صفر ← ١	١	١	٢٠	٢٠
٢	٢	١ ← ٢	١	١.٦	٣٢	١٢
٣	٤	٢ ← ٤	٢	٢.٥٦	٥١.٢	٩.٦
٤	٨	٤ ← ٨	٤	٤.٠٩٦	٨١.٩٢	٧.٦٨
٥	١٦	٨ ← ١٦	٨	٦.٥٥٦	١٣١.١٢	٦.١٤٤
٦	٣٢	١٦ ← ٣٢	١٦	١٠.٤٨٥٧	٢٠٩.٧١٤	٤.٩١٥
٧	٦٤	٣٢ ← ٦٤	٣٢	١٦.٧٧٧	٣٣٥.٥٤٢	٣.٩٣
٨	١٢٨	٦٤ ← ١٢٨	٦٤	٢٦.٨٤٣	٥٣٦.٨٧	٣.١٤٦
٩	∞	١٢٨ ← ∞	غير محدد			٢.٨٤ (١)

(ب) بالنسبة للمورد الثانى : ساعات دوران الآلات

(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)
الاجزاء الخطية	حجم المدى	س و+١	الوقت الكلى = (٣) × ١٢	متوسط الزمن للوحدة فى الجزء الخطى Δ (٤) ÷ (٢)
١	١	١	١٢	١٢
٢	١	١.٦	١٩.٢	٧.٢
٣	٢	٢.٥٦	٣٠.٧٢	٥.٧٦
٤	٤	٤.٩٦	٤٩.١٥	٤.٦١
٥	٨	٦.٥٥٦	٧٨.٦٧	٣.٦٩
٦	١٦	١٠.٤٨٥٧	١٢٥.٨٣	٢.٩٤٧
٧	٣٢	١٦.٧٧٧	٢٠١.٣٢	٢.٣٥٩
٨	٦٤	٢٦.٨٤٣	٣٢٢.١١٦	١.٨٨٧
٩	غير محدد			١.٧٠٨ (٢)

(١) تم حساب متوسط الزمن للوحدة فى حالة الاستقرار (حد الخبرة المعيارى) باستخدام العلاقة
$$\frac{٢٠\ (١٢٩)^{-٠.٣٢١٩٣+١} - ٢٠\ (١٢٨)^{-٠.٣٢١٩٣+١}}{١٢٩ - ١٢٨} = ٢.٨٤$$

(٢) تم الحساب كما سبق كالاتى : ١٢ (١٢٩)$^{-٠.٦٧٨٠٧}$ − ١٢ (١٢٨)$^{-٠.٦٧٨٠٧}$ = ١.٧٠٨

ثانيا : بالنسبة للمنتج الثانى (منحنى التعلم ٩٠٪)

(أ) بالنسبة للمورد الأول الخاضع للتعلم (ساعات العمل المباشر)

(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)
الاجزاء الخطية لمنحنى التعلم	حجم المدى	س د+١ منحنى التعلم ٩٠٪	الوقت الكلى = (٣) × ١٨	متوسط الزمن للوحدة فى الجزء الخطى Δ (٤) ÷ (٢)
١	١	١	١٨	١٨
٢	١	١.٨	٣٢.٤	١٤.٤
٣	٢	٣.٢٤	٥٨.٣٢	١٢.٩٦
٤	٤	٥.٨٣٢	١٠٤.٩٧٦	١١.٦٦
٥	٨	١٠.٤٩٧٧	١٨٨.٩٥٩	١٠.٤٩٧٨
٦	١٦	١٨.٨٩٦	٣٤٠.١٢٨	٩.٤٤٨
٧	٣٢	٣٤.٠١٣	٦١٢.٢٢٧	٨.٥٠٣
٨	غير محدد			٨.١٠٢(١)

(ب) بالنسبة للمورد الثانى الخاضع للتعلم (ساعات دوران الآلات)

(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)
الاجزاء الخطية	حجم المدى	س د+١ منحنى التعلم ٩٠٪	الوقت الكلى = (٣) × ٧	متوسط الزمن للوحدة فى الجزء الخطى Δ (٤) ÷ (٢)
١	١	١	٧	٧
٢	١	١.٨	١٢.٦	٥.٦
٣	٢	٣.٢٤	٢٢.٦٨	٥.٠٤
٤	٤	٥.٨٣٢	٤٠.٨٢٤	٤.٥٣٦
٥	٨	١٠.٤٩٧٧	٧٣.٤٨٣٩	٤.٠٨٢
٦	١٦	١٨.٨٩٦	١٣٢.٢٧٢	٣.٦٧٤
٧	٣٢	٣٤.٠١٣	٢٣٨.٠٩	٣.٣٠٧
٨	غير محدد			٣.١٥(٢)

(١) تم حساب متوسط الزمن للوحدة فى حالة الاستقرار (حد الخبرة المعيارى) باستخدام العلاقة
= ١٨ (٦٥)$^{٠.٨٤٨}$ - ١٨ (٦٤)$^{٠.٨٤٨}$ = ٨.١٠٢

(٢) تم الحساب كما سبق كالآتى : = ٧ (٦٥)$^{٠.٨٤٨}$ - ٧ (٦٤)$^{٠.٨٤٨}$ = ٣.١٥

٥ - ٤ - ٣ . صياغة النموذج :

على اساس أن $ب^*_ط$ تمثل الكمية المطلوب توافرها من المورد الخاضع للتعلم (ط) :

$ب^*_١$: تمثل الكمية المطلوبة من المورد الاول (ساعات العمل المباشر)

$ب^*_٢$: تمثل الكمية المطلوبة من المورد الثانى (ساعات دوران الآلات)

عملية تحويل القيود غير الخطية فى النموذج :

دع :

$س_{١١} + س_{٢١} - س_{٣١} + س_{٤١} + س_{٥١} + س_{٦١} + س_{٧١} + س_{٨١} + س_{٩١} - س_١ =$ صفر

$س_{١٢} + س_{٢٢} + س_{٣٢} + س_{٤٢} + س_{٥٢} + س_{٦٢} + س_{٧٢} + س_{٨٢} - س_٢ =$ صفر

وعلى ذلك فإن قيد الطاقة القصوى لساعات العمل المباشر يمكن تحويله كما يلى :

$٢٠ س_{١١} + ١٢ س_{٢١} + ٩.٦ س_{٣١} + ٩.٦ س_{٣١} + ٧.٦٨ س_{٤١} + ٦.١٤٤ س_{٥١} + ٤.٩٢ س_{٦١} + ٣.٩٣ س_{٧١} + ٣.١٤ س_{٨١} + ٨٤ س_{٩١} + ١٨ س_{١٢} + ١٤.٤ س_{٢٢} + ١.٩٦ س_{٣٢} + ١١.٦٦ س_{٤٢} + ١٠.٤٩٧٨ س_{٥٢} + ٩.٤٤٨ س_{٦٢} + ٨.٥٠٣ س_{٧٢} + ٨.١٠٨ س_{٨٢} - ب^*_{١} =$ صفر

وبالمثل قيد ساعات تشغيل الالات :

$١٢ س_{١١} + ٧.٢ س_{٢١} + ٥.٧٦ س_{٣١} + ٤.٦١ س_{٤١} + ٣.٦٩ س_{٥١} + ٢.٩٤٧ س_{٦١} + ٢.٣٥٩ س_{٧١} + ١.٨٨٧ س_{٨١} + ٧٠٨ س_{٩١} + ٧ س_{٢١} + ٥.٦ س_{٢٢} + ٥.٠٤ س_{٣٢} + ٤.٥٣٦ س_{٤٢} + ٤.٠٨٢ س_{٥٢} + ٣.٦٧٤ س_{٦٢} + ٣٠٧ س_{٧٢} + ٣.١٥ س_{٨٢} - ب^*_{٢} =$ صفر

$ب^*_١ \geq ٣٠٠$

$ب^* \geq ١٨٠$

هذا بالاضافة الى قيود الحدود العليا للمتغيرات الممثلة للاجزاء الخطية التى تم تجزيئ منحنى التعلم اليها .

وعلى ذلك يظهر النموذج بشكل متكامل كالآتى :

المطلوب تعظيم الدالة :

$S = ٣٣٠س_١ + ٣١٥س_٢ - ١٠ ف_١^* - صفر ف_٢^* ...$ (٦/١)

بشرط أن :

$١٠س_١ + ١٢س_٢ \leq ٥٤٠$ ... (٦/٢)

$س_١١ + س_٢١ + س_٣١ + س_٤١ + س_٥١ + س_٦١ + س_٧١ + س_٨١ - س_٩١ - س_١ = صفر$ ... (٦/٣)

$س_٢ + س_٢٢ + ٣٢ + س_٤٢ + س_٥٢ + س_٦٢ + س_٧٢ + س_٨٢ - س_٢ = صفر$ ... (٦/٤)

$٢٠س_١١ + ١٢س_٢١ + ٩.٦ س_٣١ + ٧.٦٨ س_٤١ + ١٤٤ س_٥١$

$+ ٤.٩٢ س_٦١ + ٣.٩٣ س_٧١ + ٣.١٤ س_٨١ + ٢.٨٤ س_٩١ + ١٨س_١٢ + ١٤.٤ س_٢٢ +$

$١٢.٩٦ س_٣٢ + ١١.٦٦ س_٤٢ + ٩٧٨ س_٥٢ + ٩.٤٤٨ س_٦٢ + ٨.٥٠٣ س_٧٢ + ٨١٠٨ س_٨٢ -$

$- ف_١^* = صفر$ ... (٦/٥)

$١٢ س_١ + ٧.٢ س_٢١ + ٥.٧٦ س_٣١ + ٤٦١ س_٤١ + ٣.٦٩ س_٥١ + ٢.٩٤٧ س_٦١ +$

$+ ٢.٣٥٩ س_٧١ + ١.٨٨٧ س_٨١ + ١.٧٠٨ س_٩١ + ٧س_١٢ + ٥.٦ س_٢٢ + ٥.٠٤ س_٣٢ +$

$٥٣٦ .٤ س_٤٢ + ٤.٠٨٢ س_٥٢ + ٣.٦٧٤ س_٦٢ + ٣.٣٠٧ س_٧٢ + ٣.١٥ س_٨٢ - ف_٢^* = صفر$

... (٦/٦)

$ب_١^* \leq ٣٠٠$ ... (٦/٧)

$ب_٢^* \leq ١٨٠$ ... (٦/٨)

$س_١١ \leq ١$ ، $س_٢١ \leq ١$ ، $س_٣١ \leq ٢$

$س_٤١ \leq ٤$ ، $س_٥١ \leq ٨$ ، $س_٦١ \leq ١٦$

$س_٧١ \leq ٣٢$ ، $س_٨١ \leq ٦٤$ ، $س_٩١ \leq ١٠٠$

$س_٢١ \leq ١$ ، $س_٢٢ \leq ١$ ، $س_٣٢ \leq ٢$

$س_٤٢ \leq ٤$ ، $س_٥٢ \leq ٨$ ، $س_٦٢ \leq ١٦$

$س_٧٢ \leq ٣٢$ ، $س_٨٢ \leq ١٠٠$ ... (٦/٢٥ - ٩)

- $س_١$ ، $س_٢$ ، $ب_١$ ، $ب_٢$ ، $س_١١$ ، ... $س_٩١$ ، $س_١٢$ ، ... ، $س_٨٢ \geq$ صفر .. (٦/٢٦)

٥ - ٤ - ٤ . الحل بإستخدام نموذج Chen

تمثلت المشكلة الاساسية أمام الباحث فى تحديد الحل الامثل للنموذج الذى يعكس اثار ظاهرة التعلم ويتم بناؤه عن طريق استخدام منهج تجزيئ الدالة إلى عدة دوال خطية فى ضرورة تحقيق الشروط الجوهرية التى يجب ان تتوافر فى الحل الامثل خاصة فيما يتعلق بأن المتغيرات القرارية الممثلة للأجزاء الخطية يجب ألا تأخذ أى قيمة موجبة الا اذا كانت الاجزاء الخطية السابقة فى حدها الأقصى ، وكذلك الاجزاء الخطية التى على نقطة الحل الأمثل يجب أن تكون مساوية الصفر .

وهذا تطلب من الباحث اجراء العديد من المحاولات فى سبيل الحصول على الحل الذى يحقق الشرطين السابقين ، خاصة وأن المشكلة بطبيعتها يصعب التعامل معها باستخدام الأساليب المعروفة فى الحل (١) ويمكن للباحث استعراض الدورة ما قبل الاخيرة والدورة الاخيرة لكى يستبين القارىء المنهج التطويرى الذى يجب اتباعه فى مثل هذه الحالات .

الدورة ما قبل الاخيرة : (٢)

$س_{١٣} = ١$	$س_{١٣} =$ صفر
$س_{٢٣} = ١$	قيمة دالة الهدف = ١٤٦١٨
$س_{٣٣} = ٢$	
$س_{٤٣} = ٤$	
$س_{٥٣} = ٧$	
$س_{٦٣} = ١٣$	
$س_{٧٣} = ٢٥$	

((١)) ، (٢) استعان الباحث ببرنامج (SAS (MPSX وذلك بعد ان اضفنا اليه ما يضمن الحصول على قيم المتغيرات القرارية بأرقام صحيحة Integer ، كما استلزم الامر اضافة بعض القيود التى تحدد العلاقة بين المتغيرات القرارية الممثلة للاجزاء الخطية ، فعلى سبيل المثال : $س_{١٣} - س_{٢٣} \leq$ صفر وكذلك $س_{٢٣} - س_{٣٣} \leq$ صفر . . . وهكذا . ويمكن الرجوع الى الملحق رقم (٢) لتفاصيل المتغيرات اللازمة للوصول الى الحل الأمثل .

الدورة الأخيرة (١) الحل الامثل الذى يحقق الشروط الجوهرية

س١١ = ١ س١٢ = صفر

س٢١ = ١ قيمة دالة الهدف = ١٤٥٦٦

س٣١ = ٢

س٤١ = ٤

س٥١ = ٨

س٦١ = ١٦

س٧١ = ٢١

وهذا يعنى ان : س١ = ١ + ١ + ٢ + ٤ + ٨ + ١٦ + ٢١ = ٥٣ وحدة

س٢ = صفر

٥ - ٥ . استخدام النموذج المقترح فى تخصيص الموارد فى ضوء مراعاة اثار ظاهرة التعلم

٥ - ٥ - ١ . تقدير المدى الخاص بالمتغيرات :

المتغير س١ : صفر ≤ س١ ≤ ٥٤

المتغير : صفر ≤ س٢ ≤ ٤٥

٥ - ٥ - ٢ . تحديد نقاط التجزيئ

يتم تحديد نقاط التجزيئ للدوال عند مستويات مضاعفة الانتاج وذلك لأغراض الدقة وأيضا لأغراض التكيف مع طبيعة المشكلة موضوع البحث ، وذلك كما يلى :

(صفر ، ١ ، ٢ ، ٤ ، ٨ ، ١٦ ، ٣٢ ، ٦٤)

---

(١) يراجع الملحق رقم (٢) لتفاصيل الحل باستخدام برنامج (MPSX) SAS والذى اتيح للباحث فى مركز الحساب العلمى التابع لجامعة جنوب الينوى - كربوندبل بالولايات المتحدة الامريكية

Southern Illinois University at Garbondale (SIUC) U . S . A .

٥ — ٥ — ٣ . صياغة العلاقة بين المتغيرات الأساسية ونقاط التجزين بإستخدام الأوزان الترجيحية كالآتى :

س١ = صفر λ ١١ + ١ λ ٢١ + ٢ λ ٣١ + ٤ λ ٤١ + ٨ λ ٥١ + ١٦ λ ٦١
+ ٣٢ λ ٧١ + ٦٤ λ ٨١

= صفر λ ١٢ + ١ λ ٢٢ + ٢ λ ٣٢ + ٤ λ ٤٢ + ٨ λ ٥٢ + ١٦ λ ٦٢ + ٣٢
λ ٧٢ + ٦٤ λ ٨٢

هذا بالاضافة الى القيود التى تضمن أن مجموع أوزان الترجيح يساوى الواحد الصحيح :

$$\lambda_{11} + \lambda_{21} + \lambda_{31} + \lambda_{41} + \lambda_{51} + \lambda_{61} + \lambda_{71} + \lambda_{81} = ١$$

$$\lambda_{12} + \lambda_{22} + \lambda_{32} + \lambda_{42} + \lambda_{52} + \lambda_{62} + \lambda_{72} + \lambda_{82} = ١$$

٥ . ٥ — ٤ . بناء النموذج التقريبى : — دالة الهدف :

[٣٣٠ (٢١ λ + ٤ λ ٣١ + ٨ λ ٤١ + ١٦ λ ٥١ + ٣٢ λ ٦١ + ٦٤ λ ٧١
+ ٨١)] — [٢٠٠ (١.٦ + ٢١ λ) + ٢.٥٦ + ٣١ λ + ٤.١ + ٤١ λ + ٦.٥٦ + ٥١ λ
+ ١٠.٤٩ + ٦١ λ + ١٦.٧٨ + ٧١ λ ٨١ λ)] + [٣١٥ (٢ + ٢٢ λ + ٤ + ٣٢ λ
+ ٨ + ١٦ + ٥٢ λ + ٣٢ + ٦٢ λ + ٦٤ + ٧٢ λ ٨٢ λ)] — [١٨٠ (٢٢ λ +
٣ر٨ λ + ٣٢ + ٣.٢٤ + ٤٢ λ + ٥.٨٣ + ٥٢ λ + ١٠.٥ + ٦٢ λ + ١٨.٩ + ٧٢ λ
٨٢ λ)]

∴ دالة الهدف ، المطلوب تعظيم الدالة :

ى = ١٣٠ λ + ٢١ λ + ٣٤٠ + ٣١ λ + ١٠٠٨ + ٤١ λ + ١٨٢٠ + ٥١ λ + ٣٩٦٨ + ٦١ λ
+ ٨٤٦٢ + ٣١ λ + ١٧٧٦٤ + ٨١ λ + ١٣٥ + ٢٢ λ + ٣٠٦ + ٣٢ λ + ٦٧٧ + ٤٢ λ
+ ١٤٧١ λ ٥٢ + ٣١٥٠ + ٦٢ λ + ٦٦٧٨ + ٧٢ λ + ١٤٠٤٠ + ٨٢ λ أكبر ما يمكن

صياغة القيود المفروضة على المشكلة

الموارد الاولية :

١٠ λ ٢١ + ٢٠ + ٣١ λ + ٤٠ + ٤١ λ + ٨٠ + ٥١ λ + ١٦٠ + ٦١ λ + ٣٢٠ + ٧١ λ
+ ٦٤ + ٨١ λ + ١٢ + ٢٢ λ + ٢٤ + ٣٢ λ + ٤٨ + ٤٢ λ + ٩٦ + ٥٢ λ + ١٩٢ + ٦٢ λ
+ ٣٨٤ + ٧٢ λ + ٧٦٨ + ٨٢ λ ≤ ٥٤٠

قيد الطاقة القصوى لساعات العمل المباشر :

$$٢٠\lambda_{٢١} + ٣٢\lambda_{٢١} + ٥١.٢\lambda_{٣١} + ٨٢\lambda_{٤١} + ١٣١.٢\lambda_{٥١} + ٢٠٩.٨\lambda_{٦١} + ٧١\lambda$$

$$+ ٣٣٥.٦\lambda_{٨١} + ١٨\lambda_{٢٢} + ٣٢.٤\lambda_{٢٢} + ٥٨.٦٢\lambda_{٣٢} + ١٠٤.٩٤\lambda_{٤٢} + ٥٢\lambda$$

$$+ ١٨٩\lambda_{٦٢} + ٣٤٠.٢\lambda_{٧٢} + ٦١٢\lambda_{٨٢} \geq ٣٠٠$$

قيد الطاقة القصوى لساعات تشغيل الآلات :

$$١٢\lambda_{٢١} + ١٩.٢\lambda_{٣١} + ٣٠.٧٢\lambda_{٤١} + ٤٩.٢\lambda_{٥١} + ٧٨.٧٢\lambda_{٦١} +$$

$$+ ١٢٥.٨٨\lambda_{٧١} + ٢٠١.٣٦\lambda_{٨١} + ٧\lambda_{٢٢} + ١٢.٦\lambda_{٣٢} + ٢٢.٦٨\lambda_{٤٢} +$$

$$٤٠.٨١\lambda_{٥٢} + ٧٣.٥\lambda_{٦٢} + ١٣٢.٣\lambda_{٧٢} + ٢٣٨\lambda_{٨٢} \leq ١٨٠$$

قيود تضمن ان مجموع اوزان الترجيح تساوى الواحد الصحيح

$$\lambda_{١١} + \lambda_{٢١} + \lambda_{٣١} + \lambda_{٤١} + \lambda_{٥١} + \lambda_{٦١} + \lambda_{٧١} + \lambda_{٨١} = ١$$

$$\lambda_{١٢} + \lambda_{٢٢} + \lambda_{٣٢} + \lambda_{٤٢} + \lambda_{٥٢} + \lambda_{٦٢} + \lambda_{٧٢} + \lambda_{٨٢} = ١$$

قيد عدم السالبية

$$\lambda_{١١}, \lambda_{٢١}, \ldots, \lambda_{٨١}, \lambda_{١٢}, \ldots, \lambda_{٨٢} \geq \text{صفر}$$

٥ - ٥-٥ . حل النموذج المقترح

كما هو الحال فى النموذج السابق ، فإن المشكلة الاساسية أمام حل النموذج المقترح وتحديد الحل الأمثل للنموذج المقترح وتحديد الحل الامثل للنموذج التقريبى تمثلت فى تحديد كيفية الوصول الى الحل الأمثل الذى يحقق الشرط الجوهرى الذى سبق الاشارة اليه والخاص بضرورة ألا يسمح لأكثر من قيمتين متجاورتين من المتغيرات الممثلة لأوزان الترجيح بأن يأخذا قيمة غير صفرية . وذلك على اساس أن توافر هذا الشرط الجوهرى يضمن منطقية الحل لنموذج البرمجة غير الخطية الذى سيتعامل مع اثار ظاهرة التعلم ، ويضمن الوصول الى الحل الأمثل لنماذج تخصيص الموارد التى تأخذ فى اعتبارها أثار ظاهرة التعلم على معلمات النموذج المختلفة .

ويمكن للباحث ان يستعرض الدورة ما قبل الأخيرة وكذلك الدورة الاخيرة ، وذلك لكى يستبين للقارىء المنهج التحاورى الذى اتبعه الباحث فى سبيل الوصول الى الحل الأمثل .

الدورة ما قبل الاخيرة : [١]

$\lambda_{٤١} = ٠.١٦٦٦٦٧$

$\lambda_{٨١} = ٠.٨٣٣٣٣٣$

$\lambda_{١٢} = ١$

ويتضح من الحل أن الشرط الاساسى ما زال غير محقق ، بالرغم من أن الحل الذى اسفرت عنه هذه الدورة وكذلك الدورات السابقة ، لا يخلوا من الدلائل التى تفيد فى تحديد مسار رحلة البحث عن الحل الأمثل الذى يتوافق مع الشرط الأساسى السابق الأشارة اليه .

الدورة الأخيرة [٢] الحل الامثل الذى يحقق الشرط الأساسى

$\lambda_{٧١} = ٠.٣١٢٥٠٠$

$\lambda_{٨١} = ٠.٦٧٧٥٠٠$

$\lambda_{١٢} = ١$

كمية الانتاج من المنتج الأول فى ضوء الحل الامثل :

$= \lambda_{٣٢}{}_{٧١} + \lambda_{٦٤}{}_{٨١} = ١٠ + ٤٤ = ٥٤$ وحدة

قيمة دالة الهدف = ١٤٨٥٧ جنيه .

---

(١) ، (٢) كما سبق ان اشرنا ، استخدم الباحث المنهج التحاورى Heuristic Approach الذى تطلب اجراء سلسلة من المحاولات للحصول على الحل الأمثل الذى يحقق الشرط الجوهرى وذلك باستخدام برنامج SAS (MPSX) الذى اعد كبرنامج لتحويل المشكلة من الصورة الموضحة فى الملحق رقم (٣) الى الصورة الخاصة ببرنامج الـ IBM المسمى Mathemaical Programming system Extended والمعد للتعامل مع مشاكل البرمجة الرياضية بتنويعاتها المختلفة .

٦ . خاتمة :

خلص الباحث بالنتائج الآتية من هذا البحث :

(١) انه بالرغم من وفرة البحوث التى تناولت مشكلة الموارد ذوات الندرة النسبية لأغراض تحديد التشكيلة المثلى للمنتجات الا أن الكثير منها لم يتناول دراسة أثر ظاهرة التعلم على نماذج تخصيص الموارد ، وذلك فى فترات بدء الانتاج أو عند استخدام تكنولوجيا جديدة أو عند استخدام عمالة جديدة .

(٢) ان لظاهرة التعلم آثار جوهرية (فى بعض المواقف) على تحليل العلاقة بين التكاليف والحجم والأرباح . بما يؤكد قصور التحليل التقليدى لهذ العلاقة فى فترات بدء الانتاج .

(٣) ان ادماج اثار ظاهرة التعلم فى نماذج تخصيص الموارد يؤدى بالضرورة الى تحول النموذج الى نموذج للبرمجة غير الخطية ، الذى يكون أكثر واقعية ولكنه فى نفس الوقت اكثر صعوبة فى الحل ولكن تقدم برامج الكمبيوتر يدفع الباحثين الى التصدى الى مثل هذه المشاكل ، خاصة باستخدام المنهج التحاورى heuristic approach الذى اصبح متاحا فى ظل البرامج المستحدثة للحسابات الآلية .

(٤) اذا قمنا باجراء مقارنة سريعة بين النتائج عند بناء نموذج تخطيط انشطة المنشأة مع تجاهل آثار ظاهرة التعلم ، وبين نظيرتها اذا تم بناء النموذج التى تعكس آثار ظاهرة التعلم :

	حالة عدم معالجة آثار ظاهرة التعلم	حالة معالجة آثار ظاهرة التعلم	
		منهج التجزيئ	المنهج المقترح
كمية انتاج المنتج الأول	صفر	٥٣وحدة	٥٤وحدة
كمية انتاج المنتج الثانى	١٦.٦٦٧وحدة	صفر	صفر
قيمة دالة الهدف	٢٢٥٠ جنيه	١٤٥٦٦	١٤٨٥٧

وهذه المقارنة تبين أن ادماج آثار ظاهرة اتعلم فى نماذج تخصيص الموارد (فى المواقف التى تكون فيها هذه الآثار جوهرية) يضمن التخصيص الأمثل للموارد ، ويضمن من ناحية اخرى توفير خطة قبلية كانت أو بعدية تتلائم مع أغراض تقويم الأداء .

References

(1) Winfred B. Hirshmann, "Profit from the learning Curve", **Harvard Business Review**, Vol. 42, No. 1, January-February 1964, PP.139.

(2) Louis E. Yelle, "The Learning Curve : Historical Review and Comprehensive Servey, **Decision Sciences**, Vol.10, No. 2, April 1979, PP. 302 - 329.

(3) Terry P. Harrison, Cary A. Kochenberger, Rose S. Prave, and Tracy D. Rishel, "Solving Resource Allocation Problems when Learning Effects are present," **Decision Sciences**, Vol. 19, No. 4, Fall 1988, PP. 744-749.

(4) Joyce T. Chen, "Modeling Learning Curve and Learning Comlementarity for Resource Allocation and Production Scheduling", **Decision Sciences**, Vol. 14, No. 2, 1983, PP. 170-186.

(5) Woody M. Liao, "The Effect of Learning on Cost-Volume-Profit Analysis, **Cost and Management**, November-December 1983.

(6) Woody M. Liao, "Effect of learning on Resource Allocation Decisions", **Decision Sciences**, Vol. 10, No. 1, January 1979, PP. 116-125.

(7) David W. Harvey, "Financial Planning Information for Production Start-Ups. **The Accounting Review**, October 1976, PP. 838-845.

(8) E. V. McIntyre, "Cost-Volume-Profit Analysis Adjusted for Learning", **Management Science**, Vol. 24, No. 2, October 1977, PP. 149-160.

(9) Ronald Brenneck," B-E Charts Reflecting Learning", **N.A.A Bulletin**, (June 1959), P. 34.

(10) C. Carl Pegels, "Start-up or Learning Curves-Some New Approaches", **Decision Scienes**, Vol. 7, No. 4, 1976, PP. 705-713.

(11) W. J. Abernathy and N. Baloff," A Methodology for Planning New Product Start-ups", **Decision Sciences**, Vol. 4, No. 1, January 1973, PP. 1-20.

(12) Wayne J. Morse, "Reporting Production Costs that follow the Learning Curve Phenomenon", **The Accounting Review**, October 1972, PP. 761-773.

(13) Frank J. Andress. "The Learning Curve as a Production Tool", **Harvard Business Review**, Vol. 32, No. 1, January-February 1954, PP. 87-97.

(14) Nicholas Baloff., "The Learning Curve-Some Controversial Issues", **Journal of Industrial Economics**, Vol. 17, July 1966, PP. 275-282.

(15) James M. White, "The use of Learning Curve Theory in Setting Management Goals," **The Journal of Industrial Engineering**, Vol. 12, No. 6, November-December 1961, PP. 409-411.

(16) Richard J. Alden, "Learning Curves : An Example, **Industrial Engineering**, Vol. 6, No. 12, December, 1974, PP. 34-58.

(17) Cary R. Reeves and James R. Sweigart, "Product-Mix Models when Learning effects are present", **Management Science**, Vol. 27, No. 2, February 1981, PP. 204-212.

(18) Cary R. Reeves, "A Note on the effects of learning on resource allocation decisions", **Decision Sciences**, Vol. II, No. 1, January 1980, PP.169-170.

ملاحق البحث

ملحـــــق رقـــــم (١)

بيان العلاقة بين النسبة التى يوصف بها منحنى التعلم وبين مؤشر التعلم . أى العلاقة بين ت ، و كما يلى :

النسبة التى يوصف بها منحنى التعلم (ت)	مؤشر التعلم (و)
٪٥٠	-١
٪٦٠	-٠.٧٣٦٩٧
٪٧٠	-٠.٥١٤٥٧
٪٧٥	-٠.٤١٥٠٤
٪٨٠	-٠.٣٢١٩٣
٪٨٥	-٠.٢٣٤٤٧
٪٩٠	-٠.١٥٢
٪٩٥	-٠.٠٧٤
٪١٠٠	صفر

ملحق رقم [٢] : الدورة ماقبل الأخيرة

```
                                    133       UP        X22        1
                                    134       UP        X32        2
                                    135       UP        X42        4
                                    136       UP        X52        8
                                    137       UP        X62       16
                                    138       UP        X72       32
                                    139    ENDATA
                                                    SAS                                  13:37 SATURDAY, AUGUST 12, 1989    4

OBS  _ID_  B1  B2  X1  X2  MRLMU  X11  X31   X41    X51    X61    X71   X12  X22   X32   X42    X52    X62    X72   X21  _TYPE_  _RANGE_

  1  OBJ   -10   0 330 315     .    .    .     .      .      .      .     .    .     .     .      .      .      .     .  MAX        .
  2  R1      .   .  10  12   540   10    .     .      .      .      .     .    .     .     .      .      .      .     .  LE         .
  3  R10     .   .   .   .     0    .  2.00 -1.00      .      .      .     .    .     .     .      .      .      .     .  GE         .
  4  R11     .   .   .   .     0    .    .  2.00 -1.000      .      .     .    .     .     .      .      .      .     .  GE         .
  5  R12     .   .   .   .     0    .    .     .  2.000 -1.000      .     .    .     .     .      .      .      .     .  GE         .
  6  R13     .   .   .   .     0    .    .     .      .  2.000 -1.000     .    .     .     .      .      .      .     .  GE         .
  7  R14     .   .   .   .     0    .    .     .      .      .      .     1 -1.0     .     .      .      .      .     .  GE         .
  8  R15     .   .   .   .     0    .    .     .      .      .      .     .  2.0 -1.00     .      .      .      .     .  GE         .
  9  R16     .   .   .   .     0    .    .     .      .      .      .     .    .  2.00 -1.000      .      .      .     .  GE         .
 10  R17     .   .   .   .     0    .    .     .      .      .      .     .    .     .  2.000 -1.0000      .      .     .  GE         .
 11  R18     .   .   .   .     0    .    .     .      .      .      .     .    .     .     .  2.0000 -1.000      .     .  GE         .
 12  R19     .   .   .   .     0    .    .     .      .      .      .     .    .     .     .      .  2.000 -1.000     .  GE         .
 13  R2     -1   .   .   .     0   20 9.60  7.68  6.144  4.920  3.930    18 14.4 12.96 11.660 10.4978  9.448  8.503 12.0  EQ         .
 14  R3      .  -1   .   .     0   12 5.76  4.61  3.690  2.947  2.359     7  5.6  5.04  4.536  4.0820  3.674  3.307  7.2  EQ         .
 15  R4      .   .   1   .     0   -1 -1.00 -1.00 -1.000 -1.000 -1.000     .    .     .     .      .      .      .  -1.0  EQ         .
 16  R5      .   .   .   1     0    .    .     .      .      .      .    -1 -1.0 -1.00 -1.000 -1.0000 -1.000 -1.000    .  EQ         .
 17  R6      1   .   .   .   300    .    .     .      .      .      .     .    .     .     .      .      .      .     .  LE         .
 18  R7      .   1   .   .   180    .    .     .      .      .      .     .    .     .     .      .      .      .     .  LE         .
 19  R8      .   .   .   .     0    1    .     .      .      .      .     .    .     .     .      .      .      .  -1.0  GE         .
 20  R9      .   .   .   .     0    . -1.00     .      .      .      .     .    .     .     .      .      .      .   2.0  GE         .
 21  INT     .   .   .   .     0   11 31.00 41.00 51.000 61.000      .    12 22.0 32.00 42.000 52.0000 62.000      .  21.0  INTEGER    .
 22  UP      .   .   .   .     0    1  2.00  4.00  8.000 16.000 32.000     1  1.0  2.00  4.000  8.0000 16.000 32.000  1.0  UPPER      .
                                                                    SAS                                  13:37 SATURDAY, AUGUST 12, 1989    5
```

L I N E A R P R O G R A M M I N G P R O C E D U R E

PROBLEM SUMMARY

MAX OBJ	OBJECTIVE FUNCTION
MRLMU	RHS VARIABLE
TYPE	TYPE VARIABLE
PROBLEM DENSITY	0.144

VARIABLE TYPE	NUMBER
STRUCTURAL	
NONNEGATIVE	4
UPPER BOUNDED	2
INTEGER	12
LOGICAL	
SLACK	3
SURPLUS	12
TOTAL	33

CONSTRAINT TYPE	NUMBER
LE	3
EQ	4
GE	12
FREE	1
TOTAL	20

SAS

LINEAR PROGRAMMING PROCEDURE

INTEGER ITERATION LOG

ITER	PROBLEM	CONDITION	OBJECTIVE	BRANCHED VALUE	SINFEAS	ACTIVE
1	+0	ACTIVE	14758.2	X51 6.646	1.64615	2
2	+1	ACTIVE	14326.9	X62 0.625	1	3
3	+2	ACTIVE	14243.1	X42 .5897	1.17945	4
4	-3	ACTIVE	14178.5	X32 0.5	1.15394	4
5	-4	ACTIVE	14027.2	X12 0.5	2	4
6	-5	ACTIVE	13849.1	X22 0.5	1.62383	4
7	-6	ACTIVE	13553.4	X31 1.448	1.72403	5
8	+7	ACTIVE	11002.2	X21 0.5	1.82608	6
9	+8	SUBOPTIMAL	3280.58	.	0	5
10	-1	ACTIVE	14717.6	X41 3.5	1.04167	5
11	-10	ACTIVE	14621.9	X61 12.67	.333333	6
12	+11	ACTIVE	14498.5	X62 .2083	.416667	7
13	-12	ACTIVE	14349.6	X52 0.5	1.13333	7
14	-13	ACTIVE	13895.5	X42 0.5	1.1116	7
15	-14	ACTIVE	13194.1	X32 0.5	1.08499	7
16	-15	ACTIVE	12379.7	X22 0.5	1.05585	7
17	-16	ACTIVE	11439.8	X61 7.677	.323459	8
18	+17	SUBOPTIMAL	11192.7	.	0	7
19	-11	SUBOPTIMAL	14618.6	.	0	6

SAS

LINEAR PROGRAMMING PROCEDURE

SOLUTION SUMMARY

OPTIMAL INTEGER SOLUTION

OBJECTIVE VALUE	14618.620
PHASE 1 ITERATIONS	0
PHASE 2 ITERATIONS	15
PHASE 3 ITERATIONS	47
INTEGER ITERATIONS	19
INTEGER SOLUTIONS	3
INITIAL B.F. VARIABLES	15
TIME USED (SECS)	0.14
NUMBER OF INVERSIONS	7
MACHINE EPSILON	1.00000E-08

MACHINE INFINITY	7.23701E+75
INVERT FREQUENCY	50
MAX PHASE 1 ITERATIONS	100
MAX PHASE 2 ITERATIONS	100
MAX PHASE 3 ITERATIONS	99999999
MAX INTEGER ITERATIONS	100
TIME LIMIT (SECS)	120.00

LINEAR PROGRAMMING PROCEDURE

VARIABLE SUMMARY

COL	VARIABLE NAME	STATUS	TYPE	PRICE	ACTIVITY	REDUCED COST
1	B1	BASIC	NON-NEG	-10	287.138	0
2	B2	BASIC	NON-NEG	0	172.276	0
3	X1	BASIC	NON-NEG	330	53.000000	0
4	X2	DEGEN	NON-NEG	315	0	0
5	X11	BASIC	INTEGER	0	1.000000	0
6	X31	BASIC	INTEGER	0	2.000000	0
7	X41		INTEGER	0	4.000000	-198.875
8	X51		INTEGER	0	7.000000	-22.140000
9	X61		INTEGER	0	13.000000	-9.900000
10	X71	BASIC	UPPERBD	0	25.000000	0
11	X12		INTEGER	0	0	-213.840
12	X22		INTEGER	0	0	-177.640
13	X32		INTEGER	0	0	-163.440
14	X42		INTEGER	0	0	-156.440
15	X52		INTEGER	0	0	-138.818
16	X62		INTEGER	0	0	-128.320
17	X72		UPPERBD	0	0	-118.870
18	X21	BASIC	INTEGER	0	1.000000	0
19	R1		SLACK	0	0	-29.070000
20	R10		SURPLUS	0	0	-161.375
21	R11	BASIC	SURPLUS	0	1.000000	0
22	R12	BASIC	SURPLUS	0	1.000000	0
23	R13	BASIC	SURPLUS	0	1.000000	0
24	R14	DEGEN	SURPLUS	0	0	0
25	R15	DEGEN	SURPLUS	0	0	0
26	R16	DEGEN	SURPLUS	0	0	0
27	R17	DEGEN	SURPLUS	0	0	0
28	R18	DEGEN	SURPLUS	0	0	0
29	R19	DEGEN	SURPLUS	0	0	0
30	R6	BASIC	SLACK	0	12.862000	0
31	R7	BASIC	SLACK	0	7.724000	0
32	R8		SURPLUS	0	0	-461.400
33	R9		SURPLUS	0	0	-266.050

LINEAR PROGRAMMING PROCEDURE

CONSTRAINT SUMMARY

CONSTRAINT ROW	ID	TYPE	S/S COL	RHS	ACTIVITY	DUAL ACTIVITY
1	R1	LE	19	540.000	540.000	29.070000
2	R10	GE	20	0	0	-161.375

```
                                3 R11       GE        21          0      1.000000          0
                                4 R12       GE        22          0      1.000000          0
                                5 R13       GE        23          0      1.000000          0
                                6 R14       GE        24          0             0          0
                                7 R15       GE        25          0             0          0
                                8 R16       GE        26          0             0          0
                                9 R17       GE        27          0             0          0
                               10 R18       GE        28          0             0          0
                               11 R19       GE        29          0             0          0
                               12 R2        EQ                    0             0  10.000000
                               13 R3        EQ                    0             0          0
                               14 R4        EQ                    0             0  39.300000
                               15 R5        EQ                    0             0 -33.840000
                               16 R6        LE        30    300.000       287.138          0
                               17 R7        LE        31    180.000       172.276          0
                               18 R8        GE        32          0             0   -451.400
                               19 R9        GE        33          0             0   -266.050
                               20 OBJ       OBJECTIVE         14618.620     14618.620          0
     SYNCSORT    U.S. PATENT  #4210961    COPYRIGHT SYNCSORT INC. 1982  REL 2.5ANI DATE=89/224 TIME=13.37.35
                              SIU-CA SYNCSORT REL 2.5   VS2  REL  3.8  CPU MODEL 3090

PARMLIST :
SORT FIELDS=(00013,008,CH,A,1,4,CH,A),FILSZ=00000098
RECORD LENGTH=00028,TYPE=F
     SYNCSORT    U.S. PATENT  #4210961    COPYRIGHT SYNCSORT INC. 1982  REL 2.5ANI DATE=89/224 TIME=13.37.47
                              SIU-CA SYNCSORT REL 2.5   VS2  REL  3.8  CPU MODEL 3090

PARMLIST :
SORT FIELDS=(00013,008,CH,A,00005,008,CH,A,1,4,CH,A),FILSZ=00000098
RECORD LENGTH=00028,TYPE=F
     SYNCSORT    U.S. PATENT  #4210961    COPYRIGHT SYNCSORT INC. 1982  REL 2.5ANI DATE=89/224 TIME=13.37.56
                              SIU-CA SYNCSORT REL 2.5   VS2  REL  3.8  CPU MODEL 3090

PARMLIST :
SORT FIELDS=(00005,008,CH,A,1,4,CH,A),FILSZ=00000020
RECORD LENGTH=00164,TYPE=F
     SYNCSORT    U.S. PATENT  #4210961    COPYRIGHT SYNCSORT INC. 1982  REL 2.5ANI DATE=89/224 TIME=13.38.01
                              SIU-CA SYNCSORT REL 2.5   VS2  REL  3.8  CPU MODEL 3090

PARMLIST :
SORT FIELDS=(00005,008,CH,A,1,4,CH,A),FILSZ=00000020
RECORD LENGTH=00020,TYPE=F
```

تابع ملحق رقم [٢] : الدورة الأخيرة

```
133        UP        X22          1
134        UP        X32          2
135        UP        X42          4
136        UP        X52          8
137        UP        X62         16
138        UP        X72         32
139     ENDATA
```


OBS	_ID_	B1	B2	X1	X2	MRLMU	X11	X31	X41	X51	X61	X71	X12	X22	X32	X42	X52	X62	X72	X21	_TYPE_	_RANGE_
1	OBJ	-10	0	330	315	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	MAX	.
2	R1	.	.	10	12	540	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	LE	.
3	R10	.	.	.	.	0	.	2.00	-1.00	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	EQ	.
4	R11	.	.	.	.	0	.	.	2.00	-1.000	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	EQ	.
5	R12	.	.	.	.	0	.	.	.	2.000	-1.000	.	.	.	.	.	.	.	.	.	EQ	.
6	R13	.	.	.	.	0	.	.	.	.	2.000	-1.000	.	.	.	.	.	.	.	.	GE	.
7	R14	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	1	-1.0	.	.	.	.	.	.	GE	.
8	R15	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	2.0	-1.00	.	.	.	.	.	GE	.
9	R16	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	2.00	-1.000	.	.	.	.	GE	.
10	R17	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.000	-1.0000	.	.	.	GE	.
11	R18	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.0000	-3.000	.	.	GE	.
12	R19	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.000	-1.000	.	GE	.
13	R2	-1	.	.	.	0	20	9.60	7.68	6.144	4.920	3.930	18	14.4	12.96	11.660	10.4978	9.448	8.503	12.0	EQ	.
14	R3	.	-1	.	.	0	12	5.76	4.61	3.690	2.947	2.359	7	5.6	5.04	4.536	4.0820	3.674	3.307	7.2	EQ	.
15	R4	.	.	1	.	0	-1	-1.00	-1.00	-1.000	-1.000	-1.000	.	.	.	.	.	.	.	-1.0	EQ	.
16	R5	.	.	.	1	0	.	.	.	.	.	.	-1	-1.0	-1.00	-1.000	-1.0000	-1.000	-1.000	.	EQ	.
17	R6	1	.	.	.	300	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	LE	.
18	R7	.	1	.	.	180	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	LE	.
19	R8	.	.	.	.	0	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-1.0	GE	.
20	R9	.	.	.	.	0	.	-1.00	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.0	GE	.
21	INT	.	.	.	.	0	11	31.00	41.00	51.000	61.000	.	12	22.0	32.00	42.000	52.0000	62.000	.	21.0	INTEGER	.
22	UP	.	.	.	.	0	1	2.00	4.00	8.000	16.000	32.000	1	1.0	2.00	4.000	8.0000	16.000	32.000	1.0	UPPER	.

LINEAR PROGRAMMING PROCEDURE

PROBLEM SUMMARY

MAX OBJ	OBJECTIVE FUNCTION
MRLMU	RHS VARIABLE
TYPE	TYPE VARIABLE
PROBLEM DENSITY	0.153

VARIABLE TYPE	NUMBER
STRUCTURAL	
NONNEGATIVE	4
UPPER BOUNDED	2
INTEGER	12
LOGICAL	
SLACK	3
SURPLUS	9
TOTAL	30

CONSTRAINT TYPE	NUMBER
LE	3
EQ	7
GE	9
FREE	1
TOTAL	20

INTEGER ITERATION LOG

ITER	PROBLEM	CONDITION	OBJECTIVE	BRANCHED VALUE	SINFEAS	ACTIVE
1	+0	ACTIVE	14758.2	X51 6.646	1.64615	2
2	+1	ACTIVE	14283	X31 1.5	2.09375	2
3	+2	ACTIVE	11914.1	X21 0.5	2.72784	3
4	+3	ACTIVE	6879.02	X12 0.49	1.27914	4
5	+4	SUBOPTIMAL	130	. .	0	3
6	-1	ACTIVE	14708.2	X41 3.5	1	3
7	-6	SUBOPTIMAL	14566.8	. .	0	2

SOLUTION SUMMARY

OPTIMAL INTEGER SOLUTION

OBJECTIVE VALUE	14566.780
PHASE 1 ITERATIONS	0
PHASE 2 ITERATIONS	15
PHASE 3 ITERATIONS	14
INTEGER ITERATIONS	7
INTEGER SOLUTIONS	2
INITIAL B.F. VARIABLES	12
TIME USED (SECS)	0.05
NUMBER OF INVERSIONS	6
MACHINE EPSILON	1.00000E-08
MACHINE INFINITY	7.23701E+75
INVERT FREQUENCY	50
MAX PHASE 1 ITERATIONS	100
MAX PHASE 2 ITERATIONS	100
MAX PHASE 3 ITERATIONS	99999999
MAX INTEGER ITERATIONS	100
TIME LIMIT (SECS)	120.00

VARIABLE SUMMARY

COL	VARIABLE NAME	STATUS	TYPE	PRICE	ACTIVITY	REDUCED COST
1	B1	BASIC	NON-NEG	-10	292.322	0
2	B2	BASIC	NON-NEG	0	175.371	0
3	X1	BASIC	NON-NEG	330	53.000000	0
4	X2	DEGEN	NON-NEG	315	0	0
5	X11	BASIC	INTEGER	0	1.000000	0
6	X31	BASIC	INTEGER	0	2.000000	0
7	X41		INTEGER	0	4.000000	-282.755
8	X51	BASIC	INTEGER	0	8.000000	0
9	X61	BASIC	INTEGER	0	16.000000	0
10	X71	BASIC	UPPERBD	0	21.000000	0
11	X12		INTEGER	0	0	-215.840
12	X22		INTEGER	0	0	-177.840
13	X32		INTEGER	0	0	-163.440
14	X42		INTEGER	0	0	-150.440
15	X52		INTEGER	0	0	-138.616
16	X62		INTEGER	0	0	-128.320
17	X72		UPPERBD	0	0	-118.870
18	X21	BASIC	INTEGER	0	1.000000	0
19	R1		SLACK	0	0	-29.070000
20	R13	BASIC	SURPLUS	0	11.000000	0
21	R14	DEGEN	SURPLUS	0	0	0
22	R15	DEGEN	SURPLUS	0	0	0
23	R16	DEGEN	SURPLUS	0	0	0
24	R17	DEGEN	SURPLUS	0	0	0
25	R18	DEGEN	SURPLUS	0	0	0
26	R19	DEGEN	SURPLUS	0	0	0
27	R6	BASIC	SLACK	0	7.678000	0
28	R7	BASIC	SLACK	0	4.629000	0
29	R8		SURPLUS	0	0	-451.400
30	R9		SURPLUS	0	0	-266.050

LINEAR PROGRAMMING PROCEDURE

CONSTRAINT SUMMARY

CONSTRAINT ROW	ID	TYPE	S/S COL	RHS	ACTIVITY	DUAL ACTIVITY
1	R1	LE	19	540.000	540.000	29.070000
2	R10	EQ		0	0	-161.375
3	R11	EQ		0	0	41.940000
4	R12	EQ		0	0	9.900000
5	R13	GE	20	0	11.000000	0
6	R14	GE	21	0	0	0
7	R15	GE	22	0	0	0
8	R16	GE	23	0	0	0
9	R17	GE	24	0	0	0
10	R18	GE	25	0	0	0
11	R19	GE	26	0	0	0
12	R2	EQ		0	0	10.000000
13	R3	EQ		0	0	0
14	R4	EQ		0	0	39.300000
15	R5	EQ		0	0	-33.840000
16	R6	LE	27	300.000	292.322	0
17			28	180	175.371	0

```
                                18 R8        GE       29            0            0      -451.400
                                19 R9        GE       30            0            0      -266.050
                                20 OBJ       OBJECTIVE       14566.780    14566.780             0
     SYNCSORT    U.S. PATENT  #4210961    COPYRIGHT SYNCSORT INC. 1982  REL 2.5ANI DATE=89/224 TIME=13.11.20
                              SIU-CA SYNCSORT REL 2.5   VS2  REL  3.8  CPU MODEL 3090
PARMLIST :
SORT FIELDS=(00013,008,CH,A,1,4,CH,A),FILSZ=00000098
RECORD LENGTH=00028,TYPE=F
     SYNCSORT    U.S. PATENT  #4210961    COPYRIGHT SYNCSORT INC. 1982  REL 2.5ANI DATE=89/224 TIME=13.11.33
                              SIU-CA SYNCSORT REL 2.5   VS2  REL  3.8  CPU MODEL 3090
PARMLIST :
SORT FIELDS=(00013,008,CH,A,00005,003,CH,A,1,4,CH,A),FILSZ=00000098
RECORD LENGTH=00028,TYPE=F
     SYNCSORT    U.S. PATENT  #4210961    COPYRIGHT SYNCSORT INC. 1982  REL 2.5ANI DATE=89/224 TIME=13.11.41
                              SIU-CA SYNCSORT REL 2.5   VS2  REL  3.8  CPU MODEL 3090
PARMLIST :
SORT FIELDS=(00005,008,CH,A,1,4,CH,A),FILSZ=00000020
RECORD LENGTH=00164,TYPE=F
     SYNCSORT    U.S. PATENT  #4210961    COPYRIGHT SYNCSORT INC. 1982  REL 2.5ANI DATE=89/224 TIME=13.11.46
                              SIU-CA SYNCSORT REL 2.5   VS2  REL  3.8  CPU MODEL 3090
PARMLIST :
SORT FIELDS=(00005,008,CH,A,1,4,CH,A),FILSZ=00000020
RECORD LENGTH=00020,TYPE=F
```

ملحق رقم (٣) : الدورة ما قبل الاخيرة

```
NOTE: DATA SET WORK.PROB HAS 7 OBSERVATIONS AND 20 VARIABLES, 286 OBS/TRK.
NOTE: THE DATA STATEMENT USED 0.09 SECONDS AND 306K.

1147       PROC PRINT;
NOTE: THE PROCEDURE PRINT USED 0.11 SECONDS AND 512K AND PRINTED PAGE 1.

1148       PROC LP;
1149         RHS MLMR;
NOTE: THE PROCEDURE LP USED 0.16 SECONDS AND 786K AND PRINTED PAGES 2 TO 5.
NOTE: SAS USED 788K MEMORY.
ERROR: ERRORS ON PAGES 6.
ERROR: ERRORS ON PAGES 6.
ERROR: ERRORS ON PAGES 6.
NOTE: SAS INSTITUTE INC.
      SAS CIRCLE
      PO BOX 8000
      CARY, N.C. 27512-8000
```

SAS 16:01 SATURDAY, AUGUST 12, 1989 1

OBS	_ID_	X21	X22	X31	X32	X41	X42	X51	X52	X61	X62	X71	X72	X81	X82	MLMR	X11	X12	_TYPE_	_RANGE_
1	OBJ	130	135	340.0	306.0	1008.00	677.00	1820.0	1471.00	3968.00	3150.0	8442.00	6678.0	17764.0	14040	.	.	.	MAX	.
2	R1	10	12	28.0	24.0	40.00	48.00	80.0	96.00	160.00	192.0	320.00	384.0	640.0	768	540	.	.	LE	.
3	R2	20	15	32.0	32.4	51.20	50.62	82.0	104.94	131.20	169.0	209.80	340.2	335.6	612	300	.	.	LE	.
4	R3	12	7	19.2	12.6	30.72	22.68	49.2	40.81	78.72	73.5	125.88	132.3	201.4	238	100	.	.	LE	.
5	R4	1	.	1.0	.	1.00	.	1.0	.	1.00	.	1.00	.	1.0	.	1	1	.	EQ	.
6	R5	.	1	.	1.0	.	1.00	.	1.00	.	1.0	.	1.0	.	1	1	.	1	EQ	.
7	R6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	1	.	EQ	.

SAS 16:01 SATURDAY, AUGUST 12, 1989 2

LINEAR PROGRAMMING PROCEDURE

PROBLEM SUMMARY

MAX OBJ.	OBJECTIVE FUNCTION
MLMR	RHS VARIABLE
TYPE	TYPE VARIABLE
PROBLEM DENSITY	0.544

VARIABLE TYPE	NUMBER
STRUCTURAL	
NONNEGATIVE	16
LOGICAL	
SLACK	3
TOTAL	19

CONSTRAINT TYPE	NUMBER
LE	3
EQ	3
FREE	1

TOTAL 7

LINEAR PROGRAMMING PROCEDURE

SOLUTION SUMMARY

TERMINATED SUCCESSFULLY

OBJECTIVE VALUE	14971.333
PHASE 1 ITERATIONS	2
PHASE 2 ITERATIONS	3
INITIAL O.F. VARIABLES	4
TIME USED (SECS.)	0.01
NUMBER OF INVERSIONS	3
MACHINE EPSILON	1.00000E-08
MACHINE INFINITY	7.23701E+75
INVERT FREQUENCY	50
MAX PHASE 1 ITERATIONS	100
MAX PHASE 2 ITERATIONS	100
TIME LIMIT (SECS)	120.00

LINEAR PROGRAMMING PROCEDURE

VARIABLE SUMMARY

COL	VARIABLE NAME	STATUS	TYPE	PRICE	ACTIVITY	REDUCED COST
1	X21		NON-NEG	130	0	-40.200000
2	X22		NON-NEG	135	0	-200.120
3	X31		NON-NEG	340	0	-109.467
4	X32		NON-NEG	306	0	-364.240
5	X41	BASIC	NON-NEG	1008	0.166667	0
6	X42		NON-NEG	677	0	-663.480
7	X51		NON-NEG	1820	0	-305.067
8	X52		NON-NEG	1471	0	-1209.960
9	X61		NON-NEG	3968	0	-391.200
10	X62		NON-NEG	3150	0	-2211.920
11	X71		NON-NEG	8462	0	-365.467
12	X72		NON-NEG	6678	0	-4045.840
13	X81	BASIC	NON-NEG	17764	0.833333	0
14	X82		NON-NEG	14040	0	-7407.680
15	X11	DEGEN	NON-NEG	0	0	0
16	X12	BASIC	NON-NEG	0	1.000000	0
17	R1		SLACK	0	0	-27.926667
18	R2	BASIC	SLACK	0	11.800000	0
19	R3	BASIC	SLACK	0	7.080000	0

LINEAR PROGRAMMING PROCEDURE

CONSTRAINT SUMMARY

CONSTRAINT ROW	ID	TYPE	S/S COL	RHS	ACTIVITY	DUAL ACTIVITY
1	R1	LE	17	540.000	540.000	27.926667
2	R2	LE	18	300.000	288.200	0
3	R3	LE	19	180.000	172.920	0
4	R4	EQ		1.000000	1.000000	-109.067
5	R5	EQ		1.000000	1.000000	0
6	R6	EQ		0	0	109.067
7	OBJ	OBJECTIVE		14971.333	14971.333	0

```
     SYNCSORT    U.S. PATENT  #4210961    COPYRIGHT SYNCSORT INC. 1982  REL 2.5ANI DATE=89/224 TIME=16.01.47
                              SIU-CA SYNCSORT REL 2.5   VS2  REL  3.8  CPU MODEL 3090
PARMLIST :
SORT FIELDS=(00013,008,CH,A,1,4,CH,A),FILSZ=00000079
RECORD LENGTH=00028,TYPE=F
     SYNCSORT    U.S. PATENT  #4210961    COPYRIGHT SYNCSORT INC. 1982  REL 2.5ANI DATE=89/224 TIME=16.02.02
                              SIU-CA SYNCSORT REL 2.5   VS2  REL  3.8  CPU MODEL 3090
PARMLIST :
SORT FIELDS=(00013,008,CH,A,00005,008,CH,A,1,4,CH,A),FILSZ=00000079
RECORD LENGTH=00028,TYPE=F
     SYNCSORT    U.S. PATENT  #4210961    COPYRIGHT SYNCSORT INC. 1982  REL 2.5ANI DATE=89/224 TIME=16.02.11
                              SIU-CA SYNCSORT REL 2.5   VS2  REL  3.8  CPU MODEL 3090
PARMLIST :
SORT FIELDS=(00005,008,CH,A,1,4,CH,A),FILSZ=00000007
RECORD LENGTH=00148,TYPE=F
     SYNCSORT    U.S. PATENT  #4210961    COPYRIGHT SYNCSORT INC. 1982  REL 2.5ANI DATE=89/22  TIME=16.02.16
                              SIU-CA SYNCSORT REL 2.5   VS2  REL  3.8  CPU MODEL 3090
PARMLIST :
SORT FIELDS=(00005,008,CH,A,1,4,CH,A),FILSZ=00000007
RECORD LENGTH=00020,TYPE=F
```

تابع ملحق رقم (٣) : الدورة الاضيرة

```
NOTE: DATA SET WORK.PROB HAS 12 OBSERVATIONS AND 20 VARIABLES. 286 OBS/TRK.
NOTE: THE DATA STATEMENT USED 0.09 SECONDS AND 512K.

1162        PROC PRINT;
NOTE: THE PROCEDURE PRINT USED 0.12 SECONDS AND 512K AND PRINTED PAGE 1.

1163        PROC LP;
1164          RHS RLHR;
NOTE: THE PROCEDURE LP USED 0.17 SECONDS AND 786K AND PRINTED PAGES 2 TO 5.
NOTE: SAS USED 786K MEMORY.
ERROR: ERRORS ON PAGES 6.
ERROR: ERRORS ON PAGES 6.
ERROR: ERRORS ON PAGES 6.
NOTE: SAS INSTITUTE INC.
      SAS CIRCLE
      PO BOX 8000
      CARY, N.C. 27512-8000
```

SAS 15:46 SATURDAY, AUGUST 12, 1989 1

OBS	_ID_	X21	X22	X31	X32	X41	X42	X51	X52	X61	X62	X71	X72	X81	X82	RLHR	X11	X12	_TYPE_	_RANGE_
1	OBJ	150	135	340.0	306.0	1008.00	677.00	1820.0	1471.00	3968.00	3150.0	8462.00	6678.0	17764.0	14040	.	.	.	MAX	.
2	R1	10	12	20.0	24.0	40.00	48.00	80.0	96.00	160.00	192.0	320.00	384.0	640.0	768	540	.	.	LE	.
3	R10	.	.	.	.	.	.	1.0	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	EQ	.
4	R11	.	.	.	.	.	.	.	.	1.00	.	.	.	.	.	0	.	.	EQ	.
5	R2	20	18	32.0	32.4	51.20	58.62	82.0	104.94	131.20	189.0	209.80	340.2	335.6	612	300	.	.	LE	.
6	R3	12	7	19.2	12.6	30.72	22.68	49.2	40.81	78.72	73.5	125.88	132.3	201.4	238	180	.	.	LE	.
7	R4	1	.	1.0	.	1.00	.	1.0	.	1.00	.	1.00	.	1.0	.	1	1	.	EQ	.
8	R5	.	1	.	1.0	.	1.00	.	1.00	.	1.0	.	1.0	.	1	1	.	1	EQ	.
9	R6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	1	.	EQ	.
10	R7	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	EQ	.
11	R8	.	.	1.0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	EQ	.
12	R9	.	.	.	.	1.00	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	EQ	.

SAS 15:46 SATURDAY, AUGUST 12, 1989 2

L I N E A R P R O G R A M M I N G P R O C E D U R E

PROBLEM SUMMARY

MAX OBJ	OBJECTIVE FUNCTION	
RLHR	RHS	VARIABLE
TYPE	TYPE	VARIABLE
PROBLEM DENSITY		0.321

VARIABLE TYPE	NUMBER
STRUCTURAL	
NONNEGATIVE	16
LOGICAL	
SLACK	3
TOTAL	19

CONSTRAINT TYPE	NUMBER
LE	3
EQ	8
FREE	1
TOTAL	12

LINEAR PROGRAMMING PROCEDURE

SOLUTION SUMMARY

TERMINATED SUCCESSFULLY

OBJECTIVE VALUE	14857.125
PHASE 1 ITERATIONS	7
PHASE 2 ITERATIONS	7
INITIAL B.F. VARIABLES	4
TIME USED (SECS)	0.02
NUMBER OF [illegible]	3
MACHINE EPSILON	1.00000E-08
MACHINE INFINITY	7.23701E+75
INVERT FREQUENCY	50
MAX PHASE 1 ITERATIONS	100
MAX PHASE 2 ITERATIONS	100
TIME LIMIT (SECS)	120.00

LINEAR PROGRAMMING PROCEDURE

VARIABLE SUMMARY

COL	VARIABLE NAME	STATUS	TYPE	PRICE	ACTIVITY	REDUCED COST
1	X21	DEGEN	NON-NEG	130	0	0
2	X22		NON-NEG	135	0	-213.825
3	X31	DEGEN	NON-NEG	340	0	0
4	X32		NON-NEG	306	0	-391.650
5	X41	DEGEN	NON-NEG	1008	0	0
6	X42		NON-NEG	677	0	-718.300
7	X51	DEGEN	NON-NEG	1820	0	0
8	X52		NON-NEG	1471	0	-1319.600
9	X61	DEGEN	NON-NEG	3968	0	0
10	X62		NON-NEG	3150	0	-2431.200
11	X71	BASIC	NON-NEG	8462	0.312500	0
12	X72		NON-NEG	6478	0	-4484.400
13	X81	BASIC	NON-NEG	17764	0.687500	0
14	X82		NON-NEG	14040	0	-8284.800
15	X11	DEGEN	NON-NEG	0	0	0
16	X12	BASIC	NON-NEG	0	1.000000	0
17	R1		SLACK	0	0	-29.068750
18	R2	BASIC	SLACK	0	3.712500	0
19	R3	BASIC	SLACK	0	2.227500	0

LINEAR PROGRAMMING PROCEDURE

CONSTRAINT SUMMARY

CONSTRAINT ROW	ID	TYPE	S/S COL	RHS	ACTIVITY	DUAL ACTIVITY
1	R1	LE	17	540.000	540.000	29.068750
2	R10	EQ		0	0	334.500
3	R11	EQ		0	0	157.000
4	R2	LE	18	300.000	296.287	0
5	R3	LE	19	180.000	177.772	0
6	R4	EQ		1.000000	1.000000	-840.000
7	R5	EQ		1.000000	1.000000	0
8	R6	EQ		0	0	840.000
9	R7	EQ		0	0	679.312
10	R8	EQ		0	0	598.625
11	R9	EQ		0	0	685.250
12	OBJ	OBJECTIVE		14857.125	14857.125	0

```
     SYNCSORT    U.S. PATENT  #4210961    COPYRIGHT SYNCSORT INC. 1982  REL 2.5ANI DATE=89/224 TIME=15.46.45
                          SIU-CA SYNCSORT REL 2.5   VS2  REL  3.8  CPU MODEL 3090
PARMLIST :
SORT FIELDS=(00013,008,CH,A,1,4,CH,A),FILSZ=00000089
RECORD LENGTH=00028,TYPE=F
     SYNCSORT    U.S. PATENT  #4210961    COPYRIGHT SYNCSORT INC. 1982  REL 2.5ANI DATE=89/224 TIME=15.46.58
                          SIU-CA SYNCSORT REL 2.5   VS2  REL  3.8  CPU MODEL 3090
PARMLIST :
SORT FIELDS=(00013,008,CH,A,00005,008,CH,A,1,4,CH,A),FILSZ=00000089
RECORD LENGTH=00028,TYPE=F
     SYNCSORT    U.S. PATENT  #4210961    COPYRIGHT SYNCSORT INC. 1982  REL 2.5ANI DATE=89/224 TIME=15.47.07
                          SIU-CA SYNCSORT REL 2.5   VS2  REL  3.8  CPU MODEL 3090
PARMLIST :
SORT FIELDS=(00005,008,CH,A,1,4,CH,A),FILSZ=00000012
RECORD LENGTH=00148,TYPE=F
     SYNCSORT    U.S. PATENT  #4210961    COPYRIGHT SYNCSORT INC. 1982  REL 2.5ANI DATE=89/224 TIME=15.47.11
                          SIU-CA SYNCSORT REL 2.5   VS2  REL  3.8  CPU MODEL 3090
PARMLIST :
SORT FIELDS=(00005,008,CH,A,1,4,CH,A),FILSZ=00000012
RECORD LENGTH=00020,TYPE=F
```