استخدام البرمجة الديناميكية الضبابية في السيطرة على خزين بعض مخازن وزارة التجارة

م.د. محمد جاسم محمد* رنا عباس ناجي**

المستخلص :

في هذا البحث تم استعمال اسلوب البرمجة الديناميكية الاعتيادية (CDP) واسلوب البرمجة الديناميكية الضبابية (FDP) للسيطرة على الخزين فيه N من الفترات ولمادة واحدة فقط ، من أجل تقليل الكلفة الكلية وتحديد الكمية المطلوبة في مخزن الرصافة الرئيسي التابع لوزارة التجارة ، آجرينا مقارنة بين الأسلوبين وجدنا ان قيمة الكلفة الكلية الضبابية اقل من قيمة الكلفة الكلية الاعتيادية .

Abstract:

In this research was to use the method of classic dynamic programming (CDP) and the method of fuzzy dynamic programming (FDP) to controlling the inventory in N periods and only one substance ,in order to minimize the total cost and determining the required quantity in warehouse rusafa principal of the ministry of commerce . A comparison was made between the two techniquos. We found that the value of fuzzy total cost is less than that the value of classic total cost.

1. المقدمة:

من المعروف أنَ هناك أساليب متعددة في علم بحوث العمليات تصلح لحل المشكلات التي يواجهها الباحثون في مجالات السيطرة على الخزين واتخاذ القرار حول حجم الطلبية الأمثل وكميات الخزين المثلى الواجب توافرها وباقل كلفة ممكنة ، ويعد اسلوب البرمجة الديناميكية الاعتيادية من الأساليب الجيدة لمعالجة نظام خزين مفرد فيه المدة الزمنية تتضمن N من المدد الزمنية ، وكمية الطلب فيه على الرغم من كونها محددة إلا أنها تتغير من مدة الى اخرى ، اي ان المدة الزمنية الاجمالية يتم تجزئتها الى N من المدد الزمنية وفي كل مدة زمنية كمية الطلب تختلف عن المدة الزمنية الاخرى ولكن كمية الطلب الإجمالية محددة ، ونتيجة للضبابية المرافقة لكمية الطلب في كل مدة زمنية والتي ستؤدي الى هدف ضبابي يتم استخدام البرمجة الديناميكية الضبابية لمعالجة الضبابية الناتجة من كمية الطلب الضبابية والمؤدي الى دالة ضبابية .

* عضو هيئة تدريسية /جامعة بغداد/كلية الإدارة والاقتصاد / قسم الإحصاء .
** باحثة.

مقبول للنشر بتاريخ 2011/11/28

2- نماذج الطلب (Demand Models):

يعد الطلب من العوامل المؤثرة بصورة مباشرة في تحديد كمية الخزين لأي مادة كانت وهو أما أن يكون الطلب محدداً (Deterministic) أي إن الطلب معروفٌ أو طلبا احتماليا (Probabilistic) أي يخضع لتوزيع إحتمالي .

الطلب الإحتمالي: يقسم الى قسمين(طلب مستقر(Stationary) ، طلب غير مستقر (Non –stationary)).

الطلب المحدد: فهو الأخر يقسم إلى قسمين: القسم الأول: نموذج الطلب الثابت : وسيتم شرحه بصورة مختصرة لعدم الحاجة إليه في الجانب التطبيقي.

أما القسم الثاني: نموذج الطلب المتغير: فسيتم شرحه بصورة مفصلة ، لأن الجانب التطبيقي الذي سوف يتم بحثه في الفصل الثالث هو دراسة نموذج الطلب المتغير.

1- طلب ثابت Static : بمعنى ثبات معدل الطلب من فترة الى اخرى.

2- طلب متغير Dynamic : نموذج طلب محدد (متغير) ولعدة فترات (N) ولسلعة واحدة ، والطلب في هذا النموذج يأخذ قيمة واحدة لكل فترة زمنية ،أي إنه في الفترة الزمنية الواحدة يكون الطلب ثابت ويتغير في الفترات السابقة أو اللاحقة ، مع التأكيد على إنه محدد أي غير خاضع للأحتمالات ، ويفضل ذلك على مراجعة مستوى الخزين بشكل مستمر، وبالرغم من ذلك إن فترات التسليم (يعبر عنها بعدد محدد للفترات)، ويكون تعزيز الخزين فوري في بداية الفترة ،ولهذا لا وجود للعجز في هذا النموذج.

نستعرض بعض فرضيات النموذج :

عدد الفترات i $i=1,2,\ldots,N$

الكمية التي تدخل المخزن z_i=a mount of order

كمية الخزين التي تدخل في بداية الفترة (i)

x_i =entering inventory (at the beginning of period i)

كلفة الخزين لكل وحدة من وحدات الخزين ،والتي تخزن من الفترة i الى الفترة (i+1)

h_i = holding cost per unit of inventory carried for ward from period i to period i+1

الكمية المطلوبة في السوق او التي سجل عليها الطلب

D_i=a mount of demand

كلفة الطلبية

K_i=Set up Cost

دالة الكلفة الحدية للشراء للكمية المطلوبة z_i

C_i .(z_i)=Marginal Purchasing cost function given Zi

ونفرض لذلك:

$$\{(z_i) = \begin{matrix} 0 & z_i = 0 \\ K_i + C_i(z_i) & z_i > 0 \end{matrix} \quad \ldots(1) C_i$$

الدالة $C_i(z_i)$ تظهر بوضوح فقط عندما تكون وحدات كلفة الشراء تختلف من فترة إلى فترة قادمة ومن المؤكد هنا لاوجود للعجز .إذن الهدف الأول والأخير هو تحديد أمثل حجم أو قيمة إلى z_i والتي تعطي أقل مجموع لكلف الطلبية والشراء والخزن لكل الفترات والتي عددها N .مع العلم إن كلفة الخزن يفترض إنها تتناسب مع الكمية التالية :

$$x_{i+1}=x_i+z_i-D_i \quad \ldots(2)$$

على فرض إن كمية الخزين تحفظ من الفترة i إلى الفترة i+1 كنتيجة حتمية لكلفة الخزين للفترة i والتي تكون $h_i x_{i+1}$.

وتكون دالة الخزين فيه N من الفترات:

$$\ldots.(3)\} h_1 x_2)+ =\text{Min}\{C_1(z_1 f_{1(x_2)}$$

$$f_{i(x_{i+1})}=\text{Min}\{C_i(z_i)+ h_i x_{i+1}+ f_{i-1}(x_{i+1}+D_i-z_i)\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(4)$$

$i=1,2,\ldots,N$

3ـ تعريف البرمجة الديناميكية:

البرمجة الديناميكية هي عبارة عن إسلوب رياضي الهدف منه إيجاد الأمثلية لدالة معينة طبقا إلى عدد من الشروط . وذلك عن طريق تجزئة المسالة الأصلية إلى مجموعة مسائل فرعية (stages) وربطها بعلاقة رياضية. ولكل مسألة حالات عدة (states) لمتغيرات القرار وعند الحصول على الحل الأمثل لكل مسالة فرعية بواسطة العلاقات التكرارية تستخدم الحلول الفرعية للتوصل إلى الحل الأمثل النهائي للمشكلة .

4ـ أساليب حل مسائل البرمجة الديناميكية (Solution Approachs For Dynamic Programmin Problems):

يمكن تحديد الحل الأمثل للمشكلة بإستعمال اسلوب الحسابات الأمامية (Foreward) ،حيث ينظر دائما إلى السياسة المثلى من المرحلة الأولى بأتجاه المراحل اللاحقة وصولا إلى المرحلة الاخيرة (N1،N2,…,N) أو ينظر إليها بأتجاه الخلف (Backward) من المرحلة الاخيرة حتى نصل إلى المرحلة الاولى (N,N-1,N-2,…,1) ولذلك فقد ظهر إتجاهين لحل المشكلات وكالاتي:

الأتجاه الأول:

يعتمد هذا الإسلوب على قيم الدوال المرتبة ترتيبا تصاعديا ، إذ تستعمل المعادلة التكرارية اولاً في حساب قيمة الدالة الأولى (الأبتدائية) ولتكن F(1) وذلك في المرحلة الأولى ، ثم يتم حساب F(2) في المرحلة الثانية ، وهكذا نتقدم بحساب الدوال الأخرى حتى نصل إلى الدالة F(N) التي تمثل الدالة النهائية للمعادلة التكرارية ، يسمى هذا الأسلوب (الحسابات الاماميةForeward Computation) .

الاتجاه الثاني:

هناك بعض المسائل يتم إستعمال المعادلة التكرارية عن طريق حساب قيم الدوال F(i) بأسلوب معاكس تماما للإسلوب الأول وذلك بترتيب الدوال تنازليا ، وبموجب هذا الأسلوب تستخدم المعادلة التكرارية لأيجاد قيمة العائد للمرحلة الاخيرة N ثم التدرج تنازليا بأستعمال المعادلة التكرارية نفسها لأيجاد قيم العوائد للمراحل الأخرى حتى نصل إلى المرحلة الأولى ،ويسمى هذا الأسلوب (الحسابات الخلفية computation Backward).

5ـ البرمجة الديناميكية الضبابية:

توجد أنواع كثيرة من مشاكل السيطرة على الخزين الديناميكي الضبابي ، لذلك فإن البحث بشأن طرق النمذجة والأمثلية للبرمجة الديناميكية في ظل ظروف البيئة الضبابية مهم، ليس فقط في نظرية الأمثلية الضبابية ، بل لها أهمية كبيرة في مشاكل السيطرة المخزنية ، يطبق إسلوب البرمجة الديناميكية الضبابية لتحليل انظمة الخزين باستخدام دالة التحويل ذات انتماء خاص ، مع اعتبار كل دالة الهدف والقيد مجموعات ضبابية وان العجز غير مسموح به، لأن الوحدات المخزونة متوافرة عندالطلب ويتم البحث عن الحل الأمثل لنظام الخزين بتطبيق إسلوب البرمجة الديناميكية الضبابية ، ولغرض معرفة تطورات حل نموذج الخزين يكمن بإستعمال البرمجة الديناميكية الضبابية والممكن في هذه الحالة هو إدخال عدد محدد من الفترات وهي بالأحرى مراحل طريقة البرمجة الديناميكية الضبابية ، ويمكن أن نعبربالصيغة العامة عن البرمجة الديناميكية الضبابية كما يأتي :

$$\widetilde{min} f(x)$$

Sub

$$\tilde{x}_{i+1}=\tilde{x}_i+z_i-\widetilde{D}_i \qquad \ldots(5)$$

$$0\leq\tilde{x}_{i+1}\leq\widetilde{D}_{i+1}+\ldots+\widetilde{D}_N$$

حيث ان:

x_i:متغير الحالة الذي يمكن ان يحدد المرحلة.

D_i:متغير القرار للمرحلة.

6ـ السيطرة على الخزين في بيئة ضبابية :

إنموذج طلب محدد(متغير) بدون عجز هو من نماذج السيطرة على الخزين الذي تكون فيه قيمة كمية الطلب على الوحدات محددة ، والمطلوب تحديد مستوى الخزين الامثل الذي يحقق أقل كلفة ممكنة ، أما بالنسبة للبيئة الضبابية فلا يمكن تحديد كمية الطلب تماماً مما يجعلها تأخذ صفة الضبابية ،أي إن قيم الطلب ستكون واقعة ضمن مدى مجموعة من القيم تسمى (Fuzzy Set) وهنا يتطلب تحديد الحدود العليا للمجموعة والحدود الدنيا للمجموعة والكميات الواقعة بين الحدين تكون متغيراً (متفاوت الدرجات) وتسلك سلوك الدالة التراكمية F(x) ، وتكون بصورة دالة إنتماء μ(x) والمعرفة كما يأتي

$\tilde{\mu}=\{(X,\mu_{\tilde{m}(x)})/x\epsilon R^n$

$$\mu_{\tilde{m}_{(x)}}=\begin{cases}1 & f(x)>u\\ \frac{f(x)-l}{u-l} & l\le f(x)\le u\\ 0 & f(x)<l\end{cases} \quad ...(6)$$

7ـ بناء إنموذج السيطرة على الخزين الضبابي:

لحل نظام خزين مفرد فيه N من الفترات تحت شروط السيطرة المخزنية الضبابية ، وتمثل السيطرة على الخزين الضبابي أحد المسائل المهمة عندما تكون بعض المعلمات (كلفة الطلب، كلف الخزين) تمثل اعداد ضبابية في البداية تقوم بوصف مسالة الخزين التي ينبغي دراستها، حيث ان الكمية الداخلة الى المخزن x_1 هي دائما تمثل عدد حقيقي وان $z_1,z_2,\dots,z_n$ تمثل الكميات التي لابد من طلبها عند كل فترة ، وعليه يكون z_i دائماعدد موجب ، ونفرض ان D_i يمثل الطلب عندالفترة i وان 1≤ i ≤ N ، x_i تمثل الكميات المسحوبة من الخزين والتي تمثل كميات الخزين البدائية للفترة القادمة وعليه فأن:-

$$x_{i+1=x_i+z_i-D_i} \qquad 1\le i\le N \qquad ...(7)$$

وتوجد هناك N من الفترات حتى نهاية فترة التخطيط ، وإن كمية الخزين النهائية ستكون صفر،أي إن مستوى الخزين في المرحلة الاخيرة هو $x_{N+1=0}$

إن العجز في هذا النموذج غير مسموح به وإن $\tilde{h}_i$ ضبابية.

$$\tilde{h}_i(x_i+z_i-D_i) \quad ...(8)$$

بما أن:

$$x_{i+1=}\ x_i+z_i-D_i \quad ...(9)$$

فأن:

$$f_{i(x_i)}=\tilde{C}_i\ (z_i)+\tilde{h}_i\ (x_{i+}z_{i-}D_i)+f_i\ (x_{i+1})...(10)$$

$$\tilde{Z}\ =\sum_{i=1}^{N} f_{i(x_i)} \quad ...(11)$$

والمطلوب هنا تحديد أو إيجاد قيم Z_i ، 1≤i≤N والتي تقلل $\tilde{Z}$:

$$\text{Min}\tilde{Z}=\min \sum_{i=1}^{N} f_{i(x_i)} \qquad ...(12)$$

8ـ حل مشكلة البرمجة الديناميكية الضبابية :

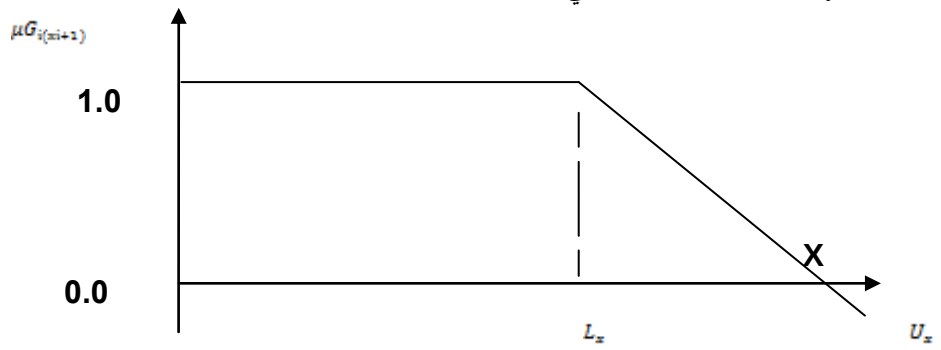
نفرض لدينا $(\tilde{\mu})$ مجموعة ضبابية تمثل دالة الهدف f(x) ويمكن تعريفه بواسطة دالة الإنتماء التي تمثل درجة الإنتماء $X\epsilon R^n$ وتحقق الهدف الضبابي ويمكن تعريف الصيغة الضبابية للهدف (تقليل الكلفة) بدالة الانتماء الاتية:

$(x_{N+1})=\{x_{N+1},\mu_{\tilde{G}_i(x_{N+1})}\}\ \tilde{G}_i$

وعليه فاننا نستطيع تعريف دالة الانتماء لتقليل الكلفة $\mu\,\tilde{G}_{i(xi+1)}$ وكما يأتي:

$$\mu_{\tilde{G}_{i(x_{i+1})}} = \begin{cases} 1 & if\, x_i \le L_x \\ 1 - \frac{x_i - L_x}{U_x - L_x} & if\, L_x \le x_i \le U_x \\ 0 & if\, x_i \ge U_x \end{cases} \quad \ldots(13)$$

x_i : دالة الكلف ، L_x: تمثل أدنى حد للكلف ، U_x : تمثل أعلى حد للكلف
ويمكن رسم دالة الانتماء لهدف تقليل الكلفة كما يأتي:



شكل (2- 6)
يوضح دالة الانتماء لتقليل الكلفة $\mu_{\tilde{G}_{i(xi+1)}}$

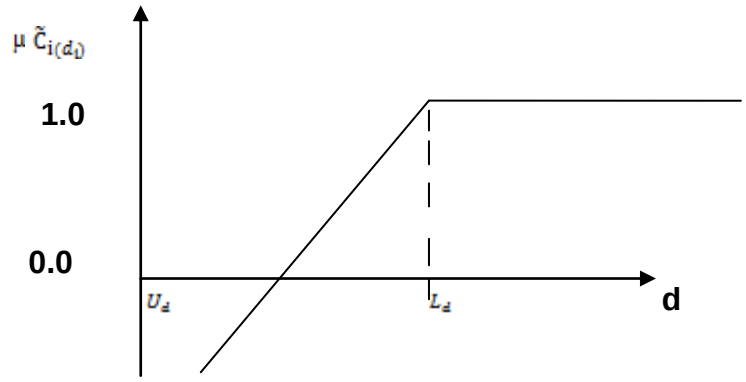
ثم نجد دالة الإنتماء للقيد الضبابي $\tilde{C}_i$ ذات المجموعة الضبابية والى (i) من القيود ويمكن تعريف الصيغة الضبابية (لقيد الطلب) بدالة الانتماء الاتية كما يأتي

$\tilde{C}_i\,(d_i) = \{(d_i, \mu_{\tilde{C}_i(d_i)})\}$

ويمكن تعريف دالة الانتماء لقيد الطلب $\mu\tilde{C}_{i(di)}$ وكما يأتي:

$$\mu_{\tilde{C}_i(d_i)} = \begin{cases} 0 & if\, di \le L_d \\ \frac{di - L_d}{U_d - L_d} & if\, L_d \le di \le U_d \\ 1 & if\, di \ge U_d \end{cases} \quad \ldots(14)$$

d_i:كمية الطلب ، L_d: أدنى حد للطلب ، U_d: أعلى حد للطلب.
ويمكن رسم دالة الانتماء لقيد كمية الطلب بالشكل الاتي:



شكل (2-7)
يوضح دالة الانتماء لقيد الطلب $\mu_{\tilde{C}_{i(di)}}$

وبأستعمال تعريف (Bellman &Zadeh) ، للحصول على قرار ضبابي كما يأتي :

$\mu_{\tilde{D}}$ ={ $\mu_{\tilde{C}_i\,(x_{i+1})}$، } ...(15) $\mu_{\tilde{C}_i\,(di)}$

وكذلك بأستعمال تعريف (Zimmermann) يمكن الحصول على أعظم قرار ضبابي وكما يأتي:

$\mu_{\tilde{D}^*}$ = max $\mu_{\tilde{D}}$ =μ max min { $\mu_{\tilde{C}_i}$،}...(16)$\mu_{\tilde{C}_j}$

9ـ جمع بيانات الأنموذج:

لغرض تطبيق الانموذج للمشكلة قيد البحث تم الاعتماد على البيانات الفعلية لسنة 2008.

إذ إن البيانات المطلوبة تم جمعها من مخزن الرصافة الرئيسي في جانب الرصافة التابع للشركة العامة لتجارة المواد الغذائية احدى شركات وزارة التجارة والذي يزود المخازن الفرعية التالية (الرصافة ، العبيدي ، المشتل ، كسرة وعطش) ، ولمدة سنة واحدة وعلى أساس فصلي ، وقد تم إختيار نوع واحد من المواد الغذائية وهي مادة السكر ، كما لاحظت الباحثة مايلي تمثيل كميات الشراء الفعلية من مادة السكر قيد البحث التي قامت الوزارة بشرائها إبتداءاً من الشهر الاول لسنة (2008) ولغاية الشهر الاخير للسنة نفسها ، وكلف الخزين لتلك المادة ، إذ إستطاعت الباحثة من الحصول على الكميات والكلف الخاصة بتلك المادة،

حيث يتم حساب كمية الطلب من حاصل ضرب عدد الافراد لكل شهر في حصة الفرد الواحد وكذلك كلفة الاحتفاظ بالخزين يتم حسابها من نسبة مقدرة من قيمة متوسط الخزين ، حيث يمثل جدول رقم (2) الكميات المطلوبة (d_i) ، والكميات المخزونة (u_i) ، وجدول رقم (1)يمثل كلفة الشراء (c_i) ، وكلفة الطلبية (k_i) ، وكلفة الاحتفاظ بالخزين (h_i) ، علما ان سعر الشراء لعام 2008 هو (575 طن /دولار) ،اما سعر الصرف للدولار لعام 2008 هو (1500 دينار).

جدول رقم (1)

يوضح كلف الخزين لسنة 2008 وحسب الاشهر

كلفة الطلبية k_i /دينار)	كلفةالشراء(c_i)/دينار	كلفةالاحتفاظبالخزين(h_i)/دينار
55793008.53	3026804025	.9322106021
55939012.43	3034906350	20735183.93
55993674.53	3037939763	22187350.9
56027245.79	3039802763	21484797.26
56055548.22	3041373375	22212428.02
56026266.62	3039748425	21484413.22
53380400.61	2892919013	21128203.41
56008330.86	3038753100	22193291.05
111331638.1	6108858938	43176352.56
56533441.32	3067893525	22406115.82
56807326.85	3083092500	21790761.6
56981648.73	3092766300	22587772.15

جدول رقم (2)

يوضح كميات الخزين لسنة 2008 وحسب الاشهر

طن كمية/ u_i	كمية الطلب(d_i)/طن
3509.338	3509.34468
3518.732	3518.73480
3522.242	3522.24360
3524.409	3524.40396
3526.23	3526.23588
3524.346	3524.33664
3354.109	3354.10884
3523.192	3523.22076
7082.735	3541.36656
3556.978	3556.98276
3574.62	3574.59204
3585.816	3585.82632

10ـ تطبيق البيانات:

لغرض حل مشكلة السيطرة على الخزين بإستعمال اسلوبين وهما اسلوب البرمجة الديناميكية التقليدية واسلوب البرمجة الديناميكية الضبابية والمقارنة بين الاسلوبين من أجل تقليل الكلفة الكلية وتحديد الكميات المطلوبة من مادة السكر في مخزن الرصافة الرئيسي التابع لوزارة التجارة ، تم إنجاز برنامج ليلائم المشكلة قيد البحث بأعتماد واحدة من لغات البرمجة المرئية وبأسلوب الواجهات المتعددة وذلك لعدم توفر برنامج جاهز لهذا الغرض .

بداية تم إستعمال اسلوب البرمجة الديناميكية التقليدية باستعمال إسلوب الحسابات الامامية (Foreward Computation) كوسيلة للوصول إلى النتائج التي يتم إستعمالها بإسلوب الحسابات الخلفية (Backward Computation) للحصول على كلفة كلية تقليدية (Classic Total Cost).
ثم بعد ذلك يتم الحصول على جداول لمراحل حل البيانات.

الجدول الاول رقم (3):

بداية يتم تحديد قيمة كمية الطلب لكل مرحلة ، حيث قيمة كمية الطلب للمرحلة الاولى (d_1) هي (3509.34468).

العمود الاول:

هو عبارة عن مستوى الخزين للمرحلة الاولى والذي يرمز له (x_{i+1}) يعبر عنه كما يأتي :

$$0 \le x_{i+1} \le d_2 + d_3 + \cdots + d_{12} \quad , i=1,2,\ldots,12$$

إذ نلحظ أنّ القيمة الاولى للعمودالاول ل (x_{i+1}) هي صفر ، اما القيمة الاخيرة لنفس العمود فهي (38752.05216).

العمود الثاني :

يمثل الكميات التي تدخل المخزن عند كل فترة ويرمز لها (z_i) ، حيث نلحظ ان القيمة الاولى لعمود (z_i) هي قيمة (d_1) والتي مقدارها (3509.34468) ،اما القيمة الثانية فهي ناتجة من حاصل جمع (d_1) مع (d_2) ، وهكذا حتى نصل الى القيمة الاخيرة للعمود والناتجة من حاصل جمع جميع قيم كميات الطلب ($d_{1+}d_{2+}d_{3+\cdots+}d_{12}$) والتي قيمتها (42261.39684).

العمود الثالث :

يمثل دالة الكلفة للخزين ويرمز له (m_i) ، ويتم الحصول عليه من حاصل ضرب كلفة الاحتفاظ بالخزين للمرحلة الاولى والتي يرمز لها (h_1) والتي قيمتها (22106021.93) في عمود مستوى الخزين للمرحلة الاولى (x_{i+1}) وكما موضح في جدول (3) ، حيث يتم التعبير عن دالة كلفة الخزين كما يأتي :

$$m_i = h_1 * x_i$$

العمود الرابع:

يمثل دالة كلفة الشراء والتي يرمز لها $c_i(z_i)$ ، الناتجة من حاصل ضرب كل من كلفة الشراء للمرحلة الاولى (c_1) والتي تم الحصول عليها من جدول البيانات الحقيقية رقم (1) والتي قيمتها (3026804025) في العمود الثاني لهذه المرحلة اي لجدول (3) والذي رمزنا له (z_i) مضافا اليهما كلفة الطلبية للمرحلة الاولى والتي كذلك تم الحصول عليها من جدول (1) والتي تقابل القيمة (55793008.53) ، ويتم التعبير عن دالة كلفة الشراء كما يأتي :

$$c_i(z_i) = c_1 * z_i + k_1$$

العمود الخامس:

في البداية يتم الحصول على دالة الكلفة الكلية للمرحلة الاولى والتي يرمز لها (w_i) الناتجة من حاصل جمع كل من دالة كلفة الشراء(($c_i(z_i)$ (العمود الرابع لجدول (3)) يزاد عليها دالة الكلفة للخزين (m_i) (العمود الثالث لجدول (3)) ويتم التعبير عنها كما يأتي :

$$w_i = c_i(z_i) + m_i$$

i=1,2,…,12

ثم بعد ذلك يتم اختيار اقل قيم لدالة الكلفة الكلية (w_i) لتكون هي قيم العمود الخامس لجدول (3) والتي رمزنا له (f_i) ، ويعبر عنه كما يأتي :

$$f_i = \min(w_i)$$

i=1,2,…,12

جدول رقم (3)

يوضح نتائج المرحلة الاولى

دالة الكلفة الكلية f_i	دالة كلفة الشراء $c_i(z_i)$	دالة كلفة الخزين m_i	كمية التي تدخل المخزن z_i	مستوى الخزين (x_{i-1})
10622154400	10622154400	0	3509.34468	0
21350460280	21272675050	77785228650	7028.07948	3518.7348
32089464180	21933816160	155648022900	10550.32308	7040.9784
42835054820	42601496250	233558574100	14074.72704	10565.38236
53586230820	53274721200	311509621800	17600.96292	14091.61824
64331616210	63942197530	389418684900	21125.29956	17615.95488
74557992360	74094427670	463564688500	24479.4084	20970.06372
85299975530	84758526450	541449083900	28002.62916	24493.28448
96097283610	95477549000	619734610700	31543.99572	28034.65104
10694220400	10624838700	698365349600	35100.97848	31591.6338
117840813700	117063428300	777385359600	38675.57052	35166.22584
128773675600	127917021900	856653714900	42261.39684	38752.05216

الجدول الثاني رقم (4):

بداية يتم تحديد قيمة كمية الطلب للمرحلة الثانية (d_2) والتي يتم الحصول عليها من جدول رقم (1) وجدول (3) وقيمتها (3518.7348).

العمود الاول:

يمثل مستوى الخزين للمرحلة الثانية ويرمز له (x_{i+1}^*) ويعبر عنه كما يأتي :

$$0 \le x_{i+1}^* \le d_2 + d_3 + d_4 + \cdots + d_{12}$$

i=2,3,4,…,12

حيث القيمة الاولى لعمود (x_{i+1}^*) هي صفر، اما القيمة الاخيرة للعمود هي (35233.31736).

العمود الثاني :

يمثل الكميات التي تدخل المخزن عند كل فترة ويرمز لها (z_i^*) ، حيث ان قيم العمود الثاني من جدول (4) هي نفس قيم العمود الاول (x_{i+1}) من جدول (3) ، اي ان القيمة الاولى لعمود (z_i^*) هي صفر اما القيمة الاخيرة للعمود نفسه فهي (38752.05216)، ويعبر عنه كما يأتي :

$$z_i^* = x_{i+1}$$

العمود الثالث :

يمثل دالة كلفة الخزين للمرحلة الثانية والتي يرمز لها(m_i) ، ويتم الحصول عليه من حاصل ضرب كلفة الاحتفاظ بالخزين للمرحلة الثانية والتي يرمز لها(h_2) والتي قيمتها (20735183.93) من جدول (1) في العمود الاول لجدول (4) عمود مستويات الخزين للمرحلة الثانية (x_{i+1}^*) ، حيث يتم التعبير كما يأتي :

$$m_i = h_2 * x_{i+1}^*$$

العمود الرابع:

يمثل دالة كلفة الشراء والتي يرمز لها $c_i(z_i)$ ، والناتجة من حاصل ضرب كل من كلفة الشراء للمرحلة الثانية (c_2) والتي تم الحصول عليها من جدول (1) تقابل القيمة (3034906350) في العمود الثاني لهذه المرحلة اي لجدول (4) رمزنا له (z_i^*) مضافا اليهما كلفة الطلبية للمرحلة الثانية (k_2) والتي

حصلنا على قيمتها من جدول (1) قيمتها (55939012.43) ، ويتم التعبير عن دالة كلفة الشراء كما يأتي:

$$c_i(z_i) = c_2 * z_i^* + k_2$$

العمود الخامس :

بداية يتم الحصول على دالة الكلفة الكلية للمرحلة الثانية والتي يرمز لها (w_i) الناتجة من حاصل جمع كل من دالة كلفة الشراء ($c_i(z_i)$) العمود الرابع لجدول (4) يزاد عليها دالة كلفة الخزين (m_i) لجدول (4) ، ويتم التعبير عنها كما يأتي :

$$w_{1i} = c_i(z_i) + f_{(x_i+d_2-z_i)}$$
$$w_{2i} = c_i(z_i) + m_i + f_{(x_i+d_2-z_i)} \qquad ,i=1,2,\ldots,12$$

وبعد مقارنة قيم (w_i) ، نقوم بأختيار أقل القيم ل(w_i)، ويتم التعبير عنها كما يأتي :

$$f_i = \min(w_1, w_2)$$

i=1,2,...,12

جدول رقم (4)

يوضح نتائج المرحلة الثانية

مستوى (x_{i-1}) الخزين	الكمية التي تدخل المخزن z_i	دالة كلفة الخزين m_i	دالة كلفة الشراء $c_i(z_i)$	دالة الكلفة الكلية f_i
0	3518.7348	0	10687908653	21301240930
3522.2436	7040.9784	73034368820	21368766000	32063954770
7046.64756	10565.38236	146113533200	32065001950	42833269880
10572.88344	14091.61824	219230682800	42766679762	53608182700
14097.22008	17615.95488	292308451300	53462829270	64377292120
17451.32892	20970.06372	361856515000	63642235480	74300575530
20974.54968	24493.28448	434911145500	74334880540	39194609085
24515.91624	28034.65104	508342032400	85082596400	96213092830
28072.899	31591.6338	582096724200	95877705970	107081957100
31647.49104	35166.22584	656216547600	106726258000	118004628900
35233.31736	38752.05216	730569315900	117608905100	128961628800

ويتم حساب بقية المراحل حسب طريقة المرحلة الثانية اي جدول رقم (4) حتى نصل الى المرحلة الاخيرة (جدول رقم (14)) ، أي عندما تصبح كمية الخزين الموجودة في المخزن صفر ، حيث نتوقف في هذه المرحلة ونأخذ قيمة (f_i) المقابلة لمستوى الخزين (x_{i+1}) المساوي للصفر، حيث تعتبر قيمة (f_i) هي قيمة الكلفة الكلية ، وبعد ذلك نقوم بإستعمال النتائج التي حصلنا عليها من الطريقة اعلاه اي نتائج اسلوب الحسابات الامامية للوصول الى الحل الامثل بإستعمال إسلوب الحسابات الخلفية .

جدول رقم (5)

يوضح نتائج المرحلة الثالثة

مستوى (x_{i-1}) الخزين	الكمية التي z_i تدخل المخزن	دالة كلفة الخزين m_i	دالة كلفة الشراء $c_i(z_i)$	دالة الكلفة الكلية f_i
0	3522.2436	0	10700419880	32001660810
3524.40396	7046.64756	78197187370	21346810407	24786784930
7050.63984	10572.88344	156435020200	32119839010	53577514960
10574.97648	14097.22008	234630713900	42826561420	64362433060
13929.08532	17451.32892	309049503700	53016142040	74626432470
17452.30608	20974.54968	387220439000	63719474480	85059437450
20993.67264	24515.91624	465793981500	74477932770	96244967680
24550.6554	28072.89900	544714006200	85283832130	107129787100
28125.24744	31647.49104	624024734100	96143227420	118068493100

31711.07376	35233.31736	703584720900	107036751800	129041577500

جدول رقم (6)

يوضح نتائج المرحلة الرابعة

مستوى الخزين (x_{i-1})	الكمية التي تدخل المخزن (z_i)	دالةكلفة الخزين (m_i)	دالة كلفة الشراء(c_i)	أقل كلفة كلية (f_i)
0	3524.40396	0	10713548920	42715209730
3526.23588	7050.63984	75760462970	21432610490	53510031760
7050.57252	10574.97648	151480121200	32145898750	64299039680
10404.68136	13929.08532	223542469600	42341728070	74566931350
13927.90212	17452.30608	299238153300	53051624270	85352523230
17469.26868	20993.67264	375323695900	63816629700	96193614210
21026.25144	24550.65540	451744749300	74629206150	107082611700
24600.84348	28125.24744	528544134600	85495260910	118025465900
28186.66980	31711.07376	605584886100	96395465660	129002711400

جدول رقم (7)

يوضح نتائج المرحلة الخامسة

مستوى الخزين (x_{i-1})	الكميـــة التـــي تـــدخل المخزن z_i	دالة كلفة الخزين m_i	دالـــة كلفـــة الشراء $c_i(z_i)$	دالة كلفة الكلية f_i
0.00	3526.23588	0.00	10724655970	53439865700
3524.33664	7050.57252	78284073930	21443479600	64236973400
6878.44548	10404.68136	152786975100	31644576920	74512573630
10401.66624	13927.90212	231046262600	42360006730	85306262720
13943.03280	17469.26868	309708612500	53130624700	95848931520
17500.01556	21026.25144	388717836000	63948737360	107052664900
21074.60760	24600.84348	468118204400	74820406420	118003734400
24660.43392	28186.66980	547768113400	85726243120	128989221000

جدول رقم (8)

يوضح نتائج المرحلة السادسة

مستوى(x_{i-1}) الخزين	الكميـــة التـــي z_i تدخل المخزن	دالة كلفة الخزين m_i	دالـــة كلفـــة الشراء $c_i(z_i)$	دالـــة الكلفـــة f_i الكلية
0	3524.33664	0.00	10713152780	64153018480
3354.10884	6878.44548	7206106030	20908743810	74420670570
6877.32960	10401.66624	147755391000	31618448570	85206069660
10418.69616	13943.03280	273523839500	42383368020	96047073290
13975.67892	17500.01556	300259260900	53195700760	106935825700
17550.27096	21074.60760	377057273400	64061561290	117878484300
21136.09728	24660.43392	454096647800	74961571190	128855533500

جدول رقم (9)

يوضح نتائج المرحلة السابعة

مستوىالخزين (x_{i-1})	الكمية التـي z_i تدخل المخزن	دالة كلفة الخزين m_i	دالـــة كلفـــة الشراء $c_i(z_i)$	دالةالكلفة الكلية f_i
0.00	3354.10884	0	0	74420670570
3523.22076	6877.32960	74439324880	19895610940	84123068740
7064.58732	10418.69616	149262037900	30140497590	94442778110
10621.57008	13975.67892	224414693200	40430560650	104807993800
14196.16212	17550.27090	299939400900	50771565920	115224523800
17781.98844	21136.09728	375701468800	61145071060	125673791000

جدول رقم (10)

يوضح نتائج المرحلة الثامنة

مستوى(x_{i-1}) الخزين	الكمية التي تدخل z_i المخزن	دالة كلفة الخزين m_i	دالة كلفة $c_i(z_i)$ الشراء	دالة الكلفة الكلية f_i
0.00	0	0.00	0	84123068740
3541.36656	7064.58732	78594578780	0	84201663320
7098.34932	10621.57008	157535732400	0	104965529500
10672.94136	14196.16212	236867694000	0	115461391500
14258.76768	17781.98844	316448981100	0	12599024000

جدول رقم (11)

يوضح نتائج المرحلة التاسعة

مستوى (x_{i-1}) الخزين	الكمية التي z_i تدخل المخزن	دالة كلفة الخزين m_i	دالة كلفة $c_i(z_i)$ الشراء	دالة الكلفة الكلية f_i
0.00	0	0.00	0	94521372690
3556.98276	7098.34932	153577541700	0	106443735400
7131.57480	10672.94136	307915387900	0	117539707900
10717.40112	14258.76768	462738289300	0	128670552900

جدول رقم (12)

يوضح نتائج المرحلة العاشرة

مستوى(x_{i-1}) الخزين	الكمية التي z_i تدخل المخزن	دالة كلفة m_i الخزين	دالة كلفة $c_i(z_i)$ الشراء	دالة الكلفة الكلية f_i
0.00	3556.98276	0.00	10912500910	105433873600
3574.59204	7131.57480	80092723260	21878968690	116480434100
7160.41836	10717.40112	160437163100	32879902030	127561711900

جدول رقم (13)

يوضح نتائج المرحلة الحادية عشر

مستوى(x_{i-1}) الخزين	الكمية التي z_i تدخل المخزن	دالة كلفة الخزين m_i	دالة كلفة $c_i(z_i)$ الشراء	دالةالكلفة الكلية f_i
0	3574592.04	0	11020854720	116454728300
3585826.32	7160418.36	78137886480	22076288950	127588300400

جدول رقم (14)

يوضح نتائج المرحلة الثانية عشر

مستوى (x_{i-1}) الخزين	الكمية التي z_i تدخل المخزن	دالة كلفة m_i الخزين	دالة كلفة $c_i(z_i)$ الشراء	دالة الكلفة الكلية f_i
0.00	3585.82632	0.00	11090179780	127544908100

ثم بعد ذلك نأخذ قيم الكلف الكلية (f_i) وقيم كميات الطلب (d_i) لكل مرحلة التي حصلنا على قيمها من استخدام اسلوب الحسابات الخلفية ، وذلك من أجل بناء دوال الانتماء الضبابية لكل من الهدف (الكلف الكلية المثلى (f_i)) والقيد (كميات الطلب المثلى (d_i)) ، حيث ان دالة الانتماء للهدف الضبابي عبر عنها كما في معادلة (13) .

بعد ايجاد كل من دالة الانتماء للهدف الضبابي ودالة الانتماء للقيد الضبابي ، كما موضح في جدول (15) العمود الثالث والعمود الرابع ، نقوم بعد ذلك بايجاد دالة الانتماء للقرار الضبابي كما في (15).

كما موضح في جدول (15) العمود الخامس ، ثم بعد ذلك نجد أعظم قرار ضبابي كما موضح في العمود السادس لجدول (15) ، ويعبر عنه كما في معادلة (16).

جدول رقم (15)

يوضح نتائج الحالة الضبابية

الكلف الكلية لكل مرحلة f_i	كمية الطلب di لكل مرحلة	دالة $\mu\tilde{C}_i(f_i)$ الانتماء للكلف	دالة $\mu\tilde{C}_i(d_i)$ الانتماء للطلب	القرار $\mu\tilde{D}_i$ الضبابي	اعظم قرار $\mu\tilde{D}^*$ ضبابي
10622154400	3509.34468	1	0.66993582	0.66993582	0.725602401
21301240930	3518.73480	0.908665455	0.710459823	0.710459823	0.725602401
32001660810	3522.24360	0.817148453	0.725602401	0.725602401	0.725602401
42715209730	3524.40396	0.725519163	0.734925651	0.725519163	0.725602401
53439865700	3526.23588	0.633794878	0.742831486	0.633794878	0.725602401
64153018480	3524.33664	0.542168976	0.734635125	0.542168976	0.725602401
94442778110	3354.10884	0.283111105	0	0	0.725602401
84201663320	3523.22076	0.370699829	0.729819433	0.370699829	0.725602401
84201663320	3541.36656	0.370699982	0.808129451	0.370699982	0.725602401
105433873600	3556.98276	0.189108055	0.875522727	0.189108055	0.725602401
116454728300	3574.59204	0.094850485	0.951517339	0.094850485	0.725602401
127544908100	3585.82632	0	1	0	0.725602401

وللحصول على الكلفة الكلية الضبابية يتم بواسطة استخدام دالة الانتماء للهدف وكما يأتي :

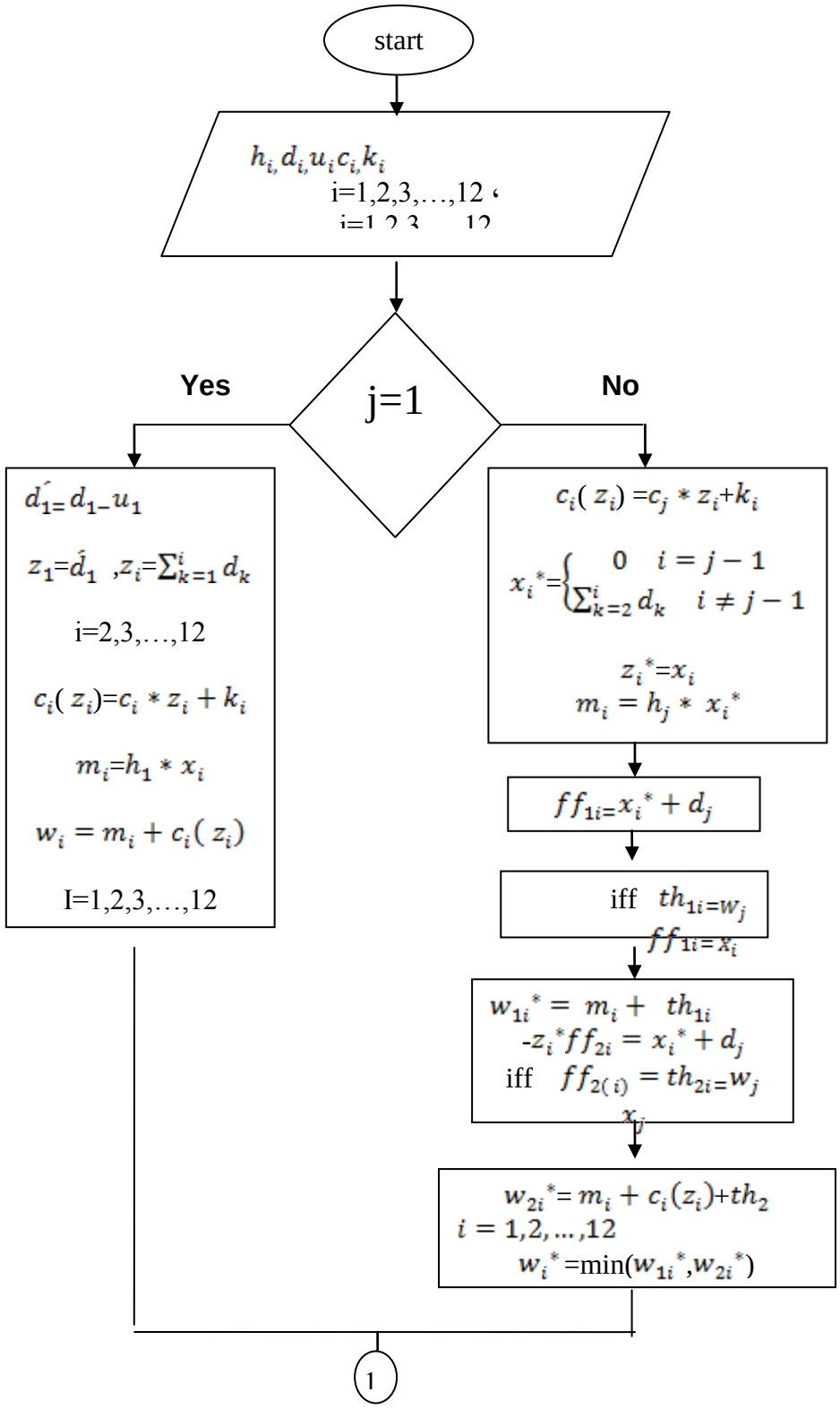
$$=1-\frac{f_i-\min(f_i)}{\max(f_i)-\min(f_i)}\mu\tilde{D}^*$$

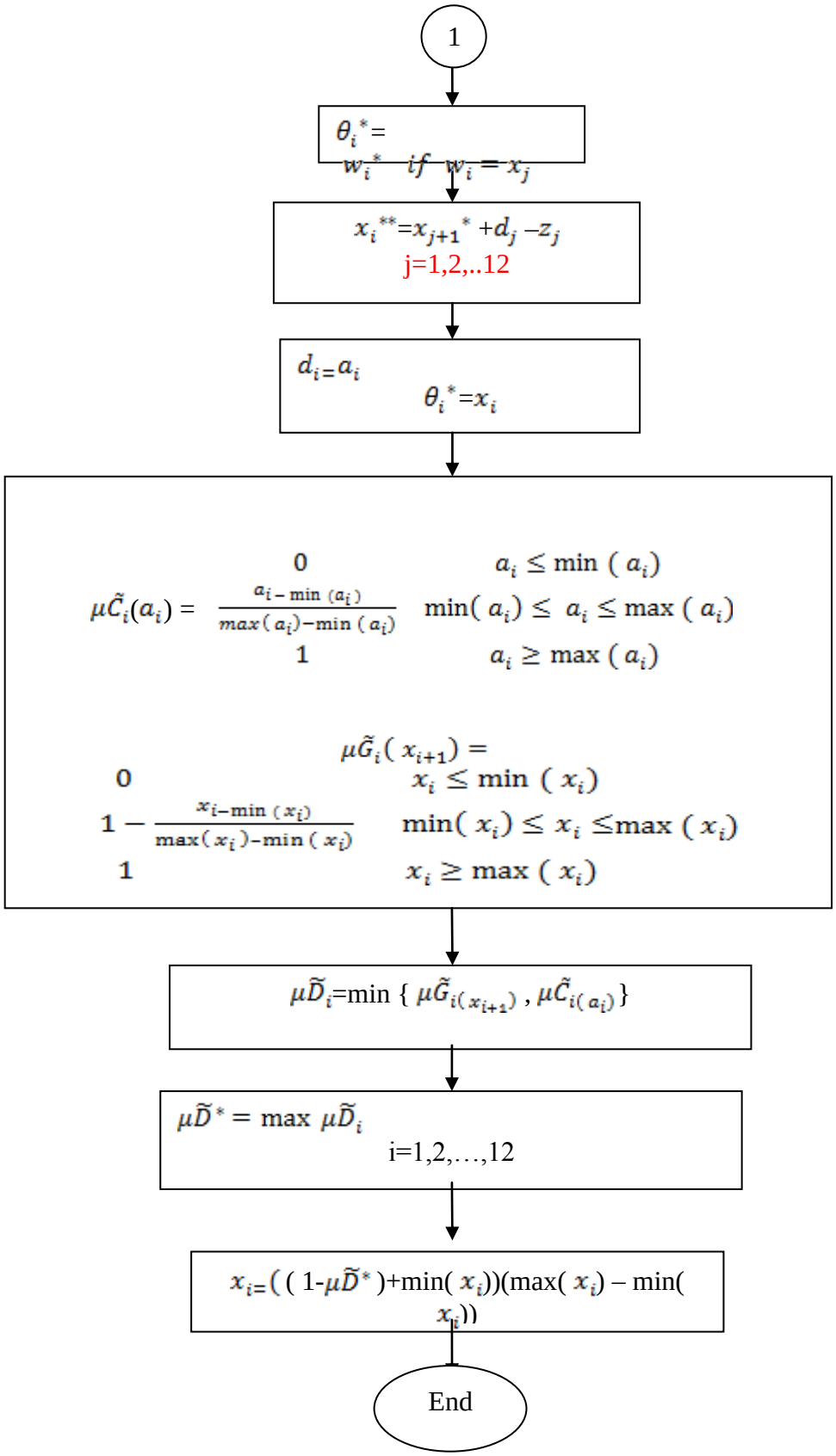
$$(1-\mu\tilde{D}^*)(\max(f_i)-\min(f_i))+\min(f_i)f_i =$$

i=1,2,…,12

11ـ مقارنة نتائج الطريقتين :

بعد المقارنة بين الكلفة الكلية التي حصلنا عليها من استخدام طريقة البرمجة الديناميكية الاعتيادية وبين الكلفة الكلية والتي حصلنا عليها من استخدام طريقة لبرمجة الديناميكية الضبابية والتي حصلنا عليها من تحويل الخوارزمية الى برنامج ، ومن اجل الحصول على اقل كلفة كلية نلاحظ ان الكلفة الكلية لطريقة البرمجة الديناميكية الضبابية والتي قيمتها (42705477280) الف دينار أقل من الكلفة الكلية لطريقة البرمجة الديناميكية الاعتيادية والتي قيمتها (127544908100) الف دينار بمقدار (84839430820) الف دينار.


start
$h_i, d_i, u_i c_i, k_i$
i=1,2,3,…,12
j=1
Yes
No
$d_{1=}^{\acute{}} d_1 - u_1$
$z_1 = \acute{d}_1$,$z_i = \sum_{k=1}^{i} d_k$
i=2,3,…,12
$c_i(z_i) = c_i * z_i + k_i$
$m_i = h_1 * x_i$
$w_i = m_i + c_i(z_i)$
I=1,2,3,…,12
$c_i(z_i) = c_j * z_i + k_i$
$x_i^* = \begin{cases} 0 & i = j-1 \\ \sum_{k=2}^{i} d_k & i \neq j-1 \end{cases}$
$z_i^* = x_i$
$m_i = h_j * x_i^*$
$ff_{1i} = x_i^* + d_j$
iff $th_{1i} = w_j$
$ff_{1i} = x_i$
$w_{1i}^* = m_i + th_{1i}$
$-z_i^* ff_{2i} = x_i^* + d_j$
iff $ff_{2(i)} = th_{2i} = w_j$
x_j
$w_{2i}^* = m_i + c_i(z_i) + th_2$
$i = 1,2,\ldots,12$
$w_i^* = \min(w_{1i}^*, w_{2i}^*)$
1


1
$\theta_i^* = w_i^* \quad if \quad w_i = x_j$
$x_i^{**} = x_{j+1}^* + d_j - z_j$
j=1,2,..12
$d_i = a_i$
$\theta_i^* = x_i$
$\mu\tilde{C}_i(a_i) = \begin{cases} 0 & a_i \le \min(a_i) \\ \frac{a_i - \min(a_i)}{max(a_i) - \min(a_i)} & \min(a_i) \le a_i \le \max(a_i) \\ 1 & a_i \ge \max(a_i) \end{cases}$
$\mu\tilde{G}_i(x_{i+1}) = \begin{cases} 0 & x_i \le \min(x_i) \\ 1 - \frac{x_i - \min(x_i)}{\max(x_i) - \min(x_i)} & \min(x_i) \le x_i \le \max(x_i) \\ 1 & x_i \ge \max(x_i) \end{cases}$
$\mu\tilde{D}_i = \min\{\mu\tilde{G}_{i(x_{i+1})}, \mu\tilde{C}_{i(a_i)}\}$
$\mu\tilde{D}^* = \max \mu\tilde{D}_i$
i=1,2,…,12
$x_i = ((1 - \mu\tilde{D}^*) + \min(x_i))(\max(x_i) - \min(x_i))$
End

شكل (1)

خوارزمية توضح الجانب التطبيقي

12- الاستنتاجات :

تبين من خلال استخدام الطريقتين ان اسلوب البرمجة الديناميكية الضبابية (FDP) يعطي أقل كلفة مقارنة بأسلوب البرمجة الديناميكية الاعتيادية (CDP).

المصادر العربية:

1- السعدي، دنيا أحمد حميد،(1999)،"إستخدام إسلوب البرمجة الديناميكية في تحليل نماذج الخزين (دراسة تطبيقية)"،رسالة ماجستيرفي بحوث العمليات،كلية الادارة والاقتصاد-جامعة بغداد.

2- الزوبعي ، عبد الله حسن علي،(2006)،"بناء إنموذج سيطرة مخزني ضبابي مع تطبيق عملي"رسالة ماجستير ،كلية الادارة والاقتصاد -جامعة بغداد.

3- جابر، عدنان شمخي ،حسن ،ضوية سلمان،(1988)،"مقدمة في بحوث العمليات"،جامعة بغداد.

المصادر الاجنبية:

1- Bellman R.E. & Zadeh L.A.,(1970),"Decision making in afuzzy environment",J.Management Science , Vol .17, No .39.

2- Buckley J.J. &Feuring T.&Hayashi Y.,(2002)،"Solving fuzzy problems in operations research:inventory control ",pp.121-129.

3- Chung-Ching Su&Yuan-Yih Hsu,(1991)، "Fuzzy Dynamic programming :AN Application To Unit Commitment",Vol.6,No.3.

4-Taha Hamdy A.,(2007),"Operations Research :An Introductio", Eighth Edition , Maxmillan , NY.

5-Zimmermann H.J,(1985),"Fuzzy set Theory and Its Application " , Kluwer – Nijhoff Publishing ,Boston .

.....

.....

.....