مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الأساسية المجلد (39) العدد (5) 2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (39) No. (5) 2017

طريقة تفاعلية جديدة لحل مسائل البرمجة الخطية متعددة الأهداف

الدكتور زياد قنايه*
الدكتور محمد مزيد دريباتي**
وائل ناصر ***

(تاريخ الإيداع 12 / 6 / 2017. قُبِل للنشر في 25 / 9 /2017)

□ ملخّص □

في هذا البحث نعرض طريقة تفاعلية جديدة لحل مسائل البرمجة الخطية متعددة الأهداف، تعتمد هذه الطريقة على تشكيل نموذج تخفيض الانحرافات النسبية لدوال الأهداف عن قيمها المعيارية، ومعالجة انحرافات دوال الأهداف غير المرضية بالتفاعل مع متخذ القرار.

وتم مقارنة النتائج التي حصلنا عليها مع عدة طرائق تفاعلية ومنها (طريقة STEM [6]– طريقة STEM المحسنة[7] – طريقة Matejas – peric [8]) حيث أثبتت النتائج العددية فعالية الطريقة المقترحة مقارنة مع النتائج التي حصلنا عليها باستخدام تلك الطرائق عند نقطة الحل الابتدائي ومختلف نقاط التفاعل مع متخذ القرار.

الكلمات المفتاحية: مسائل البرمجة متعددة الأهداف، الطرائق التفاعلية، الأمثليات متعددة المعايير، اتخاذ القرارات تحت عدة معايير.

* أستاذ مساعد – قسم الرياضيات – كلية العلوم – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية
** أستاذ مساعد – قسم الإحصاء الرياضي– كلية العلوم – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية
***طالب دراسات عليا (ماجستير)– قسم الرياضيات – كلية العلوم – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية - سلسلة العلوم الأساسية المجلد (39) العدد (5) 2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (39) No. (5) 2017

New Interactive Method for Solving Multiobjective Linear Programming Problems

Dr. Ziad Kanaya *
Dr. Mouhamed Maziad Dribate**
Waeel Nasser ***

(Received 12 / 6 / 2017. Accepted 25 / 9 /2017)

□ ABSTRACT □

In this paper we offer a new interactive method for solving Multiobjective linear programming problems. This method depends on forming the model for reducing the relative deviations of objective functions from their ideal standard, and dealing with the unsatisfying deviations of objective functions by reacting with decision maker.

The results obtained from using this method were compared with many interactive methods as (STEM Method[6] – Improvement STEM Method[7] – Matejas-peric Method[8]). Numerical results indicate that the efficiency of purposed method comparing with the obtained results by using that methods at initial solution point and the other interactive points with decision maker.

Key words: Multiobjective Programming Problems, Interactive Methods, Multicriteria Optimization, Multi-Criteria Dicision Making.

***Associate professor, Dept of mathematics, Faculty of science, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
****Associate professor, Dept of mathematical Statistics, Faculty of science, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
*****Postgraduate student, Dept of mathematics, Faculty of science, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدمة:

إن التطور الذي حصل على البرمجة الرياضية بانتقالها من تناول دالة هدف واحدة إلى تناول عدة دوال أهداف رافقه تطور باستخدامها في عملية اتخاذ وتحليل مشاكل القرار (Dicision Problems) وبهذا تم الانتقال بها من الاعتماد على المعيار الواحد(One Criteria) عند اتخاذ القرار إلى اعتماد عدة معايير (Multi Criteria) وبهذا ظهر ما يسمى حديثا اتخاذ القرارات تحت عدة معايير(Multi– Criteria Dicision Making) وتعد نماذج البرمجة الرياضية متعددة الأهداف (Multiobjective Programming Problems) العمود الفقري لعملية اتخاذ القرارات تحت عدة معايير (MCDM) وحديثا نالت طرائق حل هذه النماذج اهتماما متزايدا من قبل الباحثين نظرا للتطبيقات المتعددة لهذه المسائل.

أهمية البحث وأهدافه:

تأتي أهمية هذا البحث من أهمية الطرائق التفاعلية في حل مسائل البرمجة متعددة الأهداف وأهم ما يميز هذه الطرائق اعتمادها على التفاعل ما بين متخذ القرار ومراحل الحل وبهذا سيكون متخذ القرار شريكاً في الحل ونتيجة للاهتمام المتزايد بدراسة مشاكل تعدد الأهداف وما قد ينتج عنه من تعارض وتناقض بين تلك الأهداف ونظرا لقصور النماذج التقليدية للبرمجة الرياضية في معالجة هذا النوع من المشاكل فقد تم الانتقال إلى استخدام نماذج البرمجة متعددة الأهداف والاهتمام بطرائق وأساليب حلها وتطوير هذه الطرائق والأساليب، وأحدثت الطرائق التفاعلية نقلة نوعية بطرائق حل نماذج البرمجة متعددة الأهداف لما تبديه هذه الطرائق من سهولة في حصول متخذ القرار على الحل المناسب من خلال تدخله بتكرارات يقوم فيها بتحسين بعض دوال الأهداف التي يرغب بتحسينها وذلك بعد تزويد متخذ القرار بالتفضيلات لدوال الأهداف التي سيحسنها مما يزيد من نسبة رضاه عن الحل الناتج. ويهدف هذا البحث إلى تطوير طريقة تفاعلية تعتمد على التفاعل مابين متخذ القرار ونتائج الحل من خلال تحديد الانحرافات النسبية لدوال الأهداف عن قيمها المعيارية المثالية وتشكيل نموذج تخفيض هذه الانحرافات لأقل قيمة ممكنة (نموذج خطي) يمكن حله بجميع البرامج المستخدمة في حل نماذج البرمجة الخطية مثل(Matlab، WinQSB، Mathematica، Excel Solver، Lindo، python) ثم التفاعل مع متخذ القرار للحصول على حلول مقارنة أفضل.

طرائق البحث ومواده:

تعتمد هذه الدراسة على المفاهيم الأساسية للطرائق التفاعلية والتي تتلخص بالخطوات الآتية:

- إيجاد حل ابتدائي لمسألة (MOP) المعطاة.
- نناقش الحل مع متخذ القرار، إذا كان متخذ القرار راض نتوقف. وإلا فإننا نذهب إلى الخطوة التالية وذلك بعد أن يزودنا متخذ القرار بقيم جديدة مقترحة منه لبعض دوال الأهداف والتي يريد إجراء تحسين على البعض منها.
- نحل المسألة من جديد ونعود للخطوة السابقة.

وتعتمد النتائج بصورة أساسية على ما يقدمه متخذ القرار من تفضيلات أثناء الحل.

مفاهيم أساسية في البرمجة متعددة الأهداف:

يعبر عن الصيغة الرياضية العامة لمسألة البرمجة متعددة الأهداف (MOP) بالنموذج العام رقم (1) الآتي [1]:

(1)

حيث أن دوال الهدف متعارضة فيما بينها.

تسمى المنطقة التي تحددها مجموعة القيود بمنطقة القرار أو منطقة الحل وتأخذ الرمز S وبذلك فإن:

مفهوم الحل لمسألة البرمجة متعددة الأهداف[1]

إن حل مسألة البرمجة التي تمتلك دالة هدف واحدة تؤول لإيجاد الحل الأمثل الذي يعطي قيمة مثلى لدالة الهدف ضمن القيود المفروضة على تلك الدالة، ولايمكننا الاعتماد على مفهوم الحل الأمثل في حل مسألة البرمجة متعددة الأهداف نظرا لوجود تضارب بين تلك الأهداف، ويوجد مفهوم آخر يمكن من خلاله التعامل مع هذه المسألة ضمن القيود المفروضة ويسمى هذا المفهوم بالحل الفعال (Efficient Solution) ويسمى أيضا حل باريتو الأمثل (Pareto Optimal Solution).

تعريف الحل الفعال(Efficient Solution)[1]،[2]،[3]

نقول عن النقطة إنها حل فعال للمسألة (MOP) إذا لم يوجد أي نقطة من أجلها يكون :

- تكون محققة من أجل جميع قيم .
- محققة من أجل بعض قيم j (قيمة واحدة على الأقل).

بمعنى آخر (الحل الفعال): هو حل من مجموعة الحلول الممكنة بحيث أن أي حل آخر لا يؤدي الى تحسين كل دوال الهدف في الوقت نفسه لذلك فإن أي تحسين في عدد من دوال الأهداف يصاحبه تقليل في واحدة من دوال الأهداف على الأقل.

بعض النماذج في البرمجة متعددة الأهداف

لغرض توضيح نماذج البرمجة متعددة الأهداف يمكن أن نكتب النموذج العام (1) بصيغته الأساسية:

(2)

: تمثل الأسبقية المرافقة للدالة

: يمثل الوزن أو الأهمية النسبية المرافقة للدالة .

باعتماد نموذج (MOP) المعبر عنه في [2] يمكن تصنيف نماذج البرمجة متعددة الأهداف وفق الآتي:

- **نموذج (MOP) مع أوزان معلومة**[4]

وفي هذا النوع من النماذج يوجد لدى متخذ القرار معلومات محددة عن أهمية كل معيار (الممثل بدالة هدف) معبر عنها على شكل أوزان وبهذا يمكن صياغة النموذج (3) الآتي:

(3)

- **نموذج (MOP) مع أوزان مجهولة**[4]

وفي هذا النوع من النماذج تكون الأوزان غير معلومة الأهمية النسبية للدوال قيد الحل، وبهذا يمكن التعبير عن نموذجها العام بالصياغة الآتية:

(4)

- **نموذج (MOP) من دون أية أسبقيات أو أوزان**[4]،[5]

في هذا النوع من النماذج لايقدم متخذ القرار أي نوع من المعلومات التفضيلية بخصوص دوال الأهداف

المتعددة المصاغة بناء على المعايير المعتمدة في تحليل واتخاذ القرارات الخاصة بالمشكلة قيد البحث حيث يمكن التعبير عن نموذجها العام بالصياغة الآتية:

(5)

- **نموذج البرمجة الهدفية [4]،[6](GP)**

ولهذا النموذج مساحة واسعة من الاستخدامات ويعد من أهم نماذج (MOP) ويتميز متجه الدوال فيه (دالة الهدف) باحتوائها على المتغيرات الإنحرافية فقط (،) مع إمكانية وجود أوزان عددية أصلية مثل (1، 2، .... وهكذا) بالإضافة إلى تعامله بالأوزان الترتيبية مثل (أولاً، ثانياً، .... وهكذا) لتحديد الأسبقيات ويكتب نموذجها العام بالصياغة الآتية :

(6)

النتائج والمناقشة

الخوارزمية المقترحة:

بعد تحديد مسألة البرمجة متعددة الأهداف (1) نحل المسألة من أجل كل دالة هدف على حدا وفق القيود المفروضة فنحصل على مجموعة القيم: التي تشكل حل p مسألة وفق القيود المفروضة للمسألة.

خطوة 1: (تعيين متجهة الأهداف المعيارية)

متجهة الأهداف المعيارية لدوال الأهداف نحصل عليها بحل مسألة MOP من أجل كل دالة هدف على حدا وفق القيود المفروضة ونرمز لها:

مركبات هذه المتجهه نحصل عليها عند نقاط حل مختلفة، من الواضح أن هذه المتجهه لايمكن الحصول عليها عند نقطة حل معينة وذلك بسبب تناقض طبيعة الأهداف ومع ذلك يمكن أن تفيدنا هذه المتجهه كمعيار يتم بواسطتها تقييم الحلول غير المنضبطة.

خطوة 2: (نشكل نموذج انحراف دوال الأهداف عن قيمها المعيارية)

- تمثل متجهة قيم دوال الأهداف عند نقطة حل معينة وفق المركبات:

عندئذ تعطى قيم انحرافات دوال الأهداف عن قيمتها العظمى بالعلاقة:

(7)

وتكون دوال انحرافات الأهداف عن قيمها المعيارية:

(8)

ويكون نموذج تخفيض مجموع انحرافات دوال الأهداف عن قيمها المعيارية:

.t.S

(9)

R

خطوة 3: (الحصول على حل مقارن)

نحل النموذج (9) فنحصل على نقطة حل ابتدائي تمثل حل مقارن، وتكون قيم انحرافات دوال الأهداف عند هذه النقطة: ويمكننا حساب قيم دوال الأهداف باستخدام العلاقة (7) فيكون لدينا:

(10)

وتكون قيم مركبات متجهة الأهداف عند هذه النقطة:

خطوة 4:

تعرض هذه المتجهه على متخذ القرار والذي يقارن بدوره هذه المتجهه مع متجهة الأهداف المعيارية، فإذا كانت جميع مركبات المتجهه مقنعة نتوقف ويكون () الحل النهائي ويكون أفضل حل مقارن وإلا ننتقل إلى الخطوة التالية.

خطوة (4-1):

إذا كانت بعض مركبات المتجهه غير مقنعة لمتخذ القرار عندئذ على متخذ القرار أن يجري تحسين على دوال الأهداف غير المقنعة وذلك بالإعلام عن الانحرافات النسبية لدوال الأهداف غير المرضية والتي تؤدي إلى ابتعاد الأهداف المقابلة لهذه الانحرافات عن قيمتها المعيارية المثلى.

فعلى سبيل المثال إن قام متخذ القرار بالإعلام أن الانحرافات النسبية : كبيرة جدا وقرر تخفيضها بحيث لاتزيد هذه الانحرافات عن قيم معلومة تعطى من قبل متخذ القرار عندئذ يمكننا حساب من العلاقة (10): لتدخل إلى منطقة الحل النافذ مجموعة القيود:

وتصبح منطقة الحل النافذ الجديدة:

خطوة(4-2): (تشكيل نموذج تخفيض الانحرافات الجديد)

ويتم بتشكيل نموذج تخفيض انحرافات جميع دوال الأهداف عن قيمها المعيارية باستثناء انحرافات دوال الأهداف غير المرضية لمتخذ القرار .

.t.S

R

نحل النموذج فنحصل على الحل المقارن ، وتكون من أجله قيم مركبات متجهة الأهداف

تعرض هذه المتجهه على متخذ القرار من جديد والذي يقارن بدوره هذه المتجهه مع متجهة الأهداف المعيارية، فإذا كانت جميع مركبات المتجهه مقنعة نتوقف ويكون () الحل النهائي ويكون أفضل حل مقارن.

وفي حال كانت بعض مركبات المتجهه غير مقنعة لمتخذ القرار عندئذ على متخذ القرار من جديد أن يعين الانحرافات النسبية لدوال الأهداف غير المرضية ونعود للخطوة (3) لحساب قيم ومنطقة الحل النافذ الجديدة وبحل

نموذج الانحرافات على منطقة الحل النافذ الجديدة نحصل على حل مقارن جديد ونواصل التكرار إلى أن يجد متخذ القرار متجهة الحل المناسب.

مبرهنة:

إن كل حل لنموذج تخفيض الانحرافات(النموذج (9)) يمثل حلا فعالا لمسألة MOP الأساسية (1).

البرهان :

بفرض أن هي حل للمسألة (9) عندئذ:

وهذا يعني لاتوجد نقطة من أجلها تكون:

- محققة من أجل جميع قيم .
- محققة من أجل بعض قيم j (قيمة واحدة على الأقل).

وبما أن مما سبق ينتج لدينا:

وبحذف & (قيم ثابتة) من طرفي المتراجحتين يكون لدينا:

- تكون محققة من أجل جميع قيم .
- محققة من أجل بعض قيم j (قيمة واحدة على الأقل).

وهذا يعني بدوره أنه من أجل نقطة الحل لاتوجد نقطة من أجلها نحصل على تحسين جميع دوال الأهداف في الوقت نفسه وبالتالي حسب تعريف الحل الفعال فإن تمثل حل فعال لمسألة MOP الأساسية (1).

ملاحظة: قد تكون قيود المتحولات قيودا مفروضة على مسألة (MOP) وذلك لايغير من صياغة مسألة (MOP) الأساسية لأن مسألة (MOP) بشكلها العام لاتشترط على لاسلبية المتحولات أو لامحدوديتها، وحالة محدودية المتحولات مدروسة في المرجعين [1]،[6] .

مثال عددي:

ليكن لدينا مسألة (MOP) الآتية:

s.t.

الحل باستخدام الخوارزمية المقترحة:

خطوة 1 :

إن الخطوة الأولى في تطبيق هذه الخوارزمية هي تعيين متجهة الأهداف المعيارية وذلك بإيجاد الحل الأمثل لكل دالة هدف على حدا خاضعة للقيود المفروضة، فتكون متجهة الأهداف المعيارية:

خطوة 2: (نشكل نموذج تخفيض انحراف دوال الأهداف عن قيمها المعيارية)

؛

.t.S

R

خطوة 3: (الحصول على حل مقارن)

نحل النموذج السابق فنحصل على نقطة الحل الابتدائي = (0 ، 14.4)

نحسب قيم مركبات متجهة الأهداف عند هذه النقطة:

:فنجد المثالية المعيارية قيمها عن الأهداف دوال انحراف بحساب نقوم ثم

بفرض أن متخذ القرار وبعد مقارنته لمتجهة الحل الناتج مع متجهة الأهداف المعيارية وجد أن انحراف دالة الهدف كبير عن قيمته المثالية فقرر تخفيض هذا الانحراف ليصبح و يكون لدينا حسب العلاقة:(10)

تعدل مجموعة القيود لتصبح منطقة الحل النافذ الجديدة:

عندئذ وبحل النموذج

.t.S

R

نحصل على نقطة حل التفاعل الأول: = (0 ، 9.25)

وتكون قيم مركبات متجهة الأهداف عند هذه النقطة:

:فنجد جديد من المثالية المعيارية قيمها عن الأهداف دوال انحراف بحساب نقوم

تعرض متجهة الحل من جديد على متخذ القرار فإذا كان مناسبا يتوقف عند هذا الحل ويكون هو الحل المقارن الأفضل وإن لم يقبل متخذ القرار بمتجهة الحل الناتج وقرر تخفيض الانحراف النسبي للدالة حتى لو أدى ذلك إلى زيادة الانحراف النسبي للدالة ليصبح : عندئذ يكون لدينا :

وتعدل مجموعة القيود لتصبح منطقة الحل النافذ الجديدة:

عندئذ وبحل النموذج

.t.S

R

نحصل على نقطة حل التفاعل الثاني: = (0 ، 10.67)

وتكون قيم مركبات متجهة الأهداف عند هذه النقطة:

نحسب انحرافات دوال الأهداف:

وهكذا يجد متخذ القرار متجهة الحل المناسب وفق زيادة قيم دوال الأهداف التي يريدها وذلك بتخفيض الانحرافات النسبية لتلك الدوال عن قيمها العظمى.

ملاحظة : إن قيم لاتوضح بشكل عام نسبة تحقق دالة الهدف وهذا يعني أن زيادة قيمة لايعني بالضرورة نسبة عدم تحقق كبيرة لهذا الهدف، لذلك فإننا نعرف مايسمى بنسبة تحقق دالة هدف عند نقطة حل معينة (): وهي قيمة دالة الهدف عند تلك النقطة مقسومة على قيمتها المعيارية ()(حيث هي قيمة دالة الهدف عند نقطة حل معينة).

- وتعطى النسبة المئوية لتحقيق دالة الهدف لمستوى تطلعها الأعظمي بالعلاقة: ( )

كود برمجي بلغة python للطريقة الجديدة:

```
Import  copy
def  removeSpaces(line) :
prev=" "
line=line.replace(" ",",")
line=line.strip()
while line < > prev:
prev=line
line=line.replace(" ",",")
return line
def  convertToList(line):
list=line.split(" ")
ret=[]
for item in list:
try:
v=float(item)
except  :
```

```
v=None
ret=ret+[v]
return ret
def  readLine(file) :
line=file.readline()
line=line.strip()
while line.startswith: ("#")
line=file.readline()
line=line.strip()
line=removeSpaces(line)
values=convertToList(line)
return values


def  negate(list) :
ret= [ ]
for item in list
ret=ret+[-1*item]
return ret
def  calfx(A,X) :
ret=0
for i in range(len(A)) :
ret=A[i]*X[i]+ret
return ret
def  getProblemReport(n, m, cn , gls , consts , uppers, bounds) :
message= "number of goals = } \{n" .format(n)
message=message + "number of variables = } \{n" .format(m)
message=message + "number of constraints = } \{n" .format(cn)
message=message + "________________________\ngoals\n=======\n"
for i in range(len(gls)) :
message=message + "min f} {=} \{n" .format(i+1,str(gls[i]))
message=message + "________________________\nConstraints\n=============\n"
for i in range(len(consts)) :
message=message + "C} {: } { <= } \{n" .format(i+1 , consts[i] , uppers[i])
message=message + "________________________\nBounds\n=============\n"
for i in range(len(bounds)) :
message=message + "B} {: } { <= X} { <= } \{n" .format(i+1 , bounds[i][0] , i+1 , bounds[i][1])
message=message + "=====================================================\n"
return message
def getStageOutputReport(X , _lambda , d , _xlambdas) :
message= "Stage Output\n=================\n"
message=message + "X=} \{nlambda = } \{n" .format(str(X) , _lambda)
message=message + "________________________\ntarget function values\n=================\n"
for i in range(len(d)) :
```

```
message=message + "f} {(X) = } \{n" .format(i+1 , d[i] )
message=message + "______________________\ntarget function lambda values\n=================\n"

for i in range(len( _xlambdas)) :
if _xlambdas[i]<0:
continue
message=message + "lambda} { = } \{n" .format(i+1 , _xlambdas[i] )
message=message + "=======================================================\n"
return message
###############################################
filename=raw_input("enter file name >> ")
from  scipy.optimize import  linprog
f=open('inputs/'+filename,'r')
report = open( 'report.txt' , 'w' )
report.close ( )
report = open( 'report.txt' , 'a' )
print "reading goals,constraints … "
goals = [ ]
constraints = [ ]
upperboundsConstraints = [ ]
bounds = [ ]
values = readLine(f)
n=int(values[0] )
m=int(values[1] )
cn=int(values[2] )
# reading goals
for i in range(n) :
goal = readLine(f)
goals = goals+[negate(goal)]
# reading constraints
for i in range(cn) :
values=readLine(f)
constraint=values[:-1]
b=values[-1]
constraints = constraints + [constraint]
upperboundsConstraints = upperboundsConstraints + [b]
#reading bounds
for i in range(m) :
values = readLine(f)
bounds = bounds + [tuple(values)]
message = getProblemReport(n , m , cn , goals , constraints , upperboundsConstraints , bounds)
message = "\nproblem Report/input\n==================================\n"+message
report.write(message)
#################### end of input ########################
```

```
##################finding optimal soltution foreach goal ###########
report.write( "stage1\n=======\n" )
Sol = [ ]
Counter = 0
for goal in goals :
counter = counter+1
# print " solving for goar} {" .format(counter)
res = linprog(goal, A_ub = constraints, b_ub = upperboundsConstraints, bounds =
tuple(bounds), options=} "disp" : False{)
if res[ "success" ] < > True :
print  res
exit(-1)
d=res["fun"]*-1
x=res[ "x" ]
result=} "d":d , "x":x , 'goal' : goal{
Sol=Sol + [result]
message = 'solving for goal number} {:\n' .format(counter)
message = message + 'd} {=} \{n' .format(counter, d)
message = message + 'X} {=} \{n' .format(counter, str(x))
report.write(message)
########################Stage 2 ##############################
report.write("==================================\nstage2\n=======\
n")
#expand
standardgoal = []
standardconst = []
standardupper = []
standardbounds = []
goal= []
taken= []
for i in range(m):
goal=[0]+goal
for g in goals:
taken=taken+[1]
for i in range(len(goal)):
goal[i]=goal[i]+g[i]
print goal,taken
newconstraints= []
newupper= []
#add goals
for item in Sol:
d=item["d"]
gl=item["goal"]
gn= []
for k in gl:
gn=gn+[-1*k]
newconstraints=newconstraints+[gn]
newupper=newupper+[d]
```

```
for cons in constraints :
newcons = cons
newconstraints = newconstraints + [newcons]
for bound in upperboundsConstraints :
newupper = newupper+[bound]
newbound = bounds
standardtaken=copy.deepcopy(taken[:])
standardconst=copy.deepcopy(newconstraints[:])
standardupper=copy.deepcopy(newupper[:])
iteration = 0
finish = False
while (not finish) :
iteration=iteration+1
    goal= []
for i in range(m):
goal=[0]+goal
cfn=0
for g in goals:
if taken[cfn]==1:
for i in range(len(goal)):
goal[i]=goal[i]+g[i]
cfn=cfn+1
res = linprog(goal , A_ub = newconstraints, b_ub = newupper,
bounds=tuple(newbound), options=} "disp" : False{)
if res[ 'success' ] < > True :
print 'can not be solved'
break
lmbda = res[ "fun" ]
newsol=res[ "x" ]
message="\n\n************\niteration
\{}n************\n\n".format(iteration)
+getProblemReport(1,m+1,n+cn,[goal],newconstraints,newupper,newbound)
message =
"problem/expanded\n==================================\n"+message
report.write(message)

####################
newlambda = []
newvalues = []
counter = 0
cf=0
for item in Sol
g = item["goal"]
d = item["d"]
if newconstraints[cf][-1]>0:
dd=newconstraints[cf][-1]
```

```
else:
dd=-1
newd = calfx(g , newsol) * -1
newvalues = newvalues+[newd]
lmd = newd/dd
newlambda = newlambda+[lmd]
counter = counter+1
message = message + "lambda} { = } \{n" .format(counter,lmd)
cf=cf+1
message = message + "=====================================================\n"
outputreport = getStageOutputReport(newsol , lmbda , newvalues , newlambda)
#print message
#report.write(message)
#print choices
choices="choices\n1: finish\n2: continue\n3:reset\n4: output report\n5: change lambda\n-----------------\n"
report.write(outputreport)
#      print Sol[0]['d']
while True:
report.flush()
print choices
n=input("choice >> ")
if n==1:
finish=True
break
elif n==2:
break;
elif n==3:
newconstraints=copy.deepcopy(standardconst)
newupper=copy.deepcopy(standardupper)
taken=copy.deepcopy(standardtaken)
elif n==4:
print getProblemReport(1,m+1,n+cn,[goal],newconstraints,newupper,newbound)
elif n==5:
cf=input("number of function >>")
nl=input("enter new lambda  >>")
if cf<1 or cf>n :
print "error , not a goal "
continue
cf=cf-1
taken[cf]=0
goal=Sol[cf]['goal']
prevV=Sol[cf]['d']
pd=prevV-nl
newconstraints=newconstraints+[goal]
newupper=newupper+[-1*pd]
report.close()
```

مقارنات ونتائج عددية:

تم حل العديد من مسائل البرمجة الخطية بالطريقة المقترحة ومقارنة النتائج التي حصلنا عليها مع الطرائق التفاعلية (طريقةSTEM [7] – طريقة STEM المحسنة[8]– طريقةPeric– Matejas [9]) حيث أثبتت هذه النتائج فعالية الطريقة المقترحة مقارنة مع تلك الطرائق وذلك عند نقطة الحل الابتدائي ومختلف نقاط التفاعل مع متخذ القرار.

قبل إجراء مقارنة عددية نحتاج إلى المفاهيم الآتية في (MOP):

القيمة المعيارية لدالة الهدف(مستوى التطلع المعياري): وهي أعلى قيمة لتلك الدالة ويتم الحصول عليها بإيجاد الحل الأمثل لكل دالة هدف على حدا مع مجموعة القيود المفروضة وهو مايسمى بمستوى التطلع المعياري لدالة الهدف .

متجهة الأهداف المعيارية: مركبات هذه المتجهه هي قيم مستويات التطلع المعيارية لدوال الأهداف (لايمكن الحصول عليها بسبب تعارض دوال الأهداف).

مستوى التطلع الكلي المعياري ويرمز له : وهو مجموع قيم مركبات متجهة الأهداف المعيارية.

مستوى التطلع الكلي المنجز عند نقطة حل معينة () ويرمز له : وهو مجموع قيم مركبات متجهة الأهداف عند تلك النقطة:

نسبة تحقيق مستوى التطلع الكلي المنجز عند نقطة حل معينة: وهو قيمة مستوى التطلع الكلي المنجز عند تلك النقطة مقسومة على قيمة مستوى التطلع الكلي المعياري ().

وتكون النسبة المئوية لتحقيق مستوى التطلع الكلي المنجز: ().

مثال: كمقارنة عددية لنأخذ مسألة (MOP) التالية:

St

وتعطى متجهة الأهداف المعيارية (مستوى التطلع المعياري لكل دالة هدف):

= (120، 232.2807 ، 436.3636 ، 100.7018)

ومستوى التطلع الكلي المعياري:

الطريقة المقترحة

نقطة الحل الابتدائي	=(0 ، 25.7143 ، 0 ، 0)
قيم دوال الأهداف على الترتيب	، 51.4286 ، 205.7143 ، 25.7143)

	(77.1429
النسبة المئوية لتحقيق دوال الأهداف لمستوى تطلعها الأعظمي	(25.5351 ، 47.1429 ، 22.1407 ، 64.2858)
مستوى التطلع الكلي المنجز عند نقطة الحل الابتدائي	360
النسبة المئوية لتحقيق مستوى التطلع الكلي المنجز	40.4792

طريقة (Matejas-Peric) [9]

نقطة الحل الابتدائي	(5.3026 ، 0 ، 22.6842 ، 0)=
قيم دوال الأهداف على الترتيب	(38.5921 ، 154.9603 ، 82.4869 ، 57.4473)
النسبة المئوية لتحقيق دوال الأهداف لمستوى تطلعها الأعظمي	(38.3231 ، 35.5117 ، 35.5117 ، 47.8728)
مستوى التطلع الكلي المنجز عند نقطة الحل الابتدائي	333.4867
النسبة المئوية لتحقيق مستوى التطلع الكلي المنجز	37.498

طريقة STEM [7]

نقطة الحل الابتدائي	(2.7701 ، 0 ، 24.1314 ، 0)=
قيم دوال الأهداف على الترتيب	(32.4413 ، 179.2021 ، 67.6524 ، 66.854)
النسبة المئوية لتحقيق دوال الأهداف لمستوى تطلعها الأعظمي	(32.2156 ، 41.0668 ، 29.1257 ، 55.7117)
مستوى التطلع الكلي المنجز عند نقطة الحل الابتدائي	346.1504
النسبة المئوية لتحقيق مستوى التطلع الكلي المنجز	38.9219

طريقة STEM المحسنة[8]

نقطة الحل الابتدائي	(16.97 ، 0.12 ، 15.91 ، 0)=
قيم دوال الأهداف على الترتيب	(67.076 ، 41.933 ، 151.004 ، 14.27)
النسبة المئوية لتحقيق دوال الأهداف لمستوى تطلعها الأعظمي	(66.608 ، 9.61 ، 65.009 ، 11.891)
مستوى التطلع الكلي المنجز عند نقطة الحل الابتدائي	274.2818
النسبة المئوية لتحقيق مستوى التطلع الكلي المنجز	30.8408

متخذ القرار: يجب أن يحقق 60% على الأقل من مستوى تطلعه :

الطريقة المقترحة

نقطة حل التفاعل الأول	=(0 ، 17.548 ، 0 ، 14.291)
قيم دوال الأهداف على الترتيب	، 135.1332 ، 68.9286 ، 60.4211) (24.0618
النسبة المئوية لتحقيق دوال الأهداف لمستوى تطلعها الأعظمي	، 58.1767 ، 15.7961 ، 60) (20.0515
مستوى التطلع الكلي المنجز عند نقطة التفاعل الأول	288.545
النسبة المئوية لتحقيق مستوى التطلع الكلي المنجز	32.445

طريقة (Matejas-Peric) [9]

نقطة حل التفاعل الأول	، 14.698 ، 11.5358 ، 4.3645) =(9.5581
قيم دوال الأهداف على الترتيب	، 46.7638 ، 87.8507 ، 60.4211) (24.159
النسبة المئوية لتحقيق دوال الأهداف لمستوى تطلعها الأعظمي	، 20.1325 ، 20.1325 ، 60) (20.1325
مستوى التطلع الكلي المنجز عند نقطة التفاعل الأول	219.1952
النسبة المئوية لتحقيق مستوى التطلع الكلي المنجز	24.6468

طريقة STEM [7]

نقطة حل التفاعل الأول	، 17.9008 ، 7.4788 ، 5.3406) =(11.5408
قيم دوال الأهداف على الترتيب	، 37.9181 ، 132.751 ، 60.421) (3.6915
النسبة المئوية لتحقيق دوال الأهداف لمستوى تطلعها الأعظمي	3.0763 ، 16.3243 ، 30.4221 ، 60) (
مستوى التطلع الكلي المنجز عند نقطة التفاعل الأول	234.7811
النسبة المئوية لتحقيق مستوى التطلع الكلي المنجز	26.3993

طريقة STEM المحسنة[8]

نقطة حل التفاعل الأول	=(0.2 ، 15.0014 ، 0.4201 ، 18.167)

قيم دوال الأهداف على الترتيب	(70.3439 ، 27.4935 ، 158.4352 ، 10.3496)
النسبة المئوية لتحقيق دوال الأهداف لمستوى تطلعها الأعظمي	(69.8537 ، 6.3006 ، 68.2085 ، 8.6246)
مستوى التطلع الكلي المنجز عند نقطة التفاعل الأول	266.6222
النسبة المئوية لتحقيق مستوى التطلع الكلي المنجز	29.979

متخذ القرار: يجب أن يحقق 40% على الأقل من مستوى تطلعه

يجب أن يحقق 30% على الأقل من مستوى تطلعه

الطريقة المقترحة

نقطة حل التفاعل 3	(3.0833 ، 0.1526 ، 23.8216 ، 0)=
قيم دوال الأهداف على الترتيب	(33.3768 ، 174.5455 ، 69.6842 ، 65.9086)
النسبة المئوية لتحقيق دوال الأهداف لمستوى تطلعها الأعظمي	(33.14417 ، 40 ، 30 ، 54.9238
مستوى التطلع الكلي المنجز عند نقطة التفاعل 3	343.515
النسبة المئوية لتحقيق مستوى التطلع الكلي المنجز	38.6256

طريقة (Matejas–Peric) [9]

نقطة حل التفاعل 3	(3.5368 ، 0 ، 23.7678 ، 0.5218)=
قيم دوال الأهداف على الترتيب	(34.9002 ، 174.5455 ، 69.6842 ، 61.0986)
النسبة المئوية لتحقيق دوال الأهداف لمستوى تطلعها الأعظمي	(34.657 ، 40 ، 30 ، 50.9155)
مستوى التطلع الكلي المنجز عند نقطة التفاعل 3	340.2284
النسبة المئوية لتحقيق مستوى التطلع الكلي المنجز	38.256

طريقة STEM [7]

نقطة حل التفاعل 3	(3.0833 ، 0.1526 ، 23.8216 ، 0)=
قيم دوال الأهداف على الترتيب	(33.3768 ، 174.5455 ، 69.6842 ، 65.9086)
النسبة المئوية لتحقيق دوال الأهداف لمستوى تطلعها الأعظمي	(33.14417 ، 40 ، 30 ، 54.9238)
مستوى التطلع الكلي المنجز عند نقطة التفاعل 3	343.515

النسبة المئوية لتحقيق مستوى التطلع الكلي المنجز	38.6256

طريقة STEM المحسنة[8]

نقطة حل التفاعل 3	=(0.52187 ، 23.7678 ، 0 ،3.537)
قيم دوال الأهداف على الترتيب	(64.23، 72.293 ، 172.458 ، 34.378)
النسبة المئوية لتحقيق دوال الأهداف لمستوى تطلعها الأعظمي	، 31.123 ، 39.522 ، 34.139) (53.525
مستوى التطلع الكلي المنجز عند نقطة التفاعل 3	343.359
النسبة المئوية لتحقيق مستوى التطلع الكلي المنجز	38.6081

الاستنتاجات والتوصيات:

تميزت الطريقة المقترحة عن غيرها من الطرائق بأن قيمة مستوى التطلع الكلي لدوال الأهداف عند نقطة الحل الحاصل كانت أعلى باستخدام الطريقة الجديدة عن غيرها من الطرائق التفاعلية رغم الحصول على قيم مرتفعة أحيانا لبعض دوال الأهداف (على حساب قيم دوال الأهداف الأخرى) حيث يتم تدارك هذه القيم في حال حصولها بالتفاعل مع متخذ القرار، ويمكن للباحثين في هذا المجال تعميم الطريقة المقترحة لتتعامل مع مسائل البرمجة غير الخطية المتعددة الأهداف.

المراجع

[1] د. قناية، زياد، "بحوث العمليات"، منشورات جامعة تشرين، سوريا، 2016، 245.

2] SUGA ‹K ‹ .KATO ‹S ‹ .and HIYAMA ‹K“ ‹ .Structural analysis of Pareto-optimal solution sets for multi-objective optimization: An application to outer window design problems using Multiple Objective Genetic Algorithms .”Building and Environment ‹vol. 45, 2010, pp. 1144-1152.

3] GHAZNAVI, M.; ILATI, M. ; KHORRAM, E" .An interactive algorithm for solving multiobjective optimization problems based on a general scalarization technique ."Iranian Journal of Numerical Analysis and Optimization, vol.6, No.1, 2016, 79 – 99.

4] GHAZNAVI-GHOSONI ‹B.A ‹and KHORRAM ‹E“ .On approximating weakly/properly efficient solutions in multi-objective programming .” Mathematical and Computer Modelling ‹vol. 54, 2011 ‹pp. 3172-3181.

5] ZELENY ‹M“ ‹.Multiple Criteria Decision Making ‹”McGraw-Hill, Inc., USA, 1982.

6] TAHA ‹HAMDI ‹A“ ‹.Operations Research: An Introduction7 .”th ed., Prentice Hill, USA ‹2003 ‹PP. 347-360.

7] BENAYOUN ‹R., de MONTGOLFIER ‹J ‹.TERGNY ‹J ‹.and LARITCHEV ‹O“ ‹ .Linear programming with multiple objective functions: step method (stem .”(Mathematical Programming ‹vol. 1, no. 1, 1971 ‹pp. 366–375.

8] R00STAEE ،R ، .IZADIKHAH ،M ،.and LOTFI ،F.H" ، .An Interactive Procedure to Solve Multi-Objective Decision-Making Problem: An Improvment to STEM Method ."Hindawi Publishing Corporation Journal of Applied Mathematics, March 2012> ،https://www.hindawi.com/journals/jam/2012/324712/>

9] MATEJAS ،J ؛ .PERIC, T" .A new iterative method for solving multiobjective linear programming problem ."Applied Mathematics and Computation ،vol ،2014، 243.PP .754-746 . <http://doi.org/10.1016/j.amc.2014.06.050>