نموذج التحليل الشبكي

مقدمة:

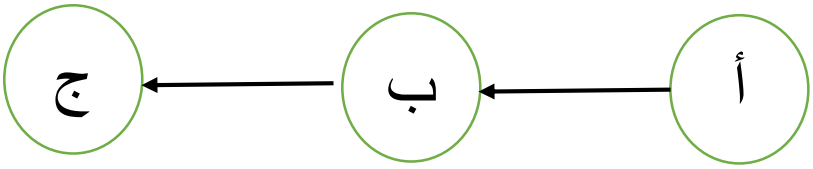
تتسم كثير من المشكلات التي تواجهنا في الواقع العملي بالتعقيد الأمر الذي يتطلب أحيانا تمثيلها في شكل شبكة أعمال. وترجع أهمية تحليل ودراسة شبكات الأعمال إلي وجود العديد من المشكلات العملية الهامة التي يمكن تمثيلها في صورة شبكات أعمال، ويكون حلها أسهل طالما كان هناك إلمام ودراية بالقواعد التي تحكم شبكات الأعمال ونماذج هذه الشبكات والإجراءات الحسابية لتلك النماذج.

وتعتبر نماذج شبكات الأعمال أحد أساليب بحوث العمليات التي يمكن للإدارة استخدامه لمساعدتها في حل كثير من المشاكل مثل المشاكل، مثل مشكلة المرور التي تعاني منها الدول النامية وغير النامية حيث يمكن تمثيلها بشبكة أعمال يجب حلها لتحقيق عدة أهداف منها تحقيق أقصي تدفق ممكن للسيارات عبر شوارع المدينة أو تدنية الوقت الضائع لمواطني المدينة التي تعاني من مشكلة المرور أو تدنية تكاليف تلوث البيئة الناتج عن عوادم السيارات. ومشكلة انقطاع المياه يمكن تمثيلها بشبكة أعمال حيث تتدفق المياه من مصدر معين (محطة ضخ المياه) عبر شبكة من الأنابيب تتفاوت في طاقتها وأقطارها، ويتمثل الهدف من حل هذه المشكلة في إيجاد أقصي تدفق من المياه حتى تصل المياه إلي المواطنين بشكل دائم .

ومشكلة المواصلات يمكن تمثيلها بشبكة أعمال تهدف إلي تحديد أقصر طريق بين موقعين حتى يمكن إتباع ذلك عند تصريف منتجات المنشأة بشكل يؤدي إلي خفض التكاليف إلي أدني حد ممكن، والمشاكل التي تتعلق بتحديد أقصي تدفق من سلعة معينة من موقع أو عدة مواقع إلي موقع أو عدة مواقع أخرى وكذلك المشاكل التي تواجه الإدارة عند تخطيط ومتابعة تنفيذ المشروعات التي ترغب في إنشائها وخاصة تلك المشروعات التي تتكون من عدد كبير من الأنشطة التي يجب إنجازها بترتيب معين وتكون مشكلة إدارة هذه المشروعات هي تحديد كيفية تتابع تلك الأنشطة وتنسيقها وتنفيذها بشكل يؤدي إلي تخفيض فترة تنفيذ المشروع إلي أدني ما يمكن.

ويمكن تعريف شبكة الأعمال بأنها مجموعة من النقط يرمز لها بالحروف أو الأرقام ومجموعة من الفروع (الخطوط) التي تصل بين كل زوج من النقط ويرمز للفروع بأسماء النقط التي تصل بينها.

ويوضح الشكل نموذجا بسيطا لشبكة أعمال. حيث تم تمثيل كل نقطة بدائرة تحمل رقما بداخلها، وقد تشير كل نقطة علي الشبكة إلي موقع معين أو مدينة معينة أو محطة معينة أو مخزن أو منطقة توزيع. هذا قد تشير الفروع (الخطوط) الممتدة عبر النقاط إلي الطرق التي تصل بين المواقع أو المدن أو المحطات أو المخازن أو المناطق وبعضها، كما قد تشير إلي خطوط أنابيب المياه أوموجهاً الغاز أو الصرف الصحي في مدينة معينة. هذا ويكون الفرع (الخط) إذا كان له اتجاه مرتبط به، وتحدد الاتجاهات بالأسهم.



يشير نموذج أقصر طريق إلي مجموعة الخطوط (الفروع) التي تربط بين عدة نقاط تشكل أقصر مسار (طريق) بين نقطة المصدرSource ؛ أي النقطة الأولي في الشبكة ونقطة الوصولDestination ؛ أي النقطة الأخيرة في شبكة الأعمال.

ويهدف هذا النموذج إلي تحديد أقصر طريق بين نقطة المصدر ونقطة الوصول، أي تحديد المسار الذي يصل بين المصدر ونقطة الوصول بحيث يكون مجموع التكلفة (أو الزمن أو المسافة) بالأفرع (الخطوط) المكونة لهذا المسار أقل ما يمكن.

هذا ويمكن استخدام نموذج أقصر طريق في حل كثير من المشاكل التي تواجه القائمين علي إدارة المنشآت المختلفة حيث يمكن استخدامه في تحديد أقصر طريق يمكن أن تنقل به منتجات المنشأة بين مدينتين، كما يمكن تطبيقه عند المفاضلة بين عدد من البدائل المتاحة أمام متخذ القرار .... .الخ

خطوات تحديد أقصر طريق:

يتطلب تحديد أقصر طريق إتباع الخطوات التالية:

- ✓ رسم شبكة الأعمال متضمنة النقط المختلفة والخطوط (الفروع) التي تربط بين هذه النقط موضحاً عليها المسافات أو الأزمنة أو التكلفة على كل خط (فرع).
- ✓ إعداد جدول يتضمن النقط المختلفة التي تضمنتها الشبكة علي أن يدرج أسفل كل نقطة أسماء الفروع (الخطوط) التي تبدأ من هذه النقطة؛ أي الفروع التي تصل هذه النقطة بالنقط الأخرى وطول أو زمن أو تكلفة هذه الفروع (الخطوط). هذا ويخصص في أعلي الجدول صف لتمييز النقط يدرج به القيمة التي سوف يتم تحديدها فيما بعد لكل نقطة من النقاط المختلفة التي تتضمنها الشبكة.
- ✓ يتحدد لنقطة المصدر دائما القيمة صفر باعتبارها نقطة البدء.
- ✓ يتم تقييم المسافة (أو الزمن أو التكلفة) من نقطة المصدر إلي النقط الموصولة بها ويتم اختيار أصغر قيمة (والتي تعبر عن أقصر مسافة أو زمن أوأدني تكلفة) ويتم كتابة هذه القيمة الأصغر فوق النقطة الجديدة التي نشأ ت عنها، وتعبر هذه القيمة عن المسافة بين نقطة المصدر وهذه النقطة.
- ✓ يتم وضع دائرة أو مستطيل حول الفرع (الطريق) صاحب أصغر قيمة، ثم يتم استبعاد جميع الفروع التي تنتهي بالنقطة التي تم تحديد قيمتها من بقية الجدول إن وجدت، حتى لا يتم تقييمها مرة أخرى.
- ✓ عندما تصبح جميع الفروع (الطرق) بالجدول إما قد تم وضعها في دائرة أو مستطيل أو قد تم استبعادها، نكون قد توصلنا إلي أقصر مسافة يمكن قطعها من نقطة المصدر إلي أي نقطة بالجدول، ويمثلها في هذه الحالة القيمة المعطاة لكل نقطة بصف التقييم أعلي الجدول، ومن ثم فإن القيمة التي تظهر أعلي نقطة الوصول تشير إلي طول أقصر طريق يربط بين نقطة المصدر ونقطة الوصول.

- ✓ بعد ذلك يمكن تحديد المسار الأمثل الذي يمثل أقصر طريق يربط بين نقطة المصدر ونقطة الوصول بالاعتماد علي الفروع المحاطة بدوائر أو مستطيلات التي تم التوصل إليها بالجدول النهائي. بحيث يتم البدء من نقطة الوصول والعودة إلي نقطة المصدر اعتمادا على تلك الفروع.

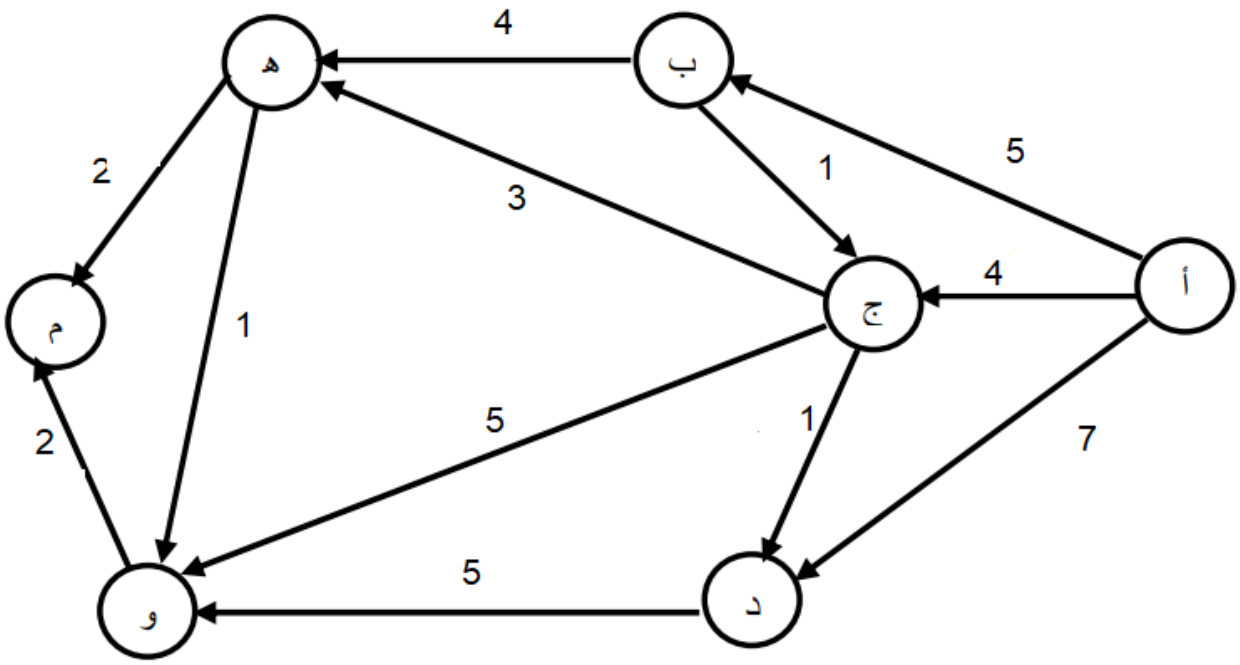
ولتوضيح كيفية تطبيق نموذج أقصر طريق نسوق المثال التالي:

تقوم إحدى المنشآت الصناعية باستيراد المادة الخام اللازمة لتصنيع المنتج الذي تقوم بإنتاجه، وتخطط إدارة المنشأة لنقل المواد الخام من الميناء الواقع بالمدينة (أ) إلي مصنعها الكائن بالمدينة الصناعية (م) وذلك من خلال البحث عن طريق لسيارات النقل بحيث يكون زمن النقل بين المدينة وال(أ) مدينة (م)أقل ما يمكن؛ الأمر الذي يؤدي إلي سرعة وصول المواد لخطوط الإنتاج، علاوة علي تخفيض تكلفة النقل. وقد أمكن لإدارة المنشأة تجميع البيانات الخاصة بالزمن (بالساعات) بين نقطة المصدر (المدينة أ) ونقطة الوصول (المدينة م) والنقط الوسيطة (المدن) الوسيطة علي الطرق السريعة الموصلة بين الميناء والمصنع، وكانت هذه البيانات كما يلي:

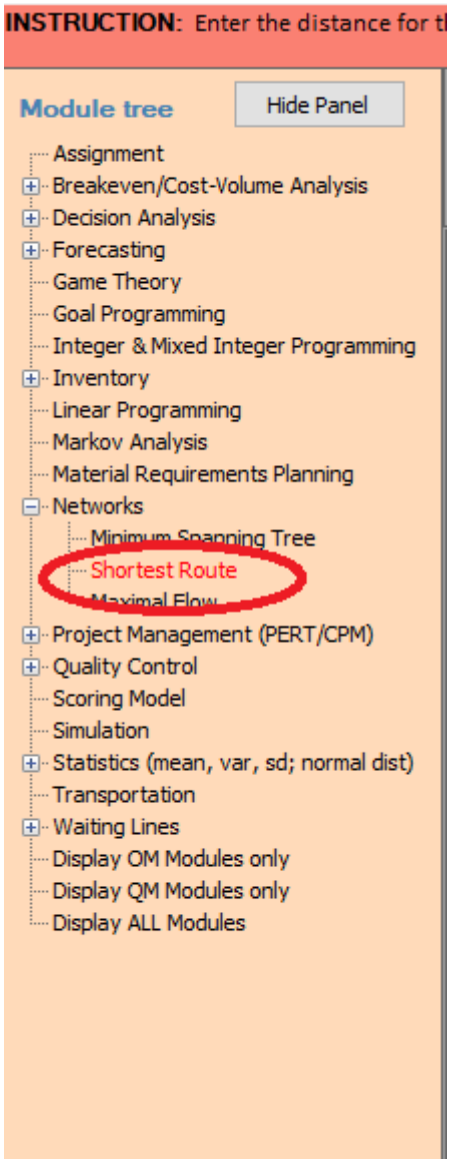
النقطة	الطرق المرتبطة بتلك النقطة		الزمن (بالساعة)
	من	إلي	
أ	أ	ب	5
	أ	ج	4
	أ	د	7
ب	ب	ج	1
	ب	هـ	4
ج	ج	د	1
	ج	هـ	3
	ج	و	5
د	د	و	5
هـ	هـ	و	1

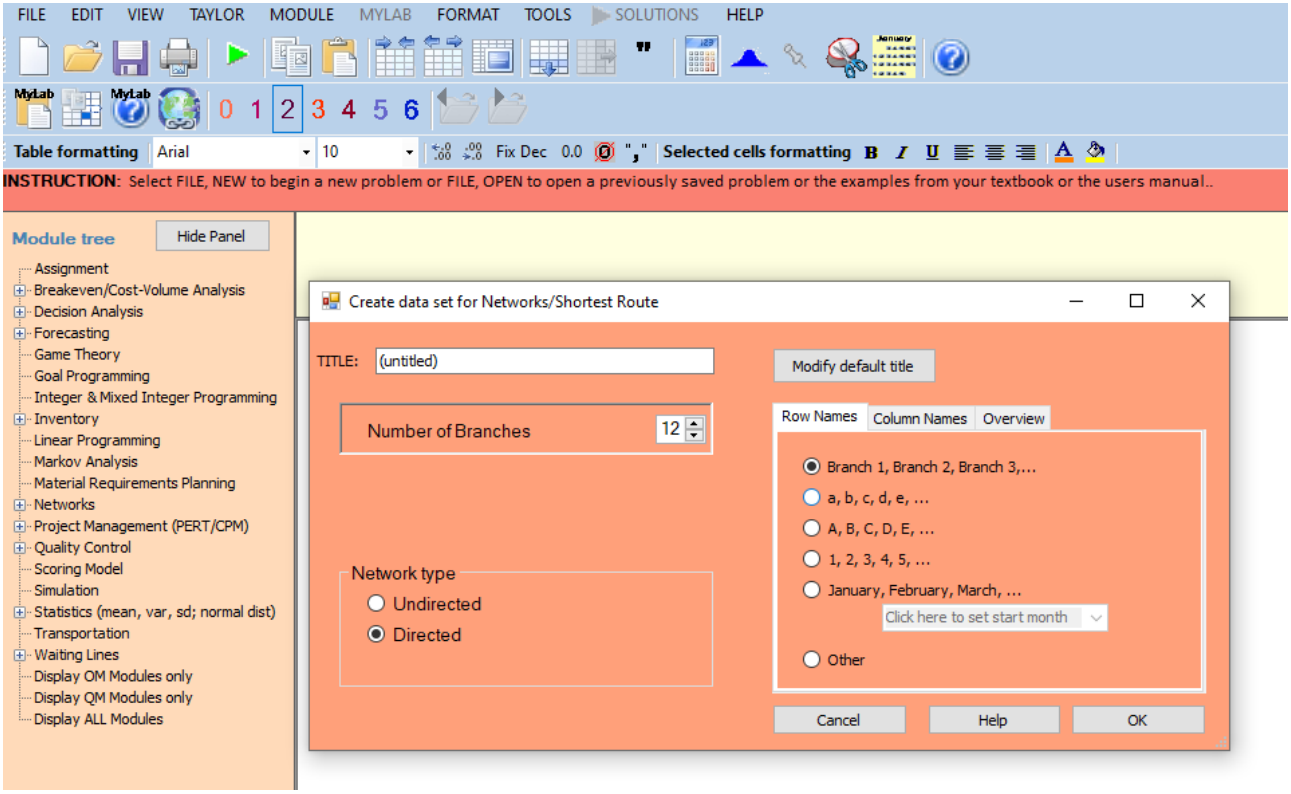
	هـ	م	2
و	و	م	2

شبكة الاعمال:



وضع معطيات في برنامج QM:





	Start node	End node	Distance
Branch 1	1	2	5
Branch 2	1	3	4
Branch 3	1	4	7
Branch 4	2	3	1
Branch 5	2	5	4
Branch 6	3	4	1
Branch 7	3	5	3
Branch 8	3	6	5
Branch 9	4	6	5
Branch 10	5	6	1
Branch 11	5	7	2
Branch 12	6	7	2

QM for Windows - [Data] Results

(untitled) Solution

Total distance = 9	Start node	End node	Distance	Cumulative Distance
Branch 2	1	3	4	4
Branch 7	3	5	3	7
Branch 11	5	7	2	9

نموذج البرمجة بالاهداف

مقدمة:

البرمجة الخطية (Linear Programming - LP) هي فرع من بحوث العمليات يهدف إلى إيجاد الحل الأمثل لمشكلة تتضمن قيودًا ومتغيرات، وذلك باستخدام معادلات رياضية خطية . وتستخدم البرمجة الخطية عندما يكون الهدف هو تعظيم الأرباح أو تقليل التكاليف، مع الالتزام بقيود معينة، مثل توفر المواد الخام، الميزانيات، أو القدرات الإنتاجية.

أمثلة على تطبيقات البرمجة الخطية

- ✓ في الصناعة :تحديد الكميات المثلى من المنتجات لتصنيعها لتحقيق أعلى ربح ممكن ضمن قيود الموارد.
- ✓ في إدارة المشروعات :تخصيص الموارد والميزانيات الزمنية بشكل فعّال.
  في التخطيط المالي :توزيع الاستثمارات بين المشاريع المختلفة لتحقيق أعلى عائد بأقل مخاطرة.
- ✓ في الخدمات اللوجستية :تحديد أفضل طرق النقل لتقليل التكاليف وتحسين الكفاءة.

مكونات نموذج البرمجة الخطية

يتكون أي نموذج برمجة خطية من ثلاثة عناصر رئيسية:

1. **دالة الهدف :(Objective Function)** تمثل الغرض الأساسي من المشكلة، وقد تكون:
   - تعظيم الربح في شركة إنتاجية.
   - تقليل التكلفة في شركة نقل أو لوجستيات.

عادةً ما تكون دالة الهدف على الشكل التالي:

$$Z=c_1x_1+c_2x_2+\dots+c_nx_n$$

حيث:

Z هي قيمة الهدف المطلوب تعظيمه أو تقليله.

$x_1, x_2, \ldots, x_n$ هي المتغيرات التي نريد إيجاد قيمها المثلى.

$c_1, c_2, \ldots, c_n$ هي المعاملات التي تعبر عن العوائد أو التكاليف لكل متغير.

2. القيود(Constraints)

تحدد الموارد المحدودة أو القيود التي يجب أن تخضع لها المشكلة. مثال:

الطاقة الإنتاجية: $a_1x_1+a_2x_2 \leq B$

ميزانية محددة : $b_1x_1+b_2x_2 \leq C$

3. شرط عدم السلبية(Non-Negativity Constraints)

لأن المتغيرات غالبًا ما تمثل كميات مثل الإنتاج أو الموارد، يجب أن تكون غير سالبة:

$$x_1, x_2, \ldots, x_n \geq 0$$

طرق حل البرمجة الخطية:

هناك عدة طرق لحل مشاكل البرمجة الخطية، أشهرها:

- ✓ **الطريقة البيانية(Graphical Method)**
  - تستخدم عندما يكون هناك متغيران فقط xوy .
  - يتم تمثيل القيود كخطوط على مستوى إحداثي وتحديد المنطقة الممكنة للحل.
  - يتم تحديد النقطة المثلى عند أحد رؤوس المنطقة الممكنة.
  - مناسبة للمشكلات الصغيرة لكنها غير عملية للمتغيرات الكثيرة.
- ✓ **طريقة السمبلكس(Simplex Method)**
  - أداة حسابية قوية لحل المشاكل ذات المتغيرات المتعددة.
  - تعتمد على التكرار للوصول إلى الحل الأمثل.
  - تستخدم بشكل واسع في البرمجة الحاسوبية.
- ✓ **الطرق الحاسوبية الحديثة**

- تشمل الخوارزميات العددية مثل البرمجة الخطية المختلطة (Mixed-Integer Linear Programming - MILP).
- يمكن حل المشكلات المعقدة باستخدام الذكاء الاصطناعي والتحسين الوراثي.

مثال عملي على البرمجة الخطية:

مصنع لإنتاج منتجين A وB يريد مصنع تحقيق أعلى ربح ممكن من إنتاج منتجين، مع قيود في المواد الخام والطاقة الإنتاجية.

معطيات المسألة:

دالة الهدف (تعظيم الأرباح): $Z=40x_1+30x_2$

حيث:

x_1 عدد وحدات المنتج A

x_2 عدد وحدات المنتجB

40 و 30 هي الأرباح لكل وحدة.

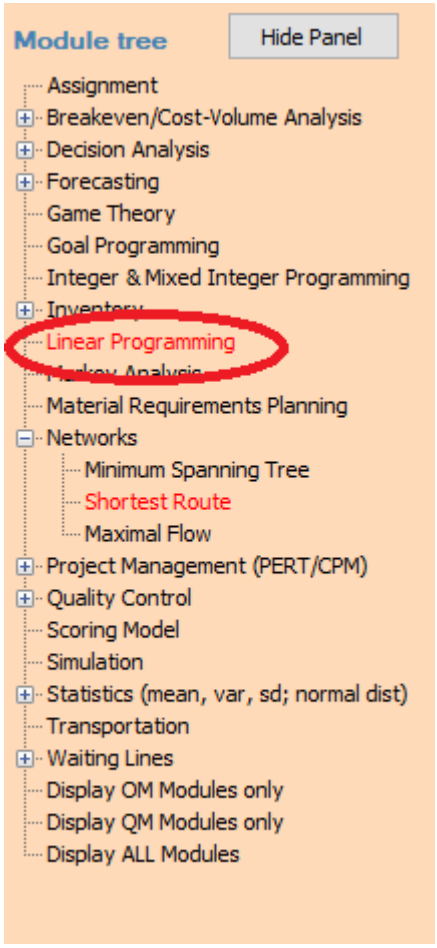
القيود:

المواد الخام: $4x_1+3x_2\leq240$

الطاقة الإنتاجية: $2x_1+x_2\leq100$

عدم السلبية $x_1,x_2\geq0$

الحل باستخدام برنامج QM:



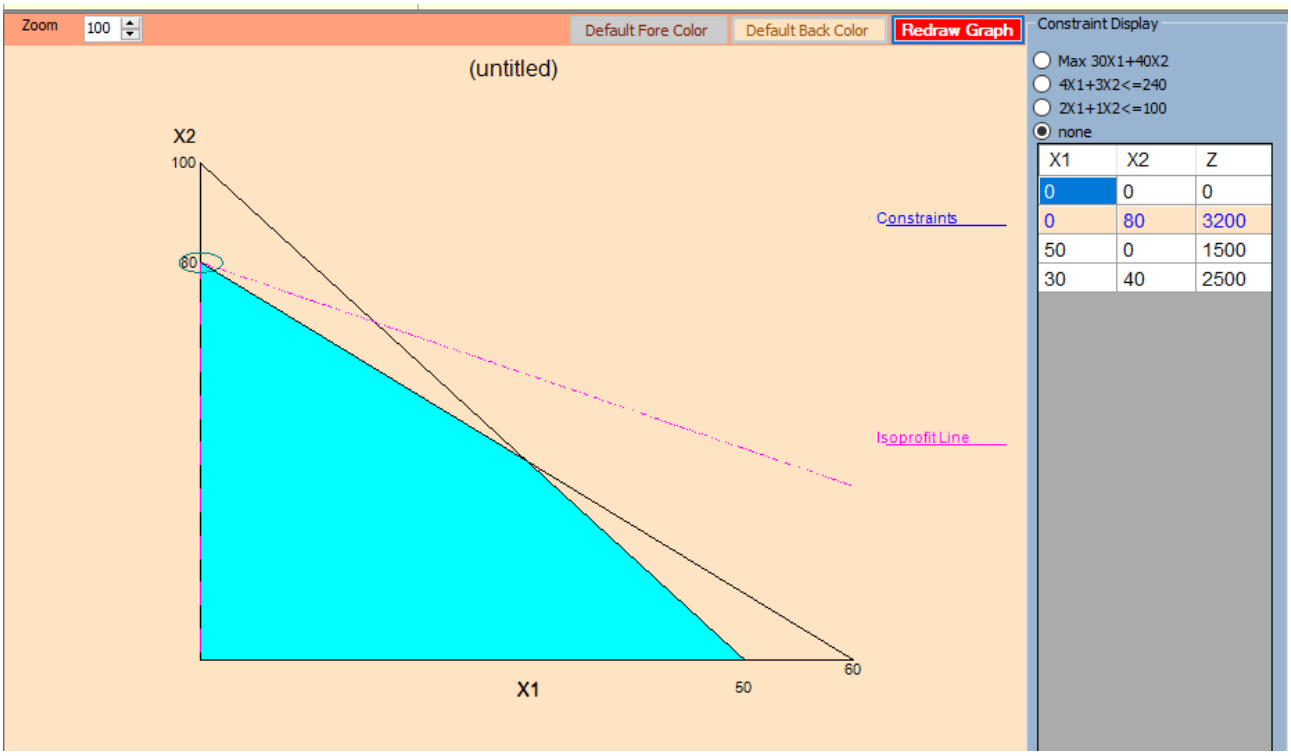
(untitled)

	X1	X2		RHS	Equation form
Maximize	30	40			Max 30X1 + 40X2
Constraint 1	4	3	<=	240	4X1 + 3X2 <= 240
Constraint 2	2	1	<=	100	2X1 + X2 <= 100

Linear Programming Results

(untitled) Solution

	X1	X2		RHS	Dual
Maximize	30	40			
Constraint 1	4	3	<=	240	13,33
Constraint 2	2	1	<=	100	0
Solution->	0	80		3200	


Zoom
100
Default Fore Color
Default Back Color
Redraw Graph
(untitled)
X2
100
80
X1
50
60
Constraints
Isoprofit Line
Constraint Display
Max 30X1+40X2
4X1+3X2<=240
2X1+1X2<=100
none
X1 X2 Z
0 0 0
0 80 3200
50 0 1500
30 40 2500