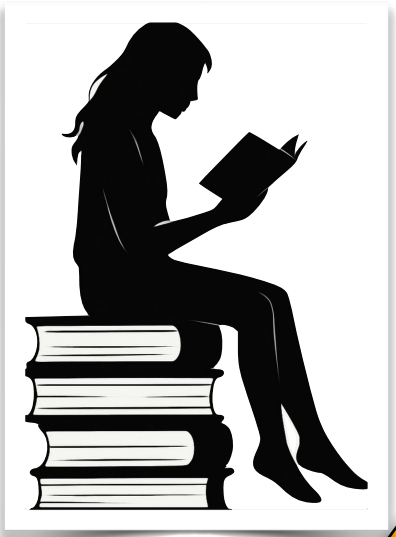
جامعة شط العرب
كلية الادارة والاقتصاد
قسم إدارة وتسويق النفط والغاز



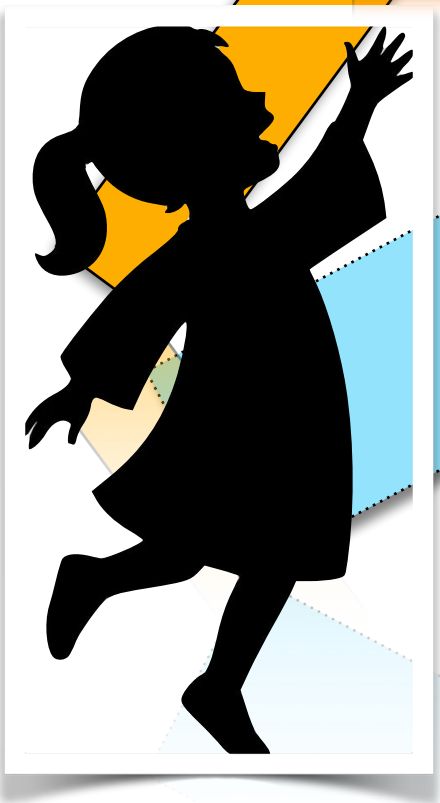
Operations Research

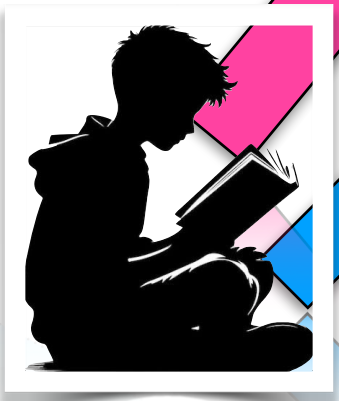
بحوث العمليات

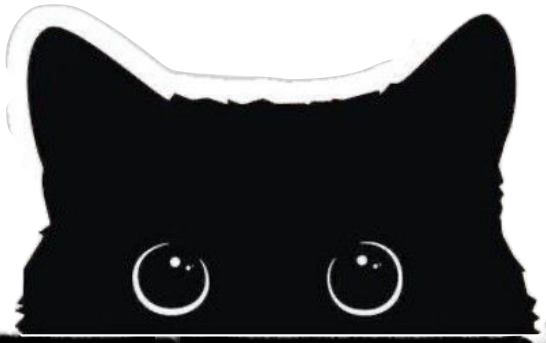
اعداد : م.م علياء ماجد

2025-2026

المرحلة الثانية







الفصل الاول

مفهوم ونشأة وتطور بحوث العمليات

الفصل الاول / مفهوم ونشأة وتطور بحوث العمليات

اولاً / مفهوم بحوث العمليات

تُعد بحوث العمليات (Operations Research) من المجالات العلمية الحيوية التي تدمج بين الرياضيات، الإحصاء، والعلوم الحاسوبية، بهدف تحليل المشكلات المعقدة واتخاذ القرارات الفعّالة. ظهرت هذه العلوم في منتصف القرن العشرين، حيث تم تطويرها في الأساس لتحسين العمليات العسكرية خلال الحرب العالمية الثانية، لكنها سرعان ما توسعت لتشمل مختلف القطاعات مثل الصناعة، النقل، الرعاية الصحية، والمال.

تسعى بحوث العمليات إلى تحسين الأداء والكفاءة من خلال نمذجة المشكلات الواقعية. تتضمن هذه النمذجات تقنيات رياضية مثل البرمجة الخطية، البرمجة غير الخطية، تحليل الشبكات، ونظرية الألعاب. تعتمد هذه الأساليب على تحليل البيانات واستخدام الخوارزميات للعثور على الحلول المثلى التي تحقق الأهداف المنشودة بأقل تكلفة أو أعلى فائدة.

تتعدد تطبيقات بحوث العمليات، فهي تُستخدم في تخطيط الإنتاج، جدولة الموظفين، إدارة سلسلة الإمداد، وتحسين توزيع الموارد. كما تلعب دورًا رئيسيًا في اتخاذ القرارات الاستراتيجية والتكتيكية في الشركات، مما يساعد على تعزيز القدرة التنافسية وتقديم خدمات أفضل.

إن التعقيدات المتزايدة في العالم المعاصر، مثل تغيرات السوق، الضغوط البيئية، وتطور التكنولوجيا، تجعل من بحوث العمليات أداة أساسية لمواجهة هذه التحديات. من خلال دمج المعرفة النظرية مع التطبيقات العملية، توفر بحوث العمليات حلولاً مبتكرة وفعّالة تسهم في تحقيق التنمية المستدامة وتحسين جودة الحياة.

في هذا البحث، سنستعرض الأسس النظرية لبحوث العمليات، والتقنيات المستخدمة فيها، بالإضافة إلى دراسة حالات تطبيقية توضح دورها الحيوي في مختلف المجالات. كما سنناقش التحديات المستقبلية التي تواجه هذا المجال وكيفية الاستفادة من التطورات التكنولوجية لتعزيز فعاليته.

تتعدد التعريفات والمفاهيم المتعلقة ببحوث العمليات، حيث يسعى كل عالم أو باحث إلى تقديم رؤيته الخاصة وفقًا لتجربته وأبحاثه. إليك بعض المفاهيم التي طرحها علماء بارزون في هذا المجال:

1. جورج د. كينغ :
- عرّف بحوث العمليات بأنها "استخدام الأساليب الرياضية لحل المشكلات المعقدة المتعلقة بالقرار في المنظمات". يركز على أهمية النمذجة الرياضية كأداة لتحسين القرارات.

2. هارولد ل. راسل :
- اعتبر بحوث العمليات "علم اتخاذ القرار تحت عدم اليقين". يشدد على دور الإحصائيات والنماذج الاحتمالية في معالجة الغموض الذي يحيط بعملية اتخاذ القرارات.

3. جيمي ج. فريمان :
- وصف بحوث العمليات بأنها "الوسيلة التي تساعد المنظمات على تحقيق الأقصى من الفائدة بأقل تكلفة". يبرز أهمية تحسين الموارد واستخدامها بكفاءة.

4. رونالد أ. بربير :
- اعتبر أن "بحوث العمليات تتعلق بفهم النظام ككل، وليس فقط الأجزاء الفردية". يشدد على أهمية النظر إلى التفاعلات بين مختلف مكونات النظام.

5. ديفيد غ. كليمان :
- عرّف بحوث العمليات بأنها "فن وعلم حل المشكلات المعقدة". يركز على الإبداع والابتكار كعناصر حيوية في تطوير الحلول.

6. جون ه. بولسون:
- اعتبر بحوث العمليات "مجموعة من الأساليب التحليلية التي تساعد في اتخاذ القرارات المدروسة". يشدد على أهمية التحليل الكمي في دعم قرارات الأعمال.

7. ف. ج. هاريس :
- عرّف هذا المجال بأنه "تطبيق الأساليب العلمية في اتخاذ القرارات الإدارية". يركز على أهمية الأسس العلمية في تطوير استراتيجيات فعّالة.

كلٌ من هذه التعريفات يسلط الضوء على جوانب مختلفة من بحوث العمليات، مما يعكس تنوع التطبيقات والأساليب المستخدمة في هذا المجال الحيوي.

ثانياً / نشأت وتطور بحوث العمليات

تعود جذور بحوث العمليات إلى فترة الحرب العالمية الثانية، حيث ظهرت كاستجابة لاحتياجات عسكرية معقدة. إليك مراحل تطور هذا المجال:

1. البدايات العسكرية (1940s):
- خلال الحرب العالمية الثانية، واجهت القوات المسلحة تحديات كبيرة في تنظيم العمليات اللوجستية، مثل توزيع الإمدادات وتخطيط الهجمات. تم تشكيل فرق من العلماء والمهندسين لتحليل البيانات وتقديم حلول مستندة إلى أساليب رياضية.

2. التوسع ما بعد الحرب (1950s):
- بعد الحرب، انتقلت تقنيات بحوث العمليات إلى القطاع المدني. تم استخدام الأساليب الرياضية لتحسين الإنتاجية في المصانع، وتخطيط النقل، وإدارة الموارد.

3. تطوير النماذج والأساليب (1960s-1970s):
- شهدت هذه الفترة تطوير نماذج جديدة، مثل البرمجة الخطية، والبرمجة غير الخطية، ونظرية الألعاب. كما تم إدخال تقنيات الحوسبة، مما ساهم في معالجة مشكلات أكبر وأكثر تعقيدًا.

4. تطبيقات متنوعة (1980s-1990s):
- توسعت تطبيقات بحوث العمليات لتشمل مجالات مثل الرعاية الصحية، الخدمات المالية، والبيئة. استخدمت الشركات الكبرى بحوث العمليات لتحسين استراتيجياتها وتحقيق ميزة تنافسية.

5. العصر الرقمي (2000s-الحاضر):
- مع ظهور التكنولوجيا الرقمية والبيانات الكبيرة، أصبحت بحوث العمليات أكثر تعقيدًا وفاعلية. يتم تحليل كميات ضخمة من البيانات باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي.

6. التوجه المستقبلي:

- تواصل بحوث العمليات التطور مع التركيز على الاستدامة، وتحسين العمليات في ظل التحديات العالمية مثل تغير المناخ والموارد المحدودة.

تُظهر هذه المراحل كيف تطورت بحوث العمليات من مجال عسكري إلى أداة حيوية في مختلف الصناعات، مما يعكس أهميتها في عالم اليوم المعقد والمتغير.

ملخص :-

المفهوم //

بحوث العمليات هي علم يستخدم الأساليب الرياضية والإحصائية لتحليل المشكلات المعقدة واتخاذ قرارات فعّالة في مختلف المجالات. تهدف إلى تحسين الأداء والكفاءة من خلال نمذجة المشكلات الحقيقية وتطبيق تقنيات مثل البرمجة الخطية ونظرية الألعاب.

النشأة والتطور //

نشأت بحوث العمليات خلال الحرب العالمية الثانية كاستجابة للتحديات العسكرية في تنظيم اللوجستيات. بعد الحرب، توسعت التطبيقات لتشمل القطاع المدني، حيث تم استخدامها لتحسين الإنتاجية وإدارة الموارد في مختلف الصناعات. شهدت بحوث العمليات تطورًا مستمرًا مع إدخال تقنيات الحوسبة، مما ساهم في معالجة مشكلات أكثر تعقيدًا. اليوم، تُعتبر أداة حيوية في اتخاذ القرارات الاستراتيجية في ظل التحديات العالمية.

الحرف "s" في كلمة "1960s" أو "1970s" يشير إلى جمع السنوات. يعني أن الفترة تشمل جميع السنوات من بداية العقد حتى نهايته، مثل:

- 1960s: تعني من عام 1960 إلى عام 1969.
- 1970s: تعني من عام 1970 إلى عام 1979.

هذا الاستخدام شائع للإشارة إلى فترات زمنية معينة أو عقود بأكملها.

الفصل الثاني

البرمجة الخطية

الفصل الثاني/ البرمجة الخطية

اولا/ ما هي البرمجة الخطية؟

البرمجة الخطية هي فرع من فروع الرياضيات التطبيقية تُستخدم في حل مشاكل التحسين حيث **يكون الهدف** هو **تحقيق أقصى أو أدنى قيمة لدالة معينة**، بينما يتم تلبية مجموعة من القيود المحددة. تُستخدم البرمجة الخطية في مجالات متعددة مثل الاقتصاد، الهندسة، إدارة الأعمال، والعمليات.

ثانياً / العناصر الأساسية للبرمجة الخطية

1. دالة الهدف : هي الدالة التي نريد تحسينها (زيادة أو تقليل). تُعبر عادةً عن العلاقة بين المتغيرات.
2. القيود: هي الشروط التي يجب أن تلبيها المتغيرات. تُعبر عن حدود أو قيود معينة في المشكلة.
3. المتغيرات: هي العناصر التي يمكن التحكم بها في النموذج. تُستخدم لتحديد الحلول الممكنة.

ثالثاً / بناء (صياغة) نموذج البرمجة الخطية

1- تحديد دالة الهدف

دالة الهدف في البرمجة الخطية هي التعبير الرياضي الذي نرغب في تحسينه، سواءً كان ذلك بزيادة قيمته (التعظيم) أو تقليل قيمته (التقليل). تُعبر دالة الهدف عن العلاقة بين المتغيرات المستخدمة في نموذج البرمجة الخطية.

- ○ - خطوات تحديد دالة الهدف:
  - ✵ يجب أن يكون لديك **هدف واضح**. على سبيل المثال، قد يكون الهدف هو تحقيق أقصى ربح أو تقليل تكلفة.
  - ✵ صيغتها الرياضية: يجب **صياغة الهدف** على شكل معادلة. عادةً ما تكون دالة الهدف خطية، مثل:

التعظيم او الربح : $Max\ Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$

التقليل او التكلفة : $Min\ Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$

إذ أن /

$(c_1, c_2, \dots, c_n)$ هي معاملات تمثل العائد أو التكلفة لكل متغير، و$(x_1, x_2, \dots, x_n)$ هي المتغيرات.

2 - تحديد المتغيرات :

يجب تحديد المتغيرات التي ستستخدمها في دالة الهدف. هذه المتغيرات تمثل الكميات التي يمكن التحكم بها.

مثال توضيحي:

إذا كان لديك مصنع ينتج منتجين (A و B)، وتريد تعظيم الربح، يمكنك تحديد دالة الهدف كالتالي:

دالة الهدف: $Max\ Z = 3A + 4B$

حيث (Z) هو الربح الكلي، و(3) و(4) هي الأرباح لكل وحدة من المنتج A و B على التوالي.

3- تحديد القيود في البرمجة الخطية

القيود/ هي الشروط أو الحدود التي يجب أن تلبيها المتغيرات في نموذج البرمجة الخطية. تُستخدم القيود لوصف الموارد المحدودة أو الشروط الأخرى التي تؤثر على إمكانية تحقيق الهدف المحدد.

- خطوات تحديد القيود:

1. تحديد الموارد المحدودة : يجب أن تعرف الموارد أو العوامل التي تؤثر على العملية، مثل الوقت، المواد الخام، العمالة، أو رأس المال.

2. صياغة القيود رياضيًا : يتم صياغة القيود على شكل معادلات أو inequalities (غير متساويات). يجب أن تعكس هذه القيود ما يمكن أن يتحمله النظام.

3. تحديد المتغيرات : يجب استخدام المتغيرات التي تم تحديدها في دالة الهدف. القيود يجب أن تحتوي على هذه المتغيرات.

- أنواع القيود:

دالة الهدف (Z)
Max / ≤ ربح
Min / ≥ كلفة

1. قيود الموارد : تعبر عن الكميات المتاحة من الموارد. مثلاً:
- إذا كان لديك 100 وحدة من مادة خام، يمكن صياغة القيد كالتالي:

$$2A + 3B \leq 100$$

2. قيود الإنتاج : تعبر عن الحد الأقصى أو الحد الأدنى للإنتاج. مثلاً:
- يجب إنتاج 10 وحدات على الأقل من المنتج A:

$$A \geq 10$$

3. قيود غير السلبية : تُستخدم لضمان أن القيم لا تكون سالبة. مثلاً:

$$A \geq 0$$
$$B \geq 0$$

تحديد القيود بشكل دقيق يُعتبر جزءًا أساسيًا من نموذج البرمجة الخطية، حيث يحدد ما هو ممكن وما هو غير ممكن في سياق المشكلة.

مثال 1/

إحدى الشركات الصناعية تقوم بإنتاج ثلاثة أنواع من المنتجات 1، 2، 3 وترغب في تحديد عدد الوحدات التي يجب إنتاجها يوميًا من كل منتج بحيث تحصل على **اكبر ربح** ممكن يتطلب إنتاج الوحدة الواحدة من كل منتج المرور على ثلاثة عمليات إنتاجية I, II, III والجدول الاتي يبين الزمن (بالدقائق) المطلوب للوحدة الواحدة لكل منتج من العمليات المختلفة وكذلك الربح المتحقق من الوحدة الواحدة والزمن الكلي المتاح للعمليات الثلاثة.

والمطلوب صياغة نموذج البرمجة الخطية الذي يحقق أعلى ربح ممكن.

العملية	الزمن المطلوب لكل وحدة منتجة من المنتجات الثلاثة في كل عملية إنتاجية			الزمن المتاح للتشغيل (دقيقة يوميا)
	منتج 1	منتج 2	منتج 3	
I	2	2	3	420
II	5	0	4	440
III	3	6	0	465
ربح الوحدة الواحدة	5	4	7	

الحل /

من المعلومات في الجدول أعلاه يمكن صياغة النموذج الرياضي المطلوب على الشكل الآتي:

أولاً : المتغيرات القرارية: يتطلب الأمر إنتاج عدد من المنتجات من الأنواع الثلاثة خلال الوقت المتاح للعمليات الأولى والثانية والثالثة من اجل ان نحصل على أقصى ربح.

نفرض أن عدد الوحدات التي سيتم إنتاجها من منتج I هي X_1 .
نفترض الوحدات التي سيتم إنتاجها من منتج II هي X_2 .
نفرض ان عدد الوحدات التي سيتم إنتاجها من منتج III هي X_3 .

أن عدد الوحدات من الممكن أن تكون سالبة وهذا **لا يجوز** منطقياً حيث أن عدد الوحدات التي سيتم إنتاجها أما أن تنتج بأي كمية وبالتالي تكون ذات قيمة **موجبة** أو أن لا تنتج نهائياً فتكون قيمتها **صفر**

لذلك شرط عدم السلبية وهو:

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0$$

ثانياً : القيود

القيد الأول (قيد العملية الأولى) أن أقصى زمن متاح للعملية الأولى 420 دقيقة يومياً (ليس بالضرورة استغلال كامل الزمن المتاح)

وحيث أن الوحدة الواحدة من المنتج الأول يحتاج تصنيعها في العملية الأولى 2 دقيقة بينما الوحدة الواحدة من المنتج الثاني يحتاج 2 دقيقة، والوحدة الواحدة من المنتج الثالث يحتاج إلى 3 دقائق، وبالتالي يمكن صياغة القيد الأول كما يلي:

$$2x_1 + 2x_2 + 3x_3 \leq 420$$

القيد الثاني (قيد العملية الثانية) أن أقصى زمن متاح للعملية الثانية 440 دقيقة يومياً، وان الوحدة الواحدة من المنتج الأول يحتاج تصنيعها في العملية الثانية 5 دقائق، في حين أن الوحدة الواحدة من المنتج الثاني لا يتطلب العملية الثانية، أما الوحدة الواحدة من المنتج الثالث فتحتاج 4 دقائق، لذلك فإن القيد الثاني سيكون كما يلي:

$$5x_1 + 4x_3 \leq 440$$

القيد الثالث (قيد العملية الثالثة) أن أقصى زمن متاح للعملية الثالثة 465 دقيقة يومياً، وان الوحدة الواحدة من المنتج الأول يحتاج تصنيعها في العملية الثالثة 3 دقائق، والوحدة الواحدة من المنتج الثاني تحتاج الى 6 دقائق، في حين ان الوحدة الواحدة من المنتج الثالث لا يتطلب العملية الإنتاجية الثالثة. لذلك فان القيد الثاني سيكون كما يلي:

$$3x_1 + 6x_2 \leq 465$$

ثالثاً : دالة الهدف

هدف صاحب القرار في هذه المشكلة هو تحقيق أكبر ربح ممكن Maximum Profit وتأخذ دالة الهدف الشكل الآتي:

$$MaxZ = 5x_1 + 4x_2 + 7x_3$$

يتضح ان النموذج الرياضي للمشكلة يحقق جميع شروط نموذج البرمجة الخطية ويأخذ الشكل الآتي:

$$MaxZ = 5x_1 + 4x_2 + 7x_3$$
$$2x_1 + 2x_2 + 3x_3 \leq 420$$
$$5x_1 + 3x_3 \leq 440$$
$$3x_1 + 6x_2 \leq 465$$
$$x_1, x_2, x_3 \geq 0$$

مثال 2 /

تنتج احدى الشركات نوعين من السلع، نوع A ونوع B تصنع كل سلعة على ثلاث مراحل كل مرحلة في احد الاقسام الثلاثة الموجودة في الشركة، فاذا كان تصنيع السلعة A يحتاج إلى ساعتين عمل في القسم الأول وساعة عمل في القسم الثاني واربع ساعات عمل في القسم الثالث ويحتاج تصنيع السلعة B . إلى ساعتين عمل في كل قسم كما أن عدد ساعات العمل المتاحة في القسم الأول هي (160) ساعة عمل أسبوعيا وفي القسم الثاني (120) ساعة عمل اسبوعيا وفي القسم الثالث (280) ساعة عمل أسبوعيا واذا كان ربح الوحدة الواحدة من السلعة Aهو (2) دينار ومن السلعة B هو (3) دينار.

المطلوب

نموذج برمجة خطية لتحديد حجم الانتاج الامثل من السلعتين اذا كان هدف الشركة هو الحصول على أكبر ربح ممكن

الحل / التسهيل فهم المشكلة نضعها على شكل جدول .

السلعة	الزمن المطلوب لكل وحدة منتجة في العملية الإنتاجية			ربح الوحدة (الدينار)
	القسم الاول	القسم الثاني	القسم الثالث	
A	2	1	4	2
B	2	2	2	3
ساعات العمل المتاحة	160	120	280	

- تكوين النموذج :

تحديد المتغيرات المجهولة والتعبير عنها برموز جبرية، ولذلك:

تفرض عدد الوحدات المنتجة من السلعة A هو X_1 .

تفرض عند الوحدات المنتجة من السلعة B هو X_2 .

- شرط عدم السلبية

$$x_1, x_2 \geq 0$$

- تحديد القيود

القيد الاول

$$2x_1 + 2x_2 \leq 160$$

القيد الثاني

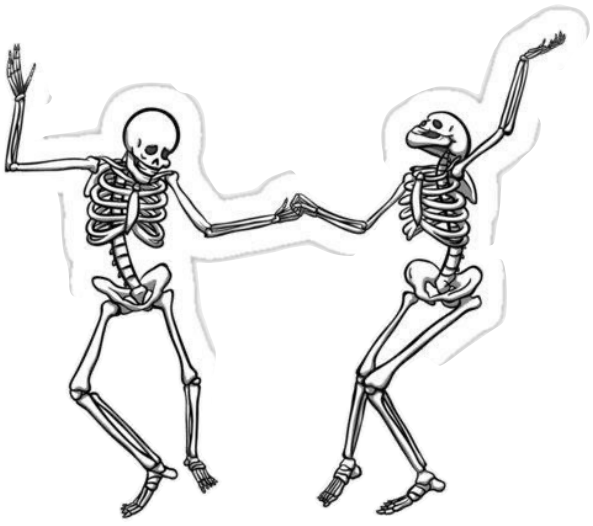
$$x_1 + 2x_2 \leq 120$$

القيد الثالث

$$4x_1 + 2x_2 \leq 280$$

- دالة الهدف

$$MaxZ = 2x_1 + 3x_2$$



نشاط 1

ترغب شركة بوضع برنامج خاص لانتاج العلف الحيواني وقد تقرر إنتاج نوعين من أنواع العلف وكل نوع يتكون من مزيج من المواد الغذائية التي تطحن في مطاحن خاصة لتصبح جاهزة للاستعمال كلفة كل نوع من أنواع العلف تختلف عن النوع الآخر كما في الجدول أدناه

نوع العلف	نوع المادة في تركيبة العلف				تكلفة الوحدة (الدينار)
	النوع الاول	النوع الثاني	النوع الثالث	النوع الرابع	
A	2	1	5	0.6	41
B	3	1	3	0.25	35
الاحتياجات الاسبوعية (كليوغرام)	1250	250	900	200	

نشاط 2

تقوم مطبعة بطباعة نوعين من الكتب هما : كتب البرامج الخطية ، وكتب البرامج غير الخطية. تكلفة الورق لكتاب البرمجة الخطية 3 الف دينار وكتاب البرمجة غير الخطية 4 الف دينار . يستهلك كتاب البرمجة الخطية كميه من الحبر 8 الالف دينار ، ويستهلك كتاب البرمجة غير الخطية 10 الالف دينار من الحبر. تربح المطبعة من الكتاب الأول 20 الف دينار ومن الكتاب الثاني 25 الف دينار ، وتملك المطبعة كمية من الورق 200 دينار وكمية من الحبر 400 الف دينار

تهدف المطبعة بتحديد أكبر ربح ممكن عن طريق تحديد عدد الكتب الامثل من كل نوع (ضع صياغة مناسبة بطريقة البرمجة الخطية)

نشاط 3

ينتج أحد مصانع البلاستيك صنفين من الأدوات البلاستيكية يتطلب إنتاج وحدة من الصنف الأول 3 ساعات عمل و 4 كجم من المواد الخام ويتطلب إنتاج وحدة من الصنف الثاني 5 ساعات عمل و 2 كجم من المواد الخام فإذا علمنا أن الأرباح العائدة من الصنف الأول هي 10 الالف دينار لكل وحدة إنتاج وللصنف الثاني 8 الالف دينار لكل وحدة إنتاج وأن إمكانيات المصنع الأسبوعية هي 109 ساعات و 80 كجم من المواد الخام ، أوجد الصياغة لهذه المسألة على شكل نموذج البرمجة الخطية

المتباينات
تحتوي على علامة
≤ , ≥
المعادلات
تكون فيها علامة =
شرط السلبية
(اكبر او تساوي)
$x_1, x_2 \ldots\ldots \geq 0$
دالة الهدف (Z)
ربح ≤ / Max
كلفة ≥ / Min
Min ≥ الكلفة
(اكبر او تساوي)
تكون نفس علامة شرط السلبية
Mix ≤ الربح
(اصغر او تساوي)
تكون عكس علامة شرط
السلبية
Min ≥ الكلفة
نفس حل Mix (الربح) فقط
تغيير العلامة
(الاصغر او يساوي ≤)
الموجوده في قيود الربح
بحيث تكون مشابهه لعلامة شرط
السلبية : $x_1, x_2 \ldots\ldots \geq 0$

رابعاً / طريقة الرسم البياني لحل نماذج البرمجة الخطية

تعتبر طريقة الرسم البياني وسيلة أولية لحل مشاكل البرمجة الخطية. وتستخدم هذه الطريقة إذا كان النموذج يحتوي على متغيرين فقط، إذ يتعذر رسم النموذج في حالة احتواءه على اكثر من متغيرين. تقوم هذه الطريقة على فكرة تمثيل القيود بمعادلة خط مستقيم ومن ثم تحديد منطقة الحلول الممكنة.

ولحل نموذج البرمجة الخطية بهذه الطريقة نتبع الآتي:

1. صياغة البرمجة الخطية (تكوين دالة الهدف ، بناء القيود ، وكتابة شرط عدم السلبية) .
2. تحويل القيود (المتباينات) إلى معادلات وذلك بقلب الاشارات الموجوده من ($\geq$, $\leq$) الى اشارة (=) وترقيم المعادلة الى معادلة (1) ومعادلة (2) .... .
3. نفترض ان (X_1) في المعادلة (1) = 0 ، وبعدها ايجاد قيمة (X_2) ، وعمل العكس في نفس المعادلة اي افتراض (X_2 = 0) وايجاد قيمة (X_1) ، وتكرار العملية في المعادلة (2) من خلال ذلك سوف تتكون لدينا احداثيات مكونة من (X_1, X_2) .
4. من خلال النقطة اعلاه نرسم محورين أحدهما أفقي X_1 والآخر عمودي وليكن X_2 ، يمكن تمثيل النقاط المستخرجة بخط مستقيم والمعرفة نقاط تقاطع الخط المستقيم مع المحور X_2 ، X_1
5. ولأيجاد **الحل الممكن** نحل المعادلات المتقاطعة في الشكل البياني انياً .
6. ولايجاد **الحل الامثل** نعوض كل القيم المستخرجة من النقاط اعلاه بمعادلة دالة الهدف واكبر رقم يمثل الحل الامثل .

مثال 1/

يقوم مصنع بإنتاج سلعتين. يمر إنتاج كل سلعة على مرحلتين هي **الطهي والتعبئة** الجدول الآتي بين متوسط الزمن بالساعة الذي يأخذه إنتاج الوحدة في مراحل الإنتاج وكذلك الربح الذي تحققه الوحدة الواحدة والساعاتالمتاحة لكل مرحلة.

المطلوب تحديد الكميات المثلى للإنتاج لكل من السلعتين بحيث يحقق أكبر ربح ممكن باستخدام الطريقة البيانية.

النوع	مراحل الانتاج		ربح الوحدة
	الطهي	التعبئة	
السلعة الاولى	3	1	40
السلعة الثانية	1	2	50
الساعات المتاحة	15	12	

الحل/

نفرض أن X_1 تمثل عدد الوحدات المنتجة من السلعة الأولى.

وان X_2 تمثل عدد الوحدات المنتجة من السلعة الثانية.

المشكلة هي ايجاد قيم X_1, X_2

وعلية فان نموذج البرمجة الخطية الذي يمثل المشكلة يأخذ الشكل الآتي:

$$MaxZ = 40x_1 + 50x_2$$

$$3X_1 + X_2 \leq 15$$

$$X_1 + 2X_2 \leq 12$$

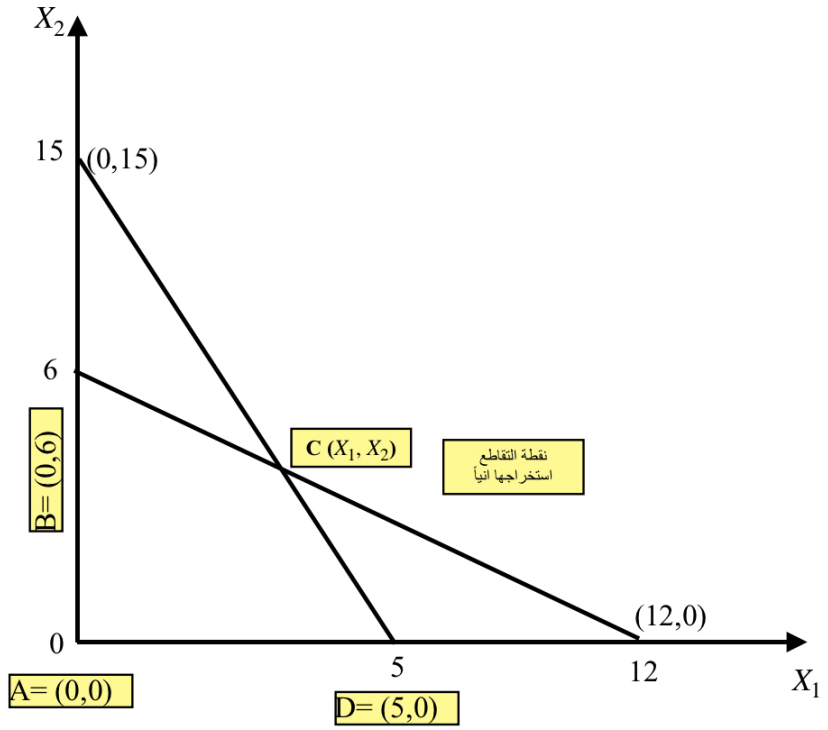
$$x_1, x_2 \geq 0$$

ولتمثيل المشكلة، يتم تحويل القيود إلى معادلات

$$3X_1 + X_2 = 15 \ldots\ldots\ldots (1$$

$$X_1 + 2X_2 = 12 \ldots\ldots (2$$

المعادلات	X_1	X_2
المعادلة الاولى	0	15
	5	0
المعادلة الثانية	0	6
	12	0



طريقة أيجاد الحل الممكن وذلك بحل المعادلة الاولى والثانية انياً ، وستكون قيمة C (3.6, 4.2)

ولإيجاد الحل الامثل يتم ذلك بتعويض كل القيم المستخرجة في دالة الهدف

المنطقة	X_1	X_2	$MaxZ = 40x_1 + 50x_2$
A	0	0	**0**
B	0	6	**300**
C*	3.6	4.2	**354**
D	5	0	**200**

الحل الامثل يتحقق عند (النقطة C) وتحدد قيم المتغيرات بالشكل التالي

Z= 354 , X_1= 3.6 , X_2= 4.2

الفصل الثالث

مشاكل النقل

الفصل الثالث / مشاكل النقل

اولاً / مفهوم مشكلة النقل

تعتبر مشكلة النقل أحد الأساليب الرياضية المهمة التي تساعد في اتخاذ القرار المناسب لنقل كمية من المواد والسلع من مصادر أو مراكز الإنتاج أو من المخازن الى مراكز الطلب او الاستهلاك لسد حاجة هذه المواقع وبأقل كلفة.

وقد تم تطوير نماذج النقل لاول مرة في عام 1941 من قبل .F.L Hitchcock حيث قدم دراسة بعنوان توزيع الإنتاج من عدة مصادر الى عدة مناطق محلية .

اما مشكلة النقل فيمكن تعريفها على أنها عملية نقل مواد متشابهة من الأصول (المركز الإنتاجي او التسويقي) الى النهايات مركز الطلب او مركز الاستهلاك بأقل التكاليف أو زيادة الأرباح أو بأقل زمن ممكن.

في هذا الفصل سنتعرف على كيفية صياغة مشكلة النقل والتي تعد حالة خاصة من مشاكل البرمجة الخطية. كذلك كيفية إيجاد الحل الأساسي الأولي فى تحديد عدد الوحدات المنقولة من أي سلعة من المراكز التسويقية إلى مراكز الطلب ومن ثم إمكانية استخدام أساليب أخرى لاختبار المثلية الحال الحصان على حل افضل بحيث تكون تكاليف النقل الكلية اقل ما يمكن.

ثانياً صياغة مشكلة النقل

يفترض نموذج النقل الآتي

1. وجود عدد من المراكز الإنتاجية مقدارها وعدد من المراكز التسويقية أو مراكز الطلب (الاستهلاك) مقدارها ...
2. كلفة نقل الوحدة الواحدة من البضاعة من المركز التسويقي و إلى مركز الطلب (الاستهلاك) (معلومة ومحددة وهي C_ij.
3. أن الكميات المنقولة من المراكز الإنتاجية إلى المراكز التسويقية محددة وهي X_ij
4. تخفيض التكاليف الكلية إلى أقل ما يمكن.

ثالثاً / طرق حل مشاكل النقل

1. طريقة الركن الشمالي الغربي .
2. طريقة اقل التكاليف
3. طريقة الجزاء (فوجل)

1/ طريقة الركن الشمالي الغربي .

تعتبر هذه الطريقة من اسهل وابسط الطرق واكثرها شيوعا وخاصة عندما لا تكون هناك أهمية لكلفة النقل. ويتم التوزيع في هذه الطريقة من المراكز الإنتاجية إلى مراكز الطلب دون أي منطق علمي . اذ تبدأ عملية إيجاد الحل الأساسي الأولي من الزاوية الشمالية الغربية ولذلك سميت هذه الطريقة بهذا الاسم. يتم الحل بهذه الطريقة بعد التأكد من ان جدول النقل في حالة توازن كالاتي:

1. نبدأ بالخلية العليا اليسرى الزاوية الشمالية الغربية لجدول النقل، ثم تخصص اكبر عدد من الوحدات لتلك الخلية. ويكون هذا العدد المخصص الأقل في صف الكمية المعروضة المتوفرة أو الأقل في عمود متطلبات الطلب.
2. ننقص كمية العرض في الصف وكمية الطلب في العمود بنفس كمية الوحدات التي خصصت للخلية.
3. اذا اصبح العرض في الصف مساوياً الى الصفر، نتحرك الى الأسفل في العمود الى الخلية التالية، اما اذا اصبح الطلب في العمود مساوياً الى الصفر، نتحرك الى اليمين في الصف الى الخلية التالية. اما اذا اصبح كل من العرض في الصف والطلب في العمود مساوين لصفر نتحرك الى الأسفل خلية واحدة ثم الى اليمين خلية أخرى.
4. نخصص للخلية التالية، المحددة في الخطوة الثالثة، أكبر عدد ممكن من الوحدات ثم نعود حتى نصل الى حل أولي مقبول.

مثال //

تنتج شركة ثلاثة أنواع من السلع الكهربائية. وتقوم هذه الشركة بتجهيز ثلاثة مراكز تسويقة الجدول ادناه يبين تكاليف نقل الوحدة الواحدة والكميات المعروضة والمطلوبة المطلوب استخدام طريقة الركن الشمالي الغربي لإيجاد الحل الأولي المقبول.

مراكز تسويقية للسلع	1	2	3	العرض
1	7	3	10	**22**
2	4	6	0	**24**
3	5	8	9	**14**
الطلب	**18**	**22**	**20**	**60**

الحل //

مراكز تسويقية للسلع	1	2	3	العرض
1	7 **18**	3 **4**	10	22
2	4	6 **18**	0 **6**	24
3	5	8	9 **14**	14
الطلب	18	22	20	60

التكاليف الكلية تحسب كالآتي :

TC = (7*18) + (3*4) + (6*18) + (0*6) + (9*14) = 372

2 / طريقة اقل التكاليف .

تعتبر هذه الطريقة افضل من طريقة الركن الشمالي الغربي حيث يتم توزيع الكميات المعروضة على متطلبات الطلب حسب أقل كلفة نقل ممكنة ويتطلب هذا استعراض جدول التكاليف وتحديد اصغر كلفة نقل ممكن وتخصص قيمة لهذا المتغير على ضوء الكمية المعروضة فى الصف والكمية المطلوبة فى العمود (اي الصف والعمود اللذان يحددان موقع هذا المتغير) بعد ذلك تحدد اصغر كلفة ممكنة أخرى وتخصص قيمة لهذا المتغير وهكذا نستمر إلى أن يتم توزيع كافة الوحدات المعروضة.

كما ويجب ملاحظة انه عندما تتساوى اصغر كلفتين في الجدول فان الاختيار بينهما يكون عشوائياً.

مثال 2/ من المثال السابق

المطلوب استخدام طريقة اقل الكلف لايجاد الحل الاولي المقبول .

مراكز تسويقية للسلع	1	2	3	العرض
1	7	3 **22**	10	22
2	4 **4**	6	0 **20**	24
3	5 **14**	8	9	14
الطلب	18	22	20	60

التكاليف الكلية تحسب كالآتي :

TC = (3*22) + (4*4) + (0*20) + (5*14) =152

3/ طريقة فوجل

تعتبر طريقة فوجل من أهم الطرق الثلاثة حيث تتميز بقدرة الوصول الى الحل الأمثل بأسرع وقت ممكن. الا أنها تحتاج الى عمليات حسابية أطول مما تحتاجه طريقة الركن الشمالي الغربي وطريقة اقل الكلف. وتتلخص خطوات إيجاد الحل الأساسي الأولي بهذه الطريقة بعد التأكد من أن جدول النقل في حالة توازن كالاتي:

1. نحسب تكاليف الجزاء لكل صف وعمود لجدول النقل، والتي هي حاصل الفرق بين اقل كلفتين في كل صف أو عمود.
2. تحدد الصف أو العمود الذى له أعلى كلفة جزاء ونخصص اكبر عدد ممكن من الوحدات الى الخلية التي تحتوي على أقل كلفة في الصف او العمود الذي تم اختياره.
3. تنقص العرض في الصف والطلب في العمود بنفس عدد الوحدات المخصصة للخلية.
4. اذا اصبح العرض في الصف الان صفر، نلغي الصف، واذا اصبح الطلب في العمود الآن صفر، نلغي العمود ، اما اذا اصبح كل من العرض في الصف والطلب في العمود مساويين للصفر، نلغي الصف والعمود معاً.
5. تكرر الخطوات الأربعة أعلاه ونستمر الى ان يتم توزيع جميع الوحدات المعروضة على الوحدات المطلوبة.

من المثال السابق المطلوب استخدم الجزاء (فوجل) لإيجاد الحل الأولى المقبول بعد التأكد من أن الكميات المعروضة مساوية للكميات المطلوبة، يتم تطبيق خطوات الطريقة وكما تم توضيحها أعلاه والموضحة في الجدول الآتي:

مراكز تسويقية للسلع	1	2	3	العرص	الفرق		
1	7	3 22	10	22	4	4	
2	4 4	6	0 20	24	4	2	4
3	5 14	8	9	14	3	3	5
الطلب	18	22	20	60			
الفرق	1 1 1	3 3	9				

$$TC = (3*22) + (4*4) + (0*20) + (5*14) = 152$$

الفصل الرابع

نظرية اتخاذ القرار

الفصل الرابع / نظرية اتخاذ القرار

اولاً / مفهوم نظرية اتخاذ القرار

نظرية اتخاذ القرار في بحوث العمليات هي فرع من فروع الرياضيات التطبيقية والإحصاء، وتهدف إلى تحسين عملية اتخاذ القرارات في ظل عدم اليقين والتعقيد. تشمل هذه النظرية مجموعة من الأساليب والنماذج التي تساعد في تحليل المشاكل المختلفة وتقديم حلول مناسبة.

ثانياً / المفاهيم الرئيسية في نظرية اتخاذ القرار

1. تعريف المشكلة : تحديد المشكلة بوضوح هو الخطوة الأولى في اتخاذ القرار. يشمل ذلك فهم الأهداف والمعايير المطلوبة.
2. جمع المعلومات : يتطلب اتخاذ القرارات جمع البيانات والمعلومات ذات الصلة، والتي يمكن أن تؤثر على القرار.
3. تحديد البدائل : تطوير قائمة بالخيارات الممكنة لحل المشكلة المطروحة.
4. تقييم البدائل: تحليل كل بديل وفقًا لمجموعة من المعايير، مثل التكلفة، الفائدة، والمخاطر.
5. اختيار البديل المناسب: اتخاذ القرار بناءً على التحليل السابق، واختيار البديل الذي يحقق الأهداف بأفضل طريقة ممكنة.
6. تطبيق القرار : تنفيذ القرار المتخذ ومراقبة النتائج.

ثالثاً / معايير او الطرق الخاصة بنظرية اتخاذ القرار :

1/ معيار افضل الافضل (Maximax)

تستطيع بهذه الطريقة اختيار البديل الذي يعطى أعلى مردود، فأننا أولا تحدد أعلى مردود لكل بديل فى حالة الأرباح ومن ثم نختار أعلى قيمة من بين القيم التي تم تحديدها فيكون البديل المقابل لتلك القيمة هو البديل الأمثل وقد يطلق على هذا المعيار **اسم معيار التفاؤل Optimistic**

مثال 1/

المصفوفة الآتية هي مصفوفة أرباح بالدينار والمطلوب تحديد البديل الأمثل باستخدام معيار افضل الأفضل.

	S1	S2	S3	S4
a1	55	10	20	70
a2	45	20	12	40
a3	60	25	9	10
a4	14	8	10	60

	S1	S2	S3	S4	Max
a1	55	10	20	70	**70**
a2	45	20	12	40	**45**
a3	60	25	9	10	**60**
a4	14	8	10	60	**60**

2/ معيار افضل الاسوء (Maximin)

إذا كان جدول المردود يمثل التكاليف فإن الفضل مردود لكل بديل يكون اقل قيمة في كل صف وكما يلي (من المثال السابق)

	S1	S2	S3	S4	Min
a1	55	10	20	70	**10**
a2	45	20	12	40	**12**
a3	60	25	9	10	**9**
a4	14	8	10	60	**8**

3/ معيار الواقعية (Coefficient Realism)

وهو معيار يجمع بين أسوء ناتج في كل بديل وافضل ناتج، حيث يتم اختيار رقم بين الصفر والواحد فاذا كان متخذ القرار غير متفائل فالرقم المختار كمقابل التفاؤل يكون صفراً واذا كان متفائلاً جداً فيختار الرقم واحد وان كان اقل من التفاؤل الكامل فيمكنه اختيار أي رقم مثل 0.5.0.4 او 0.6 أو أي رقم آخر بين الصفر والواحد للتعبير عن تفاؤله. فان اختار 0.65 للتعبير عن التفاؤل فباقي الواحد الصحيح أي (0.35) - 1 - 0.65) هو مقابل للتشاؤم. ويضرب مقابل التفاؤل في افضل ناتج ومقابل التشاؤم في أسوء ناتج وتجمع النتيجتين لكل بديل. وبعد ذلك نختار البديل الذي يقابل أعلى رقم في حالة الأرباح او اقل رقم في حالة التكاليف.

ولتوضيح هذا المعيار نأخذ نفس المثال الذي استخدم في المعيار الأول ولكن حسب معيار الواقعية .

	S1	S2	S3	S4
a1	55	10	20	70
a2	45	20	12	40
a3	60	25	9	10
a4	14	8	10	60

اذا علمت ان مقياس التفائل (0.65)

الحل /

	S1	S2	S3	S4	**Max**	**Min**
a1	55	10	20	70	**70**	**10**
a2	45	20	12	40	**45**	**12**
a3	60	25	9	10	**60**	**9**
a4	14	8	10	60	**60**	**8**

بما ان معيار التفائل (0.65)

= 1 - 0.65

معيار التشائم = 0.35

$(70 * 0.65) + (10 * 0.35) = 49$

$(45 * 0.65) + (12 * 0.35) = 33.45$

$(60 * 0.65) + (9 * 0.35) = 42.15$

$(60 * 0.65) + (8 * 0.35) = 41.8$

4/ معيار لابلاس (Laplace)

اذا لم يكن لدينا اية معلومات عن احتمال حدوث حالات الطبيعة فانه من الأفضل افتراض الاحتمالات متساوية.
وهكذا لاختيار افضل بديل فأننا نأخذ عادة الوسط الحسابي المردودات كل بديل ثم نختار البديل الذي يقابل أعلى وسط حسابي في حالة الأرباح او اقل وسط حسابي في حالة التكاليف.
فإذا أخذنا المثال السابق فان الوسط الحسابي أي جمع الأرقام وقسمتها على عدد حالات الطبيعة لكل بديل هو الآتي:

	S1	S2	S3	S4
a1	55	10	20	70
a2	45	20	12	40
a3	60	25	9	10
a4	14	8	10	60

نأخذ مجموع الصفوف ونقسمها على عدد الاعمده

155/4 = 38.75
117/4 = 29.25
104/4 = 26
92/4 = 23

وبذلك يكون البديل الاول(38.75) افضل البدائل لان جدول العائد يمثل الارباح اما اذا كان الجدول يمثل التكاليف فيكون البديل الرابع (23) هو الافضل

الفصل الخامس

نظرية المباراة

الفصل الخامس/ نظرية المباراة

اولاً / ماهي نظرية المباراة

تعد نظرية اللعبة من أكثر أساليب بحوث العمليات الداخلية للمواقف العسكرية حيث تتعلق بدراسة مواقف المنافسة والصراع.

وقد تطورت نظرية اللعبة خلال الحرب العالمية الأولى حيث قام العالم الفرنسي إميل بوريل بهذا التطوير. وفي عام 1928 تمكن العالم فون نيومان من خلال أبحاثه من تطوير نظرية اللعبة وتوضيح كيفية اتخاذ القرارات حيث برهن من خلال تحليلاته أسس نظرية اللعبة، ألا أن أبحاثه لم تنشر حتى عام 1944 وتم نشرها بالاشتراك مع العالم أوسكار مورغانستيرن على شكل كتاب مستقل سمي "نظرية المباراة والسلوك الاقتصادي".

يضمن الكتاب برهنة وتحليل كثير من جوانب نظرية اللعبة التي تشارك فيها العالمان. نظرية اللعبة هي عبارة عن دراسة للاستراتيجيات في حالات الرهانات والمنافسة والمواجهة بين طرفين فردين او شركتين او دولتين او اكثر ويسمى

كل منهم بالاعب وأمامهم فرص اختيار بدائل متاحة لهم. ان كل بديل يؤثر على نعمة ما يحققه اللاعب الآخر من عائد، بحيث انه يوجد تعارض في الأهداف وان كل طرف يحاول إيقاع أكبر خسارة بالطرف الآخر. ان كل جهة تتمتع بحرية في اختيار الأساليب والاستراتيجية التي ترى أنها تؤدي إلى نتائج جيدة لها. أما كلمة المباراة فإنها تعني المنافسة النشطة بين جهتين أو أكثر وفقًا لقاعدة محددة للاعبين. وتستخدم في المنافسة بين الشركات في تحديد أسعار المنتجات وحملات الدعاية السياسية البارزة وكذلك في الحروب. وهناك أنواع من المباريات مثل الشطرنج تكون أهدافها وقواعدها معروفة للاعبين وان خبرة اللاعب تمكنه من التنبؤ برد الفعل بالنسبة لخصمه لاستراتيجية معينة قد يتبعها في المباراة ويتنافس اللاعبون ونجاح واحد منهم يكون عادة على حساب اللاعب الآخر وكل لاعب يختار وينفذ الاستراتيجية التي يعتقد أنها تؤدي إلى كسب المباراة.

ثانياً / الاستراتيجيات المهيمنة

في حالة المصفوفات للمباريات ذات الابعاد الكبيرة وفي حالة كون المباريات لا تحتوي على نقطة استقرار نستطيع تحت ظروف معينة أن نختصر حجم المصفوفة المعطاة الى حجم اصغر باسلوب الهيمنة. ويقصد بالهيمنة انها درجة الافضلية التي تتميز بها استراتيجيات اللاعب A او اللاعب B على غيرها من الاستراتيجيات ولنفس اللاعب. اما الاستراتيجيات التي يتم الهيمنة عليها (المحذوفة) فهي الاستراتيجيات التي لا يستخدمها اللاعب مهما كانت الاستراتيجية التي يلعبها خصمه.

ثالثا / قواعد الهيمنه

1. اذا كانت جميع العناصر في الصف H اصغر او مساوية للعناصر المقابلة لها في صف آخر .. فان الصف H مهيمن عليه ويمكن حذفه.
2. اذا كانت جميع العناصر في احد الاعمدة K اكبر او مساوية للعناصر المقابلة لها في عمود اخر لـ j فان العمود K مهيمن عليه ويمكن حذفه.
3. يمكن حذف اكثر من عمود أو أكثر من صف مهيمن عليه وجعل مصفوفة الحل في ابسط صورها .

نلاحظ أن عملية حذف الصفوف والأعمدة لا تؤثر على قيمة المباراة سواء كانت مستقرة أم غير مستقرة وكما هو موضح في الأمثلة الآتية

مثال 1/ بين من خلال المباراة الاتية هل المصفوفة مستقره ام لا .

	اللاعب B		
اللاعب A	55	10	70
	45	20	40
	14	8	60

الحل / نختار اكبر رقم في الاعمدة (Max) ثم نختار اصغر رقم في الصفوف (MIN) ،ثم نختار من (MIN) اكبر رقم ومن (MAX) اصغر رقم نلاحظ انها تستقر مرتين على رقم (2)

	اللاعب B			Min	Max
اللاعب A	-3	1	6	-3	
	4	0	1	0	
	3	2	3	2	2
Max	4	2	6		
Min		2			

بما ان المصفوفة مستقرة عند الصف الثالث والعمود الثاني ، نقوم بأختزال العمود والصف المناظر لنقطة الاستقرار ويكون الاستقرارعلى اكبر عمود واصغر صف من نقطة الاستقرار .

	اللاعب B		Min	Max
اللاعب A	4	0	0	
	3	2	2	2
Max	4	2		
Min		2		

مثال2 / حل المصفوفة الاتية بأستخدام الطريقة الجبرية (مصفوفة غير مستقرة) .

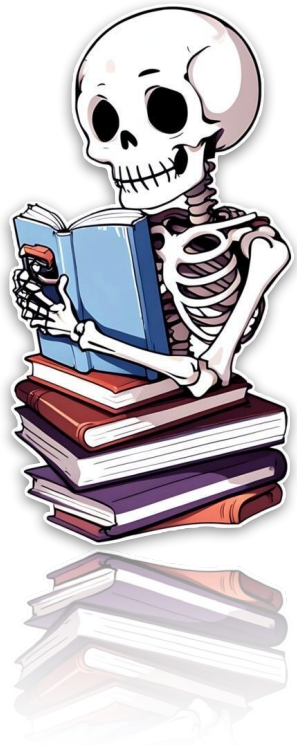
اللاعب A \ اللاعب B		
	4	10
	5	2

الحل / بنا ان المصفوفة (2*2) فيمكن استخدام الطريقة الجبرية وذلك من خلال
وعلى فرض أن اختيار اللاعب أ للاستراتيجية الأولى هو باحتمال P_1 والاستراتيجية الثانية باحتمال P_2 إذ أن
P_1: هي نسبة عدد المرات التي ستلعب بها اللاعب أ الاستراتيجية الأولى.
P_2: هي نسبة عدد المرات التي ستلعب بها اللاعب أ الاستراتيجية الثانية.

$$P_1 + P_2 = 1$$
$$P_2 = 1 - P_1$$

ونفترض أن اللاعب B سيلعب الاستراتيجية الأولى باحتمال Q_1 والاستراتيجية الثانية باحتمال Q_2 إذ أن

Q_1 : هي نسبة عدد المرات التي ستلعب بها اللاعب ب الاستراتيجية الأولى.
Q_2 :هي نسبة عدد المرات التي ستلعب بها اللاعب ب الاستراتيجية الثانية.



يتم ايجاد الاستراتيجيات للاعب A من الصيغ الرياضية التالية: (للاعمدة)

$$E(A/B=1)=4P_1+5P_2$$

$$E(A/B=2)=10P_1+2P_2$$

$$E(A/B=1)=E(A/B=2)$$

$$4P_1+5P_2=10P_1+2P_2$$

$$4P_1+5(1-P_1)=10P_1+2(1-P_1)$$

$$4P_1+5-5P_1=10P_1+2-2P_1$$

$$-P_1+5=8P_1+2$$

$$9P_1=3 \Longrightarrow P_1=3/9=1/3$$

$$P_2=1-1/3 \Longrightarrow P_2=2/3$$

أي أن اللاعب A سيلعب الاستراتيجية الأولى 3/1 من الوقت المخصص اللعب وانه سيلعب الاستراتيجية الثانية 3/2 من الوقت.

يتم إيجاد الاستراتيجيات للاعب B من الصيغ الرياضية الآتية: (للصفوف)

$$E(B/A=1)=4Q_1+10Q_2$$

$$E(B/A=2)=5Q_1+2Q_2$$

$$E(B/A=1)=E(B/A=2)$$

$$4Q_1+10Q_2=5Q_1+2Q_2$$

$$4Q_1+10(1-Q_1)=5Q_1+2(1-Q_1)$$

$$4Q_1+10-10Q_1=5Q_1+2-2Q_1$$

$$-6Q_1+10= \quad =3Q_1+2$$

$$9Q_1=8 \Longrightarrow Q_1=8/9 \Longrightarrow Q_2=1/9$$