استخدام البرمجة التربيعية في تحديد المحفظة الاستثمارية المثلى : مع إشارة خاصة لقطاع المصارف في سوق العراق للأوراق المالية

Using Quadratic Programming in Determine Optimal investment portfolio: With reference to bank sector in Iraqi Financial Market

احمد حسين بتال العاني
كلية الادارة والاقتصاد / جامعة الانبار
Ahmed H. Battal Alani
College of Administration and Economics / AL-Anbar University

الملخص :

المحفظة الاستثمارية هي اداة مركبة من اصلين ماليين او اكثر، والهدف من امتلاك المحفظة هو لتعظيم القيمة السوقية وتحقيق الاستخدام الامثل لهذه الاصول. ان اختيار المحفظة المثلى هو احد النماذج المستخدمة في الاسواق المالية الحديثة والتي تتضمن على مخاطرة عالية.

الهدف من هذا البحث هو توضيح كيف يمكن توظيف اسلوب البرمجة التربيعية كوسيلة لتحديد المحفظة الاستثمارية المثلى. وتم استخدام الاداة solver في برنامج الاكسل لتحديد المحفظة الاستثمارية المثلى على البيانات التاريخية لعينة مختارة من سوق العراق للاوراق المالية.

Abstract

The investment portfolio is a tool composed of at least two assets or more, and the goal from owning portfolio is to maximize the market value and achieve the optimum employment for these assets. Selection investment portfolio is one of the models used in modern financial markets and contained a large proportion of the risk.

The aim of the this paper is to clarify how can employ Quadratic Programming as a way to determine the optimal investment portfolio. We used Excel Solver Spreadsheets to find the optimal portfolio on the actual historical data of the selected sample from the Iraqi financial market.

الكلمات المفتاحية: المحفظة الاستثمارية المثلى، البرمجة التربيعية، العائد والمخاطرة، الجداول الالكترونية، اسواق مالية.

Key Words: optimal investment portfolio**,** Quadratic Programming**,** Risk and return, Speared sheet and financial markets

أولا: المقدمة:

تعد المحفظة الاستثمارية من أدوات الاستثمار المركبة، فهي تتكون على الاقل من اصلين او اكثر تختلف من حيث النوع (نقود، اسهم، سندات او أصول حقيقة)، والهدف من امتلاك المحفظة هو تنمية القيمة السوقية لها وتحقيق التوظيف الامثل لما تمثل هذه الاصول من الاموال. اما جودة مكونات المحفظة الاستثمارية فان عائد ومخاطرة هذه المكونات هما المعيار المهم للحكم على جودة المحفظة.

لقد شكلت نظرية المحفظة المثلى حيزا كبيرا في أدبيات الاستثمار، لدورها الاساسي في وضع الاسس العلمية للاستثمار بالموجودات بشكل عام، والاستثمار بالأوراق المالية بشكل خاص. ويعد ماركوتز من الرواد الأوائل الذين نظروا في أدبيات المحفظة ونظرية المحفظة المثلى، وارسى قواعدها الاساسية ليسترشد بها المستثمر. كما انه أحدث نقله نوعية في مفهوم الاستثمار بالاوراق المالية، وتجسدت بمبدأ التنويع بوصفه قاعدة لاختيار مكونات المحفظة بهدف تعظيم الثروة.

- **مشكلة البحث**

تكمن المشكلة بالمخاطر التي تصاحب عملية الاستثمار بالاوراق المالية بشكل عام، وبالاسهم بشكل خاص لصعوبة التنبوء بتدفقاتها النقدية، وتلك المخاطر التي تواجه المستثمر في سوق الاوراق المالية. ان طبيعة المشكلة وخصوصيتها تستند الى ان عملية الاستثمار بالاوراق المالية في السوق المالية، لا تزال تتسم بالبساطة ، وتفتقر الى الاسس العلمية في توظيف الاموال. لان المستثمر لا يستخدم المفاهيم الحديثة لعملية الاستثمار بالاسهم في اطار نظرية المحفظة الحديثة. اذ يعتمد بشكل كبير على الحدس والاجتهاد والاشاعات.

- **أهمية البحث وأهدافه**

في ضوء ابعاد المشكلة وخصوصيتها جاءت اهمية البحث لتأطير منهج فكري وتطبيقي يمكن ان يسترشد به المستثمر ومحلل الاوراق المالية عند توظيف اموالهم. وفي ضوء هذه الاهمية يهدف البحث الى:

1- تحديد وتوضيح مفهوم المحفظة الاستثمارية، والمحفظة الاستثمارية المثلى، وكيف يتم بنائها.
2- استخدام اسلوب البرمجة التربيعية لتحديد المحفظة الاستثمارية المثلى، بما يخدم المستثمر عند تصميم محفظته من الاوراق المالية في ضوء مبادلة موضوعية بين العائد والمخاطرة.
3- توضيح كيف يمكن توظيف برنامج الجداول الالكترونية الاكسل Microsoft Excel في صياغة وحل نماذج البرمجة التربيعية لتحديد المحفظة المثلى، ومن خلال التطبيق على عينة مختارة من سوق العراق للأوراق المالية.

وفي ضوء اهداف البحث، سنتناول في البند الثاني نظرية المحفظة الاستثمارية المثلى، وفي البند الثالث تم استخدام البرمجة التربيعية في تحديد المحفظة الاستثمارية المثلى من خلال توظيف برنامج الاكسل، واخيرا يتناول البند الرابع، الاستنتاجات التي توصل اليها الباحث.

ثانيا: نظرية المحفظة الاستثمارية المثلى

1- تعريف المحفظة الاستثمارية

اشار العديد من الكتاب والباحثين الى المحفظة ونظرية المحفظة، فالبعض يعرف المحفظة الاستثمارية بانها اداة استثمارية مركبة من مجموعة من الاصول الحقيقة والمالية التي يستثمر بها المستثمر امواله مأخوذة كوحدة واحدة (رمضان، 2005، ص30).

ويعرفها البعض الاخر على انها اداة مركبة من ادوات الاستثمار تتكون من اصلين او اكثر وتخضع لادارة شخص مسؤول عنها يسمى مدير المحفظة (مطر، 2004، ص107). نستنتج من هذا ان مفهوم المحفظة هي اداة مالية مركبة من خليط من الموجودات، الغرض من المحفظة هو الحصول على اكبر عائد بادنى مخاطرة.

ويعود الفضل الى ظهور نظرية المحفظة الاستثمارية الى المقالة التي نشرها Markowitz في عام 1952، (Markowitz,1952, pp77-91)، ويستند مفهوم المحفظة على فكرة المزج الرئيسي major mix بين الاصول المالية والحقيقة ومن خلال هذا المزج يتم تحديد التركيبة الاساسية وتحديد الوزن النسبي لكل اصل من اصول المحفظة نسبة لرأسمالها الكلي. ويبرز هنا دور المستثمر الرشيد الذي يستطيع الوصول الى ما يعرف بالمحفظة المثلى optimum portfolio والتي يحقق من خلالها الحد الأقصى من مزايا التنويع وبدرجة تحقق هدفه الرئيسي في تعظيم العوائد المتوقعة مع تخفيض مخاطرتها المرجحة إلى أدنى حد.

2-مفهوم المحفظة الاستثمارية المثلى .

بداية لابد من الاشارة الى ان مفهوم المحفظة الاستثمارية المثلى هو مفهوم نسبي وليس مطلق، فمصطلح المحفظة المثلى يعني كونها كذلك من وجهة نظر مستثمر معين فقط، مستثمر له ميول واتجاها ما قد تختلف عن ميول واتجاهات مستثمر اخر، مما يجعل محفظة مثلى لمستثمر رشيد معين وليكن A، غير مثلى لمستثمر اخر مخاطر مثل B والعكس بالعكس.

ويمكن تعريف المحفظة المثلى من وجهة نظر المستثمر الرشيد بما يلي (مطر، ص110)، هي تلك المحفظة التي تتكون من تشكيلة متنوعة ومتوازنة من الاصول والأدوات الاستثمارية، وبكيفية تجعلها اكثر ملائمة لتحقيق اهداف المستثمر.

وفي الواقع هناك انماط مختلفة من المستثمرين حسب اختلاف اهدافهم وميولهم الاستثمارية، وهذا الامر يؤدي الى ان نتوقع وجود انماط مختلفة من المحفظة المثلى، ويتحدد نمط المستثمر في ضوء متغيرين اساسين يقوم عليهما أي قرار استثمار هما (Robert, 2004, P 110):

1-العائد المتوقع، ويقصد به مقدار الزيادة الحقيقة في القيمة الاجمالية لاصول المحفظة خلال مدة زمنية.

2-مخاطرة المحفظة، ويقصد بها مقدار التباين في العائد المتوقع عن العائد الحقيقي وتقاس بالانحراف المعياري للعائد المتوقع.

وحسب مفهوم المنفعة الحدية يتم تقسم المستثمرين عامة حسب نظرية المحفظة الى فئتين هما(مطر، ص111):

أ- فئة المستثمر الرشيد Rational Investor او المتحفظ، والمستثمر في هذه الفئة يكون بطبيعته متحفظا تجاه عنصر المخاطرة.

ب- فئة المستثمر المضارب Speculator investor او المغامر، ويكون المضارب بطبيعته عاشقا للمخاطرة.

وحسب نظرية المحفظة يحقق العائد على الاستثمار بالنسبة للمستثمرين بدرجات متفاوتة من الاشباع وذلك وفقا لتفاوت درجات المنفعة الحدية التي يحققونها منه، وبالنسبة للمستثمر الرشيد فان الاشباع الذي حققه الدينار الاول من العائد يفوق العائد الذي يحققه من الدينار الثاني والذي يفوق بدروه ما يحققه الدينار الثالث ، وهكذا مما يجعل اتجاه منحني المنفعة الحدية للعائد على الاستثمار لديه متناقصا.

اما المستثمر المضارب الذي تتزايد لديه المنفعة الحدية للعائد على الاستثمار باضطراد، أي بمعنى ان الاشباع الذي يحققه له الدينار الثالث من العائد على الاستثمار يفوق الاشباع الذي يحققه الدينار الثاني مما يجعل اتجاه منحني المنفعة الحدية للعائد على الاستثمار متزايدا.

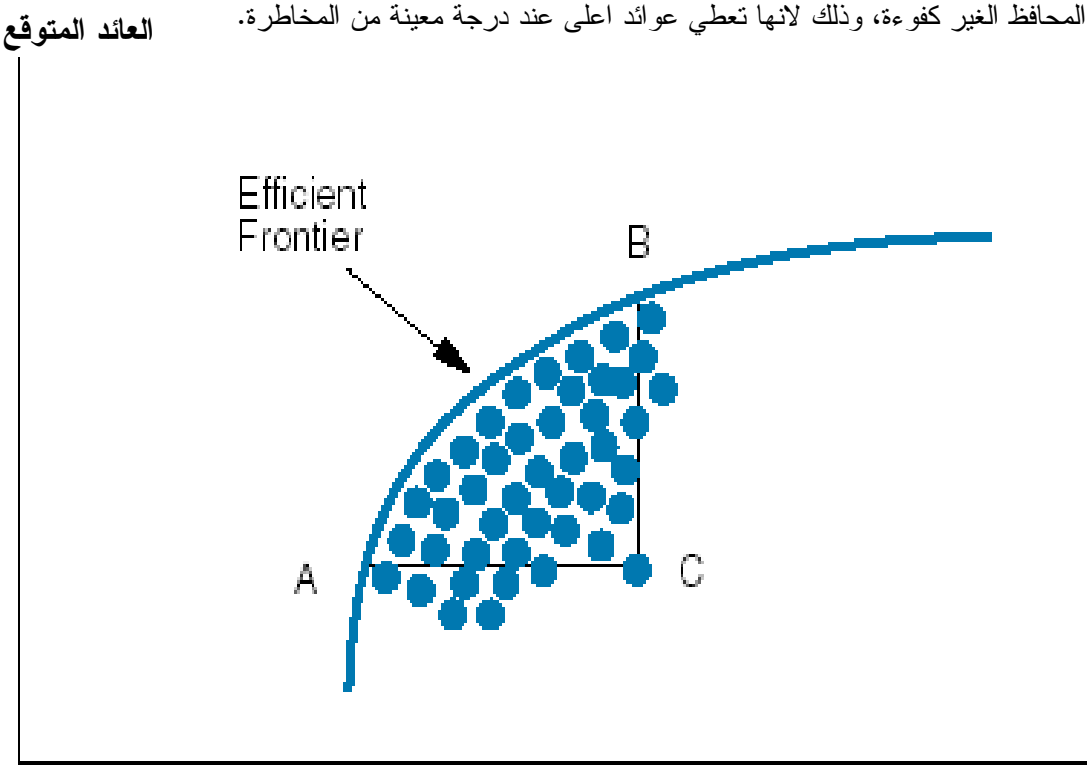
وشعور المستثمر تجاه النمطين اعلاه تجاه العائد على الاستثمار سينعكس على ميله تجاه عنصر المخاطرة بكيفية تجعل لكل مستثمر دالة معينة، تحدد مقايضة بين العائد والمخاطرة،- trade off risk return، وبناءً على هذا المعامل يتم التصنيف اما كمستثمر متحفظ او مستثمر مضارب، وتتناقص المنفعة الحدية لدى المستثمر المتحفظ يجعل حساسيته تجاه عنصر المخاطرة متزايدة باضطراد، مما يعني ان فرصة استثمارية تلوح له لتحقيق عائد على استثمارته، ولكن بمخاطرة اعلى من المستوى العادي للمخاطرة المقبولة لديه، ستزيد حساسيته تجاه عنصر المخاطرة وتجعله يتردد في قبولها.

في حين على العكس تماما، فان المضارب يصبح اقل مبالاةً للمخاطرة وبصورة متزايدة تنخفض حساسيته اتجاهها، كلما لاحت فرصة استثمارية جديدة تعده بعائد اكبر على الاستثمار.

3- تصميم المحفظة الاستثمارية المثلى

لتصميم المحفظة المثلى ينبغي اولا تحديد ما يعرف بمنحني الكفاءة الحدودي Efficient frontier، وهو المنحي الذي يمثل مجموعة من المحافظ التي لها اعلى عائد لكل مستوى من المخاطرة، او ادنى مخاطرة لكل مستوى من العائد (Frank and Keith, 2002, p 228). والمحافظ التي تقع على منحني الكفاءة الحدودي تشكل ما يعرف بمجموعة المحافظ الاستثمارية الكفوءة (الراوي ،2000 ، ص 101).

والشكل (1) يمثل منحني الكفاءة الحدودي لمجموعة من المحافظ الاستثمارية، ونظرا للعلاقة الطردية بين العائد والمخاطرة على الاستثمار، نلاحظ من الشكل ان المحافظ من جهة اليسار لمنحني الكفاءة الحدودي، هي ليست جزءً من المحافظ الممكن الحصول عليها، اما المحافظ التي تقع الى اليمين من المجموعة الكفوءة فتعتبر جزءً من المجموعة الكفوءة ، كما نلاحظ ان مجموعة المحافظ الكفوءة تهيمن وتحدد المحافظ الغير كفوءة، وذلك لانها تعطي عوائد اعلى عند درجة معينة من المخاطرة.



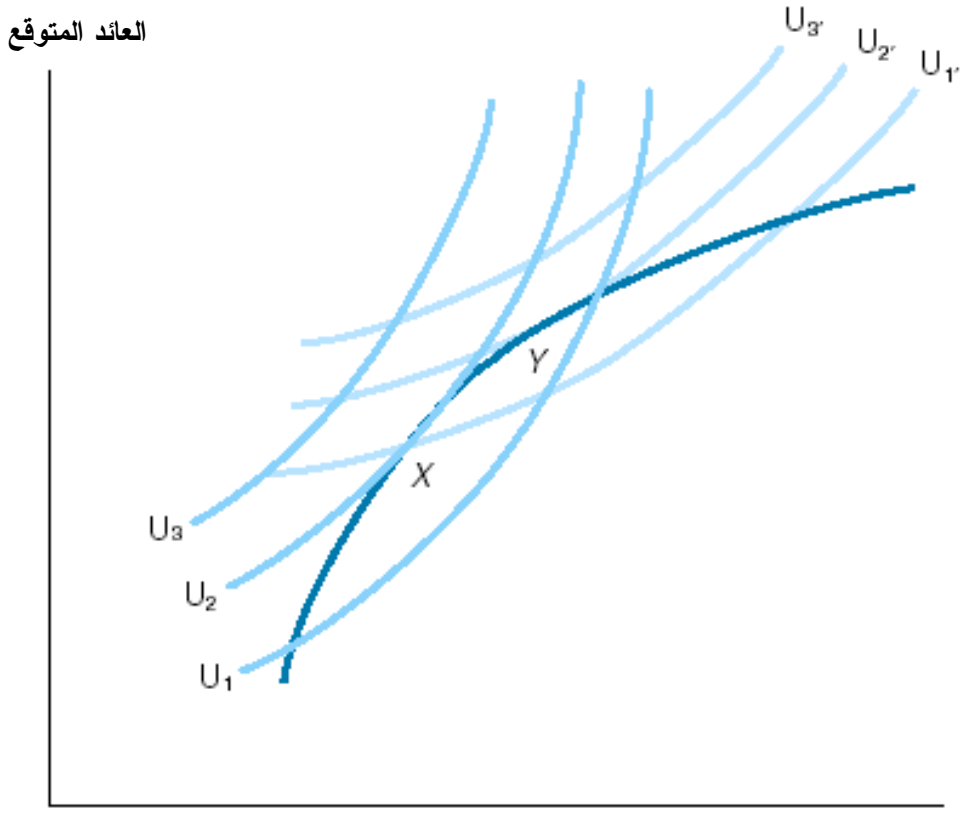
شكل (1) منحني الكفاءة الحدودي للمحافظ الاستثمارية

المصدر : (Frank and Keith, 2002, p 239)

فمثلا نجد من الشكل (1) ان المحفظة A تهيمن على المحفظة C، لان مخاطرتها اقل (مع تساوي العائد بينهما)، كما نجد ان المحفظة B تهيمن على المحفظة C، لان عائدها اكبر (مع تساوي المخاطرة بينهما) .

وكلما كانت درجة تفضيل المستثمر للمخاطرة عالية كلما كان المنحني الذي يمثل المحفظة منبسطا (أكثر تفلطحا) ، وتكون المحفظة الاستثمارية اقرب الى الجزء العلوي من المجموعة الكفوءة، ومثل هذه

المحفظة تكون ذات عوائد عالية وبدرجة مخاطرة عالية والعكس صحيح، ويمكن تمثيل العلاقة بين العائد والمخاطرة من خلال خريطة منحنيات السواء Indifferences curve للمستثمر (Robert and Daniel, 1995,pp160-162)، والشكل (2) يمثل تحديد المحفظة المثلى على منحني الكفاءة الحدودي:



الشكل (2) تحديد المحفظة المثلى على منحني الكفاءة الحدودي

المصدر (Frank and Keith, 2002, p230)

من الشكل (2) نلاحظ مجموعتين من منحنيات السواء مع منحني الكفاءة الحدودي، فالمجموعة (U_1,U_2,U_3) من منحنيات السواء تمثل المستثمر المتحفظ او المتجنب للمخاطرة، وهذه المنحنيات منبسطة بشكل كبير مما يعني انها تمثل مستثمر حساس تجاه المخاطرة بشكل متزايد، اما المنحنيات (U_1',U_2',U_3')، فتمثل المستثمر المضارب والذي يكون اقل مبالاة للمخاطرة، وهو يكون مستعد لتحمل مستويات عالية من المخاطرة من اجل الحصول على عائد اعلى.

وتحدد المحفظة المثالية للمستثمر من خلال نقطة التماس tangency بين منحني الكفاءة الحدودي وبين منحنيات السواء لأي مستثمر (الحناوي، 2006، ص280)، من الشكل نجد ان النقطة X تمثل تعظيم المستثمر المتحفظ لمنفعته عندما يمس منحني السواء U_2 منحني الكفاءة الحدودي عند النقطة X، اما المستثمر المضارب فنجده يعظم منفعته عند تماس منحي السواء U_2' مع منحني الكفاءة الحدودي عند النقطة Y، وهذا يعني ان Y تمثل محفظة ذات عائد اعلى ومخاطرة اعلى من X.

ثالثا : استخدام البرمجة التربيعية في تحديد المحفظة الاستثمارية المثلى

1- البرمجة التربيعية

تعد البرمجة التربيعية احد الفروع الاساسية لمسائل البرمجة الرياضية، والبرمجة التربيعية هي احد طرق البرمجة غير الخطية (النموذج غير الخطي هو نموذج رياضي بشكله العام، حيث تكون دالة الهدف او القيود او كلاهما غير خطية) (الحميدان واخرون ، 2002، ص4)، ونموذج البرمجة التربيعية هو نموذج رياضي يشتمل على دالة هدف تربيعية مع قيود على شكل متراجحات خطية (الكرخي، 2001، ص550) .

ويمكن صياغة نموذج البرمجة التربيعية (**Frederick and Gerad, 2001, p 683.**) في حالة التعظيم كالأتي:

$$\text{Max } f(X) = C^T X - 1/2 X^T Q X$$
$$\text{S. to}$$
$$AX \leq b ,$$
$$X \geq 0 .$$

وفي حالة التدنية يكون نموذج البرمجة التربيعية (Robert J., 2002, p 400) وفق الاتي:

$$\text{Min } f(X) = C^T X + 1/2 X^T Q X$$
$$\text{S. to}$$
$$AX \geq b ,$$
$$X \geq 0 .$$

حيث إن:

X ، متغير القرار

C ، Q متجهات أوزان دالة الهدف

A ، مصفوفة

b ، قيم القيود

2- اختيار المحفظة الاستثمارية المثلى باستخدام نموذج تربيعي

يعد Markowitz أول من أشار في كتابة عام 1959 (Markowitz, 1959) ، إلى استخدام نموذج البرمجة التربيعية في اختيار المحفظة الاستثمارية، ويستند هذا النموذج على عدة افتراضات منها (Dietmar, 2005, p: 7):

أ-المنافسة التامة وعدم وجود مصاريف عمولة .

ب- لا يوجد بيع على المكشوف.

ج- يوجد عدد كافي من الاصول المالية من ناحية الكم والنوع، ولا توجد أي قيود على بيع او شراء الاصول المالية.

والبديهي أن كل مستثمر يضع باعتباره عاملين عند اختيار اصول المحفظة هما، العائد والمخاطرة، لذلك يكون الهدف من نموذج المحفظة الاستثمارية اما تدنية مخاطرة المحفظة الى ادنى حد مع تحقيق مستوى مقبول من العائد (Mokhtar and etil, 2006, pp22-24) او تعظيم العائد عند مستوى معين من المخاطرة. وفي نموذج ماركوتز تقاس المخاطرة من خلال ايجاد تباين المحفظة الاستثمارية.

ولتضمين المخاطرة التي تأتي من الارتباط بين عوائد الأسهم (اذا افترضنا ان الاصل المالي هو سهم) يستخدم التباين المشترك covariance لمعرفة درجة الارتباط، حيث ان بعض عوائد الاسهم قد تتحرك سوية باتجاه نحو الاعلى او الاسفل (علاقة طردية او عكسية) خلال الزمن، وعادة يحاول المستثمرون التقليل من هذه المخاطرة من خلال التنويع، أي يقوم المستثمر بتوزيع امواله بين كم ونوع من الاصول المالية (التميمي و الجنابي، 2003، ص4) .

لذلك تكون صيغة دالة الهدف في نموذج تدنية المخاطرة للمحفظة لمجموعة من الاسهم (Bernard, 2007, p465) وفق الاتي:

$$Min\ S = X_1^2 S_1^2 + X_2^2 S_2^2 \ldots + X_n^2 S_n^2 \sum_{i \neq j} x_i x_j r_{ij} s_i s_j$$

حيث إن:

$X_j X_i$ ، نسبة النقود المستثمرة في السهم i و j .

S^2_i ، تباين عوائد السهم i .

r_{ij} ، معامل الارتباط بين عوائد السهم i و j .

Si,Sj ، الانحراف المعياري لعوائد السهم i و j .

ونلاحظ من صيغة دالة الهدف السابقة في الجزء الاول منها يقيس التباين والجزء الاخر يقيس التباين المشترك. ويتضمن نموذج المحفظة المثلى ثلاث قيود (Chincarini and Kim, 2006, pp256-266) هي:

الأول ، الحد الادنى من العائد المتوقع من المحفظة الذي يرغب المستثمر بتحقيقه وياخذ الصيغة الاتية:

$$r_i x_i + r_2 x_2 + \ldots\ldots + r_n x_n \geq r_m$$

حيث إن :

r_i ، العائد المتوقع السنوي من السهم i .

x_i ، نسبة النقود المستثمرة في السهم i .

r_m ، الحد الادني من العائد السنوي المرغوب على المحفظة .

الثاني ، يحدد شرط استثمار المبلغ باكمله، ويكون وفق الصيغة الاتية:

$$X_1 + X_2 + \ldots\ldots X_n = 1.0$$

الثالث :شرط عدم السلبية

$$x_i \geq 0$$

3-تطبيق نموذج المحفظة المثلى على عينة مختارة من سوق العراق للاوراق المالية

ان عملية الاستثمار بالاوراق المالية (تحديداً الاسهم) في سوق العراق للاوراق المالية، لا تزال تتسم بالبساطة، وتفتقر الى الاسس العلمية في توظيف الاموال. لان المستثمر العراقي لا يستخدم المفاهيم الحديثة لعملية الاستثمار بالاسهم العادية في اطار نظرية المحفظة. اذ يعتمد بشكل كبير على الحدس والاجتهاد والتشخيص والاشاعات (التميمي والجنابي، ص8). في ضوء ما سبق يبرز اهمية استخدام المستثمر اسلوب البرمجة التربيعية في اختيار المحفظة الاستثمارية المثلى في ضوء مبادلة موضوعية بين العائد والمخاطرة.

وتم اختيار اسهم اربعة مصارف (*) مدرجة في سوق العراق للاوراق المالية خلال المدة (1996-2005) لتطبيق نموذج البرمجة التربيعية، والجدول (1) يمثل اسعار الاسهم لعدد من المصارف في سوق العراق للاوراق المالية خلال المدة (1996-2005).

(*) المصارف هي (المصرف الاهلي العراقي، مصرف الاستثمار العراقي، مصرف بغداد، المصرف التجاري العراقي)، ويعود السبب الاساس في اختيار هذا العدد القليل من المصارف هو وفرة بيانات هذه المصارف

جدول (1) اسعار الاسهم لعدد من المصارف في سوق العراق للاوراق المالية خلال المدة (1996-2005)
(دينار عراقي)

السنوات	المصرف الاهلي العراقي	مصرف الاستثمار العراقي	مصرف بغداد	المصرف التجاري العراقي
1996	1.15	1.8	6.8	4.5
1997	0.95	1.75	4.3	5.8
1998	1.5	3.25	15.2	8.1
1999	2.8	6	9.7	8.2
2000	2.55	8.9	7	7.2
2001	2.1	3.9	2.85	3.9
2002	2	2.95	2.35	4
2003	2.85	4.95	3.75	5.7
2004	15.75	10.750	16.3	5.9
2005	3.95	3.9	6.4	20.0

المصدر: النشرة السنوية لسوق العراق للأوراق المالية، متوفرة على الشبكة العالمية وعلى الرابط الاتي:
http://www.isx-iq.net

وتم حساب عوائد الاسهم خلال المدة (1996-2005) باعتماد طريقة عوائد فترة الاحتفاظ وحسب الصيغة الاتية (Frank R. and Keith, P: 7):

(سعر السهم في نهاية الفترة / سعر السهم في بداية الفترة) – 1

والجدول رقم (2) يمثل عوائد الاسهم للمصارف الاربعة خلال المدة (1997-2005)

جدول رقم (2) العوائد السنوية للمصارف الاربعة خلال الفترة (1997-2005) (دينار عراقي)

السنوات	المصرف الاهلي العراقي	مصرف الاستثمار العراقي	مصرف بغداد	المصرف التجاري العراقي
1997	0.17-	0.03-	0.37-	0.29
1998	0.58	0.86	2.53	0.40
1999	0.87	0.85	0.36-	0.01
2000	0.09-	0.48	0.28-	0.12-
2001	0.18-	0.56-	0.59-	0.46-
2002	0.05-	0.24-	0.18-	0.03
2003	0.43	0.68	0.60	0.43
2004	4.53	1.17	3.35	0.04
2005	0.75-	0.64-	0.61-	2.39

المصدر: إعداد الباحث

خلالالفترة (1996- 2005) هذا من جهة، ومن جهة اخرى لتسهيل تطبيق نموذج المحفظة المثلى من خلال توظيف برنامج الاكسل.

والجداول (3)، (4)، (5)، يمثل تقدير المتوسط والتباين، التباين المشترك ومصفوفة معاملات الارتباط(•) لعوائد الاسهم المصارف الاربعة خلال المدة (1997–2005).

جدول (3) متوسط وتباين عوائد الاسهم للمصارف الاربعة خلال المدة (1997–2005)

(دينار عراقي)

المصرف x_i	المصرف الاهلي العراقي **D**	مصرف الاستثمار العراقي **C**	مصرف بغداد **B**	المصرف التجاري العراقي **A**
المتوسط r_i	0.57	0.29	0.45	0.33
التباين S_i	2.16	0.40	1.91	0.60

المصدر: إعداد الباحث

جدول (4) التباين المشترك بين عوائد الاسهم الاربعة

التوافيق الممكنة بين عوائد الاسهم (i ، j)	A , B (1,2)	A , C (1, 3)	A , D (1 , 4)	B , C (2 , 3)	B , D (2 , 4)	C , D (3 , 4)
التباين المشترك cov (ij)	0.64	0.13	0.72	0.18	0.98	0.62

المصدر: إعداد الباحث

جدول (5) مصفوفة معاملات الارتباط بين عوائد الاسهم للمصارف الاربعة

معامل الارتباط r_{ij}	المصرف الاهلي العراقي	مصرف الاستثمار العراقي	مصرف بغداد	المصرف التجاري العراقي
المصرف التجاري العراقي	-0.67	-0.50	-0.33	1.00
مصرف بغداد	0.77	0.67	1.00	-0.33
مصرف الاستثمار العراقي	0.82	1.00	0.67	-0.50
المصرف الاهلي العراقي	1.00	0.82	0.77	-0.67

المصدر: إعداد الباحث

4- صياغة نموذج المحفظة المثلى باستخدام الجداول الالكترونية الأكسل

يمكن توظيف برنامج الاكسل Excel (Jackson and Staunton, 1999 pp.1256-1266) ، (Peter and Stephen,1994, pp 58-66) بيسر وسهولة لحل نموذج المحفظة المثلى، وفق نموذج برمجة تربيعية، وبالاعتماد على نتائج الجداول (3، 4) وتكون صياغة النموذج بالشكل الاتي:

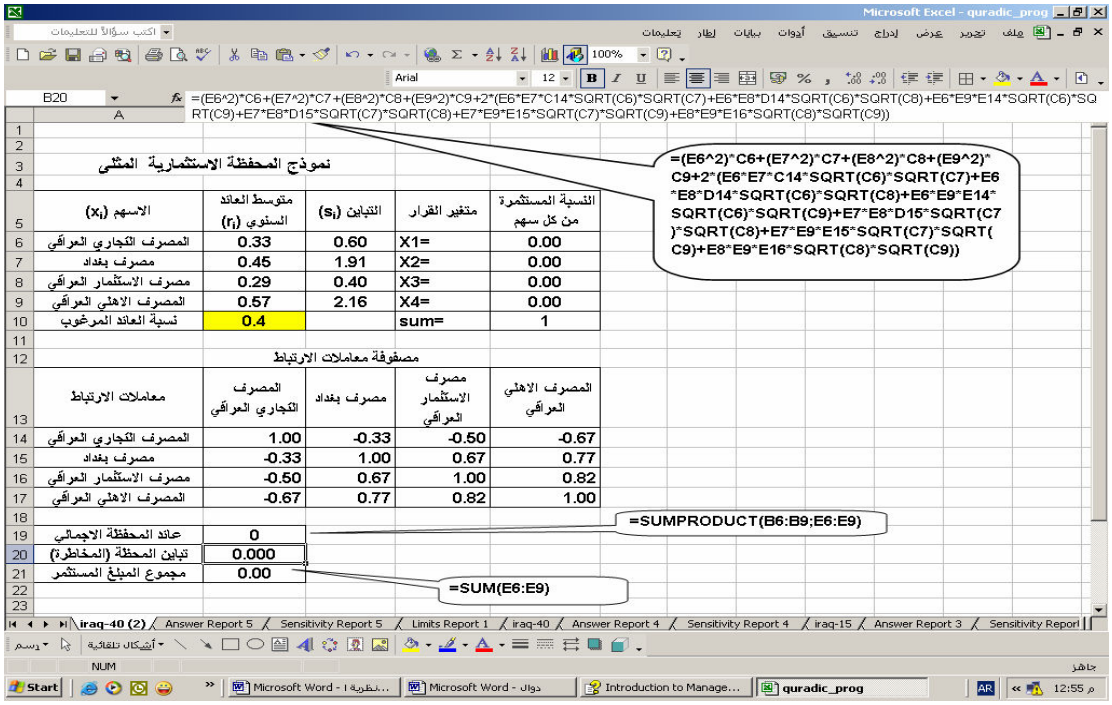
$$MinZ = S =$$
$$X_1^2(0.6) + X_2^2(1.91) + X_3^2(0.4) + X_4^2(2.16)$$
$$+ X_1X_2(0.62)(0.33)^{1/2}(0.45)^{1/2} + X_1X_3(0.98)(0.62)^{1/2}(0.29)^{1/2}$$
$$+ X_1X_4(0.18)(0.33)^{1/2}(0.57)^{1/2} + X_2X_3(0.72)(0.45)^{1/2}(0.29)^{1/2}$$
$$+ X_2X_4(0.13)(045)^{1/2}(0.45)^{1/2} + X_3X_4(0.64)(0.29)^{1/2}(0.57)^{1/2}$$
$$+ X_2X_1(0.62)(0.45)^{1/2}(0.33)^{1/2} + X_3X_1(0.98)(0.29)^{1/2}(0.33)^{1/2}$$
$$+ X_4X_1(0.18)(0.57)^{1/2}(0.33)^{1/2} + X_3X_2(0.72)(0.29)^{1/2}(0.45)^{1/2}$$
$$+ X_4X_2(0.13)(0.57)^{1/2}(0.45)^{1/2} + X_4X_3(0.64)(0.57)^{1/2}(0.29)^{1/2}$$

• تم تقدير التباين والمتوسط والتباين المشترك ومصفوفة معاملات باستخدام الخاصية الاضافية *data analysis* في برنامج الاكسل Microsoft Excel، انظر في ذلك (Vijay, 2002) .

Subject to

$$0.33X_1 + 0.45X_2 + 0.29X_3 + 0.57X_4 \geq 0.4$$
$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 = 1.00$$
$$X_i \geq 0$$

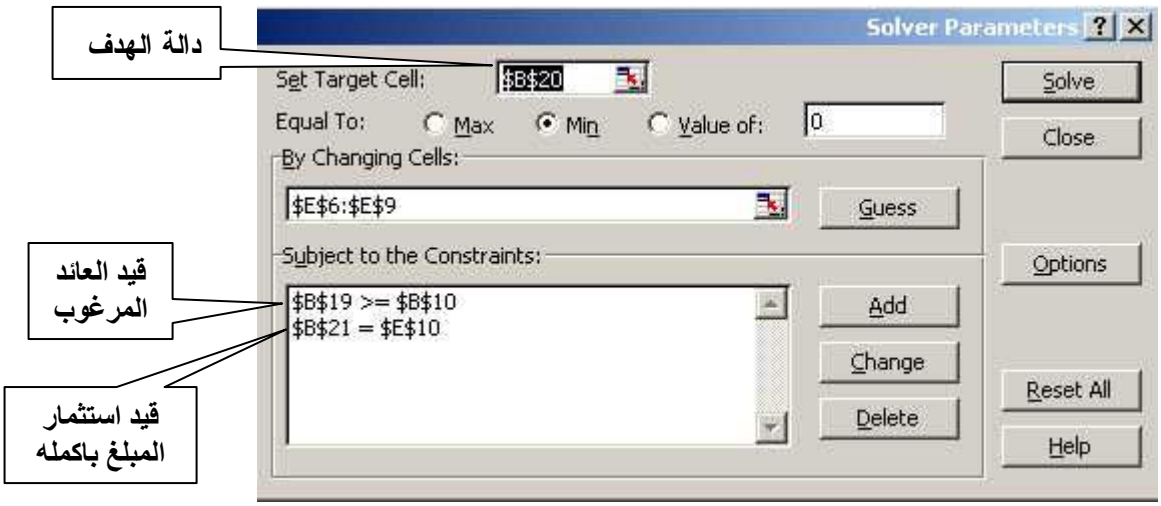
والشكل (3) يوضح صياغة نموذج المحفظة المثلى للاسهم الاربعة في ورقة عمل اكسل، حيث ان متغير القرار دالة لهدف (x_i) معبر عنه بالخلايا من E6:E9، وهو يمثل النسبة المثلى لاستثمار كل سهم في المحفظة. والهدف من النموذج هو تدنية دالة اجمالي تباين المحفظة، وهذه الصيغة موضحة في شريط الصيغة اعلى ورقة اكسل في الخلية B20 ، ونلاحظ ان في هذه الصيغة يتم مضاعفة قيم التباين المشترك، وذلك لتضمين استثمار كافة الأزواج المرتبة من الاسهم . و دالة مجموع العائد =SUMPRODUCT(B6:B9;E6:E9) ممثلة بالخلية B19.



شكل (3) صياغة نموذج المحفظة المثلى

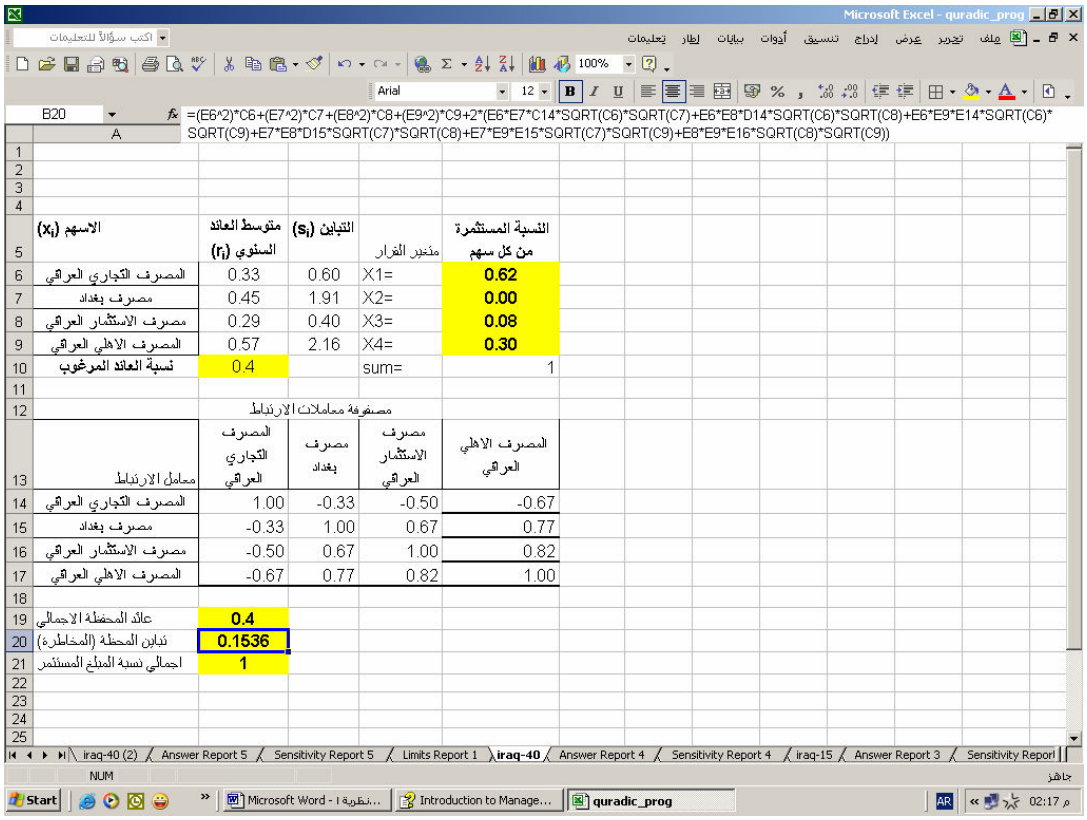
4-حل نموذج المحفظة المثلى باستخدام الجداول الالكترونية الأكسل

يتم الاستعانة بالاداة Solver لحل نموذج المحفظة المثلى (العاني، 2004، ص365-378) وبعد ادخال معلمات Solver نحصل على الشكل الاتي:



شكل (4) نافذة solver

وبعد النقر على زر solver نحصل شاشة الحل وكما في الشكل الاتي:



شكل (5) نتائج حل نموذج المحفظة المثلى

ومن نتائج النموذج نجد ان على المستثمر ان يقوم بتوظيف 62% من امواله في اسهم المصرف التجاري العراقي، و 30% في المصرف الاهلي العراقي و 8% في مصرف الاستثمار العراقي، وان لا يوظف أي شي من ماله في مصرف بغداد، حتى يستطيع ان يحقق عائد مرغوب قدره 40% على الاسهم التي سيقتنيها من المصارف المشار اليها.

ونلاحظ ان المحفظة تحقق تباين مقداره 0.153 وهذا يعني ان الانحراف المعياري يساوي 0.392 بمعنى ان نسبة مخاطرة المحفظة هي 39% ، وهي مرتفعة وهذا ينسجم مع تحليلنا للسوق المالية العراقية، حيث انها تعاني من عدم استقرار اقتصادي وسياسي.

واذا افترضنا ان العوائد للسنة القادمة تتوزع توزيعا طبيعيا بمتوسط قدره 40% وانحراف معياري مساو 39% ، فان هناك احتمال بنسبة 95% ان يتراوح العائد في السنة القادمة بين -37% و117% .

5-تحليل الحساسية

ومن جدول تحليل الحساسية (انظر الجدول 6) وحسب مضروب لاكرنج (سماقية، بت، ص8)، نجد ان كل زيادة في عائد المحفظة بمقدار 1% تؤدي الى زيادة في تباين المحفظة (المخاطرة) بنسبة 0.083 ، أي ان التباين الجديد بعد الزيادة في العائد سوف يصبح 0.475 والانحراف المعياري يكون 69% تقريبا.

جدول (6) نتائج تحليل الحساسية

Microsoft Excel 10.0 Sensitivity Report

Adjustable Cells

Cell	Name	Final Value	Reduced Gradient
E6	X1= prop	0.6227	0.0000
E7	X2= prop	0.0000	0.2261
E8	X3= prop	0.0813	0.0000
E9	X4= prop	0.2961	0.0000

Constraints

Cell	Name	Final Value	Lagrange Multiplier
B21	tot prop inves Altacam	1	-0.025046003
B19	tot port ret Altacam	0.4	0.830806816

المصدر: مخرجات solver

وكما نلاحظ ان مقدار الزيادة في المخاطرة تكون وفق دالة غير خطية (تربيعية)، ولغرض توضيح ذلك، قمنا بتغير قيم قيد الحد الادني للعائد المرغوب لنرى حساسية دالة الهدف لنموذج البرمجة التربيعية لهذا التغير، والجدول (7) يوضح ذلك.

جدول (7) تاثير تغير قيد الحد الادنى من العائد المرغوب على نتائج الحل

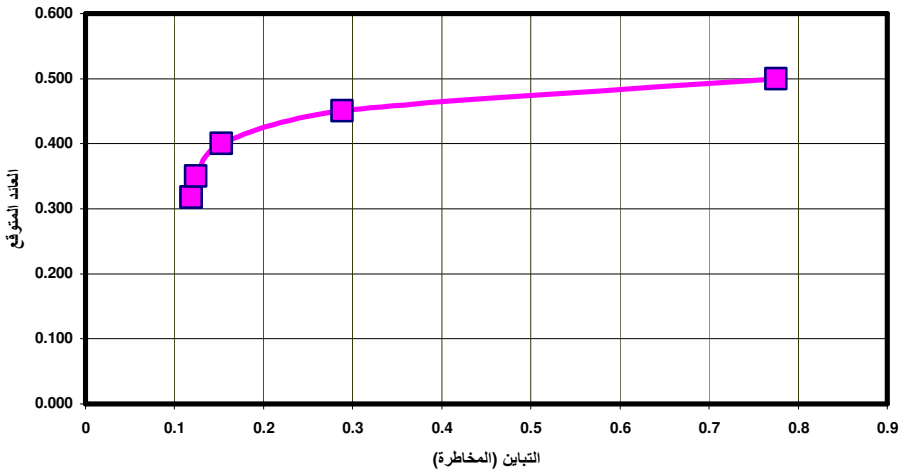
العائد المرغوب	العائد المتوقع المتحقق	التباين
0.25	0.318	0.119
0.30	0.318	0.119
0.35	0.350	0.124
0.40	0.400	0.153
0.45	0.450	0.288
0.50	0.500	0.775

المصدر: إعداد الباحث

نجد من الجدول (7)، ان ادنى مستوى من العائد المرغوب يجب ان لايقل عن 30%، (لان المستثمر لو خفض العائد الى 25% ، فانه لن يحصل على مخاطرة اقل، بمعنى ان التباين لن ينخفض مع انخفاض العائد)، كما اننا نجد انه عند زيادة العائد المرغوب من 40% الى 45% فان التباين (المخاطرة) سيتضاعف، وعند زيادة العائد من 45% الى 50% نجد التباين سيتضاعف مرة ونصف.

ويمكن تمثيل العلاقة بين العائد المتوقع مع التباين بيانيا، والشكل (6) يمثل منحني الكفاءة الحدودي لنموذج المحفظة، والذي يبين العلاقة الغير خطية بين العائد المتوقع والمخاطرة (التباين)، وهذا المنحني

بطبيعة الحال يعكس فئات المستثمرين، فالمستثمر المتحفظ سيحاول دائما ان يتحرك على الجزء الاسفل من المنحني أي يحاول ان يحصل على مستويات متدنية من المخاطرة مع عائد معقول، في حين ان المستثمر المضارب نجده في الجزء العلوي من هذا المنحني من اجل ان يحصل على عائد متوقع اعلى، على الرغم من مستويات المخاطرة العالية التي سيتحملها.



شكل (6) منحني الكفاءة الحدودي لنموذج المحفظة المثلى لعينة البحث

رابعا : الاستنتاجات

1. ان المحفظة الاستثمارية هي عبارة عن اداة مالية مركبة من خليط من الموجودات، الغرض من المحفظة هو الحصول على اكبر عائد بادنى مخاطرة، ويستند مفهوم المحفظة على فكرة المزج الرئيسي major mix بين الاصول المالية والحقيقة، ومن خلال هذا المزج يتم تحديد التركيبة الاساسية وتحديد الوزن النسبي لكل اصل من اصول المحفظة نسبة لراسمالها الكلي.
2. اول من اشار الى مفهوم المحفظة الاستثمارية ماركويتز عام 1952، ويستند مفهوم المحفظة المثلى على عاملين اساسين:
   - العائد المتوقع، ويقصد به مقدار الزيادة الحقيقة في القيمة الاجمالية لاصول المحفظة خلال مدة زمنية.
   - مخاطرة المحفظة، ويقصد بها مقدار التباين في العائد المحتمل عن العائد الحقيقي وتقاس بالانحراف المعياري للعائد المتوقع .

ويحاول المستثمر الموازنة بين هذين العاملين وحسب درجة قبوله للمخاطرة، فهناك المستثمر المتحفظ لعامل المخاطرة، وهناك المستثمر المغامر والذي يكون عاشقا للمخاطرة.

3. يتم بناء المحفظة المثلى من خلال تماس منحني الكفاءة الحدودي Efficient frontier ، وهو المنحي الذي يمثل مجموعة من المحافظة التي لها اعلى عائد لكل مستوى من المخاطرة، او ادنى مخاطرة لكل مستوى من العائد، مع اقرب منحني سواء للمستثمر.

4. اول من اشار الى امكانية تطبيق البرمجة التربيعية على نظرية المحفظة المثلى هو ماركوتز في كتابه عام 1959، ويكون هدف البرنامج الرياضي هو تدنية تباين المحفظة الى اقل ما يمكن في ظل قيد الحد الادنى من العائد المرغوب.
5. نظرا للمخاطرة العالية التي يمتاز بها نسبيا سوق العراق للاوراق المالية، نتيجة حالة عدم الاستقرار السياسي والاقتصادي، وجدنا انه من المهم استخدام نموذج البرمجة التربيعية لتحديد المحفظة المثلى للمستثمر في سوق العراق المالي.
6. تم تطبيق نموذج البرمجة التربيعية على اسهم اربعة مصارف مدرجة في سوق العراق المالي، للحصول على المحفظة الاستثمارية المثلى، وتم توظيف برنامج الجداول الالكترونية الاكسل Microsoft Excel للوصول الى حل نموذج البرمجة التربيعية.
7. ومن نتائج نموذج البرمجة التربيعية، نجد ان على المستثمر ان يقوم بتوظيف 62% من امواله في اسهم المصرف التجاري العراقي، و 30% في المصرف الاهلي العراقي و 8% في مصرف الاستثمار العراقي، وان لا يوظف أي شي من ماله في مصرف بغداد، حتى يستطيع ان يحقق عائد مرغوب قدره 40% على الاسهم التي سيقتنيها من المصارف المشار اليها، كما نلاحظ ان المحفظة تحقق تباين مقداره 0.153 وهذا يعني ان الانحراف المعياري يساوي 0.392 بمعنى ان نسبة مخاطرة المحفظة هي 39% .
8. ويشير تحليل الحساسية لنموذج البرمجة التربيعية وحسب مضروب لاكرنج، ان كل زيادة في عائد المحفظة بمقدار 1% تؤدي الى زيادة في تباين المحفظة (المخاطرة) بنسبة 0.083، أي ان التباين الجديد بعد الزيادة في العائد سوف يصبح 0.475 والانحراف المعياري يكون 69% تقريبا. كما ان تحليل الحساسية دعم فرضية ان هناك علاقة لاخطية بين العائد المتوقع والمخاطرة.

قائمة المصادر

اولا: المراجع باللغة العربية:

1 ـ التميمي، ارشد فؤاد مجيد ابراهيم ، لميس محمد مطرود الجنابي، **تصميم محفظة الأسهم العادية المثلى والمحافظ البديلة**: دراسة تطبيقية في عينة من الشركات المدرجة في سوق بغداد للأوراق المالية، مؤتمر اقتصاديات الأعمال في ظل عالم متغير، جامعة العلوم التطبيقية الأهلية، عمان، للفترة 14/12/ أيار 2003، بحث غير منشور.

2 ـ الحميدان، سليمان بن صالح، عمر محمد صالح، حسن محي الدين حميدة، **الاسس الرياضية للبرمجة الخطية**، النشر العلمي للمطابع، جامعة الملك سعود، الرياض، 2002.

3 ـ الحناوي، محمد صالح، **تحليل وتقيم الاسهم والسندات**، الاسكندرية، الدار الجامعية، 2006. 4

4 ـ الراوي، خالد وهيب، **الأسواق المالية والنقدية**، دار المسيرة، عمان، 2000.

5ـ رمضان، زياد، **مبادى الاستثمار المالي والحقيقي**، دار وائل للنشر، عمان، 2005.

6 ـ سماقية، بشرى، ادارة المحافظ الاستثمارية باستخدام البرمجة التربيعية، البحث منشور على الموقع الالكتروني لمركز أبحاث فقه المعاملات الإسلامية – الإدارة، وعلى الرابط الاتي:http://www.kantakji.org/fiqh/Files/Finance/223.doc:

7ـ العاني، احمد حسين بتال، صياغة وحل نماذج البرمجة الخطية باستخدام برنامج الجداول الالكترونية (الاكسل)، مجلة كلية المعارف الجامعة، العدد 6 ، السنة الخامسة، 2004، ص365-378.

8 ـ الكرخي، مجيد عبد الجعفر، التحليل الكمي الاقتصادي، ج 2، دار الكتب والوثائق، بغداد، 2001.

9 ـ مطر، محمد، **إدارة الاستثمارات: الإطار النظري والتطبيقات العملية**، دار وائل للنشر، عمان، 2004.

10ـ لنشرة السنوية لسوق العراق للأوراق المالية، متوفرة على الشبكة العالمية وعلى الرابط الاتي: http://www.isx-iq.net

ثانيا: المراجع باللغة الإنكليزية

1-Bernard W. T.,**2007**, **Introduction to Management Science**, 9th ed., Prentice Hall, New Jersey.

2-Chincarini, Ludwig B and Kim, Daehwan ,**2006**, **Quantitative Equity Portfolio Management**, McGraw-Hill ,New York.

3-Dietmar Maringer, **2005**, **Portfolio Management with Heuristic Optimization**, Springer.

4-Frank R. and Keith C., 2002, **Investment analysis and Portfolio Management**, South Western.
5-Frederick S. H. and Gerad T. J., **2001**, **Introduction to Operations Research**. 7th ed., McGraw-Hill, New York.
6-M. Jackson; M. D. Staunton, **1999**, **Quadratic Programming Applications in Finance Using Excel**, *The Journal of the Operational Research Society* ،Vol. 50, No. 12. 1256-1266.
7-Markowitz Harry, **1952**, **Portfolio Selection***, Journal of finance*, Vol. 7, No.1, pp77-91.
8-Markowitz, Harry, **1959**, **Portfolio selection :Efficient Diversification of Investment**, Cowels Foundation Monograph # 16 , John Wiley & Sons, New York.
9-Mokhtar S. Bazaraa, Hanif D. Sherali and C. M. Shetty **,2006, Nonlinear Programming :Theory and Algorithms**, John Wiley & Sons, New Jerse-
10-Peter B. and Stephen L, **1994**, **Computing Markowitz Efficient Frontiers Using a Spreadsheet Optimizer**, *Journal of Property Finance*, Vol. 5, No. 1, pp 58-66.
11-Robert J., **2002**, **Linear Programming: Foundation and Extension**, Springer .
12-Robert L. Hagin, **2004, Management, Portfolio Diversification Risk, and Timing fact and fiction**, John Wiley & Sons, New Jersey.
13-Robert S. Pindyck, and Daniel L. Rubinfelid, **1995**, **Microeconomics**, 3rd ed., Prentice-Hill.
14-Vijay Gapta, **2002**, **Statistical Analysis Using Excel**, VB Books , Canada .