أمثلة عائد محفظة القروض المصرفية باستخدام البرمجة الرياضية غير الخطية

(دراسة حالة)

د. أسمهان خلف* د.عثمان نقار** احلام دقاق***

(الإيداع: 16 آذار 2021 ، القبول: 17 حزيران 2021)

الملخص:

هدف هذا البحث على نحو رئيس تقييم فعالية استخدام أسلوب البرمجة الرياضية غير الخطية في أمثلة وتعظيم عائد محفظة القروض المصرفية من خلال دراسة حالة بنك الشرق، وتحقيقاً لهذا الهدف تم جمع البيانات الربعية عن عائد محفظة القروض، والأوزان النسبية لتشكيلة القروض المكونة لتلك المحفظة خلال الفترة الزمنية من عام 2010 وحتى عام 2018، تم استخدام وظيفة solvar في برنامج Microsoft Office Excel.

ومن أهم النتائج التي تم انتهى إليها، البحث أنّ استخدام أسلوب البرمجة الرياضية غير الخطية ساعد في تعظيم عائد محفظة القروض المصرفية، مقارنة بمتوسط قيمة العائد قبل عملية التحسين، وكان من أهم التوصيات ضرورة الاعتماد على الأسس العلمية التي تعتمدها آليات البرمجة الرياضية في اتخاذ القرارات الاستثمارية، ولا سيما عملية منح القروض، ومراعاة العلاقة التبادلية بين معدل العائد المطلوب تحقيقه وحجم المخاطرة التي يمكن أن يتعرض لها المصرف.

الكلمات المفتاحية: البرمجة غير الخطية، دالة الهدف، تعظيم العائد، عائد محفظة القروض.

*أستاذ مساعد في قسم التمويل والمصارف، كلية الاقتصاد، جامعة حماة.

**أستاذ مساعد في قسم التمويل والمصارف، كلية الاقتصاد، جامعة حماة.

*** طالبة دراسة عليا (دكتوراه)، كلية الاقتصاد، جامعة حماة.

Optimization of bank loan portfolio return Using non-linear mathematical programming

(A Case Study)

Dr. Asmahan Khalaf* **Dr. Othman Naqar**** **Ahlam dakak*****

(Received: 16 March 2021, Accepted: 17 June 2021)

AbstRACT:

The main objective of the research is to evaluate the effectiveness of using non-linear mathematical programming method in optimization and maximizing the return of the bank loan portfolio through the case study of Bank Al-Sharq, From 2010 to 2018, by using the solvar function in Microsoft Office Excel.

The most important results of using non-linear mathematical programming method has contributed to maximizing the return of the bank loan portfolio, compared to the average value of the return before the improvement process.The recommendations are need to rely on scientific foundations adopted by the mathematical programming mechanisms in making investment decisions, especially The process of granting loans, by relying on mathematical programming mechanisms, and taking into account the reciprocal relationship between the rate of return to be achieved and the size of the risk that the bank may be exposed to.

Keywords: Nonlinear Programming, Objective Function, Return Maximization, Loan Portfolio Return.

*Assistant Professor in the Department of Finance and Banking, Faculty of Economics, Hama-University.

** Assistant Professor in the Department of Finance and Banking, Faculty of Economics, Hama-University.

***PhD student, Faculty of Economics, Hama-University.

1- المقدمة:

يعد الإقراض النشاط الرئيس والأكثر حساسية لعمل المصرف، والمصدر الذي يحتل المقام الأول لإيراداته، فالقروض عادة ما تشكل نسبة كبيرة من إجمالي توظيفات المصرف، ومن ثم إيراداته، في ضوء هذه الأهمية كان لابد من إدارة هذه المحفظة بطريقة سليمة، سيما أنّ إدارة محفظة الإقراض المصرفية تتمثل في الآلية التي يتم من خلالها إدارة وضبط مخاطر القروض، وتحقيق أكبر عوائد مصرفية في ظل الحد الأدنى المتوقع من هذه المخاطر. ومن ثم اختيار النهج المناسب في اتخاذ القرارات التي من شأنها تحقيق هذا الهدف.

وفي سبيل السعي الدائم من إدارة المصرف لرفع وتعظيم عائد محفظة الإقراض المصرفية، في حدود مخاطر الائتمان المصرفي التي يتعرض لها، ومن خلال اعتماده على عدة استراتيجيات وأسس علمية، قد ينجح بعضها ويفشل بعضها الآخر ، بات من الضروري البحث عن بدائل حديثة لتعظيم هذه العوائد، أمام ما تشهده المصارف من تذبذب في عوائدها، وذلك من خلال استخدام الأساليب العلمية والتي يمكن التعبير عنها بطرق كمية، كان من أبرزها البرمجة الرياضية غير الخطية والتي شكلت في قواعدها وأساليب تطبيقها علماً قائماً بذاته، وأصبحت الخوارزميات الناتجة عنها السبيل لحل البرامج الرياضية وصولاً للحل الأمثل وتحقيق الأهداف المرجوة بأحسن صورة ممكنة، وجاء هذا البحث ليسلط الضوء على موضوع أمثلة وتعظيم عائد محفظة الإقراض المصرفية وذلك في سياق التعامل مع عوائد محفظة الإقراض المصرفية عن الفترة الربعية للقروض الداخلة في تكوين المحفظة المدروسة، ممثلة بالقروض الممنوحة للشركات الكبرى، والقروض الممنوحة للمؤسسات الصغيرة والمتوسطة، وقروض الأفراد، وصولاً لصياغة البرنامج الرياضي غير الخطي، وذلك بالاعتماد على نوافذ الحل الآلية Solver في برنامج الجداول الالكترونية Excel، لتمثيل منحنى الحد الفعّال لمجموعة العوائد المثلى، أمام تشكيلة الأوزان الداخلة في تركيبة تلك المحفظة، وبشكل يساعد المصرف في الوصول لأكثر السيناريوهات دقة وبشكل يتناسب مع تحقيق هدف المصرف وتحقيق عوائد جيدة.

2- مشكلة البحث:

يسعى المصرف إلى زيادة عوائده من محفظة القروض المصرفية في حدود مخاطر الائتمان المصرفي ويعتمد في ذلك على عدة استراتيجيات وأسس علمية، قد ينجح بعضها ويفشل بعضها الآخر، لذلك وانطلاقاً من هذه المشكلة يحاول البحث الإجابة عن التساؤلين الرئيسين الآتيين:

- هل يمكن تعظيم عوائد محفظة الإقراض المصرفية لمصرف الشرق باستخدام البرمجة الرياضية غير الخطية؟
- ما هي نسب الأوزان الداخلة في محفظة الإقراض المدروسة والتي تحقق أفضل العوائد للمصرف عينة الدراسة؟

3- أهداف البحث:

يسعى البحث إلى تحقيق الأهداف الآتية:

- صياغة نموذج برمجة رياضي غير خطي لتعظيم عوائد محفظة الإقراض المصرفية في المصرف عينة الدراسة.
- تحديد نسب الأوزان الداخلة في المحفظة والتي تحقق أعلى العوائد في المصرف عينة الدراسة.

4- أهمية البحث:

الأهمية النظرية للبحث: يقدم البحث خلفية نظرية ودراسة تطبيقية عن استخدام وتطبيق الأساليب العلمية ممثلة بالبرمجة الرياضية غير الخطية في تعظيم عائد محفظة الإقراض المصرفية، ومن ثم فإنه يعد امتداداً لغيره من الأبحاث التي ركزت على هذه الآليات.

الأهمية العملية للبحث: وتكمن الأهمية العملية للبحث من خلال استخدام الأساليب العلمية خاصة الأساليب الكمية منها في ميدان العمل المصرفي عن طريق استخدام آليات البرمجة الرياضية غير الخطية في سبيل تعظيم عائد محفظة الإقراض المصرفية إلى أقصى قيمة ممكنة وبشكل يضمن استغلال كامل موارد تلك المحفظة.

5- فرضيات البحث:

يعتمد البحث على الفرضية الآتية:

لا يمكن استخدام البرمجة الرياضية غير الخطية في تعظيم عائد محفظة الإقراض المصرفية.

6- منهجية البحث:

تحقيقاً لأهداف البحث تم الاعتماد على المنهج الوصفي، وذلك في الجانب النظري لاستعراض الأدبيات النظرية ذات الصلة بموضوع البحث من خلال التعريف بمفهوم عائد محفظة الإقراض المصرفية، وآليات تعظيم هذا العائد والعوامل المؤثرة فيه، والتعريف بأسلوب البرمجة الرياضية غير الخطية كأحد أساليب تعظيم العائد، وفي الجانب التطبيقي تم اعتماد المنهج التحليلي في دراسة وتحليل البيانات المالية الخاصة بالمصرف المدروس وصياغة البرنامج الرياضي وصولاً لتحديد المحفظة المثلى التي تحقق أفضل عائد ممكن للمحفظة، وتفسير النتائج المتولدة عن الدراسة التطبيقية.

7- حدود البحث:

تم تقسيم حدود البحث إلى:

- حدود مكانية: تمثلت بدراسة حالة مصرف الشرق بسبب توفر البيانات المطلوبة والقوائم المالية اللازمة خلال فترة الدراسة.
- حدود زمانية: حيث تمت الدراسة التطبيقية ضمن الفترة 2010 وحتى 2018م.

8- متغيرات البحث:

- تتكون متغيرات البحث من سلسلة عوائد محفظة الإقراض المصرفية المدروسة واللازمة لصياغة البرنامج الرياضي غير الخطي اللازم لتعظيم عائد المحفظة المصرفية ومتوسط المخاطر التي تتعرض لها تلك المحفظة، إلى جانب الأوزان النسبية لقروض كل قطاع ممنوح داخل المحفظة.

9- الدراسات السابقة:

دراسة (لطفي، ولاء، 2019)

بعنوان: تعظيم أرباح المشروعات الصغيرة والمتوسطة باستخدام البرمجة الخطية " دراسة حالة لمنشأة أليسار الفردية، سورية":

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم فعالية استخدام أسلوب البرمجة الخطية في تعظيم أرباح منشأة أليسار الفردية، وتحقيقاً لهذا الهدف تم الحصول على البيانات المالية الكاملة من تكاليف وايرادات للأعوام 2009 إلى 2014، واستخدامها في صياغة نموذج برمجة خطية خاص بالمنشأة، ويستهدف تعظيم قيمة أرباحها، ومن أهم النتائج التي تم التوصل إليها، أنّ استخدام أسلوب البرمجة الخطية في تعظيم أرباح منشأة أليسار الفردية قد أسهم في تعظيم قيمتها، سواء نسبة هامش الربح الإجمالي، أو هامش الربح التشغيلي، وكذلك هامش الربح الصافي.

دراسة (السرميني، فداء، 2018)

بعنوان" تكوين المحافظ الاستثمارية باستخدام البرمجة التربيعية (دراسة تطبيقية على سوق دمشق للأوراق المالية)":

هدفت الدراسة إلى تأطير القرار الخاص بتكوين المحفظة الاستثمارية وفق منهجية علمية سليمة مستندة إلى أسس نظرية المحفظة في الاستفادة من مزايا التنويع في تعظيم العوائد وتخفيض المخاطر، وذلك باستخدام البرمجة التربيعية بوصفها

أحد نماذج البرمجة الرياضية، وبالتطبيق على أسهم الشركات المدرجة في سوق دمشق للأوراق المالية خلال الفترة (2015-2017)، وكان من أهم نتائج الدراسة، أنّ البرمجة التربيعية تعد اداة مناسبة يمكن الاعتماد عليها من قبل المستثمر في سوق دمشق للأوراق المالية عند اتخاذ قرار المزج الرئيسي وتكوين محفظته الاستثمارية الملائمة لميوله، وبمراعاة العلاقة التبادلية بين العائد المتوقع والمخاطرة المنخفضة.

دراسة (Maurya V.,et al 2015) بعنوان:

Profit Optimization Using Linear Programing Model: A case Study of Ethiopian Chemical Company.

تعظيم الأرباح باستخدام البرمجة الخطية : دراسة حالة الشركة الكيميائية الاثيوبية

هدفت هذه الدراسة إلى اختبار فعالية استخدام نموذج البرمجة الخطية في أمثلة الأرباح، وذلك من خلال صياغة نموذج برمجة خطية لإحدى شركات تصنيع المواد الكيميائية، يستهدف تحديد المزيج الإنتاجي الذي يضمن تحقيق الربح الأمثل للشركة، وتمت هذه الدراسة من خلال جمع معلومات عن تكاليف إيرادات الشركة من العاملين في إدارة الإنتاج والمبيعات، واستخدامها فيما بعد في صياغة النموذج الخطي، وتوصلت الدراسة إلى عدة نتائج كان من أهمها، أنّ استخدام اسلوب البرمجة الخطية يسهم في أمثلة الأرباح، حيث أنّه قد أسهم في مضاعفة أرباح الشركة المدروسة.

دراسة (April. J., Fred, G., James, K., 2003) بعنوان:

(Portfolio Optimization for Capital Investment Projects), U.S.A.

ركزت هذه الدراسة على مفهوم تحسين المحفظة الجديد والذي يعالج أهداف تحقيق العائد المالي، وتجنب الخسارة القصوى والذ يمكن المستثمرين من تصميم الخطط الفعالة لتحقيق الأهداف المالية وتحليل البيانات الحقيقية بشكل دقيق، وذلك مقارنة بالتحليل التقليدي وطرق التنبؤ التي تعتمد على تحليل التباين، وهو نهج معروف أكثر تعقيداً واحتمالية للأخطاء من منهج التحسين.

دمجت الدراسة بين تقنية التحسين والمحاكاة وهي تقنيات تعتمد على البرمجة الخطية ضمن نظام عالمي يوجه سلسلة من التقنيات للكشف عن سيناريوهات الاستثمار الأمثل.

وقد تم تطبيق منهج تحسين المحفظة لتحسين أداء محفظة المشاريع في تطبيقات النفط والغاز وفي تحسين رأس المال من ناحية تخصيص ميزانيات الاستثمار في التكنولوجيا.

وكان من أهم نتائجها إنّ الأساليب الأخرى المستخدمة في عمليات الامثلة لها قيمة وتعطي حلول ممكنة أو حلول مثلى محلياً، وكلاهما يعد تحسيناً على الوضع الراهن ولكنه لا يصل إلى الحل الأمثل عالمياً، لذلك تعد عملية تحسن المحفظة التكنولوجية من الأبحاث القوية وبشكل فريد في التحسين العالمي.

تناولت العديد من الدراسات السابقة موضوع تعظيم الأرباح بشكل عام باستخدام عمليات الأمثلة القائمة على البرمجة التربيعية (الخطية وغير الخطية) والتي أثبتت كفاءتها في تعظيم الأرباح وتحسين الأداء، لذا جاءت هذه الدراسة والتي طُبقت على محفظة الإقراض المصرفية نظراً لأهمية هذه المحفظة وأهمية العائد المتولد عنها، وساعدت البرمجة غير الخطية في هذه الدراسة في تصميم وتحليل عوائد ومخاطر المحفظة وفق عدة سيناريوهات، واختيار التصاميم المثلى وتعظيم عائد المحفظة.

10- الإطار النظري للبحث:

10-1: عائد محفظة القروض المصرفية:

10-1-1 مفهوم عائد المحفظة :

يُعرف العائد بشكل عام على أنّه:" المكافأة التي يحصل عليها المستثمر، تعويضاً له عن فترة الانتظار والمخاطر المحتملة لرأس المال المستثمر، ويتم التعبير غالباً عن هذه المكافأة بنسبة مئوية من قيمة الاستثمار في بداية الفترة.

وينظر للعائد أيضاً على أنّه التدفقات النقدية المتحققة للمستثمر لقاء توظيفه لرأس ماله في مشروع استثماري خلال مدة زمنية معينة (مفلح وكنجو، 2019).

وجاء في تعريف عائد محفظة القروض المصرفية على أنه مقدار الفوائد والعمولات من القروض والتسهيلات الائتمانية. (Cornett& Mcnutt, 2006).

كما عُرف أيضاً على أنّه: التعويضات المدفوعة إلى المقرض (المصرف) من قبل مقترض الأموال (العميل)، وبالتالي فهي تمثل كلفة اقتراض الأموال من وجهة نظر المقترضين (Gitman, 2009).

ويستخدم عائد محفظة الإقراض لقياس حجم الفائدة النقدية التي يحصل عليها المصرف من عملائه خلال فترة معينة، كما تعطي المقارنة بين عائد المحفظة ومتوسط المعدل الفعلي للإقراض مؤشراً عن كفاءة المؤسسة في تحصيل المبالغ من عملائها، كما تعطي تصوراً عن مدى جودة المحفظة (جانسون وآخرون، 2003).

كما يمثل عائد المحفظة جزء من ايرادات المصرف على شكل فوائد دائنة على التسهيلات الائتمانية (حمد وناجي، 2017).

وجاء في تعريف عائد المحفظة أيضاً على أنّه:" يمثل تكلفة رأس المال الذي يتوقع المستثمرون أن يكسبوه تلقاء استثمارهم في محافظهم الاستثمارية على شكل عائد إيجابي، وهو يعكس كفاءة تدفق رأس المال من أولئك الذين يعرضونه إلى أولئك الذيم يطلبونه (Gress، 2005).

أما عائد المحفظة من وجهة نظر الباحثة فهو يمثل الفوائد التي يحصل عليها المصرف من جراء استثماراته من القروض الموجهة لمختلف القطاعات، وهو مقياس يعكس كفاءة المصرف في هذا النوع من الاستثمارات الأكثر توليداً للدخل بالنسبة له.

10-1-2 العوامل المؤثرة في عائد محفظة القروض:

إن العوامل المؤثرة في عائد محفظة القروض تصنف عموماً في ثلاث مجموعات هي (الخالدي، 2009):

المجموعة الأولى: العوامل الخارجية على النحو الآتي:

1. السياسة النقدية للمصرف المركزي وتوجيهاته لكبح جماع التضخم وذلك من خلال تخفيض سقف الائتمان النقدي الممنوح من قبل المصارف التجارية.
2. رفع أسعار الفائدة المصرفية على القروض والسلف الممنوحة، مما يؤثر سلباً في تراجع معدلات منح القروض، ومن ثم تدني معدلات عوائدها السنوية.
3. السياسة المالية والاعتبارات الضريبية وتأثيرها على اختيار القروض، وبالتالي تحديد تشكيلة القروض المكونة للمحفظة، حيث يؤخذ بعين الاعتبار معدلات الضرائب المفروضة على ايرادات القروض(فائق، 2015).

المجموعة الثانية: العوامل التشريعية والتنظيمية للمصرف:

1. معدل توظيف الودائع في القروض والتسهيلات الائتمانية: وهو يحدد قدرة إدارة المصرف في توظيف الودائع المستقرة نسبياً في قروض وتسهيلات ائتمانية مدرة للربح إذا ما قورنت بمجالات استثمار أخرى للأموال.

2. معدل كفاية رأس المال: فمن المتوقع أنّ انخفاض هذه النسبة قد يؤدي إلى زيادة قدرة المصرف في توظيف المزيد من موارده المالية في قروض وتسهيلات ائتمانية مربحة، وبالتالي زيادة معدلات عائد محفظة القروض.

وتحدد نسبة كفاية رأس المال وفق الصيغة الآتية:

$$\text{الحد الأدنى لمتطلبات كفاية رأس المال} = \frac{\text{مجموع رأس المال الرقابي}}{\text{الموجودات المرجحة بالمخاطر}}$$

المجموعة الثالثة: العوامل الداخلية للمصرف:

1. حجم المصرف.
2. مصاريف الدعاية والإعلان.
3. عمر المصرف.
4. توافر الكوادر الفنية لإدارة المحفظة قادرة على رسم سياسات كفوءة لإدارة المحفظة وتنفيذها (فائق، 2015).
5. السيولة النقدية الحاضرة.
6. شبكة الفروع المصرفية:.
7. تنويع محفظة القروض (رامي، 2018).

كما يشير Markowitz إلى أنّه من أجل تقليل المخاطرة، لا يكفي فقط الاستثمار في الكثير من الأصول المالية، ولكن من الضروري الاستثمار في أصول ذات تباينات عالية فيما بينها، إلى جانب التنويع عبر صناعات مختلفة، كما يساهم التنويع في تقليل تكلفة مراقبة المعلومات إلى الحد الأدنى، الأمر الذي ينعكس إيجاباً على عائد المحفظة (Christiana & Viverita, 2017).

10-1-3: أهم مؤشرات قياس عائد محفظة القروض:

يقاس دخل القرض بشكل عام بمتوسط ايرادات الفوائد السنوية المتولدة عن هذا القرض، بالإضافة للرسوم السنوية التابعة له، والتي تقدر على مدى الحياة المتوقعة للقرض (Profit Stars، 2012).

وبالتالي يمكن القول أنّ العائد المتوقع على محفظة القروض هو ببساطة متوسط العائد المرجح لأصولها، والوزن هو نسبة كل أصل إلى إجمالي المستثمر في المحفظة (مفلح وكنجو، 2019)، بمعنى آخر هو عبارة عن مجموع العوائد المتوقعة على الأصول المكونة للمحفظة مضروبة بنسبة كل أصل في المحفظة.

وتقاس وفق العلاقة الآتية:

$$p=\sum_{i=1}^{n} Xi\bar{R}i\bar{R}$$

حيث:

$\bar{r}_i$: العائد المتوقع من كل أصل.

X_i: نسبة الاستثمار في كل أصل (Myles، 2003).

ويقاس أيضاً عائد محفظة القروض بقسمة إجمالي الايرادات النقدية (مجمل الدخل المحقق من محفظة القروض باستثناء الفوائد المستحقة) على متوسط إجمالي القروض في المحفظة خلال الفترة (جانسون وآخرون، 2003)، وهو ما يسمى بمعدل عائد محفظة القروض وهو أحد مقاييس الربحية المحاسبية ويعطى بالعلاقة:

معدل عائد محفظة القروض = الفوائد والعمولات من القروض والتسهيلات الائتمانية/متوسط إجمالي القروض والتسهيلات الائتمانية (الخالدي، 2009).

10-2 مفهوم البرمجة غير الخطية كأداة لإيجاد الحل الأمثل:

10-2-1 مفهوم البرمجة الرياضية غير الخطية:

تعد البرمجة الرياضية من أبرز المجالات التي تتفرع عن الأساليب الكمية المتبعة في اتخاذ القرار، والتي تتفرع بدورها إلى عدة فروع، كالبرمجة الخطية والبرمجة غير الخطية وغيرها.

تُعنى البرمجة غير الخطية بعلاج المشكلات المختلفة القابلة للتعبير الكمي، والتي تتعلق بتوزيع الموارد المحدودة على عدد محدد من الاستخدامات، مع وجود عدد كبير من الاستخدامات البديلة لهذه الموارد، بحيث يضمن هذا التوزيع مستوى أعلى من الكفاءة والفاعلية، فهي تقنية رياضية واسعة الاستعمال في الميادين العلمية كافة، تبحث عن حل أو حلول لمشكلة ما، واختيار أفضل هذه الحلول والتي تمثل الحل الأمثل ، فالهدف الأساسي من بناء أي نموذج اقتصادي هو تحديد الحلول المثلى لهذا النموذج المدروس، ذلك أنّ الهدف الرئيس لأي مؤسسة يتمثل في رفع القيمة السوقية لها في السوق وذلك من خلال تعظيم الأرباح أو تخفيض التكاليف، وتقسم الأمثلة إلى حالتين هما:

- دالة التعظيم Maximization.
- دالة التدنية Minimization. (الحيالي، 2014)

إذ تعرف عملية إيجاد الحل الأمثل، على أنها عبارة عن اختيار بديل –أو أكثر– من عدة بدائل بهدف الوصول لغاية ما، قد تكون شيئاً يراد تعظيمه، أو شيئاً يراد تخفيضه أو مزيج من الاثنين معاً، وبناء على ذلك يتكون البرنامج الرياضي من عنصرين أساسين:

- دالة الهدف والتي تتضمن مجموعة من المتغيرات التي تحدد قيمة هذه الدالة.
- مجموعة من القيود والتي تسعى إلى تحقيق ذلك الهدف، بحيث يتم التعبير عنها في صيغة علاقات رياضية (السلوم، 2010).

10-2-2- أقسام البرمجة غير الخطية:

تقسم نماذج البرمجة غير الخطية بناء على عدد المتغيرات التي تتضمنها إلى قسمين، هما:

1. البرمجة غير الخطية بمتغير واحد، بحيث تتحدد دالة الهدف بالصيغة الآتية (رضوان وأبو عمة، 2001):

$$Maximize(minimize)Z = f(x)$$

2. البرمجة غير الخطية متعددة المتغيرات، بحيث تتخذ دالة الهدف فيها الصيغة الآتية (Wang&Tang، 1998):

$$Maximize(minimize)Z = f(x) = f(x_1,x_2, \ldots\ldots ,x_n)$$

إذ يشار إلى الدالة $f(x)$ بدالة الهدف غير الخطية، وتسمى المتغيرات (x) بمتغيرات القرار، وللحصول على أفضل نتيجة لابد من تحديد قيم المتغيرات للحصول على دالة الهدف المطلوبة.

كما ويتم ذلك من خلال تحديد نطاق للمشكلة، والذي يعرف بمجموعة القيود وبناء عليه **تتخذ مشكلة البرمجة غير الخطية أحادية البعد الصيغة الآتية** (رضوان وأبو عمة، 2001):

$$Maximize(minimize)Z = f(x)$$

ضمن القيود:

$$A \leq x \leq b$$

حيث أنّ:

a,b: أعداد طبيعية

بالمقابل فإن مشكلة **البرمجة غير الخطية متعددة المتغيرات تتخذ الصيغة الآتية** (السرميني، 2018):

$$f(x) = f(x_1,x_2, \ldots\ldots ,x_n) \text{ Maximize(minimize)}Z =$$

ضمن القيود:

$$g_1(x_1, \ldots. x_n)(\leq, \geq)b_1$$
$$g_2(x_1, \ldots. x_n)(\leq, \geq)b_2$$
$$\vdots$$
$$g_p(x_1, \ldots. x_n)(\leq, \geq)b_p$$
$$p=1,2, \ldots. ,m$$

حيث أنّ:

b_i: ثوابت القيود ، $g(x)$: القيود، P: عدد القيود.

كما تظهر لدى حل مشكلة البرمجة غير الخطية شروط عدم السلبية لمتغيرات القرار، والتي يمكن التعبير عنها وفقاً للصيغة الآتية:

$$x_j \geq 0, j=1, \ldots ,n$$

وعليه فإنّ البرنامج الرياضي غير الخطي يتكون من دالة الهدف، $f(x)$ غير الخطية، وعدد من القيود والتي قد يكون بعضها أو جميعها غير خطي.

10-2-3 شروط استخدام البرمجة الرياضية:

هناك عدد من الشروط التي يجب توفرها في المشكلة المراد حلها باستخدام البرمجة الرياضية، من أهمها ما يأتي:

- وجود هدف واضح دقيق يراد تحقيقه، وقد يكون هذا الهدف تحقيق أقصى ربح ممكن، أو أدنى تكلفة ممكنة.
- أن تتضمن المشكلة عدداً من متغيرات القرار التي يؤدي اختيار القيمة المثلى لكل منها إلى تحقيق الهدف المطلوب.
- وجود علاقة رياضية بين متغيرات القرار التي تتضمنها المشكلة (الياسمور، 2009).
- أن تكون قيمة متغيرات القرار أكبر أو تساوي الصفر وهو ما يطلق عليه (شرط عدم السلبية)
- وجود عدد من القيود أو المحددات التي تعبر عن محدودية الموارد المتاحة والتي تستلزم الاستخدام الأمثل لتلك الموارد (الصفار والتميمي، 2007).

11- الدراسة التطبيقية:

11-1- لمحة عن المصرف عينة الدراسة:

بنك الشرق: يبلغ رأس مال المصرف 2.750.000000 بعدد أسهم 27.500.000 بقيمة اسمية 100 ل.س للسهم الواحد، أما القروض والتسليفات في المصرف فهي موجودات مالية غير مشتقة ذات دفعات ثابتة أو قابلة للتحديد وغير مدرجة في سوق مالي ناشط. تظهر القروض والتسليفات على أساس الكلفة المعدلة بعد تنزيل الفائدة غير المحققة وبعد مؤونة خسائر الديون حيث ينطبق تسجيل الديون الرديئة والمشكوك بتحصيلها على الأساس النقدي وذلك لوجود شكوك واحتمال بعدم تحصيل قيمتها الأصلية و/أو فائدتها.

كما بلغت قيمة محفظة القروض المصرفية في نهاية عام 2018 (24943864133) ، وهي تشمل القروض الممنوحة للشركات الكبرى والقروض الممنوحة للمؤسسات الصغيرة والمتوسطة وقروض التجزئة.

أما قيمة الفوائد الدائنة للمحفظة فقد بلغت (2447920063) لمحفظة القروض المصرفية وذلك في نهاية عام 2018 والتي تتوزع بحسب الوزن النسبي لكل قطاع داخل المحفظة.

11-2- التعريف بمتغيرات البحث واختبار الفرضيات:

تم استخدام البرمجة الرياضية غير الخطية لتعظيم عائد المحفظة، بالاعتماد على الفوائد الربعية للمصروف المدروس وخلال مدة الدراسة لحساب معدل العائد والذي يحسب بالعلاقة:

معدل العائد لمحفظة الإقراض المصرفية = الفوائد الدائنة/إجمالي القروض في المحفظة

كما تم احتساب متوسط معدل العائد لمحفظة الإقراض بعد ترجيحه بمتوسط الأوزان النسبية داخل المحفظة وذلك لغايات الأمثلة ضمن البرنامج الرياضي.

- ومن خلال صياغة دالة الهدف على النحو الآتي:

$$Maximize(Re)= f(x)$$

حيث تشير الصيغة السابقة إلى أنّ دالة الهدف تتمثل في تعظيم عائد المحفظة.

حيث Re: تمثل معدل العائد لمحفظة الإقراض المصرفية والتي تم احتسابها وفق عدة صيغ على النحو الآتي:

الجدول رقم (1): صيغ معدل العائد المحسوبة قبل عملية التحسين

الصيغة	معدل العائد
Percentiles(ميئين العائد)	2.59%
QUARTILE(رُبيع العائد)	1.31%
Min(أقل عائد)	0.27%
AVERAGE(متوسط العائد)	3.42%

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على البيانات المالية الخاصة بالمصرف وبرنامج Excel.

حيث تم الاعتماد على عدة صيغ لعائد المحفظة والتي حققها المصرف خلال فترة الدراسة وذلك لصياغة قيود البرنامج الرياضي.

- تم الاعتماد على عدد من القيود اللازمة لعميلة البرمجة معتمدة على عدد من المتغيرات، وتمثلت هذه القيود بالآتي:

1. قيد استغلال كامل موارد المصرف: وتعني استغلال كامل محفظة القروض الممنوحة للقطاعات الاقتصادية التي يتعامل معها المصرف، بحيث يكون مجموع نسب الاستثمار 100%، والذي يمكن صياغته كما يأتي:

$$= 1\sum_{i=1}^{n} w_i$$

حيث أنّ:

Wi: وزن كل قطاع في المحفظة، بمعنى نسبة الاستثمار أو التشغيل للقطاع في المحفظة، n:3،2،1 وتمثل عدد القطاعات التي يتعامل معها المصرف، وهي قطاع الشركات الكبرى، قطاع المؤسسات الصغيرة والمتوسطة، قطاع الأفراد على التوالي.

2. قيد الحد الأدنى من معدل العائد المطلوب: حيث تم التعامل مع معدل العائد المطلوب بعد الامثلة في كل سيناريو بحيث يتراوح ضمن إطار معدلات العوائد التي حققها المصرف والتي تم حسابها وفق الجدول (1).
3. قيد عدم صفرية النسب المستثمرة: ففي بعض السيناريوهات تم صياغة قيد عدم صفرية التعامل في قطاع معين، على افتراض رغبة المصرف في استمرار التعامل مع هذا القطاع لغايات الحفاظ على نوع معين من العملاء على حساب رغباته في تحقيق عائد معين والتعرض لمخاطرة معينة، مقابل الاستثمار في هذا القطاع وضمن الحدود الدنيا المقبولة بالنسبة له.

4. قيد الحد الأدنى من الخسارة القصوى: حيث تم التعامل مع هذا الشرط لغاية عدم تجاوز قيمة متوسط نسبة مخاطر الائتمان قبل عملية الأمثلة.

➢ ومن ثم حل النموذج الرياضي وصياغة السيناريوهات على النحو الآتي:

وبناء على ما سبق واعتماداً على البيانات الربعية الخاصة ببنك الشرق، يمكن حل النموذج الرياضي وصياغة السيناريوهات للمصرف على النحو الآتي:

تمثلت دالة الهدف في السيناريو الأول بتعظيم العائد للمحفظة وفق عدة قيود منها: قيد استغلال كامل موارد المصرف، وقيد كون العائد بعد عملية التعظيم أعلى من أقل عائد حققه المصرف خلال الفترة المدروسة على النحو الآتي:

- السيناريو الأول:

$$= \text{Re}\ Z\ \text{Maximize}$$

$$= 1\sum_{i=1}^{n} w$$

$$\text{Re} \geq \text{Min of Re}$$

أما في السيناريو الثاني فقد أُضيف قيد عدم صفرية التعامل مع القطاع الثاني والذي يمثل المؤسسات الصغيرة والمتوسطة وذلك وفقاً للنتيجة التي توصل لها السيناريو الأول، إلى جانب رفع حدود العائد ليصبح قيد العائد أعلى من المتوسط للعائد قبل عملية الأمثلة.

- السيناريو الثاني:

$$= \text{Re}\ Z\ \text{Maximize}$$

$$= 1\sum_{i=1}^{n} w$$

$$W_2 \geq 1\%$$

$$\text{Re} \geq \text{Avrage of Re}$$

وفي السيناريو التالي، أضيف قيد عدم صفرية التعامل مع القطاع الثالث وهو قطاع الأفراد، بافتراض أنّ المصرف يسعى إلى تحقيق الحل الأمثل مع استمرار التعامل مع كافة القطاعات.

- السيناريو الثالث:

$$= \text{Re}\ Z\ \text{Maximize}$$

$$= 1\sum_{i=1}^{n} w$$

$$W_2 \geq 1\%$$

$$W_3 \geq 1\%$$

$$\text{Re} \geq \text{Avrage of Re}$$

وفي السيناريو الرابع تمت إضافة قيد المخاطر وذلك في سبيل تحقيق الموازنة بين العائد والمخاطرة للمحفظة، من خلال القيد الأخير والذي يتمثل بأن يكون متوسط مخاطر الائتمان بعد الأمثلة أقل من متوسط المخاطر قبل عملية الأمثلة، إلى جانب شرط أن يكون العائد أعلى من الربيع الذي حققه المصرف قبل عملية الأمثلة.

- السيناريو الرابع:

$$= \text{Re}\ Z\ \text{Maximize}$$

$$= 1\sum_{i=1}^{n} w$$

$$\text{Re} \geq \text{Quartile of Re}$$

$$Ri_{Af} \leq Ri_{Be}$$

وفي السيناريو الأخير فقد تم تغيير شرط العائد ليصبح أعلى من الميئين، وذلك ضمن سلسلة العوائد التي حققها المصرف قبل عملية الأمثلة.

- السيناريو الخامس:

$$= \text{Re } Z \text{ Maximize}$$

$$= 1 \sum_{i=1}^{n} w$$

$$W_2 \geq 1\%$$

$$\text{Re} \geq \text{Percentiles of Re}$$

$$Ri_{Af} \leq Ri_{Be}$$

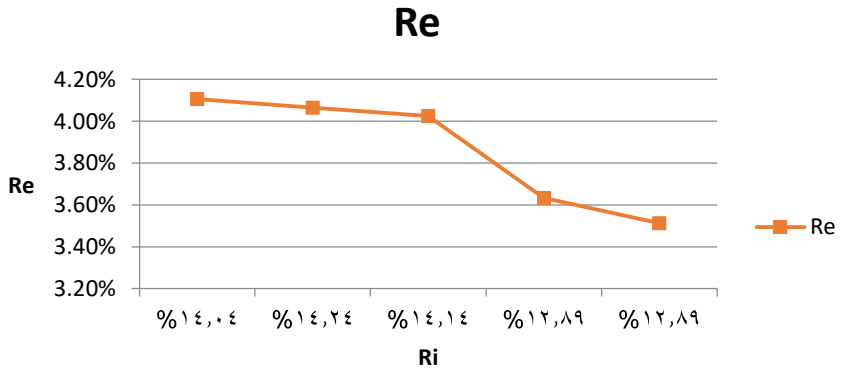
وعند حل البرنامج السابق لمجموعة القيود السابقة تم الحصول على القيم الآتية لمتغيرات القرار:

الجدول رقم (2): قيم متغيرات القرار لمحفظة القروض المصرفية المقترحة لبنك الشرق (SHRQ)

السيناريوهات	الأوزان النسبية			Ri	Re
	W_1	W_2	W_3		
السيناريو الأول	**100.00%**	**0.00%**	**0.00%**	14.04%	4.11%
السيناريو الثاني	99.00%	1.00%	0.00%	14.24%	4.06%
السيناريو الثالث	98.00%	1.00%	1.00%	14.14%	4.02%
السيناريو الرابع	88.45%	0.00%	11.55%	12.89%	3.63%
السيناريو الخامس	85.51%	1.00%	13.49%	12.89%	3.51%
قبل الأمثلة	86.79%	4.91%	0.67%	12.89%	3.72%

المصدر: من إعداد الباحثة وبالاعتماد على برنامج Excel وأداة التحليل Solver لحل النموذج الرياضي.

يظهر الجدول السابق قيم متغيرات القرار عند كل سيناريو من ناحية تعظيم العائد وضمن إطار مجموعة معدلات العائد التي حققها المصرف ومع مراعاة عنصر المخاطرة بالنسبة للمصرف وصولاً لمنحنى الحد الفعّال لمجموعة الأزواج (عائد، مخاطرة) وبأوزان استثمار مختلفة، ويوضح الشكل الآتي منحنى الحد الفعال للمصرف :



الشكل رقم (1): منحنى الحد الفعال لمجموعة الأزواج (عائد، مخاطرة)

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج Excel وبيانات الجدول السابق.

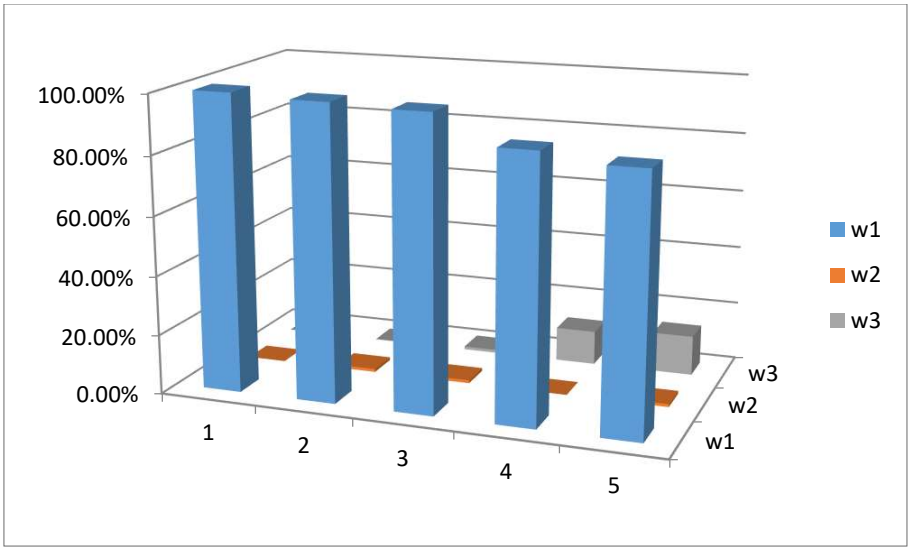
يوضح الشكل السابق واعتماداً على معطيات الجدول (3)، أن جميع قيم معدل العائد التي تم الحصول عليها نتيجة حل البرنامج الرياضي أعلاه، كانت أفضل من قيمته قبل عمليه التحسين حيث بلغت أعلى قيمة للعائد (4.11%) عند السيناريو الأول ومع افتراض البرنامج الرياضي للتعامل التام للمصرف مع قطاع الشركات الكبرى، وعدم التعامل نهائياً مع قطاع المؤسسات الصغيرة والمتوسطة أو مع قطاع التجزئة، أما في السيناريوهين الثاني والثالث فقد حقق البرنامج الرياضي قيم عظمى جديدة للعائد ومع افتراض التعامل مع القطاعين الآخرين ضمن الحد الأدنى للمصرف وفي سبيل عدم انهاء أي منهما، أما في السيناريو الرابع والسيناريو الخامس فقد تم الحصول على قيم جديدة محسنة من العائد، إلا أنها انخفضت بعد إدحال شرط الحفاظ على الحد الأدنى من عنصر المخاطرة والذي يتعرض له المصرف، حيث ارتفع عنصر المخاطرة في السيناريوهات السابقة أمام ارتفاع معدل العائد.

أما معدل الزيادة في العائد فيمكن حسابة وفق العلاقة:

$$= \frac{Re_{Af} - Re_{Be}}{Re_{Be}} = 10\%$$

حيث: Re_{Af} : معدل العائد بعد الأمثلة في السيناريو الأول.

Re_{Be} : معدل العائد قبل الأمثلة.



الشكل رقم (2): الوزن النسبي للقروض داخل المحفظة

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول رقم (2) وبرنامج Excel.

يوضح الشكل السابق توزيع الأوزان النسبية للقروض في المحفظة، حيث يلاحظ كيف كان لقطاع الشركات الكبرى النصيب الأكبر في هذه المحفظة ووفق كافة السيناريوهات المقترحة للحل الرياضي، وهو دليل على أنّ معدل العائد من هذا القطاع يشكل النصيب الأكبر من إجمالي معدل العائد الذي يحققه المصرف، يليه قطاع الأفراد، ومن ثم قطاع المؤسسات الصغيرة والمتوسطة.

الخلاصة: إنّ البرنامج الرياضي المستخدم في عملية تعظيم العائد، ومن خلال السيناريوهات المقترحة للمصرف، قد حققت عدة قيم محسنة من معدل العائد كانت جميعها أعلى من قيمته قبل عملية التحسين، كما أنّ حركة العائد المفترضة ضمن قيود السيناريوهات السابقة ما كانت إلا لتبيان حركة العائد الذي يحققه المصرف قبل عملية الأمثلة، والجدير بالذكر أنّه

يمكن توليد عدد كبير من السيناريوهات فيما لو تم التعامل مع القيم بشكل تصاعدي بدءً من الحد الأدنى (Min) وانتهاءً بالحد الأعلى (Max)، وبالتالي يمكننا القول أننا نقبل الفرض البديل القائل:

يمكن استخدام البرمجة الرياضية غير الخطية في تعظيم عائد محفظة الإقراض المصرفية.

12–النتائج:

- أظهرت نتائج عملية البرمجة الرياضية، أنه يمكن استخدام البرمجة الرياضية غير الخطية في تعظيم عائد محفظة الإقراض المصرفية للمصرف المدروس (بنك الشرق) حيث بلغت أفضل قيمة للعائد عند السيناريو الأول (4.11%) مقارنة بقيمته قبل عملية الأمثلة (3.72%) وبمعدل زيادة 10%.
- إنّ التشكيلة الأفضل للأوزان داخل المحفظة أشارت إلى أهمية التعامل مع قطاع الشركات الكبرى والذي شكل المصدر الأهم لعائد المحفظة وظهر ذلك في السيناريو الأول، يليه قطاع الأفراد، ومن ثم قطاع المؤسسات الصغيرة والمتوسطة.
- تعد البرمجة الرياضية غير الخطية أداة مناسبة لتعظيم العائد والحفاظ على حد معين من المخاطر والتي يمكن أن يتعرض لها المصرف مع مراعاة عدة أمور منها:
  - الاستغلال الكامل لموارد المصرف الخاصة بمحفظة الإقراض المصرفية.
  - وضع قيد الحد الأدنى من المخاطر والتي يمكن أن تتعرض لها المحفظة.
  - مراعاة العلاقة التبادلية بين معدل العائد ودرجة المخاطرة التي يتعرض لها المصرف.

13–التوصيات:

- ضرورة الاعتماد على الأسس العلمية في اتخاذ القرارات الاستثمارية، سيما عملية منح القروض، وذلك بالاعتماد على آليات البرمجة الرياضية.
- استمرار البحث والدراسة فيما يخص آليات البرمجة الرياضية عند تكوين المحافظ الاستثمارية، وبشكل يساهم في اتخاذ قرارات سليمة وكفوءة بالنسبة للمصرف.
- مراعاة العلاقة التبادلية بين معدل العائد المطلوب تحقيقه وحجم المخاطرة التي يمكن أن يتعرض لها المصرف.

12– المراجع:

1– جانسون وآخرون (2003)، مؤشرات الأداء لمؤسسات التمويل الأصغر، وكالة مايكروريت وبنك أمريكا الدولي للتنمية، واشنطن، الولايات المتحدة الأمريكية، ص 48.

2– حمد، خلف؛ ناجي، احمد (2017)، مخاطر السيولة واثرها على ربحية المصارف التجارية–دراسة تطبيقية على عينة من المصارف التجارية في العراق، مجلة كلية بغداد للعلوم الاقتصادية الجامعة، العدد الثاني والخمسون، ص 401–414.

3– الحيالي، علي (2014)، الاقتصاد الرياضي، جامعة بغداد، كلية الزراعة، قسم الاقتصاد الزراعي، ص 104.

4– الخالدي، حمد (2009)، تأثير العوامل الداخلية بعائد محفظة القروض والتسهيلات الائتمانية في المصارف التجارية–دراسة تطبيقية في عينة من المصارف الأهلية العراقية للمدة 2000–2008، المجلة العراقية للعلوم الإدارية، العدد 24، ص ص 1–22.

5– رضوان، أحمد؛ أبو عمة، عبد الرحمن (2001)، تقنيات الأمثلة في البرمجة غير الخطية، منشورات جامعة الملك سعود، السعودية، ص 10–11.

6- فائق، أفين (2015)، أثر تنويع محفظة القروض في عائد ومخاطر المحفظة، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة حلب، كلية الاقتصاد، سورية، ص 56.

7- السرميني، فداء (2018)، تكوين المحافظ الاستثمارية باستخدام البرمجة التربيعية، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة حماة، كلية الاقتصاد، ص 49.

8- السلوم، عثمان (2010)، الإدارة واستخدام الحاسب، منشورات جامعة الملك سعود، السعودية، ص 4-6.

9- الصفار، أحمد؛ التميمي، ماجدة عبد اللطيف (2007)، بحوث العمليات: تطبيقات على الحاسوب، دار المناهج للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، ص 149.

10- لطفي، ولاء (2019)، تعظيم أرباح المشروعات الصغيرة والمتوسطة باستخدام البرمجة الخطية (دراسة حالة لمنشأة أليسار الفردية)، مجلة جامعة حماة، المجلد الثاني، العدد الرابع، ص 41-56.

11- محمد، رامي (2018)، أثر درجة تنويع محفظة القروض على مستوى الامان المصرفي-دراسة تطبيقية على عينة من المصارف التجارية السورية الخاصة، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية، المجلد 40، العدد 4، ص ص 115-138.

12- مفلح، هزاع؛ كنجو، كنجو (2019)، إدارة الاستثمار والمشاريع الاستثمارية، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، جامعة حماة، كلية الاقتصاد، سورية، ص 312-497، 604.

13- اليامور، علي حازم (2009)، استخدام نموذج البرمجة الخطية في تحديد المزيج الانتاجي الأمثل الذي يعظم الأرباح في ظل نظرية القيود، ورقة بحثية مقدمة إلى المؤتمر العلمي الثاني للرياضيات الإحصائية والمعلوماتية، جامعة الموصل، يومي 6 و 7 ديسمبر، ص 624-638.

1. April. J., Fred, G., James, K. (2003), Portfolio Optimization for Capital Investment Projects,OptTek Systems, 1919 Seventh Street, Boulder, U.S.A, p.1.
2. Cornett, M., Mcnutt, J. (2006), Performance change around bank Mergers, Revenue Enhancements Versus cost Reductions, pp. 31-32.
3. Christiana, A., Viverita, V. (2017), The impact of loan portfolio concentration and foreign bank entry on Indonesian banks' returns and risk, Conference Paper, Department of Management, Faculty of Economics and Business, Universitas Indonesia, Depok Campus, Depok, Indonesia, p3
4. Gitman , L. (2009), Principles Of Managerial Finance, 12th ed., Pearson Prentia Hall , 282.
5. Gress, J. (2005), Financial Markets and Institutions, Fundamental Concepts in Financial Management , Chapter 5, pp.141-172.
6. Maurya V.,et al (2015), Profit Optimization Using Linear Programing Model: A case Study of Ethiopian Chemical Company, American Journal of Biological and Environmental Statistics, Vol 1, No 2, pp.51-57.
7. Myles, I. (2003), Investment Analysis, Chapter 3, Risk and Return, pp.51-52.

8. Profit Stars (2012), Measuring Lending Profitability at the Loan Level , Financial Performance, A Jack Henry Company, p3.
9. Tang, G., Wang,D. (1998), A Hybrid Genetic Algorithm for A Type Of Nonlinear Programming Problem, Computers & Mathematics with Applications,36(5), p.11.