توظيف الخوارزمية الجينية في التحليل الهرمي لاتخاذ القرار الأمثل مع تطبيق عملي

أ.د. عبد الجبار خضر بخيت الباحثة زينب محمد مكي

كلية الادارة والاقتصاد - جامعة بغداد

نبذة مختصرة

يعد القطاع المصرفي من القطاعات المهمة في العالم. والذي يقع على عاتقه مسؤولية جذب الأموال الفائضة للأفراد والمؤسسات، وإعادة توجيهها إلى القطاعات الأكثر حاجة من غيرها، فضلا عن العديد من الخدمات المختلفة الأخرى، وهو ما يعكس فعالية أدائها. تعد عملية تقييم أداء المصارف العراقية عملية ضرورية، في ظل التغييرات والإصلاحات التي يشهدها قطاعنا المصرفي، فضلا عن الزيادة الملحوظة في اعدادها. لذلك، انتخبت عملية التحليل الهرمي (AHP) واستخدامها في الخوارزمية الجينية (GA) من أجل تقييم مؤشرات السلامة المالية (FSI) لمصارف. ومن أجل الدخول في طرق البحث العلمية وتقديمها بشكل أوضح.

الكلمات المفتاحية: عملية التحليل الهرمي AHP، الخوارزمية الجينية GA، المصارف، مؤشرات السلامة المالية FSI.

Abstract

The banking sector is one of the important sectors in the world. It is the one who has the responsibility to attract surplus funds to: individuals and institutions, and redirect it to the sectors in need of financing more than others, as well as many different services other, and in The process of evaluating a way that reflects its effectiveness of its performance. performance of Iraqi banks is considered a necessary and urgent process, given the changes and reforms that our banking sector is witnessing, in addition to the remarkable increase in the number of banks. Therefore, the Analytic Hierarchy Process (AHP) was chosen and employed in the Genetic Algorithm (GA) in order to evaluate the financial soundness indicators (FSI) of banks. In order to enter into the scientific methods of research and present them more clearly.

Keywords: AHP, GA, banks, FSI.

١ المقدمة

القطاع المصرفي من القطاعات الحيوية، وان تقويم اداءه والرقابة عليه من العمليات الأساسية والضرورية لاستمراره، فضلا عن مواجهة المتغيرات والتحديات المتزايدة.[5: p.89]

ولهذا انتخبت عملية التحليل الهرمي كمؤشر لتقييم أداء المصارف. حيث تستند الى المعايير والسمات المتوافرة لاستخدامها في مجموعة من العمليات الرياضية غايتها الوصول الى أفضل قرار متاح من عدة قرارات مطروحة. حيث تمتاز عملية التحليل الهرمي بسهولة التطبيق والقوة العملية، فهي تقارن المعايير على شكل ازواج تتوزع بشكل هرمي، وبذلك يتألف النموذج الهرمي من الأهداف الرئيسة والفرعية ومن ثم المفاضلة بينها ومقارنتها. الا ان عملية التحليل الهرمي تعاني من مشكلة رئيسة وهي مشكلة الاتساق، وهي الآراء العشوائية التي يتخذها الخبير او المحكم والناتجة عن ضعف المعلومات او قلتها او في بعض الأحيان الانحياز الشخصي. وقد حاول العديد من الخبراء او المحكمين على تقليل الاتساق، وحصره في نسبة العشرة بالمئة من النتائج العشوائية، وهي النسبة التي عَدَّها مقبولة، وعليه سنحتاج الى أساليب جديدة للحصول على النتائج، منها ادخال الخوارزميات في عملية التحليل الهرمي، وهي الخوارزمية الجينية وذلك للتخلص من الاتساق أولا، ومن ثم الاستفادة من القوة التي تمنحها الخوارزمية الجينية في دقة القرار.

ومن أجل الدخول في الأساليب العلمية في البحث وعرضها بشكل واضح قسمت الورقة إلى أربعة فصول؛ تضمنت: الأول: عرض منهجية البحث التي احتوت مشكلته والهدف منه واهميته وحدوده. الثاني: تمثل مفهوم عملية التحليل الهرمي،

الخوارزمية الجينية. الثالث: ايجاد الاولويات بأسلوب التحليل الهرمي، ومن ثم دعمه بالخوارزمية الجينية عند حدوث حالة الاتساق، وعرض البيانات المتعلقة محل الدراسة وتطبيقها في النموذج المقترح من الباحثة، وتفسير النتائج. الرابع: الاستنتاجات والتوصيات.

2 مشكلة البحث:

ان الحاجة الى نظام تقويم لعمل المصارف يعطي إشارات واضحة الى حالة المصارف ومواقفها المالية من خلال مؤشرات معينة، نتعرف على احتمالية تعرض المصرف الى مشاكل او أزمات تؤثر على السياسة النقدية وهدفها الأساس هو السلامة المالية. وبذلك يحتاج أي نظام مالي الى أداة انذار مبكر تحميه من الصدمات والهزات المالية المحتملة. ويمكن تحديد مشكلة البحث بالتساؤلات الاتية:

- ما مدى قدرة نموذج التحليل الهرمي على تحديد واختيار أفضل مصرف من حيث الاداء؟
- ما مدى تأثير استخدام بالخوارزمية الجينية في دعم قرارنا باختيار أفضل مصرف؟
- هل نستطيع اعتماد نموذج لتشخيص نقاط الضعف المحتملة في عمل المصارف؟
- ما مدى تأثير توظيف نموذج التحليل الهرمي في بالخوارزمية الجينية في دعم قرارنا باختيار أفضل مصرف؟

٣ هدف البحث:

التعرف على أسلوب عملية التحليل الهرمي في تقييم عمل المصارف وترتيبها حسب الاولوية من خلال مصفوفة المقارنات الثنائية بين عدد من البدائل (المصارف) مع عدد من المعايير (المؤشرات). وعليه يمكن اقتراح صياغة جديدة في عملية التحليل الهرمي وذلك للتخلص من حالة الاتساق التي لابد ان تحدث في المصفوفات الكبيرة نتيجة لتأثر احكام الخبراء بالآراء الشخصية او الملل الذي يحدث عند ملء استمارات التقييم. فهنا تأتي الحاجة الى ان نستخدم أساليب رياضية فعالة للتخلص من حالة عدم الاتساق في الاحكام مثل الخوارزمية الجينية.

٤ أهمية البحث:

يتوقع ان يسهم هذا المؤشر الجديد في الكشف عن نقاط الضعف في أداء المؤسسات المالية، والاقتصادية. من حيث المعايير الاتية (كفاية راس المال، وجودة الموجودات، وجودة الإدارة، والارباح، والسيولة، والحساسية الى مخاطر السوق).

٥ حدود البحث:

تقسم حدود البحث الى ما يأتي:

١. الحدود المكانية: هي التي تتعلق بالمصارف موضوع البحث.
٢. الحدود الزمانية: تمثل ميزانيات المصارف التي خضعت للفحص من قبل الخبراء وهي (2017).

٦ المصارف المشمولة بالدراسة:

المصرف الأهلي العراقي، ومصرف الاستثمار العراقي، ومصرف الشرق الاوسط العراقي، ومصرف التنمية الدولي للاستثمار والتمويل الدولي، ومصرف الخليج التجاري، ومصرف اشور الدولي للاستثمار، ومصرف بغداد الأهلي، ومصرف سومر الأهلي.

7 عملية التحليل الهرمي AHP

عملية التحليل الهرمي (AHP)، المستخدمة في اتخاذ القرار. وتتضمن تقسيم المشكلة إلى أجزاء أدق فأدق، ويستدعى المحكم او الخبير لإصدار حكم يقارن بين عدد من القضايا في كل حكم. وهيكلة المشكلة بشكل هرمي مع فهم واسع للقضايا المعنية [14: p.20]. وبمجرد أن يبنى الهيكل الهرمي يصبح من الأسهل اتخاذ القرار حيث توفر هذه الطريقة تقسيم الاسلوب العام إلى أسلوب هرمي للمشاكل الفرعية، لتسهيل تقويمها [7: p.445].

تعرف AHP على انها مجموعة من معايير التقويم ومجموعة من الخيارات البديلة لاتخاذ أفضل قرار من بينها. ومن المهم ملاحظة أن بعض المعايير هي غير متسقة بالأساس، فليس من الصحيح بشكل عام أن أفضل اختيار هو الذي يحسن كل معيار على حدة، فالمعيار الذي يحقق المبادلة الأكثر ملاءمة بين المعايير المختلفة هو المطلوب. تصنع AHP اولوية لكل معيار تقويمي على وفق المقارنات التي يتخذها صاحب القرار المختص. وكلما زادت، أصبح المعيار المقابل أكثر أهمية تقوم AHP وللمعيار الثابت بتعيين درجة لكل اختيار وفقا لمقارنات متخذ القرار من بين الاختيارات المطروحة لهذا المعيار. وبازدياد الدرجة، يصبح أداء الاختيار أفضل. وأخيرا، يجمع مؤشر AHP بين معايير الأوزان ونتائج الاختيارات، وبالتالي

تحدد النتيجة الكلية لكل اختيار وترتيبه. فالنتيجة الكلية لاختيار معين هو الحصول على مجموع مرجح معين من النقاط فيما يتعلق بجميع المعايير[11: p.469] .

8 بناء النموذج الهرمي:

خطوات عملية التحليل الهرمي كما يلي:

١. متجه الأولوية Priority vector:

وصف ساعاتي الأساس الرياضي لاشتقاق متجهات الأولوية (ساعاتي، ١٩٧٩) وفصلها أكثر (ساعاتي،٢٠٠٥، ٢٠٠٦) أن إحدى الخطوات المحورية في AHP هي اشتقاق متجه الأولوية لكل مصفوفة مقارنة ثنائية. نلاحظ أن كل إدخال a_{ij} في المصفوفة هو بالضبط النسبة بين وزني w_i وw_j، وكل أعمدة A متناسبة مع بعضها البعض وبالتالي فإن متجه الوزن يساوي أي عمود من A. في هذه الحالة، تجمع المعلومات الموجودة في المصفوفة A بشكل مثالي في w ولا يوجد فقدان للمعلومات. [9: p.21].

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix} \qquad (1)$$

حيث:

$$a_{ij} \approx \frac{w_i}{w_j} \forall i,j \qquad (2)$$

ويعبر عنها بالمصفوفة A بالصيغة التالية،

$$A = (w_i/w_j)_{n\times n} = \begin{pmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_1}{w_2} & \frac{w_2}{w_2} & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & \frac{w_n}{w_n} \end{pmatrix} \qquad (3)$$

نلاحظ أنه بمجرد حساب المعادلة (٢) والنظر في المعادلة (٣)، يتحقق الشرط: $a_{ij}=1/a_{ji}$، وعليه نستطيع اعادة كتابة المصفوفة A ببساطة أكثر كالتالي [13: p.8]:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ \frac{1}{a_{12}} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{a_{1n}} & \frac{1}{a_{2n}} & \cdots & 1 \end{pmatrix} \qquad (٤)$$

هنالك عدة طرق اخرى اقترحت غير طريقة المتجه الذاتي والقيمة الذاتية لساعاتي ومنها طريقة الوسط الهندسي [10: p.387]، وطريقة المربعات الصغرى [8: p.345]، والمربعات الصغرى اللوغاريتمية [12: p.121]، وطريقة الأعمدة الطبيعية، وغيرها. وبأثبات ان المصفوفة المتبادلة الموجبة متسقة ($a_{ij}a_{jk}= a_{ik}$)، فإن كل الطرق تؤدي إلى النتيجة ذاتها، ويتشكل الترتيب العام طبقا لإجراءات محددة، تقود إلى القرار ذاته [12: p.88]. وهنا سنطبق طريقة المتجه الذاتي المقدمة من قبل توماس ساعاتي.

١) طريقة القيم الذاتية والمتجه الذاتي:

AHP هو مجال لتطبيق الجبر الخطي، وبخاصة نظرية المصفوفات الموجبة. وهي الأكثر شيوعا لتقدير متجه الأولوية، وهي الطريقة التي اقترحها ساعاتي واستخدمها، ذلك ان متجه الأولوية هو المتجه الذاتي الرئيس لـ A [9: p.22]. حيث يطلق عليه في الجبر الخطي اسم المتجه الذاتي لبيرن- فروبينوس، ومن نظرية التجانس. وطريقة المتجه الذاتي التقليدية

لتقدير الأوزان في عملية التحليل الهرمي تعطي طريقة لقياس اتساق تفضيلات الحكم مرتبة في مصفوفة المقارنة [7: p.446]. وتتبع الطريقة الملاحظة الاتية:

تضرب المصفوفة A التي حصلنا على إدخالاتها من نسب الأوزان مع مصفوفة الاوزان w لنحصل على متجه واحد:

$$A.w = \begin{pmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \cdots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_1}{w_2} & \frac{w_2}{w_2} & \cdots & \frac{w_2}{w_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \cdots & \frac{w_n}{w_n} \end{pmatrix} . \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} n.w_1 \\ n.w_2 \\ \vdots \\ n.w_n \end{pmatrix} = n.w \qquad (5)$$

من الجبر الخطي، نعلم أن الصياغة من النوع Aw = nw تعني أن n و w هي قيم متناظرة مع المتجه الذاتي A، على التوالي. فضلا عن ذلك، من خلال معرفة أن القيمة الذاتية الأخرى لـ A هي ٠، ولها تعدد (1 - n)، فإننا نعلم أن n هي القيمة الذاتية الأكبر لـ A. وبالتالي، إدخالات A هي نسب الاولويات، عندئذ متجه الاولوية هو المتجه الذاتي لـ A المرتبطة بالقيمة الذاتية n.

اقترح ساعاتي اعمام النتيجة على جميع مصفوفات المقارنة الثنائية عن طريق استبدال n بأقصى قيمة عامة أكثر من A. أي نحصل على المتجه w من أي مصفوفة مقارنة ثنائية A كحل لنظام المعادلة التالي، w هو متجه الاولوية وهو الهدف.

$$\begin{cases} A.w = \lambda_{max} w \\ w^T 1 = 1 \end{cases} \qquad (6)$$

حيث λ_{max} هي اعلى قيمة ذاتية لـ A، وان: $A_{n\times n}$، وان: w وλ هما القيمة الذاتية والمتجه الذاتي للمصفوفة A، على التوالي، إذا وفقط إذا:

$$A.w = \lambda_{max}.w \qquad (7)$$

فاذا:

أ- جذر مصفوفة فوربيونس $\lambda_{max} = n$ ، فالقيم المتماثلة المتبقية كلها = ٠ لأي a_{ij}، والمتجه الذاتي المطابق لجذر فوربيونس موجب دائما، وكل عنصر من عناصر المتجه الذاتي المعياري بالتطبيع يفسر على أنه درجة أهمية كل بديل، وفي هذه الحالة، مصفوفة المقارنة ترضي خاصية النقل لجميع المقارنات الثنائية [7: p.447].

ب- جذر مصفوفة فوربيونس λ_{max} غير متسق او أكبر من n، بمعنى ان صانع القرار اتخذ حكما غير متسق، وبالتالي فإن حاصل طرح الجذر و n هو مجموع القيم الذاتية المتبقية. حيث كلما قل الاختلاف، زاد الاتساق، وقرب الحكم من الامثلية (مورفي، ١٩٩٣) [7: p.446].

٢. الاتساق Consistency

عند تنفيذ المقارنات الثنائية، تنشأ حالات عدم الاتساق. وبما أن القيم العددية مشتقة من تفضيلات الأفراد، فمن المستحيل تجنب حالة عدم الاتساق في المصفوفة النهائية للأحكام. والسؤال المطروح: ما المقدار المسموح به او المقبول من عدم الاتساق؟ لهذا الغرض، يقوم AHP بحساب نسبة الاتساق (CR) بمقارنة مؤشر الاتساق والذي يرمز له (CI) للمصفوفة محل البحث مقابل مؤشر الاتساق للمصفوفة شبه العشوائية (RI). المصفوفة العشوائية واحدة، حيث تدخل الأحكام بشكل عشوائي، وبالتالي نتوقع عدم اتساق مرتفع. [9: p.28]

في AHP، تعرف نسبة الاتساق (CR) كالتالي:

$$CR = CI / RI \qquad (٨)$$

أظهر (ساعاتي، ٢٠١٢) أن نسبة الاتساق (CR) هي ٠,١٠ أو أقل، وهي القيمة المقبولة لمواصلة AHP. اما في حالة نسبة الاتساق (CR) أكبر من ٠,١٠، فمن الضروري مراجعة الأحكام لتحديد سبب عدم الاتساق وتصحيحها. نقوم بحساب مؤشر الاتساق (CI) على النحو الاتي[3: p.35]

$$CI= (\lambda_{max}-n)/ (n-1) \qquad (٩)$$

n: عدد العناصر المقارنة.

ثم نقوم بحساب نسبة الاتساق، المحددة على النحو الاتي:

(١٠) CR = CI / RI

حيث ان:

CI: مؤشر الاتساق المحسوب.

RI: مؤشر الاتساق لمصفوفة المقارنة التي نشأت عشوائياً بمعنى آخر، RI مؤشر الاتساق الذي نحصل عليه في حالة ان قيم التحكيم المحددة عشوائية تماما. وتظهر أن قيمة RI تعتمد على عدد العناصر (n) المقارنة.[3: p.35]

فاذا كانت نسبة عدم الاتساق CR أقل من ٠,١٠، فأن مصفوفة الأحكام لدينا متسقة باعتدال لذلك نستمر في عملية اتخاذ القرار باستخدام AHP.[3: p.34]

٩ الخوارزمية الجينية (Genetic Algorithm)

عرفت الخوارزمية الجينية (GA) على انها أسلوب من أساليب الذكاء الصناعي لإيجاد حل للمشكلة موضوع البحث بطريقة فعالة وسريعة [1:p.30]، فهي تقنية الذكاء الصناعي المنتمية الى الخوارزميات التطورية، واحدى طرق البحث باستخدام الية الانتقاء الطبيعي وعلم الوراثة الطبيعي، وصنفت كإحدى خوارزميات التطور المبنية على اساس محاكاة عمل الطبيعة من منظور نظرية دارون للانتقاء الطبيعي، وهي طريقة بحث عشوائي لإيجاد حل قريب من الامثلية بتحقيق مبدأ التحسين واستخدام اليات الأحياء الطبيعي كالوراثة، والتزاوج، والطفرة الوراثية، وتعد من التقنيات الحديثة المهمة في مجال البحث عن الامثلية من بين مجموع الحلول المحتملة لتمرير الصفات الجيدة لعمليات التوليد المتعاقب وانتاج افضل ذرية، فضلا عن تكرار الدورات الوراثية لتحسينها بأطوار وانماط حديثة. أي انها [2: p.14] تخلق جيل جديد متطور من ابوين متطورين بصورة عشوائية، وتطبيق الاحتمالية في عملية البحث عن الامثلية في دالة الهدف، او المصادر، او متغيرات القرار، الخوارزمية الجينية تمثل خلطا للجينات الوراثية مع حجم المجتمع، وتولد معيارا أكثر تطورا، للحصول على حل أمثل عند اعلى احتمال في مراحل التطور وتوليد متغيرات القرار (يو وجين، ٢٠١٠).

تتبع الخوارزمية الجينية أسلوبا متميزا ومتفردا عن الأسلوب التقليدي في إيجاد الحلول للمشاكل المعروضة، فمثلا الأساليب الأخرى التي يلجأ إليها الباحثون تعتمد على خطوات رياضية وتقدم حلا واحدا، بينما تستخدم الخوارزمية الجينية مبدأ العشوائية لتوليد العديد من الحلول المحتملة يطلق عليها اسم الكروموسومات. والكروموسوم هو متجه يحوي عددا ثابتا من المواقع التي يصطلح عليها مسمى (الجينات) ويتغير طول الكروموسوم حسب طبيعة المشكلة ومتطلباتها. وتنظم الكروموسومات في مجاميع تولد تباعاً وتسمى (مجتمعات) (دي لباغ، ٢٠١٣). يتولد المجتمع الأول بصورة عشوائية وَيُقَيِّم طول الكروموسوم فيه عن طريق دالة اللياقة المصاغة حسب مشكلة الخوارزمية الجينية الموضوعة، وتستخدم هذه الدالة كمعيار لقياس جودة كل حل (كروموسوم) تقدمه الخوارزمية.[4: p.1900]

وعليه، تعد أداة قوية لحل مشاكل البحث [6: p.44]، تستخدم عادةً في مشاكل تحسين الموارد وهي مفيدة جدا عندما لا تكون هناك دالة إرشادية واضحة تحدد قوة الحل. المزايا المتعلقة بها هي البساطة المفاهيمية، والتطبيق الواسع، والتهجين مع الطرق الأخرى، والتوازي، وحقيقة أنها قوية للتغييرات الديناميكية وأنها تحل المشاكل التي ليس لها حل. [15: p.172] وفرضياتها كالآتي:

تتطلب الخوارزميات الجينية تعريف عنصرين مهمين، هما البنية الفردية (أو الكروموسوم) لوضع حل للمشكلة ودالة اللياقة تقوم بتعيين قيمة القدرة التي تقابل كل فرد، فضلا عن تقديم أدلة للبحث بين تكراراتها للحصول على أفضل حل [15: p.172] .

تتميز الخوارزمية الجينية بالتكرار وتبدأ بإنشاء مجموعة أولية عشوائية من السكان. تتطور باستخدام ثلاث مشغلات على أفضل الأفراد، يحلون محل المجموعة السكانية السابقة لهم، وهم جزء من المجموعة السكانية الآتية، والمشغلات الثلاثة: مشغل الانتخاب (الانتقاء، الاختيار)، ومشغل التزاوج (التبادل، التهجين)، ومشغل الطفرة (الإحلال). بعد ذلك، تتكرر العملية مرة أخرى، ما لم يستوفى شرط معين أو مجموعة من الشروط وتنتهي الخوارزميات من إعادة الحل (الحلول). [15: p.172]

١٠ خطوات اتخاذ القرار:

١. تحديد الاولويات بين المصارف الثمانية ضمن المؤشرات الستة المثبتة مسبقا، بناء على عملية التحليل الهرمي نستخدم اوزان المؤشرات النسبية التي حصلنا عليها من نتائج الاستبانة الأولى الموزعة على عينة البحث من الخبراء والمختصين في القطاع المصرفي، واستناداً الى درجات الاهمية لمقياس ساعاتي، حددت اهمية كل مصرف حسب كل مؤشر، وكل مؤشر ضمن الهدف العام من خلال اعتماد الاوزان الحاصلة على اعلى عدد من تفضيلات الخبراء الذين اشاروا اليها في الاستبانة؛ حيث ان الاستبانة وضعت الاوزان المذكورة في مقياس ساعاتي لأهمية كل صف، ثم قسمت الى نصفين يفصل بينهما العدد (١)، كلا النصفين الواقعين ايمن وايسر العدد (١) يبدأن بالعدد (٢) وينتهيان بالعدد (٩)؛ وكتبت القيم الوزنية الواقعة على اليمين من العدد (١) على شكل اعداد صحيح بينما القيم الواقعة الى

اليسار منها فهي مقلوب القيم الوزنية على الجهة اليمنى في مصفوفة المقارنة الثنائية عند ادخال البيانات، وبعد الانتهاء من احصاء عدد القيم الوزنية المؤشرة من قبل الخبراء اعتمدت القيم الوزنية الحاصلة على اكبر عدد من تفضيلات الخبراء.

ولقد اعتمدت قيم الاهمية في انشاء مصفوفة المقارنة الثنائية لتطبق في النموذج من خلال مقارنة المصارف الثمانية وحسب كل مؤشر على حدة وكما يأتي:

٢. ايجاد مصفوفة المقارنات الثنائية لتحديد الأوليات (المصارف الثمانية المنتخبة) الخاصة بمؤشرات السلامة المالية الستة المعدة مسبقا حسب عملية التحليل الهرمي، باستخدام المؤشرات النسبية التي حصلنا عليها من النقطة السابقة.

١١ التطبيق

مما ســـبق نقوم بتطبيق المعادلات الرياضـــية لعملية التحليل الهرمي من البيانات المتحصـــلة من تقييم الخبراء والمصرفيين والتي بلغت (١٠) استمارات لتحليل المؤشرات الستة للمصارف الثمانية، وجاءت النتائج كالتالي:

١. **مؤشر راس المال:**

جدول (١) تصنيف المصارف حسب مؤشر راس المال

١	NBI	0.226420769
٢	BB	0.204877575
٣	IMEIB	0.175996158
٤	IIB	0.120500918
٥	SCB	0.11509761
٦	GCB	0.072169202
٧	AIB	0.052539003
٨	IDB	0.032471496

مما سبق يظهر لنا تقييم المصارف ضمن مؤشر راس المال ان أفضل مصرف وهو رقم (١) NBI الى الأقل وهو رقم (٦) IDB، ونلاحظ ان النتائج يشوبها عدم الاتساق لزيادتها عن نسبة (٠,١٠) المقررة من قبل ساعاتي واضع النظرية. وقد أظهرت النتائج حالة من عدم الاتساق في التسلسلات (١-٥).

٢. **مؤشر جودة الأصول (الموجودات):**

جدول (٢) تصنيف المصارف حسب مؤشر جودة الأصول (الموجودات)

١	NBI	0.287039543
٢	BB	0.194737643
٣	IDB	0.132329124
٤	SCB	0.112167579
٥	IIB	0.085289974
٦	IMEIB	0.078400975
٧	GCB	0.072293368
٨	AIB	0.037741793

مما سبق يظهر لنا تقييم المصارف ضمن مؤشر جود الموجودات ان أفضل مصرف وهو رقم (١) NBI الى الأقل وهو رقم (٦)AIB ، ونلاحظ ان النتائج يشوبها عدم الاتساق لزيادتها عن نسبة (٠,١٠) المقررة من قبل ساعاتي واضع النظرية كما هو واضح في التسلسل من (١-٤).

٣. **مؤشر جودة الإدارة:**

جدول (٣) تصنيف المصارف حسب مؤشر جودة الادارة

١	NBI	0.278137376
٢	BB	0.146588989
٣	IIB	0.119419492
٤	IDB	0.099694885
٥	SCB	0.096712023
٦	GCB	0.094077434
٧	AIB	0.091527198
٨	IMEIB	0.073842604

مما سبق يظهر لنا تقييم المصارف ضمن مؤشر جودة الإدارة ان أفضل مصرف حسب مؤشر جودة الإدارة وهو رقم (١) NBI الى الأقل وهو رقم (٦)IMEIB ، ونلاحظ ان النتائج يشوبها عدم الاتساق لزيادتها عن نسبة (٠,١٠) المقررة من قبل ساعاتي واضع النظرية كما هو واضح في التسلسل من (١-٣).

٤. **الأرباح:**

جدول (٤) تصنيف المصارف حسب مؤشر الارباح

١	AIB	0.205640338
٢	IDB	0.191013673
٣	NBI	0.177419722
٤	BB	0.142447908
٥	GCB	0.117540956
٦	IIB	0.105235191
٧	IMEIB	0.032704926
٨	SCB	0.027997285

مما سبق يظهر لنا تقييم المصارف ان أفضل مصرف في مؤشر الأرباح وهو رقم (١) الى الأقل وهو رقم (٦)، ونلاحظ ان النتائج يشوبها عدم الاتساق لزيادتها عن نسبة (٠,١٠) المقررة من قبل ساعاتي واضع النظرية كما هو واضح في التسلسل من (١-٦).

٥. **مؤشر السيولة:**

جدول (٥) تصنيف المصارف حسب مؤشر السيولة

١	IMEIB	0.230241791
٢	AIB	0.204192844
٣	SCB	0.177996542
٤	IIB	0.119571529
٥	NBI	0.112438405
٦	GCB	0.067095513
٧	BB	0.053040226
٨	IDB	٠0.03542315

مما سبق يظهر لنا تقييم المصارف ضمن مؤشر السيولة ان أفضل مصرف وهو رقم (١) IMEIB الى الأقل وهو رقم (٦) IDB، ونلاحظ ان النتائج يشوبها عدم الاتساق لزيادتها عن نسبة (٠,١٠) المقررة من قبل ساعاتي واضع النظرية كما هو واضح في التسلسل من (١-٥).

٦. **مؤشر الحساسية:**

جدول (٦) تصنيف المصارف حسب مؤشر الحساسية

١	IDB	0.336526631
٢	NBI	٠0.22332204
٣	IIB	0.150088852
٤	BB	0.104970782
٥	GCB	0.070153782
٦	AIB	0.045758484
٦	SCB	0.045758484
٧	IMEIB	0.023420946

مما سبق يظهر لنا تقييم المصارف ضمن مؤشر الحساسية ان أفضل مصرف وهو رقم (١) IDB الى الأقل وهو رقم (٦) IMEIB ، ونلاحظ ان النتائج يشوبها عدم الاتساق لزيادتها عن نسبة (٠,١٠) المقررة من قبل ساعاتي واضع النظرية كما هو واضح في التسلسل من (١-٣).

وعليه مما سبق نستنتج التالي:

أ. حالة عدم الاتساق في النتائج، كما في ادناه:
١. مؤشر راس المال (٤٪).
٢. مؤشر جودة الأصول (الموجودات) (١٪).
٣. مؤشر جودة الإدارة بنسبة (٢٣٪).
٤. مؤشر الأرباح (٣٣٪).
٥. مؤشر السيولة (٣٩٪).
٦. مؤشر الحساسية (٨٩٪).

ب. ان المصرف الأهلي من أفضل المصارف في مؤشرات (راس المال، ومؤشرة جودة الأصول (الموجودات)، وجودة الإدارة)، في حين احتل المركز الثاني في مؤشر الحساسية، والمركز الثالث في مؤشر الأرباح، والمركز الخامس في مؤشر السيولة.

ت. مصرف بغداد احتل المركز الثاني في مؤشرات (راس المال، ومؤشرة جودة الأصول (الموجودات)، وجودة الإدارة)، في حين احتل المركز الرابع في مؤشري (الأرباح والحساسية) والمركز السابع في مؤشر (السيولة).

ث. احتل مصرف الشرق الأوسط المركز الثالث في مؤشر راس المال، والمركز السادس في مؤشر جودة الأصول (الموجودات)، والثامن في مؤشر جودة الإدارة والحساسية، والسابع في مؤشر الأرباح، والأول في مؤشر السيولة.

ج. احتل مصرف الاستثمار العراقي المركز الرابع في مؤشري كفاية راس المال والسيولة، والمركز الخامس في مؤشر جودة الأصول، والمركز الثالث في مؤشري جودة الإدارة والحساسية، والمركز السادس لمؤشر الأرباح.

ح. احتل مصرف سومر الأهلي المركز الخامس لمؤشري كفاية راس المال وجودة الادارة، والمركز الرابع لمؤشرة جودة الأصول، والمركز الثامن لمؤشري الأرباح والحساسية، في حين حقق المركز الثالث لمؤشر السيولة.

خ. احتل مصرف الخليج التجاري المركز السادس في مؤشرات كفاية راس المال وجودة الإدارة والسيولة، واحتل المركز السابع في مؤشر جودة الأصول، والمركز الخامس في مؤشر الأرباح والحساسية.

د. احتل مصرف اشور الدولي للاستثمار المركز السابع في مؤشري كفاية راس المال وجودة الإدارة، في حين احتل المركز الثامن في مؤشر جودة الأصول، والمركز الأول في مؤشر الأرباح والثاني في مؤشر السيولة والسادس في مؤشر الحساسية.

ذ. احتل مصرف التنمية المركز الثامن في مؤشري كفاية راس المال والسيولة، واحتل المركز الثالث في مؤشر جودة الموجودات، والرابع لمؤشر جودة الإدارة، والثاني في مؤشر الأرباح، والأول في مؤشر الحساسية.

وعليه سنتجه الى الخوارزمية الجينية.

١٢ تطبيق النموذج المقترح:

اولا: المعلومات المدخلة وتمثل ثلاثة أنواع مختلفة من المعلومات الأولية (Options) الواجب توفرها قبل الشروع في هذه الطريقة.

النوع الأول: مصفوفة المعلومات الأولى $Information_1$ ذات البعد (n×m)، حيث ان:

m: يمثل عدد المصارف (عدد الخيارات selection)
n: يمثل عدد المؤشرات (المعايير criteria)

جدول رقم (٧) يمثل مؤشرات السلامة المالية المنشورة في ميزانيات المصارف المشمولة

banks	Pro.	Cap.	Liq.	Asset			mag.	Sen.
				Cash	Credit	Doubtful		
BB	6.226	103	105	68	20	9	3	4
GCB	4.23	125	84	37	33	17	6	5
SCB	399	263	291	67	24	4	2	7
NBI	2.857	106	217	66	22	8	7	2
ABI	13.498	116	371	88	2.78	82	1	8
IIB	3.995	139	156	67	20	13	5	3
IDB	12.725	71.5	78	44	41	2.3	8	1
IMEIB	1	133	90	56	13.4	13	4	6

النوع الثاني: متجه المعلومات (n×١) Information2، ويمثل متجه الأولويات (priorities)، واهميته تكمن في الحصول على اسبقية او أولوية لكل مؤشر (معيار) يفضل على بقية المؤشرات (المعايير).
ونحصل عليه وفق الخطوات التالية:

١. توزيع استبانات الراي بالعدد (k=١٠٠)، حيث تضمنت جميع المؤشرات على شكل حزم فرعية من الأسئلة، ويكرر توزيع هذه الاستمارات على جميع المعايير لجميع المصارف.
٢. ينتج متجه الأولويات من خلال سلسلة الخطوات التالية:
أ. نستخرج لكل مصرف ولكل سؤال فرعي ولكل مؤشر نوعي من المعايير، وهي:

المعيار الحقيقي (Real criteria (R.E.C)) ونحصل عليه من خلال المعادلة التالية:

$$R.E.C = \frac{T_1(5)+T_2(4)+T_3(3)+T_4(2)+T_5(1)}{5+4+3+2+1} \quad (11)$$

ونحصل على المعيار المثالي (Optimal Criteria (O.C)) من خلال المعادلة التالية:

$$O.C = \frac{k(5)}{1+2+3+4+5} \quad (12)$$

نحصل على معيار النسبة (Ratio Criteria (R.C)):

$$R.C = \frac{R.E.C}{O.C} \quad (13)$$

يقسم المعدل الى متوسط الحزمة من خلال الوسط الحسابي:

$$M.P = \frac{R.C.1+R.C.2+\cdots+R.C.L}{L} \quad (14)$$

حيث ان (L) تمثل عدد الأسئلة النوعية لكل معيار او مؤشر ضمن الاستمارة.
نحصل الان على متوسط المتوسطات للمعيار من خلال:

$$M.M = \frac{M.P_1+M.P_2+\cdots+M.P_O}{O} \quad (15)$$

بحيث ان (O) تمثل عدد المصارف.
متوسط المتوسطات (M.M) لكل معيار من المعايير هو مؤشر التفاضل الأولوية للمعيار وعليه يصبح لدينا المتجه الثاني من المعلومات:

جدول (8) يمثل متجه الأولويات

الحساسية	0.758
مؤشر السيولة	0.4046875
مؤشر الأرباح	0.52525
مؤشر جودة الإدارة	0.5689375
الائتمان	0.432625
النقد	0.670625
مؤشر الموجودات	0.551625
مؤشر راس المال	0.61225

النوع الثالث: هو عبارة عن متجه قيمة ثنائية اما (١) او (٢) بالاعتماد على كون المؤشر (المعيار) هو حالة تعظيم (Max) او حالة تقليل (Min)، فاذا كان المؤشر في حالة التعظيم (Max) يأخذ القيمة (1)، وإذا كان المؤشر في حالة التقليل (Min)، يأخذ القيمة (٢)، وهكذا لتشكيل المتجه $Information_3(1Xm)$.

$$Information3(1Xm) = [1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 2 \quad 1 \quad 2] \quad (16)$$

ثانيا: المعالجات Processes:

تتلخص سلسلة المعالجة وفق الخوارزمية الجينية المقترحة بالشكل الاتي:

- من مصفوفة المعلومات الأولية $Information_1(mXn)$ نحصل على المتجه $W_1(1Xn)$ والمتجه $W_2(1Xn)$، بحيث ان:

$W_1(j)$: يمثل اكبر عنصر لكل عمود من أعمدة المصفوفة $Information_1(mXn)$

$W_2(j)$: يمثل اصغر عنصر لكل عمود من أعمدة المصفوفة $Information_1(mXn)$

ويتم الحصول على المصفوفة $Y(mXn)$ من خلال التالي:

$$Y_{(i,j)} = \frac{W_2(j)}{Information_1(i,j)}, \qquad If \quad Information_3(j) = 1$$

$$Y_{(i,j)} = \frac{Information_1(i,j)}{W_1(j)}, \qquad If \quad Information_3(j) = 2$$

يحسب المتجه P من mX1 بحيث ان:

$$P_{m\times 1} = Y_{m\times 1}\ Information_{n\times 1}$$

يقع اختيار القرار باختيار اعلى قيمة للعنصر $P_{(i)}$.

جدول (9) نتائج الخوارزمية الجينية

BB	١,٧٧٩٩٤١٦٧٠١٥٩٣٥٨٩٥٣٩١١
GCB	٢,١١٦١١٦٩٩٨٥١٩١٨٢٩٩٠١٨٥٧٥
SCB	١,٦٧١٣٢٢٣٧٩٧٧٣٢٠٩٨٥٥٤٧٥
NBI	١,٣١٣٨٤٥٨٧٥٦٦٠٧١٧٥٨٨٥٢٣٥
ABI	٣,٠٥٥٦٥٤٥٢٢٦٤٦٢٠٨٩٣٢٨٠٠٨
IIB	١,٤٣٣٣٧٩٨٤٧٥٢٠٢١٣٥١١٨٩٨
IDB	١,٧٩١٥٨٧١١٧٥٠٧١٠٠٦٤٩٤٣١٨٥
IMEIB	٢,٥٣٦١٥٣٢٦٥٤٩٥٦٠١٤٦٢٠٦٢٥

جدول (10) تصنيف المصارف حسب نتائج الخوارزمية الجينية

ت	رمز المصرف	قيمة التصنيف

١	ABI	٣,٠٥٥٦٥٤٥٢٣
٢	IMEIB	٢,٥٣٦١٥٣٢٦٥
٣	GCB	٢,١١٦١١٦٩٩٩
٤	IDB	١,٧٩١٥٨٧١١٨
٥	BB	١,٧٧٩٩٤١٦٧
٦	SCB	١,٦٧١٣٢٢٣٨
٧	IIB	١,٤٣٣٣٧٩٨٤٨
٨	NBI	١,٣١٣٨٤٥٨٧٦

١٣ الاستنتاجات:

من خلال الجانب التطبيقي جرى التوصل الى الاتي:

١. أظهرت عملية التحليل الهرمي عدم وجود مصرف محدد في وضع مهيمن على القطاع المصرفي.
٢. تصنيف المصارف تضمن كل مؤشرات السلامة المالية، واظهرت النتائج المذكورة انفا ان باستطاعة العملاء الراغبين بالتوجه الى مصرف ما ضمن شروط معينة، كان يكون افضلية مصرف على اخر فيما يخص مؤشر ما (كأفضلية مؤشر الأرباح او السيولة او راس المال على غيرها من المؤشرات) فان عملية التحليل الهرمي انتجت التصنيف الملائم لهذه التوجه.
٣. اظهرت النتائج وجود حالة من عدم الاتساق في كل المؤشرات تقريبا، عدا مؤشر جودة الموجودات، وهو ما دعي الى التوجه الى حل المشكلة باستخدام الخوارزمية الجينية.
٤. الخوارزمية الجينية اختارت المصرف الأفضل بين المصارف الثمانية ضمن ثمانية مؤشرات باستخدام الأولوية (الأفضلية) وبذلك انتفت الحاجة الى مناقشة حالة عدم الاتساق.
٥. ان الفرق بين عملية التحليل الهرمي والخوارزمية الجينية ان الأولى اختارت أفضل مصرف ضمن مؤشر واحد، بينما اختارت الخوارزمية الجينية تصنيف المصارف من الأفضل الى الاقل.
٦. يأخذ النموذج المقترح العوامل النوعية والكمية، فضلا عن اوزان مؤشرات القرار، وحل المشاكل باستخدام البيانات المصرفية. وان النموذج يضمن مواءمة البيانات مع مؤشرات السلامة؛ مما يسهل المشاركة النشطة لمتخذ القرار بالمساهمة في عملية التقييم، وبالتالي يزيد من فعالية العملية. ان اختبار النموذج على مشكلة حقيقية وهي تقييم المصارف حسب اداءها، اعطى تقييما لمجموعة المصارف موضع البحث حسب الأولوية، متماشيا مع مؤشرات السلامة المالية. هذا النموذج يساعد المستثمرين والمصرفيين وأصحاب القرار في اتخاذ قرار أمثل او شبه أمثل في الاستثمار في المصارف.

14 التوصيات:

هناك بعض التوصيات لعل من أهمها، وتخص الموضوع المطروح:

١. ضرورة استخدام الأساليب العلمية الحديثة في تقييم الأداء، كأساليب التحليل الهرمي والخوارزميات الجينية محل دراسة الباحث، والتواصل مع المؤسسات والمراكز العلمية المحلية لصياغة مثل هذه الأساليب واعداد البرامج اللازمة في الإدارة الحديثة.
٢. توصي الباحثة من خلال النتائج التي توصلت اليها باستخدام النموذج المقترح بشكل عام كأسلوب من أساليب التقييم في المؤسسات، وبالإمكان التحكم به حسب المؤشرات المتوفرة زيادة او نقصان، فضلا عن زيادة او تقليل المعايير التي تتبعها المؤسسة.
٣. تعريف الإدارات بأساليب اتخاذ القرار وطريقة استخدامها وتوفير البيئة التدريبية اللازمة لتوجيه الكوادر العاملة في القطاعات العامة والخاصة من اجل اتخاذ القرارات وفق منهج علمي رشيد.
٤. إمكانية تطوير استخدام عملية التحليل الهرمي مع خوارزميات تطورية أخرى، مثل خوارزمية التسلق، او الثقوب السوداء، او سرب الطيور.

المصادر

١. الرديني، سارة عادل. ٢٠١٩، استعمال الخوارزمية الجينية في تقدير معلمات نموذج الانحدار اللوجستي، مع تطبيق عملي، رسالة مقدمة الى مجلس كلية الإدارة والاقتصاد – جامعة بغداد، كجزء من متطلبات نيل شهادة الدكتوراة في فلسفة الإحصاء.

٢. الزبيدي، غسان. ٢٠٠٤، تطبيق أساليب الخوارزميات الجينية ومقارنتها مع أساليب البرمجة الخطية الضبابية - دراسة تطبيقية، رسالة مقدمة الى مجلس كلية الإدارة والاقتصاد- جامعة بغداد، كجزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم بحوث العمليات.
٣. المبرقع، علي. ٢٠١٨، استعمال التحليل الهرمي وبرمجة الاهداف الضبابية في اتخاذ القرار مع تطبيق عملي، رسالة ماجستير مقدمة الى كلية الإدارة والاقتصاد جامعة بغداد.
٤. أيوب، نور كاظم ٢٠١٧، دالة صلاحية جديدة لاستخدام الخوارزميات الجينية في كسر شفرات النصوص العربية والإنكليزية المشفرة بطريقة نابساك – ميركل هيلمن، مجلة جامعة بابل للعلوم التطبيقية الصرفة، العدد (١)، المجلد ٢٥، (٠٥-١٨٩٧).

٥. قريشي، مجمد جموعي ٢٠٠٤، تقييم أداء المؤسسات المصرفية – دراسة حالة لمجموعة من البنوك الجزائرية خلال الفترة ١٩٩٤-٢٠٠٠، مجلة الباحث، عدد٣. (٨٩ – ٩٥).

6. Alonoso, J. A., & Lamata, M. T. 2006. Consistency in the analytic hierarchy process: a new approach. International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems, 14 (04); 445–59.
7. Bozóki, S. 2008. Solution of the least square's method problem of pairwise comparison matrices. Central European Journal of Operations Research, 16 (4); 345–58.
8. Brunelli, Matteo. 2015. Introduction to the Analytic Hierarchy Process. Springer Briefs in Operations Research. P. 83. 978-3-319-12502-2 (electronic).
9. Crawford, G., & Williams, C. (1985). A note on the analysis of subjective judgment matrices. Journal of Mathematical Psychology, 29 (4); 387-05.
10. Forman, E. H., & Gass, S. I. (2001). The Analytic Hierarchy Process - an Exposition. Operations Research, 49 (4); 469 - 86.
11. Saaty, T. L., & Hu, G., (1998), Ranking by Eigenvector versus other methods in the Analytic Hierarchy Process. Applied Mathematics Letters, 11(4), P. 121–25.
12. Saaty, T. L., How to Make and Justify a Decision: The Analytic Hierarchy Process (AHP), ISSN 1681–48 System Research & Information Technologies, 2012, 2 Ed.
13. Sedzro, K., Marouane, A. & Assogbavi, T. 2012. Analytical Hierarchy Process and Goal Programming Approach for Asset Allocation, Journal of Mathematical Finance, Vol: two, NO: one, PP: 96-04.
14. Wanderer L. S., et al., Genetic Algorithms Applied to Inconsistent Matrices Correction in the Analytic Hierarchy Process (AHP). 14th Argentine Symposium on Artificial Intelligence, ASAI (2013); P.169-80.