قضايا سياسية

اسم المقال: دراسة التوازنات المالية في نظام التقاعد العمومي باستخدام الشبكة الاصطناعية متعددة الطبقات
اسم الكاتب: د. رياض مهدي كريم
رابط ثابت: https://political-encyclopedia.org/library/1429
تاريخ الاسترداد: 2026/07/10 19:47 +03

الموسوعة السياسيّة هي مبادرة أكاديمية غير هادفة للربح، تساعد الباحثين والطلاب على الوصول واستخدام وبناء مجموعات أوسع من المحتوى العلمي العربي في مجال علم السياسة واستخدامها في الأرشيف الرقمي الموثوق به لإغناء المحتوى العربي على الإنترنت.
لمزيد من المعلومات حول الموسوعة السياسيّة - Encyclopedia Political، يرجى التواصل على info@political-encyclopedia.org

استخدامكم لأرشيف مكتبة الموسوعة السياسيّة - Encyclopedia Political يعني موافقتك على شروط وأحكام الاستخدام المتاحة على الموقع https://political-encyclopedia.org/terms-of-use

تم الحصول على هذا المقال من موقع مجلة قضايا سياسية الصادرة عن كلية العلوم السياسية في جامعة النهرين ورفده في مكتبة الموسوعة السياسيّة مستوفياً شروط حقوق الملكية الفكريّة ومتطلبات رخصة المشاع الإبداعي التي ينضوي المقال تحتها.

دراسة التوازنات المالية في نظام التقاعد العمومي باستخدام الشبكة الاصطناعية متعددة الطبقات

A study of financial balances in the public pension system using the multi-layer synthetic network

د. رياض مهدي كريم* Dr. Riadh Mehdi Kraiem

الملخص

اتسمت السنوات القليلة الماضي بانهيار الوضع المالي لنظام التقاعد العمومي في الدول العربية بصفة عامة ونظام التقاعد العمومي بتونس بصفة خاصة وهو محل بحثنا في هذه الدراسة البحثية بسبب الاختلال المتزايد بين الاستحقاقات المدفوعة للمتقاعدين (النفقات) ومساهمات المنخرطين (الإيرادات) منذ عام 2005. على مدى العقد الماضي، لم يكن من الممكن استعادة التوازن المالي، وأصبح الوضع المالي ينذر بالخطر على مر السنين حيث وصل إلى عجز قدره 793.224 مليون دينار في عام 2017. بالإضافة إلى ذلك، فقد تجاوز معدل نمو مصاريف التقاعد معدل نمو عائدات التقاعد، رغم أن منظمة التقاعد العمومي ما فتأت تهتم بالإيرادات الاستثمارية[1] التي تعتبر غير فنية كجزء فعال في تحصيل بعض الموارد الإضافية ولدوره المهم في تغطية العجز وتحسين الوضع المالي على المدى القصير والطويل. لذلك كان السعي لتحليل المواقف الديناميكية التي تعتبر الحل الأفضل لتحديد آثار وأسباب عدم التوازن المالي في التقاعد العمومي بسبب تعقد وتتطور متغيراته سواء ما يخص نظام التقاعد في حد ذاته من قوانين واصلاحات أو ما يخص متغيرات الاقتصاد الكلي والجزئي والموازنة العامة وخاصة المتغيرات الديمغرافية. وبالتالي فإن هذا النظام لا يخلو من الاخطار المتعددة وهي غير مؤكدة بسبب تعقيد وتشابك العلاقة بين التوازن المالي للتقاعد ومختلف معايير ومتغيرات التقاعد. هدفنا هو تحديد الاشكاليات والاخطار المستقبلية وبيان وكشف أهم الأسباب و العوامل التي شكلت عجز التقاعد العمومي، وخاصة الحصول على أفضل قرار لإصلاح ولتصحيح هذا النظام. لهذا سنحاول في هذا البحث وضع توقعات مستقبلية للوضعية المالية لهذا النظام العمومي باستخدام الشبكة الاصطناعية متعددة الطبقات والتي سنعتمد عليها في الحصول على أفضل الحلول للقيام بالإصلاحات المناسبة والمثالية.

الكلمات المفتاحية: التقاعد، التوازنات المالية، الشبكة العصبية الاصطناعية ، نظام التقاعد العمومي التونسي.

* محاضر في كلية المجتمع riadh.kariem@ccq.edu.qa

Abstract

The last few years have been characterized by the implosion of the financial situation of the public retirement system across Arab countries in general, and Tunisia, in particular. This study discusses the increasing imbalances between paid benefits (expenses) and the contributions of the affiliates (revenues) since 2005. Over the course of the last decade, the restoration of the fiscal balance was unattainable and the imbalances reached alarming levels as the deficit was estimated at 793.224 million dinars in 2017. In addition, the rate of the growth of retirement expenses has exceeded the rate of the growth of the retirement revenues despite the attempts of the public retirement institute to expand revenues through investment as a way to minimize the deficit and improve the financial situation in the short and long run. This study aims to analyze the causes and impacts of financial imbalances within the public retirement system and to understand the intricacies and complexities of the public retirement system in terms of its laws, reformations, and microeconomic, macro-economic, and demographic variables. The study also seeks to pinpoint futuristic problems and risks and to probe the main reasons and factors that caused the public retirement deficit, especially reaching the optimal decision to reform and amend this system. Finally, this paper tries to put forward futuristic scenarios for the financial state of the public pension system by using a multi-layer artificial network, which will help in attaining the best solutions and adequate reformations.

Keywords: **Retirement, Financial balance, Tunisian public retirement, artificial neural network multiple layers MLP.**

المقدمة

تعتبر أنظمة التقاعد في نسختها الحديثة هي ابتكار حديث لم يمر عليه أكثر من قرنين في تاريخ البشرية، لكن هذا لا يعني أنه لم يكن هناك في السابق أي شكل من أشكال التخطيط والاستشراف والتنبّؤ لوضعية التقاعد. لذلك ترتبط الخصائص الوظيفية لأنظمة التقاعد بالتحولات الاقتصادية والاجتماعية التي هزت العالم الغربي منذ القرن التاسع عشر، ومن علامة تطورها هي إضفاء الطابع المؤسسي على التقاعد وتعدد أنظمته. إذ تعتمد جميع الدول العربية في نظامها التقاعدي على منظمات عامة تديرها الحكومات وتمولها في بعض الاحيان من موازناتها السنوية، والتي تعتبر سخية للغاية، لذلك تواجه عجزًا تمويليًا كبيرًا بشكل متزايد مما دفع الاكتواريون إلى وصف مثل هذه الوضعية بأنها قنبلة اجتماعية موقوتة.

ساهم الاستخدام المكثف والمبكر لمخصصات التقاعد وسخاء نظامها في تدهور الوضع المالي لهذا النظام، الذي يعاني فعليا من عجز مالي مستمر. لذلك أصبح تأجيل سن التقاعد والترفيع في المساهمات أو التخفيض في الامتيازات عنصرا مشتركا في جميع مقترحات إصلاح النظام. ومع ذلك، فإن التنفيذ الفعال لهذه الوصفات المالية والاجتماعية أمر صعب مما جعل هذا الموضوع مثيرًا للاهتمام بشكل خاص. في حالة عدم وجود تدخلات إصلاحية جذرية أو تكميليّة في خطة التقاعد فإنه ستظهر آثار طويلة الأجل محتملة على استحقاقات المنتفعين، لما لهذه الظاهرة من انعكاسات سلبية على أجيال المستقبل في صورة عدم الاستجابة الفورية للاحتياجات والالتزامات وقد تنعكس هذه الآثار على جميع الظروف الاقتصادية والاجتماعية والسياسية للدولة.

اهمية البحث: جميع الدول العربية تقريبا، لديها عجز في الرصيد المالي في نظام التقاعد العمومي مع بعض الاستثناءات للدول العربية التي أرست نظاما للتأمينات الاجتماعية في وقت متأخر نسبيًا، ولكنها ليست بمنأى عن إمكانية تحقيق عجز في المستقبل القريب. تنبع أهمية هذه الدراسة من الدور المحوري الذي يلعبه نظام التقاعد، في المحافظة على مستوى العيش لدى المتقاعدين وضمان العيش الكريم لديهم، لذلك يجب المحافظة على توازناته المالية بما يسمح بتغطية جميع الاحتياجات والالتزامات الحالية والمستقبلية. إن نظام التقاعد القائم على التضامن بين الأجيال ، والذي يمول المعاشات التقاعدية للفترة الحالية من اشتراكات العاملين النشطين الموجودين خلال نفس الفترة ، يضعف شيئا فشيئا بسبب شيخوخة السكان. لذلك يعتبر الهدف الاساسي لنظام التقاعد هو الحصول على أموال كافية لتمويل

التقاعد عند مستوى دخل معين لفترة لا تكون عادة قصيرة وبدون تكلفة مالية. يعتمد مستوى الدخل المطلوب بشكل أساسي على مساهمات الموظفين ومساهمات المؤسسة المشغلة في الوقت نفسه ، بينما تعتمد النفقات بشكل أساسي على معاشات التقاعد أما الرصيد المالي فهو الناتج بينهما أي الفرق بين المداخيل والنفقات.

اشكالية البحث: تهدف هذه الدراسة إلى تحقيق بعد ثنائي يرتكز على دراسة الوضعية المالية الحالية لنظام التقاعد العمومي والتعرف على المتغيرات الرئيسة المتسببة في هذه الوضعية وبالتالي التمكن من وضع الحلول المناسبة. السؤال المحوري المطروح هو هل أن نظام التقاعد العام قادرا، حاليا و في المستقبل القريب والبعيد، على مواجهة الالتزامات المالية للتقاعد؟ هذه هي الإجابة التي سنسعى للحصول عليها في هذا البحث ، خاصة وان الهدف هو تقييم رصيد التقاعد المالي لهيئة التقاعد العمومي (تونس كمثال) من خلال الجمع بين العديد من المتغيرات والعوامل التي قد تؤثر سلبا على التقاعد العمومي لاعتمادها في عملية الاصلاحات.

الدراسات السابقة: تميل أنظمة التقاعد العمومية إلى إجراء تعديلات دورية بسبب عدم اليقين الديموغرافي والاقتصادي والمالي والاجتماعي. رغم أن البعض منها يرى بأن العوامل الاقتصادية والديموغرافية تلعب دورًا ثانويًا نسبيًا في مشاكل نظام التقاعد إذ تعتبر العوامل السياسية أكثر أهمية ، وعملية إصلاح نظام التقاعد هي في الأساس قضية سياسية، إذ يمكن للخبراء (الاقتصاديون والاجتماعيون والسياسيون والخبراء الإكتواريين) حل المشكلات المالية المرتبطة بالتقلبات في معدلات الخصوبة ، وشيخوخة السكان، وزيادة طول العمر وانخفاض نمو الإنتاجية بسهولة. لذلك تلجأ أغلب الأنظمة التقاعدية إلى زيادة المساهمات، عند ارتفاع التضخم أو انخفاض النمو الاقتصادي وزيادة الإنفاق على نظام التقاعد. كما تجدر الإشارة إلى أن نموذج التقاعد الدولي "الدفع أولاً بأول" يعاني من مشاكل مصداقية خطيرة فإذا يعتبر النظام العام في تونس ليس استثناءً. بل هو يعبر عن حالة مشتركة بين جميع الأنظمة العمومية التي تعتمد خاصة على النظام التقاعدي التوزيعي. أظهرت الأبحاث السابقة أن التغييرات في السياسات العامة، مثل الأولويات في النفقات العامة للدولة وعلاقتها بمنافع التأمينات الاجتماعية، والتغيرات الاقتصادية، مثل الركود والكساد والانتعاشة، تؤثر على نظام التقاعد (Anderson, and all, 1986[1])،

[1] Anderson, K. H., Burkhauser, R. V., & Quinn, J. F. (1986). Do Retirement Dreams Come True? The Effect of Unanticipated Events on Retirement Plans. Industrial and Labor Relations Review, 39(4), 518-526. https://doi.org/10.2307/2523244

بتحليل البيانات الأكثر حداثة يتيح لنا فهم تأثير الأحداث الأوسع نطاقًا، مثل تغييرات أنظمة التقاعد، وأثرها على الأفراد والمنظمات العامة والدولة. لذلك وبمرور الوقت، ومع اقتراب الأفراد من سن التقاعد، تقل نسبة الثقة عندهم في مستقبل التقاعد، مما يشير إلى أن عملية التقاعد هي عملية ديناميكية ومتغيرة باستمرار (Ekerdt and all 2001[1]) .

نادرًا ما تفحص الأبحاث السابقة الديناميكيات التي تؤثر في نظام التقاعد بشكل مستمر، بما في ذلك فهم أهمية تغيير واحد أو أكثر من محددات التقاعد في تغيير التوقعات أو في القرارات النهائية حول موعد التقاعد. على الرغم من تنوع الأبحاث حول قرارات التقاعد، لا يوجد إجماع على الأهمية النسبية للعديد من العوامل الفردية والسياقية التي تؤثر على العملية التي يتخذ مسؤولي الدولة والمنظمة من خلالها قرارات حول مبالغ الانخراط والاشتراك في التقاعد وتحديد التاريخ القانوني للتقاعد والمنافع المستحقة عند التقاعد.

في دراسة تقارن توقعات التقاعد لجيل ما قبل الحرب وأوائل جيل الطفرة السكانية، تشير الاتجاهات إلى أن جيل الطفرة المبكرة يخطط للعمل لفترة أطول من جيل ما قبل الحرب (Mermin, and all, 2006[2], 2007[3]). لتجنب الخلط بين الاختلافات بين الأفواج والتغييرات الفعلية المنسوبة إلى العمر أو القرب من التقاعد وحده، من الضروري إجراء إعادة فحص طولي لتوقعات التقاعد لإجراء مقارنات ذات مغزى.

[1] Ekerdt, D. J., Hackney, J., Kosloski, K., & DeViney, S Eddies in the Stream: The Prevalence of uncertain Plans for Retirement. (2001). Journal of Gerontology B Psychological Sciences and Social Sciences, 56(3), S162-170. DOI: 10.1093/geronb/56.3.s162

[2] Mermin, G. B. T., Johnson, R. W., & Murphy, D. P. (2006). Why Do Boomers Plan to Work So Long? Older Americans' Economic Security series Retrieved June 13, 2007, from http://www.urban.org/url.cfm?ID=311415

[3] Mermin, G. B. T., Johnson, R. W., & Murphy, D. P. (2007). Why Do Boomers Plan to Work Longer? Journal of Gerontology B Psychological Sciences Social Sciences, 62(5), S286-294

بعض الدراسات تؤكد ن التوازنات امالية للتقاعد يمكن أن يستقر رغم الادعاء بأن "خطر التخلف عن السداد يهدد كتلة اجور التقاعد العامة مثلما أكد ذلك (Shoag and Farrel, 2017[1]). هذه النظم لم توفر الأمن الاقتصادي لكبار السن بطريقة مستدامة. بينما في دراسة أخرى أكد كل من (Novy-Marx and Rauh, 2014[2]) (Ergungor, 2017[3]) على أن أنظمة التقاعد العامة في وضع سيء وتعيش في عجز رهيب. لذلك دعت دراسات أخرى إلى التدخل العاجل للحكومة لمنع تصعيد الموقف ، مع تشريع قوانين تسمح بتخفيض استحقاقات التقاعد (Bachrach, 2016[4]). كما دعا البعض إلى إجراء دراسات بصفة مسترسلة لوضع التقاعد العام (Adam B, and all, 2021[5])، وهذا معزز بالتزامات التصميم والتوزيع ، التي تتطلب معرفة الأهداف المخططة والارتباط الشديد بين الوضعية المالية والالتزامات والاحتياجات لترجمتها إلى استراتيجيات تقاعدية مناسبة.

وما يجب الأشارة إليه هو عدم وجود دراسات قياسية متعددة في هذا المجال الاكتواري في الدول العربية عامة وتونس خاصة إلا من بعض الدراسات القليلة مثل دراسة (Mouna Ben Othman, 2015[6]) التي أكدت في رسالة الدكتوراه على أن التجارب السابقة في اصلاح التوازنات المالية اعتمدت أساسا على رفع معدل الاشتراك وخفض معدل التعويض.

---

[1] Shoag. D, and Farrell. J. 2017. Risky Choices: Simulating Public Pension Funding Stress with Realistic Shocks. Brookings. https://www.brookings.edu/research/riskychoices-simulating-public-pension-funding-stress-with-realistic-shocks.

[2] Novy-Marx, R, and Joshua D. R. 2014. Linking Benefits to Investment Performance in US Public Pension Systems. Journal of Public Economics 116: 47–61. https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2014.01.007.

[3] Ergungor, O. Emre. 2017. "When States Default: Lessons from Law and History." Economic Commentary (2017–16). https://www.clevelandfed.org/newsroom-and events/publications/economic-commentary/2017-economic-commentaries/ec-201716pensions-when-states-default (July 13, 2019).

[4] Bachrach, Ed. 2016. How to Save Public Pensions, No Federal Bailout Needed. Wall Street Journal. https://www.wsj.com/articles/how-to-save-public-pensions-no-federal-bailoutneeded-1468797730.

[5] Adam Butt, Gaurav Khemka and Geoff Warren, (2021), Principles and Rules for Translating Retirement Objectives into Strategies, January 2021, DOI:10.2139/ssrn.3777664.

[6] Mouna Ben Othman, "Effets macroéconomiques des systèmes de retraite : simulations de réformes pour la Tunisie", Economies et finances. Université Nice Sophia Antipolis, 2015. Français. ffNNT 2015NICE0027ff. fftel-01271492f.

إضافة البحث: تم التطرق في العديد من الدراسات حول موضوع التوازن المالي للتقاعد عموما ولكن في بحثنا سيتم التركيز على توازن نظام التقاعد العمومي الفني أي على النظام نفسه بدون التطرق للاستثمارات أو أي عنصر آخر من عناصر التمويل المعتمدة في بعض البلدان.

وتتمثل الإضافة في اعتماد الذكاء الاصطناعي، المتمثلة في الشبكة الاصطناعية متعددة الطبقات، في تفسير هذه الظاهرة السلبية والمتمثلة في العجز المستر لنظام التقاعد والتعرف على أسباب العجز لإيجاد الحلول المناسبة.

صعوبات البحث: نبحث في هذه الدراسة وضعية التوازن المالي للتقاعد العمومي في الفترة الماضية والحالية للتنبؤ بالوضعية المالية المستقبلية لنظام التقاعد العمومي لتحديد طرق التدخل للإصلاح باستخدام الشبكة العصبية المتعددة الطبقات وتمت معالجة البيانات عن طريق SPSS وقد وجد البحث بعض الصعوبات في تجميع البيانات والمعطيات حول أنظمة التقاعد في الدول العربية عموما وحتى وإن وجدت كانت ناقصة أي لا تضمن لنا الحد المطلوب من الوثوقية العلمية.

كما ظهرت صعوبات أخرى تطبيقية خاصة في تحديد هيكلية الشبكة المتمثلة خاصة في تحديد عناصر عقد الادخال، وتحديد العقد المخفية في الطبقة، وتحديد عدد الطبقات المخفية المثالية بسبب تعدد النتائج واختلافها عند كل تغيير سواء حذف أو إضافة أو كذلك عند المحافظة على نفس المتغيرات والخصائص رغم ذلك تحصلنا على نتائج مختلفة.

أهداف البحث: الهدف الرئيسي في هذا البحث هو دراسة الوضعية المالية للتقاعد لتحديد أسبابها الرئيسية المسببة لها، وكشف المتغيرات الرئيسية المؤثرة في نظام التقاعد العام، تونس كمثال نظرا لتوفر البيانات والمعطيات، مما أضفى على هذه الدراسة الصبغة العملية والعلمية. لذلك سوف نقدم نظام التقاعد العمومي بصفة عامة كخطوة أولى ، وبعد ذلك سنعرض نظام التقاعد من خلال متغيراته المختلفة. لهذه الأسباب سوف نركز على هذه الورقة في أربعة أقسام رئيسية: أولاً ، نطرح موضوع التقاعد العمومي من خلال التعريف بانواعه ووضعيته بصفة عامة ثم نعرض المحور الرئيسي وهو التوازن المالي واهميته في التقاعد العمومي ثم نقدم الشبكة الاصطناعية متعددة الطبقات التي سنستخدمها في تحديد الاسباب الاكثر تأثيرا في خلل التوازن المالي للتقاعد العمومي ثم أخيرا اعتماد بيانات التقاعد العمومي في تونس كحالة تطبيقية باستخدام الشبكة في SPSS وتقديم النتائج النهائية وتحليلها.

منهجية البحث: تم تطوير العديد من أدوات التنبؤ الكمي في السنوات الأخيرة للإجابة على الأسئلة التي أثيرت، في معظم البلدان، حول مدى استجابة نظام التقاعد للتوازن المالي الحالي والمستقبلي. كانت هذه الانظمة في حاجة ماسة لتطوير تقنيات حسابية متقدمة يمكنها نمذجة السيناريوهات المحتملة في الوقت المناسب وتقديم أفضل استجابة لأية تغييرات، لذلك اخترنا الشبكة العصبية متعددة الطبقات (MLP) باستخدام آلة التعلم SPSS من بين العديد من طرق التعلم الآلي التي تستخدم في نمذجة النظام واتخاذ القرار في ظل عدم اليقين. يعتمد قياس المعرفة على البيانات التاريخية التي يتم قياسها كمياً وهي مفيدة بشكل خاص في النمذجة المالية.

هدفنا الشامل هو دراسة التوازن المالي لنظام التقاعد العام وقد اخترنا نظام التقاعد في تونس نظرا لتوفر البيانات المفتوحة في الموقع. كانت البيانات المستخدمة لهذه الدراسة طيلة الفترة الممتدة من 2001 إلى 2017 من تقارير الصندوق الوطني التونسي للتقاعد العمومي (CNRPS[1]).

تختلف متغيرات نظام التقاعد من نظام إلى آخر ومن دولة إلى أخرى ولكن يمكن أن نتفق أن هذه المتغيرات قد تكون متشابهة كمؤشرات ولكنها ليست بالضرورة أن تؤدي إلى نفس النتائج. وأهم المتغيرات التي تم اعتمادها بعد دراسة وتحليل النظام نجدها كالتالي:

- سنوات التقاعد: تمثل سنوات ما بعد الخدمة وهي مرحلة الانتفاع بأجر التقاعد.
- نسبة التقاعد: معدل حساب التقاعد.
- معدل رواتب التقاعد: متوسط أجور التقاعد.
- المصروفات: إجمالي المبالغ المدفوعة للمتقاعدين.
- عدد المتقاعدين: عدد المتقاعدين الذين يتمتعون برواتب التقاعد.
- معدل رواتب النشيطين: متوسط الاجور التي تصرف للمشاركين.
- معدل المساهمة: معدل اشتراك الموظف والمؤسسة المشغلة.
- سنوات الخدمة: متوسط عدد سنوات الخدمة والاشتراكات.
- المداخيل: المبلغ الإجمالي للايرادات من الاشتراكات.
- طول العمر: متوسط عمر المتقاعد.
- الرصيد المالي: وتتمثل في نتيجة الفارق بين الإيرادات والمصروفات.

[1] تقارير صندوق التقاعد في الموقع التالي: http://www.cnrps.nat.tn/fr/acces-aux-docs/rapports/rapports-dactivites

أولا: نظام التقاعد العمومي

يعتبر التقاعد من أهم فروع التأمينات الاجتماعية، إذ يهدف هذا النوع إلى حماية المقدرة الشرائية للموظف وذلك بالتعويض المادي، في حالة انتهاء الخدمة وفق النصوص القانونية. ولشرح هذا البعد يجب أن نتطرق لمعالم أهم أنواع التقاعد تاريخيا التي اتضحت من خلال الانظمة المعتمدة والأعمال البحثية المستجدة عالميا التي انقسمت إلى نظامين رئيسيين والمتمثلة في النظام التوزيعي و النظام الرسملي وظهر نظام ثالث وهو النظام الهجين الذي يدمج النظامين في نظام واحد.

نظام التقاعد بالتوزيع: يعتمد على مبدأ التضامن بين الأجيال التي يتحمل فيها المنخرطون والمؤسسة المشغلة، المتمثلة في اشتراكاتهم ومساهماتهم، نفقات المتقاعدين، في شكل أجور ورواتب أو رأس المال، وهو ما يعرف بالتضامن الاجتماعي ولذلك اعتبر نظام التقاعد التوزيعي نظاما يعتمد بالاساس على التكافل الاجتماعي بين الأجيال النشطة والمتقاعدة.

يمثل النظام التوزيعي عقدا اجتماعيا بين عناصر متعددة وهي العامل والمنظمة المشغلة ومنظمة التقاعد المعنية والمتقاعد، ولكن هذا العقد الاجتماعي غير ثابت أي يمكن إجراء التعديلات في تطبيق القواعد والإجراءات والقوانين من قبل الدولة أي من طرف واحد في أي وقت تراه مناسبا.

نظام التقاعد بالرسملة: النظام الذي يعتمد على الفكر الرأسمالي أي يسعى لخلق الثروة من رأس المال ذاته أي من خلال الإدخار والاستثمار التي يمكن أن يوفرها أصحاب القرار في مؤسسات التقاعد عموما حيث يحول مساهمات الأفراد بعنوان التقاعد طيلة فترة نشاطهم إلى مدخرات مستقبلية توظف لتغطية الالتزامات المالية المتفق عليها مسبقا أثناء التقاعد وتكون في شكل رأسمال يدفع كاملا عند الإحالة على التقاعد أو في شكل رواتب شهرية تدفع للمتقاعد حسب مبالغ الاشتراكات ومدتها.

تتمثل الرسملة في التمويل المسبق للتقاعد من خلال الموارد المخزنة، أي يتم سحبها في فترة معينة وتحويلها إلى فترة لاحقة عندما يتقاعد العاملون. تتم رسملة مساهمات الموظفين خلال حياتهم العملية ثم يتم إعادة توزيعها في وقت التقاعد دفعة واحدة أو عن طريق دفوعات دورية. عندما تحدث تغييرات اقتصادية، فإنها تؤثر في العائد والالتزامات المالية.

على سبيل المثال، قد يؤثر هبوط سوق الأسهم الذي يؤثر في جميع أصول منظمات التقاعد و قدرتها على تمويل الالتزامات المالية. فيتم تقاسم المخاطر بين مختلف المساهمين وأصحاب العمل والموظفين.

مما يؤثر على خطة المساهمة المحددة من جانبهم، بتخفيض مستوى رواتب التقاعد، أي أن هذا التغيير سيتحمله المتقاعدون فقط.

تعتمد الرسملة بدلاً من ذلك على حقوق الملكية وفي هذه الحالة ترجع التعديلات إلى آليات السوق، بالإضافة إلى التطورات الاقتصادية التي تؤثر على تطور المكافآت وسعر الأوراق المالية، مما يسمح لأنظمة التقاعد بالوفاء بالتزاماتها.

يعرض الإكتواريون عملية التمويل التي تعتمد على ما تنتجه الأصول خلال فترة معينة أي مساهمات الأجور من ناحية ودخل الاستثمار من ناحية أخرى. يتم دفع هذا الدخل لصالح المتقاعدين مقابل استثماراتهم التي تتم في إطار نظام تقاعدي ممول عندما كانوا نشطين، إذ يقوم العمال النشطون بتوفير جزء من رواتبهم من خلال استثماره في أصول من أنواع مختلفة بهدف تكوين دخل تقاعدي.

1- التوازن المالي لنظام التقاعد

في حالة التوازن تتساوى المخصصات الحسابية مع القيمة الحالية لصافي التدفقات المستقبلية: الاشتراكات التي يتم تحصيلها يطرح منها نفقات التقاعد التي يتم صرفها. هذه المساهمات تعتبر الرافد الرئيسي للاستثمارات المالية لتغطية الالتزامات المستقبلية.

تساعد زيادة الإيرادات في تغذية الأصول ولكن هذه الإيرادات مرتبطة بعدد المساهمين النشيطين وعدد المتقاعدين المنتفعين فإذا كانت اعدادهم مستقرة، فإن عدد المتقاعدين الجدد يساوي بدقة عدد المشتركين الجدد، في هذه الحالة، يغطي مجموع المساهمات وإيرادات الاستثمار الاستحقاقات التقاعدية لأن المخصصات ثابتة. في حالة زيادة عدد المتقاعدين مقارنة بعدد المشتركين تصبح الإيرادات غير كافية فيتم عندئذ إجراء تعديل بين الدخل والنفقات ويمكن تعديلها بسهولة على جانب الإيرادات بفضل التمويل المسبق الذي يسمح بتكوين احتياطيات تغطي جميع الالتزامات المستقبلية عن طريق تخفيض الأصول.

بشكل عام، يكون النظام التقاعدي متوازنا ماليا عندما ينجح في تحقيق المعادلة بين ناتج مساهمات المشتركين ومجموع استحقاقات التقاعد، وهو ما يفسر أن الرصيد المالي يعتمد على عدد المشتركين والمتقاعدين من جهة، ومن جهة أخرى على دخل المشتركين وكتلة أجور المتقاعدين. تشير الاستشرافات الديمغرافية الحديثة إلى ضرورة البحث عن مورد جديد لتمويل هذه الصناديق والتوازن المالي لا يتم إلا بوضع معايير تنظيمية جديدة، لملاءمة حساب الإيرادات مع النفقات والاعتماد التقييم المستمر

للمخاطر، وهي من لوائح التي تعتمدها العلوم الاكتوارية الخاصة بالتأمين على الحياة بشكل عام والتقاعد بشكل خاص. هناك تحولًا نموذجيًا كبيرًا في جميع أنحاء العالم، حسب (Yuying Li and Peter Forsyth, 2018[1])، بالابتعاد عن خطط التقاعد ذات المزايا المحددة إلى خطط المساهمة المحددة لم يعد كل من القطاعين العام والخاص على استعداد لتحمل مخاطر خطط المزايا المحددة.

في نظام الدفع أولاً بأول غير الممول، وهو ما يسمى بالنظام التوزيعي، وهو ما يمثل التقاعد العمومي في الدول العربية أي عملية التحويل بين الموظفين الحاليين والمتقاعدين الحاليين. يتطلب نظام الدفع أولاً بأول توازنًا بين نفقات التقاعد ودخل الاشتراكات التي يدفعها العاملون النشطون ويشار إليه عادةً بالتضامن بين الأجيال. يتم ضمان الاستدامة المالية لنظام الدفع أولاً بأول من خلال المساهمات الموزعة بالتساوي بين الأجيال، وداخل كل جيل، بين مستويات الدخل المختلفة وبين دخل العمل ودخل رأس المال. لذلك فإن هذا النظام يحقق أهداف العدالة والتضامن.

في النظام الممول، وهو ما يسمى بالنظام الرأسمالي، يساهم العاملون فيه، عن طريق معلوم الانخراط الدوري، أي تتراكم فيه القيمة المالية. وإثر التقاعد، يدخل الصندوق مرحلة التفريغ فيدفع للمتقاعدين مستحقاتهم المالية لبقية حياتهم (Ian Tonks Xfi, 2006[2])

خلال مرحلة التراكم، تميل قيمة النظام التقاعدي إلى الزيادة بسبب المساهمات وعائدات الاستثمار. من الناحية العملية، تختلف عوائد الاستثمار من فترة إلى أخرى، مما ينذر ببعض الأخطار في الالتزامات المالية وقت التقاعد. وتعد إدارة التقاعد جزءًا مهما من إدارة الاستثمار العالمية الكبيرة جدًا، والتي تعتمد على إدارة المحافظ الاستثمارية.

في هذا الصدد، يحذر (Boado-Penas et al, 2008[3]) من أن بعض السياسيين والعاملين في هذا المجال ينظرون خطأً إلى العجز النقدي أو الفائض كمؤشر على التغطية المالية أي هناك خلط بين مؤشر السيولة السنوي ومؤشر الاستدامة. لذلك يجب إنشاء توازن إكتواري قابلاً للتطبيق على المدى

[1] Yuying Li and Peter Forsyth, "A Data Driven Neural Network Approach to Optimal Asset Allocation for Target Based Defined Contribution Pension Plans", (June 6, 2018). Available at SSRN: http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3192132.

[2] Ian Tonks Xfi.2006, "Pension Fund Management and Investment Performance". University of Bristol, January 2006. DOI: 10.1093/oxfordhb/9780199272464.003.0023

[3] Boado-Penas, M.C., Valides-Prieto, S. and Vidal-Mell A, C. (2008), "An actuarial balance sheet for pay-as-you-go finance: Solvency indicators for Spain and Sweden". Fiscal Studies. 29 (1), 89134.

الطويل، والهدف من ذلك، هو استعادة التوازن المالي لأنظمة التقاعد المدفوعة أولاً بأول ، وجعل هذه الأنظمة تعمل باستمرار دون تدخل متكرر من المشرعين والسياسيين.

وفقًا لـ (Daddio and Whitehouse, 2012[1]) ، يمكن النظر في ثلاث آليات آلية رئيسية لتعديل قيم التقاعد:

- يمكن إجراء تعديلات على مستوى الفوائد لمراعاة التغيرات في متوسط العمر المتوقع.
- يمكن إجراء التعديلات بإعادة تقييم أسس المساهمة.
- يمكن إجراء التعديلات عن طريق مراجعة النفقات التقاعدية.

يمكن بسهولة تقييم الأهداف الأخرى لنظام التقاعد، مثل الحد من عدم المساواة بين الرجل والمرأة أو ضمان مستوى المعيشة، من خلال المؤشرات المعروفة: الكتلة المالية للتقاعد، أو حتى معدل الاستبدال الذي يسمح بقياس الفارق بين المساهمات ونفقات التقاعد.

يؤثر نظام التقاعد بقوة على الخيارات الفردية للمتقاعدين في المستقبل، وبالتالي تؤثر هذه القرارات على مقدار المدخرات الوطنية وتوازن سوق العمل وعلى معايير نظام التقاعد (أجور التقاعد، سن التقاعد، الخصم، الراتب المرجعي ...)، لأنها، في سن معينة، تسمح للموظفين بمغادرتها وبالتالي تشجعهم على الحد من نشاطهم والدخول بصفة مبكرة في منظومة التقاعد.

2- العوامل الديناميكية للتقاعد

إن نظام التقاعد هو نظام قائم على اشتراكات المنخرطين، وكلما زادت الصلة بين الحقوق المحصلة والاشتراكات المدفوعة، سيكون التناسب بين المساهمات المدفوعة مع الالتزامات المالية. كما يمكن أن يحيد نظام التقاعد عن قاعدة التوازن لعدة أسباب منها:

- التفاوت في أجور التقاعد بالنسبة للوظائف والاشتراكات وأجور التقاعد مختلفة وفقًا لقواعد الحساب المعمول بها .

[1] Daddio. A.C. and Whitehouse. E, (2012), Towards financial sustainability of pensions systems: The role of automatic adjustment mechanisms in OCDE and EU countries. Forschungsbericht Nr. 8/12. https://www.researchgate.net/publication/232701219_Towards_Financial_Sustainability_of_Pension_Systems_The_Role_of_Automatic-

- التفاوت في متوسط العمر المتوقع: يمكن التمتع بالتقاعد بنفس التاريخ وبنفس أجر التقاعد، ولكن سنوات التمتع بالجراية مختلف بسبب اختلاف تاريخ الوفاة.
- التفاوت في سنوات الاشتراك: سنوات العمل تكون مختلفة بسبب الاختلاف في سن وسنة التعيين وسن وتاريخ التقاعد .
- التفاوت في معدلات الاشتراك: وتمثل سنوات العمل عادة مصدر للاختلاف بين الموظفين بسبب التفاوت في الرواتب والدرجات والمسؤوليات الوظيفية والأقدمية والمستوى الدراسي.

لذلك من الممكن النظر في هذه الأبعاد (رواتب التقاعد ، معدل الاشتراك ، مدة التقاعد ، مدة الاشتراك) وتقييمها باستخدام أبعاد المدة والكمية مثل المفاضلة بين معدل الاسترداد أو معدل العائد الداخلي.

أصبح تمويل نظام التقاعد أكثر تعقيدًا وتنوعًا، ومن الضروري توسيع البيانات المرصودة لمحاكاة اشتراكات وأجور الأفراد حتى وفاتهم لذلك المحاكاة الدقيقة الديناميكية هي الوحيدة التي تجعل من الممكن حساب الرصيد المالي أي الناتج بين الإيرادات والنفقات. الموازنة الفورية لخطة المعاشات التقاعدية تتوافق مع التوازن بين إيرادات التقاعد ونفقاتها خلال سنة مالية والفارق بينهما يمثل الرصيد الفني وهو الفرق بين المساهمات المقبوضة والمزايا المدفوعة ويستخدم في جميع الأنظمة التقاعدية مهما كان نوعها. لتقييم استدامة نظام التقاعد، من الضروري معرفة الأرصدة المستقبلية، مما يعني وضع توقعات تستند إلى افتراضات ديموغرافية وتنظيمية مختلفة، لتجنب الصدمات الديموغرافية التي قد تحدث عادة انحرافات في التوازن المالي طويل الأجل ولتجاوز تغيرات الظروف الاقتصادية لضمان الاستدامة المالية للنظام من خلال التعديلات في حالة حدوث أي خلل قصير أو طويل الأجل. لكن من الناحية العملية ، غالبًا ما يكون من الصعب التمييز بين الاختلالات المؤقتة والدورية والاختلالات الدائمة أو الهيكلية، فيجب التعامل مع مسألة تمويل العجز الانتقالي ، سواء كانت دورية بطبيعتها أو مرتبطة عند توفر معلومات عن مدى الاختلالات التي يتعين سدها للعودة إلى التوازن خلال أفق معين.

كما رأينا، فإن المؤشرات الآنية مثل الرصيد الفني، ليست مرضية تمامًا لأنها لا تمكننا من إجراء تقييم مباشر لاستدامة نظام التقاعد على المدى الطويل التي تتطلب دراسات إكتوارية لتقييم الوضع المالي لفترة بأكملها وليس فقط في وقت معين.

هناك مؤشرات متعددة لتحديد الالتزامات المالية وتهدف إلى قياس العبء المالي المستقبلي المرتبط بخطط التقاعد وهي الالتزامات الضمنية التي تقيس جميع حقوق الاحتياجات التي يتعين الوفاء بها في

المستقبل على أساس القواعد القائمة أو الخطة المبرمجة في إطار اختيار الإصلاحات المعتمدة. وهذه المؤشرات تختلف وتتعارض حسب النهج المعتمد، فالهدف في نهج "الحقوق المكتسبة" و "النظام المغلق"، هو قياس الالتزامات تجاه المتقاعدين المنتفعين فعليا بأجور التقاعد، أو مساهمين حاليًا يدفعون معلوم الاشتراكات الدورية، ومن ناحية أخرى ، نهج "النظام المفتوح" ، الذي يأخذ في الاعتبار أيضًا تدفقات المساهمات والمزايا المتعلقة بالأجيال القادمة (أولئك الذين لم يبدؤوا بعد في المساهمة).

3- الواقع المالي لنظام التقاعد العمومي: تونس كمثال

تكشف التقارير الدورية لصندوق التقاعد التونسي أنه منذ عام 2001 ، زادت نفقات الصندوق الوطني للتقاعد CNRPS معدل أسرع من إيراداتها حتى أصبحت في حالة عجز من عام 2005. فهو يمر بأزمة مالية انعكست سلبا على التخطيط الاستراتيجي والتشغيلي وقدرتها على إنجاز الأهداف المخططة. فقد سجل بشكل تصاعدي عجزا قدره 789 مليون دينار عام 2015 وبلغ 911 مليون دينار عام 2016 و 1.251 مليار دينار عام 2017. على الرغم من تخصيص اعتمادات مالية من الدولة لفائدة الصندوق الوطني للتقاعد 300 مليون دينار عام 2016 و 500 مليون دينار عام 2017.

يمكن للعديد من العوامل الاجتماعية والاقتصادية والديموغرافية أن تفسر هذا التدهور ، ولا سيما التحسن في متوسط العمر المتوقع ، والتدفق الهائل للمتقاعدين على مدى السنوات العشر الماضية ، فضلاً عن انخفاض معدلات التوظيف في القطاع العام وخاصة خطر طول العمر. فقد أكد الخبراء على أن العوامل الديمغرافية أدت إلى اختلال كبير في التوازن بين الإيرادات والنفقات، مما خلق صعوبات مالية هائلة لنظام التقاعد. وقد تعرض هذا النظام لضغوط مالية عدة خلال العقد الماضي ، والتي اشتدت في السنوات الأخيرة ، مما من شأنه أن يضر بالمكاسب الاجتماعية ويمنع مواصلة تحقيق الأهداف الاجتماعية لنظام التقاعد، فقد زادت نفقات صندوق التقاعد بمعدل أسرع من إيراداته ، أي أن النفقات تجاوزت الإيرادات التي أدت إلى عجز مالي. خلال العقد الماضي ، كان الخلل المالي كبيرا ولم يكن بالإمكان استعادة التوازن المالي للتقاعد الذي أصبح يعاني بشكل متزايد من العجز.

وتجدر الإشارة إلى أن صندوق التقاعد سجل عجزه الأول في عام 1993 واستمر منذ عام 2005 ، على الرغم من الزيادات العديدة في معدلات الاشتراكات التي ارتفعت من 7.2٪ عام 1985 إلى 20.37٪ عام 2017. وليصل المعدل إلى 23.7٪ في عام 2020. وعلى الرغم من الترفيع في سن التقاعد من 60 إلى 62 بصفة إجبارية ولسن 65 بصفة اختيارية سنة 2019 وعلى الرغم من الترخيص

حسب شروط العمر والأقدمية في الحصول على التقاعد المبكر مع تعويضات مالية سنة 2018 ورغم استخدام الاحتياطيات المالية المتاحة التي كانت قادرة على التعامل مع هذه الضغوط المالية حتى استنفادها ، وتم استخدام السلف من ميزانية الدولة، إلا أن كل هذه المحاولات لم تعد لنظام التقاعد توازنه المالي.

يهتم نظام التقاعد بالفوائض غير الفنية والمتمثلة في القروض بجميع أنواعها والعقارات والمحافظ الاستثمارية، لدورها المهم في تغطية العجز وتحسين الوضع المالي على المدى القصير والطويل. وقد تم رصد انخفاضًا كبيرا في أنواع مختلفة من الفوائض غير الفنية مما يضع علامة استفهام مهمة حول عدم وجود استراتيجية طويلة الأجل ضد الأزمات المالية والفنية والديموغرافية.

ثانيا: استخدام الشبكة العصبية

يتقدم العالم تقدما حثيثا وبخطوات واسعة نحو صناعة المعرفة والتي تمثل ترابط بين المعلومات والخبرات المكتسبة والذكاء البشري. فالذكاء الاصطناعي يهتم بالمعالجات الرياضية والمنطقية وبالقدرة على استيعاب الحقائق ويربط العلاقات ببعضها البعض للوصول إلى نتائج منطقية وعلمية دقيقة.

1- أهمية الذكاء الاصطناعي

يسعى العالم الحديث لتوظيف الذكاء الاصطناعي في توقع الاحتياجات الاجتماعية والتنموية المستقبلية لأفراد المجتمع، وطرح برامج وخطط وقائية لتجنب التحديات والتقليل من المشاكل التي قد تؤثر على المجتمع وعلى منظمات الدولة عن طريق التحليل المتقدم لمدخلات قواعد البيانات المتكاملة بما فيها البيانات الصحية والتعليمية والمالية والاجتماعية وغيرها، مما يُسهم في وضع برامج وخطط استباقية للتعامل مع التحديات المتوقعة وتطوير حلول وقائية للحد من آثارها، فضلاً عن توقع الأوضاع والأخطار المهددة في عملية تنفيذ توجهات الدولة .

الذكاء الاصطناعي يهتم بيانات التقاعد وتحديد مستقبله بناءً على تلك البيانات وتطوير الاستجابات التي يمكن أن تحسن من قدرات اتخاذ القرارات الخاصة بالتقاعد. يمكن أن يختلف مصدر وأهمية البيانات القائمة على الذكاء الاصطناعي من قاعدة عريضة إلى مخصصة للغاية. في سياق التقاعد ، يمكن تصنيف البيانات حسب التخصيص والفعالية إلى:

- بيانات ومعلومات عامة وغير دقيقة تتميز بالكمية وليست بالنوعية

- تشكل المعلومات الخاصة بالتقاعد أساس تفاعلات الذكاء الاصطناعي ، تتعلق خاصة بتصميم خطة التقاعد وكيفية استخدام أدوات التقييم القائمة على الذكاء الاصطناعي.
- يستخدم التطبيق الأكثر تقدمًا للذكاء الاصطناعي البيانات الدقيقة والمهمة الخاصة بالتقاعد بما في ذلك الاستثمارات، ومعدل الادخار، وأصول التقاعد ونظام التقاعد...

في الغالب تلبي الاعتمادات المالية الخاصة بالتقاعد جميع الالتزامات المالية التي تصب في تحقيق أهداف الخطة، حيث تدعم الخيارات المناسبة في الاستثمارحسب المخاطر بما يضمن مستوى معيشة مقبول للمتقاعد. يمكن للذكاء الاصطناعي أن يلتقط المعلومات التي تدعم نقاط ضعف تصميم الخطة وتحليلها على المستويين العام والخاص إلى نتائج محسّنة. لذا أكثر أدوات الذكاء الاصطناعي شيوعًا هي التعزيز الإيجابي للإجراءات التي تحفظ الأمن المالي، فيمكن للذكاء الاصطناعي أن يشجع القرارات الاستثمارية، او ينبه لبعض المخاطر المالية المستقبلية لتحسين النتائج المالية للتقاعد .

تمثل الحوكمة إحدى المكونات الأساسية في نظام التقاعد فهي تسعى لتنفيذ الإلتزامات الائتمانية بالكامل، مما يتطلب مواءمة أهداف التقاعد مع الإنجاز الفعلي بناءً على جمع البيانات الفعلية وتحليلها لذا يمكن الذكاء الاصطناعي التقاعد من اتخاذ خطوات أكثر استباقية للوفاء بالتزاماتها.

تعددت الاساليب الاحصائية التي تستخدم لحساب التنبؤات المستقبلية مثل الانحدار الخطي والتمهيد الاسي والسلاسل الزمنية ونماذج بوكس جنكز وخاصة نموذج الخلية العصبية الصناعية والتي تمثل اقوى تقنيات الذكاء الاصطناعي Artificial Intelligence وهي محل دراستنا العلمية في هذا البحث. وتعتمد الشبكة العصبية الصناعية على المحاكاة في شكلها وفي مضمونها للشبكة العصبية الموجودة في الدماغ البشري إذ أنها تحتوي على الخلايا العصبية الحيوية المتصلة مع بعضها البعض بوصلات عصبية، فهي تقوم بتخزين البيانات العلمية والمعلومات التجريبية لتجعلها متاحة للاستخدام عن طريق ضبط الأوزان.

2- الشبكة العصبية متعددة الطبقات

تعرف الشبكة العصبية كما ورد في كتاب محمد علي الشقراوي (1996)[1] هي تركيبات للمعالجة المتوازية الموزعة تعتمد أساسا على عنصر المعالجة القادر على العمل كذاكرة محلية مع إجراء عمليات المعالجة

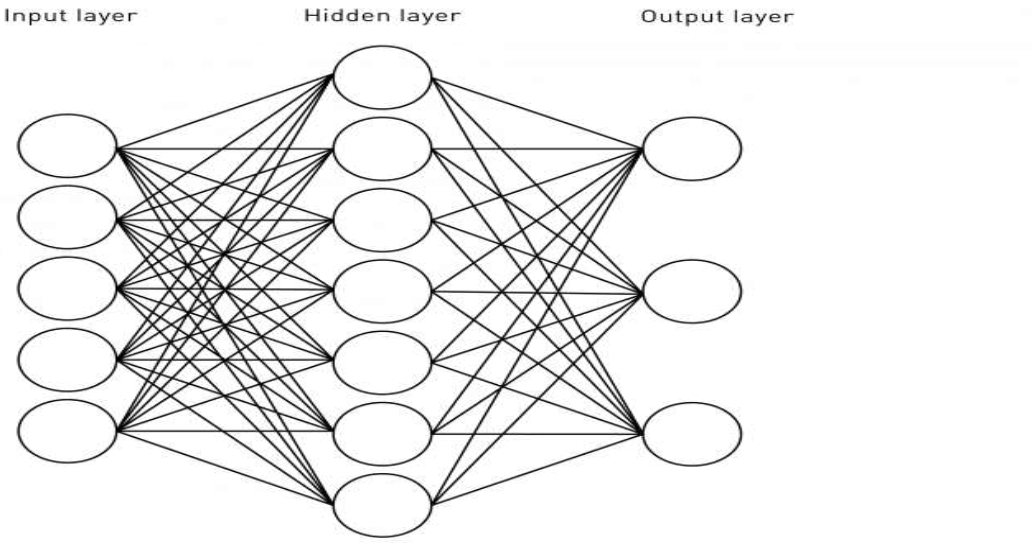
[1] محمد علي الشقراوي، الذكاء الاصطناعي والشبكات العصبية القاهرة: مطابع المكتب المصري الحديث ،1996، ص.274

المختلفة، والذي له ناتج واحد يتفرع إلى كثير من التفرعات التي تحمل نفس الإشارة الخارجة منه مع بقاء المعالجة محلية؛ أي أنها تعتمد على القيم الداخلة وأيضا القيم المخزونة بالذاكرة المحلية لهذه العناصر الحسابية. أما تعريف (Simon, 2009[1])، فهو يرى بأنها نظام لمعالجة البيانات مصمم بشكل يحاكى ويشابه الطريقة التي يؤدي بها الدماغ البشري مهمة معينة، وذلك عن طريق وحدات معالجة بسيطة، وهي عناصر حسابية تسمى عصبونات أو عقد (Nodes، Neurons) والتي تقوم بتخزين المعرفة العملية والمعلومات التجريبية لتجعلها متاحة للإستخدام.

فالشبكة العصبية هي عبارة عن وحدة معلوماتية اساسية تجمع بيانات المدخلات ثم ينتج عنها قيمة تدعى العتبة التي تعالج من طرف دالة التنشيط لنتحصل على مخرجات بشكل قيمة كمية تعبر عن قيمة نشاط الخلية العصبية.

يوجد العديد من أنواع الشبكات العصبية المختلفة في مجالاتها وتطبيقاتها وقد تم تصميم الشبكة من خلال بيانات المدخلات والمخرجات وتتم المعالجة في طبقات متعددة لمحاكاة طرق العقل البشري، تتكون الشبكات العصبية عادةً من ثلاث طبقات أو أكثر: طبقة إدخال ، وطبقة مخفية (أو طبقات) وطبقة إخراج، ويسمى هذا النوع من الشبكات العصبية بيرسبترون حسبما يوضحه الشكل التالي:

الشكل رقم1 : نظام الشبكة العصبية بيرسبترون

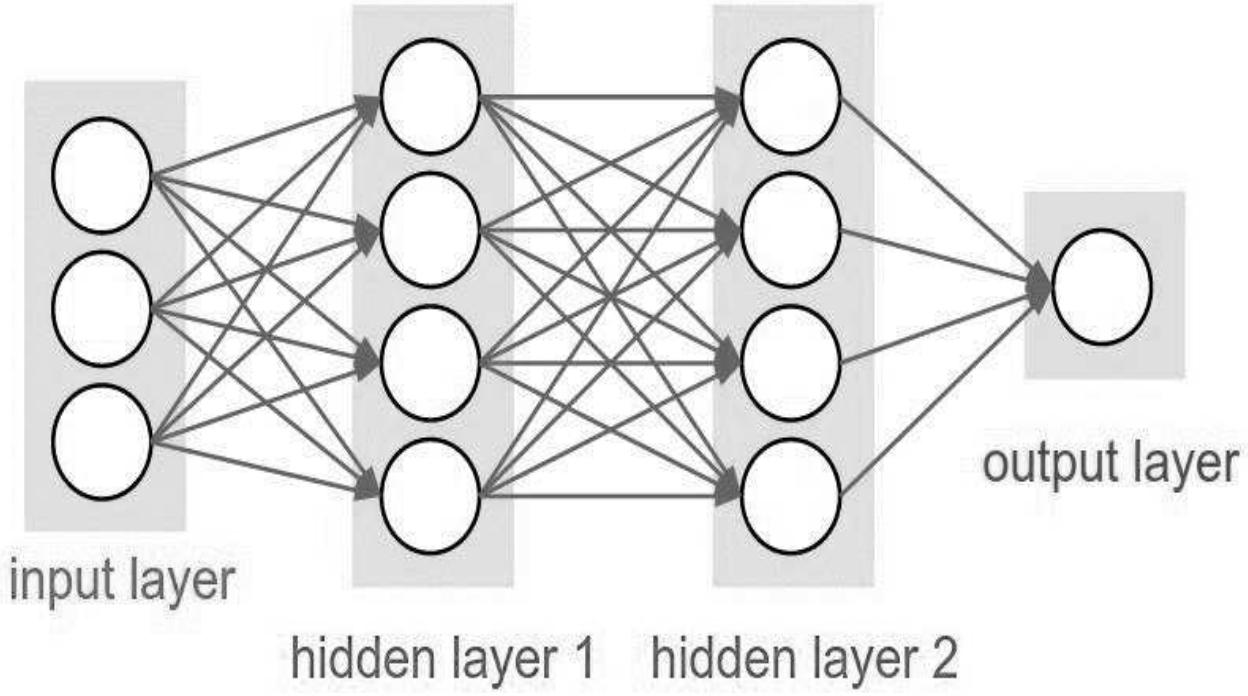


[1] Simon Haykin, (2009), "Neural networks and learning machines" ،Third Edition, Prentice Hall, New York Boston San Francisco. P33.

المصدر : https://ntechlab.com/ar/blog/2017/04/17/neural-networks-for-face-recognition-part-ii/

يتم تحديد بنية الشبكة العصبية بشكل عام كذلك من خلال طبقتين مخفيتين (كما ورد في الشكل 2) وعدد العقد في طبقة مخفية ووظائف النقل المختلفة و قواعد التعلم من أجل تحديد أنسب بنية للشبكة حسب الاهمية:

شكل 2: الشبكة العصبية ذات طبقتين مخفيتين

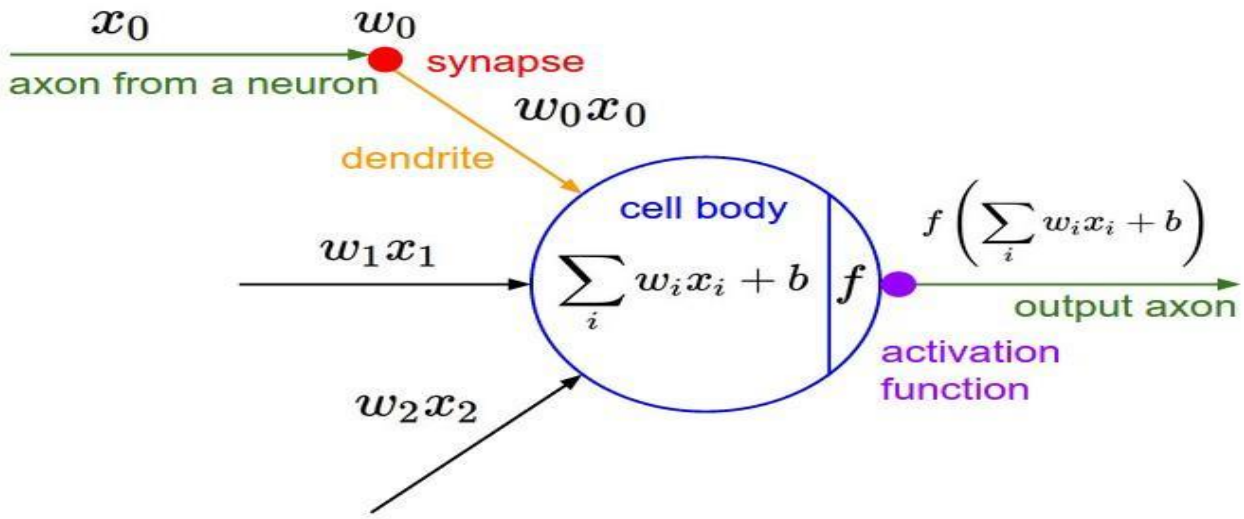


المصدر : https://arabicprogrammer.com/article/4392696748/

في الشبكة العصبية متعددة الطبقات تقوم خوارزمية Perceptron ، بضرب الأوزان وإضافة التحيز، في خلية عصبية واحدة فقط. وكل خلية عصبية، كما نلاحظ في الشكل 3، متكونة من:

- X_i : مدخلات الخلية العصبية
- W_i : الوزن الشبكي
- $\int \sum_{i=0}^{n} X_i W_I$: دالة التفعيل
- Y: مخرجات الخلية العصبية

الشكل3: خوارزمية بيرسيبترون Perceptron لخلية عصبية واحدة.



المصدر : https://arabicprogrammer.com/article/4392696748/

تتكون الخلية العصبية من المدخلات (X1, X2, ……, Xn) الليف العصبي لمدخل الخلية أي مجموعة الإشارات الداخلة للخلية (الواحد أو الصفر) والأوزان (W1, W2, ……, Wn) فتمثل درجة الوزن للإشارة الداخلة، وباقتران التنشيط، وهو العمل الحقيقي للخلية العصبية، يتم جمع الأوزان للإشارات الداخلة ومقارنتها بقيمة معينة للحد أو العتبة. فإذا كان مجموع هذه الأوزان يفوق العتبة تكون الإشارة الخارجة هي (واحد)، وإذا كان أقل يكون الناتج (صفر). كما يتم تحديث الوزن عند وجود خطأ في التصنيف أو نقص في التصنيف حسب المعادلة التالية:

الوزن = الوزن + (معدل التعلم * (الفعلي – المتوقع) * x)

weight = weight + (learning rate * (expected – predicted) * x)

في الشبكة العصبية متعدد الطبقات ، يمكن أن يكون هناك أكثر من طبقة خطية واحدة، مثلاالشبكة ثلاثية الطبقات ، تتكون من الطبقة الأولى أي طبقة المدخلات التي يتم فيها تغذية بيانات المعالجة والطبقة الوسطى تسمى الطبقة المخفية والطبقة الأخيرة هي طبقة المخرجات ما بعد المعالجة. ولكل نموذج من الشبكة العصبية متعددة الطبقات تحتوي على ثلاث عمليات وهي: الشبكة العصبية الأمامية و حساب الخطأ والشبكة العصبية الخلفية.

وسيتم تفصيلها كل عنصر على حدة لفهم عمل الشبكة العصبية وطريقة اعداد مخرجاتها النهائية كالتالي:

أ- الشبكة العصبية الأمامية:

هي نموذج الشبكة العصبية الأكثر استخداما وهدفها هو تقريب الوظائف التي تربط بين فئة بيانات المدخلات وفئة بيانات المخرجات أي تكون دائما إلى الأمام. في هذه الخطوة من تدريب النموذج يتم تمرير المدخلات في النموذج وضربها بالأوزان وإضافة التحيز في كل طبقة والعثور على الناتج المحسوب للنموذج. فهي تتكون عادة من ثلاث طبقات، كل طبقة منها تتكون من وحدات تقوم بتحويل تآلفي لمجموع من المدخلات الخطية، يتم فيها تمثيل كل طبقة حسب وظيفة التنشيط f، و مجموعة الأوزان في الطبقة W ، و بيان من بيانات المدخلات x ، والذي يمكن أن يكون أيضًا ناتج الطبقة السابقة ، وناقل التحيز b.

ب-حساب الخطأ:

عندما نمرر البيانات سنحصل على بعض المخرجات من النموذج الذي يسمى المخرجات المتوقعة (pred_out) ولدينا البيانات التي تمثل ناتجًا حقيقيًا أو ناتجًا متوقعًا (Expect_out). بناءً على كلاهما ، نحسب الخطأ الذي يتعين علينا إعادة نشره (باستخدام خوارزمية Backpropagation) حسب مخرجاتنا ومتطلباتنا. يعطي ناتج الشبكة درجة التنبؤ ، لكل عملية إدخال بيانات لقياس أداء المصنف ويتم إثرها تحديد الخطأ، إذا كانت الفئة المتوقعة لا تتوافق مع الفئة الحقيقية..

ج- الشبكة العصبية الخلفية:

بعد حساب الخطأ ، نقوم بإعادة نشر الخطأ وتحديث أوزان النموذج ليتم ضبط الأوزان وفقًا لتدفق التدرج في هذا الاتجاه. تتمثل الإستراتيجية الشائعة في تهيئة الأوزان إلى قيم عشوائية وتنقيحها بشكل متكرر للحصول على خطإ أقل. فتتحول مخرجات الخلايا العصبية إلى مدخلات عن طريق التغذية المرتدة أو العكسية أو عن طريق خلايا عصبية غيرها.

ثالثا: الجانب التطبيقي:

اعتمد الجانب التطبيقي في هذا البحث على الشبكة العصبية متعددة الطبقات فهي تتصرف مثل الخلايا العصبية في العقل البشري الذي يتعلم من خلال الأحداث الماضية. الشبكة العصبية هي معالج موزع متوازي بشكل كبير وله ميل طبيعي لتخزين المعرفة التجريبية وجعلها متاحة للاستخدام.

في عملية تطبيق نموذج الشبكة العصبية متعددة الطبقات ظهر التحليل الأولي للعينة المعتمدة في الحالة التدريبية بنسبة 76.9 % بينما العينة التي تم اختبارها كانت بنسبة 23.1% وقد تم اعتماد 13 عينة احصائية وتم إلغاء 6 من مجموع 19 عينة احصائية تم إدخالها في الآلة التعليمية SPSS.

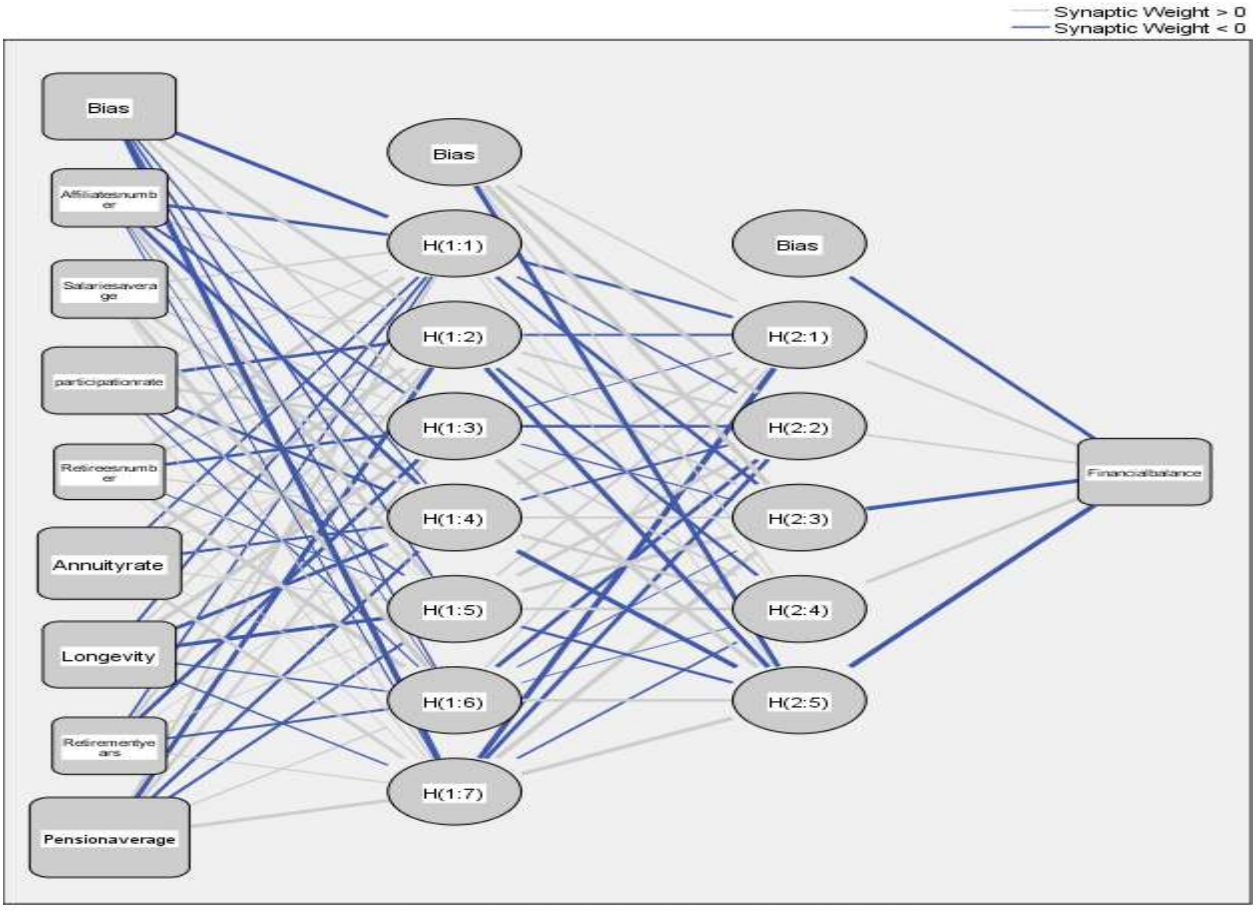
جدول رقم جدول تحليل التدريب والاختبار:

Groups/المجموعات/	العدد / Number	Percent / النسبة
/Training/التدريب	9	76.9 %
/Testing/الاختبار	4	23.1%
/Total/المجموع	13	100.00%

أما في شبكة المعلومات فإننا نلاحظ في المدخلات بأن عدد التغاير covariates هي 8 وعدد الوحدات 8 باعتماد الطريقة الاساسية في جدولة التغاير بها طبقتين مخفيتين والتي تحتوي على 7 و حدات في الطبقة المخفية الأولى و 5 وحدات في الطبقة المخفية الثانية، فقد كانت الدالة التنشيطية Activation Function فيها تعتمد على الظل الزائدي hyperbolic tangent لتحديد المتغير التابع الوحيد وهو التوازن المالي.

الشبكة النهائية العصبية متعددة الطبقات التي ظهرت في معالجة البيانات عن طريق SPSS بينت العلاقة بين 8 متغيرات التي تمت معالجتها و7 من الوحدات في الطبقة المخفية الأولى والتي هي بدورها حددت علاقتها ب 5 وحدات في الطبقة المخفية الثانية وهي كذلك تم تحديد علاقتها بالمتغير التابع "التوازن المالي" كما هو موضح في رسم الشبكة أدناه مع العلم وان قوة العلاقة تم تحديدها من النموذج المعتمد.

الشكل 4: الشبكة النهائية العصبية متعددة الطبقات.



Hidden layer activation function: Hyperbolic tangent

Output layer activation function: Identity

بينت الشبكة النهائية ان العلاقة بالخط الازرق يكون وزنها التشابكي أقل من الصفر بينما العلاقة بالخط الرمادي يكون وزنها التشابكي أعلى من الصفر. فكانت النتائج كالتالي:

العلاقة السلبية بالأزرق هي :(Bias), H(2:3), H(2:5)

أما العلاقة الأيجابية فكانت باللون الرمادي والتي تخص الوحدات التالية:H(2:1), H(2:2), H(2:4)

في النموذج نلاحظ ان نسبة الخطأ في التدريب كانت 5.4 % بينما كانت نسبة الخطأ في حالة الاختبار 2.3 % وهو ما يدل على موثوقية النموذج الي تم اعتماده بما أنه يتضمن نسبة خطأ ضعيفة سواء عند مرحلة التدريب أو عند مرحلة الاختبار إذا سيتم اعتماد نتائج المعالجة عن طريق الشبكة الاصطناعية متعددة الطبقات.

في تقدير المعاملات بعد المعالجة باعتماد الشبكة العصبية ذات طبقتين مخفيتين تحصلنا على النتائج التالية والتي تؤكد النتائج التي وردت من خلال تحليلنا الاولي حول طبيعة العلاقات البينية بين المتغيرات

المشتقلة والمتغير التابع حيث نلاحظ أن هناك ثلاث علاقات سلبية وثلاث علاقات إيجابية كما ورد في الشكل الخاص بالشبكة العصبية.

Hidden layer 2	Financial balance
(Bias)	−0.433
H(2:1)	0.312
H(2:2)	0.231
H(2:3)	−0.638
H(2:4)	0.473
H(2:5)	−0.943

جدول 1: تقدير معامل الروابط البينية في الشبكة العصبية

من ناحية الأهمية فان العلاقة الأقوى هي الخلية العصبية H(2:5) والذي يقدر وزن علاقتها السلبية بالمتغير التابع أي التوازن المالي تقريبا −0.943 أما أحسن وزن إيجابي فقد كان، في العلاقة بين الخلية العصبية H(2:2) والمتغير التابع، تقريبا 0.473 .

هذا الجدول بين طبيعة العلاقة بين المدخلات وهي المتغيرات المستقلة وبين المتغير التابع أي التوازن المالي كما كشف لنا وزن العلاقة بين هذه المتغيرات والطبقة المخفية الأولى ثم علاقة هذه الأخيرة مع الطبقة المخفية الثانية ثم حدد لنا العلاقة النهائية بينها وبين المتغير التابع حسب مراحل المعالجة المعتمدة في الشبكة العصبية متعددة الطبقات.

النتائج الأخيرة وهي النتائج المهمة جدا في نموذج معالجة البيانات المعتمد في بحثنا والمتمثل أساسا في ترتيب المتغيرات المستقلة حسب درجة علاقتها ومدى تأثيرها في المتغير التابع. هذه المخرجات تمكننا من قياس العلاقة كميا أي بالأوزان وتعتبر هذه المخرجات هي الأداة الرئيسية لتحديد محاور التدخل والتي تتطلب االاصلاح العاجل لنظام التقاعد العمومي وإعادة التوازن المالي له وحمايته من أي إخلال مستقبلا.

DEPENDENT VARIABLES	IMPORTANCE	NORMALIZED IMPORTANCE

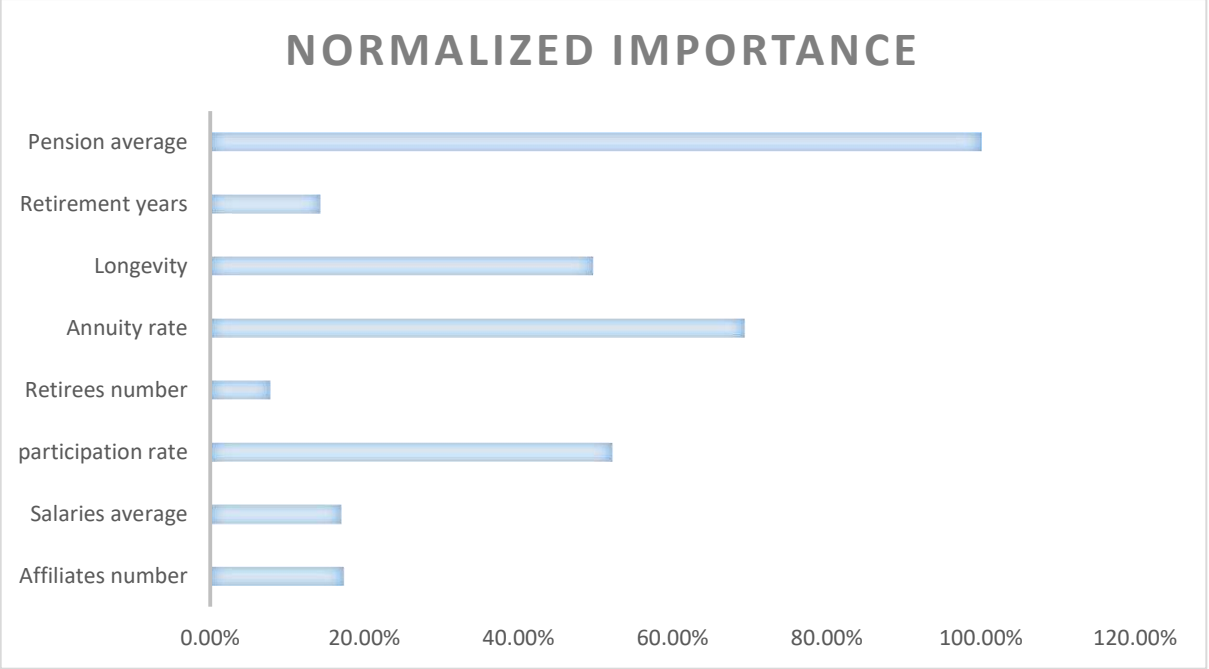
AFFILIATES NUMBER	0.053	17.40%
SALARIES AVERAGE	0.052	17.10%
PARTICIPATION RATE	0.159	52.20%
RETIREES NUMBER	0.024	7.90%
ANNUITY RATE	0.211	69.30%
LONGEVITY	0.152	49.70%
RETIREMENT YEARS	0.044	14.40%
PENSION AVERAGE	0.305	100.00%

جدول2: أهمية المتغيرات المستقلة

نلاحظ حسب الجدول أن أربع متغيرات رئيسية حسب تأثيرها في المتغير التابع وهي معدل أجور التقاعد وكانت قوة التاثير في التوازن المالي بنسبة 100 % يليها نسبة التقاعد 69.3 % وهي المحدد الساسي لراتب التقاعد ثم نجد المتغير الأقل أهمية وهو معدل الاشتراكات بنسبة 69.3 % ويعتبر كذلك متوسط العمر له تأثير ليس بالهين في حدود 49.7 %.

كما نلاحظ في الرسم البياني أدناه، فإن عدد المتقاعدين هي الأضعف تأثيرا في التوازن المالي وهو ما يدل على أن المشكلة الاساسية هي قلة التوظيف وهو ما يؤدي إلى انخفاض الايرادات مقارنة بالنفقات.

الشكل 5: ترتيب المتغيرات المستقلة حسب الأهمية



يوضح الشكل البياني في الأعلى ترتيب المتغيرات المستقلة حسب أهمية علاقتها بالمتغير التابع وذلك بقياس أوزان مدى تأثيرها في التوازنات المالية لنظام التقاعد العمومي.

الاستنتاجات:

في الختام ، حاولنا شرح الوضع المالي لنظام التقاعد العمومي، من خلال نموذج ديناميكي والمتمثل في الشبكة العصبية متعددة الطبقات شبكات كأداة أساسية لشرح الظواهر والعوامل التي أدت إلى تفاقم مشكلة اختلال التوازن في التقاعد العمومي. الخلل في التوازن المالي يتطلب تدخلاً حكومياً عاجلاً لتقليص عجز الموازنة وضمان استدامة نظام التقاعد لما له من أهمية إجتماعية وأولوية اقتصادية وسياسية . إذ أن الحفاظ على نفس قيم المعلمات (معدل الاشتراك ، نسبة التقاعد ، طريقة احتساب سنوات العمل ...) يؤدي إلى عجز لا مفر منه في نظام التقاعد. رغم أن الدولة قامت بإصلاحات جزئية ترميمية مثل زيادة معدلات الاشتراك من 20.7 إلى 23.7 سنة 2019 والترفيع الإجباري في سن التقاعد من 60 سنة إلى 62 سنة وبصفة اختيارية وطوعية الترفيع إلى سن 65 سنة إلا أنها لم تؤثر بشكل ملموس في التوازن المالي الذي لازال يراوح مكانه. هذا الوضع المقلق على المدى المتوسط والطويل يتطلب تنفيذ بعض تدابير الإصلاح ، إذا ظل التشريع دون تغيير ، فلن يكون نظام التقاعد العمومي قادراً على دفع رواتب المتقاعدين في المستقبل القريب.

حسب هذه الدراسة، المتغيرات الأساسية التي تتطلب التدخل العاجل من منظمة التقاعد والدولة والمؤسسات المشغلة والعاملين والمتقاعدين وهي التي تكون محور الإصلاحات الجوهرية في التقاعد العمومي وهي كالتالي:

- سنوات التقاعد: سنوات ما بعد انتهاء العمل والدخول في مرحلة التقاعد هي التي أثرت في التوازن المالي بنسبة كبيرة.
- طول العمر: ارتفاع معدل الحياة للمتقاعد من المشاكل الديمغرافية المعقدة فهي تمثل مؤشر أيجابي للدولة ولكنها في المقابل تمثل مؤشر مالي سلبي.
- معدل احتساب نسبة التقاعد: المتغير الرئيسي والمؤثر في التوازن المالي والمسكوت عنه والذي يمثل السخاء المالي في النظام.
- معدل الاشتراكات: وهي تمثل نسبة مساهمة العاملين والمؤسسة المشغلة وهي كذلك متغير إيجابي هام في تحديد التوازن المالي فهو يمثل الورد المالي الرئيسي لنظام التقاعد.

التوصيات

يشهد نظام للتقاعد العمومي نموا مطردا في العجز المالي مما يتطلب إصلاحات جزئية عاجلة، في مرحلة أولى، ثم إصلاحات جذرية على المدى القريب، في مرحلة ثانية. هذه الإصلاحات يجب أن تكون مدروسة وعلمية ولا يمكن اعتماد إصلاحات ارتجالية تضر بالمتقاعد والمشترك والمنظمة والدولة. لذلك يجب أن تكون الحلول المقترحة مفيدة وترضي جميع الأطراف. كما أن هذه الإصلاحات يجب أن تضمن التوازن المالي لنظام التقاعد على المدى البعيد ويجب أن يحقق أهداف المنظمة والدولة والمنتفع في نفس الوقت.

الإصلاحات المرجوة لا تتم إلا بمشاركة جميع الأطراف من أصحاب المصلحة والمستفيدين مثل منظمة التقاعد والحكومة والمؤسسات المشغلة والعاملين والمتقاعدين والنقابات العمالية ...

بعد هذه الدراسة البحثية فإن المقترحات التي نراها مناسبة كالتالي

- في عدد سنوات التقاعد لا يمكن تقليصها إلا بالترفيع في سن التقاعد ونقترح أن يكون سن 65 إجباريا.

- طول العمر: الحل في الترفيع في سن التقاعد يساعد في معالجة الانعكاسات المالية لارتفاع معدل الحياة.
- معدل احتساب نسبة التقاعد: التخفيض في السقف الأعلى لنسبة التقاعد، الذي يصل إلى 90 %، والتعديل في طريقة احتساب جديدة.
- معدل الاشتراكات: وهي مرتبطة باحتياجات الدولة للتوظيف لذلك يجب على الدولة ضمان زيادة الانتاجية والكفاءة والفاعلية للمنظمات العامة وهو ما يعني زيادة التوظيف وبالتالي زيادة الإيرادات لنظام التقاعد.
- إحداث إصلاح هيكلي مرتبط بنظام التقاعد العام نفسه: من خلال إدخال ركيزة ثانية للتقاعد الممول جنبًا إلى جنب مع نظام الدفع أولاً بأول ، مما يؤدي إلى نظام تقاعد مختلط بين تقاعد بالتوزيع وتقاعد بالرسملة.

الخاتمة

في الختام ، حاولنا شرح الوضع المالي لنظام التقاعد العمومي، من خلال نموذج ديناميكي والمتمثل في الشبكة العصبية متعددة الطبقات شبكات كأداة أساسية لشرح الظواهر والعوامل التي أدت إلى تفاقم مشكلة اختلال التوازن في التقاعد العمومي. فالخلل في التوازن المالي يتطلب تدخلاً حكومياً عاجلاً لتقليص عجز الموازنة وضمان استدامة نظام التقاعد لما له من أهمية إجتماعية وأولوية اقتصادية وسياسية. والإصلاحات الجزئية الترميمية لن تفيد نظام التقاعد في المستقبل القريب لوجود عوامل اجتماعية واقتصادية وديمغرافية خارجة عن نطاق المنظمة ولا يمكن السيطرة علي الأخطار المحدقة بها. وفي الأخير التأكيد على أن التوازن المالي لا ينفي التوازن الاجتماعي وهي من المسؤوليات الأساسية للدولة فلذلك يجب خوض هذه الإشكالية تحت شعار "التوازن الاجتمالي"

المراجع:

Anderson, K. H., Burkhauser, R. V., & Quinn, J. F. (1986). Do Retirement Dreams Come True? The Effect of Unanticipated Events on Retirement Plans. Industrial and Labor Relations Review, 39(4), 518-526. https://doi.org/10.2307/2523244

Ekerdt, D. J., Hackney, J., Kosloski, K., & DeViney, S. (2001). Eddies in the Stream: The Prevalence of uncertain Plans for Retirement. Journal of Gerontology B Psychological Sciences and Social Sciences, 56(3), S162-170. DOI: 10.1093/geronb/56.3.s162.

Mermin, G. B. T., Johnson, R. W., & Murphy, D. P. (2006). Why Do Boomers Plan to Work So Long? Older Americans' Economic Security series Retrieved June 13, 2007, from http://www.urban.org/url.cfm?ID=311415

Mermin, G. B. T., Johnson, R. W., & Murphy, D. P. (2007). Why Do Boomers Plan to Work Longer? Journal of Gerontology B Psychological Sciences Social Sciences, 62(5), S286-294.

Adam Butt, Gaurav Khemka and Geoff Warren, (2021), Principles and Rules for Translating Retirement Objectives into Strategies, January 2021, DOI:10.2139/ssrn.3777664.

Bachrach, Ed. 2016. How to Save Public Pensions, No Federal Bailout Needed. Wall Street Journal. https://www.wsj.com/articles/how-to-save-public-pensions-no-federal-bailoutneeded-1468797730.

Boado-Penas, M.C., Valides-Prieto, S. and Vidal-Mell A, C. (2008), "An actuarial balance sheet for pay-as-you-go finance: Solvency indicators for Spain and Sweden". Fiscal Studies. 29 (1), 89134.

Daddio.C. and Whitehouse. E, (2012), "Towards financial sustainability of pensions systems: The role of automatic adjustment mechanisms in OCDE and EU countries." Forschungsbericht Nr. 8/12. https://www.researchgate.net/publication/232701219_Towards_Financial_Sust

ainability_of_Pension_Systems_The_Role_of_Automatic-Adjustment_Mechanisms_in_OECD_and_EU_countries.

Ergungor, O. Emre. 2017. "When States Default: Lessons from Law and History." Economic Commentary (2017-16). https://www.clevelandfed.org/newsroom-and events/publications/economic-commentary/2017-economic-commentaries/ec-201716pensions-when-states-default (July 13, 2019).

Ian Tonks Xfi.2006, "Pension Fund Management and Investment Performance". University of Bristol, January 2006. DOI: 10.1093/oxfordhb/9780199272464.003.0023

Mouna Ben Othman, "Effets macroéconomiques des systèmes de retraite : simulations de réformes pour la Tunisie", Economies et finances. Université Nice Sophia Antipolis, 2015. Français. ffNNT 2015NICE0027ff. fftel-01271492f.

Novy-Marx, R, and Joshua D. R. 2014. Linking Benefits to Investment Performance in US Public Pension Systems. Journal of Public Economics 116: 47–61. https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2014.01.007.

Shoag. D, and Farrell. J. 2017. Risky Choices: Simulating Public Pension Funding Stress with Realistic Shocks. Brookings. https://www.brookings.edu/research/riskychoices-simulating-public-pension-funding-stress-with-realistic-shocks.

Yuying Li and Peter Forsyth, "A Data Driven Neural Network Approach to Optimal Asset Allocation for Target Based Defined Contribution Pension Plans", (June 6, 2018). http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3192132.