

استخدام محاكاة مونت كارلو في دراسة خصائص نظام صفوف الانتظار**دراسة حالة وكالة الصندوق الوطني للتأمينات الاجتماعية للعمال الأجراء بالعلمة****Using Monte Carlo Simulation to Study the Characteristics of Queueing Systems
A Case Study of National Social Insurance Fund of the Salaried Workers in El
Eulma**

د. عادل بن عطاء الله¹ / مخبر الشراكة والاستثمار في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في الفضاء الأورومغاربي

، جامعة سطيف¹ (الجزائر)، adel.benattallah@univ-setif.dz

تاريخ النشر: 2026-06-08

تاريخ القبول: 2026-04-27

تاريخ الاستلام: 2026-03-19

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى دراسة خصائص نظام صفوف الانتظار باستخدام محاكاة مونت كارلو، وقد تم اختيار وكالة الصندوق الوطني للتأمينات الاجتماعية للعمال الأجراء بالعلمة، التي تتضمن مركزين اثنين للخدمة من أجل تطبيق تجربة محاكاة وصول 500 زبون طالب خدمة، ولتحديد أزمنة مابين الوصول وأزمنة الخدمة تم دراسة وصول عينة مكونة من 200 زبون حقيقي خلال فترة زمنية محددة، وقد أظهرت النتائج أن استخدام المحاكاة مكنت من تحديد الكثير من الخصائص لأداء نظام صف الانتظار بهذه الوكالة مما يجعلها تساعد الإدارة في تحسين خدماتها المقدمة وتحقيق رضا الزبائن.

الكلمات المفتاحية: محاكاة مونت كارلو، أرقام عشوائية، نظام صف انتظار، أزمنة مابين الوصول، أزمنة خدمة.

تصنيف JEL : C53 ; C46 ; B16 ; C02 ; C44

Abstract:

This study aims to examine the performance characteristics of Queueing systems using Monte Carlo simulation. The National Social Insurance Fund of the Salaried Workers in El Eulma, which includes two service centers, was chosen to apply a simulation experiment for the arrival of 500 service-seeking customers. To determine inter-arrival times and service times, a sample of 200 real customers was studied over a specific time period. The results showed that using simulation enabled the identification of many characteristics of the performance of the queueing system at this agency, which helps the administration improve its services and achieve customer satisfaction.

Keywords: Monte Carlo simulation, random numbers, Queueing System, interarrival times, service times.

Jel Classification Codes : C53 ; C46 ; B16 ; C02 ; C44

¹ المؤلف المرسل: عادل بن عطاء الله، adel.benattallah@univ-setif.dz

I - تمهيد :

إن اتساع خدمة المؤسسات والوصول العشوائي للزبائن لا يمكن السيطرة عليه دون اللجوء الى استخدام الأساليب الكمية والاستعانة بنماذجها وتقنياتها التي تحاكي في مضمونها الواقع اليومي للإدارة، وتعتبر القدرة على تقليل وقت انتظار الزبون في الخطوط وسرعة تلبية حاجاته من بين أهم الميزات التنافسية لأي مؤسسة، ولمعالجة مشكلة طول صف الانتظار يتم استخدام النماذج التحليلية لصفوف الانتظار، حيث يتم من خلالها معرفة نتائج الحلول المقترحة ومدى تأثيرها في تقليل وإزالة المشكلة عن طريق تحديد مجموعة من الخصائص، إلا أن هناك خصائص أخرى لا يمكن لنظرية صفوف الانتظار حسابها، وبالتالي يلزم اللجوء إلى تجريب استخدام أساليب أخرى لحسابها أهمها تقنيات المحاكاة العشوائية وبالتحديد أسلوب محاكاة مونتي كارلو .

1.I - إشكالية البحث :

كيف يساهم استخدام محاكاة مونتي كارلو في دراسة خصائص نظام صفوف الانتظار بوكالة الصندوق الوطني للضمان الاجتماعي بالعلمة؟

2.I - فرضيات البحث :

- يساهم استخدام محاكاة مونتي كارلو في حل مشاكل صفوف الانتظار بوكالة الصندوق الوطني للضمان الاجتماعي بمدينة العلمة؛
- يساهم استخدام محاكاة مونتي كارلو في تحديد فعالية مراكز الخدمة بالمؤسسة محل الدراسة؛
- يساهم استخدام محاكاة مونتي كارلو في تحديد أزمنة الفراغ الممكنة لمراكز الخدمة بالوكالة محل الدراسة؛
- يساهم استخدام محاكاة مونتي كارلو في تحديد أزمنة ما بين الوصول للزبائن بالوكالة محل الدراسة.

3.I - أهداف البحث:

- تحسين مستوى الأداء في وكالة الصندوق الوطني للضمان الاجتماعي بالعلمة؛
- بناء نموذج محاكاة له نفس خصائص النظام الحقيقي من خلال البيانات والمعلومات الخاصة بالمشكلة؛
- إيجاد مختلف الحلول للمشكلة محل الدراسة عن طريق الأساليب الكمية والنماذج الرياضية.

4.I - الدراسات السابقة:

- (دراسة عدي عبد الرحمن العبيدي وعزة حازم زكي 2009) بعنوان: جدولة الحدث في محاكاة أنظمة الحوادث المتقطعة مع التجريب على نظم صفوف الانتظار، مداخل في المؤتمر العلمي الثاني للرياضيات- الإحصاء والمعلوماتية: جامعة الموصل – العراق ديسمبر 2009، هدفت الدراسة إلى عمل جدولة للحدث في محاكاة أنظمة الحوادث المتقطعة وحساب وقت المحاكاة مع التجريب على نظام صف انتظار بسيط ومتعدد وتنفيذها، حيث حددت الدراسة خمسة عشر حدثا لوصول زبون مغادرة آخر، وتمكنت الدراسة من حساب أربعة مقاييس أداء وهي: معدل وقت النظام المتوقع، احتمالية بأن أوقات النظام للزبون تجاوزت الوقت المسموح به، منفعة قناة أو مقدم الخدمة، وأخيرا متوسط طول صف الانتظار أو معدل عدد الزبائن في صف الانتظار؛
- (دراسة رنا بشار حسين 2014) بعنوان: بناء نموذج محاكاة لصف واحد ذو قناة الخدمة الواحدة في صفوف الانتظار دراسة في معمل ألبان الموصل، مقال في مجلة تنمية الرافدين جامعة الموصل: المجلد 36 العدد 115 العراق 2014، تم في هذا البحث بناء أنموذج محاكاة لخط سير عملية تعبئة علب الألبان في معمل ألبان الموصل، وذلك لمعرفة معدل زمن الانتظار لكل علبة ومعدل عدد العلب التي تبقى في صف

الانتظار قبل عملية التعبئة، حيث تم بناء النموذج باستخدام Microsoft Excel، هذا وإن نموذج صفوف الانتظار المستخدم لهذه الدراسة هو من نوع $M/M/1:(FcFs, \infty, \infty)$ وكانت النتائج هي أن زمن انتظار كل علبة في صف الانتظار ما يقارب (71) دقيقة، وأن معدل عدد العلب في صف الانتظار هو (602) علبة من مجموع العلب الكلية (7440 علبة) لذلك اليوم؛

- (دراسة محمد مهدي محمد 2016) بعنوان: استعمال نماذج المحاكاة و صفوف الانتظار لتقييم أداء الصيدلية في مستشفى اليرموك التعليمي، رسالة ماجستير كلية الإدارة والاقتصاد: جامعة بغداد العراق 2016، هدفت الدراسة إلى استخدام تقنية النمذجة والمحاكاة وتوظيفها في نظرية صفوف الانتظار لكي يتم دراسة وتحليل مشكلة الانتظار، حيث تم تطبيق نموذج ذي قناة خدمة واحدة، وكذلك تم تطبيق نموذج ذي قناتي خدمة، وقد توصل البحث إلى مجموعة من الاستنتاجات أبرزها هي وجود انتظار في بعض أيام الأسبوع، لذلك تم التوصية بزيادة عدد قنوات الخدمة ولاسيما في العيادات الاستشارية، كما استنتج البحث عدم وجود انتظار في بعض أيام الأسبوع، لذلك تم التوصية بتقليص عدد قنوات الخدمة ولاسيما في الصيدلية؛
- (دراسة بن بركة الزهرة وحجاب عيسى 2017) بعنوان: استخدام أساليب المحاكاة لنمذجة قرارات المخزون في المؤسسة الصناعية، مقال في مجلة العلوم الانسانية جامعة بسكرة: المجلد 17 العدد 2 الجزائر 2017، هدفت هذه الدراسة إلى القيام بالنمذجة لقرارات المخزون باستخدام أسلوب مونت كارلو التي تعتمد على الأرقام العشوائية وذلك في مؤسسة رياض سطيف وحدة مطاحن الحضنة بالمسيلة، حيث توصلت إلى تحديد الكمية المثلى للطلب وكمية إعادة الطلب بالإضافة إلى التكلفة الكلية للمخزون وعدد أوامر التوريد في السنة؛

II- أنظمة صفوف الانتظار :

II- 1- نشأة وتطور أنظمة صفوف الانتظار :

تعود بداية دراسة خطوط الانتظار أو نظرية الصفوف إلى أعمال مهندس الهواتف الدانماركي ايرلانغ A.K.Erlang الذي بدأ عام 1910 بإجراء تجارب تتعلق بمشكلة الازدحام في مركز تبادل المكالمات الهاتفية عن طريق العاملين في المحول في مراكز الهاتف، إذ وجد أن طالبي المكالمات غالبا ما يتعرضون لبعض التأخير خلال الفترات التي تكثرت فيها المكالمات الهاتفية وذلك بسبب عدم قدرة العاملين على تلبية الطلبات بشكل متزامن مع السرعة التي تحدث بها، وقد عمد Erlang إلى حساب مدة هذا التأخير بالنسبة للعامل الواحد في المجمع، ثم امتدت دراسته والنتائج الخاصة بها لتشمل عددا من العاملات، وتم نشر هذه الدراسات سنة 1913 بعنوان: "Analyse of Téléphone Service delays due to Varying demands" استمر العمل على تطوير حركة المكالمات الهاتفية على نفس الأسس التي أوجدها Erlang، وبعد نهاية الحرب العالمية الثانية توسع استخدام هذا الأسلوب ليشمل عددا من الحالات العامة التي تتصف بوجود خطوط انتظار فيها. (ريغي و بابا، 2019، الصفحات 281-282)

II- 2- تعريف نظام صفوف الانتظار :

تعرف نماذج صفوف الانتظار بأنها عبارة عن نماذج رياضية تحدد مقاييس الأداء لحالة صف بما فيها معدل وقت الانتظار ومعدل طول الصف، كما تساعد في اتخاذ القرارات الإدارية من أجل تقديم الخدمة المطلوبة، وتكلفة اتخاذ القرار بإنشاء مراكز تقديم خدمات جديدة أخرى، وتهدف هذه النماذج إلى دراسة وتحليل المواقف التي تشكل صفوف انتظار وتقليل وقت الانتظار إلى أقل ما يمكن". (محمد السيد، 2020، صفحة 497)

ويعرف صف الانتظار بأنه "تراكم عدد من الوحدات والأشخاص أو وحدات مادية أو غير مادية في مكان ووقت واحد وبشكل منتظم أو غير منتظم للحصول خدمة معينة". (الفضل، 2008، صفحة 47).
أما نظام صف الانتظار فهو "نموذج رياضي يُستخدم لتحليل ظاهرة الازدحام، حيث يتكون من تدفق لوجيات (مطالبين بالخدمة) تصل إلى مرفق معين لتلقي خدمة ما". (TAHA, 2017, p. 561)

II-3- آلية الخدمة في نظام صف الانتظار:

- تعتمد آلية الخدمة في نظام صف الانتظار على ركيزتين أساسيتين: (Murthy, 2007, pp. 454-455)
- تصميم مرفق الخدمة: قد يطلب من الوحدات الوافدين تشكيل صف واحد (طابور واحد) أو عدة صفوف (طابور متعدد) حسب احتياجات الخدمة، يعرف وقوفهم في صف واحد باسم "مرفق القناة الواحدة"، بينما يُعرف وقوفهم في عدة صفوف باسم "مرفق القنوات المتعددة".
 - هيكل نظام الخدمة: يتم من خلال هذا النظام ترتيب العملاء الوافدين في الصفوف أو الطوابير حسب إحدى الضوابط التالية (بنشوري و فالتة، 2023، صفحة 344):
 - الوافد أولاً يخدم أولاً *First In First Out (FIFO) or First Come First Served (FCFS)*: وهذا من أجل هدف إعطاء كل وحدة من الوحدات فرصة للحصول على الخدمة؛
 - الوافد أخيراً يخدم أولاً *Last in first out (LIFO) or Last Come First Served (LCFS)*: هذه القاعدة لا تحدث في نظام تكون وحداته أفراد، لكنها تناسب أنظمة الجرد؛
 - تقديم الخدمة بشكل عشوائي *Service In Random Order (SIRO)*: يتم خدمة الوافد عشوائياً بغض النظر عن ترتيب وصوله للنظام؛
 - الخدمة حسب الأولوية *Service by Priority*: قد تقدم الخدمة للوافد ذو أولوية استباقية عن الوافدين الموجودين في خط الانتظار (كما يحدث غالباً في القطاع الصحي).

II-4- تصنيفات نظام صف الانتظار :

- يتم تصنيف نظام صف الانتظار عادة وفقاً لعدد المراكز التي تقدم الخدمة (عدد مراكز الخدمة) وعدد المراحل (عدد مراحل التوقف) وفي هذا الشأن يمكن التمييز بين أربعة أصناف لنظام صف الانتظار: (ريغي و بابا، 2019، صفحة 283)
- نظام صف الانتظار ذو مركز خدمة واحد وبمرحلة واحدة: تصل الوحدات الطالبة للخدمة إلى مركز الخدمة تباعاً وتكون صفاً واحداً وتقدم لها الخدمة في مرحلة واحدة؛
 - نظام صف الانتظار ذو مركز خدمة واحد وبمراحل متعددة: في هذه الحالة تمر الوحدات الطالبة للخدمة على عدة مراحل للحصول على الخدمة كاملة؛
 - نظام صف الانتظار ذو مراكز خدمة متعددة وبمرحلة واحدة: في هذه الحالة يؤدي كل مركز خدمة نفسه مع باقي المراكز الأخرى، وبنفس الكفاءة حيث يمكن خدمة أكثر من زبون في نفس الوقت؛
 - نظام صف الانتظار ذو مراكز خدمة متعددة وبمراحل متعددة: هنا يؤدي كل مركز خدمة نفسه مع باقي المراكز الأخرى، يمر الزبون على عدة مراحل للحصول على الخدمة كاملة.

III- محاكاة مونت كارلو :

III-1- أساسيات حول المحاكاة:

III-1-1- تعريف المحاكاة: تعرف المحاكاة على أنها " تقليد أو مضاهاة خصائص وسمات النظام الحقيقي، وتبنى فكرتها الأساسية على تقليد الموقف في عالم الواقع باستخدام النموذج الرياضي الذي لا يؤثر على الأداء "، (باري وآخرون، 2007، صفحة 627)، كما تعرف أيضا على أنها " تقنية تحاكي عمل نظام واقعي أثناء تطوره بمرور الوقت، ويتم ذلك عادة من خلال تطوير نموذج محاكاة، يتخذ شكل مجموعة من الافتراضات حول عمل النظام معبراً عنها بعلاقات رياضية أو منطقية بين عناصر النظام محل الاهتمام، وعلى عكس الحلول الرياضية الدقيقة المتاحة في معظم النماذج التحليلية، تتضمن عملية المحاكاة تشغيل النموذج عبر الزمن لتوليد عينات تمثيلية لمقاييس الأداء " . (San Cristóbal Mateo, 2015, p. 157)

III-1-2- استخدامات المحاكاة: تستخدم المحاكاة في حل نوعين مهمين من المشاكل: (أبو القاسم، 2012، الصفحات 368-369)

- **المشاكل النظرية في مجال العلوم الأساسية:** مثل الرياضيات، الفيزياء، والكيمياء وتشمل على:
 - تقدير مساحة المنحنى؛
 - إيجاد معكوس مصفوفة؛
 - حل مسألة حركة الجزيئات في المستوى؛
 - حل بعض المعادلات التفاضلية والمعادلات الآنية في الجبر؛
 - تستخدم أيضا في التقنية وهندسة الأمان، كتدريب رواد الفضاء على قيادة مركبة فضائية.
- **المشاكل العملية في الحياة الفعلية:** وتتمثل فيما يلي:
 - محاكاة النظم الطبيعية الحيوية ونجدها في العلوم الطبية (منظومة تركيب الأسنان، توازن السوائل، سير الدم والماء، نمذجة عمل الدماغ والمخ...).
 - محاكاة للحروب البرية أو الجوية والكوارث...الخ؛
 - المحاكاة لمشكلة صناعية أو إدارية (نظم التخزين والتحكم فيه، تصميم منظومة توزيع، تخطيط وإدارة الصيانة، تصميم ودراسة خصائص نظام الطوابير، تخطيط الإنتاج المستمر، تصميم نظم معلومات واتصالات)؛
 - المحاكاة لمشاكل تجارية واقتصادية (سلوك المستهلكين، تحديد الأسعار، دراسة الاقتصاد العام، التضخم، التنبؤ...الخ)؛
 - المحاكاة لمشاكل اجتماعية (دراسة حركة ونمو السكان، دراسة الهجرة...الخ).

III-2- مفاهيم حول محاكاة مونت كارلو:

III-2-1- نشأة محاكاة مونت كارلو: تعود نشأتها إلى عام 1940 من قبل العالمين (Stanislav Ulaw, John Von Neumann) الذين تم توظيفهم في مهمة سرية في مختبر Los Alamos في الولايات المتحدة الأمريكية، أثناء العمل على مشروع سلاح نووي يسمى مشروع مانهاتن، حيث تصوروا طريقة رياضية جديدة في هذا المشروع لتعرف باسم Monte Carlo، وقد صاغ Stanislav Ulaw الاسم من كازينوهات مونت كارلو الواقعة في موناكو (Thomopoulos, 2013, p. 01)، وقد تم اختيار هذا الاسم للإشارة لهذه الطريقة الإحصائية والتي ارتبطت كثيرا باحتمالات الفرصة، فعلى عجلة الروليت في كازينوهات مونت كارلو حيث يمكن لأي فرد أن يكسب أو يخسر نقوده فيما يسمى بلعبة الحظ، أو ما تسمى بعبارة الصدفة، حيث تلعب احتمالات الكسب والخسارة دورا في غاية الأهمية (السيد أحمد لطفي، 2006، صفحة 119).

III-2-2- تعريف محاكاة مونت كارلو Monte Carlo: تعرف هذه الطريقة بأنها " تقنية تتضمن إجراء تجارب متكررة على نموذج النظام قيد الدراسة، مع توزيع احتمالي معروف لسحب عينات عشوائية (ملاحظات) باستخدام أرقام عشوائية " (SHARMA, 2016, p. 678)، وتعرف كذلك بأنها " طريقة تستخدم عندما يحتوي النظام على عناصر تتسم بالصدفة في سلوكها، حيث تعتمد على إجراء تجارب على العناصر العشوائية (أو الاحتمالية) من خلال أخذ عينات عشوائية (HEIZER & others, 2017, p. 794). وتركز طريقة مونت كارلو على استخدام الأرقام أو الأعداد العشوائية لتوليد قيم لمتغير عشوائي وذلك باستخدام توزيعات احتمالية، إذ يمكن من إدخال المقاربة الإحصائية للخطر إلى القرارات المتخذة، ويمكن إجراؤها لعدد من الفترات الزمنية لمعرفة التأثير طويل المدى لكل قرار أو سياسة أو قيمة تتم دراستها وذلك بهدف تجنب مخاطر متوقعة (عبدلي، 2018، صفحة 461)، وعليه فإن طريقة مونت كارلو هي نوع من المحاكاة تستخدم لفهم المخاطر وفي حالات عدم اليقين، وذلك باختبار عناصر الفرص المتاحة أو الاحتمالية من خلال أخذ عينات عشوائية من مجتمع نظري يحاكي المجتمع الحقيقي دون المساس بهذا الأخير .

- III-2-3- خطوات تطبيق محاكاة مونت كارلو:** تتلخص طريقة محاكاة مونت كارلو في الخطوات التالية:
- **تحديد دالة التوزيع الاحتمالي P_i :** تقوم فكرة محاكاة مونت كارلو الأساسية على توليد قيم للمتغيرات المكونة للنموذج قيد الدراسة، وهنالك عدد كبير من المتغيرات في الأنظمة الواقعية التي تكون احتمالية بطبيعتها ويمكن محاكاتها، على سبيل المثال لا الحصر: الطلب على المخزون؛ مهلة وصول الطلبات؛ الفترات الزمنية بين أعطال الآلات؛ الفترات الزمنية بين وصول العملاء إلى مركز الخدمة؛ أوقات الخدمة؛ الأوقات اللازمة لإنجاز أنشطة المشروع؛ وعدد الموظفين المتغيين عن العمل يوميًا (HEIZER & others, 2017, p. 794)، وتوجد طرق عديدة يمكن بواسطتها تحديد دالة توزيع احتمالي لأي متغير، أشهرها تجريب النتائج التاريخية لهذا المتغير (عملية التكرار) وتحديد تكراراتها النسبية ثم إيجاد الاحتمال من خلال قسمة تكرار المشاهدات على مجموع المشاهدات.
 - **تحديد دالة التوزيع التراكمي F_n :** يحسب التوزيع التراكمي لمتغير ما من خلال التوزيع الاحتمالي للمتغير مضافا إليه التوزيع الاحتمالي التراكمي للمتغير السابق (العامري و حداد، 2009، صفحة 440).
 - **تحديد مدى الأرقام العشوائية I_n :** بعد حساب التوزيعات الاحتمالية التراكمية لكل متغير، يجب وضع أرقام تمثل كل نتيجة محتملة، وهذا ما يطلق بمدى أو فئات الأرقام العشوائية، وذلك بحصر كل قيمة من قيم الاحتمال التراكمي في شكل فئات، بحيث تكون الحد الأعلى في كل فئة مستويا للاحتمال التراكمي الذي يقابله؛
 - **توليد الأرقام العشوائية:** تتطلب محاكاة مونت كارلو توليد سلسلة من الأرقام العشوائية حيث تساعد هذه السلسلة في اختيار مشاهدات عشوائية (عينات) من التوزيع الاحتمالي، يجب أن تستوفي الأرقام العشوائية الخصائص التالية: (Jiajie, 2025, p. 46)

- يجب أن تكون الأرقام العشوائية المولدة موزعة بانتظام على نطاقها المحدد والمطبق؛
- يجب أن يكون كل رقم في السلسلة المولدة مستقلاً عن الآخر؛
- يجب أن يكون لمولد الأرقام العشوائية الزائفة دورة طويلة لأن كل مولد أرقام عشوائية يتكرر؛
- يجب أن يكون مولد الأرقام العشوائية فعالاً حسابياً، وقابلاً للتكرار

إن خلق أو توليد أرقام عشوائية لمشكلة مراد محاكاتها يتم إما بطريقة يدوية كاختيار أرقام من جدول الأرقام العشوائية إذا كانت المسألة بسيطة، أما إذا كانت المسألة كبيرة فيتم استخدام برامج حاسوبية لتوليد سلسلة كبيرة من الأرقام العشوائية، هناك مجموعة من برامج الحاسوب توفر دوال جاهزة لتوليد الأرقام مثل الدالة *Rand* المستخدمة في برنامج *Excel* حيث يتم توليد أرقام باستعمال الصيغة الرياضية: $=Rand()$.

- تكرار تجربة المحاكاة: بما أن طريقة مونتي كارلو هي تجربة إحصائية ونتائجها لا تصل إلى حالة الاستقرار إلا بعد تكرارها عدد كاف من المرات، فيجب تكرار تجربة المحاكاة عدة مرات. وبشكل عام، كلما كان حجم التكرار كبير، كانت النتائج قريبة من الواقع بشكل أكبر. عمما أن العدد المطلوب تكراره عادة يتراوح بين 100 و 5000 دورة. (عدلي و حوشين، 2022، صفحة 780)

IV- استخدام محاكاة مونتي كارلو في دراسة خصائص نظام صفوف الانتظار لوكالة CNAS العلمية؛

IV-1- تقديم الصندوق الوطني للتأمينات الاجتماعية للعمال الأجراء:

الصندوق الوطني للتأمينات الاجتماعية للعمال الأجراء هو مؤسسة عمومية ذات تسيير خاص، طبقا للمادة 49 من القانون رقم 88-01 المؤرخ في 12 يناير 1988 المتضمن القانون التوجيهي للمؤسسات العمومية الاقتصادية، يتمتع بالشخصية المعنوية والاستقلالية المالية، وتتمثل مهامه في: (الصندوق الوطني للتأمينات الاجتماعية للعمال الأجراء، 2026)

- تسيير أداءات التأمينات الاجتماعية (المرض، الأمومة، العجز والوفاة) وكذا حوادث العمل والأمراض المهنية؛
- تسيير المنح العائلية لحساب الدولة؛
- تحصيل الاشتراكات؛
- الرقابة والمنازعات المتعلقة بتحصيل الاشتراكات الموجهة لتمويل الأداءات؛
- منح رقم تسجيل وطني للمؤمن لهم اجتماعيا وكذا أصحاب العمل؛
- المساهمة في ترقية السياسة الرامية إلى الوقاية من حوادث العمل والأمراض المهنية؛
- تسيير الأداءات المتعلقة بالأشخاص المستفيدين من الاتفاقيات الثنائية للضمان الاجتماعي؛
- إجراء الرقابة الطبية لفائدة المستفيدين؛
- القيام بالنشاطات الرامية إلى تمكين العمال وذوي حقوقهم من الأداءات الجماعية، على شكل انجازات ذات طابع صحي واجتماعي؛
- تسيير صندوق المساعدة والنجدة؛
- إبرام اتفاقيات مع مقدمي العلاج؛
- إعلام المستفيدين وأصحاب العمل بحقوقهم والتزاماتهم.

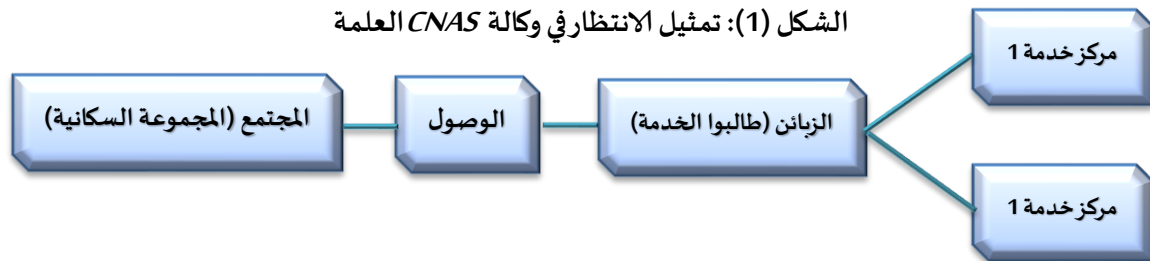
أما الفئات المستفيدون من خدمات التأمين الاجتماعي فتشمل ما يلي:

- العمال الأجراء، مهما كان قطاع النشاط،
- الطلبة،
- الممتننين (المتربصين) والمتربصين في مجال التكوين المهني.
- فئة المعاقين،

- المجاهدين،
- المستفيدون من امتيازات الضمان الاجتماعي (المنح والريوع)،
- المستفيدون من المنح الجزافية للتضامن (الأشخاص المرضى أو المسنين وغير النشطين)، المستفيدون من منحة التضامن (المرضى، المسنين وغير النشطين) ذوي الحقوق هم:
 - الزوج، الزوجة.
 - الأطفال القصر، وفئة الفتيات غير المتزوجات غير العاملات،
 - الأصول.

IV-2- الدراسة الإحصائية لأزمة ما بين الوصول وأزمة الخدمة في وكالة CNAS العلمية:

تصل الوحدات (الزبائن طالبا الخدمة) إلى النظام من مصدر المجتمع أو المجموعة السكانية، ثم تصطف في صف الانتظار الذي يتميز بالطول في أغلب الأوقات، مما يؤدي إلى الاكتظاظ لانتظار تلقي الخدمة من قبل مراكز الخدمة، وقد تم التركيز على خدمة تسيير أداءات التأمينات الاجتماعية بالنظر للعدد الكبير لطالبي هذه الخدمة، وتحتوي على مركزين اثنين لتقديم هذه الخدمة، وقد تم تمثيل ظاهرة الانتظار في الشكل التالي:



المصدر: من إعداد الباحث

ما يلاحظ أن نظام صف الانتظار في الوكالة هو نظام صف انتظار ذو مراكز خدمة متعددة وبمرحلة واحدة، حيث يوجد مركزي خدمة يؤديان نفس الخدمة في هذه الحالة أي أنه يمكن خدمة أكثر من زبون في نفس الوقت، أما بالنسبة لنمط الخدمة فو يتبع نظام الوافد أولا يخدم أولا *First Come First Served (FCFS)* وهذا من أجل هدف إعطاء كل وحدة من الوحدات فرصة للحصول على الخدمة؛

IV-2-1- الدراسة الإحصائية لأزمة ما بين الوصول: تم معاينة عينة من 200 زبون وتسجيل أزمة ما بين وصول كل زبون وآخر، ومن أجل تبسيط حساب الأزمة تم تقريب الأزمة المقدرة بالثواني إلى الدقائق، حيث تم تسجيل أزمة ما بين وصول تراوح ما بين دقيقة واحدة إلى 7 دقائق، فكانت الأزمة وتكراراتها موضحة في الجدول التالي:

الجدول (1): تكرارات أزمة ما بين الوصول في الوكالة

الدقائق	1	2	3	4	5	6	7	المجموع
التكرارات	41	34	42	29	22	18	14	200

المصدر: من إعداد الباحث

IV-2-2- الدراسة الإحصائية لأزمة الخدمة: تم معاينة نفس العينة تسجيل أزمة خدمة في مركز حيث تم خدمة 109 زبون في مركز الخدمة الأول، و91 زبون في مركز الخدمة الثاني، وقد لوحظ أن أزمة الخدمة بشكل تراوحت ما بين دقيقتين و 10 دقائق، فكانت الأزمة وتكراراتها بكل مركز موضحة في الجدول التالي:

الجدول (2): تكرارات أزمة الخدمة في الوكالة

مركز الخدمة	الدقائق	2	3	4	5	6	7	8	9	10	المجموع
الأول C1	التكرارات	10	16	14	19	14	13	11	08	04	109
الثاني C2	التكرارات	07	11	14	17	12	12	09	05	04	91

المصدر: من إعداد الباحث

IV-3- تطبيق أسلوب محاكاة مونت كارلو في الوكالة:

سنقوم بتطبيق أسلوب محاكاة مونت كارلو بمحاكاة وصول 500 زبون للوكالة، حسب الخطوات التالية:

- تحديد دالة التوزيع الاحتمالي P_i
- تحديد دالة التوزيع التراكمي F_n
- تحديد مدى الأرقام العشوائية I_n
- توليد الأرقام العشوائية
- تكرار تجربة المحاكاة

IV-3-1- إيجاد جدول التوزيع الاحتمالي، الاحتمال التراكمي وفترات الأرقام العشوائية لأزمة ما بين الوصول:

يمثل الجدول التالي الخطوات الثلاث الأولى لتطبيق تجربة المحاكاة لأزمة ما بين الوصول:

الجدول (3): التوزيع الاحتمالي، الاحتمال التراكمي وفترات الأرقام العشوائية لأزمة ما بين الوصول

أزمة ما بين الوصول	التكرارات	الاحتمال P_i	الاحتمال التراكمي F_n	مدى الأرقام العشوائية I_n
1	41	0.205	0.205	[0.000 – 0.205]
2	34	0.170	0.375	[0.206 – 0.375]
3	42	0.210	0.585	[0.376 – 0.585]
4	29	0.145	0.730	[0.586 – 0.730]
5	22	0.110	0.840	[0.731 – 0.840]
6	18	0.090	0.930	[0.841 – 0.930]
7	14	0.070	1.000	[0.931 – 1.000]
المجموع	200	1.000		

المصدر: من إعداد الباحث

IV-2-3- إيجاد جدول التوزيع الاحتمالي، الاحتمال التراكمي وفترات الأرقام العشوائية لأزمة الخدمة:

يمثل الجدولين التاليين الخطوات الثلاث الأولى لتطبيق تجربة المحاكاة لأزمة الخدمة في مركزي الخدمة

الأول والثاني:

الجدول (4): التوزيع الاحتمالي، الاحتمال التراكمي وفترات الأرقام العشوائية لأزمة الخدمة مركز الخدمة الأول

أزمة الخدمة	التكرارات	الاحتمال P_i	الاحتمال التراكمي F_n	مدى الأرقام العشوائية I_n
2	10	0.092	0.092	[0.000 – 0.092]
3	16	0.147	0.239	[0.093 – 0.239]
4	14	0.128	0.367	[0.240 – 0.367]
5	19	0.174	0.541	[0.368 – 0.541]
6	14	0.128	0.670	[0.542 – 0.670]
7	13	0.119	0.789	[0.671 – 0.789]
8	11	0.101	0.890	[0.790 – 0.890]
9	08	0.073	0.963	[0.891 – 0.963]
10	04	0.037	1.000	[0.964 – 1.000]
المجموع	109	1.000		

المصدر: من إعداد الباحث

الجدول (5): التوزيع الاحتمالي، الاحتمال التراكمي وفترات الأرقام العشوائية لأزمة الخدمة مركز الخدمة الثاني

أزمة الخدمة	التكرارات	الاحتمال P_i	الاحتمال التراكمي F_n	مدى الأرقام العشوائية I_n
2	7	0.077	0.077	[0.000 – 0.077]
3	11	0.121	0.198	[0.078 – 0.198]
4	14	0.154	0.352	[0.199 – 0.352]
5	17	0.187	0.539	[0.353 – 0.539]
6	12	0.132	0.670	[0.540 – 0.670]
7	12	0.132	0.802	[0.671 – 0.802]
8	9	0.099	0.901	[0.803 – 0.901]
9	5	0.055	0.956	[0.902 – 0.956]
10	4	0.044	1.000	[0.957 – 1.000]
المجموع	91	1.000		

المصدر: من إعداد الباحث

IV-3-3- توليد الأرقام العشوائية : بما أنه سنجري تجربة محاكاة لوصول 500 زبون، فإنه يلزم استخدام 500 رقم عشوائي، غير أنه في حالة صفوف الانتظار نحتاج استخدام الأرقام العشوائية لحالتين مختلفتين: أزمة ما بين الوصول وأزمة الخدمة، وعليه يلزم استخدام 1000 رقم عشوائي، حيث نستخدم 500 رقم عشوائي لمحاكاة أزمة ما بين الوصول، ونستخدم 500 رقم عشوائي آخر لمحاكاة أزمة الخدمة، حيث أنه سيتم خلق 500 زمن ما بين الوصول جديد، وخلق 500 زمن خدمة جديد وهذا باستخدام الأرقام العشوائية المتولدة شرط ان تكون الأزمنة التي تم خلقها لا تخرج من نطاق الأزمنة الأصلية التي تم ايجادها من معاينة 200 زبون حقيقي. سنقوم بتوليد 1000 رقم باستخدام الصيغة الرياضية: $=Rand()$ في برنامج Excel وسنتحقق من خاصيتي التوزيع المنتظم والاستقلال لهذه الأرقام باستخدام اختبارات إحصائية معينة (بري، 2002، الصفحات 83-89).

IV- 1-3-3: اختبار التوزيع المنتظم: سوف نستخدم اختبار كولموغوروف-سميرنوف (Kolmogorov- $k-s$ test)

$Smirnov$ Test ، الذي يختبر صحة الفرضية التالية:

H_0 : الأرقام العشوائية تتبع التوزيع المنتظم (المتساوي)

H_1 : الأرقام العشوائية لا تتبع التوزيع المنتظم (المتساوي)

نقوم بهذا الاختبار بالخطوات التالية:

- ترتيب الأرقام العشوائية ترتيبا تصاعديا؛

- حساب القيم التالية:

$$D^+ = \text{Max} \left(\frac{i}{N} - R_i \right) \quad 1 \leq i \leq N$$

$$D^- = \text{Max} \left(R_i - \frac{i-1}{N} \right) \quad 1 \leq i \leq N$$

- تحديد القيمة D وهي: $D = \text{Max} (D^+, D^-)$

- تحديد القيمة الحرجة D_α وذلك من جدول القيم الحرجة لاختبار ($k-s$ test) عند مستوى المعنوية α أو

$$D_\alpha = \frac{1.36}{\sqrt{N}} \quad \text{عند حجم العينة } N \geq 35 \text{ نستخدم الإحصائية:}$$

- نقارن بين قيمة D و D_α أي بين القيمة المحسوبة والقيمة الجدولية، حيث:

■ إذا كانت قيمة D (القيمة المحسوبة) أكبر من D_α (القيمة الجدولية) فإننا نرفض الفرضية H_0 ونقبل H_1

أي أن الأرقام العشوائية R_i لا تتبع التوزيع المنتظم؛

■ إذا كانت قيمة D (القيمة المحسوبة) أقل أو يساوي D_α (القيمة الجدولية) فإننا نقبل الفرضية H_0

ونرفض H_1 أي أن الأرقام العشوائية R_i تتبع التوزيع المنتظم؛

الجدول (7): اختبار $k-s$ test

i	$R_{(i)}$	$\frac{i}{N}$	$\left(\frac{i}{N} - R_i \right)$	$\frac{(i-1)}{N}$	$\left(R_{(i)} - \frac{(i-1)}{N} \right)$
01	0.001	0.001	0	0	0.001
02	0.002	0.002	0	0.001	0.001
03	0.002	0.003	0.001	0.002	0
04	0.003	0.004	0.001	0.003	0
05	0.004	0.005	0.001	0.004	0
06	0.005	0.006	0.001	0.005	0
07	0.006	0.007	0.001	0.006	0
08	0.008	0.008	0	0.007	0.001
09	0.009	0.009	0	0.008	0.001
10	0.01	0.01	0	0.009	0.001
....					
991	0.986	0.991	0.005	0.99	-0.004
992	0.988	0.992	0.004	0.991	-0.003
993	0.989	0.993	0.004	0.992	-0.003
994	0.989	0.994	0.005	0.993	-0.004
995	0.991	0.995	0.004	0.994	-0.003
996	0.994	0.996	0.002	0.995	-0.001
997	0.994	0.997	0.003	0.996	-0.002

998	0.995	0.998	0.003	0.997	-0.002
999	0.996	0.999	0.003	0.998	-0.002
1000	0.997	1	0.003	0.999	-0.002

المصدر: من إعداد الباحث

$$D^+ = \text{Max} \left(\frac{i}{N} - R_i \right) \Rightarrow D^+ = 0.009$$

$$D^- = \text{Max} \left(R_i - \frac{i-1}{N} \right) \Rightarrow D^- = 0.036$$

$$D = \text{Max} (D^+, D^-) \Rightarrow D = 0.036$$

نحسب قيمة D_α الجدولية: بما أن حجم العينة ($N=1000$) أكبر من 35 وعند درجة معنوية $\alpha = 0.05$

$$D_\alpha = \frac{1.36}{\sqrt{N}} = 0.043$$

نستخدم الإحصائية التالية: D (القيمة المحسوبة) أقل من D_α (القيمة الجدولية) فإننا نقبل الفرضية H_0

ونرفض H_1 أي أن الأرقام العشوائية R_i تتبع التوزيع المنتظم؛

IV-3-2: اختبار الاستقلال: سوف نستخدم اختبار كاي مربع (χ^2 test) Chi-Square Test ، الذي يختبر صحة الفرضية التالية:

H_0 : الأرقام العشوائية R_i تتوزع بشكل مستقل

H_1 : الأرقام العشوائية R_i لا تتوزع بشكل مستقل

نقوم في هذا الاختبار بالخطوات التالية:

- نقسم الفترة [0,1] إلى 10 فئات متساوية وبالتالي فإنه دائما $n=10$ ؛
- نسجل عدد الأرقام العشوائية التي تقع في كل فئة أو بعدد تكرارات المشاهدة O_i ؛
- نحسب العدد المتوقع من التكرارات التي تقع في الفئة i أو ما يسمى بالتكرارات المتوقعة E_i أي نحسب:

$$E_i = \frac{N}{n}$$

- نحسب الإحصائية χ_0^2 حيث تحسب في كل فئة:

$$\chi_0^2 = \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

- نحسب مجموع χ_i^2 (القيمة المحسوبة) وذلك في المجال [0,1] حيث:

$$\chi_i^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

- نحدد قيمة χ_α^2 الجدولية بدرجة حرية $V=9$ ($V = n-1$) $n=10$ (دائما $\chi_\alpha^2=16,919$)

- نقارن بين قيمة χ_i^2 و χ_α^2 أي بين القيمة المحسوبة والقيمة الجدولية، حيث:

■ إذا كانت قيمة χ_i^2 (القيمة المحسوبة) أكبر من χ_α^2 (القيمة الجدولية) فإننا نرفض الفرضية H_0 ونقبل H_1 أي أن الأرقام العشوائية R_i لا تتوزع بشكل مستقل ؛

■ إذا كانت قيمة χ_i^2 (القيمة المحسوبة) أقل أو يساوي χ_α^2 (القيمة الجدولية) فإننا نقبل الفرضية H_0 ونرفض H_1 أي أن الأرقام العشوائية R_i تتوزع بشكل مستقل.

الجدول (8): اختبار χ^2 test

الفئات i	التكرارات المتوقعة E_i	التكرارات المشاهدة O_i	χ^2_0
[0.000 – 0.100]	1000/10 = 100	85	2.25
[0.101 – 0.200]	1000/10 = 100	92	0.64
[0.201 – 0.300]	1000/10 = 100	101	0.01
[0.301 – 0.400]	1000/10 = 100	94	0.36
[0.401 – 0.500]	1000/10 = 100	110	1
[0.501 – 0.600]	1000/10 = 100	108	0.64
[0.601 – 0.700]	1000/10 = 100	100	0
[0.701 – 0.800]	1000/10 = 100	95	0.25
[0.801 – 0.900]	1000/10 = 100	112	1.44
[0.901 – 1.000]	1000/10 = 100	103	0.09

المصدر: من إعداد الباحث

- نحسب مجموع χ^2_i المحسوبة وذلك في المجال [0,1]:

$$\chi^2_i = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \Rightarrow \chi^2_i = 6,68$$

- نحدد قيمة χ^2_α الجدولية: لدينا: درجة حرية $V=9$ ، $n=10$ ، $\alpha=0.05$ α

من جدول توزيع كاي مربع نجد: $\chi^2_{0.05,9} = 16,919$

بالمقارنة بين قيمة χ^2_i و χ^2_α نجد أن القيمة المحسوبة χ^2_i أقل من القيمة الجدولية χ^2_α وبالتالي نقبل الفرضية H_0 ونرفض H_1 ، وعليه فإن الأرقام العشوائية R_i تتبع تتوزع بشكل مستقل.

إذن بعد التحقق من خاصيتي التوزيع المنتظم والاستقلال نقوم بخلق أزمنة ما بين وصول جديدة ل 500 زبون محاكي، وخلق أزمنة خدمة جديدة ل 500 زبون محاكي، وذلك باستخدام الأرقام العشوائية كما يلي:

الجدول (9): أزمنة ما بين الوصول الجديدة

الزبون	الرقم العشوائي R_i	مدى الأرقام العشوائية I_n	زمن ما بين الوصول الجديد
01	0.542	[0.541 – 0.895]	3
02	0.277	[0.206 – 0.540]	2
03	0.591	[0.541 – 0.895]	3
04	0.933	[0.896 – 0.955]	4
05	0.621	[0.541 – 0.895]	3
06	0.447	[0.206 – 0.540]	2
07	0.577	[0.541 – 0.895]	3
08	0.685	[0.541 – 0.895]	3
09	0.151	[0.000 – 0.205]	1
10	0.198	[0.000 – 0.205]	1
....			
491	0.131	[0.000 – 0.205]	1
492	0.883	[0.541 – 0.895]	3
493	0.921	[0.896 – 0.955]	4
494	0.326	[0.206 – 0.540]	2

2	[0.206 – 0.540]	0.503	495
2	[0.206 – 0.540]	0.43	496
3	[0.541 – 0.895]	0.761	497
2	[0.206 – 0.540]	0.23	498
1	[0.000 – 0.205]	0.062	499
3	[0.541 – 0.895]	0.672	500

المصدر: من إعداد الباحث

الجدول (10): أزمنة الخدمة الجديدة

الزبون	الرقم العشوائي R_i	مدى الأرقام العشوائية I_n		زمن الخدمة الجديد	
		المركز 1	المركز 2	المركز 1	المركز 2
01	0.635	[0.542 – 0.670]	[0.540 – 0.670]	6	6
02	0.013	[0.000 – 0.092]	[0.000 – 0.077]	2	2
03	0.347	[0.240 – 0.367]	[0.352 – 0.199]	4	4
04	0.441	[0.368 – 0.541]	[0.353 – 0.539]	5	5
05	0.053	[0.000 – 0.092]	[0.000 – 0.077]	2	2
06	0.663	[0.542 – 0.670]	[0.540 – 0.670]	6	6
07	0.854	[0.790 – 0.890]	[0.803 – 0.901]	8	8
08	0.872	[0.790 – 0.890]	[0.803 – 0.901]	8	8
09	0.373	[0.368 – 0.541]	[0.353 – 0.539]	5	5
10	0.297	[0.240 – 0.367]	[0.199 – 0.352]	4	4
....					
491	0.315	[0.240 – 0.367]	[0.199 – 0.352]	4	4
492	0.846	[0.790 – 0.890]	[0.803 – 0.901]	8	8
493	0.516	[0.368 – 0.541]	[0.353 – 0.539]	5	5
494	0.502	[0.368 – 0.541]	[0.353 – 0.539]	5	5
495	0.008	[0.000 – 0.092]	[0.000 – 0.077]	2	2
496	0.986	[0.964 – 1.000]	[0.957 – 1.000]	10	10
497	0.952	[0.891 – 0.963]	[0.902 – 0.956]	9	9
498	0.851	[0.790 – 0.890]	[0.803 – 0.901]	8	8
499	0.102	[0.093 – 0.239]	[0.078 – 0.198]	3	3
500	0.817	[0.790 – 0.890]	[0.803 – 0.901]	8	8

المصدر: من إعداد الباحث

IV- 3-4- تكرار تجربة المحاكاة: بعد إيجاد أزمنة جديدة لما بين الوصول والخدمة باستخدام الأرقام العشوائية نقوم في آخر خطوة بتطبيق تجربة المحاكاة وتكرارها على 500 زبون مفترض في نظام يحاكي النظام الحقيقي، هذه الخطوة تمكننا من إيجاد مجموعة من المؤشرات تساعد في حساب معايير أداء أو خصائص نظام صف الانتظار لهذه الوكالة، والجدول التالي يحدد أهم المؤشرات الممكنة:

الجدول (11): تطبيق تجربة المحاكاة

رقم الزبون	زمن ما بين الوصول	زمن الوصول	المركز "C1"			المركز "C2"			الانتظار في الصف	الانتظار في النظام	الوقت الضائع في النظام	
			زمن الخدمة	بداية الخدمة	نهاية الخدمة	زمن الخدمة	بداية الخدمة	نهاية الخدمة			"C1"	"C2"
1	3	3	6	3	9	0	0	0	0	6	0	/
2	2	5	0	0	0	2	5	7	0	2	/	0
3	4	9	4	9	13	0	0	0	0	4	0	/
4	7	16	0	0	0	5	16	21	0	5	/	9
5	4	20	2	20	22	0	0	0	0	2	7	/
6	3	23	0	0	0	6	23	29	0	6	/	2
7	3	26	8	26	34	0	0	0	0	8	4	/
8	4	30	0	0	0	8	30	38	0	8	/	1
9	1	31	5	34	39	0	0	0	3	8	0	/
10	1	32	0	0	0	4	38	42	6	10	/	0
...												
490	1	1387	0	0	0	9	1606	1615	219	228	/	0
491	1	1388	4	1612	1616	0	0	0	0	228	0	/
492	6	1394	0	0	0	8	1615	1623	221	229	/	0
493	6	1400	5	1616	1621	0	0	0	0	221	0	/
494	2	1402	5	1621	1626	0	0	0	0	224	0	/
495	3	1405	0	0	0	2	1623	1625	218	220	/	0
496	3	1408	0	0	0	10	1625	1635	217	227	/	0
497	5	1413	9	1626	1635	0	0	0	0	222	0	/
498	2	1415	0	0	0	8	1635	1643	220	228	/	0
499	1	1416	3	1635	1638	0	0	0	0	222	0	/
500	4	1420	8	1638	1646	0	0	0	0	226	0	/
المجموع	1420	1541	/	/	/	1522	/	/	14791	17854	120	123

المصدر: من إعداد الباحث

من الجدول يمكن استخلاص نتائج نظام المحاكاة لصف انتظار الوكالة كما يلي:

- مجموع أزمنة ما بين الوصول يساوي 1420 دقيقة؛
- مجموع أزمنة الخدمة للمركز الأول يساوي 1541 دقيقة، أما مركز الخدمة الثاني فمجموع أزمنة الخدمة لديه يساوي 1522 دقيقة؛
- عدد الزبائن الذين خدمهم المركز الأول في نظام المحاكاة هو 248 زبونا من مجموع 500 زبون، بينما عدد الزبائن الذين خدمهم مركز الخدمة الثاني فهو 252 زبونا من مجموع 500 زبون؛
- زمن الفراغ الذي بقي فيه المركز الأول خلال تجربة المحاكاة دون تقديم خدمة هو 120 دقيقة متقطعة، في حين بقي مركز الخدمة الثاني دون تقديم أي خدمة 123 دقيقة متقطعة؛
- مجموع زمن الانتظار في الصف هو 14791 دقيقة، أي ما يعادل 246 ساعة و 31 دقيقة خلال تجربة المحاكاة؛
- عدد الزبائن الذين انتظروا في الصف هو 370 زبونا، أما عدد الزبائن لم ينتظروا في الصف فهو 130 زبونا؛
- مجموع زمن الانتظار في نظام صف الانتظار الشامل هو 17854 دقيقة، أي ما يعادل 297 ساعة و 34 دقيقة

IV - 4- حساب معايير أداء نظام صف الانتظار بوكالة CNAS:

انطلاقاً من جدول تطبيق تجربة المحاكاة سوف نقوم بحساب 11 خاصية ممكنة لنظام صف الانتظار بالوكالة محل الدراسة، وهي كما يلي:

$$\text{متوسط زمن الانتظار في الصف} = \frac{\text{مجموع زمن الانتظار في الصف}}{\text{عدد الزبائن الكلي}} = \frac{14791}{500} = 29.58 \text{ دقيقة}$$

إذن متوسط زمن الانتظار في الصف هو 29 دقيقة و35 ثانية
نستنتج أن صف الانتظار بالوكالة يتميز بالطول نوعاً ما ومتوسط الانتظار في الصف يتميز بالارتفاع قليلاً.

$$\text{متوسط زمن الانتظار للمنتظرين في الصف} = \frac{\text{مجموع زمن الانتظار في الصف}}{\text{عدد المنتظرين في الصف}} = \frac{14791}{370} = 39.98 \text{ دقيقة}$$

إذن متوسط زمن الانتظار للمنتظرين في الصف هو ما يقارب 40 دقيقة
وهو ما يؤكد خاصية الطول الذي يتميز به صف الانتظار بالوكالة، كما عدد الزبائن الذين ينتظرون في الصف مرتفع.

$$\text{متوسط زمن البقاء في النظام} = \frac{\text{مجموع زمن الانتظار في النظام}}{\text{عدد الزبائن الكلي}} = \frac{17854}{500} = 35.71 \text{ دقيقة}$$

إذن متوسط زمن الانتظار في النظام هو 35 دقيقة و43 ثانية
إذن متوسط ما يمكنه الزبون في الوكالة من بداية وصوله إلى غاية مغادرته هو 35 دقيقة و43 ثانية وهي مدة طويلة نوعاً ما.

$$\text{احتمال الانتظار في الصف} = \frac{\text{عدد الزبائن المنتظرين}}{\text{عدد الزبائن الكلي}} = \frac{370}{500} = 0.74$$

إذن احتمال الانتظار في الصف هو 74 %
وهي نسبة مرتفعة تعطي انطباعاً أن صف الانتظار يتميز بالطول، واحتمالات الانتظار عالية بهذه الوكالة.

$$\text{متوسط أزمدة ما بين الوصول} = \frac{\text{مجموع أزمدة ما بين الوصول}}{\text{عدد الزبائن الكلي}} = \frac{1420}{500} = 2.84 \text{ دقيقة}$$

إذن متوسط أزمدة ما بين الوصول هو 2 دقائق و09 ثواني
يلاحظ أن متوسط زمن ما بين وصول زبون وزبون آخر منخفض نوعاً ما هو في حدود دقيقتين وهو ما يدل على الكثافة في وصول طالبي خدمات التأمين في هذه الوكالة.

$$\text{متوسط زمن الخدمة للخادم الأول} = \frac{\text{مجموع أزمدة الخدمة للخادم الأول}}{\text{عدد الزبائن الذين خدمهم الخادم الأول}} = \frac{1541}{248} = 6.21 \text{ دقيقة}$$

إذن متوسط زمن الخدمة للخادم الأول هو 6 دقائق و12 ثانية
وهي مدة زمنية مقبولة بالنظر لطبيعة الخدمة وأجرائها، مع الأخذ بعين الاعتبار عوامل أخرى مثل سرعة تدفق الانترنت التي كثيراً ما تؤثر على أزمدة تقديم الخدمة.

$$- \text{نسبة الزبائن الذين خدمهم الخادم الأول} = \frac{\text{عدد الزبائن الذين خدمهم الخادم الأول}}{\text{عدد الزبائن الكلي}} = \frac{248}{500} = 0.4960$$

إذن نسبة الزبائن الذين خدمهم الخادم الأول هي 49.60% .
أي تقريبا نصف الزبائن يقوم المركز الأول بخدمتهم.

$$- \text{فعالية الخادم الأول} = 1 - \frac{\text{زمن الفراغ للخادم الأول}}{\text{الزمن الكلي}} = 1 - \frac{\text{زمن الفراغ للخادم الأول}}{\text{زمن الخدمة} + \text{زمن الفراغ}} = 1 - \frac{120}{120+1541} = 0.9278$$

إذن فعالية الخادم الأول هي 92.78% .

وهي نسبة عالية تدل العدد الكبير للزبائن والأعباء الكبيرة، مما يجعل زمن الفراغ لمركز الخدمة منخفض

$$- \text{متوسط زمن الخدمة للخادم الثاني} = \frac{\text{مجموع أزمنة الخدمة للخادم الثاني}}{\text{عدد الزبائن الذين خدمهم الخادم الثاني}} = \frac{1522}{252} = 6.04 \text{ دقيقة}$$

إذن متوسط زمن الخدمة للخادم الأول هو 6 دقائق
وهي نسبة تقارب متوسط زمن الخدمة لمركز الخدمة الأول

$$- \text{نسبة الزبائن الذين خدمهم الخادم الثاني} = \frac{\text{عدد الزبائن الذين خدمهم الخادم الثاني}}{\text{عدد الزبائن الكلي}} = \frac{252}{500} = 0.5040$$

إذن نسبة الزبائن الذين خدمهم الخادم الثاني هي 50.40% .
أي تقريبا نصف الزبائن يقوم المركز الثاني بخدمتهم.

$$- \text{فعالية الخادم الثاني} = 1 - \frac{\text{زمن الفراغ للخادم الثاني}}{\text{الزمن الكلي}} = 1 - \frac{\text{زمن الفراغ للخادم الثاني}}{\text{زمن الخدمة} + \text{زمن الفراغ}} = 1 - \frac{123}{123+1522} = 0.9252$$

إذن فعالية الخادم الثاني هي 92.52% .

وهي أيضا نسبة عالية تؤكد كثافة طلب الخدمة للوكالة وعلى الأعباء الكبيرة على هذا المركز.

V- الخاتمة؛

إن استخدام أسلوب محاكاة مونت كارلو يمكن اعتباره كخيار فعال في تسيير دراسة وتحليل أنظمة صفوف الانتظار، حيث أن هذا الأسلوب يقوم على مبدأ بناء نموذج يماثل ويقلد النموذج الأصلي لأي نظام صف انتظار وهو ما يسهل من معالجة ظاهرة نظام صف الانتظار بشكل أوسع وأعمق، من خلال حساب وتحديد العديد من الخصائص التي تعجز نظرية صفوف الانتظار عن تحديدها ودراستها.

1.IV. نتائج البحث:

- تعتبر نظرية صفوف الانتظار وأسلوب محاكاة مونت كارلو من بين الأساليب الكمية والرياضية لبحوث العمليات التي تساعد الإدارات في اتخاذ قراراتها وحل مشاكلها؛
- تركز آلية الخدمة في نظام صف الانتظار على قاعدتين اثنتين هما: تصميم مرفق الخدمة وهيكل نظام الخدمة؛

- يتم تصنيف نظام صف الانتظار عادة وفقا لعدد المراكز التي تقدم الخدمة (عدد مراكز الخدمة) وعدد المراحل (عدد مراحل التوقف)؛
- يتم تطبيق أسلوب محاكاة مونت كارلو من خلال خمس خطوات هي: تحديد دالة التوزيع الاحتمالي P_i ، تحديد دالة التوزيع التراكمي F_n ، تحديد مدى الأرقام العشوائية I_n ، توليد الأرقام العشوائية، تكرار تجربة المحاكاة؛
- الأرقام العشوائية المستخدمة في محاكاة مونت كارلو يجب أن تحقق مجموعة من الخصائص وأهم خاصيتين هما: أن تكون الأرقام العشوائية تتبع التوزيع المنتظم، وأن تتوزع بشكل مستقل؛
- نظام صف الانتظار في وكالة CNAS العلما هو نظام صف انتظار ذو مراكز خدمة متعددة وبمرحلة واحدة، حيث يوجد مركزي خدمة يؤديان نفس الخدمة؛
- نمط الخدمة وكالة CNAS العلما يتبع نظام الوافد أولا يخدم أولا *(First Come First Served (FCFS)*؛
- أظهر تطبيق محاكاة مونت كارلو ل 500 مرة أن نظام صف وكالة CNAS العلما مجموعة من النتائج أهمها:
 - مجموع أزمنا ما بين الوصول وصل إلى 1420 دقيقة، أما مجموع أزمنا الخدمة فقد وصل إلى 1541 للمركز الأول و 1522 للمركز الثاني؛
 - مجموع زمن الانتظار في الصف هو 14791 دقيقة، أما زمن الانتظار في نظام صف الانتظار هو 17854 دقيقة؛
 - متوسط زمن الانتظار في الصف هو 29 دقيقة و 35 ثانية؛
 - متوسط زمن الانتظار للمنتظرين في الصف بلغ 40 دقيقة؛
 - متوسط زمن الانتظار في النظام هو 35 دقيقة و 43 ثانية؛
 - احتمال الانتظار في الصف هو 74 %؛
 - متوسط أزمنا ما بين الوصول هو 2 دقائق و 09 ثواني؛
 - متوسط زمن الخدمة كان في حدود 6 دقائق عند كل مركز خدمة؛
 - فعالية مركزي الخدمة في الوكالة محل الدراسة تجاوز 92 % في كل مركز خدمة

2.IV. مقترحات البحث:

إن الوصول إلى تحسين يتطلب ما يلي:

- زيادة مراكز خدمة إضافية في هذه المصلحة للمساعدة في تقليل أزمنا الانتظار في الصف وتخفيف الأعباء على مركزي الخدمة؛
- ضرورة الاعتماد على حزم وبرمجيات متطورة تساعد في تسير العمليات اليومية لخدمات التأمين؛
- العمل على تسريع رقمنة كل الخدمات المتعلقة بالتأمين، حتى يتجنب طالبو الخدمة التوجه إلى مراكز ووكالات التأمين.

VI- قائمة المراجع :

المؤلفات:

أمين السيد أحمد لطفي. (2006). تقييم المشروعات الاستثمارية باستخدام مونت كارلو للمحاكاة. الإسكندرية، مصر: الدار الجامعية.

- رندر باري، وآخرون. (2007). *نمذجة القرارات وبحوث العمليات باستخدام صفحات الانتشار الالكترونية*. الرياض، المملكة العربية السعودية: دار المريخ للنشر.
- صالح مهدي محسن العامري، وعواطف ابراهيم حداد. (2009). *تطبيقات بحوث العمليات في الإدارة*. عمان، الأردن: دار إثراء للنشر والتوزيع.
- عدنان ماجد عبدالرحمن بري. (2002). *النمذجة والمحاكاة*. الرياض، السعودية: جامعة الملك سعود.
- مسعود الشيخ أبو القاسم. (2012). *بحوث العمليات*. القاهرة، مصر: المجموعة العربية للتدريب كالنشر.
- مؤيد الفضل. (2008). *مدخل إلى الأساليب الكمية والنوعية في دعم القرارات المنظمة*. الأردن، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير: مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع.
- HEIZER, J., & others. (2017). *Operations management: sustainability and supply chain management*. USA: Pearson Education.
- Murthy, P. (2007). *Operations Research*. New Delhi: New Age International (P) Ltd.
- San Cristóbal Mateo, J. R. (2015). *Management Science, Operations Research and Project Management*. England: Gower Publishing Limited.
- SHARMA, J. (2016). *Operations Research: Theory and Applications*. New Delhi, India: Laxmi Publications.
- TAHA, H. (2017). *Operations Research: An Introduction*. London: Pearson Education.
- Thomopoulos, N. (2013). *Essentials of Monte Carlo Simulation*. New York, USA: Springer.

المقالات:

- ابراهيم عدلي، ويوسف حوشين. (30 06, 2022). تدريس المفاهيم الأساسية للاقتصاد القياسي باستخدام محاكاة مونت كارلو مع التطبيق عمى برنامج إفيوز. *مجلة البحوث الاقتصادية والمالية*, 09(01)، 28. تم الاسترداد من <https://asjp.cerist.dz/en/article/197777>
- الزهرة بن بريكة، وعيسى حجاب. (31 12, 2017). استخدام أساليب المحاكاة لنمذجة قرارات المخزون في المؤسسة الصناعية دراسة حالة مؤسسة مطاحن الحفنة. *مجلة العلوم الإنسانية*, 17(02)، 21. <https://asjp.cerist.dz/en/article/88389>
- السيد العاصي محمد السيد. (يوليو, 2020). تحسين جودة الخدمات بأسلوب نماذج صفوف الانتظار. *مجلة البحوث المالية والتجارية*, 21(3)، 20. doi:10.21608/jsst.2020.32257.1059
- بنشوري ن، وفالته و. (15 05, 2023). إدارة صفوف الانتظار وعلاقتها بجودة الخدمة. *مجلة دراسات وأبحاث اقتصادية في الطاقات المتجددة*. <https://asjp.cerist.dz/en/article/221389>, 23 (01), 10
- خيرة ريغي، وعبد القادر بابا. (06 03, 2019). نماذج نظرية صفوف الانتظار لتحسين الخدمة -دراسة حالة بلدية العقيد لطفلي مستغانم-. *مجلة الاستراتيجية والتنمية*, 09(02)، 19. تم الاسترداد من <https://asjp.cerist.dz/en/article/81750>
- عبدلي ل. (01 04, 2018). التحليل الكمي للأخطار المؤسسية باستخدام محاكاة مونت كارلو دراسة ميدانية لمبنة الإخوة بن عولة "غليزان". *دراسات اقتصادية*, 14 (01), 12 <https://asjp.cerist.dz/en/article/62975>

الملتقيات:



Jiajie, L. (2025). Study of Monte Carlo Simulation: Principles, Methods, and Applications. Dans E. a. Highlights in Science (Éd.), *3rd International Conference on Algorithms, Mathematical Modeling and Machinery Processing (AMMMP 2025)*. 140, p. 10. Mumbai, India: Darcy & Roy Press published .
doi:<https://doi.org/10.54097/sev38v22>

مواقع الانترنت:

. (2026, 01 25). <https://cnas.dz/> الصندوق الوطني للتأمينات الاجتماعية للعمال الأجاء