



Enhancing the Accuracy of Queuing Models through Outlier Mitigation

An Analysis Using Two Interquartile Range (IQR) And Z-score Methods*

Abdullah Amer Hamed⁽¹⁾, Samer Mohammed Jaber⁽²⁾

University of Baghdad - College of Administration and Economics^{(1),(2)}

(1) abdallah.1997@gmail.com (2) Samer.mubarak@uobaghdad.edu.iq

Key words:

Queuing Theory, Queuing Models, Outliers, Z-Score, Interquartile Range (IQR).

ARTICLE INFO

Article history:

Received	03 Nov. 2025
Accepted	31 Dec. 2025
Available online	01 Jun. 2026

© 2026 THE AUTHOR(S). THIS IS AN OPEN ACCESS ARTICLE DISTRIBUTED UNDER THE TERMS OF THE CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION LICENSE (CC BY 4.0).

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



*Corresponding author:

Abdullah Amer Hamed
University of Baghdad

Abstract:

This research demonstrates the impact of extreme values on service data for waiting lines in the waiting system. An applied example of service data in a traffic service system was taken, namely the vehicle inspection service at the two gates of Al-Jadriya University Complex (Baghdad University Gate and Al-Nahrain University Gate) for entry to the university campus. The raw data for the waiting system was entered into the EasyFit 5.6 program to match the distributions of service and arrival data, then the Win QSB program to obtain the results of the system's performance measures with the raw data. Then, extreme values were detected and removed using the Z-Score and IQR methods, respectively, to demonstrate and prove the importance of removing extreme values from the service data for the waiting system, to identify the negative impact they cause on the system. After removing the extreme values, the resulting data was entered into the Win QSB program again to evaluate the system's performance after removing the extreme values, and then the results of the system's performance measures were compared before and after removing the extreme values.

*The research is extracted from a master's thesis of the first researcher.

(IQR) تحسين نماذج الانتظار من خلال معالجة القيم المتطرفة

تحليل باستخدام طريقتي النطاق الربيعي Z-score والدرجة المعيارية*

د. سامر محمد جابر

عبدالله عامر حامد

جامعة بغداد – كلية الإدارة والاقتصاد

جامعة بغداد – كلية الإدارة والاقتصاد

Samer.mubarak@uobaghdad.edu.iq

abdallah.1997@gmail.com

المستخلص

تم في هذا البحث بيان تأثير القيم المتطرفة على بيانات الخدمة لصفوف الانتظار في نظام الانتظار، حيث تم اخذ مثال تطبيقي لبيانات الخدمة في نظام خدمة مرورية، ألا وهي خدمة تفتيش السيارات على بوابتي مجمع جامعات الجادرية (بوابة جامعة بغداد وبوابة جامعة النهريين) للدخول إلى الحرم الجامعي، وقد تم ادخال البيانات الخام لنظام الانتظار على برنامج ال5.6 easyfit لمطابقة التوزيعات لبيانات الخدمة والوصول، حيث أن توزيع الوصول هو توزيع بواسون، وتوزيع الخدمة هو التوزيع الأسّي، ثم ايجاد معدلات الخدمة والوصول واستخدام برنامج Win QSB للحصول على نتائج مقاييس الأداء للنظام بالبيانات الخام. وظهر عدد طالبي الخدمة في النظام BS ((2832)) أما NS فكان (675)، ومن ثم تم كشف ومعالجة القيم المتطرفة باستخدام طريقتي Z-Score و IQR تبعاً لبيان اهمية ازالة القيم المتطرفة من بيانات الخدمة لنظام الانتظار واثبات افضلية طريقة IQR ومرونتها في التعامل مع البيانات، وحفاظها على الشكل العام للبيانات، للوقوف على الاثر السلبي الذي تسببه القيم الشاذة على النظام، في بوابة BS معدل الخدمة مع وجود القيم المتطرفة (5 سيارة/الدقيقة) أما بعد معالجة القيم المتطرفة بطريقة IQR أصبح (12 سيارة/الدقيقة)، أما في بوابة NS معدل الخدمة مع وجود القيم المتطرفة (3 سيارة/الدقيقة) أما بعد معالجة القيم المتطرفة بطريقة IQR أصبح (10 سيارة/الدقيقة)، وبعد ازالة القيم المتطرفة تم ادخال البيانات الناتجة الى برنامج Win QSB ثانياً لتقييم أداء النظام بعد ازالة القيم المتطرفة، ومن ثم مقارنة نواتج مقاييس الاداء للنظام قبل وبعد ازالة القيم المتطرفة.

الكلمات المفتاحية: نظرية صفوف الانتظار، نماذج صفوف الانتظار، القيم المتطرفة، Z-Score، IQR.

المقدمة:

يعد الهدف الأساسي الذي تحققه صفوف الانتظار هو تخفيض وقت الانتظار الذي يستغرقه العميل في نظام معين بغية الحصول على خدمة معينة أو سلعة يحتاجها. حيث أن طول الانتظار للحصول على الخدمة قد يؤثر على العملاء وقد ينصرفون دون الحصول على الخدمة أو السلع وبالتالي يؤدي إلى تقليل عدد الطالبين لتلك الخدمة أو السلعة. وكذلك تهدف صفوف الانتظار على تقليل الوقت الذي تكون فيه مراكز الخدمة عاطلة عن العمل أو لا تعمل بشكل كامل. (فهيم، 1993) ان صفوف الانتظار حالة تصادفنا كثيراً في حياتنا اليومية، وتظهر بشكل واضح أمام الخدمات الأساسية والضرورية بشكل كبير، وعند التقاطعات المرورية الرئيسية، وفي الموانئ وفي بعض الخطوط الإنتاجية في المصانع وغيرها الكثير. وان النماذج التي تعمل على حل مشاكل الانتظار تعمل حقيقتاً على تمثيل المشكلة رياضياً بنموذج رياضي يتناول أبعاد المشكلة، ثم يتم التعبير عنه

* البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الأول.

بمجموعة من الرموز والعلاقات الرياضية التي تشكل بعضها مع بعض النموذج الرياضي عن تلك المشكلة، مما يسهل العمل أمام متخذ القرار في تحقيق أمثل حل للهدف وتحليل النتائج واتخاذ القرارات الصائبة (جابر، وآخرون: 1999).

إن الانتظار لفترات طويلة في مختلف أمور الحياة ليس فقط إزعاج شخصي، وإنما مقدار إهدار الوقت في الانتظار في مختلف مجالات الحياة يعتبر عامل أساسي ومقياس مهم لجودة الحياة والكفاءة الاقتصادية لتلك الدولة. نظرية صفوف الانتظار تعمل على دراسة مختلف صفوف الانتظار في كل مجالات الحياة وبأنواع النماذج المختلفة والحالات المختلفة للانتظار. وتشير نماذج الانتظار المختلفة وبصيغها المختلفة إلى حالة النظام وكيفية أدائه، بما في ذلك متوسط مقدار وقت الانتظار في النظام في ظل ظروف معينة. (Hillier & Lieberman, 2015a)

استعراض لبعض الأبحاث المتعلقة بموضوع البحث: 1- إزالة القيم المتطرفة:

(Zijlstra et al., 2011) تم في هذا البحث التحقق من تأثير القيم الشاذة المتطرفة على الخصوصية والحساسية التي قد تؤدي إلى تحيز في النتائج الإحصائية في كل من الاحصاءات الستة المختلفة. وتم ذلك على بيانات الاستبيان. حيث تم العثور على مسافة Mahalanobis والاحصائيات المتطرفة الخارجية المستندة على أزواج العناصر للحصول على أفضل مزيج من الخصوصية والحساسية. ومن ثم تم التحقق من كيفية تأثير القيم الشاذة المتطرفة على التحيز في درجة الرتبة المئوية وألفا كرونباخ ومعامل الصلاحية. حيث نتج من القيم المتطرفة الناتجة من الاستجابة العشوائية والتزوير تحيز كبير. والقيم الشاذة المتطرفة الناتجة عن الاستجابة الشاذة المتطرفة أنتجت تحيزاً بسيطاً. وكما تمت دراسة تأثير إزالة الملاحظات المتناقضة على التحيز، حيث تكون الإزالة بسبب الاستجابة العشوائية التي يتم تحديدها عن طريق المسافة Mahalanobis والعامل الخارجي المحلي والتحيز الاحصائي المعتمد على زوج العناصر.

(Business, 2022) في هذه الورقة، يتم فحص خصائص معادلة الحرارة للحصول على تقنية تعميم القيم المتطرفة لمثلثات التطوير. يتم تطبيق معادلة الحرارة في بعدين على مجموعة بيانات ملوثة بالقيم المتطرفة حيث لا تتوفر بيانات فردية. ونتيجة لذلك نقدم منهجية جديدة لـ (أ) معالجة القيم المتطرفة في مثلثات تطوير غير الحياة، (ب) الاحتفاظ بالمجموع الإجمالي لجميع مدفوعات المثلث، و(ج) توفير فروق مقبولة بين المثلث المقدر الأصلي والمثلث المقدر العكسي. وبالتالي يتم استبعاد القيم المتطرفة ويمكن استخدام مثلث التطوير الناتج كمدخل لأي طريقة حجز مطالبات دون الحاجة إلى مزيد من التعزيز أو تغيير عوامل التطوير. بالإضافة إلى ذلك، فإن البحث في تطبيق معادلة الحرارة في بُعد واحد المقدم في هذه الورقة يمكن المرء من استخدام طريقة التمهيد باستخدام بقايا بيرسون في الحالات التي كانت فيها الطريقة غير قابلة للتطبيق في الأصل بسبب انخفاض عوامل التطوير عن واحد.

(Peña & Yohai, 2023) تم في هذا البحث مراجعة العمليات التشخيصية للقيم المتطرفة في السلاسل الزمنية متعددة المتغيرات عالية الأبعاد وطرق التقدير القوية لهذه البيانات. إذ تم استعراض طرق البحث والتشخيص للقيم المتطرفة على افتراض أن البيانات قد تم إنشاؤها عن طريق نموذج العامل الديناميكي مسبقاً. ثم تم تحليل طرق أخرى تستخدم للكشف عن أنواع مختلفة من القيم الشاذة المتطرفة للسلاسل الزمنية ذات المتغيرات المتعددة. وهي تشمل أيضاً على تحديد السلاسل البعيدة. وأيضاً البحث عن الفترات الزمنية التي تكون فيها ديناميكيات السلسلة غير عادية. ثم بعد ذلك تم النظر في أساليب التقدير القوية للقيم المتطرفة. تم استعراض المكونات الرئيسية الديناميكية. وكإجراء عام لتقدير الديناميكية في مجموعة بيانات عالية الأبعاد. تم عرض أنواع مختلفة من البيانات من التقدير القوي لهذه المكونات. ويمكن استخدام المكونات الديناميكية الرئيسية للحصول على تقديرات

قوية لنماذج العامل الديناميكي المعمم وقد تم تقديم بعض النتائج لذلك. وكذلك تم مناقشة الطرق الأخرى المقترحة للتقديرات القوية لنماذج VAR عالية الأبعاد, وغيرها من مشكلات السلاسل الزمنية متعددة المتغيرات أيضاً باختصار.

2- صفوف الانتظار:

(Samaranayake et al., 2018) في حل مشكلة تعيين حركة المرور الديناميكية المثلى للنظام (SO-DTA) مع الانتظار الفعلي مع نظام التحكم الجزئي للشبكات العامة. والهدف هو التحكم الأمثل في أي مجموعة فرعية من شبكات الطرق لتقليل الازدحام الإجمالي لجميع الوكلاء في الشبكة. حيث اعتمد نموذج ديناميكيات التدفق الذي يمثل تقدير جودونوف لمعادلة لايتهيل-وليامز-ريتشاردز التفاضلية الجزئية مع دالة التدفق الثلاثي وخلال تقاطع متعدد الطرق الفرعية المقابلة. حيث أن صياغة السيطرة الجزئية بعمم مشكلة SO-DTA للنظر في الحالات التي يكون فيها جزء صغير فقط من إجمالي التدفق يمكن السيطرة عليه. تم تطبيق هذا البحث على ممر على بعد 8 أميال عن الطريق السريع 210 في أركاديا، كاليفورنيا طريق شرياني موازي تحتوي الشبكة على 24 خلية تتوافق مع إرضاء حالة CFL لخطوة زمنية قدرها 30 ثانية. كانت الخصائص الفيزيائية للشبكة مثل السعة وقد تم الحصول عليها باستخدام برنامج Scenario Editor الذي تم تطويره كجزء من مشروع الممرات المتصلة, وهو عبارة عن تعاون بين جامعة كاليفورنيا بيركلي وشركاء كاليفورنيا للنقل متقدم التكنولوجيا. الرسم البياني الأساسي لمعايرة المسار تم الحصول عليه من الجهود البحثية الموازية الأخرى في Connected Corridors. حيث هناك نوعين من المركبات قسمت بحسب المسار. مركبات يمكن السيطرة على مسارها ومركبات لا يمكن السيطرة على مسارها حيث افترض القيد الرئيسي على أن المركبات التي لا يمكن السيطرة عليها هي ذات مسار ثابت. وتم التحكم في مسارات المركبات التي يمكن التحكم بها للتوصل إلى أفضل حل ممكن لخفض الزحام المروري على هذا الطريق.

(Yaduvanshi et al., 2019) تم في هذا البحث استخدام نظرية صفوف الانتظار في تقييم وحل مشاكل الانتظار في مستشفيات الهند وتوظيف نماذج صفوف الانتظار لذلك بدلا من الحلول التقليدية المبنية على الخبرة والقواعد العامة بدل العلمية حيث تم التطبيق على بيانات العيادة الخارجية في مستشفى Fortis Escorts في جايبور في الهند, حيث أن العيادات الخارجية OPD في المستشفى يواجه أطول صف انتظار في المستشفى مقارنة بباقي الأقسام في المستشفى. وكما هو الحال في العديد من المستشفيات الكبرى في الهند, تتم إدارة العيادات الخارجية بمستشفى Fortis Escorts في جايبور في الهند باستخدام الخبرة والقاعدة العامة بدلا من التقنيات الاستراتيجية القائمة على الأبحاث مثل نظرية صفوف الانتظار. يستقبل مستشفى Fortis Escorts عددا كبيرا من المرضى كل يوم مما يؤدي إلى وقت انتظار أطول للمرضى بسبب الطوابير الطويلة. ولمواجهة هذا التحدي وإيجاد حلول لهذه المشكلة تم إجراء تحليل SWOT لقسم العيادات الخارجية في مستشفى (Fortis Escorts Jaipur FEHJ) مما أدى إلى تحليل مشكلة الانتظار والتوصل إلى حلول لمعرفة أين يمكن أن تتفوق عمليات المستشفى وأين يوجد نطاق للتحسين لتحقيق ذلك العمل والعمليات بشكل أفضل. بالإضافة لذلك, بعد فحص المشكلة تحليليا وتطبيق نظرية صفوف الانتظار تم اقتراح تدابير لتحسين نقاط التأخير وجعل قسم العيادات الخارجية أكثر كفاءة من أجل الحصول على تصنيف عالي لرضى المريض, حيث أعطى الباحثون بعد التوصل إلى النتائج المناسبة بعض النصائح والتوصيات لزيادة رضى المرضى وتقليل وقت الانتظار.

(Pryshchepa et al., 2020) تم في هذا البحث نظرية صفوف الانتظار واستخدام قوائم انتظار إعادة المحاكمة من نوع (MQ/M/C/□) حيث تم اعتماد معدل التدفق للمدخلات على عدد مصادر النداءات المتكررة وكل مكاملة يكون لها محاولة إعادة واحدة فقط. هذا يعني أنه إذا فشلت المكاملة في الدخول إلى منشأة الخادم في أثناء محاولة إعادة المحاكمة فإنها ستترك النظام بدون خدمة, تم تمثيل وجود النظام الثابت ومصفوفة المتجهات للاحتتمالات الثابتة لعملية الخدمة, واستخدم هذا

التمثيل تقريباً للنموذج الأولي للمشكلة عن طريق النموذج المقطوع والمرور المباشر إلى أقصى حد. بالنسبة لهذه الأنظمة يتم استخدام استراتيجية عتبة لمعدل تدفق المدخلات. تم دراسة مشكلة التحسين متعدد المعايير لإيجاد استراتيجية التحكم الأمثل، وتم تمثيل وظائف الجودة لمشكلة التحسين من خلال الاحتمالات الثابتة. وتم تطبيق النموذج على مثال تطبيقي وفق بيانات حقيقية واثبات كفاءة النموذج من خلال النتائج المتحصل عليها.

(Fu et al., 2021) تم في هذا البحث استخدام صفوف الانتظار على البيانات المتدفقة في الوقت الحقيقي لإجراء مقارنة عادلة على أنظمة خدمة انتظار الرسائل وتحديد أفضل نظام وذلك لحجم البيانات الضخم المتدفق وطلب الاستجابة السريعة للتطبيقات، حيث تم في هذا البحث تقييم خمسة أنظمة لانتظار الرسائل بشكل شامل وهي Pulsar و Active MQ و Rabbit MQ و Kafka و Rocket MQ في الصين من أبعاد متعددة، وتبسيط الضوء على الميزات التي تميز كل نظام وتلخص حالات الاستخدام المناسبة لكل نظام. ومن ذلك الإنتاج وميزات ضمان جودة الخدمة وميزات الوظائف وميزات الأداء. حيث تمت المقارنة العادلة بين الأنظمة الخمسة لمقارنة أداء الإنتاجية وزمن الوصول بشكل عادل. وتم أيضاً تصميم إطار اختبار باستخدام أداة موحدة لمحاكاة المنتج والمستهلك، حيث أظهرت نتائج الاختبار أن Kafka يتمتع بإنتاجية أعلى بينما يتمتع Rocket MQ بزمن وصول أقل، لذلك يمكن اختيار أنظمة مختلفة لانتظار الرسائل وفقاً لمتطلبات التطبيق المختلفة. إذا تم استخدام قائمة انتظار الرسائل لمعالجة الأعمال التجارية عبر الإنترنت، الأمر الذي يتطلب زمن وصول منخفضاً لجودة الخدمة، فيتم تفضيل Rocket MQ إذا تم استخدام نظام الرسائل لمعالجة كميات هائلة من الرسائل، على سبيل المثال، معالجة السجل وتحليل البيانات الضخمة ومعالجة التدفق فإن Kafka هو المفضل. بالإضافة ذلك يعد النجم النابض مناسباً إذا كانت هناك الحاجة إلى بعض الوظائف الخاصة

مشكلة البحث:

تتمحور مشكلة البحث حول تأثير القيم المتطرفة على بيانات صفوف الانتظار لطابور تدقيق السيارات الداخلة إلى الحرم الجامعي في مجمع الجادرية في محافظة بغداد، وبيان التغيير الحاصل على البيانات بعد إزالة القيم المتطرفة. حيث أن القيم المتطرفة هنا تمثل السيارات التي تكون لها مشكلة غير اعتيادية في تدقيق تصريح الدخول إلى الحرم الجامعي (الباج)، حيث يخصص لها مكان خاص للتدقيق في نفس القناة الخدمية. والسؤال هنا، ما هو أثر القيم المتطرفة للبيانات المستخدمة على مقاييس الأداء في النظام؟ وما مدى تأثيرها على معدل الخدمة لقناة الخدمة في النظام؟

أهداف البحث:

يهدف هذا البحث إلى بيان فائدة الكشف عن القيم المتطرفة في بيانات صفوف الانتظار ومعالجتها احصائياً باستخدام الطرق المناسبة، وبيان تأثير هذه القيم على البيانات ومقاييس الأداء لنظام صفوف الانتظار. حيث أن القيم المتطرفة في صف الانتظار هي قيم غير طبيعية نشأت في بيئة خاصة داخل النظام، وأن معالجتها سيعطي الوجه الحقيقي لأداء النظام.

أساليب جمع البيانات:

لقد تم جمع البيانات في هذا البحث من خلال المشاهدة والتسجيل المباشر لموقع نظام الانتظار، والتسجيل اليدوي لبيانات الوصول والخدمة وذلك لانعدام مثل هكذا بيانات لدى الجهات المختصة، حيث يحتوي نظام الخدمة على قناتي خدمة القناة الأولى وبوابة جامعة بغداد والقناة الثانية بوابة جامعة الزهراء للدخول إلى الحرم الجامعي لمجمع الجامعات في منطقة الجادرية في العاصمة بغداد.

لقد تم جمع البيانات في الأيام الأكثر زحماً والأكثر انتظاراً (أيام الدوام الكامل) على مدى شهر كامل بعد معاينة الموقع، وتم الوقوف لجمع البيانات لمدة أسبوعين عند بوابة جامعة بغداد وأسبوعين عند بوابة جامعة النهريين.

أهمية البحث:

تكمن قيمة هذا البحث في بيان أهمية استخدام الطرق الإحصائية في معالجة بيانات صفوف الانتظار وخصوصاً مسألة القيم المتطرفة في الخدمات المرورية حيث يكون هناك توقعات وتأخيرات لبعض طالبي الخدمة بطريقة ووقت أكثر من باقي طالبي الخدمة، وهذا يؤثر على معدل وبيانات الخدمة للنظام مما يؤثر سلباً على مقاييس الأداء للنظام بشكل عام.

أساليب معالجة البيانات:

تم معالجة البيانات وإزالة القيم المتطرفة من خلال برنامج خاص كتب بلغة بايثون وتم استعمال نافذة colab لغرض تنفيذ البرنامج ومن ثم إدخال البيانات المعالجة إلى برنامج ال (Easy fit 5.6) لإيجاد توزيع الوصول والخدمة ومعدل الوصول ومعدل الخدمة ومن ثم إيجاد النتائج باستخدام برنامج Win QSB.

الجانب النظري

1- نظرية صفوف الانتظار:

تعريف صفوف الانتظار:

الطابور هو المكان الذي ينتظر فيه العملاء قبل أن يتم تقديم الخدمة لهم. يتميز الطابور بالعدد الأقصى المسموح به من العملاء الذي يمكن أن يحتويه. تسمى الطوابير غير محدودة أو محدودة، وفقاً لما إذا كان هذا العدد غير محدود أو محدود. إن افتراض وجود طابور غير محدود هو المعيار لمعظم نماذج الطوابير، حتى في المواقف التي يوجد فيها بالفعل حد أقصى محدود (كبير نسبياً) لعدد العملاء المسموح به، لأن التعامل مع مثل هذا الحد الأقصى سيكون عامل تعقيد في التحليل. ومع ذلك، بالنسبة لأنظمة الطوابير حيث يكون هذا الحد الأقصى صغيراً بما يكفي بحيث يمكن الوصول إليه بالفعل ببعض التردد، يصبح من الضروري افتراض وجود طابور محدود. (الشمرتي، 2010)

هدف دراسة صفوف الانتظار:

يعد الهدف الرئيس لدراسة صفوف الانتظار هو تحسين بعد أنظمة الخدمة التي يكون فيها طابور انتظار. عن طريق التغيير في بعض الأساليب المتبعة في تقديم الخدمة، أو عن طريق تقليل وقت الانتظار للحصول على الخدمة، وتحديد عدد القنوات المناسبة للنظام، وكذلك تقليل الوقت الذي يكون فيه النظام خالياً من طالبي الخدمة، وقد يكون معدل الوصول للنظام الذي يقدم خدمة معينة عالياً جداً، أو أن يكون سرعة تقديم الخدمة للعملاء بطيء مما يكون لدينا طابور انتظار. (الشمرتي، 2010)

رموز نماذج صفوف الانتظار:

قام عالما الرياضيات كندال (D.G.Kendall) عام (1953) ولي (A.Lee) عام (1966) رموزاً لتصنيف المتغيرات المعتمدة في تحديد نموذج صفوف الانتظار والتي عبر عنها بالآتي:

$$(a/b/c):(d/e/f)...(1)$$

وكل رمز من هذه الرموز يعبر عن حالة للنظام وكالاتي:

a: توزيع الوصول. ، b: توزيع المغادرة. ، c: عدد قنوات الخدمة في النظام.

d: نظام الخدمة. ، e: سعة النظام. ، f: حجم المجتمع. (Hillier & Lieberman, 2015b)

مقاييس الأداء لنظام (M/M/1): (FCFS/∞/∞) (الشمري, 2010)

1- λ : معدل الوصول

2- μ : معدل الخدمة

3- معدل عدد الزبائن في صف الانتظار:

$$Lq = \frac{\rho^2}{1 - \rho}$$

4- معدل عدد الزبائن في النظام:

$$Ls = \frac{\rho}{1 - \rho}$$

5- معدل وقت الانتظار في صف الانتظار:

$$Wq = \frac{Lq}{\lambda}$$

6- معدل وقت الانتظار في النظام:

$$Ws = \frac{Ls}{\lambda}$$

7- مشغولية النظام:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

2- القيم المتطرفة:

تعريف القيم المتطرفة (الشاذة):

القيمة الشاذة هي نقطة بيانات تختلف بشكل كبير عن البيانات المتبقية بحيث أنها تثير الشكوك بأنها نشأت من مكان آخر. (Aggarwal, 2013). يُشار إلى القيم المتطرفة أيضًا باسم الشذوذ أو التناقض أو الانحراف في أدبيات استخراج البيانات والإحصاءات. في معظم التطبيقات يتم إنشاء البيانات بواسطة عملية توليد واحدة أو أكثر، والتي قد تعكس النشاط في النظام أو الملاحظات التي تم جمعها حول الكيانات. عندما تتصرف عملية التوليد بشكل غير عادي، فإن ذلك يؤدي إلى إنشاء قيم متطرفة. لذلك، غالبًا ما تحتوي القيمة المتطرفة على معلومات مفيدة حول الخصائص غير الطبيعية للأنظمة والكيانات التي تؤثر على عملية توليد البيانات. يوفر التعرف على مثل هذه الخصائص غير العادية رؤى مفيدة خاصة بالتطبيق. (Aggarwal, 2013).

مخرجات طرق وخوارزميات اكتشاف القيم المتطرفة:

يمكن أن يكون مخرج خوارزمية اكتشاف القيم المتطرفة أحد نوعين:

1- درجات القيم المتطرفة: تنتج معظم خوارزميات اكتشاف القيم المتطرفة درجة تحدد مستوى "القيم المتطرفة" لكل نقطة بيانات. ويمكن أيضًا استخدام هذه الدرجة لترتيب نقاط البيانات حسب ميلها إلى القيم المتطرفة. وهذا شكل عام جدًا من أشكال الإخراج، والذي يحتفظ بجميع المعلومات التي توفرها خوارزمية معينة، ولكنه لا يوفر ملخصًا موجزًا لعدد صغير من نقاط البيانات التي يجب اعتبارها قيمًا متطرفة.

2- العلامات الثنائية: النوع الثاني من المخرجات هو العلامة الثنائية التي تشير إلى ما إذا كانت نقطة البيانات قيمة شاذة أم لا. وعلى الرغم من أن بعض الخوارزميات قد تعيد العلامات الثنائية بشكل مباشر، إلا أنه يمكن أيضًا تحويل درجات القيم الشاذة إلى علامات ثنائية. ويتم تحقيق ذلك عادةً من خلال فرض حدود على درجات القيم الشاذة، ويتم اختيار الحد بناءً على التوزيع الإحصائي

للدرجات. تحتوي العلامة الثنائية على معلومات أقل من آلية التسجيل، ولكن النتيجة النهائية هي غالباً ما تكون مطلوبة لاتخاذ القرار في التطبيقات العملية (Aggarwal, 2013).

بعض الطرق المستخدمة لاكتشاف القيم المتطرفة:

1- **طريقة النطاق بين الربعين (IQR):** حيث تعتمد هذه الطريقة على خمس كميات يتم تحديدها من البيانات، وهي الحد الأدنى، والحد الأعلى، والربعين العلوي والسفلي، والوسيط. يتم تحديد الحدين الأعلى والأدنى بطريقة غير قياسية، حيث يكون الحد الأعلى يزيد عن الربع العلوي بمقدار $1.5 IQR$ ، ويكون الحد الأدنى أقل من الحد السفلي بمقدار $1.5 IQR$ (Aggarwal, 2013).

2- **طريقة Z-score:** والتي تعتمد على اختبار (Z) في كشف القيم المتطرفة والذي يفترض أن القيم ذات توزيع طبيعي، حيث يتم تحديد ما كان منها ضمن نقطة $z=3$ على أنها قيم متطرفة (Do et al., 2019).

الجانب التطبيقي

طريقة تجميع البيانات:

تم جمع بيانات المشكلة مدار البحث من خلال تجميع المشاهدات الحية والتسجيل المباشر لنظام الانتظار، وتتمحور مشكلة البحث حول بيان حجم الزخم المروري الحاصل عند تقاطع الجادرية، ودراسة معالجة هذا الزخم من خلال معالجة السبب الرئيس له، وهو ذهاب طلاب جامعتي بغداد والنهرين في مجمع الجادرية، ويتشكل الزحام بسبب كثرة الواصلين خلال فترة محددة من الزمن للدخول من بوابتين فقط، وتم دراسة كل بوابة على حدى لاختلاف معدلات الوصول لكل بوابة ولأن كل بوابة لها صف انتظار منعزل عن الأخرى يحدد من خلاله العملاء الطالبين للخدمة بحسب الطريق والموقع القادمين منه، وهاتين البوابتين هما بوابة جامعة بغداد وبوابة جامعة النهرين، مما يجعل نظام خدمة يتمثل ببوابتي الدخول إلى الحرم الجامعي لمجمع الجامعات في الجادرية في العاصمة بغداد.

لقد تم جمع البيانات في الأيام الأكثر زخماً والأكثر انتظاراً على مدى شهر كامل بعد معاينة الموقع، وتم الوقوف لجمع البيانات لمدة أسبوعين عند بوابة جامعة بغداد وأسبوعين عند بوابة جامعة النهرين.

بعض المصطلحات المستخدمة:

BA: بيانات الوصول إلى بوابة بغداد Baghdad Arrival.

NA: بيانات الوصول إلى بوابة النهرين Nahhrain Arrival.

BS: الخدمة في بوابة بغداد Baghdad Service.

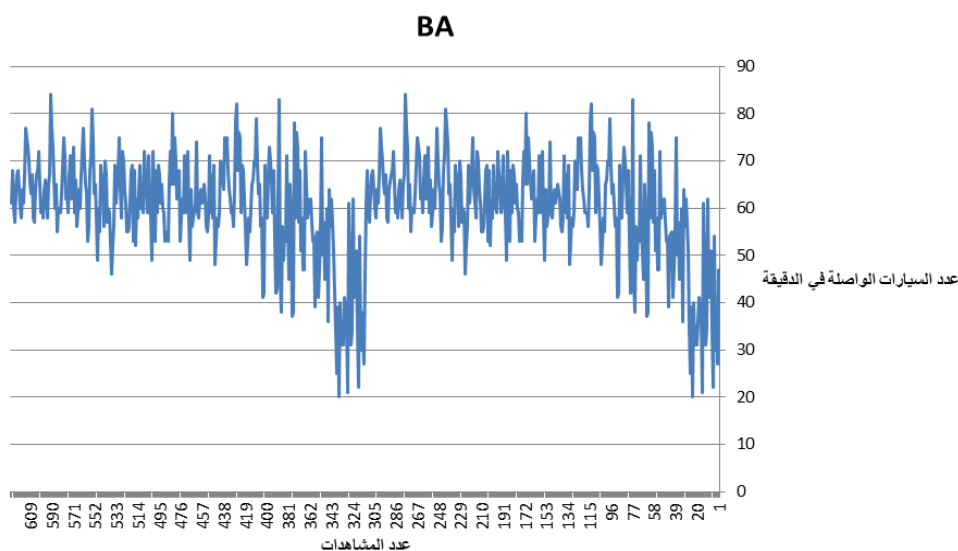
NS: الخدمة في بوابة النهرين Nahhrain Service.

بيانات الوصول:

تم جمع مجموعتين من بيانات الوصول مجموعة عند بوابة جامعة بغداد حيث يكون الوصول إليها من اتجاهين، جهة جسر الجادرية للقادمين من جانب الكرخ من المدينة بغداد، والجهة الثانية هي للجهات الثلاثة المتبقية للقادمين من جانب الرصافة من المدينة بغداد، حيث تمثل المشاهدة الواحدة دقيقة واحدة من زمن الوصول لطالبي الخدمة، والتي يحسب فيها عدد السيارات الواصلة خلال هذه الدقيقة، حيث كانت البيانات كالتالي:

جدول (1) يوضح عدد مشاهدات BA

عدد المشاهدات	623 مشاهدة
---------------	------------

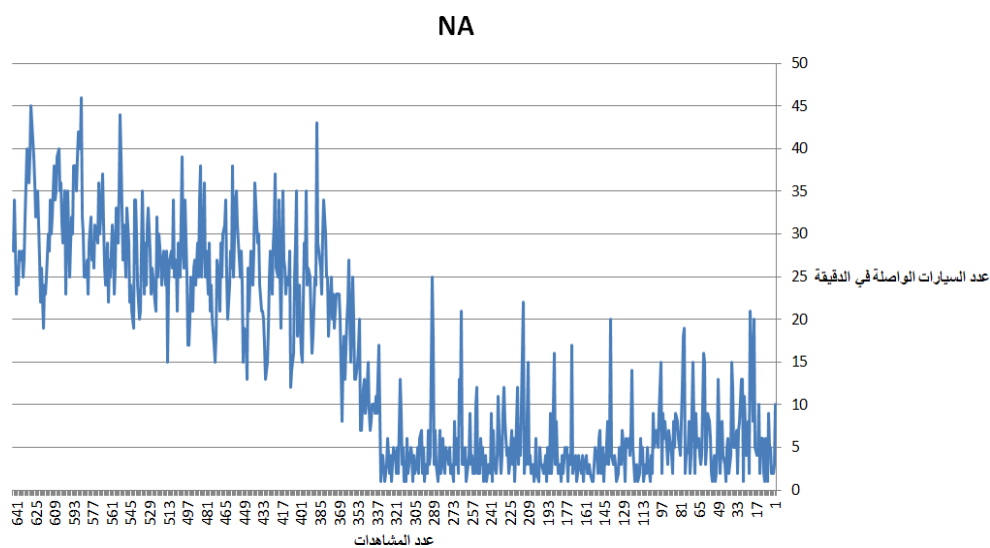


شكل (1) مشاهدات BA

وتم جمع بيانات الوصول إلى بوابة جامعة النهريين للقادمين من جانب الكرخ عن طريق جسر الجادرية، وللقادمين من جانب الرصافة عن طريق شارع أبو نؤاس، حيث تمثل المشاهدة دقيقة من حساب عدد السيارات الواصلة فيها في وقت الزحام المروري، وكالاتي:

جدول (2) يوضح عدد مشاهدات NA

عدد المشاهدات	644 مشاهدة
---------------	------------



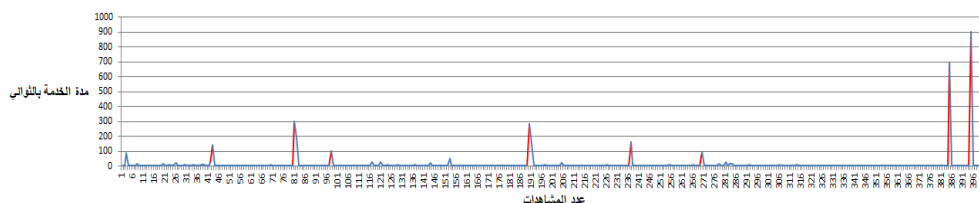
شكل (2) مشاهدات NA

بيانات الخدمة:

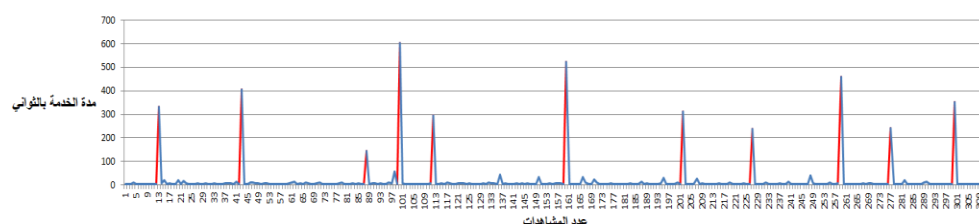
تم جمع بيانات الخدمة لبوابة جامعة بغداد ولبوابة جامعة النهريين، وتمثل المشاهدة الواحدة عدد السيارات التي تم حساب وقت الخدمة لها، وكانت عدد المشاهدات لكل بوابة كالاتي.

جدول (3) عدد المشاهدات للخدمة لكل قناة خدمة (لكل بوابة)

NS	BS	عدد مشاهدات الخدمة لكل بوابة عدد المشاهدات (عدد السيارات)
311 سيارة	402 سيارة	



شكل (3) مشاهدات BS



شكل (4) مشاهدات NS

تحليل البيانات:

تحليل البيانات باستخدام برنامج easyfit 5.6 :

تم استخدام برنامج الـ easyfit 5.6 لإيجاد تطابق توزيع بيانات الوصول وبيانات الخدمة مع توزيعات صفوف الانتظار للوصول المتمثل بتوزيع بواسون وللخدمة والمتمثل بالتوزيع الأسّي. حيث تم التوصل إلى أن بيانات الوصول هو التوزيع المتقطع بواسون، وتوزيع الخدمة للبيانات هو التوزيع المستمر التوزيع الأسّي. وهذا يدل على أن البيانات التي تم جمعها هي بيانات تمتلك توزيعات تتطابق مع توزيعات صفوف الانتظار، مما يعني أننا نستطيع إيجاد الحلول لها باستخدام نماذج صفوف الانتظار.

مطابقة توزيع بيانات الوصول:

جدول (4) يوضح التوزيع الاحتمالي لـ BA

معدل عدد السيارات الواصلة في الدقيقة إلى بوابة بغداد في مجمع الجادرية (λ)	التوزيع الاحتمالي المتقطع للوصول
59	توزيع بواسون

جدول (5) يوضح التوزيع الاحتمالي لـ NA

معدل عدد السيارات الواصلة في الدقيقة إلى بوابة النهرين في مجمع الجادرية (λ)	التوزيع الاحتمالي المتقطع للوصول
15	توزيع بواسون

#	Distribution	Parameters	#	Distribution	Parameters
1	D. Uniform	a=41 b=79	1	D. Uniform	a=-5 b=35
2	Geometric	p=0.01644	2	Geometric	p=0.06206
3	Logarithmic	$\theta=0.99716$	3	Logarithmic	$\theta=0.98433$
4	Neg. Binomial	n=55 p=0.47942	4	Neg. Binomial	n=1 p=0.10452
5	Poisson	$\lambda=59.824$	5	Poisson	$\lambda=15.113$
6	Bernoulli	No fit (data max > 1)	6	Bernoulli	No fit (data max > 1)
7	Binomial	No fit	7	Binomial	No fit
8	Hypergeometric	No fit	8	Hypergeometric	No fit

NA BA

الشكل (5) لبيان جداول توزيع الوصول للبوابتين

مطابقة توزيع بيانات الخدمة:

جدول (6) يوضح التوزيع الاحتمالي لـ BS

معدل الخدمة	قيمة معلمة توزيع الخدمة	التوزيع الاحتمال المستمر للخدمة في بوابة جامعة بغداد
5	0.07915	التوزيع الأسي

جدول (7) يوضح التوزيع الاحتمالي لـ NS

معدل الخدمة	قيمة معلمة توزيع الخدمة	التوزيع الاحتمال المستمر للخدمة في بوابة جامعة النهريين
3	0.2002	التوزيع الأسي

#	Distribution	Parameters	#	Distribution	Parameters
1	Beta	$\alpha_1=0.01805 \alpha_2=1.1123$ a=3.0 b=1044.1	1	Beta	$\alpha_1=0.07807 \alpha_2=3.1409$ a=3.0 b=77.148
2	Burr	k=0.01203 $\alpha=1451.6$ $\beta=2.991$	2	Burr	k=1376.2 $\alpha=3.8060E+7$ $\beta=3.0$
3	Burr (4P)	k=1.3069 $\alpha=0.4051$ $\beta=0.27883 \gamma=3.0$	3	Burr (4P)	k=1.5209 $\alpha=0.50489$ $\beta=0.53725 \gamma=3.0$
4	Chi-Squared	v=12	4	Chi-Squared	v=4
5	Chi-Squared (2P)	v=1 $\gamma=3.0$	5	Chi-Squared (2P)	v=1 $\gamma=3.0$
6	Dagum	k=138.35 $\alpha=3.6584$ $\beta=0.01922$	6	Dagum	k=201.63 $\alpha=3.7214$ $\beta=0.06581$
7	Dagum (4P)	k=0.26507 $\alpha=0.78992$ $\beta=1.6058 \gamma=3.0$	7	Dagum (4P)	k=1.1321 $\alpha=0.44839$ $\beta=0.05135 \gamma=3.0$
8	Error	k=1.0 $\sigma=62.448$ $\mu=12.634$	8	Erlang	m=1 $\beta=4.3727$
9	Error Function	h=0.01132	9	Error	k=1.0 $\sigma=4.6734$ $\mu=4.9949$
10	Exponential	$\lambda=0.07915$	10	Error Function	h=0.1513
11	Exponential (2P)	$\lambda=0.1038 \gamma=3.0$	11	Exponential	$\lambda=0.2002$

NS

BS

الشكل (6) لبيان جداول توزيع الخدمة للبوابتين

النظام المستخدم في هذه المشكلة:

تم في هذا البحث استخدام نظام (M/M/1):(FCFS/∞/∞) لحل هذه المشكلة حيث أن: معدل الوصول ومعدل الخدمة تعتمد على توزيعات احتمالية، وأن عدد قنوات الخدمة لكل نظام (لكل جامعة) هو قناة واحدة (بوابة واحدة). ونظام الخدمة هو من يأتي أولاً يخدم أولاً FCFS، وحجم المجتمع وحجم النظام غير محدود.

نتائج صفوف الانتظار:

عن طريق معدلات الوصول ومعدلات الخدمة للبوابتين نلاحظ أن معدلات الوصول أعلى من معدلات الخدمة، وهو ما يدل على أن النظام غير مستقر لكلا البوابتين مما يضطر فيه إلى استخدام المحاكاة على برنامج Win QSB وبالاعتماد على زمن الزخم اليومي والذي تم حساب معدل الخدمة فيه وهو 120 دقيقة.

جدول (8) نتائج الانتظار لبوابة بغداد باستخدام برنامج Win QSB بمحاكات زمنية 120 دقيقة

معلومات الانتظار	قيم المعلمات
Ls	3201
Lq	3200
Ws	56.7345 min
Wq	56.5378 min
ρ	99.9908%
P_0	0.0092%

جدول (9) نتائج الانتظار لبوابة النهريين باستخدام برنامج Win QSB بمحاكات زمنية 120 دقيقة

معلومات الانتظار	قيم المعلمات
Ls	714
Lq	713
Ws	51.023 min
Wq	50.678 min
ρ	99.9637%
P_0	0.0363%

تحليل نتائج الانتظار:

عن طريق النظر إلى نتائج الجدول (8) نلاحظ أن معدل عدد السيارات في النظام Ls هي 3201 سيارة تقريباً، وأن معدل عدد السيارات المنتظرة في صف الانتظار Lq هو 3200 سيارة تقريباً، ومعدل الزمن المستغرق للسيارة الواحدة في النظام Ws هو 56.7345 دقيقة، وأن معدل الزمن المستغرق في صف الانتظار Wq هو 56.5378 دقيقة للسيارة الواحدة، وأن مشغولية النظام ρ (الوقت الذي يبقى فيه النظام مشغولاً) بنسبة 99.9908% من زمن تقديم الخدمة وأن P_0 وهي نسبة الزمن الذي يكون فيه النظام خالياً هي 0.0092%، ومن خلال النتائج المتحصل عليها يتبين أن هناك وقت انتظار طويل لانتظار الدخول إلى الحرم الجامعي من بوابة جامعة بغداد في مجمع الجادرية.

عن طريق النظر إلى نتائج الجدول (9) نلاحظ أن معدل عدد السيارات في النظام Ls هي 714 سيارة تقريباً، وأن معدل عدد السيارات المنتظرة في صف الانتظار Lq هو 713 سيارة تقريباً، ومعدل الزمن المستغرق للسيارة الواحدة في النظام Ws هو 51.023 دقيقة، وأن معدل الزمن المستغرق في صف الانتظار Wq هو 50.678 دقيقة للسيارة الواحدة، وأن مشغولية النظام ρ (الوقت الذي يبقى فيه النظام مشغولاً) بنسبة 99.9637% من زمن تقديم الخدمة وأن P_0 وهي نسبة الزمن الذي يكون فيه النظام خالياً هي 0.0363%، ومن خلال النتائج المتحصل عليها يتبين أن هناك وقت انتظار طويل لانتظار الدخول إلى الحرم الجامعي من بوابة جامعة النهريين في مجمع الجادرية.

كما نلاحظ أن قيم مقاييس النظام مرتفعة جداً والتي تدل على أن البوابتين في النظامين قريبتين من عدم الاستقرار وبالكاد يمكن تقديم الخدمة لطلابها، وهذا يتطلب إيجاد حلول عديدة للنظام وللبيانات، من خلال بعض المعالجات الرياضية للكشف عن تأثير بعض البيانات في تأخير الخدمة لباقي طالبي الخدمة.

وبالنظر إلى الشكل (3) والشكل (4) يتبين أن هناك بعض القيم نسبتها لا تتلاءم مع نمط باقي البيانات في بيانات الخدمة وهي في المشاهدة للنظام تمثل السيارات ذات الحالات الخاصة (كالتفتيش أو عدم توفر باج الدخول... الخ)، وعلى هذا الأساس تم اتخاذ إجراء رياضية لإزالة القيم المتطرفة ذات التأثير السلبي على البيانات.

معالجة القيم الشاذة وتأثيرها على نتائج نظام صفوف الانتظار:

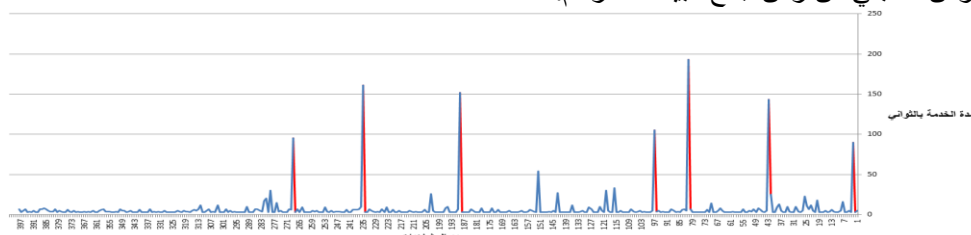
طريقة Z-Score:

تم استخدام هذه الطريقة لإيجاد وإزالة القيم المتطرفة باستخدام كود جاهز على لغة بايثون وكانت النتائج كالآتي.

جدول (10) عدد القيم (المشاهدات) المتطرفة المحذوفة وغير المتطرفة المتبقية في خدمة بوابة جامعة بغداد

بوابة جامعة بغداد	طريقة Z-Score
4	عدد المشاهدات المتطرفة
398	عدد المشاهدات غير المتطرفة

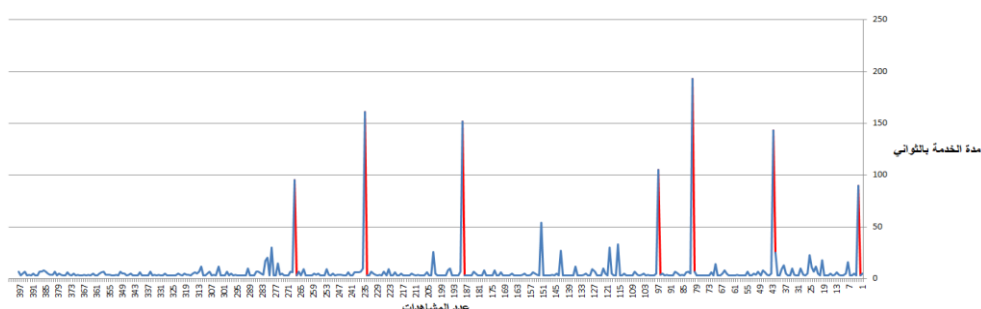
ومن خلال إنقاص زمن حساب الخدمة من زمن خدمة القيم المتطرفة التي تم زالتها يصبح لدينا 84 دقيقة، زمن المحاكاة لبوابة جامعة بغداد، بينما يصبح لدينا 58 دقيقة لبوابة جامعة النهريين، وهي الزمن المتبقي من زمن جمع البيانات للزخم.



شكل (7) شكل البيانات بعد إزالة القيم المتطرفة منها باستخدام طريقة Z-Score بوابة جامعة بغداد

جدول (11) عدد القيم (المشاهدات) المتطرفة المحذوفة وغير المتطرفة المتبقية في خدمة بوابة جامعة النهريين

بوابة جامعة النهريين	طريقة Z-Score
10	عدد المشاهدات المتطرفة
301	عدد المشاهدات غير المتطرفة



شكل (8) شكل البيانات بعد إزالة القيم المتطرفة منها باستخدام طريقة Z-Score لبوابة جامعة النهريين

جدول (12) التوزيع الاحتمالي بعد إزالة القيم المتطرفة بطريقة Z-Score لبوابة بغداد

معدل الوصول	التوزيع الاحتمال المستمر للخدمة في بوابة بغداد
8	التوزيع الأسي

جدول (13) التوزيع الاحتمالي بعد إزالة القيم المتطرفة بطريقة Z-Score لبوابة النهريين

معدل الخدمة	التوزيع الاحتمال المستمر للخدمة في بوابة النهريين
9	التوزيع الأسي

جدول (14) نتائج الانتظار باستخدام برنامج Win QSB بعد إزالة القيم المتطرفة باستخدام طريقة Z-Score - BS بمحاكات زمنية 84 دقيقة

قيم المعلمات	معلمات الانتظار
2100	Ls
2099	Lq
36.23 min	Ws
35.1055 min	Wq
99.9868%	ρ
0.0132%	P_0

جدول (15) نتائج الانتظار باستخدام برنامج Win QSB بعد إزالة القيم المتطرفة باستخدام طريقة Z-Score - NS بمحاكات زمنية 58 دقيقة

قيم المعلمات	معلمات الانتظار
426	Ls
425	Lq
18.3092 min	Ws
18.2003 min	Wq
99.9550%	ρ
0.0450%	P_0

من خلال النظر إلى الجدول (14) نلاحظ أن معلمات الانتظار انخفضت جميعها بشكل ملحوظ وذلك لأن معالجة القيم المتطرفة أدى إلى زيادة في معدل الخدمة للقناة الخدمية في الدقيقة، حيث أن معدل عدد السيارات في النظام Ls انخفض ليصبح 2100، وكذلك معدل عدد السيارات في صف الانتظار

Lq ليصبح 2099, وأيضاً تضاؤل معدل وقت انتظار السيارة الواحدة في النظام ليصبح 36.23 دقيقة لكل سيارة, وكذلك في صف الانتظار ليصبح 35.1055 دقيقة للسيارة الواحدة, مما أدى إلى انخفاض مشغولية النظام إلى 99.9868%, وتناقص نسبة خلو النظام من السيارات إلى 0.0132%, ومن النتائج نلاحظ التغيير الواضح في معلمات الانتظار في بوابة جامعة بغداد وتأثير إزالة القيم المتطرفة عليها.

وعن طريق النظر إلى الجدول (15) نلاحظ أن معلمات الانتظار انخفضت جميعها بشكل ملحوظ, حيث أن معدل عدد السيارات في النظام Ls انخفض ليصبح 426, وكذلك معدل عدد السيارات في صف الانتظار Lq ليصبح 425, وأيضاً تضاؤل معدل وقت انتظار السيارة الواحدة في النظام ليصبح 18.3092 دقيقة لكل سيارة, وكذلك في صف الانتظار ليصبح 18.2003 دقيقة للسيارة الواحدة, مما أدى إلى انخفاض مشغولية النظام إلى 99.9550%, وتناقص نسبة خلو النظام من السيارات إلى 0.0450%, ومن النتائج نلاحظ التغيير الواضح في معلمات الانتظار في بوابة جامعة النهرين وتأثير إزالة القيم المتطرفة عليها.

وعن طريق النظر إلى الشكل (5) والشكل (6) نلاحظ أن هناك قيم عالية لا زالت لم تعالج ولها تأثير على النتائج, وبما أن هذه الطريقة لا تعطي مرونة للتحكم في تضيق مدى البيانات والتحكم بشكلها لذلك سيتم استخدام طريقة أخرى.

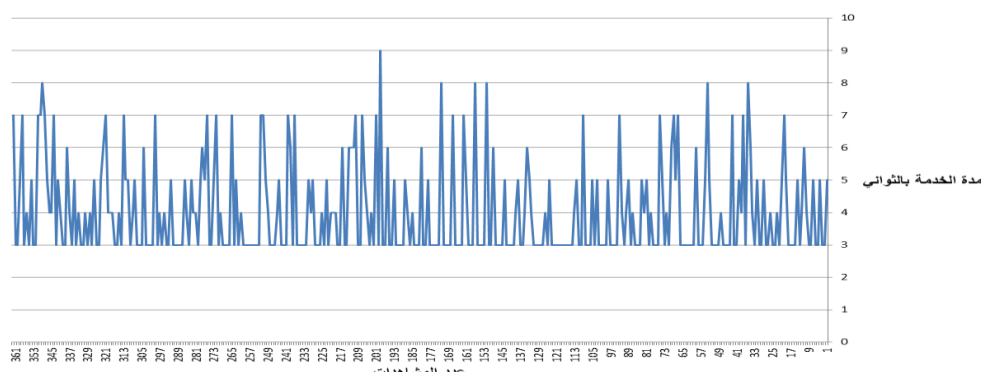
طريقة IQR :

تم استخدام طريقة IQR لإيجاد واستخدام القيم المتطرفة باستخدام كود جاهز بلغة بايثون وتم الحصول على النتائج الآتية:

جدول (16) عدد القيم (المشاهدات) المتطرفة المحذوفة وغير المتطرفة المتبقية في BS بقيمة

$$M2=1.5 \text{ و } M1=1.5$$

بوابة جامعة بغداد	طريقة IQR
40	عدد المشاهدات المتطرفة
362	عدد المشاهدات غير المتطرفة

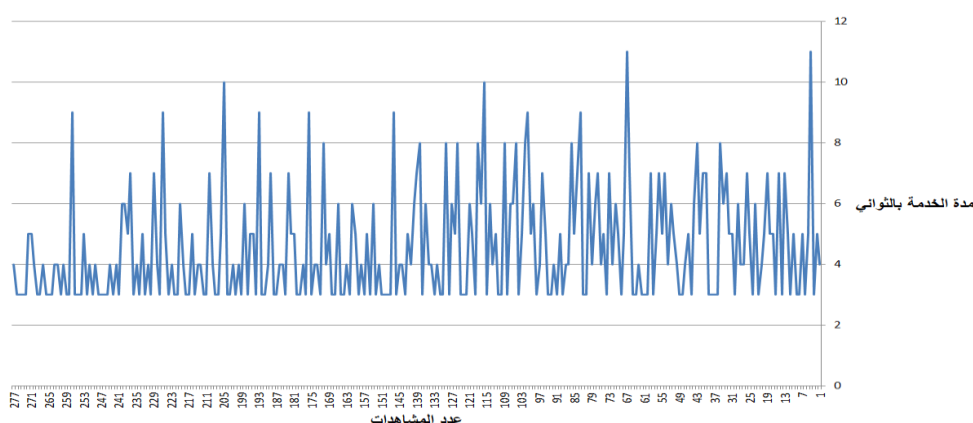


شكل (9) شكل البيانات بعد إزالة القيم المتطرفة منها باستخدام طريقة IQR بوابة جامعة بغداد

جدول (17) عدد القيم (المشاهدات) المتطرفة المحذوفة وغير المتطرفة المتبقية في NS M1=1.5 و

$$M2=1.5$$

بوابة جامعة النهرين	طريقة IQR
43	عدد المشاهدات المتطرفة
268	عدد المشاهدات غير المتطرفة

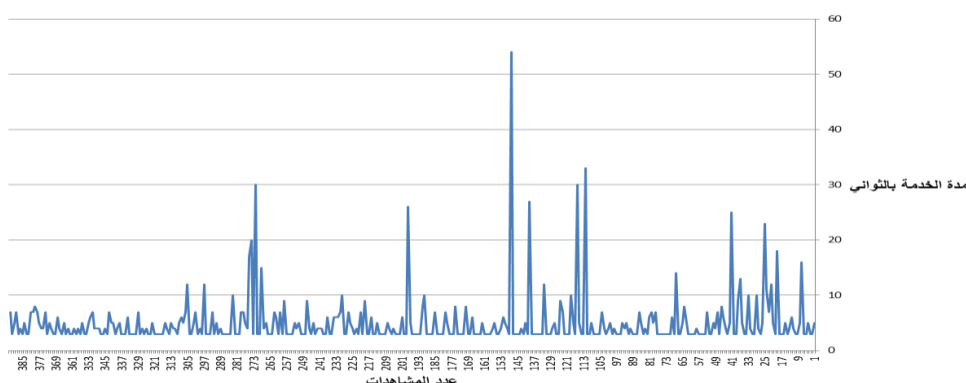


شكل (10) شكل البيانات بعد إزالة القيم المتطرفة منها باستخدام طريقة IQR بوابة جامعة النهريين

نلاحظ من خلال الشكلين (9) و (10) أن مدى البيانات بعد الحذف أصبح متقاربا وشكل البيانات قد تغير بشكل زائد عن الحد المطلوب، حيث أدت معالجة القيم المتطرفة بطريقة (IQR) النمطية إلى تضيق نطاق تشتت زمن الخدمة بشكل كبير مما قد يقلل من واقعية النموذج، وأصبحت البيانات ذات مدى متقاربة جداً، وبما أن هذه الطريقة فيها نوع من المرونة يمكن استغلاله لتحقيق الأهداف الأفضل في القيم المتطرفة، تم وضع هدف تحقيق مستوى خدمة تشغيلي مقبول، وذلك عن طريق تغيير قيمة $M1$ و $M2$ المطلوب إدخالها في الكود البرمجي، وتحتاج إلى زيادة كبيرة لأننا بعيدين عن الهدف، نلاحظ أن بعد تغيير قيمة $M1$ و $M2$ من 1.5 إلى 13 لبوابة جامعة بغداد و 15 لبوابة جامعة النهريين تم الحصول على النتائج الآتية.

جدول (18) عدد القيم (المشاهدات) المتطرفة المحذوفة وغير المتطرفة المتبقية في BS بقيمة $M2=13$ و $M1=13$

بوابة جامعة بغداد	طريقة IQR
11	عدد المشاهدات المتطرفة
391	عدد المشاهدات غير المتطرفة

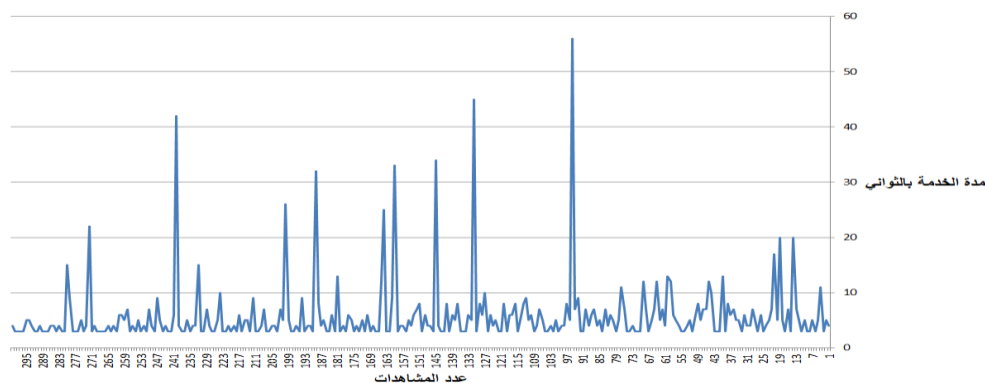


شكل (11) شكل البيانات بعد إزالة القيم المتطرفة منها باستخدام طريقة IQR بوابة جامعة بغداد

من خلال الشكلين (10) و (11) نلاحظ أن تم التوصل إلى الهدف المطلوب في بوابة جامعة بغداد.

جدول (19) عدد القيم (المشاهدات) المتطرفة المحذوفة وغير المتطرفة المتبقية في M1=15 NS و M2=15

بوابة جامعة النهرين	طريقة IQR
11	عدد المشاهدات المتطرفة
300	عدد المشاهدات غير المتطرفة



شكل (12) شكل البيانات بعد إزالة القيم المتطرفة منها باستخدام طريقة IQR بوابة جامعة النهرين

من خلال الشكل (12) نلاحظ الوصول إلى الهدف المطلوب لبوابة جامعة النهرين. ومن خلال إنقاص زمن حساب الخدمة من زمن خدمة القيم المتطرفة التي تم زالتها يصبح لدينا 68 دقيقة, زمن المحاكاة لبوابة جامعة بغداد, بينما يصبح لدينا 55 دقيقة لبوابة جامعة النهرين.

سيتم إيجاد التوزيع الاحتمالي لها وإيجاد الحل لصفوف الانتظار باستخدام برنامج Win QSB.

جدول (20) معدل BS بعد إزالة القيم المتطرفة بطريقة IQR

معدل الخدمة	التوزيع الاحتمال المستمر للخدمة في بوابة بغداد
12	التوزيع الأسي

جدول (21) معدل NS بعد إزالة القيم المتطرفة بطريقة IQR

معدل الخدمة	التوزيع الاحتمال المستمر للخدمة في بوابة النهرين
10	التوزيع الأسي

جدول (22) نتائج الانتظار باستخدام برنامج Win QSB بعد إزالة القيم المتطرفة باستخدام طريقة IQR لبوابة بغداد بمحاكات زمنية 68 دقيقة

قيم المعلمات	معلمات الانتظار
1460	Ls
1459	Lq
25.5174 min	Ws
25.4514 min	Wq
99.9837%	ρ
0.0163%	P_0

جدول (23) نتائج الانتظار باستخدام برنامج Win QSB بعد إزالة القيم المتطرفة باستخدام طريقة IQR لبوابة بغداد بمحاكات زمنية 55 دقيقة

قيم المعلمات	معلمات الانتظار
93	Ls
92	Lq
6.5519 min	Ws
6.4634 min	Wq
99.9208%	ρ
0.0792%	P_0

نلاحظ أن النتائج في الجدول (22) أن معدل عدد السيارات في النظام Ls هو 1460 سيارة تقريباً، ومعدل عدد السيارات في صف الانتظار Lq هي 1459 سيارة تقريباً، وأن معدل وقت انتظار السيارة الواحدة في النظام Ws هو 25.5174 دقيقة، ومعدل وقت انتظار السيارة الواحدة في صف الانتظار Wq هو 25.4514 دقيقة، وأن نسبة مشغولية النظام هي 99.9837%، ونسبة خلو النظام من السيارات هي 0.0163%، لبوابة بغداد.

ونلاحظ أن النتائج في الجدول (23) أن معدل عدد السيارات في النظام Ls هو 93 سيارة تقريباً، ومعدل عدد السيارات في صف الانتظار Lq هي 92 سيارة تقريباً، وأن معدل وقت انتظار السيارة الواحدة في النظام Ws هو 6.5519 دقيقة، ومعدل وقت انتظار السيارة الواحدة في صف الانتظار Wq هو 6.4634 دقيقة، وأن نسبة مشغولية النظام هي 99.9208%، ونسبة خلو النظام من السيارات هي 0.0792%، لبوابة النهريين.

ومن خلال النتائج أعلاه يتبين لنا أن هذه أفضل نتائج تم الحصول عليها بعد إزالة القيم المتطرفة لأنها تحقق التوازن بين معالجة القيم المتطرفة والحفاظ على توزيع البيانات. وأدناه جدولين للمقارنة بين النتائج قبل وبعد معالجة القيم المتطرفة للبوابةين:

جدول (24) لمقارنة النتائج النهائية لجميع الطرق المستخدمة لبوابة بغداد

النتائج بعد إزالة القيم المتطرفة			نتائج المشاهدات الأصلية	مقاييس كفاءة نظام الانتظار لكل طريقة
طريقة IQR بالمعلمات المعدلة	طريقة IQR النمطية	طريقة Z-SCORE		
1460	1639	2100	3201	Ls
1459	1638	2099	3200	Lq
25.5174 min	28.6636 min	36.23 min	56.7345 min	Ws
25.4514 min	28.3949 min	35.1055 min	56.5378 min	Wq
99.9837%	99.9815%	99.9868%	99.9908%	ρ
0.0163%	0.0185%	0.0132%	0.0092%	P_0

جدول (25) لمقارنة النتائج النهائية لجميع الطرق المستخدمة لبوابة النهريين

النتائج بعد إزالة القيم المتطرفة			نتائج المشاهدات الأصلية	مقاييس كفاءة نظام الانتظار لكل طريقة
طريقة IQR بالمعلمات المعدلة	طريقة IQR النمطية	طريقة Z-SCORE		
93	279	426	714	Ls
92	278	425	713	Lq
6.5519 min	18.6132 min	18.3092 min	51.023 min	Ws

6.4634 min	18.3435 min	18.2003 min	50.678 min	Wq
99.9208%	99.9054%	99.9550%	99.9637%	ρ
0.0792%	0.0947%	0.0450%	0.0363%	P_0

الاستنتاجات والتوصيات:

1 - عن طريق ملاحظة شكل البيانات الخدمة في الشكلين (3) و(4) للبيانات الأصلية قبل إزالة القيم المتطرفة، والشكلين (5) و(6) لبيانات الخدمة بعد إزالة القيم المتطرفة باستخدام طريقة Z-score، والشكلين (7) و(8) لبيانات الخدمة بعد إزالة القيم المتطرفة باستخدام طريقة IQR النمطية، والشكلين (9) و(10) لبيانات الخدمة بعد إزالة القيم المتطرفة باستخدام طريقة IQR المعدلة، نلاحظ أن طريقة IQR المعدلة تعطي متانةً تجاه البيانات غير المتماثلة ولها قدرة على ضبط نطاق الكشف عن القيم المتطرفة، كما أنها تعطي أقصر صف انتظار مع حفاظها على معدل خدمة معقول، مما يجعلها الأفضل في معالجة بيانات زمن الخدمة غير الطبيعية.

2 - من النظر إلى نتائج الانتظار في الجدولين (24) و(25) لبوابة بغداد وبوابة النهريين، يتبين لنا أن أعلى وقت انتظار وأطول صف انتظار هو للبيانات قبل إزالة القيم المتطرفة، لكن إذا نظرنا إلى النتائج بعد إزالة القيم المتطرفة بكل الطرق فهي أفضل نتائج.

3- بما أن القيم المتطرفة تؤدي إلى تضخيم غير واقعي في Wq للنظام الأصلي، لذلك ينصح كل أنظمة الخدمة التي تعاني من قيم متطرفة بإنشاء قناة خدمية خاصة لمعالجة هذه المشكلة، على أن يكون لديهم صف انتظار خاص لا يؤثر بأي شكل من الأشكال على قنوات الخدمة لطالبي الخدمة العاديين.

4- لأن القيم المتطرفة تكون غالباً لأسباب خاصة بطالبي الخدمة، ولغرض التقييم الدقيق لكفاءة قناة الخدمة الأساسية بعيداً عن التشوهات الناتجة عن أسباب خارجية، يجب معالجة القيم المتطرفة إحصائياً، حيث أنها تضخم زمن الخدمة المقدر وتؤدي إلى قرارات غير مثلى بشأن إدارة سعة النظام.

المصادر:

1. جابر، ع. وآخرون. (1999). بحوث العمليات وتطبيقاتها في وظائف المنشأة.
2. الشمري، ح. (2010). بحوث العمليات/مفهومها وتطبيقاتها، جامعة بغداد.
3. فهمي، أ. (1993). مقدمة في بحوث العمليات والعلوم الإدارية.
4. Aggarwal, C. C. (2013). Outlier analysis. In *Outlier Analysis* (Vol. 9781461463). <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6396-2>
5. Business, I. (2022). *Heat Equation as a Tool for Outliers Mitigation in Run-Off Triangles for Valuing the Technical Provisions in Non-Life Insurance Business*.
6. Do, W., Affect, T., Outliers, D., Outliers, D., Boxplot, U., & Questions, F. A. (2019). *Detecting and Treating Outliers | Treating the odd one out ! What are Outliers ? Why Do they Occur ? What Do They Affect ?*
7. Fu, G., Zhang, Y., & Yu, G. (2021). A Fair Comparison of Message Queuing Systems. *IEEE Access*, 9(2), 421–432. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3046503>
8. Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2015a). *Introduction to Operations*

Research.

9. Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2015b). *Operations Introduction to Research*.
10. Peña, D., & Yohai, V. J. (2023). A Review of Outlier Detection and Robust Estimation Methods for High Dimensional Time Series Data. *Econometrics and Statistics*, *xxxx*, 1–19. <https://doi.org/10.1016/j.ecosta.2023.02.001>
11. Pryshchepa, O., Kardash, O., Yakymchuk, A., Shvec, M., Pavlov, K., Pavlova, O., Irtyshcheva, I., Popadynets, N., Boiko, Y., & Kramarenko, I. (2020). Optimization of multi-channel queuing systems with a single retail attempt: Economic approach. *Decision Science Letters*, *9*(4), 559–564. <https://doi.org/10.5267/j.dsl.2020.8.002>
12. Samaranyake, S., Krichene, W., Reilly, J., Monache, M. L. D., Goatin, P., & Bayen, A. (2018). Discrete-time system optimal dynamic traffic assignment (SO-DTA) with partial control for physical queuing networks. *Transportation Science*, *52*(4), 982–1001. <https://doi.org/10.1287/trsc.2017.0800>
13. Yaduvanshi, D., Sharma, A., & More, P. V. (2019). Application of queuing theory to optimize waiting-time in hospital operations. *Operations and Supply Chain Management*, *12*(3), 165–174. <https://doi.org/10.31387/oscm0380240>
14. Zijlstra, W. P., van der Ark, L. A., & Sijtsma, K. (2011). Outliers in questionnaire data: Can they be detected and should they be removed? *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, *36*(2), 186–212. <https://doi.org/10.3102/1076998610366263>