تحسين اداء صف الانتظار ذو الاولوية الضبابي في مستشفى بغداد التعليمي•

حسام عبدالله عياده
hussamabdullah89@yahoo.com
جامعة بغداد - كلية الادارة والاقتصاد
م. د. عمر محمد ناصر العشاري
omar_alashari@yahoo.com
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي - دائرة الدراسات والتخطيط والمتابعة

المستخلص

تضمن هذا البحث انشاء دوال انتماء لمقاييس الاداء في نظام صف الانتظار لثلاث اولويات. اذ كل من معدلات الوصول ومعدل الخدمة اعداد ضبابية. تم استعمال خوارزمية DSW (Dong, Shah and Wong) التي تعتمد على نهج $\alpha - cuts$ ومبدأ التمديد لـ(zadeh) للمجموعات الضبابية. حيث تضمنت خوارزمية DSW بدورها قيم ضبابية كحدود عليا ودنيا لكل من مقاييس اداء النظام. باستعمال البرمجة المعلمية الرياضية.

ويلخص البحث مجموعة من النتائج والاستنتاجات لوجود مشاكل عديدة بالنسبة لانتظار المرضى في مستشفى بغداد التعليمي - قسم طوارئ الباطنية. اذ تم ايجاد مقاييس اداء النظام من خلال خوارزمية DSW للنموذج $FM/FM^{i}/1):(\infty$ / FCFS - Priority ordering) وفقاً لترتيب الأولوية.

الكلمات الرئيسية: نظرية صفوف الانتظار ذات الاولوية، نظرية المجموعة الضبابية، دوال الانتماء، البرمجة المعلمية الرياضية، نهج $\alpha - cuts$، خوارزمية DSW.

1. المقدمة

تعد نظرية صفوف الانتظار ذات الاولوية احدى التطبيقات المهمة في بحوث العمليات حيث تأخذ واقع الحياة العملية للإنسان في انتظاره الحصول على خدمة معينة. اذ يتم اختيار الزبائن ذوي الاولوية العليا في تقديم الخدمة لهم اولاً على ذوي الاولوية الدنيا كما يحدث في بعض المؤسسات (المراكز الصحية كالمستشفيات في قسم الطوارئ وقسم العيادة الاستشارية وفي العمليات الجراحية نظراً لخطورة حالة المريض وكذلك في

• بحث مستل من رسالة ماجستير

العيادات والمجمعات الطبية التي تأتي اليها حالات تستوجب خدمة المريض بشكل سريع واعطاءه الاولوية على الاخرين طبقاً لحالاتهم المرضية اذ يتم تحديد الاولوية على اساس خطورة الحالة بوجه التحديد. كذلك في المصارف التي تعطي اولوية لبعض الزبائن من كبار السن او موظفي الدوائر الحكومية الذي تكون اوقات انتظارهم حرجة نوعاً ما بالإضافة الى الزبائن الذين يعتبرون من رواد البنوك والمصارف الذين لديهم مصالح عليا مشتركة في ذلك او في اولوية المواد الخامة الداخلة في عملية انتاجية معينة). اذ ان نظرية صفوف الانتظار ذات الاولوية في ظل البيئة الضبابية لها اهمية كبيرة في المستشفيات والعيادات الطبية نظراً لوصول المرضى بأوقات متفاوتة وغير مؤكدة كذلك وصول الحالات الطارئة التي تتطلب فحص فوري او علاج فوري او كلاهما طبقاً لخطورتها اذ قد يختلف ذلك من حالة الى اخرى. اذ تم الاعتماد على خوارزمية DSW (Dong, Shah and Wong) في ايجاد الحلول التي من خلالها يتم تصميم النظام الصحي في مستشفى بغداد التعليمي.

2. مشكلة البحث

تتلخص مشكلة البحث بعدم وجود تنظيم لعملية دخول المرضى الى قسم طوارئ الباطنية في مستشفى بغداد التعليمي حيث ان هناك العديد من الحالات الخطرة تتعرض للانتظار بسبب عدم وجود تنظيم لأولويات المرضى وبالتالي يحدث تأخير في اتخاذ الاجراءات الطبية مما يؤثر على حياة المريض.

3. هدف البحث

ان الهدف من البحث تحسين اداء قسم طوارئ الباطنية في مستشفى بغداد التعليمي باستعمال نظرية صفوف الانتظار ذات الاولوية في ظل البيئة الضبابية لغرض تقليل وقت الانتظار بالنسبة للحالات الخطرة وضمان جودة الخدمة بالشكل المرضي بما في ذلك اعطاء الاولوية لبعض المرضى الذي تكون اوقات انتظارهم حرجة تستوجب ادراكها وخدمتها بأقل وقت ممكن، حيث سيكون معدلات وصول الاولويات ومعدل الخدمة ضبابية.

4. الدراسات السابقة

- في عام 2012 قام الباحثان (J. Devaraj and D. Jayalakshmi) بنشر بحث بعنوان (A Fuzzy Approach to Priority Queues)، تضمن نموذج صف الانتظار لفئتين من الأولوية مع تطبيق نظرية المجموعة الضبابية. حيث اقترحا نهج البرمجة الرياضية لتطوير دالة انتماء أداء النظام، والتي تكون فيها معدلات الوصول ومعدل خدمة فئتين الأولوية ضبابية. واستنادا إلى نهج $\alpha - \text{cut}$ ومبدأ التمديد لـ(zadeh)، الهدف منه تحويل صفوف الانتظار الضبابية لعائلة من صفوف الانتظار الاعتيادية واستعمل أعداد ضبابية مثلثية

للتدليل على صحة هذا الاقتراح. مع اعطاء مثالاً لإيجاد مقاييس الأداء من خصائص نموذج صف الانتظار.[1]

- في عام 2012 قام الباحثان (J. Devaraj and D. Jayalakshmi) بنشر بحث بعنوان (A Fuzzy Approach to Non-Preempted Priority Queues)، الهدف منه اقتراح بناء دوال انتماء لمقاييس الأداء لثلاث أولويات في صفوف الانتظار عندما يكون الوقت بين وصولين ووقت الخدمة أعداد ضبابية مع تطبيق نظرية مجموعة الضبابية. وكانت الفكرة الأساسية هي تحويل صف الانتظار الضبابي الى صف انتظار اعتيادي من خلال تطبيق نهج $\alpha - \text{cut}$ ومبدأ التمديد لـ(zadeh). اذ تم استعمال البرمجة المعلمية لوصف صف الانتظار الاعتيادي ، والتي من خلالها يتم استخلاص دوال انتماء لمقاييس الأداء. حيث استعمل الباحثان العدد الضبابي شبه المنحرف لإثبات صحة الاقتراح.[8]
- في عام 2013 قام الباحث (R.Srinivasan) بنشر بحث بعنوان، (Fuzzy queuing model using DSW algorithm) ، تضمن طريقة لأنشاء دوال الانتماء لمقاييس الاداء في انظمة صفوف الانتظار عندما تكون كل من معدل الوصول ومعدل الخدمة ضبابية. وتم استعمال خوارزمية DSW والتي تعتمد على قيم $\alpha - \text{cut}$ للمجاميع الضبابية، و اهم ما توصل اليه الباحث هو ان مقاييس الاداء هي ايضا ضبابية والتي تتمثل بالحد الاعلى والادنى لكل من مقاييس الاداء في النظام.[16]
- في عام 2016 قام الباحث (Mohammed Shapique. A) بنشر بحث بعنوان (Fuzzy Queue with Erlang Service Model Using DSW Algorithm)، الهدف منه بناء دوال انتماء باستعمال خوارزمية DSW لمقاييس الأداء في أنظمة صفوف الانتظار حيث يكون وقت الوصول والخدمة ضبابي. واعتمد على الطبيعة الضبابية لتطوير وقت الوصول والخدمة في نموذج صف الانتظار FM/FEk/1 حيث Ek تدل على توزيع erlang الاحتمالي لـ k من مراحل.[11]
- في عام 2016 قام الباحثان (S. Shanmuga sundarama and B.Venkatesh) بنشر بحث بعنوان (Fuzzy Retrial Queues with Priority using DSW Algorithm)، تضمن دراسة نموذج صف الانتظار ذات الأولوية في ظل بيئة الضبابية. وذلك لتحسين نموذج صف الانتظار ذات الأولوية الضبابي (أولوية استباقية، والأولوية غير استباقية) حيث معدل الوصول ومعدل الخدمة ومعدل إعادة المحاولة أعداد ضبابية. باستعمال خوارزمية DSW لتحديد دوال الانتماء مقاييس الأداء من نظام صفوف الانتظار ذات الاولوية. وتستند الخوارزمية DSW على نهج $\alpha - \text{cut}$ لتمثيل المجموعة الضبابية في تحليل الفترة القياسية والهدف منه المقارنة بين التكاليف الإجمالية لثلاثة مستويات من $\alpha - \text{cut}$ لكل أولوية لتقليل من متوسط التكلفة الكلية لدالة النظام.[19]

5. الجانب النظري

5.1. نظرية صفوف الانتظار ذات الاولوية Priority Queues

معظم نماذج صفوف الانتظار التي تمت دراستها فيما مضى كان لها الانضباط في الخدمة التي تقدم للوحدة على أساس من يأتي اولاً يخدم اولاً. ومن الواضح أن هذا ليس فقط في طريقة الخدمات وهناك العديد من البدائل للخدمة مثل على اساس من يأتي اخيراً يخدم اولاً، في ترتيب عشوائي والاختيار حسب الأولوية. اذ يتم اختيار الزبائن ذوي الأولوية العليا للخدمة قبل أولئك الذين لديهم أولويات أقل ، بغض النظر عن وقت وصولهم الى النظام[2]. وتميزت دراسة صفوف الانتظار ذات الأولوية في تحليل مشاكل صف الانتظار التي تتعلق بمشاكل ذات الاهتمام العملي في مجالات عديدة ، حيث يتم تحديد ترتيب الخدمة بواسطة نظام الاولوية الذي يسمح بالوحدات ذات الاولوية العليا ان تتم خدمتها قبل الوحدات ذات الاولوية الدنيا في ترتيب صف الانتظار. وان الوحدات من نفس المستوى في الاولوية تتم خدمتها حسب ترتيب الوصول[1]. اذ يفترض كلا النموذجين ان هناك r من الفئات ذات الاولوية اذ ان (الفئة 1 لديها اولوية عليا و r من الفئات المتبقية لديها اولويات دنيا). حيث ان عملية الوصول تتبع توزيع (بواسون كما في الجانب التطبيقي) ووقت الخدمة يتبع توزيع (كاما كما في الجانب التطبيقي) الذي يكون هو نفسه لجميع الفئات ذات الاولوية. في حين ان معدل الوصول يكون مختلفاً بين فئات الاولوية. اذ ان الفرق بين نموذجي الاولويات هو ما اذا كان اولوية استباقية وغير استباقية [5]. حيث ان :

1. الاولوية الاستباقية Preemptive Priority: حيث ان الوحدات ذات الاولوية الدنيا التي تجري خدمتها يتم تأخيرها في صف الانتظار (اي انقطاع الخدمة وجعلها تنتظر لوقت معين) في حال وصول وحدات ذات اولوية عليا الى النظام، اذ تتم خدمة الوحدة التي تم تأخيرها فيما بعد.
2. الاولوية غير الاستباقية Non-preemptive Priority: حيث ان الوحدات التي تجري خدمتها لا يمكن انقطاع الخدمة عنها في حال وصول وحدة ذات اولوية عليا الى النظام، اذ يجب ان تتم خدمة اي وحدة بشكل كامل ودون انقطاع بمجرد بدء تشغيل قناة الخدمة، اذ ان الوحدة من الاولوية العليا تذهب الى مقدمة صف الانتظار للحصول على الخدمة فور مغادرة الوحدة الموجودة في القناة[23].

5.2. نظرية المجموعة الضبابية (Fuzzy Set Theory):

المجموعة الضبابية هي مجموعة العناصر التي لها درجات انتماء. وتم ايجادها من قبل (Zadeh) وهي امتدادا للمفهوم الكلاسيكي ويمكن تطبيقها في العديد من النشاطات البشرية. اذ ان المبدأ الأساسي للمجموعة الضبابية هو تحديد كم عنصر ينتمي إلى مجموعة[17]. اذ قدم (zadeh) مفهوم المتغيرات اللغوية الضبابية عام 1973 م اي

المتغيرات التي ليست قيمها الاعداد ولكن تكون كلمات او الجمل بلغة الطبيعية او الاصطناعية. وان الدافع من استعمال الكلمات او الجمل بدلاً من الاعداد هو التوصيفات اللغوية التي هي بشكل عام اقل تحديد من تلك العددية[6]. وتمثل المجموعات الضبابية المفاهيم اللغوية مثل بطيئة وسريعة ومتوسطة التي تعرف على انها حالة المتغير، اذ يسمى هذا المتغير متغير ضبابي. حيث ان المتغيرات الضبابية تتميز بالأعداد الضبابية[13]. وان العدد الضبابي يعبر عنه بالمجموعة الضبابية في مجموعة الاعداد الحقيقة R. اذ ان حدود هذهِ الفترة تكون غامضة[9]. وغالباً ما تستعمل الاعداد الضبابية لتمثيل المعلومات غير المؤكدة او غير الكاملة[3].

لتكن X المجموعة الشاملة، اذ ان المجموعة الضبابية $\widetilde{\mathrm{A}}$ في X هي مميزة بواسطة دالة الانتماء التالية $\mu_{\widetilde{\mathrm{A}}}: \mathrm{X} \rightarrow \{0,1\}$ ، التي تعين لكل عنصر x في X العدد الحقيقي لـ $\mu_{\widetilde{\mathrm{A}}}(\mathrm{x})$ يكون في الفترة $\{0,1\}$ وبالتالي قيمة الدالة $\mu_{\widetilde{\mathrm{A}}}(\mathrm{x})$ تصف درجة انتماء العنصر x في المجموعة الضبابية $\widetilde{\mathrm{A}}$ [8]. ففي حالة انتماء العنصر للمجموعة تكون $\mu_{\widetilde{\mathrm{A}}}(\mathrm{x}) = 1$ اما في حالة عدم انتماءه للمجموعة تكون $\mu_{\widetilde{\mathrm{A}}}(\mathrm{x}) = 0$. اذ انها تسمح لعنصر ما بالانتماء جزئياً للمجموعة الضبابية التي تكون بين 0 و 1 [7]. فاذا كانت X هي مجموعة القيم التي يشار الى كل قيمة او عنصر بـ x والمجموعة الضبابية $\widetilde{\mathrm{A}}$ في X تكون مجموعة من الازواج المرتبة فأن:

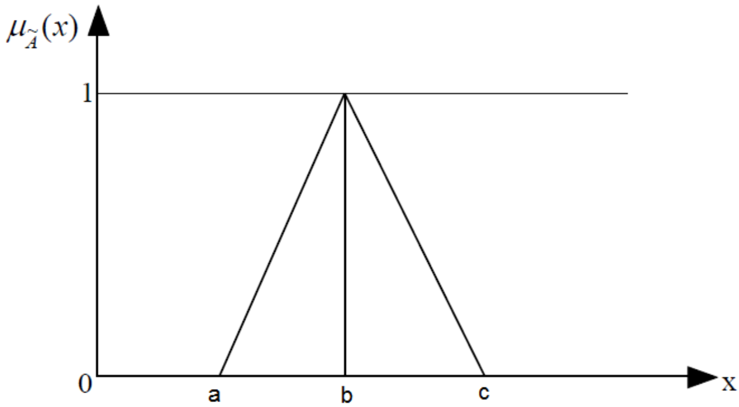
$$\widetilde{\mathrm{A}} = \{(x, \mu_{\widetilde{\mathrm{A}}}(\mathrm{x})) \;/\; x \in \mathrm{X}\} \qquad (1)$$

حيث ان x قيمة او عنصر في X و $\mu_{\widetilde{\mathrm{A}}}(\mathrm{x})$ دالة انتماء المجموعة الضبابية $\widetilde{\mathrm{A}}$ [4].

5.3. العدد الضبابي المثلثي (Triangular Fuzzy Number):

العدد الضبابي المثلثي $\widetilde{\mathrm{A}} = (a, b, c)$ ، اذ ان $a < b < c$ [14].حيث ان كلاً من a, b, c هي اعداد حقيقة وان دالة انتماء العدد الضبابي المثلثي تكون:[20]

$$\mu_{\widetilde{\mathrm{A}}}(\mathrm{x}) = \begin{cases} \frac{\mathrm{x}-\mathrm{a}}{\mathrm{b}-\mathrm{a}} & \text{if} \quad \mathrm{a} \leq \mathrm{x} \leq \mathrm{b} \\ \frac{\mathrm{c}-\mathrm{x}}{\mathrm{c}-\mathrm{b}} & \text{if} \quad \mathrm{b} \leq \mathrm{x} \leq \mathrm{c} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \qquad (2)$$



الشكل (1) المخطط التوضيحي لدالة انتماء العدد الضبابي المثلثي[21]

5.4. نظرية صفوف الانتظار ذات الاولوية الضبابية:

أوقات الانتظار الطويلة لمجموعات مختلفة من الزبائن تكون مشكلة متكررة في العديد من النظم العامة. ففي صف الانتظار ذو الأولوية يتم اختيار الزبائن من أولوية معينة للخدمة فقط عندما لا يكون هناك انتظار لزبائن من أولوية عليا[12]. ففي ظروف الحياة نواجه الكثير من المشاكل القائمة على الأولوية في صفوف الانتظار في نقاط الصراف الآلي والعيادات الطبية والمستشفيات .. الخ. اذ ان التأكيد على أهمية إدارة الوقت هو الهدف المنشود. ففي هذه الحالة تأخذ صفوف الانتظار دوراً بارزاً في حياتنا اليومية. اذ في بعض الحالات يتم قبول الأولويات على الفور وفي بعض الحالات الأخرى تستغرق الكثير من الوقت. فيمكن قياس هذه العروض بواسطة المجموعة الضبابي[15].ففي نماذج صفوف الانتظار يجب ان تكون المعلومات واضحة لتحليل النظام، اذ توجد في التطبيقات الحقيقة صعوبات كبيرة في تحقيق المعلومات العددية عن معدلات الوصول ومعدل الخدمة. اذ يجب ان تتحول الشكوك او التعبيرات اللغوية في النموذج او البيانات الى قيم كمية واضحة اذ تكون نظرية المجموعة الضبابية ذات فائدة كبيرة في حل ذلك الغموض[13]. اذ ان نموذج صف الانتظار مع الاولوية ذات المعلمات الضبابية يكون اكثر واقعية[10].

5.5. مبدأ التمديد لـ (Zadeh):

تشتق دوال انتماء مقاييس الاداء نظام صف الانتظار ذات الاولوية باستعمال مبدأ التمديد لـ (Zadeh) الضبابي [7]. اذ ان $\mu_{\widetilde{\lambda i}}(x)$ هي دالة انتماء لمعدلات الوصول و $\mu_{\tilde{\mu}}(x)$ هي دالة انتماء لمعدل الخدمة التي هي اعداد ضبابية وتعرف على التوالي:

$\widetilde{\lambda i} = \{(x, \mu_{\widetilde{\lambda i}}(x)) \,/\, x \in X\}$ و $\tilde{\mu} = \{(y, \mu_{\tilde{\mu}}(y)) \,/\, y \in Y\}$ [2].

حيث ان X و Y هي المجموعات الشاملة الاعتيادية لكل من معدلات الوصول ومعدل الخدمة. اذ ان دالة انتماء مقاييس الاداء لنظام صف الانتظار ذات الاولوية $p(\widetilde{\lambda\iota},\tilde{\mu})$ تعرف باستعمال مبدأ التمديد لـ (Zadeh) كالاتي: [8]

$$\mu_{p(\widetilde{\lambda\iota},\tilde{\mu})} = \sup_{\substack{x\in X\\ y\in Y}}\{min\{\mu_{\widetilde{\lambda\iota}}(x),\mu_{\tilde{\mu}}(y)/z = p\left(\widetilde{\lambda\iota},\tilde{\mu}\right)\}\}, i = 1,2,3 \qquad (3)$$

5.6. خوارزمية DSW (Dong, Shah and Wong):

تعرف بأنها واحدة من الطرق التقريب التي تستعمل فترات $\alpha - \text{cuts}$ المختلفة لتحديد دوال انتماء مقاييس الاداء لنظام صف الانتظار ذات الاولوية، اذ تبسط الى حد كبير التلاعب في مبدأ التمديد لقيمة المتغيرات الضبابية المستمرة [23]. حيث ان دالة الانتماء يمكن ان يمثلها مستوى $\alpha - \text{cuts}$ المستمر في الفترة من $\alpha = 0$ الى $\alpha = 1$. وتستعمل فترات α-cuts في تحليل المدد القياسية[18]. اذ تتألف خوارزمية DSW من الخطوات التالية:

1. تحديد قيم $\alpha - \text{cuts}$ حيث $0 \le \alpha \le 1$.
2. ايجاد الفترات في دوال الانتماء التي تتوافق مع α.
3. استعمال عمليات الفترة الثنائية القياسية لحساب الفترات لدالة الانتماء المستخرجه لمستوى $\alpha - \text{cuts}$ المحدد.
4. تكرار الخطوات من 1- 3 لقيم مختلفة من α لإكمال تمثيل $\alpha - \text{cuts}$ في الحل[11].

5.7. تعريف $\alpha - \text{cuts}$:

هي واحدة من أهم المفاهيم في نظرية المجموعة الضبابية[22]. اذ ان $\alpha - \text{cuts}$ المجموعة الضابية $\tilde{A}$ تتمثل بـ $\tilde{A}_\alpha = \{x/\mu_{\tilde{A}}(x) \ge \alpha , x \in X\} = \{\ell_{\tilde{A}}(\alpha), u_{\tilde{A}}(\alpha)\}$، حيث ان $\ell_{\tilde{A}}(\alpha)$ و $u_{\tilde{A}}(\alpha)$ تمثل الحد الادنى والاعلى لـ $\alpha - \text{cuts}$ المجموعة الضبابية على التوالي [7]. و ان $\alpha - \text{cuts}$ المجموعة الاعتيادية A_α تكون على نوعين:[18]

1. A_α^+ مجموعة $\alpha - \text{cuts}$ القوية تعرف: $A_\alpha^+ = \{x \in X/\mu_A(x) > \alpha\}; \alpha \in \{0,1\}$
2. A_α مجموعة $\alpha - \text{cuts}$ الضعيفة تعرف: $A_\alpha = \{x \in X/\mu_A(x) \ge \alpha\}; \alpha \in \{0,1\}$

والتي تحتوي على جميع العناصر من المجموعة الشاملة X التي تكون لها درجة انتماء اكبر او يساوي لقيمة α المحددة [21]. اذ ان $\alpha - \text{cuts}$ العدد الضبابي المثلثي $[\ell_{\tilde{A}}(\alpha), u_{\tilde{A}}(\alpha)], \alpha \in [0,1]$ كالاتي:[14]

$$\ell_{\tilde{A}}(\alpha) = a + (b - a)\alpha \quad (4)$$

$$u_{\tilde{A}}(\alpha) = c - (c - b)\alpha \quad (5)$$

5.8. مصطلحات صف الانتظار ذو الاولوية الضبابي:

W_{qi} : معدل وقت الانتظار للوحدات في صف الانتظار ذات الاولوية $i = 1,2,3$.

L_{qi} : معدل عدد الوحدات في صف الانتظار ذات الاولوية $i = 1,2,3$.

λ_i : معدلات الوصول للأولوية $i = 1,2,3$.

μ : معدل الخدمة.

$\tilde{\lambda_i}$: معدلات الوصول الضبابية للأولوية $i = 1,2,3$.

$\tilde{\mu}$: معدل الخدمة الضبابي.[2]

5.9. صياغة مقاييس النظام لنموذج صف الانتظار ذو الثلاث اولويات الضبابي:

معدلات الوصول $\tilde{\lambda i}$ ، $i = 1,2,3$ الوحدات في الاولوية الاولى والثانية والثالثة ومعدل الخدمة $\tilde{\mu}$ التي تمثلها المجموعة الضبابية التالية:

$$\tilde{\lambda i} = \{(x, \mu_{\tilde{\lambda i}}(x)) \,/\, x \in X\}, i = 1,2,3 \quad (6)$$

$$\tilde{\mu} = \{(y, \mu_{\tilde{\mu}}(y)) \,/\, y \in Y\} \quad (7)$$

حيث ان X و Y هي المجموعات الشاملة الاعتيادية لكل من معدلات الوصول $\tilde{\lambda i}$ ومعدل الخدمة $\tilde{\mu}$ اذ ان $\mu_{\tilde{\lambda i}}(x)$ و $\mu_{\tilde{\mu}}(y)$ هي دوال انتماء. حيث ان $\alpha - \text{cuts}$ لكل من $\tilde{\lambda i}$ و $\tilde{\mu}$ تكون:

$$\tilde{\lambda i}(\alpha) = \{x \in X / \mu_{\tilde{\lambda i}}(x) \geq \alpha\}, i = 1,2,3 \quad (8)$$

$$\tilde{\mu}(\alpha) = \{y \in Y / \mu_{\tilde{\mu}}(y) \geq \alpha\} \quad (9)$$

حيث ان $0 \leq \alpha \leq 1$ لكل من $\widetilde{\lambda\iota}$ و $\tilde{\mu}$ [2] .

باستعمال $\alpha - \mathrm{cuts}$ فأن معدلات الوصول ومعدل الخدمة تمثلها مستويات مختلفة من فترات الثقة. اذ يمكن تحويل صف الانتظار ذات الاولوية الضبابي الى صف انتظار ذات الاولوية الاعتيادي مع مختلف مستويات $\alpha - \mathrm{cuts}$ كالاتي:

$$\{\widetilde{\lambda\iota}(\alpha)/0 \leq \alpha \leq 1\}, \mathrm{i} = 1,2,3 \tag{10}$$

$$\{\tilde{\mu}(\alpha)/0 \leq \alpha \leq 1\} \tag{11}$$

وان هاتين المجموعتين تمثل مجموعة من الحدود للتعبير عن العلاقة بين المجموعة الاعتيادية والمجموعة الضبابية. حيث ان فترات الثقة للمجموعة الضبابية لكل من $\widetilde{\lambda\iota}$ و $\tilde{\mu}$ على التوالي :

$$[\ell_{\lambda i}(\alpha), u_{\lambda i}(\alpha)] \tag{12}$$

$$[\ell_{\mu}(\alpha), \mathrm{u}_{\mu}(\alpha)] \tag{13}$$

وبالاعتماد على مبدأ التمديد لـ (Zadeh) في حال كان كل من معدلات الوصول $\widetilde{\lambda\iota}$ و معدل الخدمة $\tilde{\mu}$ اعداد ضبابية ستكون دالة انتماء لمقاييس الاداء $p(\widetilde{\lambda\iota}, \tilde{\mu})$ كما في المعادلة (3) [8]. اذ يعتمد بناء دالة انتماء مقاييس الاداء $\mu_{p(\widetilde{\lambda\iota}, \tilde{\mu})}$ على اشتقاق $\alpha - \mathrm{cuts}$. اذ من خلال البرمجة المعلمية نحصل على التالي:

$$\ell_{p(\alpha)} = \min p(\lambda i, \mu)\, , \ell_{\lambda i(\alpha)} \leq \lambda i \leq u_{\lambda i(\alpha)}\ and\ \ell_{\mu(\alpha)} \leq \mu \leq u_{\mu(\alpha)} \tag{14}$$

$$\mathrm{u}_{p(\alpha)} = \max p(\lambda i, \mu)\, , \ell_{\lambda i(\alpha)} \leq \lambda i \leq u_{\lambda i(\alpha)}\ and\ \ell_{\mu(\alpha)} \leq \mu \leq u_{\mu(\alpha)} \tag{15}$$

اذ ان كل من $\ell_{\mathrm{p}(\alpha)}$ و $\mathrm{u}_{\mathrm{p}(\alpha)}$ تكون قابلة للانعكاس فيما يتعلق بـ α ، حيث ان الدالة اليسر $\mathrm{L(z)} = (\ell_{p(\alpha)})^{-1}$ ودالة اليمنى $\mathrm{R(z)} = (\mathrm{u}_{p(\alpha)})^{-1}$ يمكن الحصول عليها من دالة الانتماء التالية :

$$\mu_{\mathrm{p}(\widetilde{\lambda\iota}, \tilde{\mu})}(\mathrm{z}) = \begin{cases} \mathrm{L(z)}\, , & \text{for } \mathrm{z}_1 \leq \mathrm{z} \leq \mathrm{z}_2 \\ \mathrm{R(z)}\, , & \text{for } \mathrm{z}_2 \leq \mathrm{z} \leq \mathrm{z}_3 \\ 0\, , & \text{otherwise} \end{cases} \tag{16}$$

حيث $z_1 \leq z_2 \leq z_3$ و $L_{Z1} = R_{Z3} = 0$ لعدد الضبابي المثلثي **[7]**.

5.10. الانموذج (FM/FMi/1):(∞ / FCFS- Priority ordering):

نموذج صف الانتظار ذات الاولوية المستعمل يتبع خاصية من يأتي اولاً – يخدم اولاً (first Come first served) (FCFS) وفقاً لترتيب الاولوية (Priority ordering). اذ ان مصدر المجتمع يكون غير محدود كذلك معدلات الوصول $\widetilde{\lambda i}$ و معدل الخدمة $\tilde{\mu}$ هي ضبابية [8]. وفي التطبيق العملي لنموذج صف الانتظار ذو الأولوية تكون معدلات الوصول ومعدل الخدمة غير مؤكدة. وتستعمل $\alpha - \text{cuts}$ والعمليات الحسابية الضبابية لاستخلاص خصائص النظام من خلال استعمال خوارزمية DSW لاشتقاق دوال الانتماء حيث ان:

FM: تمثل معدل الوصول الضبابي.

FM^{i}: تمثل معدل الخدمة الضبابي على اساس الأولوية (i).

1 : قناة خدمية واحدة.

∞ : مصدر المجتمع غير محدود.

FCFS - Priority ordering: من يأتي اولاً يخدم اولاً – وفقاً لترتيب الاولوية.[7]

اذ تعرف مقاييس اداء النظام كالاتي:

-معامل الاستعمال :

$$p = \frac{\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3}{\mu} \qquad (17)$$

حيث ان $\lambda = \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3$ و $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu$

معدل عدد الزبائن المتوقع في صف الانتظار للأولوية الاولى:

$$L_{q1} = \frac{(p)\left(\frac{\lambda_1}{\mu}\right)}{(1-\frac{\lambda_1}{\mu})} \qquad (18)$$

معدل عدد الزبائن المتوقع في صف الانتظار للأولوية الثانية:

$$L_{q2} = \frac{(p)\left(\frac{\lambda_2}{\mu}\right)}{(1-\frac{\lambda_1}{\mu})(1-\frac{\lambda_1+\lambda_2}{\mu})} \qquad (19)$$

معدل عدد الزبائن المتوقع في صف الانتظار للأولوية الثالثة:

$$L_{q3} = \frac{(p)\left(\frac{\lambda_3}{\mu}\right)}{(1-\frac{\lambda_1+\lambda_2}{\mu})(1-\frac{\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3}{\mu})} \quad (20)$$

معدل الوقت المستغرق للزبائن في صف الانتظار للأولوية الاولى:

$$W_{q1} = \frac{\lambda}{\mu(\mu-\lambda_1)} \quad (21)$$

معدل الوقت المستغرق للزبائن في صف الانتظار للأولوية الثانية:

$$W_{q2} = \frac{\lambda}{(\mu-\lambda_1)[\mu-(\lambda_1+\lambda_2)]} \quad (22)$$

معدل الوقت المستغرق للزبائن في صف الانتظار للأولوية الثانية:

$$W_{q3} = \frac{\lambda}{(\mu-\lambda)[\mu-(\lambda_1+\lambda_2)]} \quad (23)$$

اذ λ_1 و λ_2 و λ_3 هي معدلات الوصول لكل من الاولوية الاولى والثانية والثالثة على التوالي. و μ هي معدل الخدمة [2].

6. الجانب التطبيقي:

6.1. نبذة عن مستشفى بغداد التعليمي:

تعد مستشفى بغداد التعليمي من احدى المستشفيات التابعة الى مدينة الطب التي تعتبر من المؤسسات الصحية الحكومية الكبرى في العاصمة العراقية بغداد اذ تضم عدداً من المستشفيات (م. بغداد التعليمي ، م. الجراحات التخصصية ، م. حماية الأطفال ،...، الخ). اذ تركزت دراسة الباحث على البيانات التي تم جمعها من قسم الطوارئ الباطنية في م. بغداد التعليمي.

6.2. جمع البيانات:

اجريت عملية جمع البيانات ميدانيا من خلال مراجعة مدينة الطب - مستشفى بغداد التعليمي/ قسم طوارئ الباطنية، اذ تضمنت البيانات تسجيل عدد المرضى الواصلين وأوقات تقديم الخدمة لهم في قسم الطوارئ الباطنية. اذ قام الباحث بتسجيل أوقات الدخول والخروج من خلال وصول المرضى بالدقائق بعد سلسلة من الزيارات المتكررة والمراجعات المستمرة الى قسم الطوارئ الباطنية التي تضمنت اسبوع من تاريخ 2017/4/30 والى غاية 2017/5/6. وتضمن الجانب التطبيقي عملية تحليل البيانات

التي تم اختبارها والتي تمثل معدلات وصول المرضى بأوقات مختلفة حسب الاولويات المعتمدة من قبل الباحث والتي تكونت من ثلاث اولويات مع وقت الخدمة المقدمة لهم ، اتضح للباحث بان هنالك تفاوت في عملية وصول المرضى وتقديم الخدمات لهم ، وبالاعتماد على خوارزمية DSW (Dong, Shah and Wong) في ايجاد الحلول التي من خلالها يتم تصميم النظام الصحي في المستشفى.

6.3. اختبار البيانات (Test of Data):

تم تحليل واختبار البيانات باستعمال البرنامج الاحصائي (EasyFit 5.6 Professional) حيث اجريت عملية تقدير معلمات توزيع الوصول لكل اولوية من الاولويات الثلاث وكذلك تقدير معلمة توزيع وقت الخدمة، اذ بعد جمع البيانات تم اختبارها لمعرفة التوزيع الملائم لها وبما أن البيانات لصفوف الانتظار ذات الاولوية، فهذا يعني يجب ايجاد معدلات الوصول للأولويات ومعدل الخدمة اذ تم اختبار توزيع الوصول (Arrival) لكل أولوية من الأولويات الثلاث وتوزيع وقت الخدمة (Service) باستعمال اختبار (Goodness of fit Anderson Darling). وقد اتضح ان بيانات الوصول لكل أولويات من الأولويات المحددة تتوزع حسب توزيع بواسون (Poisson Distribution) و بيانات وقت الخدمة تتوزع حسب توزيع كاما (Gamma Distribution). وبعد الاخذ بنظر الاعتبار رأي الخبراء في معدلات الوصول للأولويات ومعدل الخدمة (بالساعة) في مستشفى بغداد التعليمي اتضحت المعدلات الضبابية لكل من معدلات الوصول ومعدل الخدمة للأولويات الثلاث (بالساعة) كالاتي:

- الحالات الطارئة الخطرة جداً بمعدل $\tilde{\lambda}_1$ للأولوية الاولى بالساعة

$$\tilde{\lambda}_1 = [1,2.14,3]$$

- الحالات الطارئة متوسطة الخطورة بمعدل $\tilde{\lambda}_2$ للأولوية الثانية بالساعة

$$\tilde{\lambda}_2 = [4,5.22,6]$$

- الحالات الطارئة الاعتيادية بمعدل $\tilde{\lambda}_3$ للأولوية الثالثة بالساعة

$$\tilde{\lambda}_3 = [13,15.31,17]$$

- في حين معدل الخدمة لجميع الأولويات (الحالات) بالساعة

$$\tilde{\mu} = [27,28.4,30]$$

6.4. نموذج مستشفى بغداد التعليمي:

يأخذ بعين الاعتبار في هذا النموذج كل من معدلات الوصول ومعدل الخدمة هي اعداد ضبابية من وجه نظر الخبراء على دالة الانتماء المثلثية للأعداد الضبابية ، اذ ان نموذج صف الانتظار ذو الاولوية الضبابي لقناة خدمية واحدة يكون كالتالي :

$(FM/FM^{i}/1):(\infty / FCFS - \text{Priority ordering})$

اذ ان فترات الثقة $\alpha - \text{cuts}$ لكل من معدلات الوصول ومعدل الخدمة تم ايجادها من المعادلتين (4) و(5) اذ تكون كالاتي:

$$\tilde{\lambda}_1 = [1,2.14,3]$$

$$1 + 1.14\alpha \leq \lambda_1 \leq 3 - 0.86\alpha$$

$$\tilde{\lambda}_2 = [4,5.22,6]$$

$$4 + 1.22\alpha \leq \lambda_2 \leq 6 - 0.78\alpha$$

$$\tilde{\lambda}_3 = [13,15.31,17]$$

$$13 + 2.31\alpha \leq \lambda_3 \leq 17 - 1.69\alpha$$

$$\tilde{\mu} = [27,28.4,30]$$

$$27 + 1.4\alpha \leq \mu \leq 30 - 1.6\alpha$$

6.5. استعمال خوارزمية DSW (Dong, Shah and Wong):

اذ سيتم اشتقاق دوال الانتماء لمقاييس الاداء باستعمال البرمجة المعلمية.

الجدول ادناه يبين فترات الثقة لمعدلات الوصول ومعدل الخدمة والقيم المأخوذة لـ $\alpha - \text{cuts}$ المستعملة في ايجاد مقاييس الاداء الضبابية.

$\alpha - \text{cuts}$	$l_{\lambda_1}(\alpha)$	$u_{\lambda_1}(\alpha)$	$l_{\lambda_2}(\alpha)$	$u_{\lambda_2}(\alpha)$	$l_{\lambda_3}(\alpha)$	$u_{\lambda_3}(\alpha)$	$l_{\mu}(\alpha)$	$u_{\mu}(\alpha)$
0	1	3	4	6	13	17	27	30
0.1	1.114	2.914	4.122	5.922	13.231	16.831	27.14	29.84
0.2	1.228	2.828	4.244	5.844	13.462	16.662	27.28	29.68
0.3	1.342	2.743	4.366	5.766	13.693	16.493	27.42	29.52
0.4	1.456	2.656	4.488	5.688	13.924	16.324	27.56	29.36
0.5	1.57	2.57	4.61	5.61	14.155	16.155	27.7	29.2
0.6	1.684	2.484	4.732	5.532	14.386	15.986	27.84	29.04
0.7	1.798	2.398	4.854	5.454	14.617	15.817	27.98	28.88
0.8	1.912	2.312	4.976	5.376	14.848	15.648	28.12	28.72
0.9	2.026	2.226	5.098	5.298	15.079	15.479	28.26	28.56
1	2.14	2.14	5.22	5.22	15.31	15.31	28.4	28.4

نظراً الى النتائج في الجدول اعلاه لمعدلات الوصول للأولويات الثلاث الاداء اخذت قيم مختلفة لـ $\alpha - \text{cuts}$ وهي بين $1 \leq \alpha \leq 0$ ، اذ ان قيم المعدلات تكون ضمن حدود ($l_{\tilde{A}}(\alpha)$ و $u_{\tilde{A}}(\alpha)$) لمجموعة الأعداد الضبابية و نتائج المعدلات اعلاه هي التي تم استعمالها في ايجاد مقاييس الاداء لنظام صف الانتظار ذو الاولوية الضبابي. اذ ان اشتقاق دوال الانتماء لمقاييس الاداء تكون كالاتي:

6.5.1. اشتقاق دالة انتماء L_{q1} :

$$\ell_{L_{q1}(\alpha)} = \min \frac{(\rho)\left(\frac{\lambda_1}{\mu}\right)}{\left(1 - \frac{\lambda_1}{\mu}\right)}$$

$$\mathrm{u}_{L_{q1}(\alpha)} = \max \frac{(\rho)\left(\frac{\lambda_1}{\mu}\right)}{\left(1 - \frac{\lambda_1}{\mu}\right)}$$

$$1 + 1.14\alpha \leq \lambda_1 \leq 3 - 0.86\alpha$$

$$4 + 1.22\alpha \leq \lambda_2 \leq 6 - 0.78\alpha$$

$$13 + 2.31\alpha \leq \lambda_3 \leq 17 - 1.69\alpha$$

$$27 + 1.4\alpha \leq \mu \leq 30 - 1.6\alpha$$

عندما λ_1 و λ_2 و λ_3 تقترب الى حدودها الدنيا و μ تقترب الى حدها الاعلى. بالتالي يكون الحل

$$\ell_{L_{q1}(\alpha)} = \frac{18 + 25.19\alpha + 5.32\alpha^2}{870 - 128.6\alpha + 4.38\alpha^2}$$

وقابلة للانعكاس عندما λ_1 و λ_2 و λ_3 تقترب الى حدودها العليا و μ تقترب الى حدها الادنى. بالتالي يكون الحل

$$\mathrm{u}_{L_{q1}(\alpha)} = \frac{78 - 32.35\alpha + 2.863\alpha^2}{648 + 94.62\alpha + 3.164\alpha^2}$$

فأن دالة الانتماء $\mu_{L_{q1}}(z)$ كالاتي:

$$\boldsymbol{\mu_{L_{q1}}(z)} =$$

$$\begin{cases} \frac{(128.6z+25.19)-(1295.56z^2+25307.82z+251.49)^{\frac{1}{2}}}{2(4.38z-5.32)}, & \mathbf{0.0206 \leq z \leq 0.065} \\ \frac{-(94.62z+32.35)+(751.85z^2+14529.96z+153.264)^{\frac{1}{2}}}{2(3.164z-2.863)}, & \mathbf{0.065 \leq z \leq 0.120} \\ \mathbf{0}, & \mathbf{otherwise} \end{cases}$$

وبشكل مماثل فأن اشتقاق دوال الانتماء لمقاييس الاداء L_{q2} ، L_{q3} ، W_{q1} ، W_{q2} ، W_{q3} من خلال البرمجة المعلمية تكون كالاتي:

6.5.2. اشتقاق دالة انتماء L_{q2} :

$$\ell_{L_{q2}(\alpha)} = \frac{72 + 40.64\alpha + 5.697\alpha^2}{725 - 183.34\alpha + 10.85\alpha^2}$$

$$\mathrm{u}_{L_{q2}(\alpha)} = \frac{156 - 40.26\alpha + 2.597\alpha^2}{432 + 113.64\alpha + 6.87\alpha^2}$$

فأن دالة الانتماء $\mu_{L_{q2}}(z)$ كالاتي:

$$\mu_{L_{q2}}(z) = \begin{cases} \frac{(183.34z+40.64)-(2148.56z^2+34547.97z+10.864)^{\frac{1}{2}}}{2(10.85z-5.697)} & ,0.099 \le z \le 0.214 \\ \frac{-(113.64z+40.26)+(1042.689z^2+17924.786z+0.3396)^{\frac{1}{2}}}{2(6.87z-2.597)} & ,0.214 \le z \le 0.3611 \\ 0 \quad , & \text{otherwise} \end{cases}$$

6-5-3.اشتقاق دالة انتماء L_{q3} :

$$\ell_{L_{q3}(\alpha)} = \frac{234 + 102.29\alpha + 10.7877\alpha^2}{300 - 204.27\alpha + 24.829\alpha^2}$$

$$u_{L_{q3}(\alpha)} = \frac{442 - 100.55\alpha + 5.6277\alpha^2}{18 + 88.18\alpha + 14.379\alpha^2}$$

فان دالة الانتماء $\mu_{L_{q3}}(z)$ كالاتي:

$$\mu_{L_{q3}}(z) = \begin{cases} \frac{(204.27z+102.29)-(11931.4329z^2+77974.74z+365.9569)^{\frac{1}{2}}}{2(24.829z-10.7877)} & ,0.78 \le z \le 2.87 \\ \frac{-(88.18z+100.55)+(6740.424z^2+43560.24z+160.88)^{\frac{1}{2}}}{2(14.379z-5.6277)} & ,2.87 \le z \le 24.56 \\ 0 \quad , & \text{otherwise} \end{cases}$$

6-5-4.اشتقاق دالة انتماء W_{q1}:

$$l_{W_{q1}} = \frac{18 + 4.67\alpha}{870 - 128.6\alpha + 4.38\alpha^2}$$

$$u_{W_{q1}} = \frac{26 - 3.33\alpha}{648 + 94.62\alpha + 3.164\alpha^2}$$

فان دالة الانتماء $\mu_{W_{q1}}(z)$ كالاتي:

$$\mu_{W_{q1}}(z) = \begin{cases} \frac{(128.6z+4.67)-(1295.56z^2+1516.484z+21.8089)^{\frac{1}{2}}}{2(4.38z)}, & 0.0206 \le z \le 0.0303 \\ \frac{-(94.62z+3.33)+(751.85z^2+959.225z+11.0889)^{\frac{1}{2}}}{2(3.164z)}, & 0.0303 \le z \le 0.0401 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

6-5-5.اشتقاق دالة انتماء W_{q2}:

$$l_{W_{q2}} = \frac{18 + 4.67\alpha}{725 - 183.34\alpha + 10.85\alpha^2}$$

$$u_{W_{q2}} = \frac{26 - 3.33\alpha}{432 + 113.64\alpha + 6.87\alpha^2}$$

فان دالة الانتماء $\mu_{W_{q2}}(z)$ كالاتي:

$$\mu_{W_{q2}}(z) = \begin{cases} \frac{(183.34z+4.67)-(2148.56z^2+2493.595z+21.8089)^{\frac{1}{2}}}{2(10.85z)}, & 0.024 \le z \le 0.041 \\ \frac{-(113.64z+3.33)+(1042.689z^2+1471.322z+11.0889)^{\frac{1}{2}}}{2(6.87z)}, & 0.041 \le z \le 0.0601 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

6-5-6.اشتقاق دالة انتماء W_{q3}:

$$l_{W_{q3}} = \frac{18 + 4.67\alpha}{300 - 204.27\alpha + 24.829\alpha^2}$$

$$u_{W_{q3}} = \frac{26 - 3.33\alpha}{18 + 88.18\alpha + 14.379\alpha^2}$$

فان دالة الانتماء $\mu_{W_{q3}}(z)$ كالاتي:

$$\mu_{W_{q3}}(z) = \begin{cases} \dfrac{(204.27z+4.67)-(11931.4329z^2+3695.568z+21.8089)^{\frac{1}{2}}}{2(24.829z)}, & 0.06 \le z \le 0.188 \\ \dfrac{-(88.18z+3.33)+(6740.424z^2+2082.69z+11.0889)^{\frac{1}{2}}}{2(14.379z)}, & 0.188 \le z \le 1.44 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

الجدول ادناه يخص نتائج $\alpha - cuts$ لكل من معدل العدد المتوقع ومعدل وقت الانتظار المستغرق للمرضى في صف الانتظار لكل من الأولويات الثلاث

$\alpha - \text{cuts}$	$l_{L_{q1}}(\alpha)$	$u_{L_{q1}}(\alpha)$	$l_{L_{q2}}(\alpha)$	$u_{L_{q2}}(\alpha)$	$l_{L_{q3}}(\alpha)$	$u_{L_{q3}}(\alpha)$	$l_{W_{q1}}(\alpha)$	$u_{W_{q1}}(\alpha)$	$l_{W_{q2}}(\alpha)$	$u_{W_{q2}}(\alpha)$	$l_{W_{q3}}(\alpha)$	$u_{W_{q3}}(\alpha)$
0	0.0206	0.120	0.0993	0.3611	0.78	24.56	0.0206	0.0401	0.024	0.0601	0.06	1.444
0.1	0.0239	0.1137	0.1077	0.3427	0.8731	16.0227	0.0215	0.0390	0.0261	0.0578	0.0659	0.9519
0.2	0.0275	0.1074	0.1166	0.3253	0.9798	11.6570	0.0224	0.0379	0.0275	0.0556	0.0727	0.6996
0.3	0.0313	0.1013	0.1262	0.3088	1.1025	9.0133	0.0233	0.0369	0.0289	0.0535	0.0805	0.5464
0.4	0.0353	0.0954	0.1364	0.2931	1.2446	7.2460	0.0242	0.0359	0.0304	0.0515	0.0893	0.4438
0.5	0.0395	0.0898	0.1473	0.2783	1.4104	5.9851	0.0252	0.0349	0.0319	0.0496	0.0996	0.3704
0.6	0.044	0.0844	0.1590	0.2641	1.6056	5.0430	0.0261	0.0340	0.0336	0.0477	0.1116	0.3154
0.7	0.0488	0.0792	0.1715	0.2507	1.8376	4.3144	0.0271	0.0330	0.0353	0.0459	0.1257	0.2727
0.8	0.0539	0.0743	0.1847	0.2379	2.1166	3.7358	0.0282	0.0321	0.0371	0.0442	0.1425	0.2387
0.9	0.0593	0.0695	0.1990	0.2257	2.4569	3.2663	0.0292	0.0312	0.0390	0.0426	0.1629	0.2110
1	0.065	0.065	0.2141	0.2141	2.8789	2.8789	0.0303	0.0303	0.0410	0.0410	0.1880	0.1880

7. الاستنتاجات

1. من خلال تجميع البيانات في مستشفى بغداد التعليمي / قسم طوارئ الباطنية تم الوقوف على مشكلة التأخير الحاصل وذلك بسبب عدم تفعيل التصنيف الطبي في المستشفى وهو المختص في توزيع الحالات على اقسام المستشفى الاخرى اذ يحدد حالة المريض من حيث اولويتهِ في اخضاعه الى اي قسم في المستشفى ويقرر خطورة وحالة المريض من عدمها.
2. بعد تحليل النتائج وتقييم اداء النظام تبين هناك انتظار للحالات في الاولويات العليا التي من غير الممكن ان تنتظر لفترة حتى ولو كانت وجيزة نوعاً ما وذلك لخطورة حالتها.
3. من خلا استعمال خوارزمية DSW وجد انها تضع الكثير من المرونة الى اصحاب القرار (الادارة) في تصميم النظام وفق نتائج الاحتمالات لمعدل الوقت المستغرق للمرضى في صف الانتظار للأولويات الثلاث $\mathrm{W_{qi}}$ التي ظهرت من اخذ 11 قيمة مختلفة لـ $\alpha - \mathrm{cuts}$ وكالاتي:

أ. ان قيمة الوقت المستغرق للانتظار للمرضى من الاولوية الاولى W_{q1} الاكثر احتمال تكون ضمن (بالساعة $0.0401 - 0.0206$) عندما تكون $\alpha = 0$ وصولاً الى (بالساعة 0.0303) عند $\alpha = 1$. اي من 1.236 الى 1.8 ومن غير الممكن ان تتجاوز 2.406 دقيقة في صف الانتظار وهذا قد يسبب تدهور لحالة المرضى التي لا يمكن ان تنتظر لأي بسبب كان.

ب. ان قيمة الوقت المستغرق للانتظار للمرضى من الاولوية الثانية $\mathrm{W_{q2}}$ الاكثر احتمال تكون ضمن (بالساعة $0.0601 - 0.024$) عند$\alpha = 0$. وصولاً الى (بالساعة 0.041) عند $\alpha = 1$. اي من 1.44 الى 2.46 وصولاً الى 3.606 دقيقة في صف الانتظار التي يكونون في محل شك من تشخيص حالتهم الصحية التي قد تتأزم في حال انتظارها لوقت معين.

ج. ان قيمة الوقت المستغرق للانتظار للمرضى من الاولوية الثالثة $\mathrm{W_{q3}}$ الاكثر احتمال تكون ضمن (بالساعة $1.4 - 0.06$) عند $\alpha = 0$ وصولاً الى (بالساعة 0.1880) عند $\alpha = 1$. اي من 3.6 الى 11.28 وقد يكون اكثر من ذلك نظراً لمستوى $\alpha - \mathrm{cuts}$ في صف الانتظار الذي تكون حالتهم الصحية اقل ضرراً من الاولويات الاولى والثانية وقد يسبب انتظارهم تخلخل في النظام والضغط على الاطباء في حصولهم على الخدمة.

8. التوصيات

تطبيق نتائج خوارزمية DSW (Dong, Shah and Wong) ذات الاولوية في المستشفيات التي تعمل بنظام الاقسام المنفردة (قسم طوارئ الباطنية، قسم طوارئ جراحية، قسم استشارية باطنية ...الخ) واعتماد مبدأ الاولوية في عمليات وصول المرضى الى اقسام المستشفى وذلك من خلال تقديم الخدمة حسب خطورة الحالة واعطاءها اولوية عن نظيراتها من الحالات الاخرى للحفاظ على سلامة المواطنين. والعمل على اولويات متعددة من خلال قياس اداء انظمة صفوف الانتظار ذوات القنوات المتعددة للتوصل الى امكانات افضل وقرارات ادق لحل المشاكل في شتى المجالات الطبية والانتاجية والهندسية وتقويمها الى السبل الصحيحة التي يجب ان تكون عليها.

المصادر

[1] Alan, Cobham,"Priority Assignment In Waiting Line Problem", Journal of the Operations Research Society of America, Vol. 2, No. 1, pp.70-76, (1954).

[2] B. Palpandi, G. Geetharamani,"Computing Performance Measures of Fuzzy Non-Preemptive Priority Queues Using Robust Ranking Technique", Applied Mathematical Sciences, Vol. 7, No. 102,pp. 5095 – 5102, (2013).

[3] Chi-Tsuen Yeh, "On Improving trapezoidal and triangular approximations of fuzzy numbers", International Journal of Approximate Reasoning , Vol. 48, pp. 297–313,(2008).

[4] Ebrahim Teimoury, Ali Mazlomi, Iman G. Khondabi, Hadi Ansari, Mehdi Fathi, "Optimizing Multi Supplier Systems with Fuzzy Queuing Approach: Case Study of SAPCO", Proceedings of the international multi conference of engineers and computer scientists, Vol. II, (2011).

[5] Frederick S. Hillier, Gerald J. Lieberman, Introduction to operation research, McGraw-Hill, New York, Seventh Edition, (2001).

[6] H. J. Zimmermann, "Fuzzy Set Theory-and Its Applications", Fourth Edition, Springer Science + Business Media New York, pp. 141,(2001).

[7] J. Devaraj, D. Jayalakshmi, "A Fuzzy Approach to Priority Queues", International Journal of Fuzzy Mathematics and Systems, Vol. 2, No. 4, pp. 479-488,(2012).

[8] J. Devaraj, D. Jayalakshmi,"A Fuzzy Approach to Non-Preempted Priority Queues", International Journal of Mathematical Archive, Vol. 3, No. 7, pp. 2704-2712, (2012).

[9] Kwang H., Lee, "First Course on Fuzzy Theory and Applications", Computer Science Artificial Intelligence, (2005).

[10] María José Pardo, David de la Fuente, "Optimizing A Priority-Discipline Queuing Model Using Fuzzy Set Theory", Elsevier Science Direct, Computers and Mathematics with applications, Vol. 54, pp. 267-281, (2007).

[11] Mohammed Shapique. A, "Fuzzy Queue with Erlang Service Model Using DSW Algorithm", International Journal Of Engineering Sciences & Research Technology, Vol. 5, No. 1,pp. 50-55,(2016).

[12] Na Li, David A. Stanford, Peter Taylor, Ilze Ziedins, "Nonlinear Accumulating Priority Queues with Equivalent Linear Proxies", Operations Research Published online in Articles in Advance, pp. 1-10, (2017).

[13] Özlem Aydin, Ayşen Apaydin, "Multi-channel fuzzy queuing systems and membership functions of related fuzzy services and fuzzy inter-arrival times", Asia pacific journal of operational research, world scientific publishing co.& operation research society of Singapore, Vol. 25, No.5, pp. 697-713, (2008).

[14] R. Kalaiarasi, W. Ritha, "Optimization of economic order quantity model on the boundaries of the fill rate", International Mathematical forum, Vol. 6, No. 63, (2011).

[15] R. Ramesh, S. Kumara Ghuru, "Analysis of Performance in Four Non-Preemptive Priority Fuzzy Queues by Centroid of Centroids Ranking Method", International Journal of Computer Techniques, Vol. 4, Issue 1, pp. 12-20, (2017).

[16] R., Srinivasan, "Fuzzy queuing model using DSW algorithm", International Journal of advanced research in Mathematics and computer applications, Vol. 1, Issue. 1, pp. 57-62, (2013).

[17] Radek Doskočil, "An evaluation of total project risk based on fuzzy logic", Verslas: Teorija ir praktika / Business: Theory and Practice, 17(1), pp. 23–31, (2016).

[18] S., Shanmugasundaram, S., Thamotharan, M., Ragapriya, "A Study on Single Server Fuzzy Queuing Model using DSW Algorithm", International Journal of Latest Trends in Engineering and Technology, Vol. 6, Issue. 1, pp. 162-169, (2015).

[19] S., Shanmugasundarama, B., Venkatesh, "Fuzzy Retrial Queues with Priority using DSW Algorithm", International Journal of Computational Engineering Research, Vol. 6, Issue 9, pp. 18-23, (2016).

[20] T., Pathinathan, K., Ponnivalavan, "Reverse order Triangular, Trapezoidal and Pentagonal Fuzzy Numbers", Annals of Pure and Applied Mathematics, Vol. 9, No. 1, 2015,pp. 107-117, (2015).

[21] V. Ashok Kumar, "A Parametric study on queues in a fuzzy environment", Ph.D. Thesis, University of Bharathidasan, India, (2010).

[22] W. Ritha, Lilly Robert, "Application of fuzzy set theory to retrial queues", International Journal of algorithms, computing and mathematics, Eashwar publications, Vol. 2, (2009).

[23] W. Ritha, Lilly Robert, "Fuzzy queues with priority discipline", Applied Mathematical sciences, Vol. 4, No. 12, pp. 575-582, (2010).

Improve the Performance of the Fuzzy Priority Queue in Baghdad Teaching Hospital

Hussam Abdullah Eiada
hussamabdullah89@yahoo.com
University of Baghdad - College of Administration and Economy
Dr. Omar Mohammed Naser ALashari
omar_alashari@yahoo.com
Ministry of Higher Education And Scientific Research - Director Of The Follow - Up Department

Abstract: *This research included the creation of membership functions for the standards of performance in the queue system for three priorities, as both access rates and service rate are fuzzy numbers. The DSW (Dong, Shah and Wong) algorithm was used which is based on the α-cuts approach and the extension principle of (zadeh) for fuzzy sets. The DSW algorithm in turn included ambiguous values as upper and lower limits for each of the system performance metrics by using mathematical parametric programming.*

The study summarizes a set of findings and conclusions because of the many problems for patients waiting at the Baghdad Teaching Hospital / Department of internal medicine. System performance metrics were found through the DSW *algorithm for model (FM/FMi/1):(∞ / FCFS-Priority ordering) according to the order of priority.*

Keywords: Priority Queues Theory, Fuzzy Set Theory, Membership Functions, Mathematical Parametric Programming, α-cuts Approach, DSW Algorithm.