جامعة حلب
كلية العلوم
قسم الإحصاء الرياضي

دراسة بعض أنظمة صفوف الانتظار النيتروسوفكية وحيدة القيمة

رسالة قدمت لنيل درجة الماجستير في الإحصاء الرياضي والبرمجة

إعداد:

فاتنة محمّد أمين مصري

1444 هـ – 2022 م

جامعة حلب
كليّة العلوم
قسم الإحصاء الرّياضيّ

دراسة بعض أنظمة صفوف الانتظار النيتروسوفكية وحيدة القيمة

رسالة قدّمت لنيل درجة الماجستير في الإحصاء الرّياضيّ والبرمجة

إعداد:

فاتنة محمّد أمين مصري

بإشراف:

د. محمّد بشر زينه
مدرس في قسم الإحصاء الرّياضيّ
كليّة العلوم- جامعة حلب

د. عمر زيتوني
أستاذ مساعد في قسم الإحصاء الرّياضيّ
كليّة العلوم- جامعة حلب

1444 هـ – 2022 م

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

{يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ}

[المجادلة: 11]

«مَنْ سَلَكَ طَرِيقاً يَبْتَغي فيه عِلْماً سَهَّل الله له طريقاً إلى الجنة، وإنَّ الملائكةَ لَتَضَعُ أجْنِحَتها لطالب العلم رضاً بما يَصنَع، وإنَ العالِم لَيَسْتَغْفِرُ له مَنْ في السماوات ومَنْ في الأرض حتى الحيتَانُ في الماء، وفضْلُ العالِم على العَابِدِ كَفَضْلِ القمر على سائِرِ الكواكب، وإنَّ العلماء وَرَثَة الأنبياء، وإنَّ الأنبياء لم يَوَرِّثُوا ديناراً ولا دِرْهَماً وإنما وَرَّثُوا العلم، فَمَنْ أَخَذَهُ أَخَذَ بحَظٍّ وَافِرٍ»

حديث - رواه أبو الدرداء رضي الله عنه - عن النبي صلى الله عليه وسلم -

إهداء

إلى خاتم النبيين محمد صلى الله عليه وسلم

إلى أمّي وأبي وإخوتي

إلى كلّ شهيد روى سوريّتنا بدمائه الطاهرة

تحية شكر

الحمدُ للّهِ الّذي وَهَبَني عِلماً أبتغي بهِ نفعاً أرجو بهِ جِناناً.. الحمدُ للّهِ ثُمَّ الحمدُ للّهِ..

إلى من تهتزُّ لهُ القلوبُ شوقاً.. وتخفقُ بذكره طرباً.. صاحب الشفاعة.. والمقام المحمود.. خاتم النبيين.. محمد رسول الله صلى الله عليه وسلم.

ما الفخر إلّا لأهل العلمِ إنَّهم.. على الهدى لمن استهدَى أدلَّاء..

تتناثرُ الكلماتُ حبراً وحباً.. على صفائحِ الأوراقِ.. لكلِ من علمني منذ بداية حياتي، وأزالَ غيمةَ جهلٍ مررتُ بها.. برياح العلم الطيّبة.. تحيّةَ شكرٍ واحترامٍ وتقدير، جزاكم الله كل خير.

من أيِّ أبوابِ الثّناءِ أدخُل، وقد كنتَ كسحابةٍ معطاءةٍ سقتِ الأرضَ فأثمرت.. علَمتَني أبجديةَ البحثِ عن الحقيقة.. كنت خيرَ معينٍ لي من خلال توجيهاتكَ الحكيمة.. ونصائحكَ السديدةِ.. جزاك الله خير الجزاء.. مشرفي وقدوتي الدكتور المتألق محمّد بشر زينه.

أسمى عبارات الشّكرِ.. والامتنان.. والعرفان.. والتقدير.. المكلّلة بالورود الطيبة.. لكلّ لحظة عنايةٍ منكَ.. رئيسُ قسمِ الإحصاءِ الرّياضيّ الدكتور عمر زيتوني.

الكمال لله وحده.. والمثالية أمر نسبي.. يشرفني ويسعدني أن أوجه كلمة شكر.. مشفوعةٍ بالامتنان والتقدير.. لجهودهم بالقراءة الدقيقة.. والعطاء.. لتبدو رسالتي في أكمل وجه.. السادة أعضاء اللجنة..
الدكتور محمّد طاهر عنان، الدكتورة وفاء عيسى، الدكتور محمّد بشر زينه.

إن كان للتعبير شذاه.. وللبحر دُرَرُهُ وأصدافُهُ.. فإنّ للتميّز أهلَهُ وروادَهُ.. تحية وفاء وإخلاص ملؤها كل معاني الشكر والتقدير.. دكاترة وكادر قسمِ الإحصاءِ الرّياضيّ والرّياضيّات.

تحيات طيبة وشكر وتقدير على جهودكم.. لكلّ إنجاز قدمتموه.. أصحاب العطاء المستمر.. القيادة السياسية والإدارية الممثلة بحزب البعث العربي الاشتراكي، رئيس جامعة حلب، عميد كلية العلوم، والسادة النواب.

إلى مَنْ أوصى بكِ الله ما أوصت به الصحف.. والشعر يدنو بخوفٍ ثم ينصرف.. والأمُّ مدرسةٌ قالوا وقلت بها.. " كلُ المدارس ساحاتٌ لها تقف ".. هي سر الحياة بأكملها.. ملاكي وحبي الباقي إلى الأبدِ.. مُعلمتي وأستاذتي الأولى.. صديقة عمري أمي الغالية.

إلى سندي ونظري الذي أبصر بهِ.. معطف الأمان.. أساس كل شيء.. صاحب القلب الكبير.. لن أستطيع شكرك مهما فعلت.. فأنتَ لي الحياةُ.. أبي الغالي.

إلى من قال فيهم ربّ الكون.. " سنشدُّ عضدكَ بأخيك ".. أسطرّ لكم أجمل الكلمات فأنتم الجبلُ الذي أسندُ عليه نفسي عند الشدائدِ.. دعَمي في هذه الحياة إخوتي.. محمّد الغالي، أحمد الغالي.

إلى كلّ قطرةِ دمٍ سقتْ نخيلَ الوطنِ.. فارتفعَ شامخاً.. أصحابِ المرتبةِ العظيمةِ.. " أكرم من في الدنيا.. وأنبل بني البشر ".. الشهداء الأبرار.

شكراً لكلّ من ساندني.. وانتقدني ليصححَّ عثراتي.. ولكلّ من له أثرٌ في حياتي..

تحية احترامٍ وتقدير لكلّ من شاركني فرحتي، أقربائي، أصدقائي، طلابي، معارفي..

لجنة الحكم على الرسالة

اسم الدكتور		الكلية والقسم
أ.د. محمّد طاهر عنان	(رئيساً)	كلية العلوم – قسم الإحصاء الرياضي
د. محمّد بشر زينه	(مشرفاً وعضواً)	كلية العلوم – قسم الإحصاء الرياضي
د. وفاء عيسى	(عضواً)	كلية العلوم – قسم الإحصاء الرياضي

التّدقيق اللغوي

" تمّ تدقيق الرسالة لغويّاً من قبل **دعاء الهاشميّ** "

شهادة

نشهد بأنّ هذا العمل " **دراسة بعض أنظمة صفوف الانتظار النيتروسوفكية وحيدة القيمة**" هو نتيجة بحث قامت به المرشّحة فاتنة مصري تحت إشراف الدّكتور محمّد بشر زينه والدكتور عمر زيتوني وأيّ رجوع إلى بحث آخر في هذا الموضوع موثّق بالنّص

المرشّحة	المشرف المشارك	المشرف
فاتنة مصري	**د. عمر زيتوني**	**د. محمّد بشر زينه**

CERTIFICATION

It is hereby certified that this work "**Studying Some Single Valued Neutrosophic Queueing Systems**" is a result of the author's own investigation under supervising of Dr. Mohamed Bisher Zeina and Dr. Omar Zeitouny, and references to other research work has been acknowledged in this text.

Candidate	Shared Supervisor	Supervisor
Fatina Masri	Dr. Omar Zeitouny	Dr. Mohamed Bisher Zeina

تصريح

أصرّح بأنّ هذا البحث " **دراسة بعض أنظمة صفوف الانتظار النيتروسوفكية وحيدة القيمة** " لم يسبق أن قُبل لأيّة شهادة ولا هو مقدّم حاليّاً للحصول على شهادة أخرى.

المرشّحة

فاتنـة مصري

DECLARATION

It is hereby declared that this work "**Studying Some Single Valued Neutrosophic Queueing Systems**" has not already been accepted for any degree and it is not being submitting currently for any other degree.

Candidate

Fatina Masri

فهرس المحتويات

الفصل الأول: مفاهيم أساسية

الفصل الثاني: بعض صفوف الانتظار النيتروسوفكية

الفصل الثالث: صفوف الانتظار النيتروسوفكية وحيدة القيمة

فهرس الجداول

فهرس الأشكال

الملخص

تتضمّن الرسالة ثلاثة فصول، **الفصل الأوّل** تحت عنوان **مفاهيم أساسية** تمّ فيه عرض بعض المفاهيم الهامّة لنظرية صفوف الانتظار الكلاسيكية، ثمّ تمّ عرض مفاهيم أساسية لنظرية المجموعات النيتروسوفكية، ثمّ تمّ عرض مفهوم الأعداد المثلثية وشبه المنحرفة النيتروسوفكية والعمليات عليها، بعد ذلك تمّ شرح طرائق تطبيق العمليّات الحسابيّة على الأعداد المثلثية وشبه المنحرفة النيتروسوفكية من خلال أمثلة عددية.

الفصل الثّاني تحت عنوان **بعض صفوف الانتظار النيتروسوفكية**، تمّ فيه عرض مفاهيم وتعاريف نموذج صف الانتظار القائم على الحدث النيتروسوفكي، ثمّ تمّ عرض أنظمة صفوف الانتظار M/M/1/b, M/M/c, M/M/1 النيتروسوفكية، بعد ذلك تمّ عرض نموذج صف انتظار بزمن خدمة Erlang ومعلمات نيتروسوفكية، كما تمّ توضيح دقة الحلول النيتروسوفكية من خلال تطبيق أمثلة عددية لكل ماذكر سابقاً.

في الفصل الثّالث تحت عنوان **صفوف الانتظار النيتروسوفكية وحيدة القيمة** تمّ فيه صياغة نماذج بعض صفوف الانتظار النيتروسوفكية وحيدة القيمة، حيث قمنا أوّلاً بصياغة صفّ الانتظار M/M/1 النيتروسوفكي وحيد القيمة، ثمّ صياغة كلّاً من صفّي الانتظار M/M/c/b, M/M/c النيتروسوفكية وحيدة القيمة، وتمت كتابة حزمة برمجية متكاملة لإيجاد مقاييس الأداء والاحتمال المطلوبة نيتروسوفكياً.

أخيراً تمّ عرض دراسة صف الانتظار M/M/1 اللغوي النيتروسوفكي وحيد القيمة حيث تمّت الدراسة من خلال التمثيل اللغوي للعدد $\tilde{A} = (T_{\tilde{A}}, I_{\tilde{A}}, F_{\tilde{A}})$ النيتروسوفكي وحيد القيمة، حيث $T_{\tilde{A}}$ الصواب، $I_{\tilde{A}}$ عدم التحديد و $F_{\tilde{A}}$ الخطأ، وتمّ دعم الفصل بالأمثلة العددية المناسبة.

كلمات مفتاحيّة:

نظرية صفوف الانتظار، مقاييس الأداء، عمليّة الولادة والموت، نظرية المجموعات النيتروسوفكية، الأعداد المثلثية النيتروسوفكية، الأعداد شبه المنحرفة النيتروسوفكية، فوق المجموعة النيتروسوفكية، تحت المجموعة النيتروسوفكية، فوق وتحت المجموعة النيتروسوفكية.

مقدّمة

تمّ تقديم مفهوم المجموعة الضبابية (FS) من قبل L.Zadeh في عام 1965، حيث افترض أن لعناصر المجموعة A درجة انتماء $T_A(x) \in [0,1]$ لكل عنصر $x \in E$ و $A \subseteq \Omega$ [1] ، ثمّ تمّ تعميم هذا التعريف بتقديم المجموعة الضبابية الحدسية (IFS) من قبل K. Atanassov في عام 1983، [2]، [3]، حيث اعتبر أنه لعناصر المجموعة A درجة انتماء $T_A(x) \in [0,1]$ لكل عنصر $x \in E$ ودرجة عدم انتماء $F_A(x) \in [0,1]$ بشرط: $\forall x \in E\ ,\ 0 \leq T_A(x) + F_A(x) \leq 1$

وبهذه الحالة ترك مكاناً للمعلومات غير الكاملة عن عناصر المجموعة وسمى الفرق

$1 - (T_A(x) + F_A(x))$ بالحدس.

عرف Atanassov في عام 1999 [3] المجموعة الضبابية الحدسية المجالية (IVIFS) على الفضاء E بالشكل $A = \{(x, T_A(x), F_A(x));\ x \in E\}$ حيث:

$$T_A: E \to Int([0,1]), \qquad F_A: E \to Int([0,1])$$

$$\forall x \in E \quad \sup T_A(x) + \sup F_A(x) \leq 1$$

في عام 1998 قال العالم F. Smarandache، [4]، [5]، [6]، انطلاقًا من الفلسفة (عندما كنت قلق على التمييز بين الحقيقة المطلقة والحقيقة النسبية أو بين الخطأ المطلق والخطأ النسبي في المنطق، وبين الانتماء المطلق والانتماء النسبي أو عدم الانتماء المطلق وعدم الانتماء النسبي في نظرية المجموعات) بدأت في استخدام التحليل غير القياسي.

قام العالم F. Smarandacheh بإضافة مركبة الحياد (اللاتحديد) وعرف المجموعة النيتروسوفكية بأن اعتبر أنه لعناصر المجموعة A درجة انتماء $T_A(x) \in]^-0,1^+[$ لكل عنصر $x \in E$ ودرجة عدم انتماء $F_A(x) \in]^-0,1^+[$ ودرجة لا تحديد $I_A(x) \in]^-0,1^+[$ حيث:

$$\forall x \in E\ ,\ ^-0 \leq T_A(x) + F_A(x) + I_A(x) \leq 3^+$$

اقترح F. Smarandache مصطلح "neutrosophic" لأن مصطلح "neutrosophic" اشتقاقياً يأتي من "neutro-sophy" حيث neutro كلمة لاتينية أصلها neuter وتعني محايد، وكلمة Sophia من أصل يوناني تعني مهارة / حكمة، مما يعني في المجمل "معرفة الفكر المحايد"، ومركبة الحياد هذه تشكل الفرق الرئيسي بين المنطق النيتروسوفكي من جهة وبين المنطق الضبابي والمنطق الضبابي الحدسي من جهة أخرى.

قدّم العالم Erlang نظرية صفوف الانتظار عام 1909، ثمّ تمّ تطويرها من قبل العالم البريطاني Kendall عام 1953، حيث ترتبط تطبيقاتها مباشرة بالزبون وإمكانية حصوله على خدمة ما في أسرع وقت وأقل تكلفة [7]، [8]، [9].

تمّ تعميم نظرية صفوف الانتظار الكلاسيكية إلى نظرية صفوف الانتظار الضبابية حيث افترض الباحثون أن معدل وصول الزبائن ومعدل الخدمة (المغادرة) أعداداً ضبابية [10]، [11]، [12]، وتمّ إيجاد مقاييس الأداء لعديد من الأنظمة الضبابية.

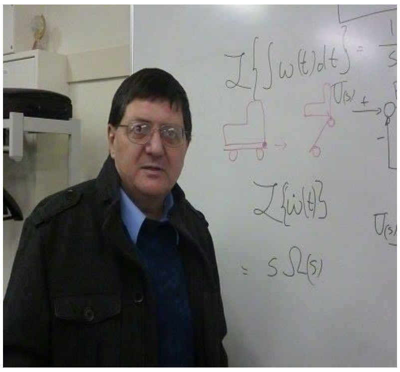
بعد ذلك تمّ تعميم وصياغة صفوف الانتظار حسب مفهوم المجموعات الضبابية الحدسية حيث افترض الباحثون أن معدل وصول الزبائن ومعدل الخدمة (المغادرة) أعداداً ضبابية حدسية [13]، [14]، [15]، [16] .

أخيراً تمّت صياغة بعض صفوف الانتظار النيتروسوفكية باستخدام الأعداد النيتروسوفكية المجالية من الشكل $\mathrm{N} = \mathrm{D} + \mathrm{I}$ لوصف معدلات وصول الزبائن غير الدقيقة ومعدلات الخدمة (المغادرة) غير الدقيقة، وتمّ التوصل إلى مقاييس الأداء النيتروسوفكية لصفوف الانتظار النيتروسوفكية [17]، [18]، [19] .

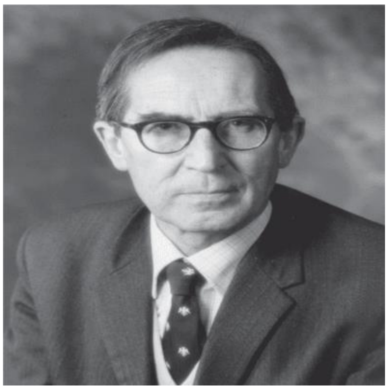
كما تمّت نمذجة مفهوم صفّ الانتظار M / M / 1 اللغوي وحيد القيمة [20]، حيث افترض أن معدل وصول الزبائن ومعدل المغادرة عبارة عن عبارات نيتروسوفكية وحيدة القيمة من الشكل $\tilde{A} = (T_{\tilde{A}}, I_{\tilde{A}}, F_{\tilde{A}})$ حيث $T_{\tilde{A}}$ الصواب، $I_{\tilde{A}}$ عدم التحديد و $F_{\tilde{A}}$ الخطأ، وتمّ حساب مقاييس الأداء النيتروسوفكية لصفوف الانتظار النيتروسوفكية اعتماداً على العمليات التي قدمها F. Smarandache [21].

Lotfi Aliasker Zadeh
1921 - 2017


Krassimir Atanassov
1954 – Until Now


Florentin Smarandache
1954 – Until Now


Agner Krarup Erlang
1929−1878


David George Kendall
1918 – 2007

الدّراسات السّابقة

1. بحث للباحثين محمد بشر زينه وأحمد خطيب في مجلة Neutrosophic Sets and Systems العدد 39 عام 2021 بعنوان:

Neutrosophic Random Variables

حيث قام الباحثان في هذا البحث بتقديم تعريف للمتغيرات العشوائية النيتروسوفكية بالشكل $X_N = X + I$ وقاما بتعريف ودراسة خواص دالة الكثافة الاحتمالية، دالة التوزيع التراكمية، القيمة المتوقعة، التباين، الانحراف المعياري، الانحراف المتوسط، الربيعات، الدالة المولدة والدالة المميزة حسب منطق النيتروسوفيك، كما قدما العديد من المسائل والتطبيقات التي تمّ حلها والتي توضح إمكانية تطبيق النتائج في مجالات مختلفة بما في ذلك مراقبة الجودة والنمذجة العشوائية ونظرية الموثوقية ونظرية الطوابير واتخاذ القرار ... إلخ.

2. بحث للباحث محمد بشر زينه في مجلة بحوث جامعة حلب، سلسلة العلوم الأساسية، العدد 144 عام 2021 بعنوان:

Linguistic Single Valued Neutrosophic M/M/1 Queue

حيث عرض الباحث مفهوم صف الانتظار اللغوي وحيد القيمة M / M / 1 على افتراض أن معدل الوصول ومعدل المغادرة عبارة عن عبارات نيتروسوفكية وحيدة القيمة $\tilde{A} = (T_{\tilde{A}}, I_{\tilde{A}}, F_{\tilde{A}})$ حيث $T_{\tilde{A}}$ الصواب، $I_{\tilde{A}}$ عدم التحديد و $F_{\tilde{A}}$ الخطأ، وتم حساب خصائص صف الانتظار بما فيها متوسط عدد الزبائن في الطابور، متوسط عدد الزبائن في النظام، متوسط زمن الانتظار في الطابور، متوسط زمن الانتظار في النظام وذلك اعتماداً على العمليات التي قدمها F. Smarandache، ثم قارن هذه الخصائص بالمصطلحات اللغوية النيتروسوفكية باستخدام مسافة Hausdorff لتوضيح معناها ومفهومها وإلغاء النيتروسوفكية، كما قدم أمثلة محلولة في النهاية لإثبات قدرة النهج الجديد المقترح.

3. بحث للباحث محمد بشر زينه في مجلة بحوث جامعة حلب، سلسلة العلوم الأساسية، العدد 140 عام 2020 بعنوان:

Neutrosophic M/M/1, M/M/c, M/M/1/b Queueing Systems

حيث قام الباحث بدراسة صفوف الانتظار $M / M / 1 / b$, $M / M / c$, $M / M / 1$ وفق المنطق النيتروسوفكي، واستنتج الاحتمال النيتروسوفكي بأن الزبائن القادمين سيجدون k زبوناً في النظام، واستخلص مقاييس الأداء النيتروسوفكية لصفوف الانتظار النيتروسوفكية المذكورة، وتم استخدام الأعداد النيتروسوفكية المجالية من الشكل $N = D + I$ لوصف معدلات الوصول غير الدقيقة ومعدلات الخدمة (المغادرة) غير الدقيقة.

4. بحث للباحث محمد بشر زينه في مجلة International Journal of Neutrosophic Science العدد 6، عام 2020 بعنوان:

Neutrosophic Event-Based Queueing Model

حيث قام الباحث بتعريف مفهوم أنظمة صفوف الانتظار النيتروسوفكية المبنية من الأحداث النيتروسوفكية ومقاييس أدائها النيتروسوفكية، كما ناقش أهمية تطبيق المنطق النيتروسوفكي في أنظمة الطابور، بسبب تطبيقاتها الواسعة في الشبكات ومحاكاة أنظمة الاتصال خاصة عندما يكون التوزيع الاحتمالي غير معروف، وعدم تجاهل أزمنة الأحداث غير الدقيقة، وقدم جدولاً يحاكي نظام الطابور النيتروسوفكي وأوجد مقاييس الأداء النيتروسوفكية وهي متوسط زمن الانتظار النيتروسوفكي في الطابور، متوسط زمن الانتظار النيتروسوفكي في النظام، متوسط عدد الزبائن النيتروسوفكي في النظام، متوسط عدد الزبائن النيتروسوفكي في الطابور، كما عرف صيغ ليتل النيتروسوفكية وهي أداة رئيسية تسهل استنتاج مقاييس الأداء من بعضها البعض.

5. بحث للباحث محمد بشر زينه في مجلة International Journal of Neutrosophic Science العدد 6، عام 2020 بعنوان:

Erlang Service Queueing Model with Neutrosophic Parameters

حيث قام الباحث بتعميم نموذج صف انتظار M/Ek/1 والذي فيه أزمنة الخدمة تخضع لتوزيع إيرلنغ إلى نموذج فيه أزمنة التخديم لها توزيع إيرلنغ النيتروسوفكي وهو أكثر دقة لأن له القدرة على التعامل مع معلمات غير دقيقة وغير كاملة حيث استخدم الباحث الأعداد النيتروسوفكية المجالية $N = D + I$ حيث تعبر D عن الجزء المحدد و I الجزء غير المحدد التي قدمها F. Smarandache.

6. بحث للباحثين S. Narayanamoorthy, A. Anuja, V. Murugesan, Daekook Kang في مجلة AIP Conference Proceedings عام 2020 بعنوان:

A Distinctive Analyzation of Intuitionistic Fuzzy Queueing System Using Erlang Service Model

حيث قام الباحثون باستخدام البرمجة الرياضية لدوال الانتماء وعدم الانتماء لمقاييس الأداء في الحالة المستقرة في الطوابير غير المحدودة بزمن خدمة له توزيع Erlang، حيث افترض الباحثون أن معدل الوصول ومعدل الخدمة أعداداً ضبابية حدسية، تستند الفكرة لمبدأ Atanassov ونهج مستويات (α,β)، وتم إيجاد العدد المتوقع للزبائن في الطابور وزمن انتظارهم في الخدمة ومن ثم تقديم مثال عددي لإظهار كفاءة الطريقة المقترحة.

7. بحث لكل من الباحثين Basar Oztaysi, Sezi Cevik Onar, Cengiz Kahraman في مجلة Journal of Enterprise Information Management عام 2020 بعنوان:

Call Center Performance Measurement Using Intuitionistic Fuzzy Sets

حيث قام الباحثون بصياغة مقاييس الأداء على أساس الأعداد الحدسية الضبابية ونمذجة تردد الخبراء في عملية تقييم الأداء، وتجميع أحكام الخبراء من خلال عامل تجميع ضبابي حدسي، ثم تطوير دالة أداء المؤشر واستخدامها لتحويل قيم المؤشر إلى درجات الأداء واستخدام نظام قياس الأداء المقترح من خلال برنامج تم تطويره بلغة C_{++}.

8. بحث للباحث A.Tamilarasi في مجلة International Journal of Pharmacy & Technology عام 2019 بعنوان:

A Study on Intuitionistic Fuzzy Model for Classical Queuing System

قام الباحث بإيجاد مقاييس الأداء الضبابية الحدسية لكل من الأنظمة IF /M/1,M /IF/1 IF/IF/1, بعد افتراضه أن أزمنة ما بين الوصول أو أزمنة التخديم هي أعداد ضبابية حدسية شبه منحرفة وتم إيجاد دوال الانتماء وعدم الانتماء لكل مقياس من مقاييس الأداء، حيث تمت دراسة المشكلة تحليلياً ومن خلال المحاكاة.

9. أطروحة للباحثة رفيف فيصل الحبيب في جامعة حلب، عام 2019 بعنوان:

صياغة الاحتمال الكلاسيكي وبعض التوزيعات الاحتمالية وفق منطق النيتروسوفيك وتأثير ذلك على اتخاذ القرار

حيث قامت الباحثة بتعميم بعض التوزيعات الاحتمالية الكلاسيكية مثل؛ توزيع بواسون، توزيع فوق الهندسي، التوزيع الأسي، والتوزيع المنتظم المستمر وذلك وفق منطق النيتروسوفيك، وتم إيجاد عملية اتخاذ القرار النيتروسوفكي الذي هو عبارة عن تمديد لعملية اتخاذ القرار الكلاسيكي وذلك بالاعتماد على نموذج شجرة القرارات.

10. بحث للباحثين P.Kumuthavalli وSangeetha في مجلة International Journal Of Innovative Research In Technology العدد 11، عام 2017 بعنوان:

An Introduction to The Neutrosophic Fuzzy in Queue

حيث قام الباحثان بوضع فكرة مبدئية لتعريف معدلات الوصول والتخديم على أنها مجموعات ضبابية نيتروسوفكية وبين الباحثان إمكانية تطبيق هذه التعاريف في توسيع مفهوم صفوف الانتظار الكلاسيكية والضبابية الحدسية إلى صفوف الانتظار الضبابية النيتروسوفكية.

11. بحث للباحثين P. Rajarajeswari و M. Sangeetha في مجلة International Journal of Fuzzy Mathematics and Systems عام 2014 بعنوان:

Fuzzy Intuitionistic on Queuing System

حيث قام الباحثان بدراسة نموذج صف الانتظار الضبابي الحدسي ذو معلمات ضبابية حدسية وذلك بتطبيق مفهوم مستويات α لتحويل المسألة ونقلها إلى المنطق الكلاسيكي، وتم إيجاد الدوال العكسية لدوال الانتماء باستخدام تقنيات NLP (نماذج البرمجة غير الخطية) وفق المنطق الضبابي الحدسي.

ما يميّز البحث الحالي عن الدّراسات السّابقة:

اعتمدت الدراسات السابقة في صياغة مفهوم نظرية صفوف الانتظار النيتروسوفكية على افتراضها أن معدلات الوصول ومعدلات التخديم هي أعداد نيتروسوفكية مجالية من الشكل $N = D + I$ حيث يعبر I عن مقدار عدم الدقة في هذه المعدلات، إنما في بحثنا الآن تمّ اعتماد الأعداد النيتروسوفكية وحيدة القيمة لوصف معدلات الوصول والتخديم ولهذا يعتبر هذا العمل تعميماً لصفوف الانتظار الضبابية والضبابية الحدسية كما يعد تعميماً لمفهوم صفوف الانتظار النيتروسوفكية اللغوية حيث أن معالم صفوف الانتظار النيتروسوفكية اللغوية أعداد نيتروسوفكية وحيدة القيمة من الشكل (T, I, F) إنما في عملنا فاعتمدنا الأشكال شبه المنحرفة والمثلثية.

مشكلة البحث

إن الحياد ظاهرة لا يمكن إهمالها في حياتنا اليومية، وهي الحالة التي تقع بين المعرفة وعدم المعرفة بالشيء، وتكمن مشكلة البحث في تحديد ماهية مفهوم الحياد في أنظمة صفوف الانتظار، وكذلك ماهية المعرفة وعدم المعرفة، وذلك عند التعامل مع المجموعات النيتروسوفكية وحيدة القيمة ومن ثم تعريف مقاييس الأداء في هذه الحالة.

أهمّيّة البحث

تأتي أهمية البحث من كونه يربط مفهوم المجموعات النيتروسوفكية وحيدة القيمة ذات التطبيقات الواسعة في العلوم الهندسية والتحكم مع نظرية هامة مثل نظرية صفوف الانتظار والتي أيضاً لها دور في بناء نماذج التحكم الهندسية وكذلك لقلة الأبحاث على مستوى العالم في مجال صفوف الانتظار النيتروسوفكية كون المنطق النيتروسوفكي منطق حديث.

أهداف البحث

1. صياغة بعض أنظمة صفوف الانتظار النيتروسوفكية وحيدة القيمة.
2. إيجاد مقاييس الأداء والتوابع الاحتمالية لبعض الأنظمة النيتروسوفكية الماركوفية وحيدة القيمة.
3. كتابة حزمة برمجية بلغة Maple لنمذجة صفوف الانتظار النيتروسوفكية وحيدة القيمة.

الفصل الأوّل

مفاهيم أساسية

CHAPTER I

BASIC CONCEPTS

ملخـــص الفصـــل الأول

تمّ في هذا الفصل عرض المفاهيم الأساسية لنظرية صفوف الانتظار وانطلاقاً من عملية الولادة والموت تمّ تعريف أنظمة صفوف الانتظار الماركوفية الكلاسيكية M/M/1، M/M/c، M/M/1/b، M/M/c/b، نموذج خدمة Erlang، بالإضافة لمقاييس أدائها وصفاتها المميزة، ثم تم عرض تعاريف متعلقة بالمجموعات النيتروسوفكية، والأعداد النيتروسوفكية مثل الأعداد المثلثية وشبه المنحرفة وحيدة القيمة كما تمّ تبيين العمليات الحسابية عليها.

مفاهيم أساسية

1. نظرية صفوف الانتظار الكلاسيكية:Classical Queueing Theory

1.1. تمهيد :Preface [22]

قدم نظرية صفوف الانتظار العالم الدنماركي Erlang عام 1909، وقد استخدمت في كثير من جوانب الحياة وخاصة التي ترتبط مباشرة بالزبون وإمكانية حصوله على خدمة ما بأسرع وقت وأقل تكلفة، ويوجد بهذه النماذج عنصران أساسيان هما: مقدم الخدمة وطالب الخدمة، وهناك أمثلة كثيرة عن تطبيقات صفوف الانتظار العملية ومنها أمثلة مباشرة مثل إذا أخذنا السيارات المصطفة أمام محطات الوقود للتزويد بالوقود على أنها نموذج صفوف، عندها تمثل محطة الوقود مقدم الخدمة وتمثل السيارات الواردة للمحطة طالبي الخدمة، وهنالك أمثلة لطوابير غير مباشرة مثل الآلات الموجودة في مصنع ما والتي تتعرض للتعطل من وقت لآخر والتي تشكل طابوراً من الآلات التي تنتظر خدمة تصليح العطل.

2.1. نماذج صفوف الانتظار من عملية الولادة والموت: [23]

Queueing Models Based on Birth and Death Process

يقال عن نظام صف الانتظار أنه في الحالة S_n إذا وجد n زبون في النظام (يتضمن الزبائن الذين تتم خدمتهم) بفرض $N(t)$ عملية ماركوف تأخذ القيمة n عندما يكون نظام صف الانتظار في الحالة S_n مع الافتراضات الآتية:

1) إذا كان النظام في الحالة S_n، عندئذ يمكن الانتقال للحالة S_{n-1} والتي تدعى حالة الوفاة أو الانتقال للحالة S_{n+1} والتي تدعى حالة الولادة حيث $n \geq 1$، أي إما أن يتلقى الزبون الخدمة ويغادر النظام أو يكون الزبون قيد الخدمة وبنفس الوقت يصل زبون آخر إلى النظام مع الآخذ بعين الاعتبار أنه من الحالة S_0 يمكن الانتقال إلى الحالةS_1 فقط.

2) إذا كان النظام في الحالة S_n عند اللحظة الزمنية t، فإن احتمال الانتقال لحالة الولادة S_{n+1} في الفترة الزمنية $(t ، t + \Delta t)$ هو $\lambda_n \Delta t$ حيث λ_n تدعى معدل الوصول (أو معدل الولادة).

3) إذا كان النظام في الحالة S_n عند اللحظة الزمنية t، فإن احتمال الانتقال لحالة الوفاة S_{n-1} في الفترة الزمنية $(t \text{ ، } t + \Delta t)$ هو $\mu_n \Delta t$ حيث μ_n معدل المغادرة (أو معدل الموت).

ندعو العملية $\{N(t)\}$ بعملية الولادة والموت.

ليكن $P_n(t)$ احتمال أن يكون صف الانتظار في الحالة S_n عند اللحظة الزمنية t أي أن:

$$P_n(t) = P\{N(t) = n\}$$

عندها يبرهن على أن:

$$\left.\begin{aligned} \grave{P}_n(t) &= -(\lambda_n + \mu_n)P_n(t) + \lambda_{n-1}P_{n-1}(t) + \mu_{n+1}P_{n+1}(t) \quad ; \quad n \geq 1 \\ \grave{P}_0(t) &= -(\lambda_0 + \mu_0)pP_0(t) + \mu_1 P_1(t) \end{aligned}\right\} \quad (1.1)$$

وفي حالة الاستقرار (أي عندما يكون $\grave{P}_n(t) = 0$) فإن:

$$\lim_{t \to \infty} P_n(t) = P_n$$

بتعويض $\grave{P}_0(t) = \grave{P}_n(t) = 0$ في (1.1) نحصل على جملة معادلات التراجع في الحالة المستقرة الآتية:

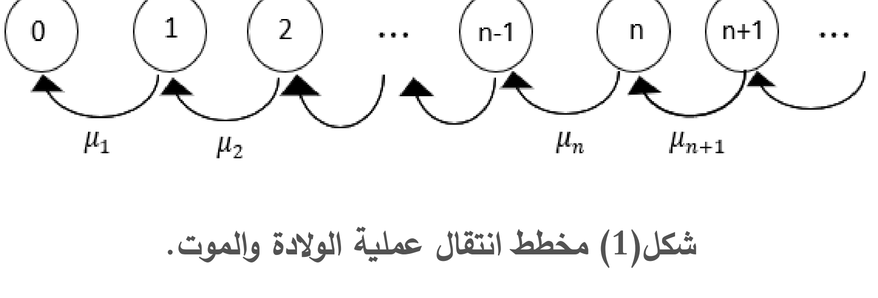
$$(\lambda_n + \mu_n)P_n = \lambda_{n-1}P_{n-1} + \mu_{n+1}P_{n+1} \quad ; n \geq 1 \qquad (1.2)$$

ومن أجل الحالة الخاصة $\mu_0 = 0$ فإن:

$$\lambda_0 P_0 = \mu_1 P_1 \qquad (1.3)$$

تدعى المعادلتان (1.2) و (1.3) معادلات التوازن في الحالة المستقرة.

يظهر في الشكل الآتي مخطط الانتقال لعملية الولادة والوفاة:



شكل(1) مخطط انتقال عملية الولادة والموت.

بحل المعادلاتين السابقتين باستخدام طريقة التراجع حلاً مشتركاً نجد:

$$P_1 = \frac{\lambda_0}{\mu_1} P_0$$

$$P_2 = \frac{\lambda_0 \lambda_1}{\mu_1 \mu_2} P_0$$

$$\vdots$$

$$P_n = \frac{\lambda_0 \lambda_1 \dots \lambda_{n-1}}{\mu_1 \mu_2 \dots \mu_n} P_0 \qquad (1.4)$$

تحدد P_0 من العلاقة:

$$\sum_{n=0}^{\infty} P_n = \left(1 + \frac{\lambda_0}{\mu_1} + \frac{\lambda_0 \lambda_1}{\mu_1 \mu_2} + \cdots\right) P_0 = 1$$

$$P_0 = \frac{1}{1 + \frac{\lambda_0}{\mu_1} + \frac{\lambda_0 \lambda_1}{\mu_1 \mu_2} + \cdots} \qquad (1.5)$$

وذلك بشرط أن يتقارب المجموع لقيمة محدودة.

3.1. مقاييس الأداء Performance Measures: [7]

وهي المقاييس التي يتم تقييم نظام الخدمة اعتماداً عليها وهي أربعة مقاييس:

متوسط عدد الزبائن في النظام يرمز له Ls

متوسط عدد الزبائن في الطابور يرمز له Lq

متوسط زمن الانتظار في النظام يرمز له Ws

متوسط زمن الانتظار في الطابور يرمز له Wq

وتوجد صيغ تربط هذه المقاييس ببعضها البعض تعرف بصيغ ليتل وتعطى بالشكل الآتي:

$$Ls = \lambda Ws \qquad (1.6)$$

$$Lq = \lambda Wq \qquad (1.7)$$

4.1. صف الانتظار M/M/1 الكلاسيكي: [7]، [24]

في هذا النظام لدينا مخدم واحد وعملية وصول الزبائن بواسونية بوسيط λ وأزمنة التخديم تخضع للتوزيع الأسي وفق قاعدة الخدمة من يصل أولاً يخدم أولاً بمتوسط زمن تخديم $1/\mu$ وحدة زمنية للزبون الواحد، يشترط تحقق $0 < \rho < 1$ ليكون النظام مستقراً.

أي أن النظام M/M/1 هو عملية ولادة وموت فيها:

$$\lambda_n = \lambda \qquad ; n = 0,1, \dots$$

$$\mu_n = \mu \qquad ; n = 1,2, \dots$$

وبالتالي بالتعويض في المعادلتين (1.4) و (1.5) نحصل على:

احتمال عدم وجود زبائن في النظام:

$$P_0 = 1 - \rho \quad ; \quad \rho = \frac{\lambda}{\mu} \qquad (1.8)$$

احتمال وجود n زبون في النظام:

بافتراض أن Y متغير عشوائي يمثل عدد الزبائن في النظام عندها يكون:

$$P_n = \Pr\{Y = n\} = \rho^n P_0 \qquad (1.9)$$

حيث $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$ معامل الاستخدام ويمثل متوسط كمية العمل التي تصل لمخدم واحد.

مقاييس الأداء:

متوسط عدد الزبائن في الطابور:

$$L_q = E(Y - 1) = \sum_{n=0}^{\infty} (n - 1)\, P_n = \frac{\rho^2}{1 - \rho} \qquad (1.10)$$

متوسط عدد الزبائن في النظام:

$$L_s = E(Y) = \sum_{n=0}^{\infty} n\, P_n = \frac{\rho}{1 - \rho} \qquad (1.11)$$

متوسط زمن الانتظار في الطابور:

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \qquad (1.12)$$

متوسط زمن الانتظار في النظام:

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda} \qquad (1.13)$$

5.1. صف الانتظار M/M/c الكلاسيكي: [7]، [24]

يختلف نظام صف الانتظار M/M/c عن نظام صف الانتظار M/M/1 بأن فيه c مخدم يعملون على التوازي، ويشترط أن يكون $\rho < c$ ليكون النظام مستقراً.

أي أن النظام M/M/c هو عملية ولادة وموت حيث:

$$\lambda_n = \lambda \qquad ; n = 0,1,\ldots$$

$$\mu_n = \begin{cases} n\mu & ; n = 0,1,2,\ldots,c-1 \\ c\mu & ; n = c, c+1, c+2, \ldots \end{cases}$$

وبالتالي بالتعويض في المعادلتين (1.4) و (1.5) نحصل على:

احتمال عدم وجود زبائن في النظام:

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\rho^n}{n!} + \frac{\rho^c}{c! * \left(1 - \frac{\rho}{c}\right)}} \quad ; \quad \rho = \frac{\lambda}{\mu} \qquad (1.14)$$

احتمال وجود n زبون في النظام:

$$P_n = \begin{cases} \frac{\rho^n}{n!} * P0 & ;\ n = 0,1,\ldots,c-1 \\ \frac{\rho^n}{c!} * \frac{P0}{c^{n-c}} & ;\ n = c, c+1, \ldots \end{cases} \qquad (1.15)$$

متوسط عدد الزبائن في الطابور:

$$L_q = \sum_{n=c}^{\infty}(n-c)P_n = \frac{\rho^{c+1}}{c!} * \frac{P0}{c*\left(1-\frac{\rho}{c}\right)^2} \qquad (1.16)$$

متوسط عدد الزبائن في النظام:

$$L_s = Lq + \rho \qquad (1.17)$$

متوسط زمن الانتظار في الطابور:

$$W_q = \frac{Lq}{\lambda} \qquad (1.18)$$

متوسط زمن الانتظار في النظام:

$$W_s = \frac{Ls}{\lambda} \qquad (1.19)$$

6.1. صف الانتظار M/M/1/b الكلاسيكي: [7]، [24]

يختلف هذا النظام عن صف الانتظار M/M/1 بأن فيه سعة النظام محدودة بالعدد b وسعة الطابور $b-1$ ولا يشترط $\mu > \lambda$ لأن الزبون الذي يصل إلى النظام عند وجود $b-1$ زبون في الطابور فإن الزبون يضطر للخروج من النظام بسبب عدم وجود مكان للاصطفاف.

أي أن النظام M/M/1/b هو عملية ولادة وموت فيها:

$$\mu_n = \mu \qquad ; n = 1,2,\ldots$$

$$\lambda_n = \begin{cases} \lambda & ; n = 0,1,2,\ldots,b-1 \\ 0 & ; n = b, b+1, b+2, \ldots \end{cases}$$

وبالتالي بالتعويض في المعادلتين (1.4) و (1.5) نحصل على:

احتمال عدم وجود زبائن في النظام:

$$P_0 = \begin{cases} \dfrac{1}{1+b} & ; \quad \rho = 1 \\ \dfrac{1-\rho}{1-\rho^{b+1}} & ; \quad \rho \neq 1 \end{cases} \qquad (1.20)$$

احتمال وجود n زبون في النظام:

$$P_n = \begin{cases} \dfrac{1}{1+b} & ; \quad \rho = 1 \\ \dfrac{1-\rho}{1-\rho^{b+1}}\rho^n & ; \quad \rho \neq 1 \end{cases} \qquad (1.21)$$

مقاييس الأداء:

متوسط عدد الزبائن في النظام:

$$L_s = \sum_{n=1}^{b} nP_n = \begin{cases} \dfrac{b}{2} & ; \quad \rho = 1 \\ \dfrac{\rho}{1-\rho} - \dfrac{(b+1)\rho^{b+1}}{1-\rho^{b+1}} & ; \quad \rho \neq 1 \end{cases} \qquad (1.22)$$

معدل الوصول الفعلي:

$$\lambda_e = \lambda * (1 - P_b) \qquad (1.23)$$

متوسط عدد الزبائن في الطابور:

$$L_q = L_s - \frac{\lambda_e}{\mu} \qquad (1.24)$$

متوسط زمن الانتظار في الطابور:

$$W_q = \frac{Lq}{\lambda_e} \qquad (1.25)$$

متوسط زمن الانتظار في النظام:

$$W_s = \frac{Ls}{\lambda_e} \qquad (1.26)$$

7.1. صف الانتظار M/M/c/b الكلاسيكي: [7]، [24]

يختلف هذا النظام عن نظام صف الانتظار M/M/c بأن فيه سعة النظام محدودة بالعدد b ويشترط أن يكون $c < b$ أي أن عدد المخدمين أقل من سعة النظام.

أي أن النظام M/M/c/b هو عملية ولادة وموت فيها:

$$\lambda_n = \begin{cases} \lambda & ; n = 0,1,2,..,b-1 \\ 0 & ; n = b, b+1, b+2, \ldots \end{cases}$$

$$\mu_n = \begin{cases} n\mu & ; \quad n = 1,2,..,c-1 \\ c\mu & ; n = c, c+1, c+2,..,b \end{cases}$$

وبالتالي بالتعويض في المعادلتين (1.4) و (1.5) نحصل على:

احتمال عدم وجود زبائن في النظام:

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\rho^n}{c!} + \frac{\rho^c}{c!} * \left(\frac{1 - \left(\frac{\rho}{c}\right)^{b-c+1}}{1 - \frac{\rho}{c}} \right)} \quad ; \quad \rho = \frac{\lambda}{\mu} \qquad (1.27)$$

احتمال وجود n زبون في النظام:

$$P_n = \begin{cases} \frac{\rho^n}{n!} * P0 & ; \ n = 0,1, \ldots, c-1 \\ \frac{\rho^n}{c!} * \frac{P0}{c^{n-c}} & ; \ n = c, c+1, \ldots, b \end{cases} \qquad (1.28)$$

مقاييس الأداء:

متوسط عدد الزبائن في الطابور:

$$L_q = \sum_{n=c+1}^{b} (n-c) P_n = \frac{\rho^c * P0}{c!} * \sum_{n=c+1}^{b} (n-c) * \left(\frac{\rho}{c}\right)^{n-c} \qquad (1.29)$$

معدل الوصول الفعلي:

$$\lambda_e = \lambda * (1 - P_b) \qquad (1.30)$$

متوسط عدد الزبائن في النظام:

$$L_s = Lq + \frac{\lambda_e}{\mu} \qquad (1.31)$$

متوسط زمن الانتظار في الطابور:

$$W_q = \frac{Lq}{\lambda_e} \qquad (1.32)$$

متوسط زمن الانتظار في النظام:

$$\mathrm{W_s} = \frac{\mathrm{Ls}}{\lambda_e} \qquad (1.33)$$

8.1. نموذج خدمة Erlang الكلاسيكي: [7]، [25]

يصل الزبائن إلى نظام خدمة بمخدم واحد وعملية وصول الزبائن بواسونية بوسيط λ ويتم تقديم الخدمة واحداً تلو الآخر وفق توزيع Erlang في k مرحلة وبزمن تخديم $1/\mu$ لكل مرحلة، ولا يوجد صيغة عامة لاحتمال وجود n زبوناً في النظام، إنما مقاييس الأداء للنظام تعطى وفق العلاقات الآتية:

متوسط عدد الزبائن في النظام:

$$\mathrm{L_s} = \left(\frac{\mathrm{k}+1}{2\mathrm{k}}\right)\left(\frac{\lambda^2}{\mu(\mu-\lambda)}\right) + \frac{\lambda}{\mu} \qquad (1.34)$$

متوسط عدد الزبائن في الطابور:

$$\mathrm{L_q} = \left(\frac{\mathrm{k}+1}{2\mathrm{k}}\right)\left(\frac{\lambda^2}{\mu(\mu-\lambda)}\right) \qquad (1.35)$$

متوسط زمن الانتظار في النظام:

$$\mathrm{W_s} = \left(\frac{\mathrm{k}+1}{2\mathrm{k}}\right)\left(\frac{\lambda}{\mu(\mu-\lambda)}\right) + \frac{1}{\mu} \qquad (1.36)$$

متوسط زمن الانتظار في الطابور:

$$\mathrm{W_q} = \left(\frac{\mathrm{k}+1}{2\mathrm{k}}\right)\left(\frac{\lambda}{\mu(\mu-\lambda)}\right) \qquad (1.37)$$

2. نظرية المجموعات النيتروسوفكية Neutrosophic Sets Theory:

1.2. تمهيد Preface: [26]

قام F.Smarandache بإدخال مفهوم المجموعات النيتروسوفكية كتعميم للمجموعات الضبابية الحدسية والتي أصبح لها في الآونة الأخيرة تطبيقات عديدة في علوم البيانات من خلال دراسة درجات التأكد وعدم التأكد والحيادية والتقسيمات المختلفة لكل درجة منها بما يسمح بإعطاء وصف أكثر دقة للمسائل المدروسة حيث أن هذه المفاهيم تقلل من درجة العشوائية في البيانات مما له دور في الوصول إلى نتائج عالية الدقة تساهم في اتخاذ أمثل القرارات المناسبة لدى متَّخذي القرار.

2.2. المجموعة النيتروسوفكية Neutrosophic Set: [27]، [28]

ليكن E فضاء ما، تعرف المجموعة النيتروسوفكية A من الفضاء E بالشكل:

$$A = \{ < x , (T_A (x) , I_A (x) , F_A (x)) > ; x \in E \}$$

حيث:

$T_A : E \to]^-0, 1^+[$ تسمى دالة الانتماء (الصواب).

$I_A : E \to]^-0, 1^+[$ دالة اللاتحديد.

$F_A : E \to]^-0, 1^+[$ دالة عدم الانتماء (الخطأ).

$$^-0 \le T_A (x) + I_A (x) + F_A (x) \le 3^+$$

3.2. المجموعة النيتروسوفكية وحيدة القيمة: [27]

Single Valued Neutrosophic Set

ليكن E فضاء ما، تعرف المجموعة النيتروسوفكية A وحيدة القيمة من الفضاء E حسب العلاقة:

$$A = \{ < x , (T_A (x) , I_A (x) , F_A (x)) > ; x \in E \}$$

حيث:

$T_A : E \to [0,1]$ تسمى دالة الانتماء(الصواب).

$I_A : E \to [0,1]$ دالة اللاتحديد.

$F_A : E \to [0,1]$ دالة عدم الانتماء(الخطأ).

$$0 \leq T_A(x) + I_A(x) + F_A(x) \leq 3$$

وتستخدم هذه المجموعة في التطبيقات الهندسية والحيوية واتخاذ القرار وغيرها لأن مفهومها أوضح وأكثر تطبيقاً من المجموعة النيتروسوفكية.

4.2. فوق المجموعة النيتروسوفكية:

Neutrosophic Overset [29]، [30]

ليكن E فضاء ما، ولتكن المجموعة النيتروسوفكية A من الفضاء E مع الدوال $T_A(x), I_A(x), F_A(x)$ التي تصف درجة الانتماء، اللاتحديد، عدم الانتماء على الترتيب للعنصر $x \in E$ فيما يتعلق بالمجموعة النيتروسوفكية A.

تعرف فوق المجموعة النيتروسوفكية (NOVS) بالشكل:

$$A = \left\{ \begin{matrix} < x, (T_A(x), I_A(x), F_A(x)) > ; x \in E \\ T_A(x), I_A(x), F_A(x) \in [0, \Omega] \end{matrix} \right\}$$

حيث: $T_A, I_A, F_A : E \to [0, \Omega] \;,\; 1 < \Omega$

وتسمى Ω الحد الأعلى، بحيث يوجد عنصر واحد على الأقل في A لديه مركبة واحدة على الأقل قيمتها أكبر من الواحد.

5.2. تحت المجموعة النيتروسوفكية:

Neutrosophic Underset [29]، [30]

ليكن E فضاء ما، ولتكن المجموعة النيتروسوفكية A من E مع الدوال $T_A(x), I_A(x), F_A(x)$ التي تصف درجة الانتماء، اللاتحديد، عدم الانتماء على الترتيب للعنصر $x \in E$ فيما يتعلق بالمجموعة النيتروسوفكية A عندها تعرف تحت المجموعة النيتروسوفكية (NUS) بالشكل:

$$A = \left\{ \begin{matrix} < x, (T_A(x), I_A(x), F_A(x)) > ; x \in E \\ T_A(x), I_A(x), F_A(x) \in [\Psi, 1] \end{matrix} \right\}$$

حيث: $T_A, I_A, F_A : E \to [\Psi, 1] \;,\; \Psi < 0$

وتسمى Ψ الحد الأدنى، بحيث يوجد عنصر واحد على الأقل في A لديه مركبة واحدة على الأقل قيمتها أقل من الصفر.

6.2. فوق وتحت المجموعة النيتروسوفكية:

Neutrosophic Offset [29] ،[30]

ليكن E فضاء ما، ولتكن المجموعة النيتروسوفكية A من E مع الدوال $T_A(x), I_A(x), F_A(x)$ التي تصف درجة الانتماء، اللاتحديد، عدم الانتماء على الترتيب للعنصر $x \in E$ فيما يتعلق بالمجموعة النيتروسوفكية A عندها تعرف فوق وتحت المجموعة النيتروسوفكية (NOFS) بالشكل:

$$A = \left\{ \begin{matrix} < x, \left(T_A(x), I_A(x), F_A(x) \right) > ; x \in E \\ T_A(x), I_A(x), F_A(x) \in [\Psi, \Omega] \end{matrix} \right\}$$

حيث: $T_A, I_A, F_A : E \to [\Psi, \Omega] \;,\; \Psi < 0 \;,\; 1 < \Omega$

وتسمى Ψ الحد الأدنى بينما Ω الحد الأعلى، أي هناك بعض المركبات التي تأخذ قيماً أكبر من الواحد أو أقل من الصفر.

مثال:

ليكن $(\tilde{A})$ john يعمل في شركة بدوام كامل (40 ساعة في الأسبوع) فإن عضويته $T_{\tilde{A}} = 1$.

إذا كان يعمل وقت إضافي (60 ساعة في الأسبوع)، فإن عضويته $60/40 = 1.5$ أي $T_{\tilde{A}} = 1.5$.

إذا لم يعمل أبداً خلال أسبوع، وتسبب في ضرر لشركته يقدر بـ 20 ساعة من العمل، فإن عضويته $-20 / 40 = -0.5$ أي $T_{\tilde{A}} = -0.5$.

3. بعض الأعداد النيتروسوفكية وحيدة القيمة SVNNs :

1.3. العدد المثلثي النيتروسوفكي وحيد القيمة SVTrNN : [31]، [32]

يرمز للعدد المثلثي النيتروسوفكي وحيد القيمة بالشكل:

$\tilde{a} = < (a_1, b_1, c_1) ; w_{\tilde{a}} , u_{\tilde{a}} , y_{\tilde{a}} >$ وهو مجموعة نيتروسوفكية وحيدة القيمة معرفة على مجموعة الأعداد الحقيقية $E = R$، وتمثل $w_{\tilde{a}}$، $u_{\tilde{a}}$، $y_{\tilde{a}}$، قيم النواة العظمى b_1 لدوال الانتماء، اللاتحديد، عدم الانتماء على الترتيب للعدد $\tilde{a}$ حيث:

دالة الانتماء:

$$T_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} \dfrac{(x - a_1)w_{\tilde{a}}}{b_1 - a_1} & ; a_1 \le x < b_1 \\ w_{\tilde{a}} & ; x = b_1 \\ \dfrac{(c_1 - x)w_{\tilde{a}}}{c_1 - b_1} & ; b_1 < x \le c_1 \\ 0 & ; o.w \end{cases}$$

دالة اللاتحديد:

$$I_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} \dfrac{(b_1 - x + u_{\tilde{a}}(x - a_1))}{b_1 - a_1} & ; a_1 \le x < b_1 \\ u_{\tilde{a}} & ; x = b_1 \\ \dfrac{(x - b_1 + u_{\tilde{a}}(c_1 - x)}{c_1 - b_1} & ; b_1 < x \le c_1 \\ 1 & ; o.w \end{cases}$$

دالة عدم الانتماء:

$$F_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} \dfrac{(b_1 - x + y_{\tilde{a}}(x - a_1))}{b_1 - a_1} & ; a_1 \le x < b_1 \\ y_{\tilde{a}} & ; x = b_1 \\ \dfrac{(x - b_1 + y_{\tilde{a}}(c_1 - x)}{c_1 - b_1} & ; b_1 < x \le c_1 \\ 1 & ; o.w \end{cases}$$

2.3. العدد شبه المنحرف النيتروسوفكي وحيد القيمةSVTNN : [27]

يرمز للعدد شبه المنحرف النيتروسوفكي وحيد القيمة بالشكل:

$\tilde{a} = < (a_1, b_1, c_1, d_1) ; w_{\tilde{a}} , u_{\tilde{a}} , y_{\tilde{a}} >$ وهو مجموعة نيتروسوفكية وحيدة القيمة معرفة على مجموعة الأعداد الحقيقية $E = R$، وتمثل $w_{\tilde{a}}$، $u_{\tilde{a}}$، $y_{\tilde{a}}$، قيم النواة العظمى لدوال الانتماء، اللاتحديد، عدم الانتماء على الترتيب للعدد $\tilde{a}$ حيث:

دالة الانتماء:

$$T_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} \dfrac{(x - a_1)w_{\tilde{a}}}{b_1 - a_1} & ; a_1 \le x < b_1 \\ w_{\tilde{a}} & ; b_1 \le x \le c_1 \\ \dfrac{(d_1 - x)w_{\tilde{a}}}{d_1 - c_1} & ; c_1 < x \le d_1 \\ 0 & ; o.w \end{cases}$$

دالة اللاتحديد:

$$I_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} \dfrac{(b_1 - x + u_{\tilde{a}}(x - a_1))}{b_1 - a_1} & ; a_1 \le x < b_1 \\ u_{\tilde{a}} & ; b_1 \le x \le c_1 \\ \dfrac{(x - c_1 + u_{\tilde{a}}(d_1 - x)}{d_1 - c_1} & ; c_1 < x \le d_1 \\ 1 & ; o.w \end{cases}$$

دالة عدم الانتماء:

$$F_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} \dfrac{(b_1 - x + y_{\tilde{a}}(x - a_1))}{b_1 - a_1} & ; a_1 \le x < b_1 \\ y_{\tilde{a}} & ; b_1 \le x \le c_1 \\ \dfrac{(x - c_1 + y_{\tilde{a}}(d_1 - x)}{d_1 - c_1} & ; c_1 < x \le d_1 \\ 1 & ; o.w \end{cases}$$

3.3. العمليات على الأعداد النيتروسوفكية وحيدة القيمة:

Operation on SVNNs [27] ،[32]

ليكن $\tilde{a}$ و $\tilde{b}$ عددين شبه منحرفين نيتروسوفكيين وحيدي القيمة من E و $0 \geq \gamma$ عدد حقيقي ما، عندها تعطى العمليات الحسابية على العددين النيتروسوفكيين $\tilde{a}$ و $\tilde{b}$ بالعلاقات الآتية:

❖ الجمع النيتروسوفكي:

$$\tilde{a} \oplus \tilde{b} = < (a_1 + a_2, b_1 + b_2, c_1 + c_2, d_1 + d_2) ;$$

$$w_{\tilde{a}} + w_{\tilde{b}} - w_{\tilde{a}} w_{\tilde{b}} , u_{\tilde{a}} u_{\tilde{b}} , y_{\tilde{a}} y_{\tilde{b}} > \quad (1.38)$$

❖ الجداء النيتروسوفكي:

$$\tilde{a} \otimes \tilde{b} = < (a_1 a_2, b_1 b_2, c_1 c_2, d_1 d_2) \quad ;$$

$$w_{\tilde{a}} w_{\tilde{b}} , u_{\tilde{a}} + u_{\tilde{b}} - u_{\tilde{a}} u_{\tilde{b}} , y_{\tilde{a}} + y_{\tilde{b}} - y_{\tilde{a}} y_{\tilde{b}} > \quad (1.39)$$

❖ الجداء النيتروسوفكي بعدد سلمي:

$$\gamma\tilde{a} = < (\gamma a_1, \gamma b_1, \gamma c_1, \gamma d_1) ; 1 - (1 - w_{\tilde{a}})^{\gamma} , {u_{\tilde{a}}}^{\gamma} , {y_{\tilde{a}}}^{\gamma} > \quad (1.40)$$

❖ القوة النيتروسوفكية:

$$\tilde{a}^{\gamma} = < ({a_1}^{\gamma}, {b_1}^{\gamma}, {c_1}^{\gamma}, {d_1}^{\gamma}) ;$$

$${w_{\tilde{a}}}^{\gamma} , 1 - (1 - u_{\tilde{a}})^{\gamma}, 1 - (1 - y_{\tilde{a}})^{\gamma} > \quad (1.41)$$

مثال:

ليكن لدينا العددان شبه المنحرفين النيتروسوفكيين وحيدي القيمة

$\tilde{a} =< (1,2,3,4);\ \ 0.8,0.2,0.01 >$ و $\tilde{b} =< (5,6,7,8);\ \ 0.9,0.1,0.01 >$ و $\gamma = 2$

ولنوجد العمليات الحسابية النيتروسوفكية الآتية:

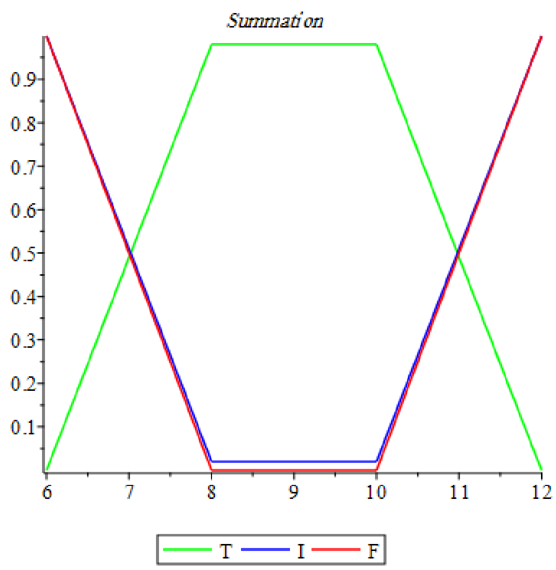
$$\tilde{a} \oplus \tilde{b},\ \tilde{a} \ominus \tilde{b},\ \tilde{a} \otimes \tilde{b},\ \tilde{a} \oslash \tilde{b},\ \gamma\tilde{a},\ \tilde{b}^{\gamma}.$$

الحل: باستخدام المعادلات (1.38) حتى (1.41) نجد:

الجمع النيتروسوفكي:

$$\tilde{a} \oplus \tilde{b} =< (6, 8, 10, 12)\ ; 0.98, 0.02, 0.0001 >$$

الشكل البياني لجمع عددين شبه منحرفين $\tilde{a}$ و $\tilde{b}$:

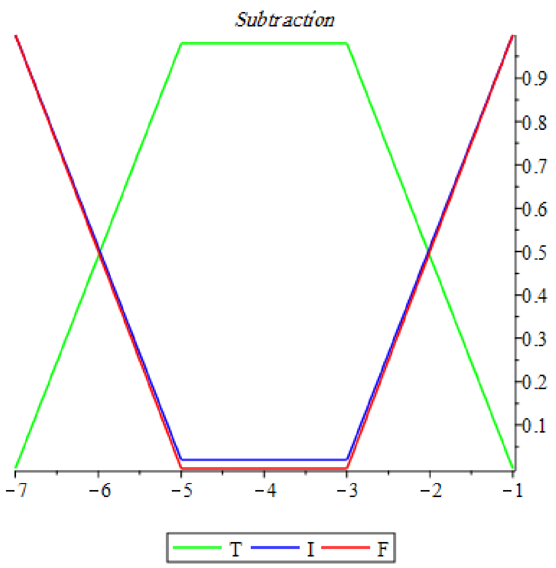


شكل(2) جمع عددين شبه منحرفين نيتروسوفكيين

الطرح النيتروسوفكي:

$$\tilde{a} \ominus \tilde{b} =< (-7, -5, -3, -1)\ ;\ 0.98, 0.02, 0.0001 >$$

الشكل البياني لطرح عددين شبه منحرفيين $\tilde{a}$ و $\tilde{b}$:

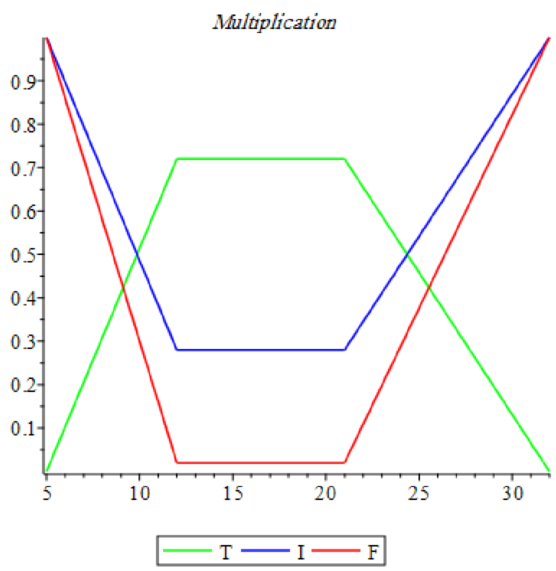


شكل(3) طرح عددين شبه منحرفيين نيتروسوفكيين

الجداء النيتروسوفكي:

$$\tilde{a} \otimes \tilde{b} = < (5, 12, 21, 32) \; ; \; 0.72, 0.28, 0.0199 >$$

الشكل البياني لجداء عددين شبه منحرفيين $\tilde{a}$ و $\tilde{b}$:

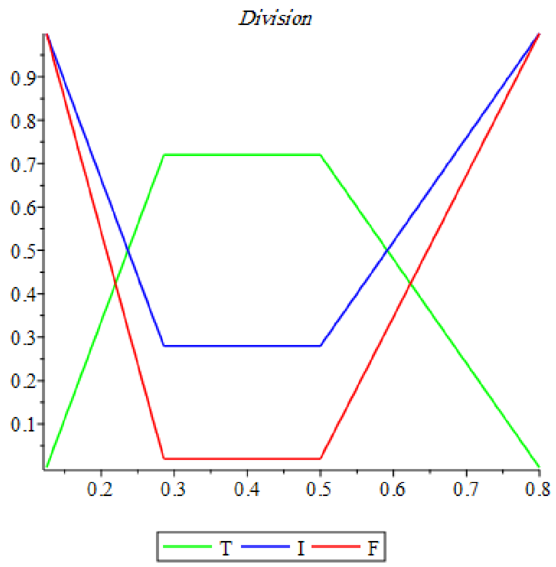


شكل(4) جداء عددين شبه منحرفيين نيتروسوفكيين

القسمة النيتروسوفكية:

$$\tilde{a} \oslash \tilde{b} = <\left(\frac{1}{8}, \frac{2}{7}, \frac{1}{2}, \frac{4}{5}\right); \ 0.72, .28, 0.0199>$$

الشكل البياني لقسمة عددين شبه منحرفين $\tilde{a}$ و $\tilde{b}$:

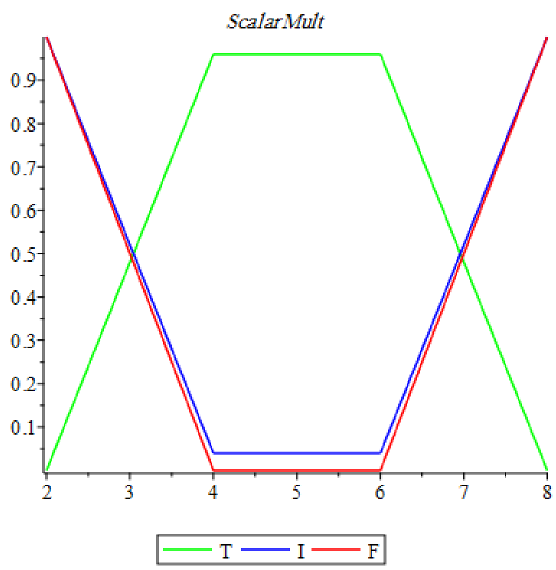


شكل(5) قسمة عددين شبه منحرفين نيتروسوفكيين

الجداء السلمي النيتروسوفكي:

$$2\tilde{a} = <(2,4,6,8); \ 0.96, 0.04, 0.0001>$$

الشكل البياني لجداء السلمي لعدد شبه المنحرف $2\tilde{a}$:

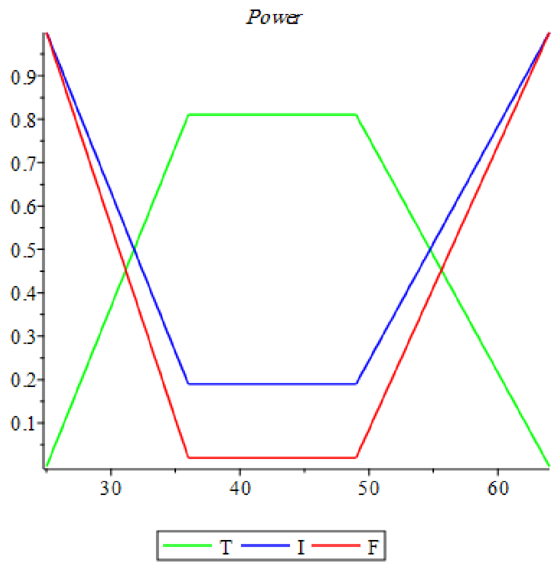


شكل(6) جداء سلمي لعدد شبه منحرف

القوة النيتروسوفكية:

$$\tilde{b}^{\,2} =< (25,36,49,64)\ ;\ 0.81,0.19,0.0199 >$$

الشكل البياني لقوة عدد شبه منحرف $\tilde{b}^{\,2}$:



شكل(7) قوة عدد شبه منحرف نيتروسوفكي

ملاحظة:

إن العدد المثلثي النيتروسوفكي وحيد القيمة هو حالة خاصة من العدد شبه المنحرف النيتروسوفكي وحيد القيمة وذلك عندما تكون قيمة b_1 تساوي قيمة c_1 في العدد شبه المنحرف، وبالتالي تبقى العلاقات (1.38)حتى (1.41) صالحة للتطبيق على الأعداد المثلثية النيتروسوفكية وحيدة القيمة.

مثال:

ليكن لدينا العددين المثلثين النيتروسوفكيين وحيدي القيمة:

$\tilde{a} =< (1,2,2,3);\ \ 0.8,0.2,0.01 >$ و $\tilde{b} =< (4,5,5,6);\ \ 0.9,0.1,0.01 >$ و $\gamma = 0.8$

ولنوجد العمليات الحسابية النيتروسوفكية الآتية:

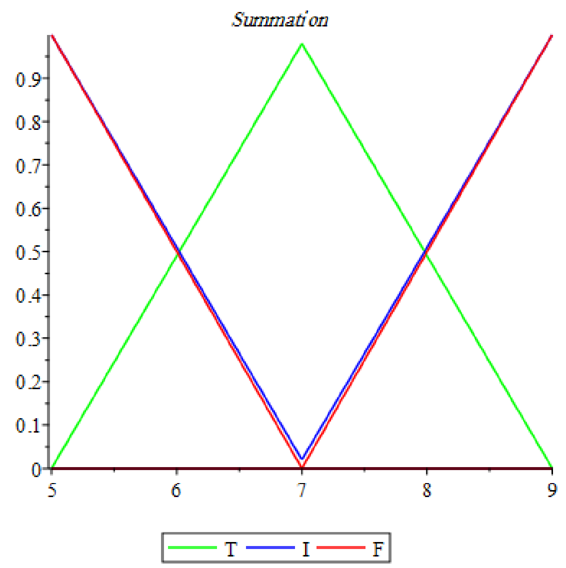
$\tilde{a} \oplus \tilde{b}$، $\tilde{a} \ominus \tilde{b}$ ، $\tilde{a} \otimes \tilde{b}$، $\tilde{a} \oslash \tilde{b}$، $\gamma\tilde{a}$، $\tilde{b}^{\,\gamma}$.

الحل: باستخدام المعادلات (1.38) حتى (1.41) نجد:

الجمع النيتروسوفكي:

$$\tilde{a} \oplus \tilde{b} = < (5,7,7,9)\ ;\ 0.98, 0.02, 0.0001 >$$

الشكل البياني لجمع عددين مثلثيين $\tilde{a}$ و $\tilde{b}$:

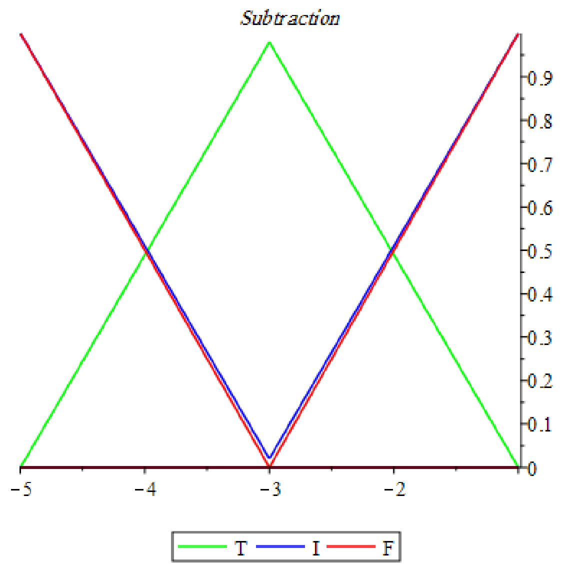


شكل(8) جمع عددين مثلثيين نيتروسوفكيين

الطرح النيتروسوفكي:

$$\tilde{a} \ominus \tilde{b} = < (-5,-3,-3,-1);\ 0.98, 0.02, 0.0001 >$$

الشكل البياني لطرح عددين مثلثيين $\tilde{a}$ و $\tilde{b}$:

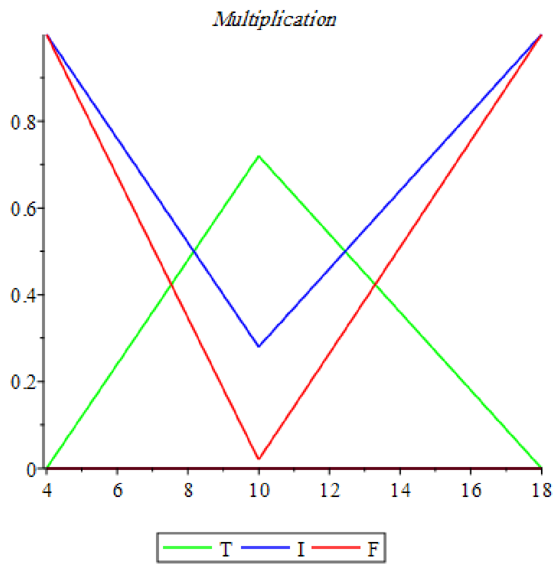


شكل(9) طرح عددين مثلثيين نيتروسوفكيين

الجداء النيتروسوفكي:

$$\tilde{a} \otimes \tilde{b} = < (4, 10, 10, 18) \; ; \; 0.72, 0.28, 0.0199 >$$

الشكل البياني لجداء عددين مثلثيين $\tilde{a}$ و $\tilde{b}$:

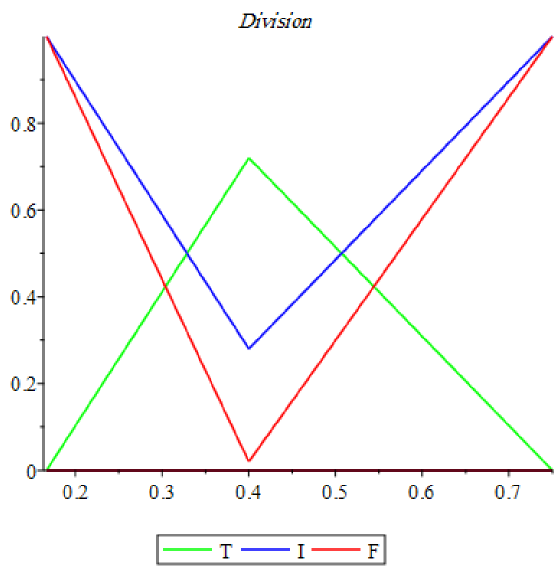


شكل(10) جداء عددين مثلثيين نيتروسوفكيين

القسمة النيتروسوفكية:

$$\tilde{a} \oslash \tilde{b} = < \left(\frac{1}{6}, \frac{2}{5}, \frac{2}{5}, \frac{3}{4}\right) \; ; \; 0.72, 0.28, 0.0199 >$$

الشكل البياني لقسمة عددين مثلثيين $\tilde{a}$ و $\tilde{b}$:

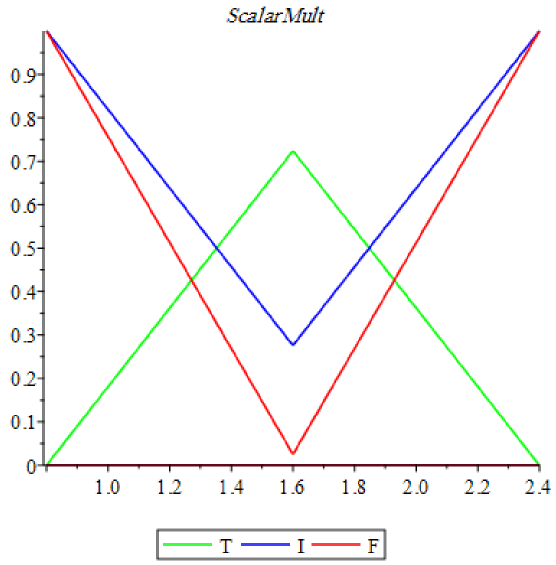


شكل(11) قسمة عددين مثلثيين نيتروسوفكيين

الجداء السلمي النيتروسوفكي:

$$0.8\tilde{a} = < (0.8, 1.6, 1.6, 2.4);\ 0.7241, 0.2759, 0.0251 >$$

الشكل البياني لجداء السلمي لعدد مثلثي $0.8\tilde{a}$:

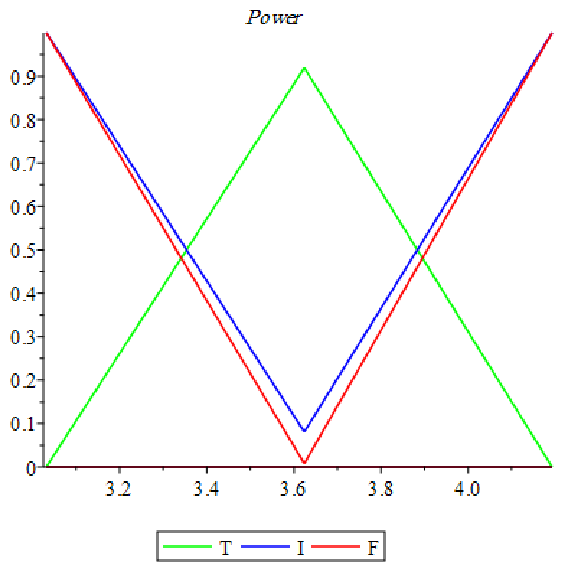


شكل(12) جداء سلمي لعدد مثلثي نيتروسوفكي

القوة النيتروسوفكية:

$$\tilde{b}^{0.8} =< (3.0314, 3.6239, 3.6239, 4.1929)\ ; 0.9192, 0.0808, 0.0080 >$$

الشكل البياني لقوة عدد مثلثي $\tilde{b}^{0.8}$:



شكل(13) قوة عدد مثلثي نيتروسوفكي

الفصل الثّاني

بعض صفوف الانتظار النيتروسوفكية

CHAPTER II

SOME NEUTROSOPHIC QUEUES

ملخـــص الفصـــل الثاني

تمّ في هذا الفصل عرض نموذج صف الانتظار القائم على الحدث النيتروسوفكي، وأنظمة صفوف الانتظار M/M/1, M/M/c, M/M/1/b النيتروسوفكية، ونموذج صف انتظار بزمن خدمة Erlang ومعلمات نيتروسوفكية، ومقاييس الأداء النيتروسوفكية لكل منها، كما تمّ عرض أمثلة عددية حول هذه الأنظمة.

بعض صفوف الانتظار النيتروسوفكية

1. نموذج صف الانتظار القائم على الحدث النيتروسوفكي: [18]

Neutrosophic Event-Based Queueing Model

1.1. مفاهيم وتعاريف Definitions and Notions :

افترض أن النظام يتكون من صف انتظار واحد ويأخذ الزبون القادم خدمته من مخدم واحد، إذا كان المخدم مشغولاً فإن الزبون القادم ينتظر في صف الانتظار حتى يصبح المخدم فارغاً، يستطيع المخدم خدمة زبون واحد خلال اللحظة الزمنية وفق قاعدة من يأتي أولاً يخدم أولاً، ويغادر الزبون بعد أن يأخذ خدمته وعلى فرض أن جميع معالم هذا النظام هي أعداد نيتروسوفكية مجالية من الشكل $N \in [L, U]$ حيث سنعتمد الرموز الآتية:

$\mathrm{NA}^{(n)}$ يرمز إلى اللحظة الزمنية النيتروسوفكية لوصول الزبون (n).

$\mathrm{NS}^{(n)}$ المدة الزمنية النيتروسوفكية لخدمة الزبون (n).

$\mathrm{NT}^{(\mathrm{n})}$ الزمن النيتروسوفكي الفاصل بين وصول الزبون (n) و وصول الزبون $(n+1)$:

$$\mathrm{N}T^{(n)} = \mathrm{NA}^{(n+1)} - \mathrm{NA}^{(n)}$$

$\mathrm{NU}^{(n)}$ اللحظة الزمنية النيتروسوفكية التي يبدأ فيها الزبون (n) بالحصول على الخدمة:

$$\mathrm{NU}^{(n+1)} = \max\left(\mathrm{ND}^{(n)}, \mathrm{NA}^{(n+1)}\right)$$

$\mathrm{ND}^{(n)}$ اللحظة الزمنية النيتروسوفكية لمغادرة الزبون (n):

$$\mathrm{ND}^{(n)} = \mathrm{NU}^{(n)} + \mathrm{NS}^{(n)}$$

$NW_q^{(n)}$ الزمن النيتروسوفكي لانتظار الزبون (n) في الطابور:

$$NW_q^{(n)} = NU^{(n)} - NA^{(n)}$$

${NW_s}^{(n)}$ الزمن النيتروسوفكي لانتظار الزبون (n) في النظام:

$${NW_s}^{(n)} = NW_q^{(n)} + NS^{(n)}$$

NW_q متوسط زمن الانتظار النيتروسوفكي في الطابور.

NW_s متوسط زمن الانتظار النيتروسوفكي في النظام.

NL_q متوسط عدد الزبائن في الطابور نيتروسوفكياً.

NL_s متوسط عدد الزبائن في النظام نيتروسوفكياً.

علماً أن العمليات الحسابية على الأعداد النيتروسوفكية المجالية تعرف بالشكل:

$$[a_1, b_1] + [a_2, b_2] = [a_1 + a_2 , b_1 + b_2]$$

$$[a_1, b_1] - [a_2, b_2] = [a_1 - b_2 , b_1 - a_2]$$

$$\frac{[a_1, b_1]}{[a_2, b_2]} = [a_1, b_1] * [\frac{1}{b_2} , \frac{1}{a_2}]$$

$$[a_1, b_1] * [a_2, b_2] = [a_1 * a_2 , b_1 * b_2]$$

حيث $a_1, a_2, b_1, b_2 \geq 0$.

مثال:

الجدول الآتي يمثل أزمنة الوصول والتخديم النيتروسوفكية لستة زبائن حيث أن واحدة الزمن هي الدقيقة:

جدول(1) أزمنة الوصول والتخديم النيتروسوفكية.

الزبون	$NS^{(n)}$	$NA^{(n)}$
1	[1,2]	0
2	4	[3,4]
3	2	6
4	1	8
5	[1,2]	12
6	2	[13,14]

تم حساب مقاييس الأداء لماكينة الصراف الآلي وفقاً لصف الانتظار النيتروسوفكي ثم وفقاً لصف الانتظار الكلاسيكي.

*الحل النيتروسوفيكي:

بالنسبة للزبون1: بما أن البدء عندما يكون النظام فارغاً فإن زمن وصول الزبون الأول:

$$NA^{(1)} = 0$$

بما أن النظام فارغ فسيتم تقديم خدمة الزبون القادم دون انتظار فإن:

$$NU^{(1)} = 0$$

فترة الخدمة لهذا الزبون:

$$NS^{(1)} = [1,2]$$

زمن مغادرة الزبون:

$$ND^{(1)} = NU^{(1)} + NS^{(1)} = 0 + [1,2] = [1,2]$$

أي زمن بدء الخدمة بالإضافة إلى فترة تقديم الخدمة لزبون.

زمن الانتظار في الطابور هو الفرق بين بدء خدمة الزبون $NU^{(1)}$ وزمن وصول الزبون $NA^{(1)}$:

$$NW_q^{(1)} = NU^{(1)} - NA^{(1)} = 0 - 0 = 0$$

زمن الانتظار في النظام هو مجموع زمن الانتظار في الطابور وزمن الخدمة:

$$NW_s{}^{(1)} = NW_q^{(1)} + NS^{(1)} = 0 + [1,2] = [1,2]$$

الزمن الفاصل بين الزبون الأول والزبون التالي:

$$NT^{(1)} = NA^{(2)} - NA^{(1)} = [3,4] - 0 = [3,4]$$

بالنسبة للزبون 2: زمن وصول الزبون الثاني $[3,4] = NA^{(2)}$ سيكون زمن بدء الخدمة لهذا الزبون (الزبون 2) هو زمن وصوله إذا كان المخدم فارغاً أو مباشرة بعد زمن مغادرة الزبون السابق إذا كان المخدم مشغولاً فإن:

$$NU^{(2)} = \max\left(ND^{(1)}, NA^{(2)}\right) = \max([1,2], [3,4]) = [3,4]$$

زمن الخدمة لهذا الزبون هو $NS^{(2)} = 4$ ومنه فإن زمن المغادرة:

$$ND^{(2)} = NU^{(2)} + NS^{(2)} = [3,4] + 4 = [7,8]$$

زمن الانتظار في الطابور هو الفرق بين بدء خدمة الزبون $NU^{(2)}$ وزمن وصول هذا الزبون $NA^{(2)}$:

$$NW_q^{(2)} = NU^{(2)} - NA^{(2)} = [3,4] - [3,4] = 0$$

زمن الانتظار في النظام هو مجموع زمن الانتظار في الطابور وزمن الخدمة:

$$NW_s{}^{(2)} = NW_q^{(2)} + NS^{(2)} = 0 + 4 = 4$$

الزمن الفاصل بين الزبون الثاني والزبون الثالث:

$$NT^{(2)} = NA^{(3)} - NA^{(2)} = 6 - [3,4] = [2,3]$$

بالنسبة للزبون 3: زمن وصول الزبون الثالث $NA^{(3)} = 6$ فإن زمن بدء الخدمة لهذا الزبون:

$$NU^{(3)} = \max\left(ND^{(2)}, NA^{(3)}\right) = \max([7,8], 6) = [7,8]$$

زمن الخدمة لهذا الزبون هو $NS^{(3)} = 2$ ومنه فإن زمن المغادرة:

$$ND^{(3)} = NU^{(3)} + NS^{(3)} = [7,8] + 2 = [9,10]$$

زمن الانتظار في الطابور:

$$NW_q^{(3)} = NU^{(3)} - NA^{(3)} = [7,8] - 6 = [1,2]$$

زمن الانتظار في النظام:

$$NW_s^{(3)} = NW_q^{(3)} + NS^{(3)} = [1,2] + 2 = [3,4]$$

الزمن الفاصل بين الزبون الثالث والزبون الرابع:

$$NT^{(3)} = NA^{(4)} - NA^{(3)} = 8 - 6 = 2$$

وهكذا حتى نحصل على الجدول الآتي:

جدول(2) صف الانتظار القائم على الحدث النيتروسوفكي.

الزبون	$NW_s^{(n)}$	$NW_q^{(n)}$	$ND^{(n)}$	$NU^{(n)}$	$NT^{(n)}$	$NS^{(n)}$	$NA^{(n)}$
1	[1,2]	0	[1,2]	0	[3,4]	[1,2]	0
2	4	0	[7,8]	[3,4]	[2,3]	4	[3,4]
3	[3,4]	[1,2]	[9,10]	[7,8]	2	2	6
4	[2,3]	[1,2]	[10,11]	[9,10]	4	1	8
5	[1,2]	0	[13,14]	12	[1,2]	[1,2]	12
6	2	0	[15,16]	[13,14]	-	2	[13,14]

مقاييس الأداء النيتروسوفكية:

$$NW_q = \frac{\sum_{k=1}^{6}\left[NW_q^{(n)}\right]_k}{6} = \frac{0+0+[1,2]+[1,2]+0+0}{6} = \frac{[2,4]}{6}$$

$$= [0.33\ ,0.67\ ]\ \text{دقيقة}$$

أي أن الزبون سينتظر في الطابور بين 0.33 دقيقة و 0.67 دقيقة قبل بدء تقديم الخدمة.

$$NW_s = \frac{\sum_{k=1}^{6}[NW^{(n)}]_k}{6} = \frac{[1,2]+4+[3,4]+[2,3]+[1,2]+2}{6}$$

$$= \frac{[13,17]}{6} = [2.17\ ,2.833\ ]\ \text{دقيقة}$$

أي أن الزبون سيبقى في النظام بين 2.17 و 2.833 من وقت وصوله حتى خروجه من النظام.

معدل الوصول $\lambda = \frac{6}{16} = 0.375$ لأن 6 زبائن وصلوا خلال 16 دقيقة.

باستخدام صيغتي ليتل:

$$NL_s = \lambda\, NW_s = 0.375\ [2.17\ ,2.883\ ] = [\ 0.8137,1.0624]\ \text{زبون}$$

وهذا يعني أن متوسط عدد الزبائن في النظام سيكون تقريباً بين 0 و 1 زبون.

$$NL_q = \lambda\, NW_q = 0.375\ [0.33\ ,0.67\ ] = [\ 0.1237,0.2512]\ \text{زبون}$$

أي أن متوسط عدد الزبائن في صف الانتظار سيتراوح تقريباً بين 0.1237 و 0.2512 زبون.

***الحل الكلاسيكي:** يمكن حل المسألة السابقة كلاسيكياً بأخذ مراكز الفترات المعطاة فيكون:

جدول(3) تحويل البيانات المدخلة إلى بيانات كلاسيكية.

$A^{(n)}$	$S^{(n)}$	الزبون
0	1.5	**1**
3.5	4	**2**
6	2	**3**
8	1	**4**
12	1.5	**5**
13.5	2	**6**

بالنسبة للزبون1: بما أن النظام فارغ فسيتم تقديم الخدمة للزبون القادم دون انتظار:

$$U^{(1)} = 0$$

زمن خدمة الزبون تقريباً:

$$S^{(1)} = 1.5$$

زمن المغادرة تقريباً:

$$D^{(1)} = U^{(1)} + S^{(1)} = 0 + 1.5 = 1.5$$

وهو الزمن التقريبي لبدء خدمة الزبون بالإضافة إلى الزمن التقريبي لتقديم الخدمة للزبون.

زمن الانتظار في الطابور هو الفرق بين بدء خدمة الزبون $\mathrm{U}^{(1)}$ وزمن وصول الزبون $\mathrm{A}^{(1)}$:

$$\mathrm{W_q^{(1)}} = \mathrm{U}^{(1)} - \mathrm{A}^{(1)} = 0 - 0 = 0$$

زمن الانتظار في النظام هو مجموع زمن الانتظار في الطابور وزمن الخدمة:

$$W_s{}^{(1)} = W_q^{(1)} + S^{(1)} = 0 + 1.5 = 1.5$$

الزمن الفاصل بين الزبون الأول والزبون التالي تقريباً:

$$T^{(1)} = A^{(2)} - A^{(1)} = 3.5 - 0 = 3.5$$

بالنسبة للزبون2 : زمن وصول الزبون الثاني تقريباً $A^{(2)} = 3.5$ سيكون زمن بدء الخدمة لهذا الزبون (الزبون 2) هو زمن وصوله إذا كان المخدم فارغاً أو مباشرة بعد زمن مغادرة الزبون السابق إذا كان المخدم مشغولاً:

$$U^{(2)} = \max\left(D^{(1)}, A^{(2)}\right) = \max(1.5, 3.5) = 3.5$$

زمن الخدمة لهذا الزبون هو $S^{(2)} = 4$ ومنه فإن زمن المغادرة:

$$D^{(2)} = U^{(2)} + S^{(2)} = 3.5 + 4 = 7.5$$

زمن الانتظار في الطابور هو الفرق بين بدء خدمة الزبون $U^{(2)}$ وزمن وصول هذا الزبون $A^{(2)}$:

$$W_q^{(2)} = U^{(2)} - A^{(2)} = 3.5 - 3.5 = 0$$

زمن الانتظار في النظام هو مجموع زمن الانتظار في الطابور وزمن الخدمة:

$$W_s{}^{(2)} = W_q^{(2)} + S^{(2)} = 0 + 4 = 4$$

الزمن الفاصل بين الزبون الثاني والزبون الثالث:

$$T^{(2)} = A^{(3)} - A^{(2)} = 6 - 3.5 = 2.5$$

وهكذا حتى نحصل على الجدول الآتي:

جدول(4) صف الانتظار القائم على الأحداث الكلاسيكي.

$A^{(n)}$	$S^{(n)}$	$T^{(n)}$	$U^{(n)}$	$D^{(n)}$	$W_q^{(n)}$	$W_s^{(n)}$	الزبون
0	1.5	3.5	0	1.5	0	1.5	**1**
3.5	4	2.5	3.5	7.5	0	4	**2**
6	2	2	7.5	9.5	1.5	3.5	**3**
8	1	4	9.5	10.5	1.5	2.5	**4**
12	1.5	1.5	12	13.5	0	1.5	**5**
13.5	2	-	13.5	15.5	0	2	**6**

مقاييس الأداء الكلاسيكية:

$$\mathrm{W_q} = \frac{\sum_{k=1}^{6}[\mathrm{W_q}^{(n)}]_k}{6} = \frac{0+0+1.5+1.5+0+0}{6} = \frac{3}{6} = 0.5 \text{ دقيقة} \in [0.33\ ,0.67\ ] = \mathrm{NW_q}$$

$$W_s = \frac{\sum_{k=1}^{6}[\mathrm{W}^{(n)}]_k}{6} = \frac{1.5+4+3.5+2.5+1.5+2}{6} = \frac{15}{6} = 2.5 \text{ دقيقة}$$

$$\in [2.17\ ,2.883\ ] = \mathrm{NW_s}$$

معدل الوصول سابقاً $\lambda = 0.375$ وباستخدام صيغتي ليتل نجد:

$$\mathrm{L_s} = \lambda\, \mathrm{W_s} = 0.375 * 2.5 = 0.9375 \text{ زبون} \in [\,0.8137,1.0624] = \mathrm{NL_s}$$

$$\mathrm{L_q} = \lambda\, \mathrm{W_q} = 0.375 * 0.5 = 0.1875 \text{ زبون} \in [\,0.1237,0.2512] = \mathrm{NL_q}$$

واضح مما سبق أن الحلول النيتروسوفكية أكثر دقة وواقعية من الحلول الكلاسيكية لأن الحلول الكلاسيكية تقع ضمن فترات الحلول النيتروسوفكية .

2. صفوف الانتظار M/M/1/b, M/M/c, M/M/1 النيتروسوفكية: [19]

Neutrosophic M/M/1, M/M/c, M/M/1/b Queueing Systems

1.2. تمهيد Preface :

على فرض أن معدلات الوصول والمغادرة أعداداً نيتروسوفكية كمايلي:

$$\lambda_N = [\lambda^L, \lambda^U] \;\;,\;\; \mu_N = [\mu^L, \mu^U] \;\; \Rightarrow \rho_N = \left[\frac{\lambda^L}{c\,\mu^U}, \frac{\lambda^U}{c\,\mu^L}\right] \;;$$ عدد المخدمين c

وبعد استبدال معدلات الوصول والمغادرة بمعدلات وصول ومغادرة نيتروسوفكية يمكن تعريف بعض أنظمة صفوف الانتظار النيتروسوفكية بالشكل الآتي:

2.2. صف الانتظار NM / NM / 1:

لدينا في هذا النظام مخدم واحد وعملية وصول الزبائن تخضع لتوزيع بواسون بمعدل λ_N وأزمنة التخديم تخضع لتوزيع الآسي بمعدل مغادرة زبائن μ_N.

احتمال وجود K زبون في النظام نيتروسوفكياً:

$$NP(k) = (1 - \rho_N) * \rho_N{}^K \quad ; k = 0,1, \dots \quad (2.1)$$

متوسط عدد الزبائن في الطابور نيتروسوفكياً:

$$NL_q = \frac{\rho_N{}^2}{1 - \rho_N} \qquad (2.2)$$

متوسط عدد الزبائن في النظام نيتروسوفكياً:

$$NL_s = \frac{\rho_N}{1 - \rho_N} \qquad (2.3)$$

متوسط زمن الانتظار في الطابور نيتروسوفكياً:

$$NW_q = \left[\frac{\frac{\lambda^L}{\mu^U}}{\mu^U - \lambda^L}, \frac{\frac{\lambda^U}{\mu^L}}{\mu^L - \lambda^U}\right] \qquad (2.4)$$

متوسط زمن الانتظار في النظام نيتروسوفكياً:

$$NW_s = \left[\frac{1}{\mu^U - \lambda^L}, \frac{1}{\mu^L - \lambda^U}\right] \qquad (2.5)$$

مثال:

يوجد في أحد صالونات الحلاقة حلاق واحد حيث وصول الزبائن يتم وفق عملية بواسونية بمعدل بين 2 و4 زبائن في الساعة، وتخضع فترة أداء الخدمة لتوزيع الأسي بمعدل بين 10 و12 دقيقة. والمطلوب:

1. احتمال ألا يجد الزبون الواصل زبائن في صالون الحلاقة.
2. احتمال وجود زبون واحد على الأقل في صالون الحلاقة.
3. مقاييس أداء صالون الحلاقة.

الحل: باستخدام المعادلات (2.1) حتى (2.5) .

معدل الوصول: $\lambda_N = [2,4]$ زبون في الساعة

معدل الخدمة: $\mu_N = [60/12\ ,60/10\ ] = [5,6]$ زبون في الساعة

$\rho_N = \frac{\lambda_N}{\mu_N} = [0.33,0.80]$ معامل الإستخدام لمخدم واحد

1) احتمال ألا يجد الزبون الواصل زبائن في صالون الحلاقة:

$$\mathrm{NP}(0) = (1 - \rho_N) * \rho_N{}^0 = [0.20,0.67]$$

أي أن احتمال عدم وجود زبائن في صالون الحلاقة هو ضمن المجال 0.20 و0.67 .

2) احتمال وجود زبون واحد على الأقل في صالون الحلاقة:

$$1 - \mathrm{NP}(0) = 1 - [0.20,0.67] = [0.33,0.80]$$

أي أن احتمال وجود زبون واحد على الأقل في صالون الحلاقة هو ضمن المجال 0.33 و0.80 .

3) مقاييس أداء صالون الحلاقة:

متوسط عدد الزبائن في الطابور:

$$\mathrm{NL_q} = \frac{\rho_N{}^2}{1 - \rho_N} = [0.1625,3.2\ ] \text{ زبون}$$

أي أن متوسط عدد الزبائن في الطابور هو تقريباً ضمن المجال 0 و 3.

متوسط عدد الزبائن في النظام:

$$NL_s = \frac{\rho_N}{1-\ \rho_N} \quad = [\ 0.49,4] \quad \text{زبون}$$

أي أن متوسط عدد الزبائن في صالون الحلاقة هو تقريباً ضمن المجال 0 و 4 .

متوسط زمن الانتظار في الطابور:

$$NW_q = \left[\frac{\frac{\lambda^L}{\mu^U}}{\mu^U-\lambda^L}, \frac{\frac{\lambda^U}{\mu^L}}{\mu^L-\lambda^U}\right] = [0.0825,0.80] \quad \text{ساعة}$$

أي أن متوسط زمن الانتظار في الطابور هو ضمن المجال 0.0825 و0.80 .

متوسط زمن الانتظار في النظام:

$$NW_s = \left[\frac{1}{\mu^U-\lambda^L}, \frac{1}{\mu^L-\lambda^U}\right] = [0.25,1] \quad \text{ساعة}$$

أي أن متوسط زمن الانتظار في صالون الحلاقة هو ضمن المجال 0.25 و1 .

3.2. صف الانتظار NM / NM / c:

يختلف هذا النظام عن نظام NM / NM / 1 بأن فيه c مخدم يعملون على التوازي.

احتمال عدم وجود زبائن في النظام نيتروسوفكياً:

$$NP(0) = \left(\sum_{n=0}^{c-1}\frac{(c\rho_N)^n}{n!} + \frac{(c\rho_N)^c}{c!} * \frac{1}{1-\rho_N}\right)^{-1} \quad (2.6)$$

احتمال وجود K زبون في النظام نيتروسوفكياً:

$$NP(k) = \begin{cases} \frac{(c\rho_N)^k}{k!}NP(0) & ;\ k < c \\ \frac{(\rho_N)^k c^c}{c!}NP(0) & ;\ k \geq c \end{cases} \quad (2.7)$$

متوسط عدد الزبائن في الطابور نيتروسوفكياً:

$$NL_q = \frac{(c\rho_N)^c \rho_N}{c!\,(1-\rho_N)^2}NP(0) \quad (2.8)$$

متوسط عدد الزبائن في النظام نيتروسوفكياً:

$$\mathrm{NL_s} = \mathrm{c}\rho_N + \frac{(\mathrm{c}\rho_N)^{\mathrm{c}}\rho_N}{\mathrm{c}!\,(1-\rho_N)^2}\mathrm{NP}(0) \qquad (2.9)$$

متوسط زمن الانتظار في الطابور نيتروسوفكياً:

$$\mathrm{NW_q} = \left[\frac{1}{\lambda^{\mathrm{U}}}, \frac{1}{\lambda^{\mathrm{L}}}\right]\mathrm{NL_q} \qquad (2.10)$$

متوسط زمن الانتظار في النظام نيتروسوفكياً:

$$\mathrm{NW_s} = \left[\frac{1}{\lambda^{\mathrm{U}}}, \frac{1}{\lambda^{\mathrm{L}}}\right]\mathrm{NL_s} \qquad (2.11)$$

مثال:

يوجد في محطة غسيل سيارات 2 ماكينة لغسيل السيارات حيث كل ماكينة تأخذ بين 12/7 و 2 ساعة لغسل السيارة وإن وصول السيارات إلى المحطة يتم وفق عملية بواسونية بمعدل بين 2 و 3 سيارات في الساعة. المطلوب حساب احتمال عدم وجود سيارات في المحطة ومقاييس أداء المحطة.

الحل: باستخدام المعادلات من (2.6) إلى (2.11).

معدل الوصول: $\lambda_N = [2,3]$ سيارة في الساعة

معدل الخدمة: $\mu_N = [12/7\,,2]$ سيارة في الساعة

$$\rho_N = \frac{\lambda_N}{2\mu_N} = \frac{[2,3]}{2[12/7\,,2]} = \left[\frac{1}{2}, \frac{7}{8}\right]$$

احتمال عدم وجود سيارات في المحطة:

$$\mathrm{NP}(0) = \left(\sum_{\mathrm{n}=0}^{\mathrm{c}-1} \frac{(\mathrm{c}\rho_N)^{\mathrm{n}}}{\mathrm{n}!} + \frac{(\mathrm{c}\rho_N)^{\mathrm{c}}}{\mathrm{c}!} * \frac{1}{1-\rho_N}\right)^{-1}$$

$$= \left(1 + 2\rho_{\mathrm{N}} + 2{\rho_{\mathrm{N}}}^2 * \frac{1}{1-\rho_{\mathrm{N}}}\right)^{-1}$$

$$= \left(1 + 2\left[\frac{1}{2}, \frac{7}{8}\right] + 2\left[\frac{1}{4}, \frac{49}{64}\right] * \frac{1}{1-\left[\frac{1}{2}, \frac{7}{8}\right]}\right)^{-1}$$

$$= \left(1 + \left[1\,, \frac{7}{4}\right] + \left[\frac{1}{2}, \frac{49}{32}\right] * \frac{1}{\left[\frac{1}{8}, \frac{1}{2}\right]}\right)^{-1}$$

$$= \left(\left[2, \frac{11}{4}\right] + \left[1, \frac{49}{4}\right]\right)^{-1} = [3,15]^{-1} = [\,0.0667, 0.3333]$$

أي أن احتمال وصول سيارة للمحطة وتكون المحطة فارغة هو بين 0.0667 و0.3333 .

مقاييس الأداء لمحطة غسيل السيارات:

$$\mathrm{NL_q} = \frac{(\mathrm{c}\rho_N)^{\mathrm{c}}\rho_N}{\mathrm{c}!\,(1-\rho_N)^2}\mathrm{NP}(0)$$

$$= \frac{\left(2\left[\frac{1}{2}, \frac{7}{8}\right]\right)^2 \left[\frac{1}{2}, \frac{7}{8}\right]}{2!\left(1 - \left[\frac{1}{2}, \frac{7}{8}\right]\right)^2}[\,\,0.0667, 0.3333] = [\,0.0667, 28.5805]$$ سيارة

أي أن متوسط عدد السيارات في الطابور بين 0 و28 تقريباً.

$$\mathrm{NL_s} = \mathrm{c}\rho_N + \frac{(\mathrm{c}\rho_N)^{\mathrm{c}}\rho_N}{\mathrm{c}!\,(1-\rho_N)^2}\mathrm{NP}(0) = \mathrm{c}\rho_N + \mathrm{NL_q}$$

$$= \left[1, \frac{7}{4}\right] + [\,0.0667, 28.5805] = [1.0667,30.3305]$$ سيارة

أي أن متوسط عدد السيارات في النظام بين 1 و30 تقريباً.

$$\mathrm{NW_q} = \left[\frac{1}{\lambda^{\mathrm{U}}}, \frac{1}{\lambda^{\mathrm{L}}}\right]\mathrm{NL_q} = \left[\frac{1}{3}, \frac{1}{2}\right][\,0.0667, 28.5805] = [0.0223,14.2902]$$ ساعة

أي أن متوسط زمن الانتظار في الطابور بين 0.0223 و14.2902.

$$\mathrm{NW_s} = \left[\frac{1}{\lambda^{\mathrm{U}}}, \frac{1}{\lambda^{\mathrm{L}}}\right]\mathrm{NL_s} = \left[\frac{1}{3}, \frac{1}{2}\right][1.0667,30.3305] = [0.3556,15.1652]$$ ساعة

أي أن متوسط زمن الانتظار في النظام بين 0.3556 و15.1652 .

4.2. صف الانتظار NM / NM / 1/ b:

يختلف هذا النظام عن نظام NM / NM/ 1 بأن فيه سعة النظام محدودة بالعدد b.

احتمال وجود K زبون في النظام نيتروسوفكياً:

$$\mathrm{NP(k)} = \frac{{\rho_N}^{\mathrm{k}}(1-\rho_N)}{(1-{\rho_N}^{\mathrm{b+1}})} \qquad ;\mathrm{k}=0,1,\dots \mathrm{b} \qquad (2.12)$$

متوسط عدد الزبائن في الطابور نيتروسوفكياً:

$$\mathrm{NL_q} = \frac{{\rho_N}^{2}\left(1-\mathrm{b}{\rho_N}^{\mathrm{b-1}}+(\mathrm{b}-1){\rho_N}^{\mathrm{b}}\right)}{(1-\rho_N)(1-\rho_N)^{\mathrm{b+1}}} \qquad (2.13)$$

معدل الوصول الفعلي:

$$Eff\lambda_N = [\lambda^L, \lambda^U]\left(1-\ \mathrm{NP(b)}\right) \qquad (2.14)$$

وبالتالي فإن ρ_N الفعلية:

$$Eff\rho_N = \frac{Eff\lambda_N}{[\mu^L, \mu^U]} \qquad (2.15)$$

متوسط عدد الزبائن في النظام نيتروسوفكياً:

$$\mathrm{NL_s} = \ \mathrm{NL_q} + \frac{Eff\lambda_N}{[\mathrm{\mu^L}, \mathrm{\mu^U}]} \qquad (2.16)$$

متوسط زمن الانتظار في الطابور نيتروسوفكياً:

$$\mathrm{NW_q} = \frac{1}{Eff\lambda_N}\mathrm{NL_q} \qquad (2.17)$$

متوسط زمن الانتظار في النظام نيتروسوفكياً:

$$\mathrm{NW_s} = \frac{1}{Eff\lambda_N}\mathrm{NL_s} \qquad (2.18)$$

مثال:

يوجد في مركز هاتف خطين وعامل واحد يستقبل معلومات المتصل، عندما يتحدث عامل الهاتف مع المتصل على الخط فيكون الخط الآخر مفتوح بحيث ينتظر زبون واحد ليتحدث مع العامل وعند انشغال الخطين فإن المكالمات الجديدة يتم فقدانها حيث تتوزع عملية وصول المكالمات وفق بواسون بمعدل 4 إلى 5 مكالمات في الساعة، ومدة خدمة كل مكالمة 5 إلى 6 دقائق. والمطلوب حساب احتمال فقدان مكالمة جديدة ثم مقاييس الأداء لمركز الهاتف.

الحل: باستخدام المعادلات من (2.12) إلى (2.18) .

$$b = 2 \;\Rightarrow\; M/M/1/\,2$$

معدل الوصول: $\lambda_N = [4{,}5]$ زبون في الساعة

معدل الخدمة: $\mu_N = [\,60\,/6\;\;,60\,/\,5] = [10{,}12]$ زبون في الساعة

$$\rho_N = \frac{\lambda_N}{\mu_N} = [0.33{,}0.5]$$

احتمال فقدان مكالمة جديدة هو احتمال انشغال الخطين أي وجود 2 متصل لمركز الهاتف:

$$\mathrm{NP}(2) = \frac{{\rho_N}^2(1-\rho_N)}{(1-{\rho_N}^{2+1})} = \frac{[0.33{,}0.5]^2(1-[0.33{,}0.5])}{(1-[0.33{,}0.5]^3)}$$

$$= \frac{[0.1089{,}0.25]\;[0.5{,}0.67]}{1-[0.0359{,}0.125]} = \frac{[0.0544{,}0.1675]}{[0.875{,}0.9641]} = [0.0565{,}0.1914]$$

أي أن احتمال فقدان مكالمة جديدة بين 0.0565 و0.1914 .

$$\mathrm{NL_q} = \frac{[0.33{,}0.5]^2(1-2[0.33{,}0.5]\;+[0.33{,}0.5]^2)}{(1-[0.33{,}0.5])(1-[0.33{,}0.5]^3)} = [0.0252{,}0.3371]$$

أي أن متوسط عدد المكالمات في الطابور بين 0.0252 و0.3371 مكالمة.

معدل الوصول الفعلي λ_N و ρ_N الفعلية:

$$Eff\lambda_N = [\lambda^L,\lambda^U]\big(1-\;\mathrm{NP}(2)\big) = [4{,}5](1-[0.0565{,}0.1914])$$

$$= [3.2343{,}4.7176]$$

$$Eff\rho_N = \frac{[3.2343{,}4.7176]}{[10{,}12]} = [\,0.2695{,}0.4718]$$

$$\mathrm{NL_s} = \mathrm{NL_q} + Eff\rho_N = [0.0252,0.3371] + [0.2695,0.4718]$$
$$= [0.294743,0.8089]$$

أي أن متوسط عدد المكالمات لمركز الهاتف بين 0.8089 و0.2947 مكالمة.

$$\mathrm{NW_q} = \frac{1}{Eff\lambda_N}\mathrm{NL_q} = \frac{[0.0252,0.3371]}{[3.2343,4.7176]} = [0.0053,0.1042]$$

أي أن متوسط زمن الانتظار في الطابور بين 0.0053 و0.1042 ساعة.

$$\mathrm{NW_s} = \frac{1}{Eff\lambda_N}\mathrm{NL_s} = \frac{[0.2947,0.8089]}{[3.2343,4.7176]} = [0.0625,0.2501]$$

أي أن متوسط زمن الانتظار في مركز الهاتف بين 0.0624 و0.2501 ساعة.

5.2. نموذج صف انتظار بزمن خدمة Erlang ومعلمات نيتروسوفكية:
Erlang Service Queueing Model with Neutrosophic Parameters [17]

يصل الزبائن إلى نظام فيه مخدم واحد وفقاً لعملية بواسون بمعدل وصول نيتروسوفكي (غير دقيق) $N\lambda = [\lambda^L, \lambda^U]$ حيث λ^L الحد الأدنى و λ^U الحد الأعلى ويتم تقديم الخدمة للزبائن واحداً تلو الآخر وفقاً لتوزيع Erlang في k مرحلة وبمعدل مغادرة(خدمة) نيتروسوفكية $N\mu = [\mu^L, \mu^U]$ حيث μ^L الحد الأدنى و μ^U الحد الأعلى، ومنه تم استنتاج مقاييس الأداء النيتروسوفكية والحصول على العلاقات الآتية:

متوسط عدد الزبائن في النظام نيتروسوفكياً:

$$\mathrm{NL_s} = \left(\frac{k+1}{2k}\right)\left(\left[\frac{{\lambda^L}^2}{{\mu^U}^2 - \lambda^L\mu^U}, \frac{{\lambda^U}^2}{{\mu^L}^2 - \lambda^U\mu^L}\right]\right) + \left[\frac{\lambda^L}{\mu^U}, \frac{\lambda^U}{\mu^L}\right] \qquad (2.19)$$

متوسط عدد الزبائن في الطابور نيتروسوفكياً:

$$\mathrm{NL_q} = \left(\frac{k+1}{2k}\right)\left(\left[\frac{{\lambda^L}^2}{{\mu^U}^2 - \lambda^L\mu^U}, \frac{{\lambda^U}^2}{{\mu^L}^2 - \lambda^U\mu^L}\right]\right) \qquad (2.20)$$

متوسط زمن الانتظار في النظام نيتروسوفكياً:

$$NW_s = \left(\frac{k+1}{2k}\right)\left(\left[\frac{\frac{{\lambda^L}^2}{\lambda^U}}{{\mu^U}^2 - \lambda^L\mu^U}, \frac{\frac{{\lambda^U}^2}{\lambda^L}}{{\mu^L}^2 - \lambda^U\mu^L}\right]\right) + \left[\frac{\frac{\lambda^L}{\lambda^U}}{\mu^U}, \frac{\frac{\lambda^U}{\lambda^L}}{\mu^L}\right] \qquad (2.21)$$

متوسط زمن الانتظار في الطابور نيتروسوفكياً:

$$NW_q = \left(\frac{k+1}{2k}\right)\left(\left[\frac{\frac{{\lambda^L}^2}{\lambda^U}}{{\mu^U}^2 - \lambda^L\mu^U}, \frac{\frac{{\lambda^U}^2}{\lambda^L}}{{\mu^L}^2 - \lambda^U\mu^L}\right]\right) \qquad (2.22)$$

ونميز الحالات الأربعة الآتية:

الحالة 1: عندما $\lambda^L = \lambda^U$ و $\mu^L \neq \mu^U$ فإن معدل الوصول كلاسيكي ومعدل المغادرة نيتروسوفكي.

الحالة 2: عندما $\lambda^L \neq \lambda^U$ و $\mu^L = \mu^U$ فإن معدل الوصول نيتروسوفكي ومعدل المغادرة كلاسيكي.

الحالة 3: عندما $\lambda^L = \lambda^U$ و $\mu^L = \mu^U$ نعود للحالة الكلاسيكية (غير النيتروسوفكية).

الحالة 4: عندما $\lambda^L \neq \lambda^U$ و $\mu^L \neq \mu^U$ معدل الوصول نيتروسوفكي ومعدل المغادرة نيتروسوفكي.

مثال: (معدل الوصول كلاسيكي، معدل المغادرة نيتروسوفكي)

افترض أن النظام يتكون من آلة تقدم الخدمة للزبون خلال مرحلتين وتتوزع أزمنة كل مرحلة أسياً وتخدم الآلة في كل مرحلة بين 3 و 5 زبائن في الدقيقة، وصول الزبائن إلى الآلة وفق عملية بواسون بمعدل 15 زبون في الساعة والمطلوب حساب مقاييس الأداء للآلة.

الحل:

مراحل الخدمة $k = 2$

معدل الوصول: زبون في الدقيقة $\lambda = 0.25$ $\Longrightarrow$ زبون في الساعة $\lambda = 15$

معدل الخدمة: زبون في الدقيقة $N\mu = [3,5]$

***الحل الكلاسيكي:** باستخدام المعادلات (1.34) حتى (1.37) .

بافتراض μ تأخذ نقطة منتصف المجال أي $\mu \cong 4$ فإن مقاييس الأداء الكلاسيكية للآلة:

$$L_s = \left(\frac{k+1}{2k}\right)\left(\frac{\lambda^2}{\mu(\mu-\lambda)}\right) + \frac{\lambda}{\mu} = \left(\frac{2+1}{2*2}\right)\left(\frac{0.25^2}{4(4-0.25)}\right) + \frac{0.25}{4}$$

$$= 0.0656 \text{ زبون}$$

$$L_q = \left(\frac{k+1}{2k}\right)\left(\frac{\lambda^2}{\mu(\mu-\lambda)}\right) = \left(\frac{2+1}{2*2}\right)\left(\frac{0.25^2}{4(4-0.25)}\right) = 0.0031 \text{ زبون}$$

$$W_s = \left(\frac{k+1}{2k}\right)\left(\frac{\lambda}{\mu(\mu-\lambda)}\right) + \frac{1}{\mu} = \left(\frac{2+1}{2*2}\right)\left(\frac{0.25}{4(4-0.25)}\right) + \frac{1}{4} = 0.2625 \text{ دقيقة}$$

$$W_q = \left(\frac{k+1}{2k}\right)\left(\frac{\lambda}{\mu(\mu-\lambda)}\right) = \left(\frac{2+1}{2*2}\right)\left(\frac{0.25}{4(4-0.25)}\right) = 0.0125 \text{ دقيقة}$$

***الحل النيتروسوفكي:** باستخدام المعادلات (2.19) حتى (2.22) .

مقاييس الأداء النيتروسوفكية للآلة:

$$NL_s = \left(\frac{k+1}{2k}\right)\left(\left[\frac{\lambda^{L^2}}{\mu^{U^2} - \lambda^L\mu^U}, \frac{\lambda^{U^2}}{\mu^{L^2} - \lambda^U\mu^L}\right]\right) + \left[\frac{\lambda^L}{\mu^U}, \frac{\lambda^U}{\mu^L}\right]$$

$$= \left(\frac{2+1}{2*2}\right)\left(\left[\frac{0.25^{\ 2}}{5^2 - 0.25*5^U}, \frac{0.25^2}{3^2 - 0.25*3}\right]\right) + \left[\frac{0.25}{5}, \frac{0.25}{3}\right]$$

$$= [0.0519, 0.0890] \text{ زبون}$$

واضح أن متوسط عدد الزبائن في النظام $L_s = 0.0656$ ينتمي للمجال $NL_s = [0.0519, 0.0890]$

$$NL_q = \left(\frac{k+1}{2k}\right)\left(\left[\frac{\lambda^{L^2}}{\mu^{U^2} - \lambda^L\mu^U}, \frac{\lambda^{U^2}}{\mu^{L^2} - \lambda^U\mu^L}\right]\right)$$

$$= \left(\frac{2+1}{2*2}\right)\left(\left[\frac{0.25^{\ 2}}{5^2 - 0.25*5}, \frac{0.25^2}{3^2 - 0.25*3}\right]\right) = [0.0019, 0.0057] \text{ زبون}$$

إن $L_q = 0.0031$ ينتمي للمجال $NL_q = [0.0019, 0.0057]$.

$$NW_s=\left(\frac{k+1}{2k}\right)\left(\left[\frac{\frac{\lambda^{L^2}}{\lambda^U}}{\mu^{U^2}-\lambda^L\mu^U},\frac{\frac{\lambda^{U^2}}{\lambda^L}}{\mu^{L^2}-\lambda^U\mu^L}\right]\right)+\left[\frac{\frac{\lambda^L}{\lambda^U}}{\mu^U},\frac{\frac{\lambda^U}{\lambda^L}}{\mu^L}\right]$$

$$=\left(\frac{2+1}{2*2}\right)\left(\left[\frac{0.25}{25-0.25*5},\frac{0.25}{9-0.25*3}\right]\right)+\left[\frac{1}{5},\frac{1}{3}\right]=[0.2079,0.3561]\ \text{دقيقة}$$

أي أن متوسط زمن الانتظار بين 0.2079 دقيقة و0.3561 دقيقة، كما أن $W_s=0.2625$ ينتمي للمجال $NW_s=[0.2079,0.3561]$.

$$NW_q=\left(\frac{k+1}{2k}\right)\left(\left[\frac{\frac{\lambda^{L^2}}{\lambda^U}}{\mu^{U^2}-\lambda^L\mu^U},\frac{\frac{\lambda^{U^2}}{\lambda^L}}{\mu^{L^2}-\lambda^U\mu^L}\right]\right)$$

$$=\left(\frac{2+1}{2*2}\right)\left(\left[\frac{0.25}{25-0.25*5},\frac{0.25}{9-0.25*3}\right]\right)=[0.0079,0.0227]\ \text{دقيقة}$$

أي أن متوسط زمن الانتظار في الطابور بين 0.0079 دقيقة و0.0227 دقيقة، كما أن $W_q=0.0125$ ينتمي للمجال $NW_q=[0.0079,0.0227]$.

واضح مما سبق أن الحلول النيتروسوفكية أكثر دقة من الحلول الكلاسيكية.

مثال2: (معدل الوصول نيتروسوفكي، معدل المغادرة نيتروسوفكي)

لنفرض أن النظام يتكون من آلة تقدم الخدمة للزبون على ثلاث مراحل وتتوزع أزمنة كل مرحلة أسياً وتخدم الآلة في كل مرحلة بين 3 و 5 زبائن في الدقيقة، وعلى فرض أن وصول الزبائن إلى الآلة يتم وفق عملية بواسون بمعدل وصول يتراوح بين 1 و 2 زبون في الدقيقة والمطلوب:

حساب مقاييس الأداء للآلة.

الحل:

$k=3$ مراحل الخدمة

معدل الوصول: $N\lambda=[1,2]$ زبون في الدقيقة

معدل الخدمة: $N\mu=[3,5]$ زبون في الدقيقة

***الحل الكلاسيكي:** باستخدام المعادلات (1.34) حتى (1.37) .

بأخذ نقطة المنتصف لكل مجال أي $4 \cong \mu$ و $1.5 \cong \lambda$ فإن مقاييس الأداء الكلاسيكية للآلة:

$$L_s = \left(\frac{k+1}{2k}\right)\left(\frac{\lambda^2}{\mu(\mu-\lambda)}\right) + \frac{\lambda}{\mu} = \left(\frac{3+1}{2*3}\right)\left(\frac{1.5^{\,2}}{4(4-1.5\,)}\right) + \frac{1.5}{4} = 0.525 \text{ زبون}$$

$$L_q = \left(\frac{k+1}{2k}\right)\left(\frac{\lambda^2}{\mu(\mu-\lambda)}\right) = \left(\frac{3+1}{2*3}\right)\left(\frac{1.5^{\,2}}{4(4-1.5\,)}\right) = 0.15 \text{ زبون}$$

$$W_s = \left(\frac{k+1}{2k}\right)\left(\frac{\lambda}{\mu(\mu-\lambda)}\right) + \frac{1}{\mu} = \left(\frac{3+1}{2*3}\right)\left(\frac{1.5}{4(4-1.5\,)}\right) + \frac{1}{4} = 0.35 \text{ دقيقة}$$

$$W_q = \left(\frac{k+1}{2k}\right)\left(\frac{\lambda}{\mu(\mu-\lambda)}\right) = \left(\frac{3+1}{2*3}\right)\left(\frac{1.5}{4(4-1.5\,)}\right) = 0.1 \text{ دقيقة}$$

***الحل النيتروسوفكي:** باستخدام المعادلات (2.19) حتى (2.22) .

مقاييس الأداء النيتروسوفكي للآلة:

$$NL_s = \left(\frac{k+1}{2k}\right)\left(\left[\frac{\lambda^{L^2}}{\mu^{U^2}-\lambda^L\mu^U}, \frac{\lambda^{U^2}}{\mu^{L^2}-\lambda^U\mu^L}\right]\right) + \left[\frac{\lambda^L}{\mu^U}, \frac{\lambda^U}{\mu^L}\right]$$

$$= \left(\frac{3+1}{2*3}\right)\left(\left[\frac{1^{\,2}}{5^2-1*5}, \frac{2^2}{3^2-2*3}\right]\right) + \left[\frac{1}{5}, \frac{2}{3}\right] = [0.2333,1.5555] \text{ زبون}$$

أي أن متوسط عدد الزبائن في النظام نيتروسوفكياً بين 0.2333 دقيقة و1.5555 دقيقة، واضح أن $L_s = 0.525$ ينتمي للمجال $NL_s = [0.2333,1.5555]$.

$$NL_q = \left(\frac{k+1}{2k}\right)\left(\left[\frac{\lambda^{L^2}}{\mu^{U^2}-\lambda^L\mu^U}, \frac{\lambda^{U^2}}{\mu^{L^2}-\lambda^U\mu^L}\right]\right)$$

$$= \left(\frac{3+1}{2*3}\right)\left(\left[\frac{1^2}{5^2 - 1*5}, \frac{2^2}{3^2 - 2*3}\right]\right) = [0.0333, 0.8889]$$ زبون

أي أن متوسط عدد الزبائن في الطابور نيتروسوفكياً بين 0.0333 دقيقة و0.8889 دقيقة، واضح أن $L_q = 0.15$ ينتمي للمجال $NL_q = [0.0333, 0.8889]$.

$$NW_s = \left(\frac{k+1}{2k}\right)\left(\left[\frac{\frac{{\lambda^L}^2}{\lambda^U}}{{\mu^U}^2 - \lambda^L\mu^U}, \frac{\frac{{\lambda^U}^2}{\lambda^L}}{{\mu^L}^2 - \lambda^U\mu^L}\right]\right) + \left[\frac{\frac{\lambda^L}{\lambda^U}}{\mu^U}, \frac{\frac{\lambda^U}{\lambda^L}}{\mu^L}\right]$$

$$= \left(\frac{3+1}{2*3}\right)\left(\left[\frac{1/2}{25 - 1*5}, \frac{4/1}{9 - 2*3}\right]\right) + \left[\frac{1/2}{5}, \frac{2/1}{3}\right] = [0.1167, 1.5556]$$ دقيقة

أي أن متوسط زمن الانتظار في النظام نيتروسوفكياً بين 0.1167 دقيقة و1.5556 دقيقة، واضح أن $W_s = 0.35$ ينتمي للمجال $NW_s = [0.1167, 1.5556]$.

$$NW_q = \left(\frac{k+1}{2k}\right)\left(\left[\frac{\frac{{\lambda^L}^2}{\lambda^U}}{{\mu^U}^2 - \lambda^L\mu^U}, \frac{\frac{{\lambda^U}^2}{\lambda^L}}{{\mu^L}^2 - \lambda^U\mu^L}\right]\right)$$

$$= \left(\frac{3+1}{2*3}\right)\left(\left[\frac{1/2}{25 - 1*5}, \frac{4/1}{9 - 2*3}\right]\right) = [0.0167, 0.8889]$$ دقيقة

أي أن متوسط زمن الانتظار في الطابور نيتروسوفكياً بين 0.0167 دقيقة و0.8889 دقيقة، واضح أن $W_q = 0.1$ ينتمي للمجال $NW_q = [0.0167, 0.8889]$.

أيضاً واضح مما سبق أن الحلول النيتروسوفكية أكثر دقة من الحلول الكلاسيكية.

الفصل الثّالث

صفوف الانتظار النيتروسوفكية وحيدة القيمة

CHAPTER III

SINGLE VALUED NEUTROSOPHIC QUEUES

ملخــص الفصــل الثالث

تمّ في هذا الفصل صياغة مفهوم صفوف الانتظار النيتروسوفكية وحيدة القيمة، وإيجاد الاحتمالات ومقاييس الأداء النيتروسوفكية وحيدة القيمة لثلاث أنظمة وهي M/M/1، M/M/c، M/M/c/b، وتمّت كتابة حزمة برمجية متكاملة للعلاقات الرياضية المستنتجة باستخدام لغة Maple ولتمثيل النتائج بيانياً. كما تمّ عرض صف الانتظار اللغوي النيتروسوفكي M/M/1 وحيد القيمة، وتمّ تقديم الأمثلة العددية المناسبة.

صفوف الانتظار النيتروسوفكية وحيدة القيمة

1. بعض صفوف الانتظار النيتروسوفكية وحيدة القيمة:[33]

Some Single Valued Neutrosophic Queues

1.1. تمهيد Preface:

قدمنا لأول مرة مفهوم أنظمة صفوف الانتظار النيتروسوفكية وحيدة القيمة بافتراض أن معدلي الوصول والمغادرة أعداد شبه منحرفة(مثلثية) نيتروسوفكية وحيدة القيمة بالشكل الآتي:

$$N\lambda =< (\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4);\ \ w_\lambda, u_\lambda, v_\lambda >, N\mu =< (\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4);\ \ w_\mu, u_\mu, v_\mu >$$

حيث

$$0 \le w_\lambda, u_\lambda, v_\lambda \le 1 \quad \& \quad 0 \le w_\mu, u_\mu, v_\mu \le 1$$
$$0 \le w_\lambda + u_\lambda + v_\lambda \le 3 \quad \& \quad 0 \le w_\mu + u_\mu + v_\mu \le 3$$

واستخلصنا مقاييس الأداء النيتروسوفكية لأنظمة صفوف الانتظار M/M/c/b, M/M/c ,M/M/1 ومثلناها بيانياً باستخدام لغة البرمجة Maple.

2.1. صف الانتظار NM / NM / 1 وحيد القيمة :

Single Valued NM / NM / 1 Queue

في هذا النظام لدينا مخدم واحد وسعة الطابور غير محدودة وبالاعتماد على العمليات النيتروسوفكية المذكورة في العلاقات (1.38) حتى (1.41) أوجدنا مقاييس الأداء النيتروسوفكية وحيدة القيمة وحصلنا على مايلي:

احتمال عدم وجود زبائن في النظام نيتروسوفكياً:

$$NP_0 = 1 - N\rho \quad ;$$

$$N\rho = \frac{N\lambda}{N\mu} =< \left(\frac{\lambda_1}{\mu_4}, \frac{\lambda_2}{\mu_3}, \frac{\lambda_3}{\mu_2}, \frac{\lambda_4}{\mu_1}\right) ;$$
$$w_\lambda * w_\mu, u_\lambda + u_\mu - u_\lambda * u_\mu, v_\lambda + v_\mu - v_\lambda * v_\mu >$$

$$NP_0 =< (1-\rho_4, 1-\rho_3, 1-\rho_2, 1-\rho_1);\ \ w_\rho, u_\rho, v_\rho > \ ; \quad (3.1)$$

أي أنه بإمكانية $w_\rho\%$ سيكون احتمال عدم وجود زبائن في النظام بين $1-\rho_3$ و $1-\rho_2$ ولن يكون أبداً أقل من $1-\rho_4$ ولا أكثر من $1-\rho_1$ وسنكون غير متأكدين بدرجة $u_\rho\%$ وهذه النتائج قد تكون على خطأ باحتمال $v_\rho\%$.

احتمال وجود n زبائن في النظام نيتروسوفكياً:

$$\begin{aligned} NP_n =&< \left((1-\rho_4)\rho_1{}^{n},(1-\rho_3)\rho_2{}^{n},(1-\rho_2)\rho_3{}^{n},(1-\rho_1)\rho_4{}^{n}\right)\ ; \\ & w_\rho * w_\rho{}^{n}, 1-\left(1-u_\rho\right)^{n}-\left(1-\left(1-u_\rho\right)^{n}\right)u_\rho+u_\rho\ , \\ & 1-\left(1-v_\rho\right)^{n}-\left(1-\left(1-v_\rho\right)^{n}\right)v_\rho+v_\rho\ >\ ; n=0,1,2,\dots \qquad (3.2) \end{aligned}$$

مقاييس الأداء النيتروسوفكية وحيدة القيمة :

متوسط عدد الزبائن في الطابور نيتروسوفكياً:

$$\begin{aligned} NL_q =&< \left(\frac{\rho^2{}_1}{1-\rho_4},\frac{\rho^2{}_2}{1-\rho_3},\frac{\rho^2{}_3}{1-\rho_2},\frac{\rho^2{}_4}{1-\rho_1}\right)\ ;\ w_\rho{}^3\ , \\ & 1-\left(1-u_\rho\right)^2-\left(1-\left(1-u_\rho\right)^2\right)u_\rho+u_\rho\ ,1-\left(1-v_\rho\right)^2 \\ & -\left(1-\left(1-v_\rho\right)^2\right)v_\rho+v_\rho > \qquad (3.3) \end{aligned}$$

متوسط عدد الزبائن في النظام نيتروسوفكياً:

$$\begin{aligned} NL_s =&< \left(\frac{\rho_1}{1-\rho_4},\frac{\rho_2}{1-\rho_3},\frac{\rho_3}{1-\rho_2},\frac{\rho_4}{1-\rho_1}\right); \\ & w_\rho{}^2, 2u_\rho-u_\rho{}^2, 2v_\rho-v_\rho{}^2 > \qquad (3.4) \end{aligned}$$

متوسط زمن انتظار الزبائن في الطابور نيتروسوفكياً:

$$\begin{aligned} NW_q = \frac{NLq}{N\lambda} =& < \left(\frac{\rho^2{}_1}{\lambda_4(1-\rho_4)},\frac{\rho^2{}_2}{\lambda_3(1-\rho_3)},\frac{\rho^2{}_3}{\lambda_2(1-\rho_2)},\frac{\rho^2{}_4}{\lambda_1(1-\rho_1)}\right); \\ & w_\lambda * w_\rho{}^3\ ,1-\left(1-u_\rho\right)^2-\left(1-\left(1-u_\rho\right)^2\right)u_\rho+u_\rho+u_\lambda \\ & -\left(1-\left(1-u_\rho\right)^2-\left(1-\left(1-u_\rho\right)^2\right)u_\rho+u_\rho\right)*u_\lambda\ , \\ & 1-\left(1-v_\rho\right)^2-\left(1-\left(1-v_\rho\right)^2\right)v_\rho+v_\rho+v_\lambda \\ & -\left(1-\left(1-v_\rho\right)^2-\left(1-\left(1-v_\rho\right)^2\right)v_\rho+v_\rho\right)*v_\lambda > \ (3.5) \end{aligned}$$

متوسط زمن انتظار الزبائن في النظام نيتروسوفكياً:

$$NW_s = \frac{NLs}{N\lambda} =< \left(\frac{\rho_1}{\lambda_4(1-\rho_4)}, \frac{\rho_2}{\lambda_3(1-\rho_3)}, \frac{\rho_3}{\lambda_2(1-\rho_2)}, \frac{\rho_4}{\lambda_1(1-\rho_1)}\right);\ \ w_\rho{}^3,$$
$$2u_\rho - u_\rho{}^2 + u_\lambda - (2u_\rho - u_\rho{}^2) * u_\lambda,$$
$$2v_\rho - v_\rho{}^2 + v_\lambda - (2v_\rho - v_\rho{}^2) * v_\lambda > \quad (3.6)$$

مثال:

بفرض أنه لدينا نظام فيه مخدم واحد يعمل بمعدل وصول ومغادرة معطاة على شكل أعداد شبه منحرفة نيتروسوفكية وحيدة القيمة كمايلي: (بالساعة)

$$N\lambda =< (1,2,3,4);\ \ 0.8,0.2,0.01 >, N\mu =< (5,6,7,8);\ \ 0.9,0.1,0.01 >$$

ولنوجد:

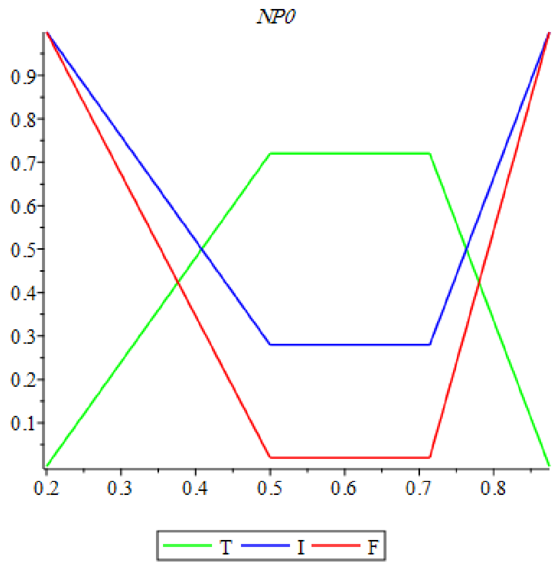
1. احتمال عدم وجود زبائن في النظام.
2. احتمال وجود 3 زبائن في النظام.
3. مقاييس الأداء النيتروسوفكية.

الحل:

احتمال عدم وجود زبائن في النظام باستخدام العلاقة (3.1):

$$NP_0 =< (0.2000,0.5000,0.7143,0.8750); 0.72, 0.28, 0.0199 >$$

أي أنه بإمكانية 72% سيكون احتمال عدم وجود زبائن في النظام بين 50% و 71.43% ولن يكون أبداً أقل من 20% ولا أكثر من 87.5%، وسنكون غير متأكدين بدرجة 28% وهذه النتائج قد تكون على خطأ باحتمال 1.9%.

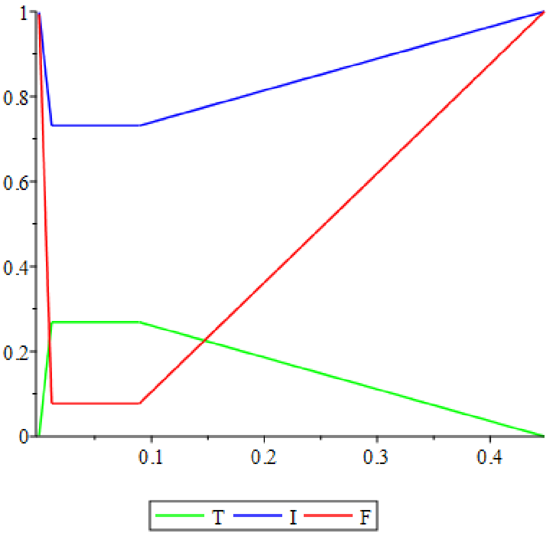


شكل(14) $NP0$ في صف الانتظار NM/NM/1 وحيد القيمة.

احتمال وجود 3 زبائن في النظام باستخدام العلاقة (3.2):

$$NP_3 \ =< (0.0004, 0.0117, 0.0893, 0.4480) \ ; \ 0.2687, 0.7313, 0.0773 >$$

أي أنه بإمكانية 26.9% سيكون احتمال وجود 3 زبائن في النظام بين 1.2% و 8.9% ولن يكون أبداً أقل من 0.04% ولا أكثر من 44.8%، وسنكون غير متأكدين بدرجة 73% وهذه النتائج قد تكون على خطأ باحتمال 7.7%.

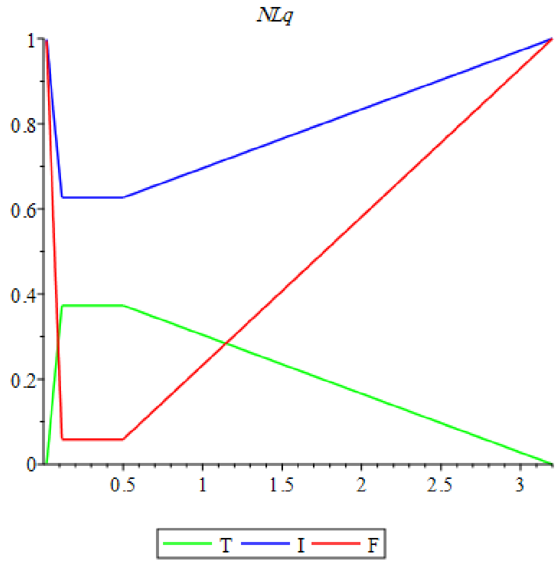


شكل(15) $NP3$ في صف الانتظار **NM/NM/1** وحيد القيمة.

مقاييس الأداء النيتروسوفكية وحيدة القيمة: باستخدام العلاقات (3.3) حتى (3.6)

$NL_q =< (0.0179, 0.1143, 0.5000, 3.2000) \ ; \ 0.3732, 0.6268, 0.0585 >$ زبون

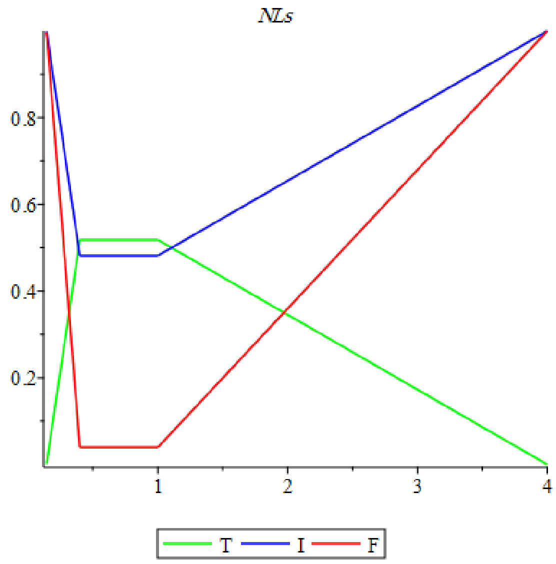
أي أنه بإمكانية 37% سيكون متوسط عدد الزبائن في الطابور بين 0.1143 و 0.50 ولن يكون أبداً أقل من 0.0179 ولا أكثر من 3.20، وسنكون غير متأكدين بدرجة 62.7% وهذه النتائج قد تكون على خطأ باحتمال 5.8%.



شكل(16) NLq في صف الانتظار NM/NM/1 وحيد القيمة.

$NL_s = <(0.1429, 0.4000, 1., 4.)\ ; 0.5184, 0.4816, 0.0394>$ زبون

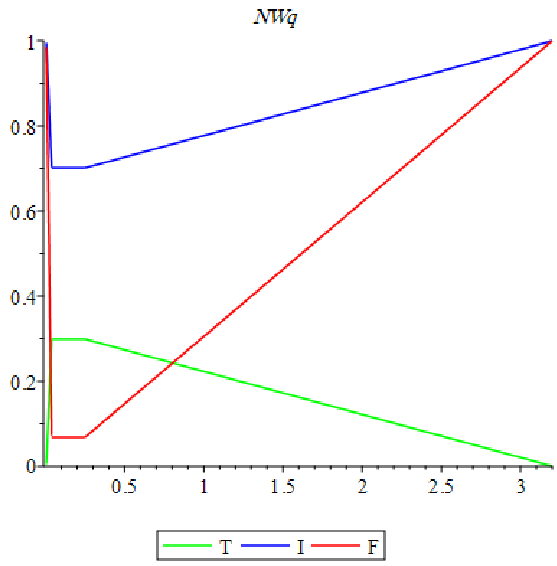
أي أنه بإمكانية 51.8% سيكون متوسط عدد الزبائن في النظام بين 0.40 و 1. ولن يكون أبداً أقل من 0.1429 ولا أكثر من 4. ، وسنكون غير متأكدين بدرجة 48% وهذه النتائج قد تكون على خطأ باحتمال 3.9%.



شكل(17) NLs في صف الانتظار NM/NM/1 وحيد القيمة.

$NW_q = <(0.0045, 0.0381, 0.2500, 3.2000); 0.2986, 0.7014, 0.0679>$ ساعة

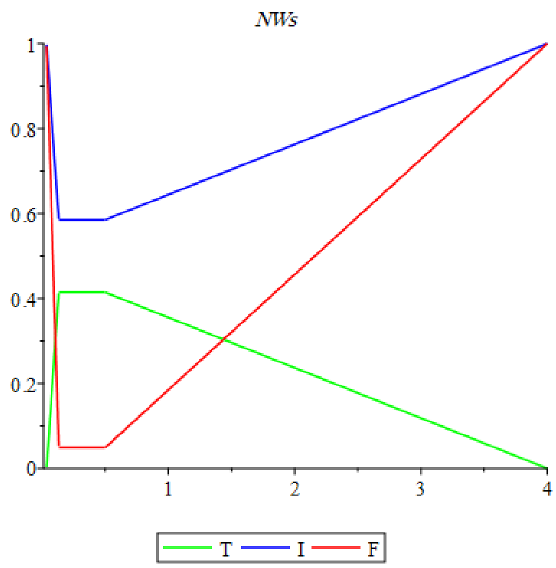
أي أنه بإمكانية 29.8% سيكون متوسط زمن انتظار الزبائن في الطابور بين0.0381 و 0.25 ولن يكون أبداً أقل من 0.0045 ولا أكثر من 3.20، وسنكون غير متأكدين بدرجة 70% وهذه النتائج قد تكون على خطأ باحتمال 6.8%.



شكل(18) NWq في صف الانتظار **NM/NM/1** وحيد القيمة.

$NW_s =< (0.0357, 0.1333, 0.5000, 4.)\ ;\ 0.4147, 0.5853, 0.0490 >$ ساعة

أي أنه بإمكانية 41% سيكون متوسط زمن انتظار الزبائن في النظام بين 0.1333 و 0.50 ولن يكون أبداً أقل من 0.0357 ولا أكثر من 4.، وسنكون غير متأكدين بدرجة 58.5% وهذه النتائج قد تكون على خطأ باحتمال 4.9%.



شكل(19) NWs في صف الانتظار **NM/NM/1** وحيد القيمة.

3.1. صفا الانتظار NM / NM / c و NM / NM / c / b وحيدي القيمة:
Single Valued NM / NM /c and NM / NM / c / b Queues

في النظام NM / NM / c لدينا c مخدم وسعة الطابور غير محدودة بمعدلات وصول ومغادرة نيتروسوفكية وحيدة القيمة، بينما في النظام NM / NM / c / b تكون سعة الطابور محدودة من خلال b، ولإيجاد الاحتمالات ومقاييس الأداء النيتروسوفكية وحيدة القيمة لهذه الأنظمة نلاحظ أن الحسابات ليس من السهولة إيجادها يدوياً لذلك قمنا بكتابة حزمة برمجية متكاملة باستخدام لغة Maple لإجراء الحسابات المعقدة وسنوضحها من خلال الأمثلة الآتية:

مثال:

بفرض أنه لدينا مخدمان في النظام بمعدل وصول ومغادرة أعداد شبه منحرفة نيتروسوفكية وحيدة القيمة كمايلي: (بالساعة)

$$N\lambda =< (2,2.5,3,3.5);\ \ 0.8,0.2,0.01 >, N\mu =< (5,5.5,6,6.5);\ \ 0.9,0.1,0.01 >$$

ولنوجد:

1. احتمال عدم وجود زبائن في النظام.
2. احتمال وجود 3 زبائن في النظام.
3. مقاييس الأداء للنظام.

الحل:

نعرف معدلات الوصول والمغادرة نيتروسوفكياً من خلال الكود:

```
NLambda :=SVTN(2,2.5,3,3.5,0.8,0.2,0.01);
NMu:=SVTN(5,5.5,6,6.5,0.9,0.1,0.01);
```

وتمّ إيجاد المطلوب باستدعاء الكود:

```
QueueingSystem(NLambda,NMu,3,2);
```

فنحصل على:

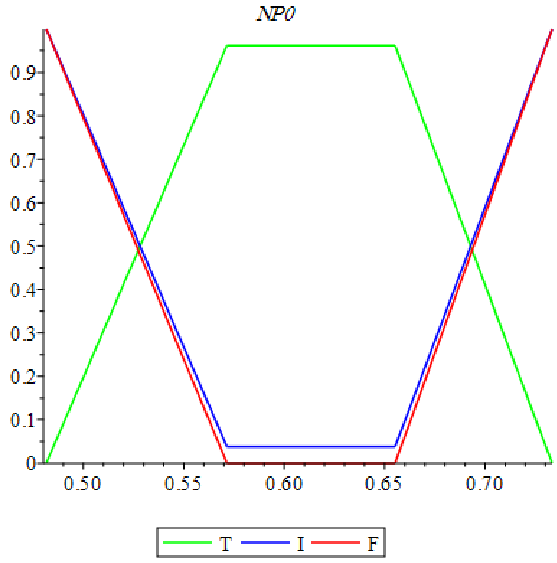
احتمال عدم وجود زبائن في النظام:

$$NP_0 = \begin{bmatrix} [0.4815, 0.5714, 0.6552, 0.7333], \\ 0.9622, 0.0378, 0.00002 \end{bmatrix}$$

أي أنه بإمكانية 96.2% سيكون احتمال عدم وجود زبائن في النظام بين 57% و 65.5% ولن يكون أبداً أقل من 48% ولا أكثر من 73.3%، وسنكون غير متأكدين بدرجة 3.8% وهذه النتائج قد تكون على خطأ باحتمال 0.002%.

لتمثيل NP_0 بيانياً نستخدم الكود الآتي:

```
SVTNQPlot(QueueingSystem(NLambda,NMu,3,2),p0);
```



شكل(20) $NP0$ في صف الانتظار NM/NM/c وحيد القيمة.

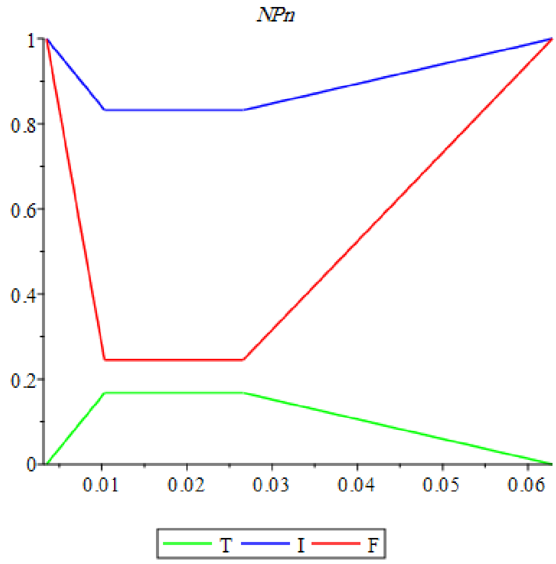
احتمال وجود ثلاثة زبائن في النظام:

$$NP_3 = \begin{bmatrix} [0.0035, 0.0103, 0.0266, 0.0628], \\ 0\ .1678, 0\ .8322, 0.2449 \end{bmatrix}$$

أي أنه بإمكانية 16.8% سيكون احتمال وجود 3 زبائن في النظام بين 1.03% و 2.7% ولن يكون أبداً أقل من 0.35% ولا أكثر من 6.3%، وسنكون غير متأكدين بدرجة 83% وهذه النتائج قد تكون على خطأ باحتمال 24.5%.

لتمثيل NP_n بيانياً نستخدم الكود الآتي:

```
SVTNQPlot(QueueingSystem(NLambda,NMu,3,2),pn);
```



شكل(21) $NP3$ في صف الانتظار NM/NM/c وحيد القيمة.

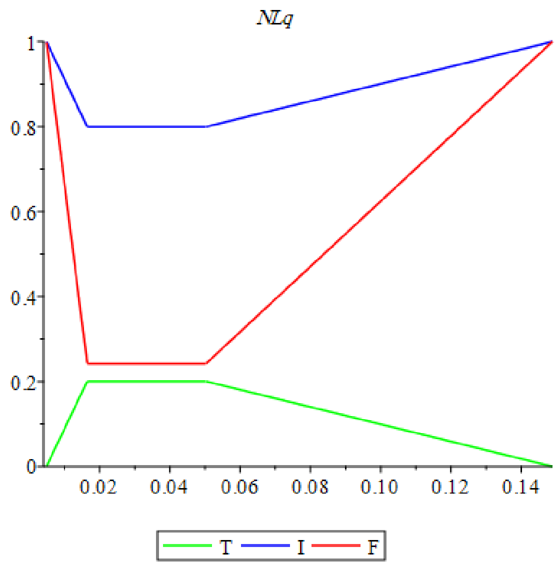
مقاييس الأداء النيتروسوفكية وحيدة القيمة:

$$NL_q = \begin{bmatrix} [0.0049, 0.0165, 0.0503, 0.1488] \,, \\ 0.2005, 0.7995, 0.2419 \end{bmatrix} \text{ زبون}$$

أي أنه بإمكانية 20% سيكون متوسط عدد الزبائن في الطابور بين 0.0165 و 0.0503 ولن يكون أبداً أقل من 0.0049 ولا أكثر من 0.1488، وسنكون غير متأكدين بدرجة 79.9% وهذه النتائج قد تكون على خطأ باحتمال 24.2%.

لتمثيل NL_q بيانياً نستخدم الكود الآتي:

```
SVTNQPlot(QueueingSystem(NLambda,NMu,3,2),lq);
```

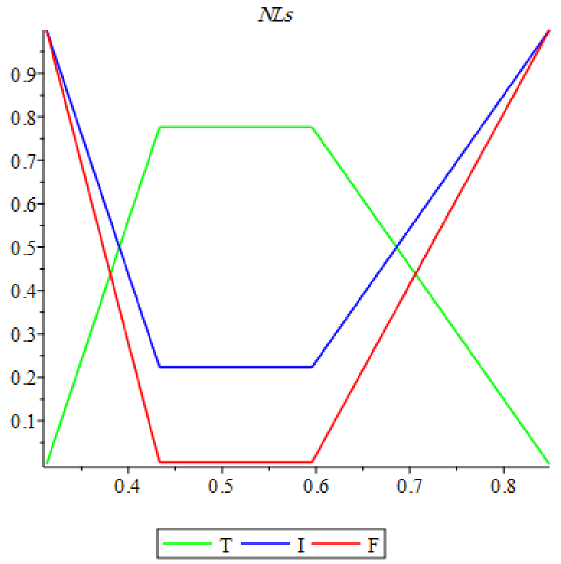


شكل(22) NLq في صف الانتظار NM/NM/c وحيد القيمة.

$$NL_s = \begin{bmatrix}[0.3126, 0.4332, 0.5957, 0.8488], \\ 0.7761, 0.2239, 0.0048\end{bmatrix}$$ زبون

أي أنه بإمكانية 77.6% سيكون متوسط عدد الزبائن في النظام بين 0.4332 و 0.5957 ولن يكون أبداً أقل من 0.3126 ولا أكثر من 0.8488 ، وسنكون غير متأكدين بدرجة 22.4% وهذه النتائج قد تكون على خطأ باحتمال 0.48% ولتمثيل NL_s بيانياً نستخدم الكود الآتي:

```
SVTNQPlot(QueueingSystem(NLambda,NMu,3,2),ls);
```

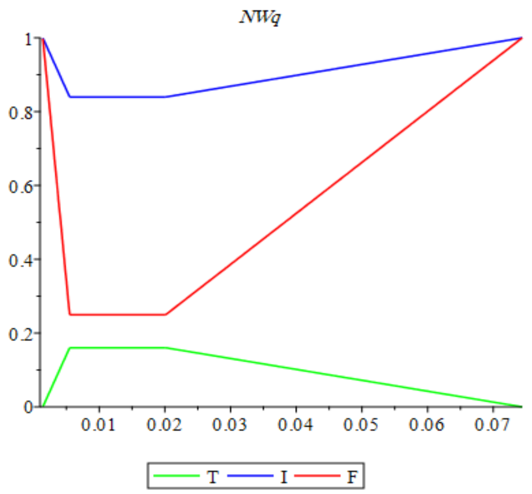


شكل(23) NLs في صف الانتظار NM/NM/c وحيد القيمة.

$$NW_q = \begin{bmatrix}[0.0014, 0.0055, 0.0201, 0.0744], \\ 0.1604, 0.8396, 0.2495\end{bmatrix}$$ ساعة

أي أنه بإمكانية 16% سيكون متوسط زمن الانتظار في الطابور بين 0.0055 و 0.0201 ولن يكون أبداً أقل من 0.0014 ولا أكثر من 0.0744، وسنكون غير متأكدين بدرجة 83.9% وهذه النتائج قد تكون على خطأ باحتمال 24.9% ولتمثيل NW_q بيانياً نستخدم الكود الآتي:

```
SVTNQPlot(QueueingSystem(NLambda,NMu,3,2),wq);
```

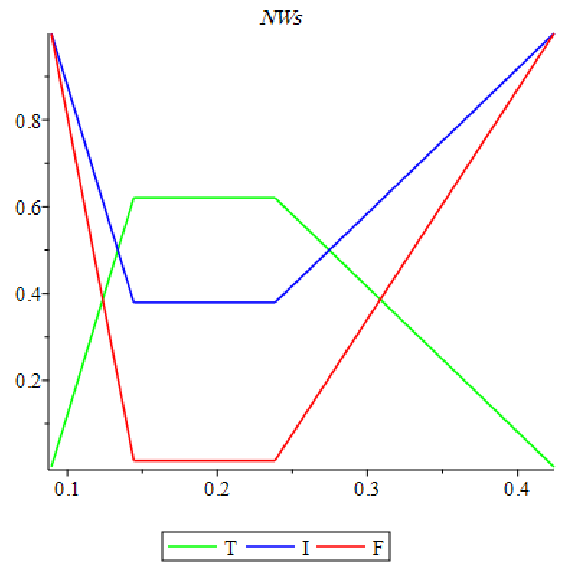


شكل(24) NWq في صف الانتظار NM/NM/c وحيد القيمة.

$$NW_s = \begin{bmatrix} [0.0893, 0.1444, 0.2383, 0.4244], \\ 0.6209, 0.3791, 0.0148 \end{bmatrix}$$ ساعة

أي أنه بإمكانية 62% سيكون متوسط زمن الانتظار في النظام بين 0.1444 و 0.2383 ولن يكون أبداً أقل من 0.0893 ولا أكثر من 0.4244، وسنكون غير متأكدين بدرجة 37.9% وهذه النتائج قد تكون على خطأ باحتمال 1.4% ولتمثيل NW_s بيانياً نستخدم الكود الآتي:

```
SVTNQPlot(QueueingSystem(NLambda,NMu,3,2),ws);
```



شكل(25) NWs في صف الانتظار NM/NM/c وحيد القيمة.

مثال:

بفرض أنه لدينا مخدمان وسعة النظام 4 بمعدل وصول ومغادرة أعداد شبه منحرفة نيتروسوفكية وحيدة القيمة كمايلي: (بالساعة)

$$N\lambda =< (2,2.5,3,3.5);\ \ 1,0.01,0.01 >, N\mu =< (4,4.5,5,5.5);\ \ 0.9,0.1,0.01 >$$

ولنوجد:

1. احتمال عدم وجود زبائن في النظام.
2. احتمال وجود4 زبائن في النظام.
3. مقاييس الأداء للنظام.

الحل: نعرف معدلات الوصول والمغادرة نيتروسوفكياً من خلال الكود:

```
NLambda :=SVTN(2,2.5,3,3.5,1,0.01,0.01);
NMu:=SVTN(4,4.5,5,5.5,0.9,0.1,0.01);
```

يمكن إيجاد المطلوب باستدعاء الكود:

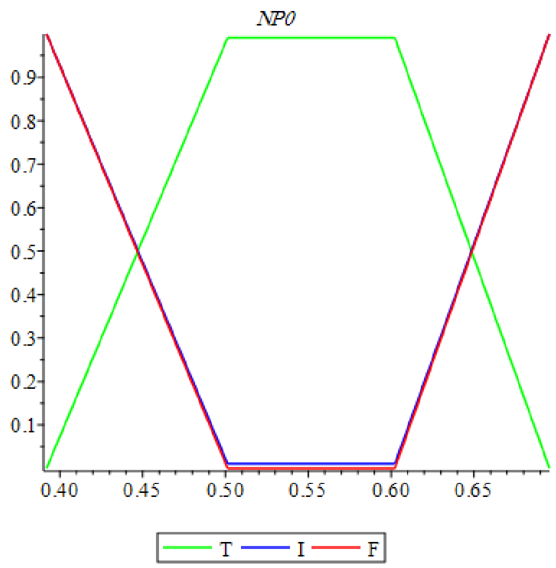
```
QueueingSystem(NLambda,NMu,4,2,4);
```

فنحصل على:

$$NP_0 = \begin{bmatrix}[0.3919,0 .5013,0 .6022, 0.6956] ,\\ 0.9912, 0.0106, 0.0002\end{bmatrix}$$

أي أنه بإمكانية 99 % سيكون احتمال عدم وجود زبائن في النظام بين 50% و 60% ولن يكون أبداً أقل من 39% ولا أكثر من 69.5%، وسنكون غير متأكدين بدرجة 1.06% وهذه النتائج قد تكون على خطأ باحتمال 0.02% ولتمثيل NP_0 بيانياً نستخدم الكود الآتي:

```
SVTNQPlot(QueueingSystem(NLambda,NMu,4,2,4),p0);
```



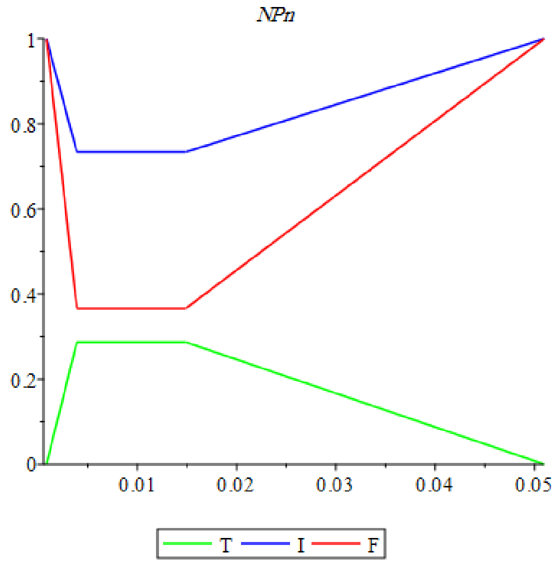
شكل(26) $NP0$ في صف الانتظار NM/NM/c/b وحيد القيمة.

$$NP_4 = \begin{bmatrix}[0.0009, 0.0039, 0.0149, 0.0509] ,\\ 0 .2870,0 .7338,0 .3662\end{bmatrix}$$

أي أنه بإمكانية 28.7% سيكون احتمال وجود 4 زبائن في النظام بين 0.39% و 1.5% ولن يكون أبداً أقل من 0.08% ولا أكثر من 5.09%، وسنكون غير متأكدين بدرجة 73.4% وهذه النتائج قد تكون على خطأ باحتمال 36.6%.

لتمثيل NP_n بيانياً نستخدم الكود الآتي:

```
SVTNQPlot(QueueingSystem(NLambda,NMu,4,2,4),pn);
```



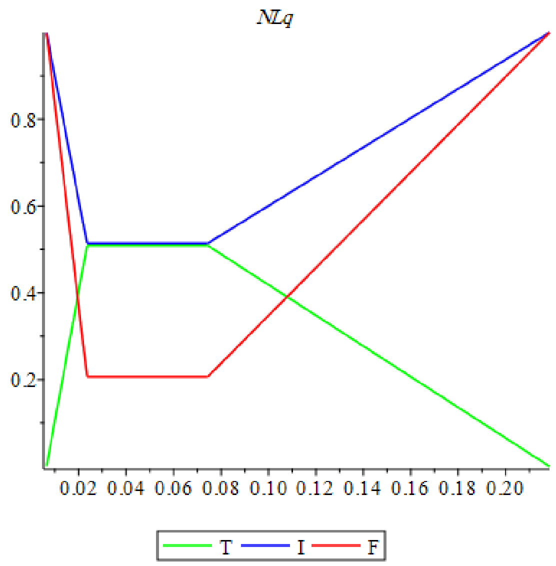
شكل(27) $NP4$ في صف الانتظار **NM/NM/c/b** وحيد القيمة.

$$NL_q = \begin{bmatrix} [0.0064, 0.0235, 0.0743, 0.2184]\ , \\ 0\ .5090, 0\ .5139, 0.2065 \end{bmatrix} \text{زبون}$$

أي أنه بإمكانية 50% سيكون متوسط عدد الزبائن في الطابور بين 0.0235 و 0.0743 ولن يكون أبداً أقل من 0.0064 ولا أكثر من 0.2184 ، وسنكون غير متأكدين بدرجة 51.4% وهذه النتائج قد تكون على خطأ باحتمال 20%.

لتمثيل NL_q بيانياً نستخدم الكود الآتي:

```
SVTNQPlot(QueueingSystem(NLambda,NMu,4,2,4),lq);
```



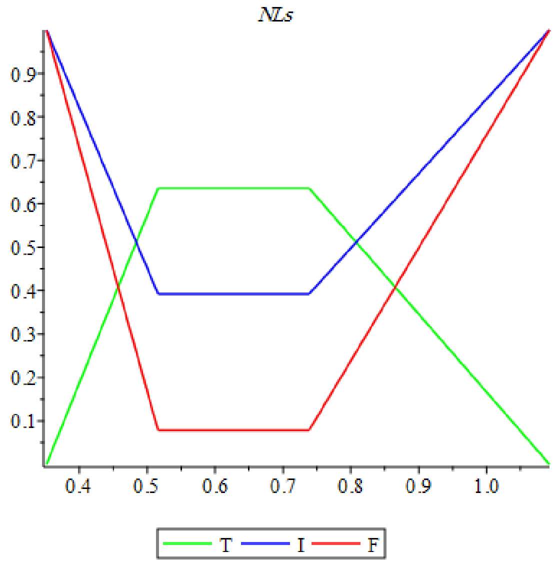
شكل(28) NLq في صف الانتظار **NM/NM/c/b** وحيد القيمة.

$$NL_s = \begin{bmatrix} [0.3515, 0.5161, 0.7384, 1.0927]\ , \\ 0\ .6359, 0\ .3921, 0.0782 \end{bmatrix}$$ زبون

أي أنه بإمكانية 63.6% سيكون متوسط عدد الزبائن في النظام بين 0.5161 و 0.7384 ولن يكون أبداً أقل من 0.3515 ولا أكثر من 1.0927، وسنكون غير متأكدين بدرجة 39% وهذه النتائج قد تكون على خطأ باحتمال 7.8%.

لتمثيل NL_s بيانياً نستخدم الكود الآتي:

```
SVTNQPlot(QueueingSystem(NLambda,NMu,4,2,4),ls);
```



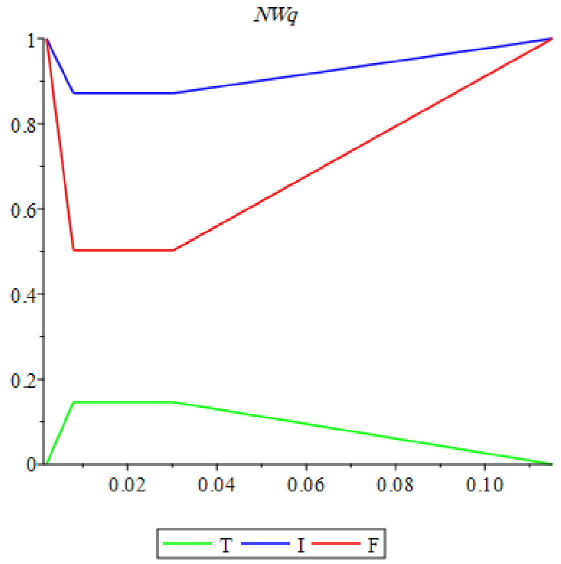
شكل(29) NLs في صف الانتظار NM/NM/c/b وحيد القيمة.

$$NW_q = \begin{bmatrix} [0.0018, 0.0079, 0.0302, 0.1151]\ , \\ 0\ .1461, 0\ .8719, 0\ .5021 \end{bmatrix}$$ ساعة

أي أنه بإمكانية 14.6% سيكون متوسط زمن الانتظار في الطابور بين 0.0079 و 0.0302 ولن يكون أبداً أقل من 0.0018 ولا أكثر من 0.1151، وسنكون غير متأكدين بدرجة 87% وهذه النتائج قد تكون على خطأ باحتمال 50%.

لتمثيل NW_q بيانياً نستخدم الكود الآتي:

```
SVTNQPlot(QueueingSystem(NLambda,NMu,4,2,4),wq);
```

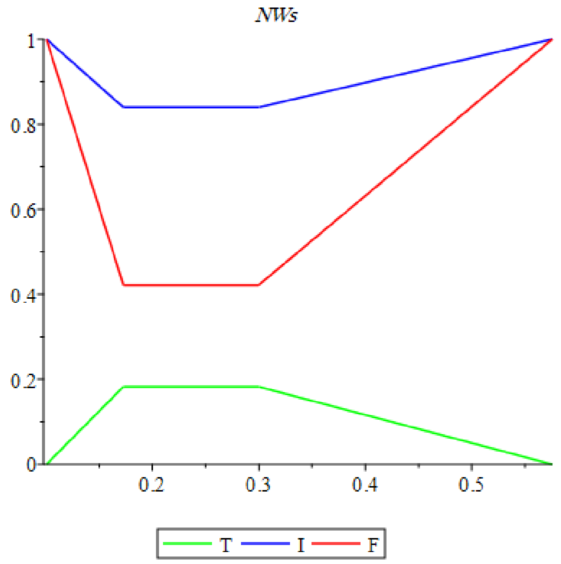


شكل(30) NWq في صف الانتظار NM/NM/c/b وحيد القيمة.

$$NW_s = \begin{bmatrix} [0.1005, 0.1727, 0.2998, 0.5757] , \\ 0.1825, 0.8398, 0.4216 \end{bmatrix} \text{ساعة}$$

أي أنه بإمكانية 18% سيكون متوسط زمن الانتظار في النظام بين 0.1727 و 0.2998 ولن يكون أبداً أقل من 0.1005 ولا أكثر من 0.5757 ، وسنكون غير متأكدين بدرجة 83.9% وهذه النتائج قد تكون على خطأ باحتمال 42% ولتمثيل NW_s بيانياً نستخدم الكود الآتي:

```
SVTNQPlot(QueueingSystem(NLambda,NMu,4,2,4),ws);
```



شكل(31) NWs في صف الانتظار NM/NM/c/b وحيد القيمة.

2. صفوف الانتظار اللغوية النيتروسوفكية وحيدة القيمة:

Linguistic Single Valued Neutrosophic Queues [20] , [34]

1.2. التمثيل اللغوي للعدد النيتروسوفكي وحيد القيمة:

Linguistic Representation of Single Valued Neutrosophic Number

يعرف التمثيل اللغوي للعدد النيتروسوفكي وحيد القيمة $\tilde{A} = (T_{\tilde{A}}, I_{\tilde{A}}, F_{\tilde{A}})$ وفقاً للجدول الآتي:

جدول(5) المصطلحات اللغوية لـ SVNNs.

المصطلحات اللغوية	الأعداد النيتروسوفكية وحيدة القيمة
جيد إلى أبعد الحدود	(1,0,0)
جيد جداً جداً	(0.9,0.1,0.1)
جيد جداً	(0.8,0.15,0.20)
جيد	(0.70,0.25,0.30)
جيد إلى حد ما	(0.60,0.35,0.40)
متوسط	(0.50,0.50,0.50)
سيء إلى حد ما	(0.40,0.65,0.60)
سيء	(0.30,0.75,0.70)
سيء جداً	(0.20,0.85,0.80)
سيء جداً جداً	(0.10,0.90,0.90)
سيء إلى أبعد الحدود	(0,1,1)

2.2. مسافة Hausdorff بين الأعداد النيتروسوفكية وحيدة القيمة:

Hausdorff Distance between SVNNs

ليكن $A = (t_1, i_1, f_1)$ و $B = (t_2, i_2, f_2)$ عددين نيتروسوفكيين لغويين وحيدي القيمة فإن مسافة Hausdorff بين A و B تعطى بالعلاقة:

$$d_H(A,B) = \max\{|t_1 - t_2|, |i_1 - i_2|, |f_1 - f_2|\} \qquad (3.7)$$

3.2. صف الانتظار M / M / 1 اللغوي النيتروسوفكي وحيد القيمة :
Linguistic Single Valued Neutrosophic M/M/1 Queue

لنفترض أن نظام صف الانتظار موصوف بمعلمات نيتروسوفكية وحيدة القيمة

$\lambda_N = (T_\lambda, I_\lambda, F_\lambda)$ ، $\mu_N = (T_\mu, I_\mu, F_\mu)$ أي عددين نيتروسوفكيين لغويين وحيدي القيمة

حيث:

$$0 \le T_\lambda, I_\lambda, F_\lambda \le 1 \;\&\; 0 \le T_\mu, I_\mu, F_\mu \le 1$$

$$0 \le T_\lambda + I_\lambda + F_\lambda \le 3 \;\&\; 0 \le T_\mu + I_\mu + F_\mu \le 3$$

هذا يعني عدم معرفة أي معلومات عن معدلات الوصول ومعدلات المغادرة (الخدمة) غير أن هذه المعدلات كبيرة إلى أبعد الحدود، كبيرة جداً جداً، كبيرة جداً، كبيرة، كبيرة إلى حد ما، متوسطة، صغيرة إلى حد ما، صغيرة، صغيرة جداً، صغيرة جداً جداً، صغيرة إلى أبعد الحدود.

وبالتالي يمكن تعديل الجدول(5) لملاءمة هذه المسألة كمايلي:

جدول (6) المصطلحات اللغوية في صف الانتظار اللغوي وحيد القيمة.

المصطلحات اللغوية	الأعداد النيتروسوفكية وحيدة القيمة
كبير إلى أبعد الحدود	(1,0,0)
كبير جداً جداً	(0.9,0.1,0.1)
كبير جداً	(0.8,0.15,0.20)
كبير	(0.70,0.25,0.30)
كبير إلى حد ما	(0.60,0.35,0.40)
متوسط	(0.50,0.50,0.50)
صغير إلى حد ما	(0.40,0.65,0.60)
صغير	(0.30,0.75,0.70)
صغير جداً	(0.20,0.85,0.80)
صغير جداً جداً	(0.10,0.90,0.90)
صغير إلى أبعد الحدود	(0,1,1)

مقاييس الأداء النيتروسوفكية وحيدة القيمة:

متوسط عدد الزبائن في النظام نيتروسوفكياً:

$$\mathrm{NL_s} = \rho_{\mathrm{N}} = \left(\frac{T_\lambda}{T_\mu}, \frac{I_\lambda - I_\mu}{1 - I_\mu}, \frac{F_\lambda - F_\mu}{1 - F_\mu}\right) \quad (3.8)$$

متوسط عدد الزبائن في الطابور نيتروسوفكياً:

$$\mathrm{NL_q} = \left(\left(\frac{T_\lambda}{T_\mu}\right)^2, 1 - \left(\frac{1 - I_\lambda}{1 - I_\mu}\right)^2, 1 - \left(\frac{1 - F_\lambda}{1 - F_\mu}\right)^2\right) \quad (3.9)$$

متوسط زمن الانتظار في النظام نيتروسوفكياً:

$$N\mathrm{W_s} = \left(\frac{1 - T_\lambda}{T_\mu - T_\lambda}, \frac{I_\mu}{I_\mu - I_\lambda}, \frac{F_\mu}{F_\mu - F_\lambda}\right) \qquad (3.10)$$

متوسط زمن الانتظار في الطابور نيتروسوفكياً:

$$\mathrm{NW_q} = \left(\frac{T_\lambda}{T_\lambda - T_\mu}, \frac{I_\mu - 1}{I_\mu - I_\lambda}, \frac{F_\mu - 1}{F_\mu - F_\lambda}\right) \quad (3.11)$$

ويشترط تحقق:

$$T_\lambda < T_\mu \quad \& \quad I_\mu < I_\lambda < 1 \quad \& \quad F_\mu < F_\lambda < 1$$

مثال:

بفرض أن محطة الخدمات تتكون من مخدم واحد وصف انتظار واحد، والمطلوب تقدير كيفية عمل محطة الخدمات إذا كان معدل الوصول كبير إلى حد ما، ومعدل المغادرة كبير.

الحل:

بما أن معدل الوصول كبير إلى حد ما، ومعدل المغادرة كبير فيمكن كتابته باستخدام الجدول (6) كمايلي:

$$\lambda_N = (0.60, 0.35, 0.40) \quad , \quad \mu_N = (0.70, 0.25, 0.30)$$

لدينا:

$$T_\lambda = 0.60 < T_\mu = 0.70$$

$$I_\mu = 0.25 < I_\lambda = 0.35 < 1$$

$$F_\mu = 0.30 < F_\lambda = 0.40 < 1$$

وبالتالي فإن شروط الحل محققة.

باستخدام المعادلات (3.8) حتى (3.11) نحصل على:

$$\rho_N = \left(\frac{T_\lambda}{T_\mu}, \frac{I_\lambda - I_\mu}{1 - I_\mu}, \frac{F_\lambda - F_\mu}{1 - F_\mu}\right) = \left(\frac{0.60}{0.70}, \frac{0.35 - 0.25}{1 - 0.25}, \frac{0.40 - 0.30}{1 - 0.30}\right)$$

$$\rho_N = (0.857,0.133,0.143)$$

متوسط عدد الزبائن في محطة الخدمات نيتروسوفكياً:

$$NL_s = \rho_N = (0.857,0.133,0.143)$$

بحساب المسافات بين NL_s والقيم الواردة في الجدول (6) نحصل على الجدول الآتي:

جدول(7) المصطلحات اللغوية NLs

المصطلحات اللغوية	الأعداد النيتروسوفكية وحيدة القيمة	مسافة Hausdorff
كبير إلى أبعد الحدود	(1,0,0)	0.143
كبير جداً جداً	**(0.9,0.1,0.1)**	**0.043**
كبير جداً	(0.8,0.15,0.20)	0.057
كبير	(0.70,0.25,0.30)	0.157
كبير إلى حد ما	(0.60,0.35,0.40)	0.257
متوسط	(0.50,0.50,0.50)	0.367
صغير إلى حد ما	(0.40,0.65,0.60)	0.517
صغير	(0.30,0.75,0.70)	0.617
صغير جداً	(0.20,0.85,0.80)	0.717
صغير جداً جداً	(0.10,0.90,0.90)	0.767
صغير إلى أبعد الحدود	(0,1,1)	0.867

أي أن متوسط عدد الزبائن في النظام نيتروسوفكياً سيكون كبيراً جداً جداً لأنه يوافق أصغر مسافة.

متوسط عدد الزبائن في الطابور نيتروسوفكياً:

$$NL_q = \left(\left(\frac{T_\lambda}{T_\mu}\right)^2, 1 - \left(\frac{1 - I_\lambda}{1 - I_\mu}\right)^2, 1 - \left(\frac{1 - F_\lambda}{1 - F_\mu}\right)^2\right)$$

$$= \left(\left(\frac{0.60}{0.70}\right)^2, 1-\left(\frac{1-0.35}{1-0.25}\right)^2, 1-\left(\frac{1-0.40}{1-0.30}\right)^2\right) = (0.735, 0.249, 0.265)$$

بحساب المسافات بين NL_q والقيم الواردة في الجدول (6) نحصل على الجدول الآتي:

جدول(8) المصطلحات اللغوية NLq

مسافة Hausdorff	الأعداد النيتروسوفكية وحيدة القيمة	المصطلحات اللغوية
0.265	(1,0,0)	كبير إلى أبعد الحدود
0.165	(0.9,0.1,0.1)	كبير جداً جداً
0.099	(0.8,0.15,0.20)	كبيرة جداً
0.035	**(0.70,0.25,0.30)**	**كبير**
0.135	(0.60,0.35,0.40)	كبير إلى حد ما
0.251	(0.50,0.50,0.50)	متوسط
0.401	(0.40,0.65,0.60)	صغير إلى حد ما
0.501	(0.30,0.75,0.70)	صغير
0.601	(0.20,0.85,0.80)	صغير جداً
0.651	(0.10,0.90,0.90)	صغير جداً جداً
0.751	(0,1,1)	صغير إلى أبعد الحدود

أي أن متوسط عدد الزبائن في الطابور نيتروسوفكياً سيكون كبيراً لأنه يوافق أصغر مسافة.

متوسط زمن الانتظار في النظام نيتروسوفكياً:

$$NW_s = \left(\frac{1-T_\lambda}{T_\mu - T_\lambda}, \frac{I_\mu}{I_\mu - I_\lambda}, \frac{F_\mu}{F_\mu - F_\lambda}\right)$$

$$= \left(\frac{1-0.60}{0.7-0.6}, \frac{0.25}{0.25-0.35}, \frac{0.30}{0.30-0.40}\right) = (4, -2.5, -3))$$

بحساب المسافات بين NW_s والقيم الواردة في الجدول (6) نحصل على الجدول الآتي:

جدول (9) المصطلحات اللغوية NWs

المصطلحات اللغوية	الأعداد النيتروسوفكية وحيدة القيمة	مسافة Hausdorff
كبير إلى أبعد الحدود	**(1,0,0)**	**3**
كبير جداً جداً	(0.9,0.1,0.1)	3.1
كبير جداً	(0.8,0.15,0.20)	3.2
كبير	(0.70,0.25,0.30)	3.3
كبير إلى حد ما	(0.60,0.35,0.40)	3.4
متوسط	(0.50,0.50,0.50)	3.5
صغير إلى حد ما	(0.40,0.65,0.60)	3.6
صغير	(0.30,0.75,0.70)	3.7
صغير جداً	(0.20,0.85,0.80)	3.8
صغير جداً جداً	(0.10,0.90,0.90)	3.9
صغير إلى أبعد الحدود	(0,1,1)	4

أي أن متوسط زمن الانتظار في النظام نيتروسوفكياً سيكون كبيراً إلى أبعد حد لأنه يوافق أصغر مسافة.

متوسط زمن الانتظار في الطابور نيتروسوفكياً:

$$NW_q = \left(\frac{T_\lambda}{T_\lambda - T_\mu}, \frac{I_\mu - 1}{I_\mu - I_\lambda}, \frac{F_\mu - 1}{F_\mu - F_\lambda}\right)$$

$$= \left(\frac{0.6}{0.6 - 0.7}, \frac{0.25 - 1}{0.25 - 0.35}, \frac{0.30 - 1}{0.30 - 0.40}\right) = (-6,7.5,7)$$

بحساب المسافات بين NW_q والقيم الواردة في الجدول (6) نحصل على الجدول الآتي:

جدول (10) المصطلحات اللغوية NWq

المصطلحات اللغوية	الأعداد النيتروسوفكية وحيدة القيمة	مسافة Hausdorff
كبير إلى أبعد الحدود	(1,0,0)	7.5
كبير جداً جداً	(0.9,0.1,0.1)	7.4
كبير جداً	(0.8,0.15,0.20)	7.35
كبير	(0.70,0.25,0.30)	7.25
كبير إلى حد ما	(0.60,0.35,0.40)	7.15
متوسط	(0.50,0.50,0.50)	7
صغير إلى حد ما	(0.40,0.65,0.60)	6.85
صغير	(0.30,0.75,0.70)	6.75
صغير جداً	(0.20,0.85,0.80)	6.65
صغير جداً جداً	(0.10,0.90,0.90)	6.6
صغير إلى أبعد الحدود	**(0,1,1)**	**6.5**

إن متوسط زمن الانتظار في الطابور نيتروسوفكياً صغيراً إلى أبعد حد لأنه يوافق أصغر مسافة.

وهكذا نجد أخيراً كمية المرونة التي أضافتها المجموعات النيتروسوفكية لوصف ونمذجة صفوف الانتظار ونجد إتاحتها إمكانية صياغة مفهوم صفوف الانتظار اللغوية في حال عدم توفر معطيات كمية عن المسألة المدروسة إنما كانت معدلات الوصول والمغادرة هي عبارات لغوية.

النتائج

1- تمّ التوصل للعلاقات الرياضية التي تعبر عن صفوف الانتظار النيتروسوفكية وحيدة القيمة.

2- تمّت كتابة كود برمجي باستخدام لغة Maple لإيجاد مقاييس الأداء لأنظمة صفوف الانتظار النيتروسوفكية وحيدة القيمة وتمثيلها بيانياً.

3- النتائج التي تقدمها نظرية صفوف الانتظار النيتروسوفكية أكثر عمومية من النتائج التي تقدمها نظرية صفوف الانتظار الكلاسيكية والضبابية والضبابية الحدسية كونها تصف صف الانتظار ومعالمه بثلاث مركبات مستقلة.

التوصيات

1- دراسة أنظمة صفوف الانتظار النيتروسوفكية اللاماركوفية.

2- دراسة أنظمة صفوف الانتظار اللغوية عند وجود أكثر من مخدم واحد.

3- دراسة شبكات صفوف الانتظار النيتروسوفكية.

الأبحاث المنشورة

1. Mohamed Bisher Zeina; Omar Zeitouny, Fatina Masri, Fatima Kadoura and Said Broumi. **“Operations on Single-Valued Trapezoidal Neutrosophic Numbers using ($\boldsymbol{\alpha}, \boldsymbol{\beta}, \boldsymbol{\gamma}$)-Cuts “Maple Package”.** *International Journal of Neutrosophic Science (IJNS): (Vol. 15, No. 2, PP. 113-122) – 2021.*

2. Fatina Masri; Mohamed Bisher Zeina, Omar Zeitouny. **“Some Single Valued Neutrosophic Queueing Systems with Maple Code”.** *Neutrosophic Sets and Systems (NSS): (Vol. 51) – 2022.*

الملحق

كود برنامج Maple لحساب مقاييس الأداء وتمثيلها بيانياً:

```
restart;interface(warnlevel = 0):

with(plots):with(plottools):

SVTN := proc (a1, a2, a3, a4, wa, ua, ya)

return [[a1, a2, a3, a4], wa, ua, ya];

end proc:

# Trapezoidal plots:

SVTNNPlotT:=proc(n::list)

n1:=n[1][1];

n2:=n[1][2];

n3:=n[1][3];

n4:=n[1][4];

t:=n[2];

i:=n[3];

f:=n[4];

lt:=piecewise(n1<w and w<n2,t*(w-n1)/(n2-n1),undefined);

mt:=piecewise(n2<w and w<n3,t,undefined);

rt:=piecewise(n3<w and w<n4,t*(w-n4)/(n3-n4),undefined);

plot([lt(w),mt(w),rt(w)],w=n1..n4,color="green",legend=["T","",""],labels=["",
""]);

end proc:

SVTNNPlotI:=proc(n::list)

n1:=n[1][1];

n2:=n[1][2];

n3:=n[1][3];
```

```
n4:=n[1][4];
t:=n[2];
i:=n[3];
f:=n[4];
li:=piecewise(n1<u and u<n2,(n2-u+i*(u-n1))/(n2-n1),undefined);
mi:=piecewise(n2<u and u<n3,i,undefined);
ri:=piecewise(n3<u and u<n4,(u-n3+i*(n4-u))/(n4-n3),undefined);
plot([li(u),mi(u),ri(u)],u=n1..n4,color="blue",legend=["I","",""],labels=["",""]);
end proc:
SVTNNPlotF:=proc(n::list)
n1:=n[1][1];
n2:=n[1][2];
n3:=n[1][3];
n4:=n[1][4];
t:=n[2];
i:=n[3];
f:=n[4];
lf:=piecewise(n1<y and y<n2,(n2-y+f*(y-n1))/(n2-n1),undefined);
mf:=piecewise(n2<y and y<n3,f,undefined);
rf:=piecewise(n3<y and y<n4,(y-n3+f*(n4-y))/(n4-n3),undefined);
plot([lf(y),mf(y),rf(y)],y=n1..n4,color="red",legend=["F","",""],labels=["",""]);
end proc:
SVTNPlot:=proc(n::list,myTitle)
t:=SVTNNPlotT(n):
i:=SVTNNPlotI(n):
f:=SVTNNPlotF(n):
display([t, i, f],title=myTitle);
```

```
end proc:
SVTNQPlot:=proc(q::Matrix,property)
properties:=[p0,pn,lq,ls,wq,ws];
i:=ListTools[SearchAll](property,properties);
n:=rhs(op(convert(q[i],list)));
myTitle:=lhs(op(convert(q[i],list)));
SVTNPlot(n,myTitle);
end proc:

#Triangular plots:
SVTNNPlotTrT:=proc(n::list)
n1:=n[1][1];
n2:=n[1][2];
n3:=n[1][4];
t:=n[2];
i:=n[3];
f:=n[4];
lt:=piecewise(n1<w and w<n2,t*(w-n1)/(n2-n1),undefined);
mt:=piecewise(n2=w ,t);
rt:=piecewise(n2<w and w<n3,t*(n3-w)/(n3-n2),undefined);
plot([lt(w),mt(w),rt(w)],w=n1..n3,color="green",legend=["T","",""],labels=["",
""]);
end proc:
SVTNNPlotTrI:=proc(n::list)
n1:=n[1][1];
n2:=n[1][2];
n3:=n[1][4];
t:=n[2];
```

```
i:=n[3];
f:=n[4];
li:=piecewise(n1<u and u<n2,(n2-u+i*(u-n1))/(n2-n1),undefined);
mi:=piecewise(n2=u ,i);
ri:=piecewise(n2<u and u<n3,(u-n2+i*(n3-u))/(n3-n2),undefined);
plot([li(u),mi(u),ri(u)],u=n1..n3,color="blue",legend=["I","",""],labels=["",""]);
end proc:
SVTNNPlotTrF:=proc(n::list)
n1:=n[1][1];
n2:=n[1][2];
n3:=n[1][4];
t:=n[2];
i:=n[3];
f:=n[4];
lf:=piecewise(n1<y and y<n2,(n2-y+f*(y-n1))/(n2-n1),undefined);
mf:=piecewise(n2=y ,f);
rf:=piecewise(n2<y and y<n3,(y-n2+f*(n3-y))/(n3-n2),undefined);
plot([lf(y),mf(y),rf(y)],y=n1..n3,color="red",legend=["F","",""],labels=["",""]);
end proc:
SVTNPlotTr:=proc(n::list,myTitle)
t:=SVTNNPlotTrT(n):
i:=SVTNNPlotTrI(n):
f:=SVTNNPlotTrF(n):
display([t, i, f],title=myTitle);
end proc:
SVTNQPlotTr:=proc(q::Matrix,property)
properties:=[p0,pn,lq,ls,wq,ws];
```

```
i:=ListTools[SearchAll](property,properties);

n:=rhs(op(convert(q[i],list)));

myTitle:=lhs(op(convert(q[i],list)));

SVTNPlotTr(n,myTitle);

end proc:


#Operation On SVTN:

CrispNumberSS := proc (n) return SVTN(n, n, n, n, 0, 1, 1); end proc:

CrispNumberMD := proc (n) return SVTN(n, n, n, n, 1, 0, 0); end proc:

CrispNumber:=proc (n,NRho) return SVTN(n, n, n, n, NRho[2], NRho[3],
NRho[4]); end proc:

SVTNSum := proc (t1, t2) x := t1; y := t2;

L1 := x[1][1]+y[1][1], x[1][2]+y[1][2], x[1][3]+y[1][3], x[1][4]+y[1][4];

U1 := x[2]+y[2]-x[2]*y[2], x[3]*y[3], x[4]*y[4]; [[L1], U1]; end proc:

SVTNSub := proc (t1, t2) x := t1; y := t2;

L1 := x[1][1]-y[1][4], x[1][2]-y[1][3], x[1][3]-y[1][2], x[1][4]-y[1][1];

U1 := x[2]+y[2]-x[2]*y[2], x[3]*y[3], x[4]*y[4]; [[L1], U1]; end proc:

SVTNMult := proc (t1, t2) x := t1; y := t2;

L1 := x[1][1]*y[1][1], x[1][2]*y[1][2], x[1][3]*y[1][3], x[1][4]*y[1][4];

U1 := x[2]*y[2], x[3]+y[3]-x[3]*y[3], x[4]+y[4]-x[4]*y[4]; [[L1], U1]; end
proc:

SVTNScalarMult := proc (t1, PN) x := t1;

L1 := PN*x[1][1], PN*x[1][2], PN*x[1][3], PN*x[1][4];

U1 := 1-(1-x[2])^PN, x[3]^PN, x[4]^PN; [[L1], U1]; end proc:

SVTNDiv := proc (t1, t2) x := t1; y := t2;

L1 := x[1][1]/y[1][4], x[1][2]/y[1][3], x[1][3]/y[1][2], x[1][4]/y[1][1];

U1 := x[2]*y[2], x[3]+y[3]-x[3]*y[3], x[4]+y[4]-x[4]*y[4]; [[L1], U1]; end
proc:
```

```
SVTNPower := proc (t1, PN) x := t1;
L1 := x[1][1]^PN, x[1][2]^PN, x[1][3]^PN, x[1][4]^PN;
U1 := x[2]^PN, 1-(1-x[3])^PN, 1-(1-x[4])^PN; [[L1], U1]; end proc:
SVTNSeries:=proc(x,n,NRho)
S:=CrispNumber(1,NRho);
for i from 1 by 1 to n-1 do
S:=SVTNSum(S,SVTNScalarMult(SVTNPower(x,i),1/(i!)));
end do;
S;
end proc:
SVTNSeriesmmcb:=proc(x,c,b)
Lq:=SVTNScalarMult(x,1/c);
for i from c+2 by 1 to b do
Lq:=SVTNSum(Lq,SVTNScalarMult(SVTNPower(SVTNScalarMult(x,1/c),i-c),i-c));
end do;
Lq;
end proc:


#Queueing System:
QueueingSystem:=overload(
[
proc(NLambda::list,NMu::list,n::integer,c::integer,b::integer) option overload;
NRho:=SVTNDiv(NLambda, NMu);
NP0:=evalf(SVTNDiv(CrispNumberMD(1),SVTNSum(SVTNSeries(NRho,c, NRho),SVTNMult(SVTNScalarMult(SVTNPower(NRho,c),1/(c!)),SVTNDiv(SVTNSub(CrispNumberSS(1),SVTNPower(SVTNScalarMult(NRho,1/c),b-c+1)),SVTNSub(CrispNumberSS(1),SVTNScalarMult(NRho,1/c)))))));
```

```
if 0 <= n and n < c then
NPn:=evalf(SVTNMult(SVTNScalarMult(SVTNPower(NRho,n),1/(n!)),NP0))
;

NPb:=evalf(SVTNMult(SVTNScalarMult(SVTNPower(NRho,b),1/(b!)),NP0))
;

elif c <= n and n <= b then
NPn:=evalf(SVTNMult(SVTNScalarMult(SVTNPower(NRho,n),1/(c!)),SVTN
ScalarMult(NP0,1/(c^(n-c)))));

NPb:=evalf(SVTNMult(SVTNScalarMult(SVTNPower(NRho,b),1/(c!)),SVTN
ScalarMult(NP0,1/(c^(b-c)))));

end if;

NLq:=SVTNMult(SVTNMult(SVTNScalarMult(SVTNPower(NRho,c),1/c!),N
P0),SVTNSeriesmmcb(NRho,c,b));

NLambdae:=
evalf(SVTNMult(NLambda,SVTNSub(CrispNumberSS(1),NPb)));

NLs:=evalf(SVTNSum(NLq,SVTNDiv(NLambdae,NMu)));

NWs:=evalf(SVTNDiv(NLs,NLambdae));

NWq:=evalf(SVTNDiv(NLq,NLambdae));

<'NP0'=NP0,

'NPn'=NPn,

'NLq'=NLq,

'NLs'=NLs,

'NWq'=NWq,

'NWs'=NWs>;

end proc,


#MMc

proc(NLambda,NMu,n,c) option overload;

NRho:=SVTNDiv(NLambda, NMu);
```

```
NP0:=evalf(SVTNDiv(CrispNumberMD(1),SVTNSum(SVTNSeries(NRho,c,
NRho),SVTNDiv(SVTNPower(NRho,c),SVTNScalarMult(SVTNSub(CrispNu
mberMD(1),SVTNScalarMult(NRho,1/c)),c!)))));

NLq:=evalf(SVTNMult(SVTNScalarMult(SVTNPower(NRho,c+1),1/(c!)),SV
TNDiv(NP0,SVTNScalarMult(SVTNPower(SVTNSub(CrispNumberMD(1),S
VTNScalarMult(NRho,1/c)),2),c))));

NLs:=evalf(SVTNSum(NLq,NRho));

NWs:=evalf(SVTNDiv(NLs,NLambda));

NWq:=evalf(SVTNDiv(NLq,NLambda));

if n>=0 and n < c then NPn:=
evalf(SVTNMult(SVTNScalarMult(SVTNPower(NRho,n),1/(n!)),NP0));

elif n>=c then NPn:=
evalf(SVTNMult(SVTNScalarMult(SVTNPower(NRho,n),1/(c!)),SVTNScalar
Mult(NP0,1/(c^(n-c))))); end if;

<'NP0'=NP0,

'NPn'=NPn,

'NLq'=NLq,

'NLs'=NLs,

'NWq'=NWq,

'NWs'=NWs>;

end proc,


#MM1

proc(NLambda,NMu,n) option overload;

NRho:=SVTNDiv(NLambda, NMu);

NLs:=evalf(SVTNDiv(NRho, SVTNSub(CrispNumberSS(1),NRho)));

NLq:=evalf(SVTNDiv(SVTNPower(NRho,2),
SVTNSub(CrispNumberSS(1),NRho)));

NWs:=evalf(SVTNDiv(NLs, NLambda));

NWq:=evalf(SVTNDiv(NLq, NLambda));
```

```
NP0:=evalf(SVTNSub(CrispNumberSS(1),NRho));
NPn:=evalf(SVTNMult(NP0, SVTNPower(NRho, n)));
<'NP0'=NP0,
'NPn'=NPn,
'NLq'=NLq,
'NLs'=NLs,
'NWq'=NWq,
'NWs'=NWs>;
end proc
]
):
```

(References) المراجع

[1] L. Zadeh, "Fuzzy Sets," *Information and Control*, vol. 8, no. 3, pp. 338-353, June 1965.

[2] F. Smarandache, "Neutrosophic Logic A Generalization of the Intuitionistic Fuzzy Logic," in *Gallup, NM 87301*, USA, 2000.

[3] K. Atanassov, Intuitionstic Fuzzy Sets, vol. 35, New york city: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1999.

[4] F. Smarandache, "Neutrosophy," in *Gallup, NM 87301*, USA, 2002.

[5] F. Smarandache, Neutrosophic Theory and Its Applications, vol. I, Brussels: EuropaNova, 2014.

[6] F. Smarandache, A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability and Statistics, fourth ed., Rehoboth: American Research Press Rehoboth, 1998.

[7] J. F. Shortle, J. M. Thompson, D. Gross and C. M. Harris, Fundamentals of Queueing Theory, Fifth ed., United States of America: Wiley Series in ProbabilIty and Statistics, 2018.

[8] G. Bolch, S. Greiner, H. de Meer and K. S. Trivedi, Queueing Networks and Markov Chains, Second ed., Canada: WILEY- INTERSCIENCE, 2006.

[9] J. Sztrik, Basic Queueing Theory, Debrecen: University of Debrecen, Faculty of Informatics, 2012.

[10] M. B. Zeina, K. Al-Kridi and M. T. Anan, "New Approach to FM/FM/1 Queue's Performance Measures," *King Abdulaziz University*, vol. 30, no. 1, pp. 71-75, 2018.

[11] D. Negi and E. Lee, "Analysis and simulation of fuzzy queues," *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 46, no. 3, pp. 321-330, 1992.

[12] U. P. Karupothu and P. Kumar, "Perceptionization of FM/FD/1 queuing model under various fuzzy numbers," *Croatian Operational Research Society*, vol. 11, no. 1, pp. 135-144, 2020.

[13] S. Narayanamoorthy, A. Anuja, V. Murugesan and D. Kang, "A distinctive analyzation of intuitionistic fuzzy queueing system using Erlang service model," in *AIP Conference Proceedings 030040*, 2020.

[14] B. Oztaysi, S. C. Onar and C. Kahraman, "Call center performance measurement using intuitionistic fuzzy sets," *Journal of Enterprise Information Management*, 2020.

[15] P. Rajarajeswari and M. Sangeetha, "Fuzzy Intuitionistic on Queuing System," *International Journal of Fuzzy Mathematics and Systems*, vol. 4, no. 1, pp. 105-119, 2014.

[16] A. Tamilarasi, "A Study on Intuitionistic Fuzzy Model For Classical Queuing System," *International Journal of Pharmacy & Technology*, vol. 11, no. 4, 2019.

[17] M. B. Zeina, "Erlang Service Queueing Model with Neutrosophic Parameters," *International Journal of Neutrosophic Science*, vol. 6, no. 2, pp. 106-112, 2020.

[18] M. B. Zeina, "Neutrosophic Event-Based Queueing Model," *International Journal of Neutrosophic Science*, vol. 6, no. 1, pp. 48-55, 2020.

[19] M. B. Zeina, "Neutrosophic M/M/1, M/M/c, M/M/1/b Queueing Systems," *Research Journal of Aleppo University*, no. 140, 2020.

[20] M. B. Zeina, "Linguistic Single Valued Neutrosophic M/M/1 Queue," *Research Journal of Aleppo University*, no. 144, 2021.

[21] F. Smarandache, "Subtraction and Division of Neutrosophic Numbers," *Uncertainty*, vol. XIII, pp. 103-110, 2016.

[22] أ. ع. ا. مبارك، ر. ح. حنفي، س. آ. حسين و ا. م. كرتكيلا، دراسة تأثير صفوف الانتظار على جودة الخدمة البنكية، السودان: جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، 2015.

[23] H. P. Hsu, Theory and Problems of Probability, Random Variables, and Random Processes, New York: Schaum's Outline Series, 2010.

[24] م. ب. زينه, توظيف المجموعات الضبابية في توسيع نظرية صفوف الانتظار وبعض تطبيقاتها, حلب: جامعة حلب، أطروحة دكتوراه, 2019 .

[25] N. T. Thomopoulos, Fundamentals of Queuing Systems, 1st, Ed., United States of America: Springer, 2012.

[26] S. Broumi, A. Bakali, M. Talea, F. Smarandache, V. Uluçay and M. Sah, "Neutrosophic Sets: An Overview," *New Trends in Neutrosophic Theory and Applications,* vol. II, 2018.

[27] I. Deli, "Operators on Single Valued Trapezoidal Neutrosophic Numbers and SVTN-Group Decision Making," Neutrosophic Sets and Systems," *Neutrosophic Sets and Systems,* no. 22, 2018.

[28] F. Smarandache, "A Geometric Interpretation of the Neutrosophic Set,A Generalization of the Intuitionistic Fuzzy Set," in *Gallup, NM 87301,* USA, 2015.

[29] F. Smarandache, Neutrosophic Overset,Neutrosophic Underset,and Neutrosophic Offset, Brussels: Pons, 2016.

[30] K. Mondal, S. Pramanik and F. Smarandache, "Several Trigonometric Hamming Similarity Measures of Rough Neutrosophic Sets and their Applications in Decision Making," *New Trends in Neutrosophic Theory and Application,* pp. 93-103, 2016.

[31] M. Mullai and R. Surya, "Neutrosophic Inventory Backorder Problem Using Triangular Neutrosophic Numbers," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 31, 2020.

[32] I. Deli and Y. Subas, "Single Valued Neutrosophic Numbers and Their Applications to Multicriteria Decision Making Problem," 2014.

[33] F. Masri, M. B. Zeina and O. Zeitouny, "Some Single Valued Neutrosophic Queueing Systems with Maple Code," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 51, 2022.

[34] G. K. A. F. a. L. T. T. J. Manuel Macías Bermúdez, "A Method for Decision-Making on the Tendering Procedure for the Acquisition of Goods and Services in Public Procurement," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 37 , pp. 235-241, 2020.

المصطلحات العلمية

-A-	
Alpha Levels	مستويات ألفا
Analysis	تحليل
Approach	تقريب
Arrival	وصول
-B-	
Backward	خلفي
Balked	امتنع
Balking	تخلٍّ
Batch Arrivals	وصول جماعيّ
Birth and Death	الولادة والموت
Bulk Arrivals	وصول جماعيّ
-C-	
Calling Source	المصدر
Capacity	سعة
Chapman-Kolmogorov Equation	معادلة تشبمان – كولموغوروف
Charachetristic Function	دالّة مميّزة
Characteristics	خصائص مميّزة
Classification	تصنيف
Clustering	عنقدة
Confidence Interval	مجال ثقة
Continuous	مستمر
Convex	محدّب
Counting Process	عملية عد
Customer	زبون
-D-	
Defuzzification	إزالة الضّبابيّة
Departure	مغادرة
Discipline	آلية
Discrete	منفصل
Distribution	توزيع
Down Time	زمن عدم التّوفّر

-E-	
Equation	معادلة
Equilibrium	توازن
Extension Principle	مبدأ التوسيع
-F-	
Formula	صيغة
Forward	أمامي
Function	دالّة
Fuzzy Logic	المنطق الضّبابي
-G-	
Generating	توليد
Generator	مولّد
-I-	
Independent	مستقل
Independent Increments	تزايدات مستقلة
Interarrival Times	أزمنة ما بين الوصول
Interval Arithmetic	الحساب المجالي
-J-	
Jockey	التّحايل
-K-	
Kendall's Notation	ترميز كيندال
-L-	
Linguistic	لغوي (لفظي)
Little's Law	قانون ليتل
-M-	
Machine	آلة
Markov Chain	سلسلة ماركوف
Maximize	تعظيم
Maximum	حد أعلى
Measures	مقاييس
Membership Function	دالّة العضويّة
Minimize	تصغير
Minimum	حد أدنى
Multipliers	مضاريب

-N-	
Nonlinear	غير خطي
Nucleus	نواة
Neutrosophic Logic	المنطق النيتروسوفكي
Neutrosophic Sets	المجموعات النيتروسوفكية
Neutrosophic Queue	صف الانتظار النيتروسوفكي
Neutrosophic Underset	تحت المجموعة النيتروسوفكية
Neutrosophic Overset	فوق المجموعة النيتروسوفكية
Neutrosophic Offset	فوق وتحت المجموعة النيتروسوفكية
Neutrosophic Off Number	العدد المحايد النيتروسوفكي
-O-	
Offered Load	الحمولة المقدّمة
-P-	
Parallel	متوازية
Patern	نمط
Performance	أداء
Possibility	إمكانية
Probability	احتمال
Process	عملية
Processing	عمل
Pure	خالص
-Q-	
Queue	نظام صف
Queue Discipline	قاعدة التّخديم
Queue System	نظام صف الانتظار
-R-	
Random	عشوائي
Rate-Transition Matrix	منظام صفوفة معدّل الانتقال
Reneged	تراجع
Residual	متبقٍّ
Residual Service Time	زمن الخدمة المتبقّي
Room	سعة
-S-	
Server	مخدم

Service	خدمة
Service Patterns	أنماط التّخديم
Set	مجموعة
Setup Time	زمن الإعداد
Sojourn Time	زمن مكوث
Stages of Service	عدد مراحل التّخديم
Stationary	مستقرّ
Stochastic	عشوائي
Strict Sense	معنى ضيق
Support	المولّد
System	نظام
System Capacity	سعة النّظام
Set	مجموعة
Single Valued	وحيد القيمة
Single Valued Neutrosophic Set (SVNS)	المجموعة النيتروسوفكية وحيدة القيمة
Single Valued Trapezoidal Neutrosophic Number (SVTNN)	العدد شبه المنحرف النيتروسوفكي وحيدة القيمة
Single Valued Triangular Neutrosophic Number (SVTrNN)	العدد المثلثي النيتروسوفكي وحيد القيمة
Single Valued Neutrosophic Queue	صف الانتظار النيتروسوفكي وحيد القيمة
-T-	
Transform	تحويل
Trapezoidal	شبه منحرف
Triangular	مثلّثي
-U-	
Up Time	زمن التوفّر
Utilization	الاستخدام
-W-	
Waiting	انتظار
Wide Sense	معنى واسع

Abstract

Thesis consists of three chapters. The first chapter is titled "**Basic Concepts**" we presented in it some important concepts of classical queueing theory, basic concepts of neutrosophic sets theory and the concept of neutrosophic trigonometric and trapezoidal numbers and operations on it. Finally, we had presented the methods of doing calculations on neutrosophic triangular and trapezoidal numbers using numerical examples.

In the second chapter titled "**Some Neutrosophic Queues**", concepts and definitions of the Neutrosophic Event-Based Queueing Model, the M/M/1, M/M/c, M/M/1/b queues and Erlang Service Queueing Model with Neutrosophic Parameters were presented and discussed, also the accuracy of the neutrosophic solutions was clarified by applying numerical examples on the previous mentioned queueing systems.

In the third chapter titled "**Single Valued Neutrosophic Queues**" models of some single valued neutrosophic queues were formulated where we first drafted the single valued neutrosophic M/M/1 queue, then formulated both of the single valued neutrosophic M/M/c, M/M/c/b queues, and an integrated software package was written to find the required neutrosophic performance measures and probabilities. Finally, linguistic single valued neutrosophic M/M/1 queue was presented, which was studied by the linguistic representation of the single valued neutrosophic number $\tilde{A} = (T_{\tilde{A}}, I_{\tilde{A}}, F_{\tilde{A}})$, where $T_{\tilde{A}}$ represents truth, $I_{\tilde{A}}$ represents indeterminacy and $F_{\tilde{A}}$ represents falsity, and the chapter was supported by appropriate numerical examples

Keywords:

Queueing Theory, Performance Measures, Birth and Death Process, Neutrosophic Sets Theory, Single Valued Triangular Neutrosophic Numbers, Single Valued Trapezoidal Neutrosophic Numbers, Neutrosophic Overset, Neutrosophic Underset, Neutrosophic Offset.

University of Aleppo

Faculty of Science

Department of Mathematical Statistics

Studying Some Single Valued Neutrosophic Queueing Systems

Thesis Submitted for M.Sc. Degree in Mathematical Statistics and Programming

Submitted By

FATINA MOHAMED AMIN MASRI

Supervision of

Dr. Mohamed Bisher Zeina

Dept.of Mathematical Statistics

Faculty of Science, University of Aleppo

Dr. Omar Zeitouny

Dept.of Mathematical Statistics

Faculty of Science, University of Aleppo

1444 هـ ــ 2022 م

University of Aleppo

Faculty of Science

Department of Mathematical Statistics

Studying Some Single Valued Neutrosophic Queueing Systems

Thesis Submitted for M.Sc. Degree in Mathematical Statistics and Programming

Submitted By

FATINA MOHAMED AMIN MASRI

1444 هـ ــ 2022 م