

حل مشكلة أقصى تدفق ضبابي للمركبات في محافظة الديوانية باستعمال دالة الرتب لأنموذج البرمجة الخطية الضبابي

الباحث علي حسين محمد
قسم الاحصاء

د. وقاص سعد خلف
جامعة بغداد/كلية الادارة والاقتصاد
قسم الادارة الصناعية

المستخلص

إن الاختناقات المرورية التي تشهدها مدن جمهورية العراق بشل عام ومحافظة الديوانية بشكل خاص والتي تعود أسبابها إلى الأعداد الكبيرة للمركبات الحديثة التي تم استيرادها في العشر سنوات الأخيرة وقلة تسقيط المركبات القديمة في المحافظة مما أدى إلى تراكم عدد كبير من المركبات والتي تفوق القدرة الاستيعابية لشوارع المدينة، كل هذه الأسباب مجتمعة أدت إلى الاختناق المروري الواضح في وقت بداية العمل صباحاً ونهاية العمل مساءً، لذا تم اختيار شبكة محلية من شبكة الطرق الرئيسية لمحافظة الديوانية والتي تعد الأكثر أهمية من ناحية الاختناق المروري إذ تم تحديد الأعداد الضبابية للمركبات المناسبة في وقت بداية العمل صباحاً لطرق هذه الشبكة والتي كان لها دالة انتماء شبه منحرف (Trapezoidal function) للفترة الصباحية. إن الهدف من هذه الدراسة هو إيجاد الحل الأمثل الضبابي لمشكلة أقصى تدفق ضبابي (Fuzzy Max Flow) لأعداد المركبات المناسبة في وقت بداية العمل صباحاً حيث تم ذلك باستعمال أساليب رياضية وكمية فعالة هي أسلوب أقصى تدفق ضبابي (Fuzzy Max Flow) لتوضيح الأعداد الضبابية للمركبات المناسبة في هذا الوقت لطرق هذه الشبكة وأسلوب البرمجة الخطية الضبابية (Fuzzy Linear Programming) حيث تم بناء أنموذج برمجة خطية ضبابي لمشكلة أقصى تدفق ضبابي وأخيراً أسلوب دالة الرتب (Ranking Function) والعمليات الحسابية اللذان استعملوا لإزالة ضبابية الأنموذج المبني لهذه الشبكة.

المصطلحات الرئيسية للبحث / أسلوب البرمجة الخطية الضبابية- مشكلة أقصى تدفق ضبابي- أسلوب دالة الرتب- عدد ضبابي شبه منحرف.



مجلة العلوم

الاقتصادية والإدارية

المجلد ١٩

العدد 73

الصفحات ٤٣٠-٤٢٠

* البحث مستل من رسالة ماجستير



المقدمة

تعد نماذج شبكات الأعمال احد أساليب بحوث العمليات التي يمكن للإدارة استخدامها للمساعدة في حل كثير من المشكلات، إذ تتسم معظم المشكلات التي تواجهها في الواقع العملي بالتعقيد الأمر الذي يتطلب أحيانا تمثيلها في شكل شبكة أعمال ويكون حلها أسهل وأيسر طالما كان هناك إلمام وخبرة ودراية بالقواعد التي تتعامل بها مع شبكات الأعمال. إن النموذج أقصى تدفق هو احد فروع شبكات الأعمال الذي يستخدم في حل المشاكل المتعلقة بتحديد أقصى كمية من المواد التي يمكن تدفقها بين نقطتين عبر مسارات متعددة تتفاوت من حيث طاقاتها، وبما ان اي مسار يتكون من عدد من الأفرع المتتالية التي تصل بين نقطة المصدر ونقطة الوصول فإن ادنى طاقة التي يمثلها فرع معين من الفروع المكونة للمسار تتحكم بطاقة اي مسار. ومن الجدير بالذكر ان التدفق عبر اي مسار يجب ان يحقق التوازن بمعنى ان التدفق الداخل الى نقطة معينة على المسار يجب ان يساوي التدفق الخارج من تلك النقطة. وتستخدم نماذج أقصى تدفق في مجالات متعددة أهمها (تخطيط أقصى تدفق للمركبات، تخطيط أقصى تدفق للمياه عبر شبكة من الأنابيب وتخطيط أقصى تدفق للنفط والغاز الطبيعي)، إذ تم في هذه الدراسة حل مشكلة أقصى تدفق ضبابي للاختناقات المرورية في محافظة الديوانية باستخدام البرمجة الخطية الضبابية لاهم شبكة محلية من شبكة الطرق الرئيسية لمحافظة الديوانية.

تناول الكثير من الباحثين مشكلات أقصى تدفق، وفيما يأتي خلاصة موجزة لبعض ما كتب في

هذا الموضوع من بحوث ودراسات سابقة:

أن أول من أقتراح مشكلة أقصى تدفق هما العالمان (Fulkerson and dantzig) وذلك في عام 1955 التي تم حلها بواسطة طريقة (Simplex method) أحدى طرائق البرمجة الخطية^(١). أما الباحثان (Ford and Fulkerson) فقد قاما في عام 1956 بحل مشكلة أقصى تدفق بواسطة خوارزمية زيادة المسار وهي من الخوارزميات الكفوءة في حل مشاكل أقصى تدفق طبيعي وفرض أن مدخلات الشبكة تمتلك ساعاتها قيم حقيقية^(١١). في عام 1958 أقتراح الباحث (Sunaga and Iri) طريقة لأيجاد أقصى تدفق في الشبكات التي تمتلك ساعاتها قيم غير صحيحة^(١٨). أما الباحث (Jain) فقد قام في عام 1976 باقتراح مفهوم دالة الرتبة لمعالجة الأعداد الطبيعية الضبابية^(١٢).

قدم الباحثان (Chanas and Kolodzieczyk) في عام ١٩٨٢ أعمالاً رئيسية متعلقة بهذا الموضوع إذ استخدموا أسلوب أدنى قطع لحل مشكلة أقصى تدفق في الظروف الضبابية، حيث تم عرض خوارزمية على شكل مخطط بياني مع تراكيب اعتيادية وساعات ضبابية مثل الاقواس أو الأفرع والتي تمتلك دالة أنتماء مرتبطة بذلك التدفق⁽⁶⁾. وفي عام 1986 درس الباحثان نفسهما تدفق الأعداد الصحيحة وأقتراحا خوارزمية له⁽⁸⁾.

في عام ١٩٨٥ أشار الباحث (Chen) إلى امكانية تحويل دالة الانتماء إلى الشكل الطبيعي للكثير من الحالات وأقتراح مفهوم تعميم الأعداد الضبابية⁽⁷⁾.

وفي عام ١٩٩٦ نشر الباحث (Chalam) بحثاً يتضمن تطبيق برمجة الأهداف الخطية في حل مشاكل النقل، وأشار الى ضرورة استخدام مسائل أقصى التدفق (Maximal Flow) حيث أستطاع من خلالها معرفة اكبر كمية يمكن ان تنقل عبر شبكة الانابيب وقد استخدم نوعين من القيود هي قيود الطلب وقيود الميزانية⁽⁹⁾.

في العام نفسه استخدم الباحث (Yoon) أسلوب البرمجة الخطية الضبابية لمعالجة الأعداد الضبابية أستناداً إلى دالة الرتبة⁽¹⁹⁾.



باستعمال دالة الرتب لأنموذج البرمجة الخطية الضبابي

في عام ٢٠٠٤ قام الباحثان (Liu and Kao) بالبحث في مشكلات أقصى تدفق عندما تكون أطوال الاقواس في الشبكة أعداد ضبابية حيث تم معالجة الأعداد الضبابية بواسطة دالة الرتبة وأُعدت بحثهما على تحويل مشكلة أقصى تدفق ضبابي إلى مشكل أقصى تدفق اعتيادي^(١٦).

في عام 2006 قام الباحثون (Ji et.al) بدراسة الحالة العامة للضبابية في مشكلات أقصى تدفق عندما تكون ساعات متغيرات ضبابية^(١٧).

الباحثون (Bozhenyuk et.al) في عام 2010 قاموا بدراسة تقنية جديدة لمشكلة أدنى وأقصى تدفق في الحالة الضبابية (ولاسيما ساعات الاقواس) ومثلت على شكل أعداد ضبابية مثلثية وأخذت بلحسبان إضافة وطرح الأعداد الضبابية، حيث تجعل هذه التقنية الحسابات مع مثل هذه الأعداد أكثر فعالية⁽⁵⁾.

في عام 2011 بين الباحثان (Kumar and Kaur) ان كل معلمات الدراسة مثلت باعداد ضبابية مثلثية. حيث قاما باستعمال اسلوب البرمجة الخطية الضبابية لبناء انموذج لمشكلة أقصى تدفق ضبابي واقتراحا استعمال دالة الرتب لمعالجة ضبابية انموذج البرمجة الخطية ثم إيجاد الحل الامثل الضبابي لمشكلة أقصى تدفق ضبابي لأنموذج البرمجة الخطية الضبابي المبني⁽¹⁴⁾.

في عام ٢٠١٢ توصل الباحثان (Kumar and Kaur) إلى خوارزمية جديدة تحسب أقصى تدفق ضبابي بين نقطتي المصدر والمصب بأعداد سالبة وحيث أن هذه الأعداد ليس لها معنى في الحياة الواقعية فتمت معالجتها رياضياً باستخدام دالة الرتب وأستخدم عدد من الأمثلة لتوضيح ذلك^(١٥).

١. منهجية البحث (Research Methodology)

١.١ بيان المشكلة (Problem Statement)

نظراً لتزايد أعداد المركبات المناسبة في اليوم الواحد من المنافذ الحدودية الأربعة لمحافظة الديوانية والكثافة المرورية التي تعاني منها أغلب شبكات طرق المحافظة ولوجود نقاط مهمة تحصل فيها كثافة عددية كبيرة للمركبات في شبكات طرق المحافظة لأسباب أهمها زيادة استيراد المركبات الحديثة فضلاً عن وجود المركبات القديمة في المحافظة، مما أدى إلى الاختناق المروري الواضح في وقت بداية العمل صباحاً لذا اختار الباحث نقاط مهمة تتركز فيها الاختناقات المرورية متمثلة في شبكة طرق محلية والتي تعد الأكثر أهمية من ناحية كثافة المركبات والاختناق المروري وهي جزء من الشبكة الرئيسية لطرق المحافظة متكونة من ثلاثة عشر طريقاً تتمثل من بداية جسر بنت الهدى وجسر محمد صادق الصدر (قدس) منتهياً بتقاطع شارع فلسطين.

وبعد دراسة مستفيضة قام بها الباحث لأكثر من أربعة أشهر وبمساعدة دائرة شرطة مرور الديوانية لتحديد أعداد المركبات المناسبة وبالتحديد في وقت بداية العمل ونهاية العمل تبين ان هناك حالة من الضبابية في أعداد المركبات المناسبة في شبكة هذه الطرق.

١.٢ هدف البحث (Research Objective)

هو إيجاد الحل الأمثل الضبابي لمشكلة أقصى تدفق ضبابي (Fuzzy Max Flow) للمركبات المناسبة في وقت بداية العمل صباحاً ونهاية العمل مساءً، حيث تم ذلك باستعمال أساليب رياضية وكمية فعالة وكما يأتي:

١. أسلوب أقصى تدفق ضبابي (Fuzzy Max Flow) لتوضيح الأعداد الضبابية للمركبات المناسبة في أوقات الذروة لطرق هذه الشبكة.
٢. أسلوب البرمجة الخطية الضبابية (Fuzzy Linear Programming) حيث تم من خلاله بناء أنموذج برمجة خطية ضبابي لمشكلة أقصى تدفق ضبابي.
٣. أسلوب دالة الرتب (Ranking Function) والعمليات الحسابية اللذان استعملوا الذي استعمل لإزالة ضبابية (Defuzzification) الأنموذج المبني.



باستعمال دالة الرتب لأنموذج البرمجة الخطية الضبابي

أهمية البحث (Importance of Research)

تتم أهمية الدراسة الحالية في كونها تحقق ما يأتي:

١. تحسين وتسهيل انسيابية الحركة المرورية والارتقاء بمستوى السلامة المرورية لهذين الجزئين المهمين من شبكة الطرق الرئيسية لمحافظة الديوانية.
٢. تحديد أماكن الازدحام والاختناق المروري ومن ثم إيجاد الحل الممكن والأفضل له لمساعدة الدوائر المعنية وصانعو القرار فيها.

١.٣ الحدود الزمانية والمكانية للدراسة

الحدود المكانية: اختار الباحث شبكة الطرق المحلية وهي جزء من الشبكة الرئيسية والتي تتمثل من بداية جسر بنت الهدى وجسر محمد صادق الصدر (قدس) منتهياً بتقاطع شارع فلسطين.

الحدود الزمانية: امتدت الحدود الزمانية للبحث من 2012/12/1 إلى 2013/٤/10

١.٤ فرضيات البحث

يقوم هذا البحث على مجموعة من الفرضيات أهمها:

١. إن استعمال أسلوب أقصى تدفق ضبابي هو لإظهار ضبابية أعداد المركبات المناسبة في وقت بداية العمل صباحاً لشبكة الطرق المحلية لمحافظة الديوانية.
٢. إن الهدف من أقصى تدفق ضبابي هو لتعظيم كمية التدفق الضبابي من المصدر إلى المصب.
٣. إن استعمال أسلوب البرمجة الخطية الضبابية من خلال بناء أنموذج برمجة خطية ضبابي لمشكلة أقصى تدفق ضبابي هو لإيجاد الحل الأمثل لأعظم تدفق ضبابي لإعداد المركبات المناسبة في شبكة الطرق المحلية لمحافظة الديوانية.
٤. إن استعمال دالة الرتب (Ranking Function) والعمليات الحسابية هو لإزالة ضبابية أنموذج البرمجة الخطية المبني.

١.٥ الأساليب والادوات المستخدمة في جمع وتحليل البيانات

اعتمد الباحث في حل الإنموذج الرياضي على حاسبة شخصية (لابتوب) من نوع DELL السعة (1G)، الرام (4.00 GB)، الهارد (500G)، وذلك من خلال استخدام البرنامج الجاهز (Win.Q.S.B.2) الإصدار الإحدث لعام 2011 الخاص بتطبيقات بحوث العمليات وأستخراج النتائج الخاصة بطريقة الحل المتبعة في هذا البحث كذلك أعتمد الباحث وعن طريق المشاهدة الميدانية على ساعة ضبط الوقت (Stop watch).

٢. الأعداد الضبابية (Fuzzy Numbers) (15,4,3)

الأعداد المضطربة هي مجموعة جزئية ضبابية خاصة في الأعداد الحقيقية وأن هذه الأعداد غالباً ما تأتي على شكل أعداد مثلثة أو شكل أعداد شبه منحرف وأن العدد الضبابي هو مجموعة ضبابية ذو فترة مغلقة بين $[a, c]$ بالنسبة للعدد الضبابي المثلثي وفترة مغلقة بين $[a, d]$ بالنسبة للعدد الضبابي شبه المنحرف.

٢.١ الأعداد الضبابية الشبه منحرفة (Trapezoidal Fuzzy Numbers)

هي مجموعة ضبابية خاصة معرفة في الأعداد الحقيقية، ومعرف العدد الضبابي شبه منحرف بأربعة أعداد (a, b, c, d) حيث أن $(a < b < c < d)$ ، والقاعدة الأساسية للعدد شبه المنحرف أن يكون محصور ضمن الفترة $[a, d]$ ، وأن درجة انتمانه تساوي واحد عند القيمة $[b, c]$ وتتناقص من الواحد إلى الصفر في كلا جانبي هذه القيمتين.

٢.٢ دوال الانتماء (Membership Functions) (14,2,1)



باستعمال دالة الرتب لأنموذج البرمجة الخطية الضبابي

هي الدوال التي بواسطتها يتم حساب درجة انتماء عنصر ما الى المجموعة المضببة، تمثل دوال الانتماء بمخطط محوره الصادي ($Y - axis$) يمثل درجة الانتماء للمجموعة والمحور السيني $X - axis$ يمثل القيم الاعتيادية للمتغير الضبابي، وأن الشرط الاساسي لهذه الدوال أن يكون مداها بين الصفر والواحد، عندما تكون درجة الانتماء 1 تعني ان القيمة هي بالتأكيد تنتمي للمجموعة ودرجة انتماء صفر تعني أن القيمة لاتتنمي للمجموعة، والقيمة البنينة ما بين القيمتين (1,0) تعرف درجات الانتماء المتغيرة للمجموعة

٢.٢.١ دالة شبه المنحرف (Trapezoidal function):
هي دالة من أربعة معلمات (a, b, c, d) ويمكن التعبير عنها بالصيغة الآتية:

$$\mu_{\pi}(x; a, b, c, d) = \begin{cases} 0 & \text{if } x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & \text{if } a < x < b \\ 1 & \text{if } b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c} & \text{if } c < x < d \\ 0 & \text{if } x \geq d \end{cases}$$

٢.٣ لعمليات الرياضية للأعداد شبه المنحرف

نفرض أن $(\tilde{A} = (a_1, b_1, c_1, d_1), \tilde{B} = (a_2, b_2, c_2, d_2))$ تمثل عددين ضبابيين شبه منحرفين
فإن العمليات الرياضية بين هذين العددين الضبابيين هي:

$$\begin{aligned} \tilde{A} \oplus \tilde{B} &= (a_1 + a_2, b_1 + b_2, c_1 + c_2, d_1 + d_2) \\ \tilde{A} \ominus \tilde{B} &= (a_1 - d_2, b_1 - c_2, c_1 - b_2, d_1 + a_2) \end{aligned}$$

٢.٤ دالة الرتبة (Ranking Function) ^(17,6,4)

دالة الرتب هي طريقة مناسبة وسهلة للمقارنة بين الأعداد الضبابية، حيث ان دالة الرتب تحول كل عدد ضبابي إلى عدد عادي (Crisp). أن دالة الرتبة هي دالة $\mathcal{R}: F(R) \rightarrow R$ حيث إن $F(R)$ هي مجموعة الأعداد الضبابية المعرفة على مجموعة الأعداد الحقيقية حيث ان كل عدد ضبابي له ما يقابله (بمثاله) في خط الأعداد الحقيقية.

لنفرض أن \tilde{A} و \tilde{B} عددين ضبابيين لذلك فإن:

$$\begin{aligned} \tilde{A} >_{\mathcal{R}} \tilde{B} & \text{ if } \mathcal{R}(\tilde{A}) > \mathcal{R}(\tilde{B}) \\ \tilde{A} <_{\mathcal{R}} \tilde{B} & \text{ if } \mathcal{R}(\tilde{A}) < \mathcal{R}(\tilde{B}) \\ \tilde{A} =_{\mathcal{R}} \tilde{B} & \text{ if } \mathcal{R}(\tilde{A}) = \mathcal{R}(\tilde{B}) \end{aligned}$$

٢.٤.١ دالة الرتبة للأعداد الضبابية شبه المنحرف

نفرض أن $\tilde{A} = (a, b, c, d)$ تمثل عدد ضبابي شبه منحرف فإن دالة الرتب لهذا العدد الضبابي هو:

$$\mathcal{R}(\tilde{A}) = \frac{1}{4}(a + b + c + d)$$



٣. خوارزمية أسلوب البرمجة الخطية الضبابية لمسألة أقصى تدفق ضبابي.

في هذه الفقرة تم اقتراح خطوات خوارزمية لبناء انموذج برمجة الخطية لأقصى تدفق في البيئة الضبابية.

نفرض ان لدينا المخطط الاتجاهي $G=(V,E)$ والذي يتكون من رؤوس (V) ترتبط فيما بينها بعلاقات ذات طاقات ضبابية بحد أعلى هو (\tilde{u}_{ij}) ، ويرتبط بكل سهم (i,j) قيمة (\tilde{X}_{ij}) والتي تمثل التدفق الضبابي في هذا الفرع او الضلع (i,j) . ولنفرض ان (\tilde{f}) تمثل كمية اعظم تدفق ضبابي في شبكة الاعمال (شبكة التدفقات) من عقدة المصدر (S) الى عقدة النهاية (t) طبقا لذلك تكون صيغة إنموذج البرمجة الخطية الضبابية لمسألة أعظم تدفق ضبابي كما يلي:

Maximize \tilde{f}

Subject to

$$\begin{aligned} \sum_j \tilde{X}_{ij} &= \sum_k \tilde{X}_{ki} \oplus \tilde{f} & ; i = S \\ \sum_j \tilde{X}_{ij} &= \sum_k \tilde{X}_{ki} & ; \forall_i \neq S, t \\ \sum_j \tilde{X}_{ij} \oplus \tilde{f} &= \sum_k \tilde{X}_{ki} & ; i = t \\ \tilde{X}_{ij} &\leq u_{ij} & \forall (i, j) \in E \end{aligned}$$

حيث:

\tilde{X}_{ij} هو عدد ضبابي غير سالب
 \tilde{u}_{ij} الحد الاعلى للسعات الضبابية
 \tilde{f} أقصى تدفق ضبابي

الخطوة الاولى

صغ مشكلة أقصى تدفق ضبابي معطاة الى مشكلة برمجة خطية ضبابية وكما يلي:

Maximize \tilde{f}

Subject to

$$\begin{aligned} \sum_j \tilde{X}_{ij} &= \sum_k \tilde{X}_{ki} \oplus \tilde{f} & ; i = S \\ \sum_j \tilde{X}_{ij} &= \sum_k \tilde{X}_{ki} & ; \forall_i \neq S, t \\ \sum_j \tilde{X}_{ij} \oplus \tilde{f} &= \sum_k \tilde{X}_{ki} & ; i = t \\ \tilde{X}_{ij} &\leq u_{ij} & \forall (i, j) \in E \end{aligned} \quad (1)$$

حيث:

\tilde{X}_{ij} هو عدد ضبابي غير سالب
 \tilde{u}_{ij} الحد الاعلى للسعات الضبابية
 \tilde{f} أقصى تدفق ضبابي

الخطوة الثانية

إذا كانت المعلمات $(\tilde{X}_{ij}, \tilde{f}, \tilde{u}_{ij})$ تمثل بأعداد ضبابية شبه منحرف (Trapezoidal) هي $(a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij}), (f_1, f_2, f_3, f_4), (u_{ij}, v_{ij}, w_{ij}, q_{ij})$ فان أنموذج البرمجة الخطية الضبابي الذي تم صياغته في الخطوة الأولى سيكون كالآتي:

$$\text{Max}(f_1, f_2, f_3, f_4)$$



باستعمال دالة الرتب لأنموذج البرمجة الخطية الضبابي

Subject to

$$\sum_j (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij}) = \sum_k (a_{ki}, b_{ki}, c_{ki}, d_{ki}) \oplus (f_1, f_2, f_3, f_4) ; i = s$$

$$\sum_j (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij}) = \sum_k (a_{ki}, b_{ki}, c_{ki}, d_{ki}) ; \forall i \neq s, t$$

(2)

$$\sum_j (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij}) \oplus (f_1, f_2, f_3, f_4) = \sum_k (a_{ki}, b_{ki}, c_{ki}, d_{ki}) ; i = t$$

$$(a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij}) \leq (u_{ij}, v_{ij}, w_{ij}, q_{ij}) \quad \forall (i, j) \in E$$

الخطوة الثالثة

تُحول كل قيود المتباينات أعلاه إلى قيود مساواة بإضافة متغيرات وهمية غير سالبة (Slack Variables) \tilde{S}_{ij} وكما يلي:

$$\tilde{S}_{ij} = (\tilde{S}_{ij}, \tilde{S}_{ij}, \tilde{S}_{ij}, \tilde{S}_{ij}), \forall (i, j) \in E$$

عليه فإن إنموذج البرمجة الخطية الضبابي سيكون:

$$\text{Max}(f_1, f_2, f_3, f_4)$$

Subject to

$$\sum_j (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij}) = \sum_k (a_{ki}, b_{ki}, c_{ki}, d_{ki}) \oplus (f_1, f_2, f_3, f_4) ; i = s$$

$$\sum_j (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij}) = \sum_k (a_{ki}, b_{ki}, c_{ki}, d_{ki}) ; \forall i \neq s, t$$

(3)

$$\sum_j (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij}) \oplus (f_1, f_2, f_3, f_4) = \sum_k (a_{ki}, b_{ki}, c_{ki}, d_{ki}) ; i = t$$

$$(a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij}) \oplus (\tilde{S}_{ij}, \tilde{S}_{ij}, \tilde{S}_{ij}, \tilde{S}_{ij}) = (u_{ij}, v_{ij}, w_{ij}, q_{ij}) \quad \forall (i, j) \in E$$

الخطوة الرابعة

نستعمل دالة الرتب (*Ranking Function*) والعمليات الحسابية (انظر فقرة ٣.٣ و ٣.٤.١) لتحويل دالة الهدف والقيود من الحالة الضبابية (*Fuzzy*) الى الحالة الاعتيادية (*Crisp*) وعلى التوالي عليه فإن انموذج البرمجة الخطية الضبابية لأقصى تدفق ضبابي يصاغ كما يلي:



باستعمال دالة الرتب لأنموذج البرمجة الخطية الضبابي

$$Max = \frac{(f_1 + f_2 + f_3 + f_4)}{4} \quad \left. \vphantom{Max} \right\} \quad (4)$$

Subject to

$$\left. \begin{aligned} \sum_j a_{ij} &= \sum_k a_{ki} + f_1 && ; i = s \\ \sum_j a_{ij} &= \sum_k a_{ki} && ; \forall i \neq s, t \\ \sum_j a_{ij} + f_1 &= \sum_k a_{ki} && ; i = t \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

$$\left. \begin{aligned} \sum_j b_{ij} &= \sum_k b_{ki} + f_2 && ; i = s \\ \sum_j b_{ij} &= \sum_k b_{ki} && ; \forall i \neq s, t \\ \sum_j b_{ij} + f_2 &= \sum_k b_{ki} && ; i = t \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

$$\left. \begin{aligned} \sum_j c_{ij} &= \sum_k c_{ki} + f_3 && ; i = s \\ \sum_j c_{ij} &= \sum_k c_{ki} && ; \forall i \neq s, t \\ \sum_j c_{ij} + f_3 &= \sum_k c_{ki} && ; i = t \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

$$\left. \begin{aligned} \sum_j d_{ij} &= \sum_k d_{ki} + f_4 && ; i = s \\ \sum_j d_{ij} &= \sum_k d_{ki} && ; \forall i \neq s, t \\ \sum_j d_{ij} + f_4 &= \sum_k d_{ki} && ; i = t \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

$$\left. \begin{aligned} a_{ij} + \tilde{s}_{ij} &= u_{ij} \\ b_{ij} + \tilde{\tilde{s}}_{ij} &= v_{ij} \\ c_{ij} + \tilde{\tilde{\tilde{s}}}_{ij} &= w_{ij} \\ d_{ij} + \tilde{\tilde{\tilde{\tilde{s}}}}_{ij} &= q_{ij} \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

$$\left. \begin{aligned} b_{ij} - a_{ij} &\geq 0 \\ c_{ij} - b_{ij} &\geq 0 \\ d_{ij} - c_{ij} &\geq 0 \end{aligned} \right\} \quad (10)$$



باستعمال دالة الرتب لأنموذج البرمجة الخطية الضبابي

$$\begin{aligned} \tilde{s}_{ij} - \tilde{s}_{ij} &\geq 0 \\ \tilde{s}_{ij} - \tilde{s}_{ij} &\geq 0 \\ (11) \\ \tilde{s}_{ij} - \tilde{s}_{ij} &\geq 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_2 - f_1 &\geq 0 \\ f_3 - f_2 &\geq 0 \\ (12) \\ f_4 - f_3 &\geq 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_{ij} &\geq 0 \\ b_{ij} &\geq 0 \\ c_{ij} &\geq 0 \\ (13) \\ d_{ij} &\geq 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tilde{s}_{ij} &\geq 0 \\ \tilde{s}_{ij} &\geq 0 \\ \tilde{s}_{ij} &\geq 0 \\ (14) \\ \tilde{s}_{ij} &\geq 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_1 &\geq 0 \\ f_2 &\geq 0 \\ f_3 &\geq 0 \\ (15) \\ f_4 &\geq 0 \\ \forall (i, j) \in E \end{aligned}$$

الخطوة الخامسة

حل مشكلة البرمجة الخطية الاعتيادية (Crisp linear programming problem) لإيجاد التدفق الأمثل f_1, f_2, f_3, f_4 الموجود في الخطوة الرابعة.



الخطوة السادسة

جد أقصى تدفق ضبابي وذلك بوضع قيم التدفق f_1, f_2, f_3, f_4 على شكل أعداد ضبابية شبه منحرف

$$\vec{f} = (f_1, f_2, f_3, f_4)$$

٤. الجانب التطبيقي

٤.١ شبكة الطرق المحلية موضوع الدراسة

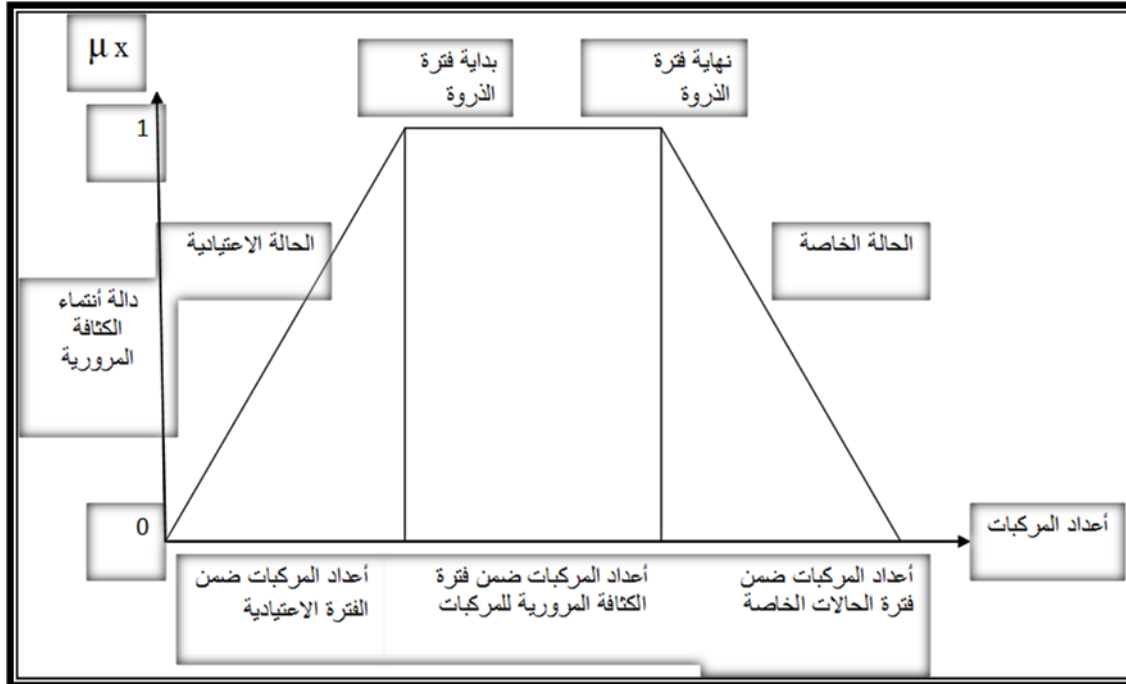
تحتل مشكلة الاختناقات المرورية في محافظة الديوانية المركز الاول في المشاكل التي تواجه مديرية مرور محافظة الديوانية لاسباب ترجع إلى زيادة استيراد المركبات الحديثة وقلّة تسقيط المركبات القديمة في المحافظة مما أدى إلى تراكم عدد كبير من المركبات والتي تفوق القدرة الاستيعابية لطرق المدينة، هذا ما دفع الباحث لأختيار نقاط مهمة تتركز فيها الاختناقات المرورية حيث أختار الباحث نقطتي انطلاق يمثلان مصادر انطلاق مهمة للمركبات وهما جسر محمد صادق الصدر وجسر بنت الهدى ونقطة وصول واحدة هي موقع تقاطع طريق فلسطين حيث يعتبر هذا التقاطع نقطة وصل مهمة يربط عموم أحياء منطقة العروبة ومنطقة السوق وعموم مناطق أحياء المحافظة وهذه الشبكة محلية تتضمن ثلاثة عشر طريقاً. وبسبب الكثافة المرورية في المسارات الآتية من هذه الجسرات وصولاً إلى موقع تقاطع طريق فلسطين في فترة بداية العمل حيث قام الباحث باختيار فترة الصباح لجمع البيانات لما تشهده هذه الفترة من تدفق كثيف لأعداد المركبات المناسبة في فترة بداية العمل لطرق هذه الشبكة.

٤.١.١ شبكة التدفق للمركبات المناسبة إلى تقاطع طريق فلسطين لفترة الصباح

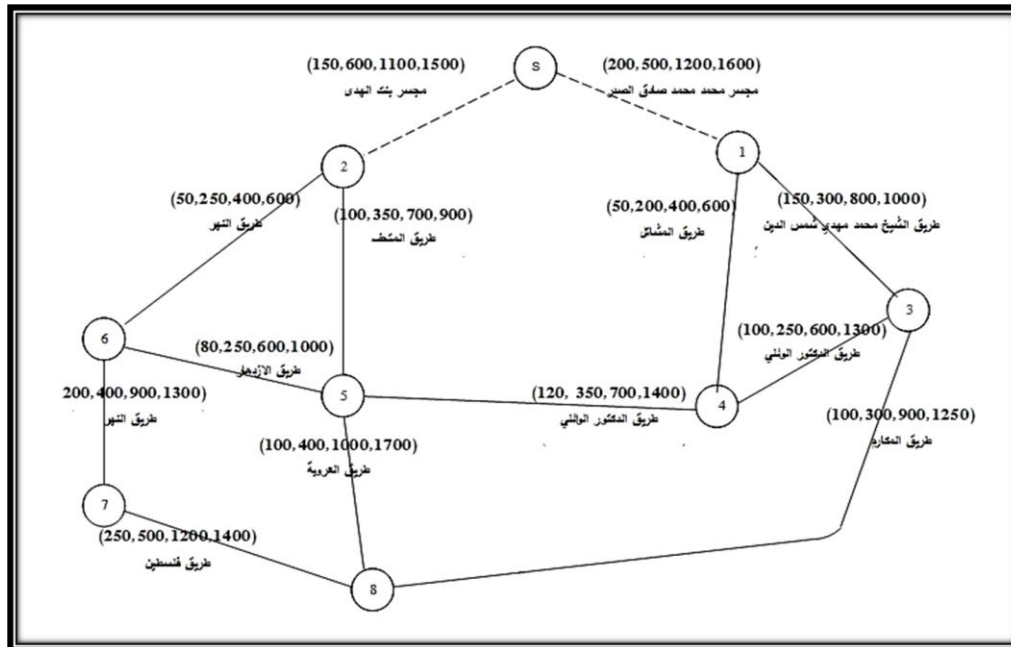
تمتاز ساعات الصباح بخصوصية عن الفترات الأخرى حيث تعتبر بداية العمل لجميع فئات المجتمع فالكمل يرغب بالوصول إلى مكان عمله في الوقت المحدد. وبعد دراسة مستفيضة قام بها الباحث لأكثر من أربعة اشهر وبمساعدة مديرية شرطة مرور الديوانية لتحديد اعداد المركبات المناسبة وبالتحديد في فترة بداية العمل صباحاً من الساعة السادسة الى العاشرة صباحاً تبين ان هناك حالة من الضبابية في أعداد المركبات المناسبة في شبكة الطرق هذه حيث لاحظ الباحث أن ذروة الاختناقات المرورية لكل طريق في الشبكة موضوع الدراسة يكون ضمن فترة زمنية هي بين الساعة السابعة والتاسعة صباحاً، وعلى هذا الأساس صنف الباحث بالتعاون مع مديرية شرطة مرور الديوانية الفترة الصباحية كما يلي:

- الوقت الاعتيادي ويبدأ من الساعة السادسة صباحاً ولغاية الساعة السابعة صباحاً وفيها تكون أعداد المركبات المتدفقة في الشبكة موضوع الدراسة أقل أو متناسبة مع سعة الطريق المحلي.
- فترة ذروة الكثافة المرورية للمركبات وتقسّم إلى:
 - وقت بداية الكثافة المرورية: وتبدأ بعد الساعة السابعة صباحاً حيث تكون أعداد المركبات المتدفقة في الشبكة موضوع الدراسة قد وصلت ذروة الكثافة المرورية (بداية الاختناق المروري).
 - وقت نهاية الكثافة المرورية: وينتهي عند الساعة التاسعة صباحاً وفيه تكون أعداد المركبات المتدفقة في الشبكة موضوع الدراسة قد وصلت إلى نهاية ذروة الكثافة المرورية (نهاية الاختناق).
 - فترة الحالات الخاصة: وتبدأ بعد الساعة التاسعة صباحاً وتنتهي في الساعة العاشرة صباحاً، وهي حالة خاصة تحدث عند تحركات المسؤولين وتنقلاتهم لزيارة بعض دوائر الدولة أو لتنفيذ بعض الواجبات التي يكلفون بها أو تحركات بعض الارتال العسكرية والتي دائماً تحدث بعد الساعة التاسعة والتي تكون نتائجها توقف حركة المرور لفترة من الوقت مما يؤدي إلى إختناقات مرورية ذات طبيعة خاصة. (الشكل ١) يوضح دالة الانتماء للأعداد الضبابية للمركبات المناسبة في وقت بداية العمل صباحاً (الفترات الأربعة) لطرق هذه الشبكة والتي مثلت بإعداد ضبابية شبه منحرفة.

باستعمال دالة الرتب لأنموذج البرمجة الخطية الضبابي



الشكل (١) دالة الانتماء لإعداد ضبابية (شبه منحرفة) للمركبات المناسبة في وقت بداية العمل صباحاً وفيما يلي شكل (٢) للشبكة موضوع الدراسة يوضح عقدتي المصدر وهما مجسر محمد محمد صادق الصدر (عقدة ١) ومجسر بنت الهدى (عقدة ٢) ونقطة وصول واحدة هي تقاطع طريق فلسطين (عقدة ٨) والجدول (١) يوضح أسماء الطرق لهذه الشبكة وبياناتها وأوقاتها الضبابية لفترة الصباح وعلى التوالي.



شكل (٢) التدفق الضبابي للمركبات في الطرق المؤدية الى تقاطع شارع فلسطين في فترة الصباح

حل مشكلة أقصى تدفق ضبابي للمركبات في محافظة الديوانية
باستعمال دالة الرتب لأنموذج البرمجة الخطية الضبابي

أما الجدول (١) فيوضح أسماء الطرق لهذه الشبكة وبياناتها وأوقاتها الخاصة لفترة الصباح والتي تبدأ من الساعة السادسة ولغاية العاشرة صباحاً.

جدول (١) المسارات، أسمائها، اتجاهاتها وأوقاتها الضبابية لفترة الصباح

وقت الحالات الخاصة صباحاً	وقت الذروة لحركة المركبات		وقت الحركة الاعتيادية للمركبات من صباحاً	أسماء المسارات	أسماء الشوارع
	9.01 صباحاً	7.01 صباحاً			
1600	1200	500	200	1 ← S	مجسر محمد محمد صادق الصدر (قدس)
1500	1100	600	150	2 ← S	مجسر بنت الهدى
1000	800	300	150	3 ← 1	الشيخ محمد مهدي شمس الدين
600	400	200	50	4 ← 1	المشاتل
900	700	350	100	5 ← 2	المتحف
600	400	250	50	6 ← 2 7 ← 6	النهر
1300	600	250	100	4 ← 3 5 ← 4	الدكتور الوائلي
1250	900	300	100	8 ← 3	المكارم
1400	700	350	120	5 ← 4	الدكتور الوائلي
1000	600	250	80	6 ← 5	الأزدهار
1700	1000	400	100	8 ← 5	العروبة
1300	900	400	200	7 ← 6	النهر
1400	1200	500	250	8 ← 7	فلسطين

٤.٢ بناء أنموذج البرمجة الخطية الضبابية للفترة الصباحية (تقاطع طريق فلسطين)

بالاعتماد على الشكل (٢) والبيانات المذكورة في جدول (١) سيتم بناء أنموذج البرمجة الخطية الضبابية (Fuzzy Linear Programming) لمشكلة أقصى تدفق ضبابي وكما موضح في الخطوات الآتية:

الخطوة الأولى

بتطبيق معادلة (1) يتم بناء أنموذج برمجة خطية ضبابي لمشكلة أقصى تدفق ضبابي من خلال وكما يلي:

Maximize \tilde{f}

Subject to

$$\tilde{x}_{S,1} \oplus \tilde{x}_{S,2} = \tilde{f}$$

$$\tilde{x}_{S,1} = \tilde{x}_{1,3} \oplus \tilde{x}_{1,4}$$

$$\tilde{x}_{S,2} = \tilde{x}_{2,5} \oplus \tilde{x}_{2,6}$$

$$\tilde{x}_{1,3} = \tilde{x}_{3,4} \oplus \tilde{x}_{3,8}$$

$$\tilde{x}_{1,4} \oplus \tilde{x}_{3,4} = \tilde{x}_{4,5}$$

$$\tilde{x}_{2,5} \oplus \tilde{x}_{4,5} = \tilde{x}_{5,6} \oplus \tilde{x}_{5,8}$$

$$\tilde{x}_{2,6} \oplus \tilde{x}_{5,6} = \tilde{x}_{6,7}$$

$$\tilde{x}_{3,8} \oplus \tilde{x}_{5,8} \oplus \tilde{x}_{7,8} = \tilde{f}$$

$$\tilde{x}_{ij} \leq \tilde{u}_{ij}$$

$$\tilde{x}_{ij} \geq 0$$

$$\forall (i, j) \in E$$

وفيما يلي تعريف للرموز المستخدمة في الأنموذج

التدفق الضبابي للمركبات على جسر محمد صادق الصدر(قدس)	$\tilde{x}_{S,1}$
التدفق الضبابي للمركبات على جسر بنت الهدى	$\tilde{x}_{S,2}$
التدفق الضبابي للمركبات على شارع الشيخ محمد مهدي شمس الدين	$\tilde{x}_{1,3}$
التدفق الضبابي للمركبات على شارع المشاتل	$\tilde{x}_{1,4}$
التدفق الضبابي للمركبات على شارع المتحف	$\tilde{x}_{2,5}$
التدفق الضبابي للمركبات على الجزء الثاني من شارع النهر	$\tilde{x}_{2,6}$
التدفق الضبابي للمركبات على الجزء الاول من شارع الدكتور الوائلي	$\tilde{x}_{3,4}$
التدفق الضبابي للمركبات على شارع المكارم	$\tilde{x}_{3,8}$



التدفق الضبابي للمركبات على الجزء الثاني من شارع الكتور الوانلي	$\tilde{x}_{4,5}$
التدفق الضبابي للمركبات على شارع الازدهار	$\tilde{x}_{5,6}$
التدفق الضبابي للمركبات على شارع العروبة	$\tilde{x}_{5,8}$
التدفق الضبابي للمركبات على الجزء الاول من شارع النهر	$\tilde{x}_{6,7}$
التدفق الضبابي للمركبات على شارع فلسطين	$\tilde{x}_{7,8}$

الخطوة الثانية

بتطبيق معادلة (2) للخطوة الثانية فإن أنموذج البرمجة الخطية الضبابي الذي تم صياغته في الخطوة الأولى سيكون كالآتي:

Maximize (f_1, f_2, f_3, f_4)

Subject to

$$(a_{S,1}, b_{S,1}, c_{S,1}, d_{S,1}) \oplus (a_{S,2}, b_{S,2}, c_{S,2}, d_{S,2}) = (f_1, f_2, f_3, f_4)$$

$$(a_{S,1}, b_{S,1}, c_{S,1}, d_{S,1}) = (a_{1,3}, b_{1,3}, c_{1,3}, d_{1,3}) \oplus (a_{1,4}, b_{1,4}, c_{1,4}, d_{1,4})$$

$$(a_{S,2}, b_{S,2}, c_{S,2}, d_{S,2}) = (a_{2,5}, b_{2,5}, c_{2,5}, d_{2,5}) \oplus (a_{2,6}, b_{2,6}, c_{2,6}, d_{2,6})$$

$$(a_{1,3}, b_{1,3}, c_{1,3}, d_{1,3}) = (a_{3,4}, b_{3,4}, c_{3,4}, d_{3,4}) \oplus (a_{3,8}, b_{3,8}, c_{3,8}, d_{3,8})$$

$$(a_{1,4}, b_{1,4}, c_{1,4}, d_{1,4}) \oplus (a_{3,4}, b_{3,4}, c_{3,4}, d_{3,4}) = (a_{4,5}, b_{4,5}, c_{4,5}, d_{4,5})$$

$$(a_{2,5}, b_{2,5}, c_{2,5}, d_{2,5}) \oplus (a_{4,5}, b_{4,5}, c_{4,5}, d_{4,5}) = (a_{5,6}, b_{5,6}, c_{5,6}, d_{5,6}) \oplus (a_{5,8}, b_{5,8}, c_{5,8}, d_{5,8})$$

$$(a_{2,6}, b_{2,6}, c_{2,6}, d_{2,6}) \oplus (a_{5,6}, b_{5,6}, c_{5,6}, d_{5,6}) = (a_{6,7}, b_{6,7}, c_{6,7}, d_{6,7})$$

$$(a_{3,8}, b_{3,8}, c_{3,8}, d_{3,8}) \oplus (a_{5,8}, b_{5,8}, c_{5,8}, d_{5,8}) \oplus (a_{7,8}, b_{7,8}, c_{7,8}, d_{7,8}) = (f_1, f_2, f_3, f_4)$$

$$(a_{i,j}, b_{i,j}, c_{i,j}, d_{i,j}) \leq (u_{i,j}, v_{i,j}, w_{i,j}, q_{i,j}), \forall (i, j) \in E$$

$$\tilde{x}_{S,1} \leq (200, 500, 1200, 1600)$$

$$\tilde{x}_{S,2} \leq (150, 600, 1100, 1500)$$

$$\tilde{x}_{1,3} \leq (150, 300, 800, 1000)$$

$$\tilde{x}_{1,4} \leq (50, 200, 400, 600)$$

$$\tilde{x}_{2,5} \leq (100, 350, 700, 900)$$

$$\tilde{x}_{2,6} \leq (50, 250, 400, 600)$$

$$\tilde{x}_{3,4} \leq (100, 250, 600, 1300)$$

$$\tilde{x}_{3,8} \leq (100, 300, 900, 1250)$$

$$\tilde{x}_{4,5} \leq (120, 350, 700, 1400)$$

$$\tilde{x}_{5,6} \leq (80, 250, 600, 1000)$$

$$\tilde{x}_{5,8} \leq (100, 400, 100, 1700)$$

$$\tilde{x}_{6,7} \leq (200, 400, 900, 1300)$$

$$\tilde{x}_{7,8} \leq (250, 500, 1200, 1400)$$

الخطوة الثالثة

بتطبيق معادلة (3) للخطوة الثالثة سيتم تحويل كل قيود المتباينات أعلاه إلى قيود مساواة بإضافة متغيرات وهمية غير سالبة وكما كالآتي:

$$\text{Maximize } (f_1, f_2, f_3, f_4)$$

Subject to

$$\begin{aligned} (a_{5,1}, b_{5,1}, c_{5,1}, d_{5,1}) \oplus (a_{5,2}, b_{5,2}, c_{5,2}, d_{5,2}) &= (f_1, f_2, f_3, f_4) \\ (a_{5,1}, b_{5,1}, c_{5,1}, d_{5,1}) &= (a_{1,3}, b_{1,3}, c_{1,3}, d_{1,3}) \oplus (a_{1,4}, b_{1,4}, c_{1,4}, d_{1,4}) \\ (a_{5,2}, b_{5,2}, c_{5,2}, d_{5,2}) &= (a_{2,5}, b_{2,5}, c_{2,5}, d_{2,5}) \oplus (a_{2,6}, b_{2,6}, c_{2,6}, d_{2,6}) \\ (a_{1,3}, b_{1,3}, c_{1,3}, d_{1,3}) &= (a_{3,4}, b_{3,4}, c_{3,4}, d_{3,4}) \oplus (a_{3,8}, b_{3,8}, c_{3,8}, d_{3,8}) \\ (a_{1,4}, b_{1,4}, c_{1,4}, d_{1,4}) \oplus (a_{3,4}, b_{3,4}, c_{3,4}, d_{3,4}) &= (a_{4,5}, b_{4,5}, c_{4,5}, d_{4,5}) \\ (a_{2,5}, b_{2,5}, c_{2,5}, d_{2,5}) \oplus (a_{4,5}, b_{4,5}, c_{4,5}, d_{4,5}) &= (a_{5,6}, b_{5,6}, c_{5,6}, d_{5,6}) \oplus (a_{5,8}, b_{5,8}, c_{5,8}, d_{5,8}) \\ (a_{2,6}, b_{2,6}, c_{2,6}, d_{2,6}) \oplus (a_{5,6}, b_{5,6}, c_{5,6}, d_{5,6}) &= (a_{6,7}, b_{6,7}, c_{6,7}, d_{6,7}) \\ (a_{3,8}, b_{3,8}, c_{3,8}, d_{3,8}) \oplus (a_{5,8}, b_{5,8}, c_{5,8}, d_{5,8}) \oplus (a_{7,8}, b_{7,8}, c_{7,8}, d_{7,8}) &= (f_1, f_2, f_3, f_4) \\ (a_{5,1}, b_{5,1}, c_{5,1}, d_{5,1}) \oplus (\tilde{s}_{5,1}, \tilde{s}_{5,1}, \tilde{s}_{5,1}, \tilde{s}_{5,1}) &= (200, 500, 1200, 1600) \\ (a_{5,2}, b_{5,2}, c_{5,2}, d_{5,2}) \oplus (\tilde{s}_{5,2}, \tilde{s}_{5,2}, \tilde{s}_{5,2}, \tilde{s}_{5,2}) &= (150, 600, 1100, 1500) \\ (a_{1,3}, b_{1,3}, c_{1,3}, d_{1,3}) \oplus (\tilde{s}_{1,3}, \tilde{s}_{1,3}, \tilde{s}_{1,3}, \tilde{s}_{1,3}) &= (150, 300, 800, 1000) \\ (a_{1,4}, b_{1,4}, c_{1,4}, d_{1,4}) \oplus (\tilde{s}_{1,4}, \tilde{s}_{1,4}, \tilde{s}_{1,4}, \tilde{s}_{1,4}) &= (50, 200, 400, 600) \\ (a_{2,5}, b_{2,5}, c_{2,5}, d_{2,5}) \oplus (\tilde{s}_{2,5}, \tilde{s}_{2,5}, \tilde{s}_{2,5}, \tilde{s}_{2,5}) &= (100, 350, 700, 900) \\ (a_{2,6}, b_{2,6}, c_{2,6}, d_{2,6}) \oplus (\tilde{s}_{2,6}, \tilde{s}_{2,6}, \tilde{s}_{2,6}, \tilde{s}_{2,6}) &= (50, 250, 400, 600) \\ (a_{3,4}, b_{3,4}, c_{3,4}, d_{3,4}) \oplus (\tilde{s}_{3,4}, \tilde{s}_{3,4}, \tilde{s}_{3,4}, \tilde{s}_{3,4}) &= (100, 250, 600, 1300) \\ (a_{3,8}, b_{3,8}, c_{3,8}, d_{3,8}) \oplus (\tilde{s}_{3,8}, \tilde{s}_{3,8}, \tilde{s}_{3,8}, \tilde{s}_{3,8}) &= (100, 300, 900, 1250) \\ (a_{4,5}, b_{4,5}, c_{4,5}, d_{4,5}) \oplus (\tilde{s}_{4,5}, \tilde{s}_{4,5}, \tilde{s}_{4,5}, \tilde{s}_{4,5}) &= (120, 350, 700, 1400) \\ (a_{5,6}, b_{5,6}, c_{5,6}, d_{5,6}) \oplus (\tilde{s}_{5,6}, \tilde{s}_{5,6}, \tilde{s}_{5,6}, \tilde{s}_{5,6}) &= (80, 250, 600, 1000) \\ (a_{5,8}, b_{5,8}, c_{5,8}, d_{5,8}) \oplus (\tilde{s}_{5,8}, \tilde{s}_{5,8}, \tilde{s}_{5,8}, \tilde{s}_{5,8}) &= (100, 400, 100, 1700) \\ (a_{6,7}, b_{6,7}, c_{6,7}, d_{6,7}) \oplus (\tilde{s}_{6,7}, \tilde{s}_{6,7}, \tilde{s}_{6,7}, \tilde{s}_{6,7}) &= (200, 400, 900, 1300) \\ (a_{7,8}, b_{7,8}, c_{7,8}, d_{7,8}) \oplus (\tilde{s}_{7,8}, \tilde{s}_{7,8}, \tilde{s}_{7,8}, \tilde{s}_{7,8}) &= (250, 500, 1200, 1400) \end{aligned}$$

الخطوة الرابعة

بتطبيق المعادلات (١٥-٤) على الأنموذج الذي حصلنا عليه في الخطوة الثالثة تم إزالة الضبابية من دالة الهدف والقيود باستخدام دالة الرتب والعمليات الحسابية على التوالي وبتطبيق هذه المعادلات يتم تحويل مشكلة البرمجة الخطية الضبابية إلى مشكلة برمجة خطية اعتيادية (Crisp) وكما يلي:

$$\text{Maximize } \left(\frac{f_1 + f_2 + f_3 + f_4}{4} \right)$$

Subject to

$$a_{S,1} + a_{S,2} - f_1 = 0$$

$$0b_{S,1} + b_{1,2} - f_2 =$$

$$0c_{S,1} + c_{S,2} - f_3 =$$

$$0d_{S,1} + d_{S,2} - f_4 =$$

$$0a_{S,1} - a_{1,3} - a_{1,4} =$$

$$0b_{S,1} - b_{1,3} - b_{1,4} =$$

$$0c_{S,1} - c_{1,3} - c_{1,4} =$$

$$0d_{S,1} - d_{1,3} - d_{1,4} =$$

$$0a_{S,2} - a_{2,5} - a_{2,6} =$$

$$0b_{S,2} - b_{2,5} - b_{2,6} =$$

$$0c_{S,2} - c_{2,5} - c_{2,6} =$$

$$0d_{S,2} - d_{2,5} - d_{2,6} =$$

$$0a_{1,3} - a_{3,4} - a_{3,8} =$$

$$0b_{1,3} - b_{3,4} - b_{3,8} =$$

$$0c_{1,3} - c_{3,4} - c_{3,8} =$$

$$0d_{1,3} - d_{3,4} - d_{3,8} =$$

$$0a_{1,4} + a_{3,4} - a_{4,5} =$$

$$b_{1,4} + b_{3,4} - b_{4,5} = 0$$

$$c_{1,4} + c_{3,4} - c_{4,5} = 0$$

$$d_{1,4} + d_{3,4} - d_{4,5} = 0$$

$$a_{2,5} + a_{4,5} - a_{5,6} - a_{5,8} = 0$$

$$0b_{2,5} + b_{4,5} - b_{5,6} - b_{5,8} =$$

$$0c_{2,5} + c_{4,5} - c_{5,6} - c_{5,8} =$$

$$d_{2,5} + d_{4,5} - d_{5,6} - d_{5,8} = 0$$

$$a_{2,6} + a_{5,6} - a_{6,7} = 0$$

$$b_{2,6} + b_{5,6} - b_{6,7} = 0$$

$$c_{2,6} + c_{5,6} - c_{6,7} = 0$$

$$0d_{2,6} + d_{5,6} - d_{6,7} =$$

$$0a_{3,8} + a_{5,8} + a_{7,8} - f_1 =$$

$$0b_{3,8} + b_{5,8} + b_{7,8} - f_2 =$$

$$0c_{3,8} + c_{5,8} + c_{7,8} - f_3 =$$

$$0d_{3,8} + d_{5,8} + d_{7,8} - f_4 =$$

$$a_{S,1} + \tilde{s}_{S,1} = 200$$

$$b_{S,1} + \tilde{s}_{S,1} = 500$$

$$c_{S,1} + \tilde{s}_{S,1} = 1200$$

$$d_{S,1} + \tilde{s}_{S,1} = 1600$$

$$a_{S,2} + \tilde{s}_{S,2} = 150$$

$$b_{S,2} + \tilde{s}_{S,2} = 600$$

$$c_{S,2} + \tilde{s}_{S,2} = 1100$$

$$d_{S,2} + \tilde{s}_{S,2} = 1500$$

$$a_{1,3} + \tilde{s}_{1,3} = 150$$

$$b_{1,3} + \tilde{s}_{1,3} = 300$$

$$c_{1,3} + \tilde{s}_{1,3} = 800$$

$$d_{1,3} + \tilde{s}_{1,3} = 1000$$

$$a_{1,4} + \tilde{s}_{1,4} = 50$$

$$b_{1,4} + \tilde{s}_{1,4} = 200$$

$$c_{1,4} + \tilde{s}_{1,4} = 400$$

$$d_{1,4} + \tilde{s}_{1,4} = 600$$

$$a_{2,5} + \tilde{s}_{2,5} = 100$$

$$b_{2,5} + \tilde{s}_{2,5} = 350$$

$$c_{2,5} + \tilde{s}_{2,5} = 700$$

$$d_{2,5} + \tilde{s}_{2,5} = 900$$

$$a_{2,6} + \tilde{s}_{2,6} = 50$$

$$b_{2,6} + \tilde{s}_{2,6} = 250$$

$$c_{2,6} + \tilde{s}_{2,6} = 400$$

$$d_{2,6} + \tilde{s}_{2,6} = 600$$



	$a_{3,4} + \tilde{s}_{3,4} = 100$ $b_{3,4} + \tilde{s}_{3,4} = 250$ $c_{3,4} + \tilde{s}_{3,4} = 600$
$d_{3,4} + \tilde{s}_{3,4} = 1300$ $a_{3,8} + \tilde{s}_{3,8} = 100$ $b_{3,8} + \tilde{s}_{3,8} = 300$ $c_{3,8} + \tilde{s}_{3,8} = 900$ $d_{3,8} + \tilde{s}_{3,8} = 1250$ $a_{4,5} + \tilde{s}_{4,5} = 120$ $b_{4,5} + \tilde{s}_{4,5} = 350$ $c_{4,5} + \tilde{s}_{4,5} = 700$ $d_{4,5} + \tilde{s}_{4,5} = 1400$ $a_{5,6} + \tilde{s}_{5,6} = 80$ $b_{5,6} + \tilde{s}_{5,6} = 250$ $c_{5,6} + \tilde{s}_{5,6} = 600$ $d_{5,6} + \tilde{s}_{5,6} = 1000$ $a_{5,8} + \tilde{s}_{5,8} = 100$ $b_{5,8} + \tilde{s}_{5,8} = 400$ $c_{5,8} + \tilde{s}_{5,8} = 1000$ $d_{5,8} + \tilde{s}_{5,8} = 1700$ $a_{6,7} + \tilde{s}_{6,7} = 200$ $b_{6,7} + \tilde{s}_{6,7} = 400$ $c_{6,7} + \tilde{s}_{6,7} = 900$ $d_{6,7} + \tilde{s}_{6,7} = 1300$ $a_{7,8} + \tilde{s}_{7,8} = 250$ $b_{7,8} + \tilde{s}_{7,8} = 500$ $c_{7,8} + \tilde{s}_{7,8} = 1200$ $d_{7,8} + \tilde{s}_{7,8} = 1400$	$b_{3,4} - a_{3,4} \geq 0$ $b_{3,8} - a_{3,8} \geq 0$ $b_{4,5} - a_{4,5} \geq 0$ $b_{5,6} - a_{5,6} \geq 0$ $b_{5,8} - a_{5,8} \geq 0$ $b_{6,7} - a_{6,7} \geq 0$ $b_{7,8} - a_{7,8} \geq 0$ $c_{5,1} - b_{5,1} \geq 0$ $c_{5,2} - b_{5,2} \geq 0$ $c_{1,3} - b_{1,3} \geq 0$ $c_{1,4} - b_{1,4} \geq 0$ $c_{2,5} - b_{2,5} \geq 0$ $c_{2,6} - b_{2,6} \geq 0$ $c_{3,4} - b_{3,4} \geq 0$ $c_{3,8} - b_{3,8} \geq 0$ $c_{4,5} - b_{4,5} \geq 0$ $c_{5,6} - b_{5,6} \geq 0$ $c_{5,8} - b_{5,8} \geq 0$ $c_{6,7} - b_{6,7} \geq 0$ $c_{7,8} - b_{7,8} \geq 0$ $d_{5,1} - c_{5,1} \geq 0$ $d_{5,2} - c_{5,2} \geq 0$ $d_{1,3} - c_{1,3} \geq 0$ $d_{1,4} - c_{1,4} \geq 0$ $d_{2,5} - c_{2,5} \geq 0$ $d_{2,6} - c_{2,6} \geq 0$ $d_{3,4} - c_{3,4} \geq 0$ $d_{3,8} - c_{3,8} \geq 0$

باستعمال دالة الرتب لأنموذج البرمجة الخطية الضبابي

$b_{5,1} - a_{5,1} \geq 0$	$d_{4,5} - c_{4,5} \geq 0$
$b_{5,2} - a_{5,2} \geq 0$	$d_{5,6} - c_{5,6} \geq 0$
$b_{1,3} - a_{1,3} \geq 0$	$d_{5,8} - c_{5,8} \geq 0$
$b_{1,4} - a_{1,4} \geq 0$	$d_{6,7} - c_{6,7} \geq 0$
$b_{2,5} - a_{2,5} \geq 0$	$d_{7,8} - c_{7,8} \geq 0$
$b_{2,6} - a_{2,6} \geq 0$	$\tilde{s}_{5,1} - \tilde{s}_{5,1} \geq 0$

$\tilde{s}_{5,2} - \tilde{s}_{5,2} \geq 0$	$\tilde{s}_{3,8} - \tilde{s}_{3,8} \geq 0$
$\tilde{s}_{1,3} - \tilde{s}_{1,3} \geq 0$	$\tilde{s}_{4,5} - \tilde{s}_{4,5} \geq 0$
$\tilde{s}_{1,4} - \tilde{s}_{1,4} \geq 0$	$\tilde{s}_{5,6} - \tilde{s}_{5,6} \geq 0$
$\tilde{s}_{2,5} - \tilde{s}_{2,5} \geq 0$	$\tilde{s}_{5,8} - \tilde{s}_{5,8} \geq 0$
$\tilde{s}_{2,6} - \tilde{s}_{2,6} \geq 0$	$\tilde{s}_{6,7} - \tilde{s}_{6,7} \geq 0$
$\tilde{s}_{3,4} - \tilde{s}_{3,4} \geq 0$	$\tilde{s}_{7,8} - \tilde{s}_{7,8} \geq 0$
$\tilde{s}_{3,8} - \tilde{s}_{3,8} \geq 0$	$f_2 - f_1 \geq 0, f_3 - f_2 \geq 0, f_4 - f_3 \geq 0$
$\tilde{s}_{4,5} - \tilde{s}_{4,5} \geq 0$	$\tilde{s}_{5,1} \geq 0, \tilde{s}_{5,1} \geq 0, \tilde{s}_{5,1} \geq 0, \tilde{s}_{5,1} \geq 0$
$\tilde{s}_{5,6} - \tilde{s}_{5,6} \geq 0$	$\tilde{s}_{5,2} \geq 0, \tilde{s}_{5,2} \geq 0, \tilde{s}_{5,2} \geq 0, \tilde{s}_{5,2} \geq 0$
$\tilde{s}_{5,8} - \tilde{s}_{5,8} \geq 0$	$\tilde{s}_{1,3} \geq 0, \tilde{s}_{1,3} \geq 0, \tilde{s}_{1,3} \geq 0, \tilde{s}_{1,3} \geq 0$
$\tilde{s}_{6,7} - \tilde{s}_{6,7} \geq 0$	$\tilde{s}_{1,4} \geq 0, \tilde{s}_{1,4} \geq 0, \tilde{s}_{1,4} \geq 0, \tilde{s}_{1,4} \geq 0$
$\tilde{s}_{7,8} - \tilde{s}_{7,8} \geq 0$	$\tilde{s}_{2,5} \geq 0, \tilde{s}_{2,5} \geq 0, \tilde{s}_{2,5} \geq 0, \tilde{s}_{2,5} \geq 0$
$\tilde{s}_{5,1} - \tilde{s}_{5,1} \geq 0$	$\tilde{s}_{2,6} \geq 0, \tilde{s}_{2,6} \geq 0, \tilde{s}_{2,6} \geq 0, \tilde{s}_{2,6} \geq 0$
$\tilde{s}_{5,2} - \tilde{s}_{5,2} \geq 0$	$\tilde{s}_{3,4} \geq 0, \tilde{s}_{3,4} \geq 0, \tilde{s}_{3,4} \geq 0, \tilde{s}_{3,4} \geq 0$
$\tilde{s}_{1,3} - \tilde{s}_{1,3} \geq 0$	$\tilde{s}_{3,8} \geq 0, \tilde{s}_{3,8} \geq 0, \tilde{s}_{3,8} \geq 0, \tilde{s}_{3,8} \geq 0$
$\tilde{s}_{1,4} - \tilde{s}_{1,4} \geq 0$	$\tilde{s}_{4,5} \geq 0, \tilde{s}_{4,5} \geq 0, \tilde{s}_{4,5} \geq 0, \tilde{s}_{4,5} \geq 0$
$\tilde{s}_{2,5} - \tilde{s}_{2,5} \geq 0$	$\tilde{s}_{5,6} \geq 0, \tilde{s}_{5,6} \geq 0, \tilde{s}_{5,6} \geq 0, \tilde{s}_{5,6} \geq 0$
$\tilde{s}_{2,6} - \tilde{s}_{2,6} \geq 0$	
$\tilde{s}_{3,4} - \tilde{s}_{3,4} \geq 0$	
$\tilde{s}_{3,8} - \tilde{s}_{3,8} \geq 0$	
$\tilde{s}_{4,5} - \tilde{s}_{4,5} \geq 0$	
$\tilde{s}_{5,6} - \tilde{s}_{5,6} \geq 0$	



$s_{5,8} - \bar{s}_{5,8} \geq 0$	$\bar{s}_{5,8} \geq 0, \bar{\bar{s}}_{5,8} \geq 0, \bar{\bar{\bar{s}}}_{5,8} \geq 0, \bar{\bar{\bar{\bar{s}}}}_{5,8} \geq 0$
$s_{6,7} - \bar{s}_{6,7} \geq 0$	$\bar{s}_{6,8} \geq 0, \bar{\bar{s}}_{6,8} \geq 0, \bar{\bar{\bar{s}}}_{6,8} \geq 0, \bar{\bar{\bar{\bar{s}}}}_{6,8} \geq 0$
$s_{7,8} - \bar{s}_{7,8} \geq 0$	$\bar{s}_{7,8} \geq 0, \bar{\bar{s}}_{7,8} \geq 0, \bar{\bar{\bar{s}}}_{7,8} \geq 0, \bar{\bar{\bar{\bar{s}}}}_{7,8} \geq 0$
$s_{5,1} - \bar{s}_{5,1} \geq 0$	$b_{5,1} \geq 0, c_{5,1} \geq 0, d_{5,1} \geq 0, a_{5,1} \geq 0,$
$s_{5,2} - \bar{s}_{5,2} \geq 0$	$b_{5,2} \geq 0, c_{5,2} \geq 0, d_{5,2} \geq 0, a_{5,2} \geq 0,$
$s_{1,3} - \bar{s}_{1,3} \geq 0$	$b_{1,3} \geq 0, c_{1,3} \geq 0, d_{1,3} \geq 0, a_{1,3} \geq 0,$
$s_{1,4} - \bar{s}_{1,4} \geq 0$	$b_{1,4} \geq 0, c_{1,4} \geq 0, d_{1,4} \geq 0, a_{1,4} \geq 0,$
$s_{2,5} - \bar{s}_{2,5} \geq 0$	$b_{2,5} \geq 0, c_{2,5} \geq 0, d_{2,5} \geq 0, a_{2,5} \geq 0,$
$s_{2,6} - \bar{s}_{2,6} \geq 0$	$b_{2,6} \geq 0, c_{2,6} \geq 0, d_{2,6} \geq 0, a_{2,6} \geq 0,$
$s_{3,4} - \bar{s}_{3,4} \geq 0$	$a_{3,4} \geq 0, b_{3,4} \geq 0, c_{3,4} \geq 0, d_{3,4} \geq 0$

$$\begin{aligned}
 & a_{3,8} \geq 0, b_{3,8} \geq 0, c_{3,8} \geq 0, d_{3,8} \geq 0, a_{4,5} \geq 0, b_{4,5} \geq 0, c_{4,5} \geq 0 \\
 & , d_{4,5} \geq 0, a_{5,6} \geq 0, b_{5,6} \geq 0, c_{5,6} \geq 0, d_{5,6} \geq 0, a_{5,8} \geq 0, \\
 & b_{5,8} \geq 0, c_{5,8} \geq 0, d_{5,8} \geq 0, a_{6,7} \geq 0, b_{6,7} \geq 0, c_{6,7} \geq 0, d_{6,7} \geq 0, a_{7,8} \geq 0, \\
 & b_{7,8} \geq 0, c_{7,8} \geq 0, d_{7,8} \geq 0, f_1 \geq 0, f_2 \geq 0, f_3 \geq 0, f_4 \geq 0, \forall (i, j) \in E
 \end{aligned}$$

الخطوة الخامسة

قام الباحث باستخدام البرنامج الجاهز (Win.Q.S.B.2) الإصدار الأحدث لعام ٢٠١١ الخاص بتطبيقات بحوث العمليات لحل إنموذج البرمجة الخطية لاستخراج النتائج الخاصة بالتدفقات وكانت التدفقات كما يلي:

$$(f_1 = 330, f_2 = 980, f_3 = 2180, f_4 = 2980)$$

انظر الملحق الخاص بتدفقات المركبات تقاطع طريق فلسطين لفترة الصباح.

٤.٣ تفسير النتائج لشبكة التدفق للمركبات المناسبة إلى تقاطع طريق فلسطين لفترة الصباح

إن نتائج التدفقات للمركبات المناسبة إلى تقاطع فلسطين والتي حصلنا عليها بعد حل الأنموذج باستخدام نفس البرنامج هي كالآتي:

$$(f_1 = 330, f_2 = 980, f_3 = 2180, f_4 = 2980)$$

حيث أن (f_1) تمثل القيمة الأولى لأعداد المركبات المناسبة من المجرسين إلى موقع طريق فلسطين في الوقت الاعتيادي وهي تقع بين الساعة السادسة صباحاً والسابعة صباحاً، أما القيمتان (f_2, f_3) فهما تمثلان بداية ونهاية فترة الذروة لتدفق المركبات المناسبة من المجرسين إلى موقع طريق فلسطين والتي تمتد من الساعة السابعة ولغاية الساعة التاسعة صباحاً، أما قيمة (f_4) فهي تمثل الحالات الخاصة لتدفق المركبات من الساعة التاسعة إلى العاشرة صباحاً ومن خلال النتائج التي توصلنا إليها يمكن أن نوضح ما يلي:

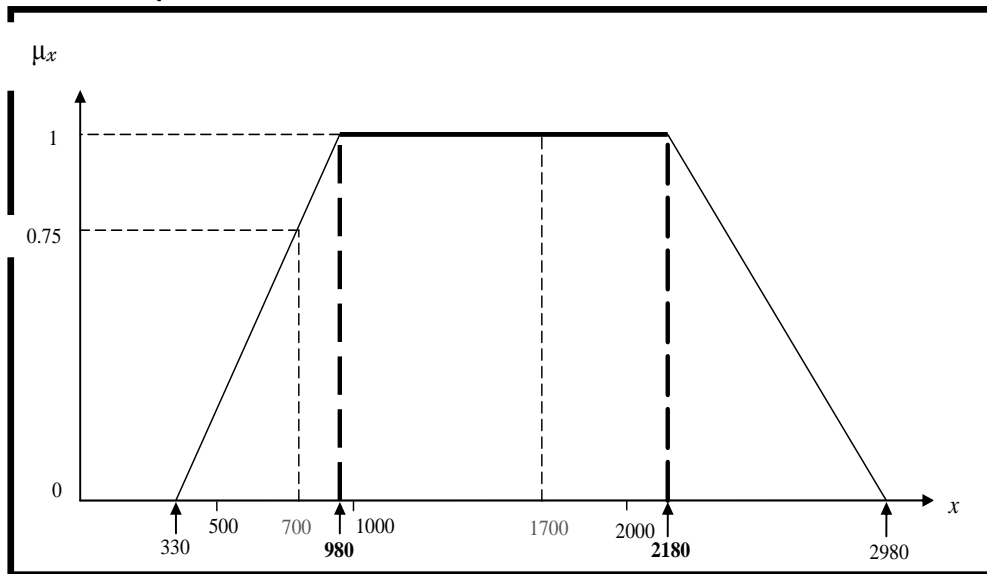
١. إن كمية التدفق للمركبات من مجسر (محمد محمد صادق الصدر) و(مجسر بنت الهدى) إلى موقع تقاطع طريق فلسطين لفترة الصباح والتي تكون بين الساعة السادسة صباحاً والعاشرة صباحاً هي أكبر من (٣٣٠ مركبة) وأصغر من (٢٩٨٠ مركبة).

٢. أقصى تدفق للمركبات سوف يكون محصور (٩٨٠ مركبة - ٢١٨٠ مركبة) وهذه الفترة تكون بين الساعة السابعة والتاسعة صباحاً.

٣. النسبة المئوية للتدفقات المتبقية من المركبات يمكن الحصول عليها كما يلي:

تعتبر x هي أعداد المركبات المتدفقة وعلى هذا الأساس يمكن كتابة دالة انتماء شبه المنحرف ورسم هذه الدالة التي توضح درجة انتماء أعداد هذه المركبات وكما يلي (انظر شكل ٣):

$$\mu_{\pi}(x \cdot a \cdot b \cdot c \cdot d) = \begin{cases} 0 & \text{if } x < 330 \\ \frac{x-330}{650} & \text{if } 330 \leq x \leq 980 \\ 1 & \text{if } 980 \leq x \leq 2180 \\ \frac{2980-x}{800} & \text{if } 2180 \leq x \leq 2980 \\ 0 & \text{if } x > 2980 \end{cases}$$



شكل (٣) دالة انتماء الكثافة المروية لتدفق المركبات باتجاه تقاطع شارع فلسطين لفترة الصباح

نلاحظ من الشكل أعلاه أنه كلما أصبحت عدد المركبات ضمن المدى (980 - 2180) تكون دالة انتماء الكثافة المرورية واحد أي بنسبة (١٠٠%) وكلما ابتعدت عدد المركبات من هذا المدى سواء من يمين الشكل أو يساره تقترب من الصفر.

٥. الاستنتاجات (Conclusions)

١. تم استعمال أسلوب كفوء لحل مشكلة أقصى تدفق ضبابي للمركبات في شبكة محلية من شبكة الطرق الرئيسية لمحافظة الديوانية والتي تعتبر الأكثر أهمية من ناحية الاختناق المروري حيث تم ذلك باستعمال أساليب رياضية وكيفية فعالة هي أسلوب أقصى تدفق ضبابي (Fuzzy Max Flow) وأسلوب البرمجة الخطية الضبابية (Fuzzy Linear Programming) وأسلوب دالة الرتب (Ranking Function).
٢. أن ذروة الاختناقات المرورية تتركز في فترة الصباح التي تمثل بداية العمل للقطاع الخاص وبداية الدوام الرسمي لدوائر الدولة وهو بين الساعة السابعة والتاسعة صباحاً حيث كان أقصى تدفق ضبابي (ذروة الكثافة المرورية) للمركبات المناسبة من جسر محمد صادق الصدر وجسر بنت الهدى إلى موقع تقاطع طريق فلسطين كان بين 980 مركبة و 2180 مركبة.
٣. عدم وجود طرق كافية تلبي القدرة الاستيعابية للطرق مما يؤدي إلى حدوث كثافة مرورية عالية إضافة إلى ذلك قدم وضيق هذه الطرق مما يجعلها غير قادرة على تحمل هذا الزخم المروري.
٤. عدم وجود جسور كافية وأنعدام الاتفاقيات للتخفيف من حدة الاختناقات المرورية.
٥. وجود أكثر دوائر الدولة على الطرق المؤدية إلى تقاطع طريق فلسطين مثل دائرة العدل، مؤسسة المواد الغذائية، مؤسسة المواد الإنشائية، وسايكو الديوانية، إدارة السكك ومرآب بغداد الموحد.
٦. وجود عدد كبير من السيارات يفوق القدرة الاستيعابية للطرق مما يؤدي إلى حدوث تلك الازدحامات.
٧. إن الأنموذج المقترح من الباحث له القابلية على رصد الاختناقات لتدفق المركبات المناسبة إلى موقع الوصول (طريق فلسطين)

المصادر العربية

١. الطائي، فاضلة علي جيجان (٢٠٠٧). الضبابية في البرمجة الخطية مع تطبيق عملي، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الإدارة والاقتصاد، الجامعة المستنصرية.
٢. هندوش، رنا وليد بهنام. (٢٠٠٩). تطبيق المنطق الضبابي لنمذجة الكثافة الانتاجية لمعمل الالبسة الولادية. المجلة العراقية الاحصائية، العدد (١٦): ١٨٤-١٦١.

المصادر الأجنبية

3. Buckley, J.J.,(2006). Fuzzy Probability and Statistics. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg.
4. Bhatia, N., (2009). Algorithms for Some Fuzzy Network Problems using Ranking Function. Thesis submitted in partial fulfillment of the requirement for the award of the degree of Masters of Science in Mathematics and Computing.
5. Bozhenyuk, A., Gerasimenko, E. and Rozenberg, I., (2010). The methods of Maximum Flow and Minimum Cost Flow Finding in Fuzzy Network. Russian Research Project. http://www.google.iq/search?hl=ar&no=1&biw=1280&bih=656&q=The+methods+of+Maximum+Flow+and+Minimum+Cost+Flow+Finding+in+Fuzzy+Network&oq=The+methods+of+Maximum+Flow+and+Minimum+Cost+Flow+Finding+in+Fuzzy+Network&gs_l=serp.12...3339.11716.0.13923.1.1.0.0.0.225.225.2-1.1.0...0...1c.1j2.25.serp..1.0.0.9ZGgJGs45do



6. Chanas,S.and Kolodziejczk,W., (1982). Maximum Flow in a network with fuzzy arc capacities. *Fuzzy Sets and Systems*. 8(2):165-173.
7. Chen,S.H.(1985).Operations on fuzzy numbers with function principal .*Tamkang Journal of Management Sciences*. 6:13-25.
8. Chanas,S.and Kolodziejczk,W., (1986).Integer Flows in Network with fuzzy arc capacities constraints.*Networks*.16:17-31.
9. Chalam, A., (1996). Goal programming Approach To Transportation problem under Budyetary Constraint, *Fuzzy Sets & system*. 66: 293-299.
10. Fulkerson, D.R. and Dantzig., G.B., (1955). Computation of maximum flow in network, *Naval Research Logistics Quarterly*. 2: 277-283.
11. Ford, L.R. and Fulkerson, D.R., (1956). Maximal flow through a network, *Canadian Journal of Mathmematics*. 8: 399-404.
12. Jain, R., (1976). Decision making in the presence of fuzzy variables, *IEEE Transactions on Systems, Man & Cybernetics*. 6: 698-703.
13. Ji, X., Yang, L., and Shao, Z., (2006). Chance Constrained Maximum Flow problem with arc capacities "Lecture Notes in Computer Science" Springer verlag, Berlin, Heidelberg. 4114:11-19.
14. Kumar, A. and Kaur, M. (2011). Solution of fuzzy maximal flow problems using fuzzy linear programming. *World Academy of Science and Technology*. 87: 28-31.
15. Kumar, A. and Kaur, M. (2012). An improved Algorithm for Solving Fuzzy Maximal Flow Problem. *International Journal of Applied Science and Engineering*.10(1):19-27.
16. Liu, S.T. and Kao, C., (2004). Network flow problems with fuzzy arc lengths. *IEEE transaction on systems. Man and Cybernetics*. 34(1):765-769.
17. Mukherjee, S. and Basu, K., (2010). Application of Fuzzy Ranking Method for Solving Assignment Problems with Fuzzy Costs. *International Journal of Computational and Applied Mathematics*. 5(3): 359-368.
18. Sunaga,T. and Iri, M., (1958). Theory of communication &transportation networks. *RAAG Memories*. 2: 444-468.
19. Yoon, K.P., (1996). A Probabilistic Approach to Rank Complex Fuzzy Numbers. *Fuzzy Sets and Systems*. 80: 167-176.



Solution of Fuzzy Maximal Flow Problems of Vehicles in Province of Diwaniyah Using the Ranking Function for Fuzzy Linear Programming Model

Abstract

The traffic jams taking place in the cities of the Republic of Iraq in general and the province of Diwaniyah especially, causes return to the large numbers of the modern vehicles that have been imported in the last ten years and the lack of omission for old vehicles in the province, resulting in the accumulation of a large number of vehicles that exceed the capacity of the city's streets, all these reasons combined led to traffic congestion clear at the time of the beginning of work in the morning, So researchers chose local area network of the main roads of the province of Diwaniyah, which is considered the most important in terms of traffic congestion, it was identified fuzzy numbers for vehicles flowing at the time of the beginning of work in the morning for paths of this network as the trapezoidal fuzzy numbers. The objective of this study is to find the fuzzy optimal solution of fuzzy max flow problems for number of vehicles which flowing at the beginning of work per day by using mathematical and quantitative methods as a method of fuzzy max flow problems to clarify the fuzzy numbers for vehicles flowing at the beginning of work in the morning for all paths of this network also a method of fuzzy linear programming was used for building the fuzzy linear programming model of fuzzy max flow problems, finally Ranking function and arithmetic operations were used for defuzzification the building model.

Keywords/ Fuzzy linear programming- Fuzzy maximal flow problem- Ranking function- Trapezoidal fuzzy number.