تمثيل نظم المرور على الالة الحاسبة الرقمية

كلية الهندسة ـ جامعة بغداد (*)

القســـــم الاول

Simulation of Traffic Systems on A Digital Computer

Part One

1— الملخص

ان هذه الدراسة تعتبر دراسة اولية بهذا الموضوع لانها تعتمد حاليا على دراسة تقاطع واحد . وهي تبحث تطوير برنامج لتمثيل انظمة المرور على الالة الحاسبة وكمرحلة اولى فقد تم عمل برنامج يقوم بتمثيل تقاطع لاربعة شوارع ودراسة المعدل الزمنى لتاخر السيارات الداخلة الى التقاطع . وفي آخر البحث نجد تطبيقين على عمل هذا البرنامج احدهما على تقاطع واقعي في مدينة بغداد .

(*) احد بحوث كلية الهندسة ـ جامعة بغداد ـ قام به : جعفر طارق الباجه‌جي ، سمير سليم العطار ، عماد احمد الشالجي ، نائل خليل عسكر .
اشراف : الدكتور عبد الكريم الحراني .

2- المقدمة : التمثيل (Simulation)

اعتاد الانسان منذ القدم على دراسة النظم المختلفة الموجودة في الطبيعة او التى يبتكرها وان يكون لها نماذج (Models) يستطيع بواسطتها دراسة تفاعلها مع مختلف المؤثرات .

ان اول النماذج التي صنعها الانسان وهى النماذج الفيزياوية (Physical Models) كالنماذج المصغرة للسدود Electrolytich Tank وبعد تقدم علم الرياضيات اصبح بالامكان تكوين النماذج الرياضية للنظم Mathematical Models . على شكل قوانين رياضية مثل قوانين نيوتن التى تمثل حركة الاجسام .

وفي النصف الثانى من القرن الحالي ونتيجة لتقدم علم الحاسبات اصبح بالامكان اجراء التمثيل الفيزياوي باستعمال الحاسبة الكمية Analogue Computer واجراء التمثيل الرياضي باستعمال الحاسبة الرقمية Digital Computer كما انه اصبح فسح المجال لنوع جديد من التمثيل هو التمثيل المنطقي Logical Simulation الذي اصبح بواسطة بالامكان تمثيل نظم على درجة من التعقيد لايمكن تمثيلها بدقة باستعمال الطرق السابقة مثل انظمة المرور .

الالة الحاسبة الكمية تتعامل مع الزمن بصيغة مباشرة مستمرة Continuous time فتكون نتائج التمثيل الكمي مقادير مستمرة Continuous Analogue Value حيث يمثل الزمن فيها كتيار هوائي او مائي او كهربائي .

باستعمال الحاسبة الرقمية يتم التمثيل المنطقي بتحويل المنظومة في لحظة معينة الى مجموعة من الارقام التي تأخذ شكل مصفوفة Matrix وبتغيير بعض هذه الارقام ينتقل النظام من حالة الى اخرى باستعمال فواصل زمنية محددة Discrete event Simultion ويقوم البرنامج بتبديل هذه الارقام وتحويل المنظومة بتسلسل منطقي يماثل المنظومة الاصلية 501

3- الهدف من البرنامج :

يهدف البرنامج الى تمثيل منظومة مرور معينة وذلك لاستعمالها في اختبار هندسة التقاطعات وطرق السيطرة عليها للحصول على اعلى كفاءة ممكنة واقل تأخير بناء على المعلومات الاحصائية المتوفرة ودون الحاجة الى تجربة هذه الوسائل واقعيا الامر الذي قد لايكون عمليا .

4– البرنامـج :

استعمل في التمثيل المنطقي طريقة الزمن المتقطع Discrete Time وكذلك استعملت لغة فورتران Fortran على حاسبة IBM 1130 في مركز الحاسبة الالكترونية في كلية الهندسة .

يتكون البرنامج من ثلاثة اجزاء رئيسية :

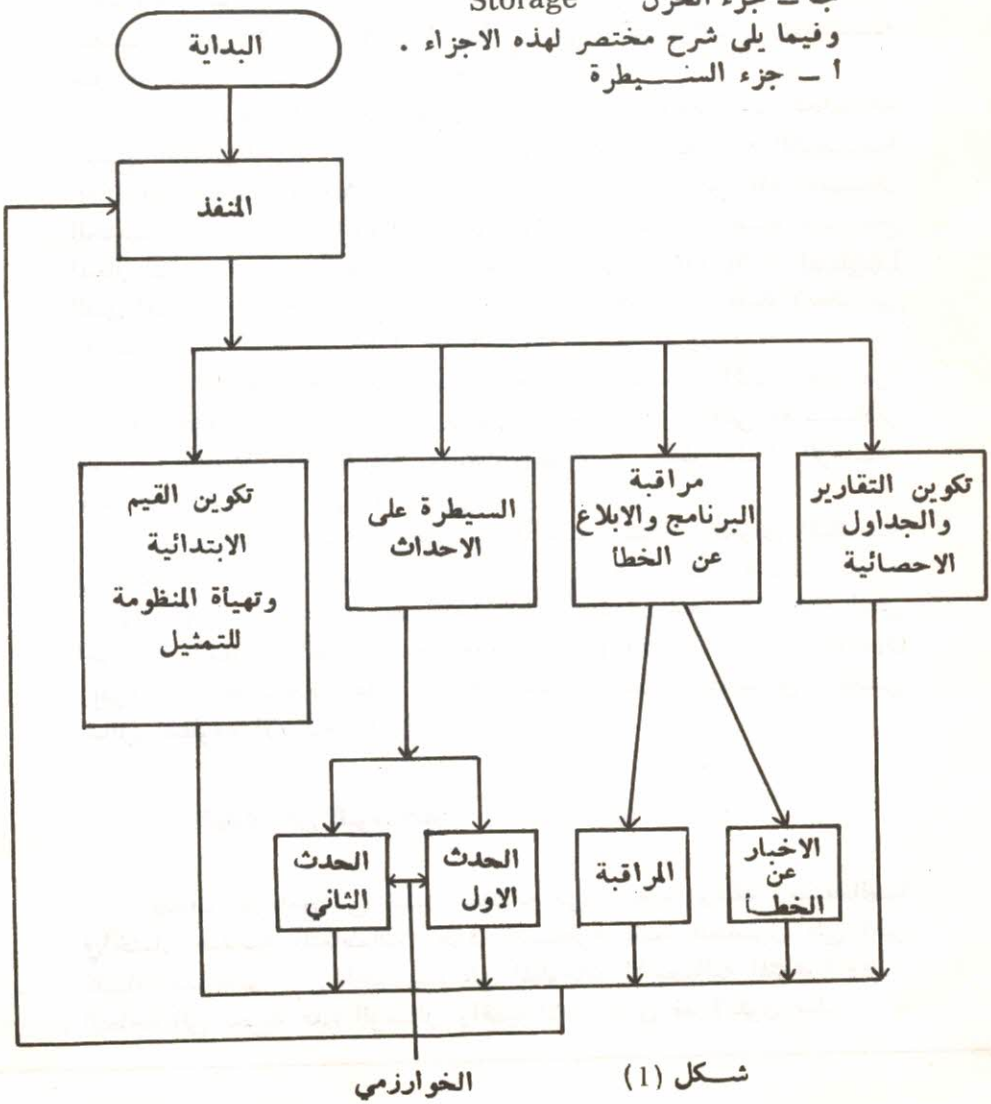
أ – جزء السيطرة Control part

ب – الخوارزمي Algorithm

جـ – جزء الخزن Storage

وفيما يلي شرح مختصر لهذه الاجزاء .

أ – جزء السـيطرة



شـكل (1)

تتم السيطرة على مستويين مختلفين ، الاول بواسطة « المنفذ » Executive في شكل (1) الذى يقوم بتوجيه البرنامج الى اساليب عمله المختلفة Modes of Operation ويتم اختيار اسلوب العمل على اساس منطقى وهذه الاساليب هى :

1 – تكوين القيم الابتدائية System State Initialiation ويقوم بها عند بداية كل دورة تمثيل (Simulation Run)

2 – السيطرة على الاحداث Event Control تتم بعد الانتهاء من تكوين القيم الابتدائية وعند عدم وجود امر بتكوين تقرير وسطي Intermediate Report

3 – مراقبة البرنامج (تكوين النتائج الوسطية او تسجيل الاخطاء).
(Program Monitoring and Eroor Reporting

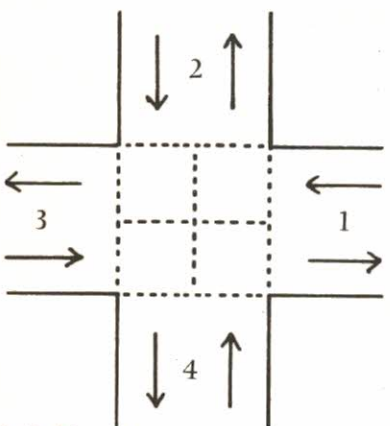
وذلك عند وجود امر بتكوين نتائج وسطية او عند حدوث نتائج غير معقولة فيقوم بطبع خزين الحاسبة ومكان الخطأ .

4 – الحسابات وتكوين الجداول الاحصائية
Statistical Computation and Report Generation

وذلك بعد انتهاء كل دورة تمثيل حيث يقوم باجراء الحسابات والجداول وطبعها كنواتج نهائية اما المستوى الثانى للسيطرة فهو السيطرة على الاحداث الذي يتم باختيار الاحداث حسب تسلسلها الزمني .

ب – الخوارزمي Algorithm

تتكون منظومة المرور من مجموعة التقاطعات والشوارع الموصلة بينها والتي قد يكون مسيطرا عليها بواسطة اشارات المرور الضوئية Traffic Lights او غير مسيطر عليها .



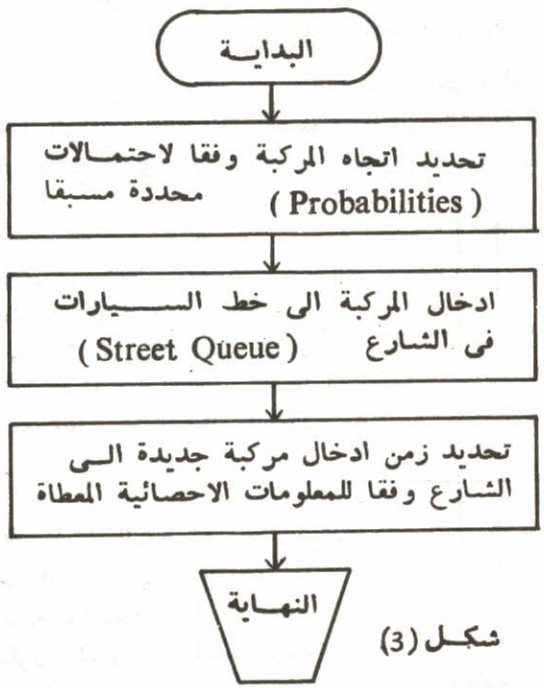
شكل (2)

الوحدة الاساسية للمنظومة هي التقاطع البسيط الحر (شكل 2) (غير مسيطر عليه بواسطة اشارات المرور الضوئية) وتتكون الشوارع المتصلة بهذا التقاطع من ممر واحد للذهاب وآخر للاياب وتقسم المنطقة الداخلية منه الى اربعة مربعات ويتم تمثيل هذا النموذج بواسطة حدثين كما يلي:

مولد المركبات Vehicle Generator او الحدث الاول كما فى شكل (1) يقوم بادخال المركبات الى الشوارع كما يقوم بتحديد

وجهة كل مركبة وفقا لمعلومات احصائية تقدم اليه مسبقا .

بعد ذلك يقوم البرنامج بادخال المركبة الى احد الشـــــــوارع واضافتها الى خط سير السيارات ثم يحدد البرنامج زمـــــن ادخال مركبة اخرى جديدة الى الشارع ويتم تحديد اتجاه المركبة (كمـــا موضح في الشكل 3) يمثـل طريقة سـير الحـدث الاو ل .



شكـل (3)

2- مسير المركبات Vehicle Mover الحدث الثاني كما في شكل (1) : يقوم هذا الحدث اولا باعطاء قيمة عددية لكل من المربعات التي تكون التقاطع لغرض فحصها . ثم يقوم باختيار الشارع الاول وياخذ السيارة الاولى فيه والتي تم تحديد مسارها من قبل مولد المركبات فيقوم بفحص هذا المسار عن طريق فحص المربعات التي يمر بها ، فاذا كان المسار خاليا فانه يقوم بادخال السيارة الى التقاطع ، ثم يقوم بحساب الزمن الذي استغرقه لاجتياز التقاطع ، اما اذا لم يكن المسار خاليا فانه ينتقل الى شارع آخر ويكرر نفس العملية . اما اذا لم يكن هناك اي مسار خال لاى مركبة في بداية اي من الشوارع الاربعة فلا يقوم بادخال اي مركبة الى التقاطع بل ينتقل الى الوحدة الزمنية المقبلة . شكل (4) يمثل مخطط لكيفية سير الحدث .

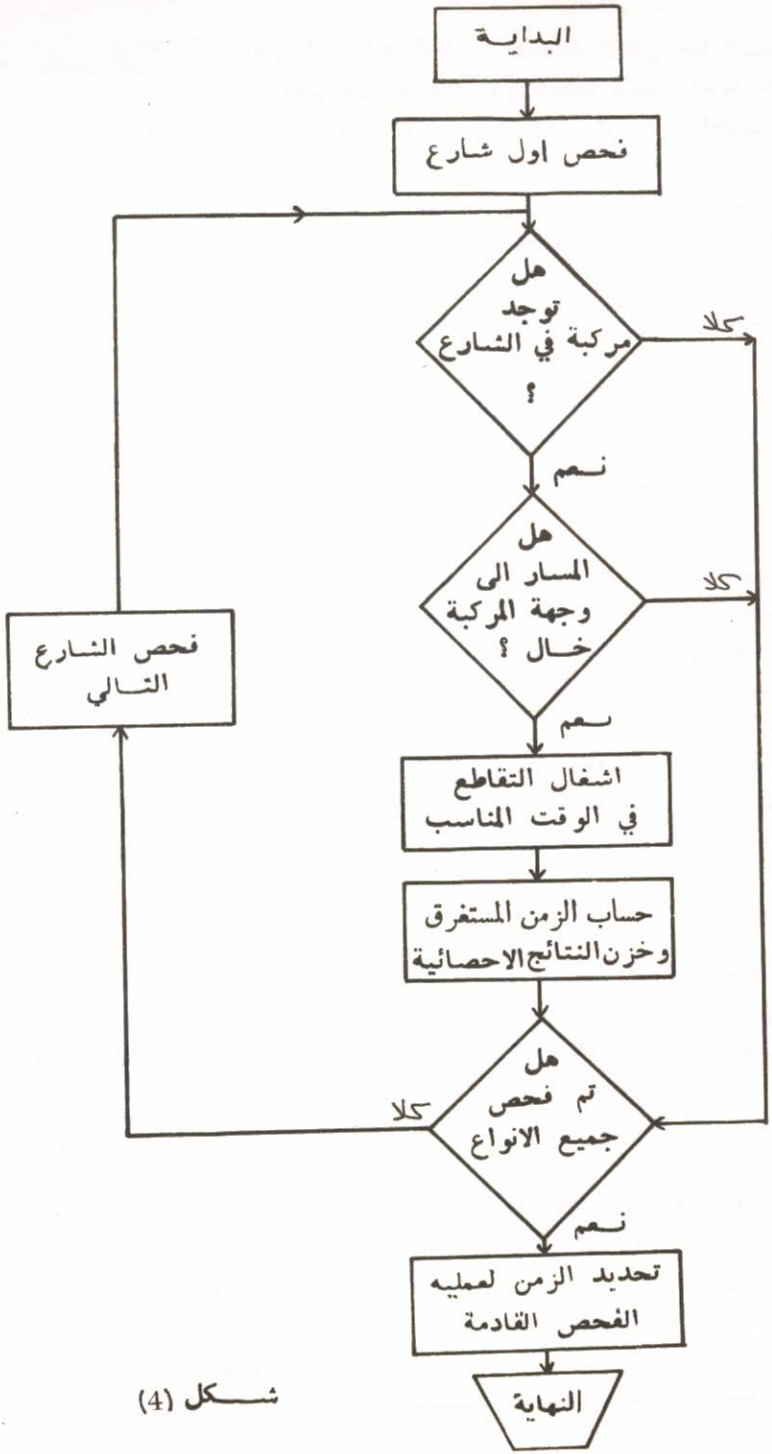
يقوم هذا الحدث بتمثيل التقاطع بشكل مصفوفة ذات ثلاثة ابعاد م ، ع ، ن كما في شكل (5) اثنان يمثلان التقاطع (م ، ع) اما البعد الثالث فهو الزمن (ن) ، وتكون الوحدة الزمنية هى الزمن الذى تحتاجه السيارة لقطع مربع واحد من مربعات التقاطع عند سيرها بسرعة طبيعية . ويعطي المربع المحدد بقيم معينة لـ (م ، ع) وفي الزمن (ن) القيمة (1) اذا كان مشغولا ، او القيمة (5) اذا كان خاليا . ولا يشترط ان يقسم التقاطع الى اربعة مربعات بل يمكن زيادة عددها او استعمال اشكال هندسية اخرى حسب الشكل الهندسي للتقاطع ودرجة تعقيده .

بعد الانتهاء من تمثيل الوحدة الاساسية يصبح بالامكان تمثيل نظم متكاملة بادخال اشارات السيطرة الضوئية وزيادة عدد الممرات المؤدية للتقاطع وبعد ذلك زيادة عدد التقاطعات ، التحويرات التى يمكن ادخالها على الخوارزمي Algorithm هى 7 – 6

1- يقوم سير المركبات بادخال المركبات الى التقاطع عند اشارة المرور الخضراء

2- عند استعمال الممرات المتعددة Multilanes من الممكن توزيع السيارات على الممرات حسب اتجاهها Destingation ولكل ممر اشارته الضوئية الخاصة .

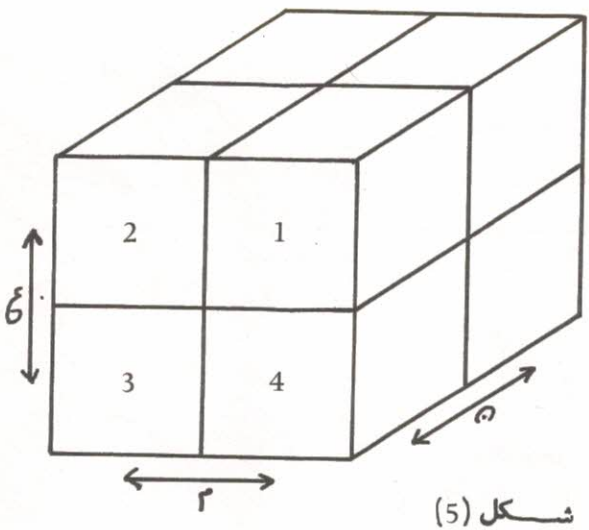
سوف توضح هذه التحويرات بصورة اوسع في القسم الثانى لهذا البحث حـ / جزء الخزن .


البداية
فحص اول شارع
هل توجد مركبة في الشارع ؟
كلا
نعم
هل المسار الى وجهة المركبة خال ؟
كلا
نعم
فحص الشارع التالي
اشغال التقاطع في الوقت المناسب
حساب الزمن المستغرق وخزن النتائج الاحصائية
هل تم فحص جميع الانواع
كلا
نعم
تحديد الزمن لعمليه الفحص القادمة
النهاية

شـــكل (4)

يقوم بخزن المعلومات المتعلقة بالوصف الكامل للشكل الهندسي للمنظومة والعلاقات بين مكوناتها كما يقوم بخزن المعلومات الوسطية المتعلقة بسير التمثيل (مثلا خط السيارات المنتظرة في شارع معين في لحظة معينة) .

ان سعة الخزن للحاسبة هي التي تحدد درجة تعقيد المنظومة الممكن تمثيلها عليها .



شكل (5)

5- الامثلة :

مثال – 1

يبين هذا المثال النتائج المتعلقة بايجاد السعة القصوى لتقاطع مؤلف من اربعة شوارع وذلك بتغيير عدد السيارات الداخلة الى التقاطع حسب الفرضية التالية :

1 – عدد السيارات الداخلة الى التقاطع متساوية من جميع الشوارع .

2 – احتمالات توجه السيارة الى اي شارع من الشوارع الاربعة عند خروجها من التقاطع متسوية

النتائج :

الدورة	عدد السيارات المارة من التقاطع	معدل الزمن المستغرق لاجتياز التقاطع	اكبر زمن مستغرق لاجتياز التقاطع	اقل زمن مستغرق لاجتياز التقاطع
1	67	0.64	3.00	0.03
2	84	0.75	3.00	0.02
3	108	0.65	3.00	0.00
4	136	0.76	3.90	0.00
5	205	0.85	3.00	0.02
6	267	1.25	5.75	3.70
7	382	6.56	17.95	0.11

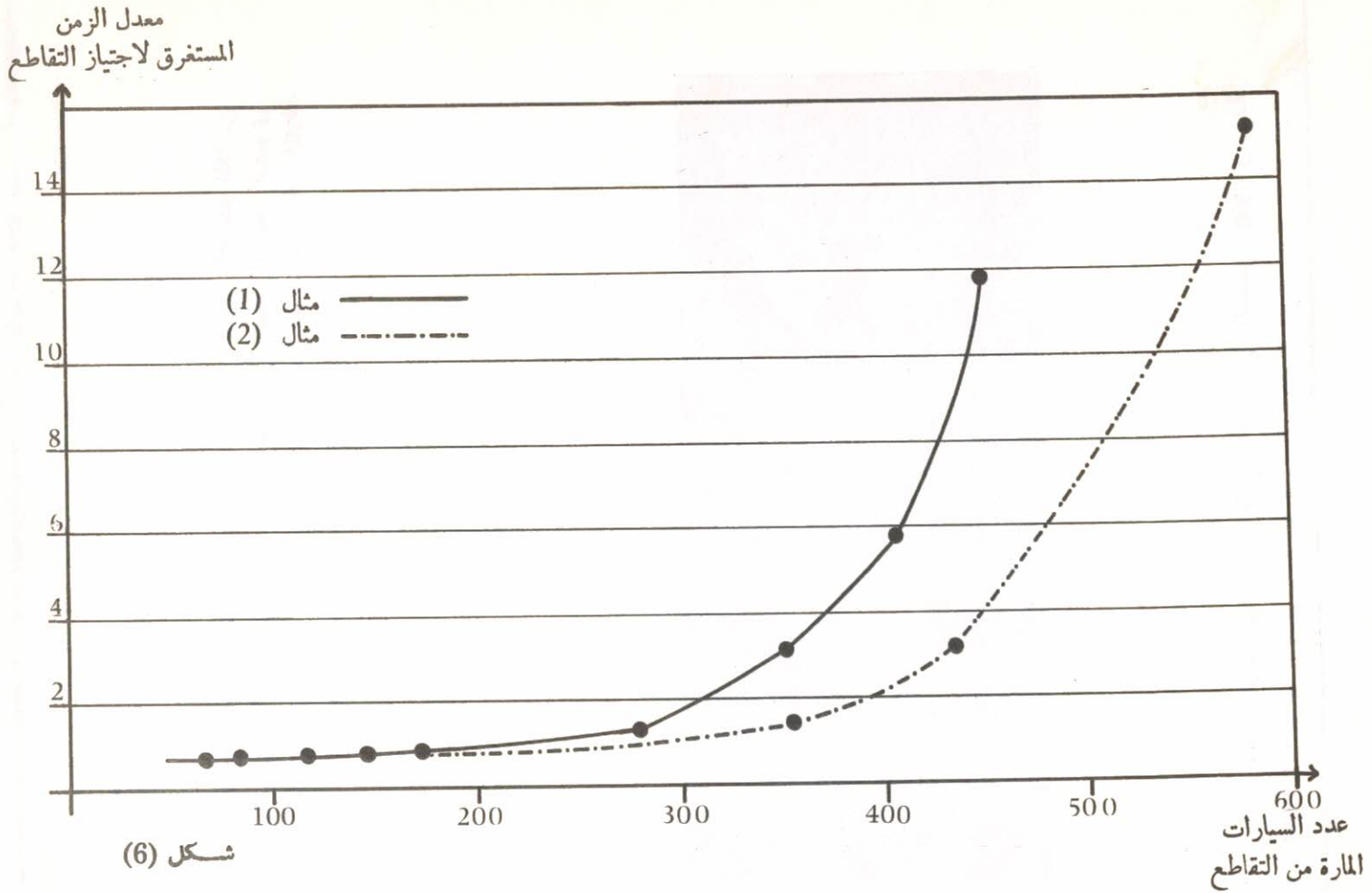
شكل 6 يبين رسم بياني لتمثيل العلاقة بين عدد السيارات المارة من التقاطع ومعدل الزمن المستغرق لاجتيازه .

مثال — 2

يبين هذا المثال نتائج عملية مستحصلة من تمثيل التقاطع الكائن قرب مصرف الرافدين في المنصور وهو يمثل ايجاد السعة القصوى للتقاطع نرى في شكل 6 العلاقة البيانية بين عدد السيارات المارة من التقاطع ومعدل الزمن المستغرق لاجتيازه .

الدورة	عدد السيارات المارة من التقاطع	معدل الزمن المستغرق لاجتياز التقاطع	اكبر زمن مستغرق لاجتياز التقاطع	اقل زمن مستغرق لاجتياز التقاطع
1	175	0.692	3.10	0.00
2	239	0,882	7.09	0.00
3	347	1.237	12.20	0.00
4	423	2.553	12.00	0.00
5	554	14.845	96.44	0.06

(وحدة الزمن = 105 ثانية ، مدة دورة التمثيل 300 وحدة زمنية) .


معدل الزمن
المستغرق لاجتياز التقاطع
14
12
10
8
6
4
2
مثال (1)
مثال (2)
100
200
300
400
500
600
عدد السيارات
المارة من التقاطع

شـــكل (6)

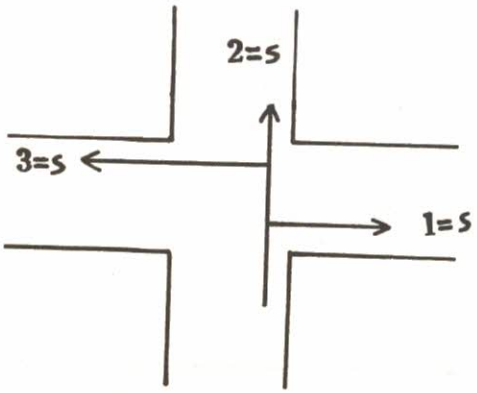
6 — الاستنتاجات :

يتبين من الشكل 6 الذي تم الحصول عليه من تمثيل تقاطعين على الالة الحاسبة انه عندما يكون عدد السيارات المارة بالتقاطع قليل فان التأخر هو الزمن المستغرق في اجتياز التقاطع دون انتظار . وعندما يزداد عدد السيارات المارة يبدأ التأخر الزمني بالزيادة نتيجة لتوقف السيارات بسبب الانتظار وبزيادة عدد السيارات نصل الى مرحلة يزداد فيها المعدل الزمني للتأخر بدرجة كبيرة مع زيادة صغيرة في عدد السيارات نصل الى مرحلة يزداد فيها المعدل الزمنى للتأخر بدرجة كبيرة مع زيادة صغيرة في عدد السيارات المارة بالتقاطع . حيث ان هذا يمثل اقصى سعة للتقاطع وهذه النتائج تماثل النتائج الاحصائية لهذا النوع من التقاطعات ، وسوف نواصل تطوير هذا النظام بحيث يشمل دراسة نظام مرور كامل (متكون من عدة تقاطعات وممرات وادخال طرق السيطرة عليها) وتطبيق هذا النظام على منطقة اوسع من مناطق بغداد ومقارنة الحلول المقترحة بتغيرنوعية السيطرة لتقليل تأخر السيارات وذلك لاختيار افضلها وسنوافيكم في القسم الثانى لهذا البحث بتطورات العمل بهذا المشروع والنتائج والتطبيقات التى نحصل عليها .

الملحق :

طريقة تحديد اتجاه المركبة :

ان عدة احتمالات حركة المركبة القادمة من شارع معين الى التقاطع هو د من الاحتمالات ولنفترض للتبسيط ان د = 3 فيمثل الاتجاه الاول ان تسير المركبة نحو اليمين ، والاتجاه الثاني الى الامام والاتجاه الثالث الى اليسار كما في الشكل.



ولنفترض ان احتمال حركة المركبة في الاتجاه د هو ا د فيصبح مجموع الاحتمالات هو :

$$ا_1 + ا_2 + ا_3 = 1 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

وباستعمال مولد قيم عشوائية Random Number Generator يعمل على مبدأ مونت ـ كارلو Monte-Carlo Technique (1'3) يمكن توليد قيم موزعة توزيع منتظم Normally Distributed بين الصفر والواحد ، حيث ان احتمال الحصول على اي قيمة هو متساو لبقية الاحتمالات ، فيقوم هذا المولد بتوليد رقم عشوائي (ك) الـــذي يستعمل لتحديد اتجاه المركبة كما يلي :

اذا كان :

5 ك $1↑$	ينتج ان	د = 1
$1↑$ ك $1↑$	ينتج ان	د = 2
$1↑+2↑$ ك	ينتج ان	د = 3

REFERENCES

1. Simulation with Gasp II, Alan B. Pristsker, philip J. Kiviat.
2. Mcleod, John ' Simulation ". New YorK, Mcgraw - Hill, 1968.
3. Naylor, Thomas, "Computer Simulation Techniques, " New York, John Wiley, 1966.
4. Jurg, " Computer Approaches to Mathematical probl-ems, " New York prentice-Hall, 1974.
5. Smith, John, " Computer Simulation Models. " New YorK
6. Drew, Donald, " Traffic Flow, Theory and Control, " Newyork, Mcgraw-Hill, 1974
7. Hobbs, Frederick, " Traffic and Engineering, " OXford, Pergamon Press, 1974.