تلبية الطلب على النقل العام في الخطوط الأساسية لمدينة دمشق بين عامي 2008 و2035

م. طارق إبراهيم العاسمي
قسم هندسة النقل والمواصلات
كلية الهندسة المدنية – جامعة دمشق

أ. د. م. يحيى الخاير
قسم هندسة النقل والمواصلات
كلية الهندسة المدنية – جامعة دمشق

ملخص البحث:

تم في هذا البحث تحديد المحاور الأساسية للنقل العام في مدينة دمشق من خلال الاطلاع على الدراسات السابقة والأسس التي بنيت عليها، ومن ثم تم القيام بإحصاء لعدد الركاب المنتقلين على هذه الخطوط الأساسية وتحديد الطلب على النقل عند جميع المواقف والنقاط الأساسية عليها، تم التوصل على الطلب الأعظمي في ساعة الذروة وعلى المحطات الرئيسية ذات عدد الركاب الوسطي الأعظمي كما تم تحديد وسائط النقل اللازمة لتلبية هذا الطلب على النقل على أساسها وبعد ذلك تم تطوير نموذج جايكا (JICA) للحصول على التنبؤ اللازم للمستقبل وذلك بما يتناسب مع واقع مدينة دمشق الحالي والمستقبلي ومن ثم تم اقتراح وسائط النقل لتلبية الطلب المستقبلي وتحديد الوقت المناسب لتغيير وسائط النقل أو تطويرها.

الكلمات المفتاحية: كوريدور النقل

مقدمة:

إن تنقل الأشخاص داخل المدن هو من أهم المشكلات التي تواجه أصحاب القرار، والتوصل إلى حل هذه المشكلة له انعكاسات كبيرة على المستوى الاجتماعي والاقتصادي في المدن، واعتماد منظومات نقل جماعي متطورة يسهل كثيراً في تلبية الطلب على النقل المتزايد داخل المدن.

لقد ظهرت الحاجة جلية إلى استخدام نظام نقل جماعي متكامل يلبي الاحتياجات والطلب على النقل في مدينة دمشق، ومع مرور الأيام تنشأ في مدينة دمشق العديد من المشاكل التي لابد من وضع حلول لها قبل أن تتفاقم وتصل إلى مرحلة يكون فيها الحل من الصعوبة بمكان كبير.

ولقد تم تحديد وسائط النقل المناسبة لكل محور مروري أو (كوريدو نقل) ومن خلال الإحصائيات المتوفرة وإضافة التعديلات المناسبة وفق النماذج والموديلات الرياضية المناسبة كي يتم استقراء الحالة المستقبلية للطلب على النقل الجماعي لاقتراح الحلول المناسبة لها (أي اقتراح نمط النقل الجماعي الذي يلبي احتياجات هذا الطلب).

1- البيانات الأساسية المتوفرة للنقل في مدينة دمشق:

1-1- الإحصاء المروري لوسائط النقل العام:

تم الإحصاء المروري لوسائط النقل العام (الباصات والميكروباص عدة مواقع وشملت هذه الإحصاءات ما يلي:

- تعداد المركبات.
- نوع المركبات: باص نقل داخلي، ميكروباص، تكسي.
- نسبة الإشغال النظرية وتتم بالعودة إلى سبع حالات:

فارغ، $\frac{1}{4}$ ممتلئ، $\frac{1}{2}$ ممتلئ، $\frac{3}{4}$ ممتلئ، ممتلئ، مكتظ، غير معروف.

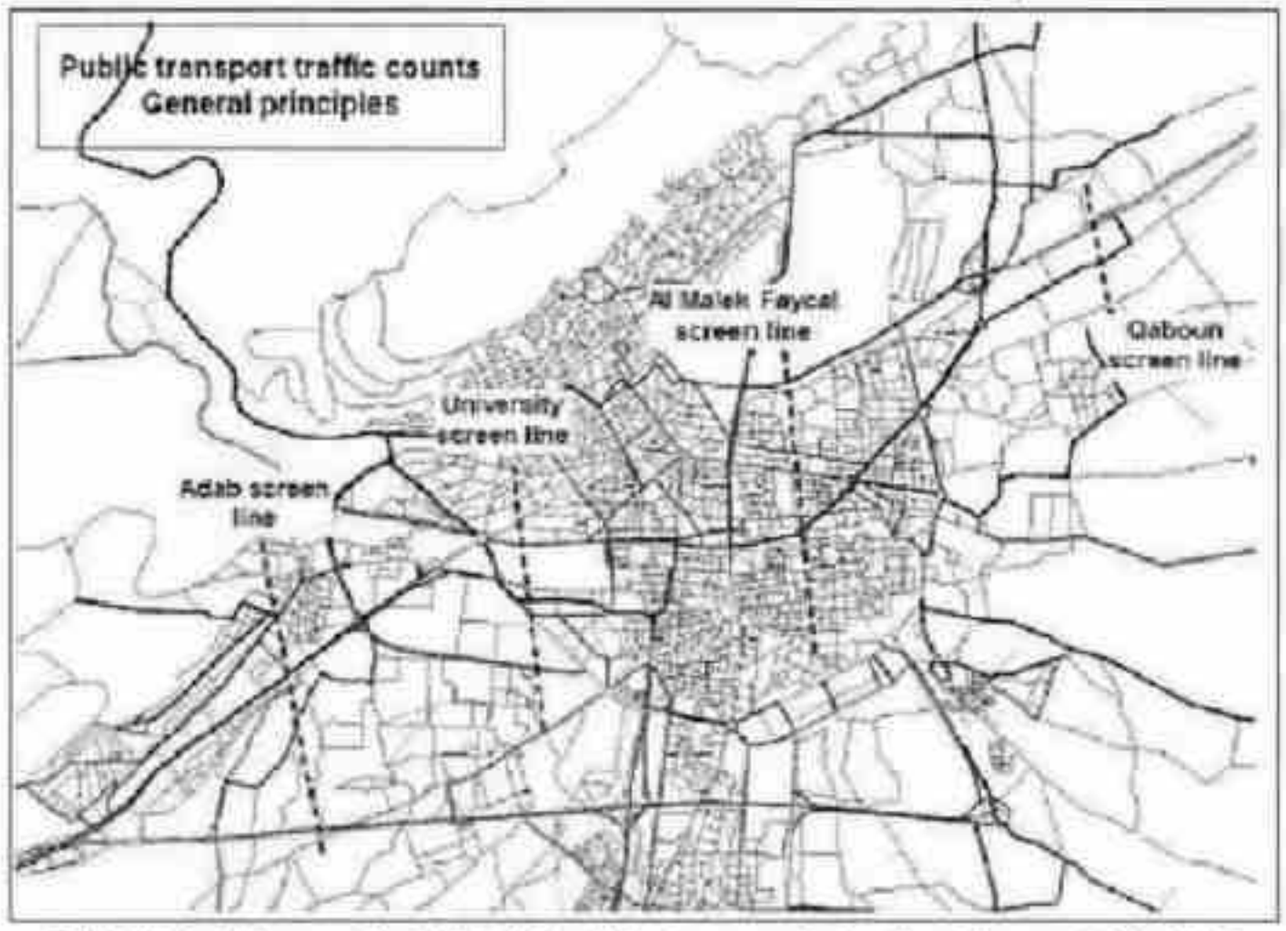
لقد تم الإحصاء في شهري آذار ونيسان من عام 2008

وتم تنفيذ الإحصاءات كما يلي:

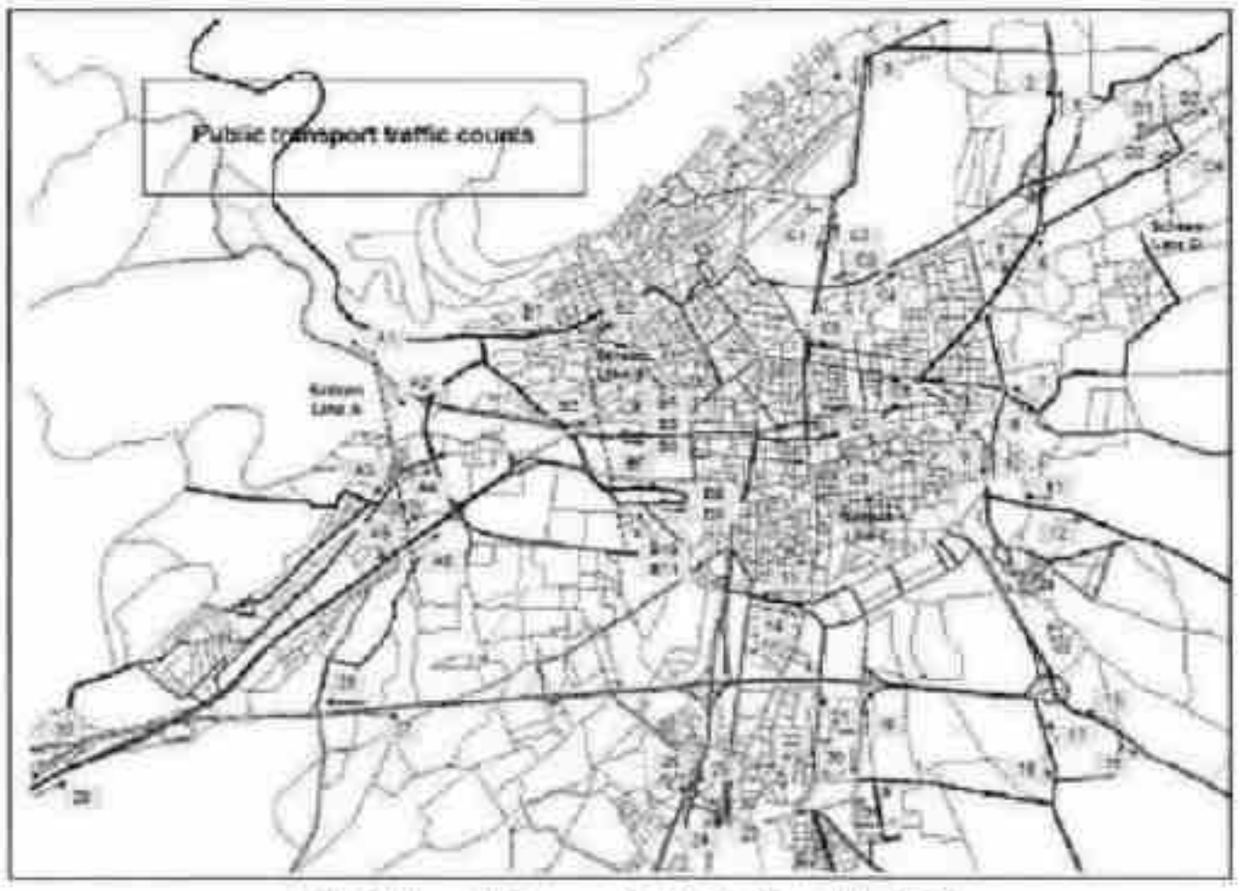
- بشكل مستمر بين 7.00 صباحاً و 8.00 مساءً.
- في يوم واحد.
- خلال يوم عادي (اثنين أو ثلاثاء أو أربعاء).

1-2- وصف المواقع:

تم تحديد مواقع الإحصاءات المرورية عند الخطوط المتقطعة A وB وC وD (29 موقع) وذلك لتوفير إمكانية الحصول على معلومات عن حجم النقل العام على طول الممر شكل (1) كما تم تحديد 30 موقع آخر حول نمشق شكل (2).



الشكل (1) تحديد مناطق التعداد المروري عند تقاطع خطوط النقل العام مع الخطوط المتقطعة



الشكل (2) موقع التعداد المروري الخاص بالنقل العام

وتم وضع النتائج التي تم الوصول لها في الجداول التالية:

Screen Line	Location	Number of passengers / day (7 am to 8 pm)				
		MICRO-BUS	BUS	TAXI	TOTAL	Total for screen line
Adab	A1	38,044	22,545	1,945	62,534	
	A2	30,979	20,149	2,902	54,030	
	A3	40,298	4,264	6,783	51,344	
	A4	44,175	4,185	6,311	54,671	
	A5	55,193	31,230	18,453	134,876	
	A6	103,050	43,324	16,646	163,020	520,474
University	B1	35,730	3,161	5,316	44,207	
	B2	21,053	2,351	2,918	26,352	
	B3	330	394	1,427	2,151	
	B4	4,489	2,633	20,882	28,003	
	B5	59,831	42,266	33,423	135,521	
	B6	98,929	51,818	46,028	196,774	
	B7	2,250	6,325	6,479	17,054	
	B8	52,956	13,365	1,918	68,241	
	B9	67,853	10,991	3,924	82,768	
	B10	47,070	35,595	5,811	88,476	
	B11	2,805	26,099	3,089	30,993	720,539
Al Malek Faisal	C1	18,930	5,625	10,512	35,067	
	C2	64,854	36,551	24,630	126,135	
	C3	62,565	30,184	15,665	108,414	
	C4	109,103	20,059	35,413	164,574	
	C5	53,599	30,791	38,539	122,929	
	C6	37,058	23,198	10,554	70,809	
	C7	27,768	12,960	2,623	43,341	671,269
Qaboun	D1	44,479	45,878	19,297	109,653	
	D2	61,455	88,054	16,359	165,868	
	D3	29,164	4,253	855	34,271	
	D4	7,241	9,908	538	17,747	327,539

جدول (1) تعداد النقل العام عند الخطوط المتقطعة

Count location	Number of passengers / day (7 am to 8 pm)			
	MICRO-BUS	BUS	TAXI	TOTAL
10	115,849	76,208	14,795	206,851
9	73,796	71,629	14,227	159,652
23	99,803	20,790	7,498	128,091
20	44,914	63,044	13,864	110,922
24	73,924	23,524	10,802	108,250
13	46,589	50,974	7,498	107,061
14	60,379	31,770	9,464	101,613
2	61,403	11,554	21,784	94,740
25	66,615	20,644	6,812	94,071
19	47,205	23,333	11,737	82,275
5	52,085	22,230	6,900	81,195
26	43,106	30,611	5,680	79,398
4	31,598	16,436	25,589	73,623
3	32,340	7,493	29,002	68,835
15	40,613	17,674	10,498	68,784
1	44,093	4,570	14,348	63,010
30	37,643	17,775	3,475	58,893
29	39,229	11,723	7,021	57,972
16	29,933	14,175	10,301	54,409
7	29,494	15,041	4,443	48,978
6	31,628	11,711	5,383	48,621
17	32,820	5,591	7,753	46,164
27	26,828	13,928	5,130	45,885
8	26,758	12,848	2,746	42,350
18	25,600	6,311	6,333	38,144
11	30,030	3,173	1,015	34,218
22	17,333	7,886	8,354	33,573
12	23,040	3,646	2,316	30,104
21	19,755	4,691	4,138	28,584
28	5,228	13,658	4,264	23,149

جدول (2) نتائج تعداد النقل العام عند المواقع الأخرى

2- خطوط النقل الرئيسية في مدينة دمشق:

بعد الاطلاع على واقع النقل العام في مدينة دمشق تبين أن أكبر نسبة للطلب على النقل يتركز في خطوط شعاعية وهي الرحلات المنطلقة من وإلى لمركز المدينة (رحلات النقل العام والباصات وسيارات الأجرة).

وقد حددت دراسة جايكا (JICA) 1998 (المرجع 1) أربعة خطوط رئيسية مرغوبة تتلاقى في مركز المدينة وفصلت هذه الخطوط في دراسة FESTRAD 2002 وسميت بالمسميات التالية:

1- خط السومرية – القابون (الخط الأخضر)
2- خط برزة – المخيم (الخط الأحمر)
3- خط القدم – جوبر (الخط الأزرق)
4- خط جرمانا – دمر (الخط البرتقالي)

1- **خط السومرية – قابون (الخط الأخضر):** يتجه عموماً هذا الخط باتجاه شرق – غرب. يمكن أن يتوسع بطول 9.9 كم من جهته الغربية عند المعضمية باتجاه ساحة الشهداء وهناك إضافة أخرى من ساحة الشهداء إلى نهايته الشرقية في القابون بمسافة إجمالية 15.7 كم.

2- **خط برزة – المخيم (الخط الأحمر):** يتجه بشكل عام باتجاه شمال – جنوب. ويمكن أن يتوسع هذا الخط بمسافة 6.6 كم من نهايته الشمالية من برزة إلى ساحة الشهداء و6.0 كم من ساحة الشهداء إلى نهايته الجنوبية في الجهة الجنوبية من المخيم بمسافة إجمالية قدرها 12.6 كم.

3- **خط القدم – جوبر (الخط الأزرق):** يتجه شرق – غرب وشمال – جنوب. ويمكن أن يتوسع هذا الخط بمسافة 6.0 كم من نهايته الشرقية عند جوبر الشرقية باتجاه ساحة الجهاد وبمسافة 3.7 كم من ساحة الجهاد إلى محطة السكة الحديدية بالقدم عند نهايته الجنوبية بمسافة إجمالية تصل 9.7 كم.

4- **خط جرمانا – دمر (الخط البرتقالي):** يتجه هذا الخط شمال جنوب – جنوب شرق. يمكن أن يتوسع هذا الخط بمسافة تصل إلى 9.0 كم عند نهايته الشمالية الغربية (الجزء الشمالي من دمر) إلى محطة الحجاز و7.6 كم من المحطة إلى نهايته الجنوبية الشرقية بجرمانا بمسافة إجمالية 16.6 كم.

وبإسقاط الإحصائيات التي تمت في مدينة دمشق عام 2008* على هذه الخطوط وتحديد عدد الركاب الذي يمر عند كل مقطع من مقاطع هذه الخطوط الرئيسية للنقل العام في مدينة دمشق يظهر لدينا الإحصائيات كما هي مبينة فيما يلي:

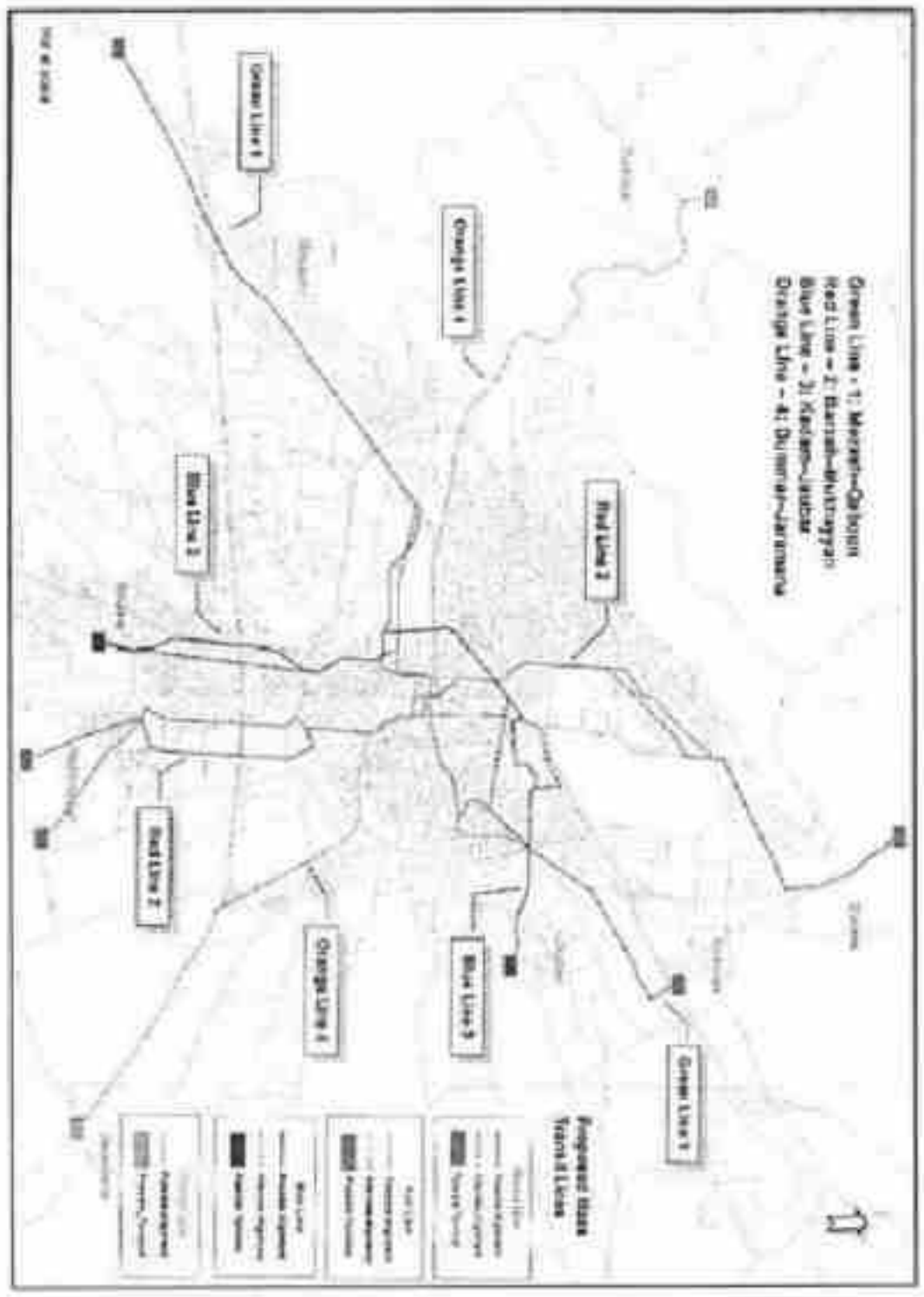
<u>سومرية – القابون (الخط الأخضر):</u>

يبين الجدول رقم (3) عدد الركاب اليومي الذين يمرون في المواقع المحددة والتي تم إجراء التعداد فيها

الخط الأخضر	
سومرية – القابون	القابون – سومرية
A6 = 163020 pass/day	A5 =134876 pass/day
A4 = 54671 pass/day	A3 =51344 pass/day
B4 = 28003 pass/day	B3 =2151 pass/day
B6 = 196774 pass/day	B5 =135521 pass/day
C3 = 108414 pass/day	C4 =164574 pass/day
D1 = 109653 pass/day	D2 =16586 pass/day

جدول رقم (3) عدد الركاب اليومي على طول الخط الأخضر في محطات الإحصاء

* بدء بهذه الدراسة في العام 2008



شكل (3) يبين خطوط النقل الرئيسية حسب دراسة FESTRAD

من خلال هذا الجدول نجد أن أعلى نسبة ركاب في النقل العام تكون عند المحطة B6 وبما أن هذه المحطة يكون فيها أعلى نسبة ركاب لوسائط النقل العام وهي باتجاه واحد وعلى طول اليوم لذا يتم الحصول على وسطي عدد الركاب اليومي الأعظمي من خلال تقسيم هذا العدد على عدد ساعات التعداد (13) ساعة وهو:

$$C_{ph\,max} = \frac{196774}{13} = 15137\,\text{pass/h/dir}$$

وبالتالي يعتبر هذا الموقع هو بمثابة المحطة الرئيسية ذات عد الركاب الوسطي الأعظمي الذين يجب تخديمهم من قبل واسطة النقل الجماعي المفترضة على الخط.

<u>برزة – المخيم (الخط الأحمر):</u>

يبين الجدول رقم (4) عدد الركاب اليومي الذين يمرون في المواقع المحددة والتي تم إجراء التعداد فيها

الخط الأحمر	
المخيم – برزة	برزة – المخيم
19 = 82575 pass/day	20 =110922 pass/day
21 = 28584 pass/day	22 =33573 pass/day
3 = 68835 pass/day	4 =73623 pass/day
C1 = 35067 pass/day	C2 =126135 pass/day

جدول رقم (4) عدد الركاب اليومي على طول الخط الأحمر في محطات الإحصاء

من خلال هذا الجدول نجد أن أعلى نسبة ركاب في النقل العام تكون عند المحطة C2 وبما أن هذه المحطة يكون فيها أعلى نسبة ركاب لوسائط النقل العام وهي باتجاه واحد وعلى طول اليوم لذا يتم الحصول على وسطي عدد الركاب اليومي الأعظمي من خلال تقسيم هذا العدد على عدد ساعات التعداد (13) ساعة وهو:

$$C_{ph\,max} = \frac{1261354}{13} = 9703\,\text{pass/h/dir}$$

وبالتالي يعتبر هذا الموقع هو بمثابة المحطة الرئيسية ذات عد الركاب الوسطي الأعظمي الذين يجب تخديمهم من قبل واسطة النقل الجماعي المفترضة على الخط.

القدم – جوبر (الخط الأزرق):

يبين الجدول رقم (5) عدد الركاب اليومي الذين يمرون في المواقع المحددة والتي تم إجراء التعداد فيها

الخط الأزرق	
القدم – جوبر	جوبر – القدم
25 = 94071 pass/day	26 =79398 pass/day
8 = 42350 pass/day	7 =48978 pass/day
C6 = 70809 pass/day	C5 =129929 pass/day

جدول رقم (5) عدد الركاب اليومي على طول الخط الأزرق في محطات الإحصاء

من خلال هذا الجدول نجد أن أعلى نسبة ركاب في النقل العام تكون عند المحطة C5 وبما أن هذه المحطة يكون فيها أعلى نسبة ركاب لوسائط النقل العام وهي باتجاه واحد وعلى طول اليوم لذا يتم الحصول على وسطي عدد الركاب اليومي الأعظمي من خلال تقسيم هذا العدد على عدد ساعات التعداد (13) ساعة وهو:

$$C_{ph\,max} = \frac{122929}{13} = 9457\,\text{pass/h/dir}$$

وبالتالي يعتبر هذا الموقع هو بمثابة المحطة الرئيسية ذات عد الركاب الوسطي الأعظمي الذين يجب تخديمهم من قبل واسطة النقل الجماعي المفترضة على الخط.

جرمانا – دمر (الخط البرتقالي):

يبين الجدول رقم (6) عدد الركاب اليومي الذين يمرون في المواقع المحددة والتي تم إجراء التعداد فيها

الخط البرتقالي	
دمر – جرمانا	دمر – جرمانا
A2 = 54030 pass/day	A1 =62534 pass/day
16 = 54409 pass/day	15 =68784 pass/day
13 = 107061 pass/day	14 =101613 pass/day

جدول رقم (6) عدد الركاب اليومي على طول الخط البرتقالي في محطات الإحصاء

من خلال هذا الجدول نجد أن أعلى نسبة ركاب في النقل العام تكون عند المحطة 13 وبما أن هذه المحطة يكون فيها أعلى نسبة ركاب لوسائط النقل العام وهي باتجاه واحد وعلى طول اليوم لذا يتم الحصول على وسطي عدد الركاب اليومي الأعظمي من خلال تقسيم هذا العدد على عدد ساعات التعداد (13) ساعة وهو:

$$C_{ph\,max} = \frac{1070611}{13} = 8236\,\text{pass/h/dir}$$

وبالتالي يعتبر هذا الموقع هو بمثابة المحطة الرئيسية ذات عد الركاب الوسطي الأعظمي الذين يجب تخديمهم من قبل واسطة النقل الجماعي المفترضة على الخط.

وضعت النتائج التي تم الحصول عليها أعلاه ضمن الجدول رقم (7) ويبين حجم الطلب الأعظمي على النقل (راكب / اتجاه / سا).

الخط	حجم الطلب الأعظمي على النقل راكب/اتجاه/سا
الأخضر	15137
الأحمر	9703
الأزرق	9457
البرتقالي	8236

جدول رقم (7) جدول تجميعي لعدد الركاب الأعظمي على طول الخطوط المقترحة لمدينة دمشق

3- التنبؤ المستقبلي:

3-1- الخطوات المتبعة في الدراسة:

لقد اعتمد في هذه الدراسة الأمور الرئيسية التالية:

1. دراسة الإحصائيات المتوفرة لأكثر من عشرة سنوات.
2. العودة للدراسات السابقة التي تمت سابقاً في سورية.
3. وضع نموذج (Model) رياضي يتم على أساسه حساب التنبؤ المروري حتى عام 2035.

3-2- المنهجية المتبعة في الحصول على النتائج:

1. اعتماد السيارة السياحية كوحدة للمركبات وفقاً لعوامل التحويل المبينة في الجدول (8) (المرجع 6):

أنواع السيارات	عامل التحويل إلى (p.c.u)
سيارات سياحية	1
الباصات	3
الميكرو باص	2
سيارات الشحن	3
سيارة الصهاريج	3
سيارات البيك آب	1
دراجات نارية	0.75
ادخال مؤقت	1

جدول رقم (8) عوامل التحويل إلى (p.c.u)

2. دراسة حركة المركبات في دمشق أنواعها عددها ونسبها.
3. دراسة عدد سكان دمشق وتزايدهم.
4. تطور المساحات الطابقية المبنية خلال العقد الماضي ونسب نموها على السنوات السابقة.
5. نسبة النمو لوسائل النقل المختلفة.
6. اعتماد نموذج سلاسل الزمن وتطويره لتقدير النتائج النهائية للنمو.

3-3- خطوات العمل من أجل الحصول على التنبؤ المستقبلي:

لقد تم تطوير النموذج (Model) الذي استعمل من أجل التنبؤ المروري من قبل جايكا 1998، وذلك بناء على المعطيات المتوفرة آنذاك وقد أعطى الجدول رقم (9) النسب المئوية الحقيقية للزيادة من عام 1979 وحتى عام 2000 وذلك في مدينة دمشق بحيث أنه ما كان تنبؤاً عام 1987 (سنة إجراء دراسة جايكا (JICA)) أصبح حقيقة واقعة حالياً مما دفعنا حالياً لمقارنة الزيادة الحقيقية وفقاً إلى الجدول المذكور إلى ما هو تنبؤ وفق نموذج جايكا (JICA) حيث تم أخذ المعطيات والبيانات بين عامي 1979 و1999 لكل مما يلي :

- عدد السيارات حسب نوعها وتم تحويلها إلى السيارة السياحية (p.c.u) حيث أخذنا نسبة النمو لعدد السيارات، وتبين أن وسطي نسبة النمو (Gv) هي: 4.32%
- عدد السكان بين عامي 1979 و1999 ومنه تم حساب نسبة النمو السنوية ومن ثم وسطي نسبة النمو (Gp) فوجدنا أنها تساوي: 3.10%
- المساحات الطابقية ونسبة النمو السنوية لها ومن ثم حساب وسطي نسبة النمو (GA) التي تساوي: 6.83

ومن ثم قمنا بتطبيق المعادلة التي تم تطبيقها سابقاً في دراسة جايكا 1998:

$$G_{F.T} = G_v(1+G_p)(1+G_A)\% \qquad ...(1$$

نجد أن وسطي نسبة النمو G_{FT} هي 4.76 والمبينة في الجدول رقم (10) والمخطط البياني رقم (4)

لقد وجدنا أن نسبة النمو في عام 1987 وحتى عام 2000 تتراوح بين 7.18و8.86 وأن وسطي نسبة نمو تعادل 7.72%.

وبهذا يكون الفرق بين وسطي تقدير النمو في عام 1987 لعام 2000 في حسابنا له وبين النمو الفعلي هو:

$$7.72 - 4.76 = 2.98$$

هذه النتيجة التي تشكل نسبة حوالي (38%) من القيمة التي حصلنا عليها من المعادلة (1) وعليه فإننا إذا أردنا تطبيق معادلة النمو المطبقة سابقاً في دمشق فوجب ضربها بالرقم 1.38 حتى تعطي قيماً حقيقية أي أن المعادلة تصبح:

$$G_{FT} = 1.38 \times G_v(1+G_p)(1+G_A)\% \qquad ...(2$$

وبتطبيق المعادلة رقم 2 ينتج لدينا نسبة النمو المصححة ومقدرها:

$$G_{FT} = 6.57\%$$

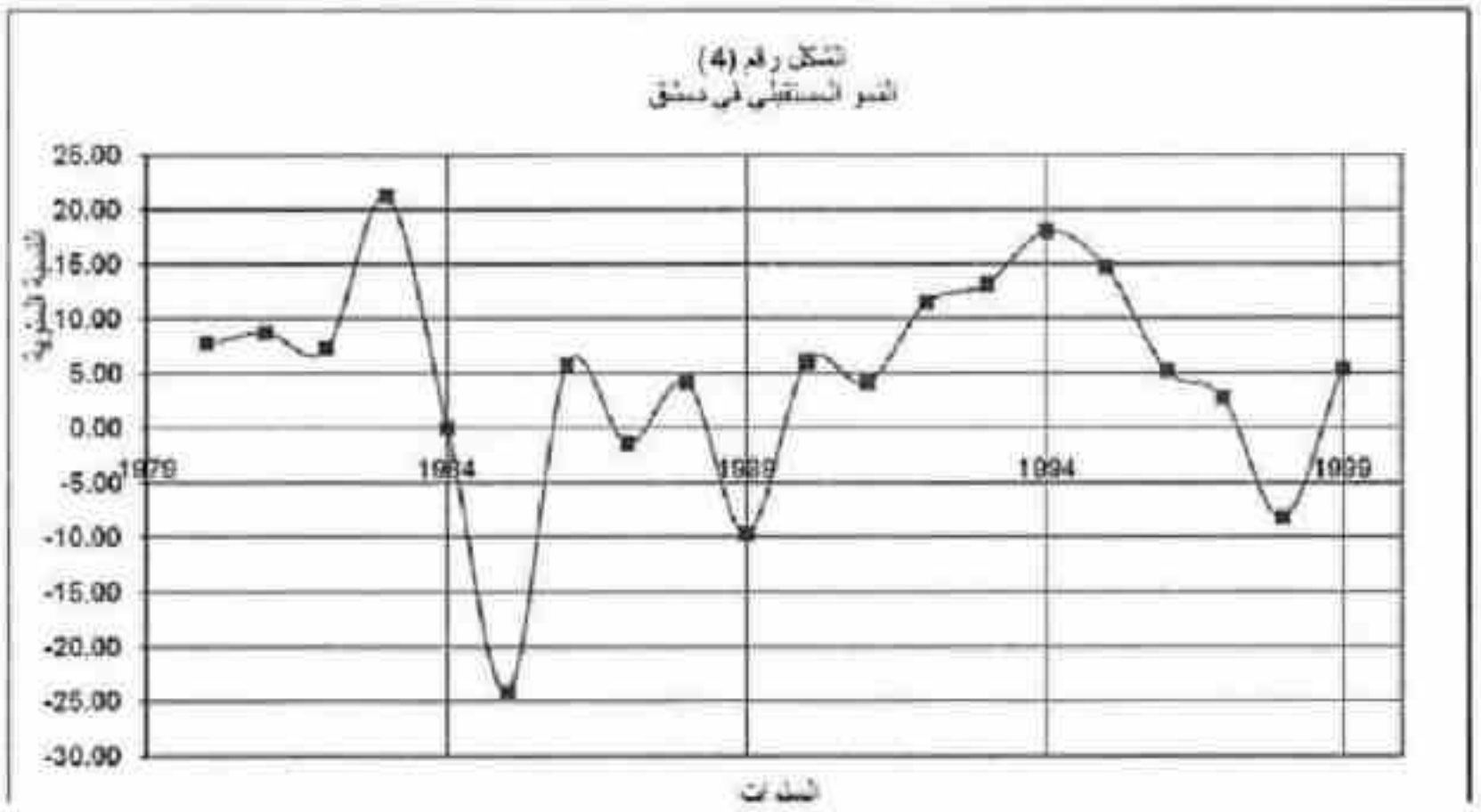
جدول رقم (9) نسبة النمو المئوية في دمشق من 1979 وحتى 2000

سنة الأساس	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	2000
سنة المستقبل	الزيادة المئوية على سنة الأساس																					
1980	7	0																				
1981	16	8	0																			
1982	24	16	7	0																		
1983	34	25	16	8	0																	
1984	45	36	24	17	9	0																
1985	56	46	24	26	17	7	0															
1986	68	57	46	35	26	15	8	0														
1987	81	69	56	46	35	24	16	8	0													
1988	95	82	68	57	46	34	25	16	8	0												
1989	110	96	81	69	57	44	35	25	16	8	0											
1990	126	111	95	82	69	55	45	35	25	16	8	0										
1991	144	128	110	96	82	67	56	44	35	25	16	8	0									
1992	163	145	126	111	96	80	68	56	45	35	25	16	8	0								
1993	183	164	144	128	111	94	81	68	56	45	35	25	16	8	0							
1994	205	184	162	146	128	109	95	81	68	56	45	35	25	16	8	0						
1995	228	206	183	165	145	126	110	95	81	68	56	45	35	25	16	8	0					
1996	254	230	205	185	163	143	127	111	95	81	68	56	45	35	25	16	8	0				
1997	281	255	228	207	185	162	144	126	110	95	81	68	56	45	35	25	16	8	0			
1998	311	283	254	231	207	182	162	144	126	110	95	81	68	56	45	35	25	16	8	0		
1999	343	313	281	256	221	203	182	163	144	126	110	95	81	68	56	45	35	25	16	8	0	
2000	376	345	311	283	256	227	206	184	164	144	126	110	95	81	68	56	45	35	25	16	8	0

إن الأرقام مقربة إلى أقرب رقم حقيقي

جدول رقم (10) النمو المستقبلي لدمشق GFt

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	المعدل
نسبة النمو (مركبات) عن السنة السابقة Gv%	7.29	6.63	6.90	18.59	0.03	-22.97	5.31	-1.28	3.88	-8.59	5.55	2.70	9.42	12.75	13.67	12.96	7.00	5.58	-6.12	7.08	4.32
نسبة النمو (سكان) عن السنة السابقة Gp%	3.67	1.87	1.84	3.08	2.98	3.08	3.07	3.07	3.10	3.09	3.11	3.21	3.22	3.12	3.13	7.19	3.42	-3.18	6.95	3.05	3.10
نسبة النمو (المساحات الطابقية) عن السنة السابقة GA%	2.8	29.6	3.9	11.2	27.2	1.8	5.5	5.1	4.7	9.8	7.0	48.5	18.8	0.5	28.2	6.4	-26.4	-48.0	25.7	-25.9	6.83
Gft=Gv(1+Gp)(1+GA)%	7.77	8.76	7.31	21.31	0.03	-24.09	5.77	-1.39	4.19	-9.72	6.12	4.14	11.54	13.21	18.07	14.78	5.33	2.81	-8.22	5.41	4.76



جدول رقم (11) نسبة النمو العنوية الحسابية في دمشق من 2008 وحتى 2033حسب نموذج جايك

سنة الأساس / سنة المستقبل	الزيادة العنوية على سنة الأساس																									
	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
2008	0																									
2009	4.7	0																								
2010	10.3	4.7	0																							
2011	16.1	10.3	4.7	0																						
2012	22.2	16.1	10.3	4.7	0																					
2013	28.7	22.2	16.1	10.3	4.7	0																				
2014	35.5	28.7	22.2	16.1	10.3	4.7	0																			
2015	42.7	35.5	28.7	22.2	16.1	10.3	4.7	0																		
2016	50.2	42.7	35.5	28.7	22.2	16.1	10.3	4.7	0																	
2017	58.2	50.2	42.7	35.5	28.7	22.2	16.1	10.3	4.7	0																
2018	66.6	58.2	50.2	42.7	35.5	28.7	22.2	16.1	10.3	4.7	0															
2019	75.4	66.6	58.2	50.2	42.7	35.5	28.7	22.2	16.1	10.3	4.7	0														
2020	84.6	75.4	66.6	58.2	50.2	42.7	35.5	28.7	22.2	16.1	10.3	4.7	0													
2021	94.4	84.6	75.4	66.6	58.2	50.2	42.7	35.5	28.7	22.2	16.1	10.3	4.7	0												
2022	104.7	94.4	84.6	75.4	66.6	58.2	50.2	42.7	35.5	28.7	22.2	16.1	10.3	4.7	0											
2023	115.5	104.7	94.4	84.6	75.4	66.6	58.2	50.2	42.7	35.5	28.7	22.2	16.1	10.3	4.7	0										
2024	126.9	115.5	104.7	94.4	84.6	75.4	66.6	58.2	50.2	42.7	35.5	28.7	22.2	16.1	10.3	4.7	0									
2025	138.9	126.9	115.5	104.7	94.4	84.6	75.4	66.6	58.2	50.2	42.7	35.5	28.7	22.2	16.1	10.3	4.7	0								
2026	151.6	138.9	126.9	115.5	104.7	94.4	84.6	75.4	66.6	58.2	50.2	42.7	35.5	28.7	22.2	16.1	10.3	4.7	0							
2027	164.9	151.6	138.9	126.9	115.5	104.7	94.4	84.6	75.4	66.6	58.2	50.2	42.7	35.5	28.7	22.2	16.1	10.3	4.7	0						
2028	178.9	164.9	151.6	138.9	126.9	115.5	104.7	94.4	84.6	75.4	66.6	58.2	50.2	42.7	35.5	28.7	22.2	16.1	10.3	4.7	0					
2029	193.6	178.9	164.9	151.6	138.9	126.9	115.5	104.7	94.4	84.6	75.4	66.6	58.2	50.2	42.7	35.5	28.7	22.2	16.1	10.3	4.7	0				
2030	209.2	193.6	178.9	164.9	151.6	138.9	126.9	115.5	104.7	94.4	84.6	75.4	66.6	58.2	50.2	42.7	35.5	28.7	22.2	16.1	10.3	4.7	0			
2031	225.5	209.2	193.6	178.9	164.9	151.6	138.9	126.9	115.5	104.7	94.4	84.6	75.4	66.6	58.2	50.2	42.7	35.5	28.7	22.2	16.1	10.3	4.7	0		
2032	242.7	225.5	209.2	193.6	178.9	164.9	151.6	138.9	126.9	115.5	104.7	94.4	84.6	75.4	66.6	58.2	50.2	42.7	35.5	28.7	22.2	16.1	10.3	4.7	0	
2033	260.9	242.7	225.5	209.2	193.6	178.9	164.9	151.6	138.9	126.9	115.5	104.7	94.4	84.6	75.4	66.6	58.2	50.2	42.7	35.5	28.7	22.2	16.1	10.3	4.7	0

جدول رقم (12) نسبة النمو المئوية الحسابية في دمشق من 2008 وحتى 2035 حسب النموذج المعدل

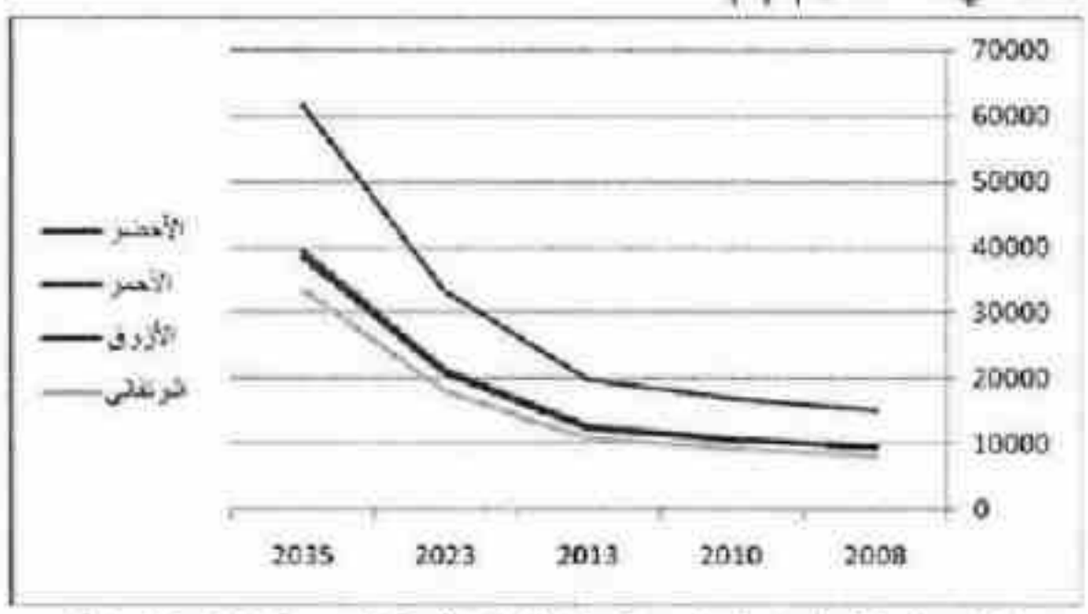
سنة الأساس	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
سنة المستقبل	الزيادة المئوية على سنة الأساس																											
2008	0																											
2009	6.6	0																										
2010	12.2	6.6	0																									
2011	18.1	11.6	6.6	0																								
2012	24.4	17.5	12.2	6.6	0																							
2013	31.0	23.7	18.1	12.2	6.6	0																						
2014	37.9	30.3	24.4	18.1	12.2	6.6	0																					
2015	45.2	37.2	31.0	24.4	18.1	12.2	6.6	0																				
2016	52.9	44.4	37.9	31.0	24.4	18.1	12.2	6.6	0																			
2017	61.0	52.1	45.2	37.9	31.0	24.4	18.1	12.2	6.6	0																		
2018	69.5	60.1	52.9	45.2	37.9	31.0	24.4	18.1	12.2	6.6	0																	
2019	78.4	68.6	61.0	52.9	45.2	37.9	31.0	24.4	18.1	12.2	6.6	0																
2020	87.9	77.5	69.5	61.0	52.9	45.2	37.9	31.0	24.4	18.1	12.2	6.6	0															
2021	97.8	86.9	78.4	69.5	61.0	52.9	45.2	37.9	31.0	24.4	18.1	12.2	6.6	0														
2022	108.3	96.8	87.9	78.4	69.5	61.0	52.9	45.2	37.9	31.0	24.4	18.1	12.2	6.6	0													
2023	119.3	107.2	97.8	87.9	78.4	69.5	61.0	52.9	45.2	37.9	31.0	24.4	18.1	12.2	6.6	0												
2024	130.9	118.1	108.3	97.8	87.9	78.4	69.5	61.0	52.9	45.2	37.9	31.0	24.4	18.1	12.2	6.6	0											
2025	143.1	129.7	119.3	108.3	97.8	87.9	78.4	69.5	61.0	52.9	45.2	37.9	31.0	24.4	18.1	12.2	6.6	0										
2026	156.0	141.8	130.9	119.3	108.3	97.8	87.9	78.4	69.5	61.0	52.9	45.2	37.9	31.0	24.4	18.1	12.2	6.6	0									
2027	169.5	154.6	143.1	130.9	119.3	108.3	97.8	87.9	78.4	69.5	61.0	52.9	45.2	37.9	31.0	24.4	18.1	12.2	6.6	0								
2028	183.8	168.1	156.0	143.1	130.9	119.3	108.3	97.8	87.9	78.4	69.5	61.0	52.9	45.2	37.9	31.0	24.4	18.1	12.2	6.6	0							
2029	198.8	182.3	169.5	156.0	143.1	130.9	119.3	108.3	97.8	87.9	78.4	69.5	61.0	52.9	45.2	37.9	31.0	24.4	18.1	12.2	6.6	0						
2030	214.6	197.2	183.8	169.5	156.0	143.1	130.9	119.3	108.3	97.8	87.9	78.4	69.5	61.0	52.9	45.2	37.9	31.0	24.4	18.1	12.2	6.6	0					
2031	231.2	212.9	198.8	183.8	169.5	156.0	143.1	130.9	119.3	108.3	97.8	87.9	78.4	69.5	61.0	52.9	45.2	37.9	31.0	24.4	18.1	12.2	6.6	0				
2032	248.8	229.5	214.6	198.8	183.8	169.5	156.0	143.1	130.9	119.3	108.3	97.8	87.9	78.4	69.5	61.0	52.9	45.2	37.9	31.0	24.4	18.1	12.2	6.6	0			
2033	267.2	246.9	231.2	214.6	198.8	183.8	169.5	156.0	143.1	130.9	119.3	108.3	97.8	87.9	78.4	69.5	61.0	52.9	45.2	37.9	31.0	24.4	18.1	12.2	6.6	0		
2034	286.6	265.3	248.8	231.2	214.6	198.8	183.8	169.5	156.0	143.1	130.9	119.3	108.3	97.8	87.9	78.4	69.5	61.0	52.9	45.2	37.9	31.0	24.4	18.1	12.2	6.6	0	
2035	307.1	284.6	267.2	248.8	231.2	214.6	198.8	183.8	169.5	156.0	143.1	130.9	119.3	108.3	97.8	87.9	78.4	69.5	61.0	52.9	45.2	37.9	31.0	24.4	18.1	12.2	6.6	0

نستخدم النسبة التي سبق وتم استخلاصها بوضع جدول لنسب التزايد المستقبلية للطلب على النقل جدول 12 ومن خلال هذا الجدول تم تحديد الطلب على النقل المستقبلي للخطوط الأربعة في الجدول رقم (13):

الخط	حجم الطلب الأعظمي على النقل راكب/اتجاه/سا				
	2008	2010	2013	2023	2035
الأخضر	15137	16984	19829	33195	61623
الأحمر	9703	10887	12711	21279	39501
الأزرق	9457	10611	12389	20739	38499
البرتقالي	8236	9241	10789	18062	33529

جدول رقم (13)

وهو مبين بيانياً في الشكل رقم (5)



شكل رقم (5) أعداد الركاب على الخطوط الأربعة الرئيسية خلال 25 سنة

4- تحديد واسطة النقل الجماعي المناسبة لكل خط:

قبل الدخول في تحديد واسطة النقل الجماعي اللازم دخولها على كل خط من الخطوط لابد من التعرف على كل واسطة من هذه الوسائط والتعرف على سعتها العظمى وذلك وفق ما يلي (إن الأنواع التالية هي الأنواع المستخدمة حالياً في فرنسا (المرجع2 و5) والسعات الموجودة هي سعات هذه الأنواع باعتماد 6 أشخاص/م^2):

النمط	حجم الركاب المنقول S_b (راكب)	التواتر الأدنى المقبول (باص /سا)	التواتر الأعظمي المسموح (باص /سا)
باص قياسي	107	6	60
النمط	حجم الركاب المنقول S_{bb} (راكب)	التواتر الأدنى المقبول (باص /سا)	التواتر الأعظمي المسموح (باص /سا)
باص متفصل	161	6	60
النمط	حجم الركاب المنقول S_t (راكب)	التواتر الأدنى المقبول (حافلة /سا)	التواتر الأعظمي المسموح (حافلة /سا)
ترام	425- 550	6	24
النمط	حجم الركاب المنقول S_m (راكب)	التواتر الأدنى المقبول (حافلة /سا)	التواتر الأعظمي المسموح (حافلة /سا)
مترو	975 – 1141 – 1915	6	30

جدول (14) يبين وسائط النقل العام مع سعاتها وتواتراتها الدنيا والأعظمية

ومن خلال ما سبق من سعات وسائط النقل المفروضة سيتم تحليل الطلب على النقل لكل خط على حدا وفق ما يلي:

4-1 الخط الأخضر:

إن السرعة التشغيلية على هذا الخط سوف تكون 32 كم /سا بما يسمح أن تقوم واسطة النقل بالقيام برحلة ذهاب وإياب خلال ساعة واحدة.

حجم النقل في عام 2008 كان 15137 راكب/اتجاه/سا وهو العدد الأعظمي للركاب الموجود على الخط الأخضر باتجاه واحد، وإن الطلب على النقل خلال الـ 27 سنة القادمة كما هو مبين في الجدول (13-ا):

السنة	2008	2010	2013	2023	2035
عدد الركاب P_g	15137	16984	19829	33195	61623

الجدول (13 - ا)

- استخدام الباصات القياسية:

$$F = \frac{D_g}{S_b} = \frac{15137}{107} = 142\,V/h$$

وهو أكبر من التواتر الأقصى المسموح به 60 باص /سا

- استخدام الباصات المتفصلة:

$$F = \frac{D_g}{S_{ba}} = \frac{15137}{167} = 94\,V/h$$

وهو أكبر من التواتر الأقصى المسموح به 60 باص /سا لذا كان لابد من استخدام وسيلة نقل ذات سعة ركاب أكبر.

- استخدام الترام:

$$F = \frac{D_g}{S_t} = \frac{15137}{425} = 36\,V/h$$

وهو أكبر من التواتر الأقصى المسموح به 24 حافلة /سا لذا كان لابد من استخدام وسيلة نقل ذات سعة ركاب أكبر.

- المترو:

$$F = \frac{D_g}{S_m} = \frac{15137}{975} = 16\,V/h$$

وهو تواتر مناسب أي أن الزمن الفاصل بين كل حافلتي مترو هو:

$$T = \frac{3600}{16} = 225\,sec$$

وبعد أن تم اختيار المترو كوسيلة نقل لهذا الخط لابد من تحديد الفترة الزمنية التي يبقى فيها هذا النمط يلبي الطلب على النقل على هذا الخط:

- إن التواتر الأعظمي للمترو هو 30 حافلة/سا وبالتالي تكون السعة الأعظمية في ساعة الذروة هي:

$C_{g1} = 975 \times 30 = 29250$ pass/h

هذه السعة الأعظمية تمت في ظروف استخدام حافلة مترو بطول يصل إلى 75 م وبزيادة هذا الطول أي بزيادة عدد العربات المستخدمة عربة واحدة فيصبح الطول 105 م نحصل على سعة تحميل ركاب تصل إلى 1141 راكب وفق توزع 6 أشخاص / م^2

C_{p2}= 1141 x 30 = 34230 pass/h

نلاحظ أن هذه الزيادة لم تلبي الطلب المتوقع على النقل بعد 25 عام وبزيادة أخرى لطول حافلة المترو أي بزيادة عربة أخرى يصبح طول الحافلة بحدود 138.5م وتصبح السعة الأعظمية بحدود 1915 راكب

عندها يمكن أن يصبح عدد الركاب الأعظمي المنقول في ساعة الذروة

C_{p3}= 1915 x 30 = 57450 pass/h

عندها يمكن أن يلبي هذا النظام الطلب على النقل حتى عام 2033 وبعدها إما يمكن زيادة عدد العربات مرة أخرى أو استخدام أنظمة نقل أخرى مساعدة كاستخدام نظام الباص المتمفصل أو القياسي سطحي مساعد مع استخدام خطوط مفصولة لكلا الحالتين

- **الفترات الزمنية اللازمة للانتقال من سعة أصغر إلى سعة أكبر عند استخدام المترو في الخط الأخضر:**

$$C_{pn} = C_p(1+i)^n$$

$$n = \frac{\log \frac{C_{pn}}{C_p}}{\log 1+i}$$

$$n_1 = \frac{\log \frac{29250}{15137}}{\log 1.066} = 10.3$$

أي أن زيادة السعة كمرحلة أولى تكون لازمة في بحر عام 2018.

وعند زيادة عدد العربات وبالتالي طول الحافلة وعدد الركاب المنقولين في الحافلة الواحدة.

$$n_2 = \frac{\log \frac{34230}{15137}}{\log 1.066} = 12.8$$

أي أن زيادة السعة كمرحلة ثانية تكون لازمة في بحر عام 2020.

وبزيادة عدد العربات وبالتالي طول الحافلة وعدد الركاب المنقولين في الحافلة الواحدة مرة أخرى

$$n_3 = \frac{\log \frac{57450}{15137}}{\log 1.066} = 20.9$$

هكذا يصبح هذا النظام قادراً على تلبية الطلب على النقل لمدة تزيد عن 20 أي أنه في نهاية عام 2028 وبعد ذلك لابد من التفكير في زيادة السعة أو استخدام أنماط أخرى جديدة مساعدة على طول الخط الأخضر حتى يتم تلبية الطلب على النقل على هذا الخط.

4-2- الخط الأحمر:

إن السرعة التشغيلية على هذا الخط هي 26 كم/سا بما يسمح أن تقوم واسطة النقل بالقيام برحلة ذهاباً ورحلة إياباً خلال ساعة واحدة. حجم النقل على هذا الخط كان 9703 راكب/سا/اتجاه وهو أيضاً سعة الركاب الأعظمية على الخط أي C_p= 9703 pass/h وذلك في ساعة الذروة وبنسبة تزايد سنوي مقداره 6.57% يكون توقع عدد الركاب المستقبلي كماهو مبين في الجدول (13 – ب):

السنة	2008	2010	2013	2023	2035
عدد الركاب P_r	9703	10887	12711	21279	39501

الجدول (13 – ب)

بأخذ سنة الأساس 2008 فيكون لدينا C_r= 9703 pass/h وهو حجم الطلب على النقل على هذا الخط

وبنفس الطريقة السابقة تم تحديد وسائط النقل الواجب استخدامها على الخط الأحمر وذلك تبعاً للسعات على هذا الخط وتبين لنا كالتالي:

- لا يمكن استخدام الباصات بطريقة مجدية على هذا الخط
- يجب الانتقال مباشرة إلى استخدام ترام بطول 70 م وسعة 550 راكب ويستمر ذلك حتى عام 2014.
- في عام 2014 يتم الانتقال إلى مترو بطول 105 م وسعة 1141 راكب الذي يلبي الطلب على النقل حتى عام 2028.
- في عام 2028 يتم الانتقال إلى مترو بطول 138.5م وبسعة 1915 راكب الذي يمكن أن يلبي الطلب على النقل حتى 2036.

ويبين الجدول (13–ج) التسلسل الزمني لاستخدام وسائط النقل حسب السعات

نوع واسطة النقل المستخدمة	الأعوام	
	إلى	من
ترام بطول 70 م وسعة 550 راكب	2014	2008
مترو بطول 105 م وسعة 1141 راكب	2028	2014
مترو بطول 138.5م وبسعة 1915 راكب	2036	2028

الجدول (13–ب)

4-3- الخط الأزرق:

إن السرعة التشغيلية على هذا الخط هي 30 كم/سا بما يسمح أن تقوم واسطة النقل بالقيام برحلتين ذهاباً ورحلة إياباً خلال ساعة واحدة

حجم النقل على هذا الخط في عام 2008 كان 9457 راكب/سا/اتجاه وذلك في ساعة الذروة وبنسبة تزايد سنوي مقداره 6.57% يكون توقع عدد الركاب المستقبلي كماهو مبين في الجدول (14 – ج):

السنة	2008	2010	2013	2023	2035
عدد الركاب P_b	9457	10611	12389	20739	38499

الجدول (14 – د)

نأخذ سنة الأساس 2008 فيكون لدينا C_b= 9457 pass/h وهو حجم الطلب على النقل على هذا الخط وبنفس الطريقة السابقة تم تحديد وسائط النقل الواجب استخدامها على الخط الأزرق وذلك تبعاً للسعات على هذا الخط وتبين لنا كالتالي:

- لا يمكن استخدام الباصات بطريقة مجدية على هذا الخط
- يجب الانتقال مباشرة إلى استخدام ترام بطول 70 م وسعة 550 راكب ويستمر ذلك حتى عام 2013.
- في عام 2013 يتم الانتقال إلى مترو بطول 105 م وسعة 1141 راكب الذي يلبي الطلب على النقل حتى عام 2029.
- في عام 2029 يتم الانتقال إلى مترو بطول 138.5م وبسعة 1915 راكب الذي يمكن أن يلبي الطلب على النقل حتى 2036.

ويبين الجدول (14–ج) التسلسل الزمني لاستخدام وسائط النقل حسب السعات

الأعوام		نوع واسطة النقل المستخدمة
من	إلى	
2008	2013	ترام بطول 70 م وسعة 550 راكب
2013	2029	مترو بطول 105 م وسعة 1141 راكب
2029	2036	مترو بطول 138.5م وبسعة 1915 راكب

الجدول (14–هـ)

4-4- الخط البرتقالي:

إن السرعة التشغيلية على هذا الخط هي 34 كم/سا بما يسمح أن تقوم واسطة النقل بالقيام برحلة ذهاباً ورحلة إياباً خلال ساعة واحدة

حجم النقل على هذا الخط في عام 2008 كان 8236 راكب/سا/اتجاه وذلك في ساعة الذروة وبنسبة تزايد سنوي مقداره 6.57% يكون توقع عدد الركاب المستقبلي كما هو مبين في الجدول (13 – و):

المدة	عدد الركاب P_o	2008	2010	2013	2023	2035
		8236	9241	10789	18062	33529

الجدول (13 – و)

نأخذ سنة الأساس 2008 فيكون لدينا C_p= 8236 pass/h وهو حجم الطلب على النقل على هذا الخط وبنفس الطريقة السابقة تم تحديد وسائط النقل الواجب استخدامها على الخط الأزرق وذلك تبعاً للسعات على هذا الخط وتبين لنا كالتالي:

- يتم استخدام الباص المنفصل بطريقة مجدية على هذا الخط حتى عام 2011.
- ومن ثم يتم الانتقال مباشرة إلى استخدام ترام بطول 70 م وسعة 550 راكب ويستمر ذلك حتى عام 2015.
- في عام 2015 يتم الانتقال إلى مترو بطول 105 م وسعة 1141 راكب الذي يلبي الطلب على النقل حتى عام 2037.

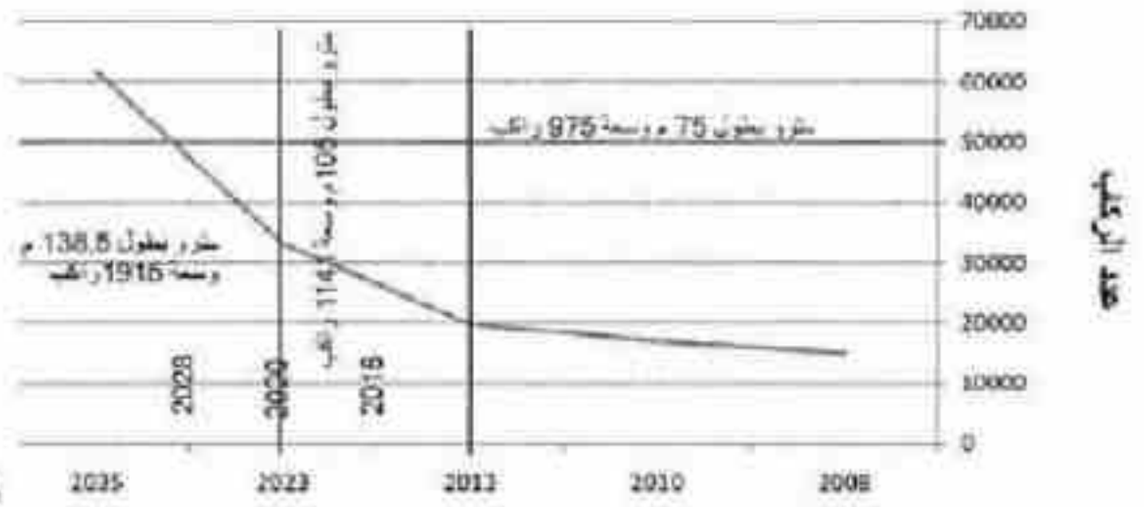
ويبين الجدول (14-هـ) التسلسل الزمني لاستخدام وسائط النقل حسب السعات

الأعوام		نوع واسطة النقل المستخدمة
من	إلى	
2008	2011	باص متمفصل
2011	2015	ترام بطول 70 م وسعة 550 راكب
2015	2037	مترو بطول 105 م وسعة 1141 راكب

الجدول (14-هـ)

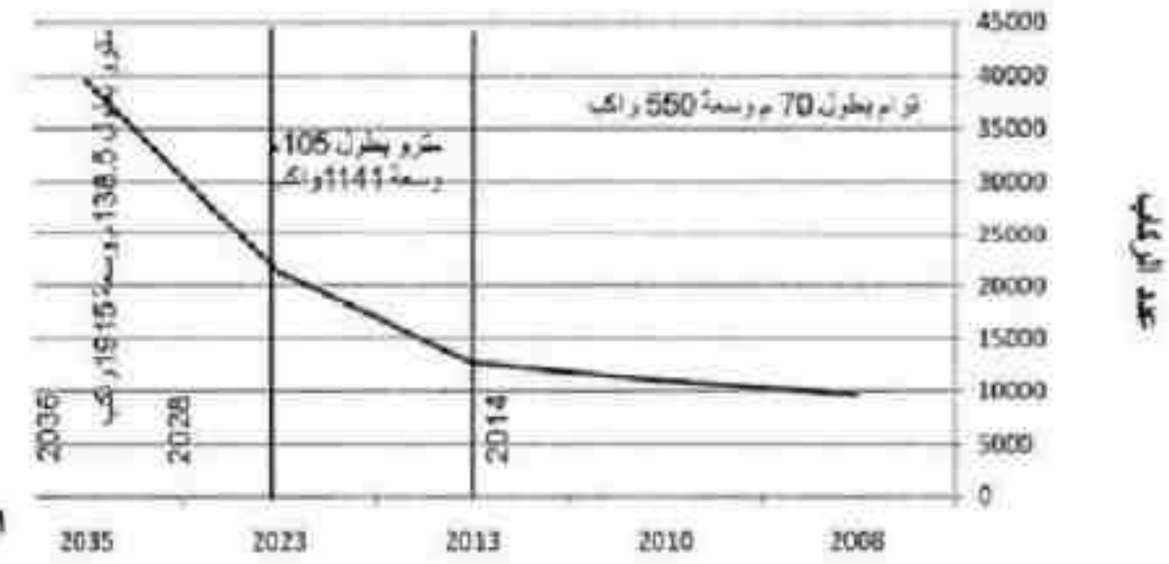
ومن خلال ما سبق فإننا نحصل على المخططات البيانية في الأشكال ذوات الأرقام (6،7،8،9) التي تعطي التسلسل الزمني لتطوير وسائط النقل العام على كل محور من المحاور الأربعة الرئيسية:

الخط الأخضر:



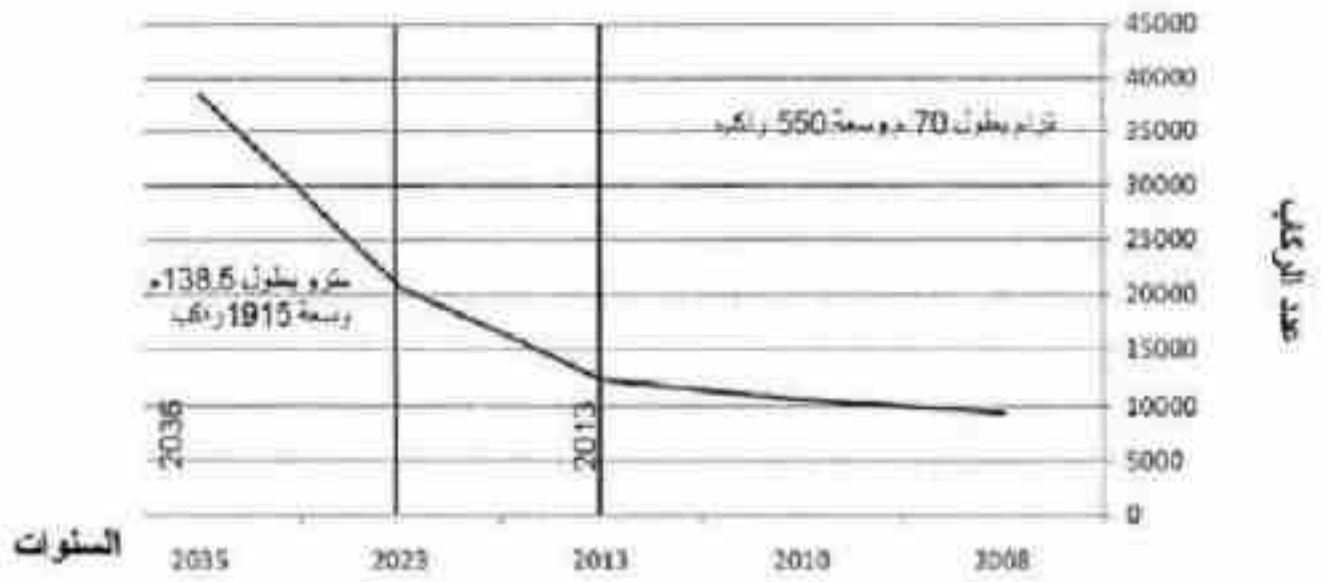
شكل (6) التسلسل الزمني لتطوير وسائط النقل العام على الخط الأخضر

الخط الأحمر:



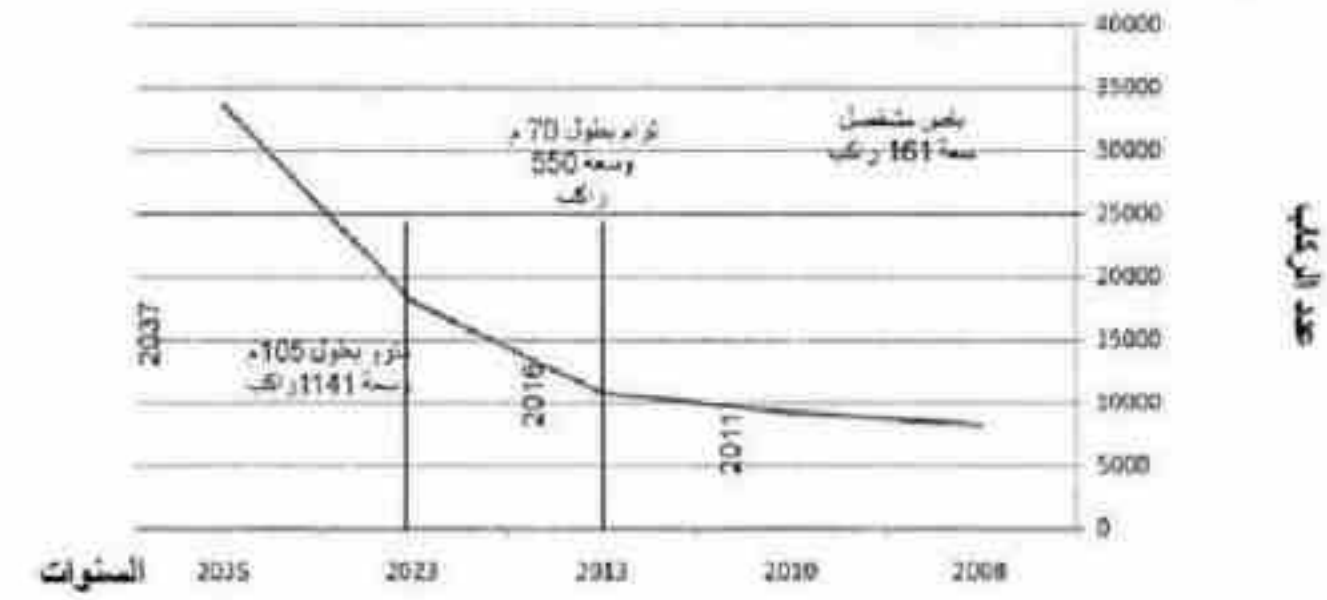
شكل (7) التسلسل الزمني لتطوير وسائط النقل العام على الخط الأحمر

الخط الأزرق:



شكل (8) التسلسل الزمني لتطوير وسائط النقل العام على الخط الأزرق

الخط البرتقالي:



شكل (9) التسلسل الزمني لتطوير وسائط النقل العام على الخط البرتقالي

المقترحات والتوصيات:

نظراً لأهمية الموضوع المطروح، وحرصاً على استخدام أفضل الطرق في حل أزمة النقل والطلب على النقل المتزايد في مدينة دمشق تخلص الدراسة إلى التوصيات التالية:

1- اعتماد الخطوط الأربعة الرئيسية في النقل لجعلها ذات أولوية قصوى في الخطط القادمة لتلبية الطلب على النقل المتزايد عليها.
2- الإسراع في تنفيذ مترو على الخط الأخضر وتحضير البنى التحتية للأنظمة الأخرى التي تم التوصل إليها من خلال البحث على الخطوط الأخرى.
3- الأخذ بعين الاعتبار أطوال الحافلات الموجودة في البحث بالنسبة للنقل المكثف في تصميم المحطات وأنصاف الأقطار والسرعة التصميمية.
4- التحضير للدراسات التنفيذية لأنظمة النقل المطروحة والإسراع في تنفيذها حتى لا تتفاقم الأزمات المرورية الناتجة عن استخدام وسائط نقل ذات سعات أقل على الطرق الموجودة حالياً في شوارع مدينة دمشق.
5- ضرورة إجراء الإحصاءات المرورية المناسبة في كافة المحافظات السورية للحصول على معلومات من أجل إعطاء اقتراحات مستقبلية لوسائط النقل العامة المختلفة لـ 27 سنة القادمة.

المراجع:

1- التقرير النهائي لدراسة تخطيط النقل والمرور في دمشق – محافظة دمشق – جايكا – 1998– 1999
2- دراسة الجدوى الاقتصادية لنظام النقل العام لمدينة دمشق FESTRAD – محافظة دمشق – BCEOM – 2002
3- دراسة النقل العام لمدينة اللاذقية – تقرير التنبؤ بحركة المرور في مدينة اللاذقية 2002–2027 – الشركة العامة للدراسات والاستشارات الفنية – إعداد وحدة الأشغال العامة – د.م. يحيى الخاير – 2002.
4- محاضرات النقل الداخلي – د.م. يعرب بدر – جامعة تشرين 2008.
5- Syrian National Workshops on Urban Transport - Damascus, March 16-17th, 2010 - SYTRAL Presentation - Bernard Rivalta, President of the SYTRAL Supervisory Board.
6- Roads in Urban Areas - HMSO - London, Dep. Of Environment - S. Development Dept. the welsk office.

ظهرت لدينا القيم السالبة عند تطبيق المعادلات، حيث تبين انخفاض عدد السكان وعدد المساحات الطابقية عن السنة التي سبقت سنة القياس.

وهذا لا يعني انخفاضاً في عدد السكان أو المساحات الطابقية، وإنما قد يكون خللاً في المصدر (المجموعة الإحصائية)، وذلك لاكتشاف العديد من الأخطاء والفروقات سابقاً في مجالات مختلفة لنفس المصدر.

Responding to the Public Transport Demand on the Main Routs of Damascus City between 2008 and 2035

Eng. Tarek Asmi
Traffic and Transportation Engineering Dep.
Faculty of Civil Engineering
Damascus University

Prof. Dr. Yehia AL-Khayer
Traffic and Transportation Engineering Dep.
Faculty of Civil Engineering
Damascus University

Summary

In this research, the main arterial corridors for Public transport in Damascus were defined. This was based on reviewing previous Damascus studies made on economic and social bases. Then surveys were conducted counting the number of passengers commuting on these main corridor lines to identify the existing transport demand on these lines.

Based on the transport demands which were defined on all the bus stops and other key points of these main corridor lines, the maximum demand at the peak hour on main stations, with maximum average number of passengers, were calculated and from this the optimum/preferred transport modes needed to respond to this demand were decided.

JICA's existing demand model was then upgraded to obtain the needed future forecasts in accordance with the current and future Damascus development context and the capability of the proposed future transport modes to respond to the forecast future demand was assessed. A time schedule was proposed to identify when to change or upgrade these transport modes.

Key Words: rout.