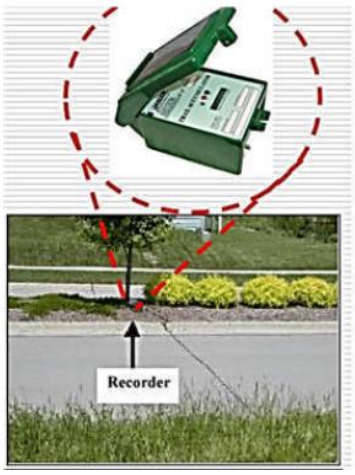
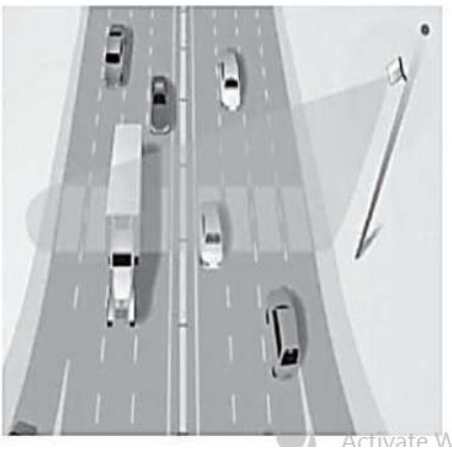
Transportation Engineering





Prepared by:Dr/Heba Tawfeek

Transportation Engineering

محتوى المنهج (contents)

1 - مقدمة . Introduction

2 - حجم المعروض من النقل . Supply

3 - الطلب على النقل . Demand

4 - تولد الرحلات . Trip Generation

5 - توزيع الرحلات بين المناطق النقليه . Trip Distribution

6 - تقسيم الرحلات علي وسائل النقل . Modal Split

7 - تخصيص الرحلات علي شبكة الطرق . Trip Assignment

8 - تقييم مشروعات النقل . Projects Evaluation

CHAPTER (1)

Introduction

✓ **ما هي النقل ؟**

- يعرف النقل بانه عملية حركة الاشخاص و البضائع و المعلومات من مكان الي مكان اخر.

✓ **ما هي الاهداف الرئيسية للنقل ؟**

[1] اتساع الرقعة المعمورة واعادة توزيع السكان: يمكن اضافة مساحات ومناطق عمرانية جديدة بعد ربطها بانظمة النقل الموجودة في المناطق القديمة او المجاورة.

[2] تحقيق التوسع الافقي للانشطة الاقتصادية المختلفة : مع توفير انظمة النقل يمكن خفض تكلفة انتقال المنتجات الاستهلاكية و بالتالي التوسع في الانشطة الصناعية و التجارية وغرها.

[3] بسط نفوذ الحكومة علي جميع اجزاء البلاد وحمايتها: عن طريق توفير نظام للنقل علي مستوي البلاد و الوصول للمناطق النائية من اجل فرض السيطرة وحمايتها من قبل الحكومة.

[4] الاستثمار : يمثل النقل في حد ذاته استثمارا وزيادة في العائد الاقتصادي ويتم حساب الاستثمار في النقل عن طريق حساب الفرق في العائد الاقتصادي قبل استخدام نظام النقل و بعد استخدامه.

✓ **ما هي الاثار الايجابية للنقل علي المستوي الاقتصادي و الاجتماعي ؟**

[1] رفع مستوي الرفاهية واثراء الحياة الاجتماعية .

[2] خلق مجتمعات عمرانية جديدة .

[3] الحفاظ علي القدرة التنافسية لمختلف السلع المنتجة.

✓ **ما هي الاثار السلبية للنقل ؟**

[1] يحتاج النقل لمساحات كبيرة من الاراضي : ولذلك عمل المحطات و شبكات الطرق و اماكن انتظار السيارات وغيرها .

[2] يستهلك النقل كميات هائلة من الطاقة: استهلاك مرتفع من الوقود بانواعه .

[3] يحتاج الي رأس مال كبير لتاسيس البنية البنية التحتيه .

[4] ينتج عنه حوادث مرورية قد تودي الي الاصابة او الوفاة .

[5] يسبب الضوضاء و تلوث المياة و الهواء .

✓ **عرف كل مما يلي :**

[1] رحلة نقل : هي حركة الشخص (عمر ست سنوات او اكبر) من مكان الي او اخر او حركة البضائع من مكان لاخر.

[2] مصدر الرحلة (Origin) : هو المكان الذي تبدأ منه الرحلة .

[3] هدف الرحلة (Destination): هو مكان انتهاء الرحلة.

[4] الغرض من الرحلة (Trip Purpose): يعبر عن الغرض من قيام الرحلة .

[5] منطقة الدراسة (Study area): هي المساحة او الحيز الذي سوف يتم فيه دراسة خصائص النقل.

[6] منطقة نقلية: هي مساحة من الاراضي تنبعث من رحلات او تنجذب الي رحلات بسبب نشاط السكان او استعمالات الاراضي

[7] حجم المعروض من نظام النقل: هو عدد الرحلات التي يوفرها نظام النقل في منطقة الدراسة ويعتمد علي (خصائص شبكة النقل).

[8] حجم الطلب علي النقل: هو عدد الرحلات التي يحتاج ان يقوم بها السكان لنقل الأفراد او البضائع داخل منطقة الدراسة ويعتمد علي (خصائص السكان – استعمالات الاراضي).

✓ **ما هي العناصر الهيكلية لنظام النقل؟**

[1] شبكات النقل

[2] وسيلة النقل

[3] انظمة تسيير المرور

[4] انظمة التحكم

[5] تكلفة النقل

✓ **ما هي تصنيفات انظمة النقل المختلفة ؟**

[1] تصنيف شبكة النقل طبقا لموقع شبكة النقل:

a) النقل البري

b) النقل الجوي

c) النقل المائي ويشمل (نقل بحري – نقل نهري)

d) النقل بالانابيب (للسوائل)

e) النقل بشبكات الكمبيوتر

[2] تصنيف شبكة النقل من حيث نوع المنقول :

a) انظمة نقل الركاب.

b) انظمة نقل البضائع

c) انظمة نقل السوائل

d) انظمة نقل المعلومات

[3] تصنيف شبكة النقل من حيث الخصوصية :

a) نقل جماعي

b) نقل خاص

[4] تصنيف شبكة النقل من حيث نوع منطقة النقل :

a) نقل حضري

b) نقل اقليمي

[5] تصنيف شبكة النقل من حيث كفاءة نظام النقل :

a) نقل متقدم

b) نقل متنامي

✓ **ما المقصود بتكامل انظمة النقل ؟**

المقصود بتكامل انظمة النقل هو التنسيق بين انظمة النقل المختلفة و دمجها مع بعضها من اجل تحقيق انتقال للافراد او البضائع في (اقصر زمن للرحلة – اقل تكلفة للرحلة – اعلى امان).

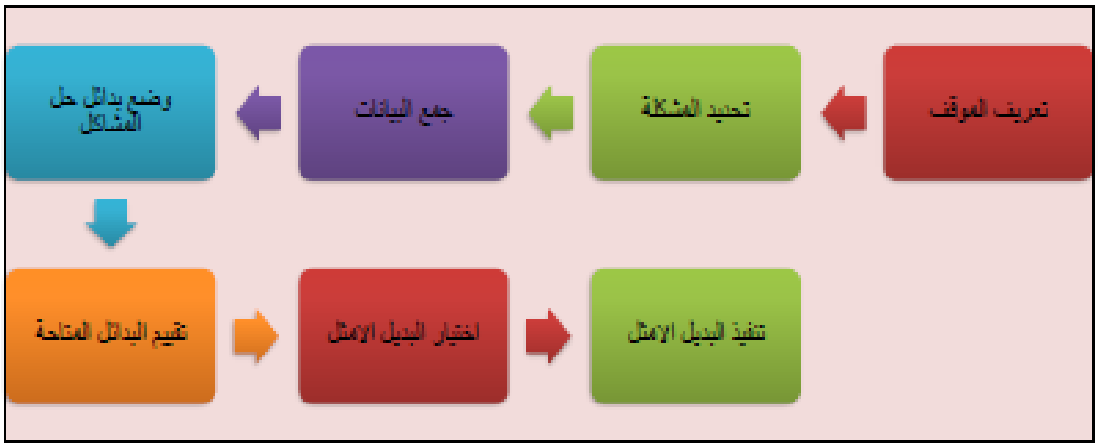
✓ **ما هو المقصود بتخطيط مشروعات النقل؟**

- عملية تخطيط النقل المقصود بها عمل مخطط شامل لمنطقة الدراسة يشمل كيفية انتقال الأفراد منها و اليها و يشمل المخطط التعريف بالاحتياجات اللازمة من مشروعات البنية التحتية ووسائل النقل و الاحتياجات المؤسسية و خطط تكامل الانظمة.

✓ **ما هي الاسس العامة لتخطيط النقل (العوامل المؤثرة في تخطيط النقل)؟**

- معرفة التأثيرات المستمرة للتفاعل بين الطلب على النقل و العرض من النقل.
- التنبؤ بانماط الطلب على النقل في المستقبل (التنبؤ بحجم الرحلات في المستقبل)
- تحقيق التوازن بين الطلب على النقل و المعروض من النقل **(الطلب = المعروض)**
- ان تكون نظم النقل صديقة للبيئة.

✓ **ما هي مراحل تخطيط النقل مع شرح كل مرحلة منهم ؟**



[1] **تعريف الموقف:** يشمل التعريف بالوضع الحالي لمنطقة الدراسة من حجم الحركة و محاور الحركة و شكل شبكة النقل و خصائصها.

[2] **تحديد المشكلة :** يعتبر هو الاساس في الوصول الي حلول دقيقة عن طريق تحديد (الغاية – الهدف – مؤشر الكفاءة):

الغاية : هي عبارة عن هدف عام مثل :

☒ رفع مستوى الخدمة علي طريق.

☒ تقليل معدل الحوادث

الهدف : هي مجموعة من الاهداف لتحقيق الغاية المطلوب و يجب ان يتوفر بها الشروط التالية

☒ ان تكون الاهداف واضحة
☒ ان تكون الاهداف محددة
☒ يجب اختيار الاهداف بحيث يمكن قياسها
☒ يجب ان تكون الاهراف مستقله و غير مرتبطة ببعضها
☒ يجب ان تكون الاهجاف غير مرتبطة بمخطط او سيلة نقل معينة

☒ مثال علي الاهداف لتحقيق غاية (رفع مستوي الخدمة لطريق)

- خفض زمن رحلة الافراد
- خفض نسبة استخدام السيارات الخاصة
- زيادة مشاركة وسائل النقل العام
- خفض معدلات استخدام الطاقة

مؤشر الكفاءة : تستخدم كمقياس لمدى تحقيق الاهداف ويجب ان يتوفر بها الشروط التالية:

☒ ان تكون وثيق الصلة بالاهداف المطلوب تحقيقها

☒ ان يكون مفهوم وسهل القياس

☒ ان لا يتاثر باى عوامل اخرى ليس لها علاقة بالنقل

☒ مثال علي مؤشر الكفاءة

- نسبة الحجم الي سعة المرور
- متوسط التاخيرات الزمنية علي الطريق
- قيمة وقت الذروة
- تكلفة الرحلة
- السرعة علي محاور الشبكة

[3] **جمع البيانات :** يتم جمع البيانات اللازمة لعملية تخطيط النقل و تتضمن :

a. بيانات خاصة بحجم المعروض من النقل : (انظمة النقل المتواجدة – بيانات عن حركة المرور الحالية)

b. بيانات خاصة بالتنبؤ بالطلب علي النقل : (بيانات السكان – استعمالات الاراضي)

[4] **وضع البدائل المتاحة:** يتم عمل جلسات عصف ذهني مع متخصصين في مجالات تخطيط النقل من اجل عرض بدائل و حلول للمشكلة القائمة

[5] **تقييم البدائل المتاحة :** يتم تقييم الحلول المتاحة من خلال تكلفتها و اثرها علي السكان و البيئة المحيطة وتجهيز معايير المقارنة بين الحلول و اختيار الحل او البديل الامثل.

[6] **اختيار البديل الامثل:** يتم اختيار افضل البدائل المتاحة طبقا للمعايير الاقتصادية و التاثيرات المختلفة علي البيئة و السكان.

[7] **تنفيذ البديل المقترح:** بعد اختيار البديل الامثل يتم ارسال البديل الي المختصين من اجل عمل اللوحات التصميمة و المواصفات اللازمة للتنفيذ استعدادا لاعطائها للمقاول من اجل عمل موازنة مبدئية للبديل و البدء في التنفيذ .

✓ ما هي مراحل هندسة النقل ؟

CHAPTER (2)

Supply Volume of Transportation

✓ **ما هو المعروض من النقل (Transportation supply) ؟**

- هو عدد الرحلات التي يتيحها نظام النقل في منطقة الدراسة بامكانياته الحالية في يوم عادي. ويمكن قياس حجم المعروض عن طريق معرفة خصائص شبكات النقل المتوفرة وتعيين حجم المعروض بناءا علي كفائة شبكات النقل.

✓ **ما هي العوامل الاساسية التي تؤثر في كفائة شبكة النقل ؟**

[1] سعة الشبكة

[2] أسلوب تشغيل التقاطعات

[3] حجم المرور الحقيقي علي الشبكة وكثافة المرور.

[4] عدد و حجم وسائل النقل المتاحة و حالتها الفنية.

✓ **ما هي المواقف Terminals وكيف تؤثر كفاءة المواقف علي كفائة الشبكة ككل ؟**

☒ **الموقف:** هو نقطة بداية او نهاية الرحلة.

☒ **تقاس كفاءة الموقف عن طريق:**

- سعة الموقف
- خصائص حركة الشحن و التفريغ الحالية من حيث السرعة والجودة.

☒ **مع زيادة كفاءة الموقف فان ذلك يؤدي الي زيادة حجم المعروض ككل في شبكة النقل وتوفير عدد رحلات اكبر في اليوم الواحد.**

مكونات شبكة النقل

✓ ما هي منطقة الدراسة Study area ؟

- تعرف منطقة الدراسة بانها الحيز الذي سوف تؤثر خصائص الحركة و النقل فيه على مشكلة النقل الماثلة تحت الدراسة.

✓ ما هو السياج الخارجي لمنطقة الدراسة Cordon line وما هي خصائصه؟

- هو الحدود الخارجية التي تحيط بمنطقة الدراسة ويمكن تحديده باستخدام حدود طبيعية مثل (مجاري مائية) او من خلال حدود ادارية.
- **خصائص السياج الخارجي لمنطقة الدراسة:**
  - لابد ان يكون مستمرا ومتصلا (حتي يضمن ان يكون مغلق على منطقة الدراسة وبالتالي دراسة كل الخصائص داخل المنطقة)
  - ان يحيط بكل المناطق التي سيمتد اليها العمران في المستقبل .
  - ان يحيط بكل المناطق التي تنطلق منها الرحلات اليومية الي مراكز النقل الفرعية .
  - أن يقطع اقل عدد من محاور الحركة (لزيادة الدقة و الامان في حساب المرور اليومي للمركبات داخل منطقة الدراسة)
  - أن يقطع الحركة (الطرق) مرة واحدة (لتجنب تكرار حساب المرور عند عمل حسابات خاصة بعدد المركبات التي تخرج او تدخل الي منطقة الدراسة).

✓ ما هي الخطوط الشبكية Screen Lines وما هي خصائصها؟

- هي فواصل طبيعية داخل منطقة الدراسة و تستخدم لتقسيم منطقة الدراسة الي مناطق نقل فرعية مثل (خطوط السكة الحديدية- مجاري مائية- جبال- أسوار)
- **خصائص الخطوط الشبكية:**
  - يجب ان تعبرها الرحلات في مناطق محددة لسهولة قياس هذه لرحلات.

✓ **ما هي مناطق النقل الجزئية (الفرعية) وما هي خصائصها؟**

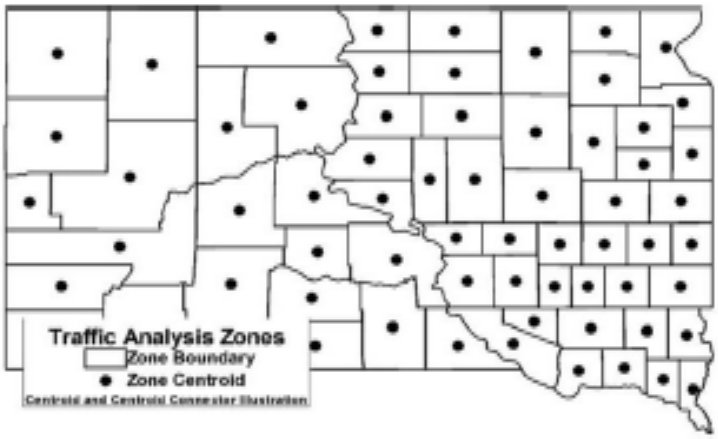
- هي اجزاء تكون في مجموعها اجمالي منطقة الدراسة وتكون كل منطقة نقل فرعية مختلفة عن غيرها في خصائصها.
- **خصائص التي يجب مراعتها عند تقسيم منطقة الدراسة الي مناطق فرعية:**
  - أن تكون مناطقة النقل الفرعية ذات مساحة معقوله (لسهولة جمع البيانات – لزيادة الدقة في تحليل البيانات).
  - يجب ان تكون كل منطقة متجانسة في خصائصها من حيث عدد السكان و النشاط السكاني .
  - يراعي عدم تداخل مناطق النقل الجزئية مع بعضها.
  - ان تكون المناطق ذات رحلات متولدة او منجذبة متقاربة .

✓ **ما هي حدود مناطق النقل الجزئية (الفرعية) ؟**

- هي السياج الخارجي الذي يحيط بكل منطقة نقل فرعية ويمكن الاعتماد علي الحدود الادارية بين كل منطقة و الاخري واعتبارها هيا حدود مناطق النقل الفرعية.

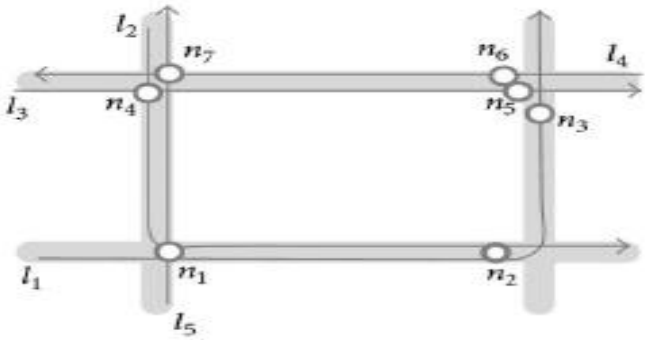
✓ **ما هي مراكز مناطق النقل الجزئية (الفرعية) Zone Centroid؟**

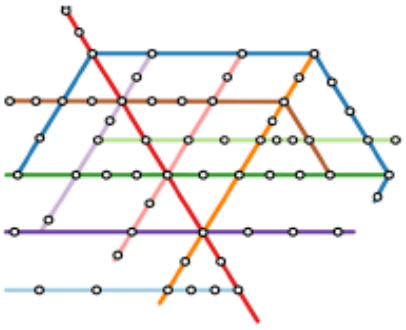
- هي نقطة (افتراضيه) تقع داخل منطقة النقل الفرعية يتم افتراض ان الرحلات التي تخرج او تتجنب الي المنطقة تكون عن طريق هذه النقطة . وغالبا ما تكون هذه النقطة هي مركز النشاط داخل المنطقة.

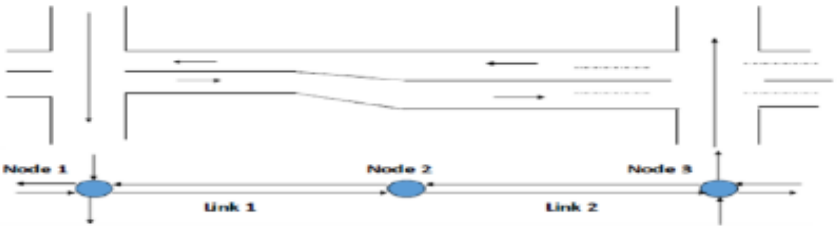


✓ ما هي مكونات شبكة الطرق داخل منطقة الدراسة؟

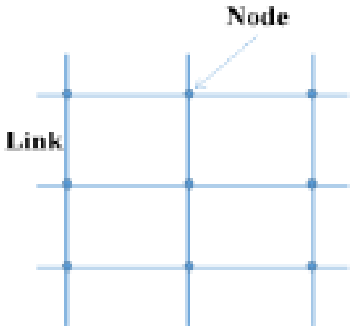
- **العقدة Node**: هي نقطة تقاطع الوصلات وتمثل كل نقطة اما تقاطع حر او مركز منطقة نقل فرعية.
- **الوصلة Link** : هو الطول الواصل بين عقدتين (Two nodes) ويكون له خصائص مثل (طول -عرض) وعليه حجم مروري معين مقاسا بوحدة المركبة.



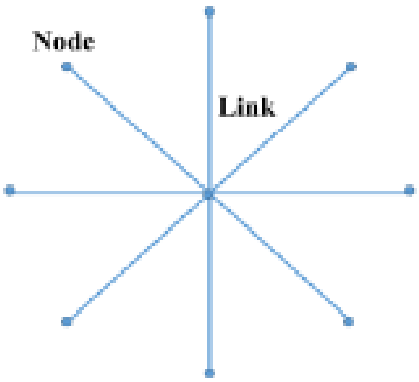




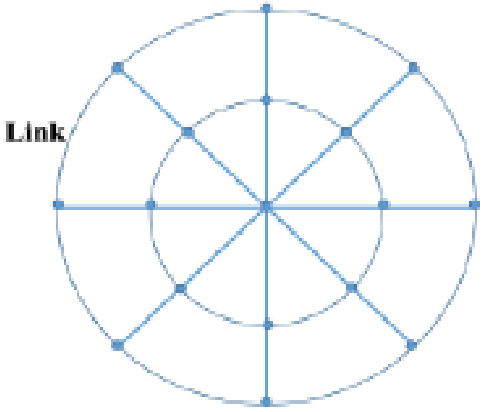
✓ ما هي اشكال شبكات الطرق داخل منطقة الدراسة؟



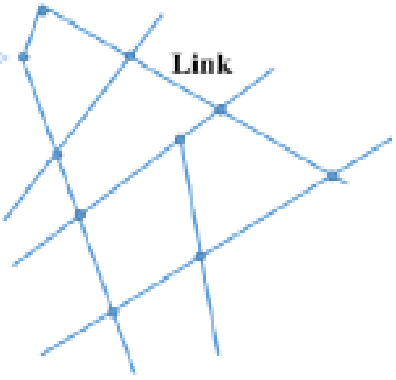
Grid Network



Radial Network



Ring Radial Network



Random Network

✓ ما هي انواع البيانات التي يجب تجميعها لدراسة خصائص المعروض من النقل؟

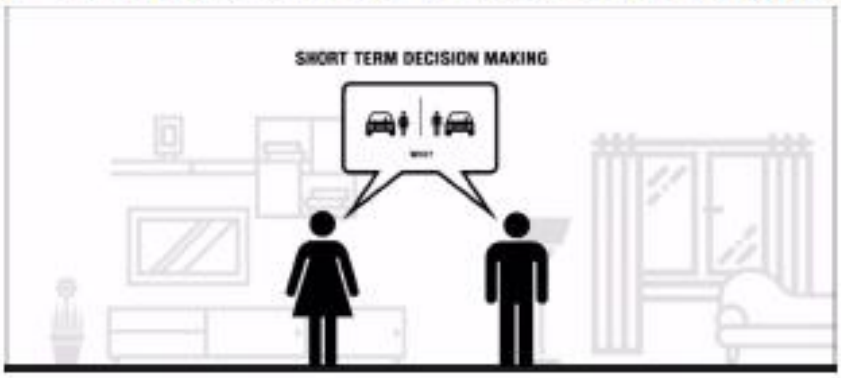
- بيانات عن المناطق الفرعية بمنطقة الدراسة.
- بيانات عن خصائص شبكة الطرق داخل منطقة الدراسة
- بيانات عن حجم المرور الحالي .

CHAPTER (3)

Demand for Transportation

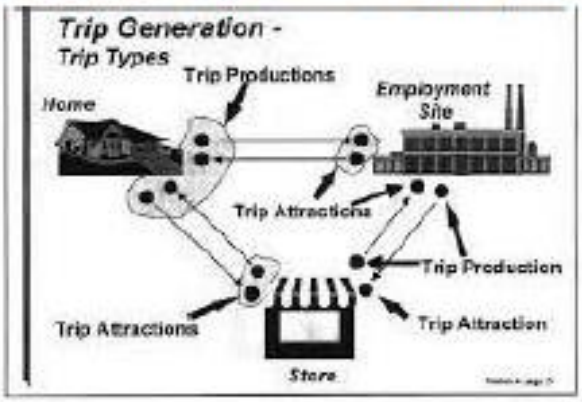
✓ ما هو الطلب علي النقل (Transportation Demand) ؟

- هو مقياس لمدي الاحتياج لعملية النقل و يعبر عنه بحجم الرحلات المطلوب تنفيذها للافراد او البضائع خلال يوم عادي.

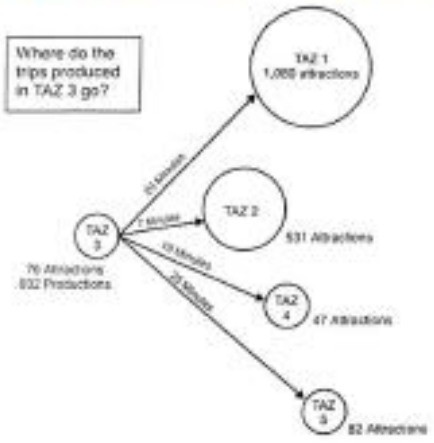


✓ ما هي مراحل التنبؤ بالطلب علي النقل ؟

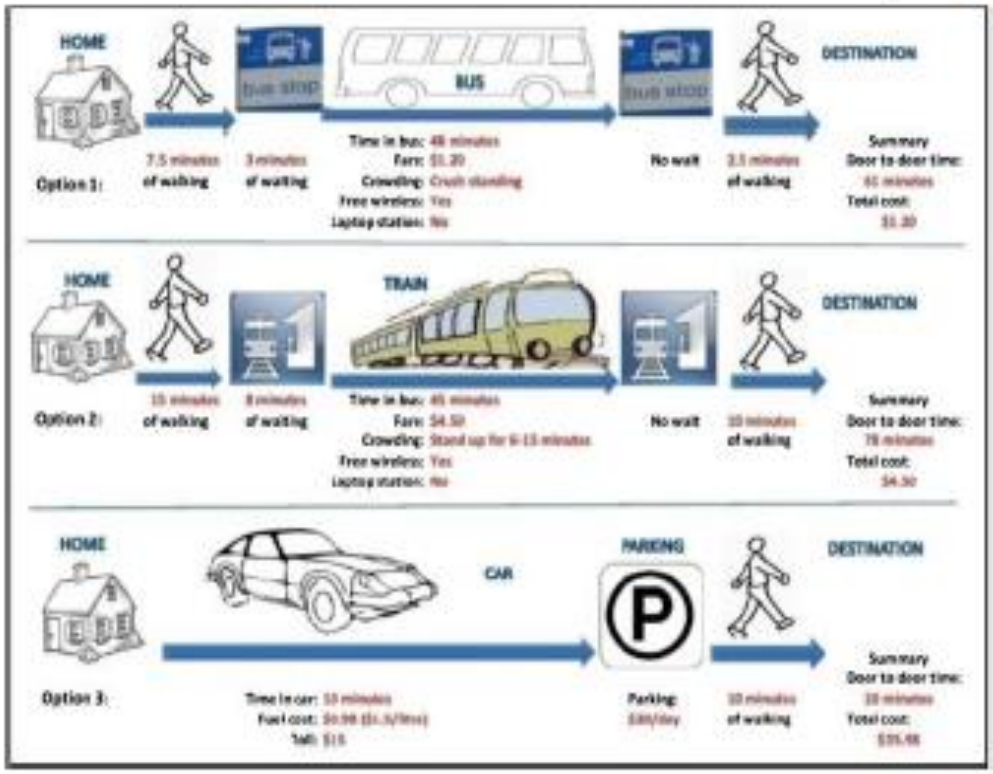
[1] توليد الرحلات Trip Generation: هو توقع عدد الرحلات المتولدة من كل منطقة نقل فرعية



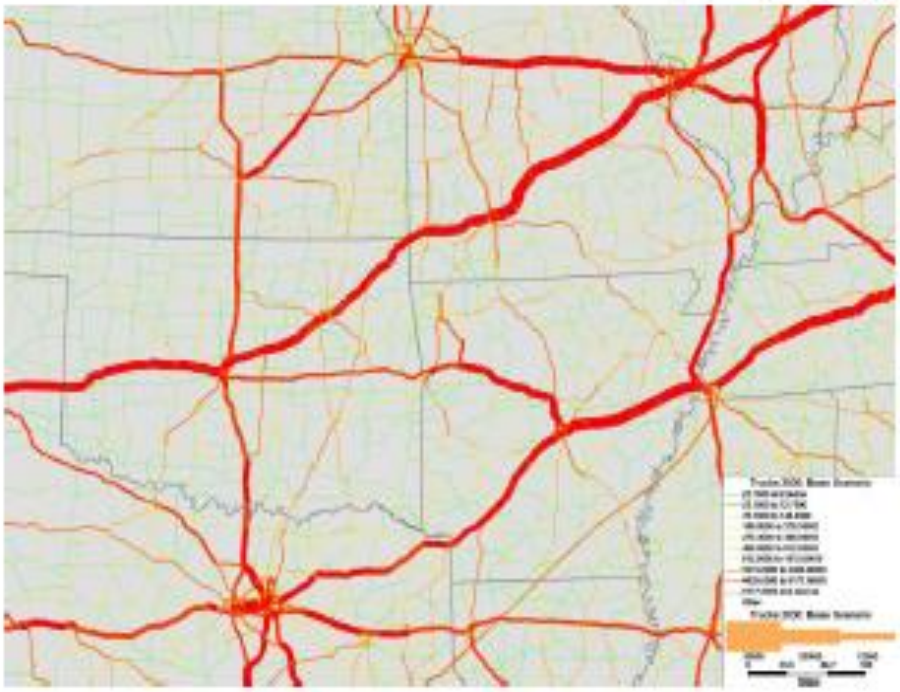
[2] توزيع الرحلات Trip Distribution: هو توزيع الرحلات المتولدة من كل منطقة الي مناطق النقل الفرعية الاخري.

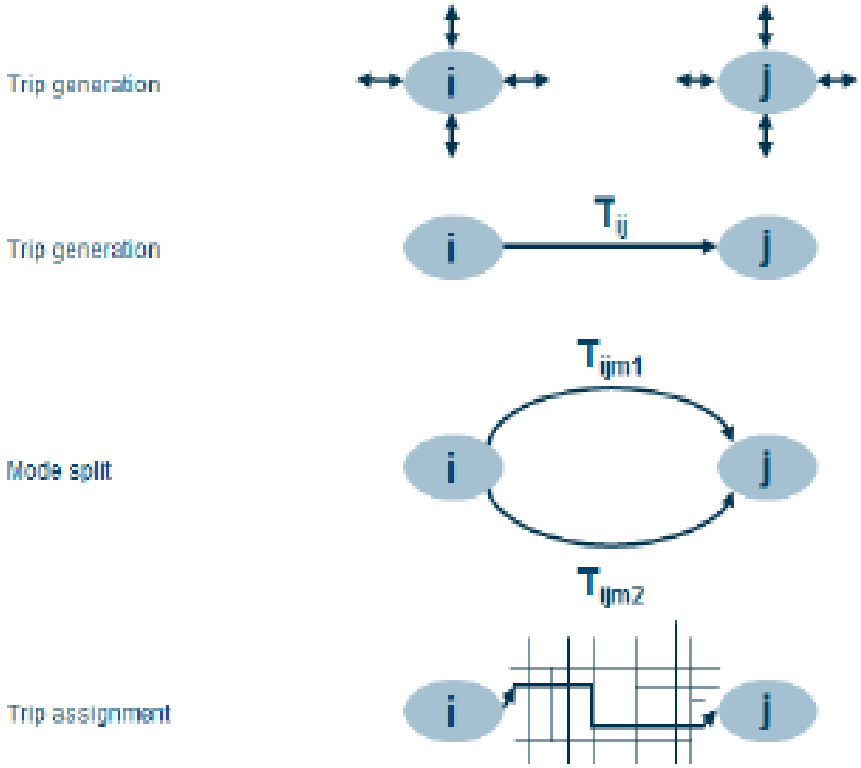


[3] توزيع الرحلات علي وسائل النقل المتاحة Modal split & Mode choice : هو حساب عدد المستخدمين لكل وسيلة نقل متاحة .



[4] تخصيص الرحلات علي المسارات Trip assignment : هي مرحلة حساب عدد الرحلات بوحدة الفركية علي كل الشوارع المكونه لشبكة النقل.





✓ ما هي العوامل المؤثرة علي حجم الطلب علي النقل ؟

[1] الخصائص الاجتماعية و الاقتصادية للسكان

[2] استعمالات الاراضي داخل منطقة الدراسة

[3] أنماط الحركة داخل منطقة الدراسة

[1] الخصائص الاجتماعية و الاقتصادية للسكان:

- تؤثر الخصائص الاجتماعية و الاقتصادية علي حجم الطلب علي النقل ومن الخصائص الاجتماعية و الاقتصادية الهامة :
  - عدد السكان في المنطقة وتطوره
  - مساحة المنطقة السكنية
  - تصنيف سكان المنطقة (يعمل – لا يعمل)
  - تصنيف السكان حسب العمر
  - تصنيف السكان حسب النوع (ذكر – أنثي)
  - تصنيف السكان حسب تعليمهم (عالي – متوسط – غير متعلم)
  - تصنيف السكان حسب مستوى الدخل
  - ملكية السيارة لدى كل اسرة
  - حجم الانشطة الاقتصادية داخل منطقة الدراسة

[2] استعمالات الاراضي Land use

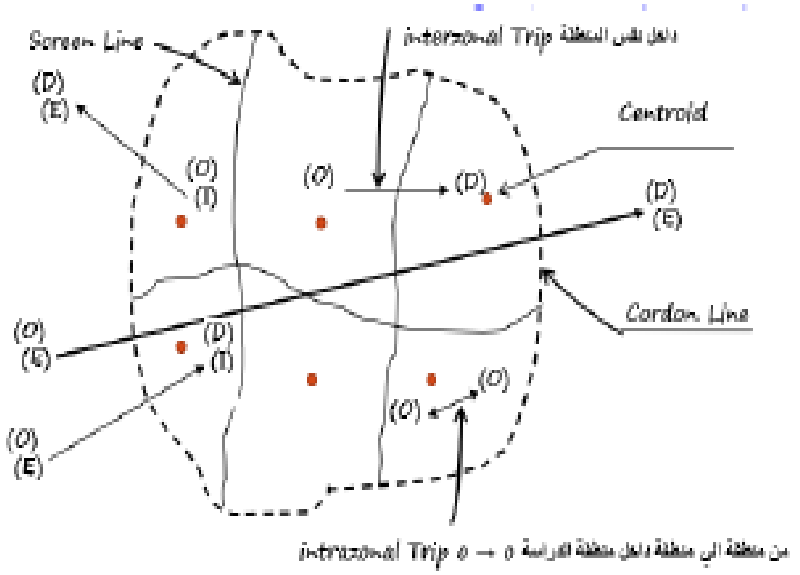
- تعتمد تصنيف استعمالات الاراضي في مناطق النقل الفرعية علي النشاط الغالب للمنطقة الخاضعة للتصنيف (منطقة سكنية – منطقة تجارية – منطقة زراعية – منطقة مدارس وتعليم)
- يؤثر نوع النشاط وكثافته علي حجم الطلب علي النقل .

[3] أنماط الحركة داخل منطقة الدراسة Travel pattern

- المقصود بانماط الحركة هو انواع الرحلات المتولدة او الدارة بمنطقة الدراسة
- هناك تصنيفان لانواع الرحلات داخل منطقة الدراسة :

[1] التصنيف الاول : طبقا لنقطة بداية ونهاية الرحلة:

- رحلات داخلية – خارجية : رحلات تبدا داخل منطقة الدراسة وتنتهي خارج منطقة الدراسة
- رحلات خارجية – داخلية : رحلات تبدأ خارج منطقة الدراسة و تنتهي داخل منطقة الدراسة
- رحلات خارجية – خارجية : رحلات تبدا وتنتهي خارج منطقة الدراسة (رحلات عابرة)
- رحلات داخلية – داخلية : رحلات تبدا وتنتهي داخل منطقة الدراسة وهناك نوعان منها :
  - Intrazonal trips: رحلات تبدا وتنتهي داخل نفس منطقة النقل الفرعية داخل منطقة الدراسة
  - Interzonal trips: رحلات تبدا داخل منطقة نقل وتنتهي داخل منطقة نقل اخرى داخل منطقة الدراسة.



[2] التصنيف الثاني : طبقا لعلاقة الرحلات بالمنزل:

- رحلات منزلية Home base trips : رحلات يكون مصدرها او هدفها هو المنزل
- رحلات غير منزلية Non home base : رحلات يكون مصدرها وهدفها مناطق اخرى غير المنزل (العمل – المدرسة – الجامعة)

✓ **ما هي طرق تجميع البيانات الخاصة بانماط الحركة داخل منطقة الدراسة ؟**

[1] **بنوك المعلومات للسلطات المحلية** : للبيانات الخاصة بعدد السكان-استعمالات الاراضي- الخصائص الاجتماعية و الاقتصادية للسكان.

[2] **مقابلات المنازل**: يمكن منها الحصول علي معلومات ادق عن القائمين بالرحلات وعن خصائص الاسرة ويعيب هذه الطريقة انها مكلفة وتحتاج وقت كبير في التحضير و التنفيذ

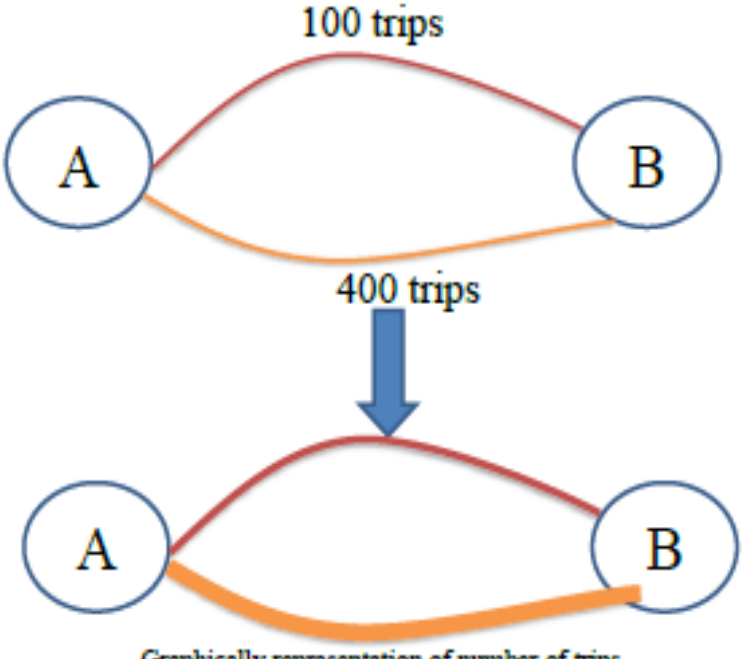
[3] **طريقة المقابلات علي الطرق** : تستخدم للحصول علي خصائص الرحله (مصدر الرحلة – هدف الرحلة) وتتم بطريقتين:

a. **المقابلات غير مباشرة** : عن طريق توزيع استمارات استقصاء . وتمتاز انها اقل مجهود ولا تعطل حركة المرور ومن عيوبها ان نسبة الردود علي الاستمارات تكون قليله ودقة المعلومات لا تكن بالقدر المطلوب في اغلب الاوقات .

b. **المقابلات المباشرة** : تتم عن طريق ايقاف عينة من المركبات علي الطريق و السئال عن الهدف و المصدر للرحلة . تمتز هذه الطريقة بالدقة ولكن من عيوبها انها تحتاج الي مجهود وتعطيل حركة المرور.

✓ **ما هي طرق تمثيل بيانات الرحلات علي شبكة النقل ؟**

1) Graphically representation التمثيل البياني للبيانات



Graphically representation of number of trips

يتم تمثيل البيانات بشكل بياني بمقياس رسم محدد يمثل قيمة البيانات المعطاه . بحيث يعطي انطباع عام عن الشبكة بدون الحاجة الي التمثيل الرقمي لها .

2) التمثيل الرقمي Mathematically representation

Mathematically representation takes the shape of [Origin- Destination] matrix (O-D).

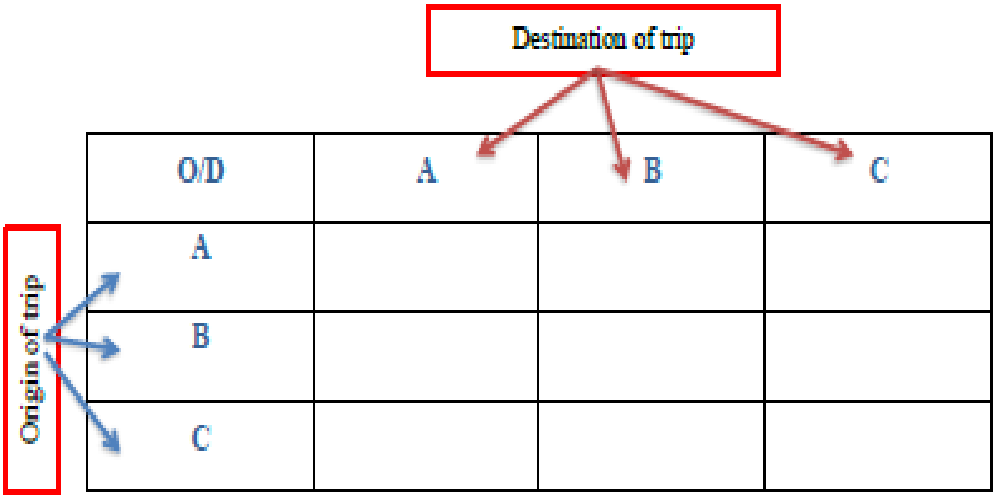
يتم التمثيل الرقمي للبيانات عن طريق مصفوفه (الهدف – المصدر)

Origin-Destination matrix: -

- هي مصفوفة مربعة (mxn) حيث n هو عدد مناطق النقل الفرعية التي يتم تمثيل البيانات لها .

اذا كان عدد المناطق التي نريد تمثيل بيانات 3 مناطق تكون المصفوفه (3 * 3) .

Origin-Destination matrix shape: - شكل مصفوفة (الهدف – المصدر)



O/D	A	B	C
A			
B			
C			

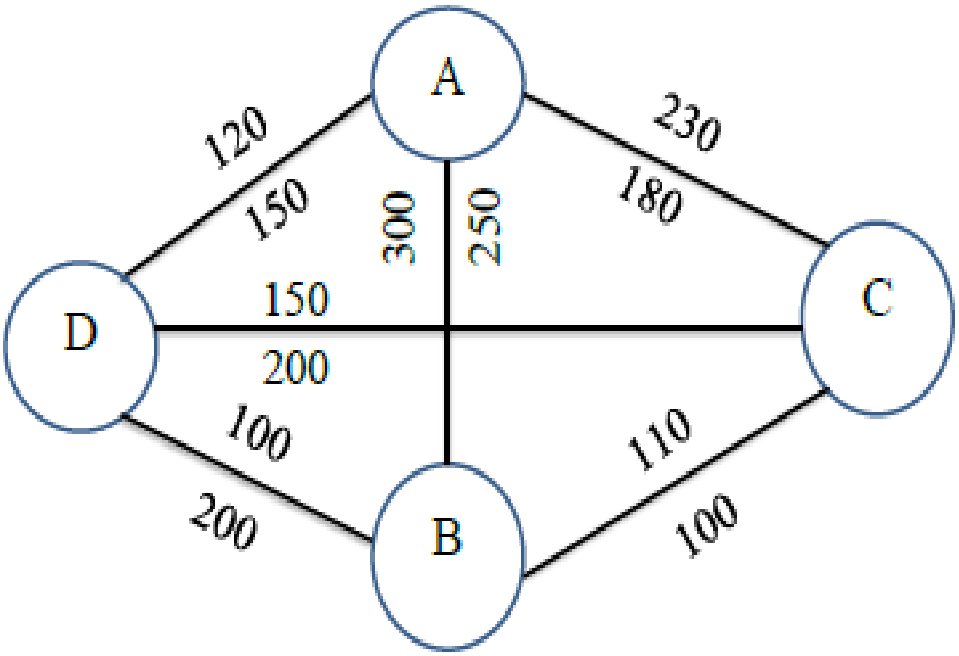
اذا كان لدينا عدد 100 رحلة من منطقة A الي منطقة B في هذه الحاله تكون منطقة A هي مصدر الرحلة Origin و منطقة B هي هدف الرحلة Destination

يتم تمثيل الرحلات من A الي B في المصفوفة كما يلي :-

O/D	A	B	C
A		100	
B			
C			

✓ Example on Data representation: -

In the following network, it is required to represent the number of trips between zones graphically and mathematically: -

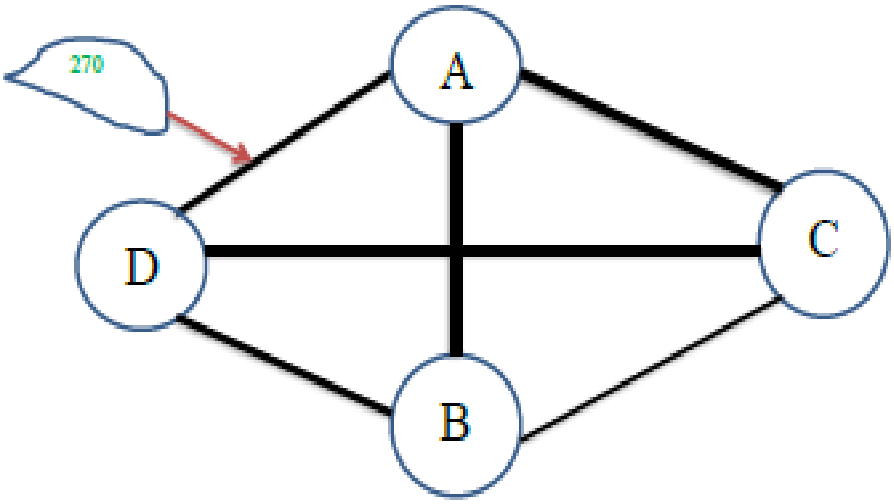


Solution

1) Graphically representation:-

يتم عمل مقياس رسم مناسب لتمثيل الرحلات بيانيا .

- مثلا يتم تمثيل كل 100 رحلة بخط سمكه 1 مم وتنسب باقي الرحلات الي هذا الخط . في حاله وجود حجم في الاتجاهين للوصلة الواحدة يتم تمثيل مجموع الاحجام علي الوصلة الواحدة.



Mathematically representation:- (2

Origin Destination Matrix

O/D	A	B	C	D
A	-	250	230	150
B	300	-	110	200
C	180	100	-	200
D	120	100	150	-

In the case of the study area consists of Zone (A – B), calculate:-

a) Internal-Internal trips
b) Internal-External trips
c) External-Internal trips
d) External-External trips (Through trips)

Solution

a) **Internal-Internal Trips:**

Any trips has zone A or Zone B as origin or destination

الرحلات الداخلية-الداخليه هيا اي رحلة تكون منطقة A اول B مصدر او هدف لها و يتم تحديدهم من مصطوفه المصدر او الهدف عن طريق تحديد

الرحلات التي لها مصدر A او B ولهم هدف AوB

O/D	A	B	C	D
A	-	250	230	150
B	300	-	110	200
C	180	100	-	200
D	120	100	150	-

☒ Internal-Internal trips = 250 + 300 = 550 trips

b) Internal-External trips:

Trips have (A –B) as origin and (C-D) as destination

الرحلات التي لها منطقة A&B كمصدر الرحلة و منطقة C&D كهدف الرحلة

O/D	A	B	C	D
A	-	250	230	150
B	300	-	110	200
C	180	100	-	200
D	120	100	150	-

Internal-External trips = 230+150+110+200 = 690 trips

c) External-Internal trips:

Trips have (C –D) as origin and (A-B) as destination

الرحلات التي لها منطقة C&D كمصدر الرحلة و منطقة A&B كهدف الرحلة

O/D	A	B	C	D
A	-	250	230	150
B	300	-	110	200
C	180	100	-	200
D	120	100	150	-

External-Internal trips = 180+100+120+100 = 500 trips

d) External-External (through) trips:

Trips have (C –D) as origin and (C-D) as destination

الرحلات التي لها منطقة C&D كمصدر للرحلة و منطقة C&D كهدف للرحلة

O/D	A	B	C	D
A	-	250	230	150
B	300	-	110	200
C	180	100	-	200
D	120	100	150	-

☒ External-Internal trips = 200+150 = 350 trips

CHAPTER (4)

Trip Generation

Trip Generation: -

It is the step of calculating total trips production and attraction

خطوة تولد الرحلات هو حساب عدد الرحلات الكليه التي تخرج او تنجذب الي منطقة النقل المراد دراستها

Methods of trip Generation طرق حساب تولد الرحلات

1) Growth factor method طريقة معامل النمو

2) Trip rates method طريقة معدل الرحلات

3) Cross-classification method طريقة التقسيمات الفئويه

4) Regression analysis method طريقة تحليل الانحدار

1- Growth factor method: -

- تعتمد هذه الطريقه علي وجود عدد الرحلات المتولدة او المنجذبة لمنطقة الدراسة في الوقت الحالي
- تتنبأ هذه الطريقة بعدد الرحلات في المستقبل بالاعتماد علي عدد الرحلات الحالي
- عدد الرحلات في المستقبل يعتمد علي عوامل مثل (عدد السكان – ملكية السيارة – متوسط دخل الفرد)

$$T = t * F$$

$$F = \frac{P_f * I_f * C_f}{P_c * I_c * C_c}$$

T : future trips

t : current trips

P_f: population in future

P_c: population in the current situation

I_f: Income in future

I_c: Income in the current situation

C_f: car ownership in future

C_c: car ownership in the current situation

Example 1: -

In order to estimate the number of future trips generated in an area, a population count was made. The current number was 100,000 capita and the average income per capita was 10,000 pounds/year and the current number of cars was 3000 vehicles. It is expected that the population, income and cars will increase in the year 2030 to become 150,000 people, 14,000 pounds, and 5,000 cars.

Find the expected number of generated trips in the year 2030 if the number of trips generated currently = 90,000 person trip / day.

Solution $T = 90{,}000 \left(\frac{150{,}000 \times 14{,}000 \times 5{,}000}{100{,}000 \times 10{,}000 \times 3{,}000} \right) = 315{,}000$ trip

Example 2: -

In the study area having current generated trips equals 10000 trips per day. if you that in 2030 the number of population and car ownership will be doubled while the average income for persons in this area will be nearby the same as the current average income. estimate the generated trips in 2030.

Solution

$$\frac{p_f}{p_c} = 2 \quad , \quad \frac{c_f}{c_c} = 2 \quad , \quad \frac{I_f}{I_c} = 1$$

$$T = 10000 * (2 * 2 * 1) = 40000 \text{ trips / day}$$

2- Trip rates method: -

- طريقة تعتمد في حساب الرحلات علي معرفة معدل تولد الرحلات لكل متغير داخل الانشطة المختلفة في منطقة الدراسة.
- مثال : اذا كان هناك منطقة بها عدد 5 مدارس , كل مدرسة تحتوي علي 100 طالب , متوسط معدل رحلات الطالب الواحد = 1.47 رحلة في اليوم فبالتالي يكون عدد الرحلات المتولدة :

عدد الرحلات المتولدة = عدد المتغير المستقل (عدد الطلاب) * متوسط معدل رحلات الطالب الواحد

عدد الرحلات المتولدة= (5 * 100) * 1.47 = 735 رحلة / اليوم

Example 1: -

Using the data given in the table for a study area, find the number of expected trips generated from this area.

نوع النشاط	المتغير (أساس حساب المعدل)	المعدل (رحلة /اليوم)	عدد الأنشطة	متوسط عدد المتغيرات داخل النشاط الواحد
مدرسة	طالب	1.3	20 مدرسة	300 طالب
مستشفي	سرير	3.0	4 مستشفي	100 سرير
محل	بائع	12.5	50 محلات	5 بائع
بنك	شباك	25.0	5 بنوك	6 شباك
شركة سياحة	شباك	10.5	3 شركات	8 شباك
منتزه	m^2	0.025	1 منتزه	500000 m^2

Solution

نوع النشاط	اجمالي الرحلات المتولدة من كل نشاط
مدرسة	20* 300 * 1.3
مستشفي	4* 100 * 3.0
محل	50 * 5 * 12.5
بنك	5 * 6 * 25
شركة سياحة	3 * 8 * 10.5
منتزه	1 * 500000 * 0.025

24877 Person trip/day

Example 2: -

Determine the total trip generated from a new area , if the expected land -use activities for this area in the future will be classified as:

26,500 m2 residential area (18 Trips /thousand square meter)
18,500 m2 commercial area (45Trips /thousand square meter)
15,500 m2 public building (32 Trips /thousand square meter)
16,000 m2 manufacturing area (8 Trips /thousand square meter)

Activity	Area(m^2)	Trip rate (Trip /1000 m^2)	No. of Trip= Area* Trip rate
residential	26,500	18	26500*18/1000=477
commercial	18,500	45	18,500*45/1000=832.5
public	15,500	32	15,500*32/1000=496
manufacturing	16,000	8	16,000*8/1000=128
Σ			1933.5

3- Cross-classification method

- تعتمد هذه الطريقة علي حساب معدل الرحلات لكن لكل تقسيم فئوي لافراد المجتمع.
- تتم عن طريق توزيع استبيانات حصر خاصه بعدد افراد الاسرة و ملكية السيارة و عدد الرحلات لكل اسرة ثم عمل تصنيف فئوي للمجتمع طبقا لعدد افراد الاسر و ملكية السيارة وبمعلوميه عدد الرحلات لكل تصنيف و عدد الاسر في كل تصنيف يمكن حساب معدل الرحلات لكل تصنيف فئوي من المجتمع.
- بعد الحصول علي معدل الرحلات لكل تصنيف فئوي يمكن التنبؤ بعدد الرحلات بمعلوميه عدد الافراد في كل تصنيف في المستقبل.

شكل الجدول الخاص بالتصنيف الفئوي كما يلي:-

Car/HH (C)	Person/HH (S)					
	2		3		4	
	No. of HH	No. of trips	No. of HH	No. of trips	No. of HH	No. of trips
0	1100	220	1500	600	1800	1080
1	950	380	1200	600	120	90
> 1	80	100	200	300	50	80

يمكن الحصول علي جدول خاص بمعدل الرحلات لكل تصنيف عن طريق :

معدل الرحلات للتصنيف الواحد = (عدد الرحلات / عدد الاسر داخل التصنيف)

مثال : - معدل رحلات الاسر المكونه من فردين و لا يملكون اي سيارة = $\frac{220}{1100}$ = 0.20 رحلة / الاسرة .

-معدل رحلات الاسر المكونه من ثلاث افراد و يملكون سيارة واحدة = $\frac{600}{1200}$ = 0.50 رحلة / الاسرة

يكون شكل الجدول الخاص بمعدل الرحلات لكل تصنيف كما يلي:-

Car/HH (C)	Person/HH (S)		
	2	3	4
0	220/1100=0.2	600/1500=0.4	0.6
1	380/950=0.4	0.5	0.75
> 1	1.25	1.5	1.6

- بفرضية ثبات معدل رحلات الاسر في المستقبل و عند توافر بيانات بعدد افراد الاسر لكل تصنيف في الجدول يمكن الحصول علي عدد الرحلات لكل تصنيف في المستقبل عن طريق :-

No.trips for each category = trip rate * no.houshold (عدد الاسر)

- يمكن حساب معدل الرحلات لكل تصنيف عن طريق معادلة معطاه بدلاله عدد افراد الاسرة و ملكية السيارة

مثل

$$Y = 0.25 + 0.30\,C + 0.20\,S$$

حيث ان :

Y : trip rates

C : car ownership

S: number of persons in Houshold

بدلالة المعادلة المعطاة ممكن حساب معدل الرحلات لكل تصنيف .

مثال : معدل الرحلات لاسر المكونه من فردين ولديهم 3 سيارات يكون :

$$Y = 0.25 + 0.30 * (3) + 0.20\,(2) = 1.55 \text{ trip / HH}$$

وهكذا لتكوين معدل الرحلات لكل تصنيف .....

Example: -

Use the previous trip rate table, find the expected number of trips generated from a study area if it is known that the number of households in the area is given in the table.

Car/HH (C)	Person/HH (S)		
	2	3	4
0	3000	5000	6000
1	1500	4000	800
> 1	300	700	200

Solution

Trip-Rate Table

Car/HH (C)	Person/HH (S)		
	2	3	4
0	0.2	0.4	0.6
1	0.4	0.5	0.75
> 1	1.25	1.5	1.6

Household Table

Car/HH (C)	Person/HH (S)		
	2	3	4
0	3000	5000	6000
1	1500	4000	800
> 1	300	700	200

No. of Trip = Σ No. of HH x Trip-Rate

$$\text{No. of } Trips = 3000 * 0.2 + 5000 * 0.4 + 6000 * 0.6 + 1500 * 0.4 + 4000 * 0.5 + 800 * 0.75 + 300 * 1.25 + 700 * 1.50 + 200 * 1.60 = 11145 \text{ person trip/day}$$

Example 2: -

Table 1 shows a database for household and trip data. Calculate the trip rate (trip /HH/day) for each category Then calculate the future trip generated after 10 years in the study area having the household shown in Table (2). The area has a household annual growth rate = 2%.

Table (1)

P/HH Car/HH	2		3		4	
	No. of HH	No. of Trips	No. of HH	No. of Trips	No. of HH	No. of Trips
0	20	25	30	45	25	43
1	50	75	60	100	15	28
+2	10	18	20	40	10	22

Table (2)

P/HH Car/HH	2	3	4
0	30	35	50
1	60	70	90
+2	20	15	10

Solution

Trip Rate : trip /HH /day : تنشا جدول ونضع فيه جميع المعدلات كمايلي

P/HH / Car/HH	2	3	4
0	=25/20=1.25	45/30=1.5	=43/25=1.72
1	75/50=1.5	100/60=1.67	28/15=1.87
+2	18/10=1.8	40/20=2	22/10=2.2

$Gw = (1+r)^n$ لحساب الرحلات المستقبلية نقوم بضرب المعدل في معامل النمو ثم في عدد الاسر الحالي المعطي في جدول 2 .

$Gf = (1+r)^n = (1+0.02)^{10} = 1.22$

future trip = tripe rate * current no. of household * Gf

Given → Current no. of Household

P/HH / Car/HH	2	3	4
0	30	35	50
1	60	70	90
+2	20	15	10

الرحلات المستقبلية

Future Generated trips = tripe rate * Gf * current no. of household

P/HH / Car/HH	2	3	4
0	1.25*1.22*30=45.75	1.5*1.22*35=64.05	1.72*1.22*50=104.92
1	109.8	142.62	205.33
+2	43.92	36.6	26.84

Total trips in the future = 45.75 + 64.05 + 104.92 + 109.8+ 142.62+ 205.33+ 43.92+36.6+26.84 = 779.83 trips

Problem: In an urban area , the daily trip rates (Y) as function of car -ownership (C) and household size (S) takes the form : **Y = 0.10 + 0.5 (S) +0.80 (C)**. Determine the possible trip rates table for different categories of (C) and (S) . Then , calculate the daily number of trips generated by 50 households having one car and three persons per households.

Solution

Daily trip rates =**Y = 0.10 + 0.5 (S) +0.80 (C)**

Trip Rate : trip /HH معدل الرحلات اليومية للاسرة الواحدة

C: ملكية السيارات

S: عدد افراد الاسرة

Y: معدل الرحلات

P/HH=S Car/HH=C	2	3	4
0	=0.10+0.5*2+0.80*0=1.1	=0.10+0.5*3+0.80*0=1.6	=0.10+0.5*4+0.80*0=2.1
1	=0.10+0.5*2+0.80*1=1.9	=0.10+0.5*3+0.80*1=2.4	=0.10+0.5*4+0.80*1=2.9
2	=0.10+0.5*2+0.80*2=2.7	=0.10+0.5*3+0.80*2=3.2	=0.10+0.5*4+0.80*2=3.7

المطلوب الثاني :

عدد الرحلات التي تقوم بها 50 اسرة مكونة من S= 3 افراد وتمتلك سيارة واحدة C=1

نلاحظ ان المعدل من الجدول الذي انشأ هو Trip rate = 2.4

Total trip = عدد الاسر * المعدل =2.4 * 5 0 = 120

4- Regression analysis method: -

- طريقة تعتمد علي تكون علاقة (معادلة) خطية بين عدد الرحلات المتولدة و المتغيرات المستقله التي تؤثر علي تولد الرحلات .

$$y = a_o + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + \ldots\ldots\ldots + a_n x_n \ldots$$

حيث y : عدد الرحلات المتولدة في المنطقة

حيث a_i : ثوابت يتم الحصول عليها باستخدام بيانات حقيقية بالمعايرة.

حيث x_i : العوامل المؤثرة على تولد الرحلات مثل:

- عدد السكان
- متوسط دخل الفرد
- ملكية السيارات
- مساحة النشاط

اختيار المتغير المستقل المستخدم في المعادلة بناءا علي شرطين لابد ان يتحققوا فيه :-

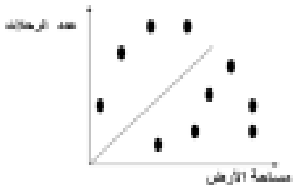
1) ان يكون لديه معامل ارتباط كبير بينه وبين عدد الرحلات المتولدة
2) ان يكون الارتباط بينه و بين المتغيرات الاخري المستقله المستخدمة في المعادلة ضعيف

- المقصود بمعامل الارتباط هو R^2
- كلما زادت قيمة R^2 واقتربت اكثر من 1 كلما كان معامل الارتباط قوي

$R^2 = 0.91$

" ارتباط قوي "

العلاقة بين تولد الرحلات وعدد السكان



$R^2 = 0.06$

" ارتباط ضعيف "

العلاقة بين تولد الرحلات ومساحة الأرض

مثال علي تحديد المتغير التابع المستخدم في معادلة حساب الرحلات :

معطي في الجدول التالي ارتباط عدة عناصر بعدد الرحلات و المطلوب تحديد المتغيرات المستقله المستخدمة في المعادلة :-

A correlation Matrix

	Trip Generation	Population	Number of Employees	Average Income	Car Ownership	Land Area
Trip generation	1	0.91	0.85	0.82	0.85	0.2
Population		1	0.93	0.35	0.30	0.22
Number of Employees			1	0.23	0.15	0.32
Average income				1	0.83	0.28
Car ownership					1	0.39
Land area						1

- الشرط الاول .

المتغيرات التي لها اعلي ارتباط بتولد الرحلات :

- Population (0.91)
- Number of employees (0.85)
- Average Income (0.82)
- Car Ownership (0.85)

- يتم اخذ المتغير الذي له اعلي معامل ارتباط واعتباره اول متغير مستقل في المعادلة

- ندرس ارتباط اول متغير (اعلي ارتباط بعدد الرحلات) بباقي المتغيرات المختارة نجد ان :

- Population with Number of employees (0.93) "High"
- Population with Average Income (0.35) " Low"
- Population with Car Ownership (0.30) "Low"

Neglect Number of employees " with high correlation "

- ندرس ارتباط ثاني متغير ملكية السيارة بمتوسط الدخل :

Car Ownership with Average Income (0.83) "High"

Neglect Average Income " with high correlation "

بالتالي يكون المتغيران المستقلان المستخدمان في المعادلة (عدد السكان – ملكية السيارة)

Construct regression analysis equation تكوين معادلة الانحدار

$y^e = a + b\,x$ إنشاء نموذج رياضي بسيط

Zone	x	y	x^2	x . y	y^e	$(y^e - y^-)^2$	$(y-y^-)^2$
A	✓	✓					
B	✓	✓					
C	✓	✓					
D	✓	✓					
E	✓	✓					
sum	Σ x	Σ y	Σ x^2	Σ X y		Σ $(y^e - y^-)^2$	Σ $(y-y^-)^2$

$x^- = \Sigma\, x / n$ $y^- = \Sigma\, y / n$

$y = a + b\,x$ إنشاء نموذج رياضي بسيط

$b = \{ \Sigma\, x\, y - n\, x^- y^- \} / \{ \Sigma\, x^2 - n\, (x^-)^2 \}$

$a = y^- - b\, x^-$

Correlation Coefficient (R^2)

$R^2 = \Sigma\, (y^e - y^-)^2 \;/\; \Sigma\, (y - y^-)^2$

Problem: An urban area consists of 5 zones, and it is found that the population is the best factor affecting trip generation from each zone. The daily trips (y_i) and population (X_i) for each zone are as follow:

Zone	1	2	3	4	5
Population (Xi)	10,000	20,000	30,000	40,000	50,000
Daily trips(yi)	2,000	3,000	7,000	8,000	11,000

It is required to build simple regression equation in the form y = a + bX. Also, calculate the correlation coefficient R^2.If the expected future population of zone 2 will be 28,000 person, what will be the expected number of trips generated from this zone?

Solution

$y = a + bX$ لايجاد المعادلة لابد ان نوجد قيم الثوابت a,b من خلال القوانين الاتية

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} \qquad b = \frac{\sum Y*X - n\bar{X}*\bar{Y}}{\sum X^2 - n*\bar{X}^2} \qquad \bar{X} = \frac{\sum X}{n} \quad \bar{Y} = \frac{\sum Y}{n}$$

تنشأ الجدول الاتي لكي تحسب قيم الثوابت

ZONE	Y	X	X^2	Y. X	Y*	$(Y-\bar{Y})^2$	$(Y^*-\bar{Y})^2$
1	2000	10000	$(2000)^2$	$=2000*10000 = 2*10^7$	1800	$17.64*10^6$	$21.16*10^6$
2	3000	20000	$4*10^8$	$6*10^7$	3800	$10.24*10^6$	$5.29*10^6$
3	7000	30000	$9*10^8$	$21*10^7$	6200	$0.64*10^6$	0
4	8000	40000	$8*10^8$	$32*10^7$	8500	$3.24*10^6$	$5.29*10^6$
5	11000	50000	$25*10^8$	$55*10^7$	10800	$23.04*10^6$	$21.16*10^6$
Σ	31 000	150 000	$55*10^8$	$116*10^7$		$54.8*10^6$	$52.9*10^6$

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{150000}{5} = 30000 \qquad \bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} = \frac{31000}{5} = 6200$$

$$b = \frac{\sum Y^* X - n\bar{X}^*\bar{Y}}{\sum X^2 - n^*\bar{X}^2} = \frac{116*10^7 - 5*30000*6200}{55*10^8 - 5*30000^2} = 0.23$$

$$a = \bar{Y} - b^*\bar{X} = 6200 - 0.23*30000 = -700 \qquad \therefore Y = -700 + 0.23 * X$$

2- تقييم النموذج ؟

يتم تقييم النموذج من خلال حساب معامل الارتباط (R^2)

معامل الارتباط يتراوح من 0-1 كلما اقترب من الواحد دل علي ان الارتباط قوي.

if $R^2 > 0.5$ الارتباط جيد if $R^2 < 0.5$ الارتباط ضعيف ويرفض النوذج

نوجد قيمة y^* بالتعويض بقيمة x المعطاه في المعادلة :

$y^*_1 = -700 + 0.23\ X = -700 + 0.23 * 10000 = 1600$

$y^*_2 = -700 + 0.23 * 20000 = 3900$

$$R^2 = \frac{\sum (Y^* - \bar{Y})^2}{\sum (Y - \bar{Y})^2} = \frac{\sum (Y^* - 6200)^2}{\sum (Y - 6200)^2} = \frac{52.9*10^6}{54.8*10^6} = 0.96$$

الارتباط قوي لان $0.5 < R^2$ تقترب من الواحد و هذا يعني ان النموذج جيد جدا"

$y = -700 + 0.23\ X = -700 + 0.23 * 28000 = 5740$ #3

CHAPTER (5)

Trip Distribution

Trip Distribution: -

It is the step of distributing the total production trips of each zone among possible other zones.

خطوة توزيع الرحلات هي عملية توزيع الرحلات المتولدة من كل منطقة علي المناطق المحيطة بها .

Methods of trip Distribution طرق حساب توزيع الرحلات

1) Growth factor method طريقة معامل النمو

   A. Uniform Growth Factor Method طريقة معامل النمو الموحد

   B. Average Growth Factor Method طريقة معامل النمو المتوسط

   C. Fratar Method طريقة فراتر

   D. Furness Method طريقة فرنس

2) Gravity Model طريقة نموذج الجاذبية

1- Growth factor method: -

A. Uniform Growth Factor Method طريقة معامل النمو الموحد

- تعتمد هذه الطريقه علي ان توزيع الرحلات بين المناطق سوف يزيد بمعدل ثابت في المستقبل
- تتنبأ هذه الطريقة بتوزيع الرحلات في المستقبل بالاعتماد علي توزيع الرحلات الحالي
- معامل النمو الموحد يتم حسابه بدلاله مجموع الرحلات الكلية المتولدة من المناطق في المستقبل و الحاضر

$$T_{ij} = t_{ij} * G$$

$$G = \frac{\text{Summation of future trips}}{\text{Summation of curret trips}}$$

T_{ij}: future trips from zone I to zone j t_{ij}: current trips from zone I to zone j

G: Growth Factor

Example 1: -

Given the current trip distribution between zones (A , B , C , D) in table 1 . If the estimated generated trips from each zones as below, it is required to estimate the future trip distribution (O-D) matrix in the future using uniform growth factor method .

Table 1

O/D	A	B	C	D	P_f
A	-	250	350	180	1150
B	120	-	180	200	690
C	350	250	-	150	950
D	100	150	250	-	850

Solution

$$T_{ij} = t_{ij} * G$$

$$G = \frac{\text{Summation of future trips}}{\text{Summation of curret trips}}$$ ، نحسب عدد الرحلات الكلية الحالية

O/D	A	B	C	D	P_c	P_f
A	-	250	350	180	780	1150
B	120	-	180	200	500	690
C	350	250	-	150	750	950
D	100	150	250	-	500	850
Sum					2530	3640

G = (3640 / 2530) = 1.439

نضرب معامل النمو الموحد في كل رقم في المصفوفه للحصول علي توزيع الرحلات المستقبلي

Table2 , Future trip distribution

O/D	A	B	C	D
A	-	359.75	503.65	259.02
B	172.68	-	259.02	287.8
C	503.65	359.75	-	215.85
D	143.9	215.85	359.75	-

B. Average Growth Factor Method طريقة معامل النمو الموحد

- تعتمد هذه الطريقه علي ان توزيع الرحلات بين المناطق سوف يزيد بمعدل ثابت في المستقبل
- تتنبأ هذه الطريقة بتوزيع الرحلات في المستقبل بالاعتماد علي توزيع الرحلات الحالي
- معامل النمو الموحد يتم حسابه بدلاله متوسط معامل النمو للرحلات المتولدة و الرحلات المنجذبه

$$T_{ij} = t_{ij} * \left(\frac{G_p+G_A}{2}\right)$$

T_{ij}: future trips from zone I to zone j t_{ij}: current trips from zone I to zone j

G_p: Growth Factor for production G_A : Growth Factor for attraction

Example 2: -

Given the current trip distribution between zones (A , B , C , D) in table 1 . If the estimated generated trips from each zones as below, it is required to estimate the future trip distribution (O-D) matrix in the future using average growth factor method .

Table 3

O/D	A	B	C	D	P_f
A	-	200	350	180	1150
B	120	-	180	200	690
C	350	250	-	150	950
D	100	150	250	-	850
A_f	898	828	998	901	

Solution

$$T_{ij} = t_{ij} * \left(\frac{G_p+G_A}{2}\right)$$

يتم حساب معامل النمو للرحلات المتولدة G_p و للرحلات المنجذبة G_A لكل منطقة و يصبح المصفوفه

بالشكل التالي :

O/D	A	B	C	D	Pc	P_f	Gp
A	-	200	350	180	730	1150	1.6
B	120	-	180	200	500	690	1.4
C	350	250	-	150	750	950	1.3
D	100	150	250	-	500	850	1.7
Ac	570	600	780	530			
A_f	898	828	988	901			
GA	1.6	1.4	1.3	1.7			

- $T_{AB} = 250 * \left(\frac{1.6+1.4}{2}\right) = 300$
- $T_{AC} = 350 * \left(\frac{1.6+1.3}{2}\right) = 507.5$
- $T_{AD} = 180 * \left(\frac{1.6+1.7}{2}\right) = 297$
- $T_{BA} = 120 * \left(\frac{1.4+1.6}{2}\right) = 180$
- $T_{BC} = 180 * \left(\frac{1.4+1.3}{2}\right) = 243$
- $T_{BD} = 200 * \left(\frac{1.4+1.7}{2}\right) = 310$
- $T_{CA} = 350 * \left(\frac{1.3+1.6}{2}\right) = 507.5$
- $T_{CB} = 250 * \left(\frac{1.3+1.4}{2}\right) = 337.5$
- $T_{CD} = 150 * \left(\frac{1.3+1.7}{2}\right) = 225$
- $T_{DA} = 100 * \left(\frac{1.7+1.6}{2}\right) = 165$
- $T_{DB} = 150 * \left(\frac{1.7+1.4}{2}\right) = 232.5$
- $T_{DC} = 250 * \left(\frac{1.7+1.3}{2}\right) = 375$

تكون مصفوفه توزيع الرحلات في المستقبل بالشكل التالي :-

O/D	A	B	C	D	P_f calculated	P_f Given	Gp(cal/Giv)	Accept (0.95-1.05)
A	-	300	507.5	297	1104.5	1150	0.96	X
B	180	-	243	310	733	690	1.06	X
C	507.5	337.5	-	225	1070	950	1.13	X
D	165	232.5	375	-	722.5	850	0.91	√
A_f calculated	852.5	870	1125.5	832				
A_f Given	898	828	988	901				
GA(Cal/Giv)	0.95	1.05	1.14	0.92				
	√	√	X	X				

We need second trial to have G (0.95-1.05)

Second trial

- $T_{AB} = 300 * \left(\frac{0.96+0.95}{2}\right) = 286.5$
- $T_{AC} = 507.5 * \left(\frac{0.96+1.14}{2}\right) = 532.88$
- $T_{AD} = 297 * \left(\frac{0.96+0.92}{2}\right) = 279.18$
- $T_{BA} = 180 * \left(\frac{1.06+0.95}{2}\right) = 198$
- $T_{BC} = 243 * \left(\frac{1.06+1.14}{2}\right) = 267.3$
- $T_{BD} = 310 * \left(\frac{1.06+0.92}{2}\right) = 306.9$
- $T_{CA} = 507.5 * \left(\frac{1.13+0.95}{2}\right) = 527.8$
- $T_{CB} = 337.5 * \left(\frac{1.13+1.05}{2}\right) = 367.88$
- $T_{CD} = 225 * \left(\frac{1.13+0.92}{2}\right) = 230.625$
- $T_{DA} = 165 * \left(\frac{0.91+0.95}{2}\right) = 153.45$
- $T_{DB} = 232.5 * \left(\frac{0.91+1.05}{2}\right) = 227.85$
- $T_{DC} = 375 * \left(\frac{0.91+1.14}{2}\right) = 384.375$

تكون مصفوفه توزيع الرحلات في المستقبل بالشكل التالي :-

O/D	A	B	C	D	P_f calculated	P_f Given	Gp(cal/Giv)	Accept (0.95-1.05)
A	-	286.5	532.88	279.18	1098.56	1150	0.96	X
B	198	-	267.3	306.9	772.2	690	1.12	X
C	527.8	367.88	-	230.625	1126.305	950	1.19	X
D	153.45	227.85	384.375	-	765.675	850	0.90	X
A_f calculated	879.25	882.23	1184.55	816.705				
A_f Given	898	828	988	901				
GA(Cal/Giv)	0.98	1.07	1.20	0.91				
	X	X	X	X				

We need third trial to have G (0.95-1.05)

Trials until gets G= (0.95-1.05)

C. Fratar Method طريقة فراتر

It assumes that the present trips will increase in the future in proportion to G_i, G_j as well as the relation between the zone production and attraction.

$$T_{ij} = t_{ij} * G_i * G_j \times \frac{\Sigma t_{ik}}{\Sigma (t_{ik} \times G_k)}$$

Where:

T_{ij} : is the future trips

t_{ij} : is the present trips

G_i, G_j : are growth factors = summation future trips / summation present trips

$\Sigma t_{ik} / \Sigma t_{ik} * G_k$: the relation between the zone production and attraction

Example 3: -

Given the current trip distribution between zones (A , B , C , D) in table 1 . If the estimated generated trips from each zones as below, it is required to estimate the future trip distribution (O-D) matrix in the future using Fratar method .

Table 4

O/D	A	B	C	D	P_f
A	-	200	350	180	1150
B	120	-	180	200	690
C	350	250	-	150	950
D	100	150	250	-	850
A_f	898	828	998	901	

Solution

O/D	A	B	C	D	Pc	P_r	Gp
A	-	200	350	180	730	1150	1.6
B	120	-	180	200	500	690	1.4
C	350	250	-	150	750	950	1.3
D	100	150	250	-	500	850	1.7
Ac	570	600	780	530			
A_r	898	828	988	901			
GA	1.6	1.4	1.3	1.7			

- $T_{AB} = 200 * 1.60 * 1.40 * \left(\frac{730}{200*1.40+350*1.30+180*1.70}\right) = 314.16$
- $T_{BA} = 120 * 1.40 * 1.60 * \left(\frac{500}{120*1.60+180*1.30+200*1.70}\right) = 175.46$
  - $T_{AB}=T_{BA}= 0.50 * (314.16+175.46) = 244.81$
- $T_{AC} = 350 * 1.60 * 1.30 * \left(\frac{730}{200*1.40+350*1.30+180*1.70}\right) = 510.51$
- $T_{CA} = 350 * 1.30 * 1.60 * \left(\frac{750}{350*1.60+250*1.40+150*1.70}\right) = 468.67$
  - $T_{AC}=T_{CA}= 0.50 * (510.51+468.67) = 489.59$
- $T_{AD} = 180 * 1.60 * 1.70 \left(\frac{730}{200*1.40+350*1.30+180*1.70}\right) = 343.33$
- $T_{DA} = 100 * 1.70 * 1.60 * \left(\frac{500}{100*1.60+150*1.40+250*1.30}\right) = 195.68$
  - $T_{AD}=T_{DA}= 0.50 * (343.33+195.68) = 269.51$
- $T_{BC} = 180 * 1.40 * 1.30 * \left(\frac{500}{120*1.60+180*1.30+200*1.70}\right) = 213.84$
- $T_{CB} = 250 * 1.30 * 1.40 * \left(\frac{750}{350*1.60+250*1.40+150*1.70}\right) = 300.93$
  - $T_{BC}=T_{CB}= 0.50 * (213.84+300.93) = 257.38$
- $T_{BD} = 200 * 1.40 * 1.70 * \left(\frac{500}{120*1.60+180*1.30+200*1.70}\right) = 310.7$
- $T_{DB} = 150 * 1.70 * 1.40 * \left(\frac{500}{100*1.60+150*1.40+250*1.30}\right) = 256.83$
  - $T_{BD}=T_{DB}= 0.50 * (310.7+256.83) = 283.77$

- $T_{CD} = 150 * 1.30 * 1.70 * \left(\frac{750}{350*1.60+250*1.40+150*1.70}\right) = 213.41$
- $T_{DC} = 250 * 1.70 * 1.30 * \left(\frac{500}{100*1.60+150*1.40+250*1.30}\right) = 397.48$
- $T_{CD}=T_{DC}= 0.50 * (213.41+397.48) = 305.44$

نكون مصفوفه توزيع الرحلات في المستقبل بالشكل التالي :-

O/D	A	B	C	D	P_f calculated	P_f Given	Gp(cal/Giv)	Accept (0.95-1.05)
A	-	244.81	489.59	269.51	1098.25	1150	0.96	X
B	244.81	-	257.38	283.77	785.96	690	1.14	X
C	489.59	257.38	-	305.44	1052.41	950	1.11	X
D	269.51	283.77	305.44	-	858.72	850	1.01	√
A_f calculated	1003.91	785.96	1052.41	858.72				
A_f Given	898	828	988	901				
GA(Cal/Giv)	1.12	0.95	1.07	0.95				
	X	√	X	√				

We need second trial to have G (0.95-1.05)

Trials until gets G= (0.95-1.05)

D. Furness Method طريقة فرنس

This is also an iterative type method by which the distribution of trips between zones are determined based on the production and the attraction growth factors. The method as follows:-

- Multiply each row of the matrix by the appropriate production growth factor (G_i),
- Using other attraction growth factor, multiply each column by the appropriate attraction growth factor (G_j),
- Repeat the trials until ($Gi = 1 \pm 0.05$) using the following

$$T_{ij} = t_{ij} * G$$

- Furness depends on that there is difference between G_i and G_j .... (i.e. $G_i \neq G_j$)

Example

Obtain the future Matrix using Furness method. Given the present Matrix and the future Production and Attraction of each zone.

Present O/D matrix

O/D	A	B	C	D	$\sum P_i^P$	$\sum P_i^F$	G_i
A	-	200	500	150	850	2550	3
B	100	-	300	50	450	1125	2.5
C	200	200	-	300	700	1400	2
D	100	80	400	-	580	1450	2.5
$\sum A_j^P$	400	480	1200	500			
$\sum A_j^F$	1200	1200	2400	1250			
G_j	3	2.5	2	2.5			

First trial

using the production factor Gi

نضرب الصفوف في الجدول السابق في G_i

ثم يتم التجميع رأسيا و مقارنة اجمالي الرحلا ت المتولدة المستقبلية المحسوبة بالمعطاة

Future O/D matrix

O/D	A	B	C	D
A	-	600	1500	450
B	250	-	750	125
C	400	400	-	600
D	250	200	1000	-
$\sum A_j^F$ calc	900	1200	3250	1175
$\sum A_j^F$	1200	1200	2400	1250
G_j	1.33	1.00	0.74	1.06
	x	√	x	x

2nd trial

نضرب الأعمدة في الجدول السابق في G_j

ثم يتم التجميع أفقيا و مقارنة اجمالي الرحلا ت المتولدة المستقبلية المحسوبة بالمعطاة

Future O/D matrix

O/D	A	B	C	D	$\sum P_i^F$ calc	$\sum P_i^F$	G_i	
A	-	600	1110	477	2187	2550	1.17	x
B	333	-	555	133	1020	1125	1.10	x
C	532	400	-	636	1568	1400	0.89	x
D	333	200	740	-	1273	1450	1.14	x

the allowable growth factor G = 1 ± 0.05

Need 3rd trail

3rd trial

نضرب الصفوف في الجدول السابق في Gi

ثم يتم التجميع رأسيا و مقارنة اجمالي الرحلا ت المتولدة المستقبلية المحسوبة بالمعطاة

Future O/D matrix

O/D	A	B	C	D
A	-	702	1299	558
B	366	-	611	146
C	473	356	-	566
D	379	228	844	-
$\sum A_j^F$ calc	1218	1286	2753	1270
$\sum A_j^F$	1200	1200	2400	1250
G_j	0.98	0.93	0.87	0.98
		x	x	

the allowable growth factor G = 1 ± 0.05

2) Gravity Model طريقة نموذج الجاذبية

فروض طريقة نموذج الجاذبية **Gravity Model method** هى: يفترض نموذج الجاذبية ان الرحلات الخارجة من المصدر وتنجذب الى الهدف تتناسب طرديا مع العدد الكلى للرحلات الناتجة من منطقة المصدر وكذلك مع العدد الكلى للرحلات المنجذبة للهدف كما تتناسب عكسيا مع مدى البعد الجغرافى بين المنطقتين سواء كان المسافة او الزمن او تكلفة الإنتقال

$$T_{ij} = P_i \{ (A_j * F_{ij} * K_{ij}) / (\sum A_x * F_{ix} * K_{ix}) \}$$

$$A_{adjusted} = (A_{given})^2 / (A_{estimated})$$

Where:-

T_{ij}: no of trips produced from zone I and attracted to zone j,

P_i: no of trips produced from zone I,

A_j: no or trips attracted to zone j,

F_{ij}: friction factor which is an inverse function of travel, time and cost,

K_{ij}: Socioeconomic adjustment factor.

Example مدينة تتكون من ثلاثة مناطق فرعية – لها هذه الخصائص:

Zone	1	2	3	Total Trips
Production Trips	700	800	500	2000
Attraction Trips	650	1000	350	2000

مصفوفة زمن الرحلة هى:

	Travel Time (min.)		
Zone	1	2	3
1	3	6	8
2	6	4	9
3	8	9	3

Travel Time (min.)	3	4	6	8	9
F_{ij}	3	2.5	2.3	1.5	1.2

مصفوفة (K_{ij}) هى:

Zone	1	2	3
1	1.1	1.5	0.8
2	0.6	1.3	0.5
3	1.1	1.4	1.3

استخدام طريقة معامل الجاذبية (Gravity Model Method) لتوزيع الرحلات بين المناطق الثلاثة.

Solution

F_{ij} Matrix

O/D	1	2	3
1	3	2.3	1.5
2	2.3	2.5	1.2
3	1.5	1.2	3

F_{ij} * K_{ij} Matrix

O/D	1	2	3
1	3 x 1.1	2.3 x 1.5	1.5 x 0.8
2	2.3 x 0.6	2.5 x 1.3	1.2 x 0.5
3	1.5 x 1.1	1.2 x 1.4	3 x 1.3

P & A for each Zone

Zone	1	2	3
Production Trips	700	800	500
Attraction Trips	650	1000	350

Zone 1

$T_{11} = 700 \{ (650^3^1.1) / (650^3^1.1+1000^2.3^1.5 + 350^1.5^0.8) \} = 249.626$
$T_{12} = 700 \{ (1000^2.3^1.5) / (650^3^1.1+1000^2.3^1.5 + 350^1.5^0.8) \} = 401.496$
$T_{13} = 700 \{ (350^1.5^0.8) / (650^3^1.1+1000^2.3^1.5 + 350^1.5^0.8) \} = 48.878$

P & A for each Zone

Zone	1	2	3
Production Trips	700	800	500
Attraction Trips	650	1000	350

F_{ij} * K_{ij} Matrix

O/D	1	2	3
1	3 x 1.1	2.3 x 1.5	1.5 x 0.8
2	2.3 x 0.6	2.5 x 1.3	1.2 x 0.5
3	1.5 x 1.1	1.2 x 1.4	3 x 1.3

Zone 2

$T_{21} = 800 \{ (650^2.3^0.6) / (650^2.3^0.6+1000^2.5^1.3 + 350^1.2^0.5) \} = 164.7$
$T_{22} = 800 \{ (1000^2.5^1.3) / (650^2.3^0.6+1000^2.5^1.3 + 350^1.2^0.5) \} = 596.741$
$T_{23} = 800 \{ (350^1.2^0.5) / (650^2.3^0.6+1000^2.5^1.3 + 350^1.2^0.5) \} = 38.559$

Zone 3

$T_{31} = 500 \{ (650^1.5^1.1) / (650^1.5^1.1+1000^1.2^1.4 + 350^3^1.3) \} = 130.237$
$T_{32} = 500 \{ (1000^1.2^1.4) / (650^2.3^0.6+1000^2.5^1.3 + 350^1.2^0.5) \} = 204.007$
$T_{33} = 500 \{ (350^3^1.3) / (650^2.3^0.6+1000^2.5^1.3 + 350^1.2^0.5) \} = 165.756$

Solution

O / D Matrix 1st trail

Zone	1	2	3
1	249.626	401.496	48.878
2	164.7	596.741	38.559
3	130.237	204.007	165.756
$A_{calculated}$	544.563	1202.244	253.193
A_{given}	650	1000	350
Factor	1.19 x	0.83 x	1.38 x
$A_{adjusted}$	775.851	831.778	483.821

$(650)^2 / (544.56) = 775.85$

Solution

Second Trail:

T_{11} = 700 * 775.851 * 3 * 1.1 / (775.851* 3* 1.1 + 831.778*2.3*1.5 + 488.821*1.5*0.8) = 298.1795

And so on.....

O / D Matrix 2nd Trial

Zone	1	2	3
1	298.179	334.204	67.616
2	210.749	532.109	57.14
3	140.231	153.073	206.695
$A_{calculated}$	649.16	1019.386	331.452
A_{given}	650	1000	350
Factor	1.00 √	0.98 √	1.05 √

The resulted factors are in the recommended range (0.95 - 1.05)

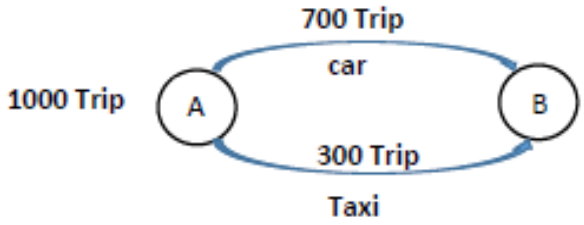
CHAPTER (6)

Modal Split

Modal choice

تقسيم الرحلات علي وسائل النقل

_ هي عملية يتم فيها تقسيم الرحلات بين كل منطقتين نقل علي وسائل النقل المختلفه .



1000 رحله خارجه من A الي B تم توزيعها الي 700 رحله بـ car و300 رحله بـ Taxi

العوامل المؤثره في اختيار وسيلة النقل :-

1) عوامل خاصه بخصائص الرحلة

(أ) طول الرحلة

- اذا كانت مسافة الرحلة صغيره يفضل الراكب الانتقال بالنقل الجماعي لان التكلفه ستكون صغيره.
- اذا كانت مسافة الرحلة كبيره يفضل الراكب الانتقال بالنقل الفردي لانه اسرع وسيأخذ وقت اقل من النقل الجماعي.

(ب) الغرض من الرحله

- اذا كان الغرض من الرحله هو العمل يفضل الشخص النقل الجماعي لان التكلفه ستكون صغيره.
- اذا كان الغرض من الرحله هو الترفيه يفضل الشخص النقل الفردي لانه أكثر راحه وحرية في الانتقال .

(ج) توقيت الرحله

- اذا كانت الرحلة في اوقات الازدحام يفضل الراكب النقل الفردي لانه اسرع ويأخذ وقت أقل .
- اذا كانت الرحلة في غيراوقات الازدحام يفضل الراكب النقل الجماعي لانه اقل في التكلفه .

النقل الفردي (السياره الخاصه _ السياره الاجره)

النقل الجماعي (الاتوبيس _ المترو _ القطار - الميكروباص)

2) عوامل خاصة بخصائص الراكب

(أ) الدخل

⟸ كلما زاد دخل الفرد يفضل الراكب استخدام النقل الفردي عن الجماعي .

(ب) ملكية السيارة

⟸ اذا كان الشخص يمتلك سياره سيقوم بعمل الرحلة بسيارته الخاصه.

(ج) المركز الاجتماعي

⟸ كلما زاد المركز الاجتماعي للشخص فإنه سيفضل النقل الفردي عن الجماعي.

3) عوامل خاصة بنظام النقل

(أ) تكلفة النقل

⟸ تكلفة النقل الجماعي اقل لانه يتحمل الاجره فقط بينما في النقل الفردي يتحمل تكلفة الوقود والصيانه .

(ب) مستوى الخدمه

⟸مستوي الخدمه في النقل الفردي أفضل لانه يوفر الراحه والأمان وسهولة الانتقال .

(ج) زمن الرحلة

⟸ هو الزمن من الباب الي الباب اي يشمل كل الازمنه الثانويه (زمن انتظار في الموقف ـزمن السير الي الموقف) حتي مكان النهايه .

هنا يقوم الشخص بتقدير الزمن للنقل الجماعي والزمن للنقل الفردي وعلى اساس الزمن يتم اختيار وسيلة النقل

قد يفضل الشخص النقل الجماعي مثل المترو او القطار لان زمن الرحله ثابت

طرق التنبؤ بتقسيم الرحلات علي وسائل النقل

1- منحنيات التحويل (Diversion curves)

2- نماذج الاحتماليه (probabilistics models)

1- منحنيات التحويل (Diversion curves)

طريقه قديمه لم تعد تستخدم لانها :

أ- تصلح في حاله وجود وسيلتين نقل فقط

ب- هي عباره عن مجموعه من المنحنيات وتحتاج الي بيانات كثيرة لمعايرة هذه المنحنيات.

2- نماذج الاحتماليه (probabilistics models)

يتم فيه حساب نسبة كل وسيلة نقل المحتمل استخدامها بناء علي ما تقدمه كل وسيلة نقل من منفعه وفائده للمستخدم.

الشخص هيستخدم وسيلة النقل التى تحقق له منفعه وفائدة اكبر

يتم تقسيم الرحلات باستخدام النموذج اللوغاريتمى (logit model)

فروض النموذج اللوغاريتمى (logit model)

(1) الاختيارات مستقله

⟸ بمعني الشخص سيختار وسيلة واحده للقيام بالرحله ولا يستطيع اختيار اكثر من وسيله.

(2) تقييم وسائل النقل بناء علي دالة المنفعه

(3) الشخص يختار الوسيله التي تحقق له أعلي منفعه

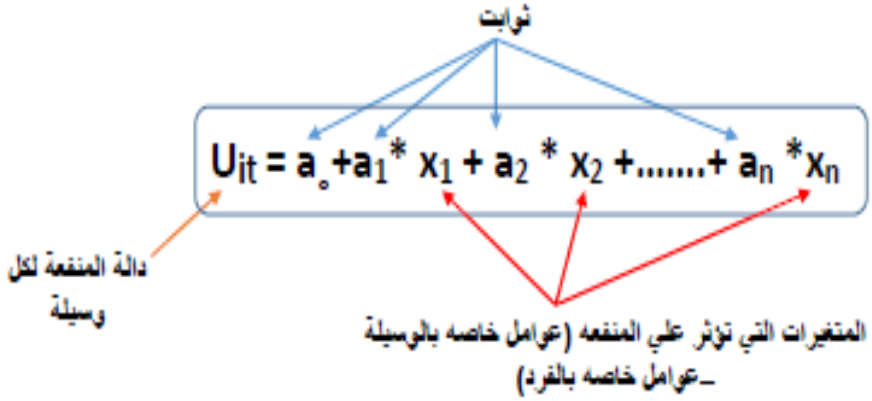
(4) دالة المنفعه تعتمد علي خصائص الوسيله وخصائص الفرد

(5) نفرض ان دالة المنفعه دالة خطيه

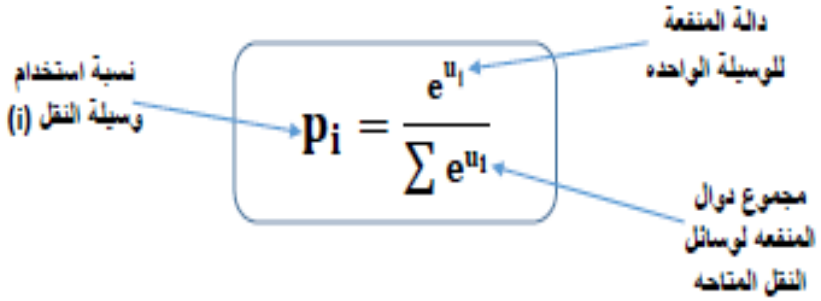
دالة المنفعه : هي دالة توضح مدي المنفعه والفائده التي تعود علي الشخص من استخدامه وسيلة نقل ما.

خطوات تقسيم الرحلات علي وسائل النقل

1- نحدد دالة المنفعة لكل وسيلة



2- نحسب نسبة استخدام كل وسيلة بناءا على دالة المنفعه



e^{ui} : exponetial (ui) عباره عن

U_i : قيمة دالة المنفعه

$$p_i = \frac{e^{u_i}}{e^{u_i} + e^{u_{i+1}} + \cdots + e^{u_k}.}$$

ملحوظه : مجموع نسب استخدام كل وسيله (Σp) =100 %

3- نحسب عدد الرحلات لكل وسيلة

عدد الرحلات لكل وسيله = عدد الرحلات الكليه * نسبة استخدام الوسيلة (pi)

Example1

اذا كانت دالة المنفعه لاي وسيلة تعطي بالعلاقة الاتيه:

$$U_k = a_k - 0.025 * x_1 - 0.032 * x_2 - 0.015 * x_3 - 0.002 * x_4$$

المتغير / الوسيله	زمن الانتقل للموقف (x1)	زمن انتظار وسيلة النقل(x2)	زمن الرحله الفعلي(x3)	تكلفه الرحله (x4)	a_k
سياره خاصه A	5	0	20	100	- 0.12
اتوبيس B	10	15	40	50	- 0.56

1-احسب نصيب كل وسيلة من الوسائل اذا كان عدد الرحلات اليومي 8000 رحلة شخص / يوم

2-احسب نصيب كل وسيلة من الوسائل من الرحلات اذا تغيرت تكلفة الاتوبيس الي 40 قرش بدلا من 50 قرش.

Solution

اولا :نحسب دالة المنفعة لكل وسيلة

$$U_k = a_k - 0.025 * x_1 - 0.032 * x_2 - 0.015 * x_3 - 0.002 * x_4$$

$$U_A = -0.12 - 0.025 * 5 - 0.032 * 0 - 0.015 * 20 - 0.002 * 100 = -0.745$$

$$U_B = -0.56 - 0.025 * 10 - 0.032 * 15 - 0.015 * 40 - 0.002 * 50 = -1.99$$

ثانيا :نحسب احتمال استخدام كل وسيله

$$P_i = \frac{e^{u_i}}{\sum e^{u_i}}$$

$$P_A = \frac{e^{u_A}}{e^{u_A} + e^{u_B}} \Rightarrow P_A = \frac{e^{-0.745}}{e^{-0.745} + e^{-1.99}} = 0.7764$$

$$P_B = \frac{e^{u_B}}{e^{u_A} + e^{u_B}} \Rightarrow P_B = \frac{e^{-1.99}}{e^{-0.745} + e^{-1.99}} = 0.2236$$

$P_A = 77.64\%$, $P_B = 22.36\%$

$$P_A + P_B = 100\ \% \qquad OK$$

ثالثا :نحسب عدد رحلات لكل وسيلة

عدد الرحلات لكل وسيله = عدد الرحلات الكليه * نسبة استخدام الوسيلة (pi)

عدد الرحلات لـ السياره الخاصه = 8000 * 0.7764 = 6211 رحلة شخص / يوم

عدد الرحلات لـ الاتوبيس = 8000 * 0.2236 = 1789 رحلة شخص / يوم

المطلوب الثاني : اذا تغيرت تكلفة الاتوبيس الى 40 قرش بدلا من 50

المتغير / الوسيله	زمن الانتقل للموقف (x1)	زمن انتظار وسيلة النقل(x2)	زمن الرحله الفعلي(x3)	تكلفه الرحله (x4)	a_k
سياره خاصه A	5	0	20	100	- 0.12
اتوبيس B	10	15	40	40	- 0.56

$$U_A = - 0.745$$

$$U_B = -0.56 - 0.025 * 10 - 0.032 * 15 - 0.015 * 40 - 0.002 * 40 = - 1.97$$

$$p_A = \frac{e^{-0.745}}{e^{-0.745} + e^{-1.97}} = 0.7729$$

$$p_B = \frac{e^{-1.97}}{e^{-0.745} + e^{-1.97}} = 0.2271$$

$P_A = 77.29\ \%$, $P_B = 22.71\ \%$

عدد الرحلات لـ السياره الخاصه = 8000 * 0.7729= 6183 رحلة شخص / يوم

عدد الرحلات لـ الاتوبيس = 8000 * 0.2271 = 1817 رحلة شخص / يوم

عندما كانت التذكره ب 50 قرش كانت الرحلات 1789 اي حققو دخل 894.5 جنيه
عندما كانت التذكره ب 40 قرش كانت الرحلات 1817 اي حققو دخل 726.8 جنيه
اي هناك خسارة في الدخل مقدارها = 726.8-894.5 = 167.7 جنيه

Example2

اذا كانت عدد الرحلات علي احد الوصلات هو 10000 رحلة شخص/ يوم وكانت وسائل النقل المتاحه هي التاكسي (A) اوالاتوبيس (B) وكانت دالة المنفعه كالاتي :

$$U_k = a_k - 0.02 * x_1 - 0.025 * x_2 - 0.03* x_3 - 0.015 * x_4$$

	a_k	Time to reach X1	Time of waiting x2	Travel time X3	Cost X4
A	- 0.5	7	0	18	250
B	- 0.3	10	12	25	x

- حدد سعر تذكرة الاتوبيس التى تجعل نسبة مستخدمى الاتوبيس 30%
- احسب اجمالي الدخل اليومي لشركة الاتوبيس

Solution

اولا :نحسب دالة المنفعة لكل وسيلة

$$U_k = a_k - 0.02 * x_1 - 0.025 * x_2 - 0.03* x_3 - 0.015 * x_4$$

$$U_A = -0.5 - 0.02 * 7 - 0.025 * 0 - 0.03* 18 - 0.015 * 250 = - 4.93$$

$$U_B = -0.3 - 0.02 * 10 - 0.025 * 12 - 0.03* 25 - 0.015 * X = - 1.55 - 0.015 *X$$

$$U_B = - 1.55 - 0.015 *X$$

ثانيا :نحسب احتمال استخدام كل وسيله

$p_B = 0.3$ معطي

$$p_B = \frac{e^{u_B}}{e^{u_A} + e^{u_B}}$$

$$0.3 = \frac{e^{u_B}}{e^{-4.93} + e^{u_B}} \xrightarrow{\text{By calc.}} U_B = -5.53$$

$- 5.53 = - 1.55 - 0.015 *X$ $X = 265.33$ قرش

Take $X = 265$ قرش

المطلوب الثاني : اجمالى الدخل اليومى لشركة الاتوبيس

نحسب عدد رحلات كل شخص يركب الاتوبيس

عدد الرحلات لكل وسيله = عدد الرحلات الكليه * نسبة استخدام الوسيلة (pi)

عدد الرحلات لـ الاتوبيس = 0.3 * 10000 = 3000 رحلة شخص / يوم

الدخل = عدد الرحلات لكل شخص * سعر التذكره

الدخل = 3000 * 2.65 =7950 جنيه / يوم

تم تحويله الي الجنيه

Example3

اذا كانت عدد الرحلات علي احد الوصلات في ساعه هو 2000 رحلة شخص وكانت وسائل النقل المتاحه هي التاكسي (taxi) اوالاتوبيس (Bus) او ينتقل ماشيا (walk)وكانت دالة المنفعه كالاتي :

$$U_{taxi} = 1.15 - 0.16\,(TT_{taxi}) - 0.05\,(TC_{taxi})$$

$$U_{bus} = 0.14\,(TT_{bus}) - 0.06\,(TC_{bus})$$

$$U_{walk} = 0.5 - 0.11\,(TT_{walk})$$

TT : زمن الرحلة بالدقيقه

TC : تكاليف الانتقال بالجنيه

وبفرض ان زمن الانتقال بالتاكسي = 12 دقيقه وبالاتوبيس = 17 دقيقه وزمن الانتقال مشيا = 40 دقيقه
تكلفة الانتقال بالتاكسي =1.25 جنيه وبالاتوبيس =0.25 جنيه (مشيا = 0) مطلوب الاتي :

1-عدد الاشخاص الذين سيستخدمون كل وسيلة من الوسائل الثلاث

2-اذا رأت هيئة النقل العام زيادة ثمن تذكرة الاتوبيس الي 40 قرش احسب خسارة او مكسب شركة الحافلات ؟ اكتب تعليقك.

3-اذا زادت ثمن تذكرة الاتوبيس الي 40 قرش وكذلك زادت اجرة التاكسي الي 150 قرش .احسب مكسب او خسارة الشركة(هيئة النقل العام). واكتب تعليقك .

Solution

اولا :نحسب دالة المنفعة لكل وسيلة

$$U_{taxi} = 1.15 - 0.16\,(TT_{taxi}) - 0.05\,(TC_{taxi})$$

$$U_{taxi} = 1.15 - 0.16\,(12) - 0.05\,(1.25) = -0.83$$

$$U_{bus} = 0.14\,(17) - 0.06\,(0.25) = 2.365$$

$$U_{walk} = 0.5 - 0.11\,(40) = -3.9$$

ثانيا :نحسب احتمال استخدام كل وسيله

$$p_i = \frac{e^{u_i}}{\sum e^{u_i}}$$

$$p_{taxi} = \frac{e^{u_{taxi}}}{e^{u_{taxi}} + e^{u_{Bus}} + e^{u_{walk}}} \qquad p_{taxi} = \frac{e^{-0.83}}{e^{-0.83} + e^{2.365} + e^{-3.9}}$$

$$p_{taxi} = 0.038 = 3.8\%$$

$$P_{Bus} = \frac{e^{u_{Bus}}}{e^{u_{taxi}} + e^{u_{Bus}} + e^{u_{walk}}} \qquad P_{Bus} = \frac{e^{2.365}}{e^{-0.83} + e^{2.365} + e^{-3.9}}$$

$$P_{Bus} = 0.933 = 93.3\%$$

$$P_{walk} = \frac{e^{u_{walk}}}{e^{u_{taxi}} + e^{u_{Bus}} + e^{u_{walk}}} \qquad P_{walk} = \frac{e^{-3.9}}{e^{-0.83} + e^{2.365} + e^{-3.9}}$$

$$P_{Bus} = 0.029 = 2.9\%$$

ثالثا :نحسب عدد رحلات (عدد الاشخاص) لكل وسيلة

عدد الاشخاص لكل وسيله = عدد الرحلات الكليه * نسبة استخدام الوسيلة (pi)

عدد الاشخاص مستخدمى التاكسى = 2000 * 0.038 = 76 رحلة شخص

عدد الاشخاص مستخدمي الاتوبيس = 2000 * 0.933 = 1866 رحلة شخص

عدد المشاه = 2000 * 0.029 = 58 رحلة شخص

المطلوب الثاني : اذا زادت تذكرة الاتوبيس ل 40 قرش نحسب المسكب او الخساره

اولا :نحسب دالة المنفعة لكل وسيلة

$U_{taxi} = -0.83$ $U_{walk} = -3.9$

$U_{bus} = 0.14\,(17) - 0.06\,(0.4) = 2.356$

$$P_{Bus} = \frac{e^{2.356}}{e^{-0.83} + e^{2.356} + e^{-3.9}} = 0.959$$

عدد الاشخاص مستخدمي الاتوبيس = 2000 * 0.959 = 1918 رحلة شخص

قيمة الدخل قبل زيادة سعر التذكره = 1866*0.25= 466.5 جنيه

قيمة الدخل بعد زيادة سعر التذكره = 1918*0.4= 727.6 جنيه

المكسب = 466.5-727.6= 261.1 جنيه

التعليق : على الرغم من زيادة سعر التذكره الا ان عدد المستخدمين للاتوبيس زاد لان التكلفة مازالت صغيره مقارنة ب تكلفة التاكسى

المطلوب الثالث : اذا زادت تذكرة الاتوبيس ل 40 قرش واجرة التاكسى الى 150 قرش نحسب المكسب او الخساره لشركة الحافلات

المقصود: تأثير زيادة اجرة التاكسى على دخل شركة الحافلات (هيئة النقل العام)

$$U_{walk} = -3.9 \qquad U_{bus} = 2.356$$

$$U_{taxi} = 1.15 - 0.16\,(12) - 0.05\,(1.5) = -0.845$$

$$P_{Bus} = \frac{e^{2.356}}{e^{-0.845} + e^{2.356} + e^{-3.9}} = 0.959$$

عدد الاشخاص مستخدمي الاتوبيس = 2000 * 0.959 = 1918 رحلة شخص

قيمة الدخل قبل زيادة سعر التذكره = 466.5 جنيه

قيمة الدخل بعد زيادة سعر التذكره = 727.2 جنيه

المكسب = 727.2-466.5= 261.1 جنيه

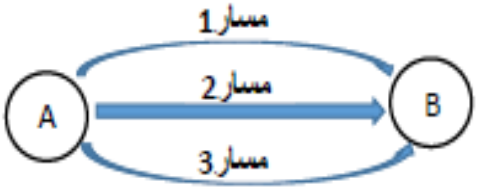
التعليق : على الرغم من زيادة اجرة التاكسى الا ان دخل شركة الحافلات زاد بسبب زيادة عدد المستخدمين لشركة الحافلات

(زيادة اجرة التاكسى قللت من مستخدمى التاكسى وزودت من مستخدمى الحافلات والمشاه)

CHAPTER (7)

Traffic Assignment
تقسيم الرحلات علي المسارات المتاحه

_ هي عملية يتم فيها تحديد عدد الرحلات التي تستخدم كل مسار من المسارات المتاحه بين المناطق المختلفه .



بين أي منطقتين نقل أكثر من مسار (طريق) والمطلوب في هذا الموضوع تحديد عدد الرحلات علي كل مسار

ـ أهداف تخصيص الرحلات

1- تقييم قدرة الشبكة علي تحمل حجم الرحلات في المستقبل .
2- وضع أكثر من خطة لشبكات النقل عند تصميم الطرق في المدن الجديده لاختيار افضلهم.

ـ البيانات المطلوب تجميعها عن شبكة الطرق لتخصيص الرحلات عليها

1- تفصيلات الشبكه (اسماء الوصلات ـ طول الوصلات ـ زمن الحركة علي الوصلات)
2- السرعه الحره علي كل وصله.
3- السعه المروريه علي كل وصله .
4- تكلفة النقل علي كل وصله.
5- اتجاه الحركة علي كل وصله.

لو عندنا منطقتين نقل بينهم أكثر من مسار (طريق) .هنا مستخدم السياره يختار مسار من هذه المسارات التى تحقق العوامل (العوامل التى تؤثر فى اختيار المسار) الاتيه:

1- زمن الرحله صغير
2- مسافة الرحله صغيره
3- تكلفة الرحله قليله
4- لا يوجد ازدحام فى الطريق
5- وجود خدمات علي الطريق (استراحة ـ محطة وقود)

بعض التعريفات الهامه

(1) متوسط مشغولية السياره

عبارة عن متوسط عدد الركاب في السيارة الواحده (عدد الركاب التي تستوعبه السياره الواحده).

$$\text{عدد الرحلات للسياره في اليوم (عربه/يوم)} = \frac{\text{عدد الرحلات للشخص}}{\text{متوسط مشغولية السياره}}$$

(2) الشجرة Tree

عبارة عن المسار ذات اقل زمن للانتقال من منطقة الي منطقة اخري.

(3) السرعه الحره free flow speed

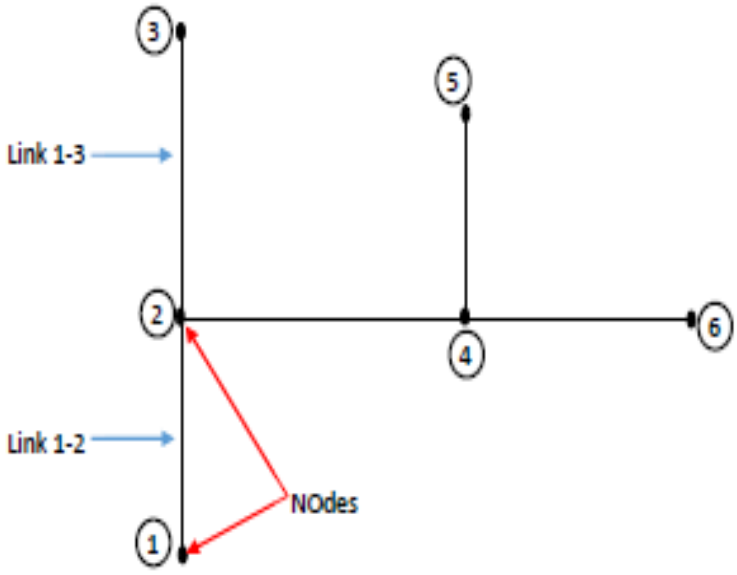
عبارة عن السرعه الموجوده علي الوصله عندما يكون حجم المرور = صفر .

(4) ترقيم الشبكة transportation network coding

هي عملية يتم فيها ترقيم العقد (Nodes) بأرقام بترتيب معين .

يتم تسمية الوصلات عن طريق اسم العقده فى بداية ونهاية

Link 1-2



(5) الزمن الحر

عبارة عن الزمن الموجود علي الوصله عندما يكون حجم المرور = صفر .

طرق تخصيص الرحلات

(1) طريقة الكل او لا شئ (All-or-Nothing)

(2) طريقة تقييد السعه

(3) طريقة التخصيص التدريجي

(4) طريقة الاتزان علي الشبكة

(5) طريقة منحنيات التحويل

(6) طريقة الاحتمالات

طريقة الكل او لا شئ (All-or-Nothing)

ـ تعتمد هذه الطريقه علي اختيار المسار الاقل زمن بين المنطقتين .

ـ الزمن المستخدم هو الزمن الحر .

ـ عندما يتساوي الزمن بين المسارات يتم تقسيم الرحلات بالتساوي علي هذه المسارات .

ـ يتم استخدام هذه الطريقة فى الحاله الاتيه:

عندما يكون حجم المرور اقل بكثير من السعه لانه يستخدم الزمن الحر (عندما يكون حجم المرور=0)

ـ من عيوب هذه الطريقه :

1- اهمال تأثير حجم المرور علي زمن الانتقال .

2- لايأخذ في الاعتبار سعة الوصله .

3- ينتج عن هذه الطريقة وصلات غير مستخدمه (لايوجد عليها رحلات).

فهم الطريقه :

يوجد منطقتين نقل بينهم 1000 رحلة ويمكن الوصول من منطقه للاخري عن طريق اربع مسارات كل مسار له زمن انتقال فنختار المسار الاقل في الزمن ليتحرك به 1000 رحله وباقي المسارات ليس بها رحلات .

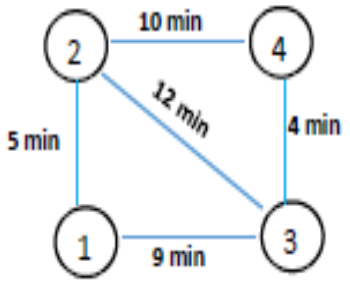
لو هناك مسارين لهما نفس الزمن وهو اقل زمن انتقال يتم تقسيم 1000 رحله علي المسارين بالتساوي

لو هناك 3 مسارات لهما نفس الزمن وهو اقل زمن انتقال يتم تقسيم 1000 رحله علي ال 3 مسارات بالتساوي

Example1

معطي مصفوفة الرحلات للشبكة ومطلوب تخصيص الرحلات علي المسارات وتحديد الوصلات المزدحمه اذا كانت السعه هي 1000 مركبه/ ساعه :

O \ D	1	2	3	4
1	-	1000	500	700
2	950	-	650	600
3	450	550	-	450
4	750	900	500	-



Solution

أولا: نكون جدول يوضح عدد الرحلات على كل مسار من المسارات المتاحه

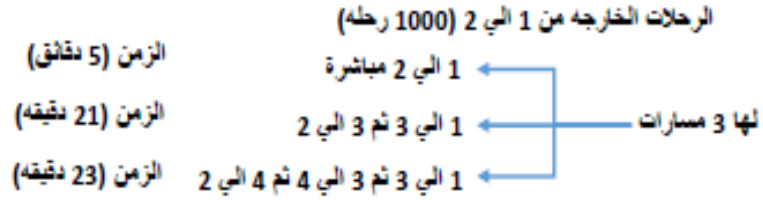
كل المسارات الموجوده علي الشبكه

From-to \ Link	Link 1-2	Link 2-1	Link 1-3	Link 3-1	Link 2-3	Link 3-2	Link 2-4	Link 4-2	Link 3-4	Link 4-3
1 - 2	1000									
1 - 3			500							
1 - 4			700						700	
2 - 1		950								
2 - 3					650					
2 - 4							600			
3 - 1				450						
3 - 2						550				
3 - 4									450	
4 - 1				750						750
4 - 2								900		
4 - 3										500
Σ	1000	950	1200	1200	650	550	600	900	1150	1250

الرحلات الخارجه من كل منطقه الى المنطقه الاخري

اجمالي الرحلات علي كل مسار (وصله)

لفهم الجدول :



نختار المسار الاقل زمن وهو link 1-2

ندخل الجدول في الصف الاول قصاد الرحلات الخارجه من 1 – 2 ونضع عدد الرحلات (1000) اسفل link 1-2

ثانيا : نكون جدول يوضح اجمالى عدد الرحلات على الوصلات

اجمالى الرحلات على كل وصله (الصف الاخير فى الجدول الاول)

O \ D	1	2	3	4
1	-	1000	1200	-
2	950	-	650	600
3	1200	550	-	1150
4	-	900	1250	-

المطلوب الثاني : اذا كانت السعه 1000 مركبه/ساعه ما هي الوصلات المزدحمه ؟

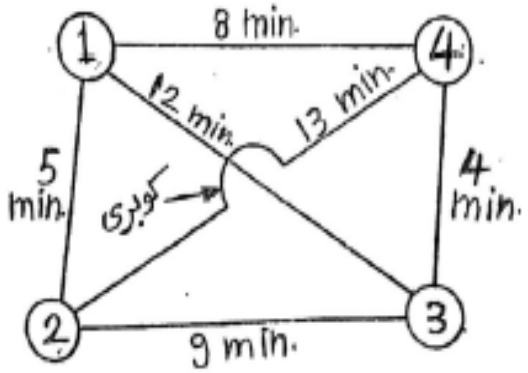
الوصلات المزدحمه لها حجم مرور اكبر من السعه وهي:

(Link 1-3 , link 3-1 , link 3-4 , link 4-3)

Example(final)

يوضح الجدول الاتي توزيع الرحلات بين اربع مناطق نقل 1ـ 2 ـ 3 ـ 4 كما يوضح الشكل التالي شبكة النقل وبها المسارات بين الاربع مناطق وأزمنة الحركه علي كل مسار. احسب تدفق الرحلات علي كل وصله باستخدام طريقة الكل او لا شئ :

O \ D	1	2	3	4
1	-	1000	500	700
2	950	-	650	600
3	450	550	-	450
4	750	900	500	-



ـ اذا كانت السعه 1000 مركبه/ساعه ما هي الوصلات التي عليها حجم مرور اكبر من السعه ؟

Solution

أولا: نكون جدول يوضح عدد الرحلات على كل مسار من المسارات المتاحه

الرحلات الخارجه من 1 الي 3 (500 رحله)

1 الي 3 مباشرة — الزمن (12 دقيقه)

لها 3 مسارات

1 الي 2 ثم 2 الي 3 — الزمن (14 دقيقه)

1 الي 4 ثم 4 الي 3 — الزمن (12 دقيقه)

هنا يوجد مسارين لهما اقل زمن (link 1-4 + link 4-3 , link 1-3)

نقسم الرحلات بالتساوى على المسارين

250 trip for link 1-3

250 trip for link 1-4 + link 4-3

Link / From-to	Link 1-2	Link 2-1	Link 1-3	Link 3-1	Link 1-4	Link 4-1	Link 2-3	Link 3-2	Link 2-4	Link 4-2	Link 3-4	Link 4-3
1 - 2	1000											
1 - 3			250		250							250
1 - 4					700							
2 - 1		950										
2 - 3							650					
2 - 4		200			200		200		200		200	
3 - 1				225		225					225	
3 - 2								550				
3 - 4											450	
4 - 1						750						
4 - 2	300					300		300		300		300
4 - 3												500
Σ	1300	1150	250	225	1150	1275	850	850	200	300	875	1050

ثانيا : نكون جدول يوضح اجمالي عدد الرحلات على الوصلات

O / D	1	2	3	4
1	-	1300	250	1150
2	1150	-	850	200
3	225	850	-	875
4	1275	300	1050	-

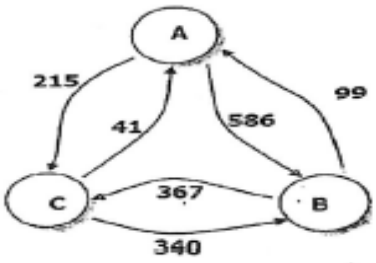
المطلوب الثاني : اذا كانت السعه 1000 مركبه/ساعه ما هي الوصلات عليها حجم المرور اكبر من السعه

الوصلات المزدحمه لها حجم مرور اكبر من السعه وهي:

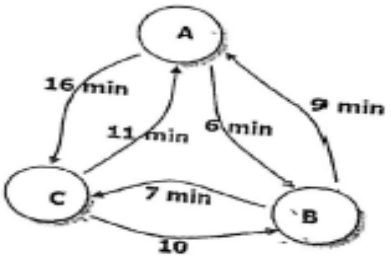
(Link 1-2 , link 1-4 , link 2-1 , link 4-1 , link 4-3)

Example(final)

الشكل(أ) الاتي يوضح الرحلات المستقبليه بين ثلاث مناطق A,B,C والشكل (ب) يوضح ازمنة السف بين المناطق المختلفه . المطلوب تخصيص الرحلات علي طرق هذه الشبكة بطريقة الكل او لا شئ .



(أ)



(ب)

Solution

نكون مصفوفة الرحلات من الشكل (أ)

O \ D	A	B	C
A	-	586	215
B	99	-	367
C	41	340	-

أولا: نكون جدول يوضح عدد الرحلات علي كل مسار من المسارات المتاحه

From-to \ Link	Link A-B	Link B-A	Link B-C	Link C-B	Link A-C	Link C-A
A - B	586					
A - C	215		215			
B - A		99				
B - C			367			
C - A						41
C - B				340		
Σ	801	99	582	340	0	41

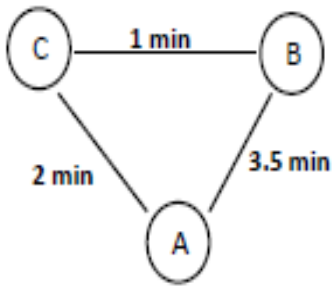
ثانيا : نكون جدول يوضح اجمالي عدد الرحلات علي الوصلات

O \ D	A	B	C
A	-	801	0
B	99	-	582
C	41	340	-

Example(final)

معطي مصفوفه توضح عدد الرحلات بين ثلاث مناطق A,B,C .ومعطي ايضا شكل يوضح زمن الرحله علي كل وصله

O \ D	A	B	C
A	-	X	450
B	400	-	360
C	280	340	-



ـ اذا كان عدد الرحلات علي link A-C هو 950 رحله فاحسب عدد الرحلات الخارجه من A الي B (X) .

Solution

ملحوظه هامه : طالما الخطوط بين المناطق ليس بها اسهم تكون الحركه فى الاتجاهين ولو اعطي سهم تكون الحركه مع اتجاه السهم

أولا: نكون جدول يوضح عدد الرحلات على كل مسار من المسارات المتاحه

Link / From-to	Link A-B	Link B-A	Link B-C	Link C-B	Link A-C	Link C-A
A - B				X	X	
A - C					450	
B - A			400			400
B - C			360			
C - A						280
C - B				340		
Σ	0	0	760	340+X	450+X	680

ـ عدد الرحلات علي link A-C هو 950 رحله

$450 + X = 950$

$X = 500$ Trip

$t_{AB} = 500$ Trip

Link / From-to	Link A-B	Link B-A	Link B-C	Link C-B	Link A-C	Link C-A
A - B				500	500	
A - C					450	
B - A			400			400
B - C			360			
C - A						280
C - B				340		
Σ	0	0	760	840	950	680

جدول يوضح اجمالى عدد الرحلات على الوصلات

O / D	A	B	C
A	–	0	950
B	0	–	760
C	680	840	–

طريقة تقييد السعة Capacity restrained

- يتم تخصيص الرحلات – في هذه الطريقة – علي أساس زمن الرحلة الممكن على الوصله عند حجم مرور معين موجود فعلا على الوصلة و تأثيره على خدمة المرور الموزع الجديد بصفة أساسية علي سعة هذه الوصلة .
- ومن المعلوم أن زمن الرحله على الوصله يزيد بزياده الحجم المرورى عليها بالفعل قبل عملية التوزيع و الذي يعد أعاقة فعلية للمرور الجاري توزيعه . وبالتالي فقد اعتمدت هذه الطريقة علي ضروره إيجاد علاقة تربط بين زمن الانتقال علي الوصله وحجم الحركة الموجود عليها قبل عملية التوزيع.
- توجد علاقات عديدة بين حجم الحركة علي أي وصلة وزمن الانتقال عليها. يمكن باستخدام بيانات حقلية في منطقة الدراسة التوصل إلي أنسب العلاقات من العلاقات المتاحة.

$$t_a = t_{ao} + (\frac{V}{C})^2$$

يتم بعد ذلك تعديل زمن الرحلة علي كل وصلة بناء علي العلاقة التجريبية الموضحة في المعادلة

$$t_{adj} = t_a + 0.25\,(t_a - t_{ao})$$

حيث

t_{adj} : الزمن المعدل للرحلة علي الوصلةa,

t_a : الزمن المحسوب للرحلة علي الوصلة a,

t_{ao} : الزمن الحر للرحلة علي الوصلة a

V : حجم المرور علي الوصلة a,

C : سعة الوصلة a

بناءاً علي الأزمنة المعدلة للرحلات علي الوصلات المختلفة: tadj (a , b , c ,...) يتم توزيع الرحلات علي شبكة النقل لمنطقة الدراسة من جديد

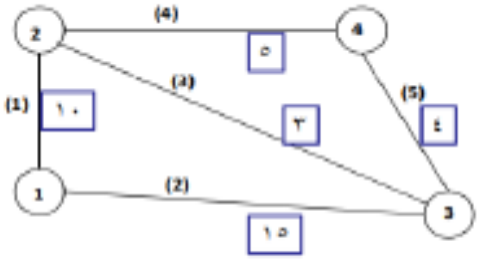
❖يمكن تكرار الخطوات السابقة لأي عدد من المرات وفي كل مره نعين تخصيص جديد بناء على أزمنة الرحلات المصححة الجديده على الوصلات المخطفة والمحسوبة بناء على حجم الحركة المخصص في المرحلة السابقة.

ولحساب حجم الحركة على وصلات الشبكة المتاحة يتم أخذ القيمة المتوسطة لكل التخصيصات من المحاولات السابقة.

Example :-

مدينة تتكون من اربعة مناطق تحليل مرورية، فاذا كان حجم المرور وشبكة الطرق بالازمنة الحرة كما هو موضح فيما يلي، والمطلوب تخصيص حجم المرور

F t	١	٢	٣	٤
١	٠	١٠٠٠	٥٠٠	٧٠٠
٢	٠	٠	٦٠٠	٥٠٠
٣	٠	٠	٠	٥٠٠
٤	٠	٠	٠	٠



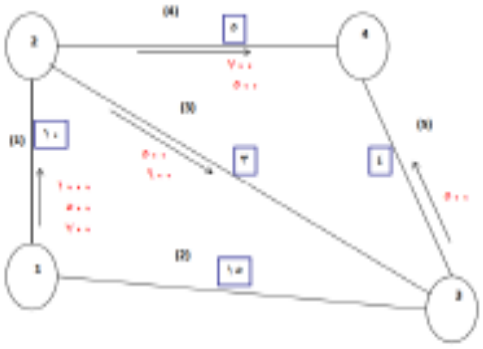
link	1	2	3	4	5
Capacity	400	500	250	350	300

- المطلوب تخصيص الرحلات على الوصلات بطريقة تقييد السعة.

Solution

التخصيص الاول

1) يتم توزيع الرحلات بطريقة الكل او لا شئ للحصول علي حجم ابتدائي علي الشبكة(التخصيص الاول)



الوصلة	حجم المرور
1	2200
2	0
3	1100
4	500
5	1200

التخصيص الثاني

2) حساب أزمنة الانتقال علي الوصلات بناءاً علي حجم الحركة السابقة

$$t_a = t_{ao} + (\frac{V}{C})^2$$

$T_1 = 10 + (\frac{2200}{400})^2 = 40.25 \text{ min}$

$T_3 = 3 + (\frac{1100}{250})^2 = 22.36 \text{ min}$

$T_4 = 5 + (\frac{500}{350})^2 = 7.04 \text{ min}$

$T_5 = 4 + (\frac{1200}{300})^2 = 20 \text{ min}$

تعديل أزمنة الانتقال السابقة بالمعادلة التجريبية

$t_1 = 40.25 + 0.25\ (40.25 - 10) = 47.8125 \text{ min}$

$t_3 = 22.36 + 0.25\ (22.36 - 3) = 27.19 \text{ min}$

$t_4 = 7.04 + 0.25\ (7.04 - 5) = 7.55 \text{ min}$

$t_5 = 20 + 0.25\ (20 - 4) = 24 \text{ min}$

الوصلة	الزمن المعدل
1	47,8125
2	15
3	27,19
4	7,55
5	24

التخصيص الثاني طبقا للازمنة المعدلة

الوصلة	حجم المرور
1	0
2	2200
3	1600
4	500
5	1200

التخصيص الثالث :

$$T_2 = 15 + (\frac{2200}{500})^2 = 34.36 \text{ min}$$

$$T_3 = 3 + (\frac{1600}{250})^2 = 9.40 \text{ min}$$

$$T_4 = 5 + (\frac{500}{350})^2 = 7.04 \text{ min}$$

$$T_5 = 4 + (\frac{1200}{300})^2 = 20 \text{ min}$$

تعديل أزمنة الانتقال السابقة بالمعادلة التجريبية

$t_1 = 47.8125 \text{ min}$

$t_2 = 34.36 + 0.25 (34.36 - 15) = 39.2 \text{ min}$

$t_3 = 9.04 + 0.25 (9.04 - 3) = 10.55 \text{ min}$

$t_4 = 7.04 + 0.25 (7.04 - 5) = 7.55 \text{ min}$

$t_5 = 20 + 0.25 (20 - 4) = 24 \text{ min}$

التخصيص الثالث طبقا للازمنة المعدلة

الوصلة	حجم المرور
1	1700
2	500
3	600
4	1200
5	500

وبفرض أننا سنكتفي بثلاث محاولات فقط فإن متوسط أحجام الحركة علي الوصلات يصبح كما يلي

الوصلة	حجم المرور
1	1300 = 3/ (1700+0+2200)
2	900 = 3/(500+2200+0)
3	1100=3/(600+1600+1100)
4	733,33=3/(1200+500+500)
5	966.667=3/(500+1200+1200)

طريقة التخصيص التدريجي Incremental Assignment

- يتم تخصيص جزء من حجم المرور بين كل المناطق (10% مثلا) على الزمن الحر
- يتم حساب الزمن الجديد الناتج من تخصيص الجزء الأول باستخدام العلاقة بين الزمن وحجم المرور **impedance function**
- يتم تخصيص الجزء الثاني على الزمن الناتج
- يتم حساب الزمن الجديد الناتج من حجم المرور في المرحلتين السابقتين لتخصيص الجزء الثالث وهكذا الى أن يتم تخصيص اجمالي حجم المرور

مثال

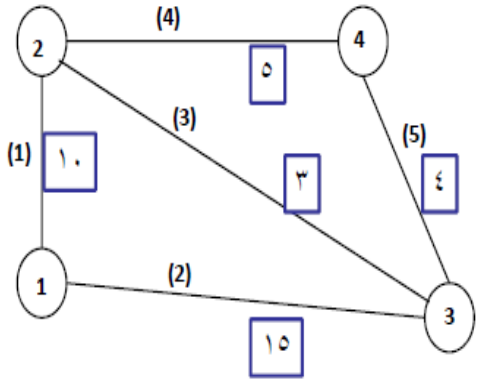
لنفس المثال السابق، المطلوب تخصيص حجم المرور بطريقة التخصيص التدريجي (نسبة تزايد ٢٥%) اذا علم أن العلاقة بين حجم المرور والزمن كما يلي

$$T=To+(v/c)^4$$

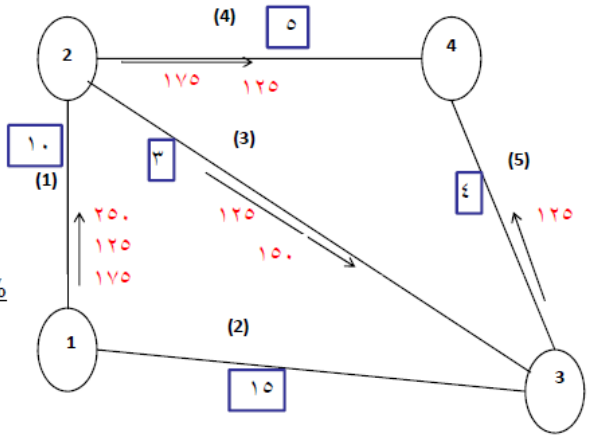
حيث T الزمن على الوصلة عند حجم مرور V، To الزمن الحر على الوصلة، C سعة الوصلة، حيث سعة الوصلات كما يلي

link	1	2	3	4	5
Capacity	400	500	250	350	300

F t	١	٢	٣	٤
١	٠	١٠٠٠	٥٠٠	٧٠٠
٢	٠	٠	٦٠٠	٥٠٠
٣	٠	٠	٠	٥٠٠
٤	٠	٠	٠	٠



F t	١	٢	٣	٤
١	٠	٢٥٠	١٢٥	١٧٥
٢	٠	٠	١٥٠	١٢٥
٣	٠	٠	٠	١٢٥
٤	٠	٠	٠	٠



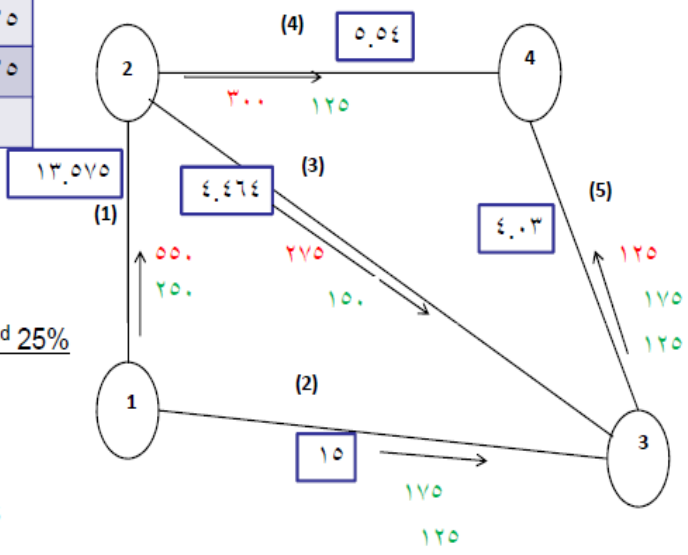
Calculation of time after the 1st 25%

$T=To+(v/c)^4$

$T1 = 10 + (550/400)^4 = 13.575$
$T2 = 15 + (0/500)^4 = 15$
$T3 = 10 + (275/250)^4 = 4.464$
$T4= 5 + (300/350)^4 = 5.54$
$T5 = 4 + (125/300)^4 = 4.03$

F t	١	٢	٣	٤
١	٠	٢٥٠	١٢٥	١٧٥
٢	٠	٠	١٥٠	١٢٥
٣	٠	٠	٠	١٢٥
٤	٠	٠	٠	٠

Assignment of the 2nd 25%



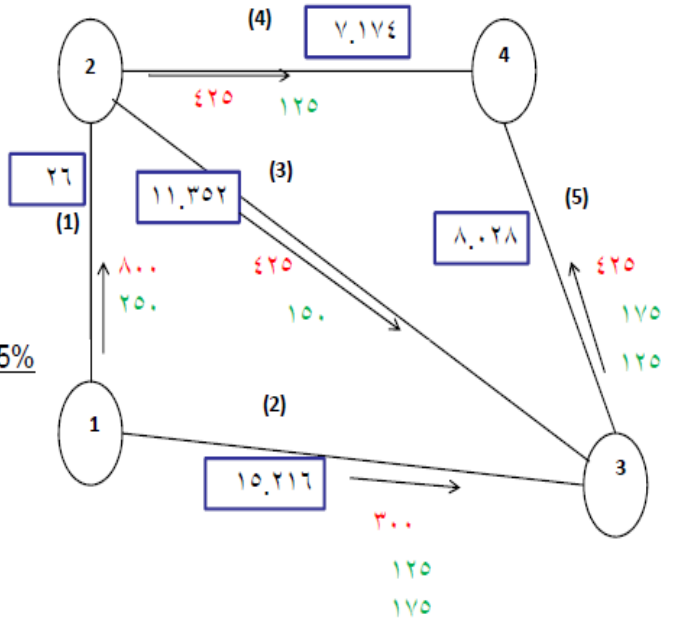
Calculation of time after the 2nd 25%

$T=To+(v/c)^4$

T1 = 10 + (800/400)^4 = 26
T2 = 15 + (300/500)^4 = 15.216
T3 = 10 + (425/250)^4 = 11.352
T4= 5 + (425/350)^4 = 7.174
T5 = 4 + (425/300)^4 = 8.028

F t	١	٢	٣	٤
١	٠	٢٥٠	١٢٥	١٧٥
٢	٠	٠	١٥٠	١٢٥
٣	٠	٠	٠	١٢٥
٤	٠	٠	٠	٠

Assignment of the 3rd 25%



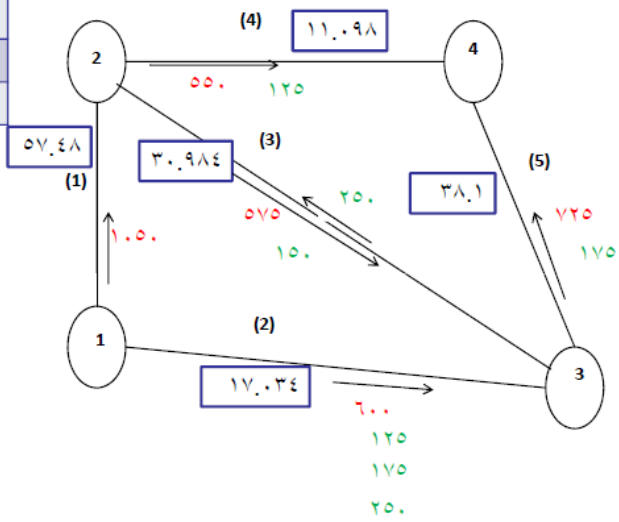
Calculation of time after the 3rd 25%

$T=To+(v/c)^4$

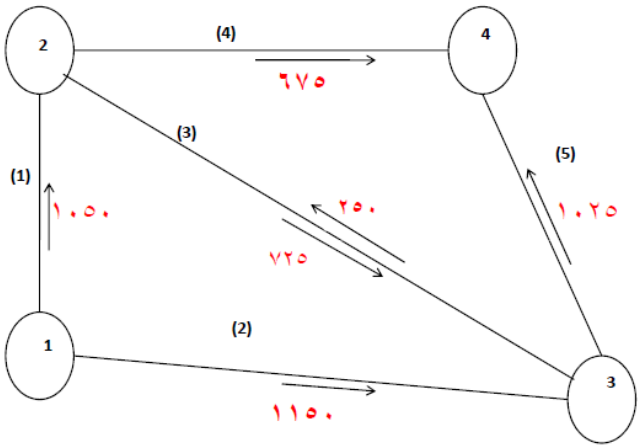
T1 = 10 + (1050/400)^4 = 57.48
T2 = 15 + (600/500)^4 = 17.034
T3 = 10 + (575/250)^4 = 30.984
T4= 5 + (550/350)^4 = 11.098
T5 = 4 + (725/300)^4 = 38.1

F t	١	٢	٣	٤
١	٠	٢٥٠	١٢٥	١٧٥
٢	٠	٠	١٥٠	١٢٥
٣	٠	٠	٠	١٢٥
٤	٠	٠	٠	٠

Assignment of the 4th 25%



Final traffic volume



مزايا وعيوب الطريقة التتابعية

المزايا

١- سهلة التطبيق والفهم
٢- تعطي نتائج دقيقة ومقبولة
٣- يوجد العديد من برامج الحاسب الالي التي تستخدمها

العيوب

١- لا تحاكي التصرف الطبيعي للانسان حيث ان الانسان لا يفكر بنفس ترتيب المراحل الاربعة المتتابعة ولكن يدمج الاربعة مراحل في مرحلة واحدة
٢- الخطأ في مرحلة قد يؤثر على باقي المراحل التالية
٣- بعض المتغيرات التي تستخدم في مراحلة ما يمكن أن تتغير في مرحلة تالية

CHAPTER (8)

تقييم مشروعات النقل

Evaluating of transportation projects

تتمثل أهمية تقييم مشروعات النقل من خلال إختيار البديل المناسب من عدة بدائل سواء لتحسين مشروع نقل أو لحل مشكلة ما في مشروع نقل، وذلك من الناحية الإقتصادية و التقنية والإجتماعية.

مقاييس ومعايير التقييم لمشروعات النقل:

يهدف مشروع النقل الى تحقيق هدف أو أكثر من الأهداف والغايات، والتي يتم تصنيفها كمعايير لتقييم مشروع النقل. وتسمى النتائج العددية أو النسبية لكل معيار (هدف) المقاييس الفعلية، والتي على ضوئها يتم التقييم. على سبيل المثال، تم اقتراح عدة بدائل لحل مشكلة عبور المركبات خلال السكة الحديدية للقطارات. فإذا كان الهدف (المعيار) من البدائل هو تقليل الحوادث التي تحدث عند عبور المركبات للسكة الحديدية، وبالتالي فإن مقياس التقييم لهذه البدائل هو عدد الحوادث المتوقع حدوثها. وعلى ضوء ذلك، يكون البديل الأمثل هو البديل الذي يعطي أقل حوادث. أما إذا كان المعيار هو تقليل زمن الانتظار لعبور المركبات، فإن مقياس التقييم سيكون عدد الدقائق. والبديل الأمثل هو البديل الذي سيقلل زمن الانتظار مقارنة بالبدائل الأخرى. وفيما يلي بعض المعايير التي يتم استخدامها لتقييم البدائل:

- التكاليف الرأسمالية (تكاليف الإنشاء)
- تكاليف تشغيل المنشأة
- تكاليف الصيانة
- زمن السفر (إجمالي ساعات السفر، تكلفة السفر، متوسط السرعة)
- التكاليف التشغيلية للمركبات
- السلامة
- التكاليف البيئية والإجتماعية (الضوضاء، جودة الهواء والمياة)

التقييم بين البدائل بناءاً على المعايير الإقتصادية:

للنظر في القيمة الإقتصادية لتحسين مرفق نقل (طريق أو جسر). فإننا نقوم بحساب التكلفة التي يتطوى عليها سفر سائق المركبة على المرفق المحسن (مثل تكاليف الوقود، ورسوم العبور، ووقت السفر، وتكاليف الصيانة). ثم نقوم بحساب حجم حركة المرور على المرفق برسوم عبور مختلفة. وعندما تنخفض رسوم العبور تزداد الحركة المرورية (الطلب) على المرفق. وبالتالي، يمكن وضع أساس نظري لحساب صافي الفائدة لمستخدمي المرفق المحسن (من خلال تخفيض رسوم العبور)، يمكن تمثيل صافي الفائدة بالعلاقة التالية:

صافي الفائدة لمستخدمي المرفق= (تكلفة العبور للمرفق الغير محسن – تكلفة العبور للمرفق المحسن)* الحجم المروري في المرفق المحسن.

ومع ذلك، إن قرار تحسين المرفق يعتمد على المقارنة بين الزيادة في الفوائد (العوائد المالية) للمرفق المحسن وبين الفوائد للمرفق الغير محسن. فإذا تجاوزت الزيادة في الفائدة للمرفق المحسن صافي الزيادة لتكلفة تحسين المرفق، يتم إختيار المشروع (تحسين المرفق) والعكس صحيح.

عناصر التكلفة لتقييم مشاريع النقل:

1- تكاليف تحسين مرفق نقل، تتضمن التكاليف الأولية والتكاليف المستمرة.

- التكاليف الأولية: هي تكاليف التصميم الهندسي للمرفق وتكلفة إنشاءه، وكل تكلفة من شأنها تهيئة المرفق وتجهيزه للعمل.

- التكاليف المستمرة: وهي التكاليف المتمثلة في صيانة المرفق وتشغيله وكذلك تكلفة إدارته.

2- تكاليف مستخدمي الطريق تتضمن تكاليف تشغيل السيارة، وتكاليف زمن السفر، وتكاليف الحوادث. يشار إلى هذه التكاليف بالفوائد، وهذا يعني ان تحسين المرفق سيقلل من التكلفة بالنسبة للمستخدمين.

- تكلفة تشغيل السيارة: تعتبر تكاليف المستخدم لتشغيل المركبة من العناصر المهمة في تقييم مشاريع الطرق السريعة. وذلك لان تحسين الطريق مثل تقليل المنحنيات الرأسية والأفقية للطريق وكذلك تقصير المسار قد تؤدي الى تخفيض في التكلفة بالنسبة للمسافر مثل تقليل استهلاك الوقود، تقليل صيانة المركبة.

- تكاليف زمن السفر: تعتبر تكاليف زمن السفر من أهم الأسباب لتحسين وسائل النقل، وذلك من خلال زيادة السرعة وتقليل زمن السفر على وسيلة النقل المحسنة. العلاقة التالية تستخدم لتقدير الفائدة من تحسين الطرقات من خلال تقليل زمن السفر:

متوسط تكلفة زمن السفر للمركبة= (1000 / متوسط السرعة الفعالة للمركبة) * (متوسط قيمة ساعة واحدة من زمن السفر للركاب والبضائع في المركبة (دولار/ ساعة))

- تكاليف الحوادث: تعتبر الخسائر في الأرواح والإصابات نتيجة الحوادث مصدر قلق وطني مستمر. ولذلك، فان تحسين الطرقات من دورها تقليل الحوادث وبالتالي تقليل التكاليف والأضرار الناجمة عن الحوادث.

طرق التقييم الاقتصادي لمشاريع النقل:

1- صافي القيمة الحالية Net Present Worth:

يمكن المقارنة إقتصادياً بين عدة بدائل لمشروع نقل، بطريقة صافي القيمة الحالية، وذلك من خلال العلاقة التالية:

$$NPW = EUAW\left[\frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N}\right] = EUAW(P/A - i - N)$$

معامل صافي القيمة الحالية

حيث

EUAW = equivalent uniform annual worth القيمة السنوية المنتظمة المكافئة

NPW = net present worth صافي القيمة الحالية

N = عدد السنوات

i = معدل الفائدة

P = التكلفة الحالية وتمثل التكاليف الأولية لإنشاء مشروع/ بديل النقل

A = التكلفة السنوية المنتظمة وتكون على هيئة تكاليف صيانة

ويجدر الإنتباه الى انه عند الحل بهذه الطريقة، يتم ضرب مجموع التكاليف السنوية (سواء عائدات (فوائد) أو تكاليف صيانة) في معامل صافي القيمة الحالية. أما التكلفة الأولية (تكلفة الإنشاء) لا يتم ضربها في معامل صافي القيمة الحالية، لأنها تكلفة فردية. لذلك فإن المعامل يقوم بتحويل التكاليف السنوية إلى ما يكافئها من تكاليف فردية.

2 -القيمة السنوية المنتظمة المكافئة Equivalent Uniform Annual Worth:

تستخدم هذه الطريقة للمقارنة بين البدائل من خلال العلاقة التالية:

$$EUAW = NPW\left[\frac{i(1+i)^N}{(1+i)^N - 1}\right] = NPW(A/P - i - N)$$

عند الحل بهذه الطريقة يتم قسمة تكلفة الإنشاء على معامل صافي القيمة الحالية، بينما التكاليف السنوية لا يتم قسمتها على معامل صافي القيمة الحالية. والسبب في ذلك ان هذه الطريقة تقوم بتحويل التكلفة الأولية المفردة إلى ما يكافئها من تكاليف سنوية.

- معدل فائدة التكلفة Benefit–Cost Ratio:

يتم المقارنة بين البدائل لمشروع بهذه الطريقة، بتطبيق العلاقة التالية:

$$BCR_{1n} = \frac{B_{1n}}{C_{1n}}$$

B_{1n} = النقصان في تكلفة المستخدم وتكلفة التشغيل بين أعلى تكلفة للبديل ٢ وأقل تكلفة للبديل ١

C_{1n} = الزيادة في تكلفة المرفق

إذا كانت قيمة BCR أكبر من 1، يعني أن البديل مناسب، ويتم مقارنته بغيره من البدائل. أما إذا كانت قيمة BCR أقل من 1 فهذا يعني أن البديل غير مناسب ويتم إستبعاده. يتطلب التطبيق الصحيح لطريقة BCR تحويل تكاليف كل بديل إلى NPW القيمة السنوية المنتظمة المكافئة. يتم حساب BCR لكل بديل فإذا كانت قيمته أقل من 1 يتم إستبعاد البديل، أما إذا كانت أكبر من 1 يتم مقارنته مع البديل التالي، وهكذا لكل البدائل. ويكون البديل الأمثل هو البديل الذي لديه قيمة BCR أعلى من البدائل الأخرى.

يجدر الإشارة الى أن الطريقتين الأولى والثانية تستخدم في معظم تقييم المشاريع وذلك لسهولتها مقارنة بغيرها من الطرق الأخرى.

مثال:

تدرس إدارة المرور ثلاثة بدائل لتحسين تقاطع مزدحم داخل المدينة. ومن المتوقع ان يحقق التحسين ثلاثة أهداف: تحسين سرعات السفر، وزيادة السلامة، وتقليل نفقات التشغيل لسائقي المركبات. فإذا كان العمر الاقتصادي للطريق 50 سنة، وسعر الخصم 3%، أوجد البديل المناسب بالأربع الطرق، إذا علمت ان التكاليف والفوائد المتعلقة بكل بديل كما في الجدول:

البدائل	تكاليف الإنشاء	التوفير السنوي من تكاليف الحوادث	الفائدة السنوية من زمن السفر	التوفير السنوي لتكاليف التشغيل	التكاليف السنوية الإضافية للصيانة
I	$185,000	$5000	$3000	$ 500	$1500
II	220,000	5000	6500	500	2500
III	310,000	7000	6000	2800	3000

الحل:

١- الحل بطريقة صافي القيمة الحالية

$$(P/A - 3 - 50) = \frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N} = \frac{(1+0.03)^{50} - 1}{0.03(1+0.03)^{50}} = 25.729$$

ملاحظة: إشارة تكاليف الإنشاء وتكاليف الصيانة تكون سالبة لإنها مدفوعات بينما التكاليف الأخرى بإشارة موجبة كونها فوائد أو عائدات

$$NPW_I = -185{,}000 + (-1500 + 5000 + 3000 + 500)(P/A - 3 - 50)$$
$$= -185{,}000 + (7000)(25.729) = -185{,}000 + 180{,}103$$
$$= -4897$$
$$NPW_{II} = -220{,}000 + (-2500 + 5000 + 6500 + 500)(P/A - 3 - 50)$$
$$= -220{,}000 + (9500)(25.729) = -220{,}000 + 244{,}425$$
$$= +24{,}425$$
$$NPW_{III} = -310{,}000 + (-3000 + 7000 + 6000 + 2800)(P/A - 3 - 50)$$
$$= -310{,}000 + (12{,}800)(25.729) = -310{,}000 + 329{,}331$$
$$= +19{,}331$$

البديل الثاني هو الأنسب لأن فوائده أعلى من البدائل الأخرى

٢- الحل بطريقة القيمة السنوية المنتظمة المكافئة

$$(A/P - 3 - 50) = 1/25.729 = 0.03887.$$

$$EUAW_I = -185{,}000(A/P - 3 - 50) - 1500 + 5000 + 3000 + 500$$
$$= -185{,}000(0.03887) + 7000 = -7190 + 7000$$
$$= -190$$
$$EUAW_{II} = -220{,}000(A/P - 3 - 50) - 2500 + 5000 + 6500 + 500$$
$$= -220{,}000(0.03887) + 9500 = -8551 + 9500$$
$$= +949$$
$$EUAW_{III} = -310{,}000(0.03887) - 3000 + 7000 + 6000 + 2800$$
$$= -12{,}050 + 12{,}800$$
$$= +750$$

البديل الثاني هو الأنسب لأن فوائده أعلى من البدائل الأخرى

٣- الحل بطريقة معدل فائدة التكلفة

1. الخطوة يتم إيجاد معدل فائدة التكلفة للبديل الأول، وذلك بتحويل تكاليف البديل (باستثناء تكلفة الإنشاء) بشريها في معامل صافي القيمة الحالية ومن ثم قسمتها على تكلفة الإنشاء.

$$BCR_{I/DN} = \frac{180{,}103}{185{,}000} = 0.97$$

بما أن قيمة معدل فائدة التكلفة أقل من ١، اذا يتم إستبعاد هذا البديل

2. الخطوة يتم إيجاد معدل فائدة التكلفة للبديل الثاني بنفس الخطوة ١

$$BCR_{II/DN} = \frac{244{,}425}{220{,}000} = 1.11$$

بما أن قيمة معدل الفائدة أكبر من ١، إذا هذا البديل مناسب ويتم مقارنته بالبديل الثالث

3. الخطوة يتم مقارنة البديل الثاني مع البديل الثالث

$$BCR = \frac{(329{,}331) - (244{,}425)}{(310{,}000) - (220{,}000)} = \frac{84{,}906}{90{,}000} = 0.94$$

بما أن قيمة معدل فائدة التكلفة أقل من ١، إذا البديل الثاني هو الأنسب مقارنة بالبدائل الأول والثالث

References

Mannering et al. **Principals of Highway Engineering & Traffic Analysis**, John Wiley & Sons, Inc., 4th edition, 2009

محاضرات هندسة النقل والمرور ، د /أدهم محمد النديش ، كلية الهندسة المدنية،جامعة ذمار،اليمن.

محاضرات هندسة النقل والمرور، مجموعة أعضاء هيئة تدريس الطرق، كلية الهندسة،جامعة الزقازيق.