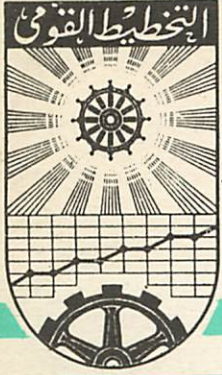


جمهورية مصر العربية



مركز التخطيط القومي

A/14

سرعة مختلفة

مذكرة خارجية (١٤٠٥)

نحو دليل لتقييم مشروعات الطرق في
المنطقة العربية

وفورات مستخدمي الطريق

اعداد

د. مهندس احمد محمد فرحات

فبراير ١٩٨٥

الفصل

الصفحة

١	مقدمة
	الجزء الاول : <u>بعض المفاهيم الاساسية والجوانب النظرية</u>
٢	<u>في تقييم منفعة مستخدمي الطرق</u>
٣	١ - سعة الطريق .. مفهومها وكيفية تقديرها
٣	١٠١ - مقدمة
٣	٢٠١ - سعة الطريق : المدخل البسيط
٦	٣٠١ - سعة الطريق : المدخل الواقعي
٦	١٠٣٠١ - عام
٧	٢٠٣٠١ - المنحنى الرئيسي لحركة النقل
	(علاقة كثافة الحركة مع الحجم والسرعة)
١١	٤٠١ - السعة الاساسية للطريق
١١	٥٠١ - مفهوم مستوى الخدمة
١٥	٦٠١ - التحديد الرياضي لسرعات التشغيل
١٦	٧٠١ - السعة المتاحة للطريق
١٩	٢ - تكلفة مستخدمي الطريق
١٩	١٠٢ - مقدمة
١٩	٢٠٢ - عناصر التكلفة
١٩	١٠٢٠٢ - تكاليف اساسية
١٩	١٠١٠٢٠٢ - تكاليف التشغيل المتغيرة
٢٠	٢٠١٠٢٠٢ - تكاليف وقت السير
٢٠	٣٠١٠٢٠٢ - تكاليف اضافية

الصفحة

٢٠	 تكاليف التشغيل السنوية الثابتة	٢٠٢٠٢ -
٢٠	 تكاليف الحوادث	٣٠٢٠٢ -
٢١	 كيفية تفسير عناصر التكلفة	٣٠٢ -
٢١	 طريقة الجمعية الامريكية لمسئولي النقل والطرق	١٠٣٠٢ -
٢٤	 طريقة جان دي بويل	٢٠٣٠٣ -
٢٦	 الحساب الرياضي لاهم بنود تكلفة مستخدمي الطريق	٣٠٣٠٣ -
	 تكاليف التشغيل المتغيرة على الطرق	١٠٣٠٣٠٢ -
٢٦	 للمرصوفة	
٣٠	 تكلفة وقت السير	٢٠٣٠٣٠٢ -
٣٢	 لشر ازدحام الطريق على تكاليف تشغيل المركبات	٤٠٣٠٢ -
٣٢	 مكافئ حجم الحركة على الطريق	١٠٤٠٣٠٢ -
٣٣	 المسعة المتاحة للطريق	٢٠٤٠٣٠٢ -
٣٥		الجزء الثاني : <u>مناهج تطبيقية</u>
٣٦	 مدخل مقترح للتعامل مع حالات تقييم مشروعات الطرق	٣ -
٤١	 حالة عملية	٤ -
٤١	 خلفية المشروع	١٠٤ -
٤١	 حجم حركة النقل	٢٠٤ -
٤١	 تكاليف تشغيل المركبات	٣٠٤ -
٤٢	 تكاليف صيانة الطريق	٤٠٤ -
٤٣	 بيانات المشروع	٥٠٤ -
٥٢	 حسابات التقييم	٦٠٤ -
٥٥	 النتائج	٧٠٤ -

الصفحة

الملاحق :

الملحق (أ) :	جداول اساسية لازمة للتقييم من دراسات	
٥٩	سابقة في قطاع النقل	
الملحق (ب) :	نماذج لجداول العمل Working tables اللازمة	
٦٦	لاجراء حسابات التقييم	
الملحق (ج) :	معجم Glossary باهم المصطلحات	
٨٢	الفنية المتداولة	

مقدمة

شهدت المنطقة العربية في العقدين الاخيرين تطورا كبيرا في شبكات الطرق للاقطار المختلفة باعتبار ان تطوير هذه الشبكات يمثل احد الشروط الاساسية نحو نجاح خطط التنمية الاقتصادية والاجتماعية لهذه الاقطار •

واذا كانت بعض الاقطار العربية ولا سيما البترولية منها تحت ضغط الحاجة لتنفيذ مشروعات الوصلات الاساسية في شبكة الطرق ولوضوح جدوى هذه الوصلات لم تكن لتعير الجوانب الاقتصادية لتقييم هذه المشروعات الاهتمام الكافي ، فان الظروف الحالية ومع اكتمال الجسم الاساسي لشبكات الطرق يحتم ان تولى هذه الاقطار عناية خاصة للتقييم الاقتصادي لمشروعات الطرق قبل اتخاذ قرار نهائي بادراجها في خطط تنميتها الاقتصادية •

ولما كانت هذه العملية تتم في الغالب حاليا من خلال بيوت خبرة اجنبية ووفقا لافتراضات وظروف قد لا تناسب الظروف الموضوعية للمنطقة ، فمن ثم تصبح الحاجة ماسة لتطوير دليل لتقييم مشروعات الطرق في المنطقة العربية اسوة بالجهود التي تمت في هذا الصدد في البلدان المتقدمة والجهود المماثلة التي تمت على صعيد المنطقة بالنسبة لقطاعات اخرى للاقتصاد الوطني •

ويتطلب مثل هذا المشروع تضافر جهود المنظمات الاقليمية المعنية من اجل ان يخرج الى حيز الوجود في صورة مشرفة وقابلة للاستفادة بها من قبل الكوادر المحلية التي قد يقف حاجز اللغة في احيان كثيرة عقبة كاداء امام استفادتها من دراسات بيوت الخبرة الاجنبية •

والدراسة الحالية تمثل محاولة متواضعة على هذا الطريق حيث تركز على كيفية وطرق تقدير وفورات مستخدمي الطريق Road Users' Savings التي تمثل حجز الزاوية في تحليلات التكلفة والعائد لمشروعات الطرق •

الجزء الاول :

بعض المفاهيم الاساسية والجوانب
النظرية في تقييم منفعة مستخدمي الطريق

الفصل (١) - سعة الطريق ٠٠٠ مفهومها وكيفية تقديرها

١-١ مقدمة

تمثل " سعة الطريق " Road Capacity احد المفاهيم الاساسية التي ينبغي السعي لاجادها والتعبير عنها بطريقة محددة وبوحدات كمية . فمصمم الطريق يهدف من ناحيته الى اختيار مواصفات الطريق وتحديد ابعاده بالكيفية التي توفر السعة اللازمة لاستيعاب حركة النفل المتوقعة عليه مستقبلا . كما ان المخطط الاقتصادي يحتاج لتقدير سعة الطريق لاستخدامها في الحسابات اللازمة لتاكيد الجدوى الاقتصادية لمشروعات الطرق باى من الوسائل المتبعة في مثل هذه الاحوال كتحليل التكلفة والعائد او تحليل فدالية التكاليف cost effectiveness او ما شابه ذلك ، ولكن ما هو المقصود بمفهوم السعة ؟ وكيف يمكن قياس هذه السعة والتعبير عنها بوحدات كمية ؟

هناك مدخلان رئيسيان للاجابة على التساؤلات السابقة يمكن ان نطلق عليهما مجازا المدخل النظرى والمدخل الواقعي . يمثل المدخل الاول المعالجة النظرية المبسطة لمفهوم السعة بينما يمثل المدخل الثاني المعالجة المتعمقة للمفهوم التي تاخذ في اعتبارها الراجع الفعلي بكل التعقيدات المختزلة فيد .

٢-١ سعة الطريق : المدخل البسيط

يتوخى هذا المدخل النظرى لمفهوم السعة السهولة والبعد عن التعقيد . فالسعة يمكن تعريفها في ابسط صورها بانها : " الحد الاقصى لعدد المركبات المتجانسة الذى يمكن ان يمر عبر احد المقاطع العمودية على هذا الطريق خلال وحدة زمنية معينة كالساعة او اليوم "

وبطبيعة الحال فان التعريف السابق يفترض ضمنا ان تدفق المركبات على الطريق هو عملية مستمرة ومنظمة ، كما انه من راحية اخرى يتضح ان سعة الطريق حسب هذا التعريف تتوقف على طول السيارة والمسافة التي تفصل بين كل منها والسيارة التي تليها وهي مسافة يعتمد كل سائق ان يحافظ عليها توخيا لاعتبارات الامان ولتلافي الاصطدام بالسيارة التي امامه اذا ما اضطر للتوقف فجأة لاي سبب كان .

وعلى ذلك يمكن التعبير عن السعة في الصورة الرياضية التالية

$$C = \frac{1000 \times V}{L}$$

حيث :

- $C =$ سعة الطريق معبرا عنها بعدد المركبات في الساعة
- $D =$ كثافة حركة النقل على الطريق معبرا عنها بعدد المركبات المتواجدة على الكيلومتر الواحد من الطريق •
- $V =$ سرعة سير المركبات بالكم في الساعة
- $L =$ الطول اللازم لكل سيارة على الطريق وهو ما يساوى الطول الفعلي للسيارة بالإضافة الى المسافة التي تفصل بينها وبين السيارة التي امامها •

ومن البديهي ان تتوقف مسافة الامان التي تفصل بين كل سيارة والسيارة التي امامها على سرعة السيارات حيث يحتاج سائق السيارة الى مسافة امان اكبر كلما زادت السرعة والعكس صحيح • وعلى ذلك يمكن تفصيل المسافة L ليتم التعبير عنها على النحو التالي :

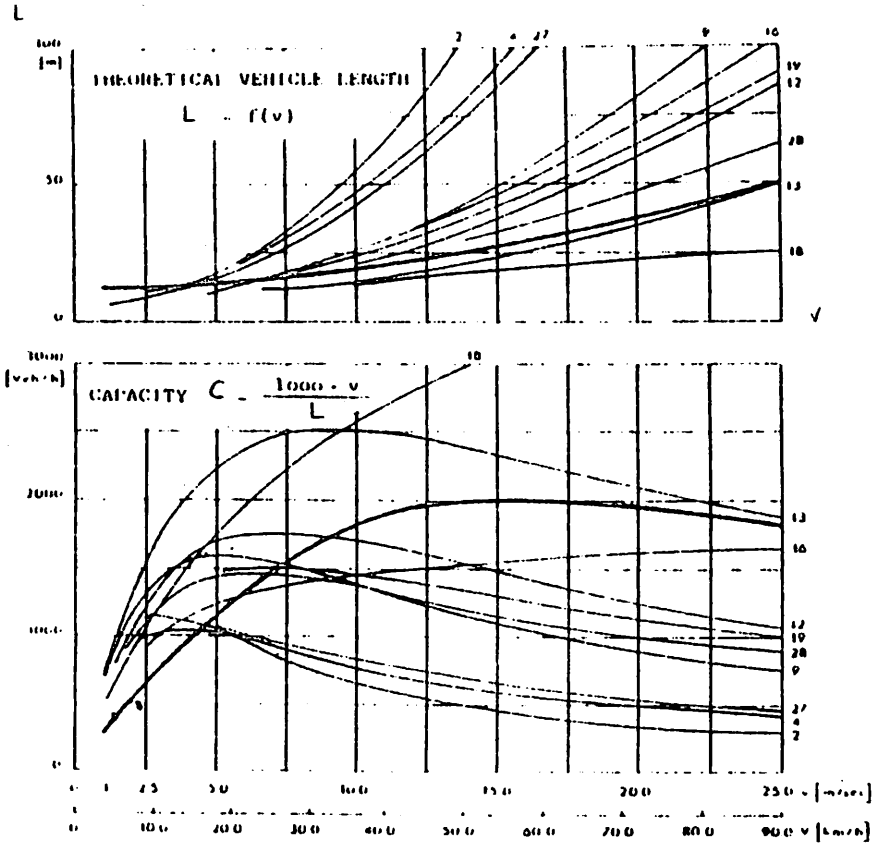
$$(1) \quad L = L_v + L_b + L_s$$

حيث :

- $L_v =$ الطول الفعلي للمركبة
- $L_b =$ المسافة التي يحتاجها السائق منذ لحظة اتخاذ قرار الوقوف الى التوقف الفعلي للسيارة وهي مسافة تتوقف على سرعة رد الفعل لدى السائق •
- $L_s =$ مسافة امان اضافية ، فبعد التوقف الفجائي للسيارة يجب ان تبقي هناك مسافة تفصلها عن السيارة المتوقفة امامها لتلافي الاصطدام بها •

يتضح من المعادلة (١) ان السعة تتوقف على كلا من السرعة (V) والمسافة (L) بينما تتوقف المسافة (L) بدورها على السرعة (V) • اى ان السرعة (V) هي المحدد الاساسي والمستقل لكل من المسافة (L) والسعة (C) •

ولقد تم افتراض صور عديدة للعلاقة ما بين (V) و (L) معظمها على شكل معادلة من الدرجة الثانية وتم بناء على ذلك ايجاد العلاقة ما بين (C) ، (V) وتوقعها على شكل منحنيات كتلك الميمنة في شكل (١-١) ومنها يتضح ان السعة تزداد تدريجيا بازدياد (V) حتى تصل الى قيمة عظمى تبدأ بعدها في الانخفاض التدريجي مع استمرار ازدياد السرعة •



$$L = L_0 + L_1 + L_2$$

$$2 \quad L = 0.510 \cdot v^2 + 4.50$$

$$4 \quad L = 0.330 \cdot v^2 + 1.00 \cdot v + 4.50$$

$$9 \quad L = 0.166 \cdot v^2 + 0.50 \cdot v + 4.50$$

$$12 \quad L = 0.109 \cdot v^2 + 0.50 \cdot v + 4.60$$

$$13 \quad L = 0.0508 \cdot v^2 + 0.50 \cdot v + 4.30$$

$$16 \quad L = 0.0382 \cdot v^2 + 1.00 \cdot v + 6.10$$

$$18 \quad L = 0.025 \cdot v^2 + 0.75 \cdot v + 6.40$$

$$19 \quad L = 0.01661 \cdot v^2 + 1.00 \cdot v + 5.00$$

$$27 \quad L = 0.288 \cdot v^2 + 1.00 \cdot v + 4.50$$

$$28 \quad L = 0.0945 \cdot v^2 + 1.50 \cdot v + 4.50$$

شكل (١ - ١) : العلاقة النظرية بين سعة الطريق وطول المركبة

٣-١ سعة الطريق : المدخل الواقعي

١-٣-١ ————— ام

يمثل المنهج السابق مدخلا نظريا لتقدير قيم (١٠) في ضوء وبمعلومية السرعة (٧) ، الا انه عند الخروج الى ميدان الواقع العملي واجراء فياسات فعلية ثبت بالدليل العملي ان المسافات التي تفصل بين السيارات على الطرق تكون عادة اقل من تلك القيم التي يتم الاتصال اليها نظريا من خلال المعادلات السابقة وذلك بطبيعة الحال على حساب عنصر الامان المرجو .

ومن هنا فلقد تم التخلي عن الطريقة السابقة لحساب سعة الطريق والتحول الى افكار اخرى ادت الى استنباط مفاهيم جديدة تتوقف عليها السعة مثل مفهوم "مستوى الخدمة Level of Service" ، وهذا يمثل في الواقع تحولا في منهجية معالجة تدفقات حركة النقل على الطرق باعتماد مدخل جديد لا يعتمد على التحليل النظري على مستوى المركبة الواحدة بل يتجه الى تحليل المجاميع الكلية للمركبات على الطريق ، ويتطلب ذلك القاء نظرة متفحصة على المنحنى الذى تسلكه سرعة المركبات مع ازدياد الحركة والعلاقة التي تربط ما بين هذين المتغيرين .

انتظام السرعة مع زيادة حجم حركة النقل :

ورد في الاجزاء السابقة الحديث عن السرعة بطريقة يفهم منها ان هذه السرعة منتظمة ومن ثم فان تدفق المركبات على الطريق قد يشبه الى حد ما تدفق السوائل في الانابيب وهو افتراض غير واقعي وغير سليم ، فما هو السلوك الذى تسلكه السرعة مع ارتفاع حجم النقل وما مدى صحة افتراض انتظام هذه السرعة ؟

اذا تصورنا جدلا اننا قمنا بتجربة فعلية على احد مقاطع Cross Section طريق ما حيث قمنا خلال وحدة زمنية معينة ولتكن الساعة مثلا بقياس كل من :

١ - عدد المركبات التي مرت عبر هذا المقطع خلال الساعة اى حجم حركة

النقل Traffic Volume

٢ - سرعة كل مركبة على حدة .

ان هذه البيانات تمكنا من حساب السرعة المتوسطة للمركبات عبر هذا المقطع ورسم منحنى التوزيع التكراري Frequency distribution لسرعة المركبات حول السرعة المتوسطة وهو توزيع ياخذ شكل المنحنى الطبيعي Normal distribution

كما هو مبين في شكل (٢-١) • حيث تتوزع قيم السرعات حول قيمة متوسطة بتشتت $Dispersion$ معين يعبر عنه بمقدار الانحراف المعياري $Standard deviation$ لهذا التوزيع •

إذا ما تكررت التجربة السابقة لأحجام نقل مختلفة فسوف يمكننا حينئذ ملاحظة أن تشتت سرعات السيارات حول السرعة المتوسطة سوف يقل تدريجياً بازدياد حجم حركة النقل على الطريق على النحو المبين في شكل (٣-١) ، وبالتالي تصبح السرعة أكثر انتظاماً • وتفسير ذلك واضح وبسيط وهو أن قائد أى مركبة نقله حويته في اختيار سرعة القيادة كلما ازداد الازدحام على الطريق حيث يكون مطالباً حينئذ بالقيادة بسرعة تعتمد على سرعة السيارات التي امامه وتلك التي خلفه •

٢-٣-١ المنحني الرئيسي لحركة النقل

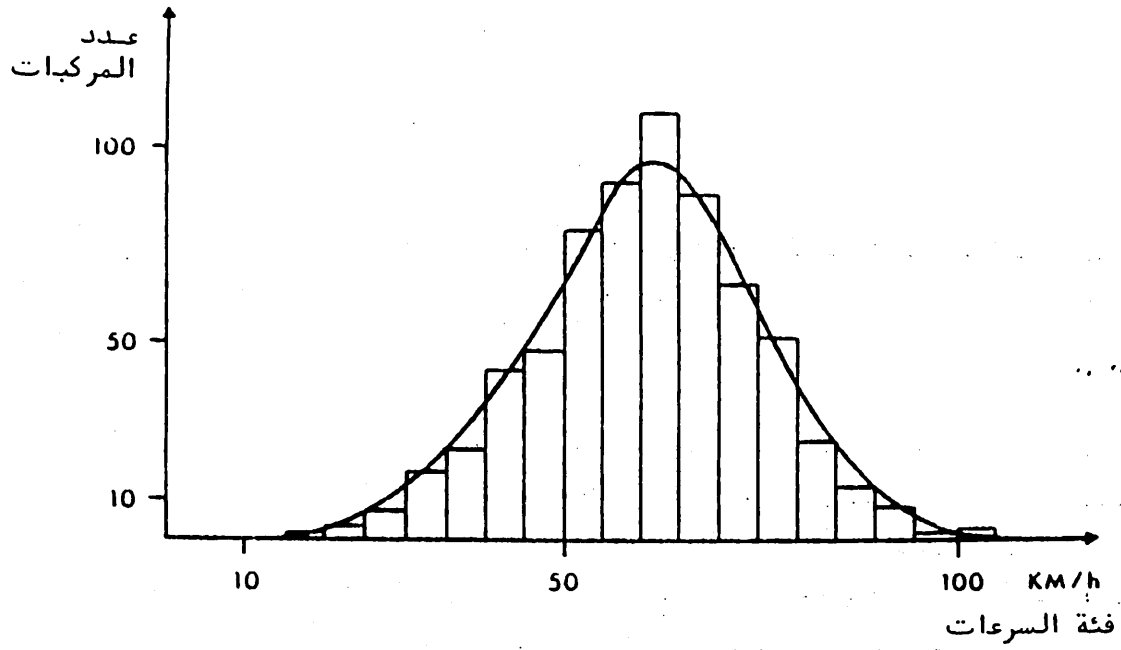
علاقة الكثافة والحجم والسرعة

خلافاً لمفهوم انتظام السرعة ، دعنا الآن نعيد التجربة السابقة بتسليط الضوء والتركيز على شكل العلاقة ما بين حجم حركة النقل والسرعة المتوسطة من جهة وما بين حجم الحركة وكثافتها من جهة أخرى بالاستعانة بالمنحنيات المبينة في الشكلين (٤-١) ، (٥-١) •

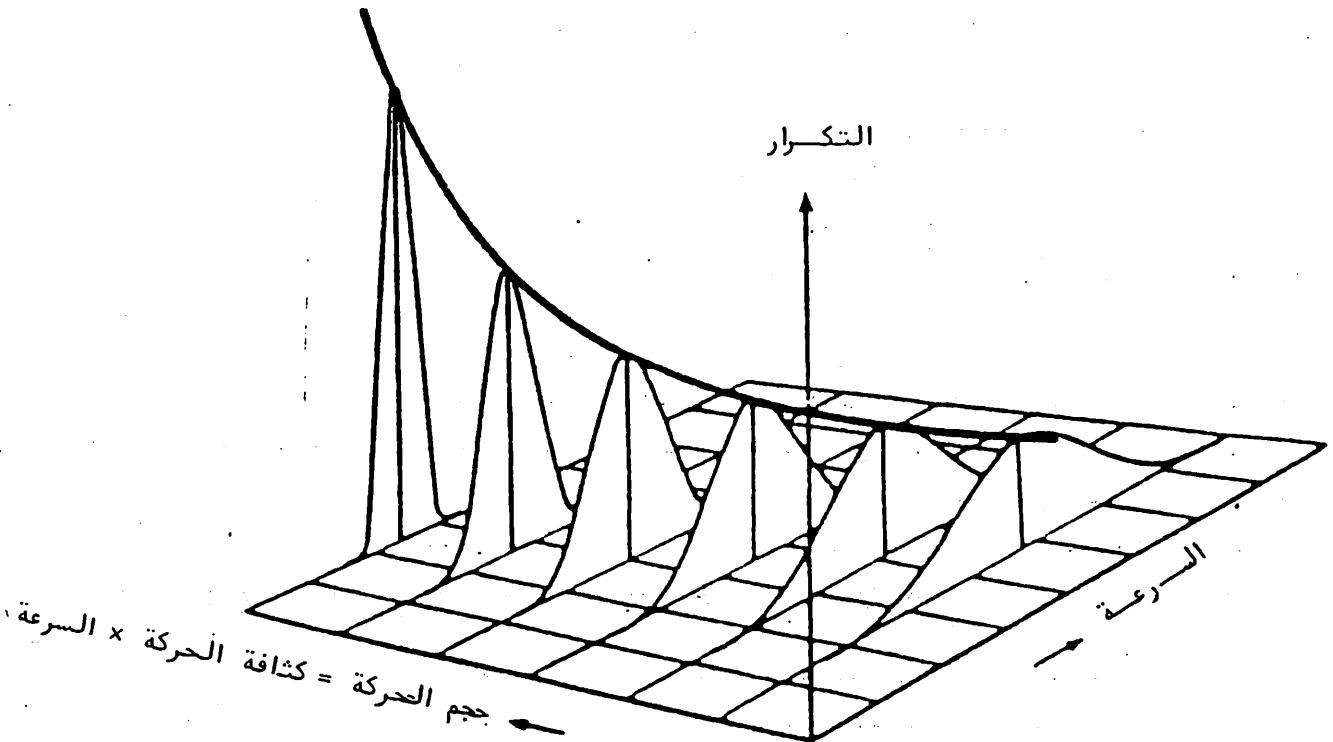
فإذا بدأنا بسيارة واحدة على طريق خال فإن قائد هذه السيارة يكون حراً في الانطلاق بأقصى سرعة على هذا الطريق دون أى اعتبار لمركبات أخرى تلاحقه ويمكن حينئذ اعتبار كلا من كثافة وحجم الحركة على الطريق مساوية تقريباً للصفير ، هذا هو الحال الذي تمثله النقطة (أ) على المنحنيات المعينة حيث يطلق على هذه السرعة " السرعة الحرة المتوسطة MeanFree Speed " •

فإذا ما ازدادت كثافة الحركة على الطريق أى إذا ما ازداد عدد السيارات أو المركبات الموجودة في لحظة ما على الكيلومتر الواحد من الطريق فسوف يزداد ويشد الازدحام تدريجياً حتى يصل الطريق إلى مرحلة التكدس التام Jam الذى تضطر معه إلى التوقف تماماً عن السير وهو الوضع الذى تمثله النقطة (ب) على المنحنيات المعينة حيث الكثافة أكبر ما يمكن في حين أن سرعة السير وحجم الحركة كلاهما يقترب تماماً من الصفر •

ولما كان حجم حركة النقل يساوى حاصل ضرب كلا من الكثافة والسرعة فإن الانتقال من النقطة (أ) إلى النقطة (ب) يمثل الارتفاع التدريجي للكثافة والانخفاض التدريجي للسرعة ، وفي المراحل الأولى تكون معدلات ارتفاع الكثافة أكبر بكثير من معدلات



شكل (١-٢) : التوزيع التكراري للسرعة



شكل (١-٣) : التوزيع التكراري للسرعة عند احجام مرور مختلفة

انخفاض السرعة الامر الذى يسفر في النهاية عن ازدياد حجم حركة النقل ————
تصل الى قيمة قصوى عند النقطة (م) يبدأ بعدها حجم الحركة (T) في الانخفاض
تدرجيا نظرا لارتفاع معدلات انخفاض السرعة عن معدلات زيادة الكثافة .

يمثل حجم حركة النقل المناظر للنقطة (م) اقصى حركة يمكن ان يستوعبها
الطريق وعلى هذا يمكن اعتبارها مساوية لسعة الطريق Road capacity في هذه
الحالة .

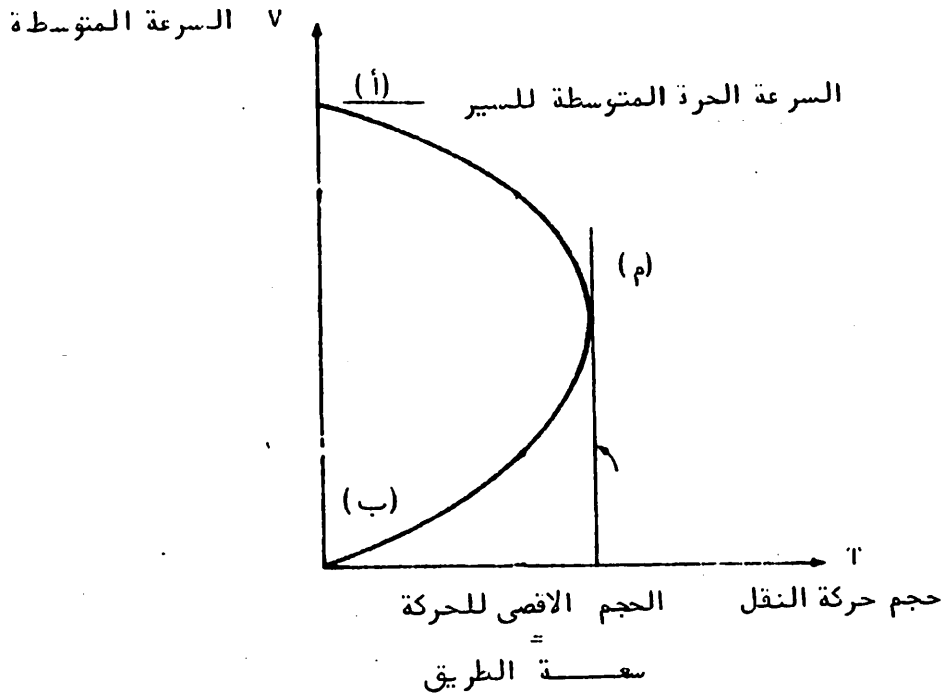
يتميز المنحني الموجود في الشكل (٥-١) عن المنحني الموجود في شكل
(٤-١) بانه يعطي قيماللمتغيرات الثلاثة : حجم حركة النقل ، كثافة الحركة ، سرعة
السير المتوسطة دفعة واحدة ومن منحنى واحد عند اى نقطة ، فاذا اعتبرنا النقطة (ج) مثلا
وهي تمثل حالة ما على الطريق فان احداثيات النقطة (ج) تعطينا مباشرة كثافة وحجم حركة
النقل المناظرة لها ، كما ان ميل الخط المستقيم الواصل ما بين (ج) ونقطة الاصل يعطينا سرعة
السير المتوسطة حيث ان الميل يساوى خارج قسمة حجم الحركة على الكثافة $\frac{Q}{K}$ وعلى هذا يمكن
الحصول على قيم للكميات الثلاثة من منحنى واحد في حين يصعب الحصول على قيم لكثافة الحركة
مثلا من المنحني شكل (٤-١) .

يطلق على المنحني الموجود في شكل (٥-١) اسم المنحني الرئيسي لحركة

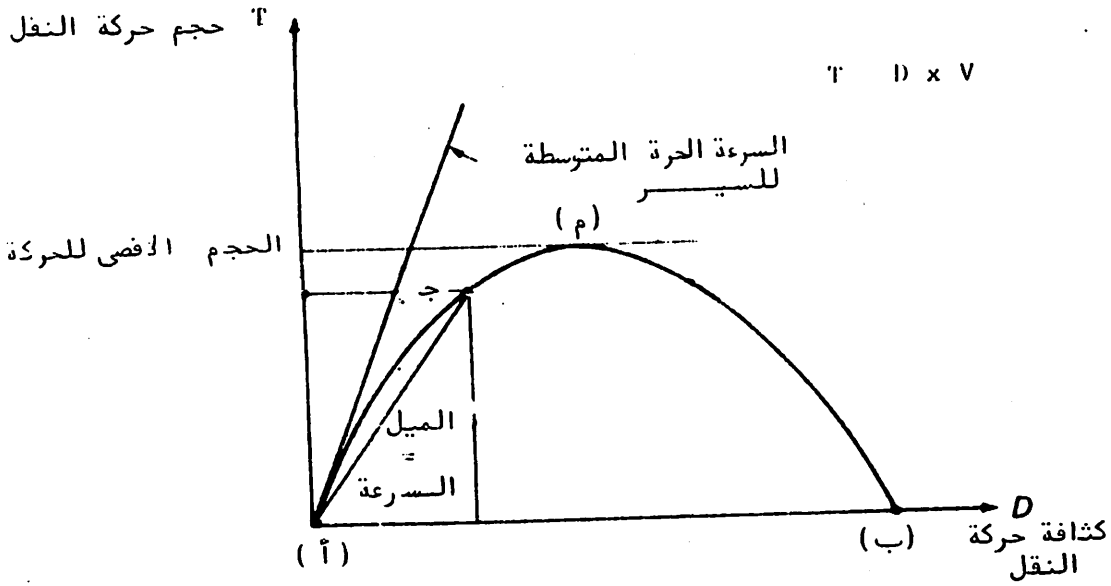
Fundamental diagram of road traffic.

النقل .

$$\frac{Q}{K} = \text{كثافة الحركة} \times \text{السرعة}$$



شكل (١ - ٤) : العلاقة ما بين حجم حركة النقل والسرعة



شكل (١ - ٥) : المنحنى الرئيسي لحركة النقل

٤-١ السعة الاساسية للطريق

يطلق على الحجم الاقصى لعدد المركبات الذى يمر في الوحدة الزمنية عبر مقطع الطريق والذي تمثله النقطة (م) على المنحنيات (٤-١) ، (٥-١) تعبير السعة الاساسية Basic capacity للطريق ، ولمعرفة مقدار هذه السعات اجريت ميدانيا بالفعل قياسات عملية لتقدير هذه السعات اسفرت عن قيما عملية Empirical values للسعات الاساسية تساوى بالتقريب ٢٠٠٠ (الف) مركبة خفيفة في الساعة للمسار lane الواحد والاتجاه الواحد وذلك للطرق المكونة من اكثر من مسارين والفين مركبة في الساعة لطريق ذات مسارين اذا كانت الحركة في كلا الاتجاهين .

وهذه القيم العملية هي الحدود القصوي التي يمكن الحصول عليها في

ظل توفر شروط قياسية مناسبة اهمها :

- ١ - التدفق والانسياب المستمر لحركة النقل بلا عوائق او تقاطعات او عبور مشاة او انتظار سيارات على جانب الطريق .
- ٢ - عدم وجود مركبات للسير البطيء وسط السيارات تعوق حركة المرور .
- ٣ - عرض المسار الواحد يساوى ١٢ قدما (٣٦ متر)
- ٤ - اي عوائق obstruction تكون على بعد لا يقل عن ٦ اقدام (١٨ متر) من حافة المسار الموجود على جانب الطريق .
- ٥ - مواصفات الطريق ونوعية الرصف تسمح بسرعة تصميمية design speed في حدود ٧٠ ميل / ساعة (١١٠ كم / ساعة) .
- ٦ - توفر مدى كاف للروية (اكبر من ١٥٠٠ قدم) .

٥-١ مفهوم "مستوى الخدمة"

تم استخدام مفهوم "مستوى الخدمة" Level of service " في الولايات المتحدة الامريكية وهو يقوم على اساس منهج التحليل السابق الذى يعرض للعلاقة ما بين المتغيرات الرئيسية الثلاث : كثافة الحركة ، حجم الحركة ، السرعة . ففي شكل (٤-١) يمثل المنحني الشروط الحدية للعلاقة ما بين المتغيرات الثلاث السابقة كما تمثل المساحة المحصورة ما بين هذا المنحني والمحور الرأس توليفات مختلفة لهذه المتغيرات الثلاثة ، وجميعها ممكنة الا ان مستوى الخدمة الذى يمكن الحصول عليه من الطريق يرتفع كلما قل الازدحام وارتفعت سرعة السير عليه ، وعلى هذا تم توصيف ٦ مستويات مختلفة للخدمة تتدرج هبوطاً من المستوى (١) حيث حجم الحركة صغير وسرعة السير كبيرة الى المستوى (ف) حيث يصبح

تدفق المركبات غير مستقر Unstable ومتقطع مما تضطر معه المركبات الى التوقف المتكرر على الطريق حتى يصل الى حالة السكون التام . ويتم توصيف المستويات الستة السابقة على منحنى مشابه للمنحنى الموجود في شكل (١-٤) بعد اجراء تعديلات بسيطة عليه بحيث يمثل المحور الافقي النسبة ما بين حجم الحركة الى سعة الطريق (النسبة $\frac{V}{C}$) بدلا من حجم الحركة فقط والسبب في ذلك يرجع الى الرغبة في جعل جميع القيم الممكنة على هذا المحور الافقي محصورة ما بين الصفر والواحد الصحيح، ويتوقف مستوى الخدمة في كل منطقة على عاملين اثنين : الاول هو عامل السرعة الذي يطلق عليه عادة في مثل هذه المنحنيات سرعة التشغيل Operating speed والثاني هو مقدار النسبة ($\frac{V}{C}$) ، وعلى هذا تتحدد المناطق الخاصة بكل مستوى من مستويات الخدمة السابق الاشارة اليها بالخطوط الافقية التي تمثل الحدود الدنيا للسرعة والخطوط الرأسية التي تمثل الحدود العليا للنسبة ($\frac{V}{C}$) المسموح بها داخل كل مستوى وذلك بالكيفية المبينة في الشكل رقم (١ - ٦) .

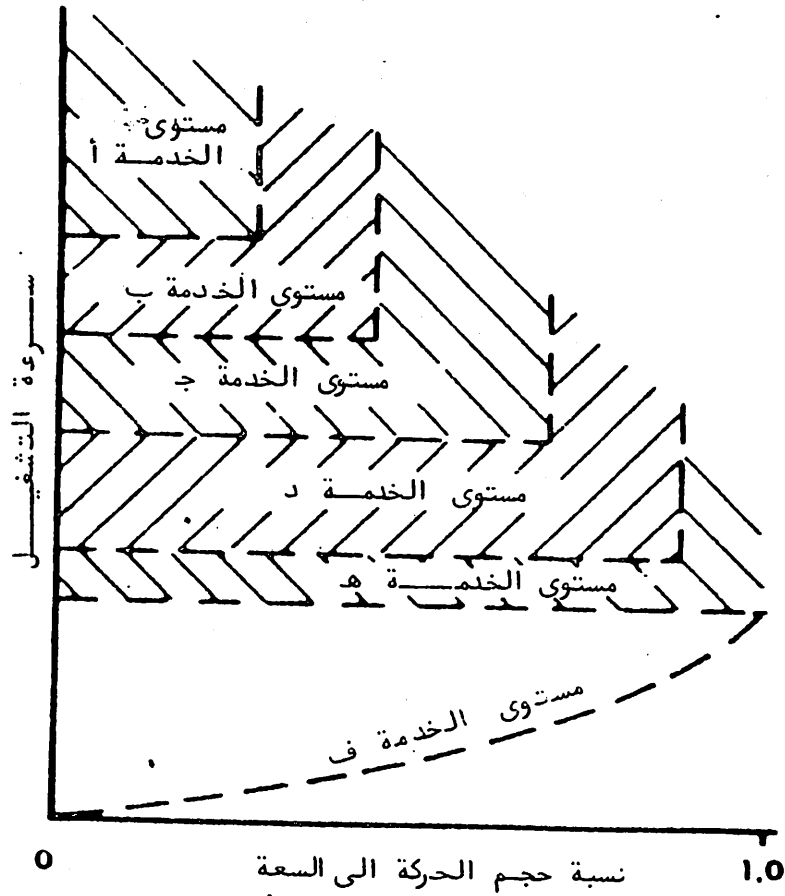
ويتم تحديد مستوى الخدمة لطريق ما واقصى حجم لحركة النقل يمكن السماح به مع الحفاظ على نفس المستوى من الخدمة بالاستعانة بمنحنيات وجداول كالمبينة فـي شكل (١ - ٧ ، ١ - ٨) ولتوضيح ذلك نعتبر المثال التالي :

مثال :

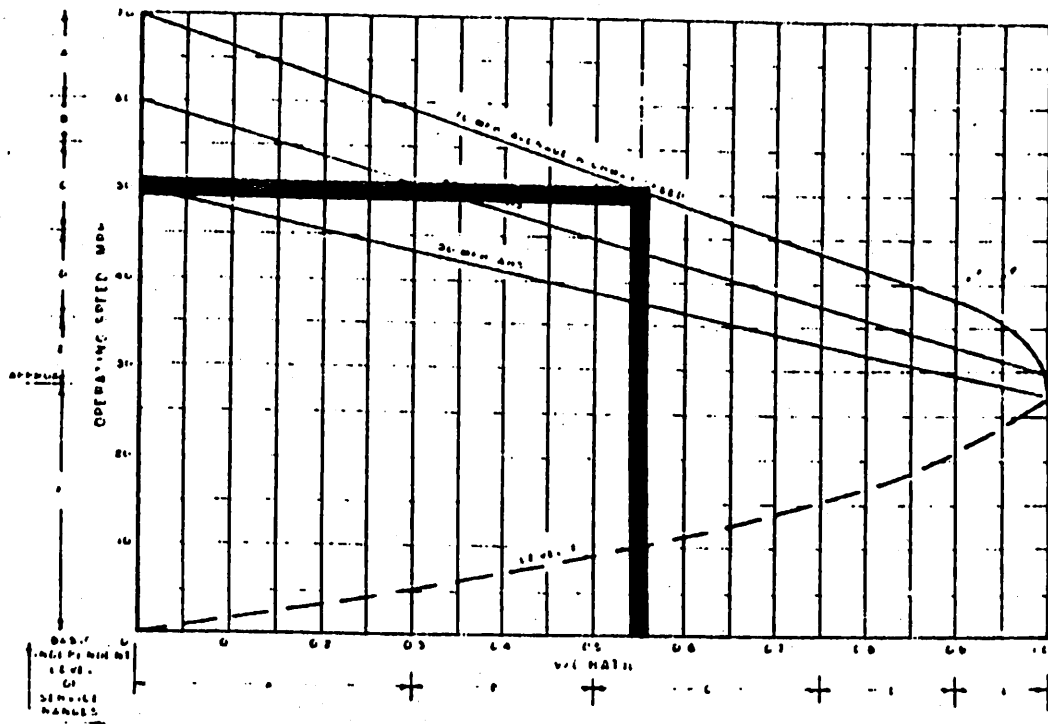
نفترض ان الطريق موضع الاعتبار يتميز بالمواصفات التالية :

- طول الطريق ٣.٢ كم
- المقطع يتكون من "مضمارين 2 Carriageways " احدهما لاتجاه الذهاب والآخر لاتجاه الاياب .
- يتكون كل " مضمار " من مسارين 2 Lanes كل منها عرضه ١٢ قدما (٣.٦ متر) .
- توجد اكتاف Shoulders للطريق .
- لا توجد عوائق او معوقات على بعد اقل من ٦ قدم (١.٨ متر) على جانب الطريق .
- السرعة التصميمية هي ٧٠ ميل / ساعة (١١٠ كم / ساعة)
- حجم حركة النقل المتوقعة = ٢٢٠٠ مركبة / ساعة

يتضح من المثال السابق ان مواصفات الطريق هي المواصفات القياسية او المثالية ، ولمعالجته نبدأ بحساب النسبة $\frac{V}{C}$ فتكون :



شكل (١ - ٦) : الشكل العام للعلاقة ما بين مستوى الخدمة وسرعات التشغيل ونسبة الحجم الى السرعة



شكل (٧-١) : منحني العلاقة بين نسبة الحجم الى السرعة و
الشفيل للسير في اتجاه واحد على طريق متعدد المسارات

LEVEL OF SERVICE	TRAFFIC FLOW CONDITIONS		MOVES VEHICLE CAPACITY (PER HOUR)			MAXIMUM MOVES VEHICLE LANE LANE CAPACITY (PER HOUR) INCLUDING 70-MPH AND (TOTAL PASSENGER CARS PER HOUR, ONE DIRECTION)		
	DESCRIPTION	OPERATING SPEED (MPH)	BASE LANE VEHICLE CAPACITY (PER HOUR) AT 70 MPH	APPROXIMATE VEHICLE CAPACITY FOR BASE LANE VEHICLE CAPACITY		4-LANE HWY (2 LANES ONE DIRECTION)	6-LANE HWY (3 LANES ONE DIRECTION)	8-LANE HWY (4 LANES ONE DIRECTION)
				80 MPH	70 MPH			
A	Free flow	50	< 0.50	0	0	1,200	1,800	2,400
B	Stable flow (upper speed range)	55	< 0.50	< 0.50	0	2,000	3,000	4,000
C	Stable flow	55	0.50	0.50	0.50	2,000	3,000	4,000
D	Approaching unstable flow	55	0.50	< 0.50	< 0.50	2,000	3,000	4,000
E	Unstable flow	30	0.50	0.50	0.50	600	600	2,000
F	Forced flow	< 30	Not recommended			Widely variable (if so capacity)		

* Operating speed and flow ... are independent measures of level of service. Data should be selected on only determination of level.
 * Operating speed required for this level is not obtainable even at low volumes.
 * 0 = 0.
 * Approximate.
 * Potential volume capacity data may well exceed the indicated capacity.

شكل (٨ - ١) : مستويات الخدمة واقصى حجم نقل على الطرق المتعددة المسارات

$$0.55 = \frac{2200}{2 \times 2000} = \frac{V}{C}$$

والرجوع للمنحني شكل (٧-١) مقابل $\frac{V}{C} = 0.55$ والسرعة التصميمية $\frac{V}{C}$ ميل / ساعة نجد ان اقصى سرعة تشغيل يمكن تحقيقها على الطريق هي ٥٠ ميل / ساعة ، وان مستوى الخدمة المقابل لهذه الظروف هو المستوى (ح) ، وبالرجوع الى الجدول الموجود في شكل (٨ - ١) نتأكد النتائج السابقة ويتضح ان حجم الحركة على هذا الطريق يمكن ان يرتفع الى ٣٠٠٠ مركبة في الساعة قبل ان ينتقل مستوى الخدمة الى المستوى الاقل وهو المستوى (د) .

٦-١ التحديد الرياضي لسرعة التشغيل

في حالة عدم توفر منحنيات كالمبينة في شكل (٧-١) ، فيمكن اللجوء الى تحديد سرعات التشغيل بطرق رياضية بالاستعانة بالمعادلات التالية ، ويجدر بنا التفريق بين سرعة التشغيل للمركبات الخفيفة ولتكن S_o وتلك السرعة للمركبات الثقيلة او اللواري S_L .

١ و لا ، بالنسبة للمركبات الخفيفة :
(أ) طريق ذات مسارين او ثلاثة

$$S_o = \text{اقل قيمة بين } \{ S_D , \text{ اكبر القيمتين } (S , S_{MIN}) \}$$

حيث

$$\begin{aligned} S_D &= \text{السرعة التصميمية للطريق} \\ S_{MIN} &= 21.6 + 1.2 \times S_D \end{aligned}$$

وحيث

$$S = 28.7755 + 0.0663 H + 0.41025 S_D - 30.08 \frac{V}{C}$$

$$H = \text{مدى الرؤيعة}$$

(ب) طريق ذات اربعة مسارات

(i) طريق مقسم divided

$$S_o = - \frac{(15 + S_D)}{3} \frac{V}{C} + S_D$$

(ii) طريق غير مقسم

$$S_o = \left(\frac{15 - SD}{1.5} \right) \frac{V}{C} + SD$$

ثانياً ، بالنسبة للمركبات الثقيلة

S_o km/hr

ST km/hr يمكن استنباط العلاقة المبينة بناء على المشاهدات التي

ثم تجميعها من الميدان وتحليلاتها في المعاهد المعنية
بشئون النقل وهذه العلاقة يمكن وضعها في صورة المعادلة
التالية :

100	80
90	68
80	60
70	54
60	49
50	45

$$S_T = 57.85714 - 0.71286 S_o + 0.00929 S_o^2$$

٧-١ السعة المتاحة للطريق

سبق ايضاً ان السعة الاساسية للطريق Basic capacity

ينبغي لها توفر شروط قياسية لتحقيقها اهمها ما يتعلق بعرض المسار lane width والسرعة التصميمية وبعد العوائق عن جانب الطريق ، فاذا ما اختلفت الظروف الفعلية عن الشروط القياسية ، انخفضت السعة الاساسية الى ما يطلق عليه السعة المتاحة available capacity على النحو التالي

$$C = C_o (P_w \times P_c \times P_s)$$

حيث

$$C = \text{السعة المتاحة للطريق}$$

$$C_o = \text{السعة الاساسية او القياسية}$$

$$P_w = \text{معامل اقل من الواحد الصحيح لاثـر اختلاف عرض المسار}$$

عن العرض القياسي (١٢ قدم)

$$P_c = \text{معامل اقل من الواحد الصحيح لاثـر انخفاض بعد العوائق}$$

على جانب الطريق عن البعد القياسي (٦ قدم)

$$P_s = \text{معامل لاثـر انخفاض السرعة التصميمية عن السرعة}$$

القياسية (٧٠ ميل/ساعة) .

هذا ويبين الجدول (١-١) المعادلات الرياضية المستخدمة لتقدير قيم هذه المعادلات

السابقة كما يبين الجدول (٢-١) بعض قيم هذه المعادلات

جدول (١-١) : المياعات الرياضية للمعاملات التي تؤثر على السعات الأساسية للطرق

معامل تأثير السرعة التصميمية P_s	معامل تأثير مسافة العوائق عن جانب الطريق P_c	معامل تأثير عرض المسار P_w
طريق ذو مسارين	$0.7205 + 0.05775D - 0.00187D^2$	$1.9405 - 0.2885 w + 0.0175 w^2$
طريق ذو ثلاث مسارات	$0.82 + 0.03D$ for $P_c < 1$ otherwise $P_c = 1$	$0.04 + 0.08 w$
طريق ذو أربعة مسارات غير مقسم	$0.8815 + 0.03825D - 0.00313D^2$	$-1.7925 + 0.4425 w - 0.0175 w^2$
طريق ذو أربعة مسارات مقسم	$0.8135 + 0.07175D - 0.00688 D^2$	$-1.6465 - 0.4305 w - 0.0175 w^2$
$SD =$ السرعة التصميمية بالميل في الساعة	$D =$ المسافة بالغدم بين العائق وحد المسار	$w =$ عرض المسار بالقدم

جدول (٢-١) بعض القيم العملية للمعاملات التي تؤثر على السعات الأساسية للطرق

السرعة التصميمية (ميل/ساعة) اكبر من أو تساوي P_s														المسافة بالقدم بين العائق وحـد المسار بالقدم P_c				P_w عرض المسار بالقدم			
٧٠	٦٠	٥٠	٤٠	٣٠	٦	٤	٢	صفر	١٢	١١	١٠	٩									
طريق مسطح	٧٦	٩٨	٩٦	٩٥	٩٤	٩٢	٨٣	٧٢	٩١	٨٨	٨١	٧٦									
طريق ذو اربعة مسارات غير مقسم	٧٦	٩٦	-	-	-	٩٨	٩٥	٨٨	٩١	٩٥	٨٩	٧٧									
طريق ذو اربعة مسارات مقسم	٧٦	٩٦	-	-	-	٩٨	٩٤	٨١	٩٧	٩١	٨١										

الفصل (٢) - تكلفة مستخدمي الطريق

١-٢ مقدمة

تمثل حسابات عناصر التكلفة التي يتحملها مستخدمي الطريق من جراء استعماله في تنقلاتهم احد المكونات الاساسية اللازمة لتقدير منفعة هذا الطريق بالنسبة اليهم فاجراء حسابات تكلفة مستخدمي الطريق لبدائل المشروع المطروحة للاختيار فيما بينهما (بما فيها البديل الذي يمثل الوضع الحالي) والمقارنة بينها يساعد على تقييم منفعة الطريق وهو ما يمثل احد جانبي تحليل المنفعة والعائد الذي يمثّل حجر الزاوية في دراسة جدوى مشروعات الطرق ، وفي هذه الدراسة سنحاول تبويب عناصر التكلفة هذه والبحث في كيفية تقدير كل منها كميا بالوحدات النقدية .

٢-٢ عناصر التكلفة :

هناك عدة وسائل لتبويب عناصر تكلفة مستخدمي الطريق تختلف فيما بينها اختلافا بسيطاً ، ويمثل التبويب الذي نعرض له هنا الصورة الشاملة لكافة بنود التكلفة المتداولة في هذه الاحوال والتي قد تختلف في بعض جزئياتها عن المناهج الشائعة المتبعة في هذا الصدد ، كما سيتبين في الاجزاء اللاحقة . وقبل البدء في عملية تقدير التكلفة يجب اولا تقسيم الطريق الى اقسام Sections متجانسة وتقسم انواع المركبات المتدفقة الى مجموعات متماثلة ثم يشار الى تقدير العناصر التالية لكل قسم من اقسام الطريق بمعلومية نوعية سطحه ، وذلك بالنسبة الى كل نوعية من انواع المركبات .

١-٢-٢ تكاليف اساسية

يطلق تعبير التكاليف الاساسية لكل قسم من الطريق Basic section cost على عنصرين اساسيين هما تكاليف تشغيل المركبات المتدفقة على هذا القسم بالاضافة الى تكلفة وقت السير Travel time التي يتحملها مستخدمو هذه المركبات وذلك في ظل توفر ظروف مثالية للتشغيل من حيث الانحناءات وتغير السرعات اى ان التكلفة الاساسية تتكون من العناصر التالية :

١-٢-٢-١ تكاليف التشغيل المتغيرة :

وهي تتوقف على عوامل عديدة وتعتبر متغيرة لانها تعتمد على المسافة المقطوعة وتتكون مما يلي :

- | | | |
|--------|---|---------------------|
| لكل كم | - | تكلفة الوقود |
| " | - | تكلفة اهلاك المركبة |
| " | - | تكلفة زيت المحرك |

لكل كم
"

- تكلفة اهلاك الاطارات
- تكلفة الصيانة والاصلاح

٢-٢-٢ تكلفة وقت السير

لكل ساعة للمركبة

- تكلفة وقت سائق وركاب سيارات الركوب في رحلات العمل
- تكلفة وقت المركبة ذاتها في حالة اللواري
- تكلفة وقت السلعة المنقولة في حالة اللواري باعتبار ان السلعة تكون رأسمالا عاطلا خلال وقت الرحلة :

٣-٢-٢ تكاليف اضافية

وهي الزيادات التي تطرأ على بنود التكلفة الاساسية نتيجة لاختلاف ظروف التشغيل عن الظروف المثالية مثل:

- الزيادة في التكلفة الاساسية نتيجة للمنحنيات curves على الطريق
- الزيادة في التكلفة الاساسية نتيجة لتغيير السرعات speed change على الطريق
- الزيادة في التكلفة الاساسية في حالات الازدحام congestion التي ينتج عنها توقف اضطرارى للمركبات على الطريق (كما هو الحال عند التقاطعات والاشارات) اى عند مستويات الخدمة التي يطلق عليها مستوى F مما تنتج عنه تكلفة اعطال اضافية delay cost

٢-٢-٢ تكاليف التشغيل السنوية الثابتة :

- تراخيص ، ضرائب ، اجازات
- تأمين وزيوت نشحيم
- أجور عمالة (للمركبات التجارية فقط)
- تكاليف ادارية (للمركبات التجارية فقط)
- المكونة الثابتة للاهلاك

٣-٢-٢ Accident cost تكاليف الحوادث

واحيانا ما يعبر عنها بوحدات نقدية لكل كم طولي للطريق .

هذا ويعطي شكل (١-٢) لوحة توضيحية تبين المكونات الاساسية لتكلفة مستخدمي الطريق والمدخلات اللازمة لحساب كل منها ، ويتضح منها ان حساب السرعة المتوسطة للتشغيل على المسارات الافقية والمستقيمة يمثل حجر الزاوية الذي يجب حسابه اولا للوصول الى عناصر التكلفة المتغيرة للتشغيل وعناصر التكاليف الاضافية للتشغيل نتيجة لوجود منحنيات على الطريق او تغيير السرعات اثناء السير . ويتم حساب هذه السرعة في احوال وجود ازدحام على الطريق او عدم وجوده وفقا للمعطيات الاولى للمشروع (بند ٤ : هل مستوى الخدمة هو المستوى F ؟) . كما ان تكاليف التشغيل المتغيرة يتم حسابها اما على السطوح الافقية او السطوح المائلة وفقا ايضا للمعطيات الاساسية للمشروع (بند ٥ : درجة الميل) .

٣-٢ كيفية تقدير عناصر التكلفة

١-٣-٢ طريقة الجمعية الامريكية لمسؤولي النقل والطرق

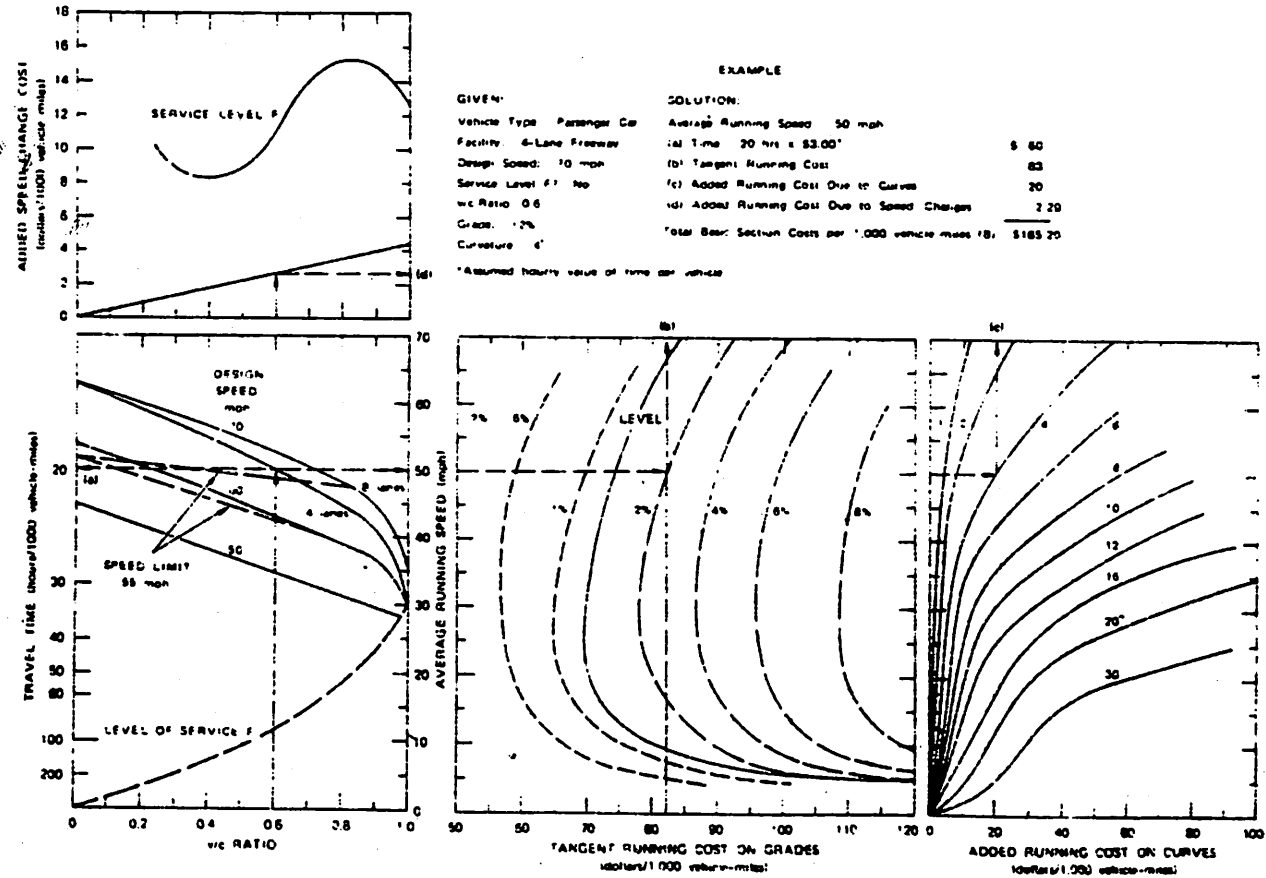
قدمت الجمعية الامريكية لمسؤولي النقل والطرق AASHTO في دليلها عن تحليل منافع مستخدمي الطرق ^(١) مجموعة من المنحنيات التي يمكن استخراج البنود المتعلقة بالتكاليف الاساسية والتكاليف الاضافية (البنود ١ ، ٢) لاي قسم من اقسام الطريق وذلك بمعلومية المدخلات او المعطيات التالية :

- نوع وطراز المركبة
- نوع الطريق وطبيعة سطحه
- النسبة $\frac{V}{C}$ لحركة النقل عليه او السرعة المتوسطة للسير $\frac{\text{average running speed}}{C}$
- ميل الطريق على هذا القسم grade
- السرعة التصميمية design speed
- مقدار الانحناء curvature
- قيمة الوقت للمركبة في الساعة
- هل مستوى الخدمة هو المستوى F ؟

ويمثل شكل (٢-٢) نمودجا لهذه المنحنيات كما يقدم مثالان كيفية استخدامها في التطبيق .

(1) "A Manual on User Benefit Analysis of Highway and Bus Transit Improvements 1977", AASHTO.





شكل (٢-٢) : نموذج لمنحنيات الجمعية الأمريكية لمسئولي النقل والطرق لتقدير مزايفه مستخدمي الطريق

ويجدر هنا ان نبدي الملاحظات التالية على الطرق السابقة :

١ - ان تكاليف التشغيل المتغيرة التي استخدمت في وضع المنحنيات السابقة افترضت سطوحاً مرصوفة paved surface فاذا كان الطريق حصوياً gravel أو ترابياً earth فان مجموع العناصر الخمسة التي تكون مجتمعة تكاليف التشغيل المتغيرة يجب ضربها في معامل اكبر من الواحد الصحيح يمكن الحصول عليه من المنحنى الموجود في شكل (٢-٣) •

٢ - ان تكلفة الوقود في المنحنيات السابقة لا يدخل فيها الضرائب •

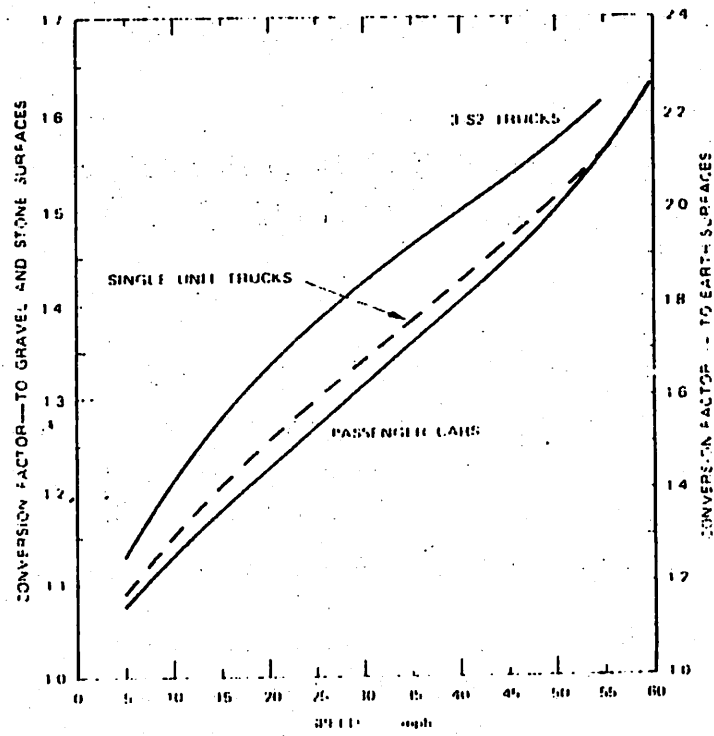
٣ - ان المنحنيات المعنية قد استعمل في الحصول عليها مستويات الاسعار التي كانت سائدة في الولايات المتحدة الامريكية في يناير ١٩٧٥ ومن ثم يجب تعديلها لتلائم الاسعار السائدة وقت استخدام هذه المنحنيات ، ويقدم الملحق (B) من الدليل طريقة اجراء هذا التعديل •

يتضح من النقطة الاخيرة ان هذه المنحنيات قابلة للتطبيق فقط في الولايات المتحدة الامريكية ومن ثم لا تصلح للتطبيق في أى من الدول النامية الاخرى ، ومع ذلك فتظل قيمتها بالنسبة لهذه الدول الاخيرة تنحصر في كونها تمثل نمودجا لما يمكن اتباعه في هذه الدول من اجل تطوير المنحنيات الخاصة بها ومن ثم تكون قد خطت خطوة كبيرة في سبيل توفير اطار موحد يمكن الرجوع اليه عند دراسة وتقييم جدوى مشروعات الطرق في هذه البلدان ، والى ان يتم مثل هذا المشروع الطموح فلن يبقى امام هذه الدول من بد سوى اللجوء الى الحسابات التقليدية وهو ما نعرض له في الاجزاء التالية •

٢-٣-٢ طريقة جان دي ويل :

يعتبر المرجع الذى وضعه جان دي ويل Jan De Weille في اوائل الستينات احد الملامح الهامة على هذا الطريق الذى ما زالت تلجأ اليه بيوت الخبرة الاستشارية كلما تعرضت لحسابات تكاليف مستخدمى الطريق في قطر من اقطار الدول النامية • ويقدم هذا المرجع جداول اساسية تمثل ارقام الاستهلاك الفعلية للبنود السنة التالية من تكاليف التشغيل

- استهلاك الوقود
- استهلاك زيوت المحرك
- استهلاك الاطارات
- اهلاك المركبات
- الصيانة
- قيمة وقت سائق المركبة



Source: R. Winfrey, Economic Analysis for Highways, International Textbook Company (1968).

شكل (٢ - ٣) : معاملات تحويل تكاليف تشغيل المركبات على السطوح المرصوفة الى ما يعادلها على السطوح الترابية والحصوية

وتعطي جداول هذا المرجع ارقام استهلاك العناصر السابقة وفقا للظروف التفصيلية التالية :

أ - نوعية السطح

مرصوف ، حصوى ، ترابي

ب - سبعة انواع من المركبات

٣ سيارات ، ٤ لوريات

ج - أسرع قيم مختلفة للسرعة منها سرعة التشغيل المتوسطة Bench-mark speed

ويجدر هنا ملاحظة النقاط التالية للمنهجية التي اتبعها المرجع السابق والتي يجب أن تؤخذ في الحسبان قبل الشروع في محاولة تطبيقها على مشروع بعينه وهذه الملاحظات هي :

١ - ان الجداول التي يقدمها هذا المرجع لا تأخذ في الاعتبار أثر الازدحام في الطريق على تكاليف التشغيل وعلى هذا فان جداول هذا المرجع لا تفيد في الاحوال التي يكون من اهداف ومنافع المشروع تحت التقييم التخلص من ازدحام الحركة على الطريق الحالي ، وهذه على أى الاحوال حالات نادرة لا تظهر عادة في مشروعات الطرق التي تربط المدن في الدول النامية •

٢ - ان منهجية دى ويل وان كانت قد اخذت بعين الاعتبار تكلفة وقت سائق المركبة على انها احد مكونات تكاليف التشغيل الا انها لم تعتبر وقت الركاب ووقت السلعة ذاتها ولم يعط اية تقديرات لها على اساس انها تخرج عن اطار تكاليف التشغيل وان كان المرجع يعترف بأهميتها من حيث كونها جزءا اصيلا في منفعة الطريق •

٣ - كما ان المرجع ايضا لم يدرج في حساباته اثر المشروع على انخفاض معدلات الحوادث للمصوبة المنهجية في تقدير قيمة "الحياة البشرية" الا ان هذا البند جرت العادة ايضا على ان توضع قيم كمية له وفقا لمحاولات واجتهادات مختلفة يتم اعتبارها احد منافع المشروع •

٣-٣-٢ الحساب الرياضي لاهم بنود تكلفة مستخدمي الطرق

١-٣-٣-٢ تكاليف التشغيل المتغيرة على الطرق المرصوفة

والمقصود بالتكاليف المتغيرة هنا هو ذلك الجزء من تكاليف تشغيل المركبات

الذى يعتمد مباشرة على المسافة المقطوعة اى انه لا يدخل في الاعتبار هذا التكاليف السنوية الثابتة لتشغيل المركبات مثل التأمين والتراخيص السنوية وما الى ذلك • وتتكون عناصر التكاليف المتغيرة من مجموع تكاليف الوقود والاهلاك وزيوت المحرك والاطارات وذلك الجزء المتغير من تكاليف الصيانة والاصلاح وفيما يلي النماذج الرياضية المستخدمة في تقدير كل عنصر من العناصر السابقة •

١ - تكاليف الوقود

يمكن استنباط استهلاك المركبة من الوقود من خلال الدالتين الرياضيتين التاليتين لكل من المركبات الخفيفة كسيارات الركوب والمركبات الثقيلة كاللوارى بمعلومية سرعة التشغيل المتوسطة وذلك على النحو التالي :

المركبات الخفيفة :

$$F(V) = 20.8304 - 0.5841 V + 0.00712 V^2 - 0.00002 V^3$$

المركبات الثقيلة

$$F(V) = 59.3667 - 2.071 V + 0.3152 V^2 - 0.00013 V^3$$

حيث :

$$V = \text{سرعة التشغيل المتوسطة بالكلم/ساعة}$$

$$F(V) = \text{استهلاك الوقود باللتر/١٠٠ كم}$$

والدوال السابقة تعطي فقط العلاقة بين كل من V و $F(V)$ ولا تصلح للاستخدام بطريقة مطلقة في هذه الصورة بل يجب أن يسبق استخدامها تعديل معاملاتها وذلك بمعرفة استهلاك المركبة من الوقود F_0 عند سرعة أساسية V_0 وهو ما يمكن الحصول عليه مباشرة من كاتالوجات وجداول مواصفات المركبة المعنية فعند هذه السرعة فان F_0 يمكن ان تساوى $F(V_0)$ فقط عند ضرب معاملات الدالة في المقدار $F_0/F(V_0)$ فاذا ما تم هذا فيمكن حينئذ استخدام المعاملات الجديدة للمعادلة مع سرعة التشغيل المتوسطة على هذا القسم من الطريق لتحديد القيم المطلقة لاستهلاك الوقود باللتر/١٠٠ كم •

٢ - تكاليف الاهلاك

نظرا لان عناصر تكاليف التشغيل هذا يتم حسابها بالنسبة لوحدة المسافة المقطوعة سواء أكانت كيلومتر أو ميل فمن هنا يصبح من الضروري أولا حساب المسافة المقطوعة بهذه المركبة سنويا • ولنبدأ لهذا الغرض من البيانات المتعلقة بالسير

الحر لهذه المركبة Free flow أي بدون ازدحام على هذا الطريق • فإذا كانت:

$$V_0 = \text{سرعة السير الحر للمركبة على الطريق}$$

$$A_0 = \text{المسافة المقطوعة سنوياً بافتراض سير السيارة بالسرعة}$$

$$Y_0 = \text{العمر الاقتصادي للسيارة في الظروف السابقة}$$

فإذا اختلفت الظروف الفعلية للتشغيل عن الظروف السابقة وكان هناك ازدحام على الطريق بحيث كانت سرعة التشغيل V اقل من سرعة السير الحر V_0 وبافتراض تساوي عدد ساعات التشغيل فتكون المسافة A المقطوعة حينئذ اقل من المسافة A_0 وتحدد بالمعادلة التالية :

$$(1) \quad A = A_0 \frac{V}{V_0}, \quad V < V_0$$

أما إذا افترضنا جدلاً أن السرعة V أكبر من سرعة السير الحر V_0 وبالتعويض في المعادلة السابقة تكون A أكبر من A_0 ولكن نظراً لأن سير المركبة بسرعات أكبر من سرعة السير الحر هو افتراض غير واقعي لجميع اوقات السير بل قد يكون صحيحاً فقط في جزء (P) من الوقت بينما تسير المركبة بسرعتها الحرة V_0 في الجزء المتبقي من الوقت $(1-P)$ حيث يتم تحديد مقدار الكسر (P) بواسطة الشخص الذي يدرس ويحلل النظام فتتحدد حينئذ المسافة المقطوعة A على النحو التالي :

$$(2) \quad A = A_0 (1-P + P \frac{V}{V_0}), \quad V > V_0$$

ومن هاتين المعادلتين وحسب الظروف السائدة يمكن حساب العمر الاقتصادي Y المناظر للمسافة المقطوعة A كما يلي :

$$(3) \quad Y = Y_0 \frac{A_0}{A}$$

وتكون تكاليف الاهلاك السنوية D كما يلي :

$$(4) \quad D = C \frac{r}{(1+r)^Y - 1}$$

حيث :

C = تكاليف احلال المركبة عند انقضاء عمرها الاقتصادي

r = نفقة الفرصة البديلة opportunity cost أو سعر رأس المال السائد

وإذا ما ادخلنا في تكلفة الاهلاك السنوية تكلفة رأس المال أيضاً فيكون القسط النهائي للاهلاك في إطار هذا المفهوم (احلال + تكلفة رأس المال) بالنسبة للكيلومتر أو الميل الواحد هي R حيث تتحدد R على النحو التالي :

$$(5) \quad R = (D + Cr) \frac{1}{A}$$

٣ - تكاليف زيت المحرك :

على الرغم من ان تكاليف استهلاك زيت المحرك تعتمد نظريا على السرعة ومن ثم المسافة المقطوعة وهو المنهج الذى اتبعته الجمعية الامريكية لمسئولي النقل والطرق AASHTO في الدليل الذى اعدته عن منافع مستخدمي الطريق ^(١) ، الا ان تأثير السرعة على استهلاك السيارة من زيت المحرك يعتبر تأثيرا بسيطا الامر الذى يمكن معه ادراج هذا البند ضمن بنود التكلفة السنوية الثابتة بدون الوقوع في خطأ كبير نتيجة لهذا الافتراض أو هذا التقريب .

٤ - تكاليف استهلاك الاطارات :

اذا فترضنا ان المركبة تسير بسرعة السير الحرة V_0 وان عمرها الاقتصادي عند هذه السرعة هو Y_0 فيمكن حينئذ حساب قسط استهلاك الاطار الواحد TC بمعلومية تكلفة احلال هذا الاطار CT بنفس الطريقة التي تم اتباعها عند حساب قسط الاهلاك للسيارة كما في المعادلة التالية :

$$(٦) \quad TC = CT \frac{r}{(1+r)^{Y_0} - 1}$$

حيث :

$$\begin{aligned} TC &= \text{التكلفة السنوية للاطار الواحد} \\ CT &= \text{تكلفة احلال الاطار} \\ r &= \text{سعر رأس المال} \\ Y_0 &= \text{العمر الافتراضي للاطار عند السرعة} \end{aligned}$$

اما اذا كانت السرعة $V = V_0$ وليست V_0 نتيجة للازدحام على الطريق مثلا فينتج عن ذلك ان المسافة المقطوعة سنويا A سوف تختلف عن تلك المسافة A_0 التى يقطعها الاطار عن السرعة V_0 ويكون العمر الافتراضي للاطار حينئذ هو Y حيث :

$$(٧) \quad Y = Y_0 \frac{A_0}{A}$$

وعلى ذلك تكون تكلفة استهلاك الاطارات T لكل ميل أو كم على النحو التالي :

والمركبات التجارية او اللوريات بعبارة اخرى •

١ - تكلفة وقت سائق وركاب المركبة في رحلات العمل لسيارات الركوب :

وفي حالة سيارات الركوب يقتضي الامر مرة اخرى التفرقة بين الرحلات المنتجة لهذه السيارات أى الرحلات لاغراض العمل والرحلات التي تتم لاغراض غير منتجة (غير العمل) كالترفيه على سبيل المثال فهذه الرحلات الاخيرة لا تمثل اى نفقة من الوجهة الاقتصادية القومية • ويمكن التعبير عن تكلفة وقت سائق وركاب سيارة الركوب في رحلات العمل بالمعادلة التالية :

$$T_p = (D_{IP} \cdot S_{DIP} \cdot P_{DI} + I \cdot N_p \cdot S_p \cdot P_p) / V$$

حيث :

$$\begin{aligned} T_p &= \text{تكلفة وقت سائق وركاب السيارة} \\ D_{IP} &= \text{دخل سائق السيارة في الساعة} \\ S_{DIP} &= \text{معامل سعر الظل لاجر سائق السيارة} \\ P_{DI} &= \text{نسبة السائقين الذين يقودون سياراتهم في رحلات متعلقة بالعمل} \\ I &= \text{متوسط دخل راكب السيارة في الساعة} \\ N_p &= \text{متوسط عدد ركاب السيارة الواحدة} \\ S_p &= \text{معامل سعر الظل لاجر ركاب السيارة} \\ P_p &= \text{نسبة الركاب الذين يستخدمون السيارة في رحلات متصلة بالعمل} \end{aligned}$$

٢ - تكلفة وقت السائق والعمال في الرحلات المنتجة للمركبات التجارية (اللوارى) (١) :

عادة ما يتم ادراج تكلفة اجور سائق اللورى والحمالين ضمن بنود التكاليف السنوية الثابتة للمركبة التجارية حيث يتقاضى هؤلاء اجورهم عادة على اساس شهرى ثابت قد لا يعتمد مباشرة على المسافة المقطوعة وسواء اكانت المركبة مشغولة بالفعل في عملية منتجة أم متوقفة عن العمل •

٣ - تكلفة وقت المركبة التجارية ذاتها :

وهو ما يعبر عنه بتكلفة الفرصة البديلة ، فاذا لم تكن المركبة قد استخدمت في عملية النقل الراهنة فلربما كانت قد استخدمت خلال نفس الوقت في عملية اخرى مربحة ولكانت قد حققت عائدا يمكن اعتباره هو تكلفة الفرصة البديلة •

٤ - تكلفة وقت السلعة المنقولة :

تعتبر قيمة السلعة الموجودة في المركبة التجارية أو اللورى اثناء النقل رأس مال عاطل عن الدوران خلال الوقت الذي تستغرقه عملية النقل فاذا كانت القيمة المتوسطة للسلعة المنقولة هي V_C فان تكلفة وقت النقل بالنسبة للسلعة V_{TC} تتحدد على النحو التالي باستخدام معامل استرجاع رأس المال :

$$V_{TC} = \frac{r (1 + r)^Y}{(1 + r)^Y - 1} \times \frac{1}{A} \times V_C$$

٤-٣-٢ أثر ازدحام الطريق على تكاليف تشغيل المركبات:

يؤدى ازدياد الازدحام على الطريق الى تقليل سرعة تشغيل المركبات وتداخلها مما يؤدى الى زيادة تكاليف التشغيل ، فاذا ما زاد الازدحام الى الدرجة التي تؤدى الى توقف السيارات بين الحين والآخر فهذا يكون ارتفاع التكاليف ملحوظا بدرجة كبيرة .

وهناك عدة مناهج للتقييم الكمي لاثـر الازدحام على تكاليف التشغيل من اهمها ذلك المنهج المتبع في "دليل سعة الطرق Highway Capacity Manual" في الولايات المتحدة الامريكية وهو المنهج الذى سنعرض لخطوطه العريضة في الاجزاء التالية .

يعتمد المنهج المذكور في تقدير اثر الازدحام على تكلفة التشغيل على حساب قيمة كمية لهذا الازدحام تأخذ كما هو متبع في مثل هذه الاحوال صورة النسبة $\frac{V}{C}$ حيث V هي حجم حركة النقل على الطريق و C هي سعته ويبرز هنا على الفور نقطتان يجب التغلب عليهما هما :

- عدم تجانس المركبات المتدفقة على الطريق
- وجود عوامل عديدة تؤثر سلبا على سعة الطريق

ويقدم الدليل المذكور انفا الوسائل المناسبة للتغلب على هذه العقبات فعدم تجانس المركبات يتم التغلب عليه بحساب مكافئ حجم الحركة على الطريق كما ان العوامل التي تؤثر سلبا على سعة الطريق نؤخذ هي الاخرى في الحساب لحساب السعة المتاحة للطريق .

١-٤-٣-٢ مكافئ حجم الحركة على الطريق Equivalent Traffic Volume

يتم في هذه الطريقة التعويض عن اعداد المركبات الثقيلة (لوارى واتوبيسات) بما يكافئها من اعداد المركبات الخفيفة (سيارات الركوب) بحيث يمكن اعتبار الحجم الذى يتم

الحصول عليه مكافئاً لحجم حركة مكونة من مركبات خفيفة متجانسة ولها نفس التأثير على الطريق كما للحجم الاصلي الغير متجانس وتتوقف قيم هذا المكافئ E_a على نوع الطريق وطبيعة الارض كما موضح بالجدول التالي :

طريق ذو مسارين	طريق متعدد المسارات
ارض مستوية level	٢
ارض منحدره rolling	٤
ارض جبلية mountainous	٨

ويتطلب تقييم اثر الازدحام التعبير عن حجم الحركة بالساعة وليس حجم الحركة اليومية المتوسطة ADT والتي تكون عادة متاحة من تعدادات المرور Traffic counts فاذا كانت:

$$V = \text{حجم حركة النقل في الساعة}$$
$$ADT = \text{حجم حركة النقل اليومي المتوسط}$$

فان :

$$V = \frac{ADT}{15.4}$$

وهذه المعادلة تنتج مباشرة من المعادلة التالية :

$$V = V_0 \left(1 + \frac{T^2}{V_0^2} \right)$$

بالتعويض التالي :

$$T = 0.75 V_0$$

حيث :

$$V_0 = \text{حجم الحركة المتوسط في الساعة}$$
$$T = \text{الانحراف المعياري لحجم الحركة في الساعة}$$
$$V = \text{حجم الحركة في الساعة}$$

٢-٤-٣-٢ السعة المتاحة للطريق :

وهي ما تم تناولها في البند ٧ من الفصل السابق عن سعة الطريق ... مفهومها

وكيفية تحديدها •

وبحساب كل من مكافئ حجم الحركة والسعة المتاحة له يمكن حساب قيمة جديدة للنسبة $\frac{V}{C}$ فاذا ما استخدمت هذه النسبة لحساب سرعات التشغيل المتوسطة S_0 ، S_T للمركبات الخفيفة والثقيلة على التوالي على النحو الموضح في البند ٦ من الفصل الخاص بمفهوم سعة الطريق ، لكنت هذه السرعات المتوسطة انعكاسا صادقا لاثر الازدحام على الطريق وباستخدام هذه السرعات في حسابات تكاليف التشغيل (البند ٣-٢-١) ينتج لنا قيمة هذه التكاليف في احوال الازدحام على الطريق •

الجزء الثاني :

مناهج تطبيقية

الفصل (٣) - مدخل مقترح للتعامل مع حالات تقييم مشروعات الطرق

يتطلب التعامل مع عمليات تقييم مشروعات الطرق تنظيم عملية الاقتراب من/والتعامل مع المشروع بحيث يتم الوصول الى الهدف المنشود باقصر طريق واقل جهد ممكن وبدون تجميع بيانات او معلومات زائدة عن الحد الكافي للوصول الى الهدف .

ويمكن تصور المنهج التالي لتحقيق ذلك:

اولا:

ضرورة توفر دراسات واحصاءات سابقة اساسية في القطر المعني مثل تعدادات النقل Traffic counts ومسوحات المصدر والهدف O-D surveys وتقديرات استهلاك نوعيات المركبات من عناصر التشغيل المختلفة بوحدة طبيعية . ولضمان تحقيق الاستفادة القصوى من هذه الدراسات يجب توحيد نظم التبريب classification للعناصر المختلفة الداخلة في هذه الدراسات مثل تبريب المركبات وتبريبات انواع الطرق . . . الخ . وذلك بالنص صراحة في مواصفات هذه الدراسات TOR على ضرورة التزام الجهة القائمة على الدراسة بهذا التبريب الموحد . ومن ثم تسهيل عمليات المقارنة البينية فيما بينها فيما بعد .

ثانيا: تجميع بعض البيانات الاساسية الاولى .

ثالثا: الاجابة على بعض التساؤلات الاولى التي تحدد ملامح عملية التقييم وهي :

- ١ - هل سيتم اعتبار التكاليف الثابتة للصيانة في عملية التقييم ؟
- ٢ - هل سيتم اعتبار التكاليف المتغيرة للصيانة في عملية التقييم ؟
- ٣ - هل سيتم اعتبار تكاليف تقوية الطريق (رصف طبقة سطحية جديدة بعدد معين من السنوات) في عملية التقييم ؟
- ٤ - هل هناك عناصر تكلفة اخرى ثابتة سيتم اعتبارها في التقييم ؟ وفي حالة الاجابة بنعم فما هي ؟
- ٥ - هل سيتم ادخال احجام النقل من تعدادات او احصاءات ميدانية مستقلة ام سيتم حسابها بواسطة النموذج باستخدام الدالة التي يفترضها ؟

٦ - هل سيتم ادخال تكاليف التشغيل من دراسات اخرى مستقلة
ام سيتم حسابها بواسطة النموذج ؟

٧ - هل يمكن افتراض ان هناك ازدياد على الطريق خلال العمر الافتراضي
له بحيث يكون مطلوبا حساب تكاليف تشغيل المركبات بواسطة
النموذج واثار هذا الازدياد على هذه التكاليف ؟

٨ - هل سيتم اعتبار الحركة المتولدة generated في عملية التقييم ؟

ان الاجابة على التساؤلات السابقة تحدد المسار التي ستتخذها عملية
التقييم وكيفية الاقتراب approach من النموذج ويترتب على هذه الاجابة
تحديد البيانات المطلوبة للتقييم هذا التحديد الذي يوفر المجهود الذي قد
يبدل في تجميع بيانات لا لزوم لها في هذه المرحلة من مراحل التقييم .

هذا ويبين شكل (١) لوحة توضيحية Flow chart لتسلسل عملية
التقييم وتحديد البيانات اللازم تجميعها من اجل اجراء هذه العملية ، ويمكن
تبويبها الى مجموعتين رئيسيتين من البيانات :

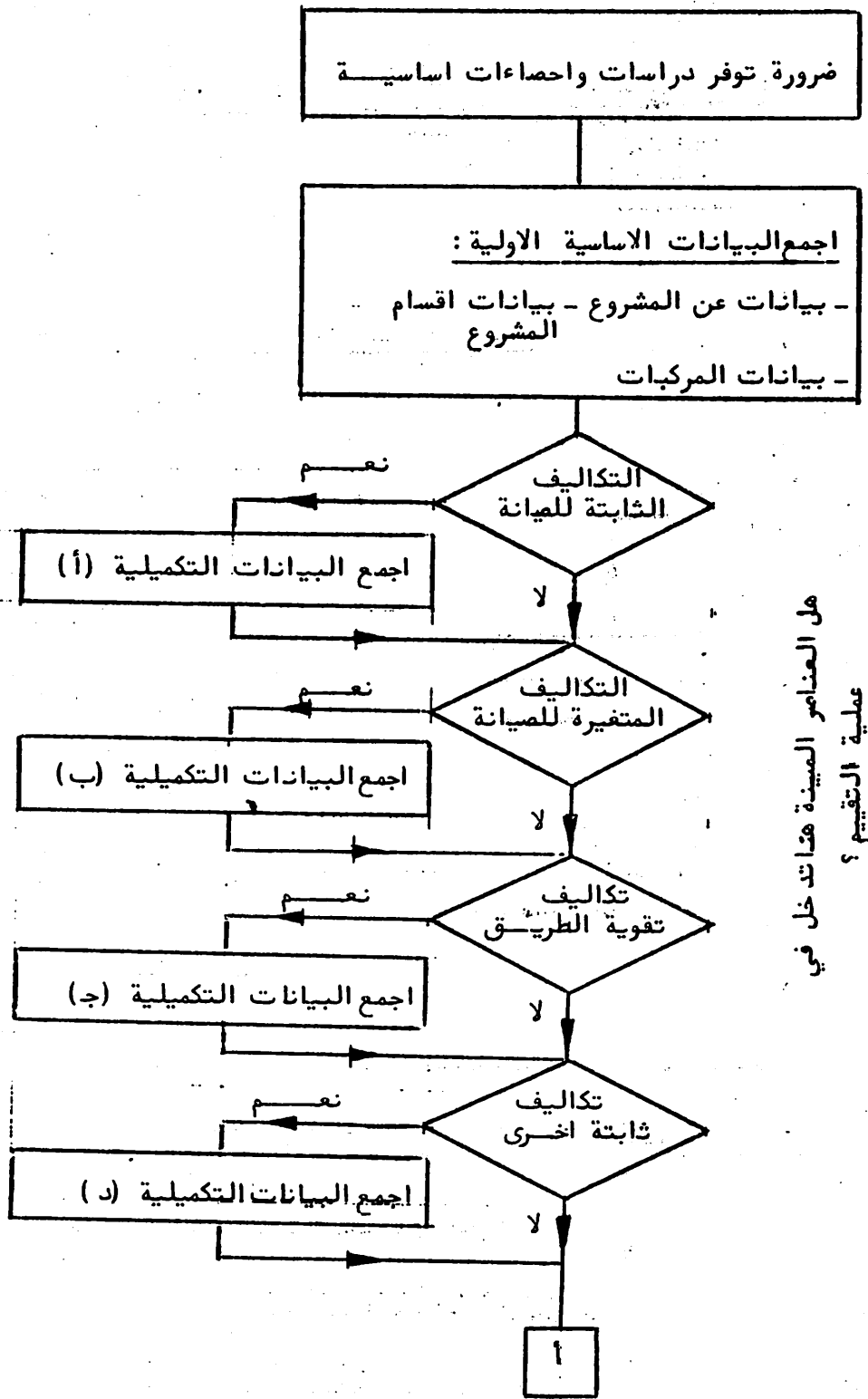
المجموعة الاولى : بيانات اساسية اولية :

وهي ما يجب توفره لكل مشروع تحت التقييم مثل

- بيانات عن المشروع نفسه
- بيانات عن تكاليف انشاء اقسام الطريق
- بيانات عن نوعيات المركبات التي تستخدم الطريق

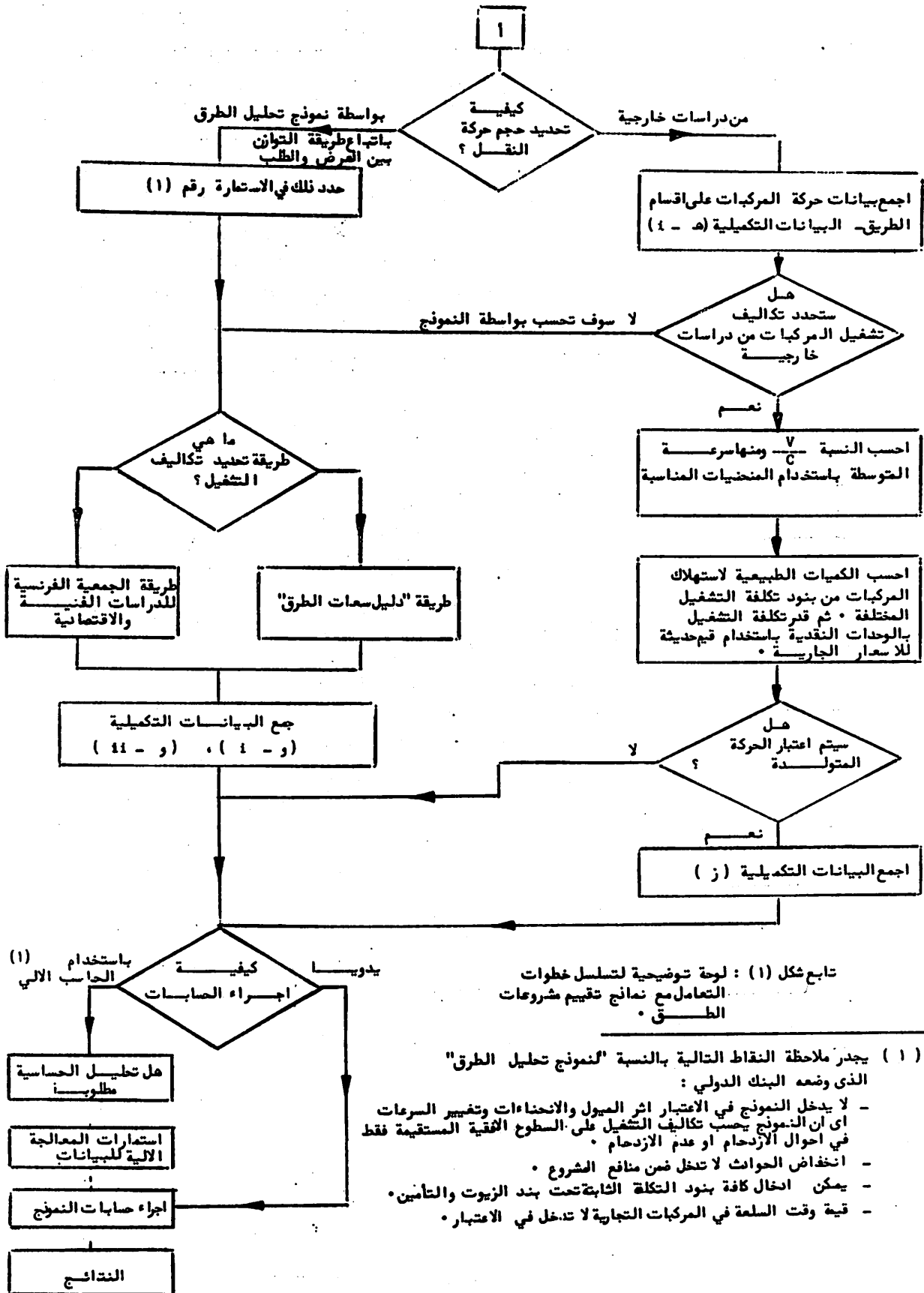
المجموعة الثانية : وهي بيانات تكميلية قد تدخل او لا تدخل في عملية التقييم
وفقا للملامح الاساسية لهذه العملية التي يحددها الاجابة على التساؤلات
السابقة تحت البند (ثالثا) ، وبفكر تجميع هذه البيانات في مجموعات فرعية
على النحو التالي :

- أ - بيانات عن تكاليف الصيانة الثابتة .
- ب - بيانات عن تكاليف الصيانة المتغيرة .
- ج - بيانات عن تكاليف تقوية الطريق .
- د - بيانات عن اية استثمارات اخرى مطلوبة خلال عمر المشروع .
- هـ - بيانات عن حركة المركبات على اقسام الطريق وهي :
 - ١ - بيانات الحركة .
 - ٢ - بيانات تكاليف التشغيل .



هل العناصر المبينة هنا تدخل في
عملية التقييم ؟

شكل (١) : لوحة توضيحية Flow Chart لتسلسل خطوات التعامل مع نماذج تقييم مشروعات الطرق •



و - بيانات عن اثر الازدحام على تكاليف التشغيل وهي :

- ١ - وحدات قياس الاستهلاك الوقود وعرض المسار •
- ٢ - بيانات عن خصائص اقسام الطريق •
- ٣ - بيانات عن خصائص المركبات التي تستخدم الطريق •
- ز - بيانات عن الحركة المتولدة generated traffic عن المشروع •

هذا ويبين القسم التالي من هذه الدراسة والخاص بتطبيق المدخل المقترح على حالة عملية نماذج هذه البيانات بالاضافة الى قيم هذه البيانات بالنسبة للحالة موضع الاعتبار •

رابعاً : اذا تمت الخطوات السابقة بنجاح وكان من المطلوب استخدام نماذج متاحة للحساب الالي على الساحة الدولية مثل نموذج البنك الدولي عن "تحليل مشروعات الطرق" لاجراء الحسابات المطلوبة ، فسوف يكون من المطلوب تفريغ هذه البيانات في استمارات المعالجة الالية للبيانات المخصصة لهذا الغرض والتي توجد عادة في ادلة استخدام هذه النماذج •

الفصل (٤) - حالة فعليـة

١٠٤ - خلفية المشروع :

تدرس وزارة النقل في احد الافطار العربية مشروع ازدواج وصلة طريق بطول ٨٢ كم تصل ما بين بلديتين (أ) ، (ب) حيث تمثل هذه الوصلة ذات الفرع الواحد الجزء الوحيد المتبقى على طريق رئيسي يصل ما بين العاصمة واحدى المدن الشمالية • ولما كانت سياسية الوزارة تقضي بعدم ادراج اى مشروع في الخطة الخمسية بدون اجراء دراسة جدوى له فلقد تكون لهذا العرض في الوزارة فريق لدراسة هذا المشروع تمهيدا لعرض نتائجه على جهاز التخطيط المركزى في الدولة •

٢٠٤ - حجم حركة النقل :

تقوم وزارة النقل بوضع عدادات اوتوماتيكية لحصر اعداد المركبات النـبي تتدفق على نقاط مختارة من شبكة الطرق في القطر ، ومعظم هذه العدادات من الطراز القديم الذى لا يقدم اية معلومات عن الوزن المحورى للمركبات المارة •

ويوجد لهذه العدادات محطتين على الطريق المفرد الحالي تقوم بعمل عد كامل لمدة يومين من كل عام ، واعتبارا من شهر ابريل/نيسان ١٩٨٤ تم زيادة فترة العد ليصبح اسبوع واحد من كل شهر ، ونظرا لان هذه التعدادات لا تقدم سوى اعدادا اجمالية لكافة المركبات فلقد تم الاتفاق على قيام فريق الدراسة بعمل عد ميداني بالعيـنة (١٢ ساعة) لاعداد المركبات حسب نوعياتها وفقا لتصنيف مقترح لها من اجل التعرف على النسب التقريبية لكل مجموعة من المركبات ضمن الاعداد الكلية •

ومن ناحية اخرى فمن المقترح ان تشرع الوزارة في اجراء مسوحات دورية لمصادر واهداف رحلات النقل وفقا لخطة علمية تفي باهداف صيانة وتخطيط شبكة الطرق في القطر بدلا من الاسلوب المتبع حاليا وهو اجراء هذه المسوحات بصورة غير منتظمة في اطار دراسات معينة ووفقا لافتراضات وتبويبات متباينة •

٣٠٤ - تكاليف تشغيل المركبات

ان نقطة البداية في حساب تكاليف تشغيل المركبات عادة ما تكون تقدير الكميات الطبيعية لاستهلاك المركبات physical consumption حسب نوعياتها

المختلفة من بنود التشغيل كاستهلاك الوقود والزيوت، والاطارات ٠٠٠ الخ ، ولقد تمت محاولة في القطر للوصول الى هذه التقديرات بواسطة احد بيوت الخبرة الاجنبية في اطار دراسة شاملة لتطوير شبكة الطرق في الاقليم الشمالي الشرقي من القطر .

ومن المعتقد ان هذه الجداول الاساسية التي تم استعراضها في الملحق (أ) تكون اساسا معقولا لتحديث تكاليف التشغيل المالية financial والاقتصادية economic باستخدام اسعار عام ١٩٨٤ الامر الذي يسمح في النهاية بمقارنة نتائج تقييم هذا المشروع بنتائج المشروعات الاخرى التي تمت بناء على نفس الافتراضات ومن ثم ترتيب المشروعات المقترحة للدخول في الخطة القادمة بناء على اولوياتها .

٤٠٤ - تكاليف صيانة الطريق

من غير الممكن الزعم بان هناك سياسة واضحة وثابته يمكن اعتمادها وادراجها في عملية التقييم ، وازاء هذه الاحوال ليس هناك من مفر سوى اللجوء الى افتراضات واقعية لتقدير تكاليف صيانة الطريق ، واقرب الافتراضات الى الواقع الحالي في القطر هي الافتراضات التالية :

١ - عدم افراد بند خاص لتكاليف الصيانة السنوية الثابتة حيث ان هذه التكلفة تتكون من عنصر واحد هو اصلاح تلفيات الجسور نتيجة للسيول ويمكن بالتالي ادراجها كبند اضافي ضمن بنود التكلفة السنوية الجارية للصيانة .

٢ - افتراض ان التكلفة السنوية الجارية للصيانة تتكون من البنود النمطية التالية :

أ - عمليات ترفيع patching بسمك ٧ سم بنسب متزايدة من مساحة سطح الطريق على مدة ٦ سنوات يتبعها بعدئذ عملية تقوية للطريق برصف طبقة سطحية لا تدخل ضمن التكلفة السنوية الجارية .

ب - صيانة دورية للاكتاف والمصارف والميول الجانبية .

ج - اصلاح تلفيات السيول باعتبار قيمة متوسطة لكل كم في السنة .

فاذا ما تمت، هذه الحسابات للطريق في وضعه الحالي والوضع الذي يسفر عن تنفيذ المشروع عند نقطتين مختلفتين لحجم الحركة عليه ، وبافتراض علاقة خطية بين تكلفة الصيانة السنوية الجارية يمكن حينئذ تحديد ثوابت معادلة الخط المستقيم الذي يمثل هذه العلاقة في حالة تنفيذ المشروع وفي حالة عدم تنفيذه .

٥٠٤ - بيانات المشروع :

فيما يلي نماذج لبنود البيانات اللازمة لاجراء عمليات تقييم مشروعات الطرق وفقا للاستعراض الموضح في الفصل السابق من هذه الدراسة وقيم هذه البيانات بالنسبة لمشروع الطريق موضوع التقييم .

١٠٥٠٤ - بيانات اساسية

(أ) - بيانات عن المشروع :

٢	- عدد اقسام sections المشروع =
٥	- عدد انواع المركبات
دينار	- الوحدات النقدية المستعملة
كم	- وحدات المسافة
١٣%	- نفقة الفرص البديلة لرأس المال (سعر رأس المال)

(ب) - بيانات نوعيات المركبات

النوع ١	=	سيارة سياحية
النوع ٢	=	بيك آب
النوع ٣	=	باص
النوع ٤	=	لورى ٢ محور
النوع ٥	=	لورى اكثر من ٣ محور

(ج) — بيانات عن تكاليف انشاء اقسام الطريق

القسم الاول	القسم الثانى	
		— طول القسم (كم)
٣٤ر—	٤٨ر—	الطريق القديم
٣٤ر—	٤٨ر—	الطريق الجديد
٢٥	٢٥	— العمر الافتراضى (سنة)
		بما فى ذلك سنوات الانشاء
١٠٠ر١٢٦٧٢٨	١٣٣ر٩٦١٢٦٨	— تكاليف الانشاء (مليون دينار)
١٩٨٥	١٩٨٥	— اول سنوات الانشاء
٤	٤	— عدد سنوات الانشاء
		— توزيع تكاليف الانشاء على سنوات
		الانشاء
٣٣ر٦%	٣٠ر٢%	— السنة الاولى
٣٣ر١%	٢٤ر٣%	— السنة الثانية
٢٧ر١%	٢٨ر٤%	— السنة الثالثة
١٦ر٢%	١٢ر١%	— السنة الرابعة

٢٠٥٥٤ — بيانات تكميلية للمشروع

يتم تجميع هذه البيانات فى ضوء الاجابة على التساؤلات المينة فى البند ثامن

فصل (٣) •

أ - تكاليف الصيانة الثابتة :

القسم	قبل تحسين الطريق (السنة الاولى)	بعد تحسين الطريق (السنة الاولى)
	التكلفة /كم سنة اجراءها دوريتها	التكلفة /كم سنة اجراءها دوريتها
١		
٢		

ملحوظة : لن يتم اعتبار تكاليف الصيانة الثابتة في عملية التقييم .

ب - تكاليف صيانة الطريق المتغيرة :

هذه التكاليف يمكن تمثيلها بمعادلة خطية

$$a + bx$$

حيث :

$$x = \text{حجم حركة النقل}$$

$$a, b = \text{ثوابت}$$

وحدات م = دينار / كم

القسم	قبل التحسين	بعد التحسين
١	٠,١٦٧٦٤٧ ر ١٠٠٣,١٤٧	٠,٠٩٩١١٨ ر ٢٤٣,٨٥٢٩٤
٢	٠,١١٨٧٥ ر ٧١٠,٥٦٣	٠,٠٧٠٢٠٨ ر ٢٤٣,٥٦٢٥

ج - تكاليف تقوية الطريق :

عدد السنوات التي يكون بعدها من الضروري رصف سطح الطريق :
ما هي تكليف الكم الواحد في هذه العملية :

د - ما هي الاستثمارات الأخرى المطلوبة خلال عمر المشروع وتوفياتها :

نوع الاستثمار	حجم الاستثمار/قسم	سنة انفاقه
---------------	-------------------	------------

ملحوظة : لن يتم اعتبار تكاليف تقوية الطريق في عملية التقييم •

هـ - بيانات حركة المركبات على اقسام الطريق :

القسم : (١)

البيان	Car	Pick-Up	Bus	2 axle	≥ 3 axle
بيانات حركة	التعداد	التعداد	التعداد	التعداد	التعداد
	في سنة	في سنة	في سنة	في سنة	في سنة
	النسبة	النسبة	النسبة	النسبة	النسبة
	في سنة	في سنة	في سنة	في سنة	في سنة
	النسبة	النسبة	النسبة	النسبة	النسبة
	في سنة	في سنة	في سنة	في سنة	في سنة
بيانات التكاليف	التكاليف	التكاليف	التكاليف	التكاليف	التكاليف
	في سنة	في سنة	في سنة	في سنة	في سنة
	التكاليف	التكاليف	التكاليف	التكاليف	التكاليف
	في سنة	في سنة	في سنة	في سنة	في سنة
	التكاليف	التكاليف	التكاليف	التكاليف	التكاليف
	في سنة	في سنة	في سنة	في سنة	في سنة

هـ - بيانات حركة المركبات على اقسام الطريق :

القسم : (٢)

≥ 3 axle	2 axle	Bus	Pick-Up	Car	البيان	
٤٥١ ١٩٨٤	١٠٦٦ ١٩٨٤	٧٢٨ ١٩٨٤	١٣٤٩ ١٩٨٤	٢٠٤٨ ١٩٨٤	التعداد السنة	التعداد الاساسي لحركة النقل لهذه المركبة على هذا المقطع (مركبة /يوم)
٧ ١٩٨٥	٧ ١٩٨٥	٧ ١٩٨٥	٧ ١٩٨٥	٧ ١٩٨٥	النسبة في سنة	النسب المئوية لمعدلات نمو حركة النقل السابقة %
٦ ١٩٩٤	٦ ١٩٩٤	٦ ١٩٩٤	٦ ١٩٩٤	٦ ١٩٩٤	النسبة في سنة	
٥ ٢٠٠١	٥ ٢٠٠١	٥ ٢٠٠١	٥ ٢٠٠١	٥ ٢٠٠١	النسبة في سنة	
- -	- -	- -	- -	- -	النسبة في سنة	
- -	- -	- -	- -	- -	النسبة في سنة	
- -	- -	- -	- -	- -	النسبة في سنة	
٢٠٩٤٢ ١٩٨٩	١٥٩٤٥ ١٩٨٩	٢١٦٧٢ ١٩٨٩	٠٦٩٢٠ ١٩٨٩	٠٥٦٥٦ ١٩٨٩	التكاليف في سنة	تكاليف تشغيل المركبة على هذا القسم في حالة عدم تنفيذ المشروع (دينار/كم)
٢١١٧٢ ١٩٩٤	١٦٠١٢ ١٩٩٤	٢١٦٩٦ ١٩٩٤	٠٦٩٢٥ ١٩٩٤	٠٥٧٦٧ ١٩٩٤	التكاليف في سنة	
٢٢٧١٥ ٢٠٠١	١٦٥٨٢ ٢٠٠١	٢٢٢٠٢١ ٢٠٠١	٠٧٢١٤ ٢٠٠١	٠٦١٤٨ ٢٠٠١	التكاليف في سنة	
١٠٧٨٨ ١٩٨٩	١٥٩٠٢ ١٩٨٩	٢١٥٥١ ١٩٨٩	٠٦٩٩٨ ١٩٨٩	٠٥٥٨٦ ١٩٨٩	التكاليف في سنة	تكاليف تشغيل المركبات على هذا القسم في حالة تنفيذ المشروع (دينار/كم)
٢٠٧٧٥ ١٩٩٢	١٥٨٦٨ ١٩٩٤	٢١٦٢٩ ١٩٩٤	٠٦٩٥٨ ١٩٩٤	٠٥٦٠٠ ١٩٩٤	التكاليف في سنة	
٢٠٧٦٨ ٢٠٠١	١٥٨٩٦ ٢٠٠١	٢١٦٦٨ ٢٠٠١	٠٦٩٣٨ ٢٠٠١	٠٥٦٣١ ٢٠٠١	التكاليف في سنة	

و - بيانات عن اثر الازدحام على تكاليف التشغيل :

في حالة افتراض الازدحام على الطريق و/أو اذا كان مطلوباً من النموذج حساب تكاليف تشغيل المركبات تجمع البيانات التالية لاقسام الطريق وللمركبات المتدفقة عليه .

وحدات قياس الوقود = لتر
وحدات قياس عرض المسار = متر

بيانات عن خصائص اقسام الطريق :

البيان		القسم (١)		القسم (٢)	
		في حالة عدم تنفيذ المشروع	في حالة تنفيذ المشروع	في حالة عدم تنفيذ المشروع	في حالة تنفيذ المشروع
- التضاريس terrain (منبسطة ، منحدر ، جبلية)		منبسطة	منبسطة	منبسطة	منبسطة
- مقسم ام غير مقسم (divided or undivided)		غير مقسم	مقسم	غير مقسم	مقسم
- نسبة الطول الذي عليه مدى الرؤية ١٥٠٠ قدم (%)		%٨٥	%٨٥	%٨٥	%٨٥
- عرض المسار lane width (متر)		٤	٤	٤	٤
- عدد المسارات		٢	٤	٢	٤
- نوع السطح		مرصوف	مرصوف	مرصوف	مرصوف
- السرعة التصميمية (كم/ساعة)		١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
- الخلو العرضي Lateral clearance (متر)		٢	٢	٢	٢

ii - بيانات المركبات

Car	Pick-Up	Bus	Truck 2 axle	Truck 3 axle
نوع المركبة (ثقلية - خفيفة) ثمنها الاثنان (دينار) ل.س. المسافة المقطوعة سنوية (كم) عدد الاطارات ثمن الاطارات ل.س.	خفيفة ٢٧٧٠٠ ٤ ٢٥٨ ١٠٩٣٥ ل.س.	خفيفة ٢٦١٠٠ ٤ ٢٧١ ٢٠٠٧ ل.س.	ثقلية ٢٨٤٤٤٢ ٤ ١٠٨٩ ١٠٨ ل.س.	ثقلية ١٧٤٠٠٠ ٦ ١٦٠٦ ١٠٨ ل.س.
سعر الوقود (دينار/لتر) ل.س.	١٠	١٣	١٣	١٣
اجر السائق (دينار/ساعة) ل.س.	-	-	-	-
اجر مساعد السائق (دينار/ساعة) ل.س.	٢٠٦	٢٠٦	٢٠٦	٢٠٦
نسبة وقت السائق في رحلات العمل /	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
نسبة وقت الراكب في رحلات العمل /	٥٠	٥٠	٥٠	٥٠
معامل سعر النقل - اجور السائق ل.س.	٢٧	٢٧	٢٧	٢٧
معامل سعر النقل - اجور مساعد السائق ل.س.	٢٧	٢٧	٢٧	٢٧
معامل سعر النقل - اجر الراكب	٢٧	٢٧	٢٧	٢٧
معامل سعر النقل - اجر مساع	٢٧	٢٧	٢٧	٢٧
متوسط عدد الركاب بالمركبة	٣	٣	٣	٣
نسبة الزيادة في المسافة السنوية نتيجة سرعات اعلا	٣٠٠ ل.س.	٣	٢٦	-
المرمى الاساسية (كم/ساعة) ل.س.	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
سعر المركبة (سنوات) ل.س.	١٣٠٥	١٣٠٥	١٣٠٥	١٣٠٥
سعر الاطار (سنوات) ل.س.	٠٠٨٢٥	٠٠٨٢٥	٠٠٨٢٥	٠٠٨٢٥
استهلاك الوقود (لتر/كم) ل.س.	٠٠١١٥	٠٠١١٥	٠٠١١٥	٠٠١١٥
تكلفة زيت المحرك (دينار/كم) ل.س.	٠٠٠٠١٣	٠٠٠٠١٣	٠٠٠٠١٣	٠٠٠٠١٣
تكلفة قطع الغيار (دينار/كم) ل.س.	٠٠٠٠٢٧	٠٠٠٠٢٧	٠٠٠٠٢٧	٠٠٠٠٢٧
تكلفة العمالة في الصيانة (دينار/كم) ل.س.	٠٠٠٠١٧٢	٠٠٠٠١٧٢	٠٠٠٠١٧٢	٠٠٠٠١٧٢
تكلفة قفاز من (دينار/كم) ل.س.	٠٠٠٠٠١٦	٠٠٠٠٠١٦	٠٠٠٠٠١٦	٠٠٠٠٠١٦
مكافأة الزدحام				

هوامش :

- ١١ متوسط عدد الركاب في السيارة الخاصة والسيارة الاجرة (التاكسي) هما ٣ ، ٤ ركاب على التوالي • تم هذا افتراض ان ٥٠% من هذه المركبات سيارات خاصة ، ٥٠% سيارات اجرة •
- ١٢ قيمة متوسطة • اجر سائق المركبة الخاصة احتسب ضمن قيمة وقت الركاب •
- ١٣ جميع القيم المبينة هنا هي قيم اقتصادية بعد تطبيق اسعار الظل على المكونات المعنية (عمالة ، نقد اجنبي ، ٠٠٠ الخ) •
- ١٤ عند السرعات الاساسية •
- ١٥ السرعة الاساسية = سرعة الانسياب الحر •
- ١٦ سرعات افتراضية بناء على الدراسات الهندسية •
- ١٧ من الجدول (١) ملحق (أ) •
- ١٨ من الجداول (٢) الى (٦) الملحق (أ) •
- ١٩ قيمة افتراضية بناء على الاتجاه العام للقيم التي قبلها •
- ١٠ الطريقة المستخدمة هنا هي كالتالي :
 - ١ - تستخرج قيمة اهتلاك الاطارات عند السرعات المعنية من الجداول (٢) الى (٦) في الملحق (أ) لمسافة ١٠٠٠ كم •
 - ٢ - تقسم القيمة السابقة على عدد الاطارات في المركبة •
 - ٣ - تحسب المسافة المقطوعة بالاطار مقابل اهتلاك ١٠٠% •
 - ٤ - تقسم المسافة السابقة على المسافة المقطوعة سنويا عند السرعات المعنية (جدول ١ ، ملحق أ) للحصول على عمر الاطار بالسنوات •
- ١١ قيمة وسطية لاسعار البنزين ووفود الديزل الاقتصادية حيث ان سيارات الاجرة تعمل في الغالب بوقود الديزل •
- ١٢ اسعار اقتصادية للبنزين فقط •
- ١٣ اسعار اقتصادية للسولار فقط •

ز - الحركة المتولدة Generated Traffic

يمكن تقدير هذه الحركة كنسبة مئوية للحركة الاعتيادية للنقل والبيانات المطلوبة عادة هنا هي :

سنة بدء هذه الحركة :

عدد السنوات التي يستمر تكوينها حتى يمكن اعتبارها حركة اعتيادية :

نسبة هذه الحركة بالنسبة للحركة الاعتيادية :

%	=	- للمركبة نوع ١
%	=	- للمركبة نوع ٢
%	=	- للمركبة نوع ٣
%	=	- للمركبة نوع ٤
%	=	- للمركبة نوع ٥

ملحوظة : لن يتم اعتبار الحركة المتولدة اثناء عملية التقييم هذه توخيا للتبسيط .

٦٠١ - حسابات التقييم :

من اجل القيام بعملية التقييم فلقد تم اعتماد خمسة انواع رئيسية للمركبات هي :

- سيارة صغيرة (٥٠% خاصة ، ٥٠% تاكسي)
- سيارة بيك اب
- باص
- شاحنة ذات محورين
- شاحنة اكبر من محورين

كما تم اعتماد قسمين رئيسيين لمشروع الطريق :

- القسم (١)
- القسم (٢)

وفي ضوء هذا، **التبويب** ، يمكن تحديد خطوات الحسابات اللازمة لعملية

لتقييم بناء على الاطار النظرى المبين في الجزء الاول من هذه الدراسة على النحو التالي :

- ١ - بمعلومية المعدلات السنوية لزيادة الحركة في الماضي وتعدادات سنة الأساس (١٩٨٤) والتوزيع النسبي لهذه الأعداد فيما بين أنواع المركبات المختلفة بناء على العد الميداني بالعينة الذي تم بواسطة فريق البحث ، يمكن التوصل لكل قسم من أقسام الطريق الى حجم المرور اليومي لأنواع المركبات المختلفة في كل سنة من سنوات عمر المشروع (١٩٨٤ حتى ٢٠٠٩) • ثم حساب مكافئ حجم الحركة اليومي ADT لكل سنة من السيارات الصغيرة القياسية Passenger Car Unit (PCU) وذلك باستخدام معاملات تكافؤ الحركة التالية :
- سيارة صغيرة
- سيارة بيك آب
- باص
- شاحنة ذات محورين
- شاحنة اكبر من محورين
- ٢ - حساب سعة الطريق (C) في حالتي تنفيذ وعدم تنفيذ المشروع باستخدام المعادلة المبينة في البند (٧٠١) من الفصل الاول •
- ٣ - تحويل مكافئ حجم الحركة اليومي ADT لجميع سنوات المشروع الى متوسط لحجم حركة في الساعة (٧) بافتراض ان الانحراف المعياري لحجم الحركة في الساعة يعادل ٧٥% من حجم الحركة المتوسطة في الساعة على النحو المبين في البند (٤٠٣٠٢) من الفصل (٢) • ثم حساب النسبة $(\frac{V}{C})$ لحالتي تنفيذ وعدم تنفيذ المشروع •
- ٤ - حساب سرعة التشغيل المتوسطة للمركبات الخفيفة لجميع سنوات المشروع في حالتي تنفيذ وعدم تنفيذ المشروع باستخدام المنحنيات المناسبة من دليل الجمعية الامريكية لمسئولي النقل والطرق (١) • ثم حساب هذه السرعات للمركبات الثقيلة باستخدام القيم التجريبية empirical values المتبعة في البنك الدولي كما هو موضح في البند (٦٠١) من الفصل (١) •
- ٥ - تحديث جداول التكاليف الاقتصادية لتشغيل المركبات (تكلفة مستخدمي الطريق) لجميع سرعات التشغيل المختلفة باعتماد جداول الاستهلاك بالوحدات الطبيعية واستخدام اسعار عام ١٩٨٤ •

- ٦ - بمعلومية سرعات التشغيل المتوسطة كما حسبت في الخطوة ٤ يمكن تحديد التكلفة الاقتصادية الكلية لمستخدمي المركبة عند هذه السرعة المتوسطة من الجداول التي تم تحديثها في الخطوة ٥ وذلك لكامل طول كل قسم من اقسام الطريق ولحجم الحركة الكلية عليه من هذه النوعية من المركبات • تكرر هذه العملية لحالتي تنفيذ وعدم تنفيذ المشروع • ثم تحسب لكل حالة تكلفة التشغيل الكلية لجميع انواع المركبات خلال كل سنة من سنوات عمر المشروع •
- ٧ - من الخطوة السابقة يمكن حساب الوفر اليومي ومن ثم السنوى في تكلفة مستخدمى الطريق نتيجة لتنفيذ المشروع موزعة على سنوات عمر المشروع وهذا هو البند الاول من بنود منفعة المشروع •
- ٨ - يتم تكوين جداول لقيمة وقت الركاب (لكل ١٠٠٠ كم) بالنسبة لنوع المركبات التي تنقل الركاب عند سرعات التشغيل المختلفة وذلك بعمل الافتراضات المناسبة من حيث معامل تحميل المركبات ومتوسط دخل الراكب في الساعة •
- ٩ - بمعلومية تكلفة الوقت لكل ١٠٠٠ كم وحجم المرور السنوى يمكن حساب تكلفة وقت ركاب كل مركبة على كل قسم من اقسام الطريق لجميع سنوات عمر المشروع في حالتي تنفيذ وعدم تنفيذ المشروع ومن ثم الوفر السنوى الناجم عن المشروع • تكرر هذه العملية لجميع المركبات التي تقوم بنقل الركاب وبتجميع هذه الوفورات نحصل على الوفر الكلي السنوى في تكلفة وقت الركاب وهو البند الثاني من بنود منفعة المشروع •
- ١٠ - في ضوء الاحجام الكلية لحركة النقل على كل قسم من اقسام الطريق وبمعلومية معادلاتي الخط المستقيم لتكاليف الصيانة السنوية المتغيرة للطريق في حالتي تنفيذ وعدم تنفيذ المشروع ، يمكن الحصول على الوفر في كلفة صيانة الطريق نتيجة للمشروع وهو ما يمثل البند الثالث من بنود المنفعة •
- ١١ - جميع بنود المنفعة على سنوات عمر المشروع وتقارن بالتكاليف الاجمالية للمشروع (دراسات هندسية ، تقوية ، نزع ملكية ، اشراف على التنفيذ، انشاء) باستخدام الطريق التقليدية لحساب التكلفة والعائد •

هذا ويبين الملحق (ب) لجداول العمل working tables اللازمة لاجراء حساب التقييم وفقا للخطوات السابقة •

٧٠٤ - النتائج

تبين الجداول (١٠٤) ، (٢٠٤) توزيع التكاليف والمنفعة الكلية على سنوات المشروع لكل قسم من اقسامه ، والتي مكن التوصل اليها باتباع خطوات الحساب السابقة • ولقد اسفرت النتائج الاولى لحسابات معدل العائد (الاقتصادي) الداخلي للاستثمار للمشروع بناء على هذه الجداول عن النتائج التالية :

- معدل العائد الداخلي للمشروع بقسميه = ١٢٢٣ ٪
- معدل العائد الداخلي للقسم الاول بمفرده = ١٣١٢ ٪
- معدل العائد الداخلي للقسم الثاني بمفرده = ١١٨٩ ٪

وبمقارنة هذه القيم باسعار الفرص البديلة لرأس المال في القطر (١٢ - ١٣ ٪) يتضح من هذه الجولة الاولى من الحسابات ان المشروع يعتبر مقبولا من وجهة النظر الاقتصادية ولا سيما في ظل الافتراضات المتحفظة التي تم افتراضها اثناء الدراسة •

جدول (٤-١) : جدول المنافع والتكاليف
القسم (١)

السنة	التكاليف الاجمالية (١)	المنفعة الاجمالية (٢)	المنفعة الصافية (١) - (٢) = (٣)
١٩٨٥	٢٢٦٨٥٢٥٧	-	٢٢٦٨٥٢٥٧ -
١٩٨٦	٢٣,١٢٧١٥٧	-	٢٣,١٢٧١٥٧ -
١٩٨٧	٢٧,٠٧٢١٥٧	-	٢٧,٠٧٢١٥٧ -
١٩٨٨	١٦٢٤٢١٥٧	-	١٦٢٤٢١٥٧ -
١٩٨٩	٥٧٤٧٦٩٩	٥٧٤٧٦٩٩	٥٧٤٧٦٩٩ +
١٩٩٠	٣٧١٤٥٨٠	٣٧١٤٥٨٠	٣٧١٤٥٨٠ +
١٩٩١	٧٥٤٣,٧١	٧٥٤٣,٧١	٧٥٤٣,٧١ +
١٩٩٢	٨٩٣٣٥١٣	٨٩٣٣٥١٣	٨٩٣٣٥١٣ +
١٩٩٣	٩٥٥٨٨١٥	٩٥٥٨٨١٥	٩٥٥٨٨١٥ +
١٩٩٤	١١٢٧٩٦٤٧	١١٢٧٩٦٤٧	١١٢٧٩٦٤٧ +
١٩٩٥	١٤٥٥٦٦٧٦	١٤٥٥٦٦٧٦	١٤٥٥٦٦٧٦ +
١٩٩٦	١٥٣٣٦٤٤٧	١٥٣٣٦٤٤٧	١٥٣٣٦٤٤٧ +
١٩٩٧	٢٢١٥٤٧٢٥	٢٢١٥٤٧٢٥	٢٢١٥٤٧٢٥ +
١٩٩٨	٢٣٨٢٤٤١٧	٢٣٨٢٤٤١٧	٢٣٨٢٤٤١٧ +
١٩٩٩	٢٩,٨٨٤,٠١	٢٩,٨٨٤,٠١	٢٩,٨٨٤,٠١ +
٢٠٠٠	٣٣٩٤٢,٥٢	٣٣٩٤٢,٥٢	٣٣٩٤٢,٥٢ +
٢٠٠١	٣٩,٣٣٥,٠٩	٣٩,٣٣٥,٠٩	٣٩,٣٣٥,٠٩ +
٢٠٠٢	٤٢١٩٦٦٦٥	٤٢١٩٦٦٦٥	٤٢١٩٦٦٦٥ +
٢٠٠٣	٤٤٣٨٧٣٢٨	٤٤٣٨٧٣٢٨	٤٤٣٨٧٣٢٨ +
٢٠٠٤	٤٧٩,٤٣٤٦	٤٧٩,٤٣٤٦	٤٧٩,٤٣٤٦ +
٢٠٠٥	٤٨٦,٢٠٨٣	٤٨٦,٢٠٨٣	٤٨٦,٢٠٨٣ +
٢٠٠٦	٥٠٨,٢٦١٤	٥٠٨,٢٦١٤	٥٠٨,٢٦١٤ +
٢٠٠٧	٥٣٣١١٩١١	٥٣٣١١٩١١	٥٣٣١١٩١١ +
٢٠٠٨	٥٦٢٦,٧٨٨	٥٦٢٦,٧٨٨	٥٦٢٦,٧٨٨ +
٢٠٠٩	٥٦٧١٩٤٩١	٥٦٧١٩٤٩١	٥٦٧١٩٤٩١ +

جدول (٢-٤) : جدول المنافع والتكاليف
القسم (٢)

السنة	التكاليف الاجمالية (١)	المنفعة الاجمالية (٢)	المنفعة المافية (١) - (٢) = (٣)
١٩٨٥	٤١١٢٦٦١٧		٤١١٢٦٦١٧ -
١٩٨٦	٣٢٢٩٨٢١٧		٣٢٢٩٨٢١٧ -
١٩٨٧	٣٧٨١٨٢١٧		٣٧٨١٨٢١٧ -
١٩٨٨	٢٢٧١٨٢١٧		٢٢٧١٨٢١٧ -
١٩٨٩		٣٦٦٧١٣٣٥	٣٦٦٧١٣٣٥ +
١٩٩٠		٣٤١٥٠٩٩١	٣٤١٥٠٩٩١ +
١٩٩١		٢٩٧٠٥٧٦٦	٢٩٧٠٥٧٦٦ +
١٩٩٢		٢٤٤١٤٤٠١	٢٤٤١٤٤٠١ +
١٩٩٣		١٩٠٨٣٧٩٧	١٩٠٨٣٧٩٧ +
١٩٩٤		١٢٤٦٨٧١٤	١٢٤٦٨٧١٤ +
١٩٩٥		٤٣٦٠٥٥٨	٤٣٦٠٥٥٨ +
١٩٩٦		٤٦٤٥٨١٣	٤٦٤٥٨١٣ +
١٩٩٧		١٥٦٨٦٨٩٨	١٥٦٨٦٨٩٨ +
١٩٩٨		٢٩٨٧٤٣٥٠	٢٩٨٧٤٣٥٠ +
١٩٩٩		٤٦٠٦١٠٩٣	٤٦٠٦١٠٩٣ +
٢٠٠٠		٦٤٨٧٥٤٧٩	٦٤٨٧٥٤٧٩ +
٢٠٠١		٨٢٢٤٩٤٧٦	٨٢٢٤٩٤٧٦ +
٢٠٠٢		١٠٢١٤٧٧٦٢	١٠٢١٤٧٧٦٢ +
٢٠٠٣		١٢٣٩٠٢٤٢٤	١٢٣٩٠٢٤٢٤ +
٢٠٠٤		١٥٥١٢١٧٠٧	١٥٥١٢١٧٠٧ +
٢٠٠٥		١٨٣٨٥٧٢٠٠	١٨٣٨٥٧٢٠٠ +
٢٠٠٦		٢١٤٣٢٢١٧٣	٢١٤٣٢٢١٧٣ +
٢٠٠٧		٢٤٨٦٤٧٨٣١	٢٤٨٦٤٧٨٣١ +
٢٠٠٨		٢٨٥٨٩٩٧٤٣	٢٨٥٨٩٩٧٤٣ +
٢٠٠٩		٣٢٨٦٧٦٢٤١	٣٢٨٦٧٦٢٤١ +

الملاحق

ملحق (أ)

جداول اساسية من دراسات سابقة

لقطاع النقل

- جدول (١) : المسافة السنوية المقطوعة وعمر المركبة بالسنوات حسب سرعة السير
وطراز المركبة •
- جدول (٢) : جدول استهلاك المركبة من عناصر التشغيل المختلفة حسب السرعة على الطرق
المرصوفة في مسارات افقية مستقيمة (سيارات الركوب)
- جدول (٣) : الجدول السابق (البك اب)
- جدول (٤) : الجدول السابق (الايوتوبيس)
- جدول (٥) : الجدول السابق (شاحنة ٢ محور)
- جدول (٦) : الجدول السابق (شاحنة اكثر من ٢ محور)

جدول (١)

ANNUAL KILOMETERS DRIVEN AND VEHICLE LIFE (YEARS) ACCORDING TO SPEED AND TYPE OF VEHICLE

Speed	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Car	10782 (28.9)	16160 (22.5)	21533 (19.3)	27028 (17.3)	32475 (16.0)	37854 (15.1)	43006 (14.5)	48257 (14.0)	53896 (13.5)
Pick-up	17191 (21.9)	25716 (17.3)	34220 (15.0)	43088 (13.5)	51595 (12.6)	59875 (12.0)	69026 (11.4)	77754 (11.0)	86327 (10.7)
Bus	28601 (25.6)	43260 (20.0)	57040 (17.5)	70700 (16.0)	84280 (15.0)	99800 (14.0)	114194 (13.4)	127938 (13.0)	143696 (12.5)
2 Axle	25006 (23.3)	37588 (18.6)	50039 (16.3)	62143 (15.0)	74903 (14.0)	87605 (13.3)	100128 (12.8)	112754 (12.4)	125177 (12.1)
> 2 Axle	29964 (21.0)	45238 (17.0)	60188 (15.1)	74903 (14.0)	90034 (13.2)	105000 (12.6)	120331 (12.2)	135113 (11.9)	150659 (11.6)

Note: 000 000 = Annual Kilometers Driven

00.01 = Vehicle Life in Years

TYPE OF VEHICLE : Car

UNIFORM SPEED (KILOMETERS PER HOUR)

[illegible]

جنول (۳)

VEHICLE CONSUMPTION ON LEVEL TANGENT ROADS
PER 1000 KILOMETERS

TYPE OF ROAD : Sealed

TYPE OF VEHICLE : Pick-up

UNIFORM SPEED (KILOMETERS PER HOUR)

[illegible]

(٤) $\rightarrow$

VEHICLE CONSUMPTION ON LEVEL TANGENT ROADS
PER 1000 KILOMETERS

TYPE OF ROAD : Sealed

TYPE OF VEHICLE : Bus

UNIFORM SPEED (KILOMETERS PER HOUR)

ITEM	BASIS OF CONSUMPTION	20	30	40	50	60	70	80	90	100
FUEL	LITERS	219.6	202.5	167.7	183.0	201.9	223.0	245.0	264.2	285.2
OIL	LITERS	6.5	6.2	5.9	5.5	4.3	4.0	3.9	4.0	4.2
TIRES	% OF ONE TIRE	1.4	2.2	3.1	4.1	5.2	6.4	7.7	9.0	10.4
MAINTENANCE: PARTS	% OF VEHICLE	.15	.18	.16	.18	.20	.22	.24	.21	.21
MAINTENANCE: LABOUR	HOURS	4.7	5.1	5.0	5.4	5.9	6.7	6.9	6.2	6.5
DEPRECIATION	% OF VEHICLE	.13	.11	.10	.088	.079	.071	.065	.060	.055
OPERATOR'S TIME	HOURS	50	33.3	25.0	20.0	16.70	14.30	12.50	11.10	10.0
ACCIDENTS	% OF VEHICLE	.10	.071	.054	.044	0.36	.031	.027	.024	.021
VEHICLE INVESTMENT	% OF VEHICLE	.21	.14	.10	.085	.07	.06	.05	.047	.041
REGISTRATION AND FEES	% OF VEHICLE	.078	.051	.039	.031	.026	.022	.019	.017	.015
MANAGEMENT	10 % OF VEHICLE OPERATING COSTS									

VEHICLE CONSUMPTION ON LEVEL TANGENT ROADS
PER 1000 KILOMETERS

TYPE OF VEHICLE : 2 axle

[illegible]

• PER 1000 KILOMETERS

TYPE OF ROAD : Sealed

TYPE OF VEHICLE : > 2 axle

UNIFORM SPEED (KILOMETERS PER HOUR)

[illegible]

الملحق (ب)

نماذج لجداول العمل Working tables اللازمة
لأجراء حسابات التقييم

جدول رقم (١) : حجم المرور المتوقع حسب نوع المركبات ١

القسم :

السنة	معدل نمو حجم الحركة سنوياً /	حجم المرور اليومي حسب انواع المركبات				المجموع العددي	المجموع المكافئ مركبة قياسية P.C.U. ٢
		مركبة طراز (١)	مركبة طراز (٢)	...	...		

١ حجم المرور للسنة الاولى في الجدول اى سنة الاساس ينتج من
تعدادات ميدانية . مقدر نمو الحركة يفترض بناء على
تعدادات ودراسات المرور السابقة .

٢ معامل التكافؤ للمركبة طراز ١ =
= ٢ =
= ٣ =
... وهكذا

جدول (٢) : سعة الطريق المتاحة

القسم :

مركبة قياسية PCU في الساعة

سعة الطريق المتاحة C	
في حالة تنفيذ المشروع	في حالة عدم تنفيذ المشروع

تحسب من المعادلة

$$C = C_o (P_w \times P_c \times P_s)$$

جدول (٣) : حساب السرعة المتوسطة للتشغيل

القسم :

السنة	متوسط حجم المرور (٧) (مركبة قياسية)		في حالة تنفيذ المشروع ٢ =				النسبة ٧/٢	سرعة التشغيل المتوسطة
			النسبة ٧/٢	سرعة التشغيل المتوسطة				
				ميل/ساعة	كم/ساعة			
					مركبة ثقيلة	مركبة خفيفة		
	متوسط يومي ADT	المتوسط في الساعة (١) ١٥.٤		ميل/ساعة	مركبة خفيفة	مركبة ثقيلة		
	(١)	(٢)		(٣)	(٤)	(٥)		

- ٦٩ -

العمود (٣) يحسب من منحنيات كال المبينة في شكل
العمود (٥) يحسب من العمود (٤) على النحو التالي :

سرعة التشغيل كم/ساعة
مركبة خفيفة ١٠٠ ٩٠ ٨٠ ٧٠ ٦٠ ٥٠
مركبة ثقيلة ٨٠ ٦٨ ٦٠ ٥٤ ٤٩ ٤٥

جدول (٤) : استهلاك المركبات لكل ١٠٠٠ كم على السطوح
المستوية^١

نوعية السطح :
طراز المركبة :^٢

البند ^٣	الوحدة	السرعات كم/ساعة					
		٢٠	٣٠	٤٠	٥٠	٦٠	٧٠
وقود	لتر						
زيت محرك	لتر						
إطارات	% من الاطار						
صيانة (اجزاء)	% من المركبة						
صيانة (عمالة)	ساعة						
إهلاك	% من المركبة						
وقت السائق	ساعة						
الحوادث	% من المركبة						
وقت المركبة	% من المركبة						
رسوم تسجيل	% من المركبة						
إدارة	% من المركبة						

^١ من المفروض توفر هذه الجداول من دراسات سابقة .

^٢ مفروض توفر هذه الجداول لكل نوعية سطح وطراز مركبة تحت الاعتبار

^٣ هذه البنود قد تختلف قليلا من دراسة لآخرى .

جدول (٥) : تكاليف تشغيل المركبات على السطوح
المستوية لكل مركبة لكل ١٠٠٠ كم

١ : نوعية السطح :
٢ : طراز المركبة :
٣ : الوحدة النقدية :

نوع التكلفة : ٤

البند ٤	الوحدة ٣	قيمة الوحدة	٢٠	٣٠	٤٠	...	...	١٠٠

١ من المفروض توفر الجدول لنوعيات السطوح ونوعيات المركبات تحت الاعتبار .
٢ اقتصادية أم مالية .
٣ كما في الجدول السابق ١٠

جدول (٦) : تكاليف التشغيل الكلية للمحركات
على كل قسم من أقسام الطريق
(في حالة)

القسم :
طول القسم :

السنة	مركبة طراز (١)					مركبة طراز (٢) ... وهكذا	مجموع تكاليف النقل لكل أنواع المركبات ١
	س١	س٢	س٣	س٤	س٥		

١ س = سرعة الشغل المتوسطة كم / ساعة .

٢ ح = حجم المرور اليومي لهذا النوع من المركبات على القسم *ADT*

٣ ك = تكلفة التشغيل للمركبة / ١٠٠ كم

٤ ك = تكلفة التشغيل للمركبة على القسم = $\frac{ك}{١٠٠} \times \text{طول القسم}$

١ ك = تكلفة التشغيل على القسم لحجم المركبات من جميع الطرازات

٢ ك = يكرر الجدول مرتين : مرة في حالة تنفيذ المشروع ومرة في حالة عدم تنفيذ المشروع .

جدول (٧) : الوفرة السنوية في تكاليف التشغيل الكلية للمحركات
على كل قسم من أقسام الطريق

القسم :

السنة	تكاليف التشغيل اليومية للكلية للمحركات		الوفر السنوي في تكاليف التشغيل $360 \times (2) = (4)$
	في حالة عدم تنفيذ المشروع (1)	في حالة تنفيذ المشروع (2)	

جدول (٨) : تقدير تكلفة الوقت للركاب لكل ١٠٠٠ كم
حسب النوعية وطراز المركبة

نوع التكلفة : أ

الوحدة النقدية

السرعة (كم/ساعة)									قيمة وقت الركاب في الساعة أ		
١٠٠	٩٠	٨٠	٧٠	٦٠	٥٠	٤٠	٣٠	٢٠			
١٠	١١٠١٠	١٢٠٥	١٤٠٣	١٦٠٧	٢٠	٢٥	٣٣٠٣	٥٠		وقت السير لكل ١٠٠٠ كم	
										طراز (١)	طراز المركبة
										طراز (٢)	

٣٨

جدول (٩) : الوفر الكلي لتكلفة وقت الركاب بواسطة احد المركبات
على احد اقسام الطريق يومية

القسم : ١
طول القسم = كم

نوع المركبة : ١

السنة	في حالة عدم تنفيذ المشروع						في حالة تنفيذ المشروع				الوفر اليومي في تكلفة ووقت الركاب
	حجم المرور للمركبة (ADT)	سرعة التشغيل المتوسط كم/ساعة	تكلفة وقت ركاب المركبة لكل ١٠٠٠ كم	تكلفة الوقت على القسم		حجم المرور للمركبة ADT	سرعة التشغيل المتوسط كم/ساعة	تكلفة وقت الركاب للمركبة لكل ١٠٠٠ كم	تكلفة الوقت على		
				للمركبة	لمجموع الحركة				للمركبة	لمجموع الحركة	

- ٧٥ -

١ يكرر الجدول لكل نوع من انواع المركبات على كل قسم .

السنة	الوفير اليومي في وقت الركاب حسب طراز المركبة		
	طراز (١)	طراز (٢)	... وهكذا
	مجموع الوفر اليومي (١)	مجموع الوفر السنوي (١) × ٣٦٥	

جدول (١١) : التكاليف المتغيرة السنوية المتوسطة لصيانة الطريق
لكيلومتر الواحد في حالة ١

المعاداة المطبقة : كلفة الصيانة السنوية
للكيلومتر الواحد = $P \times V + B$ ٢
..... V = حجم المرور السنوي

القسم :
طول القسم : كم

السنة	حجم المرور السنوي (مركبة)	تكلفة الميانة للكيلومتر	تكلفة الميانة للقسم

١. يعمل الجدول مرتين في حالة تنفيذ المشروع وفي حالة عدم تنفيذه .
٢. هذه المعادلة يتم الحصول عليها من تحليل مستقل .

جدول رقم (١٢) : الوفّر في التكلفة الكلية السنوية
المتفجرة لصيانة الطريق لكل قسم
من اقسامه

القسم :

السنة	تكلفة الصيانة		الوفر السنوى
	في حالة تنفيذ المشروع	في حالة عدم تنفيذ المشروع	

السنة	التكاليف الاجمالية	المنفعة الاجمالية	المنفعة الحافزة

ملحق (د)

معجم بأهم بالمصطلحات الفنية المتداولة

GLOSSARY

Strengthening	تقوية
Road Improvement	تحسين الطريق
Pavement	الرصف
Road Section	قسم من اقسام الطريق
Cross-Section	مقطع عرضي في جسم الطريق
Terrain	تضاريس الارض او التضاريس
Flat	منبسطة او مسطحة
Rolling	منحدرة
Mountainous	جبلية
Carriage way	مضمار الطريق (فارعة الطريق)
Right of Way (ROW)	حرم الطريق
Earth	ارض
Earth Road	طريق ترابي
Gravel	حصى
Gravel Road	طريق حصوي
Paved Road	طريق مرصوف او معبد
Lateral Clearance	الخلوص العرضي (للطريق)
Shoulder	كتف (الطريق)
Design Speed	السرعة التصميمية
Free Flow Speed	سرعة السير الحر (للسيارات)
Undivided Road	طريق غير مقسم (اي يتكون من مضمار واحد)
Divided Road	طريق مقسم (اي يتكون من اكثر من مضمار واحد)

Visibility	مدى الرؤية
Lane	مسار أو "حارة"
Path	مسار
Alignment	مسار (الطريق)
Bituminous	اسفلتي
Surface Condition	حالة السطح
Grade	الميل
Standard Deviation	الانحراف المعياري
Traffic Composition	مكونات الحركة (او تكوين ، او تركيب)
Average Daily Traffic ADT	المتوسط اليومي لحركة النقل
Average Annual Daily Traffic AADT Typical	المتوسط اليومي لحركة النقل على مدار العام نمطية
Opportunity Cost of Capital	نفقة الفرصة البديلة لرأس المال (او سعر رأس المال)
Function	دالة (رياضية)
Investment	استثمار
Base	طبقة الاساس
Sub-base	طبقة ما تحت الاساس
Road Signs	لافتات وعلامات المرور
Road Signals	اشارات المرور (الضوئية)
Embankment	جسور الطرق
Patching	ترقيع (ميانة الطريق)
Ditch	خندق
Side-walk	ارصفة
Curbs	اطارييف

Channels

قنوات

Culverts

مجارى

Man-holes

غرف التفطيش

Collectors

احواض تجمع المياه