جمهورية مصر العربية

معهد التخطيط القومي

A/14

مذكرة خارجية (١٤٠٥)

نحو دليل لتقييم مشروعات الطرق في المنطقة العربية

وفورات مستخدمي الطريق

اعداد

د. مهندس احمد محمد فرحات

فبراير ١٩٨٥

القاهرة
طريق صلاح سالم مدينة نصر

الفصـــــل | الصفحـــــة

مقدمـــــــــــة ١

الجزء الاول : بعض المفاهيم الاساسية والجوانب النظرية

في تقييم منفعة مستخدمي الطرق ٢

١ ـ سعة الطريق ٠٠ مفهومها وكيفية تقديرها ٣

١٠١ ـ مقدمـــــة ٣

٢٠١ ـ سعة الطريق : المدخل البسيط ٣

٣٠١ ـ سعة الطريق : المدخل الواقعي ٦

١٠٣٠١ ـ عـــــام ٦

٢٠٣٠١ ـ المنحنى الرئيسي لحركة النقل ٧

(علاقة كثافة الحركة مع الحجم والسرعة)

٤٠١ ـ السعة الاساسية للطريق ١١

٥٠١ ـ مفهوم مستوى الخدمة ١١

٦٠١ ـ التحديد الرياضي لسرعات التشغيل ١٥

٧٠١ ـ السعة المتاحة للطريق ١٦

٢ ـ تكلفة مستخدمي الطريق ١٩

١٠٢ ـ مقدمـــــة ١٩

٢٠٢ ـ عناصر التكلفـــة ١٩

١٠٢٠٢ ـ تكاليف اساسية ١٩

١٠١٠٢٠٢ ـ تكاليف التشغيل المتغيرة ١٩

٢٠١٠٢٠٢ ـ تكاليف وقت السير ٢٠

٣٠١٠٢٠٢ ـ تكاليف اضافيـــة ٢٠

الصفحـــة

٢٠٢٠٢ ـ تكاليف التشغيل السنوية الثابتة ٢٠

٣٠٢٠٢ ـ تكاليف الحوادث ٢٠

٣٠٢ ـ كيفية تقدير عناصر التكلفة ٢١

١٠٣٠٢ ـ طريقة الجمعية الامريكية لمسئولي النقل والطرق ٢١

٢٠٣٠٢ ـ طريقة جان دى ويل ٢٤

٣٠٣٠٢ ـ الحساب الرياضي لاهم بنود تكلفة مستخدمي الطريق ٢٦

١٠٣٠٣٠٢ ـ تكاليف التشغيل المتغيرة على الطرق
المرصوفة ٢٦

٢٠٣٠٣٠٢ ـ تكلفة وقت السيـــــر ٣٠

٤٠٣٠٢ ـ اثر ازدحام الطريق على تكاليف تشغيل المركبات ٣٢

١٠٤٠٣٠٢ ـ مكافىء حجم الحركة على الطريق ٣٢

٢٠٤٠٣٠٢ ـ السعة المتاحة للطريق ٣٣

الجزء الثاني : مناهـــج تطبيقيـــة ٣٥

٣ ـ مدخل مقترح للتعامل مع حالات تقييم مشروعات الطرق ٣٦

٤ ـ حالة عمليـــــة ٤١

١٠٤ ـ خلفية المشروع ٤١

٢٠٤ ـ حجم حركة النقل ٤١

٣٠٤ ـ تكاليف تشغيل المركبات ٤١

٤٠٤ ـ تكاليف صيانة الطريق ٤٢

٥٠٤ ـ بيانات المشروع ٤٣

٦٠٤ ـ حسابات التقييم ٥٢

٧٠٤ ـ النتائـــج ٥٥

الصفحـــــة

الملاحـــــق :

الملحق (أ) : جداول اساسية لازمة للتقييم من دراسات سابقة في قطاع النقل ٥٩

الملحق (ب) : نماذج لجداول العمل Working tables اللازمة لاجراء حسابات التقييم ٦٦

الملحق (جـ) : معجم Glossary باهم المصطلحات الفنية المتداولة ٨٢

مقـــــدمـــــــة

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 الاقتصادى لمشروعات الطرق قبل اتخاذ قرار نهائي بادراجـها 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 ماسـة لتطوير دليل لتقييم مشروعات الطرق في المنطقة العربية اسوة بالجهود التي تمت في هـــذا 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 يقـــف 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 حجر الزاويـــة في تحليلات التكلفة والعائد لمشروعات الطرق •

الجـــزء الاول :

بعض المفاهيم الاساسية والجوانب النظرية في تقييم منفعة مستخدمي الطريق

الفصل (١) - سعة الطريق ... مفهومها وكيفية تقديرها

١-١ مقدمة

تمثل " سعة الطريق "Road Capacity" احد المفاهيم الاساسية التي ينبغي السعي لايجادها والتعبير عنها بطريقة محددة وبوحدات كمية . فمصمم الطريق يهدف من ناحيته الى اختيار مواصفات الطريق وتحديد ابعاده بالكيفية التي توفر السعة اللازمة لاستيعاب حركة النقل المتوقعة عليه مستقبلا ، كما ان المخطط الاقتصادى 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 فعالية 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 الواقع الفعلي بكل التعقيدات المختزلة فيه .

١-٢ سعة الطريق : المدخل البسيط

يتوخى هذا المدخل النظرى لمفهوم السعة السهولة والبعد عن التعقيد . والسعة 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 ضمنيا ان تدفق المركبات على الطريق هو عملية مستمرة ومنتظمة ، كما انه من ناحية اخرى يتضح ان سعة الطريق حسب هذا التعريف تتوقف على طول السيارة والمسافة التي تفصل بين كل منها والسيارة التي تليها وهي مسافة يتعمد كل سائق ان يحافظ عليها توخيا لاعتبارات الامان ولتلافي الاصطدام بالسيارة التي امامه اذا ما اضطر للتوقف فجأة لاى سبب كان .

وعلى ذلك يمكن التعبير عن السعة في الصورة الرياضية التالية

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

حيـــــــث :

C = سعة الطريق معبرا عنها بعدد المركبات في الساعة

D = كثافة حركة النقل على الطريق معبرا عنها بعدد المركبـــات المتواجدة على الكيلومتر الواحد من الطريق •

V = سـرعة سـير المركبات بالكم في الساعة

L = الطول اللازم لكل سيارة على الطريق وهو ما يساوى الطول الفعلي للسيارة بالاضافة الى المسافة التي تفصل بينها وبين السيارة التي امامهـــا •

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 :

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

حيـــــــث :

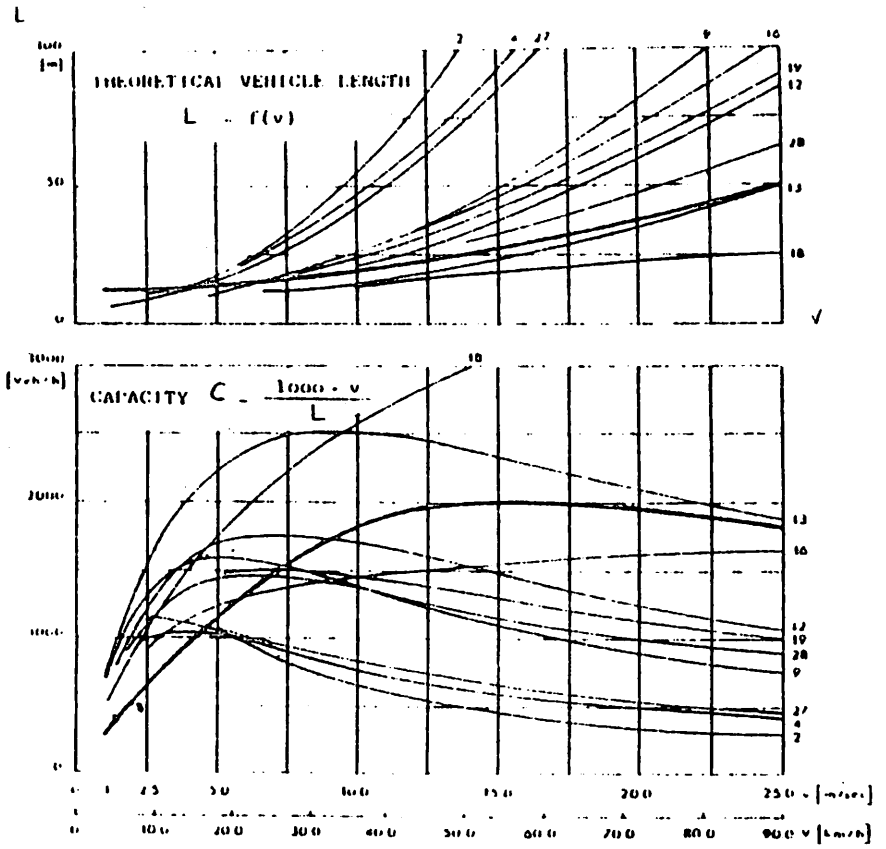
L_v = الطـول الفعلي للمركبـــة

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 تبقى 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 والمســتقل لكل من المســافة (L) والســعة (C) •

ولقد تم افتراض صور عديدة للعلاقة ما بين (V) و (L) معظمها علـــى شـــكل معادلة من الدرجة الثانية وتم بناء على ذلك ايجاد العلاقة ما بـين (C) ، (V) وتوقيعها على شـــكل منحنيات كتلك المبينة في شكل (١-١) ومنها يتضح ان السعة ترداد تدريجيا بازدياد (V) حتى تصـــل الى قيمة عظمى تبـدأ بعدها في الانخفاض التدريجي مع استمرار ازدياد الســـرعة •



$$L = L_0 + L_s + L_v$$

2	L	$= 0.510\ v^2 + 4.50$
4	L	$= 0.330\ v^2 + 1.00\ v + 4.50$
9	L	$= 0.166\ v^2 + 0.50\ v + 4.50$
12	L	$= 0.109\ v^2 + 0.50\ v + 4.60$
13	L	$= 0.0508\ v^2 + 0.50\ v + 4.30$
16	L	$= 0.0382\ v^2 + 1.00\ v + 6.10$
18	L	$= 0.75\ v + 6.40$
19	L	$= 0.0961\ v^2 + 1.00\ v + 5.00$
27	L	$= 0.288\ v^2 + 1.00\ v + 4.50$
28	L	$= 0.0945\ v^2 + 1.50\ v + 4.50$

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

١-٣ سعة الطريق : المدخل الواقعي

١-٣-١ عام

يمثل المنهج السابق مدخلا نظريا لتقدير قيم (١.) في ضوء وبمعلومية السرعة (٧) ، الا انه عند الخروج الى ميدان الواقع العملي واجراء قياسات فعلية ثبت بالدليل العملي ان المسافات التي تفصل بين السيارات على الطرق تكون عادة اقل من تلك القيم التي يتم التوصل 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 النظرى 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 منحني التوزيع التكراري Frequency distribution لسرعة المركبات حول السرعة المتوسطة وهو توزيع ياخذ شكل المنحني الطبيعي Normal distribution

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

اذا ما تكررت التجربـة السابقة لاحجام نقل مختلفة فسوف يمكننا حينئذ ملاحظة ان تشتت سرعات السيارات حول السرعة المتوسطة سوف يقل تدريجيا بازدياد حجم حركة النقل على الطريق على النحو المبين في شكل (١-٣) ، وبالتالي تصبح السرعة اكثر انتظامـا • وتفسير ذلك واضح وبسيط وهو ان قائد اى مركبة نقل له حريته فى أختيار سرعة القياده كلما ازداد الازدحام على الطريق حيث يكون مطالبا حينئذ بالقيادة بسرعة تعتمد على سـرعة السيارات التي امامه وتلك التي خلفه •

١-٣-٢ المنحني الرئيسي لحركة النقـل

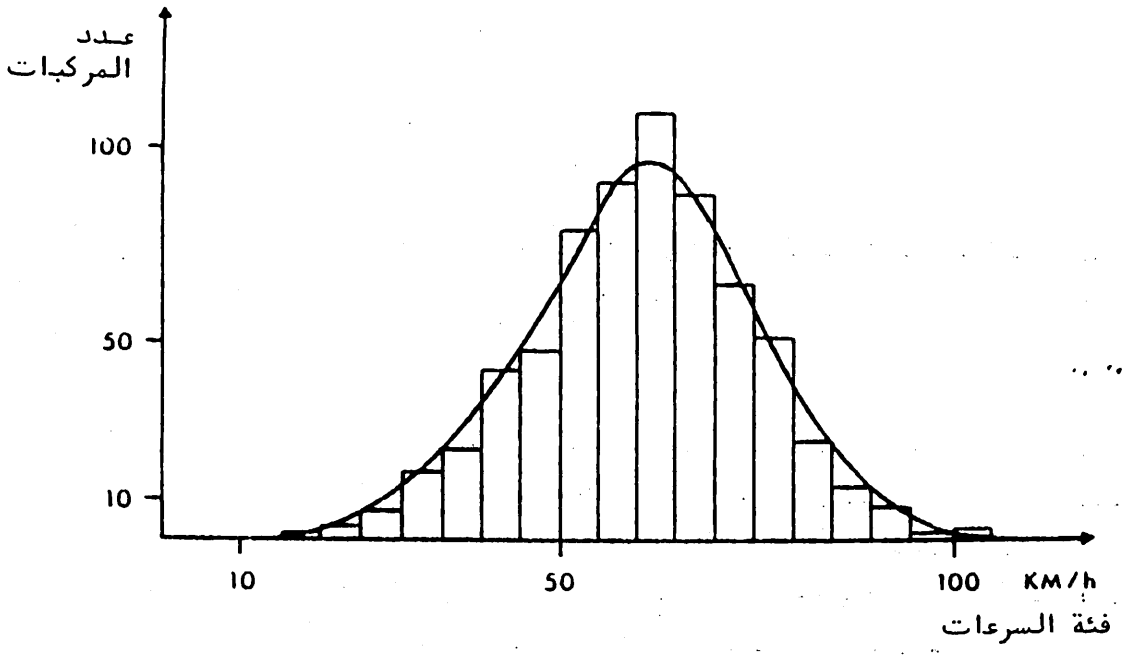
علاقـة الكثافة والحجم والسرعة

خلافا لمفهوم انتظام السرعة ، دعنا الان 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 اخرى بالاستعانة بالمنحنيات المبينة في الشكلين (١-٤) ، (١-٥)•

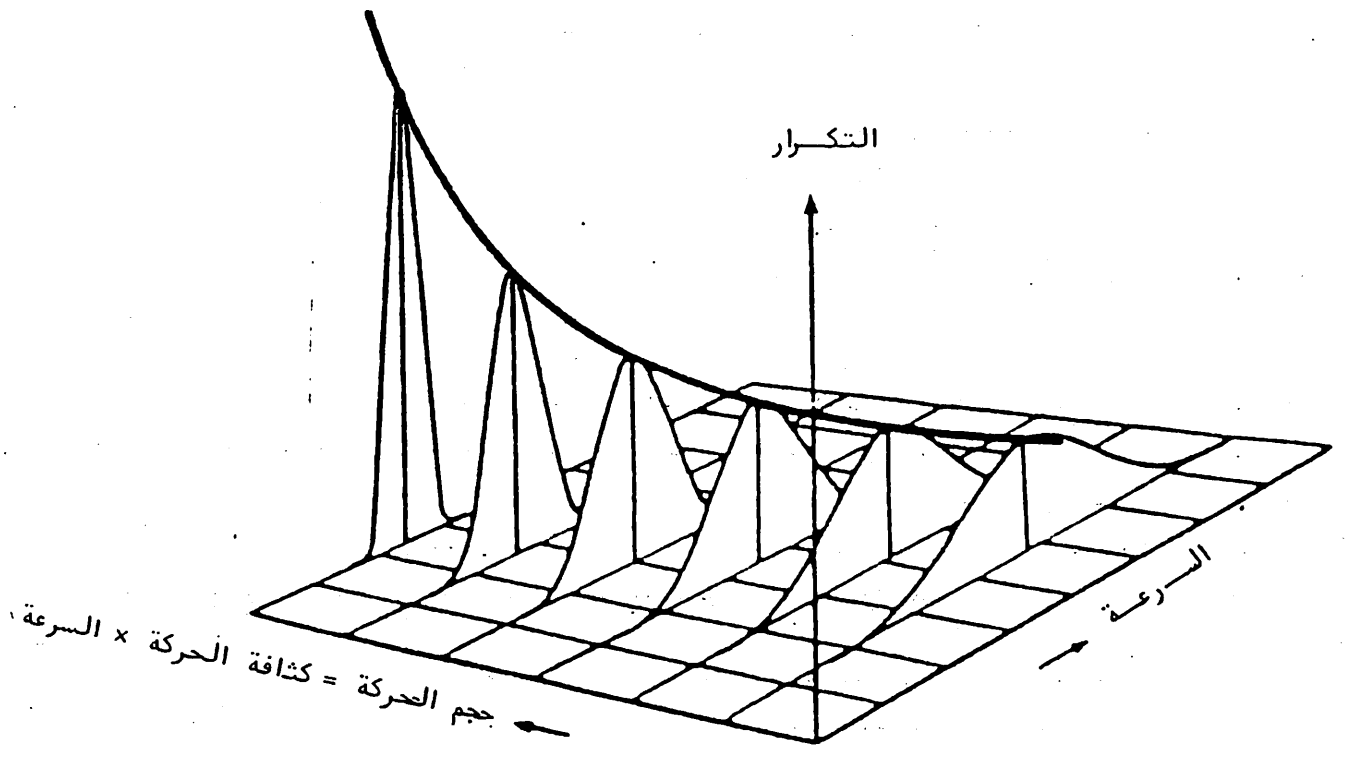
فاذا بدأنا بسيارة واحدة على طريق خال فان قائـد هذه السيارة يكون حرا في الانطلاق باقصى سرعة على هذا الطريق دون اى اعتبار لمركبات اخرى تزاحمه ويمكن حينئـذ اعتبـار كلا من كثافة وحجم الحركة على الطريق مساوية تقريبا للصفـــر ، هذا هو الحال الـذى تمثله النقطة (أ) على المنحنيات المعينة حيث يطلق على هذه السرعة " السرعة الحـــرة المتوسطة MeanFree Speed "•

فاذا ما ازدادت كثافة الحركة على الطريق اى اذا ما ازداد عدد السيارات او المركبات الموجودة في لحظة ما على الكيلومتر الواحد من الطريق فسوف يزداد ويشتد الازدحام تدريجيا حتى يصل الطريق الى مرحلة التكدس التام Jam الذى تضطر معه الى التوقف تماما عن السير وهو الوضع الذى تمثله النقطة (ب) على المنحنيات المعينة حيث الكثافة اكبر ما يمكن في حين ان سرعة السير وحجم الحركة كلاهما يقترب تماما من الصفر •

ولما كان حجم حركة النقل يساوى حاصل ضرب كلا من الكثافة والسرعة فان الانتقال من النقطة (أ) الى النقطة (ب) يمثل الارتفاع التدريجي للكثافة والانخفاض التدريجي للسرعة ، وفي المراحل الاولى تكون معدلات ارتفاع الكثافة اكـبر بكثير من معدلات



شكل (١-٢) : التوزيع التكرارى للسرعة



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

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

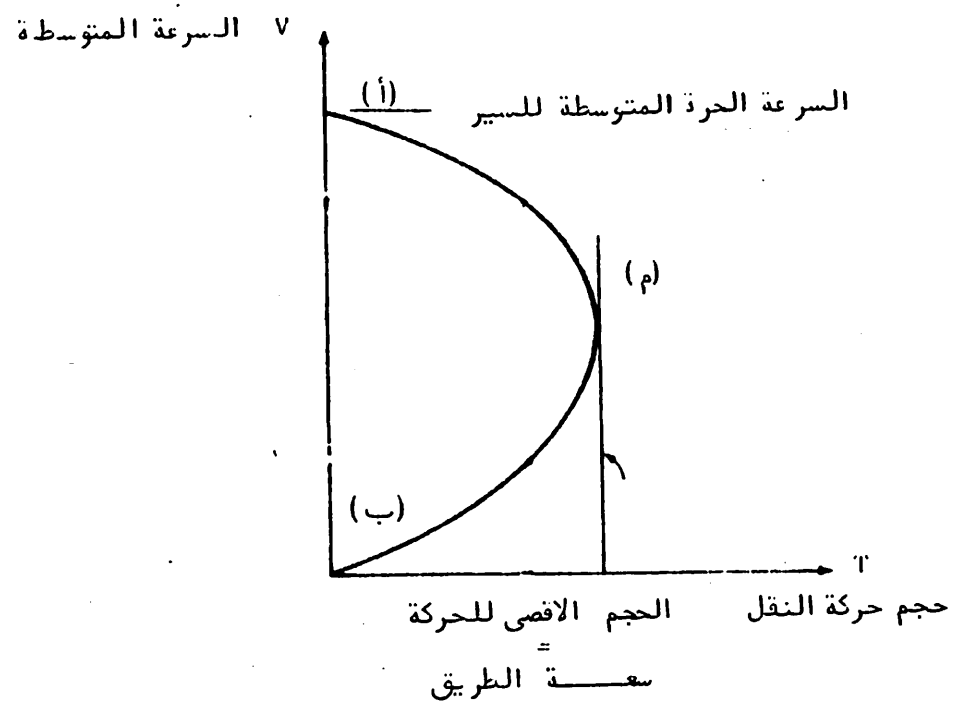
يمثل حجم حركة النقل المناظر للنقطة (م) اقصى حركة يمكن ان يستوعبها الطريق وعلى هذا يمكن اعتبارها مساوية لسعة الطريق Road capacity في هذه الحالة .

يتميز المنحني الموجود في الشكل (١-٥) عن المنحني الموجود في شكل (١-٤) بانه يعطي قيماللمتغيرات الثلاثة : حجم حركة النقل ، كثافة الحركة ، سرعة السير المتوسطة دفعة واحدة ومن منحني 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 [١] وعلى هذا يمكن الحصول على قيم للكميات الثلاثة من منحني واحد في حين يصعب الحصول على قيم لكثافة الحركة مثلا من المنحني شكل (١-٤) .

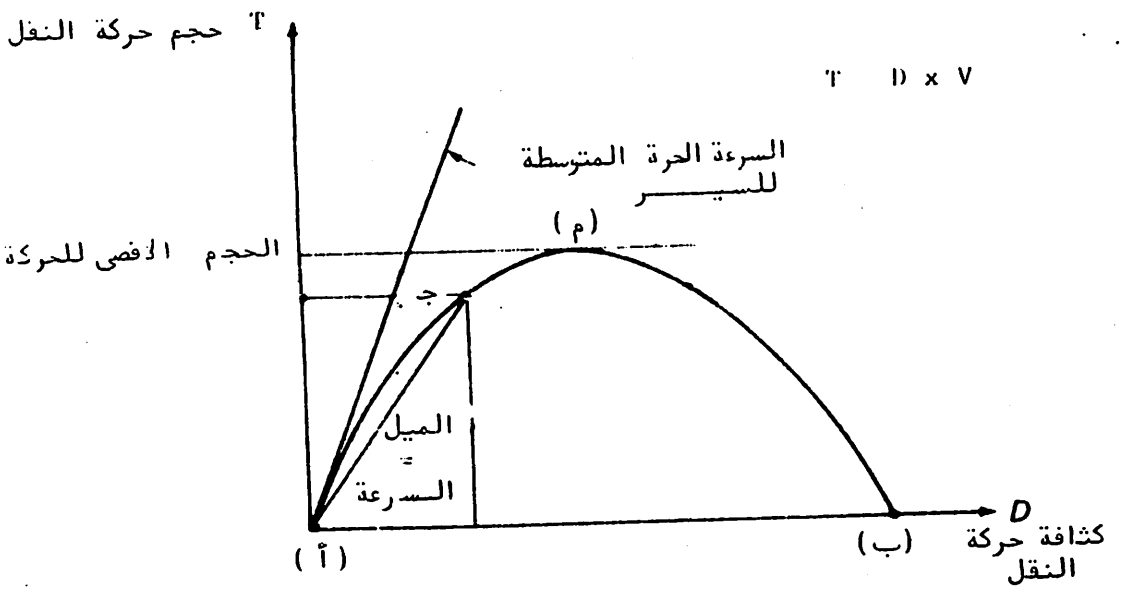
يطلق على المنحني الموجود في شكل (١-٥) اسم المنحني الرئيسي لحركة النقل . Fundamental diagram of road traffic.

---

[١] حجم الحركة = كثافة الحركة × السرعة



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



شكل (١ - ٥) : المنحنى الرئيسي لحركة النقل

١-٤ السعة الاساسية للطريق

يطلق على الحجم الاقصى لعدد المركبات الذى يمر في الوحدة الزمنية عبر مقطع الطريق والذى تمثله النقطة (م) على المنحنيات (١-٤) ، (١-٥) تعبير السعة الاساسية Basic capacity للطريق ، ولمعرفة مقدار هذه السعات اجريت ميدانيا بالفعل قياسات عملية لتقدير هذه السعات اسفرت عن قيما عملية Emperical values للسعات الاساسية تساوى بالتقريب ٢٠٠٠ (الفي) 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 فدما (٣٫٦ متر)

٤ - اي عوائق obstruction تكون على بعد لا يقل عن ٦ أقدام (١٫٨ 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 للروءية (اكبر من ١٥٠٠ قدم) •

١-٥ مفهوم "مستوى الخدمة "

تم استخداث 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 (١-٤) يمثل المنحني الشروط الحدية للعلاقة مابين 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 (أ) حيث حجم الحركة صغير وسرعة السير كبيرة الى المستوى (ف) حيث يصبح

تدفق المركبات غير مستقر Unstable ومتقطع مما تضطرمعه المركبات الى التوقف المتكرر على الطريق حتى يصل الى حالة السكون التام • ويتم توصيف المستويات الستة السابقة على منحني مشابه للمنحني 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 الذى 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 في شكل (١ - ٧ ، ١ - ٨) ولتوضيح ذلك نعتبر المثال التالي :

مثال :

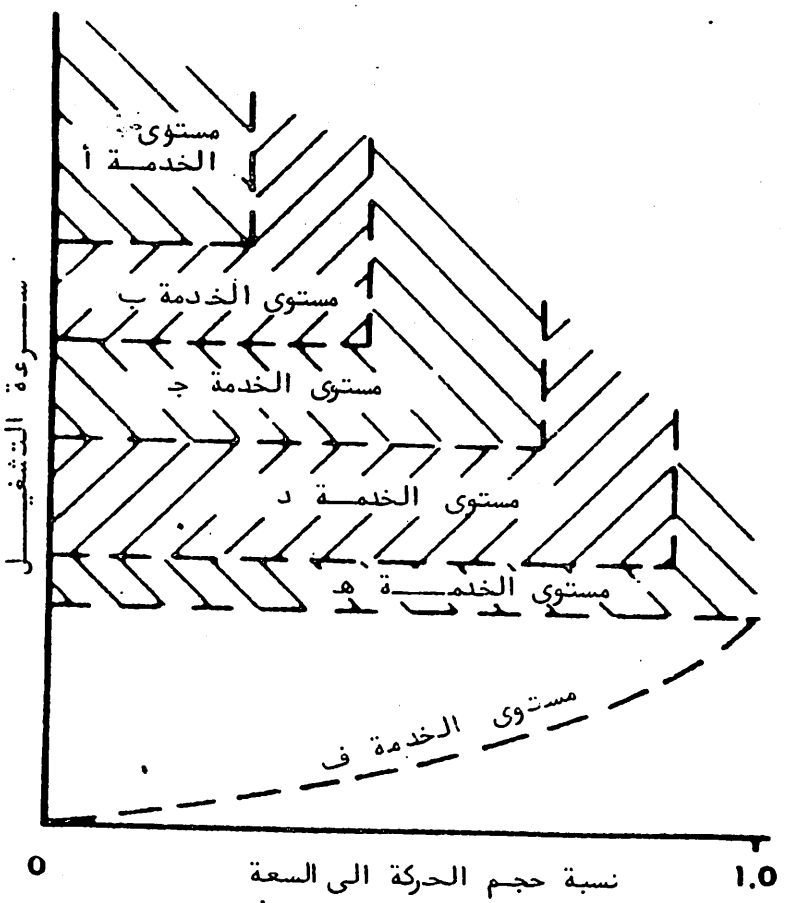
نفترض ان الطريق موضع الاعتبار يتميز بالمواصفات التالية :

- طول الطريق ٣٫٢ كم
- المقطع يتكون من "مضمارين 2 Carriageways " [1] احدهما لاتجاه الذهاب والاخر 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

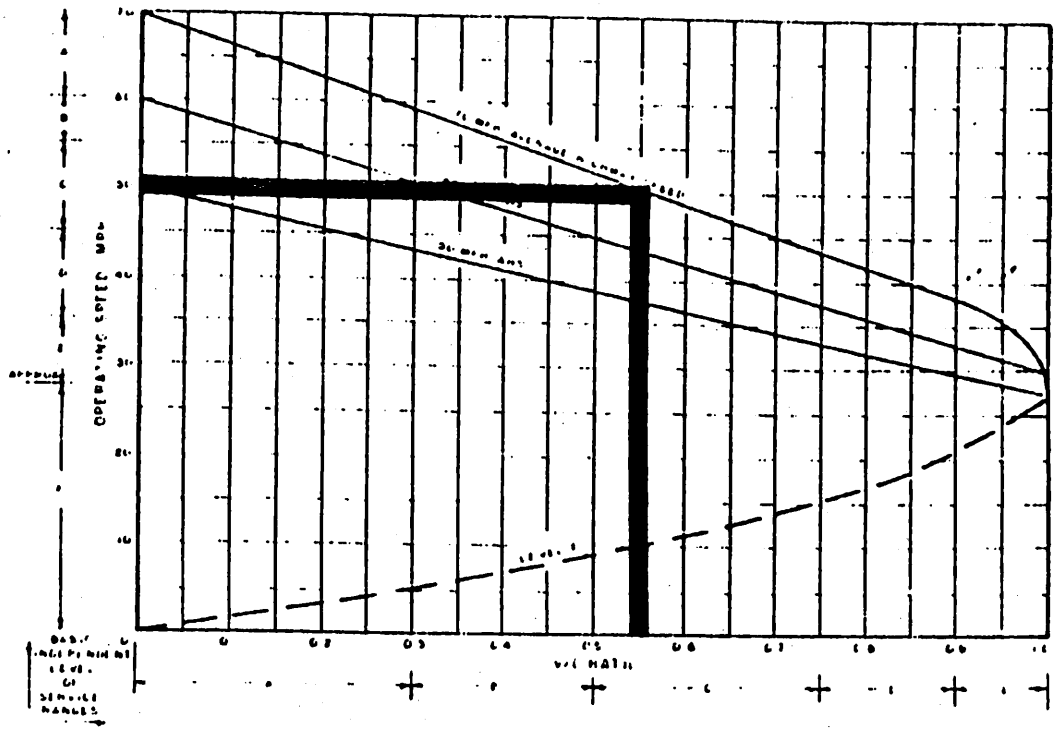
يتضح من المثال السابق ان مواصفات الطريق هي المواصفات القياسية او المثالية ، ولمعالجته نبدأ بحساب النسبة $\frac{V}{C}$ فتكون :

---

[1] او قارعتين .



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



شكل (١ ـ ٧) : منحنى العلاقة ما بين نسبة الحجم الى السعة وسرعة البشغيل للسير في اتجاه واحد على طريق متعدد المسارات

Level of Service	Traffic flow conditions		Service volume capacity (v/c) ratio			Maximum service volume under ideal conditions including 70-mph and (total passenger cars per hour, one direction)		
	Description	Operating speed (mph)	Base limiting value for and to 70 mph	Approximate limiting value for between and to				
				60 mph	50 mph	4-lane hwy (2 lanes one direction)	6-lane hwy (3 lanes one direction)	Each additional lane
A	Free flow	60	<0.30			1,200	1,800	600
B	Stable flow (upper speed range)	55	<0.50	<0.50		2,000	3,000	1,000
C	Stable flow	45	0.70	0.70	0.75	2,800	4,200	1,400
D	Approaching unstable flow	33	0.90	<0.85	0.90	3,600	5,400	1,800
E	Unstable flow	30	1.00			4,000	6,000	2,000
F	Forced flow	<30	Fun Meaningful			Widely variable (0 to capacity)		

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

$$\frac{V}{C} = \frac{٢٢٠٠}{٢ \times ٢٠٠٠} = ٠ر٥٥$$

وبالرجوع للمنحني شكل (١-٧) مقابل $\frac{V}{C}$ = ٠ر٥٥ والسرعة التصميمية ٥٠ ميل / ساعة نجد ان اقصى سرعة تشغيل يمكن تحقيقها على الطريق هي ٥٠ ميل / ساعة ، وان مستوى الخدمة المقابل لهذه الظروف هو المستوى (حـ) ، وبالرجوع الى الجـــــدول الموجود في شكل (١ - ٨) تتأكد النتائج السابقة ويتضح ان حجم الحركة على هذا الطريـــق يمكن ان يرتفع الى ٣٠٠٠ مركبة في الساعة قبل أن ينتقل مستوى الخدمة الى المستوى الاقـــل وهو المســتوى (د) .

١-٦ التحديد الرياضي لســرعة التشـــغيل

في حالة عدم توفر منحنيات كالمبينة في شكل (١-٧) ، فيمكن اللجـــوء الى تحديد سرعات التشغيل بطرق رياضية بالاستعانة بالمعادلات التالية ، ويجدر هنـــا التفرقة بين سرعة التشغيل للمركبات الخفيفة ولتكن So وتلك السرعة للمركبات الثقيلـــة او اللوارى St .

اولا ، بالنســبة للمركبـــات الخفيفـــة :

(أ) طريق ذات مسارين او ثلاثة

So = اقل قيمة بين { SD ، اكبر القيمتين (S, SMIN) }

حيث

SD = السرعة التصميمية للطريـــق

SMIN = ٦ر٢١ + ١٢ر × SD

وحيـث

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

و H = مدى الروعيـــة

(ب) طريـــق ذات اربعـــة مســـارات

(i) طريـــق مقســـم divided

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

(ii) طريق غير مقسم undivided

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

ثانيا ، بالنسبة للمركبات الثقيلة

امكن استنباط العلاقة المبينة بناء على المشاهدات التي تم تجميعها من الميدان وتحليلاتها في المعاهد المعنية بشئون النقل وهذه العلاقة يمكن وضعها في صورة المعادلة التالية :

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

S_o km/hr	ST km/hr
100	80
90	68
80	60
70	54
60	49
50	45

١-٧ السعة المتاحة للطريق

سبق ايضاح ان السعة الاساسية للطريق Basic capacity ينبغي لها توفر شروط قياسية لتحققها 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 = السعة المتاحة للطريق

C_o = السعة الاساسية او القياسية

P_w = معامل اقل من الواحد الصحيح لاثر اختلاف عرض المسار عن العرض القياسي (١٢ قدم) .

P_c = معامل اقل من الواحد الصحيح لاثر انخفاض بعد العوائق على جانب الطريق عن البعد القياسي (٦ قدم)

P_s = معامل لاثر 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 (١-٢) بعض قيم هذه المعادلات .

جدول (١-١) : الصياغات الرياضية للمعاملات التي توءثر على السعات الاساسية للطرق

	معامل تأثير عرض المسار P_w = .	معامل تأثير مسافة العوائق عن جانب الطريق P_c	معامل تأثير السرعة التصميمية P_s
طريق ذو مسارين	$1.9405 - 0.2885\ w + 0.0175\ w^2$	$0.7205 + 0.05775D - 0.00187D^2$	$0.881 + 0.0017\ SD$ for $0 \leqslant SD < 70$ 2 for $SD \geqslant 70$, $P_s = 1$
طريق ذو ثلاث مسارات	$0.04 + 0.08\ w$	$0.82 + 0.03D$ for $P_c < 1$ otherwise $P_c = 1$	$0.881 + 0.0017\ SD$ $0 \leqslant SD < 55$ and for $SD \geqslant 55$, $P_s = 1$
طريق ذو أربعة مسارات غير مقسم	$-1.7925 + 0.4425\ w - 0.0175\ W^2$	$0.8815 + 0.03825D - 0.00313D^2$	
طريق ذو أربعة مسارات مقسم	$-1.6465 _ 0.4305\ w - 0.0175\ w^2$	$0.8135 + 0.07175D - 0.00688\ D^2$	
	w = عرض المسار بالقدم	D = المسافة بالقدم بين العائق وحد المسار	SD = السرعة التصميمية بالميل في الساعة

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

	السرعة التصميمية (ميل/ساعة) اكبر من أو تساوى P_s					المسافة بالقدم بين العائق وحد المسار بالقدم P_c					عرض المسار بالقدم P_w				
	٧٠	٦٠	٥٠	٤٠	٣٠	٦	٤	٢	صفر		١٢	١١	١٠	٩	
طريق ذو مسارين	١ر-	٩٨ر٠	٩٦ر٠	٩٥ر٠	٩٤ر٠	١ر-	٩٢ر٠	٨٣ر٠	٧٢ر٠		١ر-	٨٨ر٠	٨١ر٠	٧٦ر٠	
طريق ذو اربعة مسارات غير مقسم	١ر-	١ر-	٩٦ر٠	-	-	١ر-	٩٨ر٠	٩٥ر٠	٨٨ر٠		١ر-	٩٥ر٠	٨٩ر٠	٧٧ر٠	
طريق ذو اربعة مسارات مقسم	١ر-	١ر-	٩٦ر٠	-	-	١ر-	٩٨ر٠	٩٤ر٠	٨١ر٠		١ر-	٩٧ر٠	٩١ر٠	٨١ر٠	

الفصل (٢)- تكلفة مستخدمي الطريق

٢-١ 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 الذى يمثل الوضع الحالي) والمقارنة بينها يساعد على تقييم منفعة الطريق وهو ما يمثل احد جانبي تحليل المنفعة والعائد الذى يمثل 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 بسيطا ، ويمثل التبويب الذى نعرضه 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 •

٢-٢-١ 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 ظررف مثالية للتشغيل من حيث الانحناءات وتغير السرعات اى ان التكلفة الاساسية تتكون من العناصر التالية :

٢-٢-١-١ تكاليف التشغيل المتغيرة :

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

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

- تكلفة اهلاك الإطارات — لكل كم
- تكلفة الصيانة والاصلاح — "

٢-٢-١-٢ تكلفة وقت السيـــــر

- تكلفة وقت سائق وركاب سيارات الركوب في رحلات العمل — لكل ساعة للمركبة
- تكلفة وقت المركبة ذاتها في حالة اللوارى — "
- تكلفة وقت السلعة المنقولة في حالة اللوارى باعتبار ان السلعة تكون رأسمالا عاطلا خلال وقت الرحلـــة • — "

٢-٢-١-٣ تكاليـــف اضافيـــة

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 الطريـــق
- 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 تشحيـــــم
- أجور عمالة (للمركبات التجارية فقط)
- تكاليف ادارية (للمركبات التجارية فقط)
- المكونة الثابتة للاهلاك

٢-٢-٣ تكاليف الحوادث Accident cost

واحيانا ما يعبر عنها بوحدات نقدية لكل كم طولي للطريق •

هذا ويعطي شكل (٢-١) 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 الذى 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) •

٢-٣ كيفية تقدير عناصر التكلفة

٢-٣-١ طريقة الجمعية الامريكية لمسوءلي النقل والطرق

قدمت الجمعية الامريكية لمسوءلي النقل والطرق AASHTO في دليلها عن تحليل منافع مستخدمي الطرق[1] مجموعة من المنحنيات التي يمكن استخراج البنود المتعلقة بالتكاليف الاساسية والتكاليف الاضافية (البنود ١ ، ٢) لاى قسم من اقسام الطريق وذلك بمعلومية المدخلات او المعطيات التالية :

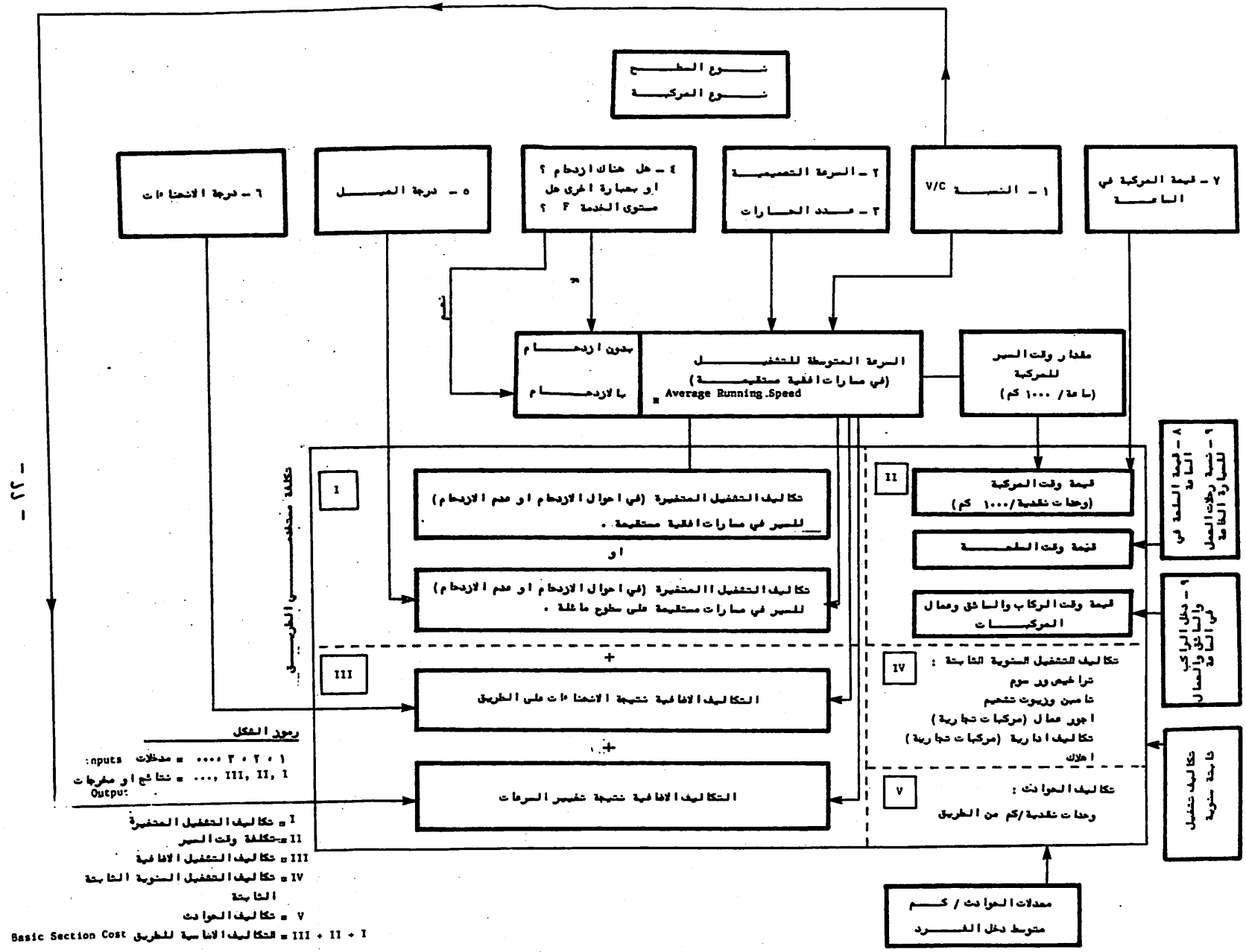
- نوع وطراز المركبة
- نوع الطريق وطبيعة سطحه
- النسبة $\frac{V}{C}$ لحركة النقل عليه او السرعة المتوسطة للسير average running speed
- ميل الطريق على هذا القسم grade
- السرعة التصميمية design speed
- مقدار الانحناء curvature
- قيمة الوقت للمركبة في الساعة
- هل مستوى الخدمة هو المستوى (F) ؟

ويمثل شكل (٢-٢) نموذجا لهذه المنحنيات كما يقدم مثالا عن كيفية استخدامها في التطبيق •

---

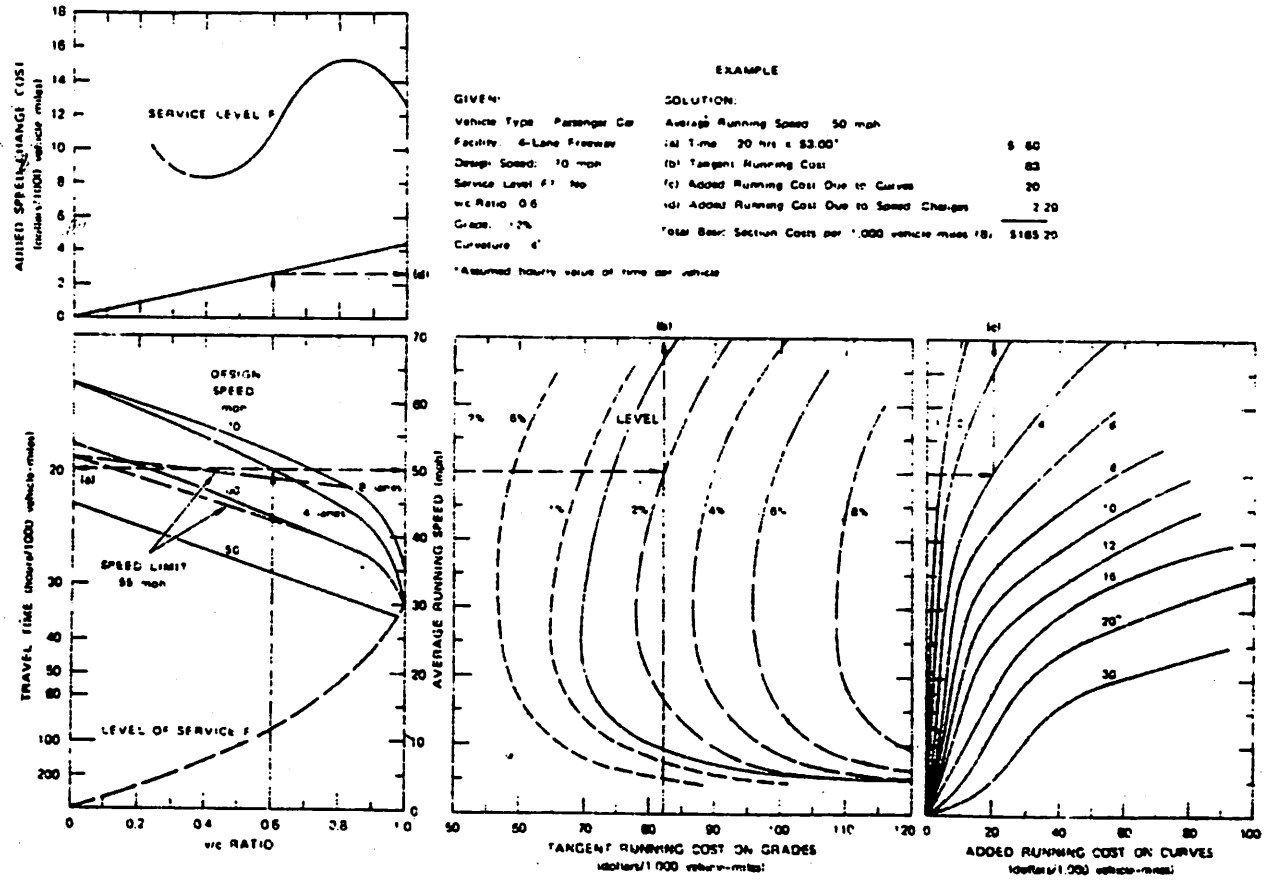
(1) "A Manual on User Benefit Analysis of Highway and Bus Transit Improvements 1977", AASHTO.

شكل (٢-١) : تكلفة مستخدمي الطرق ... المدخلات والمكونات



Bench-mark speed = Average Operating sp. = Average Running Speed

= تكاليف التشغيل المتغيرة



شكل (٢ـ٢) : نموذج لمنحنيات الجمعية الامريكية لمسئولي النقل والطرق لتقدير منافع مستخدمي الطريق

ويجدر هنا ان نبدى الملاحظات التالية على الطرق السابقة :

١ - ان تكاليف التشغيل المتغيرة التي استخدمت في وضع المنحنيات السابقة افترضت سطوحا مرصوفة paved surface فاذا كان الطريق حصويا gravel أو ترابيا 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 .

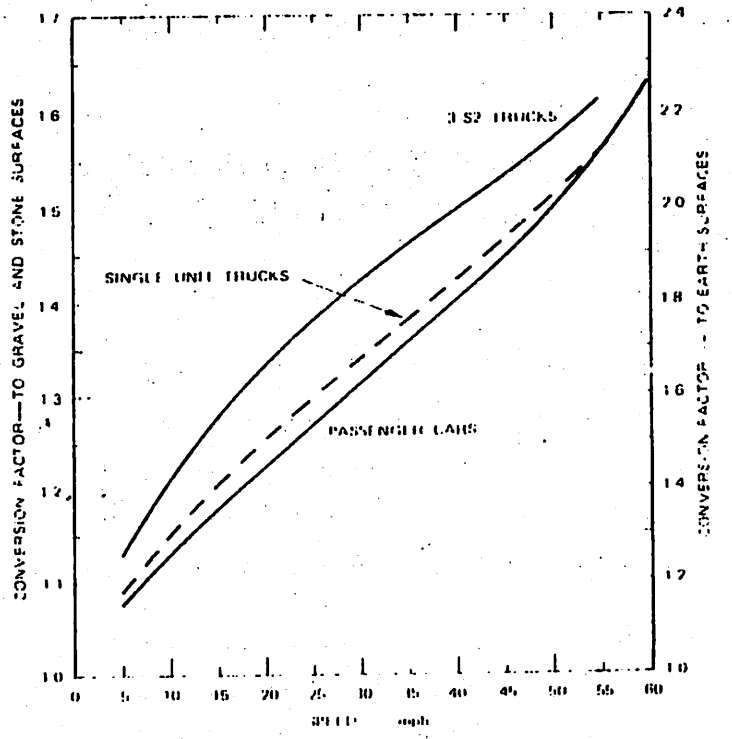
٣ - ان المنحنيات المعنية قد استعمل في الحصول عليها مستويات الاسعار التي كانت سائدة في الولايات المتحدة الامريكية في يناير ١٩٧٥ ومن ثم يجب تعديلها لتلائم الاسعار السائدة وقت استخدام هذه المنحنيات ، ويقدم الملحق (B) من الدليل طريقة اجراء هذا التعديل .

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 نموذجا 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 أن 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 دى ويل :

يعتبر المرجع الذى وضعه جان دى 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 مستخدمي الطريق في قطر من اقطار الدول النامية . ويقدم هذا المرجع جداول اساسية تمثل ارقام الاستهلاك الفعلية للبنود الستة التالية من تكاليف التشغيل

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



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

شكل (٢ ـ 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 ، حصـــوى ، ترابـــــي

ب - سبعة انواع من المركبات

٣ سيارات ، ٤ لوريات

جـ - أربـــع قيم مختلفة للسرعة منها سرعة التشغيل المتوسطة Bench-mark speed

ويجدر هنا ملاحظة النقاط التالية للمنهجية التي اتبعها المرجع السابق والتي يجب أن توءخذ في الحسبان قبل الشروع في محاولة تطبيعها على مشروع بعينة 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 تفيـد 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 يـدرج في حساباته اثر المشروع على انخفاض معدلات الحوادث للصعوبة المنهجية في تقدير قيمة "الحياة البشرية" الا ان هذا البند جرت العادة ايضا على ان توضع قيم كمية له وفقـــا لمحاولات واجتهادات مختلفة يتم اعتبارها احد منافع المشروع .

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

٢-٣-٣-١ 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 هنا 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 ـ 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 = سرعة التشغيل المتوسطة بالكلم/ساعة

F (V) = استهلاك الوقود باللتر/١٠٠ كم

والدوال السابقة تعطي فقط العلاقة بين كل من V , F (V) ولا تصلح للاستخدام بطريقة مطلقة في هذه الصورة بل يجب أن يسبق استخدامها تعديل معاملاتها وذلك بمعرفة استهلاك المركبة من الوقود F_o عند سرعة أساسية V_o وهو ما يمكن الحصول عليه مباشرة من كاتالوجات وجداول مواصفات المركبة المعنية فعند هذه السرعة فان F_o يمكن ان تساوى $F(V_o)$ فقط عند ضرب معاملات الدالة في المقدار $F_o/F(V_o)$ 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 ـ تكاليف الاهلاك

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

الحر لهذه المركبة Free flow اى بدون ازدحام على هذا الطريق • فاذا كانت:

V_o = سرعة السير الحر للمركبة على الطريق

A_o = المسافة المقطوعة سنويا بافتراض سير السيارة بالسرعة

Y_o = العمر الاقتصادى للسيارة في الظروف السابقة

فاذا اختلفت الظروف الفعلية للتشغيل عن الظروف السابقة وكان هناك ازدحام على الطريق بحيث كانت سرعة التشغيل V اقل من سرعة السير الحر V_o وبافتراض تساوى عدد ساعات التشغيل فتكون المسافة A المقطوعة حينئذ اقل من المسافة A_o وتتحدد بالمعادلة التالية :

$$A = A_o \frac{V}{V_o} \quad , \quad V < V_o \qquad (١)$$

اما اذا افترضنا جدلا ان السرعة V اكبر من سرعة السير الحر V_o وبالتعويض في المعادلة السابقة تكون A اكبر من A_o ولكن نظرا لان سير المركبة بسرعات اكبر من سرعة السير الحر هو افتراض غير واقعي لجميع اوقات السير بل قد يكون صحيحا فقط في جزء (P) من الوقت بينما تسير المركبة بسرعتها الحرة V_o في الجزء المتبقي من الوقت (1-P) حيث يتم تحديد مقدار الكسر (P) بواسطة الشخص الذى يدرس ويحلل النظام فتتحدد حينئذ المسافة المقطوعة A على النحو التالي :

$$A = A_o \left(1-P + P \frac{V}{V_o}\right) \quad , \quad V > V_o \qquad (٢)$$

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

$$Y = Y_o \frac{A_o}{A} \qquad (٣)$$

وتكون تكاليف الاهلاك السنوية D كما يلي :

$$D = C \frac{r}{(1+r)^Y - 1} \qquad (٤)$$

حيـــــــث :

C = تكاليف احلال المركبة عند انقضاء عمرها الاقتصادى

r = نفقة الفرصة البديلة opportunity cost او سعر رأس المال السائد •

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

$$R = (D + Cr) \frac{1}{A} \qquad (٥)$$

٣ - تكاليف زيت المحـــــرك :

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 التقريـــب •

٤ - تكاليف استهلاك الاطارات :

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

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

حيـــــث :

TC = التكلفة السنوية للاطار الواحد
CT = تكلفة احلال الاطار
r = سعر رأس المال
Y_o = العمر الافتراضي للاطار عند السرعة

اما اذا كانت السرعة $V \neq V_o$ وليست V_o نتيجة للازدحام على الطريق مثلا فينتج عن ذلك ان المسافة المقطوعة سنويا A سوف تختلف عن تلك المسافة A_o التـــى يقطعها الاطار عن السرعة V_o ويكون العمر الافتراضي للاطار حينئذ هو Y حيث :

$$Y = Y_o \frac{A_o}{A} \qquad (٧)$$

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

---

(١) المرجـــع السابـــق •

$$T = \frac{CT \times T \times N}{A\,(1+T)^{Y} - 1} \; e^{x(V-V_o)} \qquad (٨١)$$

حيـــــــث :

T = تكلفة استهلاك الاطارات لكل وحدة من وحدات المسافة
N = عدد الاطارات في المركبة الواحدة
x = معامل يتوقف على نوعية السطح وتتحدد قيمته من الجدول التالي

	مركبـات ثقيلـة	مركبـاتخفيفـة
طريق مرصوف	٠ر٠٢٢٥	٠ر٠٢٦٥
طريق حصوى	٠ر٠٠٨٠	٠ر٠٠٨٧
طريق ترابي	٠ر٠٠٣٦	٠ر٠٠٣٣

٥ - تكاليف الصيانة والاصلاح :

على الرغم من اهمية هذا العنصر من عناصر تكلفة التشغيل الا انه لا توجد حتى الان صياغة رياضية دقيقة له تبين مقدار هذا البند كدالة لعمر المركبة وكل ما هو متاح الان هو تقدير هذه المكونة اعتمادا على الخبرة على ان يتم الفصل ما بين الجزء الخاص بتكلفة قطع الغيار وذلك الخاص بالعمالة كي يتسنى استخدام اسعار الظل الخاصة بالعمالة أى أن :

$$M = M_p + M_l \times S_l \qquad (٩)$$

حيـــــــث :

M = تكلفة الصيانة للسيارة لكل ميل أو كم
M_p = تكلفة قطع الغيار لكل ميل أو كم
M_l = تكلفة العمالة لكل ميل أو كم
S_l = سعر الظل بالنسبة لعنصر العمل

٢-٣-٣-٢ تكلفة وقت السيـــــــر :

تتطلب معالجة هذا البند من بنود التكلفة التفرقة بين سيارات الركوب

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 :

$$T_p = (D_{IP} \; S_{DIP} \; P_{DI} + IN_p \; S_p \; P_p) / V$$

حيـــــــث :

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

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 مربحـــــة ولكانت قد حققت عائدا يمكن اعتباره هو تكلفة الفرصة البديلة •

٤ - تكلفة وقت السلعة المنقولة :

تعتبر قيمة السلعة الموجودة في المركبة التجارية او 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 :

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

٢-٣-٤ 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 والاخر فهنا يكون ارتفاع التكاليف ملحوظا بدرجة كبيرة •

وهناك عدة مناهج للتقييم الكمي لاثر 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 مكافىء حجم الحركة على الطريق كما ان العوامل التي تؤثر سلبا على سعة الطريق تؤخذ هي الاخرى في الحسبان لحساب السعة المتاحة للطريق •

٢-٣-٤-١ مكافىء 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 مكافئا لحجم حركة مكونة من مركبات خفيفة متجانسة ولها نفس التأثير على الطريق كما للحجم الاصلي الغير متجانس وتتوقف قيم هذا المكافىء E_C على نوع الطريق وطبيعة الارض كما موضح بالجدول التالي :

	طريق ذو مسارين	طريق متعدد المسارات
ارض مستوية level	٢ر٥	٢
ارض منحدرة rolling	٥	٤
ارض جبلية mountaineous	١٠	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 كانـــــت :

V = حجم حركة النقل في الساعة

ADT = حجم حركة النقل اليومي المتوسط

فـــــان :

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

وهذه المعادلة تنتج مباشرة من المعادلة التالية :

$$V = V_o \left(1 - \frac{T^2}{V_o^2} \right)$$

بالتعويض التالـــــي :

$$T = 0.75\ V_o$$

حيـــــث :

V_o = حجم الحركة المتوسط في الساعة

T = الانحراف المعيارى لحجم الحركة في الساعة

V = حجم الحركة في الساعة

٢-٣-٤-٢ السعة المتاحـــة للطريـــق :

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

وبحساب كل من مكافىء حجم الحركة والسعة المتاحة له يمكن حساب قيمة جديدة للنسبة $\frac{V}{C}$ فاذا ما استخدمت هذه النسبة لحساب سرعات التشغيل المتوسطة S_o ، S_T للمركبات الخفيفة والثقيلة على التوالي على النحو الموضح في البند ٦ من الفصل الخاص بمفهوم سعة الطريق ، لكانت 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 •

الجـــزء الثانـــي :

مناهـــج تطبيقيـــة

الفصل (٣) ـ 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 بوحدات طبيعية • ولضمان تحقيق الاستفادة القصوى من هذه الدراسات يجب توحيد نظم التبويب classification للعناصر المختلفة الداخلة في هذه الدراسات مثل تبويب المركبات وتبويبات انواع الطرق ••• الخ • وذلك بالنص صراحة في مواصفات هذه الدراسات TOR على ضرورة التزام الجهة القائمة على الدراسة بهذ التبويب الموحد، ومن ثم تسهيل عمليات المقارنة البينية فيما بينها فيما بعد •

ثانيا: تجميع بعض البيانات الاساسية الاولية •

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

١ ـ هل سيتم اعتبار التكاليف الثابتة للصيانة في عملية التقييم ؟

٢ ـ هل سيتم اعتبار التكاليف المتغيرة للصيانة في عملية التقييم ؟

٣ ـ هل سيتم اعتبار تكاليف تقوية الطريق (رصف طبقة سطحية جديدة بعد معين من السنوات) في عملية التقييم؟

٤ ـ هل هناك عناصر تكلفة اخرى ثابتة سيتم اعتبارها في التقييم ؟ وفي حالة الاجابة بنعم فما هي ؟

٥ ـ 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 ازدحام على الطريق خلال العمر الافتراضي له بحيث يكون مطلوبا حساب تكاليف تشغيل المركبات بواسطة النموذج واثر هذا الازدحام على هذه التكاليف ؟

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

ان الاجابة على التساؤلات السابقة تحدد المسار التي ستتخذه عملية التقييم وكيفية الاقتراب approach من النموذج ويترتب على هذه الاجابة تحديد البيانات المطلوبة للتقييم هذا التحديد الذى يوفر المجهود الذى قد يبذل 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 :

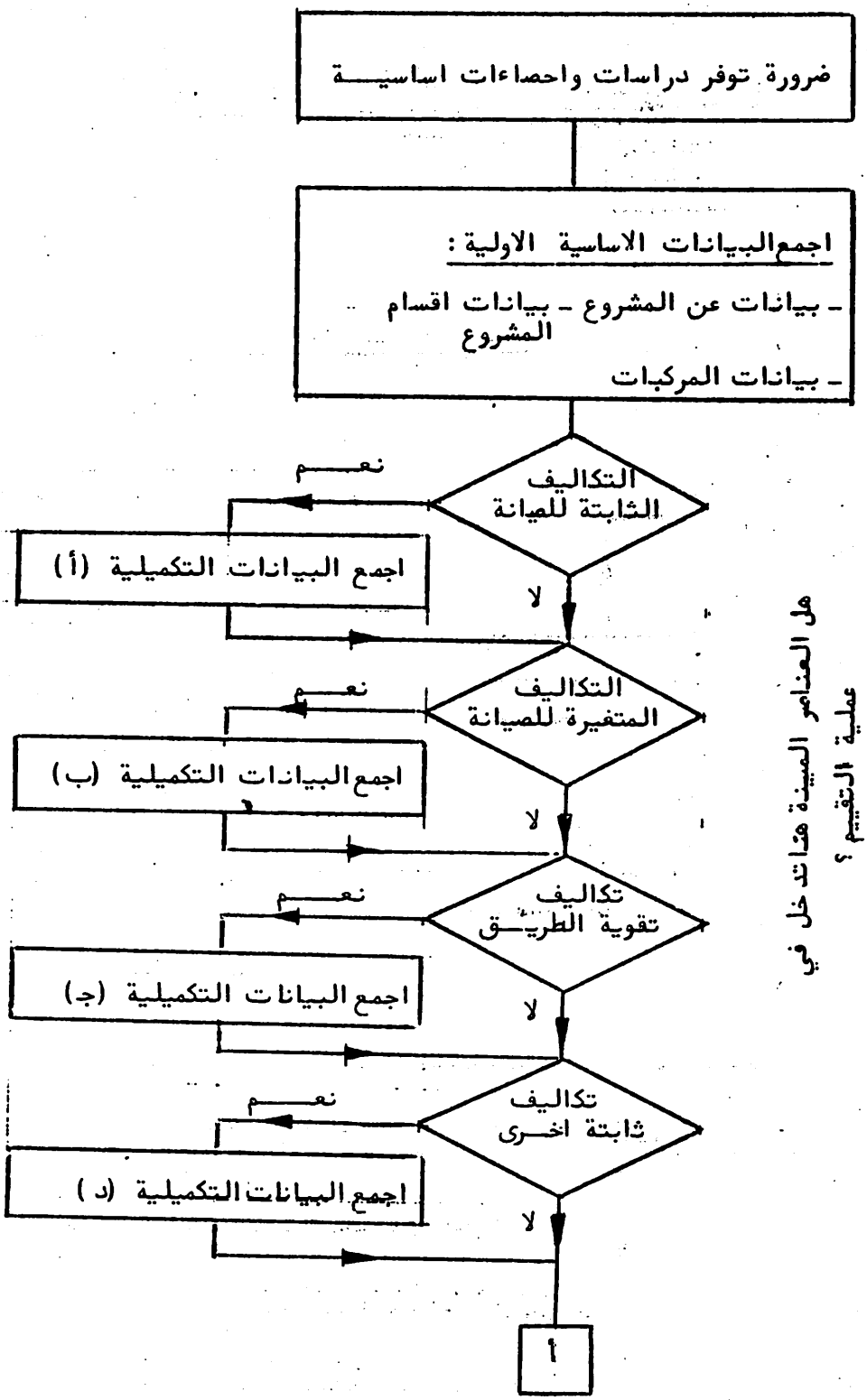
المجموعة الاولى : بيانات اساسية اولية :

وهي ما يجب توفو لكل مشروع تحت التقييم مثل

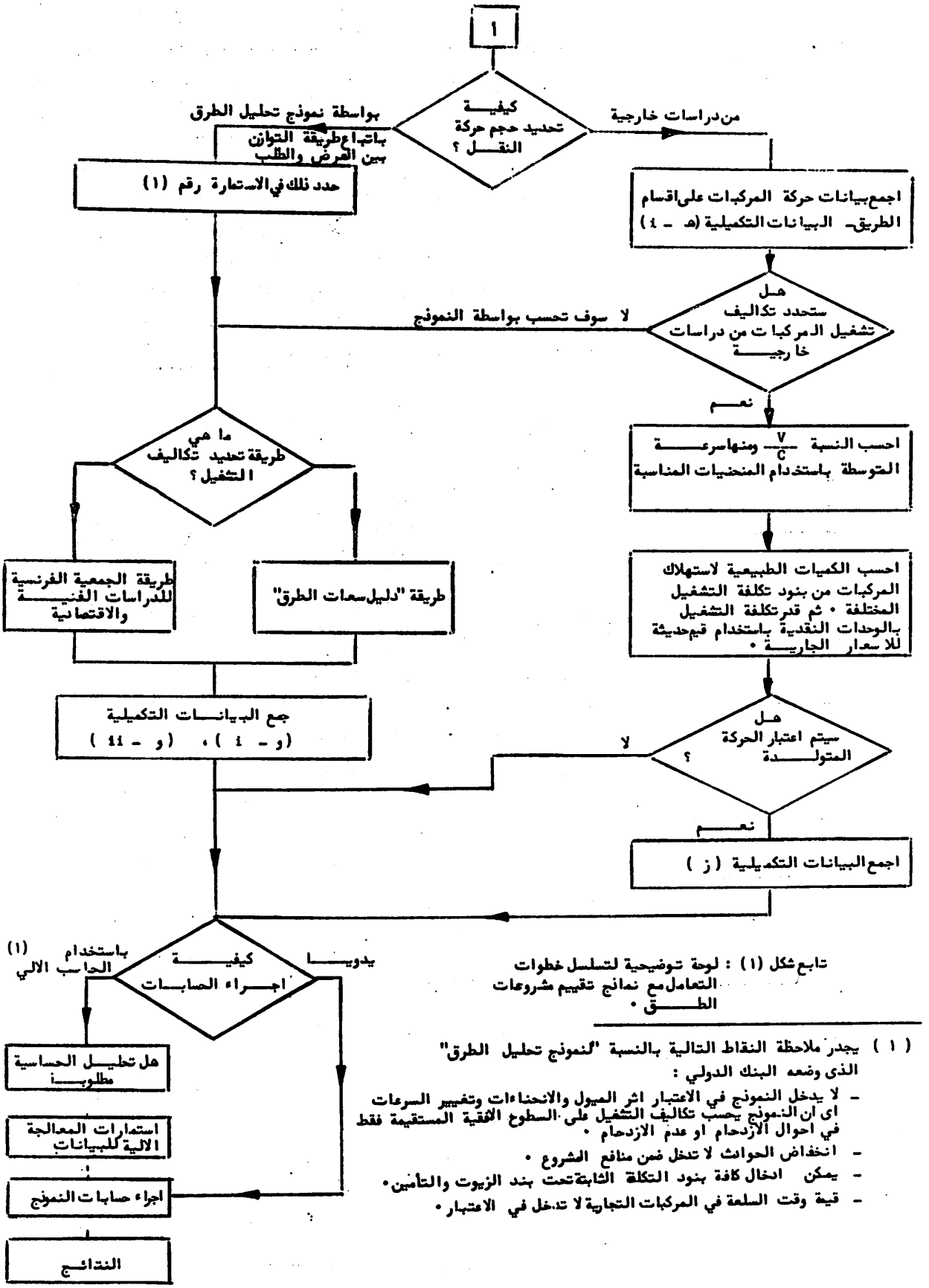
- بيانات عن المشروع نفسه
- بيانات عن تكاليف انشاء اقسام الطريق
- بيانات عن نوعيات المركبات التي تستخدم الطريق

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) ، ويمكن 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



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



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

(١) يجدر ملاحظة النقاط التالية بالنسبة "لنموذج تحليل الطرق" الذى وضعه البنك الدولي :

- لا يدخل النموذج في الاعتبار اثر الميول والانحناءات وتغيير السرعات اى ان النموذج يحسب تكاليف التشغيل على السطوح الافقية المستقيمة فقط في احوال الازدحام او عدم الازدحام •
- انخفاض الحوادث لا تدخل ضمن منافع المشروع •
- يمكن ادخال كافة بنود التكلفة الثابتة تحت بند الزيوت والتأمين •
- قيمة وقت السلعة في المركبات التجارية لا تدخل في الاعتبار •

و - بيانات عن اثر الازدحام على تكاليف التشغيل وهي :

١ - وحدات قياس استهلاك 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 •

رابعا : 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) - حالـــة فعليـــة

١٠٤ - خلفيـــة المشـــروع :

تدرس وزارة النقل في احد الاقطار العربية مشروع ازدواج وصلة طريق بطول ٨٢ كم تصل ما بين بلدتين (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 التي 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 بالعينة (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 نوعياتهـــا

المختلفة من بنود التشغيل كاستهلاك الوقود والزيوت والاطارات ... 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 الذى 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 الوقع 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 ترقيع 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 .

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

فاذا ما تمت هذه الحسابات للطريق في وضعه الحالي والوضع الذى 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 الذى 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 :

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

(ب) - بيانات نوعيات المركبات

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

(ج) ـ بيانات عن تكاليف انشاء اقسام الطريق

	القسم الاول	القسم الثانى
ـ طول القسم (كم)		
الطريق القديم	ـ ر ٣٤	ـ ر ٤٨
الطريق الجديد	ـ ر ٣٤	ـ ر ٤٨
ـ العمر الافتراضى (سنة)	٢٥	٢٥
بما فى ذلك سنوات الانشاء		
ـ تكاليف الانشاء (مليون دينار)	١٢٦٧٢٨ ر ١٠٠	٩٦١٢٦٨ ر ١٣٣
ـ اول سنوات الانشاء	١٩٨٥	١٩٨٥
ـ عدد سنوات الانشاء	٤	٤
ـ توزيع تكاليف الانشاء على سنوات الانشاء		
ـ السنة الاولى	٦ ر ٣٣٪	٢ ر ٣٠٪
ـ السنة الثانية	ار ٣٣٪	٣ ر ٢٤٪
ـ السنة الثالثة	١ ر ٢٧٪	٤ ر ٢٨٪
ـ السنة الرابعة	٢ ر ١٦٪	١ ر ١٧٪

٢٠٥٠٤ ـ بيانات تكميلية للمشروع

يتم تجميع هذه البيانات فى ضوء الاجابة على التساؤلات المبينة فى البند ثالثا من الفصل (٣) ٠

أ - تكاليف الصيانة الثابتة :

القسم	قبل تحسين الطريق (السنة الاولي)			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 = حجم حركة النقل

a , b = ثوابت

وحدات ع.م. = دينار/كم

القسم	قبل التحسين		بعد التحسين	
١	٠ر١٦٧٦٤٧	١٠٠٣ر١٤٧	٠ر٠٩٩١١٨	٣٤٣ر٨٥٢٩٤
٢	٠ر١١٨٧٥	٧١٠ر٥٦٣	٠ر٠٧٠٢٠٨	٢٤٣ر٥٦٢٥

ج - تكاليف تقوية الطريق :

عدد السنوات التي يكون بعدها من الضرورى رصف سطح الطريق :

ما هي تكليف الكم الواحد في هذه العملية :

د - ما هي الاستثمارات الاخرى المطلوبة خلال عمر المشروع وتوفيتاتها :

نوع الاستثمـــــار	حجم الاستثمار/فســـم	سنة انفاقـــه

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
أ - بيانات حركة	التعداد الاساسي لحركة النقل لهذه المركبة على هذا المقطع (مركبة /يوم)	التعداد	٢٤٣٤	٦١٠٣	٨٦٥	١٢٦٧	٥٣٦
		السنة	١٩٨٤	١٩٨٤	١٩٨٤	١٩٨٤	١٩٨٤
	النسب المئوية لمعدلات نمو حركة النقل السابقة	النسبة	٧	٧	٧	٧	٧
		في سنة	١٩٨٥	١٩٨٥	١٩٨٥	١٩٨٥	١٩٨٥
		النسبة	٦	٦	٦	٦	٦
		في سنة	١٩٩٤	١٩٩٤	١٩٩٤	١٩٩٤	١٩٩٤
		النسبة	٥	٥	٥	٥	٥
		في سنة	٢٠٠١	٢٠٠١	٢٠٠١	٢٠٠١	٢٠٠١
		النسبة	-	-	-	-	-
		في سنة	-	-	-	-	-
		النسبة	-	-	-	-	-
		في سنة	-	-	-	-	-
ب - بيانات تكاليف التشغيل	تكاليف تشغيل المركبة على هذا القسم في حالة عدم تنفيذ المشروع (دينار/كم)	التكاليف	٠٫٥٦٨٩	٠٫٦٨٩٥	٢٫١١٨٨	١٫٥٩٧٩	٢٫١٠٠٧
		في سنة	١٩٨٩	١٩٨٩	١٩٨٩	١٩٨٩	١٩٨٩
		التكاليف	٠٫٥٨٨٨	٠٫٧٠٠٩	٢٫١٧٠٨	١٫٦٠٦١	٢٫١٣٤٧
		في سنة	١٩٩٤	١٩٩٤	١٩٩٤	١٩٩٤	١٩٩٤
		التكاليف	٠٫٦٥٢٧	٠٫٧٤٨٨	٢٫٢٢٢٢	١٫٦٩٢٩	٢٫٣٦٤٣
		في سنة	٢٠٠١	٢٠٠١	٢٠٠١	٢٠٠١	٢٠٠١
	تكاليف تشغيل المركبات على هذا القسم في حالة تنفيذ المشروع (دينار/كم)	التكاليف	٠٫٥٨٦	٠٫٦٩٩٨	٢٫١٥٥١	١٫٥٩٠٢	٢٫٠٧٨٨
		في سنة	١٩٨٩	١٩٨٩	١٩٨٩	١٩٨٩	١٩٨٩
		التكاليف	٠٫٦٢٣	٠٫٦٩٤٥	٢٫١٦٦٨	١٫٥٨٩٦	٢٫٠٧٦٨
		في سنة	١٩٩٤	١٩٩٤	١٩٩٤	١٩٩٤	١٩٩٤
		التكاليف	٠٫٦٤٨	٠٫٦٩٢٦	٢٫١٦٧٦	١٫٥٩٢٩	٢٫٠٨٨٤
		في سنة	٢٠٠١	٢٠٠١	٢٠٠١	٢٠٠١	٢٠٠١

هـ - بيانات حركة المركبات على اقسام الطريق :

القسم : (٢)

	البيان		Car	Pick-Up	Bus	2 axle	≥3 axle
أ - بيانات حركة	التعداد الاساسي لحركة النقل لهذه المركبة على هذا المقطع (مركبة/يوم)	التعداد	٢٠٤٨	١٣٤٩	٧٢٨	١٠٦٦	٤٥١
		السنة	١٩٨٤	١٩٨٤	١٩٨٤	١٩٨٤	١٩٨٤
	النسب المئوية لمعدلات نمو حركة النقل السابقة ٪	النسبة	٧	٧	٧	٧	٧
		في سنة	١٩٨٥	١٩٨٥	١٩٨٥	١٩٨٥	١٩٨٥
		النسبة	٦	٦	٦	٦	٦
		في سنة	١٩٩٤	١٩٩٤	١٩٩٤	١٩٩٤	١٩٩٤
		النسبة	٥	٥	٥	٥	٥
		في سنة	٢٠٠١	٢٠٠١	٢٠٠١	٢٠٠١	٢٠٠١
		النسبة	-	-	-	-	-
		في سنة	-	-	-	-	-
		النسبة	-	-	-	-	-
		في سنة	-	-	-	-	-
ب - بيانات تكاليف التشغيل	تكاليف تشغيل المركبة على هذا القسم في حالة عدم تنفيذ المشروع (دينار/كم)	التكاليف	٠ر٥٦٥٦	٠ر٦٩٢٠	٢ر١٦٧٢	١ر٥٩٤٥	٢ر٠٩٤٢
		في سنة	١٩٨٩	١٩٨٩	١٩٨٩	١٩٨٩	١٩٨٩
		التكاليف	٠ر٥٧٦٧	٠ر٦٩٢٥	٢ر١٦٩٦	١ر٦٠١٢	٢ر١١٧٣
		في سنة	١٩٩٤	١٩٩٤	١٩٩٤	١٩٩٤	١٩٩٤
		التكاليف	٠ر٦١٤٨	٠ر٧٢١٤	٢ر٢٠٢١	١ر٦٥٨٢	٢ر٢٧١٥
		في سنة	٢٠٠١	٢٠٠١	٢٠٠١	٢٠٠١	٢٠٠١
	تكاليف تشغيل المركبات على هذا القسم في حالة تنفيذ المشروع (دينار/كم)	التكاليف	٠ر٥٥٨٦	٠ر٦٩٩٨	٢ر١٥٥١	١ر٥٩٠٢	٢ر٠٧٨٨
		في سنة	١٩٨٩	١٩٨٩	١٩٨٩	١٩٨٩	١٩٨٩
		التكاليف	٠ر٥٦٠٠	٠ر٦٩٥٨	٢ر١٦٢٩	١ر٥٨٦٨	٢ر٠٧٧٥
		في سنة	١٩٩٤	١٩٩٤	١٩٩٤	١٩٩٤	١٩٩٤
		التكاليف	٠ر٥٦٣١	٠ر٦٩٣٨	٢ر١٦٦٨	١ر٥٨٩٦	٢ر٠٧٦٨
		في سنة	٢٠٠١	٢٠٠١	٢٠٠١	٢٠٠١	٢٠٠١

و - بيانات عن اثر الازدحام على تكاليف التشغيل :

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

وحدات قياس الوقود = لتـــــر
وحدات قياس عرض المسار = متـــــر

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 ، منحدرة ، جبلية)	منبسطـــة	منبسطـــة	منبسطـــة	منبسطـــة
- مقسم ام غير مقسم (divided or undivided)	غير مقسم	مقســـم	غير مقسـم	مقســـم
- نسبة الطول الذى عليه مدى الروءية ١٥٠٠ قدم (٪)	٨٥٪	٨٥٪	٨٥٪	٨٥٪
- عرض المسار lane width (متر)	٤	٤	٤	٤
- عدد المسارات	٢	٤	٢	٤
- نوع السطح	مرصـــوف	مرصـــوف	مرصـــوف	مرصـــوف
- السرعة التصميمية (كم /ساعة)	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
- الخلوص العرضي Lateral clearance (متـــر)	٢	٢	٢	٢

البند	Car	Pick-up	Bus	Truck 2 axle	Truck 3 axle ≥
نوع المركبة (ثقيلة - خفيفة)	خفيفة	خفيفة	ثقيلة	ثقيلة	ثقيلة
ثمنها الأساسي (دينار) [١]	٢٧٧٠٠	٢٦١٠٠	٢٨٤٤٤٢	١٧٤٠٠٠	٢٣٧٨٠٠
المسافة المقطوعة سنوية (كم)					
عدد الاطارات	٤	٤	٤	٦	١٢
ثمن الاطار [٢]	٢٥٨	٢٧١	١٠٨٩	١٦٠٦	١٧١٣
سعر الوقود (دينار/لتر) [٣]	١٠٩٣٥ [١١]	٢٠٠٧ [١٢]	١٠٨ [١٣]	١٠٨ [١٣]	١٠٨ [١٣]
اجر السائق (دينار/ساعة) [٣]	٥ [٤]	١٠	١٣	١٣	١٣
اجر مساعد السائق(دينار/ساعة) [٣]	-	-	٤	-	٦
اجر الراكب (دينار/ساعة) [٣]	٢٠٧٥	٢٠٦	٢٠٦	-	-
نسبة وقت السائق في رحلات العمل /	٥٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
نسبة وقت الراكب في رحلات العمل /	٣٧	٥٠	٥٠	-	-
معامل سعر الظل - اجور السائق [٣]	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
معامل سعر الظل - اجور مساعد السائق [٣]	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
معامل سعر الظل - اجر الراكب	صفر	صفر	صفر	-	-
معامل سعر الظل - اجر عمالة	صفر	صفر	صفر	-	صفر
متوسط عدد الركاب بالمركبة	٣٠٥ [١]	٣	٢٦	-	-
نسبة الزيادة في المسافة السنوية نتيجة سرعات اعلا					

البند	بدون المشروع	بالمشروع	بدون المشروع	بالمشروع	بدون المشروع	بالمشروع	بدون المشروع	بالمشروع	بدون المشروع	بالمشروع
السرعة الاساسية (كم/ساعة) [٥]	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٨٠	٩٠	٧٠	٨٠	٧٠	٨٠
عمر المركبة (سنوات) [٤]	١٣٠٥	١٣٠٥	١٠٠٧	١٠٠٧	١٣٠٤	١٣٠٠٠	١٣٠٣	١٣٠٨	١٣٠٦	١٣٠٢
عمر الاطار (سنوات) [٤]	٠٠٨٢٥	٠٠٨٢٥	٠٠٥٩٤	٠٠٥٩٤	٠٠٤٥٥	٠٠٣٤٧	١٠٠٧٧	٠٠٧٤٠	٠٠٧٣٣	٠٠٥١٠
استهلاك الوقود (لتر/كم) [٤]	٠٠١١٠	٠٠١١٥	٠٠١٥٠	٠٠١٥٠	٠٠٢٤٥	٠٠٢٦٤	٠٠٢٣٠	٠٠٢٤٧	٠٠٢٤٥	٠٠٢٧٠
تكلفة زيت المحرك(دينار/كم) [٤]	٠٠٠٠١٣	٠٠٠٠١٣	٠٠٠٠١٣	٠٠٠٠١٣	٠٠٠٠٤٠	٠٠٠٠٤٢	٠٠٠٠٣٨	٠٠٠٠٥٦	٠٠٠٠٥٢	
تكلفة قطع الغيار(دينار/كم) [٤]	٠٠٠٠٠٢٧	٠٠٠٠٠٢٧	٠٠٠٠٠٥٢	٠٠٠٠٠٥٢	٠٠٠٠٠٢٤	٠٠٠٠٠٢١	٠٠٠٠٠١٨	٠٠٠٠٠٢٠	٠٠٠٠٠٩٣	٠٠٠٠٠١٠
تكلفة العمالة في الصيانة (دينار/كم) [٤]	٠٠٠٠١٧٢	٠٠٠٠١٧٢	٠٠٠٠٣٩٥	٠٠٠٠٣١٥	٠٠٠٠٦٩	٠٠٠٠٦٢	٠٠٠٠٥٦	٠٠٠٠٥٧	٠٠٠٠٤٥	٠٠٠٠٥٠
تكلفة التأمين(دينار/كم) [٤]	٠٠٠٠٠١٦	٠٠٠٠٠١٦	٠٠٠٠٠١٩	٠٠٠٠٠١٩	٠٠٠٠٠١٩	٠٠٠٠٠١٧	٠٠٠٠٠٠٥٥	٠٠٠٠٠٤٨	٠٠٠٠٠٠٦٠ [٩]	٠٠٠٠٠٠٦٠ [٩]
مكافيء الازدحام										

هوامـــــش :

١\ متوسط عدد الركاب في السيارة الخاصة والسيارة الاجرة (التاكسي) هما ٣ ، ٤ ركاب على التوالي • تم هنا افتراض ان ٥٠٪ من هذه المركبات سيارات خاصة ، ٥٠٪ سيارات اجرة •

٢\ قيمة متوسطة • اجر سائق المركبة الخاصة احتسب ضمن قيمة وقت الركاب •

٣\ جميع القيم المبينة هنا هي قيم اقتصادية بعد تطبيق اسعار الظل على المكونات المعنية (عمالة ، نقد اجنبي ، ••• الخ) •

٤\ عند السرعات الاساسية •

٥\ السرعة الاساسية = سرعة الانسياب الحر •

٦\ سرعات افتراضية بناء على الدراسات الهندسية •

٧\ من الجدول (١) ملحق (أ) •

٨\ من الجداول (٢) الى (٦) الملحق (أ) •

٩\ 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 ووقود 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 للنقـــل 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 اعتبا ر الحركة المتولدة اثناء عملية التقييم هذه توخيا للتبسيط •

٦٠٤ - حسابات التقييـــم :

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

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

كما تم اعتماد قسمين رئيسسين لمشروع الطريق :

- القســـم (١)
- القســـم (٢)

وفي ضوء هذا **التبويـــب** ، يمكن تحديد خطوات الحسابات اللازمة لعملية التقييم بناء على الاطار النظرى المبين فـي الجزء الاول من هذه الدراسة على النحو التالي :

١ - بمعلومية المعدلات السنوية لزيادة الحركة في الماضي وتعدادات سنة الاساس (١٩٨٤) والتوزيع النسبي لهذه الاعداد فيما بين انواع المركبات المختلفة بناء على العد الميداني بالعينة الذى تم بواسطة فريق البحث ، يمكن التوصل لكل قسم من اقسام الطريق الى حجم المرور اليومي لانواع المركبات المختلفة في كل سنة من سنوات عمر المشروع (١٩٨٤ حتى ٢٠٠٩) • ثم حساب مكافىء حجم الحركة اليومي ADT لكل سنة من السيارات الصغيرة القياسيـــــة Passenger Car Unit (PCU) وذلك باستخدام معاملات تكافوء الحركة التالية :

- سيارة صغيرة
- سيارة بيك آب
- بـــاص
- شاحنة ذات محورين
- شاحنة اكثر من محورين

٢ - حساب سعة الطريق (C) في حالتي تنفيذ وعدم تنفيذ المشروع باستخدام المعادلة المبينة في البند (٧٠١) من الفصل الاول •

٣ - تحويل مكافىء حجم الحركة اليومي ADT لجميع سنوات المشروع الى متوسط لحجم حركة في الساعة (V) بافتراض ان الانحراف المعيارى 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 emperical 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 •

---

(١) A manual on User Benefit Analysis of Highway and Bus-Transit Improvements, 1977, AASHTO, Washington D.C., U.S.A.

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 مستخدمي 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 معادلتي الخط المستقيم لتكاليف الصيانة السنوية المتغيرة للطريق في حالتي تنفيذ وعـــدم تنفيذ المشروع ، يمكن الحصول على الوفر في كلفة صيانة الطريق نتيجة للمشروع وهو ما يمثل البند الثالث من بنود المنفعة •

١١- تجميع 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 - النتائـــــج

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 الاولية لحسابات معدل العائد (الاقتصادي) الداخلي للاستثمار للمشروع بناء على هذه الجداول عن النتائج التالية :

- معدل العائد الداخلي للمشروع بقسميه = ١٢ر٢٣ ٪
- معدل العائد الداخلي للقسم الاول بمفرده = ١٣ر١٢ ٪
- معدل العائد الداخلي للقسم الثاني بمفرده = ١١ر٨٩ ٪

وبمقارنة هذه القيم باسعار الفرص ا لبديلة لرأس المال في القطـــر (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 الدراســـة •

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

السنة	التكاليف الاجمالية (١)	المنفعة الاجمالية (٢)	المنفعة الصافية (٣) = (٢) - (١)
١٩٨٥	٣٣٦٨٥٢٥٧	-	- ٣٣٦٨٥٢٥٧
١٩٨٦	٢٣١٢٧١٥٧	-	- ٢٣١٢٧١٥٧
١٩٨٧	٢٧٠٧٢١٥٧	-	- ٢٧٠٧٢١٥٧
١٩٨٨	١٦٢٤٢١٥٧		- ١٦٢٤٢١٥٧
١٩٨٩		٥٧٤٧٦٩٩	+ ٥٧٤٧٦٩٩
١٩٩٠		٣٧١٤٥٨٠	+ ٣٧١٤٥٨٠
١٩٩١		٧٥٤٣٠٧١	+ ٧٥٤٣٠٧١
١٩٩٢		٨٩٣٣٥١٣	+ ٨٩٣٣٥١٣
١٩٩٣		٩٥٥٨٨١٥	+ ٩٥٥٨٨١٥
١٩٩٤		١١٢٧٩٦٤٧	+ ١١٢٧٩٦٤٧
١٩٩٥		١٤٥٥٦٧٧٦	+ ١٤٥٥٦٧٧٦
١٩٩٦		١٥٣٣٦٤٤٧	+ ١٥٣٣٦٤٤٧
١٩٩٧		٢٢١٥٤٧٢٥	+ ٢٢١٥٤٧٢٥
١٩٩٨		٢٣٨٢٤٤١٧	+ ٢٣٨٢٤٤١٧
١٩٩٩		٢٩٠٨٨٤٠١	+ ٢٩٠٨٨٤٠١
٢٠٠٠		٣٣٩٤٢٠٥٢	+ ٣٣٩٢٠٥٢
٢٠٠١		٣٩٠٣٣٥٠٩	+ ٣٩٠٣٣٥٠٩
٢٠٠٢		٤٢١٩٦٦٦٥	+ ٤٢١٩٦٦٦٥
٢٠٠٣		٤٤٣٨٧٣٢٨	+ ٤٤٣٨٧٣٢٨
٢٠٠٤		٤٧٩٠٤٣٤٦	+ ٤٧٩٠٤٣٤٦
٢٠٠٥		٤٨٦٠٢٠٨٣	+ ٤٨٦٠٢٠٨٣
٢٠٠٦		٥٠٨٠٢٦١٤	+ ٥٠٨٠٢٦١٤
٢٠٠٧		٥٣٣١١٩١١	+ ٥٣٣١١٩١١
٢٠٠٨		٥٦٢٦٠٧٨٨	+ ٥٦٢٦٠٧٨٨
٢٠٠٩		٥٦٧١٩٤٩١	+ ٥٦٧١٩٤٩١

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

السنة	التكاليف الاجمالية (١)	المنفعة الاجمالية (٢)	المنفعة الصافية (٣) = (٢) - (١)
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

ملحـــــق (أ)

جداول اساسية من دراسات سابقـــة

لقطـــاع النقـــل

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 (البيك اب)

جدول (٤) : الجدول السابق (الاوتوبيس)

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

00.0 = Vehicle Life in Years

جـــدول (٢)

VEHICLE CONSUMPTION ON LEVEL TANGENT ROADS
PER 1000 KILOMETERS

TYPE OF ROAD : Sealed

TYPE OF VEHICLE : Car

ITEM	BASIS OF CONSUMPTION	UNIFORM SPEED (KILOMETERS PER HOUR)								
		20	30	40	50	60	70	80	90	100
FUEL	LITERS	156.8	139.3	123.2	97.10	98.9	101.3	104.4	106.2	110.0
OIL	LITERS	2.2	2.0	1.7	1.5	1.5	1.4	1.3	1.2	1.3
TIRES	% OF ONE TIRE	1.35	2.10	2.90	3.70	4.70	5.80	6.80	7.90	9.0
MAINTENANCE: PARTS	% OF VEHICLE	.165	.180	.180	.20	.20	.22	.23	.25	.27
MAINTENANCE: LABOUR	HOURS	1.01	1.11	1.12	1.21	1.26	1.38	1.40	1.59	1.72
DEPRECIATION	% OF VEHICLE	.32	.27	.24	.21	.19	.17	.16	.14	.13
OPERATOR'S TIME	HOURS	50	33.3	25.0	20.0	16.70	14.30	12.50	11.10	10.0
ACCIDENTS	% OF VEHICLE	.22	.15	.11	.09	.075	.064	.056	.050	.045
VEHICLE INVESTMENT	% OF VEHICLE	.55	.37	.27	.22	.18	.15	.14	.12	.11
REGISTRATION AND FEES	% OF VEHICLE	0.080	0.050	0.040	0.030	0.027	0.023	0.020	0.018	0.016
MANAGEMENT	5% of Vehicle Operating Cost									

جـــدول (٣)

VEHICLE CONSUMPTION ON LEVEL TANGENT ROADS PER 1000 KILOMETERS

TYPE OF ROAD : Sealed

TYPE OF VEHICLE : Pick-up

ITEM	BASIS OF CONSUMPTION	UNIFORM SPEED (KILOMETERS PER HOUR)								
		20	30	40	50	60	70	80	90	100
FUEL	LITERS	206.3	144.8	103.2	107.6	113.9	120.8	128.9	137.0	150.0
OIL	LITERS	3.05	2.04	1.40	1.42	1.38	1.31	1.12	1.12	1.30
TIRES	% OF ONE TIRE	1.1	1.8	2.5	3.2	4.1	5.0	6.10	6.90	7.8
MAINTENANCE: PARTS	% OF VEHICLE	.31	.35	.35	.37	.38	.39	.43	.47	.52
MAINTENANCE: LABOUR	HOURS	1.87	2.03	2.12	2.21	2.33	2.47	2.66	2.88	3.15
DEPRECIATION	% OF VEHICLE	.26	.22	.19	.17	.15	.13	.12	.11	.10
OPERATOR'S TIME	HOURS	50	33.3	25.0	20	16.70	14.30	12.50	11.10	10.0
ACCIDENTS	% OF VEHICLE	.12	.086	.064	.051	.043	.037	.032	.028	.025
VEHICLE INVESTMENT	% OF VEHICLE	.35	.23	.17	.14	.11	.10	.087	.077	.069
REGISTRATION AND FEES	% OF VEHICLE	.097	.065	.049	.039	.032	.028	.024	.021	.019
MANAGEMENT	10 % OF VEHICLE OPERATING COSTS									

جـــدول (٤)

VEHICLE CONSUMPTION ON LEVEL TANGENT ROADS
PER 1000 KILOMETERS

TYPE OF ROAD : Sealed

TYPE OF VEHICLE : Bus

ITEM	BASIS OF CONSUMPTION	UNIFORM SPEED (KILOMETERS PER HOUR)								
		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									

جـــدول (٥)

VEHICLE CONSUMPTION ON LEVEL TANGENT ROADS
PER 1000 KILOMETERS

TYPE OF ROAD : Sealed

TYPE OF VEHICLE : 2 axle

ITEM	BASIS OF CONSUMPTION	UNIFORM SPEED (KILOMETERS PER HOUR)								
		20	30	40	50	60	70	80	90	100
FUEL	LITERS	413.1	257.9	222.8	200.9	214.1	229.8	246.5	260.0	275.0
OIL	LITERS	10.90	6.50	5.40	4.90	4.50	4.20	3.80	3.90	4.10
TIRES	% OF ONE TIRE	1.3	2.1	2.9	3.9	5.0	6.4	8.1	9.9	12.0
MAINTENANCE: PARTS	% OF VEHICLE	.12	.14	.14	.17	.17	.18	.20	.21	.21
MAINTENANCE: LABOUR	HOURS	3.6	4.0	4.1	4.8	4.9	5.6	5.7	6.2	6.5
DEPRECIATION	% OF VEHICLE	.17	.14	.12	.10	.095	.085	.078	.071	.066
OPERATOR'S TIME	HOURS	50	33.3	25.0	20.0	16.70	14.30	12.50	11.10	10.0
ACCIDENTS	% OF VEHICLE	.085	.050	.042	.034	.028	.024	.021	.018	.017
VEHICLE INVESTMENT	% OF VEHICLE	.24	.16	.12	.096	.080	.070	.060	.050	.046
REGISTRATION AND FEES	% OF VEHICLE	.19	.13	.097	.078	.064	.055	.048	.043	.039
MANAGEMENT	10 % OF VEHICLE OPERATING COSTS									

VEHICLE CONSUMPTION ON LEVEL TANGENT ROADS

PER 1000 KILOMETERS

TYPE OF ROAD : Sealed

TYPE OF VEHICLE : > 2 axle

UNIFORM SPEED (KILOMETERS PER HOUR)

ITEM	BASIS OF CONSUMPTION	20	30	40	50	60	70	80	90	100
FUEL	LITERS	619.7	525.1	440.9	381.4	321.2	344.7	369.8	397.5	427.5
OIL	LITERS	8.2	7.5	7.0	6.5	6.0	5.6	5.2	5.-	6.0
TIRES	% OF ONE TIRE	3.2	5.0	7.10	9.5	12.3	15.6	19.6	24.7	29.5
MAINTENANCE: PARTS	% OF VEHICLE	.07	.086	.087	.087	.09	.093	.10	.13	.14
MAINTENANCE: LABOUR	HOURS	3.1	3.4	3.7	4.0	4.2	4.5	5.0	6.0	6.2
DEPRECIATION	% OF VEHICLE	.16	.13	.11	.095	.084	.075	.068	.062	.057
OPERATOR'S TIME	HOURS	50	33.3	25.0	20.0	16.70	14.30	12.50	11.10	10.0
ACCIDENTS	% OF VEHICLE	.20	.13	.10	.08	.066	.057	.050	.044	.040
VEHICLE INVESTMENT	% OF VEHICLE	.19	.079	.059	.047	.039	.034	.029	.026	.023
REGISTRATION AND FEES	% OF VEHICLE									
MANAGEMENT	10 % OF VEHICLE OPERATING COSTS									

الملحق (ب)

نماذج لجداول العمل Working tables اللازمة لاجراء حسابات التقييم

جدول رقم (١) : حجم المرور المتوقع حسب نوع المركبات [1]

القسم :

السنة	معدل نمو حجم الحركة سنويا /	حجم المرور اليومي حسب انواع المركبات			المجموع العددي	المجموع المكافيء مركبة قياسية P.C.U. [2]
		مركبة طراز (١)	مركبة طراز (٢)	...		

[1] حجم المرور للسنة الاولى في الجدول اى سنة الاساس ينتج من تعدادات ميدانية . مقدل نمو الحركة يفترض بناء على تعدادات ودراسات المرور السابقة .

[2] 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

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

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

ملحـــــق (ح)

معجـم بأهم المصطلحات 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 (قارعة 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 (اى يتكون من اكثر من مضمار واحد)

جدول (١٥) : المنفعة الصافية لكل قسم من اقسام الطريق

القسم :

السنة	التكاليف الاجمالية	المنفعة الاجمالية	المنفعة الصافية

جدول (١٤) : مجموع عناصر تكاليف انشاء احد اقسام الطريـــــق

القسم :

السنة	تكاليف الدراسة الهندسية	تقوية الطريق الحالـــــي	نزع الملكية	اشراف	انشاء	اجمالي [1]

[1] اذا جمعت تكاليف الصيانة على هذا العمود ينتج لنا الاستثمارات المطلوبة للمشروع خلال سنوات عمره .

جدول (١٣) : عناصر ومجموع منافع المشروع
على كل قسم من اقسامه

القسم :

السنة	الوفر في تكاليف تشغيل المركبات	الوفر في وقت الركاب	الوفر في تكاليف صيانة الطريق	المنفعة الاجمالية

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

القسم :

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

جـــــدول (١١) : التكاليف المتغيرة السنوية المتوسطة لصيانة الطريق للكيلومتر الواحد في حالة [١]

المعادة المطبقة : كلفة الصيانة السنوية
للكيلومتر الواحد = ؟ * ٧ + ب [٢]
٧ = حجم المرور السنوى

القسم :
طول القسم : كم

السنة	حجم المرور السنوى (مركبة)	تكلفة الصيانة للكيلومتـــــر	تكلفة الصيانة للقســـــم

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

جدول (١٠) : الوفر السنوى في تكلفة وقت ركـــاب
جميع المركبات على احد اقسام الطريق

القسم :

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

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

القسم : [1]
طول القسم = كم

نوع المركبة : [1]

السنة	في حالة عدم تنفيذ المشروع				في حالة تنفيذ المشروع					الوفر اليومي في تكلفة ووقت الركاب
	حجم المرور للمركبة (ADT)	سرعة التشغيل المتوسطة 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 ١٠٠٠كم	تكلفة الوقت على القسم		
				للمركبة / لمجموع الحركة				للمركبة	لمجموع الحركة	

[1] يكرر الجدول لكل نوع من انواع المركبات على كل قسم .

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

نوع التكلفة : [1]

الوحدة النقدية

طراز المركبة	وقت السير لكل ١٠٠٠ كم	قيمة ووقت الركاب في الساعة [2]	السرعة (كم/ساعة) ٢٠	٣٠	٤٠	٥٠	٦٠	٧٠	٨٠	٩٠	١٠٠
			٥٠	٣٣٠٣	٢٥	٢٠	١٦٠٧	١٤٠٣	١٢٠٥	١١٠١٠	١٠
	طراز (١)										
	طراز (٢)										

[1] اقتصادية أم مالية

[2] يتم الحصول عليها من تحليل منفصل لمتوسط عدد الركاب في المركبة ونسبة رحلات العمل ومتوسط الاجر في الساعة للراكب في رحلات العمل .

جدول (٧) : الوفر السنوى في تكاليف التشغيل الكلية للمحركات
على كل قسم من اقسام الطريق

القسم :

السنة	تكاليف التشغيل اليومي الكلية للمحركات		الوفر اليومي في تكاليف التشغيل (٣) = (١) - (٢)	الوفر السنوى في تكاليف التشغيل (٤) = (٣) x ٣٦٥
	في حالة عدم تنفيذ المشروع (١)	في حالة تنفيذ المشروع (٢)		

جدول (٦) : تكاليف التشغيل الكلية للمحركات على كل قسم من أقسام الطريق (في حالة) [٧]

القسم :

طول القسم :

السنة	مركبة طراز (١)					مركبة طراز (٢) ... وهكذا	مجموع تكاليف النقل لكل أنواع المركبات [٦]
	س [١]	ح [٢]	ك [٣] ١	ك [٤] ١	ك [٥] ٣		

[١] س = سرعة الثقل المتوسطة كم/ساعة .

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

[٣] ك = تكلفة التشغيل للمركبة / ١٠٠ كم ١

[٤] ك = تكلفة التشغيل للمركبة على القسم = $\frac{ك_1}{1000}$ × طول القسم ٢

[٥] ك = تكلفة التشغيل على القسم لجميع المركبات من هذا الطراز ٣

[٦] ك = تكلفة التشغيل على القسم لحجم المركبات من جميع الطرازات ٤

[٧] ك = يكرر الجدول مرتين : مرة في حالة تنفيذ المشروع ومرة في حالة عدم تنفيذ المشروع . ٥

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

نوعية السطح : [1]
طراز المركبة : [1]
الوحدة النقدية :

نوع التكلفة : [2]

البند [3]	الوحدة [3]	قيمة الوحدة	٢٠	٣٠	٤٠	...	...	١٠٠

[1] من المفروض توفر الجدول لنوعيات السطوح ونوعيات المركبات تحت الاعتبار .
[2] اقتصادية أم مالية .
[3] كما في الجدول السابق ١٠

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	٠٠٠	٠٠٠	١٠٠
وقود	لتر						
زيت محرك	لتر						
اطارات	% من الاطار						
صيانة (اجزاء)	% من المركبة						
صيانة (عمالة)	ساعة						
اهتلاك	% من المركبة						
وقت السائق	ساعة						
الحوادث	% من المركبة						
وقت المركبة	% من المركبة						
رسوم تسجيل	% من المركبة						
ادارة	% 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 لاخرى .

جدول (٣) : حساب السرعة المتوسطة للتشغيل

القسم :

السنة	متوسط حجم المرور (٧) (مركبة قياسية)		في حالة تنفيذ المشروع = ٢						
	متوسط يومي ADT	المتوسط في الساعة (١) ١٥،٤٪	النسبة ٧/C	سرعة التشغيل المتوسطة		النسبة ٧/C	سرعة التشغيل المتوسطة		
				ميل/ساعة	كم/ساعة		ميل/ساعة	كم/ساعة	
					مركبة خفيفة			مركبة خفيفة	مركبة ثقيلة
	(١)	(٢)		(٣)	(٤)		(٣)	(٤)	(٥)

العمود (٣) يحسب من منحنيات كالمبينة 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

Channels	قنوات
Culverts	مجارى
Man-holes	غرف التفتيش
Collectors	احواض تجميع المياه