Geometric Design of Road

هشام فوأد أحمد

ئەندازیاری بیناکاری

ژمارەی پێناس - ٦٧٥٣

مقدمة

تعتبر الطرق من أهم عناصر الاتصالات الضرورية والتي لها دور كبير في تطور الشعوب والحضارات المختلفة. حيث تعتبر الطرق عامل أساسي في تطور الدول اقتصاديا. حيث أن انشاء طرق بكفاءة وجودة عالية يزيد بشكل مباشر من اقتصاد الدول حيث تؤدي هذه الطرق الى تقليل زمن التنقل من مكان لآخر وبالتالي تقليل تكلفة التنقل. بالاضافة الى ذلك تلعب الطرق دورا اساسيا في حياتنا اليومية حيث لا يمكن الاستغناء عنها، حيث تساعد الطرق في نقل البضائع التجارية من مكان لآخر، وأيضا تمكننا الطرق من السفر من مكان لآخر وبالتالي نتعرف على ثقافات جديدة.

لذلك يجب تصميم الطرق بأفضل جودة ممكنة وبأقّل التكاليف مع تحقيق أعلى درجة من الأمان.

ينقسم تصميم الطرق الى مرحلتين أساسيتين وهما :

أ - (مرحلة التصميم الهندسي للطريق)

ب - (مرحلة التصميم الانشائي للطريق)

وهنا لا بد من التفريق بين التصميم الهندسي والتصميم الانشائي كما يلي:

التصميم الهندسي للطريق (Geometric Design) :

هو التصميم الذي يهتم بحساب

أ- عدد وعرض المسار(lanes) اللازمة للطريق بالاعتماد على البيانات المرورية ,حجم المرور من حيث عدد ونوع المركبات التي تمر في الطريق(التي تخص الطريق) .

ب- تصميم واخراج مقاطع الطريق الأفقية وتحديد الميول العرضية للطريق، بالإضافة الى تصميم المقاطع الطولية للطريق وتحديد كميات ومواضع الحفر والردم على طول الطريق.

التصميم الانشائي للطريق (Structural Design) :

هو التصميم الذي يهم بتحديد خصائص الطبقات المكوِنة للطريق من حيث أنواع هذه الطبقات ، طبقات رملية "تربة الأساس" و طبقات حصوية مثل طبقة ال Base coarse أو طبقات اسفلتية , بالإضافة الى سمك كل طبقة من هذه الطبقات، حيث يتم تحديد هذه الطبقات وسمك كل طبقة بناءً على حجم المرور ونوع المركبات الموجودة ، المتوقع مرورها على الطريق.

أساسيات التصميم الهندسي للطريق

حتى يتم التصميم الهندسي للطريق لا بد من توفر البيانات التالية:

1. الحصول على المخططات الطبوغرافية للمنطقة لمعرفة تضاريس ومناسيب المنطقة المنوي انشاء الطريق فيها.
2. القيام بزيارة ميدانية للمنطقة المنوي تنفيذ الطريق فيها، لمعرفة الطرق القائمة والتقاطعات التي لها تأثير على المشروع المنوي تنفيذه.
3. تصنيف الطرق حسب موقعها ووظيفتها وما يحيط بها.
4. السرعة التصميمية للطريق (V_D).
5. السرعات الأخرى التي تتحرك بها المركبات على الطريق.
6. حجم المرور وكثافة المركبات بالإضافة الى سعة الطريق وبالتالي تحديد مستوى الخدمة (LOS)، حيث يتم استنتاج عدد المسارات اللازمة للطريق من خلال هذه البيانات

تصنيف الطرق (Category of Roads)

تسمى أيضاً درجات التصميم الهندسي، حيث تتضمن تصنيف الطرق الى مجموعات حسب ثلاث عناصر أساسية (موقعها، محيطها ووظيفتها) وتوجد (5) مجموعات أساسية، حيث أن كل مجموعة تعبر عن نوع معين من الطرق وبالتالي تكون السرعة التصميمة معلومة لهذا الطريق حسب وظيفته ومحيطه وموقعه(بشكل تقريبي) ، وهذه المجموعات كما يلي:

المجموعة (A) :

الوظيفة : الربط بين المدن الكبيرة.
الموقع : خارج المدن.
جانبي الطريق : خالية من البناء.
السرعة التصميمية : أكثر من (100 km/h) وتكون المسافة بين التقاطعات كبيرة في هذه المجموعة.

المجموعة (B) :

الوظيفة : الربط بين المراكز والقرى، أو ربط هذه المناطق بطرق المجموعة (A)

الموقع : داخلية (حضرية) جانبي الطريق : خالية من البناء.

السرعة التصميمية: من(km/h 50 – 80) ويرجع ذلك لتكرر التقاطعات التي تمر بهذا الطريق.

المجموعة (C) :

الوظيفة : طرق تجميعية أو رئيسية يغلب عليها صفة الربط ويتبع هذه المجموعة أيضاً امتداد الطرق التابعة للمجموعتين A,B والتي تمر في المدن حيث أنها مبنية الجانبين.

الموقع : داخلية (حضرية)

جانبي الطريق : مبنية أو مهيأة للبناء.

السرعة التصميمية : عادة (km/h 50) .

المجموعة (D) :

الوظيفة : يغلب عليها وظيفة التجميع، تخدم المشاة وسائقي الدرجات.

الموقع : داخلية (حضرية)

جانبي الطريق : مبنية.

السرعة التصميمية : (km/h 50) .

المجموعة (E):

الوظيفة : خدمة المرور في الأماكن السكنية والمشاة وسائقي الدراجات ، ونسبة المركبات فيها ضعيفة.

الموقع : داخلية.

جانبي الطريق : مبنية.

السرعة التصميمية: أقصى سرعة هي(km/h 30) .

مستوى الخدمة (Level of Service "LOS")

بداية نريد أن نعرف الفرق بين مجموعات اطرق (road categories) ومستوى الخدمة(LOS) : مجموعات الطرق - كما تم توضيحه في الأعلى- أنها تهتم بوظيفة وموقع الطريق بشكل أساسي، أي أن الطريق خلوي أو حضري وما هي وظيفته وهكذا

أما مستوى الخدمة (LOS) فهو يعبر عن مدى حرية الحركة للمركبات التي تمر في الطريق و (عن حجم وعدد ونوع المركبات التي تمر في الطريق)أي أنه تصنيف للطرق من الناحية المرورية من حيث السرعات المسموحة للعربات أن تتحرك بها بحرية وعدد ونوع المركبات الموجودة في الطريق(.حيث ينقسم مستوى الخدمة الى 6 مستويات أساسية مقسمة من (A) أكبر حرية حركة وأقل حجم مروري إلى(F) أقل حرية حركة واكبر حجم مروري وعربات ثقيلة ، حيث توضح الصور التالية مستويات الخدمة هذه :

LOS A

LOS B

LOS C

LOS D

LOS E

LOS F

ملاحظة هامة:

عند تصميم طريق معين ، تكون وظيفة الطريق معلومة وموقعه معلوم وبالتالي يمكن تحديد الطريق يقع ضمن أي تصنيف من مجموعات الطرق (road categories) وبناءً عليه يمكن تحديد السرعة التصميمة. وأيضا يكون معلوم تقريبا نوعية وحجم المركبات التي سوف تمر من الطريق وذلك حسب موقعه ووظيفته وبالتالي يمكن أيضا تقدير مستوى الخدمة للطريق (LOS) والتنبؤ به قبل تصميمه.

ما هو الفرق بين السرعة التصميمة (Design Speed) و السرعة المسموح بها (Speed Limit) :

السرعة التصميمية (Design Speed (V_D):

هي أقصى سرعة يمكن للسائق أن يسير عليها بأمان دون وقوع حوادث، شريطة أن تكون الظروف المحيطة كالطقس والرؤية وحالة المركبة مواتية. ويتم تقدير السرعة التصميمة حسب نوع الطريق (Category A,B,C,D and E) وهي قيمة مهمة جدا حيث نعتمد عليها بشكل أساسي في عملية التصميم الأفقي للطريق من خلال تحديد أنصاف أقطار المنحنيات الدائرية وحساب مسافة الرؤية وغيرها، وبالتالي فهي السرعة القصوى والتي يتم تصميم الطريق بناءً عليها وغير مسموح للسائق أبدا تجاوزها في أي حال من الأحوال.

السرعة المسوح بها (Speed Limit) :

هي أقصى سرعة مسموح للسائق أن يسير عليها ولا يسمح له بتجاوزها وهي أقل من السرعة التصميمة (وهذا معامل أمان) ، على سبيل المثال: اذا كانت السرعة التصميمة (100 km/h) فانه يتم تحديد اقصى سرعة مسموح بها (90 km/h) مثلا، وذلك في حال عدم التزام السائق بهذه السرعة (90) يبقى بأمان من وقوع حوادث إلى أن يصل إلى السرعة (100) .

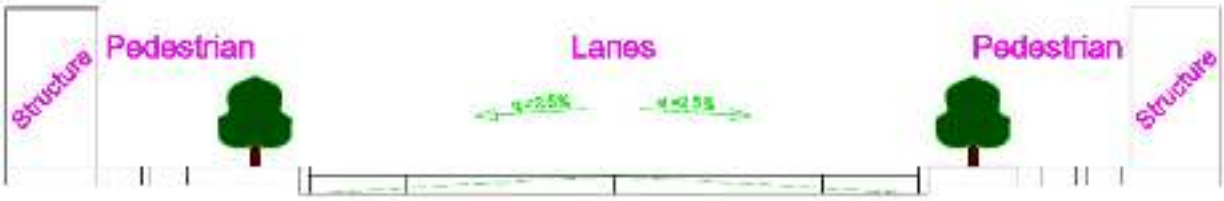
التصميم الهندسي للطريق (Geometric Design)

بداية نريد أن نعرف عناصر ومراحل التصميم الهندسي للطريق وهي 4 مراحل أساسية:

١. **المقطع العرضي للطريق (Cross Section)**
٢. **التخطيط الأفقي للطريق (Horizontal Alignment)**
٣. **تحديد مسافة الرؤية (Sight Distance)**
٤. **التخطيط الرأسي للطريق (Vertical Alignment).**

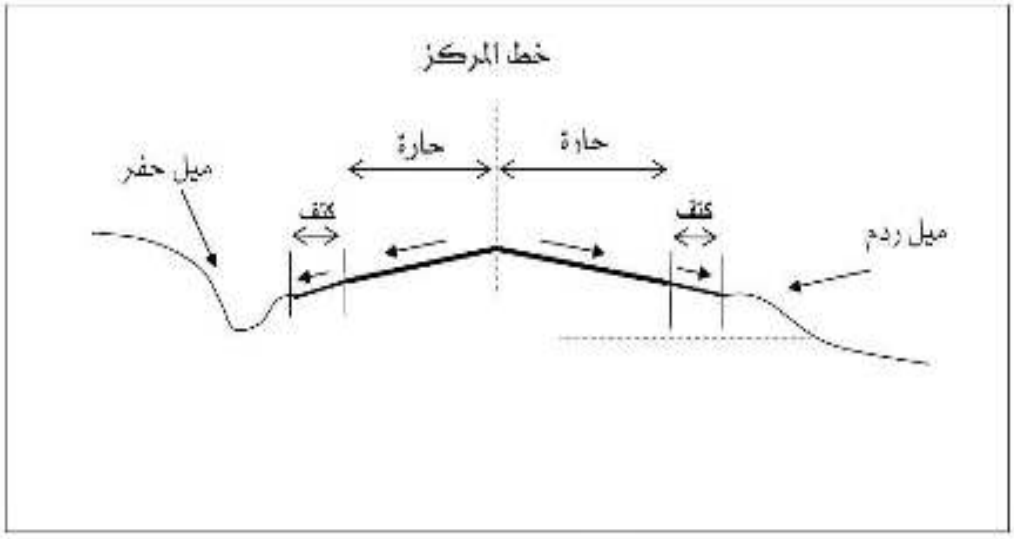
المقطع العرضي للطريق (Cross Section) :

تصميم القطاع العرضي للطريق يعني تحديد عدد وعرض المسارات(lanes) الموجودة في الطريق والتي تستوعب حجم المرور المتوقع لهذا الطريق بشكل آمن وسليم ،بالإضافة الى تحديد وجود جزيرة من عدمه (divided or undivided highway) وتحديد الأكتاف (shoulders) وعرضها وبالتالي تحديد العرض الكلي للطريق (حرم الطريق)، وأخيرا تحديد الميل العرضي للطريق (cross slope or super elevation) والذي يضمن تصريف مياه الأمطار على جانبي الطريق بشكل سليم. حيث توضح الصورة التالية مقطعا عرضيا لطريق تم تصميمه مسبقاً:



هذا الطريق مكون من مسارين فقط (2lanes) (ولا توجد جزيرة في المنتصف (undivided) وبعد المسارات توجد الأكتاف (shoulders) والواضح أن عرضها أقل من عرض المسارات ومن ثم حجر الجبهة بعد الأكتاف مباشرة ويكون عرضه صغير 20 او 40 سم , وبعد ذلك يأتي الرصيف للمشاة، ومن الواضح أن الطريق داخل المدن أو حضري وذلك بسبب وجود مباني على الجانبين) راجع تصنيفات الطرق (categories). نلاحظ أيضاً أن الميل العرضي للطريق هو % 2.5 حيث سيتم توضيح طريقة حسابه لاحقا وباقي المقطع كما هو موضح في الشكل.

شكل آخر يوضح المقطع العرضي للطريق بتفصيل أكثر:



لذلك سوف نقوم بتحديد عناصر المقطع العرضي للطريق تباعا كما يلي:

حساب عدد المسارات Number of Lanes Calculation

لحساب عدد المسارات لا بد من توفر البيانات التالية:

- ✓ الحجم المروري في ساعة الذروة (Peak Hour Volume PHV) .
  معامل الذروة (Peak Hour Factor PHF) .
- ✓ الفترة التصميمية للطريق (15 الى 30 سنة) .
- ✓ معدل النمو الطبيعي للمركبات (Geometric Growth Rate) وذلك لحساب عدد المركبات عند انتهاء الفترة التصميمية.
- ✓ السرعة التي تتحرك بها العربات بحرية على الطريق وتسمى (Free Flow Speed (FFS.
- ✓ مستوى الخدمة للطريق حسب حجم ونوع المرور المتوقع أن يمر على الطريق .
- ✓ نسبة المركبات الثقيلة والباصات (% trucks and busses or % of heavy vehicles).
- ✓ نسبة عربات الترفيه أيضاً (% of recreational vehicles) وهي العربات المتحركة مثل الكرافانات.
- ✓ نوع الأرض(level terrain, rolling terrain or mountainous terrain) أو الميل الطولي للطريق الذي من خلاله يتم التعرف على طبيعة الأرض.
- ✓ هل توجد جزيرة أم لا (divided or undivided highway).

أو لا : كيفية تحديد قيم PHV and PHF:

يتم النزول الى الطريق المطلوب ,أو الى طريق مشابه له تماما في الوظيفة والموقع (واجراء العد المروري على الطريق وتسجيل القراءات)عدد المركبات بجميع أنواعها (كل ربع ساعة للفترات المتوقع وجود الذروة بها، لنفترض أنه تم اجراء العد المروري لطريق ما في 5 ساعات) من الساعة 7 صباحاً الى الساعة 12 ظهراً, وكانت النتائج كما يلي:

Time		Volume (Ve h.)
From	To	
7.00	**7.15**	**379**
7.15	**7.30**	**377**
7.30	**7.45**	**231**
7.45	**8.00**	**339**
8.00	**8.15**	**164**
8.15	**8.3.0**	**255**
8.30	**8.45**	**272**
8.45	**9.00**	**385**
9.00	**9.15**	**377**
9.15	**9.30**	**396**
9.30	**9.45**	**250**
9.45	**10.00**	**364**
10.00	**10.15**	**328**
10.15	**10.30**	**301**
10.30	**10.45**	**222**
10.45	**11.00**	**193**
11.00	**11.15**	**228**
11.15	**11.30**	**276**
11.30	**11.45**	**298**
11.45	**12.00**	**344**

الان نلاحظ أن عدد المركبات متوفر كل ربع ساعة، ولايجاد عدد المركبات في اقصى ساعة يتم جمع عدد السيارات في كل ساعة (4 قيم) مثلا نجمع من الساعة 7 الى الساعة 8 ومن ثم من الساعة 8.15 الى الساعة 9.15 وهكذا، أي أننا نقوم بازاحة ربع ساعة كل مرة عند الجمع لحساب المجموع في كل الساعات خلال الفترة من الساعة 7 الى الساعة 12 واقصى قيمة تمثل ساعة الذروة وتمثل

قيمة ال PHV كما يوضح الجدول التالي:

Time		Volume (Veh.)	com
From	To		
7.00	7.15	379	
7.15	7.30	377	
7.30	7.45	231	
7.45	8.00	339	1326
8.00	8.15	164	1111
8.15	8.30	255	989
8.30	8.45	272	1030
8.45	9.00	385	1076
9.00	9.15	377	1289
9.15	9.30	396	1430
9.30	9.45	250	1408
9.45	10.00	364	1387
10.00	10.15	328	1338
10.15	10.30	301	1243
10.30	10.45	222	1215
10.45	11.00	193	1044
11.00	11.15	228	944
11.15	11.30	276	919
11.30	11.45	298	995
11.45	12.00	344	1146

نلاحظ من الجدول أن أقصى قيمة هي 1430
مركبة في الفترة 8.30 الى 9.30
وبالتالي فإن قيمة PHV تساوي 1430
مركبة في الساعة.

PHV = 1430 veh / hr.

لحساب قيمة PHF نطبق في القانون
التالي:

$$PHF = \frac{PHV}{4V_{15}}$$

$$PHV = 1430$$

V_{15} = أقصى عدد للمركبات في أقصى ساعة

$$V_{15} = 396 \text{ (from table)}$$

$$\rightarrow PHF = \frac{1430}{4 \times 396} \cong 0.9$$

الآن لنفترض أن الفترة التصميمية للطريق هي 15 سنة وأن معدل نمو المركبات هو % 2، نحسب قيمة PHV بعد 15 سنة وهو الرقم الذي سوف يتم تصميم الطريق له، لأننا نريد أن نضمن التصميم الجيد للطريق خلال الفترة التصميمية:

$$\mathrm{PHV_{after\ n\ years}} = \mathrm{PHV_{current}}\left(1+\frac{g}{100}\right)^{n}$$

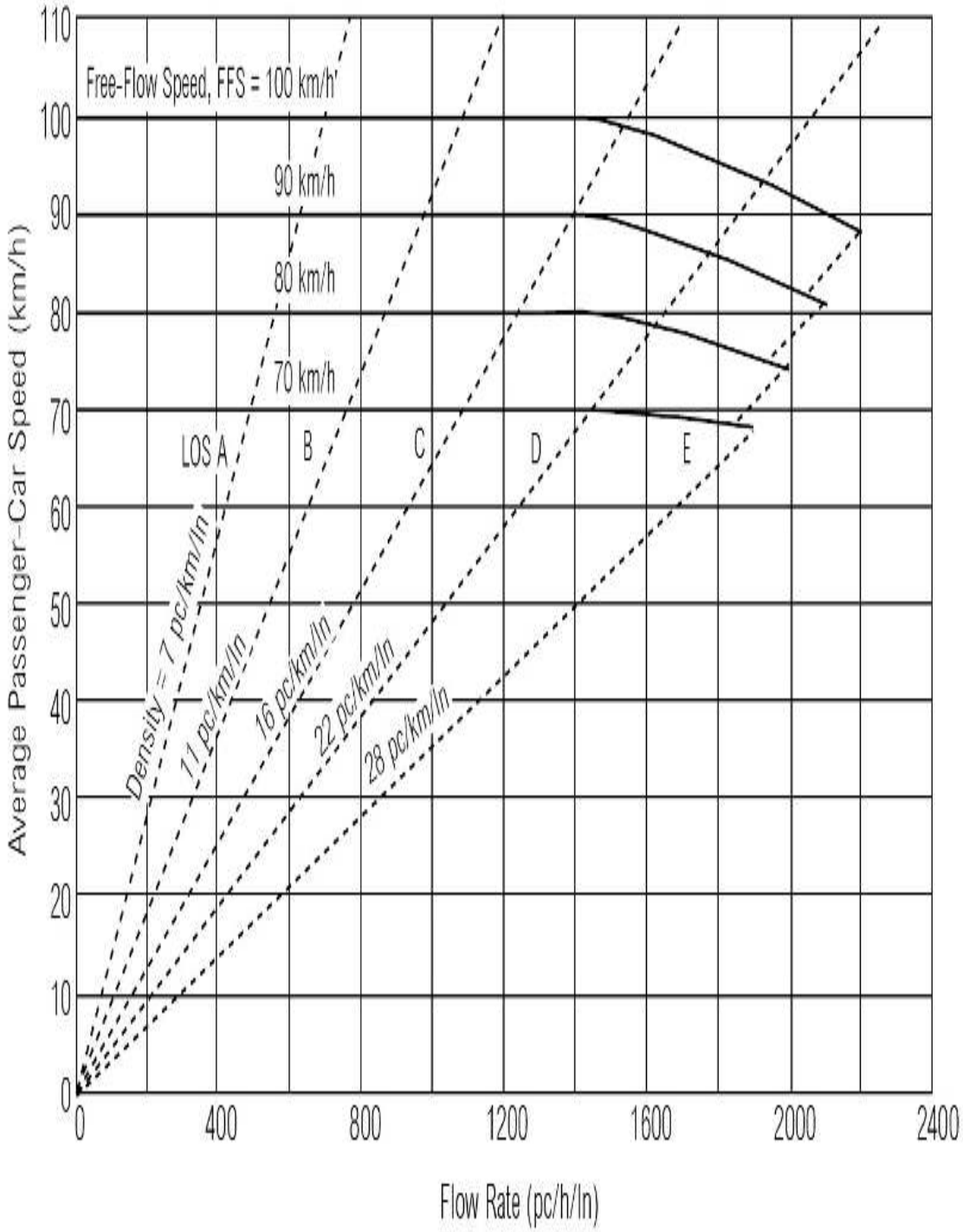
$$\rightarrow \mathrm{PHV_{after\ 15\ years}} = 1430\left(1+\frac{2}{100}\right)^{15} \cong 1925\ \mathrm{veh/hr}$$

وهي القيمة التي سيتم حساب عدد المسارات بناءً عليها.

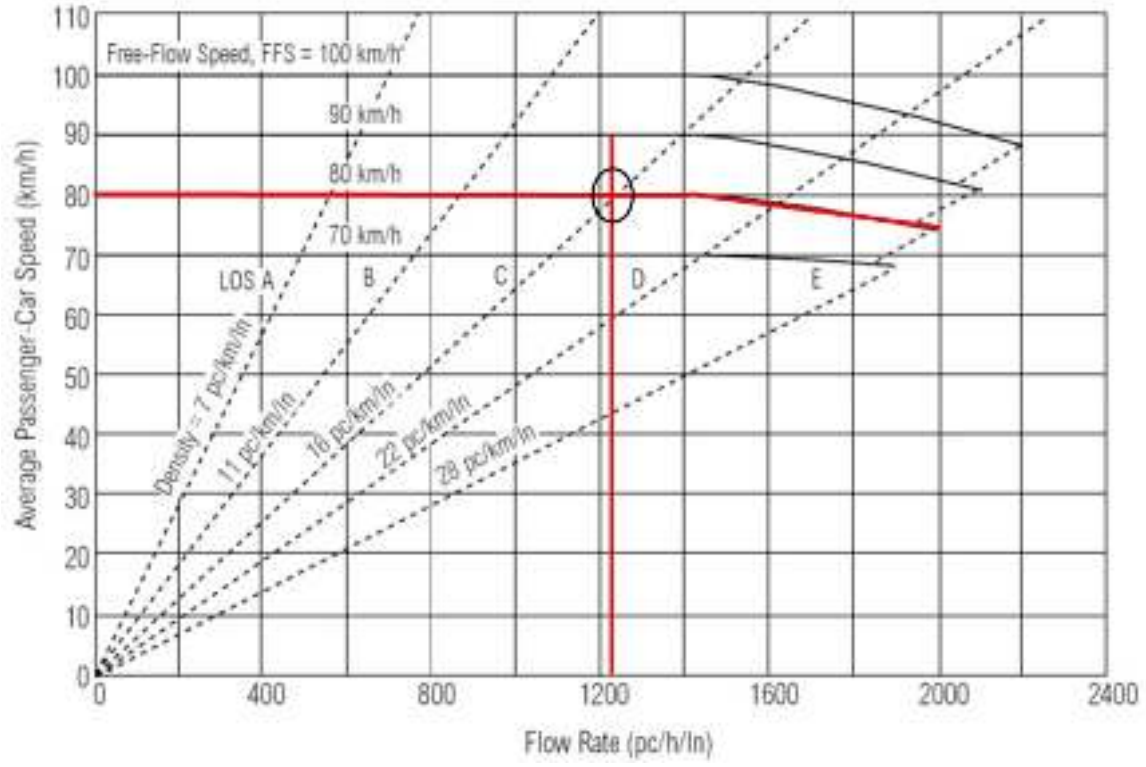
كيفية حساب عدد المسارات؟؟؟

بداية لنفترض أن مستوى الخدمة لهذا الطريق هو(LOS C) ويتم تقديره حسب حجم المرور المتوقع على الطريق، يلزم أيضا تحديد السرعة الحرة ,السرعة التي تتحرك بها العربات بحرية وتسمى Free Flow Speed(FFS) وهي إما أن يتم قياسها من أرض الواقع ,تمثل ال Spot Speed ، (وإذا لم نتمكن من قياسها في الموقع، يمكن حسابها من خلال معادلات حسابية) كتاب مراجع طرق ومواصلات (حيث أننا هنا سوف نعطيك هذه القيمة مقاسة).

الآن بعد تحديد هذين المعيارين يتم تحديد عدد المركبات من نوع(passenger car) والتي يمكن أن تسير على الطريق وتسمى V_p من خلال الشكل التالي :


Free-Flow Speed, FFS = 100 km/h
90 km/h
80 km/h
70 km/h
LOS A
B
C
D
E
Density = 7 pc/km/ln
11 pc/km/ln
16 pc/km/ln
22 pc/km/ln
28 pc/km/ln
Average Passenger-Car Speed (km/h)
Flow Rate (pc/h/ln)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
0
400
800
1200
1600
2000
2400

الآن لنفترض أن السرعة FFS = **80** km/hr ومستوى الخدمة LOS C كما ذكرنا سابقا، يتم تحديد قيمة (V_p)القيمة على محور x كما يلي :



نمد خط أفقي من السرعة 80 وعند تقاطع هذا الخط مع الخط الممثل لمستوى الخدمة C ننزل من نقطة التقاطع هذه رأسياً لأسفل ونحدد قيمة V_p والتي تساوي تقريبا 1220

$$V_p = 1220 \text{ pc/hr/lane}$$

الان عند ايجاد قيمة V_p نعوض في المعادلة التالية والتي تختص بحساب قيمة V_p بناءً على عدد المسارات (Lanes) ومعاملات أخرى:

$$V_p = \frac{PHV}{PHF \times N \times f_{HV} \times f_p}$$

ولتحديد قيمة N والتي تمثل عدد المسارات للطريق (في اتجاه واحد) لا بد من معرفة كيفية ايجاد العوامل الاخرى في المعادلة، ولكننا تعرفنا على كيفية حساب كل من: PHV, PHF and V_p وتبقى حساب المعاملين f_p and f_{HV} كما يلي:

f_p = drivers population factor (usually taken 1).

f_{HV} = heavy vehicle adjustment factor and it is calculated as follows

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$:

نحن نقوم بحساب قيمة V_p للـ passenger cars only ولكن من المؤكد وجود نسبة من العربات الثقيلة والباصات والمركبات الترفيهية في الطريق التي لها اوزان واحجام وخواص تختلف عن ال passenger cars بالتالي يستخدم هذا المعامل للتحويل من المركبات الثقيلة بأنواعها الى passenger cars.

تم تقسيم المركبات الثقيلة الى قسمين:

1- Trucks (heavy vehicles) and Busses, and denoted by T
2- Recreational Vehicles, and denoted by R.

So, P_T = percent of trucks(heavy vehicles)and busses (given in the problem) P_R = percent of recreational vehicles (given in the problem)

أحيانا قد تكون نسبة عربات الترفيه صفر، حيث أن كل العربات هي عربات ثقيلة وباصات والعربات المتبقية هي passenger cars بالتالي يجب الانتباه للموجود في الطريق.

E_T = passenger cars equivalent for trucks (heavy vehicles)and busses E_R = passenger cars equivalent for recreational vehicles.

The values of E_T and E_R can be determined from the following table:

Factor	Type of Terrain		
	Level	Rolling	Mountainous
E_T (trucks and buses)	1.5	2.5	4.5
E_R (RVs)	1.2	2.0	4.0

نلاحظ أن القيم تعتمد بشكل أساسي على نوع وطبيعة الأرض (type of terrain) حيث أن:

✓ إذا كان ميل الشارع من صفر إلى ٢.٥ % يكون نوع الأرض level terrain

✓ إذا كان ميل الشارع اكبرمن % ٢.٥ إلى % 5 يكون نوع الأرض rolling terrain

✓ إذا كان ميل الشارع أكبر من 5% يكون نوع الأرض mountainous terrain

لنفترض أن نسبة عربات الترفيه في الطريق هي 3% ونسبة المركبات الثقيلة هي 5% ، وأن الميل الطولي للطريق يساوي 4% (Rolling Terrain). وبالتالي يتم حساب قيمة f_{HV} كما يلي:

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + 0.05(2.5 - 1) + 0.03(2 - 1)} = 0.90$$

الان نقوم بحساب عدد المسارات في الطريق كما يلي:

$$1220 = \frac{1925}{0.9 \times N \times 0.9 \times 1} \rightarrow N = 1.95 \cong 2 \text{ (in each direction)}$$

So the road consists of four lanes (two lanes in each direction)

تحديد المقطع العرضي للطريق

لتحديد القطاع العرضي للطريق لا بد من تحديد عرض المسارات(lanes) وتحديد نوع الطريق هل هو طريق خلوي أم طريق حضري (وتحديد نوع المقطع العرضي للطريق حيث توجد (6 تقسيمات للمقاطع العرضيةa, b, c, d, e and f) سوف يتم توضيحها لاحقا.

تحديد عرض المسارات:

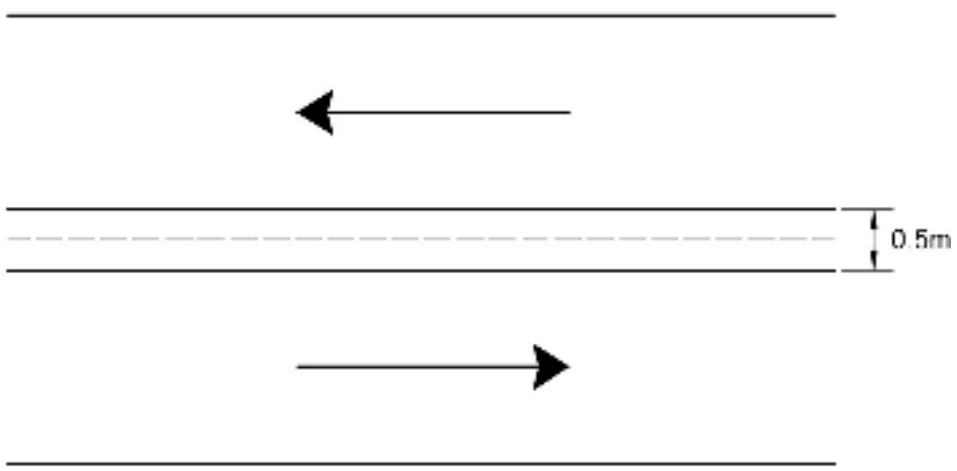
إن أقل عرض للمسارات أو لحارات المرور هو 2.5 متر وهو العرض القياسي لشاحنة تسير على الطريق، بالإضافة لذلك يجب اضافة مسافة معينة)مسافة حرة(تسمح بحرية الحركة للمركبات على الطريق، حيث تعتمد هذه المسافة على ما يلي:

- السرعة المسموح بها على الطريق فكلما كانت السرعة عالية، كلما احتاجت العربات لمسافة حرة أكبر تجنبا لوقوع حوادث او احتكاكات جانبية بين العربات.
- حجم المرور الكلي وخصوصا حجم المرور المعاكس، لأنه كلما زاد حجم المرور المعاكس يجب زيادة هذه المسافة.
- نوع المركبات التي تسير على الطريق، فاذا كانت عربات صغيرة لا نحتاج الى مسافة حرة كبيرة ،أما اذا كانت العربات عبارة عن شاحنات وعربات ثقيلة فانه يجب زيادة المسافة الحرة نظرا لان عرض هذه الشاحنات كبير.

ملاحظات:

1. تعتمد هذه المسافة (المسافة الحرة) بشكل أساسي على نوع التخطيط العرضي للطريق، حيث توجد 6 تقسيمات للطرق (a, b, c, d, e and f) وقيمة هذه المسافة يتم اضافة نصفها على اليمين والنصف الآخر على اليسار ،حيث تكون صفر (في المخطط العرضي نوع f) وبالتالي يكون عرض المسرب 2.5 متر وأكبر مسافة حرة هي 1.25 (0.625 متر على اليمين و 0.625 متر على اليسار).

2. اذا كان الطريق مكون من مسربين فقط (في اتجاهين متعاكسين) ولا تفصل بينهما جزيرة يجب اضافة مسافة اضافية بين المسربين(0.5 متر"0.25 لكل مسرب") بين المسربين كما توضح الصورة التالية:



مجموعات القطاع العرضي للطريق

تنقسم التقسيمات الى 6 مجموعات أساسية من a الى f حيث يوجد تفصيل لكل مجموعة (من حيث عرض المسارات وعرض الاكتاف وكافة تفاصيل المقطع العرضي) حيث يكون عرض المسرب في كل مجموعة من هذه المجموعات كما يلي:

- (a) تكون فيها أقصى مسافة حرة 1. 25 متر وبالتالي يكون عرض المسرب 3.75 متر.
- (b)تكون المسافة الحرة 1 متر وبالتالي يكون عرض المسرب 3.5 متر .
- (c)تكون المسافة الحرة 0.75 متر وبالتالي يكون عرض المسرب 3.25 متر.

- (d)تكون المسافة الحرة 0.5 متر وبالتالي يكون عرض المسرب 3 متر.
- (e)تكون المسافة الحرة 0.25 متر وبالتالي يكون عرض المسرب 2.75 متر.
- (f)تكون المسافة الحرة 0.0 متر وبالتالي يكون عرض المسرب 2.5 متر.

يختلف تخطيط القاع العرضي للطريق في الطرق الخلوية عنها في الطرق الحضرية ،كما يتضح في الشكلين(1, 2) حيث أن الشكل رقم 1 يوضح مجموعات الطرق الخلوية (a, b , d ,e, c and f) أما الشكل رقم 2 فهو خاص بالمقاطع الموجودة في الطرق الحضرية وهو يتكون من ثلاث مجموعات فقط (c, d and f) .

ملاحظات هامة على الشكلين:

بالنسبة للطرق الخلوية يجب أن يكون أكتاف(shoulders) على جنبي الطريق وذلك لأن السرعات تكون فيها كبيرة ويحتاج السائق الى مسافة تشعره بالأمان في أثناء السير على الطريق ، فبالتالي يجب أن يوجد أكتاف على جنبي الطريق، وهذه الأكتاف توجد لها حالتان ؛ مرصوفة أو مثبتة (stabilized) والثانية غير مرصوفة(un-stabilized) فاذا كانت المجموعة من نوع (a) يجب ان يوجد كتف مثبت بعرض 2.5 متر وبعده كتف غير مثبت بعرض 1.5 متر اياً كان عدد المسارب.
أما المجموعة (b) فقط اذا كان عدد المسار ب (4 أو أكثروتوجد جزيرة فانه يجب ان يكون كتف مثبت بعرض 2.5 متر ويليه كتف غير مثبت بعرض 1.5 متر، اما غير ذلك ضمن المجموعة b فيكون فقط كتف رملي (غير مثبت) بعرض 1.5 متر. أما بالنسبة للمجموعات الأخرى (c, d, e and f) فيكون فقط كتف غير مثبت بعرض 1.5 متر.
بشكل عام اذا كان عرض الشارع اكثر من 25 متر، يجب وضع كتف مثبت بعرض 2.5 متر يليه كتف غير مثبت بعرض 1.5 متر، أما اذا كان عرض الشارع اقل من 25 متر يتم وضع كتف غير مثبت فقط بعرض 1.5 متر.) شاهد الشكل رقم (1) .

أما في الطرق الحضرية فلا يوجد أكتاف على جنبي الطريق ولكن يوجد حارات وقوف للعربات (parking) ورصيف خاص بالدراجات بالرمز(r) ورصيف خاص بالمشاة بالرمز(f)ولكن هذه الارصفة بالإضافة لحارات وقوف المركبات لا تدخل ضمن العرض الكلي للطريق كما يتضح من الشكل رقم (2)

بالعودة للمثال الذي تم حساب عدد المسارات من خلاله (4 مسارات) لنفرض أن المجموعة b هي الموجودة وان الطريق خلوي ويوجد به جزيرة، لذلك سوف نستخدم (شاهد شكل رقم 1) النموذج (b4ms) والذي فيه عرض المسرب 3.5 لأنه من ضمن المجموعة b وعرض الجزيرة 3 متر وعرض الكتف المثبت 2.5 متر والكتف الغير مثبت 1.5 متر، وتوجد مسافات حرة (0.5 متر) عند التقاء المسرب مع الكتف أو التقاء المسرب مع الجزيرة وبالتالي يكون عرض الطريق بالكامل 26 متر.

شرح الرمز b4ms:

b: ترمز الى نوع المجموعة للمقطع العرضي للطريق ومنها يتم تحديد عرض المسارات.

4: عدد المسارات في الطريق (حسب ما تم حسابه) .

m: ترمز الى وجود جزيرة في الطريق، وعدم وجودها يعني عدم وجود جزيرة.

s: ترمز الى وجود كتف مثبت يليه كتف غير مثبت، وعدم وجودها يعني عدم وجود كتف مثبت.

ملاحظة للتوضيح:

لنفترض أن عدد المسارات يساوي 2 وانه لا توجد جزيرة وان الطريق حضري والمجموعة d:

سوف يتم استخدام المقطع ذو الرمز(d2pr) والموجود في الشكل رقم 2 حيث أن الرمز c يتطلب عرض للمسرب (3.00)متر(لكن وكما ذكرنا سابقاً عندما يكون الطريق مكون من مسربين في اتجاهين متعاكسين ولا تفصل بينهما جزيرة يتم اضافة مسافة 0.25 متر لكل مسرب عند منطقة التقاء المسربين وبالتالي يتم اخذ عرض المسرب هنا 3.25 متر، أما باقي العناصر للمقطع فهي موضحة في الشكل 2 ويتم اخذها كما هي.

لكن عرض الشارع في هذه الحالة هو 6.5 متر (فقط عرض المسربين) ولكن يجب توضيح باقي العناصر للمقطع (حارة الوقوف وممر المشاة وممر الدراجات) على المقطع المطلوب.

فيما يلي الشكل رقم 1 والشكل رقم 2 :

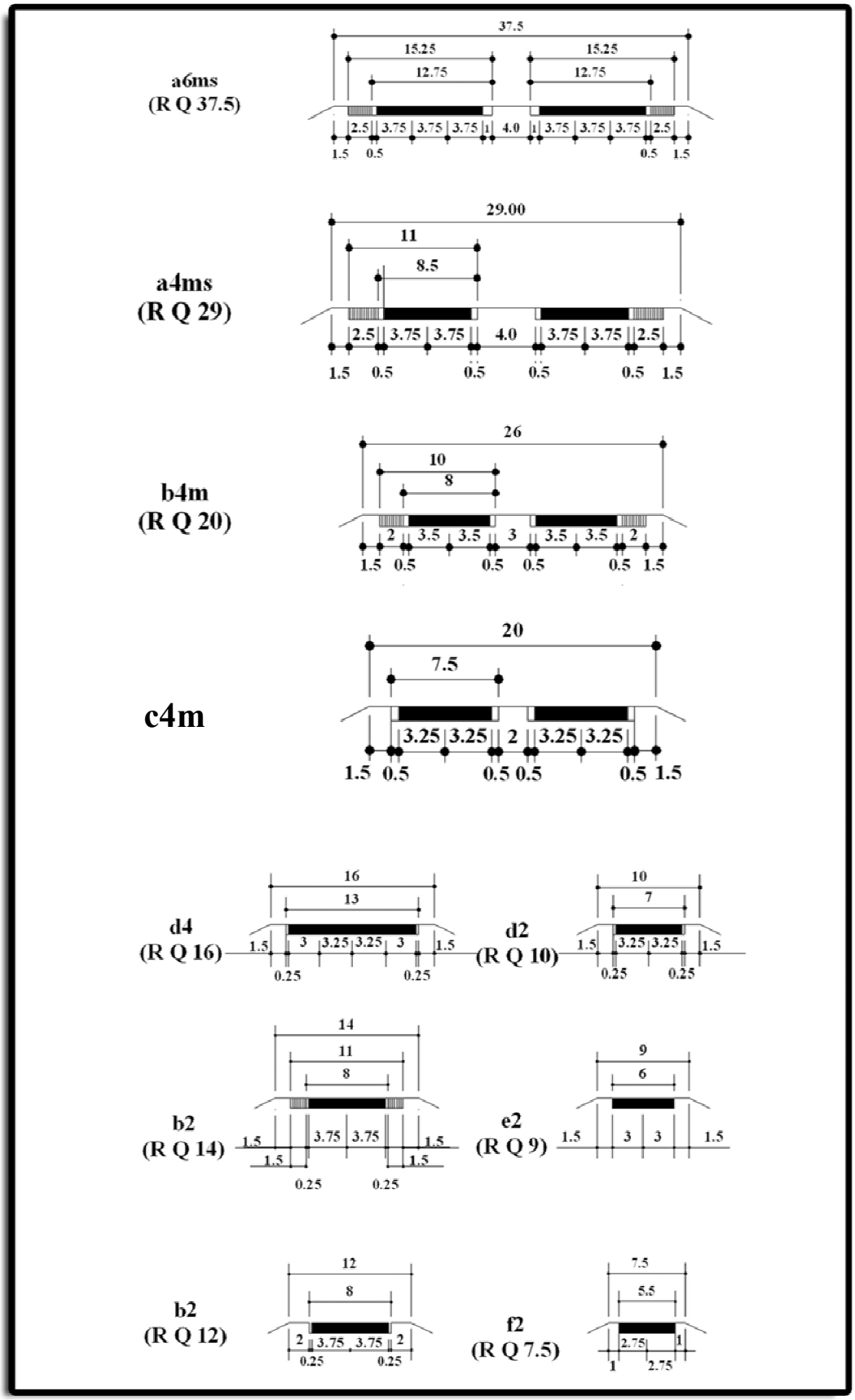

a6ms
(R Q 37.5)
37.5
15.25
15.25
12.75
12.75
2.5 3.75 3.75 3.75 1 4.0 1 3.75 3.75 3.75 2.5
1.5 0.5 0.5 1.5
a4ms
(R Q 29)
29.00
11
8.5
2.5 3.75 3.75 4.0 3.75 3.75 2.5
1.5 0.5 0.5 0.5 0.5 1.5
b4m
(R Q 20)
26
10
8
2 3.5 3.5 3 3.5 3.5 2
1.5 0.5 0.5 0.5 0.5 1.5
c4m
20
7.5
3.25 3.25 2 3.25 3.25
1.5 0.5 0.5 0.5 0.5 1.5
d4
(R Q 16)
16
13
1.5 3 3.25 3.25 3 1.5
0.25 0.25
d2
(R Q 10)
10
7
1.5 3.25 3.25 1.5
0.25 0.25
b2
(R Q 14)
14
11
8
1.5 3.75 3.75 1.5
1.5 1.5
0.25 0.25
e2
(R Q 9)
9
6
1.5 3 3 1.5
b2
(R Q 12)
12
8
2 3.75 3.75 2
0.25 0.25
f2
(R Q 7.5)
7.5
5.5
2.75 1
1 2.75

figure 1 .

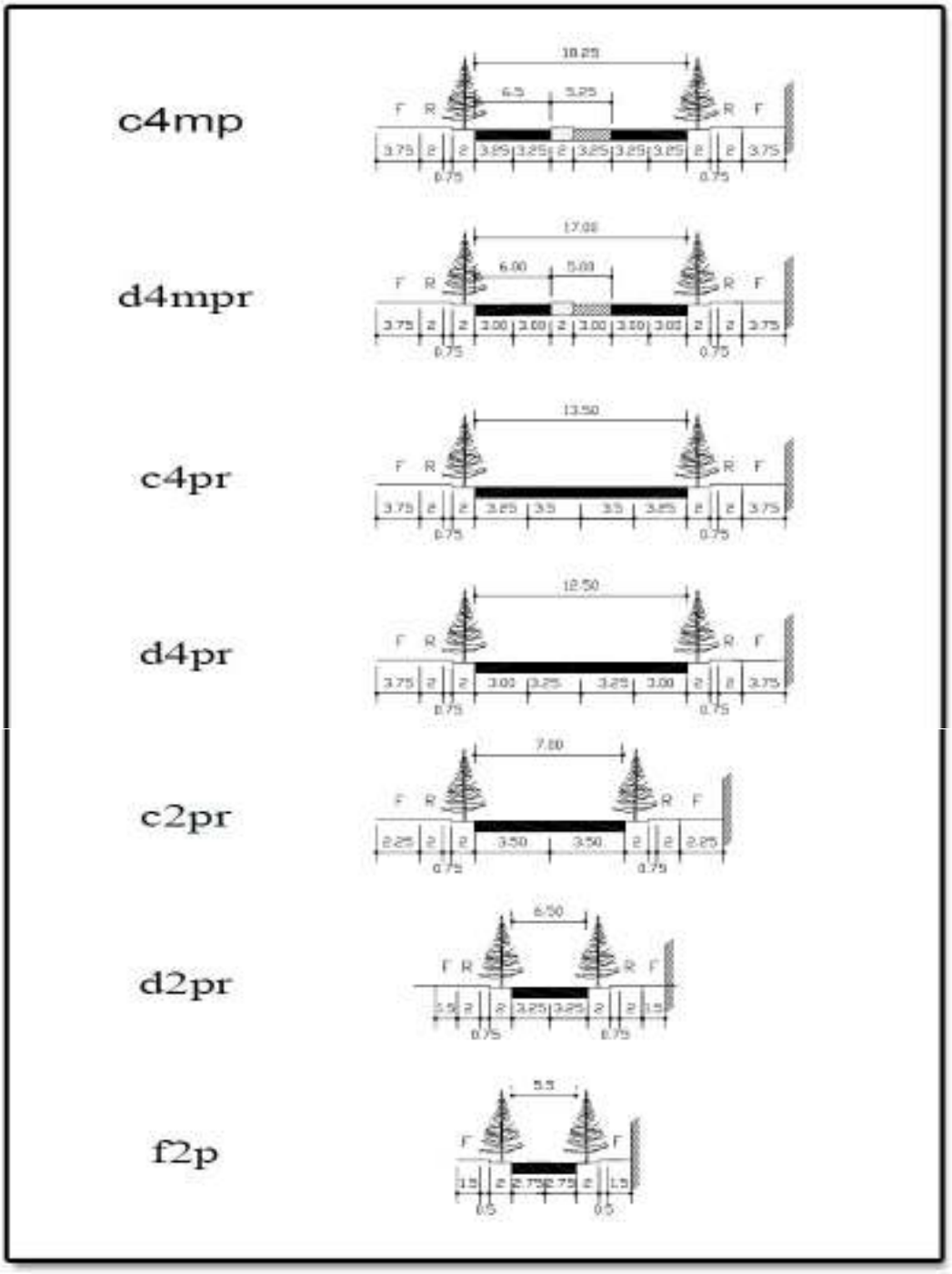


figure 2 .

المصادر :

المواصفات العامة للطرق والجسور - باب الاول ١٩٨٣ - ٢٠٠٣

الطريقة النموذجية للتصميم الطرق - د. فواز العنسى

شريف مسعود - (**2008 - 2009**) Highway and Airport Engineering