

جامعة دمشق  
كلية الهندسة المدنية  
قسم هندسة النقل ومواد البناء

# تصميم الطرق 1

هندسة الطرق

المحاضرة 1

## محتوى المحاضرة:

شبكة الطرق

وسائط النقل على الطرق

خصائص الحركة على الطرق

التصنيف الفني للطريق

السرعة التصميمية للطريق

# شبكة الطرق

مقدمة:

تلعب المواصلات دوراً أساسياً في حياتنا الحالية فهي تؤمن نقل البضائع والمسافرين بوسائل النقل البرية والبحرية والجوية والمائية المختلفة، ولهذا فإن منشأتها يجب أن توفر شروط الأمان والراحة.

وتشمل منشآت المواصلات: الطرق والسكك الحديدية والمطارات والمرافئ.

إلا أن الطرق تعتبر من أكثر هذه المنشآت انتشاراً فهي تؤمن ربط كافة المنشآت الأخرى ببعضها لهذا جاء التركيز الأكبر على دراسة الطرق والتعريف بعناصره في المسقط الأفقي والمقطعين الطولي والعرضي.

## دور الطرق في شبكة النقل :

يتم نقل الحمولات والمسافرين في وسائط النقل المختلفة التي تتألف من السكك الحديدية والطرق والخطوط البحرية والجوية والنهرية. أما السوائل والغازات فيجري نقلها بوساطة أنابيب . يجب أن تشكل كل وسائط النقل وحدة متكاملة وأن تعمل بشكل متناسق ومتكامل بحيث تكمل كل واحدة منها الأخرى.

**فمثلاً** السكك الحديدية تلعب دوراً رئيسياً في نقل الحمولات والمسافرين لمسافات بعيدة. فهي بحد ذاتها وسيطة نقل متكاملة لهذه الوظيفة، ولكن بما أنها مرتبطة بالمحطات حيث يتم استقبال الحمولات وتفريغها من المحطات حصراً، لذلك لا بد من نقل الحمولات إلى المحطات. وهنا يأتي دور الطرق إذ لا بد من تصميم الطرق التي تصل بها السيارات إلى المحطات والتي تقوم بتخديم هذه المحطات، لذلك فهما متكاملين مع بعض وينطبق الكلام نفسه على المرافئ والمطارات.

**يمكن القول بشكل عام أن الطرق تشكل الشرايين التي**

**تصل بين محطات السكك الحديدية والمرافئ والمطارات.**

- كما يمكن للطرق أيضاً أن تقوم بنقل الحمولات مباشرة من أماكن تواجدها إلى أماكن الحاجة إليها دون الحاجة إلى وسيطة أخرى، لذلك يعد النقل بواسطة الطرق أكثر أنواع النقل فاعلية للحمولات والمسافرين من أجل المسافات القصيرة نسبياً وحسب وضع شبكة الطرق، فإن النقل لمسافة (200-400km) يعد أسرع و أكثر اقتصادية وفعالية من النقل بواسطة السكك الحديدية.

- إلا أنه بعد إنشاء شبكة الأوتوسترادات في الوقت الحاضر فقد اكتسب النقل لمسافات بعيدة بواسطة الطرق للبضائع سريعة العطب والمواد المستعجلة أهمية خاصة. ونظراً لأن السرعة الوسطية للنقل عليها أكبر مما هي لسكك الحديدية التي تحتاج إلى ضياع وقت كبير من أجل تجهيز العربات في محطات الشحن.

- كما أن نقل المسافرين بواسطة الطرق يمكن أن يتم بواسطة رحلات ذات تواتر أكبر مما هو للسكك الحديدية.

- تعد الطرق ذات أهمية من أجل تطوير المناطق ذات الكثافة السكانية القليلة حيث يسمح بإيصال الحمولات بكلفة أقل.

## شبكات الطرق :

شبكة الطرق: كل الطرق الواصلة بين المراكز (التجمعات) السكانية والصناعية والتجارية والزراعية والسياحية وبين كل الانواع الأخرى من وسائل النقل (محطات السكك الحديدية والمرافئ والمطارات).

أما الركاب والحمولات المنقولة عبر هذه الطرق فتشكل تياراً من الحمولات مختلف الشدة، ويكون في اتجاهات معينة حسب متطلبات النشاط الاقتصادي والسكاني. وتبعاً لشدة هذا التيار نصمم الطريق.

مثلاً: ليس منطقياً أن نضع اوتوستراد (والذي يعتبر طريق من الدرجة الاولى) في ناحية أو قرية. لذلك فإن تصميم شبكة الطرق يجب أن يتوافق بشكل أساسي مع الحمولات الرئيسية إضافة إلى حركة الركاب.

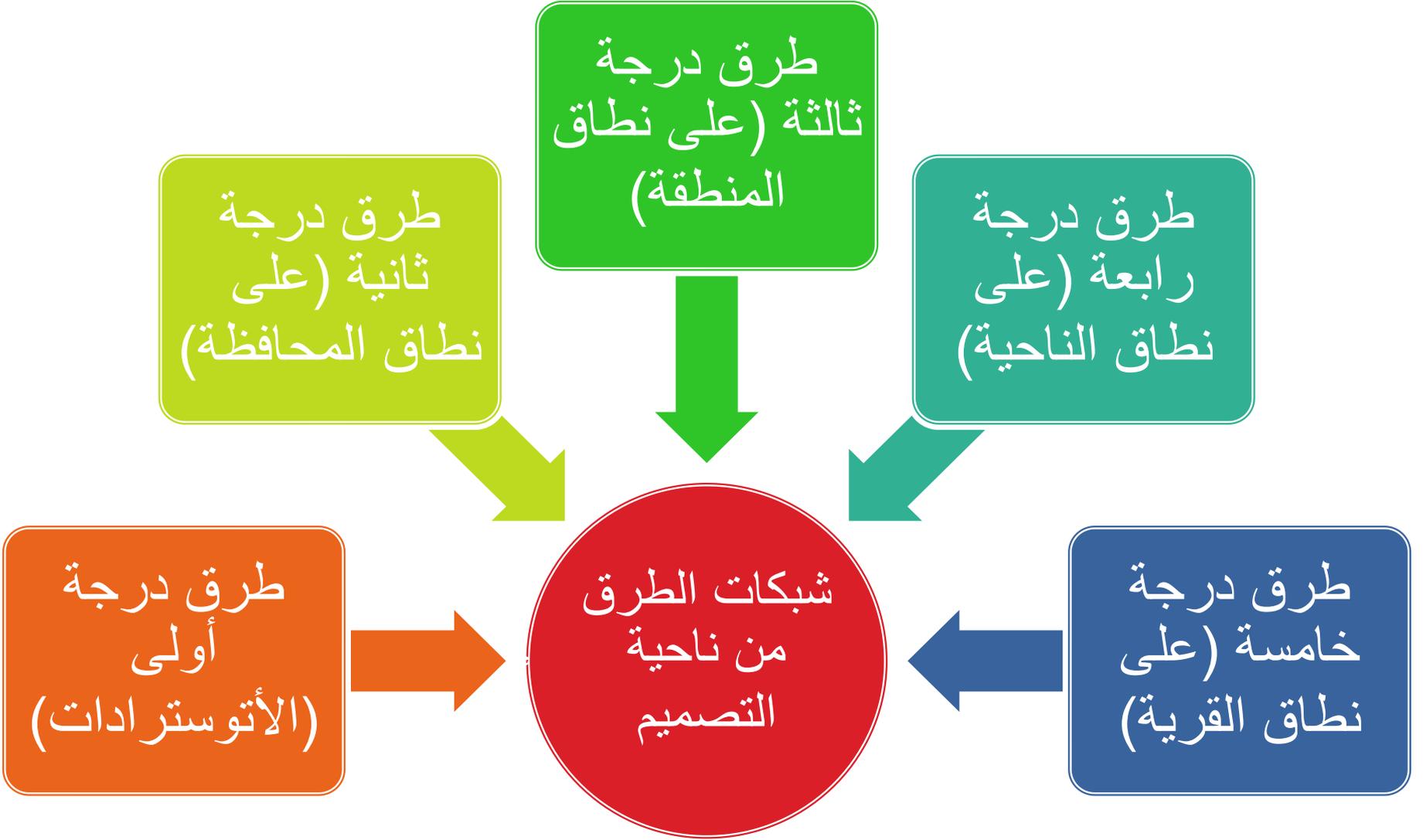
❖ وعلى هذا فإن أساس الشبكة الطرقية هو شبكة الأوتوستراد (طرق الدرجة الأولى) والمخصصة للنقل السريع سواء للركاب أو الحمولات ولمسافات بعيدة.

تصل عادة الأوتوسترادات بين دول أو مراكز المحافظات ببعضها أو المناطق الاقتصادية الأساسية والمراكز المهمة في القطر.

ثم بعد تصميم الأوتوستراد ننتقل إلى تصميم شبكة أخرى في الطرق الثانوية التي تلعب الدور نفسه للأوتوستراد ولكن على نطاق المحافظة.

ثم نستكمل هذه الشبكة بشبكات أخرى على نطاق المنطقة والناحية والقرية ليصبحوا 5 شبكات طرق تصميمية مرتبة من ناحية التصميم من الأهم إلى الأقل أهمية.

فمثلاً: طريق دولي إذا ما صنفناه من ناحية التصميم فإن له أهمية كبيرة ويجب أن يكون ذو مواصفات فنية عالية بخواص هندسية ممتازة (عرض الطريق – عدد الحارات – أن يكون بالاتجاهين – الميول الطولية – المنحنيات بالمسقط الأفقي).



## وسائط النقل على الطرق:

يجري تصميم الطرق لمرور نوع واحد من وسائط النقل ألا وهي السيارات.

اما الوسائط المتحركة على جنازير (التراكورات) والتي تتلف سطح الطريق" وكذلك وسائط النقل الحيواني "والتي يكاد أن تكون نسبتها معدومة الآن" فيجب أن تسير على الطرق الترابية الموازية للطرق الأساسية المعبدة.

وعلى هذا الأساس فإن وسائط النقل الأساسية على الطرق هي السيارات بأنواعها المختلفة:

السياحية والباصات والشاحنات الخفيفة منها والثقيلة، كما يسمح بمرور الدراجات النارية والجرارات والآلات الزراعية الأخرى التي تسير على دواليب مطاطية.

إن الطريق كأى منشأ هندسي آخر يمكن أن يؤمن فقط مرور الحمولات التي لا تزيد عن الحمولات التصميمية كماً ونوعاً.

إلا أن التطور السريع في صناعة السيارات بالسرعة والشكل وحتى الحمولة، يؤدي إلى تحسينها وتغيير نموذجها وأن مصانع السيارات تقوم بتغيير نماذج سياراتها كل سنة أو عدة سنين على الأكثر كما أن هنالك ميلاً عاماً نحو زيادة الحمولات الكلية للسيارات الشاحنة بشكل عام.

يتم تصميم الطريق وإنشاؤه عادةً لكي يخدم حركة النقل عشرات السنين (20-25 سنة) لذلك فإنه من غير الممكن أن نتنبأ سلفاً بميزات السيارات وأبعادها وحمولاتها التي سوف تستخدم الطريق في المستقبل.

وبما أنه من غير الاقتصادي في نفس الوقت إنشاء طريق ذو عوامل أمان إنشائية إضافية على مدار عدد كبير من السنين فإنه قد جرى وضع مواصفات عالمية حدية "كود" لأبعاد السيارات وحمولاتها المحورية التي يمكن أن تسير على الطريق بحيث تتقيد بها مصانع السيارات على المدى المنظور وبحيث يقوم مهندسو الطرق بموجبها بوضع المواصفات اللازمة لتصميم عناصر الطريق.

حيث قامت الجمعية الأمريكية لمهندسي الطرق (ASHTOO) بتحديد أبعاد السيارات في الولايات المتحدة الأمريكية لستة نماذج نماذج كما هو وارد بالجدول التالي:

نوع السيارة التصميمية	كافة الأبعاد بالمتر						
	الرمز	المسافة بين المحاور	البروز الأمامي	البروز الخلفي	الطول الكلي	العرض الكلي	الارتفاع
سيارة سائحة	<i>P</i>	3.35	0.9	1.50	5.75	2.15	—
سيارة شاحنة	<i>SU</i>	6.10	1.20	1.80	9.10	2.60	4.10
باص	<i>BUS</i>	7.60	2.15	2.45	12.2	2.60	4.10
قاطرة نصف مقطورة متوسطة	<i>WB - 40</i>	4 + 8.2 = 12.2	1.20	1.8	15.2	2.60	4.10
قاطرة نصف مقطورة كبيرة	<i>WB - 50</i>	6.1 + 9.15 = 15.25	0.90	0.6	16.75	2.60	4.10
قاطرة نصف مقطورة ومقطورة.	<i>WB - 60</i>	2.95 + 6.1 + 2.85 + 6.4 = 18.3	0.60	0.90	19.80	2.60	4.10

أما الأشكال الحسابية لهذه السيارات وأنصاف الأقطار الأصغرية لدورانها فموضحة بالأشكال من (1-1) حتى (1-6) بالكتاب

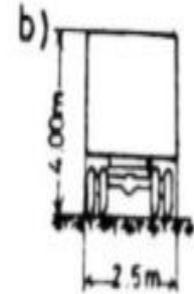
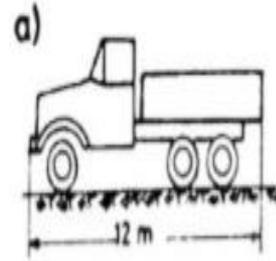
أما في روسيا فتحدد أبعاد السيارات الشاحنة والباصات وحمولاتها بما لا يزيد عن الحمل المحوري الإفرادي على 10 طن.

أما إذا كان المحور مزدوجاً فيجب ألا تزيد الحمولة الاعظمية على 18 طن.

يوضح الشكل المجاور الأبعاد الأعظمية الخارجية للسيارات الشاحنة النموذجية التي يمكن أن تسيير على الطرق بموجب المواصفات الروسية والتي تنص على ألا يزيد الارتفاع الاعظمي للسيارات عن 4m و العرض الأعظمي عن 2.5m

شكل ( ٧-١ )

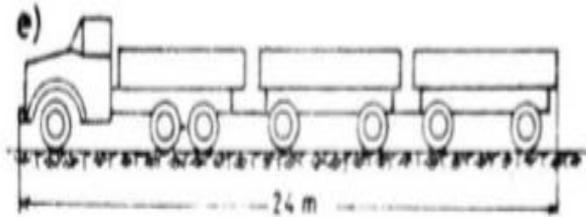
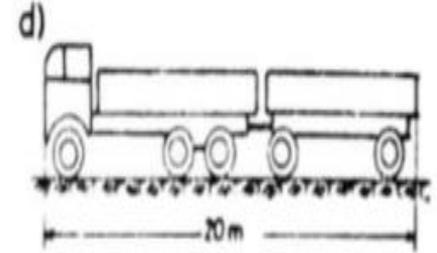
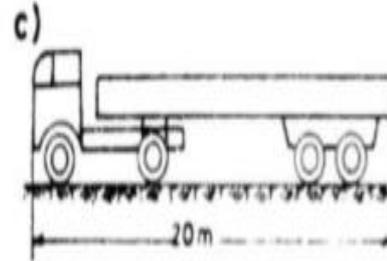
الأبعاد الحدية للسيارات الشاحنة بموجب المواصفات الروسية



a, b - سيارة شاحنة ذات محورين ،

c - فاطرة ذات محورين مع نصف مقطورة ،

d - فاطرة شاحنة ذات ثلاثة محاور مع مقطورة ذات محورين ،



e - فاطرة شاحنة ذات ثلاثة محاور مع مقطورتين كل منهما ذات محورين ،

## خصائص الحركة على الطرق:

تشكل مجموعة السيارات التي تختلف عن بعضها البعض في أشكالها ودرجة تحميلها و..... تياراً من حركة المرور، تزداد شدته (غزارته) بازدياد عدد السيارات ضمنه، وكما تكلمنا سابقاً أنه كلما ازداد عدد السيارات ضمن تيار حركة المرور كان من الواجب تصميم الطريق وإنشاؤه بمواصفات فنية عالية.

ولكي نتمكن من تحديد المتطلبات الأساسية لعناصر الطريق المختلفة نستخدم الخواص المتنوعة لتيار حركة المرور .

فمثلاً من أجل تحديد عدد حارات المرور أو عرض الغطاء أو الطابق الترابي نستخدم عدد السيارات المارة خلال مدة زمنية معينة على الطريق وليس حمولاتها.

لذلك يعبر عادة عن الخصائص الأساسية للحركة على الطريق بغزارة المرور.

غزارة المرور: هي عدد السيارات المارة خلال مقطع معين من الطريق في واحدة الزمن (يوم أو ساعة)

التعبير عن غزارة المرور بالعدد الفعلي للسيارات المارة بغض النظر غير دقيق تماماً لأن مرور عدد قاطرات تجر ورائها مقطورات ضخمة تسير بسرعة بطيئة لا يعادل في تأثيره واستمراريته مرور العدد نفسه من السيارات السياحية الخفيفة والتي تسير بسرعة عالية.

نلجأ غالباً من أجل حساب عدد السيارات إلى تحويل غزارة المرور الفعلية إلى غزارة مرور مكافئة للسيارات السائحة الخفيفة التي تعتبر السيارة التصميمية الحسابية. وذلك بضرب كل نوع من أنواع السيارات بعامل تحويل يمثل عدد السيارات السياحية الخفيفة والتي يمكن أن تمر على جزء من الطريق خلال الزمن الذي يستغرقه مرور سيارة شاحنة واحدة أو قاطرة أو مقطورة.

**السيارة السياحية:** هي وحدة قياس ونسئها بالسيارة المكافئة ولها أبعاد محدودة و وزن ثابت "يقصد بالسيارة السياحية أي السيارة الصغيرة TAXI وتعد مرجع تحول لها كل أنواع السيارات الأخرى بوساطة عامل التحويل".

**عامل التحويل:** وهو يمثل عدد السيارات التي يمكن أن تمر على جزء من الطريق خلال الزمن الذي يستغرقه مرور شاحنة أو قاطرة أو مقطورة

يبين الجدول التالي قيم عوامل التحويل المستخدمة في حساب غزارة المرور المكافئة:

ملاحظات على الجدول:

- عامل التحويل للسيارة السياحية يساوي الواحد أي أنها المرجع.

- عوامل تحويل الباصات والمركبات ذات

الاستخدام الخاص مثل "الشاحنات التي تنقل

البرادات" تؤخذ معاملاتها حسب نوع السيارة

الأساسية المطابقة لحمولاتها.

- عندما تقع حمولة السيارات بين القيم المعطاة

يمكن حساب قيم معامل التحويل بالنسبة والتناسب.

- يجب ضرب معامل التحويل الوارد بالجدول

بالنسبة للشاحنة و المقطورة والقاطرة فقط بـ 1.2

مرة وذلك في حال مرور الطريق بالمناطق

الهضبية أو الجبلية.

نوع السيارات		عوامل التحويل
سيارة سياحية خفيفة		1
دراجة نارية مع عربة جانبية		0.75
دراجة نارية		0.5
سيارات شاحنة ذات حمولة ، طن	2	1.5
	6	2
	8	2.5
	14	3
	>14	3.5
مقطورة ذات قاطرة	12	3.5
	20	4
	30	5
	>30	6

## ملاحظات:

❖ لا تبقى غزارة المرور ثابتة لجميع مناطق الطريق بل تختلف من جزء إلى آخر على طول الطريق حيث تزداد بشكل واضح قرب المدن أو التجمعات السكنية ومحطات السكك الحديدية وتبلغ قيمتها الدنيا على الأجزاء المتوسط من الطريق، أي غزارة المرور تكون عالية عند مقاطع التجمعات وتصبح أقل ما يمكن في منتصف الطريق.

❖ لا تبقى غزارة المرور ثابتة خلال اليوم الواحد أو السنة الواحدة بل إن غزارة المرور تقل جداً خلال ساعات الليل كما أن الغزارة لا تبقى ثابتة أيضاً خلال السنة الواحدة ففي المناطق الزراعية مثلاً تزداد غزارة المرور أثناء مواسم جني المحصول، كما تقل حركة الشاحنات على الطرق كافة في أيام العطل الأسبوعية والأعياد الرسمية وتزداد حركة السيارات السائحة الخفيفة.

مما سبق يتضح ان غزارة المرور غير ثابتة مع تغير الزمن لذلك يمكننا التعبير عن هذه الغزارة وبشكل دقيق بالقيمة الوسطية لها خلال المدة الزمنية الحسابية، وتستخدم عادة غزارة المرور الوسطية في اليوم الواحد المأخوذة على مدار السنة.

### حيث تسمى بغزارة المرور اليومية الوسطية.

أما في الدول التي يجري فيها تعداد آلي دائم أو دوري لحركة المرور على الطريق فإنه من الأدق استعمال غزارة المرور الموافقة للساعة 30 من ساعات الذروة خلال السنة.

لحساب غزارة المرور الموافقة للساعة 30 لدينا في اليوم 24 ساعة أي لدينا 24 قيمة للغزارة (لأن واحد الغزارة تكون إما باليوم أو بالساعة) نأخذ القيمة الأعظمية بينهم، حيث كل قيمة من القيم الأعظمية السابقة تمثل "غزارة مرور أعظمية في يوم واحد" وبالتالي في السنة 365 يوم وبالتالي لدينا 365 غزارة يومية أعظمية.

نرتبهم من الأكبر إلى الأصغر والقيمة ذات الترتيب 30 هي قيمة الغزارة الموافقة للساعة 30.

**تعريف القيمة الموافقة للساعة 30:** هي القيمة التي يوجد قبلها فقط 29 ساعة في السنة تكون فيها الغزارة في كل منها أكبر من الغزارة الموافقة للساعة 30 ، عملياً يمكننا ان نعد هذه الغزارة الموافقة للساعة 30 تساوي 15% من الغزارة اليومية الوسطية المأخوذة على مدار السنة.

**تعريف غزارة المرور التصميمية:** هي غزارة المرور الموافقة للساعة 30 في العام الأخير للعمر التصميمي للطريق عادة (20-25 سنة).

## التصنيف الفني للطريق :

بعد ان حسبنا الغزارة الفعلية وحولناها إلى غزارة مكافئة ثم حسبنا الغزارة الموافقة للقيمة 30 (الغزارة التصميمية الحسابية) نقوم الآن بتحديد درجة الطريق "التصنيف الفني للطريق"

تقسم الطرق إلى 5 درجات:

تكون الدرجة الأولى هي الأهم والتي تمثل الأوتوستراد والذي يكون عادة بمواصفات فنية عالية (حيث الطريق مكون من عدة حارات لكل اتجاه وجزيرة وسطية منصفة).

ثم تليها الدرجة الثانية وهكذا وصولاً إلى الدرجة الخامسة الذي يمكن ان يكون طريقاً ترابياً أو داخل المنطقة الصناعية أو داخل المناجم.

## تحديد درجة الطريق :

تتعلق أهمية الطريق في معظم الحالات بغزارة المرور التصميمة فكلما كانت غزارة المرور أكبر زادت أهمية الطريق وبالتالي زادت الدرجة الفنية.

لكن ليس الغزارة هي فقط من يحدد درجة الطريق بل إن هناك عامل آخر هو

"الأهمية الاقتصادية والإدارية والدولية للطريق" حيث أنه يجري عادة إنشاء بعض الطرق بمواصفات فنية عالية بغض النظر غزارة المرور قليلة نسبياً عليها، كالطرق الواصلة إلى أماكن الاصطيف التي يمكن أن تكون الغزارة فيها قليلة ولكن عندما تسير السيارة عليها يجب أن تسير مرفهة بحيث يتميز بتوفير أقصى راحة ممكنة للمصطافين وذلك تبعاً للأهمية الاقتصادية. فمثلاً في حال كان الطريق درجة ثالثة لكنه طريق هام اقتصادياً فإننا نرجعه مرتبة ليصبح من الدرجة الثانية.

## ملاحظات:

1. في حال كان الطريق من الدرجة الاولى فلا حاجة لأن نبحث عن أهمية اقتصادية وذلك لأنه سوف يصمم بأعلى المواصفات.
2. كما أن تكلفة الطريق واستثماره واهمية الطريق بالنسبة للاقتصاد القومي وكذلك دوره في شبكة النقل عامة للقطر كل تلك العوامل تلعب دوراً في تحديد درجة الطريق ولكن ليس الأهمية التي يقوم بها العاملين الاوليين.

## السرعة التصميمية للطريق :

بعد تحديد درجة الطريق ذو السرعة التصميمية التي تسير على الطريق حيث انه يتبادر للذهن أن السرعة التصميمية هي مفتاح الطريق، إلا أنها تحدد بعد معرفة الأمور الأكثر أهمية. ويتم تحديد السرعة التصميمية من معرفة درجة الطريق ومعرفة طبيعة الأرض التي تسير عليها السيارة، فالسرعة التصميمية تختلف من منطقة لأخرى.

فمثلاً تكون السرعة التصميمية في طريق درجة اولى في منطقة سهلية غير مطابق لطريق درجة اولى في منطقة هضبية أو جبلية. ولذلك لتحديد السرعة يجب معرفة كلاً من درجة الطريق وطبيعة المنطقة.

تتوافق السرعة التصميمية الأساسية للطرق من الدرجة الاولى مع السرعة الأعظمية التي يمكن أن تحققها السيارات السائحة الخفيفة، أما السرعة التصميمية للطرق من الدرجة الخامسة فهي قريبة من السرعة الاعظمية التي يمكن أن تسير بموجبها السيارات الشاحنة.

إن نوعية السيارات التي تمر على الطريق ذات الدرجات الفنية المنخفضة هي نفسها التي تستخدم الطرق ذات الدرجات الفنية العالية.

إلا أن الطرق ذات الدرجة الفنية الثالثة والرابعة والخامسة لا تسمح بتحقيق الخواص الميكانيكية للسيارات بشكل كامل في حال اعتماد السرعة التصميمية الواردة في الجدول التالي.

ولهذا ينصح دوماً بتصميم عناصر الطريق في المسقط الأفقي والمقطع الطولي بحيث تحقق سرعة تصميمية عالية، إذا سمحت بذلك الشروط المحلية، وعندما لا يؤدي ذلك إلى زيادة في حجم الأعمال وكلفة الطريق بشكل محسوس

درجة الطريق	السرعة التصميمية كم/سا		
	الأساسية	المسموحة في المناطق الصعبة	
		الهضبية	الجبليية
I-a	150	120	80
I-b	120	100	60
II	120	100	60
III	100	80	50
IV	80	60	40
V	60	40	30

يبين الجدول التالي السرعات التصميمية المفروضة عند حساب عناصر الطريق في المسقط الأفقي والمقطع الطولي والعرضي وغيرها من العناصر المتعلقة بالسرعة وذلك من أجل مختلف أنواع الطرق