

جامعة دمشق
كلية الهندسة المدنية
قسم هندسة النقل ومواد البناء

هندسة النقل والمرور

المحاضرة الأولى

د.م. رامي الدالاتي

هندسة المرور

أولا : لمحة عن هندسة النقل والمرور :

نشأة هندسة النقل والمرور :

يعتبر علم هندسة النقل والمرور من العلوم الهندسية الحديثة نسبيا، حيث ارتبط هذا العلم وتطوره بظهور السيارة وتزايد استخدامها داخل وخارج المدن.

في الماضي كان تخطيط شبكة الطرق عشوائيا وذلك بسبب:

- عدم وجود عدد كبير من المركبات
- التركيز على نظم النقل العام
- لم يلفت أحدا حينها إلى احتمال ارتفاع درجة تعقيد شبكة المرور
- لم تبرز الحاجة إلى فهم وتطور أداء شبكة النقل

ومع الوقت تغيرت عدة ظروف منها :

- تزايد هجرة السكان من الريف إلى المدن
- أصبح الناس يقللون من استخدام نظم النقل العام ويميلوا لاستخدام سياراتهم الخاصة

مما أدى إلى:

- ازدحمت المدن وازداد عدد الإشارات الضوئية
- أصبحت التقاطعات الطرقية أكثر تعقيدا وتنفذ في عدة مستويات
- بات الاقتصاد الوطني والعالمي معتمدا على سهولة حركة الركاب والعمال والبضائع وبالتالي نشأ علم جديد يدعى علم هندسة المرور لمعالجة القضايا السابقة

يتميز علم هندسة المرور عن غيره من العلوم الهندسي :

- يرتبط بالتغيرات التكنولوجية والديموغرافية (الاحصائيات السكانية لتعدد السكان)
- يتطور ويتسع باستمرار (يتجدد يومياً)
- يرتبط بالعلوم الأخرى كعلم النفس والعلوم الالكترونية وعلوم هندسة العمارة
- تشكل هندسة المرور شكلاً حضارياً يعكس ما توصل إليه البلد من تفوق علمي ورفاه اجتماعي
- حديثاً اتضحت أهمية هذه الهندسة وأصبحت تأخذ حيزاً مهماً لدى المسؤولين وصناع القرار

العلوم التي يرتبط بها علم هندسة النقل والمرور:

- علم النفس : لأنه يتعامل مع السائق وخواصه وحالته النفسية
- العلوم الالكترونية : لأنها تتعامل مع إشارات المرور وأنظمة النقل الذكية
- علم هندسة العمارة : يرتبطان مع بعضهما في كيفية تخطيط المدن والطرق ومواقف السيارات
- علم الاقتصاد (اقتصاد البلد) : لا يمكن أن يتطور دون وجود شبكة نقل عالية الكفاءة تقوم بنقل الركاب والبضائع من مدينة إلى أخرى .
- علم الإحصاء والرياضيات و علم الاجتماع و علم الطب وغيرها

تتنوع مجالات دراسة هندسة المرور لتشمل جوانب (تصميمية - تخطيطية - تشغيلية - إدارية) ويندرج تحت كل جانب من هذه الجوانب مواضيع كثيرة ، حيث أصبح هذا العلم في كثير من الجامعات ليس مجرد مقررا واحد بل تجزأ إلى عدة مقررات تحمل أسم : (تصميم المرور - خصائص المرور - هندسة المرور المتقدمة - إدارة المرور - النقل داخل المدن - تخطيط النقل - السلامة المرورية ..الخ)

ثانياً: تعريف هندسة المرور:

هي المسائل والمناهج التي تكفل تفعيل وكفاءة حركة عناصر معينة ضمن شبكة معينة (هذا التعريف يشمل هندسة مرور المعلومات في شبكات الانترنت و مرور الرسائل في شبكات الاتصال وغيرها ، بالإضافة للمرور في مجال المواصلات)

هندسة المرور في مجال المواصلات

هو جزء من الهندسة المختص في التصميم والتخطيط الهندسي بالطرق والشوارع وما يلحق بها بالإضافة إلى تنظيم حركة المرور بهدف خلق الظروف الآمنة والمريحة والاقتصادية لنقل الركاب والبضائع.

ثالثا: أعمال مهندس المرور

- دراسة الخصائص المرورية
- دراسة تصميم المنشأة
- دراسة تقييم الأداء
- دراسة الأثر المروري
- دراسة التحكم المروري
- إدارة المرور
- دراسة السلامة المرورية
- دراسة الأثر البيئي
- دراسة الأثر الاقتصادي

دراسة الخصائص المرورية (Traffic characteristics studies)

ترتكز دراسة الخصائص المرورية على جمع البيانات المرورية وتحليلها ومن ثم توصيفها رياضياً والخروج بنتائج مدروسة

الأمثلة التي نقوم بها عند دراسة الخصائص المرورية هي دراسة (الغزارة المرورية – الطلب المروري – سرعة المشاة – الحوادث – التأخر – وقت الرحلة – السرعة - زمن استيعاب واستجابة السائقين)

وهناك عوامل هامة تؤثر على قياس ودراسة الأمثلة السابقة يجب الإحاطة بها وتوصيفها عددياً أو وصفياً

دراسة تصميم المنشأة (Facility design studies)

الأعمال التي يقوم بها مهندس المرور عند دراسة تصميم المنشأة :

- يقوم مهندس المرور بتصميم منشأة النقل المقترحة من الناحية الوظيفية المرورية ومن النواحي الجيومترية (الهندسية) .
- يعتمد مهندس المرور على كودات التصميم المروري أثناء مرحلة التصميم ،لأنه يسعى دائما للحصول على منشأة تعمل بكفاءة وبسلامة وبمستوى خدمة عالية وبمردود مادي أمثلي
- يقوم بدراسة غزارات المرور لجميع مقاطع الطريق وتقاطعاته
- يقوم بتصميم خطوط النقل العام (انشاء حارات خاصة) مثل : حافلات و باصات و ميٹرو و ترام
- يقوم بتصميم مواقف السيارات ومحطات تبادل أنظمة النقل المختلفة
- يقوم بدراسة تأثير المنحنيات على السعة المرورية وتأثير نسبة المركبات الثقيلة ومتطلباتها الجيومترية (الهندسية)

دراسة تقييم الأداء (Performance evaluation)

أهميتها : لتقييم خصائص أو عمليات لمقاطع محددة او منفصلة للمنشأة الطرقية
تقوم الدراسة على قياس جودة المنشأة بناءا على ما يعرف باسم مستوى الخدمة

(LOS: Level Of Service)

تتم دراسة تقييم الأداء بعد الانتهاء من تصميم المنشأة الطرقية وينبغي اجراء هذه الدراسات دورياً
لمعرفة مدى تأثير العوامل الاجتماعية والاقتصادية والديموغرافية (التزايد السكاني) والتي تتغير
كثيراً مع الزمن .

دراسة الأثر المروري (TIS: Traffic Impact Studies)

تهدف دراسة الأثر المروري إلى تقسيم الأثار الناتجة عن اقتراح بناء منشأة جديدة (فندق – سوق تجاري – مدرسة – جامعة ...) أو الأثار الناتجة عن تطوير البنى التحتية (انشاء طريق جديد - إضافة حارات مرورية - إضافة نفق أو جسر ...)

تشمل دراسة الأثر المروري على :

- توقع (تخمين) الطلب المروري المستقبلي وكيفية تخديمه
- تقدير التأثيرات المحتملة على التقاطعات والطرق المجاورة لمكان المنشأة الجديدة
- دراسة البدائل والاحتياطات التي يفترض اتباعها لمعالجة أي اثار سلبية متوقعة من الشبكة المجاورة

دراسة التحكم المروري (Traffic Control Studies)

تشمل هذه الدراسة تصميم أجهزة التحكم المروري من شاخصات ودهانات طرقية وإشارات ضوئية (الشاخصات : هي الأعمدة التي توضع عليها الإعلانات أو قوانين السير)

يعتبر تصميم إشارات المرور الضوئية مجالاً تصميمياً واسعاً يشتمل على :

- توقيت الإشارات
- حساب مستوى خدمة التقاطعات ومستوى خدمة أذراع هذه التقاطعات
- حساب مستوى خدمة كل حارة مرورية
- تخديم المشاة

في دراسة التحكم المروري نقوم بتصميم موجة خضراء بين عدة تقاطعات متتالية (يعني مثل أوتستراد المزة)

إدارة المرور (Traffic Management)

أمثلة دراسة إدارة المرور :

- تحديد التعرف المناسبة لأنظمة النقل العام والتي تؤدي لانخفاض استخدام المركبات الخاصة.
- تنظيم أنواع مواقف السيارات مثل : تشريع ومنع الوقوف في أماكن معينة وتسعيرة للوقوف في بعض الأماكن
- وسائل الاكتشاف المبكر للحوادث وسرعة وإسعاف المصابين وسرعة تنظيف الموقع
- تنظيم عمل ورشات الصيانة على الطرق
- إعلام السائقين بوجود حادث على الطريق مهم وتحويل المرور بالوقت المناسب
- أساليب الاخلاء المبكر لسكان الحي أو مدينة حال وجود كارثة معينة

دراسة السلامة المرورية (Safety Analysis Studies)

تتضمن دراسات السلامة المرورية على :

- كيفية تنظيم قواعد البيانات التي تحوي على البيانات التفصيلية بحوادث المدينة أو المنطقة أو الدولة
- رسم مخطط الحوادث باستخدام رموز اصطلاحية خاصة اعتمادا على معادلات رياضية و مناهج إحصائية (مخطط الحوادث : هو مخطط يوضح أنواع الحوادث الشائعة عند كل نقطة)

حيث تقوم السلامة المرورية باتخاذ الأساليب الوقائية للحد من الحوادث وإزالة مسبباتها وذلك عن طريق منح اجازات سوق للعوام ووضع القوانين والعقوبات وغيرها ..

دراسة الأثر البيئي (Environmental impact studies)

نقوم بدراسة أثر المشروع على البيئة المحيطة من خلال:

- الموارد الطبيعية المجاورة
- استهلاك الأراضي
- الآثار الاجتماعية
- جودة ونقاوة الهواء
- مستوى الضجيج
- جودة ونقاوة المياه

حيث يقوم مهندس المرور بمناقشة الحالات السابقة ودراسة الغازات المنبعثة من السيارات ومن ثم يقوم باقتراح البدائل والأساليب للتخفيف من الأثر البيئي

دراسة الأثر الاقتصادي (Economical Impact Studies)

كثير من الدراسات تتطلب تقييم الجدوى الاقتصادية لمشاريع المرور والنقل ، مثل :
انشاء طريق ، اضافة حارات مرورية ، تطوير النقل العام ، تطوير العقد وغيرها ..

يأخذ المهندس بعين الاعتبار المدة القريبة والبعيدة معا والتغيرات الاقتصادية المتوقعة في المستقبل
كما يطلب من المهندس دراسة الخسائر الاقتصادية الناتجة عن مشكلات مرورية مثل : الازدحام
المروري بشكل عام ، انخفاض مستوى السلامة المرورية ، ارتفاع أسعار الوقود ، التوقيت السيء
لإشارات المرور ، انخفاض استعمال النقل العام.

رابعاً: الإحصائيات المرورية وعلاقتها بهندسة المرور

ظهرت هندسة المرور الحديثة وتطورت بشكلها الأوسع في كل من ألمانيا والولايات المتحدة الأمريكية, حيث بدأ هناك التطور الكبير لصناعة الآليات والعربات في عام (1913) وظهرت أول جمعية مختصة في هندسة المرور حيث أعطت التعريف التالي لهندسة المرور:

إنه الجزء من الهندسة المختص في التصميم والتخطيط الهندسي للطرق والشوارع وما يلحق بها بالإضافة لتنظيم حركة المرور لهدف خلق الظروف الآمنة والمريحة والاقتصادية لنقل الركاب والبضائع

ومما سبق نستنتج أن هندسة المرور تنتمي للعلوم التجريبية الإحصائية : اي ان معظم النظم والقوانين تم وضعها واستنتاجها نسبة إلى نتائج مراقبات ودراسات واحصائيات

أهمية الاختبارات والاحصائيات المرورية :

- التعرف على القوانين الناظمة للحركة
- توفير المعطيات اللازمة لتحليل متطلبات الحركة
- تقديم المعطيات اللازمة لتخطيط وتنظيم واستثمار شبكة النقل

الأمر التي تشملها دراسة الاحصائيات والاختبارات

- خصائص العربة ومستخدمي الطريق
- حجم المرور وتوزعه
- سعة الطريق وقدرات التعريف للتقاطعات
- حوادث السير
- غزارة وظروف حركة المرور
- المواقف
- آثار الحركة والسير على البيئة تقويم الأثر السلبي

خصائص العربات (طولها ، عرضها ، ارتفاعها ، التسارع ، التباطؤ) تحددتها جهات خاصة وعلى مهندس المرور أخذ هذه الخصائص بعين الاعتبار أثناء مرحلة التصميم.

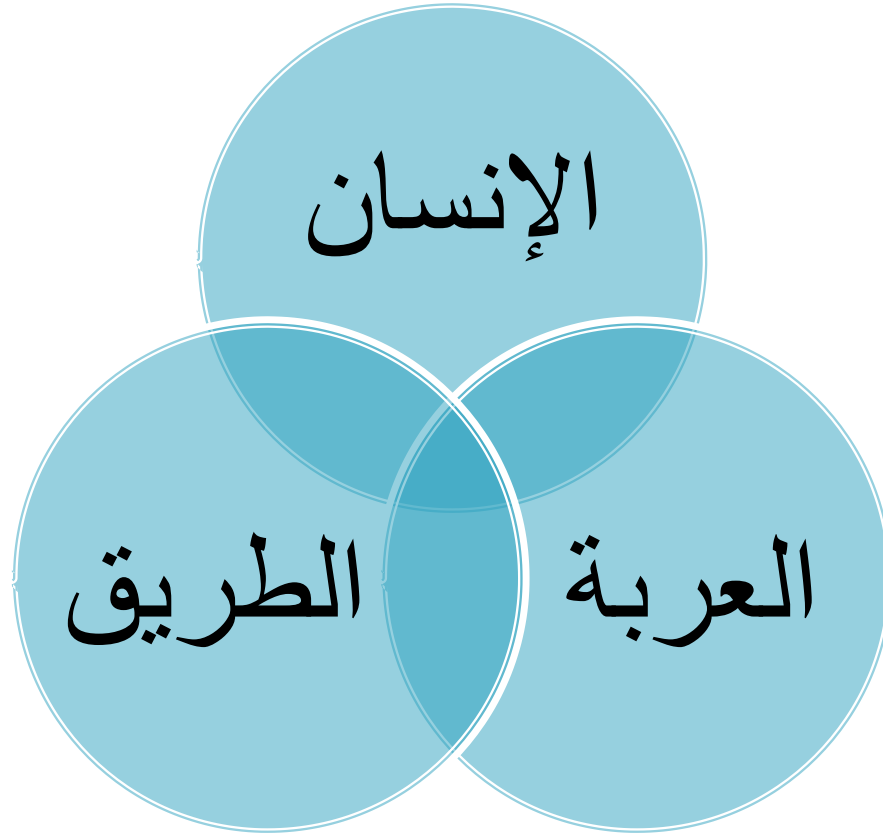
يتم معرفة حجم المرور وتركيبه وتوزعه وتغيره مع تغير الزمن عن طريق دراسة غزارة المرور (الإحصاء المروري) أو بواسطة طرق أخرى مختلفة ومتعددة.

أهداف اختيار مواقع العربات هي لتحديد استيعاب ساحات وقوف السيارات ودرجة استغلال هذه الساحات للوقوف وفيما اذا كانت بحاجة للمرآبات الطابقية.

إن الغرض من اختبار مواقع العربات هو معرفة أماكن الحركة ويتم رسم مخطط يحدد نوع الحوادث وأسباب حدوثها والاستفادة منها في التصميم الهندسي الأفضل.

في تقويم الأثر البيئي يجب معرفة أثر شبكات النقل وتأثير العربات على البيئة كمثال : تلوث هواء – ضجيج .

خامسا: عناصر حركة المرور



الإنسان هو المسبب الرئيسي للحوادث:

- التحليل الخاطيء للوضع المروري
- القرار الخاطيء أو المتأخر
- جهل الإمكانيات الفنية للعربة
- مخالفة أو تجاهل أو جهل قوانين السير

المراحل التي يمر بها السائق بالوضع المروري :

➤ مرحلة التنبيه للوضع المروري

➤ مرحلة تحليل الوضع المروري

➤ مرحلة تنفيذ القرار

القرار الناتج عن السائق يتعلق بحالته النفسية وردة فعله ويزداد رد الفعل هذا عن طريق القيادة لساعات طويلة وتختلف ردات الفعل أيضاً باختلاف العمر والحالة الصحية

تتم الإحصاءات في هندسة المرور

➤ حساب على المقاطع العرضية للطريق

➤ حساب تعدادات تيار المرور

➤ طريقة الاستجواب

الإحصاءات على المقاطع العرضية

المعلومات التي نحصل عليها من جراء الإحصائيات على المقاطع العرضية:

- معرفة غزارة المرور (عدد الأشخاص - عدد السيارات الخاصة - عدد وسائل النقل الجماعية - عدد الركاب الصاعدين والنازلين من وسائل النقل).
- معرفة تركيبة تيار المرور (معرفة أنواع المركبات التي تجتاز مقطع عرضي محدد أو معرفة عدد الركاب حسب تعرفه الركوب).
- معرفة نوع النقل حسب مخطط الغزارة الزمني (أسبوعي أو سنوي بالنسبة للركاب والبضائع).
- معرفة الحمولات على الطريق (تقدير الحمولات حسب عدد الشاحنات وحمولتها).

الإجراءات الواجب القيام بها حتى نحسب الإحصاءات على المقاطع العرضية :

- استمارات أو جداول توزع على سكان الحي.
- أجهزة عد يدوية يتم الضغط عليها مرة واحدة لكل واحدة قياس أو الضغط على ما يسمى بالكمبيوتر الصغير بحيث يتم الضغط على زر معين حسب نوع كل وحدة مقاسة.

تعدادات تيار المرور

تتضمن دراسة تعدادات تيار المرور

- منشأ الرحلة ومقصدها وزمن الرحلة
- الهدف من تغير المكان (الانتقال أو هدف الرحلة)
- واسطة النقل المستخدمة.
- تركيبة النقل (وسائط النقل وتعرفات النقل).
- مخططات الغزارة مع الزمن
- المسار المختار
- مصفوفة النقل (الداخل والخارج)
- توزيع الحمولات على المسارات (حمولة الشبكة)
- معلومات عن (العادات النقلية - اختيار واسطة النقل الحركية -
التركيبة الاجتماعية والتوزيع الديموغرافي)

حساب تعدادات تيار المرور

1- يتم عن طريق إعطاء بطاقة أو رسالة حيث يعطى الشخص أو سائق السيارة في نقطة محددة بطاقة عد أو رسالة وتسلم هذه الرسالة أو البطاقة في نقطة عد أخرى، ويمكن أن تعطى السيارات بطاقات بألوان مختلفة أو نماذج مختلفة أو بمعلومات مختلفة ومن جراء ذلك يمكن أن يحصل العداد على معلومات مختلفة عن منشأ الحركة أو مقصد الحركة كما يمكن أن يحصل على زمن الرحلة وهذه الطريقة تخدم المناطق الصغيرة وقلما يستخدمها الإنسان حالياً.

2- إشارات التعريف للسيارات : وضع فيديو أو كاميرا تصوير تصور السيارات بأرقامها في مقطع معين وتشاهد السيارات (التي تعرف بأرقامها وإشاراتهما عندما تعبر في المقطع الآخر) ويسجل زمن عبور السيارات من المقطع الأول والمقطع المدروس الآخر.

إن الطريقة الثانية ملائمة جدا إذا كان المطلوب معرفة الحركة حسب المنشأ والمقصد أو الحركة العابرة وزمن الرحلة اللازم في منطقة محددة أو محصورة (ضمن خلية نقل محددة) كما أنها جيدة إذا كنا نريد الإحصاءات في قسم محدد من الشبكة (في مقطع أو على محور أو طريق ما أو في شبكة ما)

ضمن حركة النقل الداخلي لا نستخدم هذه الطريقة (تعدادات تيار المرور) كثيرا لارتفاع تكاليفها وبالتالي نقوم باللجوء إلى (طريقة الاستجواب) الأكثر انتشارا

طريقة الاستجواب

يتم الاستجواب شفوي أو كتابي (في المنطقة ذاتها أو خارجها يعني مثلا في مكان العمل أو في المنزل أو في الشارع أو في واسطة النقل) ويمكن إعداد استمارات لهذه الغاية تحوي على كافة المعلومات المطلوبة.

أفكار عامة حول طرائق الاستجواب الشفوي والكتابي:

- من خلال المقابلات الشفوية في واسطة النقل تجري المقابلات بشكل مباشر وهذا لا يؤثر على تدفق واستمرار النقل.
- إن طريقة المقابلات الشفوية في الشوارع ملائمة لمعرفة منشأ ومقصد الرحلات.
- إن المقابلات الكتابية في مجال الطريق أو الشارع تتم بتوزيع استمارات ويتطلب ذلك من مستخدمي الطريق أو الشارع الوقوف وهذا يعيق السير بشكل كبير وهنا يمكن ملء الاستمارات من قبل مستخدمي الطريق وإرسالها عبر البريد أو الفاكس للجهة صاحبة التعداد.
- الاستجابات الكتابية خارج مجال الشارع تتم بإرسال استمارات تحوي على أسئلة محددة يطلب فيها من بعض الناس إملأوها في منازلهم وإرسالها إلى مكتب خاص.
- الاستجابات الشفوية خارج مجال الشارع (أو ما يسمى بالمقابلات التي تحصل في المنازل أو أماكن العمل) يتم من خلالها إرسال بعض الأشخاص إلى مواقع محددة وإختيار أشخاص معينين لمقابلتهم وسؤالهم عن الرحلات التي قاموا بها في اليوم السابق (عدد الرحلات التي قاموا بها - دخل الأسرة - مقدار العبء المالي المصروف على النقل - عدد الأشخاص - مجموع الدخل).