

جامعة تشرين

كلية الهندسة المدنية

قسم هندسة المواصلات والنقل

العوامل التي تؤثر على النقل

1-مقدمة:

يعتمد نجاح مهندس النقل على التنسيق بين العناصر الرئيسية الثلاثة والتي هي: **السيارة، الطريق، مستخدم الطريق** وهذه الخصائص تؤثر على نظام النقل ويتوجب على مهندس النقل أن يمتلك فهما جيدا نوعا ما حول هذه الخصائص.

2-العوامل البشرية التي تؤثر على النقل:

نعرف مستخدم الطريق كسائقين،ركاب،مشاة.....الخ، والذين يستخدمون الشوارع والطرق السريعة ويشكلون العنصر الأكثر تعقيدا في نظام النقل،وسبب هذا التعقيد هو تفاوت الأداء من شخص لآخر ولذلك فعلى مهندس النقل أن يتواصل مع الخصائص المتنوعة والمختلفة لمستخدمي الطرق.

على سبيل المثال :وضع توقيت إشارة المرور للسماح لشخص متوسط العمر بالعبور بأمان وسلامة ولكنها قد تسبب خطرا بالنسبة للشخص المسن ،لذلك فيتوجب على اعتبارات التصميم أن تراعي سلامة وأمان الأشخاص المسنين ،الأطفال ،المعاقين،الأشخاص السريعين والبطينيين والسائق الجيد والسيء.

1-2:التنوع (التغير):

إن المشكلة الأعقد عند التعامل مع الخصائص البشرية تكمن في التنوع في رد الفعل لموقف ما،الرؤية،السمع،والخصائص الفيزيائية والنفسية الأخرى التي تتنوع من شخص لآخر والتي تعتمد على العمر ،التعب والإعياء ،طبيعة المحفزات،وجود العقاقير والكحول....الخ،ولذلك نستخدم القيمة القياسية كقيمة تصميمية والتي تؤخذ ك85 والتي تمثل أن 85% من الأشخاص يمكن أن تلتزم أو تتجاوز هذه القيمة فعلى سبيل المثال إذا قلنا أن النسبة 85 هي الممثلة لسرعة المشي 2\sec m فهذا يعني أن 85% من الناس يسيرون بسرعة أقل من 2\sec m.

2-2:الخصائص الحدية:

تقسم خصائص مستخدم الطريق إلى نوعين رئيسيين:

- قابلة للقياس : مثل وقت الإدراك ورد الفعل ، حدة الرؤيا.
- غير قابلة للقياس (أقل قابلية للقياس): مثل العوامل النفسية ،القوة الفيزيائية،التعب والمهارة.

3-2:وقت الإدراك و رد الفعل:

إن مستخدمي الطريق يتعرضون لمجموعة من المحفزات قد تكون متوقعة أو غير متوقعة لذلك فإن الوقت المستغرق للرد تبعا للمحفز يتضمن سلسلة من المراحل:

- الإدراك (الفهم): إن عملية إدراك الأحاسيس والأحداث المستقبلية عبر الدماغ ، الأعصاب ، أعضاء الحس هو في الحقيقة إدراك المحفز وبالتالي رد الفعل الذي يجب أن يتخذ.
- التفكير: و يتضمن التعريف وفهم المحفز.
- الانفعال: هذه المرحلة تتضمن المحاكمة العقلية حول الاستجابة المناسبة للمحفز مثل التوقف ، التجاوز.
- الإرادة (الاختيار): وهو عبارة عن تنفيذ القرار والذي هو نتيجة الأفعال الفيزيائية للسائق.

على سبيل المثال إذا اقترب السائق من تقاطع منظم بإشارة ضوئية حيث تكون إشارة المرور حمراء ، يرى السائق أولا الإشارة (الإدراك) فيميز أنها إشارة التوقف فيقرر أن يتوقف وأخيرا يطبق القرار ويدوس على الفرامل (التنفيذ).

هذه السلسلة تسمى PIVE أي وقت الإدراك ورد الفعل ، وتحتاج العربية نفسها بالإضافة إلى وقت الإدراك و رد الفعل إلى وقت إضافي للتوقف حيث تكون سائرة بسرعة معينة V وتسير بهذه السرعة مسافة d

$$d=v*t$$

وهذا الوقت يضاف إلى وقت PIVE ، مع العلم أن العربية ستسير مسافة إضافية بعد تطبيق الفرامل.

4-2: الحدة البصرية والقيادة:

يعتمد وقت الإدراك ورد الفعل بشكل كبير على تأثير رؤية السائقين في فهم الأشياء ووسائل التحكم المروري، حيث إن وقت الإدراك ورد الفعل سيتناقص إذا كانت الرؤيا واضحة ودقيقة، وترتبط الحدة البصرية بحقل الرؤيا الواضحة حيث تكون الرؤيا أكثر وضوحا ضمن مخروط زاويته 3° إلى 5° ، وتكون الرؤيا واضحة نوعا ما ضمن مجال 10° إلى 12° وستكون الرؤيا الخارجية ضمن مجال 120° إلى 180° ، ومن المهم جدا أخذ هذه الأمور بعين الاعتبار عند تصميم إشارات المرور ومواقعها ، ولكن من أجل دقة التصميم يجب أن نأخذ بعين الاعتبار الحدة البصرية الديناميكية والفهم العميق بالإضافة إلى أن رؤية الوميض واللون لها أيضا نفس الأهمية حيث أن رؤية الوميض تتأثر بالعمر ووقت التخلص من تأثير الوميض هو الوقت المطلوب ليتخلص الشخص من تأثير الوميض بعد تجاوز مصدر الضوء وسيكون الوقت أعلى من أجل الأشخاص المسنين .

5-2: المشي:

يجب أن لا يكون تخطيط وتصميم النقل محدودا بالسائقين أو بركاب العربات حيث أن النسبة الغالبة من مستخدمي الطرقات هم المشاة ، حيث أن مرور المشاة على طول ممر المشاة ، الأرصفة ، ممر المشاة عبر الطريق ، الجزر يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار ، وتؤخذ سرعة المشاة وسطيا ب1.5 إلى 2 m/sec مع العلم أن المؤثرات الفيزيائية والعقلية والانفعالية يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار .

بالنسبة لأماكن الوقوف والوسائل مثل إشارات المرور ، مواقف الباصات فيجب أن تصمم وتوضع تبعا لأعظم مسافة يجب أن يمشيها الراكب ولذلك يظهر أنه في بلدة صغيرة 90% من مواقف السيارات تكون مع مسافة 185m مشي إلى المقصد، بينما حوالي 66% فقط تكون قريبة جدا من مقاصدها في المدينة الكبيرة.

6-2: الصفات الأخرى:

إن السمع ضروري من أجل تمييز الأصوات ، ولكن نقص السمع يمكن أن يعالج باستخدام سماعات الأذن ، وقد أجريت الكثير من التجارب لإختبار يقظة السائقين والتي هي قابلية السائقين لرؤية الإشارات البيئية خلال فترة ، وقد أظهرت النتائج أن السائقين الذين لم يخضعوا لأي نوع من شروط الإجهاد كانوا أفضل من الذين أخضعوا لشروط الإجهاد

، وأن الإجهاد العقلي أخطر من الإجهاد الجسدي وأن تنوع مواقف السائقين يخضع للعمر ،الجنس،المعرفة ،والمهارة في القيادة وهي هامة جدا.

اثان من العناصر الرئيسية المكونة لنظام النقل هما السائقون والركاب وفهم الخصائص البشرية مثل وقت رد الفعل وحدة الرؤيا وتنوعهم هو أمر ضروري ويجب أخذها بعين الاعتبار وقد اعتمدت النسبة 85% وهي النسبة التي تسود لدى 85% من البشر كنورمات من أجل تصميم وسائل النقل.

3-العوامل المتعلقة بالعربة:

من المهم معرفة خصائص العربة لأننا لا نستطيع تصميم الطريق لعربة غير محددة المعالم ،حيث أن الطريق يجب أن يزود العربات بكل الاحتياجات وهنا نناقش بعض عوامل العربات التي تؤثر على النقل :

3-1:تصميم العربات :

إن أنظمة الطرق توافق بين العرض المختلف للعربات اعتبارا من العربات الصغيرة إلى الجرارات والمقطورات ،وقد نصح ببعض الأبعاد الهندسية المعروفة لعناصر الطريق المختلفة مثل عرض الحارة،توسيع الحارة عندالمنعطف،نصف قطر المنحنيات،الارتفاع المسموح به،وقد أجبرت سلطات الطرق على فرض حدود على خصائص العربات وذلك لتحقيق مايلي:

- لتقديم حدود عملية لمصممي الطرق.
- أخذ الحذر من مستخدمي الطريق الآخرين.
- لتحقيق فاعلية التحكم المروري.
- لمعرفة أن الطرق متاحة أمام العربات العادية.

وبأخذ النقاط السابقة بعين الاعتبار يمكن تصنيف العربات في مجموعات:

- عربات بدولايبين مع محرك.
- عربات ب3دواليب مع محرك.
- عربات الركاب.
- باص.
- شاحنات بمحور مفرد.
- شاحنات بمحاور متعددة.
- المقطورات.
- العربات البطيئة بدون محرك.

3-2:أبعاد العربة:

إن أبعاد العربة والتي تؤثر في تصميم الطريق وتصميم المرور عليه هي العرض،الارتفاع ،الطول،المسافة الخلفية المعلقة والمسافة عن الأرض وفيما يلي يظهر تأثير كل بعد ن هذه الأبعاد على تصميم الطريق:

- عرض العربة يؤثر على عرض الحارة،الأكتاف وأماكن الاصطفاف حيث أن سعة الطريق ستتقص إذا تجاوز العرض القيم التصميمية .

- ارتفاع العربة يؤثر على ارتفاع المنشآت مثل الجسور والأسلاك الكهربائية وأيضا مواقع الإشارات الضوئية والمرورية.
- طول العربة يؤثر على نصف قطر الانحناء الأصغري ومسافة الأمان، السعة وأماكن الاصطفاف .
- المسافة الخلفية المعلقة لها تأثير عندما تسير العربة من اليمين إلى اليسار.

3-3: وزن المحاور وتشكيلها:

إن وزن السيارة هو عامل مهم أثناء تصميم طبقات الرصف لضمان الثبات والمتانة للطبقات حيث أن وزن العربة ينقل إلى الطبقات عبر المحاور ولذلك تحدد المقاييس على أساس عدد المحاور ونسبة القوة إلى الوزن وهو مقياس يحدد سهولة سير العربة ويحدد فعالية تشغيل العربة على الأرض وهو أهم من أجل العربات الثقيلة.

3-4: نصف قطر الانعطاف:

إن نصف قطر الانعطاف الأصغري يعتمد على تصميم وصنف العربة حيث أن العرض الفعال للعربة يزداد عند الانعطاف وهذا أيضا مهم عند التقاطعات، الدورات، المحطات الطرفية ومناطق الوقوف.

3-5: الرؤية:

إن رؤية السائقين تتأثر بأبعاد العربة وميل وتقوس وانحناء الحاجز الأمامي ووجود مساحات الزجاج والتي يجب أن تحقق المتطلبات الآتية أيضا:

- الرؤية الواضحة حتى في الطقس السيء مثل الضباب، الجليد، المطر.
- يجب أن لا تحجب المشاة وراكبي الدراجات والعربات الأخرى عند المناورة في التقاطعات.

إن الرؤيا الجانبية والخلفية بنفس الأهمية وإن الرؤيا الخلفية يجب أن تحقق بواسطة المرايا الداخلية والخارجية.

3-6: خصائص التسارع:

إن قدرة العربة على التسارع تعتمد على كتلتها وعلى المقاومة والقوة المتوفرة وبشكل عام فإن العربات الثقيلة لها معدلات منخفضة للتسارع بالمقارنة بعربات الركاب حيث أن الاختلاف في معدلات التسارع يصبح مهما في تيار المرور فعلى سبيل المثال إن العربات الثقيلة مثل الشاحنات ستؤخر عربات الركاب عند التقاطعات وأيضا الثغرات التي شكلت ستشغل من قبل العربات الصغيرة إذا تم إعطاؤها المجال للتجاوز.

3-7: عملية الفرملة:

إن الوقت والمسافة الذي تستغرقه العربة لتتوقف هام جدا في تصميم وسائل المرور المتنوعة وأماكن وضعها، حيث أن العوامل التي تعتمد عليها مسافة الفرملة هي نوع الطريق وشروطه ونوع الإطارات بالإضافة إلى نوع نظام الفرملة إن المسافة اللازمة لإنقاص السرعة من سرعة لسرعة معينة معطاة بالعلاقة:

$$d = \frac{v^2 - u^2}{f + g}$$

d: مسافة الفرملة.

U، V: السرعة الابتدائية والانتهاية للسيارة.

F: معامل التدرج الأمامي ومعامل الخشونة .

الخصائص الرئيسية لنظام المرور المؤثرة في الفرملة هي:

- ◀ **مسافة الرؤية لتوقف آمن:** وهي أصغر مسافة رؤيا للتوقف والتي تتضمن كلا من وقت رد الفعل والمسافة اللازمة للتوقف أي أن السائق يرى العائق خلال وقت ثم يبدي رد فعل تبعاً للحالة ويوقف العربة.
- ◀ **الثغرات الحرجة وفاصل التغير:** وهي مرتبطة أيضاً بالمسافة اللازمة للتوقف الآمن.
- ◀ **موضع الإشارة (توضعها):** إن توضع الإشارة يعتمد على مسافة رؤية الإشارة للتوقف ووقت رد الفعل للسائقين حيث أن السائق يجب أن يرى الإشارة من مسافة على الأقل مساوية أو تزيد عن مسافة الرؤيا اللازمة للإيقاف، ومن خلال الأمثلة المناقشة فإنه من الواضح أن مسافة الفرملة ومسافة رد الفعل مهمتان جدا في اعتبارات نظام النقل حيث أن مسافة الرؤيا للتوقف تنتج من خصائص الطريق، العربة، السائق وهذه الخصائص متنوعة جدا.

4-عوامل الطريق:

1-4:سطح الطريق:

إن نوع الرصف يحدد بحجم المرور وتركيبه،توافر المواد ورأس المال المتوفر ،حيث أن بعض العوامل المرتبطة بسطح الطريق مثل خشونة الطريق ،نوع الإطارات ،مقاومة الجر،الضجيج وانعكاس الإضاءة يجب أن تعطى اهتماما خاصا في التصميم والإنشاء والصيانة للطرق من أجل زيادة الأمان وتقليل الكلفة الإقتصادية ، ولكن من المستحيل أن نبني طريقا سيحقق الدرجة الأفضل من أجل هذه الشروط جميعها ،فمن أجل حجم المرور الكبير يكون سطح الطريق الناعم مع مواصفات مضادة للانزلاق أمرا مرغوبا ،والسطح يجب أن يختار بحيث يحافظ على هذه الخصائص.

2-4:الإضاءة:

تستخدم الإضاءة لتتنير العناصر الفيزيائية للطريق وذلك لتساعد السائق ،والإضاءة عبارة عن أجهزة إنارة متكاملة تقوم بتوزيع شدة الضوء حيث أن التوزيع الصحيح للإضاءة هو عامل مهم وبالإضافة لذلك يجب أن تخطط الإضاءة للطريق على أساس العديد من المعلومات المرورية مثل مرور العربات ليلا وحجوم المشاة.

3-4:الخشونة:

ويعطى هذا العامل أهمية خاصة عند التصميم والإنشاء و الصيانة لنظام الطرق،فعند إعطاء الخيار للسائقين فإنهم يميلون للطريق الأقل خشونة ،إن الأكتاف و حارات تغيير السرعة يجب أن تكون أخشن.

4-4:ألوان الرصف:

في الليل عندما تكون طبقات الرصف البيتوميني ملونة فإنها تؤمن مزيدا من الرؤية ،وإن الاختلاف في طبقات الرصف يستخدم ليشير إلى فصل في حارات المرور .

إن السائقين يميلون لإتباع نفس اللون لطبقات الرصف خصوصا إذا قاد مسافة على سطح مضيء أو مظلم.

5-4:الرؤية الليلية:

إن معظم الحوادث تحدث بسبب نقص الرؤية حيث أن مصمم الطريق يجب أن يناضل بكل طريقة يستطيعها لتحسين الرؤية الليلية، حيث أن أحد العوامل المهمة عند دراسة الرؤية الليلية هو مقدار الضوء المنعكس عن سطح الطريق إلى أعين السائقين، وإن الوهج المسبب بالانعكاس من العربات القادمة هو مهمل في حالة الرصف الجاف ولكنه عامل مهم عندما يكون الرصف رطبا.

6-4: السمات الهندسية:

إن عناصر الطريق مثل ميل الرصف، الميل، يمين الطريق تؤثر على النقل بطرق مختلفة، حيث أن الجزء المركزي يرفع ويمال إلى الجانبين ليخفف من تجمع المياه على سطح الطريق وهذا سيفسد جودة القيادة حيث أن الطبقات ستتعرض لمشاكل مثل الحفر، وإن العرض الأصغري للحارة يجب أن يقلل فرص الحوادث، إن يمين الطريق يجب أن يكون مشروطا أيضا فإذا كان عرض يمين الطريق قليلا فإن إمكانية التوسع المستقبلي ستصبح صعبة وسيتأثر تطور المنطقة بشكل عكسي .

أحد عناصر الطريق الهامة هو الميل حيث يخفض قوة الجر للعربات الكبيرة ويزيد استهلاك الوقود للعربات الصاعدة، كما أن العنصر الآخر والذي لا يمكن تجنبه هو المنعطفات حيث أن المنعطفات الحادة تتيح مجالا أكبر للحوادث وسرعة السيارة تتأثر أيضا.

الدكتور المهندس أكرم رستم