

حركة المشاة وأثرها على الازدحام في المدينة

يشكل المشاة في المدينة المعاصرة مجموعة الأفراد الذين تختلف أعمارهم وأعمالهم ونشاطاتهم وميولهم، والذين يسيرون على الطرقات في المدن الرئيسية باتجاهات وسرعات مختلفة، عاملاً من عوامل الازدحام الشديد الذي تعاني منه مدننا الحديثة في عصرنا الراهن.

وهناك بعض الإحصائيات تشير إلى أن حجم حركة المشاة في المدينة يصل إلى ٤٠ - ٥٠ % من حجم الحركة المرورية، ومن هنا يمكننا تصنيف حركة المشاة إلى ثلاثة أقسام:

- ١- **حركة مشاة منتظمة في أوقات محددة:** وهي حركة المشاة خلال توجههم إلى أماكن أو مراكز أعمالهم ، وتتجمع عادة في الطرقات الرئيسية المؤدية إلى كافة المناطق الصناعية أو إلى دوائر الدولة ومواقف النقل الداخلي ، ومحطات القطارات والميترو في المدن التي يتواجد فيها ، وهذا النوع من الحركة للمشاة يشكّل تياراً دائماً غير منتظم خلال ساعات اليوم ، وربما يكون الاتجاه الواحد هو السائد في ساعات معينة.
- ٢- **حركة المشاة المنتظمة وغير المحددة بوقت معين:** وهي عبارة عن حركة المشاة إلى المراكز التجارية والاجتماعية ومراكز الخدمات العامة والخاصة وهذه الحركة تكون عادة متساوية في الاتجاهين ولا تتميز بهبوط مفاجئ في غزارتها وتؤثر في غزارة هذه الحركة توضع المراكز التجارية والحكومية ومؤسسات الدولة.
- ٣- **الحركة الترفيهية للمشاة:** وهي حركة المشاة في المناطق السياحية والمناطق التي توجد فيها الحدائق العامة، والطرق التي تؤدي إلى المناطق الخضراء، وتتميز هذه الحركة بقلّة كثافتها في الطقس البارد وتنشط في الطقس الحار، وتتميز بتساوي غزارتها في الأوقات المسائية .

من هنا تسبب حركة المشاة داخل المدن بعض المشكلات المعقدة التي يعاني منها مهندسو حركة المرور، وبالرغم من وجود الكثير من تصرفات المشاة التي تهم مهندسي المرور، إلا أن أكثرها أهمية بالنسبة لهم هو ما يتعلق بتصادم المركبات مع المشاة، لذلك فإن هذا الأمر يتميز بمعدل سرعة المشاة ومحاكمتهم في اختيار الفجوة الأمنية الملائمة لعبورهم مقطعاً معيناً من الشارع.

ومن هنا فإن دراسة حركة المشاة تتضمن الأمور الرئيسية الآتية:

أولاً: السرعات والتأخر والفجوات: وذلك من أجل دراسة قدرة الشبكة على تصريف حركة المشاة بدون تصادم مع حركة المركبات.

ثانياً: دراسة عدد المشاة: وذلك من أجل دراسة قدرة ممرات وطرق المشاة وحاجاتهم لعبور التقاطعات و توضعها وأنواعها وإشارات المرور لضبطها وعزل حركة المشاة عن حركة المركبات.

ثالثاً: مسح المشاة: من أجل تحديد أماكن المشاة الرئيسية واتجاههم إلى فعاليتهم المتنوعة .

أولاً: السرعات والتأخر والفجوات

١ - سرعة المشاة

تختلف سرعة المشاة من شخص لآخر وعند الصغار غيرها عند البالغين أو الكبار وكذلك سرعة الإناث غيرها للذكور.

وبهذا الصدد أجريت دراسات عدة وفي بلدان مختلفة بحيث أعطت نتائج مختلفة فعلى سبيل المثال وفي دراسة أجريت في الولايات المتحدة الأمريكية تبين ما يلي :

- سرعة الكبار حوالي ١,٤ م/ثا.

- سرعة الأطفال ١,٦ م/ثا.

- سرعة النساء ١,١٣ م/ثا.

ويذكر أنه تستخدم السرعة الوسطية بين ١,٢ - ١,٢٩ م/ثا من قبل بعض المهندسين أثناء تصميم ممرات المشاة، هذا الأمر بالنسبة للمشاة المنفردين أما إذا كانوا يسيرون بمجموعات كبيرة فإن السرعة تأخذ ١,١٧ م/ثا للرجال و ١,١١ م/ثا للنساء ..

٢ - الفجوات :

"وهي الفجوة الزمنية التي يحتاجها الشخص الماشي للعبور بين مركبتين"

حيث تعتمد على نوع عملية العبور بحد ذاتها إذا كان الشارع باتجاه واحد أو باتجاهين وكذلك تعتمد على عرض الشارع ، حيث أنها لشارع عرضه مثلاً حوالي ٣.٥ م تساوي حوالي ٥.٧/٥.٧ م لكل اتجاه مع وجود اختلاف كبير بين المشاة ممن يقبلون فجوة زمنية معينة بين المركبات المتحركة ، ومن يرفضون الفجوة نفسها في انتظار فجوة أخرى مناسبة .

وهناك دراسات وجدت أن ٥٠% من العينة المأخوذة للمشاة سوف يعبرون من فجوة مداها الوسطي يعادل ٤,٥/٤,٥ م بين المركبات المتحركة ولن يعبر أحد عندما يكون مدى الفجوة أقل من ١,٥/١,٥ م وسيعبر جميع المشاة في حال كون الفجوة أكبر من ١٠,٥/١٠,٥ م.

٣ - التأخر :

يقاس تأخر المشاة بقياس مقدار الزمن الكلي الذي يكف خلاله الفرد الماشي عن الحركة أثناء فترة انتقاله بين نقطتين معينتين فقد يكون قياس ذلك الزمن بالطرق اليدوية ولكل فرد ماشي على حده أمراً بالغ الصعوبة، لذلك يمكن اللجوء إلى طريقة تتلخص بالحصول على مقدار التأخر الوسطي الإجمالي لمجموعة من المشاة خلال فترة من الزمن بحساب العدد الوسطي للمشاة المتوقفين في موقع ما مضروراً بالفترة الزمنية التي استغرقوها وبما أن عدد المشاة المتوقفين لا يمكن أن يسجل باستمرار لذا فإنه يتم عادة خلال فترات ثابتة من الزمن، لا تسمح هذه

الفترة بتتبع حركات المشاة بدقة عالية إلا إنها كافية لتمكين الراصد من إحصاء العدد وتسجيله. ويحسب معدل التأخر للشخص من العلاقة:

$$d = t \times n / m$$

حيث أن :

- الفترة الزمنية وتؤخذ عادة ٠,٠١ من الدقيقة هو (t) .
- عدد المشاة العابرين خلال الزمن t هو (n) .
- عدد المشاة الواقفين خلال الزمن t هو (m) .
- معدل التأخر أو وسطي التأخر لكل شخص بالدقيقة هو (d) .

ثانياً: دراسة عدد المشاة

١- إحصاء المشاة :

يتم إحصاء المشاة بشكل مستمر أو متقطع، وذلك حسب الهدف من عملية الإحصاء ، والإحصاء المستمر يكون بتعداد المشاة الذين يمرون من مقطع معين من الشارع أو التقاطع في أوقات محددة مسبقاً وقد تكون هذه الأوقات هي ساعات الذروة أو أوقات مختارة من اليوم أو الأسبوع. ويجري الإحصاء إما بطريقة العد المباشر (الطريقة اليدوية) أو باستخدام وسائل تقنية أوتوماتيكية أو نصف أوتوماتيكية.

وتتميز طريقة العد المباشر بالبساطة والسهولة، لكنها تحتاج إلى أعداد كبيرة من العناصر البشرية حيث أن إحصاء عدد المشاة في المقاطع المعتبرة سيكون صعباً وبخاصة عندما يتفاوت عددهم بين فترة زمنية وأخرى. وتعد طريقة التسجيل بالفيديو من أنجح الطرق التقنية لإحصاء المشاة حيث تمتاز بالدقة والعمل تحت أسوأ الظروف الجوية إضافة إلى إمكانية وضع الكاميرا في أي مكان وإمكانية الرجوع إليها كلما دعت الحاجة، وتستخدم هذه الطريقة عادة عندما تكون غزارة المشاة عالية بحيث لا يمكن استخدام طريقة العد المباشر، وإن نجاح استخدام هذه الطريقة يعتمد إلى حد كبير على إيجاد الموقع والوضع الملائم للتصوير وبالتالي الحصول على المعلومات المطلوبة.

٢- الحجم والكثافة:

إن حجم المشاة هو عدد الأشخاص الذين يجتازون نقطة معطاة خلال مدة زمنية معينة ، ويمكن التعبير عن الكثافة بطريقتين: عدد المشاة بالمتري المربع أو (بالقدم المربع) أو عدد الأمتار المربعة أو (عدد الأقدام المربعة) من الأرض للمشاة، ومن هنا فإن العلاقة بين الحجم والكثافة علاقة تبادلية، وتزداد السرعة الحرة في المشي كلما توافرت المساحة المتاحة للمشاة (أي كلما نقصت الكثافة) ويزداد الحجم كلما نقصت المساحة لكل فرد من المشاة

حتى نصل إلى النقطة الحرجة وعندها تكون الحركة مقيدة نتيجة للنقص بالفراغ، وبينت العديد من الدراسات أن غزارة حركة المشاة تعادل ٢٠ شخصاً بالدقيقة بعرض ١/ قدم (ما يعادل ٣٩٣٧ شخصاً بالساعة للمتر المربع الواحد) وذلك ضمن شروط مختلفة، وإن ٢٥/ شخصاً بالدقيقة لكل ١/ قدم ضمن شروط مفضلة (تعادل ٤٩٢٣ شخصاً بالساعة للمتر المربع الواحد)، كما أن ٣٠/ شخصاً بالدقيقة لكل ١/ قدم عرض (٥٩٠٦ شخصاً بالساعة للمتر المربع الواحد) هذه يمكن أن تؤخذ ضمن شروط مقبولة بشكل جيد .

ثالثاً: مسح المشاة

١- عزل حركة المركبات عن حركة المشاة

أثبتت جميع الأبحاث التي أجريت في العديد من بلدان العالم أن نسبة ٢٨,٩% من مجموع حوادث الطرق ناجمة عن اصطدام السيارات بالمشاة الذين يعبرون الطريق وحدثت أكثر من ٥٠% من تلك الحوادث ضمن حدود المناطق السكنية ، وفي بعض الحالات وصلت نسبة حوادث الدهس إلى ٦٠% من المجموع الكلي للحوادث، وإن ٢٦,٢% كان مرتبطاً بدهس المشاة السائرين بمحاذاة الطريق نظراً لعدم وجود ممرات للمشاة وأرصفتها للسيير وإن ٦٤,٥% كان مرتبطاً بالناس الذين يقفون على جوانب الطريق و٤,٢% كان مرتبطاً بالمشاة الذين كانوا يسيرون على ممر السيارات.

ومن هنا تأتي أهمية عزل حركة المشاة عن حركة المركبات (كلياً أو جزئياً) على وجه منظم واقتصادي يرتبط بالظروف المحيطة ودرجة أهمية المنطقة المدروسة.

ويتم عزل الحركة بما يأتي:

١. إقامة جسور وأنفاق خاصة للمشاة في المراكز المزدهمة من المدن وفي تقاطعات الطرق العامة.
٢. إقامة ممرات خاصة بالمشاة منفصلة عن مسار المركبات.
٣. تزويد التقاطعات والمعابر بإشارات ضوئية وشارات توضيحية تتيح للمشاة الحركة في أوقات توقف السيارات عن الحركة .
٤. إقامة حواجز حماية لأرصفتها للمشاة المزدهمة.

٢- ممرات المشاة

يتم تخطيط ممرات المشاة في المدن للانتقال بين الأسواق والمنازل والمدارس والحدائق العامة ، وعادة تكون ذات فعالية إذا ما تم عزلها بشكل جيد عن مسار المركبات ، واتصلت مع مواقف السيارات والباصات ومحطات السكك الحديدية.

كما يتم تخطيط طرق المشاة في المناطق السكنية كشبكة منفصلة عن الشبكة الطرقية التي تسلكها المركبات. ومن هنا يمكننا تصنيف ممرات المشاة كما يأتي:

أ- ممرات المشاة السطحية : وهي الممرات التي تقع بمستوى مسار المركبات وتقسّم إلى أقسام ثلاثة :

١- **الأرصفة:** وهي الممرات التي تقع على جانبي مسار المركبات وترتفع عنه قليلاً وتستخدم لسير المشاة مبعدة بذلك خطر السيارات عنهم. وتصمم بحيث تكون عريضة من أجل أن يبتعد الناس عن التجاوز على مسار المركبات، وتكون ميولها العرضية مناسبة كي لا تتوقف عليها مياه الأمطار، أغلب المواصفات العالمية تحدد الميل العرضي ضمن المجال ١/٣٠ إلى ١/٤٠، كما يجب أن توضع بلاطات الرصيف بشكل مثبت مع فواصل جيدة وأن تكون السطوح البيتونية متماسكة بشكل جيد. وفي أمكنة مواقف الباصات يجب أن توضع مظلات المواقف والقضبان التي تحدد الرتل، والمقاعد التي توضع على الأرصفة يجب أن يتم وضعها بنهاية عرض الرصيف (مجاورة لجدران المباني) أو مجاورة لمسار المركبات أي لا توضع في منتصف ممر المشاة. كما تعطى منطقة فاصلة بين مسار المركبات وممر المشاة عندما تتوافر ممرات كافية في بعض الشوارع، وتلون بلون خاص، وغالباً ما تزرع بالعشب ويكون ميلها العرضي عادة ١/٢٠. كما تجهز بعض الأرصفة بحواجز (درايزين) حماية من أجل الفصل الفعال بين حركة المشاة ومسار المركبات وبخاصة عند عقد الطرق المزدهمة بالمشاة والتي تكون فيها حركة السيارات سريعة.

٢- **أسواق وطرق المشاة:** عادة تكون الأسواق المخصصة للمشاة إما مسقوفة أو غير مسقوفة ولكلا النوعين مميزاته، والتي من أهمها عدم وجود المركبات فيها، ومن مميزات الأسواق المسقوفة حماية المشاة من العوامل الجوية أثناء التسوق، ويجب أن يرافق هذا النوع من الأسواق تأمين مواقف قريبة للسيارات وسهولة الوصول إليها من أجل راحة المشاة وتجنب خلق الازدحام في الشوارع المجاورة. ويكون الحد الأدنى لعرض مثل هذه الأسواق هو ستة أمتار، أما طرق المشاة يجب أن تستخدم فقط من قبل المشاة لذلك يجب أن تكون بعروض كافية ويكون الحد الأدنى لعرض هذه الطرق هو ١٨٠ سم وتكون إما فوق ممرات السيارات أو تحتها عند تقاطعها معها من أجل الوصول بشكل معزول إلى مناطق الفعاليات المختلفة من مدارس وملاعب ومنازل وحدائق عامة... الخ

٣- **معايير المشاة السطحية:** أثبتت التجارب أن الهدف من تنظيم حركة المشاة بشكل سليم مرتبط بمجموعة أمور متكاملة منها:

- تحديد شكل معبر المشاة المطلوب وذلك بالاعتماد على تحليل طبيعة الحركة وظروفها المحلية.
- تحديد عدد معابر المشاة المطلوبة على جزء الطريق.
- تحديد شكل تنظيم حركة المشاة في المعبر.
- استخدام الوسائل الحديثة من أجل زيادة أمان حركة المشاة على الممرات السطحية .

من هنا فإن مكان توضع ممر المشاة يخضع لمجموعة من العوامل منها :

١. طبيعة الأبنية المجاورة وعلاقتها مع الطريق .
٢. موقع الطريق ضمن الشبكة العامة لطرق وشوارع المدينة .
٣. شكل ونظام وسائط النقل العام

وتكون عادة أماكن التقاطعات هي الأفضل لتوضع ممرات المشاة إلا إذا كانت هناك أسباب موضوعية تمنع من ذلك، وبالتالي فإن مسألة توضع ممرات المشاة تعني تحديد المكان الصحيح لتوضع الممرات ما بين التقاطعات، وهنا يمكننا القول أن المسافة بين ممرات المشاة يجب ألا تتجاوز الأبعاد الآتية :

- على طول الطرق الرئيسية ٣٠٠ متر .
- على الطرق الرئيسية المحلية ٢٥٠ متر.
- على الطرق المحلية ١٥٠ متر .

وتعتمد هذه المسافات في حالة توزع المشاة بشكل منتظم على جانبي الطريق وعلى امتداده، إلا أن توزع نقاط الجذب في مناطق متباعدة ومتقاربة على جانبي الطريق يؤدي إلى توزيع غير متساو لحركة المشاة من حيث الكثافة وعلى مساحات مختلفة.

ب- جسور وأنفاق المشاة :

وهي المنشآت التي تستخدم بشكل كلي من قبل المشاة وتعد جزءاً من شبكة المشاة العامة المرافقة لشبكة الشوارع وتقام هذه المنشآت عند التقاطعات وفي الأماكن المزدهمة بالمشاة، ويجب أن يكون لهذه المعابر قدرة استيعابية كبيرة أكثر من ممرات المشاة السطحية لذلك تكون محدودة الطول غالباً ومعدة للحركة بشكل مناسب، ويجب ألا تزيد الغزارة في هذا النوع من الممرات عن / ٥٣١٥ / شخصاً بالساعة بالمتر ويجب أن يكون المعبر مستوياً وألا تزيد الغزارة عن / ٣٧٤٠ / شخصاً بالساعة بالمتر على الأدراج والرامبات ويجب أن يكون عرض النفق الأصغري ٢.٥ متراً وارتفاعه الأصغري ٢.٢٥ متراً، وأن يكون منظر النفق جذاباً وأن يكون أميناً يعطي الثقة لمستخدميه وأن يكون مستقيماً ومضاءً بشكل جيد وخالياً من العوائق .

ويعد إنشاء الأنفاق مكلفاً من ناحيتين الأولى طريقة ومواد إنشائه والثانية الكلفة المرافقة والتي تكون بإنشاء ممرات مؤقتة لعبور المركبات أثناء عملية التشييد.

ويجب أن يكون عرض الجسر لا يقل عن ١.٨ متر وارتفاعه عن طريق السيارات حوالي ٥,١ متر وتكون الجسور عادة أرخص من الانفاق من حيث التكلفة.

ويجب أن تكون هذه المعابر مستقيمة وأن يكون ارتفاعها ضمن الحدود المسموحة في حالة الجسور وأدراج النزول إليها أقل ما يمكن في حالة الانفاق وأن تكون قريبة من أماكن الباصات ووسائل النقل العامة .

إعداد: مالك الخضري

المصادر :

- ١- هندسة المرور - تأليف د. يحيى الخاير.
- ٢- د.م محمد زياد ملا - جامعة دمشق.