

## Lecture Six

### Pedestrian Studies

#### Introduction

People walk for many reasons: to go to a neighbor's house, to run errands, for school, or to get to a business meeting. People also walk for recreation and health benefits or for the enjoyment of being outside. Some pedestrians must walk to transit or other destinations if they wish to travel independently.

يمشي الناس عادة لعدة أسباب: للذهاب إلى بيت الجيران، أداء المهمات، الذهاب إلى المدرسة، الذهاب إلى العمل أو الإجتماع. يمشي الأشخاص أيضا "للاستجمام والمزايا الصحية وللتمتع. يجب على بعض السابلة المشي أو العبور إلى وجهات أخرى إذا كانوا يرغبون في التنقل بشكل مستقل.

It is a public responsibility to provide a safe, secure, and comfortable system for all people who walk. In this lecture, we will discuss pedestrian problems, pedestrian surveys (data collection), characteristics, different levels of services, and design principles of pedestrian facilities. There are many problems related to the safety and security of pedestrians.

إنها مسؤولية عامة لتوفير نظام آمن ومريح لجميع الأشخاص الذين يمشون. في هذه المحاضرة سنناقش مشاكل السابلة، مسح خصائص السابلة (جمع البيانات)، مستويات الخدمة المختلفة، مبادئ التصميم مرافق السابلة. هناك العديد من المشاكل المتعلقة بسلامة وأمن السابلة.

#### Pedestrian Problems

Accidents Circumstances - Pedestrian accidents occur in a variety of ways; the most common type involves pedestrian crossing or entering the street at or between intersections.

ظروف الحوادث: تشمل حوادث السابلة التي تحدث بطرق مختلفة والنوع الأكثر شيوعا "تتضمن عبور السابلة أو دخول الشارع عند التقاطعات أو بينها.

- ✚ Darting: It is used to indicate the sudden appearance of a pedestrian from behind a vehicle or other sight obstruction. **الحركة السريعة المفاجئة: الظهور المفاجئ للسابلة من خلف مركبة أو أي عائق للرؤية**
- ✚ Dashing: It refers to the running pedestrians. **الاندفاع: يشير إلى ركض السابلة**

#### Special Problems

- ✚ Age: Children under 15 years of age form the largest group of pedestrian victims and have the highest injury rate per population in their age group, the elderly have the highest fatality rate because of the lower probability of their recovery from injuries. **العمر: يشكل عمر الأطفال أقل من ١٥ سنة الأكثر تعرضا لضحايا الحوادث من حيث الجروح لكل مجموعة من السكان حسب فئتهم. إن كبار السن لديهم أعلى معدل وفيات بسبب انخفاض احتمالية شفائهم من الإصابات.**
- ✚ Intoxication and Drug effects: Alcohol and drugs impair the behavior of pedestrians to the extent that they may be a primary cause of accidents. **آثار التسمم والمخدرات: يضعف الكحول والمخدرات من أداء السابلة لدرجة إنهم قد يكونوا سبب للحوادث**

- ✦ **Dusk and Darkness:** Special pedestrian safety problems arise during the hours of dusk and darkness when it is most difficult for motorists to see pedestrians.

وقت الغسق والظلام: تنشأ مشاكل سلامة السابلة خلال وقت الغسق والظلام عندما يصعب على سائقي المركبات رؤية السابلة

### Definition of a Pedestrian

Any person afoot is the definition of the Uniform Vehicle Code of pedestrians. However expand this definition to explicitly include people with disabilities, such as those who use wheelchairs or other mobility devices. At the beginning and end of every motorist's trip, he or she is a pedestrian. The driver and/or passenger walks to the vehicle, which is parked, drives to a destination, parks the vehicle again, and walks to the final destination.

أي شخص يسير على قدميه حسب تعريف الدليل الموحد للسابلة. مع ذلك تم توسيع هذا التعريف ليشمل ذوي الاحتياجات الخاصة، مثل أولئك الذين يستخدمون الكراسي المتحركة أو أجهزة النقل الأخرى. في بداية ونهاية كل رحلة كل سائق للمركبة هو من السابلة. يسير السائق أو الركاب إلى المركبة المتوقفة، ويقودها إلى الوجهة، ويوقف المركبة مرة أخرى ويمشي إلى الوجهة النهائية.

In urban centers, pedestrian flows can be significant and must be accommodated in the planning and design of traffic facilities and controls. Pedestrian safety is also a major issue, as the pedestrian is at a disadvantage where potential pedestrian-vehicle conflict exists, such as at intersections.

في المراكز الحضرية، تدفق السابلة يكون كبير ويجب إستيعابها في تخطيط وتصميم مرافق وضوابط المرور. تعتبر سلامة السابلة أيضا "مشكلة رئيسية، حيث يكون وضع المشاة في تعارض مع المركبة كما في التقاطعات.

It is important to recognize the forces influencing the demand for the provision of more and better pedestrian facilities. Undoubtedly one important factor has been the increased awareness of the environmental problems created by the rapid national and worldwide growth in vehicle travel, but of equal importance has been the recognition by many people of the need for physical fitness and the role that plays in achieving this.

من المهم التعرف على القوى المؤثرة على الطلب لتوفير المزيد من المرافق للسابلة. كان أحد العوامل المهمة بلا شك هو زيادة الوعي بالمشاكل البيئية التي نتجت عن النمو السريع على الصعيدين الوطني والعالمي في مجال النقل بالمركبات، ولكن من الأهمية الإعتراف من قبل الناس بأهمية اللياقة البدنية والدور الذي يلعبه في تحقيق ذلك.

### Factors affecting pedestrian demand

- ✦ **The nature of the local community**- Walking is more likely to occur in a community that has a high proportion of young people.

طبيعة المجتمع المحلي: من المرجح أن تكون نسبة المشي عالية في مجتمع به نسبة عالية من الشباب

- ✦ **Car ownership** -The availability of a private car reduces the amount of walking, even for a short journey.

ملكية المركبة: إن توفر مركبة يقلل من المشي ولو لمسافة قصيرة

- ✦ **Local land use activities**- Walking is primarily used for short-distance trips (e.g. homes and schools, homes and shops) is an important factor influencing the level of demand, particularly for the young and elderly.

فعاليات إستعمالات الأرض: يستخدم المشي بشكل أساسي في الرحلات القصيرة (مثل المنازل، المدارس ، الأسواق) هو عامل مهم يؤثر على مستوى الطلب وخاصة بالنسبة للصغار وكبار السن.

- ✦ **Quality of provision**- If good pedestrian facilities are provided, demand will tend to increase.

جودة التوفير: إذا تم توفير مرافق جيدة للسابلة، الطلب سيميل للزيادة

- ✚ **Safety and security**- It is important that pedestrians perceive the facilities to be safe and secure. For pedestrians, this means freedom from conflict with a motor vehicle, as well as a minimal threat from personal attack and the risk of tripping on uneven surfaces.

السلامة والأمن: من المهم أن يرى السابلية المرافق أمانة ومؤمنة. بالنسبة للسابلية هذا يعني التحرر من التعارض مع المركبة، فضلاً عن الحد الأدنى من التهديد من الهجوم الشخصي وخطر التعثر بسبب الأسطح غير المستوية

## Pedestrian Term

- ✚ **Pedestrian speed** is the average pedestrian walking speed, generally expressed in units of meters per second.  
سرعة السابلية: معدل سرعة المشي للسابلية، وعادة تعرف بوحدات متر/ثانية
- ✚ **Pedestrian flow rate** is the number of pedestrians passing a point per unit of time, expressed as pedestrians per 15 min or pedestrians per minute. Point refers to a line of sight across the width of a walkway perpendicular to the pedestrian path.  
معدل تدفق السابلية: هو عدد السابلية الذين يعبرون نقطة معينة خلال زمن معين، ويعرف بوحدات سابلية/ ١٥ دقيقة أو سابلية/ دقيقة. تشير النقطة الى خط الرؤية عبر عرض ممر عمودي على مسار السابلية
- ✚ **Pedestrian flow per unit of width** is the average flow of pedestrians per unit of effective walkway width, expressed as pedestrians per minute per meter (p/min/m). Pedestrian density is the average number of pedestrians per unit of the area within a walkway or queuing area, expressed as pedestrians per square meter (p/m<sup>2</sup>).  
معدل تدفق السابلية لكل وحدة عرض: هو معدل تدفق السابلية على وحدة عرض المسار الفعال ويعبر عنه بوحدات عدد السابلية/ دقيقة/متر. تعرف كثافة السابلية هي معدل عدد السابلية على مساحة معينة على مسار أو مساحة الطابور ويعبر عنها بوحدات السابلية/متر مربع
- ✚ **Pedestrian space** is the average area provided for each pedestrian in a walkway or queuing area, expressed in terms of square meters per pedestrian. This is the inverse of density and is often a more practical unit for analyzing pedestrian facilities.  
حيز السابلية: هو معدل المساحة المتوفرة لكل سابلية في مسار المشي أو منطقة الطابور، يعبر عنها بوحدات مساحة متر مربع /سابلية. هي مقلوب الكثافة وهي غالباً "ماتكون أكثر وحدة عملية لتحليل مرافق السابلية
- ✚ **Platoon** refers to a number of pedestrians walking together in a group, usually involuntarily, as a result of signal control and other factors.  
مجموعة أفواج: يشير الى عدد السابلية يمشون معاً في مجموعة، عادة بشكل لاإرادي أو نتيجة إشارات التحكم المرورية وعوامل أخرى.

## Data collection

Before deciding on the appropriate extent and standard of pedestrian facilities, it is important to assess the potential demand. The possible methods of obtaining such estimates are manual count, video survey, and attitude survey described as follows.

قبل إتخاذ القرار المناسب والمعايير المناسبة لمرافق السابلية، من المهم تقييم الطلب. عن الطرق الممكنة للحصول على هذه الحسابات هو العد اليدوي، والمسح بواسطة الكاميرا، ومسح سلوك السابلية كما موضح أدناه.

## Manual counts

Count the flow of pedestrians through a junction, across a road, or along a road section/footway manually using a manual clicker and tally marking sheet. Manual counts need to satisfy the following conditions.

يتم العد اليدوي للسابلية في التقاطع أو عبر الطرق أو على طول مقطع طريق أو مسار باستخدام عداد يدوي وورقة بيانات. يجب أن تستوفي الحسابات اليدوية الشروط التالية:

- **The time period(s)** in the day over which the counts are undertaken must coincide with the peak times of the activity of study.  
*الفترة الزمنية (ثانية): يجب أن يتزامن اليوم الذي يتم فيه إجراء العد اليدوي مع أوقات الذروة لمنطقة الدراسة.*
- **The day(s) of the week and month(s)** of the year when observations are made must be representative of the demand. School holidays, early closing, and special events should be avoided since they can result in non-typical conditions.  
*اليوم والأسبوع والشهر: يجب أن يتزامن اليوم والأسبوع والشهر وممثلاً للطلب. يجب تجنب الإجازات الدراسية، والإغلاق المبكر، والمناسبات الخاصة لأنها تؤدي إلى ظروف غير نموذجية*
- **The survey locations** need to be carefully selected in order to ensure that the total existing demand is observed.  
*موقع المسح: يجب أن يختار بشكل دقيق من أجل ضمان رصد إجمالي الطلب الحالي*

The advantages of this manual counting are that it is simple to set up and carry out, and flexible to respond to observed changes in demand on-site the disadvantages are that these are labor intensive also simple information can be achieved and not detailed information.

تتمثل مزايا العد اليدوي بسهولة الإعداد والتنفيذ، ومرونة للاستجابة للمتغيرات الملحوظة في الطلب في الموقع، تتمثل العيوب في إنها تتطلب عمالة كثيرة، كما يمكن الحصول على معلومات بسيطة وليست تفصيلية.

### Video survey

Cameras are set up at the selected sites and video recordings are taken of the pedestrians during the selected observation periods. A suitable vantage point for the camera is important. Such a survey produces a permanent record of pedestrian movement and their interaction with vehicles. In it, the record of behavior patterns is also obtained which helps in analyzing the crossing difficulties.

يتم إعداد الكاميرات في الموقع المحدد وتسجيلات الكاميرات للسابلة خلال فترة المراقبة المحددة. من المهم وجود نقطة أفضلية مناسبة للكاميرا. ينتج عن هذا المسح سجل دائم لحركة للسابلة وتفاعلهم مع المركبات. في ذلك، يتم الحصول على سجل أنماط السابلة الذي يساعد في تحليل صعوبات العبور.

### Attitude survey

A detailed questionnaire requires enabling complete information about pedestrians' origins and destination points, also can gather information on what new facilities, or improvements to existing facilities, need to be provided to divert trips to walking, or increase the current pedestrian activities.

يتطلب الاستبيان التفصيلي تمكين المعلومات الكاملة حول بداية ونهاية الرحلة للسابلة، أيضا " يمكن جمع معلومات حول المرافق الجديدة، أو التحسينات على المرافق الحالية، التي يجب توفرها لتحويل النقل إلى المشي، أو زيادة أنشطة السابلة الحالية.

### Pedestrian Flow characteristic

In many ways, pedestrian flow is similar to those used for vehicular flow because it can be described in terms of familiar variables such as speed, volume, rate of flow, and density. Other measures related specifically to pedestrian flow include the ability to cross a pedestrian traffic stream, to walk in the reverse direction of a major pedestrian flow, to maneuver generally without conflicts and changes in walking speed, and the delay experienced by pedestrians at signalized and unsignalized intersections.

من نواحي كثيرة، يشبه تدفق السابلة لتدفق المركبات لأنه يمكن وصفه بنفس المتغيرات المألوفة مثل السرعة، الحجم أو معدل التدفق، والكثافة. تشمل القياسات الأخرى ذات العلاقة مع تدفق السابلة هو القدرة على عبور مرور السابلة، المشي باتجاهات معاكسة للتدفق الرئيسي، مناورة الحركة بشكل عام بدون التعارض أو تغيير السرعة للمشبي، التأخير الذي يعاني منه السابلة في التقاطعات ذات الإشارات الضوئية والتقاطعات غير المزودة بإشارات ضوئية.

It is dissimilar to vehicular flow in that pedestrian flow may be unidirectional, bidirectional, or multi-directional. Pedestrians do not always travel in clear “lanes” although they may do sometimes under heavy flow.

إن تدفق السابلة يختلف عن تدفق المركبات في إنه قد يكون أحادي الإتجاه أو ثنائي أو متعدد الإتجاهات. لايسير السابلة دائما في ممرات خالية على الرغم من إنهم يفعلون ذلك أحيانا" في ظل تدفق خفيف.

### Pedestrian Speed-Density Relationships

The fundamental relationship between speed, density, and volume for pedestrian flow is analogous to vehicular flow. As volume and density increase, pedestrian speed declines. As density increases and pedestrian space decreases, the degree of mobility afforded to the individual pedestrian declines, as does the average speed of the pedestrian stream, it is shown in Fig.1.

إن العلاقة الأساسية بين السرعة والحجم والكثافة مماثلة للتدفق المركبات. مع زيادة الحجم تزداد الكثافة وتنخفض السرعة. مع زيادة الكثافة ونقصان المساحة للسابلة، درجة التنقل للسابلة بصورة فردية تنخفض وكما هو الحال في السرعة للسابلة كما موضح في الشكل رقم ١.

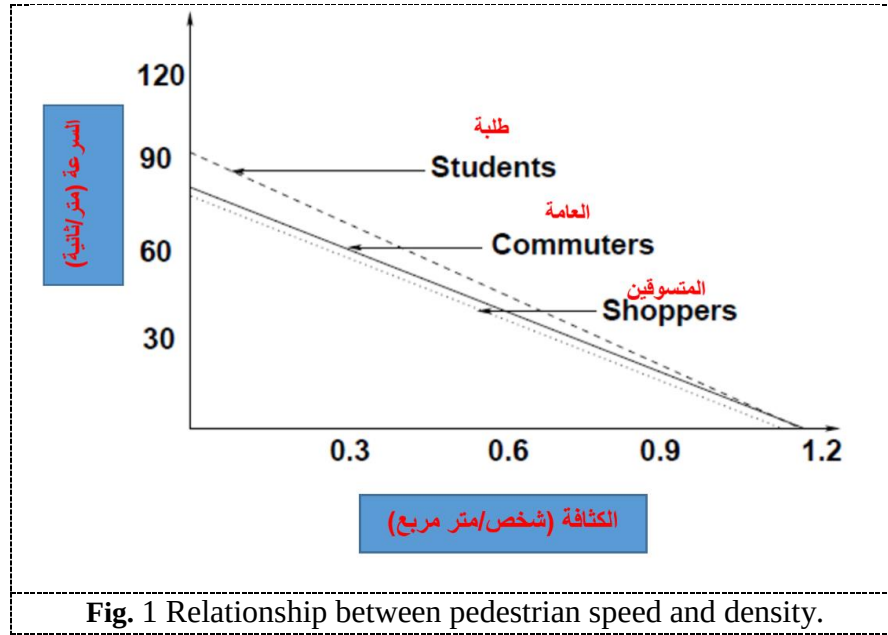


Fig. 1 Relationship between pedestrian speed and density.

### Flow-Density Relationships

The relationship among density, speed and flow for pedestrians is similar to that for vehicular traffic streams and is expressed in the equation.

إن العلاقة بين الكثافة والسرعة والحجم للسابلة مشابهة لحركة مرور المركبات ويعبر عنها كما في المعادلة التالية:

$$Q_{Ped} = S_{Ped} * D_{Ped}$$

[1]

Where:

$Q_{Ped}$  = unit flow rate (p/min/m),

تدفق السابلة، سابلة/دقيقة/متر

$S_{Ped}$  = pedestrian speed (m/min), and

سرعة السابلة، متر/دقيقة

$D_{Ped}$  = pedestrian density ( $p/m^2$ ). **كثافة السابلة، سابلة/متر مربع**

Pedestrian density is an awkward variable in that it has fractional values in pedestrians per square meter. This relationship is often expressed in terms of Space module (M) which is the inverse of pedestrian density. The inverse of density is the more practical unit for analyzing pedestrian facilities, so the expression becomes:

تعد كثافة السابلة متغير حرج من حيث لها قيم كسرية بالنسبة للسابلة لكل متر مربع. غالبا ما يتم التعبير عن هذه العلاقة من حيث وحدة الحيز (M) وهي معكوس الكثافة للسابلة. معكوس الكثافة هي الوحدة الأكثر عملية في تحليل مرافق السابلة، لذلك تصبح العلاقة كالتالي:

$$Q_{Ped} = \frac{S_{Ped}}{M}$$

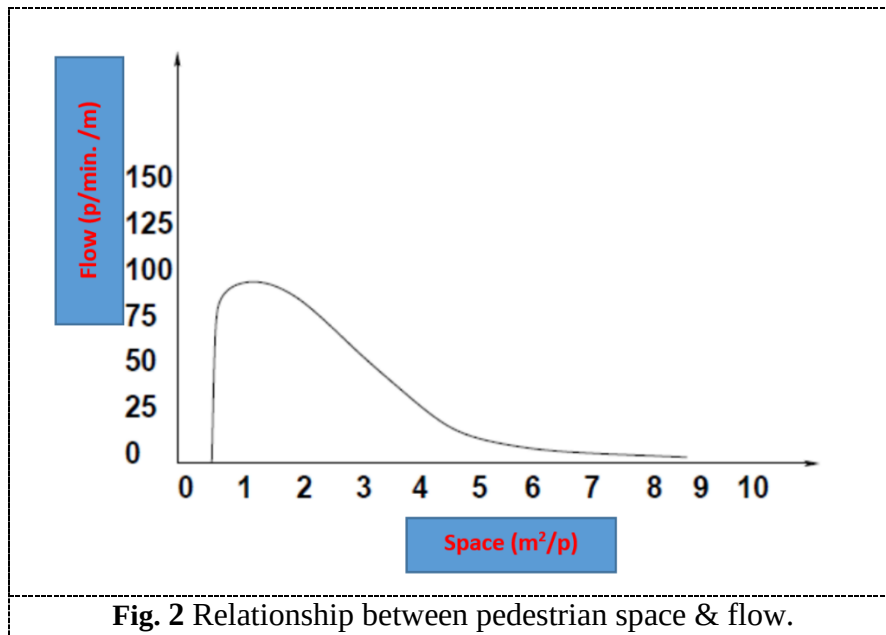
[2]

Where:

M in ( $m^2/ped$ ).

The basic relationship between flow and space, recorded by several researchers, is illustrated in Fig. 2. The conditions at maximum flow represent the capacity of the walkway facility. From Fig. 2, it is apparent that all observations of maximum unit flow fall within a narrow range of density, with the average space per pedestrian varying between 0.4 and 0.9  $m^2/p$ .

يوضح الشكل رقم ٢ العلاقة بين التدفق والحيز، حسب ماتوصل اليه العديد من الباحثين، كما ملخص في الشكل رقم ٢. تمثل الظروف للتدفق الأقصى هي عند السعة لمرافق السابلة. الشكل رقم ٢، يوضح ان جميع الملاحظات على التدفق الأقصى تقع ضمن نطاق ضيق من الكثافة، مع معدل للحيز لكل شخص يتراوح ما بين ٠.٤ - ٠.٩ (متر مربع/شخص).



Even the outer range of these observations indicates that maximum flow occurs at this density between 0.4 and 0.9  $m^2/p$ , although the actual flow in this study is considerably higher than in the others. As space is reduced to less than 0.4  $m^2/p$ , the flow rate declines precipitously. All movement effectively stops at the minimum space allocation of 0.2 to 0.3  $m^2/p$ .

المدى الخارجي لهذه المشاهدات تتضمن ان أقصى قيمة للتدفق عند الكثافة 0.4 - 0.9 (متر مربع/شخص)، على الرغم من ان التدفق الفعلي في هذه الدراسة أعلى بكثير من الدراسات الأخرى. عندما يتم تقليل الحيز الى أقل من 0.4 متر مربع/شخص، يقل التدفق بشكل حاد. تتوقف جميع الحركات بشكل فعال عند الحد الأدنى من الحيز المخصص من 0.2 الى 0.3 متر مربع/شخص.

### Speed-Flow Relationships

The following Fig. 3 illustrates the relationship between pedestrian speed and flow. These curves, similar to vehicle flow curves, show that when there are few pedestrians on a walkway (i.e., low flow levels), there is space available to choose higher walking speeds. As flow increases, speeds decline because of closer interactions among pedestrians. When a critical level of crowding occurs, movement becomes more difficult, and both flow and speed decline.

يوضح الشكل رقم ٣ العلاقة بين التدفق وسرعة السابلة. تظهر هذه المنحنيات المشابهة لتدفق المركبات، إنه عندما يكون هناك عدد قليل من السابلة على ممر المشي (أي مستويات تدفق منخفضة)، هناك حيز متوفر الاختيار سرعة مشي أعلى. مع زيادة التدفق، تنخفض السرعات بسبب الاحتكاك نتيجة تقارب السابلة. عندما يحدث مستوى حرج من الزحام، الحركة تصبح أكثر صعوبة، وينخفض كل من السرعة والتدفق.

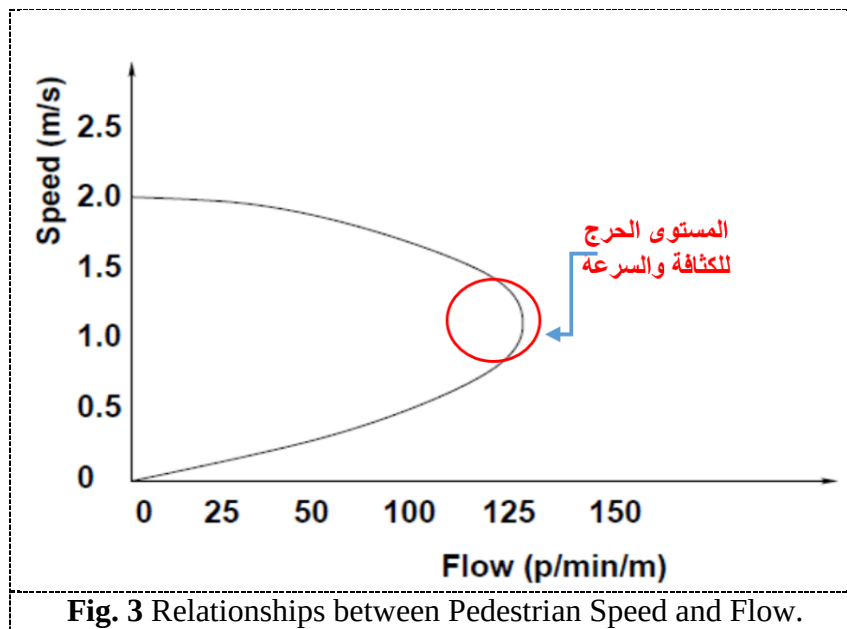


Fig. 4 confirms the relationships between walking speed and available space and suggests some points of demarcation for developing LOS criteria. The outer range of observations indicates that at an average space of less than  $1.5 \text{ m}^2/\text{p}$ , even the slowest pedestrians cannot achieve their desired walking speeds. Faster pedestrians, who walk at speeds of up to  $1.8 \text{ m/s}$ , are not able to achieve that speed unless the average space is  $4.0 \text{ m}^2/\text{p}$  or more.

يؤكد الشكل رقم ٤ العلاقة بين سرعة المشي للسابلة والحيز المتوفر ويقترح بعض نقاط الترسيم لإيجاد معايير مستوى الخدمة LOS. النطاق الخارجي للملاحظات تتضمن إن معدل الحيز أقل من  $1.5$  (متر مربع/شخص)، لا يستطيع حتى السابلة البطيئين تحقيق سرعة المشي المرغوبة. إن السابلة الأسرع، الذي يمشون بسرعة تصل إلى  $1.8$  م/ثانية، غير قادرين على تحقيق هذا السرعة ما لم يكون معدل الحيز هو  $4$  متر مربع/شخص.

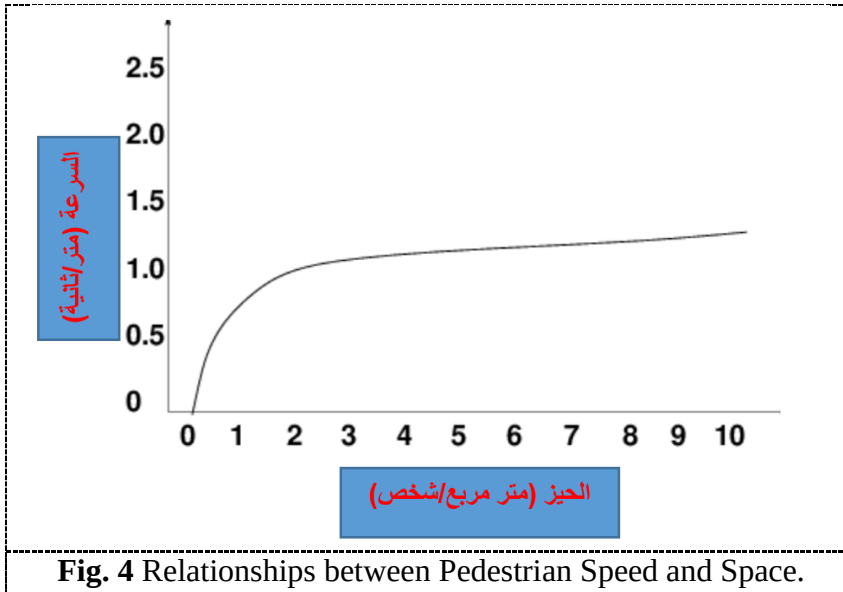
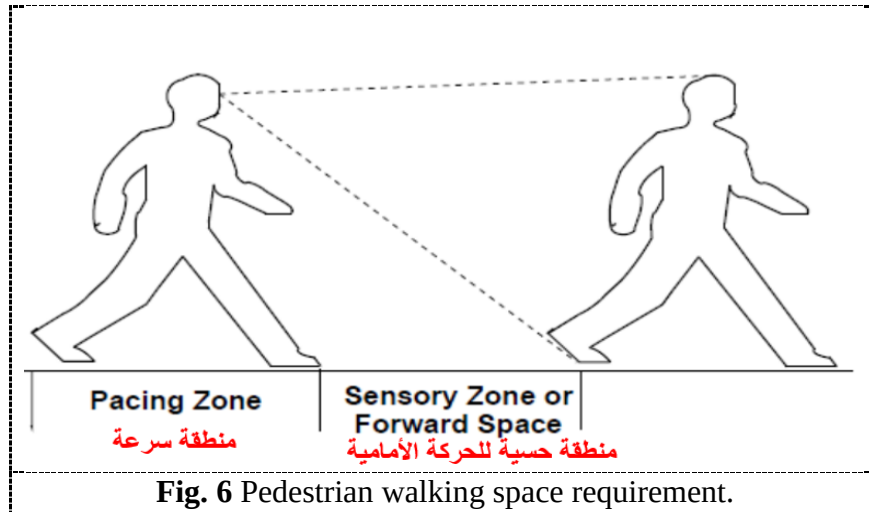
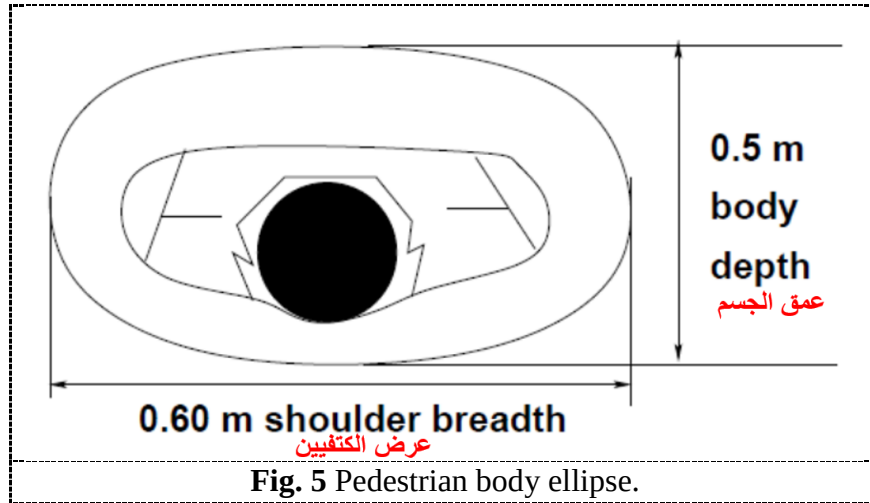


Fig. 4 Relationships between Pedestrian Speed and Space.

### Pedestrian Space Requirements

Pedestrian facility designers use body depth and shoulder breadth for minimum space standards, at least implicitly. A simplified body ellipse of  $0.50 \text{ m} \times 0.60 \text{ m}$ , with a total area of  $0.30 \text{ m}^2$  is used as the basic space for a single pedestrian, as shown in Fig. 5 this represents the practical minimum for standing pedestrians. In evaluating a pedestrian facility, an area of  $0.75 \text{ m}^2$  is used as the buffer zone for each pedestrian. A walking pedestrian requires a certain amount of forward space. This forward space is a critical dimension since it determines the speed of the trip and the number of pedestrians that are able to pass a point in a given time period. The forward space in Fig 6 is categorized into a pacing zone and a sensory zone.

يستخدم مصممي مرافق السابلة العمق والعرض للكثفين لتحديد الحد الأدنى من المعايير، على الأقل ضمناً. يتم استخدام شكل بيضوي ( $0.6 \times 0.5$ ) متر، وتستخدم مساحة كلية أساسية  $0.3$  متر مربع للشخص الواحد كما موضح في الشكل رقم ٥ الذي يمثل الحدود العملية الدنيا للسابلة الواقفين. في تقييم مرافق السابلة، يتم استخدام مساحة  $0.75$  متر مربع كم منطقة عازلة لكل سابلة. يتطلب السابلة سيراً على الأقدام قدر من المسافة الأمامية. تعد هذه المسافة الأمامية بعداً مهماً وحرجاً لأنها تحدد السرعة وعدد السابلة القادرين لعبور نقطة خلال فترة زمنية معينة. يتم تصنيف المسافة الأمامية في الشكل رقم ٦ إلى منطقة سرعة ومنطقة حسية.



### Pedestrian Walking Speed

Pedestrian walking speed is highly dependent on the proportion of elderly pedestrians (65 years old or more) in the walking population. If 0 to 20 percent of pedestrians are elderly, the average walking speed is 1.2 m/s on walkways. If elderly people constitute more than 20 percent of the total pedestrians, the average walking speed decreases to 1.0 m/s. In addition, a walkway upgrade of 10 percent or more reduces walking speed by 0.1 m/s. On sidewalks, the free-flow speed of pedestrians is approximately 1.5 m/s. There are several other conditions that could reduce average pedestrian speed, such as a high percentage of slow-walking children in the pedestrian flow.



تعتمد سرعة السابالة بشكل كبير على نسبة كبار العمر من السابالة ( ٦٥ سنة أو اكبر). إذا كان نسبة ٠ الى ٢٠ % من السابالة هم كبار العمر، معدل سرعة السابالة هو ١.٢ متر/ثانية على ممر المشي. إذا كان نسبة كبار العمر أكثر من ٢٠ % من السابالة، معدل سرعة السابالة تقل بمقدار ١.٠ متر/ثانية. بالإضافة، إن المشي على منحني مرتفع بميل ١٠ % أو أكثر تقل سرعة السابالة بمقدار ٠.١ متر/ثانية. تبلغ سرعة المشي الحر للسابالة في ممرات المشي تقريباً " ١.٥ متر/ثانية. هناك العديد من الشروط الأخرى التي تقلل متوسط سرعة السابالة، مثلاً " النسبة العالية من الأطفال في تدفق السابالة.

### Pedestrian Start-Up Time and Capacity

A pedestrian start-up time of 3 sec. is a reasonable midrange value for evaluating crosswalks at traffic signals. A capacity of 75p/min/m or 4,500p/h/m is a reasonable value for a pedestrian facility if local data are not available. At capacity, a walking speed of 0.8 m/s is considered a reasonable value.

إن بدء المشي للسابلة تستغرق ٣ ثواني كقيمة متوسطة المدى ومعقولة لتقييم مناطق العبور في التقاطعات ذات الإشارة الضوئية. تعد سعة ٧٥ شخص/دقيقة/متر أو ٤٥٠٠ شخص/ساعة/متر قيمة معقولة لمرافق السابلة في حالة عدم توفر البيانات المحلية. عند السعة، تعتبر السرعة ٠.٨ متر/ثانية قيمة معقولة.

### Level of Services

The HCM uses pedestrian space as the primary measure of effectiveness, with mean speed and flow rate as secondary measures. Provision of adequate space for both moving and queuing pedestrian flow is necessary to ensure a good LOS. Alternatively, LOS is considered pedestrian comfort, convenience, perception of safety, and security. Alternative LOS measurements consider specific constraints to pedestrian flow such as stairways and wait time to cross roadways. We are going to discuss the LOS of walkways, LOS of queuing, and LOS at the signalized intersection below.

يستخدم دليل السعة الأمريكي الحيز كمؤشر للفعالية أو مقياس رئيسي لتحديد مستوى الخدمة، ومعدل السرعة ومعدل تدفق كمقاييس ثانوية. يعد توفير حيز مناسب لكل من حركة السابلة والطاير أمر ضروري لتحقيق مستوى خدمة جيد. بدلاً من ذلك يعتبر مستوى الخدمة راحة للسابلة والملائمة والأمان والأمن. تأخذ مقاييس مستوى الخدمة بعض القيود بالنسبة لصعود السلالم ووقت الإنتظار في مناطق عبور الطرق. سيتم مناقشة مستويات الخدمة لمررات المشي، طاير الإنتظار، ومستويات الخدمة في التقاطعات كما موضح أدناه.

### Pedestrian Walkway LOS

#### LOS A

Pedestrian Space  $> 5.6 \text{ m}^2/\text{p}$ , Flow Rate = 16 p/min/m. At a walkway LOS A, pedestrians move in desired paths without altering their movements in response to other pedestrians. Walking speeds are freely selected, and conflicts between pedestrians are unlikely. It is shown in Fig. 7.

الحيز للسابلة يكون أكبر من ٥.٦ متر مربع/شخص، معدل التدفق = ١٦ شخص/دقيقة/متر في ممرات المشي لها مستوى الخدمة A، يمشي السابلة بالمسار المرغوب به بدون تغيير الحركة بسبب وجود أشخاص آخرين. إن سرعة المشي تكون حرة الاختيار، بدون حركة تعاكس بين السابلة غير مرغوب بها. كما موضح في الشكل رقم ٧.

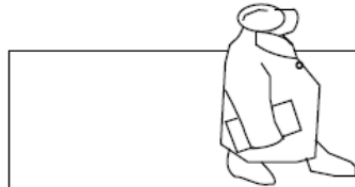


Fig. 7: LOS A.

## LOS B

Pedestrian Space > 3.7–5.6 m<sup>2</sup>/p Flow Rate > 16–23 p/min/m. At LOS B, there is sufficient area for pedestrians to select walking speeds freely, bypass other pedestrians, and avoid crossing conflicts. At this level, pedestrians begin to be aware of other pedestrians and to respond to their presence when selecting a walking path. It is shown in Fig. 8.



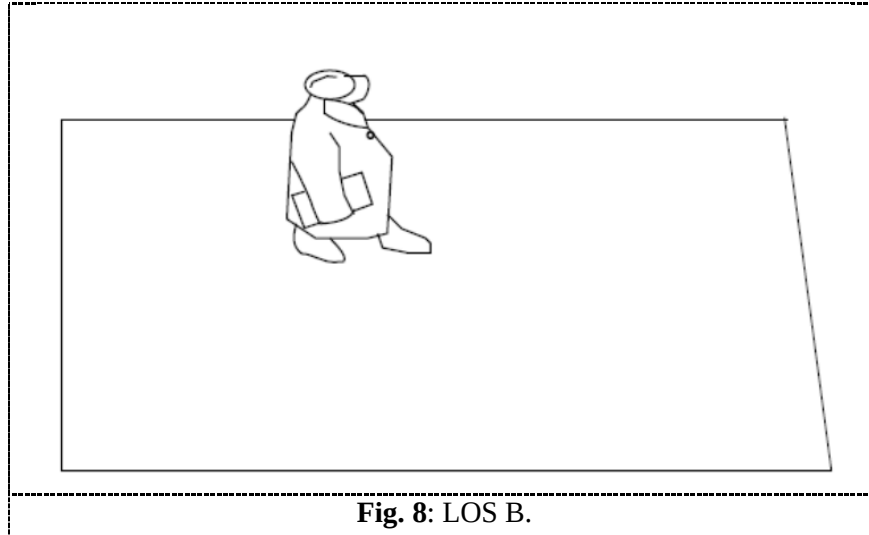
الحيز للسابلة يتراوح بين ٣.٧ – ٥.٦ متر مربع/شخص، معدل التدفق = ١٦ - ٢٣ شخص/دقيقة/متر في ممرات المشي لها مستوى الخدمة B، هناك مساحة كافية للسابلة لإختيار السرعة المناسبة بحرية، وتجنب حركة العبور المتعاكسة. في هذا المستوى، تبدأ السابلة بالحذر من بقية السابلة والإستجابة لوجودهم في إختيار مسار المشي. كما موضح في الشكل رقم ٨.

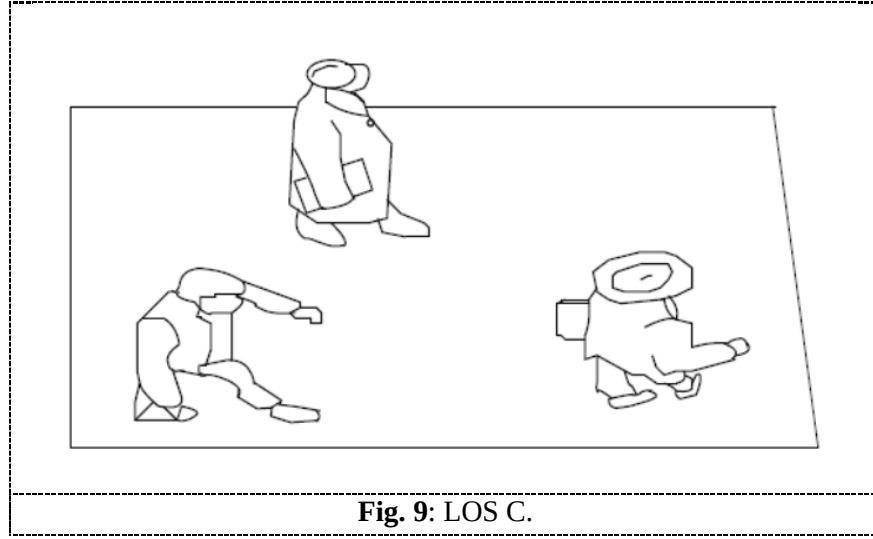
## LOS C

Pedestrian Space > 2.2–3.7 m<sup>2</sup>/p Flow Rate > 23–33 p/min/m. At LOS C, space is sufficient for normal walking speeds, and for bypassing other pedestrians in primarily unidirectional streams. Reverse-direction or crossing movements can cause minor conflicts, and speeds and flow rates are somewhat lower. It is shown in Fig. 9.



الحيز للسابلة يتراوح بين ٢.٢ – ٣.٧ متر مربع/شخص، معدل التدفق = ٣٣ - ٢٣ شخص/دقيقة/متر في ممرات المشي لها مستوى الخدمة C، هناك مساحة كافية لسرعة المشي الإعتيادية، ولتجاوز السابلة الآخرين في تيار التدفق أحادي الإتجاه للسابلة بشكل أساسي. يمكن أن تسبب حركات بالإتجاه المعاكس أو العبور بعض التعارضات الطفيفة، ومعدل التدفق والسرعة تكون نوعاً ما أقل. كما موضح في الشكل رقم ٩.





#### LOS D

Pedestrian Space > 1.4–2.2 m<sup>2</sup>/p Flow Rate > 33–49 p/min/m. At LOS D, the freedom to select the individual walking speed and to bypass other pedestrians is restricted. Crossing or reverse flow movements face a high probability of conflict, requiring frequent changes in speed and position.

The LOS provides reasonably fluid flow, but friction and interaction between pedestrians are likely. It is shown in Fig. 10.

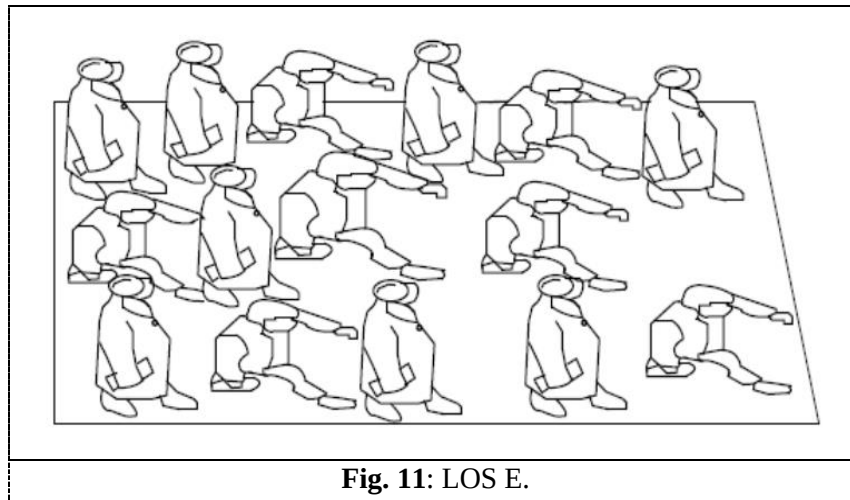
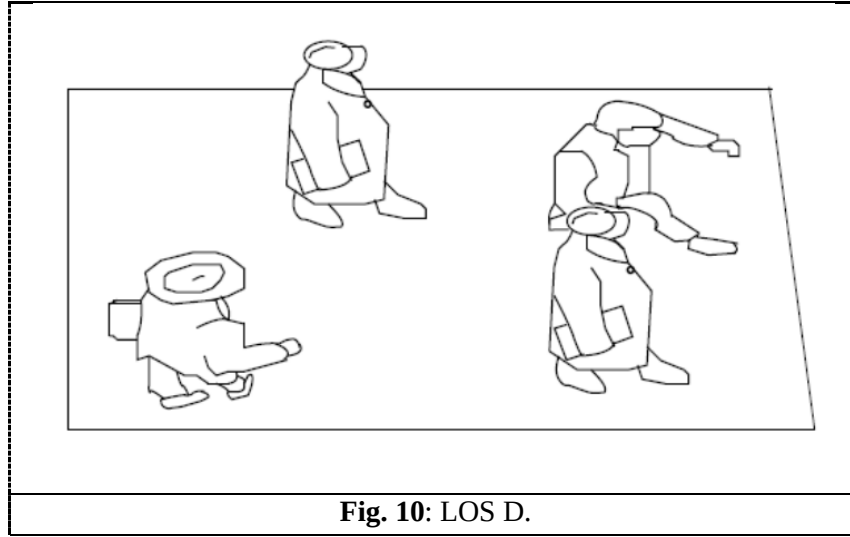
الحيز للسابلة يتراوح بين ١.٤ – ٢.٢ متر مربع/شخص، معدل التدفق = ٣٣ - ٤٩ شخص/دقيقة/متر في ممرات المشي لها مستوى الخدمة D، حرية لإختيار السرعة لكل سابلة وعبور السابلة يكون مقيد نوعاً ما. العبور أو الحركة المتعاكسة تواجه نسبة عالية من التعارض، وتتطلب تغييرات في السرعة والمسار والموقع. مستوى الخدمة D يوفر إنسيابية معقولة، لكن الاحتكاك بين السابلة يكون موجود. كما موضح في الشكل رقم ١٠.

#### LOS E

Pedestrian Space > 0.75 – 1.4 m<sup>2</sup>/p Flow Rate > 49 – 75 p/min/m. At LOS E, virtually all pedestrians restrict their normal walking speed, frequently adjusting their gait. At the lower range, forward movement is possible only by shuffling. Space is not sufficient for passing slower pedestrians. Cross- or reverse-flow movements are possible only with extreme difficulties.

Design volumes approach the limit of walkway capacity, with stoppages and interruptions to flow. It is shown in Fig. 11.

الحيز للسابلة يتراوح بين ٠.٧٥ – ١.٤ متر مربع/شخص، معدل التدفق = ٧٥ - ٤٩ شخص/دقيقة/متر في ممرات المشي لها مستوى الخدمة E، هناك تقييد في سرعة جميع السابلة ويقومون بضبط سرعة المشي لهم. في النطاق الأدنى لا يمكن التحرك الى الأمام إلا عن طريق التدافع. لا يكفي الحيز لتمرير السابلة الأبطأ. إن حركات التجاوز أو العبور أو الحركات المعاكسة تكون ممكنة بصعوبة كبيرة. تقترب قيم الحجم التصميمية من الحد الأقصى لسعة الممر مع توقفات وإنقطاع للتدفق. كما موضح في الشكل رقم ١١.



### LOS F

Pedestrian Space  $\leq 0.75 \text{ m}^2/\text{p}$  Flow Rate varies p/min/m. At LOS F, all walking speeds are severely restricted, and forward progress is made only by shuffling. There is frequent, unavoidable contact with other pedestrians. Cross- and reverse-flow movements are virtually impossible. Flow is sporadic and unstable. Space is more characteristic of queued pedestrians than of moving pedestrian streams. It is shown in Fig. 12.



الحيز للسابلة أقل من ٠.٧٥ متر مربع/شخص، معدل التدفق متغاير شخص/دقيقة/متر في ممرات المشي لها مستوى الخدمة F، هناك تقييد في سرعة السابلة بشكل كبير، والتقدم نحو الأمام يكون عن طريق التدافع. يكون هناك أيضا إحتكاك لامفر منه مع بقية السابلة والحركة المعاكسة لتدفق السابلة تكون غير ممكنة. إن التدفق منقطع وغير مستقر. يعتبر الحيز أكثر خصوصية للسابلة في الطابور أكثر من كونها خاصة بتدفقات السابلة. كما موضح في الشكل رقم ١٢.

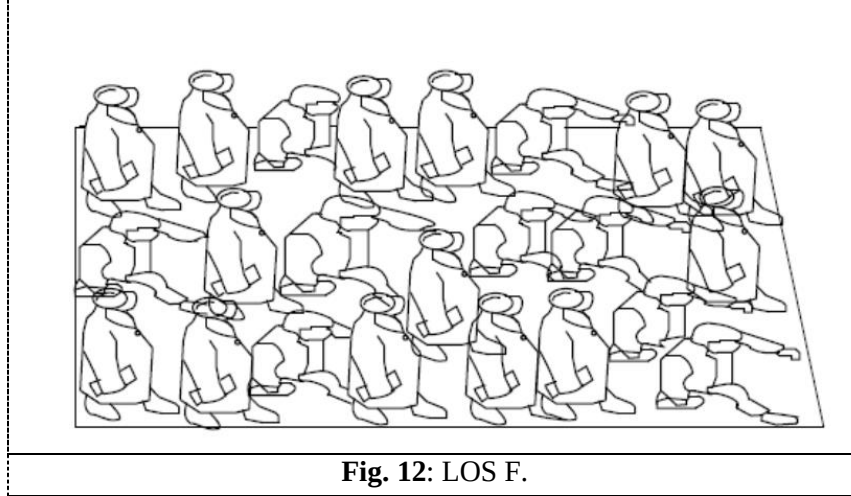


Fig. 12: LOS F.

### LOS at the signalized intersection

The signalized intersection crossing is more complicated to analyze than a mid-block crossing, because it involves intersecting sidewalk flows, pedestrians crossing the street, and others queued waiting for the signal to change. The service measure is the average delay experienced by a pedestrian. Research indicates that the average delay of pedestrians at signalized intersection crossings is not constrained by capacity, even when pedestrian flow rates reach 5,000 p/h. The average delay per pedestrian for a crosswalk is given by the Eq.1:

يعد تحليل العبور في التقاطعات ذات الإشارة الضوئية أكثر تعقيدا من العبور في منتصف الطرق لأنها تتعكس مع تدفق السابلة في ممرات المشي، وعبور السابلة للتقاطع، وغيرها من طوابير الانتظار لتغيير الإشارة الضوئية في التقاطع. إن مقاييس الخدمة هي معدل التأخير الذي يعاني منه السابلة. تضمنت البحوث إن معدل التأخير لعبور السابلة في التقاطعات ذات الإشارة الضوئية لا يتقيد بالساعة حتى وإن كان معدل التدفق للسابلة يصل إلى ٥٠٠٠ شخص/ساعة. إن معدل التأخير للسابلة في عبور التقاطعات موضح في المعادلة رقم ٣:

$$d_p = \frac{0.5(C-g)^2}{c} \quad [3]$$

Where:

$d_p$  = average pedestrian delay (s), **معدل التأخير للسابلة بالثواني**

$g$  = effective green time (for pedestrians) (s), and **زمن الإشارة الخضراء الفعال للسابلة بالثواني**

$C$  = cycle length (s). **طول الدورة بالثواني**

In the design facilities, we will discuss the design criteria of sidewalks, street corners, crosswalks, traffic islands, overpasses and underpasses, and other facilities like pedestrian signals and signage.

**في تصميم مرفق السابلة، سيتم مناقشة معايير التصميم للأرصعة وممرات المشي وزوايا الشوارع، ومناطق العبور، والاتفاق وجسور السابلة وغيرها من المرافق الأخرى مثلا إشارات المرور والعلامات للسابلة.**

### Sidewalk

Sidewalks are pedestrian lanes that provide people with space to travel within the public right-of-way that is separated from roadway vehicles. They also provide places for children to walk, run, skate, ride bikes, and play. Sidewalks are associated with significant reductions in pedestrian collisions with motor vehicles.

**ممرات المشي هي الممرات المخصصة لمشبي السابلة توفر للناس مساحة للنقل ضمن حق الطريق العام المنفصل عن المركبات في الطريق. توفر أيضا "مساحة للنقل للأطفال والركض وتوقيف الدراجات واللعب. ممرات المشي ترتبط مع الإنخفاض الملحوظ في تصادم السابلة مع المركبات.**

- Width:** The minimum clear width of a pedestrian access route shall be 1220 mm exclusive of the width of the curb. It varies according to pedestrian flow rate and different LOS. It is shown in the Table 2. العرض: يجب أن يكون الحد الأدنى للعرض الواضح لمسار السابلة ١٢٢٠ مم باستثناء عرض الرصيف. يتغير تبعاً لتدفق السابلة ومستوى الخدمة. كما موضح في الجدول
- Cross slope:** The cross slope of the pedestrian access route shall be a maximum of 1:48. الميل العرضي: إن الحد الأقصى للميل العرضي لمسار الوصول للسابلة هو ١:٤٨.

**Table 2:** Minimum pedestrian clear area (excluding sidewalk obstructions).

| Pedestrian Flow rate<br>(pedestrian/hour) | LOS A              | LOS B | LOS C | LOS D | LOS E |
|-------------------------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| < 600                                     | 1.5 m              | 1.2 m | 1.2 m | 1.2 m | 1.2 m |
| 600-1200                                  | 3.1 m              | 1.2 m | 1.2 m | 1.2 m | 1.2 m |
| 1200-2400                                 | 6.1m               | 1.8 m | 1.5 m | 1.2 m | 1.2 m |
| 2400-3600                                 | Not<br>recommended | 2.8 m | 1.8 m | 1.5 m | 1.2 m |
| 3600-4800                                 |                    | 3.7 m | 2.5 m | 1.8 m | 1.2 m |
| 4800-6000                                 |                    | 4.6 m | 3.1 m | 2.1 m | 1.2 m |
| 6000-7200                                 |                    | 5.5 m | 3.7 m | 2.5 m | 1.5 m |
| 7200-8400                                 |                    | 6.1 m | 4.3 m | 3.1 m | 1.8 m |
| 8400-9600                                 |                    | 7.1 m | 4.9 m | 3.4 m | 2.1 m |
| 9600-10800                                |                    | 8.1 m | 5.5 m | 3.7 m | 2.5 m |
| 10800-12000                               |                    | 8.9 m | 6.1 m | 4.3 m | 2.5 m |

- Surfaces:** The surface should be firm, stable, and slip resistant and prohibit openings & avoid service elements i.e. manholes, etc.

السطح: يجب أن يكون السطح صلباً، ثابت، مستقر، ضد التزحلق، وحظر الفتحات وتجنب غرف التفتيش وعناصر الخدمة وفتحات المجاري والخ.

A buffer zone of 1.2 to 1.8 m (4 to 6 ft) is desirable and should be provided to separate pedestrians from the street. The buffer zone will vary according to the street type. In downtown or commercial districts, a street furniture zone is usually appropriate.

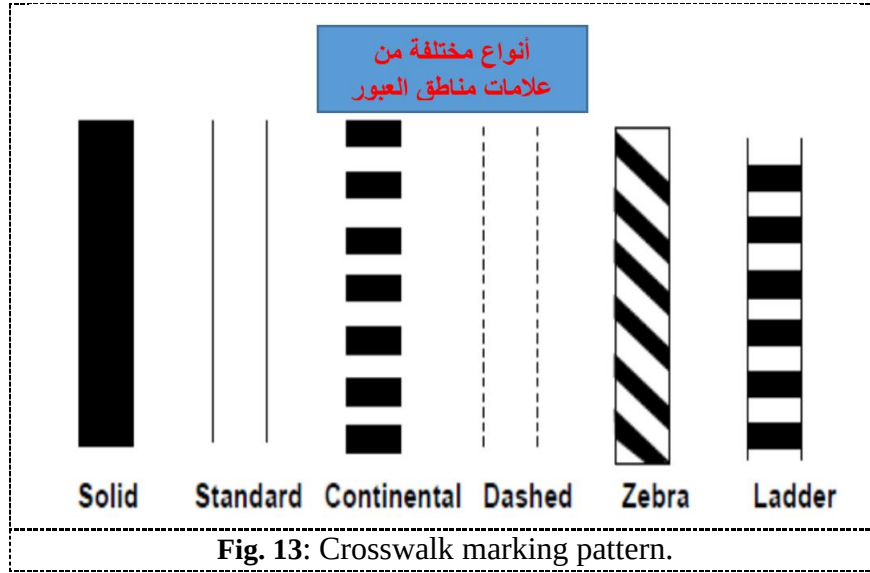
منطقة عازلة (١.٢-١.٨) متر (٤-٦) قدم مرغوب فيها ويجب توفيرها لعزل السابلة عن الشارع. تختلف المنطقة العازلة حسب تصنيف ونوع الشارع. في مركز المدينة أو المناطق التجارية يجب أن تكون منطقة أثاث الطريق مناسبة.

### Cross Walk

Marked crosswalks indicate optimal or preferred locations for pedestrians to cross and help designate right-of-way for motorists to yield to pedestrians. Crosswalks are often installed at signalized intersections and other selected locations.

تشير ممرات العبور المحددة الى المواقع المثلى أو المفضلة لعبور السابلة وتساعد في تعيين حق الطريق لإعطاء الأولوية للسابلة. غالباً ما يتم تحديد مناطق العبور في التقاطعات ذات الإشارة الضوئية وغيرها من المواقع الأخرى.

1. It should be located at all open legs of a signalized intersection.  
يجب أن يكون موجود في كل المقتربات للتقاطع
2. It should be perpendicular to the roadway.  
يجب أن يكون عمودياً على الطريق
3. The parallel line should be 0.2-0.6 m in width and min. length 1.8 m (standard 3m).  
الخطوط المتوازية يجب أن تكون ما بين (٠.٢ - ٠.٦) متر عرض كحد أدنى وطول ١.٨ متر (٣ متر قياسي)
4. Marking may be of a different type to increase visibility like as solid, standard, continental, dashed, zebra, or ladder. It is shown in Fig.13.  
قد تكون العلامات من نوع مختلف لزيادة الرؤية مثلاً "صلبة، قياسية، خطوط متقطعة، أو شكل سلم، الخ. كما موضح في الشكل رقم ١٣.



### Traffic Islands

Traffic islands to reduce the length of the crossing should be considered for the safety of all road users. It is used to permit safe crossing when insufficient gaps in two directions of traffic & help the elderly, children, and disabled.

إن مراعاة الجزرات الوسطية تقلل طول منطقة العبور للامان لكل مستخدم الطريق. يتم استخدامه للسماح بالعبور الامن عند وجود فجوات زمنية غير كافية للعبور في الاتجاهين للمرور وتساعد كبار السن والأطفال وذوي الإحتياجات الخاصة.

- It works best when refusing area median is greater than crosswalk width or 3.6 m, has a surface area of at least 4.6 sq.m, is free of obstructions, has adequate drainage, and provides a flat, street-level surface to provide accessibility to people with disabilities.

يعمل بشكل أفضل عندما تكون الجزيرة الوسطية أكبر من عرض مناطق العبور أو ٣.٦ متر، له مساحة سطحية مما لا يقل عن ٤.٦ متر مربع، خالي من المعوقات، له تصريف جيد، توفير مستوى سطحي لمساعدة الوصول لذوي الإحتياجات الخاصة.

- The Refuge area width should be at least 1.2 m wide and depend upon traffic speed. It should be 1.5m wide on streets with speeds between 40-48 km/h, 1.8 m wide (48- 56km/h), and 2.4 m (56-72 km/h).

يجب أن يكون عرض منطقة الوقوف عند العبور ما لا يقل عن ١.٢ متر وتعتمد على السرعة المرورية. ويجب أن لا يقل عن ١.٥ متر عرض بالنسبة للشوارع التي تكون سرعتها تتراوح (٤٠-٤٨) كم/ساعة، ١.٨ متر عرض لسرعة مرورية (٤٨-٥٦) كم/ساعة، ٢.٤ متر عرض لسرعة مرورية (٥٦-٧٢) كم/ساعة.

## Pedestrian Overpass and Underpass

Pedestrian facilities at grade and as directly as possible are always preferred. However, where grade separation is indicated, paths that are attractive, convenient, and direct can become well-used and highly valued parts of a city's pedestrian infrastructure.

يفضل إستخدام مرافق السابلة على نفس المستوى وبصورة مباشرة قدر الإمكان. ومع ذلك، عند إستخدام الفصل بمستويات ( الجسور أو الأنفاق ) يجب أن يكون جذاب ومريح وملئم للإستخدام بصورة جيدة وذات قيمة عالية من البنى التحتية لمرافق السابلة في المدينة.

- These are expensive methods but eliminate all or most conflicts. These may be warranted for critical locations such as school factory gates, sports arenas, and major downtown intersections (especially in conjunction with transit stations).

تعتبر مكلفة لكنه يقلل من التعارض. وتكون مبررة لإستخدامها في مواقع حرجة مثل المدارس والمصانع والساحات الرياضية، والتقاطعات في مراكز المدينة ( خاصة في التقاطعات مع محطات المترو).

- Overpasses are less expensive than underpasses. However, vertical rise and fall to be negotiated by pedestrians are usually greater for an overpass, and it may be aesthetically inferior. إن الجسور أقل كلفة من الأنفاق. ومع ذلك، فإن الاختيار بين الإرتفاع والإنخفاض من قبل السابلة عادة ما يكون أكبر بالنسبة للجسور وقد يكون أدنى من الناحية الجمالية.

- The minimum width is required 1.22 m, although 1.83 is preferred.

إن الحد الأدنى المطلوب ١.٢٢ على الرغم من أن يفضل ١.٨٣ متر

- Ramps slopes not greater than 1:12 (8.33%) are preferable to flights of stairs to accommodate wheelchairs, strollers, and bicycles and to comply with ADA.

إن الحد الأقصى لميل المنحدرات ١:١٢ (٨.٣٣%) هو الأفضل لصعود السلالم وإستيعاب الكراسي المتحركة وعربات الأطفال، والدراجات الهوائية، وللتوافق مع ذوي الإحتياجات الخاصة ADA

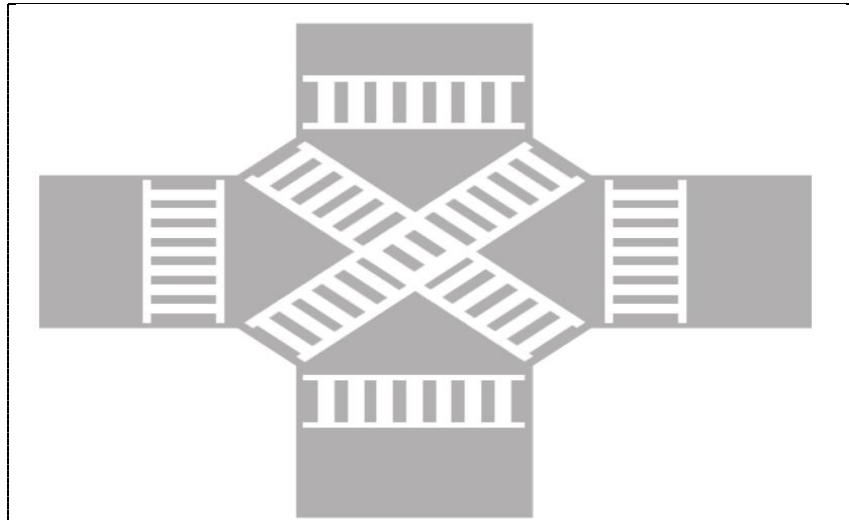


Fig. 14: Ladder pattern at the intersection.

## Street Corner

Available Time-Space: The total time space available for circulation and queuing in the intersection corner during an analysis period is the product of the net corner area and the length of the analysis period. For street corners, the analysis period is one signal cycle, which is equal to the

cycle length. The following equation is used to compute the time-space available at an intersection corner. Intersection Corner Geometry is shown in Fig. 15.

الحيز-الزمن المتاحة: إن مجموع الحيز الزمن المتاحة للإستدارة والطابور في زوايا التقاطعات خلال فترة التحليل هو نتاج مساحة الزاوية الصافية وطول فترة التحليل. لزوايا الشارع، فترة تحليل هي دورة الإشارة الضوئية ولهذا تساوي طول الدورة. تستخدم المعادلة رقم ٤ لحساب الحيز-الزمن في زوايا التقاطع. التصميم الهندسي لزوايا التقاطع موضحة في الشكل رقم ١٥.



Fig. 15: Street corner.

$$TS = C(W_a * W_b - 0.215R^2) \quad [4]$$

Where:

$TS$  =available time-space ( $m^2 \cdot s$ ), **حيز-زمن المتوفر بوحدات متر مربع-ثانية**  
 $W_a$  = effective width of Sidewalk a (m), **العرض الفعال للممرات المشي (متر)**  
 $W_b$  = effective width of Sidewalk b (m), **العرض الفعال للممرات المشي (متر)**  
 $R$  = radius of corner curb (m), and **نصف قطر رصيف الزاوية (متر)**  
 $C$  = cycle length (s) **طول الدورة (ثانية)**

### Pedestrian signals

Pedestrian signals are designed basically considering the minimum time gap required for crossing the pedestrians. This minimum time gap can be calculated by using the following gap Eq. 3.

تصمم إشارة المرور للسابلة بشكل أساسي مع مراعاة الحد الأدنى للفجوة الزمنية المطلوبة لعبور السابلة. يمكن حساب هذه الفجوة الزمنية بإستخدام المعادلة رقم ٥.

$$G_s = \frac{W}{S_{ped}} + t_c(N - 1) + t_s \quad [5]$$

Where:

$G_s$  = min time gap in a sec, الحد الأدنى زمن للفجوة بالثانية

$W$  = width of crossing section, عرض مقطع العبور

$t_s$  = start-up time, زمن البدء

$t_c$  = consecutive time between two pedestrians, الزمن المتتابع بين اثنين من السابلة

$N$  = no of rows, and عدد الصفوف

$S_{ped}$  = pedestrian speed. سرعة السابلة

### Traffic sign

There are many signs used for pedestrian facilities like as in-pavement flashers, overhead signs, animated pedestrian indications, and school zone symbols. These are shown below:



هناك العديد من العلامات التي تستخدم لمرافق السابلة مثل "عاكسات الضوء على التبليط، العلامات واللافتات العلوية وعلامات السابلة المتحركة، والعلامات الخاصة بمنطقة تحذير للمدارس. وهذه موضحة أدناه:

- ✚ In-Pavement Flashers (Fig. 16)
- ✚ Overhead Signs (Fig. 17)
- ✚ Animated Pedestrian Indications (Fig.18)
- ✚ School Zone Symbol (Fig. 19)

