

Lecture One

Introduction to Traffic Engineering

What is A Traffic?

Traffic can be defined as the movement of vehicles, pedestrians, and goods along a route, and in the 21st century, the biggest problem and challenge for the traffic engineer is often the imbalance between the amount of traffic and the capacity of the route, leading to congestion.

يعرف المرور بأنه حركة المركبات والسابلة والبضائع على طول مسار معين على الطرق. من أكبر المشاكل التي يعاني منها القرن الحادي والعشرون، مشكلة الزحام المروري والتي تعتبر من أهم التحديات لمهندسي المرور. إن مشكلة الزحام المروري تنشأ نتيجة عدم التوازن بين حجم الطلب المروري والسعة الاستيعابية.

What is Traffic engineering?

That part of transportation engineering deals with the planning, and geometric design of highways, parking facilities, and the control of traffic to provide safe, convenient, and economical movement of vehicles and pedestrians.

يعرف هندسة المرور بأنه الجزء من هندسة النقل الذي يتعامل مع التخطيط والتصميم الهندسي للطرق ومواقف المركبات وأجهزة التحكم المرورية لتوفير حركة آمنة ومريحة واقتصادية للمركبات والسابلة.

Traffic Streams Components

Traffic Streams consist of; individual drivers, vehicles, and roadway and environment, as shown in Fig. 1

يتألف التدفق المروري من المكونات الثلاثة التالية:

١. السائق.
٢. المركبة.
٣. الطريق والبيئة للطريق.

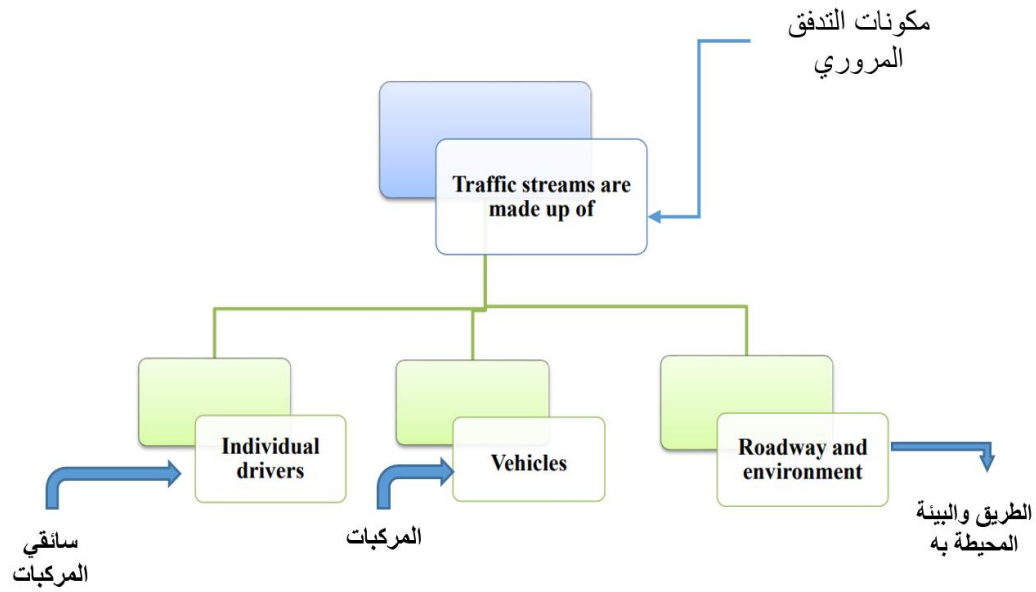


Fig. 1. Traffic Streams Components.

Variability in Traffic Stream التباين في التيار المروري

Traffic flow (movement of vehicles) involves variability unlike pipe flow (homogeneous).

إن تدفق الحركة المرورية (حركة المركبات) يشمل التنوع على عكس تصرف السوائل (المتجانس) في الأنابيب.

- ✚ Driver's behavior and vehicle characteristics typically vary.
- ✚ No two traffic streams will behave exactly in the same way.

لا يوجد تدفقين مروريين متشابهين في الخصائص.

يتباين سلوك سائقي المركبات بصورة كبيرة وكذلك تختلف خصائص المركبات.

- ✚ Although traffic characteristics vary there is a reasonable range.

إن الاختلاف في خصائص المرور يكون ضمن مدى معقول.

As we know the traffic flow varies by time and space and there are several constraints in terms of physical constraints (due to the geometric design of the roadway) and complex driver behavior (perception, reaction, attitude, and other characteristics). Fig. 2 shows the illustration of variability for traffic flow by time and space with possible constraints.

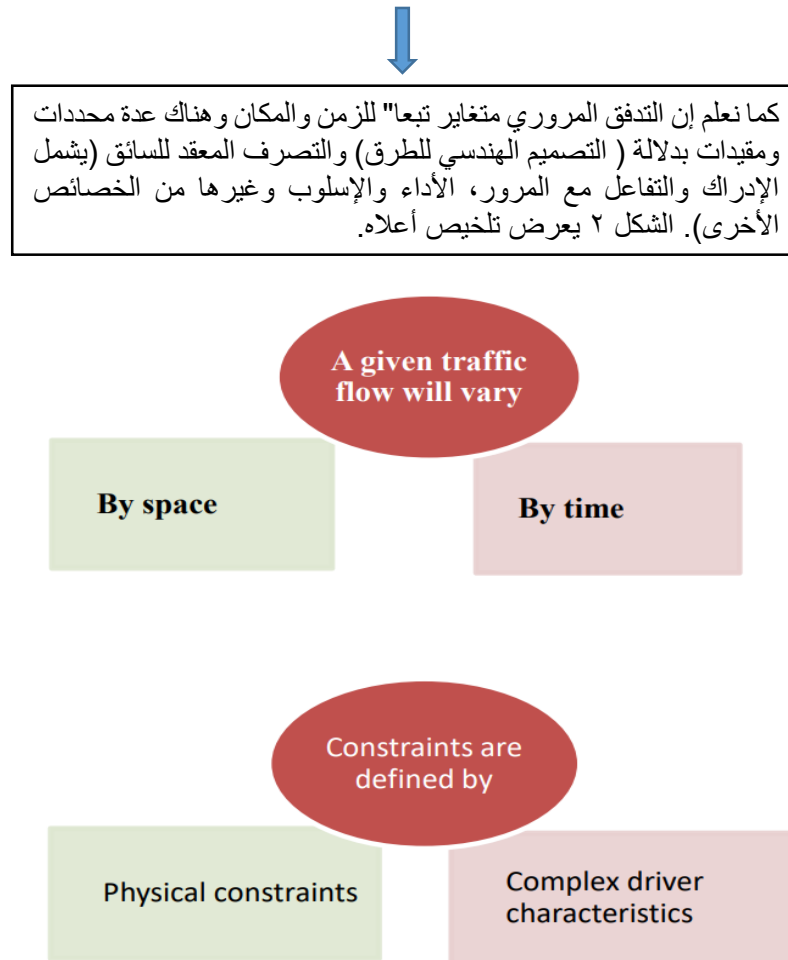


Fig. 2. The illustration of variability for traffic flow by time and space with possible constraints.

For example; in a 65 miles/hr roadway some drivers will drive 50 miles/hr and some will drive 80 miles/hr

- There exists a range.

مثال على التباين في خصائص التدفق المروري، طريق سرعته المرورية ٦٥ ميل/ساعة. نجد إن بعض سائقي المركبات يقودون بسرعة ٥٠ ميل/ساعة والبعض الآخر يقود بسرعة ٨٠ ميل /ساعة. مما يدل على إنه يوجد مدى للتباين في الخصائص المرورية.

Before the traffic characteristics are displayed we shall see what are:

- ✚ Facilities.
- ✚ Basic flow parameters.

قبل البدء في عرض خصائص المرور سنرى ماهي: أهم المرافق ومعاملات التدفق المروري.

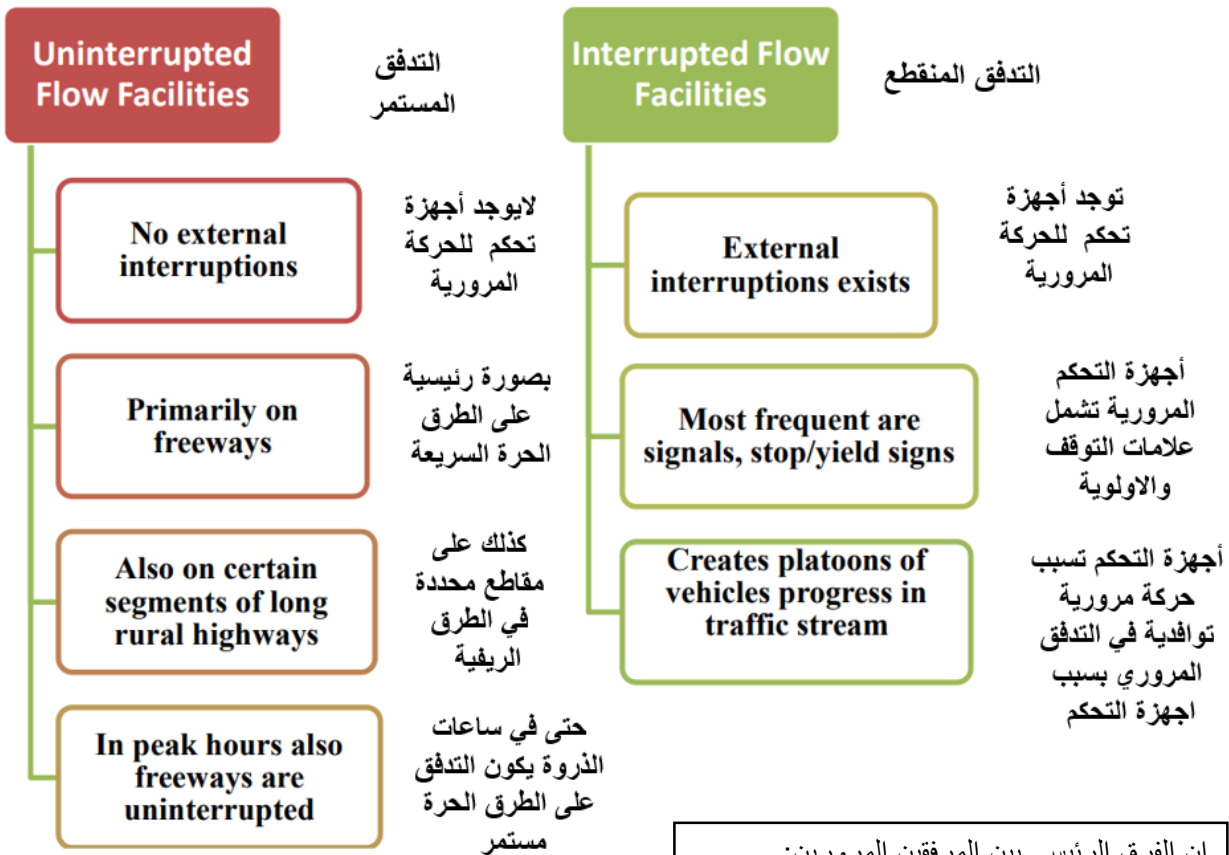
Traffic Facilities Types أنواع المرافق المرورية

Traffic facilities are classified into two categories:

1. Uninterrupted flow, see Fig. 3.
2. Interrupted flow, see Fig. 4.

يتم تصنيف المرافق المرورية الى فئتين:

١. التدفق المستمر غير المنقطع (مثلا: الطرق الحرة السريعة)، انظر الشكل ٣.
٢. التدفق المروري المنقطع (مثلا: التقاطعات المرورية)، انظر الشكل ٤.



Major Differences between Facilities

The major difference between the two facilities:

- Impact of time (no interventions at any time).
- Availability of roadways.

إن الفرق الرئيسي بين المرفقين المروريين:

١. تأثير الوقت (لا يوجد تحكم على الحركة المرورية في أي وقت بالنسبة للتدفق المستمر).
٢. الطرق ذات التدفق المستمر تكون متاحة للاستخدام طوال الوقت.
٣. الطرق ذات التدفق المنقطع، لا تكون متاحة للاستخدام طوال الوقت بسبب وجود إشارة الوقوف والإشارة الضوئية والأولوية.

- On uninterrupted facilities roadways are available to users all the time.
- But sections of roadways are not available to users because of traffic control (signal, stop, and yield signs).



Fig. 3. Uninterrupted flow (Mohammad Al-Qasim Expressway) at Baghdad city.

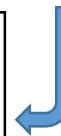


Fig. 4. Interrupted flow (Al-Nakhala Intersection) at Baghdad city- Palestine arterial street.

Traffic Stream Parameters معاملات التيار المروري

There are two classifications of traffic stream parameters; macroscopic parameters that describe the traffic stream as a whole and microscopic parameters that describe the behavior of individual vehicles within the traffic stream. Fig. 5 and 6 display the traffic stream parameters for both classifications.

هناك تصنيفان لمعاملات حركة التيار المروري؛ المعاملات التي تصف التيار المروري كمجموعة من المركبات وتسمى المعاملات العينية. والمعاملات المجهرية التي تصف سلوك المركبة المنفردة داخل التدفق المروري. الشكل رقم ٦ يوضح هذه المعاملات لكلا الفئتين.



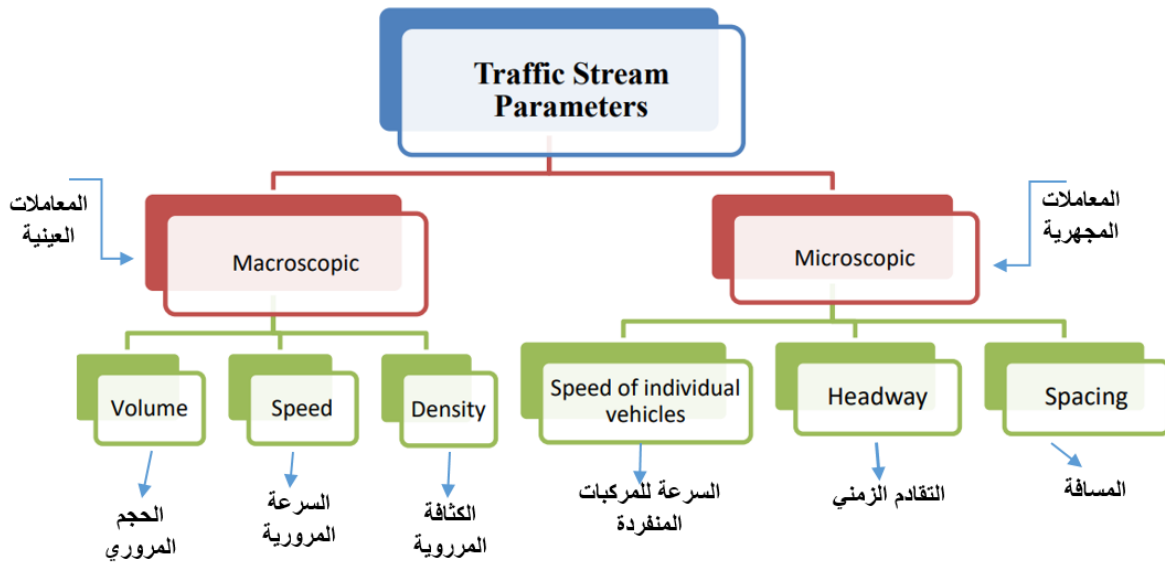


Fig. 5. Types of traffic stream parameters.



Fig. 6. Explain the macroscopic and microscopic parameters.

Volume Traffic **الحجم المروري**

Volume is defined as the number of vehicles passing a point on the highway or a given lane or direction of a highway at a specified time interval.

- ✚ Unit of measurement: vehicles per unit of time.
- ✚ Usually expressed as (vehicles/hour).
- ✚ Denoted as (veh/hr).

يعرف الحجم المروري بأنه عدد المركبات التي تمر على نقطة معينة على ممر على الطريق في اتجاه معين خلال فترة زمنية محددة. وحدات القياس (عدد المركبات/ فترة زمنية) وعادة يرمز لها بوحدات (مركبة/ساعة).

Rate of Flow **معدل التدفق**

The rate of flow is generally expressed in units of (veh/hr) but represents flows that exist for a period of time less than an hour.

Example: 200 vehicles are observed for 15min.:

- ✚ The equivalent hourly volume will be 800 veh/hr.
- ✚ Even though 800 veh/hr would not be observed if one hour was counted.

يعرف معدل التدفق المروري بأنه التدفق خلال فترة زمنية أقل من ساعة ولكن يعبر بما يكافئ ساعة ووحداته (مركبة/ساعة). مثلاً " عند مرور ٢٠٠ مركبة خلال ١٥ دقيقة، يكون معدل التدفق المروري لها خلال ساعة هو ٨٠٠ مركبة/ساعة. أي بمعنى آخر الـ ٨٠٠ مركبة لم تمر خلال ساعة ولكن مرت بمعدل ٨٠٠ مركبة في الساعة.

Daily Volumes **الحجم المروري اليومي**

Daily Volumes are used to document annual trends in highway use. The forecasts depend on trends to help plan improvement or new facilities to accommodate the increased traffic demand.

There are four daily volume parameters used widely in traffic engineering:

الحجوم المرورية اليومية تستخدم لتوثيق النمط السنوي في استعمال الطرق. إن التنبؤ يعتمد على النمط السنوي للحجوم المرورية ويساعد في خطط التحسين وإنشاء الطرق الجديدة لاستيعاب الزيادة الحاصلة في الطلب المروري.
هناك أربعة أنواع من الحجوم اليومية تستخدم بصورة واسعة في هندسة المرور:

1. Average Annual Daily Traffic (AADT) **معدل الحجم المروري السنوي اليومي**

The average of 24-hour traffic volume at a given location over a full year (365) days.

$$AADT = \text{Traffic volume (24 hours)} / 365$$

معدل الحجم المروري السنوي اليومي: يعرف أنه مجموع الحجوم المرورية لـ ٢٤ ساعة في اليوم خلال سنة كاملة مقسومة على مجموع أيام السنة ٣٦٥

AADTs are used in several traffic and transportation analyses for:

- ✚ Estimation of highway user revenues.
- ✚ Computation of crash rates in terms of the number of crashes per 100 million vehicle miles.
- ✚ Establishment of traffic volume trends.
- ✚ Evaluation of the economic feasibility of highway projects.
- ✚ Development of freeway and major arterial street systems.
- ✚ Development of improvement and maintenance programs.

يستخدم معدل الحجم المروري السنوي اليومي في تحليلات عدة في هندسة المرور والنقل:

- حساب إيرادات مستخدمي الطرق.
- حساب معدلات الحوادث في الطرق بوحدات نسبة الحوادث/١٠٠ مليون مركبة-ميل.
- حساب أنماط الحجم المروري.
- حسابات الجدوى الاقتصادية لمشاريع الطرق.
- تطوير برامج الصيانة للطرق السريعة والشوارع الحضرية.
- تطوير برامج التحسين والصيانة.

2. Average Annual Weekday Traffic (AAWT)

معدل الحجم المروري السنوي الإجمالي

The average 24-hour volume occurs on weekdays over a full 365-day-year. The number of weekdays in a year is usually (260) days.

AAWT= Traffic volume (24 hours)/260

معدل الحجم المروري السنوي الإجمالي: يعرف إنه مجموع الحجم المروري لـ ٢٤ ساعة خلال أيام العمل الأسبوعية لسنة كاملة مقسوم على عدد أيام العمل الأسبوعية في السنة (٢٦٠) يوم.

3. Average Daily Traffic (ADT)

معدل الحجم المروري اليومي

The average 24-hour volume occurs at a specific location over a defined time period of less than one year. A common application to measure ADT for each month of the year.

ADT= Traffic volume (24 hours)/time periods usually a month

ADTs may be used for:

- ✚ Planning of highway activities.
- ✚ Measurement of current demand.
- ✚ Evaluation of existing traffic flow.

معدل الحجم المروري اليومي: يعرف إنه مجموع الحجم المروري لـ ٢٤ ساعة في موقع معين مقسوم على الفترة الزمنية المحددة وعادة في أغلب التطبيقات تحدد شهر وتكون أقل من سنة

يستخدم معدل الحجم المروري اليومي في:

- تخطيط فعاليات الطرق.
- حساب الطلب المروري الحالي.
- تقييم التدفق المروري الحالي.

Average Weekday Traffic (AWT) معدل الحجم المروري الإجمالي

The average 24-hour weekday volume at a given location over a defined time period of less than one year. A common application to measure AWT for each month of the year.

معدل الحجم المروري الإجمالي: يعرف إنه مجموع الحجم المروري لـ ٢٤ ساعة خلال أيام العمل الأسبوعية مقسوم على الفترة الزمنية المحددة (عدد الأيام المحددة) وعادة في أغلب التطبيقات تحدد خلال شهر في السنة.

Example: Daily Volume Estimation

1. Month	2. No. of Weekdays in Month (days)	3. Total Days in Month (days)	4. Total Monthly Volume (veh)	5. Total Weekday Volume (veh)	6. AWT 5/2 (veh/day)	7. ADT 4/3 (veh/day)
Jan	22	31	425,000	208,000	9,455	13,710
Feb	20	28	410,000	220,000	11,000	14,643
Mar	22	31	385,000	185,000	8,409	12,419
Apr	22	30	400,000	200,000	9,091	13,333
May	21	31	450,000	215,000	10,238	14,516
Jun	22	30	500,000	230,000	10,455	16,667
Jul	23	31	580,000	260,000	11,304	18,710
Aug	21	31	570,000	260,000	12,381	18,387
Sep	22	30	490,000	205,000	9,318	16,333
Oct	22	31	420,000	190,000	8,636	13,548
Nov	21	30	415,000	200,000	9,524	13,833
Dec	22	31	400,000	210,000	9,545	12,903
Total	260	365	5,445,000	2,583,000	—	—

قيم ADT أكبر من
AWT

واضح من القيم في
الجدول ان ADT
أكبر من AWT
في أشهر حزيران
وأب مما يدل على ان
المنطقة سياحية

$$AADT = 5,445,000 / 365 = 14,918 \text{ veh/day}$$

$$AAWT = 2,583,000 / 260 = 9,935$$

Hourly Volume الحجم المروري خلال الساعة

Traffic volume varies considerably over the 24 hours of the day, with periods of maximum flow occurring during the morning and evening commuter (rush hour) or (peak hour). The single hour of the day that has the highest hourly volume is referred to as the peak hour.

The traffic volume within this hour is of greatest interest to traffic engineers for operational analysis, planning, design, and usage.

يختلف الحجم المروري خلال الـ ٢٤ ساعة في اليوم، مع حدوث فترات لأقصى الحجم المروري خلال الصباح والمساء ويطلق عليها (ساعة الذروة). إن الحجم المروري خلال ساعة الذروة له أهمية عند مهندسي المرور لإستخدامه في عمليات التشغيل المروري والتخطيط والتصميم.

For design purposes, the peak-hour volumes are sometimes estimated from projections of the AADT. AADTs are converted to a peak-hour volume in the peak direction of flow. This is referred to as the "directional design hour volume" (DDHV) and is found using the following relationship:

لأغراض التصميم، يتم حساب الحجم المروري في ساعة الذروة عن طريق إستخدام المعدل الحجم المروري السنوي اليومي AADT بعد تحويله الى الحجم المروري في ساعة الذروة في إتجاه ذروة التدفق المروري. وهذا يسمى بـ DDHV الحجم المورري التصميمي الإتجاهي . ويستخرج حسب المعادلة رقم ١ الموضحة أدناه:

$$DDHV = AADT * K * D$$

Where:

K = proportion of AADT that occurs during design hour.

D = proportion of peak hour traffic traveling in the peak direction.

[1]

K: معامل نسبة الحجم المروري لساعة الذروة من معدل الحجم المروري السنوي اليومي.

D: المعامل الإتجاهي ويمثل نسبة الحجم المروري لساعة الذروة في إتجاه ذروة التدفق المروري.

For design, the K factor often represents the proportion of AADT occurring during the 30th peak hour of the year. If the 365 peak-hour volumes of the year at a given location are listed in descending order as shown in Fig. 7, the 30th peak hour is 30th on the list and represents a volume that is exceeded in only 29 hours of the year.

لأغراض التصميم، يعتمد معامل K والذي يمثل نسبة نسبة الحجم المروري السنوي الذي يحدث في الساعة (٣٠) من إجمالي الساعات في السنة. إذا تم ترتيب أحجام الساعات في السنة تنازلياً كما موضح في الشكل ٧، ساعة الذروة ٣٠ هي الساعة ضمن الترتيب وتمثل حجم مروري الذي يوجد أحجام أكبر منه في ٢٩ ساعة في السنة.

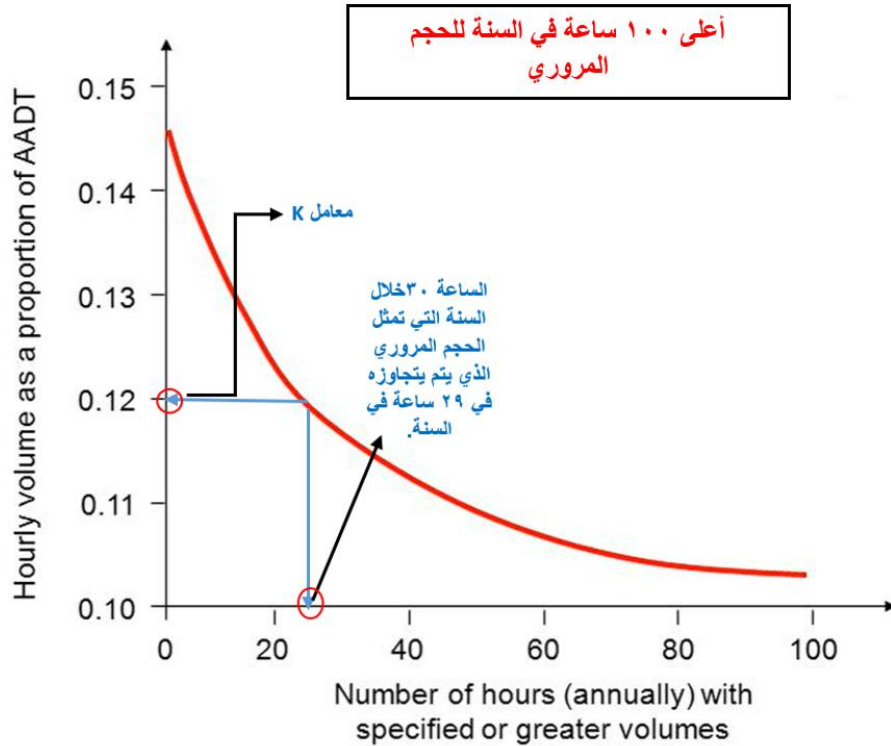


Fig. 7. Variation of traffic volumes within hours of the year.

Factors K and D are based on local or regional characteristics at existing locations. Table 1 present the general ranges of K and D factors.

Table 1: The general ranges for K and D factors.

Facility Type	Normal Range of Values	
	K Factor	D Factor
Rural	0.15–0.25	0.65–0.80
Suburban	0.12–0.15	0.55–0.65
Urban:		
<i>Radial Route</i>	0.07–0.12	0.55–0.60
<i>Circumferential Route</i>	0.07–0.12	0.50–0.55

جدول رقم ١ يعطي مدى القيم لمعامل K و D ومقسمة حسب تصنيف نوع الطريق:
 - حضري (محيطي أو قطري).
 - ريفي.

معامل K يقل مع زيادة الكثافة

يقل مع D معامل زيادة الكثافة

Subhourly Volumes and Rates of Flow

The hourly traffic volumes form the basis for traffic design and analysis, the variation of traffic within a given hour is also of considerable interest. The quality of traffic flow is often related to short-term fluctuations in traffic demand. A facility may have sufficient capacity to serve the peak-hour demand, but short-term peaks of flow within the hour may exceed capacity and create a breakdown.

يعتبر الحجم المروري خلال الساعة أساس في التصميم والتحليل المروري، إن التباين في الحجم المروري خلال الساعة له أهمية كبيرة أيضاً. غالباً ما ترتبط كفاءة التدفق المروري مع التقلبات والتباين قصير الأمد في الطلب. قد يكون للطرق سعة إستيعاب كافية للحجم المروري في ساعة الذروة ولكن من الممكن أن يتجاوز الطلب هذه السعة خلال الفترة الزمنية الأقل من ساعة وتؤدي إلى الفشل المروري.

Volumes observed for periods of less than one hour are generally expressed as equivalent hourly rates of flow.

الحجم المروري خلال فترة زمنية أقل من ساعة ويعبر عنه بما يكافئ ساعة يعرف بمعدل التدفق .

Example: 1,000 vehicles counted over a 15-minute interval could be expressed as:

$$1,000 \text{ veh}/0.25 \text{ h} = 4,000 \text{ veh/h.}$$

The rate of flow of 4,000 veh/h is valid for the 15 minute the period in which the volume of 1,000 veh was observed.

مثال: إن حساب ١٠٠٠ مركبة خلال ١٥ دقيقة يمكن أن يعبر عنها بمعدل تدفق ٤٠٠٠ مركبة /ساعة

Table 2. Illustrates the difference between volume and rates of flow.

	Time Interval	Volume for Time Interval (veh)	Rate of Flow for Time Interval (veh/h)
في حالة إن السعة للطريق تساوي ٤٢٠٠ مركبة/ساعة معدل التدفق خلال هاءى الفترة تزيد عن السعة	5:00-5:15 PM	1,000	$1,000 / 0.25 = 4,000$
	5:15-5:30 PM	1,100	$1,100 / 0.25 = 4,400$
	5:30-5:45 PM	1,200	$1,200 / 0.25 = 4,800$
	5:45-6:00 PM	900	$900 / 0.25 = 3,600$
	5:00-6:00 PM	$\Sigma = 4,200$	

إن مجموع الحجم المروية لكل ١٥ دقيقة في الساعة هو ٤٢٠٠ مركبة/ساعة. إن معدل التدفق لكل ١٥ دقيقة موضح في العمود الثالث من الجدول ويساوي الحجم المروية لكل ١٥ دقيقة في العمود ٢ مقسوم على ٠.٢٥
 أكبر حجم مروية كان للفترة من ٥:٣٠ - ٥:٤٥، ومعدل التدفق ٤٨٠٠ مركبة/ساعة. وهذا لايساوي المجموع الجبري للحجوم المروية خلال ساعة حيث إن المجموع الفعلي للحجوم المروية هي ٤٢٠٠

Table 3 compares the demand and capacity for each of the 15-minute intervals. The queue at the end of each period can be computed as the queue at the beginning of the period plus the arriving vehicles minus the departing vehicles.

Table 3. Queuing Analysis for the Data of Table 2.

Time Interval	Arriving Vehicles (veh)	Departing Vehicles (veh)	Queue Size at End of Period (veh)
5:00-5:15 PM	1,000	1,050	0
5:15-5:30 PM	1,100	1,050	$0 + 1,100 - 1,050 = 50$
5:30-5:45 PM	1,200	1,050	$50 + 1,200 - 1,050 = 200$
5:45-6:00 PM	900	1,050	$200 + 900 - 1,050 = 50$

إن طول الطابور في نهاية كل ١٥ دقيقة يحسب كالطابور في بداية الفترة الزمنية مضاف اليه المركبات الوافدة ومطروح منه المركبات المغادرة.

The rates of flow can be estimated for any period of time and researchers often use rates for periods of 1 to 5 minutes, rates of flow for shorter periods often represent transient conditions that defy consistent mathematical representations.

يمكن حساب معدل التدفق المروية لأي فترة زمنية وغالبا يستخدم الباحثون الفترة ١ أو ٥ دقائق، معدلات التدفق المروية لفترة زمنية قصيرة تتحدى التمثيلات الرياضية المعقدة.

In recent years, however, the use of 5-minute rates of flow has increased, and there is some thought that these might be sufficiently stable for use in design and analysis, particularly on uninterrupted flow facilities. Despite this, most standard design and analysis practices continue to use the 15-minute interval as a base period.

في السنوات الأخيرة زاد استخدام الفترة الزمنية القصيرة (٥ دقيقة) لمعدلات التدفق المروية، حيث يعتقد البعض انها مستقرة للإستخدام في التحليل والتصميم خاصة في الطرق السريعة الذي يكون التدفق المروية فيها مستمر وغيرمنقطع . على الرغم إن المنهجية القياسية لطرق التصميم والتحليل مستمرة في إعتداد ١٥ دقيقة كفترة زمنية لمعدل التدفق.

Peak Hour Factor معامل ساعة الذروة

The relationship between the hourly volume and the maximum rate of flow within the hour is defined by the **peak-hour factor**, as follows:

معامل ساعة الذروة هو العلاقة بين الحجم المروري في الساعة وأعلى تدفق مروري خلال الساعة.

$$PHF = \frac{V}{4 \times \text{Max}V_{15}} \quad [2]$$

Where:

V = hourly volume, vehs. الحجم خلال ساعة، مركبات

$\text{Max}V_{15}$ = max15min volume within the hour, vehs. الحجم المروري خلال أقصى ١٥ دقيقة في الساعة، مركبات

Usually, 15 minutes is considered to be the minimum period of time over which traffic can be considered statistically stable.

- The peak hour factor (PHF) represents the uniformity of flow in the peak hour.

$$PHF = 4200 / (4 \times 1200) = 0.875$$

عادة تستخدم الفترة ١٥ دقيقة كأصغر فترة زمنية يكون فيه التدفق المروري مستقر نوعاً ما. معامل ساعة الذروة يمثل إنتظام التدفق خلال الساعة. كلما زادت قيمة معامل ساعة الذروة واقترب من ١ دليل على إنتظام قيم التدفق خلال الساعة والعكس صحيح.

The peak hour factor lies between 0.25-1

- 0.25 When all traffic is concentrated in one 15-minute period.
- When traffic in all 15-minute periods is the same.

Under very congested conditions $PHF \sim 1$.

Practical studies show that:

- $PHF \sim 0.7$ for rural roadways.
- $PHF \sim 0.98$ in dense urban roadways.

Speed and Travel Time

Speed is the second macroscopic السرعة وزمن الرحلة describing the state of a traffic stream.

Speed is defined as a rate of motion in distance per unit of time. Travel time is the time taken to traverse a defined section of the roadway. Speed and travel time are inversely related:

$$S = d/t$$

إن السرعة هي المؤشر الثاني للمعاملات المجهرية التي تصف حالة التدفق المروري. تعرف السرعة إنها معدل الحركة أو المسافة مقسوم على الزمن. إن زمن الرحلة هو الزمن المستغرق لقطع مسافة معينة على طريق. ترتبط السرعة وزمن الرحلة إرتباطاً عكسياً.

Where:

S : speed in mi/hr;

D : distance traversed in mi;

t : time to traverse distance d in hr.

There are two ways in which an average speed for a traffic stream can be computed:

- ✚ Time mean speed (TMS).
- ✚ Space mean speed (SMS).

هناك طريقتين لحساب متوسط السرعة للتدفق المروي وتحسب كمايلي:

- المتوسط الزمني للسرعة
- المتوسط المكاني للسرعة

Time mean speed (TMS) المتوسط الزماني للسرعة

The average speed of all vehicles passing a point on a highway or lane over some specified time period.

$$TMS = \frac{\sum_i \left(\frac{d}{t_i} \right)}{n} \quad [3]$$

Space mean speed (SMS) المتوسط المكاني للسرعة

The average speed of all vehicles occupying a given section of highway or lane over some specified time period.

$$SMS = \frac{d}{\sum_i \left(\frac{t_i}{n} \right)} \quad [4]$$

Where:

d : distance traversed, ft.

n : number of observed vehicles.

t_i : time for vehicle "i" to traverse the distance d .

المتوسط الزماني للسرعة هي المتوسط الحسابي للمركبات التي تجتاز نقطة معينة على ممر على الطريق خلال فترة زمنية معينة.
المتوسط المكاني للسرعة هي المتوسط لسرعة المركبات التي تشغل حيزاً " على الطريق وتجتازه ضمن فترة زمنية معينة.

Table 4: Illustrative Computation of TMS and SMS.

Vehicle No.	Distance d (ft)	Travel Time t (s)	Speed (ft/s)
1	1,000	18.0	$1,000/18 = 55.6$
2	1,000	20.0	$1,000/20 = 50.0$
3	1,000	22.0	$1,000/22 = 45.5$
4	1,000	19.0	$1,000/19 = 52.6$
5	1,000	20.0	$1,000/20 = 50.0$
6	1,000	20.0	$1,000/20 = 50.0$
Total	6,000	119	303.7
Average	$6,000/6 = 1,000$	$119/6 = 19.8$	$303.7/6 = 50.6$

الجدول رقم ٤ يوضح
حسابات لقيم متوسط
السرعات المكانية والزمانية

TMS=50.6 ft/s SMS=1,000/19.8=50.4 ft/s

لاحظ أن القيم لمتوسط
السرعة الزمانية
أكبر من المكانية

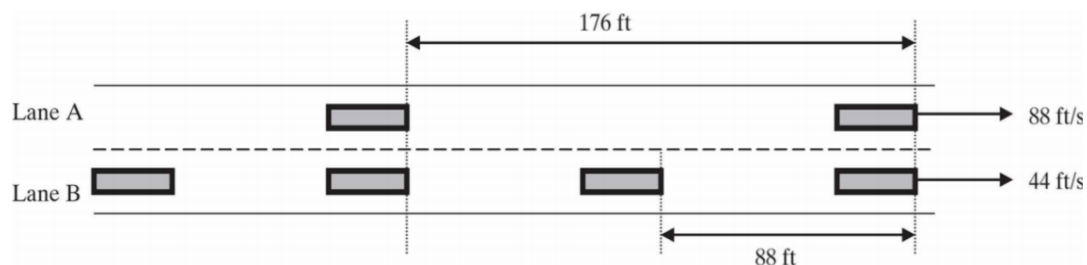


Fig. 8. Time Mean Speed and Space Mean Speed Illustrated.

$$TMS = (88n + 44n) / (2n) = 66 \text{ ft/sec} \quad SMS = (88n + 44 \cdot 2n) / (3n) = 58.7 \text{ ft/sec}$$

Density and Occupancy **الكثافة المرورية والإشغال**

Density, the third primary measure of traffic stream characteristics, is defined as the number of vehicles occupying a given length of highway or lane, generally expressed as vehicles per mile or vehicles per mile per lane.

Density is difficult to measure directly, as an elevated vantage point from which the highway section under study may be observed is required. It is often computed from speed and flow rate measurements.

الكثافة المرورية هي الخاصية الثالثة من خواص التيار المروري، وتعرف بأنها عدد المركبات التي تشغل حيز أو مسافة معينة على الطريق وتعرف بوحدات عدد المركبات/كم أو ميل/ممر. القياس المباشر للكثافة المرورية يكون صعب التطبيق ومكلف حيث يلزم وجود نقطة قياس مرتفعة يمكن من خلالها مراقبة مقطع الطريق قيد الدراسة أو تصوير من إرتفاع طائرة. غالباً يتم حسابها عن طريق تطبيق المعادلة السرعة-التدفق-الكثافة.

Occupancy is defined as the proportion of time that a detector is “occupied,” or covered, by a vehicle in a defined time period. Fig. 9 illustrates density and occupancy.

الإشغال يعرف إنه نسبة الوقت المستغرق الذي تشغله المركبة على متحسس خلال فترة زمنية محددة. الشكل رقم ٩ يوضح الكثافة والإشغال.

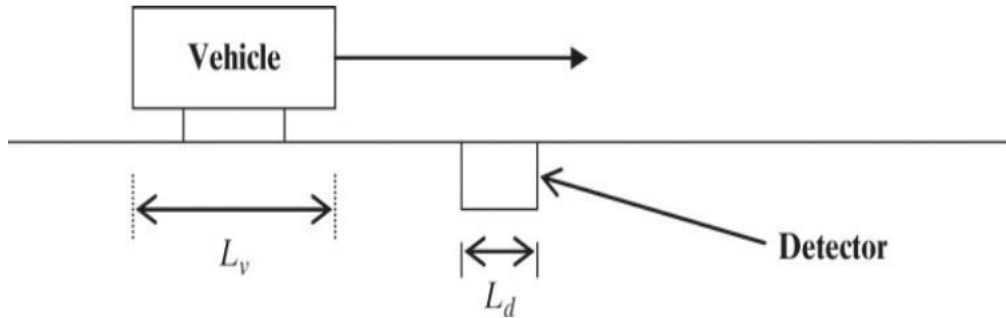


Fig. 9. Density and Occupancy Illustration.

Traffic Flow Basics **أساسيات تدفق المرور**

Consider a long, uninterrupted, single-lane roadway as shown in Fig. 10:

التدفق المروري على طول مسار غير منقطع وبممر واحد كما موضح في الشكل رقم ٩.



Fig. 10. Traffic movements along a route, uninterrupted, and single-lane roadway.

The vehicle trajectory represents the route of vehicle with time as shown in Fig. 11 and trajectories of vehicles groups are presented in Fig. 12.

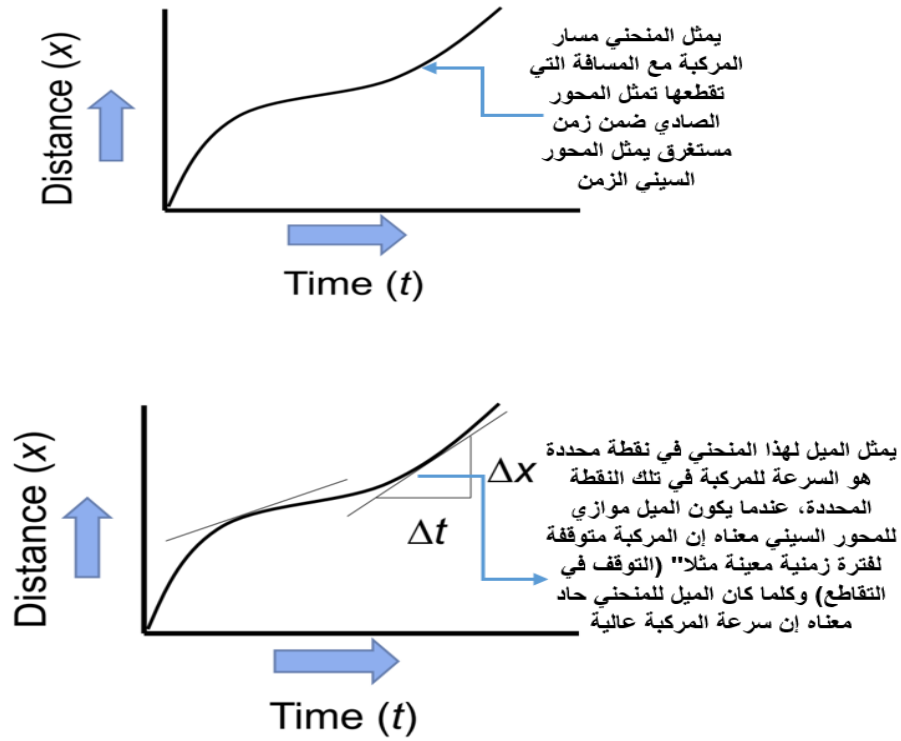


Fig. 11. Vehicle trajectories Concept.

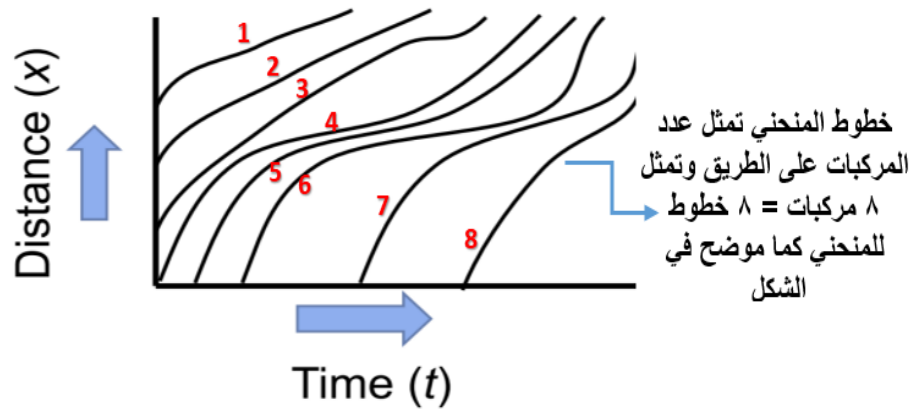


Fig. 12. Trajectories of Vehicles Group.

Consider a horizontal “slice” of the diagram as shown in Fig. 13:

The number of trajectories crossing this line is the number of vehicles passing a fixed point on the road. This is called the volume or flow and has units of vehicles per time (usually veh/hr).

إذا أخذ مقطع موازي للمحور السيني، فإن عدد خطوط المنحني التي تقطع المقطع الموازي تمثل الحجم أو التدفق المروري وهو عدد المركبات التي تمر على الطريق في مسافة محددة على المحور الصادي خلال الفترة الزمنية للمحور السيني وعادة تعرف بوحدات (مركبة/ساعة).

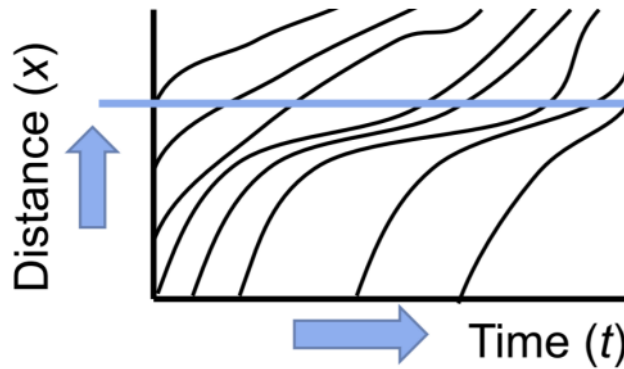


Fig. 13. Vehicles Trajectories.

Consider a vertical “slice” of the diagram as shown in Fig. 14:

The number of trajectories crossing this line is the number of vehicles passing a fixed time on the road. This is called the volume or flow and has units of vehicles per time (usually veh/hr).

إذا أخذ مقطع موازي للمحور الصادي، فإن عدد خطوط المنحني التي تقطع المقطع الموازي تمثل الكثافة المرورية وهي عدد المركبات التي تمر على الطريق في مسافة المحور الصادي خلال فترة زمنية ثابتة للمحور السيني وعادة تعرف بوحدات (مركبة/كم).

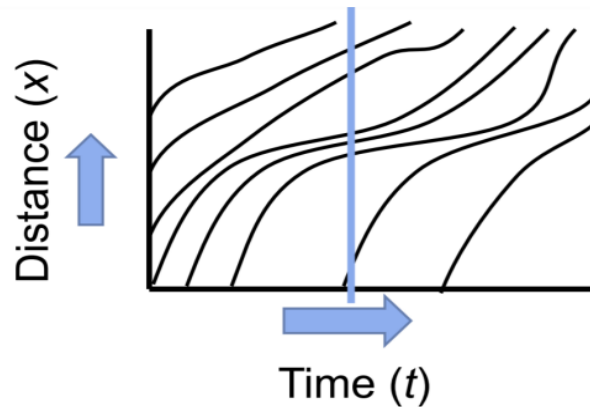


Fig. 14. Vehicles Trajectories.

العلاقة بين السرعة، التدفق، الكثافة Relation between Speed Flow and Density

The relationships between traffic stream characteristics are shown in Fig. 15. For speed, flow, and density. Note that a flow rate of “0 veh/h” occurs under two very different conditions. When there are no vehicles on the highway, flow is “0 veh/h” as no vehicles can be observed passing a point. Under this condition, speed is unmeasurable and is referred to as “free-flow speed,” a theoretical value that exists as a mathematical extension of the relationship between speed and flow (or speed and density).

الشكل رقم ١٥ يوضح العلاقة بين خصائص المرور وهي السرعة، التدفق والكثافة. ملاحظة إن التدفق يساوي صفر (مركبة/ساعة) في حالتين مختلفتين في المرور. الحالة الأولى عندما لا يوجد أي مركبة على الطريق والتدفق المروري يساوي صفر والسرعة المرورية تكون في أعلى قيمة لها وتسمى سرعة التدفق الحر. هي قيمة نظرية للمعادلة الرياضية لعلاقة التدفق - السرعة - الكثافة.

In practical terms, free-flow speed can be thought of as the speed a single vehicle could achieve when there are no other vehicles on the road and the motorist is driving as fast as is practicable given the geometry of the highway and its environmental surroundings.

من الناحية العملية إن سرعة التدفق الحر هي السرعة التي تحققها المركبة عندما لا يوجد على الطريق مركبات أخرى وبالتالي تقود بأعلى سرعة وتعتمد على الخصائص الهندسية والتصميمية للطريق.

A flow of “0 veh/h” also occurs when there are so many vehicles on the road that all motion stops. This occurs at a very high density, called the “jam density,” and no flow is observed, as no vehicle can pass a point to be counted when all vehicles are stopped.

الحالة الثانية التي يصبح فيها قيمة التدفق مساوي لصفر وهي عندما تزداد عدد المركبات على الطريق لدرجة توقف جميع المركبات بسبب الإعاقة للحركة. وهذا ينشأ عندما تزداد الكثافة المرورية إلى أعلى قيمة وتسمى بكثافة الزحام المروري.

Between these two extreme points in the relationships, there is a peaking characteristic. The peak of the flow speed and flow-density curves is the maximum rate of flow or the capacity of the roadway. Its value, like everything else about these relationships, depends upon the specific prevailing conditions at the time and location of the calibration measurements.

بين هاتين الحالتين المتطرفتين في العلاقة، هناك خاصية الذروة. ذروة التدفق في علاقة التدفق-السرعة: هي القيمة العظمى وتمثل السعة الاستيعابية للطريق والتي تعتمد على الظروف السائدة في مكان ووقت البيانات الحقلية للمعايرة.

The dashed portion of the curves represents unstable or forced flow. This effectively represents flow within a queue that has formed behind a breakdown location. A breakdown will occur at any point where the arriving flow rate exceeds the downstream capacity of the facility.



الجزء المنقط من المنحني في العلاقات في الشكل رقم ١٥ يمثل التدفق غير المستقر أو الإضطرابي. يمثل التدفق مع تشكل الطوابير خلف منطقة الزحام المروري. يحدث الفشل في التشغيل المروري في أي نقطة على الطريق عندما يصل الطلب المروري الى السعة الإستيعابية للطريق.

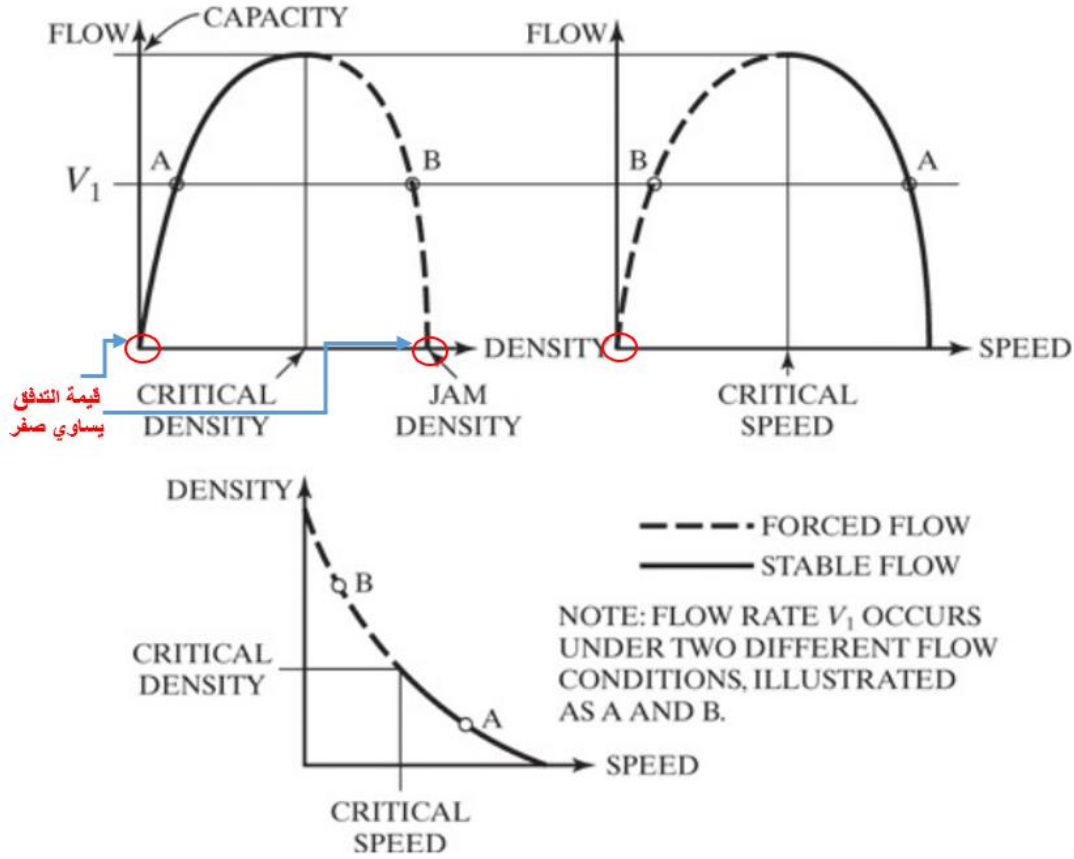


Fig. 15. Speed, Flow, and Density Relationships.