

Lecture Three

Spot Speed Studies

Introduction

A spot speed study is conducted to determine the characteristics of speeds selected by drivers free of the limitations imposed by congestion. Thus, they are generally not conducted when volumes are in excess of 750–1,000 veh/h/ln on freeways or 500 veh/h/ln on other types of uninterrupted flow facilities.

يتم إجراء دراسات السرعة الموقعية لتحديد خصائص السرعات المختارة من قبل سائقي المركبات بدون قيود الزحامات المرورية. لذلك لا يتم إجرائها عندما تكون الحجوم المرورية أكبر من ٧٥٠-١٠٠٠ مركبة/ساعة على الطرق الحرة السريعة و ٥٠٠ مركبة/ساعة على الأنواع الأخرى من الطرق ذات التدفق المستمر.

Studies generally seek to measure an average and/or other representative speed and to document the distribution of speeds that drivers select. Because individual drivers will choose to drive at different speeds, knowing the average speed, while quite useful, is insufficient to fully understand underlying characteristics.

تسعى الدراسة الى قياس متوسط السرعة أو سرعة ممثلة أخرى وتدوين توزيعات السرعات التي يختارها سائقي المركبات. نظراً " لإختيار السرعات من قبل سائقي المركبات بصورة منفردة، معرفة قيمة متوسط السرعة غير كافية لفهم الخصائص الأساسية بشكل كامل. هناك طريقتان مختلفتان لحساب معدل السرعة، بالإضافة الى بعض الإحصائيات التي تكون مفيدة بالنسبة لتوزيع السرعات حول المعدل.

Speed Definitions of Interest

When the speeds of individual vehicles are measured at a given spot or location, the result is a distribution of speeds, as no two vehicles will be traveling at exactly the same speed. The results of the study, therefore, must describe the observed distribution of speeds as clearly as possible. There are several key statistics that are used to describe spot speed distributions:

عندما تقاس سرعات المركبات في موقع معين، فإن النتيجة هي توزيع السرعات حيث لا توجد مركبتين تسيران بنفس السرعة. لذلك يجب أن توصف النتائج بأكثر قدر ممكن من الوضوح. هناك العديد من الإحصائيات التي تستخدم لوصف توزيع السرعة الموقعية كما يلي:

- Average or time mean speed:** the average speed of all vehicles passing the study location during the period of the study, mi/h or km/hr. **المعدل أو المتوسط الزمني للسرعة : معدل السرعة لجميع المركبات التي تمر في منطقة الدراسة خلال فترة زمنية وتعرف بوحدات، ميل/ساعة أو كم/ساعة.**

- ✚ **Standard deviation:** in simplistic terms, the standard deviation of speeds is the average difference between individual observed speeds and the average speed during the period of the study. *بعبارة مبسطة الإتحراف المعياري للسرعات هو معدل الفرق بين السرعات المرصودة الفردية للمركبات ومعدل السرعة الكلي خلال فترة الدراسة.*
- ✚ **85th percentile speed:** the speed below which 85% of the observed vehicles travel, mi/h or km/hr. *السرعة التي تسير دونها أو أقل منها ٨٥% من المركبات المرصودة، ميل/ساعة أو كم/ساعة.*
- ✚ **Median speed:** the speed that equally divides the distribution of spot speeds; 50% of observed speeds are higher than the median; 50% of observed speeds are lower than the median, mi/h, or km/hr. *السرعة التي تنقسم توزيع السرعات بالتساوي ٥٠% من السرعات المرصودة أعلى من المعدل و ٥٠% أقل من المتوسط، ميل/ساعة أو كم/ساعة.*
- ✚ **Pace:** a 10 mi/h increment in speeds that encompasses the highest proportion of observed speeds (as compared with any other 10 mi/h increment). *سرعة السير: مقدار الزيادة في السرعات بمقدار ١٠ كم/ساعة التي تشمل أعلى نسبة من السرعات المرصودة (مقارنة مع أي زيادة أخرى ١٠ ميل/ساعة).*

The desired result of a spot speed study is to determine each of these measures and to determine an adequate mathematical description of the entire observed distribution.

تتمثل النتائج من دراسة السرعة الموقعية في تحديد كل من هذه المقاييس وتحديد وصف رياضي مناسب للتوزيع المرصود.

Uses of Spot Speed Data

The results of spot speed studies are used for many different purposes by traffic engineers, including the following:

يستخدم مهندسي المرور نتائج الدراسات الموقعية للسرعات في العدد من الأغراض وكما يلي:

- ✚ Establishing the effectiveness of new or existing speed limits or enforcement practices. *حساب فعالية تحديد السرعة القصوى والتنفيذ للقوانين المرورية.*
- ✚ Determining appropriate speed limits for application. *حساب السرعة القصوى المناسبة للتطبيق.*
- ✚ Establishing speed trends at the local, state, and national levels to assess the effectiveness of the national policy on speed limits and enforcement. *تحديد أنماط السرعات على المستوى المحلي والمحافظات والأقليمي لتقييم فعالية السياسة الوطنية بشأن حدود السرعة القصوى.*
- ✚ Specific design applications such as determining appropriate sight distances, relationships between speed and highway alignment, and speed performance with respect to steepness and length of grades. *تطبيقات تصميمية معينة مثلاً حساب مسافة الرؤية، العلاقة بين السرعة والتصميم الهندسي للطرق، أداء السرعة فيما يتعلق بالمنحدرات ودرجات الميل للطريق.*
- ✚ Specific control applications, such as the timing of “yellow” and “all red” intervals for traffic signals, proper placement of signs, and development of appropriate signal progressions. *تطبيقات التحكم المرورية المحددة مثلاً الفواصل الزمنية (الحمراء الكلية) و (الصفراء) في الإشارات الضوئية، المكان المناسب للعلامات المرورية، تنسيق الإشارات الضوئية.*

- ✚ Investigation of high-accident locations at which speed is suspected to be a contributing cause to the accident experience. **التحقق في أماكن الحوادث بنسبة عالية التي يشتبه في أن السرعة هي العامل المساهم في وقوع الحادث.**

Collection of Spot Speed Data

Much speed data are collected using permanent detector locations. Loop detectors are the most common form used in these cases. Where no permanent detectors are in place at the desired study location, a variety of techniques and portable equipment can be deployed. Most such measurements, however, are made using a hand-held or vehicle-mounted radar “guns” or detectors.

يتم جمع بيانات السرعة باستخدام المتحسسات الدائمة، كشافات الحلقة هي الأكثر شيوعاً والمستخدم في هذه الحالات. في حالة عدم وجود الكشافات يمكن استخدام عدة تقنيات أخرى. مع ذلك يتم إجراء هذه القياسات الميدانية باستخدام أجهزة محمولة (speed gun) أو رادارات.

Because the individual observed speeds will be in the form of a distribution that will have to be mathematically described, individual speeds are arranged in the form of frequencies of observations within defined speed groups. Thus, the results are in terms of “this many speeds were observed between X and Y mi/h,” rather than a listing of individual speeds. This is done as it will facilitate the statistical analyses and determinations that will be extracted from the data.

نظراً لأن السرعات المرصودة المنفردة ستكون ضمن شكل توزيعي يجب وصفه رياضياً. يتم ترتيب قيم السرعات المرصودة في شكل ترددات تكرارية ضمن المدى المحدد للسرعات أو الفئات. وبالتالي فإن النتائج ترتب بين x و y ميل/ساعة بدلاً من السرعات المرصودة المفردة. يتم ذلك لأنه يسهل التحليلات والقرارات الإحصائية التي سيتم استخلاصها من البيانات.

Analysis and Presentation of Spot Speed Data

The best way to present the analysis of typical spot speed data is by example. The discussions of this section will be illustrated using a comprehensive sample application throughout.

Fig. 1 represents a typical set of field data from a spot speed study taken at a location of interest on a major arterial. As noted, the data are summarized as frequencies of observances in predefined speed groups.

أفضل طريقة لتقديم تحليل البيانات للسرعة الموقعية هي بالمثال. سيتم توضيح المناقشات باستخدام نموذج تطبيق شامل. يمثل الشكل رقم ١ مجموعة نموذجية من البيانات الميدانية من دراسة موقعية للسرعة مأخوذة على موقع مهم على طريق شرياني رئيسي. كما لوحظ، يتم تلخيص البيانات بشكل ترددات للسرعات المرصودة في مجموعة أو فئات محددة مسبقاً.

The data are shown in Fig.1 use speed groups that are 2 mi/h in breadth. This is a practical value that is quite typical, although a 1 mi/h group is also used if the sample sizes are large enough. For statistical reasons that will be explained later, speed groups with a range of more than 5 mi/h are never used. The number of speed groups defined must relate to the expected range of the data, and to the number of speeds that will be observed and recorded.

يتم عرض البيانات للسرعة في الشكل رقم ١ باستخدام فئات السرعة طولها ٢ ميل/ساعة. هذه قيمة عملية نموذجية على الرغم من استخدام ١ ميل/ساعة إذا كان حجم العينة كبير بدرجة كافية. لأسباب إحصائية ستوضح لاحقاً فئات السرعة لمدة ٥ ميل/ساعة لا يمكن استخدامه. يجب أن يرتبط عدد مجاميع الفئات للمدى المتوقع للبيانات وعدد السرعات التي تم رصدها وتدوينها.

For example, defining 15-speed groups and collecting only 30 speeds would be illogical, as there would only be an average of 2 observations per group. In general, it is customary to collect 15–20 speeds for each defined speed group. This does not imply that each group would have 15–20 observations; rather that the total number of observations will be sufficient to define the underlying distribution and its characteristics.

على سبيل المثال، تحديد مجموعات ١٥ للسرعات وتجميع ٣٠ قيم سرعات أمر غير منطقي حيث لن يكون سوى معدل قيمتين للسرعة المرصودة خلال المجموعة. بشكل عام، من المعتاد جمع ١٥-٢٠ سرعة لكل مجاميع سرعات محددة. هذا لا يعني أن كل مجموعة سيكون لديها ١٥-٢٠ قيم مرصودة، بدلاً من ذلك سيكون العدد الإجمالي المرصود للسرعات كافي لتحديد التوزيع الأساسي والخصائص الأساسية.

Frequency Distribution Table

The first analysis step is to take the data from Fig.1 and put it into the form of a frequency distribution table, as illustrated in Table.1. This tabular array shows the total number of vehicles observed in each speed group. For the convenience of subsequent use, the table includes a one-speed group at each extreme for which no vehicles were observed. The “middle speed” (S) of the third column is taken as the midpoint value within the speed group.

تتمثل الخطوة الأولى في التحليل أخذ البيانات من الشكل رقم ١ وتلخيصها بشكل جدول التوزيع التكراري كما في جدول رقم ١. يعرض هذا الجدول العدد الإجمالي للمركبات المرصودة في كل مجموعة أو فئة. لسهولة الاستخدام والتوافق يتضمن الجدول مجموعات أو فئات في بدايته ونهايته لم يتم ملاحظة سرعات فيها. إن السرعة المتوسطة S للعمود الثالث تؤخذ على أنها نقطة الوسط للفئة أو المجموعة.

Table .1: Frequency

Distribution Table for Illustrative Spot Speed Study

Speed Group		Middle Speed, S (mi/h)	No. of Vehicles Observed in Group, n	% Frequency	Cum. % Frequency	nS	nS ²
Lower Limit (mi/h)	Upper Limit (mi/h)						
>30	32	31	0	0.00	0.00	0.00	0.00
>32	34	33	5	1.36	1.36	165.00	5,445.00
>34	36	35	5	1.36	2.72	175.00	6,125.00
>36	38	37	7	1.90	4.62	259.00	9,583.00
>38	40	39	13	3.53	8.15	507.00	19,773.00
>40	42	41	21	5.71	13.86	861.00	35,301.00
>42	44	43	33	8.97	22.83	1,419.00	61,017.00
>44	46	45	46	12.50	35.33	2,070.00	93,150.00
>46	48	47	65	17.66	52.99	3,055.00	143,585.00
>48	50	49	40	10.87	63.86	1,960.00	96,040.00
>50	52	51	38	10.33	74.18	1,938.00	98,838.00
>52	54	53	30	8.15	82.34	1,590.00	84,270.00
>54	56	55	25	6.79	89.13	1,375.00	75,625.00
>56	58	57	18	4.89	94.02	1,026.00	58,482.00
>58	60	59	10	2.72	96.74	590.00	34,810.00
>60	62	61	7	1.90	98.64	427.00	26,047.00
>62	64	63	3	0.82	99.46	189.00	11,907.00
>64	66	65	2	0.54	100.00	130.00	8,450.00
>66	68	67	0	0.00	100.00	0.00	0.00
			368	100.00		17,736.00	868,448.00

The fourth column of the table shows the number of vehicles observed in each speed group. This value is known as the frequency for the speed group. These values are taken directly from the field sheet of Fig.1.

يوضح العمود الرابع من الجدول رقم ١ عدد المركبات المرصودة ضمن الفئة المحددة لها. تعرف هذه القيمة بعدد المركبات التي تم رصدها خلال كل مجموعة أو فئة للسرعة وتؤخذ من الشكل رقم ١.

In the fifth column, the percentage of total observations in each speed group is computed as:

يوضح العمود الخامس نسبة المشاهدات الكلية خلال كل مجموعة أو فئة للسرعات.

$$\% = \left(\frac{n_i}{N} \right) * 100$$

[1]

Where:

n_i = number of observations (frequency) in speed group, and
 N = total number of observations in the sample

مجموع المشاهدات الكلية لحجم العينة

For the 38–40 mi/h speed group, there are 13 observations in a total sample of 368 speeds. Thus, the percent frequency is $100 \times (13/368) = 3.53\%$ for this group. The cumulative percent frequency (cum %) is the percentage of vehicles traveling at or below the highest speed in the speed group:

للفئات ٣٨-٤٠ ميل/ساعة يوجد ١٣ سرعة مرصودة ضمن حجم العينة ٣٦٨. وبالتالي فإن النسبة المئوية للتردد هي $(386/13) \times 100 = 3.53\%$ لهذه الفئة.

$$Cum\% = 100(\sum 1 - xn_i/N) \quad [2]$$

Where:

x is the consecutive number (starting with the lowest speed group) of the speed group for which the cumulative percent frequency is desired.

X تمثل الرقم المتتالي (ابتداءً من أدنى فئة) لمجاميع السرعات المطلوب لها النسبة المئوية التكرارية التراكمية.

For the 38–40 mi/h speed group, the sum of the frequencies for all speed groups having a high-speed boundary of 40 mi/h or less is found as $5+5+7+13=30$. The cumulative percent frequency is then $100(30/368) = 8.15\%$ for this speed group.

للفئات ٣٨-٤٠ ميل/ساعة تم إيجاد مجموع التكرارات لجميع فئات السرعات التي لها حدود عالية ٤٠ ميل/ساعة أو أقل وتساوي $(30 = 13 + 7 + 5 + 5)$. تكون النسبة المئوية التكرارية التراكمية $(368/30) \times 100 = 8.15\%$ لهذه الفئة.

The last two columns of the frequency distribution table are simple multiplications that will be used in subsequent computations.

العمودين الآخرين هي عمليات ضرب بسيطة تستخدم لبعض الحسابات التي ستوضح لاحقاً.

منحنيات التوزيع التكراري والتراكمي Frequency and Cumulative Frequency Distribution Curves

The data in Table.1 are then used to plot two curves that lend a visual impact to the information:

- a frequency distribution curve and
- a cumulative frequency distribution curve.

تستخدم البيانات في الجدول رقم ١ لرسم منحنين يضيفان تأثيراً بصرياً على المعلومات:

١. منحنى التوزيع التكراري.
٢. منحنى التوزيع التكراري التراكمي.

These are illustrated in Fig.2, and are plotted as follows:

- Frequency distribution curve. For each speed group, the percent frequency of observations within the group is plotted versus the middle speed of the group (S).
- Cumulative frequency distribution curve. For each speed group, the percent cumulative frequency of observations is plotted versus the higher boundary of the speed group.

يوضح الشكل رقم ٢ المنحنيين أعلاه كمايلي:

- منحنى التوزيع التكراري. لكل فئة سرعة، نسبة المشاهدات التكرارية ضمن الفئة ترسم مع سرعة الوسطية للفئة (S).
- منحنى التوزيع التكراري التراكمي. لكل فئة سرعة، نسبة المشاهدات التكرارية التراكمية ترسم مع أعلى حد لفئة السرعة.

Fig.2: Frequency and Cumulative Frequency Curves for the Illustrative Problem.

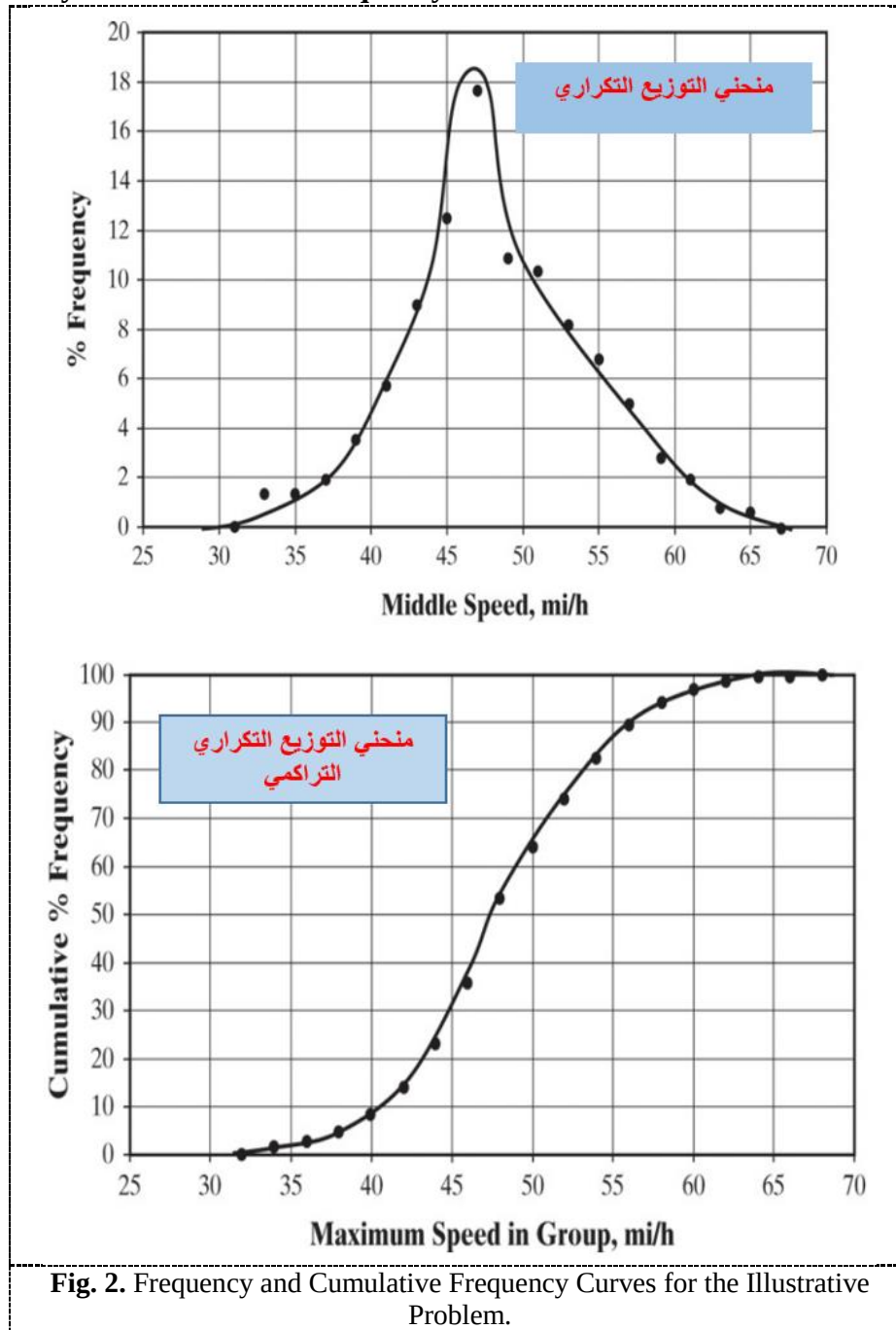


Fig. 2. Frequency and Cumulative Frequency Curves for the Illustrative Problem.

Note that the two frequencies are plotted versus different speeds. The middle speed is used for the frequency distribution curve. The cumulative frequency distribution curve, however, results in a very useful plot of speed versus the percentage of vehicles traveling at or below the designated speed. For this reason, the upper limit of the speed group is used as the plotting point.



لاحظ إنه تم رسم التكرارات مقابل سرعات مختلفة. تستخدم السرعة الوسطية لمنحني التوزيع التكراري. ينتج عن منحني التوزيع التكراري التراكمي مخططاً مفيد جداً للسرعة مقابل نسب المركبات التي تسير بسرعة أقل من السرعة المعنية. لهذا يتم استخدام الحد الأعلى لمجموعة السرعة كنقطة للرسم.

In both cases, the plots are connected by a smooth curve that minimizes the total distance between points falling above the line and those falling below the line (on the vertical axis). A smooth curve is defined as one without any breaks in the slope of the curve. The “best fit” is done approximately (by eye). Some statistical packages will plot such a line automatically.

في كلتا الحالتين، ترتبط المخططات بمنحني أملس يقلل المسافة ما بين النقاط الواقعة أعلى وأسفل المنحني (على المنحني الشاقولي). يعرف المنحني الأملس إنه منحني بدون تقاطعات في ميل المنحني. يتم إجراء منحني الأنسب تقريباً بواسطة العين وهناك برامج إحصائية تقوم برسم هذا المنحني تلقائياً.

It is also convenient to plot the frequency distribution curve directly above the cumulative frequency distribution curve, using the same horizontal scale. This makes it easier to use the curves to graphically extract critical parameters.

من الملائم رسم منحني التوزيع التكراري فوق منحني التوزيع التكراري باستخدام نفس القياس للمحور السيني. هذا يجعل من السهل استخراج المعلومات المهمة بيانياً.

Common Descriptive Statistics

Common descriptive statistics may be computed from the data in the frequency distribution table or determined graphically from the frequency and cumulative frequency distribution curves. These statistics are used to describe two important characteristics of the distribution:

يمكن حساب الإحصائيات الوصفية من البيانات في الجدول التوزيع التكراري أو تحسب من الأشكال لمنحنيات التوزيع التكراري والتوزيع التكراري التراكمي. تستخدم هذه الإحصائيات لحساب خاصيتين مهمتين للتوزيع:

- Central tendency: measures that describe the approximate middle or center of the distribution.
النزعة المركزية: المقاييس التي تصف الوسط التقريبي أو مركز التوزيع التكراري.
- Dispersion: measures that describe the extent to which data spread around the center of the distribution.
التشتت: تشمل المقاييس التي تصف مدى انتشار البيانات حول مركز التوزيع.

Measures of central tendency include the average or mean speed, the median speed, the modal speed, and the pace. Measures of dispersion include the 85th and 15th percentile speeds and the standard deviation.

مقاييس النزعة المركزية والتشتت تتضمن متوسط السرعة/الوسيط، المنوال، الزيادة في السرعة. مقاييس التشتت تتضمن سرعة 85th و 50th والانحراف المعياري.

Measures of Central Tendency:

Mean, Median, Mode, and Pace

The average or mean speed of a distribution is usually easily found as the sum of the observed values divided by the number of observations. In a spot speed study, however, individual values of speed may not be recorded; rather, the frequency of observations within defined speed groups is known. Computing the mean speed requires the assumption that the average speed within a given speed group is the middle speed, S , of the group.

معدل أو متوسط السرعة للتوزيع يتم إيجادها بسهولة كمجموع القيم المرصودة مقسومة على عدد المشاهدات. في دراسات السرعة الموقعية، لا يتم تدوين القيم الفردية للسرعة ولكن عدد التكرارات لمجموعات السرعة تكون معلومة. يتطلب حساب متوسط السرعة افتراض إن معدل السرعة ضمن مجموعات السرعة هو القيمة الوسطى لمجموعة السرعة S .

This is the reason that speed groups of more than 5 mi/h are never used. This assumption becomes less valid as the size of the speed groups increases. For 2 mi/h speed groups, as in the illustrative study, the assumption is usually quite good. If this assumption is made, the sum of all speeds in a given speed group may be computed as:

هذا هو سبب عدم استخدام مجموعات السرعة أكبر من ٥ ميل/ساعة. يصبح هذا الافتراض أقل دقة مع زيادة حجم العينة فئات السرعة. بالنسبة لمجموعات السرعة ٢ ميل/ساعة، كما في الدراسة التوضيحية، يكون الافتراض جيد عادة.

Where:

n_i =number of observations in speed group i, and, i عدد المشاهدات ضمن مجموعة السرعة i

S_i = middle speed of speed group. i متوسط القراءة للسرعة ضمن مجموعة السرعة i

The sum of all speeds in the distribution may then be found by adding this product for all speed groups:

$$\sum_i n_i S_i$$

The mean or average speed is then computed as the sum divided by the number of observed speeds:

إن مجموع السرعات في التوزيع يمكن إيجادها بإضافة هذا المجموع لكل فئات السرعات:

$$\bar{x} = \sum_i n_i S_i / N \quad [3]$$

Where:

$\bar{x}$ =average (time mean) speed for the sample observations, mi/h, and N=total

معدل السرعة لعينة المشاهدات، ميل/ساعة و N =المجموع

For the illustrative study data presented in Fig.2 and Table.1, the average or mean speed is:

إن معدل السرعة للدراسة الملخصة في الجدول رقم ١ والشكل رقم ١:

$$\bar{x}=17,736368 =48.2 \text{ mi/h}$$

Where:

$\sum_i n_i S_i$ is the sum of the next-to-last column of the frequency distribution table of Table.1.

مجموع العمود الأخير في جدول التوزيع التكراري رقم ١.

The median speed is defined as the speed that divides the distribution into equal parts (i.e., there are as many observations of speeds higher than the median as there are lower than the median). It is a positional value and is not affected by the absolute value of extreme observations.

السرعة الوسطية هي السرعة التي تقسم التوزيع الى قسمين متساويين (عدد المشاهدات الأكبر من سرعة الوسيط مساوية لعدد المشاهدات الأقل منها) إنها قيمة موضعية ولا تتأثر بالقيمة المطلقة للمشاهدات المتطرفة.

The difference between the median and mean is best illustrated by an example. Three speeds are observed: 30 mi/h, 40 mi/h, and 50 mi/h. Their average is $(30+40+50)/3=40$ mi/h.

إن الفرق بين الوسيط والمعدل ملخص بشكل جيد في هذا المثال. تم رصد ثلاثة مشاهدات للسرعة ٣٠، ٤٠، ٥٠ ميل/ساعة. معدل هذه السرعات $= 3/(50+40+30) = 40$ ميل/ساعة.

Their median is also 40 mi/h, as it equally divides the distribution, with one speed higher than 40 mi/h and one speed lower than 40 mi/h. Another three speeds are then observed: 30 mi/h, 40 mi/h, and 70 mi/h. Their average is $(30+40+70)/3=46.7$ mi/h. The median, however, is still 40 mi/h, with one speed higher and one speed lower than this observation. The mean is affected by the magnitude of the extreme observations; the median is affected only by the number of such observations.

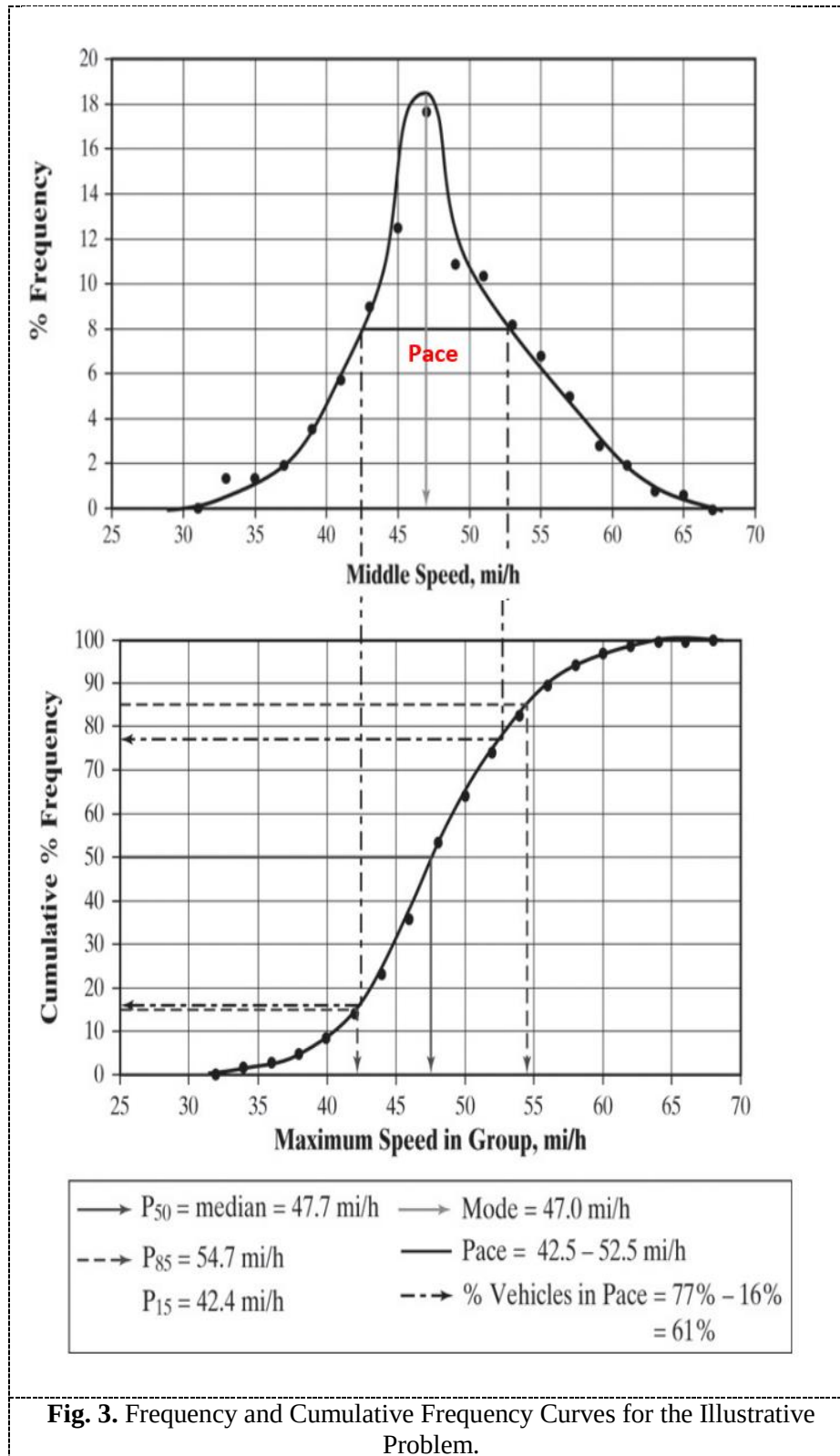
إن الوسيط أيضا يساوي ٤٠ ميل/ساعة، لأنه يقسم التوزيع بصورة متساوية، بسرعة واحدة أكبر من ٤٠ ميل/ساعة وبسرعة واحدة أقل من ٤٠ ميل/ساعة. ثم تم رصد ثلاثة سرعات ٣٠، ٤٠، ٧٠ ميل/ساعة. إن معدل هذه السرعات $= 3 / (30 + 40 + 70) = 46.7$ ميل/ساعة. أما الوسيط مازال يساوي ٤٠ ميل/ساعة مع سرعة واحدة أكبر من ٤٠ ميل/ساعة وسرعة واحدة أقل من ٤٠ ميل/ساعة. حيث يتأثر المتوسط بقيم المشاهدات المتطرفة، أما الوسيط يتأثر فقط بعدد هذه المشاهدات فقط.

As individual speeds have not been recorded in the illustrative study, the “middle value” is not easily determined from the tabular data of Table.1. It is easier to estimate the median graphically using the cumulative frequency distribution curve of Fig.2. By definition, the median equally divides the distribution. Therefore, 50% of all observed speeds should be less than the median.

نظرا" إن السرعات المنفردة لن تدون في هذه الدراسة، لا يتم تحديد القيمة الوسطية بسهولة من البيانات الجدولية. من السهل إيجاد الوسيط باستخدام منحنى التوزيع التراكمي في الشكل رقم ٢. بحكم التعريف الوسيط يقسم التوزيع الى قسمين متساويين. لذلك يجب أن تكون ٥٠% من القيم المرصودة للسرعات أقل من الوسيط.

This is exactly what the cumulative frequency distribution curve plots. If the curve is entered at 50% on the vertical axis, the median speed is found. This determination is illustrated, along with other descriptive variables, in Fig.3.

هذا هو بالضبط ما يرسمه منحنى التوزيع التكراري التراكمي. إذا تم إدخال المنحنى بنسبة ٥٠% على المحور العمودي (الصادي) يمكن إيجاد قيمة الوسيط للسرعة. تم تلخيص هذا الحسابات إضافة الى متغيرات وصفية أخرى في الشكل رقم ٣.



$P_{50}=47.7$ mi/h **قيمة الوسيط للسرعة (P_{50})**
 Where P_{50} is the median or 50th percentile speed.

The pace is a traffic engineering measure not commonly used for other statistical analyses. It is defined as the 10 mi/h increments in speed in which the highest percentage of drivers is observed. It is also found graphically using the frequency distribution curve of Fig.3.

The solution recognizes that the area under the frequency distribution curve between any two speeds approximates the percentage of vehicles traveling between those two speeds, where the total area under the curve is 100%.

سرعة السير أو الزيادة في السرعة تستخدم في هندسة المرور وغير شائعة الاستخدام في التحليلات الإحصائية. يتم تعريفه أنه الزيادة بمقدار ١٠ ميل/ساعة لأكثر نسبة من السائقين تم رصدها. يتم إيجادها بواسطة منحنى التوزيع التكراري في الشكل رقم ٣.

The pace is found as follows: A 10 mi/h template is scaled from the horizontal axis. Keeping this template horizontal, place an end on the lower left side of the curve and move slowly along the curve. When the right side of the template intersects the right side of the curve, the pace has been located. This procedure identifies the 10 mi/h increment that intersects the peak of the curve; this contains the most area and, therefore, the highest percentage of vehicles. The pace is shown in Fig.3 as 42.5 to 52.5 mi/h.

يتم إيجاد سرعة السير أو الزيادة في السرعة كمايلي: يتم قياس ١٠ ميل/ساعة على المحور الأفقي بواسطة أداة قياس ويتم تحريكها أفقياً من قمة المنحنى ووضع الأطراف على جانبي المنحنى حتى تتقاطع من الجانب الأيمن والأيسر للمنحنى ويتم تدوين قيم التقاطع مع المنحنى من ٤٢.٥ - ٥٢.٥ ميل/ساعة كما في الشكل رقم ٣.

The mode is defined as the single value of speed that is most likely to occur. As no discrete values were recorded, the modal speed is also determined graphically from the frequency distribution curve. A vertical line is dropped from the peak of the curve, with the result found on the horizontal axis. For the illustrative study, the modal speed is 47.0 mi/h.

يتم تعريف المنوال هو القيمة الفردية للسرعة والتي تحدث بصورة متكررة. نظراً لعدم تدوين قيم فردية، سرعة المنوال تحدد من منحنى التوزيع التكراري. يتم إسقاط خط أفقي من قمة المنحنى وإيجاد النتيجة على المحور الأفقي. بالنسبة للدراسة التوضيحية في المثال، إن قيمة سرعة المنوال ٤٧ ميل/ساعة.

Measures of Dispersion

The most common statistical measure of dispersion in distribution is the standard deviation. It is a measure of how far data is spread around the mean value. In simple terms, the standard deviation is the average value of the difference between individual observations and the average value of those observations. Where discrete values of a variable are available, the equation for computing the standard deviation is:

يعتبر الانحراف المعياري هو المقياس الإحصائي الأكثر شيوعاً للنشأت في التوزيع. إنه مقياس لمدى انتشار البيانات حول القيمة المتوسطة. بعبارة بسيطة يمكن تعريف الانحراف المعياري هو الفرق بين المشاهدات الفردية والمعدل لهذه المشاهدات. عندما تتوفر القيمة المفردة للمتغير، تكون معادلة حساب الانحراف المعياري كالتالي:

$$S = \sqrt{\sum_i \frac{x_i - \bar{x}}{N-1}}$$

[4]

Where:

S =the standard deviation, **الانحراف المعياري**

x_i =speed measure i, **السرعة المرصودة**

$\bar{x}$ =average speed, and **متوسط السرعة**

N =num. of observations. **عدد المشاهدات**

The difference between a given data point and the average is a direct measure of the magnitude of dispersion. These differences are squared to avoid positive and negative differences canceling, and summed for all data points. They are then divided by N-1. One statistical degree of freedom is lost because the mean of the distribution is known and used to compute the differences.

إن الفرق بين نقطة معينة في البيانات والمتوسط للبيانات هو مقياس لمقدار التشتت. يتم تربيع هذه الفروقات لتجنب إلغاء الاختلافات الموجبة والسالبة، ويتم تجميعها لجميع النقاط في البيانات ثم تقسم على عدد العينة مطروح واحد (N-1) حيث تفقد درجة إحصائية واحدة لأن المتوسط الحسابي معلوم وإستخدم لحساب الفروقات.

The principle of degrees of freedom can be explained by a simple example. If there are three numbers and it is known that the differences between the values and the mean for the first two are “3” and “2,” then the third or last difference must be “-5,” as the sum of all differences must be 0. Only the first “N - 1” observations of differences are statistically random.

Finally, a square root is taken of the results, as the values of the differences were squared to begin the computation.

يمكن تفسير مبدأ درجات الحرية بمثال بسيط. إذا كان هناك ٣ أرقام ومعروف الفروقات بينها وبين المتوسط هو ٣ و ٢ فيجب أن يكون الاختلاف الثالث هو -٥ حيث يكون المجموع الكلي للفروقات يساوي صفر. أخيراً يتم أخذ الجذر التربيعي للنتائج، حيث يتم تربيع قيم الاختلافات لبدء الحساب.

Because discrete values of speed are not recorded, Equation 4 is modified to reflect group frequencies:

نظراً لعدم تدوين السرعات المنفردة، يتم تطوير معادلة رقم ٤ لتعكس تكرارات المجموعة

$$S = \sqrt{\sum_i \frac{n_i (s_i - \bar{x})^2}{N-1}}$$

يمكن تحويل المعادلة رقم ٤ لتصبح

Which may be manipulated into a more convenient form, as follows: المعادلة رقم ٥ أكثر ملائمة كمايلي:

$$S = \sqrt{\sum \frac{n_i s_i^2 - N \bar{x}^2}{N-1}} \quad [5]$$

Where all terms are as previously defined. This form is most convenient, as the first term is the sum of the last column of the frequency distribution table of Table.1. For the illustrative study, the standard deviation is:

يتم تعريف كافة المصطلحات كما مسبقاً. هذا النموذج الأكثر ملائمة حيث المصطلح

$$S = \sqrt{\sum \frac{661,691 - 283 \cdot 48.1^2}{183-1}} = 4.96 \text{ mi/hr}$$

الأول هو مجموع العمود الأخير في جدول التوزيع التكراري جدول رقم ١، بالنسبة للدراسة التوضيحية في المثال، إن الإنحراف المعياري هو:

Most observed speed distributions have standard deviations that are close to 5 mi/h, as this represents most driver behavior patterns reasonably well. Unlike averages and other central speeds, which vary widely from location to location, most speed studies yield similar standard deviations.

تحتوي معظم توزيعات السرعات المرصودة على إنحراف معياري قريب لـ ٥ ميل/ساعة حيث يمثل معظم أنماط سلوك سائقي المركبات بشكل معقول. على عكس متوسط السرعات والقياسات المركزية، التي تختلف اختلافاً كبيراً من موقع إلى آخر، فإن معظم دراسات السرعة تنتج إنحرافات معيارية مماثلة.

The 85th and 15th percentile speeds give a general description of the high and low speeds observed by most reasonable drivers. It is generally thought that the upper and lower 15% of the distribution represents speeds that are either too fast or too slow for existing conditions. These values are found graphically from the cumulative frequency distribution curve, as shown in Fig.3. The curve is entered on the vertical axis at values of 85% and 15%. The respective speeds are found on the horizontal axis. For the illustrative study, these speeds are:



تقدم السرعات (85th) و (15th) وصف عام للسرعات العالية والمنخفضة التي يشهدها أغلب سائقي المركبات. تعتبر السرعات في النهايات العلوية والسفلية للمنحني سرعات إما عالية جداً أو بطيئة جداً للظروف الحالية. ويتم العثور على هذه القيم من البيانات في منحنى التوزيع التكراري التراكمي كما موضح في الشكل رقم ٣. يتم الدخول الى الشكل في المحور العمودي بقيم (85th) و (15th) وإيجاد السرعات الخاصة بها من المحور الأفقي، بالنسبة للدراسة هذه القيم:

P85=54.7 mi/h P15=42.4 mi/h

The 85th and 15th percentile speeds can be used to roughly estimate the standard deviation of the distribution, although this is not recommended when the data are available for a precise determination: يمكن استخدام السرعات (85th) و (15th) لحساب الانحراف المعياري للتوزيع بالرغم انه لا يوصى بذلك

للتحديد الدقيق:

$$S_{est} = P_{85} - P_{15}$$

[6]

Where all terms are as previously defined. For the illustrative spot speed study:

$$S_{est}=54.7-42.42=6.15 \text{ mi/hr}$$

In this case, the estimated value is very close to the actual computed value of 6.14 mi/h.

في هذه الحالة، قيمة المحسوبة مقاربة للقيمة الفعلية ٦.١٤ ميل/ساعة

The 85th and 15th percentile speeds give insight into both the central tendency and dispersion of the distribution. As these values get closer to the mean, less dispersion exists and the stronger the central tendency of the distribution becomes. قيم (85th) و (15th) تعطي مؤشر للنزعة المركزية والتشتت للتوزيع. مع اقتراب هذه القيم من متوسط القيمة، معناه يوجد تشتت

أقل ونزعة قوية نحو المركزية.

The pace itself is a measure of the center of the distribution. The percentage of vehicles traveling within the pace speeds is a measure of both central tendency and dispersion. The smaller the percentage of vehicles traveling within the pace, the greater the degree of dispersion in the distribution.

قيم Pace قياس لمركز للتوزيع. إن النسبة المئوية للمركبات التي تسير

ضمن Pace هي قياس للنزعة المركزية والتشتت. كلما قلت النسبة المئوية

للمركبات التي تسير ضمن Pace، زادت درجة التشتت في التوزيع.

The percentage of vehicles within the pace is found graphically using both frequency distribution and cumulative frequency distribution curves, as shown in Fig.3. تم إيجاد قيمة Pace من منحنى توزيع التكرارات

والتوزيع التكراري التراكمي في الشكل ٣.

Lines from these speeds are dropped vertically to the cumulative frequency distribution curve. The percentage of vehicles traveling at or below each of these speeds can then be determined from the vertical axis of the cumulative frequency distribution curve, as shown. Then:

يتم إسقاط الخطوط عموديا" من هذه السرعات لمنحني التوزيع التكراري التراكمي . يمكن بعد ذلك تحديد النسبة المئوية للمركبات التي تسير بها عند هذه السرعات أو أقل منها على المحور العمودي لمنحني التوزيع التكراري التراكمي، كما هو موضح:

% vehicles below 52.7mi/h=77.0% vehicles below 42.7 mi/h=16.0

Even though speeds between 32 and 66 mi/h were observed in this study, 61% of the vehicles traveled at speeds between 42.7 and 52.7 mi/h. The higher this percentage, the more centralized the data are—that is, tightly distributed around the mean. Lower percentages indicate greater dispersion. In this case, dispersion is somewhat more than expected. It is generally expected that about 70% of vehicles will travel within the pace. This correlates to the standard deviation, which is also somewhat higher than the expected 5 mi/h value, which also indicates greater than the usual dispersion.

على الرغم من وجود سرعات بين ٣٢ و ٦٦ ميل/ساعة في هذه الدراسة، ٦١% من المركبات تسير بسرعات ما بين (٤٢,٧ و ٥٢,٧). وكلما زادت هذه النسبة المئوية زادت مركزية البيانات- أي موزعة بإحكام حول الوسط. تشير النسب المئوية المنخفضة الى تشتت أكبر، في هذه الحالة يكون التشتت أكبر مما متوقع.

Statistical Analysis of Spot Speed Data التحليل الإحصائي لدراسة السرعة الموقعية

All the analysis presented to this point is done through simple arithmetic manipulation of the data. To gain more insight and understanding of the data, it will be necessary to mathematically describe the data, and then use the mathematical description to conduct additional analysis.

يتم إجراء جميع التحليلات لغاية هذه الفقرة باستخدام التطوير في الحسابات الرياضية للبيانات. لإكتساب المزيد من المعرفة وفهم للبيانات، سيكون من الضروري وصف البيانات رياضيا" ثم إستخدام الوصف الرياضي لإجراء تحليل رياضي إضافي.

Because the individual speed data form a distribution, the mathematical description of the data will be in the form of a distribution function. Such functions define the probability of an occurrence as the area under a designated portion of the curve. By definition, the area under the entire curve must be 1.0, or 100%.

نظرا" لأن بيانات السرعة الفردية تشكل توزيعا"، فسيكون الوصف الرياضي للبيانات في شكل دالة التوزيع. هذه الدالات تعرف إحصائية الحدوث وهي المساحة تحت جزء من المنحني. حسب التعريف المساحة تحت المنحني يجب أن تساوي ١.٠٠ أو ١٠٠%.

Like many human behavioral characteristics, speed data will most often be in the form of a normal distribution. The normal distribution has a strong central tendency around a mean value. As the value moves further away from the mean (on either side), the probability of its occurrence decreases. On a road with an average speed of 50 mi/h, there will be many speeds observed between 45 and 55 mi/h. There would be few speeds, however, observed at over 80 mi/h or below 20 mi/h.

مثل العديد من الخصائص السلوكية للبشر، ستكون بيانات السرعة في أغلب الأحيان في شكل توزيع طبيعي. إن التوزيع الطبيعي له إتجاه مركزي حول قيمة متوسطة. كلما تحركت القيمة عن الوسط (كلا الجانبين) قلت إحصائية حدوثها. على طريق بمتوسط سرعة ٥٠ ميل/ساعة، سيكون هناك العديد من السرعات المرصودة ما بين ٤٥ و ٥٥ ميل/ساعة. ستكون هناك أيضا سرعات قليلة أعلى من ٨٠ ميل/ساعة وأقل من ٢٠ ميل/ساعة.

Application: Estimating the Sample Size

Although it is useful to know the confidence level and precision of a measured sample mean after the fact, it is more useful to determine what sample size is required to obtain a measurement that satisfies a predetermined precision and confidence level. Equation 7 can be solved for the sample size, N:

على الرغم من إنه من المفيد معرفة مستوى الثقة والدقة لمتوسط العينة المقاسة، من المفيد تحديد حجم العينة المطلوب للحصول على قياس يلبي مستوى الدقة والثقة المحددين مسبقاً. يمكن حل المعادلة رقم ٧ لحجم العينة، N.

$$e=1.96 E=1.96s/N \quad \text{for } 99.7\% \text{ confidence: } e=3.0 E$$

$$95\% \text{ Confidence: } N=1.96^2 s^2/E^2=3.84s^2/e^2 \quad 99.7\% \text{ Confidence: } N=32$$

[7]

Consider the following problem: How many speeds must be collected to determine the true mean speed of the underlying distribution to within ± 1.0 mi/h with 95% confidence? How do the results change if the tolerance is changed to ± 0.5 mi/h and the confidence level to 99.7%?

ضع في الاعتبار المسألة التالية: كم عدد السرعات التي يتم جمعها لتحديد متوسط السرعة الحقيقي للتوزيع بقيمة خطأ ١ ميل/ساعة وبمستوى ثقة ٩٥%. كيف تتغير النتائج إذا كانت قيمة الخطأ + و- (٠.٥) ميل/ساعة ومستوى الثقة (٩٩.٧%).

The first problem is that the standard deviation of the distribution, s , is not known, as the study has not yet been conducted. Here, practical use is made of the knowledge that most speed distributions have standard deviations of approximately 5.0 mi/h. This value is assumed, and the results are shown in Table.3.

المشكلة الأولى هي أن الانحراف المعياري للتوزيع غير معلوم، s ، حيث إن الدراسة لم يتم إجراؤها بعد. هنا يتم الإستخدام العملي لمعرفة إن معظم توزيعات السرعة لها إنحراف معياري مقارب ٥ ميل/ساعة. تم افتراض هذه القيمة والنتائج موضحة في الجدول رقم ٣.

Table.3: Sample Size Computations Illustrated

Tolerance e (mi/h)	Confidence Level	
	95%	99.7%
1.0	$n = \frac{3.84(5)^2}{(1.0)^2} = 96$	$n = \frac{9.0(5)^2}{(1.0)^2} = 225$
0.5	$n = \frac{3.84(5)^2}{(0.5)^2} = 384$	$n = \frac{9.0(5)^2}{(0.5)^2} = 900$

A sample size of 96 speeds is required to achieve a tolerance of ± 1.0 mi/h with 95% confidence. To achieve a tolerance of ± 0.5 mi/h with 99.7% confidence, the required sample size must be almost 10 times greater. For most traffic engineering studies, a tolerance of ± 1.0 mi/h and a confidence level of 95% are quite sufficient.

مطلوب حجم عينة يساوي ٩٦ للسرعات للحصول على مقدار خطأ + و- ١ ميل/ساعة مع مستوى دقة (٩٩.٧%). لتحقيق خطأ + و- (٠.٥ ميل/ساعة) يجب أن يكون حجم العينة أكبر بـ ١٠ مرات. بالنسبة لمعظم دراسات المرور يعتبر مقدار الخطأ + و- (١ ميل/ساعة) ومستوى دقة ٩٥% كافين تماماً.

Application: Before-and-After Spot Speed Studies

There are many situations in which existing speeds at a given location should be reduced. This occurs in situations where a high accident and/or accident severity rate is found to be related to excessive speed. It also arises when existing speed limits are exceeded by an inordinate number of drivers.

هناك العديد من المواقف التي يجب فيها تقليل السرعات الموجودة في موقع معين. يحدث في المواقع التي يكون فيها ارتفاع نسبة الحوادث والحوادث الخطرة مرتبطاً مع زيادة السرعة المفرطة. ينشأ أيضاً عند تجاوز بعض سائقي المركبات السرعة القصوى.

There are many traffic engineering actions that can help reduce speeds, including lowered speed limits, stricter enforcement measures, warning signs, installation of rumble strips, and others. The major study issue, however, is to demonstrate that speeds have indeed been successfully reduced.

هناك العديد من إجراءات المرور التي يمكن أن تساعد في تقليل السرعات، بما في ذلك حدود السرعة القصوى، إجراءات التنفيذ الأكثر صرامة، علامات التحذير، تركيب شرائط الدممة وغيرها.

This is not an easy issue. Consider the following scenario: Assume that a new speed limit has been installed at a given location in an attempt to reduce the average speed by 5 mi/h. A speed study is conducted before implementing the reduced speed limit, and another is conducted several months after the new speed limit is in effect. Note that the “after” study is normally conducted after the new traffic engineering measures have been in effect for some time. This is done so that stable driver behavior is observed, rather than a transient response to something new. It is observed that the average speed of the “after” study is 3.5 mi/h less than the average speed of the “before” study. Statistically, there are two questions that must be answered:

هذه ليست قضية سهلة: لنضع في الاعتبار هذا السيناريو: يفترض إنه تم تثبيت السرعة القصوى في موقع معين لمحاولة تقليل متوسط السرعة بمقدار ٥ ميل/ساعة. يتم إجراء الدراسة قبل تنفيذ خفض السرعة القصوى، والدراسة الأخرى بعد عدة أشهر وتكون السرعة القصوى الجديدة حيز التنفيذ. لاحظ إن الدراسة اللاحقة تجرى بعد أن تكون إجراءات هندسة المرور الجديدة سارية المفعول لفترة. يتم ذلك من ملاحظة سلوك السائق المستقر بدلاً من إستجابة لشيء جديد عابر. لوحظ إن متوسط السرعة "بعد" قل بمقدار ٣.٥ ميل/ساعة عن متوسط السرعة السابقة. أحصائياً هناك سؤالين يجب الإجابة عليهما:

هل الإنخفاض في متوسط السرعة حقيقي؟ Is the observed reduction in average speeds real?

هل الإنخفاض الملحوظ في متوسط السرعة هو ٥ ميل/ساعة المقصود؟ Is the observed reduction in average speeds the intended 5 mi/h?

Although both questions appear to have obvious answers, they in fact do not. There are two reasons that a reduction in average speeds could have occurred:

على الرغم من أن كلا السؤالين لهما إجابات واضحة إلا إنهما في الحقيقة لا يفعلون ذلك، هناك سببان لحدوث إنخفاض في متوسط السرعة:

- (1) the observed 3.5 mi/h reductions could occur because the new speed limit caused the true mean speed of the underlying distribution to be reduced, or يحدث الإنخفاض (٣.٥ ميل/ساعة) لأن حد السرعة الجديد سبب في تقليل متوسط السرعة الحقيقية للتوزيع.
- (2) the observed 3.5 mi/h reductions could also occur because two different samples were selected from an underlying distribution that did not change.

يحدث الإنخفاض (٣.٥ ميل/ساعة) بسبب إختيار عينيتين مختلفتين من التوزيع الذي لم يتغير.

In statistical terms, the first is referred to as a significant reduction in speeds, whereas the latter is statistically not significant or insignificant.

من الناحية الإحصائية، يشار إلى الأول على أنه إنخفاض كبير في السرعات، في حين إن الأخير ليس مهماً أو غير مهم من الناحية الإحصائية.

The second question is equally tricky. Assuming that the observed 3.5 mi/h reductions in speeds is found to be statistically significant, it is necessary to determine whether the true mean speed of the underlying distribution has likely been reduced by 5 mi/h. Statistical testing will be required to answer both questions. Further, it will not be possible to answer either question with 100% certainty or confidence—95% is generally considered to be sufficient.

إن السؤال الثاني معقد بنفس القدر. إفتراض أن الإنخفاضات المرصودة في السرعات بمقدار (٣.٥ ميل/ساعة) قد وجدت ذات دلالة إحصائية، فمن الضروري تحديد ما إذا كان من المحتمل أن يتم تقليل متوسط السرعة الحقيقية للتوزيع بمقدار (٥ ميل/ساعة). ستكون الإختبارات الإحصائية مطلوبة للإجابة على كلا السؤالين.

The statistical tests for the significance of observed differences have four possible results:

الإختبارات الإحصائية لأهمية الفروقات الملحوظة لها أربع نتائج محتملة:

- (1) the actual difference is significant, and the statistical test determines that it is significant;
الفرق الفعلي كبير، والإختبار الإحصائي يحدد أنه مهم.
- (2) the actual difference is not significant, and the statistical test determines that it is not significant;
الفرق الفعلي ليس كبير، والإختبار الإحصائي يحدد أنه ليس كبيراً.
- (3) the actual difference is significant and the statistical test determines that it is not significant;
الفرق الفعلي كبير، والإختبار الإحصائي يحدد أنه ليس مهم.
- (4) the actual difference is not significant and the statistical test determines that it is significant.
الفرق الفعلي ليس كبير، والإختبار الإحصائي يحدد أنه مهم.

The first two outcomes result in an accurate assessment of the situation; the last two represent erroneous results.

أول نتيجتين تؤديان إلى تقييم دقيق للوضع، يمثل الأخيران نتائج خاطئة.

In statistical terms, outcome (4) is referred to as a Type I or α error, while outcome (3) is referred to as a Type II or β error. The concept of the truth table is illustrated in Table 4.

من الناحية الإحصائية، يشار إلى النتيجة ٤ بالخطأ من النوع الأول أو الخطأ α ، بينما يشار إلى النتيجة ٣ بالخطأ من النوع الثاني أو β كما موضح في الجدول رقم ٤.

Table 4: A Sample Truth Table.

Actual Difference is:	Statistical Test Results in a Designation of:	
	Significant	Not Significant
Significant	Correct Result	Type I or α Error
Not Significant	Type II or β Error	Correct Result

In practical terms, the traffic engineer must avoid making a Type I error. In this case, it will appear that the problem (excessive speed) has been solved, when in fact it has not been solved. This may result in additional accidents, injuries, and/or deaths before the “truth” becomes apparent. If a Type II error is made, additional effort will be expended to entice lower speeds. Although this might involve additional expense, it is unlikely to lead to any negative safety results.

من الناحية العملية يجب على مهندس المرور تجنب الخطأ من النوع الأول. في هذه الحالة سيظهر إن المشكلة (السرعة الزائدة) قد تم حلها، بينما في الحقيقة لم يتم حلها. قد يؤدي ذلك الى وقوع حوادث وإصابات أو وفيات إضافية قبل أن تتضح الحقيقة. إذا حدث خطأ من النوع الثاني، فسيتم بذل جهد إضافي لجذب السرعات المنخفضة. على الرغم من إنه يتطلب نفقات إضافية، إلا إنه غير من المحتمل أن يؤدي الى نتائج سلبية تتعلق بالسلامة.

The statistical test applied to assess the significance of an observed reduction in mean speeds is the normal approximation. It is called an “approximation” because the distribution of differences in sample means (coming from the same underlying population) only approximates the normal distribution when the sample sizes for the “before” and “after” samples are ≥ 30 . This will always be the case in properly conducted spot speed studies.

الإختبار الإحصائي المطبق لتقييم أهمية الإنخفاض الملحوظ في متوسط السرعات هو التقريب الطبيعي. إنه يطلق تقريبي بسبب توزيع الفروقات في متوسط العينة (يأتي من نفس المجتمع للعينة) يقارب التوزيع الطبيعي عندما تكون حجم العينة قبل وبعد عينة أكبر وتساوي ٣٠. سيكون هذه الحال دائما في دراسات السرعة الموقعية التي يتم إجراؤها بشكل صحيح.

When two different sample means are observed, the observed difference is normally distributed when (a) the two samples come from the same underlying population and (b) the sample sizes are each ≥ 30 . The difference is a statistic that is distributed as:

عندما يتم ملاحظة وسيليتين مختلفتين للعينة، يتم توزيع الفرق الملحوظ بشكل طبيعي عندما:
١. تأتي العينتان من نفس المجموعة.
٢. حجم كل عينة ٣٠.
الفرق هو إحصائي يتم توزيعه كمايلي:

$$Z_d = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - 0}{s_y}$$

$$(\bar{x}_1 - \bar{x}_2): N(0, s_y^2)$$

Where:

$$s_y = \sqrt{\frac{s_y^2}{N_1} + \frac{s_y^2}{N_2}}$$

[8]

s_y =standard deviation of the difference in sample means, **الانحراف المعياري للفرق في متوسط العينة**

s_1 =standard deviation of sample1, **الانحراف المعياري للعينة**

The normal approximation is applied by converting the observed reduction in mean speeds to a value of z on the standard normal distribution: **يتم التقريب الطبيعي بتحويل الإنخفاض الملحوظ في متوسط السرعات الى قيمة z على التوزيع الطبيعي القياسي.**

$$z_d = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - 0}{s_y}$$

[9]

- The standard normal distribution table is used to find the probability that a value equal to or less than z_d occurs when both sample means are from the same underlying distribution.

Then: If $\text{Prob}(z \leq z_d) \geq 0.95$, the observed reduction in speeds is statistically significant.

يتم استخدام جدول التوزيع العادي لإيجاد احتمالية حدوث قيمة مساوية أو أقل من z_d عندما يكون كلا متوسطي العينة من نفس التوزيع الأساسي. إذا كان أكبر أو مساوي من (0.95) الإنخفاض الملحوظ في السرعة يكون ذو دلالة إحصائية.

- If $\text{Prob}(z > z_d) < 0.95$, the observed reduction in speeds is not statistically significant.

إذا كانت احتمالية حدوث قيمة أقل من (0.95) الإنخفاض الملحوظ في السرعة يكون ليس ذو دلالة إحصائية.

In the first case, it means that the observed difference in sample means would be exceeded less than 5% of the time, assuming that the two samples came from the same underlying distribution. Given that such a value was observed, this may be interpreted as being less than 5% probable that the observed difference came from the same underlying distribution and more than 95% probable that it resulted from a change in the underlying distribution.

في الحالة الأولى، يعني إن الفرق الملحوظ في متوسط العينة سيتم تجاوزه بنسبة أقل من 5% من الوقت، على افتراض إن العينتين جائت من نفس التوزيع الأساسي. بالنظر الى ملاحظة هذه القيمة، يمكن تفسير ذلك إن أقل من 5% احتمال الفرق الملحوظ بسبب التوزيع الأساسي وإن أكثر من 95% محتمل إنه نتج عن تغيير في التوزيع الأساسي.

Note that a one-sided test is conducted (i.e., we are testing the significance of an observed reduction in sample means, NOT an observed difference in sample means). If the observations revealed an increase in sample means, no statistical test is conducted, as it is obvious that the desired result was not achieved. Because of this, by convention, the higher speed value, which is usually the “before” sample, is labeled Sample 1, and the “after” sample is Sample 2.

لاحظ إنه يتم إجراء اختبار من جانب واحد (أي إننا نختبر أهمية الإنخفاض الملحوظ في متوسط العينة، وليس الفرق الملحوظ في متوسط العينة). إذا كشفت الملاحظات عن زيادة في متوسط العينة، فلن يتم إجراء اختبارات إحصائية، لأن من الواضح أن النتيجة المرجوة لم تتحقق. لهذا السبب، يتم تصنيف القيمة للسرعة الأعلى، والتي تكون عادة العينة "السابقة"، على العينة 1 والعينة "بعد" هي العينة 2.

If the observed reduction is found to be statistically significant, the second question can be entertained (i.e., was the target speed reduction achieved?). This is done using only the results of the “after” distribution. Note that from the normal distribution characteristics, it is 95% probable that the true mean of the distribution is:

إذا تبين أن الإنخفاض الملحوظ ذو دلالة إحصائية، فيمكن طرح السؤال الثاني (أي، هل تم تحقيق خفض السرعة المستهدف). يتم ذلك باستخدام نتائج التوزيع "بعد" فقط. لاحظ إنه من خصائص التوزيع الطبيعي، 95% احتمالية متوسط الحقيقي للتوزيع يساوي:

$$\mu = \bar{x} \pm 1.96E$$

If the target speed lies within this range, it can be stated that it was successfully achieved.

إذا كانت السرعة المستهدفة ضمن هذا النطاق، فيمكن القول أنه تم تحقيقها بنجاح.

Consider the results of a before-and-after spot speed study, shown in Table 5, conducted to evaluate the effectiveness of a new speed limit intended to reduce the average speed at the location to 60 mi/h.

ضع في إعتبارك نتائج دراسة السرعة الموقعية قبل وبعد، الموضحة في جدول رقم ٥، التي أجريت لتقييم فعالية السرعة القصوى لتقليل معدل السرعة في الموقع إلى ٦٠ كم/ساعة.

Table .5: Example Before -After Study of Speed

Before Results		After Results
65.3 mi/h	$\bar{x}$	63.0 mi/h
5.0 mi/h	S	6.0 mi/h
50	N	60

A normal approximation test is conducted to determine whether the observed reduction in sample means is statistically significant: The pooled standard deviation is computed using Equation 11:

يتم إجراء اختبار تقريبي لتحديد ما إذا كان الإنخفاض الملحوظ في متوسط العينة ذا دلالة إحصائية أم لا: يتم حساب الإنحراف المعياري كما في المعادلة رقم ٨:

$$s_y = 5.0250 + 6.0260 = 1.05 \text{ mi/h}$$

The z_d statistic is computed using Equation 9:

$z_d = (65.3 - 63.0) - 0.105 = 2.19$ standard normal distribution table, the probability of z being less than or equal to 2.19 is found as:

$\text{Prob}(z \leq 2.19) = 0.9857$ As $98.57\% > 95\%$, the results indicate that the observed reduction in sample means was statistically significant. تشير النتائج إلى إن الإنخفاض الملحوظ في متوسط العينة كان ذو دلالة إحصائية.

Given these results, it is now possible to investigate whether or not the target speed of 60 mi/h was successfully achieved in the “after” sample. The 95% confidence interval for the “after” estimate of the true mean of the underlying distribution is:

$$\begin{aligned} E &= 6/60 = 0.7746 \\ \mu &= 63.0 \pm 1.96(0.7746) \\ \mu &= 63.0 \pm 1.52 \\ \mu &= 61.48 - 64.52 \text{ mi/h} \end{aligned}$$

بالنظر إلى هذه النتائج، أصبح من الممكن الآن التحقق مما إذا كانت السرعة المستهدفة ٦٠ كم/ساعة قد تحققت بنجاح أم لا في العينة اللاحقة. مستوى الثقة ٩٥% للمتوسط "العينة اللاحقة" للتوزيع هو:

As the target speed of 60 mi/h does not lie in this range, it cannot be stated that it was successfully achieved. نظراً لأن السرعة المستهدفة ٦٠ كم/ساعة لاتقع ضمن هذا المدى، فلا يمكن القول إنه تم تحقيقها بنجاح.

In this case, while a significant reduction in speeds was achieved, it was not sufficient to achieve the target value of 60 mi/h. Additional study of the site would be undertaken and additional measures enacted to achieve additional speed reduction.

في هذه الحالة، بينما تم تحقيق إنخفاض ملحوظ في السرعات، لم يكن ذلك كافياً لتحقيق القيمة المستهدفة ٦٠ كم/ساعة. سيتم إجراء دراسة إضافية وإتخاذ تدابير إضافية للموقع لتحقيق إنخفاض إضافي السرعة.

The 95% confidence criteria for certifying a significant reduction in observed speeds should be well understood. If a before-and-after study results in a confidence level of 94.5%, it would not be certified as statistically significant. This decision limits the probability of making a Type I error to less than 5%. When we state that the observed difference in mean speeds is not statistically significant in this case, however, it is 94.5% probable that we are making a Type II error. Before expending large amounts of funds on additional speed-reduction measures, a larger "after" speed sample should be taken to see whether or not 95% confidence can be achieved with an expanded database.

يجب أن تكون معايير مستوى الثقة ٩٥% لإنخفاض السرعة المرصودة الملحوظ يجب فهمها بشكل جيد. إذا كان مستوى الثقة لنتائج الدراسة قبل وبعد ٩٤.٥% لن يتم إعتداده كدلالة إحصائية. هذا يحد من الخطأ نوع الأول إلى أقل من ٥%. عندما نذكر ليس هناك إختلاف ملحوظ في متوسط السرعات، فمن المحتمل بمستوى ثقة ٩٤.٥% أننا نرتكب خطأ من النوع الثاني. قبل إنفاق مبالغ كبيرة لأجل خفض السرعة، يجب أخذ عينة سرعة أكبر "بعد" لمعرفة ما إذا كان يمكن تحقيق مستوى ثقة ٩٥% كقاعدة بيانات موسعة.

Application: Testing for Normalcy Using the Chi-Square Goodness-of-Fit Test

Virtually all of the statistical analyses of this section start with the basic assumption that the speed distribution can be mathematically represented as normal. For completeness, it is, therefore, necessary to conduct a statistical test to confirm that this assumption is correct. The chi-square test is used to determine whether the difference between an observed distribution and its assumed mathematical form is significant. For grouped data, the chi-squared statistic is computed as:



تبدأ جميع التحليلات في هذه الفقرة بإفتراض توزيع السرعة يمكن تمثيله رياضياً "بتوزيع طبيعي. من أجل الإكتمال من الضروري إجراء إختبار إحصائي للتأكد من صحة هذا الإفتراض. يستخدم إختبار مربع كاي لتحديد ما إذا كان الفرق بين التوزيع المرصود والمنهج الرياضي ملحوظ. بالنسبة لمجاميع السرعات يتم حساب إحصاء مربع كاي كالتالي:

$$\chi^2 = \sum_{N_G} \frac{(n_i - f_i)^2}{f_i} \quad [10]$$

Where:

χ^2 =chi-square statistic, إحصاء مربع كاي

n_i =number of observations (frequency) in speed group i, عدد المشاهدات (التكرارات) في مجاميع السرعة

f_i =theoretical frequency in speed group i, assuming that the assumed distribution exists.

عدد المشاهدات (التكرارات) النظرية في مجاميع السرعة

N_G = the number of speed groups in the distribution. عدد مجاميع السرعة في التوزيع

Table 6 shows these computations for the illustrative spot speed study. Speed groups are already specified, and the observed frequencies are taken directly from the frequency distribution table (Table 1).

يوضح الجدول رقم ٦ الحسابات لدراسة السرعة الموقعية. يتم تحديد مجاميع السرعة ويتم أخذ التكرارات المرصودة مباشرة من الجدول التوزيع التكرارات (جدول رقم ١).

For convenience, the speed groups are listed from highest to lowest. This is to coordinate with the standard normal distribution table, which gives probabilities of $z \leq z_d$. The upper limit of the highest group is adjusted to “infinity,” as the theoretical normal distribution extends to both positive and negative infinity. The remaining columns of Table 6 focus on determining the theoretical frequencies, f_i , and on determining the final value of χ^2 .

للتوافق نبدأ مجاميع أو فئات السرعات من الأعلى الى الأوطأ. هذا للتنسيق مع الجدول التوزيع الطبيعي القياسي الذي يعطي الإحتمالية لـ $z \leq z_d$. يتم تعديل الحد الأعلى للمجموعة الى "اللانهاية" حيث يمتد التوزيع الطبيعي النظري الى كل من الانهاية الموجبة والسالبة. تركز الأعمدة المتبقية من الجدول رقم ٦ على تحديد التكرارات النظرية f_i وقيمة مربع كاي χ^2 .

Table 6: Chi-Square Test on Sample Data

Speed Group		Observed Frequency n	Upper Limit on STD Normal z_d	Prob. $z \leq z_d$ (Table 10-2)	Prob. Of Occurrence in Group	Theoretical Frequency f	Combined Group n	Combined Group f	Chi-Square Group χ^2
Upper Limit (mi/h)	Lower Limit (mi/h)								
∞	64	2	∞	1.0000	0.0051	1.8768			
64	62	3	2.57	0.9949	0.0071	2.6128	12	10.0832	0.3644
62	60	7	2.25	0.9878	0.0152	5.5936			
60	58	10	1.92	0.9726	0.0294	10.8192	10	10.8192	0.0620
58	56	18	1.60	0.9432	0.0452	16.6336	18	16.6336	0.1122
56	54	25	1.27	0.8980	0.0716	26.3488	25	26.3488	0.0690
54	52	30	0.94	0.8264	0.0940	34.592	30	34.592	0.6096
52	50	38	0.62	0.7324	0.1183	43.5344	38	43.5344	0.7036
50	48	40	0.29	0.6141	0.1261	46.4048	40	46.4048	0.8840
48	46	65	-0.03	0.4880	0.1286	47.3248	65	47.3248	6.6015
46	44	46	-0.36	0.3594	0.1111	40.8848	46	40.8848	0.6400
44	42	33	-0.68	0.2483	0.0921	33.8928	33	33.8928	0.0235
42	40	21	-1.01	0.1562	0.0661	24.3248	21	24.3248	0.4544
40	38	13	-1.34	0.0901	0.0416	15.3088	13	15.3088	0.3482
38	36	7	-1.66	0.0485	0.0252	9.2736	7	9.2736	0.5574
36	34	5	-1.99	0.0233	0.0129	4.7472	10	8.5744	0.2370
34	$-\infty$	5	-2.31	0.0104	0.0104	3.8272			
					1.0000	368.0000	368.0000	368.0000	11.6669

The theoretical frequencies are the number of observations that would have occurred in the various speed groups if the distribution were perfectly normal. To find these values, the probability of an occurrence within each speed group must be determined from the standard normal table. This is done in columns 4 through 7 of Table .6, as follows:

التكرارات النظرية هي عدد المشاهدات التي كانت ستحدث في مجاميع أو فئات السرعة المختلفة إذا كان التوزيع طبيعي. للعثور على هذه القيم ، يجب تحديد كل إحتمالية الحدث داخل كل مجموعة للسرعات من الجدول الطبيعي القياسي. يتم ذلك في الأعمدة ٤ الى ٧ في الجدول رقم ٦.

1. The upper limit of each speed group (in mi/h) is converted to an equivalent value of z on the standard normal distribution, using Equation 9. The computation for the upper limit of 64 mi/h is illustrated below:

يتم تحويل الحد الأعلى لكل مجموعة إلى القيمة المكافئة z على التوزيع الطبيعي القياسي باستخدام المعادلة رقم ٩. حساب الحد الأعلى لـ ٦٤ ميل/ساعة كمايلي:

$z_{64}=64-48.26.14=2.57$ Note that the mean speed and standard deviation of the illustrative spot speed study are used in this computation.

يتم استخدام متوسط السرعة والانحراف المعياري لدراسة السرعة الموقعية الملخصة في هذا الحساب.

2. Each computed value of z is now looked up on the standard normal table. From this, the probability of $z \leq z_d$ is found and entered into column 5 of Table 6.

يتم الآن البحث عن كل قيمة محسوبة لـ z في الجدول الطبيعي القياسي والعثور على احتمالية $z \leq z_d$ وإدخاله في العمود ٥ من الجدول ٦.

3. Consider the 48–50 mi/h speed group in Table 6. From column 5, 0.6141 is the probability of a speed ≤ 50 mi/h occurring on a normal distribution; 0.4880 is the probability of a speed ≤ 48 mi/h occurring. Thus, the probability of an occurrence between 48 and 50 mi/h is $0.6141-0.4880=0.1261$. The probabilities of column 6 are computed via sequential subtractions as shown here. The result is the probability of a speed being in any speed group, assuming a normal distribution.

ضع في الاعتبار المجموعة ٤٨-٥٠ ميل/ساعة في الجدول رقم ٦. من العمود ٥، ٠.٦١٤١ هي الإحتمالية لحدوث السرعة أقل أو يساوي ٥٠ ميل/ساعة في التوزيع الطبيعي، ٠.٤٨٨٠ هو إحتمال حدوث السرعة أقل من ٤٨ ميل/ساعة. وبالتالي فإن أحتمالية حدوث السرعة ما بين ٤٨ و ٥٠ ميل/ساعة هي = ٠.١٢٦١. يتم حساب إحتمالية العمود ٦ من خلال عمليات الطرح المتعاقبة كما موضح هنا. والنتيجة وجود إحتمالية حدوث سرعة في أي مجموعة بافتراض توزيع طبيعي.

4. The theoretical frequencies of column 7 are found by multiplying the sample size by the probability of an occurrence in that speed group. Fractional results are permitted for theoretical frequencies.
5. The chi-square test is valid only when all values of the theoretical frequencies are 5 or more. To achieve this, the first three and last two speed groups must be combined. The observed frequencies are similarly combined.

يتم إيجاد التكرارات في العمود ٧ من حاصل ضرب حجم العينة (إحتمالية الحدوث) في مجاميع السرعة. يسمح بالنتائج الجزئية للتكرارات النظرية.

يكون إختبار مربع كاي صالحاً فقط عندما تكون جميع قيم التكرارات النظرية ٥ أو أكثر. لتحقيق ذلك، يجب دمج مجاميع السرعات الثلاثة الأولى والأخيرة. يتم الجمع بين التكرارات المرصودة بشكل مشابه.

6. The value of the chi-square for each speed group is computed as shown. The computation for the 40–42 mi/h speed group is illustrated here:

قيمة مربع كاي لكل مجموعة للسرعة تحسب كما موضح أدناه. إن الحساب للمجموعة ٤٠-٤٢ ميل/ساعة تلخص كمايلي:

$$\chi^2 = (n_i - f_i)^2 / f_i = (21 - 24.3248) / 24.3248 = 0.4544$$

These values are summed to yield the final value of χ^2 for the distribution, which is 11.6669.

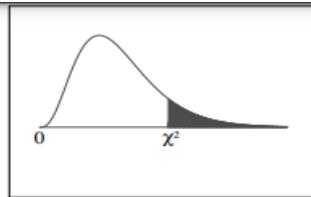
يتم جمع هذه القيم لإيجاد القيمة النهائية لمربع كاي χ^2 للتوزيع، وهي ١١.٦٦٦٩

To assess this result, a table of the chi-square distribution must be used. It is shown in Table 7. Probability values are shown on the horizontal axis of the table. The vertical axis shows degrees of

freedom. For a chi-square distribution, the number of degrees of freedom is the number of data groups (after they are combined to yield theoretical frequencies of 5 or more), minus 3. Three degrees of freedom are lost because the computation of χ^2 requires that three characteristics of the measured distribution be known: the mean, the standard deviation, and the sample size. Thus, for the illustrative spot speed study, the number of degrees of freedom is $14-3=11$.

لتقييم هذه النتيجة يتم استخدام جدول مربع كاي. هو موضح في الجدول رقم ٧. تظهر قيم الإحتمالية على المحور الأفقي للجدول. المحور العمودي يمثل درجة الحرية. بالنسبة لتوزيع مربع كاي فإن عدد درجات الحرية هو عدد مجموعات البيانات (بعد دمجها لإنتاج تكرارات نظرية تبلغ ٥ أو أكثر)، ناقص ٣. تنقص ٣ درجات من الحرية لأن حساب مربع كاي χ^2 يتطلب معرفة ٣ خصائص للتوزيع القياسي وهي المتوسط، الانحراف المعياري، وحجم العينة. لهذا إن عدد درجات الحرية لدراسة السرعة الموقعية هي $14-3=11$.

Table.7: Upper Percentage Points on the Chi-Square Distribution.



The shaded area is equal to α for $\chi^2 = \chi^2_{\alpha}$.

df	$\chi^2_{.995}$	$\chi^2_{.990}$	$\chi^2_{.975}$	$\chi^2_{.950}$	$\chi^2_{.900}$	$\chi^2_{.100}$	$\chi^2_{.050}$	$\chi^2_{.025}$	$\chi^2_{.010}$	$\chi^2_{.005}$
1	0.000	0.000	0.001	0.004	0.016	2.706	3.841	5.024	6.635	7.879
2	0.010	0.020	0.051	0.103	0.211	4.605	5.991	7.378	9.210	10.597
3	0.072	0.115	0.216	0.352	0.584	6.251	7.815	9.348	11.345	12.838
4	0.207	0.297	0.484	0.711	1.064	7.779	9.488	11.143	13.277	14.860
5	0.412	0.554	0.831	1.145	1.610	9.236	11.070	12.833	15.086	16.750
6	0.676	0.872	1.237	1.635	2.204	10.645	12.592	14.449	16.812	18.548
7	0.989	1.239	1.690	2.167	2.833	12.017	14.067	16.013	18.475	20.278
8	1.344	1.646	2.180	2.733	3.490	13.362	15.507	17.535	20.090	21.955
9	1.735	2.088	2.700	3.325	4.168	14.684	16.919	19.023	21.666	23.589
10	2.156	2.558	3.247	3.940	4.865	15.987	18.307	20.483	23.209	25.188
11	2.603	3.053	3.816	4.575	5.578	17.275	19.675	21.920	24.725	26.757
12	3.074	3.571	4.404	5.226	6.304	18.549	21.026	23.337	26.217	28.300
13	3.565	4.107	5.009	5.892	7.042	19.812	22.362	24.736	27.688	29.819
14	4.075	4.660	5.629	6.571	7.790	21.064	23.685	26.119	29.141	31.319
15	4.601	5.229	6.262	7.261	8.547	22.307	24.996	27.488	30.578	32.801
16	5.142	5.812	6.908	7.962	9.312	23.542	26.296	28.845	32.000	34.267
17	5.697	6.408	7.564	8.672	10.085	24.769	27.587	30.191	33.409	35.718
18	6.265	7.015	8.231	9.390	10.865	25.989	28.869	31.526	34.805	37.156
19	6.844	7.633	8.907	10.117	11.651	27.204	30.144	32.852	36.191	38.582
20	7.434	8.260	9.591	10.851	12.443	28.412	31.410	34.170	37.566	39.997
21	8.034	8.897	10.283	11.591	13.240	29.615	32.671	35.479	38.932	41.401
22	8.643	9.542	10.982	12.338	14.041	30.813	33.924	36.781	40.289	42.796
23	9.260	10.196	11.689	13.091	14.848	32.007	35.172	38.076	41.638	44.181
24	9.886	10.856	12.401	13.848	15.659	33.196	36.415	39.364	42.980	45.559
25	10.520	11.524	13.120	14.611	16.473	34.382	37.652	40.646	44.314	46.928
26	11.160	12.198	13.844	15.379	17.292	35.563	38.885	41.923	45.642	48.290
27	11.808	12.879	14.573	16.151	18.114	36.741	40.113	43.195	46.963	49.645
28	12.461	13.565	15.308	16.928	18.939	37.916	41.337	44.461	48.278	50.993
29	13.121	14.256	16.047	17.708	19.768	39.087	42.557	45.722	49.588	52.336
30	13.787	14.953	16.791	18.493	20.599	40.256	43.773	46.979	50.892	53.672
40	20.707	22.164	24.433	26.509	29.051	51.805	55.758	59.342	63.691	66.766
50	27.991	29.707	32.357	34.764	37.689	63.167	67.505	71.420	76.154	79.490
60	35.534	37.484	40.482	43.188	46.459	74.397	79.082	83.298	88.379	91.952
70	43.275	45.442	48.758	51.739	55.329	85.527	90.531	95.023	100.425	104.215
80	51.172	53.540	57.153	60.391	64.278	96.578	101.879	106.629	112.329	116.321
90	59.196	61.754	65.647	69.126	73.291	107.565	113.145	118.136	124.116	128.299
100	67.328	70.065	74.222	77.929	82.358	118.498	124.342	129.561	135.807	140.169

The values of χ^2 are shown in the body of Table 7. For the illustrative data, the value of χ^2 lies between the tabulated values of 10.34(Prob=0.50) and 13.70(Prob=0.25). Note also that the probabilities shown in the table represent the probability of a value being greater than or equal to χ^2 . Interpolation is used to determine the precise probability level associated with a value of 11.6669 on a chi-square distribution with 11 degrees of freedom:



تظهر قيم مربع كاي χ^2 في الجدول رقم ٧. بالنسبة للبيانات التوضيحية، قيمة مربع كاي χ^2 تقع بين القيم الجدولية ١٠.٣٤ (إحتمالية ٠.٥) و ١٣.٧٠ (إحتمالية ٠.٢٥). لاحظ أيضا أن الإحتمالات الموضحة في الجدول تمثل إحتمالية أن تكون القيمة أكبر من أو تساوي لمربع كاي χ^2 . يستخدم التناسب لتحديد مستوى إحتمالية الدقيق المرتبط بقيمة ١١.٦٦٦٩ على توزيع مربع كاي مع درجة حرية ١١.

Probability	Chi-Square Value
0.50	10.34
<i>P</i>	11.6669
0.25	13.70

$$P=0.25+(0.50-0.25) \frac{(13.70-11.6669)}{(13.70-10.34)}=0.40125$$

From this determination, it is 40.125% probable that a χ^2 value of 11.6669 or higher would exist if the distribution were statistically normal. The decision criteria are the same as for other statistical tests (i.e., to say that the data and the assumed mathematical description are significantly different, we must be 95% confident that this is true). For tables that yield a probability of a value less than or equal to the computed statistic, the probability must be 95% or more to certify a significant difference. This was the case in the normal approximation test. The corresponding decision point using a table with probabilities greater than or equal to the computed statistic is that the probability must be 5% or less to certify a significant statistical difference. In the case of the illustrative data, the probability of a value of 11.6669 or greater is 40.125%. This is quite a bit more than 5%. Thus, the data and the assumed mathematical description are not significantly different, and the data's normalcy is successfully demonstrated.



من هذا الحساب، إحتمالية بنسبة ٤٠.١٢٥ % وجود قيمة مربع كاي تساوي ١١.٦٦٦٩ أو أعلى إذا كان التوزيع طبيعي. إن معايير القرار هي نفسها بالنسبة للإختبارات الإحصائية (على سبيل المثال، إن البيانات والوصف الرياضي المفروض ذو فروقات ملحوظة بشكل كبير، وبمستوى ثقة ٩٥%). بالنسبة للجدول التي تعطي إحتمالية بقيمة أقل أو مساوي للإحصاء المحسوب، يجب أن يكون مستوى الثقة ٩٥% أو أكثر لتصديق الفرق الملحوظ. هذا في الفحص الطبيعي التقريبي. إن القرار باستخدام الجدول مع إحتماليات أكبر أو تساوي للإحصاء المحسوب هو إحتمالية ٥% أو أقل لتصديق الفرق الملحوظ. في حالة البيانات التوضيحية، يكون إحتمالية بقيمة ١١.٦٦٦٩ أو أكبر هي ٤٠.١٢٥% وهذه أكبر من ٥%. لهذا فإن البيانات والوصف الرياضي المفروض ليست ذو فرق ملحوظ وتم عرض الحالة الطبيعية للبيانات بنجاح.

A chi-square test is rarely conducted on spot speed results since they are virtually always normal. If the data are seriously skewed or take a shape obviously different from the normal distribution, this will be relatively obvious, and the test can be conducted. It is also possible to compare the data with other types of distributions. There are a number of distributions that have the same general shape as the normal distribution but have skewed to the low or high end of the distribution. It is

also possible that a given set of data can be reasonably described using a number of different distributions. This does not negate the validity of a normal description when it occurs. As long as speed data can be described as normal, all of the manipulations described herein are valid. If a speed distribution is found to be not normal, then other distributions can be used to describe it, and other statistical tests can be performed. These are not covered in this text, and the student is referred to standard statistics textbooks.

نادرا" ما يتم استخدام فحص مربع كاي على نتائج دراسات السرعة الموقعية نظرا" لأنها طبيعية دائما". إذا كانت البيانات منحرفة بشكل كبير أو أخذت شكل مختلف عن التوزيع الطبيعي، هذا سيكون واضحا" نسبيا" ويمكن إجراء الاختبار. من الممكن أيضا مقارنة البيانات مع أنواع التوزيعات الأخرى. هناك عدد من التوزيعات لها نفس التوزيع الطبيعي مع انحراف الى النهاية المنخفضة أو المرتفعة للتوزيع. من الممكن إن توصف مجموعة من البيانات عدد من التوزيعات بصورة منطقية. هذا لا ينفي صحة الوصف الطبيعي عند حدوثه طالما يمكن وصف البيانات إنها طبيعية، فإن جميع الأوصاف صحيحة. إذا تبين التوزيع غير طبيعي يمكن إيجاد أو استخدام توزيع آخر للوصف وإختبارات إحصائية أخرى ممكن إجرائها. ويمكن الإطلاع على كتب الإحصاء لمعلومات أكثر.

Applications: Other Statistical Tests

The normal approximation is the test generally used to establish a difference or reduction in speed. It requires that before-and-after sample sizes be 30 or more. Should one or both sample sizes not meet this requirement, the correct statistical test would use the Students't-Distribution.

التقريب الطبيعي هو الفحص المستخدم لتحديد الفروقات في إنخفاض السرعة. وهذا يتطلب حجم عينات 30 قبل وبعد أو أكثر. في حالة عدم إستيفاء حجم العينة لهذا المطلب يستخدم إختبار توزيع الطالب.

Note that in all of the applications discussed, the sample standard deviation, s , is used as an estimate of σ , the true mean of the population. The accuracy of this estimate can be evaluated using the F-Distribution, which is also covered in all standard statistical texts. In practical terms, the estimate is virtually always statistically adequate.

لاحظ إنه في جميع التطبيقات التي تمت مناقشتها، يتم استخدام الإنحراف المعياري، s ، كتقدير لـ σ ، المعدل الحقيقي للسكان. يمكن تقييم دقة التقدير باستخدام توزيع F (ممكن الرجوع الى كتب الإحصاء لمعلومات أكثر). من الناحية العملية، يكون التقدير دائما" مناسباً" من الناحية الإحصائية.