

بسم الله الرحمن الرحيم
جامعة بوليتكنك فلسطين
كلية الهندسة والتكنولوجيا



إعادة تأهيل وتصميم طريق

مقدم إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة والتكنولوجيا

درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص المساحة والجيوماتكس

فريق العمل

جعفر ناجارة

ماهر محمدين

بيان سويطي

مريم أبو عياش

. مصعب شاهين

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل – فلسطين

شهادة تقييم مقدمة مشروع التخرج

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل – فلسطين



إعادة تأهيل وتصميم طريق

فريق العمل

جعفر ناجارة

ماهر محمدين

بيان سويطي

مريم أبو عياش

على توجيهات الأستاذ المشرف على المشروع و بموافقة جميع أعضاء اللجنة الممتحنة تم تقديم هذا المشروع إلى دائرة الهندسة المدنية و المعمارية في كلية الهندسة و التكنولوجيا للوفاء الجزئي بمتطلبات الدائرة لدرجة البكالوريوس

توقيع رئيس الدائرة

توقيع مشرف المشروع

:

:

توقيع اللجنة الممتحنة

.....

الإهداء

.. إلى نبي الرحمة ونور العالمين ..
سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم

كلله الله بالهبة والوقار ..
.. أرجو من الله أن يمد في عمرك لترى ثماراً قد حان قطافها بعد طول
وستبقى كلماتك نجوم أهتدي بها اليوم وفي الغد وإلى الأبد ..
والذي العزيز

"ولا ننسى من هم تحت الثرى الذين مضوا الطريق لنا
.... والذي الحبيب".....مريم

إلى ملاكي في الحياة ..
.. الحياة وسر

إلى من كان دعائها سر نجاحي وحنانها بلسم جراحي إلى أعلى الحبايب
أمي الحبيبة

إلى من بوجودها أكتسب قوة ومحبة لا حدود لها ..
عرفت معها معنى الحياة

إلى أخي ورفيق دربي .. في نهاية مشواري أريد
مواقفك النبيلة يا

هدية السماء الذين أحاطوني بالمحبة والإخاء الذين كانوا عوناً لي أيام الشدة

فريق

شكر وتقدير

انطلاقاً من العرفان بالجميل، فإنه ليسرني وليثلج صدر أن أقدم بالشكر والامتنان إلى أستاذ ، ومشرق الأستاذ المهندس الذي مدد من منابع علمه بالكثير، والذي ما توانى يوماً عن مد يد المساعدة في جميع المجالات.

و أقدم كذلك بجزيل الشكر إلى كل من جامعة الحبيبية ، وكلية الهندسة المدنية والمعمارية ، لكل ما قدموه من مساعدة ومسانده مكنتني من المضي بخطى ثابتة العلمية.

تقدم بجزيل الشكر إلى أساتذ على ما تكبدوه من عناء والمخاضا بمقترحاتهم القيمة.

وفى النهاية يسرني أن أقدم بجزيل الشكر إلى كل من مد العون في مسيرة العلمية.

فريق العمل

جامعة بوليتكنك فلسطين

مشروع تخرج بعنوان

إعادة تأهيل وتصميم طريق

فريق العمل

جعفر نجاجرة

ماهر محمددين

بيان سويطي

ريم أبو عياش

إشراف

م. مصعب شاهين

ملخص المشروع

المشروع عبارة عن إعادة تأهيل وتصميم شارع وادي الجوز، وقد تم اختيار هذا المشروع لما له من أهمية حيوية ، والذي يعمل على تقليل والمصاريف. حيث يشكل هذا المشروع تطبيقاً للمفاهيم الهندسية والمواصفات الفنية الواجب إتباعها عند القيام بتصميم أي طريق .

و نريد عمل نظام جيد لتصريف المياه السطحية عن حرم الطريق و وضع العبارات في مرور في الأماكن الصحيحة.

يحتوي هذا المشروع على عدة فصول نظرية وحسابية مبنية بالتفصيل في هيكلية المشروع ، ويتكون هذا المشروع من جزأين : عمل ميداني .

Palestine Polytechnic University

Project Title

Rehabilitation and design of Wadi Al-joz Street

Project Team

Maher Mohammadain ja'far Najajrah
Mariam Abu Ayyash Bayan Alsweity

Supervisor

Eng. Musa'b Shaheen

Abstract

The project is a rehabilitation and design of Wadi Al-joz Street; we have selected this project for its vital importance, which reduces congestion and the brevity of the time and expenses. This project is application for the concepts of engineering and technical specifications to be followed when doing the design any way.

We want to make a good system for the disposal of surface water from the grounds of the roads, setting culverts in the appropriate places, as well as marking and traffic signs in the right places, this project has several theories and calculations chapters are shown in detail in the structure of the project, also it consists of two parts: field work and office work.

I	
VII	شهادة تقييم المشروع.
III	الإهداء.
VII V	الشكر والتقدير.
VII.....	(بالعربية).
VII	(بالإنجليزية).
VII	فهرس المحتويات.
XVI	فهرس الجداول.
XVIII	فهرس الأشكال.

.....	محتويات الفصل
.....	-
.....	- - نبذة عامة عن مدينة الخليل
.....	- -

- تعريف بالمشروع فكرته وأهميته.....
-
- أهداف المشروع.....
-
- - طريقة البحث.....
- - الأجهزة والأدوات والبرامج المستخدمة.....
- هيكلية ال.....
-

مشاكل الطريق والحلول المقترحة

- 8..... محتويات الفصل
- 9..... -
- 9..... تعريف بالمشاكل -
- 10 ضيق الطريق..... -
- 10..... - - توضيح للمشكلة.....
- - الحلول المقترحة لضيق الطريق.....
- 12..... - سوء تصريف مياه الأمطار.....
- 12..... - - توضيح للمشكلة.....
- 12..... - - الحلول المقترحة لسوء تصريف المياه.....
- 13..... - عدم وجود حواجز واقية أو جدران استنادية في بعض المذ.....
- 13..... - - توضيح للمشكلة.....
- 13..... - -

- 15.....عدم وجود اللافتات الارشادية أو اشارات المرور.....-
 - - توضيح للمشكلة.....
 - -
الاضاءة غير كافية على الطريق.....-
 - - توضيح للمشكلة.....
 - -

توضيح للمشكلة.....-
 - -

الأعمال المساحية

- 18.....محتويات الفصل الثا.....-
 20.....-
 21.....-
 21.....- -
 21.....- -
 22.....- -
 22.....عملية الاستكشاف للمنطقة.....-
 23.....-
 23.....اختيار نقاط المضع.....-
 24.....تثبيت نقاط.....-
 24.....-

25.....	قياس المضلع.....	-
25.....	القراءات التي تم رصدها في الميدان.....	- -
27.....	الإحداثيات بواسطة إل (GPS).....	- -
28.....		-
28.....	طريقة المربعات الصغرى.....	- -
28.....	الخطأ في الزوايا والمسافات المرصودة.....	- -
29.....	خطأ عدم تمرکز الجهاز.....	- - -
29.....	خطأ عدم تمرکز جهاز الرصد.....	- - - -
29.....		- - - -
30.....	خطأ رصد الزوايا.....	- - -
32.....		- - -
33.....		-
35.....		- -
36.....	حساب التثريق والتشميل للمضلع.....	- -
37.....	حساب الإحداثيات الأولية للنقاط لحساب خطأ الإغلاق في المسافات.....	- -
	تصحيح إحداثيات المضلع.....	- -
38.....		

التصميم الهندسي للطريق

51.....	محتويات الفصل الرابع.....
---------	---------------------------

53.....	-
53.....تصنيف الطرق	-
53.....التصنيف الوظيفي للطرق الحضرية	- -
54.....Design Classes درجات الطرق التصميمية	- -
55.....تخطيط المنحنيات الأفقية	-
56.....المنحنيات الدائرية	- -
59.....معادلات المنحنى الدائري البسيط	- - -
59.....	- - -
61.....زيادة الميل العرضاني	- - -
63.....Superelevation الرفع الجانبي للطريق	- - -
63.....كيفية تنفيذ التعلية	- - -
.....المنحنيات الانتقالية	- -
68.....تخطيط المنحنيات الرأسية	-
68.....المنحنيات الرأسية	- -
.....إشارة الميل وزاوية التدرج (Grade Angle)	- -
.....	- -
70.....	- -
.....5- مواصفات ومحددات التصميم	-
70.....مسافة الرؤية (Sight Distance)	- -
70.....مسافة الرؤية للتوقف (Stopping Sight Distance)	- -
72.....1-	- - -
73.....مسافة الرؤية للتجاوز (Passing Sight Distance)	- -
73.....مسافة الرؤية الأفقية	- -
74.....القطاعات العرضية للطرق	-
74.....عرض الرصف والحارة المرورية	- -
74.....2- الطرق الجانبية	- -

- 74..... 3- أكتاف الطريق - -
- 76..... اعتبارات عامة في تصميم المنحنيات الراسية والافقية. - -
- 76..... ملاحظات عامة عن التخطيط الأفقي - -
- 78..... اعتبارات عامة في التخطيط الرأس - -
- 78..... الجمع بين التخطيط الأفقي والرأسي - -
- 79..... التصميم - - -
- تنسيق أعمال التخطيط عند التصميم - - -
- 81..... تصميم الميول الطولية والعرضية لطريق وادي الجوز. - -
- تصميم الميول الطولية للطريق. - -
- تصميم الميول العرضية للطريق. - -

كميات الحفر والردم

- 82..... محتويات
- 83..... كميات الحفر والردم. -

التصميم الإنشائي للطريق

- 86..... محتويات الفصل الـ
- 87..... -
- 87..... الأنواع الرئيسية للرصف. -
- 88..... مكونات الطريق. -

88.....	- اسباب إعادة التصميم الانشائي للطريق	-
88.....	- تصميم الرصف المرن للطرق	-
88.....	- - الأحمال التصميمية	- -
88.....	- - -	- - -
88.....	- - -	- - -
89.....	- - - تأثير العوامل البيئية	- - -
89.....	- - - توزيع الحركة على الحارات المختلفة بالطريق	- - -
90.....	- - - الفترة التصميمية	- - -
90.....	- - - معدلات الزيادة السنوية	- - -
90.....	- - -	- - -
92.....	- - - معدل المرور اليومي	- - -
94.....	- - - 6-6 طريقة التصميم	- - -
94.....	- - - نسبة تحمل كاليفورنيا	- - -
94.....	- - - معامل الرجوعية	- - -
96.....	- - - القيمة النهائية والابتدائية لدليل مستوى حالة سطح الرصف	- - -
97.....	-	-

105..... محتويات الفصل السابع

106.....	-
106.....	-

106.....	اهداف علامات المرور.....	-
107.....	السلامة المرورية.....	-
107.....	انواع علامات المرور الدولية.....	-
110.....	تعريف علامات الطرق الارضية.....	-
110.....	علامات الطرق الارضية.....	- -
110.....	دلالات الخطوط الارضية (الخطوط الطولية).....	- -
111.....	دلالات الخطوط الارضية (الخطوط العرضية).....	- -
111.....	الاشارة الضوئية.....	-
111.....	عندما تتعارض العلامات والاشارة المرورية.....	-

تصريف مياه الامطار

112.....	محتويات الفصل الثامن.....	
113.....	-
113.....	-
113.....	الاحوال التي تستعمل فيها شبكات الصرف المشتركة.....	- -
114.....	الاحوال التي يفضل فيها شبكات الصرف المنفصلة.....	- -
115.....	انظمة شبكات التصميم.....	-
116.....	-
117.....	خصائص المواد التي تصنع منها مواسير الصرف الصحي.....	-
117.....	المواد التي تصنع منها مواسير المجاري.....	-
118.....	جريان مياه الامطار	-
121.....	(Rainfall Intensity).....	-

تصميم شبكة تصريف مياه الامطار

- 122..... محتويات الفصل الـ
- 123..... - التصميم الهيدروليكي للمصارف
- 124..... 9- الميل العرضاني للطريق
- 125 - التخطيط الاولي للشبكة
- 125..... -
- 126..... - تخطيط القطاع الجانبي
- 126 - ميزات انظمة تصريف مياه الامطار عن انظمة تصريف المياه العادمة
- 126..... - تصميم شبكة تصريف مياه الامطار
- 127..... - خطوات تصميم شبكة تصريف مياه الامطار
- 127..... - خطوط المواسير (الحفريات والردم)
- 128..... - الاعتبارات التصميمية
- 129..... - تصميم شبكة تصريف مياه امطار لطريق وادي الجوز
- 132..... - طريقة تنفيذ خط مواسير الصرف

النتائج والتوصيات

139.....	محتويات الفصل العاشر.....
140.....	-
140.....	- التوصيات.....

.....

..... تربيط المحطات.....

.....

..... :

..... ثانيا :

..... :

.....

..... التجارب المخبرية.....

..... :

..... ثانيا: نسبة تحمل كاليفورنيا CBR.....

.....

فهرس الجداول

		-
		-
المسافات والزوايا التي تم رصدها في الميدان		-
يبين النقاط التي تم أخذها (GPS)		-
يوضح المسافات و الزوايا المرصودة ومقدار .		-
حساب التشريق (Latitude) والتشميل (Departure)		-

الإحداثيات الأولية قبل التصحيح لنقاط ربط المصنع		-
يبين الإحداثيات النهائية لنقاط الربط		-
٤		-
درجة الطريق وأقصى قيمة رفع جانبي للطريق		-
أقل نصف قطر للمنحنى بدلالة السرعة التصميمية ودرجة الرفع للطريق.		-
		-
		-
كميات الحفر والردم		-
نسبة مركبات النقل في الحارة التصميمية (f_d)		-
(Growth factor)		-
		-
تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية (Load Equivalency factor)		-
يفورنيا ونوع كل طبقة من طبقات الرصفة		-
مقدار نسبة تحمل كاليفورنيا وما يقابلها من معاملات الرجوعية (Mr)		-
قيم نسبة تحمل كاليفورنيا MR المقابلة لها لطبقات الرصفة المرنة		-
مدى الموثوقية في تصميم الرصفة المرنة تبعا للتصنيف الوظيفي للطريق		-
قيم ZR بالرجوع لمقدار الموثوقية		-
جودة تصريف المياه عن سطح الطريق		-
معامل جودة تصريف المياه عن سطح الطريق m_i		-
أقل سمك للقطاعات النمطية		-
		-
عامل الجريان السطحي C		-
(n) لأنابيب مختلفة المواد .		-
Storm Water Design Computations Line A	133	-
Storm Water Design Computations Line B	134	-
Storm Water Drainage Design Calculation Sheet	136	-
Storm Water Design Report For (Line A)	137	-
Storm Water Design Report For (Line B)	138	-

فهرس الجداول-

الكثافة الرطبة للعينات Base course	156	-
ونسبة الرطوبة للعينات والقيمة المثلى لها Base course	157	-
الكثافة الرطبة للعينات subbase course	157	-
الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة للعينات والقيمة المثلى لها subbase course	158	-
الكثافة الرطبة للعينات subgrade course	159	-
ونسبة الرطوبة للعينات والقيمة المثلى لها subgrade course	159	-
يوضح بعض قيم نسبة التحمل (CBR)	160	-
المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين	161	-
العلاقة بين الأحمال القياسية وقيم الغرز في فحص نسبة تحمل كاليفورنيا		-
العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند البيزكورس	165	-
العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند البيزكورس	166	-
العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند البيزكورس	167	-
الكثافة الجافة للقوالب الثلاثة وقيم CBR لها للبيزكورس	169	-
العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند subbase course	169	-
العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند subbase	170	-
العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند subbase	172	-
الكثافة الجافة للقوالب الثلاثة وقيم CBR لها subbase	173	-
العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند subgrade course	174	-
العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند subgrade course	175	-
العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند subgrade coarse	177	-
الكثافة الجافة للقوالب الثلاثة وقيم CBR لها subgrade coarse	179	-
يبين نسبة كاليفورنيا ونوع كل طبقة من طبقات الرصفة		-

فهرس الأشكال

		-
ضيق طريق وادي الجو		-
جانب الطريق منطقة صخرية و مباني سكنية.		-

زيادة الرصف على المنحنيات	-	
المنهل الوحيد الموجود في بداية طريق وادي الجوز	-	
مجاري المياه تحت الأرصفة	-	
عدم وجود حواجز واقية أو جدران استنادية	-	
بعض أنواع الحواجز الواقية	-	
الشقوق الموجودة على طريق وادي الجوز	-	
موقع الطريق وأماكن المحطات	-	
	-	
	-	
	-	
الأوتاد التي تستخدم في تثبيت نقاط الربط في الميدان .	-	
الخطأ في عدم تمرکز جهاز القياس .	-	
	-	
خطأ عدم تمرکز العاكس في اتجاهين	-	
الإحداثيات	-	
التصنيف الوظيفي للطرق الحضرية	-	
درجات الطرق التصميمية Design Classes	-	
المسار الذي تسير به عربة على طريق	-	
أنواع المنحنيات الدائرية	-	
عناصر المنحنى الدائري البسيط	-	
	-	
تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات	-	
تحليل القوى المؤثرة على عربة تسير على منعطف افقي	-	
	-	
الدوران حول الحافة الداخلية	-	
الدوران حول الحافة الخارجية	-	
التغير التدريجي في الميل العرضي لمقاومة تأثير القوة الطاردة المركزية	-	
إشارة الميل وزاوية التدرج (Grade Angle)	-	
	-	
	-	
مسافة الرؤية الافقية حالة مسافة الرؤية للتوقف	-	
مسافة الرؤية الافقية حالة مسافة الرؤية للتجاوز	-	
واكتاف الطريق	18-	
	-	
منحنى معامل طبقة الاسفلت السطحية a1	-	
معامل طبقة البيزكورس a2	-	
(a3) Subbase course	-	
منحنى لايجاد الرقم الانشائي SN	-	
المرنة والرقم الانشائي لها	-	
	-	
تحذيرية	-	
	-	

العلامات الموجهة	-
الإشارات الضوئية و العلامات الارضية	-
أنبوب تصريف مياه السيول وأنبوب الصرف الصحي تحت الطريق متوازيين	-
فوه مطرية	-
مقطع لمنهل	-
	-
تصريف المياه على الطرق ذات المسار الواحد	-
تصريف المياه على الطرق ذات المسارين.	-
.	-
حالات الميل	4-

فهرس الاشكال -

تربيط المحطة	142	-
تربيط المحطة	142	-
تربيط المحطة	143	-
تربيط المحطة	143	-
تربيط المحطة	144	-
تربيط المحطة	144	-
تربيط المحطة	144	-
تربيط المحطة	145	-
تربيط المحطة	145	-
تربيط المحطة	146	-
تربيط	146	-
تربيط المحطة	147	-
تربيط المحطة	147	-
تربيط المحطة	148	-
تربيط المحطة	148	-
تربيط المحطة	149	-
تربيط المحطة GPS 2	149	-
تربيط المحطة GPS 1	149	-
العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة Base course	157	-
العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة Subbase course	158	-
العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة Subgrade course	159	-
الجهاز المستخدم في تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا	160	-
CBR	164	-
العلاقة بين Base course	165	-
لعلاقة بين Base course	166	-
لعلاقة بين Base course	168	-
العلاقة بين الكثافة الجافة ونسبة تحمل كاليفورنيا عند غرز Base course	169	-

Subbase course	العلاقة بين	170	-
Subbase course	لعلاقة بين	171	-
Subbase course	لعلاقة بين	173	-
العلاقة بين الكثافة الجافة ونسبة تحمل كاليفورنيا عند غرز Subbase course		174	-
Subgrade course	العلاقة بين	175	-
Subgrade course	لعلاقة بين	177	-
Subgrade course	لعلاقة بين	178	-
العلاقة بين الكثافة الجافة ونسبة تحمل كاليفورنيا عند غرز Subgrade course		179	-

ويشمل:

تصريف

- المخططات الخاصة بالتصميم الهندسي للطريق
مياه الامطار.
- وهي ذات ترقيم خاص غير تابع للفصول التي تحويها .

عن مدينة الخليل

الخليل مدينة فلسطينية تقع إلى الجنوب من القدس في الضفة الغربية وتبعد عن القدس حوالي أكبر المدن الفلسطينية من حيث عدد السكان والمساحة بعد مدينة غزة، وهي مركز محافظة الخليل.

سميت مدينة الخليل بهذا الاسم نسبة إلى نبي الله إبراهيم الخليل، حيث يعتقد أنه سكن مدينة الخليل في الحرم الإبراهيمي. كانت تسمى بقرية أربع نسبة إلى ملك كنعاني اسمه أربع، سميت بعدها حبرون فيما بعد بالخليل ويبلغ عدد سكانها لخليل حوالي كيلو متر مربع .

الحاجة للتنقل والحصول على التسهيلات اللازمة من توفير الوقت والجهد هي من أهم ما دفع للاهتمام بعلم الطرق فمثلا وجود أكثر من مسرب يوفر سرعة التنقل، كما أن وجود النظر في الطرق من حيث عرض مساربها وتصميم طبقات الطريق التي تتحمل الأحمال الواقعة عليها وتوفر الاحتكاك اللازم لمنع الانزلاقات.

يتناول طبيعة المنطقة التي تضم الطريق و التصميم الهندسي لها وما يتضمنه ذلك من دراسة المنحنيات والانحرافات و المسارات والتغيرات المفاجئة في الاتجاه وعروض مسارب الطريق ومسافات الرؤية وغيرها. وبناء على ذلك فمن الممكن تحديد السرعة التصميمية بعد الدراسة المتأنية لوضع الطريق لما يحقق الأمان والسلامة وبما يتناسب مع طبوغرافية الأرض وحجم المرور على الطريق.

- تعريف بالمشروع فكرته وأهميته

تأهيل طريق وادي الجوز مدينة الخليل وهي
طريق فرعية تصل بين منطقة دويربان لها 1500 ، وهذه الطريق
أهمها كثرة المنحنيات لدرجة تعيق المرور حيث لا يتمكن المار من الرؤية
، وكذلك تعاني من ضيق شديد في العرض أنها بالأبنية فإمكانية
. فأهمية المشروع تكمن في حل بعض هذه المشاكل وتوسعة الطريق وزيادة
الطريق وتصميم طبقات الطريق

طريق وادي الجوز مدينة الخليل وهو طريق فرعي صل بين
دويربان و الشكل التالي يوضح موقع المشروع.



(-)

1- أهداف المشروع

- تأهيل الطريق من حيث المسارات و مسافات الرؤية والسرعة التصميمية للطريق والمنحنيات والميول الجانبية الرأسية والأفقية وحساب الكميات لسائقين في تجنب الحوادث جراء التغيرات المفاجئة في طبوغرافية الطريق وتصميم الطريق انشائيا من حيث تصميم شبكة تصريف مياه أمطار.
- طريق تتوفر بها عوامل

- - طريقة البحث

- تحديد فكرة المشروع ا
- تأهيل الطريق.
- زيارة بلدية الخليل والاطلاع على الطرق التي تعاني من مشاكل بحاجة دراستها.
- تحديد الطريق المراد تأهيله واخذ صور جوية تحدد موقع المشروع.
- القيام بزيارة ميدانية للطريق واستكشاف طبوغرافية الكامنة في الطريق.
- التعرف على المشاكل التي يعاني منها الطريق والبحث عن الحلول المقترحة لكل مشكلة .
- تعيين نقاط معلومة الإحداثيات وموثقة قريبة من بداية ونهاية المشروع نستطيع سحب نقاط منها.
- سحب نقاط المضلع وتعيين محطات على طول الطريق بحيث تكون كاشفة لنستطيع رفع الطريق بكامل تفاصيلها .
- إحداثيات المحطات والتأكد من مطابقتها لمواقعها الصحيحة على الصور الجوية.
- تصحيح المضلع من الأخطاء للحصول على الدقة المطلوبة .
- القيام بعملية تفاصيل الطريق.

- التنفيذ الخاصة بالطريق.
-
- تصميم شبكة تصريف مياه أمطار.
- تحديد سماكات طبقات الرصف عن طريق التصميم الانشائي .
- تجهيز وتنسيقه بشكله النهائي مراعيًا تقسيم الفصول بنود فرعية وفق أسس

- - الأجهزة والأدوات والبرامج المستخدمة في المشروع

- جهاز المحطة الشاملة Total station .
- حامل الجهاز.
-
-
-
- شريط متري.
- ميزانية شاخص.
- global position system(GPS) .
- علبة رش لتعين النقاط.
- مطرقة ومسامير طويلة لتثبيتها في الأرض لتبقى كعلامات في حال مسحت تلك المكتوبة بعلبة
-
- .AutoCAD civil 3D 2009 Imperial
- .adjustment program
- .Office program (word, PowerPoint, excel.....)
- .AutoCAD program
- .Arc Map 10 program
- .Sewer Cad program

- هيكلية المشروع

يشتمل المشروع على عدة فصول مرتبة بحيث تحقق التدرج في العمل والشمول لكل ما يلزم تأهيل طريق. وهي :

- فصل المقدمة ويشمل نبذة عامة تعريف بالمشروع موقعه أهميته وأهدافه
- مشاكل الطريق والحلول المقترحة ويشمل دراسة شاملة لجميع العيوب الموجودة في الطريق والحلول المقترحة لكل مشكلة مع عرض لصور تمثل تلك المشاكل تم التقاطها أثناء العمل الميداني واستكشاف وضع الطريق ودراسته .
- الأعمال المساحية ويشمل توضيح لما قمنا به في الميدان بالإضافة لتوضيح أخطاء الجهاز والعاكس و القراءات وغيرها وكذلك خطأ الإغلاق ومن ثم تصحيح المسافات والزوايا للحصول على الإحداثيات بأقل نسبة خطأ ممكنة ولا بد من الإشارة أننا قمنا بتصحيح المضلع بأكثر من طريقة لكن تم إرفاق أدق طريقة تم التوصل إليها.
- التصميم الهندسي للطريق ويتضمن الاسس الصحيحة لتصميم أي طريق من حيث المسارات و مسافات الرؤية والسرعة التصميمية للطريق والمنحنيات والميول الجانبية الرأسية والأفقية وغيرها.
- حساب كميات الحفر والردم .
- التصميم الانشائي للطريق ويعتمد على بعض التجارب المخبرية
- حيث قمنا بتناولها بشئ من الايجاز علما باننا قمنا بتوزيعها plane الخاص بالطريق في الاماكن التي يلزم بها ذلك.
- شبكات التصريف يتم تناولها بشكل عام ثم تناول شبكة تصريف مياه الامطار بشيء من التفصيل .
- تصميم شبكة تصريف مياه امطار وسيتم تناول الاسس التصميمية الصحيحة ميم شبكة لتصريف مياه امطار تخص طريق وادي الجوز مرفقا بها ال Profile والجداول التصميمية .
- النتائج والتوصيات.

اتبعنا طريقة جانت لتوزيع النشاطات على الاسبوع الدراسية في الفصلين الأول والثاني كالآتي:

(-)

(بالاسبوع)																
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
															اختيار	1
															وتحديد يعاني منها الطريق	2
																3
																4
															المساحية وتدقيقها	5
															الطريق تفاصيلها	6
															تجهيز بشكلها	7
															تجهيز بشكلها النهائي وطباعتها	8

(-)

(بالاسبوع)																
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
															عليها الطريق الكمبيوتر	1
															تجميع الهندسي للطريق التصميم	2
															والمبول الطولية والعرضية للطريق	3
															كميات	4
															تجميع تصريف مياه	5
															تصميم لتصريف مياه	6
															تجهيز بشكلها	7
															تجهيز النهائي وطباعتها	8



الفصل الأول

المقدمة

- ١-١ مقدمة عامة
 - ١-١-١ نبذة عامة عن مدينة الخليل
 - ٢-١-١ نبذة عامة عن الطرق
- ٢-١ تعريف بالمشروع فكرته وأهميته
- ٣-١ موقع المشروع
- ٤-١ أهداف المشروع
- ٥-١ خطة العمل
 - ١-٥-١ طريقة البحث
 - ٢-٥-١ الأجهزة والأدوات والبرامج المستخدمة
- ٦-١ هيكلية المشروع
- ٧-١ الجدول الزمني

مشاكل الطريق والحلول المقترحة

-
- تعريف بالمشاكل
- ضيق الطريق
- - توضيح للمشكلة
- - لضيق الطريق
- وع تصريف مياه الأمطار
- - توضيح للمشكلة
- - تصريف المياه
- عدم وجود حواجز واقية أو جدران استنادية في بعض المناطق
- - توضيح للمشكلة
- -
- تات الارشادية أو اشارات المرور
- - توضيح للمشكلة
- -
- الاضاءة غير كافية على الطريق
- - توضيح للمشكلة
- -
- .
- - توضيح للمشكلة
- -

مشاكل الطريق والحلول المقترحة

-

صيانة الطرق: إما خلل في التربة أو في التنفيذ أو كسر في قساطل التصريف الصد السير.

لصيانة الطرق عدة أعمال منها ظاهرة أو غير ظاهرة.

- اهرة: أو الكهرباء أو مصافي تصريف الماء أو الفاصل الخرساني.
- الغير ظاهرة: التمديدات الكهربائية، الطبقات الترابية، أنابيب المياه والصرف الصحي، عبارات تصريف مياه الشتاء، والهاتف.

تعاني الطرق من مشاكل عدة تنعكس على أمن وسلامة مستخدميه لذا كان من الضروري مناقشة طريق وادي الجوز والعمل جاهدين على إيجاد حلول لها فيعد القيام بالزيارة الميدانية للموقع ودراسة كافة الجوانب من ناحية هندسية سنعرض لكم بالصور هذه المشاكل مع شرح لكل منها والاقتراحات الممكنة لحل هذه المشاكل.

- تعريف بالمشاكل

يعاني الطريق من المشاكل التالية:

- ضيق الطريق
- سوء تصريف مياه الأمطار عبارات تصريف مياه الأمطار.
- عدم وجود حواجز واقية أو جدران استنادية في بعض المناطق مما يسبب انهيار التربة على الطريق .
- امكانية التوسعة محدودة لاحاطتها بالصخور والقطع العالي من الجهة الأخرى أو وجود أنبنة قائمة مما يجعل من امكانية التوسعة أمر مكلف ومجهد في التنفيذ حيث يحتاج الى كميات حفر و ردم كبيرة أو تعويضات للساكنين.
- بسبب ضيق الطريق يظهر اسغلال المركبات لجوانب الطريق الغير معبدة كجزء من الطريق .
-
- يحتوي الطريق على كثير من المنحنيات وعدم وجود لافتات تحذير من تلك المنعطفات أو أي من اشار
- الأشجار الممتدة على نهاية الطريق.
- الاضاءة غير كافية على الطريق.

- ضيق الطريق

- - توضيح للمشكلة

نلاحظ الضيق على طول الطريق لكنه يظهر جليا في نهايته حيث أن الطريق لا يتسع سوى لمركبة وبحذر شديد فلا يمكن لمركبتين أن تمرا بأمان في آن واحد على هذا الطريق فهذا يسبب كثير من المشاكل بين المارين و يعيق حركة المركبات بالاضافة الى الخ . أنظر الصور التالية لطريق وادي الجوز التي توضح الضيق.



(-) ضيق طريق وادي الجوز

- - لضيق الطريق

اجراء التوسعة على الطريق من الجهتي
هنا الى أن الطريق محاط بالأبنية في بعض المناطق أو مقدار القطع عنده كبير فستكون عملية الردم مكلفة أو منطقة صخرية يصعب حفرها . وهذه الحالات موضحة بالصور كالاتي:

ساليب الهندسية لتوسيع الطرق والمنحني



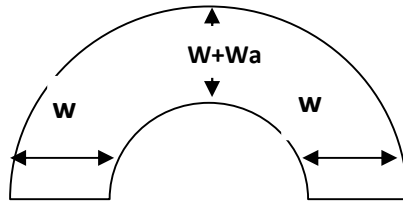
(-) جانب الطريق منطقة صخرية و مباني سكنية.

الإشارة إلى التوسعة على المنحنيات باعتبار أن الطريق يحتوي على أربعة عشر منعطف .

- . ميل السائقين للجنوح بعيدا عن حافة الرصف
- . يتم عمل التوسيع في المنحنيات بزيادة العرض المؤثر للمركبة في الاتجاه العرضي بسبب عدم اتباع العجلات الخلفية الأمامية حيث أن العجل الخلفي يعبر المنحنى على نصف قطر أقل من العجل الأمامي .

فمن المناسب توفير زيادة الرصف عن المنحنيات كما هو مبين في الشكل حتى يهين ظروف قيادة مشابهة للطريق المستقيم ويضمن ثبات واستقرار المركبات على المنحنى ويسهل إمكانية التجاوز. حيث ان التوسعة تعتمد على نصف قطر المنحنى.

حيث أن: W_a : الزيادة على المنحنيات



(-) زيادة الرصف على المنحنيات

: توسعة الطريق تظهر جليا في المخططات التصميمية المرفقة للمشروع.

- وع تصريف مياه الأمطار



(-) inlet الوحيد الموجود في بداية طريق وادي الجوز

- - توضيح للمشكلة

عند النظر الى بداية طريق وادي الجوز يتبين انخفاضه عن الطريق الرئيسي (بحيث أن مياه الأمطار تنساب اليه في الشتاء يعاني الطريق من قلة وجود الخاصة بتصريف مياه الأمطار أن الطريق يقع في وادي بمعنى أن مياه الأمطار تتجمع فيه من المناطق الأكثر ارتفاعا والمحيطة به فان لم يكن هناك طريقة صحيحة لتصريف مياه الأمطار فان ذلك يسبب الضرر للسكان والأراضي الزراعية.

- - الحلول المقترحة لسوء تصريف المياه

الطريقة العلمية لتصريف مياه الأمطار تبدأ من قبل أن ترصف الطرقات وتسفلت بأن تقام مجاري مياه تحت الأرصفة إما اليمين أو اليسار أو كليهما أو بالرصف الوسطي فيما بين المسارين. وبعد أن ينتهي عمل تلك المجاري يجب أن تنشأ التالية



(-) اقامة مجاري المياه تحت الأرصفة

ي : التطرق لشبكات التصريف والاسس التصميمية لشبكة تصريف مياه الامطار في الفصلين الثامن .

- عدم وجود حواجز واقية أو جدران استنادية في بعض المناطق.

- - توضيح للمشكلة

يعاني الطريق من عدم وجود حواجز واقية أو جدران استنادية تمنع انهيار التربة على الطريق كما أنها تشكل خطر على المركبات والمارين باعتبارها تطل على وادي به قطع عالي. كما هو موضح في الشكل



(-) عدم وجود حواجز واقية أو جدران استنادية

- -

وضع حواجز واقية أو سياجات على أطراف الطريق لحماية المارين ومنع انهيار التربة من المناطق العلوية على الطريق.

- السياجات والد الواقية الاستنادية .
الهدف منه مقاومة الاحمال الأفقية القادمة من ضغط التربة وبالتالي يستخدم في حال وجود فارق كبير في المنسوب بين منطقتين يخشى ان تنهار ذات المنسوب الاعلى عند تصميمه يجب ان يكون أ ناحية - - تحمل التربة لوزنه - من ناحية قوة القص العميقة في التربة .
عندما يكون هناك تربة خلف الجدار تتسبب في ضغط جانبي قد يؤدي الى انزلاقه او انقلابه.

ان الجدران الاستنادية بعضها غير اقتصادي وهو الذي يعتمد على وزن الجدار نفسه لمقاومة الدفع ويكون بكتلة خرسانية ضخمة تكون بدون أساس أو قاعدة تحتها ويكون ضغط التربة الخلفي مباشر عليها من الخلف, وبعضها الآخر يصمم بحيث تكون له قاعدة بمقطع بحيث تبرز لمسافة عن الجدار من الخلف أي من جهة التربة وبذلك يكون عليها اي على الجزء الخلفي البارز عن عمودية الجدار وزن التربة التي فوقه وهو يساعد في ثبات الجدار وعدم انقلابه.

- الحواجز الوقائية تنشأ في الأماكن التي يتوقع أن تتعرض فيها المركبات لخطر كبير لو خرجت عن الطريق كما هو الحال عادة في مناطق الردم التي يكون فيها الانحدارات الجانبية شديدة سواء في الأجزاء المستقيمة أو ذات الانحناء الشديد ويمكننا من لوحات المساقط الأفقية أن نرى بوضوح أكثر المواقع خطيرة في الطريق .
الأنسب لتحديد مجموع ما نحتاجه من السياجات والحوائط الواقية ، هو معاينة الطريق على الطبيعة عندما يقترب اسيب الطريق ويجب أن يتم إنشاء تلك الأعمال الوقائية قبل فتح الطريق للمرور .
ويرجع اختيار نوع الواقية اللازمة في غالب الأمر إلى شدة الخطورة المتوقعة. أما المفاضلة بين السياجات والحوائط الواقية فهي في العادة مسألة اقتصادية . وتصمم السياجات والحوائط الواقية بحيث تقاوم الاصطدام عن طريق تحريف اتجاه المركبة بحيث تستمر في سيرها على طول السياج أو الحائط بسرعة منخفضة .
المبينة ادناه توضح انواع الحواجز الواقية.



أنواع الحواجز الواقية (-)

: تم اقتراح مواقع للجدران الاستنادية

- عدم وجود اللافتات الارشادية أو اشارات المرور.

- - توضيح للمشكلة.

يفتقر الطريق الى اللافتات الارشادية أو اشارات المرور حيث يعاني الطريق من كثرة المنعطفات وعدم وجود لافتات مما يهدد بحوث تصادم بين المركبات.

بيضاء أو سوداء أو صفراء قد تكون أسهما أو

كلمات أو خطوط كما هو في ممر المشاة.

- -

وضع اشارات مرور ولافتات ارشادية خاصة عند المنعطفات وعلامات اسفلتية ترسم على الأرض

: تم التطرق لهذا الموضوع في الفصل السابع وكذلك توزيع للاشارات المرورية على الطريق في المخططات التصميمية المرفقة للمشروع.

- الاضاءة غير كافية على الطريق

- - توضيح للمشكلة

إن عدد حوادث التصادم المميتة التي قد تقع في الليل هو ثلاثة أضعاف الحوادث التي تقع في ساعات النهار. القيادة في الليل أخطر لأن المسافة التي يمكن أن يراها السائق مه أقل بكثير.

- 2-

تكثيف الاضاءة على الطريق لمساعدة السائقين على الرؤية بوضوح أثناء القيادة ليلا للتقليل من نسبة الحوادث وتوفير الأمن ولا بد من مراعاة الشروط التالية بخصوص مواصفات الاضاءة :

- الاهتمام بمكان أعمدة الاضاءة من حيث تثبيتها على طرفي الطريق () لجزيرة الوسطية ان كان الطريق ذو مسارين.
- الاهتمام بأبعاد الأعمدة كارتفاعاتها والمسافات بينها وتوزيعها على طول الطريق .
- الاهتمام بنوع المصابيح المستعملة بحيث أن لا تكون مصنوعة من مواد سريعة التلف أو مواد تتأثر بالعوامل البيئية والجوية .
- دراسة مدى قدرة الطردي .

-

- - توضيح للمشكلة

لعيوب المتواجدة على رصفت طريق وادي الجوز

- الشقوق التماسحية
- الشقوق الشبكية
- الشقوق الطولية والعرضية
- الهبوطات
- لشقوق الجانبيه

والصور التالية من توضح بعض الشقوق الموجودة في طريق وادي الجوز



(-) الشقوق الموجودة على طريق وادي الجوز.

فحص للرصفات ويتم كالاتي

طرق وتوصيات الفحص

يتم تقييم حالة الرصف بالملاحظة البصرية وتسجيل أنواع العيوب الموجودة الحالة بصرياً ما يلي:

- نوع العيب (Type of distress).
- شدة العيب (Severity of distress).
- كثافة وامتداد تأثير العيب على طبقة الرصف (Density/ Extent).

قبل إجراء أي فحص للموقع يجب اتباع وسائل السلامة وذلك لضمان سلامة وسير عملية الفحص. وتوجد مرحلتين لتنفيذ المسح البصري للعيوب، الأولى بقيادة سيارة والثانية بالسير على الأقدام.

أثناء المرحلة الأولى من الفحص يقود فريق المسح السيارة بسرعة بطيئة على كامل منطقة الرصف ويتم تسجيل المناطق المتأثرة من الرصف بشكل تقريبي وعمل رسومات توضيحية .

المرحلة الثانية وهي مرحلة السير على الأقدام للمنطقة المدروسة، بهدف التعرف على مواقع العيوب .

عملية صيانة الطرق :

(- الحفر الإسفلتية: يقوم المتعهد بتحديد مكان الإسفلت بواسطة منشار وظيفته فصل الإسفلت المستوجب عزله عن الإسفلت الجيد بشكل أفقي درجة عن مسطح الطريق، بعد عزل الإسفلت ترص الطبقة الترابية التي يليها الإسفلت بواسطة

آلة ميكانيكية يدوية رجراج حتى المنسوب المطلوب رصه كما يشير المختبر، ثم نرش الزفت السائل ()
درجة مئوية وأن لا تزيد نسبة رطوبة الأرض عن %
لنا طبقة عازلة بين التربة والإسفلت، ويترك حتى تتدنى حرارته لتساوي حرارة الجو، ثم يلي ذلك وضع الإسفلت على
الكولاس ويرص بواسطة لا تقل زنتها عن طن ولا تزيد عن
عجلات بالماء حتى لا يتناثر الإسفلت عند رصه، ثم تفتح الطريق أما .

(: إذا مر على الطريق عمر من الزمن ويوجد فيها نتوءات، تؤخذ عينات من الإسفلت والطبقات التي تليها إلى
المختبر لفحصها وللحصول على نتائج تمكننا من معرفة إن كان لزوم نزع التربة أو صيانة الإسفلت فقط.

الأعمال المساحية

-
-
- -
- -
- -
- عملية الاستكشاف للمنطقة
-
- اختيار نقاط المضلع
- تثبيت نقاط المضلع
-
- قياس المضلع
- - القراءات التي تم رصدها في الميدان
- - الإحداثيات بواسطة إل (GPS)
-
- - طريقة المربعات الصغرى
- - الخطأ في الزوايا والمسافات المرصودة
- - - خطأ عدم تمرکز الجهاز
- - - خطأ عدم تمرکز جهاز الرصد
- - - -
- - - خطأ رصد الزوايا
- - - 3

-
-
- حساب التشريق والتشميل للمضلع - -
- حساب الإحداثيات الأولية للنقاط لحساب خطأ الإغلاق في المسافات - -
- تصحيح إحداثيات المضلع - -

الأعمال المساحية

العمليات المساحية الدقيقة مثل عمليات الرفع والتوقيع نلجأ الى انشاء ما يسمى بالمضلع (traverse) والمضلع يعتبر المرجع لعمال المساحية المحيطة بكل حيث ان النقاط التي يتم حسابها من المضلع يتم رفع تفاصيل الطريق منها .

ويعرف المضلع (traverse) على انه شكل يتكون من عدة اضلاع مستقيمة متصلة من اطرافها ببعض وتحتصر فيما بينها زوايا . ختار هذه الاضلاع بحيث تمر بحدود المنطقة المطلوبة او القريبة منها حتى يسهل اجراء العمل المساحي بها ويكون شكل المضلع المستخدم حسب طبيعة المنطقة المراد عمل خريطة لها.

يبين موضحا عليه مواقع المحطات قبل التصحيح .

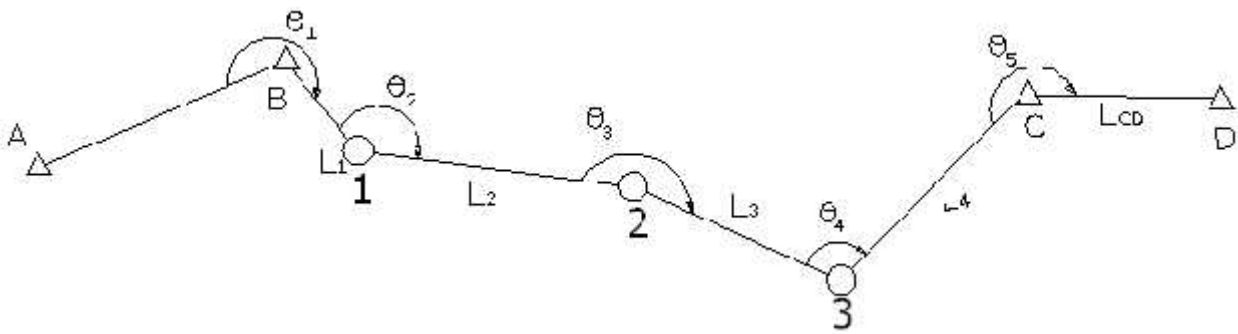


(-) موقع الطريق وأماكن المحطات

(Link Traverse)

وهو الذي يبدأ من نقطة معلومة الاحداثيات وينتهي بنقطة معلومة الإحداثيات أيضا كما يجب يربط عند نقطة الابتداء بضع معلوم انحرافه وكذلك يجب يربط عند نقطة الانتهاء بضع .

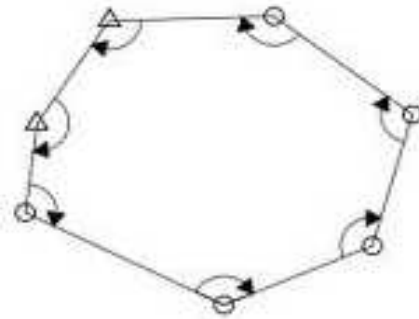
ويستخدم في رفع المناطق الممتدة طوليا مثل الطرق كما يستخدم في المناطق التي توجد فيها نقاط مضلعات قديمة معلومة الاحداثيات وهذا النوع سهل حسابه وتصحيحه وهو النوع الذي استخدمناه في عمل .



(-)

(closed Traverse)

وهو الذي يبدأ من نقطة معلومة الاحداثيات وينتهي الى نفس النقطة نقطة البداية هي نفسها نقطة النهاية. يمكن حساب انحرافه. ويستخدم في رفع المناطق المحدودة والمباني والقرى وهذا النوع يجب يبدأ يسهل بطه والتحقق من .



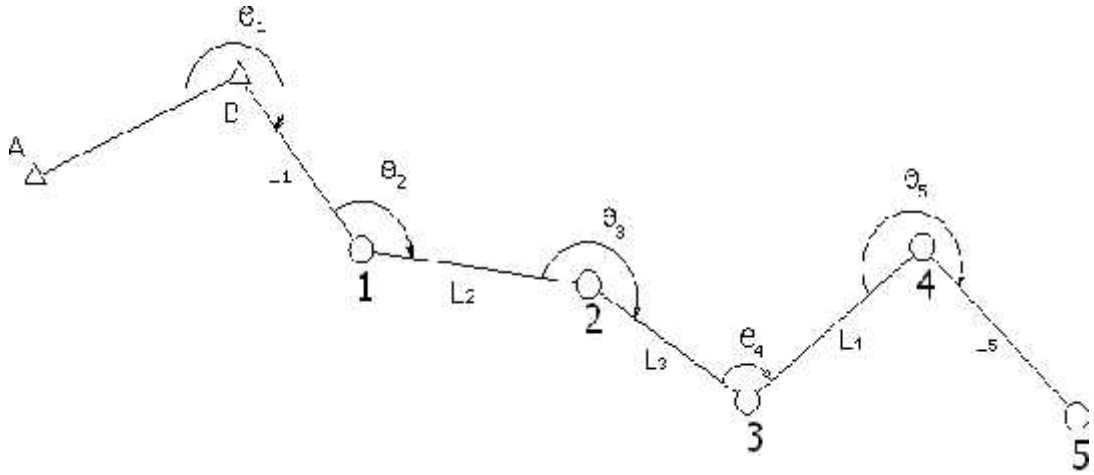
(-)

(Open Traverse)

- -

وهو الذي يبدأ من نقطة معلومة الإحداثيات و غير معلومة الإحداثيات وينتهي عند نقطة أخرى غير معلومة الإحداثيات ويمكن ربط نقطة الابداء بضلع معلوم انحرافه اما نقطة الانتهاء فلا تربط بضلع معلوم انحرافه ويستخدم في رفع المناطق التي لا تحتاج الى دقة عالية في عملية الرفع .

في الواقع ان هذا النوع من المضلعات لا يعتمد عليه ونضبطه بتحويله اذا امكن الى مضلع مغلق موصول بالربط على نقطة معلومة الإحداثيات والا فيجب قياس كل ضلع وكل زاوية مرتين على الاقل .



ان عملية انشاء مضلع في الطبيعة تطلبت منا القيام بعدة خطوات

- عملية الاستكشاف للمنطقة

الغرض من عملية الاستكشاف هو التعرف على المنطقة التي سيتم انشاء مضلع بها وتكوين فكرة شاملة عنها التفاصيل داخلها بالنسبة لبعضها البعض وبالنسبة لحدودها وما تحتويه من معالم طبيعية وصناعية مثل المباني والشوارع والمناهل حيث توجهنا الى الموقع وتم تصويره بهدف التعرف على المنطقة .

-

بعد اجراء عملية الاستكشاف للمنطقة يتم التجول فيها مرة اخرى ورسم كروكي شامل يبين جميع التفاصيل الطبيعية والصناعية ولا يشترط ان يرسم الكروكي بمقياس رسم معين او هندسية بل يكفي ان يكون مرسوما .
الامكان مع ملاحظة الجهات الاصلية اثناء الرسم .

ويراعى عند رسم كروكي المنطقة ما يلي

. ان يكون بالقلم الرصاص الخفيف ليتيسر عمل التغييرات التي يتضح عدم مطابقتها لطبيعة .

. ان يكون الكروكي بدرجة تسمح ببيان التفاصيل .

. ان توضح بقدر الامكان الاشارات الاصطلاحية لبيان نوع التفاصيل على هذا الكروكي .

. ان يوضح

. ان توقع النقاط المختارة للمضلع على هذا الكروكي .

حيث تم رسم كروكي - المشروع تبين الشارع - الكهرباء - المهمة مثل المساجد

- اختيار

وهناك بعض الشروط الواجب مراعاتها عند اختيار نقاط المضلع وهو ما يلي :

شروط اختيار نقاط المضلع :

• قل ما يمكن وقدرة الحاجة إليه(اضطررنا لوضع عدد كبير من النقاط في المشروع لكثرة وجود
(.)

• ويسهل العثور عليها عند الرغبة في البحث عنها لاستعمالها .

• يتم اختيار النقاط بحيث تشكل فيما بينها مثلثات زواياها بين تقريبا الزوايا المنفرجة جدا يكون رسمها مصحوب بأخطاء دائماً .

• يتم اختيار النقاط بحيث تكون الخطوط الواصلة بينها اقرب ما يمكن من التفاصيل ومن حدود المنطقة المرفوعة بحيث لا تبعد أي نقطة من التفاصيل المأخوذة عن

• يتم اختيار النقاط بحيث تكون في مواقع يصعب إزالتها عرضة للعبث بها .

حيث تم هذه النقاط على القدر المستطاع به بما يتلاءم مع الطبيعة لطريق ومنطقة المشروع .

- تثبيت نقاط المضلع

بعد اختيار مواقع نقاط المضلع تثبت هذه النقاط بأوتاد خشبية في الارض وتكون بارزة قليلا الحجرية او المرصوة فتدق زوايا حديدية او مسامير تكون رؤوسها في مستوى سطح الارض .

والاوتاد الخشبية المستخدمة في تثبيت المضلع عادة تكون بطول (-) تقريبا ومقطعها اما ان تكون مربعا طول ضلعه (-) او مستديرة بقطر حوالي اما الزوايا الحديدية فتكون استخدمت في الاراضي الصلبة و بطول (-) استخدمت في ارض قليلة الصلابة ومقطع الزاوية المستخدمة * * * * *

الشكل التالي يوضح بعض اشكال الاوتاد التي تستخدم في تثبيت نقاط المضلع .



(-) يبين التي تستخدم في تثبيت نقاط الربط في الميدان .

الانتهاء من اختيار وتثبيت نقاط المضلع في الطبيعة توقع مواضعها على الكروكي العام بالتقريب ويتم التوصيل بينها للون الذي رسم به الكروكي وذلك للحصول على شكل المضلع المستخدم وترقيم نقطة المضلع .

وبعد اختيار وتثبيت نقاط المضلع في الطبيعة تأتي الخطوة الخامسة لعملية انشاء المضلع وهي :

وهو توضيح لما يحيط وتوضيحا ونختار موضعين ثابتين () بين المواضع الثابتة ونقطة المضلع المراد عمل كرت وصف لها لم يستدل في اتجاهات متعامدة مع بعضها .

حيث تم تحديد نقاط التحكم (control point) المحيطة بالمنطقة والتي أخذت من نقاط لمعاملات طابوا من مساحين مرخصين والتي تم إيجادها عن طريق نظام تحديد المو بالأقمار الصناعية (GPS) والبعض الآخر عن طريق المضلعات .

- قياس المضلع (Traverse Measurement)

تم الاعتماد على طريقة المضلع الموصول (Link Traverse) لحساب إحداثيات نقاط الربط الجديدة ، حيث تم استخدام جهاز المحطة الشاملة (Total Station) لقياس المسافات والزوايا ، وتم الاعتماد على أسلوب التكرار في (Repetition) لحساب المتوسط لهذه القراءات واعتمادها في حساب إحداثيات نقاط الربط الجديدة .

- - التي تم رصدها في الميدان (حيث تم رصد الزاوية الأفقية والمسافة الأفقية ثلاثة مرات)
(-) يوضح

(-) يبين المسافات والزوايا التي تم رصدها في الميدان

OB NO	ST NO	B.S/F.S	H.dis	H.angle
	GPS3(ST1)	GPS4(500)	32.8	00 00 00
FIRST		TO ST1	93.934	156 18 41
SECAND			93.926	156 26 02
THEIRD			93.919	156 27 12
	ST1	GPS3		00 00 00
FIRST		TO ST2	23.644	309 00 02
SECAND			23.643	309 00 07
THEIRD			23.627	308 57 59
	ST 2	ST1		00 00 00
FIRST		TO ST3	47.806	180 37 16
SECAND			47.762	180 34 57
THEIRD			47.758	180 38 05
	ST 3	ST 2		00 00 00
FIRST		TO ST4	93.743	86 52 11
SECAND			93.789	86 50 46
THEIRD			93.768	86 50 23
	ST4	ST3		00 00 00
FIRST		TO ST5	101.805	181 38 15
SECAND			101.872	181 39 57
THEIRD			101.875	181 35 41

	ST5	ST4		00	00	00
FIRST		TO ST6	48.733	169	13	09
SECAND			48.724	169	14	42
THEIRD			48.742	169	14	12
	ST6	ST5		00	00	00
FIRST		TO ST 7	110.704	231	32	15
SECAND			110.703	231	31	42
THEIRD			110.712	231	31	29
	ST7	ST6		00	00	00
FIRST		TO ST8	151.063	204	42	32
SECAND			151.015	204	41	57
THEIRD			151.047	204	41	18
	ST8	ST7		00	00	00
FIRST		TO ST9	48.455	226	05	46
SECAND			48.442	226	07	29
THEIRD			48.455	226	07	25
	ST9	ST8		00	00	00
FIRST		TO ST10	98.016	147	50	51
SECAND			98.005	147	52	10
THEIRD			98.011	147	51	32
	ST10	ST9		00	00	00
FIRST		TO ST11	116.849	193	34	06
SECAND			116.806	193	36	25
THEIRD			116.850	193	31	52
	ST11	ST10		00	00	00
FIRST		TOST12	128.131	198	16	52
SECAND			128.126	198	16	58
THEIRD			128.065	198	18	36
	ST12	ST11		00	00	00
FIRST		TO ST 13	123.281	199	59	26
SECAND			123.291	199	59	37
THEIRD			123.296	199	59	24
	ST13	ST12		00	00	00
FIRST		TO ST 14	66.141	194	13	08
SECAND			66.145	194	12	23
THEIRD			66.151	194	11	55
	ST14	ST13		00	00	00
FIRST		TO ST 15	102.211	136	38	56
SECAND			102.463	136	41	29
THEIRD			102.492	136	40	22

	ST15	ST14		00	00	00
FIRST		TO ST 16	149.491	207	29	59
SECAND			149.474	207	30	28
THEIRD			149.45	207	34	16
	ST16	ST15		00	00	00
FIRST		TO ST 17	59.453	91	05	48
SECAND			59.445	91	05	35
THEIRD			59.421	91	05	08
	ST17	ST16		00	00	00
FIRST		TO GPS1	30.70	245	17	59
SECAND			30.778	245	17	32
THEIRD			30.787	245	18	02
	GPS1	ST17		00	00	00
FIRST		TO GPS2	20.225	250	09	37
SECAND			20.238	250	08	09
THEIRD			20.233	250	07	23

وكانت المسافات والزوايا التي تم رصدها في الميدان قريبة من بعضها وهذا دليل على ان القراءات كانت دقيقة حيث تم التصفير على كعب الشاخص واذا كان كعب الشاخص غير ظاهر فتم التصفير على الشاخص بعد ضبطه عموديا بواسطة (hand level) حيث ان هذا الاجراء يساعد بشكل كبير فـ صحيحة .

- - الإحداثيات (GPS) هي مبينة في الجدول التالي

(-) يبين النقاط التي تم اخذها بواسطة (GPS)

Station	Easting (m)	Northing (m)
GPS4	157693.831	102709.997
GPS3	157669.074	102688.790
GPS1	157053.450	103503.290
GPS2	157071.200	103513.460

-

في أثناء عمل قياس ما فان مقدار معين من الخطأ سينتشر إلى القياسات ويكون هذا الخطأ تراكمي ، حيث أن كل قياس لابد من وجود خطأ فيه . الأخطاء الشخصية يتم اختبارها والتحقق منها عن طريق تصميم الإجراءات الحقلية (الميدانية) للأرصاء ، الأخطاء النظامية (Systematic Error) يتم التعبير عنها رياضيا عن طريق علاقات وظيفية ومن ثم يمكن أن تزال كلياً من الأرصاد ، الخطأ المتبقي في الأرصاد يكون الخطأ العشوائي ، الأخطاء العشوائية تستخدم نموذج احتمالي ويمكن فقط إصالتها إلى الحد الأدنى أو يمكن ضبطها ، والقيمة المنضبطة لأي كمية تعرف بأنها القيمة الأكثر احتمالاً (Most Probable Value) للقيمة ، وهذه القيمة تستخدم لحساب كميات أخرى مرتبطة بها عن طريق علاقة رياضية .

- - طريقة المربعات الصغرى (Least square Method)

من المعروف أن عملية الرفع المساحي تشتمل دائماً على أرصاد زائدة أو معطلة حيث أن هذه الأرصاد تساعد في كشف الأخطاء العشوائية (Random Error) الأخطاء العشوائية (Blunders Error) ، الأرصاد الزائدة تتطلب طريقة يمكن بها تحقيق حل فريد للنموذج الذي من أجله تم عمل الأرصاد، طريقة المربعات الصغرى (Least square Method) على توفير إجراء عام ونظامي يحقق حلاً فريداً في كافة الأحوال . على فرض أن كافة الأرصاد غير ارتباطية (Uncorrelated) إذا طريقة المربعات الصغرى (Least square Method) للضبط تكون قائمة على المعيار التالي

"مجموع المربعات الموزونة للمتبقيات (residuals) ينبغي أن تـ
عن المتبقيات (residuals) : (W_n W₂ W₁)
(V_n V₂ V₁) "

$$w_1 v_1^2 + w_2 v_2^2 + \dots + w_n v_n^2 = \sum w v^2$$

..... Equation 3.1

- - الخطأ في الزوايا والمسافات المرصودة (errors in angle and distance)

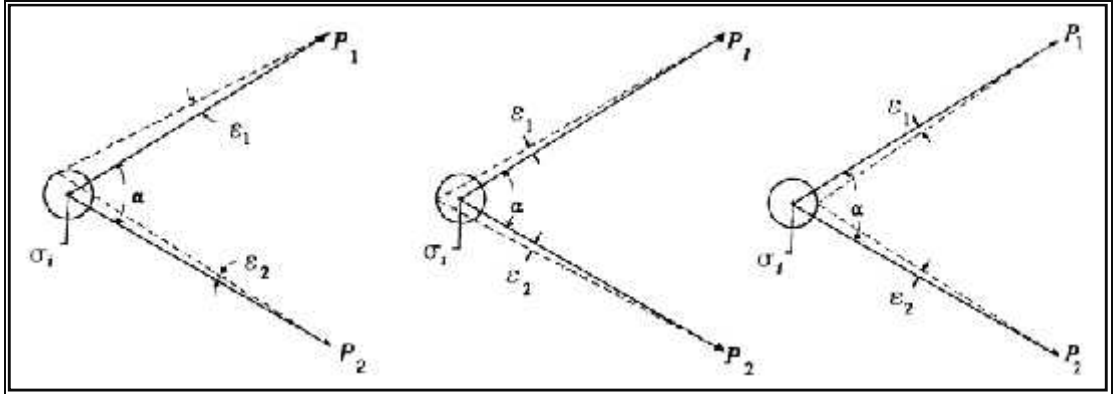
جميع الأرصاد في الأعمال المساحية تحتوي على أخطاء من مصادر مختلفة ، وتكون هذه الأخطاء تراكمية ، وينتج عن هذه الأخطاء خطأ القفل في المسافات والزوايا عند رصد المضلعات، ويمكن حصر مصادر هذه الأخطاء بثلاث أخطاء رئيسية ، الأول خطأ عدم تمرکز الجهاز ، الثاني خطأ في رصد الزوايا ، الثالث خـ

- - - عدم تمرکز الجهاز

يؤثر خطأ عدم تمرکز الجهاز على قراءة الزوايا والمسافات معا ، ويعتمد مقدار هذا الخطأ على دقة ضبط الراصد للجهاز سواء كان جهاز القياس أو العاكس ، ولذلك يمكن تقسيم هذا الخطأ إلى خطأين الأول خطأ عدم تمرکز جهاز القياس والثاني وتعتبر هذه الأخطاء عشوائية حيث يمكن التقليل منها بإعادة القياسين خلال التبادل بين الجهاز والعاكس في احتلال كل من طرفي خط القياس .

- - - - خطأ عدم تمرکز جهاز الرصد

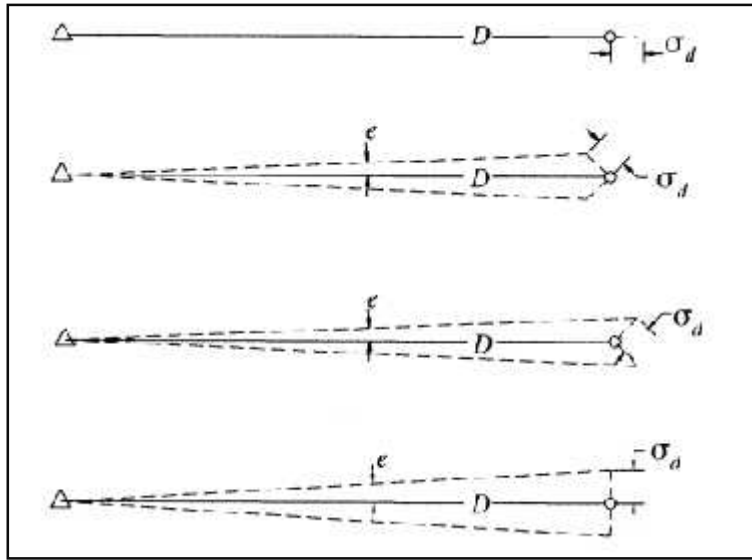
وهو عبارة عن عدم تمرکز جهاز القياس تماماً فوق محطة الرصد ، في كل محطة يجب عمل تسامت للجهاز وهذا التسامت يمكن أن يحتوي على خطأ في تحديد موقع مركز الجهاز ، وهذا الخطأ يعتمد على نوعية الجهاز وعلى نوعية حامل الجهاز ووضوح الرؤيا هارة الرصد والشكل (-) يوضح ذلك.



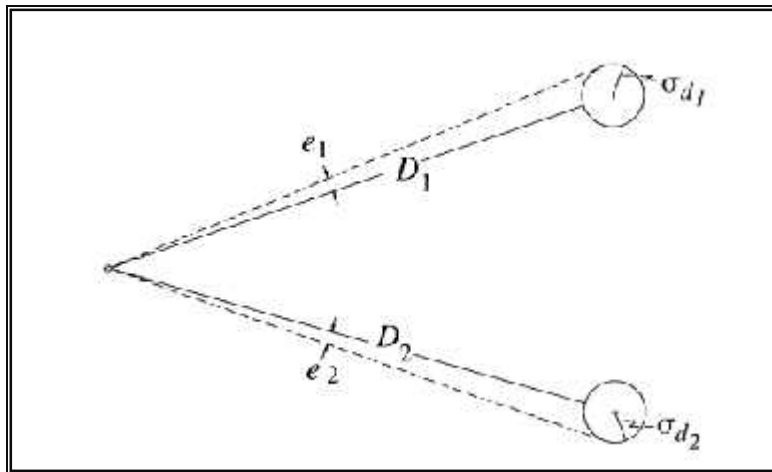
(-) الخطأ في عدم تمرکز جهاز القياس .

- - - -

وينشأ هذا الخطأ عن عدم تمرکز العاكس تماماً فوق المحطة المرصودة ، فعند وضع العاكس على النقطة المرصودة العاكس الأفقية مضبوطة فهذا يدل على إنطباق خطوط الشاقول مع مركز العاكس وبذلك ، يمكن تجنب (-) يبين خطأ عدم تمرکز العاكس في اتجاه واحد ، وعندما يكون الخطأ في اتجاهين يكون الخطأ أكبر والشكل (-) يوضح ذلك .



(-)



(-) خطأ عدم تمركز العاكس في اتجاهين .

خطأ رصد الزوايا

الجهاز المستخدم في عملية الرصد هو جهاز المحطة الشاملة لذلك فان الازوايا يمكن جمعها ضمن خطأ

واحد ناتج عن ما يلي :-

(1) أخطاء في التوجيه .

(2) .

$$t_{rpr} = \frac{2t_{DIN}}{\sqrt{n}}$$

حيث أن:

t_{rpr} : هو الخطأ الناتج عن التوجيه والقراءة.

t_{DIN} : الخطأ الناتج عن جهاز المحطة الشاملة.

:n

الجهاز المستخدم في عملية الرصد هو جهاز المحطة الشاملة من نوع Total Station Leica TC605 وقيم الأخطاء في هذا الجهاز هي كالتالي:

- الخطأ في الزاوية angular error = 5"
 - distance error = 2ppm + 6 mm
- وبتفصيل الأخطاء ومعادلاتها نحصل على النتائج التالية:

Reading error

$$\alpha r = \frac{r \sqrt{2}}{n} = 3 * \frac{\sqrt{2}}{3} = 2.449''$$

Pointing error

$$\alpha p = \frac{p \sqrt{2}}{n} = 2 * \frac{\sqrt{2}}{3} = 1.633''$$

$$t_{rpr} = \frac{2t_{DIN}}{\sqrt{n}}$$

$$t_{rpr} = \pm \frac{2 \times 5''}{\sqrt{3}} = 5.77$$

Target error

$$\alpha t = \frac{\overline{D1^2 + D2^2}}{D1 + D2} * t * \rho$$

centering of instrument error

$$\alpha i = \pm \frac{D3}{D1 + D2} * (i) / 2 * \rho$$

total error for each angle

$$\alpha = \sqrt{\sigma_{ar}^2 + \sigma_{ap}^2 + \sigma_{at}^2 + \sigma_{apr}^2 + \sigma_{ai}}$$

.....Equation3.2

وبتطبيق المعادلات السابقة نحصل على النتائج المجدولة في جدول (-)

- - -

عند مناقشة الأخطاء في المسافات المقاسة بواسطة الأجهزة الالكترونية لابد من التمييز بين الأخطاء الثابتة والمتغيرة ،
(constant error) كل الأجهزة الالكترونية تعاني منه وهو على أي حال صغير إذ يتراوح بين (6 to 15 ± mm) ، الخطأ الثاني المتغير يتناسب مع مقدار المسافة المقاسة ويتراوح بين جزئيين العشرة أجزاء من كل مليون جزء
(2 to 10 parts per million (ppm)) .

ويعود أصل الخطأ الثابت بشكل رئيسي إلى عدم وقوع مركز إرسال الموجات الكهرومغناطيسية في الجهاز الالكتروني راسيا فوق محطة القياس (EDM Station) وكذلك عدم وقوع المركز البصري للعاكس راسيا فوق محطة العاكس .

ويمكن تحديد مقدار الخطأ في المسافات عن طريق المعادلة التالية :

$$\sigma_D = \sqrt{\sigma_i^2 + \sigma_r^2 + a^2 + (D \times b \text{ ppm})^2} \dots\dots\dots \text{Equation 3.3}$$

. D : σ_D

. : σ_r الخطأ الناتج من عدم تمرکز جهاز الرصد .

. : σ_i

. b & a : عناصر دقة الجهاز .

()

$$= \sqrt{0.002^2 + 0.002^2 + 0.006^2 + (93.926 * 0.000002)^2}$$

$$= 6.636 \text{ mm}$$

وهكذا لباقي المسافات لينتج (-)

الجدول التالي يوضح المسافات ومقدار الاخطاء في الزوايا والمسافات.

(-) يوضح المسافات و الزوايا المرصودة ومقدار الاخطاء.

From	TO	D(m)	ST.d.D(m)	ST.d.angle
GPS3	ST1	93.929	0.006636	6.5"
ST1	ST2	23.638	0.006633	5"
ST2	ST3	47.775	0.006634	5.52"
ST3	ST4	93.766	0.006634	6"

ST4	ST5	101.850	0.006636	6.4"
ST5	ST6	48.733	0.006636	5.54"
ST6	ST7	110.706	0.006635	6.5"
ST7	ST8	151.043	0.006634	7"
ST8	ST9	48.450	0.006634	5.56"
ST9	ST10	98.010	0.006634	6"
ST10	ST11	116.825	0.006634	6"
ST11	ST12	158.107	0.006633	7.3"
ST12	ST13	123.290	0.006634	6"
ST13	ST14	66.146	0.006636	6"
ST14	ST15	102.388	0.006634	5.6"
ST15	ST16	149.473	0.006635	7"
ST16	ST17	59.439	0.006634	6"
ST17	GPS1	30.755	0.006633	5"

(traverse) -

- -

يتم حساب الانحراف للخطوط بناء على العلاقة التالية :

$$A_{Z_{gps3-gps4}} = \tan^{-1}\left(\frac{\Delta E}{\Delta N}\right) + c \text{Equation3.4}$$

:

$$A_{Z_{gps3-gps4}} = \tan^{-1}\left(\frac{\Delta E}{\Delta N}\right) + c$$

$$A_{Z_{gp3-gps4}} = \tan^{-1}\left(\frac{157693.831 - 157669.074}{102709.997 - 102688.790}\right) + 0.0^\circ$$

$$A_{Z_{gp3-gps4}} = 49^\circ 24' 59.17''$$

$$A_{Z_{gps3-st1}} = A_{Z_{gp3-gps4}} + r$$

$$A_{Z_{gps3-st1}} = 49^\circ 24' 59'' + 156^\circ 23' 58'' = 205^\circ 48' 57.4''$$

$$A_{Z_{st1-st2}} = A_{Z_{gps3-st1}} - 180^\circ + r$$

$$A_{Z_{st1-st2}} = (205^\circ 48' 57'' - 180^\circ) + 308^\circ 59' 22'' = 334^\circ 48' 20''$$

$$A_{Z_{st2 \rightarrow st3}} = A_{Z_{gst1 \rightarrow st2}} - 180^\circ + r$$

$$A_{Z_{st2 \rightarrow st3}} = (334^\circ 48' 19'' - 180^\circ) + 180^\circ 36' 46'' = 335^\circ 25' 6.07''$$

$$A_{Z_{st3 \rightarrow st4}} = A_{Z_{st2 \rightarrow st3}} - 180^\circ + r$$

$$A_{Z_{st3 \rightarrow st4}} = (335^\circ 25' 5'' - 180^\circ) + 86^\circ 51' 60'' = 242^\circ 17' 12.7''$$

$$A_{Z_{st4 \rightarrow st5}} = A_{Z_{st3 \rightarrow st4}} - 180^\circ + r$$

$$A_{Z_{st4 \rightarrow st5}} = 62^\circ 17' 5'' + 181^\circ 37' 57'' = 243^\circ 55' 10.3''$$

$$A_{Z_{st5 \rightarrow st6}} = A_{Z_{st5 \rightarrow st6}} - 180^\circ + r$$

$$A_{Z_{st5 \rightarrow st6}} = 63^\circ 55' 2'' + 169^\circ 14' 1'' = 233^\circ 09' 11.37''$$

$$A_{Z_{st6 \rightarrow st7}} = A_{Z_{st6 \rightarrow st7}} - 180^\circ + r$$

$$A_{Z_{st6 \rightarrow st7}} = 53^\circ 09' 03'' + 231^\circ 31' 48'' = 284^\circ 40' 59.9''$$

$$A_{Z_{st7 \rightarrow st8}} = A_{Z_{st7 \rightarrow st8}} - 180^\circ + r$$

$$A_{Z_{st7 \rightarrow st8}} = 104^\circ 40' 51'' + 204^\circ 41' 55'' = 309^\circ 22' 55.5''$$

$$A_{Z_{st8 \rightarrow st9}} = A_{Z_{st7 \rightarrow st8}} - 180^\circ + r$$

$$A_{Z_{st8 \rightarrow st9}} = 129^\circ 22' 46'' + 226^\circ 6' 53'' = 355^\circ 29' 48.9''$$

$$A_{Z_{st9 \rightarrow st10}} = A_{Z_{st8 \rightarrow st9}} - 180^\circ + r$$

$$A_{Z_{st9 \rightarrow st10}} = 175^\circ 28' 51'' + 147^\circ 51' 31'' = 323^\circ 21' 19.9''$$

$$A_{Z_{st10 \rightarrow st11}} = A_{Z_{st9 \rightarrow st10}} - 180^\circ + r$$

$$A_{Z_{st10 \rightarrow st11}} = 143^\circ 20' 22'' + 193^\circ 34' 07'' = 336^\circ 55' 27.5''$$

$$A_{Z_{st11 \rightarrow st12}} = A_{Z_{st10 \rightarrow st11}} - 180^\circ + r$$

$$A_{Z_{st11 \rightarrow st12}} = 156^\circ 54' 29'' + 198^\circ 17' 28'' = 355^\circ 12' 56.1''$$

$$A_{Z_{st12 \rightarrow st13}} = (A_{Z_{st11 \rightarrow st12}} - 180^\circ + r) - 360$$

$$A_{Z_{st12 \rightarrow st13}} = (175^\circ 11' 57'' + 199^\circ 59' 29'') - 360 = 15^\circ 12' 25.17''$$

$$A_{Z_{st13 \rightarrow st14}} = A_{Z_{st12 \rightarrow st13}} + 180^\circ + r$$

$$A_{Z_{st13 \rightarrow st14}} = (15^\circ 11' 26'' + 180^\circ + 194^\circ 12' 29'') - 360^\circ = 29^\circ 24' 54.7''$$

$$A_{Z_{st14 \rightarrow st15}} = A_{Z_{st13 \rightarrow st14}} + 180^\circ + r$$

$$A_{Z_{st14 \rightarrow st15}} = 360 - (209^\circ 23' 55'' + 136^\circ 40' 15'') = 346^\circ 5' 10.3''$$

$$A_{Z_{st15 \rightarrow st16}} = A_{Z_{st14 \rightarrow st15}} + 180^\circ - (360^\circ - r)$$

$$A_{Z_{st15 \rightarrow st16}} = 166^\circ 04' 10'' - (360^\circ - 207^\circ 31' 34'') = 13^\circ 36' 44.6''$$

$$A_{Z_{st16 \rightarrow st17}} = A_{Z_{st15 \rightarrow st16}} + 180^\circ + r$$

$$A_{Z_{st16 \rightarrow st17}} = 193^\circ 35' 44'' + 91^\circ 05' 30'' = 284^\circ 42' 14.9''$$

$$A_{Z_{st17 \rightarrow gps1}} = A_{Z_{st16 \rightarrow st17}} - 180^\circ + r$$

$$A_{Z_{st17 \rightarrow gps1}} = 104^\circ 41' 14'' + 245^\circ 17' 51'' = 350^\circ 00' 5.93''$$

$$A_{Z_{gps1 \rightarrow gps2}} = ((A_{Z_{st17 \rightarrow gps1}} - 180^\circ) - (360^\circ - r))$$

$$A_{Z_{gps1 \rightarrow gps2}} = 169^\circ 59' 05'' - 109^\circ 51' 37'' = 60^\circ 08' 28.93''$$

ويتم حساب خطأ الإغلاق في الزاوية عن طريق حساب الفرق بين الانحراف المحسوب (Calculated)

(Given) للخط الأخير :

$$A_{Z_{gps1 \rightarrow gps2}} = \tan^{-1} \left(\frac{\Delta E}{\Delta N} \right) + c$$

$$A_{Z_{gps1 \rightarrow gps2}} = \tan^{-1} \left(\frac{157071.20 - 157053.45}{103513.46 - 103503.29} \right) + 0^\circ$$

$$A_{Z_{gps1 \rightarrow gps2}} = 60^\circ 11' 20.81''$$

Angular · misclosar = calculated – given

$$Angular \cdot misclosar = 60^\circ 07' 28.93'' - 60 \quad 11 \quad 20.81 = 00^\circ 03' 51.88''$$

خطأ الإغلاق المسموح به للزوايا داخل المدن في نظام دائرة المساحة في فلسطين يعطى حسب المعادلة التالية :

$$u = 60'' * \sqrt{n} \quad \dots\dots\dots \text{Equation 3.5}$$

$$u = 60'' * \sqrt{19} = 0^{\circ}04'21.53''$$

وخطاً الإغلاق في زوايا المضلع كان ضمن الخطأ المسموح به لنظام دائرة المساحة في فلسطين.

(Departure) (Latitude) - -

$$Lat = D * \cos(A_z) \dots\dots\dots\text{Equation 3.6}$$

$$Dep = D * \sin(A_z) \dots\dots\dots\text{Equation 3.7}$$

والجدول التالي يبين المسافة وحساب التشريق والتشميل .

(-) حساب التشريق والتشميل .

Line	Length	Azimuth	Lat	Dep
Gps3 to st1	93.930	205°48'57.4"	-84.55556236	-40.90478913
St1 to st2	23.638	334°48'20"	21.38927765	-10.06249698
St2 to st3	47.775	335°25'6.07"	43.44512327	-19.87389968
St3 to st4	93.767	242°17'12.7"	-43.605881	-83.01070672
St4 to st5	101.851	243°55'10.3"	-44.77706832	-91.48027303
St5 to st6	48.733	233°09'11.37"	-29.2241094	-38.99816302
St6 to st7	110.706	284°40'59.9"	28.06132491	-107.0905247
St7 to st8	151.043	309°22'55.5"	95.83509856	-116.7459709
St8 to st9	48.451	355°29'48.9"	48.3014371	-3.813387769
St9 to st10	98.011	323°21'19.9"	78.63956215	-58.49765282
St10 to st11	166.835	336°55'27.5"	153.4861727	-65.39045806
St11 to st12	128.107	355°12'56.1"	127.6606216	-10.58499668
St12 to st13	123.290	15°12'25.17"	118.9729381	32.33982206
St13 to st14	66.147	29°24'54.7"	57.71366277	32.48709204
St14 to st15	102.389	346°05'10.3"	99.38476031	-24.62065675

St15 to st16	149.473	13°36'44.6"	145.2743234	35.17881011
St16 to st17	59.440	284°42'14.9"	15.08752542	-57.49330549
St17 to gps1	30.755	350°00'5.93"	30.28791597	-5.339678945
Gps1 to gps2	20.231	60°08'28.93"	10.07223968	17.54546519
SUM	1664.572			

- - حساب الإحداثيات الأولية للنقاط لحساب خطأ الإغلاق في المسافات

يتم حساب الإحداثيات حسب المعادلات التالية:

$$X_B = X_A + D * \sin A_{Z_{AB}} \dots\dots\dots\text{Equation 3.8}$$

$$Y_B = Y_A + D * \cos A_{Z_{AB}} \dots\dots\dots\text{Equation 3.9}$$

(-) الإحداثيات الأولية قبل التصحيح لنقاط ربط الموضع.

Station	Easting (m)	Northing (m)
ST1	157628.170	102604.235
ST2	157618.108	102625.624
ST3	157598.234	102669.06 9
ST4	157515.223	102625.463
ST5	157423.743	102580.686
ST6	157384.745	102551.462
ST7	157277.655	102579.523
ST8	157160.909	102675.358
ST9	157157.105	102723.659
ST10	157098.607	102802.299
ST11	157052.814	102909.786
ST12	157042.129	103037.447
ST13	157074.469	103156.420
ST14	157106.956	103214.040
ST15	157082.335	103313.425
ST16	157117.514	103458.700
ST17	157060.021	103473.788

حساب إحداثيات النقطة GPS1

$$x_{gps1} = 157060.021 + 30.755 * \sin 350^{\circ}00'5.93'' = 157054.6813$$

$$Y_{gps1} = 103473.788 + 30.755 * \cos 350^{\circ}00'5.93'' = 103504.076$$

الإحداثيات المعطاة للنقطة GPS1

$$X_{gps1} = 157053.45$$

$$Y_{gps1} = 103503.29$$

ويتم حساب خطأ الإغلاق في المضلع عن طريق حساب الفرق بين الإحداثيات المحسوب (Calculated) والإحداثيات الثابتة (Given) للخط الأخير :

$$\text{Misclosure in Easting } \Delta X = 157054.6813 - 157053.450 = 1.2313$$

$$\text{Misclosure in Northing } \Delta Y = 103504.076 - 103503.290 = 0.786$$

$$u = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} \quad \dots\dots\dots \text{Eq 3.10}$$

$$u = \sqrt{1.2313^2 + 0.786^2} = 1.046$$

ومعدل الخطأ الطولي للإغلاق المسموح به داخل المدن في نظام دائرة المساحة في فلسطين حسب المعادلة التالية :

$$u = 0.0006L + 0.2 \quad \dots\dots\dots \text{Eq 3.11}$$

$$u = 0.0006 * 1594.342 + 0.2 = 1.1566$$

وخطأ الإغلاق في المسافات للمضلع كان ضمن الخطأ المسموح به.

- - تصحيح إحداثيات المضلع

هناك عدة طرق لتصحيح إحداثيات نقاط ربط المضلع ، وقد تم استخدام طريقة المربعات الصغرى (Least square Method) لأنها أدق طريقة لإيجاد القيمة الأكثر احتمالاً (Most Probable Value) في إيجاد الإحداثيات ، لأنها تصحح المسافات والزوايا والانحرافات في وقت واحد بخلاف الطرق الأخرى التي تصحح كل منها على حدا.

لات التي يتم استخدامها في هذه الطريقة هي معادلات الرصد ويتم تمثيلها بالمعادلات الطبيعية ثم عمل هذه المعادلات إلى معادلات خطية تقريبية عن طريق متسلسلة تويلر التقريبية ويمكن تمثيلها عن طريق المصفوفات وحلها عن طريق المعادلات التالية :

$$WJX = WK + WV \dots\dots\dots\text{Equation 3.12}$$

$$X = (J^T WJ)^{-1} J^T W K = N^{-1} J^T W K \dots\dots\dots\text{Equation 3.13}$$

بحيث أن :

X : هي عبارة عن مصفوفة المجهول (Unknown matrix).

J : هي عبارة عن مصفوفة معامل معادلات الرصد ويتم إيجادها عن طريق متسلسلة تويلر التقريبية (Jacobean matrix).

V : مصفوفة المتبقيات (Residuals Matrix).

K : (Observation matrix)

W : (Weighted Matrix)

معادلات الرصد وعمل التفاضل لها

يتم حساب الإحداثيات عادة عن طريق مسافة وانحراف وإيجاد الإحداثيات تم عمل الأرصاد للمضلع ثم إنشاء معادلات الرصد ثم عمل تفاضل لها وتطبيق طريقة المربعات الصغرى على هذه المعادلات. ويتم إنشاء معادلة الرصد للمسافة عن طريق المعادلة التالية وعمل تفاضل لها :

$$F(x_i, y_i, x_j, y_j) = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2} \dots\dots\dots \text{Equation 3.14}$$

$$\frac{\partial F}{\partial x_i} = \frac{x_i - x_j}{IJ}$$

$$\frac{\partial F}{\partial y_i} = \frac{y_i - y_j}{IJ}$$

$$\frac{\partial F}{\partial x_j} = \frac{x_j - x_i}{IJ}$$

$$\frac{\partial F}{\partial y_j} = \frac{y_j - y_i}{IJ}$$

ويتم إنشاء معادلة الرصد للزوايا عن طريق فرق الانحرافات وعمل تفاضل لها كالتالي :

$$'' = Az_{IF} - Az_{IB}$$

$$'' = \tan^{-1} \frac{x_f - x_i}{y_f - y_i} - \tan^{-1} \frac{x_b - x_i}{y_b - y_i} + D \dots\dots\dots \text{Equation 3.15}$$

K Matrix :

$$L = \begin{bmatrix} F_1 - F_{1_0} \\ F_2 - F_{2_0} \\ F_3 - F_{3_0} \\ F_4 - F_{4_0} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ F_{15} - F_{15_0} \end{bmatrix}_{15 \times 1}$$

X Matrix :

$$X = \begin{bmatrix} dx_{300} \\ dy_{300} \\ dx_{400} \\ dy_{400} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ dx_{800} \\ dy_{800} \end{bmatrix}_{12 \times 1}$$

V Matrix :

$$V = \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ V_{13} \\ V_{15} \end{bmatrix}_{15 \times 1}$$

: تم حساب التصحيح باستخدام برنامج (Adjust)

travers

Number of Control Stations - 4
 Number of Unknown Stations - 17
 Number of Distance observations - 18
 Number of Angle observations - 19
 Number of Azimuth observations - 0

Initial approximations for unknown stations

Station	X	Y
---------	---	---

=====

st1	157,628.170	102,604.235
st2	157,618.108	102,625.624
st3	157,598.234	102,669.069
st4	157,515.223	102,625.463
st5	157,423.743	102,580.686
st6	157,384.745	102,551.462
st7	157,277.655	102,579.523
st8	157,160.909	102,675.358
st9	157,157.105	102,723.659
st10	157,098.607	102,802.299
st11	157,052.814	102,909.786
st12	157,042.129	103,037.447
st13	157,074.469	103,156.420

st14	157,106.956	103,214.040
st15	157,082.335	103,313.425
st16	157,117.514	103,458.700
st17	157,060.021	103,473.788

Control Stations

~~~~~

| Station | X | Y |
|---------|---|---|
|---------|---|---|

=====

|      |             |             |
|------|-------------|-------------|
| GPS4 | 157,693.831 | 102,709.997 |
| GPS3 | 157,669.074 | 102,688.790 |
| GPS1 | 157,053.450 | 103,503.290 |
| GPS2 | 157,071.200 | 103,513.460 |

\*\*\*\*\*

Distance Observations

\*\*\*\*\*

| Station | Station | Distance | S |
|---------|---------|----------|---|
|---------|---------|----------|---|

=====

|      |     |        |         |
|------|-----|--------|---------|
| GPS3 | st1 | 93.930 | 0.007   |
|      | st1 | st2    | 23.638  |
|      | st2 | st3    | 47.775  |
|      | st3 | st4    | 93.767  |
|      | st4 | st5    | 101.851 |
|      | st5 | st6    | 48.733  |
|      | st6 | st7    | 110.706 |
|      |     |        | 0.007   |

|      |      |         |       |
|------|------|---------|-------|
| st7  | st8  | 151.043 | 0.007 |
| st8  | st9  | 48.451  | 0.007 |
| st9  | st10 | 98.011  | 0.007 |
| st10 | st11 | 116.835 | 0.007 |
| st11 | st12 | 128.107 | 0.007 |
| st12 | st13 | 123.290 | 0.007 |
| st13 | st14 | 66.147  | 0.007 |
| st14 | st15 | 102.389 | 0.007 |
| st15 | st16 | 149.474 | 0.007 |
| st16 | st17 | 59.440  | 0.007 |
| st17 | GPS1 | 30.755  | 0.007 |

\*\*\*\*\*

Angle Observations

\*\*\*\*\*

| Station<br>Backsighted | Station<br>Occupied | Station<br>Foresighted | Angle         | S    |
|------------------------|---------------------|------------------------|---------------|------|
| "GPS4                  | GPS3                | st1                    | 156°23'58.30" | 6.50 |
| "GPS3                  | st1                 | st2                    | 308°59'22.60" | 5.00 |
| "st1                   | st2                 | st3                    | 180°36'46.00" | 5.52 |
| "st2                   | st3                 | st4                    | 86°52'06.70"  | 6.00 |
| "st3                   | st4                 | st5                    | 181°37'57.60" | 6.40 |
| "st4                   | st5                 | st6                    | 169°14'01.00" | 5.54 |
| "st5                   | st6                 | st7                    | 231°31'48.60" | 6.50 |
| "st6                   | st7                 | st8                    | 204°41'55.60" | 7.00 |
| "st7                   | st8                 | st9                    | 226°06'53.33" | 5.56 |

|       |      |      |               |      |
|-------|------|------|---------------|------|
| "st8  | st9  | st10 | 147°51'31.00" | 6.00 |
| "st9  | st10 | st11 | 193°34'07.67" | 6.00 |
| "st10 | st11 | st12 | 198°17'28.60" | 7.30 |
| "st11 | st12 | st13 | 199°59'29.00" | 6.00 |
| "st12 | st13 | st14 | 194°12'29.60" | 6.00 |
| "st13 | st14 | st15 | 136°40'15.60" | 5.60 |
| "st14 | st15 | st16 | 207°31'34.30" | 7.00 |
| "st15 | st16 | st17 | 91°05'30.33"  | 6.00 |
| "st16 | st17 | GPS1 | 245°17'51.00" | 5.00 |
| "st17 | GPS1 | GPS2 | 250°08'23.00" | 5.00 |

\*\*\*\*\*

Adjusted stations

\*\*\*\*\*

Standard error ellipse computed

| Station | X           | Y           | Sx     | Sy     | Su     | Sv     | t       |
|---------|-------------|-------------|--------|--------|--------|--------|---------|
| st1     | 157,628.176 | 102,604.203 | 0.0911 | 0.1405 | 0.1550 | 0.0632 | 27.61°  |
| st2     | 157,618.104 | 102,625.592 | 0.1055 | 0.1927 | 0.1927 | 0.1054 | 179.24° |
| st3     | 157,598.204 | 102,669.030 | 0.1230 | 0.2279 | 0.2315 | 0.1160 | 168.22° |
| st4     | 157,515.193 | 102,625.346 | 0.1845 | 0.2411 | 0.2411 | 0.1845 | 0.89°   |
| st5     | 157,423.723 | 102,580.466 | 0.2404 | 0.2639 | 0.2642 | 0.2400 | 7.11°   |
| st6     | 157,384.729 | 102,551.178 | 0.2819 | 0.2789 | 0.2886 | 0.2720 | 50.17°  |
| st7     | 157,277.570 | 102,579.100 | 0.3045 | 0.3036 | 0.3148 | 0.2930 | 133.82° |
| st8     | 157,160.656 | 102,674.762 | 0.3021 | 0.3354 | 0.3404 | 0.2964 | 159.63° |
| st9     | 157,156.773 | 102,723.048 | 0.2976 | 0.3289 | 0.3307 | 0.2956 | 166.62° |

|      |             |             |        |        |        |        |         |
|------|-------------|-------------|--------|--------|--------|--------|---------|
| st10 | 157,098.134 | 102,801.597 | 0.2971 | 0.3326 | 0.3336 | 0.2959 | 170.26° |
| st11 | 157,052.159 | 102,909.009 | 0.2904 | 0.3280 | 0.3281 | 0.2903 | 1.66°   |
| st12 | 157,041.279 | 103,036.645 | 0.2667 | 0.3083 | 0.3099 | 0.2648 | 11.14°  |
| st13 | 157,073.455 | 103,155.641 | 0.2407 | 0.2786 | 0.2808 | 0.2381 | 13.66°  |
| st14 | 157,105.867 | 103,213.272 | 0.2166 | 0.2525 | 0.2526 | 0.2164 | 176.45° |
| st15 | 157,081.166 | 103,312.634 | 0.1856 | 0.2126 | 0.2131 | 0.1851 | 172.01° |
| st16 | 157,116.295 | 103,457.901 | 0.1504 | 0.1617 | 0.1820 | 0.1250 | 140.83° |
| st17 | 157,058.774 | 103,473.005 | 0.0308 | 0.1509 | 0.1532 | 0.0163 | 170.13° |

\*\*\*\*\*

Adjusted Distance Observations

\*\*\*\*\*

|  | Station | Station |          |         |         |          |              |       |
|--|---------|---------|----------|---------|---------|----------|--------------|-------|
|  | #.      | Sighted | Distance | V       | S       | Std.Res. | Red Occupied |       |
|  | GPS3    | st1     | 93.956   | 0.0257  | 0.1550  | 23.595   | 0.027        |       |
|  |         | st1     | st2      | 23.642  | 0.0044  | 0.1528   | 2.862        | 0.053 |
|  |         | st2     | st3      | 47.779  | 0.0040  | 0.1528   | 2.614        | 0.053 |
|  |         | st3     | st4      | 93.803  | 0.0364  | 0.1556   | 40.451       | 0.018 |
|  |         | st4     | st5      | 101.888 | 0.0366  | 0.1556   | 40.337       | 0.019 |
|  |         | st5     | st6      | 48.768  | 0.0350  | 0.1557   | 39.304       | 0.018 |
|  |         | st6     | st7      | 110.737 | 0.0309  | 0.1540   | 23.725       | 0.039 |
|  |         | st7     | st8      | 151.063 | 0.0197  | 0.1529   | 13.104       | 0.051 |
|  |         | st8     | st9      | 48.442  | -0.0088 | 0.1534   | -6.213       | 0.045 |
|  |         | st9     | st10     | 98.023  | 0.0116  | 0.1527   | 7.515        | 0.054 |
|  |         | st10    | st11     | 116.838 | 0.0031  | 0.1528   | 2.017        | 0.053 |

|      |      |         |         |        |         |       |
|------|------|---------|---------|--------|---------|-------|
| st11 | st12 | 128.098 | -0.0086 | 0.1534 | -6.082  | 0.046 |
| st12 | st13 | 123.270 | -0.0204 | 0.1544 | -16.811 | 0.033 |
| st13 | st14 | 66.120  | -0.0273 | 0.1551 | -25.974 | 0.025 |
| st14 | st15 | 102.386 | -0.0028 | 0.1531 | -1.916  | 0.050 |
| st15 | st16 | 149.454 | -0.0195 | 0.1543 | -15.895 | 0.034 |
| st16 | st17 | 59.471  | 0.0309  | 0.1540 | 23.675  | 0.039 |
| st17 | GPS1 | 30.750  | -0.0054 | 0.1532 | -3.703  | 0.048 |

\*\*\*\*\*

Adjusted Angle Observations

\*\*\*\*\*

| Station      | Station  | Station     | Angle         | V        | S"      | Std.Res. | Red   |
|--------------|----------|-------------|---------------|----------|---------|----------|-------|
| #.Bacsighted | Occupied | Foresighted |               |          |         |          |       |
| GPS4         | GPS3     | st1         | 156°23'14.28" | -44.019" | 139.079 | -15.831  | 0.183 |
| GPS3         | st1      | st2         | 308°58'49.71" | -32.890" | 112.510 | -21.187  | 0.096 |
| st1          | st2      | st3         | 180°36'08.82" | -37.181" | 123.093 | -20.074  | 0.113 |
| st2          | st3      | st4         | 86°51'29.72"  | -36.982" | 133.030 | -17.594  | 0.123 |
| st3          | st4      | st5         | 181°37'12.98" | -44.620" | 142.637 | -20.687  | 0.114 |
| st4          | st5      | st6         | 169°13'25.85" | -35.148" | 125.725 | -22.305  | 0.081 |
| st5          | st6      | st7         | 231°30'57.55" | -51.046" | 144.330 | -22.658  | 0.120 |
| st6          | st7      | st8         | 204°41'08.40" | -47.201" | 153.475 | -17.885  | 0.142 |
| st7          | st8      | st9         | 226°06'39.58" | -13.749" | 125.717 | -8.354   | 0.088 |
| st8          | st9      | st10        | 147°51'21.87" | -9.130"  | 135.534 | -5.090   | 0.089 |
| st9          | st10     | st11        | 193°34'12.14" | 4.475"   | 135.550 | 2.497    | 0.089 |
| st10         | st11     | st12        | 198°18'00.43" | 31.828"  | 161.281 | 12.143   | 0.129 |

|      |      |      |               |          |         |        |       |
|------|------|------|---------------|----------|---------|--------|-------|
| st11 | st12 | st13 | 200°00'08.72" | 39.717"  | 135.918 | 22.808 | 0.084 |
| st12 | st13 | st14 | 194°13'24.35" | 54.748"  | 135.545 | 30.544 | 0.089 |
| st13 | st14 | st15 | 136°41'08.96" | 53.357"  | 126.732 | 32.485 | 0.086 |
| st14 | st15 | st16 | 207°33'17.99" | 103.690" | 150.250 | 35.127 | 0.178 |
| st15 | st16 | st17 | 91°07'05.05"  | 94.721"  | 127.179 | 35.460 | 0.198 |
| st16 | st17 | GPS1 | 245°19'00.08" | 69.076"  | 109.764 | 36.928 | 0.140 |
| st17 | GPS1 | GPS2 | 250°09'35.17" | 72.166"  | 109.045 | 37.119 | 0.151 |

\*\*\*\*\*

### Adjustment Statistics

\*\*\*\*\*

Iterations = 3

Redundancies = 3

Reference Variance = 560.357

Reference So = ±23.7

!Failed to pass X<sup>2</sup> test at 95.0% significance level

X<sup>2</sup> lower value = 0.22

X<sup>2</sup> upper value = 9.35

Possible blunder in observations with Std.Res. > 78

!Convergence

يوضح إحداثيات النقاط النهائية لنقاط الرصد التي سنستخدم عليها لرفع التفصيلي لطريق

( - ) يبين الإحداثيات النهائية لنقاط الربط .

| Station | Easting ( m) | Northing ( m) |
|---------|--------------|---------------|
| ST1     | 157,628.176  | 102,604.203   |
| ST2     | 157,618.104  | 102,625.592   |
| ST3     | 157,598.204  | 102,669.030   |
| ST4     | 157,515.193  | 102,625.346   |
| ST5     | 157,423.723  | 102,580.466   |
| ST6     | 157,384.729  | 102,551.178   |
| ST7     | 157,277.570  | 102,579.100   |
| ST8     | 157,160.656  | 102,674.762   |
| ST9     | 157,156.773  | 102,723.048   |
| ST10    | 157,098.134  | 102,801.597   |
| ST11    | 157,052.159  | 102,909.009   |
| ST12    | 157,041.279  | 103,036.645   |
| ST13    | 157,073.455  | 103,155.641   |
| ST14    | 157,105.867  | 103,213.272   |
| ST15    | 157,081.166  | 103,312.634   |
| ST16    | 157,116.295  | 103,457.901   |
| ST17    | 157,058.774  | 103,473.005   |

الإحداثيات

ويوضح الـ ( - )

ملاحظة تريبط المحطات موضحة في الملحق

## التصميم الهندسي للطريق

- تصنيف الطرق
- - التصنيف الوظيفي للطرق الحضرية
- - درجات الطرق التصميمية Design Classes
- تخطيط المنحنيات الأفقية
- - المنحنيات الدائرية
- - - معادلات المنحنى الدائري البسيط
- - -
- - - زيادة الميل العرضاني في المنعطفات
- - - الرفع الجانبي للطريق Superelevation
- - - كيفية تنفيذ التعلية
- - المنحنيات الانتقالية
- تخطيط المنحنيات الرأسية
- - المنحنيات الرأسية
- - إشارة الميل وزاوية التدرج (Grade Angle)
- -
- -
- مواصفات ومحددات التصميم
- - الرؤية (Sight Distance)
- - مسافة الرؤية للتوقف (Stopping Sight Distance)
- - -
- - -
- - مسافة الرؤية للتجاوز (Passing Sight Distance)
- - مسافة الرؤية الأفقية
- - القطاعات العرضية للطرق



- - عرض الرصف والحارة المرورية  
- -

4 - الطرق الجانبية

4 - أكتاف الطريق

4 - اعتبارات عامة في تصميم المنحنيات الراسية والافقية

4 - ملاحظات عامة عن التخطيط الأفقي

4 - اعتبارات عامة في التخطيط الرأس

- الجمع بين التخطيط الأفقي والرأسي .

- - - ضوابط عامة في التصميم .

- - - تنسيق أعمال التخطيط عند التصميم

- تصميم الميول الطولية والعرضية لطريق وادي الجوز

- - تصميم الميول الطولية للطريق

- - تصميم الميول العرضية للطريق

## التصميم الهندسي للطريق

يعرف التصميم الهندسي للطريق على أنه عملية إيجاد الأبعاد الهندسية لكل طريق وترتيب العناصر المرئية للطريق مثل المسار ومسافات الرؤية والعروض والانحدارات .. . وبإحدى ذي بدء يجب تصنيف الطرق من حيث كونها طرقاً رئيسية أو فرعية أو محلية حتى يمكن تحديد السرعة التصميمية والانحدار الحاكم بعد موازنة بعض العوامل مثل أهمية الطريق وتقدير حجم وخصائص المرور والتضاريس والأموال . وتعتبر السرعة التصميمية والانحدار الحاكم هما بدورهما القاعدة الأساسية لوضع الحدود الدنيا القياسية لكل من التخطيط الرأسي والأفقي للطريق وبعد ذلك يستطيع المصمم بالمحاولة والخطأ أن يطوع هذه الحدود أو أعلى منها للتضاريس من أجل التوصل إلى مسقط أفقي وقطاع طولي للطريق . مرحلة تفاصيل الأبعاد الهندسية للتقاطعات ذات المستوى الواحد أو المستويات المتعددة ولطرق الخدمة ولغيرها من الملامح . وأخيراً لا بد من تحديد تفاصيل العلامات والخطوط وإشارات المرور إن وجدت وغيرها من مقاييس التحكم في المرور . ويمكن الوصول إلى طريق لا يسبب حوادث ويحقق الانسياب السلس بجعل جميع عناصر الطريق تتمشى مع توقعات السائقين بتجنب التغيرات المفاجئة في مواصفات التصميم . ويهدف هذا الدليل إلى تحديد المعايير التصميمية الرئيسية للطرق الحضرية لمساعدة المهندس المصمم والمهندس المراجع لتحديد توافق التصميم الهندسي للطريق مع المتطلبات الهندسية المطلوبة . ويحتوي هذا الدليل في المرحلة الأولى على التصنيف الوظيفي والمجموعات التصميمية للطرق الحضرية ، ومواصفات ومحددات التصميم .

يمكن القول باختصار أن تصميم الطريق يشتمل على الآتي :

- التخطيط الأفقي ويشتمل على التعلية (الرفع الجانبي للطريق Superelevation والتوسيع Widening والمنحنيات الانتقالية).
- التخطيط الرأسي ويشتمل على المنحنيات الرأسية .
- تصميم المقطع العرضي ويشتمل على تحديد الوسطية وتصميم الدوار والتصميم الإنشائي للطريق.

لا بد من أن نتعرف على تصنيف الطرق لمعرفة نوع طريق المشروع وبالتالي ما يناسبه من عرض وأكتاف الطريق حسب حجم المرور عليه .

### - تصنيف الطرق

#### - - تصنيف الوظيفي للطرق الحضرية

التصنيف الوظيفي هو العملية التي يتم بموجبها تقسيم الطرق إلى أنواع أو أنظمة وفقاً لطبيعة الخدمة التي تؤديها يتم عن طريقه تحديد الدور الذي يؤديه كل طريق لخدمة حركة .

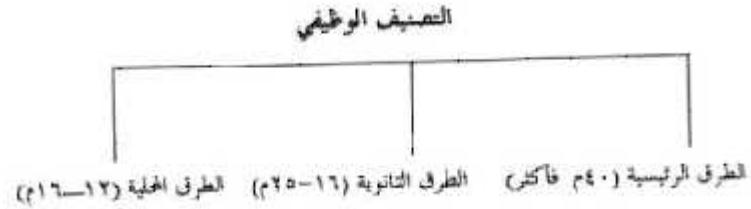
أ - طرق حضرية رئيسية .

ترتبط هذه الطرق مراكز الأنشطة الرئيسية في المناطق الحضرية وترتبط بالشبكة الإقليمية وتتحمّل أكبر حمل مروري خلال المنطقة الحضرية وعروض هذه الطرق حوالي ( ) .

ب - طرق حضرية ثانوية .

تقوم هذه الطرق بتجميع المركبات من الطرق الرئيسية وتقوم بتوزيعها إلى درجات الطرق الأقل

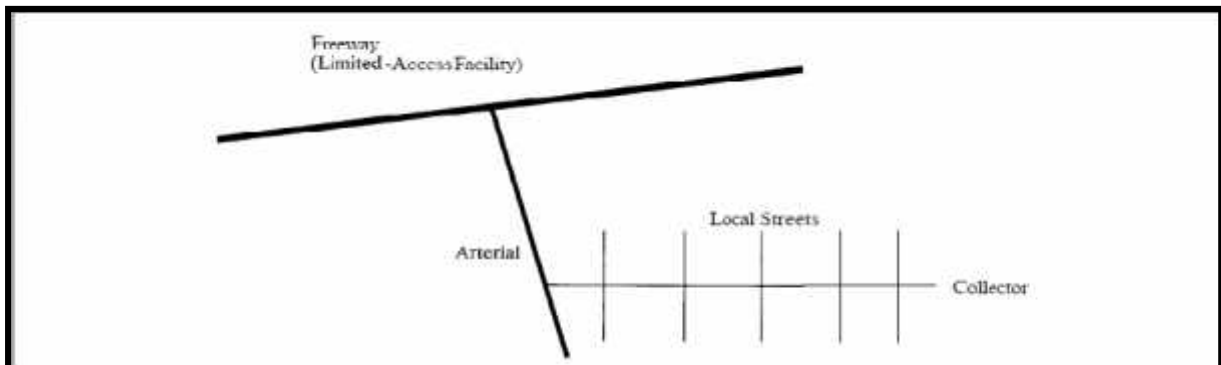
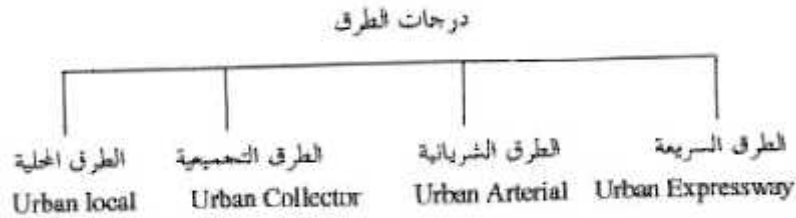
- وعرضها حوالي ( ) .  
 ج - طرق حضرية من الدرجة الثالثة ( محلية ) .  
 تقوم بتجميع المركبات خلال المناطق السكنية ومناطق الأنشطة إلى  
 مقدار من المرور في الشبكة وتعتبر أقل درجة في التدرج الهرمي لشبكة الطرق وعرضها حوالي ( ) .

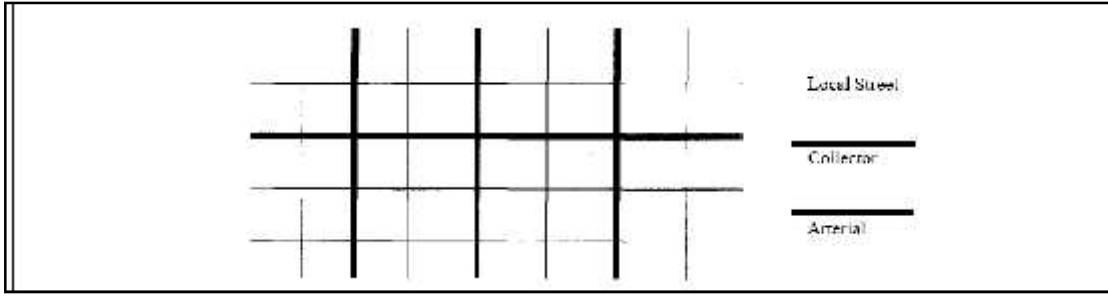


( - ) التصنيف الوظيفي للطرق الحضرية

### - - درجات الطرق التصميمية Design Classes

تعتبر درجات الطرق التصميمية عبارة عن تجميع لعدد من الطرق الرئيسية لأغراض التصميم الهندسي حسب مستوى خدمة المرور التي توفرها لمستخدمي الطرق و توجد أربعة مجموعات تصميمية للطرق الحضرية كل مجموعة من هذه المجموعات تعتمد على توفيرها خدمات مرورية وخدمات المنطقة تي تمر بها وكل المواصفات والخصائص الهندسية للطريق تتناسب مع هذه الظروف.





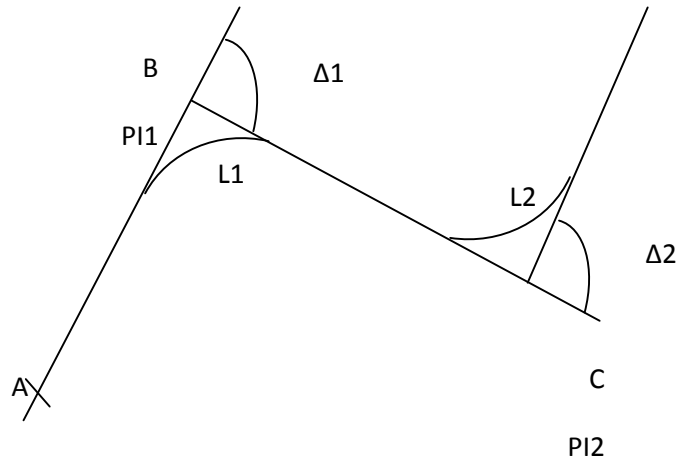
( - ) درجات الطرق التصميميه Design Classes

### - تخطيط المنحنيات الأفقية

تقسم المنحنيات الى قسمين افقية وراسية وما سيتم تناوله في هذا البند هي المنحنيات الافقية

في الكثير من الأحيان يواجه المصمم للطرق مهمة وصل الخطوط المستقيمة والمتقاطعة لمسار الطرق بمنحنيات غايتها تفادي التغير المفاجئ في الاتجاه وتسهيل الانتقال التدريجي بين هذه الخطوط المتقاطعة وتأخذ المنحنيات الأفقية أشكال أقواس دائرية أو حلزونية تربط بين الاتجاهين المستقيمين والمختلفين كما هو موضح في الشكل ( - ) ( AB ) ( BC )

يحتاج الى الانتقال التدريجي من خلال خط منحنى يربط الاتجاهين .



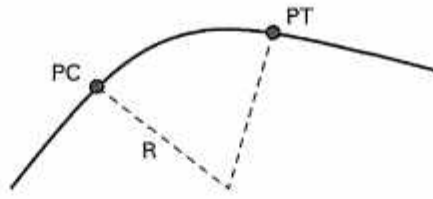
( - ) المسار الذي تسير به عربة على طريق

يمكن يم المنحنيات الأفقية الى قسمين:

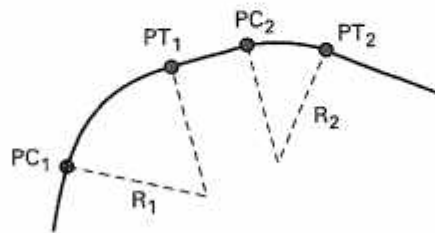
- المنحنيات الدائرية - المنحنيات الانتقالية

- - المنحنيات الدائرية :

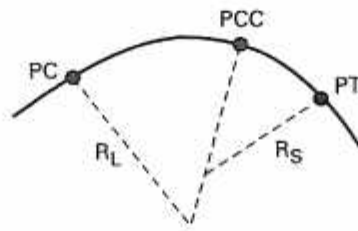
- المنحنيات الدائرية البسيطة (Simple circular curve):  
يربط الخطين المستقيمين يمسهما في نقطتي الوصل .
- المنحنيات الدائرية المركبة (Compound circular curve): حيث يتم ربط الخطين المستقيمين بأكثر من قوس دائري . بحيث أن الأقواس متماسة عند نقاط اتصالها ببعضها و جميع مراكز هذه الأقواس الدائرية في جهة واحدة و أنصاف أقطار هذه الأقواس الدائرية (قوسين أو أكثر) .
- المنحنيات الدائرية مكسورة الظهر (Broken circular curve): يطلق هذا الاسم على الجزء المكون من منحنين دائريين مركزاهما في جهة واحدة ومتصلين ببعضهما بواسطة مماس مشترك واحد وقصير يقل طوله عن ثلاثين مترا.
- المنحنيات الدائرية العكسية (Reversed curve): حيث يتم ربط الخطين المستقيمين بعدة أقواس ليست في اتجاه .



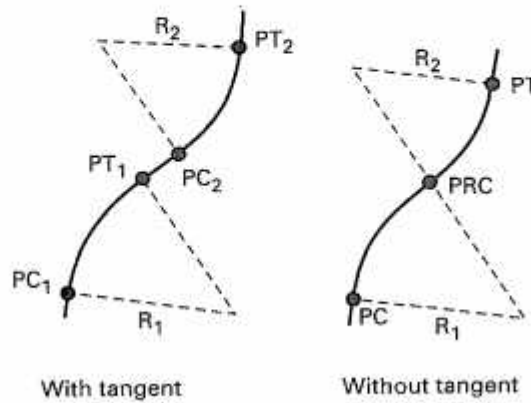
(a) Simple Horizontal Curve



(b) Broken Back Curve



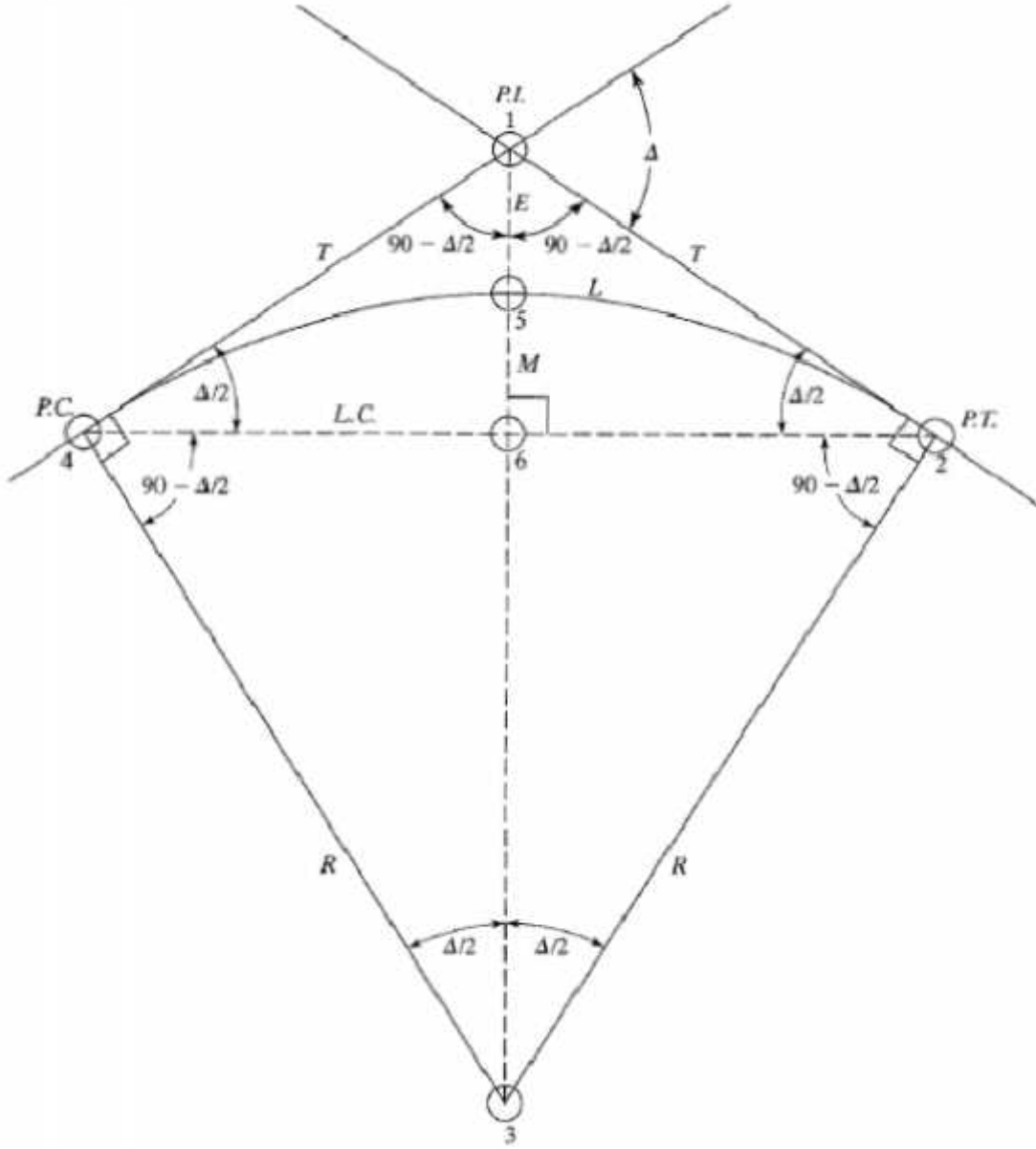
(c) Compound Curve



(d) Reverse Curve

( - ) أنواع المنحنيات الدائرية

ويمكن توضيح مكونات المنحنى الدائري البسيط بالشكل التالي يليه تعريف بالرموز.



( - ) عناصر المنحنى الدائري البسيط

حيث أن:

- المماسين (T) حيث يسمى المماس على الجانب الأيسر لنقطة التقاطع PI والمماس على الجانب الأيمن بالمماس الأمامي.
- الخط المستقيم الذي يصل بين نقطتي تماس و يطلق عليه الوتر الطويل (LC).
- Radius (R)
- Length of curve.(L)

- لخارجية (E), External Distance, وهي عبارة عن المسافة بين (PI) و بين منتصف
- سهم القوس (M) Middle Ordinate و هي المسافة بين نقطة منتصف المنحنى وبين نقطة منتصف الوتر الطويل.
- مركز المنحنى ونرمز له (O).
- PC نقطة بداية المنحنى
- PT نقطة نهاية المنحنى
- PI تقاطع المماسين.
- $\Delta$  : زاوية انحراف المماسين وتساوي الزاوية المركزية.

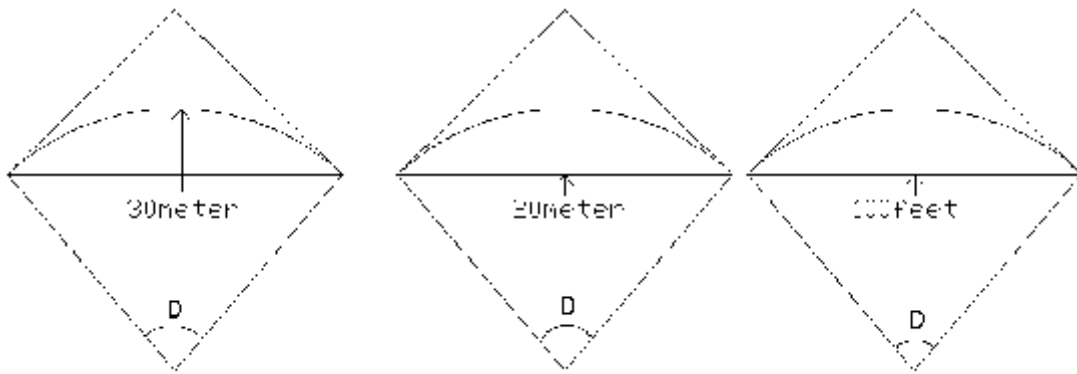
--- معادلات المنحنى الدائري البسيط

|                                                  |                                            |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| $D = \frac{5729.57795}{R}$ (arc def.)            | $C = 2 R \sin \frac{\Delta}{2}$            |
| $L = \frac{2\pi R \Delta}{360}$                  | $\phi = \frac{\theta}{2} = \frac{lD}{200}$ |
| $l = \frac{100 \theta}{D}$                       | For any tangent distance x,                |
| $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$                    | $y = R - [R^2 - x^2]^{1/2}$                |
| $E = R \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$ | For any arc length l,                      |
| $M = R \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$ | $x = R \sin \theta$                        |
|                                                  | $y = R (1 - \cos \theta)$                  |

---

- النظام البريطاني على أنها الزاوية المركزية التي تضم وتر طوله
- تعرف حسب النظام المصري على أنها الزاوية المركزية التي تضم وتر طوله
- تعرف حسب نظام الأشغال العامة الأردنية على أنها الزاوية المركزية التي تضم قوس طوله





( - )

$$R = \frac{1718.873385}{\sin \frac{D}{2}} \dots\dots\dots \text{Equation 4.1}$$

$$R = \frac{10}{\sin \frac{D}{2}} \dots\dots\dots \text{Equation 4.2}$$

$$R = \frac{50}{\sin \frac{D}{2}} \dots\dots\dots \text{Equation 4.3}$$

ويمثل الجدول التالي نصف قطر المنحني بالرجوع الى درجته

٤

( - )

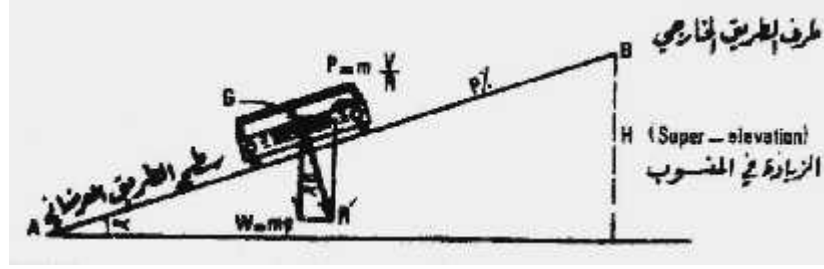
| <i>U.S. Customary Units</i>   |                    | <i>Metric Units</i> |
|-------------------------------|--------------------|---------------------|
| <i>Degree of Curvature, D</i> | <i>Radius (ft)</i> | <i>Radius (m)</i>   |
| 0°30'                         | 11,459             | 3,495               |
| 1°00'                         | 5,730              | 1,750               |
| 1°30'                         | 3,820              | 1,165               |
| 2°00'                         | 2,865              | 875                 |
| 2°30'                         | 2,292              | 700                 |
| 3°00'                         | 1,910              | 585                 |
| 3°30'                         | 1,637              | 500                 |
| 4°00'                         | 1,432              | 440                 |
| 5°00'                         | 1,146              | 350                 |
| 6°00'                         | 955                | 295                 |
| 7°00'                         | 819                | 250                 |
| 8°00'                         | 716                | 220                 |
| 9°00'                         | 637                | 195                 |
| 10°00'                        | 573                | 175                 |
| 11°00'                        | 521                | 160                 |
| 12°00'                        | 477                | 145                 |
| 13°00'                        | 441                | 135                 |
| 14°00'                        | 409                | 125                 |
| 16°00'                        | 358                | 110                 |
| 18°00'                        | 318                | 95                  |
| 20°00'                        | 286                | 85                  |
| 22°00'                        | 260                | 80                  |

### - - - زيادة المي

#### الميول العرضية للرصف

في الطرق الحضرية الشريانية يتم تنفيذ ميل عرضي في مناطق المماسات والمنحنيات الأفقية المنبسطة وذلك بعمل تاج في منتصف الطريق وإجراء ميل في كلا الاتجاهين في الطريق الحاريتين وذلك بهدف صرف المياه إلى جانبي الطريق . وبصفة عامة يتم عمل ميل عرضي للرصف بحيث يكون اتجاه الميل إلى أماكن تجميع وتصريف مياه الأمطار . والميول الجانبية الحادة غير مرغوبة في أماكن المماسات في التخطيط الأفقي لما يمكن أن تسببه من تأثير على المركبة وإمكانية انسياقها إلى الحافة الهابطة للطريق .. والميل العرضي حتى . % مقبول حيث لا يلاحظه السائق ولا يؤثر على المركبة.

من الواضح أن القوة الوحيدة المؤثرة على عربة تسير على خط مستقيم ومستوى هي وزنها فقط وإذا ما بدأت هذه العربة السير على منعطف أفقي تعرضت كما ذكرنا الى قوة أخرى هي القوة الطاردة المركزية .



( - ) تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات

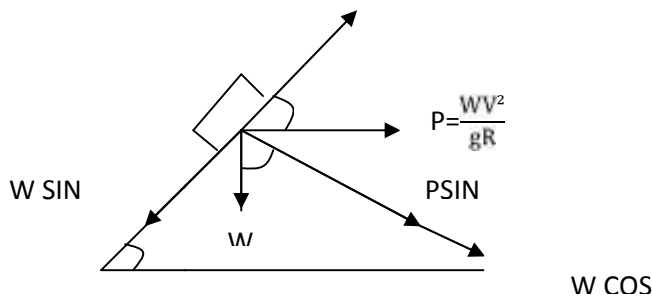
قيمة هذا الميل العرضاني تتراوح بين % % (حسب الأنظمة المعمول بها في أي أكبر من الميل العرضاني المخصص لغايات تصريف مياه سطح الطريق والذي هو % ويطلق على زيادة المنسوب الحاصلة لطرف الطريق الخارجي نتيجة لزيادة الميل العرضاني super-elevation

$$P = \frac{wv^2}{gR} = \frac{mv^2}{R} \dots\dots\dots \text{Equation 4.4}$$

لا بد من الإشارة الى أنه كلما زادت R والعكس كذلك أي أن العلاقة بينهما عكسية حيث أنه اذا P=0 R= أي أنه خط مستقيم .

- p : القوة الطاردة المركزية .
- w :
- m :
- v :
- R :
- g : تسارع الجاذبية الأرضية .

وبتحليل الشكل ( - ) نصل للنتيجة التالية



( - ) تحليل القوى المؤثرة على عربة تسير على منعطف افقي

$$e = \frac{V^2}{gR} \quad \text{.....Equation 4.5}$$

$$e + f = \frac{V^2}{gR} \quad \text{.....Equation 4.6}$$

حيث أن:

f : وهو ثابت يعتمد على سطح الطريق والعجلات

e :

عند اعتماد القيمة القصوى لمعدل الرفع الجانبي فان نصف القطر يكون بأقل قيمة

إذا للانتقال من خط مستقيم p=0 نستخدم منحني متدرج نصف قطره متدرج يبدأ من وينتهي بنصف قطر المنحني.

### - - - الرفع الجانبي للطريق Superelevation

في حالة حركة السيارة على طريق منحنى أفقياً يتم عمل رفع جانبي للطريق Superelevation كافية لإيجاد مركبة قوة جانبية لتعادل مركبة القوة الطاردة المركزية الناتجة من الحركة على منحنى وإيجاد أقل نصف قطر لمنحنى أفقي تستخدم المعادلة التالية.

$$R = \frac{V^2}{127(e+f)} \quad \text{..... Equation 4.7}$$

حيث أن :

$$R = ( \quad )$$

$$V = ( \quad / \quad )$$

$$f =$$

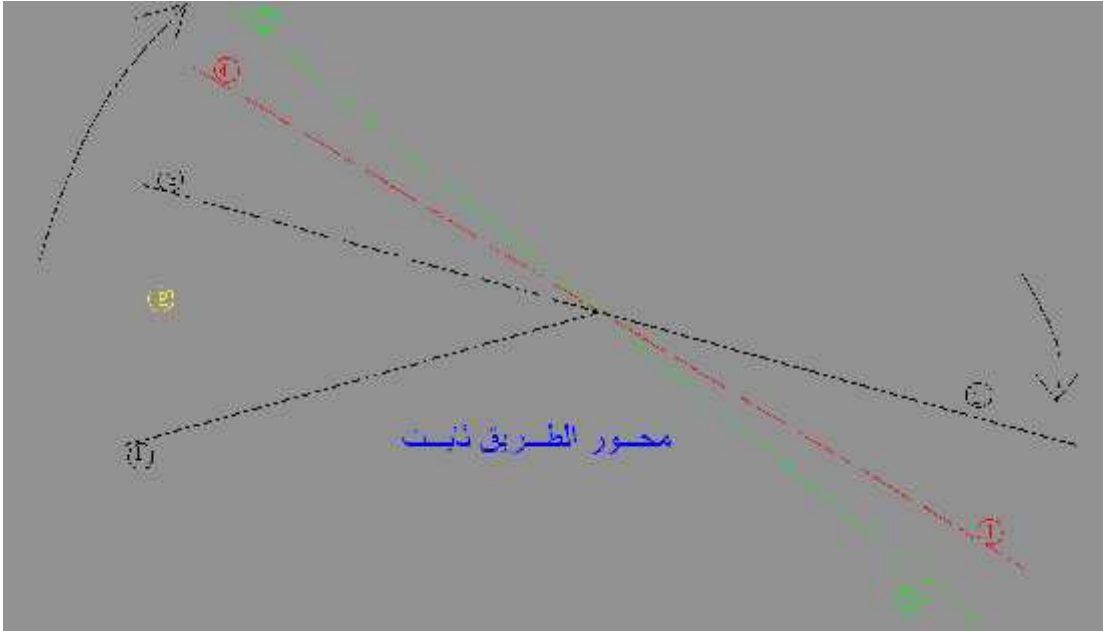
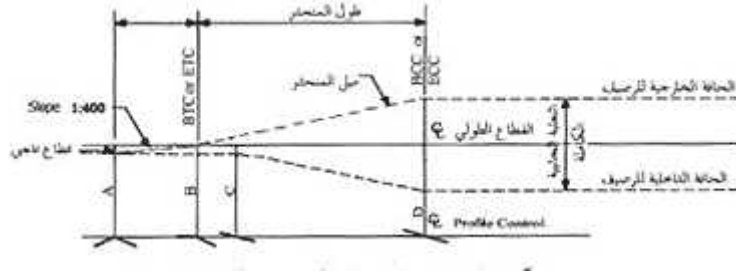
$$e =$$

| U.S. Customary Units                       | Metric Units                   |
|--------------------------------------------|--------------------------------|
| $0.01e + f = \frac{V^2}{15R} \quad (7-3a)$ | $0.01e + f = \frac{V^2}{127R}$ |
| where V – velocity, mph                    | where V – velocity, km/h       |

### - - - كيفية تنفيذ التعليق

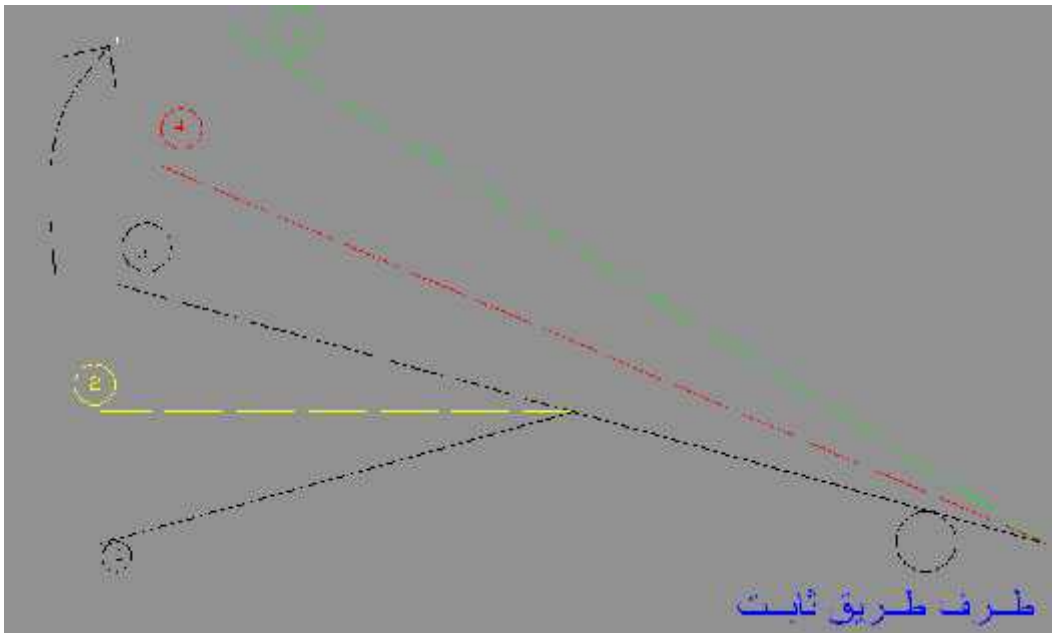
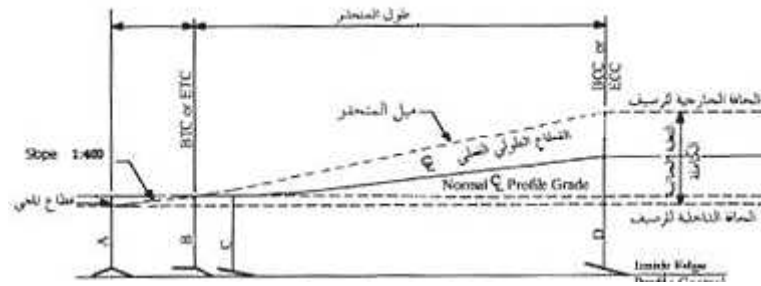
يبقى محور الطريق ثابتاً، ويبدأ جانب الطريق بالارتفاع والدوران حول المحور وبنفس الوقت يبقى الجانب الآخر ثابتاً حتى يصبح كامل السطح على استقامة واحدة، يبدأ بعد ذلك الجانب الآخر بالانخفاض، والجانب الأول بالارتفاع ويبقى سطح الطريق على استقامة واحدة ويستمر الدوران حول محور الطريق حتى

يتحقق الميلان المطلوب، وعند الخروج من المنعطف يعود السطح بالدوران حول المحور حتى يعود سطح الطريق مانلا بالاتجاهين المتعاكسين بنسبة 2% كما هو موضح بالشكل التالي



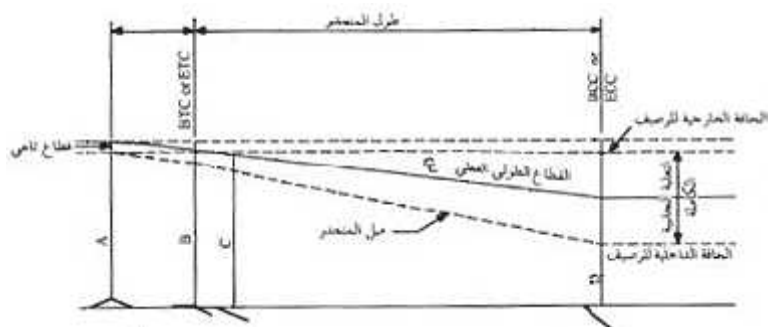
( - )

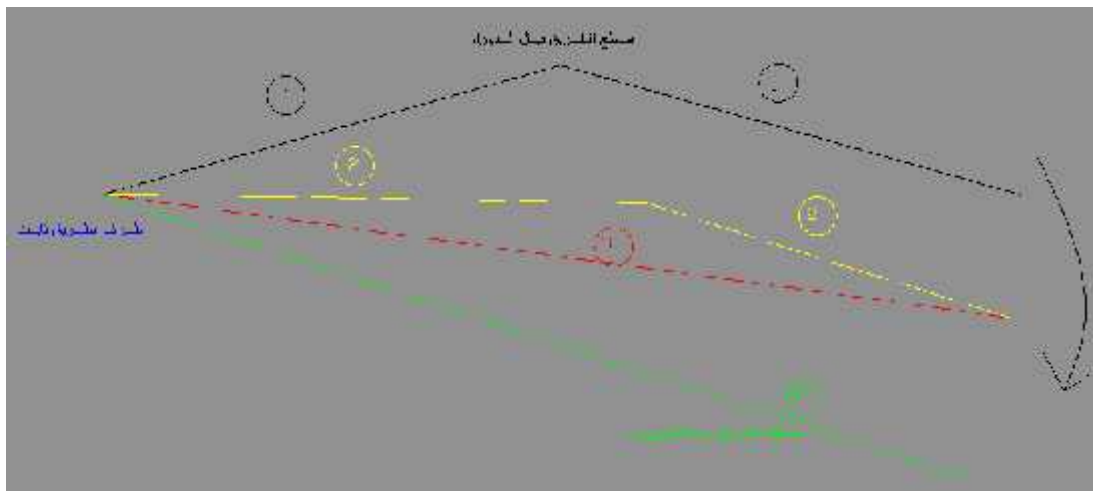
- ان حول الحافة الداخلية يرتفع الجانب الخارجي للطريق ( ظهر المنعطف)، ويبقى الجانب الثاني ثابتا حتى يصبح كامل سطح الطريق استقامة واحدة بميل 2% ، عند ذلك يدور كامل سطح الطريق حول حافة الطريق الداخلية و( ليس حول )، بحيث أن كامل سطح الطريق يرتفع بدلا من ارتفاع نصفه حتى يصل السطح إلى الميلان المطلوب.



( - ) الدوران حول الحافة الداخلية

- الدوران حول الحافة الخارجية
  - يبدأ كامل سطح الطريق بالانخفاض و الدوران حول طرف الطريق الخارجي ( ظهر المنعطف )
  - يصبح سطح الطريق على استقامة واحدة، بعدها يحصل دوران لكامل السطح حتى يصل للميلان





( - ) الدوران حول الحافة الخارجية

الجدول التالي يوضح درجة الطريق وأقصى قيمة رفع جانبي للطريق  
( - ) درجة الطريق وأقصى قيمة رفع جانبي للطريق

| أقصى قيمة رفع<br>جانبي للطريق<br>( / ) | أقصى قيمة رفع<br>جانبي للطريق<br>( / ) | درجة الطريق |
|----------------------------------------|----------------------------------------|-------------|
| 0.10                                   | 0.08                                   | طريق سريع   |
| 0.10                                   | 0.08                                   | طريق شرياني |
| 0.12                                   | 0.08                                   | طريق تجميعي |
| 0.12                                   | 0.10                                   | طريق محلي   |

( - ) أقل نصف قطر للمنحنى بدلالة السرعة التصميمية ودرجة الرفع الجانبي  
للطريق.

| أقصى قيمة رفع جانبي للطريق |      |      |      | التصميمية<br>/ |    |
|----------------------------|------|------|------|----------------|----|
| 0.12                       | 0.10 | 0.08 | 0.06 |                |    |
| 45                         | 45   | 50   | 55   | 0.17           | 40 |
| 70                         | 75   | 85   | 90   | 0.16           | 50 |
| 105                        | 115  | 125  | 135  | 0.15           | 60 |

|     |     |     |      |      |     |
|-----|-----|-----|------|------|-----|
| 150 | 160 | 175 | 195  | 0.14 | 70  |
| 195 | 210 | 230 | 250  | 0.14 | 80  |
| 255 | 275 | 305 | 335  | 0.13 | 90  |
| 330 | 360 | 395 | 440  | 0.12 | 100 |
| 415 | 455 | 500 | 560  | 0.11 | 110 |
| 540 | 595 | 655 | 755  | 0.09 | 120 |
| 635 | 700 | 785 | 885  | 0.09 | 130 |
| 770 | 860 | 965 | 1100 | 0.08 | 140 |

#### - - المنحنيات الانتقالية

يستخدم المنحنى الانتقالي في جميع المنحنيات الأفقية وتأتي أهمية المنحنى الانتقالي من ( اللولبية) بين الدائري لنقل المركبة من طريق مستقيم إلى طريق منحنى وفي المنحنى الانتقالي تتناسب درجة المنحنى مع طول اللولب وتزداد من صفر عند المماس لدرجة المنحنى الدائري عند النهاية . هذا فمن المستحسن عمل منحنيات انتقالية حتى يمكن للسائق أن يسير في حارته المرورية. المنحنى الانتقالي يعطي للمصمم المجال لتطبيق التوسيع والرفع التدريجي للحافه الخارجية للرصف بمقدار

ويتم حساب طول المنحنى الانتقالي من خلال المعادلة التالية:

$$L = 0.0702 V^3 / ( RXC ).....Equation 4.8$$

L

( / ) السرعة التصميمية

V

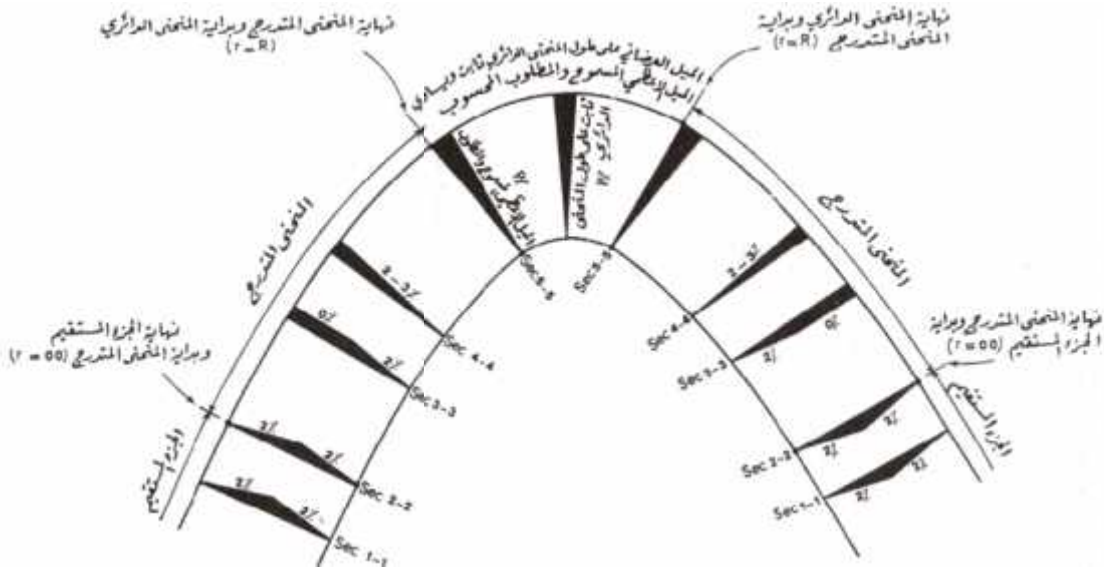
( )

R

( / ) معدل زيادة العجلة المركزية

C





( - ) التغيير التدريجي في الميل العرضي لمقاومة تأثير القوة الطاردة المركزية

### - تخطيط المنحنيات الرأسية

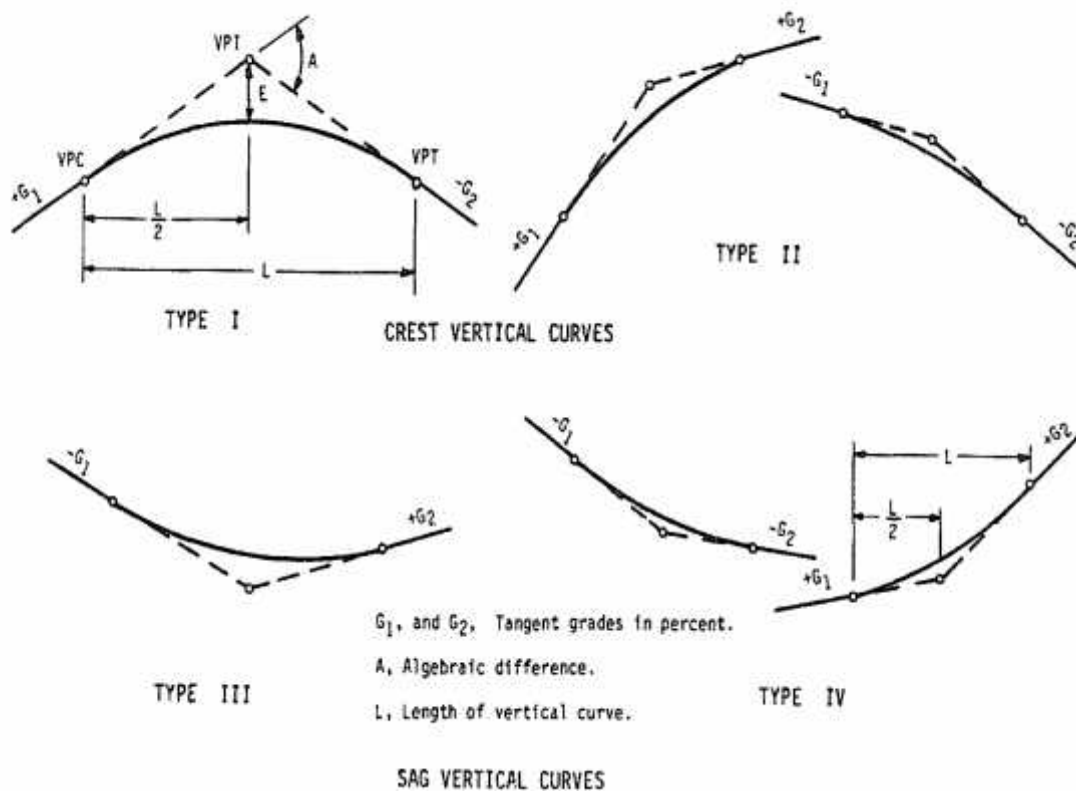
#### - - المنحنيات الرأسية

المقطع الطولي ويمثل التخطيط الرأسى للطريق ويتكون من سلسلة من الميول الطولية متصلة مع بعضها بمنحنيات رأسية. ويتحكم في التخطيط الرأسى عوامل الأمان و التضاريس ودرجة الطريق والسرعة التصميمية والتخطيط الأفقى وتكلفة الإنشاء وخصائص المركبات و صرف . ويجب يكون مدى الرؤية في جميع أجزاء القطاع الطولى مستوفيا لأقل مسافة لازمة التصميمية الموافقة لدرجة الطريق حيث يحدد أكثر من مسار للطريق و يتم المفاضلة فيما بينها اعتمادا على النواحي الاقتصادية و تحقيق الخدمة المطلوبة من الطريق و توفير السلامة للمركبات و السائقين الإختبار يتم على أسس تحكم الحدود القصوى للانحدارات و عملية تشغيل المركبات على الطريق و التكلفة الإنشائية للطريق.

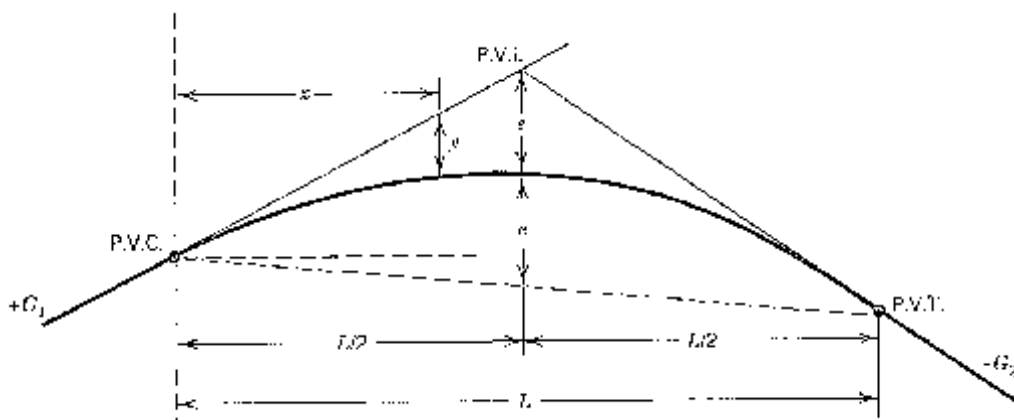
#### - - إشارة الميل وزاوية التدرج (Grade Angle)

وزاوية التدرج هي عبارة عن الفرق الجبري بين الميلين وهو في ست حالات كما هو موضح في

:



( - - ) إشارة الميل وزاوية التدرج (Grade Angle)



( - - )

حيث أن:

نسبة الميل =  $G_1$  &  $G_2$

P.V.C = بداية المنحنى الرأسي

P.V.T == نهاية المنحنى الرأسي

e = ( ) المسافة الخارجية المتوسطة

L = ( )

- -

$$A = G_2 - G_1$$

$$K = \frac{L}{A}$$

$$e = \frac{(G_1 - G_2)L}{800} = \frac{AL}{800} - \frac{A^2 K}{800}$$

For high (low) point on curve.

$$x_m = \left| \frac{G_1 L}{G_2 - G_1} \right| = \left| \frac{G_1 L}{A} \right|$$

For any point p on curve,

$$y = \frac{(G_2 - G_1)x^2}{200L} = \frac{Ax^2}{200L} = \frac{x^2}{200K}$$

$$F_x = E_{PC} + \left\{ \frac{G_1}{100} \right\} x + \frac{(G_2 - G_1)x^2}{200L}$$

similarly,

$$F_x = E_{PC} + \frac{G_2 x}{100} - \frac{x^2}{200K}$$

### التصميم

#### - - مسافة الرؤية (Sight Distance)

مسافة الرؤية هي طول الجزء المستمر و المرئي من الطريق أمام السائق ومن الضروري جداً في التصميم توفر مسافة رؤية كافية لضمان أمان التشغيل وتحقيق مسافة الرؤية الكافية للوقوف ويجب أن توفر باستمرار بطول الطريق . وتعتمد على عدة عوامل منها السرعة التخطيط الأفقي للطريق التخطيط الراسي للطريق وطول المنحنيات الراسية. وتعتمد كذلك على وجود الأبنية والأشجار ونوعية السيارات التي تستعمل الطريق ( .. ) وارتفاع عين السائق على الطريق وارتفاعها ما بين . - . ويتراوح ارتفاع العائق ما بين . - .

#### - - مسافة الرؤية للتوقف (Stopping Sight Distance)

مسافة الرؤية للتوقف عبارة عن المسافة المطلوبة للسائق للسير بسرعة محددة والسماح للمركبة بالتوقف

عند حدوث أي طارئ وهي تساوي مجموع المسافات أثناء الإبصار والتفكير ومسافة . يتم حساب مسافة الرؤية للتوقف كالتالي:

إذا كانت الطريق مستوية

$$S D = 0.28V t + 0.01 V^2 \text{ .....Equation 4.9}$$

حيث أن:

V : /

t : ويمكن تحديده حسب سرعة المركبة

إذا كانت الطريق منحدره

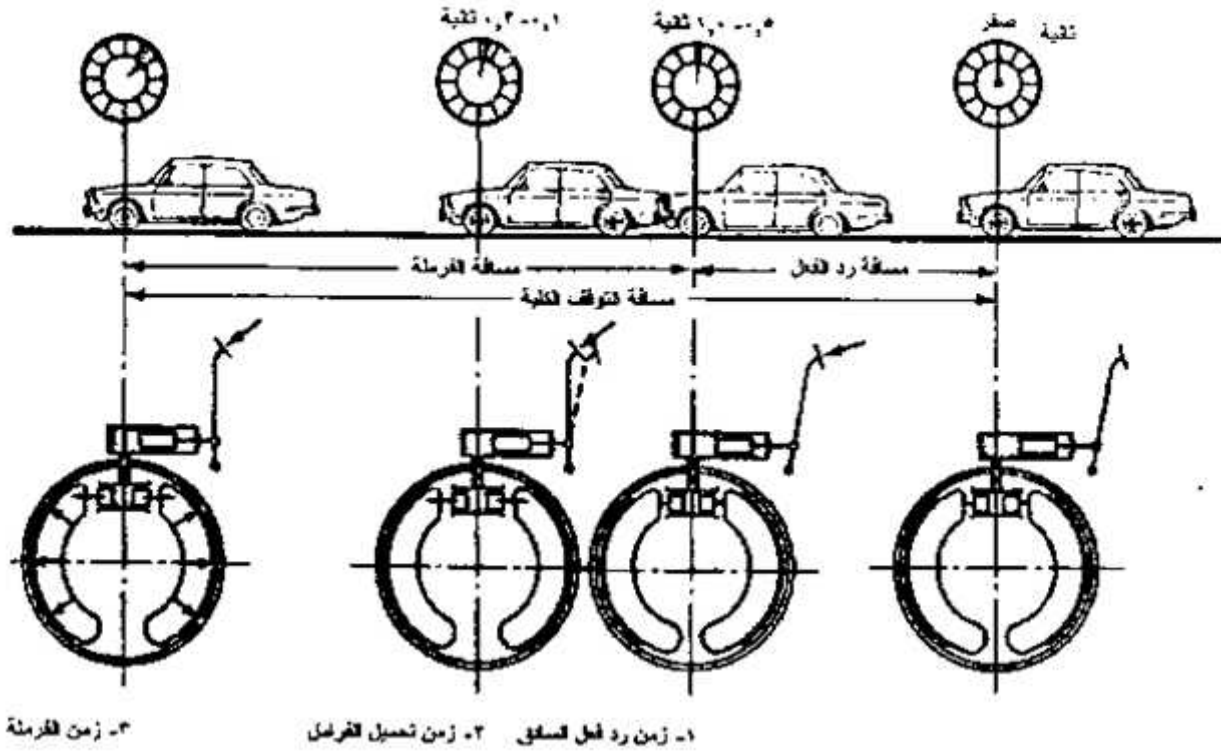
$$SD = 0.28Vt + \frac{(0.28V)^2}{2 \times 9.8(f \pm \frac{n}{100})} \text{ .....Equation 4.10}$$

حيث :

f :

n : %

مسافة التوقف



( - )

1- - -

مسافة رد فعل السائق وهذه لا تعتمد على نوع نظام الفرامل أو قوة الفرامل أو وجود نظام منع غلق العجلات بالسيارة ABS. ولكن تعتمد على الحالة الذهنية والصحية للسائق وسرعة السيارة.

( تكون السيارة متحركة بسرعة ثابتة وهي سرعة السيارة. )

مسافة تحميل الفرامل

مسافة تحميل الفرامل تستغرق زمن متوسط . ثانية وتعتمد على حالة الخوصات في الوصلات الميكانيكية . وهي في حالة السير بسرعة /

بمقدار يقل عن  $\times =$

فعل الفرامل

هذه المسافة تعتمد على قوة الفرملة ( السرعة الابتدائية للفرامل وجود نظام منع غلق العجلات بالسيارة). حالة الإطارات والطريق

وتكون مسافة التوقف هي

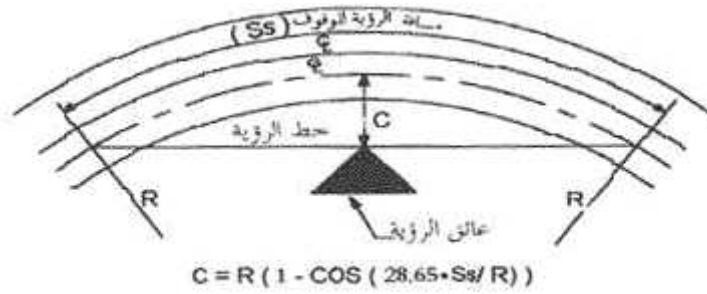
- - الرؤية للتجاوز (Passing Sight Distance)

في الطرق ذات الحارتين لإمكان تجاوز السيارات بأمان فإنه يجب أن يرى السائق أمامه مسافة كافية خالية من المرور بحيث يمكنه إتمام عملية التجاوز دون احتكاك بالسيارة التي يتخطاها ودون أن تعترضه أي عربة مضادة يحتمل ظهورها بعد أن يبدأ التجاوز ثم يعود إلى الحارة اليمنى بسهولة بعد عملية التجاوز .

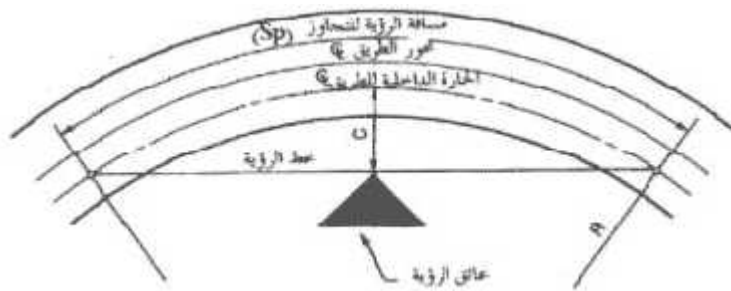
- - مسافة الرؤية الأفقية

عندما يوجد جسم مجاور للرصيف كدعامة جسر أو كتف أو حائط ساند أو ميل قطع أو غير ذلك مما يحد من مسافة الرؤية فإن مسافة الرؤية للتوقف هي التي يميزها أقل قيمة لنصف قطر الانحناء. كما يتم استخدام المنحنيات في حالة مسافة الرؤية للتجاوز . ولإيجاد نصف القطر الذي يحقق الخلوص الأفقي المطلوب لية للطريق يتم استخدام المنحنيات التالية بمعلومية الخلوص الأفقي والسرعة التصميمية .

تأمل الأشكال التالية



( - ) مسافة الرؤية الأفقية حالة مسافة الرؤية للتوقف



( - ) مسافة الرؤية الأفقية حالة مسافة الرؤية للتجاوز

## - القطاعات العرضية

## - عرض الرصف والحارة المرورية

يتحدد عرض الرصف عن طريق عدد حارات المرور وعروضها ولا يوجد بين عناصر الطريق ما هو أكثر أثراً على الأمان وراحة السير من عرض الطريق وحالة سطحه . والحاجة ظاهرة إلى طرق ذات أسطح ناعمة غير زلقة وتلائم جميع الحالات . وتقل السعة الفعلية للطريق حينما توجد عوائق متاخمة للطريق مثل الحوائط الساندة أو سيارة متوقفة ولذا يجب المحافظة على الخلو الأفقي بين حارات المرور وأي عائق جانبي حتى لا تؤثر بصورة كبيرة على سعة الطريق وبالتالي تؤثر على زيادة الحوادث وتقليل ر . ويعتبر عرض الحارة . . . . .

المناطق الحضرية ومن الضروري استخدام حارة مرور إضافية عند التقاطعات وعند التقاطعات الحرة لتسهيل حركة المرور.

## - 2- الطرق الجانبية

الطريق الجانبي هو الطريق الملاصق للطريق السريع المحكوم الدخول إليه وهو المصمم لتجميع وتوزيع الحركة المرورية عند الحاجة إلى استخدام الطريق السريع المتحكم في الدخول إليه أو الخروج منه وكذلك لتسيير الوصول إلى الممتلكات المجاورة.

## ■ مكان الطرق الجانبية

غالباً تكون موازية للطريق الرئيسي ربما تكون مستمرة بطول الطريق وأحياناً تكون على جانب من الطريق أو على الجانبين معاً . من ناحية الأمان في التشغيل لا بد من أن يكون خط الخدمة ذا اتجاه

هي المساحة الموجودة بين الطريق الرئيسي والطريق الجانبي ومن أهم وظائف هذا الفاصل ترك ومن الطريق الرئيسي. وكلما زاد عرض الفاصل كلما قل تأثير المرور الرئيسي على الطريق الجانبي.

## ■ النهايات

يتم إنهاء طرق الخدمة عند التقاطعات بالطرق الرئيسية أو المخارج المتفرعة أو مع تقاطع مع طريق

## - 3- أكتاف الطريق

في غالب المناطق الحضرية الأكتاف غير ضرورية لإعطاء دعم إنشائي للرصف حيث وجود البردورة وقنوات الصرف، وتعطي حارة وقوف السيارات نفس المميزات التي تعطيها الأكتاف .

واستخدامات الأكتاف كما يلي:

- . توفير أماكن وقوف آمنة للمركبات المتوقفة بسبب حصول عطل ميكانيكي أ
- . توفير إمكانية التوقف لقائدي المركبات عند الحاجة إلى التزود بمعلومات عن طريق الوصول إلى مقصدهم، أو لأخذ قسط من الراحة، أو لإجراء تبديل في قيادة المركبات، .
- . توفير فرص لتلافي الوقوع في حوادث شنيعة دامية أو التخفيف من حدتها.
- . توفير أماكن لأعمال الصيانة على الطرق مثل الري وتقليم الأشجار... وغيرها.
- . تساعد في حماية حافة الطريق من التدهور ومن انفصال حبيبات الحصى بسبب عوامل التعرية

. توفير دعامة إنشائية لطبقات الرصف.  
 . تزيد بعض أنواع الأكتاف الطابع الجمالي للطريق.  
 . تساعد الأكتاف ذات العرض المناسب على الشعور باتساع الطريق وتساهم في تأمين قيادة سهلة .  
 . بالإضافة إلى أنها تحسن من الطاقة الاستيعابية للطريق وذلك بتشجيع السير

( توفير المجال لتحويل مسا  
 مسارات الطريق الرئيسية.



لطريق ( 18- )

( - )

|      |       | درجة الطريق      |
|------|-------|------------------|
|      |       | طريق حضري سريع   |
|      | ينطبق | طريق حضري شرياني |
| 2.00 | 1.25  | طريق حضري تجميحي |



|  |    |           |
|--|----|-----------|
|  | .. | طريق حضري |
|--|----|-----------|

( - )

| درجة الطريق | ( )  | ( )  |
|-------------|------|------|
|             | 2.50 | 3.25 |
| تجميحي      | 2.50 | 3.65 |
| شرياني      | 2.00 | 3.65 |

- اعتبارات عامة في تصميم المنحنيات الراسية والافقية

- ملاحظات عامة عن التخطيط الأفقي

بالإضافة إلى عناصر التصميم المحددة في التخطيط الأفقي ، فقد عرفت بعض القواعد العامة الحاكمة . وهذه القواعد ليست خاضعة لمعادلات ولكنها ذات أهمية في الحصول على طرق مأمونه سهلة الانسياب فالانحناء الزائد ، وكذلك سوء الترابط بين المنحنيات المختلفة ، يقلل السعة ويترتب عليه خسائر اقتصادية بسبب الزيادة في زمن الرحلة ونفقات التشغيل ويسئ إلى جمال المنظر . ولكي نتلافى تلك المظاهر السيئة في أعمال التصميم ، يجب اتباع القواعد العامة التالية :

. يجب أن يكون التخطيط اتجاهياً بقدر الإمكان أي موجهاً للسير في نفس الاتجاه ، ولكن متمشياً مع تضاريس المنطقة فالتخطيط الانسيابي الذي يتمشى بوجه عام مع التضاريس الطبيعية أفضل من حيث الجمال الفني من تخطيط ذي مماسات طويلة يشق خلال أرض متموجة أو جبلية . كما أن مثل هذا التصميم مرغوب من الوجهة الإنشائية والصيانة . كذلك يجب أن يكون عدد المنحنيات القصيرة أقل ما يمكن وذلك لأنه عادة يكون سبباً في اختلال السير وفي نفس الوقت الذي نذكر فيه أهمية الخصائص الجمالية للمنحنيات الأفقية ، فإن مسافة الرؤية اللازمة للتخطي في الطرق ذات الحارتين تتطلب مماسات طويلة مستقيمة كما يجب أن يهيأ التجاوز على أكبر نسبة من أجزاء هذه الطرق .

. في حالة مسار ذي سرعة تصميمية محددة يجب تلافى المنحنيات ذوات الانحناءات القصوى كلما أمكن ذلك ، مع محاولة استخدام منحنيات منبسطة وترك المنحنيات القصوى للحالات . كذلك يجب أن تكون زاوية المنحنى المركزية أقل ما تسمح به ظروف الموقع من أجل أن يكون الطريق اتجاهياً قدر الإمكان.

الهدف دوماً هو إيجاد تخطيط متناسق . فيجب ألا تعمل انحناءات شديدة في نهاية مماسات طويلة ، ولا يعمل تغيير فجائي من انحناءات منبسطة إلى انحناءات شديدة . وعندما يستلزم الأمر إدخال منحنى شديد ، فيكون الدخول عليه إذا أمكن ذلك بواسطة منحنيات متتالية تبدأ من الانحناء المنبسط ثم تزداد شدة بالتدريج .

في زوايا الانحراف الصغيرة ، يجب أن تكون المنحنيات ذات طول كاف يمنع ظهور التخطيط بشكل كسرات بحيث لا يقل طول المنحنى عن  $\frac{1}{3}$  متراً لزواوية مركزية مقدارها درجات ويزداد هذا الطول الأ  $\frac{1}{3}$  متراً مقابل كل درجة تنقص من الزاوية المركزية .

المنحنيات المنبسطة هي فقط التي يلزم استخدامها في مناطق الردم العالية الطويلة . عدم وجود أشجار أو ميول حفر أو ما شابه ذلك في مستوى أعلى من الطريق فإنه يكون من الصعب على السائقين ملاحظة مدى الانحناء وضبط حركة سياراتهم تبعاً للحالة كما أن أي سيارة تفلت قيادتها فوق ردم عال يكون موقفها في غاية الخطورة ولتخفيف حدة ذلك الخطر فإنه يلزم استخدام أعمدة واقية جيدة التصميم ، أو على الأقل توضع علامات كافية لإظهار المنحنى ، مع المحافظة على وضوحها بدرجة عالية .

يجب مراعاة الحذر عند استخدام منحنيات دائرية مركبة والأفضل أن يتجنب استخدامها وفي حالة الاضطرار إلى استخدامها يجب أن يكون الفرق صغيراً بين أنصاف الأقطار بحيث لا يزيد نصف قطر المنحنى المنبسط عن .

يجب اجتناب أي تغيير عكسي مفاجئ في التخطيط ، لأن مثل هذا التغيير يجعل من الصعب أن يلتزم حارة المرور الخاصة به ، كما أنه من الصعب عمل رفع كاف جانبي للطريق في كلا الانحنائين وقد ينتج عن ذلك حركات خاطئة وخطيرة ويمكن تصميم انحناء عكسي مناسب في التخطيط بعمل مماس ذي طول كاف بين الانحنائين للانتقال التدريجي في رفع جانب الطريق ولا يقل الطول .

يجب اجتناب عمل منحنيات ذات شكل منكسر ( أي انحنائين متتاليين في نفس الاتجاه بينهما مماس قصير) لأن مثل هذا التخطيط فيه خطورة وتنتج هذه الخطورة من أن معظم السائقين لا يتوقعون أن تكون المنحنيات المتتالية لها نفس الاتجاه أما الحالة السائدة وهي انعكاس الاتجاه في منحنيين متتاليين فهي تولد في السائقين العادة على اتباعها بطريقة تكاد تكون لا شعورية ، أضف إلى ذلك أن الانحناء المنكسر لا يسر في مظهره ، وعادة لا يطلق هذا الاصطلاح المسمى انحناء منكسر على الحالة التي يكون فيها المماس الواصل بين المنحنيين المتتاليين طويلاً أي . ولكن حتى في هذه الحالة فإن التخطيط لا يكون مقبول المنظر عندما يكون كلا المنحنيين مرتين بوضوح من مسافة بعيدة .  
متراً فيعمل منحنى واحد .

يجب مراعاة الترابط بين التخطيط الأفقي والقطاع الطولي اجتناباً لظهور أي اعوجاج مخل . وهذا الترابط بين التخطيطين الأفقي والرأسي ضرورة حتمية كي نحصل في النهاية على تصميم جيد التوازن .

. في الأماكن المسطحة يفضل ألا يقل نصف قطر المنحنى الأفقي في الطرق الرئيسية عن  
ب السرعة التصميمية للطريق .

## - - اعتبارات عامة في التخطيط الرأسي

إلى جانب العوامل الخاصة في التخطيط الرأسي هناك عدة اعتبارات عامة يجب مراعاتها في التصميم  
وهي :

- . يجب أن يكون الهدف هو الحصول على منسوب تصميمي طولي سهل ذي تغييرات تدريجية تتماشى مع نوع الطريق أو درجته وكذا طبيعة الأرض فإن ذلك أفضل من مناسيب تكثر فيها الانكسارات والأطوال الانحدارية القصيرة وحقيقة أن هناك قيماً تصميمية خاصة بالانحدارات ج لكل انحدار ، إلا أن طريقة تطبيق ذلك وتهيئته مع طبيعة الأرض في مناسيب مستمرة هي التي تحدد صلاحية العمل المنتهي وشكله الأخير .
- . يجب اجتناب التخطيط الرأسي المتموج أو ذي الانخفاضات المحجوبة ويصادفنا هذا المنظر الطولي عادة في التخطيطات الأفقية القريبة من الاستقامة عندما تعمل المناسيب الطولية لسطح الطريق متفقة في الشكل إلى حد بعيد مع الأرض الطبيعية المتموجة . وليس ذلك سيئ المنظر فحسب ، بل إنه خطر أيضاً فالانخفاضات المحجوبة تسبب الحوادث في عمليات التجاوز ، حيث يخدم السائق المتجاوز بمظهر الطريق فيما وراء المنخفض ويظن الطريق خالياً من السيارات المضادة . بل وفي المنخفضات قليلة العمق فإن مثل هذا التموج الطولي يوجد عدم الأطمئنان عند السائق لأنه لا يمكنه الجزم بوجود أو عدم وجود مركبة مقبلة يحتمل اختباؤها خلف الجزء المرتفع . وهذا النوع من التخطيطات الطولية يمكن تجنبه بعم أفقي أو تغيير الانحدارات تدريجياً بمعدلات خفيفة وذلك ممكن بزيادة أعمال الحفر والردم .
- . يجب اجتناب التخطيط الطولي المنكسر الانحناء (انحنائين رأسيين في نفس الاتجاه يفصلهما مماس قصير) وخاصة في المنحنيات المقعرة التي يكون فيها المنظر الكامل للانحنائين م غير مقبول .
- . من المفضل في الانحدارات الطويلة أن تكون الانحدارات الشديدة في الأسفل ثم يقل الانحدار قريباً من القمة أو يتجزأ الانحدار المستمر بإدخال مسافات قصيرة تكون الميول أقل فيه بدلاً من أن يعمل انحدار كامل منتظم ، وقد لا يكون أخف من الحد الأقصى المسموح به إلا بقليل ، ويعتبر ذلك ملائماً بصفة خاصة لحالة الطرق ذات السرعة التصميمية المنخفضة .
- . عند وجود تقاطعات مستوية في أجزاء من الطرق ذات انحدار يتراوح بين متوسط وشديد فيحسن تخفيض الانحدار خلال التقاطع . هذا التعديل في الانحدار مفيد لكافة المركبات التي وم بالدوران ويؤدي إلى تقليل احتمالات الخطر .
- . يجب تجنب المنحنيات المقعرة في مناطق الحفر إلا في حالة توفر نظام صرف كافي .

## - الجمع بين التخطيط الأفقي والرأسي .

- . يجب ألا يكون التصميم في كل من الاتجاه الأفقي والرأسي مستقلاً عن الآخر فكل منهما يتم الآ ولو أسوء الجمع بين التخطيط الأفقي والرأسي فإن ذلك يضر بالمزايا الموجودة فيهما ويزيد ما بهما من عيوب . ونظراً لأن التخطيط الأفقي والرأسي هما من أهم العناصر الدائمة في تصميم الطرق فيجب دراستها دراسة كاملة . إذ أن البراعة في تصميمها والجمع بينهما يزيد الفائدة والأمان ويدعو إلى انتظام السرعة ويحسن النظر ويتحقق كل ذلك في غالب الأحيان دون زيادة في التكاليف .

## - - - ضوابط عامة في التصميم .

إن من الصعب مناقشة كل من التخطيط الأفقي والرأسي معاً مجتمعين دون الرجوع إلى الموضوع الأهم وهو اختيار خط سير الطريق . وكلا الموضوعين يرتبط بالآخر وما يمكن أن يقال عن أحدهما ينطبق عادة على الآخر وعلى ذلك فمن المهم أن يكون المهندسون الموكول إليهم اختيار مسار الطريق ذوى دراية كاملة بعناصر التصميم الجيد وقد افترضنا هنا أنه قد تحدد خط السير العام وأن المسألة أصبحت منحصرة لتصميم التفصيلي والتوافق بين التخطيط الرأسي والأفقي بحيث يكون الطريق اقتصادياً وحسن المنظر ، وأماناً عند السير عليه . ومن العوامل الطبيعية أو المؤثرات التي تعمل فرادى أو مجتمعة على تحديد نوع التخطيط هي : خصائص الطريق التي تفرضها حركة المرور ، وطبوغرافية المنطقة ، وحالة التربة التحتية ، والطرق الحالية ، والتوسع العمراني والنمو المرتقب في المستقبل وموقع نهايات الطريق والمنشآت القائمة ومجاري الأودية . ومع أن السرعة التصميمية تؤخذ في الحسبان عند تحديد خط السير العام ولكن عندما يتعمق التصميم في تفاصيل التخطيط الأفقي والرأسي تزداد أهميتها حيث أن تلك السرعة المختارة للتصميم هي التي تعمل على حفظ التوازن بين جميع عناصر التصميم والسرعة التصميمية هي التي تقرر حدود القيم لكثير من العناصر كالانحناء ومسافة الرؤية ، كما أن لها تأثيراً على عناصر أخرى مثيرة كالعرض ومسافات الخلوص والحد الأقصى للميل .

والتوافق الجيد بين التخطيط الأفقي والرأسي يمكن الحصول عليه بالدراسة الهندسية ومراعاة الاعتبارات العامة التالية :

. يجب أن يكون هناك توازن جيد بين المنحنيات الأفقية والانحدارات الطولية، فالتخطيط الأفقي المستقيم أو المنحنيات الأفقية المنبسطة التي مع وجود انحدارات حادة أو طويلة – انحناء حاد للاحتفاظ بانحدار منبسط كلاهما تصميم رديء وينقصه التوازن ، أما التصميم عقول فهو توفيق بين الحالتين بما يعطي أكبر أمان وأعظم سعة مع سهولة السير وانتظامه وحسن المنظر في الحدود العملية لطبيعة الأرض والمنطقة التي يجتازها الطريق.

. نحصل عادة على منظر حسن عند اجتماع منحنى رأسي مع منحنى أفقي ولكن ينبغي دراسة تأثير ذلك على حركة المرو . ويلاحظ أن وجود تغييرات متتالية في القطاع الرأسي للطريق دون اقتربانها بانحناء أفقي قد يؤدي إلى ظهور سلسلة من قمم المنحنيات تبدو لنظر السائق من بعيد ، مما يشكل حالة غير مرغوب فيها كما سبق بيانه.

. يجب ألا يعمل منحنى أفقي حاد عند قمة أو قريباً من قمة منحنى رأسي بارز ووجه الخطورة في ذلك أن السائق لا يمكنه إدراك التغيير الأفقي في التخطيط وخاصة في الليل عندما تلقى أشعة الضوء الأمامية مباشرة نحو الفضاء الأمامي ويتلاشى هذا الوضع الخطر إذا كان لمنحنى الرأسي ويمكن أيضاً عمل تصميم مناسب باستخدام مقادير تصميمية أكبر من الحد الأدنى الذي توجبه السرعة التصميمية.

. وهناك حالة أخرى قريبة الشبه من السابقة وهي أنه يجب ألا يبدأ منحنى أفقي عند قاع منحنى . ذلك لأن الطريق أمام السائق يبدو أقصر طولاً من الحقيقة . أفقي غير منبسط يعطي منظراً ملتوياً غير مقبول . وخاصة الشاحنات غالباً ما تكون عالية عند قاع المنحدرات وقد تحدث أخطاء في القيادة ولا سيما أثناء الليل.

- . في الطرق ذات الحارتين ، يحتاج الأمر إلى مسافات مأمونة للتجاوز في أطوال كثيرة وأن يتوفر ذلك على نسبة مئوية كبيرة من طول الطريق ، وتلك الضرورة غالباً ما تفوق الاستحسان الشائع من جمع الانحناء الرأسي مع انحناء أفقي وعلى ذلك يلزم في تلك الحالات العمل على إيجاد مسافات طويلة مستقيمة تكفي لتواجد مسافة رؤيا للتجاوز في التصميم .
- . في تقاطعات الطرق حيث تكون مسافة الرؤية على كلا الطريقتين لها أهميتها وقد تضطر المركبات إلى التهدئة أو التوقف لذلك يجب أن يعمل التخطيط الأفقي والرأسي عندها منبسطة

### - - - تنسيق أعمال التخطيط عند التصميم

يجب ألا يترك تنسيق التخطيط الأفقي والرأسي للصدف ، بل يجب أن يبدأ ذلك في مرحلة التصميمات الأولية ، حيث يسهل في هذه المرحلة إجراء أي تعديلات.

ويجب على المصمم أن يجعل رسوماته بحجم ومقياس رسم ونظام بحيث يمكنه دراسة مسافات طويلة مستمرة من الطريق في كل من المسقط الأفقي والقطاع الطولي ويتصور شكل الطريق في أبعاده الثلاثة ويجب أن يكون مقياس الرسم المستعمل صغيراً بالدرجة الكافية ، وعادة يكون في حدود :

: :  
فل المسقط الأفقي مباشرة ويرسم بنفس مقياس الرسم الأفقي ، أما المقياس الرأسي فيعمل عشرة أضعاف الأفقي .

ولإجراء هذا العمل يحسن جداً استخدام لفة متصلة من ورق المربعات المخصصة للقطاعات الطولية والمخصصة لرسم مساقط أفقية مع قطاعات طولية .

والقطاع الطولي في مرحلتها الأولى فإنه يمكن إجراء التعديلات اللازمة في أحدهما أو كليهما مع مراعاة الترابط بينهما لتحقيق التناسق المرغوب وفي تلك المرحلة لا يتحتم على المصمم أن يشتغل بأي حسابات تخطيطية سوى ما هو لازم من الضوابط الرئيسية المعروفة بل إن معظم هذه الدراسة يجرى على أساس تحليل تخطيطي ولذلك فإن الأدوات المناسبة لرسم مساقط التخطيط الأفقي والرأسي هي القطع مرنة الانحناء ، مجموعة رسم منحنيات الطرق ، تشكيلة المنحنيات الغير منتظمة ، المساطر المستقيمة ، أما الخيط الأسود الثقيل والدبابيس المدببة فتستخدم في توقيع خطوط الانحدار ولا سيما في الأجزاء التي يكون الانحدار فيها مستمراً لمسافة طويلة بغير انكسار ومن الضروري أخذ عناصر التصميم ومحدداته في الاعتبار فبالنسبة للسرعة التصميمية المختارة يجب تحديد القيم الحاكمة للانحناء والانحدار ومسافة الرؤية والطول الانتقالي للرفع الجانبي ، وما إلى ذلك مع تحقيق كل هذا على الرسم . وأثناء تلك الخطوات قد يتطلب الأمر تعديل السرعة التصميمية للطريق في بعض الأجزاء كي تطابق ما يحتمل من تغييرات في سرعات تشغيل السيارات حيث قد تقع بعض التغييرات الملحوظة في خصائص التخطيط . إضافة إلى هذا يجب مراعاة اعتبارات التصميم العامة التي سبق شرحها في التخطيط الأفقي والرأسي كل على حدة واجتماع التخطيطين معاً . وعموماً فإنه ينبغي مراعاة جميع عوامل طبيعة الأرض ، وتشغيل المركبات والمنظر النهائي ، وتعمل التعديلات اللازمة في المسقط الأفقي والقطاع الطولي ويجري التنسيق بينهما قبل إجراء الحسابات التي تستنفذ وقتاً وجهداً كبيراً وقبل البدء في تجهيز رسومات التنفيذ ذات المقياس الكبير . ويمكن عادة تحقيق التناسق بين التخطيط الأفقي والرأسي من ناحية المنظر بإلقاء نظرة استعراضية على الرسومات الأولية التفصيلية وغالباً ما يؤدي هذا الإجراء إلى نتيجة طيبة إذا ما قام به مصمم طويل الخبرة . ويمكن تعزيز هذه الطريقة التحليلية بعمل نماذج أو رسومات منظورية للمواقع التي يكون الرأي فيها مختلفاً عن تأثير بعض التخطيطات الأفقية والرأسية المجتمعة معاً.

### - تصميم الميول الطولية والعرضية لطريق وادي الجوز

الميول الطولية والعرضية للطريق وفقا لمعايير معينة تم ذكرها ، وتستخدم الميول الطولية والعرضية للطريق لتصريف المياه عن سطح الطريق ، وعند التقاء خطين مختلفين في الميل الرأسي يتم ربطهما بمنحنى رأسي وفقا لمعايير محددة لتسهيل حركة المركبة على الطريق وتأمين مسافة الرؤية الآمنة لمستخدمي الطريق .

### - - تصميم الميول الطولية للطريق

تم تصميم الميول الطولية للطريق على أساس طبيعة الأرض الموجودة وتم وضعها في أفضل مسار للميول لتحقيق أقل كمية حفر و ( ) ( ) توضح الميول التصميمية الرأسية للطريق عليها المنحنيات الرأسية التي تربط بين ميلين طوليين مختلفين في القيمة والاتجاه .

وتبين الأشكال التصميمية أن أعلى ميل رأسي للطريق هو ( % . ) وأقل ميل رأسي للطريق هو

( % . ) .

### - - تصميم الميول العرضية للطريق

تم تصميم الميول العرضية للطريق وفق المعايير الموضحة ، وقد تم استخدام الميل العرضي للطريق ( % ) للتصميم ، والأشكال من ( ) ( ) توضح المقاطع العرضية للطريق موضوعا عليها الميل التصميمي للمقطع العرضي وميل الأرض الطبيعية.



## كميات الحفر والردم

( - ) كميات الحفر والردم

| Station | Areas         |      | Volume       |       | Cumulative volumes |       |
|---------|---------------|------|--------------|-------|--------------------|-------|
|         | square meters |      | Cubic meters |       | Cubic meters       |       |
|         | Cut           | Fill | Cut          | Fill  | Cut                | Fill  |
| 0+000   | 7.91          | 0.00 | 111.38       | 3.25  | 111.38             | 3.25  |
| 0+020   | 3.23          | 0.33 | 177.52       | 7.13  | 288.90             | 10.38 |
| 0+040   | 14.53         | 0.39 | 277.82       | 3.88  | 566.72             | 14.26 |
| 0+060   | 13.26         | 0.00 | 310.24       | 0.00  | 876.96             | 14.26 |
| 0+080   | 17.77         | 0.00 | 332.02       | 0.00  | 1208.98            | 14.26 |
| 0+100   | 15.43         | 0.00 | 287.63       | 0.00  | 1496.61            | 14.26 |
| 0+120   | 13.33         | 0.00 | 176.85       | 3.90  | 1673.46            | 18.16 |
| 0+140   | 4.36          | 0.39 | 101.35       | 3.90  | 1774.81            | 22.06 |
| 0+160   | 5.78          | 0.00 | 144.51       | 0.00  | 1919.32            | 22.06 |
| 0+180   | 8.67          | 0.00 | 166.98       | 0.00  | 2086.30            | 22.06 |
| 0+200   | 8.03          | 0.00 | 169.28       | 0.00  | 2255.58            | 22.06 |
| 0+220   | 8.90          | 0.00 | 144.00       | 0.00  | 2399.58            | 22.06 |
| 0+240   | 5.50          | 0.00 | 113.92       | 0.00  | 2513.50            | 22.06 |
| 0+260   | 5.90          | 0.00 | 102.63       | 0.87  | 2616.13            | 22.93 |
| 0+280   | 4.37          | 0.09 | 84.08        | 0.95  | 2700.21            | 23.88 |
| 0+300   | 4.04          | 0.01 | 106.53       | 0.08  | 2806.74            | 23.96 |
| 0+320   | 6.61          | 0.00 | 177.18       | 0.00  | 2983.92            | 23.96 |
| 0+340   | 11.11         | 0.00 | 207.25       | 0.00  | 3191.17            | 23.96 |
| 0+360   | 9.62          | 0.00 | 166.43       | 0.10  | 3357.60            | 24.06 |
| 0+380   | 7.02          | 0.01 | 154.80       | 0.10  | 3512.40            | 24.16 |
| 0+400   | 8.46          | 0.00 | 165.02       | 0.00  | 3677.42            | 24.16 |
| 0+420   | 8.04          | 0.00 | 145.32       | 0.00  | 3822.74            | 24.16 |
| 0+440   | 6.49          | 0.00 | 129.34       | 0.00  | 3952.08            | 24.16 |
| 0+460   | 6.45          | 0.00 | 145.92       | 0.00  | 4098.00            | 24.16 |
| 0+480   | 8.15          | 0.00 | 169.11       | 0.00  | 4267.11            | 24.16 |
| 0+500   | 8.77          | 0.00 | 196.39       | 0.00  | 4463.50            | 24.16 |
| 0+520   | 10.87         | 0.00 | 204.62       | 0.00  | 4668.12            | 24.16 |
| 0+540   | 9.59          | 0.00 | 154.43       | 14.04 | 4822.55            | 38.20 |



|       |       |       |        |        |          |        |
|-------|-------|-------|--------|--------|----------|--------|
| 0+560 | 5.85  | 1.40  | 105.14 | 33.52  | 4927.69  | 71.72  |
| 0+580 | 4.66  | 1.95  | 86.70  | 20.57  | 5014.39  | 92.29  |
| 0+600 | 4.01  | 0.11  | 106.99 | 3.35   | 5121.38  | 95.64  |
| 0+620 | 6.69  | 0.23  | 149.58 | 2.31   | 5270.96  | 97.95  |
| 0+640 | 8.27  | 0.01  | 183.02 | 0.05   | 5453.98  | 98.00  |
| 0+660 | 10.03 | 0.00  | 140.87 | 4.85   | 5594.85  | 102.85 |
| 0+680 | 4.06  | 0.48  | 75.25  | 6.75   | 5670.10  | 109.60 |
| 0+700 | 3.47  | 0.19  | 72.77  | 13.00  | 5742.87  | 122.60 |
| 0+720 | 3.81  | 1.11  | 96.98  | 12.37  | 5839.85  | 134.97 |
| 0+740 | 5.89  | 0.13  | 151.19 | 1.27   | 5991.04  | 136.24 |
| 0+760 | 9.23  | 0.00  | 163.47 | 0.00   | 6154.51  | 136.24 |
| 0+780 | 7.12  | 0.00  | 117.08 | 0.06   | 6271.59  | 136.30 |
| 0+800 | 4.59  | 0.01  | 88.12  | 5.25   | 6359.71  | 141.55 |
| 0+820 | 4.22  | 0.52  | 103.17 | 9.80   | 6462.88  | 151.35 |
| 0+840 | 6.09  | 0.46  | 151.95 | 4.65   | 6614.83  | 156.00 |
| 0+860 | 9.10  | 0.01  | 259.91 | 0.05   | 6874.74  | 156.05 |
| 0+880 | 16.89 | 0.00  | 308.89 | 0.00   | 7183.63  | 156.05 |
| 0+900 | 14.00 | 0.00  | 244.16 | 0.00   | 7427.79  | 156.05 |
| 0+920 | 10.42 | 0.00  | 233.59 | 0.00   | 7661.38  | 156.05 |
| 0+940 | 12.94 | 0.00  | 250.63 | 0.42   | 7912.01  | 156.47 |
| 0+960 | 12.12 | 0.04  | 265.43 | 0.43   | 8177.44  | 156.90 |
| 0+980 | 14.42 | 0.00  | 290.56 | 0.01   | 8468.00  | 156.91 |
| 1+000 | 14.64 | 0.00  | 296.49 | 9.64   | 8764.49  | 166.55 |
| 1+020 | 15.01 | 0.96  | 368.25 | 9.64   | 9132.74  | 176.19 |
| 1+040 | 21.81 | 0.00  | 273.47 | 11.32  | 9406.21  | 187.51 |
| 1+060 | 5.54  | 1.13  | 77.19  | 61.92  | 9483.40  | 249.43 |
| 1+080 | 2.18  | 5.06  | 143.36 | 86.71  | 9626.76  | 336.14 |
| 1+100 | 12.15 | 3.61  | 283.41 | 36.11  | 9910.17  | 372.25 |
| 1+120 | 16.19 | 0.00  | 333.61 | 0.00   | 10243.78 | 372.25 |
| 1+140 | 17.17 | 0.00  | 211.49 | 18.44  | 10455.27 | 390.69 |
| 1+160 | 3.98  | 1.84  | 54.19  | 119.78 | 10509.46 | 510.47 |
| 1+180 | 1.44  | 10.13 | 46.08  | 133.36 | 10555.54 | 643.83 |
| 1+200 | 3.17  | 3.20  | 113.14 | 65.83  | 10668.68 | 709.66 |
| 1+220 | 8.15  | 3.38  | 202.87 | 34.94  | 10871.55 | 744.60 |
| 1+240 | 12.14 | 0.11  | 206.55 | 1.13   | 11078.1  | 745.73 |
| 1+260 | 8.52  | 0.00  | 193.68 | 0.00   | 11271.78 | 745.73 |
| 1+280 | 10.85 | 0.00  | 308.88 | 0.00   | 11580.66 | 745.73 |
| 1+300 | 20.04 | 0.00  | 333.06 | 0.00   | 11913.72 | 745.73 |

|       |       |      |        |      |          |        |
|-------|-------|------|--------|------|----------|--------|
| 1+320 | 13.27 | 0.00 | 195.46 | 0.00 | 12109.18 | 745.73 |
| 1+340 | 6.28  | 0.00 | 100.59 | 6.44 | 12209.77 | 752.17 |
| 1+360 | 3.78  | 0.64 | 180.05 | 6.44 | 12389.82 | 758.61 |
| 1+380 | 14.22 | 0.00 | 59.95  | 0.00 | 12449.77 | 758.61 |
| 1+386 | 7.45  | 0.00 | 0.00   | 0.00 | 12449.77 | 758.61 |

$$(\text{حيث} \cdot \dots) \cdot * \dots =$$

$$\dots =$$

$$\dots * \dots =$$

$$\dots =$$

## كميات الحفر والردم

## التصميم الإنشائي للطريق

١-٦ مقدمة

٢-٦ الأنواع الرئيسية للرصف

٣-٦ مكونات الطريق.

٤-٦ اسباب إعادة التصميم الإنشائي للطريق

٥-٦ تصميم الرصف المرن للطرق

١-٥-٦ الأحمال التصميمية

١-١-٥-٦ الحمل المكافئ لمحور مفرد

٢-١-٥-٦ معامل حمل المحور المكافئ

١-٢-١-٥-٦ تأثير العوامل البيئية

٢-٢-١-٥-٦ توزيع الحركة على الحارات المختلفة بالطريق .

٣-٢-١-٥-٦ الفترة التصميمية .

٤-٢-١-٥-٦ معدلات الزيادة السنوية .

٥-٢-١-٥-٦ معامل النمو

٦-٢-١-٥-٦ معدل المرور اليومي

6-6 طريقة التصميم

١-٦-٦ نسبة تحمل كاليفورنيا

٢-٦-٦ معامل الرجوعية

٣-٦-٦ القيمة النهائية والابتدائية لدليل مستوى حالة سطح الرصف

٧-٦ الرقم الإنشائي

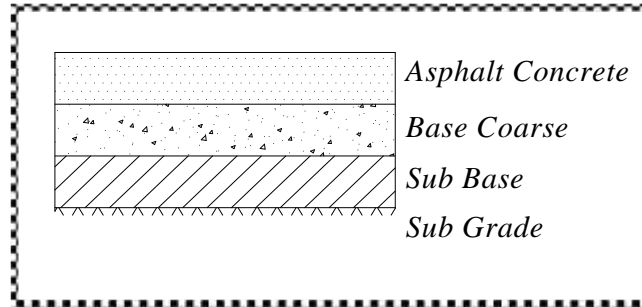
## التصميم الإنشائي للطريق

-  
التصميم الإنشائي للطريق هو إيجاد سماكات طبقات الرصف لتتمكن من تحمل الأحمال المحورية للمركبات التي تسير على هذه الطرق.

### - الأنواع الرئيسية للرصف

Rigid Pavements :  
يتكون من:  
Sub grade: طبقة التربة الأصلية  
Subbase Course: طبقة ماتحت الأساس  
Base Course: طبقة الأساس  
Surface Course: الطبقة السطحية

ثانياً: Flexible Pavements :  
طبقة التربة الأصلية (تربة المسار Sub grade)  
طبقة ماتحت الأساس (Subbase Course)  
طبقة الأساس (Base Course)  
الطبقة السطحية الإسفلتية (Surface Course)



( - )

( Composite Pavements ). :

( ) . علما بان هذا الفصل يتناول التصميم

: هناك الكثير من التفاصيل حول

- مكونات الطريق. تتألف الطريق من:

(- الطبقة الطبيعية: (natural grand) وهي تربة الأرض الأساسية والتي تنشأ عليها الطريق.

( : (sabbase course) وهي ردميات مختارة صالحة لتملى الفراغات وتسوية الطبقة الأساسية وارتفاعها يحدده المختبر حسب الأوزان والأثقال ومكوناتها من التراب والحجارة.

( : (colace) وهي الطبقة اللاقة التي تقع بين الإسفلت والطبقة الترابية أو بين طبقات

( : مكوناته من البحص بأحجامه والزفت السائل بمعدل ما ينص عليه المختبر وهو الذي يلامس عجلات السيارات وبسماكات عدة حسب وضع الطريق وعدد السيارات المستفيدة منها احتمال سماكة سم على دفعتين + سم على ثلاث دفعات أيضا ولكن + + .

- اسباب إعادة التصميم الإنشائي للطريق

إما لسبب خلل وكلل في التربة أو لسبب كثافة السيارات.

: يستوجب إزالتها كلياً وإعادة تأهيلها حسب تقرير ونتائج المختبر.

: يأتي من حيث زيادة عدد السيارات والأوزان الثقيلة الغير قانونية، قلة المسارب، العوامل الطبيعية، دخول المياه إلى داخل الرصفة الترابية إما من جوانب الطريق إما من الشقوق التي تصيب الإسفلت، نوعية التربة والردميات المختارة، نسبة رك الطبقات الترابية. هذه العوامل كلها تؤثر على صمود الطريق أما السيارات.

- تصميم الرصف المرن للطرق Flexible Pavement

- - الأحمال التصميمية :

عند تصميم أي طريق يجب أن تكون بيانات أحجام وأحمال المرور المتوقعة متوفرة لعملية التصميم الإنشائي للطريق .

- - - :

يعرف الحمل المكافئ لمحور مفرد على أنه حمل قياسي على محور مفرد يسبب أثراً في الرصف عند موضع محدد فيه مساوياً لما يسببه حمل المحور المعني في نفس الموضع المحدد .

- - - :

المعامل المكافئ لحمل المحور لمركبة ما هو نسبة التأثير لكل مرة تمر فيها المركبة على رصف معين إلى التأثير الذي يحدثه مرور الحمل المحوري المفرد القياسي على نفس الرصف . ويتم التعبير عن عدد مرات تكرار الحمل الذي يؤدي إلى وصول الرصف لنهايته المقبولة بصلاية طبقة الرصف .

ويتم التعبير عن صلاية طبقات الرصف بالرقم الإنشائي SN ويكون مستوي الخدمة النهائي PT سيتم التطرق له لاحقاً للطرق الرئيسية ( ذات المرور الثقيل ) = . ، وللطرق المحلية والثانوية )

. = (

أما المحور القياسي فمقداره ( كيلو نيوتن ) وباستخدام قيم المعاملات المكافئة لأحمال المحاور التي تمر على الطريق خلال الفترة التصميمية وتبعاً لمعامل النمو وحجم المرور اليومي مصنفاً حسب نوع المركبات ونسبة مركبات النقل في الحارة التصميمية يتم حساب قيمة الحمل التصميمي المكافئ على الطريق من العلاقة التالية :

$$ESAL = f_d \times G_f \times AADT \times 365 \times N_i \times f_E$$

.....Equation 6.1

Equivalent 18000 lb Single Axial Load  
(ESALs)

ESAL: Equivalent Accumulated 18,000 lb Single Axle Load:

$f_d$ : design lane factor.

$G_f$ : growth factor.

AADT: first year annual average daily traffic.

$N_i$  : number of axles on each vehicle.

$f_E$  : load equivalency factor

- - - تأثير العوامل البيئية

تؤثر العوامل البيئية تأثيراً كبيراً على أداء مواد إنشاء الطريق ومن ثم على حالته الإنشائية خلال العمر الافتراضي له ولذلك يلزم التعرف على هذه العوامل حتى يمكن أخذها في الاعتبار عند التصميم. ومن أهم العوامل المناخية المؤثرة درجة الحرارة التي تؤثر بدرجة كبيرة على أداء طبقات الرصف الأسفلتية وكذلك الأمطار والمياه الجوفية والصقيع وأثرها على تشبع طبقات الرصف المختلفة ابتداءً من تربة التأسيس وما فوقها من طبقات تحت أساس وأساس ولذلك فإنه يلزم تحديد تأثير كل من هذه العوامل على القطاع الإنشائي الذي سيتم تصميمه حسب الظروف البيئية بالمنطقة الواقع بها الطريق .

- - - توزيع الحركة على الحارات المختلفة بالطريق .

يتم تصميم الطريق على أساس حجم المرور المتوقع على الحارة الواحدة من الطريق ويختلف هذا الحجم تبعاً لعدد الحارات بالطريق وكذلك النسب الخاصة بالنوعيات المختلفة من تزييد عن حارتين في الاتجاهين تتميز الحارات الخارجية ( جهة الأكتاف) بزيادة الحركة عليها خصوصاً في الأوقات التي يقل بها المرور وعموماً يمكن الاسترشاد بالنسب التالية للتوزيع في حالة عدم توفر بيانات

( - ) مركبات النقل في الحارة التصميمية ( $f_d$ )

| التصميمية | عدد حارات الطريق<br>في الاتجاهين |
|-----------|----------------------------------|
| 50        | 2                                |
| 45        | 4                                |
| 40        | 6                                |

أما الطريق المراد تصميمها فتحتوي على مسربين فتؤخذ قيمة  $f_d$   
. (  $f_d = 50\%$  )

----- الفترة التصميمية .

وهي الفترة الزمنية بالسنين من تاريخ افتتاح الطريق للمرور حتى تاريخ احتياجه إلى صيانة جسيمة وعادة ما تكون بين سنة وتؤخذ الفترة التصميمية سنة للرصف المرن للطرق ويمكن اختيار أي فترة زمنية أخرى بما يتناسب وظروف الإنشاء ودرجة أهمية الطريق .

----- معدلات الزيادة السنوية .

وتقدر معدلات الزيادة السنوية في أحجام المرور بمعرفة متوسط حجم المرور اليومي على الطريق لعدة سنوات ومنه يمكن حساب معدل الزيادة السنوية في حجم المرور على هذا الطريق وفي حالة عدم توفر بيانات كافية لتقدير هذه النسبة فإنه يمكن استخدام نسبة زيادة سنوية في حجم المرور تتراوح بين يتم إنشاء الطريق بها ولمعاملات النمو حسب الفترة التصميمية .

----- ( $G_f$ )

الفترة التصميمية و معدلات الزيادة السنوية

( Growth factor ) ( - )

| Design period years | Annual Growth Rate (%) |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|                     | No. growth             | 2    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 10   |
| 1                   | 1.0                    | 1.0  | 1.0  | 1.0  | 1.0  | 1.0  | 1.0  | 1.0  |
| 2                   | 2.0                    | 2.02 | 2.04 | 2.05 | 2.06 | 2.07 | 2.08 | 2.10 |
| 3                   | 3.0                    | 3.06 | 3.12 | 3.15 | 3.18 | 3.21 | 3.25 | 3.31 |
| 4                   | 4.0                    | 4.12 | 4.25 | 4.31 | 4.37 | 4.44 | 4.51 | 4.64 |
| 5                   | 5.0                    | 5.20 | 5.42 | 5.53 | 5.64 | 5.75 | 5.87 | 6.11 |
| 6                   | 6.0                    | 6.31 | 6.63 | 6.80 | 6.98 | 7.15 | 7.34 | 7.72 |



|    |      |       |       |       |        |        |        |        |
|----|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 7  | 7.0  | 7.43  | 7.90  | 8.14  | 8.39   | 8.65   | 8.92   | 9.49   |
| 8  | 8.0  | 8.58  | 9.21  | 9.55  | 9.90   | 10.26  | 10.64  | 11.44  |
| 9  | 9.0  | 9.75  | 10.58 | 11.03 | 11.49  | 11.98  | 12.49  | 13.58  |
| 10 | 10.0 | 10.95 | 12.01 | 12.58 | 13.18  | 13.82  | 14.49  | 15.94  |
| 11 | 11.0 | 12.17 | 13.49 | 14.21 | 14.97  | 15.78  | 16.65  | 18.53  |
| 12 | 12.0 | 13.41 | 15.03 | 15.92 | 16.87  | 17.89  | 18.98  | 21.38  |
| 13 | 13.0 | 14.68 | 16.63 | 17.71 | 18.88  | 20.14  | 21.50  | 24.52  |
| 14 | 14.0 | 15.97 | 18.29 | 19.16 | 21.01  | 22.55  | 24.21  | 27.97  |
| 15 | 15.0 | 17.29 | 20.02 | 22.58 | 23.28  | 25.13  | 27.15  | 31.77  |
| 16 | 16.0 | 18.64 | 21.82 | 23.66 | 25.67  | 27.89  | 30.32  | 35.95  |
| 17 | 17.0 | 20.01 | 23.70 | 25.84 | 2.21   | 30.48  | 33.75  | 40.55  |
| 18 | 18.0 | 21.41 | 25.65 | 28.13 | 30.91  | 34.00  | 37.45  | 45.60  |
| 19 | 19.0 | 22.84 | 27.67 | 30.54 | 33.76  | 37.38  | 41.45  | 51.16  |
| 20 | 20.0 | 24.30 | 29.78 | 33.06 | 36.79  | 41.00  | 45.76  | 57.28  |
| 25 | 25.0 | 32.03 | 41.65 | 47.73 | 51.86  | 63.25  | 73.11  | 98.35  |
| 30 | 30.0 | 40.57 | 56.08 | 66.44 | 79.05  | 94.46  | 113.28 | 164.49 |
| 35 | 35.0 | 49.99 | 73.65 | 90.32 | 111.43 | 138.24 | 172.32 | 271.02 |

على اعتبار أن صلاحية الطريق تؤخذ ل 20 سنة مستقبلا ، وتوقع نسبة الزيادة السنوية 4%  
قيمة (G<sub>f</sub> =29.78%) .

(Average Annual Daily Traffic )AADT - - -

1-Passenger cars ( 10 kN / axle) = %

2-axle single-unit busses ( 100 kN / axle) = %

3-axle single-unit trucks (110 kN / axle) = %

( - )

| اليوم    |    |    |    |    |    |
|----------|----|----|----|----|----|
| السيارات |    |    |    |    |    |
| %        |    | %  |    | %  |    |
| 5        | 5  | 5  | 5  | 90 | 90 |
| 13       | 13 | 10 | 10 |    | 78 |
| 11       | 13 | 11 | 14 |    | 96 |
| 9        |    | 9  |    |    |    |

وبعد ذلك يتم تحويل أوزان العربات إلى أحمال قياسية ، ويتم الحصول على الأحمال القياسية لأنواع المركبات

كما يلي:

load equivalency factor for a cars ( $f_{E(car)} = 0.0003135$  (single axle)

load equivalency factor for a busses ( $f_{E(bus)} = 0.1980889$  (tandem axle)

load equivalency factor for a trucks ( $f_{E(truck)} = 0.29491$  (tandem axle)

( - ) تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية (Load Equivalency factor)

| Gross Axle Load |        | Load Equivalency factor |             | Gross Axle Load |        | Load Equivalency factor |             |
|-----------------|--------|-------------------------|-------------|-----------------|--------|-------------------------|-------------|
| KN              | Ib     | Single Axle             | Tandem Axle | KN              | Ib     | Single Axle             | Tandem Axle |
| 4.45            | 1,000  | 0.00002                 |             | 182.5           | 41,000 | 23.27                   | 2.29        |
| 8.9             | 2,000  | 0.00018                 |             | 187.0           | 42,000 | 25.64                   | 2.51        |
| 13.35           | 3,000  | 0.00072                 |             | 191.3           | 43,000 | 28.22                   | 2.75        |
| 17.8            | 4,000  | 0.00209                 | 0.0003      | 195.7           | 44,000 | 31.00                   | 3.00        |
| 22.25           | 5,000  | 0.00500                 |             | 200.0           | 45,000 | 34.00                   | 3.27        |
| 26.7            | 6,000  | 0.01043                 | 0.001       | 204.5           | 46,000 | 37.24                   | 3.55        |
| 31.15           | 7,000  | 0.01960                 |             | 209.0           | 47,000 | 40.74                   | 3.85        |
| 35.6            | 8,000  | 0.03430                 | 0.003       | 213.5           | 48,000 | 44.50                   | 4.17        |
| 40.0            | 9,000  | 0.0562                  |             | 218.0           | 49,000 | 48.54                   | 4.51        |
| 44.5            | 10,000 | 0.0877                  | 0.00688     | 222.4           | 50,000 | 52.88                   | 4.86        |
| 48.9            | 11,000 | 0.1311                  | 0.01008     | 226.8           | 51,000 |                         | 5.23        |
| 53.4            | 12,000 | 0.189                   | 0.0144      | 231.3           | 52,000 |                         | 5.63        |
| 57.8            | 13,000 | 0.264                   | 0.0199      | 235.7           | 53,000 |                         | 6.04        |
| 62.3            | 14,000 | 0.360                   | 0.0270      | 240.2           | 54,000 |                         | 6.47        |
| 66.7            | 15,000 | 0.478                   | 0.0360      | 244.6           | 55,000 |                         | 6.93        |
| 71.2            | 16,000 | 0.623                   | 0.0472      | 249.0           | 56,000 |                         | 7.41        |

|       |        |       |        |       |        |  |       |
|-------|--------|-------|--------|-------|--------|--|-------|
| 75.6  | 17,000 | 0.796 | 0.0608 | 253.5 | 57,000 |  | 7.92  |
| 80.0  | 18,000 | 1.00  | 0.0773 | 258.0 | 58,000 |  | 8.45  |
| 84.5  | 19,000 | 1.24  | 0.0971 | 262.5 | 59,000 |  | 9.01  |
| 89.0  | 20,000 | 1.51  | 0.1206 | 267.0 | 60,000 |  | 9.59  |
| 93.4  | 21,000 | 1.83  | 0.148  | 271.3 | 61,000 |  | 10.20 |
| 97.8  | 22,000 | 2.18  | 0.180  | 275.8 | 62,000 |  | 10.84 |
| 102.3 | 23,000 | 2.58  | 0.217  | 280.2 | 63,000 |  | 11.52 |
| 106.8 | 24,000 | 3.03  | 0.260  | 284.5 | 64,000 |  | 12.22 |
| 111.2 | 25,000 | 3.53  | 0.308  | 289.0 | 65,000 |  | 12.96 |
| 115.6 | 26,000 | 4.09  | 0.364  | 293.5 | 66,000 |  | 13.73 |
| 120.0 | 27,000 | 4.71  | 0.426  | 298.0 | 67,000 |  | 14.54 |
| 124.5 | 28,000 | 5.39  | 0.495  | 302.5 | 68,000 |  | 15.38 |
| 129.0 | 29,000 | 6.14  | 0.572  | 307.0 | 69,000 |  | 16.26 |
| 133.5 | 30,000 | 6.97  | 0.658  | 311.5 | 70,000 |  | 17.19 |
| 138.0 | 31,000 | 7.88  | 0.753  | 316.0 | 71,000 |  | 18.15 |
| 142.3 | 32,000 | 8.88  | 0.857  | 320.0 | 72,000 |  | 19.16 |
| 146.8 | 33,000 | 9.98  | 0.971  | 325.0 | 73,000 |  | 20.22 |
| 151.2 | 34,000 | 11.18 | 1.095  | 329.0 | 74,000 |  | 21.32 |
| 155.7 | 35,000 | 12.5  | 1.23   | 333.5 | 75,000 |  | 22.47 |
| 160.0 | 36,000 | 13.93 | 1.38   | 338.0 | 76,000 |  | 23.66 |
| 164.5 | 37,000 | 15.50 | 1.53   | 342.5 | 77,000 |  | 24.91 |
| 169.0 | 38,000 | 12.20 | 1.70   | 347.0 | 78,000 |  | 26.22 |
| 173.5 | 39,000 | 19.06 | 1.89   | 351.5 | 79,000 |  | 27.58 |
| 178.0 | 40,000 | 21.08 | 2.08   | 365.0 | 80,000 |  | 28.99 |

( . ) حسب قيمة (ESAL)

$$ESAL = f_d \times G_f \times AADT \times 365 \times N_i \times f_E$$

$$ESAL_{car} = 0.5 \times 29.78 \times 532 \times 365 \times 0.82 \times 2 \times 0.0003135 = 0.00148655365 * 10^6$$

$$ESAL_{buss} = 0.5 \times 29.78 \times 532 \times 365 \times 0.09 \times 2 \times 0.19889 = 0.1035105574 * 10^6$$

$$ESAL_{truck} = 0.5 \times 29.78 \times 532 \times 365 \times 0.09 \times 2 \times 0.29491 = 0.153483324 * 10^6$$

$$ESAL_{total} = 0.258480431 * 10^6$$

## 6-6 طريقة التصميم

سيتم التصميم بالرجوع للاشتو

AASHTO Design Method

(American Association of State Highway and Transportation Officials)

### - - نسبة تحمل كاليفورنيا CBR , California Bearing Ratio

من العوامل المهمة في طرق تصميم الرصف المرن ، خاصة عند استخدام طريقة أشتو قدرة تحمل التربة أو الطبقة الترابية للحمولة ، وغالباً ما يستخدم اختبار نسبة قوة تحمل كاليفورنيا (CBR) لذلك الغرض ويجري هذا الاختبار بقراءة مدى اختراق مكبس قياسي مساحة مقطعة بعة داخل عينة مدموكة بطريقة قياسية على نسبة رطوبة مقررة في قالب قياسي ثم تحسب نسبة الأحمال التي تعطي اختراقاً قدره . بوصة إلى الأحمال التي تعطي الاختراق نفسه ولكن داخل عينة من كسر الأحجار المسحوقة العالية النوعية ( والتي لها قيمة  $CBR=100$  ) وهذه النسبة هي نسبة قوة تحمل كاليفورنيا (CBR) للمادة التي يجري اختبارها.

### - 2 معامل الرجوعية (Mr)

يعتبر معامل الرجوعية مقياساً لمقاومة أي طبقة من طبقات القطاع الإنشائي للرصف والتي يمكن تحديدها بدءاً من طبقات تربة التأسيس للأساس المساعد ثم الأساس فطبقات الرصف الأسفلتية ويتم إيجاد قيمة هذا المعامل عن طريق إجراء التجارب المعملية المناسبة لكل طبقة وحسب نوع المواد المستخدمة في هذه . وعموماً في حالة عدم التمكن من إجراء مثل هذه التجارب يمكن تقدير قيمة تقديرية لهذه

ليفورنيا (CBR)

معظم معامل الطرق ، فبالنسبة لتربة التأسيس تكون العلاقة بين معامل الرجوعية (Mr) كاليفورنيا (CBR) :

for CBR of 10 or less

$$M_r (\text{lb/in}^2) = 1500 \text{ CBR} \quad \text{.....Equation 6.2}$$

for R of 20 or less

$$M_r (\text{lb/in}^2) = 1000 + 555 \times R \text{ value} \quad \text{.....Equation 6.3}$$

حيث  $M_r = \text{Resilient modulus}$

ومما يجب التنبيه له أن هذه العلاقة قابلة للتطبيق للتربة التي نقل نسبة تحمل كاليفورنيا عن CBR 10 فأكثر فيمكن تحديدها بدقة عن طريق إجراء تجربة معامل الرجوعية وبالنسبة لطبقات تحت الأساس والأساس من المواد الحصوية فيمكن استخدام قيم معامل الرجوعية المقابلة لنسب تحمل كاليفورنيا المقابلة لها والمبينة بجدول رقم ( 6- ) . وبالنسبة لطبقات الرصف السطحية المكونه من الخلطات الأسفلتية يقدر معامل الرجوعية لها بناء على قيم (Marshall) أو قيم التماسك في اختبار فييم (Hveem) لهذه الطبقة .

: التجارب المخبرية اللازمة لتصميم الطريق في الملحق رقم ( ) وندرج النتائج النهائية هنا

: تجربة كاليفورنيا

( - ) يفورنيا ونوع كل طبقة من طبقات الرصفة

|     |             |
|-----|-------------|
| CBR |             |
| 100 | Base Coarse |
| 55  | Sub Base    |
| 4.7 | Sub Grade   |

( - ) مقدار نسبة تحمل كاليفورنيا وما يقابلها من معاملات الرجوعية (Mr)

| Mr / <sup>2</sup> | Mr / <sup>2</sup> | كاليفورنيا (CBR) |
|-------------------|-------------------|------------------|
| -                 | 13000             | 20               |
| -                 | 13500             | 25               |
| -                 | 14500             | 30               |
| 21000             | 16000             | 40               |
| 25000             | 17500             | 55               |
| 27000             | -                 | 70               |
| 30000             | -                 | 100              |

يتم الحصول على قيمة MR ( - ) بمعلومية CBR من التجارب المخبرية التي قمنا بها

( - ) قيم نسبة تحمل كاليفورنيا وقيم MR المقابلة لها لطبقات الرصفة المرنة

|          |     |             |
|----------|-----|-------------|
| (ksi) MR | CBR |             |
| 30       | 100 | Base Coarse |
| 25       | 55  | Sub Base    |
| 7        | 4.7 | Sub Grade   |

**3 - القيمة النهائية والابتدائية لدليل مستوى حالة سطح الرصف**

القيمة النهائية هي أقل مستوى حالة يسمح به في نهاية فترة التحليل وذلك قبل اللجوء لعمل أي نوع من أنواع الصيانة الجسيمة كالتغطية أو إعادة الإنشاء .

PSI → 0 to 5 ➤

PSI ( present Serviceability index ) ويشمل الاتي:

initial serviceability index (  $p_i$  )

$p_i = (4.5 \text{ for good condition})$

terminal serviceability index (  $p_t$  )

$p_t = (2.5 \text{ for good condition})$

$P_t = 2.5 \text{ or } 3 \text{ (for major highway)}$

$P_t = 2.0 \text{ (for lower class highway)}$

$P_t = 1.5 \text{ (for economic constraints performance period may be reduced)}$

$$\Delta PSI = p_i - p_t = 4.5 - 2.5 = 2 \quad \dots\dots\dots\text{Equation 6.4}$$

ولا بد من توضيح الاداء الوظيفي والاداء الانشائي للرصفة المرنة كالآتي:

✓ **Structural Performance** ويتمثل بقدرة الرصفة على مقاومة الدمار الذي يمكن ان تتاثر به من حركة المرور والعوامل البيئية . بمعنى انها تتمثل بالحالة الفيزيائية للرصفة من شقوق وهبوط

✓ **Functional Performance** احتياجات مستخدمي الطريق من

• **Pavement Performance (Serviceability Performance)**: وهي قدرة الرصفة على خدمة حركة المرور بالظروف الحالية للطريق. ولحسابها نستخدم PSI

• **Standard Deviation ,  $S_o$**

0.4-0.5 Flexible pavement

0.3-0.4 Rigid Pavement

$$\log(ESALs) = Z_k \cdot S_o + 9.36 \cdot \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{1094} + 2.32 \cdot \log M_R - 8.07$$

$$0.40 + \frac{1}{(SN + 1)^{4.19}}$$

.....Equation 6.5

where:

- $Z_R$  = The standard normal deviate corresponding to the reliability, R,  
 $S_o$  = The overall standard deviation,  
 SN = Structural Number,  
 $\Delta PSI$  = The design serviceability loss,  
 $M_R$  = The design soil resilient modulus.

## 6 (SN).

وهو عبارة عن رقم دليلي ناتج من تحليل المرور وترتبة التأسيس والقدرة على تصريف المياه من الطبقات والذي يمكن تحويله إلى سمك الطبقات المختلفة لطبقات الرصف المرن عن طريق استخدام

كما تناولناها سابقا يعرف برمز  $a_1, a_2, a_3$  لى الترتيب وهو عبارة عن العلاقة بين الرقم الإنشائي للرصف وسمك الطبقة بالبوصة وهو يمثل القدرة النسبية للمادة المستخدمة في كل طبقة من طبقات الرصف والتي تشارك في القوة الإنشائية لقطاع الرصف ككل ويتم توزيع الرقم الإنشائي (SN) :

$$SN = a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3 \dots\dots\dots \text{Equation 6.6}$$

حيث  $D_1, D_2, D_3$  هي سمك الطبقات المختلفة بينما  $m_2, m_3$  تمثل معاملات تصريف الأمطار من طبقتي الأساس و تحت الأساس على الترتيب ومعامل الطبقة لكل من طبقتي الأساس ( $a_2$ ) ( $a_3$ ) يمكن ربطهما مباشرة بنتائج اختبارات تحمل كاليفورنيا (CBR) والتي يتم إجراؤها تحت أسوأ الظروف المتوقعة في الموقع ويعتبر الغمر لمدة أربعة أيام لعينات هذه الاختبارات الممثل لظروف الطرق وذلك كما سبق ( - ) حيث يوضح مقدار نسبة تحمل كاليفورنيا لكل من الطبقة السطحية والأسفلتية فيتم ربطه بمقدار معامل الرجوعية لها عند درجة حرارة مئوية .

بعد تحديد الرقم الإنشائي من الرسومات البيانية ، يتم تطبيق معادلة الرقم الإنشائي لحساب سمك طبقات ( + الأساس الحبيبي ) ، يتم اقتراح سمك لطبقات الاسفلت وطبقات الأساس الحبيبي والأساس المساعد ( ) وتطبيق المعادلة لأكثر من مرة إلى حين الحصول على قيمة للرقم الإنشائي تكون مساوية أو أكبر من القيمة التي تم الحصول عليها من الرسومات البيانية.

يلاحظ أن الطريقة تعتبر ( Imperical ) تعتمد على جداول بيانية واحصاءات من خلال خبرات سابقة ولكنها طريقة معتمدة في الكثير من المواصفات الفنية لمشروعات الطرق.

ويمثل الجدول التالي مدى الموثوقية

( - ) مدى الموثوقية في تصميم الرصفة المرنة تبعا للتصنيف الوظيفي للطريق

| Functional Classification     | Recommended Level of Reliability |           |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------|
|                               | Urban                            | Rural     |
| Interstate and Other Freeways | 85 - 99.9                        | 80 - 99.9 |
| Principal Arterials           | 80 - 99                          | 75 - 95   |
| Collectors                    | 80 - 95                          | 75 - 95   |
| Local                         | 50 - 80                          | 50 - 80   |

$$-2.327 = ZR$$

(6-9) قيم ZR بالرجوع لمقدار الموثوقية

| reliability(R%) | standard normal deviation (ZR) |
|-----------------|--------------------------------|
| 50              | 0                              |
| 60              | -0.253                         |
| 70              | -0.524                         |
| 75              | -0.674                         |
| 80              | -0.841                         |
| 85              | -1.037                         |
| 90              | -1.282                         |
| 91              | -1.34                          |
| 92              | -1.405                         |
| 93              | -1.476                         |
| 94              | -1.555                         |
| 95              | -1.645                         |
| 96              | -1.751                         |
| 97              | -1.881                         |
| 98              | -2.054                         |
| 99              | -2.327                         |
| 99.9            | -3.09                          |
| 99.99           | -3.75                          |

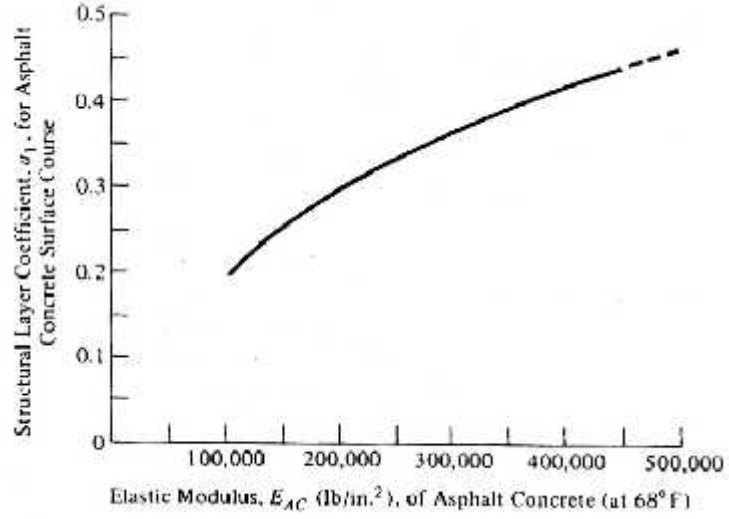
a1,a2,a3

استخدام المنحنيات في الاشكال ( - ) ( - ) ( - )



المعطيات:

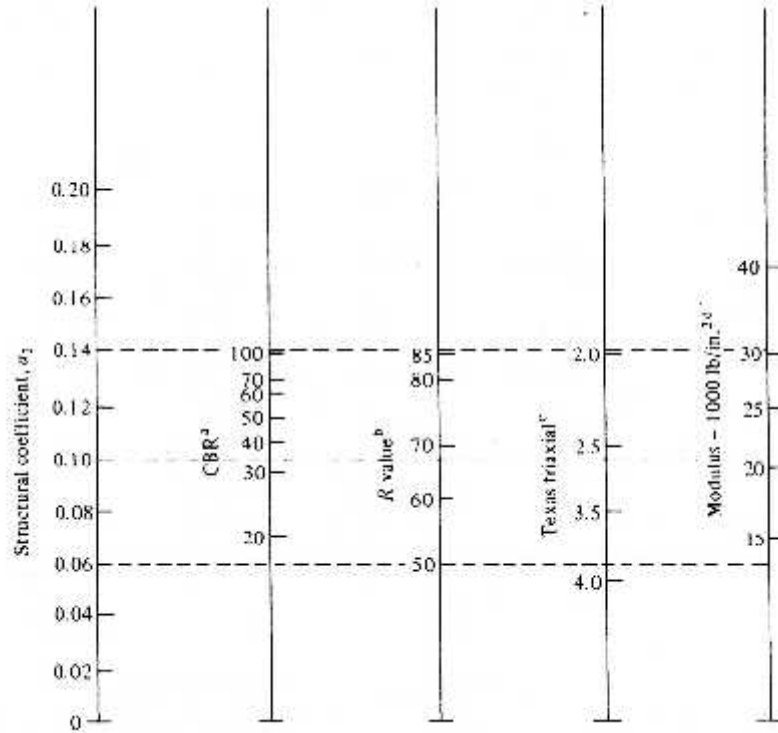
- $M_r$  of surface at 68 F = 50000psi
- CBR value of base = 100,  $M_r = 30000$ psi   ▪
- CBR value of sub base = 55,  $M_r = 25000$ psi   ▪
- CBR of Sub grade = 4.7    $MR=7050$ psi= $4.7*1500$    ▪



( - ) منحنى معامل طبقة الاسفلت السطحية  $a_1$

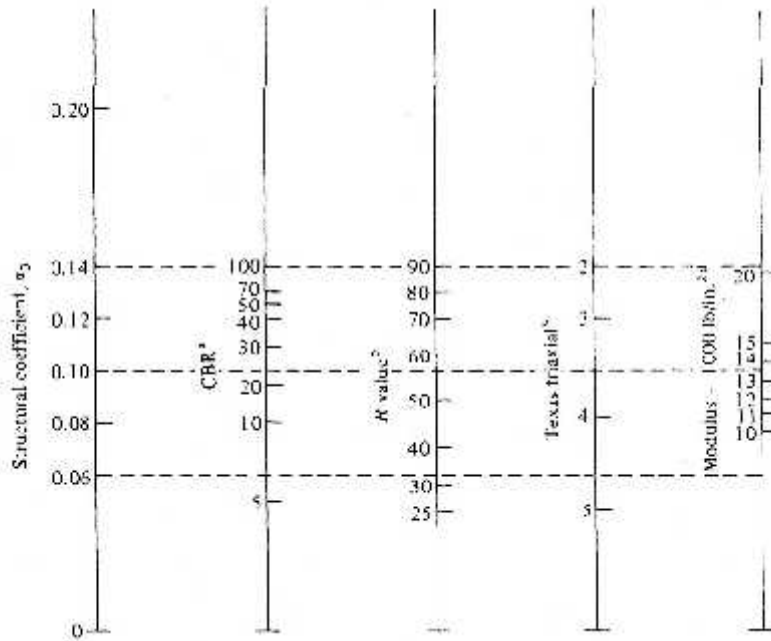
$$a_1=0.46$$

$$MR(HMA)=500 \text{ ksi}$$



( - ) معامل طبقة البيزكورس  $a_2$

بما ان قيمة قيمة CBR لطبقة البيزكورس = 100  $a_2 = 0.14$



(a3) Subbase course

( - )

بما ان قيمة قيمة CBR = 55 subbase course  $a_3 = 0.11$

اما معامل التصريف باعتبار ان التصريف fair بمعنى انه يحتاج لاسبوع لتصريف المياه عن سطح الطريق فان  $m_1 = 0.8 = m_2 = m_3$

( - ) جودة تصريف المياه عن سطح الطريق

| definition of drainage quality |                      |
|--------------------------------|----------------------|
| quality of drainage            | water removed within |
| excellent                      | 2 hours              |
| good                           | 1 day                |
| fair                           | 1 week               |
| poor                           | 1 month              |
| very poor                      | water will not drain |

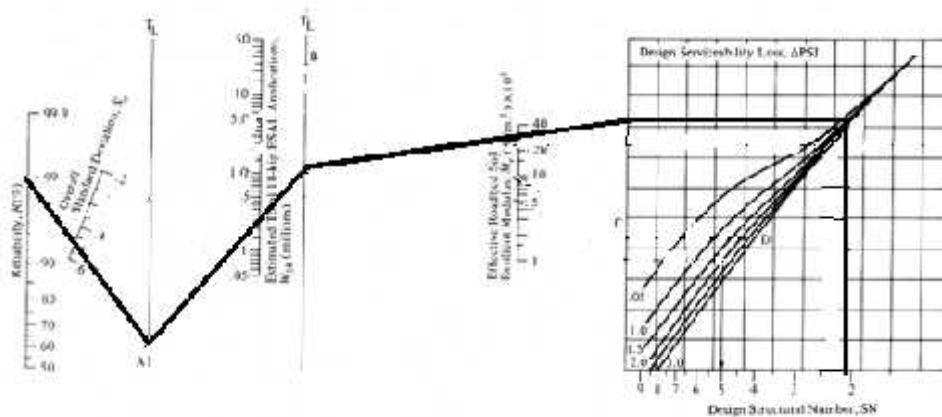
( - ) معامل جودة تصريف المياه عن سطح الطريق  $m_i$

| recommended $m_i$ value                                                                 |                     |             |              |                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------|--------------|-------------------------|
| percent of time pavement structure is exposed to moisture levels approaching saturation |                     |             |              |                         |
| quality of drainage                                                                     | less than 1 percent | 1-5 percent | 5-25 percent | greater than 25 percent |
| excellent                                                                               | 1.40-1.35           | 1.35-1.30   | 1.30-1.20    | 1.2                     |
| good                                                                                    | 1.35-1.25           | 1.25-1.15   | 1.15-1.00    | 1                       |
| fair                                                                                    | 1.25-1.15           | 1.15-1.05   | 1.00-0.80    | 0.8                     |
| poor                                                                                    | 1.15-1.05           | 1.05-0.80   | 0.80-0.60    | 0.6                     |
| very poor                                                                               | 1.05-0.95           | 0.95-0.75   | 0.75-0.40    | 0.4                     |

حيث ان:

▪ a week for water to be drain with in moisture level = 30%

الهدف من طريقة التصميم المستخدمة هو إيجاد طبقات رصف لها رقم إنشائي (SN) الأحمال التي يتعرض لها الطريق كما هو موضح في ( - ) وتكون خطوات استخدام المنحنيات



( - ) منحنى لإيجاد الرقم الإنشائي SN

. يتم توقع مدى الثقة المستخدمة وقد تطرقنا له سابقا ويساوي % R= .  
 . يتم مد خط مستقيم يصل بين مدى الثقة و قيمة  $S_0=0.5$  كما هي موضحة سابقا ليقطع الخط  
 .A

. A ليقطع B  $ESALS= 0.25497748 * 10^6$   
 . B ليقطع منحنى SN ويمر في قيمة MR للطبقات والتي تم الحصول عليها  
 - من قيم CBR

. ثم نمد خط مستقيم ليقطع المنحنى عند  $\Delta PSI = 2$  فتكون قيمة SN  
 Subbase فتكون قيمة  $SN_2=2.1$  وهكذا نجد  $SN_1, SN_3$  بتغيير قيمة MR

كانت قيم SN

$$SN_1=1.4$$

$$SN_2=2.1$$

$$SN_3=3.2$$

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

يتم حساب سمك الطبقة الأولى ( ) كما يلي :

$$D_1 = SN_1 / a_1 \text{ .....Equation 6.7}$$

$$D_1 = SN_1 / a_1 = 1.4 / 0.46 = 3''$$

(use 3'')

$$D_1^* = 3'' = 7 \text{ cm}$$

$$SN_1^* = a_1 D_1^* \text{ .....Equation 6.8}$$

$$SN_1^* = a_1 D_1^* = 0.46 \times 3 = 1.38$$

$$D_2^* = (SN_2 - SN_1^*) / (a_2 m_2) \text{ .....Equation 6.9}$$

$$D_2^* = (SN_2 - SN_1^*) / (a_2 m_2) = (2.1 - 1.38) / (0.14 \times 0.8)$$

$$6.4''$$

$$(Use 8'') = \text{ cm}$$

$$SN_2^* = a_1 D_1^* + a_2 m_2 D_2^* \text{ .....Equation 6.10}$$

$$SN_2^* = 0.46 \times 3 + 0.14 \times 0.8 \times 8 = 2.276$$

$$D_3^* = (SN_3 - SN_2^*) / (a_3 m_3) \text{ .....Equation 6.11}$$

$$= 3.2 - 2.276 / (0.11 \times 0.8)$$

$$= 10.5''$$

$$(Use 12'')$$

$$= 30 \text{ cm}$$

$$SN_3^* = a_1 D_1^* + a_3 m_3 D_3^* + a_2 m_2 D_2^*$$

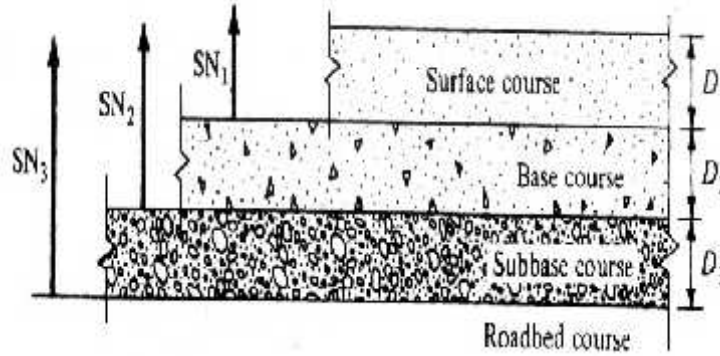
.....Equation 6.12

$$= 0.46 * 3 + 0.14 * 0.8 * 8 + 0.11 * 0.8 * 12 = 3.332 > SN_3 \text{ OK}$$

Asphalt concrete surface = 3"

Granular base = 8"

Sub base = 12"



(6- ) سماكات طبقات الرصفة المرنة والرقم الانشائي لها

يبين جدول أقل سمك مقترح لطبقات الرصف المختلفة المقابل لإجمالي عدد أحمال محورية قياسية مكافئة خلال العمر التصميمي للطريق .

( - ) أقل سمك للقطاعات النمطية المقترحة لدرجات الطرق المختلفة

| نوع طبقة التأسيس            | النموذجية للطرق المحلية | النموذجية للطرق التجميعية الحضرية والفرعية والثانوية المحلية والخلوية | النموذجية للطرق التجميعية الحضرية للطرق الشريانية والخلوية الرئيسية |
|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| طبقة التأسيس كاليفورنيا > 9 | 5 سم طبقة سطحية<br>15   | 5<br>5<br>20                                                          | 5 سم طبقة سطحية<br>5<br>25                                          |
| طبقة التأسيس كاليفورنيا -   | 5 سم طبقة سطحية<br>15   | 5 سم طبقة سطحية<br>5<br>25                                            | 5 سم طبقة سطحية<br>5<br>30                                          |

|       |                |                |                       |
|-------|----------------|----------------|-----------------------|
| سطحية | 5سم طبقة سطحية | 5سم طبقة سطحية | طبقة التأسيس<br>ضعيفة |
|       | 5              | 30             | كالفورنيا -           |
|       | 30             |                |                       |

( - )

|     |                |
|-----|----------------|
| ( ) |                |
| 7   | HMA            |
| 20  | Base course    |
| 30  | Subbase course |

: هذه السماكات مستخدمة في تصميم طريق المشروع في الاشكال المرفقة ( ) .

- 
- 
- اهداف علامات المرور
- السلامة المرورية
- انواع علامات المرور الدولية
- تعريف علامات الطرق الارضية
- - علامات الطرق الارضية
- - دلالات الخطوط الارضية (الخطوط الطولية)
- - دلالات الخطوط الارضية (الخطوط العرضية)
- الاشارة الضوئية
- عندما تتعارض العلامات والاشارة المرورية

( ) أحد أهم وسائل السلامة المرورية نظراً للدور الهام والحيوي الذي تقوم به هذه الإشارات في تنظيم وتسهيل حركة مرور المركبات وضمان سلامتها وسلامة المشاة على حد سواء وهي من الضرورية التي تساعد السائق على القيادة بصورة صحيحة وأمنة.

إن إلمام السائق بإشارات المرور وتقيده بها باستمرار هو من أهم الشروط الضرورية لتفادي الحوادث وعواقبها الوخيمة.

ولا بد عند تصميمها مراعاة الشروط التالية:

- صالحة للرؤية في الليل والنهار وواضحة في كافة الظروف والأوقات .
- أن لا تكون مصنوعة من مواد سريعة التلف أو مواد تتأثر بالعوامل البيئية والجوية .
- أن تكون تعليماتها سهلة الفهم ومرئية من مسافة كافية.
- أن تتوافق فيها الألوان وعادة يتم استخدام الألوان الأبيض أو الأ

#### - أهداف علامات المرور

نتيجة ما أكدته الدراسات والبحوث بأن حوادث المرور إنخفضت كثيراً بعد إستعمال تلك الإشارات التي أسهمت في تحديد مسار الإتجاهات للذاهبين والعائدين بالإضافة لتحديد المسارات المتبعة في إتجاه واحد أولويات لخط سير هذا بالإضافة إلى دلالاتها وألوانها التي ساهمت لدى سائقي المركبات في أخذ الاحتياطات اللازمة لجميع الاحتمالات.

ويستنتج من ذلك أن التقيد بمفهوم مدلولات إشارات المرور هو جزء هام ومطلب أساسي لتحقيق الأمن والسلامة على الطريق.

أهداف علامات ا

- تحديد المسارب لمنع التجاوز وفصل القادم عن الذاهب.
- تحديد أماكن عبور المشاة فالطرق لا تصمم من أجل حركة المركبات فحسب، وإنما هناك مستخدمون آخرون لها، مثل المشاة الذين ينبغي أن يأخذ التصميم بالاعتبار خصائصهم كي يضمن تنقلهم بيسر . وتبرز أهمية المشاة كونهم يمثلون أصغر وحدات النقل التي تستخدم الطريق مع المر صغيرها وكبيرها ما يجعل الأمان لها أهم أولويات التصميم والتشغيل للطرق.
- تحديد أولويات المرور على التقاطعات.
- اعطاء تعليمات للسائقين مثل( ) ( ) حتى يتخذ السائق الخطوة المناسبة للحفاظ



## - السلامة المرورية

إنّ المفهومَ الواسعَ للسلامة المرورية هو أنّ يُنفذَ كلَّ الخطط، البرامج، والتعليمات والقوانين المرورية والإجراءات الوقائية لكي يُقلل أو يَمنع الحوادث المرورية، ولحماية الإنسان وملكيته ، وحماية المواطن والقضايا الاقتصادية .

### هناك ثلاثة عوامل للسلامة المرورية :

- 
- 
- 

### - أنواع علامات المرور الدولية

- تعني بتحديد إتجاهات السير المفروض إتباعها.

وهي عبارة عن أشكال هندسية في شكل دوائر أو مربعات أو مستطيلات.

وهي ذات أرضية زرقاء والرمز باللون الأبيض.



( - )

-العلامات التحذيرية. تعني تحذير مستخدمي الطريق من خطر يتوقع أو متوقع حدوثه

وهي عبارة عن مثلث متساوي الأضلاع ذو أرضية بيضاء



تحذيرية ( - )

- تعني بمنع مرور مركبات ذات أوضاع معينة في طرقات معينة. وهي عبارة عن دوائر بأرضية بيضاء وبرواز أحمر والرمز بالأسود أو الأحمر.



## - تعريف علامات الطرق الأرضية

هي إحدى أدوات تنظيم المرور عبارة عن خطوط وعلامات ورسومات هندسية (الأسهم) ترسم على الأرض بالدهانات المختلفة (البيضاء والصفراء) والعلامات العاكسة المثبتة بها (عيون القط) وهي ذات مدلولات خاصة يلتزم بها سائقي المركبات والمشاة على حد سواء.

- - ية

### . الدهان

بلونه الأصفر والأبيض حيث يحدد اللون الأصفر الحدود الخارجية للطريق بينما يحدد اللون الأبيض حدود مسارات الطريق.

### . عيون القطط العاكسة

منها المصنع من الألومنيوم أو البلاستيك أو مواد شبيهة للبلاستيك ولكن ذات قوة أكبر ومنها اللون الأصفر والأبيض وهي مساندة لخطوط الدهان ويبدل اللون الأحمر منها على خط السير في هذا الإتجاه.

### . العلامات الأرضية الخزفية

وهي بديل لخطوط الدهان .

- - دلالات الخطوط الأرضية (الخطوط الطولية)

- ( )

يمنع تجاوزه سواء كان خطأ واحداً أو خطين وإذا كان جانبه خط متقطع فيسمح بتجاوز المركبة التي تكون جهة

وهي أيضاً مخصصة لفصل حركة المرور في الإتجاه الواحد.

يمكن تجاوزه مع إعطاء الأولوية للسيارات التي تسير على المسرب المنوي الإنتقال إليه .

### -خط تحذيري

عندما تكون مسافة الخط أكبر من الفراغ أو مساوية له فيجب الحذر الشديد عند تجاؤها.

للمساعدة في توجيه السير المنعطف لجهات أخرى عندما يكون طول الخط أصغر من الفراغ وهي لتحديد حدود المسارب يمكن تجاؤها مع إعطاء الأولوية للمركبات المارة في المسرب المنوي الإنتقال إليه.

لتحديد الأطراف الجانبية للطريق.

### -خطوط رسم الجزيرة

لتحديد منطقة الجزيرة ويجب عدم الدخول فيها أو الإنتظار بها أو السير عليها أو الإنحراف من خلالها .

- - دلالات الخطوط الأرضية ( العرضية )

- ( )

خط عريض حوالي ( ) يجب التوقف عنده تماماً وعدم إستئناف السير إلا بعد خلو الطريق من السيارات

-خط أولوية (إفساح الطريق)

هو مثل قف لكنه منقطعاً وليس مستمراً ومفعوله كمفعول شاخصة الأولوية أي يمكن عبوره وعدم كان واضحاً إن الطريق الآخر خال من السيارات

-

قد تكون محاطة بخطين متصلين أو محاطة بخطين على شكل نقاط ( ) يجب عندها الإنتباه وإعطاء الأولوية لأي إنسان يريد عبورها فللمشاة الأولوية عندها

-

- الاشارة الضوئية

وتتبع لقوانين خاصة في تغير الضوء ( )



( - ) الاشارات الضوئية و العلامات الارضية

- عندما تتعارض العلامات والإشارات المرورية

يلزم التقيد بالعلامات والإشارات والخطوط الأرضية الرسمية للمرور ولهذه الأمور الأسبقية على ما يناقضها من لوائح مرورية

ولالإشارات الضوئية الأسبقية على العلامات التي تنظم أولوية الطريق

ولإشارات رجل المرور الأسبقية على الإشارات المرورية في حال تواجهه لتنظيم حركة السير

تم توزيع علامات المرور اللازمة في اماكنها الصحيحة على طريق المشروع كما هي موضحة في

( ) ( ) .



## تصريف مياه الامطار

- 
- 
- - الاحوال التي تستعمل فيها شبكات الصرف المشتركة
- - الاحوال التي يفضل فيها شبكات الصرف المنفصلة
- انظمة شبكات التصميم
- 
- خصائص المواد التي تصنع منها مواسير الصرف الصحي
- المواد التي تصنع منها مواسير المجاري
- جريان مياه الامطار
- **(Rainfall Intensity)**

## تصريف مياه الامطار

-  
تنقل شبكة المجاري او ما يدعى احيانا شبكة الصرف الصحي مياه الفضلات المختلفة من واقع طرحها الى النصبات الطبيعية الى محطات معالجة مياه المجاري في المدن وقد تنقل معها في بعض الحالات مياه الامطار الهاطلة على المدينة والمناطق المحيطة. نظرا لاهمية تصريف المياه عن سطح الطريق لتحقيق سلامة وراحة مستخدميه كان لا بد من التطرق لهذا الموضوع بتناول جميع جوانبه ابتداء من التعرف على انواع الشبكات ولوازمها و المتغيرات التي تؤثر في تصميم شبكة تصريف مياه الامطار والسيول.

-  
تتكون من شبكة من المواسير تسير فيها المخلفات بالانحدار الطبيعي فتصب المواسير الصغرى في المواسير الكبرى وهكذا حتى تصب في النهاية في المجمعات الرئيسية التي تؤدي بدورها الى محطات الرفع التي تضغطها في المواسير الصاعدة الى اعمال التنقية او للتخلص منها مباشرة تبعا للظروف الخاصة بكل مدينة.

وهناك نوعان لشبكات الصرف هذه

- . شبكة الصرف المنفصلة وهي التي تنشأ فيها شبكة صرف لاستقبال المخلفات السائلة المنزلية والمخلفات الصناعية وتنشأ في نفس الوقت شبكة أخرى لاستقبال مياه الامطار.
- . شبكة الصرف المشتركة وهي التي تنشأ فيها شبكة صرف موحدة لاستقبال كل المخلفات السائلة بجميع انواعها سواء كانت مخلفات منزلية او صناعية او مياه امطار.

### - - الاحوال التي تستعمل فيها شبكات الصرف المشتركة

- . إذا كانت درجة الحرارة مرتفعة ويخشى تحلل المخلفات السائلة اثناء سيرها مدة طويلة في شبكة المواسير وتفاديا لهذه الحالة تتبع طريقة الصرف المشتركة مما يزيد التصرف المار في الماسورة وبالتبعية يزيد من سرعة جريان الماء مما يمنع تحللها في الماسورة قبل وصولها الى مد

---

( ) للمؤلف اسلام محمود ابراهيم-

( ) للمؤلف اسلام محمود ابراهيم



- . إذا كانت الارض مسطحة مما يضطرنا لوضع المواسير بانحدار بسيط منعنا للوصول بالمواسير الى اعماق كبيرة الامر الذي قد يسبب جريان الماء في المواسير بسرعة بسيطة.
- . إذا ظهر ان كل من المخلفات المنزلية والصناعية وكذلك مياه الامطار لا بد من رفعها بالمضخات الى س المكان ففي هذه الحالة لا يوجد داعي لفصل نوعي المخلفات عن بعضها .
- . إذا كان سقوط الامطار نادرا ويخشى ان تبقى شبكة صرف مياه الامطار خالية دون استعمال معظم ايام .
- . في الشوارع والطرق المزدهمة بالخدمات العامة الاخرى كمواسير المياه وكبلات الكهرباء والتليفونات وغاز مما يصعب وضع ماسورتين صرف كل منهما لغرض خاص ولذا تستعمل في هذه الحالة ماسورة واحدة لصرف المخلفات السائلة بمختلف انواعها.
- . إذا كان هطول الامطار بكثرة وغازة مما يجعل كمية المخلفات السائلة المنزلية والصناعية بسيطة بالنسبة لمياه الامطار مما يشجع على ادماجها جميعا مع بعضها طالما ان كمية المخلفات المنزلية والصناعية صغيرة ولا تؤثر في حجم وتكاليف انشاء شبكة مواسير صرف المياه.

#### - - الاحوال التي يفضل فيها شبكات الصرف المنفصلة

- . عند تواجد شبكة صرف لمياه الامطار قبل انشاء مشروع صرف المخلفات السائلة فعندئذ يحسن على هذه الشبكة لتقوم بالخدمة التي انشأت لها فعلا مع انشاء شبكة جديدة تكفي لحمل

- . إذا ظهر امكان صرف مياه الامطار بالانحدار الطبيعي ( )
- . نهر او بحيرة مجاورة للمدينة وذلك توفيراً لتكاليف رفعها مع بقية المخلفات السائلة الاخرى.
- . إذا كانت تكاليف علاج المخلفات السائلة مرتفعة اذ يحسن في هذه الحالة فصل مياه الامطار عن المخلفات الاخرى مع التخلص منها بدون معالجة و ذلك اقتصادا في تكاليف المعالجة.

ولجانا للبلدية وتاكدنا من عدم وجود شبكة منفصلة لطريق وادي ا  
لايجاد شبكة خاصة لتصريف مياه الامطار .

: لا مانع أن يسير أنبوب تصريف مياه السيول وأنبوب الصرف الصحي تحت الطريق متوازيين كما في الرسم التوضيحي التالي:



( - ) تصريف مياه السيول وأنبوب الصرف الصحي تحت الطريق متوازي

حيث يتم تجميع مياه الأمطار والسيول في خزانات مستقلة وفي مجمعات أكبر ومن ثم يتم ضخها إلى خزانات خارج المدينة وتقوم بعض الشركات على تخزينها ومن ثم تنقيتها والإستفادة منها لسقاية الأشجار أو غير ذلك .

#### - شبكات التصميم

. شبكة تسير بفعل الجاذبية الارضية (Gravity sewer system)

تسير فيها المياه من المنطقة الاكثر ارتفاعا الى الاقل ارتفاعا (من العالي للهابط) حيث تكون المواسير ممتلئة بشكل جزئي وليس كلي . وهي المفضلة تبعا لقلّة تكاليفها مقارنة بالانواع الاخرى وهي لا تحتاج لتقنيات وهذا الذي تم استخدامه في تصميم شبكة تصريف مياه الامطار لطريق وادي الجوز.

. شبكة تسير بفعل الضخ (Pressure sewer system)

نلجأ لها إذا اضطررنا لتصميم شبكة تسير فيها المياه من المنطقة الاقل ارتفاعا الى الاعلى ارتفاعا (من الهابط) حيث تكون المواسير ممتلئة بشكل كلي . وهي مكلفة وتحتاج لتقنيات خاصة.

. شبكة تعتمد على تفريغ وشفط الهواء (Vaccum sewer system)

## - تصريف مياه الامطار

يبنى على طول شبكة المجاري عدد من المنشآت الملحقة غايتها فحص وصيانة شبكة المجاري او تادية اغراض معينة.

غرف التفتيش (manholes)

تعد المطابق من اهم ملحقات شبكات تصريف مياه الامطار و غاية هذه العناصر الكشف على المجاري وتنظيفها من حين لآخر من الرواسب المتجمعة فيها او اصلاح الشبكة وصيانتها حسب اللزوم.

تبنى غرف التفتيش عادة

. عند تغيير الاتجاه المفاجئ او تغيير منسوب المصرف المفاجئ

. عند اتصال المصارف ببعضها البعض

. عند تغيير الميل الطولي

. عند بداية المصرف

الفوهات المطرية (inlets)

تبنى هذه المنشآت عند اطراف الشوارع محاذية للارصفة غايتها استقبال مياه الامطار من الشوارع والساحات وتحويلها الى شبكات المجاري المطرية او المشتركة .





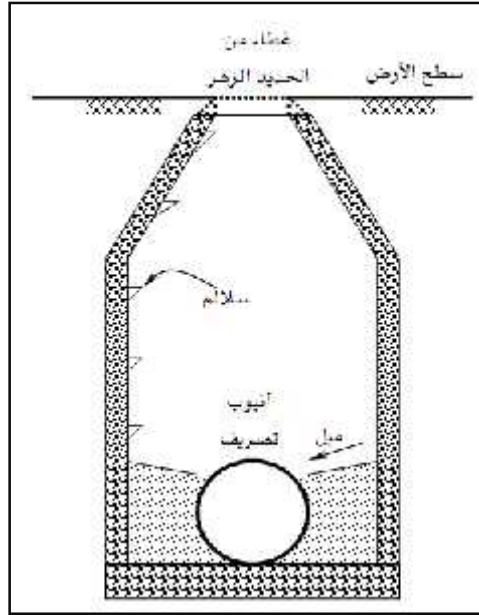
( - ) فوه مطرية

- خصائص المواد التي تصنع منها مواسير الصرف الصحي

- . ان تتحمل الضغوط التي تقع عليها من الخارج دون ان تتعرض للكسر او التلف.
- . ان تكون مستقيمة خالية من الانحناء.
- . ان تكون مصنوعة من مادة صماء ما امكن لا ينفذ منها الماء او الغازات.
- . المواسير بالاقطار والكميات المطلوبة.
- . مقاومة المواسير للاحمال الخارجية.
- . طبيعة التربة ومدى تحملها.
- . سهولة التنفيذ

- المواد التي تصنع منها مواسير المجاري

- . مواسير خرسانية عادية .
- . مواسير خرسانية مسلحة.
- . مواسير خرسانية مبطنة بالفخار المزجج.
- . مواسير فخار حجري مزجج.



( - ) مقطع لمنهل

#### - جريان مياه الامطار

تصريف مياه الامطار هو تصريف المياه التي تكونت بعد او اثناء عملية الهطول وتعتمد :

- . الهطول موزع بانتظام على كل المساحة.
- . الغزارة ثابتة على كل فترة الهطول.
- . يوجد تناسب في الوقت بين الهطول والتصريف .

جريان مياه الامطار يحسب التصريف الناجم عن الامطار عادة بعد تحديد العاصفة المطرية التصميمية في المنطقة او المدينة وكذلك زمن التركيز انطلاقا من الطريقة العقلانية . وكذلك وفق الخطوات التالية :

- . يتم الحصول من دائرة الارصاد الجوية على منحنيات الهطول المطري من اجل تواترات مختلفة.
- . يحسب زمن التركيز (Time of concentration tc) وهو الزمن اللازم لوصول الجريان السطحي من أبعد موقع على المساحة المغذية الى الموقع المدروس او بمعنى اخر هو الوقت الذي تستغرقه المياه رض جراء الهطول لتسير من أبعد نقطة في الشبكة حتى تدخل وتتدفق في الانابيب التي ستصرف مياه الامطار .

$$tc = \frac{(1.8 1.1 - c 3.28D)^{0.5}}{5^{0.33}} \dots\dots\dots \text{Equation 8.1}$$

حيث tc زمن التركيز ( ) .

C عامل الجريان السطحي.

D مسافة الجريان السطحي بين ابعء نقطة هطول والموقع المدرس (m).

S الميل الطولي للسطح المغذي.

من اجل مواقع اخرى على المصرف يحسب زمن التركيز (tc) بمجموع زمن التركيز الاول ويدعى

في هذه الحالة زمن الدخول الى المصرف (ti) وزمن الجريان ضمن المصرف بين بداية المصرف

(tf).

$$t_f = \frac{\text{length of pipe}}{\text{velocity of flow}} = \frac{l}{v} \quad \dots\dots\dots\text{Equation 8.2}$$

حيث

$t_f$  = زمن الجريان ضمن المصرف بين بدايته والمقطع المدرس ( ) .

=L (m)

V = سرعة الجريان الوسطية ضمن المصرف (m/s).

أي من زمن التركيز الجديد يصبح :

$$t_c = t_i + t_f \quad \dots\dots\dots\text{Equation 8.3}$$

$t_c$  = time of concentration

$t_i$  = inlet time

$t_f$  = flow time

$t_i$  قيمها تعتمد على شدة انحدار المنطقة كالاتي:

$t_i = 5$  min للمنطقة شديدة الانحدار (ذات الميول العالية).

$t_i = 10-15$  min

$t_i = 20-30$  min

يكون الجريان في مقطع معين من المصرف المطري أعظما عندما تكون مدة العاصفة المطرية مساوية

لزمن التركيز (ti) تختلف فترة التكرار او الهطول المطري المختار حسب كبر المدينة واهمية المنشآت الموجودة فيها وتزداد هذه الفترة بازدياد مساحة واهمية المدينة بعد تحديد منحني الهطول المطري الموافق

( قيمة شدة الهطول المطر i

t الذي يساوي tc للمقطع المدرس وتستننتج قيمة الجريان نتيجة العاصفة المطرية التصميمية من العلاقة

التالية :

$$Q = CIA$$

.....Equation 8.4

حيث:

Q الجريان الاعظمي الناجم عن العاصفة المطرية  $m^3/s$  ( / ثانية ) I (L/s.ha) عامل الجريان السطحي وتؤخذ قيمة وسطية له عند اختلاف طبيعة السطوح المغذية وبحسب نسبة مساحتها الجزئية الى المساحة الاجمالية .

I شدة الهطول المطري الوسطية المستنتجة من الشكل ( mm/hr ) تحويلها (L/s.ha) العلاقة التالية:

$$( mm/min^* ) \Rightarrow L/s.ha$$

A المساحة السطحية المغذية (هكتار).

. يحدد عامل الجريان السطحي طبيعة السطح للمنطقة المدروسة من الجدول ( - ) ويعرف عامل الجريان بنسبة الجريان السطحي الناجم عن المطر الى الجريان المطري الاجمالي الهائل فوق (وهو دوماً ) .

( - ) عامل الجريان السطحي C

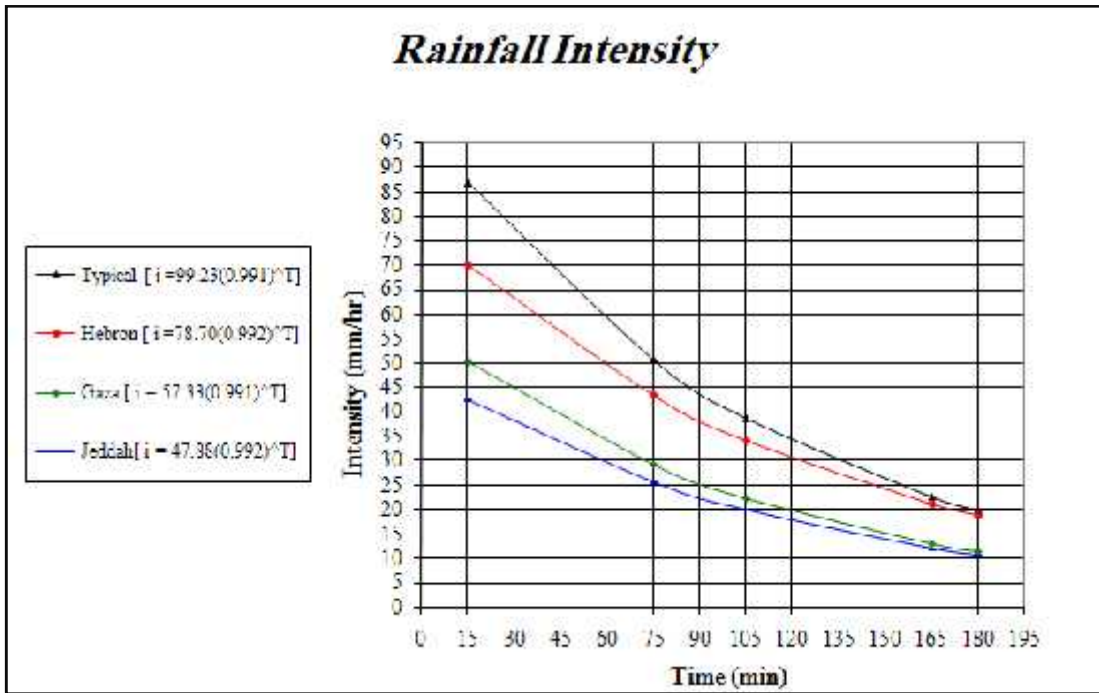
| قيمة العامل (C) |                                |
|-----------------|--------------------------------|
| 0.7-0.95        | مناطق تجارية                   |
| 0.3-0.70        | مناطق سكنية                    |
| 0.25-0.40       |                                |
| 0.15-0.35       | - مسطحات رياضية                |
| 0.70-0.95       | طرق اسفلتية وخرسانية           |
| 0.70-0.95       |                                |
| 0.10-0.15       | مروج ذات تربة رملية بميل % 2-7 |
| 0.18-0.22       | مروج ذات تربة كتيمة بميل % 2-7 |

ويأتي أهمية معامل الانسياب السطحي لان هناك كمية مياه مفقودة بسبب عملية التبخر وكمية تتخلل وتنسرب إلى باطن الأرض وكمية أخرى تبقى على سطح الأرض لتشكل البقع ، وتعتمد كمية المياه المفقودة على عدة عوامل أهمها درجة الحرارة ونوع التربة وما تحتويه من مياه وكذلك مدة استمرار الهطول. وعندما تحتوي المنطقة على أسطح مختلفة بمعاملات متباينة ، فان المعامل المناسب لكل سطح يضرب في جزئية مساحته ومن ثم تجمع المعاملات كما في العلاقة التالية :

$$C_{avg} = \frac{\sum C_i \cdot A_i}{\sum A_i} \dots\dots\dots \text{Equation 8.5}$$

**(Rainfall Intensity)**

تعتمد طريقة حساب شدة سقوط المطر على مدة استمرار الهطول ، لذلك من المتوقع أن تكون غزارة المطر عالية عندما تكون الفترة قصيرة ، ومن المناسب تمثيل ط الأمطار على شكل منحنيات مدة سقوط الأمطار مع غزارتها لفترات دورية عند ، سنة ، وهي تشمل اكبر كمية مياه أمطار سقطت خلال الفترات الدورية ، ويمكن استخدام المنحنيات المصممة على أساس سنة في المناطق المعرضة إلى فيضانات.



( - )

(لا بد من الاشارة الى ان كمية الامطار التراكمية بمدينة الخليل هو .  
والنسبة المئوية . % حسب دائرة الارصاد الجوية الفلسطينية).



## تصميم شبكة تصريف مياه الامطار

### - التصميم الهيدروليكي للمصارف

لحساب كمية الأمطار يتم إتباع الطرق الآتية  
- طريقة المنطقية ( Rational Method )

$$Q = CIA$$

.....(Equation 9.1).

تناوله بالتفصيل في الفصل السابق.

عندما تصل مياه الأمطار إلى أنابيب الصرف تبدأ في التدفق بشكل منتظم تحت تأثير الجاذبية الأرضية، إلا أن ذلك التدفق يعتمد على عدة عوامل منها : ميل أنابيب الصرف ، مساحة مقاطعها ، خشونة الأنابيب ، حالة التدفق،

إن تدفق المياه في الأنابيب بشكل جزئي (غير ممثلة) تكون أشبه بالقنوات المائية المفتوحة ، بحيث تطبق عليها معادلة ماننغ (Manning Equation) والتي تأخذ الصيغة التالية

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad \text{.....(Equation 9.2)}$$

حيث :

: V

n = معامل الخشونة بالنسبة للأنابيب الخرسانية ( . ) .

R = نصف القطر الهيدروليكي بالمتر = / المحيط المبلول.

$$R = D/4 \quad \text{.....(Equation 9.3)}$$

S : درجة ميل الأنبوب.

ويختلف معامل الاحتكاك بحسب طبيعة المادة المصنوعة منها الأنبوب ، وتتغير مع عمر استخدام الأنبوب ( - ) يبين قيم معامل الاحتكاك لمواسير مصنوعة من مواد مختلفة.

( - ) (n) لأنابيب مختلفة المواد .

| n           |                     |
|-------------|---------------------|
| 0.011-0.014 | زهر مغطاه بالبتومين |
| 0.010-0.017 |                     |
| 0.012-0.016 |                     |
| 0.013-0.017 |                     |
| 0.010-0.013 |                     |

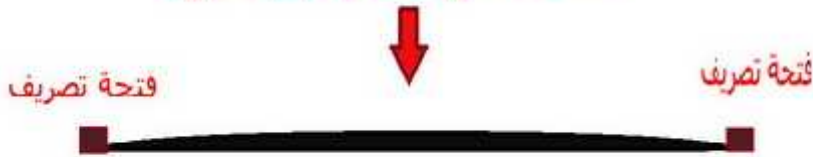
### - الميل العرضاني للطريق

الميل العرضاني المخصص لغايات تصريف مياه سطح الطريق والذي هو بحدود % والشكلين التاليين يوضحان ذلك .

( - ) يجب أن يكون الطريق المسفلت مائل باتجاه التصريف فحتى لو أمطرت لساعات فإن المياه لن تبقى في الطريق أبداً.

### تصريف مياه الأمطار والسيول

يجب أن يكون منتصف الطريق  
مرتفع عن الأطراف أو مقوس للخارج  
حتى تنجيه مياه الأمطار والسيول  
لفتحات التصريف على جانبي الطريق



( - ) تصريف المياه على الطرق ذات المسار الواحد

أما في الشوارع ذات المسارين فستكون على هذا النحو التالي.



( - ) تصريف المياه على الطرق ذات المسارين.

وتكون هناك مجاري كبيرة لتجميع المياه تحت الطريق ويتم تركيزها في مجمعات كبيرة ويتم ضخها لمركز خارج المدينة للتخزين لأن مياه الأمطار هي مياه نظيفة ويمكن بعد تنقيتها إعادة توزيعها للسكان كمياه شرب نظيفة ومعقمة.

يتم تجميع مياه الأمطار والسيول في خزانات مستقلة وفي مجمعات أكبر ومن ثم يتم ضخها إلى خزانات خارج المدينة وتقوم بعض الشركات على تخزينها ومن ثم تنقيتها والإستفادة منها لسقاية الأشجار أو غير ذلك .

#### - التخطيط الاولي للشبكة

بناء على الدراسات الاولية فانه يمكن تصور انسب تخطيط للشبكة بحيث يكون مسار الخطوط خاليا من العوائق ويتم رسم خطوط الشبكة على طول الشوارع وتوضح باسهم تبين اتجاه التدفق والتي عادة باتجاه ميول الارض ويجب ان يبين التخطيط كل التفصيل الخاصة بالخطوط الرئيسة للشبكة وغرف التنقيش وكافة المواسير المجاورة على الطريق.

#### - (the profile )

يوضح القطاع الجانبي :

. منسوب سطح الارض وموقع الطبقة الصخرية ونوع فرشاة الانابيب المستخدمة.

. اقطار واطوال وميول الانابيب ومستوى قعر كل منها.

واعماقها وارقامها وكذلك الجسات الارضية ان وجدت.

### - تخطيط القطاع الجانبي the profile

يتم رسم القطاع الجانبي العمودي لكل خط من خطوط الشبكة بناء على البيانات المساحية وكما هو الحال في مشاريع مياه الامطار فان القطاع الجانبي لخطوط شبكة تصريف مياه الصرف الصحي يلزم ان يتراوح مقياس التخطيط الافقي لها من : حسب التفاصيل اللازم توضيحها اما مقياس التخطيط الرأسي فيمكن ان يوخذ اضعاف المقياس الافقي ويجب ان يبين الوجه الجانبي كل المعلومات الخاصة بمستوى سطح الارض ومواقع غرف التفتيش ونوع الفرش وميول المواسير وحجم المواسير وغيرها.

ترتكز انظمة تصريف مياه الامطار لمنطقة معينة على الطبيعة الجغرافية والاحوال المناخية لتلك المنطقة وترتبط بكمية مياه الامطار (rainfall) وما تولده من مياه تتساب على سطح الارض (runoff).

### - مميزات انظمة تصريف مياه الامطار عن انظمة تصريف المياه العادمة

. ليس شرط ان تمر في كل شارع ولكن تمر من اماكن تجميع المياه.  
. حالة تاكل الانابيب محدودة.

### - تصميم شبكة تصريف مياه الامطار

قبل الشروع في اعمال تصميم شبكات تصريف مياه الامطار لا بد من عمل الدراسات الاولية المتمثلة في جمع المعلومات التالية

- . خرائط لمنطقة المشروع والمتوفرة لدى البلدية بحيث توضح المباني والشوارع والارض الفضاء والخطوط الكنتورية وعلامة منسوب المنطقة ويفضل ان تكون بمقياس رسم من :
- . حالة تربة المنطقة من حيث قدرة تحملها ومنسوب المياه الجوفية بها وعمق الطبقة الصخرية ومدى الحاجة الى الحوائط الساندة اثناء عمليات الحفر وقد يكون من المناسب عمل جسات محدودة لتحريات
- . نوع الخدمات المتوفرة بالمنطقة مثل خطوط شبكات تغذية المياه والكهرباء والهاتف وغيرها وبعض الانفاق والجسور ومدى اعاققتها لمشروع شبكات الامطار واقتراح الحلول البديلة في حالة وجود هذه العوائق.

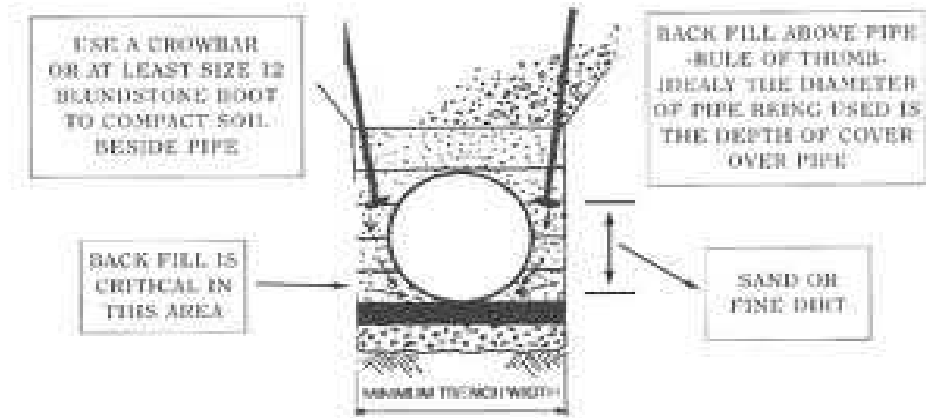
## - خطوات تصميم شبكة تصريف مياه الامطار

تصميم مجاري الامطار يتم باتتباع الخطوات التالية:

- . تقسيم منطقة المشروع الى مناطق جزئية بخطوط حسب التقسيم المائي المناسب A.
- . ايجاد معامل مياه الامطار الجارية حسب طبيعة كل منطقة C.
- . ايجاد الوقت اللازم لدخول مياه الامطار الجارية الى البالوعات t.
- . i.
- . اب كمية مياه الامطار المتدفقة لكل مقطع من المنطقة  $(Q=C.i.A)$ .
- . استخدام معادلة ماننغ لحساب قطر انبوب التصريف لكل مقطع.
- . بعد حساب اقطار الانابيب وسرعة المياه فيها لجميع الخطوط يلزم التأكد من تحقيق شروط التصميم

## - خطوط المواسير ( الحفريات والردم Excavation and Backfill )

تحفر الخنادق التي توضع بعناية وبالانتساع الكافي ويجب ان تكون مقاسات الخندق واسعة لايواء الانبوب وللقيام باعمال التركيب اللازمة وقد يتراوح عرض الخندق من مم للانابيب مم للانابيب ويوضح الشكل ( - )



( - )

اما الردم فيتم من اجل حمايتها من الاضرار والكسر الذي قد تسببه احمال المرور وكذلك حمايتها من التجمد الذي ينتج عن الانخفاض في درجات الحرارة وتوضع الانابيب تحت سطح الارض بعمق يتراوح من .

شبكات تصريف مياه الأمطار فيتم اعتماد

مع مراعاة ان يكون ذلك على طبقات مع ذلك كل طبقة على ان تكون الاتربة المستعملة في الردم متجانسة خالية من الحصى والاجسام الكبيرة حتى يكون الردم منتظما حول الماسورة مما يعطي انتظاما لتوزيع الاعمال في

وهناك طريقتان يمكن استخدامهما في تصريف مياه الأمطار وهما : طريقة الأنابيب المغلقة والتي يحفر لها وتوضع تحت سطح الأرض على امتداد طرقات المنطقة، وطريقة القنوات المفتوحة، وتعمل كلا الطريقتين على تصريف مياه الأمطار من المناطق الحضرية ، مثل المدن ، إلى أماكن التصريف خارج تلك المناطق ، وتستخدم في الغالب الأنابيب الخرسانية الدائرية لتصريف مياه الأمطار ، حيث تتوفر في الأسواق بأقطار مختلفة وقد يلزم تصنيعها بأقطار محدد حسب حاجة المشروع .

#### - الاعتبارات التصميمية

- ✓ فترة التصميم : ( - ) .
- ✓ الطريقة المنطقية (Rational Formula) لحساب كمية التدفق ، (Equation 9.1).
- ✓ من مكان سقوطها إلى خط التصريف .
- ✓ غ وهازن في التصميم .
- ✓ السرعة الدنيا في الأنبوب (0.9m/sec) .
- ✓ ( 5m/sec ) .
- ✓ بين المناهل (90-120m) .
- ✓ (250mm) .
- ✓ (1m) .
- ✓ (5m) .
- ✓ أقل ميل للخط (0.005) .
- ✓ أكبر ميل للخط (0.1) .
- ✓ (5m) .
- ✓ نوع الخطوط المستخدمة خرسانية .
- ✓ المناهل قوالب خرسانية .
- ✓ (h/d) .
- ✓ ان احجام الاقطار تزيد مع زياد .
- ✓ تخطيط القطاع الجانبي the profile .

- تصميم شبكة تصريف مياه امطار لطريق وادي الجوز

- تم أولاً وضع خطوط تصريف مياه الأمطار وذلك برسم الخط المقترح بحيث تم الأخذ بعين الاعتبار

- بعد ذلك تم توزيع المناهل على خط التصريف وإعطاء كل منهل رقم .

حيث قمنا بتوزيع المناهل على طول جانب الطريق  
مياه الامطار من الفوهات المطرية inlet الطريق

( cross section ) وبمراعاة اتجاه الميل .وكان التصريف على خطين (line B) ويبدأ من اول الطريق  
0+00 حسب توزيع المحطات على ال plane وينتهي عند 1+30 ( outlet )  
خط التصريف الثاني (line A) فيبدأ من نهاية الطريق عند المحطة 1+386 وينتهي عند المحطة 1+30  
التصريف (outlet) وهي النقطة الاخفض على الطريق بالنظر للمقطع الجانبي للطريق حسب ما هو موضح في  
( ) .

تم تصميم الشبكة بالاعتماد على الخارطة الكنتورية لمدينة الخليل .الجزء الذي يهمننا منها  
( ) .

الطريق و المساحة التي هي اكثر ارتفاعا والتي تنساب منها المياه (تعتمد على مقلب المياه)  
ما يوضح الشكلين المرفقين للمشروع (22) (23) وتم ايجاد المساحات التي يخدمها كل منهل حسب الموضح  
في الجدولين ( - ) ( - ) .

: كافة الجداول المشار اليها مرفقة في نهاية هذا الفصل.

استخدمنا برنامج السيور كاد لتصميم هذه الشبكة لكن لا بد من الاشارة الى كيفية التصميم يدويا.

التصميم يدويا باستخدام جداول التصميم

بالرجوع الى الجدول التوضيحي ( - ) يتم التصميم :

- ( ) ( ) تم إعطاء كل منهل رقم حيث يتم الترقيم من أعلى الخط أي  
باتجاه سريان الماء تحت تأثير الجاذبية ، عمود ( ) يمثل مسافة الخط الجزئي الممثل ما بين  
منهلين ، عمود ( ) يمثل المسافة التراكمية للخط .

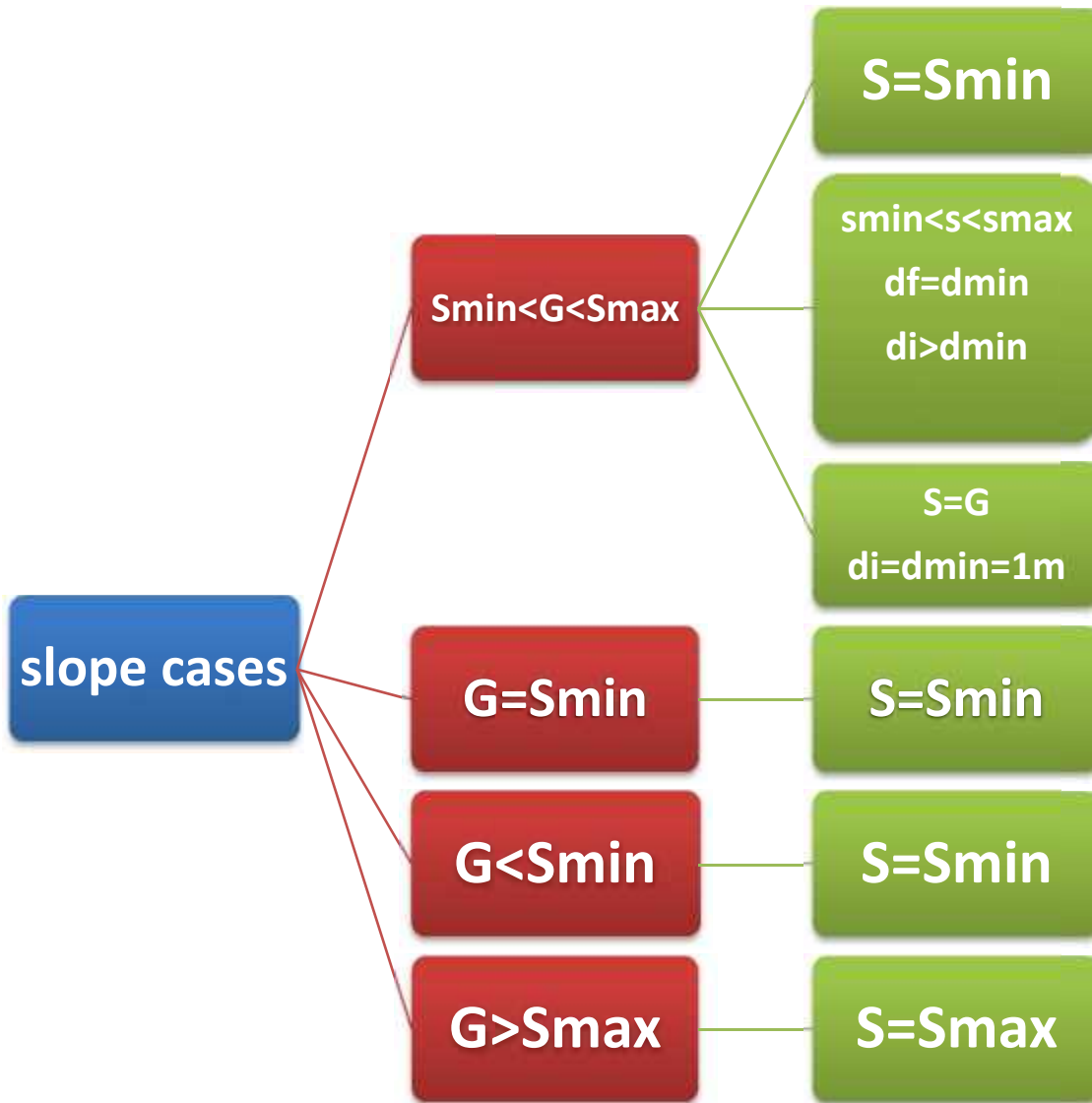
- ( ) يمثل المساحة الجزئية للخط بوحدة الهكتار حيث أن تلك المساحة تعتمد على مقلب  
المياه ، عم ( ) يمثل الرافد لهذا الخط .

- ( ) حيث يمثل معامل الانسياب السطحي للمساحة الجزئية للخط وتم اعتبارها 0.15 لانها منطقة رملية او تربة عادية او طريق غير مرصوفة ( - )
- ( ) ( ) تستخدم لحساب كثافة الهطول وذلك لحساب التدفق التصميمي حيث عمود ( ) يمثل حساب معامل الانسياب السطحي لكل مساحة جزئية ممثلة للخط وتم حسابه كما ذكر في النقطة السابقة، عمود ( ) يمثل المساحة الجزئية مضروبة بمعامل الانسياب السطحي (C) ( ) يمثل الكمية التراكمية للعمود ( ) ( ) يمثل زمن تركيز العاصفة حيث تم حسابها عن طريق المعادلة (8.3) حيث تم اعتماد (ti) وهو زمن دخول المياه من مكان سقوطها إلى خط التصريف ( ) يمثل كثافة الهطول بوحدة (L/s) (Tc) نستطيع إيجادها من شكل ( - ) حيث نحصل على قيمة (I) (mm/hr) ويتم تحويلها إلى وحدة (L/s) ( ) يتم حسابه بضرب عمود ( ) ( ) (Equation 9.1) .
- ( ) ( ) ( ) يمثل ارتفاع المنهل الأعلى حسب اتج ( ) يمثل ارتفاع المنهل الأهبط بالنسبة لاتجاه الخط ، عمود ( ) يمثل ميل الشارع ما بين تلك النقطتين حيث يتم حسابه بطرح عمود ( ) ( ) . ( )
- يتلخص معلومات التصميم الرئيسية لشبكة الصرف من عمود ( ) ( ) ( ) يمثل قطر الأنبوب حيث يتم تحديده بالفرض بناءً على كمية التدفق وميل الأرض حيث نبدأ بأقل قطر تصميمي وهو 250mm ( ) والذي يمثل الميل للانبوب ويتم يجاده تبعاً لما هو موضح في :

حيث ان:

$$G \text{ ميل الارض الطبيعية } S \text{ ميل الانبوب } 0.005 = S_{min} = 0.1 = S_{max}$$





( - ) حالات الميل

وبمعلومية ميل الانبوب وقطره نجد من الجداول  $Q_{full}$  ونملاها في العمود ( )  $V_{full}$  ونملاها

( ) فهو نفسه العمود ( ) ويمثل  $Q_{par}$  وبمعلومية  $(Q_{par}/Q_{full})$

$V_{full}$   $V_{par}/V_{full}$  ( )  $h$   $h/D$

( )  $V_{par}$  ونملاها في العمود ( ) فهو ناتج قسمة العمود ( )

( ) لتحويل الوحدة الى دقيقة اما العمود ( ) فهو الجمع التراكمي للعمود ( )

✓ استخدمنا برنامج السيور كاد لتصميم هذه الشبكة بالاعتماد على معايير واسس التصميم المذكورة سابقا للمناهل والتي تم الحصول عليها من المقطع الجانبي للطريق بادخال كمية التدفق فتم الحصول على الجداول التصميمية كما هو موضح في الجدولين (5- ) (6-).

: كافة الجداول المشار اليها مرفقة في نهاية هذا الفصل.

وحصلنا على البروفايل لكل خط كما هو موضح في الاشكال (24) (31) .

#### - طريقة تنفيذ خط مواسير الصرف

تتلخص تنفيذ شبكة المجاري في الخطوات التالية:

- . يحدد محور الماسورة ويفضل ان يكون في محور الطريق ان امكن.
- . يحدد نصف عرض الخندق على كل من جانبي المحور.
- . يبتدأ في الحفر حتى العمق المطلوب ويكون هذا الحفر اما يدويا او اليا مع تشكيل القاع بحيث تسند الماسورة على ربع محيطها بالكامل وليس على الراسم الاسفل فقط شكل وكذلك لمنع انهيار الاتربة ويتوقف نوع هذه الشدات ومدى العناية بها على عمق الحفر ونوع التربة التي يتم بها الشكل يبين بعض انواع لهذه الشدا .
- . للتأكد من وصول الحفر الى العمق المطلوب تستعمل لوحة اللحمة وقضيب او شاخص اللحمة.
- . تنزل المواسير الى القاع باستعمال خطافات وسلاسل خاصة.
- . بعد ذلك يتم لحامها ثم يجرب للتأكد من سلامة المواسير واللحامات وذلك بضغط الماء في خط المواسير .

## تصميم شبكة تصريف مياه الامطار

- التصميم الهيدروليكي للمصارف
- الميل العرضاني للطريق
- التخطيط الاولي للشبكة
- (the profile )
- تخطيط القطاع الجانبي the profile
- مميزات انظمة تصريف مياه الامطار عن انظمة تصريف المياه العادمة
- تصميم مجاري مياه الامطار
- خطوات تصميم شبكة تصريف مياه الامطار
- خطوط المواسير ( الحفريات والردم Excavation and Backfill )
- الاعتبارات التصميمية
- تصميم شبكة تصريف مياه امطار لطريق وادي الجوز
- طريقة تنفيذ خط مواسير الصرف

**Table (9-4) Storm Water Drainage Design Calculation Sheet**

| Line. | Location |                 |                 | Length<br>m | Length cumulative<br>m | Increment Tributary Area<br>ha | Tributary Sewer Line No. | Rainfall Intensity       |          |             |                          |                        | Street Data |                         |                         | DESIGN             |                       |                         |                           |                             |                  |                          |                             |                            |                             |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------|----------|-----------------|-----------------|-------------|------------------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|----------|-------------|--------------------------|------------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|       | Street   | Upper Inlet No. | Lower Inlet No. |             |                        |                                |                          | Runoff Coefficient ( C ) | CA<br>ha | Σ C A<br>ha | Concent. Time(Tc)<br>min | Intensity(i)<br>l/s.ha | Q<br>l/s    | Upper MH Elevation<br>m | Lower MH Elevation<br>m | Street Slope.<br>% | Sewer Diameter.<br>mm | Depth of Flow (h)<br>mm | Capacity Full (Qf)<br>l/s | Partial capacity (Q)<br>l/s | Sewer Slope<br>% | Vull velocity(Vf)<br>m/s | Partial velocity(Vp)<br>m/s | Time Line Flow (TL)<br>min | Time Line Cumulative<br>min |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|       |          |                 |                 |             |                        |                                |                          |                          |          |             |                          |                        |             |                         |                         |                    |                       |                         |                           |                             |                  |                          |                             |                            |                             | 1 | 2 | 3 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
|       |          |                 |                 |             |                        |                                |                          |                          |          |             |                          |                        |             |                         |                         |                    |                       |                         |                           |                             |                  |                          |                             |                            |                             |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

**Table ( 9-5 ) Storm Water Design Report For ( Line A )**

| Manhole Report |                      |             |                      |                |                  | Pipe Report |                  |                    |               |                   |
|----------------|----------------------|-------------|----------------------|----------------|------------------|-------------|------------------|--------------------|---------------|-------------------|
| Label          | Ground Elevation (m) | Station (m) | Manhole Diameter (m) | Velocity (m/s) | Total Flow (L/S) | Label       | Upstream Manhole | Downstream Manhole | Section Shape | Section Size (mm) |
| MH-1           | 889.69               | 0+00        | 1.2                  | 3.58           | 36.85            | P-1         | MH-1             | MH-2               | Circular      | 250               |
| MH-2           | 885.757              | 0+26        | 1.2                  | 3.62           | 38.30            | P-2         | MH-2             | MH-3               | Circular      | 250               |
| MH-3           | 883.634              | 0+46        | 1.2                  | 3.09           | 39.39            | P-3         | MH-3             | MH-4               | Circular      | 250               |
| MH-4           | 882.947              | 0+56        | 1.2                  | 2.59           | 40.18            | P-4         | MH-4             | MH-5               | Circular      | 250               |
| MH-5           | 882.51               | 0+66        | 1.2                  | 2.43           | 41.05            | P-5         | MH-5             | MH-6               | Circular      | 250               |
| MH-6           | 881.057              | 1+10        | 1.2                  | 2.7            | 45.52            | P-6         | MH-6             | MH-7               | Circular      | 250               |
| MH-7           | 879.762              | 1+46        | 1.2                  | 3.81           | 45.79            | P-7         | MH-7             | MH-8               | Circular      | 250               |
| MH-8           | 872.011              | 2+21        | 1.2                  | 3.81           | 45.79            | P-8         | MH-8             | MH-9               | Circular      | 250               |
| MH-9           | 865.625              | 2+75        | 1.2                  | 3.45           | 50.33            | P-9         | MH-9             | MH-10              | Circular      | 250               |
| MH-10          | 864.159              | 2+95        | 1.2                  | 3.54           | 78.16            | P-10        | MH-10            | MH-11              | Circular      | 250               |
| MH-11          | 863.012              | 3+15        | 1.2                  | 2.45           | 87.89            | P-11        | MH-11            | O-1                | Circular      | 250               |
| O-1            | 862.177              | 3+55        | 1.2                  | 0              | 87.89            |             |                  |                    |               |                   |

**Table ( 9-6 ) Storm Water Design Report For ( Line B )**

| Manhole Report |                      |             |                      |                |                  | Pipe Report |                  |                    |               |                   |
|----------------|----------------------|-------------|----------------------|----------------|------------------|-------------|------------------|--------------------|---------------|-------------------|
| Label          | Ground Elevation (m) | Station (m) | Manhole Diameter (m) | Velocity (m/s) | Total Flow (L/S) | Label       | Upstream Manhole | Downstream Manhole | Section Shape | Section Size (mm) |
| MH-1           | 920.69               | 0+00        | 1.2                  | 1.98           | 34.82            | P-1         | MH-1             | MH-2               | Circular      | 250               |
| MH-2           | 920.29               | 0+20        | 1.2                  | 1.83           | 42.61            | P-2         | MH-2             | MH-3               | Circular      | 250               |
| MH-3           | 920.09               | 0+30        | 1.2                  | 2.22           | 47.64            | P-3         | MH-3             | MH-4               | Circular      | 250               |
| MH-4           | 919.3                | 0+64        | 1.2                  | 3.24           | 63.77            | P-4         | MH-4             | MH-5               | Circular      | 250               |
| MH-5           | 918.466              | 0+79        | 1.2                  | 4.57           | 89.17            | P-5         | MH-5             | MH-6               | Circular      | 250               |
| MH-6           | 909.023              | 1+74        | 1.2                  | 4.75           | 101.46           | P-6         | MH-6             | MH-7               | Circular      | 250               |
| MH-7           | 903.738              | 2+23        | 1.2                  | 4.64           | 118.55           | P-7         | MH-7             | MH-8               | Circular      | 250               |
| MH-8           | 898.609              | 2+83        | 1.2                  | 3.85           | 128.72           | P-8         | MH-8             | MH-9               | Circular      | 250               |
| MH-9           | 896.331              | 3+28        | 1.2                  | 3.89           | 145.18           | P-9         | MH-9             | MH-10              | Circular      | 300               |
| MH-10          | 893.297              | 3+92        | 1.2                  | 4.11           | 145.54           | P-10        | MH-10            | MH-11              | Circular      | 300               |
| MH-11          | 891.351              | 4+28        | 1.2                  | 5.02           | 148.10           | P-11        | MH-11            | MH-12              | Circular      | 300               |
| MH-12          | 885.001              | 5+02        | 1.2                  | 5.23           | 150.32           | P-12        | MH-12            | MH-13              | Circular      | 300               |
| MH-13          | 878.991              | 5+57        | 1.2                  | 5.11           | 158.94           | P-13        | MH-13            | MH-14              | Circular      | 300               |
| MH-14          | 874.016              | 6+12        | 1.2                  | 4.04           | 167.32           | P-14        | MH-14            | MH-15              | Circular      | 300               |
| MH-15          | 870.932              | 6+77        | 1.2                  | 4.04           | 175.88           | P-15        | MH-15            | MH-16              | Circular      | 300               |
| 3MH-16         | 868.811              | 7+22        | 1.2                  | 1.82           | 201.02           | P-16        | MH-16            | MH-17              | Circular      | 450               |
| MH-17          | 868.395              | 8+32        | 1.2                  | 3.40           | 223.70           | P-17        | MH-17            | MH-18              | Circular      | 450               |
| MH-18          | 866.8                | 8+87        | 1.2                  | 4.47           | 229.80           | P-18        | MH-18            | MH-19              | Circular      | 450               |
| MH-19          | 865.223              | 9+16        | 1.2                  | 3.69           | 229.80           | P-19        | MH-19            | MH-20              | Circular      | 450               |
| MH-20          | 864.431              | 9+41        | 1.2                  | 3.79           | 252.98           | P-20        | MH-20            | MH-21              | Circular      | 450               |
| MH-21          | 862.71               | 9+97        | 1.2                  | 2.81           | 268.15           | P-21        | MH-21            | O-1                | Circular      | 450               |
| O-1            | 862.177              | 10+27       | 1.2                  | 0              | 268.15           |             |                  |                    |               |                   |



**Table (9-2) Storm Water Design Computations**

**Line A**

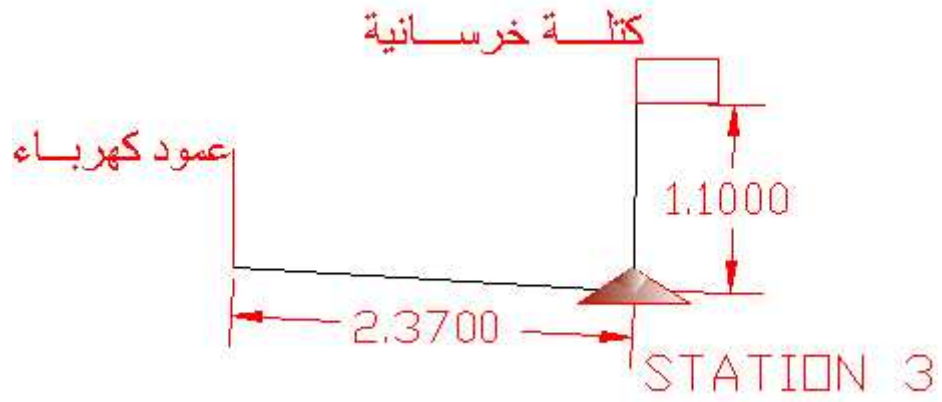
| Number | LOCATION  |                |                | Length | Length comulative | Area of street | C factor street | C.A street | Sum (AC) comulative | Tc    | (i)      | Q     | Qi    |
|--------|-----------|----------------|----------------|--------|-------------------|----------------|-----------------|------------|---------------------|-------|----------|-------|-------|
|        | Line name | Upper inlet no | lower inlet no |        |                   |                |                 |            |                     |       |          |       |       |
|        |           |                |                | (m)    | (m)               | (ha)           |                 | (ha)       | (ha)                | (min) | (L/s.ha) | (L/s) | (L/s) |
| 1      | 2         | 3              | 4              | 5      | 6                 | 7              | 8               | 9          | 10                  | 11    | 12       | 13    | 14    |
| 1      | line A    | 1              | 2              | 25.47  | 25.47             | 1.173          | 0.15            | 0.176      | 0.176               | 5.4   | 209      | 36.8  | 36.8  |
| 2      | line A    | 2              | 3              | 19.97  | 45.44             | 0.05           | 0.15            | 0.007      | 0.183               | 5.8   | 209      | 38.3  | 1.46  |
| 3      | line A    | 3              | 4              | 9.82   | 55.26             | 0.036          | 0.15            | 0.005      | 0.189               | 5.9   | 208      | 39.4  | 1.08  |
| 4      | line A    | 4              | 5              | 9.84   | 65.1              | 0.027          | 0.15            | 0.004      | 0.193               | 6.1   | 208      | 40.2  | 0.8   |
| 5      | line A    | 5              | 6              | 44.88  | 110               | 0.036          | 0.15            | 0.005      | 0.198               | 6.8   | 207      | 41.1  | 0.87  |
| 6      | line A    | 6              | 7              | 35.24  | 145.2             | 0.151          | 0.15            | 0.023      | 0.221               | 7.4   | 206      | 45.5  | 4.47  |
| 7      | line A    | 7              | 8              | 75.6   | 220.8             | 0.024          | 0.15            | 0.004      | 0.225               | 8.7   | 204      | 45.8  | 0.27  |
| 8      | line A    | 8              | 9              | 54.09  | 274.9             | 0.006          | 0.15            | 0.0008     | 0.225               | 9.6   | 202      | 45.6  | 0     |
| 9      | line A    | 9              | 10             | 19.91  | 294.8             | 0.154          | 0.15            | 0.023      | 0.248               | 9.9   | 202      | 50.2  | 4.54  |
| 10     | line A    | 10             | 11             | 19.69  | 314.5             | 0.926          | 0.15            | 0.139      | 0.387               | 10    | 201      | 78    | 27.8  |
| 11     | line A    | 11             | outlet         | 40.08  | 354.6             | 0.338          | 0.15            | 0.051      | 0.438               | 11    | 200      | 87.7  | 9.73  |



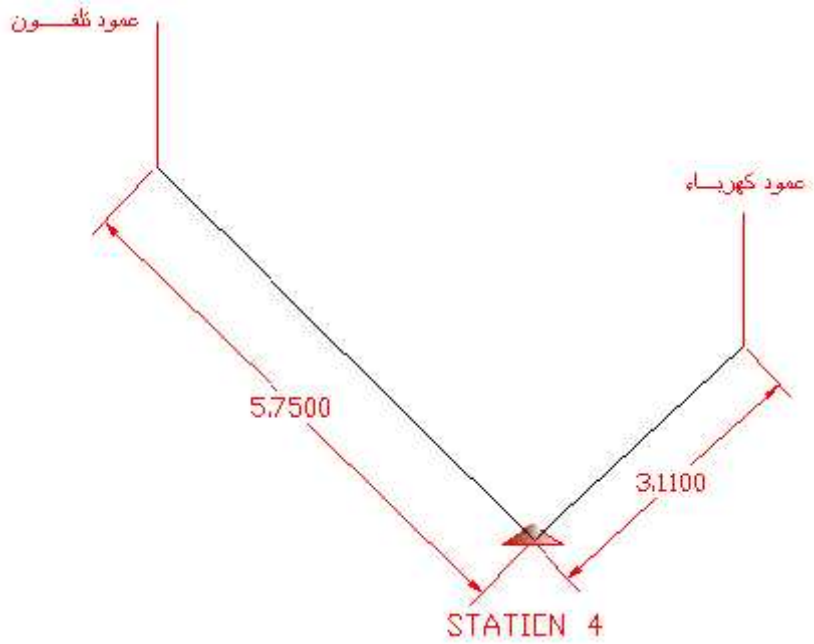
| Table (9-3) Storm Water Design Computations |           |                |                |               |                             |                        |                    |                       |                                |             |                 |            |             |
|---------------------------------------------|-----------|----------------|----------------|---------------|-----------------------------|------------------------|--------------------|-----------------------|--------------------------------|-------------|-----------------|------------|-------------|
| Line B                                      |           |                |                |               |                             |                        |                    |                       |                                |             |                 |            |             |
| NUMBER                                      | LOCATION  |                |                | Length<br>(m) | Length<br>cumulative<br>(m) | Area of street<br>(ha) | C<br>factor street | C.A<br>Street<br>(ha) | Sum (AC)<br>cumulative<br>(ha) | Tc<br>(min) | (i)<br>(L/s.ha) | Q<br>(L/s) | Qi<br>(L/s) |
|                                             | Line name | Upper inlet no | lower inlet no |               |                             |                        |                    |                       |                                |             |                 |            |             |
| 1                                           | 2         | 3              | 4              | 5             | 6                           | 7                      | 8                  | 9                     | 10                             | 11          | 12              | 13         | 14          |
| 1                                           | line B    | 1              | 2              | 19.96         | 19.96                       | 1.108                  | 0.15               | 0.166                 | 0.166                          | 5.333       | 209.5           | 34.82      | 34.82       |
| 2                                           | line B    | 2              | 3              | 9.9           | 29.86                       | 0.25                   | 0.15               | 0.037                 | 0.204                          | 5.498       | 209.2           | 42.61      | 7.794       |
| 3                                           | line B    | 3              | 4              | 33.74         | 63.6                        | 0.167                  | 0.15               | 0.025                 | 0.229                          | 6.06        | 208.3           | 47.64      | 5.031       |
| 4                                           | line B    | 4              | 5              | 15.74         | 79.34                       | 0.521                  | 0.15               | 0.078                 | 0.307                          | 6.322       | 207.8           | 63.77      | 16.13       |
| 5                                           | line B    | 5              | 6              | 94.65         | 174                         | 0.851                  | 0.15               | 0.128                 | 0.435                          | 7.9         | 205.2           | 89.17      | 25.4        |
| 6                                           | line B    | 6              | 7              | 49            | 223                         | 0.421                  | 0.15               | 0.063                 | 0.498                          | 8.717       | 203.9           | 101.5      | 12.29       |
| 7                                           | line B    | 7              | 8              | 60.74         | 283.7                       | 0.59                   | 0.15               | 0.089                 | 0.586                          | 9.729       | 202.2           | 118.5      | 17.08       |
| 8                                           | line B    | 8              | 9              | 45.41         | 329.1                       | 0.361                  | 0.15               | 0.054                 | 0.64                           | 10.49       | 201             | 128.7      | 10.17       |
| 9                                           | line B    | 9              | 10             | 64.5          | 393.6                       | 0.588                  | 0.15               | 0.088                 | 0.729                          | 11.56       | 199.3           | 145.2      | 16.46       |
| 10                                          | line B    | 10             | 11             | 35.5          | 429.1                       | 0.036                  | 0.15               | 0.005                 | 0.734                          | 12.15       | 198.3           | 145.5      | 0.359       |

|    |        |    |        |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |
|----|--------|----|--------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 11 | line B | 11 | 12     | 75    | 504.1 | 0.136 | 0.15 | 0.02  | 0.754 | 13.4  | 196.3 | 148.1 | 2.561 |
| 12 | line B | 12 | 13     | 55.37 | 559.5 | 0.113 | 0.15 | 0.017 | 0.771 | 14.33 | 194.9 | 150.3 | 2.22  |
| 13 | line B | 13 | 14     | 54.5  | 614   | 0.335 | 0.15 | 0.05  | 0.822 | 15.23 | 193.5 | 159   | 8.625 |
| 14 | line B | 14 | 15     | 65.8  | 679.8 | 0.34  | 0.15 | 0.051 | 0.873 | 16.33 | 191.8 | 167.3 | 8.375 |
| 15 | line B | 15 | 16     | 44.73 | 724.5 | 0.334 | 0.15 | 0.05  | 0.923 | 17.08 | 190.6 | 175.9 | 8.56  |
| 16 | line B | 16 | 17     | 109.9 | 834.4 | 0.984 | 0.15 | 0.148 | 1.07  | 18.91 | 187.8 | 201   | 25.14 |
| 17 | line B | 17 | 18     | 54.81 | 889.2 | 0.863 | 0.15 | 0.13  | 1.2   | 19.82 | 186.5 | 223.7 | 22.68 |
| 18 | line B | 18 | 19     | 30.27 | 919.5 | 0.251 | 0.15 | 0.038 | 1.237 | 20.33 | 185.7 | 229.8 | 6.099 |
| 19 | line B | 19 | 20     | 24.55 | 944.1 | 0.12  | 0.15 | 0.018 | 1.255 | 20.73 | 185.1 | 232.4 | 0     |
| 20 | line B | 20 | 21     | 55.08 | 999.1 | 0.903 | 0.15 | 0.135 | 1.391 | 21.65 | 183.8 | 255.6 | 23.18 |
| 21 | line B | 21 | outlet | 30.13 | 1029  | 0.59  | 0.15 | 0.089 | 1.479 | 22.15 | 183   | 270.7 | 15.18 |

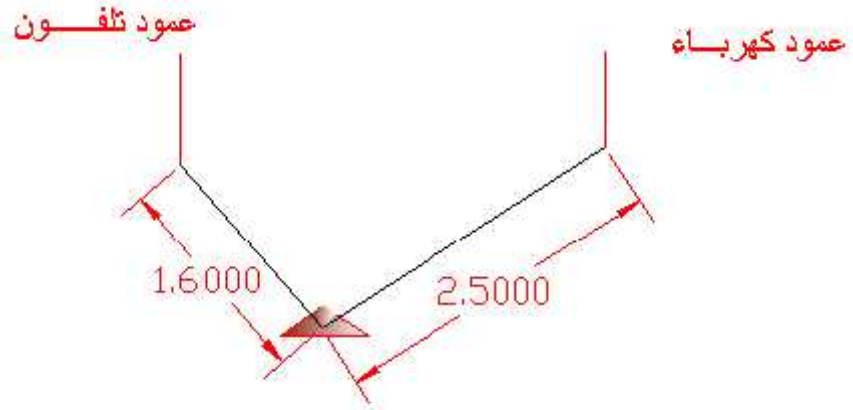
# تربيط المحطات



( - ) تربيط المحطة

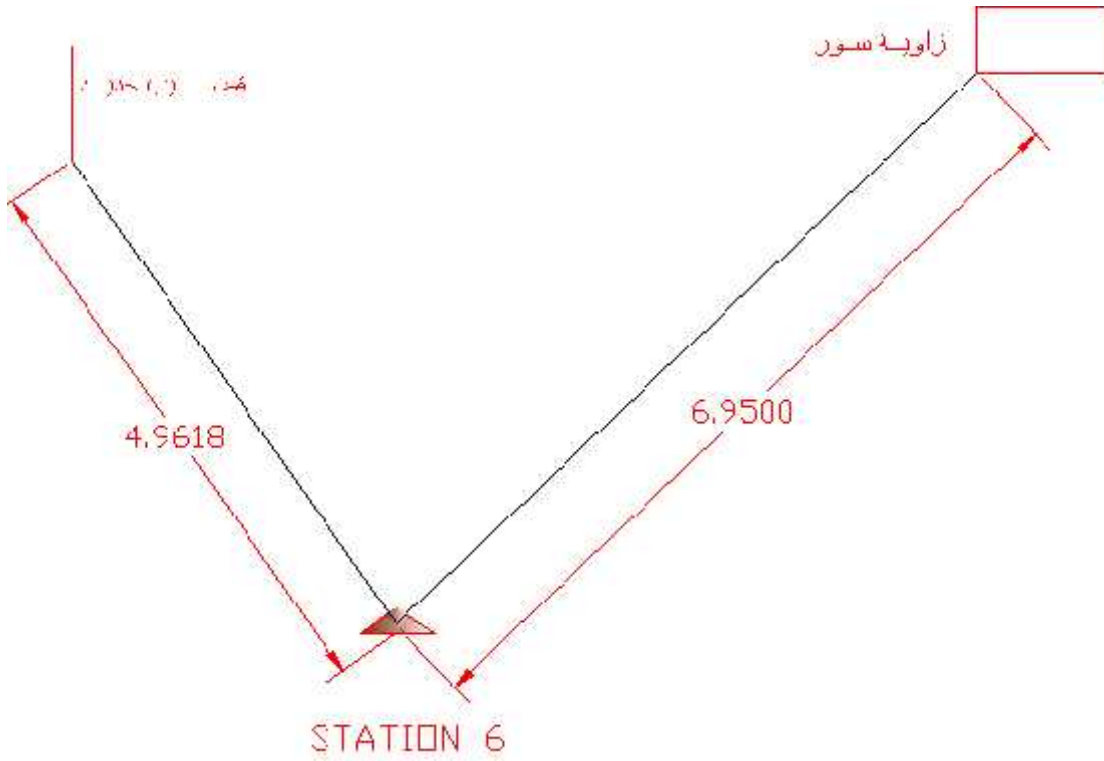


( - ) تربيط المحطة



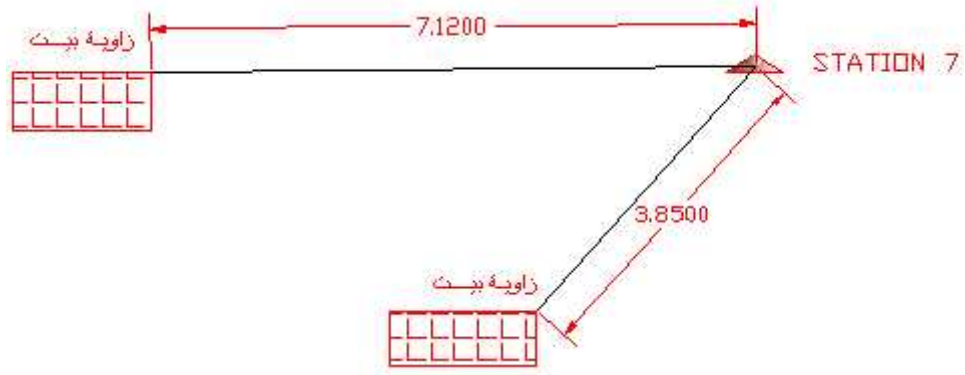
STATION 5

( - ) تربيط المحطة

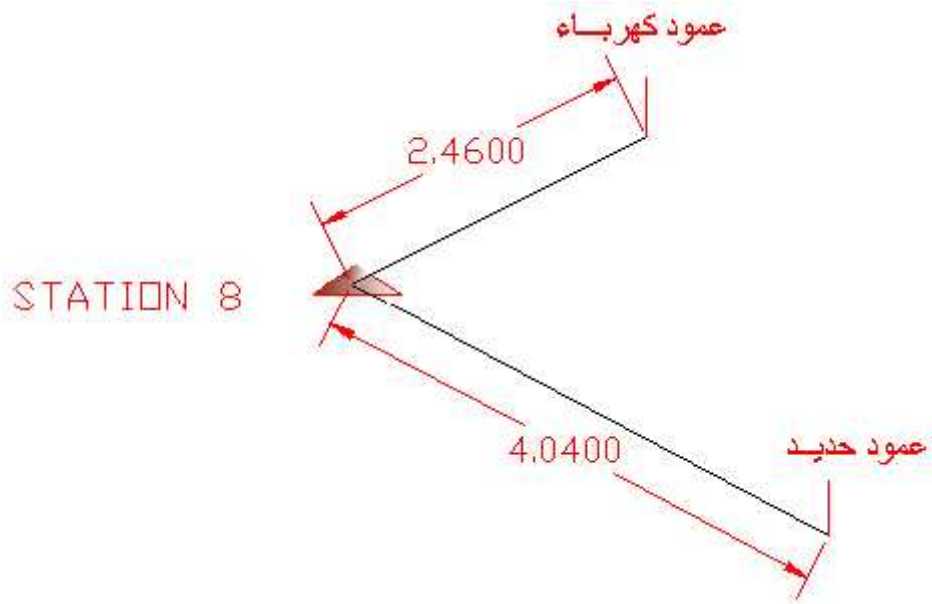


STATION 6

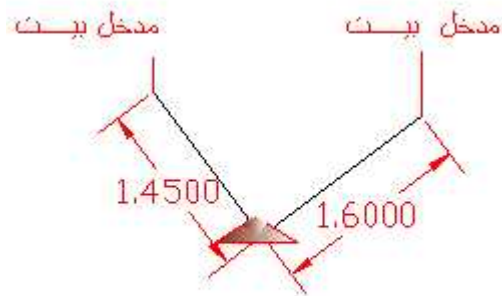
( - ) تربيط المحطة 6



( - ) تربيط المحطة

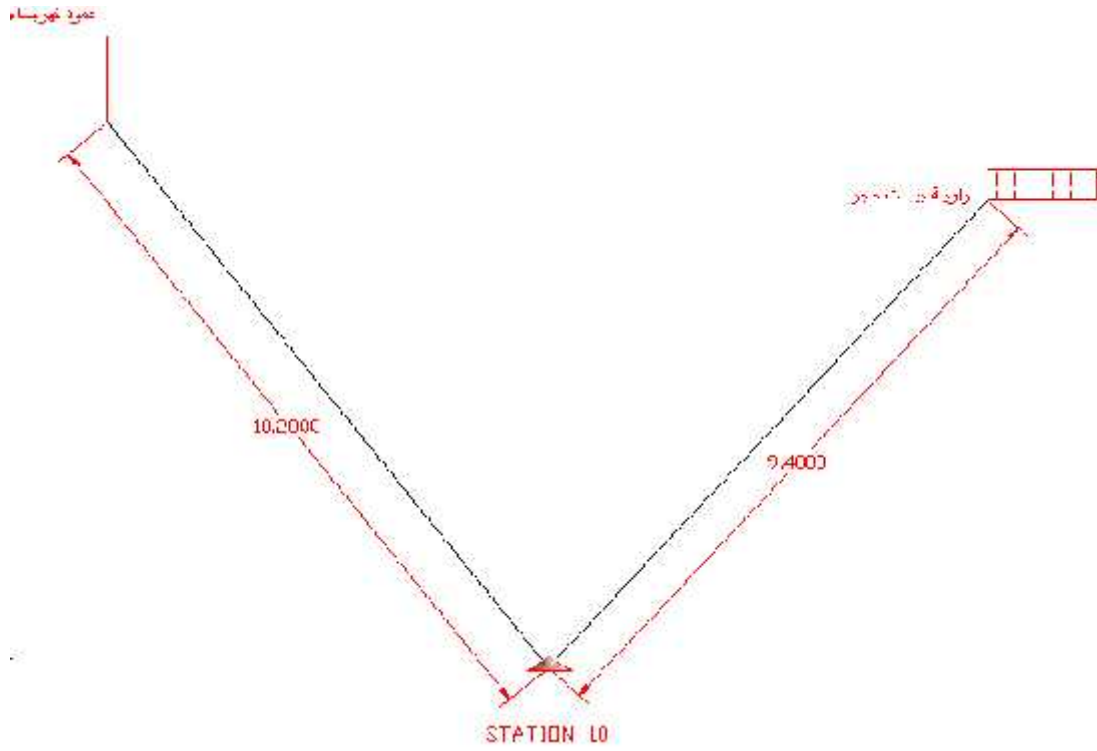


( - ) تربيط المحطة

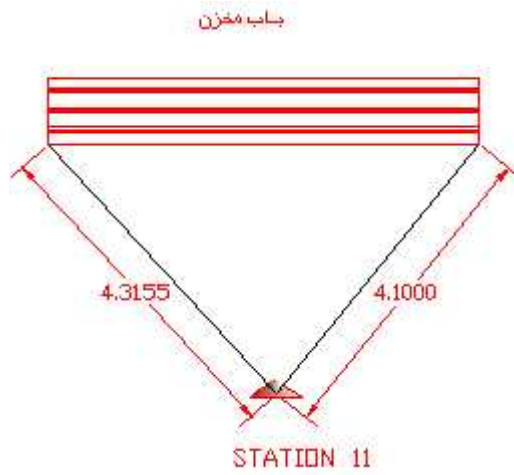


STATION 9

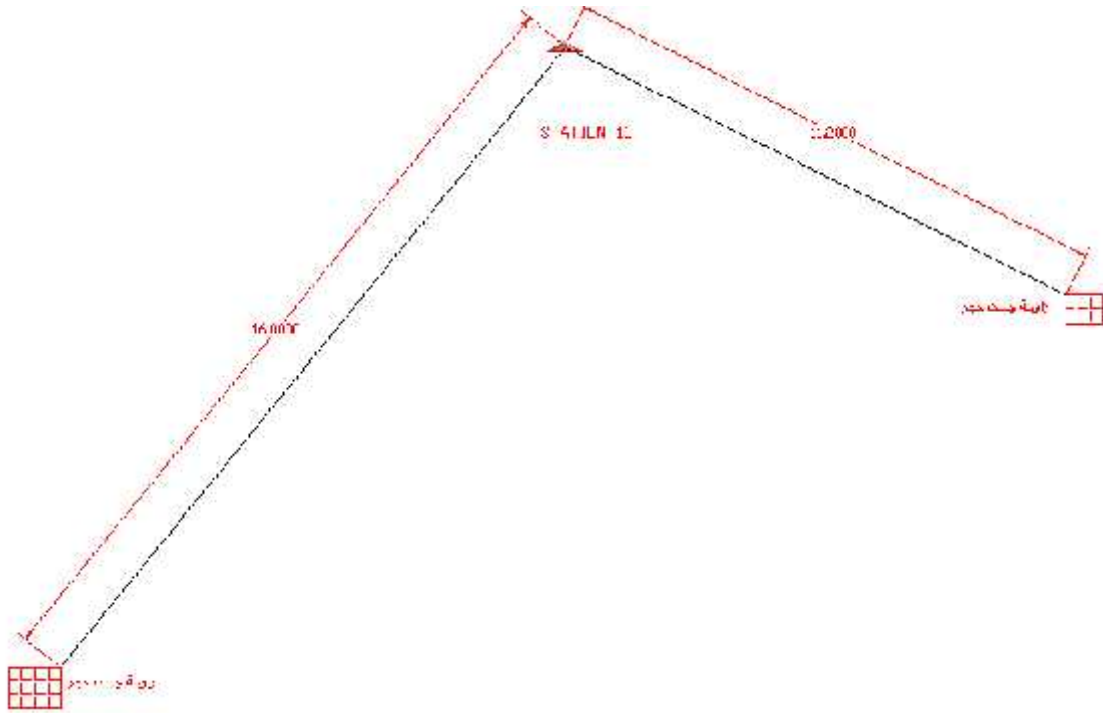
( - ) تربيط المحطة



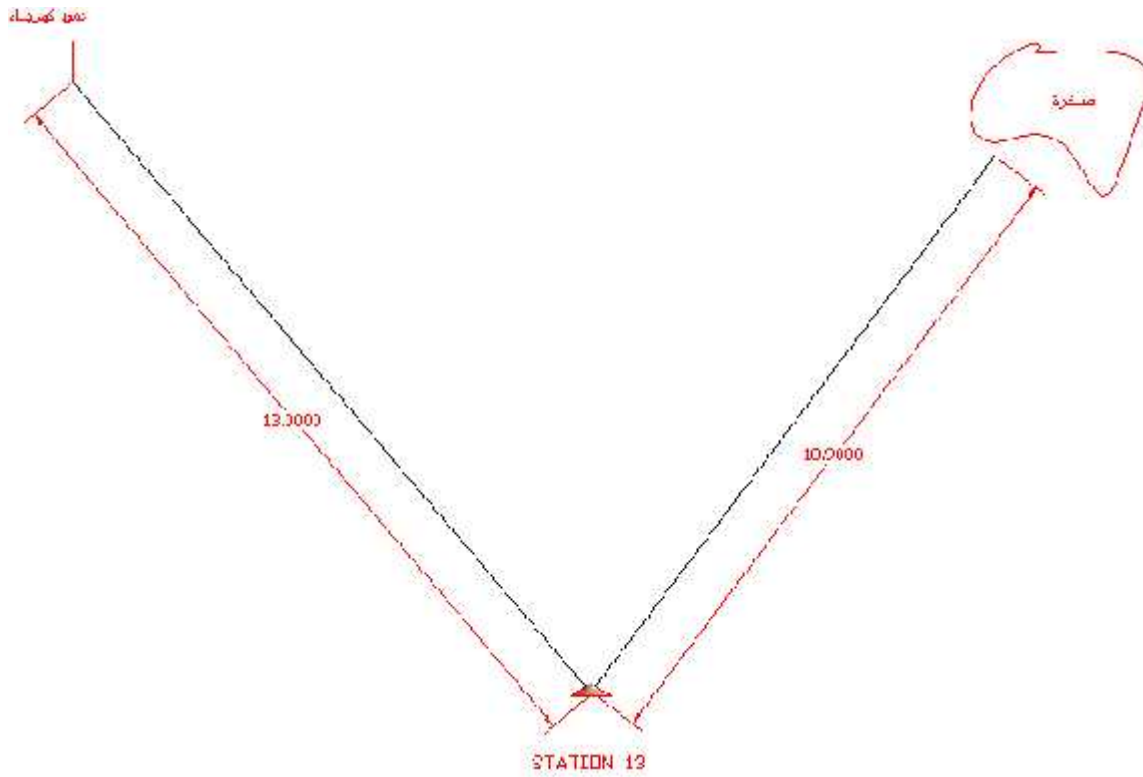
( - ) تريبط



( - ) تريبط المحطة

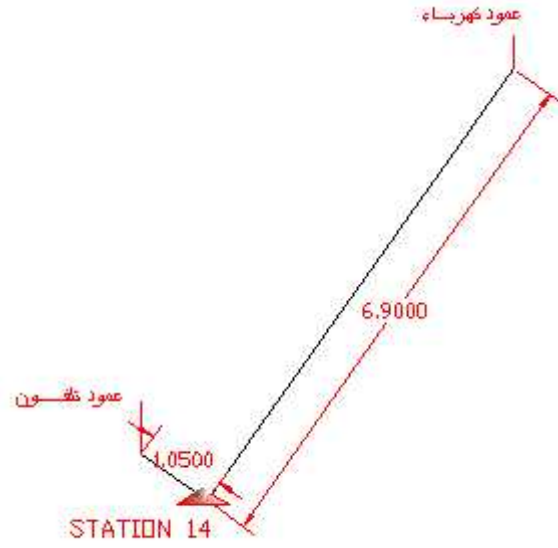


( - ) تريبط المحطة

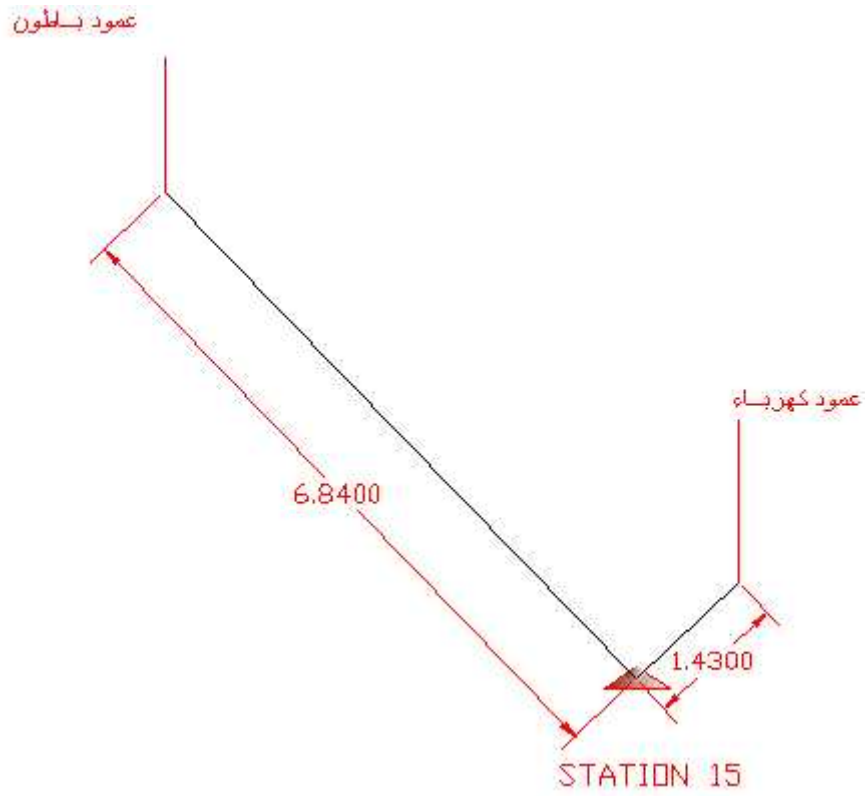


( - ) تريبط المحطة

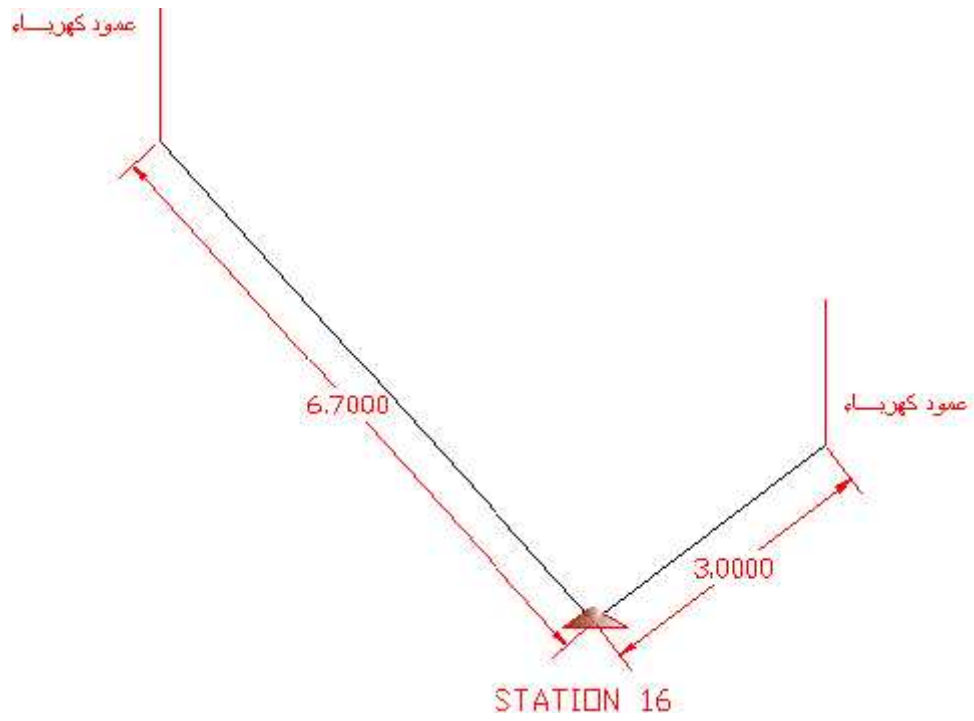




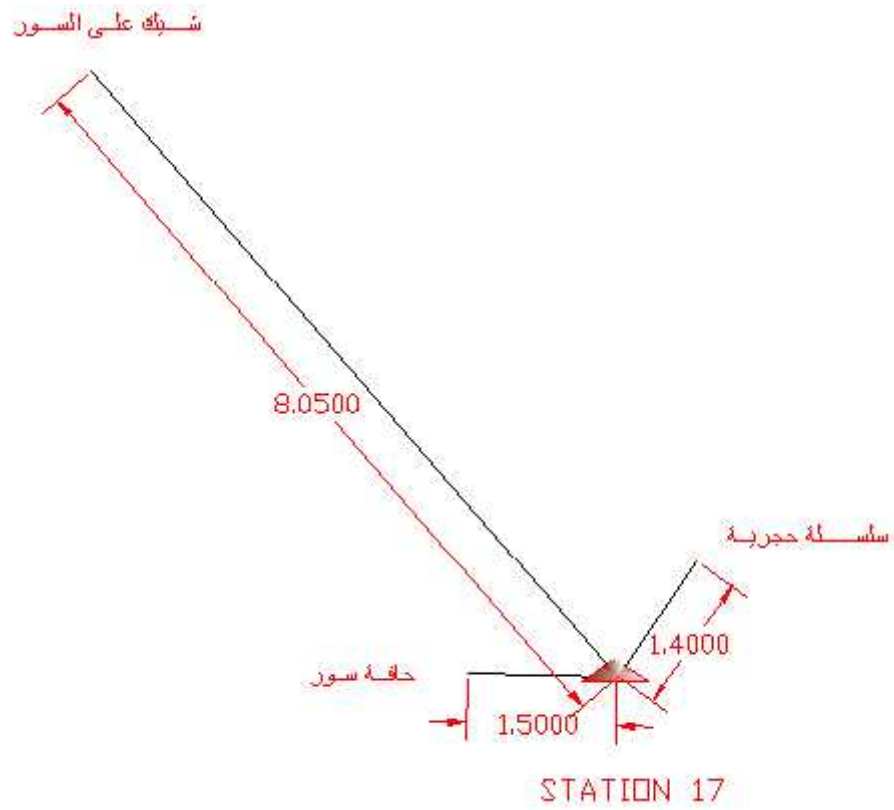
( - ) تريبط المحطة



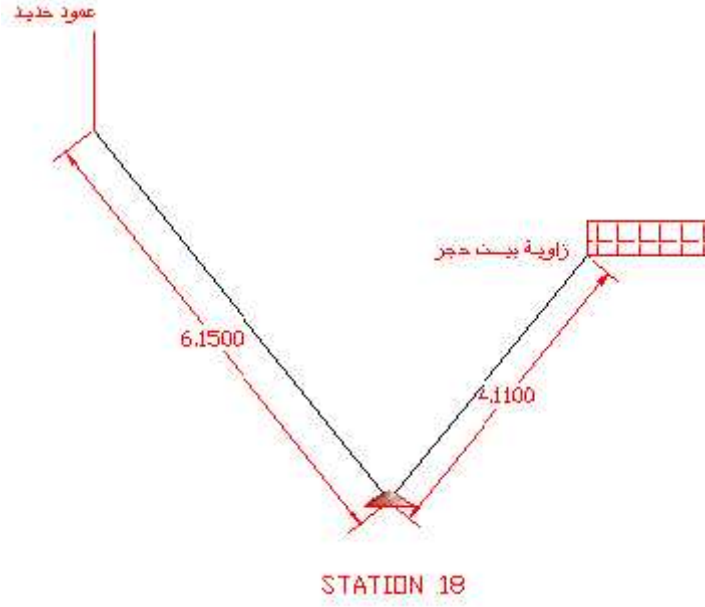
( - ) تريبط المحطة



( - ) تخطيط المحطة



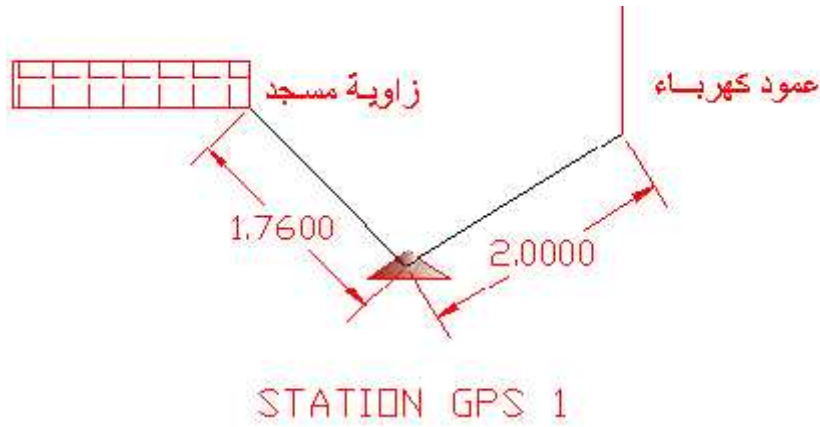
( - ) تخطيط المحطة



( - ) تريبط



( - ) تريبط المحطة GPS 2



( - ) تريبط المحطة GPS



# التجارب المخبرية

نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR)

- 
-

## التجارب المخبرية

:

حيث اجرينا . . المعدلة . . (Sub Base) (Sub Grade) طبقة ما تحت الأساس . .  
(Base Course)

$$\text{Water content} = W_c \quad \checkmark$$

$$\text{gm} = \text{weight of mold} \quad \checkmark$$

$$\frac{\text{weight of water}}{\text{weight of dry sample}} = W_c \quad \checkmark$$

$$Y_d = \frac{Y_w}{1 + \frac{W_c}{100}} \quad \checkmark$$

$$Y_w = \frac{\text{weight of wet sample}}{\text{volume of mold}} \quad \checkmark$$

$$\text{weight of wet sample with mold} - \text{weight of dry sample with mold} = \quad \checkmark$$

$$W_{of \text{ water}}$$

$$\text{weight of dry sample with mold} - \text{weight of mold} = W_{of \text{ dry sample}} \quad \checkmark$$

$$\text{cm} = \text{Diameter of mold} \quad \checkmark$$

$$\text{cm} = \text{Height of mold} \quad \checkmark$$

$$r^2 * \pi * \text{height} = \text{Volume of mold} \quad \checkmark$$

$$\text{cm} =$$

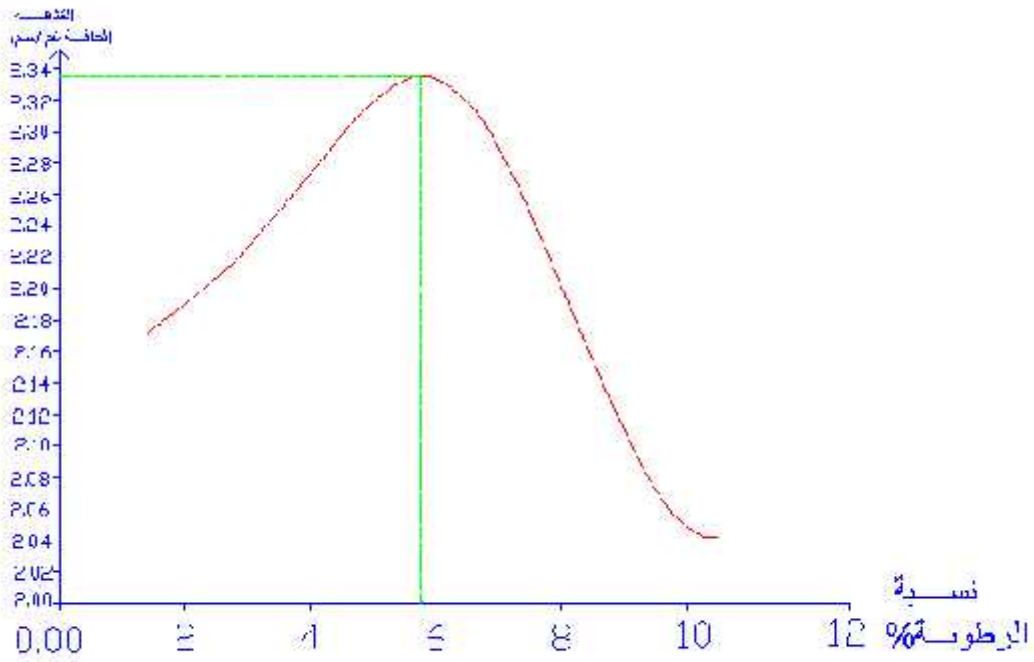
لليزكورس :

(-3) الكثافة الرطبة للعينات Base course

| ( / ) | ( )     | وزن العينة ( ) | وزن العينة + ( ) |
|-------|---------|----------------|------------------|
| 2.213 | 2101.28 | 4650           | 12396            |
| 2.289 | 2101.28 | 4810           | 12556            |
| 2.467 | 2101.28 | 5184           | 12930            |
| 2.29  | 2101.28 | 4812           | 12558            |
| 2.26  | 2101.28 | 4749           | 12495            |

(-3) الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة للعينات والقيمة المثلى لها Base course

| رقم العينة | ( )  | ( )   | ( / )  | ( )    | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( / ) |
|------------|------|-------|--------|--------|-----|-----|-----|-----|-------|
| 1          | B-5  | 31.23 | 228.37 | 224.96 | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | 2.17  |
| 2          | B-6  | 31.65 | 285.9  | 278.25 | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | 2.22  |
| 3          | A-6  | 31.2  | 280.73 | 267.14 | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | 2.33  |
| 4          | D-13 | 31.78 | 269.26 | 248.73 | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | 2.09  |
| 5          | E-13 | 30.77 | 328.65 | 299.95 | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | 2.04  |



شكل 1-3 العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة  
Base course

المثالية = . %

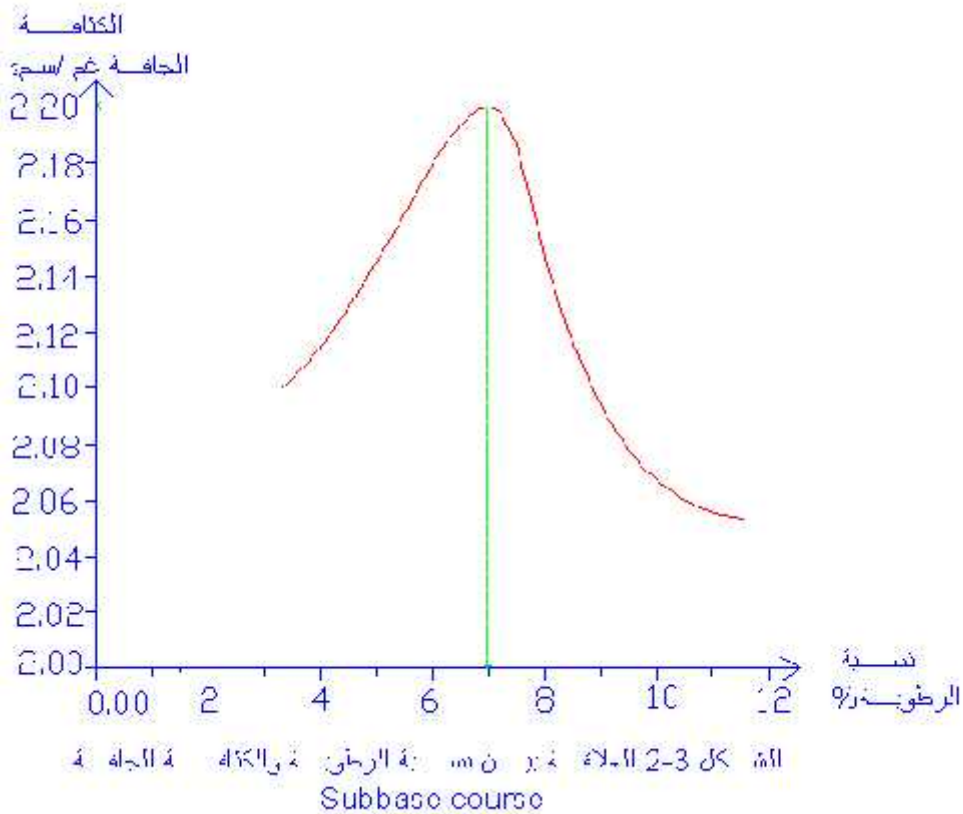
: subbase course

(3-3) الكثافة الرطبة للعينات subbase course

| ( / ) | ( )     | وزن العينة ( ) | وزن العينة + ( ) |
|-------|---------|----------------|------------------|
| 2.167 | 2101.28 | 4554           | 12300            |
| 2.193 | 2101.28 | 4609           | 12355            |
| 2.365 | 2101.28 | 4969           | 12715            |
| 2.309 | 2101.28 | 4852           | 12598            |
| 2.293 | 2101.28 | 4818           | 12564            |

(4-3) الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة للعينات والقيمة المثلى لها subbase course

| رقم العينة | ( ) | ( )   | ( )    | ( )    | ( )   | ( )   | ( )  | ( ) | ( ) |
|------------|-----|-------|--------|--------|-------|-------|------|-----|-----|
| B-5        | 1   | 31.23 | 230.3  | 2 3. 4 | 6.43  | 2.16  | .    | .   | .   |
| B-6        | 2   | 31.65 | 280.97 | 271.73 | 9.24  | 2.193 | .    | .   | .   |
| A-6        | 3   | 31.2  | 278.65 | 2 . 9  | .     | 2.365 | 2.20 | .   | .   |
| D-13       | 4   | 31.78 | 270.4  | 252.46 | 18.00 | 2.309 | .    | .   | .   |
| E-13       | 5   | 30.77 | 325.19 | 294.82 | 30.37 | 2.293 | 2.   | .   | .   |



المثالية = 7.126%



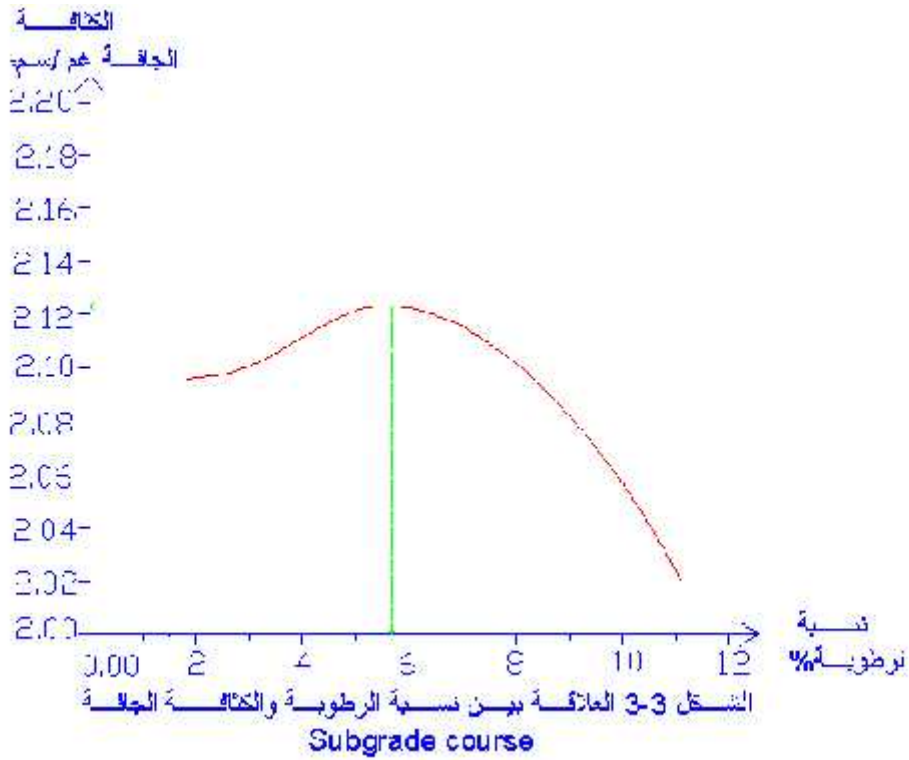
: subgrade course

subgrade course (5-3) الكثافة الرطبة للعينات

| ( / ) | ( )     | وزن العينة ( ) | وزن العينة + ( ) |
|-------|---------|----------------|------------------|
| 2.149 | 2101.28 | 4516           | 12262            |
| 2.18  | 2101.28 |                | 12327            |
| 2.24  | 2101.28 | 4707           | 12453            |
| 2.267 | 2101.28 | 4764           | 12510            |
| 2.259 | 2101.28 | 4747           | 12493            |

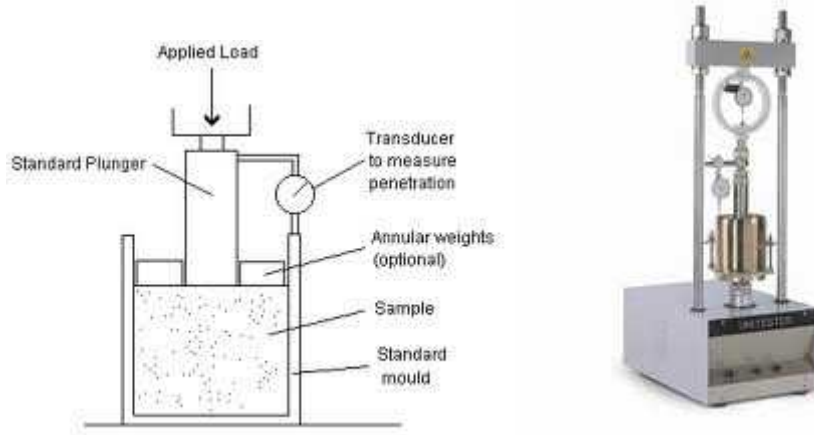
subgrade course (6-3) الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة للعينات والقيمة المثلى لها

| ( / ) | ( )   | ( / )  | ( )   | ( )   | ( )    | ( )    | ( )   | رقم العينة |
|-------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|------------|
| 2.095 | 2.563 | 204.46 | 2.149 | 5.24  | 2 5. 9 | 2 0.   | 31.23 | B-5 1      |
| 2.10  | .     | .      | 2.18  | .     | 2 .    | 2 .    | 31.65 | B-6 2      |
| 2.12  | 5.668 | .      | 2.24  | 14.00 | 2 .    | 292.21 | 31.2  | A-6 3      |
| 2.0   | .     | .      | 2.    | .     | 2 .    | 2 .    | 31.78 | D-13 4     |
| 2.0   | .     | .      | 2.    | .     | .      | 3 .    | 30.77 | E-13 5     |



المثالية = 5.668 %

## ثانيا: نسبة تحمل كاليفورنيا CBR , California Bearing Ratio



( - ) الجهاز المستخدم في تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا

نسبة تحمل كاليفورنيا CBR , California Bearing Ratio من العوامل المهمة في طرق تصميم الرصف المرن ، خاصة عند استخدام طريقة أشتو قدرة تحمل التربة أو الطبقة الترابية للحمولة

يتم في هذا الاختبار قياس الحمل اللازم لغرز مكبس ذو قطر معين وبسرعة معينة في عينة التربة عند قيم للمحتوى المائي الأمثل والكثافة الجافة القصوى ، وتحسب نسبة تحميل كاليفورنيا كنسبة بين الضغط اللازم لغرز ملم داخل العينة وبين الضغط القياسي، ويعطى الاختبار معلومات عن مدى انتفاخ التربة ومقدار المقاومة المفقودة منها عندما تتشبع بالماء ، كما ويمكن إجراء الاختبار في الحقل أو المختبر .

ويوضح الجدول التالي بعض القيم لنسبة التحمل .

( - ) يوضح بعض قيم نسبة التحمل ( CBR )

| AASHTO            | USC         |                  | تصنيف المواد | CBR    |
|-------------------|-------------|------------------|--------------|--------|
| A5 ,A6,A7         | OH,CH,MH,OL | القاعدة الترابية | ضعيفة جدا    | 0-3    |
| A4 , A5<br>,A6,A7 | OH,CH,MH,OL | القاعدة الترابية | ضعيفة        | 3 – 7  |
| A2 , A4<br>,A6,A7 | OH,CH,MH,OL |                  |              | 7 – 20 |

|                             |                           |  |      |   |
|-----------------------------|---------------------------|--|------|---|
| A1b ,<br>A2 – 5,<br>A3,A2-6 | GM<br>,GC,SW,SM<br>,SP,GP |  | جيدة | - |
| A1a,A<br>2-4,A3             | GW ,GM                    |  |      |   |

( - ) المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والاردن

|                     |                         |
|---------------------|-------------------------|
| نسبة كاليفورنيا (%) |                         |
| 8                   | طبقة التأسيس (Subgrade) |
| 40                  | ( Sub-base course )     |
| 80                  | (Base course)           |

يعتبر فحص نسبة تحمل كاليفورنيا واحداً من الفحوصات الهامة التي تجري للتربة في هندسة الطرق . ويرمي هذا الفحص إلى معرفة قابلية التربة لأن تكون طبقة أساس للطريق (Base) (Sub-base) أو غيرها من الطبقات التي تتكون منها أي طريق. ويمكن تلخيص مبدأ هذا الفحص كما يلي :

يتم غرز أداة قياسية أسطوانية الشكل ( ) في التربة وبسرعة محددة، ومن خلال العلاقة بين قوة الغرز أو مقاومة الغرز وقيمة الغرز (Load-Penetration relationship) (يمكن إيجاد قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR)).

وتعرف قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR-value) بأنها النسبة بين الأحمال اللازمة لგრز المكبس الأسطواني (مساحته ) مسافة معينة داخل عينة مدموكة من التربة لها رطوبة وكثافة معينتين، وبين الأحمال القياسية اللازمة لغرز المكبس لنفس العمق في عينة قياسية Crushed stone

وبما أن قيمة تحمل كاليفورنيا تلزم للتربة المدموكة، فإن الفحص في المختبر يجري على عينة التربة بعد إيصالها إلى نسبة الدمك المطلوبة، أي عندما تكون لها كثافة مشابهة لكثافة التربة المطلوبة بعد دمكها، وكذلك، عند نفس ( ) . ولهذا، فإن فحص الدمك لعينة معينة من التربة يسبق فحص نسبة تحمل كاليفورنيا لها، لأنه يعطي محتوى الرطوبة المثالي (Optimum moisture) (Maximum dry density) .

( - ) العلاقة بين الأحمال القياسية وقيم الغرز في فحص نسبة تحمل كاليفورنيا

| الاجهاد |        |      |           |       |     |
|---------|--------|------|-----------|-------|-----|
| كيلو    | /      |      | كيلونيوتن |       |     |
|         |        |      | 11.50     |       |     |
| 6895    | (1000) | 3000 | 13.24     | (0.1) | 2.5 |
|         |        |      | 17.60     |       | 4   |
| 10324   | (1500) | 4500 | 19.96     | (0.2) | 5   |
|         |        |      | 22.20     |       | 6   |
|         |        |      | 26.30     |       | 8   |
|         |        |      | 30.30     |       | 10  |
|         |        |      | 33.50     |       | 12  |

ونشير هنا، إلى أنه وبعد تحضير عينات التربة داخل القوالب يجري غمرها في الماء (Soaking) وذلك للتربة التي تحتوي نسبة من الطين، بينما من الممكن أن تقتصر هذه ساعة للتربة الحصوية التي يرشح منها الماء بشكل . ويجري أثناء الغمر قياس قابلية العينة (Swelling) ، حيث يمكن إيجاد نسبة الانتفاخ للعينة في قالب (AASHTO) القياسي من العلاقة:

وأخيراً، نشير إلى القيمة العملية لهذا الفحص، فهو:

- (1) يُساعد في الحكم على قابلية عمل طبقة التربة كطبقة أساس أو أساس مساعد في الطريق
- (2) يُساعد في تصميم سُمك رصفة الطريق (Pavement thickness) ، وتوجد لهذا الغرض منحنيات خاصة.

#### الأجهزة

Mold. -

Base Plate . Collar -

Rammer ، إما يدوية أو ميكانيكية. -

-أداة قياس الانتفاخ مع .

-آلة قياس الضغط مثبت عليها مكبس الاختراق .

\_ميزان وفرن تجفيف.

: سيرتكز عرضنا لهذا الفحص على المواصفات الأمريكية.

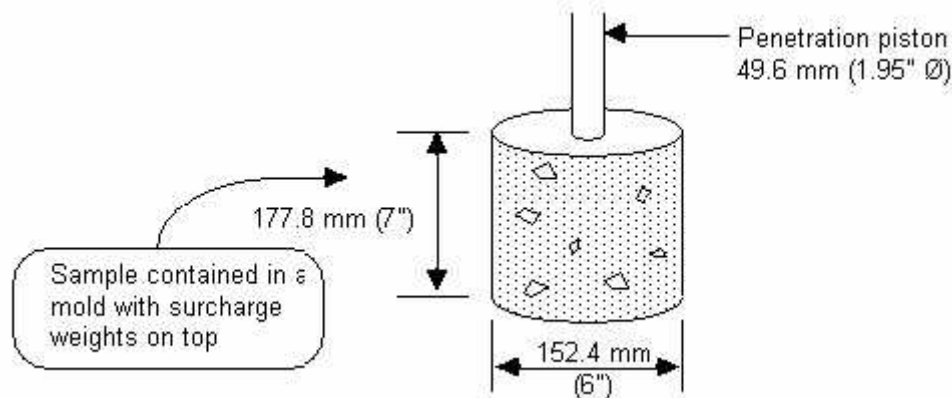
## الطريقة: (Procedure):

- تحضر العينة طريقة الدمك القياسي أو المعدل وتدمك في القالب على طبقات.
- يتم تحديد محتوى (Optimum moisture \*\*\*\*\*)
- إذا كان المطلوب تحديد نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR) (Maximum dry density) الرطوبة المثالي، يتم دمك العينات في القالب عند محتوى الرطوبة المثالي وباستعمال طريقة الدمك القياسي أو المعدل. كان المطلوب هو تحديد CBR محتوى الرطوبة المثالي ونسبة مئوية معينة من الكثافة الجافة القصوى، يتم دمك ثلاث عينات عند محتوى الرطوبة المثالي مع استعمال طريقة الدمك القياسي، وتغير الضربات لكل عينة حتى يتم الحصول على الكثافة الجافة المطلوبة. نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR) % من كثافتها الجافة القصوى، نستعمل عدداً من الضربات مقداره ضربة لكل طبقة للعينات الأولى والثانية والثالثة على التوالي، ويتم تحديد (CBR) لكل عينة على حدة.
- إذا كان المطلوب هو تحديد (CBR) ويات للرطوبة يتم تحضير عينات عند محتويات رطوبة مختلفة كالتي تجري لرسم منحنى العلاقة بين محتوى الرطوبة والكثافة الجافة، ويتم رسم المنحنى، كما يتم إجراء فحص الاختراق لتحديد (CBR) لكل عينة. إلى ذلك يتم رسم العلاقة بين محتوى الرطوبة والكثافة لعينا وعينات على ضربات، ويتم إجراء فحص الاختراق وتحديد (CBR) لكل عينة.
- يتم تجميع القالب مع القاعدة، كما يدخل القرص المبعاد (Spacer disc) توضع ورقة ترشيش فوق القرص وتدمك العينة في القالب فوق ورقة الترشيش. بعد الدمك يتم (Collar) وتسوية سطح العينة مع حواف القالب باستعمال الحرف الحاد (Straight edge)، ثم يتم ملء الفراغات الكبيرة الناتجة عن خروج الأحجار أثناء تسوية
- يتم فك قاعدة القالب والقرص المبعاد وتوزن العينة مع القالب.
- توضع ورقة ترشيش على القاعدة ويوضع القالب مقلوباً مع العينة عليها، ويثبت القالب بالقاعدة بحيث تلامس العينة ورقة الترشيش.
- (القاعدة المخرمة المعدنية) وتنزل برفق فوق العينة. وتوضع مجموعة أوزان بحيث تكون معادلة لوزن الرصفة ولا يقل وزنها عن ( ) حتى ولو لم يكن هناك رصفة .
- بعد دمك كل قالب، يتم غمره بالماء مع السماح للماء بالوصول إلى سطح العينة وأسفلها، وتؤخذ قياسات أولية للانتفاخ، وتترك العينة لمدة ( ) ساعة للمواد الخشنة أو إذا تبيّن أن هذا لن يؤثر على نتائج الفحص. وبعد انتهاء فترة الغمر تؤخذ قراءات الانتفاخ ثانية وتؤخذ النسبة المئوية للانتفاخ كنسبة مئوية من الارتفاع الأصلي للعينة.

- تخرج العينة بعد الغمر وتترك مدة ( ) دقيقة دون إحداث عينة، ويمكن إمالة القالب لتصريف ماء السطح.
- ترفع الأوزان والقاعدة وورقة الترشيح ويؤخذ وزن القالب والعينة بعد وزن العينة، توضع الأوزان ثانية فوقها تمهيداً لفحص الاختراق ويتم وضع نفس الأوزان التي كانت فوق العينة أثناء غمرها بالماء. الأوزان أثناء الاختراق، يوضع الوزن سطح العينة قبل وضع مكبس الاختراق ثم توضع بقية .
- يتم التأثير بحمل صغير على العينة ( ) لا يزيد عن ( ) نيوتن. بعدها يتم تفسير عدادات قراءة الحمل . ويتم اعتبار هذا الحمل صفراً عند إيجاد .
- يتم التأثير بالأحمال بحيث تكون سرعة التحميل ( ) . ملمتراً في الدقيقة، ونسجل
- بعد الاختراق، يتم إخراج العينة من القالب، وتؤخذ عينة على عمق انش واحد ويتم تحديد محتوى رطوبتها.

#### (Calculations) :

يحسب الإجهاد لكل نقطة اختراق ويرسم منحنى الإجهاد والاختراق (Load- Penetration curve). كانت بداية المنحنى مقعرة للأعلى نتيجة عدم استواء سطح العينة، يتم عمل تصحيح (Correction) بعمل امتداد للجزء المستقيم ليلاقي محور السينات في نقطة يتم اعتبارها نقطة الصفر. بعد التصحيح يتم إيجاد الإجهادات المقابلة لقيم الاختراق ( . ) ( ) ملمتراً، ويقسم ذلك الإجهاد على الأحمال القياسية المقابلة لقيم الاختراق هذه وتكون هذه النتائج هي نسبة تحمل كاليفورنيا. الأقل هي المعتمدة وتكون عادة هي الأعلى. ولكن إذا وجد أن الثانية ( ) قيمتها أكبر تتم إعادة الفحص، فإذا تأكد أن النسبة على الاختراق الأعلى أكبر من تلك المحسوبة للاختراق الأصغر تؤخذ القيمة الأكبر.



CBR

( - )

ملم ومنها حدد قيمة .

التحمل بالمعادلة التالية:

$$\text{نسبة تحميل كاليفورنيا ( CBR )} = \frac{\text{مقدار الضغط القياسي} \times}{\text{مقدار الضغط القياسي} \times}$$

- يجب ملاحظة أنه  
يجب إعادة الاختبار مرة أخرى.

- ( % ) في العينة.

- في حالة استخدام طريقة عدم غمر العينة بالماء اتبع الخطوات السابقة دون غمر العينة بالماء.

:

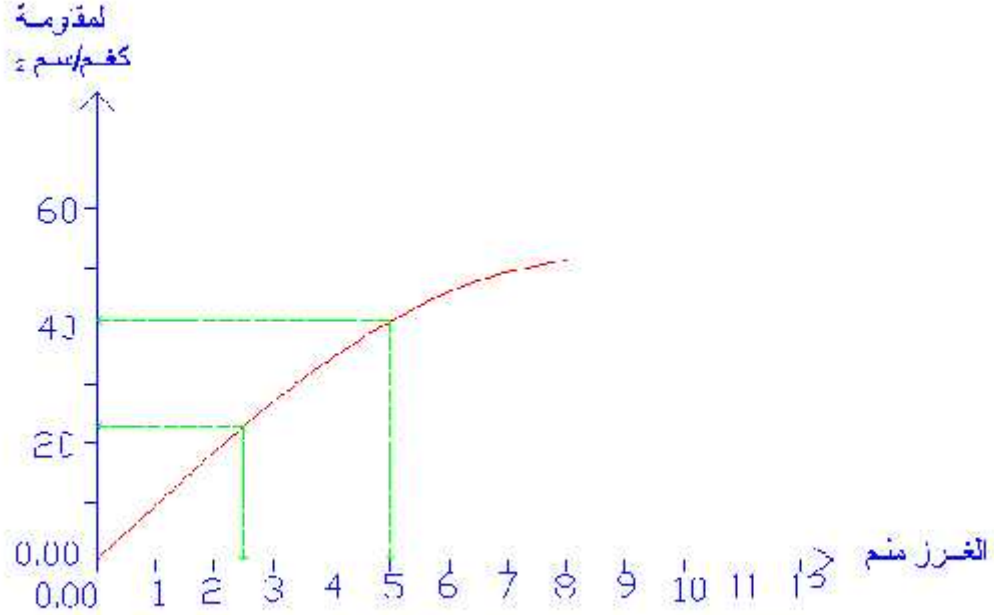
$$\text{- الحمل القياسي عند } ( \text{ / } ) = ( \text{ / } ) ( \text{ / } ) \text{ ميغا}$$

$$\text{- الحمل القياسي عند } ( \text{ / } ) = ( \text{ / } ) ( \text{ / } ) \text{ ميغا}$$

( - ) العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند طبقة البيزكورس

| عديلي المنحنى<br>( / ) | Load (kg) | (mm) |
|------------------------|-----------|------|
| 0                      | 0         | 0    |
| 5.469767442            | 105.84    | 0.5  |
| 9.897674419            | 191.52    | 1    |
| 13.15348837            | 254.52    | 1.5  |
| 18.19069767            | 351.99    | 2    |
| 2 .35813953            | 471.33    | 2.5  |
| 2 .82325581            | 538.38    | 3    |
| 30.4744186             | 589.68    | 3.5  |
| 3 .94883721            | 695.61    | 4    |
| 3 .90232558            | 752.76    | 4.5  |
| .20465116              | 797.31    | 5    |
| 43.49767442            | 841.68    | 5.5  |
| 45.97209302            | 889.56    | 6    |
| 47.9255814             | 927.36    | 6.5  |

|             |        |     |
|-------------|--------|-----|
| 48.8372093  | 945    | 7   |
| 50.00930233 | 967.68 | 7.5 |
| 52.09302326 | 1008   | 8   |



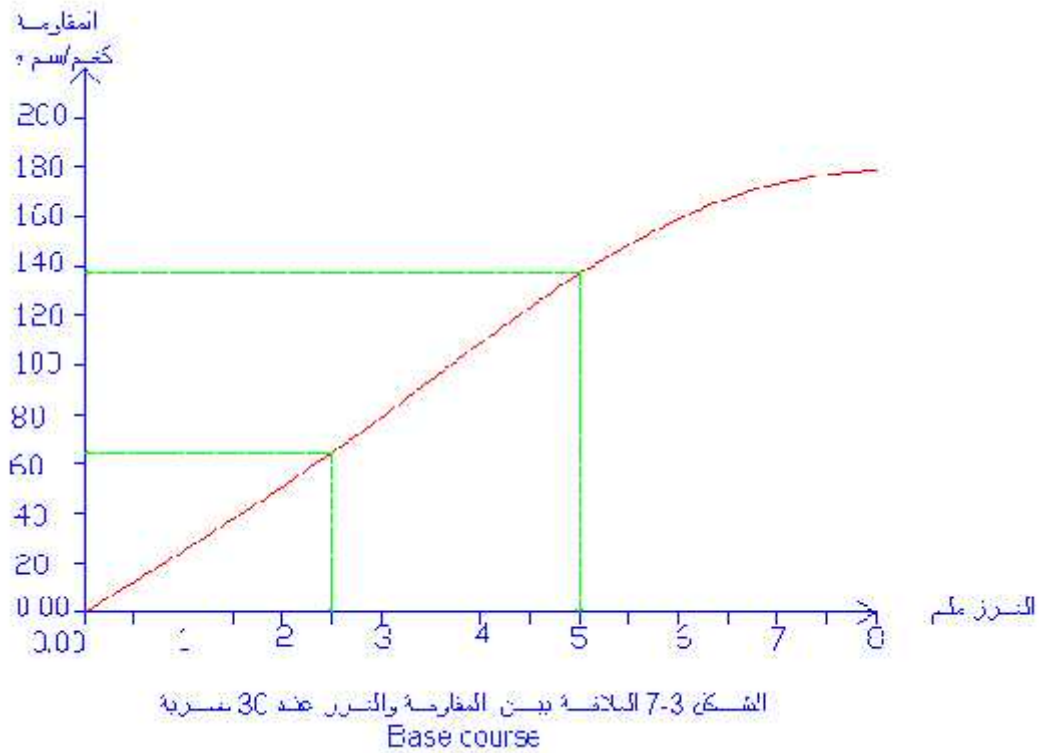
الشكل 6-3 العلاقة بين المقاومة والغرز عند 10 ضربات  
Base course

( - ) العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند طبقة البيزكورس

| عدیل المنحنى ( / ) | Load (kg) | (mm) |
|--------------------|-----------|------|
| 0                  | 0         | 0    |
| 11.2               | 216.72    | 0.5  |
| 2 .74883721        | 517.59    | 1    |
| 38.80930233        | 750.96    | 1.5  |
| 51.70232558        | 1000.44   | 2    |
| 63.68372093        | 1232.28   | 2.5  |
| .96744186          | 1566.72   | 3    |
| .91162791          | 1875.24   | 3.5  |
| .28837209          | 2134.08   | 4    |
| .4093023           | 2407.32   | 4.5  |



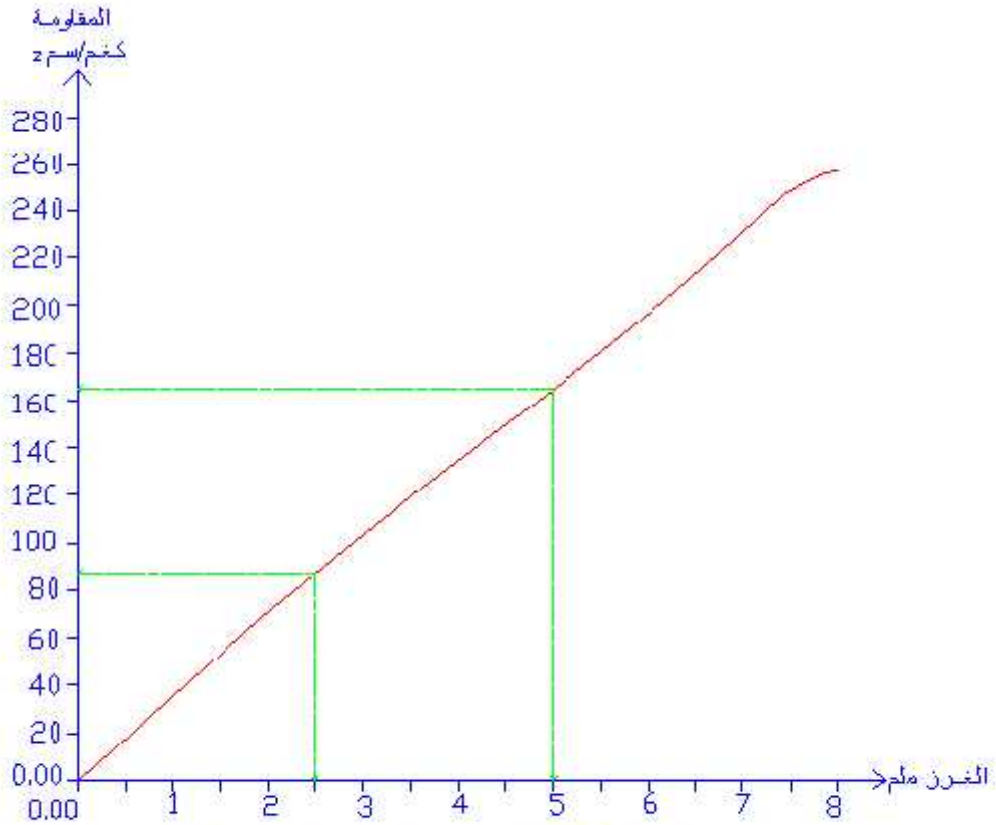
|             |          |         |     |
|-------------|----------|---------|-----|
| 1           | .8744186 | 2687.22 | 5   |
| 1           | .3302326 | 2908.89 | 5.5 |
| 1           | .4465116 | 3104.64 | 6   |
| 1           | .5209302 | 3299.58 | 6.5 |
| 1           | .2465116 | 3391.02 | 7   |
| 1           | .0186047 | 3425.31 | 7.5 |
| 179.4604651 |          | 3472.56 | 8   |



( - ) بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند لطبقة البيزكورس.

| تعديل المنحنى ( / ) | Load (kg) | (mm) |
|---------------------|-----------|------|
| 0                   | 0         | 0    |
| 19.14418605         | 370.44    | 0.5  |
| 36.20465116         | 700.56    | 1    |
| 53.39534884         | 1033.2    | 1.5  |
| 7 .79534884         | 1389.24   | 2    |
| 8 .26511628         | 1669.23   | 2.5  |
| 10 .055814          | 2032.83   | 3    |

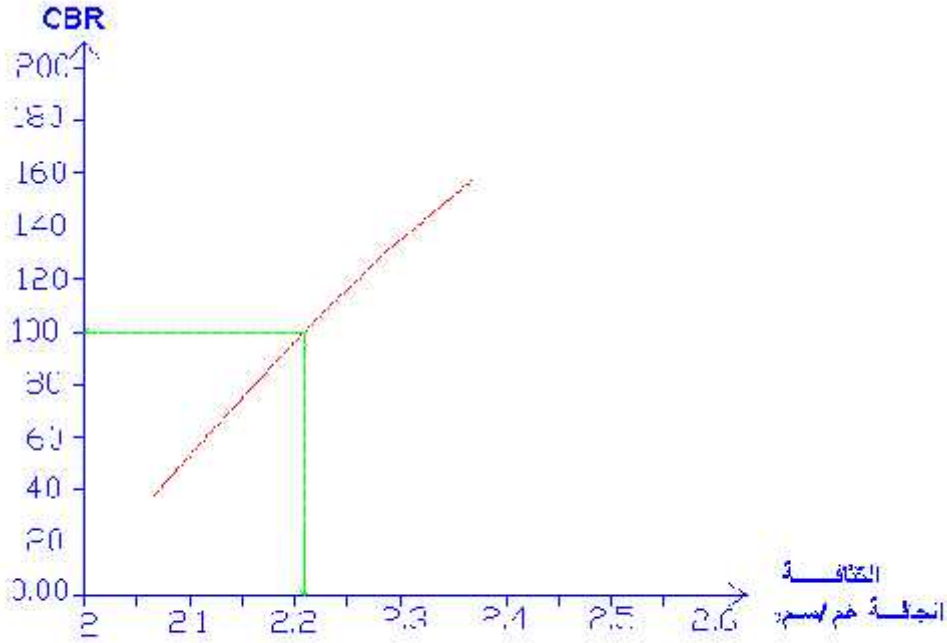
|             |         |     |
|-------------|---------|-----|
| 120.3348837 | 2328.48 | 3.5 |
| 136.2232558 | 2635.92 | 4   |
| 1 .772093   | 2917.44 | 4.5 |
| 167.0883721 | 3233.16 | 5   |
| 1 .8790698  | 3751.56 | 5.5 |
| 209.6744186 | 4057.2  | 6   |
| 21 .0511628 | 4161.24 | 6.5 |
| 232.4651163 | 4498.2  | 7   |
| 2 .055814   | 4838.58 | 7.5 |
| 257.8604651 | 4989.6  | 8   |



الشكل 3-8 العلاقة بين المقاومة والخرن عند 65 ضربة  
Base course

( - ) الكثافة الجافة للقوالب الثلاثة وقيم CBR لها للبيزكورس:

| CBR at 2.5 mm | CBR at 5 mm | ( / ) |    |
|---------------|-------------|-------|----|
| 34.64         | 39.045      | 2.067 | 10 |
| 90.52         | 131.597     | 2.289 | 30 |
| 122.623       | 158.333     | 2.367 | 65 |



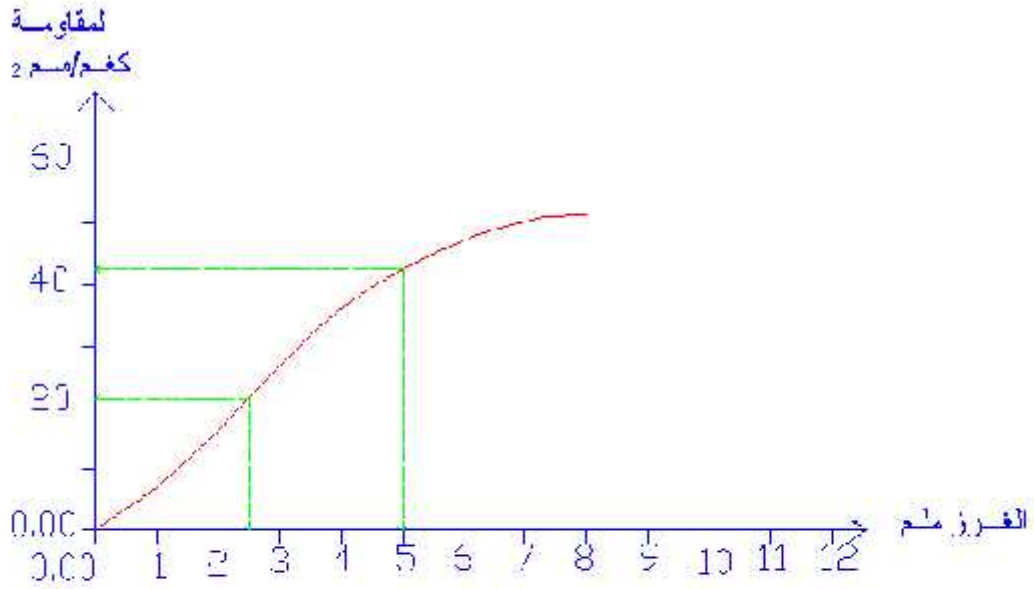
شكل 9-3 العلاقة بين الكثافة الجافة ونسبة تحسن كاتيفورثيما عند غرز 5 ملم  
Base course

يتم حساب قيمة CBR من أعلى قيمة للكثافة الجافة %  
حسب المواصفات الأردنية المتبعة في فلسطين حيث أنها تساوي %.

( - ) العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند subbase course

| تعديل المنحنى<br>( / ) | Load (kg) | (mm) |
|------------------------|-----------|------|
| 0                      | 0         | 0    |
| 2.604651163            | 50.4      | 0.5  |
| 8.855813953            | 171.36    | 1    |
| 12.50232558            | 241.92    | 1.5  |
| 17.71162791            | 342.72    | 2    |
| 2 .44651163            | 453.69    | 2.5  |

|             |         |     |
|-------------|---------|-----|
| .16744186   | 564.39  | 3   |
| 3 .03255814 | 619.83  | 3.5 |
| 36.20465116 | 700.56  | 4   |
| 38.80930233 | 750.96  | 4.5 |
| .2          | 835.92  | 5   |
| 4 .45581395 | 860.22  | 5.5 |
| 4 . 2093023 | 869.22  | 6   |
| 4 .22790698 | 875.16  | 6.5 |
| 50.66046512 | 980.28  | 7   |
| 51.70232558 | 1000.44 | 7.5 |
| 52.48372093 | 1015.56 | 8   |

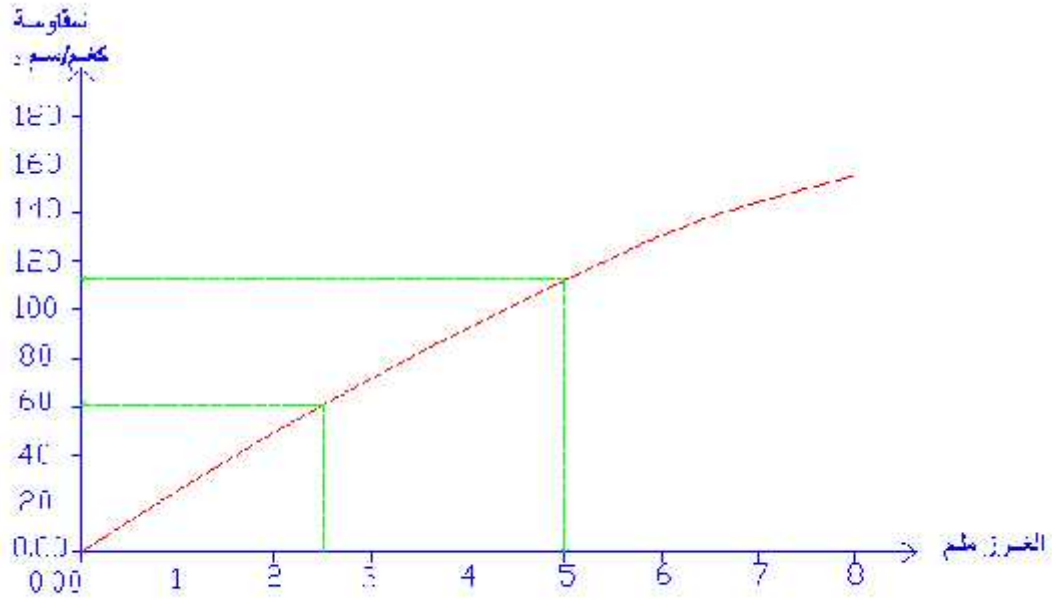


شكل 10-3 لعلاقة بين المقاومة والغرز عند 10 ضربات  
Subbase course

( - ) العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند subbase

| عديلي المنحنى<br>( / ) | Load (kg) | (mm) |
|------------------------|-----------|------|
| 0                      | 0         | 0    |
| .855813953             | 268.11    | 0.5  |
| .62790698              | 553.95    | 1    |
| 8.39069767             | 742.86    | 1.5  |

|             |         |     |
|-------------|---------|-----|
| 50.92093023 | 985.32  | 2   |
| 63.68372093 | 1232.28 | 2.5 |
| 7 .70697674 | 1406.88 | 3   |
| 81.91627907 | 1585.08 | 3.5 |
| 93.50697674 | 1809.36 | 4   |
| .45581395   | 2059.92 | 4.5 |
| 1 .3116279  | 2153.88 | 5   |
| 1 .1627907  | 2344.5  | 5.5 |
| 130.4930233 | 2525.04 | 6   |
| 137.5255814 | 2661.12 | 6.5 |
| 145.2093023 | 2809.8  | 7   |
| 148.0744186 | 2865.24 | 7.5 |
| 156.0186047 | 3018.96 | 8   |

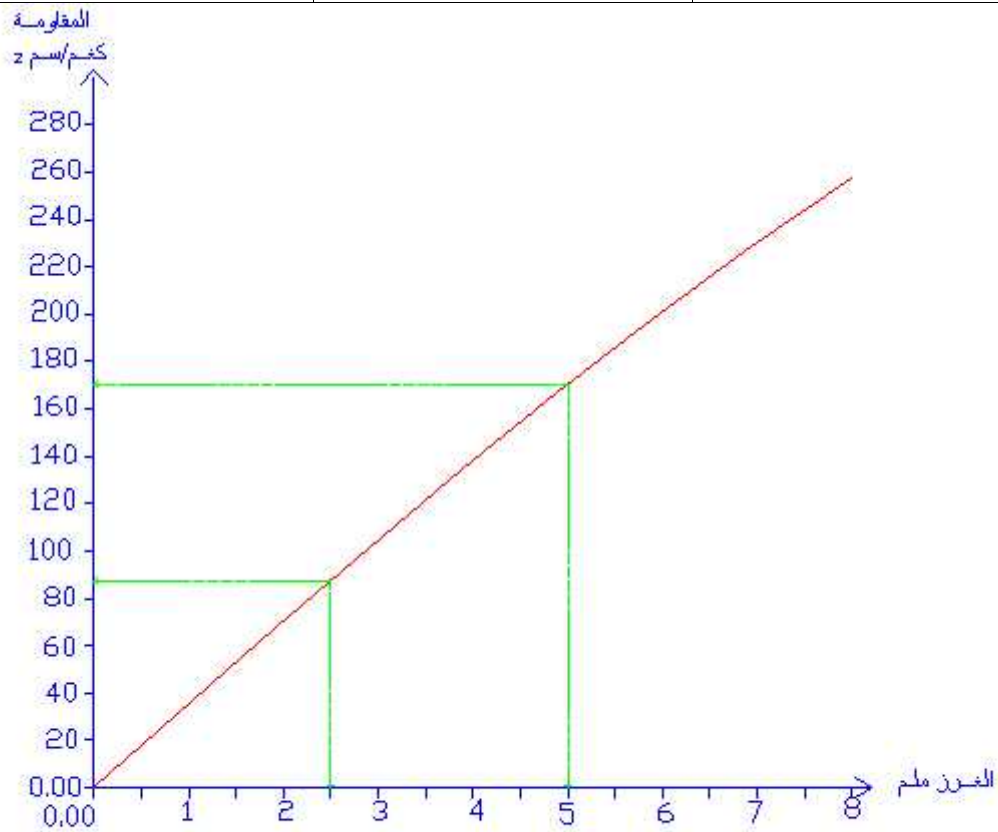


الشكل 3-11 تداكئة بين المقاومة والغرز عند 30 ضربة  
Subbase course

subbase بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند ( - )

| عدیل المنحنى<br>( / ) | Load (kg) | (mm) |
|-----------------------|-----------|------|
| 0                     | 0         | 0    |

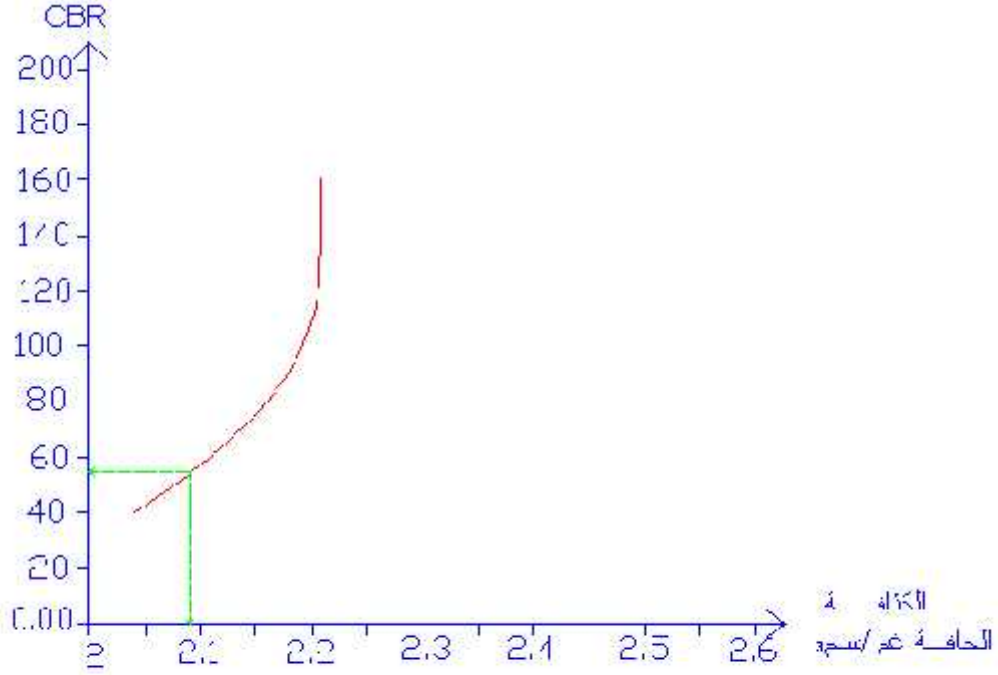
|    |             |         |     |
|----|-------------|---------|-----|
| 1  | .7627907    | 363.06  | 0.5 |
|    | 37.6372093  | 728.28  | 1   |
| 5  | .83255814   | 1061.01 | 1.5 |
|    | .7255814    | 1368.54 | 2   |
| 8  | .04651163   | 1684.35 | 2.5 |
| 1  | .3023256    | 2056.95 | 3   |
| 12 | .7627907    | 2472.21 | 3.5 |
|    | 137.7860465 | 2666.16 | 4   |
|    | 153.4139535 | 2968.56 | 4.5 |
| 1  | .7069767    | 3303.18 | 5   |
| 1  | .6139535    | 3649.68 | 5.5 |
|    | 199.7767442 | 3865.68 | 6   |
|    | 216.055814  | 4180.68 | 6.5 |
| 2  | .2186047    | 4319.28 | 7   |
| 2  | .7627907    | 4678.11 | 7.5 |
|    | 259.0325581 | 5012.28 | 8   |



الشكل 12-3 العلاقة بين المقاومة والغرز عند 65 مترية  
Subbase course

( - ) الكثافة الجافة للقوالب الثلاثة وقيم CBR لها subbase

| CBR at 2.5 mm | CBR at 5 mm | ( / ) |    |
|---------------|-------------|-------|----|
| 33.328        | 40.936      | 2.041 | 10 |
| 90.52         | 105.479     | 2.189 | 30 |
| 123.733       | 161.762     | 2.21  | 65 |



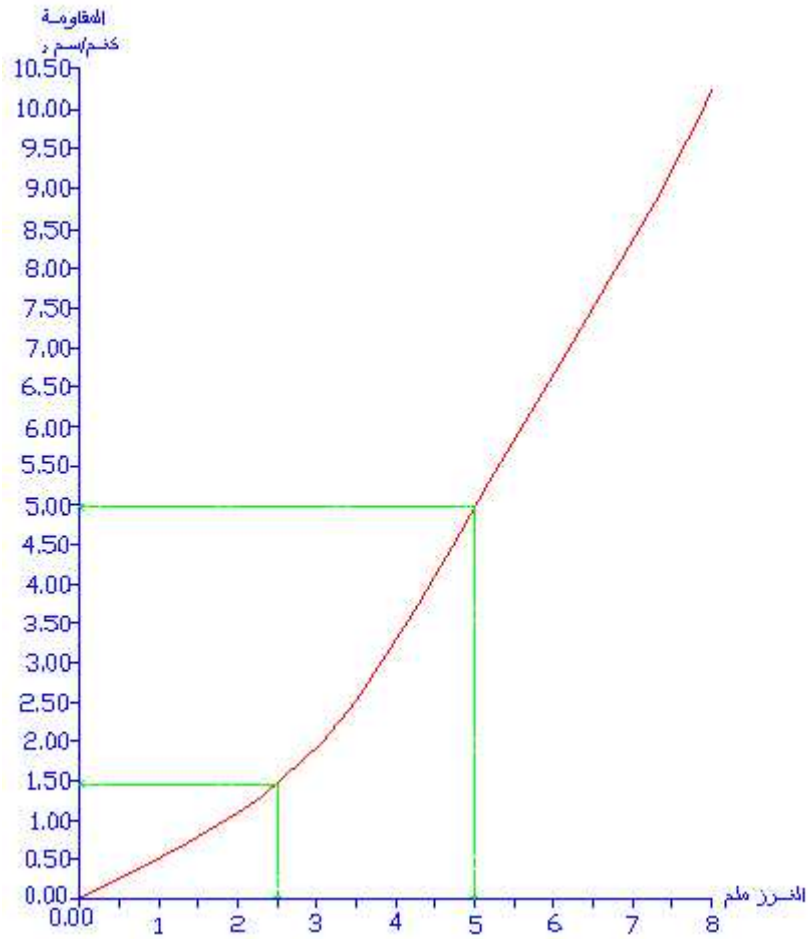
الشكل 3-13 العلاقة بين الكثافة الجافة ونسبة تحمل كاتيفورنر عند غرز 5 ملم  
Subbase course

يتم حساب قيمة CBR % من أعلى قيمة حسب المواصفات الأردنية المتبعة في فلسطين حيث أنها تساوي %.

( - ) العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند subgrade course

| عديلي المنحنى<br>( / ) | Load (kg) | (mm) |
|------------------------|-----------|------|
| 0                      | 0         | 0    |
| 0.257767442            | 4.9878    | 0.5  |
| 0.526837209            | 10.1943   | 1    |
| 0.776325581            | 15.0219   | 1.5  |
| 1.209302326            | 23.4      | 2    |
| 1.494234               | 28.91343  | 2.5  |
| 1.90255814             | 36.8145   | 3    |

|             |          |     |
|-------------|----------|-----|
| 2.555581395 | 49.4505  | 3.5 |
| 3.253813954 | 62.9613  | 4   |
| 4.202930233 | 81.3267  | 4.5 |
| 4.95991     | 95.97426 | 5   |
| 5.759395349 | 111.4443 | 5.5 |
| 6.656325581 | 128.7999 | 6   |
| 7.50972093  | 145.3131 | 6.5 |
| 8.306232558 | 160.7256 | 7   |
| 9.207953488 | 178.1739 | 7.5 |
| 10.25139535 | 198.3645 | 8   |



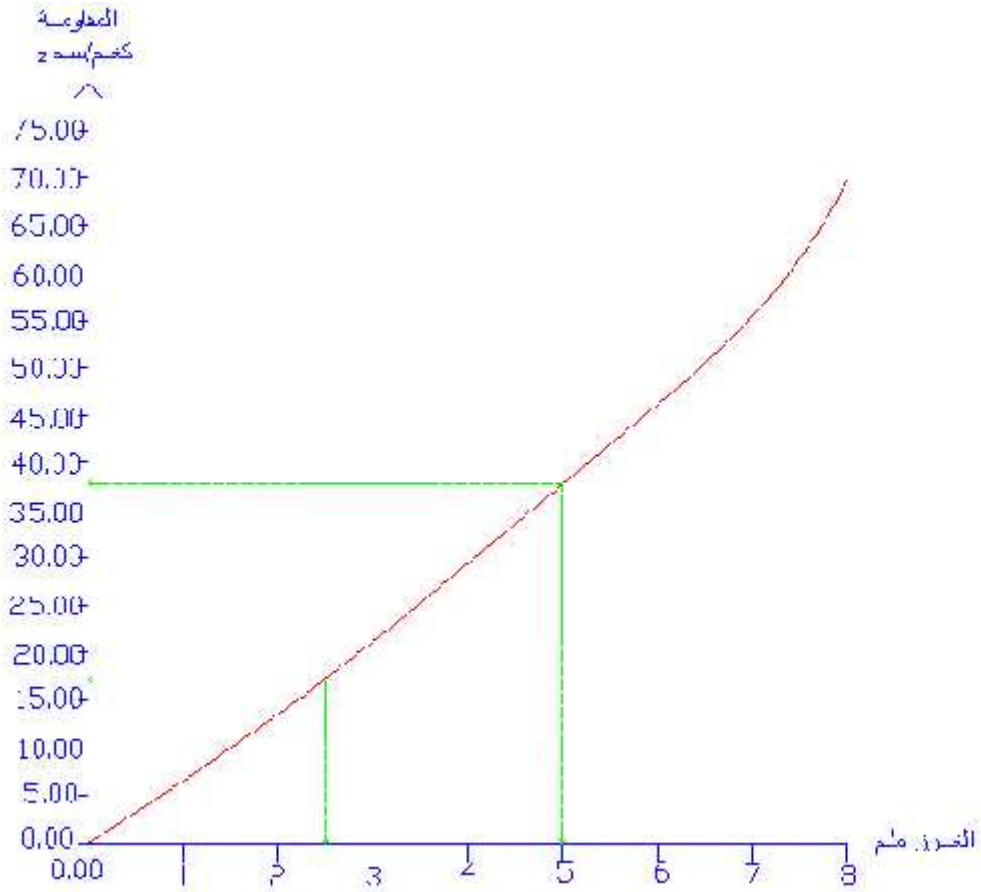
شكل 3-14 علاقة بين المقاومة والغرز عند 10 ضربات  
Subgrade course



subgrade course

( - ) العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند

| عدیل المنحنى<br>( / ) | Load (kg) | (mm) |
|-----------------------|-----------|------|
| 0                     | 0         | 0    |
| 3.002837209           | 58.1049   | 0.5  |
| 7.007069767           | 135.5868  | 1    |
| 11.00218605           | 212.8923  | 1.5  |
| 13.50572093           | 261.3357  | 2    |
| 17.360973             | 335.9348  | 2.5  |
| 21.50669767           | 416.1546  | 3    |
| 26.0095814            | 503.2854  | 3.5  |
| 29.01939535           | 561.5253  | 4    |
| 34.00753488           | 658.0458  | 4.5  |
| 37.5338551            | 726.2801  | 5    |
| 42.20190698           | 816.6069  | 5.5  |
| 46.50446512           | 899.8614  | 6    |
| 51.43083721           | 995.1867  | 6.5  |
| 56.12637209           | 1086.045  | 7    |
| 61.53544186           | 1190.711  | 7.5  |
| 69.56148837           | 1346.015  | 8    |



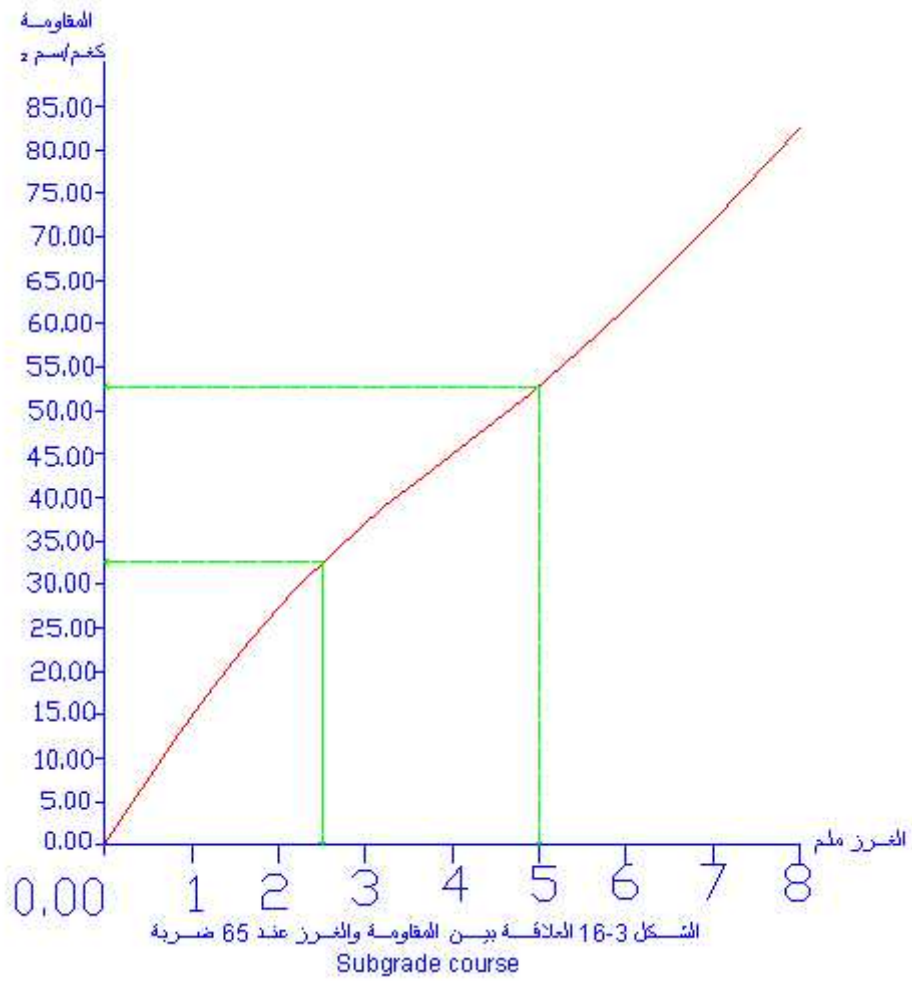
الشكل 3-15 العلاقة بين المقاومة والغرز عند 30 ضربة  
Subgrade course

subgrade coarse

( - ) : العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند

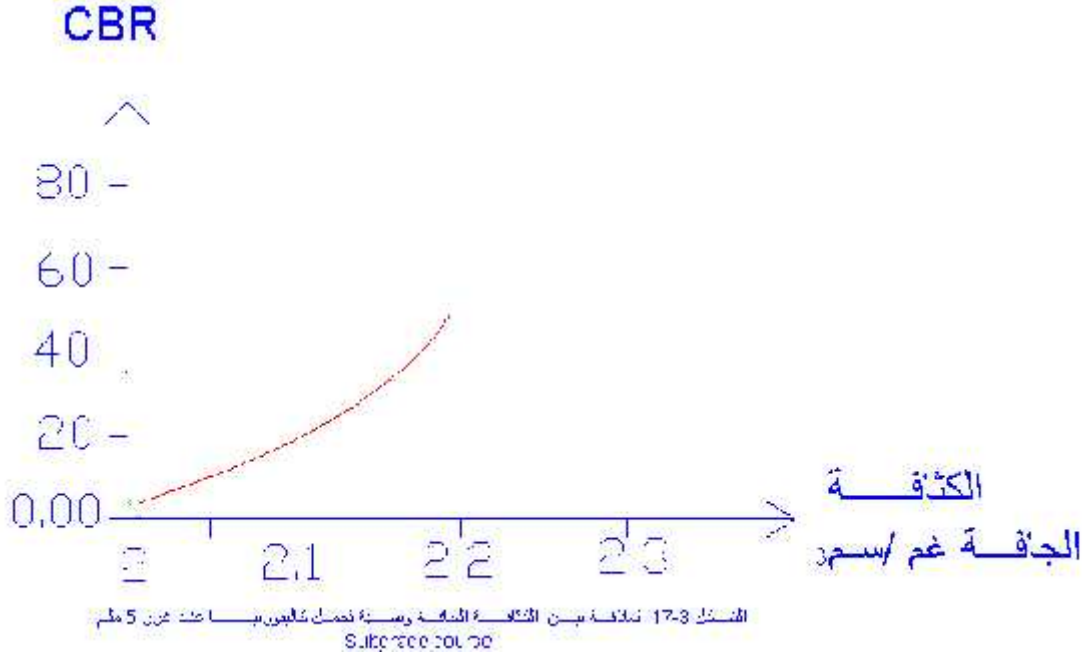
| عديلي المنحنى<br>( / ) | Load (kg) | (mm) |
|------------------------|-----------|------|
| 0                      | 0         | 0    |
| 7.508558               | 145.2906  | 0.5  |
| 15.00842               | 290.4129  | 1    |
| 22.00684               | 425.8324  | 1.5  |
| 27.50972               | 532.3131  | 2    |
| 33.03706               | 639.2671  | 2.5  |
| 37.50567               | 725.7347  | 3    |
| 41.48586               | 802.7514  | 3.5  |
| 45.00251               | 870.7986  | 4    |

|          |          |     |
|----------|----------|-----|
| 49.08028 | 949.7034 | 4.5 |
| 53.48049 | 1034.847 | 5   |
| 57.56795 | 1113.94  | 5.5 |
| 62.5407  | 1210.163 | 6   |
| 66.50098 | 1286.794 | 6.5 |
| 72.26995 | 1398.424 | 7   |
| 76.40279 | 1478.394 | 7.5 |
| 82.50567 | 1596.485 | 8   |



( - ) : الكثافة الجافة للقوالب الثلاثة وقيم CBR لها subgrade coarse :

| CBR at 2.5 mm | CBR at 5 mm | ( / ) |    |
|---------------|-------------|-------|----|
| .             | .           | 2.01  | 10 |
| .             | .           | 2.16  | 30 |
| .             | .           | 2.19  | 65 |



يتم حساب قيمة CBR % من أعلى قيمة للكثافة الجافة .  
حسب المواصفات الأردنية المتبعة في فلسطين حيث أنها تساوي . % .

( - ) يبين نسبة كالفورنيا ونوع كل طبقة من طبقات الرصفة

| CBR |             |
|-----|-------------|
|     | Base Coarse |
|     | Sub Base    |
| .   | Sub Grade   |



•  
•  
•

## Flexible Pavements :

هو الرصفه التى تكون الطبقة السطحيه من البيتون البىد مي اما طبقه الاساس وماتحت الاساس فيمكن ان من مواد غير معالجه كالحصى المكسر والخلائط الحصىه الرمليه الرصفت المرنه.

طبقات رئيسية الطبقة السطحية (Surface Course) تليها طبقة الأساس Base Course

(Subbase Course).

السطحية تكون من أفضل نوعية مواد من حيث القدرة على التحمل. ينتقل تأثير الحمولات المرورية من خلال هذه الطبقات إلى التربة الطبيعية التي يفترض أن تكون قدرتها على التحمل عالية نسبياً حيث يتم دمكها بشكل جيد (Compacted Sub grade) لتحسين مواصفاتها.

تتكون الرصفه المرنه من:

التربة الاصليه(تربه المسار) Sub grade

Subbase Course

Base Course

السطحيه (الاسفلتيه) Surface Course

التربة الاصليه Sub grade

هي طبقه الارض الطبيعیه التي يتم وضع طبقات الرصف عليها بعد تمهيدها وتسويتها. وتعتبر التربة الاصليه الاساس الحقيقي لجسم الطريق حيث انها القاعده الاساسيه التي تركز عليها جميع طبقات الرصف.

Subbase Course.

هي الطبقة التي تفرش مباشرة فوق السطح الترابي الرمل الترابي وقد يكون السطح الترابي قويا او يمكن ان يكون من تربه غير مستقره تثبت بواسطه بعض المواد التثبيت ثم توضع وتفرش عليها طبقه ما تحت الاساس .

الهدف من هذه الطبقة

عدم تؤثر طبقه السطح الترابي باي مؤثرات كالمياه والرطوبة والتلج.....  
يؤدي الى خرابه.

توزيع الاحمال التي يتعرض لها سطح الطريق والطبقات السفليه  
تهيئة سطح لاستقبال الطبقات العلويه من الرصيف.

التوفير في تكاليف مواد الرصف حيث ان المواد المستخدمه في طبقه تحت الاساس هي اقل جودة  
ها.

تمنع هذه الطبقة امتزاج مواد الترابي مع طبقه الاساس.

خاصه بعد دحله جيداً.

يمكن زياده سمك هذه الطبقة من قبل المهندسين وبذلك توفر في طبقات الرصف العليا.

المواد المستخدمه في هذه الطبقة تكون رديه التوصيل بشكل عام.

---

ان تكون نسبه المواد الناعمه والمواد اليه فيها قليله.

تحتوي على تدرج حبيبي مناسب بحيث تبقى مستقره.

أن لا يتجاوز حد الميوعه فيه % لدونه % .  
لاتتجاوز نسبه التآكل للحبيبات فيها على % .

#### طبقة Base Course

وهي الطبقة التي توضع فوق طبقة ما تحت الاساس او مباشره على السطح الترابي ان كان هذا السطح صلباً وتقوم هذه الطبقة بتحمل وتوزيع الاحمال على الطبقات الادنى ويعتمد هذا على نوع المواد المستعمله المكونه من الحصمه او من الدبش المكسر او مخلطات الا ( حصمه صناعيه ) جود ماده الرمل او مجموعته متنوعه من المواد دون تثبيت او مع تثبيت مثبتته خاصه اسمنت جير اسفلت والاساس يفرش على طبقة واحده او مجموعته طبقات حسب تصميم الطريق وجوده هذه مجتمعه يجب ان تكون افضل من المواد المستخدمه في طبقة ما تحت الاساس ومواد طبقة الاساس تتطلب القوه والتدرج وغيرها من المواصفات الفنيه.

#### المستخدمة في طبقة ما تحت الاساس وطبقة الاساس

ان يتحمل الاوزان الساقطه عليها من قبل المرور والمكثف على سطح الطريق.

ان تكون المواد مدكوكه جيداً الشاحنات وتكرار مرورها على الطبقات بحيث تسبب بعض المشاكل والحاجه

ان لا يتغير خواصها الطبيعيه او الفيزيائيه مع مرور ( عمر الطريق )  
ان تكون مواد هذه الط متدرجه Grading

#### يفه طبقة الاساس

تهيئه السطح لاستقبال الطبقات الاعلى بحيث يكون مستويًا وناعماً.  
حمايه ما تحتها من رصف من تسرب المياه و الرطوبه من اعلى الى اسفل.  
مقاومه الصقيع والتجمد في مواد .  
تقليل اهره الانتفاخ في الطبقات السفلى الطبقة خاصه الطبقة الترابيه.

#### مواصفات طبقة الاساس Base Course

أن تحتوي على تدرج جيد.  
لاتحتوي على المواد الناعمه والمواد اليز .  
يتجاوز حد الميوعه فيها % ومعامل الدونه % .  
تزيد نسبه المار من منخل رقم 200 % .  
تتجاوز نسبه التآكل للحبيبات عن % .  
جيداً.

#### الطبقة السطحيه Surface Course

:

خليط من الحصمه الاسفلت السائل توضع فوق طبقة الاساس وتصمم هذه الطبقة لـ

توزع الاحمال بشكل جيد  
تقليل نفاذ الماء الى الطبقات الرصف السفليه  
تأمين سطح مقاوم للتزحلق



تأمين سطح انسيابي اثناء مرور الشاحنات والسيارات  
تأمين عدم تشقق  
لتوازن بين النسبة المثاليه وتدرج الحصمه للحصول على خلطه نموذجيه

تأمين ثبات عال تحت المناخيه والجويه والمروريه  
تقاوم تاثير الحث والبري من مرور السيارات

#### مواصفات الطبقة السطحيه Surface Course

أكثر من الخلطات الإسفلتية الساخنة (Hot Mix Asphalt) ويتم إنشاؤها مباشرة  
التربة الطبيعية أو المحسنة. (Improved Subgrade)

تصمم الخلطه وفقا لمعايير معينه تاخذ بعين الاعتبار قوة الخلطه وثباتها ونسبه الفراغات فيها وتدرج الحصمه  
المستعمله (تفضل التدرج الكثيف المحتوى على حبيبات ذات حجم اقصى مقداره ،بالاضافه لتدرجات  
اخرى في الخلطات المفتوحه وخلطات الاسفلت الرملي)

#### السطحيه

يمكن ان تكون طبقه واحده او وتفرش الطبقة كما الواجه الاسفلتيه لـ الوجه  
التأسيسي Prime cat جه اللاصق TACK COAT لزيادة التثبيت ومقاومه تاثير الحث والبري والاهتراء  
وتأمين مقاومة التزحلق الكافيه والثابته للربط بين السج والاساس ولمساعدته كطبقة انشائيه واحده في توزيع

يجب ان تـ واد الرصفة مع متطلبات التصميم مثلا تكون مقاومة للتشققات التماسحية أو تكون الطبقات  
السفلية للرصفة تقاوم التشوه (Permanent Deformation) الناتج عن زيادة الحمولات المحورية

#### **ثانيا: Rigid Pavements**

هو الذي تكون طبقتة السطحيه من البيتون وعبارته اخرى هو الذي يكون لديه مقاومه وصلاده  
عاليه على الانعطاف  
الخرسانية. ( Rigid Pavements )  
يتكون هذا النوع من بلاطة خرسانية (Slab PCC) يتم إنشاؤها مباشرة على التربة الطبيعية أو يوضع تحتها  
طبقة أساس حصوية. (Base Course)  
تعتبر صلابه البلاطة الخرسانية العامل الأهم في التصميم أما العامل الأهم في تصميم الرصفت المرنة هو قدرة  
تحمل التربة الطبيعية.

#### **الرصفة الخرسانية: (Rigid Pavement)**

وهي عبارة عن طبقة خرسانية يتراوح سمكها ما بين ( - ) سم، بحيث يتم صبها على الطريق أو على  
يتم فرده قبل ذلك، وقد تكون هذه الطبقة مسلحة أو غير مسلحة، وتصب بشكل كامل أو  
شكل قطع بحيث يبلغ طول كل قطعة ما بين ( - ) م للخرسانة العادية، وقد يصل طول  
تعتبر صلابه البلاطة الخرسانية العامل الأهم في التصميم أما العامل الأهم في تصميم  
الرصفت المرنة هو قدرة تحمل التربة الطبيعية.

يتكون هذا النوع من بلاطة خرسانية (Slab PCC) يتم إنشاؤها مباشرة على التربة الطبيعية أو يوضع تحتها  
طبقة أساس حصوية. (Base Course) , تعتبر صلابه البلاطة الخرسانية العامل الأهم في التصميم أما العامل

الأهم في تصميم الرصف المرنة هو قدرة تحمل التربة الطبيعية. ينتشر هذا النوع من الرصف في المناطق (أوروبا وروسيا وأمريكا الشمالية) حيث تقاوم الفواصل الموجودة بين بلاطات الرصف التغيرات الحرارية الكبيرة بين الصيف والشتاء أو بين الليل والنهار. قد تكون هذه الرصف مسلحة أو غير مسلحة وذلك حسب الحجم المرورية ونسبة الشاحنات الثقيلة.

أهمية عمل طبقة :

التحكم بتسرب المياه الجوفية والأثرية من خلال الفواصل الموجودة في البلاطة الخرسانية.  
التحكم بتأثير الصقيع في البلاد الباردة. (Frost Action)  
تحسين تصريف مياه الأمطار.  
تقليل حدوث الانكماش (Shrinkage).  
تسريع عملية الإنشاء. (Swell).

**( Composite Pavements ). :**

يحتوي هذا النوع من الرصف على طبقات إسفلتية وخرسانية وتكون الطبقة الإسفلتية فوق البلاطة الخرسانية (Overlay) بغية إعادة تأهيل أو إصلاح الرصف.  
الحمولات المرورية العالية في الطرق الاستراتيجية.

## النتائج والتوصيات

-

- التوصيات

## النتائج والتوصيات

- تم دراسة المشاكل التي تعاني منها الطريق.
- تم تصميم الطريق هندسيا وفقا للاسس الصحيحة برسم الميول الطولية والعرضية والتي تساعد على تصريف مياه الامطار .
- تصميم شبكة تصريف مياه تخدم طريق وادي الجوز و جزء من المساحة المحيطة به والتي هي اكثر ارتفاعا منه خطي تصريف يلتقيان في نقطة واحدة وهي الاخفض على طول الطريق.
- تم القيام بالتجارب المخبرية الضرورية للتصميم الانشائي للطريق وتم حساب سمك طبقات الرصف .
- بيان أهمية ور ضرورة التقيد بها.

## التوصيات

- . نوصي دائرة الهندسة المدنية والمعمارية بطرح مساق يتطرق للتصميم الهندسي للطرق و القطاعات الطولية والعرضية Civil 3D .
- . نوصي بلدية الخليل باعادة تأهيل طريق وادي الجوز واعارته كثير من الاهتمام ريق يصل بين منطقتين حيويتين وه منطقة الحاووز ومنطقة عيسى .
- . نوصي بلدية الخليل باستكشاف باقي الطرق المحلية الموجودة في المدينة والتي هي بحاجة لاعادة تأهيل.
- . نوصي بلدية الخليل بتصميم شبكة منفصلة لتصريف مياه الامطار تخص طريق وادي الجوز ت التصريف في المدينة و انشاء شبكات جديدة ان كانت القديمة لا .
- 5 . نوصي بلدية الخليل باعادة رصف طريق وادي الجوز وجميع الطرق المحلية التي هي بحاجة لذلك.

• مساحة مستوية متقدمة (جمع وتحضير المهندس فيضي شبانة) من المراجع التالية:

(1)Engineering Surveying –Shofield-5<sup>th</sup> Edition

(2)Surveying For Civil Engineers-N.Tamim

• \*Adjustment Computations

Spatial Data Analysis 4<sup>th</sup> Edition ,CHARLES D.GHILANI,PH.D

PAUL R. WOLF,PH.D.

• الصرف الصحي ومعالجة المخلفات السائلة للمؤلف اسلام محمود ابراهيم

• تقنية مدنية شبكات المياه والصرف الصحي

• ملتقى المهندسين العرب

• دليل تصميم الطرق - كتاب تصميم الطرق - ( ) -

• التصميم الهندسي للطرق ( الهيئة العامة للطرق والكباري - وزارة النقل )

• هندسة الطرق ( ترجمة للطبعة الثالثة الإنجليزية ) كلاركسن هـ أوجلسي

• المساحة وتخطيط المنحنيات

• <http://www.pavementinteractive.org/article/1993-aashto-flexible-pavement-structural-design/>