بسم الله الرحمن الرحيم

إعادة تصميم الطريق الواصل بين مبنى واد الهرية ومفرق العجوري

فريق العمل:

خالد عبد العزيز شقير **سليمان محمود عجوة**

المشرف:

م. فيضي شباتة

بناء على توجيهات الأستاذ المشرف على المشروع وبموافقة جميع أعضاء اللجنة الممتحنة، تم تقديم هذا المشروع إلى دائرة **الهندسة المدنية والمعمارية** في كلية الهندسة والتكنولوجيا للوفاء الجزئي بمتطلبات الدائرة لدرجة البكالوريوس.

توقيع مشرف المشروع
الاسم:.....

توقيع رئيس الدائرة
الاسم:.....

جامعة بوليتكنيك فلسطين
الخليل – فلسطين

2007

جامعة بوليتكنيك فلسطين
Palestine Polytechnic University
The Library

خلاصة المشروع

إعادة تصميم الطريق الواصل بين مبنى واد الهرية ومفرق العجوري

فريق العمل :

خالد عبد العزيز شقير
سليمان محمود عجوة

جامعة بوليتكنك فلسطين ٢٠٠٦/٢٠٠٧

المشرف :م.فيضي شبانة .

يشمل المشروع القيام بجميع المتطلبات المساحية اللازمة لإعادة تصميم طريق مبنى واد الهرية-مفرق العجوري،وقد تم اختيار هذا المشروع لانه يخدم لدرجة كبيرة احد مباني جامعة البوليتكنك وأيضا يصل بين مباني الجامعة المختلفة وتمر منه معظم المركبات والشاحنات القادمة من مدينة الخليل و المتجهة إلى المنطقة الجنوبية والصناعية وسوق الخضار المركزي .

سيحتوي هذا المشروع على عدة فصول نظرية وحسابية و سيكون تطبيقا للمفاهيم الهندسية و المواصفات الفنية الواجب إتباعها عند القيام بتصميم أي طريق من وجهة النظر الهندسية.

سنتطرق في هذا المشروع إلى إشارات المرور و الإنارة وتوزيع الكهرباء وغيرها من الأمور اللازمة لإتمام التصميم الهندسي للطريق إن شاء الله ، وسنقترح مسار يؤدي إلى تخفيف من أزمة المرور التي تحدث في معظم الأوقات أمام مبنى الجامعة.

Abstract

DESIGN OF ABU ROMMAN BUILDING-AL AJOURI INTERSECTION ROAD

Project Team:

Sulieman M. Ajweh *Khaled A. Sukeir*

Palestine Polytechnic University-2006

Supervisor:

Eng. Faydi Shabaneh

This project is a redesign of Wade Alharia (PPU) Building-Al ajouri intersection road from Geomatics point of view, the importance of this road is that it is the main road between PPU buildings, so we want to make new design. This project is an application for engineering and technical specifications that have to be considered in highway design. The project consist of theory and calculations chapters as shown in the project scope. The project has two parts: field work and office work. The plans of the project contain: curves, cross Horizontal plan, profile, horizontal and vertical curves, and cross sections.

فهرس المحتويات

الرقم	الموضوع	الصفحة
	صفحة عنوان المشروع	*I*
	الإهداء	*II*
	كلمة شكر	*III*
	الخلاصة	*IV*
	Abstract	*V*
	فهرس المحتويات	*VI*
	فهرس الملاحق	*XII*
	فهرس الجداول	*XIII*
	فهرس الأشكال	*XIV*
الفصل الأول	مقدمة	**1**
1-1	نظرة عامة	2
2-1	نبذة تاريخية عن الطرق	3
3-1	التصنيف الوظيفي للطرق	4
4-1	فكرة المشروع	5
5-1	أهمية وأهداف المشروع	7
6-1	طريقة البحث	7
7-1	هيكلية البحث والجدول الزمني	8
8-1	الدراسات السابقة	10
الفصل الثاني	الأعمال المساحية	**12**
1-2	مقدمة	13
2-2	دراسة المخططات	13
3-2	الأعمال الاستطلاعية	13
4-2	مرحلة الدراسة المساحية الأولية	14
5-2	الأعمال المساحية النهائية	15
الفصل الثالث	التصميم الهندسي وتخطيط الطريق	**16**
1-3	مقدمة	17
2-3	السرعة	18

1-2-3	السرعة التصميمية	18
2-2-3	سرعة الجريان	18
3-2-3	السرعة اللحظية المتوسطة	19
4 -2-3	مواصفات السرعة التصميمية	19
3-3	مسافة الرؤيا	20
1-3-3	مسافة الرؤيا للتوقف	20
2-3-3	مسافة الرؤيا للتجاوز	22
4-3	مكونات سطح الطريق	25
1-4-3	عرض الطريق و المسارب	25
2-4-3	أرصفة المشاة	26
3-4-3	الأكتاف	26
4-7-3	الجزيرة الوسطى	27
5-4-3	الاطاريف	28
1-5-4-3	الاطاريف الحاجزة	28
2-5-4-3	الاطاريف الغاطسة	28
6-4-3	الميول الجانبية	29
7-4-3	الميول الطولية	30
8-4-3	الميول العرضية	30
الفصل الرابع	حجم المرور	32
1-4	مقدمة	33
2-4	الهدف من دراسة حجم المرور	33
3-4	تعداد المركبات	34
4-4	أنواع التعداد على الطريق	34
5-4	طرق إجراء التعداد	35
6-4	فترات التعداد(الدوام)	35
7-4	السير الحالي والمستقبلي	36
8-4	عمر الطريق	36
4- 9	تحليل المعلومات حول حجم السير	36
الفصل الخامس	التخطيط الراسي والأفقي للطريق	42
1-5	العوامل الأساسية التي تأخذ عند إنشاء الطريق	43
2-5	العوامل الرئيسية التي تتحكم في تخطيط الطريق	44

3-5	التصميم الهندسي للطريق	46
4-5	العوامل التي تحكم أسس التصميم	46
1-4-5	حجم المرور	46
2-4-5	تركيب المرور	46
3-4-5	السرعة التصميمية	47
5-4-5	قطع الطريق	47
6-4-5	عرض الحارة	47
7-4-5	الميول العرضية	47
8-4-5	الأكتاف	47
9-4-5	الأرصفة	47
10-4-5	الميول الجانبية	47
11-4-5	الجزر الفاصلة	47
12-4-5	الحواجز الجانبية	48
5-5	أقسام التخطيط	48
1-5-5	التخطيط الأفقي للطريق	48
1-1-5-5	أنواع المنحنيات	48
2-1-5-5	تصميم المنحنيات	51
1-2-1-5-5	عناصر المنحنى الدائري البسيط	51
2-2-1-5-5	معادلات المنحنى الدائري الأفقي	54
3-2-1-5-5	درجة الانحناء	55
3-1-5-5	الرفع الجانبي	55
1-3-1-5-5	الطرق المتبعة في الرفع الجانبي	59
4-1-5-5	المنحنيات الانتقالية	61
5-1-5-5	توسيع المنحنيات	61
6-1-5-5	مسافات الرؤية	63
1-6-1-5-5	مسافة الرؤية للتوقف	63
2-6-1-5-5	مسافة الرؤية للتجاوز	64
7-1-5-5	ملاحظات عامة عن التخطيط الأفقي	66
2-5-5	التخطيط الراسي للطريق	68
1-2-5-5	مقدمة	68
2-2-5-5	المنحنيات الرأسية	68

3-2-5-5	إشارة الميل وزاوية التدرج	68
4-2-5-5	عناصر المنحنى الراسي	69
5-2-5-5	المنحنيات الراسية غير المتماثلة	70
6-2-5-5	الميول الراسية العظمى	70
1-6-2-5-5	العوامل التي تتحكم في تحديد الميول الراسية	71
7-2-5-5	العوامل المشاركة في اختيار طول المنحنى الراسي	74
8-2-5-5	ملاحظات عامة في التخطيط الراسي	76
9-2-5-5	اعتبارات عامة في التخطيط الراسي	77
الفصل السادس	**حساب المساحات و الحجوم**	79
1-6	مقدمة	80
2-6	حساب مساحات المقاطع العرضية	81
3-6	حساب الحجوم	87
4-6	بعض الطرق الشائعة في حساب الحجوم	87
5-6	طريقة العمل	92
6-6	التمثيل الخطي للكميات الحفر والردم	93
7-6	خواص منحنى الحجوم	94

الفصل السابع	التقاطعات	97
1-7	مقدمة	98
2-7	أنواع التقاطعات	98
1-2-7	التقاطع العادي البسيط	99
2-2-7	التقاطع الجرسي	101
3-2-7	التقاطع ذو القنوات	102
3-7	فوائد القنوات في التقاطع	103
4-7	نقاط التصادم	104
5-7	أنصاف أقطار الدوران	105
6-7	عرض المسرب	105
7-7	مسافة الرؤية للتوقف	106
8-7	مسافة الرؤية اللازمة على جانب التقاطع	107
9-7	الجزر والقنوات على التقاطعات	110
1-9-7	مكونات الجزر	110
2-9-7	إشكال الجزر	110
3-9-7	مواصفات الجزر	112
الفصل الثامن	**الإنارة على الطرق**	**113**
1-8	مواصفات العاملة للإنارة	114
2-8	طرق توزيع الإنارة على الشارع	114
3-8	ارتفاع أعمدة الإنارة	116
4-8	المسافة بين أعمدة الإنارة	116
5-8	أنواع المصابيح المستخدمة في الإنارة	118
1-5-8	استخدام شعيرة التنجستون	118
2-5-8	بخار الصوديوم	119
3-5-8	الإضاءة بواسطة الأنبوب الإشعاعي	119
4-5-8	الإضاءة بواسطة الزئبق المضغوط	119
الفصل التاسع	**علامات وإشارات المرور**	**120**
1-9	مقدمة	121
2-9	علامات المرور	121
1-2-9	أهداف علامات المرور	121
2-2-9	الشروط الواجب توفرها في العلامات	122
3-2-9	أنواع علامات المرور	122

3-9	الإشارات	123
1-3-9	أنواع الإشارات	123
2-3-9	مواصفات الإشارات	127
3-3-9	موقع الإشارات	127
4-3-9	الرؤية في الليل	128
5-3-9	إشارات الطوارئ	128
الفصل العاشر	**النتائج والتوصيات**	**129**
1-10	النتائج	130
2-10	التوصيات	130

فهرس الملاحق

ذ	**الملاحق**	**131**
ملحق رقم (1)	**المضلع**	**132**
ملحق رقم (2)	**حساب المنحنى الأفقي والراسي**	**135**
1-2	حساب المنحنى الافقي	135
2-2	الحسابات الناتجة من Auto DISK	139
3-2	حسابات المنحنى الراسي	148
ملحق رقم (3)	الصعوبات المتوقعة خلال تنفيذ المشروع والحلول المقترحة لحلها	152
ملحق رقم(4)	**جدول ا لكميات**	**153**
ملحق رقم(5)	**المراجع**	**154**
ملحق رقم (6)	**لوحات المشروع**	**155**

فهرس الجداول

الرقم	اسم الجدول	الصفحة
1-1	الجدول الزمني للمشروع	9
1-3	العلاقة بين السرعة التصميمية وسرعة الجريان	19
2-3	السرعة التصميمية للطرق الحضرية	20
3-3	العلاقة بين السرعة التصميمية ومسافة الرؤية للتوقف	21
4-3	العلاقة بين السرعة ومعامل الاحتكاك	22
5-3	العلاقة بين السرعة والتسارع	24
1-4	عدد المركبات حسب أيام الأسبوع	38
2-4	متوسط عدد المركبات لكل ساعة	39
3-4	نسبة المركبات حسب الأيام	39
1-5	أقصى قيمة رفع جانبي	58
2-5	اقل نصف قطر للمنحنى	58
3-5	مقدار التوسيع المطلوب للمنحنى الأفقي	62
4-5	زمن الارتداد العصبي حسب السرعة	64
5-5	العلاقة بين السرعة ومسافة الرؤية	65
6-5	الميول الراسية العظمى حسب الطبوغرافية	72
7-5	القيم العظمى لأطوال أجزاء الطريق حسب الميول الراسية	73
1-6	حساب المساحة بطريقة الإحداثيات	85
2-6	كميات الحفر والردم	95
1-7	أصناف أقطار الدوران بالنسبة لنوع الطريق	105
2-7	الحد الأدنى لنصف القطر على المنحنى	105
3-7	عرض المسرب على التقاطع	106
4-7	مسافة الرؤية على التقاطع	107
5-7	مسافة الرؤية اللازمة لتعديل سرعة السيارة	109
1-8	العلاقة بين المسافة بين الأعمدة وعرض الطريق وارتفاع الاعمدة	116
1-9	بعض اشارات التحذير	124
2-9	بعض إشارات الإرشاد ومدلولاتها	126
3-9	المسافة بين الإشارة والتقاطع	128

فهرس الاشكال

الرقم	اسم الشكل	الصفحة
1-1	الموقع العام للمشروع	6
1-3	مسافة الرؤية للتوقف	21
2-3	مسافة الرؤية للتجاوز	22
3-3	أنواع الاطاريف	29
4-3	الميول الطولية	30
5-3	مقطع عرضي نموذجي	31
1-5	أنواع المحنيات الدائرية	49
2-5	عناصر المنحنى الحلزوني	51
3-5	عناصر المنحنى الدائري البسيط	52
4-5	الاوتار وزوايا الانحراف الجزئية	54
5-5	درجة الانحناء	55
6-5	كيفية تاثير وزن المركبة اثناء سيرها	56
7-5	الميل العرضي للمنحنى	56
8-5	كيفية الرفع الجانبي للطريق حول المحور	59
9-5	التغير التدريجي في الميل العرضي لمقاومة القوة الطارده	60
10-5	طريقة توقيع التوسيع للمنحنى	63
11-5	مسافة الرؤية للوقوف والتجاوز	65
12-5	فرق الميل	69
13-5	عناصر المنحنى الراسي	70
14-5	منحنى راسي غير متماثل	71
15-5	القيمة العظمى لطول الجزء الخاضع للميل	73
16-5	منحنى راسي قاعي	75
1-6	سطح ارض طبيعية منتظمة الميل	82
2-6	مقطع عرضي من ثلاث نقاط	83
3-6	مقطع عرضي من خمس نقاط	84
4-6	حساب المساحة بطريقة الإحداثيات	85
5-6	حساب المساحة بطريقة تخطيطية	86
6-6	مقطعان في منطقة طمم	88
7-6	مقطع طمم يليه مقطع حفر	89
8-6	مقطعان مختلفان	90

9-6	مقطعان احدهما مختلط والآخر إما حفر أو ردم	91
10-6	مقدار الميول الجانبية	93
11-6	مثال لمنحنى الحجوم	94
1-7	الشكل البسيط للتقاطع	100
2-7	تقاطع بسيط مع توسيع الطريق	100
3-7	تقاطع بسيط مع توسيع الطريق من جهة مقابلة	101
4-7	إضافة مسرب كامل على التقاطع	101
5-7	انعطاف دورة واحده	102
6-7	انعطاف مزدوج على التقاطع	102
7-7	انعطاف مع جزيرة تقسيم على التقاطع	103
8-7	انعطاف مع جزيرة دوران على التقاطع	103
9-7	مسافة الرؤية على التقاطع	107
10-7	مسافة الرؤية على التقاطع لوقوف السيارة على الطريق الفرعي	109
11-7	أشكال وتوزيع الجزر على التقاطعات	111
12-7	أبعاد جزيرة على شكل مثلث	111
13-7	أبعاد جزيرة طوليه على التقاطع	112
1-8	توزيع الأعمدة في جهة واحده	114
2-8	توزيع الإنارة في المنتصف	115
3-8	توزيع الأعمدة بشكل ترنحي	115
4-8	ترتيب الإنارة بشكل تقاطعي	115
5-8	عناصر عمود الإنارة	118

﴿1﴾

الفصل الأول

مقدمة

1-1 نظرة عامة

2-1 نبذه تاريخية عن الطرق

3-1 التصنيف الوظيفي للطرق

4-1 فكرة المشروع

5-1 أهمية وأهداف المشروع

6-1 طريقة البحث

7-1 هيكلية البحث

8-1 الدراسات السابقة

الفصل الأول (1)
المقدمة

1-1 نظرة عامة

يعالج علم الطرق موضوع مسح المنطقة المنوي فتح الطريق فيها، ودراسة المنطقة طبوغرافيا وجيولوجيا، و إعداد التصاميم ودراسة المواد وخواصها سواءا كانت هذه الطرق تصل بين المدن أو بين الأقطار المتجاورة، أو تصل بين المدن والقرى أو بين القرى نفسها، أو كانت توصل إلى المناطق السياحية والزراعية وغيرها للوصول الى التصميم الهندسي المناسب للطريق حيث يعرف التصميم الهندسي للطريق على أنه عملية إيجاد الأبعاد الهندسية لكل طريق وترتيب العناصر المرئية للطريق مثل المسار ومسافات الرؤية والعروض والانحدارات..الخ.

وبداية 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 المتاحة. وتعتبر السرعة التصميمية والانحدار الحاكم هما بدورهما القاعدة الأساسية لوضع الحدود الدنيا القياسية لكل من التخطيط الرأسي والأفقي للطريق وبعد ذلك يستطيع المصمم أن يطوع هذه الحدود أو أعلى منها من أجل التوصل إلى مسقط أفقي وقطاع طولي للطريق. ثم تأتي مرحلة تفاصيل الأبعاد الهندسية للتقاطعات ذات المستوى الواحد أو المستويات المتعددة ولطرق الخدمة ولغيرها من الملامح.

ويبين علم الطرق أسس تخطيط الطرق حيث يطلق لفظ التخطيط عادة على عملية اختيار وتوقيع محور مسار الطريق على الطبيعة. والتخطيط الأفقي يشمل الأجزاء الأفقية (المماس) والأجزاء المنحنية (منحنيات أفقية). أما التخطيط الرأسي فيشمل الانحدارات والمنحنيات الرأسية.

وأخيراً لابد من تحديد تفاصيل العلامات والخطوط وإشارات المرور إن وجدت وغيرها من مقاييس التحكم في المرور و الإنارة أو العواكس في الإسفلت أو على إشكال أخرى على الجوانب ويمكن الوصول إلى طريق لا يسبب حوادث ويحقق الانسياب السلس بجعل جميع عناصر الطريق تتمشى مع توقعات السائقين بتجنب التغيرات المفاجئة في مواصفات التصميم.

2-1 نبذة تاريخية عن الطرق

لا يعرف تاريخ محدد لمولد الطرق، ولكن مع توطن البشر واستئناسهم للحيوانات قبل نحو 9000 عام كانت المسارات التي سلكها الناس بحيواناتهم هي أول طرق سير عرفتها البشرية، وقد أخذ مسار المشاة والحيوانات مسارا متعرجا ليخدم الملكيات الخاصة المتناثرة.

ويعود تاريخ الطرق الحديثة إلى اليوم الذي اخترع فيه الإنسان العجلة منذ حوالي 5000 عام قبل الميلاد، حيث عرف الإنسان أول طريق مرصوفة بالأحجار في عام 3500 ق.م في بلاد ما بين الرافدين، وقام المصريون بإنشاء طريق يصل النيل بالاهرامات ، ثم أتى البابليون وبنوا شبكة مهمة من الطرق تصل العاصمة بالمناطق المحيطة بها، وكانوا أول من استخدم الإسفلت (القار) كمادة من مواد إنشاء الطرق. إلا أن الفضل في إنشاء الطرق يعود للرومان حوالي 4000 ق.م . فقد انشأوا شبكة ضخمة من الطرق تتكون من 29 طريقا رئيسيا يصل مجموع أطوالها إلى 80 ألف كلم، والتي أنشأت لأغراض عسكرية حيث كانت تنطلق على شكل طرق شعاعية من عاصمتهم روما إلى جميع أنحاء الإمبراطورية الرومانية.

وفي نفس الوقت تقريبا(400 ق م) تطور إنشاء الطرق في انجلترا، حيث قام كل من المهندسين تلفورد و ماكآدم من تطوير أساليب مشابهة لإنشاء الطرق، حيث استخدم تلفورد أحجارا كبيرة كقاعدة للطريق وغطاها بأحجار اصغر كسطح للطرق، أما ماكآدم فاستخدم أحجارا صغيرة لكامل أجزاء الطريق، وهذا النوع مازال مستخدما إلى اليوم في إنشاء الطرق ويحمل اسمه.

ومع بداية القرن التاسع عشر الميلادي أنشأت آلاف الكيلومترات من الطرق التي أخذت بعين الاعتبار تصريف المياه والتأسيس على أرضية صلبة، كما أن اختراع الإطارات المطاطية بدلا من المعدنية من قبل العالم دنلوب 1888م ساعد على تغطية الطرق بالإسفلت مع بداية القرن العشرين مما زاد من مستوى الراحة والسرعة وتقليل الضوضاء، كما أن محرك الاحتراق الداخلي بواسطة العالمين بنز و دملر 1886 م ادخل ثورة في عالم الطرق والدخول في عصر السيارات.

3-1 التصنيف الوظيفي للطرق:

التصنيف الوظيفي هو العملية التي يتم بموجبها تقسيم الطرق إلى أنواع أو أنظمة وفقاً لطبيعة الخدمة التي تؤديها، ومن أساسيات هذه العملية أن ندرك أن الطرق المفردة لا تخدم حركة السفر والانتقال بوضعها المستقل خدمة ذات أهمية كبيرة، فالواقع أن معظم حركة السفر والتنقل تتم باستخدام عدد من الطرق ولذلك فمن الضروري أن تقرر الكيفية التي يمكننا بها توجيه حركة السير ضمن شبكة الطرق ككل بطريقة فعالة، وهنا تأتي أهمية التصنيف الوظيفي الذي يتم عن طريقه تحديد الدور الذي يؤديه كل طريق لخدمة حركة المرور والنقل.

ويمكن إيجاز تصنيف الطرق حسب الوظيفة:

أ - طرق حضرية رئيسية.

تربط هذه الطرق مراكز الأنشطة الرئيسية في المناطق الحضرية وترتبط بالشبكة الإقليمية وتتحمل أكبر حمل مروري خلال المنطقة وعروض هذه الطرق حوالي (40 متراً فأكثر).

ب - طرق حضرية ثانوية.

تقوم هذه الطرق بتجميع المركبات من الطرق الرئيسية وتقوم بتوزيعها إلي درجات الطرق الأقل وعروضها حوالي (16 - 25 متراً).

جـ - طرق حضرية من الدرجة الثالثة (محلية).

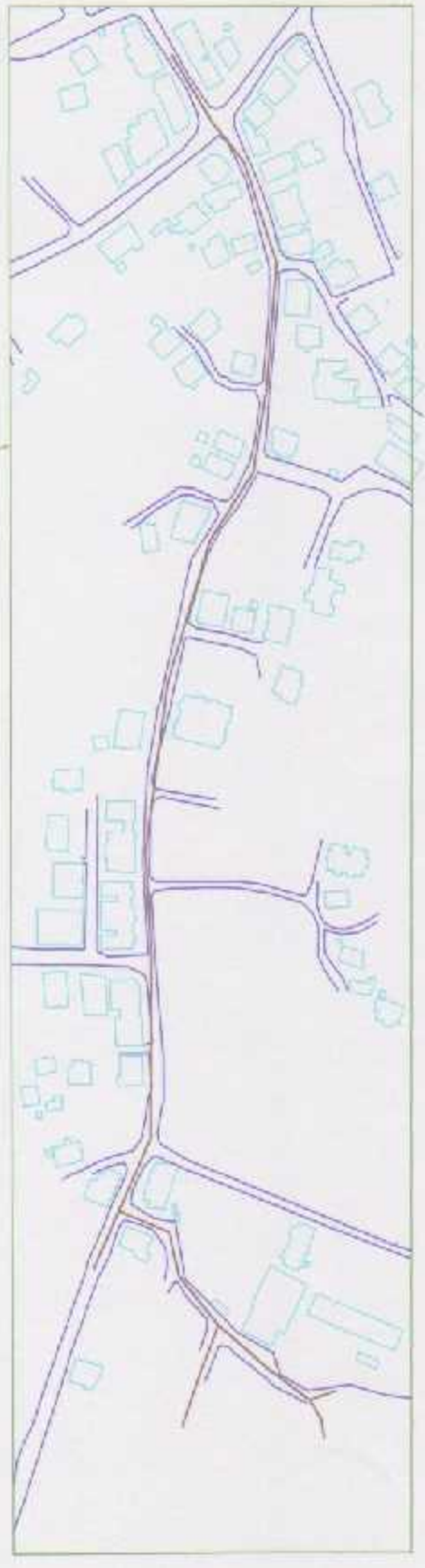
تقوم بتجميع المركبات خلال المناطق السكنية ومناطق الأنشطة إلي درجات الطرق الأعلى وتحمل أقل مقدار من المرور في الشبكة وتعتبر أقل درجة في التدرج الهرمي لشبكة الطرق وعروضها حوالي (12- 16 متراً).

والطريق موضوع البحث (واد الهرية العجوري) يعتبر من الطرق المحلية.

4-1 فكرة المشروع:

طريق واد الهرية- العجوري هو الطريق الواصل بين مفرق العجوري و مبان الجامعة في من في واد الهرية وتمر منه معظم الشاحنات والمركبات المتجهة الى المنطقة الجنوبية والصناعية وسوق الخضار المركزي .

و نهدف من وراء هذا العمل القيام بوضع تصميم نموذجي لهذا الطريق(من وجهة النظر المساحية)، والاهتمام قدر الإمكان بجميع عناصر الطريق من حيث التخطيط الأفقي، والتخطيط الرأسي، ويشمل الرفع الجانبي للطريق (Superelevation)، والتوسيع على المنحنيات (widening) والمنحنيات الانتقالية، وكذلك عمل الميول الجانبية والأفقية الجانبية لتصريف مياه الأمطار. وكذلك إيجاد حل مناسب لازمة المرور التي تحدث في اغلب الأوقات إما بسبب ضيق المدخل المؤدي إلى المبان أو بسبب الشاحنات التي تمر من نفس الطريق. واقتراح مسار بديل للمركبات يوفي بالغرض بناء على المخططات الهيكلية للمنطقة.



Palestinian Polytechnic University

Engineering College / Civil & Architecture Dept.

The Graduate Project

DRAWING TITLE :

General Site Location

Supervisor :

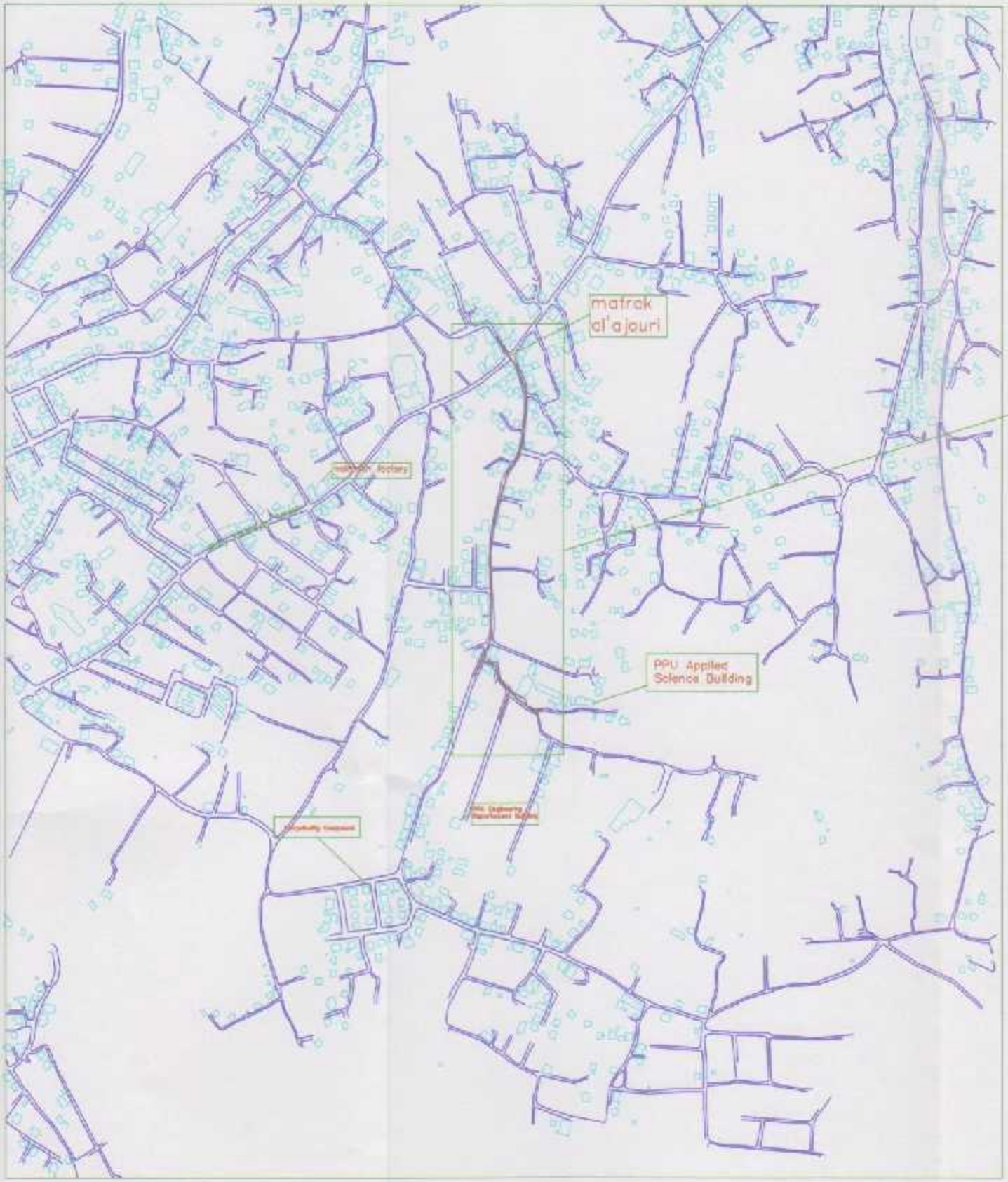
Eng . Faide Shabanah

Deamed by :

Khaled Shukeir

Suleiman Ajweh

SCALE	NO.OF DRAW	DATE
To Fit	A5	23/05/2007


mafrak
al'ajouri
PPU Applied
Science Building

5-1 أهمية المشروع:

أن الهدف من وراء إنشاء الطرق حسب المواصفات الهندسية هو خدمة الناس وخاصة طلاب الجامعة وتسهيل حركتهم ، فيلاحظ أن عدد كبير من المركبات و الشاحنات تمر من هذا الطريق لما للمنطقة من اهمية تجارية وصناعية وتعليمية. إذن فلابد من وضع تصميم نموذجي يخدم تلك الأغراض.

يكتسب هذا الطريق أهميته لعدة أسباب، فمنها كونه حتى الآن الطريق الأهم الواصل بين مدينة الخليل والمنطقة الجنوبية والصناعية وسوق الخضار، وأيضا أن إعادة تصميم هذا الطريق حسب المواصفات والمقاييس الهندسية من شأنه أن يؤدي إلى تطوير في المنطقة على طول الطريق، كذلك خدمة الجامعة حيث أنها حسب مخططات الجامعة سوف يتم بناء مبان جديدة وكذلك زيادة في عدد الطلاب .

6-1 طريقة البحث:

- تم الاتفاق مع المشرف على المشروع بصورة نهائية.
- تم الاتفاق على أسم المشروع (إعادة تصميم الطريق الواصل بين مفرق العجوري ومبنى واد الهرية).
- القيام بجولة استطلاعية للموقع وتعيين نقاط المضلع الكاشفة لأجزاء الطريق.
- مراجعة بلدية الخليل والحصول على بعض المخططات الخاصة بتلك المنطقة.
- الرجوع إلى إدارة الجامعة لمعرفة الخطط المستقبلية.
- القيام بعمل مضلع مفتوح(Open Travers)، ورصد نقاطة بواسطة جهاز ال GPS.
- القيام بعد المركبات من اجل حساب معدل المرور اليومي .)Average D(
- البدء برفع أجزاء الطريق.
- القيام بعمليات التصميم من تحديد مسار الطريق وعرضه والميول الجانبية.. الخ.
- القيام بعمليات التصميم النهائية من النواحي الكاملة.
- القيام بكتابة المشروع بصورته النهائية.

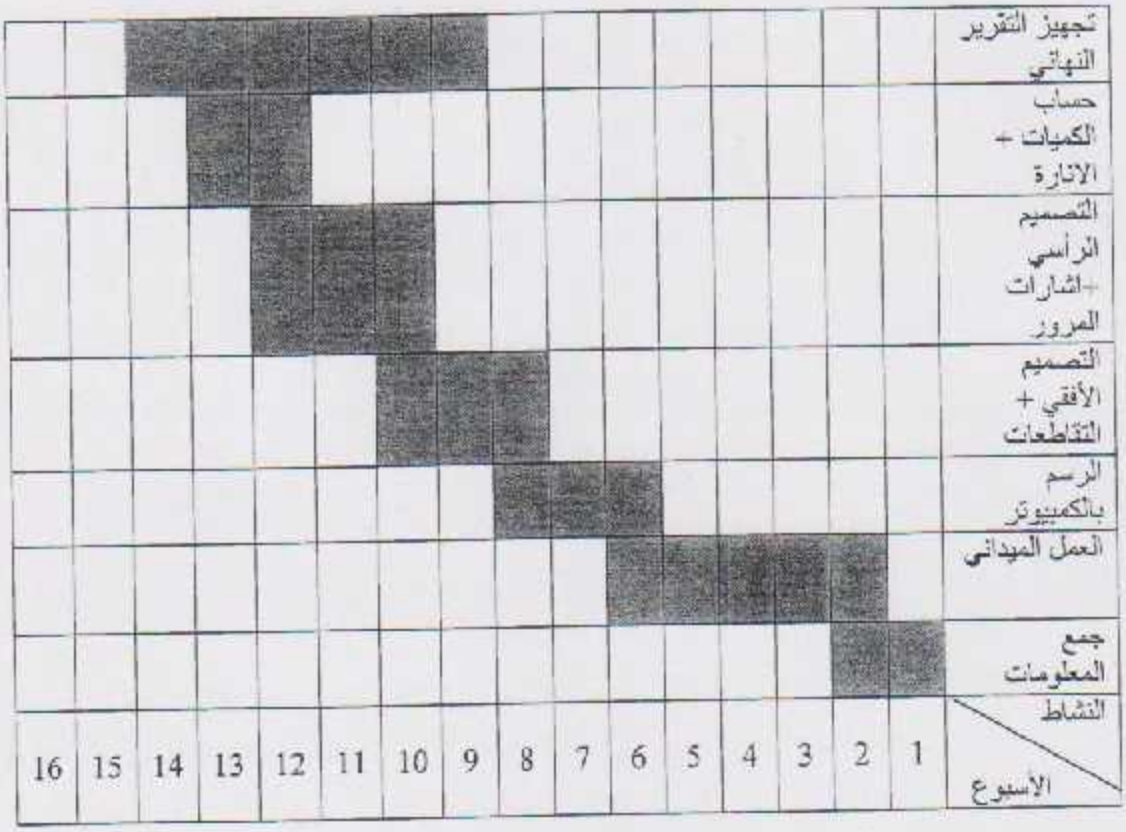
1- 7هيكلية البحث و الجدول الزمني اللازم للتنفيذ :

تم بالتشاور بين فريق عمل المشروع والمشرف على وضع هيكلية للبحث تراعي قدر الإمكان تغطية كاملة لما يحتاجه أي طريق من أعمال مساحية لازمة لتصميمها وكانت كمايلي:

- الفصل الأول: المقدمة يشمل نظرة عامة، نبذة تاريخية، التصنيف الوظيفي للطرق، فكرة المشروع، أهمية المشروع، طريقة البحث، هيكلية البحث، الدراسات السابقة.
- الفصل الثاني: الأعمال المساحية يشمل مقدمة عامة, الأعمال الاستطلاعية, مرحلة الدراسات المساحية الأولية, مرحلة الأعمال المساحية النهائية.
- الفصل الثالث: تخطيط الطريق يشمل مقدمة عامة، السرعة(السرعة التصميمية، سرعة الجريان، السرعة اللحظية المتوسطة، مواصفات السرعة التصميمية)، مسافة الرؤية(مسافة الرؤية للتوقف، مسافة الرؤية للتجاوز الآمن) مكونات جسم الطريق(عرض الطريق والمسارب، أرصفة المشاة، الأكتاف، الجزيرة الوسطى، البردورات، الميول الجانبية، الميول الطولية، الميول العرضية).
- الفصل الرابع: حجم المرور (وشمل دراسة حجم المرور الحالي والمستقبلي لبيان عدد المسارب).
- الفصل الخامس: التخطيط الأفقي للطريق , التخطيط الراسي للطريق ا (بيان أنواع المنحنيات الأفقية و الراسية وعناصرها وطرق توقيعها).
- لفصل السادس: حساب الكميات(ويشمل حساب مساحات المقاطع العرضية للطريق وإيجاد كميات الحفر والردم بين هذه المقاطع ومنحنى الحجوم).
- الفصل السابع: تصميم التقاطعات (ويشمل أنواع التقاطعات وأنصاف أقطار الدوران على التقاطع).
- الفصل الثامن: الإنارة على الطريق(ويشمل أنواع المصابيح المستخدمة على الطريق وطريقة توزيعها على الطريق)
- الفصل التاسع: علامات وإشارات المرور على الطريق(ويشمل الهدف من وضع علامات المرور، أنواع علامات المرور و الشروط الواجب توفرها في علامات المرور)
- الفصل العاشر: النتائج والتوصيات.

الجدول الزمني

الجدول الزمني للمشروع(1-1)



1-8 الدراسات السابقة:

لا يوجد دراسات سابقة تخص هذا الطريق ، ولكن تم الرجوع إلى بلدية الخليل للحصول على بعض الصور الجوية و المخططات الهيكلية التي تخص المنطقة، وتظهر هذا الطريق.

﴿2﴾

الفصل الثاني

الأعمال المساحية

2-1 المقدمة

2-2 دراسة المخططات

2-3 الأعمال الاستطلاعية

2-4 مرحلة الدراسة المساحية الأولية

2-5 الأعمال المساحية النهائية

الفصل الثاني (2)
الأعمال المساحية

2-1 مقدمة:

بعد أن يتقرر فتح طريق بين مدينتين أو يتقرر تحسين طريق موجودة تجرى دراسة لمعرفة حجم السير الحالي إن وجد ودراسة الأهداف والغايات من وراء إعادة تأهيل الطريق وتحديد درجة ومستوى الطريق المطلوبة، أي يتم تحديد سرعة السيارات عليها وعدد مساربها وأنصاف أقطار منحنياتها الأفقية وأطوال منحنياتها الرأسية وميول سطحها وغير ذلك.

تشتمل الأعمال المساحية التي تتطلبها دراسة طريق معين على المراحل الرئيسية التالية:

- دراسة المخططات.
- أعمال استطلاعية.
- أعمال مساحية أولية.
- أعمال مساحية نهائية ودقيقة محددة.

2-2 دراسة المخططات: بعد الرجوع إلى بلدية الخليل تمكنا من الحصول منها على مخططات تشمل الطريق التي هي موضوع البحث .

2-3 الأعمال الاستطلاعية (Reconnasssauce Studies):

الغاية منه تحديد مسار أو أكثر يحقق غايات و أهداف الطريق ويتم هذا بالقيام بجولات استطلاعية من قبل أعضاء الفريق المساحي والمهم جدا اصطحاب الخرائط المتوفرة للمنطقة الذي من شأنه أن يعين في البحث على الطبيعة عن الأماكن المناسبة لوضع نقاط الرصد في الاماكن المناسبة على الطريق .

هنالك أمور عديدة يجب أخذها بعين الاعتبار في هذه المرحلة منها الأهمية الاقتصادية للطريق, الخدمات التي يقدمها الطريق أو يساهم في تطويرها, ميول الطريق بالإضافة الى المعلومات الفنية يمكن استنباطها من الخرائط والصور الجوية المتوفرة وربما أيضا من التقارير الفنية والبيانات الإحصائية المتعددة التي قد تتوفر عن منطقة المشروع والمشاريع المشابه أو المجاورة.

9-6	مقطعان احدهما مختلط والآخر إما حفر أو ردم	91
10-6	مقدار الميول الجانبية	93
11-6	مثال لمنحنى الحجوم	94
1-7	الشكل البسيط للتقاطع	100
2-7	تقاطع بسيط مع توسيع الطريق	100
3-7	تقاطع بسيط مع توسيع الطريق من جهة مقابلة	101
4-7	إضافة مسرب كامل على التقاطع	101
5-7	انعطاف دورة واحده	102
6-7	انعطاف مزدوج على التقاطع	102
7-7	انعطاف مع جزيرة تقسيم على التقاطع	103
8-7	انعطاف مع جزيرة دوران على التقاطع	103
9-7	مسافة الرؤية على التقاطع	107
10-7	مسافة الرؤية على التقاطع لوقوف السيارة على الطريق الفرعي	109
11-7	أشكال وتوزيع الجزر على التقاطعات	111
12-7	أبعاد جزيرة على شكل مثلث	111
13-7	أبعاد جزيرة طوليه على التقاطع	112
1-8	توزيع الأعمدة في جهة واحده	114
2-8	توزيع الإنارة في المنتصف	115
3-8	توزيع الأعمدة بشكل ترنحي	115
4-8	ترتيب الإنارة بشكل تقاطعي	115
5-8	عناصر عمود الإنارة	118

﴿1﴾

الفصل الأول

مقدمة

1-1 نظرة عامة

2-1 نبذه تاريخية عن الطرق

3-1 التصنيف الوظيفي للطرق

4-1 فكرة المشروع

5-1 أهمية وأهداف المشروع

6-1 طريقة البحث

7-1 هيكلية البحث

8-1 الدراسات السابقة

الفصل الأول (1)
المقدمة

1-1 نظرة عامة

يعالج علم الطرق موضوع مسح المنطقة المنوي فتح الطريق فيها، ودراسة المنطقة طبوغرافيا وجيولوجيا، و إعداد التصاميم ودراسة المواد وخواصها سواءا كانت هذه الطرق تصل بين المدن أو بين الأقطار المتجاورة، أو تصل بين المدن والقرى أو بين القرى نفسها، أو كانت توصل إلى المناطق السياحية والزراعية وغيرها للوصول الى التصميم الهندسي المناسب للطريق حيث يعرف التصميم الهندسي للطريق على أنه عملية إيجاد الأبعاد الهندسية لكل طريق وترتيب العناصر المرئية للطريق مثل المسار ومسافات الرؤية والعروض والانحدارات..الخ.

وبداية 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 المتاحة. وتعتبر السرعة التصميمية والانحدار الحاكم هما بدورهما القاعدة الأساسية لوضع الحدود الدنيا القياسية لكل من التخطيط الرأسي والأفقي للطريق وبعد ذلك يستطيع المصمم أن يطوع هذه الحدود أو أعلى منها من أجل التوصل إلى مسقط أفقي وقطاع طولي للطريق. ثم تأتي مرحلة تفاصيل الأبعاد الهندسية للتقاطعات ذات المستوى الواحد أو المستويات المتعددة ولطرق الخدمة ولغيرها من الملامح.

ويبين علم الطرق أسس تخطيط الطرق حيث يطلق لفظ التخطيط عادة على عملية اختيار وتوقيع محور مسار الطريق على الطبيعة. والتخطيط الأفقي يشمل الأجزاء الأفقية (المماس) والأجزاء المنحنية (منحنيات أفقية). أما التخطيط الرأسي فيشمل الانحدارات والمنحنيات الرأسية.

وأخيراً لابد من تحديد تفاصيل العلامات والخطوط وإشارات المرور إن وجدت وغيرها من مقاييس التحكم في المرور و الإنارة أو العواكس في الإسفلت أو على إشكال أخرى على الجوانب ويمكن الوصول إلى طريق لا يسبب حوادث ويحقق الانسياب السلس بجعل جميع عناصر الطريق تتمشى مع توقعات السائقين بتجنب التغيرات المفاجئة في مواصفات التصميم.

2-1 نبذة تاريخية عن الطرق

لا يعرف تاريخ محدد لمولد الطرق، ولكن مع توطن البشر واستئناسهم للحيوانات قبل نحو 9000 عام كانت المسارات التي سلكها الناس بحيواناتهم هي أول طرق سير عرفتها البشرية، وقد أخذ مسار المشاة والحيوانات مسارا متعرجا ليخدم الملكيات الخاصة المتناثرة.

ويعود تاريخ الطرق الحديثة إلى اليوم الذي اخترع فيه الإنسان العجلة منذ حوالي 5000 عام قبل الميلاد، حيث عرف الإنسان أول طريق مرصوفة بالأحجار في عام 3500 ق.م في بلاد ما بين الرافدين، وقام المصريون بإنشاء طريق يصل النيل بالاهرامات ، ثم أتى البابليون وبنوا شبكة مهمة من الطرق تصل العاصمة بالمناطق المحيطة بها، وكانوا أول من استخدم الإسفلت (القار) كمادة من مواد إنشاء الطرق. إلا أن الفضل في إنشاء الطرق يعود للرومان حوالي 4000 ق.م . فقد انشأوا شبكة ضخمة من الطرق تتكون من 29 طريقا رئيسيا يصل مجموع أطوالها إلى 80 ألف كلم، والتي أنشأت لأغراض عسكرية حيث كانت تنطلق على شكل طرق شعاعية من عاصمتهم روما إلى جميع أنحاء الإمبراطورية الرومانية.

وفي نفس الوقت تقريبا(400 ق م) تطور إنشاء الطرق في انجلترا، حيث قام كل من المهندسين تلفورد و ماكآدم من تطوير أساليب مشابهة لإنشاء الطرق، حيث استخدم تلفورد أحجارا كبيرة كقاعدة للطريق وغطاها بأحجار اصغر كسطح للطرق، أما ماكآدم فاستخدم أحجارا صغيرة لكامل أجزاء الطريق، وهذا النوع مازال مستخدما إلى اليوم في إنشاء الطرق ويحمل اسمه.

ومع بداية القرن التاسع عشر الميلادي أنشأت آلاف الكيلومترات من الطرق التي أخذت بعين الاعتبار تصريف المياه والتأسيس على أرضية صلبة، كما أن اختراع الإطارات المطاطية بدلا من المعدنية من قبل العالم دنلوب 1888م ساعد على تغطية الطرق بالإسفلت مع بداية القرن العشرين مما زاد من مستوى الراحة والسرعة وتقليل الضوضاء، كما أن محرك الاحتراق الداخلي بواسطة العالمين بنز و دملر 1886 م ادخل ثورة في عالم الطرق والدخول في عصر السيارات.

3-1 التصنيف الوظيفي للطرق:

التصنيف الوظيفي هو العملية التي يتم بموجبها تقسيم الطرق إلى أنواع أو أنظمة وفقاً لطبيعة الخدمة التي تؤديها، ومن أساسيات هذه العملية أن ندرك أن الطرق المفردة لا تخدم حركة السفر والانتقال بوضعها المستقل خدمة ذات أهمية كبيرة، فالواقع أن معظم حركة السفر والتنقل تتم باستخدام عدد من الطرق ولذلك فمن الضروري أن تقرر الكيفية التي يمكننا بها توجيه حركة السير ضمن شبكة الطرق ككل بطريقة فعالة، وهنا تأتي أهمية التصنيف الوظيفي الذي يتم عن طريقه تحديد الدور الذي يؤديه كل طريق لخدمة حركة المرور والنقل.

ويمكن إيجاز تصنيف الطرق حسب الوظيفة:

أ - طرق حضرية رئيسية.

تربط هذه الطرق مراكز الأنشطة الرئيسية في المناطق الحضرية وترتبط بالشبكة الإقليمية وتتحمل أكبر حمل مروري خلال المنطقة وعروض هذه الطرق حوالي (40 متراً فأكثر).

ب - طرق حضرية ثانوية.

تقوم هذه الطرق بتجميع المركبات من الطرق الرئيسية وتقوم بتوزيعها إلي درجات الطرق الأقل وعروضها حوالي (16 - 25 متراً).

جـ - طرق حضرية من الدرجة الثالثة (محلية).

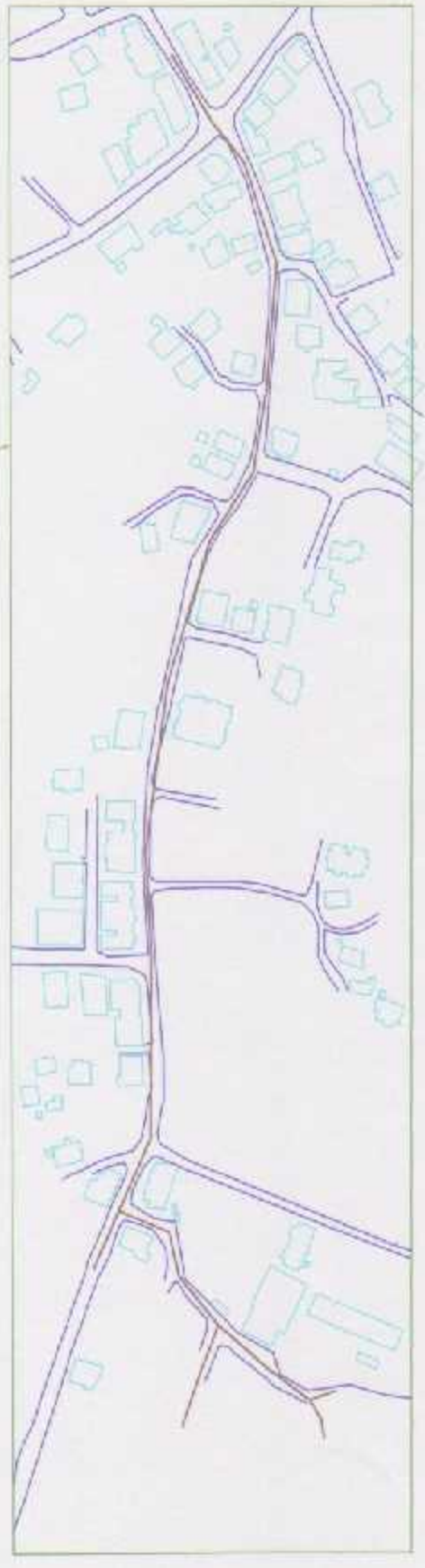
تقوم بتجميع المركبات خلال المناطق السكنية ومناطق الأنشطة إلي درجات الطرق الأعلى وتحمل أقل مقدار من المرور في الشبكة وتعتبر أقل درجة في التدرج الهرمي لشبكة الطرق وعروضها حوالي (12- 16 متراً).

والطريق موضوع البحث (واد الهرية العجوري) يعتبر من الطرق المحلية.

4-1 فكرة المشروع:

طريق واد الهرية- العجوري هو الطريق الواصل بين مفرق العجوري و مبان الجامعة في من في واد الهرية وتمر منه معظم الشاحنات والمركبات المتجهة الى المنطقة الجنوبية والصناعية وسوق الخضار المركزي .

و نهدف من وراء هذا العمل القيام بوضع تصميم نموذجي لهذا الطريق(من وجهة النظر المساحية)، والاهتمام قدر الإمكان بجميع عناصر الطريق من حيث التخطيط الأفقي، والتخطيط الرأسي، ويشمل الرفع الجانبي للطريق (Superelevation)، والتوسيع على المنحنيات (widening) والمنحنيات الانتقالية، وكذلك عمل الميول الجانبية والأفقية الجانبية لتصريف مياه الأمطار. وكذلك إيجاد حل مناسب لازمة المرور التي تحدث في اغلب الأوقات إما بسبب ضيق المدخل المؤدي إلى المبان أو بسبب الشاحنات التي تمر من نفس الطريق. واقتراح مسار بديل للمركبات يوفي بالغرض بناء على المخططات الهيكلية للمنطقة.



Palestinian Polytechnic University

Engineering College / Civil & Architecture Dept.

The Graduate Project

DRAWING TITLE :

General Site Location

Supervisor :

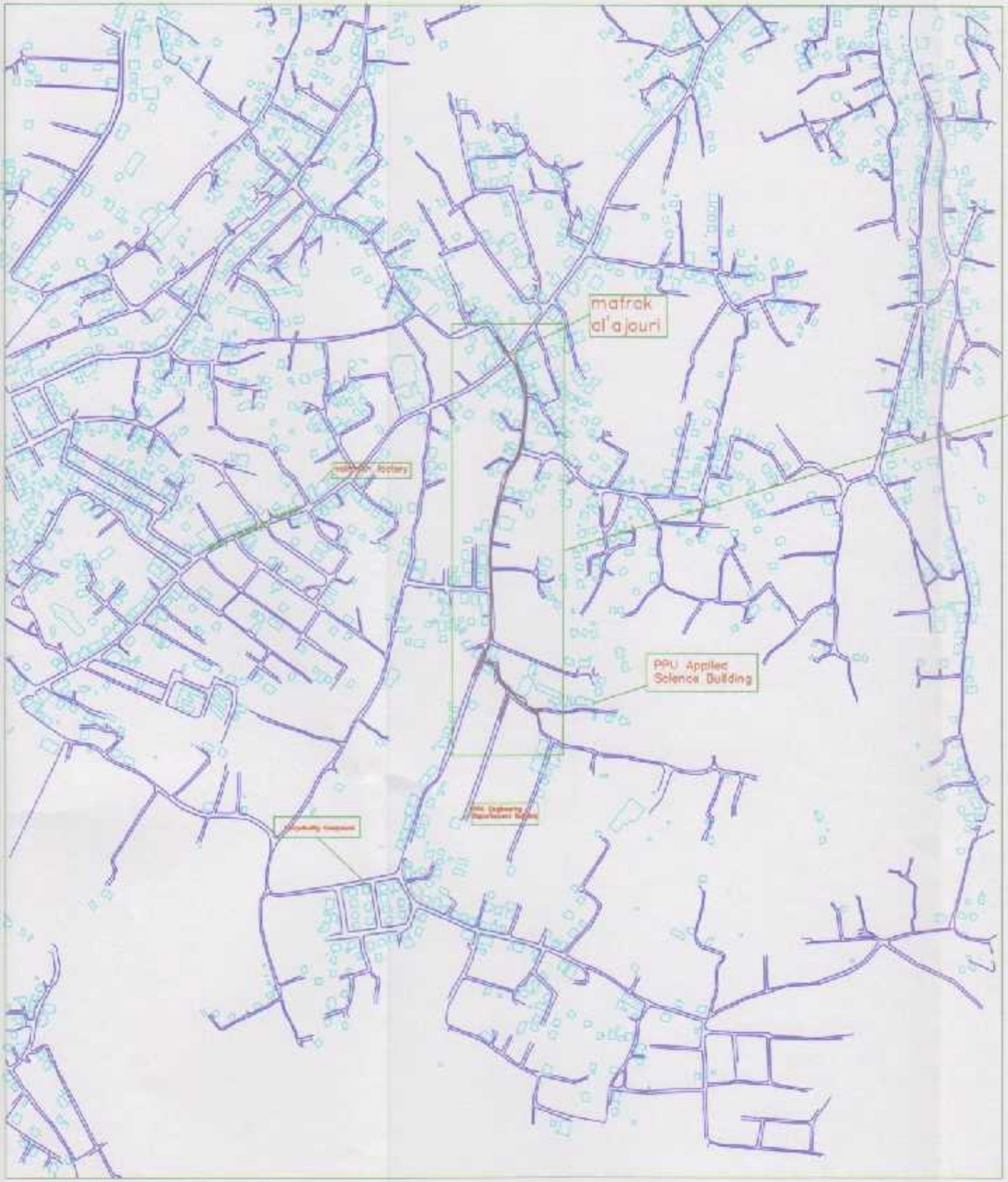
Eng . Faide Shabanah

Deamed by :

Khaled Shukeir

Suleiman Ajweh

SCALE	NO.OF DRAW	DATE
To Fit	A5	23/05/2007


mafrak
al'ajouri
PPU Applied
Science Building

5-1 أهمية المشروع:

أن الهدف من وراء إنشاء الطرق حسب المواصفات الهندسية هو خدمة الناس وخاصة طلاب الجامعة وتسهيل حركتهم ، فيلاحظ أن عدد كبير من المركبات و الشاحنات تمر من هذا الطريق لما للمنطقة من اهمية تجارية وصناعية وتعليمية. إذن فلابد من وضع تصميم نموذجي يخدم تلك الأغراض.

يكتسب هذا الطريق أهميته لعدة أسباب، فمنها كونه حتى الآن الطريق الأهم الواصل بين مدينة الخليل والمنطقة الجنوبية والصناعية وسوق الخضار، وأيضا أن إعادة تصميم هذا الطريق حسب المواصفات والمقاييس الهندسية من شأنه أن يؤدي إلى تطوير في المنطقة على طول الطريق، كذلك خدمة الجامعة حيث أنها حسب مخططات الجامعة سوف يتم بناء مبان جديدة وكذلك زيادة في عدد الطلاب .

6-1 طريقة البحث:

- تم الاتفاق مع المشرف على المشروع بصورة نهائية.
- تم الاتفاق على أسم المشروع (إعادة تصميم الطريق الواصل بين مفرق العجوري ومبنى واد الهرية).
- القيام بجولة استطلاعية للموقع وتعيين نقاط المضلع الكاشفة لأجزاء الطريق.
- مراجعة بلدية الخليل والحصول على بعض المخططات الخاصة بتلك المنطقة.
- الرجوع إلى إدارة الجامعة لمعرفة الخطط المستقبلية.
- القيام بعمل مضلع مفتوح(Open Travers)، ورصد نقاطة بواسطة جهاز ال GPS.
- القيام بعد المركبات من اجل حساب معدل المرور اليومي .)Average D(
- البدء برفع أجزاء الطريق.
- القيام بعمليات التصميم من تحديد مسار الطريق وعرضه والميول الجانبية.. الخ.
- القيام بعمليات التصميم النهائية من النواحي الكاملة.
- القيام بكتابة المشروع بصورته النهائية.

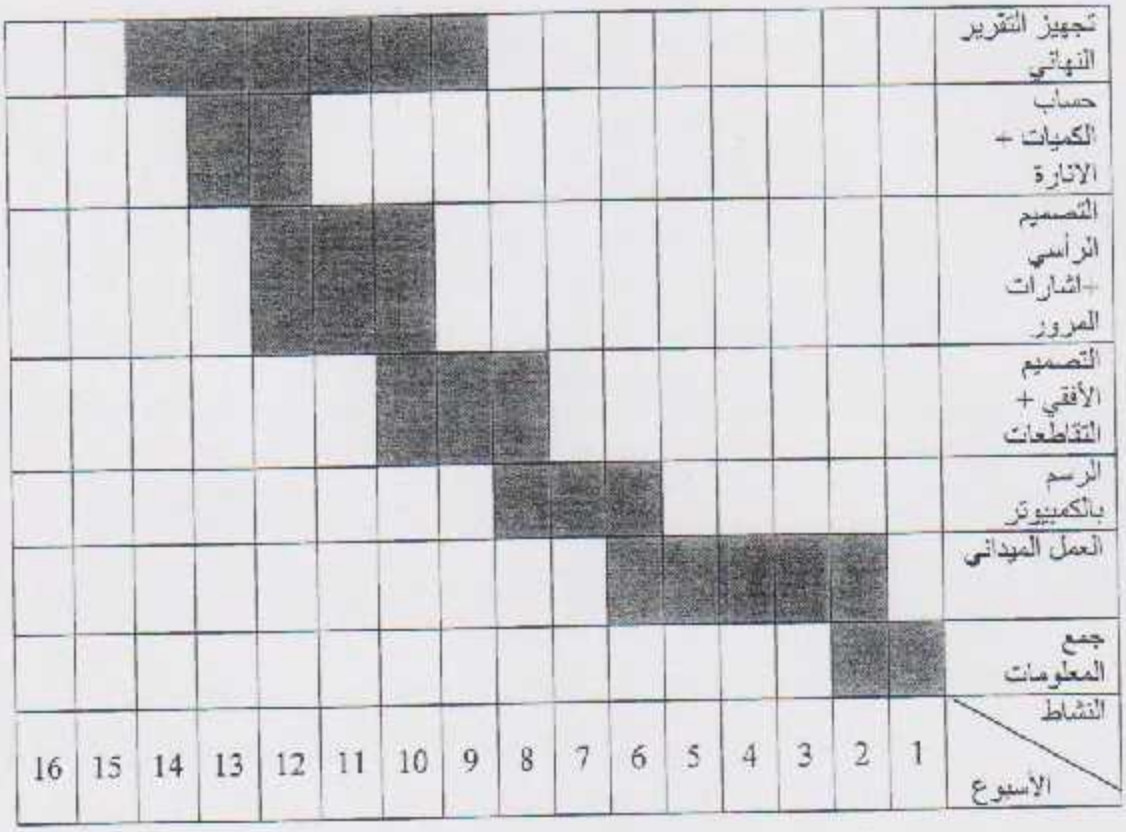
1- 7هيكلية البحث و الجدول الزمني اللازم للتنفيذ :

تم بالتشاور بين فريق عمل المشروع والمشرف على وضع هيكلية للبحث تراعي قدر الإمكان تغطية كاملة لما يحتاجه أي طريق من أعمال مساحية لازمة لتصميمها وكانت كمايلي:

- الفصل الأول: المقدمة يشمل نظرة عامة، نبذة تاريخية، التصنيف الوظيفي للطرق، فكرة المشروع، أهمية المشروع، طريقة البحث، هيكلية البحث، الدراسات السابقة.
- الفصل الثاني: الأعمال المساحية يشمل مقدمة عامة, الأعمال الاستطلاعية, مرحلة الدراسات المساحية الأولية, مرحلة الأعمال المساحية النهائية.
- الفصل الثالث: تخطيط الطريق يشمل مقدمة عامة، السرعة(السرعة التصميمية، سرعة الجريان، السرعة اللحظية المتوسطة، مواصفات السرعة التصميمية)، مسافة الرؤية(مسافة الرؤية للتوقف، مسافة الرؤية للتجاوز الآمن) مكونات جسم الطريق(عرض الطريق والمسارب، أرصفة المشاة، الأكتاف، الجزيرة الوسطى، البردورات، الميول الجانبية، الميول الطولية، الميول العرضية).
- الفصل الرابع: حجم المرور (وشمل دراسة حجم المرور الحالي والمستقبلي لبيان عدد المسارب).
- الفصل الخامس: التخطيط الأفقي للطريق , التخطيط الراسي للطريق ا (بيان أنواع المنحنيات الأفقية و الراسية وعناصرها وطرق توقيعها).
- لفصل السادس: حساب الكميات(ويشمل حساب مساحات المقاطع العرضية للطريق وإيجاد كميات الحفر والردم بين هذه المقاطع ومنحنى الحجوم).
- الفصل السابع: تصميم التقاطعات (ويشمل أنواع التقاطعات وأنصاف أقطار الدوران على التقاطع).
- الفصل الثامن: الإنارة على الطريق(ويشمل أنواع المصابيح المستخدمة على الطريق وطريقة توزيعها على الطريق)
- الفصل التاسع: علامات وإشارات المرور على الطريق(ويشمل الهدف من وضع علامات المرور، أنواع علامات المرور و الشروط الواجب توفرها في علامات المرور)
- الفصل العاشر: النتائج والتوصيات.

الجدول الزمني

الجدول الزمني للمشروع(1-1)



1-8 الدراسات السابقة:

لا يوجد دراسات سابقة تخص هذا الطريق ، ولكن تم الرجوع إلى بلدية الخليل للحصول على بعض الصور الجوية و المخططات الهيكلية التي تخص المنطقة، وتظهر هذا الطريق.

﴿2﴾

الفصل الثاني

الأعمال المساحية

2-1 المقدمة

2-2 دراسة المخططات

2-3 الأعمال الاستطلاعية

2-4 مرحلة الدراسة المساحية الأولية

2-5 الأعمال المساحية النهائية

الفصل الثاني (2)
الأعمال المساحية

2-1 مقدمة:

بعد أن يتقرر فتح طريق بين مدينتين أو يتقرر تحسين طريق موجودة تجرى دراسة لمعرفة حجم السير الحالي إن وجد ودراسة الأهداف والغايات من وراء إعادة تأهيل الطريق وتحديد درجة ومستوى الطريق المطلوبة، أي يتم تحديد سرعة السيارات عليها وعدد مساربها وأنصاف أقطار منحنياتها الأفقية وأطوال منحنياتها الرأسية وميول سطحها وغير ذلك.

تشتمل الأعمال المساحية التي تتطلبها دراسة طريق معين على المراحل الرئيسية التالية:

- دراسة المخططات.
- أعمال استطلاعية.
- أعمال مساحية أولية.
- أعمال مساحية نهائية ودقيقة محددة.

2-2 دراسة المخططات: بعد الرجوع إلى بلدية الخليل تمكنا من الحصول منها على مخططات تشمل الطريق التي هي موضوع البحث .

2-3 الأعمال الاستطلاعية (Reconnasssauce Studies):

الغاية منه تحديد مسار أو أكثر يحقق غايات و أهداف الطريق ويتم هذا بالقيام بجولات استطلاعية من قبل أعضاء الفريق المساحي والمهم جدا اصطحاب الخرائط المتوفرة للمنطقة الذي من شأنه أن يعين في البحث على الطبيعة عن الأماكن المناسبة لوضع نقاط الرصد في الاماكن المناسبة على الطريق .

هنالك أمور عديدة يجب أخذها بعين الاعتبار في هذه المرحلة منها الأهمية الاقتصادية للطريق, الخدمات التي يقدمها الطريق أو يساهم في تطويرها, ميول الطريق بالإضافة الى المعلومات الفنية يمكن استنباطها من الخرائط والصور الجوية المتوفرة وربما أيضا من التقارير الفنية والبيانات الإحصائية المتعددة التي قد تتوفر عن منطقة المشروع والمشاريع المشابه أو المجاورة.

اختصارا وتسهيلا وزيادة في فعالية مرحلة الأعمال الاستطلاعية هذه، يلجأ المهندسون المصممون عادة الى البحث عن كل ما يتوفر من خرائط وصور جوية وتقارير ومعلومات حول المنطقة المراد إمرار الطريق إليها، وإذا لم تتوفر المخططات أو الصور الجوية فانه يتم اقتراح المسارات أثناء عملية الاستكشاف والسير المباشر على المنطقة مع الاستعانة بالطرق الموجودة أو مسارب المشاة.

يراعى عند إعادة تأهيل المسارات مايلي:

1- تأثير المسار على المجتمع إجتماعيا وإقتصاديا وبيئيا.
2- مراعاة التقاطعات مع الطرق الأخرى.
3- الأبنية المجاورة.

هذا وقد قمنا بزيارة الموقع وعمل مسح استطلاعي للمنطقة للتعرف على طبيعة المنطقة و الشارع, كما تعرفنا على التقاطعات مع الشوارع الأخرى.

2-4 مرحلة الدراسة المساحية الأولية (Preliminary Survey) :

في بداية هذه المرحلة يقوم الفريق المساحي بعمل مضلع يكشف قدر الإمكان كل نقاط الطريق حيث أن الهدف من وراء عمل مضلع يكشف نقاط الطريق هو تعيين إحداثيات وبالتالي مواقع نقاط جديدة إنطلاقا من وإستنادا إلى شبكة نقاط قديمة معلومة الإحداثيات بدقه كشبكة المثلثات أو المسح المثلثي, بهذا تساهم أعمال المضلعات في تكثيف شبكات النقاط المعلومة ومن ثم يسهل ربط أعمال المساحة الأخرى بشبكة الإحداثيات العامة للدولة.

يجب أن تكون دقة وشمولية العمل المساحي بحيث تسمح لتعيين أو إختيار محور الطريق الأفضل الذي يمكن أن يمر من خلال كل مسار من أجل تحقيق ذلك يجري عادة قياس وحساب وتصحيح الإحداثيات لكافة نقاط المضلع.

يتم بعد ذلك دراسة المخططات الطبوغرافية التي رسمت من الواقع ويتم تعديل المسارات حتى يتم التوصل الى أنسب مسار يحقق أفضل الشروط.

وقد قمنا بتنفيذ الأعمال التالية:

1- عمل مضلع (link traverse) للطريق، يبدأ بنقطتين معلومتي الإحداثيات وينتهي بنقطتين معلومتي الإحداثيات باستخدام ال GPS.

2- عمل رفع للطريق الموجودة ورفع جميع التفاصيل الموجودة من أبنية وأعمدة هاتف وكهرباء وأسوار و مناهل وغيرها من التفاصيل.

3- اخذ مقاطع عرضية للطريق عند كل تغير وذلك لحساب كميات الحفر والردم من اجل التوسيع في الطريق

2-5 مرحلة الأعمال المساحية النهائية:

بعد أن يتم إنجاز المخططات الأولية يصبح بوسع الفريق المصمم من إستخدام هذه المخططات والمعلومات المساحية المختلفة في دراسة مختلف المسارات الممكنة بهدف إختيار المسار الأمثل أو الأفضل.

تتضمن هذه الدراسة عادة رسم المقاطع الطولية لعدة مسارات لغايات تقدير كمية الأعمال القريبة من حفر وردم، تحديد مواقع الجسور والعبارات... الخ. كذلك لابد للفريق المصمم أن يأخذ بعين الاعتبار مختلف النواحي البيئية والاجتماعية والاقتصادية والفنية التي تسهل عملية إختيار مسار الطريق.

﴿٣﴾

الفصل الثالث

التصميم الهندسي وتخطيط الطريق

٣-١ مقدمة

٣-٢ السرعة

٣-٣ مسافة الرؤية

٣-٤ مكونات سطح الطريق

الفصل الثالث

التصميم الهندسي وتخطيط الطريق

3- 1 مقدمة

يشمل التصميم الهندسي للطرق الأجزاء الظاهرة من الطريق أو الشارع ولذلك يجب أن يغطي هذا التصميم الانحدارات سواء كانت طولية أو عرضية، والتصميم الأفقي والرأسي للطريق، ومسافات الرؤية والتوقف والتجاوز، وتصميم التقاطعات، ويجب أن يفي التصميم بالأمور المتعلقة بالسلامة المرورية على الطريق.

لذلك يجب الأخذ بعين الاعتبار ما يلي:

- أن يؤدي الطريق إلى قيادة آمنة للسيارات والسائق.
- أن يكون التصميم متكاملا مع تجنب التغيرات المفاجأة على المنحنيات أو الانحدارات.
- أن يكون التصميم شاملا لجميع الوسائل الضرورية من علامات الإرشاد والتخطيط والإضاءة.
- أن يكون التصميم اقتصاديا بقدر الإمكان.

وهناك عدة اعتبارات أساسية تحكم عملية إعادة التصميم لمسارات الطريق وهي:

- التجاوب مع الاحتياجات الحالية والانسجام والتكامل مع المتطلبات والمشاريع المستقبلية.
- الحاجة للطريق ومدى الاستفادة منها على المستوى الجماهيري.
- تحقيق متطلبات الراحة والجمال بشكل يتكامل مع غايات الطريق الأساسية.
- تلبية الاحتياجات المرورية لاستعمالات الأراضي المجاورة الحالية منها والمستقبلية.
- تحقيق الوفر الاقتصادي.
- تأمين السلامة العامة بأقصى درجة من الاعتبار في حالات السرعة والكثافة المرورية العالية.
- تحقيق مستوى الخدمات المطلوب للمرحلة الحالية مع أخذ المرحلة المستقبلية بعين الاعتبار.

2-3 السرعة:

تشكل السرعة عاملا هاما من العوامل التي تؤثر في عملية النقل، وتقاس قيمة الطريق بمقدار ما تقدمه من خدمات بسرعة وكفاءة وبأمان وبسعر اقتصادي.

تعتمد السرعة وتتأثر بعدة عوامل منها السائق، ودوافع السفر، والهدف من الرحلة، والسيارة، والطريق، وحالة الطقس، ووجود مركبات على الطريق، والقيود الطبيعية والقانونية، ومسافة الرؤية، والمنحنيات، والانحدارات، وعرض الرصفة، وخشونة السطح، ووجود التقاطعات، والأحوال البيئية وأحوال جانبي الطريق.

إن دراسة السرعة ودراسة أنواعها المختلفة وسمتها المتعددة أمر ضروري من اجل تحديد الزعات، ومن أجل تصميم الطريق، بالإضافة الى تصميم وسائل وإجراءات تنظم السير على الطريق، كالشاخصات بأنواعها المختلفة من شاخصات التحذير والمنع والإرشاد ومنع التجاوز ومناطق تحديد السرعة وغير ذلك بالإضافة الى فوائد الدراسة في حوادث الطرق.

وهناك أنواع متعددة من السرعات حيث يستعان بكل نوع من هذه الأنواع لغرض معين كمايلي:

3-2-1 السرعة التصميمية Design Speed :

هي أعلى سرعة مستمرة يمكن أن تسير بها السيارة بأمان على طريق رئيسي عندما تكون أحوال الطقس مثالية وكثافة المرور منخفضة وتعتبر مقياساً لنوعية الخدمة التي يوفرها الطريق. والسرعة التصميمية عبارة عن عنصر منطقي بالنسبة لطبوغرافية المنطقة.

3-2-2 سرعة الجريان Running Speed:

تعتبر السرعة الجارية للمركبة في قطاع معين من الطريق عبارة عن المسافة المقطوعة مقسومة على زمن الرحلة (فقط زمن سير المركبة).

3-2-3 السرعة اللحظية المتوسطة Average Spot Speed:

هي عبارة عن المتوسط الحسابي للسرعات لجميع المركبات عند لحظة محددة لجميع المركبات عند نقطه محددة بقطاع صغير من الطريق.

جدول رقم (3-1) العلاقة بين السرعة التصميمية وسرعة الجريان*

السرعة التصميمية كم/ساعة	سرعة الجريان كم/ساعة
50	45
60	53
70	61
80	68
90	75
100	81
110	88
120	94
130	100
140	106

4-2-3 مواصفات السرعة التصميمية Design Speed Standards :

يجب أن تكون خصائص التصميم الهندسي للطريق متناسبة مع السرعة التصميمية المختارة والمتوقعة للظروف البيئية وظروف التضاريس كما يجب على المصمم اختيار السرعة التصميمية المناسبة على أساس درجة الطريق المخططة وخصائص التضاريس و حجم المرور والاعتبارات الاقتصادية.

* المرجع رقم 5

جدول رقم (3-2) السرعة التصميمية للطرق الحضرية*

تصنيف الطريق	السرعة الدنيا	السرعة المرغوبة
طريق محلي(LOCAL)	30	50
طريق تجميعي(COLLECTOR)	50	60
شرياني – عام	80	100
-أقل اضطراب	70	90
-اضطراب ملموس	50	60
طـــريق سريع(Expressway)	90	120

3-3 مسافة الرؤية (Sight Distance) :

مسافة الرؤية هي المسافة التي يراها السائق أمامه على طول الطريق دون أية عوائق ومن الضروري جدا في التصميم توفر مسافة رؤية كافية لضمان أمان التشغيل وتحقيق مسافة الرؤية الكافية للوقوف ويجب أن توفر باستمرار بطول الطريق.

تعتمد مسافة الرؤية على عدة عوامل منها السرعة، تخطيط الطريق أفقيا ورأسيا ، وجود الأبنية والأشجار ونوعية السيارات التي ستستعمل الطريق ، وحالة الطقس والإضاءة ، وارتفاع عين السائق عن سطح الطريق (أي علو السيارة) ، وارتفاع العوائق التي يراها السائق على الطريق .

3-3-1مسافة الرؤية للتوقف (Stopping Sight Distance) :

تعرف مسافة الرؤية التصميمية للتوقف الآمن بمقدار الحد الأدنى للمسافة الضرورية لتوقف مركبة تسير بسرعة تقترب من سرعة التصميم دون أن تصطدم بعائق يعترض خط سيرها (التوقف الآمن)، ومن الواضح أنه قبل أن يتمكن السائق من التوقف نهائيا، يكون قد صرف وقتا في تمييز العائق وإجراءات رد الفعل وقتا آخر يعتمد على مدى تجاوب المركبة ميكانيكيا وعلى طبيعة سطح الطريق احتكاكيا.

*المرجع رقم 5

من المفيد جدا أن تكون مسافة الرؤية للتوقف الأمن محققة عند كل نقطة من الطريق وبأطول ما يمكن ولا يجوز أن تقل بحال من الأحوال عن القيم التالية المتناسبة مع سرعة التصميم

والجدول التالي يوضح القيم الصغرى لمسافات الرؤية الضرورية للتوقف الأمن والمتناسبة مع قيم مختارة للسرعة التصميمية.

جدول رقم(3-3) العلاقة بين السرعة التصميمية ومسافة الرؤية للتوقف*

السرعة التصميمية (كم/ساعة)	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
مسافة الرؤية للتوقف الأمن (متر)	20	25	30	45	60	80	110	140	170	205	245	285

والشكل (3-1) يوضح مسافة الرؤية للتوقف الأمن.

الشكل 3-1مسافة الرؤية للتوقف*

$$SD = 0.278Vt + \frac{V^2}{254f} \quad \text{.....3.1}$$

V: سرعة العربة (كم/ساعة)

f: معامل الاحتكاك

* المرجع رقم3
* المرجع رقم 2

t: زمن رد الفعل (عادة 2.5 ثانية)

المعادلة (3.1) في حالة أن العائق ثابت، أما في حالة وجود عائق متحرك ويقترب من السيارة يتم ضرب الطرف الأيمن من المعادلة ب(2).

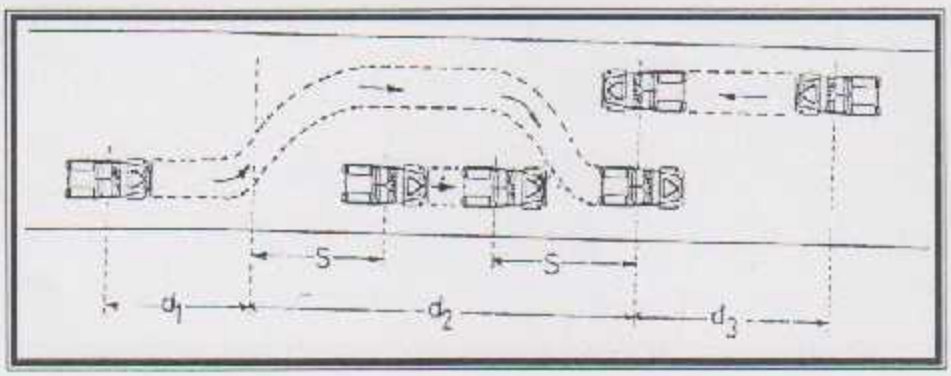
والجدول يوضح معامل الاحتكاك بسرعات مختلفة

جدول (3-4) العلاقة بين السرعة و معامل الاحتكاك(f) *

السرعة (كم/ساعة)	20-30	40	50	60	70	80	100
معامل الاحتكاك(f)	0.4	0.38	0.37	0.36	0.36	0.35	0.35

3-3-2 مسافة 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. والشكل (3-2) يوضح ذلك.



الشكل 3-2مسافة الرؤية للتجاوز +

* المرجع رقم 2

+ المرجع رقم 2

ويمكن استخدام المعادلات التالية لإيجاد مسافة الرؤية للتجاوز الآمن (بالمتر)

$$OSD = d1 + d2 + d3 \quad \text{.....3.2}$$

$$OSD = 0.28Vb1 + .028VbT + 2S + 0.28V.T \quad \text{.....3.3}$$

$$T = \sqrt{\frac{14.4S}{A}} \quad \text{.....3.4}$$

$$S = 0.7Vb + 6 \quad \text{.....3.5}$$

حيث:

OSD: مسافة الرؤية للتجاوز.

S: اقل مسافة كافية يجب أن يحافظ عليها السائق بينه وبين السيارة التي أمامه (متر).

d_1: المسافة التي تقطعها العربة في بداية الاستعداد للتخطية واحتلال الحارة الأخرى .

d_2: المسافة الأفقية المقطوعة بالعربة المتخطية خلال فترة التخطية .

d_3: المسافة المقطوعة بالعربة القادمة من الاتجاه الآخر خلال فترة التخطية

V_b: سرعة السيارة المتجاوز عنها (كم/ساعة)

t : زمن رد الفعل (عادة يفترض 2.5 ثانية).

V: سرعة السيارة المتجاوزة (كم/ساعة)

T: الزمن الذي تستغرقه المركبة للقيام بعملية التجاوز (ثانية)

A: تسارع السيارة المتجاوزة (كم/ساعة.ثانية)

في حالة عدم معرفة سرعة السيارة المتجاوز عنها يمكن إيجادها من العلاقة التالية:

$$Vb = (V - 16) \quad \text{.....3.6}$$

حيث v :السرعة التصميمية (كم /ساعة).

جدول (3-5) العلاقة بين السرعة والتسارع الأعظمي*

التسارع الأعظمي		السرعة	
متر/ثانية/ثانية	كم/ساعة/ثانية	متر/ثانية	كم/ساعة
1.41	5.00	6.93	25
1.30	4.80	8.34	30
1.24	4.45	11.10	40
1.11	4	13.86	50
0.92	3.28	18	65
0.72	2.56	22.20	80
0.53	1.92	27.80	100

في المقطع الذي يحصل عليه التجاوز في الطريق فإن الحد الأدنى المطلوب لمسافة التجاوز هو $d_1+d_2+d_3$ في حالة وجود طريق من مسربين فقط وبدون جزر ، أما في حالة الفصل مع الإبقاء على مسربين فإن المسافة تصبح d_1+d_2 ، أما في حالة وجود أربعة مسارب فإنه لا حاجة لدراسة مسافة الرؤية للتجاوز حسب الجمعية الأمريكية لمسئولي الطرق والنقل بالولايات المتحدة (AASHTO).

وتؤثر الميول الحادة في الطريق على مسافة الرؤية للتجاوز سواء كانت صعودا أو نزولا؛ فهي تزيد مسافة الرؤية للتجاوز الأمن .

* المرجع رقم 2

جدول (3-6) تأثير الميول على مسافة الرؤية للتوقف*

السرعة التصميمية كم/ساعة	زيادة مسافة الرؤية للتوقف في حالة الميول لأسفل (م)		
	٪ 3	٪ 6	٪ 9
40	2	4	6
50	3	6	10
60	5	10	18
70	7	15	26
80	9	21	*
90	12	29	*
100	16	38	*

- حسب ظروف التصميم

تصبح المعادلة (3.1)

$$S.D = 0.278vt + \frac{V^2}{254(f \pm N)} \quad \text{.....3.7}$$

حيث: N هي المجموع الجبري لميل مماسي المنحنى الرأسي.

وهذه المعادلة تم استخدامها لتحديد أطوال المنحنيات الرأسية المحدبة حسب مسافة الرؤية للتوقف.

3-4 مكونات سطح الطريق:

3-4-1 عرض الطريق والمسارب:

يلعب عرض حارة المرور دورا كبيرا في سهولة القيادة ودرجة الأمان على الطريق ويجب أن لا يقل عرض الحارة عن 3م ويفضل أن يؤخذ 3.65 م . وفي حالة الطرق السريعة يفضل أن يؤخذ عرض الحارة 3.75 م نظرا لمرور عربات النقل ونظرا لسرعة الكبيرة للعربات عموما.

* المرجع رقم 5

بالإضافة إلى المسارب الأساسية في الطريق هناك أنواع أخرى من المسارب مثل:

1) مسرب الصعود: وهو مسرب إضافي في الطريق يخصص للشاحنات التي تسير ببطء أثناء صعودها حتى يفسح المجال للسيارات التي خلفها لتجاوزها.
2) مسرب التباطؤ: وهو مسرب جانبي تسلكه السيارات أثناء مغادرتها الطريق الرئيسي لتتمكن فيها من تخفيض سرعتها بدون أن تعرقل سير السيارات الموجودة في الطريق.
3) مسارب الوقوف، والمسرب الأوسط اللازم للانعطاف يسارا أو لتجاوز السيارات. وهناك المسرب المساعد وهو مجاور للمسرب الرئيسي ويساعد على تصريف السير .
4) مسرب التسارع: وهو مسرب جانبي تقوم السيارات بالتسارع فيه قبل الدخول الى الطريق الرئيسي بحيث تصبح سرعتها فيه مماثلة لسرعة السيارات في الطريق.

3-4-2 أرصفة المشاة :

تعتبر أرصفة المشاة جزءا مكملا لتصميم الشوارع في المدن ولكنها قلما تعتبر ضرورية في المناطق الخلوية. ويجب الا يقل عرض الرصيف عن 1.5متر ويعمل من مواد تعطي سطحا ناعما ومستويا وسليما. ويجب أن يكون سطح الرصيف الذي يسير عليه المشاة مساويا في الجودة أو أحسن حالة من سطح الرصف المخصص للمركبات كي يغري المشاة بالسير عليه.

وعندما يكون رصيف المشاة قريباً من حافة الجزء المرصوف لمرور المركبات، يجب حمايته بأطاريف حاجزة وعند عدم استعمال أطاريف يجب أن تكون أرصفة المشاة بعيدة عن حافة الرصف المخصص للمركبات بثلاثة أمتار على الأقل.

3-4-3الأكتاف:

بعد أن يتم تحديد ميل سطح الطريق وعدد المسارب فيها فانه لابد من إكمال سطح الطريق بإدخال الأكتاف وتعريض سطح الطريق ليحتوي هذه الأكتاف.

والأكتاف هي الجزء الواقع على جانبي الطريق. وقد توجد أكتاف على طرفي الطريق فقط أو توجد على جوانب الجزيرة الوسطى إذا كانت الطريق مقسمة الى اتجاهين يفصل بينهما جزيرة وسطى

فوائد الأكتاف:

- ❖ إيواء العربات المتوقفة وكذلك باستخدامها في حالة الطوارئ تستعمل الأكتاف كمواقف اضطرارية للسيارات التي تصيبها عطل ريثما يتم إصلاحها
- ❖ تستعمل الأكتاف لتوسيع الطريق في المستقبل.
- ❖ تستعمل الأكتاف لمنع انهيار جسم الطريق كما تصلح لوضع الإشارات عليها.
- ❖ تساعد الأكتاف على تصريف المياه عن سطح الطريق

ويتراوح عرض الكتف بين 1.25 م كحد ادنى و3.6 م كحد اقصى للطرق السريعة. ويجب أن تزود الاكتاف بميول عرضي لتصريف المياه ، حيث يعتمد ميل الكتف على نوعية مادة الكتف كما يعتمد على وجود اطاريف على جانبي الطريق .ويجب أن يزيد ميل الكتف عن ميل سطح الطريق بمقدار 2%-1 وذلك من أجل تصريف المياه حيث يكون سطح الكتف غالبا اخشن من سطح الطريق ولهذا يحتاج الى ميل أكثر.

3-4-4 الجزيرة الوسطى:

تستخدم لفصل حركة المرور المعاكسة لتحقيق الامان والسلامة، وجميع الطرق الحديثة مزودة بجزر فاصلة وخاصة إذا كانت من اربع حارات او اكثر.

ويجب ان يكون عرض هذه الجزر كافي لتادية الغرض الذي من اجله انشات وخاصة لتقليل تاثير الاضواء المبهرة الصادرة من المرور المعاكس ليلا هذا بالاضافة الى حماية العربات المعاكسة من التصادم ولامكان التحكم في المناطق المسموح فيها بالدوران في حالة التقاطعات السطحية. ويتراوح عرض هذه الجزر بين (1.25-18)م او اكثر . وليس بالضرورة ان يكون هذا العرض ثابت على طول الطريق .

3-4-5 الاطاريف:

يتأثر السائقون كثيراً بنوع الاطاريف ومواقعها. وبالتالي فان ذلك يؤثر على أمان الطريق والانتفاع به وتستخدم الاطاريف في تنظيم صرف المياه. ولمنع السيارات من الخروج عن الرصف في النقط الخطرة، وهي تحدد حافة الرصف وتحسن الشكل النهائي للطريق، كما أنها عامل في تجميل جوانب الطرق.

تقوم الاطاريف غالباً بغرض أو أكثر من هذه الأغراض. وتتميز الاطاريف بأنها بروز ظاهر أو حافة قائمة وتبدو الحاجة إليها كثيراً في الطرق المارة بالمناطق السكنية كما أن هناك مواقع بعض الحالات في الطرق الخلوية يلائمها بل ويجب أن يعمل لها الاطاريف. وهناك نوعان رئيسيان من الاطاريف. كل منهما له عدة أشكال وتفصيلات تصميمية .

3-4-5-1الاطاريف الحاجزة:

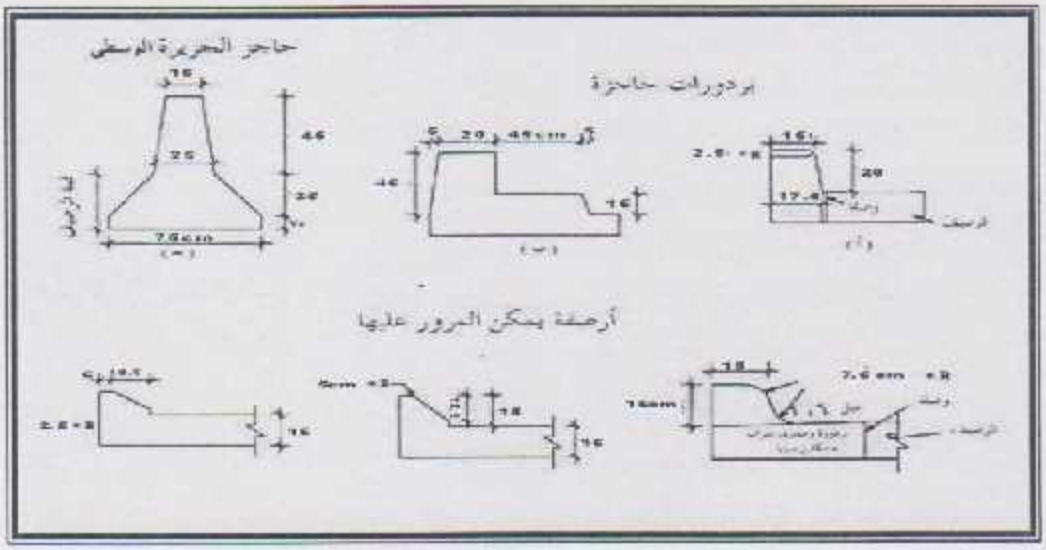
هي ذات وجه جانبي حاد الميل ومرتفع نسبيا وهي مصممة لمنع السيارات أو على الأقل صرفها عن محاولة الخروج عن الرصف ويختلف ارتفاعها بين (15- 22.5) سم تقريبا ويستحب أن يكون الوجه مائلا ولكن على ألا يزيد ميل الوجه في الغالب عن حوالي 1 سم لكل 3سم من الارتفاع وتعمل استدارة للركن العلوي بنصف قطر من 2 إلى 8 سم وتستخدم الاطاريف الحاجزة فوق الكباري وتعمل وقاية حول الدعامات وأمام الحوائط أو بجوار الأشياء الأخرى لمنع اصطدام المركبات بها والاطاريف التي تستعمل عادة في الشوارع هي من النوع الحاجز وإذا كان من المتوقع أن تقف المركبات بموازاة البردورة فيجب ألا يزيد ارتفاعها عن عشرين سنتيمتراً حتى لا تحدث احتكاك برفارف المركبات وأبوابها . والقاعدة العامة أن تبعد الاطاريف الحاجزة مسافة 50إلى 60 سم إلى خارج الحد الخارجي لطريق السير.

3-4-5-2 الاطاريف الغاطسة:

وهي مصممة بحيث يسهل على المركبات اجتيازها دون ارتجاج عنيف أو اختلال في القيادة ويختلف ارتفاع هذه الاطاريف من 10إلى 15سم وميل الوجه فيها 1:1 أو 1:2 وأغلب استعمال الاطاريف سهلة العبور هو في الجزيرة الوسطى وفي الحافة الداخلة في الالتفاف كما تستعمل في تحديد الشكل الخارجي

لجزر التقسيم القنواتي في التقاطعات ويمكن أن تنشأ هذه الاطاريف ملاصقة لحافة الطريق المخصص للمركبات أو تبعد عنها قليلاً.

ويوضح الشكل 3-3 الأنواع المختلفة الاطاريف.



الشكل (3-3) أنواع الاطاريف.*

3-4-6 الميول الجانبية:

ان آخر مرحلة من مراحل تصميم مقطع جسم الطريق هي عمل الميول الجانبية؛ أي تحديد إنحدار (ميلان) جانبي الطريق أي أن هذا الميلان له أثره على النواحي الأقتصادية ويتحكم في إنجراف جسم الطريق كما يؤثر على الصيانة وثبات التربة وتصريف المياه.

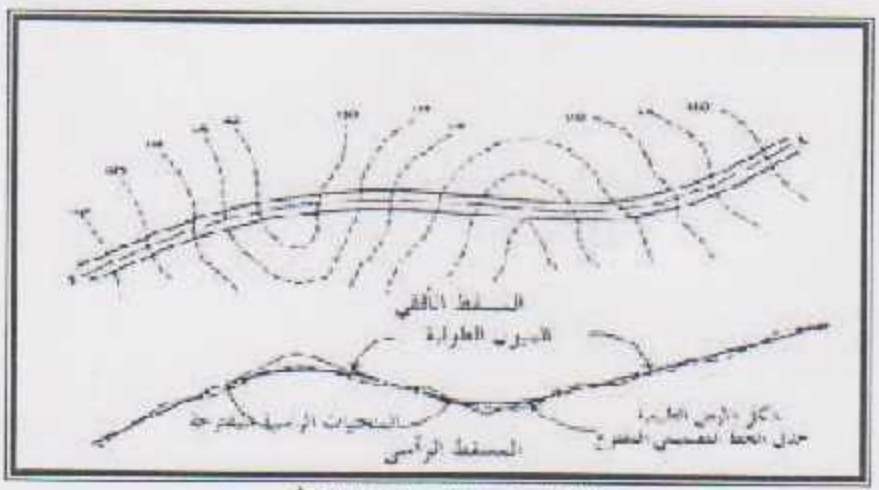
وكلما كان الميل قليلا كلما كان جسم الطريق أكثر ثباتا، إلا أن ذلك يعني زيادة عرض الطريق بازدياد ارتفاعها لذلك فإننا نلجأ إلى زيادة حدة ميل جانبي الطريق كلما زاد إرتفاع جسم الطريق حتى يبقى العرض الذي تحتله الطريق محصورا ضمن حرم الطريق.

*المرجع رقم 5

3-4-7 الميول الطولية:

في المناطق المستوية يتحكم نظام صرف الأمطار في المناسيب. وفي المناطق التي يكون فيها مستوى المياه في نفس مستوى الأرض الطبيعية فإن السطح السفلي للرصف يجب أن يكون أعلى من مستوى المياه بحوالي 0.5 متر على الأقل . وفي المناطق الصخرية يقام المنسوب التصميمي بحيث تكون الحافة السفلية لكتف الطريق أعلى من منسوب الصخر بـ0.3 متر على الأقل ، وهذا يؤدي إلى تجنب الحفر الصخري غير الضروري .ويعتبر الميل 0.25% هو أقل ميل لصرف الأمطار .

ويوضح الشكل 3-4 الميول الطولية للطريق.



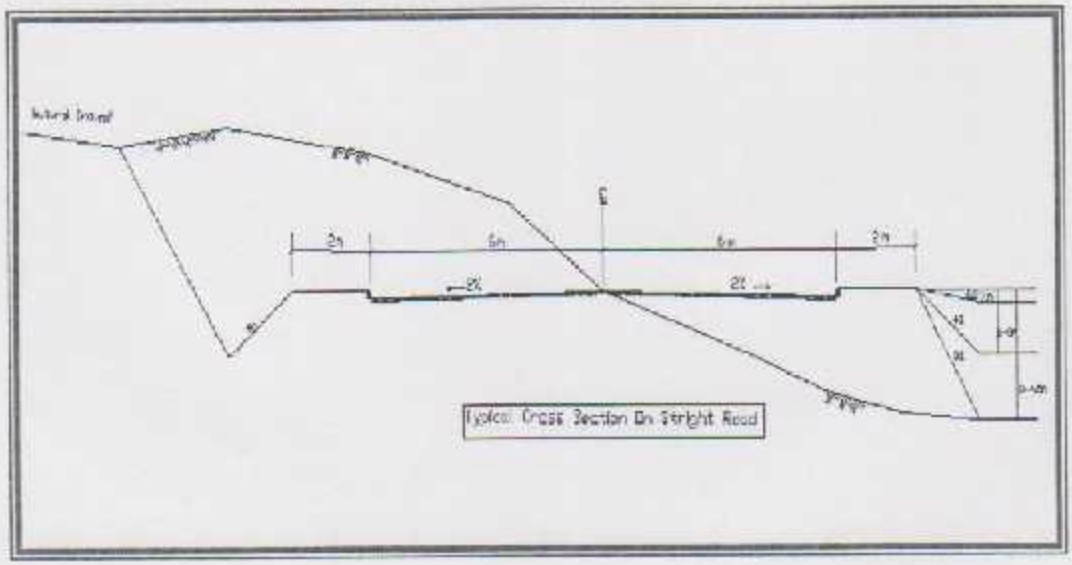
الشكل (3-4) الميول الطولية *

3-4-8 الميول العرضية:

لتسهيل عملية صرف مياه الامطار يجب عمل ميول عرضية من الجهتين بالنسبة لمحور الطريق ، وقد يعمل هذا الميل منتظما أو منحنيا على هيئة قطع مكافئ . وفي حالة وجود جزيرة وسطى فإن كل إتجاه يعمل به ميل خاص به كما لو كان من حارتين ويوضح الشكل التالى مقطع عرضي نموذجي يبين الميول العرضية.

---

*المرجع رقم 5



الشكل (3-5) مقطع عرضي نموذجي*

*المرجع رقم 5

﴿4﴾

الفصل الرابع

حجم المرور

4-1 مقدمة

4-2 الهدف من دراسة حجم المرور

4-3 تعداد المركبات

4-4 أنواع التعداد على الطريق

4-5 طرق إجراء التعداد

4-6 فترات التعداد

4-7 السير الحالي والمستقبلي

4-8 عمر الطريق

4-9 تحليل المعلومات حول حجم السير

الفصل الرابع
حجم المرور

4-1 مقدمة:

يعتبر حجم المرور من الأسس الرئيسية التي يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار على أن يشمل هذا حجم المرور الحالي والمتوقع مستقبلا والذي يعبر عنه بحجم المرور اليومي المتوسط(ADT) للمرور في الاتجاهين. كما ويجب الأخذ بحجم المرور الساعي التصميمي(DHV) للمرور في الاتجاهين.

بالإضافة إلى هذا فإنه يجب تحديد نسبة المرور لكل اتجاه خلال ساعة الذروة وخاصة للاتجاه السائد الذي يتراوح عادة بين 50-60 % من حجم المرور الكلي للاتجاهين.

يعرف حجم السير بأنه عدد المركبات التي تمر من نقطة معينة خلال فتره زمنية معينة، وهي تختلف عن كثافة السير التي تعرف على أنها عبارة عن عدد المركبات التي تسير على مسافة معينة أو طول معين من الطريق.

إن معرفة حجم السير مهم جدا في عملية تخطيط وتصميم الطرق وذلك من اجل تحديد عدد المسارب وعرضها وتصميم المنحنيات الأفقية والرأسية.

4-2 الهدف من دراسة حجم المركبات:

1. تصميم الطريق المراد إنشاؤه.
2. التنبؤ بعدد السيارات في المستقبل.
3. لا بد من عمل تعدادا للمركبات في ظروف مختلفة.

3-4 تعداد المركبات:

إن معرفة حجم السير يتطلب القيام بإحصاء عدد المركبات التي تمر من نقطة معينة، ولا بد من إجراء التعداد على مدار ساعات النهار وعلى مدار الأيام خلال العام الواحد، حيث أن عدد المركبات يختلف من ساعة إلى أخرى، ومن يوم إلى آخر ومن شهر إلى آخر، وهذا يؤثر على التصميم الهندسي للطريق، والهدف من وراء التعداد هو التوصل إلى المعلومات التالية:

1. عدد السيارات على مدار ساعات وأيام السنة من اجل تحديد ساعات وأيام الازدحام.
2. المعدل اليومي للسير (Average Daily Traffic) وهو مجموع المركبات التي تمر من نقطة معينة مقسوما على عدد تلك الأيام .
3. مجموع المركبات التي تمر من نقطة معينة خلال أيام السنة مقسوما على عدد أيام السنة (Annual Average Daily Traffic).
4. عدد المركبات المناسب والذي سيتم اعتماده في التصميم (Design Hourly Volume)، حيث أن معدل السير اليومي أو السنوي مهم جدا في عمليات تخطيط الطرق و رسم سياستها و دراستها لان ذلك يؤثر في الطريق من حيث تصميم المنحنيات و الانحدارات و سعة الطريق وتصميم سمك الرصف وغيرها من الأمور.
5. تحديد حركة المركبات عند التقاطعات.

4-4 أنواع التعداد على الطريق:

عند القيام بعملية التعداد للمركبات يجب الأخذ بعين الاعتبار التصنيف التالي في العد:

- تعداد عام يجري على الطريق.
- تعداد يجري على التقاطعات.
- تعداد تصنيفي، حيث يتم تحديد أنواع المركبات أثناء عدها.
- تعداد اتجاهي يحدد اتجاه حركة المركبات من اجل تحديد حاجة التقاطعات إلى إشارات ووسائل تنظيم السير.
- تعداد للمشاة.

4-5 طرق إجراء التعداد:

إن طرق ووسائل تعداد المركبات عديدة ولكل منها مساوئ وميزات ونذكر منها طريقتين رئيسيتين للتعداد هما:

- **العد اليدوي**: هنا يقوم فريق العمل بتسجيل عدد المركبات التي تمر على الطريق وذلك على فترات مختلفة من الزمن، وفي الوقت ذاته يقوم بتصنيف السيارات إلى سيارة صغيرة أو شاحنة أو حافلة. وتمتاز هذه الطريقة بالبساطة والسهولة والدقة، ولكنها بالمقابل تحتاج إلى فريق عمل كبير

- **العد الآلي (الميكانيكي)**: ويتم ذلك باستخدام أجهزة مختلفة منها أجهزة التصوير والرادار. وتمتاز هذه الطريقة بأنها غير مكلفة، ولكن هذه الأجهزة لا تستطيع تصنيف المركبات إلى أنواع وتحتاج إلى صيانة مستمرة.

وقد قمنا باستخدام الطريقة الأولى وهي العد اليدوي وذلك للسهولة والبساطة التي تتميز بها هذه الطريقة مقارنة مع الطرق الأخرى.

4-6 فترات التعداد(الدوام):

من المهم القيام بتعداد المركبات على فترات مختلفة وذلك من اجل الحصول على معلومات دقيقة يتم على أساسها التصميم. ويتم اختيار الساعة كحد أدنى لفترة التعداد باستثناء التقاطعات، وبالإمكان اتخاذ الفترات التالية للتعداد:

- تعداد في ساعات الازدحام.
- تعداد في ساعات مختلفة من اليوم.
- تعداد لفترة يوم كامل.
- تعداد لفترة أسبوع.
- تعداد لعدة اشهر.
- تعداد في أيام العطل.
- تعداد اثناء إغلاق بعض الشوارع.

4-7 السير الحالي والمستقبلي:

من الطبيعي أن حجم السير غير ثابت بل يزداد يوما بعد يوم، وعند تصميم للطريق يجب أن يؤخذ حجم السير المستقبلي على الطريق أثناء تصميم الطريق، وذلك حتى يستوعب الطريق حجم السير الحالي والمستقبلي. لذلك فان السير المستعمل لتصميم الطريق يتكون من العناصر التالية:

- السير الحالي: ويتم الحصول عليه بإجراء تعداد على الطريق أو بتعداد حجم السير على الطرق المؤدية إلى الطريق المراد تصميمه.
- الزيادة الطبيعية في عدد السيارات (Peak Factor) الناتجة عن زيادة عدد السكان وزيادة استخدام المركبات بالإضافة إلى الزيادة الناتجة في تطور البلد.
- السير المتطور: يتولد هذا السير من التحسين في المنطقة حيث يتم الاستفادة من الأراضي في استعمالات جديدة كالزراعة والسياحة والصناعة، وبما أن هذا الطريق مرتبط بحرم الجامعة وهذا أيضا يؤدي إلى زيادة المتسارعة في حجم المرور.

ملاحظة: إن جميع أنواع الزيادة في عدد المركبات كما ذكر يؤدي إلى مضاعفة حجم السير الحالي على الطريق على مدى 15 أو 20 عاما.

4-8 عمر الطريق:

إن جميع العوامل من زيادة حجم السكان وحجم السير تدل على انه لا يمكن تخطيط وتصميم الطريق بناء على حجم السير الحالي وإنما يتم التصميم بناءً على عمر مستقبلي للطريق مثلا 10 أو15 أو 20 عاما ليستوعب حجم المرور خلال هذه الفترة، وبعدها تصبح الطريق غير ملائمة وبحاجة إلى إعادة تأهيل.

إن تصميم الطريق لفترة قصيرة يؤدي إلى الحاجة المستمرة لإعادة التأهيل، أما التصميم لفترة زمنية طويلة يسبب زيادة التكاليف بشكل كبير.

4-9 تحليل المعلومات حول حجم السير:

إن حجم السير الحالي، وما يطرأ عليه من زيادة هو الذي يحدد مقدار التوسيع لعرض الطريق. وحجم السير المتوقع خلال فترة التصميم أمر مهم في عملية تصميم الطريق حيث إن مقدار التوسعة للطريق تعتمد

على حجم المرور المتوقع خلال فترة التصميم. ويستخدم معدل السير اليومي (A.D.T) في التصميم ولكن هذا المعدل يختلف من وقت لآخر .

إن أقصى حجم للسير يكون خلال ساعات الازدحام في فصل الصيف ويبلغ ضعفي حجم السير خلال معظم ساعات السنة، ولذلك فان تصميم الطريق بناء على اكبر حجم للمرور يتطلب تكاليف عالية ولا يشترط الالتزام به.

و تتم عملية تعداد ا لمركبات خلال ساعات مختلفة وفي أيام مختلفة وتحديد ساعات الازدحام ومن خلال ذلك يتم حساب عدد المركبات المناسب والذي سيتم اعتماده في التصميم(Design Hour Volume) (D.H.V) كما هو مبين في الحسابات في الصفحات اللاحقة.

يجب الأخذ بعين الاعتبار كيفية حساب معدل المركبات المستخدم في التصميم وذلك بالتعويض عن أنواع المركبات بما يقابلها من مركبات صغيرة (عدد السيارات الصغيرة *1 ، عدد الحافلات *2.5 ، عدد الشحن * 3) .

وبناء على اختيار حجم السير المناسب فانه يجري تحديد عرض الطريق، وسرعة السيارات عليها وغير ذلك.

وقد حصلنا على النتيجة التالية:

جدول رقم (4-1 عدد المركبات حسب أيام الأسبوع (طريق مبنى واد الهريةسمغرق العجوري).

اليوم	الفترة الزمنية					
	الزمن	عدد المركبات	الزمن	عدد المركبات	الزمن	عدد المركبات
الجمعة 2006/12/8	8-7	302	11-10	320		
	9-8	306	2-1	384		
	10-9	293	3-2	290		
السبت 2006/12/9	8-7	972	1-12	466	4-3	402
	9-8	500	2-1	495		
	12-11	479	3-2	581		
الأحد 2006/12/10	8-7	960	2-1	510		
	9-8	490	3-2	537		
	10-9	400				
الاثنين 2006/12/11	8-7	938	11-10	450		
	9-8	553	12-11	448		
	10-9	501	2-1	548		
الثلاثاء 2006/12/12	8-7	950	11-10	420		
	9-8	485	4-3	448		
	10-9	415	5-4	380		
الأربعاء 2006/12/13	9-8	538	2-1	525		
	12-11	480	3-2	559		
	1-12	450				
الخميس 2006/12/14	8-7	613	11-10	341		
	9-8	392	12-11	345		
	10-9	369	1-12	352		

ولمعرفة عدد المركبات في الساعة خلال اليوم يكون مجموع عدد المركبات خلال ساعات التعداد مقسوما على عدد ساعات التعداد، كما يوضح الجدول التالي عدد المركبات في الساعة:

جدول رقم (4-2) متوسط عدد المركبات لكل ساعة

الأيام	متوسط عدد المركبات لكل ساعة		
	سيارة	باص	شحن
الجمعة	294	0	5
السبت	442	7	40
الأحد	430	5	38
الاثنين	433	7	45
الثلاثاء	420	5	29
الأربعاء	395	4	37
الخميس	336	4	20

جدول رقم (4-3) نسبة المركبات حسب الأيام

الأيام	نسبة المركبات حسب الأيام		
	سيارة	باص	شحن
الجمعة	98%	0%	2%
السبت	90%	1%	8%
الأحد	90%	1%	9%
الاثنين	89%	1%	10%
الثلاثاء	92%	1%	7%
الأربعاء	91%	1%	8%
الخميس	93%	1%	6%

من اجل إعادة تأهيل وتصميم الشارع المذكور ليستوعب حجم المرور الحالي والمستقبلي على مدار 20 سنة، ولحساب عدد المسارب لاستيعاب حجم السير الحالي والمستقبلي خلال فترة زمنية (20 سنة)، يتم ضرب معدل المرور اليومي الحالي في معامل الزيادة (Peak Factor =2.5) .

ولحساب عدد المركبات المستخدم في التصميم يتم التعويض عن أنواع المركبات بما يقابلها من مركبات صغيرة (عدد السيارات الصغيرة *1، عدد الباصات *2.5، عدد الشحن * 3).

عدد المركبات = (السيارات الصغيرة + 2.5* الباصات + 3* الشحن) .

لحساب معدل المركبات في الساعة نقسم المركبات إلى سيارات صغيرة وباصات وشاحنات ثم نعوض عن قيم الباصات والشاحنات بما يقابلها من سيارات صغيرة، وتوضيح ذلك يتم من خلال العلاقات التالية (حسب جدول(4-2):

الباصات = 0+5+7+7+5+4+4=4= 32 باص/أسبوع.

(32/7) * 2.5 = 11 سيارة صغيرة/ساعة.أسبوع.

الشاحنات = 5+38+40+45+29+37+20= 132 شاحنة/أسبوع.

(217/7)*3=92 سيارة صغيرة/ساعة.أسبوع.

السيارات الصغيرة =294+430+442+433+420+395+336=2750سيارة صغيرة/أسبوع

(2750/7)=393 سيارة صغيرة/ساعة.أسبوع.

متوسط عدد السيارات الصغيرة في الساعة =393+92+11=495 سيارة صغيرة/ساعة.أسبوع .

معدل المرور اليومي(A.D.T) = 24*495= 11900 مركبة لكل يوم/أسبوع .

إذا لم تتوفر معلومات دقيقة عن ساعات الذروة (D.H.V) فإنه من الممكن اعتبار حجم السير للتصميم يساوي نسبة من معدل المرور اليومي(K).

$$D.H.V = K*(A.D.T)$$

Where K= Constant between (0.12 – 0.24)

ولحساب عدد المسارب لاستيعاب حجم السير الحالي والمستقبلي خلال فترة زمنية (20 سنة) ، يتم ضرب معدل المرور اليومي الحالي في معامل الزيادة (Peak Factor =2.5).

السعة التصميمية (Design Capacity): عبارة عن أقصى عدد من المركبات يمكن أن تمر من خلال نقطة معينة خلال ساعة تحت الظروف الموجودة فعلاً وتتراوح قيمتها بين (1200-700مركبة/ ساعة) ، وتعتمد هذه القيمة على مقدار السرعة التصميمية للطريق .

وتعتمد أيضا على درجة الطريق وبشكل عام فإن معظم الطرق في الضفة الغربية تكون من الدرجة الثالثة، وقد تم اعتماد السعة التصميمية (850 مركبة/ ساعة).

A.D.T = 11900 Vehicle / day.

No of lanes which must be now

11900*0.16/850= 2.24 lanes=2

$A.D.T_{(After\ 20\ years)}$ = 11900 *2.5 = 29751 Vehicle / day .

(Where 2.5 is the peak factor) .

D.H.V = K*(A.D.T)

D.H.V = 0.16 * 28440 = 4760 V.P.H.

No. Of lanes 4760/850 = 6 Lanes

وسنقوم بإعادة تصميم هذا الشارع على مكون من حارتين لأنه من شبه المستحيل تصميمه على أساس ست حارات .

﴿5﴾

الفصل الخامس

التخطيط

5-1 العوامل الأساسية التي تأخذ عند إنشاء الطريق

5-2 العوامل الرئيسية التي تتحكم في تخطيط الطريق

5-3 التصميم الهندسي للطريق

5-4 العوامل التي تحكم أسس التصميم

5-5 أقسام التخطيط

الفصل الخامس

تخطيط الطريق:

5-1- العوامل الأساسية التي تؤخذ بعين الاعتبار عند إنشاء طريق بين مدينتين:-

أ- قوة الرياح واتجاهها:

يجب إن يكون موقع الشارع في منطقة لا تتعرض للرياح الشديدة فيفضل إن لا يكون اتجاه الرياح مع أو عكس أو متعامدا مع اتجاه السير وهذا للتقليل من القوى الخارجية التي تؤثر سلبيا على سير المركبات وتوازنها.

ب- طبوغرافية المنطقة وثباتها الجيولوجي:

يجب الاختصار من طول الطريق ما أمكن والابتعاد أعمال الحفر والردم الكبيرة والمكلفة كذلك الاستفادة من أي مقلع أو مناطق تصلح تربتها لأعمال الردم والتأسيس كذلك يجب الابتعاد وتجنب أماكن الانهيارات الانزلاقات.

ت- الهيدرولوجية:

يجب عمل استطلاع ميداني لجمع المعلومات عن كميات الأمطار ومناطق تكون السيول لاختيار الموقع المناسب للجسور والعبارات.

ث- الأهمية الاقتصادية:

إن دراسة معدلات التطور المستقبلي للمنطقة من الناحية التجارية والصناعية والسياحية....إلخ له أهمية كبيرة في تصميم الطريق وتخطيطها من حيث نوعه ومستواه الفني ومحطات المرور فيجب إن

تكون هذه الدراسات دقيقة مبنية على أسس علمية لكي تواكب متطلبات المستقبل حيث يمكن الحصول عليها من المؤسسات الحكومية المختصة.

ج- التوزيع السكاني وكثافته:

من أهم العوامل التي تحدد مسار ونوع الطريق هي اماكن تجمع السكان وتوزيعهم حيث إن من أهم الأهداف التي تنشأ من اجلها الطرق هي خدمة اكبر قطاع ممكن من السكان لتسهيل تنقلهم بين الاماكن المختلفة بأكبر قدر من الامان واقل وقت ممكن.

ح- أنواع السيارات المستخدمة على الطريق:

تأتي أهمية هذا البند في تجنب سير المركبات الثقيلة بالقرب من الاماكن السكانية تجنبا للضوضاء والإزعاج, كذلك يجب وضع خطوط خاصة ومستقلة لراكبي الدراجات وأخرى للعربات الجر الحيواني وأخرى للشاحنات بمعنى عام تمكن أهمية أنواع السيارات في عمل مسارب واتجاهات منفصلة لكل نوع.

5-2- العوامل الرئيسية التي تتحكم في تخطيط الطريق:

حتى يكون الطريق اقصر ما يمكن يجب أن يكون مستقيما بين نقاطه الحاكمة وهذا لا يمكن تحقيقه في معظم الأحوال لصعوبات كثيرة مثل العوائق الطبيعية والصناعية التي قد تعترض المسار، فمثلا المسار القصير قد تكون انحداراته شديدة وبالتالي يصعب صعوده وخاصة بالنسبة للسيارات الثقيلة. ويجب أن نأخذ في عين الاعتبار أن الطريق الذي يكون تكلفة إنشائه قليلة ليس بالضرورة أن تكون تكلفة صيانته وتكلفة تشغيل العربات قليلة أيضا, لذلك قد نجد أن أكثر الطرق تكلفة في الإنشاء اقلها تكلفة في تشغيل العربات, لذلك ليس من السهل الحصول على جميع المتطلبات المرغوبة للمسار في نفس الوقت.

العوامل الأساسية التي تحكم تخطيط الطريق:

- **حجم المرور:**

يجب الأخذ بعين الاعتبار عند تخطيط الطريق حجم المرور الحالي والمتوقع مستقبلا, لذلك يجب عمل الدراسات اللازمة لعدد السيارات الحالي والنسبة الزيادة المتوقعة في عدد السيارات في المستقبل بالإضافة إلى تحديد أنواع السيارات المتوقع استخدامها للطريق.

❖ **النقاط الحاكمة:**

وهي النقاط الأساسية التي يمر بها مسار الطريق, وتقسم إلى قسمين:

أ- نقاط يجب أن يمر بها الطريق:

وهذه قد تتسبب في زيادة طول المسار والمرور في مناطق صعبة, ومن أمثلة هذه النقاط: موقع جسر, مدينة متوسطة، ممر جبلي...الخ.

ب- نقاط يجب الابتعاد عنها:

وهذه المناطق يجب أن نبعد مسار الطريق عنها مثل مناطق العبادة, المدافن, المنشآت الضخمة عالية التكاليف.

❖ **التصميم الهندسي للطريق:**

من الأمور التي تتحكم في اختيار التصميم النهائي للمسار أسس التصميم الهندسي مثل الانحدارات وأنصاف أقطار المنحنيات ومسافة الرؤية.

❖ **التكلفة:**

يجب أن يراعى عند تصميم واختيار مسار الطريق التكلفة الكلية للمشروع بحيث تكون قليلة ما أمكن ويراعى أن تشمل التكلفة تكلفة الصيانة وتكلفة تشغيل وحدات السير.

❖ **عوامل أخرى:**

ومن العوامل الأخرى التي تحكم التخطيط مثل عمليات الصرف, العوامل السياسية...الخ. ويجب الأخذ في عين الاعتبار عملية الصرف السطحي وكيفية التخلص من المياه عند التصميم الراسي للمسار, وفي بعض

الأحيان قد يتغير تخطيط الطريق حتى لا يمر في ارض أجنبية عندما يمر المسار بالقرب من خط الحدود أو المرور بالقرب من خط التفافي أو مستوطنة كما هو الحال عندنا في فلسطين.

5- 3 - التصميم الهندسي للطريق:

يجب أن يغطي التصميم الهندسي للطريق الانحدارات سواء الطولية أو العرضية والتخطيط الأفقي للمسار ومسافة الرؤية والتقاطعات وجميع تفاصيل القطاعات العرضية والطولية, ويجب أن نأخذ في عين الاعتبار ثلاث عوامل رئيسية حتى نحصل على درجة عالية من الامان والسيولة وهي حجم المرور، سرعة المرور, و تركيب المرور.

ومن المفروض أن كل عمل هندسي يجب أن يستوفي الغرض الذي أنشأ من أجله بحيث يكون الاقتصاد عند التصميم. لذلك فعلى المهندس أن يأخذ في الاعتبار العوامل الأساسية التالية:

1. يجب أن يتمشى التصميم الهندسي مع حجم المرور المتوقع في المستقبل, وان يتمشى مع نوع المركبات المارة والسرعة التصميمية لها.
2. يجب أن يؤدي التصميم إلى قيادة آمنة للسيارات ويعطي السائق انطباع بالأمان.
3. يجب أن يكون التصميم متكاملا مع تجنب التغيرات المفاجأة كالانتقال الفجائي إلى المنحنيات الأفقية أو الانحدارات الراسية مع عدم وجود مدى رؤية مناسب.
4. يجب أن يكون التصميم شاملا لجميع الوسائل الضرورية للتحكم في المرور مثل علامات الإرشاد وتخطيط الحارات والإضاءة الملائمة.
5. يجب أن يكون التصميم اقتصاديا بقدر الامكان سواء تكاليف الإنشاء أو تكاليف الصيانة [2].

5-4- العوامل التي تحكم أسس التصميم :

5-4-1- حجم المرور Traffic volume : *

يعتبر حجم المرور من الأمور الرئيسية التي يجب أن تأخذ في الاعتبار عند تصميم الطريق بحيث يشمل حجم المرور الحالي والمتوقع مستقبلا.

5-4-2- تركيب المرور (Character of Traffic):*

وهذا يتطلب تحديد نسبة عربات النقل والحافلات بالنسبة لحجم المرور الساعي التصميمي.

5-4-3- السرعة التصميمية (Design speed):*

السرعة التصميمية أساسية للتصميم بالإضافة إلى تركيب المرور وحجم المرور الساعي.

5-4-4- عربات التصميم (Design Vehicles):

جميع الطرق تمر عليها سيارات خاصة وسيارات نقل ولذلك يجب معرفة خصائص هذه السيارات مثل الأبعاد الرئيسية والوزن والقدرة.

5-4-5- قطاع الطريق:

أن الاستفادة من الطريق تتوقف على تصميم الأجزاء المختلفة لقطاع الطريق, فالطرق التي يمر عليها عدد كبير من السيارات وبسرعة عالية يتطلب عدد كبير من حارات المرور ومنحنيات ذات أنصاف قطار كبيرة نسبيا وانحدارات طولية صغيرة لذلك يجب الاهتمام بأكتاف الطرق المتسعة وعمل الجزر الفاصلة بين اتجاهي المرور.

5-4-6- عرض الحارة (lane width):*

5-4-7- الميول العرضية (Normal Cross Slopes): *

5-4-8- الأكتاف (Shoulders): *

5-4-9- (الأرصفة) (Sidewalks):

تعتبر ارصفة المشاة جزءا مكملا لتصميم الطرق الحضرية، ولكن قلما تعتبر ضرورية في المناطق الخلوية، وعلى العموم فإنه يستحب عمل اطاريف في الطرق التي يتوقع فيها حركة مرور مشاة كبيرة أو في المناطق التي قد يحدث فيها أخطار للمشاة مثلما يحدث قريباً من المدن والقرى ومواقع الأسواق والمصانع وغير ذلك, وينبغي الا يقل عرض الرصيف عن 1.5متر ويعمل من مواد تعطي مسطحاً ناعماً ومستوياً سليماً، ويجب أن يكون سطح الرصيف الذي يسير المشاة عليه مساوياً في الجودة أو أحسن حالة من سطح الرصف المخصص لطريق السيارات لجذب المشاة للسير عليه.

5-4-10- الميول الجانبية (Slide slopes) :*

5-4-11- الجزر الفاصلة بين الاتجاهين(Medians) :*

---

* الفصل الرابع

5-4-12- الحواجز الجانبية والأعمدة الاسترشادية (Guardrail and Guide Posts) :

حيث تستخدم مثل هذه الحواجز والأعمدة في المناطق الخطرة التي يخشى فيها أن تخرج المركبات عن مسارها، وهذه المناطق غالبا ما تكون في حالة:

- جسور ذات انحدارات شديدة أو على منحنيات حادة.
- التغيير المفاجئ في عرض الكتف وفي حالة الاقتراب من المنشآت.
- الطرق الجبلية وخاصة من جهة الانحدار.

وتصمم السياج والحوائط الواقية بحيث تقاوم الاصطدام عن طريق تحريف اتجاه المركبة بحيث تستمر في سيرها على طول السياج أو الحائط بسرعة منخفضة، ويلاحظ أن الإيقاف الفجائي للسيارة خطأ ، ولذلك فإن أي قائم إرشادي أو سياج أو حائط بارز يتسبب في إيقاف السيارة المتحركة دفعة واحدة ليس مستحبا, بل إن الإيقاف الفجائي قد يكون أشد خطراً من الاستمرار في الحركة على ميول الردم. ويكون تصميم هذا الحاجز لمنع المركبة من الخروج عن الطريق عند الاصطدام بها حيث تمتص الصدمة وتقوم بتوجيه المركبة بمحاذاة الحاجز وبسرعة قليلة.

5-5- و يقسم التخطيط الى قسمين رئيسيين:

5-5-1 التخطيط الأفقي للطريق (Horizontal Alignment):

تعتبر مشاريع البنية التحتية من أهم المشاريع الحيوية في الدول المتقدمة و التي منها مشاريع الطرق و قنوات الري و خطوط وأنابيب المجاري و خطوط الكهرباء حيث يلجأ إلى التخطيط الأفقي وذلك لتفادي التغير المفاجئ في الاتجاه أو أو الانتقال من جزء مستقيم لمسافة طويلة إلى منحنى حاد وذلك بتوزيعه على كامل المنحنى أو على مجموعات المنحنيات التي ستربط كل جزأين مستقيمين متقاطعين Tangents. وتكون هذه المنحنيات عادة على شكل أقواس دائرية أو أقواس حلزونية, وتتميز الأقواس اللولبية بسهولة الانتقال التدريجي بين اتجاهين مستقيمين مختلفين أو بين خط مستقيم وآخر دائري .

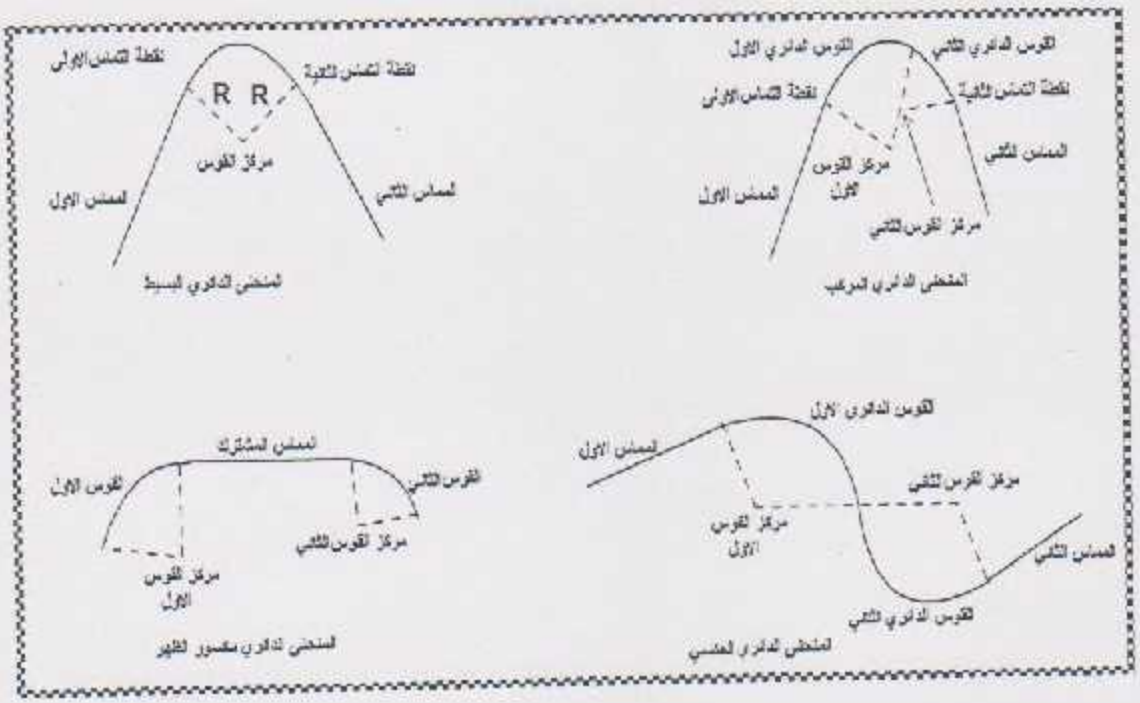
5--5-1-1- أنواع المنحنيات(Types of Curves):

هناك أنواع متعددة من المنحنيات التي يمكن استخدامها في وصل الخطوط المستقيمة والمتقاطعة منها:

- المنحنيات الدائرية Circular Curves.
- المنحنيات الحلزونية Spirals or Easement Curves

أ- المنحنيات الدائرية:

وتقسم إلى أربعة أنواع كما في شكل (5-1):



الشكل(5-1) أنواع المنحنيات الدائرية*

1. **المنحنيات الدائرية البسيطة Simple Circular Curves:**

حيث يتم وصل الخطين المستقيمين والمختلفين في الاتجاه بقوس دائري واحد يسهما في نقطتي الوصل.

جامعة بوليتكنك فلسطين
Palestine Polytechnic University
(PPU)
The Library المكتبة
ACC. ١٠١٩ الرقم المتسلسل
Class. رقم التصنيف

* المرجع رقم (3)

2. المنحنيات الدائرية المركبة Compound Circular Curves:

حيث يتم وصل الخطين المستقيمين بأكثر من قوس دائري واحد وذلك بالشروط التالية:

- أنصاف أقطار هذه الأقواس مختلفة.
- الأقواس متماسة عند نقاط اتصالها ببعضها.
- جميع مراكز هذه الأقواس الدائرية في جهة واحدة

3. المنحنيات الدائرية مكسورة الظهر Broken-Back Circular Curves:

حيث يتكون من منحنيين دائريين مركزاهما في جهة واحدة ومتصلين ببعضهما بواسطة مماس مشترك واحد وقصير يقل طوله عن 30 مترا.

4. المنحنيات الدائرية العكسية Reversed Circular Curves:

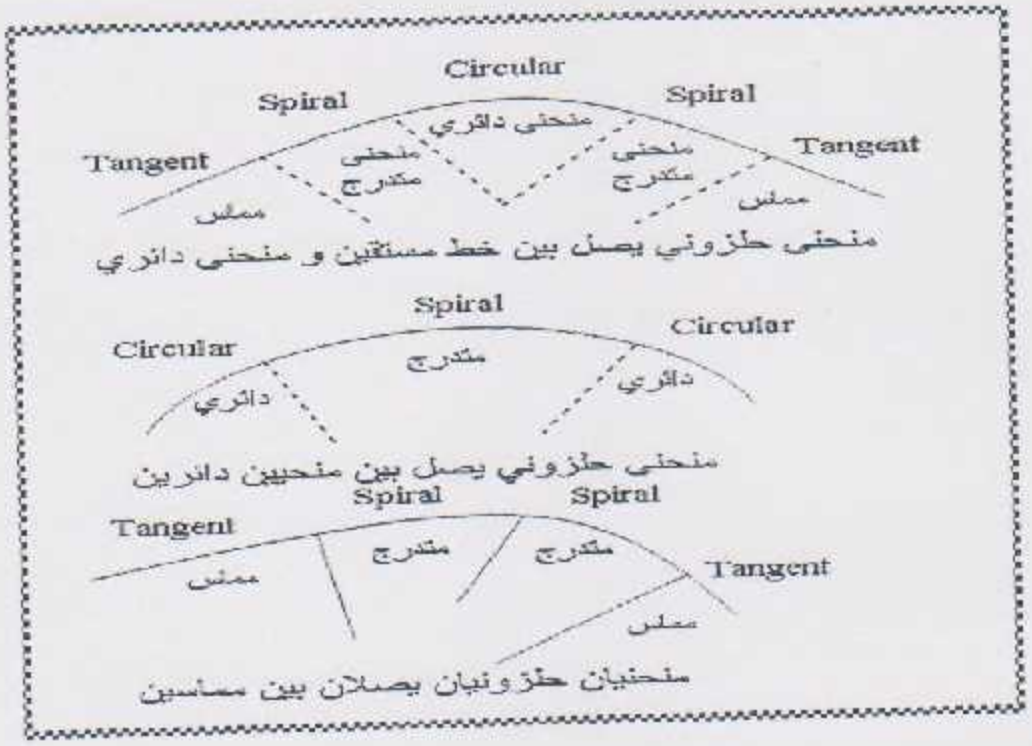
حيث يتم توصيل الخطين المستقيمين بأكثر من قوس دائري بالشروط التالية:

- مراكز الانحناء ليست في جهة واحدة.
- أنصاف أقطار المنحنيات قد تكون متساوية أو مختلفة.
- الأقواس متماسة عند نقاط اتصالها ببعضها.

ب- المنحنيات الحلزونية:

وتقسم إلى ثلاثة أنواع كما هو مبين في الشكل(5-2) وهي:

1. منحنى حلزوني يصل بين خط مستقيم وآخر منحنى دائري.
2. منحنى حلزوني مزدوج يصل بين خطين مستقيمين.
3. منحنى حلزوني يصل بين منحنيين دائريين.



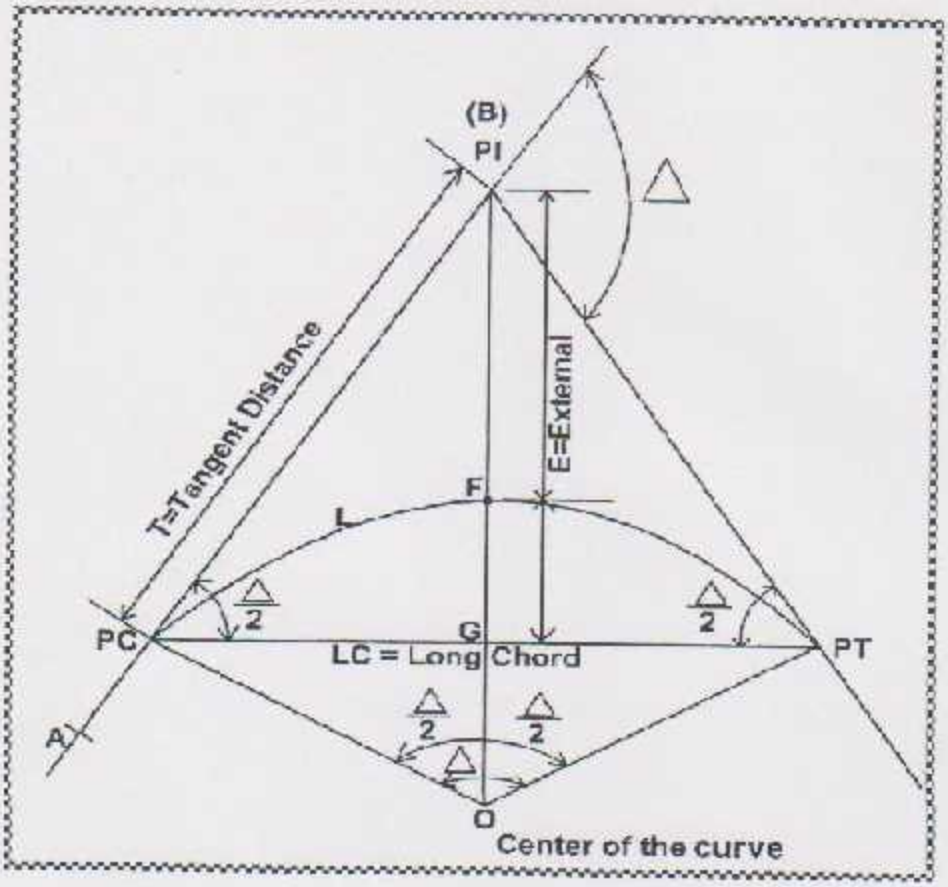
الشكل(5-2) عناصر المنحنى الحلزوني*

5--5-1 -2- تصميم المنحنيات Curve design:

5--5-1 - 2 -1 عناصر المنحنى الدائري البسيط .

كما في الشكل (5-3):

* المرجع رقم (3)



شكل (5- 3) عناصر المنحنى الدائري البسيط*

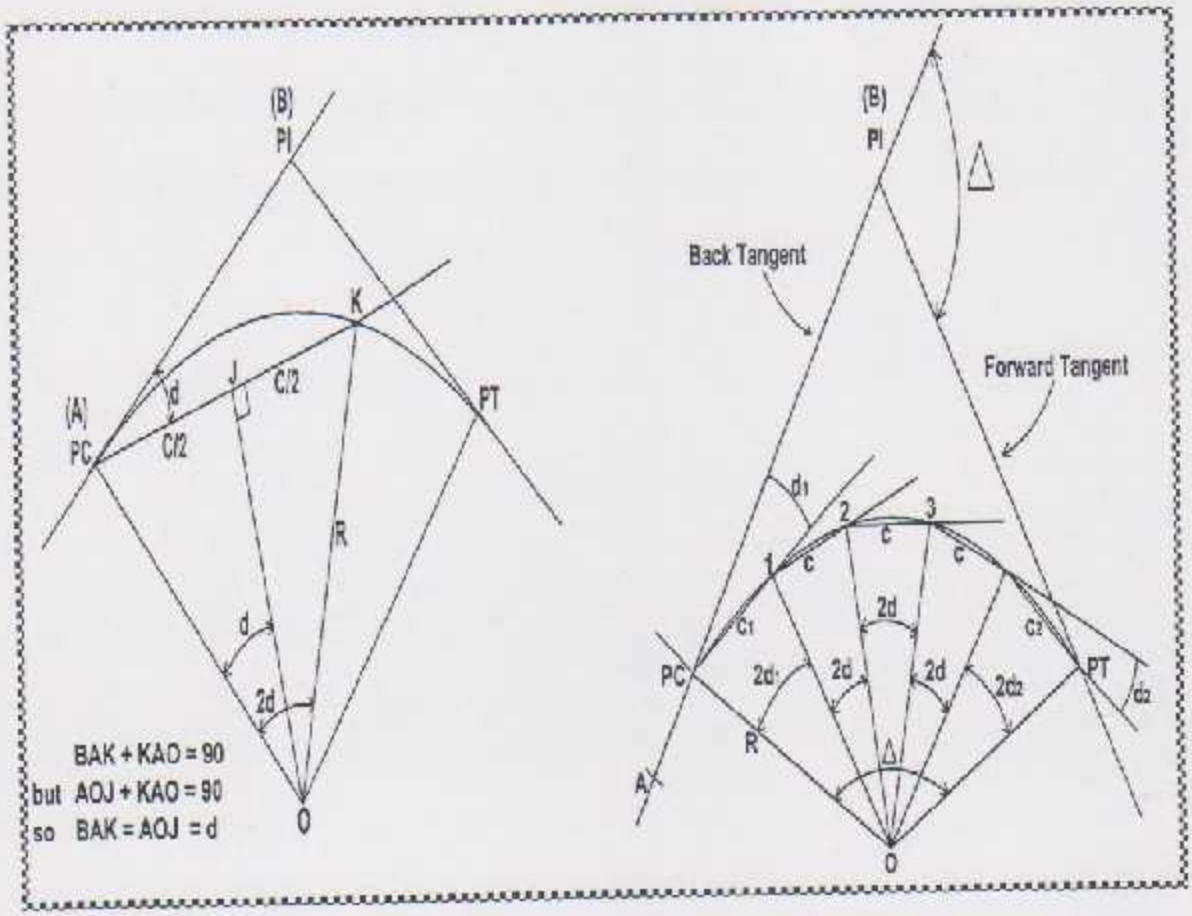
- نقطة تقاطع المماسين (**PI**).
- زاوية الانحراف (Δ) Deflection Angle:

وتساوي الزاوية المركزية المنشأ عليها المنحنى الدائري.

- المماسين (T) The tow Tangent:
- حيث يسمى المماس على الجانب الأيسر لنقطة التقاطع PI بالمماس الخلفي, والمماس على الجانب الأيمن بالمماس الأمامي.
- نقطة بداية المنحنى (**PC**) Point of Curvature.
- نقطة نهاية المنحنى (**PT**) Point of Tangency.

* المرجع رقم (2)

- الخط المستقيم الذي يصل بين نقطتي تماس و يطلق عليه الوتر الطويل (LC).
- نصف القطر (R) Radius.
- طول المنحنى (L).Length of curve
- المسافة الخارجية(E),External Distance وهي عبارة عن المسافة بين (PI) و بين منتصف المنحنى الدائري.
- سهم القوس(M) Middle Ordinate, و هي المسافة بين نقطة منتصف المنحنى وبين نقطة منتصف الوتر الطويل.
- مركز المنحنى ونرمز له (O).
- الوتر الجزئي الأول ويرمز له (C1), وهو طول الخط المستقيم الذي يصل نقطة التماس الأولى بأول نقطة على المنحنى حيث يلجأ إلى إعطاء طول للوتر الجزء الأول بحيث تصبح محطة النقطة الأولى من المنحنى رقم مدورا مناسبا يقبل القسمة على 20 أو25.
- الوتر الجزئي الأوسط يرمز له (C), وهو عبارة عن طول الخط المستقيم الذي يصل بين أي نقطتين متتاليتين على المنحنى ما عدا الأولى والأخيرة, و يكون طوله في العادة رقما مدورا و مناسبا 10,20,25 مترا كما في الشكل(5-4).
- الوتر الجزئي النهائي (C2), و هو عبارة عن طول الخط المستقيم الذي يصل نقطة التماس الثانية بالنقطة التي تسبقها مباشرة, وحيث يكون طوله مكملا لطول المنحنى.
- زاوية الانحراف الجزئية الأولى (d1), وهي عبارة عن الزاوية الوسطية المحصورة بين المماس الأول أو الخلفي و بين الوتر الجزئي الأول وتساوي نصف الزاوية المركزية كما في الشكل(5-4).
- زاوية الانحراف الجزئية الوسطى(d), وهي الزاوية الأفقية بين أي وتر جزئي أوسط و بين مماس المنحنى الدائري.
- زاوية الانحراف الجزئية النهائية (d2), و هي الزاوية الأفقية المحصورة بين الوتر الجزئي النهائي و بين المماس للمنحنى الدائري في نقطة بداية هذا الوتر الجزئي النهائي.



شكل (5- 4) الأوتار وزوايا الانحراف الجزئية في المنحنى الدائري البسيط*

5--5-1 -2-2- معادلات المنحنى الدائري الأفقي:

بالنظر إلى الشكل (5- 4) نجد أن:

طول المنحنى الأفقي

$$L = \pi R \Delta / 180$$

* المرجع رقم (2)

طول المماس للمنحنى $T = \tan(\Delta/2)$

الوتر (المسافة بين بداية ونهاية المنحنى) $C = 2\,R \sin(\Delta/2)$

الإزاحة من نقطة تقاطع المماسات إلى منتصف المنحنى $E = T \tan(\Delta/2)$

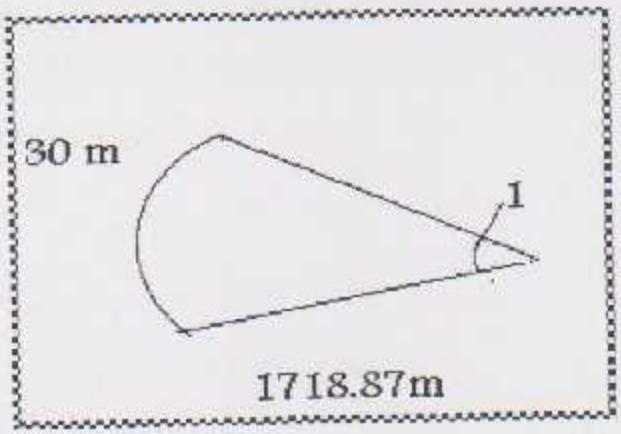
الإزاحة من نهاية E حتى تقاطعه مع الخط C $M = R(1-\cos(\Delta/2))$

5 -5 -1 -2 -3- درجة الانحناء Degree of Curvature:

وهي الزاوية المحصورة والمقابلة لطول 30م من المنحنى الرئيسي.

$$D = \frac{1718.87}{R} \quad \text{أو} \quad D = \frac{30\,\Delta}{L}$$

ومن المهم جدا فهم معنى درجة الانحناء (D) نظرا لاستخدامها كثيرا في التعبير عن طبيعة المنحنى هل هو حاد أو منبسط وكلما قلت قيمتها كلما كان المنحنى منبسطا وكلما كانت كبيرة كلما كان المنحنى حادا كما في الشكل(6-6)

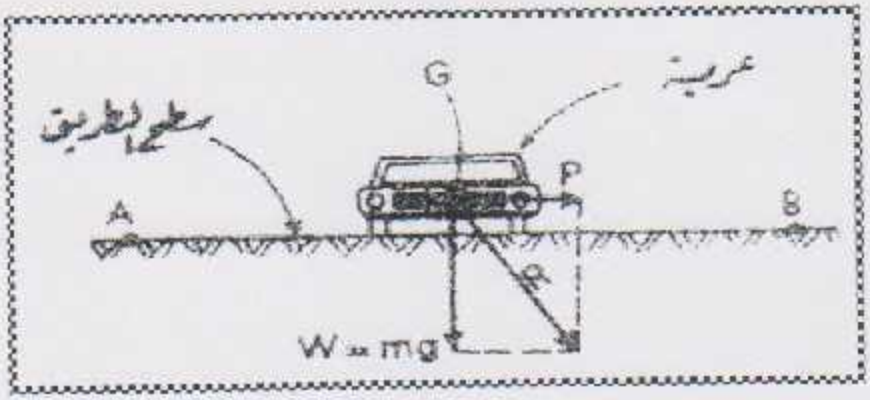


الشكل (5-5) درجة الانحناء*

5-5-1-3- الرفع الجانبي للطريق(Super elevation):

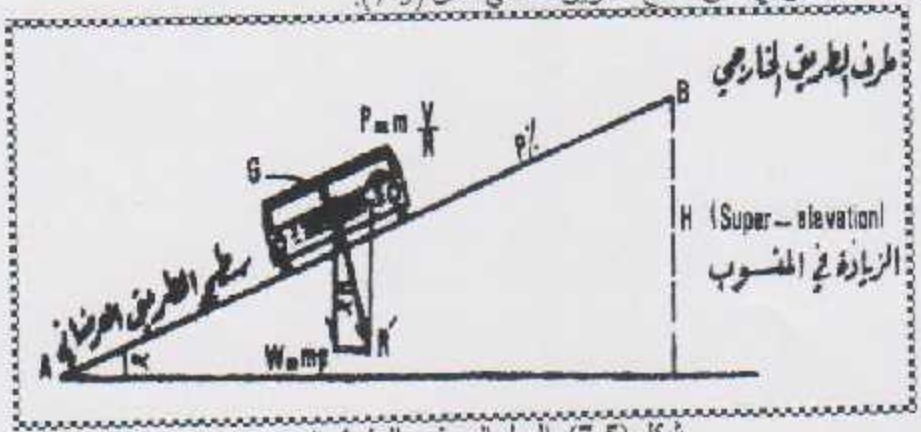
* المرجع رقم (3)

من المعروف أن القوة الوحيدة التي تؤثر على المركبات أثناء سيرها في خط مستقيم هي وزنها فقط، ولكن إذا ما بدأت هذه المركبة بالسير على منعطف أفقي، فإنها ستتأثر بقوة أخرى ، هي القوة الطاردة المركزية.



الشكل(5-6) كيفية تأثير وزن المركبة أثناء سيرها*

إذا مثلنا المقطع العرضي لجزء مستو ومنعطف بالخط AB و G لمركز ثقل العربة، فإن القوة الطاردة المركزية و ثقل العربة سيؤثران في مركز الثقل للعربة، ويكون اتجاه القوة الممثل لوزن العربة W متعامدا مع سطح الطريق المستوي، أما اتجاه القوة الطاردة المركزية فيكون بشكل متعامد مع خط سير العربة أي موازٍ تقريبا لسطح الطريق باتجاه العرض، و عليه فإن محصلة القوى R لن تكون متعامدة على سطح الطريق وبالتالي لن تكون العربة عرضة للتأثر بأي قوة أفقية قد يصل هذا التأثير إلى حد الانزلاق، ولكي نعالج هذه الحالة، نعمل لسطح الطريق ميلا عرضانيا تصبح معه محصلة القوى R مساوية ومعاكسة في الاتجاه لرد الفعل العمودي على سطح الطريق كما في شكل (5-7).



شكل (5-7) الميل العرضي المنحنى*

* المرجع رقم (3)

و بالنسبة لقيمة هذا الميل العرضي، فإنها تتراوح بين 4% إلى 7% وقد تصل إلى 9% و ذلك حسب الأنظمة المعمول بها، أي أكبر من الميل المخصص لتصريف المياه عن سطح الطريق (2%)، و يطلق على زيادة المنسوب الحاصلة لطرف الطريق الخارجي نتيجة لزيادة الميل العرضي (التعلية العرضية) ، (Super Elevation or Cant).

و الآن نستطيع أن نكتب العلاقات التالية:

$$e = \frac{(V * 0.75)^2}{127R}$$

حيث:

R : هي نصف القطر الدائري بالمتر

V : هي سرعة المركبة ب كم/ ساعة ، و هنا ضربنا السرعة ب 0.75 بسبب أن الطريق مختلطا (تسير عليه جميع أنواع المركبات).

f: : هي معامل الاحتكاك الجانبي.

e : أقصى معدل رفع جانبي بالمتر.

هنا إذا كانت قيمة e أكبر من القيمة المسموح بها و هي e max والتي تساوي 9%، نقوم بإدخال قيمة الاحتكاك الجانبي، حسب المعادلة التالية:

$$f = \frac{(V * 0.75)^2}{127R} - e(\max)$$

حيث f هي معامل الاحتكاك الجانبي ، و أقصى قيمة يمكن قبولها هي 0.16 ، فإذا كانت قيمة f أكبر من قيمة f max ، فإننا نقوم بتثبيت قيم f , e عند قيمهم القصوى ، ونحسب بالاعتماد عليهما قيمة السرعة المسموح بها ، وتكون ملزمة لنا على المنحنى، و نحسب السرعة حسب القانون التالي:

$$V = \sqrt{[127R(e\max + f\max)]}$$

و الجدول التالي يبين لنا قيم الرفع الجانبي المرغوبة و ذلك لعدة طرق مختلفة

جدول رقم (5-1) أقصى قيمة رفع جانبي*

درجة الطريق	أقصى قيمة رفع جانبي للطريق مرغوبة (متر/ متر)	أقصى قيمة رفع جانبي مطلقة (متر / متر)
طريق سريع	0.08	0.09
طريق شرياني	0.08	0.09
طريق تجميعي	0.08	0.10
طريق محلي	0.10	0.10

جدول رقم (5-2) أقل نصف قطر للمنحنى بدلالة السرعة التصميميه ودرجة الرفع الجانبي للطريق والاحتكاك الجانبي:*

السرعة التصميمية كم / ساعة	الاحتكاك الجانبي	أقصى قيمة رفع جانبي للطريق			
		0.06	0.08	0.10	0.12
40	0.17	55	50	45	45
50	0.16	90	85	75	70
60	0.15	135	125	115	105
70	0.14	195	175	160	150
80	0.14	250	230	210	195
90	0.13	335	305	275	255
100	0.12	440	395	360	330
110	0.11	560	500	455	415
120	0.09	755	655	595	540

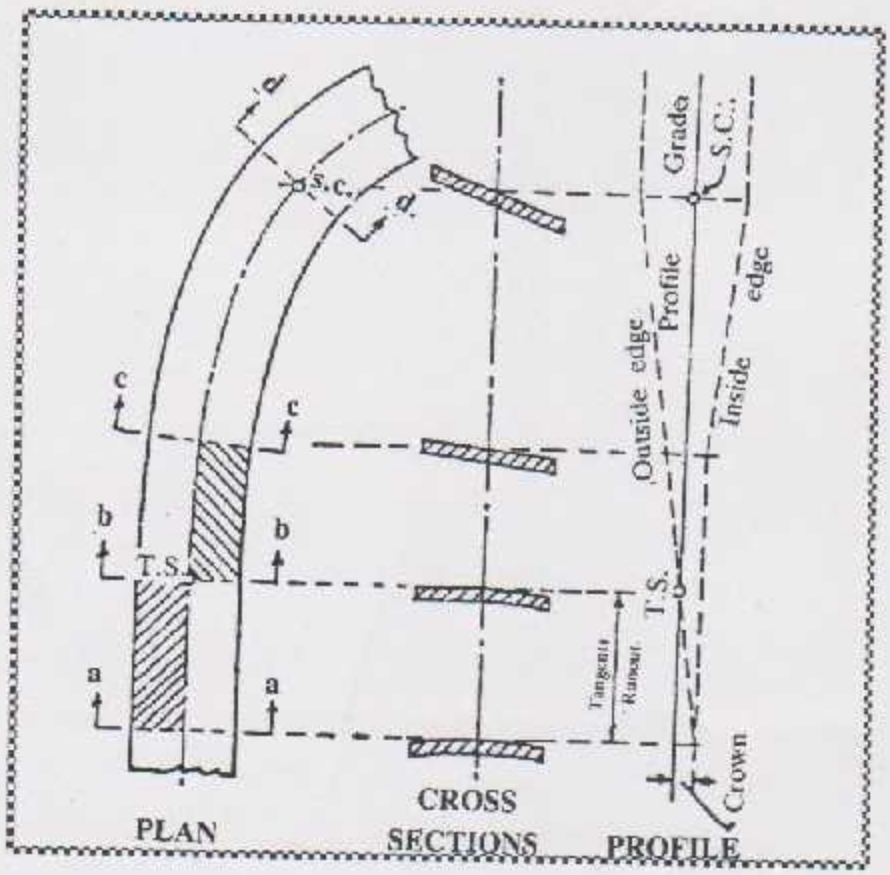
* المرجع رقم (5)

5-5-1-3-1- الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق: Super elevation Development

حيث يتم بإحدى الطرق الثلاث التالية:

- **الطريقة الأولى:**

يبقى محور الطريق ثابتا، ويبدأ جانب الطريق بالارتفاع والدوران حول المحور وبنفس الوقت يبقى الجانب الآخر ثابتا 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 مائلا بالاتجاهين المتعاكسين بنسبة 2% كما هو مبين في الشكل (6-9) التالي.



الشكل (5-8) كيفية الرفع الجانبي للطريق حول المحور*

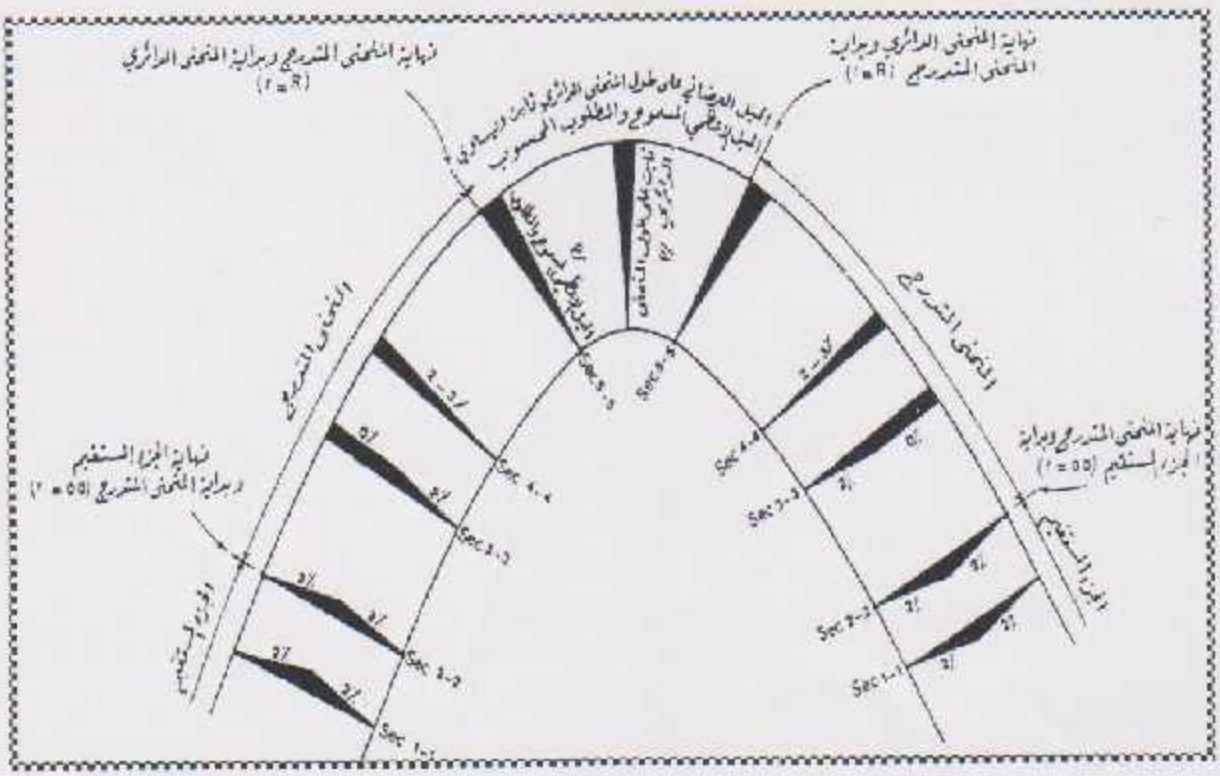
- **الطريقة الثانية:**

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

- **الطريقة الثالثة:**

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

ويوضح شكل (6-9) التغير التدريجي في الميل العرضي لمقاومة تأثير القوة الطاردة المركزية:



شكل (5- 9) التغير التدريجي في الميل العرضي لمقاومة تأثير القوة الطاردة المركزية.

* المرجع رقم (3)

5-1-5-4- المنحنيات الانتقالية Transition Curves:

يستخدم المنحنى الانتقالي في جميع المنحنيات الأفقية وتأتي أهمية المنحنى الانتقالي من (اللونية) بين المماس والمنحنى 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، وعلى هذا فمن المستحسن عمل منحنيات انتقالية حتى يمكن للسائق أن يسير في حارته المرورية, فضلا عن أن المنحنى الانتقالي يعطي للمصمم المجال لتطبيق التوسيع والرفع التدريجي للحافه الخارجية للرصف بمقدار الرصف المطلوب.

ويتم حساب طول المنحنى الانتقالي من خلال المعادلة التالية:

$$L = \frac{0.0702\ V^3}{(R \times C)}$$

حيث أن:

L = أقل طول للمنحنى الانتقالي (م)

C = معدل زيادة العجلة المركزية (م/ث^3)

V= السرعة التصميمية (كم/ساعة)

R= نصف قطر المنحنى الدائري (م)

5-1-5-5 - توسيع المنحنيات Curve Widening:

يتم عمل التوسيع في المنحنيات بسبب عدم إتباع العجلات الخلفية لمسار العجلات الأمامية في المنحنيات, ويوضح جدول (6-3) مقدار التوسيع المطلوب للمنحنيات حسب السرعة التصميمية ونصف القطر, والتوسيع يتم وضعه من بداية المنحدر ثم بالطول الداخلي الكامل للمنحنى انظر شكل رقم (5-11).

ويكون مقدار التوسيع حسب المعادلة التالية:

$$W_e = \frac{nl^2}{2R} + \frac{V}{9.5\sqrt{R}}$$

حيث أن:

We: مقدار التوسيع الكلي على المنحنى (م)

I : اتساع قاعدة العجل لأطول مركبة وتساوي 6.1

n : عدد الحارات

R : نصف قطر المنحنى (م)

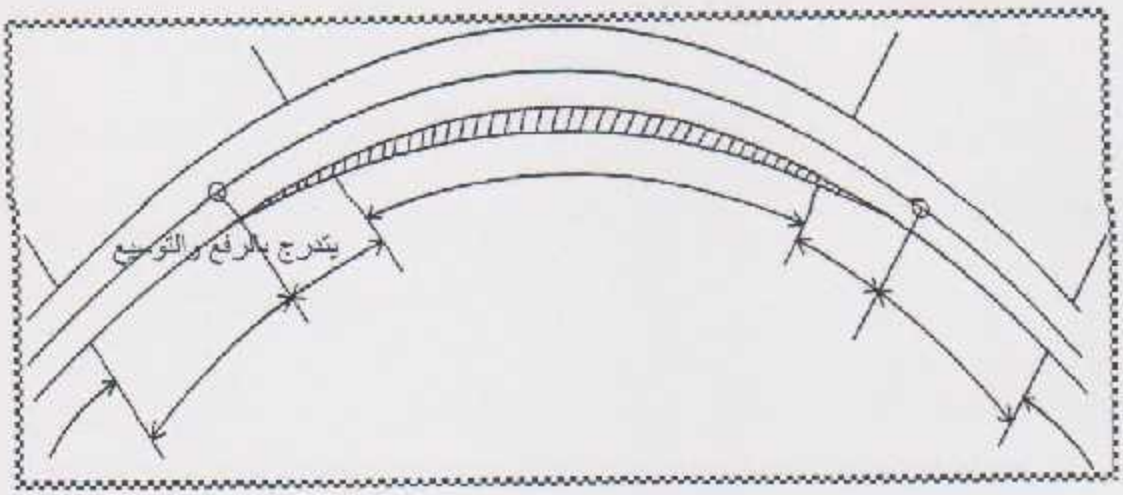
جدول (5- 3) مقدار التوسيع المطلوب في المنحنيات الأفقية:*

نصف القطر (م)	مقدار التوسيع في الرصف (م)					مقدار التوسيع في الرصف (م)					
	حارة مرورية بعرض 3.25 م السرعة تصميمية (كم/ساعة)					حارة مرورية بعرض 3.65 م السرعة تصميمية (كم/ساعة)					
	40	50	60	70	80	40	50	60	70	80	90	100
500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6
400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.6
350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.6	0.7
300	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.6	0.6	0.7	
250	0	0	0	0	0	0	0.6	0.6	0.6	0.8		
200	0	0	0	0	0.6	0.6	0.6	0.7	0.8	0.9		
175	0	0	0	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8			
150	0	0	0.6	0.6		0.6	0.7	0.8	0.9			
125	0.5	0.6	0.6			0.7	0.8	0.9				
100	0.6	0.6				0.8	0.9					
80	0.7	0.8				0.9	1.1					
60	0.8					1.1						
50	0.9					1.3						
45	1.0					1.4						

يتدرج بالرفع والتوسيع

* المرجع رقم (7)

مسافة الرفع والتوسيع



الشكل(5- 10) طريقة توقيع التوسيع للمنحنى*

5-5-1- 6- مسافات الرؤية (Sight Distance):*

5-5-1-6 -1- مسافة الرؤية للتوقف (Stopping Sight Distance):

ويتم حساب مسافة الرؤية للتوقف كالتالي:

1. طريق مستوية:

حيث يتم حساب المسافة للتوقف حسب المعادلة التالية:

$$S D = 0.28V t + 0.01 V^2$$

حيث أن:

V: السرعة كم / ساعة

* المرجع رقم (3)

t : ويمكن تحيده حسب سرعة المركبة كما في جدول (6-4)

جدول (4-5) زمن الارتداد العصبي حسب السرعة:*

السرعة (كم / ساعة)	حتى 50	65	80
زمن الارتداد العصبي (t)	3	2.75	2.5

2. طريق منحدرة :

حيث يتم حساب مسافة التوقف على النحو التالي:

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

حيث أن:

f: معامل الاحتكاك الجانبي

n: مقدار الانحدار %

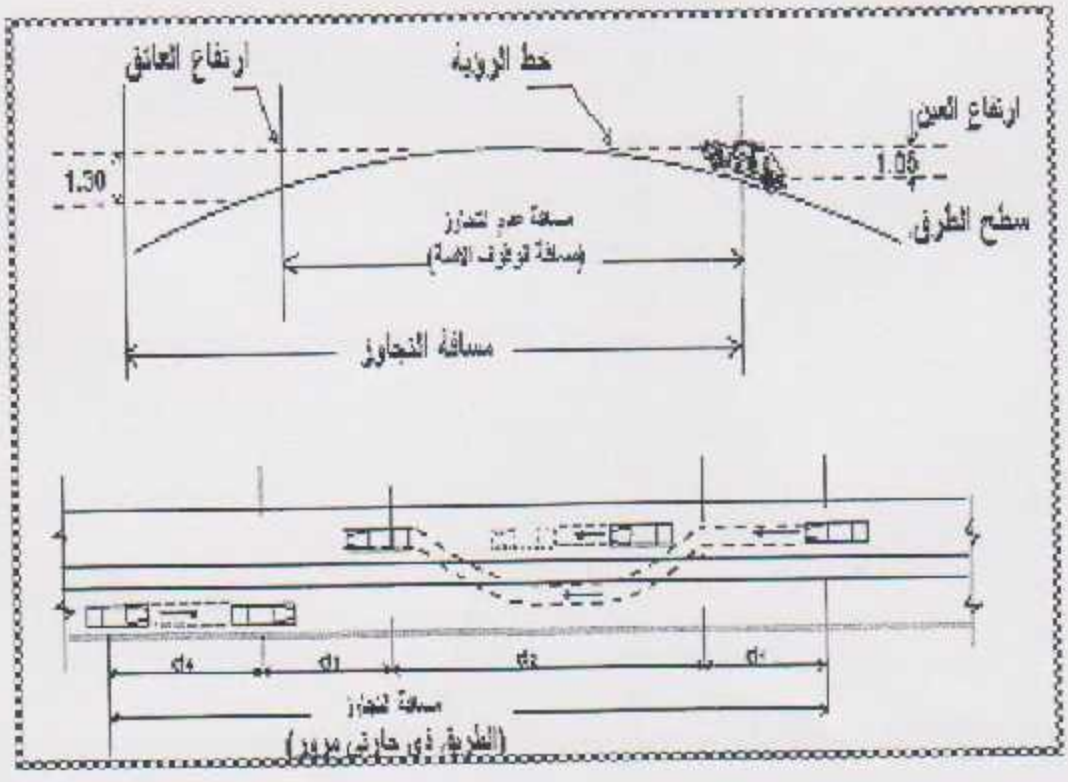
ويوضح جدول رقم (4-5) العلاقة بين مسافة الرؤية للتوقف والسرعة التصميمية (انظر شكل (12-5)).

5-5-1-6 -2- مسافة الرؤية للتجاوز (Passing Sight Distance):*

* المرجع رقم (5)

جدول رقم (5-5) العلاقة بين السرعة التصميمية ومسافة الرؤية للتوقف و للتجاوز*

السرعة التصميمية (كم/الساعة)	أقل مسافة رؤية للتوقف(م)	أقل مسافة رؤية للتجاوز(م)
40	45	280
50	60	340
60	80	420
70	110	480
80	140	560
90	170	620
100	205	680
110	245	740
120	285	800



شكل(5-11) مسافة الرؤية للوقوف ومسافة الرؤية للتجاوز**

* المرجع رقم (5)
** المرجع رقم (6)

5-5-1-7 - 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 آمنة 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 تتلافى تلك المظاهر السيئة في أعمال التصميم، يجب إتباع القواعد العامة التالية:

أ- تأمين مسافة الرؤية الأفقية عبر الطرف الداخلي للمنحنى.

ب- تأمين تصريف جيد للمياه السطحية.

ت- تجنب المناطق السيئة جيولوجيا ومواقع المستنقعات.

ث- التقليل ما أمكن من الأعمال الترابية.

ج- الانسجام مع التضاريس و الطبيعة بشكل عام.

ح- تجنب عمل منحنيات وصل قصيرة أو حادة ولكن يجب استخدام منحنيات متدرجة بأطوال كافية.

خ- تكن المسافة الأصغر بين منحنيين أفقيين متتاليين (m60)، خصوصا في الطرق السريعة.

د- توسيع سطح الطريق المخصص للسير عندما يقل نصف قطر المنحنى عن (150 m)، إضافة إلى اعتبارات التعلية (Super Elevation) والسرعة.

ذ- تخفيفا لآثار المنحنيات العكسية (إن وجدت) السلبية، لا بد من زيادة مقدار نصف القطر وتخفيض السرعة بالإضافة إلى وضع الإشارات التحذيرية الكافية في منطقة المنحنى العكسي، علما بأنه قد تنشأ ظروف تحتم علينا استخدام المنحنيات العكسية، على سبيل المثال

- مرور الطريق من موقع معين لأسباب اقتصادية أو سياحية أو .....الخ.
- وجود عوائق تحول دون استمرار الطريق بشكل ملائم.
- ظروف استملاك معقدة ومكلفة.

ر- إذا كانت هناك عوائق تحول دون استخدام منحنى دائري بنصف قطر كبير أو مناسب، نلجأ عندها إلى استخدام منحنى مركب يساعد في تحقيق مرونة أكبر في مجال السرعة ولعناصر أخرى مؤثرة على تكلفة الطريق وجماله.

ز- في المناطق الجبلية، تكون تكلفة الإنشاء عالية في العادة، بسبب ارتفاع الأعمال الترابية مما يتطلب السير في الاتجاه الذي يقلل من حجم الأعمال الترابية، وعليه تكثر المنحنيات في مثل هذه الطريق.

س- يجب أن لا تتجاوز التعلية (9%) وفي جميع الحالات لا يجب أن تتجاوز (12%).

ش- إن قيمة التعلية المرغوبة هي (6%).

ص- يجب أن لا تتجاوز قيمة الاحتكاك الجانبي القيمة العظمى والمسموح بها (f = 16%).

ض- لمقاومة تأثير القوة الطاردة المركزية، نلجأ إلى تطبيق التعلية المناسبة وتوسيع الطريق على المنحنى.

ط- يعتمد اختيار أو تحديد القيمة القصوى للتعلية على:

- مدى الحرص على تأمين سلامة العربات التي يمكن أن تسير بسرعة بطيئة على المنحنى.
- السرعة التصميمية.
- نصف قطر المنحنى.

ظ- تجنب استخدام المنحنيات العكسية ما أمكن تفاديا للأمور التالية:

- الانتقال الفجائي من نصف قطر معين إلى آخر بشكل مفاجئ وعكسي، مما يؤدي إلى نتائج قاسية خصوصا إذا لم ينتبه السائق إلى وجود منحنى عكسي.
- الاضطرار إلى تخفيض السرعة بشكل كبير.
- صعوبة معالجة آثار القوة الطاردة المركزية حيث يتطلب الأمر الانتقال من المنحنى الأول إلى الثاني مع وجود ميلين عرضيين مختلفي الاتجاه.

ع- يجب إعطاء أهمية خاصة لموقع منشآت التصريف ومواقع اجتياز الأودية السحيقة والمناطق العالية تجنبا لزيادة نفقات التنفيذ والصيانة على حد سواء.

وفي الملحق الثاني سيتم حساب يدوي لعناصر المنحنى ، مع التنويه الى انه باستخدام برنامج AUTO DESK يمكن الحصول على تقرير يحتوي على جميع العناصر المستخدمة في التصميم .

5-5- 2- التخطيط الرأسي للطرق (Vertical Alignment):

5-5-2-1- مقدمة :

عندما يتقرر شق طريق معين أو خط سكة حديد فانة يتم عمل مقطع طولي لسطح الأرض, يتكون التخطيط الرأسي للطرق من سلسلة من الميول الطولية متصلة مع بعضها بمنحنيات رأسية. ويتحكم في التخطيط الرأسي عوامل الأمان و التضاريس ودرجة الطريق والسرعة التصميمية والتخطيط الأفقي وتكلفة الإنشاء وخصائص المركبات وصرف الأمطار. ويجب أن يكون مدى الرؤية في جميع أجزاء القطاع الطولي مستوفيا لأقل مسافة لازمة للتوقف حسب السرعة 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 , فإن الإختيار يتم على أسس تحكم الحدود القصوى للانحدارات و عملية تشغيل المركبات على الطريق و التكلفة الإنشائية للطريق [5] .

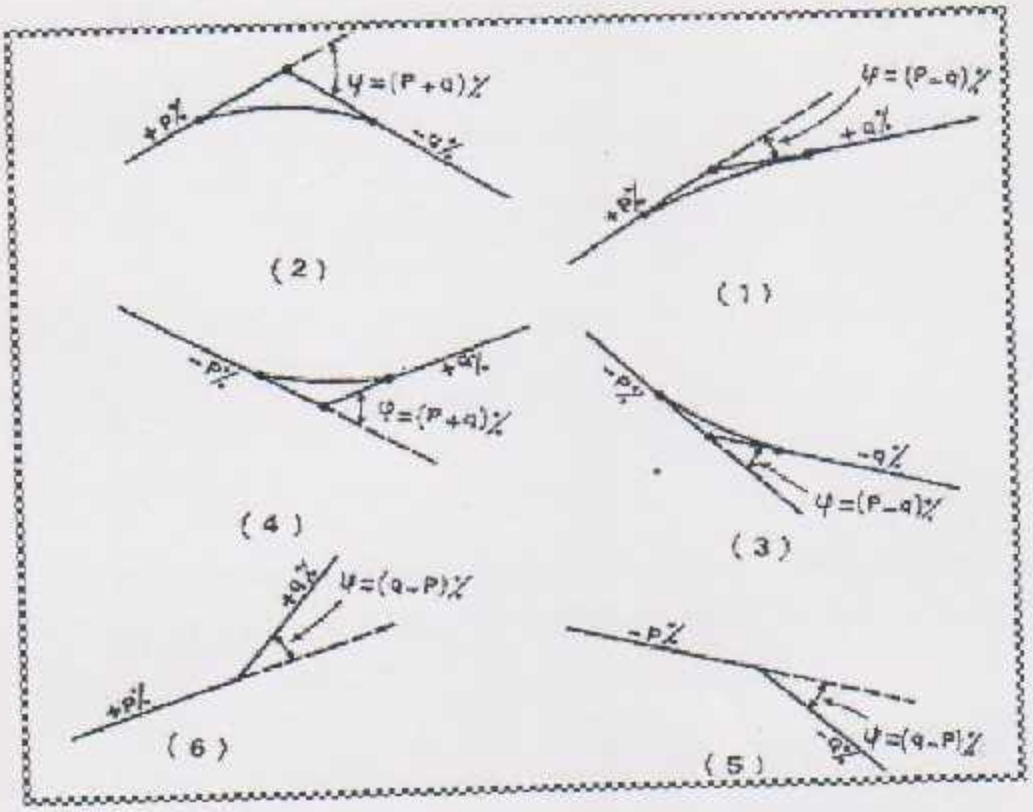
5-5-2-2- المنحنيات الرأسية (Vertical Curves):

يجب أن تكون المنحنيات الرأسية سهلة الاستخدام وتهيئ تصميما مأمونا ومريحا في التشغيل ومقبولا في الشكل كافيا في تصريف المياه. وأهم المطالب في المنحنيات الرأسية المحدبة هو أن تعطينا مسافات رؤية كافية للسرعة التصميمية(SD) وفي جميع الحالات يجب أن تتوفر مسافة رؤية للتوقف تكون مساوية للحد الأدنى أو أكبر منها, ويستخدم القطع المكافئ في المنحنيات الرأسية لسهولة حساباته وبساطة توقيعه في الطبيعة واستيفائه للمطالب السالفة.

5-5-2-3- إشارة الميل وزاوية التدرج(Grade Angle):

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

الشكل(7-1).

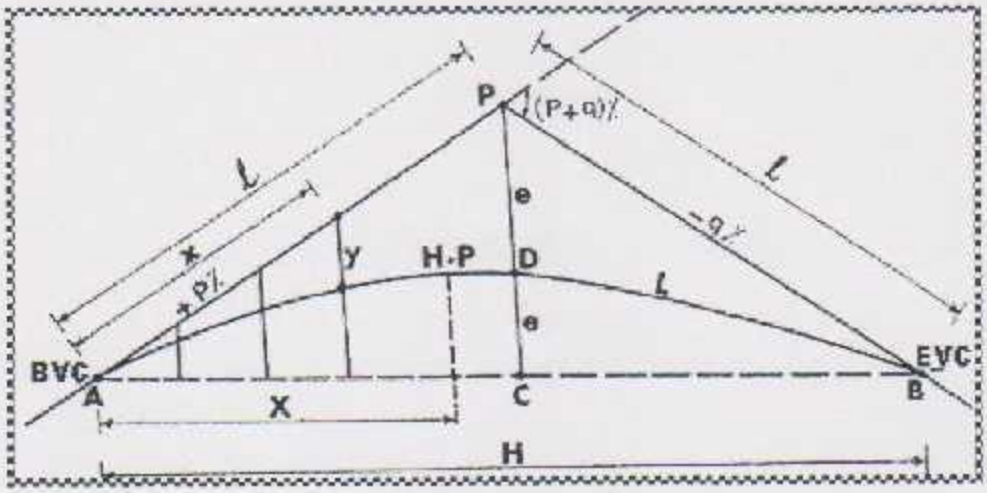


الشكل(5-12) فرق الميل أو زاوية الميل*

5-5-2-4 - عناصر المنحنى الراسي:

لتعين مختلف العناصر اللازمة لتصميم وتوقيع منحنى راسي معين, وتحديد مناسيب عدد كاف من النقاط الواقعة على المنحنى الراسي المعتبر, لا بد من توافر المعلومات التالية كما هي مبينة في الشكل(5-25).

* المرجع رقم (6)



الشكل(5-13) عناصر المنحنى الراسي*

بالنظر إلى شكل (5-25):

نسبة الميل = p & q

بداية المنحنى الرأسي = BVC

منسوب نقطة تقاطع الميلين الرأسيين (Elevation of the PI)

محطة نقطة التقاطع (Stationing of PI)

نهاية المنحنى الرأسي = EVC

المسافة الخارجية المتوسطة(متر) = e

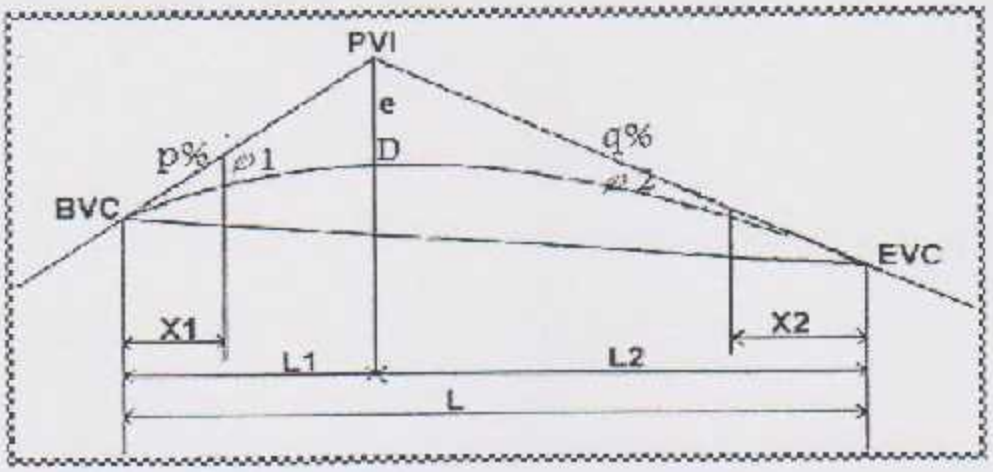
طول القطع المكافئ (متر) = H

الطول الأفقي إلى النقطة الأفقية على المنحنى الرأسي = X

5-5-2-5 - المنحنيات الرأسية غير المتماثلة:

في بعض الحالات من الممكن للمنحنى غير المتماثل أن يكون أكثر ملائمة من المنحنى المتماثل وخصوصا عندما تكون المسافة الأفقية المطلوب عمل منحنى رأسي لها صغيرة أو في حالات التضاريس الجبلية. ويوضح شكل رقم (5-26) نموذج لمنحنى رأسي غير متماثل.

* المرجع رقم (2)



شكل(5-14) منحنى راسي غير متماثل*

$$e = L1 * L2 / 2(L1 + L2) * A /100$$

$$\varphi 1 = e\,(x1 /L1)2 - \varphi\ 2 = e(x2 /L2)2$$

$$N = |p - q|$$

حيث أن :

- الفرق الجبري بين الميلين = N
- المسافة الأفقية من بداية المنحنى إلى النقطة C على المنحنى = L1
- المسافة الأفقية من نهاية المنحنى إلى النقطة C على المنحنى = L2

5-5-2-6 - الميول الرأسية العظمى في الطرق:

5-5-2-6-1- العوامل التي تتحكم بتحديد الميول الرأسية:

1) السرعة المعتبرة في التصميم (Design Speed).
2) طبوغرافية الأرض التي يمر منا الطريق (Type Of Topography).
3) طول الجزء الخاضع للميل الرأسي.

* المرجع رقم (3)

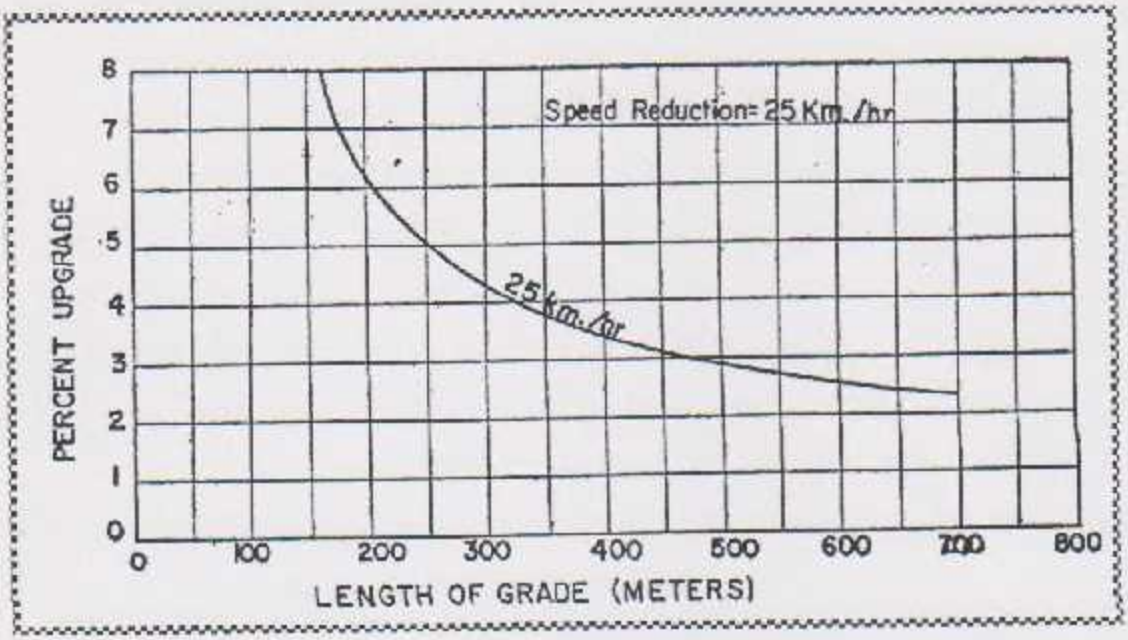
نبين في الجدول التالي قيما عملية للميول الرأسية بأخذ السرعة التصميمية وطبوغرافية المنطقة بعين الاعتبار مع مراعاة عدم تجاوزها.

جدول(5-6) الميول الرأسية العظمى حسب طبوغرافية الأرض والسرعة التصميمية*

السرعة التصميمية DESIGN SPEED KPH	متبسطة FLAT %	تلالي HILLY %	جبلية MOUNTAINOUS %
50	6	8	9
65	5	7	8
80	4	5	7
90	3	4	6
100	3	4	6
110	3	4	5
120	3	4	-
130	3	4	-

وبالنسبة لطول الجزء الخاضع للميل الرأسي فإنه لا بد من ربط هذا العامل أيضا بمقدار الميل الرأسي، وهنا يفضل كلما أمكن أن لا يتجاوز هذا الطول الحد الذي تضطر معه شاحنة نموذجية مختارة تخفيض سرعتها بمقدار يزيد عن أو يساوي 25 Kph تقريبا من سرعتها الاعتيادية على جزء منبسط قبل صعودها هذا الجزء المائل المعتبر من الطريق، من الطبيعي أن هذا يعتمد على نوع الشاحنات التي تسلك الطريق. ويبين الشكل رقم (5- 27) القيم العظمى لأطوال أجزاء الطريق الخاضعة للميول الرأسية حسب الميول الرأسية.

* المرجع رقم (5)



الشكل (5 -15) القيمة العظمى لطول الجزء الخاضع للميل*

و الجدول (5-7) التالي يبين القيم العظمى لأطوال أجزاء الطريق، الخاضعة للميول الرأسية حسب الميول الرأسية:

مقدار الميل الرأسي (%)	3	4	5	6	7	8
القيمة العظمى لطول الجزء الخاضع للميل (m)	500	325	250	200	180	170

في الحالات التي يضطر معها إلى تجاوز القيم العظمى للأطوال الواردة في الجدول السابق، لا بد من توسيع وتعريض هذه الأجزاء من الطريق لضمان حركة السير بشكل اعتيادي إضافة إلى إعطاء حرية أكبر من الحركة للشاحنات الكبيرة وتوفير إمكانية عزل الشاحنات أو تلك التي تتوقف لعدم القدرة على متابعة السير لسبب أو لآخر.

* المرجع رقم (7)

5-5-2-7- العوامل المشاركة في اختيار طول المنحنى الراسي:

من العوامل الأساسية التي تحكم اختيار وتحديد طول المنحنى الراسي مايلي:

أ- مسافة الرؤية (Sight or Vision Distance):

بما أن الطريق التي نقوم بتصميمها هي من اربع مسارب, إذن فأن مسافة الرؤية للتوقف الآمن هي المعيار المحدد لطول المنحنى وخاصة منحنى القمة, والسبب في ذلك يعود إلى عدم احتمال مواجهة سيارة أخرى باتجاه معاكس لاتجاه التجاوز.

حيث يتم تحديد طول المنحنى الراسي لتحقيق شروط الرؤية للتوقف الآمن باحدى الحالتين التاليتين:

1- بافتراض أن طول مسافة الرؤية للتوقف الآمن اقل من طول المنحنى الراسي:

$$L = (D.S^2 * N) / 4$$

Where :

D.S = مسافة الرؤية للتوقف الآمن

$$D.S = 0.28* V* T + V^2/ [254*(F + N)]$$

V = السرعة كم/ ساعة

T = زمن الارتداد العصبي الكلي بالثانية

F = معامل الاحتكاك الجانبي

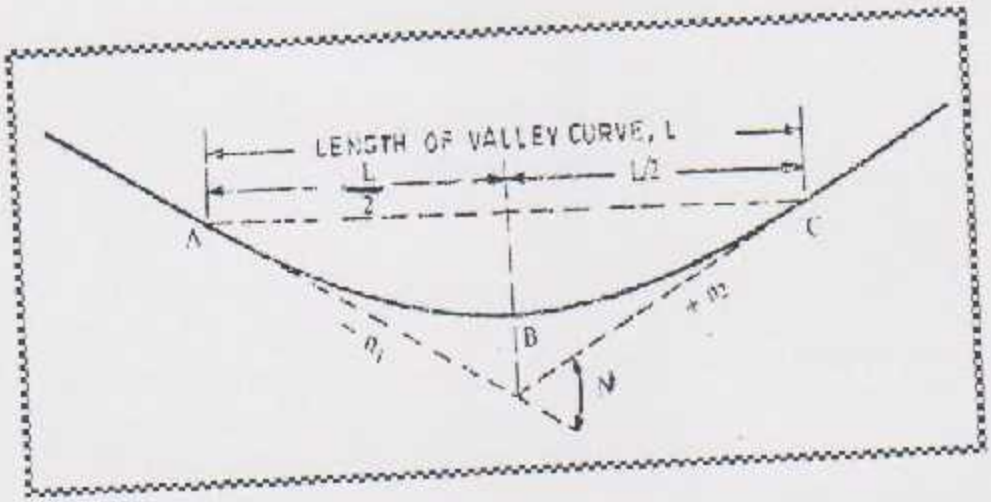
N = زاوية انحراف المماسين

2- بافتراض أن مسافة الرؤية للتوقف الآمن اكبر من طول المنحنى الراسي:

$$L = 2*D.S - (4 / N)$$

ب- راحة المسافرين (comfort of passenger):

حيث يتم تصميم المنحنيات الراسية (القاع) على أساس توفير راحة المسافرين, حيث يحدد الطول على أساس القوة الطاردة المركزية وتساوي 0.6 م/ ث^2, وطول المنحنى عبارة عن منحنيين انتقال متساويين في الطول وبدون منحنى أفقي بينهما, ومن الشكل (5-28) فان طول منحنى الاستدارة السفلي ABC والذي يساوي L حيث AB , BC يمثل طول كل منهما منحنى انتقال .



شكل (5- 16) منحنى راسي قاعي*

$$Ls = L/2$$

$$\Rightarrow L = 2*[N V^3/C]^{0.5}$$

Where:

V: السرعة التصميمية م / ث

C : معدل التغير في تسارع في القوة الطاردة المركزية ويساوي 0.6 م / ث^2

N : زاوية انحراف المماسين

وبعد إيجاد طول المنحنى حسب المعادلة السابقة يتم التحقق من أن طول المنحنى اقل من (maximum impact factor) المسموح بها وهي 17% حسب المعادلة التالية:

$$I\ max = [(200 * N * V^2) / (g*L)]\ \% \quad < \%17$$

* المرجع رقم (3)

فإذا كان الناتج اقل من (maximum impact factor) المسموح فيها وهي 17%, فان الطول يكون ملائما ويحقق راحة المسافرين.

5-5-2-8 - ملاحظات عامة في التصميم الراسي:

1- في حالة طريق بعدة مسارب (أربعة مسارب على سبيل المثال فأكثر) وباتجاه واحد، تعتبر مسافة الرؤية للتوقف الأمن هي المعيار المحدد لطول المنحنى الرأسي، والسبب في ذلك يعود إلى عدم احتمال مواجهة سيارة أخرى باتجاه معاكس لاتجاه التجاوز، أما في حالة طريق بمسربين مع احتمال التجاوز عن عربة تسير بنفس الاتجاه عند مواقع المنحنيات الرأسية فتعتبر مسافة الرؤية للتجاوز الأمن هي المعيار المحدد لطول المنحنى الرأسي.

2- ينتج عن استخدام مسافة الرؤيا للتجاوز الأمن كمعيار في تحديد طول المنحنى الرأسي، زيادة في طول المنحنى مما يتسبب غالبا في زيادة الأعمال الترابية.

3- في حالة الطريق بمسربين، يمكن استخدام مسافة الرؤية للتوقف الأمن بدلا من مسافة الرؤيا للتجاوز الأمن في تحديد طول المنحنى الرأسي، إذا تحقق شرطين وهما:

أ- منع حدوث التجاوز عن سيارة أخرى تسير في نفس الاتجاه في مواقع المنحنيات الرأسية التلالية، والإشارة لذلك بوضع إشارات وتنبيهات في مواقع مناسبة على محور الطريق أو أطرافها.

ب- تعريض الطريق عند المنحنيات الرأسية التلالية بحيث يسمح بمسربين في كل اتجاه ولمسافة مناسبة.

5-5-2-9- 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 تتمشى 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 القصوى والطول الحرج 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 أيضا فالانخفاضات المحجوبة تسبب الحوادث في عمليات التجاوز، حيث يخدع السائق المتجاوز بمظهر الطريق فيما وراء المنخفض ويظن الطريق خالياً من السيارات المضادة، بل وفي المنخفضات قليلة العمق فان مثل هذا التموج الطولي يوجد عدم الاطمئنان عند السائق لأنه لا يمكنه الجزم بوجود أو عدم وجود مركبة مقبلة يحتمل اختباؤها خلف الجزء المرتفع. وهذا النوع من التخطيطات الطولية يمكن تجنبه بعمل انحناء أفقي أو تغيير الانحدارات تدريجيا بمعدلات خفيفة وذلك ممكن بزيادة أعمال الحفر والردم.

- يجب اجتناب التخطيط الطولي المنكسر الانحناء (انحنائين رأسيين في نفس الاتجاه يفصلهما ممماس قصير) وخاصة في المنحنيات المقعرة التي يكون فيها المنظر الكامل الانحنائين معاً غير مقبول.

- من المفضل في الانحدارات الطويلة أن تكون الانحدارات الشديدة في الأسفل ثم يقل الانحدار قريبا 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 ملائما 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 تقوم بالدوران ويؤدي إلى تقليل احتمالات الخطر.
- يجب تجنب المنحنيات المقعرة في مناطق الحفر إلا في حالة توفر نظام صرف.

حيث سنتطرق لحل أمثلة على المنحنيات الرأسية في الملحق الثالث .

﴿6﴾

الفصل السادس

الحجوم

6-1 المقدمة

6-2 حساب مساحات المقاطع العرضية

6-3 حساب الحجوم

6-4 بعض الطرق الشائعة في حساب الحجوم

6-5 طريقة العمل

6-6 التمثيل الخطي لكميات الحفر والردم

6-7 خواص منحنى الحجوم

الفصل السادس

كميات الحفر والردم

6-1 مقدمة:

يلزم في كثير من المشاريع الهندسية كمشاريع الطرق والسكك الحديدية وأقنية الري والسدود . . .الخ) حساب كميات الأعمال الترابية. من أجل ذلك يجرى عادة قياس مناسيب نقاط مختلفة مأخوذة على خطوط متعامدة مع اتجاه محور المشروع المقترح.

تسمى هذه الخطوط بالمقاطع العرضية. في مشروع طريق ما على سبيل المثال يعرف المقطع العرضي بذلك الجزء المحصور بين سطح الطريق المخصص لسير السيارات وخطي الميلين الجانبيين وخط سطح الأرض الطبيعية.

تحسب مساحات المقاطع العرضية بمعلومية المناسيب وعناصر التصميم المختلفة. بمعرفة مساحات المقاطع العرضية والتباعدات بينها يمكن حساب كميات الحفر أو الردم بين كل مقطعين متتاليين وبالتالي حساب جميع الأعمال الترابية اللازمة لكامل المشروع.

2-6 حساب مساحات المقاطع العرضية

يمكن حساب مساحات المقاطع العرضية وفق ثلاثة طرق رئيسية:

- الطريقة الحسابية.
- الطريقة التخطيطية.
- الطريقة الميكانيكية.

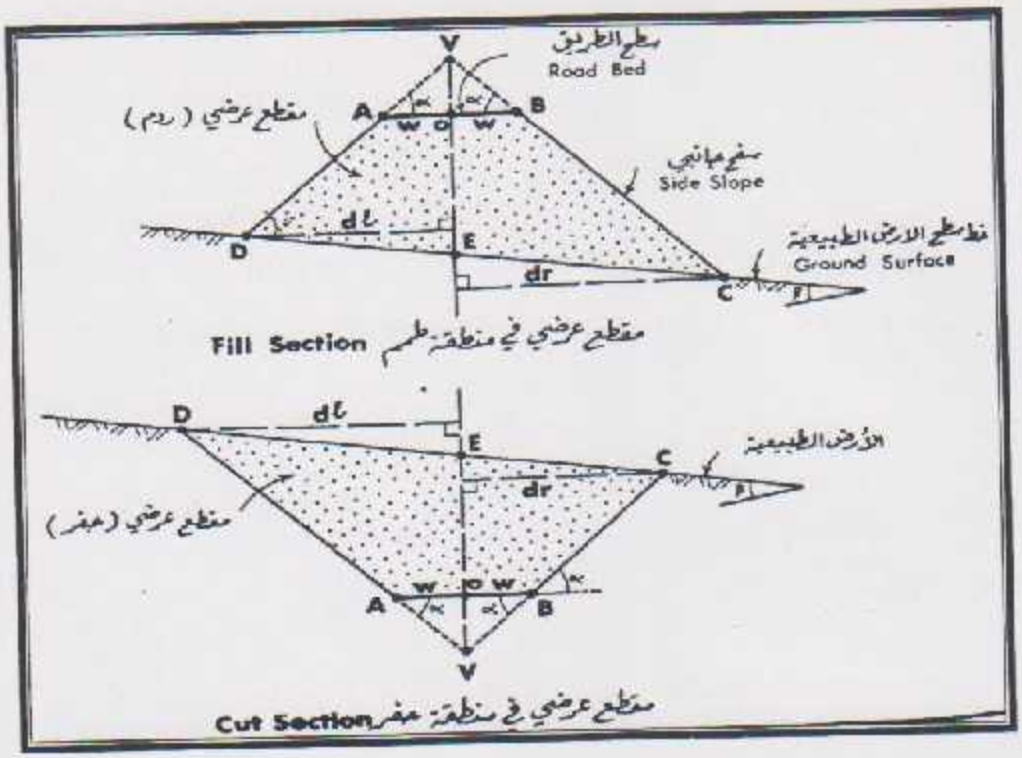
أولا: الطريقة الحسابية:

يجب التمييز هنا بين عدة حالات مختلفة.

- الحالة التي يكون فيها ميل الأرض منتظما:

لحساب مساحة المقطع العرضي في هذه الحالة المبينة في الشكل التالي نطبق العلاقة التالية:

$$Area = \left(v + w \times \tan\alpha\right)\left(\frac{d_1 + d_2}{2}\right) - w^2 \times \tan\alpha$$



شكل (6-1): سطح الأرض الطبيعية منتظم الميل*.

حيث:

α = زاوية ميل جوانب الطريق

d_1 = ارتفاع المثلث VDE

d_2 = ارتفاع المثلث VCE

w = نصف عرض الطريق

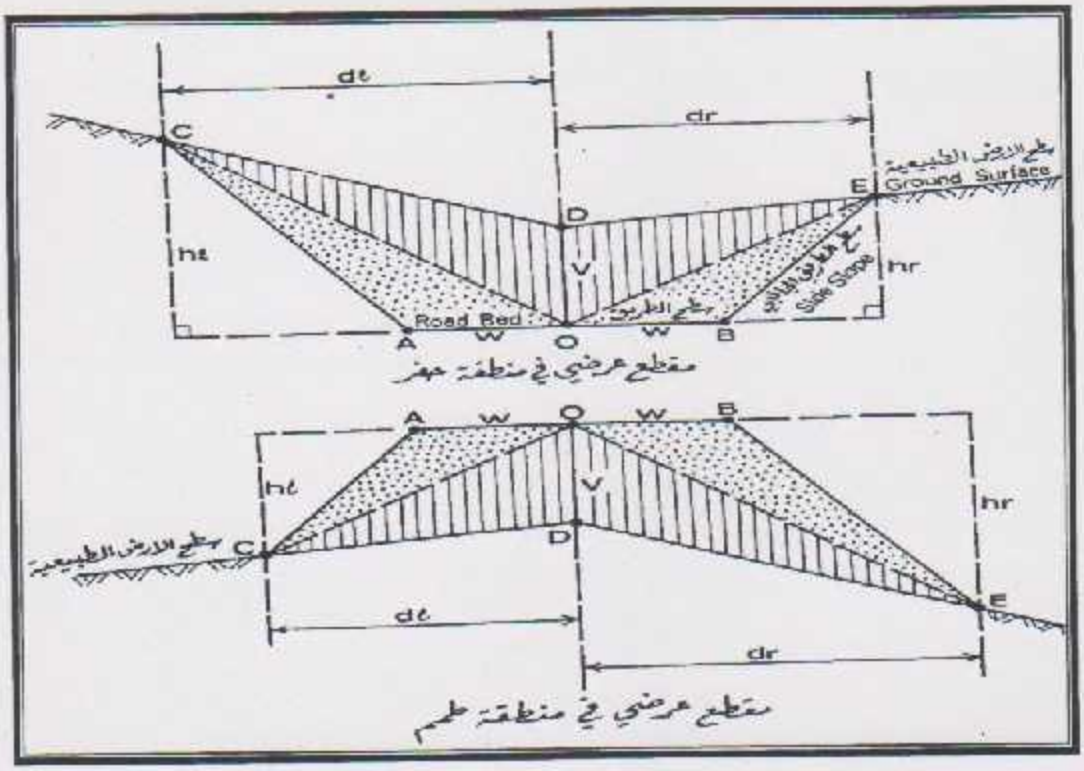
$v = OE$ = ارتفاع الحفر أو الردم من نقطة وسط الطريق

- الحالة التي يكون فيها ميل الأرض الطبيعية غير منتظم:

1. كما في الشكل التالي حيث يتكون المقطع العرضي من ثلاثة نقاط وتحسب مساحته بتطبيق العلاقة التالية:

* المرجع رقم (6)

$$Area = \frac{w}{2}(h_l + h_r) + \frac{v}{2}(d_l + d_r)$$

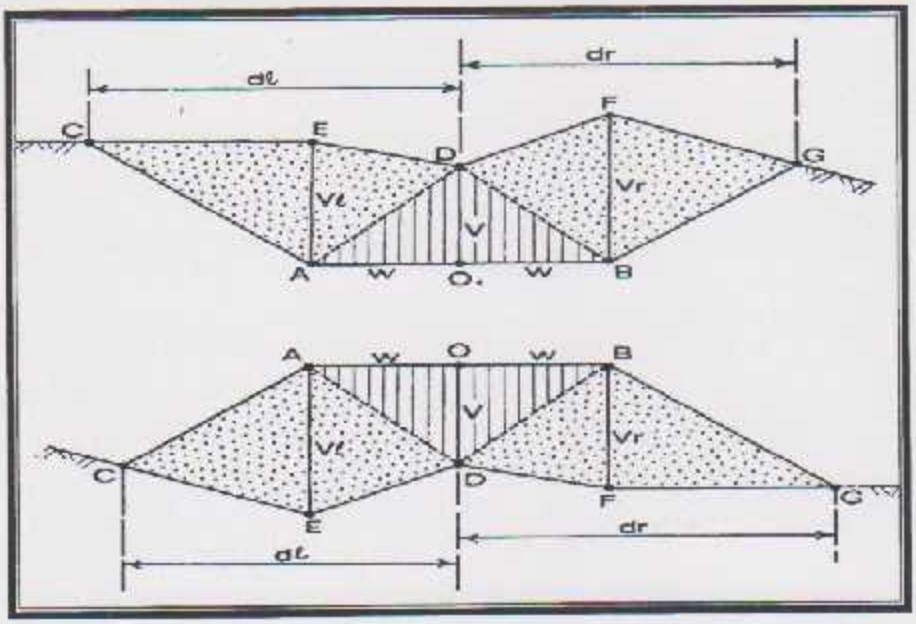


شكل (6-2): مقطع عرضي من ثلاث نقاط*.

2. كما في الشكل التالي حيث يتكون المقطع العرضي من خمسة نقاط وتحسب مساحته بتطبيق العلاقة التالية:

$$Area = \frac{2w.v + v_l.d_l + v_r.d_r}{2}$$

* المرجع رقم (6)



شكل (6-3): مقطع عرضي من خمس نقاط*.

حيث:

w = نصف عرض الطريق

v = عمق الحفر أو الردم عند منتصف الطريق

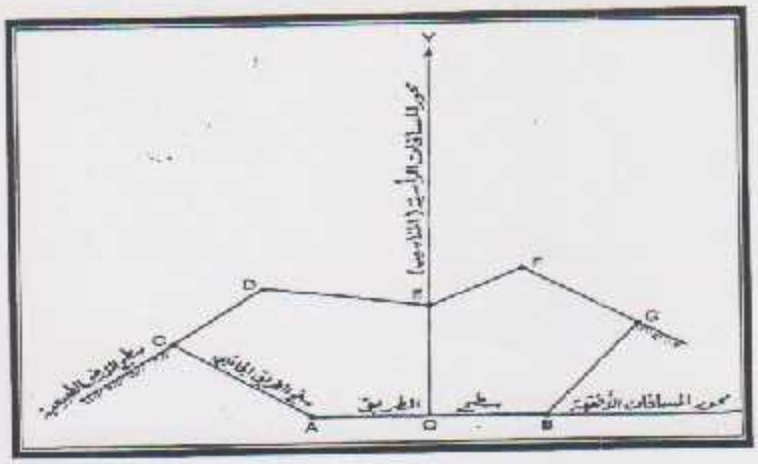
v_l = عمق الحفر أو الردم عند الطرف الأيسر لطرف الطريق

v_r = عمق الحفر أو الردم عند الطرف الأيمن لطرف الطريق

ثانيا:- طريقة الإحداثيات في حساب مساحات المقاطع العرضية:

من الشائع تطبيق طريقة الإحداثيات في حساب مساحات المقاطع العرضية وذلك باعتبارها مضلعات مغلقة. على سبيل المثال لحساب مساحة المقطع العرضي المبين في الشكل التالي:

* المرجع رقم (6)



شكل (6-4): حساب المساحة بطريقة الاحداثيات*

نختار نظام إحداثيات معين مركزه النقطة O حيث محور السينات يمثل المسافات الأفقية و محور الصادات يمثل مناسيب النقاط (أي أعماق الحفر و الردم) و بمعلومية المسافات الأفقية و المناسيب المتعلقة بالنقاط C,D,E,F,G و بمعرفة عرض الطريق AB الخاص بهذا المقطع يمكن تعيين إحداثيات جميع نقاط المقطع العرضي .

نرتب الإحداثيات الخاصة بالنقاط على شكل كسور بحيث يكون البسط يمثل الاحداثي الصادي و المقام يمثل الاحداثي السيني و نرتبها في جدول على الشكل التالي:

جدول (6-1): حساب المساحة بطريقة الإحداثيات.

Point NO.	A	C	D	E	F	G	B	A
Y	y_A	y_C	y_D	y_E	y_F	y_G	y_B	y_A
X	$-x_A$	$-x_C$	$-x_D$	x_E	x_F	x_G	x_B	$-x_A$

الآن نضرب كل قيمتين واقعتين على طرفى كل خط قطري متصل ونجمع النواتج وليكن مجموع هذه المضاريب مساويا $\sum 1$.

وبعد ذلك نضرب كل قيمتين واقعتين على طرفي كل سهم ونجمع النواتج وليكن مجموع هذه المضاريب مساويا $\sum 2$.

* المرجع رقم (6)

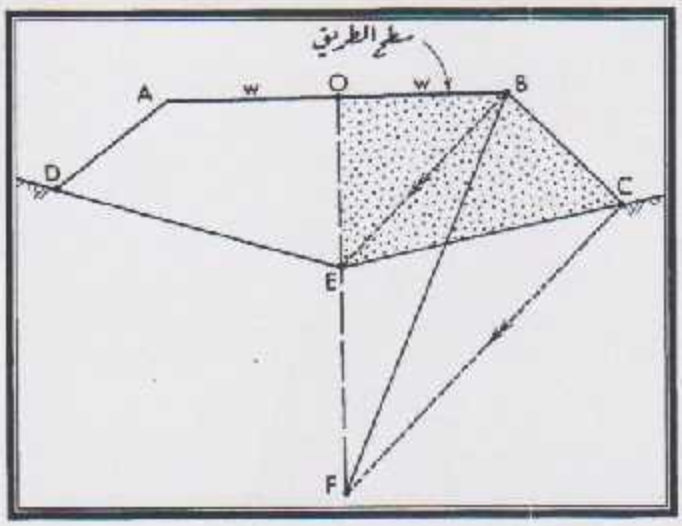
لحساب المساحة نطبق العلاقة التالية:

$$Area = \frac{|\sum 1 - \sum 2|}{2}$$

ملاحظة: الاحداثي السيني يكون موجبا لكل نقطة واقعة على يمين محور الصادات وسالبا لكل نقطة واقعة على يسار محور الصادات. وإذا كان المقطع مختلطا أي حفر وردم فيجب حساب مساحة كل من الحفر والردم على انفراد وذلك لأنهما يدخلان في جداول الكميات كبندين منفصلين.

ثالثا:- الطرق التخطيطية في حساب مساحات المقاطع العرضية :

يمكن حساب مساحة المقطع العرضي بطريقة تخطيطية ففي الشكل(6-5)، على سبيل المثال يمكن استبدال المثلث OBF بالجزء OBCE من المقطع العرضي. من الشكل نفسه نلاحظ أنه بوصل الخط BE ورسم الخط الموازي له CF يتشكل لدينا مثلثان متكافئان BEF و BEC حيث يشتركان بنفس القاعدة BE ويملكان نفس الارتفاع وعليه فإننا نضم المثلث BEF بدلا من BEC إلى المثلث OBE لينتج لدينا المثلث OBF المكافئ في المساحة لجزء المقطع العرضي OBCE . إن مساحة المثلث OBF تساوي حاصل ضرب نصف عرض الطريق OB بنصف الارتفاع OF. بالمثل يمكن حساب مساحة الجزء الأيسر من هذا المقطع العرضي.



شكل (6-5): حساب المساحة بطريقة تخطيطية*.

* المرجع رقم (6)

3-6 حساب الحجوم

يلزم في كثير من مشاريع الهندسة المدنية كمشاريع الطرق والسكك الحديدية والمطارات وأقنية الري والسدود وأعمال العمران وتمديدات الماء والكهرباء والمجاري . . . الخ معرفة كميات الخرسانة وأحجام الحفريات والردميات المطلوبة للوصول إلى منسوب معين. وفي مجالات الهندسة الزراعية والجيولوجية والهيدرولوجية والتعدينية كثيرا ما يحتاج المهندسون المختصون إلى حساب الكميات من أنواع مختلفة بالاستناد إلى المخططات أو الخرائط أو جداول المناسيب والإحداثيات. هناك بالطبع عدة طرق رياضية تمكن من حساب الحجوم المطلوبة ولكنها على درجة متفاوتة من الدقة خصوصا إذا كان الحجم المطلوب حسابه واقعا ضمن شكل هندسي غير منتظم. إن عملية الحساب هذه تتطلب عملا ميدانيا وآخر مكتبيا. أما العمل الميداني فيشتمل على قياس أبعاد الجسم المعتبر ودق أوتاد أو علامات مناسبة في مواقع محددة من هذا الجسم. وأما العمل المكتبي فقد يشتمل على حساب الحجوم من الأبعاد المقيسة وتخطيط أفضل الطرق لتنفيذ العمل.

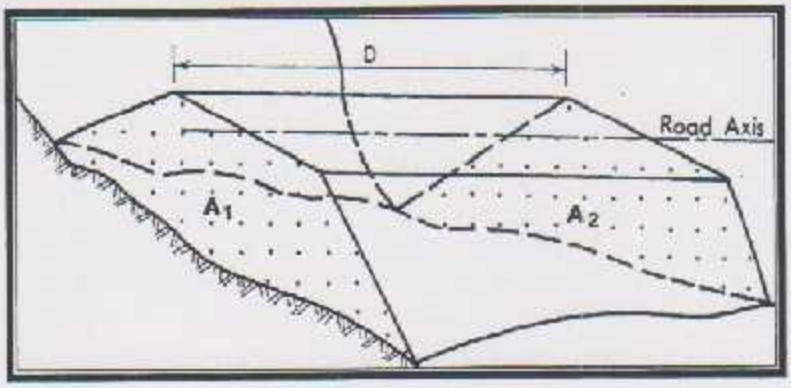
في أحيان كثيرة يمكن اللجوء إلى الصور والمخططات والخرائط المتوفرة لحساب الحجوم المطلوبة دون الحاجة إلى أعمال ميدانية معتبرة.

4-6 بعض الطرق الشائعة في حساب الحجوم:

أولا: حساب الحجوم بطريقة المقطع الوسطي

في هذه الطريقة يفترض أن ميل سطح الأرض منتظما بين كل مقطعين عرضيين متتاليين وبالتالي فانه لحساب حجم المادة بين كل مقطعين عرضيين متتالين يؤخذ معدل مساحتي هذين المقطعين ويضرب في المسافة الفاصلة بينهما. نفترض أن لدينا مقطعين عرضيين متتالين كما يوضح الشكل (6-6)؛ يقعان كليا في منطقة حفر أو كليا في منطقة ردم والمسافة الفاصلة بينهما مقدارها D ومساحتهما A1&A2 فيكون حجم المادة المحصورة بينهما مرتبطا بالعلاقة التالية:

$$V = \left(\frac{A1 + A2}{D} \right)$$



شكل (6-6): مقطعان في منطقة طمم*.

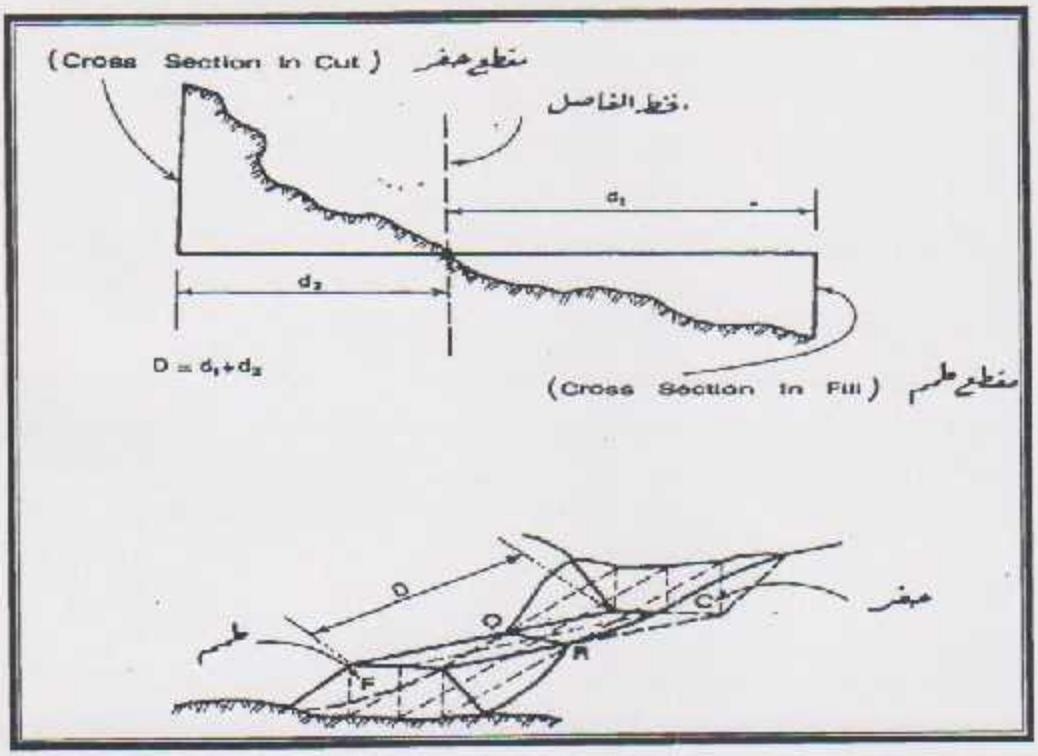
فإذا كان لدينا سلسلة من المقاطع العرضية المتتالية عددها n يكون الحجم الكلي التراكمي بين المقطع الأول والأخير المراد إزالته أو إضافته:

$$V = \frac{D}{2}\left[A_1 + A_n + 2\left(A_2 + A_3 + A_4 + \cdots + A_{n-1}\right)\right]$$

ملاحظات:

- إذا كان احد المقطعين حفر والآخر ردم كما في شكل(9-7)، فيحسب حجم الحفر وحجم الردم على الشكل التالي:

* المرجع رقم (6)



شكل (6-7): مقطع طم يشبه مقطع حفر*.

$$V_{fill} = \frac{1}{2}\left(\frac{F^2}{F+C}\right)(D)$$

$$V_{cut} = \frac{1}{2}\left(\frac{C^2}{F+C}\right)(D)$$

حيث:

D= المسافة الفاصلة بين المقطعين

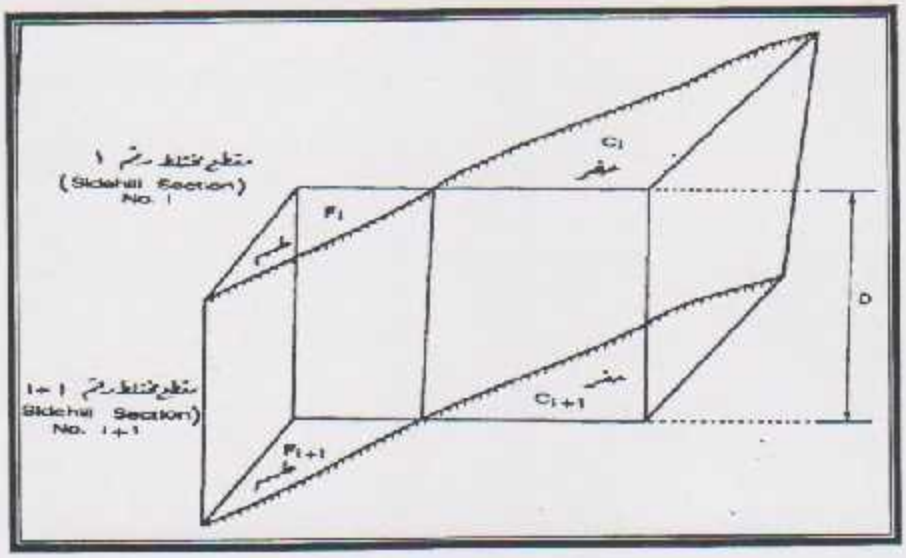
F= مساحة مقطع الردم

C= مساحة مقطع الحفر

* المرجع رقم (6)

➢ إذا كان كل من المقطعين مختلطا(حفر وردم):

في أحيان كثيرة نجد أن المقطع العرضي يكون مختلطا ولحساب الحجم نطبق العلاقات التالية:



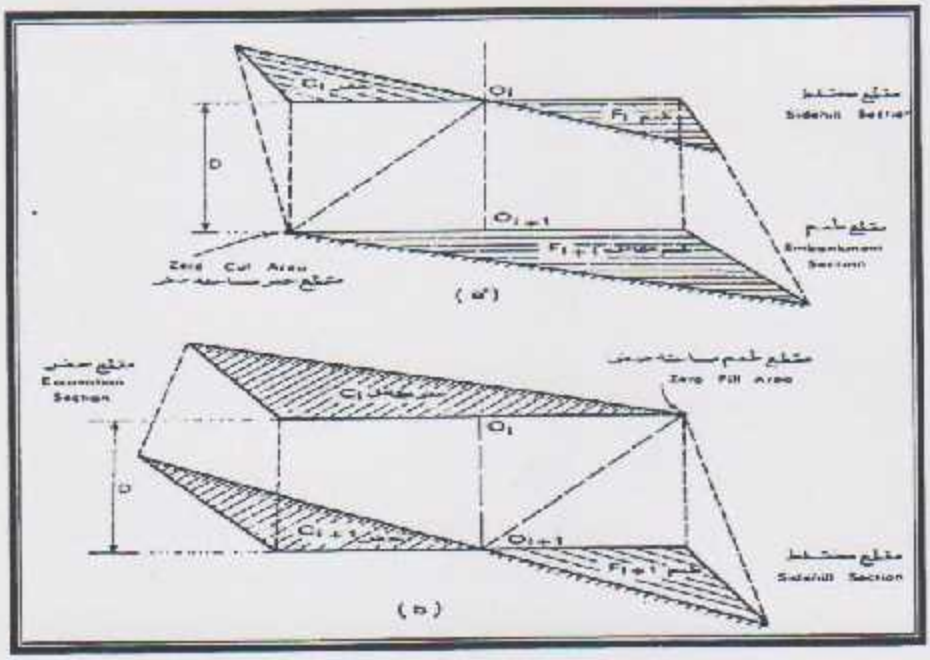
شكل (6-8): مقطعان مختلطان*.

$$V_{fill} = \frac{1}{2}(F_i + F_{i+1})(D)$$

$$V_{cut} = \frac{1}{2}(C_i + C_{i+1})(D)$$

* المرجع رقم (6)

➢ إذا كان احد المقطعين مختلطا و الآخر ردما شكل (6-a9)، نطبق العلاقات التالية:



شكل (6-9): مقطعان احدهما مختلط والآخر إما حفر أو ردم*

$$V_{fill} = \frac{1}{2}(F_i + F_{i+1})(D)$$

$$V_{cut} = \frac{1}{3}(C_i)(D)$$

➢ إذا كان احد المقطعين مختلطا و الاخر حفر كما في الشكل(9-6 b)، نطبق المعادلات التالية:

$$V_{fill} = \frac{1}{3}(F_{i-1})(D)$$

$$V_{cut} = \frac{1}{2}(C_i + C_{i-1})(D)$$

ثانيا: حساب الحجوم بطريقة قانون الموشور.

* المرجع رقم (6)

نفترض في هذه الطريقة أن كل ثلاثة مقاطع عرضية تأخذ شكل موشور ولحساب حجم الحفر أو الردم نستخدم القوانين التالية:

$$V = \left(\frac{D}{3}\right)\left[A_1 + A_n + 4(A_2 + A_4 + A_6 + \cdots + A_{n-1}) + 2(A_3 + A_5 + A_7 + \cdots + A_{n-2})\right]$$

وبخلاف طريقة المقطع الوسطي فان طريقة الموشورلا تطبق إلا على عدد فردي من المقاطع العرضية وليس من الضروري عند حساب الحجم أن تكون المسافات بين المقاطع العرضية متساوية.

ملاحظات عامة حول طريقة المقطع الوسطي وطريقة الموشور في حساب الحجوم:

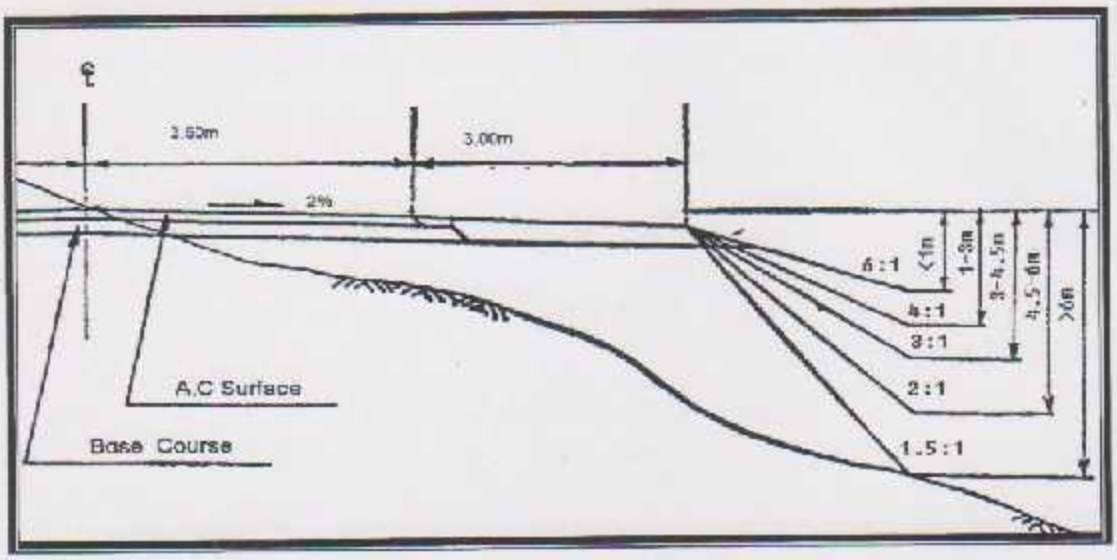
1- تعتبر طريقة المقطع الوسطي من أكثر طرق حساب حجوم الكميات الترابية شيوعا بالنظر لسهولة تطبيقها.
2- إن طريقتي المقطع الوسطي وقانون الموشور تقريبيتان وتزداد دقتهما كلما قل الفرق بين مساحة مقطع عرضي والذي يليه حتى إذا تساوت مساحتا مقطعين عرضيين متتاليين وكان ميل سطح الأرض بينهما منتظما كان الحجم المحسوب للمادة المحصورة بين هذين المقطعين صحيحا تماما. كذلك كلما تزداد الدقة كلما صغرت المسافات بين المقاطع العرضية المتتالية خصوصا في الأراضي الوعرة.
3- يجب الربط بين دقة طريقة المقطع الوسطي ودقة قياس مناسيب المقاطع العرضية الداخلة في الحساب. كذلك يجب أخذ تكاليف الأعمال الترابية بعين الاعتبار عند قبول أو رفض هذه الطريقة.

5-6 طريقة العمل:

في أثناء العمل الميداني تم رصد عدة مقاطع عرضية وذلك على طول المحور الطولي للطريق حيث وزعت هذه المقاطع على مسافات مناسبة كل (30m) تم رصد مقطع عرضي متعامد مع محور الطريق, أما عند المنحنيات والتغيرات في طبوغرافية الأرض تم تقليل المسافة الفاصلة بين المقاطع العرضية (20m)، وذلك لتقليل تأثير التغيرات على حساب الحجوم والكميات اللازمة للقيام بحساب كميات الأعمال الترابية للطريق وقد تم العمل بناء على طريقة المقطع الوسطي وبعد ذلك تم إتباع الخطوات التالية:

- رسم المقاطع العرضية بواسطة استخدام برنامج (Soft Desk) بمعلومية مناسيب النقاط المكونة للمقطع العرضي.

- حساب مساحة كل مقطع عرضي وبيان مساحة كل من الحفر والردم في المقاطع المختلطة باستخدام برنامج(Soft Desk).
- بالنسبة لمقدار الميول الجانبية في حالة الردم تم الاعتماد على الشكل (6-10) ، ومقدار الميول الجانبية في حالة الحفر يعتمد على نوعية التربة المتوفرة في منطقة العمل.



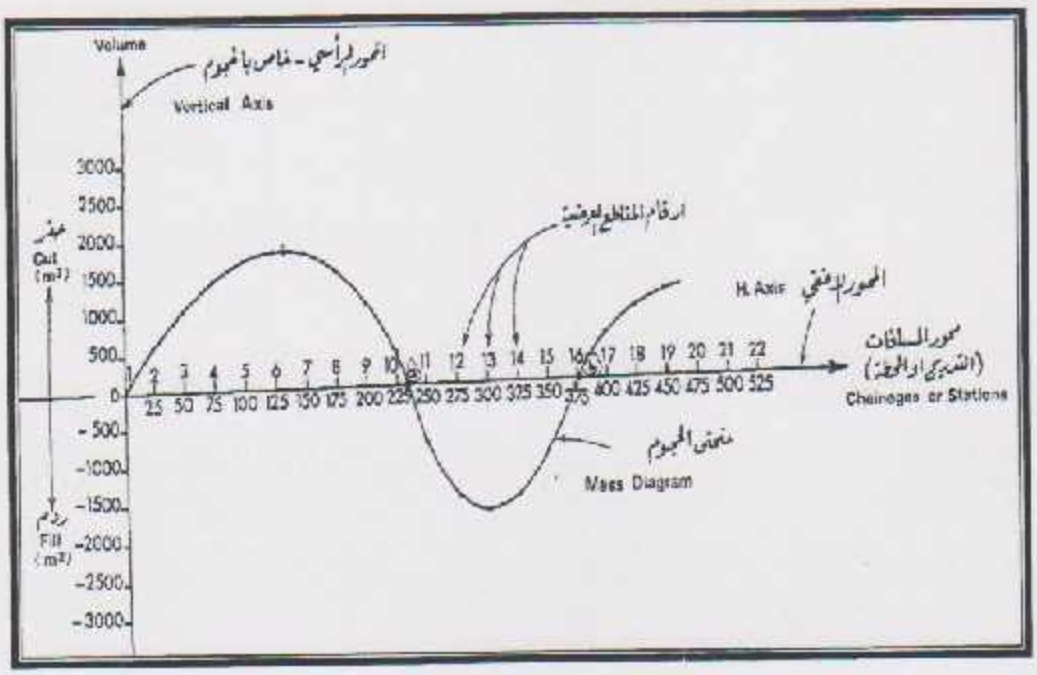
شكل (6-10): مقدار الميول الجانبية *.

6-6 التمثيل الخطي لكميات الحفر والردم(منحنى الحجوم) :

منحنى الحجوم هو عبارة عن تمثيل بياني لكميات الحفر والردم اللازمة لمشروع ما. لعمل هذا المنحنى نرسم خطا أفقيا مستقيما ونحدد عليه بمقياس مناسب مواقع المناطق العرضية المتتالية والمتباعدة عن بعضها بمسافات معلومة مبتدئين بالمقطع الخاص بنقطة بداية المشروع. عند كل نقطة ممثلة لموقع مقطع عرضي معين على محور السينات. نقيم عامودا بطول يمثل – وفق مقياس رسم معين – المجموع الجبري لكميات الحفر والردم حتى ذلك المقطع وذلك على أساس أن الحفر يعتبر موجبا والردم سالبا (أو مجموع الحفر – مجموع الردم حتى ذلك المقطع). وعلى سبيل المثال في الشكل (6-10) المجموع الجبري لكميات الحفر والردم من بداية المشروع وحتى النقطة رقم (4) ذي التدريج 75 - أي بعد هذا المقطع عن بداية المشروع مقيسا وفق خط محور المشروع يساوي (75)- يساوي $+1475\ m^3$ وحيث انه موجب فهذا يعني أن كميات الحفر تفوق كميات الردم بنفس هذا

* المرجع رقم (7)

المقدار ولغاية هذا المقطع .ومن الشكل نفسه نلاحظ أن كميات الحفر والردم تتعادل عند النقطتين a&b اللتان تبعدان عن بداية المشروع235m&378m على التوالي ونلاحظ أيضا أن المجموع الجبري لكميات الحفر والردم من بداية المشروع وحتى المقطع 15 ذي التدريج 350 يساوي $925\ m^3$-وحيث انه سالب فهذا يعني أن كميات الردم تفوق كميات الحفر بنفس هذا المقدار ولغاية هذا المقطع.



شكل (6-11): مثال لمنحنى الحجوم.*

6-7 خواص منحنى الحجوم:

- الميل الموجب للمنحنى يدل على تزايد كميات الحفر أو تناقص كميات الردم والميل السالب يدل على تزايد كميات الردم أو تناقص كميات الحفر.
- عندما نصل إلى أعلى نقطة من المنحنى تتوقف كميات الحفر عن التزايد وتبدأ كميات الردم بالتزايد.
- قيمة الاحداثي الصادي عند أي نقطة من المنحنى تمثل مقدار الفرق بين كميات الحفر والردم حتى تلك النقطة فإن كان هذا الاحداثي موجبا فيعني هذا إن كميات الحفر تفوق كميات الردم بنفس القيمة العددية للاحداثي الصادي ولغاية هذه النقطة والعكس صحيح.

* المرجع رقم (6)

- الفرق بين الاحداثيين الصادبين لنقطتين على منحنى الحجوم يمثل كمية الحفر أو الردم بين هاتين النقطتين من المشروع بشرط أن يكون المنحنى بين هاتين النقطتين صاعدا أو هابطا دون انقطاع (أي لا يوجد بين هاتين النقطتين نقطة أخرى ذات قيمة أعظمية أو اصغرية).
- وتجدر الملاحظة إلى أن كميات الحفر لا تحافظ على حجمها الأصلي حيث يحدث لها انتفاخ بمقدار معين، وكذلك كميات الردم يحدث لها انكماش عند دمكها بمقدار معين.

كمية الأتربة المحفورة = الحجم المحسوب للحفر * 1.2.*

كمية الأتربة اللازمة للردم = الحجم المحسوب للردم * 1.1.

لابد من القيام بترتيب جدول الحجوم الذي يمثل الكميات اللازمة لأعمال الحفر والردم وذلك على الشكل التالي:

جدول (6-2): جدول كميات الحفر والردم للطريق.

* المرجع رقم (7)

STATION	AREAS Square Meters		VOLUMES Cubic Meters		CUMULATIVE VOLUMES Cubic Meters	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
0+000	4.4902	1.1450	119.3864	9.5415	119.3864	9.5415
0+025	5.0665	0.0000	140.1339	0.0000	259.5202	9.5415
0+050	6.1620	0.0000	18.5956	0.0000	278.2158	9.5415
0+053.21	5.5078	0.0000	20.9183	0.0000	299.1341	9.5415
0+057.21	5.0696	0.0000	14.0647	0.0035	313.1988	9.5450
0+060	5.2401	0.0037	45.9718	1.0997	359.1706	10.6448
0+070	4.2171	0.2775	38.4896	0.9487	397.6602	11.5935
0+080	3.6543	0.0000	35.7312	0.8801	433.3914	12.4735
0+090	3.6159	0.2567	43.7584	0.8801	477.1498	13.3536
0+100	5.2822	0.0000	1.9578	0.0000	479.1076	13.3536
0+100.37	5.2983	0.0000	20.5062	0.0000	499.6138	13.3536
0+104.37	4.9348	0.0000	47.9095	74.4421	547.5233	87.7957
0+125	0.4851	10.8257	9.7094	98.6854	557.2327	186.4811
0+150	0.2991	0.0809	66.8976	1.1232	624.1303	187.6042
0+175	6.3505	0.0169	43.8041	0.0290	667.9345	187.6332
0+180.14	10.8977	0.0000	74.2963	0.0000	742.2307	187.6332
0+190	4.3253	0.0000	52.1875	0.0000	794.4182	187.6332
0+200	6.2152	0.0000	60.6393	0.0000	855.0575	187.6332
0+208.66	8.2621	0.0000	75.9559	0.0087	931.0144	187.6419
0+220.22	5.0138	0.0023	30.0839	1.3273	961.0983	188.9692
0+230	1.5251	0.3706	11.8246	14.5296	972.9230	203.5988
0+240	0.8998	2.9389	5.8226	44.9762	979.7456	248.5751
0+250	0.5042	6.2182	2.4575	67.9913	982.2031	316.5664
0+260	0.0640	7.3400	0.2119	81.0898	982.4150	397.6562
0+270	0.0000	8.8135	0.0000	73.1392	982.4150	470.7953
0+280	0.0000	5.8349	0.8603	34.7242	983.2753	505.5195
0+290	0.2596	1.5281	0.8603	17.9820	984.1356	523.5015
0+300	0.0000	2.0595	0.0000	22.3249	984.1356	545.8264
0+310	0.0000	2.3937	0.0000	24.6716	984.1356	570.4980
0+320	0.0000	2.5174	2.0322	29.1124	986.1678	599.6104
0+330	0.6133	3.2752	2.3684	35.1206	988.5342	634.7311
0+340	0.0138	3.6905	3.3502	30.2670	991.8844	664.9980
0+350	0.8928	2.3595	7.0820	41.1443	998.9664	706.1423
0+360	0.5539	6.0784	1.8348	72.0292	1000.8011	778.1715
0+370	0.0000	8.2733	0.0000	78.0557	1000.8011	856.2382
0+380	0.0000	7.2808	0.0000	86.6180	1000.8011	942.8562
0+390	0.0000	10.0532	0.0000	96.0041	1000.8011	1038.8603
0+400	0.0000	9.0971	0.0000	82.7007	1000.8011	1121.5610
0+410	0.0000	7.4533	0.0000	74.2427	1000.8011	1195.8037
0+420	0.0000	7.3897	0.0000	51.0299	1000.8011	1246.8336
0+427.32	0.0000	6.5578	6.0805	137.2927	1006.8816	1384.1263
0+450	0.8044	5.5636	6.7030	139.5048	1013.5846	1523.6311
0+475	0.0000	5.6968	0.0000	152.9467	1013.5846	1676.5778
0+500	0.0000	6.6542	0.0000	113.8750	1013.5846	1790.4528
0+525	0.0000	2.7405	50.3815	21.3311	1063.9661	1811.7840
0+545.59	7.3406	0.0393	20.8051	0.0352	1084.7722	1811.8192
0+548.26	8.4326	0.0000	14.2181	0.0000	1098.9903	1811.8192
0+550	8.2205	0.0000	69.6174	0.6255	1168.6077	1812.4447
0+560	5.8437	0.1913	23.7452	2.0502	1192.3529	1814.4949
0+570	0.1670	0.2329	0.5644	16.0340	1192.9172	1830.5289
0+580	0.0000	3.6902	0.0000	51.8062	1192.9172	1882.3351
0+590	0.0000	6.7550	0.0000	72.6366	1192.9172	1954.9717
0+600	0.0000	7.6961	0.0000	111.2800	1192.9172	2066.2517
0+608.84	0.0000	17.7892	0.0000	20.3241	1192.9172	2086.5758
0+610	0.0000	17.9069	0.0000	25.4737	1192.9172	2112.0496
0+611.51	0.0000	16.2123	0.0000	164.9751	1192.9172	2277.0246
0+625	0.0000	8.6326	5.8768	163.0440	1198.7940	2440.0686
0+650	0.7052	4.6185	18.3597	44.6988	1217.1537	2484.7674
0+670.98	1.0571	0.4055	0.0000	0.0000	1217.1537	2484.7674

STATION	AREAS Square Meters		VOLUMES Cubic Meters		CUMULATIVE VOLUMES Cubic Meters	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
0+000	0.7580	4.3395	47.3369	46.7376	47.3369	46.7376
0+016.74	5.6545	1.4917	21.5297	1.6595	68.8666	48.3971
0+020	6.6030	0.0000	52.0114	16.8667	120.8780	65.2638
0+030	3.1198	5.5786	48.3242	15.5010	169.2023	80.7648
0+039.19	6.5453	0.0000	56.7229	1.3838	225.9252	82.1486
0+050	4.0489	0.3841	5.5007	0.6722	231.4259	82.8209
0+051.39	3.8461	0.5879	31.9569	4.0888	263.3828	86.9097
0+060	4.2990	0.7005	10.7634	0.8437	274.1462	87.7533
0+062.54	5.0519	0.2374	97.1948	0.9860	371.3410	88.7393
0+075	10.9238	0.0000	198.2611	0.8369	569.6021	89.5762
0+095.46	8.5069	0.1227	22.2154	1.7699	591.8175	91.3461
0+100	2.2766	0.7494	29.8204	2.4231	621.6379	93.7692
0+110	3.9128	0.0000	42.2581	0.0000	663.8960	93.7692
0+120	4.6898	0.0000	33.1438	0.0000	697.0397	93.7692
0+127.47	4.2963	0.0000	32.2597	0.0000	729.2994	93.7692
0+150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	729.2994	93.7692

﴿7﴾

الفصل السابع

التقاطعات

7-1 المقدمة

7-2 أنواع التقاطعات

7-3 فوائد القنوات في التقاطع

7-4 نقاط التصادم

7-5 أنصاف أقطار الدوران

7-6 عرض المسرب

7-7 مسافة الرؤية للتوقف

7-8 مسافة الرؤية اللازمة على جانب التقاطع

7-9 الجزر والقنوات على التقاطعات

الفصل السابع
تصميم التقاطعات

7-1 مقدمة :

التقاطع هو المنطقة التي يلتقي فيها أو يتقاطع فيها طريقان أو أكثر على نفس الارتفاع أو على إرتفاعات مختلفة. إن التقاطع منطقة خطيرة يلتقي فيها السير القادم من عدة اتجاهات. لذلك يجب أن يؤدي التقاطع العمل على أحسن وجه مع المحافظة على سلامة المركبات والمشاة. كما يجب تسهيل الحركة للمركبات والمشاة على التقاطع وتخفيض وقت التأخير على التقاطعات. ولضمان ذلك لا بد من تصميم التقاطعات تصميما هندسيا عاليا في الدقة.

7-2 أنواع التقاطعات:

حيث تقسم التقاطعات إلى أنواع عديدة أهمها :

التقاطع في مستوى واحد ويشمل:

- تقاطع بسيط
- تقاطع جرسي
- تقاطع ذو قنوات
- الدوار

واختيار نوع التقاطع يعتمد على عدة عوامل منها:

- حجم السير على كل ذراع من اذرع التقاطع.
- نسبة هذه الحجوم إلى بعضها البعض.
- مكونات السير على التقاطع ونسبة الشاحنات فيها.
- أهمية الطرق المتقاطعة.
- نوع وطبيعة حركة السيارات على التقاطع ودورانها.

- ❖ مدى الرغبة في التحكم في حركة السيارات.
- ❖ حركة المشاة.
- ❖ طبوغرافية الأرض وثمن الأراضي
- ❖ النواحي الاقتصادية وتكاليف الإنشاء.
- ❖ الرغبة في تخفيف الحوادث.
- ❖ مسافة الرؤية المتوفرة. فان كانت المسافة محدودة فان ذلك يتطلب تقاطع يكتب عليه (قف) أو أعط حق الأولوية.
- ❖ المحاذاة الأفقية وزاوية التقاطع.

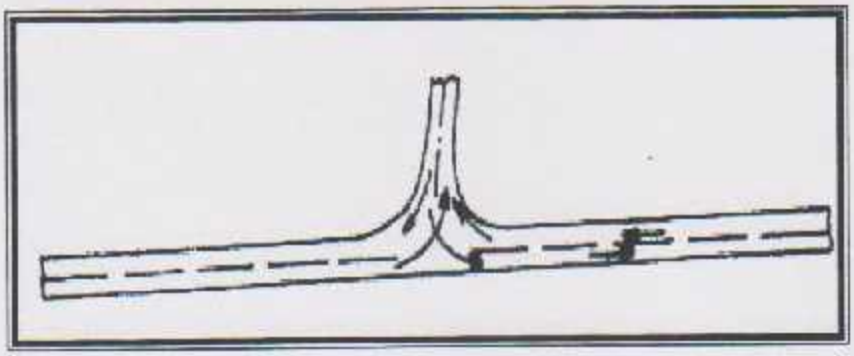
7-2-1- التقاطع العادي البسيط (simple intersection):

إن هذا النوع من التقاطع يستعمل في المناطق غير المزدحمة بالسير, لذلك لا يتم في هذا التقاطع فصل السير المتجه إلى اليمين عن السير المتجه إلى اليسار أو عن السير المتجه إلى الأمام.

وهذا النوع من التقاطع يكون بسيطا ورخيص التكاليف وغير معقد, حيث توضع بعض الخطوط التي تحدد الطريق, وإشارة (قف) لتوضيح أولوية السير على التقاطع الرئيسي.

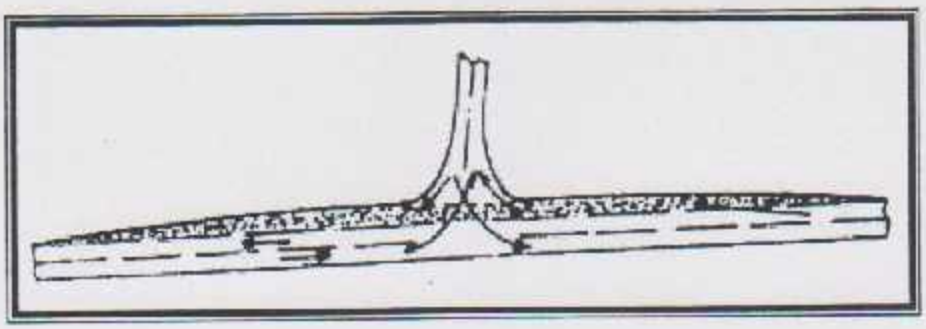
ويتم تطوير هذا النوع من التقاطعات حسب كثافة السير وأهمية التقاطع, والأمثلة التالية تبين التطورات التي أدخلت على بعض هذه التقاطعات:

1- الشكل البسيط جدا والذي تبقى فيه المسارب بعرض ثابت سواء في الطريق الرئيسي أو الفرعي كما هو مبين في الشكل(7-1), وخطورة هذا النوع تكمن في إن السيارات ستضطر إلى تخفيف سرعتها كثيرا عند محاولة الدوران إلى اليمين أو اليسار وقد تتوقف كليا.



الشكل (7-1) الشكل البسيط للتقاطع*

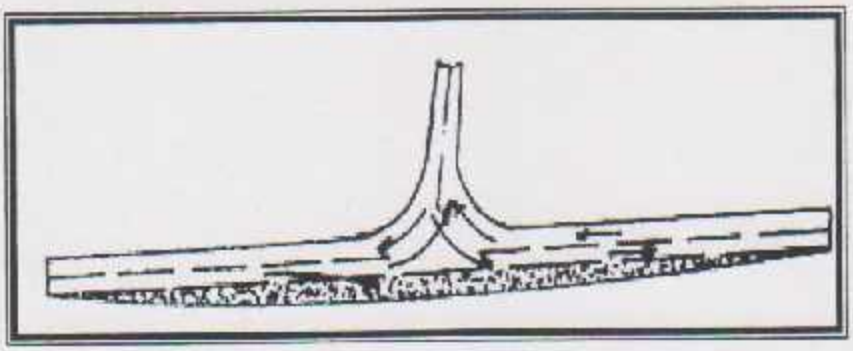
2- تقاطع بسيط مع توسيع الطريق عند التقاطع وذلك بإضافة مسرب يصلح للدخول وللخروج لمسافة تكفي لتباطؤ أو تسارع السير كما هو مبين في شكل (7-2). وهذا النوع يعطي حرية للسيارات التي تريد الدخول أو الخروج من التقاطع بحركة دوران يمينية ولكنه لا يعطي حرية لمن يريد الدخول أو الخروج من التقاطع بحركة دوران يسارية.



الشكل (7-2) تقاطع بسيط مع توسيع الطريق عند التقاطع*

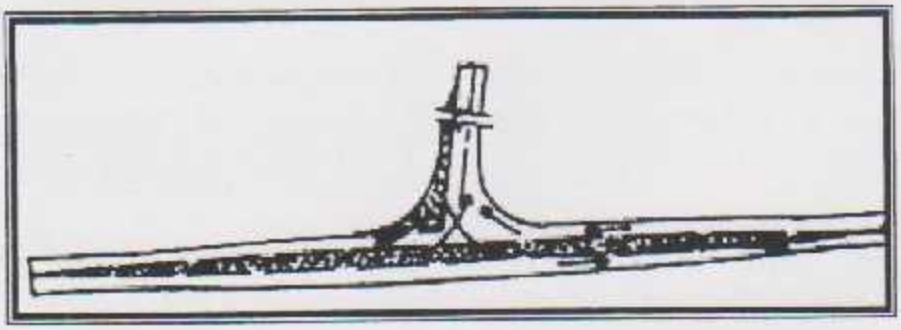
3- في هذا النوع من التقاطع يكون المسرب الإضافي من الجهة المقابلة كما في شكل(7-3), وهذا عكس لما رأيناه في شكل (7-2) أي إن الحرية الآن أكثر للسير الذي يدور إلى اليسار وهذا يساعد السير المستمر في تجنب الاصطدام بالسيارات التي تريد الانعطاف يسارا وبنفس الوقت يحمي السيارات التي تدخل وتخرج.

* المرجع رقم (1)



الشكل (7-3) تقاطع بسيط مع توسيع الطريق من الجهة المقابلة*

4- في هذا النوع من التقاطع تتوسع الطريق لكي تصنع مسربا كاملا في الوسط من اجل المساعدة في الدخول والخروج وبدون إعاقة السير المستمر كما في الشكل (7-4).



الشكل (7-4) إضافة مسرب كامل على التقاطع *

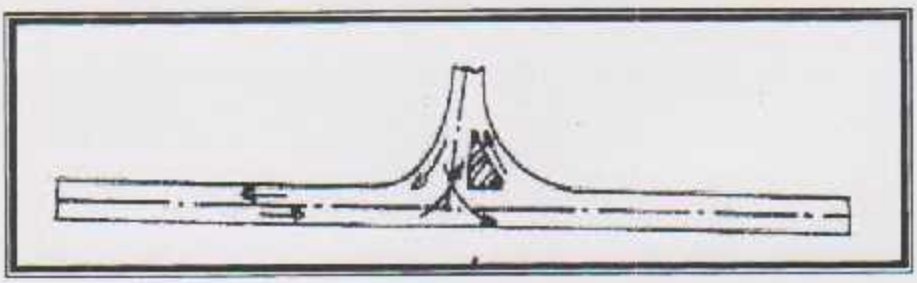
7-2-2-التقاطع الجرسي (Flared):

يتم في هذا التقاطع توسيع الطريق الفرعية عند تقاطعها مع الطريق الرئيسي ويشبه هذا التوسع شكل الجرس, إن هذا التوسيع ضروري لتنظيم حركة السير وفصل السير المتجه إلى اليمين عن المتجه إلى اليسار أو عن المتجه إلى الأمام وبهذا تقل الحوادث على التقاطع وتزداد سعته ويستوعب عددا اكبر من السيارات.

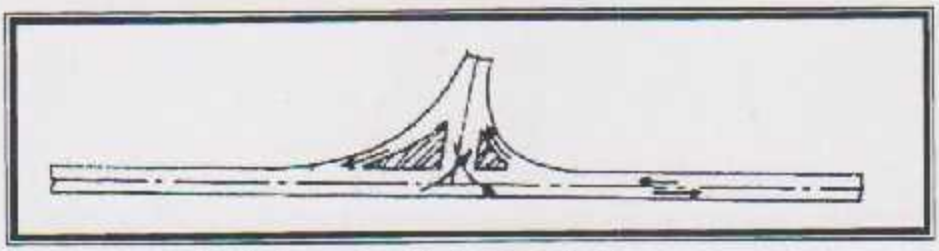
* المرجع رقم (1)

7-2-3-التقاطع ذو القنوات (Channelized):

يستخدم هذا النوع من التقاطع عندما تزداد حركة السير وتتعقد عند التقاطع وتصبح نقط التقاطع واسعة لاستيعاب هذا السير وتقل قدرة السائقين على التصرف الصحيح, حيث يتم توسيع التقاطع وتقسيمه إلى مسارب وقنوات بواسطة جزر تبنى, أو بواسطة خطوط ترسم أو حواجز تقام, هذا وقد تم استخدام هذا النوع من التقاطع في تقاطع رقم (1), والأشكال من (7-5) إلى (7-8) تبين أشكالا متعددة لتقاطع ذو قنوات, والأسهم تشير إلى طبيعة الحركة, وهذه الأشكال مرتبة حسب الزيادة في حركة السير على التقاطع.

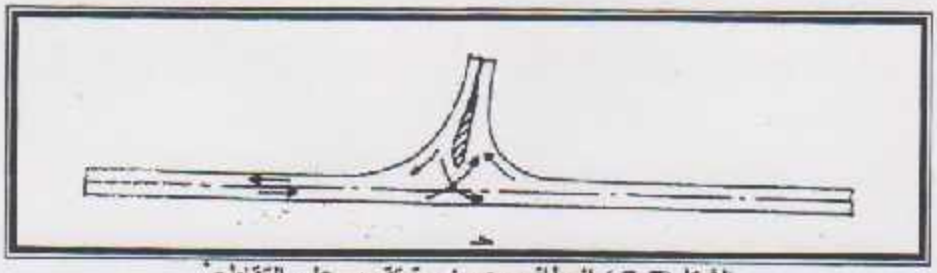


الشكل (7-5) انعطاف دورة واحدة*

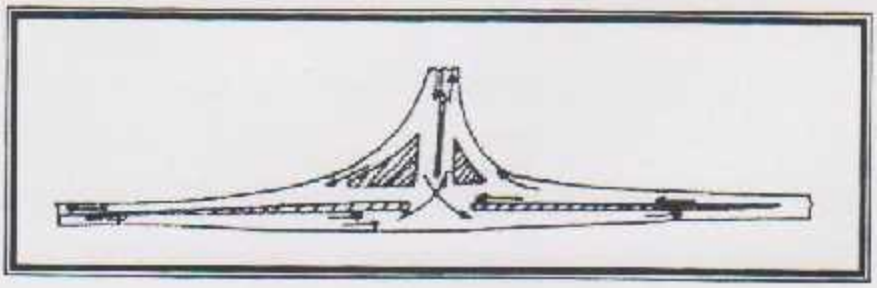


الشكل (7-6) انعطاف مزدوج على التقاطع*

* المرجع رقم (1)



الشكل(7-7) انعطاف مع جزيرة تقسيم على التقاطع*



الشكل(7-8) انعطاف مع جزيرة دوران مزدوج على التقاطع *

7-3- فوائد القنوات في التقاطع:

للتقاطع ذو القنوات فوائد ومزايا متعددة منها:

- يفصل السير ذو الاتجاهات والسرعات المختلفة وينظم حركة السير ويحقق استعمالا مناسبا للتقاطع.
- يقلل من حيرة السائقين.
- يؤكد تفضيل حركة على أخرى, أي يعطي أولوية لاتجاه معين.
- يحدد لكل سائق اتجاهه ومساره.
- يساعد السائق على تغيير اتجاهه بسهولة وأمان.

* المرجع رقم (1)

- ❖ توفير المساحة في المساحة المرصوفة من حيث تكاليف الإنشاء والصيانة لان الجزر تحتل مساحة تكلف اقل.
- ❖ يقوم بحماية المشاة حيث يقوم هؤلاء بقطع الطريق على مراحل وذلك بالاستعانة بالجزر.
- ❖ تزداد سعة استيعاب الطريق وتقلل من التاخير.
- ❖ يمنع الحوادث حيث تضمن حماية للسائق أثناء قطع الطريق لأنه يستطيع القيام بذلك على مراحل.
- ❖ يحمي السيارات التي ستدور لليمين أو لليسار أثناء انتظارها.
- ❖ يمنع السائقين من القيام بحركات ممنوعة كالاتجاه إلى اليسار بعكس السير.
- ❖ تشكل القنوات خطوة أولية لوضع وسائل تنظيم التقاطع بإشارة ضوء حيث إن القنوات ضرورية عند وضع الإشارات الضوئية.
- ❖ الجزر مكان مناسب لوضع الإشارات واللوحات.

4-7 نقاط التصادم (Conflict points) :

تتكون نقاط التصادم في التقاطعات من حركة المرور على التقاطعات؛ حيث تقسم حركة المرور على التقاطعات إلى ثلاث حركات هي:

1- الانفراج: حيث ينفرج تيار المرور الأصلي إلى فروع مختلفة عند التقاطع ويكون الانفراج إما إلى اليمين أو إلى اليسار أو يكون مزدوجا أو متعددا.
2- الاندماج: ويحدث الاندماج من اليمين أو من اليسار أو كليهما فيكون اندماجا مزدوجا أو من حركات متعددة فيكون اندماجا متعدد.
3- العبور: وهو يشكل عبور العربات من الطرق الجانبية للطرق الرئيسية في مساحة التقاطع حيث تقطع هذه العربات تيار المرور الرئيسي لتغيره إما إلى اليمين أو إلى اليسار أو حسب شكل التقاطع فيكون المرور مائل أو عكسي.

يعتمد عدد نقاط التصادم في التقاطعات على نوع التقاطع، والرؤية المتوفرة على التقاطع، وحجم المرور.

للوصول إلى التصميم الهندسي المناسب والسليم للتقاطع يجب تقليل نقاط التصادم للوصول إلى الحد الأدنى إذا أمكن ذلك، ويتم تقليل نقاط التصادم بإحدى الوسائل التالية:

1- تقليل عدد الطرق التي تلتقي في نقطة واحدة.
2- فصل السير في مستويات متعددة.
3- تصميم التقاطع بإشارات ضوئية.

Position	R-Normal	R-Min
Garage Entrance	6.0	5.0
Local Streets	6.0	6.0
Collecting Roads	8.0	6.0
Major Roads (Urban)	10.0	8.00
Major Roads(Rural)	20.0	10.0

7-5 أنصاف أقطار الدوران:

يوجد لكل نوع من أنواع التقاطعات مقادير مختلفة من أنصاف الأقطار والجدول (7-1) يوضح نصف قطر الدوران بالنسبة لنوع الطريق:

جدول (7-1): أنصاف أقطار الدوران بالنسبة لنوع الطريق

والجدول (7-2) يوضح نصف القطر بالنسبة للسرعة على المنعطف.

الجدول (7-2)الحد الأدنى لنصف القطر على المنحنى

سرعة الدوران (كم / ساعة)	25	32	40	48	55	65
معامل الاحتكاك	0.32	0.27	0.23	0.20	0.18	0.17
ميلان سطح الطريق	0	0.02	0.04	0.06	0.08	0.09
نصف القطر المستعمل(متر)	15	30	50	75	100	140

7-6 عرض المسرب المخصص للدوران:

يجب ان يكون عرض المسرب مناسبا ليسمح للسيارات بالسير فيه مع بقاء المركبة بعيدة عن أطراف الممر مسافة لا تقل عن 60 سم من كل جانب, حيث يتحكم في عرض المسرب حجم المركبة ونوعها وحجم السير وحدة المنعطف, ويوجد هنالك ثلاثة أنواع من المسارب المخصصة للدوران وهي:

1- مسرب واحد ولا يسمح فيه بالتجاوز, وفي هذا النوع يخصص للحركات الغير مهمة, ولحجم معتدل من السير ولمسافات قصيرة حيث يكون توقف سيارة غير محتمل.
2- مسرب واحد باتجاه واحد مع السماح بوقوف سيارة معطلة وتجاوزها بالسرعة المنخفضة, وتستعمل للسير المعتدل الذي يتطلب حجمه مسربا واحدا فقط.
3- مسربان باتجاه واحد أو اتجاهين مع وجود سير ثقيل.

والجدول (7-3) التالي يبين عرض المسارب على التقاطع في منطقة الدوران.

الجدول (7-3) عرض المسرب على التقاطع *

نصف القطر (متر)	مسرب واحد باتجاه واحد دون تجاوز (متر)			مسرب واحد باتجاه واحد مع تجاوز (متر)			مسربين (متر)		
	سيارات	شاحنات	مقطورة	سيارات	شاحنات	مقطورة	سيارات	شاحنات	مقطورة
15	5.4	5.4	6.9	6.9	7.5	8.7	9.3	10.5	12.6
22	4.8	5.1	5.7	6.3	6.9	8.1	8.7	9.9	11.1
30	4.5	4.8	5.4	6	6.5	7.5	8.4	9.1	10.5
45	4.2	4.8	5.1	5.7	6.3	7.2	8.1	9	9.1
60	3.9	4.8	4.8	5.7	6.3	6.9	8.1	8.4	9

7-7 مسافة الرؤية اللازمة للتوقف:

إن السيارة التي تقترب من التقاطع تحتاج إلى مسافة رؤية أمامها تمكنها من رؤية العقبة أو الخطر والتوقف إن أرادت, وتتبع في إيجاد هذه المسافة نفس الأساليب المتبعة في عملية تصميم

* المرجع رقم (5)

الطرق حيث يحتاج السائق إلى وقت للتفكير وأخر لاتخاذ الإجراء واستعمال الكابح. وحيث إن قيم الاحتكاك تتناقص مع زيادة السرعة فانه يتم اعتبار معامل الاحتكاك عال على السرعة المنخفضة ومعامل منخفض على السرعة العالية والجدول التالي(7- 4) يبين المسافات اللازمة للتوقف.

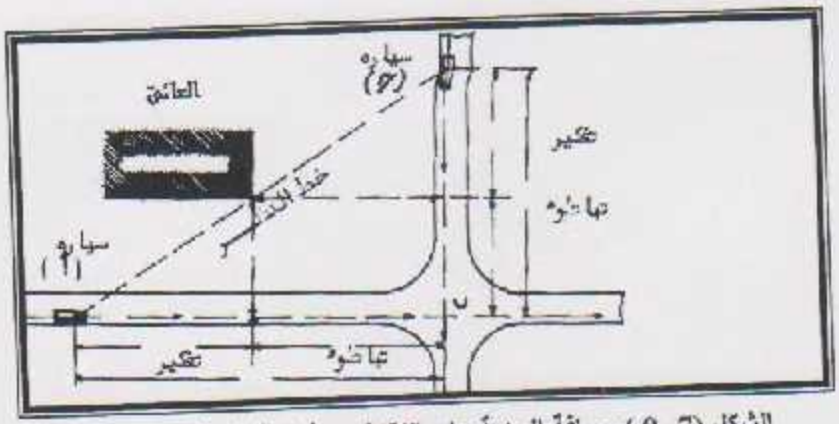
الجدول (7-4) مسافة الرؤية للتوقف على التقاطع*

السرعة كم / ساعة	25	30	40	50	60	65
مسافة الرؤية (متر)	24	34	50	65	75	85

7- 8 مسافة الرؤية اللازمة على جانب التقاطع:

إن السائق الذي يقترب من التقاطع يتطلب إن تكون أمامه منطقة غير مغطاة (مكشوفة) على كلتي الطريقين المتقاطعين ويجب إن يرى جزءا من الطريق المنوي الدخول فيه حتى يستطيع التحكم بالمركبة وتجنب الحوادث وحتى يستطيع التوقف إذا تطلب الموقف ذلك.

أما مسافة الرؤية التي يجب إن تكون أمامه فتعتمد على سرعة المركبة على الطريق الأخرى. وتقل هذه المسافة إذا كان هناك إشارات ضوئية إن الحد الأدنى من الرؤية المطلوبة هو المثلث(أ ب ج) المبين بالشكل (7-9) ويجب إن يرى كل سائق على الطريقين المتقاطعين كلا منهما الأخر من خلال هذا المثلث.



الشكل (7- 9) مسافة الرؤية على التقاطع ـ أما وقوف أو تعديل سرعة**

* المرجع رقم (5)
** المرجع رقم (1)

حيث:

أ ب = مسافة الرؤية اللازمة للسيارة (أ) حسب سرعتها.

ب ج = مسافة الرؤية اللازمة للسيارة (ج) حسب سرعتها.

أ ج = يعتمد على(أ ب) و (ب ج).

يجب أن يزال أي عائق أعلى من خط النظر في داخل المثلث حتى يرى السائقان على الطرق المتقاطعة بعضهم البعض من مسافة كافية قبل الوصول إلى التقاطع.

هناك ثلاث حالات لأوضاع أطوال المسافات المشكلة للمثلث (أ ب ج) وهي:

أ- حيث يسمح للسائقين بتعديل سرعتهم عند اقترابهم من التقاطع الذي لم توضع عليه إشارة(قف) أو (أعط حق الأولوية) لأي من السيارات على الطريقين. وهنا لا بد من تأمين مسافة رؤية كافية يرى خلالها السائق العائق ويعدل من سرعته خلالها حتى لا يصطدم بالسيارة التي تقترب من التقاطع من الطريق الأخرى. ويحتاج إلى ثانيتين للتفكير والرؤية وثانية للتباطؤ وخلال هذا الوقت يحتاج السائق إلى المسافات المبينة بالجدول(7-4).

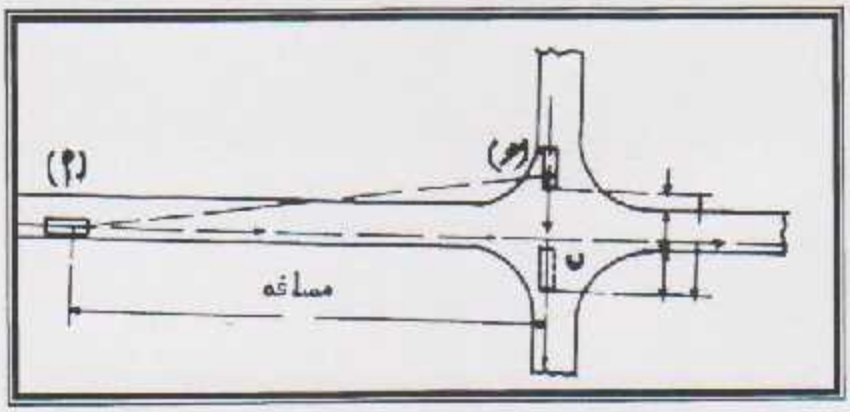
ب- لا توجد إشارة قف أو أعط حق الأولوية على أي من الطريقين ولكننا نريد لهاتين المركبتين التوقف وليس تعديل السرعة فقط, وهنا نقوم بزيادة المسافة لأننا نحتاج إلى مسافة للرؤية ثم التفكير ثم مسافة التباطؤ حتى التوقف.

إن المسافة اللازمة للتوقف مبينة في الجدول(7-5), أيضا ومنها يمكن إن نلاحظ إن المسافة اللازمة للوقوف هي ضعف المسافة اللازمة لتعديل السرعة. وإذا لم نستطع تأمين هذه المسافة فانه من الممكن تخفيض سرعة هذه المركبات على الطريق عند اقترانها من التقاطع.

الجدول (7-5) مسافة الرؤية اللازمة لتعديل سرعة السيارة أو توقفها *

السرعة (كم / ساعة)	30	50	65	80	95	120
المسافة اللازمة لتعديل السرعة لتجنب التصادم (متر)	25	40	55	66	80	95
المسافة اللازمة للتوقف (متر)	-	65	85	105	140	180

ج- حيث يتم وضع إشارة (قف) أو (أعط حق الأولوية) للسيارة التي تسير على الطريق الفرعي. إلا إننا عندما نتوقف نحتاج إلى منطقة رؤية نستطيع منها رؤية السيارة التي على الطريق الرئيسي كما هو موضح بالشكل (7 - 10) وبعد رؤيتها يمكن للسائق إذا رأى إن ذلك مناسبا إن يستمر. وهنا يحتاج إلى وقت للبدء مرة أخرى ثم التسارع ثم قطع الطريق الرئيسي.



الشكل (7- 10) مسافة الرؤيا على التقاطع – وقوف السيارة على الطريق الفرعي **

إن المسافة أ ج اللازمة تساوي

$$d = 1.47v \times (j + t)$$

حيث:

d = المسافة بالأمتار

v = سرعة السيارة (أ) على الطريق الرئيسي.

* المرجع رقم (7)
** المرجع رقم (1)

j = الوقت اللازم للرؤية وتقرير السير.

t = الوقت اللازم للقطع وهذا يتغير بتغير نوع المركبة

إن هذه المسافة تزيد عن المسافة اللازمة لتوقف السيارة على الطريق الرئيسي (سيارة أ) وهي تعتمد على عرض الطريق الرئيسي, ونوع المركبة التي وقفت ومقدرتها على التسارع.

7-9 الجزر والقنوات على التقاطعات:

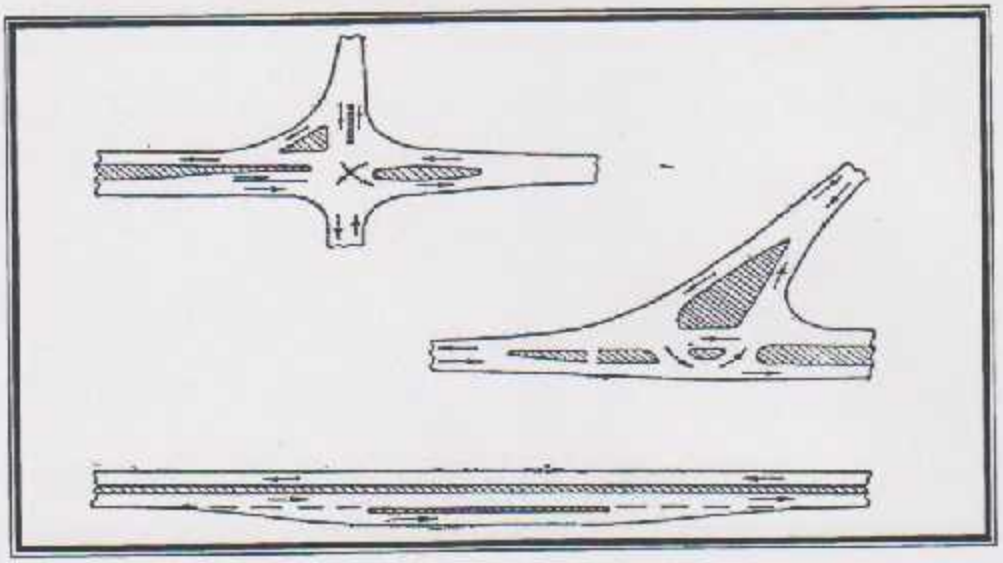
يحتاج التقاطع المحدد المسارب إلى دراسة أكثر من التقاطع العادي البسيط حيث أن عرض الجزر والفراغ بينهما وأطوالها ومسافة الفراغ بينهما أمور ضرورية، فنحن نهدف هنا إلى سير المركبة بسهولة دون تعطيل حركة السير، كما أن المقطع المحدد المسارب يعني أن السيارات التي ستستعمل اتجاها معينا، ستحدد بمسارب معينة لا تستطيع الخروج منها، ولا نريد أن يحصل اكتظاظ في مسرب يقابله فراغ تام في مسرب آخر، بل يجب أن يكون الممر المكتظ مثلا ممر بمسربين والمسرب القليل السير بمسرب واحد فقط وهكذا.

7-9-1 مكونات الجزر:

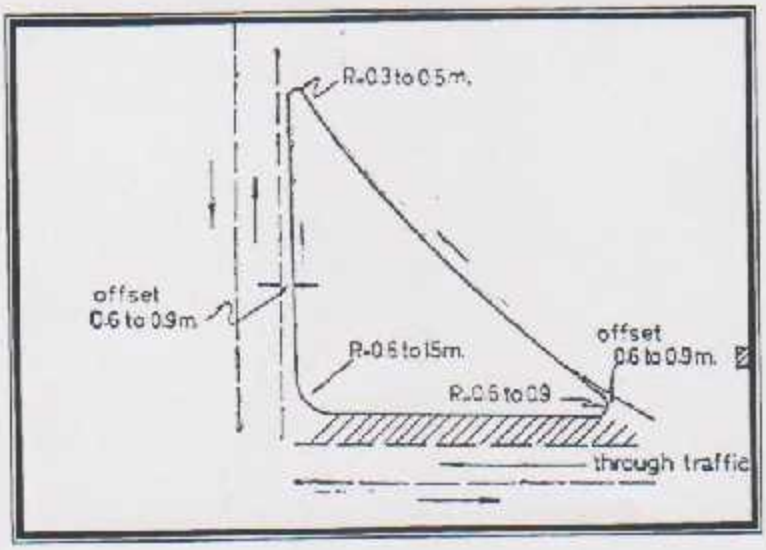
تتكون الجزر إما من أطار يف مع رصفه، أو علامات وأزرار أو حواجز، كذلك يمكن ان تكون ساحة غير مرصوفة محددة بأعمدة أو تراب مرتفع، ولهذه الأشياء بالطبع فوائد وسيئات من حيث الساحة المتوفرة والأخطار على السيارات وسرعة السيارة وتصريف الماء، فالأطاريف والحواجز البارزة مثلا تسبب خطرا للسيارات وتمنع تصريف المياه، ولذلك فالرصفة المخططة بعلامات فقط قد تكون في مثل هذه الحالات (تصريف المياه)، أما إذا أردنا منع السيارات امتطاء الجزيرة, فإن الأرصفة تصبح ضرورية، وهكذا.

7-9-2 أشكال الجزر:

للجزر إشكال وأبعاد متعددة إلا أن النوع المتعارف عليه هو المثلث حيث يفصل هذا النوع السير الذي يدور عن السير المستقيم وتكون الجزر المستديرة في الوسط ليدور حولها السير والشكل (7-11) يبين أشكالا وتوزيعات متعددة للجزر, والشكلين (7-12) , (7-13) يبين أبعاد بعض أنواع الجزر عند التقاطع.

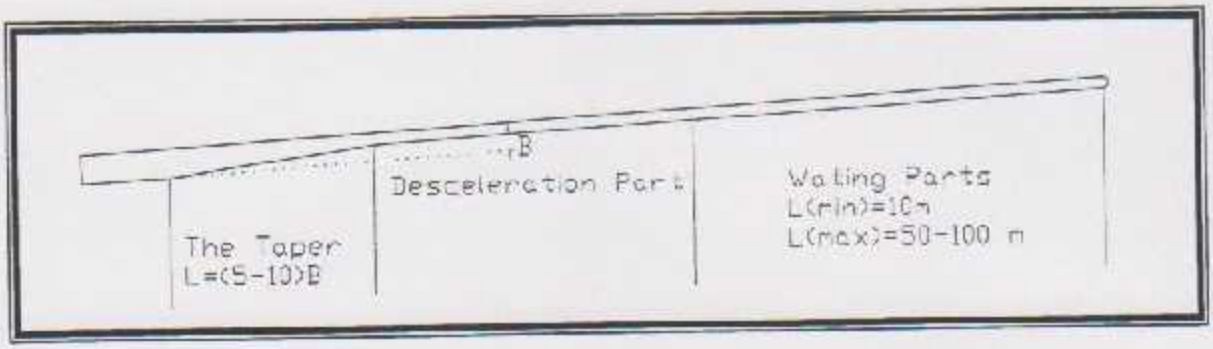


الشكل (7-11) إشكال وتوزيع الجزر على التقاطعات *



الشكل(7-12) أبعاد الجزيرة على شكل مثلث عند التقاطع *

* المرجع رقم (1)



الشكل(7-13) أبعاد الجزيرة الطولية على التقاطع*

7-9-3 مواصفات الجزر:

1. يجب أن تكون الجزر بشكل يجعل الممر المخصص واضحا وسهلا وبشكل تتقابل فيه السيارات على زوايا صغيرة.
2. يجب أن تكون أطراف الجزيرة منحنيات السيابية حسب حركة السير وموازية لهذه الحركة.
3. يجب أن تتناسب أنصاف أقطار الجزيرة مع سرعة المركبة.
4. يجب أن لا يفاجئ السائقين بمساحة غير مستعملة في مساربهم.
5. يجب أن تميز مداخل الجزر بعلامات تظهر المدخل وكأنه مفتوح.
6. يجب تخشين سطح الجزر.
7. يجب أن يدخل السائق المسرب بالسعة العادية بسهولة.

* المرجع رقم (1)

﴿8﴾

الفصل الثامن

الإنارة

8-1 المواصفات العامة للإنارة

8-2 طرق توزيع الإنارة على الشارع

8-3 ارتفاع أعمدة الإنارة عن الشارع

8-4 المسافة بين أعمدة الإنارة

8-5 أنواع المصابيح المستخدمة في الإنارة

الفصل الثامن

الإنارة على الطرق:

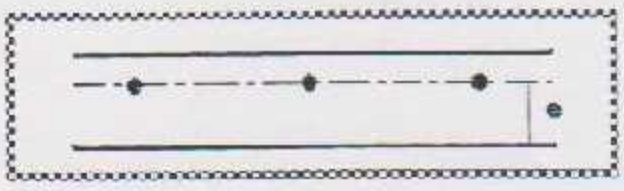
8-1- مواصفات العامة للإنارة :

1- الاهتمام بمكان أعمدة الإضاءة من حيث تثبيتها في الجزيرة الواقعة في وسط الطريق أو على الأرصفة فقط أو على الأرصفة و الجزيرة معا.
2- الاهتمام بأبعاد الأعمدة كارتفاعاتها وأطوال أذرعها و المسافات بينها و دراسة هذه الأمور دراسة وافية.
3- الاهتمام بنوع المصابيح المستعملة، حيث أن لكل نوع مزاياه و نواقصه، فبعض المصابيح يتأثر بالأمطار و الرياح و الضباب و بعضها يحتاج إلى صيانة مستمرة.
4- نوع سطح الطريق، ومدى قدرته على عكس الإضاءة، يؤثر على اختيار نوع المصابيح، وعلى توزيع الأعمدة على الطريق.
5- الاهتمام بتوزيع الإضاءة، حيث أن الإضاءة يجب أن توزع بانتظام لأن ذلك يقرر توزيع الأعمدة و أبعادها.

8-2- طرق توزيع الإنارة على الشارع(Arrangement):

حيث يتم توزيع الإضاءة على الشوارع بعدة طرق منها:

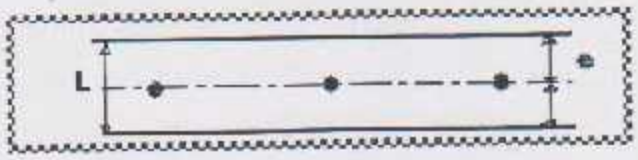
1- التوزيع على جهة واحدة (single side) كما في شكل (8-1), حيث يلجأ إلى هذا الترتيب إذا كان ارتفاع عمود الإنارة (h) اكبر من المسافة بين موضع العمود وطرف الشارع (e).



الشكل (8-1) توزيع الأعمدة في جهة واحدة * $h > e$

* المرجع رقم (3)

2- توزيع الأعمدة في المنتصف (على جزيرة) (**central arrangement**), كما في شكل (8-2), حيث يلجأ لهذه الطريق إذا كان عرض الشارع (L) اقل من طول العمود مرة ونصف.



L < 1.5 h

الشكل (8-2) توزيع الإنارة في المنتصف*

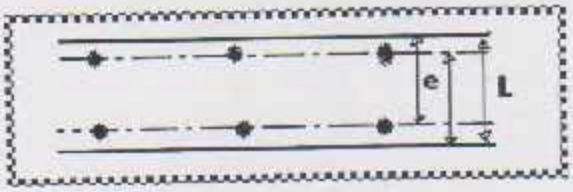
3- توزيع الأعمدة بشكل ترنحي(**staggered arrangement**) كما في شكل(8-3), ويلجا لهذه الطريقة إذا كانت **h** اقل من **e**, و **L** اقل من **1.5 h**.

h < e

L < 1.5h

الشكل (8-3) توزيع الأعمدة بشكل ترنحي *

4- توزيع الإنارة بشكل متقابل (**opposite arrangement**) كما في شكل (8-4), ويستخدم هذا الترتيب عندما يكون **L** اكبر من **h** مرة ونصف, أو **h** اكبر نصف **L**.



L > 1.5 h

h > L / 2

الشكل (8-4) ترتيب الإنارة بشكل تقابلي *

* المرجع رقم (3)

8-3- ارتفاع اعمدة الإنارة:

يختلف ارتفاع أعمدة الإنارة حسب عرض الطريق، نوعية المصابيح المستخدمة, حسب سطح الطريق, والمنطقة المحيطة بالأعمدة, وعادة يستخدم ارتفاع أعمدة الإنارة 7.5, 10, و12 متر والمسافة عن مركز المصباح الى جانب الطريق (overhangs) 1.5, 2, 2.5 متر على الترتيب.

8-4- المسافة بين أعمدة الإنارة:

حيث تختلف المسافة بين الأعمدة حسب ارتفاع العمود وعرض الطرق, وعادة تؤخذ من 3 إلى 4 أضعاف ارتفاع العمود.

كما أن المسافة على التقاطعات تقل عن المسافة في الطريق الرئيسي وعادة تكون نصف المسافة المستخدمة.

ويوضح الجدول(8-1) التالي العلاقة بين المسافة بين الأعمدة وعرض الطرق وارتفاع العمود.

الجدول(8-1) [6] يبين العلاقة بين المسافة بين الأعمدة وعرض الطرق وارتفاع العمود والمسافة عن حافة الطرق .

GROUP	MOUNTING HEIGHT H M	EFFECTIVE WIDTH, W M										MAX OVERHANG A M
		7.62	9.14	10.69	12.19	13.72	15.24	16.76	18.29	19.81	21.34	
		Maximum spacing , S m										
A1	7.62	30.5	25.36	21.3	18.3	16.8						1.82
	9.14	36.6	36.6	30.5	27.4	24.4	21.3	19.8				2.29
	10.69	42.7	42.7	42.7	38.1	33.5	30.5	27.4	24.4	22.9		2.59
	12.19	48.8	48.8	48.8	48.8	42.7	39.6	35.1	32.0	30.5	27.4	2.90
A2	7.62	33.5	30.5	25.9	22.9	19.8						1.82

	9.14	39.6	39.6	38.1	33.5	29.0	25.9	24.4			2.29
	10.69	47.2	47.2	47.2	45.7	39.6	36.6	33.5	30.5	27.4	2.59
	12.19	53.3	53.3	53.3	53.3	51.8	47.2	42.7	39.6	36.6	33.5	2.90
A3	7.62	36.6	36.6	32.0	27.4	24.4						1.82
	9.14	44.2	44.2	44.2	39.6	35.1	32.0	29.0				2.29
	10.69	51.8	51.8	51.8	51.8	47.2	42.7	39.6	36.6	33.5		2.59
	12.19	57.9	57.9	57.9	57.9	57.9	56.4	51.8	47.2	42.7	39.6	2.90

حيث:

A1 : الانارة للشوارع الرئيسية ذات المرور الكثيف(Heavy traffic) .

A2: الانارة للشوارع الرئيسية ذات المرور الطبيعي (Normal traffic) والتي يمر بها عربات كبيرة.

A3: الإنارة للشوارع ذات المرور المتوسط مثل الطرق الريفية الرئيسية (main rural roads) , أو (minor urban roads).

وبما أن عرض الشارع الذي نقوم بتصميمه حوالي 12 متراء ويقع ضمن المجموعة A2, كما أن عرض الشارع (L) اصغر من 1.5 h.

L <1.5 h

12 < 1.5 * 9.14

12 < 13.71 m

لذلك سنستخدم الطريقة الثانية (staggered arrangement) في عملية توزيع أعمدة الإنارة, وبالاعتماد على الجدول (8-1), فسيكون توزيع الأعمدة على النحو التالي:

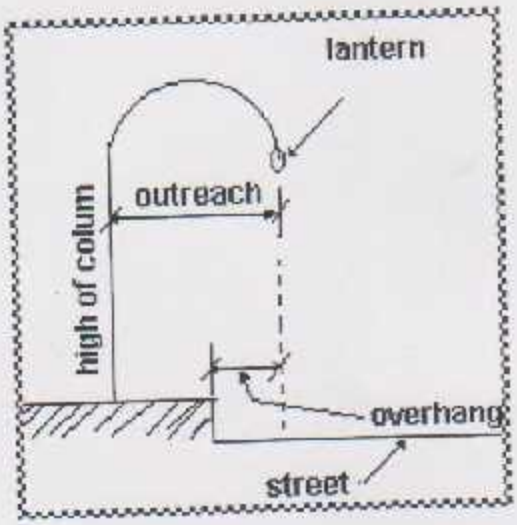
ارتفاع العمود: **9.14 متر**

المسافة بين الأعمدة: **40 متر**

المسافة من مركز المصباح إلى جانب الطريق(Overhang): **2.29 متر**

* المرجع رقم (7)

ويوضح الشكل (8-5) عناصر عمود الإنارة.



الشكل(8-5) عناصر عمود الإنارة*

8-5- أنواع المصابيح المستخدمة في الإنارة:

هي عبارة عن مصفوفة من الفوانيس والمصابيح التي يتم من خلالها إضاءة الطرق. وتعتبر أيضا مصدر الإضاءة. وهناك أربعة خيارات وطرق (أنظمة) للإضاءة هي:

8-5-1 استخدام شعيرة التنجستون (Tungsten):

وتتم فيها الإنارة من خلال مرور التيار الكهربائي من خلال شعيرة التنجستون، الأمر الذي يجعلها تتوهج وبالتالي حدوث الإضاءة، وتستخدم هذه الطريقة غالبا في الطرق التي

* المرجع رقم (3)

تمر من المناطق السكنية، وكذلك يستخدم في المناطق المخصصة للمشي والتنزه. وذلك بسبب تكلفته المنخفضة وإضاءته المريحة.

8-5-2- بخار الصوديوم(Sodium Vapor):

تحدث الإضاءة من خلال مرور التيار الكهربائي من خلال بخار الصوديوم، حيث يتكون هذا النظام من أنبوب تفريغ يحتوي على خليط من الأرجون(Argon) والنيون (Neon)، كذلك يحتوي قطرات صغيرة من الصوديوم متوزعة داخل الأنبوب. وعند تسخين الأنبوبة بواسطة التيار، فإن قطرات الصوديوم تقوم بإخراج البخار الذي يساعد في النهاية تكوين إشعاع كهرومغناطيسي (Electromagnetic Radiation)، الذي يعمل على إحداث إضاءة باللون الأصفر.

تعتبر الإضاءة الناتجة عن بخار الصوديوم من أقل أنواع الإضاءة تألقا، وأقل تحبيرا للبصر نتيجة للضوء. ومن فوائد هذه الإضاءة إنها توفر رؤية جيدة في الجو الغائم و الجو الضبابي. كذلك يعتبر لون هادئ يوفر الراحة النفسية.

8-5-3- الإضاءة بواسطة الأنبوب الإشعاعي (The Fluorescent Lamp):

تتكون من أنبوب يحتوي بداخلة بودرة مشعة، ومن خلال التيار الكهربائي تتم الإضاءة، ويستخدم هذا النوع في الطرق ذات السير الكثيف والمناطق التي تشهد بناء وإنشاء حديث ومستمر، لأنها تعطي إضاءة بلون أبيض.

8-5-4- الإضاءة باستخدام الزئبق المضغوط (High Pressure Mercury):

مبدأ عملها نفس عمل الإضاءة باستخدام بخار الصوديوم، ولكن نستبدل الصوديوم بالزئبق، والإضاءة الناتجة من هذه العملية يكون لونها أبيض مزرق، وتستعمل عندما نكون بحاجة إلى إنارة بقوة وكمية عالية.

﴿9﴾

الفصل التاسع

علامات وإشارات المرور

9-1 مقدمة

9-2 علامات المرور

9-3 الإشارات

الفصل التاسع
علامات وإشارات المرور

9-1مقدمة:

يشمل علم الطرق هندسة الطرق وهندسة المرور. وعند تصميم الطرق وإنشائها وفتحها للسيارات لا بد من وجود أمور تنظيمية لتنظيم حركة السيارات على الطريق لتضمن حسن الأداء و لتمنع وقوع الحوادث حتى يتم تحقيق الهدف الذي أنشأت من أجله الطريق.

وعلم المرور يتطرق إلى أمور عدة كالاتجاهات والمسارب والانعطاف إلى اليمين أو اليسار والمسافات والوقوف وغير ذلك.

9-2 علامات المرور (Traffic Marking)

9-2-1 أهداف علامات المرور:

علامات المرور على الطريق عبارة عن خطوط متقطعة أو متصلة، مفردة أو مزدوجة، بيضاء أو صفراء أو سوداء وقد تكون أسهما أو كتابة (كلمات). وهناك عدة أهداف لهذه العلامات هي:

1- تحديد المسارب وتقسيمها.
2- فصل السير الذاهب عن القادم.
3- منع التجاوز في المناطق الخطرة.
4- منع الوقوف في المناطق التي لا يجوز فيها ذلك.
5- تحديد أماكن عبور المشاة.
6- تحديد أولوية المرور على التقاطعات.
7- تحديد مواقف السيارات.
8- تعيين الاتجاهات بالأسهم لتحديد الأماكن التي يتجه إليها السائق.
9- تحيد جانبي الطريق.

9-2-2 الشروط الواجب توفرها في العلامات:

إن علامات المرور تنتظم حركة السير للسائق والماشي وتنقل التعليمات لهم , هذا ويراعى في هذه العلامات مايلي :

1- أن تكون صالحة للرؤية في الليل و النهار وواضحة في كافة الأوقات و الظروف.

2- أن يكون فيها توافق وتناسب في الألوان.

3- أن تكون تعليماتها سهلة الفهم و مرئية من مسافة كافية.

9-2-3 أنواع علامات المرور:

1- الخطوط:

وهي إما متصلة أو منقطعة، أما المنقطعة فتستعمل لتقسيم المسارب و فصل السير في الاتجاهين، أما المتصلة تستعمل لفصل السير و منع التجاوز في آن واحد. و تكون بعرض 10 سم.

فإذا كان التجاوز خطرا على السير الذاهب، يوضع خطان بحيث يكون الخط المتصل من جهة السير الذاهب، و المتقطع من جهة السير القادم. وإذا كان التجاوز خطرا على السير الذاهب والقادم معا يصبح الخطان متصلان.

توضع بعض الخطوط العريضة عند ممرات المشاة، كما توضع خطوط صفراء متقطعة في المناطق التي يحظر فيها على السيارات المرور فوقها حيث تقوم هذه الخطوط مقام الجزر.

2- الكلمات:

تكتب بعض الكلمات على سطح الطريق خاصة عند التقاطعات مثل كلمة قف أو اتجه يمينا, أو يسارا, أعط الأولوية, وغير ذلك .

يجب أن تكون الكلمات كبيرة وواضحة ليتسنى قراءتها, ويجب أن لا تزيد عن كلمة أو كلمتين, وأن تكون الأحرف مناسبة لموقع السائق.

3- الأسهم:

تستعمل الأسهم لتحديد الاتجاهات أو مع الكلمات كسهم يتجه إلى اليمين مع كلمة إلى اليمين , وممكن أن تستعمل بدلا من الكلمات .

4-اللون:

يستخدم اللون الأبيض في الخطوط التي تقسم المسارب واللون الأصفر لتحديد الجزر ومواقف السيارات ويجب توافق لون الخط مع أرضية الطريق.

5- المواد العاكسة:

تساعد هذه المواد على انعكاس الضوء خاصة في أيام الضباب حيث يوضع مع الدهان بلورات زجاجية خاصة. تستخدم بعض أنواع الحصمة خاصة على الأكتاف لإظهار لون مخالف للون مسرب الطريق.

3-9 الاشارات:

تستخدم الاشارات لتوصيل المعلومات للسائق أو الماشي, وهي عبارة عن لوحات رسم عليها كلمات أو أسهم أو الاثنان معا, و تكون هذه المعلومات واضحة و تناسب حالة السير ونوع الطريق.

1-3-9 أنواع الاشارات:

تقسم إلى أربعة أنواع رئيسية ولكل نوع من هذه الأنواع شكل خاص متعارف عليه حتى يسهل فهمه من قبل السائق وهذه الأنواع هي:

1-اشارات التحذير: مثل إشارة انحدار حاد أو منعطف خطر ويكون شكلها مثلث والجدول التالي يبين هذه الاشارات.

جدول رقم (9-1) بعض اشارات التحذير*

إشارات التحذير	مدلول الإشارة
	مفترق تقاطع طرق.
	مفترق تفرع طرق إلى اليسار.
	مفترق تفرع طرق إلى اليمين.
	مفترق تفرع طرق أمامك(تفرع T).
	مفترقات تفرع نحو اليسار ومن ثم نحو اليمين.
	انعطاف حاد نحو اليسار.
	انعطاف حاد نحو اليمين.
	أمامك ممر عبور للمشاة.
	أولاد بالقرب من المكان.

* المرجع رقم (5)

2-**إشارات الأوامر:** مثل قف, هدىء السرعة وشكلها مستديرة.

سرعة خاصة. لا يجوز السير بسرعة تزيد عن السرعة المحددة.

3-**اشارات المنع:** مثل ممنوع المرور وشكلها أيضا مستديرة.

مغلق أمام جميع الوسائل

4- **اشارات التعليمات(التوجيه):** كمكان وقوف, استراحة, وتكون مربعة أو مستطيلة.

والجدول التالي يوضح بعض اشارات المرور.

جدول رقم (9-2) بعض اشارات الإرشاد ومدلولاتها.*

إشارات الإرشاد	مدلول الإشارة
	ممنوع الانعطاف نحو اليسار.
	ممنوع الانعطاف نحو اليمين.
	ممنوع الانعطاف نحو اليمين بقصد السفر نحو الجهة المضادة.
	ممنوع الانعطاف نحو اليسار بقصد السفر نحو الجهة المضادة.
	قف! أعطي حق الأولوية لحركة السير على الطريق المقابلة.
	قف! (إشارة طرق متنقلة).

* المرجع رقم (5)

9-3-2 مواصفات الاشارات:

لا بد من توفر مواصفات خاصة للإشارات حتى تحقق الهدف المنشود منها, فالإشارة يجب أن تكون واضحة الرؤية للسائق وتشد انتباهه قبل مسافة طويلة تزيد عن المسافة اللازمة لرؤية الكتابة, وأيضا يجب أن تكون الكتابة واضحة ومفهومة للسائق من مسافة طويلة كافية حتى يتصرف طبقا للإشارة بدون أن ينصرف انتباهه عن الطريق. وحتى يتحقق ذلك فإنه لا بد من الانتباة إلى الأمور التالية في الإشارة وهي:

1- أبعاد الإشارة: كلما كانت الإشارة أكبر ضمن حدود معقولة كلما تحسنت الرؤية للسائق.

2- تباين الألوان في الإشارة: تباين اللون في الإشارة ضروري جدا لتحقيق غايتين هما ظهور الإشارة بالنسبة للمنطقة وظهور الكتابة بالنسبة للإشارة نفسها ويتحقق هذا التباين باستعمال ألوان مختلفة ذات لمعان مختلف.

3- الشكل: يجب أن تكون الإشارة ذات شكل منتظم وتتناسب مع الهدف الذي وضعت من أجله.

4- الكتابة : رؤية الكتابة تتأثر بعدة عوامل هي نوع الكتابة , حجم الأحرف , سماكة الخط , وعرض الهامش والفسحات بين الكلمات والأسطر .

9-3-3 موقع الإشارة:

لا بد أن تكون الإشارة في موقع وارتفاع مناسبين لتسهيل رؤيتها وقراءتها من قبل السائق من مسافة كافية دن أن تضطره إلى صرف انتباهه عن الطريق, ويجب أن توضع الإشارة قبل مسافة كافية من المكان الذي تشير إليه , وأن تتناسب هذه المسافة مع سرعة السيارة.

فإذا كانت الإشارة تدل على وجود مفترق طرق مثلا فإنه يجب وضع الإشارة قبل مسافة كافية من المفرق لكي تمكن السائق من التخفيف من سرعته تمهيدا للدخول في الطريق الفرعية.

والجدول التالي يعطي فكرة عن المسافة اللازمة للسائق ليرى الإشارة ويتصرف حسب تعليماتها.

جدول رقم (9-3) المسافة بين الإشارة و التقاطع *

سرعة السيارة (كم/ ساعة)	50	65	80	95	120
المسافة بين الإشارة والتقاطع (متر)	45	90	150	220	300

9-3-4 الرؤية في الليل:

لأن الإشارة مهمة للسائق في الليل والنهار فإنه لا بد من تأمين الإضاءة أو جعلها عاكسة للأضواء بحيث يراها السائق ليلا نهارا.

9-3-5 إشارات الطوارئ:

توضع أشارات مؤقتة عند وقوع حوادث أو تعطل سيارات أو وجود ضباب وهذه الإشارات تكون متنقلة ويؤمن لها إضاءة كافية من بطاريات خاصة.

* المرجع رقم (7)

﴿10﴾

الفصل العاشر

النتائج والتوصيات

10-1 النتائج

10-2 التوصيات

الفصل العاشر

النتـــائـــج والتـــوصيـــــات

10-1 النتائج:

1. مسار الطريق الحالي لا يتوافق مع متطلبات التصميم السليم .
2. أهمية الطريق موضوع البحث ، لأنه يعد احد أهم الطرق الواصلة بين مدينة الخليل والمنطقة الصناعية و سوق الخضار المركزي و المنطقه الجنوبيه وكذلك لأنه يخدم عدد كبير من طلاب الجامعة.

10-2 التوصيات:

1. التأكيد على بلدية الخليل والمؤسسات ذات العلاقة خاصة جامعة بوليتكنك فلسطين بإعادة تأهيل الطريق بالسرعة الممكنة.
2. يجب إعادة تصميم الطريق وفق المعايير الهندسية وحسب الخطط التوسعية لبلدية الخليل.
3. شراء قطعة الأرض المجاورة لمدخل الجامعة في واد الهرية لإقامة موقف للسيارات وتصميم المدخل تصميم نموذجي على الأقل.
4. طرح مسابقات لبرامج التصميم الهندسي وخاصة برنامج LAND DESKTOP (AUTODES) DEVELOPMENT
5. العمل على إيجاد طريق بديل للشاحنات التي تمر من مدخل الجامعة .

الملاحق

(1) المضلع

(2) حساب المنحنى الأفقي والراسي

(3) الصعوبات والحلول المقترحة

(4) جدول الكميات

(5) المراجع

(6) لوحات المشروع

حساب نقاط المضلع

مقدمة

تعتبر نقاط المضلع من أهم الأعمال التي يجب القيام بها لأنه من خلال هذه النقاط سيتم ربط كل الأعمال الهندسية المرتبطة بالمشروع من رفع للطريق ، وتصميم المنحنيات الرأسية والأفقية وغيرها.

وقد رأينا نحن والمشرف انه يفضل استخدام الGPS في رصد نقاط المضلع ، وذلك لأنه يعطي دقة عالية في تحديد المواقع .

الGPS (Global Positioning System)هو نظام تحديد المواقع ، ويتكون من جزأين هما:

- مستقبل أول (Base) : يوضع على نقطة معلومة الإحداثيات و يكون ثابت ، ويستقبل من الأقمار الصناعية .
- مستقبل ثاني (Rover): يستقبل من Base ويوضع على النقطة المراد رصدها أو معرفة إحداثياتها لمدة زمنية .

وقد تم رصد هذه النقاط من نقطتين معلومتي الإحداثيات (A&B) بطريقة ال Static وهي إحدى الطرق التي تستخدم في معرفة إحداثيات النقاط.وكانت الإحداثيات كالأتي :

جدول(1-1) النقاط معلومة الإحداثيات

Point	E	N
A	158807.533	101824.185
B	158568.374	101505.006

النقطة A: نقطة موجودة فوق سطح مبنى A.

النقطة B: نقطة موجودة فوق سطح مبنى B.

وقد حصلنا على النتائج التالية:

Point number	Easting	Northing
1	158674.224	101850.802
2	158625.605	101933.08
3	158646.287	102027.387
4	158647.928	102188.345
5	158698.949	102333.473
6	158700.124	102468.662
7	158635.428	102585.28
8	158544.702	102555.71
9	158432.978	102675.772
10	158379.574	102777.619
11	158283.247	102811.802
12	158245.894	102872.592
13	158333.272	102995.099
14	158388.344	103109.454
15	158377.065	103272.406

والنقاط التي تغطي الطريق هي (1-6).ويظهر شكل المضلع في ملحق لوحات المشروع اللوحة A0

1-2 حساب المنحنى الافقي

المنحنى الثالث :

المعطيات:

نصف قطر المنحنى	R = 100 m
زاوية الأنحراف	Δ = 01° 08' 45"
طول المنحنى	L = 4 m
طول المماس	T= 4.447 m
محطة نقطة التقاطع	Ch of PI =0+053.214 km + m

أولا: حساب التعلية اللازمة على المنحنى (e) :

$$e = \frac{(V*0.75)^2}{127R} = \frac{(50*0.75)^2}{127*200}$$

e= 0.055 less than e max.(e_{max}=0.11)

then V = 50 Km/h

- نحسب الآن التوسعة على المنحنى (w) widening

$$W = \frac{4*l^2}{2*R} + \frac{V}{9.5*\sqrt{R}}$$

Where l = 6.1 m

W = (4*6.1*6.1/(2*100)) −(50/(9.5*100^1/2) =0.75m

ثانيا: حساب عناصر المنحنى المتدرج الأيسر:

$$L = \frac{V^3}{a*R}$$

Where

$$a = \frac{73}{64+V} = \frac{73}{64+50} = 0.64$$

Then

$$\frac{\left(\frac{50}{3.6}\right)^3}{0.64*100}$$

L = = 41.86 m

ثالثا: حساب الإزاحة (S):

$$S = \frac{L^2}{24 * R} = \frac{41.68^2}{24 * 100}$$

.=0.73

رابعا: طول المماس الكلي PT_0

$PT_0 = (R+S)\tan(\Delta/2) + (L/2)$

$= (100+0.73)\tan((01° 08' 45")/2) + (41.68/2)$

$= 22.94$ m

خامسا: إيجاد نقطة التماس الأولى T_0 و نقطة التماس الثانية T_1

Chainage of T_0 = Chainage of P – Tangent Length

= 0+053.21– 22.94 m

= 0+30.26Km+ m

Chainage of T_1 = Chainage of T_0 + L

= 0+30.26+ 41.86

= 0+72.93 m

سادسا: أطوال الأقواس الجزئية

R/40 = 100/ 40 = 2.5

نختار طولا للقوس الجزئي الأول بحيث تكون محطة النقطة 1 من المنحنى المتدرج رقما مدورا و مناسبا، وبما أن محطة نقطة التماس T_0 كانت 72.93 إذن لتكن محطة النقطة 1 مساوية ل :

C_1 =75-72.93= 2.07m

أما الأقواس الجزئية الوسطى فليكن عددها 19 و بطول 2 m

فيبقى لدينا القوس الجزئي الأخير و يساوي:

$c_2 = L - c_1 - nc$

$= 41.86-19*2-2.07 = 2$m

So we have

$c_1 = 2.07$m

$c = 2$ m

$c_2 = 1.61$ m

سابعا: إيجاد الزوايا الجزئية δ

$$\delta = \left(\frac{1800}{\pi * R * L}\right) * l^2 = \left(\frac{1800}{\pi * 100 * 41.86}\right) l^2$$

$\delta = (0.1375/60) * l^2$ degree

ثامنا: تثبيت المنحنى الدائري:

أ- الزاوية المركزية للمنحنى θ'

$= 25$

ب- طول المنحنى الدائري L'

$$L' = \frac{\pi * R * \theta}{180} = \frac{\pi * 200 * 25}{180}$$

$= 28.09$m

ج- إيجاد أطوال الأقواس الجزئية

نختار أقواسا جزئية لا تزيد أطوالها عن R/20

$R / 20 = 100/ 20 = 3.5$ m

أي يجب أن لا يزيد طول القوس الجزئي عن 10 m، و نختار طول القوس الجزئي الأول بحيث تصبح محطة النقطة الاولى (1) رقما مدورا و مناسبا و حيث أن محطة نقطة التماس T_1 و التي تبق مباشرة النقطة (1) من المنحنى الدائري و تساوي 180.4 m ، إذن نختار الوتر الجزئي الأول بطول:

$c_1' = 60-57.21= 3.79$

أما بالنسبة لطول الأوتار الجزئية الوسطى(C) فنختار طول كل واحد منهما مساويا ل 5 m و عددها 4

أما القوس الجزئي الأخير من المنحنى الدائري c_2' فطوله يساوي

$c_2' = 28.08-4*5-3.79= 4.29$ m

د- زوايا الانحراف الجزئية:

$\delta' = 1718.87*(c/R)$

For $c_1' = 3.79$

$\delta' = 1718.87 *(7.69/100) = 65.14$min $= 1\ 5'8.7''$

For $c' = 5$ m

$\delta' = 1718.87 *(5/100)/60 = 01\ 25\ 56.6$

For $c_2' = 4.29$

$\delta' = 1718.87 *(4.29 /100)/60 = 01\ 13\ 44.37$

تاسعا : حساب عناصر المنحنى المتدرج الأيمن

أ- إن طول هذا المنحنى هو نفس طول المنحنى المتدرج الأيسر و يساوي 20.934 m m
كما أن الإزاحة shift وطول المماس PT_3 هي نفسها أيضا أي

Tangent length $PT_3 = 17.891$ m

$s = 0.0913$ m

ب- محطة نقطة التماس T_3 و تساوي :

Chainage of T_3 = Chainage of T_2 + L

= 3+28.555m

ج- أطوال الأوتار الجزئية :

يجب أن يكون طول الوتر الجزئي الأول في المتدرج الأيمن، بحيث يجعل نقطة التماس T_2 رقما مدورا و مناسب، لذلك يكون الوتر الجزئي الأول مساويا ل :

$R/40 = 100/ 40 = 2.5$

نختار طولا للقوس الجزئي الأول بحيث تكون محطة النقطة 1 من المنحنى المتدرج رقما مدورا و مناسبا، وبما أن محطة نقطة التماس T_2 كانت 195.523 إذن لتكن محطة النقطة 1 مساوية ل :

$C_1 = 75-72.93= 2.07$m

أما الأقواس الجزئية الوسطى فليكن عددها 3 و بطول 4 m

فيبقى لدينا القوس الجزئي الأخير و يساوي:

$c_2 = L - c_1 - nc$

=

$c_2' = 28.08-4*5-3.79= 4.29$ m

So we have

$c_1 = 2.07$

$c = 2\ m$

$c_2 = 1.6\ m$

سابعا: إيجاد الزوايا الجزئية δ

$$\delta = \left(\frac{1800}{\pi * R * L}\right) * l^2 = \left(\frac{1800}{\pi * 100 * 41.68}\right) l^2$$

$\delta = (0.1369/60) * l^2$ degree

2-2 الحسابات الناتجة من Auto DISK

.Horizontal Alignment Station and Curve Report
Alignment: all

Desc.	Station	Spiral/Curve Data		Desc: Northing Easting
PI	0+000			102522.4059 158684.9823
Length:	79.2369	Course:	S 21-51-41 E	
PI	0+079.24			102448.8671 158714.4872
Length:	116.2589	Course:	S 05-09-44 W	
		Delta:	27-01-25	
		Tangent Data		
102522.4059				000+0 158684.9823
102473.0263				053.21+0 158704.7942
Length:	53.2058	Course:	S 21-51-41 E	
		Spiral Curve Data: CLOTHOID		
TS	0+053.21			102473.0263 158704.7942
SPI				102470.5514 158705.7872
SC	0+057.21			102469.3042 158706.2588
Length:	4.0000	L Tan:	2.6667	
Radius:	100.0000	S Tan:	1.3334	
Theta:	1-08-45	P:	0.0067	
X:	3.9998	K:	2.0000	
Y:	0.0267	A:	20.0000	
Chord:	3.9999	Course:	S 21-28-46 E	
		Ts:	26.0312	
		Circular Curve Data		
SC	0+057.21			102469.3042 158706.2588
CC				102433.9315 158612.7240
SC	0+100.37			102426.9276 158712.4784
Delta:	25	Type:	RIGHT	
Radius:	100.0000	DOC:	57	
Length:	43.1650	Tangent:	21.9240	
Mid-Ord:	2.3200	External:	2.5751	
Chord:	42.8306	Course:	S 08-20-59 E	
		Es:	2.8535	
		Spiral Curve Data: CLOTHOID		
SC	0+100.37			102426.9276 158712.4784
SPI				102425.5974 158712.3850

PC 0+104.37 102422.9415 158712.1451

Length:	4.0000	L Tan:	2.6667
Radius:	100.0000	S Tan:	1.3334
Theta:	1-08-45	P:	0.0067
X:	3.9998	K:	2.0000
Y:	0.0267	A:	20.0000
Chord:	3.9999	Course:	S 04-46-49 W
		Ts:	26.0312

PI 0+194.60 102333.0797 158704.0269

Length:	131.9484	Course:	S 28-30-11 W
		Delta:	23-20-27

Tangent Data

102422.9415 104.37+0 158712.1451

102347.4797 180.14+0 158705.3278

Length: 75.7692 Course: S 05-09-44 W

Circular Curve Data

PC	0+180.14		102347.4797 158705.3278
CC			102353.7779 158635.6117
PT	0+208.66		102320.3736 158697.1272

Delta:	23	Type:	RIGHT
Radius:	70.0000	DOC:	82
Length:	28.5162	Tangent:	14.4586
Mid-Ord:	1.4471	External:	1.4776
Chord:	28.3194	Course:	S 16-49-57 W
		Es:	1.4776

PI 0-326.15 102217.1244 158641.0605

Length:	257.6335	Course:	S 01-09-46 E
		Delta:	29-39-56

Tangent Data

102320.3736 208.66+0 158697.1272

102310.2148 220.22-0 158691.6107

Length: 11.5599 Course: S 28-30-11 W

Circular Curve Data

PC	0+220.22		102310.2148 158691.6107
CC			102119.3332 159043.1277
PT	0+427.32		102111.2164 158643.2101

Delta:	30	Type:	LEFT
Radius:	400.0000	DOC:	14
Length:	207.1056	Tangent:	105.9299
Mid-Ord:	13.3293	External:	13.7888

```
Chord:        204.7999   Course:     S 13-40-12 W
                         Es:           13.7888
-------------------------------------------------------------------------
     PI     0+879.03                                    101959.5440
                                                        158646.2884
Length:         92.9059   Course:     S 22-59-47 W
                          Delta:        24-09-33
-------------------------------------------------------------------------
                          Tangent Data
     102111.2164                                  427.32+0
                                                  158643.2101
     101992.9720                                  545.59+0
                                                  158645.6100
Length:        118.2687   Course:     S 01-09-46 E
-------------------------------------------------------------------------
                Spiral Curve Data: CLOTHOID
     TS     0+545.59                                    101992.9720
                                                        158645.6100
     SPI                                                101991.1946
                                                        158645.6460
     SC     0+548.26                                    101990.3058
                                                        158645.6562
Length:          2.6667   L Tan:          1.7778
Radius:        150.0000   S Tan:          0.8889
Theta:          0-30-33      P:         0.0020
X:           2.6666       K:           1.3333
Y:           0.0079       A:          20.0000
Chord:           2.6667   Course:     S 00-59-35 E
                          Ts:           33.4349
-------------------------------------------------------------------------
                      Circular Curve Data
     SC     0+548.26                                    101990.3058
                                                        158645.6562
     CC                                                 101988.5951
                                                        158495.6659
     SC     0+608.84                                    101931.2240
                                                        158634.2609
Delta:                23   Type:              RIGHT
Radius:        150.0000     DOC:                38
Length:         60.5816   Tangent:         30.7094
Mid-Ord:         3.0481   External:         3.1113
Chord:         60.1707   Course:     S 10-55-00 W
                         Es:           3.3985
-------------------------------------------------------------------------
                Spiral Curve Data: CLOTHOID
     SC     0+608.84                                    101931.2240
                                                        158634.2609
     SPI                                                101930.4027
                                                        158633.9209
     PC     0+611.51                                    101928.7662
                                                        158633.2264
Length:          2.6667   L Tan:          1.7778
Radius:        150.0000   S Tan:          0.8889
Theta:          0-30-33      P:         0.0020
X:           2.6666       K:           1.3333
Y:           0.0079       A:          20.0000
Chord:           2.6667   Course:     S 22-49-36 W
                          Ts:           33.4349
-------------------------------------------------------------------------
```

```
        PI      0-670.98                                    101874.0213
                                                            158609.9927
-------------------------------------------------------------------------
                              Tangent Data
        101928.7662                                  611.51+0
                                                            158633.2264
        101874.0213                                  670.98+0
                                                            158609.9927
    Length:          59.4710   Course:     S 22-59-47 W
```

.Horizontal Alignment Station and Curve Report
Alignment: al2

```
                                                              :Desc
    Desc.  Station          Spiral/Curve Data                Northing
                                                              Easting
-------------------------------------------------------------------------
-------------------------------------------------------------------------
        PI      0+000                                       101914.9857
                                                            158627.3779
    Length:          28.5205   Course:     S 60-59-49 E
-------------------------------------------------------------------------
        PI      0+028.52                                    101901.1574
                                                            158652.3218
    Length:          29.6219   Course:     S 18-07-18 E
                               Delta:        42-52-31
-------------------------------------------------------------------------
                              Tangent Data
        101914.9857                                  000+0
                                                            158627.3779
        101906.8688                                  016.74-0
                                                            158642.0194
    Length:          16.7409   Course:     S 60-59-49 E
-------------------------------------------------------------------------
                           Circular Curve Data
        PC      0+016.74                                    101906.8688
                                                            158642.0194
        CC                                                  101880.6309
                                                            158627.4738
        PT      0+039.19                                    101889.9621
                                                            158655.9857
    Delta:              43     Type:              RIGHT
    Radius:         30.0000      DOC:              191
    Length:         22.4494  Tangent:           11.7796
    Mid-Ord:         2.0755 External:            2.2298
    Chord:          21.9293   Course:     S 39-33-34 E
                               Es:           2.2298
-------------------------------------------------------------------------
        PI      0+057.03                                    101873.0048
                                                            158661.5353
    Length:          54.7027   Course:     S 39-24-45 E
                               Delta:        21-17-27
-------------------------------------------------------------------------
                              Tangent Data
```

101889.9621 039.19+0
158655.9857

101878.3641 051.39+0
158659.7814

Length: 12.2033 Course: S 18-07-18 E

Circular Curve Data

PC	0+051.39	101878.3641
		158659.7814
CC		101887.6952
		158688.2933
PT	0+062.54	101868.6482
		158665.1155

Delta:	21	Type:	LEFT
Radius:	30.0000	DOC:	191
Length:	11.1479	Tangent:	5.6390
Mid-Ord:	0.5163	External:	0.5254
Chord:	11.0838	Course:	S 28-46-02 E
		Es:	0.5254

PI	0+111.61	101830.7419
		158696.2661

Length: 42.8265 Course: S 57-45-19 E
Delta: 18-20-34

Tangent Data

101868.6482 062.54+0
158665.1155

101843.2155 095.46+0
158686.0155

Length: 32.9185 Course: S 39-24-45 E

Circular Curve Data

PC	0+095.46	101843.2155
		158686.0155
CC		101906.7056
		158763.2748
PT	0+127.47	101822.1279
		158709.9213

Delta:	18	Type:	LEFT
Radius:	100.0000	DOC:	57
Length:	32.0141	Tangent:	16.1452
Mid-Ord:	1.2784	External:	1.2949
Chord:	31.8775	Course:	S 48-35-02 E
		Es:	1.2949

PI	0+154.16	101807.8924
		158732.4877

Tangent Data

101822.1279 127.47+0
158709.9213

101807.8924 154.16+0
158732.4877

Length: 26.6813 Course: S 57-45-19 E

Vertical Alignment Report

PVI Stations and Curves

Project: final *Company Design Project Prototype (Metric Units)*

Units: meter

Horizontal Alignment Information

Name: al2
Station Range: 0+000 to 0+154.16
Station Equations: None

Curve Calculation Options

Vertical Alignment: Center FG

PVI	Station	Elevation	Grade Out (%)	Curve Length
1	0+000	897.39	-2.5504	
2	0+115.56	894.44	0.1885	17.3290

Vertical Curve Information: (sag curve)

PVC Station:	0+106.90	Elevation:	894.66
PVI Station:	0+115.56	Elevation:	894.44
PVT Station:	0+124.22	Elevation:	894.46
Grade in (%):	-2.5504	Grade out (%):	0.1885
Change (%):	2.7389	K:	6.3271
Curve Length:	17.3290		
Low Point:	0+123.03	Elevation:	894.46
Headlight Distance:	84.2918		

3	0+152.24	894.51		

Vertical Alignment Report

PVI Stations and Curves

Project: final *Company Design Project Prototype (Metric Units)*

Units: meter

Horizontal Alignment Information

Name: all

Station Range: 0+000 to 0+670.98

Station Equations: None

Curve Calculation Options

Vertical Alignment: Center FG

PVI	Station	Elevation	Grade Out (%)	Curve Length
1	0+000	928.56	-2.9337	
2	0+054.92	926.95	0.7229	23.1358

Vertical Curve Information: (sag curve)

PVC Station:	0+043.35	Elevation:	927.29
PVI Station:	0+054.92	Elevation:	926.95
PVT Station:	0+066.49	Elevation:	927.03
Grade in (%):	-2.9337	Grade out (%):	0.7229
Change (%):	3.6566	K:	6.3271
Curve Length:	23.1358		
Low Point:	0+061.91	Elevation:	927.02
Headlight Distance:	53.5286		

3	0+195.99	927.97	-7.1024	62.1604

Vertical Curve Information: (crest curve)

PVI	Station	Elevation	Grade Out (%)	Curve Length
	PVC Station: 0+164.91		Elevation:	927.74
	PVI Station: 0+195.99		Elevation:	927.97
	PVT Station: 0+227.07		Elevation:	925.76
	Grade in (%): 0.7229		Grade out (%):	-7.1024
	Change (%): 7.8254		K:	7.9434
	Curve Length: 62.1604			
	High Point: 0+170.66		Elevation:	927.77
	Passing Distance: 228.6886		Stopping Distance:	116.0057
4	0+670.98	894.23		

3-2 حسابات المنحنى الراسي

المنحى الأول من al1 :

المنحنى عبارة عن منحنى قمة وسيتم إيجاد طول المنحنى حسب اقل مسافة للرؤية

- إيجاد اقل مسافة للرؤية حسب المعادلة التالية:

$$S.D = 0.28^* V^* T + V^2/[254^*(F+N)]$$

V= 50 km/h

p = 14.5013%

q = -8.1230%

T = 3 sec

F = 0.37

N = p – q

= 0.145013–(-0.08123) = 0.226244

$S.D = (0.28)(50)(3) + (50)^2/[254(0.37+0.226244)]$

= 93.8738m

- إيجاد طول المنحنى حسب اقل مسافة للتوقف :

- Let L >S.S.D

$$L = N^* S.D^2 / [(2H)^{0.5} + (2h)^{0.5}]^2$$

Where:

H: ارتفاع عين السائق فوق سطح الطريق وهي من(1.10 -1.22) متر

h: ارتفاع الجسم المرئي عن الطريق وهو من(0.1 -0.15) متر

$L = (0.226244)^*(58.507)^2 / [(2^*1.20)^{0.5} + (2^* 0.1)^{0.5}]^2$

= 150.00m >S. S.D

. L<S.S.D

Length of curve = 150.00m

Reduce Level of A = 952.66m

Chainage of A = 0+007.30m

* L = 2l= 150

l= 150/2 = 75 m

* RL of A = 952.66m

$$* \text{RL of P} = \text{RL of A} + \left(\frac{l * P}{100}\right)$$

$$= 952.66 + \left(\frac{75 * 14.5013}{100}\right)$$

$$= 963.535 \text{ m}$$

$$* \text{RL of B} = \text{RL of P} - \left(\frac{l * q}{100}\right)$$

$$= 952.66 - \left(\frac{75 * 8.123}{100}\right)$$

$$= 957.44 \text{ m}$$

$$* \text{RL f C} = ((\text{RL of A} + \text{RL of B})/2)$$

$$= ((952.66 + 957.44)/2)$$

$$= 955.05 \text{ m}$$

$$* \text{CP} = \text{RL of P} - \text{RL of C}$$

$$= 0.08485$$

$$* e = CP/2 \quad = 0.08485/2$$

$e = 0.04242$ m OR

$$e = \left(\frac{P+q}{400}\right) * l = \left(\frac{0.145013 + 0.08123}{400}\right) * 75$$

$$= 0.04242 \text{ m}$$

لنفرض أن طول الوتر الجزئي x=15m

x= 15 , 30 , 45 , 60 , 75 . ==== 5 Unit ===== L=5 unit

$$* y = e\left(\frac{x}{l}\right)^2$$

$$y = 0.00169\, x^2$$

1- At Ch = 0+007.3

x unit = 0

y offset = 0

RL on Tangent = 952.66m

RL on Curve = 952.66m

2- At Ch = (0+007.43+15) = 0+ 022.43

x unit = 1

y offset = $0.167\ x^2$ =0 .00167 * 15^2 = 0.382 m

RL on Tangent = RL of A + (p%)*(x)

= 952.66 + (14.5013 %)*(15)

= 954.835 m

RL on Curve = RL on Tangent – y

= 954.835 -0.382

= 954.453 m

و نكمل بنفس الطريقة لباقي الأوتار المتبقية على هذا المماس، و الجدول التالي يبين الحسابات التي تمت :

جدول رقم(5-7) مختصر حسابات المنحنى الأول (منحنى قمة)

Chainage (m)	x unit	y offset (m)	RL on Tangent (m)	RL on Curve (m)
0+007.3	0	0.000	952.66	952.66
0+022.3	1	0.382	954.835	954.453
0+037.3	2	0.764	957.01	956.246
0+052.3	3	1.528	959.185	957.657
0+067.3	4	3.056	961.361	958.305
0+082.3	5	6.112	963.535	957.423

0+097.3	4	3.056	966.14	963.084
0+112.3	3	1.528	963.96	962.432
0+127.3	2	0.764	961.79	961.026
0+142.3	1	0.382	959.615	959.233
0+157.3	0	0	957.44	957.44

إيجاد منسوب و موقع أعلى نقطة على المنحنى

$$x= \left(\frac{p*L}{p+q}\right) \quad \left(\frac{0.145013*150}{0.145013+0.08123}\right)$$

$$X = 96.144$$

إذن، موقع أعلى نقطة من المنحنى الرأسي يبعد 96.144m عن نقطة التماس الأولى A و تبعد عن نقطة التماس الثانية بمقدار

$$x= 150-96.144= 56 \text{ m.}$$

الصعوبات المتوقعة خلال تنفيذ المشروع والحلول المقترحة لحلها:

الصعوبات المتوقعة:

1- صعوبة في الحصول على دراسات سابقة عن الطريق.
2- عدم التمكن من الصعود على أسطح المنازل الموجودة على جوانب الطريق.
3- الظروف الجوية التي كانت تسود في بعض الأحيان.

الحلول:

1- زيادة عدد نقاط المضلع بسبب عدم القدرة من الصعود على أسطح المنازل.
2- توفير عدد اكبر من الأجهزة في الجامعة.

رقم البند	البند	وصف البند	الوحدة	الكمية	سعر الوحدة		السعر الاجمالي	
					اغورة	شيقل	اغورة	شيقل
1	اعمال الحفر	حفر في جميع انواع التربةالصخرهيه او الترابيه حسب المناسيب المطلوبه في المخططات ، السعر يشمل الحفر بالاضافه الى ازالة الطمم الى خارج الموقع	$م^3$	1218	—	25	—	30450
2	اعمال الردم	اعمال طمم اسفل البيسكورس حسب المناسيب المطلوبه من مواد مختارة حسب المواصفات الفلسطينيه و يتم عمل الطمم على طبقة 20 سم و رش ها و دمكها حتى تصل الى كثافة 98%	$م^3$	2485	—	35	—	86975
3	أعمال البمكورس	توريد و فرد و دحل طبقة بيسكورس بسمك 25 سم	$م^2$	6000	—	10	—	60000
4	الارصفه و الجزر	تورد و تركيب جبه 30/15 سم و صب 10 سم باطون بالاسفل و دهانها	م. ط	3500	—	65	—	227500
5	بلاط إسمنتي للارصفه	توريد و تركيب بلاط 20/10 سم *6 سم للارصفه و الجزر و السعر يشمل فرد البيسكورس و دحله و فرد رمل و دحل البلاط	$م^2$	2700	—	75	—	202500
6	رش mco (زفته سائله)	توريد و رش مادة mco (زفته سائله) 2ك/ $م^2$	$م^2$	6205	—	5	—	31025
7	الإسفلت	توريد و فرد و دحل اسفلت بسمك 4/3 انش . بسماكة 6 سم بعد الدحل	$م^2$	6205	—	35	—	217175
	المجموع							855625

المراجـــع:

1-روحي الشريف، البسيط في تصميم وإنشاء الطرق، الجزء الأول، عمان، الأردن، 1981.

2- محمود توفيق سالم، هندسة الطرق 1، منشورات الراتب للأبحاث والدراسات الجامعية، بيروت، لبنان، 1984.

3- يوسف صيام، عبدا لله القرني ، سعد القاضي ، تغطية مساحية للطرق، دار مجدلاوي للنشر ، عمان ، الأردن ، 1999.

4- نبيل الجولاني، جامعة بوليتكنك فلسطين، دوسية هندسة طرق،

5-http://www.momra.gov.sa/specs/internal.asp

6- فيضي شبانه، جامعة بوليتكنك فلسطين، دوسية هندسة مساحة 2.

7 - AASHTO