بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة

مشروع تخرج بعنوان

تصميم شارع المقفة

مقدم إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة
للوفاء بجزء من متطلبات الحصول على
درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص هندسة المساحة والجيوماتكس

فريق العمل

جلال يوسف بدرساوي

مازن عبد الكريم أبو خوصة

محمد ياسر ربعي

إشراف

م. فيضي شبانة.

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل – فلسطين

2018 م

بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة

مشروع تخرج بعنوان

تصميم شارع المقفة

مقدم إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة
للوفاء بجزء من متطلبات الحصول على
درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص هندسة المساحة والجيوماتكس

فريق العمل

جلال يوسف بدرساوي

مازن عبد الكريم أبو خوصة

محمد ياسر ربعي

إشراف

م. فيضي شبانة.

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل – فلسطين

2018 م

بسم الله الرحمن الرحيم

مشروع تخرج بعنوان
تصميم شارع المقفة

فريق العمل

جلال يوسف بدرساوي مازن عبد الكريم أبو خوصة محمد ياسر ربعي

المشرف:
م. فيضي شبانة.

بناء على توجيهات الأستاذ المشرف وبموافقة جميع أعضاء اللجنة الممتحنة تم تقديم المشروع هذا الى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة للوفاء الجزئي بمتطلبات الحصول على درجة البكالوريوس.

توقيع مشرف المشروع توقيع رئيس الدائرة

....

جامعة بوليتكنك فلسطين
الخليل – فلسطين
2018 م

الإهداء

إلى اشرف من خلق في الوجود سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم

إلى عروس عروبتنا و عاصمتنا الأبدية القدس الشريف

إلى الأكرم منا جميعا إلى شهدائنا الأبرار

إلى الأسرى القابعين خلف الأسوار

إلى الأمهات و الآباء الذين جعلوا أنفسهم لنا جسورا لنمشي على شوك الحياة

إلى كل من قدم لنا نصيحة أو عبارة من العلم منها نلهم

إلى كل طالب للعلم

إلى هؤلاء نقدم هذا العمل المتواضع الذي بحمد الله متمم

الشكر والتقدير

الى كل من كان لنا ناصحاً

إلى الأستاذ الفاضل بكرمه و عطاءه ومعرفته

إلى الأستاذ فيضي شبانه

إلى بلدية دورا

إلى كل من قدم لنا المساعدة العلمية أو سهل العمل من أجل اتمام هذا العمل المتواضع

إلى الجامعة التي أعطتنا الفرصة بأن نكون من روادها

إلى كل هؤلاء نقدم الشكر والتقدير

عنوان المشروع

تصميم شارع المقفة

مجموعة العمل :
جلال يوسف بدرساوي مازن عبد الكريم أبو خوصة
محمد ياسر ربعي

المشرف:
م.فيضي شبانة.

الملخص

يهدف المشروع إلى تصميم الشارع المقترح الذي يربط مدينة دورا و منطقة الطبقة بقرى دورا الغربية وتكمن أهمية إعداد المشروع لهذا الشارع باعتباره بديلا عن شارع خرسا الذي يربط المدينة بقراها الغربية في الوقت الحالي وذلك بسبب وضع جيش الاحتلال الإسرائيلي لبرج مراقبة عسكري على الشارع ليشكل عائقا كبيراً أمام حركة المواطنين بشكل عام و أصبح يشكل خطراً على حياة مستخدمي الطريق وعلاوة على ذلك فان الشارع يساهم في تقليل زمن التنقل بين المناطق المذكور باعتباره طريق مختصر.

تصميم المشروع اشتمل على تنفيذ أعمال المساحة اللازمة لتصميم مسار الطريق من رفع مساحي للمسار وعمل المضلع وربطه بالاحداثيات القطرية الفلسطينية وتصحيحه، وتحديد الحجم المروري في المنطقة، وكذلك متطلبات تصميم الطرق وتصريف مياه الامطار والأمان لمستخدمي الطريق.

Abstract

Project name
Design al makafa street

Prepared by :
Jalal Badrasawi , Mazen Abu khousa , Mohammed Rabai

Supervisor:
Eng.Faydi Shabaneh.

Abstract:
The main purpose of our project is designing the planned road, which connects Dura city and al "Tabaqa" village with the western villages of Dura city. The importance of the project lies in finding an alternative road to "Khorsa" street, which connects the city with the western villages these days because the Israeli occupation forces deployed a military tower on which is an obstacle to the movement of citizens. The tower also poses a thread on people lives. Additionally, the planned road saves the travelling time since it is a shortcut.

Implementing this project included doing needed survey techniques to layoutthe path of this vital street like: drawing traverse and connecting it to the Palestinian coordinate system and doing corrections on it, observing points and coordinates and scaling traffic volume of that street.

الفهرس

الإهداء I
الشكر والتقدير II
عنوان المشروع III
Abstract V
المـقـدمـــة 2
1.1 نظـرة عامــة:- 2
1.2 نبذة تاريخية عن مدينة دورا:- 3
1.2.1 التسمية والنشأة : 3
1.2.2 الخصائص الجغرافية للمدينة : 4
1.4 منطقة المشروع: - 9
1.5هيكلية المشروع: - 11
1.6 أهداف وأهمية المشروع:- 11
1.7 طريقة البحث:- 11
1.8 العوائق والصعوبات: - 12
1.9 الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة:- 12
1.10الجدول الزمني:- 12
الأعمــال المساحيــة 15
2.1 مقدمة :. 15
2.2 دراسة المخططات : 15
2.3 الأعمال الاستطلاعية (ReconnaissanceStudies): 16
2.4 مرحلة الدراسة المساحية الأولية (Preliminary Survey): 17
2.5 مرحلة المسح التثبيتي (urveyLocation s) : 17
2.6 مرحلة المسح الإنشائي : 18
2.7 الأعمال المساحية النهائية : 18
نقاط الربط (control points) 22
3.1 المقدمة :- 22
3.2نظام التوقيع الكوني (GNSS) 22
3.2.1مقدمة : 22
3.2.2 نظام التموضع العالمي الأمريكي (GPS) : 24

3.2.2.1 مكونات النظام: 24
3.2.2.2 مبدأ العمل : 24
3.3طرق الرصد: 26
3.4القراءات :- 28
التصميم الهندسي للطريق 31
4.1 مقدمة :- 31
4.2 أسس التصميم الهندسي للطريق :- 31
4.2.1 حجم المرور :- 31
4.2.2 تركيب المرور :- 31
4.2.3 السرعة التصميمية :- 32
4.2.4 قطاع الطريق :- 32
4.2.5 عرض المسارب و الطريق :- 33
4.2.6 الميول العرضية : 34
4.2.7 الميول الطولية : 34
4.2.8 أكتاف الطريق :- 34
4.2.9 الجزر الفاصلة :- 36
4.3 التخطيط الأفقي والرأسي للطريق :- 36
4.3.1 المنحنيات الأفقية :- 36
4.3.1.1 المنحنيات الدائرية البسيطة (Simple Circular Curves) :- 36
4.3.1.2 المنحنيات الانتقالية (Transition Curves) :- 39
4.3.1.3 القوة الطاردة المركزية :- 39
4.3.1.4 زيادة اتساع الرصف عند المنحنيات (التوسعة على المنحنيات) :- 42
4.1.3.5 الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق (التعلية) :- 43
4.3.2 التخطيط الرأسي للطريق :- 45
4.3.2.1 أنواع المنحنيات الرأسية :- 45
4.3.2.2 عناصر المنحنى الرأسي :- 46
4.4 تصريف مياه الأمطار والمياه السطحية عن الطريق :- 50
4.4.1 أهمية تصريف المياه :- 50
التقاطعات 52
5-1 المقدمة: 52
5-2اعتبارات التصميم وأهدافه: 52
5-3أنواع التقاطعات: 53
5-3-1 تقاطعات ذات ثلاثة أرجل (Intersection-T) 53
5-3-2 تقاطعات ذات الاربعة أرجل: 55
5-3-3 تقاطعات متعددت الأرجل: 56

5-3-4 تقاطع الدوار. 56
5-3-5 التقاطعات ذات القنوات: 56
5-4أنواع طرق الالتفاف لتغيير المسار: 57
التصميم الانشائي للطريق 62
6-1 مقدمة: 62
6-2 الرصفة المرنة)(Flexible Pavement : 62
6-2-1 المبدأ الذي يرتكز عليه تصميم الرصفة المرنة: 63
6-3 تجارب التربة: 64
6-3-1 تجربة الكثافة العظمى: 64
6-3-2 تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا(CBRCalifornia Bearing Ratio T) (est): 66
6-4 تصميم الرصفة المرنة حسب نظام (AASHTO) : 68
تصريف المياه السطحية في الطريق 76
7-1 مقدمة: 76
7-2 أهمية صرف المياه عن سطح الطريق: 76
7-3 متطلبات صرف المياه من الطريق: 76
7-4 طرق التصميم: 77
7-5 تحديد كميات المياه السطحية: 78
7-6 مراحل تصميم أنبوب صرف مياه الأمطار: 81
إشارات المرور 84
8-1 مقدمة: 84
8-2 أهداف الاشارات المرورية: 84
8-3 أنواع علامات المرور : 84
8-4 أنواع اشارات المرور: 85
النتائج والتوصيات 103
10-1مقدمة: 103
10-2 النتائج: 103
10-3 التوصيات 104
ملحق رقم (1) 105

الفصل الأول

1

المقدمة

1.1 نظـرة عامــة.

1.2 نبذة تاريخية عن مدينة دورا.

1.2.1 التسمية والنشأة .

1.2.2 الخصائص الجغرافية للمدينة .

1.3 فكرة المشروع .

1.4 منطقة المشروع .

1.5هيكلية المشروع .

1.6 أهداف وأهمية المشروع .

1.7 طريقة البحث .

1.8 العوائق والصعوبات .

1.9 الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة.

1.10الجدول الزمني .

المـقـدمـــة

1.1 نظـرة عامــة:-

لا يعرف تاريخ محدد لبداية استخدام الطرق، ولكن مع توطن البشر واستئناسهم للحيوانات قبل نحو 9000 عام كانت المسارات التي سلكها الناس بحيواناتهم هيأ ولطرق سيرعرفتها البشرية، ويعود تاريخ الطرق الحديثة إلى اليوم الذي اخترع فيه الانسان العجلة في حوالي 5000 ق.م، ومع بداية القرن التاسع عشر الميلادي أنشأت آلاف الكيلومترات من الطرق الجيدة التي أخذت في اعتبارها تصريف المياه والتأسيس على أرضية صلبة.

واليوم تمثل الطرق العمود الفقري للبلاد الذي تتمحور حوله وحدة البلاد ونموها وتطورها، ولاشك بأن وجود شبكة متطورة من الطرق في الدولة يمكّنها من تحقيق أهدافها وسياساتها الأمنية والاستراتيجية والعسكرية والاقتصادية والثقافية والاجتماعية والسياسية.

يعالج علم الطرق موضوع مسح المنطقة المراد إنشاء الطريق فيها، ودراسة المنطقة طبوغرافيا وجيولوجيا، و إعداد التصاميم ودراسة المواد وخواصها سواء أكانت هذه الطرق تصل بين المدن أو بين الأقطار المجاورة، سواء أكانت تصل بين المدن والقرى أو بين القرى نفسها، أو كانت توصل إلى المناطق السياحية والزراعية وغيرها للوصول إلى 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 وعرض المسارب والانحدارات.

وحتى نتمكن من تحديد السرعة التصميمية والانحدار الحاكم بعد موازنة بعض العوامل مثل أهمية الطريق وتقدير حجم وخصائص المرور والتضاريس والتكلفة الممكنة ، لذا لا بد في البداية من تصنيف الطرق من حيث كونها طرقاً رئيسية أو فرعية أو محلية، وتعتبر السرعة التصميمية والانحدار الحاكم هما المحددات الأساسية لوضع الحدود الدنيا القياسية لكل من التخطيط الرأسي والأفقي للطريق وبعد ذلك يستطيع المصمم أن يستخدمها للتوصل إلى مسقط أفقي وقطاع طولي للطريق. ثم تأتي مرحلة تفاصيل الأبعاد الهندسية للتقاطعات ذات المستوى الواحد أو المستويات المتعددة ولطرق الخدمة ولغيرها من التفاصيل .

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. ويمكن الوصول إلى طريق لا يسبب حوادث ويحقق الانسياب السلس بجعل جميع عناصر الطريق تتماشى و توقعات السائقين بتجنب التغيرات المفاجئة في مواصفات التصميم.[1]

1.2 نبذة تاريخية عن مدينة دورا:-

1.2.1 التسمية والنشأة :

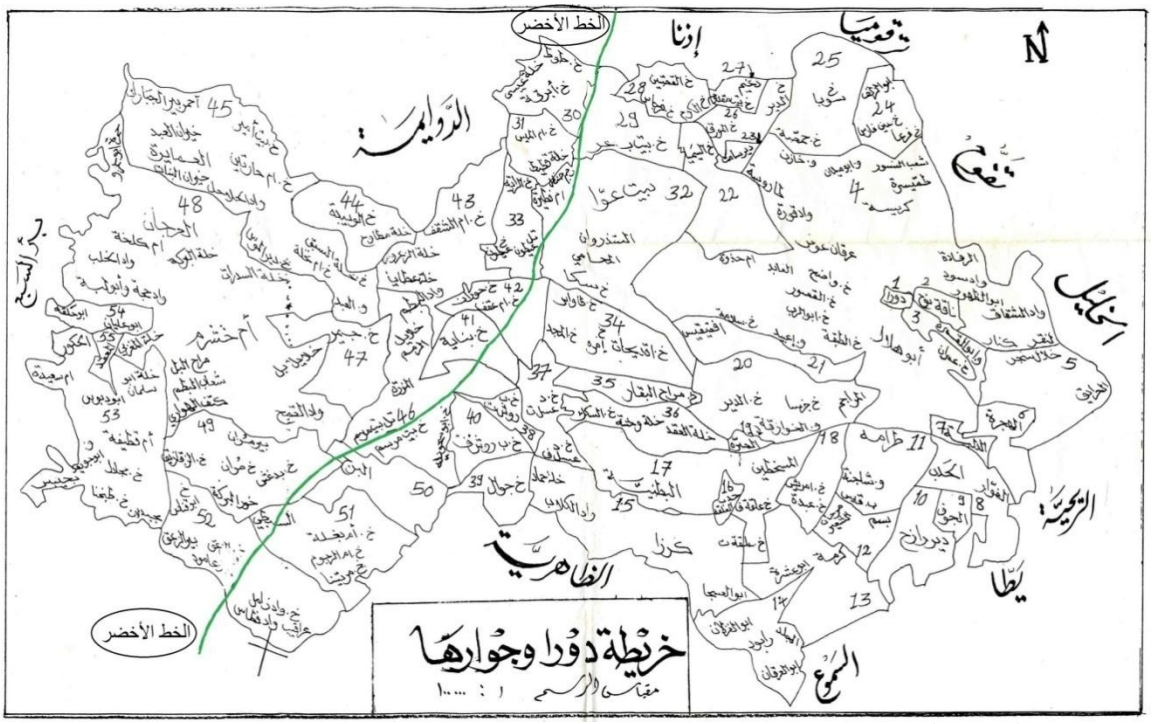
اسم دورا مأخوذ من "دور" وهو اسم كنعاني بمعنى مسكن والاسم القديم لها هو "أدورايم "(Adoraim) "وفي العهد الروماني ذكرت باسم (Adora) وقد اشتهرت منذ القدم بكرومها وعنبها الذي عرف بـ(الدوري) .

جذور مدينة دورا عميقة في التاريخ حيث أقام فيها الكنعانيون قبل حوالي (5000) عام فدلت الحفريات في تل بيت مرسم على الحضارة والديانة الكنعانية حيث وجدت لوحات فخارية تدل على ذلك، وفي عام 586 ق.م دمر "نبوخذ نصر الكلداني" بيت مرسم بعد أن قام بتدمير مدينة القدس، احتل الفرس دورا وأجزاء من فلسطين عام (332 ق.م)، أما في العهد الروماني 63 ق.م -636 فقد تم تقسيم البلاد إلى خمس مقاطعات وجعلت دورا عاصمة منطقة "أدوميا"[2]

تعد مدينة دورا مركزاً للقرى والبلدات التابعة لها حيث بلغت مساحة هذه المدينة وقراها قبل عام 1948 م نحو (240704) دونم، وتبلغ الان حوالي (145.000) دونم ويلحق بها نحو مائة بلدة وقرية وخربة أكبرها بيت عوا، ودير سامت، وخرسا، والبرج.

بناءً على إحصاءات السلطة الوطنية الفلسطينية،يبلغ عدد السكان المتوقع حاليا لمدينة دورا وقراها حوالي (106.000) نسمة، بينما يبلغ تعداد سكان المدينة داخل حدود البلدية حوالي(38.000) نسمة. [3]

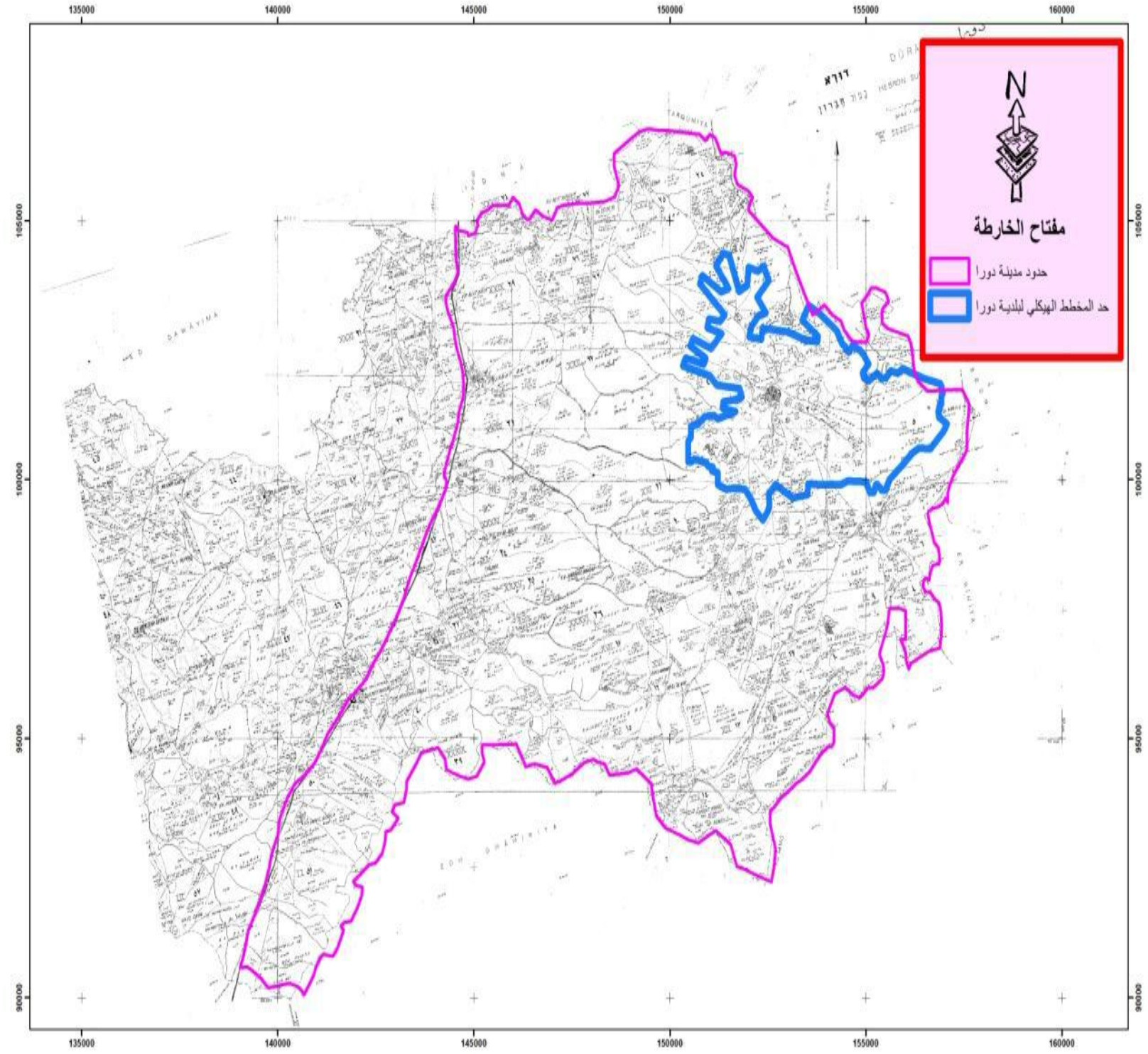
[1] البسيط في تصميم وإنشاء الطرق
[2] مدينة دورا معالم وتاريخ
[3] مدينة دورا معالم وتاريخ



الشكل (1.1) : خريطة دورا وجوارها

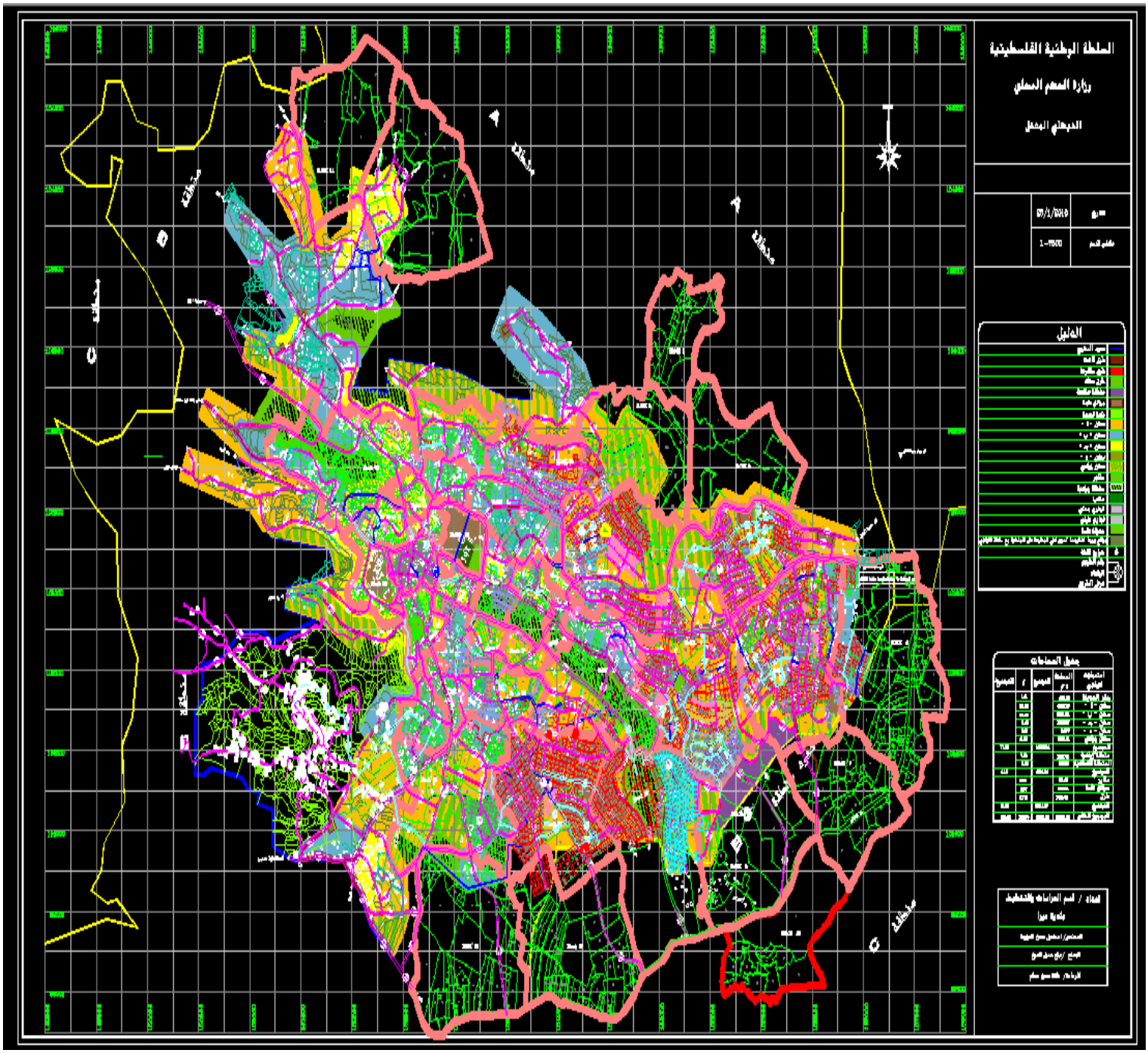
1.2.2 الخصائص الجغرافية للمدينة :

تقع مدينة دورا إلى الجنوب الغربي من مدينة الخليل على بعد (9) كم بين خطي طول (35.5 °– 31.55°) شرقي غرينتش وبين دائرتي عرض(31.31° -31.26°) شمال خط الاستواء وترتفع مدينة دورا حوالي 898م عن سطح البحر .

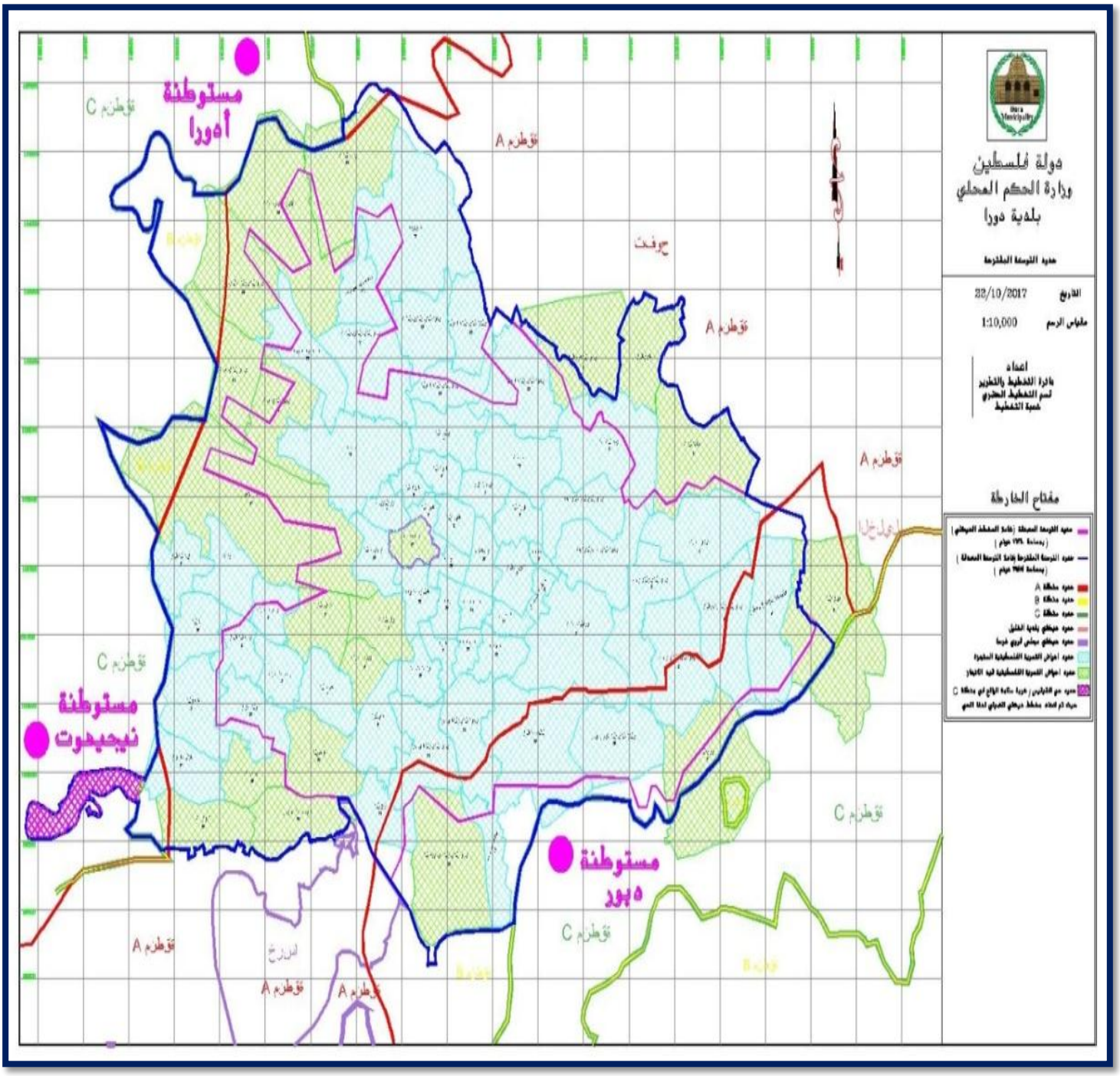


الشكل (1.2) : الخريطة المناخية لدورا وجوارها

يتأثر مناخ دورا بمناخ فلسطين الذي يكون جاف وحار صيفاً ومعتدل وماطر شتاءً، ومناخ دورا رغم صغرها يتباين تبعاًللتضاريس والمسطحات المائية المجاورة والبعد عن الصحراء، والرياح التي تهب على دورا هي الرياح الجنوبية الغربية التي تجلبالمطر إضافة إلى الرياح الشرقية التي تكون بادرة وجافة شتاءً، أما فيما يتعلق بالأمطار فإن معدلات لتساقط متفاوتة تبعاً لتضاريسالمنطقة الجغرافية والتي تعتبر جزء من محافظة الخليل حيث أن أمطارظهر الهضبة في دورا تتراوح ما بين (400-600 ملم) سنوياً، أما منحدرات الجنوبفتتراوح ما بين 300-400 ملم سنوياً والشمال أمطاره بين 300-400 ملم، والمنطقة الجنوبية من التلال 250-300 ملم سنوياً، أما المنطقة المحاذية لشمالي النقب فتتراوح بين 150-250 ملم سنوياً.



الشكل (1.3) : المخطط الهيكلي المصدق لمدينة دورا عام 2003 م بمساحة بلغت (15251) دونم



الشكل (1.4) : مخطط التوسعة المقترح لمدينة دورا عام 2017 م بمساحة تبلغ (29474) دونم

1.3 فكرة المشروع:-

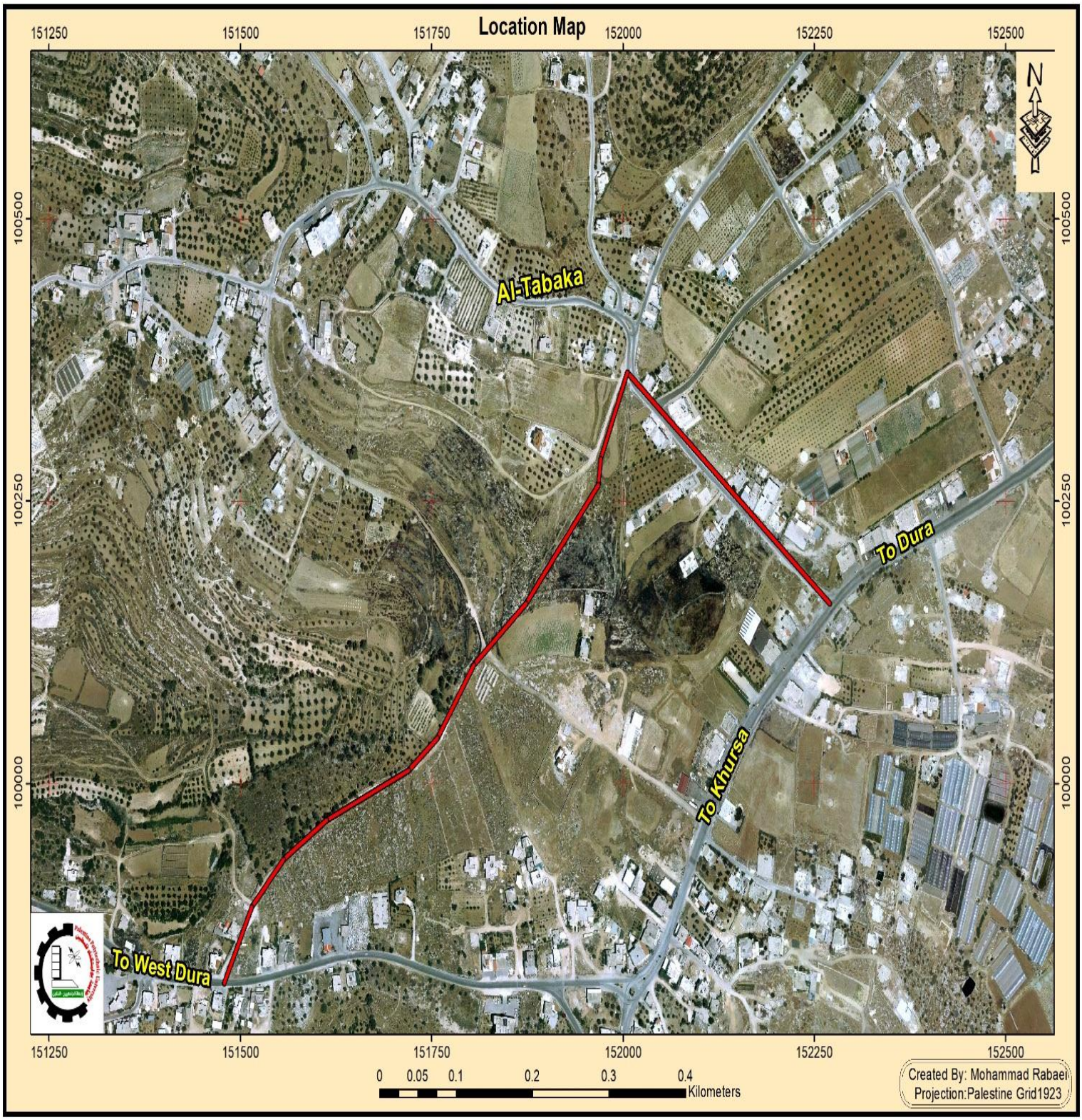
تشتمل فكرة المشروع على دراسة و تصميم طريق (المقفة) الذي يعد الرابط بين مدينة دورا و القرى الغربية للمدينة ويعد أيضا مساراً شريانيا حيويا في حال تم إغلاق المدخل الجنوبي للمدينة ، حيث يستطيع المواطن الفلسطيني دخول المدينة من خلال هذا الطريق والابتعاد عن البرج العسكري المقام على مدخل المدينة الجنوبي و يقدر طول الشارع ب حوالي (1100) متر طولي .

نهدف من وراء هذا العمل الى وضع تصميم نموذجي لهذا الطريق، بالإضافة إلى الاهتمام بجميع عناصر الطريق من حيث التخطيط الأفقي، والتخطيط الرأسي، و يشمل الرفع الجانبي للطريق الذي يعرف باسم (Super elevation)، وكذلك عمل الميول الجانبية والأفنية الجانبية لتصريف مياه الأمطار في فصل الشتاء، ومن ثم تصميم القطاعات العرضية وتحديد عرض الرصف والأكتاف وأرصفة المشاة والجزر الوسطية والإنارة ونظام تصريف المياه المصمم حسب طبوغرافية المكان وتصميم الجدران الاستنادية في حال الحاجة لها.

وبشكل عام فإننا نهدف من خلال هذا المشروع الى الوصول إلى طريق حيوي يخدم المنطقة وآمن لا يسبب الحوادث، ويحقق الانسياب السلس بجعل جميع عناصر الطريق تتماشى مع توقعات السائقين بتجنب التغيرات المفاجئة في مواصفات التصميم، ويحقق الراحة للسائقين والمسافرين وكذلك يعطي قيمة جمالية وحضارية للمنطقة.

1.4 منطقة المشروع: -

يقع هذا الطريق إلى الجنوب من مدينة دورا، تحديدا في المنطقة الواقعة ما بين منطقة الطبقة ومنطقه خرسا حيث يبلغ طول الطريق حوالي (1100) م وعرضه 12م.



الشكل (1.5) : صورة جوية تظهر موقع المشروع

1.5هيكلية المشروع: -

تم تقسيم البحث ليشتمل على عدة فصول كالتالي:

- الفصل الأول: يحتوي على المقدمة التي توضح موضوع البحث، الأهمية، الأهداف، طريقة البحث، هيكلية البحث، العوائق والصعوبات، الأجهزة المستخدمة، والجدول الزمني للمشروع.
- الفصل الثاني: الأعمال المساحية.
- الفصل الثالث:المضلع الرابط للطريق
- الفصل الرابع: التصميم الهندسي للطريق.
- الفصل الخامس: التقاطعات المرورية.
- الفصل السادس: التصميم الإنشائي للطريق.
- الفصل السابع: تصريف مياه عن الطريق.
- الفصل الثامن: الإشارات المرورية.
- الفصل التاسع: حسابات الكميات.
- الفصل العاشر: النتائج والتوصيات.

1.6 أهداف وأهمية المشروع:-

1- الابتعاد عن الشارع الرئيس الذي أقيم عليه برج عسكري.
2- تقليل حجم المرور على الشارع الرئيس.
3- اختزال مسافة الوصول إلى المناطق التي يخدمها الشارع.
4- خدمة المنطقة التي يمر فيها الشارع وذلك لجعل المنطقة أكثر حيوية وتطوراً.

1.7 طريقة البحث:-

- القيام بتحديد موضوع البحث (تصميم شارع المقفة) والاستفسار عن الموضوع من المشرف والجهات المختصة مثل بلدية دورا وقد تم الحصول على كتاب رسمي من البلدية يؤشر على أهمية هذا الشارع.
- تحديد منطقة العمل ومن ثم القيام بزيارة استطلاعية للموقع وأخذ فكره كاملة عن طبيعة المشروع والمشاكل المتعلقة به والتفاصيل الهامة للتصميم والتنفيذ من أجل الحصول على أفضل وأدق النتائج.
- البدء بالبحث في المكتبة عن المراجع والمصادر التي يمكن الاستفادة منها في هذا المشروع.
- القيام بتنفيذ العمل الميداني مبتدئين بعمل المضلع الرابط (Traverse link) للطريق وتصحيحه من الأخطاء باستخدام طريقة أقل المربعات (Adjustment by Least Squares) وذلك من أجل الحصول على أعلى دقة في العمل المساحي.

- المتابعة مع دائرة التخطيط والتطوير ودائرة الهندسة في بلدية دورا من اجل التعرف على القوانين المتبعة قي التخطيط والتصميم من حيث السرعة القصوى للمرور وعرض الحارة والارتدادات والأرصفة وغيرها من عناصر التصميم للطريق.
- البدء بكتابة مقدمة المشروع مع مراعاة الأصول والشروط الواجب توفرها في المقدمة ومراجعة المشرف والأخذ بنصيحته ورأيه.
- بعد الانتهاء من المقدمةوانتهاء الفصل الدراسي الأول يتم الاستمرار في عملية التصميم والبدء بكتابة مشروع التخرج حسب الأنظمة والتعليمات المتبعة لمشاريع التخرج في كلية الهندسة.

1.8 العوائق والصعوبات: -

- وقوع المنطقة بالقرب من الشارع الموصل إلى مستوطنة نيجيهوت.
- جزء من الطريق مقترح وغير مفتوح.
- الطريقغيرمفتوحبكاملعرضهالتصميمي.
- إعاقة بعض المواطنين لسير الاعمال الميدانية.

1.9 الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة:-

1. جهاز (GPS من نوع Spectra SP60) .
2. برنامج (Arc GIS)
3. برنامج (Civil 3D)

1.10الجدول الزمني:-

الأسبوع / النشاط	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
اختيار المشروع و جمع المعلومات																
المساحة الاستطلاعية																
العمل الميداني																

العمل المكتبي															
الرسم باستخدام الكمبيوتر															
تجهيز التقرير الأولي لمقدمة المشروع															
تجهيز التقرير النهائي لمقدمة المشروع															

جدول (1.1) : الجدول الزمني للفصل الأول.

الأسبوع / النشاط	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
جمع المعلومات																
العمل الميداني ورفع الطريق																
العمل المكتبي والرسم باستخدام الكمبيوتر																
الحسابات اللازمة للطريق																
تجهيز التقرير الأولي للمشروع																
تجهيز التقرير النهائي للمشروع																

جدول (1.2) :الجدول الزمني للفصل الثاني.

الفصل الثاني

2

الأعمال المساحية

2.1 مقدمة.

2.2دراسة المخططات.

2.3 الأعمالالاستطلاعية.(Reconnaissance Studies)

2.4 مرحلة الدراسة المساحية الأولية (.Preliminary Survey)

2.5 مرحلة المسح التثبيتي (Location survey).

2.6 مرحلة المسح الإنشائي.

2.7 الأعمال المساحية النهائية.

الأعمــال المساحيـــة

2.1 مقدمة :.

بعد أن يتقرر فتح طريق بين مدينتين أو يتقرر تحســين طريق موجودة, تجرى دراســة لمعرفة حجم الســير 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 .

وبعد ذلك لا بد من القيام أعمال مســاحية متعددة ومتنوعة تتألف من اقتراح خطوط على المخططات الطبوغرافية (خطوط الكنتور) أو الصــور الجوية ودراســة للمنطقة على الواقع وعمل مســح على الأرض وتعديل مخططات ســابقة إذا لزم الأمر ومن ثم تثبيت محور الطريق النهائي على الأرض وعمل مسح مناسيب طولية وعرضية وعمل التصميم الراسي والعرضي للطريق ومن ثم القيام بالمسح الإنشائي حتى يكتمل تصميم الطريق أفقيا وراسيا.

وتتلخص الأعمال المساحية التي يتطلبها شق الطرق على المراحل الرئيسية التالية:

- دراسة المخططات.
- أعمال استطلاعية (استكشافية)Reconnaissance .
- أعمال مساحية أولية.Preliminary survey
- المسح التثبيتي Location survey.
- المسح الإنشائي Construction survey.

2.2 دراسة المخططات :.

يجب دراسة المخططات أولا عند تصميم أي طريق ,حيث من الممكن الحصول على هذه المخططات من البلديات أو المؤسسات , وقد تم الحصول على المخططات الخاصة بالمشروع من بلدية دورا .

2.3 الأعمال الاستطلاعية (ReconnaissanceStudies):

الغاية منه تحديد مسار أو أكثر يحقق غايات وأهداف الطريق ويتم هذا بالقيام بجولات استطلاعية من قبل أعضاء الفريق المساحي باستخدام المركبات المناسبة حسب أهمية الطريق وطبوغرافية المنطقة، بالإضافة إلى السير على الأقدام ومن المساعد والمهم جدا اصطحاب الخرائط المتوفرة للمنطقة الذي من شأنه أن يعين في البحث على الطبيعة عن الأماكن المناسبة لإمرار الطريق منها والمفاضلة بين خيار وأخر.

هنالك أمور عديدة يجب أخذها بعين الاعتبار في هذه المرحلة منها الأهمية الاقتصادية للطريق، الخدمات التي يقدمها الطريق أو يساهم في تطويرها، ميول الأرض التي سيمر منها 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 المشابهة 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 منها، وإذا لم تتوفر المخططات أو الصور الجوية فانه يتم اقتراح المسارات أثناء عملية الاستكشاف والسير المباشر في المنطقة مع الاستعانة بالطرق الموجودة أو مسارب المشاة.

يراعى عند اقتراح المسارات ما يلي:

1- تأثير المسارات على المجتمع اجتماعياواقتصاديا وبيئيا.
2- تخفيض تكاليف الإنشاء بقدر الإمكان عن طريق جعل طول المسار أقصر ما يمكن وأأمن ما يمكن.
3- أن تسير المسارات على المناطق السهلية وتنساب مع خطوط الكنتور ويجب تجنب آبار المياه والأنهار وقدر الإمكان تجنب تقطيع الأشجار وهدم البيوت وإتلاف المناطق السياحية مع تقليل الانحدار قدر الإمكان.
4- تأثير الطريق على الشوارع الأخرى , أي مدى ارتباط الطريق الجديدة بالطرق الموجودة فعليا.
5- مراعاة التقاطعات مع الطرق الأخرى يفضل دائما تقليل عدد التقاطعات ما أمكن ذلك على طول المسار.
6- مراعاة النواحي الجمالية والرؤية ونواحي الأمان.
7- الصيانة المستقبلية للطريق بحيث لا تحتاج إلى تكاليف عالية الصيانة.
8- النواحي الجيولوجية ونوعية التربة حيث يجب تجنب المناطق السيئة ومراعاة الاستفادة من الجيد منها لاستخدامه للردم أو للرصف ويجب تجنب مناطق الانزلاق.
9- الاهتمام الرسمي والاتصال بالبلديات والمؤسسات ذات العلاقة والتنسيق معها.

هذا وقد تم زيارة الموقع وعمل مسح استطلاعي للمنطقة للتعرف على طبيعة المنطقة وجيولوجيتها, كما تم التعرف على الانحدارات في الشارع, وأماكن تجمع المياه وذلك لمعرفة ألاماكن التي تحتاج إلى عبارات في حال لزم الامر .

2.4 مرحلة الدراسة المساحية الأولية (Preliminary Survey):

في بداية هذه المرحلة يقوم الفريق المساحي بعمل مضلع يكشف قدر الإمكان كل نقاط الطريق المقترح حيث أن الهدف من وراء عمل مضلع يكشف نقاط الطريق هو تعيين إحداثيات وبالتالي مواقع نقاط جديدة انطلاقا من واستنادا إلى شبكة نقاط قديمة معلومة الإحداثيات بدقه كشبكة المثلثات أو المسح المثلثي أو نقاط ال GPS, 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.

وتم تنفيذ الأعمال التالية:

1. عمل مضلع (link traverse) للطريق،يبدأ برصد نقاط عن طريق الGNSS على نقاط تغير مسار المضلع وتربيطها وتوثيقها بالصور

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

3. اخذ مقاطع عرضية عند كل 20 متر من الطريق لاختيار انسب المناسيب والميول لأغراض التصميم والتنفيذ على يمين ويسار محور المشروع المقترح.

2.5 مرحلة المسح التثبيتي (Location survey) :.

بعد أن تم التوصل إلى تحديد محور الطريق المقترح يجري تثبيت خط الوسط بواسطة فريق العمل, وكذلك يتم التثبيت بوضع أوتاد على خط المحور على مسافات متساوية وكذلك يتم تثبيت بداية المنحنى الأفقي و نهايته و نقاط التقاطع ويتم ربط هذه النقاط بنقاط ربط ثابتة وواضحة .

بعد ذلك يتم عمل ميزانية طولية أي اخذ مناسيب على خط المحور كما يتم اخذ مناسيب عرضية على مقاطع عرضية تؤخذ كل 20متر بالإضافة إلى مقاطع عرضية عند مجاري المياه بحيث تمتد تلك المقاطع العرضية على جانبي المحور لمسافات كافية لتصميم جسم الطريق.

تؤخذ المناسيب الطولية والعرضية إلى المكتب ويتم تصميم الطريق بالمستوى الرأسي أي تحديد انحداراتها وتصميم منحنياتها الرأسية ويتم تحديد عرض سطح الطريق والميول الجانبية ومن ثم حساب كميات القطع والردم.

2.6 مرحلة المسح الإنشائي :.

يتألف بشكل رئيسي من تثبيت الأوتاد وعلى وجه التحديد فانه يشمل الأمور التالية:

1. تثبيت جميع أوتاد الطريق وتثبت على بعد 20 أو 25 متر على امتداد المحور الطولي للطريق مع تثبيت بداية المنحنى و نهاية ونقاط التقاطع والربط.
2. تثبيت أوتاد الميول الجانبية.
3. تثبيت أوتاد حدود حرم الطريق وهو العرض المخصص لكامل جسم الطريق مع أي توسعات في المستقبل وتثبيت الأوتاد هنا على حدود الأرض المملوكة والمخصصة للطريقوتوسيعاتها.
4. تثبيت أوتاد المرجع (Reference point).

2.7 الأعمال المساحية النهائية :.

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

تتضـمن هذه الدراسـة عادة رسـم المقاطع الطولية لعدة مسـارات لغايات تقدير كمية الأعمال الترابية 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 اختيار مسار الطريق.

الفصل الثالث

3

نقاط الربط (controlpoints)

1-3 مقدمة
2-3نظام التوقيع الكوني (GNSS).
3-3 طرق الرصد
4-3القراءات.

نقاط الربط (control points)

3.1 المقدمة :-

هى نقط يتم اختيارها من سطح الارض ويتم معرفه احداثياتها او منسوبها او يتم معرفه احداثياتها ومنسوبها معا , ويتم تحديد ذلك من خلال الطرق المساحيه التقليديه او من خلال اجهزه تحديد المواقع العالميه. GPS وهى الاكثر استخدام فى عمليات ضبط وتوجيه الصوره والنماذج المجسمه المنشأه من خلال المساحه التصويريه بحيث ينطبق كل معلم من المعالم الطبيعيه والبشريه الموجوده فى الصوره مع ما يناظره على سطح الارض , حتى تكون كافه المعلومات والبيانات المنتجه من الصوره على الخريطه على قدر كبير من الصحه والدقه

كيف يتم تحديد نقاط الضبط الارضى؟

يتم ذلك من خلال عده طرق:

- من خلال شبكات المثلثات والمضلعات في المساحة الجيوديسيةباستخدام اجهزهGPS
- اجراء القياسات على الخرائط المصدرية الاصلية.

.

3.2نظام التوقيع الكوني (GNSS) .

3.2.1مقدمة :

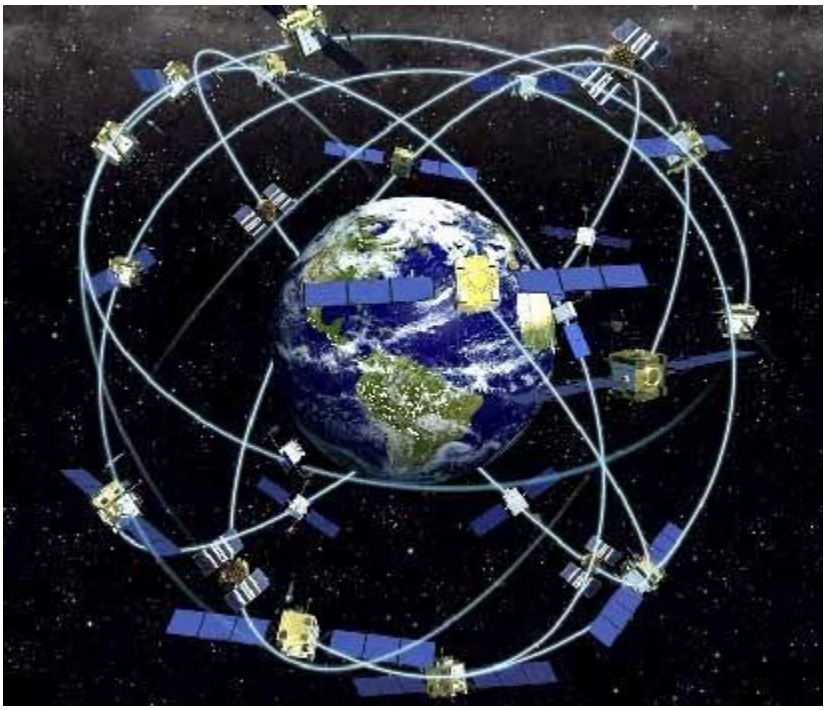
ظهرت الحاجة لمعرفة الموقع منذ أن بدأ الانسان بالتنقل ،فبدأ بتحديد موقعه بنسبته للمعالم الطبيعية من جبال وصخور ومعالم أخرى.

مع بدء الحرب العالمية الأولى ظهرت الحاجة لتحديد مواقع الجنود والسفن بدقة ، وفي منتصف القرن العشرين انطلق نظام تحديد المواقع باستخدام أمواج الراديوبالاعتماد على أن الأمواج تنتقل بسرعة الضوء ،وبقياس الزمن بدقة يمكن قياس المسافة بين الجسم ومحطات الرصد معلومة الإحداثيات وباستخدام تقنيات المساحة يمكن حساب احداثيات الموقع والجدول التالي يذكر مجموعة من هذه الأنظمة:

نظام الملاحة باستخدام الراديو	التردد المستخدم	البلد المطور	مبدأ العمل
DECCA	نظام ملاحة بتردد منخفض	بريطانيا	مقارنة فرق الطور للموجة
GEE	تردد عالي (VHF)	بريطانيا	مقارنة فرق الوقت بين الارسال والاستقبال
LORAN-A	1850 KHz - 1950 KHz	الولايات المتحدة الأمريكية	مقارنة فرق الطور للموجة
LORAN-C	100 KHz	الولايات المتحدة الأمريكية	مقارنة فرق الطور للموجة
OMEGA	(10 -14 KHz)تردد منخفض جدا	الولايات المتحدة الأمريكية	مقارنة فرق الطور للموجة

الجدول (3-1)جدول أنظمة تحديد الموقع باستخدام الراديو.[1]

ومع محددات نظام الراديو حيث أنه لا يمكن استخدامه في الأماكن التي لا تحتوي على محطات البث ظهرت الحاجة الى نظام عالمي ،ومع إطلاق أول قمر صناعي عام 1957 م بدأت التجارب بإطلاق أقمار صناعية لأنظمة تحديد المواقع وفي عام 1978 تم إطلاق أول قمر صناعي لنظام تحديد المواقع العالمي (GPS) ، في نسخته التجريبية الأولى وفي عام 1993 أصبح النظام يعمل بشكل كامل بوجود 24 قمر في مداراتها والشكل التالي يوضح شكل المدارات والأقمار التي فيها :



الشكل(3-2) مدارات أقمار نظام تحديد المواقع.[2]

---

[1] Global Navigation Satellite System-Lecture Notes- Dr. Ghadi Zakarneh

[2] GGE2012 Advanced Surveying (Course Note)

3.2.2 نظام التموضع العالمي الأمريكي (GPS):

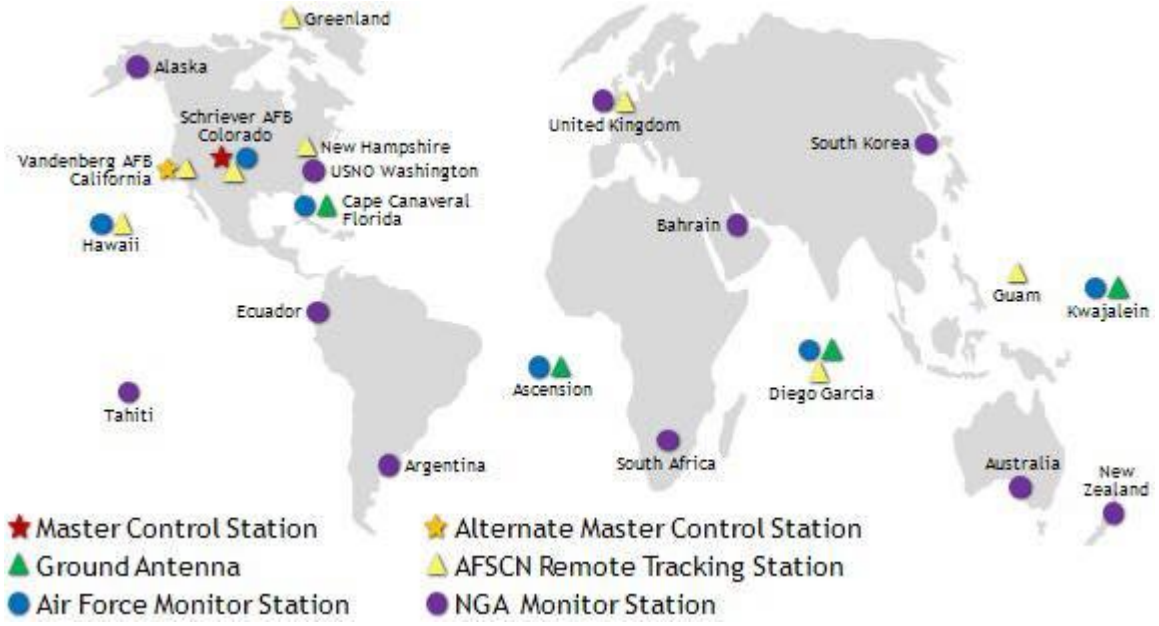
بعد مرور النظام في عدة مراحل من التطوير والتجربة تم وضع النظام بشكل كامل، حيث يحتوي كل مدار على أربعة أقماريفصل بينها زاوية مقدارها 60° ،حيث يميل المدار بزاوية مقدارها 63° عن المستوى الأفقي ، وتم إطلاق خمس أجيال من النظام وآخرها الجيل السادس بدأ إطلاقه في عام 2005 م حيث يحتوي على أقمار بعمر تشغيلي مقداره 15 سنة.

بدأ اطلاق النظام على أنه نظام عسكري ،وبعد ظهور فوائده في التطبيقات المدنية أصبح متوفرا للتطبيقات المدنية بشكل واسع.

3.2.2.1 مكونات النظام:

يتكون النظام من ثلاث أجزاء رئيسة وهي :

- الجزء المتعلق بالفضاء(Space segment) : ويتمثل في الأقمار الصناعية الموجودة في مداراتها.
- الجزء المتعلق بالتحكم(Control Segment) : يتمثل في محطات المراقبة والمتابعة للأقمار حيث ترسل هذه المحطات للأقمار تصحيحات التوقيت ومعلوماتالمسارالمتوقع وكذلك يستقبل معلومات المسار ، والشكل التالي يوضح توزيع المحطات حول العالم.



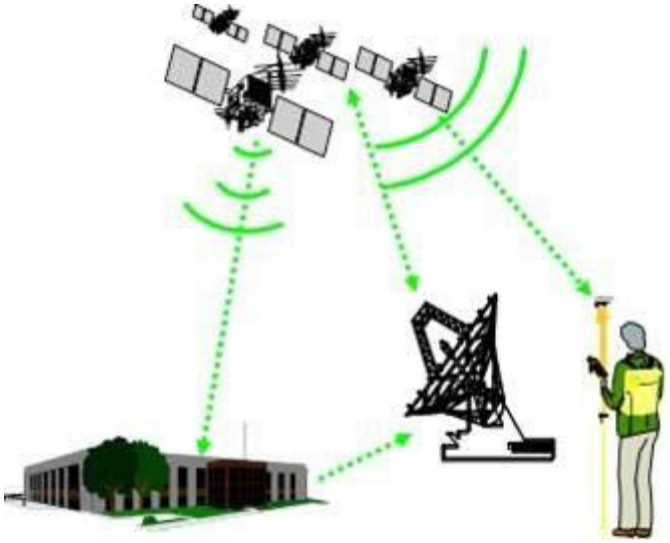
الشكل (3-3) موقع محطات المراقبة والتحكم في نظام (GPS).[1]

---

[1] Global Navigation Satellite System-Lecture Notes- Dr. Ghadi Zakarneh

- الجزء المتعلق بالمستخدم (User Segment): ويتمثل في مستقبل الإشارة ومعالجها.

والشكل التالي يلخص العلاقة بين هذه المكونات:



الشكل (3-4) العلاقة بين مكونات نظام التموضع العالمي.[1]

3.2.2.2 مبدأ العمل :

يقوم المبدأ بشكل أساسي على أن الأقمار الصناعية هي محطات معلومة الإحداثيات في وقت لحظي معين، يتم قياس المسافة بين المستخدم والقمر وباستخدام تقنيات المساحة يتم حساب احداثيات الموقع ، وللقيام بذلك يجب أن يتوفر 4 أقمار على الأقل لتوفير أربع معادلات لحل المجاهيل الأربعة وهي (E,N,Z,dt)، حيث dt هي مقدار الفرق في الوقت بين صدور الإشارة من القمر ووصولها مستقبل المستخدم.

يتم قياس المسافة بطريقتين حسب الكود المستخدم ،إما باستخدام فرق التوقيت أو باستخدام فارق الطور (Phase Measurement) ،حيث يتم أخذ قراءة فرق الطور من القمر الصناعي الواحد أكثر من مرة خلال فترة الرصد.

ولتحقيق أفضل فعالية للنظام حول العالم فإنه يستخدم نظام مرجعي عالمي واحد وهو (WGS 84) ،ثم يقوم كل مستخدم باسقاط الاحداثيات على نظام بلده.

---

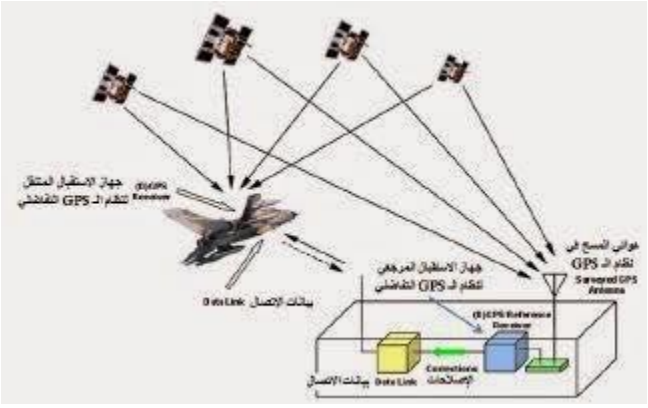
[1] فريق العمل

3.3طرق الرصد:

يقصد بطرق الرصد أنها الطرق التي يتم من خلالها جمع البيانات والحصول على الاحداثيات الموقع ، حيث توجد عدة طرق للرصد حسب الغرض من العملية والدقة المطلوبة ، وهذه الطرق تتلخص في الآتي :

1- الرصد الثابت (Static Observations):

حيث يتم تثبيت المستقبل على النقطة المراد رصدها لفترة زمنية معينة حسب الدقة المطلوبة ،وطول خط القاعدة ما بين المسقبل والقاعدة المثبتة على نقطة معلومة الاحداثيات ،وكلما زاد طول الخط قلت الدقة وذلك لأن التصحيحات على القراءات التي ستؤخذ من القاعدة والتي تشمل (تصحيحات طبقات الغلاف الجوي -Ionosphere & Troposphere– وفرق الاحداثيات والتوقيت) تختلف من مكان لآخر وما زالت تعتبر هذه الطريقة أدق طرق الرصد وتستخدم في تحديد نقاط مرجعية جديدة للشبكات الجيوديسية وأنظمة الاحداثيات ، وكذلك في المشاريع التي تحتاج لدقة كبيرة ، ويتم معالجة البيانات واستخراج الاحداثيات في المكتب(Post Processing).



الشكل(3-5)عملية الرصد الثابت.[1]

2- الرصد الثابت السريع (Fast Static) :

تستخدم هذه الطريقة في حال كان طول خط القاعدة(Base line) أقل من 8 كم وهذا يعتمد على طبيعة المنطقة والتغيرات في طبقات الغلاف الجوي ، وتتم مثل عملية الرصد الثابت التي تم ذكرها سابقا وفي أغلب الاوقات يكفي الرصد لمدة 20 دقيقة ، وقد تم استخدام هذه الطريقة في الرصد لتحديد محطات المضلع الرابط للطريق.

---

[1]فريق العمل

3-الرصد في الوقت الحقيقي (Real Time Kinematic-RTK-):

تمتاز هذه الطريقة بأنه يمكن الحصول على الاحداثيات في الموقع على شاشة معالج البيانات ، وتستخدم في المشاريع التي لا تحتاج دقة كبيرة (ضمن مدى <3 سم) ، وتستخدم عدة طرق لمعالجة البيانات لحظيا ومنها :

أ- معاملات التصحيح بالاعتماد على المساحة المغطاة((Area Correction Parameter (ACP):

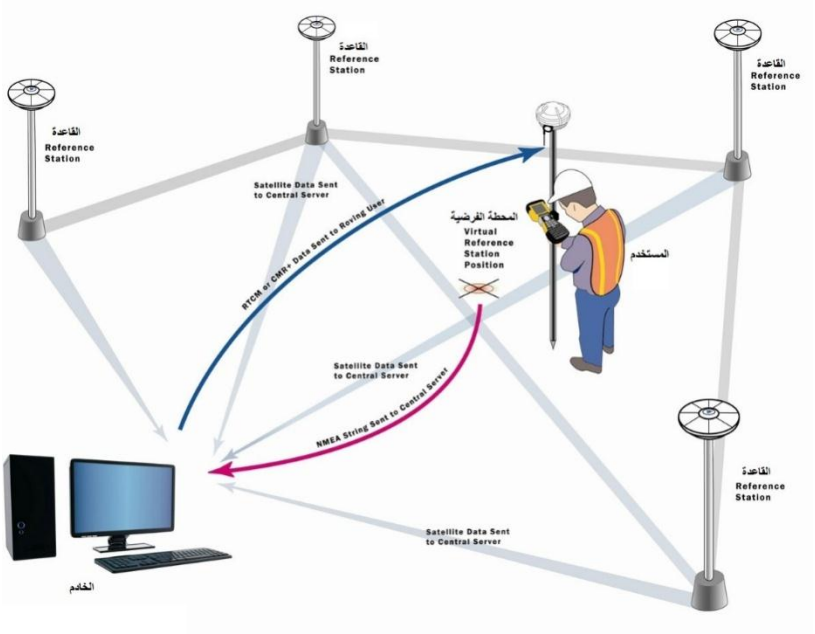
يتم في هذه الطريقة توزيع مجموعة من القواعد على نقاط معلومة الاحداثيات ،بحيث تغطي كل واحدة مساحة محددة ،وفي حال تواجد الراصد في المساحة التي تغطيها القاعدة يتم ارسال التصحيحات له من أقرب قاعدة ،ويكون طول خط القاعدة أقل من 30 كم.

ب- المحطة الافتراضية ((Virtual Reference Station (VRS):

كما هو معروف فأننا في حالة أردنا الحصول علي احداثيات النقاط المرصودة في نفس وقت الرصد Real Time فأن جهاز من أجهزة GPS لا بد أن يحتل محطة مرجعية طوال مدة العمل Base Station أو Reference Station حتي يستطيع حساب قيمة الخطأ في أرصاد الاقمار الصناعية ويرسل هذه القيم (من خلال الراديو) الي باقي أجهزة GPS التي تتحرك لترصد محطات جديدة وهو ما يسمي أسلوب RTK. وغالبا يستخدم هذا الاسلوب في التطبيقات المساحية وخاصة أعمال التوقيع.

لكن توجد مشكلة: بعض أخطاء اشارات الاقمار الصناعية لا يمكن حسابها بدقة عالية من خلال جهاز واحد مرجعي فقط ، وبالتالي فأن الاعمال المساحية التي تتطلب دقة عالية لا تستطيع الاعتماد علي أسلوب RTK ، بالاضافة الي أن قدرة جهاز الراديو المستخدم علي بث التصيححات أحيانا تغطي منطقة صغيرة فقط مما لا يسمح بالعمل بأسلوب RTK لمناطق كبيرة.

من هنا جاءت فكرة أسلوب VRS: بدلا من نقطة مرجعية واحدة تكون هناك شبكة من النقاط المرجعية (حتي يمكن تحديد الاخطاء بدقة عالية) وهذه الشبكة ترسل اشارتها لبرنامج كمبيوتر مركزي يستطيع استخدام معادلات رياضية عالية الدقة وبعد ذلك يبث التصحيحات لجميع أجهزة GPS الموجودة في المنطقة سواء باستخدام الراديو أو حتي خدمة الجوالات أو حتي من خلال الانترنت. غالبا فمثل هذه الشبكات تكون تحت ادارة شركات متخصصة (لانها مكلفة جدا للافراد) ومن خلال اشتراك يمكن لاي مستخدم الاستفادة منها واستقبال تصحيحاتها اللحظية أثناء العمل. ومن هنا جاء اسم المحطة المرجعية التخيلية حيث أن المستخدم هنا ليس لديه محطة مرجعية خاصة به. وهذا الاسلوب (وهذه الشبكات) موجودة في العديد من الدول الاوروبية و أمريك



الشكل(3-6)نظام المحطة الافتراضية.[1]

3.4القراءات :-

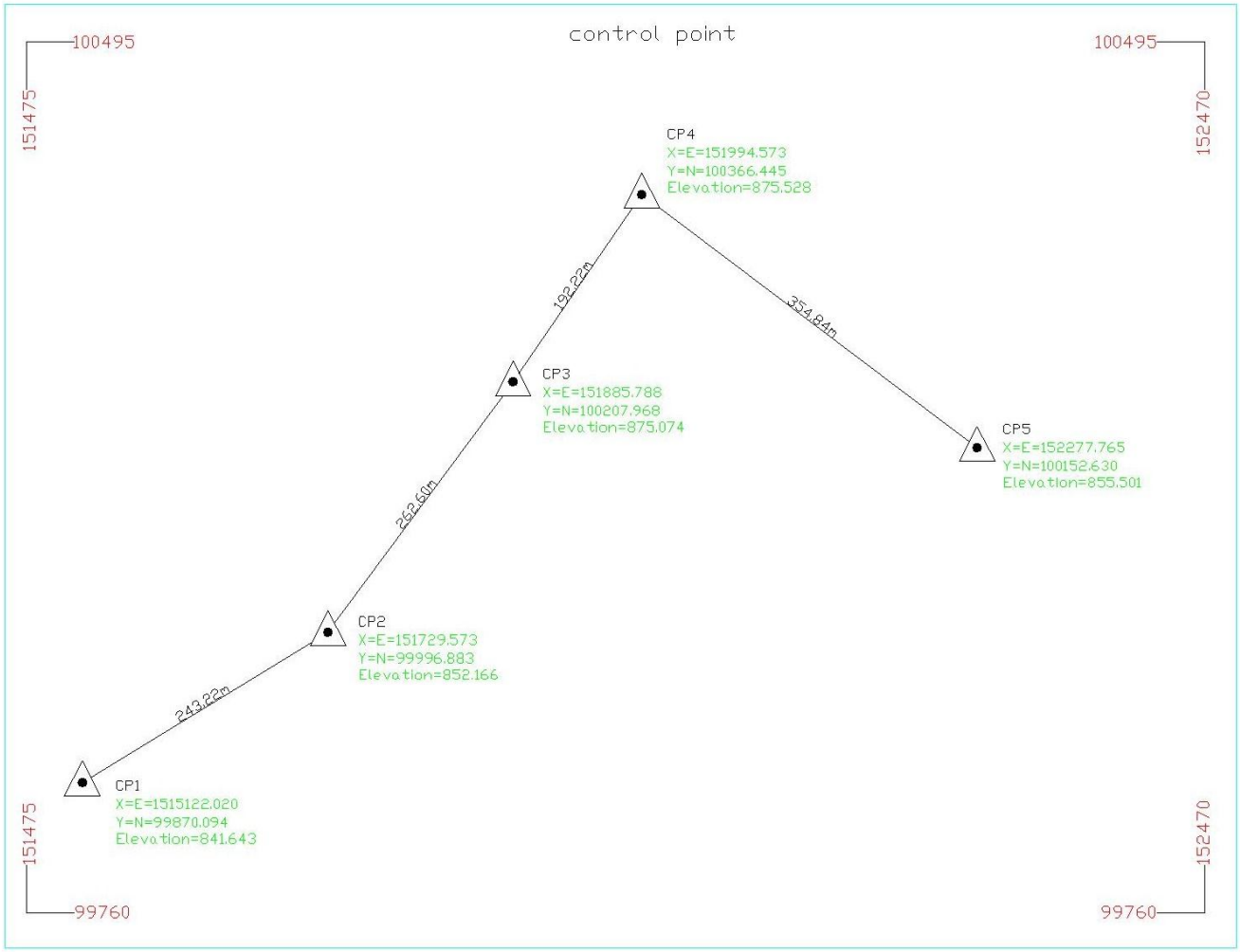
الجدول التالي يظهر القراءات التي تم رصدها في الميدان حيث تم رصد الاحداثيات بطريقه ال RTK :

أحداثيات النقاط			
رقم النقطة	X=E (m)	Y=N (m)	Elevation
CP1	151522.020	99870.094	841.643
CP2	151729.573	99996.883	852.166
CP3	151885.788	100207.968	875.074
CP4	151994.573	100366.445	875.528
CP5	152277.765	100152.630	855.501

جدول (3-2) القراءات التي تم رصدها في الميدان لإحداثيات المحطات بتاريخ 10/11/2017.

[1] www.trimble.com

والشكل التالي يوضح نقاط الربط الأرضي التي تم رصدها في المشروع:



شكل (1-3) نقاط الربط الأرضي.

مرفق في ملحق رقم (1)ملف تقرير جهاز (GPS) لنقاط الربط الأرضي الخاصة بالمشروع.

الفصل الرابع

4

التصميم الهندسي للطريق

1-4 مقدمة.

2-4 أسس التصميم الهندسي للطريق.

4-2-1 حجم المرور.

4-2-2 تركيب المرور.

4-2-3 السرعة التصميمية.

4-2-4 قطاع الطريق.

4-2-5 عرض المسارب والطريق.

4-2-6 الميول العرضية.

4-2-7 الميول الطولية.

4-2-8 أكتاف الطريق.

4-2-11 الجزر الفاصلة

3-4 التخطيط الأفقي والرأسي للطريق.

4-3-1 المنحنيات الأفقية

4-3-1-1 المنحنيات الدائرية البسيطة (Simple Circular Curves).

4-3-1-2 المنحنيات الانتقالية (Transition Curves) .

4-3-1-3 القوة الطاردة المركزية .

4-3-2 ارتفاع ظهر المنحنى (التعلية)

4-3-2-1 زيادة اتساع الرصف عند المنحنيات (التوسعة على المنحنيات) :-

4-3-2-2 الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق (التعلية) :-

4-3-3 أنواع المنحنيات الرأسية

4-3-4 عناصر المنحنى الرأسي

4-3-5 تصريف مياه الأمطار والمياه السطحية عن الطريق

التصميم الهندسي للطريق

4.1 مقدمة :-

يعتبر التصميم الهندسي من أهم مراحل التصميم لأي طريق، حيث تكون هذه المرحلة من التصميم في المكتب وتسير جنبا إلى جنب مع عمليات المسح والعمل الميداني.

تتمثل عملية التصميم الهندسي للطريق في ثلاث أمور رئيسية وهي كالتالي:

1. التصميم الأفقي (Horizontal Alignment).
2. التصميم الرأسي للطريق (Vertical Alignment)
3. التصميم العرضي للطريق حيث يتم في هذه المرحلة من التصميم تحديد شكل مقطع الطريق وميولها الجانبية وكذلك بيان سطح الطريق وعرضه (Cross Section).

4.2 أسس التصميم الهندسي للطريق :-

من أهم أسس التصميم الهندسي للطريق ما يلي:

4.2.1 حجم المرور :-

هو عدد المركبات التي تمر عند نقطة معينة خلال فترة زمنية محددة. ولم يتم حسابه في المشروع لأن البلدية قد حددت عدد المسارب المطلوبة للطريق.

4.2.2 تركيب المرور :-

يتمثل تركيب المرور في تحديد نسبة عربات النقل و العربات الخاصة بالنسبة لحجم المرور الساعي.

4.2.3 السرعة التصميمية :-

هي أعلى سرعة مستمرة يمكن أن تسير بها السيارة على طريق رئيسي بأمان عندما تكون أحوال الطقس مثالية و كثافة المرور منخفضة، و تعتبر السرعة التصميمية مقياسا لنوع الخدمة التي يوفرها الطريق، و كذلك يمكننا من خلال السرعة التصميمية توقع السرعة و طبيعة الحركة على الشارع المراد إجراء التصميم له، و من مواصفات السرعة التصميمية أنه يجب أن تكون خصائص التصميم الهندسي للطريق متناسبة مع السرعة التصميمية المختارة و المتوقعة للظروف البيئية و طبيعة التضاريس، حيث يجب على المصمم اختيار السرعة التصميمية بناءا على درجة الطريق المخططة و طبيعة التضاريس و حجم المرور و الاعتبارات الاقتصادية، والجدول التالي يبين السرعة التصميمية للطرق الحضرية .

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

جدول (4-1) السرعة التصميمية للطرق الحضرية.[1]

إن تحديد سرعة التصميم يعتبر ذو أهمية كبيرة في التصميم حيث أنه يتم تحديد الإنحدار و الصعود و أنصاف أقطار المنحنيات و أطوالها و مسافة الرؤية اللازمة للوقوف و للتجاوز و عدد المسارب و سعة كل مسرب، و بناءا على ذلك فإنه كلما زادت سرعة التصميم زاد استيعاب الطريق للسيارات و أصبحت منحنياتها واسعة و أنصاف أقطارها كبيرة و انخفضت حدة انحداراتها و زادت فيها مسافة الرؤية للتوقف أو للتجاوز.

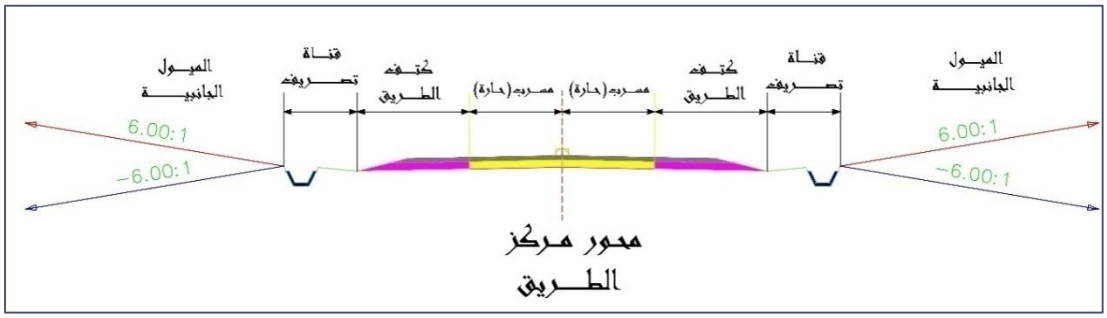
4.2.4 قطاع الطريق :-

إن قطاع الطريق يتمثل في تصميم الأجزاء المختلفة لقطاع الطريق و هذا يتوقف على كيفية الاستفادة من هذا الطريق، فالطريق التي يمر عليها عدد كبير من العربات و بسرعة عالية يتطلب عدد كبير من المسارات و انحدارات طولية خفيفة أو قليلة ،و كذلك يتطلب

---

[1] Highway Engibeering

أنصاف أقطار كبيرة نسبيا مقارنة مع الطرق التي يمر عليها قليل من المركبات عند سرعات صغيرة ، ففي الحالة الأولى يجب الاهتمام بأكتاف الطريق و عمل الجزر الفاصلة بين اتجاهي المرور مع تخصيص مسارات إضافية عند مناطق الدوران.



الشكل (4-1)مقطع عرضي لطريق من حارتين

4.2.5 عرض المسارب و الطريق :-

إن عرض المسرب الواحد يختلف حسب درجة و مستوى و نوعية الطريق ، حيث انه يلعب دورا كبيرا في سهولة القيادة و درجة الأمان على الطريق، فبعد رسم سطح الطريق يتم تحديد عرض هذا السطح حيث يجب أن لا يقل عرض المسار عن (3م) في جميع الأحوال. و في حالة الطرق السريعة يفضل أن يؤخذ عرض الحارة (3.75م) نظرا لمرور عربات النقل و السرعة الكبيرة بشكل عالي، حيث كلما أردنا أن نزيد سرعة السيارات و الشاحنات التي تسير على المسرب توجب علينا أن نزيد عرض المسارب، بالإضافة إلى المسارب الأساسية في الطرق هنالك أنواع أخرى من المسارب و هي:

1. **مسرب التسارع:** هو مسرب جانبي تقوم السيارات بالتسارع فيه قبل الدخول إلى الطريق الرئيسي بحيث تصبح سرعتها فيه مماثلة لسرعة السيارات في الطريق.
2. **مسرب التباطؤ:** هو مسرب جانبي تسلكه السيارات أثناء مغادرتها الطريق الرئيسي لتتمكن فيها من تخفيض سرعتها بدون أن تعرقل سير السيارات الموجودة على الطريق.
3. **مسرب الصعود:** هو مسرب إضافي في الطريق يخصص للشاحنات التي تسير ببطء أثناء صعودها حتى تفسح المجال للسيارات التي خلفها لتجاوزها.
4. **مسرب الوقوف:** هو المسرب الأوسط اللازم للانعطاف يسارا أو لتجاوز السيارات ، و هناك المسرب المساعد و هو مجاور للمسرب الرئيسي و يساعد على تصريف السير.
5. **المسرب المخصص للنقل العام:** وهو المسرب المخصص لوسائل النقل مثل الحافلات ،وذلك لتسريع النقل وإلغاء تأثره بالإزدحام على الطرق في مراكز المدن الكبرى.

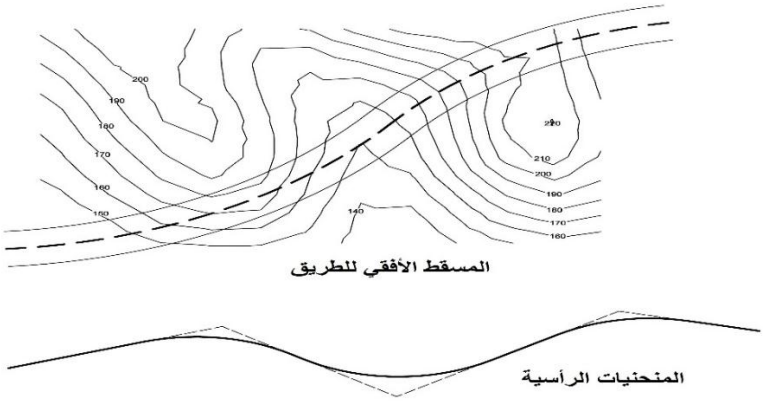
ويتكون المشروع من مسرب في كلا الاتجاهين،وقد تم تحديدها بناء على طلب البلدية (راجع الملحق –د-).

4.2.6 الميول العرضية :

يتم عمل الميول العرضية للطريق من أجل تصريف المياه المتواجدة على سطح الطريق، حيث يجب عمل ميول عرضية من الجهتين بالنسبة لمحور الطريق و قد يعمل هذا الميل منتظما أو منحنيا على هيئة قطع مكافئ، و في حالة وجود جزر وسطى فإن كل اتجاه يعمل بميل خاص كما لو كانت كل حارة عبارة عن شارع منفصل.

4.2.7 الميول الطولية :

في المناطق المستوية يتحكم نظام صرف الأمطار في المناسيب، أما في المناطق التي يكون فيها مستوى المياه في نفس مستوى الأرض الطبيعية فإن السطح السفلي للرصيف يجب أن يكون أعلى من مستوى المياه بحوالي (0.5م) على الأقل، و في المناطق الصخرية يقام المنسوب التصميمي بحيث تكون الحافة السفلية لكتف الطريق أعلى من منسوب الصخر بـــ (0.3م) على الأقل، و هذا يؤدي إلى تجنب الحفر الصخري غير الضروري، و يعتبر الميل (0.25%) هو اقل ميل لصرف الإمطار في الاتجاه الطولي للطريق، و الشكل التالي يوضح الميول الطولية للطريق.



الشكل (4-2) الميول الطولية.

4.2.8 أكتاف الطريق :-

تزود الطرق الخارجية بأكتاف جانبية تستخدم لتوقف المركبات بشكل طارئ و كذلك للمحافظة على طبيعة الأساس و السطح الخاصة بالطريق، و الحاجة للأكتاف و نوعها تتوقف على نوع الطريق و جسم و سرعة العربات و تركيب المرور و طبيعة المنطقة التي يمر فيها الطريق، و يتراوح عرض الكتف بين 0.6 م في الطرق الداخلية لحماية حواف الطريق ويفضل أن يكون بين (1.8-2.4)م،وللطرق التي تمر عليها الشاحنات والطرق السريعة يكون بعرض 3م ويفضل أن يكون 3.6م، وفي المناطق التي تحتوي جدران استنادية يجب أن

يبعد الجدار عن نهاية كتف الطريق بمقدار 0.6 م[1] ، و يجب أن تزود الأكتاف بميول عرضيه كافية لتصريف المياه من الطريق، و لكن يجب أن لا يزيد هذا الميل عن الحد الذي قد يسبب خطورة على المركبات التي تتوقف على الطريق، حيث يوجد عدة أنواع من أكتاف الطريق فمنها أكتاف ترابية أو خرسانية أو أسفلتيه و يختلف نوع سطحها حسب سطح الطريق الرئيسي.

سيتم عمل أكتاف في المشروع في المناطق الغير سكنية و ذلك لحماية الطريق وتوفير الأمان.

شكل(4-3) كتف الطريق.

فوائد الأكتاف للطريق :-

1. تستخدم لتوقف المركبات بشكل طارئ .
2. شعور السائق بالأمان و حماية السيارات عندما تجنح عن مسارها بسبب السير بسرعات عالية.
3. تساعد على تصريف المياه عن سطح الطريق
4. تستعمل الأكتاف لتوسيع الطريق في المستقبل.
5. تستعمل الأكتاف لمنع انهيار جسم الطريق كما تصلح لوضع الإشارات عليها.
6. تساعد في عمل الطريق بطاقته الاستيعابية الكاملة لأن السرعة عليه تصبح منتظمة كون الشعور بالأمان متوفر للسائق.

4.2.9 الجزر الفاصلة :-

تقام الجزر الفاصلة من اجل فصل حركة المرور المعاكسة لتحقيق الأمان و السلامة، و جميع الطرق الحديثة مزودة بجزر فاصلة و خاصة إذا كانت من اربع مسارات او اكثر.

إن عرض الجزر الفاصلة يجب أن يكون كافي و ذلك من أجل تحقيق الغرض الذي من أجله أنشأت، و خاصة لتقليل تأثير الأضواء الصادرة من الاتجاه المعاكس ليلا، و كذلك حماية العربات المعاكسة من التصادم و لإتاحة التحكم في المناطق المسموح فيها الدوران في حالة التقاطعات السطحية، و يتراوح عرض الجزر بين (1.8-1.25م) أو أكثر و ليس من الضروري أن يكون هذا العرض ثابت على طول الطريق، وسيتم استخدام جزيرة وسطية في المشروع.

4.3 التخطيط الأفقي والرأسي للطريق :-

❖ **التخطيط الأفقي للطريق :-**

يتم فيه بيان المنحنيات الأفقية وتحديد بداياتها ونهاياتها، وكذلك تحديد أطوالها وزواياها ونقاط التقاطع فيها، بالإضافة لذلك يتم بيان الجزء الوسطي وعرض الطريق والحواجز الجانبية ونقاط المضلع وكذلك تحديد اتجاه الطريق بالنسبة للشمال.

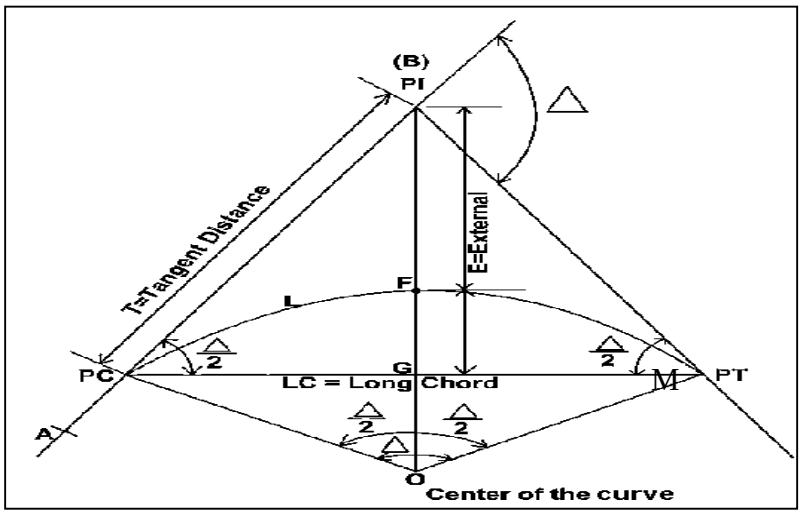
4.3.1 المنحنيات الأفقية :-

الهدف من إستخدام المنحنيات هو وصل الأجزاء المستقيمة ببعضها بشكل تدريجي لتفادي التغيرات المفاجئة في الاتجاهات التي تسبب الإزعاج للسائقين، وهناك أنواع متعددة من المنحنيات التي يمكن استخدامها في وصل الخطوط المستقيمة المتقاطعة وسيتم في المشروع استخدام المنحنيات الأفقية الدائرية والانتقالية.

4.3.1.1 المنحنيات الدائرية البسيطة **(Simple Circular Curves)** :-

- عناصر المنحنى الدائري البسيط:-

الشكل التالي يوضح منحنى دائري بسيط، حيث أنه يتكون من العناصر التالية:-



الشكل (4-7) عناصر المنحنى الدائري البسيط[1]

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

وتساوي الزاوية المركزية المنشأ عليها المنحنى الدائري.

- المماسين (**T**) The Two 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.
- 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**) وبين منتصف المنحنى الدائري.
- سهم القوس(**M**) Middle Ordinate, و هي المسافة بين نقطة منتصف المنحنى وبين نقطة منتصف الوتر الطويل.
- مركز المنحنى ونرمز له بالرمز(**O**).

---

1 المساحة وتخطيط المنحنيات

- معادلات المنحنى الدائري البسيط:

1- طول المماس (T).

$$T = R\tan\frac{\Delta}{2} \quad \text{.....4.1}$$

2- المسافة الخارجية (E).

$$E = R(\sec(\frac{\Delta}{2})-1) \quad \text{.....4.2}$$

3- سهم القوس (M).

$$M = R(1-\cos(\frac{\Delta}{2})) \quad \text{.....4.3}$$

4- الوتر الطويل(LC).

$$LC = 2R\sin\frac{\Delta}{2} \quad \text{.....4.4}$$

5- طول المنحنى (L).

$$L = \frac{\pi R\Delta}{180} \quad \text{.....4.5}$$

وبالنسبة إلى تصميم المنحنيات على التقاطعات فإن الجداول التالية توضح أنصاف أقطار الدوران بالنسبة لنوع الطريق و للسرعة على المنعطف .

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

جدول (4-2) أنصاف أقطار الدوران بالنسبة لنوع الطريق[1]

السرعة (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	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.09
الجد الأدنى لنصف القطر المستخدم (م)	15	30	50	75	100	140

الجدول (4-3) الحد الأدنى لنصف القطر على المنحنى[2].

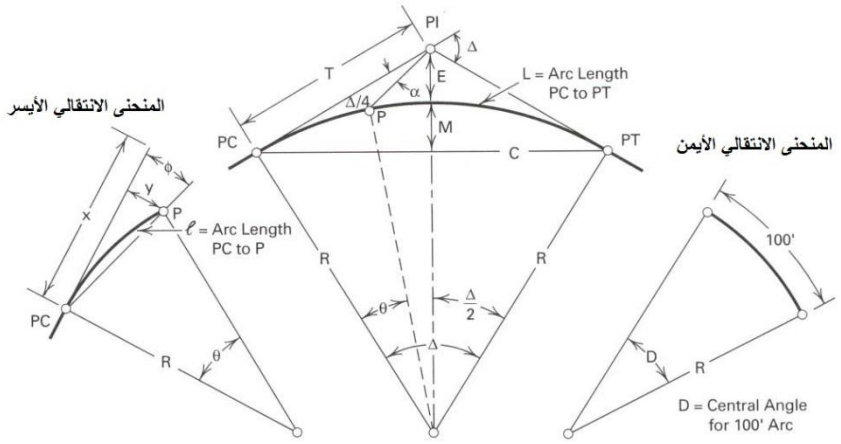
1 AASHTO (2004)
2AASHTO (2004)

4.3.1.2 المنحنيات الانتقالية **(Transition Curves)** :-

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

ويتم حساب طول المنحنى الانتقالي من خلال المعادلة التالية:

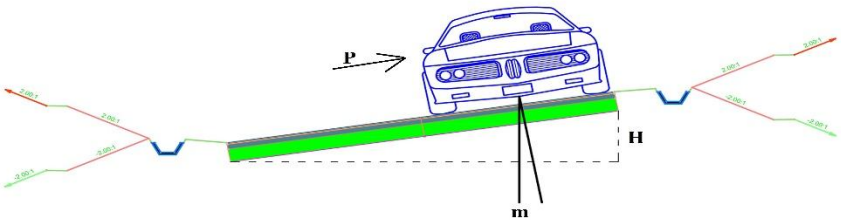
$$L = (V^3/(a*R)) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 4.6$$



الشكل (4-8) المنحنى الانتقالي.

4.3.1.3 القوة الطاردة المركزية :-

عندما تكون قيمة نصف القطر تقترب من اللانهاية تكون عندها قيمة القوة الطاردة المركزية تساوي صفر، انظر العلاقة (3.7)، ولمنع تغير قيمة القوة الطاردة المركزية من قيمة صغرى (صفر) إلى قيمة عظمى بشكل فجائي نلجأ إلى المنحنيات المتدرجة لتشكل حلقة وصل بين الجزء المستقيم والمنحنى الدائري، وبالتالي تعمل على امتصاص القوة الطاردة المركزية بشكل تدريجي.



الشكل(4-9) تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات.

حيث أن :-

- p : القوة الطاردة المركزية التي تؤثر على العربة أثناء سيرها.
- w : وزن العربة
- m: كتلة العربة.
- v: سرعة العربة.
- R : نصف قطر المنحنى الدائري.
- g: تسارع الجاذبية الأرضية.

والعلاقة الرياضية التي تربط العناصر السابقة مع بعضها البعض هي كالتالي:-

$$P = \frac{wv^2}{gR} = \frac{mv^2}{R} \quad \text{.....4.7}$$

يمكن كتابة العلاقات الرياضية التالية:-

$$\tan\alpha = P_1 = \left(\frac{mv^2}{r} \right)/(mg) = \frac{v^2}{gr} \quad \text{.....4.8}$$

حيث أن:-

r : نصف قطر المنحنى المتدرج في إحدى نقاطه.

P_1 : الميل العرضي لسطح الطريق ضمن الجزء الخاص بالمنحنى المتدرج.

α : الزاوية الراسية.

ارتفاع ظهر المنحنى (التعلية):-

التعلية هي عملية جعل الحافة الخارجية للطريق أعلى من الحافة الداخلية، وذلك من أجل تفادي القوة الطاردة المركزية التي تتسبب في انزلاق المركبة وقد تؤدي إلى انقلابها،وقيمة هذا الميل الجانبي للطريق تتراوح من 4% - 7% وقد تصل إلى 12% حسب الأنظمة المختلفة المعمول بها في كل دوله .

ويمكن حساب قيمة التعلية وفقا للمعادلات التالية:-

$$e + f = \frac{v^2}{gR} = \quad e + f = \frac{(0.75 \times v)^2}{127 \times R} \quad \text{.....4.9}$$

حيث أن:-

R : هي نصف القطر الدائري بالمتر.

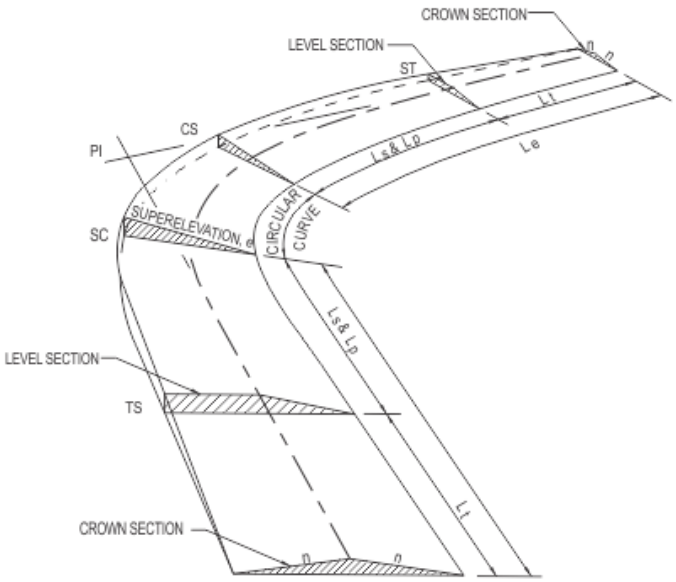
v : هي سرعة المركبة ب كم/ ساعة، و هنا ضربنا السرعة ب 0.75 بسبب أن الطريق مختلطا (تسير عليه جميع أنواع المركبات).

e: أقصى معدل رفع جانبي بالمتر (ارتفاع ظهر المنحنى).

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

$$V = \sqrt{[127R(e\max + f\max)]} \quad \text{.....4.10}$$

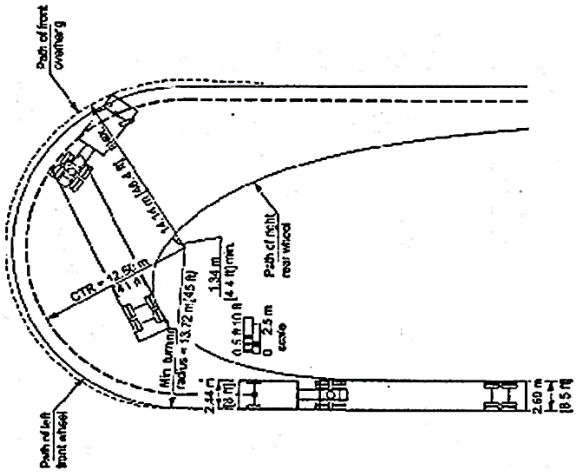
والشكل التالي يظهر تطبيق التعلية على المنحنيات:



الشكل(4-10) تطبيق التعلية على المنحنيات.

4.3.1.4 زيادة اتساع الرصف عند المنحنيات (التوسعة على المنحنيات) :-

يتم عمل التوسيع في المنحنيات بسبب عدم إتباع العجلات الخلفية لمسار العجلات الأمامية في المنحنيات، وهناك حاجة لتوسيع المنحنى حسب السرعة التصميمية وحسب نصف القطر، والتوسيع يتم وضعه في بداية المنحنى بالطول الداخلي الكامل للمنحنى .



الشكل (4-11) التوسعة على المنحنيات[1].

garber and hoel -traffic and highway engineering-4th edition 1

يتم زيادة اتساع الرصف عند المنحنيات حيث يتم زيادة الاتساع إما على الطرف الخارجي للمنحنى أو بتوزيعه على الطرفين الداخلي و الخارجي للمنحنى. والجدول يوضح قيم التوسعة عند المنحنيات حسب نصف القطر.

نصف قطر المنحنى(م)	حتى 60	61-150	151-300	301-900	اكبر من900
التوسعة(م)	1.2	0.9	0.6	0.3	-

الجدول(4-4) قيم التوسعة عند المنحنيات حسب نصف القطر.

ومن الأسباب التي تدفعنا لتنفيذ التوسعة على المنحنيات ما يلي:
1 – عند المنحنى لا تتبع العجلات الخلفية العجلات الأمامية.
2 – يزداد العرض مما يساعد على رؤية المركبة القادمة بسهولة.
3- لا تلتصق السيارة تماما بالرصف على المنحنى.

لحساب مقدار التوسعة على المنحنيات نطبق العلاقة التالية:

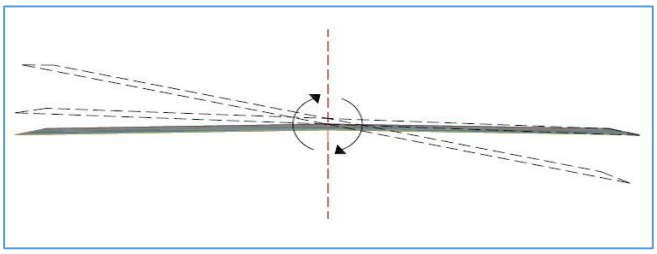
$$w = \left[\left(\frac{nI^2}{2R}\right) + \left(\frac{V}{9.5\sqrt{R}}\right)\right] \quad \text{..... 4.11}$$

حيث أن:
w : زيادة اتساع الرصف عند المنحنيات.
n : عدد الحارات.
I : اتساع قاعدة العجل لأطول عربة و تؤخذ عادةً حوالي 6.1 متر.
V : السرعة التصميمية على المنحنى.
R : نصف قطر المنحنى.

4.1.3.5 الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق (التعلية) :-

الطريقة الأولى :-

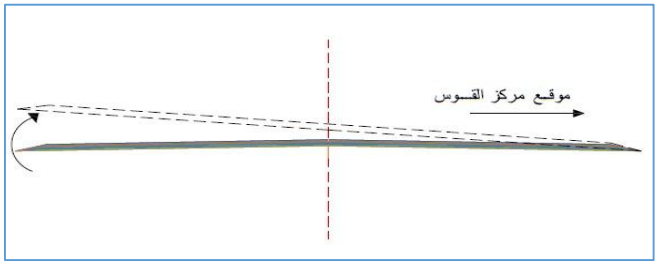
يبقى محور الطريق ثابتا، ويبدأ جانب الطريق بالارتفاع والدوران حول المحور وبنفس الوقت يبقى الجانب الآخر ثابتا حتى يصبح كامل السطح على استقامة واحدة، يبدأ بعد ذلك الجانب الآخر بالانخفاض، والجانب الأول بالارتفاع ويبقى سطح الطريق على استقامة واحدة ويستمر الدوران حول محور الطريق حتى يتحقق الميلان المطلوب، وعند الخروج من المنعطف يعود السطح بالدوران حول المحور حتى يعود سطح الطريق مائلا بالاتجاهين المتعاكسين بنسبة 2%،وسيتم استخدام هذه الطريقة في المشروع.



شكل (4-12) الدوران حول المحور.

- **الطريقة الثانية :-**

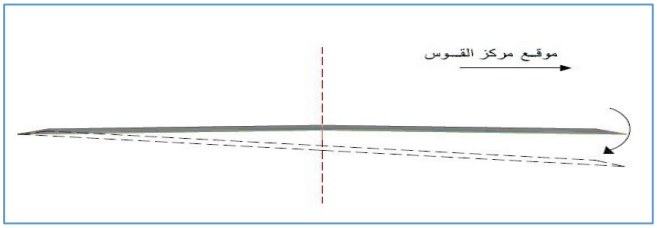
يرتفع الجانب الخارجي للطريق (ظهر المنعطف)، ويبقى الجانب الثاني ثابتا حتى يصبح كامل سطح الطريق على استقامة واحدة بميل 2%، عند ذلك يدور كامل سطح الطريق حول حافة الطريق الداخلية و(ليس حول محور)، بحيث أن كامل سطح الطريق يرتفع بدلا من ارتفاع نصفه حتى يصل السطح إلى الميلان المطلوب.



شكل (4-13) الدوران حول الحافة الداخلية

- **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.



شكل (4-14) الدوران حول الحافة الخارجية.

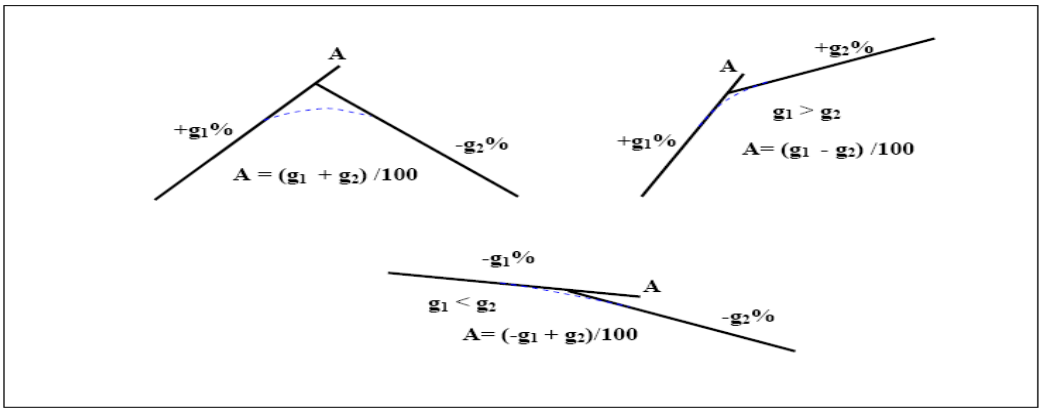
4.3.2 التخطيط الرأسي للطريق :-

إن عملية الانتقال من منسوب إلى منسوب آخر في المستوى الرأسي تتم من خلال عمل منحنيات رأسية تسهل هذه العملية، وهو يتمثل في تحديد ارتفاع الأرض الطبيعية وتحديد الانحدار الجديد للطريق، حيث يتم بيان الطريق بالمستوى الرأسي ونشاهد كيف ترتفع وتهبط ونحدد مناطق الحفر والردم، وكذلك من التصميم الرأسي للطريق يتم تحديد المنحنيات الرأسية و مسافات الرؤية حيث أنه يجب أن تتوافر المواصفات التالية في هذه المنحنيات:

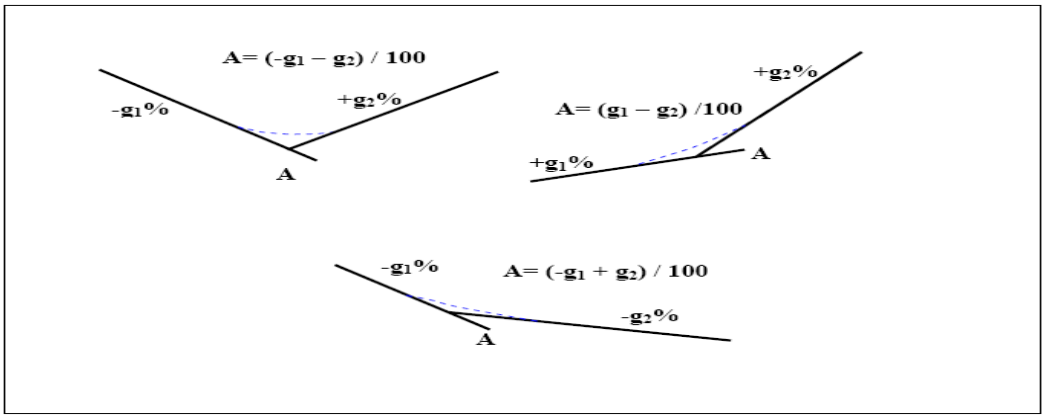
1. أن يكون الانتقال تدريجيا وسهلا.
2. تحقيق شروط الرؤية بحيث يستطيع السائق رؤية أي حاجز أمامه أو مركبة متحركة باتجاهه من مسافة كافية.

4.3.2.1 أنواع المنحنيات الرأسية :-

يحتوي خط منسوب الطريق على مجموعة خطوط مستقيمة ومتقاطعة (في المستوى الرأسي) حيث يتم ربط كل خطين متقاطعين بمنحنى رأسي مناسب، وتكون هذه المنحنيات على شكل منحنيات استدارة علوية
(منحنيات رأسية محدبة)، أو منحنيات استدارة سفلية (منحنيات رأسية مقعرة).

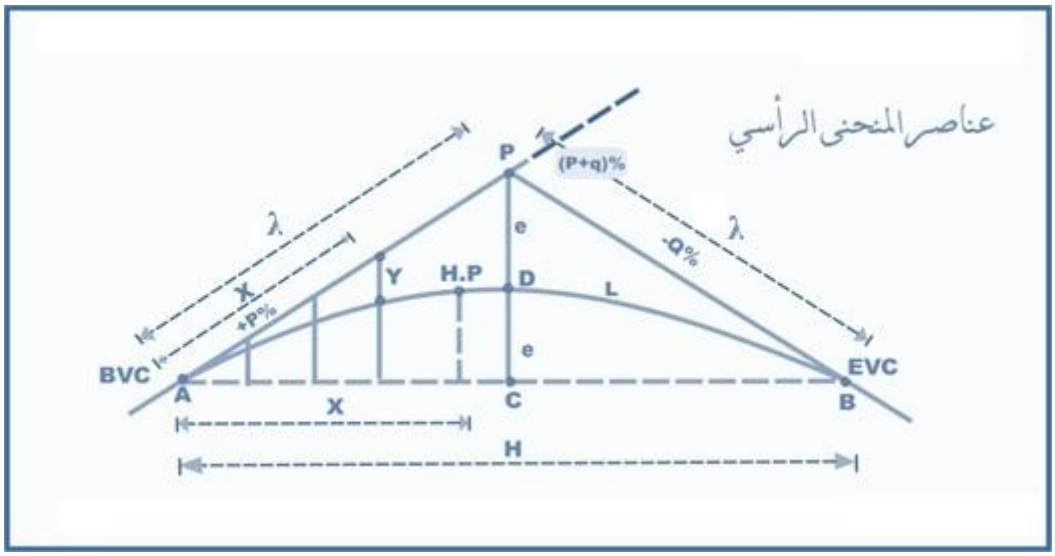


الشكل (4-15) فرق الميل أو زاوية الميل.



الشكل (4-15) فرق الميل أو زاوية الميل.

4.3.2.2 عناصر المنحنى الرأسي :-



الشكل(4-16) عناصر المنحنى الرأسي.

حيث أن :

p & q= نسبة الميل.

BVC = بداية المنحنى الرأسي.

(Elevation of the PI) منسوب نقطة تقاطع الميلين الرأسيين.

(Stationing of PI) محطة نقطة التقاطع.

EVC= نهاية المنحنى الرأسي.

e = المسافة الخارجية المتوسطة(متر).

H = طول القطع المكافئ (متر).

X = الطول الأفقي إلى النقطة الأفقية على المنحنى الرأسي.

معادلات القطع المكافئ: -

أ- طول المنحنى الراسي **L** يساوي مجموع طولي المماسين الخاصين بهذا المنحى، بحيث أن طول المماس الخلفي يساوي $\ell 1$ وطول المماس الأمامي يساوي $\ell 2$, فأن:

$$L = \ell 2 + \ell 1 \quad \text{.....4.12}$$

ب- الخط الرأسي المار من نقطة تقاطع المماسين ينصف الوتر AB ويكون PD، بحيث أن

PD = e = DC، حيث C نقطة منتصف الوتر وD نقطة تقاطع الخط الراسي مع المنحنى

وهذه النقطة تكون أعلى أو اخفض نقطة من المنحنى في حالة المنحنيات المتناظرة.

ج- وتر المنحنى AB يساوي مسقطه الأفقي H, ويساوي أيضا مجموع المماسين أي أن:

$$AB = H = 2\ell = L \quad \text{..... 4.13}$$

د- أطوال الأعمدة المأخوذة على المماس تتناسب مع مربعات المسافات المأخوذة على المماس المقاسة من A (بالنسبة للمماس الخلفي) أو من B (بالنسبة للمماس الأمامي), كما في المعادلة التالية:

$$y = ax^2 \quad \text{.....4.14}$$

عندما يكون المماسان في اتجاهين مختلفين فإن :

$$a = \frac{p+q}{400\ell} x^2 \quad \text{.....4.1}$$

عندما يكون المماسان في اتجاه واحد فإن:

$$a = \frac{p-q}{400\ell} x^2 \quad \text{.....4.16}$$

معادلة القطع المكافئ بدلالة (e):-

عندما يكون المماسان في اتجاهين مختلفين فإن:

$$\mathbf{e} = \frac{p+q}{400}\ell \quad \text{.....4.17}$$

عندما يكون المماسان في اتجاه واحد فإن:

$$\mathbf{e} = \frac{p-q}{400}\ell \quad \text{.....4.18}$$

$$\mathbf{y} = e\left(\frac{x}{\ell}\right)^2 \quad \text{.....4.19}$$

- ملاحظة : تم حساب أطوال المنحنيات الرأسية بناءا على جداول (AASHTTO2004).

الجدول (4-5) قيمة الثابت K في المنحنيات الرأسية.

SPEED	AASHTTO2004	
Kph	K_{crest}	K_{sag}

20	1	3
30	2	6
40	4	9
50	7	13
60	11	18
70	17	23
80	26	30
90	39	38
100	52	45
110	74	55
120	95	63
130	124	73

K= Length / | p-q| ……..4.20

K : قيمة الثابت في المنحنيات الرأسية .

P : ميل المماس الأول .

q : ميل المماس الثاني .

* في حالة أن يكون المنحنى الرأسي (Crest) تكون قيمة K عند السرعة التصميمية 60Kph =11

* في حالة أن يكون المنحنى الرأسي (Sag) تكون قيمة K عند السرعة التصميمية 60Kph = 18

4.4 تصريف مياه الأمطار والمياه السطحية عن الطريق :-

صـرف المياه من الطريق هي عملية التخلص من المياه و التحكم في مسـيرها داخل نطاق حرم الطريق، لذلك يجب عمل مصـارف سطحية عند تتصميم أواعادة تاهيل الطريق.

عند تساقط الأمطار يأتي جزء من المياه السطحية على الطريق من المطر مباشرة والجزء الآخر من السيول ،خاصة إذا كان الطريق في منطقة وادي يحده جبال صخرية لا تمتص المياه بسرعة كافية لعدم جريانها مما يسبب تعطل الحركة على الطريق في بعض الأحيان.

4.4.1 أهمية تصريف المياه :-

يشكل الماء خطرا كبيرا على الطريق سواء إذا سقط عليها مباشرة، أو سال عليها من الجوانب، فالماء الذي يسقط على سطح الطريق يخرب هذا السطح و يضعفه سواء كان السطح ترابيا أو حصويا أو إسفلتيا، فإذا سقط الماء على سطح الطريق فإنه قد يتغلغل ويتسرب بين الإسفلت و حبات الحصى، ويشكل حاجز بينهما، فعند سير المركبات على هذا الطريق تصبح عملية اقتلاع الحصى أكثر سهولة، وبتكرار هذه العملية(تغلغل للماء واقتلاع للحبيبات) ،يزداد الخراب مما يحدث حفرا تتجمع فيها المياه في وسط الطريق.

وإذا كان سطح الطريق الإسفلتي مساميا أو متشققا، فإن الماء يتسرب من هذه الشقوق إلى السطح الترابي و يتسبب في إضعاف الأساس الترابي فيهبط هذا الأساس تحت ثقل السيارات، فمن المعروف أن التربة تكون قوية جدا وهي جافة، وضعيفة جدا وهي رطبة، لذلك فإننا نخلط التربة بالماء أثناء إنشاء الطريق، لتسهيل عملية دك هذه التربة، حيث تقوم المياه بتشحيم حبات التراب و تسهيل حركتها أثناء الدك، وبعد انتهاء عملية الدك ننتظر حتى يتبخر الماء الموجود مع التربة.

الفصل الخامس

5

التقاطعات

1-5 مقدمة.
2-5 اعتبارات التصميم وأهدافه.
3-5 أنواع التقاطعات.
4-5 أنواع طرق الالتفاف لتغيير المسار.

التقاطعات

5-1 المقدمة:

يعرف التقاطع على انه المنطقة التي يلتقي فيها طريقين او اكثر بما تحتويه هذه المنطقةمن ممرات للمشـــاة وأرصفة وحارات الطريق. ويمثل كل شارع يخرج من التقاطع باي اتجاه فرع للتقاطع ،وأكثر التقاطعات انتشارا هي ذات الاربعة افرع ،وكذلك ينصـــح بتجنب التقاطعات التي تحتوي اكثر من اربعة افرع ، وهناك عدة انواع للتقاطعات وهي : التقاطعات في المســتوى الواحد ،والتقاطعات متعددة المســتويات. ويجب عند تصـــميم التقاطع أن يؤخذ بعين الاعتبار مجموعة من الامور تتضـمن الأمان والفاعلية والتكلفة والسـعة التشـغلية للتقاطع من أجل الخروج بتصـميم يعطي الفائدة الكاملة للطريق.

5-2اعتبارات التصميم وأهدافه:

الهدف الاساس لكل تصميم هو اعطاء الراحة وسهولة الانتقال للاشخاص الذين يستعملون الطريق، وهناك خمس عناصر أساسية يجب أخذها بعين الاعتبار عند كل عملية تصميم وهي :

- **العامل البشري:**
  - عادات القيادة.
  - القدرة على اتخاذ القرار.
  - توقعات السائق.
  - وقت ردود الأفعال.
  - استخدامات المشاة وتصرفاتهم.
  - تصرفات واستخدامات سائقي الدراجات الهوائية.
- **اعتبارات المرور:**
  - التصميم والسعة المرورية.
  - تصميم الحركات المتقاطعة.
  - حجم والخصائص التشغيلية للمركبات التي تمر من التقاطع.
  - تعدد الحركات (الدمج ،والتجاوز، والمتقاطعة).
  - سرعة المركبات.
  - حركة المشاة.
  - حركة الدراجات الهوائية.
- **العوامل الفيزيائية.**

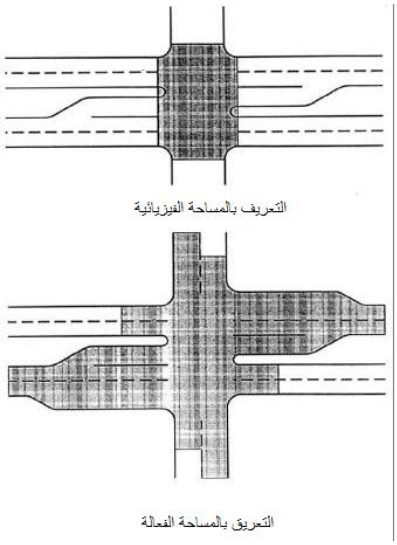
- **العوامل الاقتصادية.**
- **المساحة الفعالة للتقاطع:**

يعرف أي تقاطع بالمســـاحة الفعالة فيه والمســـاحة الفيزيائية له، وتمتد المســـاحة الفعالة لأي تقاطع بكافة اتجاهات أفرعه وتضم جميع الحارات المساعدة .

تتضمن المساحة الفعالة ثلاثة عناصر وهي:

1- **مسافة رد الفعل**(تعتمد على سرعة المركبة ونوعها وسرعة رد الفعل للسائق ومعرفته بالمنطقة).
2- **مسـافة المناورة :** تتضـمن مسـافة الفرملة والمسـافة اللازمة لتغيير المسـار وفي حال عدم وجود مسـارات مخصصة مثل مسارب التباطؤ فهي المسافة اللازمة للتوقف بشكل مريح .
3- **مسافة التخزين.**

ويظهر الشكل التالي تمثيل للمساحتين:



الشكل (5-1)مساحة التقاطع.

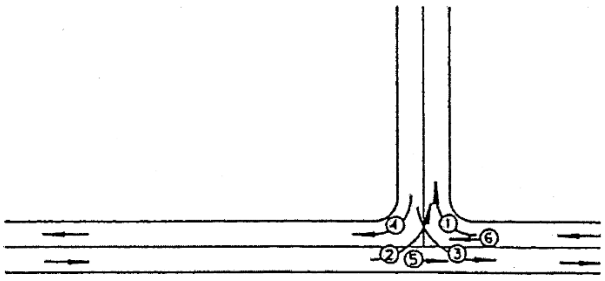
- جميع الصور في هذا الفصل من المرجع AASHTO a policy on geometric design of highways and streets

5-3أنواع التقاطعات:

أنواع التقاطعات الاساسية هي:

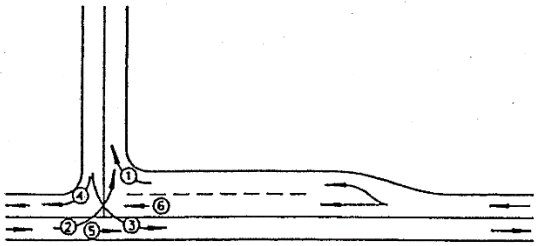
5-3-1 تقاطعات ذات ثلاثة أرجل (T-Intersection)

يظهر الشكل التالي الشكل الاساسي لهذا النوع من التقاطعات:



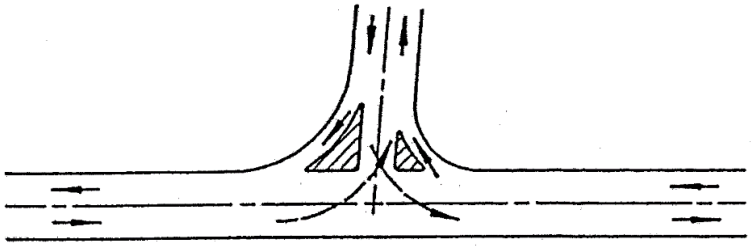
الشكل (5-2)تقاطع بسيط.

حيث يكون كلا الشـــارعين ذي عرض حـارات متمـاثل ولكن يتم تغييرهـا عنـد القـاطعـات للتوافق مع نوع المركبـة المسـتخدمة في التصـميم، ويعد هذا النوع من التقاطعات الأفضـل للطرق الداخلية والمحلية ، ويجب أن لا تزيد زاوية التقاطع عن 30 درجـة عن العـامودي (من 60 -120 درجـة)، ويســتخدم كذلك في الطرق التي لا تحتوي على حجم مروري عالي، أما في الطرقات التي تحتوي على سرعات عالية فيتم اضافة مسرب للتباطؤ كما في الشكل:



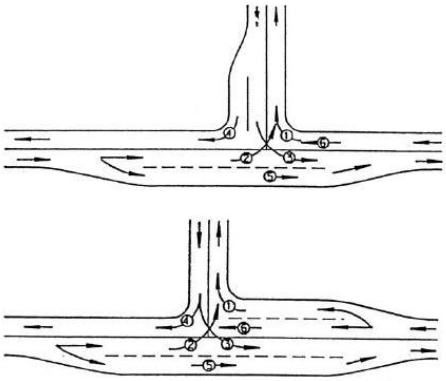
الشكل (5-3)تقاطع بمسرب تباطؤ.

ان استخدام الحارات المساعدة يزيد من سعة التقاطع ويشكل سلاسة أكبر في تغيير المركبات لمسارها، وفي حال كان التقاطع منشأ ويراد فصله يتم اضافة مجموعة من الجزر الفاصلة كما في الشكل:



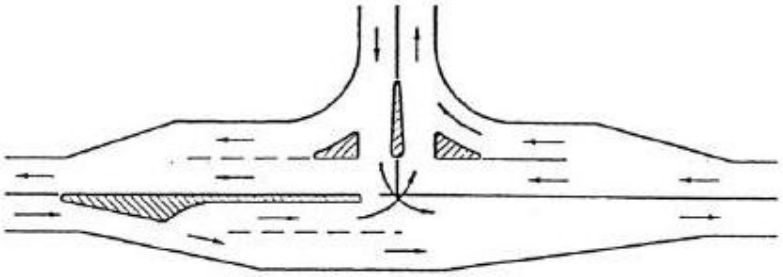
الشكل (5-4)تقاطع بجزر فاصلة.

وكما يمكن اضافة أكثر من مسرب مساعد للتقاطع ، مما يزيد الحركة في التقاطع ويعمل على تسريعها والشكل التالي يوضح هذا النوع من التقاطع:



الشكل (5-5)تقاطع بأكثر من حارة مساعدة.

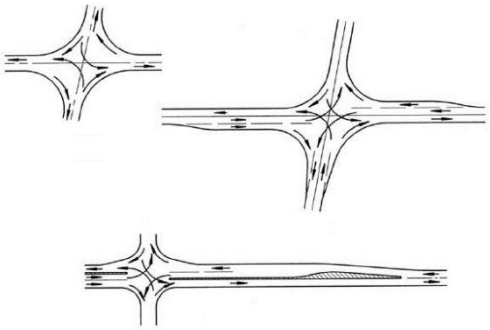
وهناك شكل آخر لهذا النوع من التقاطعات يحتوي على حارات مساندة على كل اتجاه من الطريق ، ويتم استخدام هذا النوع من التقاطعات في المناطق التي تحتوي على كثافة مرورية عالية ،والناطق التي قد تحتاج الى تنظيم بالاشارات المرورية ، والمناطق التي يلتقي بها شارعين بسرعات عالية ،وسيتم استخدام هذا النوع من التقاطعات في المشروع، والشكل التالي يوضح الشكل العام لهذا النوع:



الشكل (5-6)تقاطع بحارات مساعدة في كل اتجاه.

5-3-2 تقاطعات ذات الاربعة أرجل:

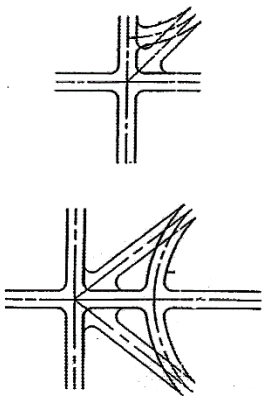
الشكل التالي يظهر هذا النوع:



الشكل (5-7)تقاطع باربعة اتجاهات.

5-3-3 تقاطعات متعددت الأرجل:

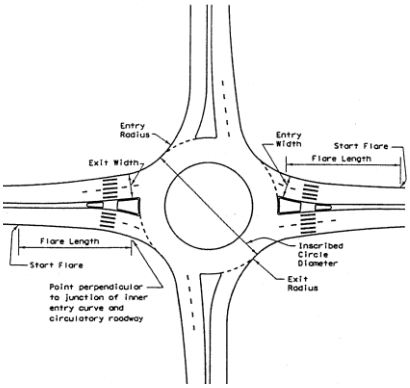
والشكل التالي يظهر هذا النوع:



الشكل (5-8)تقاطع متعدد الاتجاهات.

5-3-4 تقاطع الدوار.

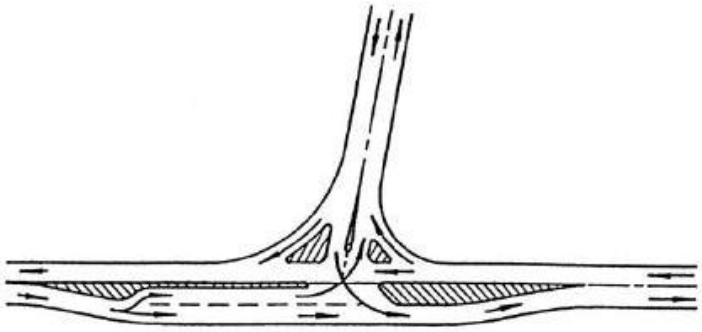
يعتبر الدوار من أكثر التقاطعات سلاسة ، وتعتمد فعاليته على الثقافة المرورية للسائقين .



الشكل (5-9)تقاطع الدوار.

5-3-5 التقاطعات ذات القنوات:

لقد تم ذكر بعض خصائص هذا النوع من التقاطعات ، ولكن من أجل أن يكون التقاطع ذو فعالية يجب ان لا تقل مساحة الجزيرة الفاصلة عن 7 م2 ، وكما يجب تجنب التقاطعات المعقدة في بعض المناطق الحرجة، حيث أنه في حال وجود جزيرة تفصل الحركة اليمين في التقاطع يجب زيادة نصف قطر التقاطع في ذلك الاتجاه لتحقيق الفعالية حيث يعتمد وجود هكذا جزيرة فاصلة على عدد السيارات التي ستنعطف باتجاه اليمين والسرعة وعدد السيارات التي ستكمل مسارها بالاتجاه المباشر.



الشكل (5-10)تقاطع مفصول الحركات.

اما بالنسبة للتقاطع الذي تم فصل الحركتين باتجاه اليمين فيجب ان يتم تضييق الحركة اليمين للسائق الذي سيدخل الاتجاه الافقي قدر الامكان لمنعه من الالتفاف لليسار في الطريق الافقي مع ترك المسافة الكافية للشاحناة بالقدرة على الالتفاف، أما بالنسبة للجزيرة الفاصلة للاتجاهين في الطريق المتقاطع مع الافقي فيجب ان يتم زيادة عرض الرصفات للحركتي الداخلة والخارجة عن الحد الادنى لتوفير المساحة اللازمة لها، ولتوفي سلاسة الحركة اليسار في مثل هذا التقاطع يجب أن تكون حافة الجزيرة الوسطية تبعد بمقدار 2.4 -3.6 م من حافة الرصفة للحارة التي تتقاطع معها يؤخذ هذا التصميم في حال قلة الحجم المروري وفي حال كانت بساطة التقاطع مطلوبة اما في الحجم المروري العالي فيتم فصل الحركات اليسار كما يظهر في الشكل (5-6).

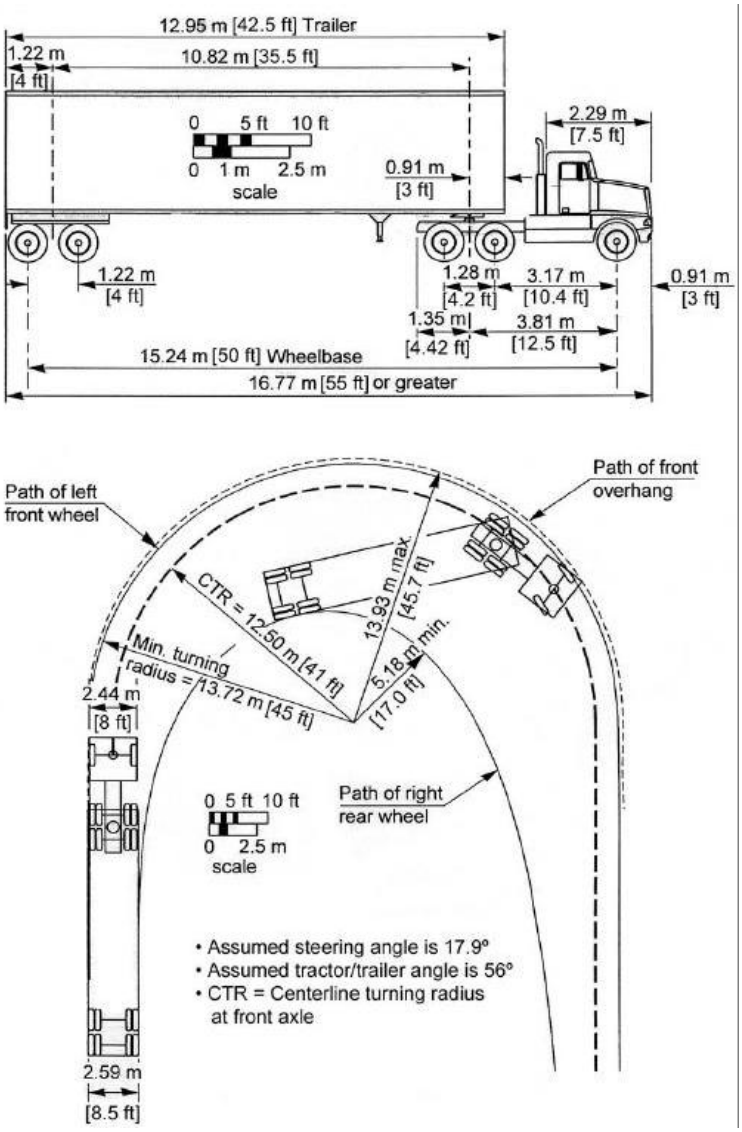
5-4أنواع طرق الالتفاف لتغيير المسار:

يتم تحديد عرض المسرب في الالتفاف في التقاطع بناء على الحجم المروري وكذلك نوع المركبة المستخدمة في التصميم ، وفي أكثر الحالات يتم تصميمها للالتفاف بالاتجاه اليمين ، ويتم تطبيق هذا التصميم على الاتجاهات الاخرى وهناك ثلاثة انواع من الحركات اليمين في التقاطعات وهي:

1- الحركة عند أدنى حافة.
2- الحركة مع جزيرة مثلثية.
3- الحركة في التقاطع الحر التدفق مع المنحنى البسيط أو المركب.

3-3-1 أدنى حافة للتصميم:

يتم اختيار نصف القطر بناء على أكثر حركة دوران حدة يمكن لسيارة التصميم ان تقوم بها في تقاطع غير مفصول الحركات عند سرعة 15كم/ساعة او أقل والشكل التالي يظهر أقل حركة لمركبة التصميم في المشروع:



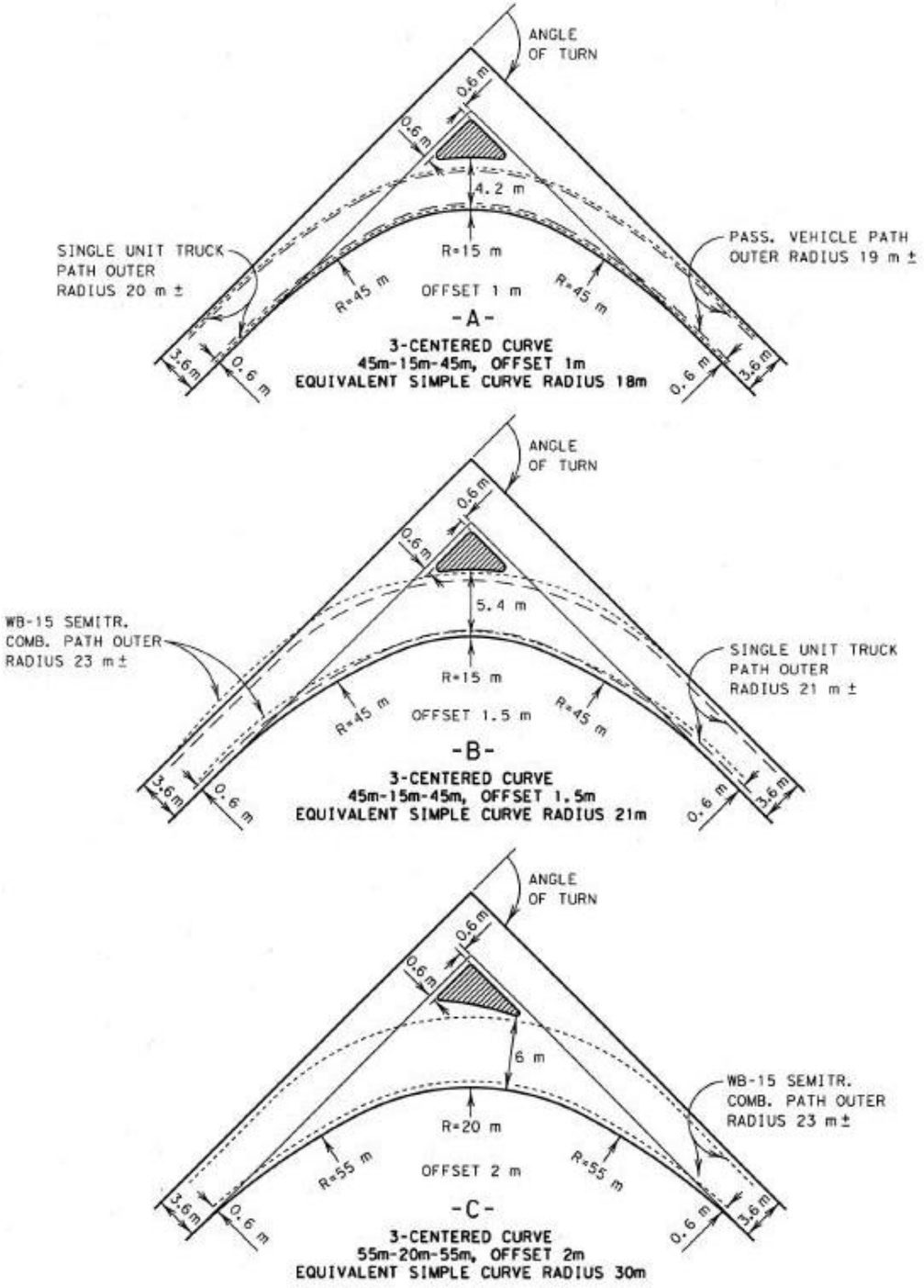
الشكل (5-11)مركبة التصميم في المشروع.

Angle of turn	Design vehicle	Simple curve radius (m)	Simple curve with taper Radius (m)	Offset (m)	Taper H:V	Angle of turn (degrees)	Design vehicle	Simple curve radius (ft)	Simple curve with taper Radius (ft)	Offset (ft)	Taper H:V
75	P	11	8	0.6	10:1	75	P	35	25	2.0	10:1
	SU	17	14	0.6	10:1		SU	55	45	2.0	10:1
	WB-12	–	18	0.6	15:1		WB-40	–	60	2.0	15:1
	WB-15	–	20	1.0	15:1		WB-50	–	65	3.0	15:1
	WB-19	–	43	1.2	20:1		WB-62	–	145	4.0	20:1
	WB-20	–	43	1.3	20:1		WB-67	–	145	4.5	20:1
	WB-30T	–	26	1.0	15:1		WB-100T	–	85	3.0	15:1
	WB-33D	–	42	1.7	20:1		WB-109D	–	140	5.5	20:1
90	P	9	6	0.8	10:1	90	P	30	20	2.5	10:1
	SU	15	12	0.6	10:1		SU	50	40	2.0	10:1
	WB-12	–	14	1.2	10:1		WB-40	–	45	4.0	10:1
	WB-15	–	18	1.2	15:1		WB-50	–	60	4.0	15:1
	WB-19	–	36	1.3	30:1		WB-62	–	120	4.5	30:1
	WB-20	–	37	1.3	30:1		WB-67	–	125	4.5	30:1
	WB-30T	–	25	0.8	15:1		WB-100T	–	85	2.5	15:1
	WB-33D	–	35	0.9	15:1		WB-109D	–	115	2.9	15:1
105	P	–	6	0.8	–	105	P	–	20	2.5	–
	SU	–	11	1.0	–		SU	–	35	3.0	–
	WB-12	–	12	1.2	–		WB-40	–	40	4.0	–
	WB-15	–	17	1.2	15:1		WB-50	–	55	4.0	15:1
	WB-19	–	35	1.0	15:1		WB-62	–	115	3.0	15:1
	WB-20	–	35	1.0	15:1		WB-67	–	115	3.0	15:1
	WB-30T	–	22	1.0	15:1		WB-100T	–	75	3.0	15:1
	WB-33D	–	28	2.8	20:1		WB-109D	–	90	9.2	20:1

الجدول (5-1)أنصاف الأقطار الصغرى اللزمة لدورانمركبة التصميم.

والجدول السابق يظهر نصف القطر وزاوية التقاطع ونوع المركبة.

اما من ناحية التصميم بوجود جزيرة مثلثية فهي على النحو الموضح في الشكل:



الشكل (5-12)التصميم بوجود جزيرة مثلثية.

الفصل السادس

6

التصميم الإنشائي للطريق

1-6 مقدمة.
2-6 الرصفة المرنةFlexible Pavement)(.
3-6 تجارب التربة.
4-6 تصميم الرصفة المرنة حسب نظام (AASHTO).

التصميم الانشائي للطريق

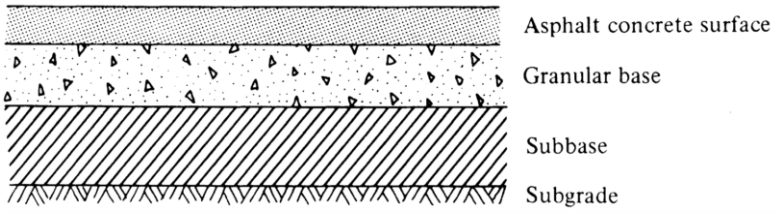
1-6 مقدمة:

يعتبر التصميم الانشائي لأي مشروع طرق اللبنة الاساسية التي تمثل قوة المشروع وعمره التشغيلي، والمتمثلة بتحديد سماكة رصفات المشروع ،والتي تعتمد على نوع وحجم المرور وعمر التصميم والذي يكون عادة بحدود عشرين عاما، وتنقسم أنواع الرصفات الى نوعين رئيسين هما: الرصف المرن والذي يتمثل بالطرق الاسفلتية وهو النوع المستخدم في المشروع ، والنوع الصلب والمتمثل في الطرق الخرسانية والتي تعمل كجسر محمل على الأرض وعليه أحمال حية ووزنه كحمل ميت، وسيتم استعراض كيفية تصميم الرصفة المرنة مع تطبيق المشروع كمثال على التصميم.

2-6 الرصفة المرنة(Flexible Pavement) :

مكونات الرصفة المرنة:

الشكل التالي يمثل طبقات الرصفة المرنة والمتمثلة بالقاعدة الترابية(Subgrade) وطبقة ما تحت الاساس (Subbase Course) وطبقة الاساس(Base Course) وطبقة الاسفلت (Surface Course)والتي يجب تصميمها بحيث تعطي كل منها القوة التي يجب ان تتحملها.



الشكل (6-1)طبقات الرصفة المرنة.

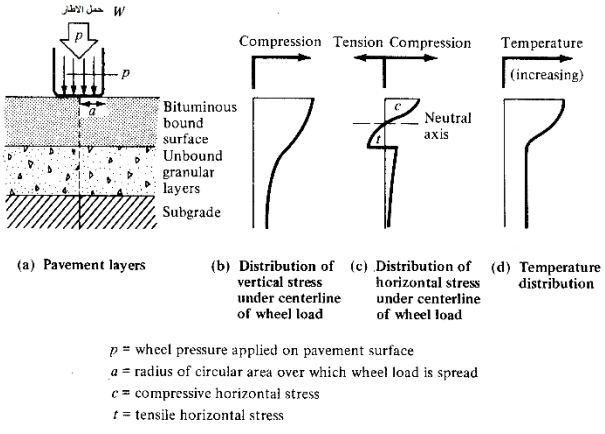
- القاعدة الترابية(Subgrade): وهي تمثل الارض الطبيعية في منطقة المشروع،حيث يتم فحص قوة تحملها وان لم تجتز الفحوصات فمن الممكن جلب تربة من مكان آخر تطابق المواصفات ودمكها في منطقة المشروع لتشكل هذه الطبقة ، وهي تشكل القاعدة التي يرتكز عليها الطريق.
- طبقة ما تحت الاساس(Subbase Course) : وهي تأتي مباشرة فوق طبقة القاعدة الترابية، ويتم احضار موادها من مواد تم فحصها وطابقت المواصفات مثل (البيسكورس) ، وفي حال كانت متطلبات التصميم لا تستدعي استخدامها يمكن الاستغناء عنها وعدم وضعها في الطريق.
- طبقة الاساس(Base Course) : حيث توضع مباشرة فوق طبقة ما تحت الأساس أو فوق طبقة القاعدة الترابية في حال عدم وجود طبقة ما تحت الأساس بناء على متطلبات التصميم، وهي في العادة من مادة (البيسكورس)، وقد يتم تنفيذها على أكثرمن طبقة في حال تعدت سماكتها 20 سم.

- جميع الصور في هذا الفصل من المرجع garber and hoel -traffic and highway engineering-4th edition غير المشار اليها في النص على أنها نتائج.

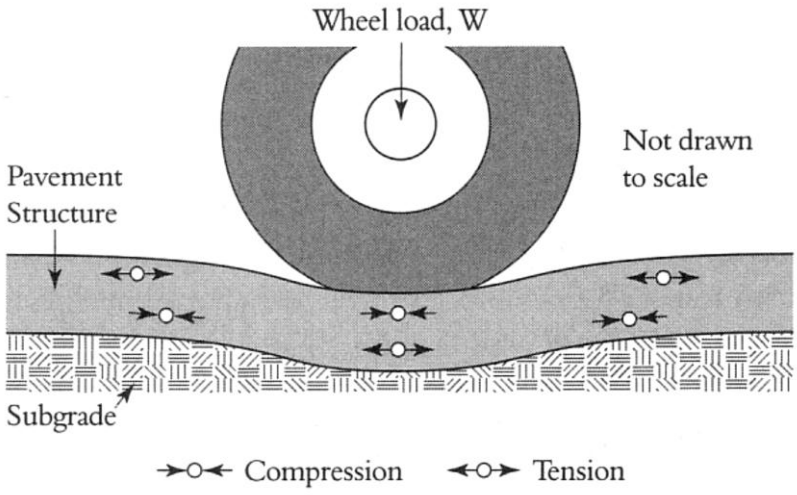
- طبقة الاسفلت (Surface Course) : حيث تمثل السطح الذي سيتعرض للأحمال مباشرة والعوامل الجوية وهي الحامية للطبقات الأخرى من العوامل الجوية ، وتختلف مواصفاتها حسب المنطقة الجغرافية كونها تتأثر بالعوامل الجوية وخاصة الحرارة، ويمكن أن تنفذ أيضا على أكثر من طبقة.

1-2-6 المبدأ الذي يرتكز عليه تصميم الرصفة المرنة:

يعتمد المبدأ الأساسي للتصميم على أن الاحمال تنتقل من طبقة لأخرى ، وأن طبقة القاعدة الترابية ذات بعد لا نهائي بالاتجاهين الافقي والرأسي ، ويمثل إطار المركبة الحمل الذي يؤثر على الطبقات كما في الاشكال التالية:

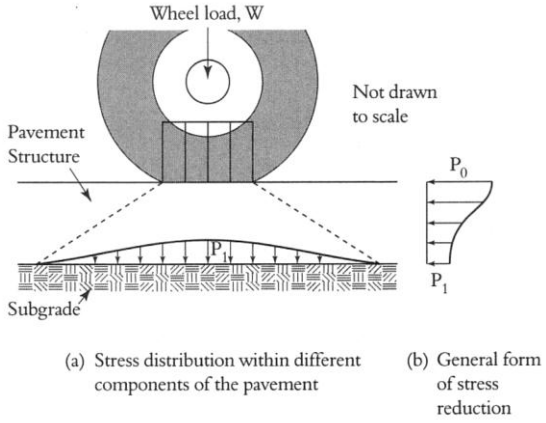


الشكل (6-2)تأثير الأحمال على طبقات الرصف.



الشكل (6-3)اتجاه الأحمال الداخلية في الرصف.

حيث تتحول الأحمال العمودية الى أحمال ضغط وشد في داخل طبقات الرصف ، ويتم توزيع الأحمال الناتجة من الاطار كما في الشكل التالي:



الشكل (6-4)توزيع الأحمال الناتجة من الاطار.

قبل البدأ بعملية التصميم لأي طريق يجب اختبار تربة الارض الطبيعية واختيار طبقات الرصف واختبار خصائصها الانشائية، ويعد اختبار نسبة تحمل كاليفورنيا من أهم هذه الاختبارات وفيما يلي توضيح للإختبارات التي تمت على رصفة القاعدة الترابية.

3-6 تجارب التربة:

1-3-6 تجربة الكثافة العظمى:

الهدف:

تحديد مقدار الكثافة العظمى للتربة ومقدار محتوى الماء المثالي، من أجل فحص نسبة تحمل كاليفورنيا وكذلك الدمك في الموقع في حالة العينات للمواد التي ستستخدم في طبقات مشاريع الطرق.

طريقة العمل :

1- تنخل العينة على منخل ¾ من أجل التخلص من الحصى الذي قد يؤثر سلبا على نتيجة الاختبار، نظرا لأن كثافة الصخور في الغالب أكبر من التربة.
2- يتم وزن 6 كغم من التربة ليتم اضافة نسب من الماء اليها .
3- تضاف نسبة 5 % من وزن العينة ماء اليها ، وبعد خلطها جيدا يتم وضع طبقة اولى في القالب وتدمك بمطرقة قياسية 56 ضربة وتكرر عملية الطبقات حتى 5 طبقات ن ثم يتم تسوية سطح العينة في القالب وتوزن ، وبمعرفة وزن القالب فارغ(6940 غم) وحجمه (2124 سم^3) يتم حساب كثافة العينة ، ويتم أخذ عينة من التربة ووضعها في جفنة قد تم وزنها فارغة مسبقا وتو ضع في فرن تجفيف لمعرفة محتوى الرطوبة لحساب الكثافة الجافة.
4- نكرر العملية السابقة باضافة ماء بنسبة 3% من وزن العينة (6 كغم) اليها لتصبح النسبة الكلية لمحتوى الماء 8% ، وثم 11% و ثم 12.5 % ، وتحسب الكثافة في كل مرة.

الجدول (6-1)قراءات تجربة الكثافة العظمى.

نسبة الماء	%5	%8	%11	%12.5
رقم الجفنة	**C20**	**1**	**17**	**100**
وزن الجفنة فارغة	31.5	32.2	43	32
وزن الجفنة + التربة رطبة	115	131.9	186	154
وزن الجفنة + التربة جافة	111.7	124.3	173.1	140.1
محتوى الماء (WC)	0.0411	0.08252	0.099135	0.128585
الكثافة الجافة للتربة	2.121	2.061	1.945	1.888

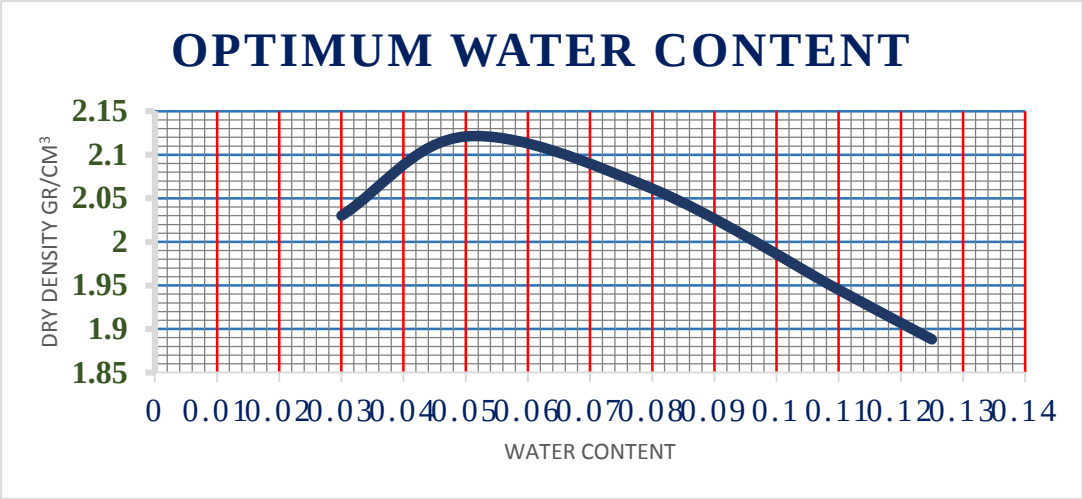
1. ثم يتم رسم العلاقة بين محتوى الرطوبة والكثافة وتمثل قمة المنحنى القيمة العظمى للكثافة ونسبة الماء المثالية.

القرءات والنتائج:

الجدول (6-2)قيم الكثافة الرطبة.

وزن القالب فارغ (غم)	6490	6490	6490	6490
نسبة الماء المضاف %	**5**	**8**	**11**	**12.5**
وزن القالب +التربة رطبة (غم)	11180	11220	11030	11016
وزن التربة الرطبة (غم)	4690	4728	4540	4526
كثافة التربة الرطبة (غم /سم ^{3})	2.2081	2.226	2.1375	2.1309

والشكل التالي يظهر العلاقة بين محتوى الماء والكثافة الجافة:



الشكل (6-5)العلاقة بين محتوى الماء والكثافة الجافة.

6-3-2 تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا(California Bearing Ratio Test) (CBR):

الهدف :

معرفة مقدار تحمل عينة من التربة للضغط الناتج من مكبس قساسي بالنسبة لعينة تربة قياسية.

خطوات العمل :

1- يتم دمك التربة في قالب قياسي بنسبة الماء المثالية لتحقيق الكثافة العظمى ، بتكوين 5 طبقات وضرب كل طبقة بالمطرقة القياسية 56 ضربة .

2- وضع العينة تحت الجهاز الموضح في الشكل الآتي ، ووضع المكبس بحيث يلامس سطح العينة ، وثم تصفير أجهزة القراءة.

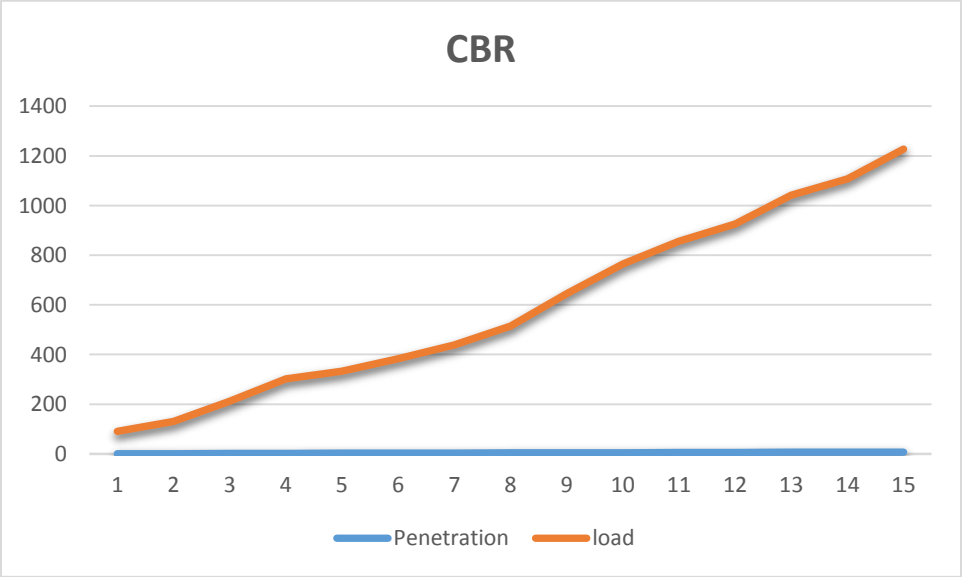
الشكل (6-6) جهاز فحص CBR .

3- يتم تشغيل الجهاز وقراءة مقدار القوة عند مجموعة من قيم الغرز ، ثم يتم تقسيم القوة عند الغرز 2.5 ملم و5 ملم على القيمة القياسية فتنتج قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا.

القراءات والنتائج:

الجدول (6-3)القراءات .

penetration	load	kg	**CBR**
0.5	90	228.6	
1	130	330.2	
1.5	210	533.4	
2	300	762	
2.5	330	838.2	**0.240876**
3	380	965.2	
3.5	435	1104.9	
4	510	1295.4	
4.5	640	1625.6	
5	760	1930.4	**0.36983**
5.5	850	2159	
6	920	2336.8	
6.5	1035	2628.9	
7	1100	2794	
7.5	1220	3098.8	



الشكل (6-7)العلاقة بين الغرز والقوة.

أما فيما يخص طبقة الاساس فقد تم اعتماد عينة تم اجراء الفحوصات عليها من خلال مختبر خارج الجامعة وللاطلاع على النتائج يمكن مراجعة الملاحق.

4-6 تصميم الرصفة المرنة حسب نظام (AASHTO) :

العناصر التي يعتمد عليها التصميم:

- آداء الرصف تحت الأحمال الواقعةعليه.
- المرور ،حيث يتم تحويل المرور لمعامل الحمل المكافئ (ESAL) .
- طبقة القاعدة الترابية.
- مواد الرصف.
- البيئة التي سيتم تصميم الرصف للعمل فيها.

يتم التصميم حسب الخطوات التالية:

1 حساب ESAL(Equivalent Accumulated 18,000 Ib Single Axle Load)

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

حيث:

ESAL : equivalent accumulated 18,000-lb (80 kN) single-axle load.

fd :design lane factor.

G_f:growth factor for a given growth rate r and design period n.

AADT : first year annual average daily traffic for axle .

N :number of axles on each vehicle.

FE : load equivalency factor.

يتم اختيار معامل fdمن الجدول التالي:

الجدول (6-4)قيمة معامل fd .

Number Of Traffic Lanes (Two Directions)	Percentage Truck in Design Lane(%)
2	50
4	45 (35-48)
6 or more	40 (25-48)

ونظرا لأن المشروع يتكون من مسرب في كل اتجاه فإن قيمة المعامل للمشروع هي 50.

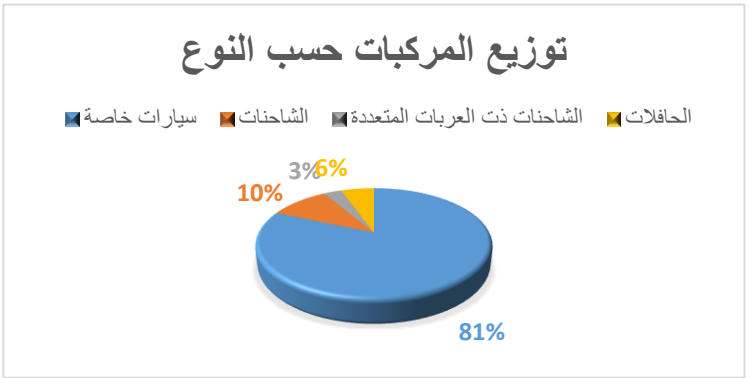
أما قيمة growth factor (G_f) فيتم الحصول عليه من الجدول التالي:

الجدول (6-5)قيمة معاملG_f .

Design period years	No. growth	Annual Growth Rate (%) 2	4	5	6	7	8	10
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	2.0	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.0	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.0	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.0	5.20	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.0	6.31	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.0	7.43	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.0	8.58	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.0	9.75	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.0	10.95	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.0	12.17	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.0	13.41	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.0	14.68	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.0	15.97	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.0	17.29	20.02	22.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.0	18.64	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.0	20.01	23.70	25.84	2.21	30.48	33.75	40.55
18	18.0	21.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.0	22.84	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.0	24.30	29.78	**33.06**	36.79	41.00	45.76	57.28
25	25.0	32.03	41.65	47.73	51.86	63.25	73.11	98.35
30	30.0	40.57	56.08	66.44	79.05	94.46	113.28	164.49
35	35.0	49.99	73.65	90.32	111.43	138.24	172.32	271.02

ولأن فترة التصميم هي 20 سنة ومقدار النمو السنوي هو 5% ، فإن مقدار المعامل من الجدول هو 33.06 .

أما بالنسبة للحجم المروري AADT فقد تم اعتبار الحجم المتوسط الساعي 150 مركبة / ساعة والحجم المتوسط السنوي اليومي 3600 مركبة /يوم ، وتوزيع نسبها حسب النوع كما في الشكل التالي:



الشكل (6-8) توزيع المركبات حسب النوع.

وقد تم تحديد المعامل المكافئ للأحمال كما يلي:

load equivalency factor for cars ($f_{E(car)}$) = 0.0003135 (single axle)
load equivalency factor for busses ($f_{E(bus)}$) = 0.198089 (tandem axle)
load equivalency factor for trucks ($f_{E(truck)}$) = 0.29419 (tandem axle)

وبعد ذلك تحسب قيمة (ESAL) لكل نوع من أنواع المركبات حسب المعادلة على حده ومن ثم تجمع القيم الثلاث لنحصل على (Total ESAL) كما يلي :

$$ESAL_{car} = .45 \times 33.06 \times 3600 \times 0.815 \times 365 \times 2 \times 0.0003135 = 0.0238273 \times 10^6$$

$$ESAL_{buss} = .45 \times 33.06 \times 3600 \times .055 \times 365 \times 2 \times 0.198089 = 2.271760274 \times 10^6$$

$$ESAL_{truck} = .45 \times 33.06 \times 3600 \times .1 \times 365 \times 2 \times 0.29419 = 3.0672 \times 10^6$$

$$ESAL_{total} = 5.362754 \times 10^6$$

تبدأ الآن مرحلة تحديد سماكة الرصفات ، والجدول التالي يظهر قيم CBR لكل نوع من الرصف ، ويمكن مراجعة الملاحق لتفاصيل تجارب التربة لطبقة البيزكورس:

الجدول (6-6) قيم نسبة كاليفورنيا لطبقات الرصف.

الطبقة	CBR	المادة المستخدمة
Base Coarse	95	Crushed Stone
Sub Grade	37	Clay and Stone Soil

يتم البدأ بحساب قيمة المعامل المناخي من المعادلة التالية:

$$R = \frac{N_d}{12} \times R_d + \frac{N_s}{12} \times R_s$$

حيث:
R : Regional Factor

Nd : Number of dry months in a year

Rd : Regional Factor for soils dry

Ns : Number of saturated months in a year

Rs : Regional Factor for soils saturated

حيث يتم الحصول على قيمة كل من (Rd, Rs) من الجدول التالي:

الجدول (6-7) قيمة المعامل المناخي(Regional Factor).

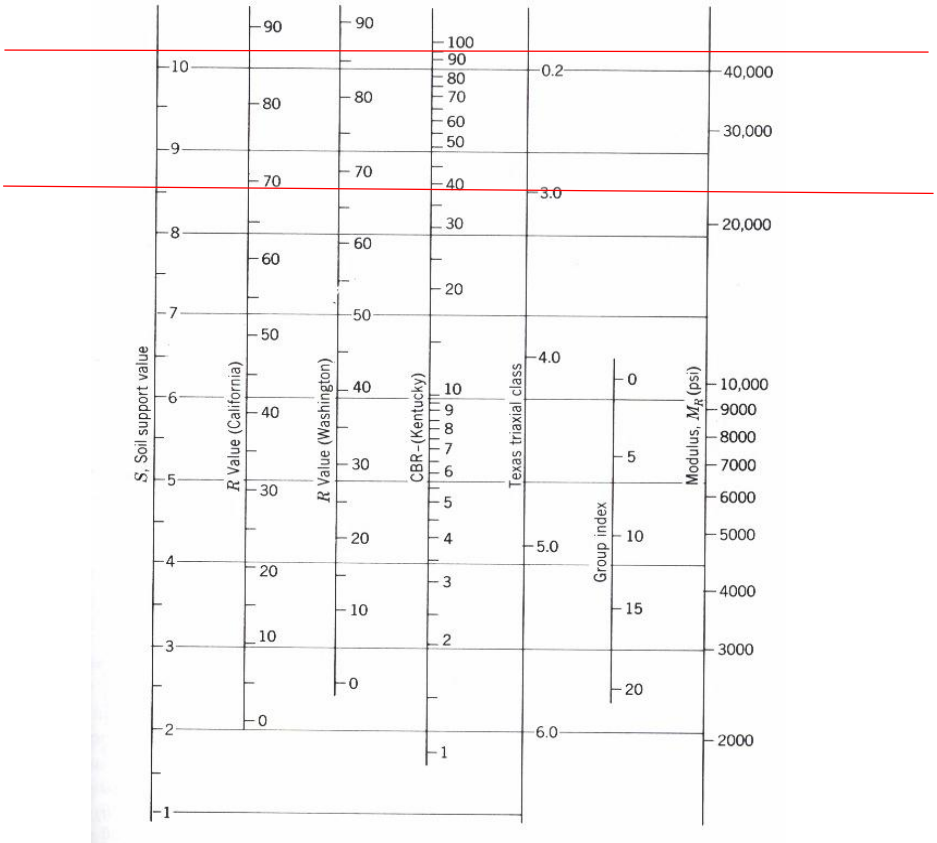
case	Suggested Regional Factor
Roadbed soil frozen 5in or more	0.2 –1.0
Roadbed soils dry	0.3 – 1.5
Roadbed soils saturated	4.0 – 5.0

وبالتطبيق على المعادلة السابقة فإن قيمة R تساوي 2.1 .
لحساب قيمة SN يتم في البداية معرفة قيمة S-soil support value المقابلة لكل قيمة CBR من الشكل التالي.

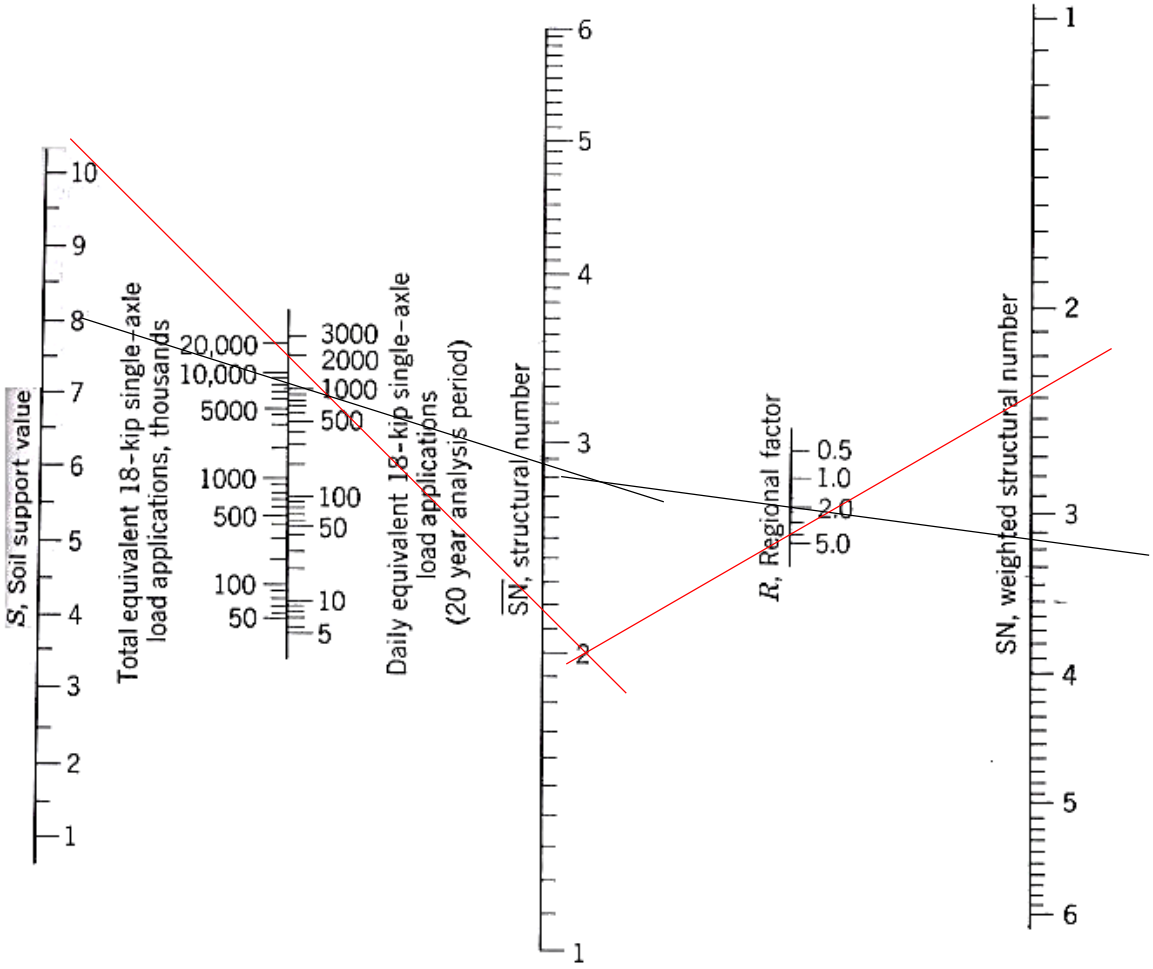
وبناء على ما نتج من الشكل اللاحق فإن القيم كما يلي:
(S1-soil support value) = 10.2

(S2-soil support value) = 8.5

ومن ثم نقوم بتحديد قيمة SN لكل نوع من الانواع السابقة من الشكل الذي يليه.



الشكل (6-9) S-soil support value.



Design chart for flexible pavements, $p_t = 2.5$

الشكل (10-6) SN value.

وبناء على ما سبق فإن:

SN2-structural Number =2.

SN3-structural Number =2.8.

ثم نقوم بالتوصيل بين هذه القيم وقيمة (Regional Number)وبأخذ الامتداد حتى يقابل الطرف الآخر والذي يعطي النتيجة النهائية لقيمة SN، والقيم التالية هي لرصفات المشروع:

SN1=2.6.

SN2=2.3.

SN3=3.2 .

ولحساب سمك كل طبقة يتم استخدام المعادلة التالية:

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2mi + a_3D_3mi$$

حيث:

SN: Structural Number.

a_1, a2, a3: layer coefficients representative of surface, base course, and sub base respectively.

D_1, D2, D3: actual thickness, of surface, base course, and sub base respectively.

m_i=drainage coefficient for layer i.

حيث يتم اختيار قيم المعاملات التي في المعادلة من جدول وأشكال التصميم كما يلي:

قيم المعاملات التي تمثل نوع الطبقة وعلاقتها بـ SN الخاص بها (a_1, a2, a3) :

الجدول (6-8) قيمة معامل طبقة الأسفلت.

Case of Pavement	a_1 suggested
Road mix (low stability)	0.20
Plant mix (high stability)	0.44
Sand Asphalt	0.40

وبناء على ما سبق فإن القيمة a1=0.44 .

ويتم اختيار معامل طبقة البزكورس من الجدول التالي:

الجدول (6-9) قيمة معامل طبقة البيزكورس.

Case of base course	a_2 suggested
sandy gravel	0.07
Crushed stone	0.14
Cement- treated (650psi or more)	0.23
Cement- treated (400-650psi)	0.20
Cement- treated (400psi or less)	0.15
Coarse- graded bituminous-treated	0.34
Sand asphalt	0.30
Lime -treated	0.15-0.30

ومما سبق فإن قيمة المعامل a_2تساوي 0.14.

وأما قيمة المعامل a_3 فتساوي 0.075 من الجدول التالي:

الجدول (6-10) قيمة معامل a_3.

Case of base course	a_3 suggested
Sandy gravel	0.11
Sandy clay	0.05-0.10

أما بالنسبة لمعامل تصريف الطبقة للمياه عند نسبة اشباع 5-25% ، وبتصنيف ضعيف فالقيمة تساوي 0.8 .

وبالتالي فإن سمك الرصفات يحسب كالتالي:

$D_1=\frac{2.6}{0.44}$ =6 in. = 15 cm.

$SN1^*= (15/2.54)*0.44 = 2.6$

$D_2=\frac{0.3}{0.8*0.14}$=2.7 in.=6.8cm. Take 20 cm.

$SN2^* =8*0.14*0.8 +2.6 =3.5$

$D3=\frac{0.2}{0.075*0.8}$=3.5in. =9 cm Take 10 cm.

والجدول التالي يلخص سمك الرصفات :

الجدول (6-11) سماكة الرصفات للمشروع.

الرصفة	السمك (سم)
الأسفلت	15
البيزكورس	20
طبقة ما تحت الأساس*	10

*كون الأرض الطبيعية ذات سمك لانهائي فإنه ليس بالضرورة تحديد سمكها كونها موجودة ببعد لانهائي، ويستخدم هذا البعد في المناطق ذات الطبيعة الطينية في المشروع والتي قد تظهر اثناء الحفر.

الفصل السابع

تصريف المياه السطحية في الطريق

7-1 مقدمة.
7-2 أهمية صرف المياه عن سطح الطريق.
7-3 متطلبات صرف المياه من الطريق.
7-4 طرق التصميم.
7-5 تحديد كميات المياه السطحية.
7-6 مراحل تصميم أنبوب صرف مياه الأمطار.

تصريف المياه السطحية في الطريق

7-1 مقدمة:

يعد توفير تصريف المياه السطحية للطريق من عناصر التصميم الأساسية للطريق الآمن . حيث يجب أن يتوفر التصميم الصحيح لتصريف المياه عن سطح الرصفات لقنوات مصممة لكي تستوعب كمية المياه التي ستمر عبرها ، ويشكل التصميم الخاطئ لتصريف المياه الخطر الرئيس على رصفات الطريق ، وكذلك يؤدي تراكم المياه في برك الى بطئ حركة السير مما يقلل من فاعلية الطريق ، وقد تكون هذه البرك السبب في حوادث السير وذلك نتيجة لفقدان الرؤية الناتج من رش المياه عند عبور اي مركبة للبركة ، ويتم في أغلب المشاريع صرف ربع تكلفة المشروع على تصريف المياه.

يتم الأخذ بالإعتبار لمصدرين من المياه ، الأول الناتج عن الأمطار والثلوج حيث يتم امتصاص جزء منه من خلال التربة ويبقى الجزء الذي يجري على السطح والذي بحاجة للمعالجة،والثاني الناتج من المياه الجوفية والتي تشكل عاملا مهما في حال كان هناك قطع كبير في المشروع ، أو قربه من المنشآت المائية مثل السدود او التجمعات المائية مثل الأنهر والبحار.

7-2 أهمية صرف المياه عن سطح الطريق:

تكمن أهمية صرف المياه في كونها تضعف قوة التحمل الانشائية لرصفات الطريق وفي حال عبور المركبات عليها قد يؤدي ذلك إلى انهيار الرصفات والحوادث المرورية ، وتشكل المياه خطرا كبيرا في حال كانت طبيعة المنطقة تحتوي على تربة انتفاخية مما يؤدي الى تشكل تلال صغيرة على سطح الطريق ويعطل عملها ، وقد يؤدي تراكم المياه على جوانب الطريق الى تقليل قوة الاحتكاك بين جزيئات التربة وبالتالي انهيار الميول الجانبية التي تعتمد على الجاذبية ،وفي الأماكن التي تتعرض للصقيع قد تؤدي المياه الجوفية المتواجدة في الطبقات الى تشقق الطريق نتيجة زيادة حجم الماء بعد تجمدها.

7-3 متطلبات صرف المياه من الطريق:

1- تكوين ميول عرضية على سطح الطريق تكون عادة بنسبة 2% من أجل تصريف المياه التي تسقط على سطح الطريق ، ويكون اتجاه التعلية في جميع المنحنيات على الطريق باتجاه واحد.
2- عمل عبارات للمياه التي تاتي من الارض حول الطريق في حال كانت الأرض مائلة باتجاه الطريق.
3- تصميم وإنشاء الخنادق الجانبية الواسعة ذات الانحدار الكافي لتصريف المياه.

4- منع المياه المتساقطة على سطح الطريق من النفاذ إلى داخل جسم الطريق، وذلك بجعل سطح الطريق غير مسامي لا تنفذ من خلاله المياه مع إغلاق الشقوق التي تظهر في السطح بأسرع ما يمكن.

4-7 طرق التصميم:

أ- طريقة (Rational Method):

تعتبر هذه الطريقة من أكثر الطرق استخداما في تصميم شبكات صرف مياه الأمطار. وتم تطبيقها في كل مدن العالم وتعتمد على المعادلة التالية:

$$Q = C.i.A.....8.1$$

حيث:

Q: أقصى تدفق للمياه في وقت الذروة (لتر/ثانية).

C : معامل الانسياب السطحي وهو نسبة بين أقصى تدفق ومعدل التدفق في ذات الفترة الزمنية والتي تعرف بفترة التجميع.

i: شدة مياه الأمطار لفترة التجميع ،(مليلتر/ دقيقة).

A : مساحة تجميع المياه بالهكتار.

ما تزال هذه الطريقة تعتبر منطقية للمساحات الصغيرة، وتستخدم في الحالات التي لا تتوفر فيها أنظمة محوسبة.

ب- تحديد سرعة الجريان:

تستخدم هذه الطريقة غالبا في القنوات المفتوحة ، ويتم فيها تحديد سرعة جريان الماء في القناة وبالاعتماد على المعادلة التالية يمكن تحديد مساحة مقطع القناة اللازمة:

$$Q = A .V \ .....7.2$$

حيث:

Q: مقدار التدفق.

A: مساحة مقطع الأنبوب.

V: سرعة الجريان.

ويتم الاعتماد على المعادلات التالية في تحديد السرعة التي ستجري بها المياه في الانبوب:

1- معادلة (Chezy's):

$$V = C\sqrt{RS} \text{.....8.3}$$

حيث:

V: سرعة التدفق (متر/ثانية).

C: ثابت (**Chezy**) ، $C = \frac{100\sqrt{R}}{m + \sqrt{R}}$

m : 0.35 للأنبوب الخرساني ،و 0.25 للأنبوب الطيني.

R: القطر الهيدروليكي (ويساوي مساحة المقطع مقسوما على المحيط الذي سيصله الماء).

S: ميل الانبوب.

2- معادلة (Manning):

بالرغم من أنها تستخدم للشبكات التي تعتمد على الجاذبية الا أنها تصلح لشبكات المياه .

$$V = (1/n)\ R^{2/3}\ S^{1/2} \qquad \text{……..…..7.4}$$

حيث:

V: سرعة التدفق (متر/ثانية).

n : معامل (Manning) = 75 $m/s^{1/3}$

R: القطر الهيدروليكي.

والجدول التالي يظهر قيم معامل Manning لمجموعة من المواد المستخدمة في الانابيب:

الجدول (7-1)قيمة معامل Manning.

Material	***Commonly Used Values of n***
Concrete	0.013 and 0.015
Vitrified clay	0.013 and 0.015
Cast iron	0.013 and 0.015
Brick	0.015 and 0.017
Corrugated metal pipe	0.022 and 0.025
Asbestos cement	0.013 and 0.015
Earthen channels	0.025 and 0.003
PVC	0.011

7-5 تحديد كميات المياه السطحية:

يعتمد تصريف مياه الأمطار لمنطقة معينة على الطبيعة الجغرافية والأحوال المناخية لتلك المنطقة ، وترتبط بكميات مياه الأمطار (Rainfall) وما تولده من مياه تنساب على سطح الأرض (Runoff) ، وعند التصميم يجب الاخذ بعين الاعتبار انه كلما قلت فترة الهطول زاد معدل الأمطار، وتمثل الذروة في تدفق الأمطار الحكم في تصميم الشبكة حيث يتم تطبيقها على سائر المساحة .

وهناك مجموعة من العناصر التي تحدد كمية المياه التي ستدخل نظام التصريف وهي:

1- المساحة: وتتمثل بالمساحة التي يكون ميلها باتجاه نظام التصريف ، والتي سيقوم النظام بخدمتها وهي تحسب في التصميم بالهكتار.

2- شدة مياه الأمطار: وتكون بوحدة (لتر/ثانية) ويتم الحصول عليها من دراسات للمنطقة على فترات زمنية طويلة.

3- معامل الانسياب السطحي: ويمثل نسبة المياه التي ستدخل نظام التصريف من نسبة المياه التي تسقط على السطح ، وهي تختلف من سطح لآخر بالاعتماد على مقدار امتصاص التربة للمياه، والجدول التالي يظهر أنواع السطوح ومعامل الانسياب لكل نوع.

الجدول (7-2)قيمة معامل الانسياب السطحي .

Character of Surface	Runoff Coefficients
Pavement	
Asphalt and concrete	0.70 to 0.95
Brick	0.70 to 0.85
Lawns, Sandy soil	
Flat- 2 percent	0.05 to 0.10
Average-2to7percent	0.10 to 0.15
Steep- 7 percent	0.15 to 0.20
Roofs	0.75 to 0.95
Lawns, heavy soil	
Flat- 2 percent	0.13 to 0.17
Average-2 to 7percent	0.18 to 0.22
Steep-7 percent	0.25 to 0.35

مما سبق فإن قيمة معامل الانسياب السطحي للطريق هي 0.95 ، وهذا يعني أن ما نسبته 0.95 من كل متر مكعب من المياه على سطح الطريق سيدخل نظام التصريف.

وفي حال كانت المساحة التي سيخدمها النظام تتكون من أكثر من نوع من السطوح ، فيتم حساب معامل الانسياب السطحي بطريقة الوزن لكل مساحة باستخدام المعادلة التالية:

$$C = \frac{\sum Ci.Ai}{\sum Ai} \quad \text{.....7.5}$$

حيث:

C: معامل الانسياب السطحي (Runoff Coefficient).

Ai :المساحة i .

Ci : معامل الانسياب السطحي للمساحة i .

وتعتمد كمية تدفق مياه الأمطار على عدة عوامل وهي:

- معدل التكرار:

وهو يمثل عدد المرات التي يتعدى فيها تدفق الامطار المعدل العام ، فمثلا اذا كانت فرصة تعدي تدفق الأمطار على المعدل العام هي مرة خلال خمس سنوات فإن المعدل يساوي 0.2 ، ويتم اختيار هذا المعدل بناء على العامل الاقتصادي أو خبرة المهندس المصمم، ويمكن اختيار السنوات التي يمك استخدامها لحساب معدل التكرار من التصنيف التالي:

منطقة سكنية: يغلب استخدام 5 سنوات (معدل التكرار 0.2).

مناطق تجارية ، والمناطق ذات العقارات المرتفعة القيمة : 15 سنة.

للحماية من الفياضانات : 50 سنة.

- كمية الأمطار:

يتم تكوين رسم بياني يظهر العلاقة بين كمية الأمطار والزمن ، وينتج هذا الرسم من دراسة المنطقة على فترة زمنية طويلة، ويمثل ميل هذا الرسم كمية الأمطار (ملم /دقيقة) ، وتحول لوحدة (لتر/ثانية.هكتار) بضرب الميل في الرقم 166.7، والرسم البياني الآتي يظهر شدة الأمطار في الخليل والذي سيستخدم في التصميم.

- زمن التجميع:

يمثل الزمن اللازم لتدفق المياه من أبعد نقطة في المساحة التي تخدمها الشبكة الى المدخل الذي ستدخل منه الى الشبكة والذي يجري العمل على تصميمه ، ويتم حسابه من المعادلة التالية:

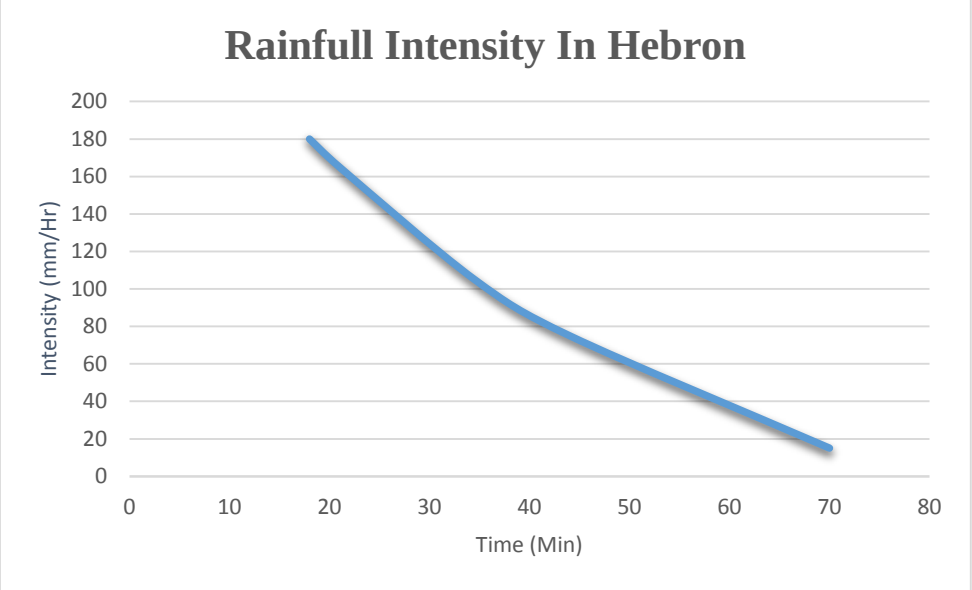
$$t_c = t_i + t_f \qquad \text{.....7.6}$$

حيث:

t_c: زمن التجميع.

t_i :الزمن اللازم لدخول المياه من السطح للشبكة عبر المصرف.

t_f: زمن التدفق= طول مسافة الجريان /سرعة التدفق.



الشكل (7-1)كمية الأمطار في الخليل.

7-6 مراحل تصميم أنبوب صرف مياه الأمطار:

تتمثل عملية التصميم باختيار القطر المناسب للأنبوب الذي سيحمل التدفق ، ويجب أن يتم التصميم على أن أقصى سعة للأنبوب هي 70% من مساحته ، وذلك لأنه عند امتلاء الانبوب تتكون دوامات في المياه تعيق التدفق، وتمر عملية التصميم بالمراحل التالية:

1- تحديد المساحة التي سيخدمها كل مدخل للشبكة (منهل).

2- عمل مخطط يمثل المناطق التي تمثل القمم والأودية أو المناطق المنخفضة التي يمكن أن يجري فيها خط الصرف ،ويتم بيان اتجاه الميول أيضا على ذات المخطط.

3- تحديد أقطار الأنابيب ، حيث يتم في البداية بفرض قطر الانبوب وثم التعديل حتى يتوافق مع التصميم ، وفي شبكات مياه الأمطار فإن أقل قطر ممكن هو 250-300 ملم في النظمة المغلقة، وفي الأنظمة المفتوحة فيعتمد على نوع مقطع القناة.

4- مراجعة اعتبارات التصميم والتي تتمثل بالآتي:

- أدنى وأعلى سرعة تدفق مسموح بها، وتشكل أدنى سرعة مسموح بها أهمية كبرى كونها تساعد على عدم ترسب العوالق في المياه من أتربة وغيرها في النظام وهي 0.7-0.9 م/ث ، أما أقصى سرعة فهي 4-6 م/ث.
- الميول، حيث يجب تحديد أدنى ميل يلزم لسير المياه في الشبكة بسرعة ملائمة.
- عمق النابيب تحت السطح حيث يجب أن لا يقل عن 1متر في الشبكات المغلقة.

هناك مجموعة من الأرقام المهمة والتي يجب أن تبقى حاضرة لكل مصمم وهي:

- أعلى سرعة =5 م/ث.
- أدنى سرعة =1 م/ث.
- أعلى ميل =15 %.
- أقل ميل = 0.5%.
- عمق التدفق في الانبوب / قطر الانبوب =100%.
- أقل قطر = 250- 300 ملم.
- أقل عمق للأنبوب = 1م.
- أقصى عمق = 5م.

تم تصميم قناة صرف مياه الأمطار في المشروع بالاعتماد على طريقة**Rational Method**.

الفصل الثامن

8

إشارات المرور

8-1مقدمة.
8-2 أهداف الاشارات المرورية.
8-3 أنواع علامات المرور.
8-4 أنواع اشارات المرور.
8-5 الإشارات الموسومة على سطح الطريق.

إشارات المرور

8-1 مقدمة:

تعتبر اشارات المرور الاساس الذي يتم من خلاله ضبط حركة المركبات والمشاة على الطريق لضمان عمل الطريق حسب تصميمه ولضمان الأمان عليه ، وتعتبر أيضا الحكم في المخالفات المرورية بين السائق وضابط الشرطة ، ويتم من خلالها تحديد الاولويات والاتجاهات والمسارب ، ويمكن أن تكون علامات أو رسومات أو كتابات.

8-2 أهداف الاشارات المرورية:

1- تحديد المسارب وتقسيمها.
2- ارشاد الاتجاهات عند التقاطعات حيث يتم وضع اشارات تبين اسم المناطق في كل اتجاه.
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.

8-3 أنواع علامات المرور :

- الخطوط : حيث يتم رسمها على سطح الطريق ، وإما أن تكون متصلة أو متقطعة وإما بيضاء أو صفراء ، وتستخدم في تحديد المارب وتحديد المناطق التي يمكن التجاوز فيها وكذلك مناطق الوقوف وغيرها.
- الكلمات .
- اللأسهم.
- المواد العاكسة: تستخدم لتحديد حدود الطريق والمناطق الخطرة ليلا (مثل عواكس عين القط التي توضع على جوانب الطريق وبين الحارات).

4-8 أنواع اشارات المرور:

يتم وضع اشارات المرور على جوانب الطريق بحيث يتم رؤيتها بشكل واضح للسائق والمشاة ايضا ، ويجب أن تكون الاشارة ذات أبعاد معقولة وتباين في الالوان وذات خلفية عاكسة حتى تتم رؤيتها بوضوح ليلا ، وذات شكل يتناسب مع الهدف الذي وضعت لأجله.

وتتلخص أنواع الاشارات تحت التصنيف التالي:

1- إشارات التحذير:

وتكون مثلثية الشكل ذات حدود حمراء اللون.

2- إشارات الأوامر:

وتكون اما دائرية أو سداسية الشكل مثل اشارة قف.

3- إشارات المنع :

وتكون مستديرة الشكل.

4- إشارات الطوارئ:

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

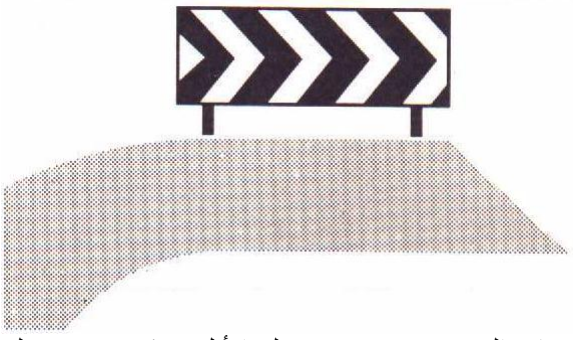
5- الإشارات الإرشادية :

تستخدم الإشارات الإرشادية بصفة أساسية من اجل إرشاد وتوجيه السائقين وكافة مستخدمي الطرق على طول الشوارع والطرق إلى المدن والقرى والشوارع وغيرها من المقاصد الهامة والضرورية ، وإحاطتهم بالتقاطعات وتحديد المسافات والاتجاهات والأماكن ذات الأهمية الجغرافية والجيولوجية والتاريخية والدينية والمرافق والخدمات على الطرق، وبشكل عام فان هذه الإشارات تساعد السائقين على طول الطريق بسلك اقصر الطرق للوصول لمقاصدهم.

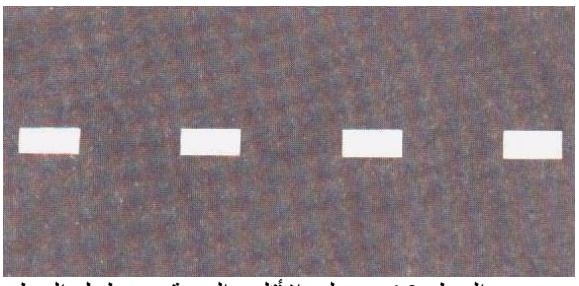
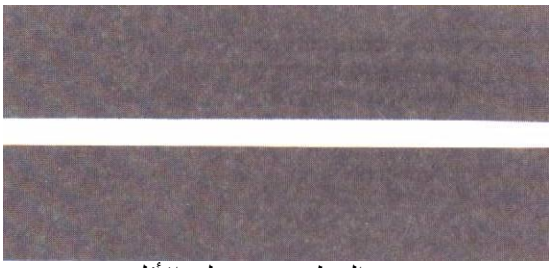
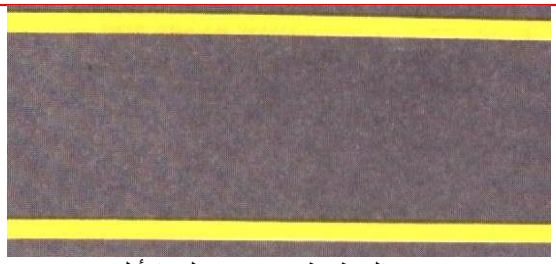
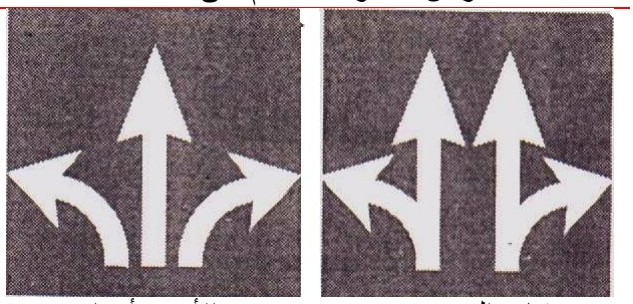
وفيما يلي مجموعة الاشارات التي ستستخدم في المشروع ودلالتها والمسافة التي يجب أن توضع عندها:

1. شكل الشاخصة ولونها (ظهر جميع الشاخصات : رمادي)	2. رقمها	3. مدلولها	4. مكان نصبها وتفاصيل أخرى	5. يتم نصبها على الجـانـب
	أ-2	انعطاف حاد إلى اليسار	حوالي 150م قبل بدء الانعطاف	الأيمن أو على جانبي الشارع

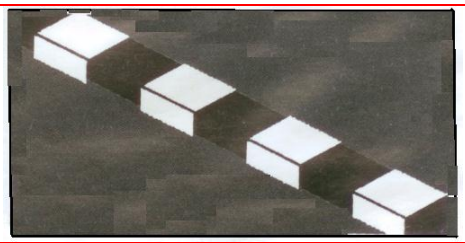
	أ-3	انعطاف حاد إلى اليمين	حوالي 150م قبل بدء الانعطاف	الأيمن أو على جانبي الشارع
	أ-6	انعطاف إلى اليسار وثم إلى اليمين	حوالي 150م قبل بدء الانعطاف الأول	الأيمن أو على جانبي الشارع
	أ-7	انعطاف إلى اليمين وثم إلى اليسار	حوالي 150م قبل بدء الانعطاف الأول	الأيمن أو على جانبي الشارع
	أ-14	مفترق تفرع طرق إلى اليمين	حوالي 150م قبل المفترق	الأيمن أو على جانبي الشارع
	ب-20(1)	سرعة خاصة : ممنوع السير بسرعة تزيد عن عدد الكم/ساعة المسجل في الشاخصة	لغاية المفترق القريب أو لغاية شاخصة تحدد سرعة أخرى إذا أقيمت قبل المفترق القريب ، وإذا ذكر خلاف ذلك في الشاخصة التي تحتها - فيسري ما ذُكر في هذه الشاخصة . إذا وُضعت فوق الشارع فتسري على المسلك الذي تحتها .	على جانبي الشارع أو فوق الشارع

مقياس الرسم : **في طريق بلدية : 15:1** **في طريق ليست بلدية : 20:1** **تجوز إضاءتها بإضاءة داخلية متقطعة**	ب-37	قف ! وأعطِ حق الأولوية لحركة السير في الطريق القاطعة أمامك. إذا كانت الشاخصة في الجهة اليسرى للشارع فتسري فقط على من يعتزم الاستدارة إلى اليسار أو من يعتزم الاستدارة إلى اليسار للسير في الاتجاه المعاكس.	بالنسبة لكل مكان أُقيمت قبله الشاخصة سواً أُقيمت في الطريق أو فوقها.	في الجانب الأيمن أو الأيسر أو على جانبي الطريق أو فوقها
	ج-28	لافتة إرشاد قبل المفترق : تُظهر شكل المفترق . سهم عريض : طريق رئيسية - سهم رفيع : طريق ثانوية . إذا ذُكر اسم المكان على خلفية زرقاء فذلك يشير إلى طريق سريعة.	200×200	على الجانب الأيمن للطريق
 مقياس الوسم : 20×100سم على الأقل . وتكون 50% على الأقل من المساحة المدهونة باللون الأبيض عاكسة للضوء .	و-10	شاخصة تحذير وإرشاد في منعطف حاد : على سائق المركبة أن يتمهل بالسير ويتابع سيره بالاتجاه الموسوم باسهم على الشاخصة. في الأمكنة التي تنفذ فيها أشغال على الطريق تكون الألوان برتقالي - ابيض.		

5-8 الإشارات الموسومة على سطح الطريق

.1 لون الوسم وشكله	.2 رقمه	.3 الشرح ومعنى الوسم
 عرض الخط: 10سم على الأقل . النسبة بين طول الخط الموسوم وطول الفراغ : في طريق بلدية : 1:1 لغاية 2:1 . في طريق ليست بلدية 4:1 ، قبل المفترق 1:1 لغاية 2:1 . إذا كانت هناك أشغال تُنفذ في الطريق فيكون اللون برتقالي عاكس.	د-1	خط متقطع : خط محور الشارع أو خط مسلك - على من يسوق مركبة أو حيوان أن يسوق مركبته أو الحيوان في المسلك الأيمن الأقصى ولا يجوز له عبور الخط بجسم المركبة أو بقسمٍ منه إلا من اجل التجاوز أو من اجل تنفيذ أمرٍ قانوني آخر مع المحافظة على أحكام أي تشريع - إذا وُسمت في كل جانب من جانبي المسلك خطوط متقطعة متوازية لا تزيد المسافة بينها على 20سم ، فيجوز استعمال المسلك باتجاه السير كما يظهر في الشاخصة هـ-12 الموجودة فوق المسلك .
 عرض الخط: 10سم على الأقل . إذا كانت هناك أشغال تُنفذ في الطريق فيكون اللون برتقالي عاكس.	د-4	خط فاصل متواصل : إذا وُسم الشارع بخط فاصل متواصل فعلى السائق أن يسوق مركبته أو يقود الحيوان على الجانب الأيمن للخط ولا يجوز له عبور الخط بجسم المركبة أو بقسمٍ منه ولا يتوقف في الطريق التي بجانبه بما في ذلك أطراف الطريق إلا من اجل تنفيذ أمرٍ قانوني . على من يقود حيواناً أن يخليَ الطريق للمركبات ويقود الحيوان على طرف الطريق إذا كان ذلك ممكناً .
 عرض الخطوط : 10سم على الأقل .	د-7	خط حدود : يشير الخط إلى حافة الشارع في المكان التي لا توجد فيه أحجار حافة . على سائق المركبة الميكانيكية أن يسوق مركبته على الجانب الأيسر للخط ولا يجوز له العبور إلى يمين الخط إلا من اجل منع وقوع حادث أو منع عرقلة لحركة السير عندما يسير بسرعة بطيئة أو من اجل المحافظة على أحكام أي تشريع كان .
 مقياس الرسم : 150:1 يجوز وسم الأسهم بأزرار .	د-13	أسهم للسير في المفترق : يجوز عبور المفترق من المسلك الموسوم بالسهم فقط باتجاه السهم . إذا كان السهم باللون الأصفر فيسري على المركبة العمومية فقط .

إذا كانت هناك أشغال تُنفذ في الطريق فيكون اللون برتقالي عاكس.

	و-3	أحجار الحافة مدهونة باللون الأسود والأبيض : لإظهار وإبراز الحافات أو الفواصل أو الجزر المبنية .

الفصل التاسع

9

حساب المساحات و الحجوم لكميات الحفر والردم

9-1 مقدمة.

9-2 حساب مساحة المقاطع العرضية.

9-2-1 طريقة الإحداثيات.

9-3 حساب الحجوم والكميات.

9-3-1 حساب كميات الحفر والردم بطريقة المقاطع الوسطى .

9-3-2 حالات المقاطع العرضية المتتالية.

حساب المساحات و الحجوم لكميات الحفر والردم

9-1 مقدمة

يلـزم فـي المشـاريع الهندسـية كمشـاريع الطـرق والسـكك الحديديـة وغيرهـا حسـاب كميـات الأعمـال الترابيـة وذلـك يهـدف إلـى إيجـاد كميـات الحفـر و الـردم للطريـق المصـممة وذلـك مـن خـلال معـرف المسـاحة لكـل مقطـع وذلـك حتـى يـتم الحصـول علـى الحجـم فـلا نسـتطيع إيجـاد الحجـوم بـدون المسـاحة، هنـاك مجموعـة مـن الطـرق لإيجـاد المسـاحات و لكـن فـي هـذا المشـروع تـم الاعتمـاد علـو القياسـات التـي تـم أخـذها فـي عمليـة الرفـع فـي الحقـل بـالرغم مـن أنهـا معقـدة و لكنها أكثر دقة.

و يـتم إيجـاد القياسـات مـن خـلال اخـذ مقـاطع عرضـية علـى طـول الطريـق و يمثـل المقطـع العرضـي التغيـرات العرضـية فـي الطريـق وذلـك بأخـذ المناسـيب عنـد كـل تغيـر و منسـوب خـط الإنشـاء وذلـك حتـى يـتم حسـاب كافـة. وتحسـب مسـاحات هـذه المقـاطع بمعرفـة مناسـيب وعناصـر التصـميم المختلفـة, وإذا عرفـت المسـاحات للمقـاطع العرضـية بالتـالي يمكن حساب كميات الحفر والردم بين كل مقطعين متتاليين وبالتالي حساب كميات الحفر والردم لكل المشروع.

9-2 حساب مساحة المقاطع العرضية

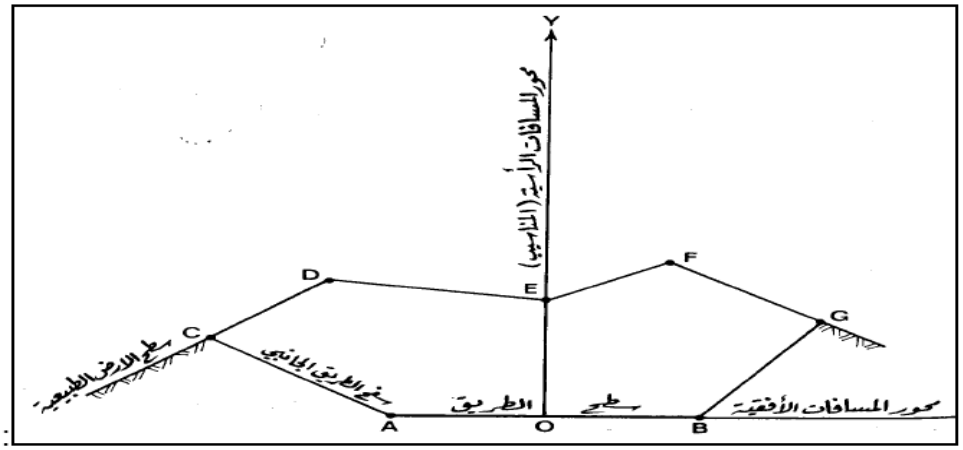
يمكن حساب مساحات المقاطع العرضية وفق ثلاث طرق رئيسية :-

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

9-2-1 طريقة الإحداثيات

تعتبـر الطريقـة الحسـابية الأكثـر شـيوعا وانتشـارا وذلـك بسـبب تطـور الأجهـزة الإلكترونيـة وانتشـارها وهـي تعتبـر دقيقة جدا لكنها تأخذ وقتا وجهدا أكثر من تلك الطريقتين، وقد تم استخدام طريقة الإحداثيات التي هي جزء منها.

١



الشكل (9-1) مقطع عرضي لطريق 4.

وللقيام بحساب مساحة المقطع العرضي المبين في الشكل السابق يتم اختيار نظام معين مركزه النقطة O نقطة تقاطع الإحداثي السيني والإحداثي الصادي. وبمعرفة المسافات الأفقية ومناسيب النقاط الموضحة في الشكل (1-8) وكذلك معرفة عرض الطريق AB يمكننا تعيين إحداثيات جميع نقاط المقطع العرضي. ومن ثم يتم ترتيب إحداثيات النقاط على شكل بسط يمثل الإحداثي الصادي ومقام يمثل الإحداثي السيني وترتيبها في جدول كما ه موضح في الشكل (8-2) :

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	$-x_A$

الشكل (9-2) حساب المساحة بطريقة الإحداثيات5.

وبعد ذلك يتم ضرب كل قيمتين واقعتين على طرفي كل خط قطري، وتجمع النتائج وبفرض أن مجموع الضرب يساوي $\sum 1$، وكذلك نضرب كل قيمتين واقعتين على طرفي كل سهم ونجمع النواتج وبفرض أن مجموع هذه الضرب يساوي $\sum 2$ فيتم حساب المساحة اعتمادا على العلاقة التالية :

$$Area = \frac{|\sum 1 - \sum 2|}{2} \quad \text{.....(9.1)}$$

9-3 حساب الحجوم والكميات

بعد تصميم الشكل النهائي للطريق في المسارين النهائيين (الأفقي والرأسي) ينتج من ذلك كميات حفر وردم للوصول إلى منسوب التصميم الجديد (منسوب سطح الطريق المخصص للمركبات). وهناك مجموعة من الطرق و الحالات المختلفة و القوانين المختلفة لحساب الحجوم وذلك حسب الاختلاف في حالة كل مقطع وسنعرض بعض النماذج من المشروع تفي بكل الحالات الخمس لحسابات المقاطع وهي:

[4] https://survey-home.blogspot.com .
[5] http://www.arabgeographers.net .

- المقطع الأول حفر والثاني حفر.
- المقطع الأول ردم والثاني ردم.
- المقطع الأول ردم والأخر حفر(أو العكس).
- المقطع الأول حفر والأخر مختلط (أو العكس).
- المقطع الأول ردم والأخر مختلط(أو العكس).
- المقطعان مختلطان.

9-3-1 حساب كميات الحفر والردم بطريقة المقاطع الوسطى

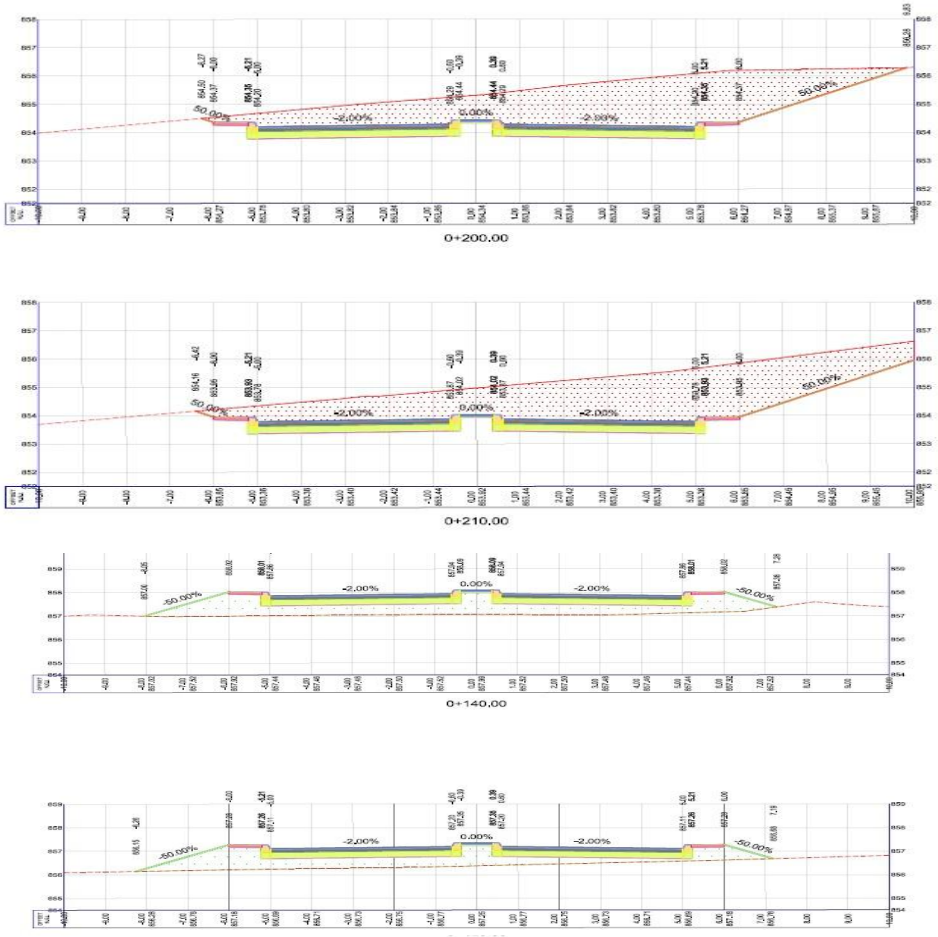
تعتمد هذه الطريقة على التغير المنتظم في سطح الأرض حيث يفترض أن ميل سطح الأرض منتظما بين كل مقطعين عرضيين متتاليين، ولذلك تم الرصد عند كل تغير أفقي ورأسي في الطريق ولحساب الحجم يتم أخذ معدل ما بين المساحتين للمقطعين المتتاليين ونضربها في المسافة بينهما.

9-3-2 حالات المقاطع العرضية المتتالية

- **المقطعين العرضيين المتتاليين في منطقة حفر كامل أو ردم كامل**

حيث يتم تطبيق القوانين على المقطعين اللذين يقعان في منطقة حفر كامل كما وينطبق على المقاطع التي تكون تحوي ردم كامل ، في هذه الحالة تطبق العلاقة التالية :-

$$V = D\left(\frac{A_1 + A_2}{2}\right) \qquad (9-2)$$



الشكل (9-3) المقطعين العرضيين المتتاليين في منطقة حفر كامل أو ردم كامل[6].

- **المقطع الأول حفر كامل والأخر مختلط (أو العكس)**

يتم حساب الكميات كما يلي :-

❖ الردم حسب العلاقة التالية :-

$$V_{fill} = \frac{1}{3}(F_{i+1}) \times (D) \quad \text{.....(9-3)}$$

❖ الحفر حسب العلاقة التالية :-

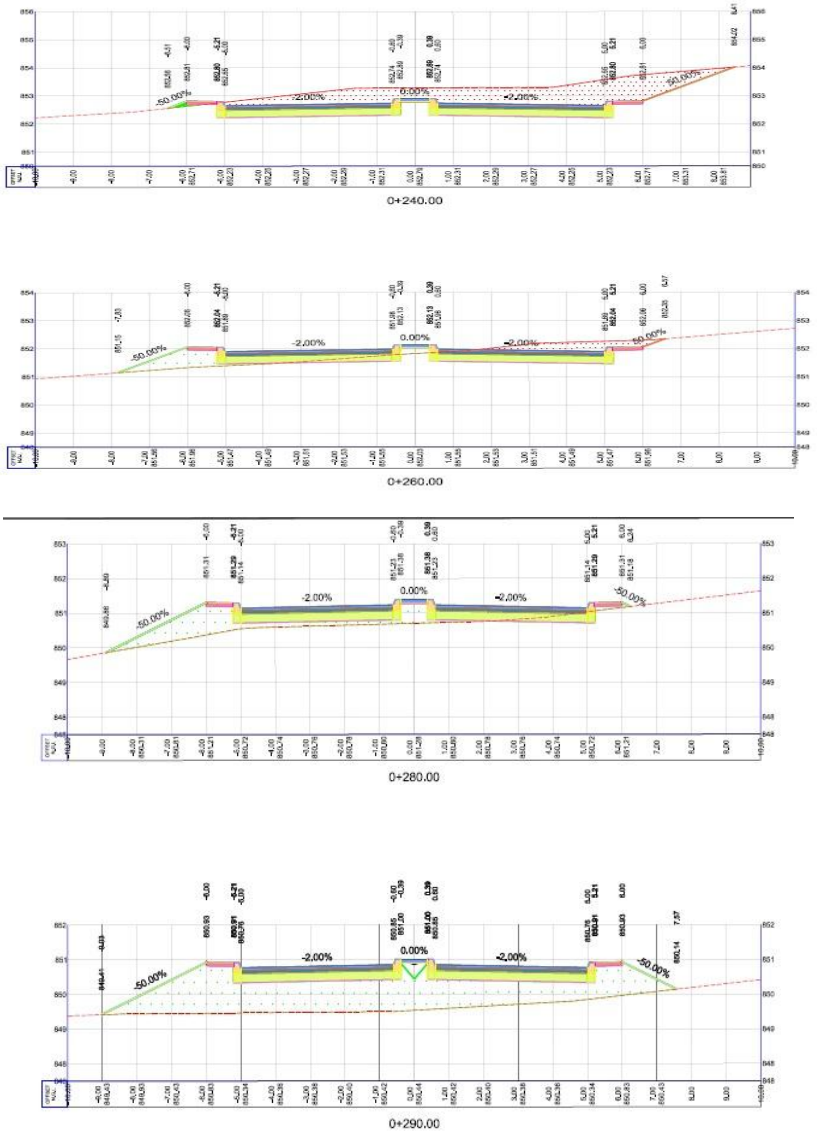
$$V_{cutl} = \frac{1}{2}(C_i + C_{i+1}) \times (D) \quad \text{.....(9-4)}$$

حيث :-

- (V_{fill})ترمز إلى حجم الردم في المقطع .
- (V_{cutl})ترمز إلى حجم الحفر في المقطع .

[6] فريق العمل .

- (F_{i+1}) ترمز إلى مساحة الردم في المقطع المختلط.
- (C_i) ترمز إلى مساحة الحفر في مقطع الحفر الكلي.
- (C_{i+1}) ترمز إلى مساحة الحفر في المقطع المختلط.
- (D) ترمز إلى المسافة بين المقطعين.



الشكل (9-4) المقطع الأول حفر كامل والأخر مختلط (أو العكس)[7].

- **المقطعان مختلطان :-**

حيث يتم حساب الكميات كما يلي :-

❖ الحفر حسب العلاقة التالية :-

[7] فريق العمل .

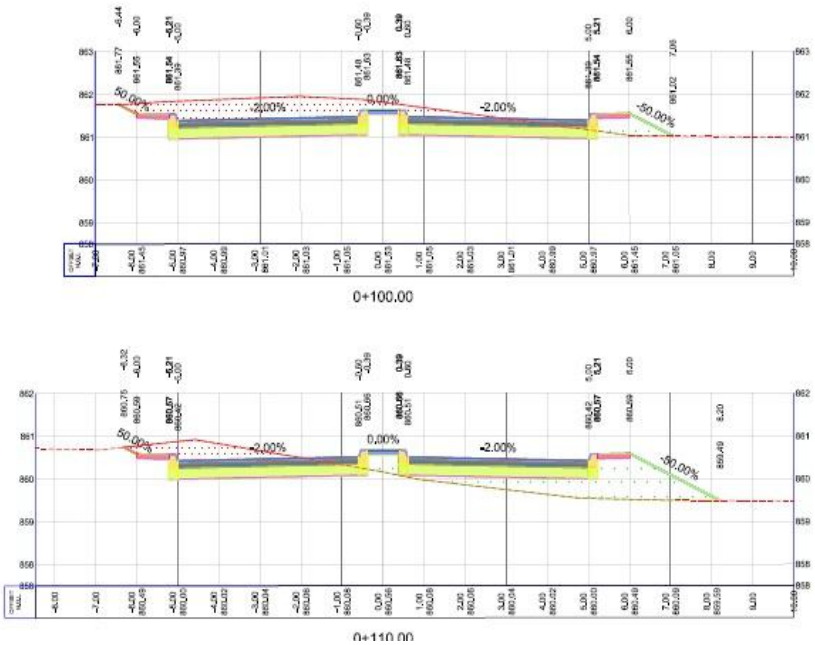
$$V_{cut} = \frac{1}{2}(C_i + C_{i+1}) \times (D) \quad \text{.....(9-5)}$$

❖ الردم حسب العلاقة التالية :-

$$V_{fill} = \frac{1}{2}(F_i + F_{i+1}) \times (D) \quad \text{.....(9-6)}$$

حيث :-

- (V_{cut}) ترمز إلى حجم الحفر في المقطع المختلط .
- (V_{fill}) ترمز إلى حجم الردم في المقطع المختلط .
- (F_i) ترمز إلى مساحة الردم في المقطع المختلط الأول.
- (C_i) ترمز إلى مساحة الحفر في المقطع المختلط الأول.
- (F_{i+1}) ترمز إلى مساحة الردم في المقطع المختلط الثاني.
- (C_{i+1}) ترمز إلى مساحة الردم في المقطع المختلط الثاني.
- (D) ترمز إلى المسافة بين المقطعين.



الشكل (9-5) المقطعان مختلطان8.

ومن خلال برنـامج (AutoCAD Civil 3D Land Desktop 2015) تم حســـاب كميات الحفر والردم الممثلة في الجدول التالي :-

[8] فريق العمل .

الجدول (9-1) :- مساحات وحجوم المقاطع العرضية [9].

Station	Cut Area (Sq.m.)	Cut Volume (Cu.m.)	Reusable Volume (Cu.m.)	Fill Area (Sq.m.)	Fill Volume (Cu.m.)	Cum. Cut Vol. (Cu.m.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.m.)	Cum. Fill Vol. (Cu.m.)	Cum. Net Vol. (Cu.m.)
0+000.000	3.14	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+010.000	3.22	30.04	30.04	0.37	2.22	30.04	30.04	2.22	27.82
0+020.000	3.41	31.55	31.55	0.02	2.14	61.59	61.59	4.36	57.23
0+030.000	3.66	34.93	34.93	0.00	0.10	96.51	96.51	4.46	92.05
0+040.000	4.12	38.87	38.87	0.01	0.07	135.38	135.38	4.53	130.84
0+050.000	7.86	60.11	60.11	0.00	0.07	195.49	195.49	4.60	190.89
0+060.000	6.29	72.41	72.41	6.08	27.43	267.90	267.90	32.03	235.87
0+070.000	5.75	60.66	60.66	12.33	90.66	328.56	328.56	122.69	205.87
0+080.000	6.41	58.27	58.27	0.78	70.77	386.83	386.83	193.46	193.37
0+090.000	5.20	57.79	57.79	8.85	48.79	444.62	444.62	242.25	202.38
0+100.000	3.95	44.54	44.54	6.92	83.06	489.16	489.16	325.31	163.86
0+110.000	1.82	27.34	27.34	2.77	52.36	516.51	516.51	377.66	138.84
0+120.000	0.73	11.97	11.97	4.99	41.14	528.47	528.47	418.80	109.67
0+130.000	1.28	9.70	9.70	4.23	48.07	538.17	538.17	466.87	71.30
0+140.000	2.53	19.08	19.08	4.03	41.27	557.25	557.25	508.15	49.11
0+150.000	4.82	36.78	36.78	3.23	36.26	594.03	594.03	544.41	49.63
0+160.000	5.66	52.43	52.43	2.68	29.52	646.46	646.46	573.93	72.53
0+170.000	4.17	48.57	48.57	2.54	26.62	695.04	695.04	600.55	94.49
0+180.000	2.34	32.58	32.58	2.99	27.61	727.62	727.62	628.16	99.45
0+190.000	0.78	15.63	15.63	5.15	40.71	743.25	743.25	668.87	74.37
0+200.000	0.00	3.96	3.96	7.17	61.62	747.20	747.20	730.49	16.71
0+210.000	0.00	0.05	0.05	8.93	81.06	747.25	747.25	811.55	-64.30
0+220.000	0.00	0.00	0.00	8.55	88.10	747.25	747.25	899.65	-152.40
0+230.000	0.00	0.00	0.00	8.88	87.74	747.25	747.25	987.39	-240.14
0+240.000	0.07	0.33	0.33	4.49	67.36	747.58	747.58	1054.75	-307.17
0+250.000	1.49	7.71	7.71	2.27	34.16	755.29	755.29	1088.91	-333.62
0+260.000	4.24	28.45	28.45	1.44	18.84	783.74	783.74	1107.75	-324.01
0+270.000	7.47	58.53	58.53	0.74	10.87	842.27	842.27	1118.62	-276.35

[9] فريق العمل .

0+280.000	7.47	74.70	74.70	0.08	4.07	916.97	916.97	1122.69	-205.72
0+290.000	5.50	64.85	64.85	0.21	1.45	981.82	981.82	1124.14	-142.32
0+300.000	4.65	50.71	50.71	0.93	5.72	1032.53	1032.53	1129.86	-97.33
0+310.000	2.44	35.41	35.41	4.41	26.68	1067.94	1067.94	1156.54	-88.60
0+320.000	0.69	16.19	16.19	5.88	49.87	1084.13	1084.13	1206.42	-122.28
0+330.000	0.00	3.73	3.73	10.03	75.84	1087.86	1087.86	1282.25	-194.39
0+340.000	0.00	0.00	0.00	12.49	111.58	1087.86	1087.86	1393.84	-305.97
0+350.000	0.00	0.00	0.00	14.72	136.03	1087.86	1087.86	1529.86	-442.00
0+360.000	0.00	0.00	0.00	13.00	137.17	1087.86	1087.86	1667.04	-579.17
0+370.000	0.00	0.00	0.00	12.25	124.40	1087.86	1087.86	1791.44	-703.58
0+380.000	0.00	0.00	0.00	12.27	121.51	1087.86	1087.86	1912.95	-825.09
0+390.000	0.00	0.00	0.00	10.41	113.37	1087.86	1087.86	2026.33	-938.47
0+400.000	0.00	0.00	0.00	9.68	100.58	1087.86	1087.86	2126.91	-1039.05
0+410.000	0.00	0.00	0.00	12.44	110.73	1087.86	1087.86	2237.64	-1149.78
0+420.000	0.00	0.00	0.00	13.34	129.29	1087.86	1087.86	2366.93	-1279.07
0+430.000	0.00	0.00	0.00	10.45	119.30	1087.86	1087.86	2486.23	-1398.36
0+440.000	0.00	0.00	0.00	8.57	95.12	1087.86	1087.86	2581.35	-1493.48
0+450.000	0.02	0.08	0.08	6.61	76.27	1087.95	1087.95	2657.62	-1569.67
0+460.000	0.01	0.16	0.16	5.05	59.16	1088.10	1088.10	2716.78	-1628.67
0+470.000	0.00	0.07	0.07	7.29	62.54	1088.18	1088.18	2779.32	-1691.15
0+480.000	4.96	24.35	24.35	3.79	56.25	1112.52	1112.52	2835.57	-1723.05
0+490.000	8.19	64.73	64.73	0.61	22.48	1177.25	1177.25	2858.06	-1680.81
0+500.000	11.45	98.18	98.18	0.00	3.04	1275.43	1275.43	2861.10	-1585.67
0+510.000	11.72	116.47	116.47	0.00	0.01	1391.90	1391.90	2861.11	-1469.21
0+520.000	12.58	121.97	121.97	0.00	0.00	1513.87	1513.87	2861.11	-1347.24
0+530.000	12.33	124.58	124.58	0.00	0.00	1638.45	1638.45	2861.11	-1222.66
0+540.000	10.68	115.05	115.05	0.00	0.00	1753.50	1753.50	2861.11	-1107.62
0+550.000	9.16	99.22	99.22	0.00	0.00	1852.72	1852.72	2861.11	-1008.40
0+560.000	8.54	88.50	88.50	0.00	0.00	1941.22	1941.22	2861.11	-919.89
0+570.000	7.24	78.88	78.88	0.00	0.00	2020.10	2020.10	2861.11	-841.01
0+580.000	6.11	66.76	66.76	0.02	0.09	2086.86	2086.86	2861.20	-774.34
0+590.000	5.55	58.30	58.30	0.05	0.34	2145.16	2145.16	2861.54	-716.39
0+600.000	3.41	44.77	44.77	0.12	0.83	2189.93	2189.93	2862.38	-672.45
0+610.000	1.86	26.36	26.36	1.07	5.91	2216.29	2216.29	2868.29	-652.00
0+620.000	0.76	13.13	13.13	3.22	21.45	2229.41	2229.41	2889.74	-660.33
0+630.000	0.47	6.17	6.17	4.40	38.09	2235.59	2235.59	2927.83	-692.25
0+640.000	0.53	5.02	5.02	4.99	46.92	2240.61	2240.61	2974.75	-734.14
0+650.000	0.24	3.87	3.87	4.27	46.30	2244.47	2244.47	3021.05	-776.57

0+660.000	1.11	6.78	6.78	6.23	52.49	2251.25	2251.25	3073.54	-822.29
0+670.000	0.24	6.75	6.75	11.44	88.35	2258.00	2258.00	3161.89	-903.89
0+680.000	0.00	0.92	0.92	17.01	159.56	2258.92	2258.92	3321.46	-1062.54
0+690.000	0.88	3.52	3.52	15.20	178.57	2262.44	2262.44	3500.02	-1237.58
0+700.000	7.30	42.54	42.54	0.97	78.04	2304.98	2304.98	3578.06	-1273.08
0+710.000	11.01	96.24	96.24	0.08	4.79	2401.22	2401.22	3582.84	-1181.63
0+720.000	12.80	124.83	124.83	0.23	1.42	2526.05	2526.05	3584.27	-1058.22
0+730.000	13.27	132.28	132.28	0.01	1.18	2658.33	2658.33	3585.45	-927.12
0+740.000	17.47	153.70	153.70	0.00	0.06	2812.03	2812.03	3585.51	-773.48
0+750.000	20.04	187.53	187.53	0.00	0.00	2999.56	2999.56	3585.51	-585.95
0+760.000	25.83	234.83	234.83	0.00	0.00	3234.38	3234.38	3585.51	-351.13
0+770.000	19.72	243.98	243.98	0.00	0.00	3478.37	3478.37	3585.51	-107.15
0+780.000	10.79	158.90	158.90	0.00	0.00	3637.26	3637.26	3585.51	51.75
0+790.000	6.98	89.59	89.59	0.00	0.00	3726.85	3726.85	3585.51	141.34
0+800.000	2.53	47.61	47.61	0.70	3.43	3774.46	3774.46	3588.94	185.52
0+810.000	1.27	19.08	19.08	0.00	3.45	3793.54	3793.54	3592.39	201.15
0+820.000	0.55	9.13	9.13	0.15	0.80	3802.67	3802.67	3593.19	209.48
0+830.000	0.43	4.94	4.94	0.21	1.82	3807.61	3807.61	3595.01	212.60
0+840.000	0.77	6.03	6.03	0.09	1.53	3813.65	3813.65	3596.54	217.11
0+850.000	1.59	11.80	11.80	0.00	0.51	3825.45	3825.45	3597.05	228.40
0+860.000	1.02	13.01	13.01	0.00	0.07	3838.45	3838.45	3597.12	241.33
0+870.000	1.01	10.12	10.12	0.39	2.00	3848.58	3848.58	3599.12	249.46
0+880.000	1.97	14.89	14.89	0.03	2.09	3863.47	3863.47	3601.21	262.26
0+890.000	2.10	20.37	20.37	0.01	0.20	3883.84	3883.84	3601.41	282.43
0+900.000	2.24	21.71	21.71	0.50	2.58	3905.56	3905.56	3603.99	301.57
0+910.000	2.60	24.18	24.18	0.00	2.51	3929.73	3929.73	3606.50	323.23
0+920.000	2.70	26.48	26.48	0.00	0.00	3956.22	3956.22	3606.51	349.71
0+930.000	3.31	30.06	30.06	0.00	0.00	3986.28	3986.28	3606.51	379.77
0+940.000	4.02	36.65	36.65	0.00	0.01	4022.93	4022.93	3606.52	416.41
0+950.000	3.31	36.64	36.64	0.05	0.24	4059.57	4059.57	3606.76	452.81
0+960.000	3.97	36.39	36.39	0.09	0.66	4095.96	4095.96	3607.42	488.54
0+970.000	5.31	46.37	46.37	0.16	1.24	4142.33	4142.33	3608.66	533.67
0+980.000	5.35	53.29	53.29	0.00	0.85	4195.62	4195.62	3609.52	586.10
0+990.000	5.86	56.07	56.07	0.00	0.04	4251.69	4251.69	3609.55	642.14
1+000.000	6.28	60.70	60.70	0.05	0.26	4312.40	4312.40	3609.82	702.58
1+010.000	6.67	64.75	64.75	0.13	0.91	4377.14	4377.14	3610.72	766.42
1+020.000	6.95	68.09	68.09	0.00	0.65	4445.24	4445.24	3611.37	833.87
1+030.000	9.98	84.63	84.63	0.00	0.00	4529.87	4529.87	3611.37	918.50

1+040.000	7.54	87.62	87.62	0.00	0.00	4617.49	4617.49	3611.37	1006.11
1+050.000	10.71	91.27	91.27	0.00	0.00	4708.76	4708.76	3611.37	1097.39
1+060.000	6.47	85.89	85.89	0.00	0.04	4794.65	4794.65	3611.41	1183.24
1+070.000	5.75	61.07	61.07	0.00	0.08	4855.72	4855.72	3611.49	1244.23
1+080.000	1.28	35.16	35.16	0.03	0.19	4890.88	4890.88	3611.68	1279.20
1+090.000	0.88	10.82	10.82	0.47	2.50	4901.70	4901.70	3614.18	1287.52
1+100.000	1.41	11.43	11.43	0.52	4.97	4913.13	4913.13	3619.15	1293.98
1+105.065	3.16	11.56	11.56	0.02	1.37	4924.69	4924.69	3620.52	1304.17

الفصل العاشر

النتائج والتوصيات

1-10 مقدمة
2-10 النتائج
3-10 التوصيات

النتائج والتوصيات

10-1مقدمة:

يناقش هذا الفصـــل مجموعة النتائج التي تم التوصـــل اليها في عملية التصـــميم لهذا الطريق ويحتوي على مجموعة من التوصيات التي من شأنها اعطاء انطباع جيد عند التنفيذ لهذا المشروع والمساعدة في مشاريع اخرى.

10-2 النتائج:

بعد المسح التفصيلي والتصميم الهندسي والانشائي للطريق فقد تم التوصل الى مجموعة من النتائج ، أهمها :

1. هذا الطريق له أهمية في ربط مدينة دورا بقرى دورا الغربية .
2. كانت النتيجة تصميم هندسي بالاعتماد على مواصفات AASHTO 2004 بسرعة تصميمية تساوي 50 كم/ساعة.
3. كانت نتيجة التصميم بعد القيام بكافة الحسابات اللازمة مع الأخذ بعين الاعتبار الزيادة السكانية المتوقعة وفترة عمر للطريق تساوي 20 عام :

جدول (10-1) ملخص سماكة الطبقات .

الرصفة	السمك (سم)
أسفلت	15
البيزكورس	20
تحت الأساس	10

4. يجب اخذ جميع اجرائات الأمن والسلامة طوال فترة تنفيذ المشروع

3-10 التوصيات

1. طرح مساقات جامعية وتدريب الطلبة على التطبيقات والبرامج الحديثة وخصوصا برنامج Civil 3D
2. يمنع سير المركبات على طبقة الإسفلت قبل مرور 24 ساعة من وقت فردها لكي لا تنهار هذه الطبقة.
3. التواصل مع بلدية دورا أثناء تنفيذ المشروع لأي استشارة تطلبها.
4. حث الجامعة على التواصل الدائم مع المؤسسات الحكومية والغير حكومية للرقي بالمستوى العام للخريجين وللحصول على مشاريع مناسبة.
5. دعوة الجامعة لعمل دورات تدريبية للطلبة للوصول الى مستوى أعلى وخاصة من الناحية التكنولوجية والبرامج الحديثة.
6. الحرص على وجود مشاريع مشتركة ما بين الأقسام المختلفة في كلية الهندسة للوصول الى التكامل المناسب.
7. السعي من قبل البلدية للحصول على الدعم المناسب وتنفيذ هذا المشروع لما يمارس على قطع الأراضي الفارغة في هذا الموقع من سلب وتدمير من قبل الاحتلال الإسرائيلي .

ملحق رقم (1)

* تقرير جهاز GPS لنقاط الربط الأرضي:

Survey Report

Job name	**mkafa2018**
Creation date	**9 Feb 2018**
Version	**Trimble General Survey 3.20**
Distance Units	**Meters**
Angle units	**Degrees**
Pressure Units	**mbar**
Temperature Units	**Celsius**

Coordinateystem (Job)

System Zone	**Israel Map Grid Palastine New Grid**
Datum	**Israel New Grid (ITM) (1)**

Projection

Projection	**Transverse Mercator**
Origin lat	**31°44'03.81700"N**
Origin long	**35°12'16.26100"E**
False northing	**126907.390**
False easting	**169529.584**
Scale	**1.00000670**
South azimuth (grid)	**No**
Grid coords	**Increase North-East**
Ellipsoid	**Semi-major axis: 6378137.000 Flattening: 298.25722154**

Local site

Type	**Grid**

Datum transformation

Type	**Seven parameter**
Semi-major axis	**6378137.000**
Flattening	**298.257223**
Rotation X	**-0°00'00.3306"**
Rotation Y	**-0°00'01.8571"**
Rotation Z	**0°00'01.6483"**
Translation X	**-23.809**
Translation Y	**-17.594**

Translation Z	**-17.801**
Scale	**5.43740ppm**

Vertical adjustment

Geoid file	**ilum12**

Collected Field Data (ECEF deltas: APC to APC)

Corrections

South azimuth (grid)	**No**
Grid coords	**Increase North-East**
Magnetic declination	**0°00'00"**
Distances	**Ground**
Neighborhood adjustment	**Off**

Projection

Projection	**No projection**
Ellipsoid	**Semi-major axis: ? Flattening: ?**

Local site

Type	**Grid**

Datum transformation

Type	**None**

Projection

Projection	**Transverse Mercator**
Origin lat	**31°44'03.81700"N**
Origin long	**35°12'16.26100"E**
False northing	**626907.390**
False easting	**219529.584**
Scale	**1.00000670**
Ellipsoid	**Semi-major axis: 6378137.000 Flattening: 298.25722154**

Local site

Type	**Grid**

Datum transformation

Type	**Seven parameter**
Semi-major axis	**6378137.000**
Flattening	**298.257223**

Rotation X	**-0°00'00.3301"**
Rotation Y	**-0°00'01.8527"**
Rotation Z	**0°00'01.6697"**
Translation X	**-24.002**
Translation Y	**-17.103**
Translation Z	**-17.844**
Scale	**5.42480ppm**

Vertical adjustment

Geoid file	**ILUM2**

Coordinate system

System Zone	**Israel Map Grid Israel IG05/12**
Datum	**Israel IG05/12**
Note	**Converted from GS v3.00 to GS v3.10**

Projection

Projection	**Transverse Mercator**
Origin lat	**31°44'03.81700"N**
Origin long	**35°12'16.26100"E**
False northing	**126907.390**
False easting	**169529.584**
Scale	**1.00000670**
Ellipsoid	**Semi-major axis: 6378137.000 Flattening: 298.25722154**

Local site

Type	**Grid**

Datum transformation

Type	**Seven parameter**
Semi-major axis	**6378137.000**
Flattening	**298.257223**
Rotation X	**-0°00'00.3306"**
Rotation Y	**-0°00'01.8571"**
Rotation Z	**0°00'01.6483"**
Translation X	**-23.809**
Translation Y	**-17.594**
Translation Z	**-17.801**
Scale	**5.43740ppm**

Coordinate system

System Zone	**Israel Map Grid Palastine New Grid**
Datum	**Israel New Grid (ITM) (1)**

Vertical adjustment

Geoid file	**ilum12**

Coordinate system

System Zone	**Israel Map Grid Palastine New Grid**
Datum	**Israel New Grid (ITM) (1)**
Note	**Converted from GS v3.10 to GS v3.20**

Rover options

Elevation mask	**10**	**PDOP mask**	**6**						

Rover options

Elevation mask	**10**	**PDOP mask**	**6**						

Survey event

Survey event		**Rover started**							
Point	**RTCM 0002**	**Latitude**	**31°30'27.66892"N**	**Longitude**	**35°01'48.45338"E**	**Height**	**888.906**	**Code**	

GNSS receiver

Receiver type	**Unknown**
Serial number	
Firmware version	**0**
Antenna type	**AdV Null Antenna**
Measurement method	**Antenna Phase Center**
Tape adjustment	**0.000**
Horizontal offset	**0.000**
Vertical offset	**0.000**

Base point

Point	**RTCM 0002**	**Antenna height**	**0.000**	**Type**	**Corrected**				

Rover options

Elevation mask	**10**	**PDOP mask**	**6**						

Rover options

Elevation mask	**10**	**PDOP mask**	**6**						

Survey event

Survey event	**Rover started**

GNSS receiver

Receiver type	**Unknown**
Serial number	
Firmware version	**0**
Antenna type	**AdV Null Antenna**
Measurement method	**Antenna Phase Center**
Tape adjustment	**0.000**
Horizontal offset	**0.000**
Vertical offset	**0.000**

Base point

Point	**RTCM 0002**	**Antenna height**	**0.000**	**Type**	**Corrected**				

Initialization event: Gained

GPS week	**1987**	**Seconds**	**475254**	**Initialization type**	**On the fly**	**Survey type**	**Real-time**	**Initialization count**	**0**

GNSS receiver

Receiver type	**SP60**
Serial number	**5610551723**
Firmware version	**3.3**
Antenna type	**SP60**
Measurement method	**Bottom of antenna mount**

Tape adjustment					**0.000**				
Horizontal offset					**0.000**				
Vertical offset					**0.069**				
Point	**1**	**ΔX**	**1571.669**	**ΔY**	**-574.596**	**ΔZ**	**-1611.910**	**Code**	**cp.1**
		Method	**Fixed**	**Type**	**Observed control point**	**Search class**	**Normal**		
Antenna height	**2.000**	**Type**	**Uncorrected**	**Hz Prec**	**0.009**	**Vt Prec**	**0.015**		
QC 1		**Satellites**	**16**	**PDOP**	**1.3**	**HDOP**	**0.6**	**VDOP**	**1.2**
		Base data age	**1**	**RMS**	**?**	**Positions used**	**631**		
QC 2		**VCV xx (m^2)**	**0.000124**	**VCV xy (m^2)**	**0.000057**	**VCV xz (m^2)**	**0.000065**		
				VCV yy (m^2)	**0.000084**	**VCV yz (m^2)**	**0.000046**		
						VCV zz (m^2)	**0.000081**		

Initialization event: Lost

GPS week	**1987**	**Seconds**	**476308**	**Initialization type**	**On the fly**	**Survey type**	**Real-time**	**Initialization count**	**0**

Initialization event: Gained

GPS week	**1987**	**Seconds**	**476316**	**Initialization type**	**On the fly**	**Survey type**	**Real-time**	**Initialization count**	**0**

Initialization event: Lost

GPS week	**1987**	**Seconds**	**476327**	**Initialization type**	**On the fly**	**Survey type**	**Real-time**	**Initialization count**	**0**

Initialization event: Gained

GPS week	**1987**	**Seconds**	**476345**	**Initialization type**	**On the fly**	**Survey type**	**Real-time**	**Initialization count**	**0**

Initialization event: Lost

GPS week	**1987**	**Seconds**	**476364**	**Initialization type**	**On the fly**	**Survey type**	**Real-time**	**Initialization count**	**0**

Initialization event: Gained

GPS week	**1987**	**Seconds**	**476387**	**Initialization type**	**On the fly**	**Survey type**	**Real-time**	**Initialization count**	**0**
Point	**2**	**ΔX**	**1405.637**	**ΔY**	**-437.733**	**ΔZ**	**-1497.978**	**Code**	**cp.2**
		Method	**Fixed**	**Type**	**Observed control point**	**Search class**	**Normal**		
Antenna height	**2.000**	**Type**	**Uncorrected**	**Hz Prec**	**0.007**	**Vt Prec**	**0.012**		
QC 1		**Satellites**	**17**	**PDOP**	**1.2**	**HDOP**	**0.6**	**VDOP**	**1.0**
		Base data age	**1**	**RMS**	**?**	**Positions used**	**603**		
QC 2		**VCV xx (m^2)**	**0.000084**	**VCV xy (m^2)**	**0.000040**	**VCV xz (m^2)**	**0.000041**		
				VCV yy (m^2)	**0.000055**	**VCV yz (m^2)**	**0.000029**		
						VCV zz (m^2)	**0.000058**		
Point	**3**	**ΔX**	**1241.761**	**ΔY**	**-362.226**	**ΔZ**	**-1305.765**	**Code**	**cp.3**
		Method	**Fixed**	**Type**	**Observed control point**	**Search class**	**Normal**		

Antenna height	2.000	Type	Uncorrected	Hz Prec	0.007	Vt Prec	0.012		
QC 1		Satellites	16	PDOP	1.1	HDOP	0.5	VDOP	1.0
		Base data age	1	RMS	?	Positions used	601		
Point	4	ΔX	1111.911	ΔY	-320.690	ΔZ	-1170.220	Code	cp.4
		Method	Fixed	Type	Observed control point	Search class	Normal		
Antenna height	2.000	Type	Uncorrected	Hz Prec	0.009	Vt Prec	0.020		
QC 1		Satellites	15	PDOP	1.3	HDOP	0.6	VDOP	1.2
		Base data age	1	RMS	?	Positions used	609		

Initialization event: Lost

GPS week	1987	Seconds	480294	Initialization type	On the fly	Survey type	Real-time	Initialization count	0

Initialization event: Gained

GPS week	1987	Seconds	480296	Initialization type	On the fly	Survey type	Real-time	Initialization count	0

Initialization event: Lost

GPS week	1987	Seconds	480312	Initialization type	On the fly	Survey type	Real-time	Initialization count	0

Initialization event: Gained

GPS week	1987	Seconds	480318	Initialization type	On the fly	Survey type	Real-time	Initialization count	0

Initialization event: Lost

GPS week	**1987**	**Seconds**	**480352**	**Initialization type**	**On the fly**	**Survey type**	**Real-time**	**Initialization count**	**0**

Initialization event: Gained

GPS week	**1987**	**Seconds**	**480353**	**Initialization type**	**On the fly**	**Survey type**	**Real-time**	**Initialization count**	**0**
Point	**5**	**ΔX**	**1026.469**	**ΔY**	**-34.284**	**ΔZ**	**-1362.619**	**Code**	**cp.5**
		Method	**Fixed**	**Type**	**Observed control point**	**Search class**	**Normal**		
Antenna height	**2.000**	**Type**	**Uncorrected**	**Hz Prec**	**0.011**	**Vt Prec**	**0.020**		
QC 1		**Satellites**	**17**	**PDOP**	**1.1**	**HDOP**	**0.5**	**VDOP**	**1.0**
		Base data age	**1**	**RMS**	**?**	**Positions used**	**183**		
Warnings (5)				**Poor precision**					

Reduced points

Point	**RTCM 0002**	**North**	**101742.166**	**East**	**152897.490**	**Elevation**	**869.588**	**Code**	
Point	**1**	**North**	**99870.094**	**East**	**151522.020**	**Elevation**	**841.643**	**Code**	**cp.1**
Point	**2**	**North**	**99996.883**	**East**	**151729.573**	**Elevation**	**852.166**	**Code**	**cp.2**
Point	**3**	**North**	**100207.968**	**East**	**151885.788**	**Elevation**	**875.074**	**Code**	**cp.3**
Point	**4**	**North**	**100366.445**	**East**	**151994.573**	**Elevation**	**875.528**	**Code**	**cp.4**
Point	**5**	**North**	**100152.630**	**East**	**152277.765**	**Elevation**	**855.501**	**Code**	**cp.5**