بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة

تقرير مشروع التخرج

تصميم شارع البويب

فريق العمل

عرين "محمد زهدي" سلهب لانا محمد حلايقة

إشراف

د. فيضي شبانه

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل– فلسطين

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

هندسة المساحة والجيوماتكس

الفصل الأول : المقدمة

1-1 مقدمة عامة 1

2-1 أهداف وفكرة المشروع 2

3-1 الدراسات السابقة 3

4-1 موقع المشروع 3

1-4-1 منطقة المشروع 5

5-1 طريقة عمل المشروع 6

1-5-1 المرحلة الاستكشافية 6

2-5-1 التصميم الابتدائي 6

3-5-1 المسح الميداني للطريق 6

4-5-1 التصميم النهائي للطريق 7

6 -1 البرامج والادوات المساحية المستخدمة 7

7- 1 خطاق المشروع 8

الفصل الثاني : المضلعات

1-2 مقدمة 10

2-2 انواع المضلعات 10

1-2-2 المضلع المفتوح 10

2-2-2 المضلع المغلق 11

3-2 مقاييس الدقة لأعمال المضلعات 12

4-2 عملية انشاء مضلع في الطبيعة تتطلب منا القيام بعدة خطوات 13

1-4-2 عملية الاستكشاف للمنطقة 13

2-4-2 رسم كروكي عام للمنطقة 14

3-4-2 اختيار نقاط المضلع 14

4-4-2 تثبيت نقاط المضلع 16

5-4-2 عمل كرت وصف لنقاط المضلع 17

6-4-2 قياس المضلع (traverse measurement) 17

1-6-4-2 القراءات التى تم رصدها فى الميدان 17

5-2 حساب احداثيات المحطات قبل التصحيح 21

6-2 الخطأ فى المسافات والزوايا المرصودة 23

1-6-2 خطأ عدم تمركز الجهاز 23

2-6-2 خطأ عدم تمركز جهاز الرصد 24
3-6-2 خطا عدم تمركز العاكس 24
4-6-2 الأخطاء في المسافات (error in angle) 26
5-6-2 Instrument Centering Error 26
6-6-2 أخطاء التوجيه (TargetCentering) 26
7-6-2 الأخطاء في قياس الزوايا 27
7-2 تصحيح الأخطاء في الإحداثيات 29
1-7-2 Least Square Method 29
2-7-2 Distance observation reduction 31
3-7-2 Angle observation reduction 31
8-2 النتائج 33

الفصل الثالث : المشاكل والعوائق الهندسية في الطريق

1-3 مقدمة 37
2-3 تعريف بالمشاكل والعوائق 37
3-3 العرض للطريق قليل 38
1-3-3 توضيح المشكلة 38
2-3-3 الحلول المقترحة 38
4-3 عدم وجود تصريف لمياه الامطار 39
1-4-3 توضيح المشكلة 39
2-4-3 الحلول المقترحة 39
5-3 عدم وجود كهرباء 40
1-5-3 توضيح المشكلة 40
2-5-3 الحلول المقترحة 41
6-3 عدم وجود ارصفه 42
1-6-3 توضيح المشكلة 42
2-6-3 الحلول المقترحة 42
7-3 منع تعبيد اول 20م من الطريق من قبل اليهود 43
1-7-3 توضيح المشكلة 43
2-7-3 الحلول المقترحة 44
8-3 تشقق الإسفلت في الجزء المعبد من الطريق 44
1-8-3 توضيح المشكلة 44

2-8-3 الحلول المقترحة 45

الفصل الرابع : التصميم الهندسي للطريق

1-4 مقدمة 46
2-4 أسس عملية التصميم 47
1-2-4 حجم المرور 47
2-2-4 تركيب المرور 47
3-2-4 السرعة التصميمية 48
4-2-4 قطاع الطريق 48
5-2-4 عرض الحارة 49
6-2-4 الأرصفة 49
7-2-4 الميول العرضية 49
8-2-4 الميول الطولية 49
9-2-4 الحزر الفاصلة 50
3-4 العوامل الأساسية التي تحكم تخطيط الطريق 50
4-4 التخطيط الأفقي للطريق 51
1-4-4 المنحنيات الأفقية 51
1-1-4-4 المنحنيات الأفقية الدائرية 51
5-4 القوة الطاردة المركزية 56
1-5-4 ارتفاع ظهر المنحنى (التعلية) 58
6-4 التخطيط الرأسي للطريق 60
1-6-4 أنواع المنحنيات الرأسية 61
2-6-4 عناصر المنحنى الرأسي 61
3-6-4 الميول الرأسية العظمى 63
4-6-4 طول المنحنى الرأسي 64

الفصل الأول

المقدمة

مقدمة عامة : -

تطورت الطرق بتطور أعمال نقل الغذاء والسلع من أمكنة إلى أخرى، فظهرت طرق الحيوانات؛ إذ استُخْدِمَتِ الجمال والفيلة وسائلَ نقلٍ. ومع اكتشاف العجلات والعربات بدأ التفكير في إنشاء الطرق، وأول من استخدم العربات قدماء المصريين. ومن أوائل الطرق التي أنشئت طريق كان يربط النيل بالأهرامات عام 3000ق.م، وكان البابليون أول من استعمل الإسفلت مادة من مواد الإنشاء على الطرق المقدسة، كما استخدمت الطرق المحسَّنة في بلاد ما بين النهرين عام 3000ق.م، ورُبطتْ إيطاليا بالدانمرك عام 2000 قبل الميلاد، وفيما بين عامي 1900- 300ق.م؛ أنشِئَتْ أربع طرق للتجارة عُرفتْ بالطرق العنبرية Amber Roads. وأنْشِئَتْ طريق الحرير الصيني The Chinese Silk Road عام 100ق.م فربطت روما القديمة بالصين. ومن أهم الطرق التي بناها الرومان طريق أبين Appian Wayالتي تعدّ الطريق الرئيسي لليونان.

وأثناء الثورة الصناعية، قام جون لودون ماك آدم تصميم أول طريق سريع حديث، وذلك باستخدام مواد رخيصة لتمهيد الطرق بالتربة والحصى وقام برفع مستوى بعض الطرق بضعة أقدام عن مستوى الأرض المحيطة؛ حتى تسمح بتصريف المياه من سطحها.

وبتطور النقل الآلي، زادت الحاجة لطرق قاسية السطح، لا تتآكل بسهولة، وللحد من تشكُّل المستنقعات، وحل

مشكلة الغبار المتطاير في الجو في الطرقات الحضرية والريفية، استُخدِم حصى كبير مع أرصفة خشبية في المدن

الغربية الكبيرة. وفي بداية القرن العشرين بدأت الطرق المعبدة باستخدام القطران والأرصفة الخرسانية تمتد

حتى في الأرياف.

وقد تطور النقل البري في التاريخ المعاصر ليتناسب مع الآليات الجديدة مثل الجرار، الدراجات، السيارات، والشاحنات

اهداف وفكره المشروع:

تم اختيار هذه الطريق كمشروع لخدمة هذه المنطقة النائية نسبيا عن الخدمات كمشروع تأهيل وتوسعة

للطريق الوحيدة التي تخدم 607 من المواطنين الفلسطنيين الذين هم في امس الحاجة لعمل طريق

مناسب في القرية حيث يستعملون سياراتهم والياتهم الزراعية وايضا تبلغ الطريق اقصى درجات اهميتها

بالنسبة للسكان حيث انها الطريق الوحيدة التي توصل الى المدرسة الوحيدة والمستوصف في القرية.

وتكمن الاهمية في تصميم الشارع هو عمل طريق لخدمة السكان ومساعدتهم على الحركة الامنة من والى

القرية بالاضافة الى انها ستقوم باحياء مناطق سكنية وزراعية في المنطقة ومساعدة صمود السكان

المهددين بالترحيل من سلطات الاحتلال لانها منطقة مصنفة "c"

ويقوم المشروع على اساس عمل مساحي للطريق القائم للتعرف على مسار الطريق وطبوغرافية الطريق

ومسح المنشآت المهمة في المنطقة وخدمتها ومن ثم عمل تصميم طريق عن طريق تصميم المنحنيات الافقية

والراسية والميول الجانبي ومصارف مياه الامطار وعمل حسابات الردم والحفر للمشروع

وفي النهاية سوف يتم تحديد سماكة الرصفة اللازمة ,وعمل جدول بالتكاليف اللازمة لتنفيذ المشروع وإضافة

مقترحات لتحسين الطريق الذي يقدر طوله 1400 م.

الدراسات السابقة:

القرية في التطويرية والاحتياجات الأولويات

تعاني قرية البويب من نقص كبير في البنية التحتية والخدماتية .ويبين الجدول الأولويات والاحتياجات التطويرية للقرية

جدول 4: الأولويات والاحتياجات التطويرية في قرية البويب						
الرقم	القطاع	بحاجة ماسة	بحاجة	بحاجة متوسطة	ليست بحاجة	ملاحظات
	احتياجات البنية التحتية					
1	شق أو تعبيد طرق	*				32 كم*
2	تركيب شبكة مياه جديدة	*				12 كم
3	إصلاح/ ترميم شبكة المياه الموجودة				*	
4	بناء خزان مياه	*				500 م^3
5	تركيب شبكة مياه لتغطية مناطق جديدة	*				12 كم
6	تركيب شبكة صرف صحي	*				
	الاحتياجات الصحية					
1	بناء مراكز / عيادات صحية جديدة				*	
2	إعادة تأهيل/ ترميم مراكز / عيادات صحية موجودة	*				
3	شراء تجهيزات طبية للمراكز أو العيادات الموجودة	*				
	الاحتياجات التعليمية					
1	بناء مدارس جديدة	*				المرحلة الثانوية
2	إعادة تأهيل مدارس موجودة	*				
3	تجهيزات تعليمية	*				
	الاحتياجات الزراعية					
1	استصلاح أراض زراعية	*				500 دونم
2	إنشاء آبار جمع مياه	*				30 بئرا
3	بناء حظائر / بركسات مواشي	*				40 بركسا
4	خدمات بيطرية	*				
5	أعلاف وتبن للماشية	*				
6	إعادة تأهيل بيوت بلاستيكية				*	
7	بذور فلحة	*				
8	نباتات ومواد زراعية	*				

- 5 كم طرق رئيسة، 15 كم طرق داخلية، و12 كم طرق زراعية

الخطط والمشاريع التطويرية المنفذة

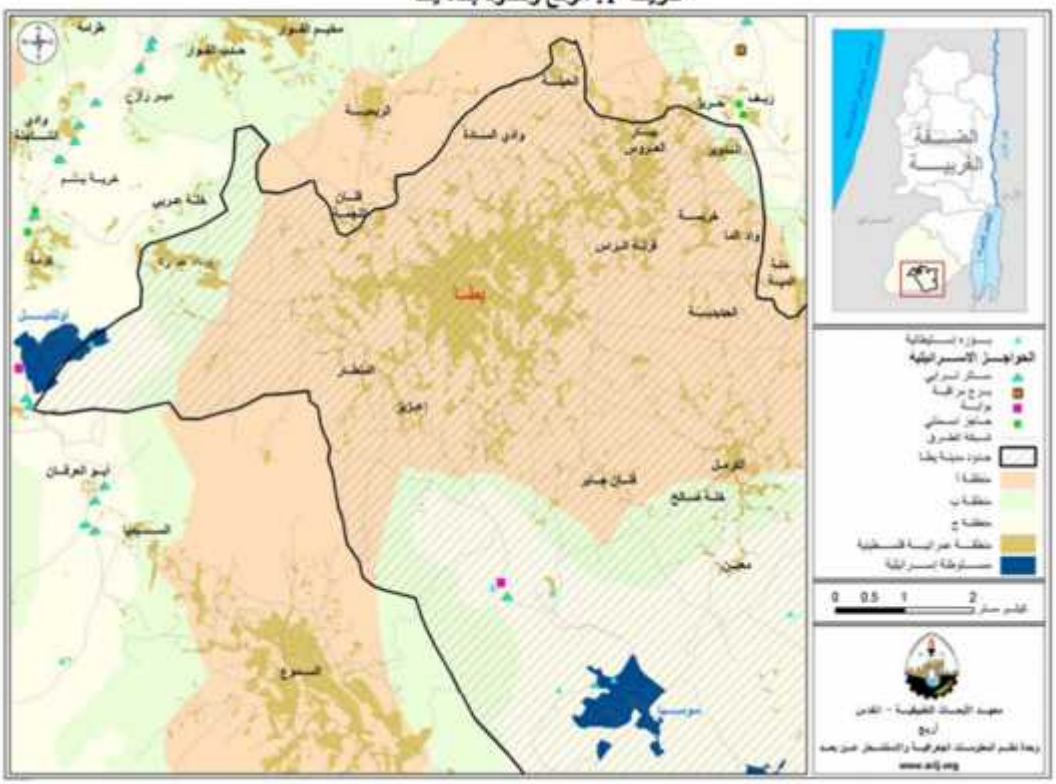
أعدت لجنة المشاريع خطة تطويرية للقرية ، .فمنذ عام 2006 ، نفذت لجنة المشاريع في القرية عدة مشاريع انظرالجدول

جدول 3: الخطط والمشاريع التطويرية التي نفذت في قرية البويب			
الرقم	اسم المشروع	النوع	الممول
1	شق طرق	بنية تحتية	اتحاد لجان العمل الزراعي والانروا
2	استصلاح أراض زراعية	زراعة	اتحاد لجان العمل الزراعي والانروا
3	إنشاء آبار جمع مياه	زراعة	اتحاد لجان العمل الزراعي والانروا

موقع المشروع:

بلدة يطا، هي إحدى بلدات محافظة الخليل، وتقع إلى الجنوب من مدينة الخليل، وعلى بعد 9كم منها. يحدها من الشرق قرية زيف وقرية خلة المية، ومن الشمال قرية الريحية ومخيم الفوار وقرية واد السادة، ومن الغرب قرية بيت عمرا، ومن الجنوب بلدة السموع

خريطة 1: موقع وحدود بلدة يطا



تقع بلدة يطا على منطقة جبلية جنوب مدينة الخليل وعلى ارتفاع 793 مترا فوق سطح البحر ويبلغ المعدل السنوي للأمطار فيها حوالي 303 ملم، أما معدل درجات الحرارة فيصل إلى 18 درجة مئوية، ويبلغ معدل الرطوبة النسبية حوالي 61%. (وحدة المعلومات الجغرافية),
وحسب تصنيف وزارة الحكم المحلي، تضم بلدة يطا إداريا المناطق التالية: بلدة يطا، المنطار، خريسة، رقعة، القفير، الشوامرة، السويدان، قطعة الشيخ، الفرحانية، وادي مسلم، الفراش، الدير، فتوح، المرملة، خلة سليم، خلة بحيص، قرنة الراس، واد اعزيز، الحيلة، خلة اطبيش، خلة مزهر، المقتاة، وقرية الغويطة, والبويب ويقوم بإدارة بلدة يطا منذ العام 1971، مجلس بلدي، يتكون من 13 عضوا، و60 موظفا. بالإضافة إلى إعداد وتنفيذ المشاريع التطويرية في المدينة، يقوم المجلس البلدي بما يلي:

- **خدمات البنية التحتية.**
- **جمع النفايات.**
- **الخدمات الاجتماعية والإنسانية.**
- **الخدمات الصحية.**
- **شق وتأهيل الطرق.**

تتكون بلدية يطا من عشرة أقسام، وهي :

1. **قسم الإدارة**
2. **العلاقات العامة**
3. **المالية**
4. **الحركة**
5. **التحصيل والكمبيوتر**
6. **الهندسة**
7. **الدراسة والتخطيط**
8. **المياه**
9. **الكمبيوتر**
10. **الصحة والبيئة**

نبذة تاريخية **:**

بلدة يطا لها تاريخ قديم، يعود إلى العهد الكنعاني، حيث سكن الكنعانيون القدماء فلسطين في العصور السابقة. وسميت البلدة " يوطه "Yuta" "والتي تعني الأرض المنبسطة. كان يوجد فيها بنايات قديمة وكهوف وآبار. وهناك روايات تقول أنها البلدة التي سكنها سيدنا زكريا عليه السلام وفيها ولد له ابنه يحيى عليه السلام. والتي زارتها مريم العذراء أم المسيح علية السلام عند زيارتها لقريبتها أم يحي.

وفي العهد الروماني ذكرت باسم ."Ietaem" ولكن البلدة نفسها نشأت في العصر العثماني، ويوجد فيها مبان قديمة ومواقع أثرية.

السكان

بناء على نتائج التعداد العام للسكان والمساكن الذي جرى عام 1997 ، فقد تم تقدير عدد سكان بلدة يطا عام2007 بحوالي45,424 نسمة، منهم 22,930 نسمة من الذكور، و 22,494نسمة من الإناث

العائلات

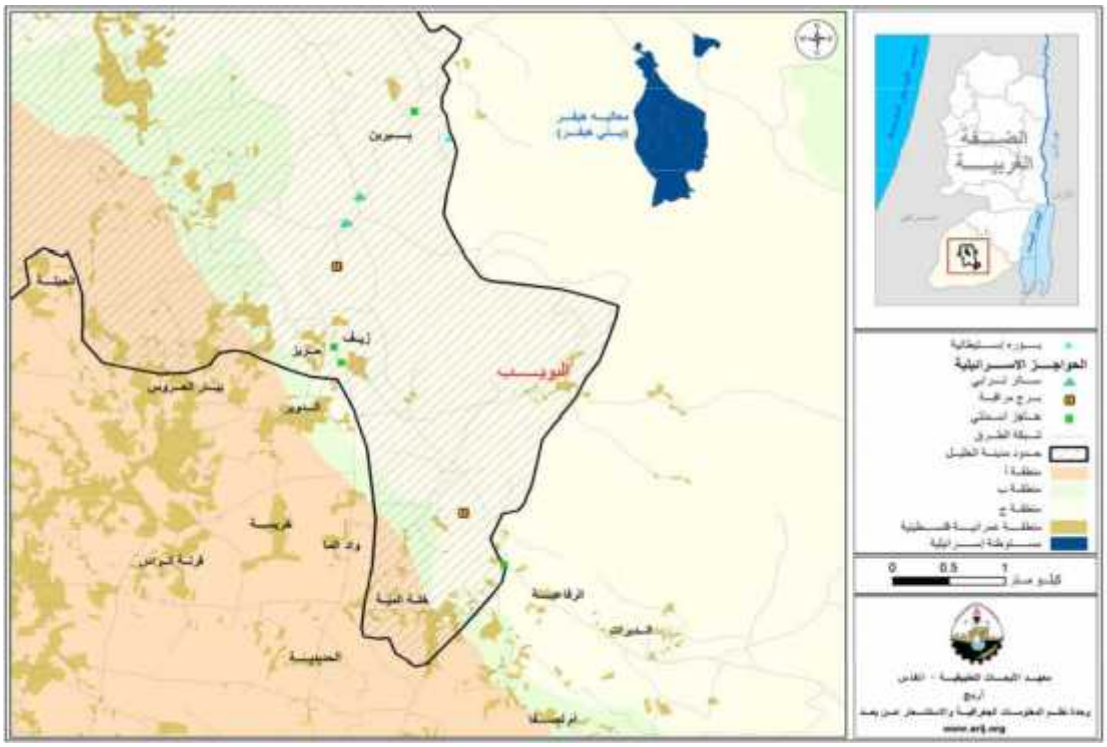
يتألف سكان بلدة يطا من عدد من العائلات، ومنها :الدعاجنة، حريزات، حوشية، مخامرة

الهجرة

بلغ عدد الذين هاجروا من البلدة منذ العام 2001 حوالي 150 شخصا

منطقة المشروع:

قرية البويب، هي إحدى قرى منطقة يطا في محافظة الخليل تقع قرية البويب إلى الجنوب الشرقي من مدينة الخليل, وعلىبعد 10 كم منها, يحدها من الشرق قرية عرب الكعابنة,ومن الشمال بلدة بني نعيم, ومن الغرب قرية زيف وقرية حريز, ومن الجنوب قرية الرفاعية وقرية الديرات.



تقع قرية البويب جنوب شرق بلدة يطا، وعلى ارتفاع 725 متر ا فوق سطح البحر. ويبلغ المعدل السنوي للامطار فيها حوالي 369ملم, ويصل معدل درجات الحرارة السنويالى 16درجة مئوية, ويبلغ معدل الرطوبة النسبيةحوالي 61%.

وتصنف قرية البويب على أنها منطقة ريفية ويقوم بإدارة القرية منذ عام1995 لجنة مشاريع، تتكون من 5 أعضاء ولا يوجد لها مقر رسمي.

نبذة تاريخية

يعود تاريخ قرية البويب الى العهد الروماني, وسميت قرية " البويب" لانها ومنذ القدم كانت تعتبر البوابة الصغيره للطرق التجارية, وطرق الحجاج من شمال إلى جنوب البحر الميت ومع مرور الوقت تحولت التسمية من بوابة إلى" البويب."

يعود أصل سكان قرية البويب إلى قبيلة المهاينة (الذين هجرو ا من بيت جبريل في حربعام 1948 الى يطا ثم الى البويب).
وقبيلة (العزازمه) الذين سكنوا بئر السبع وقرية البويب تضم إداريا خلة الحجر

السكان

بين تعداد السكان الفلسطيني الذي جرى في عام 2007 ان عددسكان قرية البويب بلغ 607 نسمة, منهم 291نسمه من الذكور, و316 نسمة من الاناث , ويبلغ عدد الأسر 76 أسرة، وعدد الوحدات السكنية 152 وحدة

العائلات

يتالف سكان قرية البويب من عدد من العائلات, ومنها:

الدعاجنة, العزازمه, ابو قويدر, ابو اسنينة, ابوشخيدم,

طريقة عمل المشروع

يعتمد العمل بهذا المشروع على إستراتيجية متبعة وفقا للخطوات التالية:

اولا:

المرحلة الاستكشافية:

1- **تحديد منطقة المشروع وهي تصميم و تخطيط طريق البويب بالرجوع إلى بلدية يطا .**

2- **زيارة استكشافية لمنطقة المشروع ومعرفة طبوغرافية وتضاريس المنطقة .**

3- **إحضار الصور الجوية لمنطقة المشروع و دراستها.**

4- **البحث عن المصادر و المراجع التي تتعلق بتصميم الطرق .**

5- **التقاط صور فوتوغرافية لمنطقة المشروع و بيان المنحنيات .**

ثانيا

التصميم الابتدائي

1- **بالاعتماد على الزيارات الميدانية ، و باستخدام صور الأقمار الصناعية لمنطقة المشروع ومن خلال برنامج نظم المعلومات الجغرافية (ArcGIS 10.1) وبرنامج (Civil 3D 2015)قمنا باختيار المسار المبدئي للطريق واختيار مواقع مناسبة لمحطات المضلع (Traverse) .**

2- **بعد اختيار المسار المبدئي للطريق واختيار مواقع مناسبة لمحطات المضلع قمنا بتنزيل هذه المحطات على الطريق باستخدام (GPS).**

ثالثا

المسح الميداني للطريق:

1- **عمل مضلع لمنطقة المشروع حيث قمنا بتوزيع أربع نقاط (GPS)، و باستخدام جهاز(GPS) لرصد المحطات وحساب إحداثياتها، و هناك فصل سيوضح حساب المضلع و تصحيحه .**

2- **قمنا بعملية الرفع المساحي لكافة التفاصيل الموجودة على الطريق و ذلك بالاعتماد على محطات المضلع التي تم حسابها وتصحيحها باستخدام (** Adjustment by Least Squares**) وذلك من أجل دقة العمل المساحي.**

رابعا:

التصميم النهائي للطريق :-

تم بعد عملية الرفع المساحي للطريق التالي :-

1- **عمل التخطيط والتصميم بمراحله المختلفة (المنحنيات الأفقية والراسية).**
2- **عمل المقاطع العرضية والطولية للطريق.**
3- **حساب المساحات والحجوم .**
4- **عمل الفحوصات الإنشائية للطريق .**
5- **تجهيز جداول الأسعار التقديرية للمشروع.**

6-1 **البرامج والأدوات المساحية المستخدمة : -**

- **برنامج (**Civil 3D 2015**).**
- **برنامج (** ArcGIS 10.1**).**
- **جهاز** (GPS**).**
- **برنامج (** Adobe Photoshop**).**
- **برنامج (** Google Earth**).**
- **برنامج (** adjust**).**

1-7 نطاق المشروع:-

1- **الفصل الأول: المقدمة.**
2- **الفصل الثاني: المضلعات.**
3- **الفصل الثالث : المشاكل العوائق في الطريق .**
4- **الفصل الرابع : التصميم الهندسي للطريق.**
5- **الفصل الخامس : العد المروري.**
6- **الفصل السادس: الفحوصات المخبرية والتصميم الإنشائي للطريق.**
7- **الفصل السابع : كميات الحفر والردم والطبقات الانشائية للطريق.**
8- **الفصل الثامن : التكلفة الكلية المشروع .**
9- **الفصل التاسع : النتائج والتوصيات .**

الفصل الثاني

المضلعاتTraverse

2-1 مقدمة:

المضلع هو عبارة عن مجموعة خطوط متصلة ببعضها البعض حيث تبدأ من نقطتين معلومتين وتشكل بمجموعها خطا متكسرا يأخذ أشكال مختلفة ومسميات متعددة كالمغلق (Closed) والمفتوح (Open) والرابط (Connecting) والحلقي (Loop) وغير ذلك .

حيث تتفرع هذه الخطوط من نقاط معلومة (نقاط شبكة المثلثات القطرية) ويتم قياس المسافة والزاوية الأفقية بين المحطات وتمتد باتجاهات مختلفة للإحاطة بالمباني والطرق والساحات أو أي معلم.

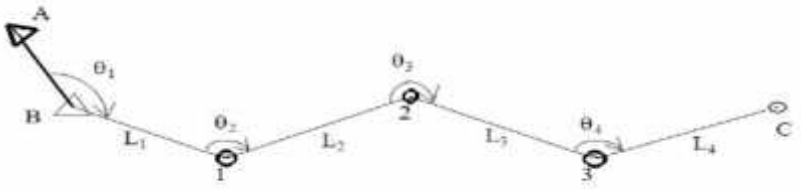
ويعود الهدف في إنشاء المضلعات في تعين إحداثيات (تحديد مواقع) نقاط جديدة انطلاقا من نقاط معلومة قد تكون نقاط من شبكات المثلثات أو نقاط يتم وضعها بواسطة (GPS) وهو من الأجهزة الحديثة وهو جهاز يستخدم لإيجاد إحداثيات نقطة ما أو أي طريقة أخرى مثل طريقة Intersection أو طريقة Resection.

2-2 أنواع المضلعات (Types of Traverses):

هنالك الكثير من المسميات المختلفة للمضلعات، سنذكر أبرزها:

2-2-1 المضلع المفتوح (Open Traverses):

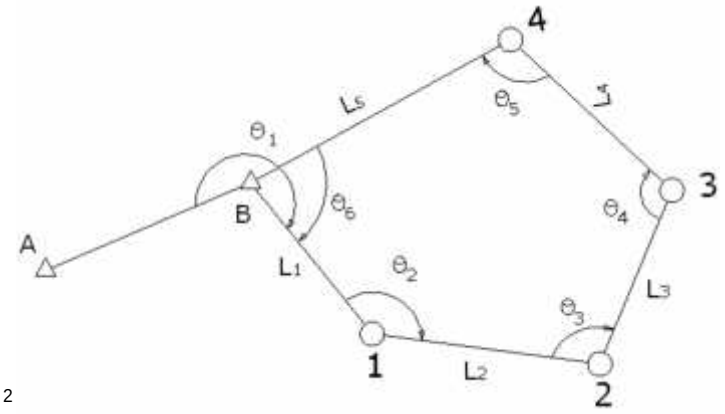
[1]يطلق هذا الاسم على كل مضلع غير مغلق الشكل (أو الأضلاع) حيث يبدأ بنقطتين معلومتي الإحداثيات وينتهي بالغلق أو القفل على نقطتين أخريين غير معلومتي الإحداثيات، كما في الشكل(2-1):



[1] المرجع رقم (3)

2-2-2 المضلع المغلق (Closed Traverses):

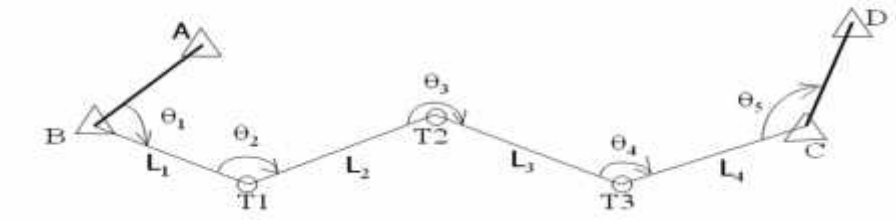
في هذا النوع من المضلعات، يكون المضلع مغلقا من حيث عدد الأضلاع أو الشكل الخارجي، حيث يبتدئ بالربط على نقطتين معلومتي الإحداثيات ثم ينتهي بالغلق على ذات النقطتين فيسمى(Closed loop traverses) كما في الشكل (2-2)



[2]

الشكل (2-2) المضلع المغلق

أو على نقطتين جديدتين فيسمى (Closed traverses or link traverses) وهذا النوع الذي قمنا باستخدامه في وهذا المشروع ، كما في الشكل (2-3)



[3]

الشكل(2-3)Closed traverses or link traverses

[2] المرجع رقم (3)
[3] المرجع رقم (3)

حيث قمنا باستخدام جهاز (Trimble GPS) في وضع أربع نقاط (اثنتين في البداية واثنتين في النهاية) وقمنا بقياس الزاوية الأفقية والمسافات الأفقية بين كل محطة باستخدام جهاز (Total station).

3-2 متطلبات الدقة لأعمال المضلعات (Accuracy Standards for Traverse):

يبين جدول (2-1) متطلبات الدقة لأعمال المضلعات والتي يمكن الاستئناس بها في الحكم على دقة ونوعية القياسات الميدانية، حيث هنالك عدة درجات متفاوتة، تعتبر المرتبة الثالثة هي الأكثر شيوعا على نطاق المشاريع ذات المساحة المحدودة، أما المشاريع الهندسية الكبرى مثل قياس إزاحة المنشآت وغيرها فتحتاج إلى المرتبة الأولى.

جدول رقم (2-1): متطلبات الدقة لأعمال المضلعات

	المرتبة الأولى First Order	المرتبة الثانية Second Order		المرتبة الثالثة Third Order	
		صنف أول Class I	صنف ثاني Class II	صنف أول Class I	صنف ثاني Class II
عدد الأضلاع غير معلومة الانحراف يجب أن لا يتجاوز	5 -6	10 - 12	15 - 20	20 -25	30 - 40
مقدار العد الأدنى لقراءة الزوايا الأفقية	0.2"	10"	10"	10"	10"
عدد القراءات (عدد مرات الرصد)	16	12	8	4	2
الخطأ المعياري في قياس المسافات	1/600 000	1/300 000	1/20 000	1/60 000	1/30 000
خطأ القفل في الانحراف عند خطوط أو نقاط التحقق يجب أن لا يتجاوز	1.0"/sat Or 2"√N	1.5"/sat Or 3"√N	2.0"/sat Or 6"√N	3.0"/sat Or10"√N	8"/sat Or 30"√N
خطا القفل في الموقع بعد تصحيح الانحراف يجب أن لا يتجاوز	0.04m√K Or	0.08m√K Or	0.2m√k Or	0.4√K Or	0.88√k Or

	1:100 000	1:50 000	1:20 000	1: 10 000	[4]1: 5000

والجدول رقم (2 -2) يبين قيم الخطأ المسموح به في الضفة الغربية.

جدول رقم (2-2): قيم الخطأ المسموح به في الضفة الغربية

	Allowable error	
	Important area (example : urban area)	Less important area (Example : rural area)
Measured distance Measured angles	L= .0005l +.03 m $\Delta = 60"\sqrt{n}$	ΔL = .0007l +.03m $\Delta=90"\sqrt{n}$
Closer error	€ = $.0006\sum l + .20m$	€ =$\sum l + .20m$.0009
n=number of measured angles,[5]	Where L= measured length, Δ= angle closure error in second	

2-4 عملية إنشاء مضلع في الطبيعة تطلبت منا القيام بعدة خطوات[6]:

2-4-1 عملية الاستكشاف للمنطقة

[4] المرجع رقم (4)
[5] المرجع رقم (4)
[6] المرجع رقم (4)

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

2-4-2 رسم كروكي عام للمنطقة

بعد إجراء عملية الاستكشاف للمنطقة يتم التجول فيا مرة أخرى ورسم كروكي شامل يبين جميـــع التفاصيل الطبيعية والصناعية، ولا يشترط أن يرسم الكروكي بمقياس رسم معين او بأدوات هندسية بل يكفي ان يكون مرسوما بإتقان وممثلا للطبيعة بقدر الإمكان مع ملاحظة الجهات الأصلية أثناء الرسم.

ويراعى عند رسم كروكي المنطقة ما يلي:

1.أن يكون بالقلم الرصاص الخفيف ليتيسر عمل التغيرات التي يتضح عدم مطابقتها للطبيعة.

2.أن يكون الكروكي واضحا بدرجة تسمح بيان التفاصيل.

3.أن توضح بقدر الإمكان الإشارات الاصطلاحية لبيان نوع التفاصيل على هذا الكروكي.

4.أن يوضح اتجاه الشمال على الكروكي.

5.أن توقع النقاط المختارة للمضلع على هذا الكروكي.

حيث تم رسم كروكي لمنطقة المشروع تبين الشارع وأعمدة الكهرباء , وأعمدة التلفون , والمواقع المهمة مثل المساجد, والمدارس ,والمصانع ,والمنازل التي تقترب من الشارع.

2-4-3 اختيار نقاط المضلع

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

شروط اختيار نقاط المضلع:

- أن تكون عدد النقاط أقل ما يمكن وقدر الحاجة إليه.
- أن تكون النقاط في أماكن مكشوفة قدر الإمكان ويسهل العثور عليها عند الرغبة في البحث عنها لاستعمالها.
- أن ترى كل نقطة النقطة السابقة واللاحقة.
- أن تكون أطوال خطوط الأضلاع متماثلة قدر الإمكان.
- يتم اختيار النقاط بحيث تشكل فيما بينها مثلثات زواياها بين 30,120 تقريبا، وذلك لان المثلثات ذات الزوايا الحادة جدا أو المنفرجة جدا يكون رسمها مصحوب بأخطاء دائما.
- يتم اختيار النقاط بحيث تكون الخطوط الواصلة بينها أقرب ما يمكن من التفاصيل ومن حدود المنطقة المرفوعة، بحيث لا تبعد أي نقطة من التفاصيل المأخوذة عن 30متر من أي خط من خطوط المضلع.
- يتم اختيار النقاط بحيث تكون في مواقع يصعب إزالتها، فلا تكون في ارض رخوة أو تتعرض لحركة المرور أو عرضة للعبث بها.حيث تم مراعاة هذه النقاط على القدر المستطاع به بما يتلاءم مع الطبيعة للطريق ومنطقة المشروع.

2-4-4 تثبيت نقاط المضلع

بعد اختيار مواقع نقاط المضلع تثبت هذه النقاط بأوتاد خشبية في الأرض وتكون بارزة قليلا،إما في الأراضي الحجرية أو المرصوصة فيتم تثبيت زوايا حديدية أو مسامير تكون رؤوسها في مستوى سطح الأرض.

الأوتاد الخشبية المستخدمة في تثبيت المضلع عادة تكون بطول (20-30سم) تقريبا ومقطعها إما أن تكون مربعا طول ضلعه (3-4سم) او مستديرة بقطر حوالي 5سم، أما الزوايا الحديدية فتكون استخدمت في الأراضي الصلبة وبطول (50-60سم) إذا ما استخدمت في ارض قليلة الصلابة ومقطع الزاوية المستخدمة 3سم*3سم*1سم وحتى 5سم *5سم *1سم.

الشكل التالي يوضح بعض أشكال الأوتاد التي تستخدم في تثبيت نقاط المضلع.

الشكل (2-5) الأوتاد التي تستخدم في تثبيت نقاط الربط في الميدان.

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

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

2-4-5 عمل **كرت وصف لنقاط المضلع**

وهو توضيح لما يحيط بالنقطة توضيحا مكبرا، ونختار موضعين ثابتين (الأفضل ثلاثة)، ثم نقاس الأبعاد بين المواضع الثابتة ونقطة المضلع المراد عمل كرت وصف لها ,وتسجل الأبعاد على كرت الوصف حتى إذا أزيلت النقطة أو لم يستدل عليها فيما بعد يمكن تحديد موقعها مرة أخرى ,ومن الأفضل أن تكون الأبعاد في اتجاهات متعامدة مع بعضها .

حيث تم تحديد نقاط التحكم (control point) المحيطة بالمنطقة والتي أخذت من نقاط لمعاملات الطابو من معتمدة في دائرة المساحة، والتي تم إيجادها عن طريق نظام تحديد المواقع بالأقمار الصناعية (GPS) والبعض الأخر عن طريق المضلعات، أول التقاطع الأمامي (Intersection) أو التقاطع الخلفي (Resection).

2-4-6 **قياس المضلع** (Traverse Measurement)

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

2-4-6-1 القراءات التي تم رصدها في الميدان:

الجدول التالي (2-3)يظهر القراءات التي تم رصدها في الميدان حيث تم رصد الزاوية الأفقيـــة والعموديـــة والمسافة الأفقية والمائلة لكل محطة ثلاث مرات وذلك للحصول على دقة عالية.

كانت المسافات والزوايا التي تم رصدها في الميدان قريبة من بعضها وهذا دليل على أن القراءات كانت دقيقة حيث تم التصفير على كعب الشاخص ,وإذا كان كعب الشاخص غير ظاهر فتم التصفير على الشاخص بعـــد ضبطه عموديا بواسطة (hand level)حيث أن هذا الإجراء يساعد بشكل كبير في إعطاء قراءة صحيحة .

2-6 الخطأ في الزوايا والمسافات المرصودة (errors in angle and distance)

جميع الأرصاد في الأعمال المساحية تحتوي على أخطاء من مصادر مختلفة، وتكون هذه الأخطـــاء تراكمية، وينتج عن هذه الأخطاء خطأ القفل في المسافات والزوايا عند رصد المضـــلعات، ويمكـــن حصـــر مصادر هذه الأخطاء بثلاث أخطاء رئيسية، الأول خطا عدم تمركز الجهاز، الثاني خطا في رصد الزوايـــا، الثالث خطا في رصد المسافات.

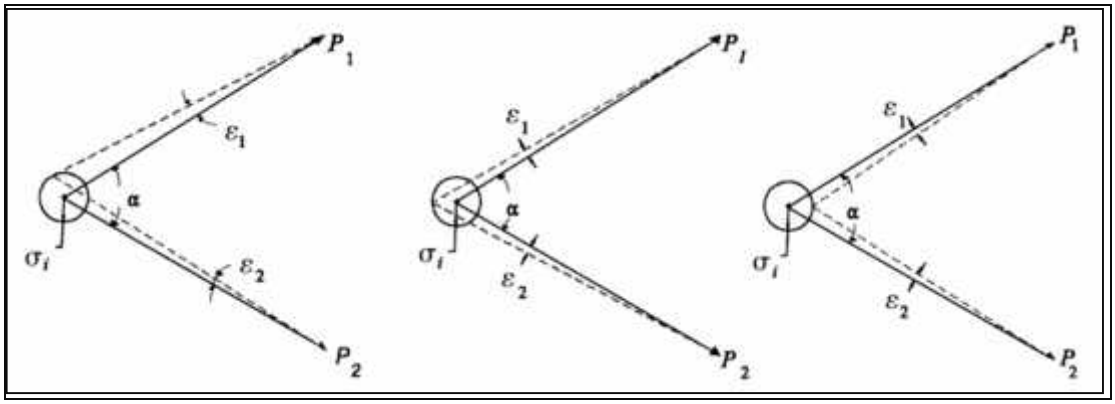
2-6-1 خطأ عدم تمركز الجهاز

يؤثر خطا عدم تمركز الجهاز على قراءة الزوايا والمسافات معا، ويعتمد مقدار هذا الخطأ على دقة ضبط الراصد للجهاز سواء كان جهاز القياس أو العاكس، ولذلك يمكن تقسيم هذا الخطأ إلـــى خطـــأين الأول خطا عدم تمركز جهاز القياس والثاني خطا عدم تمركز العاكس.

وتعتبر هذه الأخطاء أخطاء عشوائية حيث يمكن التقليل منها بإعادة القياسين خلال التبادل بين الجهاز والعاكس في احتلال كل من طرفي خط القياس.

2-6-2 خطأ عدم تمركز جهاز الرصد

وهو عبارة عن عدم تمركز جهاز القياس تماما فوق محطة الرصد، في كل محطة يجب عمل تسامت للجهاز وهذا التسامت يمكن أن يحتوي على خطا في تحديد موقع مركز الجهاز، وهذا الخطأ يعتمد على نوعية الجهاز وعلى نوعية حامل الجهاز ووضوح الرؤيا للمسامت وعلى دقة التسامت وعلى مهارة الرصد، والشكل (2-5) يوضح ذلك.



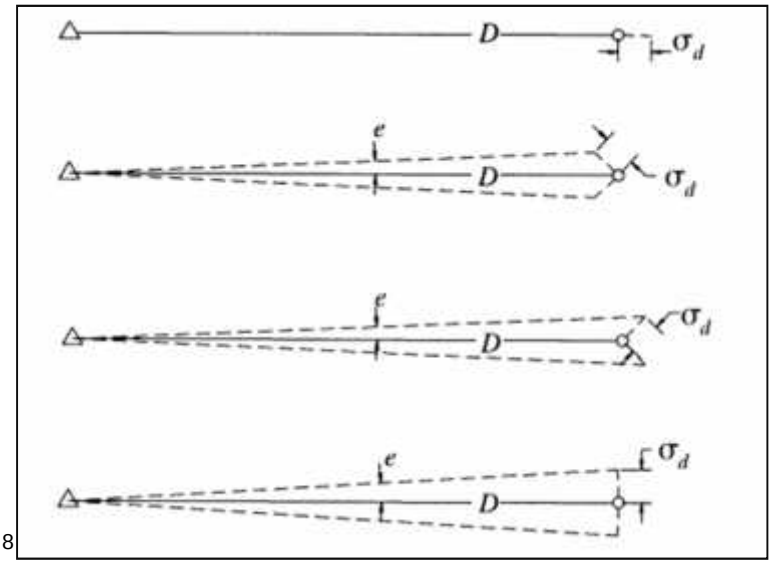
[7]

الشكل (2-6) الخطأ في عدم تمركز جهاز القياس

2-6-3 خطا عدم تمركز العاكس

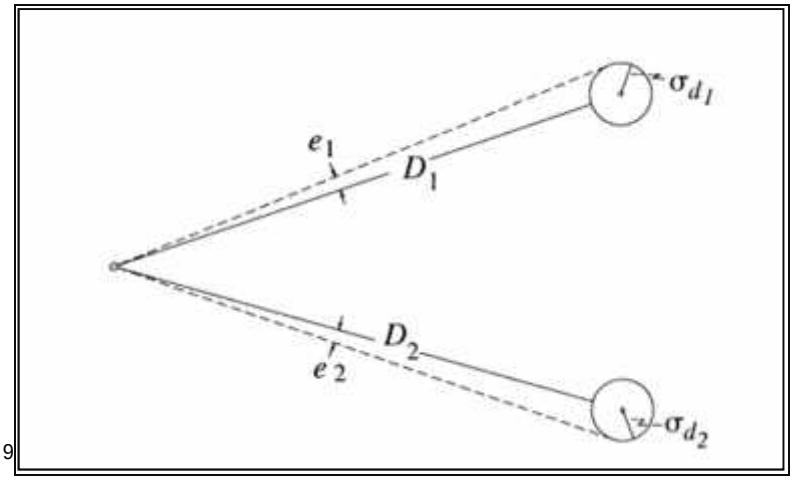
وينشأ هذا الخطأ عن عدم تمركز العاكس تماما فوق المحطة المرصودة، فعند وضع العاكس على النقطة المرصودة بالضبط وتكون قاعدة العاكس الأفقية مضبوطة فهذا يدل على انطباق خطوط الشاقول مع مركز العاكس وبذلك، يمكن تجنب خطا عدم تمركز العاكس. والشكل (2-6) يبين خطأ عدم تمركز العاكس في اتجاه واحد، وعندما يكون الخطأ في اتجاهين يكون الخطأ أكبر والشكل (2-7) يوضح ذلك.

[7] المرجع رقم (5)



[8]

الشكل (2-7) خطأ عدم تمركز العاكس في اتجاه واحد.



[9]

الشكل (2-8) خطأ عدم تمركز العاكس في اتجاهين.

الجهاز المستخدم في عملية الرصد هو جهاز المحطة الشاملة من نـــوع Sokkia Set 530R Total Station وقيم الأخطاء في هذا الجهاز هي كالتالي:

- الخطأ في الزاوية = angular error 5"
- الخطأ في المسافة = distance error $\pm$3 mm + 2ppm

[8] مرجع رقم (5)
[9] مرجع رقم (5)

2-6-4 **الأخطاء في المسافات**Error in Angle:

$$\pm_D = \sqrt{(\pm_i)^2 + (\pm_t)^2 + a^2 + (D \times bppm)^2} \quad \text{.....2.2}$$

حيث أن:

$\pm_D$: الخطأ في المسافة المقاسة

$\pm_i$: الخطأ في ضبط الجهاز

$\pm_t$: الخطأ في وضعية العاكس

a,b: معاملات الجهاز

2-6-5 Instrument Centering Error :

وهذا الخطأ يكون بالعادة ناتج عن الأسباب التالية:

- ❖ دقة الجهاز The Quality of Instrument
- ❖ دقة الحامل The Quality of Tripod
- ❖ ومهارة الراصد الذي يعمل على الجهاز The Skill of the Observer
- ❖ الظروف البيئية.

2-6-6 **أخطاء التوجيه** (Target Centering):

وهذه الأخطاء تكون ناجمة عن وضع العاكس بشكل غير قائم ويقدر هذا الخطأ بقيمة 2 ملم

a,b وهذه معاملات الجهاز والتي يتم الحصول عليها من الكتيب المرافق حيث أن:

3mm $\pm$ 2ppm = a,b

مثال على تصحيح الأخطاء في المسافات:

المسافة المقاسة ما بين المحطة 2000, 1 تساوي 126.741 م

$$\pm_D = \sqrt{(\pm_i)^2 + (\pm_t)^2 + a^2 + (D \times bppm)^2} \quad \text{.....2.3}$$

$$\pm_D = \sqrt{(0.002)^2 + (0.002)^2 + (0.003)^2 + (126.741 \times 0.000002)^2} = 0.004m$$

والجدول التالي(2-6) يشمل معدل المسافات المقروءة بين المحطات ومقدار الخطأ في كل مسافة:

2-6-7 الأخطاء في قياس الزوايا:

إن الجهاز المستخدم في عملية الرصد هو جهاز المحطة الشاملة، لذلك فان الأخطاء في الزوايا يمكن جمعها ضمن خطا واحد ناتج عن ما يلي:

- أخطاء في التوجيه Pointing Errors
- أخطاء في القراءة Reading Errors

والخطأ الناتج عنهما من الممكن حسابه وفق العلاقة التالية:

$$\pm_{\sim pr} = \frac{2\pm_{DIN}}{\sqrt{n}} \quad \text{.....2.4}$$

حيث أن:

$\pm_{\sim pr}$: هو الخطأ الناتج عن التوجيه والقراءة.

$\pm_{DIN}$: الخطأ الناتج عن جهاز المحطة الشاملة.

n: عدد مرات التكرار

وقيمة هذا الخطأ تكون ثابتة تقريبا لجميع الزوايا وتساوي

$$\pm_{\sim pr} = \pm \frac{2 \times 5''}{\sqrt{3}} = 5.77 \text{ ..... } .2.5$$

وهذا الخطأ سموح حسب جدول المواصفات التالي حيث تم اعتماد(Less Important Area)

جدول رقم (2-7) قيم الخطأ المسموح به في الضفة الغربية.

	Allowable error	
	Important area (example : urban area)	Less important area (Example : rural area)
Measured distance Measured angles	L= .0005l +.03 m Δ $\Delta = 60''\sqrt{n}$	ΔL = .0007l +.03m $\Delta=90''\sqrt{n}$
Closer error	€ = $.0006\sum l + .20m$	€ =$\sum l + .20m$.0009
n=number of	Where L= measured length, Δ= angle closure error in second measured angles,[10]	

1300

الفصل الثالث

المشاكل والعوائق في الطريق

مقدمة :

يعاني شارع البويب من بعض المشاكل والعوائق التي تعيق عملية التصميم للطريق وتنعكس على التخطيط الهيكلي والتنظيمي للطريق , لذا كان من الضروري مناقشة المشاكل والعوائق في شارع البويب والعمل جاهدين على إيجاد الحلول لها ,حيث تمثل عملية دراسة وإيجاد الحلول لعوائق التصميم أولى الخطوات لوضع التصميم السليم للطريق من جميع النواحي الفنية والإنشائية والمرورية وضمان خدمة المنطقة لأطول فترة زمنية ممكنة , فبعد القيام بالزيارة الميدانية للموقع ودراسة كافة الجوانب من ناحية هندسية سوف نعرض هذه العوائق والمشاكل مع شرح لكل منها والاقتراحات الممكنة لحلها .

تعريف بالمشاكل والعوائق :

- **العرض للطريق قليل.**
- **لا يوجد تصريف لمياه الامطار .**
- **لا يوجد كهرباء.**
- **لا يوجد رصيف .**
- **منع تعبيد اول 20م من الطريق من قبل اليهود .**
- **تشقق الإسفلت في الجزء المعبد من الطريق**

_لعرض للطريق قليل:

وضيح المشكلة :

المشكلة الاولى في طريق البويب هي ان عرض الطريق غير كافي حيث يبلغ عرض الطريق من 4-6 متر فقط وهو غير كافي لمرور المركبات بأمان وايضا يعتبر طريق غير آمن حيث لا يترك مساحة للمشاة ولا يوجد عرض كافي للرصيف وهذه تعتبر مشكلة كبيرة حيث ان الطريق يخدم المدرسة المحلية ومعظم الاطفال والطلاب يسخدمون هذه الطريق للوصول مشيا على الاقدام للمدرسة

والشكل التالي يبين العرض القليل للطريق :

الحلول المقترحة :

لحل هذه المشكلة يجب تعريض الطريق الى 8متر على الاقل

وعمل مساحات للمشاة .

_عدم وجود تصريف لمياه الامطار :

توضيح المشكلة :

البويب هي منطقة جبلية وتستقبل الكثير من الامطار سنويا والشارع الموجود غير مهيأ لاستقبال الامطار وتصريفها بشكل صحيح وهندسي ولا يوجد مصارف للمياه في المناطق المنخفضة التي يتشكل فيها سيول في الشتاء التي قد تؤدي لانجراف التربة والطريق وايضا قد تؤدي الى نزول المواد الترابية والاحجار

المجانبة للشارع الى الطريق وتشكيل خطر على المركبات والمشاة

الحلول المقترحة :

يجب عمل احتياطات في التصميم لتصريف مياه الامطار وذلك عن طريق عمل ميلان في الطريق وعمل قنوات جانبية وقنوات عرضية في المناطق المنخفضة لتصريف المياه وايضا عمل حماية للطريق من الاراض المحاذية ذات المستوى الاعلى من الطريق لمنع انجراف التربة الى الطريق.

_ عدم وجود كهرباء :

توضيح المشكلة :

طريق البويب تفتقد الى الخدمات الرئيسية مثل اضاءة الشارع والاشارات التنبيهية والتحذيرية بالاضافة انه لا يوجد تخطيط للشارع وهذا يصنف الشارع على انه غير آمن حيث يكون مدى الرؤية متدني جدا ويشكل خطر على المركبات والمشاة والحيوانات بالاضافة انه لا يوجد اشارات تحذيرية للسائقين مثل المنعطفات او الاماكن الضيقة او وجود مدارس ومركبات زراعية تقطع الشارع او اشارة تحديد السرعة .ومن المشاكل ايضا عدم وجود تخطيط للشارع خاصة الخط الفاصل للشارع متواصل او متقطع وخطوط المشاة والعبور

الحلول المقترحة :

سيتم الاخذ بالاعتبار في التصميم توزيع الاضاءة في الشوارع واماكن الاشارات التحذيرية وانواعها بالاضافة الى تخطيط الشوارع حسب اللازم والموقع من خطوط اتنصاف الطريق والمداخل والمخارج وخطوط المشاة وغيرها

_ عدم وجود ارصفه :

وضيح المشكلة :

الشارع لا يوجد فيه رصيف ولا مساحة مخصصة للمشاة وهي مشكلة كبيرة كما ذكرنا لان الشارع يستعمله عدد كبير من المشاة خصوصا للوصول الى المدرسة او العيادة ويضطر المشاة للمشي في الشارع الضيق اصلا على السيارات

الحلول المقترحة :

سيتم تصميم رصيف مناسب من الجهتين للمشاة وبعرض وباستعمال مواد مناسبة كالاحجار او الباطون وحمايته من المياه والانجرافات

_ منع تعبيد اول 20م من الطريق من قبل اليهود:

وضيح المشكلة :

الطريق يوجد فيها اماكن غير معبدة بالاسفلت والمناطق المعبدة بالاسفلت ايضا في مشاكل التشققات والانكسارات في الاسفلت, القسم الاول من الطريق غير معبد لان الاحتلال لا يسمح بتعبيد الطريق لانها متصلة بطريق التفافي تحت سيطرة حكومة الاحتلال ولم تستطيع اي جهة الحصول على ترخيص من الاحتلال بتعبيدها بالاسفلت حتى الان ولكننا .هنالك مناطق اخرى داخل الطريق الاسفلت لم يصلها او الاسفلت فيها قديم ومتشقق

الحلول المقترحة :

سيتم تصميم الطريق باعتبار ان المنطقة الاولى ممكن تعبيدها وان الطريق كامل وسيتم عمل التصميم بوضع طبقات من البيس كورس والاسفلت بسماكات مناسبة لضمان طريق مناسبة وتخدم مدة طويلة السكان الموجودين

_ تشقق الإسفلت في الجزء المعبد من الطريق

توضيح المشكلة :

يعاني الجزء المعبد من الطريق من العديد من العيوب والمشاكل المتمثلة في الإسفلت والتي تجعل الطريق غير امن وغير سليم للاستخدام وبالتالي تؤثر سلبا على استخدام الطريق من قبل المواطنين وعلى السلامة العامة , حيث تتمثل عيوب التشققات في الطريق بما يلي:

- **الشقوق الشبكية**
- **الشقوق الطولية والعرضية**
- **الهبوطات**
- **الشقوق الجانبية**

والشكل التالي يوضح عيوب التشققات الموجودة في الطريق:

الحلول المقترحة :

يجب عمل فحص للرصفات ويتم كالآتي :

- **قبل إجراء أي فحص للموقع يجب إتباع وسائل السلامة وذلك لضمان سلامة وسير عملية**

الفحص، وتوجد مرحلتين لتنفيذ المسح البصري للعيوب، الأولى بقيادة سيارة والثانية بالسير على الأقدام.

- **أثناء المرحلة الأولى من الفحص يقود فريق المسح السيارة بسرعة بطيئة على كامل منطقة الرصف ويتم تسجيل المناطق المتأثرة من الرصف بشكل تقريبي وعمل رسومات توضيحية.**
- **المرحلة الثانية وهي مرحلة السير على الأقدام للمنطقة المدروسة، بهدف التعرف على مواقع العيوب.**

وتتم عملية صيانة الطرق كالآتي :

أ) الحفر الإسفلتية : يقوم المتعهد بتحديد مكان الإسفلت بواسطة منشار وظيفته فصل الإسفلت المستوجب عزله عن الإسفلت الجيد بشكل أفقي بمعدل 90 درجة عن مسطح الطريق، بعد عزل الإسفلت ترص الطبقة الترابية التي يليها الإسفلت بواسطة آلة ميكانيكية يدوية رجراج حتى المنسوب المطلوب رصه كما يشير المختبر، ثم نرش الإسفلت السائل(كولاس) بمعدل 1 كغم في المتر المربع الواحد تحت حرارة لا تقل عن 90 درجة مئوية وأن لا تزيد نسبة رطوبة الأرض عن 3 % حتى لا تجعل لنا طبقة عازلة بين التربة والإسفلت، ويترك حتى تتدنى حرارته لتساوي حرارة الجو، ثم يلي ذلك وضع الإسفلت على الكولاس السائل ويرص بواسطة مدحلة لا تقل زنتها عن 10 طن ولا تزيد عن 15 طن بسرعة 5 كلم في الساعة على أن ترطب العجلات بالماء حتى لا يتناثر الإسفلت عند دمكه ، ثم تفتح الطريق أمام المرور بعد تدني الحرارة لتساوي حرارة الجو.

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

الفصل الرابع

التصميم الهندسي للطريق

4-1 مقدمة :

يعتبر التصميم الهندسي للطريق أهم مراحل عملية تصميم الطرق بحيث يعرف التصميم الهندسي للطريق على انه عملية إيجاد الأبعاد الهندسية للطريق وترتيب العناصر المرئية للطريق مثل المسار ومسافات الرؤية والعروض والانحدارات ,فهو بذلك يشمل الأجزاء الظاهرة من الطريق , مع الأخذ بعين الاعتبار حجم المرور وسرعة المرور للحصول على درجة عالية من الأمان والسيولة , ويسير التصميم الهندسي جنبا إلى جنب مع العمل الميداني (عمليات المسح للطريق) بحيث يتم التصميم الهندسي للطريق في المكتب ويشكل العمل النظري المكتبي .

التصميم الهندسي للطريق يشمل تصميم الطريق بأبعادها الثلاث :

1 . **التصميم الرأسي للطريق** (Vertical Alignment): فهو يشمل تحديد ارتفاع الأرض الطبيعية وتحديد الانحدار الجديد للطريق أي خط الإنشاء الطريق بحيث نستطيع تحديد مناطق الحفر والردم وتحديد مسافة الرؤية.

2. **التصميم الأفقي** (Horizontal Alignment): يتم تحديد بداية ونهاية وأطوال المنحنيات الأفقية وذلك من اجل وصل الأجزاء المستقيمة ببعضها بشكل تدريجي لتفادي التغيرات المفاجئة في الاتجاهات.

3 . **التصميم العرضي للطريق** : وهو تحديد شكل مقطع الطريق وميولها الجانبية وميول سطح الطريق وعرض جسم الطريق .

إن التصميم الهندسي للطريق يجب أن يكون متكاملا بحيث يشمل معايير السلامة للمشاة والسائقين والأخذ بعين الاعتبار جميع ما يلزم لذلك من وضع إشارات وعلامات المرور والتخطيط السليم للطريق بأبعاده الثلاث , والأخذ بعين الاعتبار أن يكون التصميم اقتصاديا بقدر الإمكان .

4-2 أسس عملية التصميم :

تتوقف أسس عملية التصميم على عوامل كثيرة منها :

- حجم المرور (Traffic volume) .
- تركيب المرور (Character of Traffic) .
- السرعة التصميمية (Design speed) .
- قطاع الطريق .
- عرض الحارة (lane width) .
- عرض حرم الطريق(right of way width) .
- الميول العرضية (normal cross slopes).
- الميول الطولية .
- الميول الجانبية .
- الجزر الفاصلة بين الاتجاهين (Medians).
- الأرصفة .
- أكتاف الطريق.

4-2-1 **حجم المرور** (Traffic volume) : يعتبر حجم المرور من الأمور الرئيسية التي يجب أن تأخذ في الاعتبار عند تصميم الطريق بحيث يشمل حجم المرور الحالي والمتوقع مستقبلا.

4-2-2 **تركيب المرور** (Character of Traffic):- يتم معرفة تركيب المرور بتحديد نسبة عربات النقل والحافلات بالنسبة لحجم المرور الساعي التصميمي.

4-2-3 السرعة التصميمية (Design speed):-

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

جدول (4-1) : السرعه حسب تصنيف الطريق[1]

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

4-2-4 قطاع الطريق:-

إن الاستفادة من الطريق تتوقف على تصميم الأجزاء المختلفة لقطاع الطريق, فالطرق التـــي يمـــر عليها عدد كبير من السيارات وبسرعة عالية يتطلب عدد كبير من حارات المرور ومنحنيات ذات أنصـــاف قطار كبيرة نسبيا وانحدارات طولية صغيرة لذلك يجب الاهتمام بأرصفة الطرق المتســـعة وعمـــل الجـــزر الفاصلة بين اتجاهي المرور, اما في شارع مارلوقا فلا يلزم اكثر من حارتين حيث يتوقع ان يكون المـــرور متوسطا في هذا الطريق وقد تم الاستغناء عن الجزر الفاصلة .

[1] المرجع رقم 6

الشكل (4-1) مقطع عرضي للطريق

4-2-5 **عرض الحارة** (lane width):-

يلعب عرض الحارة دورا مهما في سهولة القيادة ودرجة الأمان على الطريق ويجب أن لا يقل عرض المسرب عن ثلاثة أمتار ويفضل أن يؤخذ 3.5 أو 3.6م, وقد تم اختيار عرض الحارة في هذا الشارع 3.5م.

4-2-6 **الأرصفة** (Sidewalks):-

تعتبر أرصفة المشاة جزءا مكملا لتصميم الطرق الحضرية، وقد اعتمدنا ألا يقل عرض الرصيف عن 1.5متر في شارعنا, ويعمل من مواد تعطي مسطحا ناعما ومستويا سليما،ونقطة مهمة هنا يجب الإشارة إليها وهي يجب أن يكون سطح الرصيف الذي يسير المشاة عليه مساويا في الجودة أو أحسن حالة من سطح الرصف المخصص لطريق السيارات لجذب المشاة للسير عليه.

4-2-7 **الميول العرضية**:-

إن الميول العرضية يتم عملها للطريق من اجل 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 وسطي فإن كل اتجاه يعمل بميل خاص كما لو كان من حارتين منفصلتين، وتبلغ قيمة الميول العرضية 2% .

4-2-8 **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 .

4-2-9 الجزر الفاصلة:

تقام الجزر الفاصلة من أجل فصل حركة المرور المعاكسة لتحقيق الأمان والسلامة. إن عرض الجزر الفاصلة يجب أن يكون كافيا وذلك من اجل تحقيق الغرض الذي من اجله أنشئت، وخاصة لتقليل تأثير الأضواء الصادرة من الاتجاه المعاكس ليلا، و كذلك حماية العربات المعاكسة من التصادم ولإتاحة التحكم في المناطق المسموح فيها الدوران في حالة التقاطعات السطحية ، ويتراوح عرض الجزر بين (1.8-1.25) متر أو أكثر وليس من الضروري أن يكون هذا العرض ثابتا على طول الطريق. وفي مشروعنا تم الاستغناء عنها للحفاظ على المساحة المخصصة.

4-3 العوامل الأساسية التي تحكم تخطيط الطريق[2]

1. **النقاط الحاكمة:**

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

- **نقاط يجب أن يمر بها الطريق(إجبارية):**وهذه قد تتسبب في زيادة طول المسار والمرور في منـــاطق صعبة، ومن أمثلة هذه النقاط: موقع جسر، ممر جبلي ، مدينة متوسطة،...الخ.
- **نقاط يجب الابتعاد عنها:**وهذه المناطق يجب أن نبعد مسار الطريق قدر الإمكان عنها مثـــل منـــاطق العبادة, المدافن, المنشات الضخمة عالية التكاليف.

[2] المرجع رقم 6

2. **حجم المرور:**

هو عبارة عن عدد المركبات التي تمر من خلال نقطة معينة خلال فتره زمنية معينة, سواء في الاتجاه الواحد أو الاتجاهين، ويجب الأخذ بعين الاعتبار عند تخطيط الطريق حجم المرور الحالي والمتوقع مستقبلا, لذلك يجب عمل الدراسات اللازمة لعدد السيارات الحالي ونسبة الزيادة المتوقعة في عدد السيارات في المستقبل بالإضافة إلى تحديد أنواع السيارات المتوقع استخدامها للطريق لما له من أهمية كبيرة لمعرفة حجم المرور.

3. **التصميم الهندسي للطريق:-**

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

4. **التكلفة:-**

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

4-4 التخطيط الأفقي للطريق.

حيث 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.

4-4-1 المنحنيات الأفقية:-

الهدف من استخدام 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 وأهم هذه المنحنيات:-

4-4-1-1 المنحنيات الأفقية الدائرية (Circular Curves):-

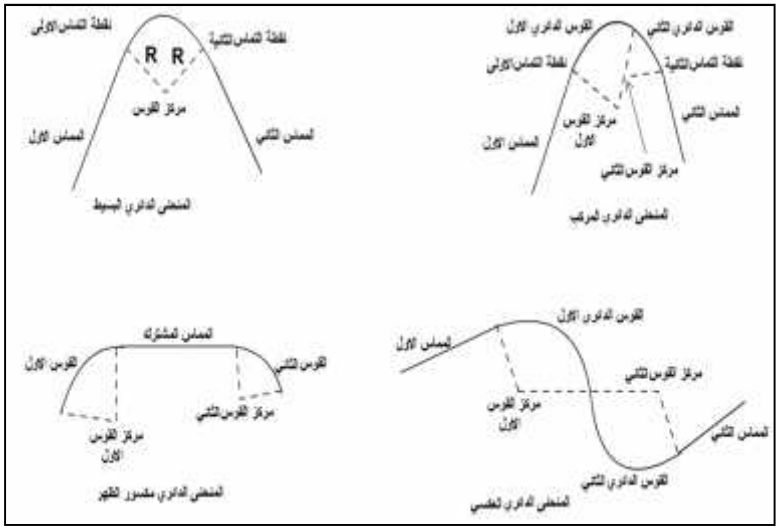
وتنقسم إلى أربعة أقسام رئيسية:

1- المنحنيات الدائرية البسيطة Simple Circular Curves.

2- المنحنيات الدائرية المركبة Compound Circular Curves.

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

4- المنحنيات الدائرية العكسية Reversed Circular Curves.

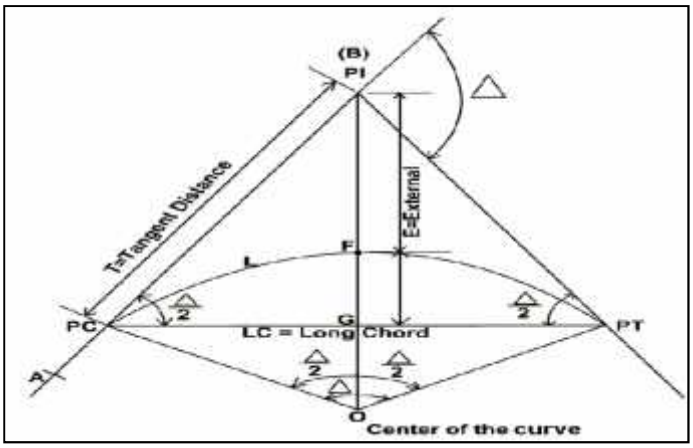


الشكل (4-2) أنواع المنحنيات الدائرية

1. المنحنيات الدائرية البسيطة Simple Circular Curves

- عناصر المنحنى الدائري البسيط:-

الشكل التالي يوضح منحنى دائري بسيط, حيث انه يتكون من العناصر التالية:-



الشكل (4-3) عناصر المنحنى الدائري البسيط

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

وتساوي الزاوية المركزية المنشأ عليها المنحنى الدائري.

- المماسين (T) The tow Tangent:

حيث يسمى المماس على الجانب الأيسر لنقطة التقاطع PI بالمماس الخلفي, والمماس على الجانب الأيمن بالمماس الأمامي.

- نقطة بداية المنحنى (PC) Point of Curvature.
- نقطة نهاية المنحنى (PT) Point of Tangency.
- 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 (O).
- الوتر الجزئي الأول ويرمز له (C1), وهو طول الخط المستقيم الذي يصل نقطة التماس الأولى بأول نقطة على المنحنى حيث يلجأ إلى إعطاء طول للوتر الجزء الأول بحيث تصبح محطة النقطة الأولى من المنحنى رقم مدورا مناسبا يقبل القسمة على 20 أو 25.
- الوتر الجزئي الأوسط يرمز له (C), وهو عبارة عن طول الخط المستقيم الذي يصل بين أي نقطتين متتاليتين على المنحنى ما عدا الأولى والأخيرة, ويكون طوله في العادة رقما مدورا و مناسبا 1020,,25 مترا.

- الوتر الجزئي النهائي (C2)، وهو عبارة عن طول الخط المستقيم الذي يصل نقطة التماس الثانيـــة بالنقطة التي تسبقها مباشرة، وحيث يكون طوله مكملا لطول المنحنى.
- زاوية الانحراف الجزئية الأولى (d1)، وهي عبارة عن الزاوية الوسطية المحصورة بين المماس الأول أو الخلفي و بين الوتر الجزئي الأول وتساوي نصف الزاوية المركزية.
- زاوية الانحراف الجزئية الوسطى(d)، وهي الزاوية الأفقية بين أي وتر جزئي أوسط وبين مماس المنحنى الدائري.
- زاوية الانحراف الجزئية النهائية (d2)، وهي الزاوية الأفقية المحصورة بين الوتر الجزئي النهـائي وبين المماس للمنحنى الدائري في نقطة بداية هذا الوتر الجزئي النهائي.

❖ معادلات المنحنى الدائري البسيط:

1- طول المماس (T)

$$T = R\tan\frac{\Delta}{2} \quad \text{.....(1-4)}$$

2- المسافة الخارجية (E)

E = ...(2 -4)

R(sec(Δ/2)-

3- سهم القوس (M)

M = R(1-cos(Δ/2)) ....(3 -4)

4- الوتر الطويل(LC)

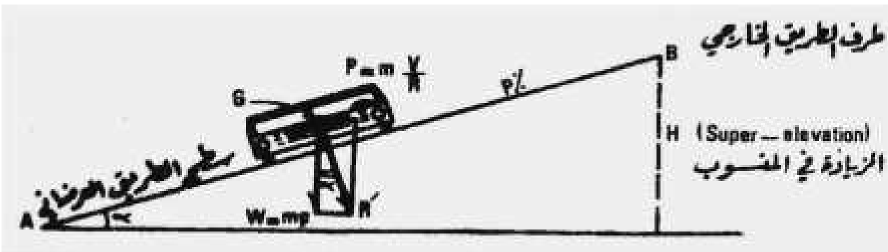
$$LC = 2R\sin\frac{\Delta}{2} \quad \text{.....(4-4)}$$

5- طول المنحنى (L)

$$L = \frac{® \, R\Delta}{180} ....(5-4)$$

5-4 القوة الطاردة المركزية:-

عندما تكون قيمة نصف القطر تقترب من اللانهاية تكون عندها قيمة القوة الطاردة المركزية تساوي صفر. 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(4-4) تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات

من الشكل السابق:-

- 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: التسارع الأرضي

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

$$P = \frac{wv^2}{gR} = \frac{mv^2}{R} \quad \text{.....(6-4)}$$

يمكن كتابة العلاقات الرياضية التالية:-

$$\tan\sim = P_1 = \left(\frac{mv^2}{r}\right)/(mg) = \frac{v^2}{gr} \quad \text{.....(7-4)}$$

حيث أن:-

r : نصف قطر المنحنى المتدرج في إحدى نقاطه

P_1 : الميل العرضاني لسطح الطريق ضمن الجزء الخاص بالمنحنى المتدرج

α : الزاوية الراسية

لنفرض أن $C = \frac{1}{g}$

تصبح المعادلة كالتالي:-

$$P = \frac{C.v^2}{R}$$
$$C = \frac{P.R}{v^2} \quad \text{.....(8-4)}$$

4-5-1 ارتفاع ظهر المنحنى (التعلية):-

التعلية هي عملية جعل الحافة الخارجية للطريق أعلى من الحافة الداخلية, وذلك من اجل تفادي القـوة الطاردة المركزية التي تتسبب في انزلاق المركبة وقد تؤدي إلى انقلابها.وقيمة هـذا الميـل العرضـاني تتراوح من 4% - 7% وقد تصل إلى 9% حسب الأنظمة المختلفة المعمول بها في كل دوله.

ويمكن حساب قيمة التعلية وفقا للمعادلات التالية:-

$$e + f = \frac{(0.75 \times v)^2}{127 \times R} \quad \text{.....(9-4)}$$

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:-

$$V = \sqrt{[127R(e\max + f\max)]} \quad \text{.....(10-4)}$$

تتراوح قيمة معامل الاحتكاك الجانبي القصوى حسب السرعات المختلفة وذلك بناء على الجدول (4-2):

جدول(4-2) قيم معامل الاحتكاك حسب السرعة التصميمية [3]

السرعة التصميمية كم/ساعة	48	46	80	96	112	128
معامل الاحتكاك (f)	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11

[3] المرجع رقم 6

الحد الأقصى لمعدل ارتفاع ظهر المنحنى في حالة المرور المختلط يؤخذ عادة 1 : 15 (0,067 لكل متر)كما أن الحد الأدنى يجب أن لا يقل عن الميل العرضي اللازم لصرف مياه الأمطار.

جدول (4-3) قيم الرفع الجانبي المرغوبة و ذلك لعدة طرق مختلفة[4]

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

الجدول (4-4) يبين أقل نصف قطر للمنحنى بدلالة السرعة التصميميه ودرجة الرفع الجانبي للطريق والاحتكاك الجانبي[5]

السرعة التصميمية كم / ساعة	الاحتكاك الجانبي	أقصى قيمة رفع جانبي للطريق			
		0.06	0.08	0.10	0.12
40	0.17	55	50	45	45
50	0.16	90	85	75	70
60	0.15	135	125	115	105
70	0.14	195	175	160	150
80	0.14	250	230	210	195

[4] المرجع رقم 6

[5] المرجع رقم 6

255	275	305	335	0.13	90
330	360	395	440	0.12	100
415	455	500	560	0.11	110
540	595	655	755	0.09	120
635	700	785	885	0.09	130
770	860	965	1100	0.08	140

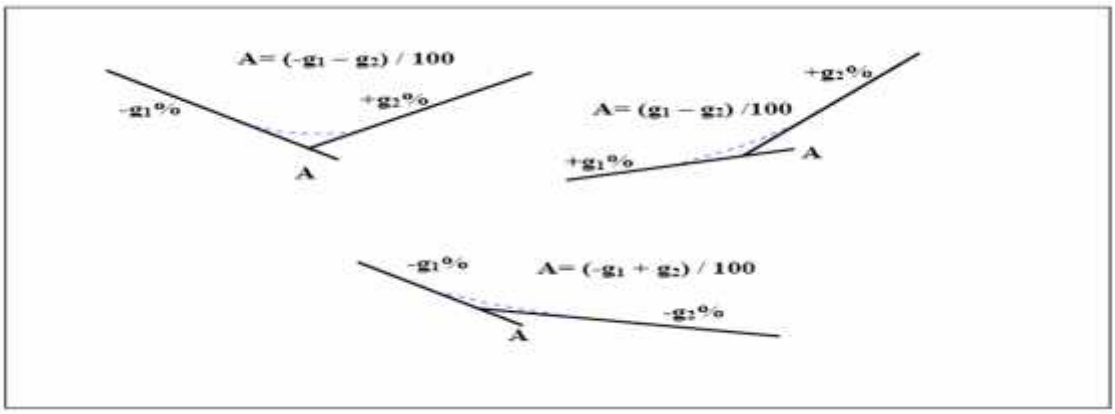
4-6 التخطيط الراسي للطريق:- (Vertical Alignment):-

إن عملية الانتقال من اتجاه إلى اتجاه آخر في المستوى الرأسي تتم من خلال عمل منحنيات رأسية تسهل هذه العملية و 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 من مسافة كافية

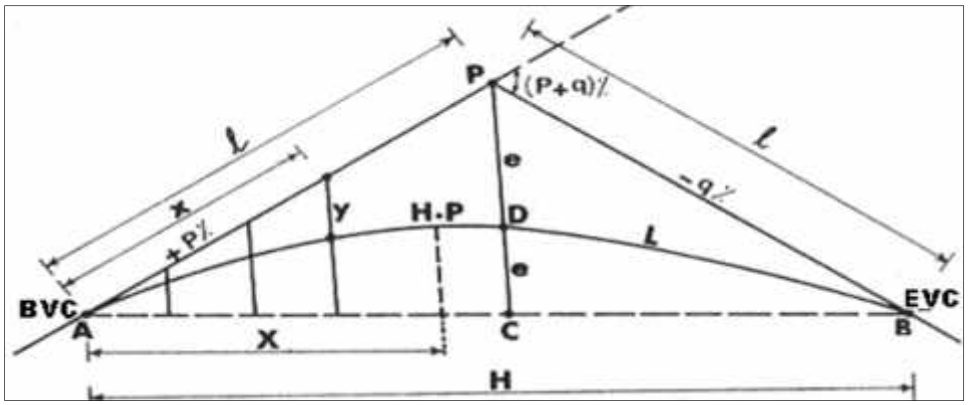
4-6-1 أنواع المنحنيات الرأسية :-

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 (4-5) فرق الميل أو زاوية الميل

4-6-2 عناصر المنحنى الرأسي:-



الشكل (4-6) عناصر المنحنى الرأسي

ومن الشكل السابق فان عناصر المنحنى الرأسي هي كالتالي:

- نسبة الميل = p & q
- بداية المنحنى الرأسي = BVC
- منسوب نقطة تقاطع الميلين الرأسيين (Elevation of the PI)
- محطة نقطة التقاطع (Stationing of PI)
- نهاية المنحنى الرأسي = EVC
- المسافة الخارجية المتوسطة(متر) = e

- طول القطع المكافئ (متر) = H
- الطول الأفقي إلى النقطة الأفقية على المنحنى الرأسي = X

- **حساب المنحنيات الرأسية:** -

تم حساب أطوال المنحنيات الرأسية بناءا على جداول (ASHTTO 2004)

الجدول(4-5) قيمة الثابت K في المنحنيات الرأسية[6]

SPEED	AASHTO	
	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

$$K = Length / |p - q| \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (11-4)$$

K : قيمة الثابت في المنحنيات الرأسية

P : ميل المماس الأول

q : ميل المماس الثاني

[6] المرجع رقم 6

- في حالة أن يكون المنحنى الرأسي (Crest) تكون قيمة الثابت (K) عند السرعة التصميمية 50 Kph هي = 7

- في حالة أن يكون المنحنى الرأسي (Sag) تكون قيمة الثابت (K) عند السرعة التصميمية 50 Kph هي = 13

4-6-3 الميول الرأسية العظمى:-

إن العوامل التي تتحكم في تحديد الميل الرأسي للخطوط تظهر في النقاط التالية:

1- السرعة التصميمية (Design Speed).

2- طبوغرافية الأرض التي يمر منا الطريق (Type Of Topography).

3- طول الجزء الخاضع للميل الرأسي.

والجدول(4-6) يبين قيمة الميول الراسية العظمى بالاعتماد على العوامل السابقة:[7]

السرعة التصميمية Design Speed Kph	منبسطة Flat %	تلالي Hilly %	جبلية Mountainous %
50	6	8	9
65	5	7	8
80	4	5	7
90	3	4	6
100	3	4	6
110	3	4	5
120	3	4	-
130	3	4	-

[7] المرجع رقم 6

4-6-4 طول المنحنى الرأسي

من العوامل الأساسية التي تحكم اختيار وتحديد طول الرأسي كمايلي:

أ- راحة المسافرين (comfort of passenger):

حيث يحدد الطول على أساس القوة الطاردة المركزية وتساوي 0.6 م/ ث^2, وطول المنحنى عبارة عن منحنيين انتقال متساويين في الطول وبدون منحنى أفقي بينهم

ب: مسافة الرؤية (Sight Distance):-

مسافة الرؤية هي المسافة التي يراها السائق أمامه على طول الطريق دون أية عوائق. وهي على نوعين:-

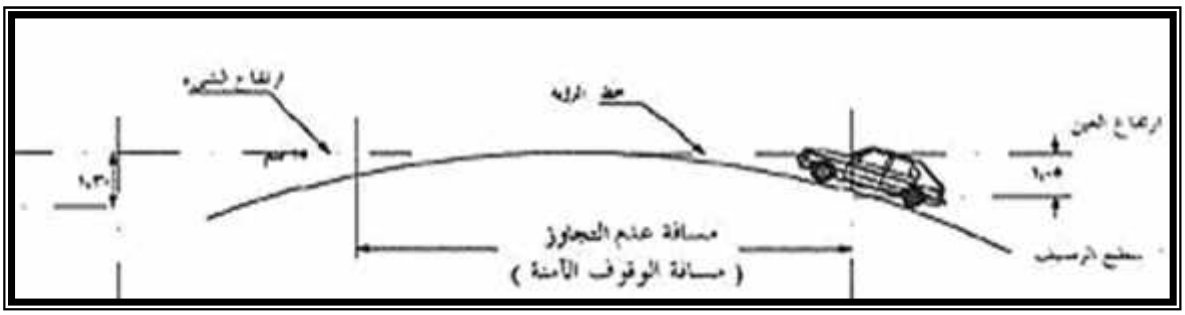
1- مسافة الرؤية للتوقف (Stopping Sight Distance):-

تعرف مسافة الرؤية التصميمية للتوقف الآمن بمقدار الحد الأدنى للمسافة الضرورية لتوقف مركبة تسير بسرعة تقترب من سرعة التصميم دون أن تصطدم بعائق يعترض خط سيرها (التوقف الآمن).

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

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

الجدول (4-7) العلاقة بين السرعة التصميمية ومسافة الرؤية للتوقف



الشكل (4-7)يوضح مسافة الرؤية للتوقف الآمن

وتستخدم هذه المعادلة لحساب مسافة الرؤية للتوقف الآمن:-

$$SD = 0.278V.t + \frac{V^2}{254\ f} \quad \text{..... .... .12 - 4}$$

V: سرعة العربة (كم/ساعة).

f: معامل الاحتكاك.

t: زمن رد الفعل (عادة 2.5 ثانية).

المعادلة (4-12) في حالة أن العائق ثابت، أما في حالة وجود عائق متحرك ويقترب من السيارة يتم ضرب الطرف الأيمن من المعادلة بالعدد (2).

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

جدول(4-8) العلاقة بين السرعة ومعامل الاحتكاك[8]

2 - مسافة الرؤية للتجاوز (Passing Sight Distance):-

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

[8] المرجع رقم 6

5-1 حجم المرور :

5-1-1 مقدمة:

يساعد تحديد حجم المرور على الطريق على تصميم الطرق بالشكل الصحيح، وهذا تبعا لأهميته في عملية تخطيط وتصميم الطرق و تحديد عدد المسارب وعرضها وتصميم المنحنيات الأفقية والرأسية.

فإذا كان الطريق مصمما على أرض الواقع يتم حساب حجم المرور اليومي المتوسط (ADT) وحجم المرور الساعي التصميمي (DHV) للمرور في الاتجاهين، ويتم معرفة حجم المرور و كثافته عن طريق معرفة عدد السيارات التي تستخدم هذا الطريق للسير عليه.

أما إذا أردنا فتح طريق جديدة فيتم حساب حجم المرور بالرجوع إلى دراسة المنطقة التي سوف يخدمها الطريق هل هي سكنية صناعية أم زراعية وعلى أساسها نقوم بتصميم الطريق ، و يتم ذلك عن طريق حساب المعدل اليومي و السنوي للمرور.

يقاس حجم المرور على طريق ما بعدد المركبات التي تمر بنقطة أو محطة على الطريق خلال فترة زمنية محددة، ويعتبر من العوامل الرئيسية التي يتوقف عليها التصميم الهندسي للطرق على أن يشمل حجم المرور الحالي والمتوقع مستقبلا.

ويختلف حجم المرور عن كثافة المرور والتي تعرف على أنها معدل تواجد المركبات علي طول معين من الطريق أثناء لحظة زمنية معينة.

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

5-1-2 الهدف من دراسة أحجام المرور :

تهدف دراسة أحجام المرور إلى الحصول على بيانات فعلية عن حركة المركبات والأفراد في منطقة معينة أو نقاط محددة علي شبكة الطرق، ونظرا لأن أحجام المرور لا تكون موزعة بالتساوي خلال ساعات اليوم فإنه يتم تصميم كافة عناصر الطريق والمرور علي أساس استيعاب أحجام المرور أثناء ساعة الذروة أو أثناء أعلى فترة.

5-1-3 مفاهيم أساسية :

1. **المتوسط السنوي لحجم المرور اليومي** (Annual Average Daily Traffic (AADT:

هو إجمالي حجم المرور اليومي خلال سنة مقسوما علي عدد أيام السنة (وحدة القياس هي "مركبة / يوم").ويمكن استخدام إجمالي حجم المرور السنوي في التعرف علي اتجاهات النمو في أحجام المرور وحساب معدلات الحوادث وتقدير العائد الإقتصادي لمستخدمي الطريق.

حجم المرور اليومي المتوسط = حجم المرور السنوي ÷ 365.

2. **حجم المرور اليومي المتوسط** (Average Daily Traffic (ADT :هو إجمالي حجم المرور اليومي المقاس خلال فترة زمنية معينة (أكثر من يوم وأقل من سنة) مقسوما علي عدد أيام حصر المرور.(وحدة القياس "مركبة / يوم") .

3. **حجم المرور الساعي التصميمي**:يتم تحديد حجم المرور الساعي التصميمي بعمل منحنيات بين عدد الساعات التي تتساوى فيها كمية المرور كمحور أفقي وحجم المرور كنسبة مئوية من متوسط المرور اليومي كمحور رأسي.

4. **حجم المرور المستقبلي**:يزداد حجم المرور يوما بعد يوم مع زيادة العمران وعدد السكان وعليه فإنه يجب مراعاة الزيادة المستقبلية في كمية المرور عند تصميم قطاع الطريق وأيضا مراعاة ما يلي:

- حجم المرور الحالي على الطريق
- الزيادة الطبيعية في عدد المركبات الناتجة عن الزيادة في عدد السكان والتطورات الاقتصادية والسياحية والزراعية والصناعية للمنطقة.
- حجم المرور الناتج عن إنشاء الطريق.

إن الفترة الزمنية التي يتم التصميم على أساسها تعتمد على نسبة الزيادة في عدد المركبات وكما تعتمد على طبيعة المنطقة ونسبة الإقبال عليها مع مرور الزمن وعادة تكون هذه الفترة الزمنية من (15- 20)سنة .

إن التصميم على أساس حجم المرور اليومي المتوسط دون الأخذ في الاعتبار فترات الذروة قد يؤدي إلى الاختناق في المرور عند ساعات الذروة، كما أن تصميم أي طريق بحيث لا يكون مزدحما على الإطلاق لن يكون اقتصاديا وعليه فإنه يجب اختيار حجم المرور التصميمي بعد دراسة مفصلة ودقيقة.

ويحسب حجم المرور التصميمي من العلاقة التالية:

$$VD = Vn\,(1 + e)^n \quad \text{.....} \quad (5\text{-}1)$$

حيث :

- VD : حجم المرور اليومي التصميمي.
- Vn : حجم المرور الحالي.
- e : معدل الزيادة السنوي في حجم المرور.
- n : عدد السنوات.

✓ العوامل الأساسية التي تحكم سريان المرور هي حجم المرور (V) و وحدته عربة في الساعة، و السرعة (S) و وحدتها كيلومتر في الساعة، والكثافة (D) ووحدتها مركبة في الكيلومتر.

V=D* S..... (5-2)

5. **سعة الطريق** :

تعرف السعة للطريق على أنها العدد الأقصى من المركبات التي لها توقع معقول بالمرور على الطريق خلال فترة زمنية معطاة وتحت الظروف السائدة للطريق والمرور.

وتتوقف سعة الطريق على حجم وتركيبة المرور وعلى سرعة السير والتداخلات التي تتعرض لها حركة المرور، وتعتبر السعة من العناصر الأساسية التي تؤخذ في الاعتبار عند تصميم القطاع العرضي للطريق لاستيعاب حجم المرور التصميمي المتوقع على الطريق والجدول (5-1) يبين قيم السعة لبعض أنواع الطرق حسب مواصفات (AASHTO).

وتتأثر السعة بعدة عوامل منها:

- التخطيط الأفقي والرأسي: حيث تتسبب المنحنيات الأفقية الحادة والمنحنيات الرأسية القصيرة في تقليل سرعة الطريق وذلك يؤدي إلى تخفيض السعة.
- عرض الحارة: تتسبب الحارات والأكتاف الضيقة والعوائق على حافتي الطريق في تخفيض سعة الطريق.
- مركبات النقل: تقلل مركبات النقل من سعة الطريق وذلك بسبب تأثيرها على حركة المرور.

جدول(5-1) سعة الطريق حسب مواصفات (AASHTO).

نوع الطريق	السعة(سيارة خاصة /ساعة)
طريق سريع	2000 (لكل حارة)
طريق بحارتين	3000 (الإجمالي في الاتجاهين)
طريق ذو ثلاث حارات	4000 (الإجمالي في الاتجاهين)

5-1-4 عربات التصميم:

هناك عدة أنواع من المركبات التي تسير على الطريق منها السيارات الخاصة وحافلات النقل والشاحنات الصغيرة والشاحنات الكبيرة وتختلف هذه المركبات عن بعضها بأبعادها وأحجامها وأوزانها، وعليه يلزم معرفة خصائصها لكي تأخذ بعين الاعتبار أثناء تصميم الأجزاء المختلفة لقطاع الطريق، ومن الطبيعي أن يتم التركيز على خصائص المركبات الأكثر استخداما للطريق عند التصميم لأنها تشكل النسبة الأكبر من حجم المرور وتشمل هذه الخصائص:

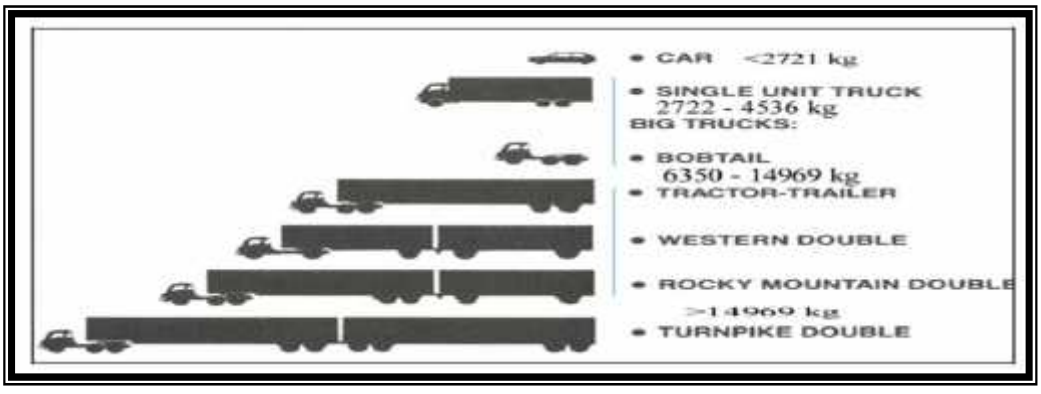
- الطول الكلي للمركبة.
- العرض الكلي للمركبة.
- ارتفاع المركبة.
- وزن المركبة.
- قدرة المركبة.
- البعد بين العجل الأمامي والخلفي للمركبة.
- البعد بين مقدمة المركبة والعجل الأمامي.
- البعد بين مؤخرة المركبة والعجل الخلفي.

وقد بينت الدراسات أن للشاحنات تأثيرا كبيرا على رصف الطريق ويزداد تأثيرها كلما زاد ثقلها ، فمن هنا كان لا بد من التعمق في دراسة أنواع مركبات النقل من حيث أبعادها وعدد محاورها ومدى تأثيرها على

الرصف، ويبين جدول (5-2) الأبعاد الرئيسة للعربات الخاصة ومركبات النقل حسب مواصفات (AASHTO) ، والشكل (5-1) يبين الأحمال الواقعة على محاورها.

جدول (5-2) الأبعاد الرئيسية للمركبات حسب مواصفات (AASHTO).

البعد	عربة خاصة	عربة نقل مسافرين	عربة نقل تجارية (بمقطورة)
الطول الكلي (m)	5.8	12.1	16.7
العرض الكلي (m)	2.1	2.6	2.6
الارتفاع (m)	1.3	4.1	4.1
البعد بين العجل الأمامي والخلفي (m)	3.4	7.6	6.1
البعد بين مقدمة العربة والعجل الأمامي(m)	0.9	1.2	0.9
البعد بين مؤخرة العربة والعجل الخلفي(m)	1.5	1.8	0.6



شكل (5-1) أنواع المركبات والأحمال الواقعة على محاورها.

5-1-5 تعداد المركبات:

تتم عملية التعداد وذلك بإحصاء عدد المركبات التي تمر من نقطة معينة، وتتم عملية التعـداد فـي ساعات وأيام مختلفة لمعرفة ساعات الازدحام (الذروة)، إلا أن عدد المركبات يختلف من فترة إلى أخـرى باختلاف أيام السنة وهذا يؤثر على التصميم الهندسي للطريق، وتهدف المعلومات الإحصائية إلى معرفة:

1. عدد السيارات على مدار ساعات وأيام السنة من اجل تحديد ساعات وأيام الازدحام.
2. حجم المرور اليومي المتوسط (Average Daily Traffic) وهو مجموع المركبات التي تمر من نقطة معينة مقسوما على عدد تلك الأيام .
3. المتوسط السنوي لحجم المرور اليومي (Annual Average Daily Traffic).
4. عدد المركبات المناسب والذي سيتم اعتماده في التصميم (Design Hourly Volume).

5-1-5-1 فترات التعداد:

إن إجراء التعداد على فترات مختلفة أمر في غاية الأهمية، وذلك من اجل الحصول على معلومات دقيقة يتم التصميم على أساسها ويمكن وضع فترات للتعداد كما يلي:

- تعداد في ساعات الازدحام.
- تعداد في ساعات مختلفة من اليوم.
- تعداد في أيام العطل.
- تعداد أثناء إغلاق بعض الشوارع.
-

5-1-5-2 أنواع التعداد على الطريق:

- تعداد يجري على الطريق.
- تعداد يجري على التقاطعات.
- تعداد تصنيفي حسب أنواع المركبات.

5-1-5-3 طرق حصر (تعداد) المرور :

1. العد الميكانيكي:

تعتبر هذه الطريقة هي الأكثر تطورا وأسهل الطرق في عملية تعداد المركبات فهي لا تحتاج إلـــى جهد كبير حيث أنها تعتمد على الأجهزة الكهربائيةو الكاشفات والكوابل الكهربائية التي توضع على الطريق، ولكن مهما بلغت دقة هذه الأدوات العصرية الحديثة، فإن فيها سيئات لا تخدم المهندس المصمم إذ تحتاج إلى صيانة مستمرة وكذلك لا تقوم بالتمييز بين حافلة و شاحنة وهذا الأمر يؤثر في حساب عـــدد المســـارب أو عرض الطريق . و يستخدم هذا النوع كثيرا في الحالات التي تتطلب فيها حصر لأعداد المركبـــات لفتـــرات طويلة أو بشكل مستمر.

2. العد اليدوي :

وهي الطريقة المثالية لحصر أعداد المركبات و عدد الركاب و ذلك في حالة وجود مسارب متعددة و حجم مرور كبير حيث يقف الراصد عند محطة الرصد المحددة فيقوم بتدوين كل سيارة واتجاهها ويفضـــل أن يكون معه جداول ليتم التعداد بسرعة و بدقة أكبر، وفي الوقت ذاته يقوم بتصنيف السيارات إلـــى ســـيارة صغيرة أو شاحنة أو حافلة وتمتاز هذه الطريقة بالبساطة والسهولة والدقة ولكنها بالمقابل تحتاج إلـــى فريـــق عمل كبير.

3. العد بطريقة المركبة المتحركة :

حيث تقوم هنا عربة متحركة على قطاع محدد خلال فترة زمنية محددة و بـداخلها شـخص يقـوم بتعداد السيارات المارة في عكس اتجاه الحركة والعربات التي يتم التجاوز عنها بذلك يجب السير في عكـس اتجاه المرور و مع اتجاه المرور مرة أخرى .

5-2 الحسابات

جدول (5-3) العد على مدخل الطريق

HOURS	THROUGH (TH)			
	PC	HV	BUS	TOTAL
7:30-7:45	6	0	0	6
7:45-8:00	3	0	0	3
8:00-8:15	0	0	0	0
8:15-8:30	0	0	0	0
8:30-8:45	1	0	0	1
8:45-9:00	0	0	0	0
9:00-9:15	0	1	0	1
9:15-9:30	0	2	0	2
9:30-9:45	0	0	0	0

9:45-10:00	0	0	0	0
10:00-10:15	0	0	0	0
10:15-10:30	0	0	0	0
10:30-10:45	0	0	0	0
10:45-11:00	0	0	0	0
11:00-11:15	1	0	0	1
11:15-11:30	0	0	0	0
11:30-11:45	0	0	0	0
11:45-12:00	0	0	0	0
12:00-12:15	0	0	0	0
12:15-12:30	0	0	0	0
12:30-12:45	0	0	0	0
12:45-1:00	1	0	0	1
1:00-1:15	0	0	0	0
1:15-1:30	0	0	0	0
1:30-1:45	0	0	0	0
1:45-2:00	0	0	0	0
2:00-2:15	1	0	0	1
2:15-2:30	0	0	0	0
2:30-2:45	0	0	0	0
2:45-3:00	1	0	0	1
3:00-3:15	0	0	0	0

3:15-3:30	1	0	0	1
3:30-3:45	0	0	0	0
3:45-4:00	1	0	0	1
total	16	3	0	19

- **حساب** peak hour factor **عند المدخل**

Peak Hour Factor (PHF)

تحليلحركةالمروريعتمدعلىساعة ذروةحجمالمرور،لأنهيمثلالفترةالأكثر أهميةللعمليات

الحياتيةويحتويعلىأعلىسعة مرورية.ساعةالذروةليستقيمةثابتةوانما تختلف منيوملآخر أومنفصلإلىفصل.

PHF = total volume / (4 × max Traffic Volume at 15 min)..... (5-3)

جدول(5-5) حساب معامل ساعة الذروة (وسط)

PHF TH

7:30-7:45	6	0	0	6
7:45-8:00	3	0	0	3
8:15-8:30	0	0	0	0
8:30-8:45	0	0	0	0
8:45-9:00	1	0	0	1
9:00-9:15	0	1	0	1
9:15-9:30	0	2	0	2

total V	13
PHF	.5416666667

✓ ملاحظة :

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

بالنسبة لشارع مارلوقا لا يوجد مرور حالي فقمنا بالاستعانة بدراسة سابقة لتصميم شارع نمرة وذلك بالتعاون مع بلدية الخليل , حيث أن شارع نمرة مشابه له في معظم ظروفه من حيث السرعة و الطبوغرافية و الغرض الذي يؤديه الطريق وقد حصلنا على النتيجة التالية:

متوسط أعداد المركبات لليوم الواحد كالتالي :16مركبة.

- متوسط عدد المركبات الكلي لليوم الواحد = 0 مركبة.
- متوسط عدد المركبات الكلي لليوم الواحد =9مركبة.

فبذلك يكون متوسط عدد المركبات الكلي لليوم الواحد = 16+0+9= 25.

نسبة السيارات =25 /16 × 100 = 64 %.

نسبة الباصات = 25 /0 ×100 =0 %.

نسبة الشاحنات = 25 /9 ×100 = 36 %.

جدول رقم (5-11): أعداد ونسبة المركبات لكل نوع

أعداد ونسبة المركبات					
2-axle(Passenger)		2-axle		3-axle	
العدد	النسبة (%)	العدد	النسبة (%)	العدد	النسبة (%)
16	64	0	0	9	36

الفصل السادس

6-1 مقدمة :

يعتبر التصميم الإنشائي للطريق من أهم الأمور التي يجب أخذها بعين الاعتبار عند تصميم الطريق، حيث أن التصميم الإنشائي للطريق عبارة عن إيجاد سماكات طبقات الرصف ومكوناتها ومواصفاتها حتى يتمكن الطريق من تحمل أوزان المركبات التي تسير عليه .

6-2 الأنواع الرئيسية للرصف :

تنقسم أنواع الرصف إلى نوعين رئيسين وهما:

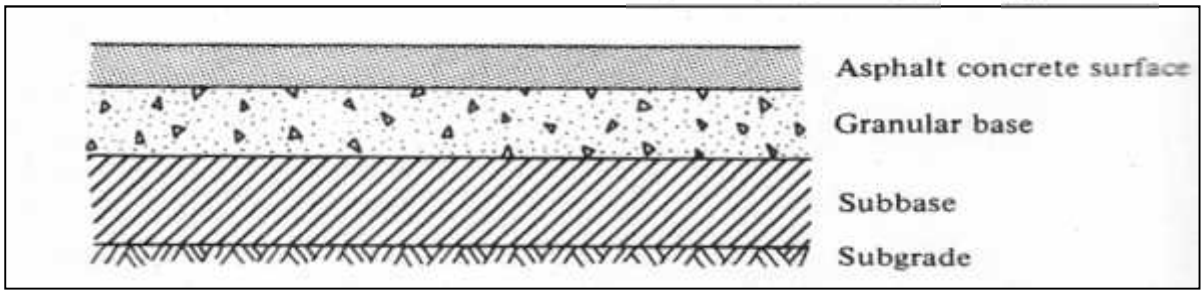
1. الرصفة القياسية (Rigid Pavement) :

وهي عبارة عن طبقة خرسانية يتراوح سمكها ما بين (30 – 15) سم ، بحيث يتم صبها على الطريق أو على أساس حصوي الذي يتم فرده قبل ذلك ، وقد تكون هذه الطبقة مسلحة أو غير مسلحة ، وتصب بشكل كامل او على شكل قطع بحيث يبلغ طول كل قطعة ما بين (50 – 20) م للخرسانة العادية ، وقد يصل طول القطعة إلى 300 م للخرسانة المسلحة.

2. الرصفة المرنة (Flexible Pavement) :

وهي التي تكون ملاصقة لسطح الطريق الترابي، مهما اتخذ هذا السطح من أشكال وتعرجات.

والشكل التالي (6- 1) يبين عناصر الرصفة المرنة:



شكل (6-1)طبقات الرصفة المرنة

6-3الفحوصات المخبرية :

تعتبر الفحوصات المخبرية لعينات التربة من أهم الأمور التي تقودنا إلى معرفة طبيعة ونوعية تربة المنطقة للانطلاق منها في عملية التصميم الإنشائي للطريق ومعرفة سماكات طبقات الرصف المطلوبة , فقد تم اخذ عينة من تربة شارع مارلوقا وإجراء الفحوصات المخبرية عليها في مختبرات جامعة بوليتكنك فلسطين .

6-3-1تجربة بروكتور القياسية (Standard Proctor Test):

إن غاية تجربة بروكتر هي تعيين الكمية اللازمة من الماء لتربة موضوعة تحت الرص للحصول على الكثافة العظمى, وهي ما تسمى كمية الماء المثالية ,حيث ان كثافة عينات التربة تختلف باختلاف كمية الماء الداخلة فيها فهي تزداد بازدياد كمية الماء حتى الكثافة العظمى ثم تبدأ بالتناقص مع ازدياد كمية الماء داخل العينة .

- **الأدوات المستخدمة :**

قمنا باجراء هذه التجربة على عينات تربة من طبقة (sub grade) وتم استخدام الأدوات التالية :

1. قالب بروكتور القياسي مع الغطاء المتحرك.
2. مطرقة بروكتور القياسية ووزنها (5.5 باوند) وارتفاع السقوط (1ft) .
3. وعاء لخلط التراب مع قارورة ماء مع مسطرين وأداه غير حادة (spatula).
4. منخل رقم 4" (#4).
5. حفنات صغيرة.
6. ميزان وفرن للتجفيف .

- **طريقة العمل :**

أما خطوات عمل التجربة فكانت كما يلي :

1. يتم توزين قالب بروكتور مع قاعدته فارغا ويسجل وزنه .
2. تحضير عدد من الجفنات وتسجيل أوزانها فارغة وأرقامها .
3. تحضير عينة التربة بوزن 5 كغم مارة من منخل رقم 4 .
4. بناءا على نسبة الرطوبة التي تم حسابها لعينة التربة توضع كمية من الماء على العينة بحيث تصبح رطبة وتخلطبالمسطرين ثم تأخذ كمية من التربة وتوضع في قالب بروكتور وتدمك بمطرقة بروكتور بوضعها على العينة وسحبها بكامل طولها ثم تترك لتسقط نتيجة لثقلها كما يجب أن تصل المطرقة الى جميع أجزاء سطح العينة ، تكرر بحيث نقوم ب 25ضربة على الثلاث طبقاتكل طبقة على حده مع تجريح سطح الطبقة حتى تتماسك الطبقات مع بعضها .
5. يزال غطاء قالب بروكتور ويمسح ما يزيد عن وجهة القالب من العينة المرصوصة باستعمال أداه غير حادة (spatula) ويسوى سطح القالب.
6. يتم توزين قالب بروكتر مع التربة المدموكة بداخله.
7. تزال العينة من القالب باستعمال جهاز إخراج العينات .
8. تأخذ عينة من وسط القالب ومن طرفيه في جفنه وتزن الجفنة مع العينة، ثم توضع الجفنة في الفرن لمدة 24ساعة لتزن الجفنة مع العينة المجففة في اليوم التالي .
9. تعاد العينة إلى وعاء الخلط وتحرك جيداوفي كل مرة تزيد فيها نسبة الماء حوالي 3% بحيث تكرر العملية(تكرر الخطوات من 4 إلى 8) حتى يبدأ وزن القالب مع العينة بالنقصان برغم زيادة الماء.

- **النتائج والحسابات** :

القوانين التي تم استخدامها في الحسابات فهي كما يلي :

- نسبة الرطوبة = وزن الماء ÷ وزن العينة جافة.
- وزن الماء = وزن الجفنة مع العينة رطبة – وزن الجفنة مع العينة جافة.
- وزن العينة جافة = وزن الجفنة مع العينة جافة – وزن الجفنة.
- الكثافة الرطبة = وزن العينة رطبة ÷ حجم العينة (حجم العينة = حجم قالب بروكتور).
- الكثافة الجافة = الكثافة الرطبة ÷ (1+ نسبة الرطوبة).
- ترسم علاقة بيانية بين نسبة الماء والكثافة الجافة بناءا على النتائج، ومنة تؤخذ الكثافة العظمى (Maximum Density) ونسبة الماء المثالية (Optimum moisture content).
- حجم القالب = 944سم3

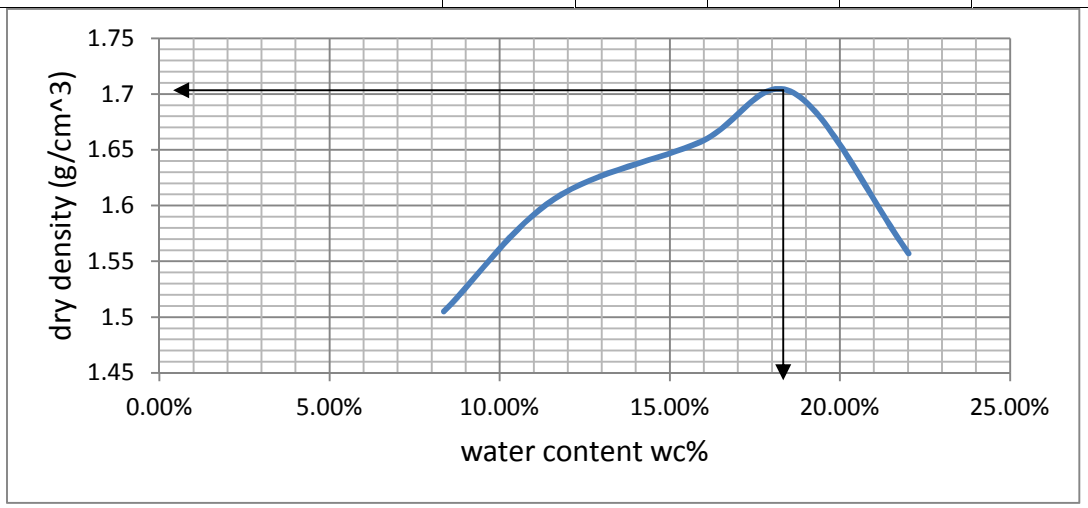
يظهر في الجدول التالي قيم الكثافة الرطبة والكثافة الجافة وكافة المعلومات الاخرى الضرورية في التجربة :

جدول رقم (6-1) قيم الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة لعينات التربة [1]

Test no	1	2	3	4	5
Assumed water content	3%	6%	9%	12%	15%
weight of the mold	3384.5	3384.5	3384.5	3384.5	3384.5
weight of the mold +moist soil	4924.5	5076.9	5197.5	5289.9	5178.5
weight of the moist soil	1540	1692.4	1813	1905.4	1794
Moist unit weight	1.631	1.793	1.921	2.018	1.9
Moisture can no	2	E11	A6	C6	21
weight of moist can	30.9	31.7	32	32.1	30.6
weight of can + moist soil	191.6	229.7	209.9	226.9	209

[1] مرجع رقم 7

weight of can + dry soil	179.2	209.1	185.5	196.3	176.8
Moisture content	8.36%	11.61%	15.90%	18.64%	22.02%
Dry unit weight	1.505	1.606	1.657	1.701	1.557



شكل رقم (6_2) العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة لعينة

من الرسم البياني الموضح في الشكل بالأعلى نجد أن:-

- **أقصى كثافة جافة** (maximum density) = 1,707 **غم/سم**^{3}.
- **نسبة الماء المثالية** (Optimum moisture content) = 18,1%.

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

وهي عبارة عن تجربة مخبرية لقياس الضغط اللازم لغرز إبرة ذات قطر معين وبسرعة تحميل معينة في عينة من التربةعند قيم محددة للمحتوى المائيو الكثافة ومقارنتها مع نتائج اختبار تربة قياسية ، وتهدف هذه التجربة إلى تحديد قوة تحمل التربة الأساسية وطبقة أساس الطرق والمطارات، وبالتالي فان هذه التجربة تساعد في الحكم على قابلية عمل طبقة التربة كطبقة أساس أو أساس مساعد وتساعد أيضا في تصميم سمك طبقات الرصف ، وتستخدم التجربة خاصة من اجل الرصف المرن ، ويبين الجدول التالي المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والأردن :

جدول رقم (6-2) : المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والأردن

الطبقة	نسبة تحمل كاليفورنيا (%)
طبقة التأسيس(Sub grade)	8كحد أدنى
أساس مساعد (Sub –base course)	40كحد أدنى
أساس(Base course)	80كحد أدنى

ويبين الجدول التالي مقدار الحمل القياسي (stsndard load value) للتربة النموذجية المستخرجة من إحدى مقالع كاليفورنيا :

جدول رقم(3_6):standard load value[2]

وحدة الوزن القياسية (كغم)	مقدار الاختراق (ملم)
1370	2.5
2055	5.00
2630	7.5
3180	10
3600	12.7

- **الأدوات المستخدمة :**

1. منخل رقم 20 ملم (3/4") .
2. قالب معدني اسطواني قطرة الداخلي 152 mm وارتفاعه الداخلي 178 mm مع قاعدة وصفيحة علوية وحلقة إضافية ارتفاعها 61.5 mm توضع في حالة تعبئة القالب أثناء الرص.
3. مكبس اسطواني معدني نهايته السفلية من المعدن الصلب بمساحة 1935 mm^2 وطول 250 mm .
4. جهاز ضغط يعطي القوة المطلوبة على المكبس بمعدل منتظم ، وجهاز لقياس القوة وجهاز آخر لقياس قيمة الغرز للمكبس بداخل العينة .
5. مطرقة بروكتور المعدلة التي وزنها 4.54 kg (10باوند).
6. ميزان يزن لغاية 25 كغم .
7. جهاز إخراج العينات.

[2] مرجع رقم 7

- **طريقة العمل :**

1. تجهز حوالي 5 كيلو غرام من التربة المارة من منخل (3/4") ويتم خلطها جيدا مع كمية الماء المناسبة تبعا للمحتوى المائي المطلوب.
2. اخذ عينات من التربة لتحديد المحتوى المائي .
3. حساب وزن القالب الاسطواني فارغ بدون القاعدة والحلقة .
4. يتم دمك التربة حسب طريقة الدمك المعدلة بمطرقة تزن (10باوند) وعلى 5 طبقات ويتم دمك كل طبقة 56 ضربة .
5. نفصل الحلقة المعدنية عن القالب الاسطواني ثم نزيل التربة الزائدة ليتساوى سطح التربة مع سطحالقالب وفي حالة وجود فجوات نضيف تربة لسدها من نفس التربة.
6. فصل القاعدة والحلقة ثم حساب وزن القالب الأسطواني مع التربة، ومنه نحدد وزن وكثافة التربة.
7. وضع العينة في آلة قياس الضغط ثم وضع أوزانا لا تزيد عن 4.5كيلو جرام وصفرمؤشرالضغط وكذلك مؤشر الاختراق.
8. بعد انتهاء الاختبار نستخرج عينة التربة ثم نأخذ عينات من الثلث الأول والوسط والأخير لتحديد المحتوى المائي للتربة المدموكة.
9. نرسم منحنى الضغط (كيلو غرام) مع الاختراق (ملم) ثم نسجل مقدار الاختراق عند 2.5 ملم و5ملم ثم نحدد قيمة التحمل باستخدام المعادلات الموضحة في الحل .

- **النتائج والحسابات :**

وزن القالب فارغ = 7720 غم .

وزن القالب + التربة المدموكة = 12540غم.

حجم القالب = 2124 سم3 .

بعد الانتهاء من عمل التجربة يتم الحصول على الجدول التالي الذي يمثل قيم الحمل بوحدة(div) عند غرز محدد ، ويتم تحويل هذا الحمل إلى وحدة (kg) وذلك بضرب الحمل ب ثابت الجهاز للتحويل ويساوي(2.54)

جدول رقم (6_4): العلاقة بين الحمل القياسي وقيم الغرز[3]

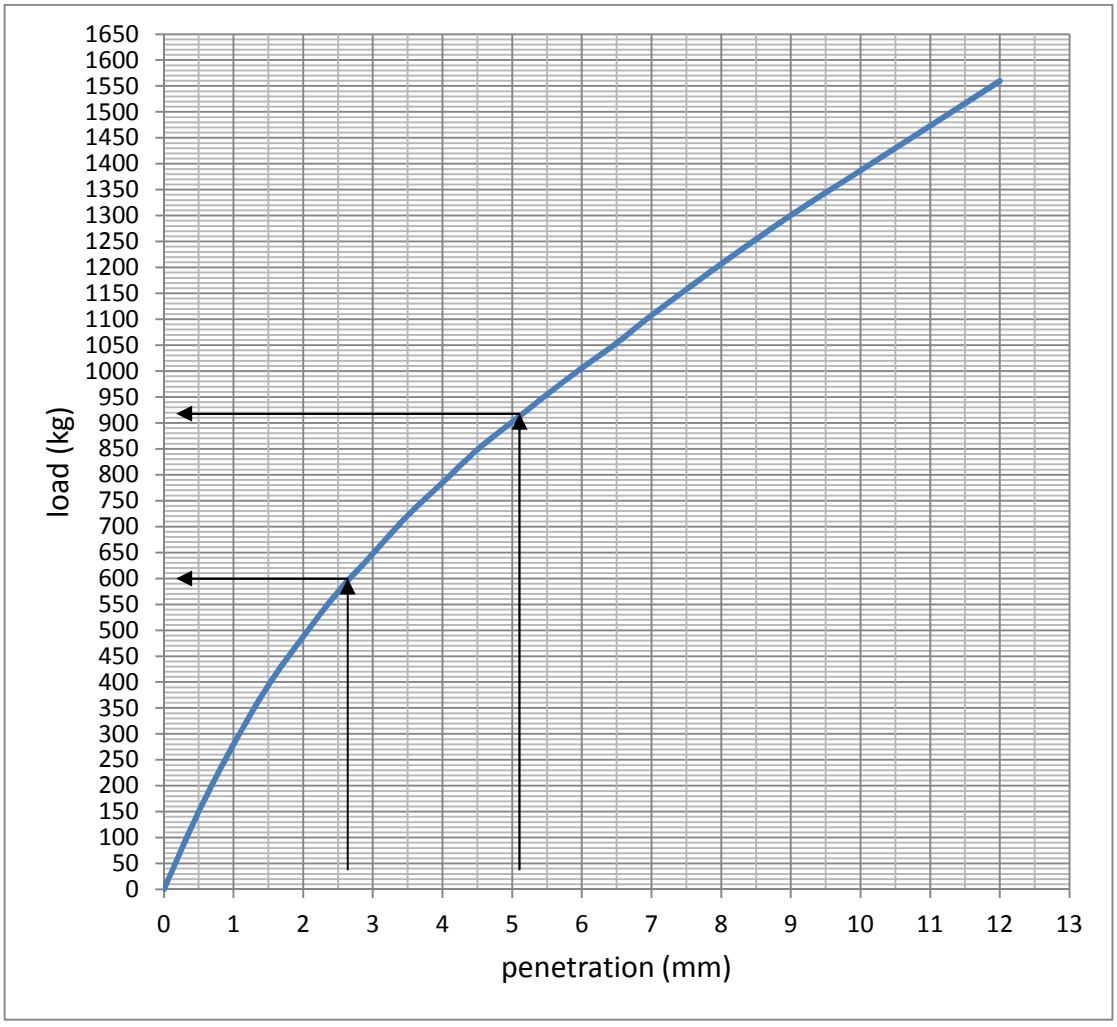
Penetration (div)	Penetration (mm)	Dial reading (load) div	Load (kg)	Stress Kg/cm2
0	0	0	0	0
50	0.5	59	149.86	7.745
100	1	110	279.4	14.439
150	1.5	155	393.7	20.346
200	2	192	487.68	25.203
250	2.5	226	574.04	29.666
300	3	255	647.7	33.473
350	3.5	284	721.36	37.280
400	4	309	784.86	40.561
450	4.5	334	848.36	43.843
500	5	355	901.7	46.600
550	5.5	376	955.04	49.356
600	6	396	1005.84	51.981
650	6.5	415	1054.1	54.475
700	7	436	1107.44	57.232
800	8	475	1206.5	62.351
900	9	512	1300.48	67.208

[3] مرجع رقم 7

1000	10	546	1386.84	71.671
1100	11	580	1473.2	76.134
1200	12	614	1559.56	80.597

بعد عمل الاختبار نقوم برسم المنحنى بين القوة على المكبس وقيمة الغرز المماثلة ويتم الحصول على الحمل المسبب للاختراق عند 2.5 و 5 ملم وذلك للحصول على قيمة ال CBR حسب القانون التالي :

$$CBR = \frac{Loadcarriesbyspecimen}{Loadcarriesbystandardspecimen} \times 100\%$$



شكل رقم (6_3): العلاقة بين الغرز والمقاومة عند 56 ضربة

بالتالي وبناء على الشكل السابق تكون قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا كما يلي :

$$CBR = \frac{Load\ carries\ by\ specimen}{Load\ carries\ by\ standard\ specimen} \times 100\%$$

CBR (at 2.5mm penetration) = $\frac{574.04}{1370} \times 100\% = 41.9\%$

CBR (at 5.0mm penetration) = $\frac{901.7}{2055} \times 100\% = 43.9\%$

فبذلك تكون قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا لطبقة ال (sub grade) **تساوي** 43.9% .

6_4 تصميم الرصفة المرنة :

اعتمدنا في حساب سمك طبقات الرصف على نظام AASHTO:

(American Association of State Highway and Transportation Officials)

6_4_1 **حساب قيمة** (ESAL).Equivalent Accumulated 18000 Single Axle Load :

$$ESAL = f_d * G_i * AADT * 365 * N_i * f_E$$

حيث أن

ESAL=Equivalent Accumulated 18000 Single Axle Load.

f_d=Design lane factor.

G_i= Growth factor.

AADT =First year annual average daily traffic.

N_i= number of axles on each vehicle.

f_E= load equivalency factor.

ويتم الحصول على قيمة f_dمن الجدول التالي :

جدول(6_5) نسبة المركبات في المسرب الواحد (f_d[4])

عدد حارات الطريق	نسبة مركبات النقل في الحارة التصميمية

[4] مرجع رقم 7

في الاتجاهين	منحجم مركبات النقل الكلي
2	50%
4	45%
6 أو أكثر	40%

بناء على الجدول أعلاه فان قيمة f_d هي القيمة المقابلة لعدد حارات الطريق (2 lanes)،اي مسرب في كل اتجاه , وتساوي 50% .

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

جدول رقم(6-6): معامل النمو (Growth factor) [5]

Design period years	Annual Growth Rate (%)							
	No. growth	2	4	5	6	7	8	10
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	2.0	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.0	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.0	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.0	5.20	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.0	6.31	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.0	7.43	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.0	8.58	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.0	9.75	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.0	10.95	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.0	12.17	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.0	13.41	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.0	14.68	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.0	15.97	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.0	17.29	20.02	22.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.0	18.64	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.0	20.01	23.70	25.84	2.21	30.48	33.75	40.55

[5] مرجع رقم 7

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

سيتم تصميم الطريق على اعتبار ان مدة التصميم المستقبلي تساوي 20سنة , ونسبة الزيادة المتوقعة في النمو 4% , فبالاعتماد على هذه البيانات وبالنظر الى الجدول رقم (6_6) فان قيمة G_f تساوي 29.78 % .

وبعد ذلك سيتم تحويل أوزان العربات إلى أحمال قياسية، ويتم الحصول على الأحمال القياسية لأنواع المركبات المختلفة من الجدول التالي:

جدول رقم (6-7) : تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية(Load Equivalency factor)[6]

Gross Axle Load		Load Equivalency factor		Gross Axle Load		Load Equivalency factor	
KN	Ib	Single Axle	Tandem Axle	KN	Ib	Single Axle	Tandem Axle
4.45	1,000	0.00002		182.5	41,000	23.27	2.29
8.9	2,000	0.00018		187.0	42,000	25.64	2.51
13.35	3,000	0.00072		191.3	43,000	28.22	2.75
17.8	4,000	0.00209	0.0003	195.7	44,000	31.00	3.00
22.25	5,000	0.00500		200.0	45,000	34.00	3.27
26.7	6,000	0.01043	0.001	204.5	46,000	37.24	3.55
31.15	7,000	0.01960		209.0	47,000	40.74	3.85
35.6	8,000	0.03430	0.003	213.5	48,000	44.50	4.17
40.0	9,000	0.0562		218.0	49,000	48.54	4.51

[6] مرجع رقم 7

44.5	10,000	0.0877	0.00688	222.4	50,000	52.88	4.86
48.9	11,000	0.1311	0.01008	226.8	51,000		5.23
53.4	12,000	0.189	0.0144	231.3	52,000		5.63
57.8	13,000	0.264	0.0199	235.7	53,000		6.04
62.3	14,000	0.360	0.0270	240.2	54,000		6.47
66.7	15,000	0.478	0.0360	244.6	55,000		6.93
71.2	16,000	0.623	0.0472	249.0	56,000		7.41
75.6	17,000	0.796	0.0608	253.5	57,000		7.92
80.0	18,000	1.00	0.0773	258.0	58,000		8.45
84.5	19,000	1.24	0.0971	262.5	59,000		9.01
89.0	20,000	1.51	0.1206	267.0	60,000		9.59
93.4	21,000	1.83	0.148	271.3	61,000		10.20
97.8	22,000	2.18	0.180	275.8	62,000		10.84
102.3	23,000	2.58	0.217	280.2	63,000		11.52
106.8	24,000	3.03	0.260	284.5	64,000		12.22
111.2	25,000	3.53	0.308	289.0	65,000		12.96
115.6	26,000	4.09	0.364	293.5	66,000		13.73
120.0	27,000	4.71	0.426	298.0	67,000		14.54
124.5	28,000	5.39	0.495	302.5	68,000		15.38
129.0	29,000	6.14	0.572	307.0	69,000		16.26
133.5	30,000	6.97	0.658	311.5	70,000		17.19
138.0	31,000	7.88	0.753	316.0	71,000		18.15
142.3	32,000	8.88	0.857	320.0	72,000		19.16
146.8	33,000	9.98	0.971	325.0	73,000		20.22
151.2	34,000	11.18	1.095	329.0	74,000		21.32
155.7	35,000	12.5	1.23	333.5	75,000		22.47
160.0	36,000	13.93	1.38	338.0	76,000		23.66
164.5	37,000	15.50	1.53	342.5	77,000		24.91
169.0	38,000	12.20	1.70	347.0	78,000		26.22
173.5	39,000	19.06	1.89	351.5	79,000		27.58
178.0	40,000	21.08	2.08	365.0	80,000		28.99

من الجدول السابق تم الحصول على معامل الحمل المكافئ(Load equivalency factor) بناء علىأنالحمل الواقع على (Passenger car) يساويKn/axle 10 ، والحمل الواقع على (tow axle single unit trucks)يساويKn/axle100، والحمل الواقع على (three axle single unit trucks) يساوي 110 Kn/axle وباستخدام طريقة (interpolation) تم الحصول على النتائج التالية :

Load equivalency factor for Passenger car (f_E) =0.0003135

Load equivalency factor for tow axle single unit trucks (f_E) = 0.1980889

Load equivalency factor for three axle single unit trucks(f_E) = 0.29491

والمثال التالي يوضح طريقة حساب قيم f_E :

8.9 ⟶ 0.00018

10 ⟶ $f_E(10)$

13.35 ⟶ 0.00072

$$\frac{10-8.9}{13.35-8.9} = \frac{f_E\ 10\ -0.00018}{0.00072-0.00018}$$

$f_E(10)$ = 0.0003135

وبالاعتماد على أعداد ونسب المركبات التي تم الحصول عليها جدول رقم(3_5)نحسب قيمة ESAL لكل نوع من أنواع المركبات على حده ، ومن ثم تجمع القيم لنحصل علىTotalESAL كما يلي :-

ESAL (passenger) = 0.5*29.78*2080*365*0.9*2*0.0003135

= 6379

ESAL (tow axle single unit trucks)=0.5*29.78*2080*365*0.07*2*0.1980889

=313501

ESAL (three axle single unit trucks)=0.5*29.78*2080*365*0.03*3*0.29491

=300042

ESAL (total) = 619922

6_4_2 حساب سماكات طبقات الرصف :

6_4_2_1 معامل الرجوعية (Mr):

يعتبر معامل الرجوعية مقياسا لمقاومة أي طبقة من طبقات القطاع الإنشائي للرصف , ويتم إيجاد قيمة هذا المعامل عن طريق إجراء التجارب المخبرية المناسبةلكل طبقة من الطبقات الانشائية للطريق, ويمكن تعيين قيمة تقديرية لهذه المعاملات بناء على نتائج اختبارات نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR) ,وبالنسبة لطبقات الأســـاس من المواد الحصوية فيمكن استخدام قيم معامل الرجوعية المقابلة لنسب تحمل كاليفورنيا المقابلة لها والمبينة في الجدول التالي:

جدول رقم (6-8): معامل الطبقة لطبقة الأساس الحصوية (a2) المقابل لمقدار نسبة تحمل كاليفورنيا للطبقة وكذلك معاملات الرجوعية (Mr)[7]

نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR)	معامل قوة الأساس(a2)	Mr رطل / بوصة 2
20	-	-
25	-	-

[7] مرجع رقم 7

30	-	-
40	0.105	21000
55	0.120	25000
70	0.130	27000
100	0.140	30000

6_4_2_2الانحراف المعياري العام (Estimated overall standard deviation):

وهو يعبر عن التباين في توقعات حركة المرور والاختلاف في أداء رصفة الطريق خلال فترة تجهيز التصميم .

جدول رقم (6_9):الانحراف المعياري حسب نوع الطريق S_0[8]

نوع الطريق	S_0
طريق مرنة(Flexible pavement)	0.5-0.4
طريق صلبة (Rigid Pavement)	0.4-0.3

بناء على الجدول أعلاه سيتم اعتبار قيمة الانحراف المعياري 0.5 وذلك لان الطريق مرنة .

6_4_2_3 الرقم الإنشائي (SN):

وهو عبارة عن رقم دليلي ناتج من تحليل المرور وتربة التأسيس والقدرة على تصريف المياه من الطبقات والذي يمكن تحويله إلى سمك الطبقات المختلفة لطبقات الرصف المرن,عن طريق استخدام معاملات الطبقات a1 ,a2 ، ويتم استخدام المعادلة التالية :

SN = a1 D1 + a2 m2 D2+a3 m3D3

[8] مرجع رقم 7

والجدول التالي يبين مقدرة طبقة الأساس على تصريف الأمطار فيتم تقديرها على أساس سرعة تصريف المياه من الطبقة وعموما يمكن القول إن درجة التصريف تكون جيدة إذا تم التخلص من المياه خلال 24 ساعة أما إذا احتفظت الطبقة بالمياه لمدة شهر فتعتبر درجة التصريف ضعيفة كما هو موضح في الجدول التالي:

جدول رقم (6_10) : تعريف جودة التصريف للمياه[9]

جودة التصريف	تزال الماء خلال
ممتاز	ساعتين
جيد	يوم واحد
مقبول	أسبوع واحد
ردئ	شهر واحد
ردئ جدا	الماء لا تتصرف

أما قيمة(m2) فيتم تحديدها حسب ظروف التشغيل كما هو مبين في الجدول التالي:

جدول رقم (6_11) : معامل جودة تصريف المياه عن سطح الطريق (mi)[10]

percent of time pavement structure is exposed to moisture levels approaching saturation				
quality of drainage	less than 1 percent	1-5 percent	5-25 percent	greater than 25 percent
excellent	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.2
good	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1

[9] مرجع رقم 7
[10] مرجع رقم 7

fair	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.8
poor	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.6
very poor	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.4

بالنسبة لطريق المشروع تتصرف المياه عن سطح الطريق خلال أسبوع واحد وبمستوى رطوبة (Moisture level) مساوي 30% ، أي أن قيمة miتساوي 0.8 .

6_4_2_4 موثوقية تصميم الرصفة المرنة:

تحدد موثوقية تصميم الرصفة المرنة مستويات الضمان لمقاطع الطريق المصممة لبقائها على قيد الحياة خلال الفترة التصميمية، ويرمز لها بالرمز R وهي اختصار ل (Reliability) .

جدول رقم (6_12): مدى الموثوقية في تصميم الرصفة المرنة تبعا للتصنيف الوظيفي للطريق[11]

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

طريق التصميم عبارة عن Collector وبالتالي فان مستوى الموثوقية بناء على الجدول رقم (6-12) يساوي80.

أما قيم الانحراف المعياري(ZR) في قيم الموثوقية لتصميم الرصفة المرنة يتم أخذها من الجدول التالي :

[11] مرجع رقم 7

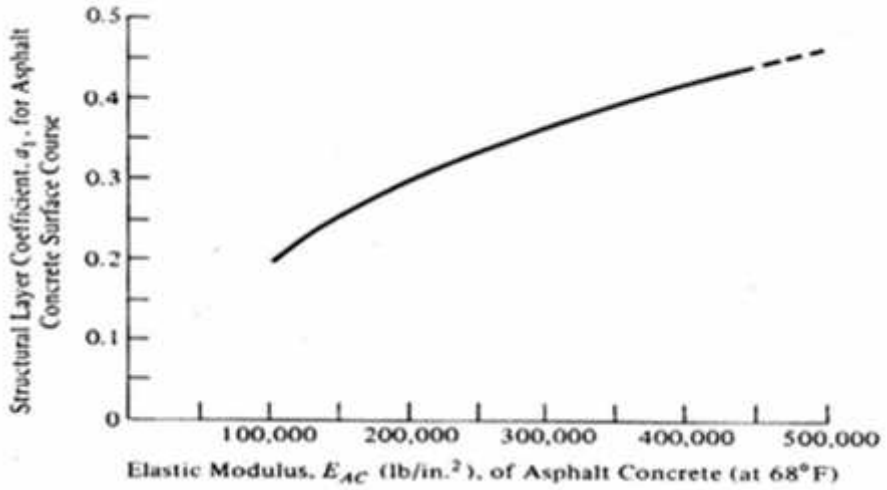
جدول رقم(6_13) :قيم ZR بالرجوع لمقدار الموثوقية[12]

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

وبأخذ مقدار الثقة 80% ،فإن قيمة (ZR) وهي الانحراف المعياري في قيم الموثوقية لتصميم الرصفة المرنة تساوي0.841- .

والأشكال التالية تبين معامل طبقة (asphalt) a1 ، وطبقة (base course) a2 :

[12] مرجع رقم 7



شكل رقم (6_4) منحنى معامل طبقة الإسفلت السطحية (a1)[13]

حيث أن قيمة Elastic modules عند درجة حرارة 20 درجة سلسيوس أو 68 فهرنهايت تساوي 500000(lb/in^2) وبالتالي ومن الشكل رقم (6_4) فان قيمة قيمة (a1) تساوي 0.44 .

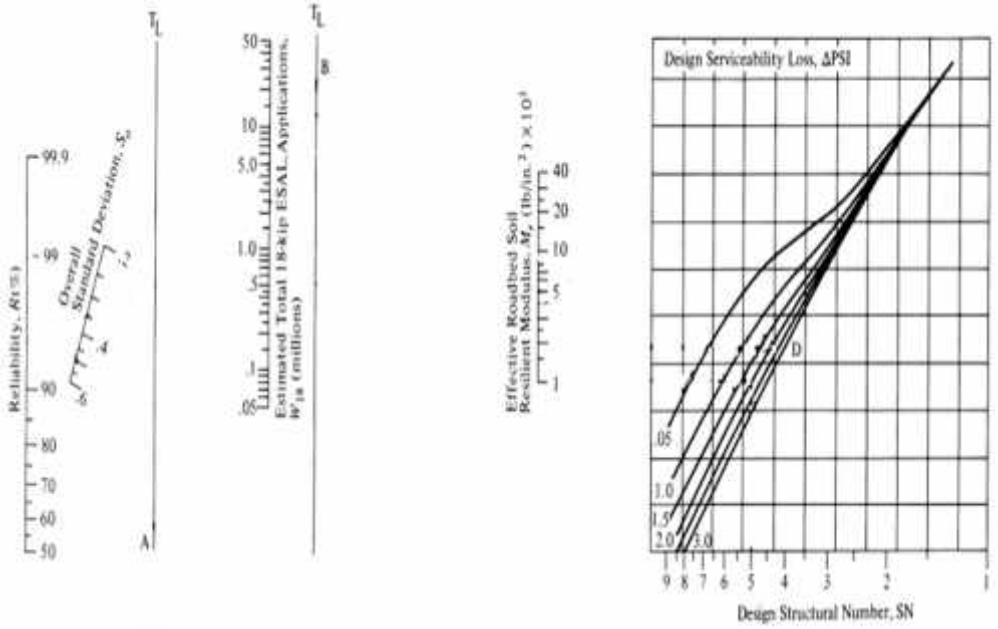
والشكل التالي يبين معامل طبقة (Base) الذي يستوجب معرفة قيمة (CBR) له, سوف يتم التصميم في أسوا الظروف في الموقع أي عند قيمة CBR مساوية 80.

شكل رقم (6_5)معامل طبقة (Base) a2[14]

[13] مرجع رقم 7
[14] مرجع رقم 7

فباعتماد قيمة CBR تساوي 80 لطبقة (base course)،فان قيمة a2 من الشكل السابق تساوي 0.132

يستخدم الشكل التالي لإيجاد الرقم الإنشائي لطبقة (Base) وطبقة (sub grade) :



شكل رقم (6_6) : منحنى لإيجاد الرقم الإنشائي SN لطبقات الرصفة المرنة.[15]

أولا : إيجاد قيمة (SN) لطبقة (Base):

- ✓ R= 80
- ✓ S0=0.5
- ✓ ESAL= 619922
- ✓ CBR = 80% ومن الجدول رقم (6_8) يتم إيجاد قيمة Mr , حيث نلاحظ من الجدول أن قيمة Mr عند (80CBR=) غير موجودة فيتم إيجادها عن طريق عمل Interpolation كما يلي :

CBR at(70) ⟶ 27000

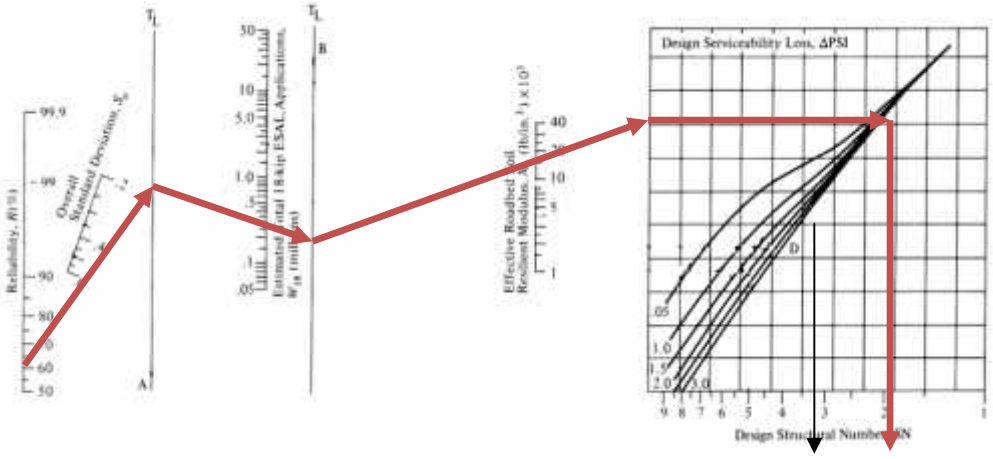
CBR at(80) ⟶ x

CBR at(100) ⟶ 30000

[15] مرجع رقم 7

$$\frac{80-70}{100-70} = \frac{x-27000}{30000-27000}$$

وبالتالي فإن قيمة (Mr) الناتجة لطبقة (Base) تساوي (28000 Psi)، والشكل التالي يبين طريقة ايجاد قيمة (SN1):



شكل رقم (6_7)منحنى إيجاد الرقم الإنشائي SN1[16]

وبناء على الشكل السابق يكون قيمة SN1 تساوي 1.9.

ثانيا : إيجاد قيمة (SN) لطبقة (sub grade):

- ✓ 80 =R
- ✓ 0.5=S0
- ✓ 619922 =ESAL
- ✓ 43.9 %= CBR، لايجاد قيمة Mrمن الجدول رقم (6_8) :

CBR at(40) ⟶ 21000

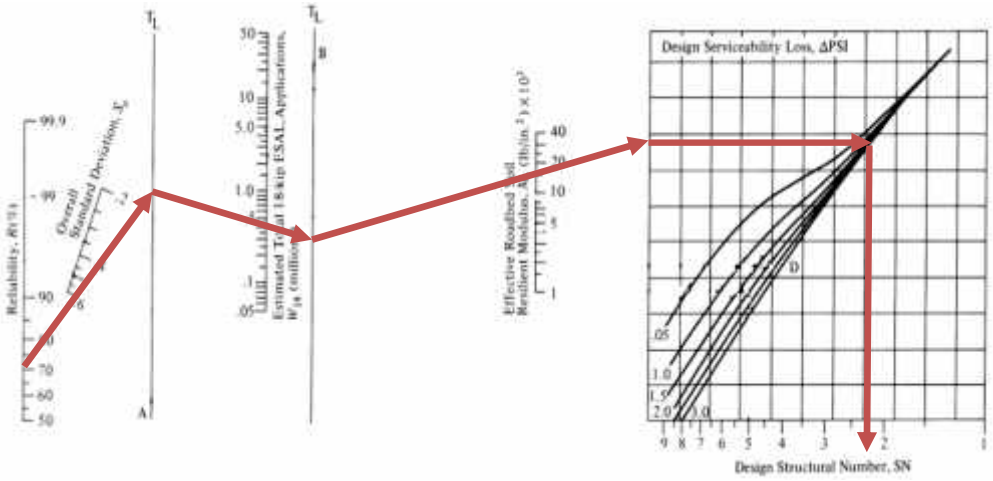
CBR at(43.9) ⟶ x

CBR at(55) ⟶ 25000

$$\frac{43.9-40}{55-40} = \frac{x-21000}{25000-21000}$$

[16] مرجع رقم 7

وبالتالي فإن قيمة (Mr) الناتجة لطبقة sub gradeتساوي (22040 Psi)، والشكل التالي يبين طريقة ايجاد قيمة (SN2):



شكل رقم (6_8): منحنى إيجاد الرقم الإنشائي SN2[17]

وبناء على الشكل السابق يكون قيمة SN2 تساوي 2.34

$D1 = SN_1/a_1$

$D1= \frac{1.90}{0.44}=$ 4.31 in

D1= 4 in = 4*2.54=10.16

D1=10 cm

SN1= a1*D1

SN1=0.44*4= 1.76 in

$SN_2 = SN_1 + a2\ m\ D2$

$D2= \frac{SN2-SN1}{a2m}$

[17] مرجع رقم 7

$\frac{2.34-1.76}{0.132*0.8}$ =5.49in

D2= 6 in

D2=6*2.54=15.24

Select D2=20 cm

جدول رقم (6_14):سماكات الطبقات الانشائية للمشروع

اسم الطبقة	السماكة (سم)
Asphalt	10
Base course	20

الفصل السابع

كميات الحفر والردم والطبقات الإنشائية للطريق

7-1 مقدمة :

حساب الكميات هي خلاصة العمل في الطرق وهي من أهمالأمور التي نسعى إلي تحقيقها لما لها من أهمية في دارسة التكلفة وتسهيل طرح العطاءات ,فبعد الوصول إلى المسارين النهائيين (الأفقي والرأسي) لا بد وأن ينتج لدينا كميات حفر وردم للوصول إلى منسوب سطح الطريق التصميمي المخصص للمركبات ,لذلك فقد تم الحصول على المعلومات اللازمة من الحقل لكافة المقاطع العرضية التي تمكننا من حساب مساحاته بالإضافةإلى عناصر التصميم المختلفة ,وبمعرفة مساحات المقاطع العرضية والتباعدات بينها يمكن حساب كميات الحفر أو الردم بين كل مقطعين متتاليين وبالتالي حساب جميع الأعمال الترابية اللازمة لكامل المشروع.

7-2 العوامل المؤثرة في حساب الكميات :[1]

1. المقطع العرضي للطريق :هو الجزء المحصور بين الأرض الطبيعية للمسار الطريق والخط التصميمي للطريق , فكلما كان الفرق بين قراءات الأرض الطبيعية والمستوي التصميمي كبير كانت الكميات الناتجة كبيرة والعكس صحيح .
2. قراءات الأرض الطبيعية للطريق :حيث أن شكل المقطع العرضي يجب التقيد به في عملية الرفع المساحي للمسار الطريق .

[1] مرجع رقم 8

3. الخط الإنشائي للطريق : وهو خط الإنشاء الذي يتم تصميمه بما يتناسب مع معايير التخطيط الراسي للطريق .

7-3 جدول كميات الحفر والردم الصافي للمسار :

جدول رقم (7_1): كميات الحفر والردم لمسار الطريق

Station	EGL	D.L	Difference	Average	Area	Cut	Fill
0+00	822.58	822.58	0	0	0	0	0
0+10	822.41	822.47	0.06	0.03	0.3	0	2.4
0+20	821.39	821.61	0.22	0.14	1.4	0	11.2
0+30	820.74	820.76	0.02	0.12	1.2	0	9.6
0+40	820.42	820.27	-0.15	-0.065	-0.65	-5.2	0
0+50	820.28	820.27	-0.01	-0.08	-0.8	-6.4	0
0+60	820.56	820.41	-0.15	-0.08	-0.8	-6.4	0
0+70	820.55	820.55	0	-0.075	-0.75	-6	0
0+80	820.57	820.69	0.12	0.06	0.6	0	4.8
0+90	820.96	820.83	-0.13	-0.005	-0.05	-0.4	0
0+100	821.06	820.97	-0.09	-0.11	-1.1	-8.8	0
0+110	821.17	821.11	-0.06	-0.075	-0.75	-6	0
0+120	821.24	821.01	-0.23	-0.145	-1.45	-11.6	0
0+130	820.95	820.59	-0.36	-0.295	-2.95	-23.6	0
0+140	819.92	819.86	-0.06	-0.21	-2.1	-16.8	0
0+150	818.89	818.82	-0.07	-0.065	-0.65	-5.2	0
0+160	817.51	817.69	0.18	0.055	0.55	0	4.4
0+170	816.61	816.56	-0.05	0.065	0.65	0	5.2
0+180	815.43	815.43	0	-0.025	-0.25	-2	0
0+190	814.6	813.93	-0.67	-0.335	-3.35	-26.8	0
0+200	812.72	812.43	-0.29	-0.48	-4.8	-38.4	0
0+210	811.7	810.92	-0.78	-0.535	-5.35	-42.8	0
0+220	810.01	809.42	-0.59	-0.685	-6.85	-54.8	0
0+230	808.18	807.84	-0.34	-0.465	-4.65	-37.2	0

0+240	806.49	806.11	-0.38	-0.36	-3.6	-28.8	0
0+250	804.88	804.22	-0.66	-0.52	-5.2	-41.6	0
0+260	803.12	802.18	-0.94	-0.8	-8	-64	0
0+270	800.39	800.06	-0.33	-0.635	-6.35	-50.8	0
0+280	798.05	797.96	-0.09	-0.21	-2.1	-16.8	0
0+290	795.81	796.06	0.25	0.08	0.8	0	6.4
0+300	794.19	794.38	0.19	0.22	2.2	0	17.6
0+310	792.75	792.9	0.15	0.17	1.7	0	13.6
0+320	791.13	791.44	0.31	0.23	2.3	0	18.4
0+330	789.91	789.98	0.07	0.19	1.9	0	15.2
0+340	788.73	788.54	-0.19	-0.06	-0.6	-4.8	0
0+350	787.52	787.25	-0.27	-0.23	-2.3	-18.4	0
0+360	786.53	786.16	-0.37	-0.32	-3.2	-25.6	0
0+370	785.72	785.26	-0.46	-0.415	-4.15	-33.2	0
0+380	784.92	784.53	-0.39	-0.425	-4.25	-34	0
0+390	784.12	783.85	-0.27	-0.33	-3.3	-26.4	0
0+400	783.32	783.16	-0.16	-0.215	-2.15	-17.2	0
0+410	782.52	782.47	-0.05	-0.105	-1.05	-8.4	0
0+420	781.8	781.78	-0.02	-0.035	-0.35	-2.8	0
0+430	781.09	781.1	0.01	-0.005	-0.05	-0.4	0
0+440	780.42	780.52	0.1	0.055	0.55	0	4.4
0+450	780.01	780.07	0.06	0.08	0.8	0	6.4
0+460	779.61	779.74	0.13	0.095	0.95	0	7.6
0+470	779.51	779.53	0.02	0.075	0.75	0	6
0+480	779.55	779.44	-0.11	-0.045	-0.45	-3.6	0
0+490	779.45	779.38	-0.07	-0.09	-0.9	-7.2	0
0+500	779.38	779.31	-0.07	-0.07	-0.7	-5.6	0
0+510	779.24	779.24	0	-0.035	-0.35	-2.8	0
0+520	778.99	778.99	0	0	0	0	0
0+530	778.71	778.73	0.02	0.01	0.1	0	0.8
0+540	778.42	778.48	0.06	0.04	0.4	0	3.2
0+550	778.13	778.22	0.09	0.075	0.75	0	6
0+560	777.98	777.79	-0.19	-0.05	-0.5	-4	0
0+570	777.71	777.71	0	-0.095	-0.95	-7.6	0
0+580	777.33	777.52	0.19	0.095	0.95	0	7.6

0+590	777.32	777.32	0	0.095	0.95	0	7.6
0+600	777.21	777.13	-0.08	-0.04	-0.4	-3.2	0
0+610	776.96	776.93	-0.03	-0.055	-0.55	-4.4	0
0+620	776.65	776.74	0.09	0.03	0.3	0	2.4
0+630	776.5	776.55	0.05	0.07	0.7	0	5.6
0+640	776.35	776.35	0	0.025	0.25	0	2
0+650	776.47	776.29	-0.18	-0.09	-0.9	-7.2	0
0+660	776.6	776.24	-0.36	-0.27	-2.7	-21.6	0
0+670	777.03	776.18	-0.85	-0.605	-6.05	-48.4	0
0+680	776.83	776.13	-0.7	-0.775	-7.75	-62	0
0+690	776.62	775.98	-0.64	-0.67	-6.7	-53.6	0
0+700	776.01	775.64	-0.37	-0.505	-5.05	-40.4	0
0+710	775.42	775.11	-0.31	-0.34	-3.4	-27.2	0
0+720	774.35	774.39	0.04	-0.135	-1.35	-10.8	0
0+730	773.55	773.58	0.03	0.035	0.35	0	2.8
0+740	772.73	772.77	0.04	0.035	0.35	0	2.8
0+750	771.9	771.96	0.06	0.05	0.5	0	4
0+760	771.01	771.15	0.14	0.1	1	0	8
0+770	770.09	770.33	0.24	0.19	1.9	0	15.2
0+780	769.52	769.52	0	0.12	1.2	0	9.6
0+790	768.6	769.04	0.44	0.22	2.2	0	17.6
0+800	768.38	768.55	0.17	0.305	3.05	0	24.4
0+810	767.97	768.07	0.1	0.135	1.35	0	10.8
0+820	767.42	767.58	0.16	0.13	1.3	0	10.4
0+830	767.1	767.1	0	0.08	0.8	0	6.4
0+840	766.77	766.93	0.16	0.08	0.8	0	6.4
0+850	766.46	766.77	0.31	0.235	2.35	0	18.8
0+860	766.39	766.61	0.22	0.265	2.65	0	21.2
0+870	766.44	766.44	0	0.11	1.1	0	8.8
0+880	766.76	766.49	-0.27	-0.135	-1.35	-10.8	0
0+890	766.76	766.51	-0.25	-0.26	-2.6	-20.8	0
0+900	766.58	766.35	-0.23	-0.24	-2.4	-19.2	0
0+910	766.27	765.97	-0.3	-0.265	-2.65	-21.2	0
0+920	765.52	765.42	-0.1	-0.2	-2	-16	0
0+930	764.84	764.84	0	-0.05	-0.5	-4	0

0+940	764.17	764.07	-0.1	-0.05	-0.5	-4	0
0+950	763.4	763.3	-0.1	-0.1	-1	-8	0
0+960	762.59	762.54	-0.05	-0.075	-0.75	-6	0
0+970	761.83	761.77	-0.06	-0.055	-0.55	-4.4	0
0+980	761.07	761	-0.07	-0.065	-0.65	-5.2	0
0+990	760.25	760.24	-0.01	-0.04	-0.4	-3.2	0
1+000	759.43	759.47	0.04	0.015	0.15	0	1.2
1+010	758.69	758.7	0.01	0.025	0.25	0	2
1+020	757.93	757.94	0.01	0.01	0.1	0	0.8
1+030	757.14	757.17	0.03	0.02	0.2	0	1.6
1+040	756.15	756.47	0.32	0.175	1.75	0	14
1+050	755.64	755.89	0.25	0.285	2.85	0	22.8
1+060	755.53	755.45	-0.08	0.085	0.85	0	6.8
1+070	755.25	755.14	-0.11	-0.095	-0.95	-7.6	0
1+080	755.04	754.89	-0.15	-0.13	-1.3	-10.4	0
1+090	754.64	754.64	0	-0.075	-0.75	-6	0
1+100	753.89	753.84	-0.05	-0.025	-0.25	-2	0
1+110	753.03	753.04	0.01	-0.02	-0.2	-1.6	0
1+120	752.12	752.25	0.13	0.07	0.7	0	5.6
1+130	751.35	751.45	0.1	0.115	1.15	0	9.2
1+140	750.65	750.65	0	0.05	0.5	0	4
1+150	750.06	749.87	-0.19	-0.095	-0.95	-7.6	0
1+160	749.44	749	-0.44	-0.315	-3.15	-25.2	0
1+170	748.33	748.03	-0.3	-0.37	-3.7	-29.6	0
1+180	747.22	746.97	-0.25	-0.275	-2.75	-22	0
1+190	745.93	745.81	-0.12	-0.185	-1.85	-14.8	0
1+200	744.48	744.56	0.08	-0.02	-0.2	-1.6	0
1+210	743.23	743.31	0.08	0.08	0.8	0	6.4
1+220	742.15	742.05	-0.1	-0.01	-0.1	-0.8	0
1+230	741.19	741.33	0.14	0.02	0.2	0	1.6
1+240	740.44	740.61	0.17	0.155	1.55	0	12.4
1+250	739.77	739.89	0.12	0.145	1.45	0	11.6
1+260	739.17	739.17	0	0.06	0.6	0	4.8
1+270	738.8	738.75	-0.05	-0.025	-0.25	-2	0
1+280	738.35	738.32	-0.03	-0.04	-0.4	-3.2	0

1+290	737.96	737.9	-0.06	-0.045	-0.45	-3.6	0
1+300	737.69	737.43	-0.26	-0.16	-1.6	-12.8	0
1+310	737.05	736.9	-0.15	-0.205	-2.05	-16.4	0
1+320	736.33	736.28	-0.05	-0.1	-1	-8	0
1+330	735.57	735.59	0.02	-0.015	-0.15	-1.2	0
1+340	734.86	734.87	0.01	0.015	0.15	0	1.2
1+350	734.14	734.14	0	0.005	0.05	0	0.4
1+360	733.74	733.74	0	0	0	0	0
1+370	733.44	733.33	-0.11	-0.055	-0.55	-4.4	0
1+380	732.9	732.93	0.03	-0.04	-0.4	-3.2	0
1+390	732.52	732.52	0	0.015	0.15	0	1.2
1+400	732.26	732.11	-0.15	-0.075	-0.75	-6	0
1+410	731.8	731.7	-0.1	-0.125	-1.25	-10	0
1+420	731.29	731.29	0	-0.05	-0.5	-4	0
1+430	730.49	730.65	0.16	0.08	0.8	0	6.4
1+440	729.98	730.02	0.04	0.1	1	0	8
1+450	729.45	729.45	0	0.02	0.2	0	1.6
total						-1308	459.2

7-4 حسابات كميات الحفر والردم النهائية للمشروع

- الحجم الكلي للحفر =1308* 1.2 (حيث 1.2 معامل الانتفاخ للتربة)

=1569.6 متر مكعب

- الحجم الكلي للردم =459.2* 1.1 (حيث 1.1 معامل الانكماش للتربة)

= 505.12متر مكعب

7-5حساب كميات الإسفلت وطبقة الأساس للمشروع :

حيث يعتمد حساب حجم الإسفلت على طول الطريق البالغ حوالي 1400 متر وعلى سمك طبقة الإسفلت التي تم حسابها في الفصل السادس وقد كان سمكها 10 سم, كما وتعتمد أيضا على مساحة المسارب المراد تعبيدها وهما مسربين عرض كل مسرب 3.5 متر وبالتالي فان كمية الإسفلت اللازمة لتعبيد الطريق تكون كما يلي :

- مساحة المسارب = 2 *3.5*1400 =9800م^2
- حجم الإسفلت = 9800 * 0.1 = 980م^3

ولحساب حجم طبقة الأساس يلزم معرفة سمك الطبقة حيث تم حسابها في الفصل السادس وكانت تساوي 20سم ومساحة المسارب مع الأرصفة وهما مسربين ورصيفين فيكون العرض الكلي 10 متر وطول الطريق حوالي 1400 متر وبالتالي فان حجم طبقة الأساس اللازمة للمشروع تكون كما يلي :

- مساحة المسارب + الأرصفة = 2*(1.5+3.5) *828 = 14000 م^2
- حجم طبقة الأساس = 14000 * 0.20 = 2800م^3

وسوف يتم حساب كمية البلاط اللازم للأرصفة بالمتر المربع كما يلي :

كمية البلاط اللازم للأرصفة = 2 *1400* 1.5

=4200 م^2

وحساب كمية حجر الرصف بالمتر الطولي كما يلي :

كمية حجر الرصف = عدد الارصفة * طول الشارع

= 2 * 1400 = 2800 متر

الفصل الثامن

التكلفة الكلية للمشروع

8-1 مقدمة :

تكمن أهمية معرفة التكلفة التقديرية النهائية للمشروع في التعرف على المبلغ المطلوب لتنفيذ هذا المشروع وتزويد الجهة الممولة بالتكاليف الواجب تغطيتها لتنفيذه فهي لها بالغ الأثر والأهمية في تنفيذ المشروع وبالتالي تساعدنا في تنفيذه بالوقت والكلفة والجودة المناسبة .

8-2 حساب تكلفة الطريق :

يشمل حساب تكلفة الطريق جميع البنود التي تم دراستها في المشروع وسوف يتم حساب تكاليف كل طبقة من طبقات الرصف وجميع المواد والعناصر الإنشائية للطريق وذلك بالاعتماد على أسعار من عطاءات لمشاريع جرى تنفيذها في بلدية الخليل .

8-3 ملخص التكلفة الكلية للمشروع :

8-3-1: تكلفة الحفر والردم :

حصلنا من الفصل السابق على كمية الحفر للمشروع حيث كانت تساوي1569.6متر مكعب أما كمية الردم فكانت 505.12متر مكعبوباعتماد سعر المتر المكعب من الحفر وسعر المتر المكعب من الردم فتكون التكلفة كما يلي :

تكلفة الحفر = حجم الحفر * سعر المتر المكعب للحفر

6.5*1569.6 = 10202.4$

تكلفة الردم = حجم الردم * سعر المتر المكعب للردم

5*505.12 =$2525.6

8-3-2: تكلفة **الطبقات الإنشائية** :

تم اعتماد سعر المتر المربع من الإسفلت المشغول = 15$ والمتر المربع من طبقة الأساس المطلوبة للمشروع = $ 4.5 وبالاعتماد على مساحات المسارب والارصفة التي تم حسابها في الفصل السابع تكون الكميات كما يلي :

تكلفة الإسفلت = مساحة المسارب * سعر المتر المربع

$147000 =9800*15

تكلفة طبقة الأساس = (مساحة المسارب + الأرصفة) * سعر المتر المربع=

$36000= 14000*4.5

8-3-3: تكلفة بلاط الأرصفة وحجر الرصف :

تكلفة بلاط الرصف = مساحة الارصفة * سعر المتر المربع

$84000= 4200*20

تكلفة حجر الرصف = (2 * طول الرصيف)*سعر المتر الطولي

$65520= (1400* 2)* 23.4

8_3_4: التكلفة المستقبلية لصيانة الطريق :

عملية الصيانة المستقبلية تتم على طبقة الإسفلت وسوف يتم اعتماد تكلفة صيانة المتر المربع من الإسفلت مع الأيدي العاملة 17$ فبالتالي فان قيمة التكلفة المستقبلية تكون كما يلي :

التكلفة الكلية للصيانة = مساحة الإسفلت * سعر صيانة المتر المربع للإسفلت

$ 166600 =17 * 9800

جدول رقم(8_1): تكاليف المواد المستخدمة في المشروع

البند	الوحدة	الكمية	السعر($)	التكلفة الكلية ($)
الحفر	Cu m	1569.6	6.5	10202.4
الردم	Cu m	505.12	5	2525.6
طبقة الأساس	Sq m	14000	4.5	36000
طبقة الإسفلت	Sq m	9800	15	147000
حجر الرصف	L.m	2800	23.4	65520
بلاط الأرصفة	Sq m	4200	20	84000
صيانة مستقبلية	Sq. m	9800	17	166600
التكلفة الكلية				511848

9-1 النتائج :

- القيام بعمل مضلع وحساب إحداثيات محطاته بالاعتماد على نقاط GPS وتصحيحها من اجل الانطلاق منها لرصد تفاصيل الطريق والمعالم الموجودة به.
- رفع الطريق بشكل كامل والحصول على مخططات تفصيلية للطريق.
- عمل الفحوصات المخبرية وتجهيز التصميم الإنشائي للطريق والحصول على سماكات الطبقات بالاعتماد على الفحوصات المخبرية.
- تجهيز كافة التصميمات الأفقية و الرأسية و كافة المعلومات اللازمة لتوقيعها، وإعداد الخرائط المتعلقة بذلك.
- رسم المقطع التصميمي الطولي والعرضي للطريق.
- حساب حجوم الكميات من حفر وردم ,وحجوم طبقت الإسفلتوحساب التكلفة التقديرية .

9-2 التوصيات :

- نحث الجامعة على التواصل مع مؤسسات وبلديات المجتمع المدني لطرح مشاريع تخرج تهم هـذه المؤسسات.
- ندعو إلى تدريب الطلبة على البرامج الحديثة في المجالات المختلفة عن طريق وجود مرونـة فـي الخطط التدريسية.
- إعداد مواصفات للطرق خاصة بالأراضي الفلسطينية.
- نوصي بلدية الخليل باستكشاف باقي الطرق المحلية الموجودة في البلده والتي هي بحاجـة لإعـادة تأهيل.

الفصل التاسع

التكلفة الكلية للمشروع

9-1 النتائج :

- القيام بعمل مضلع وحساب إحداثيات محطاته بالاعتماد على نقاط GPS وتصحيحها من اجل الانطلاق منها لرصد تفاصيل الطريق والمعالم الموجودة به.
- رفع الطريق بشكل كامل والحصول على مخططات تفصيلية للطريق.
- عمل الفحوصات المخبرية وتجهيز التصميم الإنشائي للطريق والحصول على سماكات الطبقات بالاعتماد على الفحوصات المخبرية.
- تجهيز كافة التصميمات الأفقية و الرأسية و كافة المعلومات اللازمة لتوقيعها، وإعداد الخرائط المتعلقة بذلك.
- رسم المقطع التصميمي الطولي والعرضي للطريق.
- حساب حجوم الكميات من حفر وردم ,وحجوم طبقت الإسفلتوحساب التكلفة التقديرية .

9-2 التوصيات :

- نحث الجامعة على التواصل مع مؤسسات وبلديات المجتمع المدني لطرح مشاريع تخرج تهم هـذه المؤسسات.
- ندعو إلى تدريب الطلبة على البرامج الحديثة في المجالات المختلفة عن طريق وجود مرونـة في الخطط التدريسية.
- إعداد مواصفات للطرق خاصة بالأراضي الفلسطينية.
- نوصي بلدية الخليل باستكشاف باقي الطرق المحلية الموجودة في البلده والتي هي بحاجـة لإعـادة تأهيل.