بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة

مشروع تخرج بعنوان

تصميم شارع حسكا

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

فريق العمل

أبرار مروان زاهده **محمود عادل حمارشة**

إشراف

د. معتز قفيشة

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل – فلسطين

2020-2021 م

مشروع تخرج بعنوان

تصميم شارع حسكا

فريق العمل:

أبرار مروان زاهده محمود عادل حمارشة

المشرف:

د. معتز قفيشة

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

توقيع مشرف المشروع	توقيع رئيس الدائرة
.....	.....

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل – فلسطين

2020-2021م

ملخص المشروع

يهدف هذا المشروع إلى تصميم شارع حسكا لما له من أهمية كبيرة حيث يقع مسار حسكا في الشمال الغربي من مدينة الخليل ويحاط بالتجمعات السكانية: حلحول، بيت كاحل، بيت أولا وترقوميا، أي أنه يعتبر الرئة التي تتنفس بها المناطق المحيطة، بالإضافة الى أنه موقع مميز للسياحة والمسارات البيئية وتعد المنطقة منطقة أثرية.

سيتم في هذا المشروع عمل جميع التطبيقات المساحية اللازمة لمشاريع الطرق مما قد يؤدي الى تخفيف الضغط عن الشوارع الأخرى، وجعلها منطقة مميزة أكثر حيث من الممكن أن نقوم بتصميم الشارع ليكون مناسبا لاستخدام الدراجات الهوائية، وسيتم في التصميم مراعاة جميع أسس التصميم الهندسي ومراعاة قواعد الأمن والسلامة لمستخدمي الطريق من مشاة ومركبات.

Abstract

This project aims to design Haska Street because of its great importance, as the Haska path is located in the northwest of Hebron and it is surrounded by residential communities: Halhul, Beit Kahil, Beit Ula and Tarqumiya, that is, it is considered the lung in which the surrounding areas breathe, in addition to being a special location for tourism and environmental tracks, and the area is an archaeological area.

In this project, all the necessary surveying applications will be used, which may lead to relieving pressure on other streets, and making it a more distinctive area where it is possible to design the street to be suitable for the use of bicycles, and the design will take into account all the principles of engineering design with safety considerations rules on the road users, vehicles and pedestrians.

الإهداء

الى منارة العلم قدوتنا سيدنا محمد صل الله عليه وسلم

الى وطننا الحبيب فلسطين، والى شهدائنا الأبرار

الى نبع الحنان والحب والعطاء بلا مقابل...

الى التي وهبتنا وقتها لنكون الأفضل، الى الصديقة الأبدية... الى امهاتنا العزيزات

الى من زرع في أنفسنا حب النجاح والمثابرة، والى من أعطى من دون حد

والى القوة والسند...الى آبائنا الأعزاء

الى من جعلوا أيامنا جميلة منذ الطفولة وكانوا لنا عونا ...الى اخوتنا

الى رفقاء الدرب ...أصدقائنا وزملائنا

إلى من علمونا حروفا من ذهب وكلمات من درر وعبارات من أسمى وأحلى العبارات في العلم إلى من صاغوا لنا من علمهم حروفا ومن فكرهم منارة تنير لنا سيرة النجاح

إلى أساتذتنا الكرام

الشكر والتقدير

في البداية الشكر لله تعالى الذي أعاننا على إخراج هذا العمل.

والى كل من بذل في عطائه العظيم في انجاز هذا العمل والى من كانت يديه بيدينا ليمنح الاجيال فرصة المساعدة القيمة والرأي السديد.

الى بيتنا الثاني جامعة بوليتكنك فلسطين ممثلة بالهيئة التدريسية الذين كانوا لنا منارة العلم والى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية بكافة طاقمها العامل على تخريج أجيال الغد، ونخص بالذكر الدكتور معتز قفيشة.

الى بلدية الخليل للتعاون معنا في الحصول على المعلومات اللازمة بخصوص المشروع.

الى شركة Axis للأجهزة المساحية والتي قدمت الأجهزة اللازمة لعمل المشروع.

والى كل من قدم يد المساعدة بأي شيء ولو كان بسيطاً.

نتكرم اليكم بالشكر الجزيل ونثنى على عرفانكم الطيب وإخلاصكم النبيل.

فهرس المشروع

ملخص المشروع.....II

Abstract.....III

الإهداء IV

الشكر والتقدير.....V

فهرس المشروع VI

فهرس الأشكال..... X

فهرس الجداول.....IX

الفصل الأول : المقدمة 2

1-1 مقدمة عامة.....3

1-1-1 نبذة عامة عن شارع حسكا.....3

1-1-2 نبذة عامة عن الطرق.....6

1-2 فكرة المشروع.....7

1-3 موقع المشروع.....8

1-4 هيكلية المشروع 8

1-5 أهداف وأهمية المشروع.....9

1-6 الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة.....10

1-7 طريقة البحث.....10

1-8 الدراسات السابقة: 11

1-9 الجدول الزمني.....12

الفصل الثاني : الأعمال المساحية.....14

2-1 مقدمة.....15

2-2 دراسة المخططات.....16

2-3 الأعمال الاستطلاعية.....16

2-4 مرحلة الدراسة المساحية الأولية (Preliminary Survey) 17

5-2 مرحلة الرفع التفصيلي: 18
6-2 الأعمال المساحية النهائية 19
7-2 نظام تحديد الموقع بالأقمار الصناعية(GPS – GNSS) 19
1-7-2 مقدمة.....19
2-7-2 طرق الرصد.....23

الفصل الثالث : الحجم المروري واشارات الطريق.....27

1-3 المقدمة.....28
2-3 حجم المرور.....28
1-2-3 تعداد المركبات.....29
2-2-3 فترات العد.....29
3-2-3 طرق اجراء التعداد.....30
4-2-3 السير الحالي والمستقبلي.....34
5-2-3 عمر الطريق.....34
6-2-3 سعة الطريق.....35
3.3 علامات المرور على الطريق (Traffic Marking).....35
1-3-3 أهداف علامات المرور.....36
2-3-3 الشروط الواجب توفرها في العلامات.....36
3-3-3 أنواع علامات المرور.....37
4-3 إشارات المرور.....38
1-4-3 الهدف من الاشارات.....39
2-4-3 أنواع الاشارات.....39
3-4-3 مواصفات الاشارات 40

الفصل الرابع : التصميم الانشائي للطريق 41

4-1 مقدمة..... 42

4-2 (الرصف المرن) Flexible pavement..... 42

4-2-1 مكونات الرصفة المرنة..... 42

4-2-2 المبدأ الذي يرتكز عليه تصميم الرصفة المرنة..... 43

4-2-3 الرصفة الصلبة ومقارنتها مع الرصفة المرنة..... 45

4-3 العوامل المؤثرة على تصميم الرصفة..... 46

4-4 طرق تصميم الرصفة المرنة:..... 47

4-5 تصميم الرصفة المرنة حسب نظام الاشتو..... 47

4-5-1 العناصر التي يعتمد عليها التصميم على طريقة الاشتو..... 47

4-5-2 خطوات تصميم الرصفة باتباع طريقة الاشتو..... 48

الفصل الخامس : التصميم الهندسي للطريق..... 60

5-1 المقدمة..... 61

5-2 أسس التصميم الهندسي للطريق..... 61

5-2-1 حجم المرور..... 61

5-2-2 تركيب المرور..... 62

5-2-3 السرعة التصميمية..... 62

5-2-4 قطاع الطريق..... 63

5-2-5 عرض المسارب والطريق..... 63

5-2-6 الميول العرضية..... 63

5-2-7 الميول الطولية..... 64

5-2-8 أكتاف الطريق..... 64

5-2-9 الأرصفة والأطاريف..... 65

5-2-10 الجزر الفاصلة..... 67

5-2-11 الجدران الاستنادية..... 68

5-3 التخطيط الأفقي والرأسي للطريق 68

5-3-1 Horizontal Curves المنحنيات الأفقية..... 69

5-3-2 Vertical Curves المنحنيات الرأسية 74
5-4 القوة الطاردة المركزية..... 84
5-5 التعلية (Super Elevation) 83

الفصل السادس: النتائج والتوصيات 84

6-1 جداول كميات الحفر والردم..... 85
6-2 حسابات كميات الحفر والردم النهائية للمشروع.ز..... 89
6-3 حساب كميات الاسفلت و طبقة الأساس (Base Course) للمشروع..... 89
6-4 التكلفة..... 90
6-4-1 تكلفة الحفر والردم..... 90
6-4-2 تكلفة طبقات الرصفة..... 91
7-3-3 التكلفة المستقبلية لصيانة الطريق..... 92
6-3-3 التكلفة النهائية للمشروع..... 93
6-5 التوصيات..... 94

المراجع..... 95

فهرس الأشكال

الشكل رقم (1-1): مسار حسكا الصفا البيئي 3

الشكل رقم (1-2) مباني أثرية في منطقة حسكا 4

الشكل رقم (1-3) عين حسكا 5

الشكل رقم (1-4) مسار طلابي لمنطقة حسكا 5

الشكل رقم (1-5) الصورة الجوية التي توضح منطقة الدراسة 8

الشكل رقم (2-1) أجهزة GPS 20

الشكل رقم (2-2) مكونات نظام تحديد المواقع 20

الشكل رقم (2-3) مصادر الأخطاء في نظام GNSS..... 23

الشكل رقم (2-4) الرصد الثابت..... 24

الشكل رقم (2-5) الرصد في الوقت الحقيقي ..... Error! Bookmark not defined.

الشكل رقم (2-6) المحطة الافتراضية ..... Error! Bookmark not defined.

الشكل رقم (3-1) علامات الطريق المرورية 39

الشكل رقم (4-1) طبقات الرصف المرن.....42

الشكل (4-2) تأثير الأحمال على طبقات الرصف.....44

الشكل (4-3) اتجاه الأحمال الداخلية في الرصف.....44

الشكل رقم (4-4) توزيع الأحمال الناتجة من الإطار.....44

الشكل (4-5) طبقات الرصفة الصلبة 45

الشكل (4-6) المقارنة بين طبقات الرصفة المرنة والرصفة الصلبة.....45

الشكل رقم (4-7) توزيع الأحمال الناتجة في كل من الرصف المرن والرصف الصلب.....46

الشكل رقم (4-8) قيمة الرجوعية لطبقة الأساس.....56

الشكل رقم (4-9) معامل طبقة البيسكورس.....57

الشكل رقم (4-10) معامل طبقة الاسفلت.....57

الشكل رقم (4-11) قيمة SN 58

الشكل رقم (5-1): مقطع عرضي لطريق يتكون من حارتين..... 63

الشكل رقم (5-2) أكتاف الطريق..... 64

الشكل رقم (5-3) الأرصفة..... 66

الشكل رقم (5-4) الأطاريف..... 66

الشكل رقم (5-5) توضح الجزيرة الفاصلة بين الحارات..... 67

الشكل رقم (5-6) الجدران الاستنادية..... 68

الشكل رقم (5-7) عناصر المنحنى الدائري البسيط..... 69

الشكل رقم (5-8) المنحنى الانتقالي..... 72

الشكل رقم (5-9) المنحنى المركب..... 73

الشكل رقم (5-10) المنحنى الرأسي المحدب..... 74

الشكل رقم (5-11) المنحنى الرأسي المقعر..... 75

الشكل رقم (5-12) عناصر المنحنى الرأسي..... 75

الشكل رقم(5-13) القوة الطاردة المركزية..... 79

الشكل (5-14) تطبيق التعلية على المنحنيات..... 81

الشكل رقم (5-15) الدوران حول المركز..... 82

الشكل رقم (5-16) الدوران حول الحافة الداخلية..... 82

الشكل رقم (5-17) الدوران حول الحافة الخارجية..... 83

الشكل رقم (6-1) جداول كميات الحفر والردم..... 88

فهرس الجداول

جدول (1-1) الجدول الزمني لمقدمة مشروع التخرج.....12

جدول (1-2): الجدول الزمني لمشروع التخرج.....12

جدول (3-1) القراءات الخاصة بالعد المروري لمفرق بير المحجر.....32

جدول (3-2) الحسابات الخاصة بالعد المروري لمفرق بير المحجر.....32

جدول (3-3) القراءات الخاصة بالعد المروري لمفرق
ترقوميا.....Error! Bookmark not defined

جدول (3-4) الحسابات الخاصة بالعد المروري لمفرق ترقوميا.....33

جدول (3-5) سعة الطريق.....35

جدول (3-6) بعض إشارات التحذير المستخدمة في الطريق.....39

جدول (3-7) بعض إشارات التحذير المستخدمة في الطريق 39

جدول (3-8) بعض إشارات الأوامر المستخدمة في الطريق 40

جدول (3-9) إشارات المنع المستخدمة في الطريق.....41

جدول رقم (4-1) قيمة معامل T 48

جدول رقم (4-2) قيمة معاملGF 49

جدول رقم (4-3) قيمة معامل LF 50

جدول (4-4) قيمة معامل درجة الثقة((R) Reliability).....52

جدول (4-5) قيم التحمل القياسي 53

جدول(4-6) تقييم نتائج فحص نسبة تحمل كاليفورنيا.....54

جدول (4-7) المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق 54

جدول(4-8) قيمة معامل تصريف المياه.....58

جدول (4-9): سماكة الطبقات.....59

جدول (5-1): السرعة التصميمية للطرق الحضرية.....62

جدول رقم (5-2) أنصاف أقطار الدوران بالنسبة لنوع الطريق.....71

جدول رقم (5-3) الحد الأدنى لأنصاف الأقطار على المنحنى.....71

جدول رقم (5-4) قيمة الثابت k في المنحنيات الرأسية.....77

جدول رقم (6-1) حساب تكلفة المشروع.....93

الفصل الأول

المقدمة

1-1 مقدمة عامة

2-1 فكرة المشروع

3-1 موقع المشروع

4-1 هيكلية المشروع

5-1 أهداف وأهمية المشروع

6-1 الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة

7-1 طريقة البحث

8-1 الدراسات السابقة

9-1 الجدول الزمني

1-1 مقدمة عامة

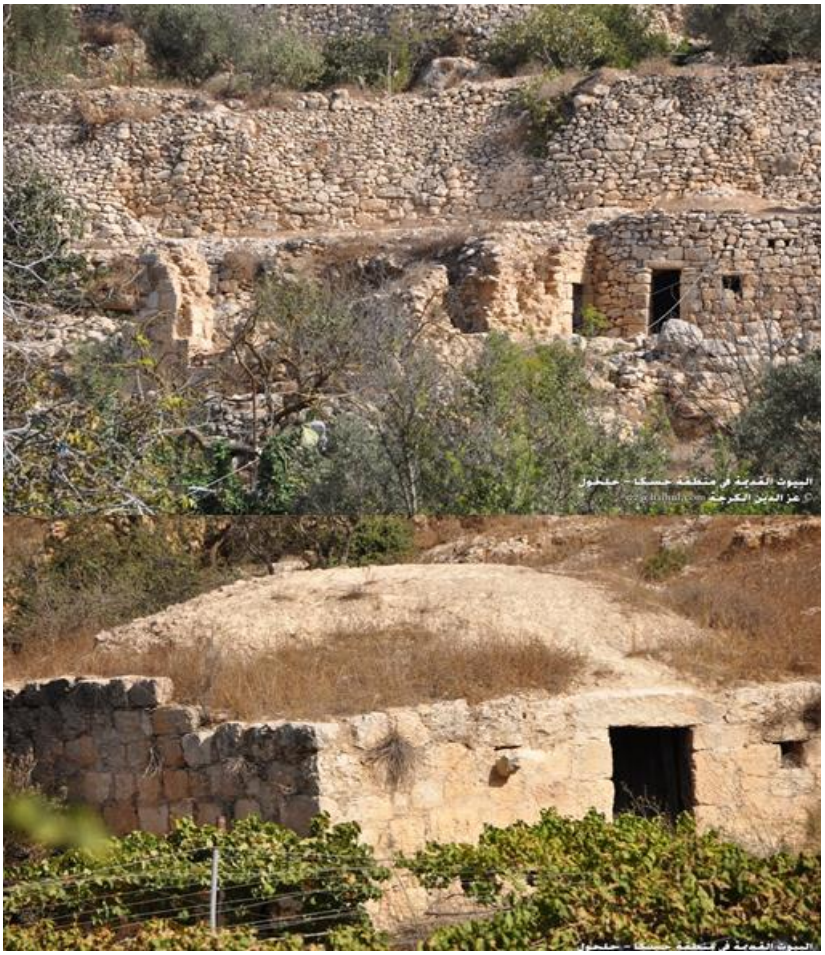
1-1-1 نبذة عامة عن شارع حسكا

يحتوي الشارع على مسار يسمى مسار حسكا الصفا البيئي- واد القف ويبلغ طوله حوالي 6 كم ويقع في الشمال الغربي من مدينة الخليل ويحاط بالتجمعات السكانية: حلحول، بيت كاحل، بيت أولا وترقوميا، ويبدأ المسار من عين حسكة الرئيسية حتى محمية واد القف.

تعد منطقة حسكا منطقة أثرية ومما يدلل على ذلك وجود مباني قديمة في أزمنة مختلفة وخاصة الانجليز والعثمانين ووجود مغارة الصفا الأثرية.

يحتوي المسار على الكثير من الينابيع وأشهرها نبعة المجنونة.

وبالتعاون مع مؤسسات ووزارات الزراعة تم وضع آرمات تعريفية على طول المسار.



الشكل رقم (1-2) مباني أثرية في منطقة حسكا

أهميته:

1. يعتبر الرئة التي تتنفس بها المناطق المحيطة فهو يعمل على التكييف مع التغييرات المناخية من خلال تحسين نوعية المناخ المحلي في المناطق المحيطة، حيث تعمل على فلترة الهواء الملوث وتنقيته، وتلطيف الهواء بزيادة الرطوبة فيه.

2. يعتبر ذات موقع مميز للسياحة والمسارات البيئية لما له من جماليات الموقع والتضاريس والطبيعة حيث يقع المسار على العديد من الجبال ذات الانحدارات المختلفة والعالية.

3. ويعد موطن لبعض الطيور، والعديد من أنواع النباتات المعمرة والنباتات الحولية والعديد من الأعشاب الطيبة مثل الزعتر والشيح والمرمية.

4. مصدر للأنواع المميزة من الأخشاب مثل خشب البلوط وبعض أنواع الصنوبر والتي تستخدم في صناعة التحف الخشبية.

5. تقليل انجراف التربة وزيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء، وزيادة خصوبة التربة من خلال تشجيع الغطاء النباتي وزيادة كثافته وتباين أنواعه حيث تعمل بعض النباتات البقولية على تثبيت النيتروجين الجوي.

الشكل رقم (1-3) عين حسكا

الشكل رقم (1-4) مسار طلابي لمنطقة حسكا

المشاكل والتعديات:

1. الحرائق المتكررة وذلك يؤدي الى ضياع كميات كبيرة من الأشجار الحرجية المعمرة ويحد من زراعة أشتال حديثة وضياع مخزون التنوع الحيوي بالمحمية.

2. الرعي الجائر في بعض مواقع المحمية مما يؤدي الى القضاء على النباتات الحولية والبقوليات وبعض الشجيرات.

3. التوسع العمراني في المناطق المحيطة وفتح وتوسيع الشوارع وما يترتب عليه من تغيرات في طبوغرافية المكان واستخداماته.

4. التلوث البيئي الناجم على القاء النفايات الصلبة بأنواعها المختلفة.

5. هرم الأشجار الكبيرة المزروعة حيث بلغ عمر بعض الأشجار ما يزيد عن 90 عام، وما يترتب على ذلك من أهمية تجديد الأشجار باستمرار.

2-1-1 نبذة عامة عن الطرق

- **يعالج علم الطرق موضوع مسح المنطقة المراد إنشاء الطريق فيها، ودراسة المنطقة طبوغرافيا وجيولوجيا، وإعداد التصاميم ودراسة المواد وخواصها سواء كانت هذه الطرق تصل بين المدن أو بين الأقطار المجاورة، أو بين المدن والقرى أو بين القرى نفسها، أو كانت توصل إلى المناطق السياحية والزراعية وغيرها للوصول إلى التصميم الهندسي المناسب للطريق، حيث يعرف التصميم الهندسي للطريق على أنه عملية إيجاد الأبعاد الهندسية لكل طريق وترتيب العناصر المرئية للطريق مثل المسار ومسافات الرؤية وعرض المسارب والانحدارات.**
- **تبدأ عملية إنشاء أي طريق بعمل دراسة الجدوى التي تعني مدى الفائدة التي يقدمها الطريق المقترح مقارنة بالتكلفة. ولعمل هذه الدراسة نحتاج لتقدير عدد المركبات "تسمى بحجم المرور" التي يتوقع إن تستخدم الطريق، حيث تستخدم عدة أساليب منها:**
- **التقدير: وهو تقدير حجم المرور المتوقع حسب خبرات سابقة لمناطق مشابهة في الكثافة السكانية والمستوى المعيشي وما إلى ذلك حيث يتوقع للمناطق المتشابهة من حيث السكان إن تنتج أحجام مرورية متقاربة.**
- **دراسات ميدانية: وذلك بإعداد استبيان مناسب لمستخدمي الطرق المجاورة للطريق المقترح لمعرفة نسبة الذين يفضلون استخدام الطريق الجديد في حال إنشائه "تسمى أيضا دراسات المنبع والمصب".**
- **دراسات منزلية: وذلك بأعداد استبيانات منزلية في المناطق التي يتوقع ان تستفيد من الطريق المقترح لتقدير نسبة السيارات التي ستستخدم الطريق بالنسبة لعدد السكان الكلي "في المنطقة المجاورة للطريق".**
- **التقدير الرياضي: ويتم بواسطة استخدام نموذج رياضي "معادلة رياضية خاصة" ينتج العدد المتوقع للمركبات في سنة معينة بناءً على بيانات الأعوام السابقة.**
- **النمذجة الحاسوبية: يمكن تقدير حجم المرور المستقبلي أيضا بواسطة برامج خاصة تعمل على الاستفادة من البيانات الحالية والبيانات التاريخية وبعض القيم الأخرى مثل نوع التغير الذي يتوقع أن يحدث في المنطقة مستقبليا "مثل إنشاء مركز تجاري أو مدرسة ..الخ" ويقوم الحاسوب بتقدير القيم المستقبلية بدقة أفضل من كل الطرق السابقة.**

- **بعد معرفة حجم المرور ونوعية المركبات ، يتم حساب قيم خاصة مبنية على اوزان المركبات المتوقعة وعددها بحيث نحصل على قيمة تسمى وزن المحور المكافئ الذي يعتبر ذو قيمة كبيرة في مرحلة التصميم الإنشائي للطريق.**
- **بعد معرفة عدد مستخدمي الطريق وتكلفة إنشاءه، يمكن عمل دراسة الجدوى "بناءً على نسبة التكلفة لعدد المستخدمين" التي بها يتخذ المسئولون قرار إنشاء الطريق من عدمه**

2-1 فكرة المشروع

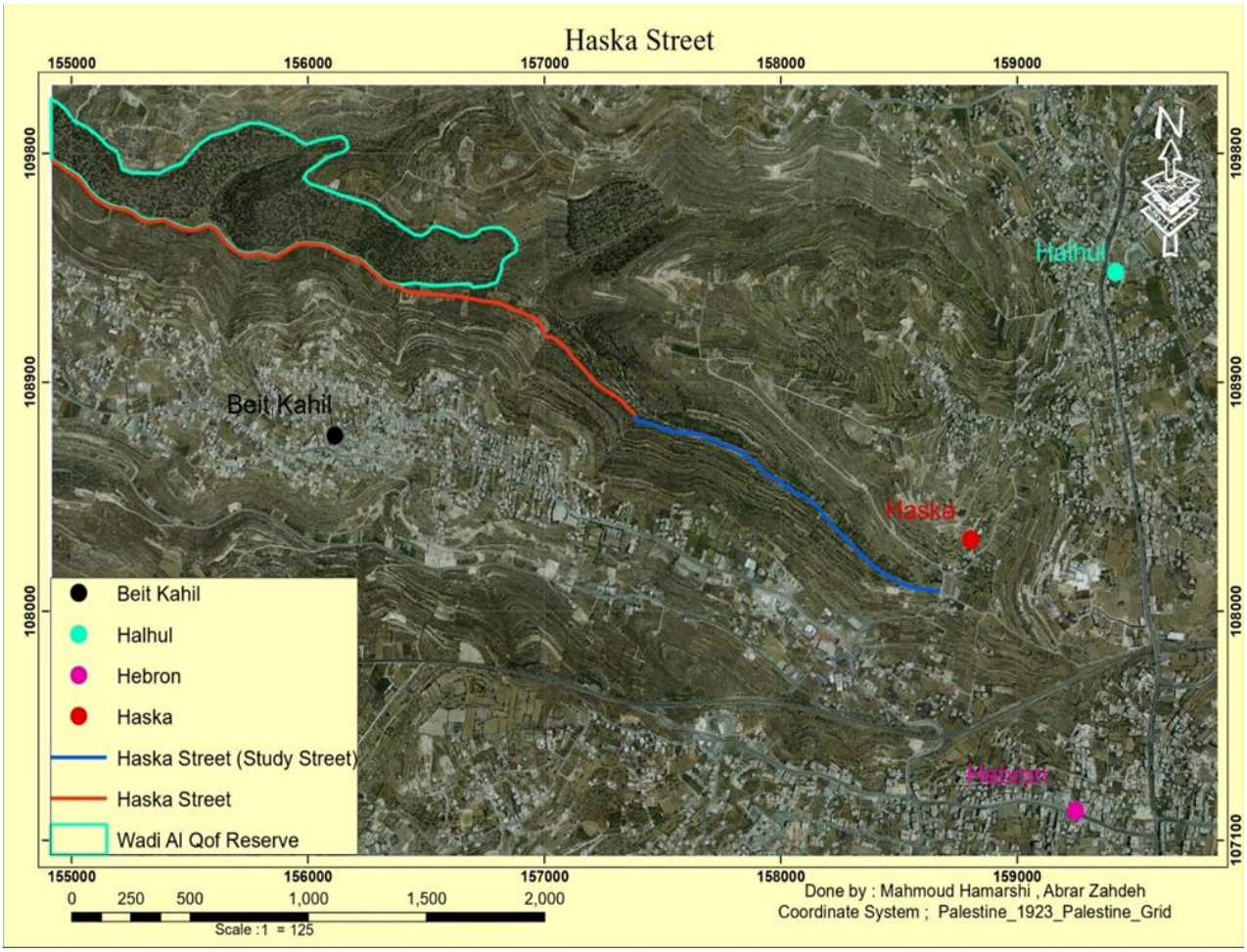
تشتمل فكرة المشروع على تصميم شارع حسكا-الخليل لما له من أثر لتوفير الوقت وتسهيل حركة المواطنين ويساعد في تخفيف الضغط عن الشوارع الرئيسية الأخرى.

تنطلق فكرة المشروع من أن تقدم ورقي وتطور الشعوب يعتمد اعتمادا كليا على التطور بالبنية التحتية التي تتمثل في الطرق وما ينبثق عنها لذلك فإن الشعوب تهتم بشكل كبير في إنشاء الطرق التي تخدم مصالح السكان وكذلك تعتني بالشكل الحضاري لهذه الطرق، وتكمن أهميته بتخفيف الحجم المروري الكبير على شارع واد القف ومقدرته على تلبية المتطلبات التي تم شقه من اجلها و التي من أهمها خدمة السكان والمناطق الصناعية.

وبالرغم من أهمية الطريق المختارة إلا أنها تعاني نقصا في الخدمات والعديد من المشاكل

3-1 موقع المشروع

يقع المشروع في الشمال الغربي من مدينة الخليل ويحاط بالتجمعات السكانية: حلحول، بيت كاحل، بيت أولا وترقوميا.



صورة جوية توضح منطقة الدراسة

4-1 هيكلية المشروع

يشتمل بحث المشروع على عدة فصول يتم العمل عليها وهي:

- **الفصل الأول: يحتوي على المقدمة التي توضح موضوع البحث، الأهمية، الأهداف، طريقة البحث، هيكلية البحث، العوائق والصعوبات، الأجهزة المستخدمة والجدول الزمني للمشروع.**
- **الفصل الثاني: الأعمال المساحية.**
- **الفصل الثالث: التصميم الهندسي للطريق.**
- **الفصل الرابع: الفحوصات اللازمة للطريق مثل: (فحوصات التربة وفحوصات الإسفلت..).**
- **الفصل الخامس: خدمات الطريق، الذي يشمل إشارات المرور إن وجدت والإنارة على الطريق وتخطيط الطريق.**
- **الفصل السادس: التصميم الإنشائي وتصميم شبكة الصرف للطريق.**
- **الفصل السابع: النتائج والتوصيات.**

1-5 أهداف وأهمية المشروع

- **خدمة المنطقة المار بها الطريق لجعل المنطقة أكثر حيوية، واعطاء طابع السلاسة في الحركة للمواطنين.**
- **الوصول إلى طريق تتوفر بها عوامل الأمان والسلامة.**
- **يهدف المشروع إلى وضع تصميم نموذجي آمن للطريق، مع الأخذ بعين الاعتبار جميع أسس التصميم الهندسي إضافة إلى مراعاة الميول الجانبية اللازمة لعمل قنوات تصريف مياه الأمطار، ثم تصميم القطاعات العرضية والأكتاف ونظام الإنارة على الطريق ونظام تصريف المياه والجدران الاستنادية إن وجدت.**

1-6 الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة

- جهاز (Total Stations) بالإضافة إلى (حامل الجهاز، عواكس، أجهزة لاسلكية، شريط قياس، علبة دهان).
- جهاز (GNSS Trimble R8) واستخدم بطريقة Fast static.
- برنامج (Autodesk Civil 3D).
- برنامج (Autodesk AutoCAD).
- برنامج (ArcGis).

1-7 طريقة البحث

- القيام بتحديد موضوع البحث (تصميم شارع حسكا) والاستفسار عن الموضوع من المشرف والجهات المختصة مثل بلدية الخليل وقد تم الحصول المواصفات التصميمية للطريق من بلدية الخليل – قسم المساحة والتخطيط والطرق.
- تحديد منطقة العمل ومن ثم القيام بزيارة استطلاعية للموقع وأخذ فكره كاملة عن طبيعة المشروع والمشاكل المتعلقة به والتفاصيل الهامة للتصميم والتنفيذ من أجل الحصول على أفضل وأدق النتائج.
- البدء بالبحث في المكتبة عن المراجع والمصادر التي يمكن الاستفادة منها في هذا المشروع.
- القيام بالتعاون مع بلدية الخليل من اجل التعرف على القوانين المتبعة قي التخطيط والتصميم من حيث السرعة القصوى للمرور وعرض الحارة والارتدادات والأرصفة وغيرها من عناصر التصميم للطريق.
- البدء بكتابة مقدمة المشروع مع مراعاة الأصول والشروط الواجب توفرها في المقدمة ومراجعة المشرف والأخذ بنصيحته ورأيه.
- بعد الانتهاء من المقدمة وانتهاء الفصل الدراسي يتم الاستمرار في عملية التصميم والبدء بكتابة مشروع التخرج حسب الأنظمة والتعليمات المتبعة لمشاريع التخرج في كلية الهندسة.

1-8 الدراسات السابقة:

تعد الدراسات السابقة من أهم الركائز والدعائم الأساسية عند التخطيط للقيام بدراسة وتنفيذ أي مشروع، لان ذلك له فائدة كبيرة من حيث التعرف على الأفكار المراد عملها في هذا المشروع ومحاولة الاستفادة منها ومحاولة تصحيح الأخطاء.

إن الدراسات للطريق غير متوفرة بشكل كاف، والمعلومات الموجودة هي ما تم الحصول عليه من بلدية الخليل وهو مخطط يبين المنطقة التي يمر بها الطريق وكذلك تم التوجه إلى المشرف الذي زودنا بالطرق الأساسية والتوجيهات اللازمة للقيام بالإعمال المساحية كما تم الرجوع إلى مكتبة الجامعة التي زودتنا بالكتب والمراجع اللازمة ،وتم الحصول على المعلومات عن الطريق من سلطة جودة البيئة، وسنعمل على الاستفادة من هذه المصادر في تحسين تصميم هذه الطريق وفقاً لما تم ذكره في هذه المراجع ووفقاً للمواصفات والمقاييس لإنجاز هذا المشروع بنجاح .

1-9 الجداول الزمنية:

جدول (1-1): الجدول الزمني لمقدمة مشروع التخرج

الاسبوع / النشاط	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
اختيار المشروع وجمع المعلومات															
المساحة الاستطلاعية															
العمل الميداني															
العمل المكتبي															
الرسم باستخدام الحاسوب															
تجهيز التقرير المبدأي لمقدمة المشروع															
تجهيز التقرير النهائي لمقدمة المشروع															

جدول (1-2): الجدول الزمني لمشروع التخرج

الأسبوع / النشاط	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
الفحصات المخبريه															
التصميم و الحسابات اللازامه															
تجهيز التقرير الأولي للمشروع															
التسليم الاولي للمشروع															
التسليم النهائي للمشروع															

الفصل الثاني

الأعمال المساحية لشارع حسكا

2-1 مقدمة

2-2 دراسة المخططات

2-3 الأعمال الاستطلاعية

2-4 مرحلة الدراسة المساحية الأولية

2-5 مرحلة الرفع التفصيلي

2-6 الأعمال المساحية النهائية

2-7 نظام تحديد الموقع بالأقمار الصناعية (GNSS)

2-1 مقدمة

تعتبر الاعمال المساحية الركيزة الاولى لأي اعمال تتم في مجال الطرق اذ لا يتم اجراء اي اعمال للطرق دون الاعمال المساحية المتعددة وذلك ليتم ضبط جودة وتنفيذ الطرق لضمان السلامة العامة على الطريق بالمرتبة الاولى وكذلك الامر حصر الجدوى المادية لتنفيذ الطريق بشكل عام ولضمان حسن الأداء ولمنع وقوع الحوادث حتى يتم تحقيق الهدف الذي أنشئت من اجله.

وان من أهم الاعمال المساحية الرفع المساحي الاولي للطريق وذلك لإجراء الدراسات الاولية لتصميم الطريق ودراسة الجدوى المادية للطريق وأهميتها ومدى تلبية احتياجات المجتمع لفترة مستقبلية عند فتح الطريق او اعادة تأهيله وتحديد مسار الطريق الذي سوف يتم العمل عليه بشكل دقيق وذلك عن طريق الطرق الهندسية المستخدمة في الوقت الحالي.

- **من المهم جدا الأخذ بعين الاعتبار عند تصميم الطريق:**
  1. **أن يكون ذو جدوى اقتصادية.**
  2. **الاستفادة بقدر الإمكان منه.**

- **من الممكن تلخيص أهم الأعمال المساحية والتي يجب عملها لشق الطريق:**
  1. **دراسة المخططات السابقة للمنطقة.**
  2. **أعمال الاستكشاف.**
  3. **الأعمال المساحية (الأولية، التفصيلية، النهائية)**

وبالتالي من الضروري المعرفة بأن التصميم الهندسي مهم جدا، فمن خلاله سيتم توفير الوقت والجهد وأكثر أمان لمستخدمي الطريق.

2-2 دراسة المخططات

قبل الشروع في تصميم وتنفيذ الاعمال الهندسية لمشاريع الطرق بشكل عام لابد لعمل دراسة مبدئية للمخططات السابقة للمشروع وذلك لفهم الطبيعة الموجودة قبل العمل على تنفيذه ولمعرفة الامور التنظيمية للطريق وللمنطقة.

وفي هذا المشروع تم الحصول على المعلومات اللازمة والكافية عن الطريق من خلال الهيئات المحلية الممثلة ببلدية الخليل وكذلك الامر المؤسسات الحكومية مثل وزارة الصحة والبيئة كون الشارع يحتوي على مسار بيئي مهم.

2-3 الأعمال الاستطلاعية

تجري الأعمال الاستطلاعية الأولية للطريق بالقيام بجولات استطلاعية للطريق المراد العمل عليه من قبل فريق العمل لتحديد المسارات الممكن عملها للطريق ومن ثم اختيار أفضل مسار والذي يكون فيه أقل مسافة وأقل تكلفة ولمعرفة وضع الطريق بشكل عام وجمع المعلومات اللازمة للدراسات التي من أهمها:

- العوائق غير الموضحة على الخرائط والصور الجوية وإيجاد الحلول البديلة قبل الشروع في العمل.
- معرفة اماكن تصريف المياه على الطريق.
- معرفة نوع وطبيعة التربة للمنطقة بشكل عام.

وقد تم زيارة الموقع وعمل مسح استطلاعي للمنطقة للتعرف على طبيعة المنطقة وجيولوجيتها، كما تم التعرف على الانحدارات في الشارع وأماكن تجمع المياه.

❖ أما بالنسبة للأمور التي يجب مراعاتها عند إقتراح المسار فهي:

1- إرتباط الطريق بالطرق الأخرى.

2- تخفيض التكلفة مع عدم تقليل الأمان وذلك بأخذ أقصر مسار.

3- تأثير هذا المسار على المجتمع من حيث الخدمات التي سيقدمها.

4- الأخذ بعين الاعتبار خطوط الكنتور لهذه المنطقة وتجنب الإضرار بالبشر والبيئة (يجب أن يكون موازي لخطوط الكنتور قدر الإمكان).

5- مراعاة نواحي الأمان لكل مستخدمي الطريق.

6- تقليل عدد التقاطعات الموجودة في الطريق.

وقد تم عمل زيارة ميدانية للمنطقة لاستكشافها وتم اختيار المسار الأفضل.

4-2 مرحلة الدراسة المساحية الأولية (Preliminary Survey)

في بداية هذه المرحلة يقوم الفريق المساحي بعمل (Control Point) بطريقة Static لمدة 15 دقيقة لكل نقطة ، تكشف قدر الإمكان كل نقاط الطريق المقترح حيث أن الهدف من وراء عمل (Control Point) تكشف نقاط الطريق هو تعيين إحداثيات وبالتالي مواقع نقاط جديدة انطلاقا من وإستنادا إلى شبكة نقاط قديمة معلومة الإحداثيات بدقة كشبكة المثلثات أو المسح المثلثي أو نقاط ال GPS ، بهذا تساهم أعمال (Control Point) في تكثيف شبكات النقاط المعلومة ومن ثم يسهل ربط أعمال المساحة الأخرى بشبكة الإحداثيات العامة للدولة.

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

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

- وتم تنفيذ الأعمال التالية:

1- توزيع (Control Point) للطريق ، يبدأ برصد نقاط عن طريق (STATIC) على نقاط تغير مسار (Control Point) وتربيطها وتوثيقها بالصور.

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

3- أخذ مقاطع عرضية عند كل 20 متر من الطريق لإختيار المناسيب والميول المناسبة لأغراض التصميم والتنفيذ على يمين ويسار محور المشروع المقترح.

2-5 مرحلة الرفع التفصيلي:

نقوم به في إنشاء مشاريع هندسية (مباني – طرق –جسور وغيرها) لرفع معالم هذه المشاريع وعمل المساحات المطلوبة، ويكون بجميع أجهزة المساحة: رفع مساحي بالشريط – رفع مساحي بالبوصلة –رفع مساحي بالثيودولايت – رفع مساحي بالمحطة الشاملة –رفع مساحي GPS رفع مساحي بالصور الجوية –رفع مساحي بالأقمار الصناعية وغيره.

- **يشمل الرفع المساحي على:**

1- رفع حدود المشروع والظواهر الطبيعية والبشرية.

2- رفع مناسيب المشروع.

3- رفع حدود المشروع :في البداية يقوم المساح برسم كروكي للمشروع يحاكي كل ما هو موجود به حتى يتم تدوين كل البيانات المرفوعة وبالتالي يتمكن من رسم اللوحة على برنامج ال AutoCAD بعدها نقوم بإنشاء شبكة إحداثيات مفترضة إن لم يجد نقاط إحداثيات موجودة بالفعل. وذلك كالآتي: يتم اختيار نقطة لبدء العمل ويجب أن تكون في موقع أمن للجهاز وتسمح برؤية واضحة للنقاط ثم يوجه المنظار لأي اتجاه ويفترضه اتجاه الشمال ثم يقوم برفع نقاط المشروع والظواهر الطبيعية ورفع مناسيب المشروع: يقوم المساح بعمل رفع من اسيب ما يتطلبها لمشروع وقبل الخروج بالمحطة المساحية إلى الموقع يجب التأكد من عمل الجهاز ومراجعة البطارية، وبعد توفير البيانات الحقلية يتمكن المساح من رسم كروكي المشروع لإرسالها إلى مهندس التصميم لرسم المشروع.

وفي مشروعنا تم استخدام الرفع باستخدام جهاز ال GPS لعملية الرفع ا لتفصيلي للطريق.

4- به حتى يتم تدوين كل البيانات المرفوعة وبالتالي يتمكن من رسم اللوحة على برنامج ال AutoCAD بعدها نقوم بإنشاء شبكة إحداثيات مفترضة إن لم يجد نقاط إحداثيات موجودة بالفعل.

وذلك كالأتي: يتم اختيار نقطة لبدء العمل ويجب أن تكون في موقع أمن للجهاز وتسمح برؤية واضحة للنقاط ثم يوجه المنظار لأي اتجاه ويفترضه اتجاه الشمال، ثم يقوم برفع نقاطا لمشروع والظواهر الطبيعية، ورفع مناسيب المشروع يقوم المساح بعمل رفع مناسيب ما يتطلبه المشروع وقبل الخروج بالمحطة المساحية إلى الموقع يجب التأكد من عمل الجهاز ومراجعة البطارية، وبعد توفير البيانات الحقلية يتمكن المساح من رسم كروكي المشروع لإرسالها إلى مهندس التصميم لرسم المشروع.

وفي مشروعنا تم استخدام الرفع باستخدام جهاز ال GPS لعملية الرفع التفصيلي للطريق.

2-6 الأعمال المساحية النهائية

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

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

2-7 نظام تحديد الموقع بالأقمار الصناعية(GPS – GNSS)

2-7-1 مقدمة

نظام تحديد المواقع العالمي عبارة عن نظام ملاحي يأمن تحديد الموقع بأبعاده الثلاثية (X , Y , Z)

أو خط الطول والعرض والارتفاع. بالإضافة إلى تحديد الزمن والسرعة للمستخدمين سواء كان المستخدم للنظام على البر أو البحر أو الجو سواء كان ليلا أم نهارا.

ويعد النظام أحد الثورات التي استحدثت في علوم المساحة. وقد أطلق عدد من الأجيال المختلفة من أقمار النظام الكوني لتحديد المواقع. حيث بدأ ذلك في عام ١٩٧٨ م. وهناك حاليا ٢٤ قمرا صناعيا في حالة تشغيلية على مدار ٢٤ ساعة وفي شتى الأحوال الجوية مغطية كل بقاع الكرة الأرضية وتسير هذه الأقمار في مدارات شبه دائرية على ارتفاع يقدر بنحو ٢٠٢٠٠ كلم فوق سطح الأرض وأرصاد هذه الأقمار تتم في المرجع الجيوديسي الكوني المعروف باسم Geodetic World (WGS 84) الذي يمكن تحويل معلوماته على المراجع الإسنادية الإقليمية أو الوطنية أو المحلية.

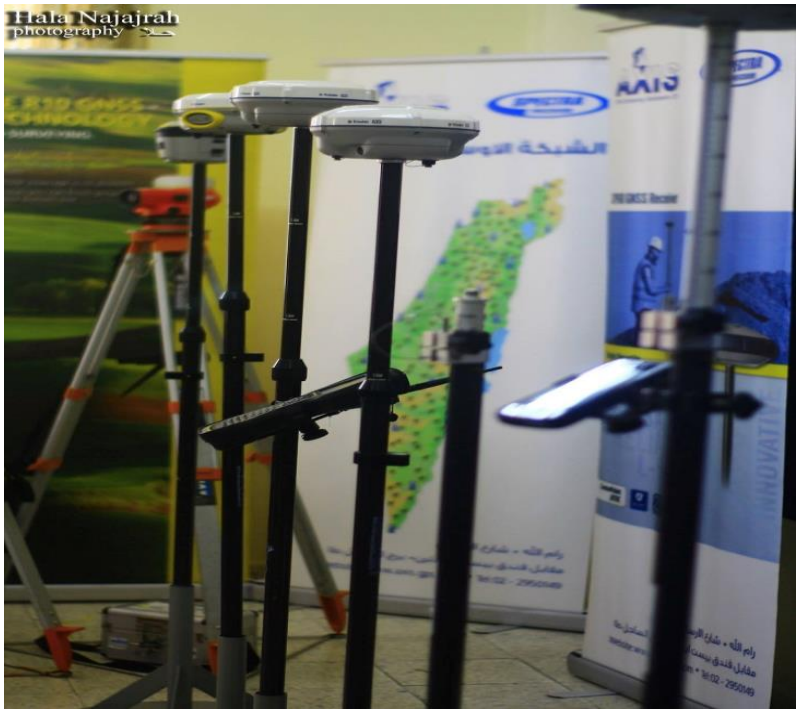
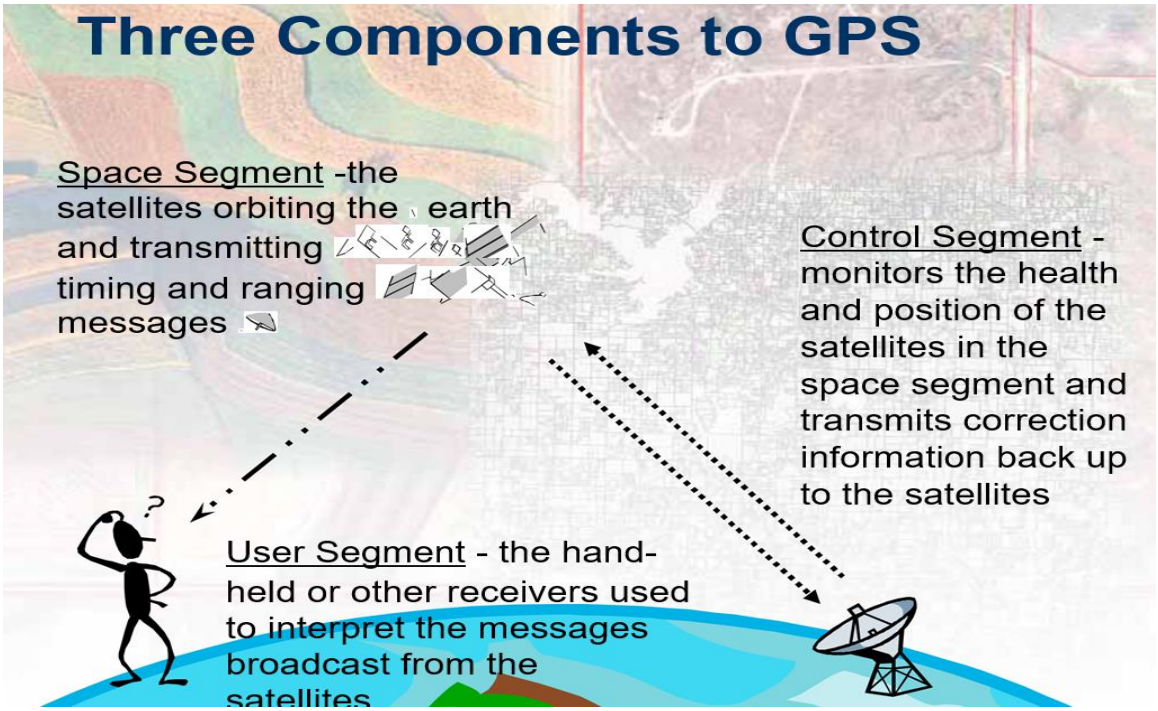


Figure 1 الشكل رقم (2-1) أجهزةGPS

- **مكونات نظام تحديد المواقع**

يتكون النظام من ثلاث وحدات رئيسية هي:

1. **الأقمار الصناعيّة.**
2. **نظام التحكم الأرضي.**
3. **جهاز الاستقبال.**



الشكل رقم (2-2) مكونات نظام تحديد المواقع

- **دور الأقمار الصناعية في تحديد المواقع**

يتمثل دور القمر الصناعي في تحديد المواقع من خلال الوظائف التالية:

1. **استقبال وتخزين البيانات المرسلة من محطة التحكم**
2. **الحصول على التوقيت الدقيق عن طريق الساعة الذرية (الروبيديوم والسنيزيوم)**
3. **إرسال المعلومات للمستخدم عن طريق إشارات مختلفة**
4. **المناورة لتعديل المدار عن طريق التحكم الأرضي**

- **طريقة عمل النظام**

سوف نقدم شرح مبسط لتقريب طريقة عمل النظام. فنحن نسعى في النهاية من استخدام هذا إلى معرفة إحداثيات المستخدم إي معرفة موقعه على سطح الكرة الأرضى. بما أن موقع كل قمر صناعي معلوم في مداره وبما انه يوجد لدينا أربعة أقمار صناعية على الأقل معلومة الإحداثيات. إذا لو لستطعنا حساب المسافات ما بين المستقبل (المستخدم) وكل قمر صناعي لأصبحت لدينا مسألة رياضية تعرف في المساحة بالتقاطع العكسي وفيها نجد إحداثيات نقطه مجهولة بمعلومية إحداثيات مجموعة من النقاط والمسافات بينها. إذ ما يقوم به جهاز الاستقبال لدى المستخدم هو حساب المسافات إلى كل قمر صناعي وبمعلومية هذه المسافات وبمعلومية مواقع الأقمار الصناعية نستطيع حساب موقع المستقبل (Z, Y, X) .

- **مصادر الأخطاء في النظام**

أولا: أخطاء من القمر الصناعي

1. **استقرار ساعة القمر**
2. **انحراف القمر عن مساره**

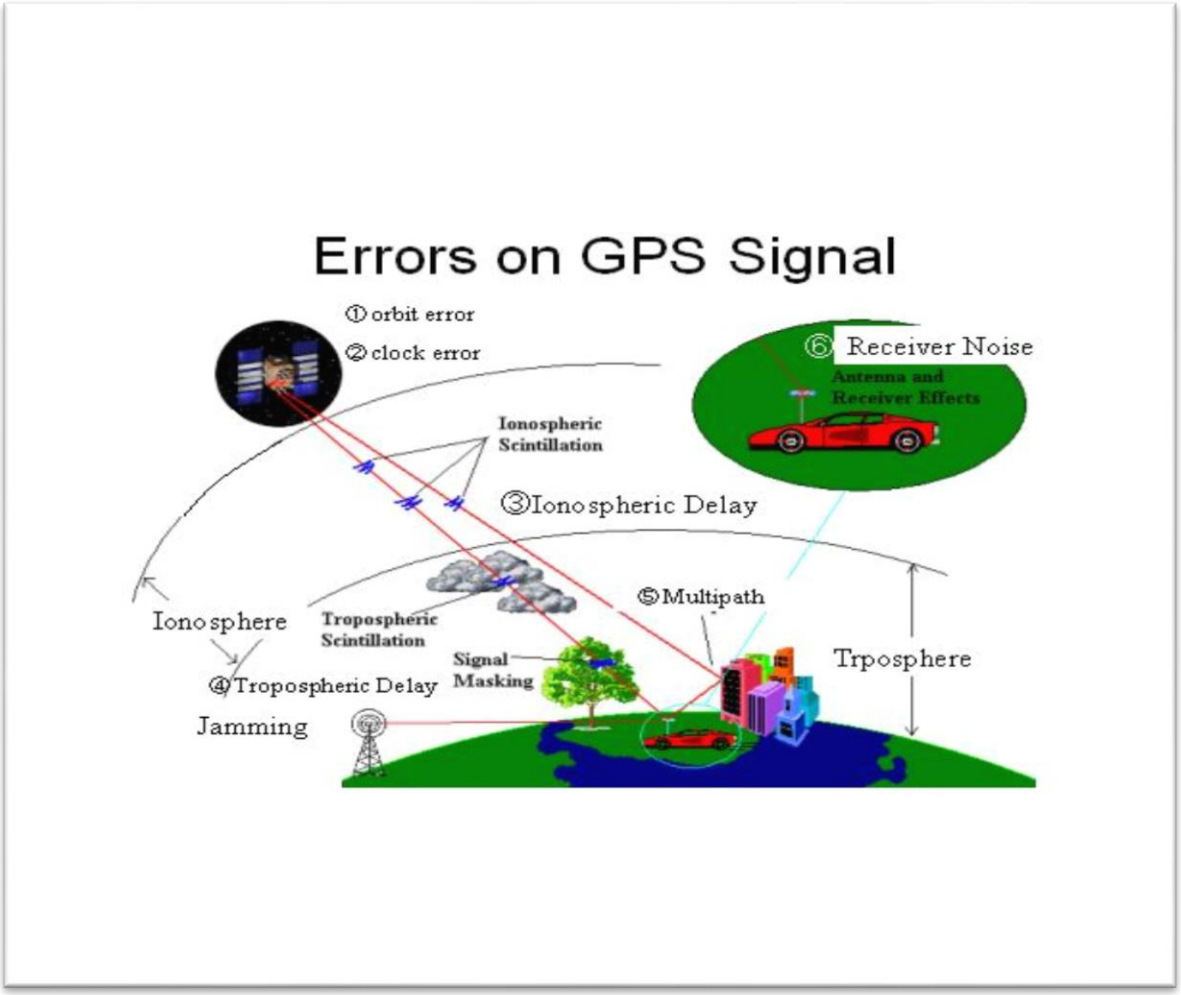
ثانيا: أخطاء من محطات المراقبة والتحكم

خطأ التنبؤ بالإحداثيات

ثالثا: أخطاء من جهاز الاستقبال

1. **تأخير الايونوسفير**
2. **تأخير التروبوسفير**
3. **ضجيج المستقبل**
4. **الانعكاسات الجانبية**

هذه المصادر قد تنتج خطأ يصل من ١٠ إلى ٢٠ متر في قيمة الإحداثيات.



الشكل رقم (2-3) مصادر الأخطاء في نظام GNSS

2-7-2 طرق الرصد

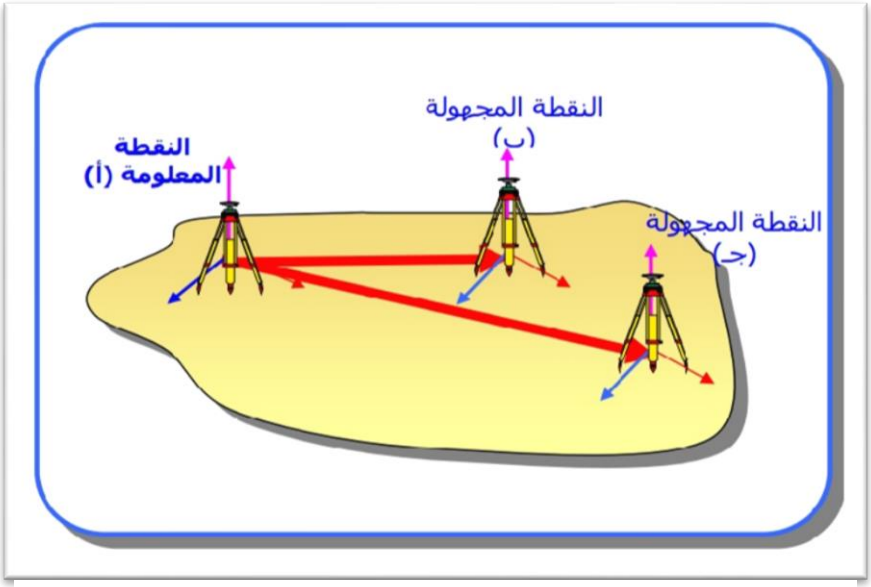
يقصد بطريقة الرصد هي الطريقة التي يتبعها المساح في استخدامه للجهاز، وهو الذي يقرر الطريقة التي يتبعها في الرصد تبعا للعوامل التالية:

- **إمكانية الجهاز المستخدم. – عدد الأجهزة المتوفرة.**
- **الدقة المطلوبة من العمل. – العدد المتوفر من المساحين.**
- **البرنامج الحسابي المستخدم لمعالجة الأرصاد. – الوقت اللازم لانجاز المشروع.**

وتقسم طرق الرصد بواسطة GPS إلى:

1. الرصد الثابت: Static Observation

في هذه الطريقة يتم وضع هوائي الاستقبال فوق النقاط المراد رصدها دون تحريك الجهاز فترة زمنية معينة (بضع ساعات) تختلف باختلاف المسافة بين وحدة الرصد المرجع (Reference) ووحدة الرصد المتحرك (Rover)وهذه الطريقة تعطي دقة عالية جدا وتستخدم في رصد الشبكات الجيوديسية وشبكات المثلثات من الدرجة الاولى ورصد الخطوط الطويلة.



الشكل رقم (2-4) الرصد الثابت

2. الرصد الثابت السريع :Fast Static

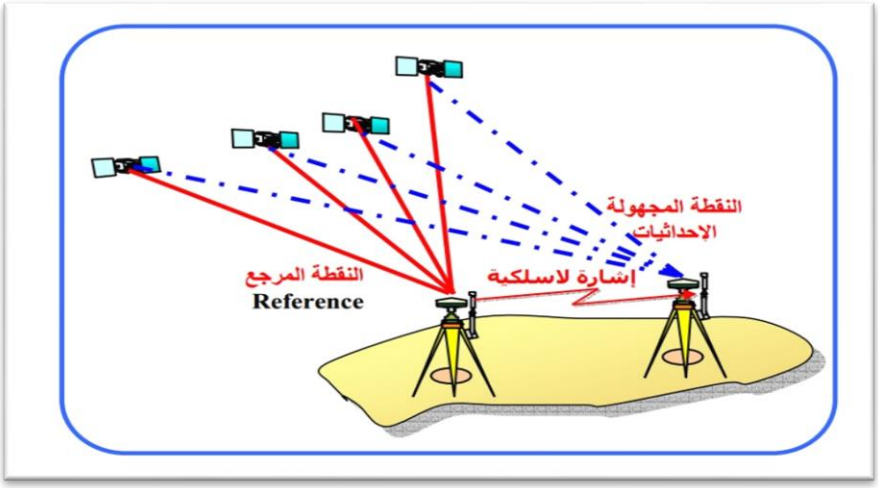
تختلف هذه الطريقة عن طريقة الرصد الثابت في الفترة الزمنية اللازمة للرصد وفيها يتم وضع هوائي الاستقبال فوق النقاط المراد رصدها دون تحريك الجهاز فترة زمنية معينة (اقل من ساعة) وتختلف هذه الفترات باختلاف المسافة بين وحدتي الرصد وهذه الطريقة تعطي دقة عالية وتستخدم في انشاء شبكة المثلثات وتكثيف نقاط شبكات المثلثات وقياس خطوط القواعد وبشرط الا تزيد المسافة بين الوحدتين عن 20 كيلو متر.

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

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

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

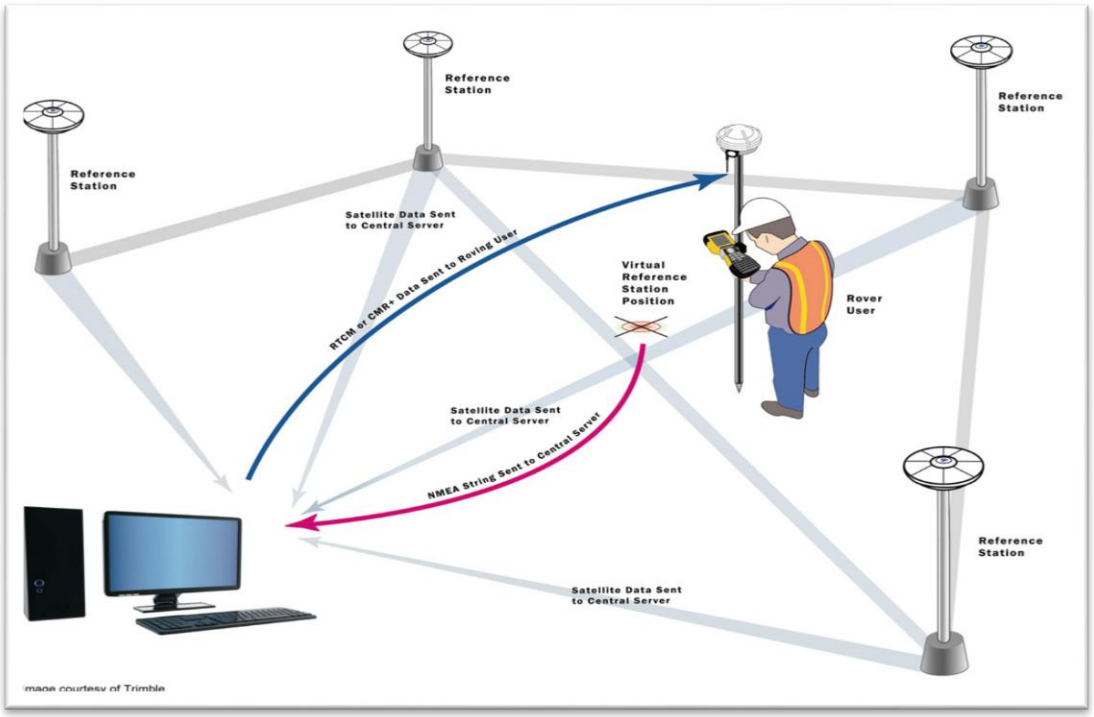
يتم في هذه الطريقة توزيع مجموعة من القواعد على نقاط معلومة الاحداثيات، بحيث تغطي كل واحدة مساحة محددة، وفي حال تواجد الراصد في المساحة التي تغطيها القاعدة يتم ارسال التصحيحات له من أقرب قاعدة، ويكون طول خط القاعدة أقل من 30 كم.



الشكل (2–5) الرصد في الوقت الحقيقي

4. المحطة الافتراضية (Virtual Reference Station (VRS)

يستخدم هذا النظام مجموعة من القواعد الموزعة على شبكة تغطي المنطقة التي تخدمها ،حيث ترتبط جميعها بخادم واحد ترسل له التصحيحات في الوقت الحقيقي ،وعند بدأ المستخدم بالرصد يتم إرسال الموقع الأولي بدقة تصل إلى 10 م ، ثم يتم استخدام معلومات التصحيحات من القواعد وبعمل مقاربة رياضية نسبية يتم تصحيح الموقع واعتباره المحطة الفرضية التي يبدأ النظام باعتمادها وقياس طول خط القاعدة منها وارسال التصحيحات للمستخدم بناء عليها ، وتكمن فائدة هذا النظام في أنه يقلل طول خط القاعدة مما يقلل من الخطأ الناتج عن التغيرات في الغلاف الجوي.



الشكل رقم (2-6) المحطة الافتراضية

الفصل الثالث

الحجم المروري واشارات الطريق

3-1 المقدمة

3-2 حجم المرور

3-3 علامات المرور على الطريق

3-4 اشارات المرور

3-1 المقدمة

قبل البدء بتصميم الطريق يجب أخذ حجم المرور وكثافته على ذلك الطريق بعين الاعتبار (حجم المرور من الأسس الرئيسية)، فإذا كان الطريق مصمم على أرض الواقع يتم حساب حجم المرور اليومي المتوسط (ADT) للمرور في الاتجاهين، وحجم المرور الساعي التصميمي (DHV) للمرور في الاتجاهين.

ويتم معرفة حجم المرور وكثافته عن طريق معرفة عدد السيارات التي تستخدم هذا الطريق للسير عليه. أما إذا أردنا فتح طريق جديدة فيتم حساب حجم المرور وكثافته بالرجوع إلى دراسة المنطقة التي سوف يخدمها الطريق هل هي سكنية أو صناعية أو زراعية حيث أنه على أساس ذلك نقوم بتصميم الطريق. ويتم ذلك عن طريق حساب المعدل اليومي والسنوي للمرور، إن معرفة حجم السير مهم جدا في عملية تخطيط وتصميم الطرق وذلك من أجل تحديد عدد المسارب وعرضها وتصميم المنحنيات الأفقية والرأسية.

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

3-2 حجم المرور (Traffic Volume)

هو عبارة عن عدد المركبات التي تمر من خلال نقطة معينة خلال فترة زمنية معينة، سواء في الإتجاه الواحد أو الاتجاهين، وهو يختلف عن كثافة المرور التي تعرف على أنها عبارة عن عدد المركبات التي تسير على مسافة معينة أو طول معين من الطريق.

❖ وهنا توضيح لبعض المصطلحات التي سيتم ذكرها أو تفصيلها في هذا الموضوع:

- المتوسط السنوي لحجم المرور اليومي (Annual Average Daily Traffic (AADT: وهو حجم المرور السنوي مقسوما على عدد أيام السنة.
- المتوسط اليومي لحجم المرور (Average Daily Traffic (ADT: وهي حجم المرور الكلي خلال فترة زمنية محدودة، عادة أكثر من يوم وأقل من سنة، مقسوما على عدد الأيام خلال الفترة الزمنية.

والعوامل الأساسية التي تتحكم في سريان المرور هي حجم المرور، الذي يرمز له (V) ووحدته عربة في الساعة (Vehicle / hour)، والسرعة (S) ووحدتها كيلومتر في الساعة (Km/hour)، والكثافة (D) ووحدتها مركبة في الكيلومتر(Vehicle. Km)

$$V = D * S$$

3-2-1 تعداد المركبات

ولتحديد حجم السير لابد من إجراء تعداد للمركبات التي تمر على نقطة معينة من هذا الطريق، فالعدد يختلف من ساعة لأخرى، ومن يوم لآخر، ومن شهر لآخر خلال السنة الواحدة، ولذلك لابد من إجراء التعداد على مدار ساعات النهار والأيام خلال العام الواحد، وأما هدف التعداد فهول للوصول إلى:

- معرفة عدد السيارات بالساعة الواحد خلال اليوم وأيام السنة كاملة، وتحديد الساعات التي يمر بها العدد الأقصى من المركبات واختيار ثلاثين ساعة على مدار السنة كاملة.
- عدد السيارات يوميا على مدار السنة وتحديد الأيام والأشهر التي يكون فيها الازدحام أكبر ما يمكن.
- إيجاد المعدل اليومي للسير وهو مجموع المركبات التي تمر عن نقطة معينة خلال عدد من الأيام مقسوما على عدد تلك الأيام.
- معدل السير السنوي وهو مجموع عدد المركبات التي تمر عن نقطة معينة خلال السنة مقسوما على عدد أيام السنة.
- تحديد نوعية المركبات المناسبة الذي سيتم اعتمادها في التصميم، لأن التصميم لا يعتمد على معدل السير اليومي أو السنوي وذلك لان معرفتهما مهم في رسم وتخطيط سياسة الطرق ودراستها، ولكن عند تصميم المنحنيات والانحدارات يعتمد على نوعية المركبات وساعات ازدحامها فلذلك يمكن اعتبار حجم السير للتصميم بما يعادل (8% - 18%) من معدل السير اليومي.

3-2-2 فترات العد

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

- تعداد في ساعات الازدحام. من (7-9) أو من (2-5)
- تعداد في ساعات مختلفة من اليوم.
- تعداد في أيام العطل. (Week Day)
- تعداد أثناء إغلاق بعض الشوارع.

3-2-3 طرق اجراء التعداد

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

- **العد اليدوي: هنا يقوم فريق العمل بتسجيل عدد المركبات التي تمر على الطريق وذلك على فترات مختلفة من الزمن، وفي الوقت ذاته يقوم بتصنيف السيارات إلى سيارة صغيرة أو شاحنة أو حافلة. وتمتاز هذه الطريقة بالبساطة والسهولة والدقة، ولكنها بالمقابل تحتاج إلى فريق عمل كبير.**
- **العد الآلي (الميكانيكي): ويتم ذلك باستخدام أجهزة مختلفة منها أجهزة التصوير والرادار. وتمتاز هذه الطريقة بأنها غير مكلفة.**
- **العد بطريقة المشاهد المتحرك: وهو أن يقوم شخص بالعد أثناء تحركه في سيارة تسير مع السيارات حيث تسبق بعضها وتقوم البعض بتجاوزها ويتم عد السيارات باتجاه سيارة المشاهد وعد السيارات المقابلة لسيارة المشاهد ومن ثم تستخدم معادلة إحصائية لإيجاد عدد السيارات الكلي.**

تعريفات مهمة:

ADT

متوسط الحركة اليومية، وأحيانًا يعني أيضًا حركة المرور اليومية، هو متوسط عدد المركبات التي تمر في اتجاهين لنقطة محددة خلال فترة 24 ساعة، ويتم قياسها عادةً على مدار العام.

AADT

المتوسط السنوي للحركة اليومية، هو مقياس يستخدم في المقام الأول في التخطيط وهندسة النقل. وهو إجمالي حجم حركة مرور السيارات على الطريق السريع أو الطريق لمدة عام مقسومًا على 365 يومًا.

Abbreviations

AASHTO	**American Association of State Highway and Transportation Officials**
ADT	**Average Daily Traffic**
AADT	**Annual Average Daily Traffic**
DHV	**Design Hour Volume**
HV	**Heavy Vehicle**
PC	**Passenger Car**
PHF	**Peak Hour Factor**
PIC	**Practical Capacity**
N	**Design Life**
DDHV	**Directional Design Hour Volume**
K	**The Design Hour Factor**
D	**Directional Distribution**
DDHV	**Directional Design Hour Volume**
F	**Factor from table**.....
e	**Factor of annual increase in traffic volume**

تبين الجداول التالية تعداد المركبات لكل 15 دقيقة على المفرقين في نفس الوقت.

جدول (3-1) القراءات الخاصة بالعد المروري لمفرق المحجر

Time	يوم الأحد		يوم الثلاثاء		يوم الخميس		
	PC	HV	PC	HV	PC	HV	
8:00-8:15	33	13	40	11	42	26	فترة صباحية
8:15-8:30	45	20	55	14	36	28	
8:30-8:45	50	17	42	18	50	33	
8:45-9:00	71	35	49	10	49	30	
9:00-9:15	49	31	62	15	59	35	
9:15-9:30	66	36	58	22	60	29	
9:30-9:45	43	15	61	29	63	39	
9:45-10:00	52	16	48	30	55	32	
12:00-12:15	54	20	50	27	70	33	فترة مسائية
12:15-12:30	65	26	52	36	53	29	
12:30-12:45	44	39	48	29	60	30	
12:45-1:00	66	33	61	35	61	31	
1:00-1:15	68	25	53	31	64	49	
1:15-1:30	61	35	57	20	55	33	
1:30-1:45	55	32	64	37	63	26	
1:45-2:00	63	33	71	38	55	34	
Total Volume	885	426	871	402	895	517	

Total PC	2651
Total HV	1345
HV%	50.736

جدول (3 -2) الحسابات الخاصة بالعد المروري لمفرق بير المحجر

ADT=Total Volume/No.of Days	1332
DHV=K.ADT	213.12
ADTF=ADT(1+e)^n	5716.772
ADTF(PC)=86.3%*ADTF+2*13.7%*ADTF	6499.97
30 HV=0.15*ADTF	974.996
Plc=PICc*F1*F2	799.8
#of lanes=30 HV / Plc	1.219
Final Number of Lanes	2 Lanes

K=	0.16
e	6%
n	25 years

PLCo	1500
F1	86
F2	62

جدول (3-3) القراءات الخاصة بالعد المروري لمفرق ترقوميا

Time	يوم الأحد		يوم الثلاثاء		يوم الخميس		
	PC	HV	PC	HV	PC	HV	
8:00-8:15	33	6	30	4	20	6	فترة صباحية
8:15-8:30	20	7	23	7	24	2	
8:30-8:45	22	3	39	6	19	4	
8:45-9:00	17	6	22	9	27	5	
9:00-9:15	35	4	31	8	24	3	
9:15-9:30	42	8	20	7	29	5	
9:30-9:45	30	5	23	4	21	2	
9:45-10:00	18	3	28	5	30	8	
12:00-12:15	40	2	32	8	22	10	فترة مسائية
12:15-12:30	31	5	22	10	37	3	
12:30-12:45	27	4	25	6	36	6	
12:45-1:00	24	7	26	8	25	7	
1:00-1:15	20	4	34	9	39	4	
1:15-1:30	28	3	26	9	41	8	
1:30-1:45	37	2	41	7	38	3	
1:45-2:00	29	6	37	6	33	8	
Total Volume	453	75	459	113	465	84	

Total PC	1377
Total HV	272
HV%	19.754

جدول (3 -4) الحسابات الخاصة بالعد المروري لمفرق ترقوميا

ADT=Total Volume/No.of Days	549.667
DHV=K.ADT	87.947
ADTF=ADT(1+e)^n	2359.1
ADTF(PC)=86.3%*ADTF+2*13.7%*ADTF	2682.297
30 HV=0.15*ADTF	402.345
Plc=PICc*F1*F2	799.8
#of lanes=30 HV / Plc	0.503
Final Number of Lanes	2 Lanes

K=	0.16
e	6%
n	25 years

PLCo	1500
F1	86
F2	62

3-2-4 السير الحالي والمستقبلي

إن حجم السير يزداد يوما بعد يوم، وعند التخطيط المستقبلي للطريق يجب أن يؤخذ حجم السير المستقبلي على الطريق أثناء التصميم، تفاديا لحصول اختناقات مرورية مستقبلا، ولكي يفي الطريق بالغرض الذي صمم من أجله وهو استيعاب حجم السير الحالي والمستقبلي. لذلك يجب أخذ الأمور التالية بعين الاعتبار:

- السير الحالي: ويتم الحصول عليه بتعداد حجم السير على الطريق أو بتعداد حجم السير على الطرق المؤدية إلى الطريق المراد تصميمه.
- الزيادة الطبيعية في عدد المركبات (Peak Factor) الناتجة عن زيادة عدد السكان وزيادة استخدام المركبات.
- السير المتطور والناتج عن فتح وتحسين الطريق في المنطقة مما يؤدي إلى تطور الصناعة والسياحة في المنطقة.

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

3-2-5 عمر الطريق

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

إن تصميم الطريق لفترة قصيرة يؤدي إلى الحاجة المستمرة لإعادة التأهيل، أما التصميم لفترة زمنية طويلة يسبب زيادة التكاليف بشكل كبير، ولكن يقلل من المجهود بالمقارنة مع التصميم لفترة قصيرة، حيث تم تصميم الطريق بناءا على عمر مستقبلي 20 سنة.

6-2-3 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. وتعتمد سعة الطريق على حجم وتركيبة المرور وعلى سرعة السير والتداخلات التي تتعرض لها حركة المرور. وتعتبر السعة من العناصر الأساسية التي تؤخذ بعين الاعتبار عند تصميم القطاع العرضي للطريق لاستيعاب حجم المرور التصميمي المتوقع على الطريق والجدول (5-6) يبين قيم السعة لبعض أنواع الطرق حسب مواصفات هيئة آشتو الأمريكية (AASHTO)

جدول (3-5) سعة الطريق

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)

3.3 علامات المرور على الطريق (Traffic Marking)

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

وعلم المرور يتطرق إلى أمور عدة كالاتجاهات والمسارب والتقاطعات والانعطاف إلى اليمين أو اليسار والمسافات والوقوف وغير ذلك، وهذه الأمور لا تقل أهمية عن الطريق نفسه ولذلك يجب تنفيذها عند فتح الطريق.

3-3-1 أهداف علامات المرور

إن علامات المرور على الطريق عبارة عن خطوط متصلة أو متقطعة، مفردة أو مزدوجة، يمكن أن تحمل اللون الأبيض أو الأسود أو الأصفر، كما يمكن أن تكون أسهما أو كتابة كلمات.

- الهدف من وراء وضع هذه العلامات هو: -

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

3-3-2 الشروط الواجب توفرها في العلامات

إن علامات المرور تنتظم حركة السير للسائق والمشاة وتنقل التعليمات لهم، هذا ويراعى في هذه العلامات ما يلي:

1. أن يتمكن السائق من رؤيتها في كافة الظروف سواء كانت ليلا أو نهارا.
2. أن تتوافق فيها الألوان.
3. أن تكون من مواد تعمر طويلا وتقاوم العوامل البيئية.
4. أن تكون تعليماتها واضحة وسهلة الفهم.
5. أن تكون هذه العلامات مرئية وواضحة من مسافة كافية حتى تحمي مستخدميها.

3-3-3 أنواع علامات المرور

- **الخطوط:**

تكون الخطوط بعرض (10 – 12) سم وهي إما متصلة أو متقطعة، حيث أن المتصلة تستخدم لفصل السير ومنع التجاوز في آن واحد، أما المتقطعة تستخدم لفصل المسارب وفصل السير في الاتجاهين. على سبيل المثال: إذا كان التجاوز خطرا على السير الذاهب، يوضع خطان بحيث يكون الخط المتصل من جهة السير الذاهب، والمتقطع من جهة السير القادم.

توضع بعض الخطوط العريضة عند ممرات المشاة، كما توضع خطوط صفراء متقطعة في المناطق التي يحظر فيها على السيارات المرور فوقها حيث تقوم هذه الخطوط مقام الجزر أو قد تكون موضوعة على أماكن متغيرة المستوى كالموجودة لشد انتباه السائق على المطبات خوفا من المفاجئة.

- **الكلمات:**

تكتب بعض الكلمات على سطح الطريق خاصة عند التقاطعات مثل كلمة قف أو اتجه يمينا وغير ذلك

ويجب أن تكون الكلمة كبيرة ليتسنى قراءتها، وألا تزيد عن كلمة أو كلمتين حتى لا يفقد السائق السيطرة على المركبة نتيجة انتباهه لقراءة اللافتة، كما يجب أن تكون الأحرف مناسبة لموقع السائق.

- **الأسهم:**

قد تستعمل الأسهم بدلا عن الكلمات أو مع الكلمات كسهم يتجه رأسه لليمين مع كلمة اتجه لليمين، وممكن أن تستعمل بدلا من الكلمات.

- **اللون:**

يستعمل اللون الأبيض في الخطوط التي تقسم المسارب ويستعمل اللون الأصفر لتحديد الجزر ومواقف السيارات، إلا أنه يجب الاهتمام بتوافق لون الخط مع أرضية الطريق.

- **المواد العاكسة:**

تستعمل بعض المواد التي تساعد على انعكاس الضوء خاصة في أيام الضباب، حيث يوضع مع الدهان بلورات زجاجية خاصة، ويمكن الاستفادة من بعض أنواع الركام وخاصة على الأكتاف لتأمين لون مخالف للون مسرب الطريق، وهذا ضروري في الليل لكي يبين حدود المسرب.

الشكل رقم (3-1) علامات الطريق المرورية

3-4 إشارات المرور

3-4-1 الهدف من الاشارات: -

تستعمل الإشارات المرورية لتوصيل المعلومات للسائق والراجل وتتألف من لوحات رسم عليها أسهم أو كلمات أو الاثنان معا بحيث تكون المعلومات واضحة وتناسب حالة السير ونوع الطريق.

3-4-2 أنواع الاشارات: -

تقسم الاشارات إلى أربع أنواع رئيسة ولكل نوع من هذه الأنواع شكل خاص متعارف عليه حتى يسهل تفهمه من قبل السائق وهذه الأنواع هي:

1- اشارات تحذير: كإشارة انحدار او منعطف خطر وتكون هذه الاشارات مثلثة الشكل.

الإشارة						
معنى الإشارة	مفترق طرق أمامك (تفرع T)	أولاد على الشارع	أمامك ممر مشاة	احذر منعطف مزدوج يسار	انعطاف حاد نحو اليسار	انعطاف إلى اليمين

جدول (3-6) بعض إشارات التحذير المستخدمة في الطريق

2- اشارات الأوامر: كإشارة قف وتكون مستطيلة.

الإشارة	معنى الإشارة
قف	أعط حق الأولوية لحركة السير على الجهة المقابلة
سرعة خاصة	لا يجوز السير بسرعة تزيد عن السرعة المحددة في الشاخصة

جدول (3-7): بعض إشارات الأوامر المستخدمة في الطريق

3- اشارات المنع: كإشارة ممنوع المرور وتكون مستديرة.

الإشارة			
معنى الإشارة	ممنوع الدوران والرجوع للخلف	ممنوع تجاوزالمركبات	ممنوع الدخول

جدول (3-8) إشارات المنع المستخدمة في الطريق

4- اشارات التوجيه (التعليمات): كإشارات أماكن الوقوف او الاستراحة وتكون مربعة او مستطيلة

3-4-3 مواصفات الاشارات: -

يجب أن يكون للإشارات مواصفات خاصة بها حتى تحقق الهدف المنشود منها فالإشارة يجب أن تكون واضحة للسائق وتشد انتباهه قبل مسافة طويلة تزيد عن تلك المسافة اللازمة لرؤية الكتابة كما يجب أن تكون الكتابة على الإشارة واضحة ومفهومة للسائق لكي يتصرف طبقا للإشارة بدون أن ينصرف انتباهه عن الطريق. وحتى يتحقق ذلك لابد من الانتباه إلى الأمور الرئيسية التالية في الإشارة:

1. أبعاد الإشارة: كلما كبرت الإشارة ضمن حدود معقولة، تحسنت رؤية السائق لها.
2. تباين الألوان في الإشارة: من المهم جدا أن تكون الألوان في الإشارة متباينة لكي تكون مميزة بالنسبة للمنطقة المحيطة بها وكذلك كي تكون الكتابة أو أي رمز واضح ومميز بالنسبة للإشارة، ويتم الحفاظ على هذا العنصر باستخدام خصائص الألوان كأن تكون الكتابة على اللوحة فاتحة وخلفية اللوحة بلون غامق على أن تختلف أيضا لون اللوحة عن البيئة المحيطة حتى تكون واضحة (التباين باستعمال ألوان مختلفة ذات لمعان مختلف).
3. الشكل: يجب أن تكون الإشارات منتظمة الشكل تتناسب مع الهدف الذي وضعت من أجله.

4. **الكتابة: تتأثر رؤية الكتابة بعدة عوامل منها نوع الكتابة وحجم الأحرف، وسماكة الخط، والفراغات بين الكلمات والأسطر، وعرض الهامش، ويجب أن نختار الكتابة التي تناسب ذلك.**
5. **الصيانة: يجب صيانة الاشارة وتنظيفها واعادة دهنها باستمرار حتى تبقى واضحة للسائق على مدار السنة.**
6. **الموقع: يجب ان تكون الاشارة في موقع وارتفاع مناسبين لتسهيل رؤيتها وقراءتها من قبل السائق من مسافة كافية دون ان تضطر الى صرف انتباهه عن الطريق كما يجب ان توضع الاشارة قبل مسافة كافية – يحددها القانون – من المكان الذي تشير اليه، وان تتناسب هذه السرعة مع سرعة السيارة. فإذا كانت الاشارة تدل على وجود مفرق طريق مثلا فانه يتوجب وضع الاشارة قبل المسافة القانونية من المفرق لكي تمكن السائق من تخفيف سرعته تمهيدا للدخول الى الطريق الفرعية. والجدول التالي يعطي فكرة عن المسافة اللازمة للسائق ليرى الاشارة ويتصرف حسب تعليماتها.**

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

جدول (3–9) المسافة التي يجب أن تكون بين الإشارة والتقاطع الذي تدل عليه الإشارة

7. **الرؤية في الليل: حيث ان الاشارة مهمة للسائق في الليل والنهار فانه لا بد من تأمين الاضاءة للإشارة او جعلها عاكسة للأضواء بحث يراها السائق ليلا نهارا.**
8. **اشارات الطوارئ: توضع اشارات مؤقتة عند وقوع حوادث او تعطل السيارات او وجود ضباب وهذه الاشارات تكون متنقلة ويؤمن لها الضوء من بطارية خاصة.**

الفصل الرابع

التصميم الانشائي للطريق

4-1 المقدمة

4-2 Flexible pavement (الرصف المرن)

4-3 العوامل المؤثرة على التصميم.

4-4 طرق تصميم الرصفة المرنة

4-5 تصميم الرصفة المرنة حسب نظام (الاشتو).

1-4 مقدمة

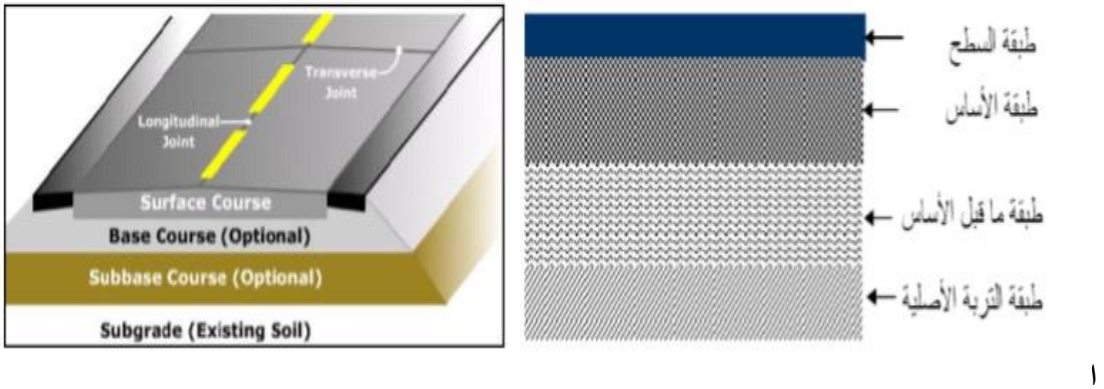
يعتبر التصميم الإنشائي لأي مشروع طرق اللبنة الأساسية التي تمثل قوة المشروع وعمره التشغيلي، والمتمثلة بتحديد سماكة رصفات المشروع، والتي تعتمد على نوع وحجم المرور وعمر التصميم والذي يكون عادة بحدود عشرين عاما، وتنقسم أنواع الرصفات إلى ثلاث أنواع:

1. Flexible pavement (الرصفة المرنة) وهو النوع المستخدم في المشروع.
2. Rigid pavement (الرصفة الصلبة)
3. Composite Pavement (الرصفة المركبة)

2-4 Flexible pavement (الرصف المرن)

يعد هذا النوع من الرصف الاكثر استخداما ويطلق عليه ايضا الرصف الاسفلتي.

2-4 -1 مكونات الرصفة المرنة:



الشكل رقم (4-1) طبقات الرصف المرن

1. Sub Grade (طبقة التربة الأصلية):

وهي طبقة الأرض الطبيعية التي يتم وضع طبقات الرصف عليها بعد تمهيدها وتسويتها. وتعتبر التربة الأصلية الأساس الحقيقي لجسم الطريق حيث أنها القاعدة الأساسية التي ترتكز عليها جميع طبقات الرصف.

2. Sub Base(طبقة ما تحت الأساس):

وهي الطبقة التي توضع بين الأساس والتربة الأصلية وتتكون من مواد ذات خواص ومواصفات أقل جودة من مواد الأساس وأعلى جودة من التربة الأصلية. وتساعد هذه الطبقة على تقوية التربة الأصلية وعلى نقل الأحمال إليها وكذلك على حماية طبقة الأساس من تدفق المياه الجوفية إليها.

3. Sub Coarse(طبقة الأساس):

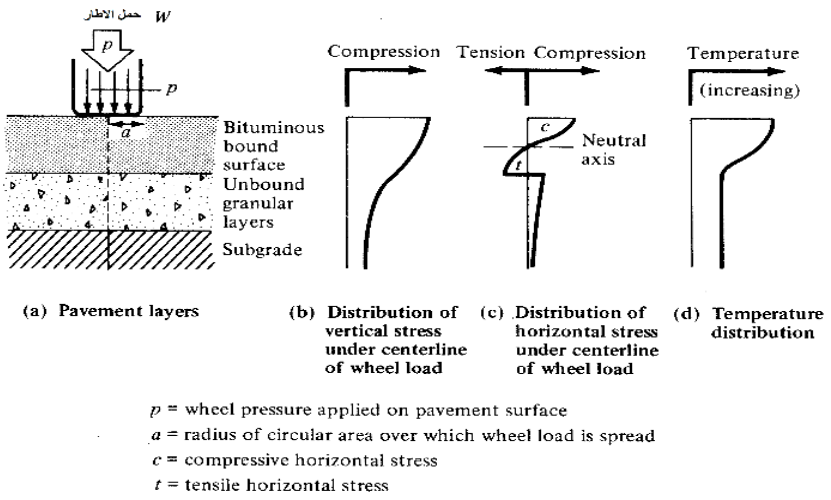
وهي الطبقة التي يرتكز عليها سطح الطريق وتتولى بشكل رئيسي نقل وتوزيع الأحمال الناتجة عن المرور إلى الطبقات السفلية .كما أنها تساعد على حماية سطح الطريق من الخراب الناتج عن انتفاخ وهبوط التربة الأصلية وعن تسرب المياه الجوفية وتوضع مباشرة فوق طبقة ما تحت الأساس أو فوق طبقة القاعدة الترابية في حال عدم وجود طبقة ما تحت الأساس بناء على متطلبات التصميم، وهي في العادة من مادة (البيسكورس)، وقد يتم تنفيذها على أكثر من طبقة في حال تعدت سماكتها 20 سم.

4. Surface Coarse (الطبقة السطحية الإسفلتية):

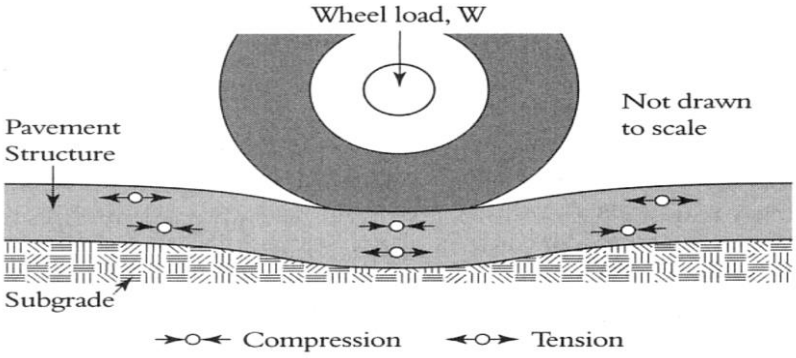
حيث تمثل السطح الذي سيتعرض للأحمال مباشرة والعوامل الجوية وهي الحامية للطبقات الأخرى من العوامل الجوية، وتختلف مواصفاتها حسب المنطقة الجغرافية كونها تتأثر بالعوامل الجوية وخاصة الحرارة، ويمكن أن تنفذ أيضا على أكثر من طبقة.

4-2-2 المبدأ الذي يرتكز عليه تصميم الرصفة المرنة:

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

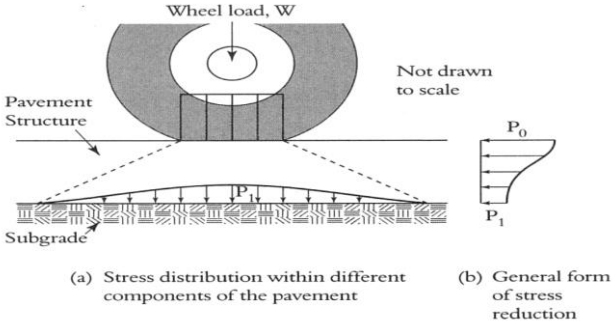


الشكل (4-2) تأثير الأحمال على طبقات الرصف



الشكل (4-3) اتجاه الأحمال الداخلية في الرصف

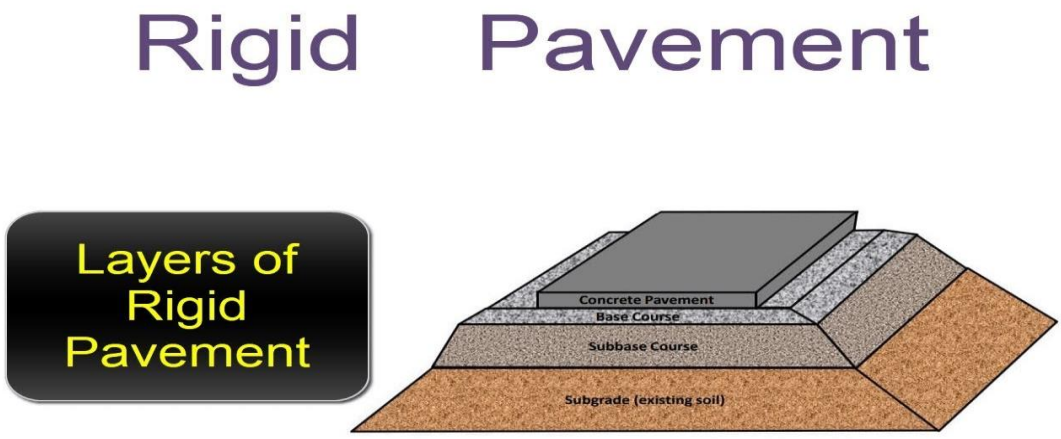
حيث تتحول الأحمال العمودية إلى أحمال ضغط وشد في داخل طبقات الرصف، ويتم توزيع الأحمال الناتجة من الإطار كما في الشكل التالي:



الشكل رقم (4-4) توزيع الأحمال الناتجة من الإطار.

3-2-4 الرصفة الصلبة ومقارنتها مع الرصفة المرنة:

ويطلق عليه ايضا الرصف الخرساني حيث يتكون من بلاطات خرسانية يتراوح سمكها ما بين 15 و30 سم تصب مباشرة على سطح الارض الطبيعية او فوق طبقة اساس حصوية..

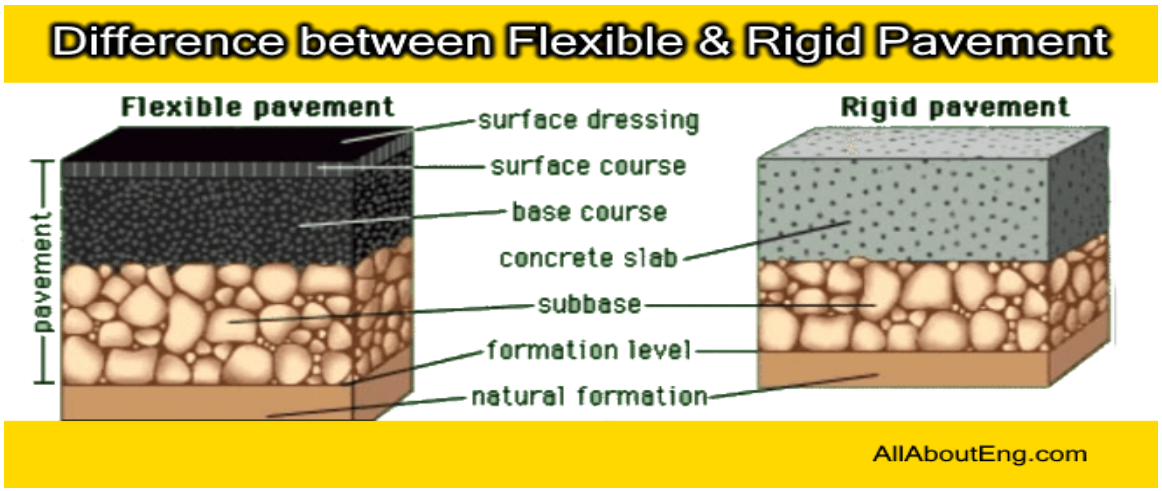


الشكل (4-5) طبقات الرصفة الصلبة

ان الرصف الصلب هو المناسب للتربة الضعيفة لأنه أقدر على تحمل الاجهادات العالية في حين يعد الرصف المرن مناسبا للتربة القوية نوعا ما.

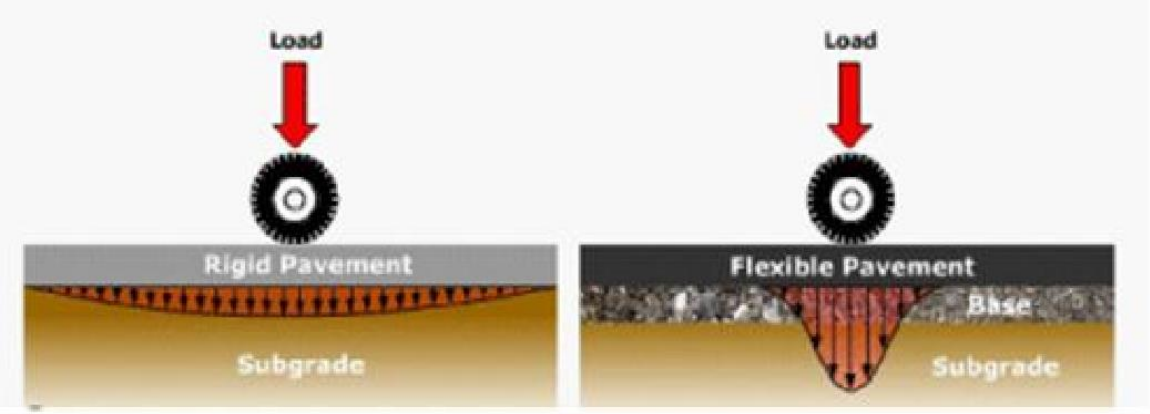
كما ان عمر الرصف الصلب أكبر من عمر الرصف المرن ولذلك فهو يستعمل لكثرة عند الاحمال الثقيلة مثل المطارات والطرق الهامة ومقاطع الاودية.

وفي مشروعنا هذا سيتم استخدام الرصف المرن وذلك لمتانة تربة الطريق الذي سيتم تصميمه والاخذ بعين الاعتبار للكلفة المادية لتصميم الطريق.



الشكل (4-6) المقارنة بين طبقات الرصفة المرنة والرصفة الصلبة

- **مقارنة الرصف الصلب والرصف المرن من حيث توزيع الأحمال:**



الشكل رقم (4-7) توزيع الأحمال الناتجة في كل من الرصف المرن والرصف الصلب.

يتمثل الاختلاف الهيكلي الأساسي بين الرصف الصلب والمرن في الطريقة التي يوزع بها كل نوع من الأرصفة أحمال حركة المرور على الطبقة الفرعية، يحتوي الرصف الصلب على صلابة عالية جدًا ويوزع الأحمال على مساحة واسعة نسبيًا من الطبقة السفلية.

قبل البدء بعملية التصميم لأي طريق يجب اختبار تربة الأرض الطبيعية اختيار طبقات الرصف واختبار خصائصها الإنشائية، ويعد اختبار نسبة تحمل كاليفورنيا من أهم هذه الاختبارات وفيما يلي توضيح للاختبارات التي تمت على رصفه القاعدة الترابية.

3-4 العوامل المؤثرة على تصميم الرصفة:

من اهم العوامل التي يجب ان تؤخذ في الاعتبار اثناء التصميم هي:

1- الحجم المروري.

2- نوع المرور والمركبات التي ستستخدم هذا الطريق بشكل عام.

3- خصائص التربة وفحوصاتها.

4- العوامل البيئية لمنطقة الطريق والدراسات العامة التي تحدد هذه السماكات.

4-4 طرق تصميم الرصفة المرنة:

1.طرق تجريبية: تعتمد على زاوية تحميل الحمل، وهي قليلة الاستخدام، ومن الأمثلة عليها:

*Massachusetts Method

*Gray Method

2.طرق تجريبية تعتمد على اختبارات تصنيف التربة ومقاومتها

* Group Index Method

* CBR Method

* Triaxial Method

* Burmister Method

* AASHTO Method

وفي مشروعنا هذا تم استخدام طريقة (AASHTO) لاستخدامها وشيوعها في بلادنا العربية.

4-5 تصميم الرصفة المرنة حسب نظام الاشتو :

4-5-1 العناصر التي يعتمد عليها التصميم على طريقة الاشتو:

1.الأحمال التصميمية (Design Loads): بناء على التقديرات المرورية وأنواع المركبات.

2.الحمل المكافئ لمحور مفرد((Equivalent Single Axle Load (ESAL) .

3.معامل حمل المحور المكافئ((Axle Load Factor (LF) .

4.العامل المناخي (Climate factor).

5.قيمة (S-soil support value).

6.الرقم الإنشائي((Structure Number (SN) .

7.معاملات الطبقات((Structure Layers Coefficients (a1, a2, a3) .

8.معامل درجة الثقة (R).

9.معاملات تصريف المياه(m2,m3).

10.فرق مستوى الخدمة للطريق (ΔPSI)

2-5-4 خطوات تصميم الرصفة باتباع طريقة الاشتو

***حساب ESAL**

وهو حمل على محور مفرد (عجلة واحدة) يسبب أثر في الرصفة عند موضع محدد مساوي لما يسببه حمل محور اخر تصميمي في نفس الموضع المحدد.

وعادة يستخدم المحور المكافئ ذو وزن 18000 باوند.

Equivalent Single Axle Loads=$ESAL_s$ =ADT.GF.T.A.LF.365

Where:

ESALs: number of repetition of single axle load 18 kip (18000 id) (80 KN).

ADT: average annual daily traffic for all axes.

GF: growth factor in traffic volume.

T: percent of trucks in design lane.

A: percent of axle load.

LF: axle load factor

***"LF" is determine using Table (3-5).**

*** "GF" is determine using Table (2-4).**

*** "T" is determine using Table (1-4).**

1. يتم اختيار معاملT من الجدول التالي:

Percentage Truck in Design Lane (%) نسبة مركبات النقل في الحارة التصميمية	Number of Traffic Lanes (Two Directions) عدد حارات الطريق (في الاتجاهين)
50	2
45 (35-48)	4
40 (25-48)	6 or more

الجدول رقم (4-1) قيمة معامل T

أما الطريق المراد تصميمها فتحتوي على مسربين

فتؤخذ (T = 50%) .

GF.2 يتم الحصول عليها من الجدول التالي:

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

الجدول رقم (4-2) قيمة معاملGF

عند تصميم الطرق عادة يتم اعتبار ان صلاحية الطريق 20 عاما مستقبليا، وتوقع نسبة الزيادة السنوية 5 % فتكون قيمة Gf = 33.06.

*ADT (متوسط الحجم المروري اليومي) = 1332 pc/day

(من حسابات العد المروري في الفصل الثالث)

3.معامل حمل المحور المكافئ(Axle Load Factor (LF))

يبين الجدول بعض من قيم الاحمال المكافئة، حيث يعتمد معامل المكافئ للأحمال على عدة عوامل كما هو في الجدول:

Axle Type (lbs.)	Axle Load		Load Equivalency Factor (from AASHTO, 1993)
	(ken)	(lbs.)	Flexible
Single Axle	8.9	2000	0.0003
	17.80	4000	0.002
	31.15	7000	0.0195
	62.3	14000	0.399
	80.0	18000	1.000
	89.0	20000	1.4
Tan dem axle	97.8	22000	0.18
	105.8	24000	0.26
	111.2	25000	0.308
	115.6	26000	0.354
	120	27000	0.425
	124.5	28000	0.495

الجدول رقم (4-3) قيمة معامل LF

*f_E =Load equivalency factor for a cars

f_E = 0.0003 PC

f_E =0.26 HV

وبالتالي فإن قيمة الحمل المكافئ لمحور مفرد:

$$ESAL = ADT \times GF \times T \times A \times LF \times 365$$

ESAl for PC= 1332*33.06*0.50*2 * 0.0003 *365=4821.93324

ESAl for HV= 1332*33.06*0.50*2*0.26*365=4179008.808

ESAl Total=4183830.741 kip = (4.18*10^6) 18 kip

*فرق مستوى الخدمة للطريق (ΔPSI) Serviceability Loss):

هو عبارة عن الفرق بين مستوى الخدمة الابتدائي (PSI Initial)ومستوى الخدمة النهائي (PSI FINAL).

- PSI Initial = 4 – 4.5
- PSI Final = 2

ΔPSI = PSI Initial − PSI Final = 4−2=2

ΔPSI = 2

***معامل درجة الثقة (Reliability (R):**

يقصد بدرجة الثقة أو الاعتمادية إدخال درجة من التأكيد في عملية التصميم لضمان أن خيارات التصميم يمكنها الاستمرار طوال العمر التصميمي للرصف، ولأي مستوى معين من درجة الثقة(R)، ويكون معامل درجة الثقة دالة في الانحراف المعياري الكلي، والجدول التالي يعطى القيم المقترحة لدرجة الثقة(R):

تصنيف الطريق Type OF Road	القيم المقترحة لدرجة الثقة (R)	
	طريق حضري URBAN	طريق ريفي RURAL
طريق سريع Expressway	99.9-85	99.9-80
طريق رئيسي Major	90-80	95-75
طريق تجميعي Collector	95-80	95-75
طرق محلية زراعية Local	80-50	80-50

الجدول (4-4) قيمة معامل درجة الثقة((Reliability (R).

وسوف نختار قيمة معامل درجة الثقة 95 كما هو موضح في الجدول .

يتم أخذ قيمة الانحراف المعياري الكلي (So) طبقا للاشتو من0.5-0.3، وسنعتمد في المشروع قيمة 0.35.

***طريقة التحمل النسبي لكاليفورنيا (CBR) :**

تجربة مخبرية لقياس الضغط اللازم لغرز إبرة ذات قطر معين وبسرعة تحميل معينة في عينة من التربة عند قيم محددة للمحتوى المائي والكثافة ومقارنتها مع نتائج اختبار تربة قياسية. وتهدف إلى تحديد قوة تحمل التربة الأساسية وطبقة أساس الطرق والمطارات.

Depth of Penetration (mm)	Standard Resistance to Penettration (kg/cm2)	Dial Reading	Resist Kg/cm2	Correct R kg/cm2	CBR %
0		0	0.5		
0.5		90	11.6		
1		160	20.67		
1.5		240	31.01		
2		330	42.64		
2.5	70.35	420	54.26	54.26	77
3		530	68.48		
4		690	89.15		
5	105.35	775	100.13	100.13	95
6		904	116.8		
7		1075	138.88		
8		1189	153.62		
9		1351	174.55		
10		1469	189.79		

جدول (4-5) قيم التحمل القياسي

CBR @ 2.5 mm =77%

CBR @ 5.0 mm =95%

وبما أن قيمةCBR الأكبر عند غرز 5 ملم يتم اعتماد CBR =95% .

تصنيف التربة حسب نظام آشتو (AASHTO)	تصنيف التربة حسب النظام الموحد (USCS)	مجال الاستخدام	تصنيف المواد	نسبة التحمل CBR
A5, A6, A7	OH, CH, MH, OL	القاعدة الترابية	ضعيفة جداً	0-3
A4, A5, A6, A7	OH, CH, MH, OL	القاعدة الترابية	ضعيفة	3 – 7
A2, A4, A6, A7	OH, CH, MH, OL	تحت الأساس	مقبولة	7 – 20
A1b, A2 – 5, A3, A2-6	GM, GC, SW SP, GP ،SM,	أساس وتحت الأساس	جيدة	20-50
A1a, A2-4, A3	GW, GM	أساس	ممتازة	أكبر من 50

جدول(4-6) تقييم نتائج فحص نسبة تحمل كاليفورنيا

وعليه فأن التربة التي تم فحصها هي ممتازة.

الطبقة	نسبة كاليفورنيا (%)
طبقة التأسيس (Sub grade)	حد أدنى8
أساس مساعد Sub-base course)(	حد أدنى40
أساس (Base course)	حد أدنى80

جدول (4-7) المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق

***حساب 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 والتي تعتمد على أنواع المواد المستخدمة في طبقات الرصف المختلفة ومعامل الطبقة يعرف برمز a3,a2,a1 لطبقات السطح والأساس وتحت الأساس على الترتيب وهو عبارة عن العلاقة بين الرقم الإنشائي للرصف وسمك الطبقة بالبوصة وهو يمثل القدرة النسبية للمادة المستخدمة في كل طبقة من طبقات الرصف والتي تشارك في القوة الإنشائية لقطاع الرصف ككل ويتم توزيع الرقم الإنشائي (SN)كالآتي:

SN = a1* D1 + a2* m2 *D2 + a3* m3* D3

Where:

SN: Structural Number.

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

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

M1, m2, m3: Drainage coefficients for layers.

معامل الرجوعية.1(MR) Resilience Modulus

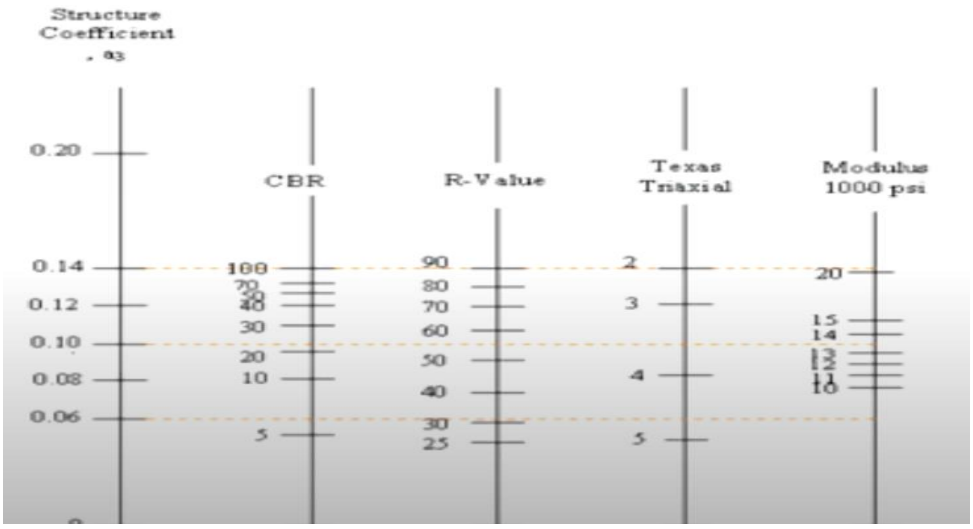
يعتبر معامل الرجوعية مقياساً لمقاومة أي طبقة من طبقات القطاع الإنشائي للرصف والتي يمكن تحديدها بدءاً من طبقات تربة التأسيس فالأساس المساعد ثم الأساس فطبقات الرصف الأسفلتية ويتم إيجاد قيمة هذا المعامل عن طريق إجراء التجارب المعملية المناسبة لكل طبقة وحسب نوع المواد المستخدمة في هذه الطبقات. وعموماً في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

تحمل كاليفورنيا والتي تعتبر من التجارب الشائعة في معظم معامل الطرق، فبالنسبة لتربة التأسيس تكون العلاقة بين معامل الرجوعية ونسبة تحمل كاليفورنيا كالاتي:

$$Mr = 1500 \times CBR\ PSI$$

قيمة الرجوعية لطبقة الأساس:

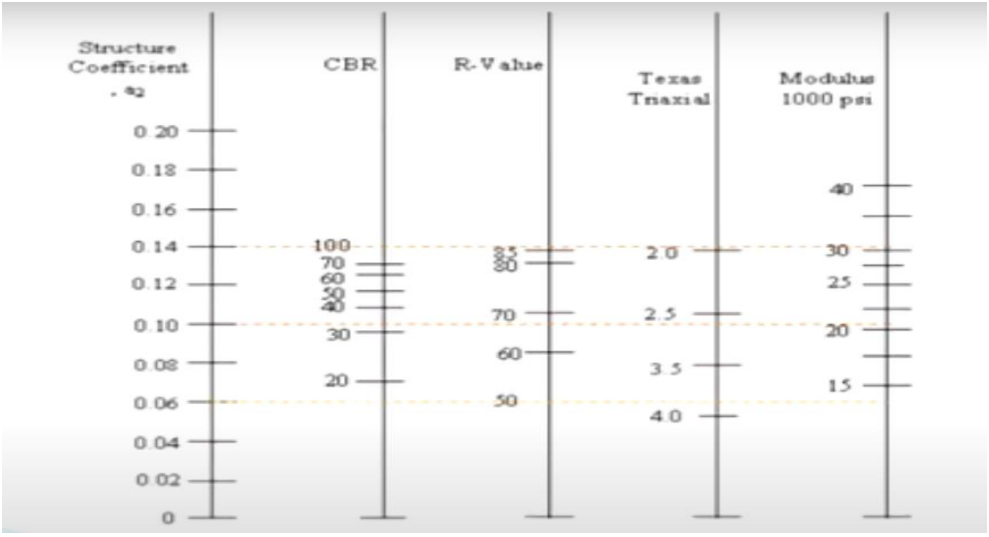
من الشكل التالي يتم رسم خط مستقيم ثابت عند قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا الخاصة بالأرض الطبيعية لاستخراج قيمة الرجوعية الخاصة بطبقة الأساس.



الشكل رقم (4-8) قيمة الرجوعية لطبقة الأساس

بما أن قيمة تحمل كاليفورنيا تساوي 95 فان قيمة MR تساوي $19.5 * 10^3$ PSI لطبقة الإسفلت

من الشكل التالي يتم رسم خط مستقيم ثابت عند لاستخراج قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا الخاصة بطبقة الأساس الخاصة بطبقة الإسفلت



الشكل رقم (4-9) معامل طبقة البيسكورس

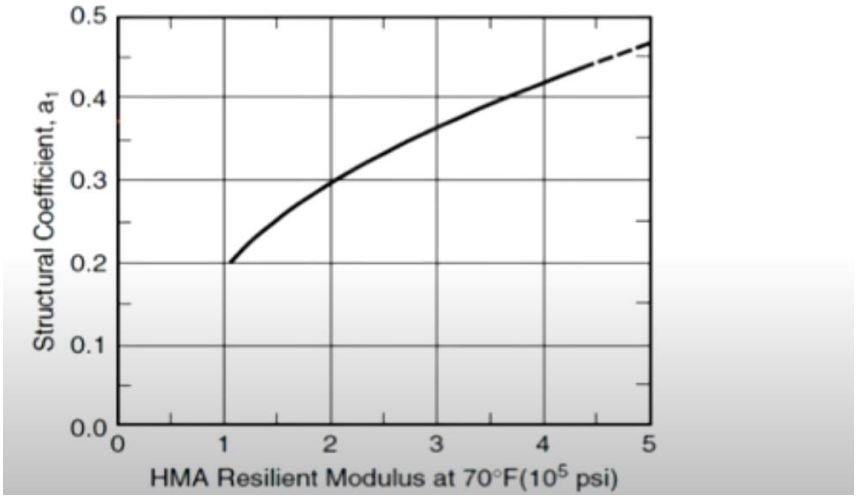
سوف يتم التصميم عند أسوأ الظروف في الموقع أي عند CBR=80

فمن خلال الشكل (4-9) فان قيمة:

Mr=28.8*10^3

a2=0.135

MR to Asphalt= 450,000 PSI = 4.5*10^5 PSI



الشكل رقم (4-10) معامل طبقة الاسفلت

من خلال الشكل (4-8) فان قيمة a1=0.44

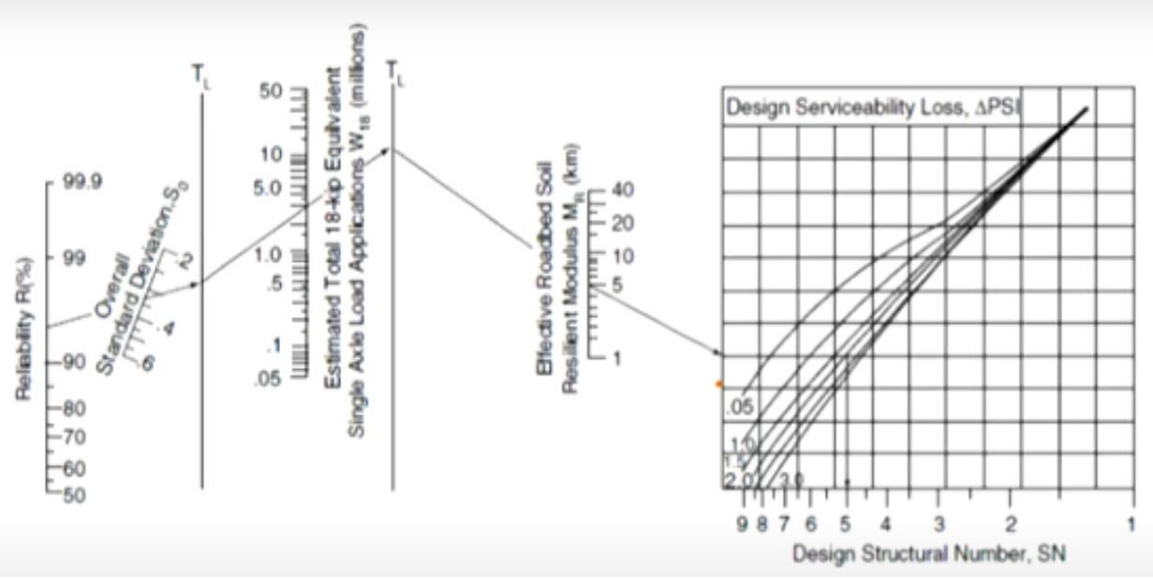
2. معاملات تصريف المياه- ((m2, m3) water Drainage Coefficient) :

وهي تعكس مقدرة طبقتي الأساس والأساس المساعد على تصريف الأمطار ويتم تقديرها على أساس سرعة تصريف المياه من الطبقة، والجدول التالي يبين قيم هذه المعاملات:

كفاءة التصريف Drainage Coefficient	مناطق صحراوية Desert Region	مناطق زراعية Agricultural Region
جيدةGOOD	1.15-1.25	1
ضعيفةPOOR	1.05-0.80	0.6

جدول(4-8) قيمة معامل تصريف المياه

m2=m3=1



الشكل رقم (4-11) قيمة SN

من خلال الشكل (4-10) فان قيمة:

SN (Base Course) = 2.6

SN (Asphalt) =2

وبالتالي فإن سمك الطبقات:

D1 =SN1/a1=2/0.44= 4.5in = 4.5 *2.54 = 11.43 cm

Take D1=12 cm

D2 = 2.6-(0.44*4.5)/(1*0.135)=4.6 in = 4.6 *2.54 = 11.7 cm

Take D2=12 cm

الرصفة	السمك (سم)
طبقة الأسفلت	12
الاساس (Base Course)	24

جدول (4-9): سماكة الطبقات

- يتم رصف طبقة الإسفلت على مرحلة بسماكة 12 سم حسب المواصفات.
- يتم فرد ودمك طبقة الأساس على طبقتين سمك كل طبقة 12 سم حسب المواصفات.

الفصل الخامس

التصميم الهندسي للطريق

5-1 المقدمة

5 -2 أسس التصميم الهندسي للطريق

5-3 التخطيط الأفقي والرأسي للطريق

5 -4 القوة الطاردة المركزية

5-5 التعلية(Super Elevation)

1-5 المقدمة

عندما نتكلم عن التصميم الهندسي نتكلم عن الأمور الظاهرة في الطريق سواء أكان للأمور الرأسية أم الأفقية، التقاطعات أم المنحنيات، ومسافات الرؤية والتجاوز والتوقف. وكما أسلفنا سابقاً أن حفظ السلامة على الطريق من أهم أهداف تصميمه وهذا هو الهدف الأساسي للتصميم الهندسي للطريق.

عند التصميم الهندسي يجب مراعاة مجموعة أمور من أهمها:

1- التصميم بأقل التكاليف وأفضل ما يمكن (الجدوى الاقتصادية).

2- حفظ السلامة والأمن على الطريق لكل مستخدميه.

3- التماشي مع حجم المرور المتوقع عليه وخاصة أوقات الذروة.

4- تجنب التغييرات المفاجئة على الطريق.

5- أن يكون شامل للوسائل الضرورية من تخطيط وإشارات وأمور أخرى.

وبذلك يمكن أن نقول إن التصميم الهندسي المتكامل يجب أن يشمل كل من:

1- التصميم الأفقي (Horizontal Alignment).

2- التصميم الرأسي للطريق (Vertical Alignment) إذا لزم الأمر.

3- التصميم العرضي للطريق حيث يتم في هذه المرحلة من التصميم تحديد شكل مقطع الطريق وميولها الجانبية وكذلك بيان سطح الطريق وعرضه (Cross Section).

2-5 أسس التصميم الهندسي للطريق:

عند التصميم الهندسي للطريق يجب مراعاة مجموعة أمور من أهمها:

5-2-1 حجم المرور:

والذي يتمثل بعدد المركبات التي تمر عند نقطة معينة في الطريق خلال فترة زمنية محددة، والتي عادة ما تكون ساعة واحدة. وقد تم توضيح الحجم المروري في الفصل الثالث.

5-2-2 تركيب المرور :

يتمثل في تحديد نسبة عربات النقل وسيارات الأجرة بالنسبة لحجم المرور الساعي، حيث يتم عمل تحديد نسب كل العربات التي يتوقع ان تستخدم هذا الطريق (عربات صغيرة، حافلات، عربات تجارية، عربات ثقيلة).

5-2-3 السرعة التصميمية :

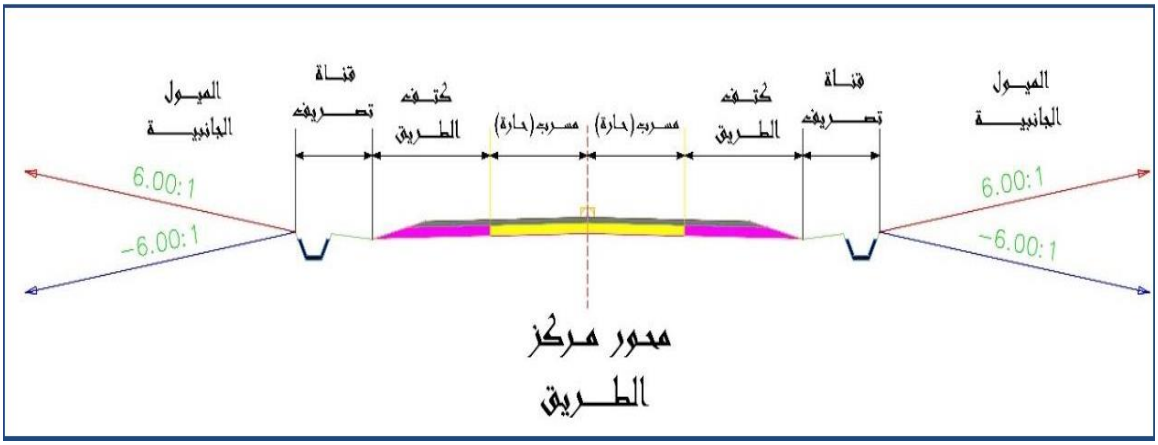
هي أعلى سرعة مستمرة يمكن أن تسير بها السيارة بأمان على طريق رئيسي عندما تكون أحوال الطقس مثالية وكثافة المرور منخفضة وتعتبر مقياساً لنوعية الخدمة التي يوفرها الطريق. والسرعة التصميمية عبارة عن عنصر منطقي بالنسبة لطبوغرافية المنطقة، يجب أن تكون خصائص التصميم الهندسي للطريق متناسبة مع السرعة التصميمية المختارة والمتوقعة للظروف البيئية وظروف التضاريس كما يجب على المصمم اختيار السرعة التصميمية المناسبة على أساس درجة الطريق المخططة وخصائص التضاريس وحجم المرور والاعتبارات الاقتصادية، والجدول التالي يبين السرعة التصميمية للطرق الحضرية.

درجات	الطرق السرعة الأدنى (كم / ساعة)	السرعة المرغوبة (كم/ ساعة)
طريق محلي(LOCAL)	30	50
طريق تجميعي (COLLECTOR)	50	60
شرياني -عام	80	100
-أقل اضطراب	70	90
-اضطراب ملموس	50	60
طـريق سريع (Expressway)	90	120

جدول (5-1): السرعة التصميمية للطرق الحضرية.

إن تحديد السرعة التصميمية مهم جدا وذلك لأن من خلالها يتم تحديد التقاطعات والمنحنيات وأقطارها وميل الطريق ومسافة الوقوف وعدد المسارب وعرض المسرب في الاتجاه الواحد وسعة الطريق ومسافة الرؤية اللازمة للوقوف والتجاوز وأمور أخرى.

4-2-5 قطاع الطريق :



الشكل رقم (5-1): مقطع عرضي لطريق يتكون من حارتين.

5-2-5 عرض المسارب والطريق :

لعب عرض الحارة دورا كبيرا في سهولة القيادة ودرجة الأمان على الطريق ويجب ألا يقل عرض الحارة عن 2.75 أمتار. وفي حالة الطرق السريعة يفضل أن يؤخذ عرض الحارة 3.75 متر نظرا لمرور عربات النقل بسرعة كبيرة، وقد اختير في المشروع ان يكون عرض الحارة 3 م.

6-2-5 الميول العرضية:

لتسهيل عملية صرف المياه يجب عمل ميول عرضية من الجهتين بالنسبة لمحور الطريق. وقد يعمل هذا الميل منتظما أو منحنيا على هيئة قطع مكافئ. وفي حالة وجود جزيرة وسطى فإن كل إتجاه يعمل به ميل خاص به كما لو كان من حارتين، والميل العرضي مقبول حتى 1.5% حيث لا يلاحظه السائق ولا يؤثر في حركة المركبة.

5-2-7 الميول الطولية :

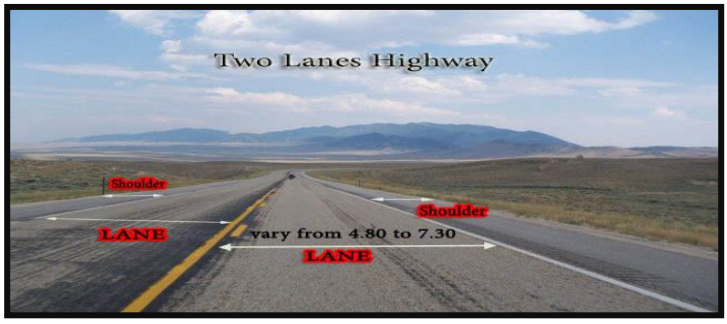
في المناطق المستوية يتحكم نظام صرف الأمطار في المناسيب، وأما في المناطق التي يكون فيها مستوى المياه في نفس متسوى الأرض الطبيعية فإن السطح السفلي للرصيف يجب أن يكون أعلى من مستوى المياه بحوالي (0.5م) على الأقل، وفي المناطق الصخرية يقام المنسوب التصميمي بحيث تكون الحافة السفلية لكتف الطريق أعلى من منسوب الصخر ب (0.3م) على الأقل، وهنا يؤدي إلى تجنب الحفر الصخري غير الضروري، ويعتبر الميل (0.25%) هو أقل ميل لصرف الامطار في الاتجاه الطولي للطريق.

5-2-8 أكتاف الطريق :

يتم عملها في الطرق الخارجية وذلك لتوقف المركبات في حال حصل أمر طارئ، ويكون عرضه (0.6) متر في الطرق الداخلية لحماية الحواف و(3) متر في حالة الطرق السريعة، ويجب أن تزود بميول جانبية لتصريف المياه على الطريق بمقدار لا يؤدي إلى الخطر على المركبات التي ستتوقف عليه.

فوائد الأكتاف للطريق:

1. توقف المركبات لأمر طارئ.
2. تصريف مياه الطريق.
3. توسيع الطريق في المستقبل.
4. منع انهيار جسم الطريق.
5. شعور السائق بالأمان وحماية السيارات عندما تجنح عن مسارها بسبب السير بسرعات عالية.



الشكل رقم (2-5) أكتاف الطريق.

5-2-9 الأرصفة والأطاريف :

الأرصفة مهمة لتوفير الأمان لمستخدمي الطريق (المشاة)، حيث تزداد الحاجة لها بالقرب من المدارس والمستشفيات والأسواق والأماكن العامة، ومن المعروف أنها لا تقل عن (1.5) متر.

وتستخدم الاطاريف للفصل بين الرصيف والطريق وهي مهمة في زيادة الأمان على الطريق وتصريف المياه ومنع السيارات من الخروج عن الطريق في الأماكن الخطرة، ويكون لونها له معنى خاص، وهي تحدد حافة الرصيف وتعطي الطريق الشكل النهائي. وتستخدم داخل التجمعات السكنية لتحدد الرصف الخاص بالمشاة.

أما أنواعها فهي:

1.الاطاريف الحاجزة: هي ذات وجه جانبي حاد الميل ومرتفع نسبياً وهي مصممة لمنع السيارات أو على الأقل صرفها عن محاولة الخروج عن الرصف ويختلف ارتفاعها بين 15، 22.5سم تقريبا ويستحب أن يكون الوجه مائلا ولكن على ألا يزيد ميل الوجه في الغالب عن حوالي 1 سم لكل 3سم من الارتفاع وإذا كان من المتوقع أن تقف المركبات بموازاة الاطاريف فيجب ألا يزيد ارتفاعها عن عشرين سنتيمتراً حتى لا تحدث احتكاك برفارف المركبات وأبوابها. والقاعدة العامة أن تبعد الاطاريف الحاجزة مسافة 50إلى 60سم إلى خارج الحد الخارجي لطريق السير.

2.الاطاريف الغاطسة: وهي مصممة بحيث يسهل على المركبات اجتيازها دون ارتجاج عنيف أو اختلال في القيادة ويختلف ارتفاع هذه الاطاريف من 10إلى 15سم وميل الوجه فيها 1:1 أو 1:2 وأغلب استعمال الاطاريف سهلة العبور هو في الجزيرة الوسطي وفي الحافة الداخلة في الأكتاف.

الشكل رقم (5-3) الأرصفة

الشكل رقم (5-4) الأطاريف

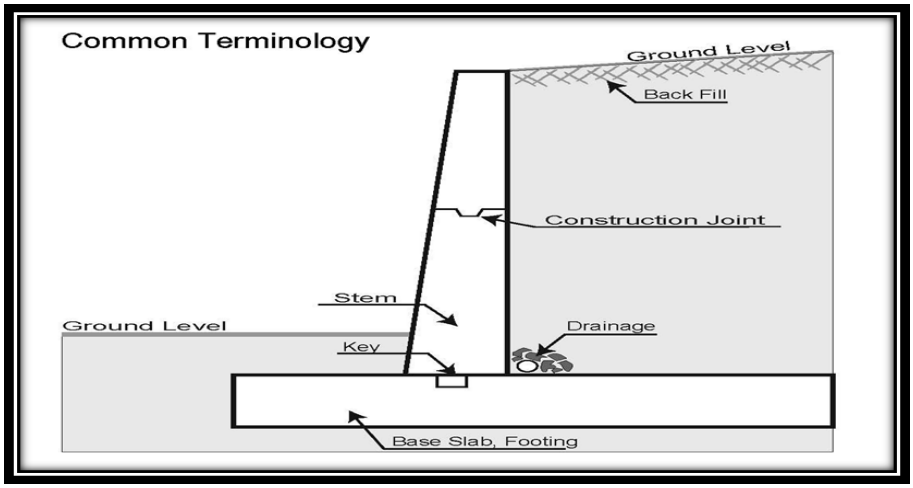
5-2-10 الجزر الفاصلة :

أن فصل الحارات المتضادة هو عامل هام في الأمان في الطرق متعددة الحارات، لذلك يتم عمل الجزر الفاصلة لفصل الحركة بالاتجاه المعاكس وذلك لتقليل الأخطار وإمكانية حصول الحوادث كما انها تعمل على تقليل وهج الأنوار الأمامية ويوفر الفضاء اللازم لسلامة تشغيل المركبات التي يجرى عبورها ودورانها عند التقاطعات في نفس المستوى كما تتخذ مأمناً يلجأ إليه في حالة الضرورة. إضافة إلى ذلك تأمين عرض كافي في حالة الحاجة إلى توسيع عرض حارات السير.

الشكل رقم (5-5) توضح الجزيرة الفاصلة بين الحارات

5-2-11 الجدران الاستنادية :

يتم عمل هذا البند بناء على ميول التربة المجاورة للطريق وذلك لمنع انهيارها على الطريق في حالة كون عرض الطريق ضيق ولا يمكن الابتعاد عن الجوانب وخاصة في المدن. يتم عمل الجدران الاستنادية من الخرسانة المسلحة تكون مقاومة للحركة (بزيادة الاحتكاك) ومقاومة العزم (بزيادة طول القاعدة).



الشكل رقم (6-5) الجدران الاستنادية

5-3 التخطيط الأفقي والرأسي للطريق :

في الوضع الطبيعي يجب أن تكون الطريق مستقيمة قدر الإمكان والابتعاد عن المنحنيات، لكن هذا واقعيا غير موجود، فمن غير الممكن الحصول على طريق مستقيم تماما وخالي من المنحنيات إلا أننا نهدف إلى الوصول إلى القدر الأعلى من الأمان بأقل تكلفة اقتصاديا، ومن هنا جاءت الحاجة الملحة إلى وجود هذه المنحنيات، وحتى لو أمكن عمل الطريق مستقيم يجب ألا تزيد المسافة المستقيمة عن 5 كيلو متر حسب الكود لعدة أسباب أهمها:

1- أسباب أمان، لأن تشابه الظروف بالطريق يؤدي إلى تعود السائق وفقدان تركيزه.

2- الإضاءة بالاتجاه المعاكس يصبح تأثيرها سلبي.

المنحنيات:

لتخطيط وتصميم مسار الطريق في المستوى الافقي، لا بد من تحديد خط منتصف الطريق. ويتكون خط منتصف الطريق من مماسات مستقيمة تجمع بينها منحنيات أفقية تخطط وتصمم بعناية لتأمين الالتزام بسرعة التصميم، وبالتالي توفير حركة سلسة للمركبات وأخذ متطلبات السلامة المرورية بالاعتبار، وتنقسم المنحنيات الى:

1- **منحنيات في الاتجاه الأفقي.**

2- **منحنيات في الاتجاه الرأسي.**

1-3-5 المنحنيات الأفقية Horizontal Curves

هي تلك المنحنى الذي يقوم بربط ووصل الأجزاء المستقيمة مع بعضها البعض بشكل تدريجي لتفادي التغيرات المفاجئة التي تسبب الإزعاج للسائقين وتتسبب بمشاكل على الطريق، ويجب تحديد بدايتها ونهايتها وأطوالها وزواياها ونقاط التقاطع فيها، أما بالنسبة لأنواع المنحنيات الأفقية فهي:

أولا: المنحنيات الدائرية البسيطة (Simple Circular Curves)

يوضح الشكل التالي عناصر المنحنى الدائري البسيط:

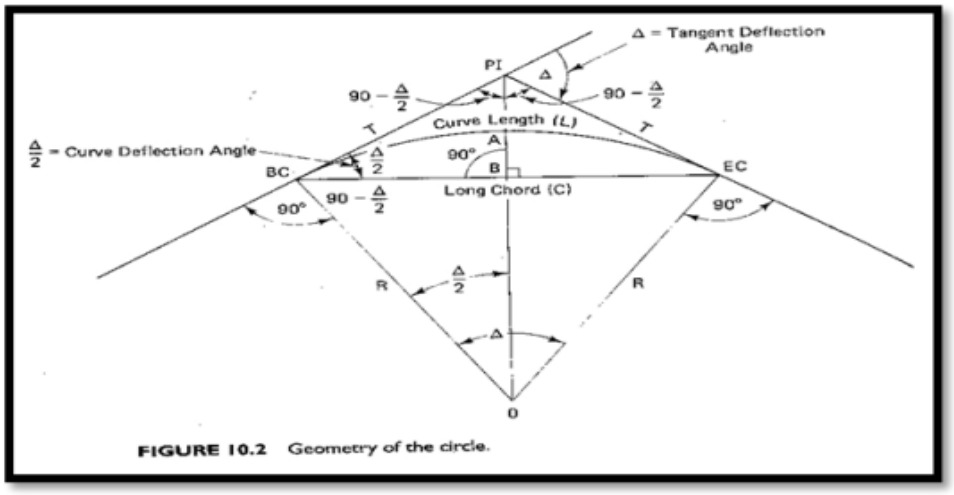


FIGURE 10.2 Geometry of the circle.

الشكل رقم (5-7) عناصر المنحنى الدائري البسيط

PI: نقطة تقاطع المماسين.

Δ: زاوية الانحراف وتساوي الزاوية المركزية.

T: المماسين الأمامي والخلفي

PC : نقطة بداية المنحنى

PT: نقطة نهاية المنحنى.

LC: الخط الواصل بين نقطتي التماس ويطلق عليه الوتر الطويل.

R: نصف القطر.

L: طول المنحنى.

E: المسافة المنتصف المنحنى الدائري ونقطة تقاطع المماسين.

O: مركز المنحنى.

M: المسافة بين نقطة منتصف المنحنى ومنتصف الوتر الطويل و تسمى سهم القوس.

أما بالنسبة لمعادلات المنحنى الدائري البسيط فهي:

1- $T = R\tan\frac{\Delta}{2}$.....3.1

2- $E = R\left(\sec\left(\frac{\Delta}{2}\right) - 1\right)$.....3.2

3- $M = R\left(1-\cos\frac{\Delta}{2}\right)$.....3.3

4- $LC = 2R\sin\left(\frac{\Delta}{2}\right)$.....3.4

5- $L = \frac{\pi R\Delta}{180}$..... 3.5

أما تصميم المنحنيات على التقاطعات حسب (AASHTO 2004)

POSITION	R–NORMAL	R–MIN
Garage entrance	6.0	5.0
Local roads	6.0	5.0
Collecting roads	8.0	6.0
Major roads (urban)	10.0	8.0
Major roads (rural)	20.0	10.0

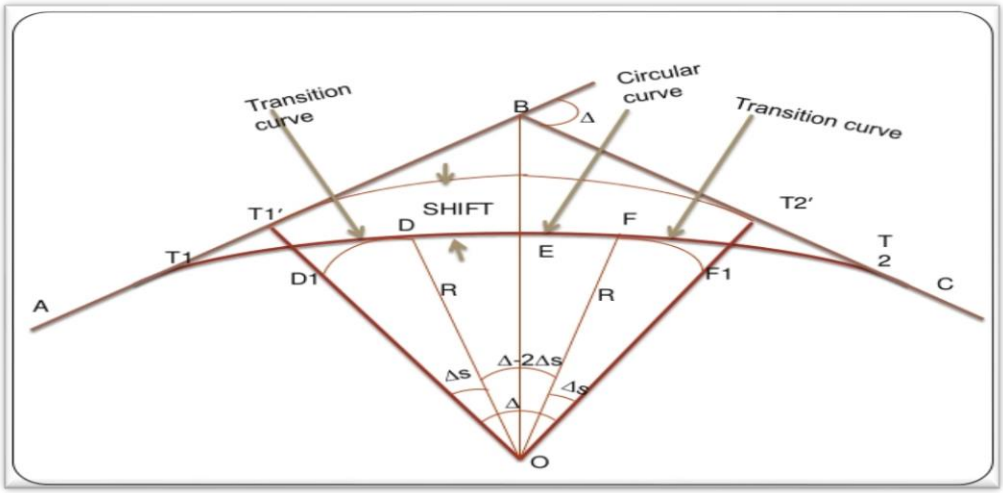
جدول رقم (2–5) أنصاف أقطار الدوران بالنسبة لنوع الطريق

السرعة(كم/الساعة)	25	32	40	48	55	65
معامل الاحتكاك	0.32	0.27	0.23	0.20	0.18	0.17
ميلان السطح	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.09
الحد الأدنى لنصف القطر (م)	15	30	50	75	100	140

جدول رقم (3–5) الحد الأدنى لأنصاف الأقطار على المنحنى

ثانيا: المنحنيات الانتقالية(Transition Curves)

هو عبارة عن منحنى يتغير نصف قطره تدريجيا ونستخدم المنحنى الانتقالي في المنحنيات الدائرية التي يكون أقل من 30 ونستخدمه في الطرقات ذات السرعات العالية.



الشكل رقم (5-8) المنحنى الانتقالي

***فائدة المنحنى الانتقالي الأيسر:**

1.التمهيد لتقليل السرعة بالتدريج لتصبح مناسبة للمنحنى الدائري.

2 .التغير التدريجي لشكلCross Section من شكل مستقيم لمنحني.

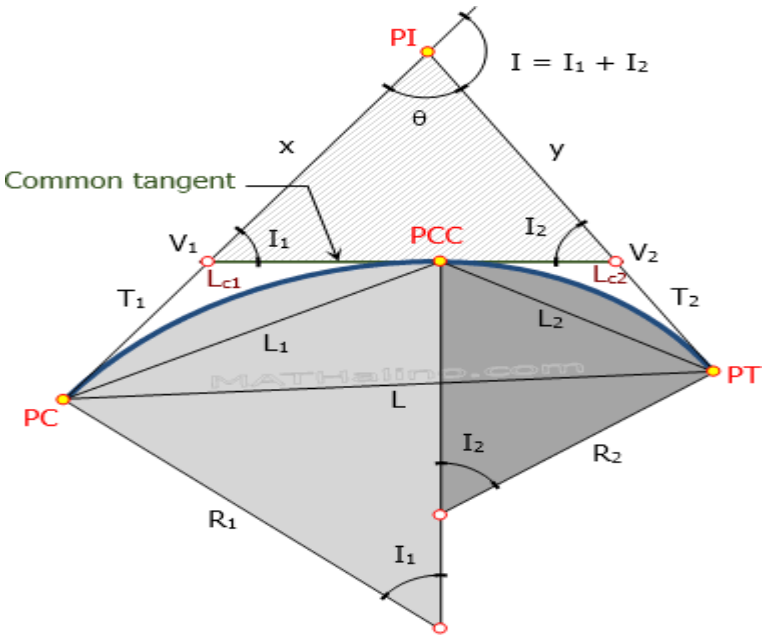
***فائدة المنحنى الانتقالي الأيمن:**

1.زيادة السرعة.

2.التغير التدريجي لشكل Cross Section من منحني لمستقيم.

ثالثا: المنحنيات المركبةCompound Curves

هو عبارة عن منحنيين بسيطين لديهم أنصاف أقطار مختلفة وبنفس الاتجاه.



الشكل رقم (5-9) المنحنى المركب

رابعا: المنحنيات العكسية reverse curves

هو عبارة عن منحنيين دائريين بسيطين مترابطين مع بعضهما مختلفان في قيمة أنصاف الأقطار ولديهم مراكز مختلفة.

2-3-5 المنحنيات الرأسية Vertical Curves

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

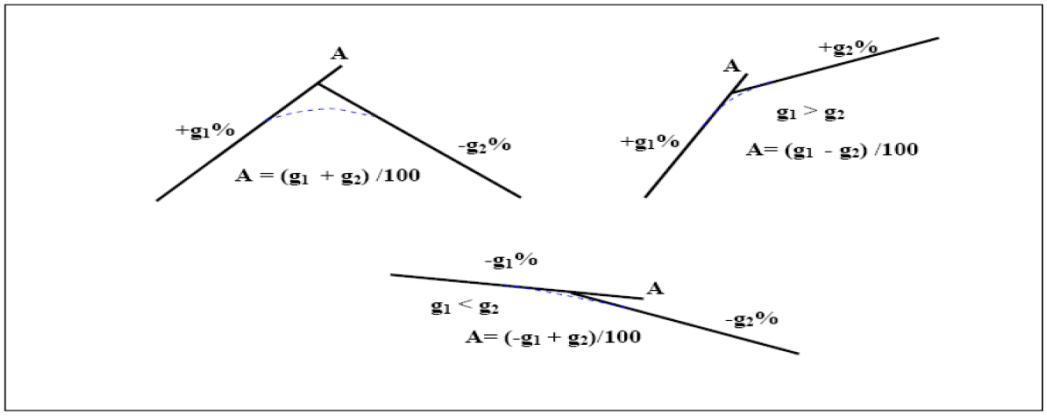
1- أن يكون الانتقال تدريجيا وسهلا.

2- تحقيق شروط الرؤية بحيث يستطيع السائق رؤية أي حاجز أمامه أو مركبة متحركة باتجاهه من مسافة كافية.

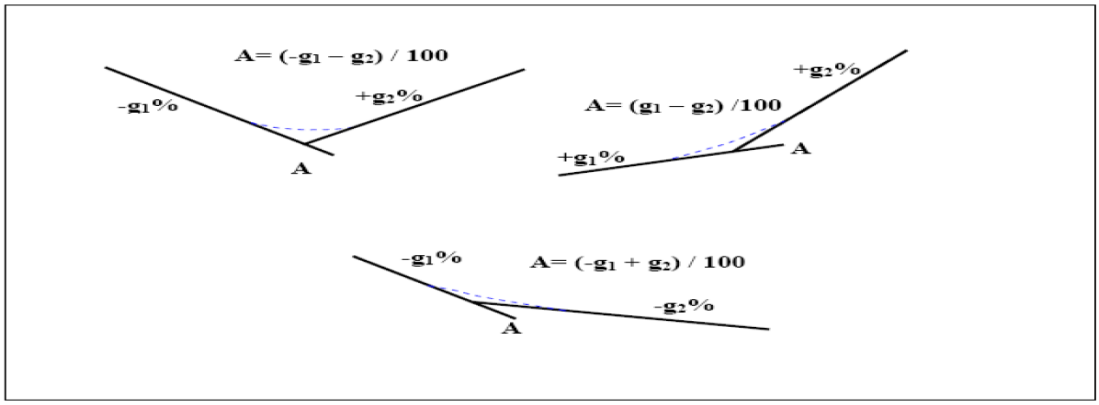
وتقسم المنحنيات الرأسية الى:

أولا: منحنى على شكل استدارة علوية (محدب) Crest

ثانيا: منحنى على شكل استدارة سفلية (مقعر) Sag

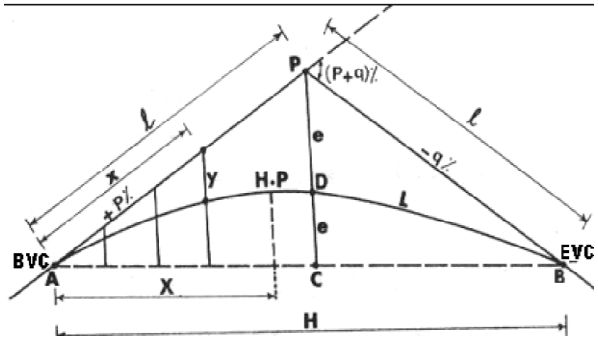


الشكل رقم (5-10) المنحنى الرأسي المحدب



الشكل رقم (5-11) المنحنى الرأسي المقعر

أما بالنسبة لأجزاء وعناصر المنحنى الرأسي:



الشكل رقم (5-12) عناصر المنحنى الرأسي

BVC: بداية المنحنى الرأسي.

P,q : نسبة الميل.

PI : نقطة تقاطع المنسوبين.

EVC: نهاية المنحنى الرأسي.

e: المسافة الخارجية المتوسطة.

H: طول القطع المكافئ.

X: الطول الأفقي إلى النقطة الأفقية على المنحنى الرأسي.

معادلات القطع المكافئ:

1- طول المنحنى الرأسي L يساوي مجموع طولي المماسين الخاصين بهذا المنحنى، حيث يكون طول المماس الخلفي يساوي l_1 وطول المماس الأمامي يساوي l_2

$$L=l_1+l_2 \quad \text{.....3.7}$$

2- الخط الرأسي المار من نقطة تقاطع المماسين ينصف الوتر AB ويكون PD ، بحيث أن PD = e = DC ، حيث C نقطة منتصف الوتر و D نقطة تقاطع الخط الرأسي من المنحنى وهذه النقطة أعلى أو أخفض نقطة في المنحنى في حالة المنحنيات المتناظرة.

3- وتر المنحنى AB يساوي مسقطه الأفقي H، ويساوي مجموع المماسين:

$$AB = H = 2*l = L \quad \text{.....3.8}$$

4- أطوال الأعمدة المأخوذة على المماس تتناسب مع مربعات المسافات المأخوذة على المماس المقاس من A (بالنسبة للمماس الخلفي) أو من B (بالنسبة للمماس الأمامي):

$$y = ax^2 \quad \text{.....3.9}$$

عندما يكون المماسان في اتجاهين مختلفين:

$$a = \frac{p+q}{400l}x^2 \quad \text{.....3.10}$$

عندما يكون المماسان في اتجاه واحد:

$$a = \frac{p-q}{400l}x^2 \quad \text{.....3.11}$$

أما بدلالة e :

عندما يكون المماس في اتجاهين مختلفين:

$$e = \frac{p+q}{400}l \quad \text{.....3.12}$$

عندما يكون المماس في اتجاه واحد:

$$e = \frac{p-q}{400}l \quad \text{.....3.13}$$

$$y = e\left(\frac{x}{y}\right)^2 \quad \text{.....3.14}$$

*** مقدار التقوس الرأسي K**

هو عبارة عن المسافة الأفقية التي تحدث تغيرا في الميل مقداره 1% (موجب أو سالب) وهي مرتبطة بالسرعة.

Speed		AASHTTO2004
kph	K(crest)	K(sag)
20	1	3
30	2	6
40	4	9
50	7	13
60	11	18
70	17	23
80	26	30
90	39	38
100	52	45
110	74	55
120	95	63
130	124	73

جدول رقم (5-4) قيمة الثابت k في المنحنيات الرأسية

$$K = {length}/{|p-q|} \quad \ldots\ldots\ldots 3.15$$

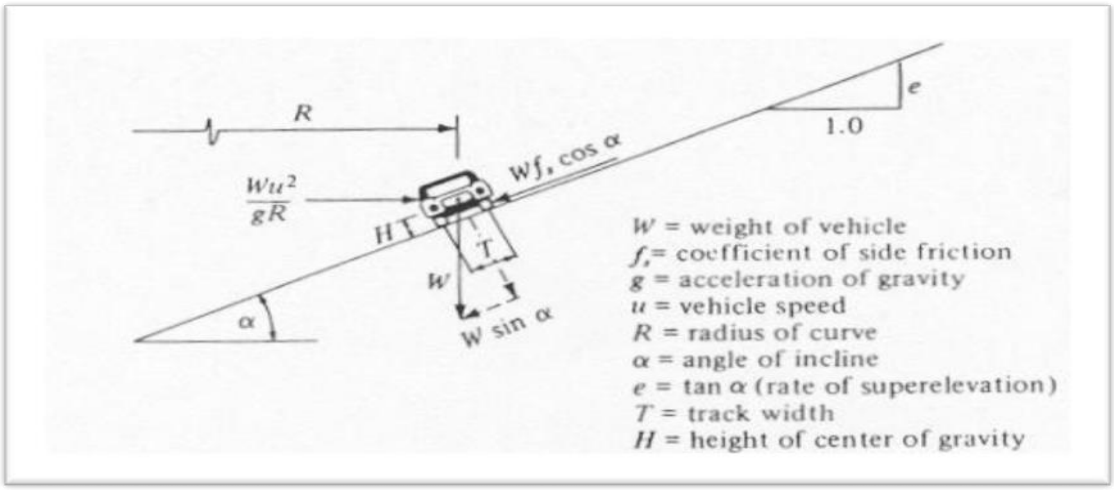
وهذه النسبة تقريبية ولكنها عمليا يؤخذ بها في تصميم الطرق السريعة والحضرية، وهي تعبر عن مدى انحناء المنحني الرأسي فكلما زادت قيمة K يصبح المنحنى الرأسي أقرب إلى الانبساط بمعرفة قيمة الانحناء الأمامي أو الميل الأمامي والخلفي يتم حساب طول المنحنى الرأسي من العلاقة (3.15).

5-4 القوة الطاردة المركزية :

هي قوة فيزيائية تظهر خلال حركة الأجسام بشكل دائري أو منحني بسبب ميلان الأجسام للبقاء في حالة اتزان.

وقد تكون من أهم القوى الكونية وذلك لتدخلها في اغلب المكونات المادية له، فتظهر هذه القوة جلية في الذرات من خلال حفاظها على الالكترونات في مداراتها حول النواة، والنتوء الاستوائي للأرض لها دور كبير فيه، كما تحافظ على القمر في مداره حول الأرض وتحول دون سقوطه فيها بسبب الجاذبية، كما أنها تساعد في الحفاظ على مكونات المجرة من نجوم ومنظومات منتشرة بشكل ثابت دون أن تتجمع في قلبها، والكثير الكثير من الظواهر الفيزيائية التي تلعب فيها دورا أساسيا.

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



ال

شكل رقم(5-13) القوة الطاردة المركزية

حيث أن:

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

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

$$P = \frac{wv^2}{gR} = \frac{mv^2}{R} \text{ .....3.16}$$

يمكن كتابة العلاقات الرياضية التالية:

$$\tan\alpha = P_1 = \left(\ \frac{mv^2}{r}\ \right)/(mg) = \frac{v^2}{gr} \text{ .....3.17}$$

حيث أن:

r. : نصف قطر المنحنى المتدرج في إحدى نقاطه

P1. : الميل العرضي لسطح الطريق ضمن الجزء الخاص بالمنحنى المتدرج

α : الزاوية الراسية.

5-5 (Super Elevation)التعلية :

هي عبارة عن رفع الحافة الخارجية للطريق وجعل منسوبها أعلى من منسوب الحافة الداخلية للطريق لمقاومة قوة الطرد المركزية التي تتسبب في انزلاق المركبة وقد تؤدي إلى انقلابها وقيمة هذا الميل الجانبي للطريق تتراوح من 4% – 7% وقد تصل إلى 12% حسب الأنظمة المختلفة المعمول بها في كل دولة.

ويمكن حساب قيمة التعلية وفقا للمعادلات التالية:

$$e + f = \frac{V^2}{gR} = \qquad e + f = \frac{(0.75 \times v)^2}{127 \times R} \text{ .....3.18}$$

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).

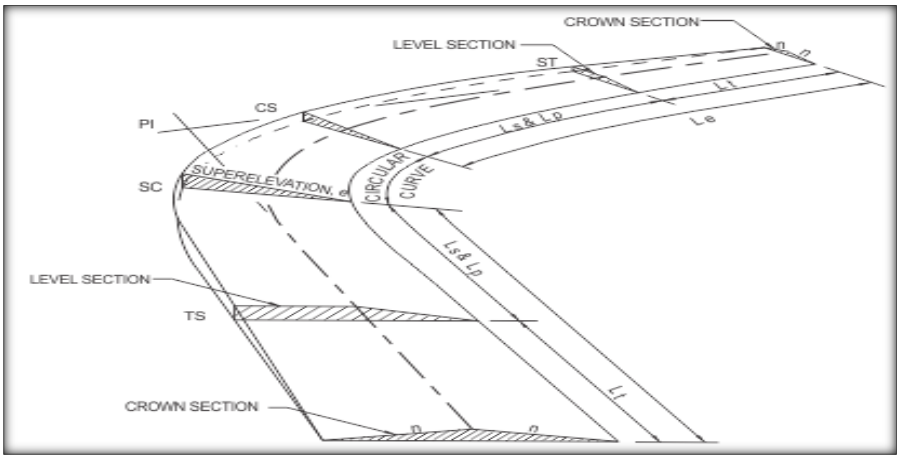
E : أقصى معدل رفع جانبي بالمتر (ارتفاع ظهر المنحنى).

f : هي معامل الاحتكاك الجانبي، وأقصى قيمة يمكن قبولها هي 0.16، فإذا كانت قيمة fأكبر من قيمة f max

فإننا نقوم بتثبيت قيم e,fعند قيمهم القصوى، ونحسب بالاعتماد عليهما قيمة السرعة المسموح بها، وتكون ملزمة لنا على المنحنى، ويتم تحديد السرعة على أساس قيمة f التي يتم حسابها من:

$$V = \sqrt{[127R(e\max + f\max)]} \quad \text{.....3.19}$$

والشكل التالي يظهر تطبيق التعلية على المنحنيات:



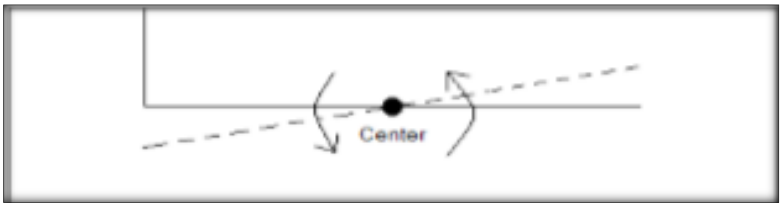
شكل (5-14) تطبيق التعلية على المنحنيات.

***طرق عمل التعلية:**

الطريقة الأولى (الدوران حول المركز):

في هذه الطريقة يبقى أحد جانبي الطريق ثابتا وليس المحور، حيث يتم تثبيت أحد جانبي الطريق ونعمل على رفع الجانب الأخر من الطريق حتى يساوي ارتفاع الجانب الأول من الطريق وبعد ذلك نستمر في رفع جانبي الطريق للوصول إلى الميلان المطلوب. يكون في هذه الطريقة (حفر وردم).

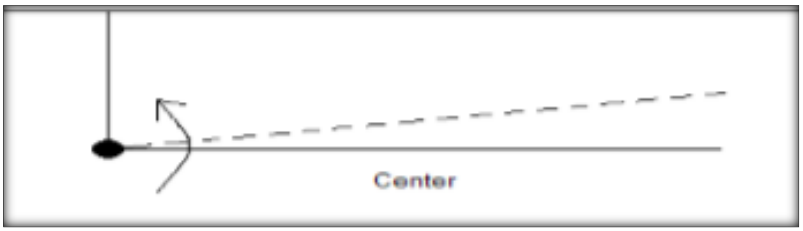
.



شكل رقم (5-15) الدوران حول المركز

الطريقة الثانية (الدوران حول الحافة الداخلية):

في هذه الطريقة يبقى أحد جانبي الطريق ثابتا وليس المحور، حيث يتم تثبيت أحد جانبي الطريق ونعمل على رفع الجانب الأخر من الطريق حتى يساوي ارتفاع الجانب الأول من الطريق وبعد ذلك نستمر في رفع جانبي الطريق للوصول إلى الميلان المطلوب. يكون في هذه الطريقة (ردم)..



الشكل رقم (5-16) الدوران حول الحافة الداخلية

الطريقة الثالثة (الدوران حول الحافة الخارجية):

في هذه الطريقة نعمل على انخفاض كامل سطح الطريق والدوران حول الحافة الخارجية حتى يصبح سطح الطرق على استقامة واحدة وبعد ذلك نستمر في الانخفاض للوصول إلى الميلان المطلوب.

يكون في هذه الطريقة (حفر).

الشكل رقم (5-17) الدوران حول الحافة الخارجية

الفصل السادس

النتائج والتوصيات

6-1 جداول كميات الحفر والردم

6-2 حسابات كميات الحفر والردم النهائية للمشروع

6-3 حساب كميات الاسفلت و طبقة الأساس (Base Course) للمشروع

6-4 التكلفة

6-3-1 تكلفة الحفر والردم

6-3-2 تكلفة طبقات الرصفة

6-3-3 التكلفة النهائية للمشروع

6-5 التوصيات

Start Sta: 0+000.000

End Sta: 1+943.71

Total Volume Table						
Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
0+000.00	1.34	6.04	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.00	1.04	18.04	23.87	240.84	23.87	240.84
0+040.00	0.55	43.75	15.91	617.91	39.77	858.75
0+060.00	0.01	53.82	5.31	1059.97	45.09	1918.71
0+080.00	0.00	81.53	0.13	1367.50	45.22	3286.21
0+100.00	0.00	87.84	0.00	1693.63	45.22	4979.84
0+120.00	0.00	96.60	0.00	1844.36	45.22	6824.21
0+140.00	0.00	80.91	0.00	1916.67	45.22	8740.87
0+160.00	0.00	77.40	0.00	1583.11	45.22	10323.98
0+180.00	0.03	72.17	0.28	1495.70	45.49	11819.68
0+200.00	3.63	56.75	36.54	1289.24	82.03	13108.92
0+220.00	6.86	62.79	102.80	1245.32	184.83	14354.24
0+240.00	5.63	62.24	122.28	1310.51	307.11	15664.75
0+260.00	6.68	74.48	123.17	1367.25	430.29	17032.00
0+280.00	5.90	74.32	125.86	1487.98	556.15	18519.98
0+300.00	4.69	77.12	105.94	1514.41	662.09	20034.39
0+320.00	2.39	91.22	70.12	1720.58	732.21	21754.96
0+340.00	0.51	103.41	28.63	1991.77	760.84	23746.73
0+360.00	0.00	122.16	5.07	2255.75	765.90	26002.48
0+380.00	0.36	128.62	3.58	2507.82	769.48	28510.31

Total Volume Table						
Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
0+400.00	0.00	119.56	3.58	2481.80	773.06	30992.11
0+420.00	0.18	102.18	1.82	2217.44	774.87	33209.55
0+440.00	1.04	67.22	12.21	1694.02	787.08	34903.57
0+460.00	2.26	66.76	33.03	1339.78	820.12	36243.35
0+480.00	3.17	83.87	53.45	1548.74	873.57	37792.08
0+500.00	8.95	70.83	121.22	1547.02	994.79	39339.10
0+520.00	12.78	24.97	217.32	957.97	1212.11	40297.08
0+540.00	17.15	0.07	299.36	250.38	1511.47	40547.46
0+560.00	11.52	7.11	286.70	71.81	1798.16	40619.27
0+580.00	16.31	6.65	278.29	137.59	2076.46	40756.86
0+600.00	20.23	10.58	372.24	164.89	2448.70	40921.75
0+620.00	15.97	22.85	374.99	300.88	2823.69	41222.63
0+640.00	10.70	35.66	267.64	579.41	3091.34	41802.04
0+660.00	6.18	51.91	168.78	875.67	3260.12	42677.71
0+680.00	8.83	57.92	150.07	1098.32	3410.18	43776.03
0+700.00	10.64	65.94	194.68	1238.61	3604.87	45014.64
0+720.00	5.79	66.90	164.31	1328.38	3769.17	46343.02
0+740.00	0.14	111.82	59.26	1787.17	3828.43	48130.19
0+760.00	0.15	129.91	2.78	2499.03	3831.21	50629.22
0+780.00	0.00	136.78	1.66	2558.94	3832.87	53188.16

Total Volume Table						
Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
0+800.00	0.79	138.58	7.98	2753.63	3840.85	55941.79
0+820.00	0.34	142.17	11.36	2807.57	3852.21	58749.36
0+840.00	0.02	129.34	3.66	2715.09	3855.87	61464.45
0+860.00	1.70	100.43	15.80	2598.60	3871.67	64063.05
0+880.00	3.38	73.94	50.19	1790.37	3921.86	65853.42
0+900.00	16.92	81.04	203.05	1549.75	4124.91	67403.17
0+920.00	20.90	56.13	378.21	1371.65	4503.12	68774.82
0+940.00	34.38	52.80	578.53	879.35	5081.66	69654.16
0+960.00	40.14	8.93	745.22	617.37	5826.88	70271.53
0+980.00	40.87	11.00	810.07	199.33	6636.95	70470.87
1+000.00	39.68	44.63	819.14	503.96	7456.08	70974.83
1+020.00	32.87	52.65	725.55	972.74	8181.64	71947.57
1+040.00	34.28	36.86	671.59	895.10	8853.22	72842.67
1+060.00	31.29	60.25	655.74	971.19	9508.96	73813.86
1+080.00	33.20	47.66	644.86	1079.12	10153.82	74892.98
1+100.00	35.31	68.65	685.03	1163.12	10838.86	76056.10
1+120.00	36.73	72.46	727.77	1376.94	11566.63	77433.04
1+140.00	13.34	87.01	505.02	1564.39	12071.65	78997.43
1+160.00	17.12	57.26	304.57	1442.76	12376.22	80440.20
1+180.00	19.24	58.98	369.22	1084.36	12745.44	81524.56

Total Volume Table						
Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
1+200.00	16.13	65.63	360.09	1160.21	13105.53	82684.77
1+220.00	13.51	34.84	296.37	1004.61	13401.90	83689.39
1+240.00	4.36	63.89	178.71	987.27	13580.61	84676.66
1+260.00	0.00	76.48	44.74	1351.49	13625.34	86028.15
1+280.00	0.00	115.32	0.00	2091.03	13625.34	88119.18
1+300.00	0.00	99.05	0.00	2143.74	13625.34	90262.91
1+320.00	0.00	76.87	0.00	1759.20	13625.34	92022.12
1+340.00	1.12	86.06	11.24	1629.32	13636.58	93651.43
1+360.00	4.55	97.34	56.76	1834.08	13693.34	95485.52
1+380.00	8.82	99.90	136.88	1837.58	13830.22	97323.09
1+400.00	7.32	88.73	164.39	1778.85	13994.61	99101.94
1+420.00	14.85	62.71	221.70	1514.36	14216.31	100616.31
1+440.00	28.87	12.79	416.18	1171.11	14632.50	101787.42
1+460.00	9.22	66.97	380.84	797.63	15013.34	102585.05
1+480.00	8.80	98.81	190.08	1340.47	15203.42	103925.52
1+500.00	2.39	149.23	112.48	2450.69	15315.89	106376.21
1+520.00	0.91	142.69	32.98	2919.29	15348.88	109295.50
1+540.00	2.34	132.09	32.48	2747.88	15381.36	112043.37
1+560.00	7.13	115.02	100.91	2202.16	15482.27	114245.53
1+580.00	17.85	93.99	249.76	2090.12	15732.03	116335.65

Total Volume Table						
Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
1+600.00	39.74	83.60	575.87	1775.90	16307.90	118111.55
1+620.00	75.82	83.97	1155.55	1675.72	17463.45	119787.27
1+640.00	80.30	98.20	1561.22	1821.72	19024.66	121608.98
1+660.00	76.84	66.54	1339.97	1761.12	20364.63	123370.10
1+680.00	89.17	67.93	1582.77	1380.97	21947.40	124751.07
1+700.00	82.50	100.50	1716.63	1684.32	23664.03	126435.39
1+720.00	85.56	92.05	1680.61	1925.51	25344.64	128360.89
1+740.00	78.58	85.95	1641.41	1780.01	26986.05	130140.90
1+760.00	50.20	94.12	1287.77	1800.68	28273.82	131941.57
1+780.00	36.84	151.78	870.43	2458.93	29144.25	134400.51
1+800.00	31.69	93.37	676.85	2478.94	29821.10	136879.44
1+820.00	15.22	108.99	444.74	2122.53	30265.83	139001.97
1+840.00	3.16	119.55	183.77	2285.40	30449.60	141287.37
1+860.00	0.92	118.05	45.36	2005.07	30494.96	143292.45
1+880.00	0.00	140.90	9.24	2589.55	30504.20	145881.99
1+900.00	0.00	136.32	0.00	2772.19	30504.20	148654.18
1+920.00	0.99	106.36	9.90	2426.77	30514.10	151080.96
1+940.00	0.00	101.45	11.81	1240.41	30525.91	152321.36
1+943.71	0.00	102.96	0.00	379.29	30525.91	152700.65

الشكل رقم (6-1) جداول كميات الحفر والردم

2-7 حسابات كميات الحفر والردم النهائية للمشروع

الحجم الكلي للحفر = 152700.65* 1.1 (حيث 1.1 معامل الانتفاخ للتربة)

= 167970.715 متر مكعب

الحجم الكلي للردم = 30525.91 * 1.1

= 33578.50 متر مكعب

3-7 حساب كميات الاسفلت و طبقة الأساس (Base Course) للمشروع

يبلغ طول الطريق حوالي 1800 متر وكما تم حساب سمك الطبقات في الفصل الرابع حيث كانت النتيجة أن سمك طبقة الإسفلت= 12 سم، وسمك طبقة البيسكورس= 24 سم، و كثافة طبقة الإسفلت 2.24 غم/ سم^3، و كثافة طبقة الأساس 2.14 غم/ سم^3 حيث سيتم حساب تكلفة طبقة الإسفلت على طول الطريق.

وتحسب مساحة المسارب كما يلي:

مساحة المسارب = طول الطريق * عرض المسارب (مسربين)

مساحة المسارب = 1800م * (2*3.6)

= 12960 م^2

بعد معرفة مساحة المسربين سوف يتم حساب حجم الإسفلت والبيسكورس كما يلي:

حجم الإسفلت = مساحة المسارب × سمك طبقة الإسفلت

= 12960 م^2 * 0.12 = 1555.2 م^3

حجم طبقة الاساس = مساحة المسارب × سمك طبقة الاساس

= 12960 م^2 * 0.24 = 3110.4 م^3

6-3 التكلفة

6-3-1 تكلفة الحفر والردم:

سعر المتر المكعب للحفر =4.8$

سعر المتر المكعب للردم=5.5$

***تكلفة الحفر = حجم الحفر الكلّي * سعر المتر المكعب للحفر**

167970.715*4.8$= 806259.432 $

***تكلفة الردم = حجم الردم الكلّي * سعر المتر المكعب للردم**

33578.50*5.5$=184681.75 $

تكلفة الحفر والردم الكلّي= تكلفة الحفر + تكلفة الردم

184681.75 $+806259.432 $=990941.182

6-3-2 تكلفة طبقات الرصفة:

وزن الإسفلت = حجم الإسفلت*كثافة الإسفلت

3483.648 طن=2.24*1555.2

سعر واحد طن من الإسفلت المشغول =35$

***تكلفة الإسفلت = وزن الإسفلت *سعر الطن الواحد من الإسفلت**

121927.68 $ =3483.648 *35

وزن البيسكورس = حجم البيسكورس *كثافة البيسكورس

=3110.4*2.14

=6656.256 طن

سعر واحد طن من البيسكورس المشغول = 7$

***تكلفة البيسكورس = وزن البيسكورس* سعر الطن الواحد من البيسكورس**

= 7$*6656.256

= 46593.792 $

التكلفة الكلية للرصفة = تكلفة الإسفلت + تكلفة البيسكورس

=168521.472

7-3-3 التكلفة المستقبلية لصيانة الطريق

بما أن الطبقة الوحُدة التَّي من الممكن العمل علًيها هَي طبقة الإسفلت إذا فإن أعمال الصيانة تتم علًيها كالتالَي :-

بعد الرجوع إلى البلدًية لمعرفة التكلفة لصيانة المتر المربع من الإسفلت مع الأدوات و الأًيدي العاملة فكانت هذه القيًمة 14$

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

12960*14

181440 $ =

7-3 -4 يوجد هناك جبة حجرًية على الأرصفة وعلى الجزًرة الوسطًية ، حًيث تحسب الجبة بالمتر الطولَي لذلك تكون كمًية الجبة الحجرًة اللازمة لهذا المشروع كما يلًي :

سعر المتر الطولي 4$

=1800*4

$7200

6-3-3 التكلفة النهائية للمشروع

البند	الوصف	الوحدة	السعر	الكمية	الاجمالي
أولا: الأعمال الترابية					
1.1	أعمال الحفر (لزوم أعمال الطريق والأرصفة والخدمات للوصول الى المناسيب المطلوبة وأجور النقل والمخططات التنفيذية	م^3	4.8$	167970.715	806259.432 $
2.1	أعمال الردم (لزوم التوريد والرش والدمك على تربة صالحة ناتجة من الحفر طبقا للمخططات التنفيذية والمواصفات)	م^3	5.5$	33578.50	184681.75 $
مجموع الأعمال الترابية=$ 990941.182					
ثانيا: أعمال طبقة الأساس					
1.2	أجور تكاليف وفرد ودحل وتوريد طبقة الأساس وعمل الفحوصات اللازمة حسب المخططات التنفيذية والمواصفات	م^2	$7	3110.4	46593.792 $
ثالثا:أعمال الاسفلت					
1.3	توريد ورش ودحل طبقة الاسفلت وعمل الفحوصات اللازمة حسب المخططات وتحت اشراف المهندس المشرف	م^2	35$	1555.2	121927.68 $
رابعا: أعمال الصيانة					
1.4	صيانة الطريق حسب المواصفات والمخططات	م^3	$14	12960	181440$
5.أعمال الأرصفة					
1.5	توريد وتركيب أحجار جبه(شك) مسبقة الصب بحجم(20*22*100) وعمل كل ما يلزم حسب المواصفات والمخططات التنفيذية حسب المهندس المشرف	متر طولي	4$	1800	7200 $

تكلفة المشروع $ 1348102.654

جدول رقم (6-1)حساب تكلفة المشروع

6-5 التوصيات:

1- يتم رصف طبقة الإسفلت على مرحلة بسماكة 12 سم حسب المواصفات.

2- يتم فرد ودمك طبقة الأساس على طبقتين سمك كل طبقة 12 سم حسب المواصفات.

3- يمنع سير المركبات على طبقة الإسفلت قبل مرور 24 ساعة من وقت فردها لكي لا تنهار هذه الطبقة.

4- مراعاة كمية الحفر والردم الناتجة من المشروع بحيث تقليل التكاليف إلى أدنى ما يمكن.

5- نحث الجامعة على التواصل الدائم مع المؤسسات الحكومية والغير حكومية للرقي بالمستوى العام للخريجين وللحصول على مشاريع مناسبة.

6- دعوة الجامعة لعمل دورات تدريبية للطلبة للوصول إلى مستوى أعلى وخاصة من الناحية التكنولوجية والبرامج الحديثة.

7- الحرص على وجود مشاريع مشتركة ما بين الأقسام المختلفة في كلية الهندسة للوصول إلى التكامل المناسب.