بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة

مشروع تخرج بعنوان

إعادة تصميم وتأهيل طريق زيف في مدينة يطا

مقدم إلى دائرة الهندسة المدنية في كلية الهندسة

للوفاء بجزء من متطلبات الحصول على

درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص هندسة المساحة والجيوماتكس

فريق العمل:

محمد حراحشة مؤيد حساسنة أدهم ابحيص

إشراف:

م. معتز قفيشة

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل – فلسطين

2024-2023 م

مشروع تخرج بعنوان

إعادة تصميم وتأهيل طريق زيف في مدينة يطا

فريق العمل:

محمد حراحشة مؤيد حساسنة أدهم ابحيص

إشراف:

م. معتز قفيشة

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

توقيع مشرف المشروع توقيع رئيس الدائرة

....

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل – فلسطين

2024-2023 م

الإهداء

لله الحمد من قبل ومن بعد، أحمده حمداً كثيراً على جميل فضله وكثير آلائه. الحمد الله في سري وفي علني.

بأبي وأمي أنت يا خير الورى ... وصلاة ربي والسلام مُعَطرا

يا خاتم الرسل الكرام محمدا ... بالوحي والقرآن كنت مُطَهرا

لك يا رسول الله صدقُ محبة ... وبفَيْضها شهد اللسان وعبرا

أما بعد،

حين أقف اليوم على عتبات التخرج، وأرسم بأناملي الأمل وأرى البسمة وقد ارتسمت لتعانق فضاء روحي، أعيد العدَّ إلى الوراء لأتذكر تلك السنين التي تابعت خطواتي خطوة خطوة.

حينها، أتذكر حروفاً أضاءت، ومشاعل علم استحقت أن تنير دربي أو بالأحرى تشرف دربي بإنارتها له. اليوم أتقلد الفخر وتقلدُني هي النجاح.

وها نحن اليوم بتوفيق من الله وتيسير منه نطوي سهر الليالي وتعب الأيام وخلاصة مشوارنا بين دفتي هذا العمل المتواضع، ونُهدي هذا الإنجاز

إلى منارة العلم والإمام المصطفى إلى الأمي الذي علم العالمين إلى سيد الخلق إلى رسولنا الكريم سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم.

وإلى من هم أكرم منا جميعاً من رووا بدمائهم الزكية ثرى الأرض الطهور فلسطين، وإلى الذين قضوا زهرات حياتهم في سجون المحتلين.

إلى من كان دعاؤهم سر نجاحنا وبلسم جراحنا ... إلى يَنبوع الأمل والتفاؤل في حياتنا... إلى كل من في الوجود بعد الله ورسوله... والدينا الحبيبين.

إلى سندنا وقوتنا ... إلى من أظهروا لنا ما هو أجمل من الحياة ... إلى حلو الحياة رَغم مرارتها ... إلى من نفتخر بوجودهم معنا ... إخوتِنا الأعزاء.

إلى من لم يبخلوا علينا بحبهم وودهم.... إلى أشخاص طيبين لن يكررهم التاريخ ... إلى أطيب من في الوجود... الأهل والأقارب كل باسمه ولقبه.

إلى الذين لم يبخلوا علينا بالنصح والإرشاد، وكانوا خير سند لنا في كل خطوة نخطوها، إلى من تذوقنا معهم أجمل اللحظات ... إلى من ولدتهم لنا الأيام.... الزملاء والزميلات.

إلى من علمونا حروفاً من ذهب ... وكلمات من درر ... أساتذتنا الكرام.

نُهدي لكم جميعاً مشروعنا هذا، آملين أن ينال إعجابكم.

الشكر والتقدير

تيمناً بما علمنا رسولنا محمد صلوات ربي وسلامه عليه، حيث قال:" من صنع إليكم معروفاً فكافئوه، فإن لم تجدوا ما تكافئوه به فادعوا له حتى تروا أنكم قد كافأتموه".

فإني أكافئكم بهذه الكلمات التي لا توافي شكركم.

إلى من علموني معنى التحدي والإصرار والعزيمة، إلى بريق الأمل والتفاؤل في حياتي، إلى من حصدوا الأشواك عن دربي ليمهدوا لي طريق العلم، إلى القلوب الطاهرة والنفوس البريئة.

أبي الغالي وأمي الحبيبة وإخوتي وأخواتي الأعزاء.

إلى أصدقائنا الذين قضينا معهم أجمل سنين عمرنا.

ونتقدم بجزيل الشكر وعظيم العرفان للأستاذ الفاضل معتز قفيشة الذي لم يتوان في تقديم يد العون لنا، في مختلف مراحل إعداد هذا المشروع، ونشكره على ملاحظاته وتوجيهاته، التي حرصنا على الأخذ بها، والاستفادة منها، فله منّا جزيل الشكر والعرفان.

كما نتقدم بجزيل الشكر إلى دائرة الهندسة المدنية الممثلة في رئيسها الدكتور القدير غادي زكارنة، وجميع أعضاء الطاقم التدريسي فيها كل باسمه ولقبه، فلكم منّا جزيل الشكر والعرفان.

ولا يسعني وانا على أعتاب التخرج إلا أن أقدم عملي ونتاج تعبي وثمرة جهدي لطلاب غزة العزة الذين كانوا على وشك تحقيق طموحاتهم ونيل شهاداتهم إلا أنهم نالوا شهادات العلا من الجنة.

وأسأل الله أن يجعل عملي خالصاً لوجهه الكريم وأن يستعملنا في خدمة إخوتنا المستضعفين في كل مكان.

Abstract:

Road networks are vital infrastructures that aid the nation's flourishing and development. However, many main roads in Palestine suffer from a lack of suitable structural and geometrical design. In This project, we aim to design and rehabilitate the road called (Zeif Road), which links the city of Yatta with Street 60 and is considered the main city entrance to the city of Yatta from the northern side. It also constitutes a solution to the traffic jam existing in the center of the town. Because the road also joins the city of Yatta to the city of Hebron and neighboring villages.

In this project, all survey applications necessary for road projects will be made, in addition to designing road engineering and construction in terms of the establishing of retaining walls and others and finding solutions to rainwater drainage problems, taking into account the security and safety rules from several perspectives including road users, pedestrians, and vehicles.

الملخص:

يهدف المشروع الى إنشاء وتصميم واعادة تأهيل الطريق المسمى (طريق زيف) والذي يربط مدينة يطا مع شارع 60، ويشكل المدخل الشمالي لمدينة يطا، كما يشكل حل للازمة الموجودة في وسط البلدة لأن الطريق أيضا يصل مدينة يطا بمدينة الخليل والقرى المجاورة.

سيتم في هذا المشروع عمل جميع التطبيقات المساحية اللازمة لمشاريع الطرق بالإضافة الى تصميم الطريق هندسياً وانشائياً من ناحية وجود جدران استنادية وما الى ذلك، وايجاد حلول لمشاكل تصريف مياه الامطار، مع مراعاة قواعد الامن والسلامة لمستخدمي الطريق من مشاة ومركبات .

الصفحات التمهيدية

الإهداء : III

الشكر والتقدير : IV

الملخص باللغة الانجليزية :..... V

الملخص باللغة العربية: VI

فهرس المحتويات :..... VII

قائمة الأشكال :..... XII

قائمة الجداول :..... XIV

فهرس المحتويات

الفصل الأول : المقدمة

1-1 نظرة عامة :..... 1

2-1 لمحة عن مدينة يطا :..... 3

1-2-1 تاريخ البلدة : 4

2-2-1 المناخ :..... 4

3-1 أهمية الطرق في مجالات التنمية الحيوية 4

4-1 فكرة المشروع : 5

5-1 منطقة المشروع : 5

6-1 صورة جوية عامة للشارع والمنطقة :..... 6

7-1 هيكلية البحث :..... 7

8-1 أهداف وأهمية المشروع : 7

9-1 طريقة منهجية البحث :..... 8

10-1 الدراسات السابقة :..... 8

11-1 الاجهزة المساحية والبرامج المستخدمة : 8

12-1 الجدول الزمني : 9

الفصل الثاني : الأعمال المساحية

2-1 مقدمة : 11

2-2 دراسة المخططات : 11

2-3 الأعمال الاستطلاعية : 11

2-4 مرحلة الرفع التفصيلي : 12

2-5 النقاط المرجعية (control points) : 12

2-6 نظام تحديد الموقع بالاقمار الصناعية (GNSS) : 13

2-6-1 مكونات نظام تحديد المواقع : 13

2-6-2 دور الاقمار الصناعية في تحديد المواقع : 14

2-6-3 طريقة عمل النظام : 14

2-6-4 مصادر الاخطاء في نظام (GNSS-GPS) : 14

2-6-5 طرق الرصد : 15

الفصل الثالث : المشاكل و العوائق في الطريق

3 -1 مقدمة : 17

3-1-1 اصناف الطرق : 17

3-2 تشخيص المشاكل ووضع الحلول اللازمة : 18

3 -2-1 وجود الإسفلت على مستويات مختلفة : 18

3-2-2 وجود الأرصفة والجزر الوسطية بشكل متهالك وغير منتظم على طول الطريق : 19

3-2-3 وجود حفر بكثرة في الطريق: 20

3-2-4 تشقق الإسفلت في الطريق: 21

3-2-5 عدم وجود اشارات ارشادية وتحذيرية على الطريق: 22

3-2-6 تجمع مياه الأمطار في الطريق وعدم تصريفها: 23

الفصل الرابع : العد المروري

4-1 حجم المرور: 24

4-1-1 مقدمة: 24

4-1-2 الهدف من دراسة احجام المرور : 24
4-1-3 مفاهيم اساسية : 25
4-1-4 عربات التصميم : 26
4-1-5 تعداد المركبات :..... 28
4-1-5-1 فترات التعداد : 28
4-1-5-2 انواع التعداد على الطريق :..... 28
4-1-5-3 طرق حصر (تعداد) المرور : 28
4-2 حسابات العد المروري : 29
4-2-1 طريقة ترتيب العد : 29
4-2-2 العد المروري الخاص بالمشروع بالاضافة للحسابات الخاصة بالعد:.....29

الفصل الخامس : التصميم الانشائي للطريق والفحوصات المخبرية

5-1 مقدمة :..... 32
5-2 الانواع الرئيسة للرصف: 32
5 -2 -1 الرصف المرن. : 32
5 -2 -1-1 طبقات الرصف المرن:..... 32
5-3 الفحوصات المخبرية على طبقات الرصفة :..... 34
5-3-1 تجربة بروكتور المعدلة (Modify proctor Test) :..... 34
5-3-2 نسبة تحمل كاليفورنيا (California Bearing Ratio) :..... 38
5-4 تصميم الرصفة المرنة: 45
5-4-1 حساب قيمة (Equivalent Accumulated 18000 Single Axle Load(ESAL. 45
5-4-1-1 الحمل المكافئ لمحور مفرد : 45
5-4-1-2 معامل حمل المحور المكافئ : 45
5-4-2 حساب سماكة طبقات الرصف: 50

الفصل السادس : خدمات الطريق

6-1 مقدمة : 55

6-2 علامات المرور على الطريق (Traffic Marking) : 55

6-2-1 أهداف علامات المرور: 55

6-2-2 الشروط الواجب توافرها في العلامات : 56

6-2-3 أنواع علامات المرور : 56

6-2-3-1 الخطوط 56

6-2-3-2 الكلمات 57

6-2-3-3 الأسهم 57

6-2-3-4 اللون 57

6-2-3-5 المواد العاكسة 57

6-2-3-6 الإشارات 57

6-2-3-6-1 الهدف من الإشارات 57

6-2-3-6-2 أنواع الإشارات 57

6-2-3-6-3 مواصفات الإشارات 58

6-3 الإنارة على الشوارع والطرق :..... 62

6-3-1 فوائد الانارة :..... 62

6-3-2 مواصفات الإنارة :..... 62

6-3-2-1 ارتفاع أعمدة الإنارة : 63

6-3-2-2 المسافة بين أعمدة الإنارة : 63

6-4 المواقف : 64

6-4-1 أهمية المواقف : 64

6-4-2 انواع المواقف :..... 64

6-4-2-1 مواقف على الشارع :..... 64

6-4-3 تطوير المواقف :..... 65

الفصل السابع : التصميم الهندسي للطريق

7-1 مقدمة : 66

7-2 أسس التصميم الهندسي للطريق : 66

7-3 المنحنيات : 73

7-3-1 المنحنيات الأفقية : 73

7-3-2 المنحنيات الرأسية : 76

7-4 القوة الطاردة المركزية : 79

7-5 التعلية (Super Elevation) : 80

7-5-1 الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق (التعلية) : 82

7-6 التقاطعات : 83

7-7 طبقات الشارع (الرصفات) : 83

7-7-1 أنواع الرصفات : 83

7-7-1-1الإسفلتية أو المرنة (Flexible Pavements) : 83

7-7-2 عوامل التصميم (Design Factors) : 84

الفصل الثامن : تصريف مياه الامطار

8-1المقدمة : 85

8-2 متطلبات تصريف مياه الأمطار : 86

8-3 أنواع تصريف مياه الامطار : 86

8-3-1 التصريف السطحي : 86

8-3-1-1 تجميع المياه السطحية : 86

8-4 كمية الأمطار : 86

8-5 تصميم قناة التصريف : 89

الفصل التاسع : حساب الكميات والنتائج والتوصيات

9-1المقدمة : 91

9-2 النتائج: 91

9-3 حساب تكلفة الطريق : 92

9-3-1 حساب تكلفة الحفر والردم: 92

9-3-2 حساب تكلفة طبقات الرصفة : 92
9-3-3 حساب تكلفة الجبة الحجرية على الارصفة والجزيرة الوسطية :..... 93
9-3-4 حساب تكلفة الارصفة والجزر الوسطية: 93
9-3-5 حساب تكلفة قناة تصريف مياه الامطار : 93
9-3-6 حساب تكلفة المستقبلية لصيانة الطريق : 94
9-3-7 حساب تكلفة إشارات المرور التحذيرية والارشادية : 94
9-3-8 حساب تكلفة وحدات الإنارة على الطريق : 94
9-4 التوصيات : 95

قائمة الاشكال :

شكل (1-1) : صورة لمدينة يطا : 3
شكل (2-1) : صورة جوية للشارع والمنطقة :..... 6
شكل (1-2) : منظومة الاقمار الصناعية في مدارتها حول الارض: 13
شكل (1-3) : انواع الطرق الحضرية: 17
شكل (2-3) : وجود الإسفلت على مستويات مختلفة : 18
شكل (3-3) : جزر وسطية غير صالحة:..... 19
شكل (4-3) : وجود حفر بالطريق: 20
شكل (5-3): عيوب التشققات في الطريق: 21
شكل (1-4) : أنواع المركبات والأحمال الواقعة على محاورها: 27
شكل (1-5) :طبقات الرصف المرن:..... 33
شكل (2-5) :العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة لعينة (base course) : 37
شكل (3-5) : العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة لعينة (sub grade course):..... 38
شكل (4-5) : الجهاز المستخدم في تجربة (CBR) :..... 40
شكل (5-5) : العلاقة بين الغرز والمقاومة عند 65 ضربة لطبقة (base course):..... 42
شكل (6-5) : العلاقة بين الغرز والمقاومة عند 65 ضربة لطبقة (sub grade course): 44
شكل (7-5) :S-soil support value : 51
شكل (8-5) : قيمة المعامل SN 52
شكل (1-6) : أنواع الخطوط في علامات المرور:..... 56

شكل (2-6) : مفهوم إشارات المرور: 59
شكل (1-7) : مقطع عرضي لطريق زيف من 4 حارات مع جزيرة وسطية وأرصفة : 68
شكل (2-7) : الميول الطولية : 69
شكل (3-7) : كتف الطريق : 70
شكل (4-7) : الأطاريف : 70
شكل (5-7) : الأرصفة : 71
شكل (6-7) : الجزر الفاصلة : 72
شكل (7-7) : الجدران الاستنادية : 72
شكل (8-7) : عناصر المنحنى الدائري البسيط : 73
شكل (9-7) : المنحنى الإنتقالي : 75
شكل (10-7) : المنحنى الرأسي المحدب : 76
شكل (11-7) : المنحنى الرأسي المقعر: 76
شكل (12-7) : عناصر المنحنى الرأسي : 77
شكل (13-7) : تأثير القوة الطاردة عن المركزية على المركبات : 79
شكل (14-7) : التعلية : 80
شكل (15-7) : تطبيق التعلية على المنحنيات : 81
شكل (16-7) : الدوران حول المحور: 82
شكل (17-7) : الدوران حول الحافة الداخلية : 82
شكل (18-7) : الدوران حول الحافة الخارجية : 82
شكل (1-8) : كثافة الامطار : 88
شكل (2-8) : قناة صرف مياه الأمطار على عرض الطريق: 90

قائمة الجداول :

جدول (1-1) : الجدول الزمني لمقدمة المشروع: 9

جدول (1-2) : الجدول الزمني لمشروع التخرج: 10

جدول (1-4) : سعة الطريق حسب مواصفات (AASHTO): 26

جدول (2-4) : الأبعاد الرئيسية للمركبات حسب مواصفات (AASHTO): 27

جدول (3-4) : التعداد المروري اليومي لمدة اسبوع 29

جدول (4-4) : متوسط عدد المركبات لكل ساعة حسب النوع : 30

جدول (5-4) : معاملات انواع المركبات وفقا للمواصفات الاردنية: 30

جدول (6-4) قيم K وD العامة : 31

جدول (1-5) الكثافة الرطبة لعينة (base course) : 36

جدول (2-5) الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة لعينة (base course) : 36

جدول (3-5) الكثافة الرطبة لعينة (sub grade) : 37

جدول (4-5) قيم الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة لعينة (sub grade) : 38

جدول (5-5) يوضح بعض قيم (CBR) : 39

جدول (6-5) المواصفات المطلوبة لنسبة تحميل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والاردن : 39

جدول (7-5) حساب نسبة التحمل (CBR) : 40

جدول (8-5) العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 65 ضربة لطبقة (base course) : 41

جدول (9-5) العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 65 ضربة لطبقة (sub grade) : 43

جدول (10-5) نسبة كاليفورنيا لكل طبقة : 44

جدول (11-5) نسبة مركبات النقل في الحارات التصميمية (fd) : 46

جدول (12-5) معامل النمو (Gf): 47

جدول (13-5) تحويل اوزان المركبات الى احمال قياسية (Load Equivalency Factor) : 48

جدول (14-5) متوسط عدد المركبات ونسبة المركبات لكل ساعة : 49

جدول (15-5) قيمة (CBR) لكل طبقة : 50

جدول (16-5) قيمة المعامل المناخي : 51

جدول (17-5) قيمة المعامل a1 : 53

جدول (18-5) قيمة المعامل a2 : 53

جدول (19-5) سماكة الطبقات : 54

جدول (6-1) العلاقة ما بين سرعة السيارة والمسافة بين الاشارات والتقاطع التي تدل على الاشارة : 58
جدول (6-2) إشارات المشروع :..... 60
جدول (6-3) الخطوط المستخدمة في المشروع : 61
جدول (6-4) توزيع الاعمدة حسب عناصر الطريق :..... 63
جدول (7-1) السرعة التصميمية للطرق الحضرية : 67
جدول (7-2) أنصاف اقطار الدوران بالنسبة لنوع الطريق : 74
جدول (7-3) الحد الادنى لأنصاف الأقطار على المنحنى : 75
جدول (7-4) قيمة الثابت K في المنحنيات الرأسية : 78
جدول (8-1) قيمة معامل الانسياب السطحي : 88
جدول (8-2) parameter open culvent, tupe O-N: 89

الفصل الاول : المقدمة

يشتمل هذا الفصل على نظرة عامة عن علم الطرق، ولمحة عن مدينة يطا، والتي تشمل تاريخ البلدة ومناخها، وأهمية الطرق في مجالات التنمية الحيوية، ويشمل أيضاً فكرة المشروع، ومنطقة المشروع، وهيكيلية البحث، ومن ثم التعرف على أهداف وأهمية المشروع، وطريقة منهجية البحث، والاطلاع على الدراسات السابقة، وتحديد الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة في المشروع، مع وضع جدول زمني للمقدمة والمشروع.

1-1 نظرة عامة [1]:-

يعالج علم الطرق موضوع مسح المنطقة المراد إنشاء الطريق فيها، ودراسة المنطقة طبوغرافياً وجيولوجياً ، و إعداد 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 إعادة تأهيل أي طريق بعمل دراسة الجدوى التي تعني مدى الفائدة التي يقدمها الطريق المعدل مقارنة بالتكلفة. ولعمل هذه الدراسة نحتاج لتقدير عدد المركبات "تسمى بحجم المرور" التي يتوقع ان تستخدم الطريق، حيث تستخدم عدة أساليب منها :-

1- 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.

2- 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".

3- 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".

4- التقدير الرياضي :- ويتم بواسطة استخدام نموذج رياضي "معادلة رياضية خاصة" ينتج العدد المتوقع للمركبات في سنة معينة بناءً على بيانات الأعوام السابقة.

5- 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.

[1] البسيط في تصميم وإنشاء الطرق/ روحي الشريف/ 15-6-2015

وبعد 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.

بعد التأكد من جدوى إعادة تأهيل الطريق ، واكتمال اعادة تصميمه ، تبدأ المرحلة التشغيلية للطريق والتي تحتاج لمراقبة دائمة وتمثل هذه العملية المرحلة الأهم في الدول المتقدمة ، حيث ان كل التحديات الصعبة المتمثلة في الحاجة الدائمة للحفاظ على مستوى الخدمة المقبول خصوصاً من ناحية زمن الرحلة الذي يزداد على الدوام بسبب زيادة حجم المرور وبالتالي يزداد التأخير عند التقاطعات. تسعى الجهات المسؤولة عن المرور على ضمان انسياب المرور بشكل مقبول ، ولتحقيق ذلك تقوم بمراقبة حركة المرور بشكل مستمر وتحديد نقاط الازدحام والتأخير وذلك بقياس عدة قيم أهمها :-

1- زمن الرحلة بين مكانين :- وذلك لمقارنة زمن الرحلة الحالي مع القيم التي تم قياسها في المواسم أو الأعوام السابقة ، حيث إن زيادة زمن الرحلة يعني وجود مشكلة في نقطة ما على طول المسار.

2- طول صفوف العربات عن التقاطعات :- بمقارنة طول الصفوف بالقيم التي تم قياسها سابقا ، حيث ان زيادة طول الصفوف يعني وجود مشكلة في هذه النقطة بالتحديد.

3- السرعة :- يتم قياس سرعة المركبات عند نقاط بعيدة عن التقاطعات لمعرفة ما إذا كان هنالك تأخير على طول الطريق مقارنة بالقيم التي تم قياسها سابقا.

4- حجم التشبع :- هو العدد الأقصى من المركبات التي يمكن إن يمر خلال نقطة معينة في وقت محدد ، وتتم مقارنة القيمة المقاسة من الطريق بـ 1800 مركبة\ساعة حيث يتوقع ان نقصان عدد المركبات عن 1800 في الساعة "للحارة الواحدة" يعني حدوث ازدحام وتأخير.

5- درجة التشبع :- وهي معيار سعة الطريق عند التقاطعات ذات الإشارة المرورية وتحسب من نسبة حجم المرور لحجم التشبع مضروبا في نسبة زمن الإشارة الأخضر لزمن الإشارة الكلي . يتطلب ذلك عمل دراسات مرورية للمنطقة المراد إنشاء الطريق فيها ، ويجب مراعاة أساسيات الدراسات المرورية فيها ، وعادة ما يتم إجراء دراسات مرورية في فترات زمنية محددة وهي :-

أ- أيام الأسبوع :-

الذروة الصباحية :- من 7:00 ص إلى 10:00 ص

ما بين الذروات :- من 10:00 ص إلى 1:00 ص

الذروة المسائية:- من 4:00 م إلى 7:00 م

ما بعد الذروة المسائية :- من 7:00 م إلى 7:00 ص

ب- أيام العطل ونهاية الأسبوع :-

عـادة مـا يـتم إجـراء الدراسـات فـي فتـرة زمنيـة واحـدة مـا بـين السـاعة 10:00 ص إلـى 7:00 م و قـد تختلـف هـذه الأزمان قليلا حسب ظروف كل بلد ومواعيد الدوام والمدارس.

2-1 لمحة عن مدينة يطا[2] :-

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

تقع مدينة يطا على منطقة جبلية جنوب مدينة الخليل وعلى ارتفاع 793 مترا فوق سطح البحر، ويبلغ المعدل السنوي للأمطار فيها حوالي 303 ملم، أما معدل درجات الحرارة فيصل إلى 18 درجة مئوية، ويبلغ معدل الرطوبة النسبية حوالي 61%.

وحسب تصنيف وزارة الحكم المحلي، تضم مدينة يطا إدارياً المناطق التالية بلدة يطا، المنطار، خريسة، رقعة، القفير، الشوامرة السويدان، قطعة الشيخ، الفرحانية، وادي مسلم الفراش، الدير، فتوح، المرملة، خلة سليم، خلة بحيص، قرنة الراس، واد اعزيز، الحيلة، خلة اطبيش، خلة مزهر المقثاة، وقرية الغويطة، وزيف.

شكل (1-1) :- صورة لمدينة يطا .

[2] معهد الأبحاث التطبيقية – القدس . دليل بلدة يطا , 2009 .

1-2-1 تاريخ البلدة[3] :-

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

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

يوجد في بلدة يطا حوالي 60 مسجدا. أما بالنسبة للاماكن الأثرية في البلدة، فيوجد فيها عدد من المواقع والأماكن الأثرية والتاريخية، ومنها مقام الخضر، البلدة القديمة، منطقة رقعة، وبركة مجد الباع.

2-2-1 المناخ[4] :-

يسود في يطا مناخ متوسطي معتدل، ذو صيف حار وجاف، وشتاء بارد ممطر. يحل فصل الربيع في أواخر شهر مارس وأوائل أبريل، ويعتبر شهرا يوليو وأغسطس أحرّ شهور السنة، حيث يصل معدل درجات الحرارة فيهما إلى 18 ° مئوية، أما أكثر الأشهر برودة فهو يناير، ويصل فيه معدل درجة الحرارة إلى 3.9 ° مئوية. يتساقط المطر بين شهريّ أكتوبر وأبريل عادةً، ويبلغ معدل المتساقطات السنوي 303 مليمتراً، وتكون في أعلى معدلاتها في شهري يناير وفبراير حيث يمكن أن يصل مستواها إلى أكثر من 170 ميليمتر. تتوسط مدينة يطا سطحَ هضبةٍ معدل ارتفاعها 820 متراً فوق سطح البحر (750-850 مترًا) وتصنف المنطقة ضمن المناخ الدافئ. المعدل السنوي لدرجات الحرارة الدنيا يبلغ 7.3 درجة مئوية بينما المعدل السنوي لدرجات الحرارة القصوى 22.9 درجة مئوية والمدى الحراري السنوي يبلغ حوالي 13.2 درجة مئوية في حين معدل الرطوبة 61.

3-1 اهمية الطرق في مجالات التنمية الحيوية :-

الطرق عنصر ضروري للمجتمع في مجالات التنمية الحيوية ،فهي تؤثر على مواقع الانشطة الانتاجية والترفيهية وانتشارها ، وانشار البضائع والخدمات المتوفرة للاستهلاك ،والمساعدات المتعلقة بالدفاع المدني والصحة والشرطة والتعليم والبريد وزيادة قيمة الاراضي التي تصلها الطرق ، فهي تساهم في رفع مستوى المعيشة للمواطنين.

تمثل الطرق العمود الفقري للبلاد والتي تتمحور حوله وحدة البلاد ونموها وتطورها ، فهي تلعب الدور الاهم في تحريك الاقتصاد الوطني ، والطرق لها الدور الكبير في الدفاع عن البلاد ووحدتها السياسية .

[3] معهد الأبحاث التطبيقية – القدس . دليل بلدة يطا , 2009 .
[4] الأرصاد الجوية والفلسطينية – وزارة النقل والمواصلات.

وتؤدي الطرق داخل المدن دورا حيويا بالنسبة للنقل السطحي فهي :

1- تربط المناطق السكنية ببعضها البعض .
2- تربط المناطق السكنية بمركز المدينة الرئيسي والمراكز الفرعية .
3- تربط مركز المدينة الرئيسي بالمراكز الفرعية .

4-1 فكرة المشروع : -

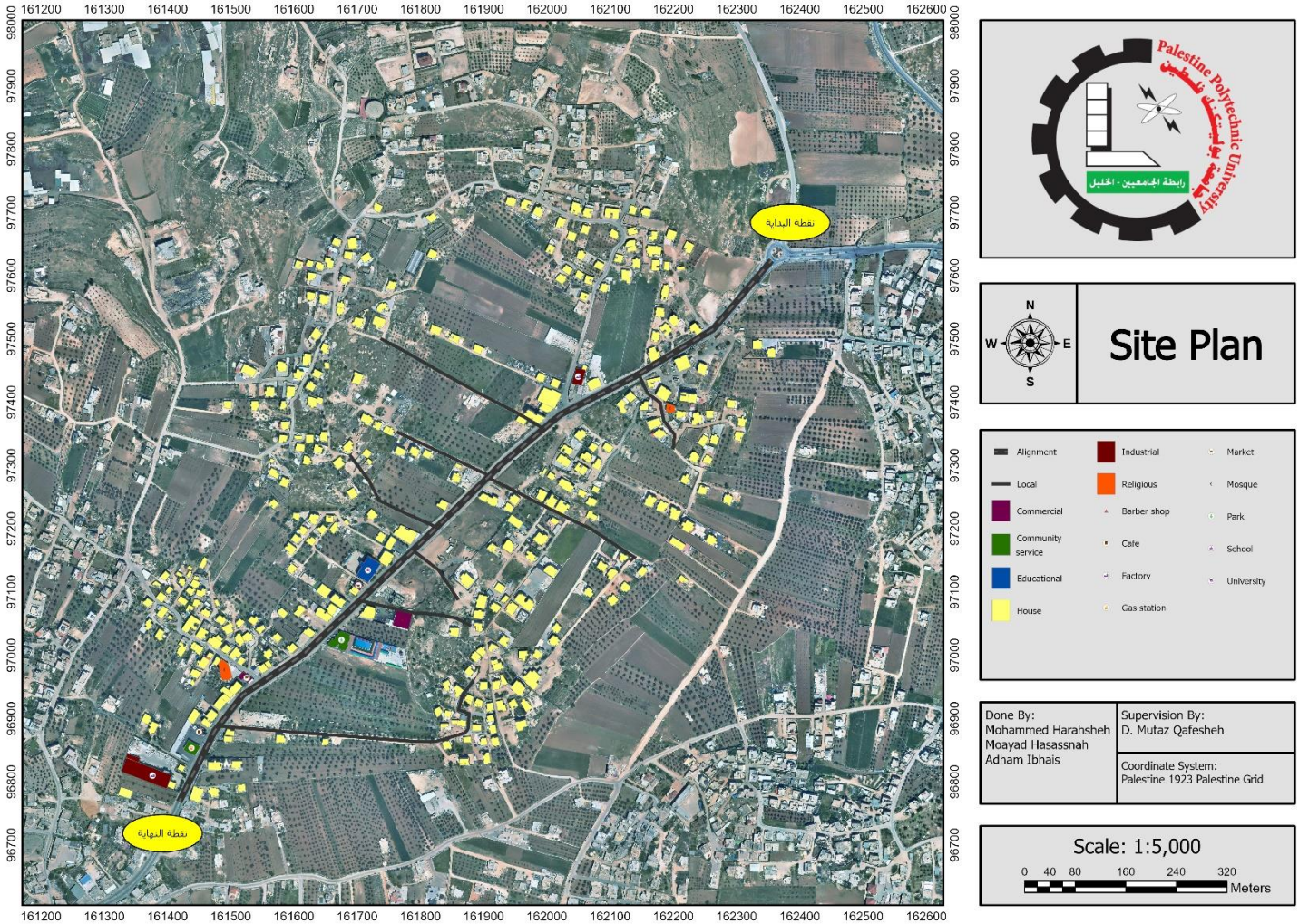
تشتمل فكرة المشروع على إنشاء وتصميم واعادة تأهيل الطريق المسمى (طريق زيف) والذي يربط مدينة يطا مع شارع 60، ويشكل المدخل الشمالي لمدينة يطا، كما يشكل حل للازمة الموجودة في وسط البلدة لأن الطريق أيضا يصل مدينة يطا بمدينة الخليل والقرى المجاورة.

يهدف المشروع الى وضع تصميم نموذجي آمن للطريق، مع الأخذ بعين الاعتبار جميع أسس التصميم الهندسي ، إضافة الى مراعاة الميول الجانبيه اللازمه لعمل قنوات تصريف مياه الامطار ، ثم تصميم القطاعت العرضية والاكتاف ونظام الانارة على الطريق ونظام تصريف المياه والجدران الاستنادية ان وجدت، حيث ان طريق المشروع يعاني من وجود الاسفلت على مستويات مختلفة، و ضعف ووجود الأرصفة بشكل متقطع على جوانب الطريق، وكثرة الحفر في الطريق، وتشقق الاسفلت، وعدم وجود اشارات تحذيرية في الطريق، تجمع مياه الأمطار في الطريق وعدم تصريفها.

5-1 منطقة المشروع :-

يقع هذا الطريق في المنطقة الشمالية لبلدية يطا ، تحديدا في منطقة زيف بالتحديد بين شارع 60 وبين مدينة يطا ويبلغ طوله 1393م، ويعتبر هذا الطريق الشريان الرئيسي لمدينة يطا بحيث انه يشكّل المدخل الاساسي للمدينة.

6-1 صورة جوية عامة للشارع والمنطقة :



شكل (1-2) :- صورة جوية للشارع والمنطقة

7-1 هيكلية البحث :-

يشتمل بحث المشروع على عدة فصول يتم العمل عليها :-

1. الفصل الأول :- يحتوي على المقدمة التي توضح موضوع البحث ، الأهمية ، الأهداف ، طريقة البحث ، هيكلية البحث ، العوائق والصعوبات ، الأجهزة المستخدمة والجدول الزمني للمشروع.
2. الفصل الثاني :- الأعمال المساحية.
3. الفصل الثالث :- المشاكل والعوائق في الطريق.
4. الفصل الرابع :- العد المروري.
5. الفصل الخامس :- التصميم الإنشائي والفحوصات اللازمة للطريق مثل : (فحوصات التربة وفحوصات الإسفلت ..) .
6. الفصل السادس :- خدمات الطريق ، الذي يشمل إشارات المرور إن وجدت والإنارة على الطريق وتخطيط الطريق.
7. الفصل السابع :- التصميم الهندسي للطريق.
8. الفصل الثامن :- تصريف مياه الأمطار.
9. الفصل التاسع :- حساب الكميات والنتائج والتوصيات.

8-1 أهداف وأهمية المشروع :-

- ربط مدينة يطا مع شارع 60، ويشكل المدخل الشمالي لمدينة يطا، ويعتبر طريق تجاري للمدينة.
- خدمة المنطقة المار بها الطريق لجعل المنطقة أكثر حيوية ، وإعطاء طابع السلاسة في الحركة .
- معالجة مشكلة مياه الإمطار ، وذلك بتصميم الميول الجانبية للطريق وعمل قنوات التصريف على أسس هندسية .
- معالجة مشكلة الأسفلت المتكسر والمتشقق.
- معالجة مشاكل المنحنيات من حيث التعلية ومقدار الكشف.
- مراعاة سبل الأمان، بتوفير الأرصفة وممرات المشاة والإنارة والإشارات المرورية في حال الحاجة اليها.

9-1 طريقة منهجية البحث :-

- القيام بتحديد موضوع البحث (اعادة تصميم وتأهيل طريق زيف في مدينة يطا) والاستفسار عن الموضوع من المشرف والجهات المختصة مثل بلدية يطا - قسمي المساحة والطرق والتخطيط[5].
- 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.
- البحث في المكتبة عن المراجع والمصادر التي يمكن الاستفادة منها في هذا المشروع.
- القيام بتنفيذ العمل الميداني عن طريق البدء بعمل مضلع الاسناد ب نظام تحديد الموقع بالأقمار الصناعية (GNSS) وذلك من أجل الحصول على أعلى دقة في العمل المساحي .
- تصميم الطريق ضمن رؤية بلدية يطا التخطيطية والمكانية لطريق ومنطقة المشروع.

10-1 الدراسات السابقة :-

تم دراسة الواقع تخطيطياً مع بلدية يطا ومراجعة المخططات الموجودة عندهم الخاصة بمنطقة المشروع، وتم الرجوع الى المراجع والمصادر الخاصة بالطرق والنقل والمرور مثل كتاب البسيط في تصميم وإنشاء الطرق، وايضاً تم مراجعة بعض مشاريع الطلاب المشابهة لمشروعنا والاستفادة منها.

11-1 الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة :-

1- جهاز (GPS) وما يلزم معه مثل (عواكس ، أجهزة لاسلكية ، شريط قياس مسافات ، علبة دهان لتعليم النقاط ، مسامير...الخ) ، لأجل اغراض الرصد المساحي .
2- برنامج (ESRI ArcGIS Pro) .
3- برنامج (Autodesk Civil 3D) .
4- برنامج (Autodesk AutoCAD) .

[5] بلدية يطا – قسم المساحة – المهندس ايهاب ابو زهرة، قسم الطرق – المهندس محمد سمير ابو عرام.

12-1 الجدول الزمني: -

جدول (1-1):- الجدول الزمني لمقدمة المشروع

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

جدول (1-2) الجدول الزمني مشروع التخرج

الأسبوع / النشاط	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
الفحوصات المخبرية															
التصميم و الحسابات اللازمة															
تجهيز التقرير الأولي للمشروع															
التسليم الاولي للمشروع															
التسليم النهائي للمشروع															

الفصل الثاني : الاعمال المساحية

يشتمل هذا الفصل على مقدمة عن الأعمال المساحية، ودراسة المخططات، ومعرفة الأعمال الاستطلاعية التي سوف نقوم بها، وايضاً مرحلة الرفع التفصيلي، ويشمل أيضاً النقاط المرجعية (control points)، و نظام تحديد الموقع بالاقمار الصناعية (GNSS)، والذي يشمل مكونات نظام تحديد المواقع، ودور الأقمار الصناعية في تحديد المواقع، وطريقة عمل النظام، و مصادر الأخطاء في نظام GNSS-GPS، وطرق الرصد.

2-1 مقدمة :-

عند اعادة تصميم وتأهيل الطريق لا بد من وجود أمور تنظيمية لتنظيم حركة السيارات على الطريق لضمان حسن الأداء ولمنع وقوع الحوادث حتى يتم تحقيق الهدف الذي أُهّلت من أجله؛ لذلك لا بد من الأخذ بعين الاعتبار أمور عدة مثل الاتجاهات والمسارب والانعطافات والتقاطعات، وهذه الأمور لا تقل أهمية عن الطريق نفسه لذلك يجب تصميمها جنباً إلى جنب أثناء إعادة تصميم الطريق. ومن الأمور الواجب مراعاتها عند فتح طريق جديدة أو تحسينها أن يكون هذا التحسين سيعود بالفائدة الاقتصادية والاجتماعية على المجتمع. لذلك يتم دراسة الجدوى الاقتصادية للطريق وأهميتها ومدى تلبية احتياجات المجتمع لفترة مستقبلية عند فتح وتحسين هذه الطريق، لذلك فهي بحاجة للدراسة والتطوير والصيانة .

من أهم الأمور الواجب مراعاتها عند تصميم الطريق اخذ النقاط التالية بعين الاعتبار:-

1- أن يكون الميل مناسباً قدر الإمكان.
2- أن يتم تحقيق مستوى الخدمة المطلوب في الطريق حسب رؤية البلدية.
3- أن تكون التكلفة أقل ما يمكن.

2-2 دراسة المخططات :-

في أي مشروع يجب عمل دراسة ابتدائية لمخططات سابقة لهذا المشروع، وذلك لفهم الطبيعة الموجودة قبل إعادة التصميم وما يجب أن تكون عليه بعد عملية إعادة تأهيل الطريق ويتم الحصول على هذه المخططات من جهات رسمية مثل بلديات أو مكاتب معتمدة ، وقد تم الحصول عليها هنا في هذا المشروع من قسم المساحة والطرق وقسم التخطيط في بلدية يطا.

2-3 الأعمال الاستطلاعية :-

مهما تكن الخرائط لدى المهندس دقيقة إلا أنه يجب زيارة الموقع لمعرفة وضع الطريق وجمع المعلومات التالية :-

- جميع العوائق غير الموضحة على الخرائط والصور الجوية.
- عدد ونوع المنشآت اللازمة لصرف المياه السطحية.
- نوع وطبيعة التربة للموقع.
- منسوب الأرض الطبيعية.
- منسوب البيوت والمنشآت القريبة من الطريق.
- وجود شبكة صرف مياه الأمطار.
- وجود شبكة صرف صحي.
- وجود شبكات الكهرباء والاتصالات.

هذا وقد تم زيارة الموقع وعمل مسح استطلاعي للمنطقة للتعرف على طبيعة المنطقة وجيولوجيتها، كما تم التعرف على الانحدارات في الشارع، والتوصل الى أفضل الحلول الهندسية التي يجب تطبيقها في عملية التصميم .

4-2 مرحلة الرفع التفصيلي :-

يتم الوصول إلى هذه المرحلة بعد عمل مجموعة خطوات :-

1) المسح الابتدائي :- في هذه المرحلة يقوم فريق العمل بتحديد نقاط الضبط والتي من أهم مواصفاتها أنها تكشف أكبر قدر ممكن من الطريق المراد عمله ، وبعد عملية اختيار أماكن هذه النقاط يتم قراءة إحداثياتها بأدق ما يمكن (وسوف يتم أخذ إحداثيات هذه النقاط في هذا المشروع عن طريق جهاز التوقيع (GNSS/Global Navigation Satellite System) بطريقة (fast static) واكمال نقاط الربط في الشارع وذلك لربط كل نقاط المشروع مع نظام الإحداثيات للدولة لتسهيل التعامل معها ويتم بعد ذلك تربيط وتوثيق هذه النقاط بالصور، وبعد ذلك يتم رفع الطريق بكل تفاصيلها وأخذ مقاطع عرضية بمسافة مناسبة لاختيار الميول المناسبة.
2) الأعمال المساحية النهائية :- بعد أن قام فريق العمل بعمل جميع المخططات الأولية يقوم بهذه المرحلة بدراسة هذه المخططات ، وبالتالي فإن هذه المرحلة تتضمن رسم مقاطع طولية وحساب كميات تقديرية للحفر والردم .

5-2 النقاط المرجعية (control points) :-

النقاط المرجعية او control points :هي نقاط معلومة الاحداثيات وتستخدم لربط مشروع ما بنظام الاحداثيات المحلي ومن مواصفاتها يجب ان تكون في منطقة واضحة وبعيدة عن العوامل التي قد تؤثر عليها ويجب ان تكون كل نقطة كاشفة للنقطة التي تليها والتي تسبقها وذلك من اجل امكانية استخدام جهاز (total station).

يوجد ثلاث انواع للنقاط المرجعية:

1. Full control point : وهي نقاط معلومة الاحداثيات (X,Y,Z).
2. Horizontal Control Point : وهي نقاط معلومة الاحداثيات (X,Y) ومجهولة الارتفاع(Z).
3. Vertical Control Point : وهي نقاط معلومة الارتفاع (Z) ومجهولة (X,Y).

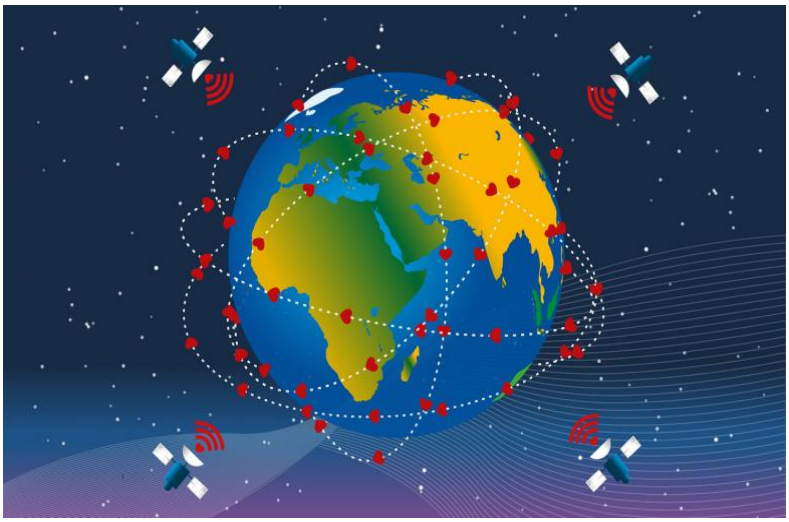
وتم في هذا المشروع استخدام نقاط مرجعية من نوع (Full control point) حتى نحصل على نتائج دقيقة كاملة من جميع النواحي.

6-2 نظام تحديد الموقع بالأقمار الصناعية (GNSS)[1] :-

تعتبر الإشارات المرسلة من الأقمار الصناعية في منظومة (GNSS) من الإشارات المعقدة للغاية، حيث أنها تستخدم تقنيات عديدة لتشكيل هذه الإشارات وإرسالها للمستقبلات الأرضية .

إن سبب التعقيدات في بنية اشارات اقمار (GNSS) هو أن هذه الإشارات يجب إرسالها من ارتفاع حوالي 20200 كم إلى سطح الأرض، وبالتالي فإذا تم إرسال هذه الاشارات بالشكل المعتاد للمنظومات الأرضية فإنها ستصل الى الارض (ان وصلت) بشكل ضعيف مقارنة مع التشويش الموجود حول أجهزة الإستقبال وبالتالي لن تستطيع هذه الأجهزة إستقبال المعلومات المفيدة من الأقمار ولن نستطيع تحديد احداثياتها المطلوبة.

تستخدم هذه المستقبلات في أعمال المساحة العسكرية بكثرة حيث يتم مسح مناطق الأعمال المساحية القتالية وتحديد أهم نقاط العالم واحداثياتها، وكذلك في المساحة المدنية من أجل مسح المدن والأراضي والطرق المختلفة.



شكل (2-1) :- منظومة الأقمار الصناعية في مداراتها حول الأرض.

1-6-2 مكونات نظام تحديد المواقع:-

يتكون النظام من ثلاث وحدات رئيسة هي:

1- الأقمار الصناعية.
2- نظام التحكم الأرضي.
3- أجهزة الاستقبال.

[1] Global Navigation Satellite System (GNSS) - Ahmed Shehab – UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE

2-6-2 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.

2-6-3 طريقة عمل النظام: -

تم عمل شرح مبسط لتقريب طريقة عمل النظام ، فنحن نسعى في النهاية من إستخدام هذا إلى معرفة إحداثيات المستخدم إي معرفة موقعه على سطح الكرة الأرضية.

بما أن موقع كل قمر صناعي معلوم في مداره وبما أنه يوجد لدينا أربعة أقمار صناعية على الأقل معلومة الإحداثيات، إذا استطعنا حساب المسافات ما بين المستقبل (المستخدم) وكل قمر صناعي لأصبحت لدينا مسألة رياضية تعرف في المساحة بالتقاطع العكسي وفيها نجد إحداثيات نقطة مجهولة بنقطة معلومة إحداثيات مجموعة من النقاط والمسافات بينها.

يقوم جهاز الاستقبال لدى المستخدم بحساب المسافات إلى كل قمر صناعي وبمعلومة هذه المسافات وبمعلومة مواقع الأقمار الصناعية نستطع حساب موقع المستقبل (X , Y , Z).

2-6-4 مصادر الأخطاء في نظام GNSS-GPS :-

هناك مصادر عديدة للأخطاء في نظام GPS وهي :

1- أخطاء من القمر الصناعي.

- استقرار ساعة القمر .
- انحراف القمر عن مساره .

2-أخطاء من محطات المراقبة والتحكم.

- خطأ التنبؤ بالإحداثيات.

3-**أخطاء من جهاز الاستقبال.**

- تأخر الايونوسفير .
- تأخر التروبوسفير .
- ضجيج المستقبل.
- الانعكاسات الجانبية.

5-6-2 طرق الرصد :-

1. الرصد الثابت (Static) : في هذه الطريقة يتم وضع جهاز GPS الاستقبال فوق النقاط المراد رصدها دون تحريك الجهاز فترة زمنية معينة بضع ساعات وتختلف هذه الفترة باختلاف المسافة بين وحدة الرصد المرجعي (Reference) وحدة الرصد المتحركة (Rover) وهذه الطريقة تعطي دقة عالية جداً، وتستخدم في التالي :
   - رصد الشبكات الجيوديسية .
   - شبكات المثلثات من الدرجة الأولى.
   - رصد الخطوط الطويلة.
2. الرصد الثابت السريع (Rapid Static) : تختلف هذه الطريقة عن طريقة الرصد الثابت في الفترة الزمنية اللازمة للرصد، وفيها يتم وضع جهاز GPS الاستقبال فوق النقاط المراد رصدها دون تحريك الجهاز فترة زمنية معينة (أقل من ساعة) وتختلف هذه الفترة باختلاف المسافة بين وحدتي الرصد وهذه الطريقة تعطي أيضا دقة عالية ، وتستخدم في:-
   - إنشاء شبكات المثلثات.
   - تكثيف نقاط شبكات المثلثات.
   - قياس خطوط القواعد بشرط ألا تزيد المسافة بين الوحدتين عن 20 كم.
3. الرصد المتحرك (Kinematic) : في هذه الطريقة يتم وضع جهاز GPS استقبال وحدة المرجع (Reference) فوق النقطة المعلوم احداثياتها ويتم التحرك على النقاط المراد رصدها بالوحدة الثانية (Rover) بعد وضع هوائي الاستقبال على حامل أو عصا (Pole).

ويوجد نوعان من هذه الطريقة: -

أ- الثبات والحركة (Stop & Go): -

وفيها يحتل الراصد النقط المجهولة بالجهاز (Rover) ويشغل الجهاز لفترة زمنية بسيطة من (8 - 20 دقيقة) تختلف هذه الفترة باختلاف المسافة بين وحدة الرصد الثابت ووحدة الرصد المتحرك ثم يغلق الجهاز وينتقل إلى النقطة التالية، أي أن الجهاز في خلال الحركة من نقطة إلى أخرى يكون مغلقا ، وتسجل أرصاد كل نقطة تحت رقم معين وتتم معالجة الأرصاد للحصول على احداثيات النقط المرصودة باستخدام برنامج الحساب الآلي الخاص بالجهاز.

ب- الرصد المستمر (Continuous): -

وفيها ينتقل الراصد من نقطة إلى أخرى دون إغلاق الجهاز، بمعنى أن الجهاز مستمر في الرصد على الأقمار الصناعية ويسجل أرصادها أثناء حركة الجهاز في مساره وتتم معالجة الأرصاد للحصول على إحداثيات النقط باستخدام برنامج الحاسب الآلي الخاص بالجهاز. ويمكن بهذه الطريقة عمل خريطة كنتورية لمنطقة عن طريق تثبيت جهاز GPS على سطح سيارة مثلاً والتحرك في منطقة العمل كما في الشكل التالي، وهذا النوع من الرصد المتحرك أقل دقة من الرصد الثابت إلا أنه يعطي نتائج جيدة إذا ما قورن بأعمال الرفع العادية. وتستخدم طريقة الرصد المتحرك في الأعمال التالية: -

- يستخدم في أعمال المضلعات.
- يستخدم في عمل نقاط الربط الأرضي لأعمال المسح الجوي.
- إيجاد مساحة الأراضي الكبيرة.
- إنتاج خرائط كنتورية بدقة مقبولة لأعمال الدراسات التمهيدية للمشاريع الهندسية.

4. أعمال الملاحة والتوجيه: يمكن استخدام الجهاز في أعمال الملاحة بوضع جهاز GPS الاستقبال فوق السيارة وادخال إحداثيات النقطة المطلوب الوصول إليها للجهاز ، فيقوم الجهاز بحساب المسافة المتبقية على الهدف المراد الوصول إليه وكذلك الاتجاه. وهذه الطريقة تستخدم في الآتية:
   - في أعمال الملاحة البرية.
   - في توجيه السفن والطائرات.
   - لإيجاد اتجاه معين (اتجاه الشمال اتجاه القبلة ..... إلخ).

ويلاحظ في كل الطرق أن زمن الرصد من العوامل المهمة في تحديد دقة الرصد، وفيما يلي نحدد العوامل المؤثرة في الرصد كالتالي:

- الدقة المطلوبة من العمل فكلما زادت الدقة يزداد الزمن اللازم للرصد.
- المسافة بين النقطتين فكلما زادت المسافة بين نقطة المرجع والنقطة المرصودة زاد الزمن اللازم للرصد.
- عدد الأقمار المرصودة فكلما زاد عدد الأقمار المتاح قل الزمن اللازم للرصد.
- التوزيع الهندسي للأقمار فكلما كان التوزيع الهندسي للأقمار جيد قل الزمن اللازم للرصد.

5. تم استخدام طريقة الرصد المتحرك اللحظي (Real Time Kinematic) في المشروع:

- هذه الطريقة يتم تزويدهما بوحدتي إرسال لاسلكي فتقوم وحدة المرجع (Reference) باستقبال إشارات الأقمار الصناعية ومعالجتها لاستخلاص قيمة الخطأ في احداثيات النقطة وارسال هذه البيانات إلى الوحدة المتحركة (Rover).
- ومن خلال البرنامج الحاسوبي بجهاز الوحدة المتحركة (Rover) يتم حساب إحداثيات النقط المرصودة تبعاً للنقطة الموجود عليها النقطة المرجعية (Reference)، مما يمكن المساح من ايجاد إحداثيات النقطة المرفوعة فور الانتهاء من عملية الرصد.
- وهذه الطريقة مناسبة جدا لأعمال الرفع إلا أنه يعيب هذه الطريقة تأثر موجات اللاسلكي بين الوحدتين بإشارات البث اللاسلكي الأخرى، ويوجد أيضا نوعان من هذه الطريقة:

1- الثبات والحركة (Stop & Go). 2- المستمر (Continuous).

الفصل الثالث : المشاكل والعوائق في الطريق

يشتمل هذا الفصل على مقدمة عن المشاكل والعوائق في الطريق، وأصناف الطرق، ومن ثم تشخيص المشاكل ووضع الحلول الملائمة لها، والتي تشمل هذه المشاكل: وجود الإسفلت على مستويات مختلفة، وجود الأرصفة والجزر الوسطية بشكل متهالك وغير منتظمة على طول الطريق، وجود حفر بكثرة في الطريق، تشقق الإسفلت في الطريق وعدم وجود اشارات ارشادية وتحذيرية على الطريق، تجمع مياه الأمطار في الطريق وعدم تصريفها.

1-3 مقدمة :-

يجب وضع الحلول المناسبة للمشاكل الموجودة في الطريق لتأمين عمليات مرور آمنة ومريحة، وقبل تنفيذها لا بد من إجراء تقويم شامل للطريق لمعرفة العيوب الموجودة فيه وأسباب هذه العيوب من أجل تحديد أفضل الطرق لحل هذه المشاكل.

يعاني شارع (زيف) من بعض المشاكل والعوائق التي تعيق عملية اعادة التصميم للطريق وتنعكس على التخطيط الهيكلي والتنظيمي للطريق، وبعض هذه المشاكل سببها مشروع المياه الذي تم العمل عليه في الطريق وحال بدون استكماله بسبب توقف التمويل لهذا المشروع، لذا كان من الضروري مناقشة المشاكل والعوائق في الشارع والعمل جاهدين على إيجاد الحلول لها، حيث تمثل عملية دراسة وإيجاد الحلول لعوائق اعادة التصميم أولى الخطوات لوضع التصميم السليم للطريق من جميع النواحي الفنية والإنشائية والمرورية وضمان خدمة المنطقة لأطول فترة زمنية ممكنة، فبعد القيام بالزيارة الميدانية للموقع ودراسة كافة الجوانب من ناحية هندسية سوف نعرض هذه العوائق والمشاكل مع شرح لكل منها والاقتراحات الممكنة لحلها .

ولكن في البداية لا بد لنا من معرفة تصنيفات الطرق : -

1-1-3 أصناف الطرق:-

يوجد صنفان عامان للطرق حسب مواقعها وهي :-

طرق حضرية :

تتواجد الطرق الحضرية داخل المدن والبلدات والقرى (أي ضمن الحدود التنظيمية للهيئات المحلية)، ويتم تصنيف الطرق الحضرية إلى الطرق الشريانية والطرق التجميعية، والطرق المحلية، ويمكن التنويه الى أنه توجد في المناطق الحضرية أحيانا طرق زراعية ايضا هدفها خدمة الاراضي الزراعية الموجودة فيها، وتعتبر هذه الطرق طرقاً محلية، ولا يوجد حد أدنى لعرض حرم هذه الطرق، ولكن يفضل ان لا يقل عن 6 متر ، والشكل (3-1) يبين انواع الطرق الحضرية[1].

الشكل (3-1):- أنواع الطرق الحضرية.

[1]- وزارة الحكم المحلي ، دليل تخطيط الطرق والمواصلات في المناطق الحضرية ، فلسطين -2013

طرق ريفية :

تتواجد الطرق الريفية خارج حدود المدن والبلدات، وتصنف هذه الطرق بناء على ما تم اعتماده في مجلس التنظيم الأعلى عام 1998 في جلسة رقم 98/ 4 حول مشروع الطرق الإقليمية الفلسطيني والنظام المرافق له، ويستند هذا التصنيف عموما إلى بنية الشبكة وأهمية الطرق. ويتم تصنيف الطرق الريفية الى الطرق السريعة والطرق الرئيسية والطرق الإقليمية والطرق المحلية .

ويعتبر الطريق الذي سنقوم باعادة تاهيله هو طريق حضري لكونه داخل حدود التنظيمية للهيئة المحلية وتم تصنيفه على انه طريق شرياني، بعد الرجوع الي المخططات الهيكلية وقسم التخطيط في بلدية يطا.

2-3 تشخيص المشاكل ووضع الحلول الملائمة لها :

1. إطالة العمر التشغيلي للطريق .
2. تأهيل الطريق ضمن المواصفات والمقاييس .
3. تأمين سطح الطريق بحالة تشغيلية جيدة .

1-2-3 وجود الإسفلت على مستويات مختلفة :-

المشكلة الاولى والرئيسية في طريق زيف هي ان الأسفلت في هذا الطريق عبارة عن إسفلت قديم واخر جديد والسبب في هذا يعود الى اعمال مشروع المياه التي كانت من المقرر ان تستمر ولكن توقفت بعد حفر معظم الطريق وتوقفت بسبب توقف التمويل لهذا المشروع وحالت بدون اكمال الطريق فقامة بلدية يطا بوضع اسفلت على الأجزاء التي تم حفرها على طول الطريق .

الشكل (3-2):- وجود الإسفلت على مستويات مختلفة

الحلول المقترحة :-

لحل هذه المشكلة يجب إعادة تأهيل الشارع من جديد بسبب انقسام الإسفلت لقسمين على طول الطريق بحيث قسم اعلى من قسم وهذه يؤدي لحدوث العديد من الحوادث على الطريق وايضا يسبب اعطال لسيارات المارة.

3-2-2 وجود الأرصفة والجزر الوسطية بشكل متهالك وغير منتظمة على طول الطريق:-

الطريق يوجد فيه أرصفة على احد جوانب الطريق ولكن هذه الأرصفة إما تكون مستمرة بشكل متقطع على طول الطريق و إما تكون هذه الارصفة ذات بنية ضعيفة وكذلك الجزر الوسطية ويلزم إعادة تأهيلها وهي مشكلة كبيرة كما ذكرنا لأن الشارع يستعمله عدد كبير من المشاة لإنه مدخل للمدينة من جهة شارع الالتفافي 60 ويضطر المشاة للمشي في الشارع بشكل اساسي .

الشكل (3-3):- جزر وسطية غير صالحة

الحلول المقترحة :-

تصميم رصيف مناسب من الجهتين للمشاة وبعرض مناسب وباستعمال مواد مناسبة كالأحجار او الباطون وحمايته من المياه والانجرافات.

3-2-3 وجود حفر بكثرة بالطريق :-

الشارع مليء بالحفر الموجودة على الطريق وهذه الحفر سببها اعمال الطريق التي تمت خلال تنفيذ مشروع المياه الذي لم يستمر بسبب توقف التمويل والذي كان مقرر اكماله ثم تأهيل الشارع و بسبب هذه الحفر تسير السيارات بشكل بطيء مما يؤدي لخلق الازمة بالطريق و ايضا بالشتاء تمتلئ هذه الحفر بالماء و نتيجة لذلك لا يعرف السائق عمق الحفرة فتتعطل سيارته بسببها و ايضا ممكن ان تكون سيارة قادمة بسرعة كبيرة فيفقد السائق التحكم نتيجة محاولة الابتعاد عن الحفرة و يعرض السيارات و المشاة للخطر الكبير و حدوث الحوادث.

الشكل (3-4):- وجود الحفر بالطريق

الحلول المقترحة :-

اعادة تصميم الطريق و تعبيدها بوضع طبقات من البيس كورس والاسفلت بسمكات مناسبة لضمان طريق مناسبة ويخدم مدة طويلة السكان الموجودين .

4-2-3 تشقق الإسفلت في الطريق :-

يعاني الجزء المعبد من الطريق من العديد من العيوب والمشاكل المتمثلة في الإسفلت، ويعود السبب في ذلك الى وجود حفر امتصاصية قريبة من الطريق، والتي تجعل الطريق غير امن وغير سليم للاستخدام وبالتالي تؤثر سلباً على استخدام الطريق من قبل المواطنين وعلى السلامة العامة، حيث تتمثل عيوب التشققات في الطريق بما يلي :-

1) الشقوق الشبكية.
2) الشقوق الطولية والعرضية.
3) الهبوطات.
4) الشقوق الجانبية

الشكل (3-5):- عيوب التشققات في الطريق

الحلول المقترحة :-

يجب عمل فحص للرصفات ويتم كالآتي :-

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

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

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

وتتم عملية صيانة الطرق كالآتي :-

1) الحفر الإسفلتية :- يقوم المتعهد بتحديد مكان الإسفلت بواسطة منشار وظيفته فصل الإسفلت المستوجب عزله عن الإسفلت الجيد بشكل أفقي بمعدل 90 درجة عن مسطح الطريق، بعد عزل الإسفلت ترص الطبقة الترابية التي يليها الإسفلت بواسطة آلة ميكانيكية يدوية رجراج حتى المنسوب المطلوب رصه كما يشير المختبر، ثم نرش الإسفلت السائل (كولاس) بمعدل 1 كغم في المتر المربع الواحد تحت حرارة لا تقل عن 90 درجة مئوية وأن لا تزيد نسبة رطوبة الأرض عن 3 % حتى لا تجعل لنا طبقة عازلة بين التربة والإسفلت، ويترك حتى تتدنى حرارته لتساوي حرارة الجو، ثم يلي ذلك وضع الإسفلت على الكولاس السائل ويرص بواسطة مدحلة لا تقل زنتها عن 10 طن ولا تزيد عن 15 طن بسرعة 5 كلم في الساعة على أن ترطب العجلات بالماء حتى لا يتناثر الإسفلت عند دمكه ، ثم تفتح الطريق أمام المرور بعد تدني الحرارة لتساوي حرارة الجو.[2]

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

5-2-3 عدم وجود اشارات ارشادية وتحذيرية على الطريق:-

يهدف وضع اللوحات الإرشادية وعلامات المرور إلى تحقيق أقصى حد ممكن من الأمن والسلامة وإزالة التعارض والتأخير المحتملين وتأمين انسياب الحركة المرورية حيث إن الطريق لا يحتوي على اللافتات مما يهدد بحدوث تصادم بين المركبات أو خروجها عن مسارها فعلامات المرور عبارة عن خطوط متصلة أو متقطعة مفردة أو مزدوجة أو قد تكون كلمات أو خطوط كما هو في ممر المشاة .

[2] مؤسسة المقاييس والمواصفات الفلسطينية .

الحلول المقترحة :-

يكون الحل بوضع اللافتات الإرشادية أو التحذيرية في الأماكن الصحيحة وخاصة عند المنعطفات، أو علامات يتم ترسيمها على الشارع، متمثلة بالخطوط البيضاء والأسهم والألوان للبردوارت والخط المتقطع والمتصل في وسط الطريق، والإشارات العاكسة.

6-2-3 تجمع مياه الأمطار في الطريق وعدم تصريفها:-

يعاني طريق زيف من مشكلة تجمع مياه الأمطار في أخفض نقطة في الطريق، مما يؤدي الى إعاقة حركة سير المركبات في فصل الشتاء نتيجة تجمع المياه وعدم تصريفها، ويكمن الآن دور المهندس في حل هذه المشكلة.

الحلول المقترحة :-

إيجاد طريقة لتصريف مياه الأمطار عن طريق عمل قنوات مفتوحة أو عبارات او أنابيب حسب كمية الأمطار .

الفصل الرابع : العد المروري

يشتمل هذا الفصل على مقدمة عن حجم المرور، والهدف من دراسة أحجام المرور، والتعرف على مفاهيم أساسية في علم النقل والمرور، ويشمل أيضاً موضوع عربات التصميم، وتعداد المركبات والتي تشمل: فترات التعداد، وأنواع التعداد على الطريق، وطرق حصر (تعداد) المرور، وحسابات العد المروري والتي تشمل: طريقة ترتيب العد، والعد المروري الخاص بالمشروع بالإضافة إلى الحسابات الخاصة بالعد.

1-4 حجم المرور[1] :-

1-1-4 مقدمة:-

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

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

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

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

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

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

2-1-4 الهدف من دراسة أحجام المرور :-

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

[1] التصميم الانشائي للطريق – م.غسان المنتصر – 2019-12-17

3-1-4 مفاهيم أساسية:-

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

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

حجم المرور اليومي المتوسط = حجم المرور السنوي ÷ 365.

2. **حجم المرور اليومي المتوسط Average Daily Traffic (ADT) :-** هو إجمالي حجم المرور اليومي المقاس خلال فترة زمنية معينة (أكثر من يوم وأقل من سنة) مقسوماً على عدد أيام حصر المرور.(وحدة القياس "مركبة / يوم") .
3. **حجم المرور الساعي التصميمي Daily Hour Volume (DHV):-** يتم تحديد حجم المرور الساعي التصميمي بعمل منحنيات بين عدد الساعات التي تتساوى فيها كمية المرور كمحور أفقي وحجم المرور كنسبة مئوية من متوسط المرور اليومي كمحور رأسي.
4. **حجم المرور المستقبلي** :- يزداد حجم المرور يوماً بعد يوم مع زيادة العمران وعدد السكان وعليه فإنه يجب مراعاة الزيادة المستقبلية في كمية المرور عند تصميم قطاع الطريق وأيضاً مراعاة ما يلي:-

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

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

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

5. **سعة الطريق (Capacity):-**

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

وتتوقف سعة الطريق على حجم وتركيبة المرور وعلى سرعة السير والتداخلات التي تتعرض لها حركة المرور، وتعتبر السعة من العناصر الأساسية التي تؤخذ في الاعتبار عند تصميم القطاع العرضي للطريق لاستيعاب حجم المرور التصميمي المتوقع على الطريق والجدول (4-1) يبين قيم السعة لبعض أنواع الطرق حسب مواصفات (AASHTO).

وتتأثر السعة بعدة عوامل منها:-

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

جدول (4-1) : سعة الطريق حسب مواصفات (AASHTO).

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

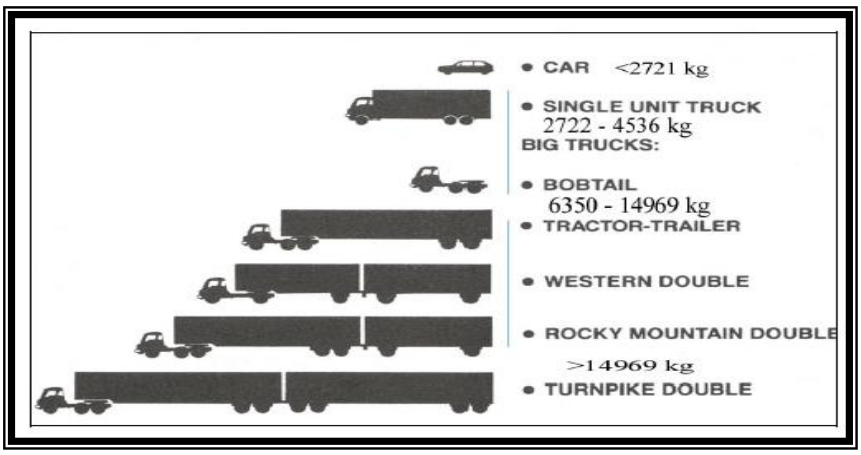
4-1-4 عربات التصميم:-

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

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

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

الشــكل (4-1) الأحمال الواقعة على محاورها وجدول (4-2) الأبعاد الرئيســة للعربات الخاصــة ومركبات النقل حسب مواصفات (AASHTO).[2]



شكل (4-1) : أنواع المركبات والأحمال الواقعة على محاورها.

جدول (4-2) : الأبعاد الرئيسية للمركبات حسب مواصفات (AASHTO).

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

[2] AASHTO Highway-2001

4-1-5 تعداد المركبات:-

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

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

4-1-5-1 فترات التعداد:-

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

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

4-1-5-2 أنواع التعداد على الطريق :-

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

4-1-5-3 طرق حصر (تعداد) المرور :-

1. **العد الميكانيكي :-**

تعتبر هذه الطريقة هي الأكثر تطوراً وأسـهل الطرق في عملية تعداد المركبات فهي لا تحتاج إلى جهد كبير حيث أنها تعتمد على الأجهزة الكهربائية و الكاشـفات والكوابل الكهربائية التي توضـع على الطريق، ولكن مهما بلغت دقة هذه الأدوات العصرية الحديثة، فإن فيها سيئات لا تخدم المهندس المصمم إذ تحتاج إلى صيانة مستمرة وكذلك لا تقوم بالتمييز بين حافلة و شاحنة وهذا الأمر يؤثر في حساب عدد المسارب أو عرض الطريق و يستخدم هذا النوع كثيراً في الحالات التي تتطلب فيها حصر لأعداد المركبات لفترات طويلة أو بشكل مستمر.

2. **العد اليدوي :-**

وهي الطريقة المثالية لحصر أعداد المركبات و عدد الركاب و ذلك في حالة وجود مسارب متعددة و حجم مرور كبير حيث يقف الراصد عند محطة الرصد المحددة فيقوم بتدوين كل سيارة واتجاهها ويفضل أن يكون معه جداول ليتم التعداد بسرعة و بدقة أكبر، 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، حيث تم استخدام هذه الطريقة في المشروع.

3. **العد بطريقة المركبة المتحركة :-**

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

2-4 حسابات العد المروي :-

1-2-4 طريقة ترتيب العد :-

قمنا بأخذ تسجيلات لبعض المحالّ التجارية الواقعة على الطريق في فترة ما قبل الحرب، لأن طريق زيف أُغلقت نتيجة الحرب.

2-2-4 العد المروري الخاص بالمشروع بالإضافة للحسابات الخاصة بالعد :-

حيث يعني المشروع بإعادة تأهيل طريق زيف بالاعتماد على المخطط الهيكلي من بلدية يطا وبالاعتماد على كود تصميمي AASHTO 2011.

جدول (4-3) : التعداد المروري اليومي لمدة سبعة ايام

اليوم	الفترة الزمنية		نوع المركبة		
	الزمن	عدد المركبات	سيارة	باص	شاحنة
السبت	8--11	451	395	30	26
	11--2	675	595	45	35
	2--5	1101	1012	51	38
الاحد	8--11	920	853	39	28
	11--2	814	777	21	16
	2--5	981	902	55	24
الاثنين	8--11	908	861	27	20
	11--2	792	713	45	34
	2--5	950	893	33	24
الثلاثاء	8--11	1012	973	27	12

	11--2	557	507	29	21
	2--5	903	853	31	19
الاربعاء	8--11	1050	947	63	40
	11--2	463	357	58	48
	2--5	1319	1197	86	36
الخميس	8--11	1123	1021	67	35
	11--2	567	486	47	34
	2--5	1278	1166	71	41
الجمعة	8--11	217	185	21	11
	11--2	366	323	27	16
	2--5	392	370	8	14

جدول (4-4) : متوسط عدد المركبات لكل ساعة حسب النوع.

اليوم	سيارة	باص	شاحنة
السبت	222	14	11
الاحد	281	13	8
الاثنين	274	12	9
الثلاثاء	259	10	6
الاربعاء	278	23	14
الخميس	297	21	12
الجمعة	98	6	5

جدول (4-5) : معاملات انواع المركبات وفقا للمواصفات الاردنية .

Type of care	Factor
Passenger	1
2-axle	2.5
3-axle	3

عدد المركبات الكلي = عدد السيارات الصغيرة *1 +عدد الباصات * 2.5 + عدد الشاحنات *3)

متوسط السيارات الصغيرة في الساعة = 7/1* (98+297+278+259+274+281+222) = 244.14 سيارة صغيرة في الساعة

متوسط عدد الباصات في الساعة = 7/ 2.5*(6+21+23+10+12+13+14)

=35.35 باص في الساعة

متوسط عدد الشاحنات في الساعة = 7/3*(5+12+14+6+9+8+11)

= 27.85 شاحنة في الساعة

مجموع عدد المركبات = 27.85+35.35+244.14 = 307.34 مركبة

معدل المرور اليومي AADT= 24*307.34

= 7376.16 سيارة / يوم

عند حساب عدد المسارب يتم حسابها وفقا لحجم المروري الحالي والمستقبلي ويكون المستقبلي في العادة خلال عشرون سنة حيث يتم ضرب المعدل المروري اليومي بمعامل يساوي 2.5 .

معدل المرور اليومي بعد مرور 20 سنة = 2.5*7376.16

=18440.4سيارة / يوم

بسبب عدم توفر المعلومات الدقيقة عن عدد المركبات في ساعات الذروة فانه تم اعتبار حجم المرور للتصميم يساوي نسبة من معدل المرور اليومي وهذه النسبة تتراوح (0.12 – 0.07) ويرمز لها بالرمزk, لذلك فان معدل مرور المركبات للساعة التي تم اخذها بالتصميم يمكن إيجاده من المعادلة:

عدد المركبات في الساعة التصميمية D.H.V min = معدل المرور اليومي *K*D

18440.4*0.07*0.55=

=709.955 سيارة / ساعة

18440.4*0.12*0.60 =D.H.V max

=1327.7 سيارة / ساعة

جدول (4-6) : قيم K و D العامة .

Facility Type	Normal Rang of values	
	K-Factor	D-Factor
Rural	0.15-0.25	0.65-0.80
Suburban	0.12-0.15	0.55-0.65
Urban: *Radial Route*	0.07-0.12	0.55-0.60
Circumferential Route	0.07-0.12	0.50-0.55

بما إن الطرق في فلسطين هي طرق من الدرجة الثالثة فانه تم اعتماد السعة التصميمية للطريق تساوي 850 سيارة / ساعة , حيث أن السعة التصميمية عبارة عن اقصى عدد من المركبات التي تمر مع خلال نقطة معينة خلال ساعة تحت الظروف السائدة.

إن عدد المسارات المطلوبة لاستيعاب المركبات خلال العشرين سنة القادمة (N20) تعطى بالعلاقة :

N20= D.H.V / السعة التصميمية

=850/1327.7

=2 مسرب في كل اتجاه بعرض 3.5 متر .

الفصل الخامس : التصميم الانشائي للطريق والفحوصات المخبرية

يشتمل هذا الفصل على مقدمة عن التصميم الإنشائي للطريق والفحوصات المخبرية، والأنواع الرئيسية للرصف والتي تتضمن: الرصف المرن والذي يشمل طبقات الرصف المرن، ويشمل أيضاً الفحوصات المخبرية على طبقات الرصفة والتي تشمل تجربة بروكتور المعدلة (Modify proctor Test) وتجربة نسبة تحمل كاليفورنيا (California Bearing Ratio)، وتصميم الرصفة المرنة والتي تشمل حساب قيمة Equivalent Accumulated 18000 Single Axle Load (ESAL) . الذي يتضمن: الحمل المكافئ لمحور مفرد، ومعامل محور الحمل المكافئ، وسوف نختم الفصل بحساب سماكة طبقات الرصف.

5-1 مقدمة:-

تعتبر عملية التصميم الإنشائي للطريق عبارة عن إيجاد سمكات طبقات الرصف ومكوناتها ومواصفاتها حتى تتمكن من تحمل أوزان المركبات التي تسير على هذه الطرق ويوجد ثلاثة أنواع رئيسية للرصف وهي الرصف المرن والرصف الصلب والرصف المركب.

5-2 الأنواع الرئيسية للرصف.

يوجد ثلاثة أنواع رئيسية للرصف المستعمل في الطرق وهما الرصف الصلب أو القاسي (Rigid Pavement) ، والرصف المركب (Composite Pavement, والرصف المرن.Flexible Pavement) .

5 -2 -1 الرصف المرن.

ويتكون من مجموعة من الطبقات وهي:

- طبقة التربة الأصلية (Sub grad).
- طبقة ما تحت الأساس.(Sub base course) .
- طبقة الاساس (Base course).
- الطبقة الإسفلتية أو السطحية(.Surface course).

تتكون الطبقة السطحية من البيتومين وطبقة الأساس من الحصى المكسر والخائط الحصوية الرملية وينتقل تأثير الأحمال المرورية من خلال هذه الطبقات إلى التربة الطبيعية التي يفترض أن تكون قدرتها على التحمل عالية نسبيا بحيث يتم دمكها بشكل جيد وذلك لتحسين مواصفاتها (Compacted sub grade) وهذا النوع من الرصف تم استخدامه في مشروعنا.

5 -2 -1-1 طبقات الرصف المرن.

1- **طبقة التربة الأصلية (Sub grade)**:وهي طبقة الأرض الطبيعية التي يتم وضع طبقات الرصف عليها بعد تمهيدها وتسويتها. وتعتبر التربة الأصلية الأساس الحقيقي لجسم الطريق التي ترتكز عليها جميع طبقات الرصف.

2- **طبقة ما تحت الأساس (Sub base course) :** وهي الطبقة التي تفرض مباشرة فوق السطح الترابي وتتألف من الحصى أو من الحصى المكسر المدكوك أو من الرمل الترابي وقد يكون السطح الترابي قويا أو ممكن أن يكون من تربة غير مستقرة تثبت بواسطة بعض مواد التثبيت ثم توضع وتفرش عليها طبقة ما تحت الأساس، ويكمن الهدف من هذه الطبقة فيما يلي:

- عدم تأثر طبقة السطح الترابي بأي مؤثرات كالمياه والرطوبة والثلج من الوصول الى السطح الترابي الذي قد يؤدي الى خرابه .
- توزيع الاحمال التي يتعرض لها سطح الطريق.
- تهيئة السطح لاستقبال الطبقات العلوية من الطريق.

- لتوفير في تكاليف مواد الرصف حيث ان المواد المستخدمة في طبقات تحت الاساس هي اقل جودة وارخص ثمنا من المواد التي تعلوها .
- تمنع امتزاج مواد السطح الترابية مع طبقة الاساس.
- تعطي قوة اكبر للسطح الترابي بعد دحله جيدا .
- المواد المستخدمة في هذه الطبقة تكون رديئة للتوصيل بشكل عام .

ويجب أن تتوفر فيها المواصفات التالية:

1. أن تكون نسبة المواد الناعمة والمواد اللينة فيها قليلة.
2. ان تحتوي على تدرج حبيبي مناسب بحيث تبقى مستقرة
3. أن لا تتجاوز نسبة التآكل لحبيباتها50% .
4. أن لا يتجاوز حد الميوعة 25%ومعامل اللدونة 6%.

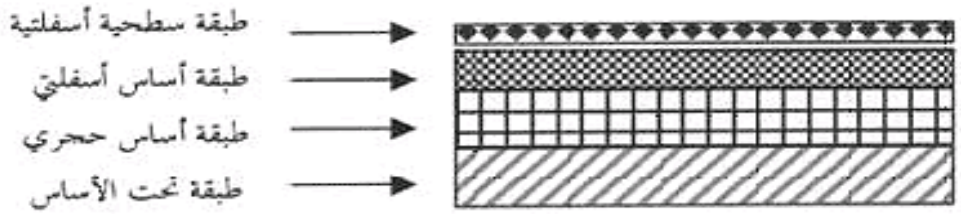
3- طبقة الاساس (Base course).

وهي الطبقة التي توضع فوق طبقة ما تحت الأساس أو على السطح الترابي مباشرة في حال كونه صلبا, وتقوم هذه الطبقة بتحمل وتوزيع الأحمال على الطبقات الأدنى منها ويعتمد هذا على نوع المواد المستعملة المكونة من الحصى أو الدبش المكسر أو مخلطات الأفران المكسرة(حصمة صناعية) مع وجود مادة الرمل أو مجموعة متنوعة من المواد بدون تثبيت أو مع تثبيت بمواد مثبتة خاصة مثل الجير حيث أن الأساس يفرض على طبقة واحدة أو مجموعة من الطبقات حسب تصميم الطريق وتكون المواد الأقل جودة في الأسفل والأكثر جودة في الأعلى.

4- الطبقة الإسفلتية أو السطحية(.Surface course).

وهي عبارة عن خليط من الحصمة والإسفلت السائل توضع فوق طبقة الأساس وتتكون من طبقة واحدة أو أكثر من الخلطات الإسفلتية الساخنة وتصمم هذه الخلطات حسب معايير معينه تأخذ بعين الاعتبار قوة الخلطة وثباتها ونسبه الفراغات فيها وتدرج الحصمة المستعملة (تفضل التدرج الكثيف المحتوى على حبيبات ذات حجم أقصى مقداره 25ملم بالإضافة لتدرجات أخرى في خلطات الإسفلت الرملي) ويجب أن تتناسب مواد الرصفة مع متطلبات التصميم مثلا مقاومتها للتشققات المساحية وأيضا يجب أن تكون مقاومة للتشوه الثابت الناتج عن زيادة الأحمال المرورية, وتفرش الطبقة الإسفلتية بحيث يكون وجه تأسيسي (Prime coat) ووجه لاصق(Tack(Coat وذلك من أجل زيادة التثبيت ومقاومه تأثير الحت والبري والاهتراء وتامين مقاومة التزحلق الكافية والثابتة للربط بين السطح والأساس ولمساعده كطبقه إنشائية واحده في توزيع الأحمال.

والشكل التالي يبين طبقات الرصف المرن:



الشكل (5-1) طبقات الرصفة المرنة.

3-5 الفحوصات المخبرية على طبقات الرصفة .

قمنا بإجراء هذه التجارب في مختبر التربة في جامعة بوليتكنك فلسطين في تاريخ (2024/3/5) وتتضمن التجارب التالي:

1-3-5 تجربة بروكتور المعدلة (Modify proctor Test) :

إن كثافة التربة تعتبر دليلا لأغلب صفاتها، ومن أجل تحسين خصائص التربة يجب زيادة كثافتها وتثبيتها بعملية الرص بآلات الرص المختلفة، ونسبة الماء الموجودة في التربة أثناء رصها لها تأثير كبير على الكثافة المطلوبة حيث وجد انه بزيادة نسبة الماء في التربة الجافة تدريجياً ورصها فإن الكثافة تزداد تدريجيا حتى تصل إلى نقطة تبدأ بعدها الكثافة بالنقصان عند زيادة كمية الماء وتسمى الكثافة عند هذه النقطة بالكثافة العظمى (Density) Maximum ونسبة الماء التي تعطي هذه الكثافة تسمى نسبة الماء المثالية(Optimum Moisture Content)حيث أنه في هذه التجربة تكون التربة خالية تماما من الهواء ومشبعة بالماء وبالتالي فإن الهدف الرئيسي من هذه التجربة هو تحديد نسبة الكثافة القصوى الجافة (γd) ونسبة الماء المثالية(OM) .

قمنا بإجراء هذه التجربة مرتين مرة على طبقة (Sub grade) ومرة على طبقة (Base Course) وأثناء إجراء التجربة قمنا باستخدام الأدوات التالية:

1. قالب بروكتور المعدل مع الغطاء المتحرك.
2. مطرقة بروكتور المعدلة والتي يساوي وزنها (10) باوند ويتم إسقاط هذه المطرقة عن ارتفاع 18إنش.
3. وعاء لخلط التراب مع قارورة ماء ومسطرة.
4. منخل رقم 4"و¾".
5. جفنات صغيرة.
6. ميزان وفرن للتجفيف.

وتم عمل هذه التجربة بناء على المواصفات الفنية(AASHTOT–99.....ASTMD-698-78) في تاريخ (2024/3/5) باستخدام الخطوات التالية:

1. نجهز حوالي 5كيلو غرام من التربة المارة من منخل رقم 4والي يتم تحديد نسبة الرطوبة الطبيعية لها , ثم يضاف لها الماء للحصول على محتوى مائي (4%) ثم نخلط التربة جيدا.
2. نقوم بقياس وزن قالب الدمك مع القاعدة.
3. نقوم بدمك التربة على خمس طبقات, وندمك كل طبقة 01ضربة وأثناء تجهيز الطبقات نقوم بتهشير سطح كل طبقة باستخدام المسطرة الحديدية وذلك حتى تتماسك الطبقات مع بعضها البعض.
4. افصل الحلقة عن القالب وباستخدام المسطرة أزل التربة الزائدة لتتساوي مع سطح القالب ، وفي حالة وجود فجوات أضف مواد ناعمة أو خشنة لملء الفراغات.
5. نقيس وزن القالب القياسي مع القاعدة والتربة المدموكة.

6. نفصل القاعدة ثم أستخرج عينة التربة.
7. نأخذ عينة من التربة المدكوكة من أسفل ووسط وأعلى القالب (حوالي 100غرام) لتحديد المحتوى المائي.
8. أمزج التربة مع التربة المتبقية وأضف % 2من الماء وأخلطها جيدا".
9. أكرر الخطوات من (4-8)عدة مرات حتى الأحظ أن وزن القالب مع القاعدة والتربة بدأ يقل رغم زيادة الماء ثم أسجل بعدها محاولتين.
10. بعد حساب الكثافة الجافة للتربة نقوم برسم منحنى العلاقة بين الكثافة الجافة والمحتوى المائي على رسم بياني والكثافة الجافة القصوى تمثل أعلى نقطة من المنحنى ويمثل المحتوى المائي لهذه النقطة المحتوى الرطوبة الأمثل.

وتضمنت هذه التجربة القوانين والحسابات التالية:

✓نسبة الماء = Wc

✓وزن القالب فارغ = 7747غرام.

✓نسبة الماء= وزن الماء

وزن العينة الجافة

✓الكثافة الرطبة = وزن العينة الرطبة

حجم القالب

✓الكثافة الجافة= الكثافة الرطبة

(نسبة الماء/100)+1

✓وزن الماء= (وزن العينة الرطبة مع القالب – وزن العينة الجافة مع القالب.)

✓وزن العينة الجافة =(وزن العينة الجافة مع القالب – وزن القالب).

✓قطر القالب =15.2سم .

✓ارتفاع القالب = 11.58 سم .

✓حجم القالب= ((نصف القطر)^2 * π* الارتفاع) وبالتالي فإن حجم القالب يساوي

= (7.6)^2 * π* 11.58 = 2101.28 سم

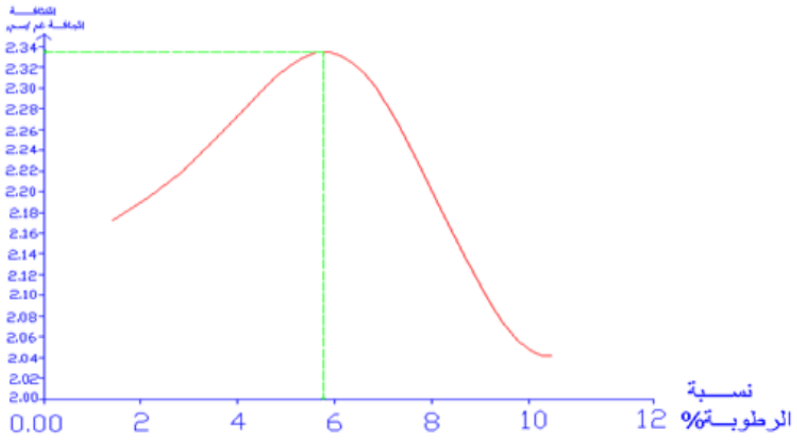
✓تجربة بروكتور المعدلة عند 11ضربة للبيسكورس

جدول (5-1) الكثافة الرطبة لعينة base course .

وزن العينة + القالب(غم)	وزن العينة رطبة (غم)	وزن القالب(غم)	الكثافة الرطبة (غم/سم3)
12396	4550	2101.28	2.213
12556	4810	2101.28	2.289
12930	5184	2101.28	2.467
12558	4812	2101.28	2.29
12495	4749	2101.28	2.26

جدول (5-2)الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة لعينةBase course.

رقم العينة	رقم الجفنة	وزن الجفنة فارغة (غم)	وزن الجفنة والتربة الرطبة (غم)	وزن الجفنة +التربة الجافة (غم)	وزن الماء (غم)	الكثافة الرطبة (غم/سم3)	وزن التربة الجافة	نسبة الرطوبة Wc	الكثافة الجافة (غم/سم3)
1	B-5	31.23	228.37	224.96	3.41	2.213	193.73	1.76	2.17
2	B-6	31.65	285.9	278.25	7.65	2.289	246.6	3.1	2.22
3	A-6	31.2	280.73	267.14	13.59	2.467	235.94	5.76	2.33
4	D-13	31.78	269.26	248.73	20.53	2.29	216.95	9.46	2.09
5	E-13	30.77	328.65	299.95	28.7	2.26	269.18	10.66	2.04



الشكل(5-2)العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة لعينة(base course).

ومن الشكل السابق يتبين أن نسبة الرطوبة المثالية = 5.76%

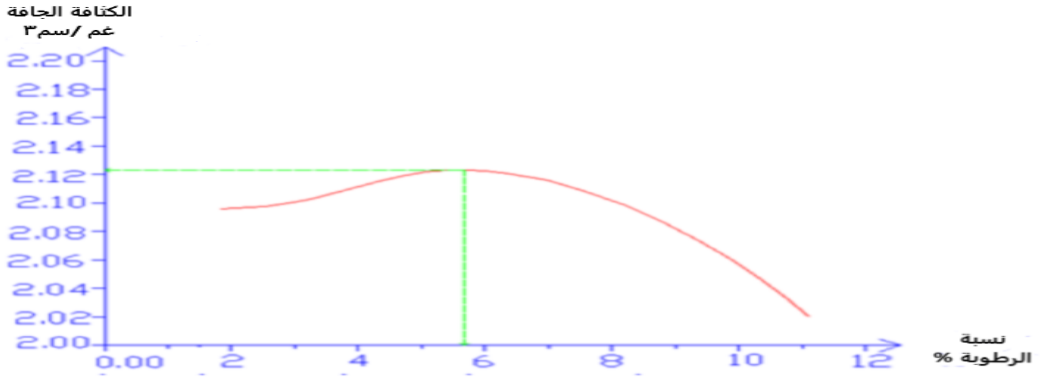
✓تجربة بروكتور المعدلة عند 11ضربة لعينةSub grad:

جدول (5-3) الكثافة الرطبة لعينة (sub grade course).

وزن العينة + القالب(غم)	وزن العينة رطبة (غم)	وزن القالب(غم)	الكثافة الرطبة (غم/سم3)
12262	4516	2101.28	2.149
12327	4581	2101.28	2.18
12453	4707	2101.28	2.24
12510	4764	2101.28	2.267
12493	4747	2101.28	2.259

جدول (5-4)الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة لعينة(sub grade course) .

رقم العينة	رقم الجفنة	وزن الجفنة فارغة (غم)	وزن الجفنة والتربة الرطبة (غم)	وزن الجفنة +التربة الجافة (غم)	وزن الماء (غم)	الكثافة الرطبة (غم/سم3)	وزن التربة الجافة	نسبة الرطوبة Wc	الكثافة الجافة (غم/سم3)
1	B-5	31.23	240.97	235.69	5.24	2.15	204.46	2.56	2.10
2	B-6	31.65	277.65	268.86	8.79	2.18	237.21	3.71	2.10
3	A-6	31.2	292.21	278.21	14.00	2.24	247.01	5.67	2.12
4	D-13	31.78	299.27	271.65	27.62	2.28	239.87	11.52	2.03
5	E-13	30.77	335.87	303.53	32.34	2.26	272.76	11.86	2.02



الشكل (5-3) العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة لعينة(sub grade course).

5-3-2 نسبة تحمل كاليفورنياCBR (California Bearing Ratio):

وهو عبارة عن قياس الحمل اللازم لغرز إبرة ذات قطر معين وبسرعة معينة في عينة التربة عند قيم محددة للمحتوى المائي والكثافة، وحساب نسبة هذا الحمل أو الضغط إلى الحمل أو الضغط القياسي عند الغرز للإبرة مقدار 2.5ملم أو5ملم ويعطي هذا الاختبار معلومات عن مدى انتفاخ التربة ومقدار القوة المفقودة للتربة عندما تكون التربة مشبعة بالماء ، كما تعطي نسبة

التحمل لكاليفورنيا تصوراً عن تصرف التربة تحت الإسفلت (مواد الأساس) ، ويمكن عمل الاختبار في الحقل أو المعمل, ويوضح الجدول التالي بعض القيم لنسبة التحمل.

ويوضح الجدول التالي بعض قيم نسبة تحمل كاليفورنيا بناء على النظام الموحد(USC) ونظام الاشتو(AASHTO):

جدول رقم (5-5) يوضح بعض قيم نسبة التحمل(CBR).

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

والجدول التالي يبين المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والأردن:

جدول(5-6) المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والأردن. .

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

وتستخدم القيم القياسية الموضحة في الجدول التالي لحساب نسبة التحمل:

جدول (5-7)حساب نسبة التحمل(CBR).

وحدة الوزن القياسية (ميجا باسكال)	مقدار الاختراق (ملم)
6.9	2.5
10.3	5.00
13.00	7.5
16.00	10
18.00	12.7

والشكل التالي يبين الجهاز المستخدم في إجراء هذه التجربة:

شكل (5-4) الجهاز المستخدم في تجربة(CBR).

لقد تم إجراء الاختبار بناء على المواصفات الفنية(ASTM D – 1883 - 87)و(AASHTO T – 193- 81)
وباستخدام الأدوات التالية:

1- قالب الدمك الأسطواني(Mold) المستخدم في اختبار الدمك المعدل.

2- حلقة Collar وقاعدة Base plate.

3-مطرقة الدك Rammerاليدوية.

4-آلة قياس الضغط مثبت عليها إبرة الاختراق.

5-ميزان وفرن تجفيف.

تم عمل الاختبار بناء على الطريقة التالية:

1-نجهز حوالي 1كيلو غرام من التربة المارة من منخل رقم 4ونخلطها جيدا" مع كمية الماء المناسبة تبعا للمحتوى المائي المطلوب.

2-نأخذ عينات من التربة لتحديد المحتوى المائي.

3-نحسب وزن القالب الاسطواني(Mold) بدون الحلقة والقاعدة.

4-نربط القاعدة والحلقة المعدنية والأسطوانة مع القالب ثم نضع ورقة الترشيح.

5-ندمك التربة حسب طريقة الدمك المعدلة التي تم إجراؤها في اختبار الدمك المعدل السابق.

6-نفصل الحلقة المعدنية عن القالب الاسطواني ثم نزل التربة الزائدة ليتساوى سطح التربة مع سطح القالب وفي حالة وجود فجوات نضيف تربة لسدها من نفس التربة.

7--نفصل القاعدة والاسطوانة ثم نحسب وزن القالب الأسطواني مع التربة ، ومنه نحدد وزن وكثافة التربة.

8-نضع ورقة ترشيح على القاعدة ثم أقلب العينة وأربط القالب مع القاعدة.

9-نضع العينة في آلة قياس الضغط ثم نضع أوزاناً لا تزيد عن 4.1كيلو جرام ونصفّر مؤشر الضغط وكذلك مؤشر الاختراق.

10-نقوم بزيادة قيمة الضغط والاختراق للعينة.

11-بعد انتهاء الاختبار نستخرج عينة التربة ثم نأخذ عينات من الثلث الأول والوسط والأخير لتحديد المحتوى المائي للتربة المدموكة.

12-نرسم منحنى الضغط (كيلو باسكال) مع الاختراق (ملم) ثم نسجل مقدار الاختراق عند 2.5ملم و5ملم ثم نحدد قيمة التحمل باستخدام المعادلة التالية:

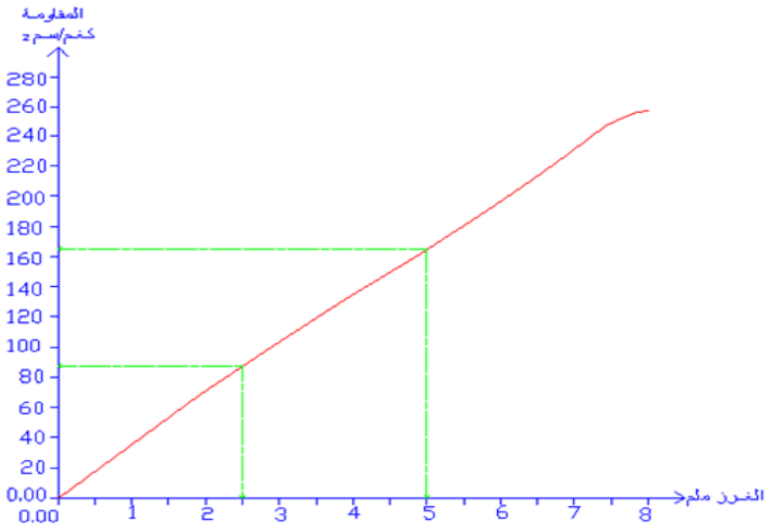
$$\text{نسبة تحمل كاليفورنيا(CBR)} = \frac{\text{مقدار الضغط في الاختبار}}{\text{مقدار الضغط القياسي}} * 100\%$$

✓الجداول والأشكال التالية تم الحصول عليها بعد إجراء التجربة:

الجدول (5-8) العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 65ضربة لطبقة(Base course).

الغرز (mm)	Load(kg)	المقاومة بعد تعديل المنحنى (kg/cm2)
0.5	370.44	19.144
1	700.56	36.205
1.5	1033.2	53.395
2	1389.24	65.122

86.271	1669.23	**2.5**
83.561	2032.83	**3**
120.335	2328.48	**3.5**
136.223	2635.92	**4**
185.331	2917.44	**4.5**
167.088	3233.16	**5**
180.453	3751.56	**5.5**
201.674	4057.2	**6**
219.253	4161.24	**6.5**
232.465	4498.2	**7**
258.723	4838.58	**7.5**
260.860	4989.6	**8**

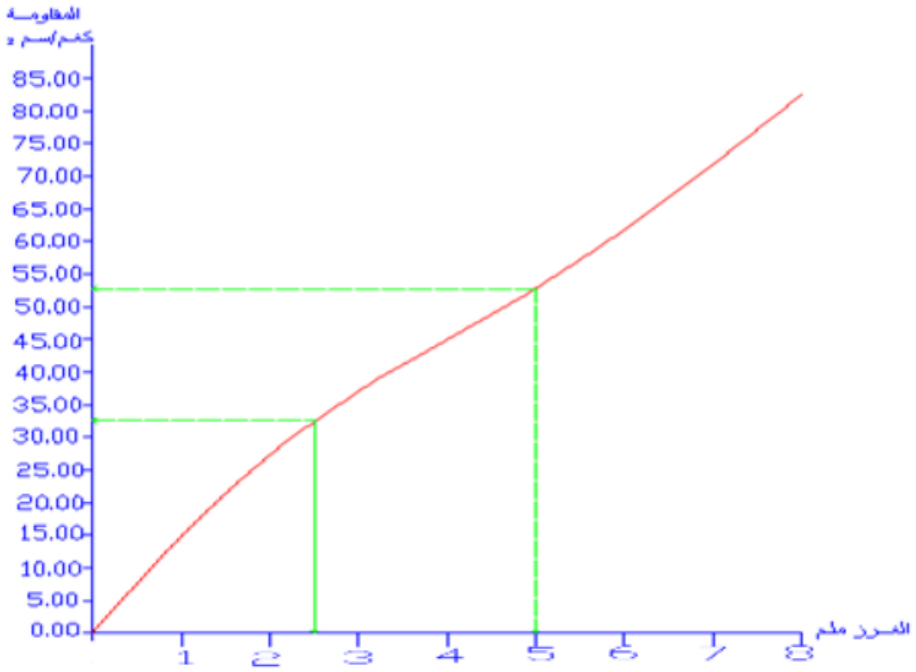


شكل (5-5)العلاقة بين الغرز والمقاومة عند 65 ضربة لطبقة(Base Course).

✓يتم حساب قيمةCBR عند كثافة 95%من أعلى قيمة للكثافة الجافة أي عند 55ضربة وتساوي 2.21 وذلك حسب المواصفات الأردنية المتبعة في فلسطين حيث أنها تساوي.

الجدول (5-9) العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 65ضربات لطبقة(sub grade).

المقاومة بعد تعديل المنحنى (kg/cm2)	Load(kg)	الغرز (mm)
7.509	145.291	**0.5**
15.008	290.143	**1**
22.007	425.832	**1.5**
27.510	532.313	**2**
33.037	639.267	**2.5**
37.5056	725.735	**3**
41.486	802.751	**3.5**
45.003	870.799	**4**
49.080	949.730	**4.5**
53.481	1034.847	**5**
57.568	1113.94	**5.5**
62.541	1210.163	**6**
66.501	1286.749	**6.5**
72.270	1398.424	**7**
76.403	1478.394	**7.5**
82.506	1596.485	**8**



شكل (5-6)العلاقة بين المقاومة والغرز عند 30ضربات لعينة (Sub grade):

✓يتم حساب قيمةCBR عند كثافة 51%ممن أعلى قيمة للكثافة الجافة عند 55ضربة= 2.01وذلك حسب المواصفات الأردنية المتبعة في فلسطين حيث أنها تساوي

جدول (5-10) نسبة كاليفورنيا لكل طبقة.

الطبقة	CBR
Base course	100
Sub grade	35

5- 4 تصميم الرصفة المرنة.

تم تصميم الرصفة المرنة بناء على نظامAASHTO:

(American Association of State Highway and Transportation Officials)

5-4-1حساب قيمة (ESAL) Equivalent Accumulated 18000 Single Axle Load.:

عند تصميم أي طريق يجب أن تكون بيانات أحجام وأحمال المرور المتوقعة متوفرة لعملية التصميم الإنشائي للطريق وقد تم أخذ أحجام المرور الواقعة على طريق المشروع من الفصل السابق(حجم المرور).

5-4-1-1الحمل المكافئ لمحور مفرد:

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

5-4-1-2معامل حمل المحور المكافئ:

المعامل المكافئ لحمل المحور لمركبة ما هو نسبة التأثير لكل مرة تمر فيها المركبة على رصف معين إلى التأثير الذي يحدثه مرور الحمل المحوري المفرد القياسي على نفس الرصف. ويتم التعبير عن عدد مرات تكرار الحمل الذي يؤدي إلى وصول الرصف لنهايته المقبولة بصلابة طبقة الرصف, ويتم التعبير عن صلابة طبقات الرصف بالرقم الإنشائي(SN)ويكون مستوى الخدمة النهائي(PT) للطرق الرئيسية (ذات المرور الثقيل) مساوياً لـ 2.5 والطرق المحلية والثانوية (ذات المرور المتوسط) مساوياً لـ 2.00. بينما القيمة الابتدائية لدليل مستوى حالة الرصف بعد الانتهاء من تنفيذ الرصف مباشرة تتراوح قيمتها بين 4.2 إلى 4.5 تبعاً لجودة التنفيذ.

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

حيث ان:

PSI= present Serviceability index

وتتراوح قيمتها من 0 إلى 5 وتشتمل على الآتي:

Initial serviceability index (p_i) & terminal serviceability index (p_t).

P_t = 4.5 للظروف الجيدة.

P_t = 2.5 للطرق الرئيسية و 2 للطرق متدنية المستوى.

ΔPSI = pi - pt = 4.5 - 2.5 →2

أما المحور القياسي فمقـداره 18000رطل (80000كيلو نيوتن) وباستخدام قيم المعاملات المكافئة لأحمال المحاور التي تمر على الطريق خلال الفترة التصميمية وتبعاً لمعامل النمو وحجم المرور اليومي مصنفاً حسب نوع المركبات ونسبة مركبات النقل في الحارة التصميمية يتم حساب قيمة الحمل التصميمي المكافئ على الطريق من العلاقة التالية:

$$ESAL = f_d * G_f * AADT * 365 * N_i * f_E \quad \text{.....5.1}$$

حيث ان:

ESAL=Equivalent Accumulated 18000 Single Axle Load.

f_d= Design lane factor.

G_f= Growth factor.

AADT = First year annual average daily traffic.

N_i= number of axles on each vehicle.

f_E= load equivalency factor.

✓يتم الحصول على قيمة(f_d) من الجدول التالي:

الجدول(5-11) نسبة مركبات النقل في الحارة التصميمية(f_d) .

عدد حارات الطريق في الاتجاهين	نسبة مركبات النقل في الحارة التصميمية من حجم مركبات النقل الكلي
2	50%
4	45%
6 أو أكثر	40%

الطريق المراد تصميمها تحتوي على مسربين في كل اتجاه, وبالتالي فإن قيمة(f_d) تكون المقابلة للرقم 4 من الجدول السابق أي(45%).

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

جدول (5-12) معامل النمو(G_f).

Annual growth rate (%)								
10	8	7	6	5	4	2	No. growth	**Design Period years**
1	1	1	1	1	1	1	1	**1**
2.1	2.08	2.07	2.06	2.05	2.04	2.02	2	**2**
3.31	3.25	3.21	3.18	3.15	3.12	3.06	3	**3**
4.64	4.51	4.44	4.37	4.31	4.25	4.12	4	**4**
6.11	5.87	5.75	5.64	5.53	5.42	5.2	5	**5**
7.72	7.34	7.15	6.98	6.8	6.63	6.31	6	**6**
9.49	8.92	8.65	8.39	8.14	7.9	7.43	7	**7**
11.44	10.64	10.26	9.9	9.55	9.21	8.58	8	**8**
13.58	12.49	11.98	11.49	11.03	10.58	9.75	9	**9**
15.94	14.49	13.82	13.18	12.58	12.01	10.95	10	**10**
18.53	16.65	15.78	14.97	14.21	13.49	12.17	11	**11**
21.38	18.98	17.89	16.87	15.92	15.03	13.41	12	**12**
24.52	21.5	20.14	18.88	17.71	16.63	14.68	13	**13**
27.97	24.21	22.55	21.01	19.16	18.29	15.97	14	**14**
31.77	27.15	25.13	23.28	22.58	20.02	17.29	15	**15**
35.95	30.32	27.89	25.67	23.66	21.82	18.64	16	**16**
40.55	33.75	30.48	2.21	25.84	23.7	20.01	17	**17**
45.6	37.45	34	30.91	28.13	25.65	21.41	18	**18**
51.16	41.45	37.38	33.76	30.54	27.67	22.84	19	**19**
57.28	45.76	41	36.79	33.06	29.78	24.3	20	**20**
98.35	73.11	63.25	51.86	47.73	41.65	32.03	25	**25**
164.49	113.28	94.46	79.05	66.44	56.08	40.57	30	**30**
271.02	172.32	138.24	111.43	90.32	73.65	49.99	35	**35**

تم أخذ مدة التصميم المستقبلي 20 سنة ونسبة الزيادة المتوقعة في النمو (5 %) وبالتالي فإن قيمة(G_f) تكون مساوية (33.06%) .

✓بعد حساب قيمة(Gf) يتم تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية ,ويتم الحصول على الأحمال القياسية لأنواع المركبات من الجدول التالي:

جدول (5-13) تحويل أوزان المركبات الى أحمال قياسية(Load Equivalency factor).

Cross Axel Load		Load Equivalency Factor		Cross Axel Load		Load Equivalency factor	
KN	lb	Single Axle	Tandem Axel	KN	lb	Single Axle	Tandem Axel
4.45	1,000	0.00002		182.5	41,000	23.27	**2.29**
8.9	2,000	0.00018		187	42,000	25.64	**2.51**
13.35	3,000	0.00072		191.3	43,000	28.22	**2.75**
17.8	4,000	0.00209		195.7	44,000	31	**3**
22.25	5,000	0.005		200	45,000	34	**3.27**
26.7	6,000	0.01043		204.5	46,000	37.24	**3.55**
31.15	7,000	0.0196		209	47,000	40.74	**3.85**
35.6	8,000	0.0343		213.5	48,000	44.5	**4.17**
40	9,000	0.0562		218	49,000	48.54	**4.51**
44.5	10,000	0.0877	0.00688	222.4	50,000	52.88	**4.86**
48.9	11,000	0.1311	0.01008	226.8	51,000		**5.23**
53.4	12,000	0.189	0.0144	231.3	52,000		**5.63**
57.8	13,000	0.264	0.0199	235.7	53,000		**6.04**
62.3	14,000	0.36	0.027	240.2	54,000		**6.47**
66.7	15,000	0.478	0.036	244.6	55,000		**6.93**
71.2	16,000	0.623	0.0472	249	56,000		**7.41**
75.6	17,000	0.796	0.0608	253.5	57,000		**7.92**
80	18,000	1	0.0773	258	58,000		**8.45**
84.5	19,000	1.24	0.0971	262.5	59,000		**9.01**
89	20,000	1.51	0.1206	267	60,000		**9.59**
93.4	21,000	1.83	0.148	271.3	61,000		**10.2**
97.8	22,000	2.18	0.18	275.8	62,000		**10.84**
102.3	23,000	2.58	0.217	280.2	63,000		**11.52**
106.8	24,000	3.03	0.26	284.5	64,000		**12.22**
111.2	25,000	3.53	0.308	289	65,000		**12.96**
115.6	26,000	4.09	0.364	293.5	66,000		**13.73**
120	27,000	4.71	0.426	298	67,000		**14.54**
124.5	28,000	5.39	0.495	302.5	68,000		**15.38**
129	29,000	6.14	0.572	307	69,000		**16.26**
133.5	30,000	6.97	0.658	311.5	70,000		**17.19**
138	31,000	7.88	0.753	316	71,000		**18.15**
142.3	32,000	8.88	0.857	320	72,000		**19.16**
146.8	33,000	9.98	0.971	325	73,000		**20.22**
151.2	34,000	11.18	1.095	329	74,000		**21.32**

155.7	35,000	12.5	1.23	333.5	75,000	**22.47**
160	36,000	13.93	1.38	338	76,000	**23.66**
164.5	37,000	15.5	1.53	342.5	77,000	**24.91**
169	38,000	12.2	1.7	347	78,000	**26.22**
173.5	39,000	19.06	1.89	351.5	79,000	**27.58**
178	40,000	21.08	2.08	365	80,000	**28.99**

من الجدول السابق تم الحصول على معامل الحمل المكافئ(Load equivalency factor)بناء على أن الحمل الواقع على(Passenger car)مساوي 10 Kn/axle والحمل الواقع على(tow axle single) مساوي 100 Kn/axle

وحمل الواقع على (three axle single unit trucks) مساوي 110 Kn/axle وبالتالي فإن قيم معامل الحمل المكافئ التي تم الحصول عليها من الجدول أعلاه كما يلي:

Load equivalency factor for Passenger car (f_E) =0.0003135
Load equivalency factor for tow axle single unit trucks (f_E) = 0.1980889
Load equivalency factor for three axle single unit trucks (f_E) = 0.29491

جدول (5-14) : متوسط عدد المركبات ونسبة المركبات لكل ساعة.

اليوم	سيارة	باص	شاحنة
السبت	222	14	11
الاحد	281	13	8
الاثنين	274	12	9
الثلاثاء	259	10	6
الاربعاء	278	23	14
الخميس	297	21	12
الجمعة	98	6	5
النسبة المؤية	%91	%5	%4

ايضا تم الحصول من الفصل السابق(حجم المروري) على معدل المرور اليومي وكان(7376.16) سيارةايوم

وبعد ذلك تحسب قيمة(ESAL) لكل نوع من أنواع المركبات حسب المعادلة التالية كل على حدة ومن ثم تجمع القيم الثلاث لنحصل عل (Total ESAL) كما في المعادلة:

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

ESAL (passenger):
=0.45*33.06*7376.16*365*0.8916*4*0.0003135→44782.275
ESAL (tow axle single unit trucks):
=0.45*33.06*7376.16*365*0.106*4*0.1980889 →3364066.35

ESAL (three axle single unit trucks):
=0.45*33.06*7376.16*365*0.0023*4*0.29491→108671.55
ESAL (total) = 3517520.18

5-4-2حساب سماكة طبقات الرصف :

الهدف من طريقة التصميم المستخدمة هو إيجاد طبقات رصف لها رقم إنشائي(SN) كافي لتحمل الأحمال التي يتعرض لها الطريق.

ولحساب سماكة كل طبقة يتم الاعتماد على نتائج فحص كاليفورنيا حيث يجب ان لا تقل نسبة تحمل فحص كاليفورنيا لكل طبقة عن التالي:

جدول(5-15) : قيمة ال CBR لكل طبقة.[1]

الطبقة	CBR	المادة المستخدمة
Base Coarse	90	Crushed Stone
Sub Grade	35	Clay and Stone Soil

ولحساب المعامل المناخي نستخدم المعادلات التالية:

$$R = \frac{N_d}{12} * R_d + \frac{N_s}{12} * R_s$$ 5.2

حيث أن:

-R : Regional Factor
- Nd: Number of dry months in a year
- Rd: Regional Factor for soils dry
- Ns: Number of saturated months in a year
- Rs: Regional Factor for soils saturated

[1] AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993

ولإيجاد قيمة ال (Rd) و (Rs) يتم استخدام الجدول:

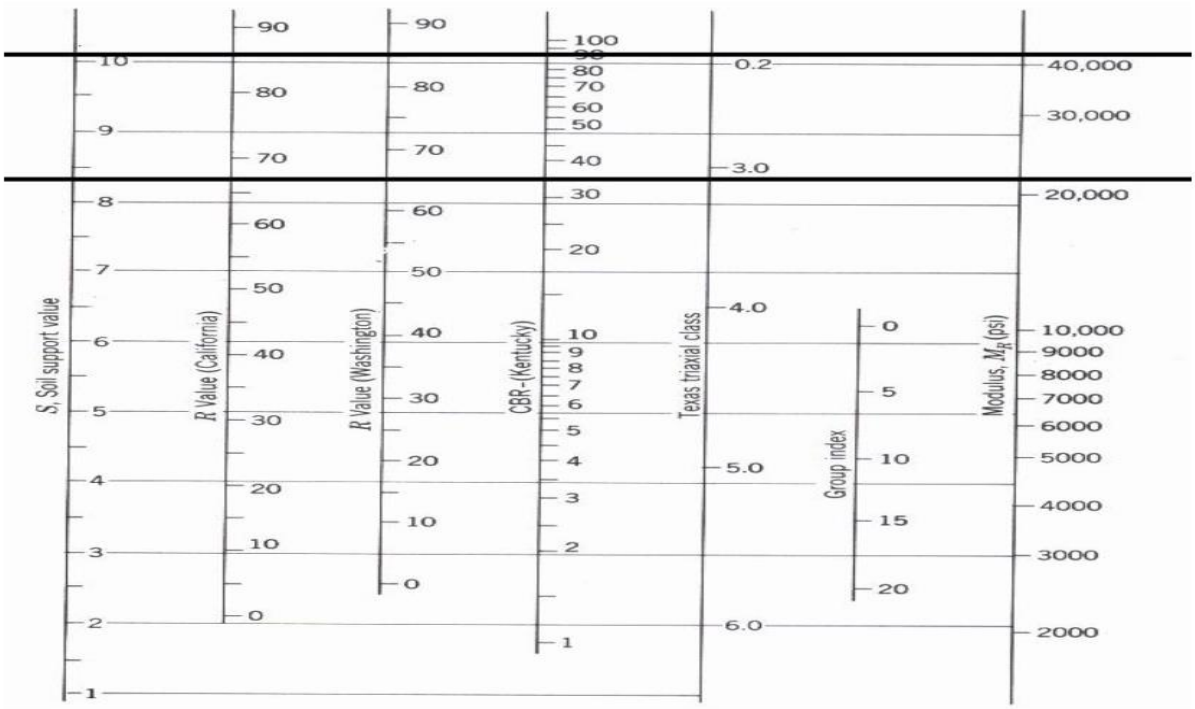
جدول(5-16) : قيمة المعامل المناخي[2]

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

ونأخذ بعين الاعتبار أن مدينة يطا يكون فيها 4 أشهر رطبة و 8 أشهرجافة (بشكل تقريبي حسب الدراسات):

$$R = \frac{8}{12} * 0.9 + \frac{4}{12} * 4.5 = 2.1$$

بعد ذلك يتم ايجاد قيمة ال S-soil support valueمن خلال الشكل:



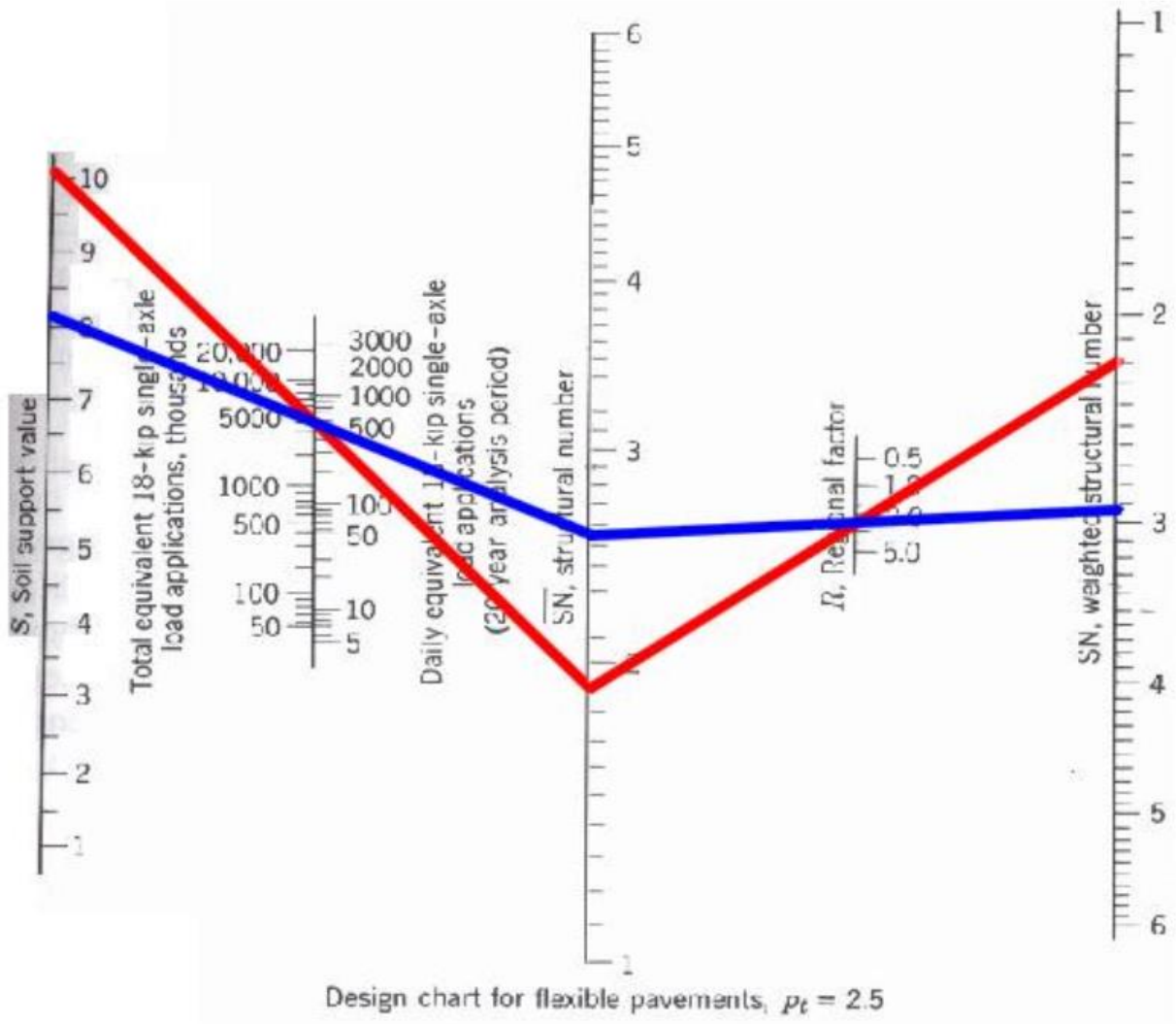
S-soil support value: **شكل(5-7)**

[2] AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993

وبالتالي فإن:

(S1-soil support value) = 10.1
(S2-soil support value) = 8.3

بعد ذلك سيتم حساب قيمة ال SNوذلك حسب الشكل:



شكل(5-8): قيمة المعاملSN

SN (Asphalt) = 2 SN (Base Course)= 2.78

بعد ذلك يتم حساب سماكة كل طبقة وذلك حسب المعادلة:

- SN: Structural Number.
- a_1, a2 : layer coefficients representative of surface, base course respectively.
- D_1, D2: actual thickness, of surface, base course respectively.
- Mi: drainage coefficient for layer i.

حيث يتم حساب قيمة ال(a1, a2 ,a3) من الجداول:

1)قيمة المعامل**a1**

جدول(5-17):قيمة المعامل(a1)

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

*وبناء على ما سبق فإن قيمةa1= 0.44.

2)قيمة المعامل**a2**

جدول(5-18) :قيمة المعامل(a2)

Case of base course	a2 suggested
sandy gravel	0.07
Crushed stone	**0.14**
Cement- treated (650psi or more)	0.23
Cement- treated (400-650psi)	0.20
Cement- treated (400psi or less)	0.15
Coarse- graded bituminous-treated	0.34
Sand asphalt	0.30
Lime -treated	0.15-0.30

*وكما تم الاسلاف فإن قيمة a2 =0.14 .

أما بالنسبة لمعامل التصريف عند حد الإشباع (25-5%)،وبتصريف ضعيف فإن قيمته تساوي 0.7.

وبالتالي فإن سمك الطبقات:

1- D1 =2.00= 4.54 in = 4.54 *2.54 = 11.5cm Select 12 cm
0.44

2- D2=2.78-2.00 = 7.96 in = 7.96 *2.54 = 20.2cm Select 20 cm
0.7*0.14

وبالتالي فإن سماكة الطبقات تكون كالتالي:

جدول(5-19):سماكة الطبقات.

الرصفة	السمك (سم)
اسفلت (Wearing Course)	5
اسفلت (Binder Course)	7
الاساس (Base Course)	20
تحت الاساس (Sub Base Course)	20

بالنسابة لطبقات الأسفلت(Binder Course) تكون بحجم حبيبي 1انش وطبقة الاسفلت (Wearing Course) بحجم 4/3 انش.

وبالنسبة لمواد الردم فيجب استخدام مصاد مختارة قريبة من تكوين طبقة الأساس عبارة عن مزيج من الصخور خالية من التربة العضوية (الحمراء) ولا تقل نسبة تحمل كاليفورنيا لها عن35.

الفصل السادس : خدمات الطريق

يشتمل هذا الفصل على مقدمة عن خدمات الطريق، وعلامات المرور على الطريق والتي تشمل: أهداف علامات المرور، والشروط الواجب توافرها في العلامات، وأنواع علامات المرور، ويشمل أيضاً الإنارة على الشوارع والطرق والتي تضم: فوائد الإنارة، ومواصفات الإنارة، و المواقف والتي تشمل: أهمية وأنواع وتطوير المواقف.

1-6 مقدمة

يشمل علم الطرق هندسة الطرق وهندسة المرور. وعند تصميم وانشاء الطريق وفتحها للسيارات لا بد من وجود امور تنظيمية لتنظيم حركة السيارات على الطريق لنضمن حسن الاداء ولنمنع وقوع الحوادث حتى يتم تحقيق الهدف الذي انشئت من اجله الطريق.

ان علم المرور يتطرق الى امور عدة كالاتجاهات والمسارب والانعطافات الى اليمين او اليسار والمسافات والتقاطعات والوقوف وغير ذلك، وهذه الامور لا تقل اهمية عن الطريق نفسه ولذلك يجب تصميمها جنباً الى جنب اثناء تصميم الطريق، كما يجب تنفيذها عند تنفيذ الطريق حتى تكون هذه الامور جزءاً لا يتجزأ من هذا الطريق.

ان الاشارات والخطوط والتقاطعات والاشارات الضوئية والمواقف العامة واماكن التوقف وغير ذلك من الامور التي نراها على الطرق وضعت من اجل تنظيم حركة السير على الطرق . وسيتم التعرض لها بشيء من التفصيل في الفقرات التالية.

2-6 علامات المرور على الطريق (Traffic Marking):

1-2-6 أهداف علامات المرور :

ان علامات المرور على الطريق عبارة عن خطوط متصلة او متقطعة، مفردة او مزدوجة، بيضاء او سوداء او صفراء، كما انها قد تكون أسهماً او كتابة (كلمات) . اما اهداف هذه العلامات هي :

1- تحديد المسارب وتقسيمها.
2- فصل السير في الاتجاهيين.
3- منع التجاوز .
4- منع الوقوف او التوقف.
5- تحديد اماكن عبور المشاة.
6- تحديد اولوية المرور على التقاطعات.
7- تحديد مواقف السيارات .
8- تعيين الاتجاهات بالاسهم (يميناً، يساراً، الى الامام) لتحديد الاماكن التي يتجه اليها السائق.
9- تحديد جانبي الطريق .
10- اعطاء تعليمات ومعلومات الى السائق بكلمات مثل : اتجه الى اليمين، توقف، اعط اولوية، وغير ذلك .

2-2-6 الشروط الواجب توافرها في العلامات :

ان هذه العلامات تنظم حركة السير للسائق والمشاة وتنقل التعليمات لهم، هذا ويراعى في هذه العلامات ما يلي :

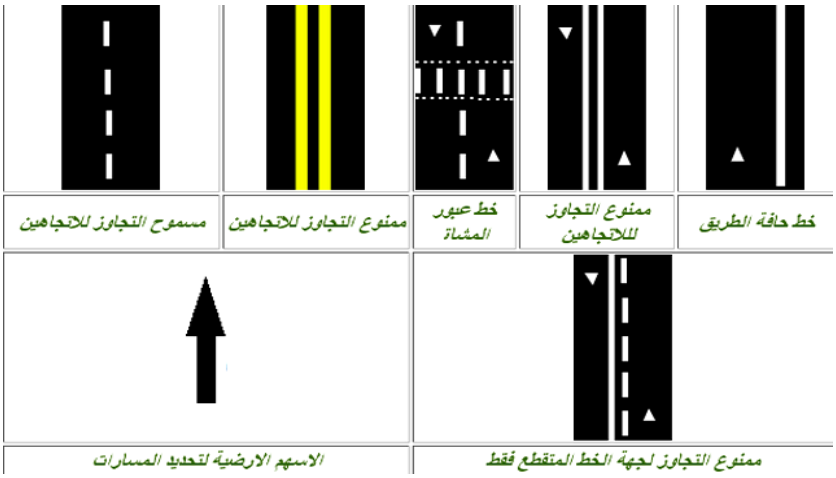
1- ان تكون صالحة للرؤية في الليل والنهار، وواضحة في كافة الاوقات والظروف.
2- ان تتوافق فيها الالوان .
3- ان تكون من مواد تعمر طويلاً وتقاوم التزحلق.
4- ان تكون تعليماتها سهلة الفهم ومرئية من مسافة كافية.

3-2-6 أنواع علامات المرور :

1-3-2-6 الخطوط:

تكون الخطوط بعرض 10 سم وهي إما متصلة او متقطعة ، أما المتقطعة فتستعمل لتقسيم المسارب وفصل السير في الاتجاهين ، أما المتصلة فتستعمل لفصل السير ومنع التجاوز في آن واحد . فاذا كان التجاوز خطراً على السير الذاهب يوضع خطان بحيث يكون الخط المتصل من جهة السير الذاهب والمتقطع من جهة السير القادم. واذا كان التجاوز خطراً على السير الذاهب والقادم معاً يصبح الخطان متصلان. ويستعمل الخط المتصل كذلك عند التقاطع لكي يبين حدود المنطقة التي يحظر الدخول اليها قبل التاكد من خلوها من السيارات .

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



الشكل (6-1): انواع الخطوط في علامات المرور[1]

[1] موقع (السياقة) ALSIYAQAالالكتروني، 6-5-2024

2-3-2-6 الكلمات :

تكتب بعض الكلمات على سطح الطريق خاصة عند التقاطعات مثل كلمة قف او اتجه يميناً، اتجه يساراً، اعط اولوية، وغير ذلك. ويجب ان تكون الكلمات كبيرة لكي يتسنى قراءتها، وألا تزيد عن كلمة او كلمتين، كما يجب ان تكون الاحرف مناسبة لموقع عين السائق.

3-3-2-6 الاسهم :

تستعمل الأسهم إما بدلا من الكلمات لتحديد الاتجاهات او مع الكلمات مثل سهم يتجه الى اليمين مع كلمة الى اليمين.

4-3-2-6 اللون :

يستعمل اللون الابيض في الخطوط التي تقسم المسارب ويستعمل اللون الاصفر لتحديد الجزر ومواقف السيارات الا انه يجب الاهتمام بتوافق لون الخط مع ارضية الطريق .

5-3-2-6 المواد العاكسة :

تستعمل بعض المواد التي تساعد على انعكاس الضوء خاصة في ايام الضباب حيث يوضع مع الدهان بلورات زجاجية خاصة .ويمكن الاستفادة من بعض انواع الحصمة وخاصة على الاكتاف لتأمين لون مخالف للون مسرب الطريق، وهذا ضروري في الليل لكي يبين حدود المسرب . ان استعمال ادوات عاكسة كعيون القطط وغيرها عملية مفيدة جدا وتعكس الضوء من مسافات طويلة .

6-3-2-6 الاشارات :

1-6-3-2-6 الهدف من الاشارات :

تستعمل الاشارة لتوصيل المعلومات للسائق او الماشي , وتتالف من لوحات رسم عليها اسهم او كلمات او الاثنان معا , بحيث تكون المعلومات واضحة وتناسب حالة السير ونوع الطريق .

2-6-3-2-6 أنواع الاشارات :

تقسم الاشارات الى اربعة انواع رئيسية ولكل نوع من هذه الانواع شكل خاص متعارف عليه حتى يسهل فهمه من قبل السائق . وهذه الانواع هي:

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

2- اشارات الاوامر : كإشارة قف وتكون مستديرة .

3- اشارات المنع : كإشارة ممنوع المرور وتكون مستديرة.

4- اشارات التوجيه (التعليمات): كإشارات اماكن الوقوف والاستراحة وتكون مربعة الشكل او مستطيلة.

6-2-3-6-3 مواصفات الاشارات :

يجب ان يكون للاشارات مواصفات خاصة بها حتى تحقق الهدف المنشود منها، فالإشارة يجب أن تكون واضحة للسائق وتشد إنتباهه قبل مسافة طويلة تزيد عن تلك المسافة اللازمة لرؤية الكتابة، كما يجب ان تكون الكتابة على الإشارة واضحة ومفهومة للسائق من مسافة طويلة كافية لكي يتصرف طبقاً للإشارة بدون أن ينصرف إنتباهه عن الطريق . وحتى يتحقق ذلك فإنه لا بد من الإنتباه الى الأمور الرئيسية التالية في الإشارة وهي :

1- أبعاد الاشارة : كلما كبرت الاشارة ضمن حدود المواصفات كلما تحسنت رؤية السائق لها .

2- تباين الألوان في الاشارة : إن التباين ضروري جدا لتحقيق غايتين هما ظهور الاشارة بالنسبة للمنطقة وظهور الكتابة بالنسبة للاشارة نفسها، وهذا التباين يتحقق بإستخدام ألوان مختلفة ذات لمعان مختلف، كأن تكون الكتابة من لون فاتح واللوحة من لون داكن وأن تكون اللوحة من لون يتباين مع لون الطبيعة المحيطة .

فإذا كانت الإشارة كبيرة فيجب أن تكون الكتابة باللون الفاتح (أبيض) على أرضية زرقاء او خضراء او صفراء . اما اذا كانت الاشارة صغيرة فيجب ان تكون الكتابة بالالوان الداكنة على ارضية فاتحة.

3- الشكل : يجب ان تكون الإشارات منتظمة الشكل وتتناسب مع الهدف الذي وضعت من أجله .

4- الكتابة : تتأثر رؤية الكتابة بعدة عوامل هي: نوع الكتابة، حجم الأحرف، وسماكة الخط، والفراغ بين الكلمات والأسطر وعرض الهامش . ويجب ان يتم اختيار الكتابة التي تناسب ذلك .

5 - الصيانة :يجب صيانة الإشارة وتنظيفها وإعادة 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 تضطره الى صرف إنتباهه عن الطريق كما يجب أن توضع الإشارة قبل مسافة كافية - يحددها القانون - من المكان الذي تشير إليه ، وأن تتناسب هذه المسافة مع سرعة السيارة . فإذا كانت الإشارة تدل على وجود مفرق طريق مثلاً فإنه يتوجب وضع الإشارة قبل المسافة القانونية من المفرق لكي تمكن السائق من تخفيف سرعته تمهيداً للدخول الى الطريق الفرعية . والجدول التالي يعطي فكرة عن المسافة اللازمة للسائق ليرى الإشارة ويتصرف حسب تعليماتها .

جدول (6-1) العلاقة ما بين سرعة السيارة و المسافة بين الاشارة والتقاطع التي تدل عليه الاشارة[2]

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

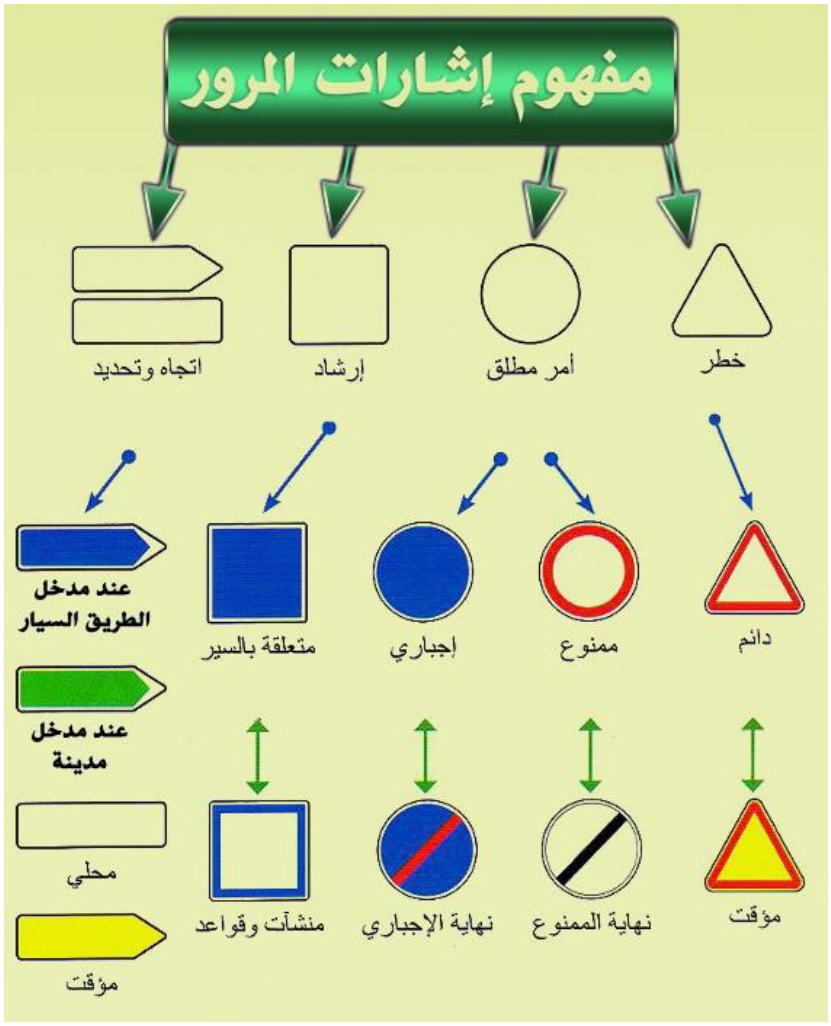
[2] حسب القانون الفلسطيني ولائحته التنفيذية

7 – الرؤية في الليل :

حيث ان الاشـارة مهمة للسـائق في الليل والنهار فإنه لا بد من تأمين الإضـاءة لها او جعلها عاكسـة للأضـواء بحيث يراها السائق ليلاً نهاراً.

8- إشارات الطوارىء :

توضع اشارات مؤقتة عند وقوع حوادث او تعطيل سيارات او وجود ضباب وهذه الاشارات تكون متنقلة ويؤمن لها اضاءة كافية من بطاريات خاصة .



الشكل (6-2) مفهوم إشارات المرور[3]

[3] وزارة النقل والمرور الفلسطينية

أما بالنسبة لبعض الإشارات التي سيتم استخدامها في شارع زيف حسب قانون المرور الفلسطيني ولائحته التنفيذية فهي كالتالي :

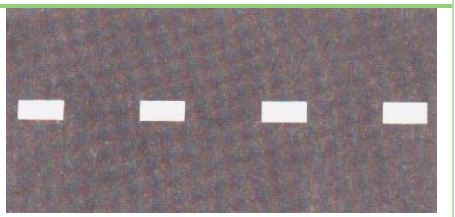
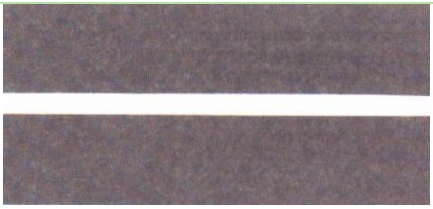
جدول (6-2) إشارات المشروع

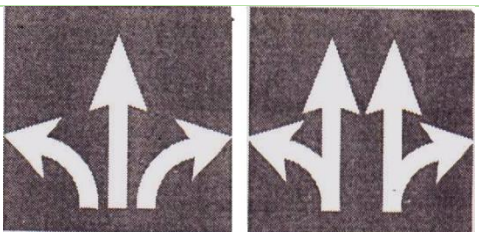
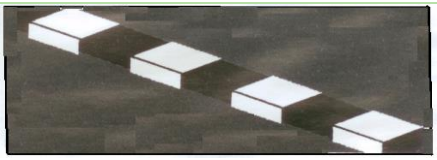
الإشارة	المدلول
	السرعة المسموح اليرِ بها في الطريق
	انعطاف حاد نحو اليسار
	مفترق تقاطع طرق
	مفترق تقاطع طرق لليسار
	مفترق تقاطع طرق لليسار
	أعط حق الأولوية لحركة السير أمامك
	ممنوع التجاوز
	ممنوع التجاوز بالنسبة للشاحنات التي تزيد عن 4 طن

	يوجد ممر مشاة بالقرب من المكان
	ممر مشاة

أما بالنسبة لبعض الخطوط التي سيتم استخدامها في شارع زيف فهي كالتالي :

جدول (6-3) الخطوط المستخدمة في المشروع

الإشارة	المدلول
	خط متقطع : خط محور الشارع أو خط مسلك ، على من يسوق مركبة أو حيوان أن يسوق مركبته أو الحيوان في المسلك الأيمن الأقصى ولا يجوز له عبور الخط بجسم المركبة أو بقسمٍ منه إلا من اجل التجاوز أو من اجل تنفيذ أمرٍ قانوني
	خط فاصل متواصل : إذا وُسم الشارع بخط فاصل متواصل فعلى السائق أن يسوق مركبته أو يقود الحيوان على الجانب الأيمن للخط ولا يجوز له عبور الخط بجسم المركبة أو بقسمٍ منه
	أحجار حافة مصبوغة باللون الأحمر والأبيض ممنوع التوقف أو الوقوف في الشارع إلا لتنفيذ أمر قانوني .

	أسهم للسير في المفترق يجوز عبور المفترق من المسلك الموسوم بالسهم فقط باتجاه السهم.
	أحجار الحافة مدهونة باللون الأسود والأبيض لإظهار وإبراز الحافات أو الفواصل أو الجزر المبنية

3-6 الإنارة على الشوارع والطرق :

1-3-6 فوائد الإنارة :

إن إضاءة الشوارع تخفض من حوادث الطرق كما تساعد الاضاءة السائق على قيادة سيارته في الليل بنفس السرعة التي يقود بها نهاراً، مما يقلل من وقت الرحلة . والإضاءة مفيدة للمشاة حيث تجنبهم الأخطاء وتمكنهم من رؤية الطريق بوضوح بالإضافة الى أنها ضرورية من النواحي الأمنية .

تكلف الإضـــاءة أموالاً كثيرة ثمناً للأعمدة والكوابل والتمديدات وثمناً للمصـــابيح الكهربائية وخلافها، بالإضـــافة الى نفقات التشغيل اليومية ونفقات التنظيف والصيانة وغيرها . ولا بد من عمل دراسات الجدوى الاقتصادية قبل المباشرة في إضاءة الطريق بحيث يكون المردود الاقتصادي الناتج عن الإضاءة (كالتوفير في الوقت وتخفيض الحوادث وحفظ الامان للمشاة) يعادل أو يفوق تكاليف الإضاءة والتشغيل .

2-3-6 مواصفات الإنارة :

إن إنارة الطريق عمل يتطلب دراســة وافية ومواصـفات محددة مبنية على تجارب وابحاث ســابقة . ولذلك يجب مراعاة ما يلي :

1- الاهتمام بمكان أعمدة الإنارة من حيث تثبيتها في الجزيرة الواقعة في وســـط الطريق أو على الأرصـــفة فقط او على الارصفة والجزيرة معاً .

2- الاهتمام بأبعاد الأعمدة كإرتفاعها واطوال أذرعها والمسافات بينها ودراسة هذه الامور دراسة وافية .

3- الاهتمام بنوع المصـــابيح المســـتعملة، حيث أن لكل نوع مزاياه وعيوبه، فبعض المصـــابيح يتأثر بالامطار والرياح والضباب وبعضها يحتاج الى صيانة مستمرة .

4- دراســة نوع ســطح الطريق ومدى قدرته على عكس الإضــاءة حيث ان نوع المصــابيح وتوزيع الأعمدة وغير ذلك من الأمور التي تتأثر بنوع سطح الطريق وقدرته على عكس الضوء .

5- الإهتمام بتوزيع الإنارة حيث انها يجب ان توزع بإنتظام لأن ذلك يقرر توزيع الأعمدة وأبعادها وقوة المصـــابيح وغير ذلك .

والخلاصــة انه لا بد من دراســة كافة هذه الأمور عند المباشـرة في إيصــال التيار الكهربائي للطريق بالاضــافة الى دراســة الجدوى الاقتصادية حتى تحقق النتائج المطلوبة والفوائد المرجوة .

6-3-2-1 ارتفاع أعمدة الإنارة:

يختلف ارتفاع أعمدة الإنارة حســب عرض الطريق، ونوعية المصــابيح المســتخدمة، و حســب ســطح الطريق، والمنطقة المحيطة بالأعمدة، وعادة يســتخدم ارتفاع أعمدة الإنارة (7.62- 10.69-12.19) متر والمســافة عن مركز المصــباح إلى جانب الطريق (overhangs) 1.5، 2، 2.5 متر على الترتيب.

6-3-2-2 المسافة بين أعمدة الإنارة:

حيث تختلف المسافة بين الأعمدة حسب العناصر التي تم ذكرها سابقاً، وتستخدم نصف المسافة المستخدمة في الطريق على التقاطعات لتوفير الأمان والرؤية الكافية للجزر والاشـــارات. ويوضـــح الجدول التالي العلاقة بين المســـافة بين الأعمدة وعرض الطريق وارتفاع العمود.

جدول (6-4) توزيع الأعمدة حسب عناصر الطريق.[4]

GROUP	MOUNTING HEIGHT H M	EFFECTIVE WIDTH, W(M)										MAX OVERHANG (M)
		7.62	9.14	10.69	12.19	13.72	15.24	16.76	18.29	19.81	21.34	
		Maximum spacing , S (m)										
A1	7.26	30.5	25.36	21.3	18.3	16.8						1.82
	9.14	36.6	36.6	30.5	27.4	24.4	21.3	19.8				2.29
	10.69	42.7	42.7	42.7	38.1	33.5	30.5	27.4	24.4	22.9		2.59
	12.19	48.8	48.8	48.8	48.8	42.7	39.6	35.1	32.0	30.5	27.4	2.90
A2	7.62	33.5	30.5	25.9	22.9	19.8						1.82
	9.14	39.6	39.6	38.1	33.5	29.0	25.9	24.4				2.29
	10.69	47.2	47.2	47.2	45.7	39.6	36.6	33.5	30.5	**27.4**		**2.59**
	12.19	53.3	53.3	53.3	53.3	51.8	47.2	42.7	39.6	36.6	33.5	2.90
A3	7.62	36.6	36.6	32.0	27.4	24.4						1.82
	9.14	44.2	44.2	44.2	39.6	35.1	32.0	29.0				2.29
	10.69	51.8	51.8	51.8	51.8	47.2	42.7	39.6	36.6	33.5		2.59
	12.19	57.9	57.9	57.9	57.9	57.9	56.4	51.8	47.2	42.7	39.6	2.90

[4] كتاب الإنارة العامة إنارة الشوارع – رأفت حلمي .

حيث:

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

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

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

وبما أن عرض الشـــارع الذي نقوم بتصـــميمه حوالي 20 متر، وتم اختيار ارتفاع العمود 10.69م ويقع الطريق ضـــمن المجموعة A2، وبناء على ما سبق فإن المسافة بين كل عامود إنارة والآخر ستكون 27.4 م (27 متر للتقريب) والمسافة من مركز المصباح إلى جانب الطريق2.59 متر.

4-6 المواقف:

1-4-6 أهمية المواقف:

عندما تصـــل الســـيارة إلى واجهتها فإنها تتوقف إما للعمل، أو للنزهة، أو للتحميل أوللتنزيل أو لأخذ ركاب وبالتالي فإنها تحتاج إلى مواقف. إن عدم توفير الموقف للسيارات يؤدي إلى ازدحام وخطر على حياة المواطنين.

ان مشكلة ايجاد مواقف للسيارات خاصة داخل المدن والمناطق السكنية مشكلة معقدة وتزداد تعقيداً يوماً بعد يوم خاصة وان عدد السيارات اخذ بالازدياد .

وحتى يتم حل هذه المشـــكلة فإنه لا بد من جمع معلومات وإجراء مســـوحات للمنطقة التي تتواجد فيها هذه المشـــكلة لمعرفة مساحة المواقف المطلوبة، ومساحة الأماكن المتوفرة كمواقف، من ثم توزيع المواقف المتوفرة وتنظيمها بالإضافة إلى بناء وتهيئة ما يلزم من مواقف إضافية لسد النقص .

2-4-6 انواع المواقف:

1-2-4-6 مواقف على الشارع:

وهي الأكثر شيوعاً وأكثرها قبولاً عند الناس إلا إن مثل هذا النوع من المواقف له عيوب وهي :

أ- تعطيل السير وتأخيره وتخفيض سرعته اذا كان هناك صفا طويلا من السيارات الواقفة على جانبي الطريق .

ب – خفض سعة الشارع من حيث استيعابه لعدد السيارات التي ستمر فيه .

ج – تزداد حوادث الطرق بوجود السيارات الواقفة على جانب الطريق.

ان للوقوف على جانبي الشارع مزايا منها انه يسهل على المواطنين حركتهم وقضاء مصالحهم ولا يتسبب ذلك في أضرار اذا توفرت الشروط التالية :

1- اذا كان الشارع عريض.
2- اذا كان عدد السيارات الذي تستعمله قليل.
3- اذا كان السير باتجاه واحد.
4- اذا كان الوقوف على جانب واحد من الطريق فقط وهو الجانب الاقل كثافة من حيث حركة السير .
5- اذا كانت حركة المشاة على الطريق قليلة .
6- اذا سمح بالوقوف في اوقات وايام محددة تكون فيها حركة السير قليلة .

3-4-6 تطوير المواقف:

عند تصـميم وتخطيط مواقف للسـيارات يجب اخذ ظروف المنطقة التي ينشـأ الموقف لها بعين الاعتبار . وهناك عدة امور لابد من القيام بها وهي :

1- موقع الموقف: يجب ان يكون الموقف في مركز المنطقة التي تم إنشـــاؤه فيها ألا أنه يجب أن لا يقع الموقف في منطقة حركة السيارات حتى لا يعيق حركتها وحركة المشاة ويشكل خطراً عليها .

2- المدخل والمخرج : يجب الانتباه الى المدخل والمخرج بحيث يكونا من مناطق الشـوارع ذات الاتجاه الواحد حتى تسـهل حركة السير كمان يجب ان يتم توفير مدخل آمن للمشاة .

3- التحميل والتنزيل: تسبب الشاحنات إعاقة للسير وتعرض السيارات للخطر اثناء التحميل والتنزيل امام المخازن حيث لم يهيأ لها المكان المناسـب، وعليه فإن التحميل والتنزيل يجب ان يكون خارج الشـارع وفي اماكن خاصـة للمخازن خاصـة الشاحنات الكبيرة والتي تكون حركتها صعبة .

الفصل السابع : التصميم الهندسي للطريق

يشتمل هذا الفصل على مقدمة عن التصميم الهندسي للطريق، وأسس التصميم الهندسي للطريق، ثم المنحنيات حيث تتضمن: المنحنيات الأفقية والرأسية، ويشتمل أيضاً على القوة الطاردة المركزية، والتعلية حيث تشمل: طرق التعلية، والتقاطعات، وطبقات الشارع حيث تتضمن الرصفات الإسفلتية أو المرنة، وعوامل التصميم.

7-1 مقدمة :

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

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

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

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.

7-2 أسس التصميم الهندسي للطريق :

من أهم أسس التصميم الهندسي للطريق ما يلي:

1) حجم المرور :

هو عدد المركبات التي تمر عند نقطة معينة خلال فترة زمنية محددة.

2) تركيب المرور :

يتمثل تركيب المرور في تحديد نسبة عربات النقل و سيارت الاجرة بالنسبة لحجم المرور الساعي، حيث يتم عمل تحديد نسب كل العربات التي يتوقع أن تستخدم هذا الطريق (عربات صغيرة، حافلات، عربات تجارية ، عربات ثقيلة) .

3) السرعة التصميمية :

هي أعلى سرعة مستمرة يمكن أن تسير بها السيارة على طريق رئيسي بأمان عندما تكون أحوال الطقس مثالية و كثافة المرور منخفضة، و تعتبر السرعة التصميمية مقياساً لنوع الخدمة التي يوفرها الطريق، و كذلك يمكننا من خلال السرعة التصميمية توقع السرعة و طبيعة الحركة على الشارع المراد إجراء التصميم له، و من مواصفات السرعة التصميمية يجب أن تكون خصائص التصميم الهندسي للطريق متناسبة مع السرعة التصميمية المختارة و المتوقعة للظروف البيئية و طبيعة التضاريس، حيث يجب على المصمم اختيار السرعة

التصميمية بناءاً على درجة الطريق المخططة و طبيعة التضاريس و حجم المرور و الاعتبارات الاقتصادية, والجدول التالي يبين السرعة التصميمية للطرق الحضرية .

جدول (7-1) السرعة التصميمية للطرق الحضرية[1]

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

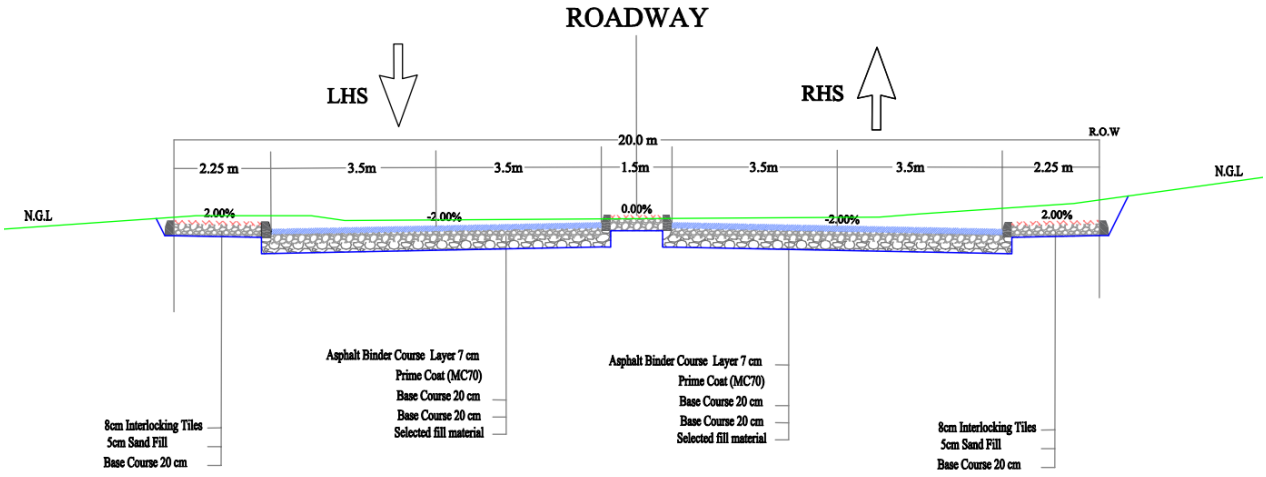
إن تحديد سرعة التصميم يعتبر ذات أهمية كبيرة في التصميم حيث يتم تحديد الانحدار و الصعود و أنصاف أقطار المنحنيات و أطوالها و مسافة الرؤية اللازمة للوقوف و للتجاوز و عدد المسارب و سعة كل مسرب، و بناءاً على ذلك فإنه كلما زادت سرعة التصميم زاد استيعاب الطريق للسيارات و أصبحت منحنياتها واسعة و أنصاف أقطارها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

تم تصنيف شارع زيف وهو طريق شرياني عام بالاستناد الى الجدول السابق وكذلك بالنظر الى طبيعة وتضاريس الطريق والسرعة المستخدمة في فلسطين، تم اعتماد سرعة (60).

4) قطاع الطريق :

إن قطاع الطريق يتمثل في تصميم الأجزاء المختلفة لقطاع الطريق و هذا يتوقف على كيفية الاستفادة من هذا الطريق، فالطريق التي يمر عليها عدد كبير من العربات و بسرعة عالية يتطلب عدد كبير من المسارات و انحدارات طولية خفيفة أو قليلة و كذلك يتطلب أنصاف أقطار كبيرة نسبيا مقارنة مع الطرق التي يمر عليها قليل من المركبات عند سرعات صغيرة ، ففي الحالة الأولى يجب الاهتمام بأكتاف الطريق و عمل الجزر الفاصلة بين اتجاهي المرور مع تخصيص مسارات إضافية عند مناطق الدوران.

[1] Highway engineering



شكل (7-1) مقطع عرضي لطريق زيف من 4 حارات مع جزيرة وسطية وأرصفة

5) عرض المسارب و الطريق :

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

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

وفي مشروعنا تم اعتماد عرض المسرب الواحد (3.5 م) من بداية الشارع حتى نهايته.

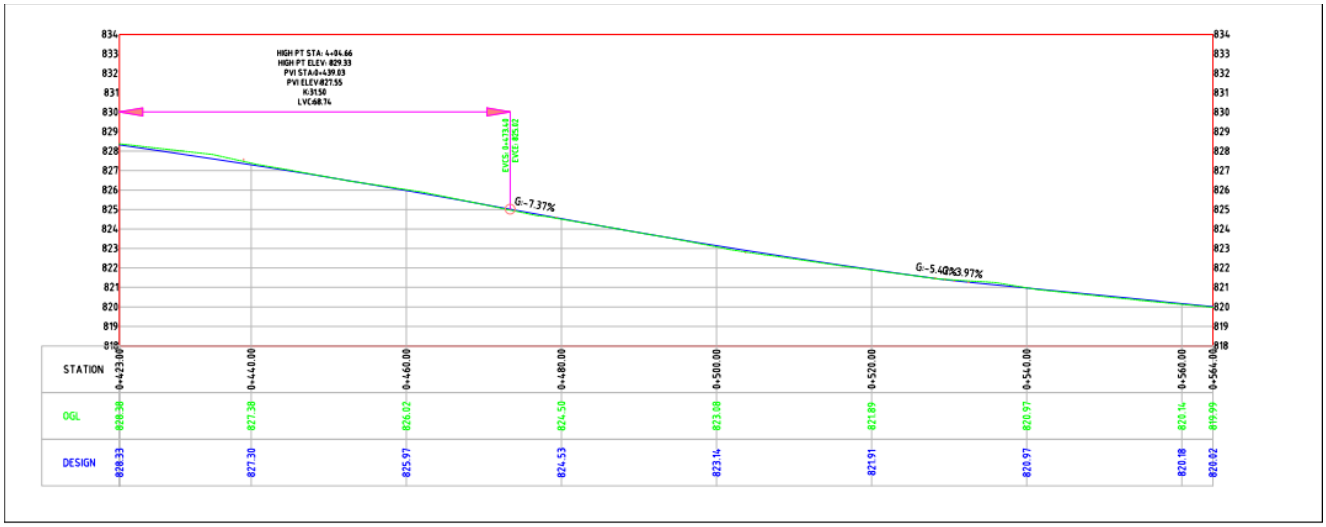
6) الميول العرضية :

إن الميول العرضية يتم عملها للطريق من اجل تصريف المياه المتواجدة على سطح الطريق، حيث يجب عمل ميول عرضية من الجهتين بالنسبة لمحور الطريق و قد يعمل هذا الميل منتظما أو منحنيا على هيئة قطع مكافئ، و في حالة وجود جزر وسطى فإن كل اتجاه يعمل بميل خاص كما لو كان من حارتين منفصلتين.

تم اعتماد ميول جانبية بمقدار 2% وذلك لتصريف مياه الامطار .

7) الميول الطولية :

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



شكل (2-7) الميول الطولية

8) اكتاف الطريق:

إن الطرق الخلوية تزود بأكتاف جانبية تستخدم لتوقف المركبات بشكل طارئ و كذلك للمحافظة على طبيعة الأساس و الأسطح الخاصة بالطريق، و الحاجة للأكتاف و نوعها يتوقف على نوع الطريق و جسم و سرعة العربات و تركيب المرور و طبيعة المنطقة التي يمر فيها الطريق، و يتراوح عرض الكتف بين (1.25-3.6م) للطرق السريعة و (2.5-3.6م) للطرق التي يزيد حجم المرور الساعي التصميمي فيها عن (100) عربة، و يجب أن تزود الأكتاف بميول عرضيه كافية لتصريف المياه من الطريق، و لكن يجب أن لا يزيد هذا الميل عن الحد الذي قد يسبب خطورة على المركبات التي تتوقف على الطريق، حيث يوجد عدة أنواع من أكتاف الطريق فمنها أكتاف ترابية أو مصبوبة أو إسفلتية و يختلف نوع سطحها حسب سطح الطريق الرئيسي.

شكل (7-3) كتف الطريق

فوائد الأكتاف للطريق:-

1. تستخدم لتوقف المركبات بشكل طارئ .
2. شعور السائق بالأمان و حماية السيارات عندما تنحرف عن مسارها بسبب السير بسرعات عالية.
3. تساعد على تصريف المياه عن سطح الطريق.
4. تستعمل الأكتاف لتوسيع الطريق في المستقبل.
5. تستعمل الأكتاف لمنع انهيار جسم الطريق كما تصلح لوضع الإشارات عليها.

9) الأطاريف (الجُبة):

الأطاريف 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.

شكل (7-4) الأطاريف

أما أنواعها فهي:

1- الأطاريف الحاجزة :هي ذات وجه جانبي حاد الميل ومرتفع نسبيا وهي مصممة لمنع المركبات من الخروج عن الرصف ، ويكون ارتفاعها (15-23)سم ، وتستخدم في الطرق التي تكون سرعة المركبات فيها قليلة لحماية المشاة ومنع اصطدام المركبات بالمنشآت المجاورة للشارع في حال خروجها عن مسارها.

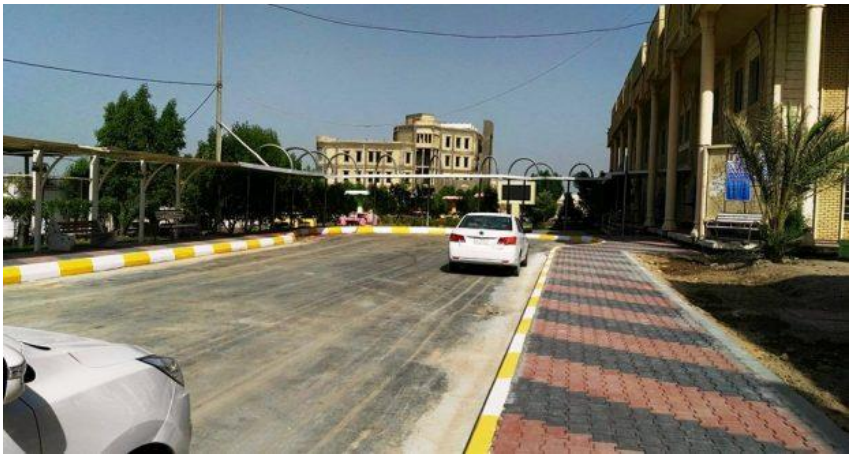
2- الأطاريف الغاطسة : وهي مصممة بحيث يسهل على المركبات تجاوزها دون ارتجاج أو إخلال بالقيادة ، ويكون ارتفاعها (10-15)سم وميل الوجه 1:1 أو 1:2 ، وتستخدم في الغالب في الجزر الوسطية وفي التقسيم القنواتي في التقاطعات.

تم استخدام اطاريف حاجزة وغاطسة وباللونين الاحمر والابيض وكذلك الاسود والابيض حسب ما تقتضيه حركة السير والمحلات التجارية والكراجات الموجودة بجانب الطريق .

10) الأرصفة :

تكمن أهمية هذا البند في المدن وفي بعض المناطق التي تكون فيها الإضاءة الخافتة وسرعة المركبات قد تتسبب بأذى للمشاة.

وتنبع أهمية الأرصفة في توفير الأمان لأحد مستخدمي الطريق (المشاة) ، حيث تزداد الحاجة لها بالقرب من المدارس والمستشفيات والأسواق والأماكن العامة، و يتراوح عرض الرصيف (1.5-3م) و يتوقف ذلك على عدة أمور منها توفر المساحة على جانبي الطريق و وجود أشجار مزروعة على الأرصفة، تم استخدام رصيف للمشاه بعرض (1.5-2.5 م) في الجانبين الايمن والأيسر.



شكل (7-5) الأرصفة

11) الجزر الفاصلة (الوسطية) :

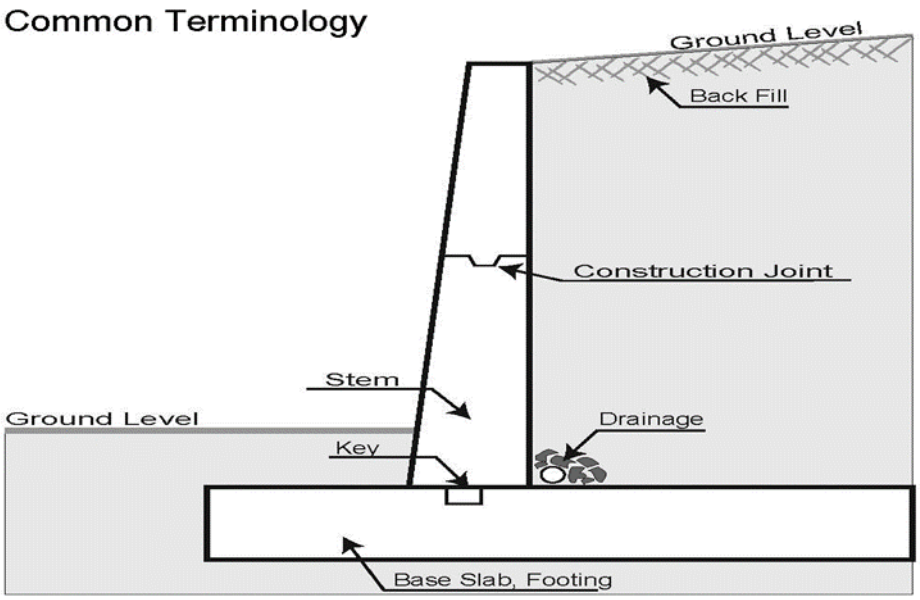
يتم عمل الجزر الفاصلة لفصل الحركة بالاتجاه المعاكس وذلك لتقليل الأخطار وإمكانية حصول الحوادث ، وتقليل تأثير الضوء المنبعث من الاتجاه الآخر ليلاً. ومن الواضح أن معظم الطرق في أيامنا هذه تحتوي على جزر فاصلة ، ويكون عرضها متر فما أكثر.

وفي مشروعنا تم إستخدام جزيرة وسطية بعرض 1.5م.

شكل (7-6) الجزر الفاصلة

12) 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 لتكون مقاومة للحركة (بزيادة الاحتكاك) ومقاومة العزم (بزيادة طول القاعدة).



شكل (7-7) الجدران الاستنادية

7-3 المنحنيات :

في الوضع الطبيعي يجب أن تكون الطريق مستقيمة قدر الإمكان والابتعاد عن المنحنيات ، لكن هذا الأمر واقعياً غير موجود ، فمن غير الممكن الحصول على طريق مستقيم تماما وخالي من المنحنيات ، وذلك بسبب طبيعة المكان حيث كما ذكرنا سابقاً إلى أننا نهدف إلى الوصول إلى القدر الأعلى من الأمان بأقل تكلفة اقتصادية ، ومن هنا جاءت الحاجة الملحة إلى وجود هذه المنحنيات.

من الممكن أن تكون المنحنيات منقسمة إلى:

1- منحنيات في الاتجاه الأفقي.
2- منحنيات في الاتجاه الرأسي.

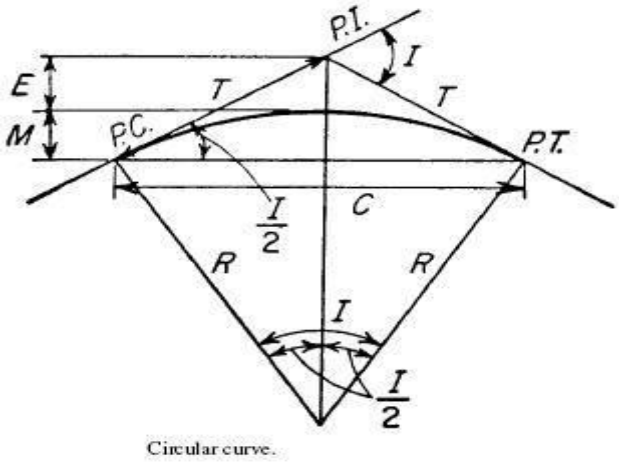
حيث يكون لكل نوع منهما حاجة وظروف لاستخدامه.

7-3-1 المنحنيات الأفقية :

هي تلك المنحنيات التي تقوم بربط ووصل الأجزاء المستقيمة مع بعضها البعض بشكل تدريجي لتفادي التغيرات المفاجئة والتي تتسبب بمشاكل على الطريق ، ويجب تحديد بدايتها ونهايتها وأطوالها وزواياها ونقاط التقاطع فيها ، أما بالنسبة لأنواع المنحنيات الأفقية فهي :

1) المنحنى الدائري البسيط:

يوضح الشكل التالي عناصر المنحنى الدائري البسيط



شكل (7-8) عناصر المنحنى الدائري البسيط[2]

- PI : نقطة تقاطع المماسين.
- I : زاوية الانحراف ، وتساوي الزاوية المركزية.

[2] يوسف صيام , المساحة وتخطيط المنحنيات .

- T : المماسين.
- PC : نقطة بداية المنحنى.
- PT : نقطة نهاية المنحنى .
- C : الخط الواصل بين نقطتي التماس ويطلق عليه الوتر الطويل.
- R : نصف القطر.
- L : طول المنحنى .
- E : مسافة المنتصف للمنحنى الدائري ونقطة تقاطع المماسين .
- M : المسافة بين نقطة منتصف المنحنى ومنتصف الوتر الطويل و تسمى سهم القوس .
- O : مركز المنحنى.

أما بالنسبة لمعادلات المنحنى الدائري البسيط فهي:

$$T = R\tan\frac{\Delta \text{ or } I}{2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 7.1$$

$$E = R\left(\sec\left(\frac{\Delta}{2}\right) - 1\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 7.2$$

$$M = R\left(1-\cos\frac{\Delta}{2}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 7.3$$

$$LC = 2R\sin\left(\frac{\Delta}{2}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 7.4$$

$$L = \frac{\pi R\Delta}{180} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 7.5$$

أما تصميم المنحنيات على التقاطعات حسب (AASHTO 2011):

جدول (7-2) أنصاف أقطار الدوران بالنسبة لنوع الطريق[3]

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

أما الحد الأدنى لأنصاف الأقطار فهي:

[3] AASHTO (2011).

جدول (7-3) الحد الأدنى لأنصاف الأقطار على المنحنى[4]

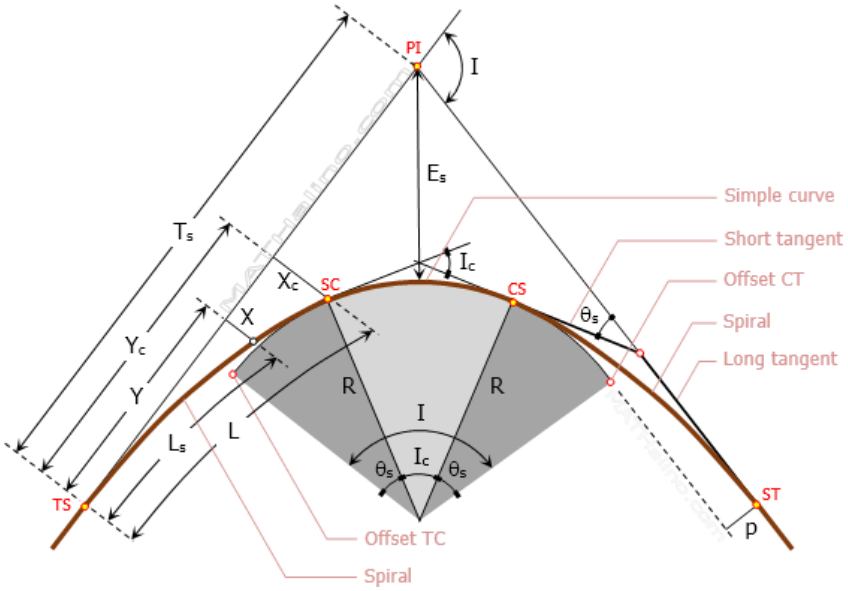
السرعة(كم/الساعة)	25	32	40	48	55	65
معامل الاحتكاك	0.32	0.27	0.23	0.20	0.18	0.17
ميلان السطح	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.09
الحد الأدنى لنصف القطر (م)	15	30	50	75	100	140

2) المنحنى الانتقالي:

يستخدم هذا النوع من المنحنيات في جميع المنحنيات الأفقية وتأتي أهميته من اللولبية بين المماس والمنحنى الدائري لنقل المركبة من الطريق المستقيم إلى المنحني والعكس أيضاً ، وتتناسب درجته مع طوله وتزداد من الصفر وحتى درجة المنحنى الدائري عند النهاية.وبناء على السابق فإن المنحنى الانتقالي مهم لأنه ينقل السائق بشكل سلس من والى المنحنى دون مشاكل ، ولأنه يعطي المهندس المصمم المجال في الرفع التدريجي للحواف حتى الوصول إلى الارتفاع المطلوب.

أما طوله فيحسب:

$$L=\left(\frac{V^3}{a*R}\right)\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 7.6$$



شكل (7-9) المنحنى الانتقالي[5]

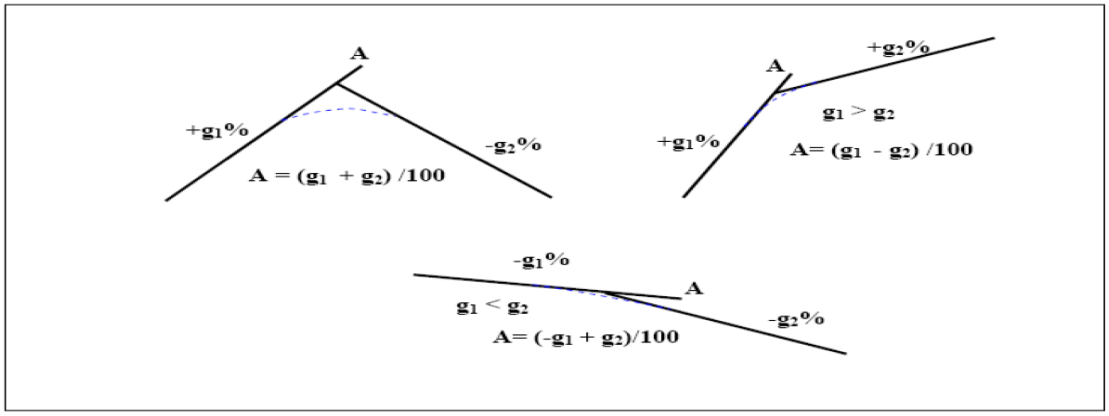
[4] AASHTO (2011).
[5] يوسف صيام , المساحة وتخطيط المنحنيات.

7-3-2 المنحنيات الرأسية :

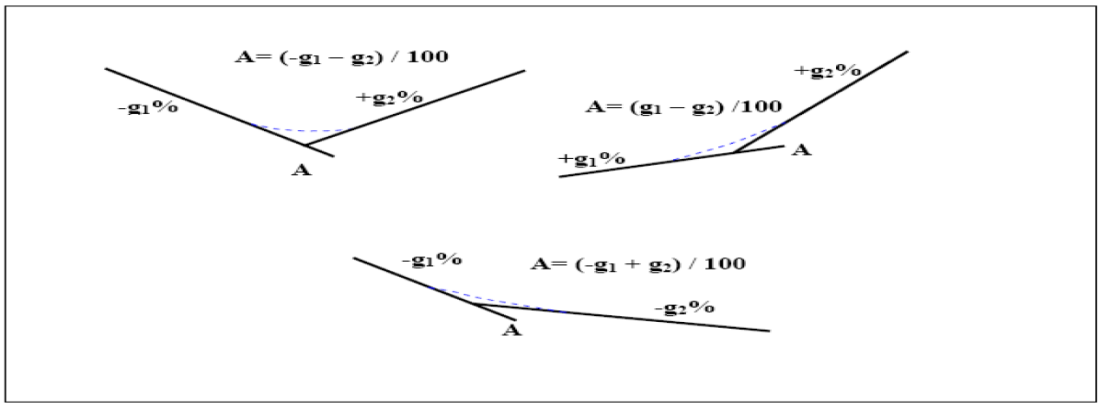
هي تلك المنحنيات التي من خلالها يتم الانتقال من منسوب إلى منسوب آخر ، حيث يتم تحديد ارتفاع الأرض الطبيعية والميل الجديد المطلوب إنشاءه ، وعند عمل وإنشاء المنحنى الرأسي يجب مراعاة تحقيق هذه الشروط:

1- تحقيق شرط الرؤية ، بحيث يستطيع السائق رؤية السيارات أو العوائق التي أمامه.
2- أن يكون تدريجياً وسهلاً.

المنحنى الرأسي إما أن يكون منحنى على شكل استدارة علوية (محدب) أو منحنى على شكل استدارة سفلية (مقعر):



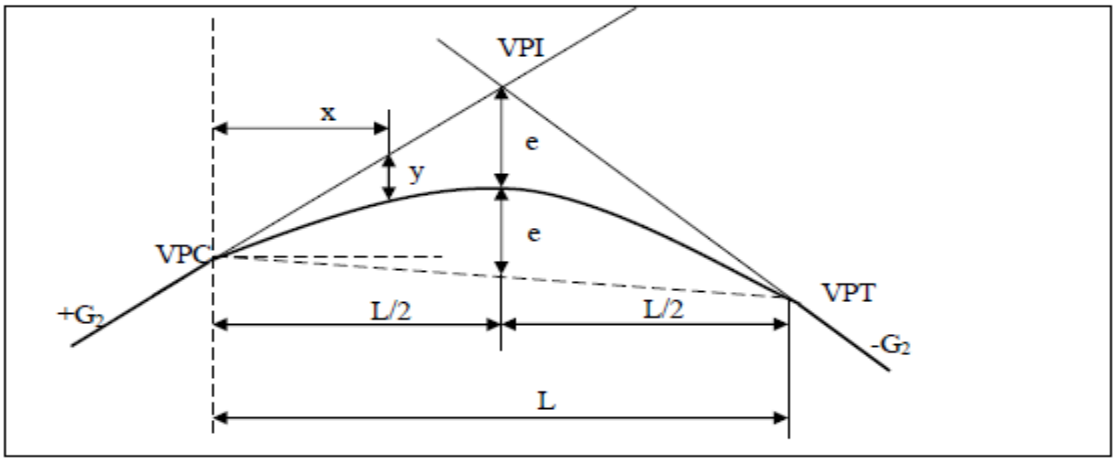
شكل (7-10) المنحنى الرأسي المحدب



شكل (7-11) المنحنى الرأسي المقعر[6]

[6] يوسف صيام , المساحة وتخطيط المنحنيات.

أما بالنسبة لأجزاء وعناصر المنحنى الرأسي:



شكل (7-12) 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

$$L=l_1+ l_2 \text{.....7.7}$$

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:

$$AB = H = 2*l = L \text{.....7.8}$$

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):

$$y = ax^2 \text{.....7.9}$$

عندما يكون المماسان في اتجاهين مختلفين:

$$a = \frac{p+q}{400\,l}x^2 \text{.....7.10}$$

عندما يكون المماسان في اتجاه واحد:

$$a = \frac{p-q}{400\,l}x^2 \text{.....7.11}$$

أما بدلالة e :

عندما يكون المماس في اتجاهين مختلفين:

$$e = \frac{p+q}{400}\,l \text{.....7.12}$$

عندما يكون المماس في اتجاه واحد:

$$e = \frac{p-q}{400}l \text{.....7.13}$$

$$y = e\left(\frac{x}{y}\right)^2 \text{.....7.14}$$

جدول (7-4) قيمة الثابت k في المنحنيات الرأسية[7]

Speed	***AASHTTO2011***	
kph	*K(crest)*	*K(sag)*
20	*1*	*3*
30	*2*	*6*
40	*4*	*9*
50	*7*	*13*
60	*11*	*18*
70	*17*	*23*
80	*26*	*30*
90	*39*	*38*
100	*52*	*45*
110	*74*	*55*
120	*95*	*63*
130	*124*	*73*

$$K = {length}/{|p-q|} \text{.....7.15}$$

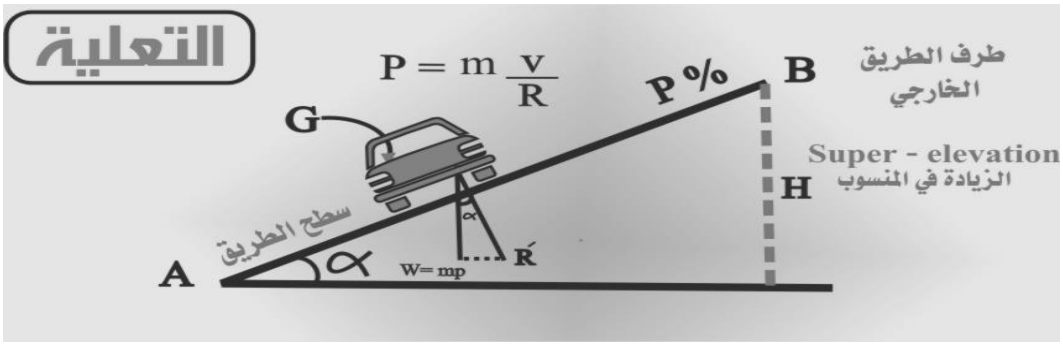
[7] AASHTO (2011)

وهذه النسبة تقريبية ولكن عمليا يؤخذ بها في تصميم الطرق السريعة والحضرية ، وهي تعبر عن مدى انحناء المنحني الرأسي ،فكلما زادت قيمة K يصبح المنحنى الرأسي اقرب إلى الانبساط بمعرفة قيمة الانحناء الأمامي أو الميل الأمامي والخلفي يتم حساب طول المنحنى الرأسي من العلاقة (7.15) .

4-7 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 (7.16)، 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.



شكل (7-13) تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات

حيث أن :-

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

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

$$P = \frac{wv^2}{gR} = \frac{mv^2}{R} \quad \text{.....7.16}$$

يمكن كتابة العلاقات الرياضية التالية:-

$$\tan\alpha = P_1 = \left(\frac{mv^2}{r} \right) / (mg) = \frac{v^2}{gr} \quad \text{.....7.17}$$

حيث أن:-

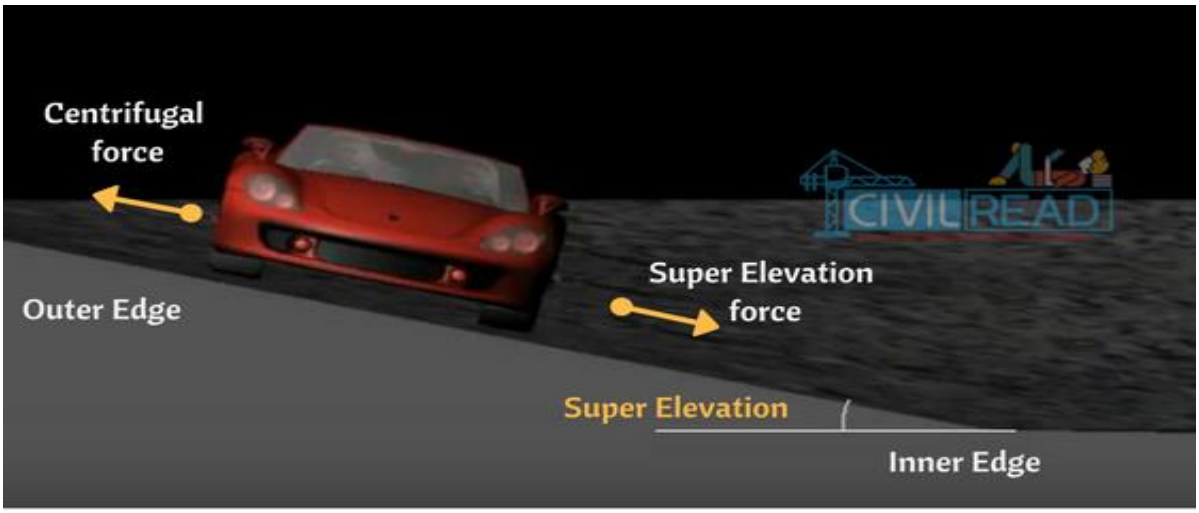
r : نصف قطر المنحنى المتدرج في إحدى نقاطه.

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

α : الزاوية الراسية[8]

5-7 التعلية (Super Elevation) :

التعلية هي عملية جعل الحافة الخارجية للطريق أعلى من الحافة الداخلية، وذلك من أجل تفادي القوة الطاردة المركزية التي تتسبب في انزلاق المركبة وقد تؤدي إلى انقلابها،وقيمة هذا الميل الجانبي للطريق تتراوح من 4% - 8% وقد تصل إلى 12% حسب الأنظمة المختلفة المعمول بها في كل دولة .



شكل (7-14) التعلية .

[8] يوسف صيام , المساحة وتخطيط المنحنيات , صفحة 161 .

ويمكن حساب قيمة التعلية وفقاً للمعادلات :

$$e+f=\frac{V^2}{gR}= \quad e+f=\frac{(0.75\times v)^2}{127\times R} \quad \text{.....7.18}$$

حيث أن:

R : هي نصف القطر الدائري بالمتر.

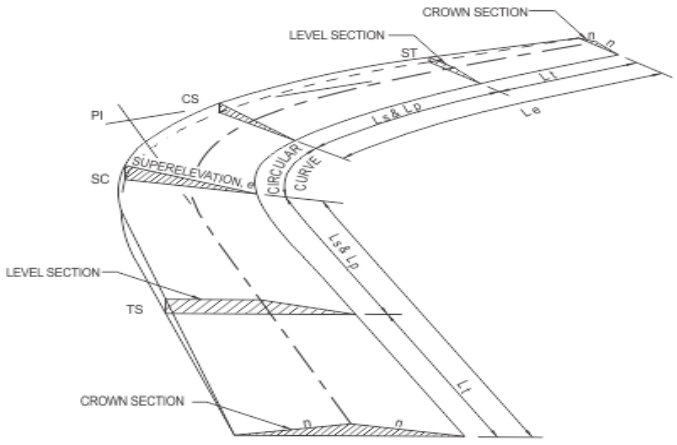
v : هي سرعة المركبة بالـ كم/ ساعة، و هنا ضربنا السرعة ب 0.75 بسبب أن الطريق مختلطا (تسير عليه جميع أنواع المركبات).

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

f: هي معامل الاحتكاك الجانبي، وأقصى قيمة يمكن قبولها هي 0.16، فإذا كانت قيمة f أكبر من قيمة f max ، فإننا نقوم بتثبيت قيم e ، f عند قيمهم القصوى، ونحسب بالاعتماد عليهما قيمة السرعة المسموح بها، وتكون ملزمة لنا على المنحنى، ويتم تحديد السرعة على أساس قيمة f التي يتم حسابها من :

$$V=\sqrt{[127R(e\max+f\max)]} \quad \text{.....7.19}$$

والشكل التالي يظهر تطبيق التعلية على المنحنيات:



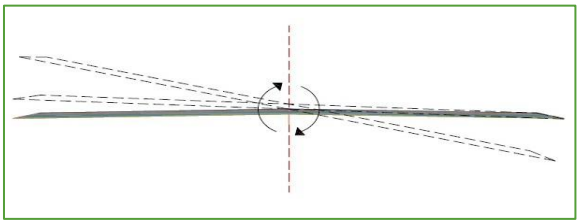
شكل (7-15) تطبيق التعلية على المنحنيات[9].

[9] شبكة المهندسين العرب.

7-5-1 الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق (التعلية) :

- **الطريقة الأولى :**

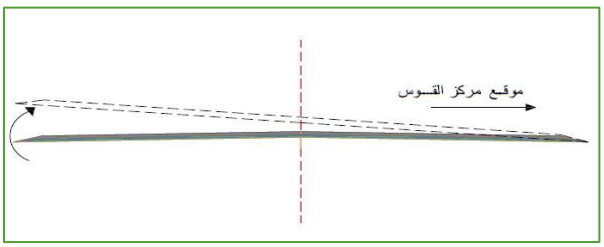
في هذه الطريقة يبقى محور الطريق ثابت لايتغير ويبقى الجانب الآخر من الطريق ثابت ونبدأ في رفع جانب الطريق حتى يتساوى جانبي الطريق وبعد ذلك يستمر جانب الطريق بالارتفاع ويبدأ الجانب الثابت بالانخفاض بنفس النسبة حتى يتحقق الميلان المطلوب ، وبعد الانتهاء من المنحنى تعود العملية عكسية حتى يعود الشارع إلى وضعه الطبيعي و هو بميول 2% تقريبا لتصريف مياه سطح الطريق.



شكل (7-16) الدوران حول المحور.[10]

- **الطريقة الثانية :**

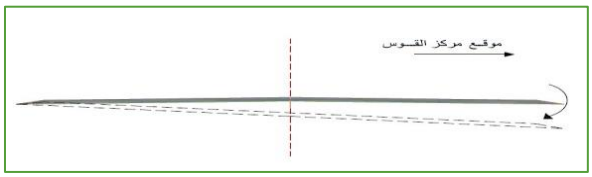
في هذه الطريقة يبقى احد جانبي الطريق ثابتا وليس المحور ، حيث يتم تثبيت احد جانبي الطريق ونعمل على رفع الجانب الآخر من الطريق حتى يساوي ارتفاع الجانب الأول من الطريق وبعد ذلك نستمر في رفع جانبي الطريق للوصول إلى الميلان المطلوب .



شكل (7-17) الدوران حول الحافة الداخلية

- **الطريقة الثالثة :**

في هذه الطريقة نعمل على خفض كامل سطح الطريق والدوران حول الحافة الخارجيه حتى يصبح سطح الطرق على استقامه واحدة وبعد ذلك نستمر في الانخفاض للوصول الى الميلان المطلوب .



شكل (7-18) الدوران حول الحافة الخارجية

[10] شبكة المهندسين العرب .

- **التخطيط الرأسي للطريق :**

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

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

7-6 التقاطعات :

التقاطع هو المساحة الناتجة عن التقاء شارعين أو أكثر، ويوجد نوعان من التقاطعات:

1- التقاطعات السطحية : وهي التقاطعات في المستوى نفسه ،حيث يكون التقاطع جزء من كل طريق ، وهذا النوع الذي يتواجد في مشروعنا.

2- التقاطعات في مستويات مختلفة : وهي التقاطعات التي يكون فيها كل طريق في منسوب مختلف بحيث لا يحدث تعارض لحركة المرور فيما بينها، حيث يفصلها مجموعة من الجسور ،ولا يستخدم هذا النوع من التقاطعات إلا في الطرق السريعة ذات الحجم المروري العالي.

7-7 طبقات الشارع (الرصفات) :

تعتبر الرصفات من الأمور المهمة في الطريق ، حيث ان المحافظة على هذه الرصفات يساعد على بقاء الطريق لمده أطول.

7-7-1 أنواع الرصفات :

7-7-1-1 الإسفلتية أو المرنة (Flexible Pavements)

يوجد ثلاثة أساليب لإنشاء هذا النوع من الرصفات:

1. الرصفات الإسفلتية التقليدية (Conventional Flexible Pavement)

وتتكون من ثلاث طبقات وهي الطبقة السطحية والتي تتكون من أفضل نوعية للمواد من حيث القدرة على التحمل ، وطبقة الأساس وطبقة ما تحت الأساس حيث تستقبل الحمولات المرورية من الطبقة السطحية .

2. الرصفات الإسفلتية (Full-Depth Asphalt Pavement).

وتتكون من طبقة أوأكثر من الخلطات الإسفلتية الساخنة ويتم إنشاؤها مباشرة فوق التربة الطبيعية أو المحسنة وتعد من أفضل الطبقات قدرة على تحمل الشاحنات الثقيلة ولاتحتوي على طبقات تحتجز المياه لمده طويلة ولا تتأثر بالرطوبة .

3. الرصفات الإسفلتية الحاضنة (Contained Rock Asphalt Mats-CRAM).

وتتكون من أربع طبقات العليا والسفلى من الخلطات الإسفلتية الساخنة والثانية والثالثة من مواد حصوية، هذا الأسلوب الإنشائي ميزته أن الطبقة الإسفلتية السفلى تساهم بشكل ملحوظ في تقليل تأثير الإجهاد الرأسي على التربة والذي يسبب هبوط التربة.

ومن مميزاتها :

- التحكم بتصريف مياه الأمطار بوجود الطبقة الحصوية العالية النفاذية.
- منع تلوث الحصمة بالأتربة القادمة من طبقة التربة الطبيعية.
- تقلل من حدوث التشققات من خلال استخدام إسفلت قليل اللزوجة.

2-7-7 عوامل التصميم (Design Factors):

أ- الحجوم والحمولات المرورية (Traffic and Loading).

- تقدير الحمولات المحورية يتم باستخدام الحمل المحوري القياسي المساوي وهذا يستلزم معرفة أنواع وعدد المركبات المتوقع مرورها على الطريق خلال العمر التصميمي .
- عند تصميم رصفة الطريق يلزم معرفة مساحة منطقة التماس بين عجلات المركبة وسطح الرصفة .
- يقل تأثير حمولة المركبات على رصفة الطريق بازدياد السرعة ولذلك تزيد سماكة الرصفة في مواقف الشاحنات والتقاطعات.

ب- البيئة المحيطة (Environment).

أهم العوامل البيئية التي تؤثر على تصميم الرصفات:

- تغير درجات الحرارة الذي يسبب حصول التشققات.
- زيادة معدل هطول المطر وتراكم الثلوج ترفع نسبة الرطوبة في طبقات الرصفة السفلية وتعمل على ارتفاع مستوى المياه الجوفية التي يجب أن تبقى على عمق 90سم على الأقل من سطح الرصفة.

ج- مواد الرصفة (Pavement Materials).

يجب توفر الخصائص التالية في المواد المكونة لطبقات الرصفة المرنة:

- يجب أن تتحمل الخلطات الإسفلتية التغير في درجات الحرارة.
- تناسب مواد الرصفة مع متطلبات التصميم مثلاً تكون مقاومة للتشققات أو تكون الطبقات السفلية للرصفة تقاوم التشوه الثابت الناتج عن زيادة الحمولات المحورية.

الفصل الثامن : تصريف مياه الأمطار

يشتمل هذا الفصل على مقدمة عن تصريف مياه الأمطار، ثم متطلبات تصريف مياه الأمطار، ثم أنواع تصريف مياه الأمطار، والتصريف السطحي، وتجميع المياه السطحية، وكمية مياه الأمطار على طريقنا، ويشمل أيضاً تصميم قناة تصريف المياه للطريق.

1-8 مقدمة :-

تعتبر عملية تصريف المياه من الطريق هي عملية التخلص من المياه والتحكم في سيرها داخل نطاق حرم الشارع ، لذلك يجب عمل مصارف سطحية أو مغطاة عند التصميم والانشاء.

فعندما تسقط الأمطار جزء من هذه المياه تسيل على الطريق والجزء الأخر يتخلل طبقات التربة حتى يصل إلى المياه الجوفية، وعملية صرف أو إزالة المياه السطحية بعيدا عن حرم الطريق يسمى بالصرف السطحي (Drainage Surface) ، وعملية توجيه وإزالة المياه المتشبعة بالتربة تسمى " الصرف المغطى " Sub-Surface Drainage.

وإذا كان سطح الطريق الاسفلتي مسامياً أو متشققاً، فإن الماء يتسرب من هذه الشقوق إلى السطح الترابي ويتسبب في إضعاف الأساس الترابي فيهبط هذا الاساس تحت ثقل السيارات، فمن المعروف أن التربة تكون قوية جداً وهي جافة، وضعيفة جداً وهي رطبة، لذلك نخلط التربة بالماء أثناء إنشاء الطريق، لتسهيل عملية دك هذه التربة، حيث تقوم المياه بتشحيم حبات التراب وتسهل حركتها أثناء الدك، وبعد إنتهاء عملية الدك ننتظر حتى يتبخر الماء الموجود في التربة .

إن أثر الماء على الطريق يعتمد أيضا على نوع التربة والأحمال المارة وطبيعتها , أما أهمية صرف المياه تعود للأسباب التالية :

1. زيادة نسبة الرطوبة يتسبب في تقليل قوة تحمل الرصف، وهذا يسبب زيادة عدم الاستقرار، وهذا ينعكس على قطاع الرصف ككل .
2. زيادة نسبة الرطوبة تؤدي الى تغيرات ملحوظة في حجم بعض أنواع التربة، وأيضا هذا يؤدي الى انهيار سريع في قطاع الرصف .
3. تواجد المياه السطحية على أكتاف الطريق وحواف الرصف يتسبب في مخاطر جسيمة قد تتمثل في التعجيل في إنهيار الميول الجانبية للطريق، حيث تقل قوى القص بينما تزداد القوة المسببة لأنزلاق الميول .
4. في مناطق الصقيع وفي حالة وجود المياه الأرضية قريبة من قطاع الرصف، يتعرض الطريق إلى حركة للأعلى خلال الشتاء، نتيجة لتجمد المياه وزيادة حجمها، وهذا يساعد في تشقق الرصف ويعجل بانهياره .
5. في حالة الجسور العالية يتسبب سريان المياه السطحية في تأكلها والتعجيل في إنهيارها نتيجة للنحر الشديد الذي قد تتعرض له .

8-2 متطلبات تصريف مياه الأمطار :-

1. تصريف الماء عن سطح الطريق وذلك بعمل ميلان في سطح الطريق (Cross Slope) وتكون نسبة الميلان عادة 2% وتزدار كلما كان السطح خشناً، أما ميلان سطح الطريق عند المنعطفات التعلية (Super Elevation) ، فيكون باتجاه واحد .
2. قطع الطريق أمام المياه السطحية المتجهة من الأراضي المحيطة إلى حرم الطريق .
3. تصميم وإنشاء الخنادق الجانبية الواسعة ذات الانحدار الكافي لتصريف المياه .
4. منع المياه المتساقطة على سطح الطريق من النفاذ الى داخل جسم الطريق، وذلك يجعل سطح الطريق غير مسامي لا تنفذ من خلاله المياه مع إغلاق الشقوق التي تظهر في السطح بأسرع ما يمكن .
5. يجب أن يكون قطاع التصريف الجانبي المكشوف ذو سعة وانحدار طولي مناسبين لتصريف المياه المتجمعة .
6. يجب أن لا تتسبب المياه السطحية المارة على سطح الطريق وعلى الميول الجانبية في تكوين حفر عرضية أو نحر بالتربة .
7. يجب أن لا يزيد منسوب المياه الأرضية عن حد معين بالنسبة لأخفض نقطة في قطاع الرصف والمسافة الرأسية بين المنسوبين يجب ان لا تقل عن 1.2 متر .
8. منع وصول المياه للطريق من التلال والمساحات القريبة من المنطقة، وذلك بعمل قناة أفقية طولية موازية للطريق تتجمع فيها المياه وتنقلها بعيداً عن الطريق .

8-3 أنواع تصريف مياه الأمطار :-

8-3-1 التصرف السطحي :

يتم تجميع المياه السطحية ثم التخلص منها بعد ذلك، ويتم تجميع أولا عن طرق قنوات طولية جانبية، ثم يتم التخلص منها بعد ذلك في أقرب مصرف عمومي أو مجرى مائي أو وادي .... الخ .

8-3-1-1 تجميع المياه السطحية :

المياه المتساقطة على سطح الرصف تسيل جانباً، بسبب وجود الميول العرضية لطبقة الرصف، ومقدار هذا الميل يتوقف على نوع الرصف وكمية الأمطار المتساقطة وهي تتراوح من 1% إلى2% لسطح الطريق و 2% إلى 6% للكتف، وفي الطرق الخلوية فتسيل المياه عرضياً من على الرصف إلى الاكتاف قبل وصولها الى القنوات الطولية، ولذلك يجب أن تميل هذه الاكتاف عرضياً بميل مناسب لسرعة التخلص من المياه، ومنع تجمعها على الأكتاف، وتعمل المصارف الطولية مكشوفة على نقلها لأقرب نقطة تصريف .

8-4 كمية مياه الأمطار :-

ترتكز أنظمة تصريف مياه الأمطار لمنطقة معينة على الطبيعة الجغرافية والأحوال المناخية لتلك المنطقة، وترتبط بكميات مياه الأمطار (Rainfall) وما تولده من مياه تنساب على سطح الأرض (Runoff)، ومعرفة كميات مياه الأمطار الجارية على الأسطح هو أمر مهم لتصميم قناة تصريف مياه الامطار .

وهنالك أكثر من طريقة لحســـاب كميات الأمطار ومن أشـــهر هذه الطرق (Rational method) ، وهذه الطريقة التي تم استخدامها في المشروع.

Q = C I A.....8.1

حيث أن :

- Q: quantity of storm water (Liter /Second).
- C: run off coefficient.
- A: area (hectare).
- I: rain fall intensity (Liter/Second .hectare).

ويوجد لهذه النظرية كما النظريات الأخرى مجموعة فرضـــيات قد لا تكون منطقية إلا انه تم العمل عليها فيجب الأخذ بهذه الفرضيات :

- توزيع الأمطار متساوي في كل المنطقة التي سيتم العمل عليها .
- شدة الهطول متوزعة بشكل متساوي في كل فترة الهطول .
- بالنسبة لمعامل الأنسياب السطحي (C) فسيتم اخذه من الجدول المرفق :

تم اعتماده في مشروعنا **0.85**

- يتم إعتماد ما يسـمى ب (Time concentration) في هذه النظرية، وهو الوقت اللازم لجمع أبعد نقطة مطر وتصـريفها (زمن الدخول والتدفق) :

tc = ti + tf……..8.2

tc=8+(1033 /(0.9*60))

tc = 27 min

حيث أن :

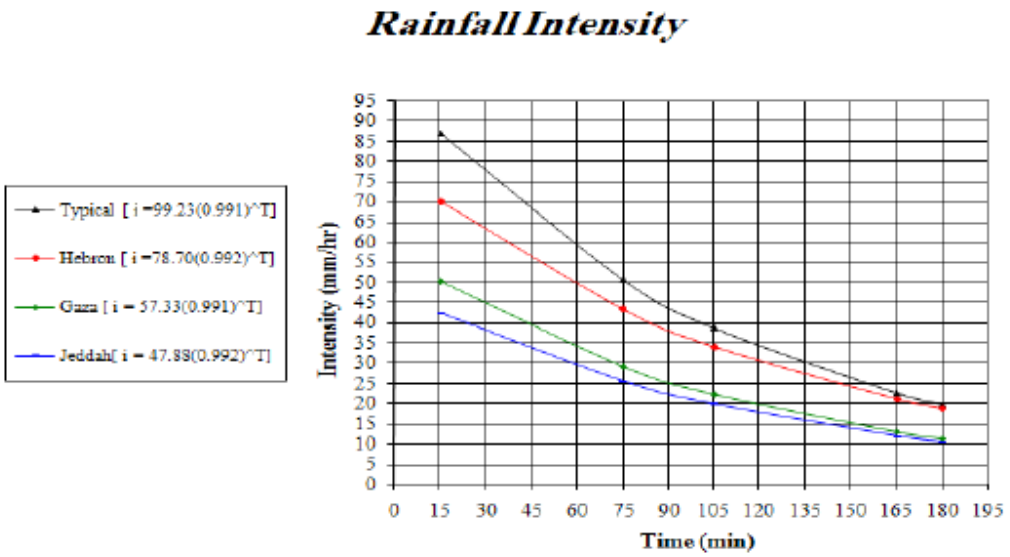
ti : inlet time (5_15 min) , depend on ground slope and the nature of the ground.

tf : flow time =$length\ of$ channel$/velocity$.

جدول (8-1) قيمة معامل الانسياب السطحي (C)

نوع السطح	قيمة معامل الانسياب السطحي (C)
أسطح المباني	0.95 – 0.75
شوارع ومسطحات مرصوفة رصف جيد	0.90 – 0.80
رصف بالطوب أو الحجارة بالمونه	0.85 – 0.75
رصف بالطوب أو الحجارة بدون مونه	0.70 – 0.50
طرق ترابية	0.60 – 0.25
طرق زلطية	0.30 – 0.15
طرق غير مرصوفة	0.30 – 0.10
أراضي عشبية ومساحات فارغة	0.20 – 0.10

وأما بالنسبة لكثافة المطر (I) : فتعتمد طريقة حساب شدة سقوط الأمطار على مدة إستمرار الهطول، لذلك من المتوقع أن تكون غزارة المطر عالية عندما تكون الفترة قصيرة، ومن المناسب تمثيل معلومات سقوط الامطار على شكل منحنيات التي تربط مدة سقوط الأمطار مع غزارتها لفترات دورية (5 , 10 , 25) سنة، وهي تشمل أكبر كمية مياه أمطار سقطت خلال الفترة الدورية، ويمكن استخدام المنحنيات المصممة على أساس 25 سنة في المناطق المعرضة إلى فيضانات .



شكل (8-1) كثافة الأمطار

اما القيمة الناتجة من المنحنى فتكون (mm/hr) وبالتالي للحصول على الوحدة المطلوبة (l/S.ha) فيتم القسمة على 60 لتصبح القيمة (min) , ونضرب بالرقم 166.7 لنحصل على الوحدة المطلوبة .

من خلال المنحنى حصلنا على كثافة المطر بالمقارنة بزمن الهطول فحصلنا على كثافة المطر 65 mm/hr سنقوم بتحويلها الى l/s.ha لتصبح (I = 180.59 L/S.ha).

- اما بالنسبة للمساحة التي يُصرِّفها الشارع فقدت كانت تساوي تقريباً 328 دونم.

Q = C I A

Q = 0.85 * 180.59 * 32.8

Q = 5034.85 L/S

5-8 تصميم قناة التصريف :-

بعد القيام بحساب قيمة التدفق (Q) لكل مساحة من مساحات الطريق , سنقوم بحساب تدفق القناة من خلال المعادلة التالية :

Qp1 /Qp2 =(S1^0.5) /(S2^0.5)……...8.3

تم تحديد الميل من الطريق بحيث كان (S1=3.5%)

5034.85/Qp2 = (0.035^0.5) /(0.001^0.5)

Qp2 = 851.04 L/s

جدول (8-2): parameter open culvent, tupe O-N

Dimensions				Hydraulic Properties		
Type No.	.W*H Cm	A m^2	R m	V m/s	Q L/s	V* and Q* are calculated for: S=0.001
$O\text{-}N_{50}$	50*37.5	0.188	0.15	0.67	126	
$O\text{-}N_{60}$	60*45	9.270	0.18	0.76	204	$A=O.75W^2$
$O\text{-}N_{70}$	70*5205	0.368	0.21	0.84	308	
$O\text{-}N_{80}$	80*60	0.480	0.245	0.82	439	
$O\text{-}N_{90}$	90*67.5	0.608	0.27	0.99	602	P=2.5W.
$O\text{-}N_{100}$	100*75	0.750	0.30	1.06	7.97	
$O\text{:}N_{110}$	110*82.5	0.908	0.33	1.13	1028	
$O\text{-}N_{120}$	120*90	1.080	0.36	1.20	1300	
$O\text{-}N_{130}$	130*97.5	11268	0.39	1.20	1610	R=0.3W
$O\text{-}N_{140}$	140*105	1.470	0.42	1.33	1960	
$O\text{-}N_{150}$	150*112.5	1.688	0.45	1.39	2350	
$O\text{-}N_{160}$	160*120	1 .920	0.48	1.45	2790	
$O\text{-}N_{170}$	170*127.5	2.430	0.51	1.51	3280.	
$O\text{-}N_{180}$	180*135	2.430	0.54	1.57	3820	
$O\text{-}N_{190}$	190*142.5	2.708	-0.57	1.63	4420	
$O\text{-}N_{200}$	200*150	3.000	0.60	1.69	5060	

بناء على قيمة التدفق الناتجة والميل تم اختيار نوع (O-N 110) بمساحة مقطع 0.908 م^2 وابعاد (w = 110 cm) و(H =82.5 cm).

وقمنا بعمل القناة على عرض الطريق وميل القناة باتجاه واحد وهو جهة اليمين.

شكل (8-2) قناة صرف مياه الأمطار على عرض الطريق.

الفصل التاسع : حساب الكميات و النتائج والتوصيات

يشتمل هذا الفصل على مقدمة للفصل، ثم النتائج التي توصلنا إليها بعد عمل المشروع، ثم قمنا بحساب تكلفة الطريق من حفر وردم وطبقات الرصفة والجبة الحجرية على الأرصفة والجزيرة الوسطية وتكلفة الأرصفة والجزيرة الوسطية وأيضاً حساب تكلفة قناة تصريف المياه، والتكلفة المستقبلية لصيانة الطريق وحساب تكلفة إشارات المرور ووحدات الإنارة على الطريق، ثم ختمنا فصلنا هذا بالتوصيات.

9-1المقدمة:

يتم النقاش في هذا الفصل عن تكلفة تنفيذ هذا المشروع، وعن مجموعة النتائج التي تم التوصل إليها في عملية التصميم لهذا الطريق ويحتوي على مجموعة من التوصيات التي من شأنها إعطاء انطباع جيد عند التنفيذ لهذا المشروع والمساعدة في مشاريع أخرى.

9-2 النتائج :

بعد القيام بعملية الرصد الكاملة وعمل تصميم لهذا الطريق فقد تم التوصل إلى مجموعة من النتائج، أهمها:

1- رفع الطريق بشكل كامل والحصول على مخططات تفصيلية للطريق.
2- تم تجهيز كافة التصاميم الأفقية والرأسية وكافة المعلومات اللازمة لتوقيعها، وإعداد الخرائط المتعلقة بذلك.
3- هذا الطريق محلي وتنفيذه هام في البلدة حيث انه يربط بين مدينة يطا والطريق الالتفافي (60) ويوفر من الوقت على المستخدمين للطريق بالمقارنة بالطرق الاخرى الخاصة بالبلدة .
4- تم التعامل مع مياه الأمطارفي مشروعنا بحيث تم تصميم قناة لتصريف المياه على عرض الطريق في منطقة تجمع المياه، وكان ميل القناة باتجاه اليسار.
5- كانت النتيجة تصميم هندسي بالاعتماد على مواصفات (AASHTO 2011) بسرعة تصميمية 60 كم/ساعة.
6- كانت نتائج الطبقات بعد القيام بكافة الحسابات اللازمة كما يلي:
   - طبقة Asphalt: 12 سم
   - طبقة Beas coarse:20 سم
   - طبقة Sub base: 20 سم
7- تم عمل التصميم على برنامج الـ (Civil 3D) وإخراج النتائج على المخططات المرفقة، وكانت الكميات كما يلي:

Asphalt	2340.24 m3
Base coarse	5572 m3
Cut	2104.48 m3
Fill	13132.84 m3

تعتبر عملية حساب تكلفة المشروع ضرورية حيث يتم معرفة مقدار التكلفة لأي مشروع و ذلك لان التكلفة تعتبر مهمة للتعرف على المبلغ المطلوب لتنفُيذ هذا المشروع وكذلك تزويد الجانب الممول بكافة التكاليف الواجب تغطيتها للمشروع وفي هذا الفصل سوف يتم حساب تكلفة كل طبقة من طبقات الرصفة على طول الطريق كما وسيتم حساب الحفر والردم .

3-9 حساب تكلفة الطريق :

1-3-9 حساب تكلفة الحفر والردم :

حجم الحفر الكلي = (2104.48) م^3 حجم الحفر الفعلي = 1.2* 2104.48 = (2525) م^3

حجم الردم الكلي = (13132.84) م^3 حجم الردم الفعلي = 1.1* 13132.84 = (14446) م^3

سعر المتر المكعب للحفر =$4.8

سعر المتر المكعب للردم=$5.5

تكلفة الحفر = حجم الحفر الكلّي * سعر المتر المكعب للحفر = 2104.48 * 4.8 = $ 10100

تكلفة الردم = حجم الردم الكلّي * سعر المتر المكعب للردم = 13132.84 * 5.5 = $ 72230

2-3-9 حساب تكلفة طبقات الرصفة

1) تكلفة الإسفلت (Asphalt)

حجم الإسفلت = 2340.24 م^3

سعر المتر المكعب من الإسفلت المشغول =$35

تكلفة الإسفلت = حجم الإسفلت *سعر المتر المكعب الواحد من الإسفلت

= 2340.24 * 35 = $ 81910

2) تكلفة البيسكورس(Base Course)

حجم البيسكورس = 5572 م^3

سعر المتر مكعب من البيسكورس المشغول = $10

تكلفة البيسكورس = حجم البيسكورس* سعر المتر المكعب الواحد من البيسكورس

= 5572 * 10 = $ 55720

التكلفة الكلية للرصفة = تكلفة الإسفلت + تكلفة البيسكورس .

= $ 137630

9-3-3 تكلفة الجبة الحجرّية على الأرصفة وعلى الجزيّرة الوسطّية :

تحسب الجبه الحجرية بالمتر الطولي

طول الجبة الحجرية = 4850 متر طولي

سعر المتر طولي من الجبه الحجرية مشغول = 20 $

تكلفة الجبة الحجرية = طول الجبة الحجرية * سعر المتر الطولي الواحد من الجبة الحجرية

= 4850 * 20 = 97000 $

9-3-4 تكلفة الارصفة والجزر الوسطية :

تحسب الارصفة والجزر الوسطية بالمتر المربع

مساحة الارصفة والجزر الوسطية = 6150 مترمربع

سعر المتر مربع من الارصفة والجزر الوسطية مشغول = 23.5 $

تكلفة الرصيف والجزر الوسطية = مساحة الارصفة والجزر الوسطية * سعر المتر المربع الواحد من الارصفة والجزر الوسطية

= 6150 * 23.5 = 144525 $

9-3-5 تكلفة قناة تصريف مياه الأمطار :

تكلفة قناة التصريف = 1000 $

6-3-9 التكلفة المستقبلية لصيانة الطريق:

بما أن الطبقة الوحيدة التي من الممكن العمل عليها هي طبقة الإسفلت إذا فإن أعمال الصيانة تتم عليها كالتالي :-.

بعد الرجوع إلى البلدية لمعرفة التكلفة لصيانة المتر المكعب من الإسفلت مع الأدوات و الأيدي العاملة فكانت هذه القيمة $35

التكلفة الكلية للصيانة = حجم الطبقة الاولى من الإسفلت * سعر صيانة المتر المكعب للإسفلت

= 975 * 35 = $ 34125

7-3-9 تكلفة الإشارات المرورية التحذيرية والإرشادية:

تحسب إشارات المرور بالعدد

عدد الاشارات = 65 إشارة

سعر الاشارة مصنعية مع تركيب = 100 $

تكلفة إشارات المرور = عدد الاشارات * سعر الاشارة الواحدة

= 65 * 100

= $ 6500

8-3-9 تكلفة وحدات الانارة على الطريق :

تحسب وحدات الإنارة بالعدد

عدد وحدات الإنارة = 135 وحدة إنارة

سعروحدة النارة مصنعية مع تركيب = 180 $

تكلفة وحدة الانارة = عدد وحدات الانارة * سعر وحدة الانارة الواحدة

= 135 * 180 = $ 24300

التكلفة الكلية للمشروع = 527410 $

4-9 التوصيات :

1- يتم رصف طبقة الإسفلت على مرحلتين الاولى بسماكة 7 سم والثانية بسماكة 5 سم حسب المواصفات.

2- يتم فرد ودمك طبقة الأساس على سمك طبقة 20 سم حسب المواصفات.

3- يجب رش مادة (prime coat MC) على الطبقة الاخيرة قبل وضع الاسفلت لينتج تماسك جيد وعدم امتصاص رطوبة الاسفلت .

4- يتم فرد ودمك طبقة تحت الأساس على سمك طبقة 20 سم حسب المواصفات.

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

6- مراعاة كمية الحفر والردم الناتجة من المشرع بحيث يجب تقليل التكاليف إلى أدنى ما يمكن.

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

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

ملحق رقم (أ) : نقاط التربيط (Control Point):-

الجدول التالي يبين نقاط التربيط الي تم رصدها بالموقع :

Control Point			
#	E (m)	N (m)	Elevation
1	162286.189	97511.17	821.883
2	162087.306	97395.99	828.413
3	161892.646	97294.491	816.303
4	161401.974	96759.075	811.283

ملحق رقم (ب) : صور اثناء الرصد:-