

بسم الله الرحمن الرحيم

تصميم طريق - مدينة الخليل

:

حمزة رشاد سليم النجاجرة
علاء محمد علي عبيات
ميساء خليل ديرية

:

. نافذ ناصر الدين

تقرير مشد

مقدم إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة والتكنولوجيا
جامعة بوليتكنيك فلسطين
درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص هندسة المساحة والجيوماتكس



جامعة بوليتكنيك فلسطين
الخليل- فلسطين

2008 -

بسم الله الرحمن الرحيم

تصميم طريق - مدينة الخليل

:

حمزة رشاد سليم النجاجرة
علاء محمد علي عبيات
ميساء أحمد خليل ديرية

:

. نافذ ناصر الدين

تقرير

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



جامعة بوليتكنيك فلسطين
الخليل - فلسطين

2008 -

شهادة تقييم مشروع التخرج

امعة بوليتكنيك فلسطين
الخليل- فلسطين
كلية الهندسة والتكنولوجيا
دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

تصميم طريق - مدينة الخليل

:

حمزة رشاد سليم النجاجرة علاء محمد علي عبيات ميساء أحمد خليل ديرية

نظام كلية الهندسة والتكنولوجيا
وبموافقة جميع أعضاء اللجنة الممتحنة ، تم تقديم هذا المشروع إلى دائرة الهندسة المدنية
والمعمارية للوفاء بمتطلبات درجة البكالوريوس هندسة تخصص هندسة
والجيوماتكس. الدكتور نافذ ناصر الدين

توقيع رئيس الدائرة

توقيع مشرف المشروع

.....

.....

الإهداء

إلى الأرض الغالية التي احتضنتنا.....فلسطين

إلى الذين ساروا مع الفجر ليخطوا لنا طريق العودة.....الشهداء

.....

الغالية

الحبيب

.....من هم عنوان سعادتي.....

.....حترق لتتير لنا الطريق.....

كل من يحبوننا ونحبهم
كل هؤلاء نهدي هذا العمل البسيط

فريق العمل:

حمزة رشاد سليم النجاجرة

علاء محمد علي عبيات

ميساء أحمد خليل ديرية

وتقدير

Acknowledgments

بداية نشكر المولى عز وجل الذي أماننا على إنجاز هذا العمل المتواضع
جامعة بوليتكنك فلسطين التي احتضنت مسيرتنا التعليمية كما ونشكر دائرة المندسة
المدينة والمعمارية للحصول على درجة البكالوريوس في تخصص مهندسة المساحة والجيوماتكس.

و نتوجه بالشكر العميق إلى أمهاتنا وأبائنا وأهلنا الأعزاء الذين كدوا وبذلوا ما بوسعهم
لنواكب هذه الطريق.

كما نتوجه بالشكر العميق إلى مشرفنا الدكتور نافذ ناصر الدين
نصح و إرشاد ومساعدة قيمة خلال إنجاز هذا المشروع.

ونتوجه ببالغ الشكر والتقدير إلى جميع مدرسي قسم مهندسة المساحة والجيوماتكس.

تصميم طريق - مدينة الخليل

فريق العمل:

علاء محمد علي عبيات

حمزة رشاد سليم النجاجرة

ميساء أحمد خليل ديرية

جامعة بوليتكنك فلسطين

:
. نافذ ناصر الدين

المشروع عبارة عن إعادة تصميم تأهيل
أهمية حيوية في حيث يشكل هذا المشروع تطبيقاً للمفاهيم الهندسية والمواصفات الفنية الواجب
إتباعها عند القيام بتصميم أي طريق يحتوي هذا المشروع على عدة فصول نظرية وحسابية مبنية
بالتفصيل في هيكلية ويتكون هذا المشروع من جزئين: عمل ميداني وعمل .

يحتوي هذا المشروع على عدة مخططات (تصميم المقاطع العرضية، تصميم المقطع
التصميم والتصميم الرأسي). ونود أن نلفت الانتباه إلى أنه يجب الاهتمام بتصميم
الطرق حسب المواصفات الهندسية المتفق عليها وكذلك يجب الاهتمام بالتنفيذ الصحيح للعمل حسب
المخططات التصميمية .

حساب المساحات الحجوم لكميات الحفر والردم

-
-
حساب الحجوم والكميات -

نشأته حيث احتاج

ناطق مختلفة وبدأ الإنسان ينتقل من مكان إلى آخر على قدميه أولاً ثم بعد ذلك استفاد من الحيوانا
وعليه شق وفتح الطرق بأشكالها المختلفة سواء كانت طريق للمارة وتعتبر الطرق ذات أهمية
كبيرة، إذ أنها توصل بين المدن والقرى أو على مدى أوسع من ذلك، ومن هنا بدء الاهتمام بمدى الراحة
والسلامة على الطريق.

يرجع الاهتمام بطبيعة الطريق إلى طبيعة الحاجة إليها ففي الماضي كانت الطرق تستخدم لمرور
الأشخاص أي مسرب صغير فقط وذلك لأنه لم يكن هناك تلك المركبات المختلفة ولم تكن طبيعة الأعمال في
. تحتاج إلى المركبات الضخمة بل كانت تقتصر على . والحيوانات وتطورت .

البيسطة التي تجرها هذه الحيوانات وخاصة في مواسم معينة.

لكن مع تطور حياة . وتطور العالم وظهور المركبات . هناك حاجة لتطور الطرق
. بدأت الطرق تتغير من مسرب يسير عليه . الحيوان . بعرض سيارة ومن ثم
أصبحت الطريق عدة مسارب هناك كثيرة لتصميم

بالزيادة وتعددت الحاجات إلى المركبات وتنوعت . وعندها أصبح جل الحديث في كيفية تحقيق سبل
. على هذه الطرق والسلامة لمستخدمي هذه الطريق، فبدأت أعمال الرصف وزيادة عرض
أكة طبقاته الذي يتناسب طردياً مع راحة المواطنين والعربات

التي تسير على هذه الطريق ومن مظاهر الراحة ما يسمى بالجزر بأنواعها والتعلية والمنحنيات
بأنواعها أيضاً التي تعمل على توفير الراحة كما سنتحدث عن هذه المنحنيات في الفصول اللاحقة.

وعليه شبكة الطرق من أهم عناصر البنية التحتية اللازمة للتطور الاقتصادي والصناعي للدول
حتى أصبحت الآن معياراً أساسياً يقاس من خلال مدى تطور الدول وتميز خدماتها نظراً للفوائد المتعددة التي
تقدمها فيما يتعلق بتسهيل انتقال الأفراد ونقل البضائع .

عمود الفقري للبلاد والذي تتمحور حوله وحدة البلاد ونموها وتطورها حيث
يفق عبرها المنتجات و السلع المستوردة والمصدرة والمسافرين وكل مقومات التطور والنمو وكل ما
من شأنه أن يجلب للبلاد التقدم والرقي والترابط بين السكان .

وأيضاً الطريق عنصر ضروري للمجتمع في جميع مجالات التنمية الحيوية فهي تؤثر على موقع
الإنتاجية والترفيه وانتشارها
عمل على تغيير نمط الحياة ورفع مستوى المعيشة وساهم بذلك في تطور ونمو
للاستهلاك .

2-1 أهمية المشروع:-

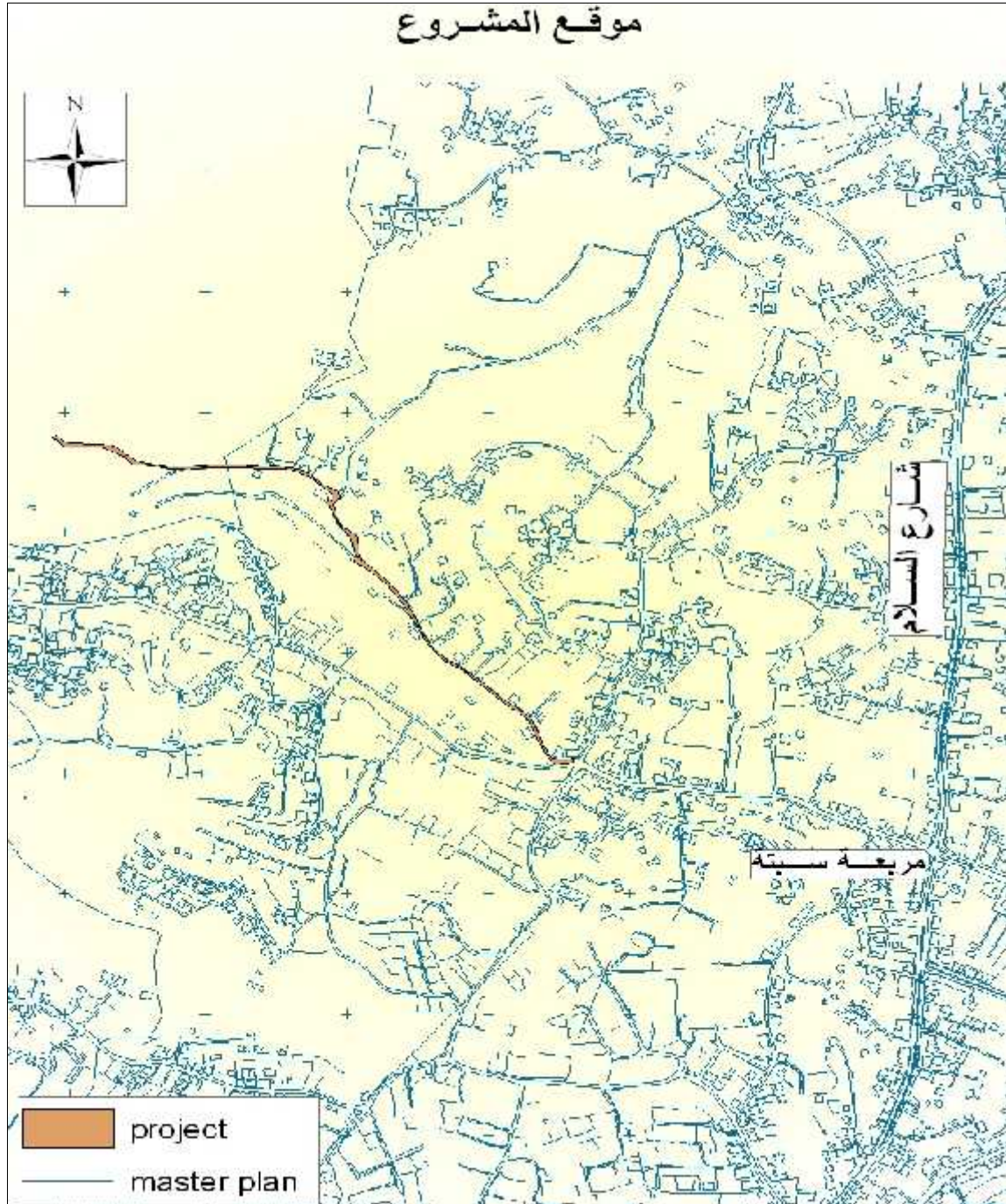
يرجع سبب اختيار هذا الطريق الذي نحن بصدد تصميمه إلى الزيادة السكانية والتوسع العمراني في
دير بد وزيادة توجه الناس والمركبات بشكل كثيف إلى تلك المنطقة لعدة أسباب ومنها
تزاها الطبيعية وعلية بدراسة ومسح للمنطقة الموجودة فيها الطريق
وعمل تصميم هندسي وإنشائي للطريق الواصلة.

كما وتكمن أهمية المشروع في خدمة الناس والمزارعين فهي تخدمهم من خلال توفير الوقت والجهد
خلال دراسة المخطط الهيكلي للمنطقة تبين خلال السنين القليلة
القادمة ازدهار كبير من الناحية العمرانية فكان من الضروري إنجاز هذا من الناحية الاقتصادية
سوف تمكن الناس من الوصول إلى المناطق المجاورة والبعيدة بأقل تكلفة ووقت وستعمل على إنعاش الأراضي
المحيطة بالطريق المقترح تكمن أهمية المشروع أن هذه الطريق هي الطريق الأساسي والرئيسي
وبعد التنسيق بين بلدية الخليل ودائرة الهندسة المدنية والمعمارية
تصميم هذا الطريق والقيام بما يستلزم .

سيتم هذا المشروع إنشاء الله بالقيام بكافة المساحية اللازمة للتعرف على مسار الطريق
وطبيعة التضاريس ودراسة الصخور والتربة وذلك بعمل مسح أول كافة التحليلات سنقوم
بتصميم يات الرأسية ومن ثم سيتم كافة الحسابات للحفر والردم الذي يلزم لتوقيع الطريق.
وفي النهاية سيتم عمل تحليل إنشائي لهذا الطريق لمعرفة كميات الرصف وسمكها وعمل جدول
بالتكاليف اللازمة لتنفيذ المشروع ين الطريق الذي يقدر طوله .

3-1 :-

الشكل التالي بين موقع المشروع المقترح وتصميمه ويلاحظ امتداد الطريق من الجنوب الشد



4-1 طريقة البحث:-

- القيام بتحديد موضوع البحث (تصميم طريق . . .)
- الجهات المخد مثل بلدية الخليل.
- القيام بزيارة ميدانية (استطلاعية) للموقع وأخذ فكره كامله عن طبيعة المشروع والمشاكل المتعلقة به والتفاصيل الهامة للتصميم والتنفيذ من اجل الحصول على أفضل النتائج.
- عن المراجع والمصادر التي يمكن منها
- القيام بتنفيذ العمل الميداني التفاصيل من اجل تجهيز المخططات اللازمة لعملية التخطيط والتصميم وتبدأ عملية المسح الميداني من نقطة معلومة الإحداثيات مربوطة بمضلع (Traverse) ومعالجته من الأخطاء باستخدام Adjustment by Least Squares . . .
- قيام بزيارة لبلدية الخليل من اجل التعرف على القوانين المتبعة في التخطيط والتصميم من حيث والأرصفة وغيرها.
- البدء بعملية التخطيط والتصميم بمراحله المختلفة حسب المعطيات من العمل الميداني.
- مراعي . والشروط الواجب توفرها في
بنصيحته ورأيه.

5-1 هيكلية :-

تم تقسيم البحث ليشتمل على عدة فصول كالتالي:

- : يحتوي على المقدمة التي توضح موضوع البحث (تصميم طريق . . .)
الأهمية، الأهداف، طريقة البحث، هيكلية البحث الأجهزة المساحية والبرامج
- : يتحدث عن الفرق الهندسية المطلوبة في أعمال تخطيط وتصميم الطرق وكيفية قيامها
بجمع وتحليل المعلومات، ويتحدث عن تخطيط ريد عمال المساحية المتعلقة بمسار الطريق،
العوامل الرئيسية التي تتحكم في تخطيط الطريق.

- : يبحث في طرق معرفة وتحديد حجم السير من تعداد للمركبات وأنواع التعداد على الطريق ووسائل إجراء التعداد، وتحديد فترات التعداد وتحديد حجم السير الحالي والمستقبلي .
- : يتحدث عن مسارات الطريق ويتحدث عن إشارات وعلامات المرور.
- : يتحدث عن التصميم الهندسي من حيث أسس التصميم الهندسي للطرق الرؤية و التوقف و مسافة التجاوز وغيره.
- الفصل - : يتحدث عن التصميم الأفقي والرأسي للطريق وكيفية تصميم المنحنيات الأفقية والمتدرجة والميول العرضية بالإضافة . كيفية تصميم المنحنيات الرأسية والعناصر الأساسية للمنحنى الرأسي والميول الرأسية العظمى في الطرق.
- : يتحدث عن الفحوصات المخبرية اللازمة على التربة الأم وعلى طبقة الأساس وطبقة .
- : ويتحدث عن التصميم الإنشائي للطرق
- : يتحدث عن تأثير المياه على طبقات الطريق وعملية تصريفها.
- . : يتحدث عن حساب كميات الحفر والردم اللازمة لتنفيذ المشروع والتمثيل الخطي لكميات الحفر والردم).
- : يتعلق بالنتائج والتوصيات التي اقترحها فريق العمل.

6-1 :-

- كثرة المركبات المارة من تلك المنطقة وعدم تعاون بعض الأهالي.
- صعوبة الحصول على المعلومات من الجهات الرسمية أثناء عملية جمع المعلومات.
- كثرة التفاصيل حول الطريق مما يؤدي إلى صعوبة العمل الميداني وصعوبة التصميم.
- مرور الطريق من زراعة .

7-1 الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة:-

Total Station	-1
.(AutoCAD)	-2
.(Softdesk8)	-3
.GIS	-

-: -

بعد ما تم اختيار المشروع وطبيعته مع المشرف تم التوجه بلدية الخليل . . .
تصميمه ومن ثم تم التوجه . . . الأساسية والتوجيها اللازمة للقيام
المساحية، بناء على ذلك . التوجه . بلدية الخليل . المخططات الهيكلية .
التعرف على القوانين المتبعة في التخطيط والتصميم من حيث السرعة القصوى للمرور وعرض الحارة
رتدادات والأرصفة وغيرها هناك أيضاً مهندسون من البلدية مستعدون للإجابة عن الاستفسارات.

. ذلك تم التوجه

أساتذة القسم للاستفادة منهم خبراتهم وسيتم الاستفادة من هذه المصادر في تحسين تصميم هذه الطريق
وفقاً لم ذكره في هذه المراجع وفقاً للمواصفات والمقاييس هذا المشروع بنجاح .

الملحق رقم (٢)

الأبعاد الرئيسية للمركبات

الفرق الهندسية والأعمال المساحية

- الفرق الهندسية المصممة للطريق

هناك فرق هندسية متعددة يجب تشارك في انجاز أي مشروع طرق وذلك حتى يتم انجازه على وجهه، وهذه الفرق متعددة وكثيرة وتعمل بشكل متكامل وسيتم ذكر هذه الفرق و التفصيل عن الفرق . . هذا المشروع، كما وتعمل هذه الفرق في البداية على جمع المعلومات الضرورية واللازمة لتساعد في الاختيار السليم لخطوط المسارات للطريق ومن هذه الم يكون حول العديد من الجوانب و التي منها الطبوغرافية للموقع و الوضع الجيولوجي للمنطقة و الجوانب الهيدرولوجية و استعمالات الأرض في المنطقة المراد تصميم الطريق فيها وميكانيكا التربة و خصائصها و قدرة تحملها للطريق و للمركبات.

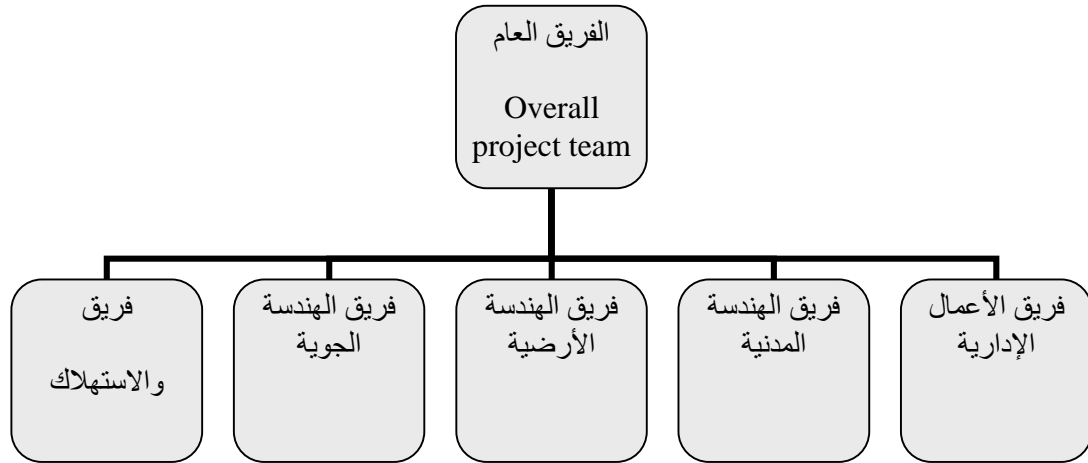
وهذه المعلومات لها فوائد كثيرة حيث تساء في ما يلي:-

- . تصميم المشروع (Design).
- . تحدد حرم الطريق وحد (Right of Way).
- . تساعد في تنفيذ التصاميم (Construction).

وبما أن الغرض المطلوب و المرجو من شق الطريق يختلف من طريق إلى آخر فإن دقة المعلومات و البيانات المساحية المطلوبة تختلف من طريق إلى آخر ولكن من المهم أن نعلم أن المزيد من الدقة يت المزيد من الوقت و التكاليف و من هنا يمكن تحديد الأمور الرئيسية التي تحدد درجة الدقة في أعمال المساحة وهي:

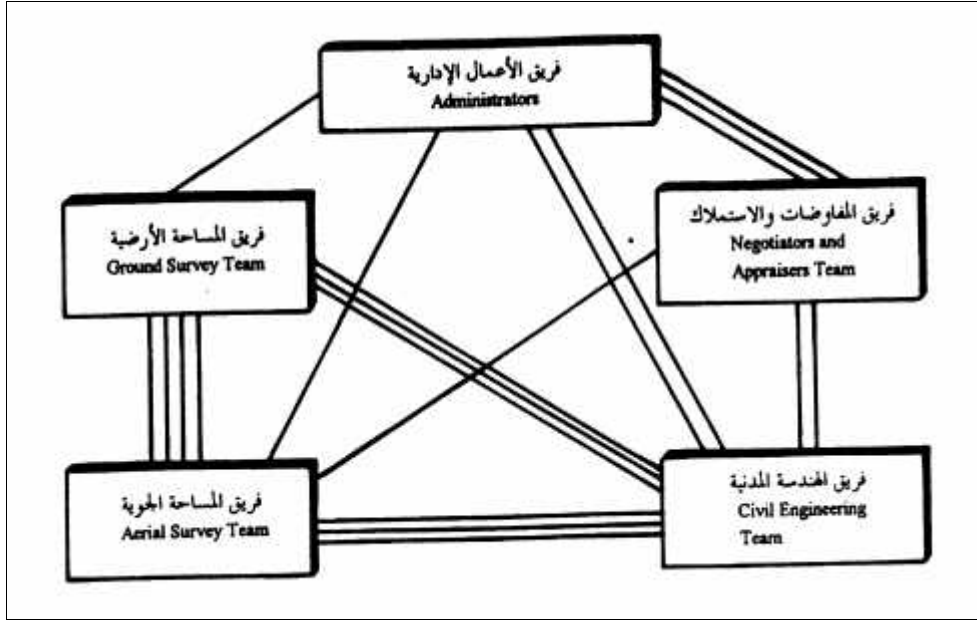
1. (Purpose of Survey) .
2. طبوغرافية منطقة المشروع (Type of Topography) .
3. كثافة التفاصيل (Intensity of Land Uses) .
4. الاعتبارات الاقتصادية (Economic Considerations) .

ونتيجة الكم الهائل من المعلومات المطلوبة واعتبارات الدقة و السرعة في الإنجاز فإنها تستوجب جميعها أن يكون هناك فريق عمل رئيسي يدقق ويوجه وينسق أعمال الفرق الأخرى التي يهتم كل منها بم . .
طيلة فترة مراحل المشروع (-) التالي يبين الفريق الرئيسي و الفرق التابعة له و التي غالبا ما يتطلبها أي مشروع طرق.



(-) الفرق المساحية اللازمة لإنجاز مشروع مسار معين

الإنجاز الجيد للمشروع لا يتطلب وفير الكوادر الفنية و الأجهزة و المواد فحسب بل يتطلب إيجاد أسس للاتصال و التعاون بين الفرق من ناحية معرفة مستلزمات الفرق الأخرى و توثيق المعلومات بشكل جيد حتى يسهل عملية الرجوع اليها (-) يبين حجم العلاقة التي تربط كل فريق بالفرق الأخرى بشكل يتناسب مع عدد الخطوط حيث أنه من الملاحظ أن فريق المساحة الأرضية و المساحة الجوية يتساويان من حيث الأهمية مع فريق الهندسة المدنية .



(-) قوة العلاقة بين مختلف الفرق العاملة في المشروع

2- فريق الهندسة المدنية:-

يعد هذا الفريق من أهم الفرق العاملة في المشروع لذلك ينبغي أن يضم هذا الفريق متخصصين أو مهندسين خبراء في مجالات عديدة منها التخطيط و المرور واختيار المواقع و الصيانة و التصميم الإنشائي و الإستملاك و التنفيذ الإنشائي و غيرها الكثير. و نحن في مقدمة المشروع هذه لم نحتاج فريق الهندسة المدنية لأنه في هذه المرحلة تقتصر في المشروع النهائي.

- - فريق المساحة الأرضية :

لا يمكن الاستغناء عن هذا الفريق على مدى تصميم و تنفيذ الطريق أو المسار حتى في أعم الصيانة المستقبلية فلذلك فإن كفاءة هذا الفريق تعتمد عليها أمور كثيرة وما يسببه عدم الدقة من هذه المجموعة إلى أخطاء كبيرة يترتب عليها هدر للمال و الوقت لذلك فإنه يحتوي على مهندسين متخصصين في مجالات الجيوديزيا و الطبوغرافيا إضافة إلى مساحين وفنيين ذوي خبرة واسعة .

يتركز عمل هذا الفريق في مجال مساحة المثلاثات و المضلعات و أعمال التسوية العادية و المثلثية الدقيقة و توقيع المنحنيات الأفقية و الرأسية و غرس أوتاد الميول و تحديد حرم الطريق و مواقع الجسور و العبارات و الخنادق و غيرها من المنشآت المختلفة إضافة إلى حساب الكميات .

- - فريق المساحة الجوية:

يشتمل هذا الفريق على مهندسين و فنيين في مجالات تفسير الصور لغايات متعددة (زراعية و جيولوجية و مرور و صيانة) و عمل مخططات و خرائط طبوغرافية متنوعة من خلال الصور الجوية و أجهزة المساحة الجوية و حساب الإحداثيات و الأبعاد و معالجة البيانات باستخدام الحاسب حيث قمنا باستخدام المخطط التفصيلي لمدينة الخليل و توضيح موقع المشروع الذي هو عن طريق الصور الجوية.

- تحديد مسار الطريق والأعمال المساحية:-

بعد أن يتم تحديد موقع المشروع سواء كان هذا المشروع فتح طريق جديد أو إعادة تأهيل طريق قائم يتم عمل دراسة للموقع من حيث إمكانية تحديد حجم السير الحالا أو الشوارع البديلة . ودراسة الأهداف والغايات من وراء إعادة تأهيل الطريق وتحديد درجة ومستوى الطريق المطلوبة، وهناك عدة عناصر يتم تحديدها و منها تحديد سرعة السيارات على الطريق و عدد مساربها وأنصاف أقطار منحنياتها الأفقية وأطوال منحنياتها الرأسية و ميول سطحها و غير ذلك.

الواجب مراعاتها عند فتح طريق جديدة تحسينها يكون هذا التحسين سيعود بالفائدة الاقتصادية والاجتماعية . . لذلك يتم دراسة الجدوى الاقتصادية للطريق وأهميتها ومدى تلبية احتياجات المجتمع لفترة مستقبلية عند فتح وتحسين هذه الطريق، لذلك فهي بحاجة للدراسة والتطوير والصيانة.

بعد أن يتم دراسة الأهداف والغايات من وراء إنشاء القيام بالإعمال المساحية، هذه المرحلة على عد :

. Map Study

بعد دراسة الصور الجوية و الخرائط الطبوغرافية التي تم توفيرها من البلدية و المصادر الأخرى كان
تحديد عدة مسارات للطريق أن الطريق قائم
تغيير تعديل وفي سيتم الطبيعة للتعرف على الواقع .

ويجب نأخذ في الاعتبار النقاط التالية عند توقيع المسار:

- تجنب عبور الوديان أو البرك أو البحيرات.
- عندما يتطلب صعود الطريق - - مرتفع هضبة يجب لا يتعدى انحدار الخط

.Reconnaissance الاستطلاعية

تلخص الغاية من هذه المرحلة من تحديد شرط يحقق غايات و أهداف الطريق الفنية و الاقتصادية و يتم
هذا بالقيام بجولات استطلاعية (حسب أهمية الطريق و طبيعة المنطقة الطبوغرافية و ذلك حسب حجم
الطريق) و من المهم جدا اصطحاب الخرائط المتوفرة للمنطقة و كذلك الصور الجوية و بعض أدوات التجسيم
لغايات تسهيل التعرف على الطبيعة، و المعلومات التي يجب جمعها من عملية الاستطلاع هي:

* المياه السطحية المتقاطعة مع الطريق كالعبارات و تحديد منسوب
فيضان المجاري المائية القريبة من مسار الطريق.

* العوائق غير الظاهرة على الخرائط و تعترض مسار الطريق المقترح مثل الوديان .

.....

* نوع و طبيعة التربة للموقع المقترح للمسار - - التي يمكن تحدث فيها الانزلاقات
والانهيارا .

و من الأمور التي يجب استقصاؤها في هذه المرحلة :

- الأهمية الاقتصادية للطريق .
- الخدمات التي يقدمها الطريق أو يساهم في تطويرها .
- المزايا السياحية و البيئية .

- ميول الأرض التي ستمر منها الطريق .
- لإنشائية التي سيتطلبها المشروع بالإضافة إلى معلومات فنية جيولوجية و هيدرولوجية يمكن استنباطها من الخرائط الجوية المتوفرة .

- - مرحلة الدراسة المساحية الأولية (Preliminary Survey) :

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

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

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

- - المساحية النهائية (Final survey):

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

- - - ألتثبتي (Location survey):

بعد أن تم التوصل إلى تحديد محور الطريق المقترح يجري تثبيت خط الوسط بواسطة فريق الترافيرس كذلك يتم التثبيت بوضع أوتاد على خط المحور على مسافات متساوية وكذلك يتم تثبيت بداية المنحنى الأفقي و نهايته و نقاط التقاطع ويتم ربط هذه النقاط بـ

بعد ذلك يتم عمل ميزانية طولية أي اخذ مناسيب على خط المحور كما يتم اخذ مناسيب عرضية على مقاطع عرضية تؤخذ كل (-) متر بالإضافة إلى مقاطع عرضية عند مجاري المياه بحيث تمتد تلك المقاطع العرضية على جانبي المحور لمسافات كافية لتصميم جسم الطريق و يتم اخذ عينات ترابية من الطريق

تؤخذ المناسيب الطولية والعرضية إلى المكتب يتم تصميم الطريق بالمستوى الرأسي أي تحديد انحداراتها وتصميم منحنياتها الراسية ويتم تحديد عرض سطح الطريق و الميول الجانبية ومن ثم حساب كميات

--- (Construction survey):

يتألف بشكل رئيسي من تثبيت الأوتاد و على وجه التحديد فإنه يشمل الأمور التالية:

- . تثبيت جميع أوتاد الطريق و تثبيت على بعد تر على امتداد المحور الطولي للطريق مع تثبيت بداية المنحنى و نهاية ونقاط التقاطع .
- . تثبيت أوتاد الميول الجانبية.
- . تثبيت أوتاد حدود حرم الطريق و هو العرض المخصص لكامل جسم الطريق مع أي توسعات في المستقبل و تثبيت الأوتاد هنا على حدود الأخصصة للطريق .
- . تثبيت أوتاد المرجع (Reference point).
- . تثبيت الأوتاد اللازم لتحديد حفر استعادة المواد وحدودها هي مناطق يتم جلب الردم منها في حالة عدم توفر كميات كافية للردم في الطريق.
- . تثبيت الأوتاد اللازم للمنشآت الأخرى كالأبنية و العبارات و الجزر و وسائل الحماية على جانبي الطريق .

- العوامل الرئيسية التي تتحكم في تخطيط الطريق :-

هذه العوامل لها الدور الأكبر في تحديد اتجاه الشارع وطبيعته، وكيفية العمل وسير هذا العمل ومن هذه العوامل :-

- - :-

وهي النقاط التي يجـ يمر بها الطريق وتعتمد على العوامل التالية:-

- خدمتها.
- .
- مناطق يفضل القرب منها(مناطق سياحية).
- مناطق يجب عنها (في منطقة معينة) .

- - التصميم الهندسي للطريق:-

التصميم الهندسي للطريق مثل . . . المنحنيات ومسافة الرؤية تتحكم في الاختيار النهائي للمسار ويجب اخذ النقاط التالية بعين :

- ميل الطريق.
- إمكانية التنفيذ.
- التصميم .
- التصميم .

- - :-

يجب تكون تكلفة الطريق اقل ما يمكن مع مراعاة . . . من الطريق اكبر ما يمكن مع المحافظة على مستوى . . . من التصميم الهندسي ضمن الشروط و المواصفات التي يجب مراعاتها عند التصميم.

الفرق الهندسية والأعمال المساحية

- الفرق الهندسية المصممة للطريق
- تحديد مسار الطريق والأعمال المساحية
- يسية التي تتحكم في تخطيط الطريق

الملحق رقم (٣)

حسابات المنحنيات الأفقية



Traffic Volume

-	-
عربات التصميم	-
التصميمية	4-3
-	-
الطريق	-3

1-3

يعتبر حجم المرور على الطريق من أهم . الرئيسية التي تساعد في إنشاء مشروع طرق بالشكل الصحيح حي انه يساعد في كثيرة منها، عملية تخطيط وتصميم و تحديد عدد المسارب وعرضها وتصميم المنحنيات الأفقية والرأسية.

إذا كان الطريق مصمم على ارض الواقع يتم حساب حجم المرور اليومي المتوسط (ADT) الاتجاهين. وحجم المرور الساعي التصميمي (DHV) للمرور في الاتجاهين، ويتم معرفة . . كثافته عن طريق معرفة عدد السيارات التي تستخدم هذا الطريق للسير عليه. فتح طريق جديدة فيتم حساب حجم المرور و كثافته بالرجوع . يخدمها الطريق هل هي سكنية صناعية زراعية حيث انه على . ذلك نقوم بتصميم الطريق . ويتم ذلك عن طريق حساب المعدل اليومي و .

يقاس حجم المرور على طريق ما بعدد المركبات التي تمر بنقطة أو محطة على الطريق خلال فترة زمنية محددة. ويعتبر من العوامل الأساسية التي يتوقف عليها التصميم الهندسي للطرق على أن يشمل حجم . ويختلف حجم المرور عن كثافة المرور التي هي عبارة عن عدد المركبات تسير على مسافة معينة من الطريق.

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

Traffic Volume

هو عبارة عن عدد المركبات التي تمر من خلال نقطة معينة خلال فترة زمنية معينة . . . التي تعرف على أنها عبارة عن عدد المركبات التي تسير على مسافة معينة أو طول معين من الطريق.

هناك عدة أنواع من حجم المرور سيتم التعرف عليها ونقوم بحسابها وذلك ليتم استخدامها في المشروع ومنها:

1-2-3 المتوسط السنوي لحجم المرور اليومي (AADT):

وهو عبارة عن المعدل السنوي اليومي للمرور ويعد من المؤشرات الرئيسية لتحديد حجم المرور على الطريق وبحسب حجم المرور المتوسط كالتالي:

$$\text{المرور اليومي المتوسط} = \text{المرور اليومي المتوسط كالتالي} \div 365.$$

- - حجم المرور اليومي المتوسط (ADT) : Average Daily Traffic

وهي حجم المرور الكلي خلال فترة زمنية محدودة يوم و الأيام خلال الفترة الزمنية .

3-2-3 التصميمي:

يتم تحديد حجم المرور الساعي التصميمي بعمل منحنيات بين عدد الساعات التي تتساوى فيها كمية المرور كمحور أفقي وحجم المرور كنسبة مئوية من متوسط المرور اليوم .

4-2-3 :

إن حجم المرور يزداد يوماً بعد يوم مع زيادة العمران وعدد السكان وعليه فإنه يجب مراعاة الزيادة المستقبلية في كمية المرور عند تصميم قطاع الطريق والأخذ في ما يلي:

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

ان الفترة الزمنية التي يتم التصميم على أساسها تعتمد على نسبة الزيادة في عدد المركبا على طبيعة المنطقة ونسبة الإقبال عليها مع مرور الزمن وعادتا تكون هذه الفترة الزمنية من (-) .

أن التصميم على أساس حجم المرور اليومي المتوسط دون الأخذ في الاعتبار فترات الذروة قد يؤدي إلى
 يكون اقتصاديا وعليه فإنه يجب اختيار حجم المرور التصميمي بعد دراسة مفصلة ودقيقة.

يحسب حجم المرور التصميمي من العلاقة التالية:

$$VD = Vn (1 + e)^n \dots \dots \dots (1-3)$$

حيث:

VD: حجم المرور اليومي التصميمي.

Vn:

e: معدل الزيادة الـ

n:

و العوامل الأساسية التي تتحكم في سريان المرور هي حجم الذي يرمز له (V) و وحدته عربية
 (S) و وحدتها كيلومتر في (D) ووحدتها مركبة في الكيلومتر.

$$V = D * S \dots \dots \dots (2-3)$$

3-3 عربات التصميم:

هناك عدة أنواع من المركبات منها السيارات الخاصة وحافلات النقل والشاحنات الصغيرة والشاحنات
 الكبيرة وتختلف هذه المركبات عن بعضها بأبعادها وأحجامها وأوزانها. وتسير جميع هذه الأنواع من المركبات
 تقريبا على الطرق، وعليه يلزم معرفة خصائصها لكي تأخذ في الاعتبار أثناء تصميم الأجزاء المختلفة لقطاع
 . ومن الطبيعي أن يتم التركيز على خصائص المركبات الأكثر استخداما للطريق عند التصميم لأنها تشكل

4-3 التصميمية:

تعرف السرعة التصميمية على أنها السرعة القصوى الآمنة التي يمكن المحافظة عليها فوق قطاع معين
 من طريق ما عندما تكون الظروف ملائمة لدرجة تسمح للظواهر التصميمية للطريق بالتحكم.
 وهناك فرق بين سرعة التصميم و ريان التي يجب أن تسير عليها المركبات وهي أقل من الأولى
 بسبب الازدحام والظروف المحيطة بالطريق.

ويعد اختيار السرعة التصميمية أمراً بالغ الأهمية بسعة الطريق وأنصاف أقطار المنحنيات الأفقية وحدة الانحدارات ومسافة الرؤية وغيرها من العناصر التصميمية للطريق. - زادت سرعة التصميم كلما كان الطريق مهيباً لاستيعاب أعداد كبيرة من المركبات وكانت منحنياته واسعة وانحداراته غير حادة وزادت فيه مسافة الرؤية.

ويتوقف اختيار السرعة التصميمية على عدة عوامل أهمها:

- طوبوغرافية
-
- تركيب
- تضاريس المنطقة
-

- :-

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

- عدد السيارات على مدار ساعات وأيام السنة من أجل تحديد ساعات وأيام الازدحام.
- حجم المرور اليومي المتوسط (Average Daily Traffic) وهو مجموع المركبات التي تمر من نقطة معينة مقسوماً على عدد تلك الأيام .
- المتوسط السنوي لحجم المرور اليومي (Annual Average Daily Traffic)
- عدد المركبات المناسب والذي سيتم اعتماده في التصميم .

- - :-

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

يوجد في الملحق جدول يبين أبعاد المركبات

▪ تعداد في ساعات مختلفة من اليوم.

▪ تعداد في أيام العطل.

- - أنواع التعداد على الطريق:-

بما أن إحصاء عدد المركبات على الطريق قبل التصميم أو تحسين الطريق من الأمور المهمة جداً، فإن لهذا التعداد أنواعاً عدة منها:

▪ تعداد يجري على الطريق.

▪ تعداد يجري على التقاطعات.

▪ تعداد تصنيفي حسب أنواع المركبات.

- - () :

- العد الميكانيكي:

تعتبر هذه الطريقة من الأكثر تطوراً وأسهل الطرق في عملية تعداد المركبات وكذلك لا تحتاج جهد كبير حيث أنها تعتمد على الأجهزة الكهربائية و الكاشفات والكوابل الكهربائية التي توضع على الطريق، ولكن مهما بلغت دقة هذه الأدوات العصرية الحديثة فإن فيها سيئات لا تخدم المهندس المصمم إذ تحتاج إلى صيانة . لا تقوم بالتمييز بين حافلة و شاحنة و هذا يؤثر في حساب عدد المسارب أو عرض الطريق .

و يستخدم هذا النوع كثيراً في الحالات التي تتطلب فيها حصر أعداد المركبات لفترات طويلة أو بشكل

- الحصر اليدوي :

وهي الطريقة المثالية لحصر

و بحجم مرور كبير حيث يقف الراصد عند محطة الرصد المحددة فيقوم بتدوين كل سيارة اتجاهها ويفضل أن يكون معه جداول ليتم التعداد بسرعة و بدقة أكبر. وفي الوقت ذاته يقوم بتصنيف السيارات إلى

سيارة صغيرة أو شاحنة أو حاوية وتمتاز هذه الطريقة بالبساطة والسهولة والدقة، ولكنها بالمقابل تحتاج إلى فريق عمل كبير.

- الحصر بطريقة المركبة المتحركة :

حيث تقوم هنا عربة متحركة على قطاع محدد خلال فترة زمنية محددة و بداخلها شخص يقوم بتعداد السيارات المارة في عكس . لعربات التي يتم التجاوز عنها . لك يجب السير في عكس .

لعدم توفر الأجهزة الآلية و الكهربائية فإنه لا مجال . الحصر الآلي في هذا المشروع الأجهزة . وبالتالي فإن طريقة التعداد اليدوي هي الطريقة المناسبة و الأكثر دقة . التي تتميز بها هذه الطريقة مقارنة مع الطرق . و هي التي تم . عليها حيث تم التعداد في أيام اليوم و ذلك للحصول على دقة أكبر خلال أوقات الذروة و

ية.

-3 الطريق:

تعرف السعة للطريق على أنها العدد الأقصى من المركبات التي لها توقع معقول بالمرور على الطريق خلال فترة زمنية معطاة و تحت الظروف السائدة للطريق والمرور . طريق على حجم و تركيبية المرور و على سرعة السير و التداخلات التي تتعرض لها حركة المرور . و تعتبر السعة من العناصر الأساسية التي تؤخذ في الاعتبار عند تصميم القطاع العرضي للطريق لاستيعاب حجم المرور التصميمي المتوقع على الطريق و الجدول (1-3) يبين قيم السعة لبعض أنواع الطرق حسب مواصفات هيئة آشتو الأمريكية (AASHTO).

سعة الطريق منها:

- التخطيط الأفقي و الرأسي: حيث تتسبب المنحنيات الأفقية الحادة و المنحنيات الرأسية القصيرة في تقليل سرعة الطريق و ذلك يؤدي إلى تخفيض السعة.

• عرض الحارة: تتسبب الحارات والأكتاف الضيقة والعوائق على حافتي الطريق في تخفيض سعة الطريق.

• تقلل مركبات النقل من سعة الطريق وذلك بسبب تأثيرها على حركة .

(-) سعة الطريق حسب مواصفات هيئة آشتو (AASHTO).

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

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

و يجب الأخذ بعين الاعتبار كيفية حساب معدل المركبات المستخدم في التصميم وذلك بالتعويض عن أنواع المركبات بما يقابلها من مركبات صغيرة (عدد السيارات الصغيرة * * *) .

وبناء على اختيار حجم السير المناسب فانه يجري تحديد عرض الطريق، وسرعة السيارات عليها وغير ذلك. و الجدول التالي يبين تعداد المركبات على الطريق المقترح اعاده تصميمه مع العلم ان الفترة الزمنية لتصميم ل () .

(-) : على الطريق المقترح اعاده تصميمه

			الفترة الزمنية		اليوم
			سيارات صغيرة		
3	3	28		8-7	
9		18		9-8	

8	0	15		10-9	
2	0	25		11-10	
5	1	14		1-12	
7	0	19		2-1	
	1	20		3-2	
				8-7	
			32	-	
3	0		21	10-9	
1	0	10	11	11-10	
	0	5	10	12-11	
	1	21	26	1-12	
9	0	17	26	3-1	
4	1			8-7	الاثنين
8	0		27	9-8	
1	0	16	17	11-9	
4	0	12	16	1-11	
5	0	35	40	2-1	
6	2	25	33	3-2	
				8-7	
	0	11		9-8	
4	0	6	10	10-9	
		30		11-10	
1	0	18		12-11	
	1	22		1-12	
		30		3-1	

				-	
				9-8	
				10-9	
				11-10	
	0			12-11	
				-	
				3-2	
				8-7	الخميس
				9-8	
	0			10-9	
5	0		14	11-10	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	

%2

معدل الزيادة المتوقع في عدد المركبات خلال أل(20)

: - تم الحصول على هذا التعداد من بلدية الخليل وقمنا بعملية التعداد في بعض الأيام.
- معدل الزيادة تم الحصول عليه من بلدية الخليل

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

(-) :

			الأيام
		سيارة	
3		13	
	1	10	
4	1	8	
3	1	6	الاثنين
3	1	9	
3	1	9	
2	1	9	الخميس

* كان اكبر تعداد للحافلات يوم الجمعة وذلك لان هذه المنطقة يوجد فيها مناطق زراعية و يوجد متنزهات.

4

أسس التصميم الهندسي

-
- أسس التصميم الهندسي
- مواصفات ومحددات التصميم

أسس التصميم الهندسي

- :

يتم الحديث في التصميم الهندسي عن جميع الأجزاء الظاهرة على الطريق والأمور التي تواجه السائق على الطريق، ومنها ميل الطريق سواء كان بالاتجاه الطولي أو العرضي أو ميل الانحدارات الجانبية، كما ويشمل الأرصفة والجزر والاطاريف، ويتم الحديث من جانب آخر عن الرؤية . . . وتصميم ، ويجب أن يفي التصميم بالأمور المتعلقة بالسلامة المرورية على الطريق.

وهناك عدة اعتبارات أساسية تحكم عملية التصميم لمسارات الطريق وهي:

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

- أسس التصميم الهندسي:-

تتوقف أسس التصميم على عوامل كثيرة منها:

- - - **Traffic volume**

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

- - تركيب (Character of Traffic):

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

- - السرعة التصميمية (Design speed):

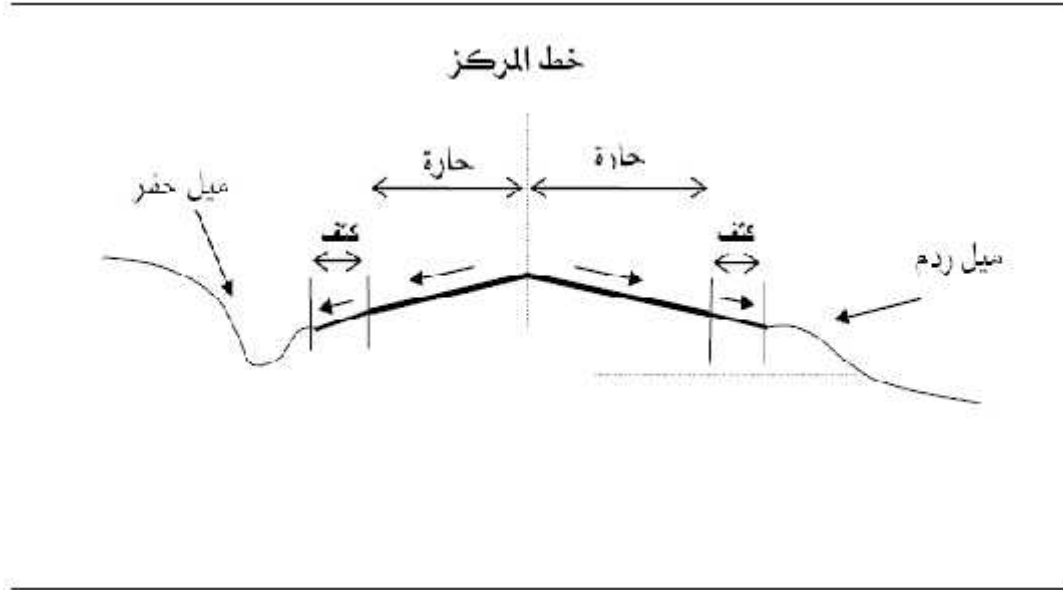
التصميمية أساسية للتصميم بالإضافة إلى تركيب المرور وحجم المرور الساعي.

- - التصميم (Design Vehicles):

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

- - الطريق:

يتوقف التصميم الهندسي للعناصر المختلفة لقطاع الطريق على أهمية الطريق ومدى الاستفادة من هذا الطريق، فالطرق التي يمر عليها عدد كبير من العربات وبسرعات عالية تتطلب مواصفات تختص بتطلبها الطرق التي يمر عليها عدد قليل من المركبات وبسرعات منخفضة، وتشمل هذه المواصفات على عدد وعرض الحارات، حدة الانحدارات الطولية، درجة المنحنيات الأفقية وعرض الأكتاف وغيرها. فالطرق الرئيسية مثلا تصمم لاستقطاب أحجام عالية من المرور بسرعات عالية فتتطلب إلى عدد كبير من الحارات العريضة وانحدارات طولية صغيرة ومنحنيات منبسطة ذات أنصاف أقطار كبيرة نسبيا، ويوضح (1-4) نموذج من مقطع عرضي لطريق من حارتين.



(1-4) مقطع عرضي لطريق من حارتين

:(lane width)

- -

الحارة هي الجزء المرصوف من الطريق والمخصص لسير صف واحد من العربات، ولها دور أساسي في تسهيل القيادة وجعلها آمنة، حيث يعتمد الموقف الذي يختاره السائق عند اجتيازه العربات الأقل سرعة منه أو عند مقابلته للعربات القادمة في اتجاهه على العرض المخصص للحارة الذي يسير عليها، ويتوقف تصميم عرض الحارة على أهمية الطريق وعلى السرعة التصميمية، وحتى تكون القيادة سهلة وأمنة فإن المواصفات العالمية تنص على ألا يقل العرض التصميمي للحارة عن 3 أمتار في الطرق المحلية ولا يقل عرض الحارة عن 3.75 مترا في الطرق الرئيسية.

وتنقسم الطرق من حيث عدد الحارات إلى عدة أقسام، فهناك طرق بحارة واحدة كالطرق القروية التي تستوعب عددا محددا من المركبات فلا تحتاج لأكثر من حارة واحدة، وهناك طرق بحارتين واحدة للذهاب والأخرى للإياب وهي تشكل أغلب أنواع الطرق وتتطلب مسافة رؤية واضحة تمكن السائق من التجاوز بأمان، وهناك طرق بأكثر من حارتين (ثلاث أو أربع حارات) تستخدم في حالة السير المكثف والسرعات العالية

- - عرض حرم الطريق (Right Of Way Widths):

يجب أن يكون عرض حرم الطريق متسعا بما فيه الكفاية ليشمل جميع أجزاء القطاع بالإضافة إلى عرض إضافي، هذا العرض الإضافي يلزم لعدة استخدامات منها مسار للمشاة، مسار لمستلزمات المرافق، وضع العلامات الإرشادية، الإعلانات، شريحة خضراء أو تشجير بالإضافة إلى عرض قد يخصص مستقبلا للتوسع في عرض الطريق، وشراء هذا الأرض عند إنشاء الطريق أفضل من نزع ملكياتها مستقبلا توفيراً للتعويضات وارتفاع ثمن الأرض، والجدول التالي يوضح الأبعاد المقترحة من AASHTO .

الطرق المختلفة وهي تتوقف على نوع الطريق كما هو مبين في الجدول رقم (-) .

(-) حدود حرم الطريق

حدود حرم الطريق ()	نوع الطريق
36-22	طريق من حارتين
42-30	طريق من ثلاث حارات
93-27	طريق من أربع حارات أو أكثر

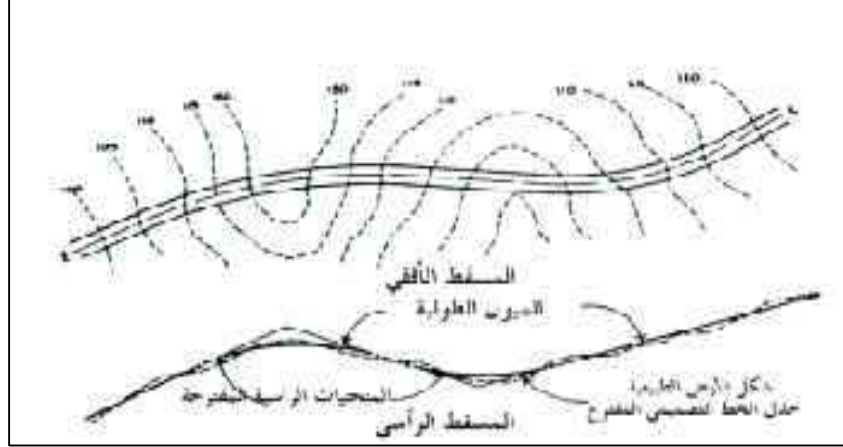
- - الميول العرضية (Normal Cross Slopes):

- يجب عمل الميول العرضية من الجهتين بالنسبة لمحور الطريق وذلك لتسهيل عملية صرف مياه
- ويتروح هذا الميل من % - % وقد يعمل هذا الميل منتظما أو منحنيا على هيئة قطع مكافئ وجود جزيرة فيعمل ميل خاص في كل اتجاه كما لو كان في حارتين

- - الميول الطولية:

في المناطق المستوية يتحكم نظام صرف الأمطار في المناسيب. التي يكون فيها مستوى المياه في نفس مستوى الأرض الطبيعية فإن السطح السفلي للرصيف يجب أن يكون أعلى من مستوى المياه بحوالي 0.5 . وفي المناطق الصخرية يقام المنسوب التصميمي بحيث تكون الحافة السفلية لكتف

الطريق أعلى من منسوب الصخر بـ 0.3 متر على الأقل ، وهذا يؤدي إلى تجنب الحفر الصخري غير . ويعتبر الميل 0.25% هو أقل ميل لصرف الأمطار .



(-) الميول الطولية للطريق

- - الميول الجانبية:

إن آخر مرحلة من مراحل تصميم مقطع جسم الطريق هي عمل الميول الجانبية؛ أي تحديد انحدار (ميلان) الطريق أي أن هذا الميلان له أثره على النواحي الاقتصادية ويتحكم في انجراف جسم الطريق كما يؤثر على الصيانة وثبات التربة وتصريف المياه.

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

(-) الميول الجانبية للقطوع حسب نوع التربة

الميول الجانبية (:)	
: - :	تربة عادية وتشمل الطين الجاف
: - :	تربة صخري

: - :	
: - :	
رأسي تقريبا	

- - (Shoulders):

حيث تهيئ مكاناً لوقوف السيارات المعطلة في حالات الطوارئ، وتقوم بسند جانبي لطبقات الأساس والسطح المرصوف، كما أنها تعطي اتساعاً إضافياً لطريق المرور الضيق، حيث تمكن السائقين الذين يقابلون أو يتخطون عربات أخرى من قيادة عرباتهم فوق جزء من حافة الكتف. وأهم منافع الأكتاف هي :

- 1 - تهيئ مكاناً لوقوف السيارات المعطلة للحالات الطارئة ، وذلك لأن وقوف السيارات على الجزء من الطريق يكون سبباً قوياً لوقوع الطريق.
- 2 - تمكن السائق من الوقوف لفحص خريطته على الطريق.
- 3 - تمكن السائق من تفادي بعض الحوادث أو تقلل من خطورتها.
- 4 - الأكتاف ذات الاتساع الكافي تشعر بإفراح الطريق مما يزيد ارتياح السائق، وتخفف من توتر أعصابه.
- 5 - يد مدى سعة الطريق وتهيئ انتظام .
- 6 - تهيئ الأماكن اللازمة لمهام الصيانة.

حيث يتراوح عرض الكتف بين 1.25 3.6 كحد أقصى للطرق السريعة .
الطرق التي يزيد فيها حجم المرور الساعي التصميمي عن 100 مركبة يتراوح عرض الكتف ما بين 2.5 3.6 هذا وقد تم اختيار الكتف في مشروعنا هذا بطول م وميل عرضي % .

- - - :

- الاطارييف () :

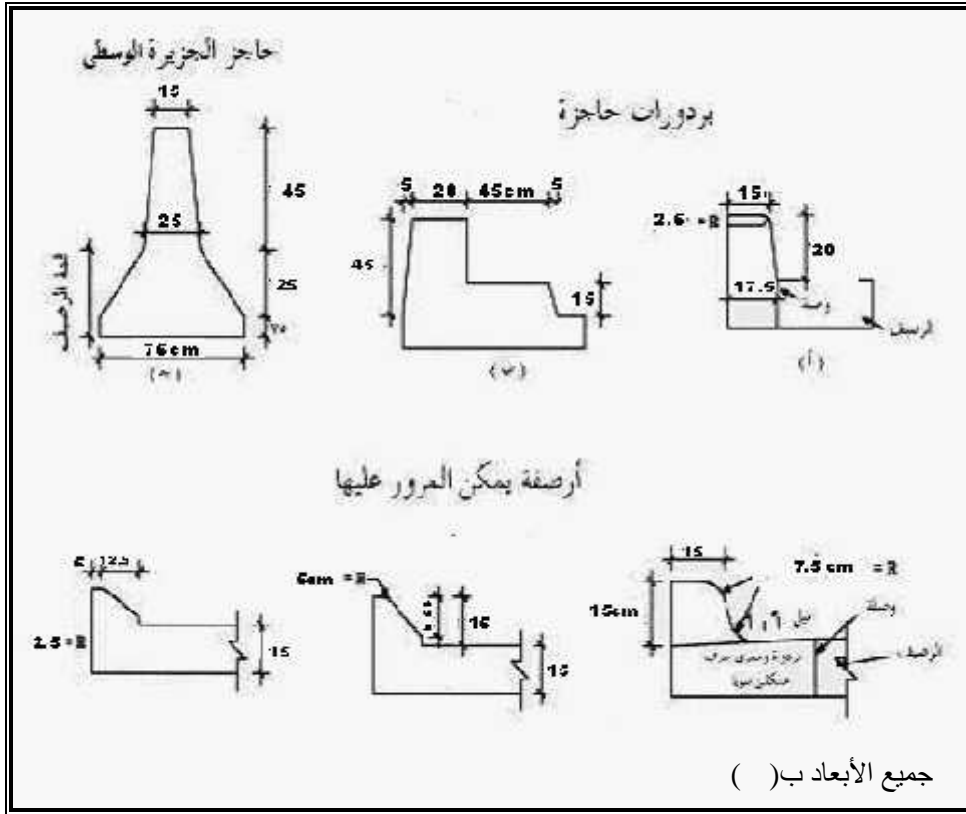
يتأثر السائقين كثيراً بنوع الاطارييف ومواقعها وبالتالي فإن ذلك يؤثر على أمان الطريق والانتفاع به، طارييف في تنظيم صرف المياه ولمنع السيارات من الخروج عن الرصف في النقاط الخطرة، وهي تحدد حافة الرصف وتحسن الشكل النهائي للطريق، كما أنها خطوة في تجميل جوانب الطرق وتتميز .
العرف بأنها بروز أو حافة قائمة وتبرز حاجتها في الطرق المارة بالمناطق السكنية، والأنواع الرئيسية للاطارييف هي الاطارييف الحاجزة والغاطسة.

- الاطارييف الحاجزة:

وهي ذات وجه جانبي حاد الميل ومرتفع نسبياً، وهي مصممة لمنع السيارات من الخروج عن الرصف ويتراوح ارتفاعها بين سم تقريباً ويجب مراعاة وضع . الحاجزة على مسافة .
سم خارج الحد الخارجي لطريق السير.

- الاطارييف الغاطسة:

وهي مصممة بحيث يسهل على العربات اجتيازها دون ارتجاج عنيف أو اختلال في القيادة، ويتراوح الارتفاع من 10 - 15 سم، وميل الوجه فيها 1:1 1:2، وتستعمل في الجزيرة . . .
الداخلية والأكتاف، كما تستعمل في تحديد الشكل الخارجي لجزر التقسيم القنواطي في التقاطعات. ويبين شكل (-) انواع الاطارييف.



(-) الاطارييف الخاصة بالطرق

:(Sidewalks)

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

- - الجزر الفاصلة بين الاتجاهين (Medians):

تعتبر الجزر فاصلة تفصل حركة المرور المعاكسة وتكون موجودة في كل الطرق الحديثة خصوصاً إذا كانت من أربع حارات أو أكثر وعرض هذه الجزر يجب أن يكون كافياً وذلك لتأدية الغرض الذي وضعت من أجله ومن أهمها تقليل تأثير الأضواء المبهرة الصادرة من المرور المعاكس ليلاً هذا بالإضافة إلى حماية السيارات القادمة من الاتجاه المعاكس من الاصطدام وللتحكم في المناطق المسموح فيها بالدوران في حالة التقاطعات السطحية، ويتراوح عرض الجزيرة من 1 إلى 3.5 وهذا طبعاً ليس بعرض ثابت على طول الطريق وإنما يتغير حسب الحالة أو الضرورة بالإضافة إلى أن منسوب الطريق في الاتجاهين قد يكون

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

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

- جسور ذات انحدارات شديدة أو على منحنيات حادة.
- التغير
- الطرق الجبلية وخاصة من جهة الانحدار.

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

إن القوائم المرشدة لا يقصد منها في الغالب مقاومة الاصطدام غير أنه إذا ما كان إنشاؤها قوياً كافية فإنها تمنع السيارات من الخروج عن الطريق وهي أقل في التكاليف من السياجات الواقية والحوائط الواقية. ولكنها أقل فاعلية منها فيما إذا كان المقصود من تصميمها هو مقاومة الاصطدام. ولما كان هناك كثير من

المواقع التي يصعب فيها على السائق أن يتبين اتجاه الطريق لا سيما أثناء الليل لذا تستخدم عادة القوائم المرشدة

هذا وسيتم استخدام الحواجز الجانبية على جانب الطريق من جهة الوادي وذلك لحماية المركبات من

- - الإستنادية :

رورية لتوفير الحماية والاستقرار للطرق الجبلية، وتقام الحوائط

الساندة جهة الوادي أساسا، ولكن في حالة القطع تقام من الداخل لمنع انزلاق التربة من جهة الطريق، وتستخدم

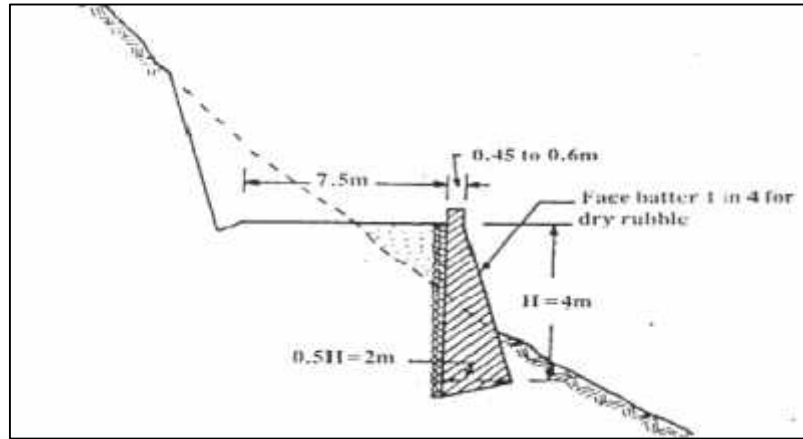
القواعد التجريبية التالية لحساب أبعاد الحوائط :

$$* 0.4 =$$

$$0.60 \text{ m} \quad 0.45 \text{ m} =$$

$$4:1 = \text{الميل الخلفية للحائط} =$$

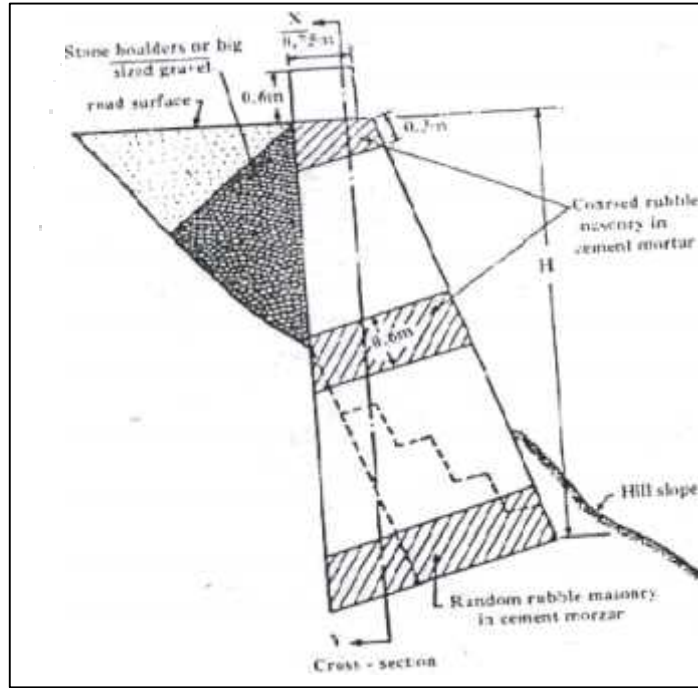
(-) يوضح نموذجا لاستخدام حائط ساند لطريق جبلي:



(-)

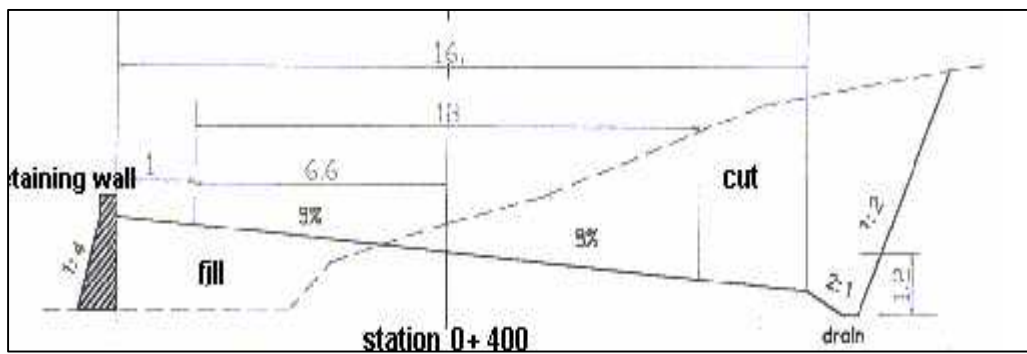
وإذا كان ارتفاع الحائط أكبر من (6m)، يؤخذ اتساع القاع مساويا (0.4 + 0.3) - والاتساع من أعلى يساوي (0.75 m)، ولزيادة الاستقرار لشكل الحائط بحيث يكون جزء منه من الأحجار

(يتكرر كل ثلاثة أمتار) بالمونة الإسمنتية وجزء آخر من أحجار لزيادة التماسك والاستقرار، وفي نفس الوقت إعطاء الفرصة لصرف المياه المتسربة كما هو (-) .



(-)

هذا وسيتم استخدام الجدران الساندة في الطريق التي تقوم بتصميمها وذلك من جهة الوادي وذلك لحماية جسم الطريق كما هو موضح في مقطع عرضي رقم 0 + 400 .



(-) مقطع عرضي من الطريق يبين استخدام الجدار استنادي لحماية الطريق

- مواصفات ومحددات التصميم:-

- - مسافة الرؤية (Sight Distance) :

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

تعتمد مسافة الرؤية على عدة عوامل منها السرعة، تخطيط الطريق أفقياً ورأسياً، وجود الأبنية والأشجار ونوعية السيارة الطريق، وارتفاع عين السائق، وارتفاع عين السائق، وارتفاع عين السائق (أي علو السيارة) وارتفاع العوائق التي يراها السائق على الطريق.

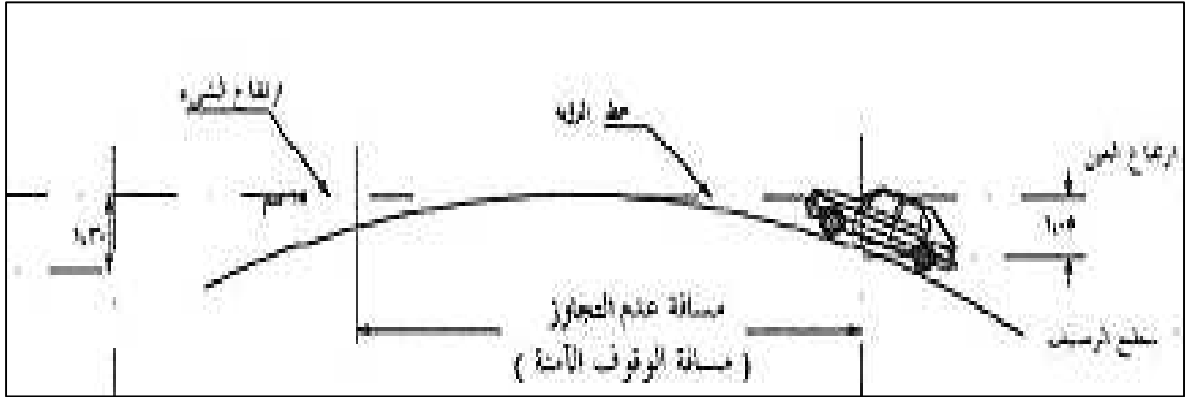
- - مسافة الرؤية للتوقف (Stopping Sight Distance) :

تعرف مسافة الرؤية التصميمية للتوقف الآمن بمقدار الحد الأدنى للمسافة الضرورية لتوقف مركبة تسير صميم دون أن تصطدم بعائق يعترض خط سيرها (. .) . أنه قبل أن يتمكن السائق من التوقف نهائياً، يكون قد صرف وقتاً في تمييز العائق وإجراءات رد الفعل وقتاً آخر يعتمد على مدى تجاوب المركبة ميكانيكياً وعلى طبيعة سطح الطريق احتكاكياً. ومن المفيد جداً أن الرؤية للتوقف الآمن محققة عند كل نقطة من الطريق وبأطول ما يمكن ولا يجوز أن تقل بحال من الأحوال عن القيم التالية المتناسبة مع سرعة التصميم .

والجدول التالي يوضح القيم الصغرى لمسافات الرؤية الضرورية للتوقف الآمن والمتناسبة مع قيم لتصميمية

(4) العلاقة بين السرعة التصميمية ومسافة الرؤية للتوقف

120	110	100	90	80	70	60	50	40	30	25	20	التصميمية (/)
285	245	205	170	140	110	80	60	45	30	25	20	الرؤية ()



(-) مسافة الرؤية للوقوف الآمن.

وتستخدم هذه المعادلة لحساب مسافة الرؤية للوقوف الآمن:-

$$SD = 0.278V.t + \frac{V^2}{254f} \dots\dots\dots 4.1$$

V: (/)

f:

t: (2.5 ثانية)

(.) في حالة أن العائق ثابت، أما في حالة وجود عائق متحرك ويقترّب من السيارة يتم

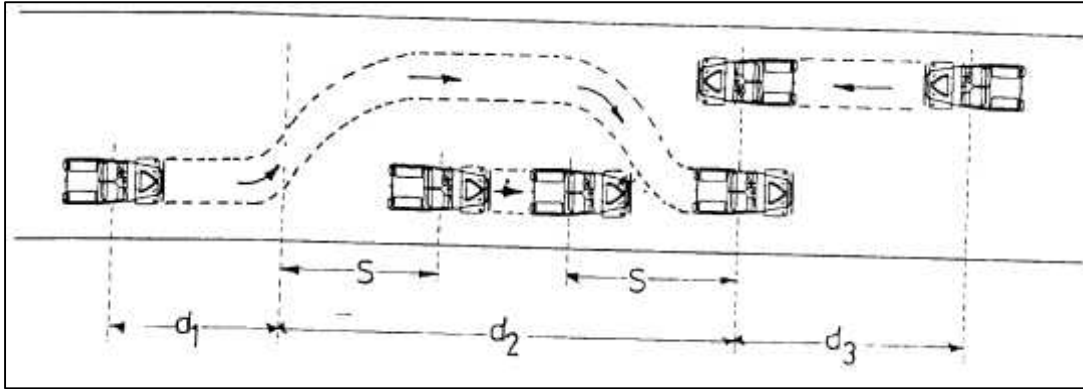
الطرف الأيمن من المعادلة بالعدد ()

(-) العلاقة بين السرعة ومعامل الاحتكاك

100	80	70	60	50	40	20-30	(/)
0.35	0.35	0.36	0.36	0.37	0.38	0.4	(f)

- - مسافة الرؤية للتجاوز (Passing Sight Distance):

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



(-) مسافة الرؤية للتجاوز

ويمكن استخدام المعادلات التالية لإيجاد مسافة الرؤية للتجاوز الآمن ()

$$OSD = d_1 + d_2 + d_3 \dots\dots\dots 4.2$$

$$OSD = 0.28Vbt + .028VbT + 2S + 0.28V.T \dots\dots\dots 4.3$$

$$T = \sqrt{\frac{14.4S}{A}} \dots\dots\dots 4.4$$

$$S = 0.7Vb + 6 \dots\dots\dots 4.5$$

حيث:

OSD: مسافة الرؤية للتجاوز.

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

d1: المسافة التي تقطعها العربة في بداية الاستعداد للتخطي .

d2: المسافة الأفقية المقطوعة بالعربة المتخطية خلال فترة التخطية .

d3: المسافة المقطوعة بالعربة القادمة من الاتجاه الآخر خلال فترة التخطية

Vb: سرعة السيارة المتجاوز عنها (/)

t : (عادة يفتر ثانية).

V : سرعة السيارة المتجاوزة (/)

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

A : تسارع السيارة المتجاوزة (/)

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

$$Vb = (V - 16) \dots \dots \dots 4.6$$

حيث v : السرعة التصميمية (/) .

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

(.)

$$S.D = 0.278vt + \frac{V^2}{254(f \pm N)} \dots \dots \dots 4.7$$

حيث: N هي المجموع الجبري لميل مماسي المنحنى الرأسي.

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

التخطيط الأفقي والراسي للطريق

-
- التخطيط الأفقي للطريق (Horizontal Alignment)
- التخطيط (Vertical Alignment)

التخطيط الأفقي والراسي للطريق

1-5 :

أهم التي يجب بالاهتمام بها في تصميم أي طريق هي عملية تصميم المنحنيات سواء كانت هذه المنحنيات أفقية راسية حيث إنها تكون عملية السير على الطريق مريحة . أنها تعمل على عدم التغير المفاجئ أثناء السير على الطريق سواء في الاتجاه الراسي أو الاتجاه

و حتى نحصل على تصميم متزن للطريق يجب أن نأخذ بعين الاعتبار أسس التصميم الهندسي التي تعطي انسياب مستمر للمرور عند السرعة التصميمية كما يجب أن نأخذ في عين الاعتبار العلاقة بين السرعة التصميمية و أنصاف أقطار المنحنيات و ارتفاع الحافة الخارجية للرصيف عن الحافة الداخلية. وفي هذا الفصل سنتحدث عن تصميم المنحنيات الأفقية والراسية وعن عناصر هذه المنحنيات وكيفية حسابها توقعها.

- التخطيط الأفقي للطريق (Horizontal Alignment):

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

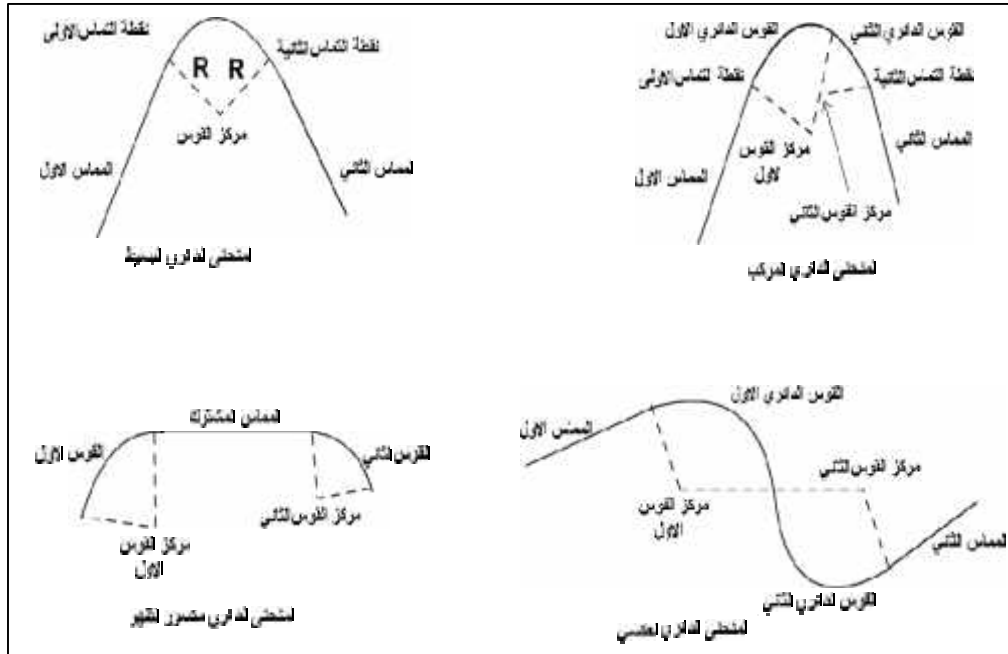
- - أنواع المنحنيات الأفقية (Types of horizontal Curves):

هناك عدة منحنيات الأفقية من الخطوط المستقيمة المنحنيات سهل التأثير على عملية السير وضمن السرعة المعقولة، ويتم استخدام هذه كل في موضعه على معينة ومن هذه :

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

وسيتم الحديث عن هذه المنحنيات بالتفصيل في ما يلي:

- - - المنحنيات الدائرية:

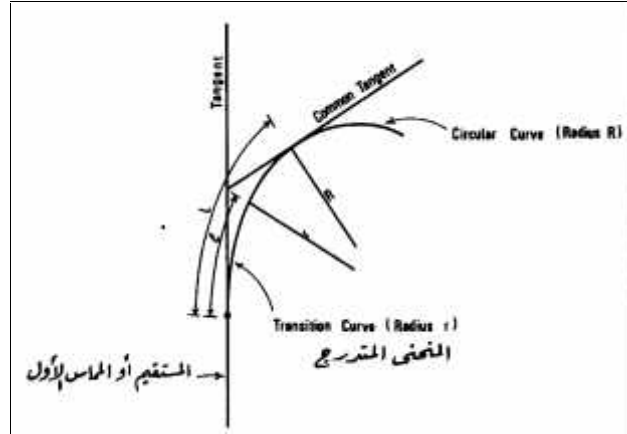


(-) : أنواع المنحنيات الدائرية

- المنحنيات الدائرية البسيطة **Simple Circular Curves**:
حيث يتم وصل الخطين المستقيمين والمختلفين في الاتجاه بقوس دائري واحد يسهما في نقطتي الوصل.
- المنحنيات الدائرية المركبة **Compound Circular Curves**:
حيث يتم وصل الخطين المستقيمين بأكثر من قوس دائري واحد وذلك بالشروط التالية:
. أنصاف أقطار هذه الأقواس مختلفة.
. الأقواس متماسة عند نقاط اتصالها ببعضها.
. جميع مراكز هذه الأقواس الدائرية في جهة واحدة.
- المنحنيات الدائرية مكسورة الظهر **Broken-Back Circular Curves**:
حيث يتكون من منحنين دائريين مركزاهم جهة واحدة ومتصلين ببعضهما وقصير يقل طوله عن .
- المنحنيات الدائرية العكسية **Reversed Circular Curves**:
حيث يتم توصيل الخطين المستقيمين بأكثر من قوس دائري بالشروط التالية:
- مراكز الانحناء ليست في جهة واحدة.
- أنصاف أقطار المنحنيات قد تكون متساوية أو مختلفة.
- الأقواس متماسة عند نقاط اتصالها ببعضها.
- - - المنحنيات الانتقالية **Transition Curves**

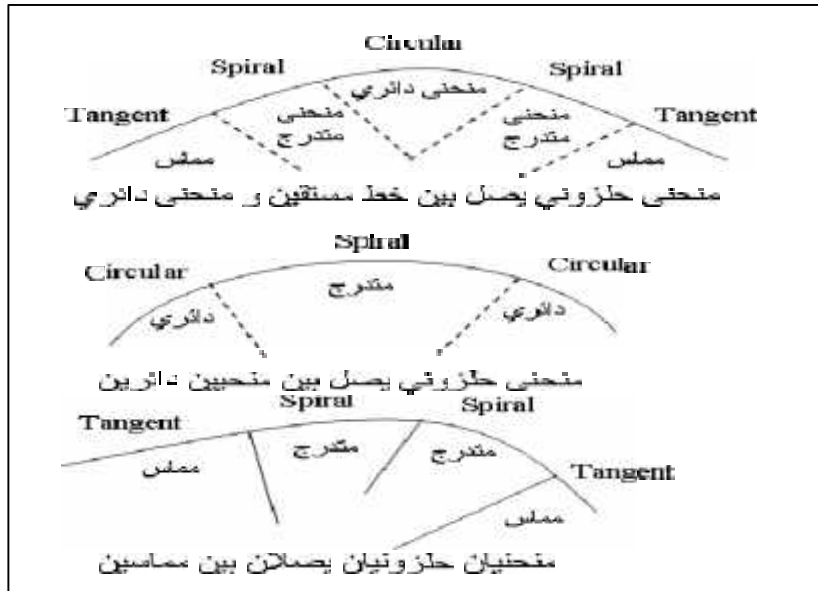
يستخدم المنحنى الانتقالي في جميع المنحنيات الأفقية وتأتي أهمية المنحنى الانتقالي من (اللولبية) بين المماس والمنحنى الدائري لنقل المركبة من طريق مستقيم إلى طريق منحنى وفي المنحنى الانتقالي تتناسب درجة المنحنى مع طول اللولب وتزداد من صفر عند المماس لدرجة المنحنى الدائري عند النهاية، وعلى هذا نيات انتقالية حتى يمكن للسائق أن يسير في حارته المرورية فضلاً عن أن المنحنى الانتقالي يعطي للمصمم المجال لتطبيق التوسيع والرفع التدريجي للحافه الخارجية للرصف بمقدار الرصف .

ويتم حساب طول المنحنى الانتقالي من خلال المعادلة التالية:



(-) : المنحنيات المترججة

- ويوجد ثلاث اشكال لاستخدام المنحنيات المترججة كما في الشكل (-) وهي:
- منحنى حلزوني يصل بين خط مستقيم وآخر منحنى دائري.
- منحنى حلزوني مزدوج يصل بين خطيين مستقيمين.
- حلزوني يصل بين منحنين دائريين.



((-)) المنحنيات الحلزونية

- - - - أنواع المنحنيات المتدرجة:-

- (cubic parabola):

ة ومعادلته على الشكل التالي:

$$Y = \frac{X^3}{6 * R * L} \dots\dots\dots(2-5)$$

حيث:- X, Y = ترمز إلى إحداثيات نقاط القطع المكافئ المكعب.

$$=R$$

$$=L$$

ويغلب استخدامه في مشاريع خطوط السكك الحديدية ويعد مناسباً عندما يراد وصل قطع (.) مستقيمة بمنحنيات دائرية أنصاف أقطارها كبيراً نسبياً.

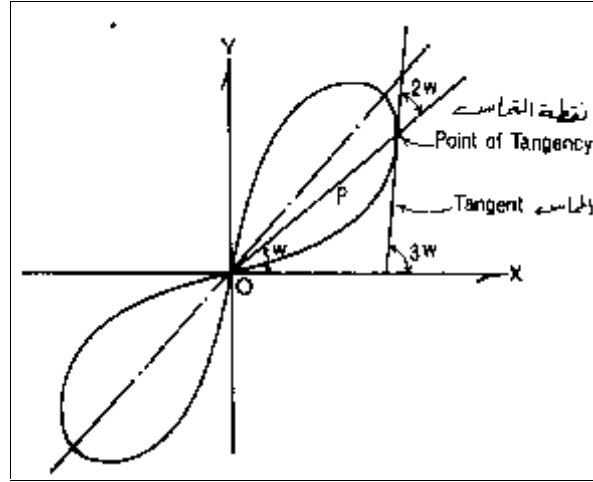
- المنحنى البيض Lemniscate:

وهو منحنى مغلق وله محور تناظر ونصف قطره يبلغ قيمته قصوى عند النقطة التي يكون فيها المحور القطبي ، ويفضل استخدامه في الأراضي الوعرة وحيث يصعب تحديد النقاط باستخدام الإحداثيات العادية (x,y) ويغلب استخدامه في مشاريع الطرق ويستخدم أيضاً عندما يراد وصل أجزاء مستقيمة بمنحنيات دائرية أنصاف أقطارها صغيرة نسبياً ويكون معدل التغير في نصف القطر كبير.

$$^2 = k^2 \sin 2W \dots\dots\dots(3-5)$$

حيث : هي نصف القطر الشعاعي القطبي.

W: الزاوية القطبية المحصورة بين نصف القطر القطبي ومحور السينات.



(-) : المنحنى البيضاوي ()

- الكلوثويد Clothoide :

ويطلق عليه أيضاً اسم كوريز، حيث يحقق ميزات ديناميكية وهندسية مهمة في المنعطفات كما يستعمل بكثرة في مشاريع خطوط السكك الحديدية فهو يبدأ بنصف قطر يساوي اللانهاية وينتهي بنصف قطر اصغر هو في الغالب نصف قطر المنحنى الدائري والمراد وصله بالمستقيم.
ومعادلته:

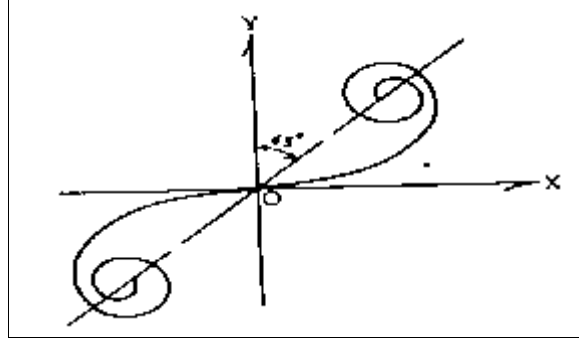
$$C = R.L \dots\dots\dots(-)$$

حيث : C ثابت معين.

$$= R$$

$$= L \text{ لوتونيد.}$$

وينصح باستخدامه إذا كانت الزاوية القطبية كبيرة نسبياً.



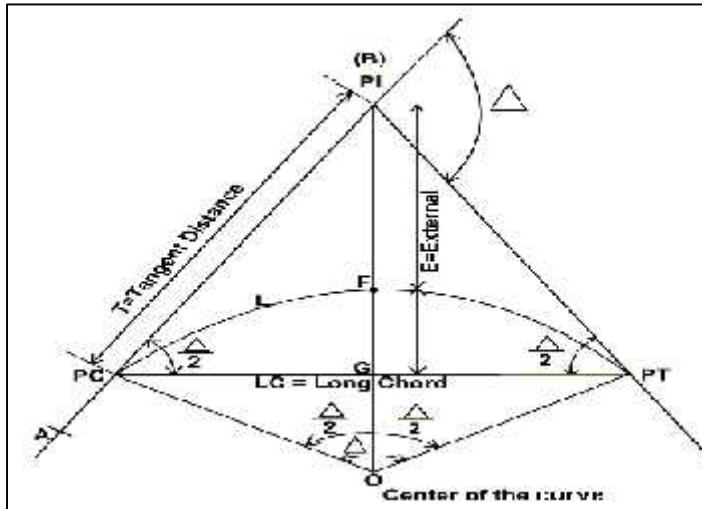
(-) : منحنى الكلوئيد

- - - تصميم المنحنيات الأفقية :Horizontal Curve design

- - - عناصر المنحنى الدائري البسيط

عند تصميم المنحنى الدائري البسيط لا بد من ذكر عناصره ومعادلاته الأساسية؛ والشكلين (5-6)

(7-5) التاليين يوضحا ذلك.



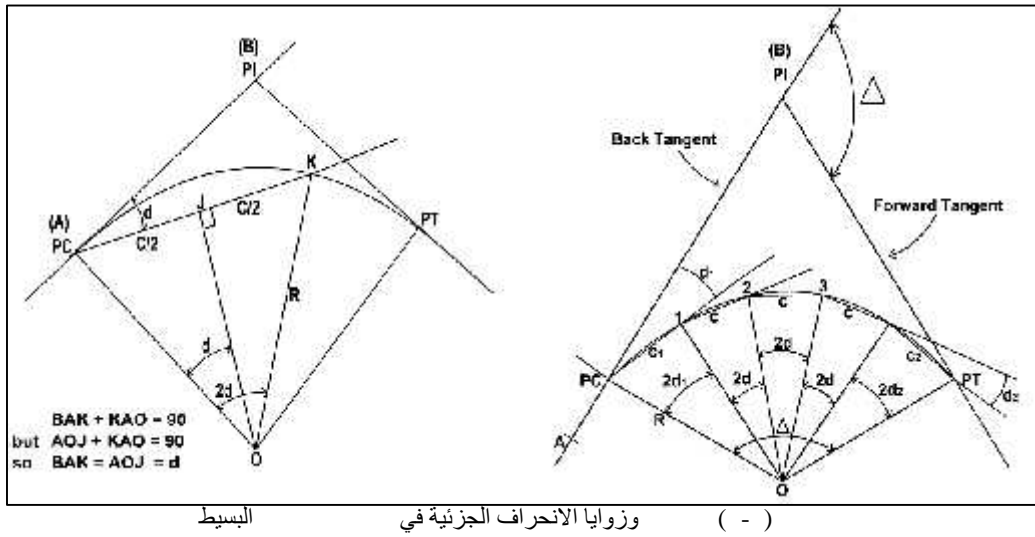
(-) عناصر المنحنى الدائري البسيط

- المماسين (PI).

- زاوية الانحراف () :Deflection Angle

وتساوي الزاوية المركزية المنشأ عليها المنحنى الدائري.

- المماسين (T) The tow Tangent:
- حيث يسمى المماس على الجانب الأيسر لنقطة التقاطع PI . - والمماس على الجانب الأيمن
- نقطة بداية المنحنى (PC) Point of Curvature.
- نقطة نهاية المنحنى (PT) Point of Tangency.
- الخط المستقيم الذي يصل بين نقطتي تماس و يطلق عليه الوتر الطويل (LC).
- Radius (R).
- Length of curve.(L)
- المسافة الخارجية(E), External Distance وهي عبارة عن المسافة بين (PI) و بين منتصف المنحنى
- سهم القوس(M) Middle Ordinate و هي المسافة بين نقطة منتصف المنحنى وبين نقطة منتصف الوتر الطويل.
- مركز المنحنى ونرمز له (O).
- الوتر الجزئي الأول ويرمز له (C1) وهو طول الخط المستقيم الذي يصل نقطة التماس الأولى بأول نقطة على المنحنى حيث يلجأ إلى إعطاء طول للوتر الجزء الأول بحيث تصبح محطة
- ى من المنحنى رقم مدورا مناسباً يقبل 20 25.
- الوتر الجزئي الأوسط يرمز له (C) وهو عبارة عن طول الخط المستقيم الذي يصل بين أي نقطتين متتاليتين على المنحنى ما عدا الأولى والأخيرة و يكون طوله في العادة رقما مدورا و مناسباً 25 , 10 .
- الجزئي النهائي (C2) و هو عبارة عن طول الخط المستقيم الذي يصل نقطة التماس الثانية بالنقطة التي تسبقها مباشرة وحيث يكون طوله مكملاً لطول المنحنى.
- زاوية الانحراف الجزئية الأولى (d1) وهي عبارة عن الزاوية الوسطية المحصورة بين المماس الأول أو الخلفي و بين الوتر الجزئي الأول وتساوي نصف الزاوية المركزية.
- زاوية الانحراف الجزئية الوسطى (d) وهي الزاوية الأفقية بين أي وتر جزئي أوسط و بين مماس المنحنى
- زاوية الانحراف الجزئية النهائية (d2) و هي الزاوية الأفقية المحصورة بين الوتر الجزئي النهائي و بين مماس للمنحنى الدائري في نقطة بداية هذا الوتر الجزئي النهائي.



البيسط وزوايا الانحراف الجزئية في

:

- - -

$T = R \tan \frac{\Delta}{2} \dots\dots\dots(5-5)$ (T) -

$E = R(1 - \cos \frac{\Delta}{2}) \dots\dots\dots(6-5)$ (E) - المسافة الخارجية

$M = R(\sec \frac{\Delta}{2} - 1) \dots\dots\dots(7-5)$ (M) - سهم القوس

$LC = 2R \sin \frac{\Delta}{2} \dots\dots\dots(9-5)$ (LC) يل -

$L = \frac{f R \Delta}{180} \dots\dots\dots(9-5)$ (L) -

- قيم زوايا الانحراف الجزئية (d_1, d, d) وأطوال الأوتار الجزئية (C_1, C, C_2) :

- قيم زوايا الانحراف الجزئية (d_1, d, d) : ويمكن إيجادها حسب العلاقة التالية:

$$d_o = 1718.873 C_o / R \quad (-)$$

حيث :

d_o : زاوية الانحراف الجزئية () .

C_o : () .

R : () .

- أطوال الأوتار الجزئية (C_1, C, C_2) :

هنا نختار أقواسا جزئية على المنحنى الدائري لا تزيد أطوالها عن $R/20$ ، وخاصة عندما يكون نصف قطر المنحنى الدائري كبيرا فهنا يكون الفرق بين طولي الوتر الجزئي والقوس الجزئي مهملا.

: نختار أطوال الأقواس الجزئية بحيث تكون محطات مختلف نقاط المنحنى (ما بين نقطتي التماس

الأولى والثانية) (5 10) .

:Degree of Curvature

- - -

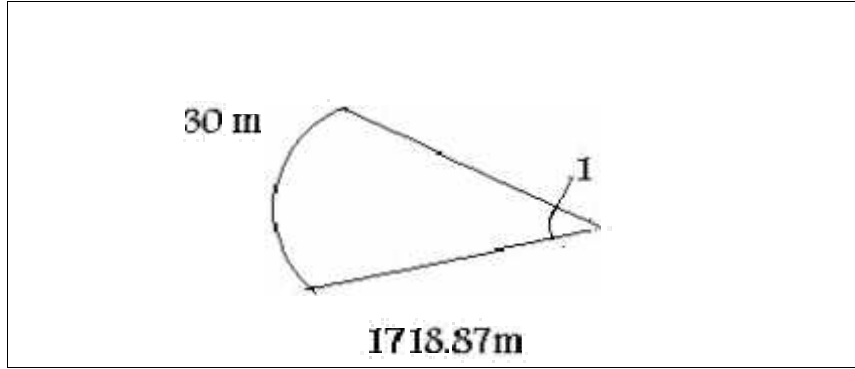
وهي الزاوية المحصورة والمقابلة لطول 30م من المنحنى الرئيسي.

$$D = \frac{1718.87}{R} \quad D = \frac{30 \Delta}{L} \quad (-)$$

ومن المهم جدا فهم معنى درجة الانحناء (D) نظرا لاستخدامها كثيرا في التعبير عن طبيعة المنحنى هل

هو حاد أو منبسط وكلما قلت قيمتها كلما كان المنحنى منبسطا وكلما كانت كبيرة كلم

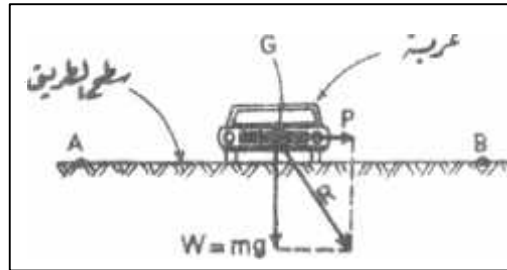
(-)



(-)

- - - القوة الطاردة المركزية:

عندما تسير عربة على جزء مستقيم من طريق نصف قطره مالا نهاية تنعدم القوة الطاردة المركزية، وعندما تدخل العربة فجأة ضمن جزء من الطريق على شكل منحنى دائر العربة إلى قوة طاردة مركزية تؤثر بشكل متعامد مع محور الدوران الذي هو في الواقع خط وهمي ورأسي مار بمركز المنحنى الدائري، ويكون اتجاه القوة الطاردة المركزية أفقياً



(-) : تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات

ومعادلتها:-

$$p = \frac{w * v^2}{g * r} \dots\dots\dots (-)$$

P = القوة الطاردة المركزية للعربة أثناء سيرها على المنحنى الدائري.

=W

=M

$$= V$$

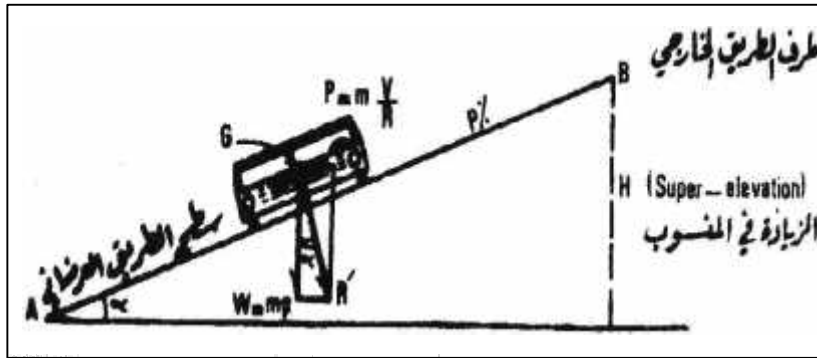
$$= R$$

$$= g$$

أي أن القوة الطاردة المركزية تتناسب عكسياً مع نصف قطر المنحنى وعندما تكون العربة على الجزء المستقيم من الطريق يكون R مالا نهائية (Infinity) وبالتالي القوة الطاردة المركزية P
 الطاردة المركزية من قيمة صغرى (. .) إلى قيمة عظمية بشكل فجائي نلجأ إلى المنحنيات بحيث يكون التغير في منحنى الطريق غير مفاجئ وإنما يكون بالتدريج وكما نلجأ إلى عملية التعلية على المنحنيات.

ـ ـ ـ الرفع الجانبي للطريق (التعلية) (Super elevation):

ـ ـ ـ الطاردة المركزية تؤثر على العربة في المنحنيا باتجاه الخارج لذلك يتم المنحنيا المتدرجة وكذلك يجب استخدام التعلية على المنحنيات لاحظ الـ (-)



(-) عملية التعلية على المنحنيا

ـ G AB
 المركزية ثقل العربة سيؤثران في مركز الثقل للعربة، ويكون اتجاه القوة الممثل لوزن العربة W سطح الطريق المستوي، أما اتجاه القوة الطاردة المركزية فيكون بشكل متعامد مع خط سير العربة أي مواز تقريبا لسطح الطريق باتجاه العرض، و عليه فإن محصلة القوى R لن تكون متعامدة على سطح الطريق

تكون العربة عرضة للتأثر بأي قوة أفقية قد يصل هذا التأثير إلى حد الانزلاق، ولكي نعالج هذه الحالة، نعمل لسطح الطريق ميلا . ي تصبح معه محصلة القوى R مساوية ومعاكسة في . . . العمودي على سطح الطريق كما في شكل .

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

و الآن نستطيع أن نكتب العلاقات التالية:

$$e + f = \frac{(V * 0.75)^2}{127 * R} \quad (13-5)$$

حيث:

R : هي نصف القطر الدائري بالمتر

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

f : هي معامل الاحتكاك الجانبي.

e :

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

$$f = \frac{(V * 0.75)^2}{127 * R} - e_{max} \quad (14-5)$$

حيث f هي معامل الاحتكاك الجانبي ، و أقصى قيمة يمكن قبولها هي 0.16 ، فإذا كانت قيمة f أكبر من قيمة f max ، فإننا نقوم بتثبيت قيم e , f عند قيمهم القصوى ، ونحسب بالاعتماد ليهما قيمة السرعة المسموح بها

:

$$V = \sqrt{127R(e_{max} + f_{max})} \quad (15-5)$$

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

(-) أقصى قيمة رفع جانبي

أقصى قيمة رفع جانبي مطلقة (/)	أقصى قيمة رفع جانبي للطريق (/)	درجة الطريق
0.09	0.08	طريق سريع
0.09	0.08	طريق شرياني
0.10	0.08	طريق تجميحي
0.12	0.10	طريق محلي

(-) التصميمية ودرجة الرفع الجانبي للطريق :

أقصى قيمة رفع جانبي للطريق					التصميمية /
0.12	0.10	0.08	0.06		
45	45	50	55	0.17	40
70	75	85	90	0.16	50
105	115	125	135	0.15	60
150	160	175	195	0.14	70
195	210	230	250	0.14	80
255	275	305	335	0.13	90

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

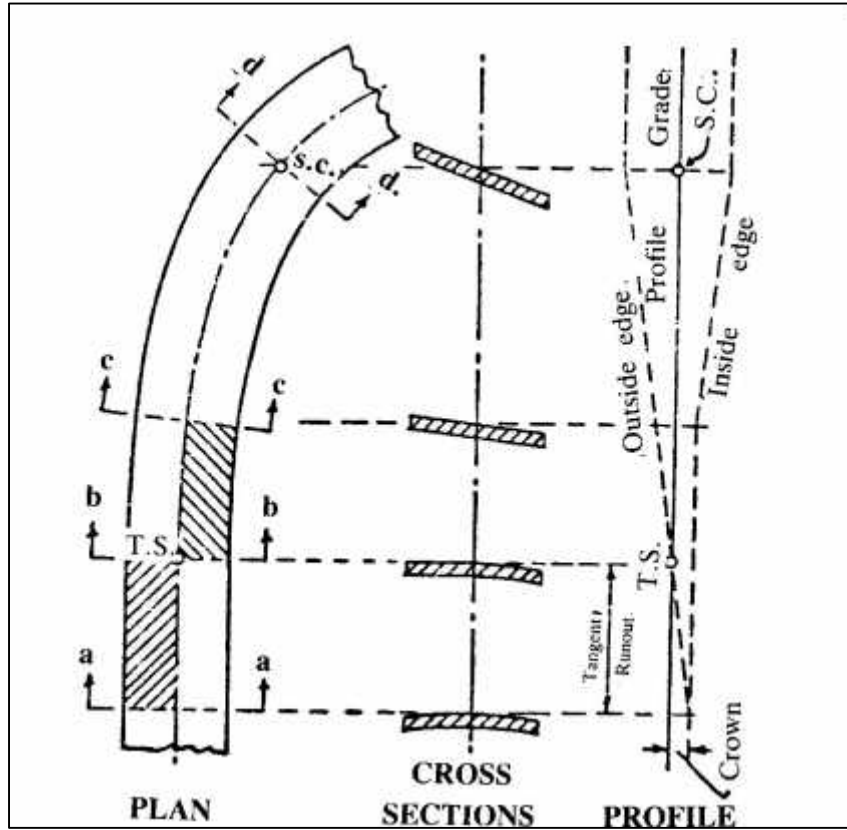
للطريق: Super elevation Development

- - -

حيث يتم بإحدى الطرق الثلاث التالية:

- الطريقة الأولى:

يبقى محور الطريق ثابتاً، ويبدأ جانب الطريق بالارتفاع والدوران حول المحور وبنفس الوقت يبقى الجانب الآخر ثابتاً حتى يصبح كامل السطح على استقامة واحدة، يبدأ بعد ذلك الجانب الآخر بالانخفاض، لجانب الأول بالارتفاع ويبقى سطح الطريق على استقامة واحدة ويستمر الدوران حول محور الطريق حتى يتحقق الميلان المطلوب، وعند الخروج من المنعطف يعود السطح بالدوران حول المحور حتى يعود سطح الطريق مائلاً بالاتجاهين بنسبة 2% كما هو مبين في الشكل (-).



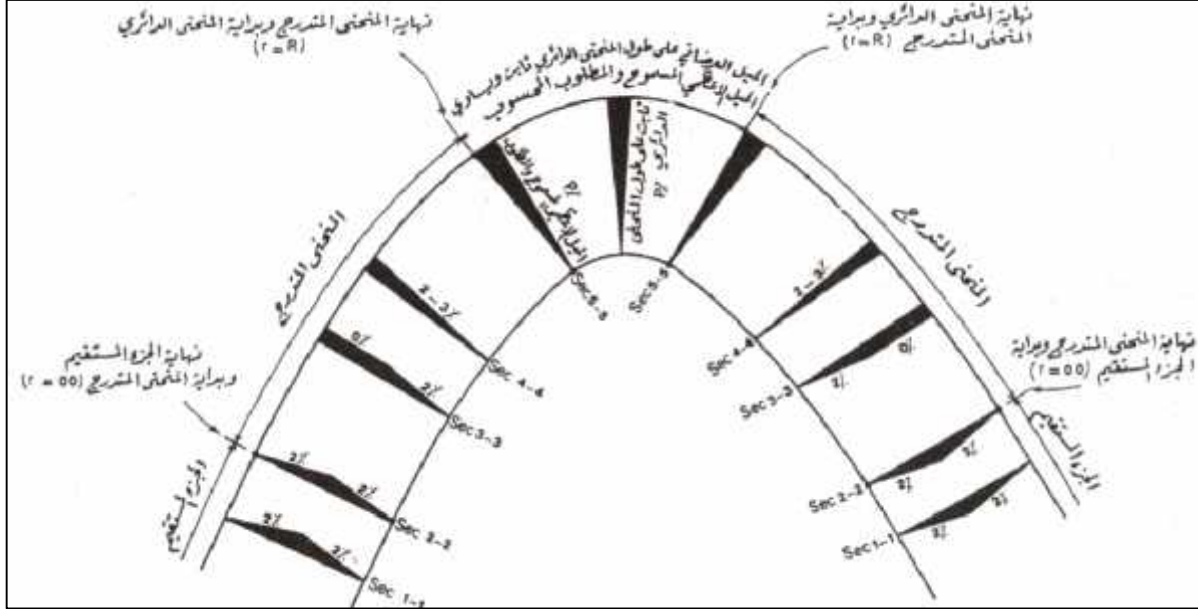
(-) كيفية الرفع الجانبي للطريق حول المحور

- الطريقة الثانية:

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

- الطريقة الثالثة:

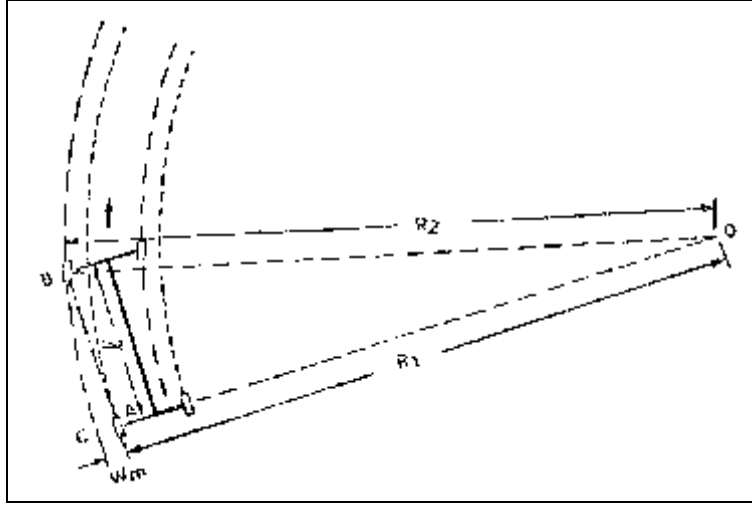
يبدأ كامل سطح الطريق بالانخفاض و الدوران حول طرف الطريق الخارجي (ظهر المنعطف)، حتى يصبح سطح الطريق على استقامة واحدة، بعدها يحصل دوران لكامل السطح حتى يصل للميلان المطلوب. ويوضح شكل (-) التغير التدريجي في الميل العرضي لمقاومة تأثير القوة الطاردة المركزية:



(-) التغير التدريجي في الميل العرضي لمقاومة تأثير القوة الطاردة المركزية:

توسيع الرصيفة في المنحنيات: - - -

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



(-) :

- وهناك نوعين من التوسعة لابد من أخذها في الاعتبار عند إجراء التصميم وهما:

- التوسيد الميكانيكي ومعادلته:

$$w_m = n * i^2 / 2 * r \dots\dots\dots(16-5)$$

حيث w_m = التوسيع الميكانيكي.

=n

=I²

=R

- التوسعة نتيجة العامل النفسي ومعادلته:

$$w_{ps} = v^2 / 9.5 * \sqrt{r} \dots\dots\dots(-)$$

حيث w_{ps} = توسعة الطريق نتيجة للعامل النفسي.

=V = السرعة التصميمية.

$$W_e = W_m + W_{ps}$$

حيث $We =$ التوسيع الكلي

(-) الزيادة في الاتساع للطريق حسب نصف قطر المنحني

	-	-	-		(m)
-	.	.	.	.	الزيادة بالمتر

- التخطيط (Vertical Alignment):

يتكون التخطيط الراسي للطرق من سلسلة من الميول الطولية متصلة مع بعضها بمنحنيات راسية. ويتحكم في التخطيط الراسي عوامل الأمان و التضاريس ودرجة الطريق والسرعة التصميمية والتخطيط الأفقي وتكلفة

يجب أن تكون المنحنيات الراسية سهلة الاستخدام وتهيئ تصميماً مأموناً ومريحاً في التشغيل
 أفياً في تصريف المياه. وأهم مطلب في المنحنيات الراسية المحدبة هو أن تعطينا مسافات رؤية كافية للسرعة التصميمية وفي جميع الحالات يجب أن تتوفر مسافة رؤية للتوقف تكون مساوية للحد الأدنى أو أكبر منها . ويستخدم القطع المكافئ في المنحنيات الراسية لسهولة حساباته و .
 توقيعه في الطبيعة واستيفائه للمطالب السالفة.

و عند المفاضلة بين تخطيطات طولية يجب مقارنتها معاً من الناحية الاقتصادية وتحقيق الخدمة المطلوبة وسلامة الحركة المرورية وقد وضعت حدود قصوى للانحدارات تحقيقاً للاقتصاد والكفاءة في تشغيل طرق وفي نفس الوقت فإن تكاليف إنشائها تكون في الحدود المناسبة.

- - أنواع المنحنيات الراسية

- منحني تلالي حيث يكون التحذب للمنحني للأعلى
- (sag) حيث يكون التقعر للأسفل.

- - العناصر الأساسية للمنحنى الرأسي:-

مصمم بطريق هندسية بحيث يحقق لنا الراحة والأمان ويحقق جميع الشروط اللازمة لتوقيع هذا المنحنى على الطبيعة دون حدوث أي خلل أو عيوب في الطريق لذلك لا بد من توافر العناصر التالية:-

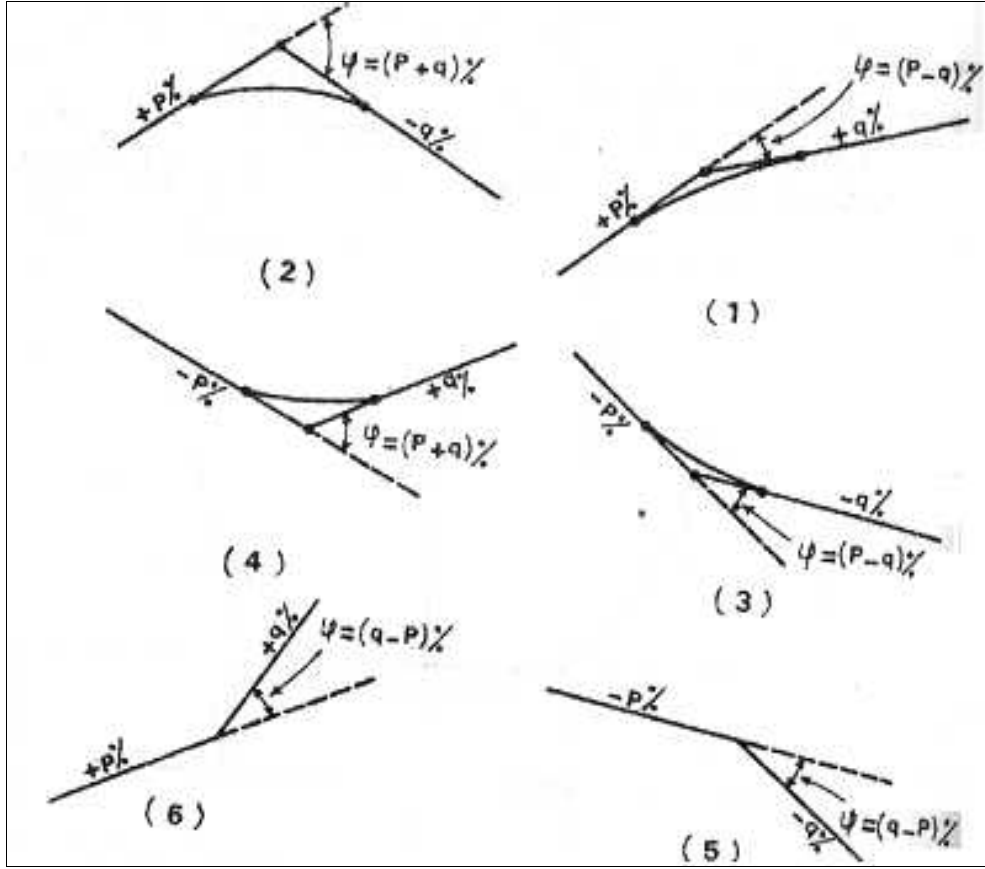
- . ميول (Gradients) خطوط المناسيب الرأسية المتتالية.
- . متتالياً (Elevation of the PI).
- . محطة نقطة التقاطع لكل خطي منسوب متتالين (Stationing of the PI).
- . الطول المقترح للمنحنى الرأسي وهو عبارة عن المسافة الأفقية بين نقطتي طرفي المنحنى الرأسي (BVC, EVC)

تحدد ميول خطوط المناسيب اعتماداً على عدة عوامل نذكر منها:-

- نوع أو صنف الطريق.
- طبيعة الأرض (متعرجة، سهلية، منتظمة الميل،)
- تربة الطريق من حيث ثباتها وقوة تحملها.
- ميزانية المشروع والوضع الاقتصادي للبلد.

- - إشارة الميل وزاوية التدرج (Grade Angle)

في المنحنيات الرأسية يتم اعتبار المماس الذي يعلو جهة اليمين موجباً والمماس الذي ينحدر جهة اليمين سالباً وتعتبر زاوية التدرج هي الفرق الجبري بين الميلين للمماسين، وهناك حالات يكون فيها المماسان في اتجاه واحد عندما تكون زاوية التدرج للمنحنى مساوية % (p-q) وفي الحالة التي يكون فيها المماسان باتجاهين مختلفين تكون زاوية التدرج في المنحنى الرأسي مساوية % (p+q) وهي في ست حالات كما هي موضحة في (1-7).



(-) فرق الميل أو زاوية الميل

- - الميول الرأسية العظمى في الطرق:-

هناك عوامل رئيسية تحكم عملية الاختيار للميول الرأسية:

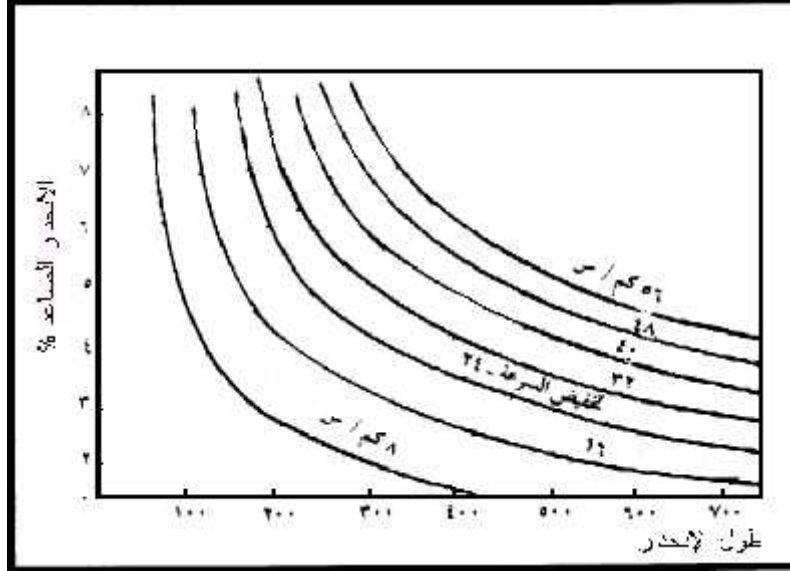
- السرعة التصميمية (Design Speed)
- طبوغرافية الأرض التي تمر فيها الطريق.
- طول الجزء الخاضع للميل الراسي.
- توازن كميات الحفر مع كميات الردم.

الجدول التالي يبين قيماً عملية للميول الرأسية بأخذ السرعة الرأسية التصميمية وطبوغرافية المنطقة بعين

(-) الميول الرأسية العظمى حسب طبوغرافية الأرض والسرعة التصميمية

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

وبالنسبة لطول الجزء الخاضع للميل الراسي فإنه لا بد من ربط هذا العامل أيضا بمقدار الميل الراسي، وهنا يفضل كلما أمكن أن لا يتجاوز هذا الطول الحد الذي تضطر معه شاحنة نموذجية مختارة تخفيض سرعتها بمقدار يزيد عن أو يساوي 25 Kph تقريبا من سرعتها الاعتيادية على جزء منبسط قبل صعودها هذا الجزء المائل المعتبر من الطريق، من الطبيعي أن هذا يعتمد على نوع الشاحنات التي تسلك الطريق. كذلك يجب التقيد بأقصى طول للانحدار وذلك بما يتناسب مع السرعة التصميمية في الشكل (-) يوضح ذلك.

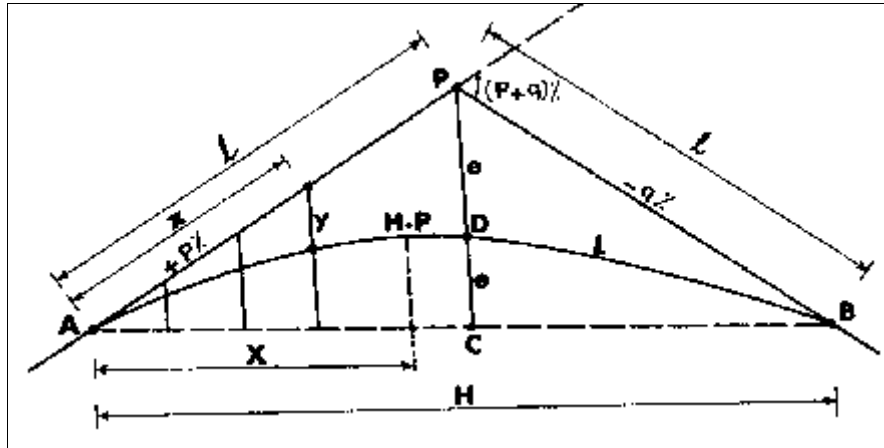


(-) :

-:

--

لتعيين مختلف العناصر اللازمة لتصميم وتوقيع اي منحنى رأسي معين وتحديد مناسب عدد كافي من النقاط الواقعة على المنحنى الرأسي المعتبر، لا بد من توافر المعلومات التالية. كما هو مبين في الشكل (-).



(-)

P: ميل المماس الأول الخلفي.

q: ميل المماس الثاني الأمامي.

- تغطية مساحية للطرق ص

BVC: بداية المنحنى الراسي.

EVC: نهاية المنحنى الراسي.

PI: منسوب نقطة التقاطع الميلين الراسيين.

E: المسافة الخارجية المتوسطة.

L:

H: المسافة الخارجية المتوسطة.

X: لطول الأفقي للنقطة الأفقية على المنحنى الراسي.

AB: وتر المنحنى الراسي ويساوي مسقطه الأفقي (H).

Y: X

- -

البسيط

- - -

(-)

- طول المنحنى الراسي يساوي مجموع طولي المماسين الخاصين بهذا المنحنى بحيث أن طول المماس الخطي يساوي ℓ_1 وطول المماس الأمامي يساوي ℓ_2 :

$$L = \ell_2 + \ell_1$$

- قاطع المماسين ينصف الوتر AB $e = PD$ حيث C .
D نقطة تقطع الخط الراسي مع المنحنى وهذه النقطة تكون أعلى أو أخفض نقطة من المنحنى في حالة المنحنيات المتناظرة.

- AB يساوي مسقطه الأفقي H ويساوي أيضا مجموع المماسين أي أن:

$$AB = H = 2\ell = L$$

-
المأخوذة على المماس تتناسب مع مربعات المسافات المأخوذة على المماس من A () () كما في المعادلة التالية:-

$$y = ax^2$$

حيث ا :

$$a = \frac{p + q}{400} x^2 \rightarrow \text{عندما يكون المماسان في اتجاهين مختلفين}$$

$$a = \frac{p - q}{400} x^2 \rightarrow \text{عندما يكون المماسان في اتجاه واحد}$$

(e)

- - -

$$e = \left(\frac{p + q}{400} \right) l \quad \text{عندما يكون المماسين في اتجاهين مختلفين}$$

$$e = \left(\frac{p - q}{400} \right) l \quad \text{عندما يكون المماسين في اتجاه واحد}$$

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

- -

- يعد المنحنى المكافئ (Parabola) من أكثر المنحنيات استخداماً (شيوياً) - - -
- المناسيب (Grade lines) لمشاريع الطرق وذلك نظراً:-
- سهولة حساب المناسيب لنقاطه المختلفة.
- ثبات معدل التغير في مناسيب نقاطه المتتالية.
- يقاس طول المنحنى الراسي على أساس مسقطه الأفقي.
- إذا أريد وصل خطي منسوب معينين بمنحنى راسي وكان معدل التغير، q,p معلوماً فيمكن عندها حساب عكس صحيح .

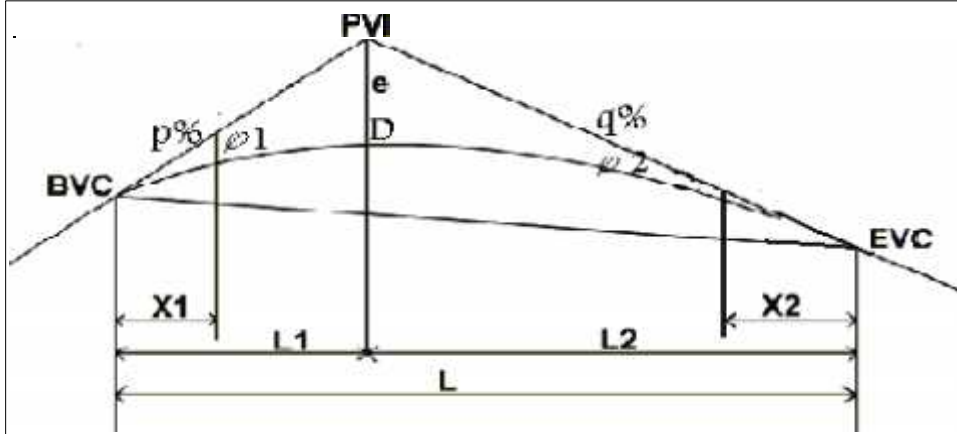
والجدول التالي يبين ملخص القوانين السابقة المتعلقة بالقطع المكافئ (-)

(-) ملخص القوانين المتعلقة بالقطع المكافئ

	قيمة (e)	زاوية الميل % Φ		
$Y = e\left(\frac{x}{l}\right)^2$	$e = \left(\frac{p+q}{400}\right)l$	$p+q$	-	+
$Y = e\left(\frac{x}{l}\right)^2$	$e = \left(\frac{p+q}{400}\right)l$	$p+q$	+	-
$Y = e\left(\frac{x}{l}\right)^2$	$e = \left(\frac{p-q}{400}\right)l$	$p-q$	+	+
$Y = e\left(\frac{x}{l}\right)^2$	$e = \left(\frac{p-q}{400}\right)l$	$p-q$	-	-

- - المنحنيات الرأسية غير المتماثلة:-

في بعض الحالات من الممكن للمنحنى غير المتماثل أن يكون أكثر ملائمة من المنحنى المتماثل وخصوصاً عندما تكون المسافة الأفقية المطلوب عمل منحنى رأسي لهل صغيرة أو في حالات التضاريس الجبلية، ويوضح الشكل (-) نموذج لمنحنى رأسي غير متماثل



(-) منحنى رأسي غير متمائل

معادلات المنحنى غير المتمائل . . .

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

$$\left\{ \begin{array}{l} 1 = e(x1 / L1)^2 - \\ 2 = e(x2 / L2)^2 \end{array} \right.$$

$$N = |p - q|$$

حيث أن:-

$N =$ الفرق الجبري بين الميلين.

$L1 =$ المسافة الأفقية من بداية المنحنى إلى النقطة C

$L2 =$ المسافة الأفقية من نهاية المنحنى إلى النقطة C

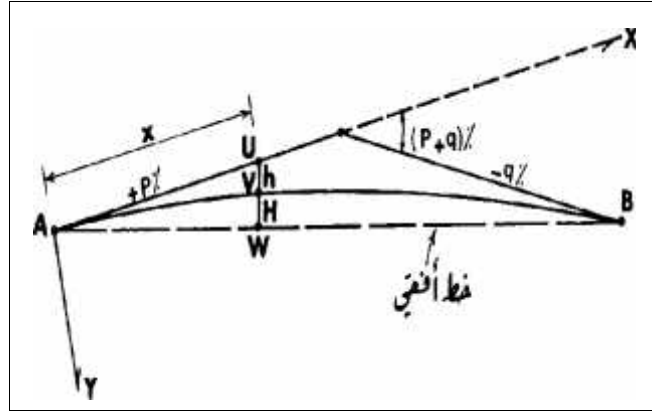
تحديد موقع أعلى أو اخفض نقطة من المنحنى الرأسي . .

الـة كون المماسين في اتجاهين مختلفين أي ميل احدهما سالب وميل الآخر موجب.

إن موقع أعلى أو اخفض نقطة في حالات المنحنيات الرأسية المتناظر هو نقطة تقاطع الخط الرأسي المار

بنقطة تقاطع مماسي المنحنى مع الرأس هذا في حالة المنحنيات الرأسية المتناظرة، أما إذا كانت المنحنيات غير

(-)



(-) : تحديد موقع أعلى للمماسين مختلفين الإشارة

- لنفرض أن أعلى نقطة من المنحنى الراسي هي النقطة (v) وأنها تبعد مسافة أفقية مقدارها (x)
- (A) البعد الراسي بين النقطة (u) (v) (H) البعد الراسي بين النقطة (v) (w) (AB)

لمعرفة قيمة X التي تعطى من خلال المعادلة التالية:-

$$X = \frac{pL}{p+q}$$

=P ميل المماس الأول الخلفي الموجب.

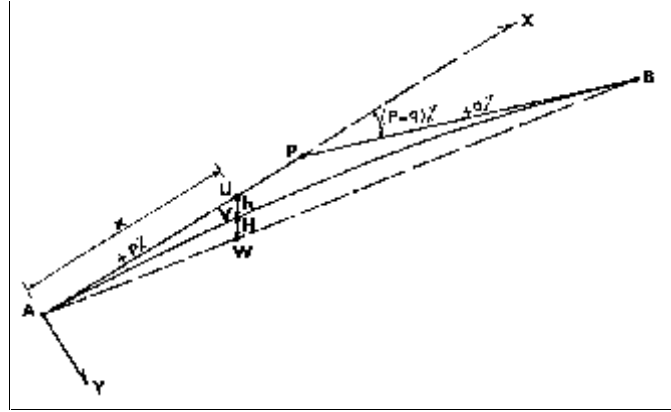
=q ميل المماس الثاني الأمامي السالب.

=L

- في حالة كون المماسين في اتجاه واحد (أي ميل كلا المماسين موجب أو سالب)

$$X = \frac{pL}{p-q}$$

وذلك كما هو مبين في الشكل (-) :-



(-) :تحديد موقع أعلى و أخفض نقطة لمماسين في اتجاه واحد

(-) : يبين حساب البعد الافقي (x) بين اعلى نقطة وبين نقطة التماس الأولى:-.

نقطة و بين نقطة التماس الأولى (x) بين أعلى أو أخفض نقطة	إشارة الميل للمماس الثاني	إشارة الميل للمماس الأول
$X = \frac{pL}{p+q}$	-	+
$X = \frac{pL}{p+q}$	+	-
$X = \frac{pL}{p-q}$	+	+
$X = \frac{pL}{p-q}$	-	-

- - العوامل المشاركة في اختيار طول المنحنى الراسي

- - - مسافة الرؤية (Sight Distance)

مسافة الرؤية للتوقف هي المعيار المحدد لطول المنحنى وخاصة منحنى القمة والسبب في ذلك يعود إلى عدم احتمال مواجهة سيارة أخرى باتجاه معاكس لاتجاه التجا .
حيث يتم تحديد طول المنحنى الراسي لتحقيق شروط الرؤية للتوقف الآمن بإحدى الحالتين التاليتين:-

- بافتراض أن طول مسافة الرؤية للتوقف أقل من طول المنحنى الرأس $L > S.S.D$

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

Where

S = مسافة الرؤية للتوقف الآمن

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

$$V = \quad /$$

T = زمن الارتداد العصبي الكلي بالثانية

F =

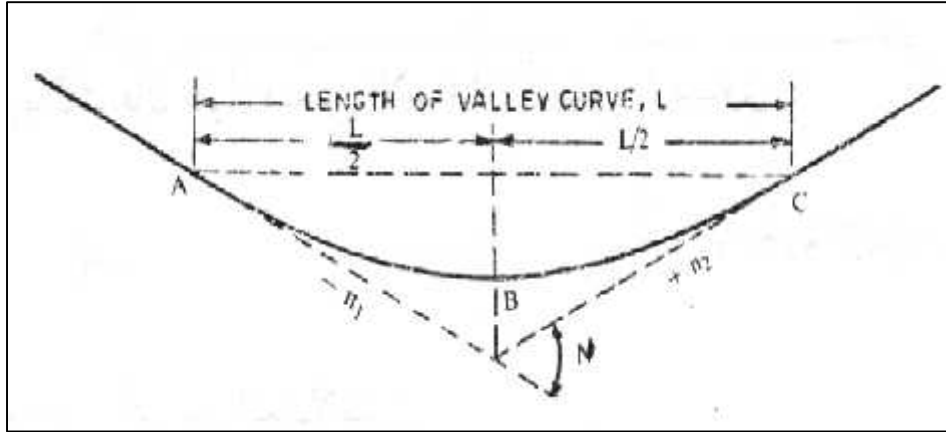
N = زاوية انحراف المماسين

- بافتراض أن مسافة الرؤية للتوقف الآمن أكبر من طول المنحنى الراسي $L < S.S.D$

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

- - - راحة المسافرين (Comfort of Passenger)

حيث يتم تصميم المنحنيات الرأسية (.) على أساس توفير راحة المسافرين حيث يحدد الطول على أساس القوة الطاردة المركزية وتساوي 0.6 / ، وطول المنحنى عبارة عن منحنين انتقال متساويين في الطول وبدون منحنى أفقي بينهما ومن الشكل (-)
حيث L يمثل طول كل منهما منحنى انتقال ABC والذي ي -



() (-)

$$L_s = L/2$$

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

Where

V = السرعة التصميمية م /

C = معدل التغير في التسارع في القوة الطاردة المركزية ويساوي 0.6 /

N = زاوية انحراف المماسين

د ايجاد طول المنحنى حسب المعادلة السابقة يتم التحقق من أن طول المنحنى أقل من (maximum)

impact factor) المسموح بها وهي % حسب المعادلة التالية:-

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

فإن كان الناتج أقل (maximum impact factor) المسموح بها وهي % . كان الطول يكون ملائماً ويحقق راحة المسافرين.

--- مسافة الرؤية للتجاوز O.S.D

تؤخذ مسافة الرؤية ثلاث أضعاف مسافة الرؤية للتوقف

$$L > O.S.D$$

$$L = \frac{NS^2}{(\sqrt{2H} + \sqrt{2h})^2}$$

$$L < \text{O.S.D} -$$

$$L = 2S - \frac{4}{N}$$

حيث:-

$$=L$$

=S = مسافة الرؤية للتجاوز.

=N = زاوية الانحراف وتساوي الفرق الجبري بين الانحداريين .

$$=H$$

- إن إيجاد مسافة الرؤية للتوقف (S.S.D) ومسافة الرؤية للتجاوز (O.S.D)
خصيصاً لهذا الغرض وذلك حسب الجدول رقم (-)

(-) مسافة الرؤية للتجاوز حسب السرعة التصميمية

Design speed (KPH)					
Minimum S.S.D (m)					
Minimum O.S.D (m)					

- إن إيجاد طول المنحنى الراسي في الوقت الحاضر يؤخذ من جداول معدة خصيصاً لهذا الغرض، كما هو مبين في الجدول (-) وهذا الجزء من الجدول مأخوذ من AASHTO ومن خلال الجدول يمكن

(-) الحد الأدنى لطول المنحنى الراسي حسب السرعة والفرق الجبري لميل المماسين

ALG GRADE DIFF.	DESIGN SPEED(V) Mph							
	25	30	35	40	45	50	55	60
%								
5.0	75	134	234	397	602	849	1138	1590
5.1	75	139	239	405	614	866	1161	1621
5.2	75	144	244	413	626	883	1184	1653
5.3	75	149	249	421	638	900	1206	1685
5.4	75	154	254	429	650	917	1229	1717
5.5	75	158	259	437	662	734	1252	1748
5.6	75	163	263	445	674	951	1275	1780
5.7	75	167	268	453	686	968	1297	1812
5.8	75	171	273	461	698	985	1320	1844
5.9	75	175	277	469	710	1002	1343	1876
6.0	79	179	282	477	722	1019	1366	1907
6.1	82	182	287	485	734	1036	1388	1939
6.2	86	186	292	493	746	1053	1411	1971

حيث أن:

V: Design Speed (mph)

L: Length of Curve (ft)

ALG: Algebraic Difference of the grades

- - ملاحظات عامة في التصميم الراسي

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

- ينتج عن استخدام مسافة الرؤية للتجاوز الآمن كمعيار في تحديد طول المنحنى الرأسي، زيادة في طول المنحنى مما يتسبب غالباً في زيادة الأعمال الترابية.
- في حالة الطريق بمسربين، يمكن استخدام مسافة الرؤية للتوقف الآمن بدلاً من مسافة الرؤية للتجاوز الآمن في تحديد طول المنحنى الرأسي، إذا تحقق شرطين وهما:
- منع حدوث التجاوز عن سيارة أخرى تسير في نفس الاتجاه في مواقع المنحنيات الرأسية التلالية، والإشارة لذلك بوضع إشارات وتنبيهات في مواقع مناسبة على محور الطريق أو أطرافها.
- تعريض الطريق عند المنحنيات الرأسية التلالية بحيث يسمح بمسربين في كل اتجاه ولمسافة مناسبة.

6

الفحوصات المخبرية على طبقات الرصفة

-
-
- تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا
- 4-6 تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا لطبقة (base-course)
- حد السيولة
-
- تجربة التدرج الحبيبي
- والتحليل

الفحوصات المخبرية على طبقات الرصفة

- :

تكلما في الفصول السابقة عن عمليات دراسة و مسح و تصميم الطريق و تخطيطها ونود أن نذكر هنا انه لا بد من إجراء دراسات جيولوجية و دراسات للتربة أثناء عمليات المسح و التصميم و تحديد الجدوى لاقتصادية حتى نتأكد من صلاحية الأرض للحفر و الردم و شق الطريق و كذلك صلاحية المواد الموجودة لإنشاء الجسم الترابي للطريق و رصفها و بناء العبارات و الجسور و الجدران الاستنادية و لا بد كذلك من عمل فحوصات مخبرية على المواد لتحديد خواصها و الاستفادة من هذه الخواص أثناء استعمالها و تتأثر تكاليف إنشاء الطريق بخصائص المواد و طبيعة المنطقة و المشاكل التي تعترضها و الحلول المقترحة و يمكن تلخيص الأهداف الأساسية لفحص التربة.

- . إمكانية التصنيف الدقيق للتربة .
- . التعرف الخصائص المتعلقة بثبات التربة تحت تأثير الأحمال و قوة تحملها للضغط .
- . التنبؤ بمقدار الهبوط الذي سيحصل للمنشأ و التأكد من عدم حصول الهبوط غير المتكافئ بين نقاط .
- . دراسة مدى تأثير العوامل الجوية المحيطة (مياه الأمطار) .
- . التعرف على أشكال خاصة من التربة تستلزم التعامل معها بحذر كترربة اللوس الهابطة أو التربة - و غيرهما .

في ما يلي بعض الفحوصات المخبرية الواجب القيام بها من اجل تصميم و إنشاء الطريق

- (Proctor Test):-

- - :-

يمكن من خلال معرفة الكثافة للتربة أن نتعرف على الكثير من الصفات لها. ومن أجل تحسين خصائص التربة يجب زيادة كثافتها وتثبيتها بعملية الرص .
كما أن نسبة الماء الموجودة في التربة أثناء عملية الرص لها تأثير كبير على الكثافة المطلوبة لهذه التربة حيث أنه كلما كانت كمية الماء () في التربة كبيرة فإن كثافتها تزداد و أنه بعد الوصول إلى حد معين تبدأ الكثافة بالنقصان تدريجياً. و هذه النقطة سميت الكثافة العظمى (Maximum density).
() سميت بنسبة الماء المثالية (Optimum moisture content).

- - الهدف:-

الهدف هو إيجاد أعظم كثافة لهذه التربة كما أنه يهدف إلى إيجاد نسبة الماء المثالية للتربة و ذلك أثناء عملية الرص لهذه العينات.

-2- تجربة بروكتور القياسية (Standard Proctor Test):-

إن مبدأ التجربة يقوم على أساس دمك التربة بداخل - نية و هي ما يسمى بـ ()
(و يكون قطر . 152.6 - وارتفاعها 11.65 . حيث نقوم بدمك التربة على طبقات متتالية و متساوية بعد خلطها بالماء بنسب محسوبة و يتم دمك كل طبقة بمطرقة خاصة و تابعة للقالب ووزنها 2.5 - (5باوند) . - طوله قدم واحد (30.5 -) . - (56)
(. و تسمى مطرقة بروكتور ثم تحسب كثافة التربة ونسبة الماء بها.

- - :-

- قالب بروكتور القياسي مع الغطاء المتحرك.

- مطرقة بروكتور القياسية (5)

- مع مسطرين وأداة غير حادة (spatula).

- $\frac{3}{4}$ "4".
- جفئات صغيرة وفرن للتجفيف.
- ميزان (40 2)، ميزان حساس (1200 0.01) .

- - :-

- توزن الجفنان فارغة و تسجل أرقامها.
- يزن قالب بروكتور مع قاعدته فارغا ويسجل وزنه .
- بعد تحضير العينة "4".
- بناءً على نسبة الرطوبة التي تم حسابه توضع كمية من الماء على العينة بحيث تصبح رطبة بالمسطرين ثم تأخذ كمية وتوضع في قالب بروكتور وتدمك بمطرقة بروكتور بوضعها على العينة وسحبها بكامل طولها ثم تترك لتسقط نتيجة لثقلها كما يجب أن تصل المطرقة إلى جميع أجزاء سطح العينة. تكرر بحيث نقوم ب56
- يزال غطاء قالب بروكتور ويمسح ما يزيد عن وجهة القالب من العينة المرصوفة بإستعمال أداة غير حادة (Spatula) ويسوى سطح القالب.
- توزن العينة مع القالب ويسجل الوزن. ل العينة من القالب بالأزميل أو جهاز إخراج العينات. تأخذ عينة من وسط القالب ومن طرفيه في جفنه وتزن الة فنة مع العينة ثم توضع في
- ساعة لتزن الحفنة مع العينة المجففة في اليوم التالي.
- تعاد العينة إلى وعاء الخلط وتحرك جيداً وتزاد كمية الماء في العينة ثم يملأ القالب مرة ثانية وتعاد
- تكرر العملية كل مرة نزيد فيها نسبة الماء حتى يبدأ وزن القالب مع العينة بالنقصان.

- - :-

$$\begin{aligned} & \div \text{ وزن العينة جافة} = \\ & \text{ينة رطبة} - \text{ وزن الجفنة مع العينة جافة} = \\ & \text{وزن العينة جافة} = \text{ وزن الجفنة مع العينة جافة} - \\ & \text{وزن العينة رطبة} \div \text{ حجم العينة (حجم العينة} = \\ & \div (+1) = \end{aligned}$$

. ومنه تؤخذ الكثافة العظمى

ترسم علاقة بيانية بين د

(Optimum moisture content) ونسبة الماء المثالية (Maximum Density).

- - - :-

تظهر قيمة الكثافة الرطبة والكثافة الجافة و كافة المعلومات الأخرى لطبقة الأساس. وتظهر

قيمة نسبة الماء المثالية في الشكل (1-6).

:

$$. 11.65 =$$

$$. 152.6 =$$

$$.3 \quad 2124 = \times (4 \div D^2) =$$

$$. = \text{حجم العينة}$$

:(2-6) (1-6)

$$.3 / 1.707 = 2124 \div 3626 = \div =$$

$$. 6.3\% = 102.51 \div 6.49 = \div \text{وزن العينة الجاف} =$$

$$.3 / 1.607 = (1+.063) \div 1.707 = (+) \div =$$

(Sub-Base Course)

(1-6)

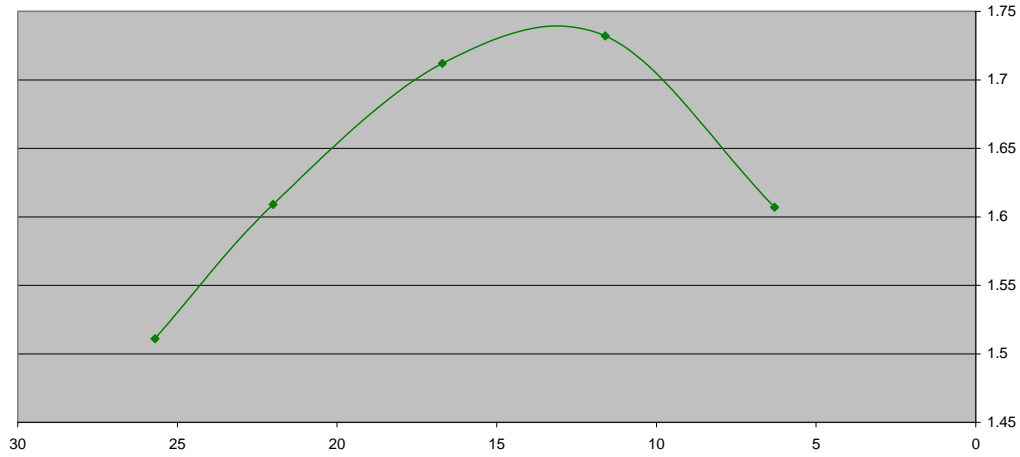
5	4	3	2	1	(Test No)
250	250	250	250	200	كمية الماء المضافة (ml)
9162	9288	9360	9224	8742	+العينة (gm)
5116	5116	5116	5116	5116	(gm)
4046	4172	4244	4108	3626	وزن العينة (gm)
1.900	1.964	1.998	1.934	1.707	(gm/ cm ³)

(Sub-Base Course)

(2-6)

A5	A4	A3	A2	A1		
177.7	159.0	158.0	181.4	135.4	(gm)	+
147.65	135.8	139.9	165.7	128.91	(gm)	+
30.8	30.88	32.16	31.53	26.4	(gm)	
30.05	23.16	18.06	15.64	6.49	(gm)	
116.85	104.9	107.7	134.2	102.51	(gm)	
25.7	22.0	16.7	11.6	6.3	(wc%)	
1.511	1.609	1.712	1.732	1.607	(gm/ cm ³)	

تحديد نسبة الرطوبة



(1-6) العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة لعينة الأساس

$$.3 / 1.732 = (\text{maximum density})$$

نسبة الماء المثالية (Optimum moisture content) = .%

- تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا (California Bearing Ratio Test):-

- - :-

CBR بأنها معرفة العلاقة بين قوة التحمل ومقدار الغرز لمكبس أسطواني مساحة

1940 وذلك يتم عندما نسلط عليه قوة منتظمة لكي تحدث هذا الغرز.

CBR بأنها العلاقة بين القوة التي أحدثت هذا الغرز والقوة القياسية اللازمة لإحداث هذا الغرز في عينة كاليفورنيا القياسية، وبغض النظر عن مساحة مقطع المكبس فإن التجربة تصلح للمواد التي لا يزيد حجم حبيباتها عن 20 .

- - الهدف:-

إن الهدف من هذه التجربة هو إيجاد نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR) .

- - :-

- 20 (3/4) .

- 152 ملم وإرتفاعه الداخلي 178 ملم مع قاعدة و صفيحة علوية وحلقة

إضافية إرتفاعها 50 .

- مكبس إسطواني معدني نهايته السفلية من المعدن 1940 250 .

- جهاز ضغط يعطي القوة المطلوبة على المكبس بمعدل منتظم ، وجهاز لقياس القوة وجهاز آخر لقياس قيمة الغرز للمكبس بداخل العينة.

- مطرقة بروكتور المعدلة التي وزنها 4.54 (10) .

- ميزان يزن لغاية 25 .

- - طريق :-

- تتخذ كتلة من العينة على منخل رقم 3/4 . المحجوز على المنخل يتم إستبداله بنفس الكمية المارة من منخل

3/4 "4 .

- تضاف كمية من الماء إلى العينة في وعاء يمنع التبخر لمدة 24 :

كمية الماء المضافة = (مثالية -) × وزن العينة.

- يجهز قالب الأسطوانى الأول (مع قاعدته، تثبت الحلقة وتوضع ورقة ترشيح في قاع القالب، توزن كتلة من العينة وتقسّم إلى خمسة أقسام متساوية بالوزن. يرص كل
 10 (4.5 كغم وارتفاع هبوطها 45.8)
 وتوزع الضربات على سطح الطبقة بشكل منتظم بحيث تكون الطبقة الأخيرة ملامسة للسطح ومرتفعة قليلاً عنه تزال الحلقة ويسوى سطح العينة مع وجه القالب بإستعمال سكين غير حادة.

- لقالبين آخرين ولكن بعدد ضربات

30 :

65 :

- بعد عملية الرص تغير القاعدة بقاعدة أخرى وتثبت الحلقة في الجهة الأخرى من القالب. يوضع القالب الأول في جهاز الغرز محتويًا على العينة مع وجود القاعدة وسطح العينة إلى الأعلى، وعن طريق غرز المكبس . 1 . / دقيقة يتم تسجيل الحمل عند غرز مقداره (0.5 - 12) ملم، وأثناء الغرز يجب وضع قرص دائري فوق المادة الجاري تجربتها وثقل هذا القرص يعادل سمك الرصف المنتظر فوق هذه المادة في الطبيعة.

- (30) في الماء لمدة أربعة أيام وذلك لحساب نسبة

- - :-

- يرسم منحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة، ومنه يتم الحصول على الحمل المسبب
 2.5 (0.1) في العينة عند التجربة.

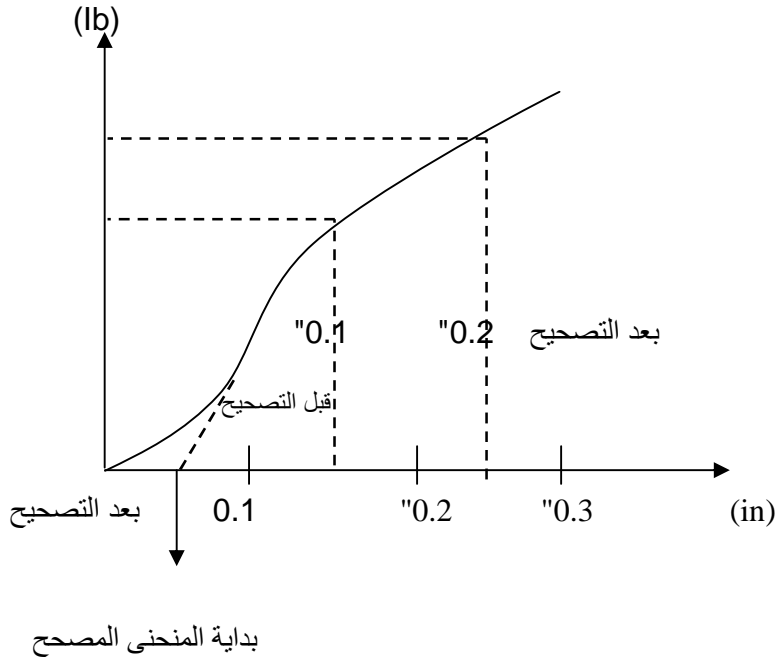
- تحسب قيمة ال CBR 2.5 (0.1).

نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR) =

(0.1 للعينة عند التجربة ÷ الحمل المسبب لنفس الاختراق لعينة قياسية) × 100%.

-:

يكون عادة المنحنى المرسوم في العلاقة بين مقدار الغرز وقيمة الحمل المناظر لذلك الغرز متحدياً من الأعلى، في بعض الحالات قد يكون في بداية التجربة مقعراً إلى الأعلى ثم ينعكس وبهذه الحالة يجب عمل تصحيح للمنحنى حيث يرسم مماس في نقطة أعلى ميل ويستمر حتى يقطع المحور الأفقي (. . .) . يزاح المنحنى إلى اليسار حتى تلتقي نقطة التقاطع هذه مع نقطة الأصل وهذا يعطي المنحنى الذي يمكن أخذ قيمة ال CBR منه.

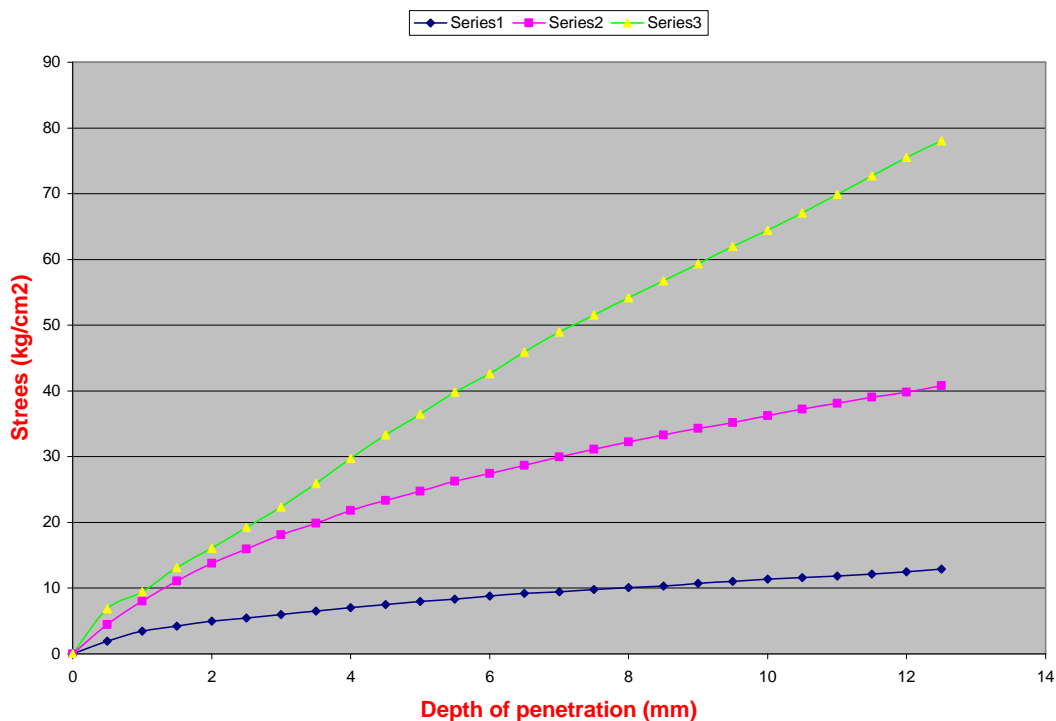


(2-6) كيفية تصحيح منحنى الغرز

(CBR For sub-grade) (3-6)

No. of Blows	10			30			65		
	Dial	Load	Stress	Dial	Load	Stress	Dial	Load	Stress
Penet. Depth		kg	kg/cm ²		kg	kg/cm ²		kg	kg/cm ²
0.5	15	37.5	1.91	24	60.96	3.12	23	58.42	2.99
1.0	27	67.5	3.44	45	114.3	5.85	38	96.52	4.94
1.5	33	82.5	4.21	71	180.34	9.23	50	127	6.50
2.0	39	97.5	4.97	145	368.3	18.85	66	167.64	8.58
2.5	43	107.5	5.48	170	431.8	22.10	85	215.9	11.05

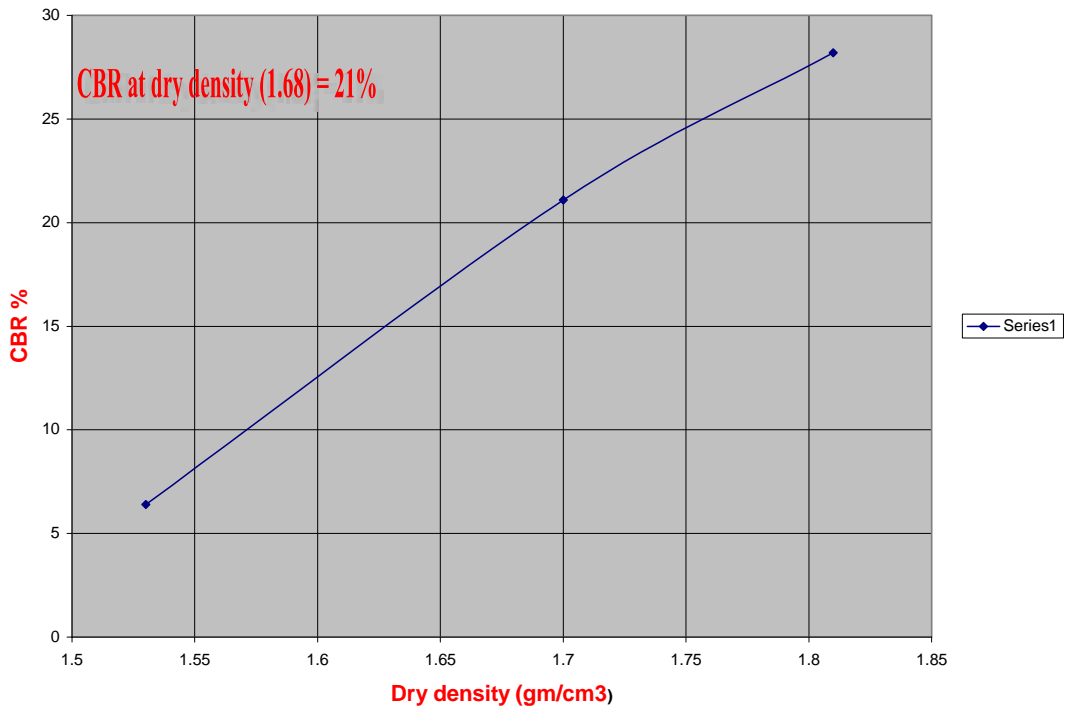
3.0	47	117.5	6.00	186	473.79	24.26	112	284.48	14.56
3.5	51	127.5	6.50	202	511.88	26.21	144	365.76	18.72
4.0	55	137.5	7.01	208	527.70	27.02	182	462.28	23.67
4.5	59	147.5	7.52	215	.	27.95	223	566.42	29.00
5.0	62	155.0	8.00		.	28.50	275	698.5	35.76
6	69	172.5	8.80		.	29.1	382	970.28	49.68
7	74	185.0	9.44		.	31.06	388	985.52	50.46
8	79	197.5	10.10		.	32.27	480	1219.2	62.42
9	84	210.0	10.71		670.07	34.31	556	1412.24	72.31
10	89	222.5	11.35	279	707.37	36.22		15 .	.
11	93	232.5	11.86	293	744.67	38.13		.	.
12		252.5	12.88	314	797.01	.		.	.



(6-) (العلاقة بين مقدار الغرز والإجهاد)

() (-6)

CBR Results						
No. of Blows	10		30		65	
Moisture Content %						
Dry Density gm/cm ³	.		.		.	
Penetration mm	2.5	5.	2.5	5.	2.5	5.
Stress Kg/cm ²	.	.	.	.	.	.

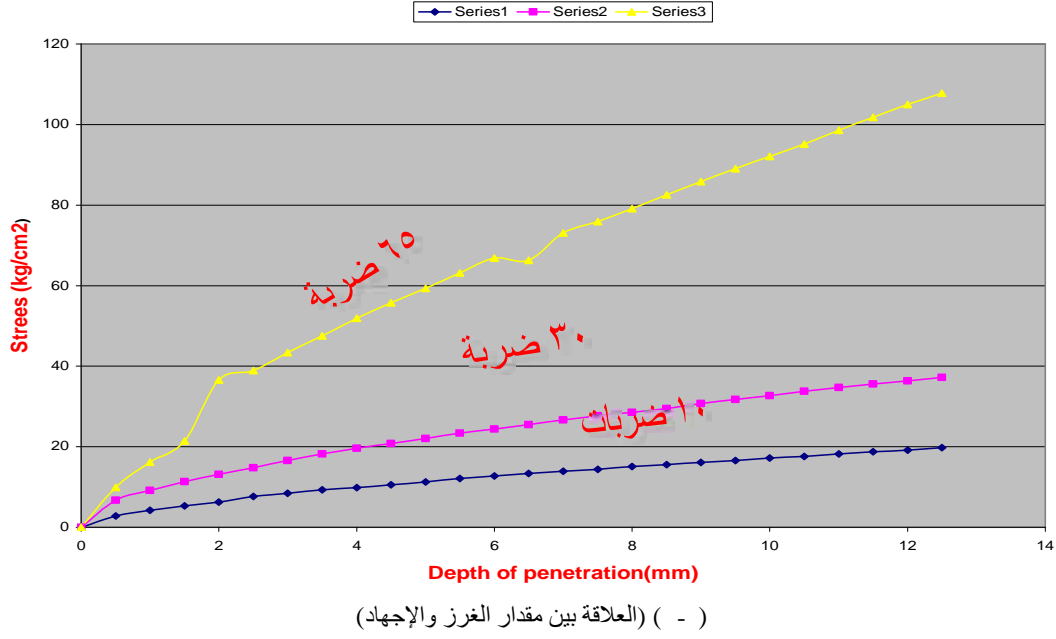


(-) (العلاقة بين الكثافة الجافة و CBR)

- تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا (base-course) :-

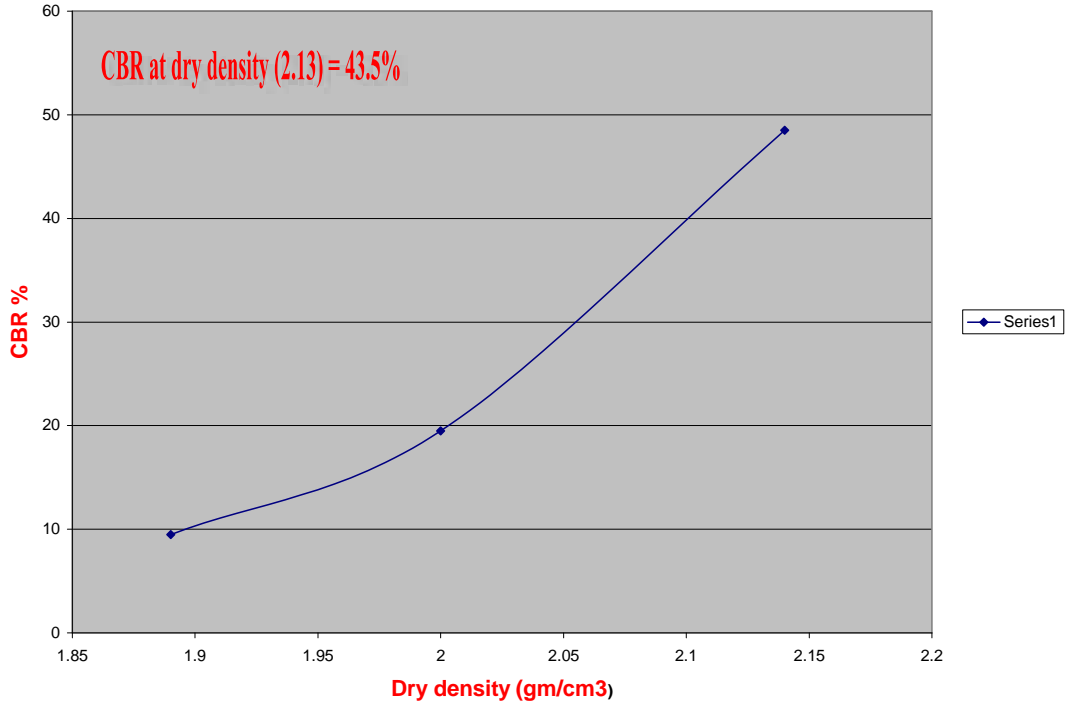
(CBR For base course) (5 -)

No. of Blows	10			30			65		
	Dial	Load	Stress	Dial	Load	Stress	Dial	Load	Stress
Penet. Depth		kg	kg/cm2		kg	kg/cm2		kg	kg/cm2
0.5	22	55.0	2.80	53	132.5	6.76	78	195.0	9.94
1.0	33	82.50	4.20	72	180.0	9.18	127	317.5	16.198
1.5	42	105.0	5.35	89	222.5	11.35	168	420.0	21.42
2.0	49	122.5	6.25	103	257.5	13.13	287	717.5	36.60
2.5	60	150.0	7.65	116	290.0	14.79	305	762.5	38.90
3.0	66	165.0	8.41	130	325.0	16.58	340	850.0	43.36
3.5	73	182.5	9.31	143	357.5	18.23	373	932.5	47.57
4.0	77	192.5	9.82	154	385.0	19.64	407	1017.5	51.91
4.5	83	207.5	10.58	163	407.5	20.79	437	1092.5	55.73
5.0	88	220.0	11.22	173	432.5	22.06	465	1162.5	59.31
5.5	95	237.5	12.11	183	457.5	23.34	495	1237.5	63.13
6.0	100	250.0	12.75	191	477.5	24.36	524	1310.0	66.83
6.5	105	262.5	13.39	200	500.0	25.51	520	1300.0	66.32
7.0	109	272.5	13.90	209	522.5	26.65	573	1432.5	73.08
7.5	113	282.5	14.41	217	542.5	27.67	595	1487.5	75.89
8.0	118	295.0	15.05	224	560.0	28.57	620	1550.0	79.08
8.5	122	305.0	15.56	231	577.5	29.46	647	1617.5	82.52
9.0	126	315.0	16.07	241	602.5	30.73	673	1682.5	85.84
9.5	130	325.0	16.58	249	622.5	31.76	698	1745.0	89.03
10.0	135	337.5	17.21	256	640.0	32.65	722	1805.0	92.09
10.5	138	345.0	17.60	265	662.5	33.80	746	1865.0	95.15
11.0	143	357.5	18.23	272	680.0	34.69	773	1932.5	98.59
11.5	147	367.5	18.75	279	697.5	35.58	798	1995.0	101.78
12.0	150	375.0	19.13	285	712.5	36.35	823	2057.5	104.97
12.5	155	387.5	19.77	292	730.0	37.24	845	2112.5	107.78



() (6-)

CBR Results					
No. of Blows	10		30		65
Moisture Content %					
Dry Density gm/cm3	.		.		.
Penetration mm	2.5	5	2.5		2.5
Stress Kg/cm2	.	.	.	.	.



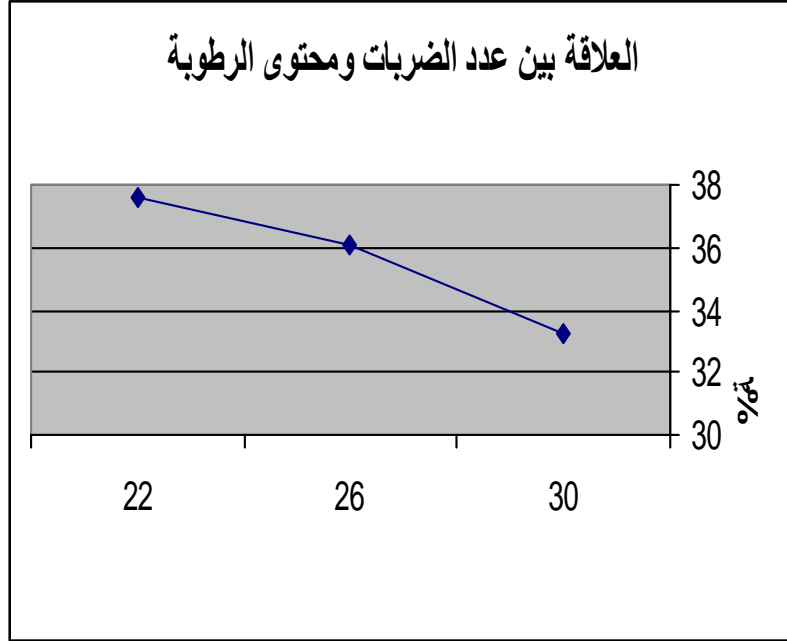
(-) (العلاقة بين الكثافة الجافة و CBR)

- حد السيولة (Liquid Limit Test):-

(7-6) حد السيولة للعينة الثاني

A30	A20	A22	رقم الجفنه
22	26	30	
31.2	31.3	30.56	الجفنه ()
123.8	111.2	95.6	وزن العينة رطبة + ()
98.5	90	79.4	وزن العينة جافة + ()
67.3	58.7	48.84	()
25.3	21.2	16.2	()
37.6	36.1	33.2	

ويمثل الشكل التالي يمثل العلاقة بين عدد الضربات ومحتوى .



ويمثل الشكل (-) العلاقة بين عدد الضربات ومحتوى الرطوبة

-(Plastic Limit Test)

للعيينة الثانية (-)

A11	رقم الجفنه
31.3	الجفنه ()
83.8	وزن العينة رطبة + ()
75.7	وزن العينة جافة + ()
44.4	()
8.1	()
18.2	

ويعتبر حد اللدونة هو نسبة الرطوبة في العينة = 18.2 %

Plasticity index (PI):

$$PI = Ll - Pl \dots\dots\dots 1 - 6$$

$$PI = 36.3 - 18.2 = 18.1$$

- تجربة التدرج الحبيبي:-

المقصود بالتدرج الحبيبي هو فرز الحبيبات ذات المقاسات المتشابهة للعينة وإيجاد نسبة كل منها إلى الوزن الكلي للعينة. ويجري التعبير عادة عن النسبة المؤوية للمواد الأكثر نعومة من قياس معين (Percentage finer) أو نسبة المواد التي تمر من منخل معين و إن الهدف من هذه التجربة فرز المواد ذات المقاسات المتشابهة ويساعد على إختيار مواد الطبقات الترابية لأعمال الطريق وأهمها طبقة الأساس كما تساعد معرفة التدرج الحبيبي للتربة في تقرير فعالية تحسين خصائصها بواسطة الدمك (Compaction).

- - طريقة العمل:-

- يتم أخذ العينة التي سيجري عليها الفحص من العينة الأصلية بواسطة التقسيم في صندوق الفرز (التقسيم) وذلك لضمان الحصول على عينة متجانسة وجيدة التمثيل للعينة الأصلية .
- توزن العينة اللازمة للفحص ويعتمد الوزن للعينة على قياس أكبر حبيبة فيها حيث يلزم أخذ أكبر كلما كانت الحبيبات كبيرة أكبر.
- ترتيب المناخل القياسية (ووضع العينة فيها.
- التنخيل بواسطة اليد أو التنخيل الميكانيكي (التنخيل في هذه التجربة تم بواسطة اليد).
- بعد انتهاء التنخيل يؤخذ المتبقي على كل منخل إلى وعاء معدني ثم يوزن بدقة

- - :-

* نسبة المتبقي على كل منخل إلى الوزن الأصلي للعينة (M1).
 (وزن العينة على المنخل / وزن العينة الأصلي (M1) * %

- - :-

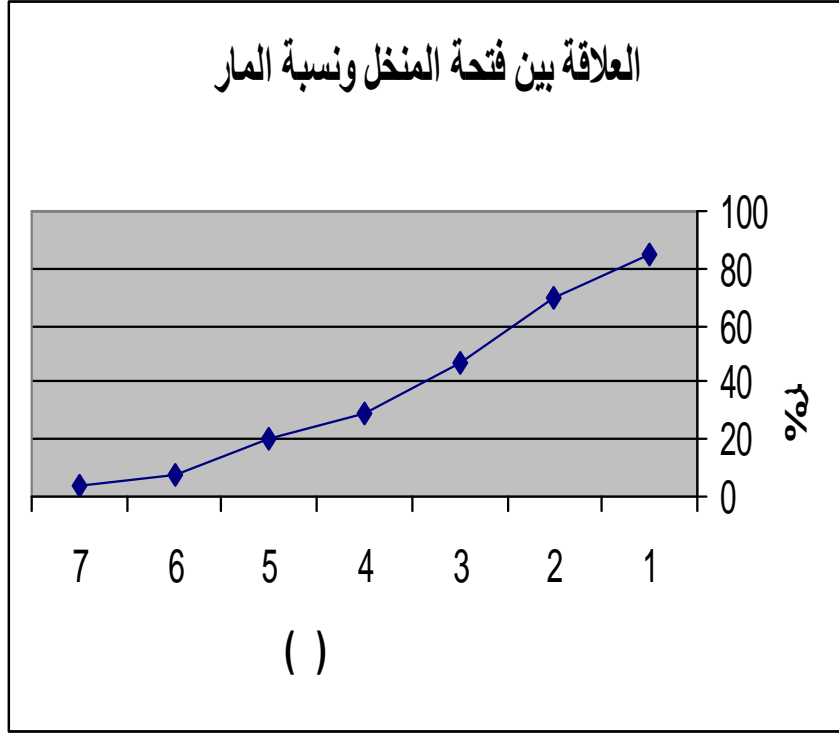
() .

$$\begin{aligned}
 & \text{الكلية للعينه} = 1000 \\
 & 221.35 = \\
 & = \% * (1000/221.35) = \\
 & = 22.135 + 15.62 + 15.144 = (4 + 10 + 20) \\
 & = 52.899 \\
 & = \% 52.899 = 47.101
 \end{aligned}$$

(b-7-6) يبي

sieve #	sieve opening mm	weight retained on each sieve	% weight retained	cumulative % retained	% pass
4	4.75	151.44	15.144	15.144	84.856
10	2	156.2	15.62	30.764	69.236
20	0.85	221.35	22.135	52.899	47.101
40	0.425	174.32	17.432	70.331	29.669
60	0.25	100.2	10.02	80.351	19.649
140	0.106	116.61	11.661	92.012	7.988
200	0.075	36.16	3.616	95.628	4.372
pan	-----	43.72	4.372	100	-----
Σ		1000			

ويمثل الشكل التوزيع الحبيبي للنتائج.



ويمثل الشكل (-) قة بين فتحة المنخل ونسبة المار

ويمكن التعبير عن مستوى التدرج الحبيبي للتربة من خلال ثلاثة معايير هي:

- (D_{10}) (Effective Diameter): ويمثل قطر حبيبات التربة المناظر لما نسبته % من نسبة المار من عينة التربة والمبينة بمنحنى التدرج الحبيبي .
- (C_u) (Uniformity Coefficient): وهو يمثل النسبة بين حبيبات التربة المناظر لما نسبته % D_{60} الى قطر حبيبات التربة المناظر لما نسبته % D_{10} من نسبة المار من عينة

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \dots\dots\dots 2-6$$

$$C_u = \frac{1.5}{0.14} = 10.714$$

-3 (C_c) (Gradation Coefficient): ويوجد حسب العلاقة التالية:

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} * D_{60}} \dots\dots\dots 3-6$$

$$C_c = \frac{(0.43)^2}{1.5 * 0.14} = 0.88$$

- شة النتائج والتحليل:-

بناءً على النتائج المخبرية التي حصلنا عليها وبالرجوع إلى (AASHTO) لتصنيف التربة تبين لنا ما يلي:-

$$35\% > 4.372 = 200$$

$$18.2 = (PL)$$

$$40 > 36.3 = (LL) \text{ حد السيولة}$$

$$18.1 = (PI)$$

$$GI = (F-35)\{0.2+0.005(LL-40)\} + 0.01(F-15)(PI-10) \dots\dots\dots 4-10$$

Where:

GI= Group Index.

F= Pass from sieve #200=10.368

$$GI = (4.372-35)\{0.2+0.005(36.3-40)\} + 0.01(4.372-15)(18.1-10) = 6.5$$

- يمكن تصنيف التربة إلى (A-2-6) (silty or clayey gravel and sand)
 AASHTO يمكن اعتماد هذه الطبقة كطبقة (sub Base).

$$\text{قيمة CBR} = 33.2 \%$$

بناءً على المواصفات الفلسطينية فهي قيمة يمكن اعتمادها للتصميم ()

التصميم الإنشائي للطريق

-
-
- العناصر الإنشائية للرصفة المرنة
- العوامل التي تؤثر على تصميم الرصفة حسب طريقة
- حساب الأوزان المحورية القياسية
-
-

التصميم الإنشائي للطريق

- :
تعتبر عملية التصميم الإنشائي للطريق عبارة عن إيجاد سماكات طبقات الرصف و مواصفاتها و مكوناتها لتتمكن من تحمل الأحمال المحورية للمركبات التي تسير على هذه الطرق و عليه . .
على نوعية البسكورس والإسفلت ومعرفة خصائص كل من هذه العناصر الهامة جدا في التصميم الإنشائي للطريق يتم استخدام نتائج هذه الفحوصات في عملية التصميم . واع الرئيسية للرصف نوعان الأول هو الرصف الصلب وهو عبارة عن بلاطات خرساني . أو غير مسلحة .
وق سطح القاعدة الترابية (Sub Grade) (Sub Base) . .
هو الرصف المرن ويتكون من عدة طبقات هي تحت الأساس والأساس الحجري أو الحصوي (Base Coarse) ثم طبقات الرصف الإسفلتية (Asphalt Concrete) وسوف نستعرض طريقة تصميم الرصف

- (Flexible Pavement):

وهي التي تكون ملاصقة لسطح الطريق الترابي، مهما اتخذ هذا السطح من نوعين:

- (الطريقة الإنجليزية):-

- وذلك بحيث تحدد الرصفة و تبنى أطرافها بأ
- يتم رصف الطريق بحجارة بسماكة الفراغات بحصى صغيرة.
- ترش طبقة صغيرة من الحصمة الفولية لتعبئة الفراغات.

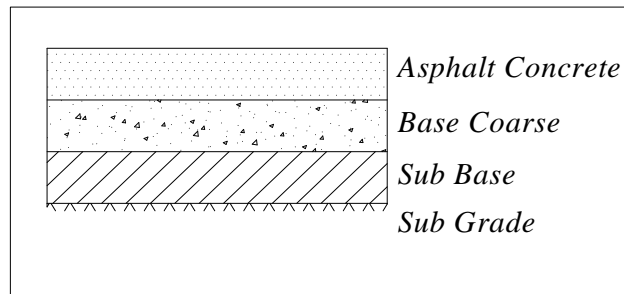
- يرش إ % كيلو على الم .
- يرش طبقة من الحمصية على طبقة الإسفلت.

- رصفة الفرشيات (- الطريقة الأمريكية):-

ستخدام هذه الطريقة في منتصف الخمسينيات، حيث يمكن بهذه الطريقة الإ
الرصفة بالحجارة وتوريد مواد مخلوطة ومتدرجة مثل البيسكورس وفرشها بالسلك المطلوب
بحيث لا يتجاوز سمك كل طبقة عن 20 .

- وفي هذا المشروع سيتم استخدام الرصفة (الطريقة الأمريكية) :
- لان تكلفتها اقل من غيرها من الرصفات.
 - لا تحتاج إلى وقت طويل.
 - موادها والأدوات التي تحتاجها متوفرة.
 - لا تحتاج لسماكات كبيرة من
 - سهولة الصيانة والترميم.

- العناصر الإنشائية للرصفة المرنة (Structural Components Of Flexible Pavement)



(1-7)

- تتكون الرصفة المرنة كما يظهر من العناصر التالية:
- القاعدة الترابية (sub grade): وهي عبارة عن المواد المكونة لسطح الطريق المراد عمله أو من المواد التي تم قصها من ، وتدمك هذه الـ

- (sub base) : وهي الطبقة التي تنشأ مباشرة فوق طبقة القاعدة الترابية. كانت خواص القاعدة الترابية مساوية لخصائص هذه الطبقة فيمكن الاستغناء عن هذه الطبقة ، وإذا لزم الأمر يتم إجراء عملية تثبيت لهذه الـ
- (base course) وهي مجموعة من الحصى المتدرجة متوسطة الخشونة و تكون حجارة مكسرة يتم إحضارها حالياً من الكسارات، وهو ما يعرف في بلادنا بالبيد .
- الطبقة السطحية الإسفلتية (surface course) : وهي خلطة إسفلتية توضع فوق طبقة الأساس بعد رش طبقة تشريب (Prime coat).

- العوامل التي تؤثر على تصميم الرصفة حسب طريقة AASHTO:-

- إن هناك مجموعة من العوامل التي تتحكم في تصميم الطريق
- تكوين وإنشاء كل طبقة من طبقات حوال جوية كأمطار و رياح و غيرها
- (Traffic Volume) ويتم تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية معادلة
- 18 kips على المحور المفرد ، وقد تم إجراء عدة دراسات وجداول من أجل تحويل

5-7 ية القياسية:-

كما يبين الشكل السابق فان تصميم الطريق يتكون من مجموعة من الطبقات و هي مبينة كالتالي:-

- (base coarse)
- (sub base)
- (sub grade)

و سيتم عمل خطوات التصميم الإنشائي وإيجاد سمك الطبقات (AASHTO) :

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

حيث :

$$ESAL = f_d \times G_f \times AADT \times 365 \times N_i \times f_E \dots\dots\dots 1.7$$

ESAL: Equivalent Accumulated 18,000 Ib 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.

ويتم الحصول على قيمة f_d : (1-7)

Percentage Of Total Truck Traffic in Design Lane (1-7)

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

أما الطريق المراد تصميمها فتحتوي على 3 مسارب في الاتجاهين فتؤخذ قيمة f_d

. ($f_d = 50\%$) (1-7)

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

(Growth factor) (-)

Design period years	Annual Growth Rate (%)							
	No. growth	2	4	5	6	7	8	10
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	2.0	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.0	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.0	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64

5	5.0	5.20	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.0	6.31	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.0	7.43	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.0	8.58	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.0	9.75	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.0	10.95	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.0	12.17	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.0	13.41	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.0	14.68	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.0	15.97	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.0	17.29	20.02	22.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.0	18.64	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.0	20.01	23.70	25.84	2.21	30.48	33.75	40.55
18	18.0	21.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.0	22.84	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.0	24.30	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28
25	25.0	32.03	41.65	47.73	51.86	63.25	73.11	98.35
30	30.0	40.57	56.08	66.44	79.05	94.46	113.28	164.49
35	35.0	49.99	73.65	90.32	111.43	138.24	172.32	271.02

وعلى اعتبار أن صلاحية الطريق تؤخذ عادة ل 20 سنة مستقبلا ، وتوقع نسبة الزيادة السنوية 4%

قيمة ($G_f = 29.78\%$) .

السيارات						اليوم
3		22		118		
	3					الاثنين
						الخميس

(4-7)

		(/)	
	1		سيارة خاصة أو
	3		
	2.5		

أما نسب السيارات والباصات والشاحنات المارة فتؤخذ من الجدول (3-7) فتكون النسب كما يلي :

1-Passenger cars (10 kN / axle) = 76%

2-Axle single-unit busses (100 kN / axle) = %

3-Axle single-unit trucks (110 kN / axle) = 21%

وبعد ذلك يتم تحويل أوزان العربات إلى أحمال قياسية، ويتم الحصول على الأحمال القياسية لأنواع (5-7) كما يلي:

load equivalency factor for a cars ($f_{E(car)}$) = 0.0003135 (single axle)

load equivalency factor for a busses ($f_{E(bus)}$) = 0.198089 (tandem axle)

load equivalency factor for a trucks ($f_{E(truck)}$) = 0.29419 (tandem axle)

(7-) تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية (Load Equivalency factor)

Gross Axle Load		Load Equivalency factor		Gross Axle Load		Load Equivalency factor	
KN	Ib	Single Axle	Tandem Axle	KN	Ib	Single Axle	Tandem Axle
4.45	1,000	0.00002		182.5	41,000	23.27	2.29
8.9	2,000	0.00018		187.0	42,000	25.64	2.51
13.35	3,000	0.00072		191.3	43,000	28.22	2.75
17.8	4,000	0.00209		195.7	44,000	31.00	3.00
22.25	5,000	0.00500		200.0	45,000	34.00	3.27
26.7	6,000	0.01043		204.5	46,000	37.24	3.55
31.15	7,000	0.01960		209.0	47,000	40.74	3.85
35.6	8,000	0.03430		213.5	48,000	44.50	4.17
40.0	9,000	0.0562		218.0	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	0.360	0.0270	240.2	54,000		6.47

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

وبعد ذلك تحسب قيمة (ESAL) (1.7)
 القيم الثلاث لنحصل على (Total ESAL) كما يلي :

$$ESAL = f_d \times G_f \times AADT \times 365 \times N_i \times f_E \dots\dots\dots 1.11$$

$$ESAL_{car} = 0.5 \times 29.78 \times 28652 \times 0.76 \times 365 \times 2 \times 0.0003135 = 0.074203 \times 10^6$$

$$ESAL_{truck} = 0.5 \times 29.78 \times 28652 \times 0.21 \times 365 \times 2 \times 0.29419 = 1.92406 \times 10^6$$

$$ESAL_{buss} = 0.5 \times 29.78 \times 28652 \times 0.04 \times 365 \times 2 \times 0.198089 = 0.24677 \times 10^6$$

$$ESAL_{total} = 2.245033 \times 10^6$$

بيين الجدول (6-7) كاليفورني :
 :

(6-7) بيين نسبة كاليفورنيا ونوع كل

CBR(Kentucky)	
.....	Asphalt
43.5	Base Coarse
21	Sub Grade

حيث يتم حساب طبقات الرصفة المرنة كما يلي:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3 \dots\dots\dots 2.7$$

where :

SN: Structural Number.

a_1, a_2, a_3 : layer coefficients representative of surface, base course, and sub base respectively .

D_1, D_2, D_3 : actual thickness, of surface, base course, and sub base respectively.

ويتم حساب المعامل المناخي (Regional factor) (4-11):

$$R = \frac{N_d}{12} \times R_d + \frac{N_s}{12} \times R_s \dots\dots\dots 3.7$$

where:

R : Regional Factor

N_d : Number of dry months in a year

R_d : Regional Factor for soils dry

N_s : Number of saturated months in a year

R_s : Regional Factor for soils saturated

حيث يتم الحصول على قيمة كل من (R_d, R_s) (7-7)

(7-7) قيمة المعامل المناخي (Regional Factor)

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

محافظة الخليل فتكون فيها السنة 4 أشهر رطبة (saturated) 8 أشهر جافة (dry) .

قيمة R في منطقة الخليل :

$$R = \frac{8}{12} \times 0.9 + \frac{4}{12} \times 4.5 = 2.1 \dots\dots\dots 4.7$$

حيث تتم عملية حساب SN كما يلي :

(S-soil support value) تعرف قيم (7-7) (CBR) .
 (S-soil support فتكون قيم (2-7) (CBR)
 value) كما يلي:

$$(S1\text{-soil support value}) = 9$$

$$(S2\text{-soil support value}) = 7.4$$

$$(S\text{-soil support value}) = 6.5$$

ثم تعين قيم (S-soil support value) (3-7) وتوصل مع النقطة المعينة على

تدرج (ESAL = 5037) ، ثم يمد الخط على استقامته ليقطع تدرج (SN-structural

Number) في نقطة معينة فتكون قيم (SN-structural Number) كما يلي :

$$(SN1\text{-structural Number}) = 1.20$$

$$(SN2\text{-structural Number}) = 4.4$$

$$(SN3\text{-structural Number}) = 5.3$$

ثم توصل هذه النقط مع النقطة المعينة على تدرج (Regional Number) ، ومن ثم يمد الخط على استقامته إلى أن يلاقي تدرج SN في نقطة معينة فتكون قيم SN كما يلي :

$$SN_1 = 1.40 \text{ (from enter CBR for base course in chart)}$$

$$SN_2 = 5.20 \text{ (from enter CBR for sub base course in chart)}$$

$$SN_3 = 6.9 \text{ (from enter CBR sub grade in chart)}$$

ويتم الحصول على قيم (a₁,a₂,a₃) (8-7) (9-7) (10-7):

(8-7) (layer coefficient)

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

a_1 (layer coefficient) (9-11)

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

Sub base (layer coefficient) (10-11)

<u>Case of base course</u>	a_3 suggested
Sandy gravel	0.11
<u>Sandy clay</u>	0.05-0.10

:

$$a_1 = 0.44, a_2 = 0.14, a_3 = 0.11$$

يتم حساب سمك () كما يلي:

$$SN1 = a_1 \cdot D1 \quad 1.60 = 0.44 \cdot D1 \quad D1 = 3.45 \text{ in} = 3.45 \cdot 2.54 = 8.78 \text{ cm.}$$

Take (D1 = 10cm).

$$SN1 = (10/2.54) \times 0.75 = 2.95 \text{ in} \quad \text{قيمة SN1 (in) كما يلي:}$$

سمك الطبقة الثانية (base course):

$$SN2 = SN1 + a_1 D1 \quad 5.2 = 2.95 + 0.44 \cdot D2$$

$$D2 = 9 \text{ in} = 9 \cdot 2.54 = 23 \text{ cm} .$$

Take (D2 = 23cm).

ثم تحول قيمة SN2 (in) كما يلي:

$$SN2 = \frac{23}{3.45} \times 0.44 + 2.95 = 6 \text{ in}$$

:(sub base)

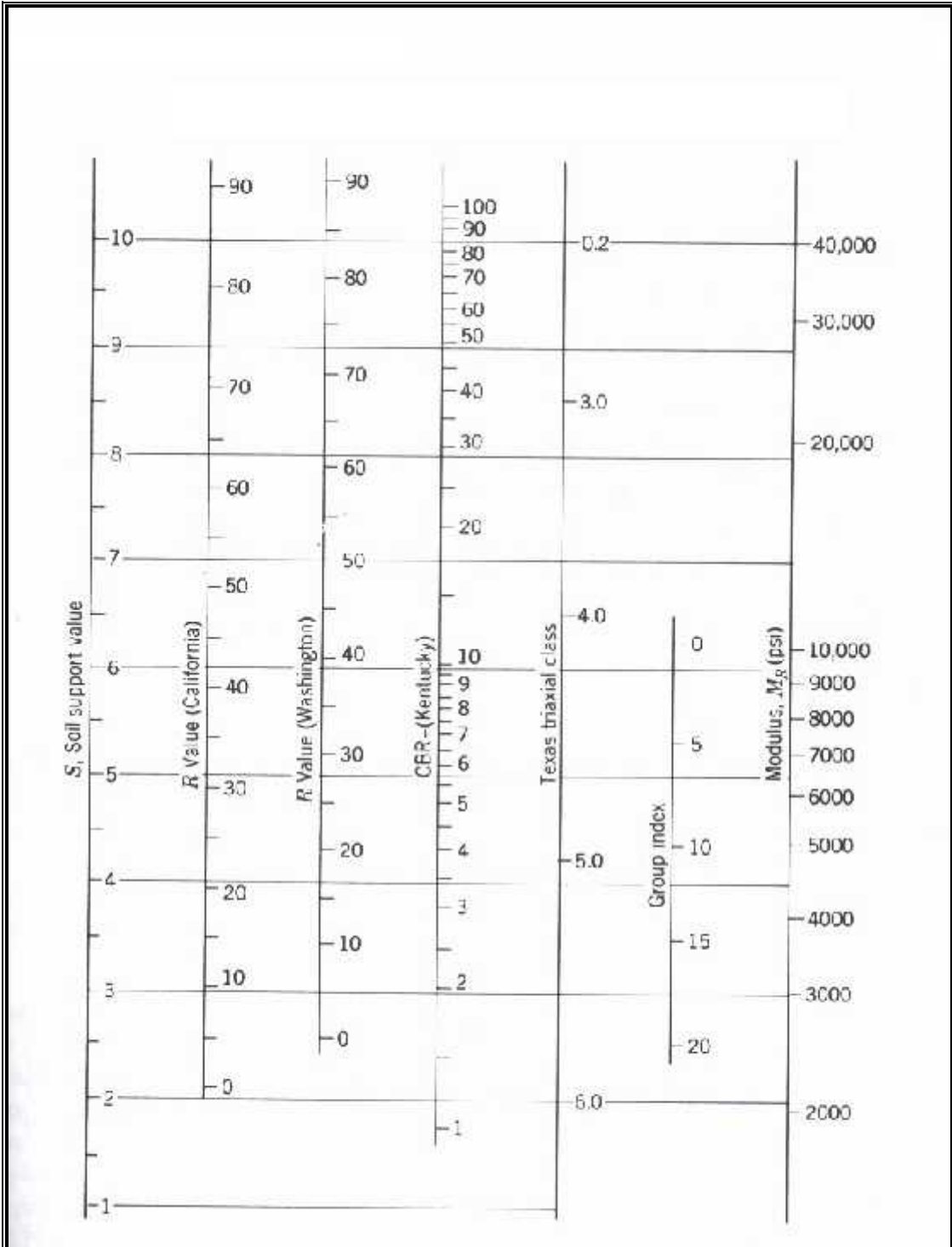
$$SN3 = 6 + a_3 D3 \quad 6.9 = 6.00 + 0.11 \cdot D3$$

$$D3 = 8.2 \text{ in} = 8.2 \cdot 2.54 = 20.82 \text{ cm} .$$

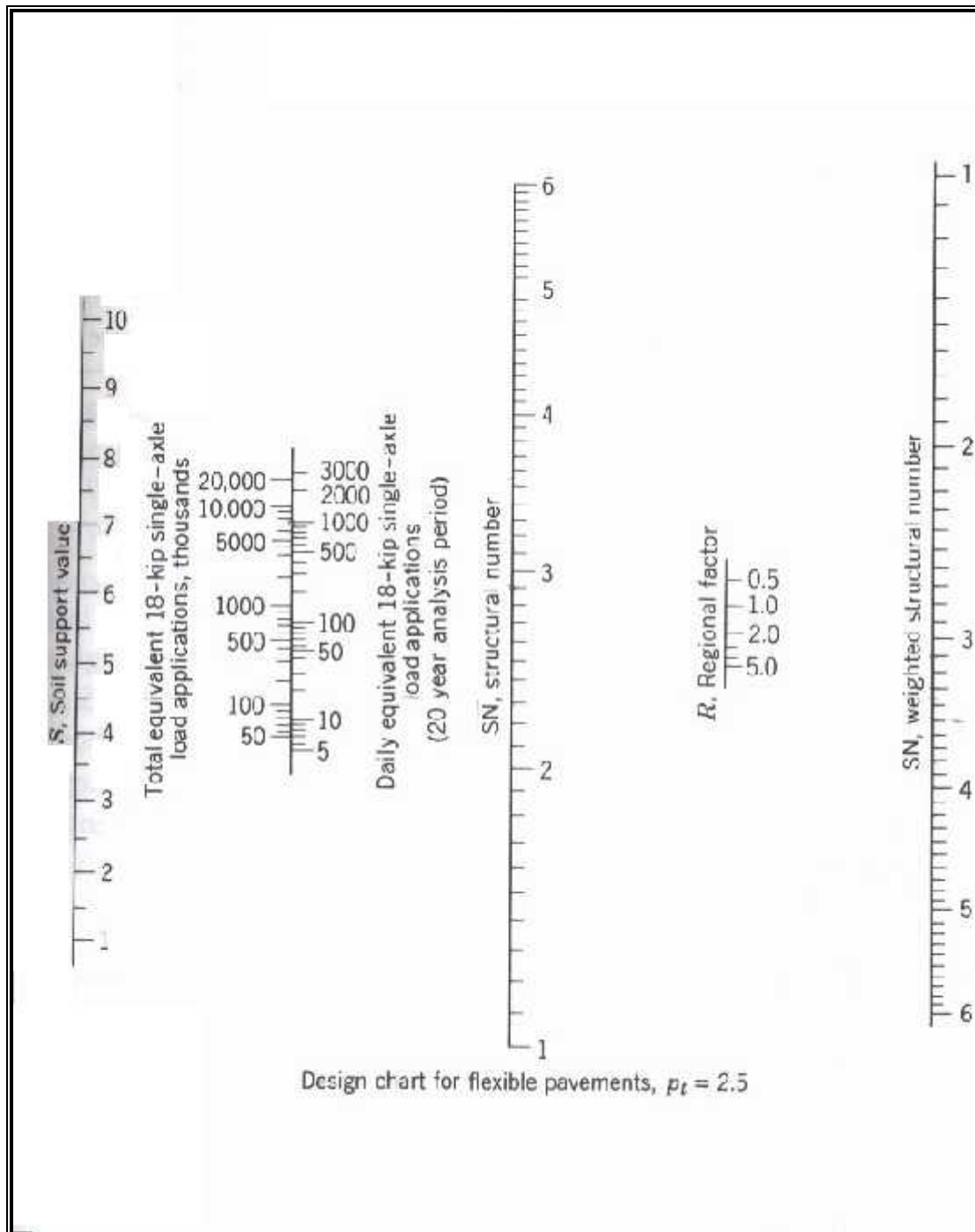
Take (D3 = 21 cm).

ثم تحول قيمة SN3 (in) كما يلي:

$$SN3 = \frac{21}{3.64} \times 0.11 + 6.0 = 6.63 = 7 \text{ in}$$



(S-soil support value) إيجاد (2-7)



(AASHTO flexible-pavement design) (3-7)

- :

بما أنه تم إتباع طريقة الأشتو في التصميم
المرنة ودراستها وحساب الأوزان المحورية القياسية و مقارنتها بالقراءات الموجودة في الجداول القياسية و
إجراء كافة الحسابات كانت لدينا النتائج التالية :-

(11-7) يبين سماكة طبقات الرصفة المرنة

()	
21	Sub-bass
23	Base corse
10	Asphalt

تصريف المياه على الطرق

- :

ان عملية تصريف المياه على سطح الطريق من الامور المهمة والتي يجب الاهتمام بها وذلك لان يشكل خطرا كبيرا على الطريق سواء سقط الماء على سطح الطريق أو سال عليها من الجوانب، . الماء الذي يسقط . الطريق يخرب هذا السطح ويضعفه فانه يتسرب بين الإسفلت وحببات الحصى ويشكل حاجزا بينه ا وعندما تسير السيارات على الطريق فان العجلات تقتلع حبات الحصى بسهولة وتكرر العملية من تسرب الماء وخلخلة الحبات واقتلاعها حتى يزداد الخراب مما يحدث حفرا تتجمع فيها المياه من هنا كانت أهمية تصريف المياه، والت تعني التخلص من المياه والتحكم في مسيرها داخل نطاق حرم الطريق سواء كانت مياه سطحية أو مياه جوفية، ولذلك فان عملية إنشاء مصارف سطحية ومصارف مغطاة يعتبر ضرورة لا بد من أخذها في الاعتبار عند التصميم والإنشاء.

كما يجب الاهتمام بتصريف المياه عن سطح الطريق وذلك لكي لا تؤثر على المارة والمشاة وحركة السيارات.

- أهمية تصريف المياه:

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

يسببه ذلك التسرب من تكرار في ترطيب التربة ثم جفافها وهذا يتسبب في ضعفها وبالتالي يهدد طبقات الرصفة . كانت التربة من النوع الذي يتمدد هذا يعني تمدد حجم التربة وانكماشها هذا يسبب دفعا للطبقات الإسفلتية عند التمدد وهبوط هذه الطبقات عند لانكماش ونتيجة لهذه التحركات تنتشق الطبقات الإسفلتية .

- لترتبه يتجمد والتجمد يزيد من حجم
 - الجليد فان الترتبه ضعف حالاتها مما يسبب هبوط الطبقات الإسفلتية تأثير ثقل لسيارات.
 - ليس من الضروري تنتسرب المياه من خلال شقوق في الطبقة الإسفلتية .
 - المناطق العالية المجاورة للطريق هطول المطر مما يؤدي تجمعها في باطن
 - المياه لتصل . بتأثير خاصية الشعرية فان هذه المياه تتحرك وتصل .
 - وتضعفه.
- وأخيرا فان المياه التي تنساب من الجبال المجاورة تصل الطريق على شكل جداول وانهار تستطيع أن تخرب الطريق وتجرفها وتعمل على تأكلها وانهارها، إن لم تتم حماية الطريق من هذه المياه. ومما سبق يتبين ضرورة تصريف المياه على الطريق.

- متطلبات صرف المياه من الطريق:

- عند تصميم الطريق لابد من الاهتمام بالماء وحماية الطريق منه وذلك بمنعه من الوصول إلى الطريق بالإضافة إلى تجميعه وتصريفه على الطريق، ولضما ذلك فانه لابد من إتباع الخطوات التالية:
- تصريف الماء عن سطح الطريق وذلك بعمل ميلان في سطح الطريق (cross slope) وتكون نسبة الميلان % ميلان سطح الطريق عند المنعطف (التعليية – superelevation)
 - فيكون باتجاه واحد، وعندما تكون الطريق مقسومة بجزيرة فان تصريف الماء يصبح أصعب . زيادة عدد المسارب في الجزء الواحد فان ميول هذه المسارب يزداد من مسرب إلى آخر . توجهنا إلى الأطراف حتى نصل إلى الكتف الذي يجب أن يزداد ميله عن ميل آخر مسرب.
 - تصريف الماء على السطح بواسطة الانحدار الطولي للطريق والذي يجب يكون بنسبة . %
 - وبما أن الميول الطولية موجهة أصلا في طبيعة المنطقة فلذلك لايلزم عمل تصميم للميول الطولية.
 - تصميم وإنشاء الخنادق الجانبية الواسعة ذات الانحدار الكافي لتصريف المياه.
 - منع المياه المتساقطة على سطح الطريق من النفاذ إلى داخل جسم الطريق وذلك بجعل سطح الطريق غير مسامي لا تنفذ من خلاله المياه مع تسكير الشقوق التي تظهر في سطح الطريق بأسرع ما يمكن.
 - رفع سطح الطريق عن مستوى المياه الجوفية أو تخفيض منسوب هذه المياه بالضخ .
 - تمديد شبكة مواسير مثقبة في جسم الطريق لتجميع المياه فيها وتصريفه.
 - وضع طبقة رقيقة مانعة لنفاذ المياه كأوراق الإسفلت، تمنع نفاذ الماء من الأسفل إلى الأعلى.

- فرش طبقة مسامية حصوية أو رملية تحت سطح الطريق الترابي حتى إذا وصلت المياه إليه تسربت إلى الجانبين بدلا من صعودها إلى الأعلى.
- ء الاطارييف والبالوعات اللازمة لتجميع وتصريف المياه.
- عند تصميم الطريق أصلا يجب الابتعاد عن قطع الأنهار والجداول قدر الامكان.
- السماح بمرور المياه تحت الطريق بواسطة عبارات أو جسور.
- منع وصول المياه من التلال المجاورة وذلك بعمل اقنية طولية موازية للطريق.

- :

وهو عملية صرف المياه بواسطة اقنية او مواسير مغطى تكون تحت سطح الطريق وذلك لكي يتم إبعاد المياه قدر الإمكان عن جسم الطريق.

يعزى التغير في كمية الرطوبة بالتربة على تذبذب سطح المياه الأرضية وتسرب المياه الأرضية وتسرب مياه الأمطار وحركة المياه الأرضية بالخاصية الشعرية أو التبخر، وفي حالة استخدام الصرف المغطى فإن التغير في نسبة الرطوبة بالتربة يبقى في حدود ضيقة جدا، ومع ذلك يتم صرف المياه الأرضية المتحركة تحت نطاق الجاذبية الأرضية فقط باستخدام المصارف المغطاة، وهذا النوع من المصارف يسد في المناطق السكنية، حيث تعمل على تجميع المياه المتساقطة على الطريق ومن خلال هذه المصارف يتم نقل المياه إلى مناطق تصريفها، وهذا النوع يجب استخدامه في المشروع ولكن من خلال توصيات بلدية الخليل سيتم العمل على التصريف المفتوح.

-

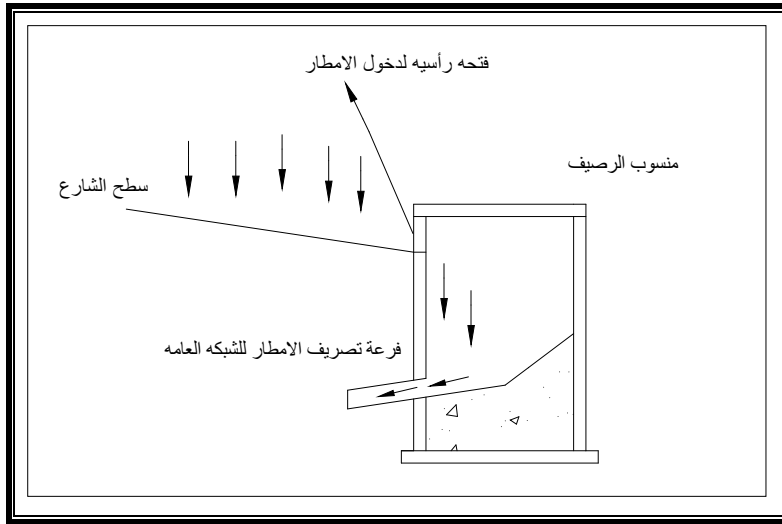
وهو عملية تصريف المياه وإبعاده عن سطح الطريق بواسطة قنوات مفتوحة تكون على جوانب الطريق حيث تكون هذه القنوات بمنسوب اهبط من سطح الطريق وتكون ذات ميول جانبية معينة وتعتمد هذه الميول على طبيعة التربة في المنطقة وهناك عدة من هذه القنوات حسب طبيعة رصف جوانب هذه ا

- يتم جوانبها
- قنوات لا يتم رصفها وذلك لان طبيعة التربة تكون صخرية ولا تحتاج إلى رصف.
- قنوات يتم وضع مادة بلاستيكي على جوانبها مثل النايلون ومن ثم وضع طبقة من الخرسانة وهذا النوع الذي سيتم استخدامه في المشروع.

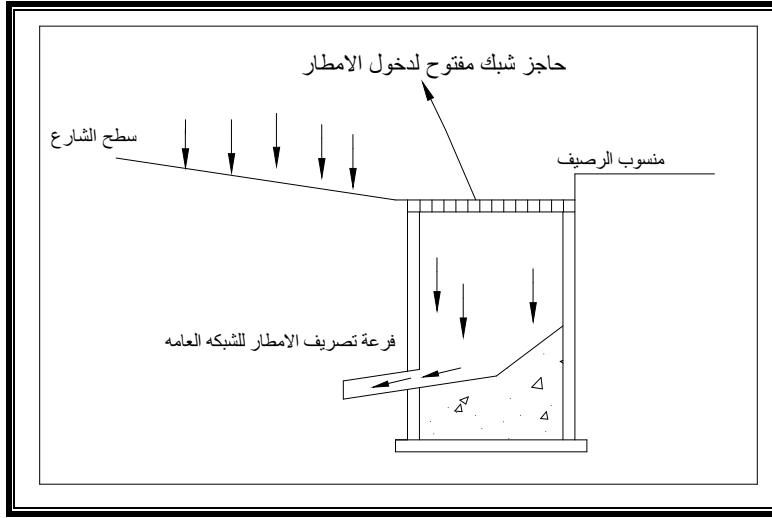
ويتم معالجة جوانب القنوات بطرق مختلفة وذلك لكي لا يتم تآكل الجوانب بواسطة جريان المياه وهذا يؤدي إلى التأثير على سطح الطريق وطبقات الرصيف. وعادة يتم استخدام هذه القنوات على الجوانب التي يكون فيها قطع في التربة لتوسيع الطريق وذلك لأنه يتم تجمع المياه من المنحدرات باتجاه الطريق ولذلك يتم وضع هذه القنوات لسحب هذه المياه قدر الإمكان عن جسم الطريق

- :

تصمم عن جانبي الطريق بجوار الرصيف أو تحته وتكون عادة عند تقاطع الطريق . .
المنخفضة بالنسبة للاتجاه الطولي للشارع وتكون في صورة مبسطة لمجرد تجميع مياه الأمطار وغسيل الطريق وتصريفها إلى شبكة التصريف العمومية.
وأحيانا تكون عميقة وبها حيز الأتربة والرمال حتى لا تصل هذه المواد إلى مواسير التصريف الرئيسية وتكون الفتحات التي تدخل منها الأمطار والمياه أما رأسية في جانب الطريق كما في الشكل (1-8)
أفقية بجوار الرصيف (-).
يصمم ويراعى أن ينشأ القاع بميول إلى مدخل التصريف ما عدا البالوعات التي بها حيز لحجز الرمال وأتربة فيصمم القاع بطريقة تساعد على تفرغ البالوعة من الأتربة بسهولة.



(-) فتحات رأسية



(-) فتحات أفقية

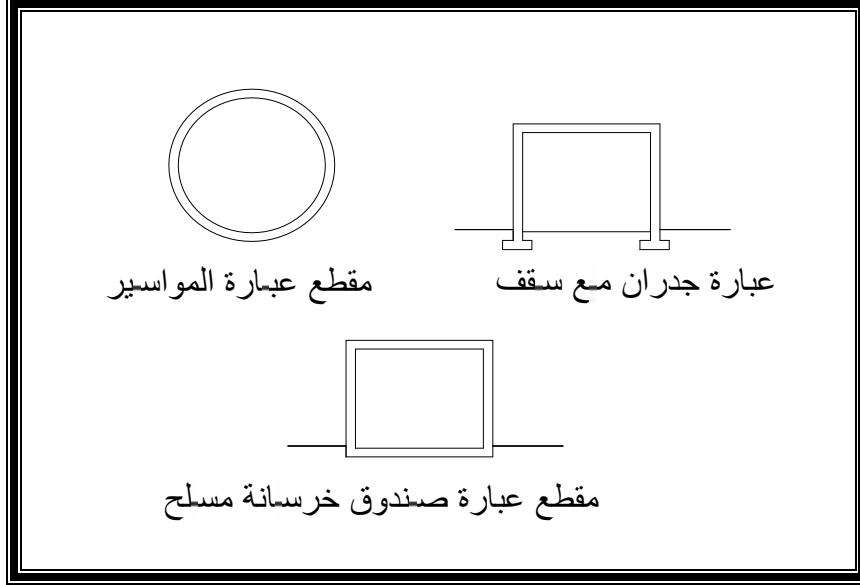
سيتم استخدام بعض هذه البالوعات في بعض المناطق على سطح الطريق لتعمل على نقل المياه من على سطح الطريق إلى القنوات الجانبية

7- :

يتم بناء العبارات عادة قبل المباشرة بإنشاء الطريق بحيث توضع العبارة في المكان الصحيح وبنفس اتجاه مجرى الماء ولو أدى ذلك لجعلها غير متعامدة مع الطرق وبالتالي إلى زيادة طولها وارتفاع تكاليفها و العبارات تستخدم في عملية تجميع مياه الأمطار التي تسقط على جانبي الطريق من الجبال والأودية وتكون العبارة في حالة أن تجميع مياه الأمطار على جانبي الطريق وتكون منسوبها اقل من منسوب الشارع ويفضل أن توضع العبارة بشكل عمودي مع اتجاه الشارع لتصريف المياه

يعتمد طول العبارة على عرض جسم الطريق وميوله الجانبية كما يعتمد على انحدار العبارة والزاوية التي تصنعها مع محور الطريق، ولذا فإن العبارات على الطريق الواحد تختلف أطوالها تبعاً لهذه العوامل، إن طول العبارة يزيد على طول سطح الطريق وقد يصل هذا أطول إلى ضعف طول سطح الطريق. يجب أن تكون العبارة قوية تتحمل ثقل السيارات والردم الذي فوقها بكفاءة مع الأخذ بعين الاعتبار أنه كلما انخفض مستوى ظهر العبارة عن سطح الطريق توزع ضغط السيارة على مساحة أكبر، وتمكنت العبارة من حمل الأثقال دون فشل، لهذا السبب كان لا بد من تخفيض ظهر عبارة المواسير تحت سطح الطريق الترابي 75 لأنها أضعف من عبارات الصناديق والجسور التي تستطيع أن تتحمل أثقال السيارات مباشرة، خاصة إذا لم يتواجد فوقها الطمم الترابي.

وفي ما يلي بعض أشكال العبارات (-).



(3-8)

سيتم استخدام احد العبارات في المشروع وذلك لان طبيعة الارض تحتم علينا استخدام العبارة حيث تقع هذه + وهذه العبارة سيتم وضعها بقطر .

- حماية الطريق:

- أجنحتها ومدخلها ومخرجها فانه لا بد من حماية جسم الطريق من المار خاصة في المناطق التي تتجمع فيها المياه والتي لا يمكن حل مشكلته بالعبارة.
- قد يصادف مرور الطريق في منطقة منبسطة تتجمع فيها المياه وهنا لا بد من حماية جسم الطريق من هذه المياه هناك عدة
- يتم اتخاذها لحماية الطريق منها:
- حماية الخنادق الجانبية من الانجراف برصفها بالحجار صبها بالخرسانة زرعها بالحشائش تزيينها.
 - تزييت جوانب الطريق وميولها الجانبية.
 -
 -
 -
 - بناء جدران استنادية من خرسانة (Gabion) المياه
 - وعمل اقنية بعيدة عن الطريق لتحويل المياه أو منعها من الدخول إلى الطريق.

حساب المساحات الحجوم لكميات الحفر والردم

-
-
حساب الحجوم والكميات -

حساب مساحات الحجوم لكميات الحفر والردم

- :

يتم حساب كميات الحفر والردم العرضية للطريق وذلك حتى يتم معرفة الكميات التي ستخرج من الموقع او الكميات التي سنحتاج الى توريدها للموقع ويتم الاستفادة من هذه الحسابات في حساب التكاليف سواء للنقل او الى شراء بعض هذه الكميات مثل البسكورس وغيرها.
حتى يتم حساب كميات

الموقع او نحتاجها للردم يجب علينا أن نحسب المساحات على المقاطع العرضية ومن ثم نستخدم إحدى الطرق

- :

المقطع العرضي هو عبارة عن الجزء المحصور بين سطح الطريق المخصص لسطح السيارات وخطي الميلين الجانبيين وخط سطح الأرض الطبيعية، وعادة تؤخذ المقاطع العرضية متعامدة مع محور الطريق. وتحسب مساحات هذه المقاطع - مناسبة وعناصر التصميم المختلف. عرفت المساحات للمقاطع العرضية بالتالي يمكن حساب كميات الحفر والردم بين كل مقطعين متتاليين وبالتالي حساب كميات الحفر

ومن خلال برنامج الاتوكاد تم رسم المقاطع العرضية للطريق كل م ورسم خط سطح الطريق وسطح الأرض الطبيعية كما هو موضح في الملاحق ومن خلال هذه المقاطع العرضية تم حساب المساحات لمناطق حيث هناك عدة طرق لحساب المساحات ومنها:

- الطريقة الحسابية أو التحليلية.
- الطريقة التخطيطية.
- الطريقة الميكانيكية.

عدة مقاطع من خلال طريقة الإحداثيات ووجد أن

نسبة الخطأ أو الفرق قليلة جدا فتم اعتماد المساحات التي تم قياسها على الاتوكاد.

- حساب الحجوم والكميات:

في مشاريع الطرق وبعد الوصول إلى المسارين النهائيين (. .) لا بد وأن ينتج لدينا كميات وردم للوصول إلى منسوب معين (وهو هنا منسوب سطح الطريق المخصص للمركبات) . . .
التكلفة وتسهيل طر .

بعد الحصول على المعلومات اللازمة من الحقل لكافة المقاطع العرضية حتى نتمكن من حساب مساحاتها نستطيع حساب كميات و أحجام الردم والحفر اللازمة بعدة طرق ولكنها طبعا على درجات مختلفة من الدقة وسنستعرض فيما يلي الطريقة التي سيتم استخدامها في حساب الحجوم والكميات وهي طريقة المقطع الوسطي.

9-2-1 حساب كميات الحفر والردم بطريقة المقطع الوسطي

هذه الطريقة تتطلب أن يكون ميل سطح الأرض منتظما بين كل مقطعين متتاليين، ولذلك قمنا بأخذ مقاطع عرضية عند كل تغير رأسي في سطح الأرض المكونة للطريق، مع الأخذ بعين الاعتبار التغيرات الأفقية في الطريق.

هذه الطريقة يتم اخذ معدل مساحتي هذين المقطعين ويتم حساب الحجم على المعادلة التالية بين كل

مقطعين

$$V = \frac{D}{6} * [A1 + A2 + 4 * A3]$$

حيث ان :

V: حجم التربة بين مقطعين

A1:

A2:

A3:

D: المسافة بين المقطعين

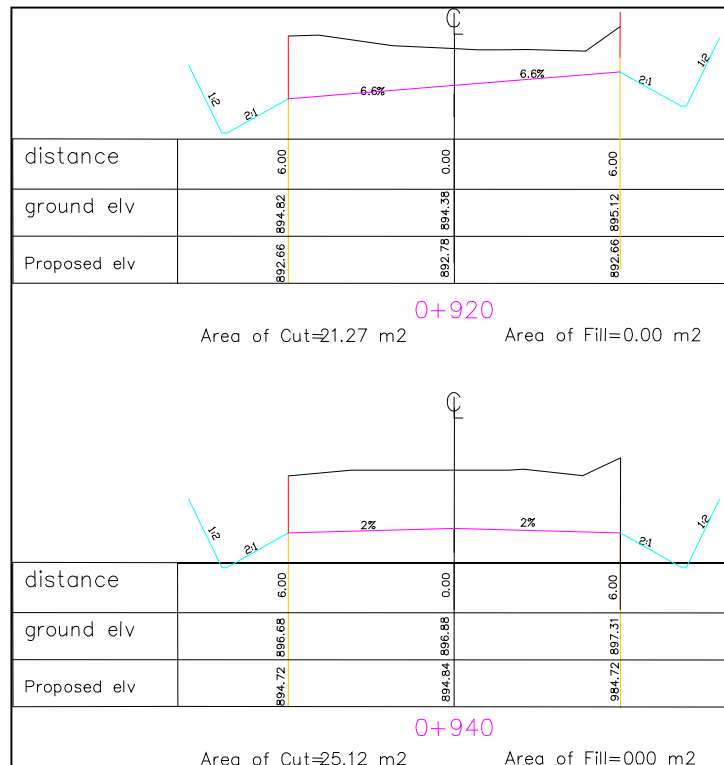
2-2-9 الحالات التي يمكن أن يتواجد فيها المقطعين العرضيين المتتاليين:

. المقطعين العرضيين المتتاليين في منطقة حفر كما :

أن ما ينطبق على المقطعين اللذين يقعان في منطقة حفر كامل ينطبق على تلك المقاطع التي تكون في منطقة ردم كامل لهذا سنكتفي بذكر مثال عن المقاطع التي تقع في منطقة .
في هذه الحالة تحسب الحجوم على القانون التا :

$$V = \frac{D}{6} * [A1 + A2 + 4 * A3]$$

وقد اخترنا المقطعان التي أرقام محطاتهما على التوالي (Station 0+9400) & (Station 0+920) (-) يوضح المقطعان:



- في هذا الشكل، الخط الزهري يوضح منسوب سطح الطريق أما . فيمثل سطح الأرض الطبيعية. .
الآن بحساب كميات الردم المطلوبة لهذين المقطعين كالتالي:

المسافة بين المقطعين = 20

$$21.27 \text{ m}^2 = (A1) \text{ (Station 0+920)}$$

$$0.0 \text{ m}^2 = \text{ (Station 0+920)}$$

$$25.12 \text{ m}^2 = (A2) \text{ (Station 0+940)}$$

$$0.0 \text{ m}^2 = \text{ (Station 0+940)}$$

$$V = \frac{20}{6} * [21.27 + 25.12 + 4 * 23.20]$$

$$V = 463.90 \text{ m}^3$$

:() .

فيتم حساب مساحة الحفر والردم على النحو التالي:

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

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

(F)

(C)

(D) ترمز إلى المسافة بين المقطعين.

(V)

:() .

فيتم حساب مساحة الحفر والردم على النحو التالي:

:

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

:

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

حيث:

- . (F_{i+1})
- . (C_{i+1})
- . (C_i)
- . (D) لى المسافة بين المقطعين.

:() .

فيتم حساب مساحة الحفر والردم على النحو التالي:

:

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

:

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

حيث:

- . (F_i)
- . (C_i)
- . (F_{i+1})
- . (D) ترمز إلى المسافة بين المقطعين.

·

فيتم حساب مساحة الحفر والردم على النحو التالي:

:

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

:

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

حيث:

(F_i)

(C_i)

(F_{i+1})

(C_{i+1})

(D) ترمز إلى المسافة بين المقطعين.

وكل مقطع حسب شكله طبيعته وتم ترتيب الكميات

وعليه تم حساب كل المقاطع العرضية على هذا في جدول كما هو موضح في الملاحق.

النتائج والتوصيات

-
- التوصيات

النتائج والتوصيات

- :
- الطريق المراد تصميمه هام جدا وذلك بسبب التوسع ا .
- همية هذا الطريق وزيادة التوسع العمراني في تلك المنطقة . حالة الطريق والطرق المجاورة وجد أنه من المفروض تصميم هذا الطريق بعرض . لتأدية الغرض المطلوب منه، إلا أنه وبسبب قرب المباني على الشارع و(عددها كبير) . تعليمات بلدية الخليل فيما يتعلق بنزع الملكية تم تصميمه بعرض () متر وهو أوسع ما يمكن بدون التطرق إلى نزع الملكية من السكان.
- مسار الطريق الحالي لا يتوافق مع متطلبات التصميم السليم حيث أننا ملزمين بهذا المسار بناء على تعليمات البلدية.
- تم الحصول على البسكورس المستخدم في كافة التجارب من مخازن البلدية و الموجودة في منطقة دائرة السير.
- التوصيات:
- عملية التصميم بجوار الطريق تبين انه لا يمكن .
- المنحنيات وبناء على ذلك نوصي بتخفيف السرعة على المنحنيات مع ضرورة وضع الإشارات المرورية .
- يجب البدء بتنفيذ الشارع في اقرب وقت ذلك بسبب الحاجة الماسة لتلك المنطقة لتوسيع الشارع وأيضا قبل زيادة التوسع العمراني بالقرب من الشارع.
- الحرص على أن يكون عملية الدحل و أدمك جيدين وعلى طبقات لا تزيد سماكة كل طبقة عن . يتوافق مع مواصفات الطرق العامة.

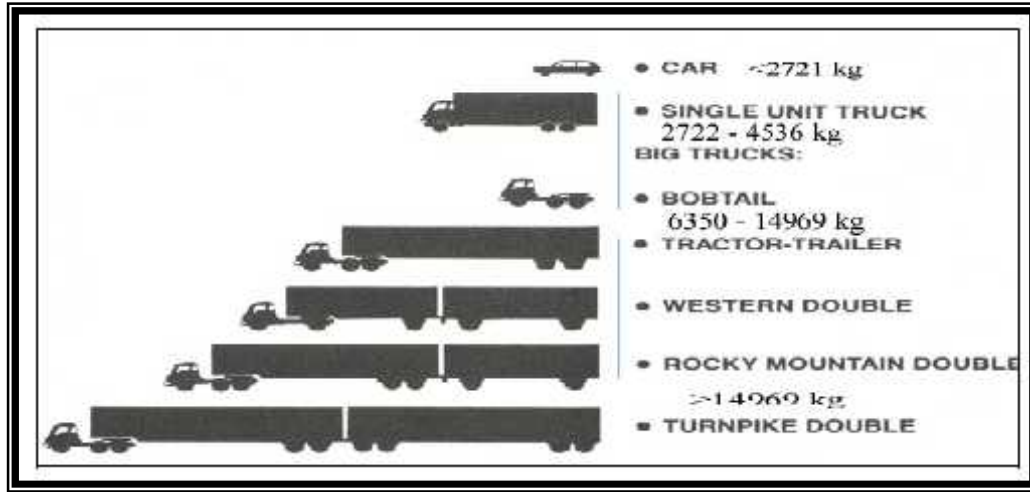
- يجب . . رش المادة السائلة و المسمامة بيتومين على الطبقة المدموكة أخيرا قبل أن توضع طبقة .
- حيث أننا لم نتمكن من زيادة عرض الطريق بسبب الأبنية المقامة على جانبي الطريق نوصي بإعادة دراسة استيعاب الطريق بعد فترة زمنية معقولة ().

()

الأبعاد الرئيسية للمركبات

الأبعاد الرئيسية للمركبات حسب مواصفات هيئة أشتو (AASHTO).

عربة نقل تجارية ()	عربة نقل مسافرين		
16.7	12.1	5.8	(m)
2.6	2.6	2.1	(m)
4.1	4.1	1.3	(m)
6.1	7.6	3.4	عد بين العجل (m)
0.9	1.2	0.9	البعد بين مقدمة (m)
0.6	1.8	1.5	البعد بين مؤخرة (m)



أنواع المركبات والأحمال الواقعة على محاورها

حساب المنحنيات الرأسية

:()

المنحنى عبارة عن منحنى قاع وسيتم التصميم على أساس راحة المسافرين (comfort of passenger):

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

Where:

V: السرعة التصميمية م/ ث

C: معدل التغير في تسارع في القوة الطاردة المركزية ويساوي ٠.٦ م / ث^٢

N: زاوية انحراف المماسين

Solution:

$$V = 50 \text{ km/h} = 50/3.6 = 13.89 \text{ m/sec}$$

$$p = +3.96$$

$$q = +11.7$$

$$N = 0.117 - 0.0396$$

$$= 0.0774$$

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

$$= 2 * [(0.0774) * (13.89)^3 / (٠.٦)]^{0.5}$$

$$= 37.18 \text{ m}$$

وقد تم التصميم في هذا المنحنى على أن طول المنحنى 140m

- التحقق من أن طول المنحنى أقل من (maximum impact factor) المسموح بها ويساوي ١٧%

$$I \text{ max} = [(200 * N * V^2) / (g * L)] \%$$

$$= (200 * 0.0774 * (13.89)^2) / (9.81 * 140)$$

$$= 2.17 \% < 17\%$$

بما أن ٢.١٧% أقل منه أعلى قيمة مسموح بها ١٧% ، إذن الطول ١٤٠م يحقق راحة المسافرين

Length of curve = 140 m

Reduce Level of A = 827.36

Chainage of A = 0+ 036.784

$$* L = 2*\ell = 140\text{m}$$

$$\ell = 60/2 = 70 \text{ m}$$

$$* \text{RL of A} = 827.36\text{m}$$

$$\begin{aligned} * \text{RL of P} &= \text{RL of A} + \left(\frac{l * P}{100} \right) \\ &= 827.36 + \left(\frac{70 * 3.96}{100} \right) \\ &= 830.14 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} * \text{RL of B} &= \text{RL of P} - \left(\frac{l * q}{100} \right) \\ &= 830.14 + \left(\frac{70 * 11.7}{100} \right) \\ &= 838.33 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} * \text{RL of C} &= ((\text{RL of A} + \text{RL of B})/2) \\ &= ((830.14 + 838.33)/2) \\ &= 834.25 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} * \text{CP} &= \text{RL of C} - \text{RL of P} \\ &= 834.25 - 830.14 = 4.11 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} * e &= \text{CP}/2 = 4.11/2 \\ e &= 2.055 \text{ m} \end{aligned}$$

لنفرض أن طول الوتر الجزئي $x=10$ m

$$x= 10,20,30,50,60,70$$

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

$$y= 0.000419 x^2 \quad (\text{المسافة العمودية بين المنحنى الرأسى والمماس})$$

$$1- \text{At Ch} = 0+ 036.784$$

$$\text{RL on Tangent} = 827.36 \text{ m}$$

$$\text{RL on Curve} = 827.36 \text{ m}$$

$$2- \text{At Ch} = (0+036.784 +10) = 0+ 046.784 \text{ m}$$

$$y = 0.000419 x^2 = 0.000419 * 10^2 = 0.0419 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{RL (for any point on Curve)} &= \frac{q-p}{4l} x^2 + p * x + h_{BVC} \\ &= \frac{0.0396 - 0.117}{4 * 70} 10^2 + 0.0396 * 10 + 827.36 \\ &= 827.78 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{RL on Tangent}(x) &= \text{RL of A} + (p)*(x) \\ &= 827.36 + (0.0396)*(10) \\ &= 827.756 \text{ m} \end{aligned}$$

ناتي الى حساب الارتفاعات على المماس باستخدام قيمة q من نقطة التقاطع p

$$\begin{aligned} \text{RL on Tangent}(x) &= \text{RL of p} + (q)*(x) \\ &= 830.14 + (0.117)*(10) \\ &= 831.31 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\frac{q-p}{4l} x^2 + p * x + h_{BVC} \quad \text{RL (for any point on Curve)} =$$

$$= \frac{0.117 - 0.0396}{4 * 70} 80^2 + 0.0396 * 10 + 827.36$$

$$= 832.30$$

و نكمل بنفس الطريقة لباقي الأوتار المتبقية على هذا المماس ، و الجدول التالي يبين الحسابات التي تمت و على المماسين (p an q):

Chainage (m)	x (m)	Y Offset (m)	RL on Tangent (m)	RL on Curve (m)
0+36.784	0	0	827.36	827.36
0+46.784	10	0.042	827.756	827.78
0+56.784	20	0.168	828.152	828.26
0+66.784	30	0.377	828.548	828.8
0+76.784	40	0.671	828.944	829.39
0+86.784	50	1.048	829.34	828.36
0+96.784	60	1.51	829.736	830.73
0+106.784	70	2.055	830.132	831.49
0+116.784	80	1.51	831.31	832.3
0+126.784	90	1.048	832.48	833.16
0+136.784	100	0.671	833.65	834.08
0+146.784	110	0.377	834.82	835.06
0+156.784	120	0.168	835.99	836.09
0+166.784	130	0.042	837.16	837.18
0+176.784	140	0	838.33	838.32

إيجاد منسوب و موقع أعلى نقطة على المنحنى

$$x = \left(\frac{p * L}{q - p} \right) = \left(\frac{3.96 * 140}{11.7 - 3.96} \right) = 71.63 \text{ m}$$

إذن، موقع أعلى نقطة من المنحنى الرأسي يبعد 71.63m عن نقطة التماس الأولى A و تبعد عن نقطة التماس الثانية بمقدار

$$x = 140 - 71.63 = 68.37\text{m}$$

منسوب أعلى نقطة على المنحنى :

$$\begin{aligned} \text{RL (for any point on Curve)} &= \frac{q-p}{4l} x^2 + p * x + h_{BVC} \\ &= \frac{0.117 - 0.0396}{4 * 70} 71.63^2 + 0.0396 * 71.63 + 827.36 = 831.715 \text{ m} \end{aligned}$$

() :

- هو عبارة عن منحنى تلافي ، ويتم عملية توقيع المنحنى على المعادلات التالية :
- إيجاد أقل مسافة للرؤية حسب المعادلة التالية :

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

$$V = 50 \text{ km/h} = 50 * (1/3.6) = 13.89\text{m/s}$$

$$p = +11.7$$

$$q = +0.00$$

$$T = 3 \text{ sec}$$

$$F = 0.38$$

$$N = p - q$$

$$= 11.7 - 0.00 = 11.7\% = 0.117$$

$$\text{S.D} = (0.28)(13.89)(3) + (13.89)^2 / [254(0.38 + 0.117)]$$

$$= 13.19 \text{ m}$$

- إيجاد طول المنحنى حسب أقل مسافة للتوقف :

- Let $L > \text{S.D}$

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

Where:

H: ارتفاع عين السائق فوق سطح الطريق وهي من (١.١٠ - ١.٢٢) متر

h: ارتفاع الجسم المرئي عن الطريق وهو من (٠.١ - ٠.١٥) متر

$$L = (0.117) * (13.19)^2 / [(2 * 1.20)^{0.5} + (2 * 0.1)^{0.5}]^2$$
$$= 5.11 \text{ m} < \text{S.D}$$

بما أن الطول 85m أكبر من أقل مسافة للتوقف، إذن هذا الطول يعتبر مناسباً لتحقيق مسافة الرؤية للتوقف وقد تم التصميم في هذا المنحنى على أساس أن طول المنحنى 85m

Length of the Curve = 85 m

Reduce Level of A = 848.49m

Chainage of A = 0+263.731

$$L = 2 * l = 85$$

$$* l = 85/2 = 42.5\text{m}$$

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

$$\text{RL.of .P} = 848.49 + \left(\frac{42.5 * 11.7}{100} \right)$$

$$\text{RL of P} = 853.46 \text{ m}$$

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

$$\text{RL.of .B} = 853.46 + \left(\frac{42.5 * 0.00}{100} \right)$$

$$\text{RL of B} = 853.46\text{m}$$

$$\begin{aligned}
 * \text{ RL of C} &= ((\text{RL of A} + \text{RL of B})/2) \\
 &= ((848.49+853.46)/2) \\
 &= 850.975 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 * \text{ CP} &= \text{RL of P} - \text{RL of C} \\
 &= 853.46 - 850.975 \\
 &= 2.458 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 * e &= \text{CP}/2 \\
 &= 2.458/2 = 1.243 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 * y &= e \left(\frac{x}{l} \right)^2 \\
 &= 1.243 \left(\frac{x^2}{42.5^2} \right) \qquad y = 0.000681661 x^2
 \end{aligned}$$

لنأخذ الأوتار الجزئية مساوية ل $x = 5$

$$x = 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 .$$

1- at Ch 0+263.731

$$x = 0$$

$$y \text{ offset} = 0.000681661 x^2 = 0$$

$$\text{RL on Tangent} = 848.49 \text{ m}$$

$$\text{RL on Curve} = 848.49 \text{ m}$$

2- at Ch (0+ 263.731 + 5) = 0+268.731

$$x = 5 \text{ m}$$

$$y \text{ offset} = 0.000681661 x^2 = 0.000681661(5*5) = 0.0170 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{RL on Tangent}(x) &= \text{RL of A} + (p) \cdot (x) \\ &= 848.49 + (0.117) \cdot (5) \\ &= 849.075\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{q-p}{4l} x^2 + p \cdot x + h_{BVC} \quad \text{RL (for any point on Curve)} &= \\ &= \frac{0.0-0.117}{4 \cdot 42.5} 5^2 + 0.117 \cdot 5 + 848.49 = 849.06\text{m} \end{aligned}$$

و الجدول التالي يضم جميع النتائج المتعلقة بالمنحنى

Chainage (m)	x (m)	Y OFFSET (M)	RL on Tangent (m)	RL on Curve (m)
0+263.731	0	0	848.49	848.49
0+268.731	5	0.017	849.075	849.06
0+273.731	10	0.069	849.66	849.59
0+278.731	15	0.155	850.245	850.09
0+283.731	20	0.275	850.83	850.55
0+288.731	25	0.43	851.415	850.98
0+293.731	30	0.619	852.00	851.38
0+298.731	35	0.843	852.585	851.74
0+303.731	40	1.101	853.17	852.07
0+306.231	42.5	1.243	853.4625	852.22
0+308.731	45	1.101	853.463	852.36
0+313.731	50	0.843	853.463	852.62
0+318.731	55	0.619	853.463	852.84
0+323.731	60	0.43	853.463	853.03
0+328.731	65	0.275	853.463	853.19
0+333.731	70	0.155	853.463	853.31
0+338.731	75	0.069	853.463	853.39
0+343.731	80	0.017	853.463	853.45

0+348.731	85	0	853.463	853.46
-----------	----	---	---------	--------

إيجاد منسوب و موقع أعلى نقطة على المنحنى

$$x = \left(\frac{p * L}{q - p} \right) = \left(\frac{11.7 * 85}{0.0 - 11.7} \right) = 85 \text{ m}$$

إذن، موقع أعلى نقطة من المنحنى الرأسي يبعد 85m عن نقطة التماس الأولى A و تبعد عن نقطة التماس الثانية بمقدار

$$x = 85 - 85 = 0.0 \text{ m}$$

منسوب أعلى نقطة على المنحنى :

: RL (point on Curve)= 853.46m

()

RL of A (m)	848.49
V (km/h)	50
Ch of A (Km+m)	0+386
p%	0.00
q%	10.61
Length of Curve	200
x (m)	20

المعطيات و الحسابات الأولية في الجدول التالي :

الحسابات الكاملة في الجدول التالي :

Chianage (Km+m)	x (m)	y offset (m)	RL on Tangent (m)	RL on Curve (m)
0+386	0	0	848.49	848.49
0+406	20	0.056	848.49	848.6
0+426	40	0.225	848.49	848.91
0+446	60	0.507	848.49	849.44
0+466	80	0.901	848.49	850.19
0+486	100	1.408	848.49	851.14
0+506	120	0.901	850.612	852.31
0+526	140	0.507	852.734	853.69
0+546	160	0.225	854.856	855.28
0+566	180	0.056	856.978	857.08
0+586	200	0	859.1	859.1

موقع و منسوب أخفض نقطة على المماس و المنحنى كما يلي:

$$x=(0.0*200)/(10.61-0.0) =0.0m$$

إذن، موقع أخفض نقطة من المنحنى الرأسي يبعد 0.0m عن نقطة التماس الأولى A و تبعد عن نقطة التماس الثانية بمقدار

$$x= 200- 0.00 = 200m$$

منسوب أخفض نقطة على المماس

Reduce Level of low point on the Tangent= Reduce Level of low point on the curve

$$= 848.49m$$

() :

المعطيات و بعض الحسابات الأولية في الجدول التالي:

RL of A (m)	871.76
V (km/h)	50
Ch of A (Km+m)	0+ 640.430
p%	10.61
q%	2.88
Length of Curve	86
x (m)	5

الحسابات الكاملة في الجدول التالي:

Chainage (Km+m)	x (m)	y offset (m)	RL on Tangent (m)	RL on Curve (m)
640.432	0	0	871.76	871.76
649.032	8.6	0.033	872.672	872.64
657.432	17	0.13	873.564	873.43
666.232	25.8	0.299	874.497	874.2
674.732	34.3	0.529	875.399	874.87

683.432	43	0.831	876.322	875.49
692.032	51.6	0.529	876.57	876.04
700.632	60.2	0.299	876.812	876.52
709.232	68.8	0.13	877.065	876.93
717.832	77.4	0.033	877.31	877.28
726.432	86	0	877.56	877.56

موقع و منسوب أعلى نقطة على المماس و المنحنى كما يلي:

$$x = (2.88 * 86) / (10.61 - 2.88) = 32.04m$$

إذن، موقع أعلى نقطة من المنحنى الرأسي يبعد 32.04m عن نقطة التماس الأولى A و تبعد عن نقطة التماس الثانية بمقدار

$$x = 86 - 32.04 = 53.96m$$

منسوب أعلى نقطة على المماس

$$\frac{q - p}{4l} x^2 + p * x + h_{BVC}$$

$$\frac{0.0288 - 0.1061}{4 * 43} 32.04^2 + 0.0288 * 32.04 + 871.76 = 872.22m$$

:()

المعطيات و الحسابات الأولية في الجدول التالي:

RL of A (m)	877.98
Ch of A (Km+m)	0+740.946
p%	2.88
q%	10.32
L	99
x (m)	11
RI of C	874.7
CP	1.662
e	0.831

الحسابات كاملة في الجدول التالي:

Chainage (Km+m)	x (m)	y offset (m)	RL on Tangent (m)	RL on Curve (m)
740.946	0	0	877.98	877.98
751.946	11	0.011	878.297	878.34
762.946	22	0.042	878.614	878.98
773.946	33	0.095	878.93	879.34
784.946	44	0.168	879.247	879.98
790.446	49.5	0.213	879.406	880.33
795.946	55	0.168	880.985	880.98
806.946	66	0.095	881.302	881.52

817.946	77	0.042	881.619	882.43
828.946	88	0.011	881.935	883.42
839.946	99	0	882.252	879.98

موقع و منسوب أخفض نقطة على المماس و المنحنى كما يلي:

$$x = (2.88 * 99) / (10.32 - 2.88) = 38.32m$$

إذن، موقع أعلى نقطة من المنحنى الرأسي يبعد 38.32m عن نقطة التماس الأولى A و تبعد عن نقطة التماس الثانية بمقدار

$$x = 99 - 38.32 = 60.68m$$

منسوب أخفض نقطة

Reduce Level of low point :

$$\frac{q - p}{4l} x^2 + p * x + h_{BVC} =$$

$$\frac{0.1032 - 0.0288}{4 * 49.5} 38.32^2 + 0.0288 * 38.32 + 877.98 = 879.64m$$

حساب المنحنيات الأفقية

: ()

المعطيات و الحسابات الأولية في الجدول التالي:

230	()	
0° 28' 00"		زاوية الانحراف
17.02		
8.4%		التعليق
0.17		
50	(/)	
0.59	()	
لا يوجد	()	
.	()	
.	() 'c1	
.	() 'c	
.	() 'c2	
00° 59' 56.18"	d1	زاوية الانحراف الجزئية
01° 14' 44.02"	d	زاوية الانحراف الجزئية لـ
00° 44' 36.96"	d2	زاوية الانحراف الجزئية
		عدد الأقواس الجزئية

طول الأقواس الجزئية ومقادير زوايا الانحراف لتثبيت المنحنى الدائري

			زاوية الانحراف الجزئية	زاوية الانحراف الكلية
PC	0+011.98	.	00° 00' 00"	00° 00' 00"
1	0+20.00	.	00° 59' 56.18"	00° 59' 56.18"
2	0+30.00		01° 14' 44.02"	02° 14' 40.2"
	0+40.00		01° 14' 44.02"	03° 29' 24.22"
PT	0+45.97	.	00° 44' 36.96"	04° 14' 1.18"

(8):

المعطيات و الحسابات الأولية في الجدول التالي:

145.00	()
12 ⁰ 22' 24"	زاوية الانحراف
15.72	
% .	التعليق
0.17	
50	(/)
0.82	()
لا يوجد	()
31.31	()
.	() 'c1
.	() 'c
.	() 'c2
⁰ 03' 32.34"	d1 زاوية الانحراف الجزئية
00 ⁰ 59' 16.29"	d زاوية الانحراف الجزئية لـ
01 ⁰ 10' 31.98"	d2 زاوية الانحراف الجزئية
	عدد الأقواس الجزئية

طول الأقواس الجزئية ومقادير زوايا الانحراف لتثبيت المنحنى الدائري

			زاوية الانحراف الجزئية	زاوية الانحراف الكلية
PC	0+059.64	.	00 ⁰ 00' 00"	00 ⁰ 00' 00"
1	0+65.00	5.36	⁰ 03' 32.34"	⁰ 03' 32.34"
2	0+70.00	5.00	00 ⁰ 59' 16.29"	02 ⁰ 02' 48.63"
3	0+75.00	5.00	00 ⁰ 59' 16.29"	03 ⁰ 02' 4.92"
4	0+80.00	5.00	00 ⁰ 59' 16.29"	04 ⁰ 01' 21.21"
5	0+85.00	5.00	00 ⁰ 59' 16.29"	05 ⁰ 00' 37.5"
PT	0+90.95	5.95	01 ⁰ 10' 31.98"	06 ⁰ 11' 9.48"

() :

المعطيات و الحسابات الأولية في الجدول التالي:

	()
0	زاوية الانحراف
.	
5.9%	التعليق
0.1	
	(/)
.	()
لا يوجد	()
.	()
.	()'c1
	()'c
.	()'c2
02°31'34.4"	d1 زاوية الانحراف الجزئية
01°02'30.27"	d زاوية الانحراف الجزئية لـ
01°33'7.90"	d2 زاوية الانحراف الجزئية
	عدد الأقواس الجزئية

طول الأقواس الجزئية ومقادير زوايا الانحراف لتثبيت المنحنى الدائري

			زاوية الانحراف الجزئية	زاوية الانحراف الكلية
PC	0+095.15	.	00°00'00"	00°00'00"
1	0+100.00	.	02°31'34.4"	02°31'34.4"
2	0+102.00	.	01°02'30.27"	03°34'4.67"
3	0+104.00	2.00	01°02'30.27"	04°36'34.94"
4	0+106.00	2.00	01°02'30.27"	05°39'5.21"
5	0+108.00	2.00	01°02'30.27"	06°41'35.48"
6	0+110.00	2.00	01°02'30.27"	07°44'5.75"

7	0+112.00	2.00	01°02'30.27"	08°46'36.02"
8	0+114.00	2.00	01°02'30.27"	09°49'6.29"
	0+116.00	2.00	01°02'30.27"	10°51'36.6"
	0+118.00	.	01°02'30.27"	11°54'6.83"
	0+120.00	.	01°02'30.27"	12°56'37.1"
PT	0+122.98	.	01°33'7.90"	14°29'45"

المعطيات:

$$R = 230.00 \text{ m}$$

$$= \text{ ' } 0 \text{ ' '}$$

$$0+011.98$$

زاوية الانحراف

$$= \text{PC}$$

لية اللازمة على المنحنى (e):

-

$$e + f = \frac{v^2}{127R}$$

$$\Rightarrow e + 0.17 = \frac{(50)^2}{127 * 230.00} = 0.084 < 0.10$$

:(W)

-

$$W = \frac{nl^2}{2R} + \frac{v}{9.5\sqrt{R}}$$

$$\Rightarrow W = \frac{3(6.1)^2}{2 * 230.00} + \frac{50}{9.5\sqrt{230.00}} = 0.59m$$

:(T) -3

$$T = R * \tan(\theta/2)$$

$$= 230.00 * \tan(4^{\circ} 14' 00'')$$

$$= 17.02 \text{ m}$$

:(L) -

$$L = \frac{f\Delta R}{180}$$

$$= (3.14 * 8^{\circ} 28' 00'' * 230.00) / 180^{\circ}$$

$$= 33.99 \text{ m}$$

$$\text{Ch. Of PT} = \text{Ch. PC} + L$$

$$= 0+011.98 + 33.99$$

$$= 0+045.97m$$

5- لأقواس الجزئية:

$$R/0 = 230/0 = \dots \text{ m}$$

نختار طولاً للقوس الجزئي الأول بحيث تكون محطة النقطة من المنحنى رقماً مدوراً و مناسباً، وبما أن مساوية لـ: (0+011.98) PC

$$C_1 = 20.00 - 11.98 = 8.02 \text{ m}$$

10 m

جزئية الوسطى فليكن عددها

فبقي لدينا القوس الجزئي الأخير و يساوي:

$$c_2 = L - c_1 - nc$$

$$= 33.99 - 8.02 - (2 * 10) = 5.97 \text{ m}$$

So we have

$$c_1 = 8.02 \text{ m}$$

$$c = 10 \text{ m}$$

$$c_2 = 5.97 \text{ m}$$

6- إيجاد الزوايا الجزئية (d, d_2, d_1):

$$\begin{aligned} d_1 &= (90 * c_1) / (3.14 * R) \\ &= (90 * 8.02) / (3.14 * 230.00) \\ &= 00^0 59' 56.18'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d &= (90 * 10) / (3.14 * 230.00) \\ &= 01^0 14' 44.02'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_2 &= (90 * 5.97) / (3.14 * 5.97) \\ &= 00^0 44' 36.96'' \end{aligned}$$

:(8)

المعطيات و الحسابات الأولية في الجدول التالي:

125.00	()
12 ⁰ 03' 33"	زاوية الانحراف
13.02	
5.6%	التعليق
0.1	
60	(/)
1.01	()
لا يوجد	()
26.31	()
5.81	() 'c1
5	() 'c
5.50	() 'c2

01°19' 53.59"	d1	زاوية الانحراف الجزئية
01°08' 45.30"	d	زاوية الانحراف الجزئية لـ
01°15' 37.83"	d2	زاوية الانحراف الجزئية
		عدد الأقواس الجزئية

طول الأقواس الجزئية ومقادير زوايا الانحراف لتثبيت المنحنى الدائري

			زاوية الانحراف الجزئية	زاوية الانحراف الكلية
PC	0+144.19	.	00°00' 00"	00°00' 00"
1	0+65.00	.	01°19' 53.59"	01°19' 53.59"
2	0+70.00	5.00	01°08' 45.30"	02°28' 38.89"
3	0+75.00	5.00	01°08' 45.30"	03°37' 24.19"
4	0+80.00	5.00	01°08' 45.30"	04°46' 9.49"
PT	0+90.95	5.95	01°15' 37.83"	06°01' 47.32"

(8) :

المعطيات و الحسابات الأولية في الجدول التالي:

250	()
13°09' 29"	زاوية الانحراف
28.83	
9.1%	التعليق
0.1	
50	(/)
0.56	()
لا يوجد	()
57.41	()
12.41	() 'c1
10	() 'c
5.00	() 'c2

01°25' 19.49"	d1	زاوية الانحراف الجزئية
01°08' 45.30"	d	زاوية الانحراف الجزئية لـ
00°34' 22.65"	d2	زاوية الانحراف الجزئية
		عدد الأقواس الجزئية

طول الأقواس الجزئية ومقادير زوايا الانحراف لتثبيت المنحنى الدائري

			زاوية الانحراف الجزئية	زاوية الانحراف الكلية
PC	0+222.59	.	00°00' 00"	00°00' 00"
1	0+235.00	.	01°25' 19.49"	01°25' 19.49"
2	0+245.00	10.00	01°08' 45.30"	02°24' 4.79"
3	0+255.00	10.00	01°08' 45.30"	03°42' 50.09"
4	0+265.00	10.00	01°08' 45.30"	04°51' 35.39"
	0+275.00	.	01°08' 45.30"	06°00' 20.69"
PT	0+280.00	5.00	00°34' 22.65"	06°34' 43.34"

(8):

المعطيات و الحسابات الأولية في الجدول التالي:

345.00	()
10°50' 20"	زاوية الانحراف
32.73	
8.8%	التعليق
0.1	
60	(/)
0.50	()
لا يوجد	()
65.26	()
13.39	() 'c1
15	() 'c
6.875	() 'c2

01°06' 42.73"	d1	زاوية الانحراف الجزئية
01°14' 44.02"	d	زاوية الانحراف الجزئية لـ
00°34' 15.17"	d2	زاوية الانحراف الجزئية
		س الجزئية

طول الأقواس الجزئية ومقادير زوايا الانحراف لتثبيت المنحنى الدائري

			زاوية الانحراف الجزئية	زاوية الانحراف الكلية
PC	0+311.61	.	00°00' 00"	00°00' 00"
1	0+324.02	.	01°06' 42.73"	01°06' 42.73"
2	0+334.02	15.00	01°14' 44.02"	02°21' 26.75"
3	0+354.02	15.00	01°14' 44.02"	03°36' 10.77"
4	0+364.02	15.00	01°14' 44.02"	04°50' 54.79"
PT	0+369.02	6.875	00°34' 15.17"	05°25' 9.96"

(8)

المعطيات و الحسابات الأولية في الجدول التالي:

150.00	()
40°08' 41"	زاوية الانحراف
54.81	
2%	التعليق
0.1	
60	(/)
0.89	()
لا يوجد	()
105.10	()
7.41	() 'c1
5	() 'c
2.685	() 'c2
01°24' 54.74"	d1
00°57' 17.75"	d

00°30' 46.07"	d2	زاوية الانحراف الجزئية
		عدد الأقواس الجزئية

طول الأقواس الجزئية ومقادير زوايا الانحراف لتثبيت المنحنى الدائري

			زاوية الانحراف الجزئية	زاوية الانحراف الكليّة
PC	0+392.59	.	00°00' 00"	00°00' 00"
1	0+400.00	.	01°24' 54.74"	01°24' 54.74"
2	0+405.00	5.00	00°57' 17.75"	02°22' 12.49"
3	0+410.00	5.00	00°57' 17.75"	03°19' 30.24"
4	0+415.00	5.00	00°57' 17.75"	04°16' 47.99"
5	0+420.00	5.00	00°57' 17.75"	05°14' 5.74"
6	0+425.00	5.00	00°57' 17.75"	06°11' 23.49"
7	0+430.00	5.00	00°57' 17.75"	07°08' 41.24"
8	0+435.00	5.00	00°57' 17.75"	08°05' 59.99"
9	0+440.00	5.00	00°57' 17.75"	09°03' 16.74"
10	0+445.00	5.00	00°57' 17.75"	10°00' 34.49"
11	0+450.00	5.00	00°57' 17.75"	10°57' 52.24"
12	0+455.00	5.00	00°57' 17.75"	11°55' 9.99"
13	0+460.00	5.00	00°57' 17.75"	12°52' 27.74"
14	0+465.00	5.00	00°57' 17.75"	13°49' 45.49"
15	0+470.00	5.00	00°57' 17.75"	14°47' 3.24"
16	0+475.00	5.00	00°57' 17.75"	15°44' 20.99"
17	0+480.00	5.00	00°57' 17.75"	16°41' 38.74"
18	0+485.00	5.00	00°57' 17.75"	17°38' 56.49"
19	0+490.00	5.00	00°57' 17.75"	18°36' 14.24"
20	0+495.00	5.00	00°57' 17.75"	19°33' 31.99"
PT	0+497.685	.	00°30' 49.51"	20°04' 21.5"

(8):

المعطيات:

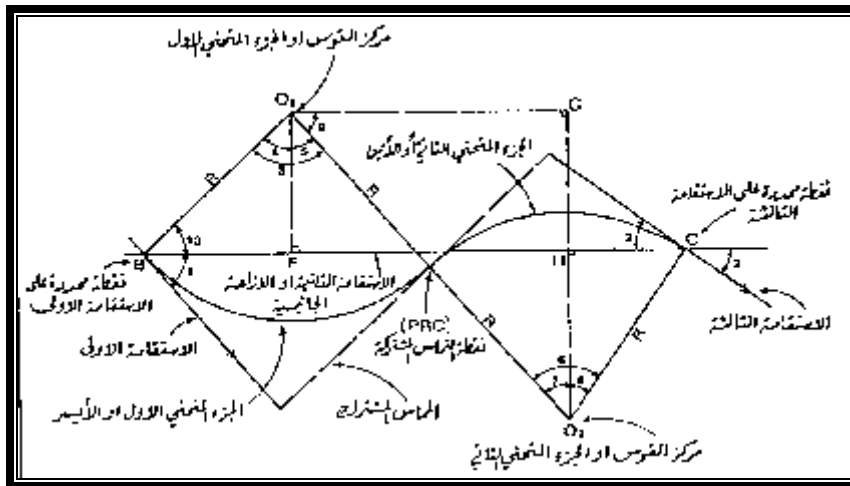
نصف قطر المنحنيين $R=70m$

زاوية الانحراف الاستقامة الثانية عن الأولى = $31^{\circ} 48' 28.99''$

زاوية الانحراف الاستقامة الثالثة عن الثانية = $3^{\circ} 25' 56.89''$

$51.396 m=(BC)$

Chainage of B = 0+515.43



بما أن طبيعة المنطقة تحكم التصميم، وذلك لأن البلدية لا تستطيع عمل نزع للملكية وتعديل مسار الطريق، فف

$$\cos \hat{5} = 0.5 * (\cos \hat{1} + \cos \hat{2})$$

$$\cos \hat{5} = 0.5 * (\cos 31^{\circ}48'28.99'' + \cos 3^{\circ}25'56.89'')$$

$$\Rightarrow \hat{5} = 22^{\circ}28'48.39''$$

$$R = \frac{BC}{(\sin \hat{1} + \sin \hat{2} + 2 \sin \hat{5})} = \frac{51.396}{\sin 31^{\circ}48'28.99'' + \sin 3^{\circ}25'56.89'' + 2 \sin 22^{\circ}28'48.39''}$$

$$\Rightarrow R = 38.02m$$

$$\hat{3} = \hat{1} + \hat{5}$$

$$= 54^{\circ}17'17.38''$$

$$\hat{6} = \hat{2} + \hat{5}$$

$$= 25^{\circ}54'45.28''$$

:(PRC)

$$L_1 = \frac{f * R * \hat{3}}{180}$$

$$\Rightarrow L_1 = 36.02m$$

$$\text{Chainage of PRC} = \text{Ch of B} + L_1$$

$$= 0 + 515.43 + 36.02$$

$$\Rightarrow \text{Ch of PRC} = 0 + 551.45m$$

$$L_2 = \frac{f * R * \hat{6}}{180}$$

$$\Rightarrow L_2 = 17.19m$$

$$\text{Chainage of PT} = \text{Ch of PRC} + L_2$$

$$= 0 + 551.45 + 17.19 = 0 + 568.64m$$

المنحنى الأيسر:

C_1 بحيث يكمل محطة التماس الأولى على رقم مدور ومناسب وليكن

0+553 وبالتالي يكون لدينا:

$$R/20 = 38.0/20 = 1.90$$

$$C_1 = 553 - 551.43 = 1.57m$$

أما الأقواس الجزئية الوسطى وعددها بطول يساوي 1.0 m

$$C_2 = 36.02 - 1.57 - (1 * 33) = 1.45m$$

زوايا الانحراف الجزئية فهي كالتالي:

$$u = 90 * C/R * f$$

$$u_1 = 90 * 1.57/38.02 * f = 1^0 10' 58.76''$$

$$u = 90 * 1/38.02 * f = 0^0 45' 12.58''$$

$$u_2 = 90 * 1.45/38.02 * f = 1^0 05' 33.25''$$

وللتحقق من صحة زوايا الانحراف الجزئية:

$$u_1 + u_2 + \dots + u_{15} + u_{16} = 01^0 10' 58.76'' + (33 * 00^0 45' 12.58'') + 01^0 05' 33.25'' \\ = 27^0 08' 27.25''$$

وهذه القيمة تساوي تقريبا نصف الزاوية المركزية ($\hat{3}$) لجزء المنحنى الأيسر:

$$\frac{\hat{3}}{2} = 27^0 08' 38.69''$$

المنحنى الأيمن:

$$L_2 = 17.19m$$

$$R = 38.02m$$

$$\frac{R}{20} = 1.9m$$

$$c_1 = 553 - 551.45 = 1.55m$$

$$c_2 = 17.19 - 1.55 - (14 * 1) = 1.64m$$

أما بالنسبة للأقواس الجزئية الوسطى عددها 14 1.0 m

ومنها تكون زوايا الانحراف الجزئي كما يلي:

$$u_1 = 90 * \frac{1.55}{38.02} * f = 01^{\circ}10'4.5''$$

$$u = 90 * \frac{1.0}{38.02} * f = 0^{\circ}45'12.58''$$

$$u_2 = 90 * \frac{1.64}{38.02} * f = 01^{\circ}14'8.64''$$

وللتحقق من صحة زوايا الانحراف الجزئية:

$$\begin{aligned} u_1 + u_2 + \dots + u_{15} + u_{16} &= 01^{\circ}10'4.5'' + (14 * 0^{\circ}45'12.58'') + 01^{\circ}14'8.64'' \\ &= 12^{\circ}57'9.26'' \end{aligned}$$

وهذه القيمة تساوي تقريبا نصف الزاوية المركزية ($\hat{6}$) لجزء المنحنى الأيسر:

$$\frac{\hat{6}}{2} = 12^{\circ}57'22.64''$$

المنحنى الأيسر:

Point#	Chord (m)	Chainage (m)	Deflection angle	Total deflection angle
PC of B	0	0+515.43	00°00'00"	00°00'00"
1	.	0+517	1°10'58.76"	1°10'58.76"
2		0+518	0°45'12.58"	1°56'11.34"
3		0+519	0°45'12.58"	2°41'23.92"
4	1	0+520	0°45'12.58"	3°26'36.5"
5		0+521	0°45'12.58"	4°11'49.08"
6		0+522	0°45'12.58"	4°57'1.66"
7	1	0+523	0°45'12.58"	5°42'14.24"
8	1	0+524	0°45'12.58"	6°27'26.82"
9	1	0+525	0°45'12.58"	7°12'39.4"
10	1	0+526	0°45'12.58"	7°57'51.98"
11	1	0+527	0°45'12.58"	8°43'4.56"
12		0+528	0°45'12.58"	9°28'17.14"
13		0+529	0°45'12.58"	10°13'29.72"
14	1	0+530	0°45'12.58"	10°58'42.3"
15		0+531	0°45'12.58"	11°43'54.88"
		0+532	0°45'12.58"	12°29'7.46"
	1	0+533	0°45'12.58"	13°14'20.04"
	1	0+534	0°45'12.58"	13°59'32.62"
	1	0+535	0°45'12.58"	14°44'45.2"
	1	0+536	0°45'12.58"	15°29'57.78"
	1	0+537	0°45'12.58"	16°15'10.36"
		0+538	0°45'12.58"	17°00'22.94"
		0+539	0°45'12.58"	17°45'35.52"

	1	0+540	0°45'12.58"	18°30'48.1"
		0+541	0°45'12.58"	19°16'0.68"
		0+542	0°45'12.58"	20°01'13.26"
	1	0+543	0°45'12.58"	20°01'13.26"
	1	0+544	0°45'12.58"	20°46'25.84"
	1	0+545	0°45'12.58"	21°31'38.42"
	1	0+546	0°45'12.58"	22°16'51"
	1	0+547	0°45'12.58"	23°02'3.58"
		0+548	0°45'12.58"	23°47'16.16"
		0+549	0°45'12.58"	24°32'28.74"
		0+550	0°45'12.58"	25°17'41.32"
PRC	.	0+551.45	1°05'33.25"	27°18'6.32"

المعطيات و الحسابات الأولية في الجدول التالي:

38.02	()
8.4%	التعليق
0.1	
35	(/)
.	()
لا يوجد	()
53.21	()

لأيمن:

Point #	Chord (m)	Chainage (m)	Deflection angle	Total deflection angle
PRC	0	0+551.45	00°00'00"	00°00'00"
1	1.55	0+553	01°10'4.5"	01°10'4.5"
2	1	0+554	0°45'12.58"	1°55'17.08"
3	1	0+555	0°45'12.58"	2°40'29.66"
4	1	0+556	0°45'12.58"	3°25'42.24"
5	1	0+557	0°45'12.58"	4°10'54.82"
6	1	0+558	0°45'12.58"	4°56'7.4"
7	1	0+559	0°45'12.58"	5°41'19.98"
8	1	0+560	0°45'12.58"	6°26'32.56"
9	1	0+561	0°45'12.58"	7°11'45.14"
10	1	0+562	0°45'12.58"	7°56'57.72"
11	1	0+563	0°45'12.58"	8°42'10.3"
12	1	0+564	0°45'12.58"	9°27'22.88"
13	1	0+565	0°45'12.58"	10°12'35.46"
14	1	0+566	0°45'12.58"	10°57'48.04"
15	1	0+567	0°45'12.58"	11°43'0.62"
PT	1.64	0+568.64	1°14'8.64"	12°57'9.26"

المعطيات و الحسابات الأولية في الجدول التالي:

0	()
	زاوية الانحراف
8.9%	التعليق
0.1	
	(/)
	()
لا يوجد	()
	()
	() 'c1
	() 'c
	() 'c2
00° 42' 17.6"	d1 زاوية الانحراف الجزئية
01° 07' 51.02"	d زاوية الانحراف الجزئية لـ
01° 10' 17.57"	d2 زاوية الانحراف الجزئية
	عدد الأقواس الجزئية

طول الأقواس الجزئية ومقادير زوايا الانحراف لتثبيت المنحنى الدائري

			زاوية الانحراف لجزئية	زاوية الانحراف الكلية
PC	0+568.13	0.00	00° 00' 00"	00° 00' 00"
1	0+570.	1.87	00° 42' 17.6"	00° 42' 17.6"
2	0+573.0	3.00	01° 07' 51.02"	01° 50' 8.62"
3	0+576 .	3.00	01° 07' 51.02"	02° 57' 59.64"
4	0+579.0	3.00	01° 07' 51.02"	04° 05' 50.66"
5	0+582.0	3.00	01° 07' 51.02"	05° 13' 41.68"
6	0+585.0	3.00	01° 07' 51.02"	06° 21' 32.7"
7	0+588.0	3.00	01° 07' 51.02"	07° 29' 23.72"
8	0+591.0	3.00	01° 07' 51.02"	08° 37' 14.74"
	0+594 .	3.00	01° 07' 51.02"	09° 45' 5.76"

	0+597 .	3.00	01 ⁰ 07' 51.02"	10 ⁰ 52' 56.78"
	0+600.0	3.00	01 ⁰ 07' 51.02"	12 ⁰ 00' 47.8"
PT	0+603.108	3.108	01 ⁰ 10' 17.57"	13 ⁰ 11' 5.37"

(8):

المعطيات و الحسابات الأولية في الجدول التالي:

40	()
35 ⁰ 16' 53"	زاوية ا
12.12	
7.1%	التعليق
0.1	
35	(/)
1.98	()
لا يوجد	()
24.63	()
2.16	() 'c1
2	() 'c
2.471	() 'c2
01 ⁰ 32' 49.15"	d1 زاوية الانحراف الجزئية
01 ⁰ 25' 56.62"	d زاوية الانحراف الجزئية لـ
01 ⁰ 46' 11"	d2 زاوية الانحراف الجزئية
	الاقواس الجزئية

طول الأواس الجزئية ومقادير زوايا الانحراف لتثبيت المنحنى الدائري

			زاوية الانحراف الجزئية	زاوية الانحراف الكلية
PC	0+612.84	.	00 ⁰ 00' 00"	00 ⁰ 00' 00"
1	0+615.00	.	01 ⁰ 32' 49.15"	01 ⁰ 32' 49.15"
2	0+617.00	.	01 ⁰ 25' 56.62"	02 ⁰ 58' 45.77"

3	0+619.00	2.00	01 ⁰ 25' 56.62"	04 ⁰ 24' 42.39"
4	0+621.00	2.00	01 ⁰ 25' 56.62"	05 ⁰ 50' 39.01"
5	0+623.00	2.00	01 ⁰ 25' 56.62"	07 ⁰ 16' 35.63"
6	0+625.00	2.00	01 ⁰ 25' 56.62"	08 ⁰ 42' 32.25"
7	0+627.00	2.00	01 ⁰ 25' 56.62"	10 ⁰ 08' 28.87"
8	0+629.00	2.00	01 ⁰ 25' 56.62"	11 ⁰ 34' 25.49"
	0+631.00	2.00	01 ⁰ 25' 56.62"	12 ⁰ 00' 22.11"
	0+633.00	.	01 ⁰ 25' 56.62"	14 ⁰ 26' 18.73"
	0+635.00	.	01 ⁰ 25' 56.62"	15 ⁰ 52' 15.35"
PT	0+637.471	.	01 ⁰ 46' 11"	17 ⁰ 38' 26.35"

(8)

المعطيات و الحسابات الأولية في الجدول التالي:

55	()
29 ⁰ 00' 11"	زاوية الانحراف
14.23	
5.9%	التعليق
0.1	
40	(/)
1.58	()
يوجد	()
27.84	()
4.54	()'c1
2	()'c
1.301	()'c2
02 ⁰ 21' 53.11"	d1 زاوية الانحراف الجزئية
01 ⁰ 02' 30.27"	d زاوية الانحراف الجزئية لـ
00 ⁰ 40' 39.55"	d2 زاوية الانحراف الجزئية
	عدد الأقواس الجزئية

طول الأقواس الجزئية ومقادير زوايا الانحراف لتثبيت المنحنى الدائري

			اوية الانحراف الجزئية	زاوية الانحراف الكلية
PC	0+660.46	.	00 ⁰ 00' 00"	00 ⁰ 00' 00"
1	0+615.00	.	02 ⁰ 21' 53.11"	02 ⁰ 21' 53.11"
2	0+617.00	.	01 ⁰ 02' 30.27"	03 ⁰ 24' 23.38"
3	0+619.00	2.00	01 ⁰ 02' 30.27"	04 ⁰ 26' 53.65"
4	0+621.00	2.00	01 ⁰ 02' 30.27"	05 ⁰ 29' 23.92"
5	0+623.00	2.00	01 ⁰ 02' 30.27"	06 ⁰ 31' 54.19"
6	0+625.00	2.00	01 ⁰ 02' 30.27"	07 ⁰ 34' 24.46"
7	0+627.00	2.00	01 ⁰ 02' 30.27"	08 ⁰ 36' 54.73"
8	0+629.00	2.00	01 ⁰ 02' 30.27"	09 ⁰ 39' 25"
	0+631.00	2.00	01 ⁰ 02' 30.27"	10 ⁰ 41' 55.27"
	0+633.00	.	01 ⁰ 02' 30.27"	11 ⁰ 44' 25.54"
	0+635.00	.	01 ⁰ 02' 30.27"	12 ⁰ 46' 55.81"
	0+635.00	.	01 ⁰ 02' 30.27"	13 ⁰ 49' 26.08"
PT	0+637.471	.	00 ⁰ 40' 39.55"	14 ⁰ 30' 5.63"

(8):

المعطيات و الحسابات الأولية في الجدول التالي:

135.00	()
16 ⁰ 33' 08"	زاوية الانحراف
19.64	
4%	التعليق

0.1	
60	(/)
0.96	()
لا يوجد	()
39.00	()
6.07	() 'c1
6	() 'c
2.93	() 'c2
01 ⁰ 17' 17.14"	d1 زاوية الانحراف الجزئية
01 ⁰ 16' 23.66"	d زاوية الانحراف الجزئية
00 ⁰ 37' 18.36"	d2 زاوية الانحراف الجزئية
	عدد الأقواس الجزئية

طول الأقواس الجزئية ومقادير زوايا الانحراف لتثبيت المنحنى الدائري

			زاوية الانحراف الجزئية	زاوية الانحراف الكلية
PC	0+733.93	.	00 ⁰ 00' 00"	00 ⁰ 00' 00"
1	0+740	.	01 ⁰ 17' 17.14"	01 ⁰ 17' 17.14"
2	0+746	6.00	01 ⁰ 16' 23.66"	02 ⁰ 33' 40.8"
3	0+752	6.00	01 ⁰ 16' 23.66"	03 ⁰ 50' 4.46"
4	0+758	6.00	01 ⁰ 16' 23.66"	05 ⁰ 06' 28.12"
5	0+764	6.00	01 ⁰ 16' 23.66"	06 ⁰ 22' 51.78"
6	0+770	6.00	01 ⁰ 16' 23.66"	07 ⁰ 39' 15.44"
PT	0+772.93	2.93	00 ⁰ 37' 18.36"	08 ⁰ 16' 33.8"

(8):

المعطيات و الحسابات الأولية في الجدول التالي:

120	()
34 ⁰ 57' 03"	زاوية الانحراف
37.78	
6.6%	التعليق
0.1	
60	(/)
1.04	()
لا يوجد	()
73.20	()
1.08	() 'c1
5	() 'c
2.121	() 'c2
00 ⁰ 15' 28.19"	d1 زاوية الانحراف الجزئية
01 ⁰ 11' 37.18"	d زاوية الانحراف الجزئية لـ
00 ⁰ 30' 22.87"	d2 زاوية الانحراف الجزئية
	ئية

طول الأقواس الجزئية ومقادير زوايا الانحراف لتثبيت المنحنى الدائري

			زاوية الانحراف الجزئية	زاوية الانحراف الكلية
PC	0+878.92	.	00 ⁰ 00' 00"	00 ⁰ 00' 00"
1	0+880.00	.	00 ⁰ 15' 28.19"	00 ⁰ 15' 28.19"
2	0+885.00	.	01 ⁰ 11' 37.18"	01 ⁰ 27' 5.37"
3	0+590.00	5.00	01 ⁰ 11' 37.18"	02 ⁰ 38' 42.55"
4	0+595.00	5.00	01 ⁰ 11' 37.18"	03 ⁰ 50' 19.73"
5	0+600.00	5.00	01 ⁰ 11' 37.18"	05 ⁰ 01' 65.91"
6	0+605.00	5.00	01 ⁰ 11' 37.18"	06 ⁰ 13' 34.09"
7	0+610.00	5.00	01 ⁰ 11' 37.18"	07 ⁰ 25' 11.27"
8	0+615.00	5.00	01 ⁰ 11' 37.18"	08 ⁰ 36' 48.45"

	0+620.00	5.00	01°11' 37.18"	09°48' 25.63"
	0+625.00	.	01°11' 37.18"	11°00' 2.81"
	0+630.00	.	01°11' 37.18"	12°11' 39.99"
	0+635.00	.	01°11' 37.18"	13°23' 17.17"
	0+640.00	.	01°11' 37.18"	14°34' 54.35"
	0+645.00	.	01°11' 37.18"	15°46' 31.53"
	0+650.00	.	01°11' 37.18"	16°58' 8.71"
PT	0+652.121	.	00°30' 22.87"	17°28' 31.58"

(8):

المعطيات و الحسابات الأولية في الجدول التالي:

112.00	()
12°23' 09"	زاوية الانحراف
12.16	
8.3%	التعليق
0.1	
60	(/)
1.10	()
لا يوجد	()
24.21	()
6.81	() 'c1
5	() 'c
2.401	() 'c2
01°44' 30.82"	d1 زاوية الانحراف الجزئية
01°16' 44.13"	d زاوية الانحراف الجزئية لـ
00°36' 50.9"	d2 زاوية الانحراف الجزئية
	عدد الأقواس الجزئية

طول الأقواس الجزئية ومقادير زوايا الانحراف لتثبيت المنحنى الدائري

			زاوية الانحراف الجزئية	زاوية الانحراف الكلية
PC	1+058.19	.	00°00'00"	00°00'00"
1	1+065.00	.	01°44'30.82"	01°44'30.82"
2	1+070.00	5.00	01°16'44.13"	03°01'14.95"
3	1+075.00	5.00	01°16'44.13"	04°17'59.08"
4	1+080.00	5.00	01°16'44.13"	05°34'43.21"
PT	1+082.401	2.401	00°36'50.9"	06°11'34.11"

(8):

المعطيات و الحسابات الأولية في الجدول التالي:

	()
0	زاوية الانحراف
.	
. %	التعليق
0.1	
	(/)
.	()
لا يوجد	()
.	()
.	() 'c1
.	() 'c
.	() 'c2
01°42'14.78"	d1 زاوية الانحراف الجزئية
01°10'52.88"	d زاوية الانحراف الجزئية لـ
01°11'17.34"	d2 زاوية الانحراف الجزئية
	عدد الأقواس الجزئية

طول الأقواس الجزئية ومقادير زوايا الانحراف لتثبيت المنحنى الدائري

			زاوية الانحراف الجزئية	زاوية الا الكلية
PC	1+094.23	.	00°00'00"	00°00'00"

1	1+100.00	.	01° 42' 14.78"	01° 42' 14.78"
2	1+104.00	4.00	01° 10' 52.88"	02° 53' 7.66"
3	1+108.00	4.00	01° 10' 52.88"	04° 04' 0.54"
4	1+112.00	4.00	01° 10' 52.88"	05° 14' 53.42"
5	1+116.00	4.00	01° 10' 52.88"	06° 25' 46.3"
6	1+120.00	4.00	01° 10' 52.88"	07° 36' 39.18"
7	1+124.00	4.00	01° 10' 52.88"	08° 47' 32.06"
8	1+128.00	4.00	01° 10' 52.88"	09° 58' 24.94"
9	1+132.00	4.00	01° 10' 52.88"	11° 09' 17.82"
10	1+136.00	4.00	01° 10' 52.88"	12° 20' 10.7"
	1+140.00	4.00	01° 10' 52.88"	13° 31' 3.58"
	1+144.00	4.00	01° 10' 52.88"	14° 41' 56.46"
	1+148.00	4.00	01° 10' 52.88"	15° 52' 49.34"
14	1+152.00	4.00	01° 10' 52.88"	17° 03' 42.22"
PT	1+156.023	4.023	01° 11' 17.34"	18° 14' 59.56"

(8):

المعطيات و الحسابات الأولية في الجدول التالي:

.	()
0	زاوية الانحراف
.	
7.8%	التعليق
0.1	
	(/)
.	()
لا يوجد	()
.	()
.	() 'c1
.	() 'c
.	() 'c2
01° 36' 12.82"	d1 زاوية الانحراف الجزئية
01° 04' 51.79"	d زاوية الانحراف الجزئية لـ

00°38' 5.78"	d2	زاوية الانحراف الجزئية
		عدد الأقواس الجزئية

طول الأقواس الجزئية ومقادير زوايا الانحراف لتثبيت المنحنى الدائري

			زاوية الانحراف الجزئية	زاوية الانحراف الكلية
PC	1+190.55	.	00°00' 00"	00°00' 00"
1	1+195.00	4.45	01°36' 12.82"	01°36' 12.82"
2	1+198.00	3.00	01°04' 51.79"	02°41' 4.61"
3	1+201.00	3.00	01°04' 51.79"	03°45' 56.4"
4	1+204.00	3.00	01°04' 51.79"	04°50' 48.19"
5	1+207.00	3.00	01°04' 51.79"	05°55' 39.98"
6	1+210.00	3.00	01°04' 51.79"	07°00' 31.77"
7	1+213.00	3.00	01°04' 51.79"	08°05' 23.56"
8	1+216.00	3.00	01°04' 51.79"	09°10' 15.35"
PT	1+217.762	1.762	00°38' 5.78"	09°48' 21.13"

حسابات المنحنيات الرأسية

:

المنحنى عبارة عن منحنى قاع وسيتم التصميم على أساس راحة المسافرين (comfort of passenger):

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

Where:

V: السرعة التصميمية م /

C: معدل التغير في تسارع في القوة الطاردة المركزية ويساوي . /

N: زاوية انحراف المماسين :

Solution:

$$V = 50 \text{ km/h} = 50/3.6 = 13.89 \text{ m/sec}$$

$$p = +3.96$$

$$q = +11.7$$

$$N = 0.117 - 0.0396$$

$$= 0.0774$$

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

$$= 2 * [(0.0774) * (13.89)^3 / (.)]^{0.5}$$

$$= 37.18 \text{ m}$$

140m

وقد تم التصميم في هذا المنحنى على

% (maximum impact factor) المسموح بها ويساوي

$$I_{\text{max}} = [(200 * N * V^2) / (g * L)] \%$$

$$= (200 * 0.0774 * (13.89)^2) / (9.81 * 140)$$

$$= 2.17 \% < 17\%$$

م يحقق راحة المسافرين

% . أقل منه أعلى قيمة مسموح بها %

Length of curve = 140 m

Reduce Level of A = 827.36

Chainage of A = 0+ 036.784

$$* L = 2*\ell = 140\text{m}$$

$$\ell = L/2 = 70 \text{ m}$$

$$* \text{RL of A} = 827.36\text{m}$$

$$\begin{aligned} * \text{RL of P} &= \text{RL of A} + \left(\frac{l * P}{100} \right) \\ &= 827.36 + \left(\frac{70 * 3.96}{100} \right) \\ &= 830.14 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} * \text{RL of B} &= \text{RL of P} - \left(\frac{l * q}{100} \right) \\ &= 830.14 + \left(\frac{70 * 11.7}{100} \right) \\ &= 838.33 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} * \text{RL of C} &= ((\text{RL of A} + \text{RL of B})/2) \\ &= ((830.14 + 838.33)/2) \\ &= 834.25 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} * \text{CP} &= \text{RL of C} - \text{RL of P} \\ &= 834.25 - 830.14 = 4.11 \text{ m} \end{aligned}$$

$$* e = \text{CP}/2 = 4.11/2$$

$$e = 2.055 \text{ m}$$

$$x=10 \text{ m}$$

$$x= 10,20,30,50,60,70$$

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

$$y= 0.000419 x^2 \quad (\text{المسافة العمودية بين المنحنى الرأسى والمماس})$$

$$1- \text{ At Ch} = 0+ 036.784$$

$$\text{RL on Tangent} = 827.36 \text{ m}$$

$$\text{RL on Curve} = 827.36 \text{ m}$$

$$2- \text{ At Ch} = (0+036.784 +10) = 0+ 046.784 \text{ m}$$

$$y = 0.000419 x^2 = 0.000419 * 10^2 = 0.0419 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{RL (for any point on Curve)} &= \frac{q-p}{4l} x^2 + p * x + h_{BVC} \\ &= \frac{0.0396 - 0.117}{4 * 70} 10^2 + 0.0396 * 10 + 827.36 \\ &= 827.78 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{RL on Tangent}(x) &= \text{RL of A} + (p)*(x) \\ &= 827.36 + (0.0396)*(10) \\ &= 827.756\text{m} \end{aligned}$$

ناتي الى حساب الارتفاعات على المماس باستخدام قيمة q

$$\begin{aligned} \text{RL on Tangent}(x) &= \text{RL of p} + (q)*(x) \\ &= 830.14 + (0.117)*(10) \\ &= 831.31\text{m} \end{aligned}$$

$$\frac{q-p}{4l} x^2 + p * x + h_{BVC} \quad \text{RL (for any point on Curve)} =$$

$$= \frac{0.117 - 0.0396}{4 * 70} 80^2 + 0.0396 * 10 + 827.36$$

= .

و نكمل بنفس الطريقة لباقي الأوتار المتبقية على هذا المماس ، و الجدول التالي يبين الحسابات التي تمت و على المماسين (p an q):

Chainage (m)	x (m)	Y Offset (m)	RL on Tangent (m)	RL on Curve (m)
0+36.784	0	0	827.36	827.36
0+46.784	10	0.042	827.756	827.78
0+56.784	20	0.168	828.152	828.26
0+66.784	30	0.377	828.548	828.8
0+76.784	40	0.671	828.944	829.39
0+86.784	50	1.048	829.34	828.36
0+96.784	60	1.51	829.736	830.73
0+106.784	70	2.055	830.132	831.49
0+116.784	80	1.51	831.31	832.3
0+126.784	90	1.048	832.48	833.16
0+136.784	100	0.671	833.65	834.08
0+146.784	110	0.377	834.82	835.06
0+156.784	120	0.168	835.99	836.09
0+166.784	130	0.042	837.16	837.18
0+176.784	140	0	838.33	838.32

إيجاد منسوب و موقع أعلى نقطة على المنحنى

$$x = \left(\frac{p * L}{q - p} \right) = \left(\frac{3.96 * 140}{11.7 - 3.96} \right) = \dots \text{ m}$$

A 71.63m إذن، موقع أعلى نقطة من المنحنى الرأسي ي
التماس الثانية بمقدار

$$x = 140 - 71.63 = 68.37\text{m}$$

:

$$: \frac{q - p}{4l} x^2 + p * x + h_{BVC} \quad \text{RL (for any point on Curve)} =$$

$$= \frac{0.117 - 0.0396}{4 * 70} 71.63^2 + 0.0396 * 71.63 + 827.36 = \dots \text{ m}$$

:

- هو عبارة عن منحنى تلافي ، ويتم عملية توقيع المنحنى على المعادلات التالية :
- إيجاد اقل مسافة للرؤية حسب المعادلة التالية :

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

$$V = 50 \text{ km/h} = 50 * (1/3.6) = 13.89\text{m/s}$$

$$p = +11.7$$

$$q = +0.00$$

$$T = 3 \text{ sec}$$

$$F = 0.38$$

$$N = p - q$$

$$= 11.7 - 0.00 = 11.7\% = 0.117$$

$$S.D = (0.28)(13.89)(3) + (13.89)^2 / [254(0.38 + 0.117)]$$

$$= 13.19 \text{ m}$$

- إيجاد طول المنحنى حسب اقل مسافة للتوقف :

- Let $L > S.D$

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

Where:

H: ارتفاع عين السائق فوق سطح الطريق وهي من (. .)

h: ارتفاع الجسم المرئي عن الطريق وهو من (. .)

$$L = (0.117) * (13.19)^2 / [(2 * 1.20)^{0.5} + (2 * 0.1)^{0.5}]^2$$

$$= 5.11 \text{ m} < S.D$$

إذن هذا الطول يعتبر مناسباً لتحقيق مسافة الرؤية للتوقف

85m

وقد تم التصميم في هذا المنحنى على أساس أن طول المنحنى 85m

Length of the Curve = 85 m

Reduce Level of A = 848.49m

Chainage of A = 0+263.731

$$L = 2 * l = 85$$

$$* l = 85 / 2 = 42.5 \text{ m}$$

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

$$\text{RL of P} = 848.49 + \left(\frac{42.5 * 11.7}{100} \right)$$

$$\text{RL of P} = 853.46 \text{ m}$$

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

$$\text{RL of B} = 853.46 + \left(\frac{42.5 * 0.00}{100} \right)$$

$$\text{RL of B} = 853.46\text{m}$$

$$\begin{aligned} * \text{RL of C} &= ((\text{RL of A} + \text{RL of B})/2) \\ &= ((848.49 + 853.46)/2) \\ &= 850.975 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} * \text{CP} &= \text{RL of P} - \text{RL of C} \\ &= 853.46 - 850.975 \\ &= 2.458\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} * e &= \text{CP}/2 \\ &= 2.458/2 = 1.243\text{m} \end{aligned}$$

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

$$= 1.243 \left(\frac{x^2}{42.5^2} \right)$$

$$y = 0.000681661 x^2$$

الجزئية مساوية لـ $x = 5$

$$x = 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 .$$

1- at Ch 0+263.731

$$x = 0$$

$$y \text{ offset} = 0.000681661 x^2 = 0$$

RL on Tangent = 848.49m

RL on Curve = 848.49m

2- at Ch (0+ 263.731 + 5) = 0+268.731

x =5m

y offset = $0.000681661 x^2 = 0.000681661(5*5) = 0.0170m$

$$\begin{aligned} \text{RL on Tangent}(x) &= \text{RL of A} + (p)*(x) \\ &= 848.49 + (0.117)*(5) \\ &= 849.075m \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{q-p}{4l} x^2 + p * x + h_{BVC} \quad \text{RL (for any point on Curve)} &= \\ &= \frac{0.0-0.117}{4*42.5} 5^2 + 0.117 * 5 + 848.49 = 849.06m \end{aligned}$$

و الجدول التالي يضم جميع النتائج المتعلقة بالمنحنى

CHAINAGE (m)	X (m)	Y Offset (m)	RL ON TANGENT (m)	RL ON CURVE (m)
0+263.731	0	0	848.49	848.49
0+268.731	5	0.017	849.075	849.06
0+273.731	10	0.069	849.66	849.59
0+278.731	15	0.155	850.245	850.09
0+283.731	20	0.275	850.83	850.55
0+288.731	25	0.43	851.415	850.98
0+293.731	30	0.619	852.00	851.38

0+298.731	35	0.843	852.585	851.74
0+303.731	40	1.101	853.17	852.07
0+306.231	42.5	1.243	853.4625	852.22
0+308.731	45	1.101	853.463	852.36
0+313.731	50	0.843	853.463	852.62
0+318.731	55	0.619	853.463	852.84
0+323.731	60	0.43	853.463	853.03
0+328.731	65	0.275	853.463	853.19
0+333.731	70	0.155	853.463	853.31
0+338.731	75	0.069	853.463	853.39
0+343.731	80	0.017	853.463	853.45
0+348.731	85	0	853.463	853.46

إيجاد منسوب و موقع أعلى نقطة على المنحنى

$$x = \left(\frac{p * L}{q - p} \right) = \left(\frac{11.7 * 85}{0.0 - 11.7} \right) = m$$

A

إذن، موقع أعلى نقطة من المنحنى الرأسي يبعد 85m

التماس الثانية بمقدار

$$x = 85 - 85 = 0.0m$$

:

: RL (point on Curve)= 853.46m

طيات و الحسابات الأولية في الجدول التالي :

RL of A (m)	848.49
V (km/h)	50
Ch of A (Km+m)	0+386
p%	0.00
q%	10.61
Length of Curve	200
x (m)	20

:

Chianage (Km+m)	x (m)	y offset (m)	RL on Tangent (m)	RL on Curve (m)
0+386	0	0	848.49	848.49
0+406	20	0.056	848.49	848.6
0+426	40	0.225	848.49	848.91
0+446	60	0.507	848.49	849.44
0+466	80	0.901	848.49	850.19
0+486	100	1.408	848.49	851.14
0+506	120	0.901	850.612	852.31
0+526	140	0.507	852.734	853.69

0+546	160	0.225	854.856	855.28
0+566	180	0.056	856.978	857.08
0+586	200	0	859.1	859.1

موقع و منسوب اخفض نقطة على المماس و المنحنى كما يلي:

$$x = (0.0 * 200) / (10.61 - 0.0) = 0.0m$$

A

إذن، موقع أخفض نقطة من المنحنى الراسي يبعد 0.0m

التماس الثانية بمقدار

$$x = 200 - 0.00 = 200m$$

Reduce Level of low point on the Tangent = Reduce Level of low point on the curve

$$= 848.49m$$

:

المعطيات و بعض الحسابات الأولية في الجدول التالي:

RL of A (m)	871.76
V (km/h)	50
Ch of A (Km+m)	0+ 640.430
p%	10.61
q%	2.88
Length of Curve	86
x (m)	5

:

Chainage (Km+m)	x (m)	y offset (m)	RL on Tangent (m)	RL on Curve (m)
640.432	0	0	871.76	871.76
649.032	8.6	0.033	872.672	872.64
657.432	17	0.13	873.564	873.43
666.232	25.8	0.299	874.497	874.2
674.732	34.3	0.529	875.399	874.87
683.432	43	0.831	876.322	875.49
692.032	51.6	0.529	876.57	876.04
700.632	60.2	0.299	876.812	876.52
709.232	68.8	0.13	877.065	876.93
717.832	77.4	0.033	877.31	877.28
726.432	86	0	877.56	877.56

يلي:

$$x = (2.88 * 86) / (10.61 - 2.88) = 32.04m$$

A

إذن، موقع أعلى نقطة من المنحنى الرأسي يبعد 32.04m

التماس الثانية بمقدار

$$x = 86 - 32.04 = 53.96m$$

$$\frac{q - p}{4l} x^2 + p * x + h_{BVC}$$

$$\frac{0.0288 - 0.1061}{4 * 43} 32.04^2 + 0.0288 * 32.04 + 871.76 = 872.22m$$

:

المعطيات و الحسابات الأولية في الجدول التالي:

RL of A (m)	877.98
Ch of A (Km+m)	0+740.946
p%	2.88
q%	10.32
L	99
x (m)	11
RI of C	874.7
CP	1.662
e	0.831

:

Chainage (Km+m)	x (m)	y offset (m)	RL on Tangent (m)	RL on Curve (m)
740.946	0	0	877.98	877.98
751.946	11	0.011	878.297	878.34
762.946	22	0.042	878.614	878.98
773.946	33	0.095	878.93	879.34
784.946	44	0.168	879.247	879.98
790.446	49.5	0.213	879.406	880.33

795.946	55	0.168	880.985	880.98
806.946	66	0.095	881.302	881.52
817.946	77	0.042	881.619	882.43
828.946	88	0.011	881.935	883.42
839.946	99	0	882.252	879.98

س و المنحنى كما يلي:

$$x = (2.88 * 99) / (10.32 - 2.88) = 38.32m$$

A

إذن، موقع أعلى نقطة من المنحنى الرأسي يبعد 38.32m

التماس الثانية بمقدار

$$x = 99 - 38.32 = 60.68m$$

Reduce Level of low point :

$$\frac{q - p}{4l} x^2 + p * x + h_{BVC} =$$

$$\frac{0.1032 - 0.0288}{4 * 49.5} 38.32^2 + 0.0288 * 38.32 + 877.98 = 879.64m$$

فهرس الأشكال

الرقم	اسم الشكل	رقم الصفحة
-	موقع المشروع	-
-	الفرق المساحية اللازمة لإنجاز مشروع مسار معين	-
-	نوة العلاقة بين مختلف الفرق العاملة في المشروع	-
-	مقطع عرضي لطريق من حارتين	-
-	الميوول الطولية للطريق	-
-	أنواع الاطراف الخاصة بالطرق	-
-	جدار استنادي	-
-	جدار استنادي أطول من متر	-
-	مقطع عرضي من الطريق يبين استخدام الجدار استنادي لحماية الطريق	-
-	مسافة الرؤية للتوقف الأمان	-
-	مسافة الرؤية للتجاوز	-
-	أنواع المنحنيات الدائرية	-
-	المنحنيات المتدرجة	-
-	أشكال المنحنيات الحلزونية	-
-	المنحنى البيضوي (برنولي)	-
-	منحنى الكلووتونيد	-
-	عناصر المنحنى الدائري البسيط	-
-	الأوتار وزوايا الانحراف الجزئية في المنحنى الدائري البسيط	-
-	درجة الانحناء	-
-	تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات	-
-	عملية التعلية على المنحنيات	-
-	كيفية الرفع الجانبي للطريق حول المحور	-
-	التغير التدريجي في الميل العرضي لمقاومة تأثير القوة الطاردة المركزية	-
-	التوسعة اللازمة حسب حركة العجلات	-
-	فرق الميل أو زاوية الميل	-
-	أقصى طول للانحدار	-
-	عناصر المنحنى الراسي	-
-	منحنى راسي غير متمائل	-
-	تحديد موقع أعلى و أخفض نقطة لماسين مختلفين الإشارة	-
-	تحديد موقع أعلى و أخفض نقطة لماسين في اتجاه واحد	-
-	المنحنى الراسي (القاع)	-
-	نسبة الرطوبة	-
-	كيفية تصحيح منحني الغرز	-
-	العلاقة بين مقدار الغرز والإجهاد	-
-	العلاقة بين الكثافة الجافة و CBR	-
-	العلاقة بين مقدار الغرز والإجهاد	-
-	العلاقة بين الكثافة الجافة و CBR	-
-	العلاقة بين عدد الضربات ومحتوى الرطوبة	-

العلاقة بين فتحة المنخل ونسبة المار -
طبقات الرصف المرنة -
إيجاد (S-soil support value) -
(AASHTO flexible-pavement design) -
فتحات راسية -
فتحات أفقية -
أشكال ومقاطع العبارات

فهرس الجداول

رقم الصفحة	اسم الجدول	الرقم
	الجدول الزمني لمقدمة المشروع	-
	سعة الطريق حسب مواصفات هيئة آشتو (AASHTO).	-
	تعداد المركبات على الطريق	-
	حدود حرم الطريق	-
	الميول الجانبية للقطوع حسب نوع التربة	-
	العلاقة بين السرعة التصميمية ومسافة الرؤية للتوقف	-
	العلاقة بين السرعة ومعامل الاحتكاك	-
	أقصى قيمة رفع جانبي	-
	أقل نصف قطر للمنحني بدلالة السرعة التصميمية ودرجة الرفع الجانبي للطريق والاحتكاك الجانبي	-
	الزيادة في الاتساع للطريق حسب نصف قطر المنحني	-
	الميول الرأسية العظمى حسب طبوغرافية الأرض والسرعة التصميمية	-
	ملخص القوانين المتعلقة بالقطع المكافئ	-
	حساب البعد الأفقي (x) بين اعلى نقطة وبين نقطة التماس الأولى	-
	مسافة الرؤية للتجاوز حسب السرعة التصميمية	-
	الحد الأدنى لطول المنحني الراسي حسب السرعة والفرق الجبري لميل المماسين	-
	الكثافة الرطبة لطبقة (Sub-Base Course)	-
	الكثافة الجافة لطبقة (Sub-Base Course)	-
	(CBR For sub-grade)	-
	(ملخص النتائج)	-
	(CBR For base course)	-
	(ملخص النتائج)	-
	حد السيولة للعيينة الثانية	-
	حد اللدونة للعيينة الثانية	-
	التدرج الحبيبي	-
	نسبة المركبات في المسرب الواحد Percentage Of Total	-
	Truck Traffic in Design Lane	-
	معامل النمو (Growth factor)	-
	عدد ونسبة كل نوع من أنواع المركبات	-
	الأوزان المكافئة أنواع المركبات	-
	تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية (Load Equivalency factor)	-
	يبين نسبة كالانورنيا ونوع كل طبقة من طبقات الرصفة	-
	قيمة المعامل المناخي (Regional Factor) حسب المناخ	-
	معامل الطبقة (layer coefficient) للإسفلت	-

- (معامل الطبقة (layer coefficient) سكورس
- معامل الطبقة (layer coefficient) Sub base
- يبين سماكة طبقات الرصيف المرنة

فهرس المحتويات

رقم الصفحة	الموضوع	الرقم
I	الغلاف	
II	شهادة تقييم مشروع التخرج	
III	الإهداء	
IV	الشكر	
V	الملخص	
VI	الملخص باللغة الإنجليزية	
VII	فهرس المحتويات	
XII	فهرس الأشكال	
XIV	فهرس الجداول	
VII	فهرس الملاحق	

الفصل الأول مقدمة

- الطرق على مر العصور
- أهمية المشروع
- موقع المشروع
- طريقة البحث
- هيكلية المشروع
- العوائق والصعوبات
- الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة
- الدراسات السابقة

الفصل الثاني الفرق الهندسية والأعمال المساحية

- الفرق الهندسية المصممة للطريق
- فريق الهندسة المدنية
- فريق المساحة الأرضية
- فريق المساحة الجوية
- تحديد مسار الطريق والأعمال المساحية
- دراسة الخرائط
- المساحة الاستطلاعية
- مرحلة الدراسة المساحية الأولية
- الأعمال المساحية النهائية
- مرحلة المسح التثبيتي
- مرحلة المسح الإنشائي
- العوامل الرئيسية التي تتحكم في تخطيط الطريق

النقاط الحاكمة	- -
التصميم الهندسي للطريق	- -
التكاليف	- -

الفصل الثالث حجم وإشارات المرور

مقدمة	-
Traffic Volume حجم المرور	-
Annual Average Daily المتوسط السنوي لحجم المرور اليومي	- -
Traffic (AADT)	
Average Daily Traffic (ADT) حجم المرور اليومي المتوسط	- -
حجم المرور الساعي التصميمي.	- -
حجم المرور المستقبلي.	- -
عربات التصميم.	-
السرعة التصميمية.	-
تعداد المركبات	-
فترات التعداد	- -
أنواع التعداد على الطريق	- -
طرق حصر (تعداد) المرور	- -
الطريق	-

الفصل الرابع أسس التصميم الهندسي

مقدمة	-
أسس التصميم الهندسي	-
Traffic volume حجم المرور	- -
تركيب المرور (Character of Traffic)	2- -
السرعة التصميمية (Design speed)	3- -
عربات التصميم (Design Vehicles)	- -
قطاع الطريق	- -
عرض الحارة (lane width)	- -
عرض حرم الطريق (Right Of Way Widths)	- -
الميول العرضية (Normal Cross Slopes)	- -
الميول الطولية	- -
الميول الجانبية	- -
الأكتاف (Shoulder)	- -
ملحقات الكتف	- - -
الأرصفت (Sidewalks)	- -

الجزر الفاصلة بين الاتجاهين (Medians)	- -
الحواجز الجانبية والأعمدة الاسترشادية (Guardrail and Guide Posts)	- -
الجدران الإستنادية	- -
مواصفات ومحددات التصميم	-
مسافة الرؤية (Sight Distance)	- -
مسافة الرؤية للتوقف (Stopping Sight Distance)	- -
مسافة الرؤية للتجاوز (Passing Sight Distance)	- -

الفصل الخامس التخطيط الأفقي والراسي للطريق

مقدمة	-
التخطيط الأفقي للطريق (Horizontal Alignment)	-
أنواع المنحنيات الأفقية (Types of horizontal Curves)	- -
المنحنيات الدائرية	- - -
المنحنيات الانتقالية Transition Curves	- - -
المنحنيات المتدرجة أو الحلزونية Spirals or Easement Curves	- - -
أنواع المنحنيات المتدرجة	- - - -
تصميم المنحنيات الأفقية :Horizontal Curve design	- -
عناصر المنحنى الدائري البسيط	- - -
معادلات المنحنى الدائري الأفقي	- - -
درجة الانحناء Degree of Curvature	- - -
القوة الطاردة المركزية	- - -
الرفع الجانبي للطريق (التعليية) (Super elevation)	- - -
الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق : Super elevation	- - -
Development	- - -
توسيع الرصيف في المنحنيات	- - -
التخطيط الراسي للطرق (Vertical Alignment)	-
أنواع المنحنيات الرأسية	- -
العناصر الأساسية للمنحنى الراسي	- -
إشارة الميل وزاوية التدرج (Grade Angle)	- -
المبول الرأسية العظمى في الطرق	- -
عناصر المنحنى الراسي	- -
القطع المكافئ	- -
خواص القطع المكافئ البسيط	- - -
معادلة القطع المكافئ بدلالة (e)	- - -
ملاحظات على المنحنى المكافئ	- -
المنحنيات الرأسية غير المتماثلة	- -
معادلات المنحنى غير المتماثل	- - -
تحديد موقع أعلى أو أخفض نقطة من المنحنى الراسي	- -
العوامل المشاركة في اختيار طول المنحنى الراسي	- -
مسافة الرؤية (Sight Distance)	- - -

راحة المسافرين (Comfort of Passenger)	-	-	-
مسافة الرؤية للتجاوز O.S.D	-	-	-
ملاحظات عامة في التصميم الراسي	-	-	-

الفصل السادس
الفحوصات المخبرية على طبقات الرصفة

مقدمة	-
تجربة بروكتور (Proctor Test)	-
مقدمة	-
الهدف	-
تجربة بروكتور القياسية (Standard Proctor Test)	-
الأدوات المستخدمة	-
خطوات العمل	-
المعادلات الخاصة بالتجربة	-
الحسابات والنتائج	-
تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا (California Bearing Ratio Test)	-
مقدمة	-
الهدف	-
الأدوات المستخدمة	-
طريقة العمل	-
الحسابات	-
تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا لطبقة (base-course)	-
حد السيولة (Liquid Limit Test)	-
حد اللدونة (Plastic Limit Test)	-
تجربة التدرج الحبيبي	-
طريقة العمل	-
الحسابات	-
النتائج	-
مناقشة النتائج والتحليل	-

الفصل الـ
التصميم الإنشائي للطريق

مقدمة	-
الرصفة المرنة (Flexible Pavement)	-
١ رصفة تلفورد (الطريقة الإنجليزية)	-
العناصر الإنشائية للرصفة المرنة (Structural Components Of Flexible Pavement)	-
العوامل التي تؤثر على تصميم الرصفة حسب طريقة AASHTO	-
حساب الأوزان المحورية القياسية	-
حساب سماكة الطبقات	-

- الخلاصة

الفصل الثامن تصريف المياه على الطرق

- مقدمة
- أهمية تصريف المياه
- متطلبات صرف المياه من الطريق
- الصرف المغطى
- الصرف المفتوح
- البالوعات
- العبارات
- حماية الطريق

الفصل التاسع حساب مساحات الحجوم لكميات الحفر والردم

- مقدمة
- المساحات
- حساب الحجوم والكميات
- حساب كميات الحفر والردم بطريقة المقطع الوسطي
- الحالات التي يمكن أن يتواجد فيها المقطعين العرضيين المتتاليين

الفصل العاشر النتائج والتوصيات

- ١-١٠ النتائج
- ٢-١٠ التوصيات

فهرس الملاحق



- () تصحيح المضلع
- () الأبعاد الرئيسية للمركبات
- () حسابات المنحنيات الأفقية
- () حسابات المنحنيات الراسية

()

Adjustment of Travers

1- Introduction:-

In this chapter we need to discuss the adjustment of traverse by calculate the error in all angles of traverse, then we calculate the estimated error at confidence interval 95%, and compare it with the angular misclosure, then we know if we can continue the adjustment or we need to return to take the angles of the traverse or some of it in the site.

If the angular misclosure is less than the estimated error at confidence interval, 95% we need to adjust the traverse by least square method.

2- Calculate the observed angle and its propagate error coordinates

Because of we use the same Instrument in our observation then all our Angles and Distances Have the same Standard Deviation, Which we take them from the Instrument Catalog, and This Standard Deviation are:

Target error = 2"

Instrument error = 2"

Pointing error = 5"

Distances Standard Deviation = 5mm = 0.005 m

When we measure any distance and angle each of them contain error that depend on

$$D = \pm \sqrt{\frac{2}{i} + \frac{2}{t} + a^2 + (D \times b_{\text{ppm}})^2} \dots\dots\dots(1)$$

Where :

D : Is the Error in the Measured Distance (D).

i : Instrument Centering Error = 0.002m.

t : Target Centering Error = 0.002m.

a and b : Are the Instrument's Specified Accuracy Parameters = (5mm + 5ppm).

D : Distance between any two stations.

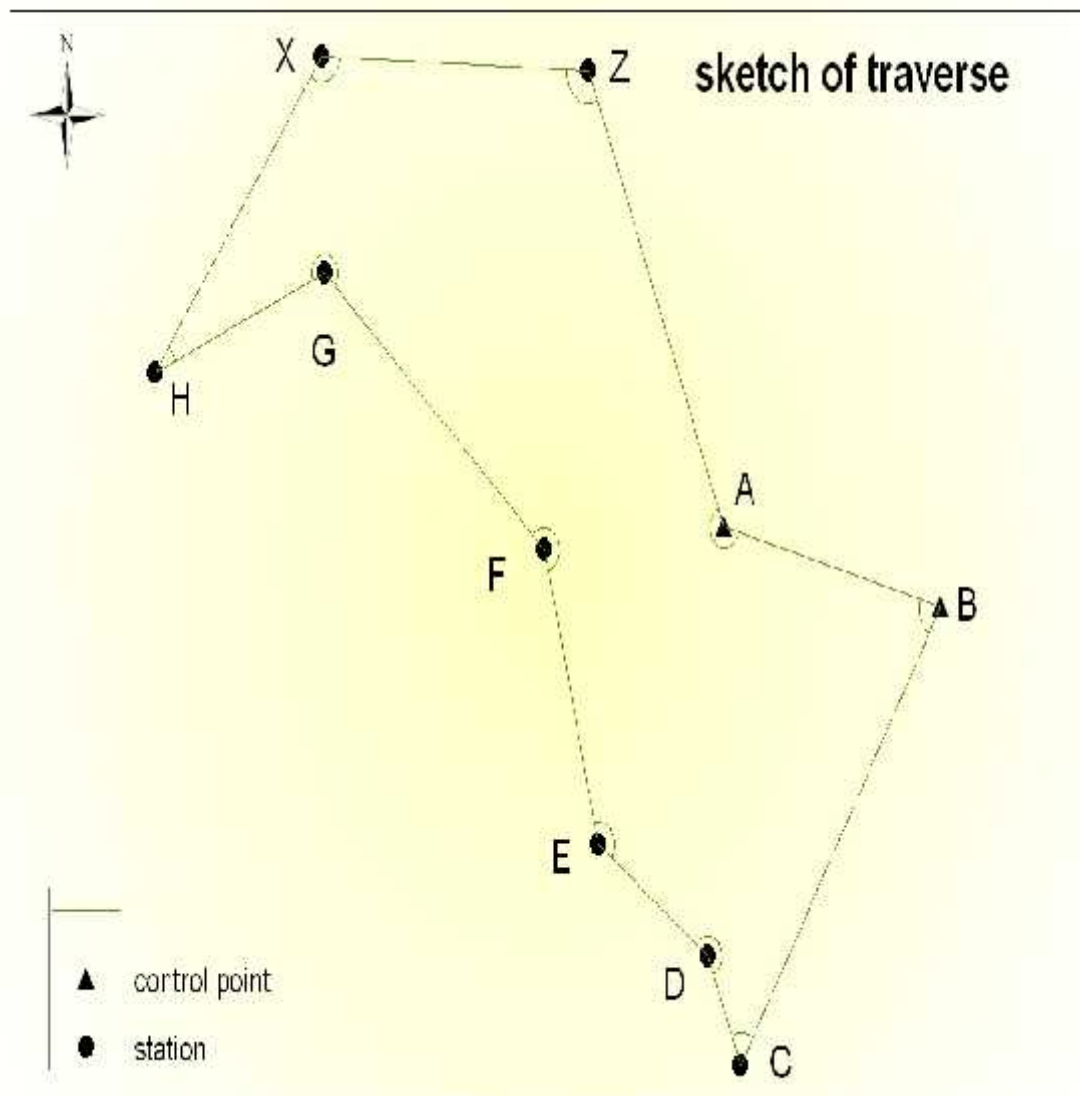


Fig. (1): Sketch for traverse

Table (1) shows the coordinate of control point A, B.

* In the figure (1) the point A and B are control points.

* The coordinate of control points are

Table (1) coordinates of control point.

point	Easting X (m)	Northing Y (m)	point description
B	158120.59	105191.54	Trig(Almascohya)
A	157835.91	105263.86	Trig(Water store)

2-1 Angle Observations:

We read every angle 4 times and then we take the average of the angle, and we read the distance by fine way once time, and then we calculate the error in every angle and distance.

Table (2): Reading angle from instrument (Total Station)(point A-E)

Angle observation				
A	B	C	D	E
232°30'55"	71°57'30"	55°27'55"	211°46'55"	140°01'35"
232°31'05"	71°57'35"	55°27'45"	211°46'55"	140°01'25"
232°31'00"	71°57'25"	55°27'35"	211°47'10"	140°01'30"
232°30'20"	71°57'30"	55°27'45"	211°47'00"	140°01'30"
Average angle				
232°30'50"	71°57'30"	55°27'45"	211°47'00"	140°01'30"
Error in angle				
4.18"	4.02"	. "	7.09"	5.17"

Table (3): Reading angle from instrument (Total Station)(point F-Z)

Angle observation				
F	G	H	X	Z
214°02'45"	243°05'30"	30°43'55"	124°58'15"	115°25'55"
214°02'25"	243°05'35"	30°43'35"	124°58'05"	115°25'40"
214°02'35"	243°05'20"	30°43'40"	124°58'25"	115°25'30"
214°02'35"	243°05'15"	30°43'50"	124°58'15"	15°25'50"
Average angle				
214°02'35"	243°05'25"	30°43'45"	124°58'15"	115°25'45"
Error in angle				
4.34"	4.41"	4.15"	4.16"	4.04"

3- Distance observations:

Table (4): Reading distance from instrument (Total Station)

Distance of traverse sides (m)				
A-B	B-C	C-D	D-E	E-F
293.722	491.960	107.969	175.825	277.028
Error in distance				
± 0.00574 m	± 0.00574 m	± 0.00574 m	± 0.00574 m	± 0.00574 m

Table (5): Reading distance from instrument (Total Station)

Distance of traverse sides (m)				
F-G	G-H	H-X	X-Z	Z-A
381.743	239.502	359.564	350.848	450.467
Error in distance				
± 0.00574 m	± 0.00574 m	± 0.00574 m	± 0.00574 m	± 0.00574 m

Sample of calculations:

$$D_3 = \sqrt{D_1^2 + D_2^2 - 2 \times D_1 \times D_2 \times \cos(\gamma)} \dots\dots\dots(2)$$

$$D_3 = \sqrt{491.96^2 + 107.969^2 - 2 \times 491.96 \times 107.969 \times \cos(55.2745)} = 439.833m$$

$$r_i = \frac{D_3 \times i \times 206264.80}{D_1 \times D_2 \times \sqrt{2}} = 2.41'' \dots\dots\dots(3)$$

$$r_t := \frac{\sqrt{D_1^2 + D_2^2}}{D_1 \times D_2} \times \dagger_t \times 206264.80 \dots\dots\dots(4)$$

$$r_t := \frac{\sqrt{491.96^2 + 107.969^2}}{491.96 \times 107.969} \times 0.002 \times 206264.80 = 3.91''$$

$$\dagger_{rp} = \frac{\dagger_p \times \sqrt{2}}{\sqrt{n}} = \frac{5'' \times \sqrt{2}}{\sqrt{4}} = 3.53''$$

$$ERROR = \sqrt{2.41^2 + 3.91^2 + 3.53^2} = 5.79''$$

$$D_{CD} = \pm \sqrt{(0.002)^2 + (0.002)^2 + (0.005)^2 + \left(\frac{0.005}{1 \times 10^6} \times 107.969 \right)^2} = \pm 0.00574 m$$

4- Angular Misclosure by angles:

We have angles in our traverse and there theoretical sum are:

$$\text{Sum of Angles} = (n-2) \times 180 = \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{The sum of measured angle} = \text{angles} \dots\dots\dots (6)$$

$$= \angle 1 + \angle 2 + \angle 3 + \dots + \angle n$$

$$= 1440^{\circ} 00' 20''$$

$$\text{The angular misclosure} = 1440^{\circ} 00' 20'' - 1440^{\circ}$$

$$= 00^{\circ} 00' 20''$$

The Estimated error at Confidence interval 95% is

$$= t_{/2,r} * \left(\frac{\text{angular misclosure}^2}{n} \right) \dots\dots\dots (7)$$

Where:

$$/2 = (1-0.95)/2 = 0.025$$

r: is degrees of freedom = number of observation – number of unknowns

$$r = 19 - 16 = 3$$

$$t_{/2,r} * \sqrt{\frac{\sum (\text{angular misclosure})^2}{n}} = 3.183 * 15.27 = 48.60''$$

So the angular misclosure (20'') is smaller than (48.60''), So statistically we can say that at 95% confidence interval, the angular Misclosure is accepted.

5- Least Squares Solution for the traverse

- Calculate Initial approximate for the unknown station coordinates:

$$E = E_0 + D \times \sin(Az) \dots\dots\dots (8)$$

$$N = N_0 + D \times \cos(Az)$$

$$Az_{(A-B)} = \tan^{-1} \left(\frac{E_B - E_A}{N_B - N_A} \right) \dots \dots \dots (9)$$

- Instrument on control point (B)

$$Az_{(A-B)} = \tan^{-1} \frac{E_B - E_A}{N_B - N_A} = \tan^{-1} \frac{158120.59 - 157835.91}{105191.54 - 105263.86} = -75^\circ 44' 46'' + 180^\circ = 104^\circ 15' 14''$$

$$Az_{(B-C)} = 104^\circ 15' 14'' + 180^\circ - 71^\circ 57' 30'' = 212^\circ 17' 44''$$

$$E_c = 158120.59 + 491.96 \times \sin 212^\circ 17' 44'' = 157857.74$$

$$N_c = 105191.54 + 491.96 \times \cos 212^\circ 17' 44'' = 104775.68$$

Formulate (X) and (K) matrices:

The elements of the (X) matrix consist of the dx and dy (called correction).

The value of (K) matrix is derived by subtracting computed distance, based on the initial coordinate so the initial value denoted by (quantity)₀.

$$K = \begin{bmatrix} BC - BC_0 \\ CD - CD_0 \\ DE - DE_0 \\ EF - EF_0 \\ FG - FG_0 \\ GH - GH_0 \\ HX - HX_0 \\ XZ - XZ_0 \\ ZA - ZA_0 \\ rA - rA_0 \\ rB - rB_0 \\ \vdots \\ \vdots \\ rZ - rZ_0 \end{bmatrix}_{19 \times 1}$$

$$X = \begin{bmatrix} dx_C \\ dy_C \\ dx_D \\ dy_D \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ dx_Z \\ dy_Z \end{bmatrix}_{16 \times 1}$$

- Calculate the Jacobin matrix. The J matrix is found using proto type equation for distance and angle.

Distance observation equation from Fig. (2):

$$\frac{(X_i - X_j)_o}{(IJ)_o} \partial x_i + \frac{(Y_i - Y_j)_o}{(IJ)_o} \partial y_i + \frac{(X_j - X_i)_o}{(IJ)_o} \partial x_j + \frac{(Y_j - Y_i)_o}{(IJ)_o} \partial y_j = K_{ij} + V_{ij} \dots\dots (10)$$

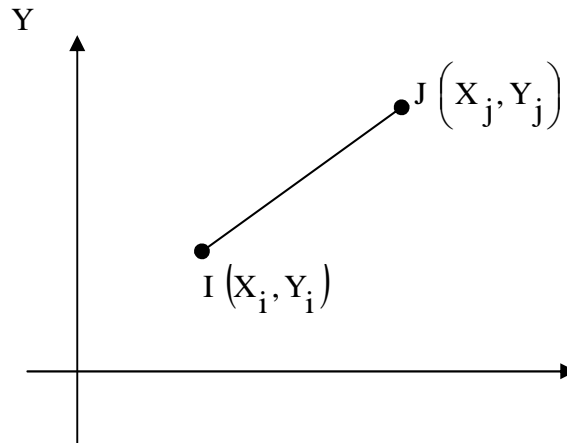


Fig. (2): Distance observation equation

angle observation equation from Fig. (3):

$$\frac{(Y_I - Y_B)_o}{(BI)_o^2} \partial X_B + \frac{(X_B - X_I)_o}{(IB)_o^2} \partial Y_B + \frac{(Y_F - Y_I)_o}{(FI)_o^2} \partial X_F + \frac{(X_I - X_F)_o}{(IF)_o^2} \partial Y_F +$$

$$\left(\frac{(Y_B - Y_I)_o}{(IB)_o^2} - \frac{(Y_F - Y_I)_o}{(IF)_o^2} \right) \partial X_I + \left(\frac{(X_I - X_B)_o}{(IB)_o^2} - \frac{(X_I - X_F)_o}{(IF)_o^2} \right) \partial Y_I \dots\dots (11)$$

$$= K_{r_{BIF}} + V_{r_{BIF}}$$

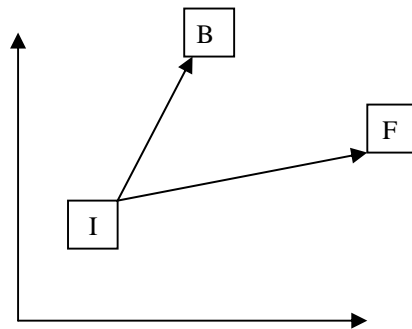


Fig. (3): angle observation equation

$$\begin{aligned}
 BC &= \sqrt{(X_C - X_B)^2 - (Y_C - Y_B)^2} \\
 CD &= \sqrt{(X_D - X_C)^2 - (Y_D - Y_C)^2} \\
 &\vdots \\
 &\vdots \\
 ZA &= \sqrt{(X_A - X_Z)^2 - (Y_A - Y_Z)^2}
 \end{aligned}
 \dots\dots\dots (12)$$

* Formulate the weight matrix (W):

$$W = \begin{bmatrix}
 \frac{1}{\sigma_{BC}^2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & \ddots & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & \frac{1}{\sigma_{ZA}^2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & \frac{1}{\sigma_{rA}^2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{\sigma_{rB}^2} & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \ddots & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \ddots & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{\sigma_{rZ}^2}
 \end{bmatrix}_{19 \times 19}$$

- Solve the matrix system. The problem is iterative and need more than one iteration to reach minimum corrections according to sheet Excel.

$$\begin{aligned} J \times X &= K + V \\ J \times X &= K \end{aligned} \dots\dots\dots (13)$$

$$X = \left(J^T \times W \times J \right)^{-1} \times \left(J^T \times W \times K \right) \dots\dots\dots (14)$$

$$X = N^{-1} \times \left(J^T \times W \times K \right)$$

By using, excel program we can determine the correction of the coordinates of stations:

Table (6): Adjusted Coordinates of Stations:-

Station	X-coord(m)	dx	Y-coord(m)	dy	X-coord(m)	Y-coord(m)
C	157857.74	-0.0067	104775.68	0.0144538	157857.733	104775.697
D	157815.26	-0.007655	104874.95	0.0087348	157815.252	104874.962
E	157671.33	-0.022953	104975.93	0.0195345	157671.307	104975.952
F	157599.76	0.0117205	105243.55	0.0424064	157599.772	105243.592
G	157311.61	0.0580727	105493.94	0.0874012	157311.668	105494.038
H	157089.71	0.0672683	105403.82	0.0874958	157089.777	105403.790
X	157309.64	-0.028913	105691.26	-0.019744	157307.611	105691.242
Z	157658.23	-0.019857	105677.80	-0.006384	157658.210	105677.790

The estimated errors in the adjusted coordinates of stations:-

$$S_o = \sqrt{\frac{V^T \times W \times V}{m - n}} \dots\dots\dots (15)$$

Where:

V = Observation residual.

S_o = Reference standard deviation (sample).

m = Number of equation of observation.

n = Number of unknowns.

$$\begin{aligned} S_{X_C} &= S_o \sqrt{q_{xx}} \\ S_{Y_C} &= S_o \sqrt{q_{yy}} \end{aligned} \dots\dots\dots (16)$$

The estimated error in the position of stations:

$$S_C = \sqrt{\dagger_{X_C}^2 + \dagger_{Y_C}^2} \dots\dots\dots(17)$$

$$S_o = \sqrt{\frac{0.001161}{19-16}} = \pm 0.0196726$$

$$S_{X_C} = S_o \sqrt{q_{xx}} = \pm 0.0196726 \times \sqrt{0.420653} = \pm 0.012759m$$

$$S_{Y_C} = S_o \sqrt{q_{yy}} = \pm 0.0196726 \times \sqrt{1.1830452} = \pm 0.021397m$$

$$S_C = \sqrt{0.012759^2 + 0.021397^2} = \pm 0.024913m$$

Table (7): The estimated error in the position of stations

$S_C=$	0.024913
$S_D=$	0.02663
$S_E=$	0.027393
$S_F=$	0.024784
$S_G=$	0.048233
$S_H=$	0.061673
$S_X=$	0.04836
$S_Z=$	0.033014



- ١- روجي الشريف، البسيط في تصميم وإنشاء الطرق، الجزء الأول، عمان، الأردن، ١٩٨١ .
- ٢ - سالم، محمود توفيق ، هندسة الطرق والمطارات (1)، دار الراتب الجامعية، بيروت – لبنان.
- 3- يوسف صيام، عبد الله القرني ، سعد القاضي ، تغطية مساحية للطرق، دار مجدلاوي للنشر ، عمان ، الأردن ، ١٩٩٩ .
- 4- يوسف صيام، المساحة وتخطيط المنحنيات، عمان، ١٩٧٨ .

5- Paul R. Wolf, Adjustment Computations Statistics and Least Squares in Surveying and GIS, John Wiley & Sons, Inc., Canada, 1997.

6- <http://www.momra.gov.sa/specs/internal.asp>