الباب الأول

مقدمة عامة

1-1 مقدمة

صناعة الطرق فى السودان من الصناعات الحديثة نشطت هذه الانطلاقة فى مطلع التسعينات وتشهد فى ايامنا هذه قمة إزدهارها وتعتبر هذه الفترة هى الرائدة لتطور قطاع الطرق فى السودان حيث إستطاعت ولاية الخرطوم فى الآونة الأخيرة من تنمية وتطوير قطاع الطُرق داخل مدينة الخرطوم التى كانت تفتقر للبنيات التحتية وبداءت باستخدام الطرق الحديثة متمثلة فى المواصفات الانجليزية والاميركية واخرى وشهدت هذه الفترة تطورا ملحوظا فى التنمية العمرانية وتوسعت شبكات الطرق لمجابهة الزيادة فى التوسع السكانى والنمو العمرانى والزيادة فى المشاريع التنموية العامة والخاصة ، وتحقيقا لرفع مستوى الخدمة بالطرق وانشاء طرق ذات كفاءة وجودة عالية وكان للشركات الاجنبية اثر واضح و تم توطين الشركات السودانية ر التى لعبت دورا مميزا فى تشييد الطرق . انحصر جل اهتمام الدولة فى انشاء الطرق دون الاهتمام بالتصريف والنظافة للطرق والمصارف من الاتربة والاوساخ مما أثر فى تعجيل العمر الافتراضى للطريق وتلفه وفي هذه الدراسة تناولنا الاسباب الرئيسية لإنهيار الطرق الرئيسية فى ولاية الخرطوم.

وجدنا انه فى العهود السابقة فى عهد الاستعمار والعهد التركى المصرى وحتى اواسط الستينيات كانت الطرق تصمم وتنفذ بواسطة وزارة الاشغال والمرافق العامة والبلدية كانت هى الجهة المسئولة عن تشييد الطرق انذاك فى هذه الحقبة كانت بداية صناعة الطرق المعبدة فى السودان حيث استخدمت الاحجار الكبيرة على نسخ الشوارع الرومانية القديمة او طريقة المكادام او طريقة (sand screening) وكل ذلك بواسطة العمالة اليدوية و استخدام الواح الخشب والضغط عليها مع الار ض للدمك حيث كانت

التسوية بواسطة الخيط للوصول لمستوى الرصف المطلوب. واهتمت هذه الحقبة بتشييد الطرق فى وسط الخرطوم لتخدم الوزرارت ومنزل الحاكم العام مثل شارع الجمهورية وشارع البلدية وشارع الجامعة .

فى اواسط السبعينات بداءت شبكة الطرق فى التوسع وربطت وسط الخرطوم بالاحياء مثل شارع الصحافة ظلط وشارع الصحافة شرق وتمديد شارع الجمهورية حتى معرض الخرطوم الدولى وفى هذا العهد تم تشييد شبكة طرق واسعة صُممت ونُفذت لخدمة حركة النقل داخل المدينة وخارجها. حيث بداءات تظهر الشركات الاجنبية المتمثلة فى الشركات الانجليزية والالمانية والايطالية والبولندية واستخدمو الخلطات الباردة بصورة مكثفة و فى كثير من الاحيان يستخدمو الخلطات الساخنة وقد استثمرت الحكومة لهذا الغرض عشرات المليارات من المبالغ لإنشاء هذه الشبكة .

بما أن تلكلفة تشييد الطرق عالية والمحافظة على الطريق تعتبر من الاولويات ذلك لضمان استمرارية اداء الطريق بكفاءة عالية للمحافظة على الوقت والمال العام ، و بروز الوجه الحضارى للولاية التى بها عاصمة السودان ،وللمحافظة على الطر ق للوصول لتنقل امن ومريح وباقل زمن ممكن واقل تكلفة .

كان من الضرورى معرفة الاسباب التى تتسبب فى تلف الطريق حتى يمكن ملافاتها فى الطرق الجديدة وتقليل تكاليف الصيانة بعد تشييد الطرق للمحافظة عليها وذلك لتأمين عمليات مرور آمنة ومريحة. وللحفاظ على هذه الاستثمارات كان لابد من معرفة اسباب انهيار الطرق الرئيسية لذا ظهر إستخدام الاساليب الحديثة فى التصميم والتنفيذ حيث الحاجة لعمل بحوث في هذا المجال وذلك لتجويد اداء الطرق بالولاية والاستفادة من هذه البحوث و التجارب لضبط جودة الطرق و المحافظة عليها وزيادة العمر الافتراضى لها للرقى بالولاية وبروز الناحية الجمالية للعاصمة.

1-2 مشكلة البحث

تكمن مشكلة البحث الحقيقية فى التدهور المريع للطرق الرئيسة فى فترة وجيزة بعد الانتهاء من تشييدها مباشرة مما يوثر فى احباط لمستخدمى الطرق و الامتعاض من صرف المبالغ المهولة فى انشاء الطرق وصيانتها مما دفعنا للسعى الدووب لمعرفة الخلل الذى يوثر فى تلف الطريق سواء كان جزئى او كلى .

1-3 أهداف البحث

1- الهدف الرئيسى

المحافظة علي الطرق وضمان ديمومتها وحمايتها من المشاكل التى تتعرض لها بسبب الظروف المناخية والتصريف .

مما حتم ضرورة معرفة الاسباب الرئيسية التى تؤدى الى إنهيارها سواء بسبب التصريف او التصميم او التشييد او المواد المستخدمة او اسباب تتعلق بسلوكيات مستخدمى الطريق واسباب سياسية واسباب اقتصادية واجتماعية .

2- الهدف الفرعى

هو البحث عن اسباب تدهور صناعة المريع للطر ق الرئيسة فى الولاية بعد الانتهاء من تشييدها وحمايتها من التلف و صيانتها فى الوقت اللازم وحفظ موارد البلاد .

1-4 منهجية البحث

1. الدراسات المحلية والعالمية ، الانترنت ، الاوراق العلمية ،المراجع والمحاضرات والسمنارات
2. الاعمال الميدانية والمختبرية
3. - زيارات ميدانية للطريق
4. زيارة للمكاتب الاستشارية والشركة المنفذة وذلك لمعرفة كيفية التصميم والاشراف على التنفيذ لطريق الستين والمصرف .
5. الاستعانة ببعض البرامج مثل :-

- استخدام برنامج Civil 3D الاصدارة 2013 (اوتلان)لحساب كميات الامطار و المساحة المتاثرة .
- استخدام برنامج GIS للتحليل وتحديد مناطق العيوب ونوعها .
- دراسةحالة الشار ع نظريا اولا ثم إجراء الاختبارات المتلفة والغير متلفة للطريق فى اوله ووسطه واخره وذلك بعمل حفرة بالابعاد التالية 1 متر *1متر* 1 لإجرا الإختبارات المعملية التالية :-

- إختبار الكثافة الحقية (Field Density) .
- اختبار الصلاحية الكاملة (CBR)
- التدرج (Gradation)
- التصنيف (Classification)
- عمل (CORING TEST)لطبقة الاسفلت وا جراء الإختبارات عليها .
- إختبار الغرز الديناميكي (DCP TEST)

تم إجراء الاختبارات في المعمل المركزي للمختبرات الإنشائية والبيئية ومعمل أبحاث البناءوالطرق .

وذلك لتقييم جودة المواد ومطابقتها للمواصفات.

1- 5 هيكل البحث

سيتم تدوين البحث والنتائج في ستة أبواب :-

الباب الأول مقدمة البحث :- يشمل المقدمة واهمية البحث (مشكلة البحث) و منهجية البحث (اهداف البحث وخطة البحث) وهيكل البحث (محتويات البحث).

الباب الثاني:- الإطار النظرى والدراسات السابقة.

الباب الثالث:- دراسة الحالة

مقدمة عن شارع الستين وتقييم اداء الرصف حقليا و تحديد العيوب فى شارع الستين وتشوهات الرصف الشائعة بطرق الولاية بالاضافة الى نوع التصريف المستخدم والتصميم وطريقة التنفيذ ونوع المواد المستخدمة ومدى صلاحيتها وذلك بعد أخذ العينات و عمل الاختبارات ومقارنتها مع المواصفات المحلية والعالمية ثم كيفية معالجتها .

الباب الرابع:- النتائج ومناقشتها

يشمل تحليل ومناقشة نتائج الاختبارات .

الباب الخامس:- الخاتمة و والتوصيات

الباب الثاني

الإطار النظرى والدراسات السابقة

2-1 تصنيف الطرق:-

فى نظام التصنيف تقسم الطرق الى مجموعات كل مجموعة تمثل خصائص محددة تقوم بخدمة معينة فى خدمة حركة المرور ويتطلب ذلك مستوى مناسب من التصميم والتشييد والتشغيل حسب احجام المرور عليها.

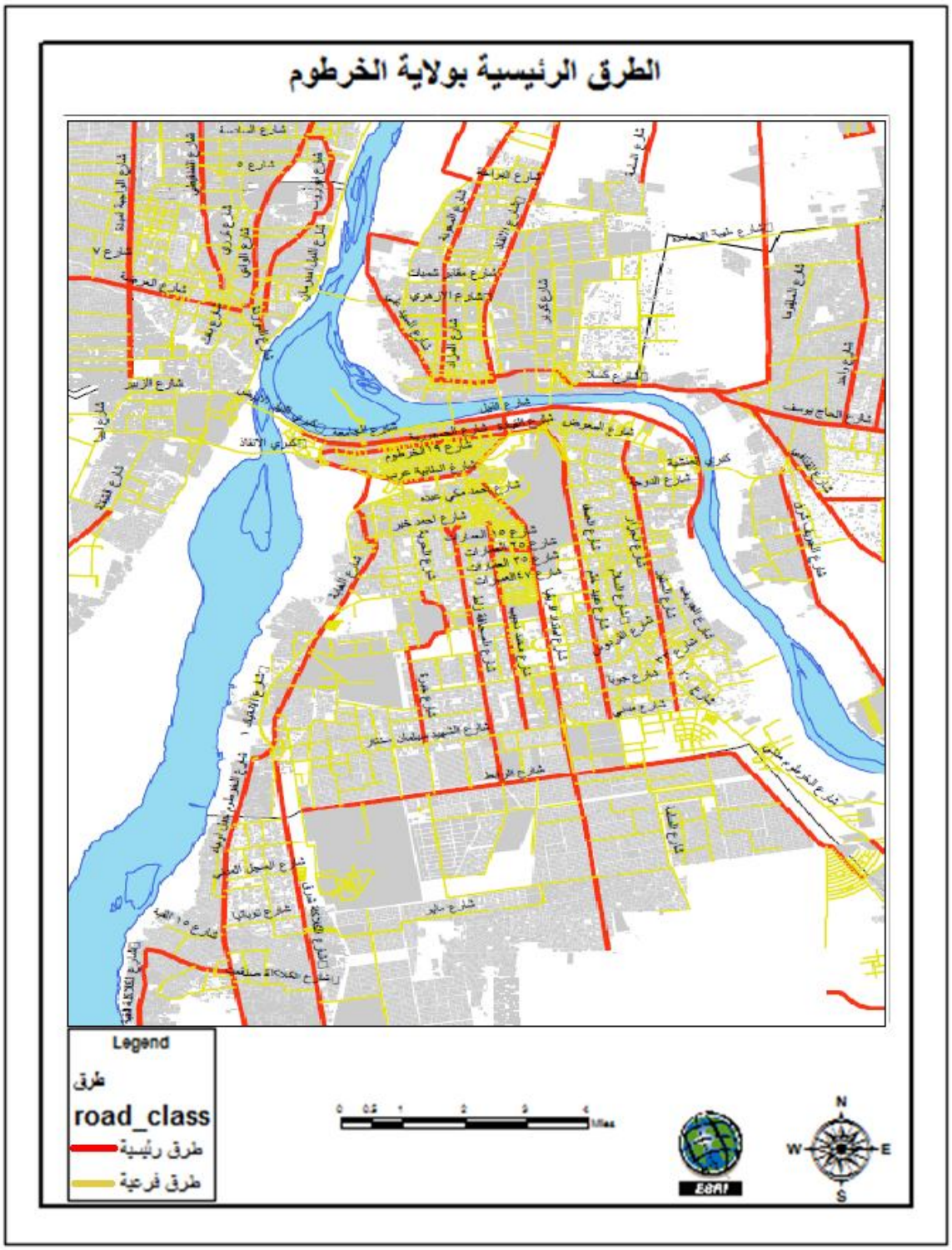
تقسم الطرق من حيث الاداء الى طرق :-

1-طرق رئيسية : هى طرق بها عدد كبير من الحارات وطولها اكبر من 4 كيلو تربط الاحياء والمدن داخل الولاية بها حجم مرور كثيف.

2-طرق فرعية: هى طرق تجميعية تربط الطرق الخدمية بالطرق الرئيسة بها حجم مرور عالى

3- طرق خدمية : تكون قصيرة وطولها اقل من واحد كيلو وعادة تكون داخل الاحياء السكنية بها حجم مرور بسيط.

فى هذا البحث سنتطرق الى الطرق الرئيسة بالولاية عنوان دراستنا والشكل رقم (2-1) يوضح الطرق الرئيسة والفرعية والجدول رقم (2-1) يوضح اطوال الطرق الرئيسة بولاية الخرطوم.



الشكل رقم (2-1) الطرق الرئيسة والفرعية

الجدول رقم (2-1) اطوال الطرق الرئيسة بولاية الخرطوم

م	إسم الطريق	طول الطريق	م	إسم الطريق	طول الطريق
1	شارع دنقلا	141	19	شارع الجريف شرق	8
2	شارع المعونة	44	20	شارع الغابة	8
3	الطريق الدائري	37	21	شارع السيد علي	7
4	شارع الريف الجنوبي	28	22	شارع كسلا	7
5	شارع القذافي	27	23	شارع السلمة	7
6	شارع الوادي	22	24	شارع الدبابين	7
7	شارع الرابط	16	25	شارع ابوروف	7
8	شارع الخرطوم جبل اولياء	15	26	شارع واحد	6
9	شارع الشنقيطي	14	27	شارع الطابية غرب	6
10	شارع النيل الخرطوم	12	28	شارع امتداد افريقيا	6
11	شارع الكلاكلة شرق	11	29	شارع محمد نجيب	6
12	شارع النيل امدرمان	10.6	30	شارع الردمية	5
13	شارع الانقاذ	10	31	شارع الجامعة	5
14	شارع العرضة	10	32	شارع الجمهورية	5
15	شارع الحاج يوسف	9	33	شارع عبيد ختم	5
16	شارع الواجهة امبدة	9	34	شارع جبرة	5
17	شارع الصحافة زلط	9	35	شارع الكلاكلة القبة	5
18	شارع الستين	8			

من الجدول رقم (2-1) تلاحظ ان الطرق الرئيسية المشيدة اصبح عددها (18) طريق باطوال مختلفة بالإضافة الى كثرة الطرق الفرعية التى لاتقل عنها فى الاهمية وان شبكة الطرق اصبحت واسعة الانتشار الشئ الذى اوجب الاهتمام بها والمحافظة عليها من التلف سواء كان ذلك جزئى او كامل ويلزم رعايتها بالنظافة من الاتربة وانشاء مصارف ذات كفاءة جيدة حتى تعم الفائدة المرجوة منها وخلق سطح مستو ومريح وامن حتى تقل الحوداث ويتسفاد منها فى نقل البضائع والترحال ورسم شكل حضارى مميز لعاصمة السودان .

2-2 أنواع العيوب فى سطح الطريق الاسفلتى :-

تعتبر التشققات من أهم العناصر التى تعطى موشرا واضحا عن حالة الطريق وهى تتباين تبعا لخطورتها ومدة ظهور ها من حيث اتساعها وعمقها ودرجة تاثيرها على الطريق ونوعها.كما نجد الحفر التى غالبا ما تحدث نتيجة عدم معالجة التشققات ونجد عيب الهبوط والتخدد والزحف والنزف والبرى والتاكل والتموجات لذا قسمت العيوب وفقا لمعايير حددها الباحثين فى مجال الطرق الى عدة عيوب كما فى الجدول رقم (2-2). وفقا لهذه المعايير تطرقنا فى هذه الدراسة لتحديد العيوب الموثرة على انهيار الطرق ومعرفة أسبابها لانها تسارع بتعجيل العمر الافتراضى للطريق وتدنى مستوى الخدمة به .

2-3 الصيانة ومعالجة العيوب :-

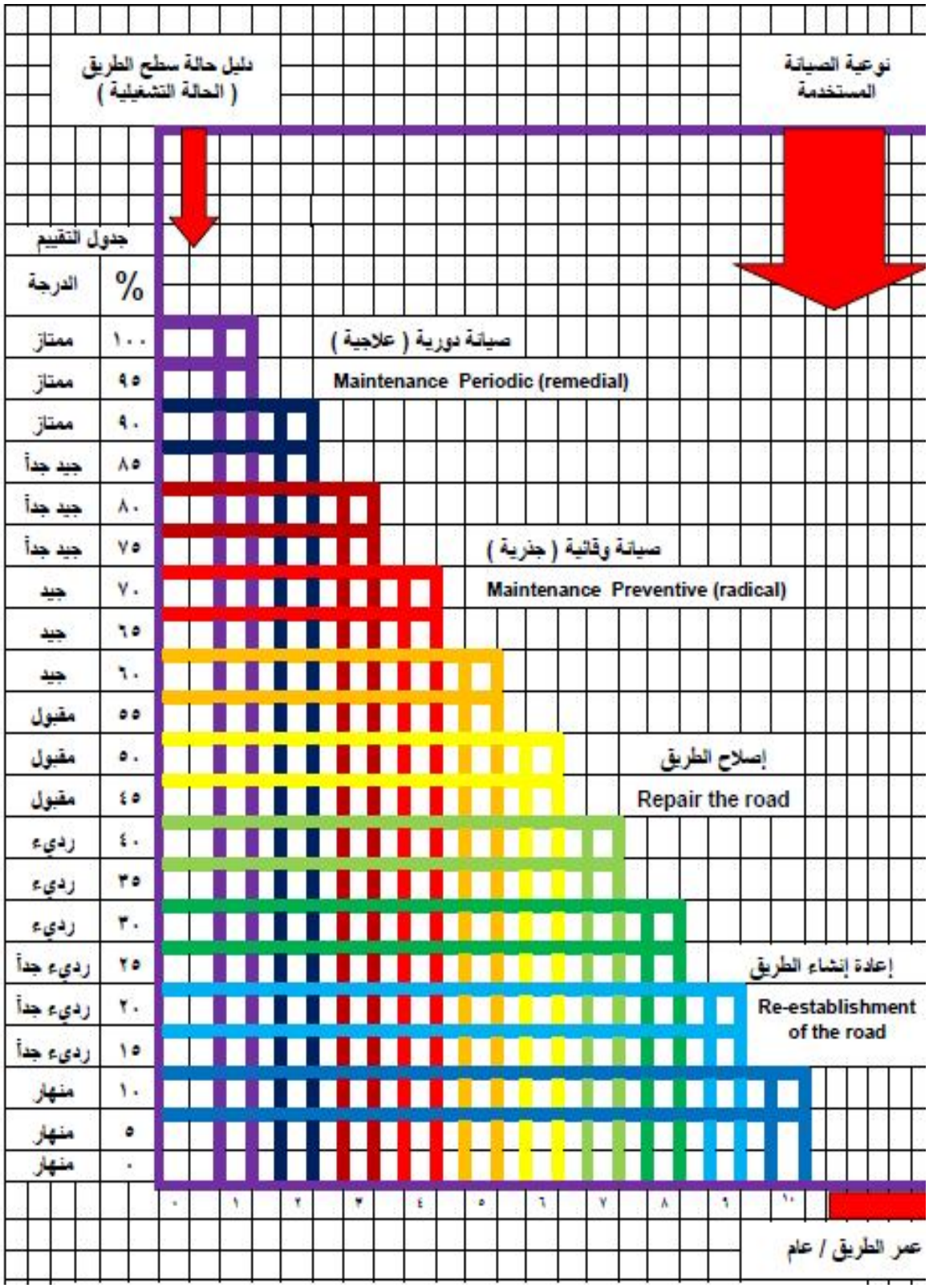
صيانة الطرق يجب ان تكون بطريقة علمية تهدف الى الاستفادة القصوى من الموارد المتاحة وزيادة فاعلية الصيانة من خلال تطبيق طرق نظامية لجمع وحفظ وتحليل البيانات والمعلومات المتعلقة بالطريق كما فى الجدول رقم (2-3) . ويشمل نظام صيانة الطرق عدة عناصر ابرزها تقسييم وترميز شبكة الطرق وجمع بيانات عن حالة الطرق وتحديد نشاطات الصيانة الممكنة ووضع معايير لقررات واولويات الصيانة بالإضافة الى وضع الخطط والبرامج التكنولوجية المستقبلية للصيانة ويتم ربط بيانات عناصر الطريق وعناصر نظام الصيانة بنظام احاثيات وخرائط رقمية وذلك من خلال استخدام تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية GISوتكنولوجيا صيانة الطرق والبرامج التكنولوجية وتكلف شبكة الطرق مبالغ طائلة خاصة اذا تم تنفيذها بمواصفات عالية وجودة كبيرة . وللمحافظة على هذه الاستثمارات ولكى تقوم شبكة الطرق بادائها على الوجه المطلوب طيلة عمرها الافتراضى الذى يعتمد على نوعية الاستخدام وموقع الطريق وطبيعته من الناحية الطبوغرافية ... المناخ وبموجب ذلك يتم تحديد نوعية ومواصفات المواد المفروض استخدامها فى التنفيذ طيلة العمر الإفتراضى والشكل رقم (2-2) الذى يوضح الحالة التشغيلية ونوع الصيانى المناسب لها والشكل (2 – 3) الذى يوضح المخطط البيانى لنظام ادار ة الرصف .

جدول رقم (2-2) انواع العيوب فى سطح الطريق الاسفلتى

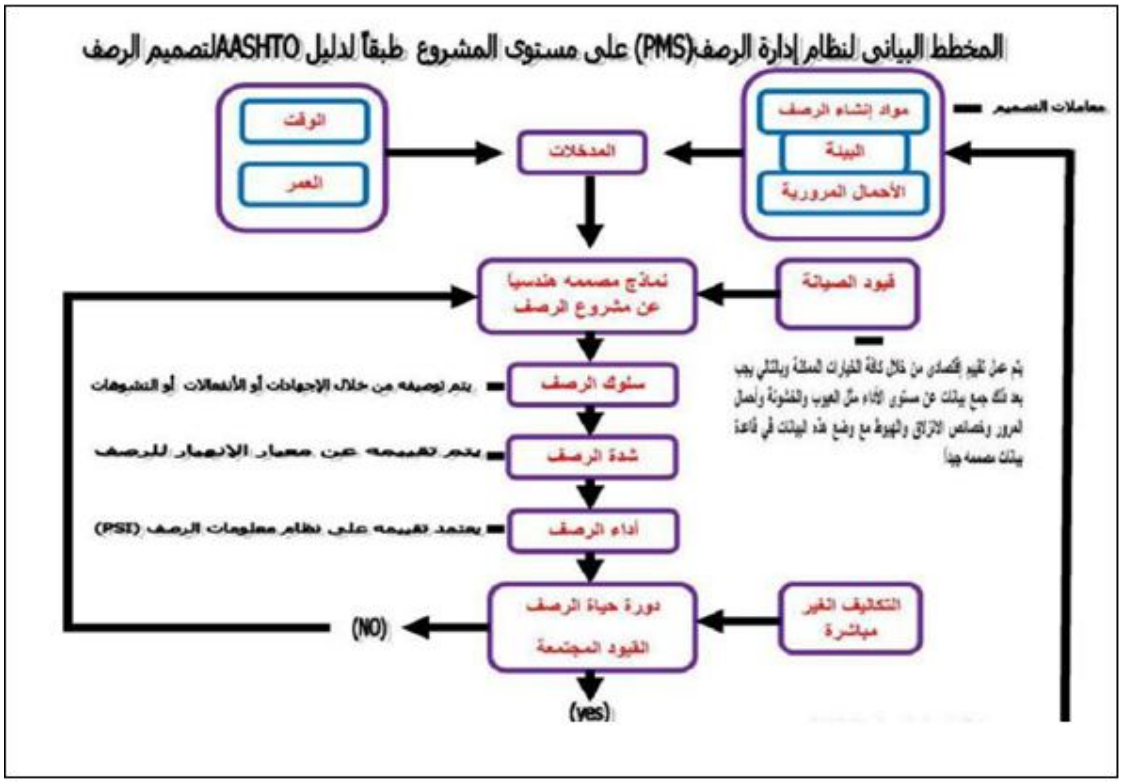
م	أنواع العيوب	الأسباب المؤدية إلى حدوث العيوب						
		الظروف المناخية	المصنعية	البنية الأساسية	الحملات المحورية وكثافة المرور	مكونات الخلطة الاسفلتية	تصريف المياه السطحية والجوفية	تقادم عمر الخلطة
١	الشروخ التمساحية							
٢	الشروخ الشبكية							
٣	الشروخ الطولية والعرضية							
٤	الترقيع							
٥	الحفر							
٦	الهبوط							
٧	الزحف أوالازاحة							
٨	التخدد							
٩	النزف الاسفلتى							
١٠	التطاير والتآكل							
١١	برى أو صقل الحصى							
١٢	التقعرات والتحديات							
١٣	التموجات							
١٤	الشقوق الجانبية							
١٥	الشقوق الانعكاسية							
١٦	هبوط الأكتاف							
١٧	الشقوق الإنزلاقية							
١٨	الانتفاخ							
١٩	تقاطع السكة الحديد							
٢٠	رقع حفريات الخدمات							

جدول رقم (2-3) إجراءات الصيانة المتبعة فى اسلوب العلاج للعيوب

م	أنواع العيوب	الملاط الاسفلتى	الترقيع العميق	إعادة الإنشاء	تعبئة الشقوق	طبقة أسفلتية رقيقة	الترقيع السطحي	إصلاح الأساس وإعادة الرصف	كشط وإعادة الرصف	التجفيف بالرمل الساخن	إصلاح الاكتاف (تسوية)
	الشروخ التمساحية										
	الشروخ الشبكية										
	الشروخ الطولية والعرضية										
	الترقيع										
	الحفر										
	الهبوط										
	الزحف أوالازاحة										
	التخدد										
	النزف الاسفلتى										
١	التطاير والتآكل										
١	برى أو صقل الحصى										
١	التقعرات والتحديات										
١	التموجات										
١	الشقوق الجانبية										
١	الشقوق الانعكاسية										
١	هبوط الأكتاف										
١	الشقوق الإنزلاقية										
١	الانتفاخ										
١	تقاطع السكة الحديد										
٢	رقع حفريات الخدمات										



الشكل رقم (2-2) الحالة التشغيلية للطريق ونوع الصيانة المناسبة



الشكل رقم (2- 3) يوضح المخطط البيانى لنظام ادارة الرصف PMS

4-2 المواد المستخدمة فى تشييد الطرق :-

تعتبرالمواد المكون الرئيسى والهام فى جسم الطريق مما دعا الى الاهتمام بها وانحصرت العديد من البحوث فى مجال الطرق فى دراسات التربة والعوامل التى توثر فيها ومدى تاثيرها فى صناعة الطرق وفى هذا البحث تطرقنا لها من حيث تاثيرها بالعوامل المناخية وتصريف مياه المطار مما اثر فى دخول الماء لها عبر التشققات والحفر مما ساعد فى تفكك حبيباتها وافقدتها خصائصها وشكلت مع الماء العدو الرئيسى لها بطبقات الرصف المختلفة العيوب التى ساعدت فى انهيار وتلف الطريق عنوان هذا البحث وتشمل الدراسة دراسة نوعية المواد ومواصفاتها والاختبارات التى تجرى للتاكد من صلاحيتها. تنقسم المواد المستخدمة الى نوعين :-

1- مواد ترابية (التراب الخرسانى) :-

عبارة عن مواد طبيعية نتجت من تفتت الصخور التى سببته عوامل التعرية المختلفة ونقلت من مناطق نشاءتها بفعل الرياح اوالماء والهواء ، الجليد ...الخ الى مناقط اخرى وتمتاز بحوافها المستديرة وتحتوى على مختلف الاحجام و الالوان.عموما هى عبارة عن مواد حصوية اما خشنة او ناعمة وفى مجال الطرق تفضل االخرسانة التى تمر من الغربال الذى قطره mm(0.074) وفقا للتدرج الحبيبى المطلوب لطبقات رصف الطريق .

أ. الخواص الهندسية :-

تتعلق مباشرة بالنسج (Texture) والتركيب المعدنى للصخور التى تكونت منها.ان اصل الصخور له تاثير كبير على النسج فمثلا حبيبات الصخور النارية تكون متشابكة فى ما بينها (Inter-locked) والذى يتكون اثناء عملية تبلور (Crystallyzation) مادة المالكا ولسرعة تبريدها اثر كبير فى حجم الحبيبات الناتجة (Grain size) فالتبريد السريع ينتج حبيبات صغيرة نسبيا .

و أهم الخواص كما يلى :-

1. المقاومة :- وهى تحمل الاجهادات الواقعة عليه.
2. المتانة :- تتمثل فى درجة الصلادة لتحمل الصدمات الخارجية .
3. الصلابة :- هى مقاومة الاحتكاك الى يحدث بين الحبيبات.
4. الديمومة :- يقصد بها مقاومة عوامل التعرية .
5. التلاحم :- تعنى قوة التماسك والالتصاق بين حبيبات التراب الخرسانى مع بعضها البعض والتى يجب ان تكون قوية جدا .
6. النفاذية :- وهى سرعة سريان الماء خلال مسامات التربة والتى يجب ان تكون قليلة فى مواد الرصف الترابية .

لذا يجب اجراء عدة اختبارات للمواد الموجودة فى المقالع قيل جلبها للطريق وذلك للتاكد من جودتها ومطابقتها للمواصفات واتى يشترط وجود قوى تماسك واحتكاك بين حبيباتها وذلك لضمان ثباتها وايضا يشترط قلة قابليتها للإنضغاط حتى لاتهبط عند فتح الطريق كما يشترط امكانية الحصول على كثافة عالية عند دمكها لتتحمل الاجهادات الكبيرة المسلطة عليها .

ففى ولاية الخرطوم يوجد عدد من المقالع موزرعة ف محافظاتها المختلفة ففى محافظة امدرمان نجد مقلع ام كتى شمال امدرمان به مواد تستخدم لطبقتى الاساس والاساس المساعد ومقلع غرب امدرمان بين قريتى كدى والسمرة فيه مواد تصلح لطبقة الاساس المساعد فقط واخر فى منطقة القليع جنوب جامعة امدرمان الاسلامية يصلح لمواد طبقة الاساس، وفى محافظة الخرطوم بحرى مقلع حطاب به مواد تصلح لطبقة الاساس المساعد ، ومقلع ود اسد يقع شمال قرية ود حطاب به مواد تصلح لطبقتى الاساس والاساس المساعد .

تجرى الاختبارات المعملية على العديد من العينات وذلك لتحديد الخواص الهندسية لها، منها اختبارات التصنيف والدمك وتجربة نسبة كالفورنيا التحميلية (CBR) لمقارنتها بالمواصفات .

1-إختبارات ألتصنيف :-

تشمل هذه التجارب عادة تعيين الحجم الحبيبى وحدى السيولة واللدونة .

- التحليل الحبيبى للتربة (Partical size analysis) :-

يستعمل اختبار التحليل المنخلى (Sieve Analysis) لتعين الحجم الحبيبى لمكونات التربة الخشنة وذلك باخذ عينة من التربة المفككة بوزن معين على مجموعة من المناخل بفتحات متدرجة اقطارها ومرصوصة تحت بعضها على التوالى وتحدد اوزان العينة التى تحجز على كل منخل من مناخل المجموعة كنسبة مئوية من وزن العينة الاصلى ثم بعد ذلك يتم رسم العلاقة بين حجم الحبيبلت والنسبة المئوية على ورقة رسم نصف لوغاريثمى.

1. تجارب حدود اتربيرج (Atterberg Limit Tests) :-

تعرف المحتويات المائية التى عندها تنتقل التربة من حالة قوام الى حالة قوام اخرى بحدود اتربيرج لقوام التربة ، تجرى على التربة الناعمة المارة من المنخل رقم 40 (للاقطار اقل من 0.52 ملم) .

I. حد السيولة (Liqid Limit)

هو نسبة الرطوبة التى تتحول عندها التربة من حالة السيولة الى حالة اللدونة ولتحديد حد السيولة ينم استخدام جهاز كازاجراند حيث تكون التربة عند حد السيولة الى ان يغلق الاخدود بطول 13 ملم يعد دقه 25 دقة او (لفة) .

II. حد اللدونة (Plastic Limit)

هو نسبة الرطوبة التى تتحول عندها التربة من حالة اللدونة الى حالة الصلابة ويمكن تعريفه بانه هو نسبة الرطوبة التى بعدها لا يمكن فتل عينة يدحرجتها بين راحة اليد وسطح لوح زجاجى على شكل خيوط رقيقة بقطر 3 ملم بدون ان تبداء فى الكسر والتفتت .

III. حد الإنكماش (Shrinkage Limit)

هو نسبة الرطوبة التى تتحول عندها التربة من حالة شبه الصلابة الى حالة الصلابة ، ويعرف بانه هو نسية الرطوبة التى لا تتعرض يعدها العينة عند نجفيفها الى تغير ملموس فى الحجم بالانكماش .

2. تجربة الدمك (Compaction Test)

الدمك هو ضغط وتكثيف التربة او الزيادة فى وزن وحدة الحجم فى التربة والتى يمكن الحصول عليها صناعيا اذا عولجت باحدى الوسائل الميكانيية من الدك بالمندالة او الهرس بالهراسات . وهذه العملية عادة تودى الى اقلال نسبة الفراغات فى التربة بسبب اعادة ترتيب وتداخل حبيباتها وطرد الهواء المحصور فى مساماتها و الجدول رقم (2-6) يوضح العلاقة بين تجربة بروكتور القياسية والمعدلة . ومن العوامل التى توثر فى عملية الدمك :-

1. نسبة الرطوبة فى التربة اثناء عملية الدمك .
2. الطاقة الدامكة.
3. نوع التربة.

ويمكن ايجاد العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة لاى نوع من انواع التربة وذلك باستخدام تجربة بروكتور (القياسية او المعدلة) . و الجدول رقم (2-4) يوضح العلاقة بين تجربة بروكتور القياسية والمعدلة.

جدول رقم (2-4) العلاقة بين تجربة بروكتور القياسية و المعدلة

تفاصيل التجربة	الدمك القياسى	الدمك المعدل
قطر القالب بالبوصة	4	4
ارتفاع العينة بالبوصة	4.59	4.59
عدد الطبقات	3	5
عدد الدقات لكل طبقة	27	56
وزن المدق بالرطل	5.5	10
قطر المدق بالبوصة	2	2
السقوط الحر للمدق بالبوصة	12	18
حجم العينة فى القالب بالقدم المكعب	1\30	1\30

3. تجربة نسبة لتحميل كالفورنيا California Bearing Ratio (CBR)

تعتبر من تجارب الاختراق الهامة واتى تجرى على مواد طبقات الرصف (الطبقة التحتية (التاسيسية) وطبقة الالساس المساعد وطبقة الاساس) وذلك لقياس مفدرة تحمل التربة للاحمال الواقعة عليها وتستخدم فى هذه التجربة اجهزة ومعدات تشمل قالب اسطوانى بقطر 6 بوصات وارتفاع 7 يوصات مع قاعدة وحلقة وذراع (قضيب دمك) ومقياس انفعال بدقة (0.3) واحمال مختلفة وجهاز الضغط مع مقياس القوة الضاغطة وذراع اختراق نسبة تحمل كالفورنيا .

تجرى تجربة ال (CBR) على عينات تربة مدموكة وفقا لتجربة بروكتور المعدلة ، وبعد الانتهاء من عملية الدمك توضع العينة وهى فى القالب داخل حوض مائى لمدة اربعة ايام وذلك من اجل ادخال التغيرات المناخية التى يمكن ان تتعرض لها التربة خلال عمر الطريق كما اننا خلال غمر العينة نقوم

بقياس الانتفاخ الذى يمكن ان يحدث تبعا لحساسية العيتة نحو التغيرات المائية ومن اجل التمثيل الافضل لحالة التربة تحت طبقات الرصف نقوم بتحميل سطح العينة باجهادات تعادل الاجهادات الناتجة عن الوزن الذاتى لطبقات الرصف بواسطة اوزان حلقية تزن كل منها خمسة ارطال . ثم بغد ذلك يرفع القالب بمحتوياته من حوض الغمر ويتم التخلص من المياه العالقة بالعينة لمدة 13 دقيقة ثم توضع تحت جهاز اختبار الضغط مع مراعاة وضع الاحمال.حيث يتم تطبيق ضعط عند محوره بواسطة مكبس دائرى (Area=3 $inch^2$) يسرعة (0.05 inch\min) ويتم اخذ قراءة مقياس الاختراق ثم بتم رسم العلاقة بينهما .

يتم حساب نسبة كالفورنيا للتحميل (CBR) من منحنى التجربة وذلك باخذ الحمولات او الاجهادات المسجلة للعينة المدروسة عند قيم الاختراق حسب المعادلة رقم (2) ، ثم حساب النسبة المئوية بين وحدة احمال التجربة ووحدة الاحمال لعينة نموذجية فيكون :-

$$CBR = \frac{P}{Ps} .100 \qquad (2)$$

حيث:

P = measured pressured for site soils (N/mm^2)

P_S = pressure to achieved equal penetration on standard soil (N/mm^2)

4. مواصفات مواد طبقات الرصف الترابية :-

1.تتكون المواد من حصى صلب غليظ ورفيع ومواد رابطة لملء الفراغات والتى تتكون فى مجموعها خليطا متدرجا متجانسا والجدول رقم (أ-2) الذى يوضح تدرج المواد .

2. يجب ان لا يزيد اكبر حجم عن 2.5 بوصة (63 ملم) وبحيث لا يتعدى ثلثى سمك الطبقة بعد دمكها .

3. التدرج : يطابق تدرج المواد احد التدرجات التالية :-

يمكن توريد المواد بما يتفق مع اكثر من تدرج واحد .

- يجب الا تقل كثافة الطبقة عن 95% من الكثافة المعملية طبقا للدمك المعدل .
- يجب الا تقل نسبة تحميل كاليفورنيا (CBR) لعينة يتم دمكها طبقا للدمك المعدل وغمرها فى الماء لمدة اربعة ايام عن 30% طبقا للاختبار القياسى .
- بالنسبة للجزء المار من منخل 40 (0.425 مم) يكون :

حد السيولة (اقصى) 35%

حد اللدونة (اقصى) 12%

الانكماش الطولى لا يزيد عن 3%

5. مواصفات مواد طبقة الاسفلت المستخدمة:-

الطبقة الاسفلتية (The Asphalts Cement) : -

بعد تنفيذ طبقة الاساس حسب الميول المطلوبة تبداء اعمال الاسفلت برش طبقة الدهان حسب الاسس والمواصفات بمعدل رش 0.65-1.75 لتر/متر^2 و بدرجة حرارة تتراوح بن 65-95 درجة مئوية بالنسبة لطبقة الدهان (Prime coat) اما الطبقة اللاصقة (Tack Coat) يجب الا يزيد معدل الرش عن 0.25 لتر / م^2 ودرجة حرارة 65-95 درجة مئوية .

وتفرش الطبقة الاسفلتية حسب السمك فى التصميم وتدمك ويتم فحصها وبها تكتمل اعمال الطريق ويصبح ممهد وجاهز لاستقبال حركة مرور السيارات .

اختيار مواد وسمك طبقات الرصف يعتمد على العوامل التالية :-

1- نوع وحجم المرور

2- مقدار المال المتوفر للتشييد والصيانة

3- نوع تربة التاسيس وطريقة التصريف

4- وفرة المواد وقربها للموقع المراد تشيده

5- الظروف المناخية

6= المعدات المتوفرة

7- الزمن المتاح للتشييد

8- نوع الرصف المطلوب

يتكون الطريق من ثلاثة طبقات اساسية هى الاساس والاساس المساعد والطبقة الاسفلتية وهى الطبقة التى تظهر فيها التشوهات بشكل واضح مثل الشروخ والحفر والهبوط والزحف والتخدد والتموجات والانتفاخ وغيرها والتى تنتج عن عدة اسباب اولها احتكاك العجل بطبقة الاسفلت او زيادة الاحمال المرورية وعدم كفاية سمك الطبقة الاسفلتية او بسبب مواد الرصف و توجد اسباب رئيسية اخرى سنتطرق لها فى الباب التالى .

2-5 التصميم الهندسى والإنشائى:-

بعد الدراسلت الاولية ودراسات الجدوى ياتى دور التصميم ويكون بعد اختيار المسار و يعتمد على المسوحات الهندسية (الرفع المساحى) و لعمل التصميم الهندسى وعلى دراسة التربة خاصة الطبقة التاسيسية ومعرفة خصائصها لعمل التصميم الإنشائى واختيار الطبقات وسمكها حسب نوع التربة والعد الحركى ثم تعد جداول الكميات حسب التصميم والرسومات والمواصفات الفنية ويتم حساب التكلفة الكلية للمشروع .

2-5-1 التصميم الهندسى :-

التصميم الهندسى هو عبارة عن تصميم الميول الراسية والافقية حسب الدراسة الهايدولوكية و طبيعة الارض الطبوغرافية وخطوط الكنتور يبداء بعد إختيار المسار حيث تتم عملية تحديد الابعاد الهندسية للطريق من عرضه وطوله و تحديد عمق الحفر حسب سمكك الطبقات فى التصميم الإنشائى ومراعاة عتبات البيوت والتصريف و فيه ترتب العناصر المرئية للطريق مثل مسافات الرؤية والميول العرضية والطولية والانحدارات وسعة الطريق والسرعة التصميمية حسب التصنيف وللاعمال المساحية الدور الاعظم بالنسبة للمسارين الافقى والراسى(Horizantal and Vertical Alignment) لاعتماد ميول طبيعية لضمان التصريف الجيد، ويتم تحديد متطلبات التصميم حسب مواصفات AASHO وبرنامج ((Land Development 2004).

وفيما يلى متطلبات التصميم الهندسى

1- مسافة الرؤية (Sight Distance):- هى طول الجزء من الطريق الذى تتوفر فيه الرؤية الكافية للسائق ويراعى فى التصميم الامان وسلامة تشغيل المركبات وتنقسم الى الأتى :-

i. مسافة رؤية للوقوف على الطريق .

ii. مسافة رؤية للتخطى والمناورة فى الطريق.

iii. مسافة رؤية فى التقاطعات والانحراف شمالا او يمينا .

iv. مسافة رؤية فى المنحنيات الطولية والعرضية والمنحدرات والمناطق المرتفعة .

2- السرعة التصميمية (Design Speed) :- هى إعلى سرعة تسير بها المركبة بامان عندما تكون أحوال الطقس مثالية وكثافة المرور منخفضة وتعتبر مقاسا لمستوى الخدمة للطريق وتعتبر عنصر منطقى بالنسبة لطبوغرافية المنطقة . وعلى المصمم اختيار السرعة المناسبة حسب نوع الطريق و التضاريس وحجم المرور والجدول رقم (2-5) يوضح السرعة التصميمية للطرق الحضرية .

الجدول رقم (2-5) السرعة التصميمية للطرق الحضرية .

نوع الطريق	السرعة الأدنى (كلم/ساعة)	السرعة التصميمية (كلم/ساعة)
طريق محلى (Local)	30	50
طريق محلى (Collectorl)	50	60
طريق شريانى-عام	80	100
طريق اقل إضطراب	70	90
إضطراب ملموس	50	60
طريق سريع	90	120

3- سعة الطريق ومستوى الخدمة (Level of Service &Highway Capacity) :-

- سعة الطريق :- هى اقصى حد للمركبات التى يتوقع مرورها فى جزء معين من الطريق فى فترة زمنية معينة وفى ظل ظروف المرور السائدة .

- مستوى الخدمة :-هو القياس النوعى لتاثير عدد من العوامل مثل سرعة التشغيل ومدة الرحلة وأعطال حركة المرور وحرية المناورة والعبور سلامة القيادة والراحة ومدى ملائمة الطريق وتكاليف التشغيل. والجدول رقم(2-6) يوضح مستوى الخدمة للطريق حسب تصنيف الطريق .

الجدول رقم(2-6) مستوى الخدمة للطريق حسب تصنيف الطريق

نوع الطريق	مستوى الخدمة
رئيسى	ج (C)
ثانوى	ج (C)
محلى	د (D)

4-الاعمال المساحية للتصميم الهندسى :-

يعتمد التصميم الهندسى على الاعمال المساحية حيث يعمل الرفع المساحى للطريق وحرم الطريق والمناطق التى تجاوره وذلك بعد اختيار المسار ودراسة جغرافية المنطقة وخطوط الكنتور لها وذلك لتحديد المسارين الافق والراسى . والشكل رقم (2-4) يوضح المسقط الافقى وشكل الارض الطبيعية والميول الطولية .

المساقط الافقية للطريق (Horizantal Alignment):-

يتكون من سلسلة متكاملة من المماسات والمنحنيات ويتم أخذ محطات فى المسافات الافقية تتراوح بين 25-100 متر حسب دقة المشروع ويحسب نصف القطر الافقى على حسب السرعة التصميمية من خلال المعادلة رقم (1)

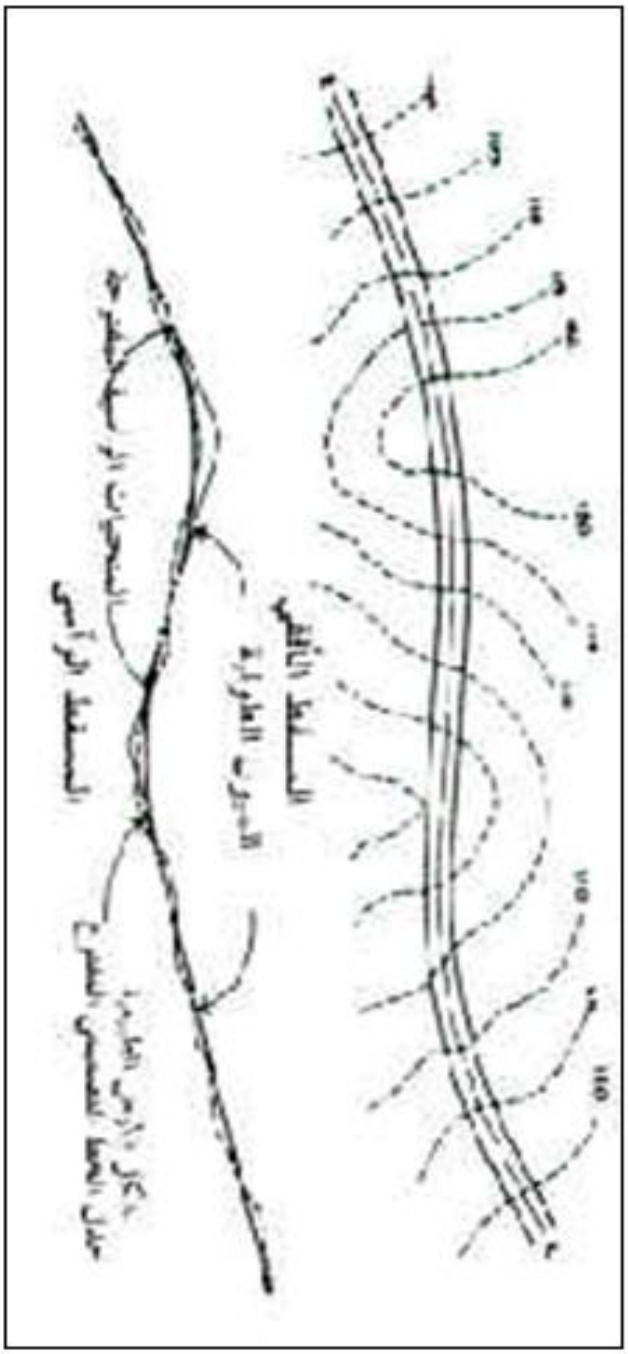
$$R = v^2 \frac{R}{127(e+f)} \qquad (1)$$

R= اقل نصف قطر للمنحنى الدائرى

V= سرعة المركبة كلم/ساعة

e= اقصى معدل تعلية جانبية بالمتر

f= معامل الاحتكاك الجانبى



شكل رقم(2-4) المسقط الافقى وشكل الارض الطبيعية والميول الطولية

أ. الرفع الجانبى للطريق (Super Elevation):-

فى حالة حركة السيارة على منحنى افقى يتم عمل رفع جانبى للطريق بدرجة كافية لإيجاد مركبة قوة جانبية لمقاومة قوة الطرد المركزية الناتجة عن الحركة على المنحنى ، وفى حالة المنحنيات ذات انصاف الاقطار الكبيرة جدا يهمل الرفع الجانبى و الشكل رقم (3-4) يوضح الرفع الجانبى للطريق (Super Elevation) .

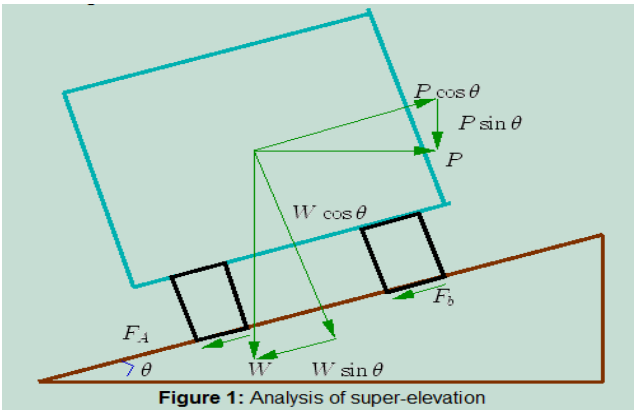
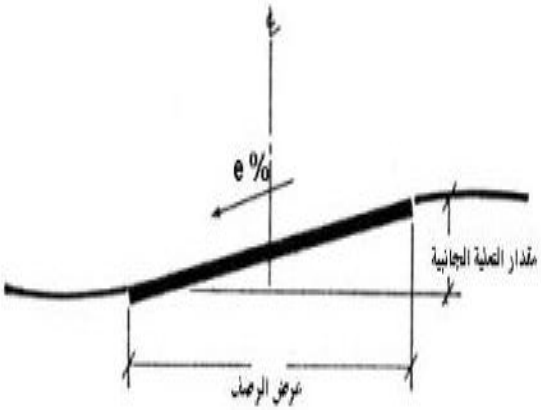
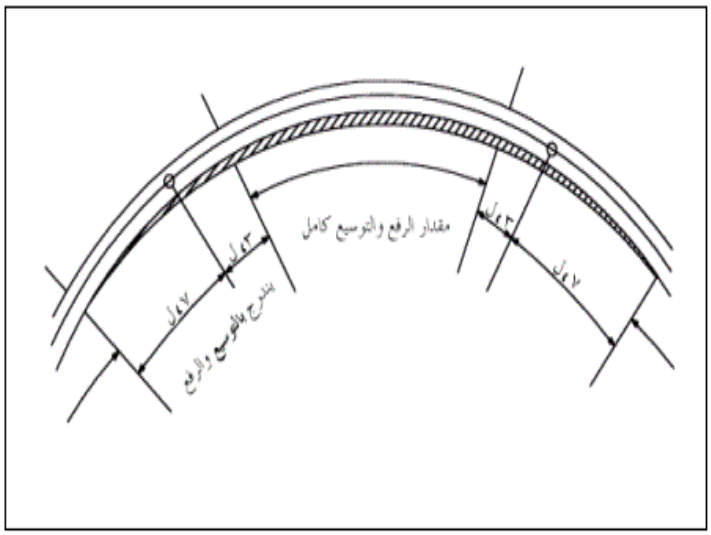


Figure 1: Analysis of super-elevation



شكل رقم (5) الرفع الجانبي للطريق



الشكل رقم (2-5) الرفع الجانبى للطريق (Super Elevation)

ج. المساقط الرأسية للطريق (Vertical Alignment):-

تتكون من سلسلة من الميول الطولية متصلة مع بعضها بمنحنيات رأسية وتتحكم فيها عوامل الامان والطيوغرافية ودرجة الطريق والسرعة التصميمية والمستوى الافقى ونوع المركبات والتصريف وعتبات المنازل ومدى الرؤية مستوفيا لمسافة الرؤية اللازمة والتكلفة الافتصادية . و الشكل رقم(3-3) يوضح المسقط الافقى وشكل الارض الطبيعية والميول الطولية.

-مواصفات الميول الطولية :-

فى المناطق المستوية يتحكم نظام صرف الامطار فى المناسيب وفى المناطق التى يكون فيها مستوى المياه فى نفس مستوى الأرض الطبيعى فإن السطح الاسفلتى للرصف يجب ان يكون اعلى من مستوى المياه بحوالى 0.5 متر على الاقل . وفى المناطق الصخرية يقام المنسوب التصميمى بحيث يكون الحافة السفلى لكتف الطريق أعلى من منسوب الصخر ب 0.3 متر على الاقل وهذا يؤدى التجنب الحفر الصخرى الغير ضرورى . وللمحافظة على الشكل الجمالى فإن من المهم جدا أن يكون طول المنحنى الرأسى أطول من المسافة المطلوبة للتوقف .

2-5-2 التصميم الإنشائى :-

فى التصميم الانشائى يتم تحديد طبقات الرصف حسب نوع التربة الطبيعية وحجم الحركة المتوقعة للطريق والعمر الإفتراضى بستخدام ال (Road Note 31) ومعمل بحوث النقل البرطانية ال TRL و طريقة ال AASHTO وطريقة ال (AI) Asphalt Institute فى التصميم للوصول الى طبقات الرصف المناسبة.

الدراسات السابقة

إن الاهتمام بالبحث العلمى فى السودان فى مجال الطرق ينحصر جله فى دراسة التربة التى تعتبر المكون الرئيسى الاكبر والطبقة السطحية الاسفلتية والعيوب والمشاكل التى تتعرض لها ويعتبر جسم الطريق كالبنيان الواحد اذا تضرر اى جزء منه يظهر ذلك فى الطبقة التى تليه وبما ان الطبقة الاسفلتية هى الطبقة السطحية فان اى خلل فى اى جزء من الطريق يظهر بها لذا فهى الموشر الذى يتحرك ليبنبهنا عند حدوث اى خلل ومن شكل العيب نستطيع أن نشخص العيب .

2-1 الدراسات والبحوث السابقة :-

يبذل العالم الخارجى المتحضر اهتماما كبيرا فى للبحوث العلمية من اجل التطوير والجودة ، وذلك بتطوير طرق التصميم للوصول للاداء المتميز لرصف الطرق والكفاءة . والاهتمام بالباحثين وتشجيعهم وتوفير المعلومات الضرورية لهم مما ساعد فى ابتكار اساليب حديثة فى مجال الطرق واستحداث برامج عديدة متطورة من برامج الحاسوب خاصة فى مجال التصميم من البرامج النى تعتمد على نظرية الطبقات التى ابتكرها العالم (Bur mister) واول هذه البرامج واكثرها شهرة على الاطلاق هو برنامج (CHEV) الذى تم اعداده من خلال شركة (CHARVAN) للابحاث بواسطة كل من (Dieck Mann ,Warren) وهذا البرنامج يمكن استخدامه فقط مع المواد ذات المرونة الخطية ولكن تم تعديله بعد ذلك عن طريق معهد الاسفلت وهذا التعديل ظهر فى صورة البرنامج DAMA الذى تم تصميمه خصيصا لكى يأخذ فى اعتباره المواد الحصوية ذات المرونة الغير خطية (هذا التطوير تم بواسطة كل من , Wiczak Huang فى عام بالإضافة الى هذين البرنامجين يوجد ايضا يرنامج أخر على درجة كبيرة من الاهمية فضلا عن شعبيته الكبيرة وهو البرنامج BISAR الذى قامت بإعداده شركة شل وهذا البرنامج يأخذ فى إعتباره ليس فقط الأحمال الرأسية ولكن الاحمال الافقية (تم إعداد هذا البرنامج غلى يد Defang etal) بالإضافة لهذين البرنامجين يوجد ايضا برنامج اخر كان قد تم إعداده فى الاصل بجامعة كالفورنيا –

بريكلى وبعد ذلك تم ضبطه و تطويره بحيث يعمل بأجهزة الميكرو كمبيوتر وهو برنامج ELSYM5 وهو يتعامل مع انظمة الطبقات المحسنة المرنة الواقعة تحت تأثير العديد من الأحمال الإطارات (تم إعداد هذا البرنامج بواسطة العالم Copper man etal) هذا وبناءا على نظرية الطبقات مع خصائص المواد المعتمدة على الاجهاد قام العالم Finne etal بإعداد برنامج كمبيوتر يسمى PDMAP اختصار للمصطلح Probabilistic Distress Models of Asphalt Pavements والذى يعنى نماذج العيب المحتمل لطبقات الرصف الاسفلتية ولقد كان الغرض الاساسى لهذا البرنامج يتمثل فى التنبوء بكل من التشرخ الناتج عن الإجهاد Fatigue والاخاديد Rutting فى طبقات الرصف الاسفلتى ولقد وجد الى حد كبير من النتائج التى تم الحصول عليها من برنامج SAPIV الذى يعد برنامجا لتحليل الإجهاد بالعنصر المحدد Finite Element وقد تم إعداده بجامعة كالفورنيا – بيرلى ويمكن القول أن العيب الأساسى والجوهرى لنظرية الطبقات يتمثل فى افتراض أن كل طبقة تكون متجانسة مع نفس الخصائص عبر الطبقة باكملها وهذا الإفتراض يجعل من الصعوبة بمكان تحليل الأنظمة التى تتالف من عدة طبقات تتكون من مواد ذات مرونة غير خطية مثل طبقات الاساس والاساس المساعد الحصوية الغير معالجة وهنا نقول أن معامل المرونة Modulus لهذه المواد يكون معتمدا بشكل أساسى على الإجهاد وبالتالى فهو يختلف ويتباين عبر الطيقة ومن ثم فالسؤال الذى يفرض نفسه الان هو أن أى نقطة بالطبقة المكونة من مواد ذلت مرونة غير خطية ينبغى اختبارها لتمثيل الطبقة بأكملها ؟ وفى هذا الصدد نقول أنه فى حالة الرغبة فى معرفة اكثر الإجهادات الحرجة فقط او الإنفعال فقط او الهبوط فقط كالمعتاد فى فى تصميم طبقات الرصف فى هذه الحالة فى هذه الحالة نقول ان اى نقطة تقع بالقرب من الحمل المطبق يمكن إختيارها لكى تمثل بكل ثقة الطبقة باكملها ولكن على كل حال لو أن الاجهـــادات أو الانفعالات أو الهبوطات Deflections عند نقطة مختلفة بعضها قريب وبعضها الأخر بعيد عن نقطة التحميل تكون مطلوبة فى هذه الحالة فى سيكون من الصعوبة بمكان استخدام نظرية الطبقة لتحليل المواد ذات المرونة الغير خطية وهذه الصعوبة يمكن التغلب عليها عن طريق إستخدام طريقة العنصر المحدد FRM (إختصار للمصطلح

Finite Element Method) . العالم Duncan etal هو اول من قام فى عام 1968 بتطبيق طريقة العنصر المتناهى FRM لتحليل طبقات الرصف المرن وفيما بعد تم الاستعانة بهذه الطريقة لإعداد برنامج الكمبيوتر المسمى ILLI-PAVE (بواسطة كل من Read , Figueroa فى عام 1980) ونتيجة للفترة الزمنية الهائلة التى يستغرقها جهاز الحاسوب فى إجراء العمليات الحسابية وأيضا بسبب المقدار الهائل المطلوب توفره بالاسطوانة الصلبة فإنه لم يتم إستخدام هذا البرنامج فى مهام وأغراض التصميم الروتينية ولكن بالرغم من ذلك فقد تم إعداد عدد من معادلات الإنحدار بناءأ على النتائج التى تم الحصول عليها من برنامج ILLI-PAVE وهذه المعادلات تم إعدادها لكى يتم استخدامها ف التصميم (هذا الإعداد تم بواسطة كل من العالم Thompson والعالم Elliot فى عام 1985 ثم بواسطة كل من العالم Gomezachaar والعالم Thompson) . كذلك فقد تم أيضا إستخدام طريقة العنصر المتناهى الغير خطى فى برنامج يسمى HICH-PAVE الذى تم اعداده فى جامعة ولاية ميتشجان بواسطة العالم (Harichandran et al) .

معظم الاساليب التى طرحت حتى الان تعتمد بشكل اساسى على الاحمال الساكنة او المتحركة بدون الاخذ فى الاعتبار التاثيرات الداخلية الناتجة عن الاحمال الديناميكية وفى هذا الصدد نقول انه قام العالم Manmlouk بتصميم برنامج لديه القدرة على ان ياخذ فى الاعتبار التاثير الداخلى واشار الى ان هذا التاثير يكون واضحا جدا عند وجود طبقة صخرية او Sub-Grade متماسك (مجمد) ويصبح اكثر اهمية بالنسبة للتحميل الاهتزازى Vibrotory مقارنة باالتحميل النابض Impulse وهذا البرنامج يتطلب فترة زمنية كبيرة لإجراء الحسابات كما انه متخصص فقط لتحليل المواد ذات المرونة الخطية هذا ونود القول بأن اخذ أخذ التاثير الداخلى فى الاعتبار بالاساليب الروتينية لتصميم طبقات الرصف المتضمن مواد لزجة ذات مرونة غير خطية لا يزال حلما يراود الكثير من العاملين فى هذا المجال . وفى بحث اخر أجراه العالم Monismith تم توضيح أنه بالنسبة لطبقات الرصف المتكونة من الخرسانة الاسفلتية لا يكون من المهم أداء تحليل كامل لتأثير الأحمال الديناميكية فالتأثيرات الناجمة عن القصور الذاتى يمكن إهمالها وفى

هذه الحالة يمكن تحديد الإستجابات الدينميكية المحلية وذلك عن طريق اسلوب استاتيكى فى الاساس باستخدام خصائص المادة المتوافقة مع معدل التحميل ولكن نتيجة للتحميل النابض Impulse كما فى الشكل رقم (2-6) الذى يوضح تشغيل ومبادىء الحمل الساقط الثقيل (HWD) . نجد ان المشكلة الدينميكية التى تصبح محل الإهتمام فى تاثير ديناميكيا السيارة على تصميم الرصف ونود هنا القول بان الإجراءات الحالية للتصميم لا تاخذ فى الاعتبار التحطم الذى يحدث بسبب خشونة الرصف Roughness كما واصبحت الناقلات Trucks اكبر وأثقل فإن بعض المنافع والمميزت يمكن جنيها من خلال تصميم انظمة تعليق Suspension مناسبة وذلك للتقليل بقدر المكان من تاثير التحطم لطبقات الرصف .

الشكل رقم (2-6) تشغيل ومبادىء الحمل الساقط الثقيل (HWD)

ومن هذه الدراسات المتطورة والإهتمام بها حدث تطور مزهل فى الوصول لبرامج حديثة فى مجال الطرق خاصة فى تقييم حالة الرصف والمساعدة فى عملية الصيانة الدورية وكيفية اختيار الحلول واعادة التاهيل وفى مجال تصميم الطرق والجدول رقم (2-7) يوضح البرامج الحديثة ووظيفتها فى مجال صناعة الطرق التى تساعد فى الفحص البصرى لسطح الطريق لدراسة العيوب المؤثرة عليه وحصرها وعلاجها حتى لا يتدهور الطريق.

الجدول رقم (2-7) البرامج الحديثة ووظيفتها فى مجال صناعة الطرق

أسم البرنامج	الوظيفة
MICRO PAVER	يستخدم في معالجة البيانات بالنسبة للفحص البصري لسطح الطريق لكل العيوب والتدهور الإنشائي والوظيفي والتي يتم إدخالها أثناء عملية الحصر وكذلك بالنسبة للبيانات التي يتم استخراجها كتقارير للعمل بها في صيانة الطرق
ELMOD5	يستخدم تشغيل نوافذ الحسابات الخلفية المتطور لأغراض التحليل الروتيني المعتاد لكل من الرصف المرن والصلب وحساب معامل المرونة وهو عبارة عن اختصار لتقييم مرونة الطبقة وتصميم الطبقة الإضافية وتطبيقات برنامج الكمبيوتر ELMOD5 تمكن من بيانات قليلة وسريعة لتحليل قياسات الحمل الساقط (FWD) والحمل الساقط الثقيل (HWD) وكذلك حساب معامل المرونة للسقطات السريعة المتعاقبة في خلال ثانية واحدة أو أقل من الثانية
LCCA	يستخدم في تحليل تكاليف دورة الحياة لتكاليف الصيانة ويرتب الحلول وفقاً للتكلفة ويعرف المستخدم كيفية اختيار الحلول وإعادة التأهيل للطريق وكذلك يستخدم هذا البرنامج في أساليب التحليل الإضافية ونوضح هنا أن المدخلات الرئيسية هي نتائج back calculation والناتجة من برنامج ELMOD5
DESIGN OF FLEXIBLE PAVEMENT	يستخدم في تصميم الرصف الاسفلتى المرن
AUTO CAD	يستخدم في تصميم طبقات الرصف للطرق
PERIMAVERA	يستخدم فى جدولة مشاريع الطرق
LAMPS	يستخدم في حل المعادلات الخطية للطرق
KEN LAYER	يتم من خلاله تحديد الأجهادات والانفعالات بطبقات الرصف المختلفة كما يمكن استخدامه في تحديد سمك الطبقات بدقة كبيرة ويمكن باستخدام هذا البرنامج حساب حياة الرصف
DAMA	يستخدم في تحديد الحد الأدنى المطلوب للسمك لمقاومة كل من تشرخ الإجهاد المتكرر وتحقيق معامل التخدد
HWY	يستخدم في تحديد سمك طبقات الرصف في مجالات حرارية مختلفة كما يمكن استخدام هذا البرنامج أيضاً في تصميم طبقات التغطية والرصف لكامل العمق
DYNATEST	يستخدم في اختبارات التقييم الإنشائي للرصف وكذلك يستخدم في مقارنة عناصر التصميم الحرجة (الإجهاد والانفعال) لكل النقاط عبر الرصف مع العمق المعطى وعلاقتها بعمر الرصف
WINPCN	يستخدم لتحليل رصف المدرجات
PDMAP	يستخدم في اختبارات الطرق لعيوب التخدد والتشوه بالرصف
MICH- PAVE	يستخدم في اختبارات الطرق لعيوب التخدد والتشوه بالرصف
VESYS	يستخدم فى حساب نظرية معاملات التشوه الدائم لكل طبقة من طبقات الرصف
جهاز HWD	يستخدم جهاز الحمل الساقط الثقيل في وصف الانحناء غير الاتلاقي وكذلك في تحقيق قياسات مناسبة للحمل والانحراف في الأرصفة الثقيلة
جهاز RSP	يستخدم جهاز قياس السطح في اختبار الوعورة (الخشونة) ويحدد باستمرار قياسات سرعة الطريق بالطول والطول الجانبي متضمناً الزمن الحقيقي للوعورة (دالة الوعورة العالمية IRI ورقم القيادة) وعمق التخدد وتقييم الملمس لسطح الطريق وهي التي تؤثر على جودة القيادة والأحمال الديناميكية

2-2 الدراسات والبحوث المحلية :-

وفى السودان توجد بحوث عدة فى هذا المجال منها بحث تناول تقييم حالة الرصف لطرق رئيسية بولاية الخرطوم للباحث (صفاء حسن جعفر) وبحث اخر للباحث هشام احمد العبيد تناول فيه **دراسة اثر الشكل الزاوى للركام الناعم على التخدد فى الرصف المرن** وبالرغم من اهمية هذه البحوث والفائدة العلمية الكبرى المرجوة منهم ، الا ان الاستفادة منها يسبب اهدار اموال طائلة من المال العام للدولة تكمن فى عدم الاستفادة من التجارب وبذلك تكرر الاخطاء حيث تصرف اموال هائلة فى تصحيح الخطاء واهدار الوقت والمال كما ان هنالك دراسات اخرى.

1- الدراسة الاولى : تقييم حالة الرصف لطرق رئيسية بولاية الخرطوم

وقع الاختيار على هذه الدراسة والتى اجريت فى السودان وذلك للاستفادة منها والتى اجرتها الباحث صفاء حسن جعفر بعنوان تقييم حالة الرصف لطرق رئيسية بولاية الخرطوم.

حيث ركزت دراستها فى تحليل العيوب التى تظهر فى سطح الطريق ومعرفة اسبابها وعلاجها باستخدام دليل حالة الرصف (PCI) مستخدمة طريقة بيفر في التقييم. تناولت هذه الدراسة موضوع تقييم الطرق و مشاكل صيانة الطرق بولاية الخرطوم ، أجريت هذه الدراسة بغرض تقييم حالة سطح الطريق لرصد العيوب بدقة وا إتبعت الدراسة أسلوب المنهج العلمي والتحليلي علي المسألة المراد بحثها عن طريق جمع المعلومات والبيانات ومن ثم وضع العلاج المناسب وفي الوقت المناسب لتقليل تكلفة الصيانة وذلك باستخدام دليل حالة الرصف (PCI) وتم فيها حصر العيوب بواسطة الفحص البصري والزيارات الميدانية وتحديد طرق الصيانة فى الولاية تتم بالطريقة التقليدية بواسطى عمالة مباشرة من الشركات التى تعمل بالولاية ولا تستخدم الطرق الحديثة فى صيانة الطرق .وتوصلت للنتائج فى الجدول رقم (2-8) ادناه الذى يوضح بإختصار نوع العيب ودرجة شدته وذلك لتلافى العيوب وعلاجها فى الوقت المناسب.

جدول رقم (2-8) نوع العيب ودرجة شدته

الرقم	ع العيب	درجة الشدة		
		منخفض	متوسط	عالى
1	شقوق الكلل	دقيق بدون شظايا	نمط واضح مع بعض الشظايا	قطع محددة بشكل واضح ويمكن نزع بعضها
2	نزيف الأسفلت	يرى بعض أيام السنة	يلتصق بالحذاء	يلتصق بالحذاء ويدوم أسابيع
3	الشقوق الانكماشية	1> سم غير معبأة أومعبأة مع شقوق عشوائية	1.1-7.6سم غير معبأة أوغيرمعبأة مع شقوق عشوائية	7.6سم غير معبأة أوأى شق محاط بشقوق عشوائية متوسطة أوعالية الشدة
4	النتوءات	جودة القيادة بمنخفض الشدة	جودة قيادة بشدة متوسطة	جودة قيادة بشدة عالية
5	التموج	جودة القيادة بمنخفض الشدة 1>2سم	جودة قيادة بشدة متوسطة،2سم فى العمق	جودة قيادة عالية الشدة 2>4سم فى العمق
6	المنخفضات	عمق 1.3-2.5سم	عمق 2.5-5.1سم	عمق >5.1سم
7	شقوق جانبية	شقوق منخفضة الى متوسطة الشدة بدون	شقوق متوسطة الشدة مع بعض التكسروتطاير الركام	تكسر وتطاير الركام معتبر على طول جانب الطريق

		تطاير الركام		
8	شقوق انعكاسية	<1سم غير معبأة أومعبأة بأى عرض	شقوق 1-7.6سم غير معبأةأومعبأة/غير معبأة مع شقوق عشوائية	>7.6 سم غير معبأة أوأى شق محاط بشقوق عشوائية متوسطة أوعالية الشدة
9	هبوط الكتف	2.5-5.1 سم فرق فى الارتفاع	5.1-10.2سم فرق فى الارتفاع	>10.2سم فرق فى الارتفاع
10	الشقوق الطولية والعرضية	<1سم غير معبأة أومعبأة بأى عرض	شقوق 1-7.6سم غير معبأةأومعبأة/غير معبأة مع شقوق عشوائية	>7.6 سم غير معبأة أوأى شق محاط بشقوق عشوائية متوسطة أوعالية الشدة
11	ترقيع	رقعة جيدة مع جودة قيادة بمنخفض الشدة	محللة بشكل بسيط مع جودة قيادة بشدة متوسطة	محللة بشكل سيئ مع جودة قيادة بشدة عالية
12	صقل الحصمة (الركام)	لاتوجد درجات شدة		
13	الحفر	معدل القطر (سم)		
		45.7	45.7-	10.2- العمق الأقصى

		>	20.3	10.3		
		متوسط	منخفض	منخفض	13–25سم	
		عالى	متوسط	منخفض	26–51سم	
		عالى	متوسط	متوسط	51سم	
14	تقاطع سكة حديد	جودة قيادة بمنخفض الشدة	جودة قيادة بشدة متوسطة			جودة قيادة بشدة عالية
15	التخدد	عمق0.6–1.3	عمق1.4–2.5 سم			عمق >2.5سم
16	الزحف	جودة قيادة بمنخفض الشدة	جودة قيادة بشدة متوسطة			جودة قيادة بشدة عالية
17	شقوق الانزلاق	عرض<1سم	عرض 1.1–3.6 سم			عرض > 3.8سم
18	الانتفاخ	جودة قيادة بمنخفض الشدة	جودة قيادة بشدة متوسطة			جودة قيادة بشدة عالية
19	التعرية تطاير الركام	الركام أورباط الأسفلت بدأ يتعرى (يتفكك)	الركام أورباط الأسفلت قد يتعرى(يتفكك)			الركام أورباط الأسفلت قد يتعرى (يتفكك) بشكل كبير

2- الدراسة الثانية : دراسة أثر الشكل الزاوى للركام الناعم على التخدد فى الرصف المرن

وقع الاختيار على هذه الدراسة للمقارنة والاستفادة منها والتى أعدها الباحث هشام احمد العبيد كان الغرض منها معرفة اثر الشكل الزاوى للركام الناعم على التخدد فى الرصف المرن وخلاصة الدراسة ان هنالك علاقة واضحة لشكل الركام فى الخلطة الاسفلتية واداء الرصف الجيد للخلطة حيث يوثر على الفراغات الهوائية التى توثر فى العمر الزمنى للرصف الجدول رقم (2-9) يوضح نتائج اختبارات لعينات مواد مختلفة الشكل الزاوى للركام الناعم لدراسة اثر الشكل الزاوى للركام الناعم على التخدد فى الرصف المرن وتوصلت الدراسة الى ان الشكل له اثر كبير فى حدوث التخدد فى ملء الفراغات وتحديد كمية الاسفلت فى الخلطة وبذلك يؤثر فى تكوين العيوب مثل التخدد.

جدول رقم (2-9) نتائج اختبارات لعينات مواد مختلفة الشكل الزاوى للركام الناعم

Summary of the Test Results

Sample No.	Sample Description	Sample Source	UR (%)	Density	AV
A	C.S.	J.toria	39.8	2.421	4.7
B	C.S.	Alslate	44.0	2.342	5.1
C	C.S.	W.om.	44.7	2.329	9.2
D	N. sand	J.mandara	38.1	2.440	3.7
E	N. sand	wadasad	39.1	2.423	6.5

Sample No.	Sample Description	VMA	VFB	Stability	Flow	Stiffness
A	C.S.	12.8	62.9	9.8	3.3	2.9
B	C.S.	15.5	67.3	11.4	4.6	2.5
C	C.S.	16.1	43.3	10.6	5.5	1.9
D	N. sand	12.0	71.6	7.1	2.1	3.3
E	N. sand	12.6	48.5	8.0	2.8	2.9

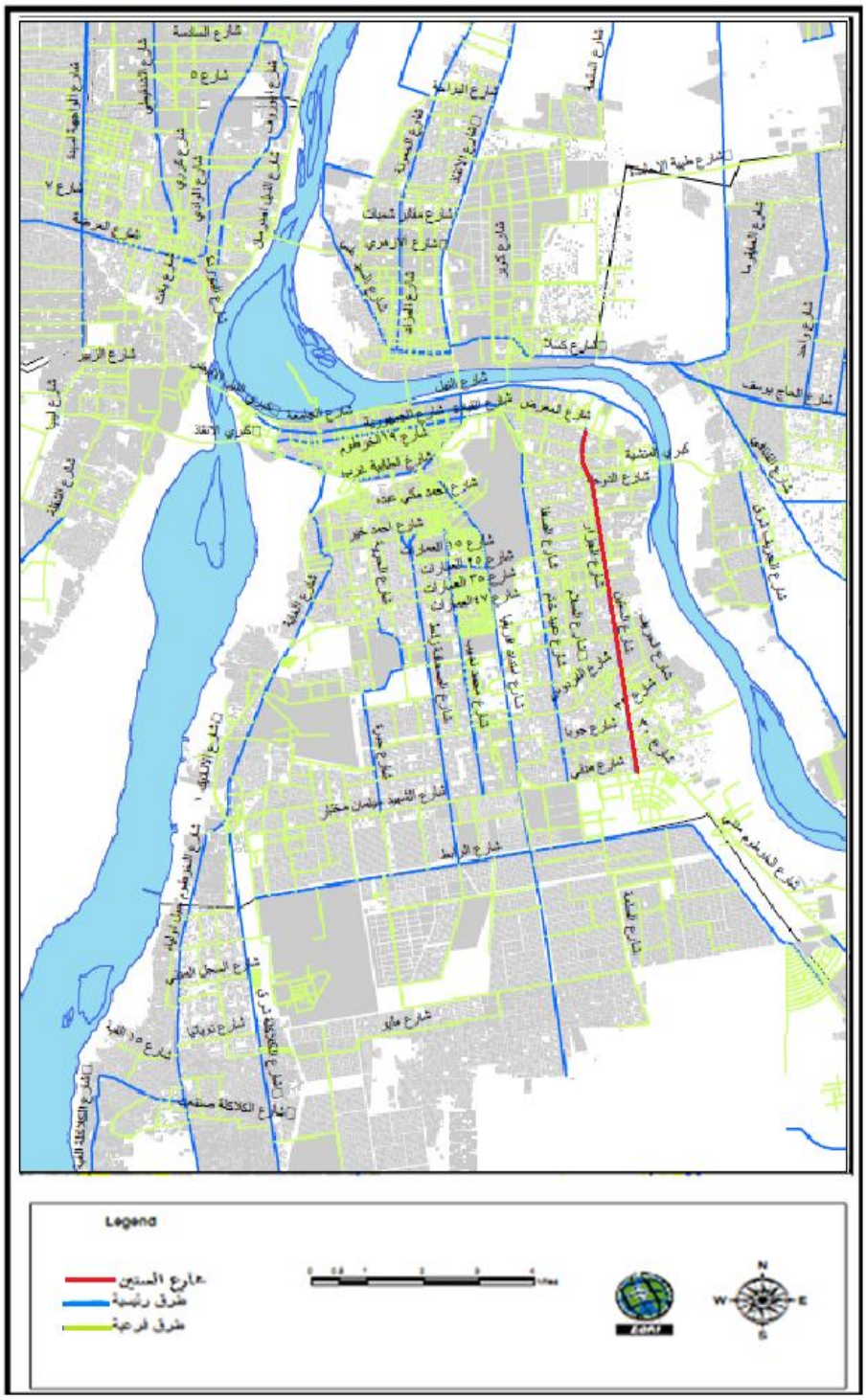
الباب الثالث
دراسة حالة (شارع الستين)

3-1 مجال الدراسة

تتعلق الدراسة بتقييم شارع الستين حسب الشكل رقم (3-1) الذى يوضح موقعه فى الولاية ويعتبر هو الشارع الرابط ما بين شارعي مدني و شارع المعرض وبه عدد كبير من التقاطعات يبداء بتقاطع شارع مدنى ثم تقاطع شارع جوبا ثم تقاطع شارع الفردوس، تقاطع شارع الشرقى ، تقاطع شارع المجلس، تقاطع شارع عبد الله الطيب ، تقاطع شارع النص، تقاطع شارع المشتل، تقاطع شارع اوماك ، تقاطع شارع المنشية ،تقاطع شارع الكبرى ،تقاطع شارع الزرائب ، حتى يصل الى تقاطع شارع المعرض وطوله يصل الى 8 كيلومترات وعرضه 60 متر وهو سبب التسمية وينقص العرض عند إنحنائه قبيل كبرى المنشية وبه حركة المرور في اتجاهين تفصل بينهما جزيرة وسطية .

شيد هذا الطريق عام 1996 بطول 5 كيلو وعرض 7 متر وتوقف التشييد عند القصر العشوائى منزل على الحاج وكان ذلك بسسب التخطيط ووجود مزارع وابار فى حرم الطريق وتوقف ستة اعوام واكمل عام 2002 بعد التعويضات ووصل طوله 8 كيلو بنفس العرض .

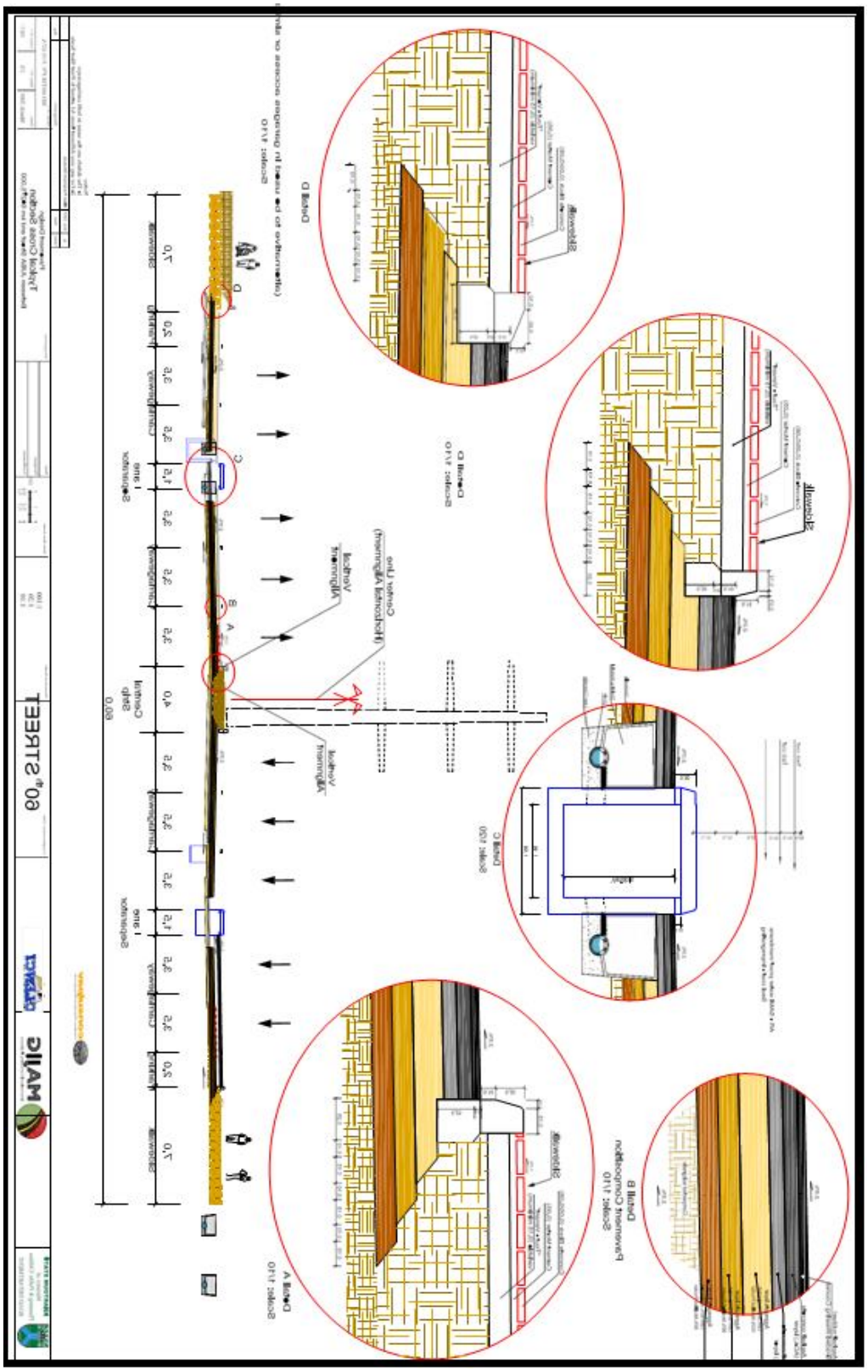
ونسبة لاهمية هذا الطريق الحيوى وازياد عدد السيارات وتغير مسار الشاحنات من شارع عبيد ختم الى شارع الستين وخاصة بعد انشاء كبرى المنشية ونقل البضائع الى شارع التحدى الى ميناء بورسودان والى النمو العمرانى الذى حدث فى تلك المنطقة دعت الضرورة الى رفع مستواه و توسعته والاستفادة من عرضه الذى سمى به وهو ال (60 متر) بداءت عام 2004 الدراسات الاولية لإعادة تاهيله و لتوسعته وتم عمل التصميم عام 2007 بواسطة شركة إستشارية و هى نفس الشركة المشرفة على الطريق واستعانت الشركة بخبراء من دولة البرتغال لاخراج التصميم . تم عمل التوسعة واعاده تاهيله وذلك بعد عمل دراسة الجدوى له من الناحية الاقتصادية والاجتماعية والفنية له وجد ان العائد من المشروع مجدى .



الشكل رقم (3-1) يوضح موقع الطريق فى ولاية الخرطوم

وفي هذا البحث تطرقنا للعيوب الظاهرة التى تسببت فى تلف الشارع ومعرفة اسبابها وذلك بدراسة للمواد التى تم استخدامها فى الرصف ولمعرف صلاحيتها اجرينا عدة اختبارات من اختبارات متلفة وغير متلفة وكان ذلك بعد الزيارات الفنية المتكررة للطريق وتوصلنا لضرورة عمل ثلاث حفر فى مواقع مختلفة للطريق حيث تم عمل الحفر بطول متر وعرض متر وعمق لاكثر من متر حوالى 1.3 متر حتى الوصول للارض الطبيعية بعد طبقات الرصف واخذنا عينات من كل طبقة لاجراء الإختبارات اللازمة لمعرفة نوع المواد المستخدمة وصلاحيتها، ومراجعة تصميم الطريق وطريقة التشييد ودراسة التصريف و ومراجعة التصميم للمصرف والوصول للتصميم الأمثل للمصرف وللطريق.

إقتضى التطور العلمى والتقنى فى مجال صناعة الطرق فى عصرنا هذا الاهتمام بإتباع الوسائل الحديثة فى الدراسات الاولية والمعلومات الحقيقية الصحيحة لإخراج التصميم الامثل والاجود والاقل تكلفة والذى يجعل الاداء الوظيفى بمدى امكانية مرور المركبات بإنسياب وبشكل امن ومريح و يدوم الطريق فترة اطول (العمر الافتراضى) . وذلك بتطوير المعامل والمختبرات لاجراء التجارب الحديثة واستخدام التعداد المرورى الحقيقى وحساب معدل النموء الصحيح وكل ذلك بالاستفادة من البرامج الحديثة المتطورة فى صناعة الطرق ولا يجهل الدور الرئيسى للتصريف وتصميم المصارف حسب كمية المياه واستخدام خطوط الكنتور واساليب هندسة المساحة المتطورة للخروج بطرق سليمة ومعافاة مما يقل من صرف الاموال الطائلة فى الصيانة وفى التصريف . في هذا البحث نتناولنا العيوب الظاهرة التى تسببت فى تلف الطرق فى الولاية واختيرنا شارع الستين كدراسة حالة وذلك لانه اكبر شارع من حيث العرض وعدد الحارات وهو طريق حيوى هام والشكل رقم (3-2) يوضح مقطع عرضى لشارع الستين.



الشكل رقم (3-2) يوضح مقطع عرضى لشارع الستين

3-2 المسح البصرى لشارع الستين :-

نجد انه تظهر جليا العيوب فى سطح الطرق بشكل واضح بالنسبة للمستخدمى الطرق للراكب والسائق والمختصين من المهندسين والفنيين هم الذين منوط بهم معرفة العيوب ودرجة شدتها واسباب ظهورها للحد منها.

ومن المسح البصري لشارع الستين نجد أن معظم العيوب تتمثل في الأخاديد بمستوياتها المختلفة والتدميع والشقوق بأنواعها والهبوطات وخشونة السطح وهنالك القليل من الإنتفاخات و الزحف او الازاحة و الحفر و البري وتاكل الركام أيضا هنالك تدميع وهبوط أكتاف في بعض القطاعات بالشارع بالاضافة الى وعورة الطريق و تلاحظ ان عيب التخدد وهو الأكثر شيوعا ويوجد في عدة قطاعات بل جميع التقاطعات خاصة فى التقاطعات واماكن الوقوف وكذلك نجد كثرة التشققات التى تعتبر من اهم العناصر التى تعطى موشرا واضحا عن حالة هذا الطريق وهى تتباين من حيث اتساعها وعمقها ودرجة تاثيرها على الطريق ونوعها ووفقا للمعايير التى حددها الباحثين فى مجال الطرق تم تحديد العيوب التى اثرت على شارع الستين والتى عجلت بتقليل العمر الافتراضى وتدنى مستوى الخدمة به .

نجد انه فى الجانب الغربي للطريق يوجد تخدد طولى موازى للمصرف الغربى للطريق وفى مسار العجل الغربى لمسار الشاحنات و يرافق التخدد من الناحية الاخرى تشققات فى وسط الطريق وهى تشققات شبكية وتشققات طولية نتيجة لعدم ربط الفواصل اثناء التنفيذ والاهمال فى صيانة التشققات ونتيجة مياه الامطار وسوء تصريفها ودخول المياه داخل التشققات وتكرار الحمولات الكبيرة فى مسار الطريق الذى تسببت فى تكوين الحفر وكذلك عند التنفيد وخاصة عند رش المادة اللاصقة (Tack Coat) تم رش كميات كبيرة مما ادى الى نزف واضح فى الطبقة الاسفلتية وتركز فى الجانب المنخفض الموازى للمصرف الغربى وبعد فتح الطريق للحركة ظهر التخدد الطولى ويلاحظ ان معظم التخددات تتركز فى التقاطعات واماكن التوقف للحركة عند الاشارات المرورية المنتشرة فى الطريق فى هذا البحث سنتطرق للاسباب التى

شكلت كل هذه العيوب. الدور الرئيسى لهيئة الطرق فى ولاية الخرطوم بعد استلام الطريق يكمن فى تنفيذ برنامج صيانة عاجلة للطريق الحيوى لانقاذ ما تبقى منه والحد من الانهيار فيه وذلك بمعالجة التشققات واصلاح الحفر وصيانة التخدد والحد من استمراره فى بقية الطريق للمحافظة عليه لضمان سير المركبات بطريقة مريحة وامنة وسريعة . بعد الزيارات المتتالية للطريق بغرض معرفة انواع العيوب فيه واستنتاج اسبابها وحسب الصور الموضحة بالشكل رقم (3-3) نجد انه فى الجانب الغربي له يوجد تخدد طولى موازى للمصرف الغربى للطريق وفى ناحية العجل الغربى فى مسار الشاحنات ترافق التخدد من الناحية الاخرى تشققات فى وسط الطريق وهى تشققات شبكية وتشققات طولية نتيجة لعدم ربط الفواصل اثناء التنفيذ والاهمال فى صيانة التشققات ونتيجة مياه الامطار وسوء تصريفها وتكرار الحمولات فى مسار الطريق ينتج عنه بروز الحفر وكذلك عند التنفيد وخاصة عند رش المادة اللاصقة (Tack Coat) تم رش كميات كبيرة مما ادى الى نزف واضح فى الطبقة الاسفلتية وتركز فى الجانب المنخفض الموازى للمصرف الغربى وبعد فتح الطريق للحركة ظهر التخدد الطولى ويلاحظ ان معظم التخددات فى شوا ع الستين تتركز فى التقاطعات واماكن التوقف للحركة عند الاشارات المرورية المنتشرة فى الطريق. وكذلك نجد ان التصميم تم تعديلة خاصة فى طبقات الاسفلت حيث تم تقليصها من 25 سم الى 7 سم فى الجانب الشرقى و الى 15 سم فى الجانب الغربى وتم ذلك بحجة تقليل التكلفة تعديل التصميم وعدل الى الذى تم تنفيذه مما اثر فى عمل التخدد الطولى فى الطريق. التصميم الاول كان حسب المواصفات واصول صناعة الطرق إلا انه لم ينفذ مما عجل بحدوث العيوب في الطريق .

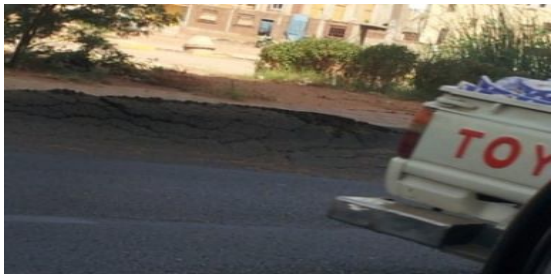
دور هيئة الطرق فى ولاية الخرطوم بعد استلام الطريق يكمن فى تنفيذ برنامج صيانة عاجلة للطريق الحيوى لانقاذ ما تبقى منه والحد من الانهيار فيه وذلك بمعالجة التشققات واصلاح الحفر و صيانة التخدد والحد من استمراره فى بقية الطريق للمحافظة عليه لضمان سير المركبات بطريقة مريحة وامنة وسريعة . تعتبر التشققات والحفر والتخدد من اهم العناصر التى تعطى موشرا واضحا عن حالة الطريق وهى تتباين تبعا لخطورتها وتاثيرا على الطريق ومدة ظهورما كما تتباين من حيث اتساعها وعمقها ودرجة

تاثيرها على الطريق ونوعها لذا قسمت العيوب وفقا لمعايير حددها الباحثين فى مجال الطرق.وفقا لهذه المعايير تم تحديد العيوب التى اثرت على شارع الستين والتى عجلت بتقليل العمر الافتراضى وتدنى مستوى الخدمة به . نجد انه فى الجانب الغربي للطريق يوجد تخدد طولى موازى للمصرف الغربى للطريق وفى مسار العجل الغربى فى مسار الشاحنات ترافق التخدد من الناحية الاخرى تشققات فى وسط الطريق وهى تشققات شبكية وتشققات طولية نتيجة لعدم ربط الفواصل اثناء التنفيذ و الاهمال فى صيانة التشققات ونتيجة مياه الامطار وسوء تصريفها وتكرار الحمولات فى مسار الطريق ينتج عنه بروز الحفر وكذلك عند التنفيد وخاصة عند رش المادة اللاصقة (Tack Coat) تم رش كميات كبيرة مما ادى الى نزف واضح فى الطبقة الاسفلتية وتركز فى الجانب المنخفض الموازى للمصرف الغربى وبعد فتح الطريق للحركة ظهر التخدد الطولى ويلاحظ ان معظم التخددات فى شاع الستين تتركز فى التقاطعات واماكن التوقف للحركة عند الاشارات المرورية المنتشرة فى الطريق.

عيب اتشققات

عيب التخدد

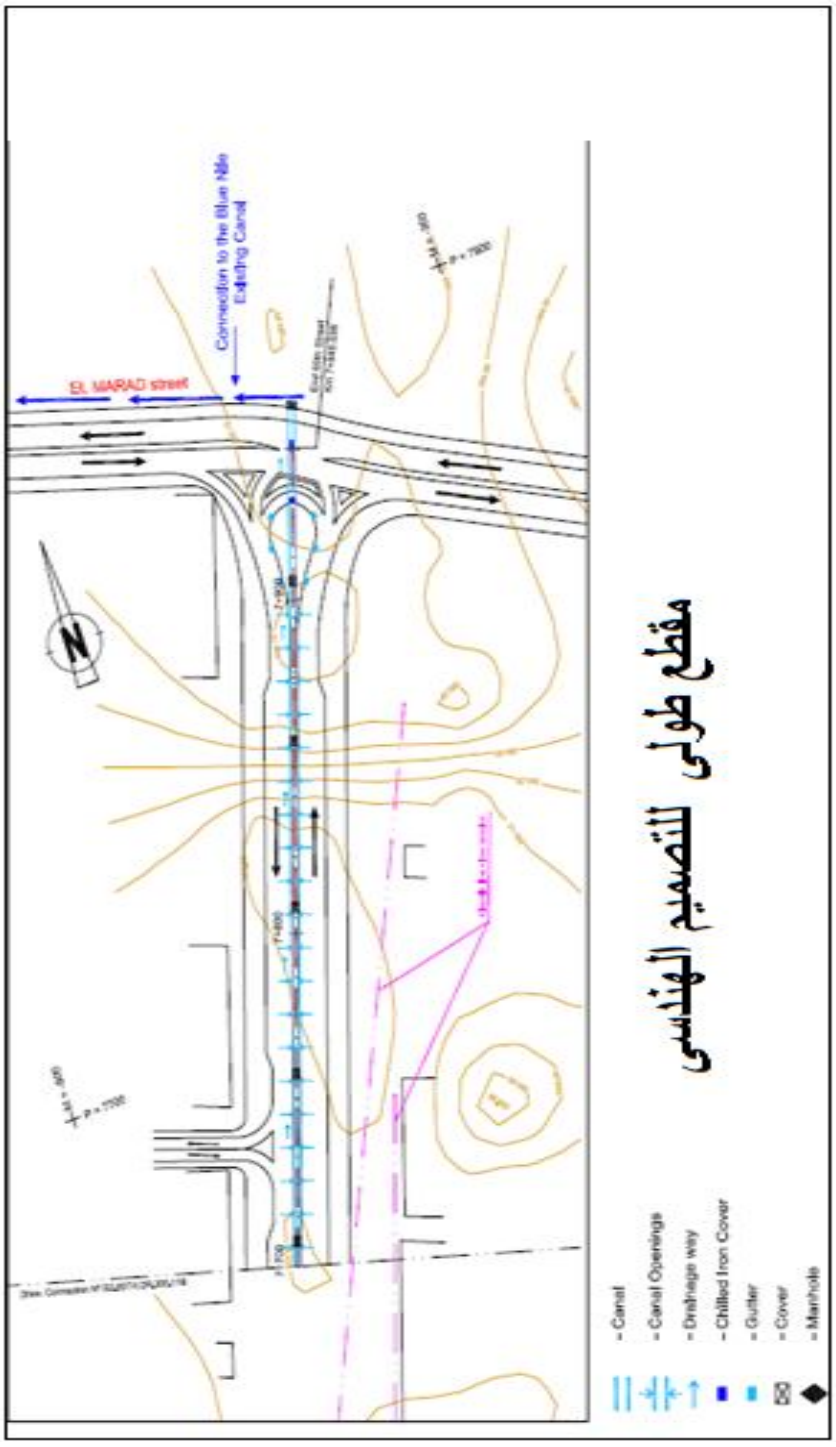
عيب الزحف



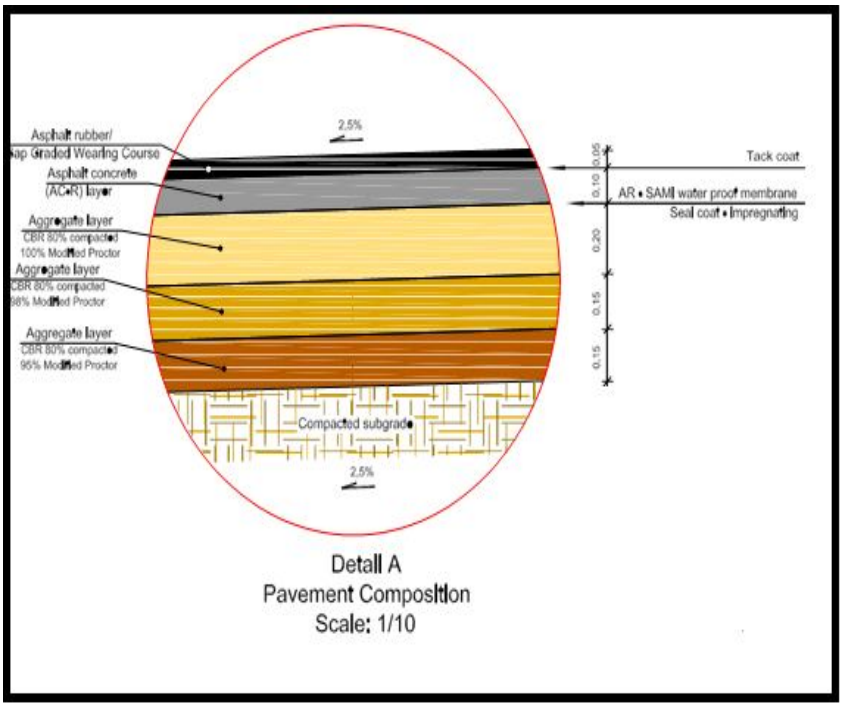
عيب الهبوط

الشكل رقم (3-3) يوضح عيوب شارع الستين(التشققات والتخدد والزحف والهبوط)

3-3 تصميم شارع الستين



الشكل رقم (3-4) مقطع طولى للتصميم الهندسى لشارع الستين



شكل رقم (3-5) طبقات رصف شارع الستين

تم تصميم هذا الطريق فى عدة مراحل وتم تعديله لاكثر من مرة مما ادى الى تاخر انجاز المشروع فى الفترة المحددة ودفع مبالغ كبيرة لحدوث مشاكل اثناء التنفيذ و لان المصمم اجنبى من دولة اوربية (البرتغال) ليس له دراية بطبيعة السودان وبناء تصميمه على افتراضات خاطئة بناء على المعلومات التى توفرت له انذاك مما اثر على سير المشروع وفى هذا البحث سنتطرق له بالتفصيل .

وكان التصميم كما فى الشكل رقم (3-4) والشكل رقم (3-5) على مرحلتين :-

1-المرحلة الاولى:-

هو التصميم الاول المقترح للتنفيذ للقطاع من 0+000 الى 8+000 كالاتى :-

تم تصميم طبقات الرصف بواسطة الشركة المصممة كما فى الشكل رقم (3-2) بطريقة TRL وذلك بإفتراض حركة مرور عالية (T8(17-30*ESA وعمر تصميمى لمدة 20 سنة وكان تصنيف نوع

التربة S4 ، نسبة تحمل كلفورنيا CBR كانت (8-14) وبإستخدام تصنيف الحركة ونوع التربة (T8,S4) توصلنا الى الطبقات الاتية : -

الطبقة التاسيسية (Sub Grade) 40 سم

طبقة الاساس المساعد (Sub Base) 30 سم

طبقة الاساس (Base Course) 20 سم

طبقة الاسفلت (Wearing Course) 25 سم

إضافة طبقة السامى (SAMI) :-

(Stress Absorbing Membrane Inter layer) **تكون**(هذه الطبقة مكونة من تسخين (Rubber Asphalt) لساتك العربات ومادة اسمنتية رابطة (Cement Binder) وكسار (Chippings) وتستخدم فى عمليات لصيانة وذلك لمنع التشقق فى طبقات الرصف القديمة وعمل الطبقة الاضافية (Over Laying) عليها والتى قام بها باحثين ذو خبرات مثل: بروفسيور د.جلال عبد الله على الذى يعتبر اول من ادخل مادة (Rubber Modified Asphalt) فى السودان وكان ذلك عام 1989 . وتستخدم كطبقة اساس و وتستخدم مادة (Rubber Modified Asphalt) لتحسين جودة الاسفلت ومقاومة التخدد.

وماتم من التصميم هو دمج طبقتى الاساس المساعد والاساس واصبح طبقة واحدة بسمك 50 سم Min CBR = 80% و عدلت طبقة الاسفلت الى 15 سم وذلك فى القطاع 000+4- 000+0 وعزا هذا التعديل الى إكتشاف موخرا أن عدد كبير من المنازل اضحى مستو اها (Door Steps) أقل من مستوى الطريق و تم تقليل سمك الطبقة 10 سم لتقليل التكلفة وتم ايقاف العمل قرابة ال 4 شهور لتعديل التصميم وعدل التصميم فى المرحلة التالية.

2- المرحلة الثانية:-

عدل التصميم فى هذه المرحلة اثناء التشييد وذلك فى القطاع 000+4-000+8 وكان التعديل فى التصميم كالاتى:-

الطبقة التاسيسية (Sub-Grade) 40 سم

طبقة الاساس المساعد (Sub- Base) (حزفت ودمجت مع طبقة الاساس)

طبقة الاساس (Base) 56 سم

طبقة الاسفلت (7 سم طبقة رابطة +8سم حمالة اسية) 15 سم

مع مراعاة استخدام درداقة ارجل الغنم لدمك الطبقة التاسيسية .على الرغم من تطور دلائل التصميم لهندسى والانشائى للطرق لا زالنا نستخدم طريقة ال TRL التجريبية فى ولاية الخرطوم .

على الرغم من التطور فى دلائل التصميم الهندسى والإنشائى لا زال يستخدم طريقة ال (Transport Research Laboratory) TRL حيث تمت تعديل التصميم باستخدامها وكذلك باستخدام طريقة ال (Road Note 31) بتصنيف حركة (10^6* 17-10) T7 و بفحص التربة حيث وجدت نوع التربة (S1) مع الاخذ فى الإعتبار مراعاة مستوى ابواب المنازل وكانت نتيجة التصميم

فيما يتعلق بالتجاوز التصميمى المطلوب (Over Design) :-

تمت مراجعة التصميم بشارع الستين روجع التصميم فى المرحلتين الاولى (000+0-000+4) والتانية(000+4-000+8) وكانت النتيجة هى فى **المرحلة الاولى (التصميم الاصلى)** بواسطة شركة المصممة بالرقم الانشائى 7.9 كما موضح بالجدول رقم (3-2) وجدنا ان التصميم (Over Design) باستخدام طريقة ال TRL و ال (Road Note 31) المستخدمة بصورة واسعة فى المناطق المدارية والشبه مدارية مثل السودان وبالرجوع لمعلومات التربة نجد الاتى :-

(CBR 8-14) S4، Traffic Class T8، وعمر تصميمى 20 عام يكون كالاتى:

الطبقة التاسيسية (Sub-Grade) = 40 سم نفسه 40 سم

طبقة الاساس المساعد (Sub- Base = 17.5 سم سم بدلا عن 30 سم

طبقة الاساس (Base) = 25 سم سم بدلا عن 20 سم

طبقة الاسفلت (Wearing Course) = 15 سم سم بدلا عن 25 سم

وكذلك بعد المراجعة وجدنا أن الرقم الإنشائى المستخدم فى تصميم المرحلة الاولى يجب ان يكون 4.57 بدلا عن 7.91 حسب طريقة ال (TRL) وباستخدام ال (Road Note 31) ونوع التربة S4 .جدول رقم (3-1) يوضح مقارنة بين الرقم الانشائى المنفذ فى التصميم ويستخدام (S4, T8)

جدول رقم (3-1) مقارنة بين تصميم الشركة المصممة والتصميم بواسطة الباحث

طريقة التصميم	الرقم الانشائى (SN)	ملحوظات
التصميم للباحث	4.57	قيمة مرجعية (reference value)
التصميم المنفذ	7.91	التجاوز التصميمى (Over Design)

بافتراض استخدامنا تربة ضعيفة مثلا S1,CBR <3% واكبر مستوى حركة T8 وعمر تصميمى 20 سنة وباستخدام ال نظام Road Note 31 نجد الطبقات تكون كالاتى :-

الطبقة التاسيسية (Sub-Grade) 35 سم

طبقة الاساس المساعد (Sub- Base) 25 سم

طبقة الاساس (Base) 25 سم

طبقة الاسفلت (Wearing Course) 15 سم

والرقم الانشائى 6.13 كما موضح بالجدول رقم (3-2)

مقارنة بين الرقم الانشائى للتصميم المنفذ وباستخدام ال Road Note 31 لل (S1, T8)

جدول رقم(3-2) مقارنة بين الرقم الانشائى للتصميم المنفذ و تصميم الباحث (S1, T8)

طريقة التصميمم	الرقم الانشائى (SN)	ملحوظات
التصميم من الباحث	6.13	قيمة مرجعية (reference value)
التصميم المنفذ	7.91	التجاوز التصميمى (Over Design)

كما نجد ان تصنيف الحركة T8 هو اكبر تصنيف للحركة وهو كبير للغاية ومقارنة هذا الطريق مع شارع عطبرة –هيا –بورسودان وهو طريق اقليمى خارج المدن ويستخدم لمرور الشحنات الثقيلة نجد ان التصنيف للحركة فيه هو T7وهو اقل من المستخدم فى شارع الستين.

عليه بستخدام T7 وتربة S1 وهى اضعف تربة ممكنة كما فى الجدول رقم(3-3) مقارنة بين الرقم الانشائى للمصمم و تصميم الباحث (S1, T7) .

جدول رقم(3-3) مقارنة بين الرقم الانشائى للمصمم و تصميم الباحث (S1, T7)

طريقة التصميمم	الرقم الانشائى (SN)	ملحوظات
التصميم من الباحث	4.02	قيمة مرجعية (reference value)
التصميم المنفذ	7.91	التجاوز التصميمى (Over Design)

تكون الطبقات كالاتى :-

الطبقة التاسيسية (Sub-Grade) 35 سم

طبقة الاساس المساعد (Sub- Base) 22.5 سم

طبقة الاساس (Base) 22.5 سم

طبقة الاسفلت (Wearing Course) 12.5 سم

والرقم الانشائى 5.48 كما موضح بالجدول رقم (3-4)

جدول رقم(3-4) مقارنة بين الرقم الانشائى للمصمم و الباحث

	طريقة التصميم	الرقم الانشائى	ملحوظات
تربة SI حركة T7	الباحث	5.48	قيمة مرجعية (reference value)
	الشركة المصممة	7.91	التجاوز التصميمى (Over Design)
تربة S4 حركة T8	الباحث	4.02	قيمة مرجعية (reference value)
	الشركة المصممة	7.91	التجاوز التصميمى (Over Design)

طبقة الاساس (Base) 50سم

طبقة الاسفلت (Wearing Course) 25 سم

بعد الزيارات الميدانية للموقع قمناللتاكد من قوة التربة التاسيسية فقررنا أخذ اختبارات لثلاث عينات وتم فحص العينات فى المعمل وتم إستخدام جهاز ال (DCP)(Dynamic Core Penetration) لمعرفة تصنيف التربة وال CBR وتم اخذ العينات من شارع الستين ومن نتائج الاختبارات توصلنا الى ان نوع التربة هو (S4،S1) وهى تربة ضعيفة لذلك واقترخا حجم الحركة بين T8, T7 استخدام T7 واستخدام S1

تكون الطبقات كالاتى :-عند تصنيف الحركة T7:-

طبقة الاساس (Base) = 50 سم

طبقة الاسفلت(Wearing Course) =15

الرقم الانشائى =5.48

- عند تصنيف الحركة T8:-

طبقة الاساس (Base) = 50 سم

طبقة الاسفلت(Wearing Course) = 19 و الرقم الانشائى =6.15

القطاع من 4+000 الى 8+000 عدل حسب المعلومات المساحية مع مراعاة مستوى عتبات المنازل (Door Steps) توصلنا الى التصميم الانشائى الاتى :-

طبقة الاساس (Base) = 56 سم

طبقة الاسفلت(Wearing Course) =15 (8 سم طبقة رابطة + 7 سم حمالة اسية)

الرقم الانشائى =5.46

مع مراعاة دمك الطبقة التاسيسية دمك جيد بواسطة درداقة ارجل الغنم و عدم استخدام مادة (Rubber Asphalt) بحجة انها غير مناسبة فى المدن المدارية وانها تستخدم فى معالجة شقوق الكلل وليس التخدد ولتحسين جودة الاسفلت و إستخدام بدرة من الاسمنت خاصة بالقرب من التقاطعات رغم استخدامها فى المدن المدارية الغنية مثل السعودية وعدم استخدامها ساعد فى ظهور التخدد والتدهور فى الطريق . نجد انه فى التصميم الانشائى يتم تحديد طبقات الرصف حسب نوع التربة الطبيعية وحجم الحركة المتوقعة للطريق التصميم للوصول الى طبقات الرصف المناسبة الا انه فى شارع الستين موضوع الدراسة نجد ان الشركة المكلفة بالتصميم اخذت فى الاعتبار ان معدل الحركة الافتراضى الذى عمل به فى التصميم و T7 وان نوع التربة (S1) واخرجت التصميم على ان يكون الثلاثة طبقات للطريق عبارة عن مواد اساس ومواد وردميات بدون طبقة الاساس المساعد وطبقة اسفلت 25 سم وعدلت فقط طبقة الاسفلت الى 15 سم مستخدمة فى ذلك طريقة الاشتو وبعد فحص المواد الذى موضح فى الباب الرابع (التحليل) وجدنا نوع التربة هو (S5،S1) وبإستخدام T7 وحسب SN (5.5, 4.0) (نجد ان التصيم المنفذ هو OVER DESIGN اعلى من التصميم الحقيقى لان نوع التربة الذى توصلنا لها تربة ذات مواصفات عاليةالقطاع الاول والاخير ونفس تربة التى فى القطاع الاوسط فى التصميم المعدل وبما ان التصميم مكلف وجدناه حسب ال ROAD NOTE 31 يكون كالاتى (15 سم ردميات و15 سم اساس مساعد و12.5 اساس و15 سم) فى القطاع الاوسط و(15 سم ردميات و15 سم اساس مساعد و12.5 اساس

و15سم) فى القطاعين الاول والاخير للاسفلت تفرض لها سماكات ثابتة افتراضياً علي كل الطرق والشكل رقم (3-5) يوضح طبقات رصف شارع الستين ولكن يجب أن تحدد حمولة التصميم للطريق لإجراء حسابات مرور لمدة عام كامل لكل المتغيرات وعلي ضوئها رسم سمك طبقات الرصف . فلابد من تصنيف الطرق وفقاً للاستعمال وتقدير وتحديد الحمولة القصوى للطرقات.

3-4 طريقة تشييد شارع الستين:-

مراحل تشييد الطريق

1- تجهيز الطبقة التاسيسية

2- الاعمال الترابية

3- الاعمال الاسفلتية

طريقة تشييد شارع الستين

هذا الطريق عبارة عن اعادة تاهيل وتوسعة لطريق بطول 8 كلم وبعرض (7 أمتار) ومكون من حارتين .وتم توقيع عقده عام 2006 نفذ فى مرحاتين فى المرحلة الاولى فى القطاع CH (000+0- 000+4) ونتيجة لتغير التصميم عدة مرات وحدوث تاخير فى التنفيذ وتوقف المشروع عدة مرات بحجة تغيير التصميم اوقفت الشركة وتم تعديل التصميم .ثم بداءات المرحلة الثانية فى القطاع CH (000+4- 000+8) بنفس الشركة المنفذة حتى تسليم المشروع .

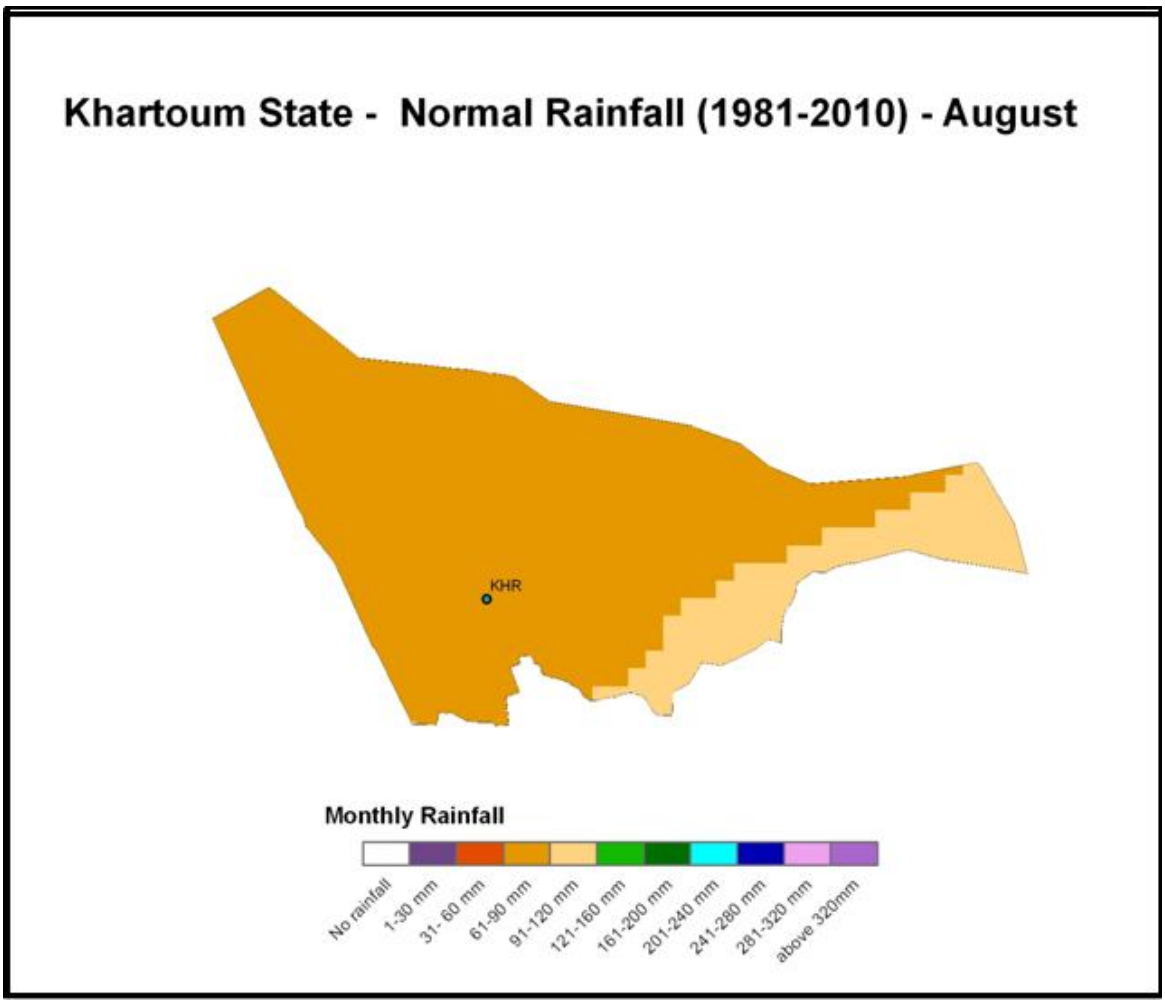
اولا تم ازالة الطبقة القديمة للأسفلت بواسطة كاشطة أسفلت وتم الحفر بالبلدوزر وتمت تسوية طبقة التاسيس بالقريدر ورشت بالماء يواسطة التانكر تم بعد ذلك استخدمت الدرداقة لاتمام عملية الدمك وتم فحص الطبقة للتاكد من وصولها لعملية الدمك المناسبة تم بعد ذلك تم عمل ثلاثة طبقات من طبقة الاساس حسب تصميم الطريق وحسب المواصفات كما فى الجدول رقم (أ-1) الذى يوضح تدرج مواد طبقة الاساس والصور فى الشكل رقم (3-6) توضح مراحل تشييد الطريق ثم تم رش طبقة الدهان وتم فر الطبقة الاسفلتية بسمك 7 سم ورشت بامادة اللاصقة Tack Coat وتم فرش طبقة اخرى بسمك 8 سم وذلك فى الجانب الغربى للطريق اما الجانب الشرقى تم فرش طبقة بسكك 7 سم ولم تكمل بقية طبقاته حتى الان.

الشكل رقم (3-6) مراحل تشييد شارع الستين

3-5 دراسة تصريف شارع الستين من ناحية التصميم والتنفيذ ونوع المواد المستخدمة:-

3-5-1 التصريف :-

يبداء موسم الامطار من يونيو حتى منتصف اكتوبر ويعتبر اغسطس هو اعلى معدل للمطر فى الولاية . متوسط هطول الامطار السنوى فى ولاية اخرطوم يتراوح بين 60-120 ملم بناء على قراءة خرائط السودان لشدة الامطار كما موضح فى الشكل رقم (3-7) ، والشكل رقم (3-9) الذى يوضح تراكم مياه الامطار فى فترة الخريف .



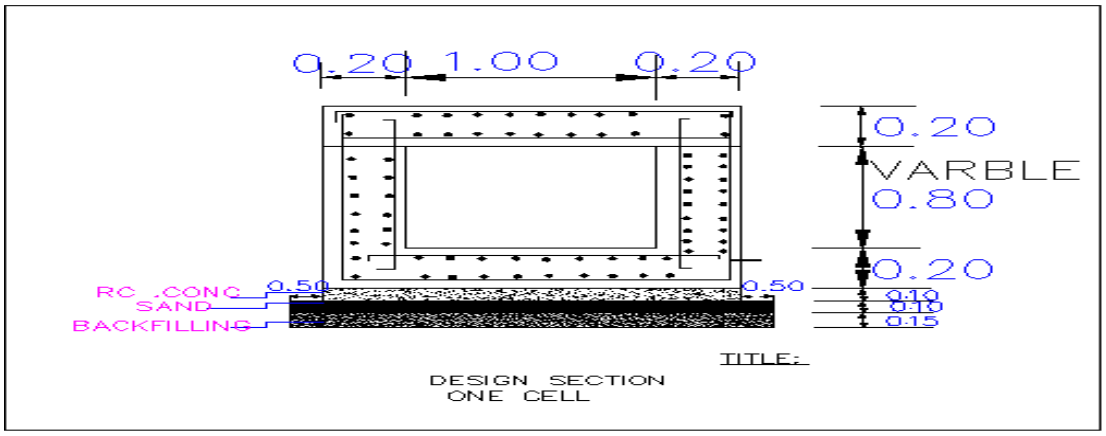
شكل رقم (3-7) متوسط هطول الامطار فى ولاية الخرطوم لشهر اغسطس

شكل رقم (3-8) التصريف فى شارع الستين عند اجراء الدراسة

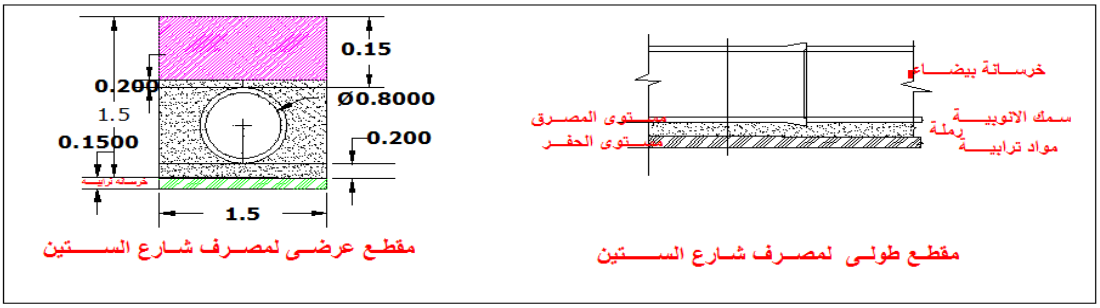
3-5-2 تقييم تصريف شارع الستين :-

يتكون المصرف من جزءين :-

1- الجزء الغربى من 0+0 حتى 3+250 من تقاطع شارع مدنى حتى تقاطع البلابل عبارة عن مصرف خرسانى مسلح ومسقوف كما فى الشكل رقم (3-10) الذى يوضح تصميم المصرف فى القطاع من 0+0 حتى 3+250 الجزء الغربى للشارع و الجزء الشرقى وبقية المصرف من تقاطع البلابل حتى شارع المعرض عبارة عن مصرف انوبى من البلاستك المقوى بقطر 60 -80 سم كما موضخ فى الشكل رقم (3-11).



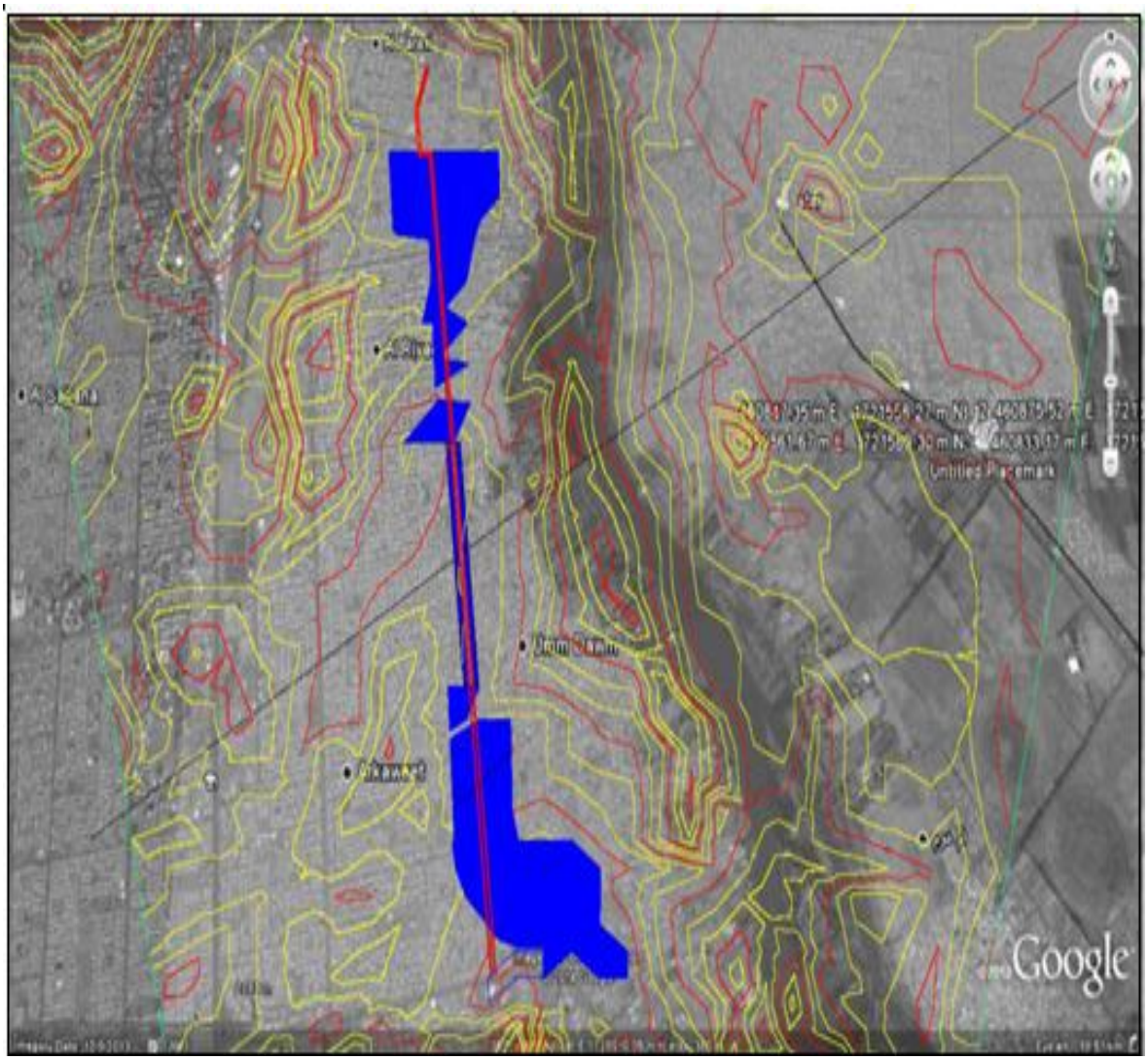
شكل رقم (3-9) تصميم المصرف فى القطاع من 0+0 حتى 3+250



شكل رقم (3-10) تصميم المصرف (عداء القطاع (0+0 حتى 3+250 الجزء الغربى للشارع)

اوضحت المشاهدات الميدانية للطريق اثناء موسم الامطار كما فى شكل رقم (3-9) الذى يوضح التصريف فى شارع الستين فى موسم الخريف عدم كفاءة نظام التصريف الحالى وذلك لتجمع المياه فى الجزءين الشمالى والجنوبى من الشارع ، حيث كان ن الضورى فى هذه الدراسة اهمية القيام بمراجعة التصميم الحالى للمصرف وعمل تصميم مناسب للحيلولة من الاثر السالب لتجمع مياه الامطار و المحافظة على الطريق من الانهيار وعليه كان لابد من عمل تحليل هيدرولوجى لتقييم نظام التصريف وفقا لفترة رجوع 10 سنة كما يلى :-

3-5-3 طريقة التحليل الهايدرولجى :-



شكل رقم (3-11) المساحات الجابية وخطوط الكنتورلمصرف شارع الستين

1- تم عمل خريطة كنتورية باستخدام الصور الجوية وبرنامج 3D Civilشكل ر قم (3-11)

2- تم تحديدد المساحات الجابية للمصرف باستخدام برنامج اوتوكاد civil 3D.جدول رقم (3-11)

3- تم استخدام الطريقة العقلانية (المنطقية) (**Rational Method**) لحساب معدل التصريف(**Q**)

كما يلى :

يحسب معدل التصريف الجريان (Q) حسب المعادلة رقم (3) ادناه :-

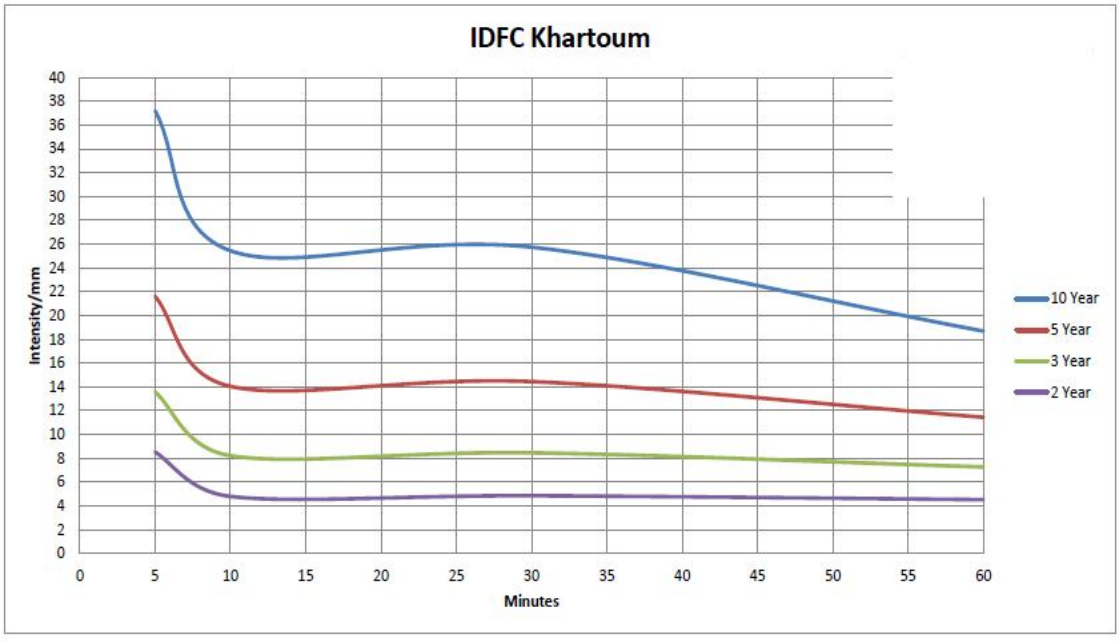
$$`Q = 0.278\ CIA \qquad (3)$$

حيث:-

C = معامل الجريان من الجدول رقم (3-5)

I = شدة الهطول المطرى(mm) شكل رقم (3-12)

A = المساحة الجابية (كلم مربع)



شكل رقم (3-12) شدة الهطول المطرى لولاية الخرطوم

جدول رقم (3-5) معامل الجريان (C)

Table 11-1
Typical C Coefficients (for 5- to 10-year Frequency Design)

DESCRIPTION OF AREA	RUNOFF COEFFICIENT
Business	
Downtown areas	0.70 - 0.95
Neighborhood area	0.50 - 0.70
Residential	
Single-family areas	0.30 - 0.50
Multiunits, detached	0.40 - 0.60
Multiunits, attached	0.60 - 0.75
Residential (suburban)	0.25 - 0.40
Apartment dwelling areas	0.50 - 0.70
Industrial	
Light areas	0.50 - 0.80
Heavy areas	0.60 - 0.90
Parks, cemeteries	0.10 - 0.25
Playgrounds	0.20 - 0.35
Railroad yard areas	0.20 - 0.40
Unimproved areas	0.10 - 0.30
Streets	
Asphaltic	0.70 - 0.95
Concrete	0.80 - 0.95
Brick	0.70 - 0.85
Drives and walks	0.75 - 0.85
Roofs	0.75 - 0.95
Lawns, Sandy soil	
Flat, 2%	0.05 - 0.10
Average, 2-7%	0.10 - 0.15
Steep, 7%	0.15 - 0.20
Lawns, Heavy soil	
Flat, 2%	0.13 - 0.17
Average, 2-7%	0.18 - 0.22
Steep, 7%	0.25 - 0.35

(from Viessman et al. 1977)

ب-المساحات الجابية ومعاملات زمن التركيز :- بالرجوع للشكل رقم (3-11) وجد ان المساحات الجابية تنقسم الى تسعة مساحات موضحة بالجدول رقم (3-6) التالى :-

المساحات الجابية1 جدول رقم (3-6)

م	المساحة (A)m2	طول زمن التركيز(Lc)m	طول القطاع (L)m	زمن التركيز(Tc) min
A1	170716.8	659.2	366.2	27.46
A2	971209.057	2026.43	1381.25	84.43
A3	339772.92	605.5	940.35	25.23
A4	20458.1	73.09	2080.55	3.05
A5	409136.203	78.0	2080.6	3.25
A6	29579.85	295.7	238.3	12.32
A7	56964.93	354.1	329.7	14.75
A8	159756.4	673.02	618.6	28.04
A9	505104.02	933.92	1648.75	38.91

Lc = اطول مسار فى المساحة المعنية والذى يحسب منه زمن التركيز حسب المعادلة:-

$$Tc = Lc\backslash 60V \qquad (4)$$

Tc = زمن التركيز

V = سرعة الجريان (تقدر ب 0.4 م/ث حسب خطوط الكنتور للمنطقة)

جدول رقم (3-7) معدل الجريان الفعلى التراكمى

القطاع	الطول (m)	المساحة الجابية(A) (كلم^2)	شدة الهطول المطرى(I) (mm)	معدل الجريان Q) ((m^3/sec))	معدل الجريان التراكمى (m^3/sec)
1	302.51	0.1707168	26	0.49	0.49
2	1141.02	0.971209057	19	2.06	2.55
3	776.80	0.33977292	26	0.98	3.52
4	1718.7	0.0204581	37	0.08	3.61
5	1718.5	0.409136203	37	1.68	5.29
6	196.85	0.02957985	25	0.08	5.37
7	272.36	0.05696493	25	0.16	5.53
8	511	0.1597564	26	0.46	5.99
9	1362	0.50510402	24	1.35	7.37

معامل الجريان (Q) الموضح بالجدول رقم (3-10) الذى يوضح معامل الجريان (C)

يعتبر هو المعامل الفعلى للتصريف

ثم حساب مساحة المقطع المطلوب للتصريف حسب الجدول رقم (3-7) و استخدام المعادلة رقم (3-5)

معادلة مانتق (Manning formula) :-

$$Q = A/n\ R^{2/3}\ S^{1/2} \qquad (5)$$

حيث:

Q = معدل التصريف (الجريان) (m3/sec)

A= مساحة المقطع (m2) =1.2*2.6= 3.12 والتانى =1.5*3=4.5

n = معامل الخشونة = 0.015

R = نصف القطر الهيدورولیکی(m) حيث R=A\P معادلة رقم (5)

R_1=3.12/5 =0.62، و R2=4.5/6 =0.75

P= المحيط المبلل (m) = 2*1.2+2.6=5 والمقطع التانى =2*1.5+3=6

S= الميل الهايدروليكى (ميل المصرف) يقدر ب (S=0.0004)

جدول رقم (3-8) معدل الجريان السطحى الداخل والجريان الخارج (الناتج من مساحة المقطع)

القطاع	المساحة (A) (m^2)	نصف القطر الهايدرولوكى(R) (m)	معدل الجريان (Q_1) (m^3/sec)	معدل الجريان (Q_2) (m^3/sec))
1	3.12	0.62	0.49	3.01
2	3.12	0.62	2.06	3.01
3	3.12	0.62	0.98	3.01
4	4.5	0.75	0.08	4.98
5	4.5	0.75	1.68	4.98
6	4.5	0.75	0.08	4.98
7	4.5	0.75	0.16	4.98
8	4.5	0.75	0.46	4.98

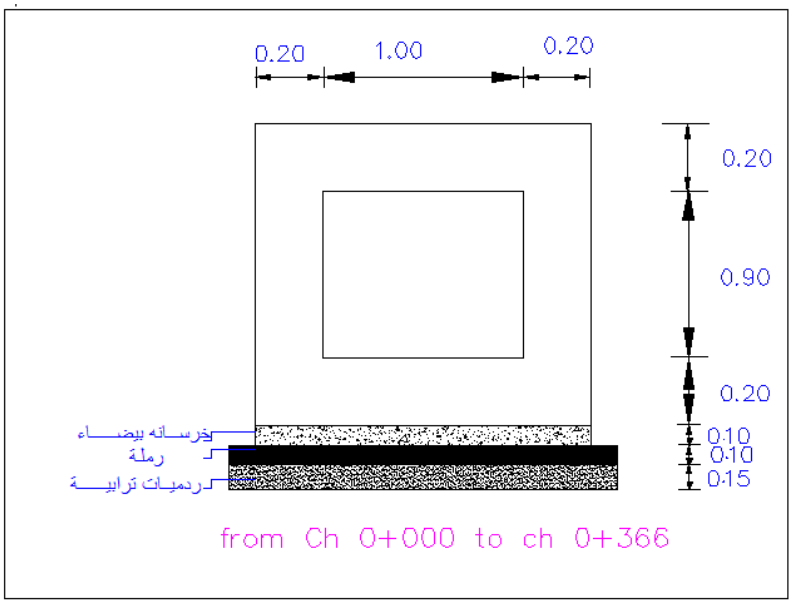
4.98	1.35	0.75	4.5	9

3-5-4 فيما يتعلق بدراسة التصريف :-

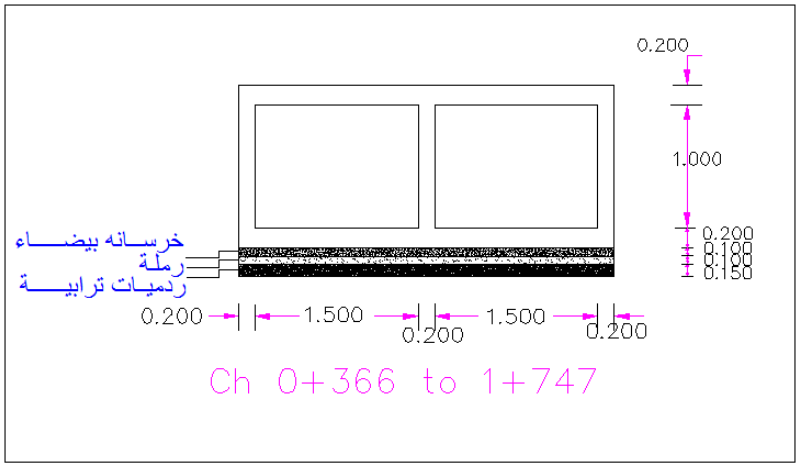
حسب لمساحات الجابية والحسابات الهيدرولوكية التى تم اجراؤهاكما فى الجدول رقم (3-8) اتضخ ان المقاطع الموجودة للتصريف فى شكل رقم (3-9) وشكل رقم (3-10) نجد انها غير مناسبة لتصريف مياه الامطار الفعلية وان المقاطع الحالية فى الوضع الراهن للمصرف صغيرة وبعد المراجعة والدراسة وحسب معادلات حساب الجريان المزكورة فى الجدول رقم (3-13) توصلنا الى المقاطع التى يجب ان تكون فى التصريف يجب ان تكون حسب التصميم المقترح كالاتى :-

1. فى القطاع من 0+000 - 0+366 للمصرف تكون بالابعاد االموضحة فى الشكل رقم (3-13)
2. فى القطاع من 0+366 - 1+747 المصرف تكون بالابعاد االموضحة فى الشكل رقم (3-14)
3. فى القطاع من 1+747 - 2+896 المصرف تكون بالابعاد االموضحة فى الشكل رقم (أ-16)
4. فى القطاع من 2+896 - 544+ 5 المصرف تكون بالابعاد االموضحة فى الشكل رقم (أ-17)
5. فى القطاع من 5+544 - 8+000 المصر ف تكون بالابعاد االموضحة فى الشكل رقم (أ-18)

والشكل رقم (3-15) الذى يوضح كمية الاوساخ والاتربة والطمى داخل مصرف الستين فى فترة الخريف كما يجب ان تتم النظافة والتطهير للمصرف بصورة دورية حتى يتثنى للمصرف ان يعمل بكفاءة تامة .



شكل رقم (3-13) مقترح التصميم فى القطاع 0+000 -0+366



شكل رقم (3-14) مقترح التصميم فى القطاع 0+366 - 1+747

شكل (أ) الاوساخ والاتربة

شكل (ب) الطمى داخل منهول

شكل رقم (3-15) الاوساخ والاتربة (أ) والطمى (ب) لمصرف الستين

الباب الرابع
تحليل ومناقشة النتائج

تحليل ومناقشة نتائج الفحص البصرى لشارع الستين

تم عمل عدة زيارات ميدانية وتم اجراء الفحص البصرى لشارع الستين ورصد العيوب الظاهرة به بعد عملية جمع البيانات والمعلومات من هيئة الطرق والجسور و الشركة المصممة للطريق والمصرف و الشركة المشرفة و الشركة المنفذة و الشوكة الاستشارية التى راجعت التصميم . وتمزيار ات ميدانيةً الي المواقع التى بها عيوب سطحية ظاهرة فى الشارع وتم عمل حفر ثلاث للفحوصات المعملية اللازمة والإطلاع علي بعض التقارير الخاصة بالطريق ، كما تمت زيارات للمكاتب الاستشارية التي اشرفت علي الطريق لمعرفة المشاكل التي واجهتها اثناء التصميم والتنفيذ. وكذلك أجريت تجارب معملية فى الحفر الثلاث للفحوصات وفقاً لبيانات ومعلومات الحالات الدراسية يتمثل ملخص البحث في تحليل النتائج التي تم الحصول عليها.

4-1 تحليل ومناقشة نتائج الفحص البصري لشارع الستين:-

تلاحظ من جداول الفحص البصري في الجدول رقم (4-1)الذى يوضح نوع العيب وسببه ، أن معظم العيوب بالشارع وفي جميع القطاعات تتركز فى عيب التخدد (Rutting) وذلك بسبب الأحمال المهولة التي تعبر الشارع من الشاحنات والمقطورات المحملة بالبضائع القادمة من والي ميناء بورتسودان عبر الطر يق الدائري فكل هذه الحمولات اكبر من الحمولة المسموح بها كما أن الشارع لم يتم تنفيذ طبقات التصميم كاملة إذ ان الأسفلت مصمم علي طبقتين وتم تنفيذ طبقة واحدة ولم تنفذ الطبقة السامية في الشارع وذلك لقرارات سياسية و ولظروف مادية . ايضا تلاحظ أن القطاع الأول (**000+0 الى 650+0**) نجد أن العيوب فيه اثر عن باقي القطاعات ففي هذا القطاع تم عمل أحواض من أشجار النخيل في الجزيرة الوسطية ولكن التنفيذ تم بصورة سيئة إذ ان العازل حسب الشكل فى الملحق ج رقم (أ-21) الذي تم فرشه

وتثبيته داخل الأحواض أسفل المواد الطينية غير مثبت بالصورة الكافية التي تحمي تسرب المياه وبالتالي تشربت طبقات الطريق بمياه التسقية وتقلقلت المواد الطينية الي طبقات الطريق وحدثت الهبوطات والحفر والإنتفاخات والتشققات بالقطاع . وفى القطاع الاوسط **(650+0 الى 000+4)** تركز التخدد فى التقاطعات وفى المنطقة الموازية للمصرف الغربى وكان ذلك يسبب حفر المصرف بعرض اكبر من اللازم مما لزم المر ملء جوانب المصرف بمواد ضعيفة الثبات وعدم مراعاة الدمك الجيد مما ساعد فى عمل الهبوطات والتخدد .وفى القطاع الاخير**(000+4 الى 000+8)** تلاحظ وجود التخدد عند التقاطعات واماكن الوقوف وفيه ظهر عيب الانتفاخ فى شكل ازاحة علوية وحدث نتيجة انتفاخ طبقة الاساس وذلك لوجود مياه داخلها بسبب سوء ء التصريف و ايضا حدث نتيجة للتمدد وزيادة حجم المواد المكونة لطبقة الأساس نتيجة حساسيتها للماء أو نتيجة لعدم الدمك الجيّد و يعتبر هذا القطاع اقل ضررا من القطاعين الاخرين .

جدول رقم (4-1) نوع العيب وسببه

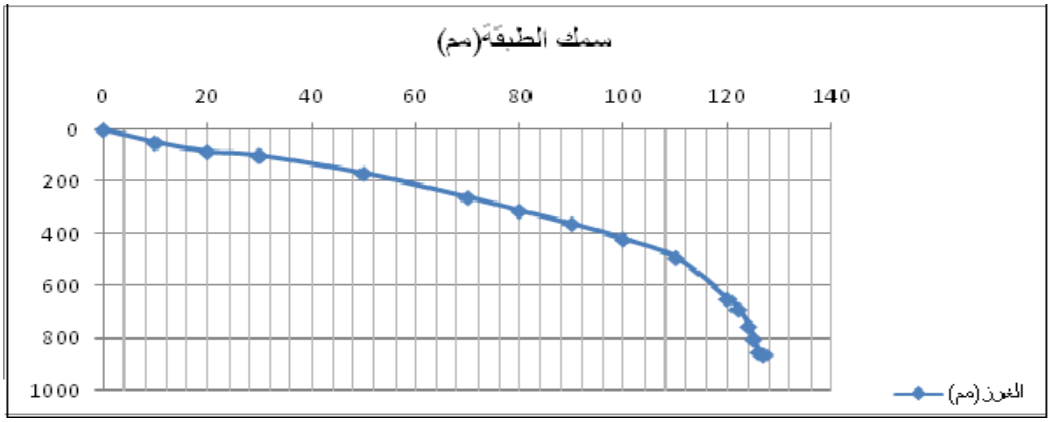
الرقم	نوع العيب	السبب
1	شقوق الكلل	الحمولات المحورية وتصريف المياه السطحية
2	نزيف الأسفلت	تم مضاعفة الرش بالاضافة لارتفاع درجة الحرارة
3	الشقوق الانكماشية	الحمولات المحورية وتصريف المياه السطحية
4	النتوءات	الحمولات المحورية
5	التموج	الحمولات المحورية
6	المنخفضات	البنية الاساسية
7	شقوق جانبية	الحمولات المحورية وتصريف المياه السطحية
8	شقوق انعكاسية	الظروف المناخية والحمولات المحورية
9	هبوط الكتف	البنية الاساسية
10	الشقوق الطولية والعرضية	الظروف المناخية والمصنعية
13	الحفر	المصنعية و الحمولات المحورية والظروف المناخية
14	التخدد	الحمولات المحورية والظروف المناخية
15	الزحف	الحمولات المحورية
16	شقوق الانزلاق	الحمولات المحورية و مكونات الخلطة الاسفلتية
17	الانتفاخ	تصريف المياه السطحية
18	التعر ية تطاير الركام	مكونات الخلطة الاسفلتية

4-2 تحليل ومناقشة نتائج إختبارات المواد لشارع الستين:-

- **تحليل ومناقشة نتائج اختبار الغرز الديناميكي (DCP):-**

فيما يلي نتائج اختبار الغرز الديناميكي لقياس نسبة تحميل كلفورنيا للطبقات المشيدة للثلاثة نقاط بالشارع التي اختيرت حسب نوع العيب الاولى (فى القطاع 650+0) للمنطقة التى بها اشجار النخيل فى الجزيرة الوسطية وبها عازل للمياه والثانية (فى القطاع 400+4) فى وسط الطريق فى المنطقة التى بها اخدود طولى والثالثة فى نهاية الطريق(فى القطاع 600+7) فى منطقة بها تشققات.

التصريف و ايضا حدث نتيجة للتمدد وزيادة حجم المواد المكونة لطبقة الأساس نتيجة حساسيتها للماء أو نتيجة لعدم الدمك الجيّد و يعتبر هذا القطاع اقل ضررا من القطاعين الاخرين .



الشكل (4-1) يوضح نتائج إختبار ال(DCP) لثلاثة نقاط بشارع الستين

من الجدول (5-2) قيم ال CBR لطبقات الرصف المشيدة بالشارع لثلاثة نقاط تم إختيارها بواسطة الباحث وفريق من المختصين وأجري عليها إختبار الغرز الديناميكي فنلاحظ أن النقطة الأولي تقع في القطاع الأول الذي تضرر بمياه تسقية أشجار النخيل واختيرت النقطة في منطقة بها انهيار كامل لطبقة الأسفلت ففي أثناء الحفر تلاحظ أن الشارع متشرب جدا بالمياه خاصة الطبقات السفلي وهنالك مواد طينية تغلغلت الي طبقة الأساس السفلي بالذات لذلك نري تدني قيمة ال (CBR) بها . أما النقطة الثانية اختيرت في منطقة تشققات محازاة الجزيرة الغربية التي بها

مصرف مياه الأمطار فنلاحظ تدني قيم ال(CBR) لمواد الأساس، فحسب إفادة الاستشاري في هذا القطاع تم تنفيذ الشارع بكامل عرضه لجميع الطبقات وبعد ذلك تم حفر المصرف بعرض أكبر من الذي تم تنفيذه وبعد صب المصرف تمت أعمال إعادة الردم (Back Filling) بالجهتين بصورة غير صحيحة لذلك بدأت العيوب تظهر علي طول الجزيرة الوسطية. أما النقطة الثالثة فأختيرت في منطقة ليس بها أي عيوب لمعرفة الطبقات الحقيقية المنفذة ومدي جودتها وفعلا نجد أن كل المواد مطابقة للمواصفات .

- **تحليل ومناقشة نتائج اختبار القطع الأسفلتي لشارع الستين**

في الجدول (4-2) نجد نتائج إختبار القطع الأسفلتي الذي تم قطعه في الثلاث نقاط وتم كسر العينات في المعمل بجهاز مارشال وعمل الإختبارات عليها كما موضح في الجدول نلاحظ فيه قيم الثبات ، الكثافة ، السمك والدمك وكلها مطابقة للمواصفات .

نلاحظ قيم ال (CBR) فوق ال 100% في كل الطبقات بالشارع وهذا ربما يعزي الي مقاس الحجر الذي تمت به المعالجة للمواد الطبيعية للطبقات فقد تلاحظ في الموقع حجم الحجارة الكبير ففي قراءات الإختبار نجد في كثير من الأحيان الزيادة البسيطة في قيمة الغرز مع عدد الضربات الكبير وهذا يدل علي أن ابرة الغرز ربما لاقت حجرا بمقياس كبير في مسارها وبالتالي تكون حسابات قيمة ال (CBR) عالية .

الشكل (4-2) يوضح الإختبار المتلف بشارع الستين

الجدول (4-2) قيمة ال C B R بواسطة ال (DCP) لثلاثة نقاط بشارع الستين

LAYAR		BASE(2)&(3)	BASE(1)	Emankment
CBR	0+650	85	62	40
	4+400	68	62	47
	7+600	106	103	87

حسب نتائج المعمل التى اخذت من الحفر الثلاث من شارع الستين كما فى الجدول رقم (4-2) الشكل رقم (4-3) ومقارنة النتائج مع المواصفات توصلنا للأتى :-

1- مواد الطبقة التاسيسية (Sub -Grade)

جدول رقم (4-3) التدرج الحبيبى للطبقة التاسيسة

القطاع	التدرج الحبيبى - النسبة المئوية المارة										
	3 "	2 "	1 1/2 "	1 "	3/4 "	1/2 "	3/8 "	#4	#10	#40	#200
	75 mm	50 mm	37.5 mm	25 mm	19 mm	12.5 mm	9.5 mm	4.75 mm	2 mm	0.425 mm	0.075 mm
0+650	100	100	100	100	99	99	98	96	93	84	62
4+400	100	100	100	96	90	76	69	54	40	28	18
7+600	100	100	100	95	80	74	60	44	24	17	13

جدول رقم (4-4) يوضح معامل الدمك وال CBR حدود أتربيرج للطبقة التاسيسة

القطاع	حدود أتربيرج		معدل الدمك المحسن		تحميل كليفورنيا	
	حد السيولة	دليل اللدونة	الكثافة القصوى	الرطوبة المثلى	CBR (%)	الإنتفاخ
	(%)	(%)	(gm/cc)	(%)	at 98%	(%)
0+650	31	13	2.26	6.4	16	0.11
4+400	43	17	1.86	16.1	4	0.17
7+600	31	13	2.3	5.4	22	0.10

بالرجوع الى النتائج اعلاه فى الجدول رقم (4-3) والجدول رقم (4-4) توصلنا ال ان تصنيف التربة حسب الاشتو (AASHTO) كالاتى :-

1- العينة الاولى وجدت (A_26)

2- العينة الثاني وجدت (6 -A)

3- العينة الاولى وجدت (A-2-6)

ان تصنيف التربة حسب الموحد (UCS) كالاتى :-

1. العينة الاولى وجدت (SM)
2. العينة الثاني وجدت (SL)
3. العينة الاولى وجدت (SC)

وكذلك وجد ان نسيبة تحمل كلفورتيا CBR كانت كالاتي : -

فى العينة الاولى (16) والثانية (4) والثالثة (22) وكلها مطابقة للمواصفات حيث نجدها اقل من 30%.

حسب تصنيف التربة فى العينات الثلاثة حسب ال (Road Note 31) نجدها فى العينات الاولى والثانية والثالثة كالاتى (S5، S1،S5) وبإعتبار ان الحركة اقصى ما يكون (T7) Traffic Class وعمر تصميمى 20 عام

من **T7 and S1 نجد** التصميم كان يجب ان يكون كالاتى

الطبقة التاسيسية (Sub–Grade)	= 40 سم	نفسه	40 سم
طبقة الاساس المساعد (Sub– Base	= 17.5 سم	بدلا عن	30 سم
طبقة الاساس (Base)	= 25 سم	بدلا عن	20 سم
طبقة الاسفلت (Wearing Course)	= 15 سم	بدلا عن	25 سم

من **T7 and S5** نجد التصميم كان يجب ان يكون كالاتى

الطبقة التاسيسية (Sub–Grade)	= 35 سم	نفسه	40 سم
طبقة الاساس المساعد (Sub– Base	= 15 سم	بدلا عن	30 سم
طبقة الاساس (Base)	= 22.5 سم	بدلا عن	20 سم
طبقة الاسفلت (Wearing Course)	= 15 سم	بدلا عن	25 سم

وكذلك بعد المراجعة وجد ان الرقم الإنشائى المستخدم فى تصميم المرحلة الاؤلى يجب ان يكون 4.57 بدلا عن 7.91 حسب طريقة ال (TRL) واستخدام ال (Road Note 31) ونوع التربة S4 .

الجدول رقم (4–5) يوضح مقارنة بين الرقم الانشائى للمصمم شركة ماجيك وال Road Note 31 لل (S4, T8) والنتائج التى توصلنا لها فى هذه الدراسة حسب التربة (S5 , S1, S5) مع الحركة T7.

جدول رقم (4-5) يوضح مقارنة بين للمصمم والباحث حسب ال Road Note 31 لل (S4, T8)

طريقة التصميم	الرقم الانشائى (SN)	المصمم	ملحوظات
تربة S1	5.5	الباحث	قيمة من البحث (reference value)
تربة S4	4.57	التصميم المعدل	قيمة مرجعية (reference value)
تربة S5	4.0	الباحث	قيمة من البحث (reference value)
الشركة المصممة	7.91	التصميم المنفذ	التجاوز التصميمى (Over Design)

وعند استخدام نوع التربة المتحصل عليها فى بحثنا هذا وحسب نتائج الاختبارات المعملية وبعد اخذ ثلاثة عينات من الطريق وفحصها من نفس المعمل الذى تمت به الاختبارات لشارع الستين اثناء التنفيذ وبعد استخدام اختبار ال (Dtnamic Cone Peneterometer) DCP فى التصميم الانشائى تم تحديد طبقات الرصف حسب نوع التربة الطبيعية وحجم الحركة المتوقعة للطريق التصميم للوصول الى طبقات الرصف المناسبة الا انه فى شارع الستين موضوع الدراسة نجد ان الشركة المكلفة بالتصميم اخذت فى الاعتبار ان معدل الحركة الافتراضى الذى عمل به فى التصيم و T7 وان نوع التربة S4 واخرجت التصميم على ان يكون الثلاثة طبقات للطريق عبارة عن مواد اساس وردميات بدون طبقة اساس مساعد وطبقة اسفلت 25 سم وعدلت فقط طبقة الاسفلت الى 15 سم مستخدمة فى ذلك طريقة الاشتو وبعد فحص المواد وجدنا نوع التربة هو (S1,S5) وحسب SN (نجد ان التصيم المنفذ هو OVER DESIGN أعلى من التصميم الحقيقى لان نوع التربة الذى توصلنا له تربة ذات مواصفات عالية وان التصميم مكلف والتصميم المفترض حسب ال ROAD NOTE 31 هو كالاتى (15 سم ردميات و15 سم اساس مساعد و12.5 اساس و15 سم للاسفلت بينما الذى صمم يواسطة شركة ماجيك مبنى على افتراضات خاطئة من حيث نوع التربة حيث افترضت انها تربة انها جيدة المواصفات (S4) و تم

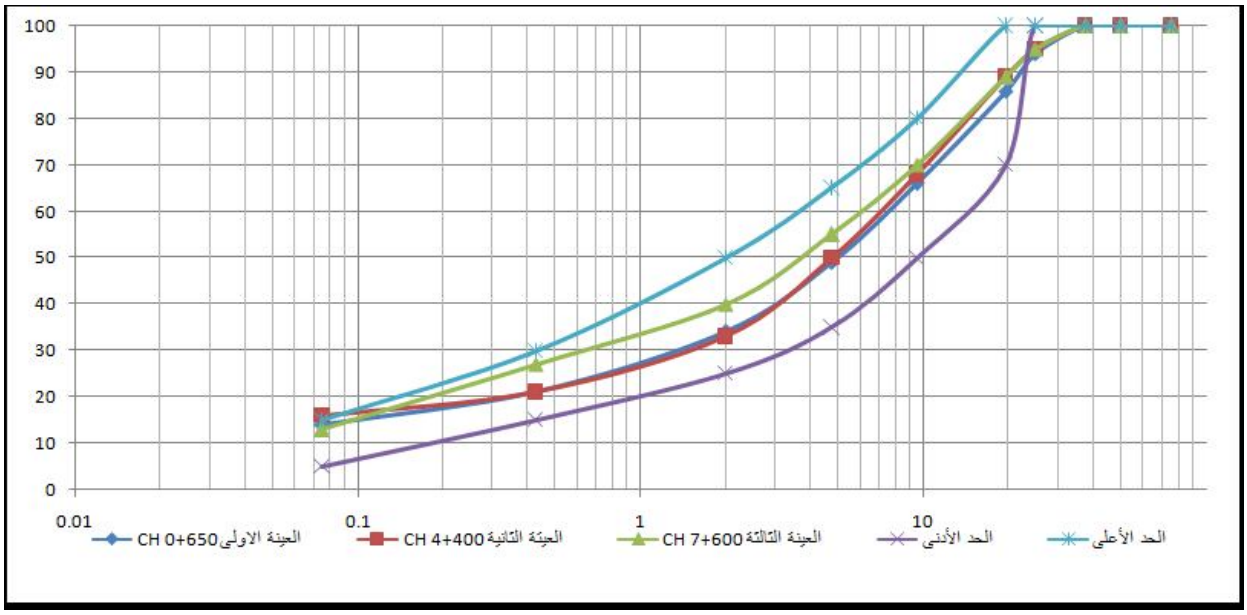
فرض سماكات ثابتة افتراضياً علي كل الطرق بدون أن تحددالحمولات المحورية الز ائدة (حمولة الشاحنات) فى التصميم للطريق لإجراء حسابات مرور لمدة عام كامل لكل المتغيرات وعلي ضوئها تم رسم سمك طبقات الرصف . فلابد من تصنيف الطرق وفقاً للاستعمال وتقدير وتحديد الحمولة القصوى للطرقات.

2- مواد طبقة الاساس (Base)

من الجدول رقم (4-6) والشكل رقم (4-4) نجد ان الترج مناسب ويقع فى حدود المواصفات (well Graded)

جدول رقم (4-6) يوضح التدرج الحبيبى لطبقة الاساس الاولى

التدرج الحبيبى – النسبة المئوية المارة لمواد الاساس الطبقة الاولى					
الحد الأعلى	**الحد الأدنى**	**العينة الثالثة CH 7+600**	**العيتة الثانية CH 4+400**	**العينة الاولى CH 0+650**	**فتحة المنخل ملم**
100	100	100	100	100	75
100	100	100	100	100	50
100	100	100	100	100	37.5
100	100	95	95	94	25
100	70	89	89	86	19.0
80	50	70	68	66	9.50
65	35	55	50	49	4.75
50	25	40	33	34	2.00
30	15	27	21	21	0.425
15	5	13	16	14	0.075



شكل رقم (4-3) التدرج الحبيبى لطبقة الاساس الاولى

- **الركام الخشن لمواد الاساس:** حسب الجدول رقم (4-2) تلاحظ ان المواد المحجوزة على المنخل رقم (10) (2 مم) من الحصويات نسبة الفاقد فى الجهاز لوس انجلوس تتراوح بين (33,34 & 40) ولا تزيد عن 50 % وهى نتائج مقبولة وتقع فى حدود المواصفات .

كما نجد نسبة تحميل كاليفونيا (CBR) لعينات التى يتم دمكها طبقا للدمك المعدل وغمرها فى الماء اربعة ايام تتراوح بين (77,87 & 83) مع خلوها من الانتفاخ طبقا للاختبار القياسى .

- **الركام الناعم:** هو الركام المار من منخل رقم 10 (2 مم) . تكون من رمال طبيعية او ناتج تكسير والمواد الناعمة المارة من منخل رقم 200(0.075 مم) .يجب الا يزيد الجزء المار من منخل رقم 200(0.075 مم) عن ثلثى الجزء المار من منخل رقم 40 (0.425 مم).

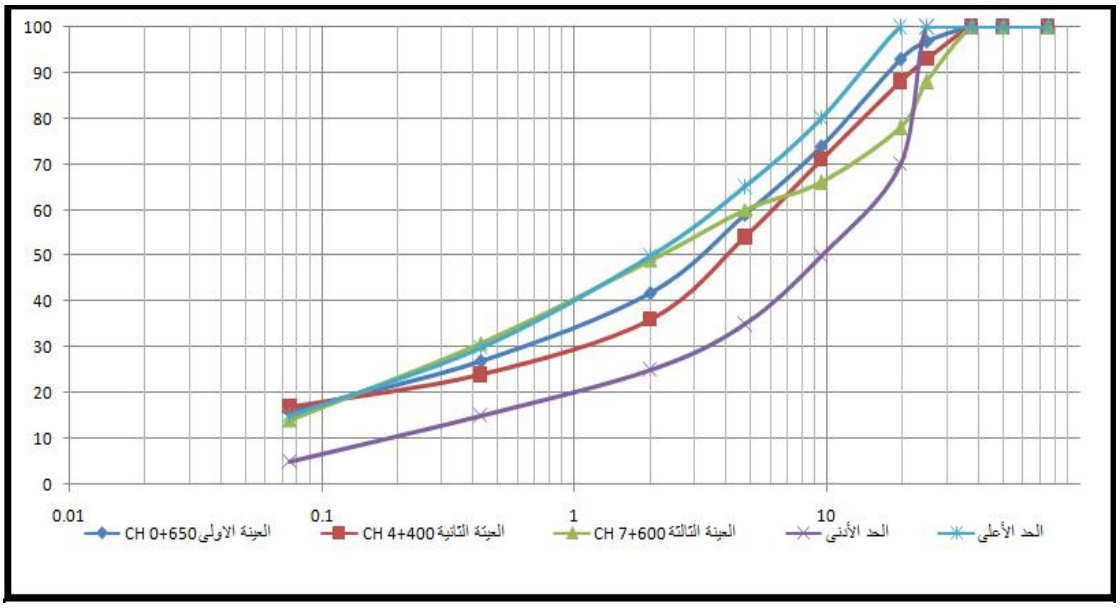
المواصفة	النتيجة للعينات الثلاث
- حد السيولة (اقصى) 25%	(37,31، 22)
- حد اللدونة (اقصى) 6 %	(17,13، 9)
- الانكماش الطولى لا يزيد عن 3%	(0، 0.24،0.1)

جدول رقم (4-7) معامل الدمك وال CBR حدود أتربيرج لطبقة الاساس الاولى

Test	Sample (1) CH 0+650	Sample (1) CH 4+400	Sample (1) CH 7+600
CBR%	**78**	**55**	**80**
compaction (%)	97	86	88
Max D.D (gm/cc)	2.26	1.96	2.04
m,c (%)	3.6	3.9	3.9
P I	13	17	9
LL	31	37	25
Swelling (%)	0.1	0.24	0

جدول رقم (4-8) التدرج الحبيبى للطبقة التانية والثالثة

التدرج الحبيبى – النسبة المئوية المارة لمواد الاساس الطبقة الثانية والثالثة					
فتحة المنخل ملم	العينة الاولى CH 0+650	العيتة الثانية CH 4+400	العينة الثالثة CH 7+600	الحد الأدنى	الحد الأعلى
75	100	100	100	100	100
50	100	100	100	100	100
37.5	100	100	100	100	100
25	97	93	88	100	100
19.0	93	88	78	70	100
9.50	74	71	66	50	80
4.75	59	54	60	35	65
2.00	42	36	49	25	50
0.425	27	24	31	15	30
0.075	16	17	14	5	15



شكل رقم (4-4) يوضح التدرج الحبيبى للطبقة التانية والثالثة

جدول رقم (4-9) معامل الدمك وال CBR حدود أتربيرج للطبقة التانية والثالثة

Test	Sample (1) CH 0+650	Sample (1) CH 4+400	Sample (1) CH 7+600
CBR%	**70**	**84**	**60**
compaction (%)	87	90	97
Max D.D (gm/cc)	2.02	2.09	2.27
m,c (%)	5.7	4.3	3
P I	11	14	NP
LL	27	32	NP
Swelling (%)	0.1	0	0.14

تحليل ومناقشة النتائج لشارع الستين

ان العينات الماخوذة بعد عملية تشييد الطريق من اختبارات متلفة وغير متلفة توضح ان المواد المستخدمة جيدة وهى حسب المواصفات ولا توثر فى عملية تلف الطريق وكانت جميعها فى حدود المواصفات خاصة التدرج وال CBR و الدمك كلها اعطت نتائج جيدة ومقبولة مما يدل على جودة التشييد وان المواد المختارة تقع فى حدود المواصفات . الا ان سوء التصريف للمصرف اثر فى طبقلت الرصف الذى اثر فى نتائج حدود اتنبرج مثل الإنكماش والسيولة واللدونة التى لم تتطابق المواصفات وذلك نتيجة لتمدد وزيادة حجم المواد نتيجة لحساسيتها للماء أو نتيجة لمرور الشاحنات ذات الحمولات الكبيرة .

ومن خلال دراسة نظام التصريف فى الولاية اتضح ان المصارف المشيدة لا تعمل بكفاءة وتصريف امثل بل هى عبارة عن احواض لتجمع المياه فيها دون تصريف مياه الامطار بطريقة مثلى و تعتبر غير مناسبة لتصريف مياه الامطار الفعلية وان المقاطع الحالية فى الوضع الراهن للمصارف صغيرة وبعد المراجعة والدراسة وجدنا انه لابد من تصريف المياه التى تتجمع فى الطريق و ضرورة تسيرها وتخفيف الطريق من المياه حتى لا تتجمع وتسبب فى إنهيار الطرق .

الباب الخامس

الخلاصة والتوصيات

5-1 الخلاصة:-

لقد خلص البحث الى النقاط الآتية :-

1- ان السبب الاساسى فى تدهور الطرق هو التصريف السيء للطرق من حيث عدم كفاية المصارف وعددم تنفيذ المصارف المناسبة ويعزى ذلك الى الوضع المالى للولاية مما يستدعى تقليل التكلفة.

2- التدخل السياسى و الاسراع فى فتح الطريق قبل اكماله دون اعتبار للنواحى الفنية وتنفيذ التصميم الامثل وفتح الحركة لاستخدامه.

3- النظرة الكمية وليس النوعية حيث يتم الاهتمام بكثرة الطرق دون الرجوع الى التركيز فى الجودة .

4- عدم دخول الصيانة العاجلة للطريق فى اول مراحل ظهور العيوب ولا تدخل الصيانة الاعند حدوث العيوب الكبيرة التى تعيق الحركة فى مراحل الانهيار الاخيرة للطريق .

5- نجد ان السبب الرئيسى هو عدم تنفيذ التصميم كما يجب بل وٌجل بقية اجزاء التصميم وتحزف بعض الطبقات بحجة تقليل التكلفة .

6- الشركات المنفذة للطرق غير موهلة ولا توجد شروط جزائية فى حالة انهيار الطريق قبل عمره الافتراضى .

7- الدراسات الاولية للمشروع غير كافية لاعتمادها على معلومات خاطئة فى بعض الاحيان.

8- عدم التنسيق التام ببن انشاء الطرق وتشييد المصارف المناسبة

5-2 التوصيات

5-2-1 توصيات من خلال الدراسة (توصيات شارع السين)

اما بالنسبة لشارع الستين نوصي بالاًتي :-

- نوصى بعمل التصريف الامثل برفع كفاء ة المصرف الحالى واستبداله بمصرف خرسانى بالابعاد المناسبة المقترحة فى البحث .
- نوصي بمراجعة ملئ الفراغات (Back Filling) بين المصرف والشارع بمواد ثابثة وتدمك بصورة جيدة لان بها حركة سير الشاحنات اوتحجب بتوسعة الجزيرة اوالاكتاف فى المنطقة التى تحازى المصرف لمنع مرور الشاحنات فى ذلك الجزء من الطريق للتخلص من الهبوب الذى حدث فيه.
- نوصى بإكمال تنفذ الطريق حسب التصميم واضافة الطبقة السامية حسب التصميم .
- ازالة احواض النخيل في الجزيرة الوسطية وعمل فظات من الزهور فى الجزيرة او اختيار عازل بموصفات عالمية وينفذ بطريقة صحيحة حسب المواصفات وذلك لمنع تسرب المياه لطبقات الطريق
- عمل ميزان للحمولات التى بالشاحنات والمقطورات لانها اكبر من المسموح به عالميا .
- نوصى بالاهتمام بالنظافة للمصارف والشارع .

5-2-2 توصيات مستقبلية :-

طمعا للوصول الى طرق مشيدة ذات جودة عالية ومريحة وآمنة و رفع كفاءة العمل بهيئة الطرق والجسور والمصارف بالولاية والمحافظة علي شبكة الطرق الواسعة بها وضعت التوصيات التالية آملين من الجهات المسؤولة وضعها في الاعتبار وهي:-

1. لابد من عمل تصميم مصارف بعرض كافي للطرق مهما كلف الامر ذلك للمحافظة على الطرق وحمايتها.

2-لإهتمام بتطبيق التصميم الموضوع للشارع علي الطبيعة مهما كلف الأمر حيث يجب أن يأخذ الشارع طبقاته الكافية وعدم إنقاصها بسبب التكلفة لأنها المسبب الأول لعيوب الرصف .

3-تحديد حمولة الشاحنات والرقابة عليها بوضع ميزان ومنع الحمولات الزائدة عن الحد المسموح .

4-لابد منعمل شبكة مصارف شاملة لولاية الخرطوم تر تبط مع بعضها البعض حسب خطوط الكنتور.

5- يجب الاهتمام بالنظافة للمصارف والطرق .

6 – يجب مراجعة تنفيذ المشروع كاملا حسب التصميم المعد له و اكتمال المشروع ثم بعد ذلك يفتح الطريق للحركة .

7 – عمل الصيانة الدورية للطرق عند بداية ظهور العيب حتى لا يتفاقم العيب .

8- الاهتمام بالبحوث العلمية فى مجال الطرق .

9- الاهتمام بتدريب الكوادر العاملة فى مجال الطرق وتاهيلهم .

8- تفعيل قانون حماية الطرق من ناحية سوء الاستخدام من قبل المواطنين واصحاب المطاعم والكفتريات والباعة المتجولون وغسيل العربات فى حرم الطريق .

المراجع العربية

1. دراسة مقدمة عن تحسين الخلطات الاسفلتية واثر الشكل الزاوى للركام فى الخلطة للدراس هشام العبيد واشراف بروفسور د. جلال عبدالله على جامعة السودان 2014.
2. دراسة مقدمة عن تقييم عيوب الرصف بطرق رئيسية بولاية الخرطوم للدراس صفاء حسن جعفر واشراف بروفسور د. جلال عبدالله على جامعة السودان 2014.
3. بروفسر جلال عبدالله علي : نظام إدارة صيانة الطرق ، محاضرات ، جامعة السودان،2011م .
التقارير التى فى وزارة التخطيط العمراني والمرافق العامة- هيئة الطرق والجسور ومصارف الأمطار والنقل .2010 م
4. كتاب تكنولوجيا صيانة الطرق (إعداد المهندس سمير عمار – مدير إدارة المكتب الفني مديرية الطرق والنقل الجيزة)2009 م
5. دراسة مقدمة عن تحسين الخلطات الاسفلتية واثر الشكل الزاوى للركام فى الخلطة للدراس هشام العبيد واشراف بروفسور د. جلال عبدالله على جامعة السودان 2014.
6 . دراسة مقدمة عن تقييم عيوب الرصف بطرق رئيسية بولاية الخرطوم للدراس صفاء حسن جعفر واشراف بروفسور د. جلال عبدالله على جامعة السودان 2014.
7. مروان عاصي:تصميم طبقات الرصف ،مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية،جامعة حلب كلية الهندسة، 1991م .
8. دليل تصميم الطرق – كتاب تصميم الطرق 2-1 ،2-2 (وزراة المولصلات) .

REFERENCES

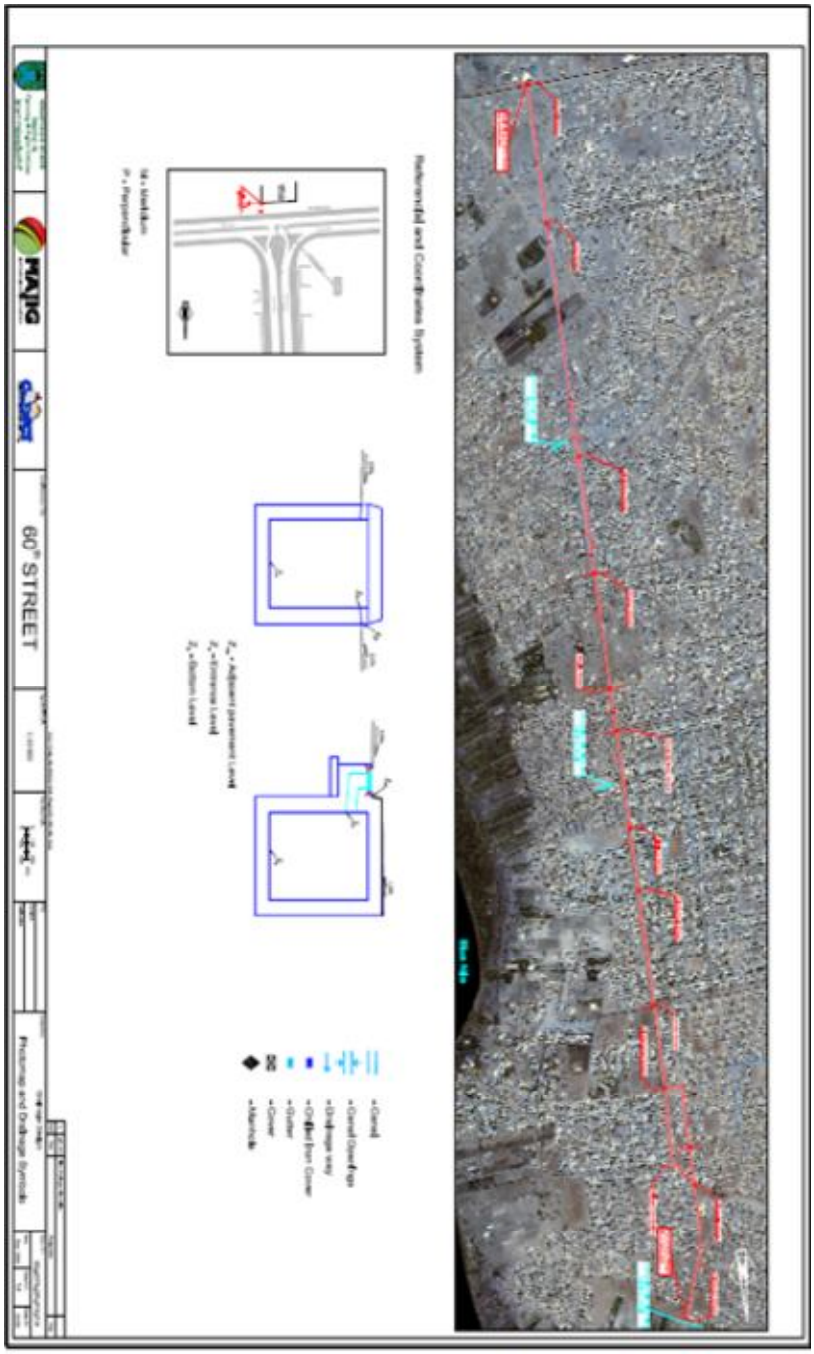
English References:-

9. Galal Ali and Mona Norelhuda, "Asphalt – Rubber P Avement Construction and Performance: The Sudan Experience ", 5th International Conference on Rubber – Asphalt (AR2012), Munich Germany, 22-27 October 2012.
10. Department of Army U.S Coros of Engineerings, Washinton, DC .20314_100, 31 August 1994.
11. Ali G. A. and Al-Gatabi, "Efforts in Road Maintenance Management in Oman: Developm and senitivity Analysis", in Proceedings International Conference on New Horizons in Roads and Road Transport Vol .1, ICORT-95, December 11-14, 1995
12. ASTM D6433 (2003) Standared Practice of Road and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys.
13. Distress Identification Manual for the Long Term Pavement Performance Studies, SHRPLTPP/ FR -90-001, Strategic Highway Research Program, National.
14. Manual for Condition Rating of FlexiblePavement – Distress
15. Institute.
16. Shahin, M.Y, and Walthec J. A., **"**Pavement Maintenance Management for Roads and Streets Using the PAVER System ", U. S. Army Corps of Engineers Construction Engineering Research Laboratory Report M – 90/05, July 1990.
17. Werkmeister, S., A. R. Dawson, and F. Wellner. "Permanent Deformation Behavior of8, Granular Manifestation, G.J. Chong, W.A. Phangand G.A.Wrong, Reprinted January 1982.
18. Asphalt Overlay for Highway and Street Rehabilitation MS – 17 Asphalt Materials." *Road Materials and Pavement Design*, Vol. 6 No. 1, 31–51, 2005.

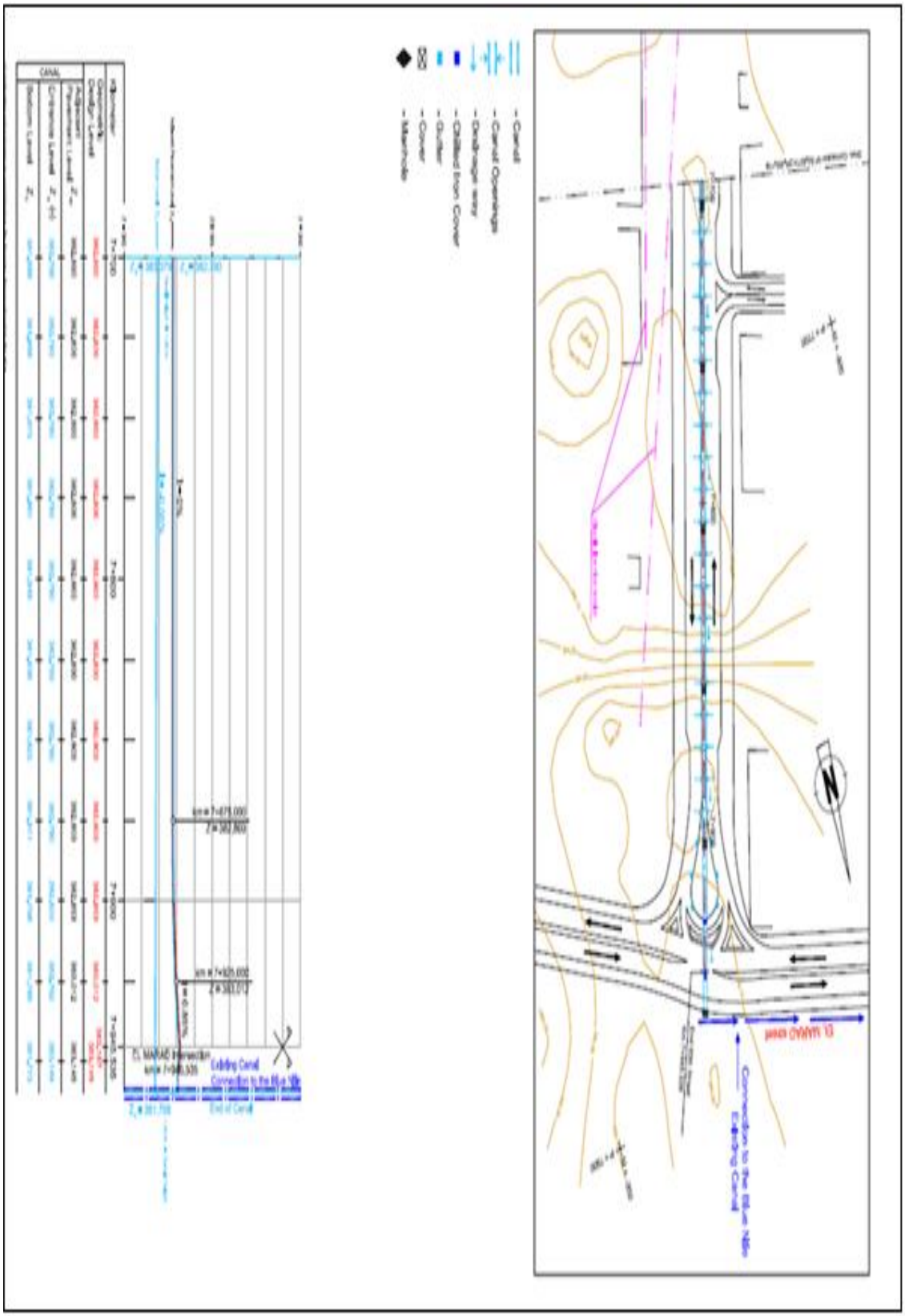
الملاحق

APPENDIX (A)

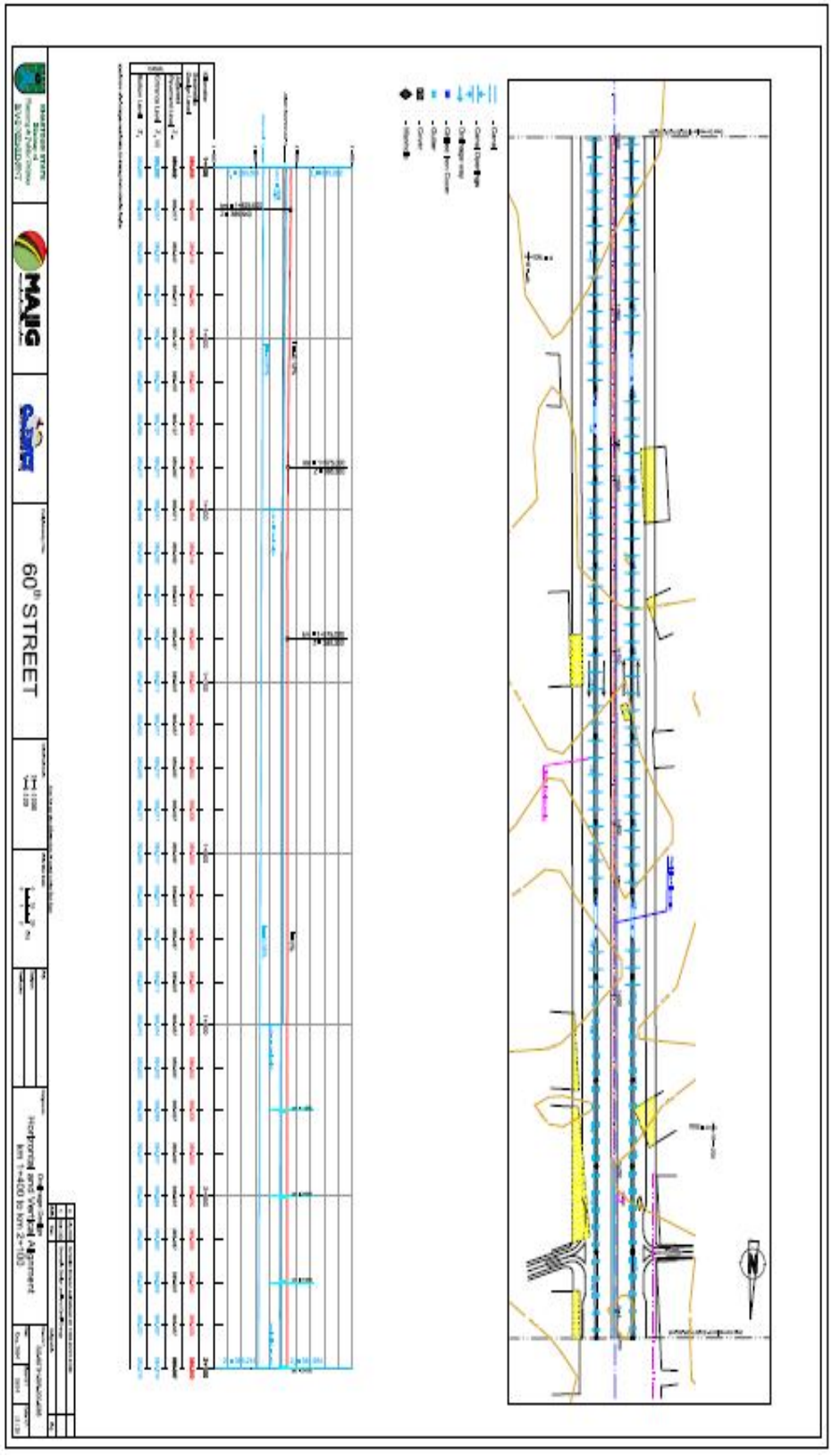
ملحق (أ) ملاحق خاصة بالتصميم والمسح البصرى لشارع الستين



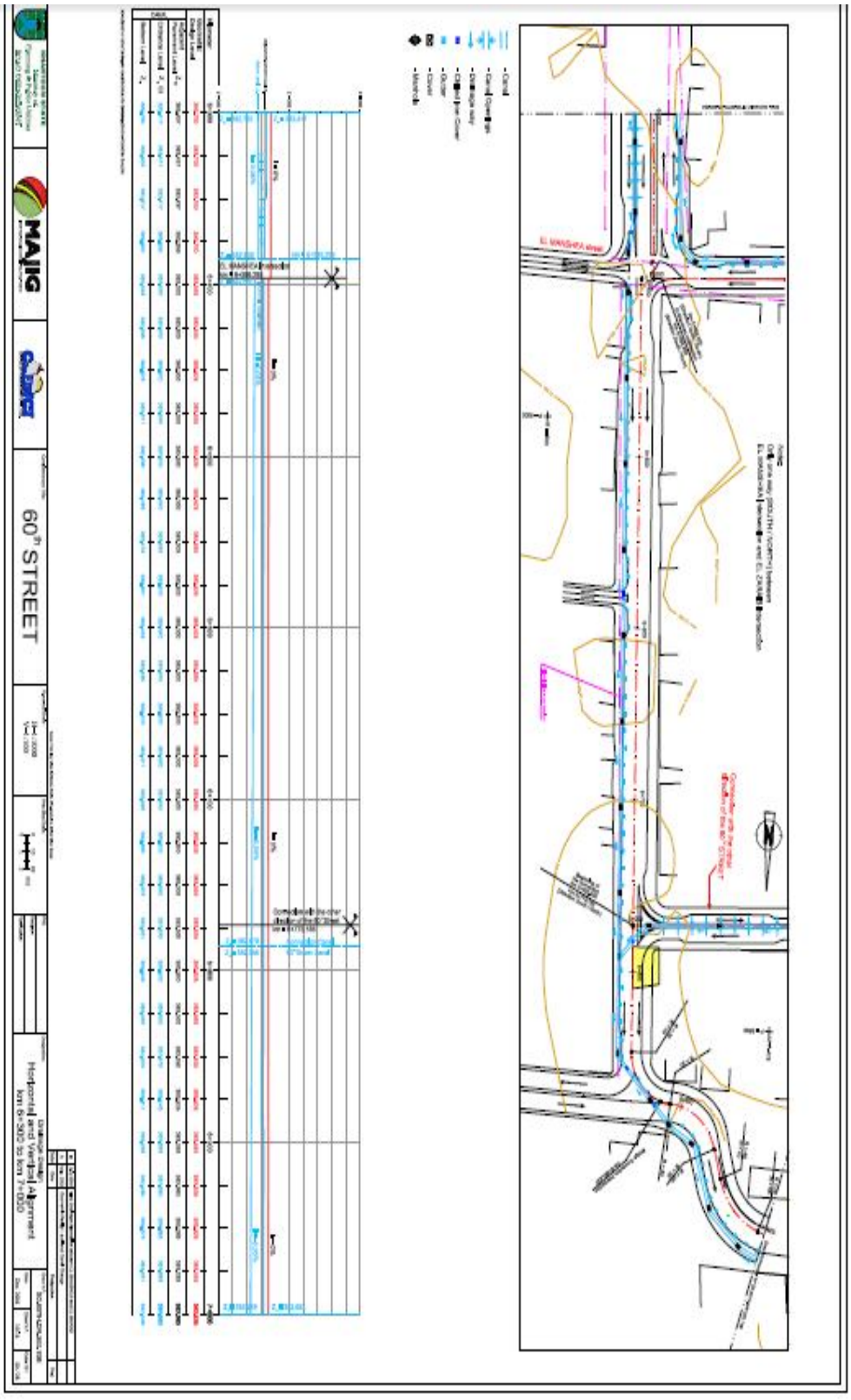
الشكل رقم (أ–1) تقاطعات شارع الستين



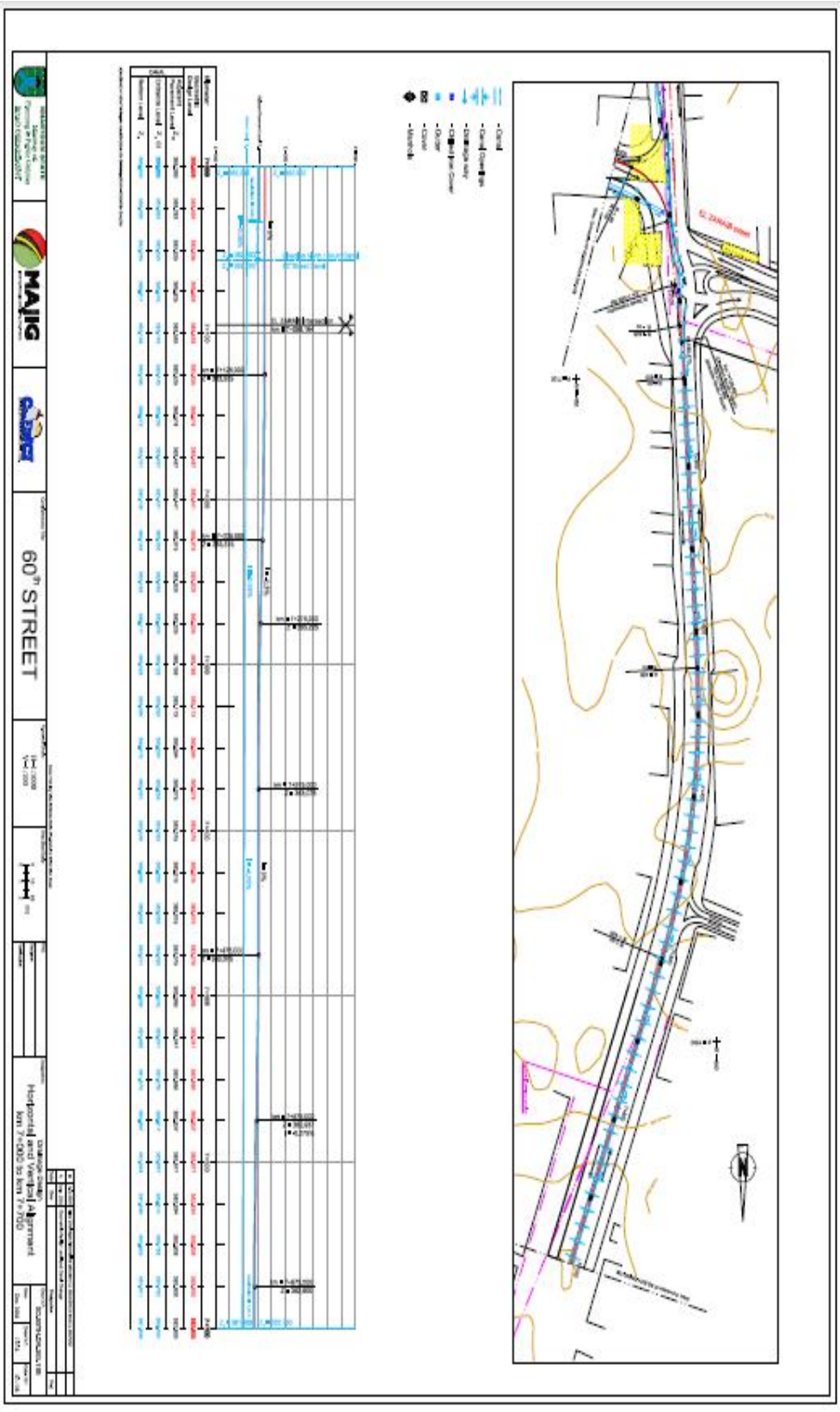
الشكل رقم (أ–2) التصميم الهندسى لشارع الستين القطاع الاول (أ)



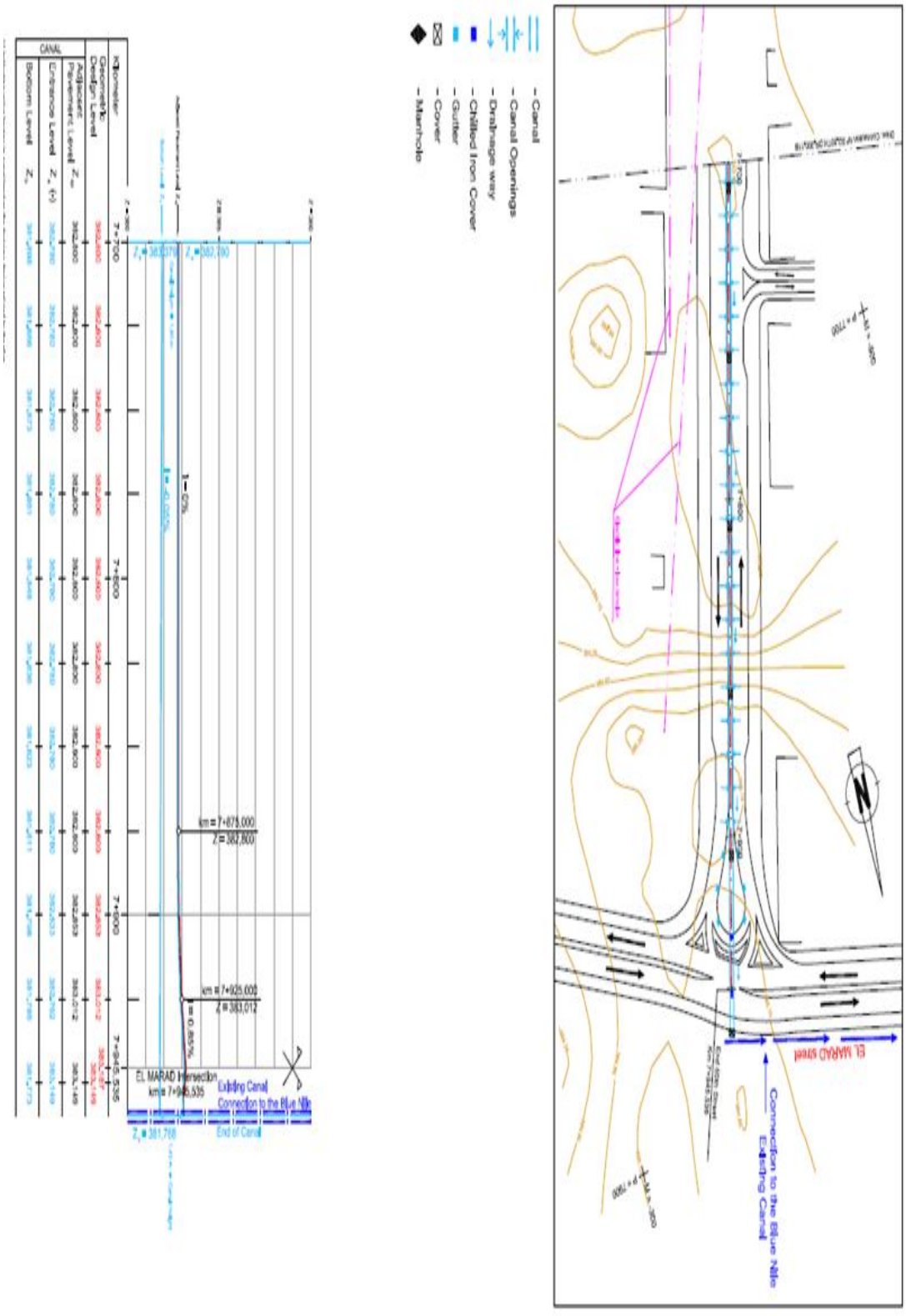
الشكل رقم (أ–3) التصميم الـهندسى لشارع الستين القطاع الاؤل (ب)



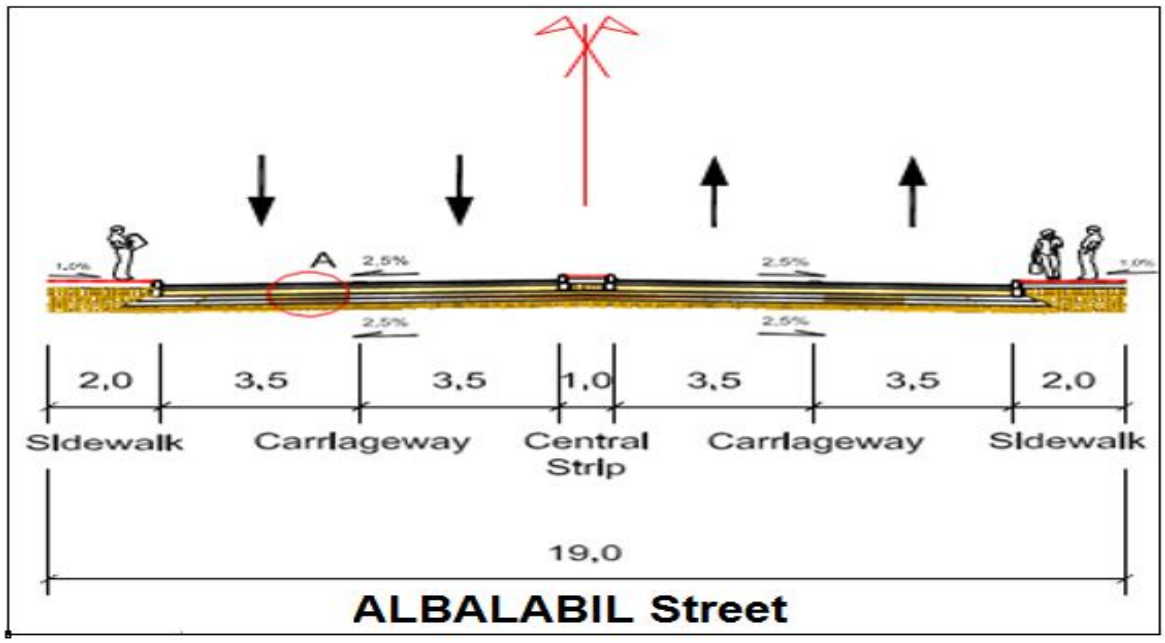
الشكل رقم (أ–4) التصميم الهندسى لشارع الستين القطاع الاوسط (أ)



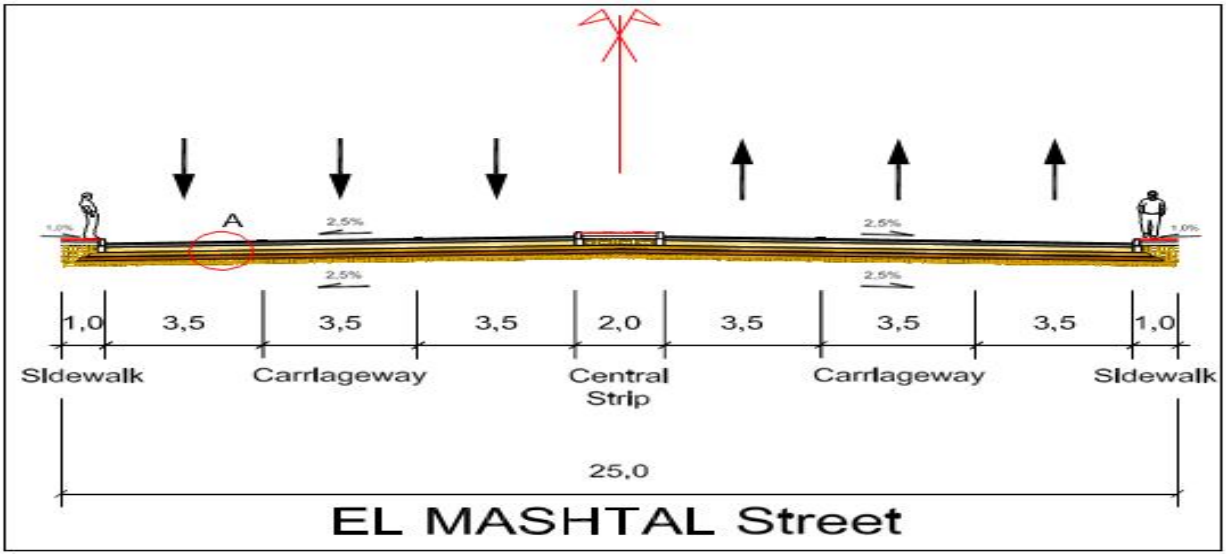
الشكل رقم (أ–5) التصميم الهندسى لشارع الستين القطاع الاوسط (ب)



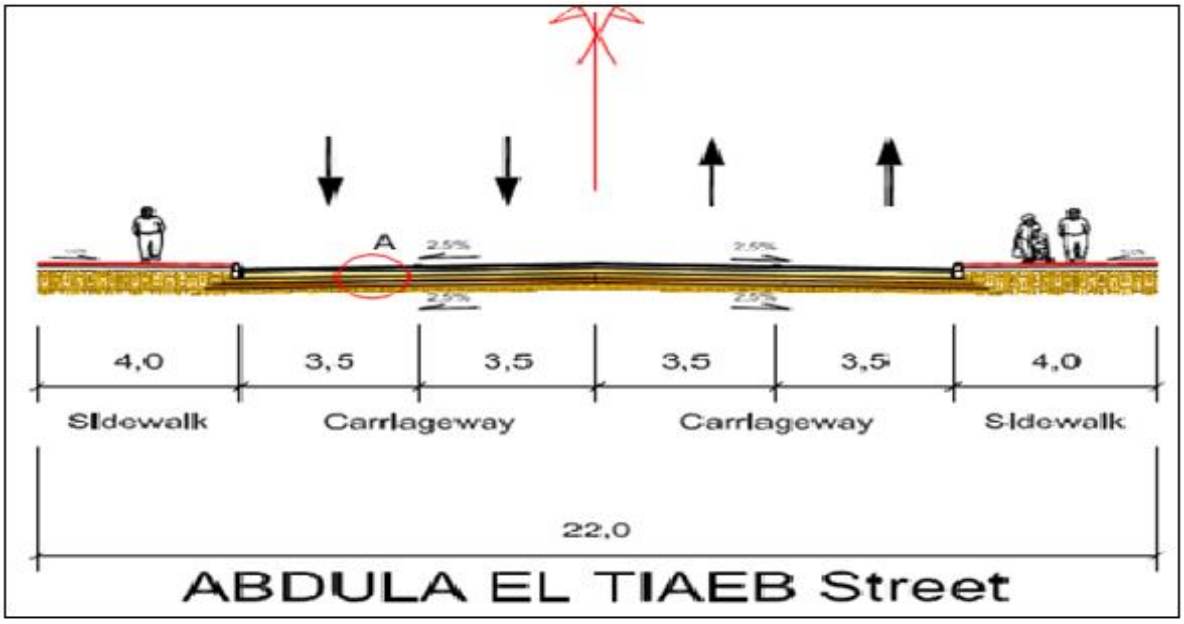
الشكل رقم (أ–6) التصميم الهندسى لشارع الستين القطاع الاخير



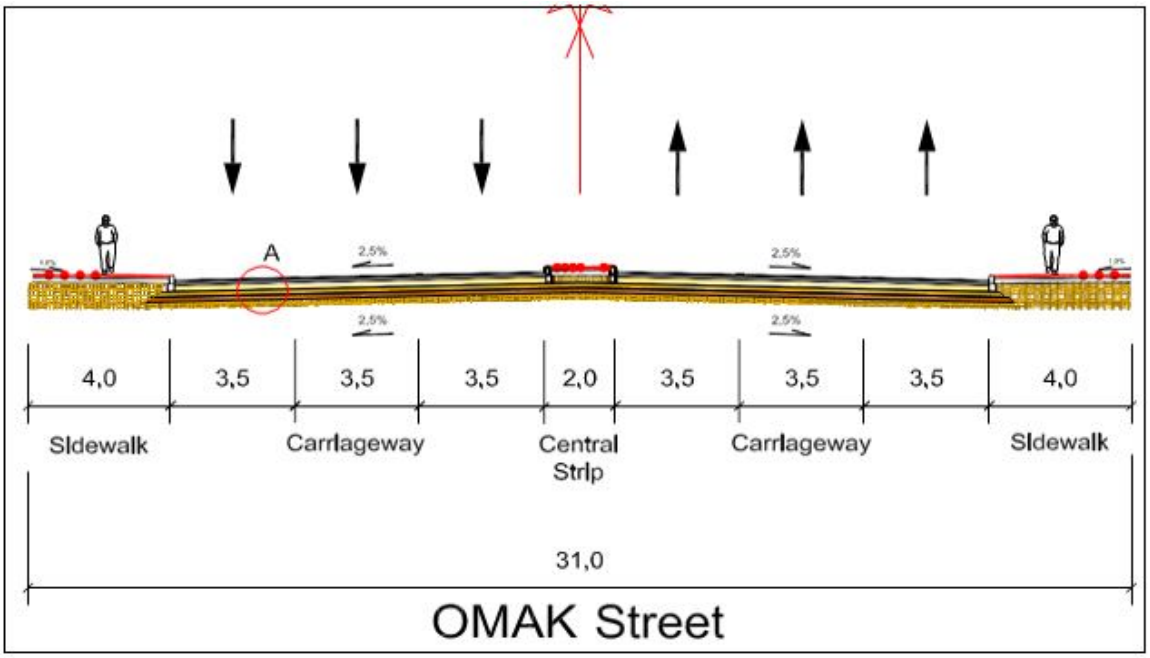
الشكل رقم (أ–7) تقاطع البلابل



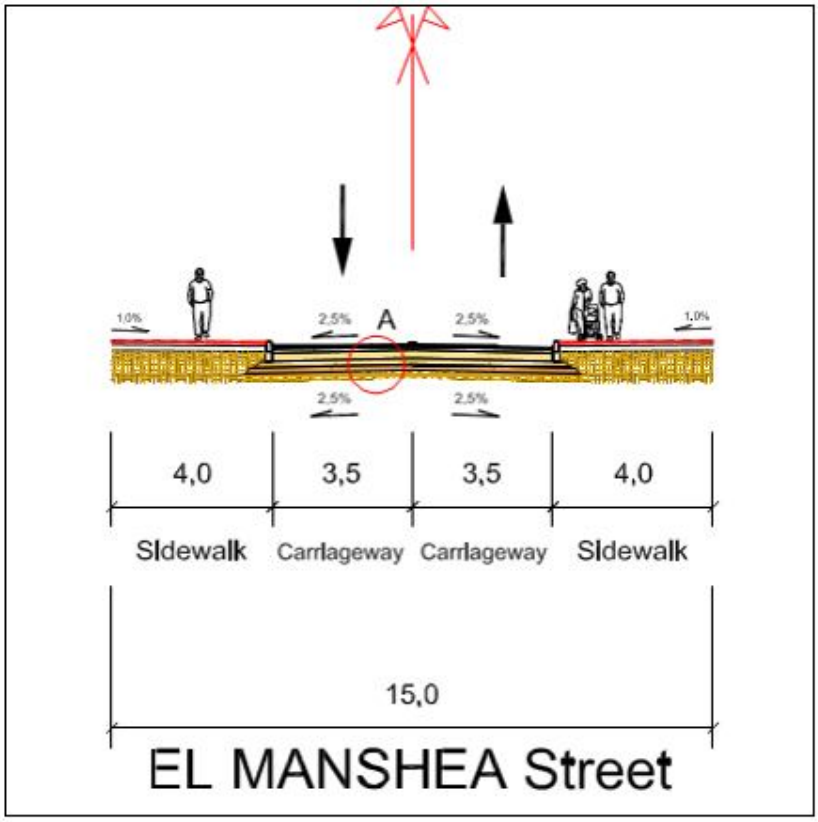
الشكل رقم (أ–8) تقاطع المشتل



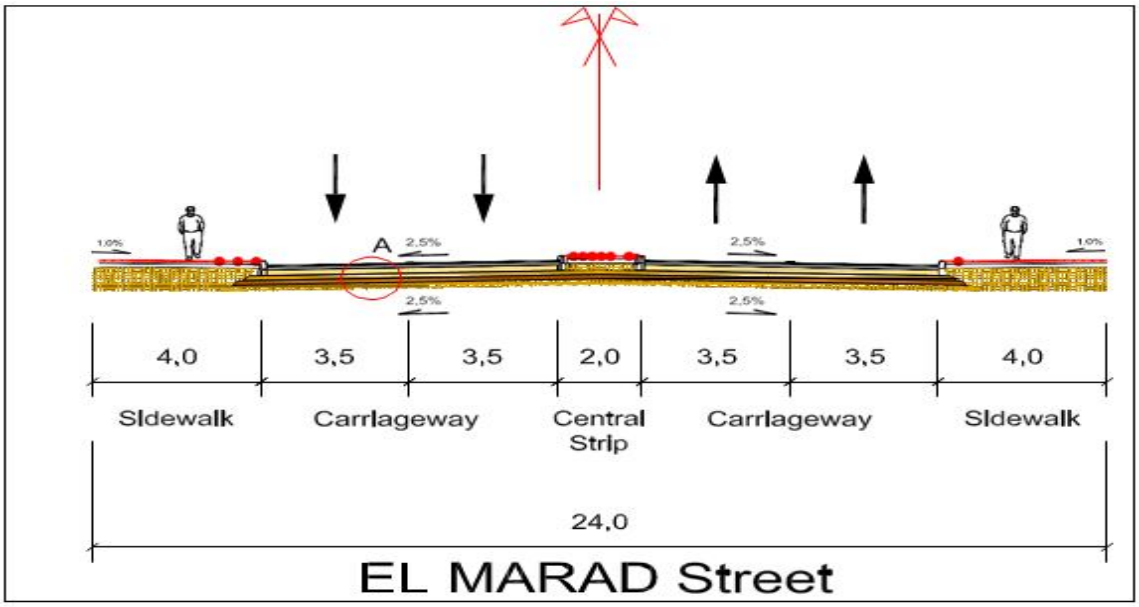
الشكل رقم (أ–9) تقاطع عبد الله الطيب



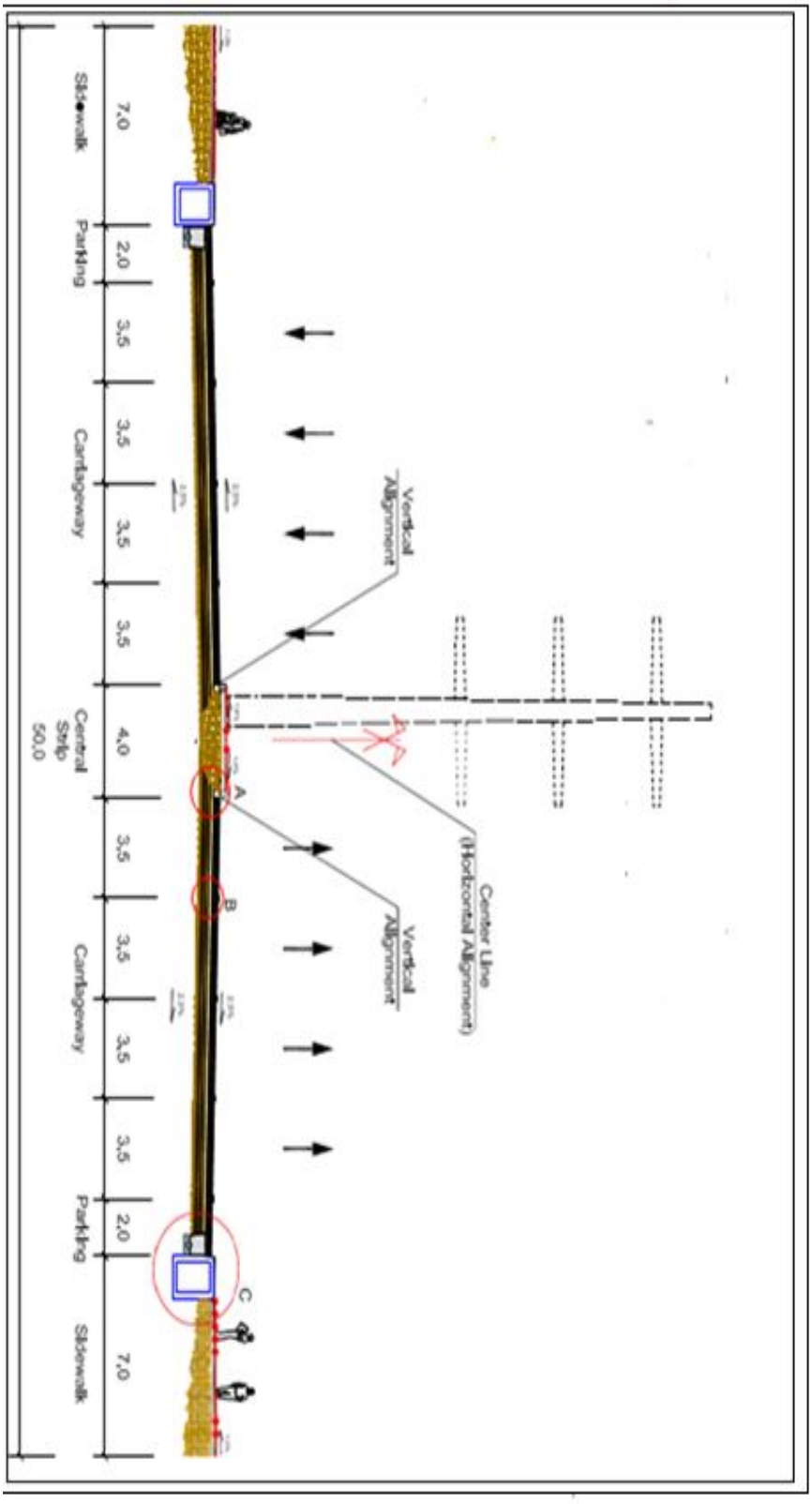
الشكل رقم (أ–10) تقاطع اوماك



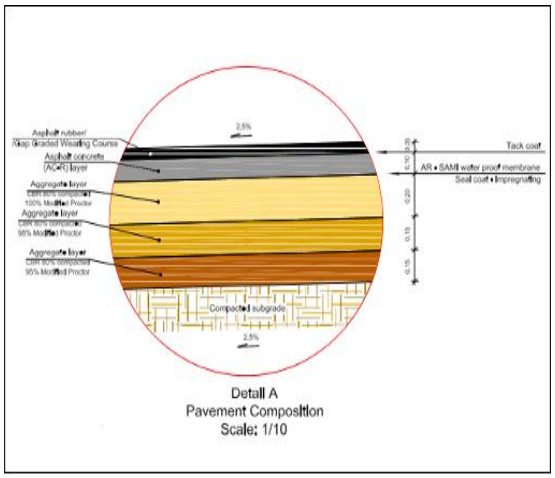
الشكل رقم (أ–11) تقاطع اوماك

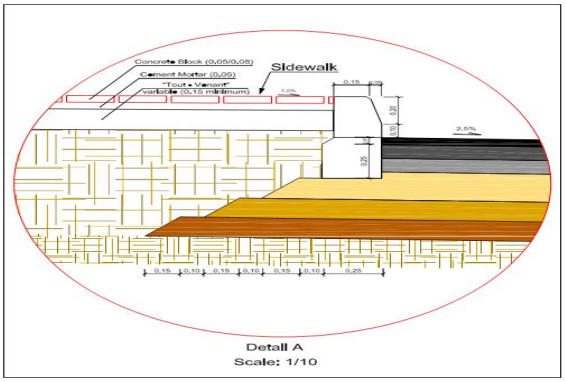


الشكل رقم (أ–12) تقاطع المعرض

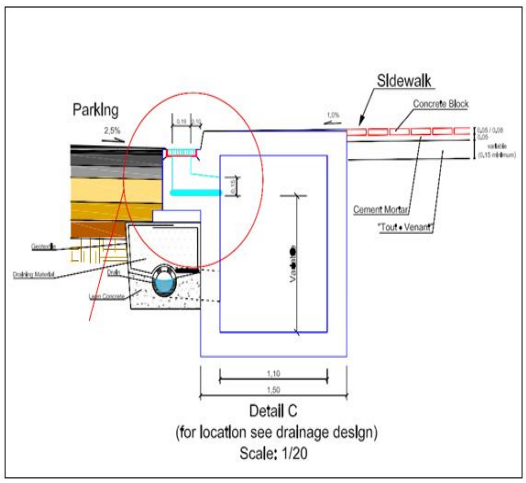


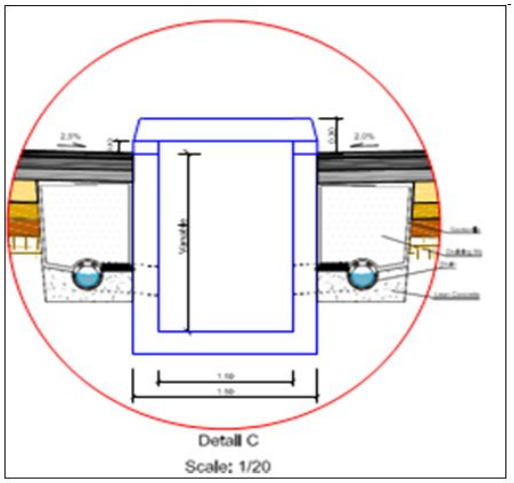
الشكل رقم (أ–13) تقاطع شارع الشرقى مع شارع الستين





الشكل رقم (أ–14) طبقات شارع الستين





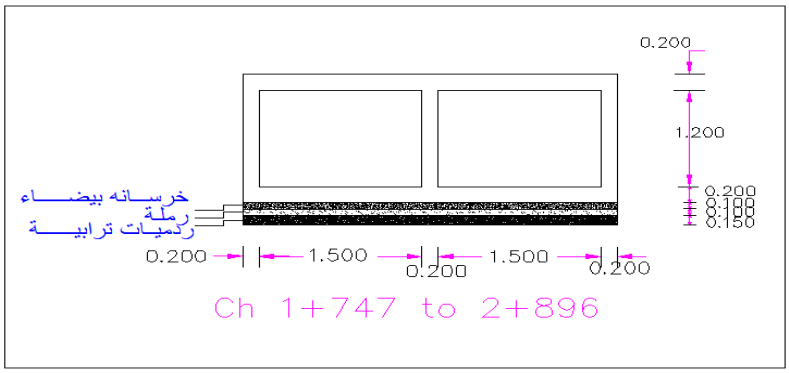
الشكل رقم (أ–15) تصميم شركة ماجيك لمقطع عرضى لمصرف شارع الستين

جدول رقم (أ–1) تدرج مواد طبقة الاساس

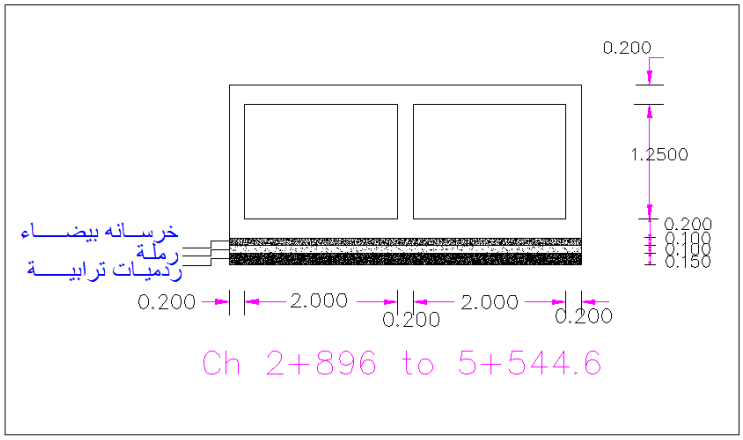
فتحة او رقم المنخل	النسبة المئوية للمار					
	اقصى 2 بوصة (50 مم)		اقصى 1.5 بوصة (37.5 مم)		اقصى 1 بوصة (25 مم)	
	(أ)	(ب)	(ج)	(د)	(هـ)	(و)
2 بوصة (50 ملم)	100	100	100			
1.5 بوصة (37.5 ملم)		100/70		100		
1 بوصة (25 ملم)		85/55	95/75	100/70	100	100
3/4 بوصة (19 ملم)		80/50		90/60		100/70
3/8 بوصة (9.5 ملم)	65/30	70/40	75/40	75/45	85/50	80/50
رقم 4 (4.75 ملم)	55/25	60/30	60/30	60/30	65/35	65/35
رقم 10 (2ملم)	40/15	50/20	45/20	50/20	50/25	50/25
رقم 40 (0.475 ملم)	20/8	30/10	30/15	30/10	30/15	30/15
رقم 200 (0.075 ملم)	8/2	15/5	20/5	15/5	15/5	15/5

جدول رقم (أ–2) تدرج المواد

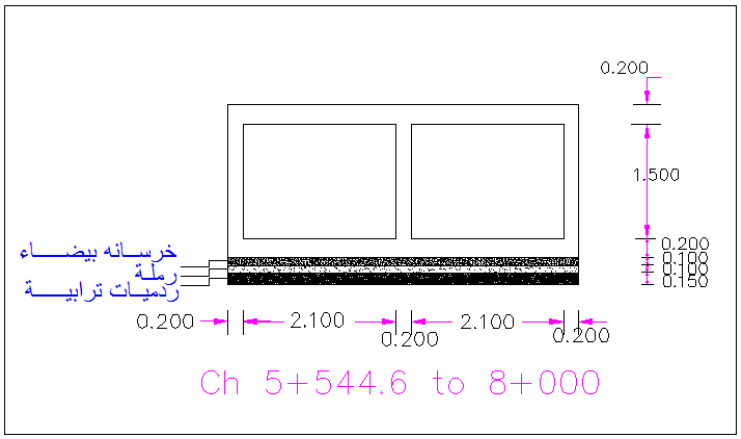
فتحة او رقم المنخل	(أ)	(ب)	(ج)
3 بوصة (75 مم)	100	100	100
2.5 بوصة (63 مم)	100–90	100–90	100–90
رقم 4 (4.75 مم)	70–35	90–40	100–50
رقم 200 (0.075 مم)	صفر –20	صفر –25	صفر –30



شكل رقم (أ-16) مقترح التصميم فى القطاع 1+747 - 2+896

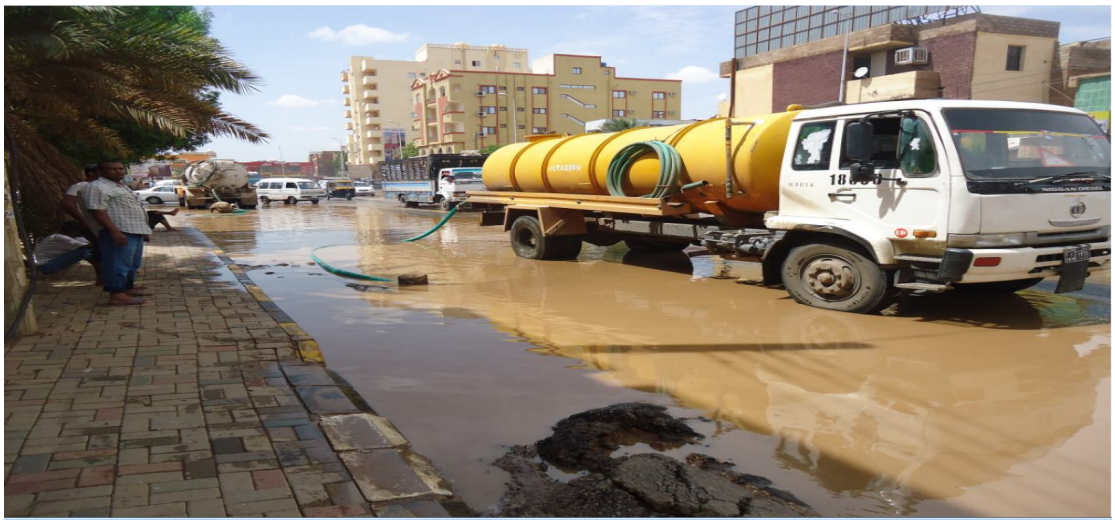


شكل رقم (أ-17) مقترح التصميم فى القطاع 2+896 - 5+544.6



شكل رقم (أ-18) مقترح التصميم فى القطاع 5+544 - 8+000

الشكل رقم (أ-19) اثر التصريف أثناء التشييد



الشكل رقم (أ-20) اثر التصريف عند اجراء الدراسة

الشكل رقم (أ-21) نوع المادة العازلة فى شارع الستين

الشكل رقم (أ-22) غطاء منهول لمصرف الستين

صور للمصرف توضح طبقات شارع الستين

صور الاوساخ والاتربة داخل مصرف الستين الغربى

صور للمنهول مقفول بالطمى لمصرف الستين

شكل يوضح جانب من صور المعمل للتجارب

الشكل رقم (أ-23) التجارب المعملية لعينات شارع الستين

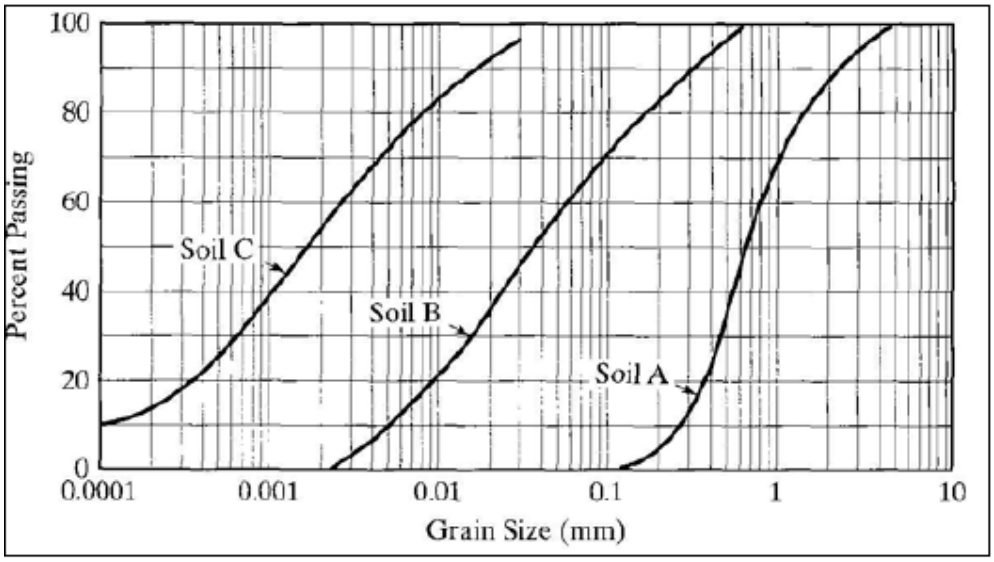
APPENDIX (B)

ملحق (ب) النمازج والجداول المستخدمة فى البحث

TABLE 8.5 Guidelines for Selecting Heave Rate for Use with Figure 8.15

Unified classification		Percent passing	Heave rate	Frost susceptibility
Soil type	Symbol	0.02 mm	(mm/day)	classification
Gravel and	GP	0.4	3.0	Medium
sandy gravel	GW	0.7–1.0	0.3–1.0	Negligible to low
		1.0–1.5	1.0–3.5	Low to medium
		1.5–4.0	3.5–2.0	Medium
Silty and	GP-GM	2.0–3.0	1.0–3.0	Low to medium
sandy gravel	GW-GM	3.0–7.0	3.0–4.5	Medium to high
	GM	7.0–10.0	4.5–3.0	High to medium
Clayey and	GW-GC	4.2	2.5	Medium
Silty gravel	GM-GC	15.0	5.0	High
	GC	15.0–30.0	2.5–5.0	Medium to high
Sand and	SP	1.0–2.0	0.8	Very low
gravelly sand	SW	2.0	3.0	Medium
Silty and	SP-SM	1.5–2.0	0.2–1.5	Negligible to low
gravelly sand	SW-SM	2.0–5.0	1.5–6.0	Low to high
	SM	5.0–9.0	6.0–9.0	High to very high
	SM	9.0–22.0	9.0–5.5	Very high to high
Clayey and	SM-SC	9.5–35.0	5.0–7.0	High
silty sand	SC	9.5–35.0	5.0–7.0	High
Silt and	ML-OL	23.0–33.0	1.1–14.0	Low to very high
organic silt	ML	33.0–45.0	14.0–25.0	Very high
	ML	45.0–65.0	25.0	Very high
Clayey silt	ML-CL	60.0–75.0	13.0	Very high
Gravelly and sandy clay	CL	38.0–65.0	7.0–10.0	High to very high
Lean clay	CL	65.0	5.0	High
	CL-OL	30.0–70.0	4.0	High
Fat clay	CH	60.0	0.8	Very low

جدول رقم (ب–1) تصنيف التربة



شكل رقم (ب–1) نموزج التدرج لانواع التربة المختلفة

TABLE 6.6

Recommended plasticity characteristics for granular sub-bases (GS)

Climate	Liquid Limit	Plasticity Index	Linear Shrinkage
Moist tropical and wet tropical	<35	<6	<3
Seasonally wet tropical	<45	<12	<6
Arid and semi-arid	<55	<20	<10

جدول رقم (ب–2) حدود اتربرج لطبقة الاساس المساعد

Recommended particle size distributions for mechanically stable natural gravels and weathered rocks for use as roadbases (GB3)

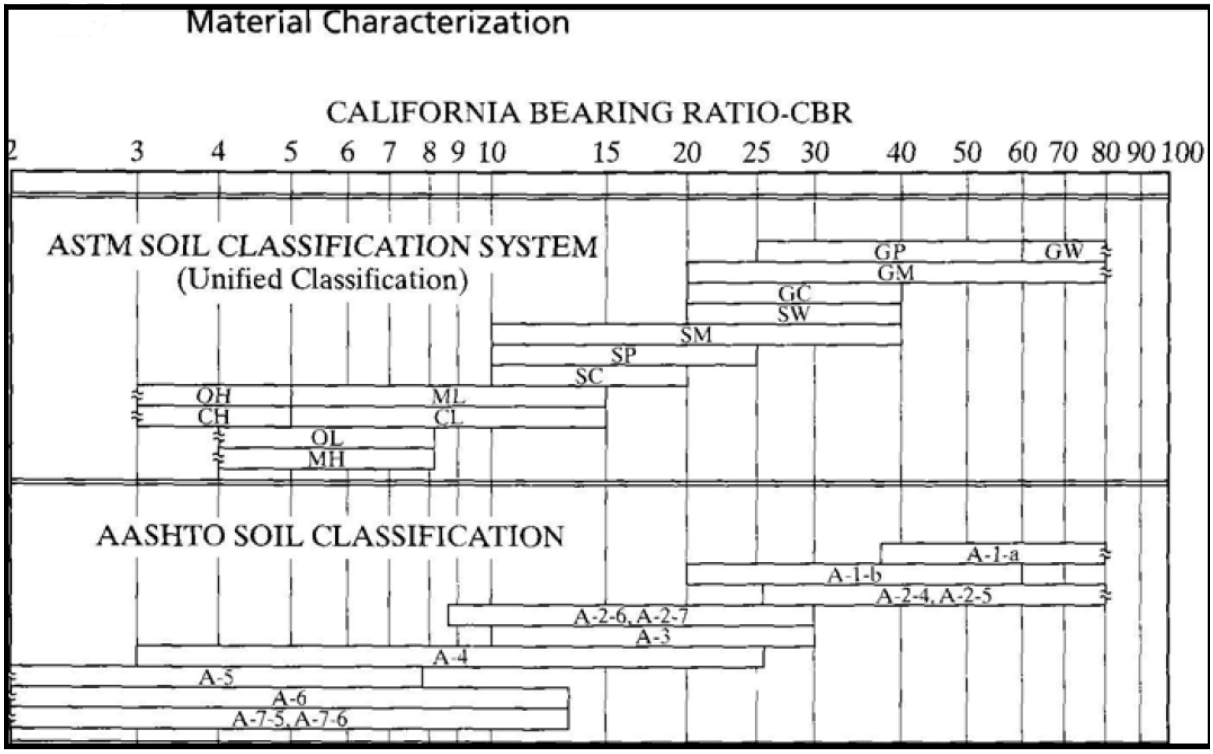
BS test sieve (mm)	Percentage by mass of total aggregate passing test sieve		
	Nominal maximum particle size		
	37.5 mm	20 mm	10 mm
50	100	-	-
37.5	80 - 100	100	-
20	60 - 80	80 - 100	100
10	45 - 65	55 - 80	80 - 100
5	30 - 50	40 - 60	50 - 70
2.36	20 - 40	30 - 50	35 - 50
0.425	10 - 25	12 - 27	12 - 30
0.075	5 - 15	5 - 15	5 - 15

جدول رقم (ب–3) نموزج مواصفات الترج للطبقة الخرسانية الطبيعية والكتل الصخرية

TABLE 8.5 Guidelines for Selecting Heave Rate for Use with Figure 8.15

Unified classification		Percent passing	Heave rate	Frost susceptibility
Soil type	Symbol	0.02 mm	(mm/day)	classification
Gravel and	GP	0.4	3.0	Medium
sandy gravel	GW	0.7–1.0	0.3–1.0	Negligible to low
		1.0–1.5	1.0–3.5	Low to medium
		1.5–4.0	3.5–2.0	Medium
Silty and	GP-GM	2.0–3.0	1.0–3.0	Low to medium
sandy gravel	GW-GM	3.0–7.0	3.0–4.5	Medium to high
	GM	7.0–10.0	4.5–3.0	High to medium
Clayey and	GW-GC	4.2	2.5	Medium
Silty gravel	GM-GC	15.0	5.0	High
	GC	15.0–30.0	2.5–5.0	Medium to high
Sand and	SP	1.0–2.0	0.8	Very low
gravelly sand	SW	2.0	3.0	Medium
Silty and	SP-SM	1.5–2.0	0.2–1.5	Negligible to low
gravelly sand	SW-SM	2.0–5.0	1.5–6.0	Low to high
	SM	5.0–9.0	6.0–9.0	High to very high
	SM	9.0–22.0	9.0–5.5	Very high to high
Clayey and	SM-SC	9.5–35.0	5.0–7.0	High
silty sand	SC	9.5–35.0	5.0–7.0	High
Silt and	ML-OL	23.0–33.0	1.1–14.0	Low to very high
organic silt	ML	33.0–45.0	14.0–25.0	Very high
	ML	45.0–65.0	25.0	Very high
Clayey silt	ML-CL	60.0–75.0	13.0	Very high
Gravelly and sandy clay	CL	38.0–65.0	7.0–10.0	High to very high
Lean clay	CL	65.0	5.0	High
	CL-OL	30.0–70.0	4.0	High
Fat clay	CH	60.0	0.8	Very low

جدول رقم (ب–4) يوضح نموزج مواصفات الترج لانواع التربة المختلفة



شكل رقم (ب–2) نموزج التصنيف لانواع التربة المختلفة

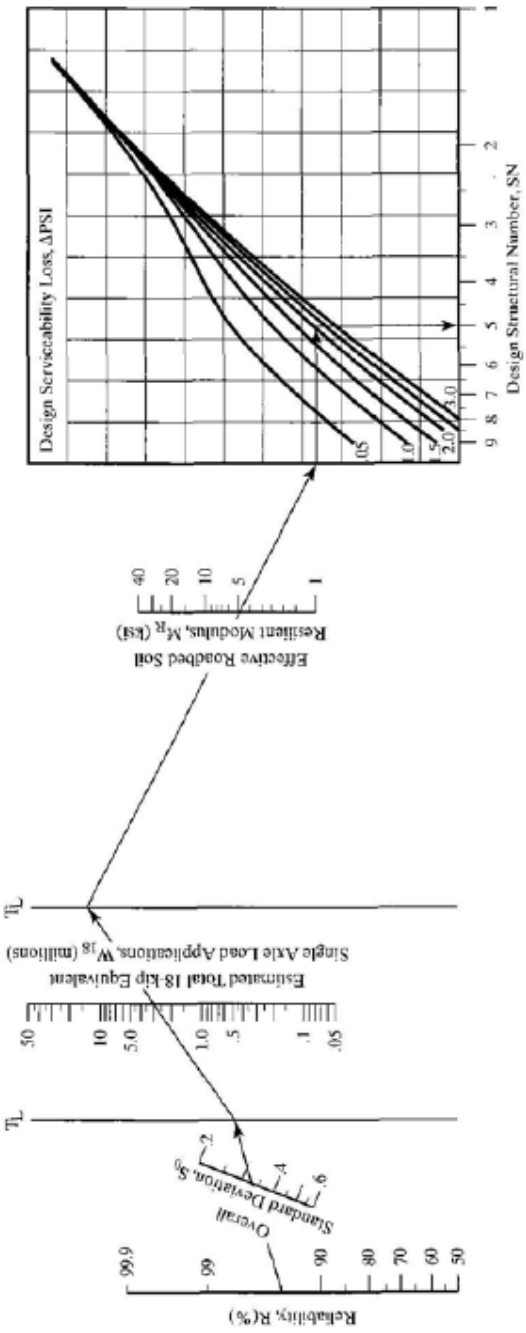


FIGURE 11.25
Design chart for flexible pavements based on mean values for each input (1 ksi = 6.9 MPa).
(From the *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures*. Copyright 1986. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, DC. Used by permission.)

شكل رقم (ب–3) نموزج التصميم والعوامل المطلوبة

جدول رقم (ب-4)عدد الضربات والغرز لتجربة ال DCP للقطاع0+650

جدول لتجربة ال DCP القطاع 0+650		
السمك مم	الغرز (مم)	عدد الضربات
100	0	0
150	50	10
185	85	20
200	100	30
268	168	50
360	260	70
412	312	80
462	362	90
521	421	100
592	492	110
750	650	120
790	690	122
855	755	124
904	804	125
955	855	126
964	864	126

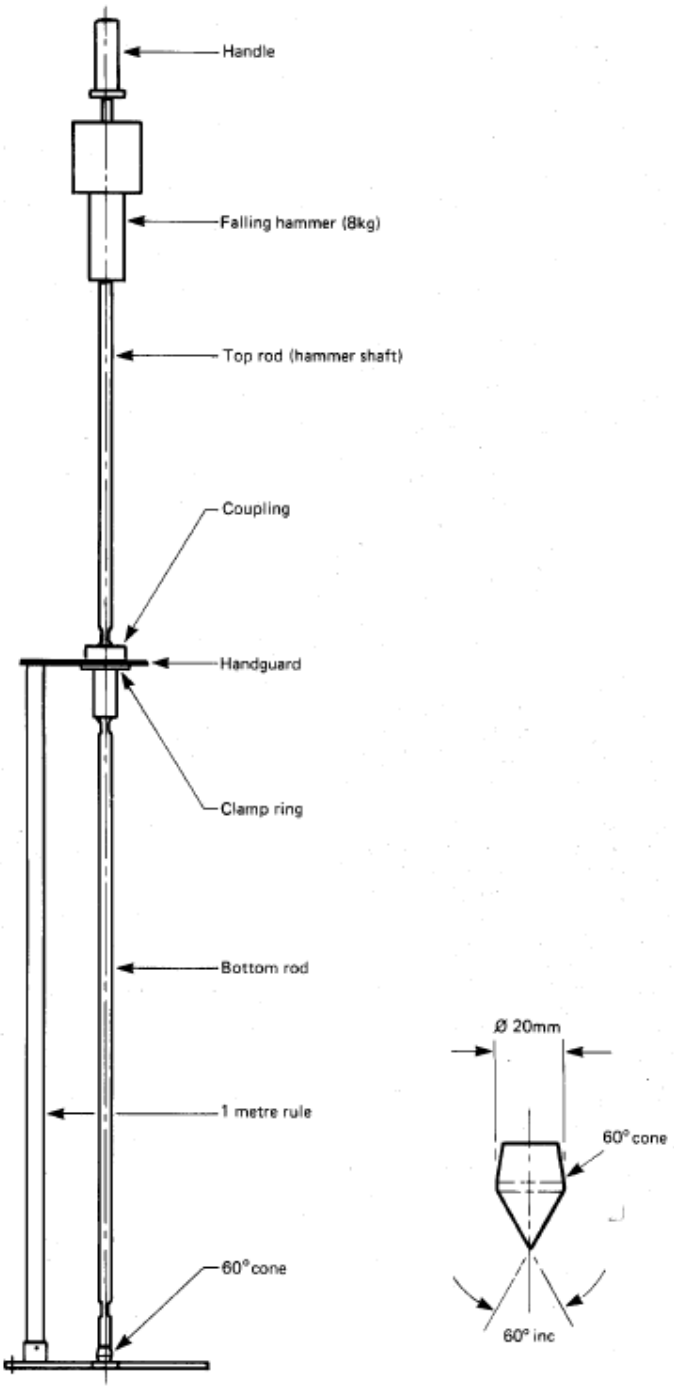


Fig.C1 TRL Dynamic cone penetrometer

شكل رقم (ب-4) نموزج جهاز ال DCP

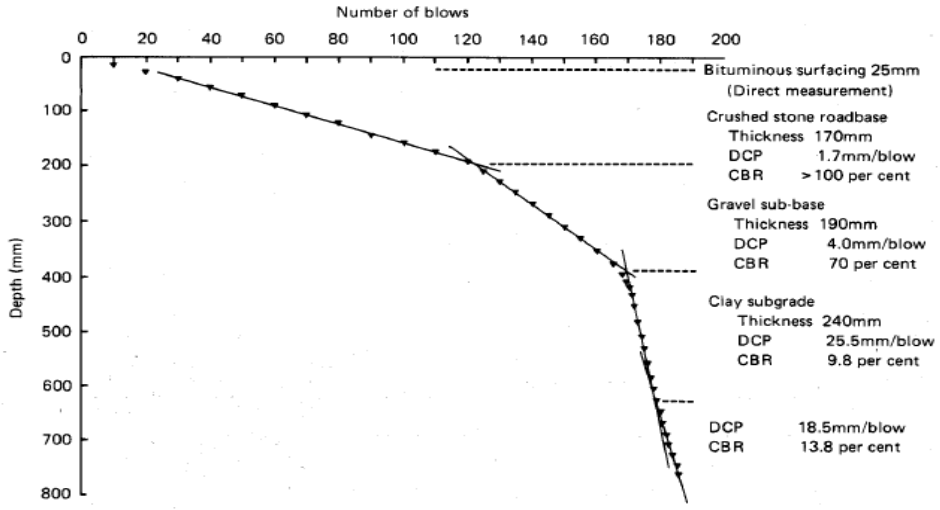


Fig.C3 DCP test result

شكل رقم (ب–5) نموزج اختبار جهاز ال DCP

TABLE 3.1

Subgrade strength classes

Class	Range (CBR %)
S1	2
S2	3 - 4
S3	5 - 7
S4	8 - 14
S5	15 - 29
S6	30

جدول رقم (ب–5) من ال (Road Note 31) يوضح نوع المواد للطبقة التاسيسية

TABLE 7.5 Correlation Between CBR and Resilient Modulus

Location	CBR = 30			CBR = 80		
	R value	Texas classification	M_R (psi)	*R* value	Texas classification	M_R (psi)
Base	65	3.2	20,000	83	2.1	29,000
Subbase	61	3.4	14,700	85	2.3	20,000
Subgrade	64	3.2	19,000	83	2.1	39,000

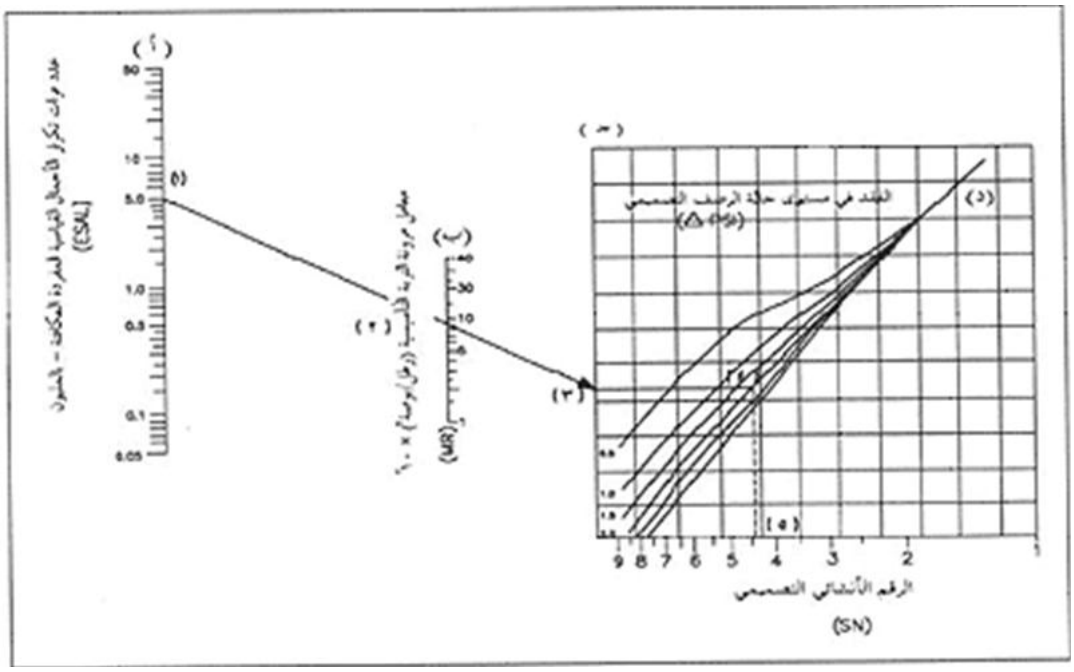
Note. 1 psi = 6.9 kPa.

TABLE 7.5 Correlation Between CBR and Resilient Modulus

Location	CBR = 30			CBR = 80		
	R value	Texas classification	M_R (psi)	*R* value	Texas classification	M_R (psi)
Base	65	3.2	20,000	83	2.1	29,000
Subbase	61	3.4	14,700	85	2.3	20,000
Subgrade	64	3.2	19,000	83	2.1	39,000

Note. 1 psi = 6.9 kPa.

جدول رقم (ب–6) من ال (M_R وال CBR) يوضح العلاقة بين ال Road Note 31



شكل رقم (ب–6) نموزج التصميم بالرقم الانشائى

KEY TO STRUCTURAL CATALOGUE

Traffic classes
(10^6 esa)

T1 = < 0.3
T2 = 0.3 - 0.7
T3 = 0.7 - 1.5
T4 = 1.5 - 3.0
T5 = 3.0 - 6.0
T6 = 6.0 - 10
T7 = 10 - 17
T8 = 17 - 30

Subgrade strength classes
(CBR%)

S1 = 2
S2 = 3 , 4
S3 = 5 - 7
S4 = 8 - 14
S5 = 15 - 29
S6 = 30+

جدول رقم (ب–7) تصنيف التربة وتصنيف الحركة من ال (Road Note 31)

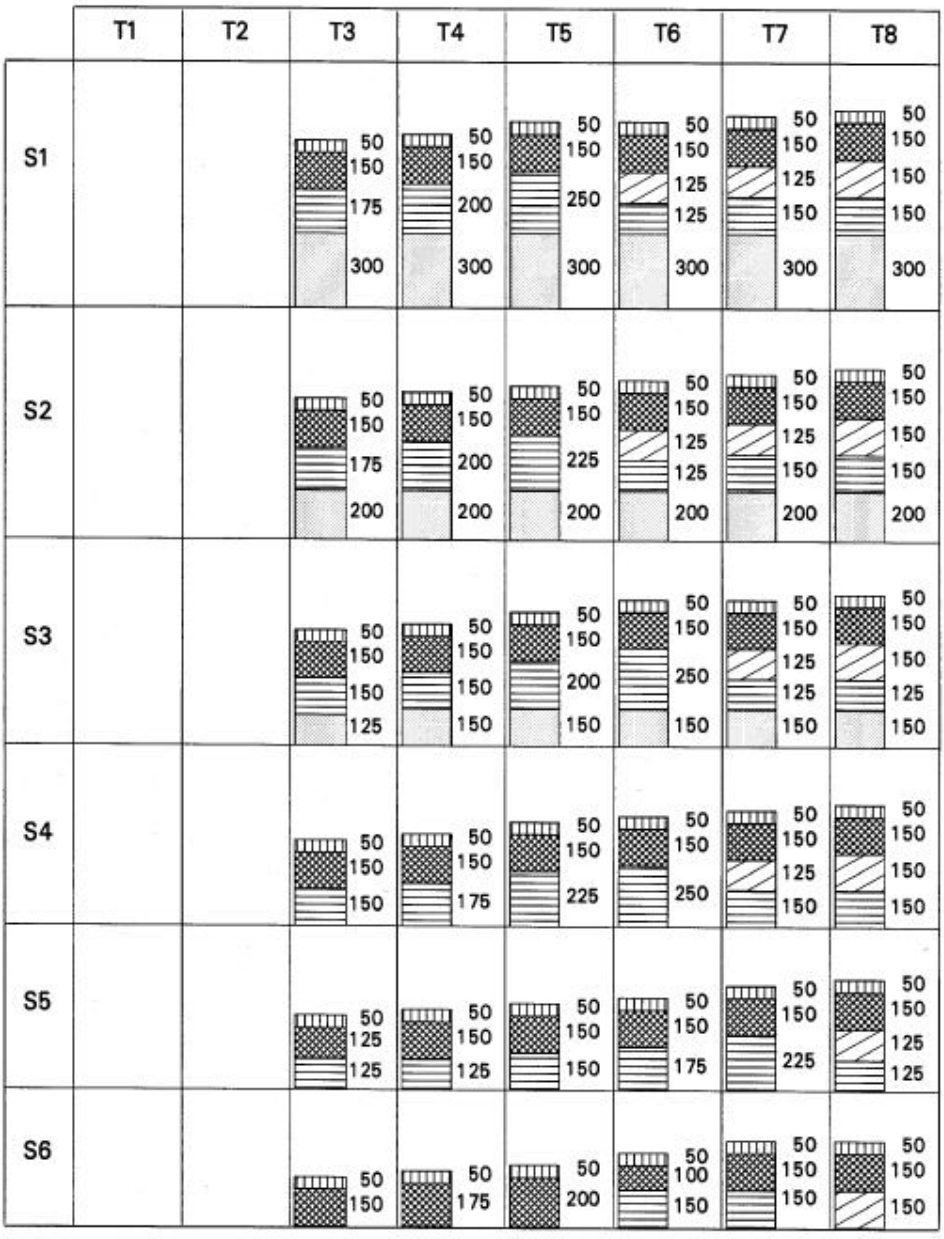
CHART 3 GRANULAR ROADBASE / SEMI-STRUCTURAL SURFACE

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
S1			50 175 200 300	50 175 250* 300	50 175 300* 300	50 200 325* 300		
S2			50 175 175 200	50 175 225* 200	50 175 275* 200	50 200 300* 200		
S3			50 175 225	50 175 275*	50 175 325*	50 200 350*		
S4			50 175 150	50 175 200	50 175 250	50 200 275*		
S5			50 150 100	50 175 125	50 175 150	50 200 175		
S6			50 150	50 175	50 200	50 225		

Note: 1 * Up to 100mm of sub-base may be substituted with selected fill provided the sub-base is not reduced to less than the roadbase thickness or 200mm whichever is the greater. The substitution ratio of sub-base to selected fill is 25mm : 32mm.

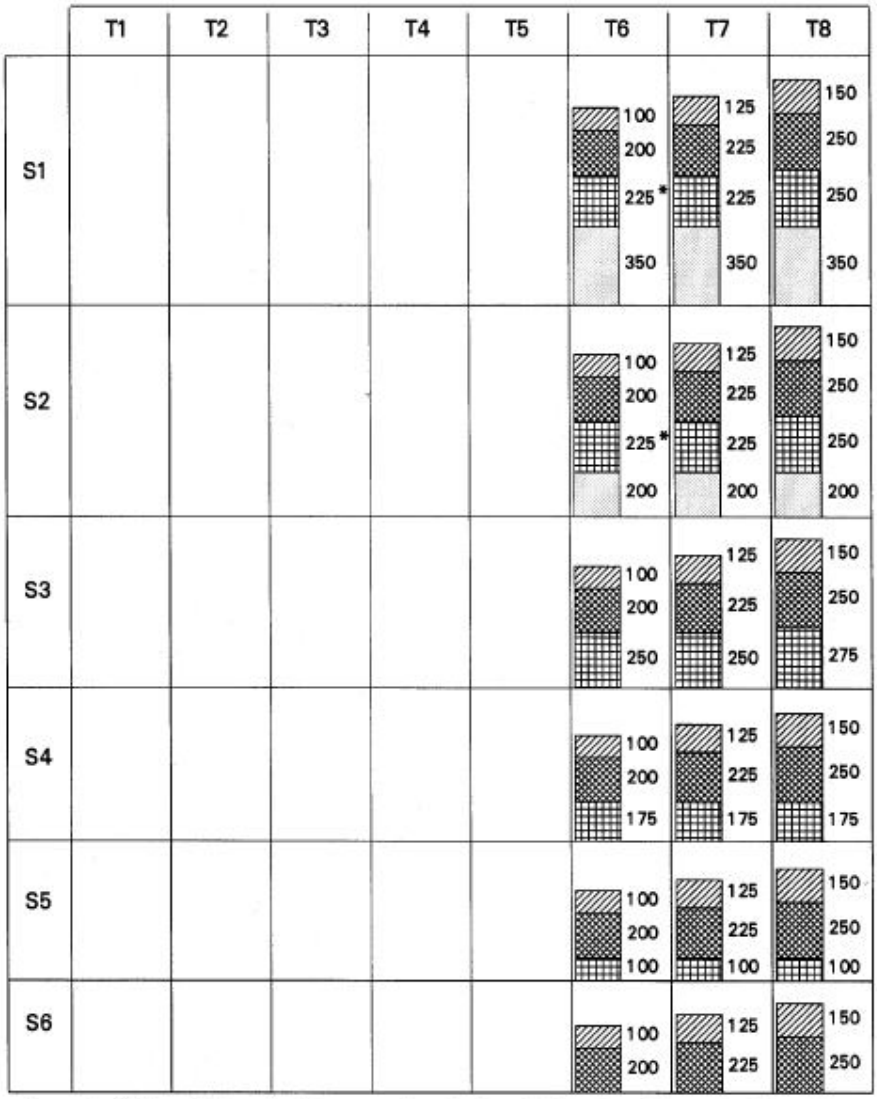
2 A cement or lime-stabilised sub-base may also be used.

CHART 4 COMPOSITE ROADBASE / SEMI - STRUCTURAL SURFACE



Note: Sub-base to fill substitution not permitted.

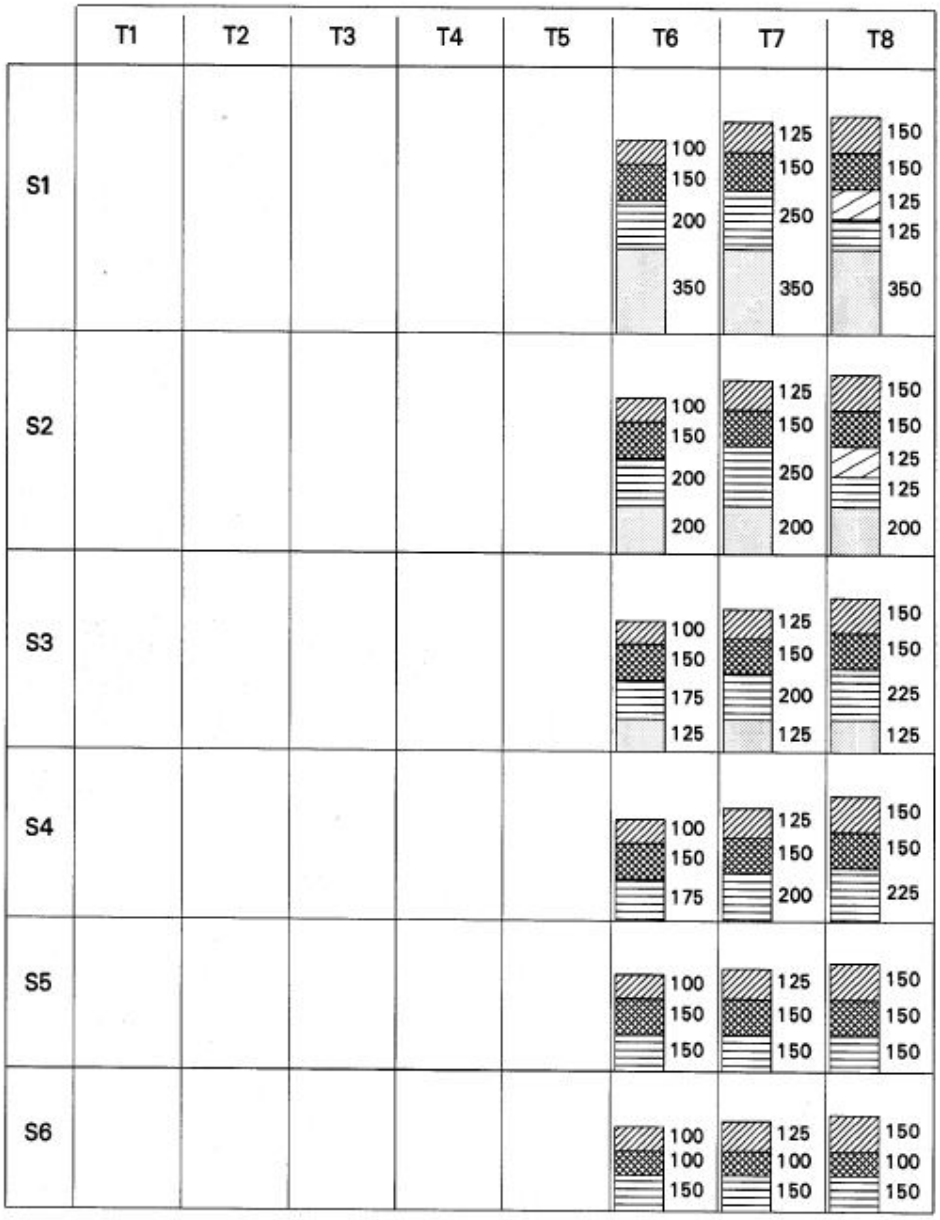
CHART 5 GRANULAR ROADBASE / STRUCTURAL SURFACE



Note: 1 * Up to 100mm of sub-base may be substituted with selected fill provided the sub-base is not reduced to less than the roadbase thickness or 200mm whichever is the greater. The substitution ratio of sub-base to selected fill is 25mm : 32mm.

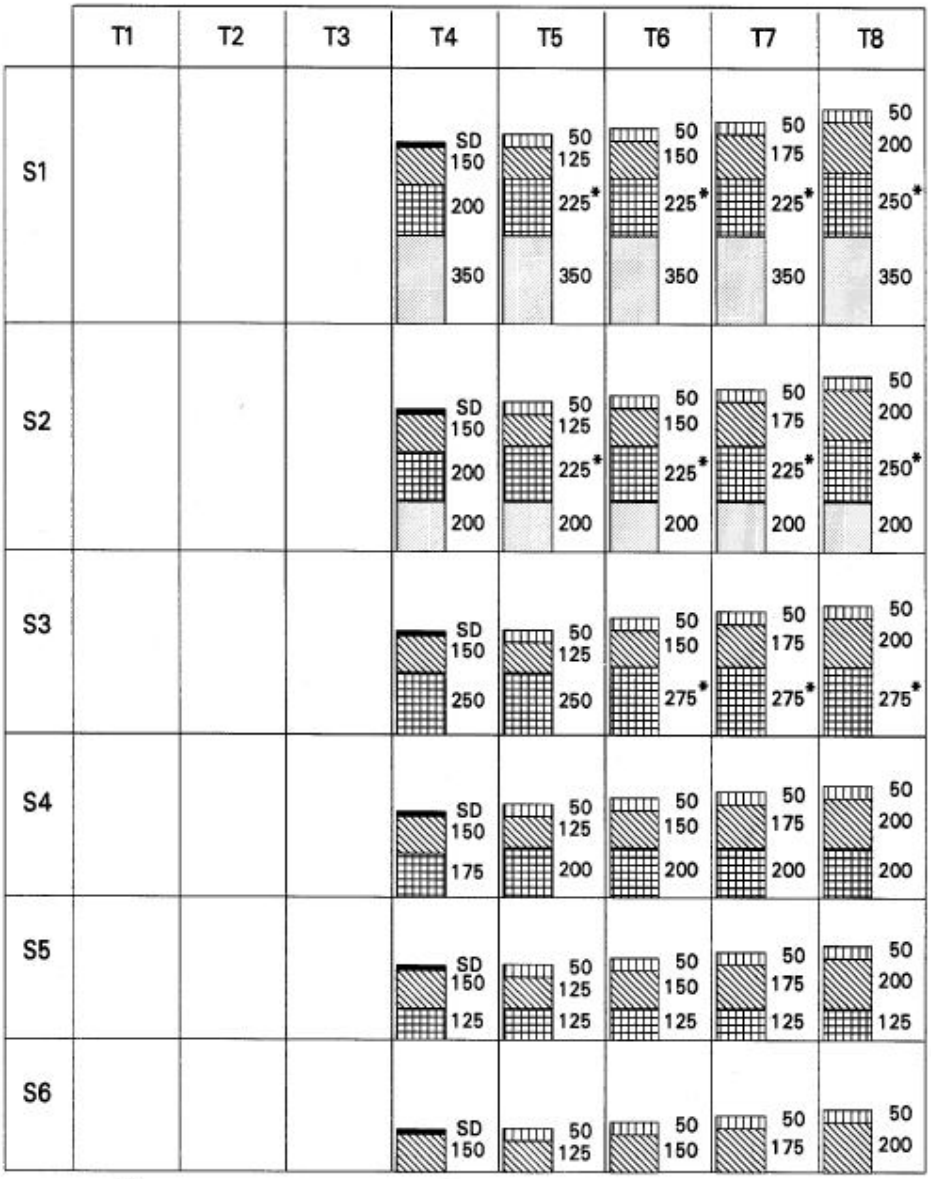
2 A cement or lime-stabilised sub-base may also be used.

CHART 6 COMPOSITE ROADBASE / STRUCTURAL SURFACE



Note: Sub-base to fill substitution not permitted.

CHART 7 BITUMINOUS ROADBASE / SEMI-STRUCTURAL SURFACE



Note: 1 * Up to 100mm of sub-base may be substituted with selected fill provided the sub-base is not reduced to less than the roadbase thickness or 200mm whichever is the greater. The substitution ratio of sub-base to selected fill is 25mm : 32mm.

2 A cement or lime-stabilised sub-base may also be used but see Section 7.7.2.

شكل رقم (ب-8) يوضح النموزج 4,5,6,7 3،من ال (Road Note 31) للتصميم

جدول رقم (ب–8) يوضح قيم معاملات التصريف من ال (Road Note 31)

جدول رقم (26) قيم المعاملات m2 , m3 للقدرة على التصريف من طبقتي تحت الأساس والأساس .

كفاءة التصريف	مناطق صحراوية	المناطق الزراعية
جيدة	1.25 – 1.15	1.0
ضعيفة	1.05 – 0.80	0.60

جدول رقم (ب–8) يوضح المعاملات المقابلة للCBR وال M_R من ال (Road Note 31)

جدول رقم (27) معامل الطبقة لكل من طبقتي تحت الأساس (a3) والأساس الحصوية (a2) المقابل لمقدار نسبة تحمل كاليفورنيا للطبقة وكذلك معاملات الرجوعية (Mr)

نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR)	معامل قوة تحت الأساس (a3)	Mr رطل / بوصة	2 معامل قوة الأساس (a2)	Mr رطل / بوصة 2
20	0.095	13000	-	-
25	0.100	13500	-	-
30	0.11	14500	-	-
40	0.120	16000	0.105	21000
55	0.125	17500	0.120	25000
70	-	-	0.130	27000
100	-	-	0.140	30000

م	أنواع العيوب	إجراءات مسح حالة الطريق الاسفلتى بالنسبة لعيوب الرصف الاسفلتى								
		درجة الشدة			طريقة قياس مستويات الشدة			الكثافة %	ملاحظات
		قليل	متوسط	عالي	بالمتر المربع	بالمتر الطولي	بالعدد		
(أ)	عيوب ناتجة من تشرخ الرصف								
١	الشروخ التمساحية								
٢	الشروخ الشبكية								
٣	الشقوق الجانبية								
٤	الشروخ الطولية والعرضية								
٥	الشقوق الإنزلاقية								
٦	الشقوق الانعكاسية								
(ب)	عيوب ناتجة عن تشوه اسفواء سطح الرصف								
٧	التموجات								
٨	الهبوط								
٩	الزحف أوالازاحة								
١٠	التخدد								
١١	الانتفاخ								
١٢	النقعرات والتحدبات								
١٣	هبوط الأكتاف								
١٤	تقاطع السكة الحديد								
(ج)	عيوب ناتجة عن سطح رصف زلق								
١٥	النزف الاسفلتى								
١٦	برى أو صقل الحصى								
(د)	عيوب ناتجة عن تفكك سطح الرصف								
١٧	التطاير والتآكل								
١٨	الحفر								
١٩	الترقيع								
٢٠	رقع حفريات الخدمات								

جدول رقم (٧٧) يوضح مسح حالة الطريق الاسفلتى بالنسبة لعيوب الرصف الاسفلتى

الشكل رقم (ب-9) يوضح نموزج لمسح حالة الرصف بالنسبة للعي

ملحق (ج)

APPENDIX (C)) يوضح النتائج العينات المستخدمة فى البحث

ولاية الخرطوم
وزارة المياه والبنى التحتية
مركز المختبرات الإنشائية والبيئية
CONSTRUCTIONAL & ENVIRONMENTAL LABS. CENTER

النمرة /م م اب/٥٨/١٤ التاريخ ٢٠١٣/٢/٤م

السيد / مدير عام هيئة الطرق والجسور ومصارف المياه و النقل

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

الموضوع/ نتائج اختبارات مواد طبقة الأرض الطبيعية

المشروع/دراسة وتقييم الاداء بشارع الستين المنطقة/الخرطوم

إشارة للموضوع أعلاه تجدون أدناه نتائج الاختبارات المعملية.

القطاع	التدرج الحبيبى – النسبة المئوية المارة												حدود اتربيرج		معامل الدمك المحسن		تحميل كليفورنيا	
	3" 75mm	2" 50mm	1 1/2" 37.5mm	1" 25mm	3/4" 19mm	1/2" 12.5mm	3/8" 9.5mm	4# 4.75m	#10 2mm	#40 0.425	#200 0.075mm		حدود السيولة (%)	دليل اللدونة (%)	الكثافة القصوى (gm/cc)	الرطوبة المثلى (%)	CBR% 90%	الانتفاخ (%)
٤٠٠+٤	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٩٩	٩٩	٩٨	٩٦	٩٣	٨٤	٦٢		٤٣	١٧	١,٨٦	١٦,١	٤	٠,١٧

،،، وبالله التوفيق ،،،

الإشراف/ م. وائل الصوء محمد صالح
مدير المختبرات الإشنائية بالإنابة

صورة إلى السيد:
– مدير المختبرات الإنشائية.

م/ أنور محمد زبير
المدير العام

تلفونات: ٨٣ ٤٧٦٠٩٤ / ٨٣ ٤٩١٧١٣ فاكس: ٨٣ ٤٧٦٠٠٤ صندوق بريد: ١٢٤٥٦ الخرطوم ١١١١١ السودان

ولاية الخرطوم
وزارة المياه والبنى التحتية
مركز المختبرات الإنشائية والبيئية
CONSTRUCTIONAL & ENVIRONMENTAL LABS. CENTER

النمرة /م م اب/٥٨/١٤ التاريخ ٢٠١٣/٢/٤م

السيد / مدير عام هيئة الطرق والجسور ومصارف المياه و النقل

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

الموضوع/ نتائج اختبارات مواد طبقة الأرض الطبيعية

المشروع/دراسة وتقييم الاداء بشارع الستين المنطقة/الخرطوم

إشارة للموضوع أعلاه تجدون أدناه نتائج الاختبارات المعملية.

القطاع	التدرج الحبيبى – النسبة المئوية المارة												حدود اتربيرج		معامل الدمك المحسن		تحميل كليفورنيا	
	3" 75mm	2" 50mm	1 1/2" 37.5mm	1" 25mm	3/4" 19mm	1/2" 12.5mm	3/8" 9.5mm	4# 4.75m	#10 2mm	#40 0.425	#200 0.075mm		حدود السيولة (%)	دليل اللدونة (%)	الكثافة القصوى (gm/cc)	الرطوبة المثلى (%)	CBR% 90%	الانتفاخ (%)
٤٠٠+٤	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٩٩	٩٩	٩٨	٩٦	٩٣	٨٤	٦٢		٤٣	١٧	١,٨٦	١٦,١	٤	٠,١٧

،،، وبالله التوفيق ،،،

الإشراف/ م. وائل الصوء محمد صالح
مدير المختبرات الإشنائية بالإنابة

صورة إلى السيد:
– مدير المختبرات الإنشائية.

م/ أنور محمد زبير
المدير العام

تلفونات: ٨٣ ٤٧٦٠٩٤ / ٨٣ ٤٩١٧١٣ فاكس: ٨٣ ٤٧٦٠٠٤ صندوق بريد: ١٢٤٥٦ الخرطوم ١١١١١ السودان

ولاية الخرطوم
وزارة المياه والبنى التحتية
مركز المختبرات الإنشائية والبيئية
CONSTRUCTIONAL & ENVIRONMENTAL LABS. CENTER

التاريخ ٢٠١٣/٣/١٢م — النمرة /م م أب/٥٨/١٤/

السيد / مدير عام هيئة الطرق والجسور ومصارف المياه و النقل

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

الموضوع/ نتائج اختبارات مواد طبقة أساس (١)

المشروع/دراسة وتقييم الاداء بشارع الستين — **المنطقة/الخرطوم**

إشارة للموضوع أعلاه تجدون أدناه نتائج الاختبارات المعملية.

القطاع	التدرج الحبيبي – النسبة المئوية المارة													حدود اتربيرج		معامل الدمك المحسن		تحميل كليفورنيا	
	3" 75mm	2" 50mm	1 1/2" 37.5mm	1" 25mm	3/4" 19mm	1/2" 12.5mm	3/8" 9.5mm	#4 4.75m	#10 2mm	#40 0.425	#200 0.075mm	حدود السيولة (%)	دليل اللدونة (%)	الكثافة القصوى (gm/cc)	الرطوبة المثلى (%)	CBR% 98%	الانتفاخ (%)
٦٠٠+٧	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٩٥	٨٩	٧٧	٧٠	٥٥	٤٠	٢٧	١٣	٢٥	٩	٢,٣١	٥,٧	٨٠	٠٠

،،، وبالله التوفيق ،،،

الإشراف/ م. وائل الضوء محمد صالح
مدير المختبرات الإنشائية بالإنابة

صورة إلى السيد:
– مدير المختبرات الإنشائية.

م/ أنور محمد زبير
المدير العام

2 6 MAR 2013

رويدا

تلفونات: ٨٣ ٤٧٦٠٩٤ / ٨٣ ٤٩١٧١٣ فاكس: ٨٣ ٤٧٦٠٠٤ صندوق بريد: ١٢٤٥٦ الخرطوم ١١١١١ السودان

ولاية الخرطوم
وزارة المياه والبنى التحتية
مركز المختبرات الإنشائية والبيئية
CONSTRUCTIONAL & ENVIRONMENTAL LABS. CENTER

التاريخ ٢٠١٣/٣/١٢م — النمرة /م م أب/٥٨/١٤/

السيد / مدير عام هيئة الطرق والجسور ومصارف المياه و النقل

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

الموضوع/ نتائج اختبارات مواد طبقة أساس (٢) و (٣)

المشروع/دراسة وتقييم الاداء بشارع الستين — **المنطقة/الخرطوم**

إشارة للموضوع أعلاه تجدون أدناه نتائج الاختبارات المعملية.

القطاع	التدرج الحبيبي – النسبة المئوية المارة													حدود اتربيرج		معامل الدمك المحسن		تحميل كليفورنيا	
	3" 75mm	2" 50mm	1 1/2" 37.5mm	1" 25mm	3/4" 19mm	1/2" 12.5mm	3/8" 9.5mm	#4 4.75m	#10 2mm	#40 0.425	#200 0.075mm	حدود السيولة (%)	دليل اللدونة (%)	الكثافة القصوى (gm/cc)	الرطوبة المثلى (%)	CBR% 98%	الانتفاخ (%)
٦٠٠+٧	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٨٨	٧٨	٧٠	٦٦	٦٠	٤٩	٣١	١٤	NP	NP	٢,٣٣	٥,١	٨٤	٠,٠٠

،،، وبالله التوفيق ،،،

الإشراف/ م. وائل الضوء محمد صالح
مدير المختبرات الإنشائية بالإنابة

صورة إلى السيد:
– مدير المختبرات الإنشائية.

م/ أنور محمد زبير
المدير العام

2 6 MAR 2013

رويدا

تلفونات: ٨٣ ٤٧٦٠٩٤ / ٨٣ ٤٩١٧١٣ فاكس: ٨٣ ٤٧٦٠٠٤ صندوق بريد: ١٢٤٥٦ الخرطوم ١١١١١ السودان

ولاية الخرطوم
وزارة المياه والبنى التحتية
مركز المختبرات الإنشائية والبيئية
CONSTRUCTIONAL & ENVIRONMENTAL LABS. CENTER

التاريخ ٢٠١٣/٢/٣م

النمرة /م م أب/٥٨/١٤/

السيد / مدير عام هيئة الطرق والجسور ومصارف المياه و النقل

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

الموضوع/ نتائج اختبارات مواد طبقة ردميات

المشروع/دراسة وتقييم الاداء بشارع الستين المنطقة/الخرطوم

إشارة للموضوع أعلاه تجدون أدناه نتائج الاختبارات المعملية.

الفطاع	التدرج الحبيبي – النسبة المئوية المارة												حدود اتربيرج		معامل الدمك المحسن		تحميل كليفورنيا	
	3" 75mm	2" 50mm	1 1/2" 37.5mm	1" 25mm	3/4" 19mm	1/2" 12.5mm	3/8" 9.5mm	# 4.75m	#10 2mm	#40 0.425	#200 0.075mm		حدود السيولة (%)	دليل اللدونة (%)	الكثافة القصوى (gm/cc)	الرطوبة المثلى (%)	CBR% 90%	الانتفاخ (%)
٦٠٠+٧	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٩٥	٨٩	٨٠	٧٤	٦٠	٤٤	٢٤	١٧		٣١	١٣	٢.٣٠	٥.٤	٢٢	٠.١٠

،،، وبالله التوفيق ،،،

الإشراف/ م. وائل الضوء محمد صالح
مدير المختبرات الإنشائية بالإنابة

م/ أنور محمد زبير
المدير العام

صورة إلى السيد:
– مدير المختبرات الإنشائية.

رويدا
تلفونات: ٨٣ ٤٧٦٠٩٤ / ٨٣ ٤٩١٧١٣ فاكس: ٨٣ ٤٧٦٠٠٤ صندوق بريد: ١٢٤٥٦ الخرطوم ١١١١١ السودان

ولاية الخرطوم
وزارة المياه والبنى التحتية
مركز المختبرات الإنشائية والبيئية
CONSTRUCTIONAL & ENVIRONMENTAL LABS. CENTER

التاريخ ٢٠١٣/٢/١٢م

النمرة /م م أب/٥٨/١٤/

السيد / مدير عام هيئة الطرق والجسور ومصارف المياه و النقل

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

الموضوع/ نتائج اختبارات مواد طبقة أساس (٢) و (٣)

المشروع/دراسة وتقييم الاداء بشارع الستين المنطقة/الخرطوم

إشارة للموضوع أعلاه تجدون أدناه نتائج الاختبارات المعملية.

الفطاع	التدرج الحبيبي – النسبة المئوية المارة												حدود اتربيرج		معامل الدمك المحسن		تحميل كليفورنيا	
	3" 75mm	2" 50mm	1 1/2" 37.5mm	1" 25mm	3/4" 19mm	1/2" 12.5mm	3/8" 9.5mm	# 4.75m	#10 2mm	#40 0.425	#200 0.075mm		حدود السيولة (%)	دليل اللدونة (%)	الكثافة القصوى (gm/cc)	الرطوبة المثلى (%)	CBR% 98%	الانتفاخ (%)
٦٥٠+٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٩٧	٩٣	٨١	٧٤	٥٩	٤٢	٢٧	١٦		٢٧	١١	٢.٣١	٤.٥	٧٠	٠.١٠

،،، وبالله التوفيق ،،،

الإشراف/ م. وائل الضوء محمد صالح
مدير المختبرات الإنشائية بالإنابة

م/ أنور محمد زبير
المدير العام

صورة إلى السيد:
– مدير المختبرات الإنشائية.

رويدا
تلفونات: ٨٣ ٤٧٦٠٩٤ / ٨٣ ٤٩١٧١٣ فاكس: ٨٣ ٤٧٦٠٠٤ صندوق بريد: ١٢٤٥٦ الخرطوم ١١١١١ السودان

ولاية الخرطوم
وزارة المياه والبنى التحتية
مركز المختبرات الإنشائية والبيئية
CONSTRUCTIONAL & ENVIRONMENTAL LABS. CENTER

النمرة /م م أب/٥٨/١٤

التاريخ ٢٠١٣/٢/١٢م

السيد / مدير عام هيئة الطرق والجسور ومصارف المياه و النقل

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

الموضوع/ نتائج اختبارات مواد طبقة أساس (١)

المشروع/دراسة وتقييم الاداء بشارع الستين — المنطقة/الخرطوم

إشارة للموضوع أعلاه تجدون أدناه نتائج الاختبارات المعملية.

القطاع	التدرج الحبيبي – النسبة المئوية المارة													حدود أتربيرج		معامل الدمك المحسن		تحميل كليفورنيا	
	3" 75mm	2" 50mm	1 1/2" 37.5mm	1" 25mm	3/4" 19mm	1/2" 12.5mm	3/8" 9.5mm	#4 4.75m	#10 2mm	#40 0.425	#200 0.075mm	حدود السيولة (%)	دليل اللدونة (%)	الكثافة القصوى (gm/cc)	الرطوبة المثلى (%)	CBR% 98%	الانتفاخ (%)
٦٥٠+٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٩٤	٨٦	٧٢	٦٦	٤٩	٣٤	٢١	١٤	٢٩	٥	٢.٣٢	٥.٤	٧٨	٠.١٠

،،، وبالله التوفيق ،،،

الإشراف/ م. وائل الضوء محمد صالح
مدير المختبرات الإنشائية بالإنابة

صورة إلى السيد:
– مدير المختبرات الإنشائية.

م/ أنور محمد زبير
المدير العام

رويدا

تلفونات: ٨٣ ٤٧٦٠٩٤ / ٨٣ ٤٩١٧١٣ فاكس: ٨٣ ٤٧٦٠٠٤ صندوق بريد: ١٢٤٥٦ الخرطوم ١١١١١ السودان

ولاية الخرطوم
وزارة المياه والبنى التحتية
مركز المختبرات الإنشائية والبيئية
CONSTRUCTIONAL & ENVIRONMENTAL LABS. CENTER

التاريخ ٢٠١٣/٢/٣م

النمرة /م م أب/٥٨/١٤

السيد / مدير عام هيئة الطرق والجسور ومصارف المياه و النقل

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

الموضوع/ نتائج اختبارات مواد طبقة ردميات

المشروع/دراسة وتقييم الاداء بشارع الستين — المنطقة/الخرطوم

إشارة للموضوع أعلاه تجدون أدناه نتائج الاختبارات المعملية.

القطاع	التدرج الحبيبي – النسبة المئوية المارة													حدود أتربيرج		معامل الدمك المحسن		تحميل كليفورنيا	
	3" 75mm	2" 50mm	1 1/2" 37.5mm	1" 25mm	3/4" 19mm	1/2" 12.5mm	3/8" 9.5mm	#4 4.75m	#10 2mm	#40 0.425	#200 0.075mm	حدود السيولة (%)	دليل اللدونة (%)	الكثافة القصوى (gm/cc)	الرطوبة المثلى (%)	CBR% 90%	الانتفاخ (%)
٦٥٠+٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٩٦	٩٠	٧٦	٦٩	٥٤	٤٠	٢٨	١٨	٣١	١٣	٢.٢٦	٦.٤	١٦	٠.١١

،،، وبالله التوفيق ،،،

الإشراف/ م. وائل الضوء محمد صالح
مدير المختبرات الإنشائية بالإنابة

صورة إلى السيد:
– مدير المختبرات الإنشائية.

م/ أنور محمد زبير
المدير العام

رويدا

تلفونات: ٨٣ ٤٧٦٠٩٤ / ٨٣ ٤٩١٧١٣ فاكس: ٨٣ ٤٧٦٠٠٤ صندوق بريد: ١٢٤٥٦ الخرطوم ١١١١١ السودان

ولاية الخرطوم
وزارة المياه والبنى التحتية
مركز المختبرات الإنشائية والبيئية
CONSTRUCTIONAL & ENVIRONMENTAL LABS. CENTER

النمرة /م م أ ب/٥٨/١٤/

التاريخ ١٢/٣/٢٠١٣م

السيد / مدير عام هيئة الطرق والجسور ومصارف المياه و النقل

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

الموضوع/ نتائج اختبارات مواد طبقة أساس (٢) و (٣)

المشروع/دراسة وتقييم الاداء بشارع الستين — المنطقة/الخرطوم

إشارة للموضوع أعلاه تجدون أدناه نتائج الاختبارات المعملية.

القطاع	التدرج الحبيبى – النسبة المئوية المارة											حدود اتربيرج		معدل الدمك المحسن		تحميل كليفورنيا	
	3" 75mm	2" 50mm	1 1/2" 37.5mm	1" 25mm	3/4" 19mm	1/2" 12.5mm	3/8" 9.5mm	#4 4.75m	#10 2mm	#40 0.425	#200 0.075mm	حدود السيولة (%)	دليل اللدونة (%)	الكثافة القصوى (gm/cc)	الرطوبة المثلى (%)	CBR% 98%	الانتفاخ (%)
٤٠٠+٤	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٩٣	٨٨	٧٨	٧١	٥٤	٣٦	٢٤	١٧	٣٢	١٤	٢,٣٢	٥,٦	٦٠	٠,١٤

,,, وبالله التوفيق ,,,

الإشراف/ م. وائل الضوء محمد صالح
مدير المختبرات الإنشائية بالإنابة

م/ أنور محمد زبير
المدير العام

صورة إلى السيد:
- مدير المختبرات الإنشائية.

رويدا

تلفونات: ٨٣ ٤٧٦٠٩٤ / ٨٣ ٤٩١٧١٣ فاكس: ٨٣ ٤٧٦٠٠٤ صندوق بريد: ١٢٤٥٦ الخرطوم ١١١١١ السودان

ولاية الخرطوم
وزارة المياه والبنى التحتية
مركز المختبرات الإنشائية والبيئية
CONSTRUCTIONAL & ENVIRONMENTAL LABS. CENTER

النمرة /م م أ ب/٥٨/١٤/

التاريخ ٤/٢/٢٠١٣م

السيد / مدير عام هيئة الطرق والجسور ومصارف المياه و النقل

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

الموضوع/ نتائج اختبارات مواد طبقة أساس (١)

المشروع/دراسة وتقييم الاداء بشارع الستين — المنطقة/الخرطوم

إشارة للموضوع أعلاه تجدون أدناه نتائج الاختبارات المعملية.

القطاع	التدرج الحبيبى – النسبة المئوية المارة											حدود اتربيرج		معدل الدمك المحسن		تحميل كليفورنيا	
	3" 75mm	2" 50mm	1 1/2" 37.5mm	1" 25mm	3/4" 19mm	1/2" 12.5mm	3/8" 9.5mm	#4 4.75m	#10 2mm	#40 0.425	#200 0.075mm	حدود السيولة (%)	دليل اللدونة (%)	الكثافة القصوى (gm/cc)	الرطوبة المثلى (%)	CBR% 98%	الانتفاخ (%)
٤٠٠+٤	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٩٥	٨٩	٧٦	٦٨	٥٠	٣٣	٢١	١٦	٣٧	١٩	٢,٢٩	٥,٧	٥٥	٠,٢٤

,,, وبالله التوفيق ,,,

الإشراف/ م. وائل الضوء محمد صالح
مدير المختبرات الإنشائية بالإنابة

م/ أنور محمد زبير
المدير العام

صورة إلى السيد:
- مدير المختبرات الإنشائية.

رويدا

تلفونات: ٨٣ ٤٧٦٠٩٤ / ٨٣ ٤٩١٧١٣ فاكس: ٨٣ ٤٧٦٠٠٤ صندوق بريد: ١٢٤٥٦ الخرطوم ١١١١١ السودان

ولاية الخرطوم
وزارة المياه والبنى التحتية
مركز المختبرات الإنشائية والبيئية
CONSTRUCTIONAL & ENVIRONMENTAL LABS. CENTER

النمرة /م م ا ب/٥٨/٤/١٤ التاريخ ٤/٢/٢٠١٣م

السيد / مدير عام هيئة الطرق والجسور ومصارف المياه و النقل

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

الموضوع/ نتائج اختبارات مواد طبقة الأرض الطبيعية

المشروع/دراسة وتقييم الاداء بشارع الستين المنطقة/الخرطوم

إشارة للموضوع أعلاه تجدون أدناه نتائج الاختبارات المعملية.

القطاع	التدرج الحبيبي – النسبة المئوية المارة											حدود اتربيرج		معامل الدمك المحسن		تحميل كليفورنيا	
	3" 75mm	2" 50mm	1 1/2" 37.5mm	1" 25mm	3/4" 19mm	1/2" 12.5mm	3/8" 9.5mm	4# 4.75m	#10 2mm	#40 0.425	#200 0.075mm	حدود السيولة (%)	دليل اللدونة (%)	الكثافة القصوى (gm/cc)	الرطوبة المثلى (%)	CBR% 90%	الانتفاخ (%)
٤٠٠+٤	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٩٩	٩٩	٩٨	٩٦	٩٣	٨٤	٦٢	٤٣	١٧	١,٨٦	١٦,١	٤	٠,١٧

،،، وبالله التوفيق ،،،

الإشراف/ م. وائل الضوء محمد صالح
مدير المختبرات الإنشائية بالإنابة

صورة إلى السيد:
- مدير المختبرات الإنشائية.

د/ أنور محمد زبير
المدير العام

تلفونات: ٨٣ ٤٧٦٠٩٤ / ٨٣ ٤٩١٧١٣ فاكس: ٨٣ ٤٧٦٠٠٤ صندوق بريد: ١٢٤٥٦ الخرطوم ١١١١١ السودان

بسم الله الرحمن الرحيم

ولاية الخرطوم

وزارة المياه والبنى التحتية

مركز المختبرات الإنشائية والبيئية

CONSTRUCTIONAL & ENVIRONMENTAL LABS. CENTER

التاريخ ٢٠١٣/٢/٣م النمرة / م م أب/١٤/٥٨/

السيد / مدير عام هيئة الطرق والجسور ومصارف المياه و النقل

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

الموضوع/ نتائج اختبارات الكثافة الحقلية لطبقة ردميات
القطاع/٧+٦٠٠

المشروع/دراسة وتقييم الاداء بشارع الستين **المنطقة/الخرطوم**

أدناه تجدون النتائج المعملية والحقلية للاختبارات التي أجريت للعينات المذكورة في الموضوع أعلاه.

الكثافة الجافة القصوى ٢.٣٠ جم/سم٣ نسبة الرطوبة المثلى ٥.٤ %

القطاع	ردميات
الكثافة الحقلية الجافة (gm/cc)	١.٩٢
نسبة الرطوبة (%)	٤.٤
معدل الدمك (%)	٨٣

،،،وبالله التوفيق،،،

13.3.2013

الإشراف/ م. وائل الضو محمد صالح
مدير المختبرات الإنشائية بالإنابة

ولاية الخرطوم
13 MAR 2013
مركز المختبرات الإنشائية والبيئية

م/ أنور محمد زبير
المدير العام

صورة إلى السيد:
- مدير المختبرات الإنشائية.

رويدا

تلفونات: ٤٧٦٠٩٤ ٨٣ / ٤٩١٧١٣ ٨٣ فاكس: ٤٧٦٠٠٤ ٨٣ صندوق بريد: ١٢٤٥٦ الخرطوم ١١١١١ السودان

بسم الله الرحمن الرحيم
ولاية الخرطوم
وزارة المياه والبنى التحتية
مركز المختبرات الإنشائية والبيئية
CONSTRUCTIONAL & ENVIRONMENTAL LABS. CENTER

التاريخ ٢٠١٣/٣/١٢م النمرة / م م أب/١٤/٥٨/

السيد/ مدير عام هيئة الطرق و الجسور و مصارف المياه و النقل

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

الموضوع/ نتائج اختبارات الكثافة الحقلية لطبقة أساس (١)
القطاع/٧+٦٠٠

المشروع/دراسة وتقييم الاداء بشارع الستين **المنطقة/ الخرطوم**

أدناه تجدون النتائج المعملية والحقلية للاختبارات التي أجريت للعينات المذكورة في الموضوع أعلاه.

الكثافة الجافة القصوى ٢.٣١ جم/سم^3 نسبة الرطوبة المثلى ٥.٧ %

القطاع	أساس (١)
الكثافة الحقلية الجافة (gm/cc)	٢.٠٤
نسبة الرطوبة (%)	٣.٩
معدل الدمك (%)	٨٨

،،،وبالله التوفيق،،،

18.3.2013

الإشراف/وائل الضو محمد صالح
مدير المختبرات الإنشائية بالإنابة

م/ نور محمد زبير
المدير العام

ولاية الخرطوم
13 MAR 2013
مركز المختبرات الانشائية والبيئية

صورة إلى السيد:-
- مدير المشروعات.
- مدير أدارة هندسة المواد.
- مدير المختبرات الإنشائية.
- المهندس الإستشاري.
- المقاول.

رويدا

تلفونات: ٤٧٦٠٩٤ ٨٣ / ٤٩١٧١٣ ٨٣ فاكس: ٤٧٦٠٠٤ ٨٣ صندوق بريد: ١٢٤٥٦ الخرطوم ١١١١١ السودان

بسم الله الرحمن الرحيم

ولاية الخرطوم

وزارة الميـاه والبنـى التحتيـة

مـركز المختبـرات الإنشـائيـة والبيئيـة

CONSTRUCTIONAL & ENVIRONMENTAL LABS. CENTER

التاريخ ٢٠١٣/٢/٣م النمرة / م م أب/١٤/٥٨/

السيد / مدير عام هيئة الطرق والجسور ومصارف المياه و النقل

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

الموضوع/ نتائج اختبارات الكثافة الحقلية لطبقة أساس (٢) و(٣)
القطاع/٧+٦٠٠

المشروع/دراسة وتقييم الاداء بشارع الستين **المنطقة/الخرطوم**

أدناه تجدون النتائج المعملية والحقلية للاختبارات التي أجريت للعينات المذكورة في الموضوع أعلاه.

الكثافة الجافة القصوى ٢.٣٣ جم/سم^3 **نسبة الرطوبة المثلى** ٥.١ %

القطاع	أساس (٢)
الكثافة الحقلية الجافة (gm/cc)	٢.٢٧
نسبة الرطوبة (%)	٣.٠
معدل الدمك (%)	٩٧

،،،وبالله التوفيق،،،

13.3.2013

الإشراف/ م. وائل الضو محمد صالح
مدير المختبرات الإنشائية بالإنابة

م/ أنور محمد زبير
المدير العام

ولاية الخرطوم
26 MAR 2013
مركز المختبرات الانشائية والبيئية

صورة إلى السيد:
- المهندس الإستشاري.

رويدا

تلفونـات: ٨٣ ٤٧٦٠٩٤ / ٨٣ ٤٩١٧١٣ فـاكس: ٨٣ ٤٧٦٠٠٤ صندوق بريـد: ١٢٤٥٦ الخرطوم ١١١١١ السـودان

بسم الله الرحمن الرحيم

ولاية الخرطوم

وزارة الميـاه والبنـى التحتيـة

مـركز المختبـرات الإنشـائيـة والبيئيـة

CONSTRUCTIONAL & ENVIRONMENTAL LABS. CENTER

التاريخ ٢٠١٣/٢/٤م

النمرة / م م أب/١٤/٥٨/

السيد / مدير عام هيئة الطرق والجسور ومصارف المياه و النقل

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

الموضوع/ نتائج اختبارات الكثافة الحقلية لطبقة الأرض الطبيعية
القطاع/٤+٤٠٠

المشروع/دراسة وتقييم الاداء بشارع الستين

المنطقة/الخرطوم

أدناه تجدون النتائج المعملية والحقلية للاختبارات التي أجريت للعينات المذكورة في الموضوع أعلاه.

الكثافة الجافة القصوى ١,٨٦ جم/سم٣ نسبة الرطوبة المثلى ١٦,١ %

القطاع	الأرض الطبيعية
الكثافة الحقلية الجافة (gm/cc)	١,٤٤
نسبة الرطوبة (%)	١٧,٢
معدل الدمك (%)	٧٧

،،،وبالله التوفيق،،،

4.2.2013

الإشراف/ م. وائل الضو محمد صالح
مدير المختبرات الإنشائية بالإنابة

ولاية الخرطوم
4 - FEB 2013
مركز المختبرات الانشائية والبيئية

م/ الوزير محمد زبير
المدير العام

صورة إلى السيد:
- مدير المختبرات الإنشائية.

رويدا

تلفونات: ٤٧٦٠٩٤ ٨٣ / ٤٩١٧١٣ ٨٣ فاكس: ٤٧٦٠٠٤ ٨٣ صندوق بريد: ١٢٤٥٦ الخرطوم ١١١١١ السودان

بسم الله الرحمن الرحيم

ولاية الخرطوم

وزارة المياه والبنى التحتية

مركز المختبرات الإنشائية والبيئية

CONSTRUCTIONAL & ENVIRONMENTAL LABS. CENTER

التاريخ ٢٠١٣/٢/٤م

النمرة / م م أب/٥٨/١٤/

السيد / مدير عام هيئة الطرق والجسور ومصارف المياه و النقل

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

الموضوع/ نتائج اختبارات الكثافة الحقلية لطبقة أساس (١)
القطاع/٤+٤٠٠

المشروع/دراسة وتقييم الاداء بشارع الستين

المنطقة/الخرطوم

أدناه تجدون النتائج المعملية والحقلية للاختبارات التي أجريت للعينات المذكورة في الموضوع أعلاه.

الكثافة الجافة القصوى ٢,٢٩ جم/سم٣

نسبة الرطوبة المثلى ٥,٧ %

القطاع	أساس (١)
الكثافة الحقلية الجافة (gm/cc)	١,٩٦
نسبة الرطوبة (%)	٣,٩
معدل الدمك (%)	٨٦

،،،وبالله التوفيق،،،

4-2-2013

الإشراف/ م. وائل الضو محمد صالح
مدير المختبرات الإنشائية بالإنابة

نور محمد زبير
المدير العام

ولاية الخرطوم
4 - FEB 2013
مركز المختبرات الانشائية والبيئية

صورة إلى السيد:
- مدير المختبرات الإنشائية.

رويدا

تلفونات: ٨٣ ٤٧٦٠٩٤ / ٨٣ ٤٩١٧١٣ فاكس: ٨٣ ٤٧٦٠٠٤ صندوق بريد: ١٢٤٥٦ الخرطوم ١١١١١ السودان

بسم الله الرحمن الرحيم
ولاية الخرطوم
وزارة المياه والبنى التحتية
مركز المختبرات الإنشائية والبيئية
CONSTRUCTIONAL & ENVIRONMENTAL LABS. CENTER

التاريخ ٢٠١٣/٣/١٢م النمرة / م م أب/٥٨/١٤/

السيد/ مدير عام هيئة الطرق و الجسور و مصارف المياه و النقل

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

الموضوع/ نتائج اختبارات الكثافة الحقلية لطبقة أساس (٢) و (٣)
القطاع/٤+٤٠٠

المشروع/دراسة وتقييم الاداء بشارع الستين **المنطقة/ الخرطوم**

أدناه تجدون النتائج المعملية والحقلية للاختبارات التي أجريت للعينات المذكورة في الموضوع أعلاه.

الكثافة الجافة القصوى ٢.٣٢ جم/سم^3 نسبة الرطوبة المثلى ٥.٦ %

القطاع	أساس (٢)
الكثافة الحقلية الجافة (gm/cc)	٢.٠٩
نسبة الرطوبة (%)	٤.٣
معدل الدمك (%)	٩٠

،،،وبالله التوفيق،،،

13.3.2013
الإشراف/وائل الضو محمد صالح
مدير المختبرات الإنشائية بالإنابة

ولاية الخرطوم 26 MAR 2013 مركز المختبرات الانشائية والبيئية
أنور محمد زبير
المدير العام

صورة إلى السيد:-
- مدير المشروعات.
- مدير أدارة هندسة المواد.
- مدير المختبرات الإنشائية.
- المهندس الإستشاري.
- المقاول.

رويدا

تلفونات: ٨٣ ٤٧٦٠٩٤ / ٨٣ ٤٩١٧١٣ فاكس: ٨٣ ٤٧٦٠٠٤ صندوق بريد: ١٢٤٥٦ الخرطوم ١١١١١ السودان

التاريخ ٢٠١٣/٢/٤م　　النمرة / م م أب/١٤/٥٨/

السيد / مدير عام هيئة الطرق والجسور ومصارف المياه و النقل

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

الموضوع/ نتائج اختبارات الكثافة الحقلية لطبقة ردميات
القطاع/٠+٦٥٠

المشروع/دراسة وتقييم الاداء بشارع الستين　　**المنطقة/الخرطوم**

أدناه تجدون النتائج المعملية والحقلية للاختبارات التي أجريت للعينات المذكورة في الموضوع أعلاه.

الكثافة الجافة القصوى ٢.٢٦ جم/سم^3　　**نسبة الرطوبة المثلى** ٦.٤ %

القطاع	ردميات
الكثافة الحقلية الجافة (gm/cc)	١.٩٧
نسبة الرطوبة (%)	٥.٤
معدل الدمك (%)	٨٧

،،،وبالله التوفيق،،،

13.3.2013
الإشراف/ م. وائل الضو محمد صالح
مدير المختبرات الانشائية بالإنابة

م/ أنور محمد زبير
المدير العام

ولاية الخرطوم
13 MAR 2013
مركز المختبرات الإنشائية والبيئية

صورة إلى السيد:
- مدير المختبرات الإنشائية.

رويدا

بسم الله الرحمن الرحيم
ولاية الخرطوم
وزارة المياه والبنى التحتية
مركز المختبرات الإنشائية والبيئية
CONSTRUCTIONAL & ENVIRONMENTAL LABS. CENTER

التاريخ ٢٠١٣/٢/٣م النمرة / م م أب/٥٨/١٤/

السيد / مدير عام هيئة الطرق والجسور ومصارف المياه و النقل

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

الموضوع/ نتائج اختبارات الكثافة الحقلية لطبقة أساس (١)
القطاع/٠+٦٥٠

المشروع/دراسة وتقييم الاداء بشارع الستين **المنطقة/الخرطوم**

أدناه تجدون النتائج المعملية والحقلية للاختبارات التي أجريت للعينات المذكورة في الموضوع أعلاه.

الكثافة الجافة القصوى ٢.٣٢ جم/سم^3 **نسبة الرطوبة المثلى** ٥.٤ %

القطاع	أساس (١)
الكثافة الحقلية الجافة (gm/cc)	٢.٢٦
نسبة الرطوبة (%)	٣.٦
معدل الدمك (%)	٩٧

،،،وبالله التوفيق،،،

13.3.2013

الإشراف/ م. وائل الضو محمد صالح
مدير المختبرات الإنشائية بالإنابة

م/ أنور محمد زبير
المدير العام

ولاية الخرطوم
13 MAR 2013
مركز المختبرات الإنشائية والبيئية

صورة إلى السيد:
- مدير المختبرات الإنشائية.

رويدا

تلفونات: ٨٣ ٤٧٦٠٩٤ / ٨٣ ٤٩١٧١٣ فاكس: ٨٣ ٤٧٦٠٠٤ صندوق بريد: ١٢٤٥٦ الخرطوم ١١١١١ السودان

بسم الله الرحمن الرحيم

ولاية الخرطوم

وزارة الميـاه والبنـى التحتيـة

مـركز المختبـرات الإنشـائيـة والبيئيـة

CONSTRUCTIONAL & ENVIRONMENTAL LABS. CENTER

التاريخ ٢٠١٣/٢/٣م النمرة / م م أب/١٤/٥٨/

السيد / مدير عام هيئة الطرق والجسور ومصارف المياه و النقل

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

الموضوع/ نتائج اختبارات الكثافة الحقلية لطبقة أساس (٢) و(٣)
القطاع/٠+٦٥٠

المشروع/دراسة وتقييم الاداء بشارع الستين **المنطقة/الخرطوم**

أدناه تجدون النتائج المعملية والحقلية للاختبارات التي أجريت للعينات المذكورة في الموضوع أعلاه.

الكثافة الجافة القصوى ٢.٣١ جم/سم^3 **نسبة الرطوبة المثلى** ٤.٥ %

القطاع	أساس (٢)
الكثافة الحقلية الجافة (gm/cc)	٢.٠٢
نسبة الرطوبة (%)	٥.٧
معدل الدمك (%)	٨٧

،،،وبالله التوفيق،،،

13-3-2013

الإشراف/ م. وائل الضو محمد صالح
مدير المختبرات الإنشائية بالإنابة

م/ أنور محمد زبير
المدير العام

ولاية الخرطوم
1 3 MAR 2013
مركز المختبرات الانشائية والبيئية

صورة إلى السيد:
- مدير المختبرات الإنشائية.

رويدا

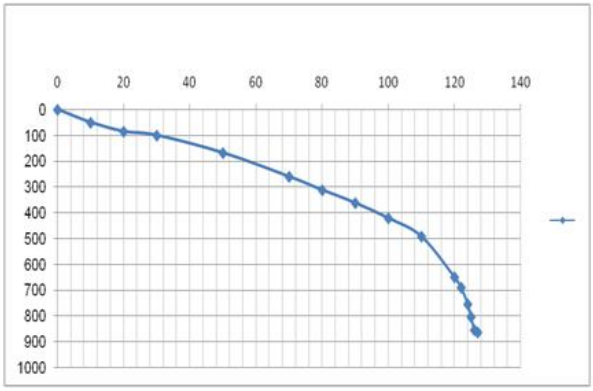
تلفونـات: ٨٣ ٤٧٦٠٩٤ / ٨٣ ٤٩١٧١٣ فـاكس: ٨٣ ٤٧٦٠٠٤ صندوق بريـد: ١٢٤٥٦ الخرطوم ١١١١١ السـودان

التدرج الحبيبى – النسبة المئوية المارة لمواد الردميات			
فتحة المنخل ملم	العينة الاولى CH 0+650	العيتة الثانية CH 4+400	العينة الثالثة CH 7+600
75	100	100	100
50	100	100	100
37.5	100	100	100
25	96	100	95
19.0	90	99	89
9.50	69	98	74
4.75	54	96	60
2.00	40	93	44
0.425	28	84	24
0.075	18	62	17

اختبار الغرز الديناميكي لثلاثة نقاط بشارع الستين

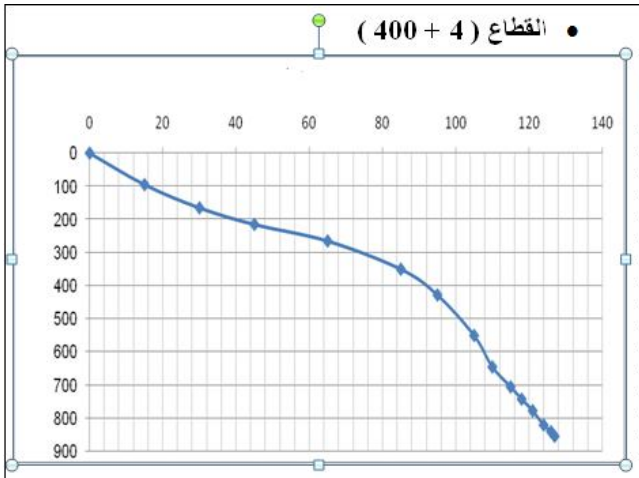
تم عمل اختبار الغرز الديناميكي في شارع الستين للثلاثة نقاط المختارة ومنها حسبت قيم ال (CBR) للطبقات كما هو مبين في الجداول الاتية:-

- القطاع (0+650)



NO 0F blows	TOTALBLOWS	DEPTH	READING MM
0	0	8	100
10	10	50	150
10	20	85	185
10	30	100	200
20	50	168	268
20	70	260	360
10	80	312	412
10	90	362	462
10	100	421	521
10	110	492	592
10	120	650	750
2	122	690	790
2	124	755	855
1	125	804	904
1	126	855	955
1	127	864	964

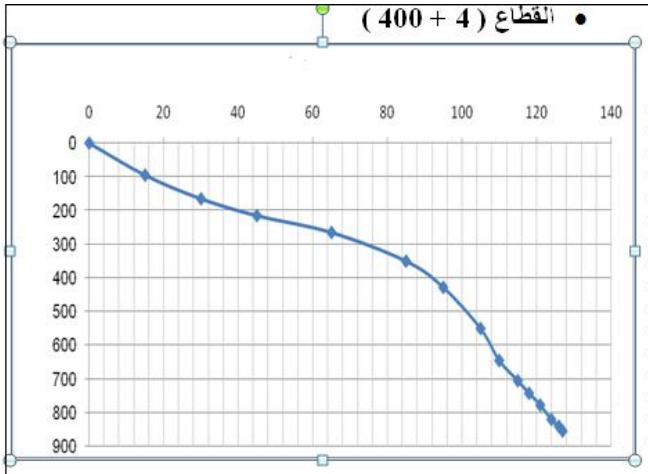
LAYAR	BASE(2)&(3)	BASE(1)	SUB BASE
DCP mm/Blows	3.33	4.47	6.79
CBR	85	62	40



NO 0F blows	TOTALBLOWS	DEPTH	READING MM
0	0	15	110
15	15	95	205
15	30	165	275
15	45	215	325
20	65	265	375
20	85	350	460
10	95	428	538
10	105	550	660
5	110	645	755
5	115	705	815
3	118	742	852
3	121	777	887
3	124	820	930
2	126	840	950
1	127	854	964

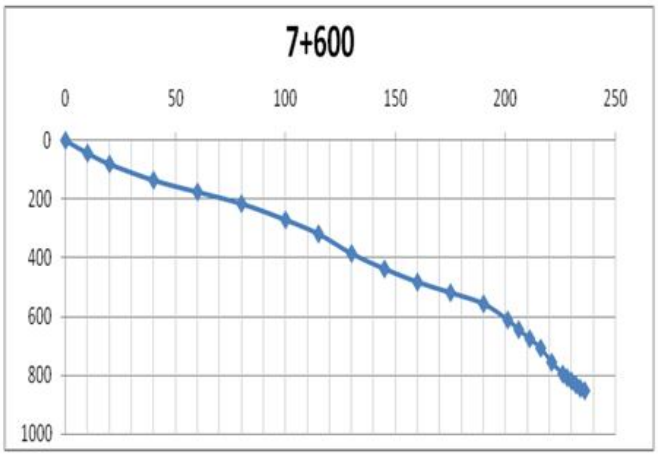
LAYAR	BASE(2)&(3)	BASE(1)	SUB BASE
DCP mm/Blows	4.08	4.51	5.86
CBR	68	62	47

اختبار الغرز الديناميكي لشارع الستين القطاع (600+7)



NO 0F blows	TOTALBLOWS	DEPTH	READING MM
0	0	15	110
15	15	95	205
15	30	165	275
15	45	215	325
20	65	265	375
20	85	350	460
10	95	428	538
10	105	550	660
5	110	645	755
5	115	705	815
3	118	742	852
3	121	777	887
3	124	820	930
2	126	840	950
1	127	854	964

LAYAR	BASE(2)&(3)	BASE(1)	SUB BASE
DCP mm/Blows	4.08	4.51	5.86
CBR	68	62	47



LAYAR	BASE(2)&(3)	BASE(1)	SUB BASE
DCP mm/Blows	2.77	2.93	3.61
CBR	103	97	78

NO 0F blows	TOTALBLOWS	DEPTH	READING MM
0	0	8	115
10	10	43	158
10	20	80	195
20	40	135	250
20	60	175	290
20	80	215	330
20	100	270	385
15	115	318	433
15	130	385	500
15	145	437	552
15	160	482	597
15	175	518	633
15	190	556	671
11	201	611	726
5	206	644	759
5	211	675	790
5	216	707	822
5	221	755	870
5	226	795	910
2	228	807	922
2	230	819	934
2	232	832	947
2	234	844	959

الدمك %	الثقل النوعي مارشل (gm/cc)	السمك (cm)	الثقل النوعي (gm/cc)	الانسياب (0.25mm)	الثباتية (Kg)	التدرج الحبيبي - النسبة المئوية المارة											القطاع
						#200	#100	#50	#30	#16	#8	#4	3/8 "	1/2 "	3/4 "	1 "	
						0.075 mm	0.15 mm	0.3 mm	0.6 mm	1.18 mm	2.36 mm	4.75 mm	9.5 mm	12.5 mm	19 mm	25 mm	
100	2.480	9.9	2.468	4.9	1065	15	17	22	29	38	49	61	86	87	99	100	0 + 600
100	2.400	8.7	2.398	4.6	1104	4	6	11	17	28	41	56	77	84	90	100	4 + 850 bottom
100	2.46	6.1	2.584	3.9	1563	8	11	14	19	27	41	57	72	80	93	100	4 + 850 top
100	2.418	9	2.413	5.9	1259	7	9	13	18	26	39	56	75	84	95	100	7 + 600