

جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا
كلية الدراسات العليا
بحث تكميلي مقدم لنيل درجة الماجستير في الهندسة المدنية
(هندسة طرق)

بعنوان:

**دراسة تأثير التصميم الهندسي للمنحنيات
على حركة المركبات وسلامتها**
**Study of the Effect of Geometric Design of
curves on Mobility and Safety
of Vehicles**

دراسة تحليلية لبعض الطرق بولاية الخرطوم
(An analytical study for some roads in Khartoum State)

إشراف

سامي عبد الله

اعداد الدارس:

الدكتور:

**عباس إبراهيم محمد الحاج
عثمان**

ديسمبر 2009م

الآية

قال تعالى :

(قَالُوا سُبْحَانَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا بِمَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ
أَنْتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ)

صدق الله العظيم

البقرة الآية 32

الإهداء

إلى مركز الفهم والمعاني ونور الأكوان المتكونة
الآدمي صاحب الحق الرباني سيدنا محمد صلى الله عليه
وسلم

إلى أول من ترجم صرختي وأدرك ما أقول وأفهم
إلى روح أُمي

إلى أبي العزيز الذي رعاني منذ أن كنت بذرة
بتجرد وامتنان
إلى كل أحبتي

الباحث

الشكر والتقدير

أولاً وأخيراً – الشكر لله رب العالمين الذي أنار بصيرتنا وشرح صدرنا وحل عقدة من لساننا حتى يتمكن من كتابة هذا البحث.

ونتقدم بالشكر أجزله للدكتور الفاضل سامي عبد الله عثمان

حفظه الله وأمد في عمره. فقد أفاض إلينا كثيراً من علمه النذير وتوجيهاته السريرة، حيث أنه لم يردنا في أي وقت أنبناه مستفسرين.

والشكر موصول لأسرة مركز الدراسات الهندسية والتقنية وأسرة جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا.

مستخلص

تعتبر معرفة المبادئ الأساسية للتصميم الهندسي للمنحنيات ودراسة تأثيرها على حركة المركبات وسلامتها من الأمور المهمة التي يجب أن يلم بها المهندس المختص.

فلا شك أن معرفة العلاقة بين تصميم المنحنيات وتأثيرها على المركبات المتحركة بها يساعد المهندس المصمم والمنفذ على القيام بعمله بصورة علمية سليمة واقتصادية.

وقد اشتمل هذا البحث على مقدمة عامة عن الطرق ومنطقة الدراسة وتعريف المتطلبات الأساسية والدراسات التمهيديّة اللازمة لتخطيط الطرق والتصميم الهندسي والمنحنيات الأفقية والرأسيّة واشتمل كذلك على دراسة بعض الحالات التي تم اختيارها بولاية الخرطوم محددين السلبيات والإيجابيات لها.

تم اختيار المنحنيات الأفقية والرأسيّة لما لها من أثر كبير على سلامة الأفراد والمركبات. حيث قمت باستخدام جهاز المحطة الشاملة وجهاز الثيودلايت لتحديد نقطة التقاطع I التي نتج منها تحديد المسافة الخارجية IA وزاوية تقاطع المماسين $\sphericalangle$ والمنحنيات الأفقية مثل منحنى الكلية الحربية حيث طول القطر $R = 57.738$ ، $\Delta = 97^\circ 85' 05''$ ومنحنى الإنذار الذي طول قطره كبير نسبياً $R = 349.518$ و $\Delta = 22^\circ 31' 59.4''$ ومنحنى جامع شروني الذي تكاد تنعدم فيه قيمة (e) (Superelevation) وتكثر فيه العوائق، ومنحنى جيار الذي يعتبر مثالي ومن المنحنيات الرأسيّة منحنى الإنذار الرأسي ومنحنى نفق الخرطوم.

Abstract

The Knowledge of the principles of geometric design for curves and its effect on vehicles motion and safety, is considered as one of the most important things, that the engineer should know.

finding the relation between the geometric design and its effect on mobile vehicles, would help both the designer and the executor to do their work on scientific economical and safety issues.

This phase consists of a general introduction for highways, study area, defining the basic requirements and preliminary studies for roads planning, and the geometric design for horizontal and vertical curves.

The phases also consist of some cases studied in Khartoum State.

The case study focused on vertical and horizontal curves for their effective role in the safety of both vehicles and drivers.

The case study was carried out using a Total Station and the Theodolite to identify the location of intersection point (I) from which the outside distance (IA) is measured with the tangent angle (θ).

As an example for horizontal curves, the curve at the military college in Omdurman was found that $R = 57.738$ $A = 97^\circ 85' 0.5$
Also Al Enzar Curve which has relatively long diameter $R = 349.518$ $A = 22^\circ 31' 59.4$

Although, the curve that has a very small value of super-elevation (e) the curve at Sharwani Mosque in Khartoum was investigated.

Therefore, for Ideal curves the curve at Giad was studied.

As an example for vertical curves Alinusb Altizkari and Khartoum Tunnel curves were studied.

المحتويات

الصفحة	الموضوع	التسلسل
II	الآية	
III	إهداء	
IV	شكر وعرفان	
V	تقديم	
VI	Abstract	
VII	فهرست	
X	الجدول	
XI	الأشكال	
XIII	الصور	
XIV	الرموز والاختصارات	
الباب الأول: مقدمة		
1	مقدمة - عام	1-1
1	خاص	1-2
2	السلامة المرورية	1-3
4	أهداف البحث	1-4
4	مشكلة البحث	1-5
4	طريقة إجراء البحث	1-6
5	هيكل البحث	1-7
6	منطقة الدراسة	1-8
الباب الثاني: المتطلبات الأساسية والدراسات التمهيديّة اللازمة لتخطيط الطرق		
10	عام	2-1
11	العوامل التي تحكم اختيار مسار الطرق	2-2
12	التخطيط الأفقي والرأسي	2-3
15	الضوابط والاعتبارات العامة في التخطيط الأفقي	2-4
16	الضوابط والاعتبارات العامة في التخطيط الرأسي	2-5
18	الجميع بين التخطيطي الأفقي والرأسي	2-6
19	تنسيق أعمال التخطيط عند التصميم	2-7
21	الدراسات التمهيديّة اللازمة لتقسيم وتخطيط الطرق	2-8
31	المسح الاستكشافي اللازم لتحديد مسار الطريق	2-9
الباب الثالث: التصميم الهندسي للطرق		
37	عام	3-1
38	العناصر التي يتكون منها القطاع العرضي للطريق	3-1-1
41	لمجال مرور	3-1-2
41	التوصيلات الخاصة بالخدمات	3-1-3
44	ارتفاع الظهر عن البطن Super Elevation	3-2
44	مقاومة القوة الطارده المركزيه بواسطة الاحتكاك الجانبي	3-2-1
47	مقاومة القوة الطارده المركزيه بارتفاع الظهر عن البطن	3-2-2
50	حالة ارتفاع الظهر عن البطن والاحتكاك	3-2-3
50	مسافة الرؤية Sight Distance	3-3
51	مسافة الرويه للتوقف	3-3-1
53	مسافة الرويه للتخطي	3-3-2
57	مسافة الرويه في المنحنيات الأفقيه	3-3-3
الباب الرابع: المنحنيات الأفقية والراسية		
70	عام	4-1
71	المنحنيات الأفقية Horizontal Circular Curves	4-2
73	تصميم المنحنيات الدائرية الأفقية	4-2-1

74	توقيع المنحنيات الدائرية الأفقية	4-2-2
88	المنحنيات الانتقالية Transition Curves	4-3
88	تعريف المنحنى الانتقالي الأفقي	4-3-1
92	أساسيات المنحنى الانتقالي	4-3-2
94	عناصر تصميم المنحنى الانتقالي	4-3-3
98	معلومات توضح المنحنى المركب من منحنيين انتقاليين منحني دائري يتوسطهما	4-3-4
106	منحنى مركب مؤلف من منحنيين انتقاليين	4-3-5
107	توقيع المنحنى الانتقالي المركب من منحنيين انتقاليين ومنحنى دائري يتوسطهما	4-3-6
110	المنحنيات الرأسية Vertical Curves	4-4
110	مقدمة	4-4-1
113	أغراض المنحنى الرأسي	4-4-2
114	نوع المنحنى المستخدم	4-4-3
115	الفرضيات المستخدمة في حساب الفرضيات الرأسية	4-4-4
116	معادلة المنحنى الرأسي	4-4-5
118	عناصر توقيع المنحنى الرأسي	4-4-6
	الباب الخامس: الدراسات الميدانية	
124	عام	5-1
124	رفع أجزاء المنحنى من الطبيعة	5-2
124	رفع نقطة التقاطع Intersection Point	5-2-1
124	زاوية التقاطع θ	5-2-2
125	توقيع نصف القطر R	5-2-3
126	توقيع المماسات IT_1 و IT_2	5-2-4
127	منحنى الكلية الحربية	5-3
127	زاوية التقاطع θ عند النقطة I	5-3-1
127	زاوية الانحراف Δ	5-3-2
127	نصف القطر R	5-3-3
129	طول المماسات IT_1 و IT_2	5-3-4
129	طول المنحنى الدائري LCE	5-3-5
129	ارتفاع الظاهر عن البطن em/m	5-3-6
130	عناصر التصميم الهندسي للطرق وعلامات المرور	5-3-7
133	منحني الانزار	5-4
134	زاوية التقاطع θ عند النقطة I	5-4-1
134	زاوية الانحراف Δ	5-4-2
134	نصف القطر R	5-4-3
134	طول المماسات IT_1 و IT_2	5-4-4
138	طول المنحنى الدائري LCC	5-4-5
138	ارتفاع الظاهر عن البطن em/m	5-4-6
139	منحنى شروني	5-5
139	زاوية التقاطع θ عند النقطة I	5-5-1
139	زاوية الانحراف Δ	5-5-2
139	نصف القطر R	5-5-3
140	طول المماسات IT_1 و IT_2	5-5-4
140	طول المنحنى الدائري LCC	5-5-5
140	ارتفاع الظاهر عن البطن	5-5-6
141	عناصر التصميم الهندسي وعلامات المرور	5-5-7
145	منحنى ———	5-6
145	زاوية التقاطع θ عند النقطة I	5-6-1
145	زاوية الانحراف Δ	5-6-2
145	نصف القطر R	5-6-3

145	طول المماسات IT_1 و IT_2	5-6-4
146	طول المنحني الدائري LEC	5-6-5
146	ارتفاع الظاهر عن البطن	5-6-6
149	المنحنيات الرأسية	5-7
149	عام	5-7-1
150	منحني النصب التذكاري	5-7-2
153	منحني نفق الخرطوم	5-7-3
الباب السادس: تحليل ومناقشة النتائج		
155	عام	6-1
155	المنحنيات الأفقية	6-2
155	منحني الكلية الحربية	6-2-1
158	منحني الاتزار	6-2-2
160	منحني شروني	6-2-3
163	منحني جياذ	6-2-4
165	المنحنيات الرأسية	6-3
165	منحني النصب التذكاري	6-3-1
167	منحني نفق الخرطوم	6-3-2
169	ملاحظات عام	6-3-3
الخاتمة		
171-170	الخلاصه	ا
171-172	التوصيات	ب
172	الدراسات المستقبلية	ج
174-173	المراجع	

صفحة الجداول

الصفحة	اسم الجدول	التسلسل
43	المناسيب المطلوبة والعرض لوضع التوصيلات	جدول (1-3)
69-68	مقدار (K (K-Value	جدول (2-3)
132	منحنى الكلية الحربية	جدول (1-5)
133	العلاقة بين السرعة والشعور بعدم الارتياح	جدول (2-5)
136	منحنى الاتزان	جدول (3-5)
143	منحنى شروني	جدول (4-5)
144	العلاقة بين السرعة والشعور بعدم الارتياح وزاوية المنحنى	جدول (5-5)
148	منحنى جياذ	جدول (6-5)
149	العلاقة بين السرعة وارتفاع الظهر عن البطن وزاوية المنحنى	جدول (7-5)
151	منحنى النصب التذكاري الرأسي	جدول (8-5)
152	فرق الارتفاع للنقاط المختلفة	جدول (10-5)
156	ملخص النتائج لمنحنى الكلية الحربية	جدول (1-6)
159	بيانات عن منحنى الاتزان	جدول (2-6)
161	بيانات عن منحنى شروني	جدول (3-6)
163	منحنى جياذ الأفقي	جدول (4-6)
165	مقارنة بين المنحنى النظري والمنفذ للمنحنيات الأفقية	جدول (5-6)
165	فرق المناسيب بين النقاط المختلفة (النظري والعملية)	جدول (6-6)
166	العلاقة بين مسافة الرؤية وطول المنحنى وكذلك قيمة (h) الدنيا والقصوى	جدول (7-6)

صفحة الأشكال

الصفحة	اسم الشكل	التسلسل
9	يوضح منطقة الدراسة	الشكل (1-1)
14	أجزاء المنحنيات الأفقية	الشكل (1-2)
23	30 أعلى حجم ساعي	الشكل (2-2)
37	قطاعات عرضية للطريق	الشكل (1-3)
42	ترتيب وضع التوصيلات والخدمات	الشكل (2-3)
43	ترتيب التوصيلات في القطاع العرضي	الشكل (3-3)
46	القوى الأفقية والرأسية	الشكل (4-3)
47	ارتفاع الظهر عن البطن	الشكل (5-3)
52	مسافة الرؤية للتوقف في حالة الطريق أفقي	الشكل (6-3)
56	مسافة الرؤية للتخطي	الشكل (7-3)
57	مسافة الرؤية أقل عن طول المنحنى	الشكل (8-3)
58	مسافة الرؤية أطول عن طول المنحنى	الشكل (9-3)
61	مسافة الرؤية للتخطي أقصر من طول المنحنى	الشكل (10-3)
64	مسافة الرؤية أقصر من طول المنحنى الراسي	الشكل (11-3)
65	مسافة النظر أطول من طول المنحنى الراسي	الشكل (12-3)
71	المنحنى الدائري البسيط	الشكل (1-4)
72	المنحنى الدائري المؤلف	الشكل (2-4)
72	المنحنى الدائري المتعكس	الشكل (3-4)
75	توقيع المنحنى باستخدام الشودلايت والقياسات	الشكل (4-4)
79	توقيع المنحنى باستخدام الشودلايت	الشكل (5-4)
80	توقيع المنحنى في حالة عدم التمكن من الوصول إلى نقطة التقاطع	الشكل (6-4)
82	التوقيع بوضع الشودلايت على محور المنحنى	الشكل (7-4)
83	التوقيع في حالة وجود عائق على خط نظر الشودلايت	الشكل (8-4)
85	توقيع المنحنى بالإحداثيات	الشكل (9-4)
90	شكل يوضح الارتفاع الإضافي	الشكل (10-4)
95	شكل يوضح تحليل القوى	الشكل (11-4)
99	منحنى مركب من منحنين انتقاليين ومنحنى ثالث يتوسطهم	الشكل (12-4)
102	يوضح الإزاحة	الشكل (13-4)
106	منحنين انتقاليين	الشكل (14-4)
108	معدلة القطع المكافئ	الشكل (15-4)
111	اتجاهات الانحدارات	الشكل (16-4)
112	أشكال المنحنيات	الشكل (17-4)
115	منحنى رأسي	الشكل (18-4)
126	أجزاء المنحنى الأفقي	الشكل (1-5)
131	منحنى الكلية الحربية	الشكل (2-5)
131	كروكي يوضح منحنى الكلية الحربية	الشكل (3-5)
137	منحنى الاتزان	الشكل (4-5)
137	كروكي يوضح منحنى الاتزان	الشكل (5-5)
144	منحنى شروني الأفقي	الشكل (6-5)
148	كروكي يوضح منحنى جياذ	الشكل (7-5)
149	منحنى جياذ	الشكل (8-5)
152	العلاقة بين النقاط المختلفة	الشكل (10-5)
158	يوضح العلاقة بين المنحنى النظري والمنفذ لمنحنى الكلية الحربية	الشكل (1-6)
159	يوضح العلاقة بين المنحنى النظري والمنفذ لمنحنى الإنذار	الشكل (2-6)

صفحة الصور

الصفحة	اسم الصورة	التسلسل
128	صورة توضح طبيعة الأرض في موقع المنحنى	صورة (1-5)
133	جانب من التصميم المرئي للطريق	صورة (2-5)
135	صورة توضح الفرق بين النقطة (T_L) المنفذة والنظرية	صورة (3-5)
142	صورة توضح منحنى شروني	صورة (4-5)
142	جانب من التصميم الجيومترى للطريق	صورة (5-5)
146	منحنى جياذ	صورة (6-5)
154	صورة توضح الشعور بعدم الارتياح	صورة (7-5)
157	الدراسات الميدانية	صورة (1-6)
157	ميلان الأرض الطبيعية	صورة (2-6)
160	الموقع الصحيح للنقطة T_2	صورة (3-6)
162	انخفاض الحافة الداخلية أقل من سطح الطريق	صورة (4-6)
162	وجود عوائق على مسار المنحنى والفرق وعرض الطريق والمنحنى	صورة (5-6)
164	دوران المنحنى على الحافة الداخلية	صورة (7-6)
164	صورة توضح جانب من المنحنى	صورة (8-6)
165	ارتفاع الظهر عن البطن	صورة (9-6)
167	الأخاديد الطولية على المنحنى	صورة (10-6)
168	الأخاديد الطولية على المنحنى	صورة (11-6)
168	تطير الحصمة الأسفلتية	صورة (12-6)

صفحة الرموز والاختصارات

المصطلح أو الرمز	الاسم المصطلح	اسم المصطلح المترجم إلى اللغة العربية
DHV	Design Hourly Volume	حجم المرور الأقصى خلال ساعة
ADT	Average Daily Traffic	متوسط حجم المرور اليومي
V_D	Design Daily Volume	حجم المرور اليومي التصميمي
V_n	Current Traffic	المرور الحالي
.g	Acceleration	العجلة
P	Centrifugal Force	القوة الطاردة المركزية
.f	Friction Force	قوة الاحتكاك
V	Design Speed	السرعة التصميمية
R	Radius	نصف القطر
Se	Super elevation	الرفع الجانبي للطريق
S	Sight Distance	مسافة الرؤية
SSD	Stopping Sight Distance	مسافة الرؤية للتوقف
PSD	Passing Sight Distance	مسافة الرؤية للتخطي
DOE	Department of Environment	هيئة البيئة
DOT	Department of Transport Standards	هيئة الطرق
.r	Rate of Change of Gradient	معدل تغير الانحدار
I	Intersection Point	نقطة تقاطع المستقيمين
Δ	Deflection Angle	زاوية الانحراف
LCC	Length of Circular Curve	طول المنحنى الدائري
a_r	Rate of Change of Radial Acceleration	معدل تغير العجلة القطرية

المقدمة

1-1 عام:

التصميم الهندسي والجيومتري هو العملية التي يتم بواسطتها وضع الطريق في مسار بحيث يتوافق مع مستخدمي الطريق ويمكن حصر المحددات الهندسية الجيومترية الرئيسية في ثلاثة عناصر هي: مقطع الطريق، التخطيط الأفقي ، التخطيط الراسي [3]

أن التصميم المتكامل للطرق الحديثة المحققة لكافة المتطلبات الهندسية والإنشائية يؤمن السلامة المرورية لمستثمري ومستخدمي الطريق. لذلك يجب أن يتم توفير بيوتات ذات خبرة عالية وأجهزة ومعدات متطورة ودقيقة وان يكون الإشراف علي التنفيذ أشرف دقيق ولصيق وان تكون المتابعة كذلك فالطرق السريعة ينبغي أن يتوفر فيها [5] .

- ❖ حارات مرور تكفل تصريف القاذورات المرورية.
- ❖ تأمين حارات خاصة للعربات البطيئة.
- ❖ إنشاء أسيجة أو مواقع طويلة تمنع المرور العرضي.
- ❖ لوحات دلالة وتنبيه وشاخصات مرورية.

1-2 خاص:-

يمكن كذلك تعريف التصميم الهندسي علي انه عملية إيجاد الأبعاد الهندسية لكل طريق وترتيب العناصر المرئية للطريق مثل:

1. مسار الطريق.
2. مسافات الرؤية (للتوقف، التخطي).

عرض الطريق.

8. الانحدارات.

وتعتبر السرعة التصميمية والانحدار الحاكم القاعدة الأساسية لوضع الحدود الدنيا القياسية لكل من التخطيط الراسي والأفقي للطريق ويجب أن تكون المنحنيات الأفقية منها والراسية مناسبة لنوعية الطريق أو سرعة العربات ونوعها وتحسين مساقطها الطولية والعرضية الهندسية الذي يتناسب مع مواصفات العربات وسرعتها.

وبناءً على تمت دراسة بعض المنحنيات بولاية الخرطوم والتي تعاني من مشكلات تصميمية وتنفيذية يتلخص في عدم الشعور بالارتياح والذي تم تحديده من التصميم القياسي وتوفير الحد الأدنى وذلك بتوفير مسافات رؤية مناسبة ومعاملات الاحتكاك ومسافات التخطي، الشيء الذي يقود إلى الحصول على متطلبات السلامة للمركبات وسائقها.

3-1 السلامة المرورية:

يقدر عدد السيارات المضافة يوميا ما بين 120 - 150 سيارة وهنالك 3 وفيات كل 24 ساعة و 10 إصابات أذى جسيم كل 3 ساعات، ومخالفة مرورية كل 1 دقيقة.

العوامل الرئيسية المسببة للحوادث المرورية تعود إلى [5]

1. الطريق 10 %.

2. المركبة 5 %.

5. الإنسان 80 %

8. عوامل أخرى 5 %

من الأهمية بمكان عند وقوع الحادث المروري تحديد الأسباب التي اشرنا إليها منفردة أو مجتمعة وبالنسبة لنا فان الموقع يكون سببا في وقوع الحوادث عندما يحصل تكرار لوقوع الحوادث في ذات الموقع، ومثل هذه النقاط تسمى النقاط السوداء التي ينبغي إدراجها وتحميلها علي خريطة الحوادث المرورية ويبدو مفيد هنا تحديد الموقع والأماكن التي تحصل فيها الحوادث المرورية بشكل دقيق وتوثيقها في المرور، جميع الحوادث التي تحدث غالبا ما تكون نتيجة لعوامل طارئة أو تردي في حالة المركبة، والسبب الأعظم والقاسم المشترك في جميع الحوادث أخطاء من السائق والحالة الغير جيدة لمستخدم الطريق [17] [18] وكذلك توزيع الضوء من المركبات والآليات المتحركة على الطريق غير متساوي ولا متماثل في الزمن والاتجاه وهو يؤثر سلبا على السائقين والمستخدمين للطريق حسب حالة السائق وفعالية الإضاءة وكفاءة المركبة وتتضافر الجهود والتنسيق المتبادل بين الجهات المعنية لموضوع السلامة المرورية ومن أهم العناصر الطرقية التي تؤثر في السلام المرورية[16]:

1. التصميم المتكامل للطريق.
2. تحسين المنحنيات الأفقية والراسية.
5. صيانة الطرق.
8. التقاطعات.
26. تصريف مياه الأمطار.
27. الدهان الطرقي (طرف أو وسط) .
11. حواجز الأمان.
6. الشاخصات واللوحات المرورية.

1-4 أهداف البحث:

1-4-1 الهدف العام:

دراسة تأثير التصميم الهندسي للمنحنيات علي حركة المركبات وسلامتها.

2-4-1 الأهداف المحددة:

- أ . تحليل بعض المنحنيات بولاية الخرطوم.
- ب . تعميم تأثير التصميم الهندسي لهذه المنحنيات.
- ج . وضع توصيات لإعادة تأهيل المنحنيات غير المتوافقة مع متطلبات التصميم الأمن والسلامة.
- د . وضع توصيات لتطوير تنفيذ المنحنيات بولاية الخرطوم

5-1 مشكلة البحث:

من الملاحظة في بعض المنحنيات بولاية الخرطوم يشعر السائق بالشعور بعدم الارتياح والذي يؤدي إلى حدوث حوادث في هذه المنحنيات. كما أن المركبات ذات الدفع الأمامي تعاني من مشكلات ميكانيكية عند الدوران داخل هذه المنحنيات، هذا بالإضافة إلى أن بعض المنحنيات تعاني من مشكلات في التصريف في فترة الأمطار وكذلك معامل الاحتكاك والخشونة للطريق.

6-1 طريقة إجراء البحث:

- * الإطار النظري للبحث.
- * قياسات ميدانية للمنحنيات المختارة.
- * تحليل وتصميم المنحنيات وفقا لقواعد التصميم القياس ومتطلبات المرور.
- * تصميم المنحنيات الموجودة المنفذة ومقارنة النتائج بالتصميم القياسي.
- * النتائج والمناقشة.
- * الخلاصة والتوصيات.

7-1 هيكل البحث:

تم تناول الموضوع في سبعة أبواب كالاتي:

الباب الأول: المقدمة ويشمل على مقدمة عامة، خاصة، السلامة المرورية، منطقة الدراسة أهداف البحث، مشكلة البحث و طريقة إجراء البحث.

الباب الثاني: المتطلبات الأساسية والدراسات التمهيديّة اللازمة لتخطيط الطرق ويشمل :-العوامل التي تحكم اختيار مسار الطريق، التخطيط الأفقي والراسي للطريق، التخطيط عام، التخطيط الأفقي، التخطيط الراسي، الضوابط والاعتبارات العامة في التخطيط الأفقي، الضوابط والاعتبارات العامة في التخطيط الراسي، الجمع بين التخطيط الأفقي والراسي، تنسيق أعمال التخطيط عند التصميم، الدراسات التمهيديّة اللازم لتصميم و تخطيط الطرق، المسح الاستكشافي اللازمة لتحديد مسار الطريق.

الباب الثالث التصميم الهندسي ويشمل:- عناصر التصميم الهندسي، ارتفاع الظهر عن البطن (الشعور بعدم الارتياح) ومسافة الرؤية للتخطي والتوقف.

الباب الرابع المنحنيات الأفقية والراسية ويشمل: المنحنيات الأفقية و الانتقالية والمنحنيات الراسية.

الباب الخامس الدراسات الميدانية وتشمل: المقدمة، توقيع أجزاء المنحنى على الطبيعة، منحنى الكلية الحربية، منحنى الاتزان، منحنى شروني، منحنى جيا، منحنى النصب التذكاري الراسي ونفق كبرى الإنقاذ.

الباب السادس دراسة وتحليل النتائج ويشمل :-النتائج والقياسات الميدانية الفعلية والقياسات النظرية المثالية والنقاش والمقارنة.

الخاتمة وتشمل :- الخلاصة، التوصيات والدراسات المستقبلية.

1-8 منطقة الدراسة

ولاية الخرطوم تمثل عاصمة السودان وفي نفس الوقت هي مركز لمعظم المؤسسات الحكومية والدبلوماسية.

تقع الخرطوم في وسط السودان بين خطي (15 ش و 33 ق) بجوار نهر النيل الأبيض النابع من بحيرة فيكتوريا جنوبا في يوغندا والنيل الأزرق القادم من بحيرة تانا في الهضبة الأثيوبية.

يقسم حوض النيل المتكون من التقاء النيلين المنطقة إلى ثلاثة أجزاء :

الخرطوم، الخرطوم بحري وأم درمان.

النمو المتزايد للسكان مؤخراً أدى إلى تكوين امتدادات لهذه المدن الثلاثة والتي تكون في مجملها ولاية الخرطوم والبالغ عدد سكانها حوالي 5 مليون نسمة حسب إحصائية التعداد السكاني الخامس لجمهورية السودان 2009 ميلادية - (مصلحة الإحصاء) والتي تمثل تقريباً حوالي 8% من إجمالي السكان في السودان (39.2 مليون نسمة).

ترتبط أجزاء الولاية فيما بينها بشبكة من الطرق الإسفلتية والتي تمثل الوسيلة الوحيدة للنقل داخل الولاية.

تم تحديد وتخصيص واختبار عدة منحنيات لكونها تعاني من مشاكل سواء كانت تصميمه أو تنفيذية تجعل مستخدميها ومستثمريها عرضة للمخاطر والحوادث ومنها:

1. منحنى الكلية الحربية:

يقع منحنى الكلية الحربية في مدينة أم درمان علي طريق وادي سيدنا في أقصى الشمال وهو من أقدم الطرق في المنطقة وقد تم تحديثه مؤخراً، ومن عيوبه زوايا التقاطع الحادة وطبيعة الأرض في المنحنى منحدره إلي اتجاه الشمال، اتجاه الطريق من الجنوب إلي الشمال وفي المنحنى يتغير اتجاهه غرباً.

2. منحنى الإنذار:

يقع منحنى الإنذار في مدينة أم درمان علي طريق وادي سيدنا بالغرب من أكاديمية كرري طول المنحنى 144.944 متر

5. منحنى شروني:

يقع منحني شروني في مدينة الخرطوم علي طريق الصحافة زلط القديم جنوب الهندسة المدينة السكة حديد وشمال غرب جامع شروني اتجاه الطريق قبل المنحنى غربا وبعد المنحنى يتجه الطريق جنوبا.

8. منحني جياذ:

يقع منحني جياذ في مدينة الخرطوم علي طريق الخرطوم مدني بالغرب من مبني شركة جياذ

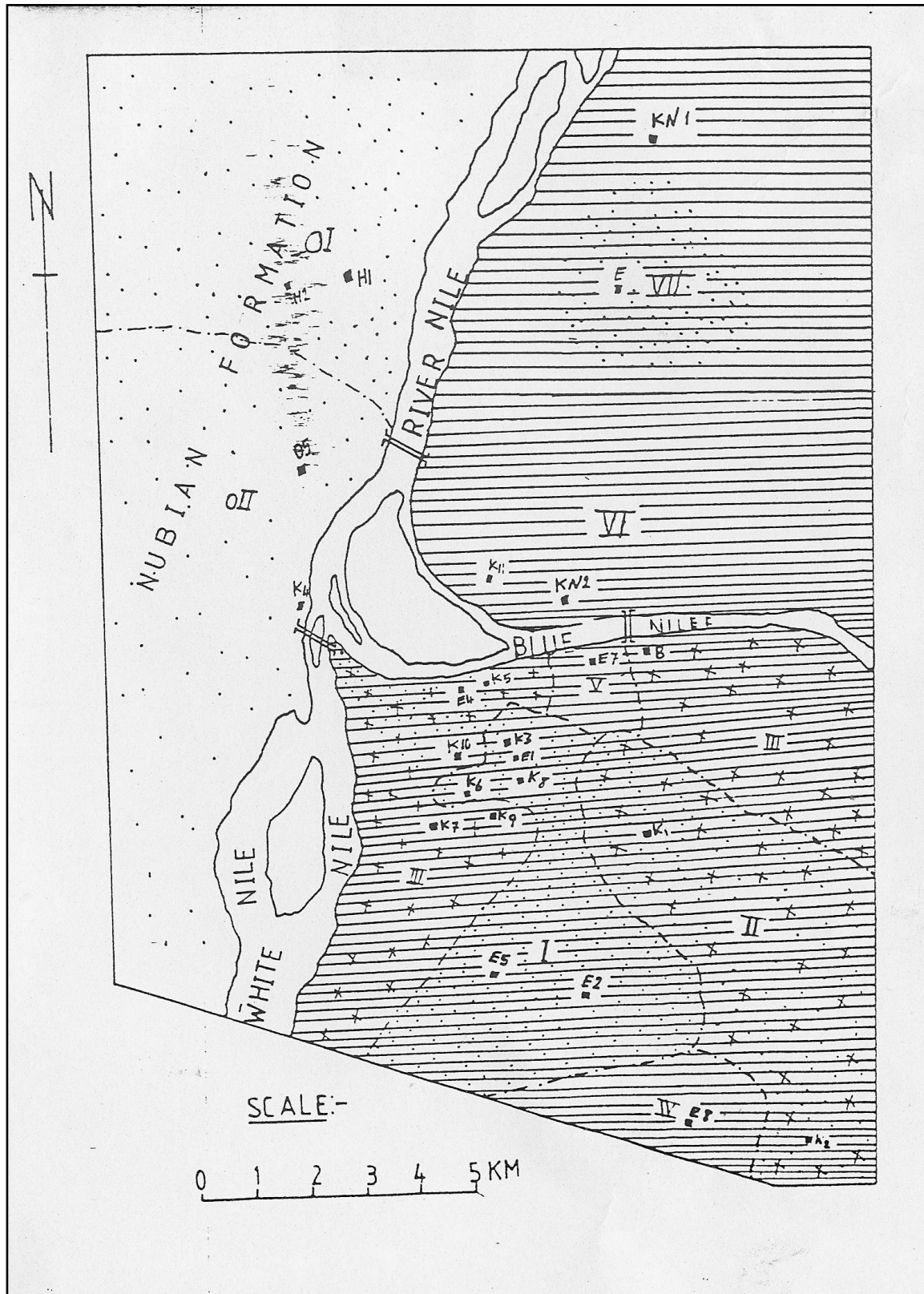
بالمعموره ، اتجاه الطريق من الغرب إلي الشرق وبعد المنحنى يتجه جنوباً بطول منحني 440.72 متر .

ه . منحني النصب التذكاري الراسي:

يقع منحني النصب التذكاري الراسي في مدينة أم درمان علي طريق وادي سيدنا شرق اللواء 50 أنزار وشمال غرب أكاديمية كرري للتقانة بين خطي شمال 1745301.80 وخط شرقيات 449302.39 وتعتبر مثل هذه المنحنيات من سمات الطرق خصوصا في منطقة أم درمان لطبيعتها الجبلية والحجرية وتكاد تنعدم في مدينة الخرطوم والخرطوم بحري بطبيعتها المنبسطة.

26.منحني نفق كبري الإنقاذ الخرطوم:

يقع في مدينة الخرطوم في الاتجاه الشرقي لكبري الإنقاذ وهو يمثل منحني مزدوج وفي داخله منحني رأسي وأفقي.



شكل رقم (1-1) يوضح منطقة الدراسة