بسم الله الرحمن الرحيم


جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كلية الهندسة

مدرسة هندسة المساحة

قسم الجوديسيا


بحث تكميلي لنيل درجة البكلاريوس في هندسة المساحة

بعنوان :-

# دراسة وتصميم مداخل ومخارج كبري ســـوبا


إعداد الطـــلاب :-

إســماعيـــل سالم محمـــد إسمـاعيل

عبـد الإلـــه أحمـــد محمـــد صالـــح

مصعب محمـــد عبـدالله عبدالفضيل

**إشراف الدكتور :-**

محمـــد أحمـــد خالـــد


أكتوبر 2017م

كبري سوبا

# الآيـــة

(حَتَّى إِذَا بَلَغَ بَيْنَ السَّدَّيْنِ وَجَدَ مِنْ دُونِهِمَا قَوْماً لا يَكَادُونَ يَفْقَهُونَ قَوْلاً (93) قَالُوا يَا ذَا الْقَرْنَيْنِ إِنَّ يَأْجُوجَ وَمَأْجُوجَ مُفْسِدُونَ فِي الأَرْضِ فَهَلْ نَجْعَلُ لَكَ خَرْجاً عَلَى أَنْ تَجْعَلَ بَيْنَنَا وَبَيْنَهُمْ سَدّاً (94) قَالَ مَا مَكَّنَنِي فِيهِ رَبِّي خَيْرٌ فَأَعِينُونِي بِقُوَّةٍ أَجْعَلْ بَيْنَكُمْ وَبَيْنَهُمْ رَدْماً (95) آتُونِي زُبَرَ الْحَدِيدِ حَتَّى إِذَا سَاوَى بَيْنَ الصَّدَفَيْنِ قَالَ انفُخُوا حَتَّى إِذَا جَعَلَهُ نَاراً قَالَ آتُونِي أُفْرِغْ عَلَيْهِ قِطْراً (96) فَمَا اسْتَطَاعُوا أَنْ يَظْهَرُوهُ وَمَا اسْتَطَاعُوا لَهُ نَقْباً (97))

صدق الله العظيم

سورة الكهف من الآيات 93–97

# الإهـــداء

جمعا من الرائعين

جمعتنا بهم دروب هذه الحياة

ألفناهم و ألفونا عرفناهم وعرفونا

فتعلمنا منهم أن الحاضر هو أثبات لذاتنا

والغد هو ثمرة أمنياتنا

ساروا معنا خطوة بخطوة

دون كلل أو ملل ... بالرغم من مشقة الرحلة

منحونا صبرا لا يعرف اليأس

وعزما لا يعرف المستحيل

فصاروا أرقاما في حياتنا ونقوشا في ذاكرتنا

وكانوا ... وكنا

أمي .... أبي .... أخوتي .... أساتذتي .... زملائي

كنتم أولئك الرائعين

فلكم منا الود .... في زمن يصعب فيه إهداء الود

ويندر فيه الوفاء

# التجريدة

تم دارسة وتصميم مداخل ومخارج كبري سوبا الذي يقع على النيل الازرق ويربط مدينة الخرطوم بشرق النيل بالخط الدائري الاول لولاية الخرطوم .

يتكون المشروع من جزئين طريق من كبري سوبا غرباً حتى يصل الكبري بطريق الخرطوم مدني بطول 3450 متر وطريق من كبري سوبا شرقاً حتي يصل الكبري بطريق القذافي بطول 2279 متر .

تم ربط تصميم الطريقين بتصميم كبري سوبا أفقياً ورأسياً وذلك بتوحيد نقاط الضبط وربطها مع بعضها البعض .

أستخدم جهاز Gps والميزان في جمع البيانات كما استخدم برنامج الـ Civil 3D في عمليات الرسم والتصميم وحساب الكميات.

# الشكر والعرفان

الشكر لله رب العالمين من قبل ومن بعد علي حفظه وتوفيقه ورعايته التي لا تحصي ولاتعد

كما نود أن نشكر الذين نعتبرهم القدوة الحسنه والذين طوقونا بحبهم ورعايتهم

"أسرنا الكريمه"

ونخص بالشكر والتقدير رمز التواضع والعطاء مثال الأمل والتفاؤل

الدكتور : محمد أحمد خالد

الذي لم يبخل علينا بتوجيهاته وإرشاده لنا إلي ان رأي بحثنا النور بهذه الصورة المتواضعة

والشكر موصولا إلي أساتذة / جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا – قسم هندسه المساحة

كما نعمم إحترامنا وتقديرنا لكل من غفلنا عن ذكره سهواً وهو لنا معين

# الفهرس


| بند | الموضوع | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| | الآية | |
| | الإهداء | |
| | التجريدة | I |
| | الشكر والعرفان | II |
| | الفهرس | III |
| | فهرس الجداول | VII |
| | فهرس الأشكال | V |
| | **الباب الأول**<br>**المقدمة** | |
| 1-1 | مقدمة عامة | 1 |
| 2-1 | صناعة الطرق | 1 |
| 3-1 | التطور التكنولوجي في علم المساحة | 2 |
| | **الباب الثاني**<br>**المفاهيم الأساسية في تصميم الطرق** | |
| 1-2 | مقدمة | 4 |
| 2-2 | مرحلة الأعمال الإستطلاعية | 4 |
| 3-2 | مرحلة الدراسة المساحية الأولية | 10 |
| 4-2 | أعمال الرفع المساحي | 11 |
| 5-2 | تصميم مسار الطريق | 13 |
| 6-2 | المنحنيات الأفقية | 14 |
| 7-2 | رفع الظهر عن البطن | 17 |
| 8-2 | القطاعات الطولية والعرضية | 19 |
| | **الباب الثالث**<br>**الأجهزة المستخدمة** | |
| 1-3 | الميزان | 23 |
| 2-3 | جهاز المحطة الشاملة | 26 |

| بند | الموضوع | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| 3-3 | جهاز تحديد المواقع العالمي | 31 |
| 3-4 | جهاز قياس الأعماق | 32 |
| | **الباب الرابع**<br>**CIVIL 3D** | |
| 1-4 | تعريف البرنامج | 35 |
| 2-4 | تطور البرنامج | 35 |
| 3-4 | تصميم الطريق | 36 |
| 4-4 | طريقة العمل في البرنامج | 36 |
| | **الباب الخامس**<br>**الإطار العملي** | |
| 1-5 | المقدمة | 41 |
| 2-5 | الإستكشاف | 41 |
| 3-5 | تثبيت نقاط الضبط | 42 |
| 4-5 | رفع المعالم | 43 |
| 5-5 | بيانات الكبري | 44 |
| 6-5 | التصميم الهندسي | 44 |
| 7-5 | حساب الكميات الترابية | 47 |
| | **الباب السادس**<br>**الخلاصة والتوصيات والمراجع** | |
| 1-6 | الخلاصة | 48 |
| 2-6 | التوصيات | 48 |
| | المراجع | 49 |

# فهرس الأشكال


| رقم الشكل | اسم الشكل | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| (1-2) | الأماكن المناسبة لإمرار الطريق منها والمفاضلة بينهما | 5 |
| (2-2) | كيفية وصف النقاط | 9 |
| (3-2) | المنحنى الانتقالي المركب . | 16 |
| (4-2) | منحني إنتقالي | 17 |
| (5-2) | إرتفاع ظهر المنحنى | 18 |
| (6-2) | القطاع الطولي | 20 |
| (2-7) | تنفيذ القطاعات العرضية | 22 |
| (1-3) | جهاز الميزان البصري | 24 |
| (2-3) | جهاز ميزان الليزر الدوار . | 24 |
| (3-3) | جهاز الميزان الإلكتروني . | 25 |
| (4-3) | مكونات جهاز المحطة الشاملة | 27 |
| (5-3) | التضليع بجهاز المحطة الشاملة. | 30 |
| (6-3) | جهاز قياس الأعماق مع وحدة GPS | 32 |
| (1-5) | مسار الطريق في الصورة الجوية | 42 |
| (2-5) | كيفية إستيراد النقاط | 45 |

# فهرس الجداول


| رقم الجدول | اسم الجدول | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| (1-5) | نقاط الضبط | 43 |
| (2-5) | بيانات الكبري | 44 |
| (3-5) | الكميات الترابية في الناحية الغربية | 47 |
| (4-5) | الكميات الترابية في الناحية الشرقية | 47 |

# الباب الأول

# الباب الأول
# المقدمة

## 1.1 مقدمة عامة

إحتاج الانسان للطرق مع بداية حركته على سطح الارض إذا انها تلعب دورا أساسيا في حياة الإنسان ومن خلالها يتواصل مع منافعه ومصالحه ليمارس حياته عبرها في شتى المناحي ولما لها من أهمية ودور فعال تلعبه الطرق فقد وجدت الإهتمام من الإنسان على مدى العصور فأصبحت تتطور صناعة الطرق مع كل تطور حضاري للإنسانية فكانت بدايتها عباره عن ممرات توصف وتعرف بالظواهر الطبيعية من حولها (أشجار وجبال ومجاري المياه وغيرها ) ،ثم حددت المسارات بعلامات من صنع البشر خاصة في المناطق التي تقل فيها الظواهر الطبيعية حتى تساعد الناس في الوصول الي غايتهم .

ثم تطورت هذه الممرات إلي طرق ترابية بعرض أوسع وذلك بعد دخول المركبات الي عالم الإنسان وإزدادت تطوراً إلي طرق مرصوفة بها عبارات لمجاري المياه (عبارات انبوبية وعبارات صندوقية وجسور).

## 2.1 صناعة الطرق

صناعة الطرق بصورة علمية هندسية تمر بعدة مراحل تبدأ بعملية الإستكشاف للنمطقة التي سوف يمر بها الطريق لعمل دراسة أولية وإبداء الملاحظات والتحفظات وإختيار عدة مسارات للمفضالة بينها وإختيار المسار الأنسب ،ثم تلي عملية الإستكشاف عملية الدراسة التفصيلية وهي عبارة عن جمع البيانات للمسار المقترح وماحوله من معالم ومن ثم عمل دراسات للتربة والعد الحركي والدراسات المائية وهذه البيانات تمثل الأساس الذي يعتمد عليه تصميم الطرق وحساب الكميات وتقدير التكلفه التقديرية للتنفيذ.

التقدم التكنولوجي في العصر الحديث كان له الاثر الواضح في كل مراحل صناعة الطرق ، فدخول الأقمار الصناعية والصور المستخرجة منها بالدقة العالية أصبحت هي نبراس مرحلة الإستكشاف فساعدت كثيرا في تقليل الجهد وكسب الزمن لإختيار مسار الطريق والقراءة الأولية لطبيعة المنطقة التي يمر بها الطريق وتكوين فكرة كاملة للعمل مخطط لإستكمال المراحل الأخرى .

## 3.1 التطور التكنولوجي في علم المساحة

أما التطور الكبير الذي حدث في علم هندسة المساحة والاجهزة المساحية التي تستخدم لجمع البيانات في الدراسة التفصيلية أحدثت ثورة هائلة في جمع البيانات بدقة عالية في زمنا وجيز وجهدا قليل وكلفة بسيطة ، فجهاز GPS الذي يتعامل مع الأقمار الصناعية بصورة مباشرة ليعطي إحداثيات ثلاثية (X,Y,Z) للمعالم في عملية الرفع المساحي وكذلك جهاز المحطة الشاملة الذي يستخدم في المناطق التي يتعذر في إستخدام GPS يعطي أيضا إحداثيات ثلاثية للمعالم وهنالك أيضا أجهزة لقياس أعماق المياه بتقنية GPS وتعطي إحداثيات ثلاثية . الحاسب الآلي لاشك في ان له دور بارز في عجلة التطور التكنولوجي وبرامجه المتعددة ساعدت كثيرا في شتى المجالات الهندسية فهنالك برامج لكل الأجهزة المساحية للتحويل البيانات من الأجهزة المساحية للحاسب الآلي ومعالجتها بما يتناسب للقرض الذي جمعت من اجله .

وفي المجال الهندسي وبرامج الCIVIL 3D للتصاميم الهندسية بشتى سبلها مثلت ثورة هائلة في تسهيل عمليات التصميم واخراجها بثوب قشيب مع معلومات متكاملة ، وبرامج ال CIVIL 3D هو أحد البرامج التصميمة ويستخدم في تصميم الطرق ، وفيه يتم إدخال البيانات المساحية في شكل نقاط وبخطوات بسيطة وقليلة من خلالها يتم رسم المسار بكل منحنياته وأيضا بخطوات أخرى يتم رسم القطاع الطولي للطريق (Profile) ومن ثم يتم رسم المستوى التصميمي بعد

إدخال المواصفات الفنية المطلوب تطبيقها على الطريق ومن ثم يتم رسم نموذج القطاع العرضي الذي يستخدم في حساب الكميات داخل البرنامج .

وفي هذا البحث تم إستخدام كل سبل وطرق وأجهزة التكنولوجيا الحديثة في تصميم مداخل ومخارج كبري سوبا بولاية الخرطوم لربط الولاية بالخط الدائري الأول للولاية مما يسهل كثيرا في الحركة الدائرية التي تربط أجزاء الولاية ليقلل من الإزدحام في الطرق داخل الولاية خاصة في تسهيل حركة الشاحنات الثقيلة للعبور للولايات الأخرى .

**الباب الثاني** يتحدث عن المراحل والخطوات التي يجب إتباعها في أعمال الطرق بطريقة متسلسلة إبتداءً من مرحلة الإستكشاف مروراً بالدراسة التفصيلية وحتى عمل التصميم النهائي وحساب الكميات.

**والباب الثالث** يتحدث عن الأجهزة المساحية الحديثة التي تم إستخدامها في المشروع خاصة في أعمال الطرق.

**أما الباب الرابع** يتطرق إلى برنامج الـ Civil 3D وأهم مكوناته الرئيسية والقطاعات العرضية والطولية كما يحتوى على شرح مفصل للخطوات التي إتبعت لتنفيذ المشروع والنتائج التي تم التوصل إليها.

**والباب الخامس** يتعمق عن الجانب العملي في الحقل من بداية إستكشاف المنطقة إلى أن تم توقيع مسار الطريق وعمل ميزانيات القطاعات العرضية ورسم القطاع الطولي والقطاعات العرضية ومن ثم إيجاد الكميات .

**والباب السادس** يتعلق بالخلاصة والتوصيات.

# الباب الثاني

# الباب الثاني
# المفاهيم الأساسية في تصميم الطرق

## 1.2 مقدمة

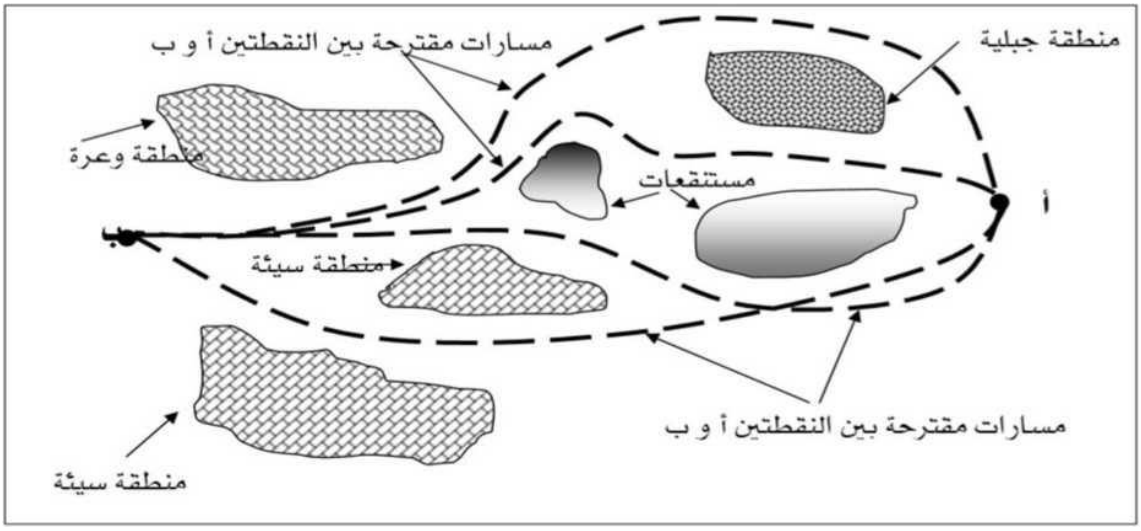
تشتمل الأعمال المساحية لدراسة الطرق على عدة مراحل مهمة، كالأعمال الإستطلاعية (الإستكشاف) لغايات التعرف على شريط الأرض الذي سيمر عبره الطريق موضوع الدراسة بالإضافة إلى تحديد مواقع النقاط المساحية المرجعية ضمن أو بجوار شريط الأرض.

وأيضا تشتمل على أعمال مساحية أخرى تؤدي إلى وضع مخططات شاملة(خرائط تفصيلية ) يمكن عن طريقها إختيار و تصميم المسار و توقيعه وإيجاد مناسيب الأرض عليه، وإستنادا على هذه المعلومات تحسب الكميات الترابية و التكلفة النهائية .

## 2.2 مرحلة الأعمال الاستطلاعية

تتلخص الغاية من هذه المرحلة في تحديد شريط (أواكثرمن الأرض) يحقق غايات وأهداف الطريقة الفنية والاقتصادية، ويتم هذا بالقيام بجولات إستطلاعية متعددة لفريق المهندسين المتخصصين بإستخدام المركبات المناسبة وفي أحيان اخرى تستخدم طائرة مروحية(حسب أهمية الطريق وطبيعة المنطقة الطبوغرافية)، بالإضافة إلى السير على الأقدام وركوب الخيل في بعض الأجزاء الصعبة...إلخ.

ومن المساعد والمهم جدا إستصطحاب الخرائط المتوفرة للمنطقة وكذلك الصور الجوية وبعض أدوات التجسيم المناسبة لغايات تسهيل عملية التعرف على الطبيعة، من شأن هذا كله أن يعين في البحث على الطبيعة عن الأماكن المناسبة لإمرار الطريق منها والمفاضلة بين خيار وأخر، كما في الشكل (2-1)




**الشكل (2-1) الأماكن المناسبة لإختيار الطرق و المفاضلة بينها .**

من الأمور التي يتوجب إستقصاؤها في هذه المرحلة ،الأهمية الإقتصادية للطريق، الخدمات التي يقدمها الطريق أو يساهم في تطويرها، المزايا السياحية والبيئية، ميول الأرض التي سيخترقها الطريق، الأعمال الإنشائية التي سيتطلبها المشروع، بالإضافة إلى معلومات فنية (جيولوجية وهيدرولوجية) يمكن إستنباطها من الخرئط والصور الجوية المتوفرة وربما أيضا من التقارير الفنية والبيانات الإحصائية المتعددة التي قد تتوفر عن منطقة المشروع والمشاريع المشابهة أوالمجاورة.

إن مثل هذه التحريات الميدانية تقود أو تؤدي إلى تحديد شريط أوأكثر ويوصى القيام بإجراء مسح طبوغرافي شامل لها بهدف إنتاج المخططات والمقاطع والرسومات والجداول المعلوماتية المختلفة والتي يتم على أساسها (بالدراسة والتحليل والمقارنة) إختيار محور المشروع النهائي . يشارعادة إلى وضع علامات مناسبة على المحاور التقريبية المقترحة للطريق الممكن إمراره من هذه الأشرطة. إختصارا وتسهيلا وزيادة في فعالية مرحلة الأعمال الاستطلاعية هذه، يلجأ المهندسون المصممون عادة إلى البحث عن كل ما يتوفر من خرائط وصور جوية وتقارير ومعلومات حول المنطقة المراد امرار الطريق منها للاستناد إليها في إجراء دراسة أولية تؤدي

ربما إلى حلول واقتراحات تقريبية لمسار الطريق، تكون مقاييس الخرائط والصور الجوية المطلوبة في هذه المرحلة صغيرة، أي: 1\5000 أو اصغر.

من بين المعلومات الأساسية التي يمكن إستنباطها من الخرائط والصور (ذات المقاييس الصغيرة) في هذه المرحلة الاستطلاعية نذكر :

- الميول من خلال خطوط الكنتور.
- الأجزاء التي لا تحتاج إلى إستطلاع ميداني لثبات عدم صلاحيتها لمرور الطريق منها (مستنقعات، إنحدارات شديدة، وعورة شديدة) وغيرها من الأجزاء غير الصالحة فنيا لإمرار الطريق منها.
- مواقع العبارات بمختلف أشكالها (الأنبوبية والصندوقية، منفردة ومتعددة...إلخ) والجسور لاجتيازالوديان والأنهار.
- الشريط أو الأشرطة المطلوب إستطلاعها على الطبيعة ومن ثم إجراء المسح الطبوغرافي الشامل لها لإستطلاع أو بالأحرى لإختيار المحاور والمفاضلة فيما بينها بهدف الوصول الي المسار أو المحور النهائي.

بعد توفر المعلومات الأولية المشتقاة من الخرائط والصور الجوية بالإضافة إلى مصادر المعلومات الاخرى والتي تمثل بمجملها مرشداً ودليلا أوليا في عملية الإستطلاع الميداني.

من خلال عملية الإستطلاع الميداني لا حاجة في هذه المرحلة إلى إجراء القياسات وحساب الإحداثيات الأفقية والمناسيب بل يكتفي بعملية الإختيار الجيد لعدد ومواقع النقاط الجديدة التي ستشكل الشبكة الأساسية التي ستستند إليها اعمال المسح الطبوغرافي في المرحلة اللاحقة.

يجدر بالملاحظة أنه من المفيد في هذه المرحلة الإستطلاعية تحديد الطريقة والأسلوب الذي سيتبع في تعين إحداثيات شبكة النقاط الجديدة كي يساعد في إختيار أفضل وسائل تجسيد وإظهار هذه النقاط في الطبيعة.

### 1.2.2 كروكي المنطقة

بعد إجراء عملية الإستكشاف للمنطقة يتم المرور فيها مرة أخرى و رسم كروكي شامل لها يبين جميع التفاصيل الصناعية والطبيعة ويطلق على هذا الكروكي أحيانا إسم إسكيتش المنطقة. والكروكي يرسم في دفتر متوسط الحجم وذو صفحات مسطرة يطلق علية دفتر الغيط. ويستحسن عند رسم الكروكي وأي بيانات أخرى ضرورية أن يتم رسم خط رأسي يتوسط الصفحة .

لايشترط أن يرسم الكروكي بمقياس رسم معين أو بأدوات هندسية بل يكفي أن يكون مرسوم بإتقان وممثلا للطبيعة بقدر الإمكان مع ملاحظة الجهات الأصلية أثناء الرسم ومن المعتاد أن يمثل حرف الورقة الجانبي إتجاه الشمال ويراعى عند رسم الكروكي ما يلي :

- أن يكون الرسم بقلم الرصاص الخفيف ليتيسر عمل التغييرات التي يتضح عدم مطابقتها للطبيعة.
- أن يكون الكروكي كبير بدرجة تسمح بيان التفاصيل.
- أن يكتب في الركن الشمالي الشرقي نوع طريقة الرفع التي ستستخدم والموقع الذي ستجري فيه و تاريخ عملها، والقائم بالعمل و توضع بقدر الإمكان الإشارات الإصطلاحية المتبعة لبيان نوع التفاصيل على هذا الكروكي .

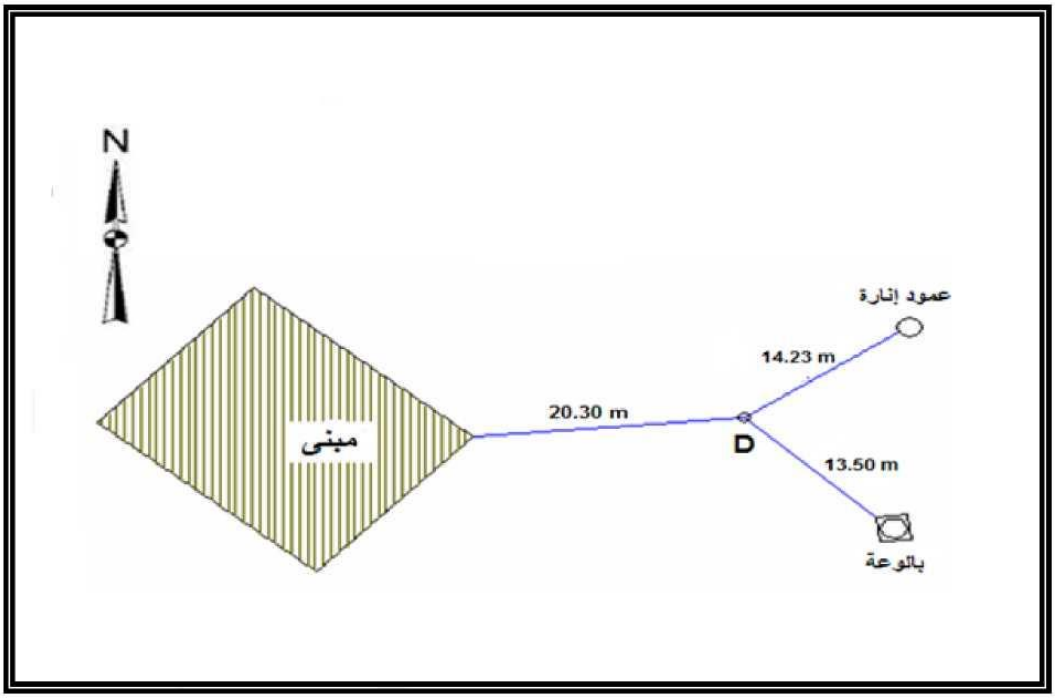
### 2.2.2 إختيار مواقع النقاط

عموما يراعى في إنتخاب أو إختيار مواقع المضلع أو الترافيرس مايلي :

- أن تكون الخطوط الواصلة بين هذه النقط أقل ما يمكن وبقدرالحاجة بحيث تكون هذه الخطوط في الأماكن المستوية المكشوفة بقدر الإمكان، ويجب تحاشي عقبات الرصد ما أمكن وذلك بأن نتأكد من أن كل نقطة مختارة ترى من النقطتين المجاورتين لها .
- إنتخاب النقط بحيث تشكل فيما بينها مثلثات زواياها ما بين °30 و°120 تقريباً ذلك لأن المثلثات ذات الزوايا الحادة جدا والمنفرجة جدا يكون رسمها مصحوب بأخطاء دائماً.
- إنتخاب النقاط بحيث تكون الخطوط الواصلة بينها أقرب ما يمكن من التفاصيل ومن حدود المنطقة المرفوعة .
- إختيارالنقاط في مواقع يصعب إزالتها فلا تكون في أرض رخوة أوتعترض المرورأوعرضة للعبث بها،وأن تكون في مواقع يسهل العثور عليها عند الرغبة في استعمالها .

### 3.2.2 وصف النقاط (عمل كروكيات للنقاط )

يتم عمل كروكي منفصل لكل نقطة من نقاط الترافيرس على حدى ٠ حيث يتم رسم الجزء المحيط بالنقطة مكبرا، ثم يتم قياس الأبعاد بين النقطة والمواضع الثابتة التي تحيط بها (عمود كهرباء ٠ منهول ٠ ركن منزل ٠ ... الخ ) وتكتب هذه الأبعاد في الكروكي حتي إذا أزيلت النقطة أو لم ستدل عليها في المنطقة يمكن التعرف علي موقعها الذي كانت عليه قبل إزالتها. أفضل الأبعاد ما كانت في إتجاهات متعامدة مع بعضها تقريبا ، كما هو في الشكل (2-2)




**شكل (2-2) كيفية وصف النقاط**

### 4.2.2 تثبيت النقاط

يتم عادة إلى تثبيت نقاط المساحة المرجعية (الأفقية و الرأسية ) على شكل أسطوانات أو مكعبات خرسانية بأبعاد 50 x 50 x 50 cm تتوسطها أسياخ أو علامات معدنية مناسبة تشير إلى موقع النقطة بالتحديد، يجري غرسها في الطبيعة بشكل جيد كذلك يمكن كبديل للمكعب الخرساني نقرس زاوية حديدية في حفرة وإحاطتها بالخرسانة الممزوجة بالدبش و قطع الحجارة الصغيرة ثم يجري ردم ورص جوانب الكتلة الخرسانية بشكل جيد، يمكن أيضا تثبيت النقطة المساحية في حالات الأراضي الصخرية على شكل صليب محفور في سطح الصخر بعمق مناسب 1-2 cm .

## 3.2 مرحلة الدراسة المساحية الاولية

في هذه المرحلة يتم إجراء مسح طبوغرافي شامل للشريط أو الأشرطة المقترحة أو المعتمدة مبدئيا استناداً إلى نتائج مرحلة الإستطلاع الأولية، الغاية الرئيسية من هذا المسح هي إنتاج مخططات طبوغرافية تفصيلية.

بجب أن تكون دقة و شمولية العمل المساحي في هذه المرحلة بحيث تسمح بتعيين أو إختيار محور الطريق الأفضل الذي يمكن أن يمر من خلال كل شريط، من أجل تحقق ذلك يجري عادة قياس و حساب و تصحيح إحداثيات و إرتفاعات كافة النقاط المساحية المرجعية الجديدة التي جرى إنشاؤها ضمن كل شريط مقترح .

يجدر بالذكر أنه لابد هنا من أخذ قياسات فائضة تسمح بإجراء عمليات التحقق و التعديل اللازمة . كذلك لابد من الإعتناء بهذه النقاط المرجعية لأنها ستخدم متطلبات أساسية أخرى لاحقة في مرحلة التصميم النهائية و في مرحلة التنفيذ، ثم يتم تعيين إحداثيات النقاط المرجعية الجديدة التي تم إختيارها بواسطة التضليع (traversing) .

### 1.3.2 التضليع

الترافيرس عبارة عن مجموعة نقاط متصلة ببعضها بخطوط يتم قياس إتجاهاتها وأطوالها، و من تلك القياسات تستخرج إحداثيات النقاط . و يستعمل الترافيرس لإنشاء هياكل تكون أساساً لربط أعمال المسح الطبوغرافي والتصوير الجوي التي تسبق إعداد الخرائط كما يستعمل لربط المدن والقرى والأراضي الزراعية و الأعمال الهندسية المختلفة . بعد رسم النقاط والخطوط على الخريط يتم تعيين مواقع تلك المعالم على الخريطة بربطها بتلك الخطوط . كما يمكن تحديد مواقع

المنشأت الجديدة من طرق و مباني وقنوات ..... الخ على الارض من الخرائط والمعلومات التي يصممها المهندس أو المعماري وذلك بقياس أبعادها على الخريطة من خطوط الترافيرس ثم نقل ذلك إلى الارض .

## 4.2 أعمال الرفع المساحي

يشتمل الرفع المساحي على أعمال الرفع الطبوغرافي و أعمال الرفع التفصيلي .

### 1.4.2 أعمال الرفع الطبوغرافي

تستخدم أعمال الرفع الطبوغرافي بصورة عامة لتحديد شكل سطح أرض المنطقة المرفوعة و بيان التضاريس الموجودة فيها من حيث الإنخفاضات و الإرتفاعات و ذلك بمعلومية الإرتفاعات و فروق الإرتفاعات بين بعض النقاط المختارة و التي تمثل شكل سطح أرض المنطقة و يكون حساب الإرتفاعات بقياس المسافات و الزوايا الرأسية أو السمتية أو أعمال الميزانيات العادية وتكون القياسات السائدة في هذ االنوع من أعمال الرفع المساحي الإرتفاعات وهذا لايمنع من إجراء القياسات الطولية و الزاوية الضرورية للمعالم الطبيعية و الصناعية الموجودة في الموقع إن وجدت و عادة ما تكون الخرائط المنتجة بأعمال الرفع الطبوغرافي صغيرة المقياس وهذا يعني أنها تغطي مناطق واسعة و كبيرة و تحتوي على مايسمى بخطوط الكنتور و التي تمثل مناسيب النقاط المرفوعة بحيث يصل كل خط كنتور بين النقاط ذات الإرتفاع الواحد وعادة ما تستخدم هذه الخرائط لأعمال الاستكشاف و تحديد الحجوم و الميول اللازمة لأعمال الطرق و نقل الطاقة و المياه و لأغراض الجيولوجيا .

يفضل اللجوء إلى أجهزة القياس الإلكترونية وخصوصا جهاز المحطة الشاملة (Total station) الذي يقيس الزاويتين الأفقية والرأسية بالإضافة إلى المسافتين المائلة والأفقية (وبالتالي إحداثيات مختلف النقط من خلال برمجة وتغذية معلومات أساسية معينة) في وقت واحد.

كذلك يسمح الجهاز بتخزين هذه الإحداثيات من خلال جامع المعلومات (Data Collector) الملحق بالجهاز (جهاز المحطة الشاملة) يجري فيما بعد معالجتها وإخراجها حاسوبيا بالشكل المطلوب (أي رسم هذه المعالم والتفاصيل بمقياس مناسب ومن خلال رموز واصطلاحات مناسبة مبرمجة بشكل مسبق). ويتم تعين مناسيب عدد كاف من نقاط سطح الأرض لغايات رسم الخطوط الكنتورية وبالتالي تمثل تضاريس هذا السطح (الارتفاعات والإنخفاضات والميول في سطح الأرض المعتبرة) .

### 2.4.2 أعمال الرفع التفصيلي

الرفع التفصيلي عادة ما يكون للمناطق المحدودة و الصغيرة مثل الأحياء السكنية و نسبة للمناطق الكبيرة المطلوب فيها أعمال رفع تفصيلي تقسم هذه المناطق إلى أجزاء أصغر و يتم رفع كل منها على حدى ويقصد بالتفاصيل هنا جميع المعالم التي على سطع الأرض وكذلك المعالم التي فوق سطح الأرض و تنقسم إلى:

- تفاصيل صناعية كالمباني و الطرق و الحوائط وكافة المنشأت الأخرى .
- تفاصيل طبيعية كالأنهار و الأودية و الأشجار .
- تفاصيل فوق سطح الأرض كخطوط نقل الكهرباء و الهاتف .
- تحت سطح الأرض كأنابيب المياه و الصرف وكيبلات نقل الطاقة وغيرها .

تتطلب أعمال الرفع المساحي أجهزة مساحية متنوعة مثل الأشرطة و البوصلة و أجهزة قياس الزوايا و أجهزة قياس الكترونية و بجب أن تكون هذه الأجهزة معايرة و صالحة للعمل. جهاز المحطة الشاملة يجمع بين وحدة إلكترونية لقياس المسافات ووحدة إلكترونية لقياس الزوايا، في وحدة واحدة متكاملة . و يلحق الجهاز بكارت خاص لتسجيل المعلومات عليه من خلال لوحة التحكم وبالتالي الاستغناء عن دفاتر الحقل الكلاسيكية، ويستطيع الجهاز أن يقيس الزوايا الأفقية و الرأسية و المسافات المائلة من مرصد واحد لعدد من النقاط و من خلال المعالج الداخلي و لوحة التحكم يمكن إختزال هذه القياسات إلى مسافات أفقية و رأسية و إحداثيات لمواقع النقاط المختلفة و عادة يتم إنزال هذه القياسات و الاحداثيات على أجهزة الحاسوب من خلال البرامج المتوافقة مع الجهاز وإجراء التصحيحات اللازمة و إستخراج العديد من البيانات على شكل خرائط و جداول منظمة، بعدها يتم عمل الخريطة التفصيلية لشريط الطريق التي تم إنشاؤها من إحداثيات النقاط التي تم إدخالها من عملية الرفع المساحي في الحاسوب باستخدام برنامج الأتوكاد و من ثم يتم رسم المسار في الحاسوب و الذي يجب أن يخدع لعملية تصميم المسار .

## 5.2 تصميم مسار الطريق

نبين في ما يلي أهم الإعتبارات والعوامل الأساسية التي أصبحت تحكم عملية التصميم لمسارات الطرق :

- التجارب مع الإحتياجات الحالية والإنسجام والتكامل مع المتطلبات والمشاريع المستقبلية.
- الحاجة للطرق ومدى الإستفادة منها على المستوى الجماهيري.
- تحقق متطلبات الراحة والجمال بشكل يتكامل مع غايات الطرق الأساسية.
- تلبية الإحتيجات المرورية لإستعمالات الأراضي المجاورة الحالية منها والمستقبلية.

- تحقق الوفرة الاقتصادية.
- تأمين السلامة العامة باقصى درجات من الإعتبار حتى في حالات السرعة والكثافة المرورية العالية.
- متطلبات الصيانة ونفقاتها.
- التحمل والديمومة.
- تحقق مستوى الخدمات المطلوب للمرحلة الحالية مع أخذ المرحلة المستقبلية بعين الإعتبار.
- الإنسجام والتكامل مع المناظر الطبيعية حول المسار ومع طبوغرافية الأرض المجاورة وإستعملاتها.
- الملائمة بين مكاسب مستخدمي الطرق ومكاسب غيرمستخدمي الطريق.
- العوامل البيئية المختلفة.

## 6.2 المنحنيات الأفقية

تعتبر المنحنيات ذات أهمية في الكثير من المشروعات و خصوصا :

- مشروعات الطرق .
- مشروعات السكك الحديدية .
- مشروعات أعمال الري بصفة عامة .

وتستخدم المنحنيات عموماً في أعمال الهندسة للتغيير من إتجاه خط مستقيم إلى إتجاه أخر سواء أكان في المستوى الأفقي ( منحنيات أفقية ) أو في المستوى الرأسي ( منحنيات رأسية). وفي المستوي الأفقي يقوم المنحنى الأفقي بتوصيل هانين الإتجاهين لتفادي التغيير المفاجئ في

الإنحراف ويكون هذا المنحني مماسا لهما، وأبسط أنواع المنحنيات هو القوس الدائري ويتوقف نصف قطره على عدة عوامل من أهمها ما يلي :

- نوع المشروع .
- أهمية المشروع .
- طبوغرافية المنطقة

والأسس العامة للتخطيط لهذة المنحنيات عموما واحدة في جميع المشروعات و إن كانت تختلف تبعا لنوع و دقة العمل المطلوب .

ففي مشاريع السكك الحديدية و الطرق الرئيسية تكون أنصاف أقطار المنحنيات الدائرية كبيرة و يحتاج الأمر إلى دقة عالية جدا في تخطيط هذه المنحنيات أما في مشاريع الري أو الطرق الثانوية فتكون أنصاف أقطار المنحنيات صغيرة ولا تحتاج إلى دقة كبيرة في توقيعها .

### 1.6.2 أنواع المنحنيات الأفقية

**يمكن تقسيم المنحنيات الإفقية إلى ثلاثة أنواع :**

- منحنى دائري بسيط
- منحنى دائري مركب
- منحني دائري عكسي

### 2.6.2 المنحنيات الإنتقالية

المنحنى الإنتقالي هو منحنى يوصل الإتجاهات ببعضهما عن طريق أقطار تتراوح بين مالانهاية إلى نصف قطر معين و عند مقارنة المنحنيات الانتقالية بالمنحنيات الدائرية البسيطة نجد أن المنحنيات الانتقالية أكثر تعقيدا من البسيطة في قوانينها الحسابية و في توقيعها في الطبيعة

ولكن المنحنيات البسيطة محدودة في تصميمات الطرق و السبب هو القوة التي تؤثر على العربية أثناء حركتها في المنحنى، والمنحنيات الانتقالية تستخدم لنقل هذه القوة تدريجيا و بشكل موحد و بالتالي يكون ضمان سلامة الراكب.

قوة الطرد المركزية تؤثر على المركبة أثناء حركتها في المنحنى، إذا كانت كتلة المركبة m وتسير بسرعة ثابتة v على منحنى نصف قطرة r ،إذا يمكن حساب القوة الإشعاعية أو قوة الطرد المركزية من :

$$p = \frac{mv2}{r}$$

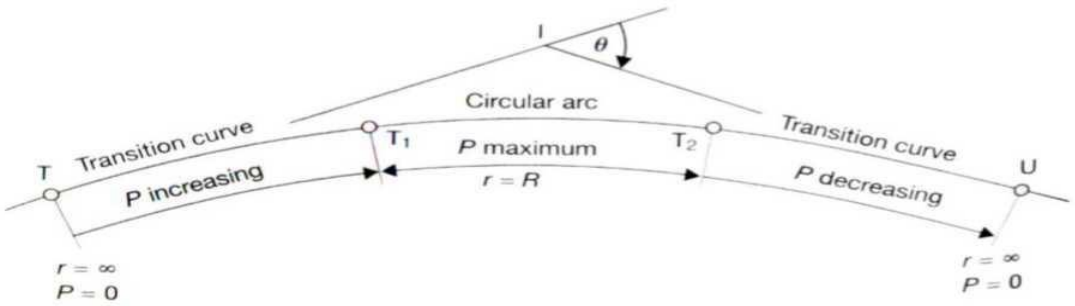
هذه القوة تعمل على دفع العربة خارج المسار في المنحنى و لكنها في الطريق المستقيم ليس لها تأثير

$$p\ \alpha\ \frac{1}{r} \qquad r = \infty\ ,\ p = 0$$

**المنحنيات الانتقالية تستطيع أن تربط خطين مستقيمين بإحدى هاتين الطريقتين :**

1.2.6.2 المنحنى الإنتقالي المؤلف

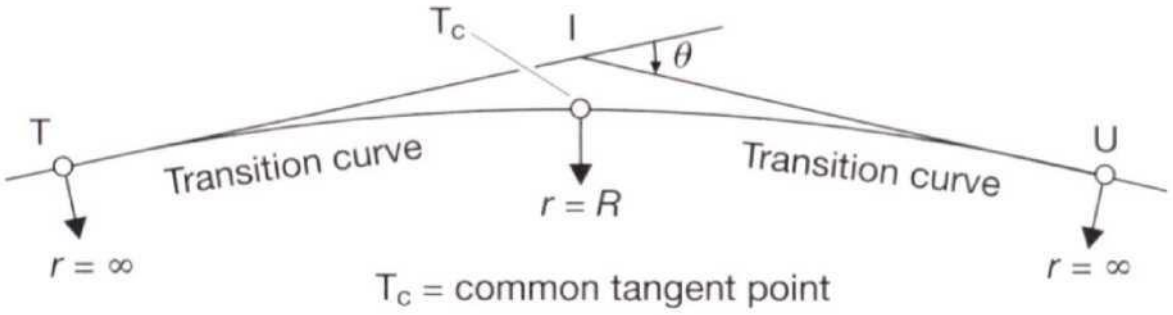
وفيه يكون منحنيين إنتقاليين متساويين في الطول و متمركز بينهما منحني بسيط نصف قطره r .




**الشكل (2-3) المنحنى الإنتقالي المركب**

### 2.2.6.2 المنحنيات الإنتقالية بالكامل

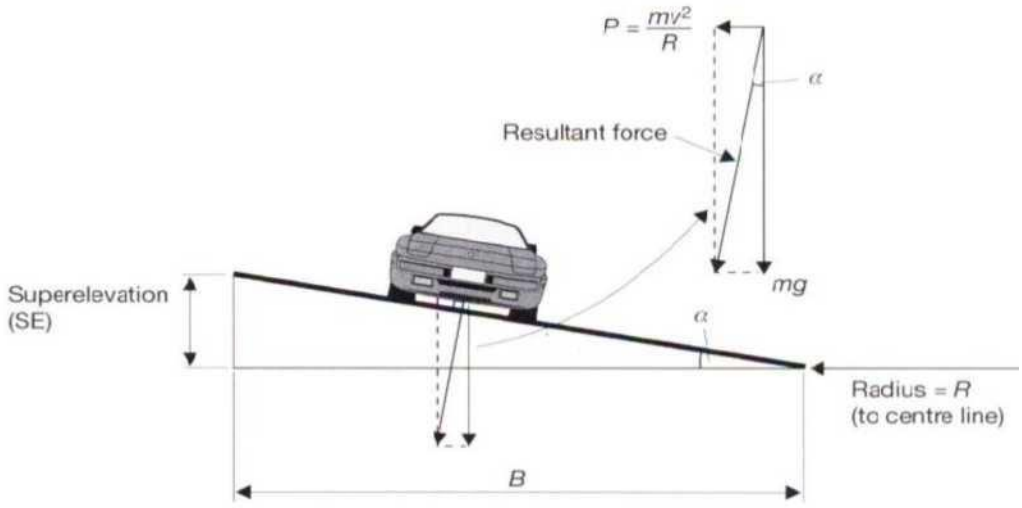
المنحنيات الإنتقالية كلياً تتكون من منحنيين إنتقاليين متساويان في الطول و ليس بينهما منحني دائري بسيط ،نصف القطر لهذا المنحنى يتغير بإستمرار و بالتالي القوة المؤثرة تتغير بمقدار ثابت و فية نقطة واحدة فقط Tc يكون تاثير القوة فيها أعلى مايمكن وهذا يدل على أن المنحنيات الإنتقالية كليا هي أكثر أمان من المنحنيات الإنتقالييية المركبة .




**الشكل (2-4)** منحنيين إنتقاليين.

## 7.2 رفع الظهر عن البطن

لمقاومة قوة الطرد المركزية يتم رفع الحافة الخارجية للطريق عن الحافة الداخلية بمعدل يسمح بإستقرار المركبات وهو مايعرف بإرتفاع ظهر المنحنى ( super elevation ) كما هو مبين في الشكل (2–5) .




**الشكل (2–5) إرتفاع ظهر المنحنى .**

وبإعتبار القوة المؤثرة لخارج المسار و وزن المركبة يمكن ايجاد الاتي :

$$\tan\alpha = \frac{mv^2/R}{mg} = \frac{v^2}{gR} \qquad \text{and} \qquad SE = B\tan\alpha$$

$$SE_{\max} = \frac{Bv^2}{gR}$$

حيث أن :

$m \equiv$ كتلة السيارة

$B \equiv$ عرض الشارع

$\alpha \equiv$ زاوية ميلان الشارع

$SuperElevation \equiv SE$

$v \equiv$ سرعة السيارة

$g \equiv$ عجلة الجاذبية

في هذه المعادلة يجب ان تكون قيمة ال v بال m/s ويكون أعلى SE عند أقل نصف قطر أي نصف القطر المنحنى الدائري المتمركز في المنحني الانتقالي المركب أو في النقطة Tc في المنحنى الانتقالي كليا . بعد تصميم المسار مع الأخذ الإعبارات السابقة بجب توقيعه بواسطة جهاز المحطة الشاملة وتقسمة كل 25 m قطاع عرضي و يتم عمل ميزانية القطاعات العرضية حتى يتثنى إمكانية حساب الحجوم للحفر و الردم .

## 8.2 القطاعات الطولية والعرضية

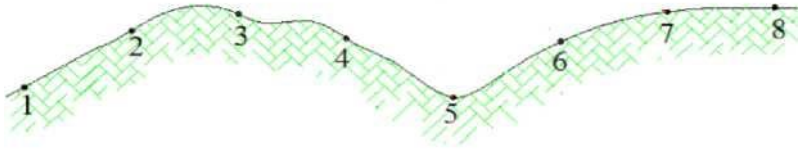
القطاعات الطولية و العرضية من المعلومات المهمة جدا في تصميم الطرق فمن خلالها يتم معرفةإنحدارات الإرض الطبيعية على طول المسار و على جانبيه وأيضا تستخدم في حساب كميات الحفر والردم .

### 1.8.2 القطاع الطولي

القطاعات الطولية هي من نتائج أعمال الميزانية الممتدة على طول المحور مثل أعمال الطرق و المصارف و مد الأنابيب و يحتوي على المعلومات المتعلقة بسطح الارض و بالمشروع مثل نقطة بداية المشروع ونقطة نهايته و كذلك تغيير الإنحدارات كما في الشكل (2–6) .

تعتبر القطاعات الطولية من المعلومات الضرورية لدراسة الكميات في معظم المشروعات الهندسية، و في المشروعات التي لا تحتاج إلا لعرض صغير فقط حيث يمكن إعتبار منسوب نقطة المحور ممثلة لمنسوب القطاع العرضي للأرض عند هذه النقطة (سطح الأرض أفقي في الاتجاه العمودي على المحور )، كما في حالة وضع ماسورة مياه أو مجاري أو مد أسلاك خطوط التليفون و أنابيب الغاز على أن تكون جوانب الحفر رأسية فإن حساب مكعبات في مثل هذه الحالات يمكن إعدادها بإجراء قطاع طولي فقط على محور المشروع و إيجاد مناسيب نقاط عليه اما على مسافات متساوية إذا كانت الأرض منتظمة أو عند التغيير في طبيعة الأرض .

ثم يتم رسم هذا القطاع بمقياس رسم مناسب و بعد رسم القطاع يوضح خط الإنشاء التصميمي أو المقترح على الرسم و بنفس مقياس الرسم مع بيان منسوبه عند البداية و النهاية و عند النقاط المبين مناسيبها على المحور و عند النقط التي يتغيير فيها الإنحدار في خط الإنشاء و أحيانا يكون خط الإنشاء ذي إنحدارات مختلفة لأغراض فنية أو اقتصادية. سواء اكان محور المشروع خطا مستقيما أو منحنيا أو متكسرا أو مكوناً من عدة خطوط فإننا نفرد القطاع ونعالجه على أنه خط مستقيم . ونحسب المكعبات وكميات الأتربة من القطاعات الطولية.




**الشكل (2-6)** القطاع الطولي .

1.1.8.2 تنفيذ القطاع الطولي في الطبيعة

يقسم المحور الطولي إلى عدة نقاط ممثلة بأوتاد على سطح الأرض تقع جميعاً على إستقامة واحدة لتكون محورا طولياً لمشروع معين كطريق أو سكة حديد أو قناة ري و المسافة بين هذه النقاط تختلف على حسب تغير الإتجاه و طبوغرافية الأرض وتتراوح هذه المسافة من 10 –50 و المقدار السائد من 20 — 30 أما طريقة وضع النقاط في الطبيعة على إستقامة واحدة فيتم بوضع جهاز المحطة الشاملة عند نقطة البداية و يضبط الضبط المؤقت ثم يتم التوجيه على نقطة النهاية ثم يربط مسمار الحركة السريعة فيكون خط النظر هو الإتجاه المطلوب و مع طرح الشريط على المسافة المطلوبة وتحرك حامل الأوتاد يمينا وشمالاً حسب توجيه الراصد .

ومن ثم يتم تعيين مناسيب نقاط المحور و لكن من الضروري أن نبحث عن نقطة معلومة المنسوب تكون قريبة من بداية المشروع لحساب المناسيب إستنادا عليها وأيضا يتم البحث عن نقطة ثانية معلومة المنسوب قريبة من نهاية المشروع وذلك للتحقق و التدقيق .

### 2.8.2 القطاعات العرضية

كثيرا ما يلزم معرفة تضاريس سطح الأرض ليس فقط عند نقاط محددة على ححور المشروع، ولكن عند نقاط على يمين و شمال هذا المحورأيضا من أجل هذا يجري قياس مناسيب نقاط مختارةعلى إتجاهات متعامدة مع محور المشروع تسمى هذه الإتجاهات بالقطاعات العرضية تتباعد هذه القطاعات عن بعضها حسب طبيعة الأرض و درجة الدقة المطلوبة إلأ أنها تتراوح بين 10 m — 50 m أما مسافة إمتداد القطاع العرضي عن يمين و شمال المحور، فتتبع ابضا طبيعة الأرض و الغرض من المشروع .

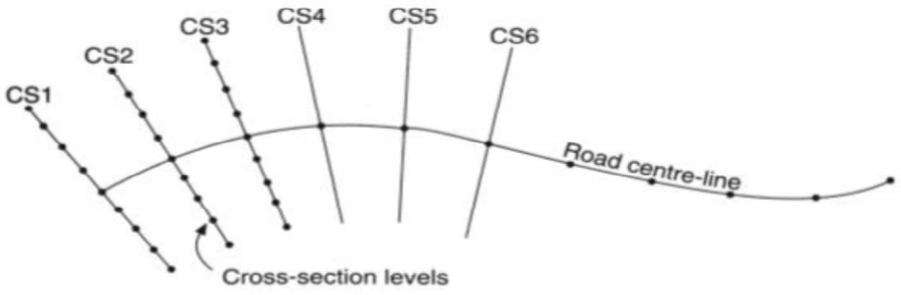
يتم عمل القطاعات العرضية للمشاريع الممتدة طوليا، و التي تشغل شريطا عرضيا مع الأرض مثل مشاريع الطرق و سكك الحديدية و القنوات الصناعية و التي يلزم معرفة شكل الأرض لحساب مكعبات الحفر و الدرم بدقة عالية و توقيع نقاط القطاعات العرضية باستخدام جهاز المحطة الشاملة ثم يتم الرصد بأعمال الميزانيات لهذه النقاط لحساب مناسيبها .

1.2.8.2 تنفيذ القطاعات العرضية في الطبيعة

يتم تنفيذ القطاعات العرضية أثناء تنفيذ القطاع الطولي للمشروع، حيث يتم إستخدام جهاز المحطة الشاملة في إنشاء إتجاه عمودي على المحور الطولى ثم توقيع نقاط القطاع العرضي على مسافة تغير سطح الأرض ،أو مسافة ثابتة بين كل نقطة و التي تليها عن يمين و شمال

المحور ، و راعى أن تغطي النقاط عرض المشروع، و بعد ذلك نرقم هذه القطاعات و ترقم نقاطها كما في الشكل (2-7) .

و بعد توقيع القطاعات العرضية، يتم وضع جهاز الميزان في أماكن قريبة من القطاعات العرضية بحيث يكون كل قطاع واضحا للميزان، و في نفس الوقت لأبد من إمكانية رصد نقاط القطاع الطولي، و تظهر فائدة هذه الطريقة عندما تزيد المسافات بين القطاعات العرضية، فلا يسمح للميزان رؤية جميع النقاط فيلزم عمل نقاط دوران، وقد يبدأ الرصد للقطاع العرضي من محوره و قد يبدأ من أحد جانبيه .




**الشكل (2-7)** تنفيذ القطاعات العرضية .

# الباب الثالث

# الباب الثالث

# الأجهزة المستخدمة

## 1.3 الميزان

**تعريف الميزان :**

الميزان هو جهاز مساحي بواسطته يمكن الحصول على مستوى أفقي وهمي، وذلك بأن نحصل على خط نظر أفقي مهما دار الجهاز حول محوره الرأسي١ وذلك عند عمل لأي ميزانية طولية أوعرضية أو ميزانية شبكية .

### 1.1.3 أنواع أجهزة الميزان

هو جهاز مكون من منظار ومسامير خاصة بالضبط وهو شائع الإستخدام في أغلب المشاريع الهندسية مثل القطاعات الطولية والعرضية وتمديدات المياه والمجاري ويستخدم فيه القامة العادية، كما هو في الشكل (3-2).

**الشكل (3-1) جهاز الميزان البصري**

2.1.1.3 جهاز الميزان بنظام الليزر الدوار

يعمل الجهاز على إرسال شعاع ليزر يستقبل على وحدة خاصة تابعة للجهاز تقوم بإظهار المعلومات والبيانات الخاصة بالمنسوب أو الميل، وتبلغ سوعة دورانه 600-900 لفة/دقيقة ويستخدم لتوقيع الإنحدارات والميول، كما هو في الشكل (3-3) .

**الشكل (3-2) جهاز ميزان الليزر الدوار .**

3.1.1.3 الميزان الالكتروني الرقمي

هو جهاز مزود بتكنولوجيا متطورة لمعالجة صور القامات لتعيين فروق المناسيب والمسافات الافقية وعرض المعلومات على شاشة الجهاز وتسجيل العلومات والبيانات في ذاكرة الجهاز الداخلية وتبلغ دقة الجهاز في تعيين المناسيب 1 مم ودقة تعيين المسافات (1–5) مم كما هو في الشكل (3–4) ٠

**الشكل (3–3) جهاز الميزان الإلكتروني .**

## 2.3 جهاز المحطة الشاملة

جهاز المحطة الشاملة أو المتكاملة عبارة عن وحدتين متكاملتين لقياس الزوايا وحدة الثيودوليت الإلكتروني و المسافات (وحدة قياس المسافات الكترونيا ،أي الدستومات EDM) بالإضافة إلى كرت خاص لتسجيل المعلومات و القياسات إلكترونيا ليجرى قراءة و إستخراج المعلومات المسجلة عليه من خلال حاسوب . ومن ثم إجراء التصحيحات و الإضافات اللازمة لغايات إستخراج العديد من البيانات علي شكل رسومات وجداول بمختلف أشكال المعلومات وفقاً لبرامج محددة و منتقاة لخدمة الأغراض المرجوة .من أهم ميزات جهاز المحطة الشاملة السرعة ، الدقة وسهولة الإستعمال و إمكانية الربط المباشر و غير المباشر بالحاسوب و التسجيل الأتوماتيكي للمعلومات و بالتالي الإستغناء عن دفتر الحقل الكلاسيكي . 1.2.3 مكونات المحطة الشاملة (Station Total of Components):

يتكون جهاز المحطة الشاملة من مجموعة من الأجهزة (تم تجميعها في إطار واحد) تشمل :

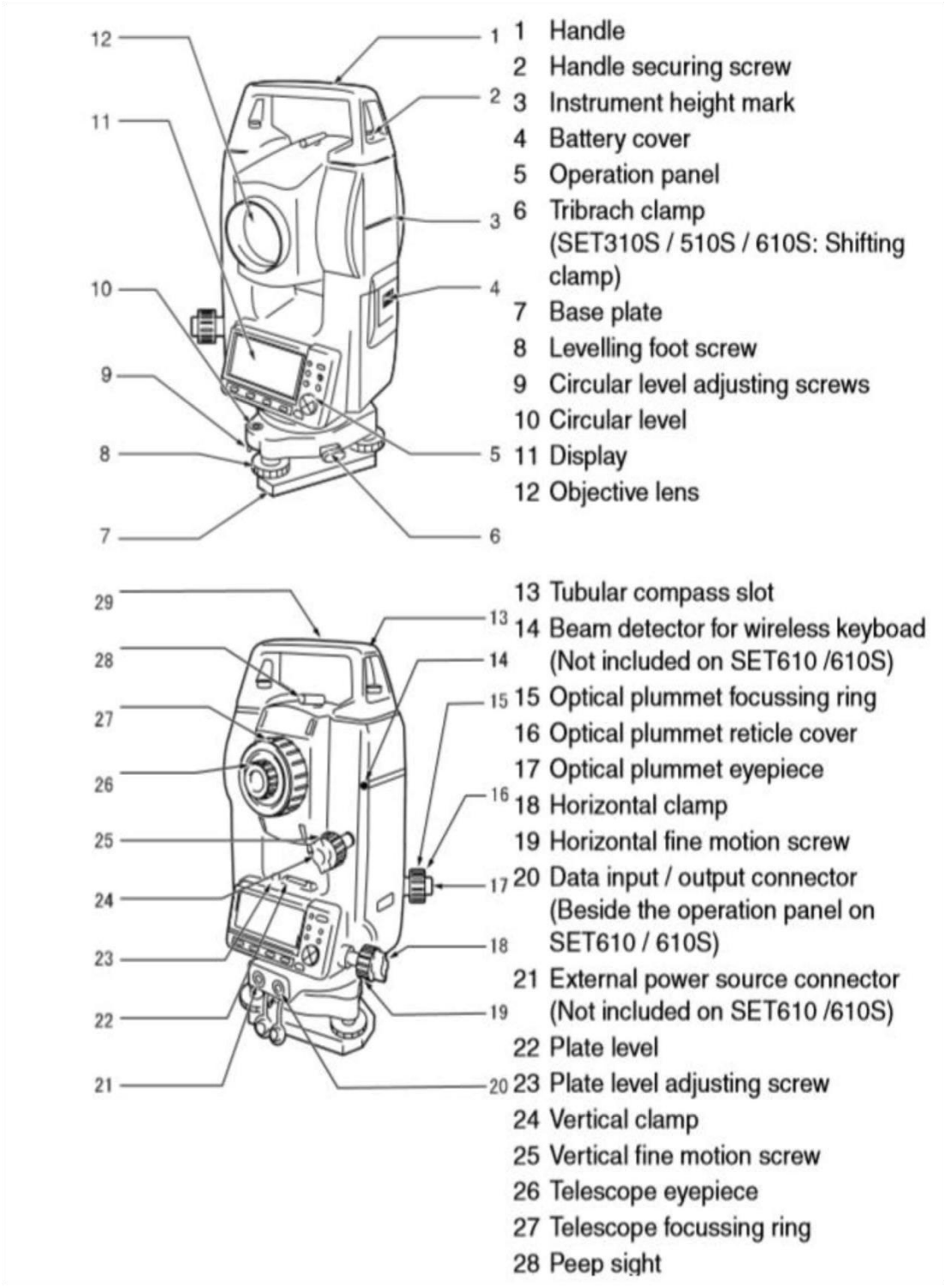
1) جهاز ثيودلايت الرقمي .

2) جهاز قياس المسافات اللإلكتروني EDM .

3) ذاكرة إلكترونية لتسجيل القياسات .

4) وحدة كمبيوتر micro–processor لتشغيل البرامج الحسابية .

5) أجهزة ملحقة مثل البطارية و مجموعة العواكس و الحامل الثلاثي و كابل التوصيل بالكمبيوتر .




الشكل (3-4) مكونات جهاز المحطة الشاملة .

- تسمح وحدة الكمبيوتر بأداء الحسابات في الموقع و الحصول علي الإحداثيات آنياً .
- إمكانية قياس المسافات بدون عاكس (بالليزر) لعدة مئات من الامتار .
- سرعة في قياس المسافات الكترونيا (ثانية أو أقل) .
- التحقق من أخطاء ضبط أفقية الجهاز و تعديلها (في حالة وجود موازن compensator بالجهاز )

أو تصحيح القياسات حسابيا .

- البطارية تمد الجهاز بالطاقة اللازمة لعدة ساعات .
- نظام تشغيل مدل windows لسهولة العمل (بعض الاجهزة تدعم العربية) .
- ذاكرة تخزين كبيرة لتخزين القياسات بالجهاز (ناكرة داخلية أو ناكرة تخزين) .
- بعض الأجهزة تسمح بتوصل وحدة تحكم خارجية control unit أو وحدة تجميع البيانات data collector لسهولة العمل .
- سهولة نقل البيانات للكمبيوتر (كابل أو وحدة بلوتوث) .
- القدرة عل ننحمل ظووف الطقس المختلفة في الموقع (حتي 50 درجة مئوية) .
- بعض الأجهزة بها كاميرا رقمية داخلية لتصوير مواقع الرصد كنوع من أنواع توثيق بيانات المشروع .
- صغر الحجم و خفة وزنه ممايسهل التنقل به بين المواقع المختلفة .

### 2.2.3 مساؤي إستخدام أجهزة المحطة الشاملة

يصعب إجراء التحقيق الميداني أثناء أخذ القياسات إذ لابد من العودة الى المكتب و إخراج الحسابات و الرسومات و من ثم إجراء تحقق شامل .

يلزم إستخدام فلتر خاص عند رصد الشمس و إلا تعرضت وحدة قياس المسافات الإلكترونية (EDM) للعطب أحيانا تنعكس الإشارة الكهرومغنطيسية من شئ (جسم ما أو سطح ما عاكس) غير العاكس نفسه .

### 3.2.3 التضليع بواسطة جهاز المحطة الشاملة

يمكن تلخيص خطوات العمل بجهاز المحطة الشاملة فيما عدا المضلعات ذات الأضلاع الطويلة تتجاوز في أطوالها الكيلومتر، يمكن العمل علي النحو التالي :

يثبت الجهاز فوق نقطة مناسبة (i) داخل أو خارج للضلع أو حتي فوق أحد أركان المضلع ذاته مع مراعاة أن يكون موقع هذه النقطة المختارة معلوما أو مفروض الإحداثيات و يجري ضبط رأسية و أفقية الجهاز تماماً في هذه المحطة (الضبط المؤقت ) .

يوجه منظار الجهاز بإتجاه نقطة أخري (II) معلومة الإحداثيات، أو تشكل مع محطة الرصد (المحطة المثبت فوقها الجهاز) خطا معلوم الأزموث (الأنحراف الكلي عن الشمال) أو سيجري قياسه بالرصد

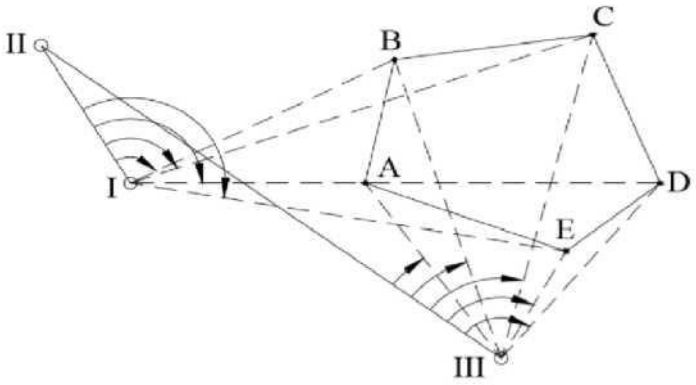
الفلكي أو بإستخدام البوصلة (إذا كان موضوع الإتجاهات غير مهم أو مطلوب بشكل دقيق )٠ لاحظ أنه يمكن حساب أزموث خط بمعلومية إحداثيات طرفيه (II , I) .

يغذى الجهاز بإحداثيات نقطة الرصد (أ) و بازموث الضلع (I, II) سواء كانت معلومة أو افتراضية ٠ و بارتفاع مركز الجهاز فوق نقطة الرصد و كذلك بارتفاع مركز العاكس فوق ركن المضلع الذي سيتم رصده (و إرتفاع الهدف المرصود ).

تصفر دائرة الزوايا الأفقية بينما الرصد بإتجاه النقطة (II) من النقطة ( I ). الآن يلف المنظار بإتجاه دوران عقارب الساعة لرصد كافة أركان المضلع ومن الطبيعي أن يجري تثبيت العاكس فوق كل ركن من أركان المضلع (A,B,C,D,E ) عند إجراء الرصد بإتجاهه لغايات القياس والتسجيل الآلي للمسافات والزوايا (الأفقية والرأسية ).

الأن بوسع جهاز المحطة الشاملة الأتوماتيكي حساب و تخزين و إظهار (علي شاشة الجهاز نفسة) قيم الزوايا الأفقية و الرأسية و الإنحرافات (Azimuths) و للمسافات الأفقية و المائلة لخطوط القياس و كذلك إحداثيات أركان المضلع (A,B,C,D.E) و فروق الارتفاعات و المناسيب (إذا تم تغذية الجهاز بالمنسوب المعلوم أو المفروض لنقطة الرصد I) و معلومات أخرى وفقا للمطلوب و لنوع الجهاز و نوع و عدد و كفاءة برامج الحاسوب و الملحقات الأخرى.

الأن يجري الإنتقال إلى محطة رصد جديدة بجوار المحطة السابقة (I)، و لتكن (III) شريطة أن تكون إحداثياتها معلومة وتتبع نفس المرجعية المعتمدة لمحطة الرصد الأولي (I) . نقوم الأن بإتباع نفس الخطوات الواردة أعلاه مع تغيير فقط موقع محطة الرصد من (I) إلى (III) و عند توافق أو تقارب النتائج يجري إعتماد القيم المتوسطة للمسافات و الانحرافات و المناسب (أو فروق الارتفاعات ) و الإحداثيات الناتجه عن عمليتي الرصد من كلتا المحطتين (I) و (II) .




**الشكل (3-5) التضليع بجهاز المحطة الشاملة.**

## 3.3 جهاز تحديد المواقع العالمي

### 1.3.3 مقدمة في نظام تحديد المواقع العالمية

يعرف نظام تحديد المواقع العالمى (GPS) بأنه نظام يمكن من تحديد المواقع والسرعات والإتجاهات في شتى أنحاء العالم برا وبحرا وجواء وعلي مدار الساعة وفي ظل مختلف أنواع الطقس والشروط الجوية والمناخية وذلك بالإستناد بشكل رئيسي إلى مجموعة من الأقمار الصناعية ( Artificial

Satellites) . وقد أدى ظهور هذا النظام الى أحداث ثورة تقنية حقيقية وهائلة في مختلف ميادين هندسة المساحة وهندسة الإتصالات وإلى تحقيق قفزة نوعية كبرى في السرعة والسهولة والشمولية والمرونة، وعليه فإن هذا النظام يعتبر بحق أحد أعظم القفزات النوعية في تقنيات هندسة المساحة .

### 2.3.3 مزايا إستخدام نظام تحديد المواقع العالمية

يمكن ذكر بعض المزايا لهذا النظام الحديث المتطور علما بأن هذه المزايا تزداد مع الزيادة في الإقبال على إستخدامه مع تنامي عمليات التطوير والتحسين التي تجرى عليه، من هذه المزايا:

- أنه النظام الأكثر سرعة في تحديد زوايا العرض والطول (Latitudes and Longitudes) .
- نظام ال–GPS متوفر على درجات متفاوتة من الدقة حسب طبيعة وغايات الإستخدام .
- يسمح نظام ال– GPS بالمزيد من التطور مستقبلا ومن المأمول فيه أن تشهد الأسواق العالمية خلال بضع سنوات الملايين من أجهزة إستقبال GPS بأنواع وأشكال مختلغة وبدرجات متقاوتة من حيث الدقة والثمن .
- لا يتأثر نظام ال– GPS كثيراً بالعوامل الجوية مقارنة بأجهزة المساحة التقليدي .
- يمكن إدخال نظام ال– GPS على العديد من برامج التطبيقات المساحية كعامل تحسين من حيث الدقة والاقتصاد والسرعة .
- سهولة الاستعمال وتغطية كامل الكرة الأرضية ليلا ونهاراً .
- يمكن إختيار النقاط دون الحاجة إلى أن تكون على مسافة رؤية متبادلة فقد تصل إلى عدة ألآف من الكيلومترات .

### 3.3.3 تطبيقات نظام تحديد المواقع العالمية

يمكن ذكر المجالات الرئيسة التالية التي ؤستخدم فيها نظام ال–GPS :

- في الإستخدامات المساحية المتعلقة بتعين الإحداثيات الأفقية والمناسب للمواقع الثابتة علي سطح الأرض .
- في مجالات الملاحة (الأغراض الملاحية ) مثل القيادة الآلية للطائرات والسفن وتوجيه الصواريخ والقذائف عبر مسافات طويلة .
- الحصول على إشارات زمنية قياسية عالية الدقة .

## 4.3 جهاز قياس الأعماق

**الشكل (3-6 ) جهاز قياس الأعماق مع وحدة GPS**

يستخدم جهاز الأعماق لمعرفة الأعماق المختلفة في البحر ، و معرفة نوع سطح البحر منه نوعان الثابت و المثقل.

فالثابت يكون مثبت علي الباخرة و القاطرات و بعض الزوارق ، أما المثقل (المحمول) يكون غير ثابت إلا عند الاستخدام .

**لمعرفة الأعماق و نوع السطح (القاع) بطريقتين وهي كالتالي:**

1) **المجس اليدوي** : و هو عبارة عن ميل طويل و رصاص . و يكون الحبل محرز لمعرفة العمق .

2) **المجس الصوتي** : الذي يعرف بإسم جهاز الايكو ساوندر Echo Sounder ويعمل علي الذبذبة KHzoR200 So وقوة الارسال 100 wat المعروف ب Ultrasonic وهو ذو فائدة عظيمة للبشرية و خاصة في التقدم العلمي.

**فبواسطته يمكننا القيام بالأعمال التالية :**

1. تعميق الممرات البحرية داخل الميناء .
2. تحديد معالم سير البواخر في قنواتها .
3. قياس ورصد التيارات البحرية.
4. تحديد ورسم المسارات (الطرق) البحرية للسفن للدخول والخروج إلي الموانئ و المراسي
5. تحديد مواقع المسارات البحرية.

# الباب الرابع

# الباب الرابع

# برنامج Civil 3D

## 1.4 تعريف البرنامج

- برنامج(C3D) Civil 3D من انتاج شركة Autodesk الامريكية وهي الشركة التي تنتج برنامج الرسم الهندسي الشهير AutoCAD .
- هناك شركة Bentley الامريكية تنتج برامج مماثلة لبرامج شركة Autodesk مثل برنامج MicroStation وبرنامج MXRoad .
  - فبرنامج Micro Station يماثل برنامج AutoCAD
  - وبرنامج MXRoad يماثل برنامج Civil 3D
- البرنامج متخصص في التصميم الهندسي (Geometric Design) للمشاريع ذات المسارات (طرق – سكة حديد – صرف صحي – خطوط المياه والبترول والغاز.....الخ) .

## 2.4 تطور البرنامج

- بدأت الشركة في برنامج التصميم الهندسي عام 1999 ببرنامج Auto Desk land Development
- في اصدارة عام 2004 تغير الاسم الى Auto Desk land
- اول اصدارة لبرنامج Civil 3D كانت تجريبية في عام 2005
- استمر اصدار برنامج Auto Desk land حتى 2009 وبعدها توقف تماماً ليستمر برنامج Civil 3D فقط
- اصدارات البرنامج عام 2014 وعام 2015 تعمل على Windows 64 bit فقط
- برنامج C3D أفضل من برنامج Land

- احيانا يواجه المستخدمون بعض المشاكل في البرنامج فمثلاً :
  - لايتمكن المستخدم من فتح برنامج Land في برنامج Civil 3D
  - قد تواجه المستخدم مشاكل في الاخراج النهائي
- هذه المشاكل ليست بسبب قصور البرنامج ولكن لعدم معرفة المستخدم في كيفية التعامل معه، لذلك يمكن للمستخدم طلب المساعدة من الامر Help الموجود بالبرنامج
- البرنامج يمكننا من حل كثير من المشاكل في مجال الطرق والمساحة
- من الاصدارة 2010 تم تغيير القوائم من قوائم رأسية (منسدلة) الى قوائم أفقية وكلٍ منها يحتوي على عدة اوامر
- مكان حفظ المشاريع دائماً Default يكون في مجلد My Document الا اذا قمت بتغيير مكان الحفظ الى موقع اخر.

## 3.4 تصميم الطريق

يتكون تصميم الطريق من قسمين :

- تصميم هندسي (Geometric Design) :

  وهو يختص بتصميم المسار الافقي والراسي للطريق .

- تصميم إنشائي (Structural Design) :

  ويختص بتحديد سماكة ونوعية الطبقات التي يتكون منها الطريق .

### 4.4 طريقة العمل في البرنامج

نفتح برنامج Auto Cad Civil 3D ثم نقوم بعمل ملف جديد(new) ونختار القالب Auto Cad Civil 3D (metric)NCS.dwt ثم نضغط Open

### 1.4.4 ادخال النقاط للبرنامج

من نافذة Tool space ومن قائمة Prospector نضغط Right– Click على Points ونختار Create فيظهر شريط Create Points نضغط على آخر رمز على اليمين Import Points .

تظهر لنا نافذة Import Points نضغط على علامة الزائد لنختار الملف الذي سنأخذ منه النقاط وهو ملف بصيغة (comma delimited) PENZD.

نرتب النقاط في مجموعة خاصة بها ثم نضغط Ok .

### 2.4.4 اختيار خط الوسط

من قائمة Home نختار Alignment ومن خياراتها نختار Alignment Creation tools .

تظهر نافذة Lay out نختار النوع Center Line ونحدد خيارات التصميم المطلوبة ثم نضغط**Ok**

يظهر لنا شريط Alignment Layout Tools نختار منه نوع المسار.

Tangent– Tangent (No Curves)

نبدأ برسم المسار من نقطة بدايته المطلوبة إلى نهايته .

### 3.4.4 عمل السطح

بالضغط right– Click على Surfaces في قائمة Prospector ثم نختار Create Surface .

تظهر نافذة Create Surface بالضغط على Ok .

نضغط على علامة + بجانب السطح الذي أنشأناه نضغط على علامة + ثم علامة + بجانب Definition ومن قائمتها نضغط Right– Click على Point Group ثم نضغط Add

تظهر نافذة Point Group نختار منها المجموعة التي تضم النقاط التي أدخلناها ثم نضغط Ok .

### 5.4.4عمل القطاع الطولي

بتفعيل المسار بالماوس ومن خياراته في الأعلى نختار Surface Profile .

تظهر نافذة Create Profile from surface نقوم بعمل Add لسطح الموجود وعمل Style له باختيار Existing Ground ثم نضغط على Draw in Profile view

تظهر لنا نافذة Create Profile View والتي ندخل فيها خصائص القطاع الطولي المطلوبة مثل الاسم والـ Style . ومحطة البداية والنهاية وأقل منسوب وأعلى منسوب .....الخ وبعد الانتهاء نضغط على Create Profile View.

بعد ذلك نضغط على المكان الذي نضع رسم القطاع الطولي فيه .

### 6.4.4 لعمل خط التصميم

نُفعل رسم البروفايل ومن خياراته في الأعلى نختار Profile Creation Tools تظهر نافذة Create Profile ندخل فيها الاسم والاستايل ثم نضغط Ok ونرسم Design Level

### 7.4.4 عمل القطاع العرضي

من خيارات Home نضغط على Assembly ومن خياراتها نختار Create Assembly ونكونه.

نقوم بإضافة الحارات وإنشاء الطبقات وذلك بالذهاب إلي قائمة Home وبالضغط على ايقونة Tool Palettes

### 8.4.4عمل العرض التصميمي

من خيارات home نختار Corridor تظهر نافذة ندخل فيها الاسم ونحدد الـ Alignment والـ Profile والـ Assembly والـ Target Surface.

بعد ذلك نحدد الـDATUM في الـAssembly ثم نفعل الـCorridor ومن خياراته نختار Corridor surface ونحدد الـ DATUM .

### 9.4.4 عمل خط النموذج

نفعّل المسار ثم من خيارات Home نختار Sample Line تظهر لنا نافذة Create Sample line نضبط منها الاعدادات ثم نضغط Ok يظهر شريط Sample Line Tools ومن خيار Sample Line Creation methods نختار By range of station.

من النافذة نضبط الإعدادات المطلوبة مثل عرض الـSample lines وتباعدها عند المسار .

بعد ذلك من قائمة Home نضغط على Section views ونختار Create Multiple Views .

تظهر نافذة نضبط بها الإعدادات المطلوبة وبالضغط على Next للتنقل بين الإعدادات وبعد الانتهاء نضغط على Create Section Views .

ثم نختار مكان رسم القطاعات العرضية فتظهر لنا كما في الصورة .

### 10.4.4 حساب الكميات

بالضغط على أحد القطاعات العرضية ومن خياراته في الأعلى نختار Compute Material تظهر نافذة بها اسم المسار والقطاعات العرضية ثم نضغط Ok .

ثم تظهر نافذة نقوم بضبط الاعدادات المطلوبة ونقوم بإضافة مادة القطع والردم .

### 11.4.4 اخراج كميات الحفر والردم .

من خيارات Analyze نختار Total Volume Table .

تظهر نافذة نضبط بها اعدادات جدول الكميات ثم نضغط Ok .

بعد ذلك نختار على الشاشة مكان وضع الجدول بذلك يكون لدينا جدول الكميات

### 12.4.4 اخراج بيان كمية القطع والردم

من القائمة Analyze نختار Mass Haul Diagram

# الباب الخامس

# الباب الخامس

# الإطار العملي

## 1.5 مقدمة

يقع المشروع في منطقة سوبا بولاية الخرطوم وهو عبارة عن دراسة تفصيلية لمداخل ومخارج كبري سوبا الذي يربط بين سوبا شرق وسوبا غرب ويعتبر هذا المسار جزء من الطريق الدائري الأول لولاية الخرطوم .

الطول الكلي للمشروع 6.304 كلم بتفاصيل 3.45 كلم من الناحية الغربية للكبري و2.279 كلم من الناحية الشرقية وطول جسم الكبري 575 متر .

## 2.5 الإستكشاف

بدأ العمل بإحضار صورة جوية لمنطقة المشروع ومن القراءة الأولية للصورة وجد أن المنطقة شبه مستوية ، وتحيط بمنطقة المشروع مزارع كما يوجد منازل سكنية وكذلك يظهر في الصورة موقع كبري سوبا ، تم توقيع المسار علي الصورة الجوية إبتداءاً من شارع الخرطوم مدني ومروراً بكبري سوبا حتي شارع القذافي عند تقاطع شارع الشيخ مصطفى الفادني ولطبيعة المنطقة تم إختيار الإجهزة المساحية التي تناسب المنطقة (جهاز GPS) لأعمال الرفع المساحي .

**الشكل (5-1) مسار الطريق في الصورة الجوية**

## 3.5 تثبيت نقاط الضبط

تم إختيار مواقع نقاط الضبط في الصورة الجوية واستخرجت بياناتها في شكل إحداثيات وأدخلت في جهاز GPS الملاحي لتحديد موقعها في الطبيعة بصورة تقريبية ومن ثم تثبيتها في الموقع المناسب لإنشاء نقاط ضبط مساحية ، تم تثبيت عدد 7 نقاط ضبط في الناحية الغربية للكبري وعدد 5 نقاط ضبط في الناحية الشرقية للكبري .

رصدت نقاط الضبط بجهاز GPS من نقاط الضبط والمستخدمة في إنشاء الكبري وأعطيت قيم ثلاثية ( x,y,z) ، ثم رصدت بجهاز ميزان ذهاباً وايابا لتصحيح إرتفاعاتها .

الجدول (5-1) نقاط الضبط

| النقطة | الإحداثي الشرقي (m) | الإحداثي الشمالي (m) | الإرتفاع (m) | الرمز |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 461599.5735 | 1712420.055 | 384.27 | CP1 |
| 2 | 461975.7661 | 1712743.716 | 384.25 | CP2 |
| 3 | 462503.8229 | 1712813.103 | 384.205 | CP3 |
| 4 | 462867.3979 | 1713179.11 | 383.675 | CP4 |
| 5 | 463455.2072 | 1713231.804 | 383.655 | CP5 |
| 6 | 463967.3306 | 1713520.662 | 383.567 | CP6 |
| 7 | 464433.8167 | 1713746.478 | 381.688 | CP7 |
| 8 | 465092.0197 | 1714130.617 | 382.144 | CP8 |
| 9 | 465615.3817 | 1714259.365 | 381.887 | CP9 |
| 10 | 465988.4739 | 1714704.51 | 382.314 | CP10 |
| 11 | 466649.1652 | 1714967.367 | 383.188 | CP11 |
| 12 | 467010.3011 | 1715161.981 | 383.221 | CP12 |

### 4.5 رفع المعالم

أخذت بيانات نقاط منتصف الطريق من وزارة التخطيط العمراني ولاية الخرطوم وأدخلت في برنامج CIVIL 3D ومنها تم رسم مسار منتصف الطريق ورسمت مسارات موازية له وعلى بعد 10Mو20M يمين ويسار منتصف الطريق كقطاعات عرضية ثم تم تقسم القطاعات الطولية كل 25Mوتم استخراج إحداثيات (X,Y) تقاطع القطاعات الطولية مع العرضية وأدخلت في جهاز ال GPS لتوقيعها في الطبيعة ( X,Y ) ثم رفعها من الطبيعة ( X,Y,Z) في نفس اللحظة .

## 5.5 بيانات الكبري

الجدول أدناه يوضح بيانات الخط التصميمي لكبري سوبا وهي عبارة عن خمسة منحنيات رأسية بأطوال مختلفة تبدأ من المحطة 3+406.94 إلى المحطة 4+063.04.

الجدول (5-2) بيانات الكبري

| طول المنحنى | المنسوب | المحطة |
|---|---|---|
| 150 | 390.01 | 3+406.94 |
| 80 | 391.63 | 3+568.89 |
| 81.8 | 392.44 | 3+732.49 |
| 81.8 | 391.63 | 3+896.09 |
| 81.8 | 389.96 | 4+063.04 |

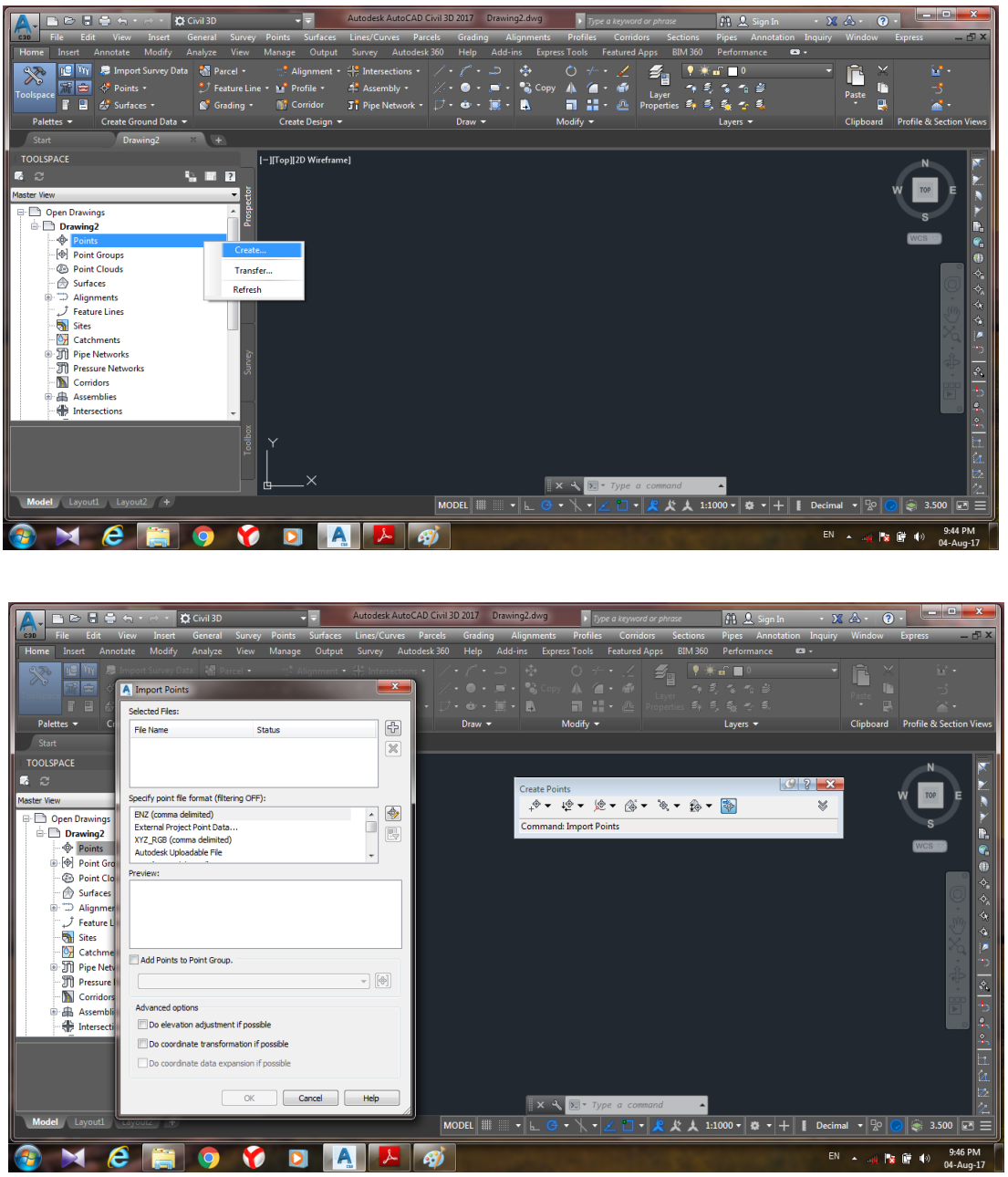
## 6.5 التصميم الهندسي

البيانات التي تم الحصول عليها من عملية الرفع المساحي كنقاط ( X,Y,Z ) إضافةً إلي البيانات المتحصل عليها من جهاز ECO SAODER لأعماق النهر تم دمجهما مع بعض .

وتم إستيرادها لبرنامج CIVIL 3D ثم أنشئ سطح من مجموعة النقاط يوضح تضاريس الأرض و حدد مسار الطريق إبتداءاً من طريق الخرطوم مدني في الناحية الغربية مروراً بالكبري حتى شارع القذافي في الناحية الشرقية ومن ثم تم رسم القطاع الطولي الذي يوضح تضاريس الأرض الطبيعية متصلة مع أعماق النهر ، تم رسم الخط التصميمي للكبري المعلوم مسبقاً على القطاع الطولي للمسار وهو عبارة عن منحنى رأسي يتكون من خمسة منحنيات رأسية يبدأ من المحطة 3+450 في الناحية الغربية الي المحطة 025+ 4 في الناحية الشرقية وإنطلاقاً من الخط التصميمي للكبري من الناحية الغربية تم رسم الخط التصميمي للمسار الغربي حتى طريق الخرطوم مدني ومن الخط التصميمي للكبري في الناحية

الشرقية رسم الخط التصميمي للمسار الشرقي حتى طريق القذافي . بمتوسط إرتفاع 1M للجانبين لأن أقصى إرتفاع لفيضان المياه هو 35CM .

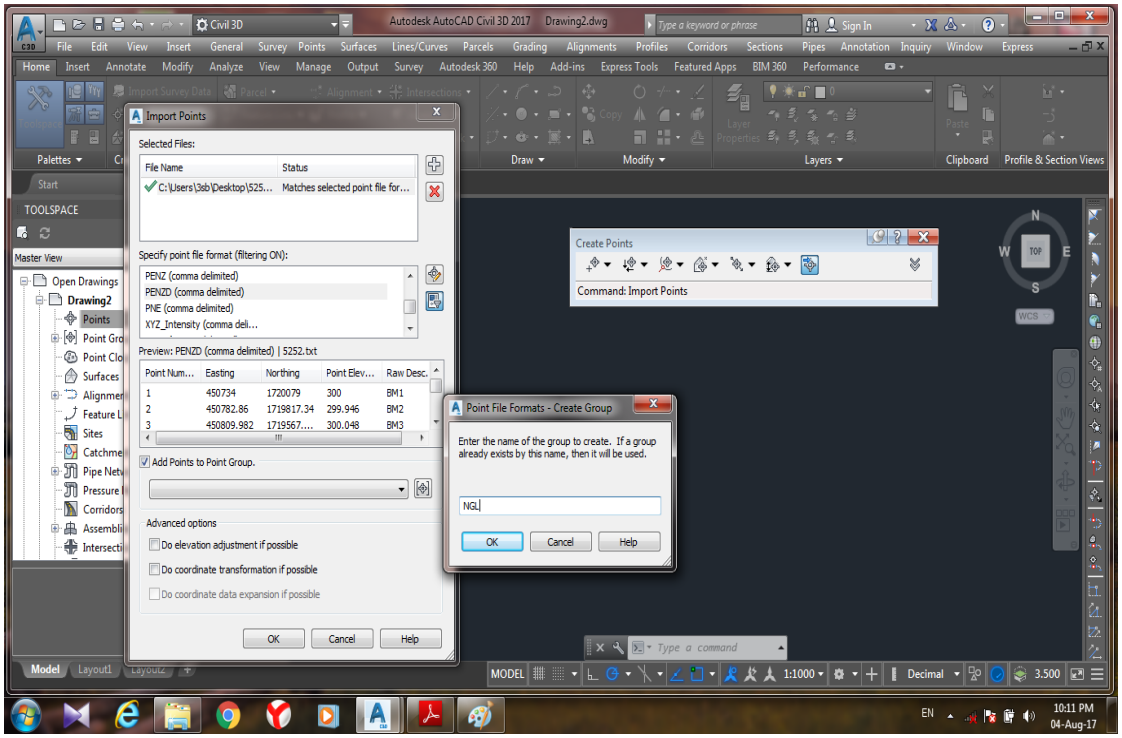
ورسم النموذج للقطاع العرضي بعرض 25M بنحدار سطحي 2% وميول جانبية 1:2 وذلك لحساب الكميات الترابية.







**شكل (2-5) كيفية استيراد النقاط**


Import Points
Selected Files:
File Name
Status
Specify point file format (filtering ON):
PENZ (comma delimited)
PENZD (comma delimited)
PNE (comma delimited)
XYZ_Intensity (comma deli...
Preview: PENZD (comma delimited) | 5252.txt
Point Num...
Easting
Northing
Point Elev...
Raw Desc.
Add Points to Point Group.
Advanced options
Do elevation adjustment if possible
Do coordinate transformation if possible
Do coordinate data expansion if possible
OK
Cancel
Help
Point File Formats - Create Group
Enter the name of the group to create. If a group already exists by this name, then it will be used.
NGL
OK
Cancel
Help
Create Points
Command: Import Points
TOOLSPACE
Open Drawings
Drawing2
Points
Model
Layout1
Layout2
MODEL
Decimal
3.500
10:11 PM
04-Aug-17

## 7.5 حساب الكميات الترابية

تم حساب الكميات الترابية بإستخدام برنامج الـCIVIL 3d

الجدول (5-3) الكميات الترابية للناحية الغربية

| البند | المواصفات | الوحدة | الكمية |
|---|---|---|---|
| 1 | كميات القطع | m3 | 3,523 |
| 2 | كميات الردم لكل الطبقات المستخدمة في تأسيس الطريق | m3 | 199,517 |

الجدول (5-4) الكميات الترابية للناحية الشرقية

| البند | المواصفات | الوحدة | الكمية |
|---|---|---|---|
| 1 | كميات القطع | m3 | 11,358 |
| 2 | كميات الردم لكل الطبقات المستخدمة في تأسيس الطريق | m3 | 34,766 |

# الباب السادس

# الباب السادس

# الخلاصة والتوصيات

## 1.6 الخلاصة

تم دراسة وتصميم مداخل ومخارج كبري سوبا بالطريق الدائري الأول لولاية الخرطوم بإستخدام برنامج Civil 3D ، وهذا ما تم التوصل إليه:

- وفرَ جهاز الـ GPS الكثير من الوقت والجهد.
- سهل برنامج Civil 3D عملية التصميم وحساب بيانات المسار دون أي عناء.
- تم رسم القطاع الطولي والقطاعات العرضية للطريق بواسطة البرنامج بصورة أسهل من الأعمال اليدوية ومنها حُسبت الكميات الترابية للقطع والردم.

## 2.6 التوصيات

- إستخدام صور الأقمار الإصطناعية والجوية ومقارنتها بأعمال المساحة الأرضية لتحديد المسارات .
- إستخدام أحدث الاجهزة المساحية في العمليات المساحية مثل ( G.P.S &TOTAL STATION) لأنها تختصر الجهد والزمن وتعطي نتائج ذات دقة عالية .
- إعتماد البرامج التصميمية مثل برنامج (CIVIL 3D) لما له من إمكانيات تصميمية عالية تختصر الجهد والزمن.

**المراجع**:


1/ الشافعي، شريف فتحي.(2005). *الرفع المساحي لأعمال الطرق و السكك الحديدية*. القاهرة. دار الكتب العلمية.

2/ الشافعي، شريف فتحي. (2011). *المساحة الطبوغرافية*. (الطبعة الأولى). القاهرة. دار الكتب العلمية.

3/ الحسن، عصمت محمد.(2010). *مبادئ علم المساحة*. الرياض. جامعة الملك سعود.

4/ خليفة، محمد الباقر. (1996). *مبادئ المساحة الأرضية*. الخرطوم. دار جامعة الخرطوم للنشر.

5/ حسين، محمد رشاد الدين مصطفى. *حساب الحجوم والكميات في الهندسة المدنية*. الاسكندرية. جامعة الاسكندرية.

6/ صيام، يوسف مصطفى. (2006). *مبادئ التقنيات المساحية الحديثة*. عمان. المصنع الحديث للطباعة.

7/ صيام، يوسف مصطفى. (1999). *تغطية مساحية للطرق*. (الطبعة الأولى). عمان. دار مجدلاوي للنشر.

القرني، عبد الله بن محمد .(1999). *تغطية مساحية للطرق*. (الطبعة الأولى). عمان. دار مجدلاوي للنشر.خ

القاضي،سعد بن عبد الرحمن. (1999). *تغطية مساحية للطرق*. (الطبعة الأولى). عمان. دار مجدلاوي للنشر.

8/ الإدارة العامة لتصميم و تطوير المناهج. *مساحة أرضية 3*. المملكة العربية السعودية.

9/ الإدارة العامة لتصميم و تطوير المناهج. *أعمال القياس بالميزان*. المملكة العربية السعودية.