جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كلية الهندسة

قسم المساحة

بحث تكميلي لنيل درجة البكالوريوس مرتبة الشرف في هندسة المساحة

بعنوان:

تصميم هندسي لطريق باستخدام Civil 3D

الإعداد:

- مصطفى طيفور سليمان شعيب
- مصطفى عمر الدومة آدم
- ياسين أحمد عثمان إبراهيم

إشراف الدكتور:

محمد فطر زايد

نوفمبر 2020

الآية

قال تعالى:

﴿قُل لَّوْ كَانَ الْبَحْرُ مِدَادًا لِكَلِمَاتِ رَبِّي لَنَفِدَ الْبَحْرُ قَبْلَ أَن تَنفَدَ كَلِمَاتُ رَبِّي وَلَوْ جِئْنَا بِمِثْلِهِ مَدَداً﴾

سورة الكهف الآية (109)

الإهداء

إلى أرواح شهداء ثورتنا المجيدة لهم الرحمة والمغفرة

إلى كل من عانى ولا زال يعاني في هذه الدنيا

إلى أمي الغالية . .

إلى أبي الحبيب . .

إلى إخوتي وأخواتي . .

إلى كل زملاء الدراسة في شتى المراحل التعليمية

إلى كل من علمني حرفاً . .

إلى كل من علمني درساً . .

إلى من قال لي إن الناس قد عبروا . . فالحق بالركب

التجريدة

تقوم هذه الدراسة على تصميم هندسي لطريق (يربط بين شارع مأمون بحيري وشارع (61) بمنطقة الإمتداد في ولاية الخرطوم)، حيث أُختيرت تلك المنطقة بعد عدة زيارات ميدانية وإستطلاعية ومن ثم أُجريت الأعمال المساحية اللازمة التي إستخدمت في برنامج (Civil 3D 2018) الخاص بالتصميم وذلك بغرض الوصول لتصميم هندسي مناسب يماثل المواصفات العالمية ومن ثم حسبت الكميات الترابية.

الشكر والعرفان

الحمد والشكر لله الواحد الأحد المتفضل علينا بنعمه الظاهرة والباطنة.

كلمة شكراً لا توّفي الحقوق؛ الوقت والجهد والعطاء المبذول، لكن رغم بساطتها تقال..

الشكر لأستاذي ومشرفي الدكتور. محمد فطر

والشكر لأساتذة قسم هندسة المساحة – كلية الهندسة – جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

فهرس المحتويات

الترقيم	الموضوع	رقم الصفحة
-	الآية	-
-	الإهداء	-
-	التجريدة	I
-	الشكر والعرفان	II
الباب الأول		
1.1	مقدمة عامة	1
2.1	أهداف البحث	3
3.1	منهجية البحث	3
4.1	تبويب البحث	4
الباب الثاني		
1.2	مقدمة	5
2.2	مفهوم التصميم الهندسي للطرق	5
3.2	أنواع الطرق	5
4.2	أنواع التصميم الهندسي للطرق	7

5.2	محددات التصميم الهندسي للطرق	13
6.2	التقيد بمعايير الأمن والسلامة عند تصميم الطرق	15
الباب الثالث		
1.3	مقدمة	16
2.3	القطاع الطولي	16
3.3	القطاعات العرضية	17
4.3	حساب مساحات القطاعات العرضية	17
5.3	حساب حجوم الأعمال الترابية	19
الباب الرابع		
1.4	نُبذة عن البرنامج	21
2.4	فتح البرنامج (إنشاء ملف جديد وحفظه)	24
3.4	إستيراد نقاط الرفع المساحي	24
4.4	رسم المعالم	25
5.4	رسم المسار المقترح	25
6.4	إدخال مناسيب الأرض الطبيعية لمحور الطريق	27

7.4	إنشاء سطح للأرض الطبيعية لمحور الطريق	28
8.4	رسم القطاع الطولي	29
9.4	رسم خط التصميم الإنشائي	30
10.4	عمل حارات لمسار الطريق	31
11.4	إنشاء القطاعات العرضية	31
12.4	الإخراج والطباعة	38
الباب الخامس		
1.5	منطقة الدراسة	40
2.5	الزيارة الميدانية والإستكشاف	41
3.5	نقاط الضبط	42
4.5	الرفع المساحي	48
5.5	المسار المقترح للطريق	49
6.5	الميزانية لمحور الطريق	51
7.5	حساب الكميات	57
الباب السادس		
1.6	الخلاصة	58

2.6	التوصيات	58
-	المصادر والمراجع	59

فهرس الأشكال

الترقيم	الموضوع	رقم الصفحة
(1-3)	قطاع طولي	16
(2-3)	عناصر القطاعات العرضية	17
(3-3)	قطاع عرضي يحتوي على قطع وردم معا	18
(1-4)	واجهة برنامج Civil 3D	23
(2-4)	نقاط الرفع المساحي	24
(3-4)	معالم منطقة الدراسة	25
(4-4)	مسار الطريق	26
(5-4)	مناسيب الأرض الطبيعية لمحور الطريق	27
(6-4)	سطح الأرض الطبيعية لمحور الطريق	28
(7-4)	القطاع الطولي (البروفايل)	29

(8-4)	خط التصميم الإنشائي	30
(9-4)	حارات الطريق	31
(10-4)	المقطع العرضي النموذجي	32
(11-4)	ميول القطاعات العرضية	33
(12-4)	أكتاف القطاعات العرضية	34
(13-4)	الميول الجانبية لكميات القطع والردم	35
(14-4)	الممر (Corridor)	36
(15-4)	خطوط المقاطع العرضية	37
(16-4)	ورقة الإخراج النهائية	39
(1-5)	صورة جوية لمنطقة الدراسة مأخوذة من قوقل إيرث	40
(2-5)	كروكي منطقة الدراسة	41
(3-5)	ربط ووصف النقطة A	42
(4-5)	ربط ووصف النقطة B	43
(5-5)	ربط ووصف النقطة C	43
(6-5)	ربط ووصف النقطة D	44

فهرس الجداول

رقم الصفحة	الموضوع	الترقيم
(5 - 1)	إحداثيات نقاط الضبط	44
(5 - 2)	الإحداثيات المصححة لنقاط الضبط	45
(5 - 3)	ميزانية نقاط الضبط	46
(5 - 4)	إحداثيات المعالم	48
(5 - 5)	إحداثيات محطات محور الطريق	50
(5 - 6)	ميزانية محور الطريق	51
(5 - 7)	الكميات الترابية للقطع والردم	57

الباب الأول

الباب الأول

المقدمة

1.1 مقدمة عامة

المساحة هي علم وفن يهتم بقياس المسافات والزوايا ومواقع النقاط على سطح الأرض وتمثيل سطح الأرض وما يحتويه من معالم طبيعية أو غير طبيعية على الخرائط.

ينقسم العمل المساحي إلى قسمين رئيسيين هما الرفع المساحي والتوقيع المساحي، تتمثل عملية الرفع المساحي في قياس سطح الأرض وما يحتويه من معالم طبيعية أو غير طبيعية وتمثيلها على خرائط بمقياس رسم معين حسب نوع الخريطة والغرض منها. أما التوقيع المساحي فهو توضيح تخطيط حدود ومسارات المنشآت الهندسية المختلفة التي على الخريطة وتمثيلها على سطح الأرض.

لعلم المساحة أهمية كبيرة في المشاريع الهندسية لأنه يعتبر الأساس الأول لتخطيط ومتابعة تنفيذ المشاريع التنموية كبناء وتشييد المباني، المستشفيات، المطارات، المصانع، الطرق والجسور، السدود والقنوات المائية، تصريف مياه الأمطار، شبكات الصرف الصحي وتخطيط الأراضي الزراعية. كما أنه يستخدم لرصد الثروات الطبيعية الموجودة في الطبيعة وتحديد مساحاتها وأحجامها وطبيعتها الجيولوجية. أيضا لعلم المساحة أهمية كبيرة في تخصصات ومشاريع غير هندسية كالعلوم العسكرية حيث يستخدم علم المساحة في تحديد المواقع والأهداف والتتبع وغيرها من المتطلبات العسكرية.

تعتبر الطرق من أهم مقومات الحضارة الإنسانية؛ فهي من البنى الأساسية المهمة التي تقوم بربط المدن للإتصال وتسهيل إنسياب الصادر والوارد وربط أماكن الإنتاج بأماكن التسويق والإستهلاك وتسهيل حركة الركاب وترحيل الآليات والمعدات.

نشأة الطرق كانت منذ فترة طويلة حيث ظهرت في بلاد ما بين النهرين عام 3500 ق.م، وقيل أنها بدأت من الحضارة الفرعونية في فترة بناء الأهرامات ما بين 3000–2000 ق.م، وهذه الفترة شهدت بناء الطرق المرصوفة التي إستخدمت في نقل الأحجار الضخمة من المحاجر.

كانت الطرق قديما ترصف بالقطع الحجرية حيث وجدت مؤشرات تاريخية تدل علي إستخدام الطوب المحروق، وهذا يدل على أن فكرة وجود طرق مرصوفة ومعبدة فكرة قديمة جدا تعود لآلآف السنين قبل الميلاد وليست فكرة حديثة.

بداية نهضة الطرق كانت في النصف الثاني من القرن الثامن حيث بدأ التفكير في إنشاء طرق إقتصادية باستخدام كميات من الصخور التي تمثل طبقات الرصيف.

كان السومريون في بلاد العراق أول من استخدم الطرق، ومن ثم إنتقلت تلك الحرفة إلى بقية الحضارات الأخرى في بلاد الهند والصين، ونذكر أيضا إستخدم القطران المستخرج من النفط في تعبيد الطرق لأول مرة في العالم في العراق إعتمادا على حقول النفط المتوفرة بكثرة في تلك المنطقة.

أسهمت الحضارة العربية والإسلامية بالإهتمام بالطرق، حيث كانت رحلة الشتاء والصيف التي تسيرها قبيلة قريش والقبائل العربية الأخرى بين بلاد الشام واليمن عبر الطريق المعروف بإسم طريق البخور.

عام 1771م بدأ تطور الطرق على يد العالم الفرنسي تراساجيت الذي قام بإنشاء مجموعة من الطرق داخل فرنسا بسُمك لا يتجاوز 30 سم، كان أساس هذه الطرق التي أنشأها تراساجيت الأحجار المرصوفة على هيئة أهرامات.

عام 1824م تم إستخدام أول طريق من الإسفلت في شارع الشانزليزية في باريس وكان مخصص للمركبات.

في عام 1914م تأسست الجمعية الأمريكية لموظفي الطرق السريعة والنقل وهي جمعية تضع المعايير التي تُعنى بالمواصفات والبروتوكولات ومراقبة الجودة والمبادئ التوجيهية التي تستخدم في تصميم الطرق والبناء في الولايات المتحدة الأمريكية وبعض دول العالم. وتعرف هذه المواصفات الآن بمواصفات (الآشتو) لتصميم الطرق.

وفي عام 1934م ظهرت المواصفات الخاصة لأعمال الطرق في بريطانيا وكانت عبارة عن كراستين للملاحظات، الأولى تحتوي على كل ما يتعلق بالإسفلت المفرد والثانية تضم كل ما يتعلق بغطاء الإسفلت المزدوج. بعد ذلك بدأت النقلة النوعية لتطور الطرق وأصبح للطرق علماً خاصا من حيث التخطيط والتصميم والتنفيذ.

كما ظهر قسم من أقسام الهندسة عُرف بهندسة الطرق يهتم بتصميم وإنشاء الطرق وصيانتها، أيضا ظهر قسم هندسة المرور وهو يرتبط بهندسة الطرق.

2.1 أهداف البحث

- كيفية إستخدام الأجهزة المساحية في أعمال الطرق.
- التعرف على مفهوم التصميم الهندسي للطرق.
- التعرف علي كيفية تصميم الطرق باستخدام AutoCAD Civil 3D.

3.1 منهجية البحث

إنتُهج في هذا البحث الأسلوب الوصفي والأسلوب التحليلي.

4.1 تبويب البحث

يتكون هذا البحث من ستة أبواب، تضمن **الباب الأول** على المقدمة.

الباب الثاني تناول التصميم الهندسي للطرق وأنواعه والعوامل المؤثرة عليه.

الباب الثالث حساب حجوم الأعمال الترابية في الطرق.

الباب الرابع تطرق لشرح برنامج AutoCAD Civil 3D والخطوات المتبعة لتنفيذ المشروع (التصميم).

الباب الخامس شمل القياسات والنتائج التي تم التوصل إليها.

الباب السادس إحتوى على الخلاصة والتوصيات.

الباب الثاني

الباب الثاني

التصميم الهندسي للطرق

1.2 مقدمة

أدت الثورة الصناعية والتكنولوجية التي إجتاحت العالم إلى ظهور أجهزة وبرامج حديثة ومتطورة في شتى المجالات من بينها تصميم الطرق الذي ساعدت فيه هذه التكنولوجيا في عملية جمع وتحليل البيانات وإجراء التصاميم والعمليات الحسابية المعقدة. فعملية التصميم بهذه الأجهزة والبرامج الحديثة تمكن من إتخاذ القرارات السليمة التي تستند على جودة الدراسات ودقة النتائج مما يؤدي إلى سرعة الأداء وسلامة التنفيذ وتقليل التكلفة الإقتصادية للمشاريع.

2.2 مفهوم التصميم الهندسي للطرق

هو عملية إيجاد الأبعاد الهندسية لكل طريق وترتيب العناصر المرئية للطريق. وينقسم إلى تصميم هندسي أفقي ورأسي، وتصميم هندسي إنشائي. قبل تناول أنواع التصميم الهندسي للطرق لا من معرفة أنواع الطرق.

3.2 أنواع الطرق

تقسم الطرق إلى ثلاثة أنواع رئيسية هي:

1. طرق رئيسية
2. طرق ثانوية
3. طرق فرعية

1.3.2 الطرق الرئيسية

هي الطرق التي توجد في المدن الكبيرة والمتوسطة، وهي مصممة لخدمة المرور الطولي العابر بين المدن. ويكون فيها حجم المرور مرتفع ويتم الدخول إليها والخروج منها عبر نقاط محددة ومدروسة حيث تدخل المركبات وتخرج من هذه الطرق دون تعريض المركبات الأخرى للخطر ودون أن تخفف من سرعتها. تتراوح عروض الطرق الرئيسية بين 40–50 متر.

وتنقسم إلى:

- طرق سريعة
- طرق محلية
- طرق تجميعية

1.1.3.2 الطرق السريعة

هي طرق رئيسية تصمم ليتم السير فيها بسرعات عالية، وتربط بين المدن.

2.1.3.2 الطرق المحلية

هي طرق رئيسية تصمم لخدمة المرور المحلي في المدن.

3.1.3.2 الطرق التجميعية

هي طرق رئيسية تصمم لربط شبكات الطرق السريعة بالطرق المحلية.

2.3.2 الطرق الثانوية

هي طرق تربط بين المدن المتوسطة ويتم ربطها مع شبكة الطرق الرئيسية. تتراوح عروضها بين 16–25 متر.

3.3.2 الطرق الفرعية

هي طرق تربط بين المدن والقرى وتربط أيضا بين المناطق السكنية في المدن وتعتبر أقل درجة في التدرج الهرمي لشبكة الطرق، تتراوح عروضها بين 12–16 متر.

4.2 أنواع التصميم الهندسي للطرق

1. تصميم هندسي أفقي ورأسي
2. تصميم هندسي إنشائي

1.4.2 التصميم الهندسي الأفقي والرأسي

يعتمد التصميم الهندسي الأفقي والرأسي على ثلاثة أسس هي:

1. حجم المرور
2. التخطيط الأفقي
3. التخطيط الرأسي

1.1.4.2 حجم المرور

يعتبر حجم ومقدار حركة المركبات علي الطريق من الأشياء الضرورية التي توضع في الإعتبار عند التصميم، فيتم أخذ معلومات كافية عن حجم المرور الحالي، حجم المرور المستقبلي، حجم المرور الساعي وحجم المرور الكلي. كما يتم التركيز علي خصائص المركبات الأكثر استخداماً للطريق لكونها تشكل نسبة أكبر من حجم المرور، وتشمل هذه الخصائص:

- وزن وطول وعرض وإرتفاع المركبة.
- الوزن الواقع علي كل محور من محاور المركبة وقدرة المركبة.
- الأبعاد بين المحاور الأمامية والخلفية وبين مقدمة المركبة ومؤخرتها.

2.1.4.2 التخطيط الأفقي

عند إختيار المسار الأفقي للطريق يقوم المصمم بعمل كبير في وصل الخطوط المستقيمة والخطوط المتقاطعة للمسار بمنحنيات الغرض منها تفادي التغيير المفاجئ في الاتجاه وتسهيل الإنتقال التدريجي بين هذه الخطوط المتقاطعة. وتتمثل عملية التخطيط الأفقي للطريق في:

1. سطح الطريق
2. حرم الطريق
3. حارات الطريق
4. جزيرة الطريق
5. الميول العرضية والأكتاف
6. الميول الجانبية
7. المنحنيات الأفقية

1.2.1.4.2 سطح الطريق

يتوقف سطح الطريق على حجم المرور المتوقع وعلى مدى إمكانية الحصول علي مواد الرصف (الطبقات المكونة للطريق)، إضافة للتكلفة المادية لإنشاء الطريق وإمكانية الصيانة.

2.2.1.4.2 حرم الطريق

هو عبارة عن عرض الطريق، ويعتبر عرض حرم الطريق من العوامل الهامة في التصميم الأفقي للطرق لتأثيره المباشر علي سلامة وراحة المستخدم (السائق)، ويجب أن يكون عرض حرم الطريق واسعا وبه عرض إضافي يستخدم لأغراض مختلفة كمسار للمشاة ومسار للمرافق الخدمية كالمياه والكهرباء والصرف الصحي وأيضا لوضع العلامات المرورية والإرشادية والإعلانية إضافةً للجوانب الجمالية كالتشجير.

3.2.1.4.2 حارات الطريق

هي عرض المسافة التي تسير فيها المركبات. يمكن أن يحتوي الطريق على حارتين كل حارة عكس إتجاه الأخرى، ويمكن أيضا أن يحتوي على أربعة حارات أو أكثر. وتقل السعة الفعلية للطريق حينما توجد عوائق متاخمة للطريق مثل الحوائط أو السيارات المتوقفة (المركونة على جانب الطريق). يجب المحافظة على خلو حارات الطريق من أي عائق جانبي لتوفير راحة المستخدم وتقليل الحوادث. ويعتبر عرض الحارة 3.65 متر مرغوباً و3.35 متر مقبولاً في المناطق الحضرية ومن الضروري إستخدام حارة مرور إضافية عند التقاطعات الحرة لتسهيل حركة المرور.

4.2.1.4.2 جزيرة الطريق

هي التي تفصل بين حارات الطريق المتعاكسة الإتجاه، وغالبا ما تكون عبارة عن قوالب خرسانية. ويعتبر فصل الحارات المتضادة من أهم عوامل الأمان في الطرق متعددة الحارات.

5.2.1.4.2 الميول العرضية والأكتاف

هي التي تساعد على حماية الطريق وتصريف مياه الأمطار. يتم تصميم الميول العرضية لضمان إتزان وثبات الطريق ولإعطاء الفرصة لتأمين السيارات الخارجة عن السيطرة، كما أنها توفر ملاذاً آمنا للسيارات في حالة وقوفها الطارئ، كما أنها تزيد من الرؤية الأفقية وتوسعة الطريق وشعور السائق بالراحة والأمان وتساعد مستقبلاً في عمليات التوسعة للطريق. يختلف مقدار ميل الأكتاف والميول العرضية حسب السرعة التصميمية ونوع الطريق؛ ففي حالة الطرق المعبدة سواء كانت ثانوية أو فرعية تكون الميول العرضية بنسبة 2.5% والأكتاف بنسبة 4%. أما في الطرق السريعة تتراوح الميول العرضية ما بين 2%– 5%، وتتراوح الأكتاف بين 1.25– 3.60 متر.

6.2.1.4.2 الميول الجانبية

هي الميول الخاصة بانحدار جانبّي الطريق وتصمم دائماً في النهاية ويفضل أن تكون منبسطة بقدر الإمكان لسلامة المركبات وعدم خروجها من الطريق.

7.2.1.4.2 المنحنيات الأفقية

تحتاج المشروعات الهندسية الطولية مثل الطرق والسكك الحديدية وأنابيب المياه لوجود المنحنيات لكي تتفادى بعض العقبات والعوائق (الطبيعية أو الصناعية) التي تعيق تنفيذ الخط المستقيم أفقيا أو لعبور العائق رأسيا (الكباري والجسور). أحيانا تكون التكلفة الاقتصادية هي الداعي لتنفيذ المنحنيات بدلاً من إزالة العائق الموجود الذي ستكون إزالته ذات تكلفة عالية. كما تصمم المنحنيات الأفقية لتفادي التغير المفاجئ لحركة المركبات في نفس الإتجاه وتسهيل عملية الحركة بصورة متدرجة.

3.1.4.2 التخطيط الرأسي

يتكون التخطيط الرأسي للطرق من سلسلة من الميول الطولية المتصلة مع بعضها بمنحنيات رأسية. ويتحكم في التخطيط الرأسي عوامل الأمان و التضاريس ودرجة (أهمية) الطريق والسرعة التصميمية والتخطيط الأفقي وتكلفة الإنشاء وخصائص المركبات وتصريف مياه الأمطار. ويجب أن يكون مدى الرؤية في جميع أجزاء القطاع الطولي مستوفياً لأقل مسافة لازمة للتوقف حسب السرعة التصميمية الموافقة لدرجة الطريق.

في المناطق التي يكون فيها مستوى المياه في نفس مستوى الأرض فإن السطح السفلي للرصف يجب أن يكون أعلى من مستوى المياه بحوالي 0.5 متر على الأقل. وفي المناطق الصخرية يقام المنسوب التصميمي بحيث تكون الحافة السفلية لكتف الطريق أعلى من منسوب الصخر بـ 0.3 متر على الأقل وهذا يؤدي إلى تجنب الحفر الصخري الغير ضروري وللمحافظة على الشكل الجمالي فإن من المهم جداً أن يكون طول المنحنى الرأسي أطول من المسافة المطلوبة للتوقف.

2.4.2 التصميم الهندسي الإنشائي

هو الذي يختص بتحديد الطبقات المكونة للطريق وأنواعها وإرتفاعها ونوعية المواد المستخدمة فيها بالإضافة إلى المنشآت المصاحبة للطريق.

الطبقات الرئيسية المكونة للطريق هي: طبقة الردم، طبقة القاعدة، طبقة الأساس، طبقة الأساس المساعد وطبقة الإسفلت.

1.2.4.2 طبقات الردم

هي طبقات تتكون من خليط من المواد الحصوية والطمي والسليت، وتستخدم للردم في سمك لا يزيد عن 30 سم.

2.2.4.2 طبقة القاعدة

هي آخر طبقة من طبقات الردم، تتكون من مواد ردم عالية الجودة، ويكون سمك هذه الطبقة 20 سم أو حسب متطلبات التصميم.

3.2.4.2 طبقة الأساس

هي طبقة تتكون من مواد حجرية مكسّرة بتدرج وصلدة وذات جودة عالية لتتحمل الأحمال الواقعة عليها من الطبقة العليا.

4.2.4.2 طبقة الأساس المساعد

هي طبقة تقع بين طبقة القاعدة وطبقة الأساس (أعلى من طبقة القاعدة وأسفل طبقة الأساس)، تتكون من مواد ذات جودة عالية جدا لمنع نفاذ المياه من باطن الأرض إلى الطبقات العليا.

5.2.4.2 طبقة الإسفلت

هي طبقة تتكون من مواد حجرية مكسّرة ومتدرجة، يتم خلطها بالبيتومين، ويتراوح سمكها بين 6–10 سم حسب متطلبات التصميم.

6.2.4.2 المنشآت المصاحبة للطريق

تشمل هذه المنشآت إشارات المرور وأعمدة الإنارة والعلامات الإرشادية والتحذيرية والجسور (الكباري) والأنفاق بأشكالها وأنواعها المختلفة.

5.2 محددات التصميم الهندسي للطرق

تتمثل محددات التصميم الهندسي للطريق في ثلاثة عناصر هي:

1. مسافة الرؤية
2. السرعة التصميمية
3. سعة الطريق

1.5.2 مسافة الرؤية

هي طول الجزء المستمر والمرئي من الطريق أمام السائق. من الضروري في التصميم أن تكون هذه المسافة متوفرة باستمرار على طول الطريق لضمان أمان التشغيل وتحقيق مسافة الرؤية الكافية للوقوف.

1.1.5.2 مسافة الرؤية للتوقف

هي عبارة عن المسافة المطلوبة للسائق للسير بسرعة محددة والسماح للمركبة بالتوقف عند حدوث أي طارئ، وهي تساوي مجموع المسافات أثناء الإبصار والتفكير ومسافة الكبح.

2.1.5.2 مسافة الرؤية للتجاوز

هي مسافة الرؤية الكافية التي يحتاجها السائق لإتمام عملية التجاوز بأمان.

2.5.2 السرعة التصميمية

هي أعلى سرعة مستمرة يمكن أن تسير بها المركبة بأمان على طريق رئيسي عندما تكون أحوال الطقس مثالية وكثافة المرور منخفضة. وتعتبر مقياساً لنوعية الخدمة التي يوفرها الطريق. والسرعة التصميمية عبارة عن عنصر منطقي بالنسبة لطبوغرافية المنطقة.

1.2.5.2 عوامل إختيار السرعة التصميمية

1. نوع الطريق
2. حجم المرور
3. طبوغرافية منطقة الطريق
4. التكلفة الإقتصادية

2.2.5.2 سرعة الجريان

هي السرعة التي تسير بها المركبة في قطاع معين من الطريق.

3.2.5.2 السرعة اللحظية المتوسطة

هي المتوسط الحسابي لسرعات المركبات عند لحظة معينة عند جزء محدد من الطريق.

3.5.2 سعة الطريق

هي أقصى عدد للمركبات التي يتوقع مرورها فوق جزء معين من حارة أو (حارات) الطريق خلال فترة زمنية معينة في ظل ظروف المرور السائدة.

6.2 التقيد بمعايير الأمن والسلامة عند تصميم الطرق

على المصمم أن يضع في قمة أولوياته الإهتمام المطلق بسلامة الطريق ومستخدميه وسلامة المرور، ورفع معايير السلامة منذ الخطوات الأولي لعملية الدراسة والتخطيط لتصميم الطريق. الذي يراعي فيه تحديد عوامل السرعة واختيار أنواع المنحنيات الأفقية والمنحنيات الرأسية التي يجب استخدامها، ويراعي أيضاً في مرحلة إعداد الدراسات الأولية للتصميم إعطاء الأولوية لكل ما من شأنه تحسين خواص السلامة والأمان خاصة عند ظهور أي مشكلة لم تكن في الحسبان أو لم تؤخذ في الاعتبار في المراحل الأولية. ومن أساسيات السلامة المهمة أيضاً تسهيل عمليات تصريف المياه وعبور الأودية والمسطحات المائية بجانب تزويد الطريق في مراحله المتقدمة بوسائل السلامة المرورية كاللوحات التحذيرية والتوجيهية المختلفة بجانب وضع أعمدة الإنارة والأسهم المضيئة والعاكسة.

الباب الثالث

الباب الثالث

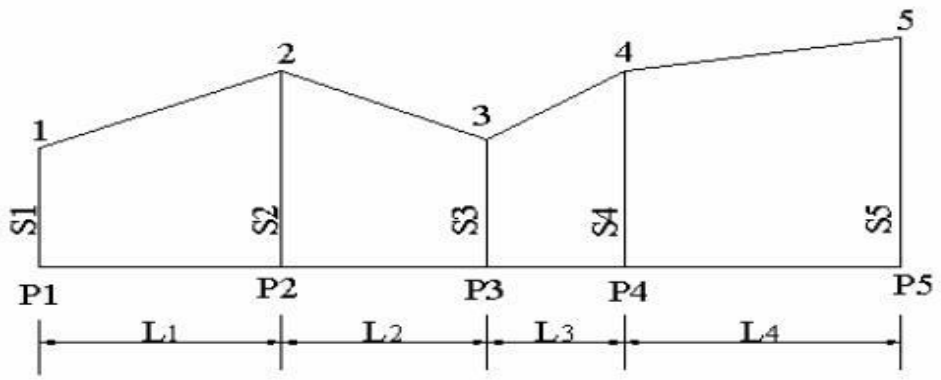
حساب حجوم الأعمال الترابية في الطرق

1.3 مقدمة

حساب الكميات الترابية هو خلاصة العمل في الطرق والمشاريع الطولية عموما، وهو الغاية التي يسعى إلى تحقيقها العاملون في هذا المجال لأنه يعتبر أساس التفاوض والتعاقد في المشاريع الهندسية. عملية حساب الكميات تتم بعدة طرق هي الطريقة التقليدية والطرق الحديثة باستخدام برامج الحاسب الآلي المتمثلة في برنامج Microsoft Excel وبرنامج Earth Work وبرنامج Civil 3D. ولحساب الكميات الترابية لمشروع معين لابد من وجود القطاع الطولي والقطاعات العرضية لهذا المشروع.

2.3 القطاع الطولي

يعرف (بالبروفايل) وهو عبارة عن نقاط تؤخذ في إتجاه طول المشروع، تكون هذه النقاط على بعد مسافات معينة من بعضها البعض وتكون على إستقامة واحدة. الغرض الأساسي من القطاع الطولي هو معرفة أماكن تقاطع خط التصميم الإنشائي للمشروع مع سطح الأرض الطبيعية، مما يسهل معرفة القطع من الردم في حساب الكميات للأعمال الترابية.

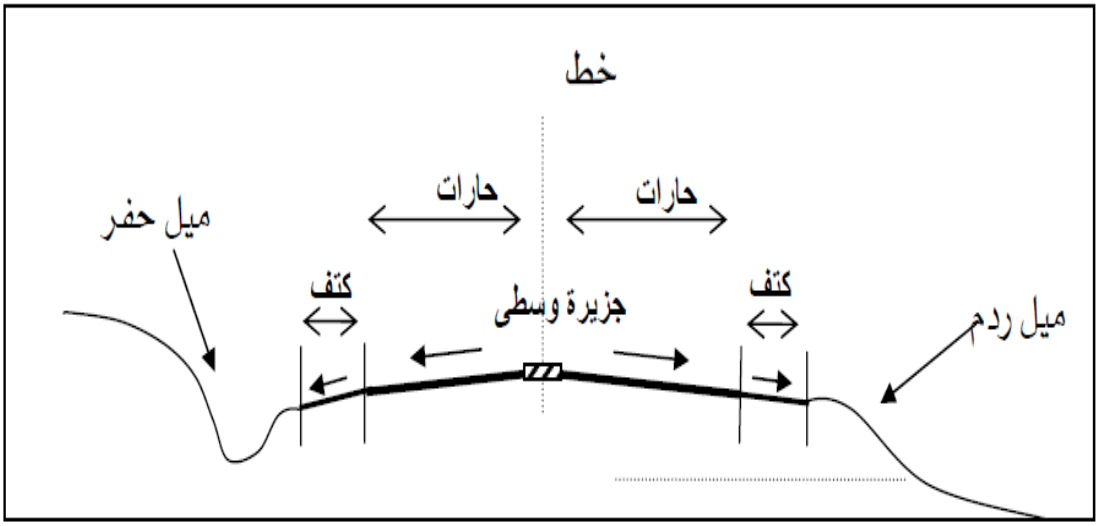


شكل (3-1) قطاع طولي

3.3 القطاعات العرضية

هي خطوط عمودية على إتجاه القطاع الطولي يتم إنشاءها على عرض أكبر من عرض المشروع لتبين تغير سطح الأرض على جانبيّ محور المشروع (الميول الجانبية). وهي من أهم العوامل في حساب الكميات الترابية. وتنقسم إلى أربعة أقسام هي:

1. قطاع عرضي مستوي
2. قطاع عرضي منتظم الإنحدار
3. قطاع عرضي منتظم الإنحدار مع جزء قطع وجزء ردم
4. قطاع عرضي متعدد الإنحدار



شكل (3-2) عناصر القطاعات العرضية

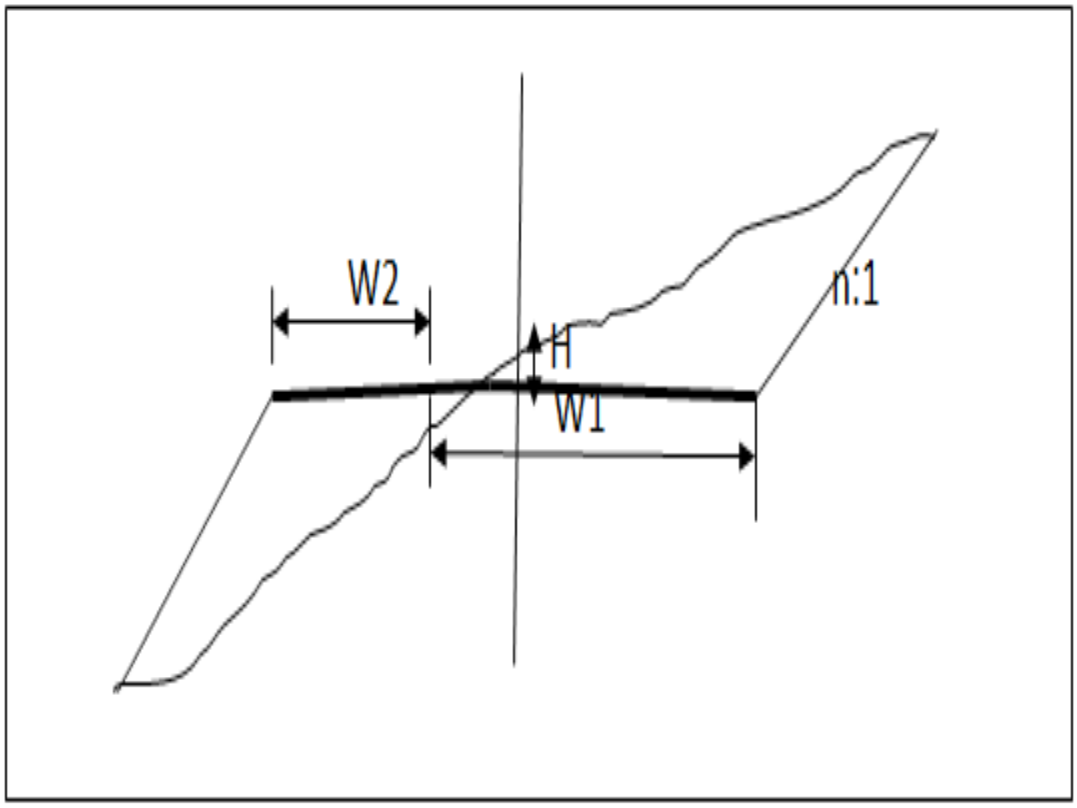
4.3 حساب مساحات القطاعات العرضية

يمكن أن يكون القطاع العرضي مستطيل أو شبه منحرف كما يمكن أن يكون قطع أو ردم أو الإثنين معا وهذا التباين ينتج نتيجة لإختلاف نوع التربة وطبيعة المشروع المراد تنفيذه.

1.4.3 حساب مساحة القطاعات العرضية عن طريق الإحداثيات

تستخدم هذه الطريقة عندما يكون شكل القطاع العرضي منتظم وإحداثيات أركانه معلومة. هذه الطريقة تعطي نتائج خاطئة في حالة المضلعات المتقاطعة (القطع والردم) لأنه يتم حساب إما مساحة القطع فقط أو مساحة الردم فقط لكن لا يمكن حسابهما معا.

2.4.3 حساب مساحات القطاعات العرضية التي تحتوي على قطع وردم معا



شكل (3-3) قطاع عرضي يحتوي على قطع وردم معا

$$W_1 = G* (b+H*n)/ (G-n)$$
$$W_2 = G* (b-H*n) / (G-n)$$

بعد إيجاد قيمة W1 و W2 نقوم بحساب مساحة المثلثين:

مساحة المثلث الذي يحتوي على خط الوسط:

$$Area = (b+GH)^2 \ / \ 2*(G-n)$$

مساحة المثلث الذي لا يحتوي على خط الوسط:

$$Area = (b-GH)^2 \ / \ 2*(G-n)$$

G ≡ ميل سطح الارض

n ≡ الإنحدار الجانبي

b ≡ نصف عرض الطريق (المشروع)

5.3 حساب حجوم الأعمال الترابية

يتم حساب الأحجام الترابية للإستفادة منها في عملية الردم ونقل (التخلص) من الفائض مما يساعد في حساب تكاليف المشروع.

1.5.3 حساب الحجم عن طريق معادلة شبه المنشور

$$V = (d/6) * (A_1 + 4Am + A_2)$$

حيث:

V ≡ حجم شبه المنشوري

d ≡ البعد العمودي بين طرفي الشبه منشوري

A_1 ≡ مساحة الطرف الاول

A_2 ≡ مساحة الطرف الثاني

Am ≡ المساحة في منتصف المسافة بين A_1 و $_2$

2.5.3 حساب الحجم عن طريق قاعدة سيمسون

$$V = (d/3) * \{A_1+4(A_2+A_4+\cdots+An-1) + 2(A_3+A_5+\cdots+An-2) + An\}$$

حيث:

V ≡ الحجم لمجموعة القطاعات

d ≡ المسافة الثابتة بين القطاعات

$A_1 \cdots An$ ≡ مساحة القطاعات من القطاع 1 و حتى القطاع n

- عند إستخدام معادلة سمسون لا بد أن يكون عدد القطاعات n فرديا.

3.5.3 حساب الحجم عن طريق قاعدة مساحة الطرفين

$$V = (d/2) * \{A_1+2(A_2+A_3+A_4+A_5+\cdots+An-2+An-1) + An\}$$

حيث:

V ≡ الحجم لمجموعة القطاعات

d ≡ المسافة الثابتة بين القطاعات

n ≡ عدد القطاعات

$A_1 \cdots An$ ≡ مساحة القطاعات من القطاع 1 و حتى القطاع n

الباب الرابع

الباب الرابع

برنامج AutoCAD Civil 3D

1.4 نُبذة عن البرنامج

برنامج AutoCAD Civil 3D هو من إنتاج شركة Autodesk العالمية المتخصصة في إنتاج برامج التصميم الهندسية.

أول إصدار من البرنامج كان عام 1992م وكان يُعرف بسوفت ديسك (Soft Desk). تم تطويره في عام 1998م وأطلق عليه إسم Land Development، وعُرف أيضاً بإسم Auto Land. عام 2005م تم تطوير البرنامج إلى Civil 3D الذي أجريت عليه التحسينات في 2009م ويصدر منه إصدار جديد كل عام.

لكن ما يعاب في الإصدارات الحديثة من البرنامج أنها تحتاج إلى أجهزة حاسوب قوية ذات عتاد خارق من حيث الرامات ووحدة المعالجة المركزية حتى يعمل البرنامج بشكل طبيعي وبصورة سلسة دون مشاكل.

يعتبر البرنامج طفرة في مجال التصميم الهندسي خاصةً في المشاريع الطولية كالطرق وسكك الحديد وقنوات الري والصرف الصحي.

ويستخدم في تخطيط المدن والمشاريع الزراعية وأعمال التسوية بالإضافة إلى تصميم الموانئ والجسور والسدود.

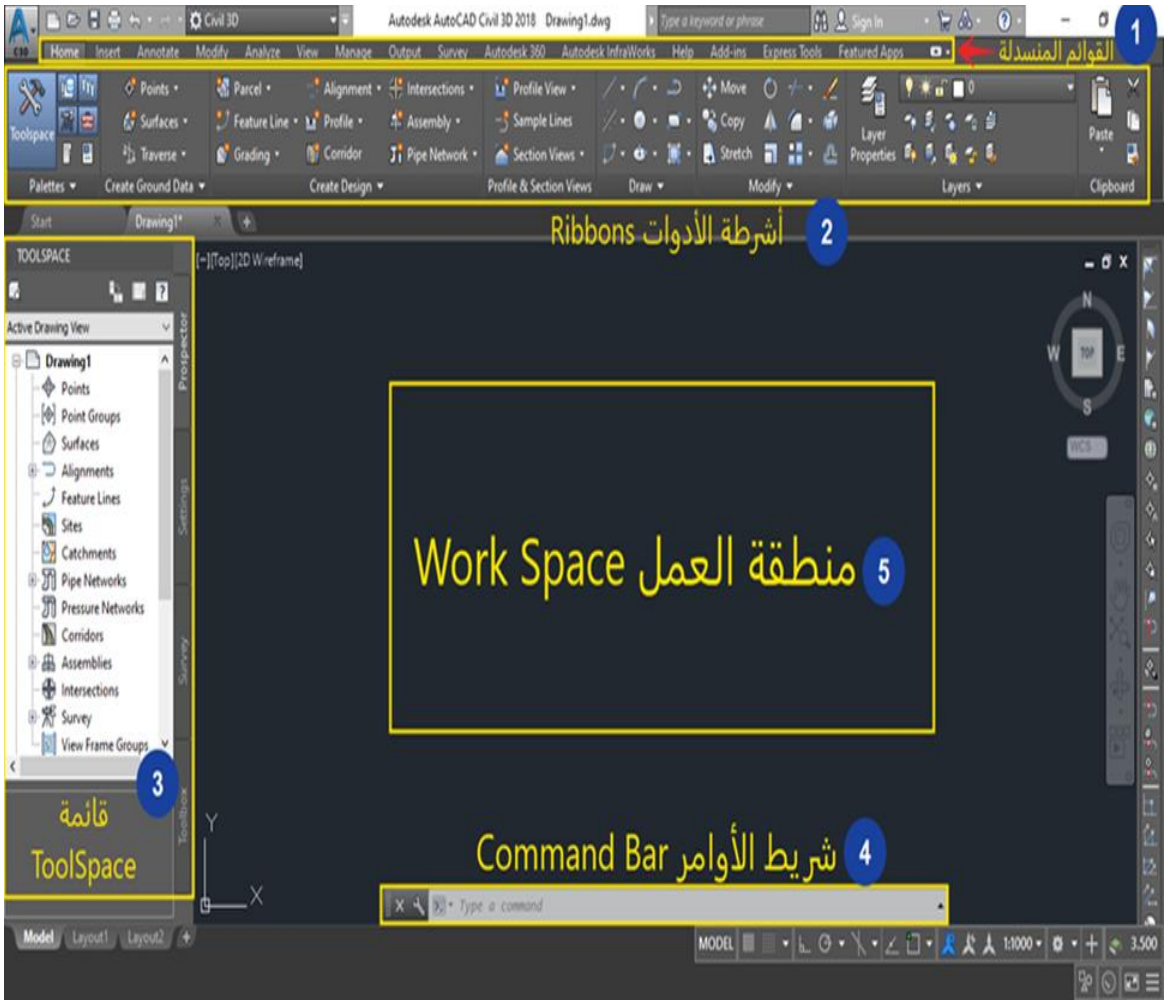
1.1.4 مميزاته

- القدرة الهائلة على تخطيط وتصميم الطرق وتقاطعاتها المعقدة.
- المحافظة على الإسفلت القديم كلياً أو جزئياً إن وُجد حسب الطلب.
- الربط بين التصميم الإسفلتي وأنابيب التصريف ضمن نفس المقاطع الطولية والعرضية للمشروع.
- إنشاء الأسطح وتعديلها ورسم الخرائط الكنتورية.
- تصميم القطاعات الطولية والعرضية والمنحنيات الأفقية والرأسية.
- تصميم القنوات المغلقة أو المفتوحة للسوائل (نفط، مياه أو غيرها) وحساب المقاطع الهيدروليكية لها.
- تصميم مسارات الأنابيب لنقل السوائل (نفط، مياه أو غيرها).
- حساب كميات الحفر والردم بطريقة دقيقة جداً وإخراج النتائج في جداول جاهزة للكميات.
- حساب كميات الإسفلت وطبقة الأساس والأساس المساعد التي تمثل طبقات الرصف.
- سهولة الاستخدام؛ فمن يعرف التعامل مع برنامج AutoCAD يمكنه التعامل مع برنامج Civil 3D بسهولة.

2.1.4 واجهة البرنامج

تتكون الواجهة الرئيسية للبرنامج من خمسة عناصر هي:

1. القوائم المنسدلة.
2. أشرطة الأدوات (Ribbons).
3. قائمة (ToolSpace).
4. شريط الأوامر (Command Bar).
5. منطقة العمل (Work Space).



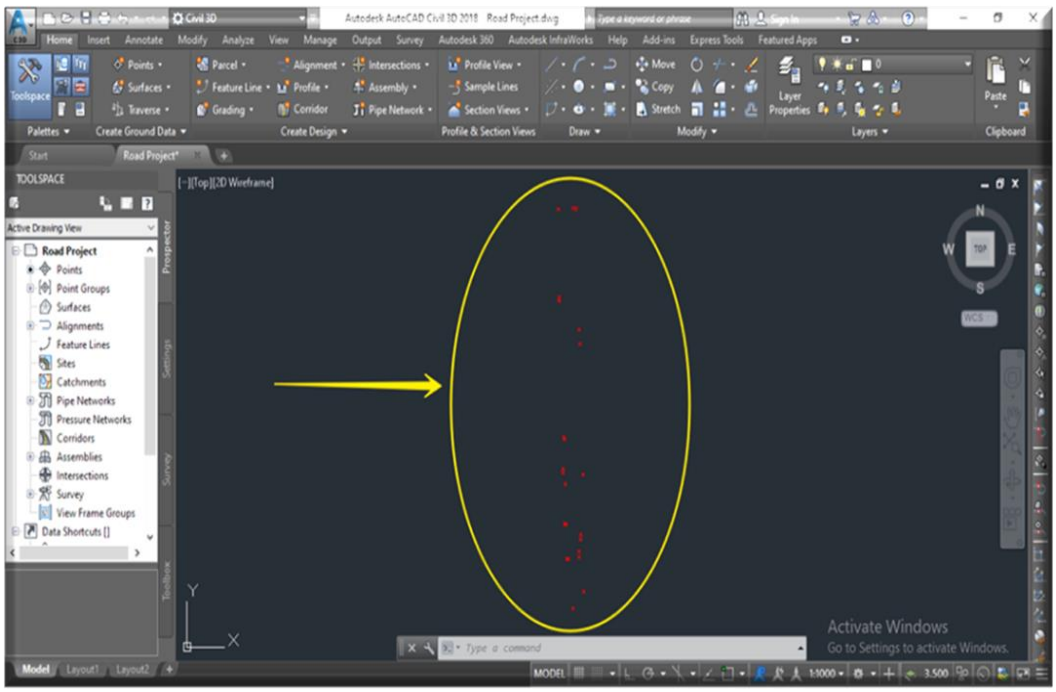
شكل (4-1) واجهة برنامج Civil 3D

2.4 فتح البرنامج (إنشاء ملف جديد وسميته وحفظه)

- فتح البرنامج بالضغط على أيقونته في سطح المكتب أو من خلال قائمة البرامج في (Star).
- الضغط على (Star Drawing).
- ثم الضغط على (Save) فيطلب البرنامج تسمية الملف وإختيار مكان حفظه.
- بعد الإنتهاء من التسمية وإختيار مكان الحفظ الضغط على (Save) لحفظ الملف.

3.4 إستيراد نقاط الرفع المساحي

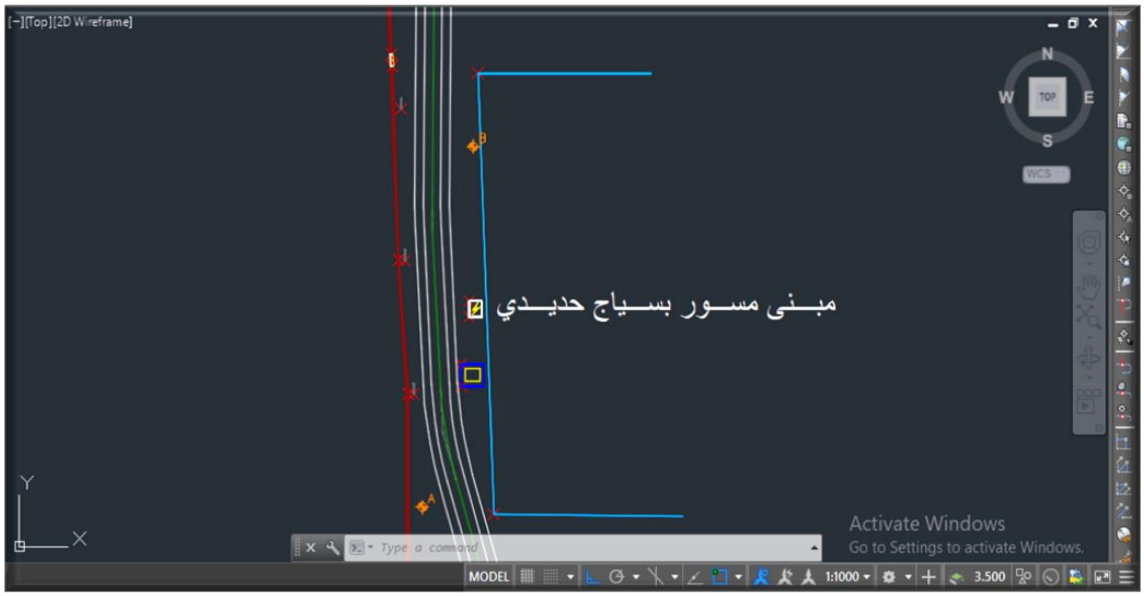
- من أشرطة الأدوات أو من قائمة (ToolSpace) إختيار (Points).
- (Create Points).
- تظهر نافذة يتم فيها الضغط على (Import from file).
- إختيار ملف النقاط ويكون بصيغة (Text).
- إختيار طريقة ترتيب النقاط ثم الضغط على (Ok).
- فتظهر النقاط في منطقة العمل (Work Space).



شكل (4-2) نقاط الرفع المساحي

4.4 رسم المعالم

- من أشرطة الأدوات إختيار أدوات الرسم (Draw) وبواسطتها يتم الوصل بين نقاط الرفع المساحي لرسم المعالم.

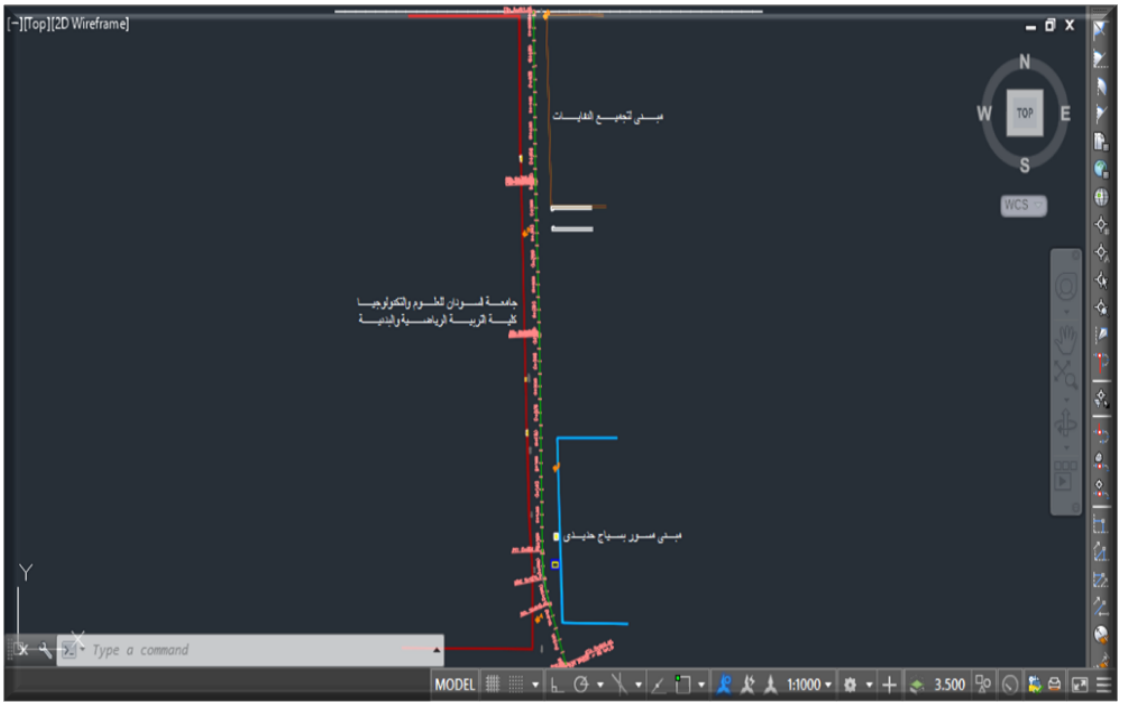


شكل (4-3) معالم منطقة الدراسة

5.4 رسم المسار المقترح

بعد إختيار المسار الأفضل للطريق يتم رسمه كالتالي:

- من أشرطة الأدوات أو من (ToolSpace) الضغط على (Alginment).
- الضغط على (Create Alginment).
- ثم إختيار (Alginment Creation Tools).
- تظهر نافذة يتم فيها تسمية المسار وإختيار نوع خط المسار.
- ثم الضغط على (Design Criteria) لإختيار السرعة التصميمية.
- بعدها يتم التعليم على (Use Design Criteria) لإعتماد السرعة التصميمية في التصميم.
- ثم الضغط على (Ok).
- تظهر نافذة أدوات رسم المسار (Alginment Layout Tools) فيتم الضغط على أيقونة (Draw) وإختيار أمر الرسم (Tangent-Tangent With Curves) والبدء برسم المسار.



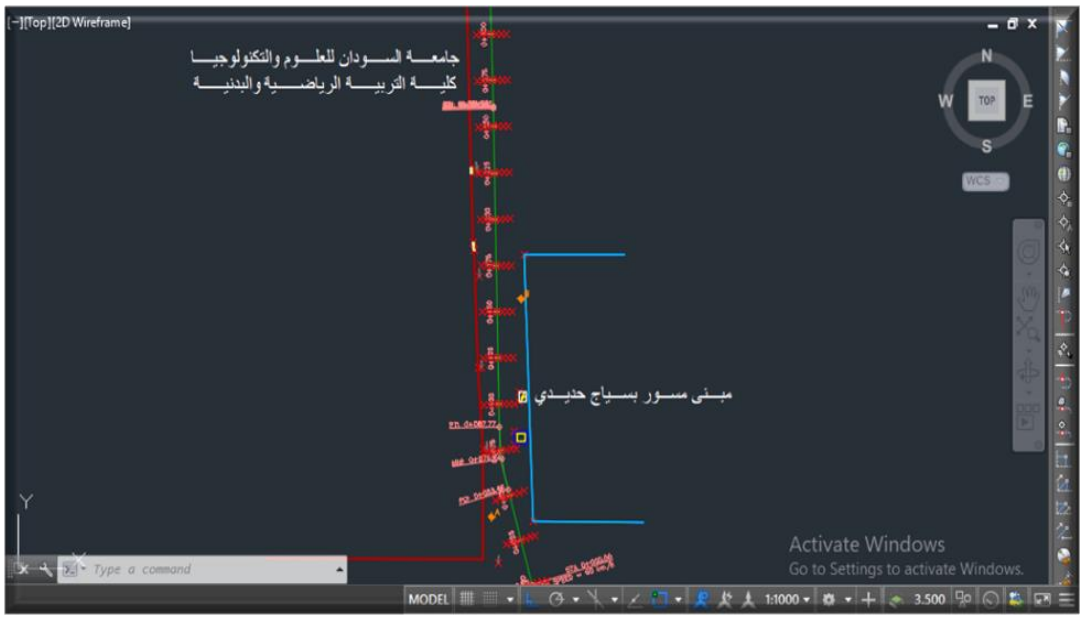
شكل (4-4) مسار الطريق

1.5.4 إستخراج تقرير إحداثيات محطات محور الطريق

- من قائمة (ToolSpace) الضغط على (Toolbox).
- إختيار (Reports Manager).
- الضغط على (Alginment) وإختيار المسار.
- إختيار (Incremental Stationing Report).
- فتظهر نافذة لحفظ التقرير يتم فيها إختيار مسار الطريق وإدخال المسافات المطلوبة بين محطات محور الطريق. يعطي البرنامج عدة خيارات لحفظ التقرير بصيغ (Html)، (Excel)، (Word) و (Pdf).
- يتم تسمية التقرير وتحديد مكان حفظه ثم الضغط على (Ok).
- بعدها يتم الضغط على (Create Report) لإنشاء التقرير.

6.4 إدخال مناسيب الأرض الطبيعية لمحور الطريق

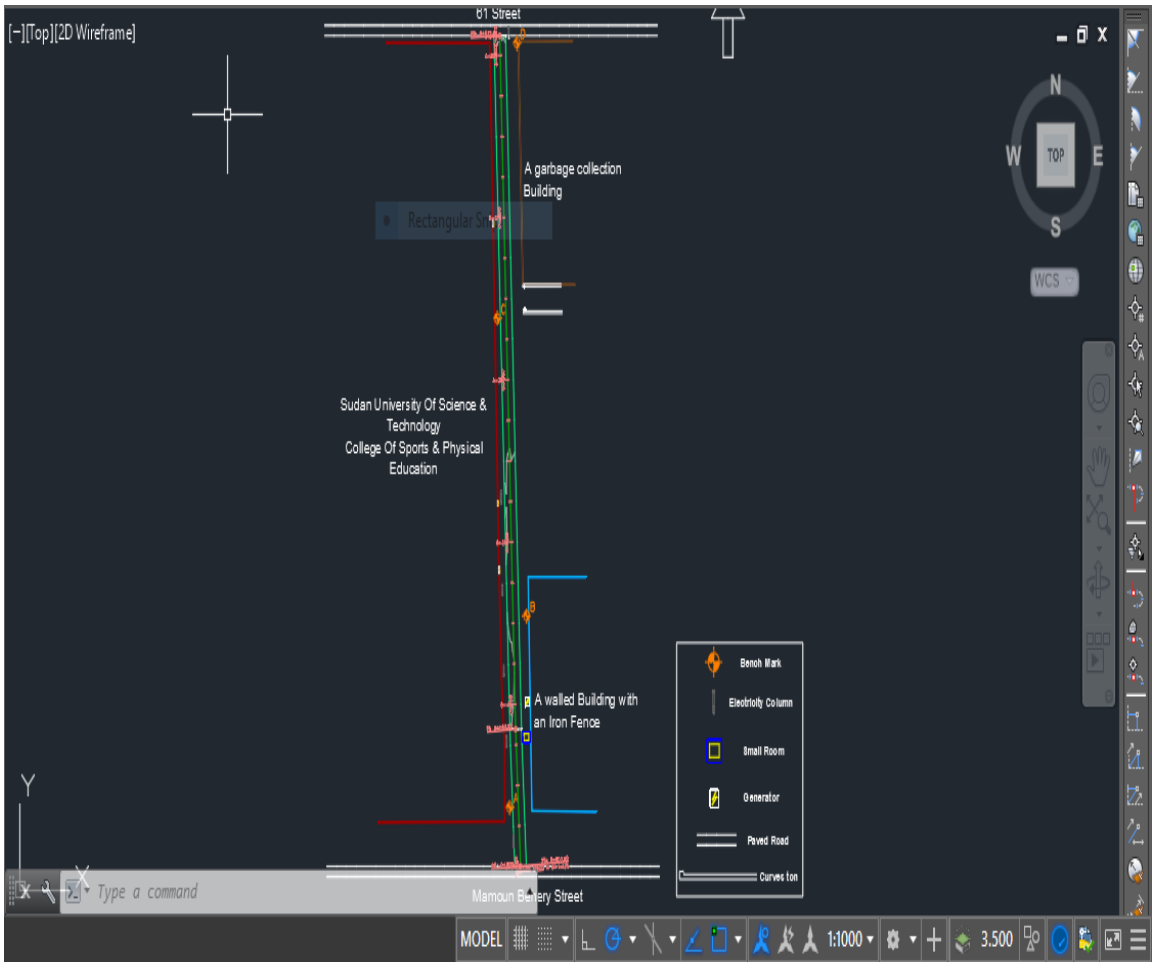
- بعد تجهيز ملف النقاط بصيغة (Text).
- من أشرطة الأدوات أو من قائمة (ToolSpace) إختيار (Points).
- الضغط على (Create Points Alginment).
- تظهر نافذة يتم فيها الضغط على خيار (Import From File).
- بعد ذلك إختيار ملف النقاط بصيغة (Text) ويكون بالترتيب (Station-Offset-Elevation).
- يسأل البرنامج عن طريقة ترتيب النقاط، إختيار الطريقة ثم الضغط على (Enter).
- يسأل البرنامج عن طريقة الفصل بين النقاط، إختيار الطريقة ثم الضغط على (Enter).
- الضغط على (Enter).
- الضغط على (Enter) مرة أخرى.
- يطلب البرنامج تحديد المسار وبعد تحديده تظهر نقاط مناسيب الأرض الطبيعية على المسار.



شكل (4-5) مناسيب الأرض الطبيعية لمحور الطريق

7.4 إنشاء سطح للأرض الطبيعية لمحور الطريق

- من أشرطة الأدوات الضغط على (Surface).
- (Create Surface).
- تسمية السطح (Surface) ثم الضغط على (Ok).
- من قائمة (ToolSpace) الضغط على (Surface).
- ثم الضغط على (Definition).
- بعد ذلك الضغط على (Point Group) وإختيار مجموعة النقاط التي تم إدخالها.
- الضغط على (Apply) ثم (Ok).

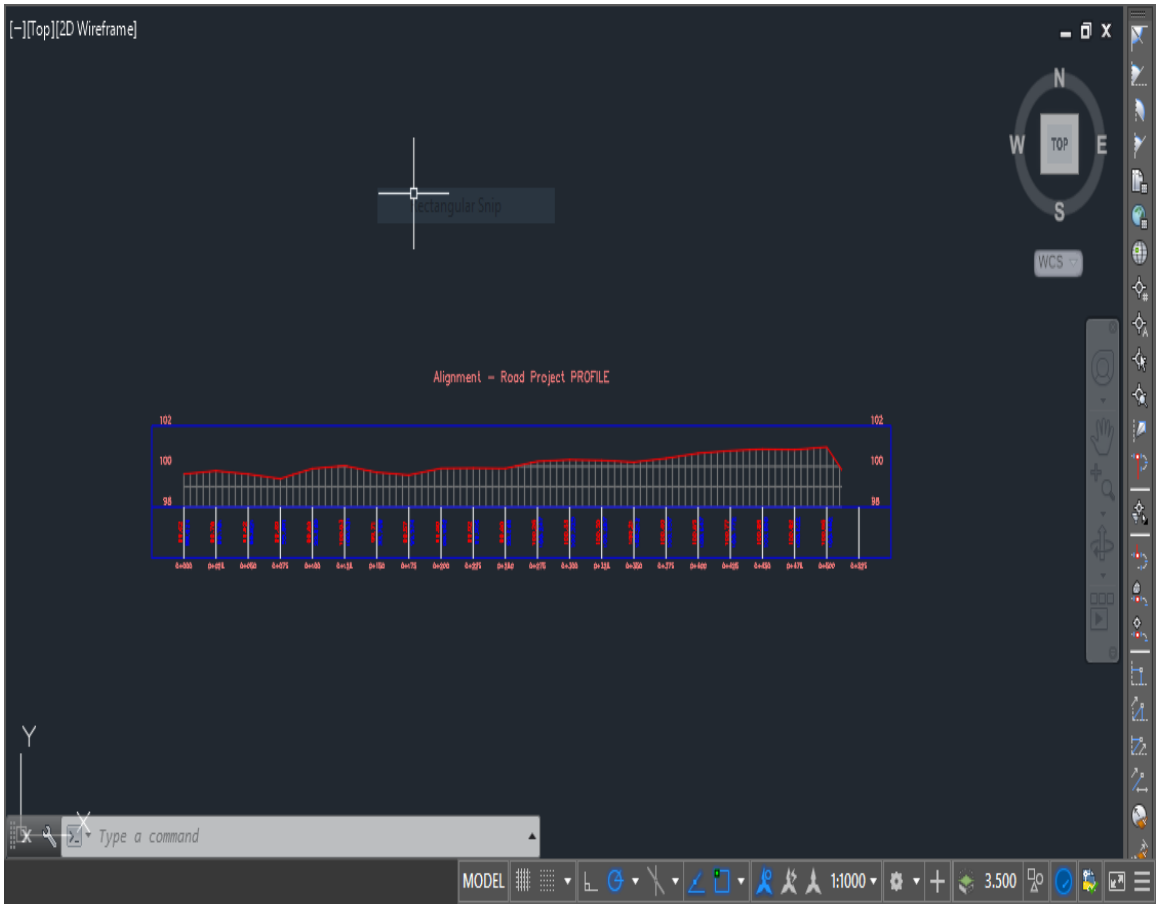


شكل (4-6) سطح الأرض الطبيعية لمحور الطريق

8.4 رسم القطاع الطولي (البروفايل)

القطاع الطولي هو البعد الرأسي للمسار (Alginment). ويتم رسمه كالتالي:

- من أشرطة الأدوات الضغط على (Profile).
- بعدها الضغط على (Create Surface Profile).
- يحدد البرنامج السطح تلقائيا نضغط على (Add).
- ثم الضغط على (Draw in Profile View).
- تظهر نافذة يتم فيها إختيار المسار وتسمية البروفايل.
- ثم الضغط على (Create Profile View).
- يطلب البرنامج إختيار مكان فارغ في منطقة العمل (الشاشة) ليُظهر البروفايل.

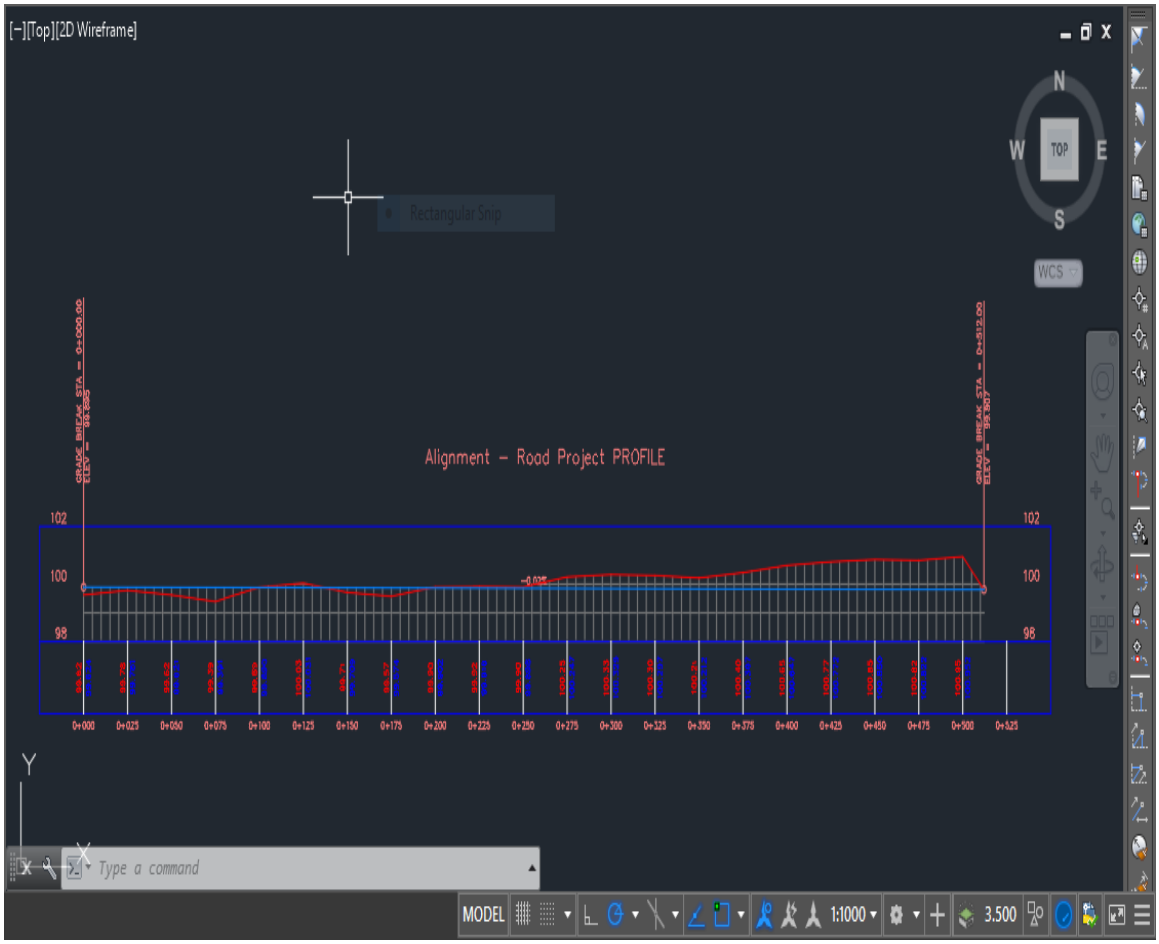


شكل (4-2) القطاع الطولي (البروفايل)

9.4 رسم خط التصميم الإنشائي

خط التصميم الإنشائي يعرف أيضا بمنسوب خط التصميم، ويتم رسمه كالتالي:

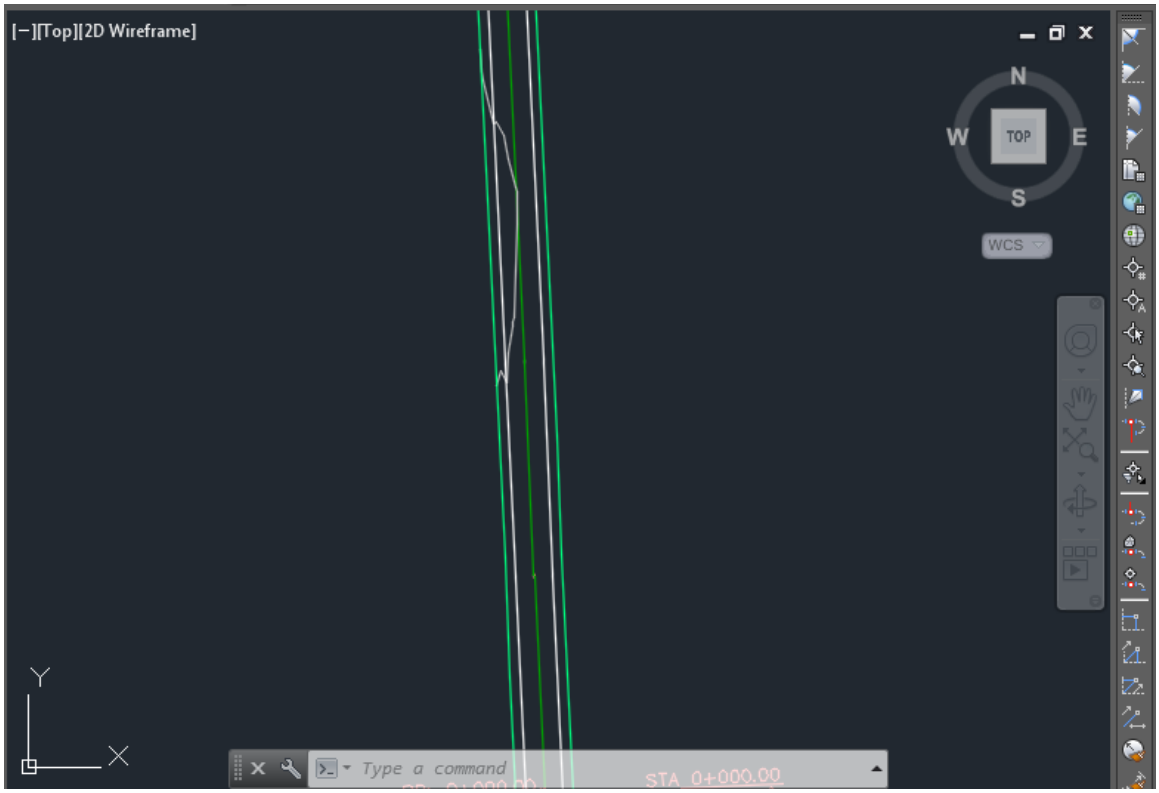
- من أشرطة الأدوات الضغط على (Profile).
- إختيار (Profile Creation Tools).
- تظهر نافذة أدوات رسم البروفايل (Alginment Layout Tools) نضغط على أيقونة (Draw) ونختار (Tangent With Curves) ونرسم خط التصميم الإنشائي.



شكل (3-4) خط التصميم الإنشائي

10.4 عمل حارات لمسار الطريق

- أولاً تحديد المسار.
- من أشرطة الأدوات إختيار (Offset Alginment).
- تظهر نافذة يتم فيها إختيار عدد الحارات وعرضها (المسافة العرضية).
- ثم الضغط على (Ok).



شكل (4-4) حارات الطريق

11.4 إنشاء القطاعات العرضية

تتكون القطاعات العرضية من ثلاثة أجزاء يتم إنشاءها بالترتيب هي:

- المقطع العرضي النموذجي (Assembly)
- الممر (Corridor)
- خطوط المقاطع العرضية (Sample Lines)

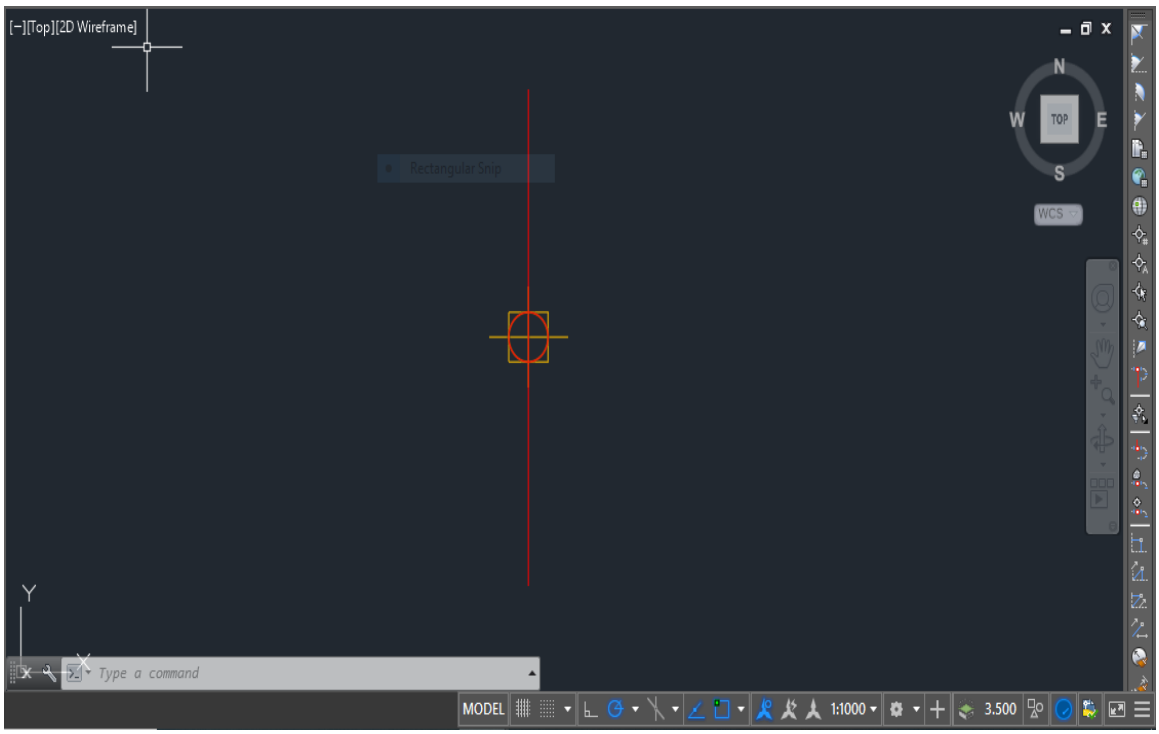
1.11.4 إنشاء المقطع العرضي النموذجي (Assembly)

المقطع العرضي النموذجي هو الأداة التي تربط جميع أجزاء القطاعات العرضية ببعضها البعض.

يتم إنشاءه كالتالي:

- من أشرطة الأدوات الضغط على (Assembly).
- تظهر نافذة نقوم فيها بتسمية (Assembly) ثم نضغط على (Ok).
- فيطلب البرنامج إختيار مكان خالي في منطقة العمل ليظهر (Assembly) في الشاشة.

بعد إنشاء المقطع العرضي النموذجي يتم إستدعاء التفاصيل عليه وهي الميول والأكتاف والميول الجانبية لكميات القطع والردم.

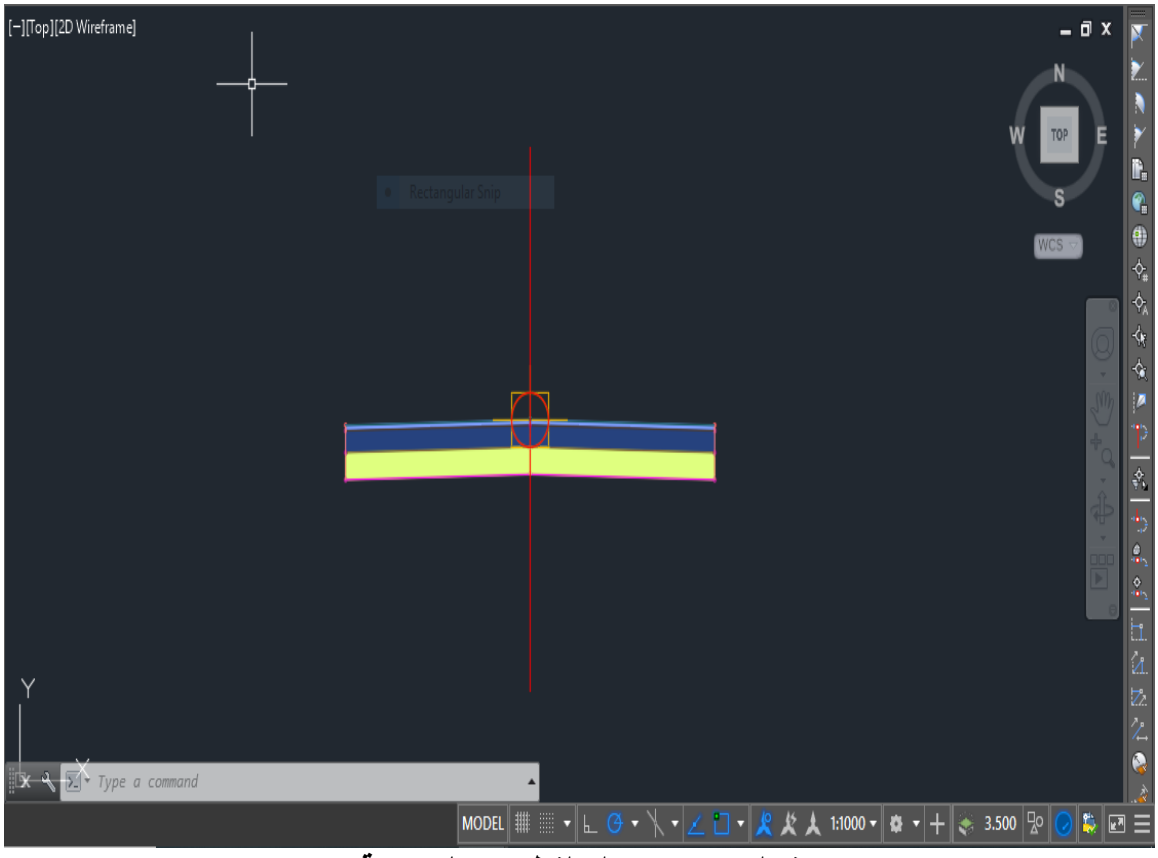


شكل (4-5) المقطع العرضي النموذجي

بعد إنشاء المقطع العرضي النموذجي (Assembly) يتم إستدعاء التفاصيل عليه وهي الميول والأكتاف والميول الجانبية لكميات القطع والردم.

1.1.11.4 إنشاء الميول (Lanes)

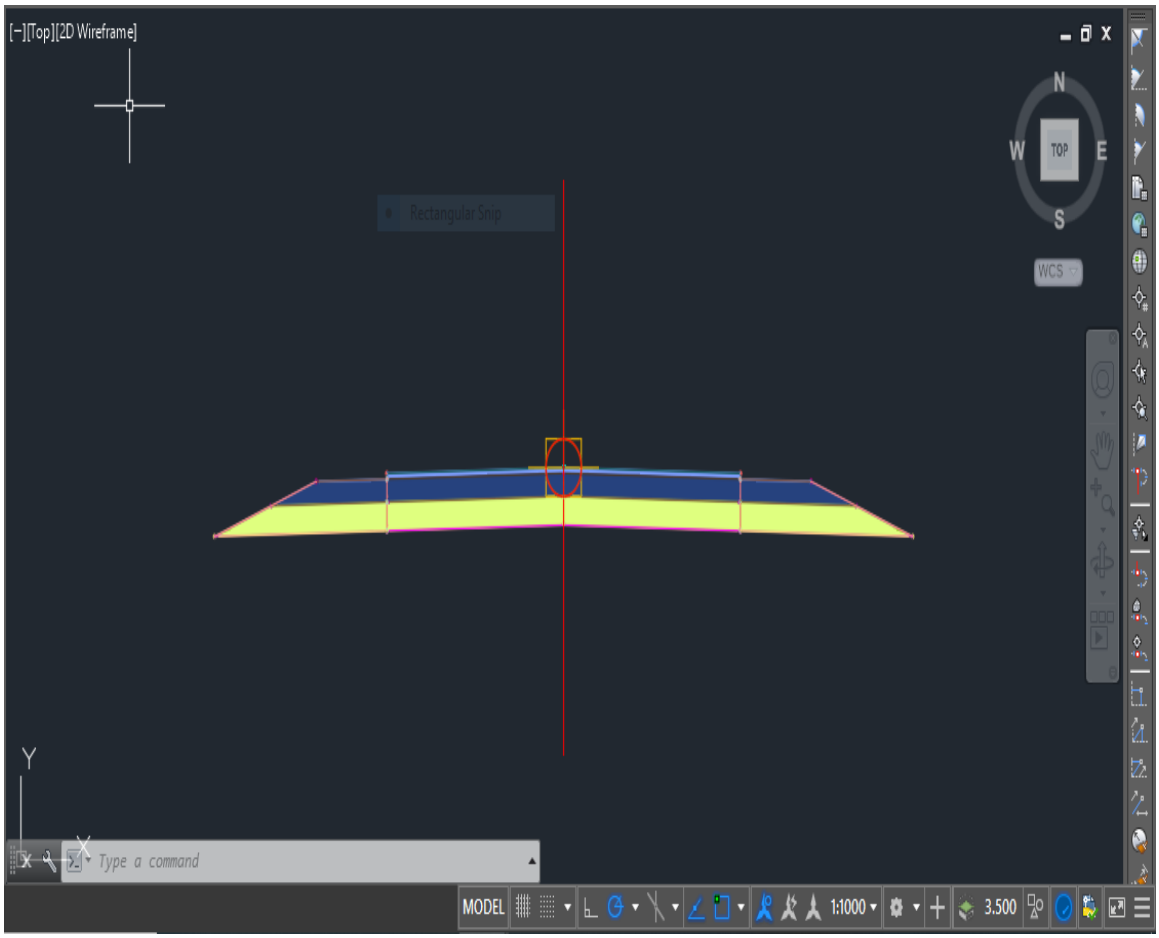
- من أشرطة الأدوات الضغط على أيقونة (Palettes) فتظهر نافذة أدوات باسم (ToolPaletts).
- من (ToolPaletts) الضغط على Lanes فتظهر نافذة بها عدد من الميول يتم الضغط على (Crowned Lane).
- تظهر نافذة بها خصائص الميول.
- ومن (Advanced Parameters) يتم إدخال أبعاد الميول وأبعاد الطبقات الأساسية حسب السرعة التصميمية ومحددات ومعايير التصميم.
- ثم الضغط على (Enter) لحفظ التغييرات فيطلب البرنامج إختيار (Assembly) ليتم إنشاء الميول.



شكل (4-6) ميول القطاعات العرضية

2.1.11.4 إنشاء الأكتاف (Shoulders)

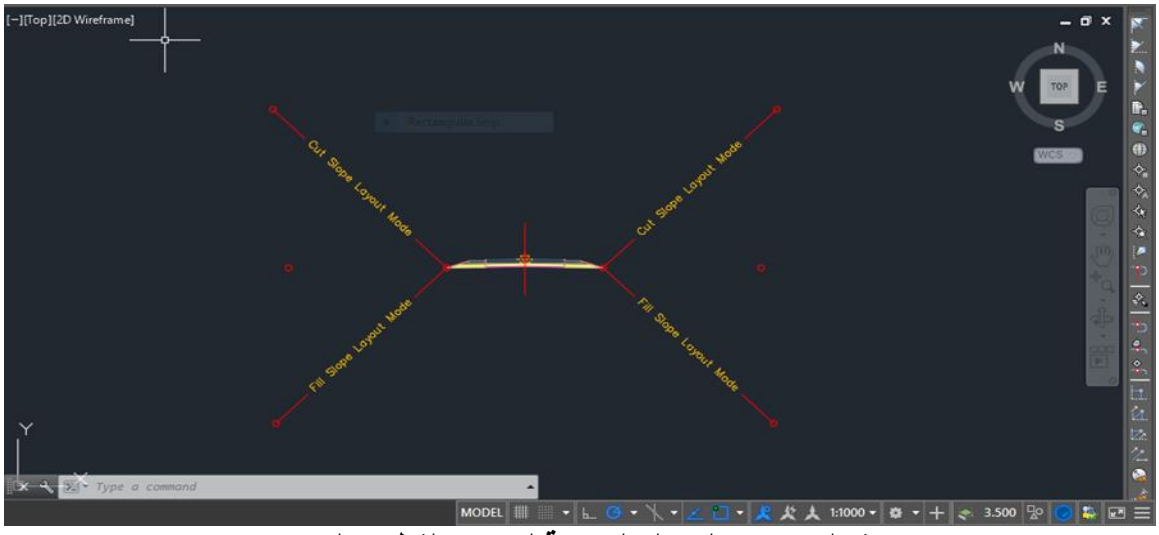
- من (ToolPaletts) الضغط على (Shoulders) فتظهر نافذة بها عدد من الأكتاف يتم الضغط على (Shoulder Extend All).
- تظهر نافذة بها خصائص الأكتاف.
- ومن (Advanced Parameters) يتم إدخال أبعاد الأكتاف والطبقات الأساسية حسب السرعة التصميمية ومحددات ومعايير التصميم.
- فيطلب البرنامج تحديد الميول (Lanes) ليتم إنشاء الأكتاف اليمنى واليسرى كل إتجاه على حدى.



شكل (4-7) أكتاف القطاعات العرضية

3.1.11.4 إنشاء الميول الجانبية لكميات القطع والردم

- من (ToolPaletts) الضغط على (Basic) فتظهر نافذة بها عدد من الميول الجانبية لكميات القطع والردم يتم الضغط على (Basic Side Slope Cut Ditch).
- تظهر نافذة بها خصائص الميول الجانبية لكميات القطع والردم.
- ومن (Advanced Parameters) يتم إدخال نسب القطع (Cut Slope) ونسب الردم (Fill Slope) حسب السرعة التصميمية ومحددات ومعايير التصميم.
- فيطلب البرنامج إختيار الأكتاف (Shoulders) الأيمن والأيسر كل على حدى ليتم إنشاء الميول الجانبية لكميات القطع والردم.



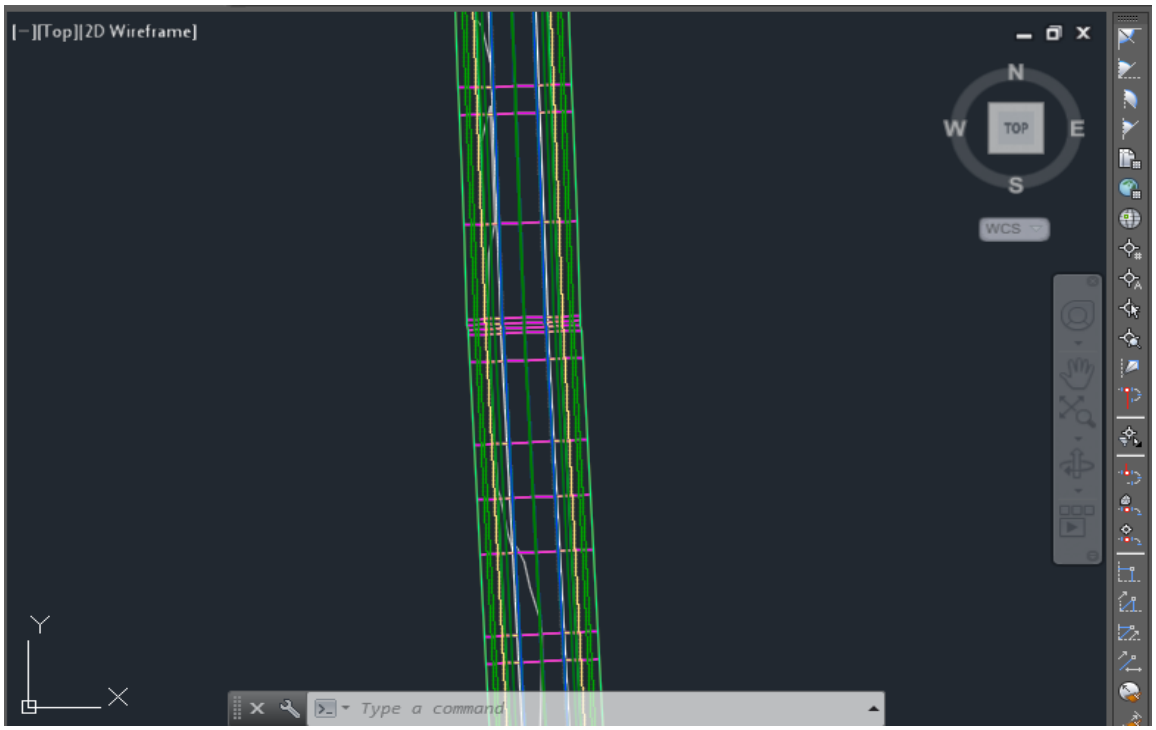
شكل (4-8) الميول الجانبية لكميات القطع والردم

2.11.4 إنشاء الممر (Corridor)

الممر هو أداة للربط بين جميع مكونات المشروع، وهو عبارة عن أداة تصميمية ثلاثية الأبعاد تحتوي على بيانات تفصيلية عن المسار والقطاع الطولي والمقطع العرضي النموذجي. وهو يعدل بشكل تلقائي أي تعديلات يتم إجراءها على الأجزاء والمكونات السابقة.

لإنشاء الممر يتم إتباع الخطوات التالية:

- من أشرطة الأدوات الضغط على (Corridor).
- الضغط على (Create Corridor).
- تظهر نافذة يتم فيها تسمية الممر (Corridor) وإختيار أدواته المتمثلة في المسار، خط التصميم، المقطع العرضي النموذجي والسطح.
- ثم الضغط على (Ok).
- تظهر نافذة تحذير يسأل فيها البرنامج هل تريد تعديل بناء الممر (Corridor)؟
- نضغط على (Rebuild Corridor).



شكل (4-9) الممر (Corridor)

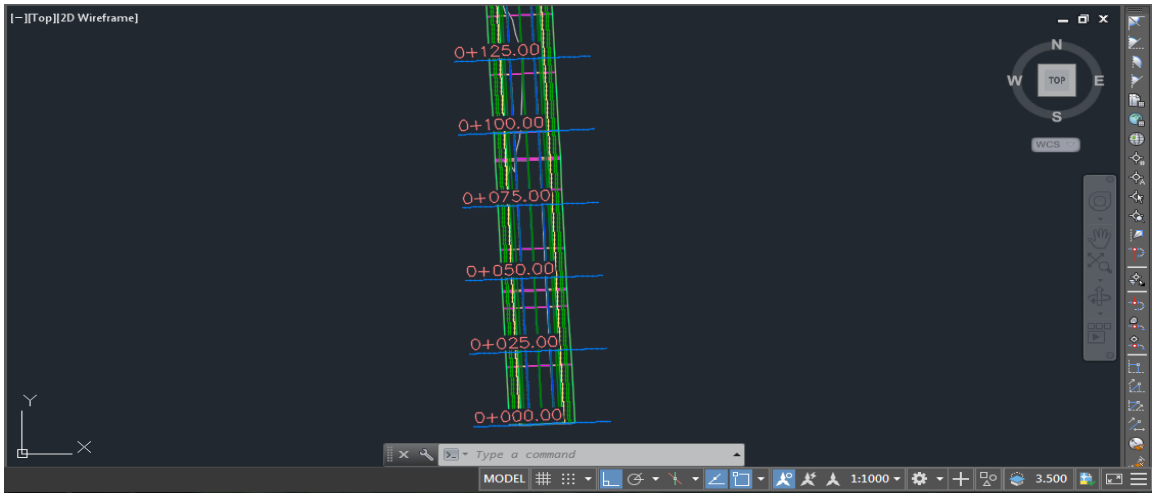
جعل الممر (Corridor) يعتمد أي تعديلات على المشروع بشكل تلقائي بإتباع الخطوات التالية:

- من قائمة (ToolSpace) الضغط على (Prospector).
- الضغط على (Corridor) ثم إختيار (Corridor) الذي تم إنشاءه.
- (Right Click) بالماوس والضغط على (Rebuild Automatic). وهكذا فإن أي تعديلات على مكونات الطريق سيتم تعديلها تلقائياً.

3.11.4 إنشاء خطوط المقاطع العرضية (Sample Lines)

خطوط المقاطع العرضية (Sample Lines) هي خطوط عرضية تقسم الطريق إلي قطاعات. يتم إنشاءها كالتالي:

- من أشرطة الأدوات الضغط على (Sample Line).
- يطلب البرنامج تحديد المسار نضغط على (Enter) لتحديد المسار ثم (Ok). (لا يمكن تحديد المسار بالضغط عليه لأن خط الممر (Corridor) إنطبق على خط المسار).
- تظهر نافذة إنشاء خطوط المقاطع العرضية (Sample Lines) يتم فيها التأكد من وجود السطح (Surface) والممر (Corridor) ثم الضغط على (Ok).
- تظهر نافذة أخرى لإنشاء خطوط المقاطع العرضية (Sample Lines) يتم فيها الضغط على (Sample Line Creation Methods).
- الضغط على الخيار (By Range Of Station) وذلك لإختيار مسافة تقسيم القطاعات.
- بعد ذلك الذهاب إلي خيارات (Sampling Increment) وإدخال مسافة تقسيم الطريق إلى قطاعات في (Increment Along Tangent) و (Increment Along Curves) و (Increment Along Spirals) على التوالي ثم الضغط على (Ok) فتظهر خطوط المقاطع العرضية على المسار.

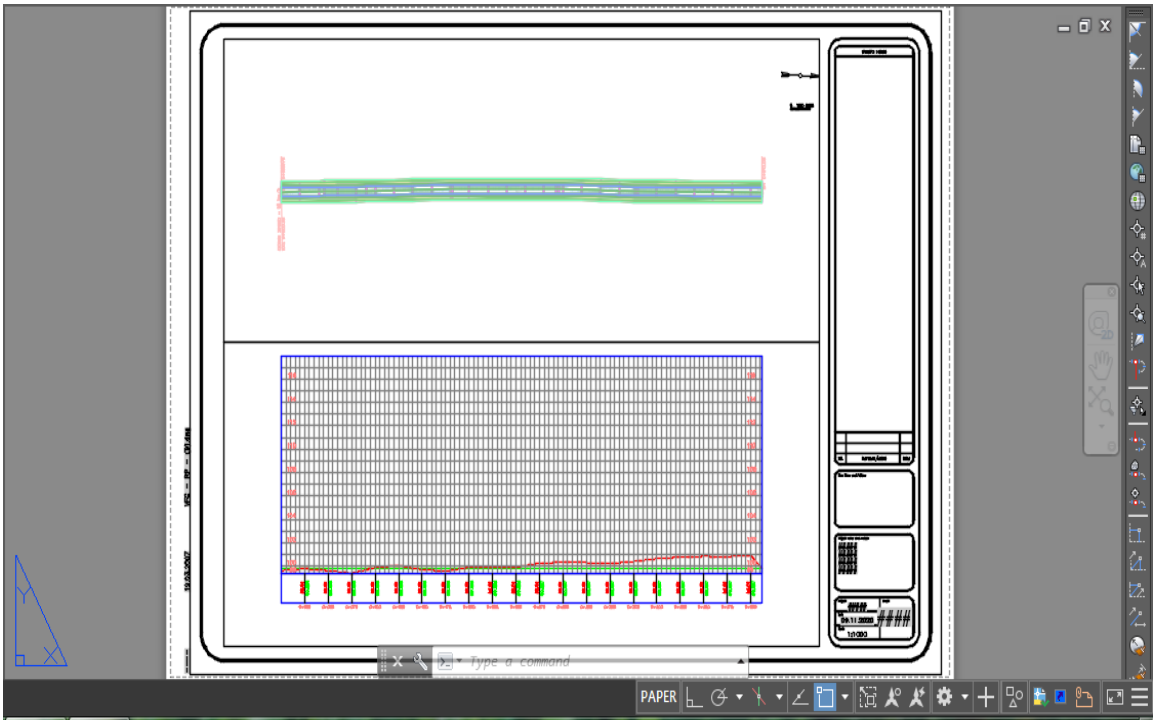


شكل (4-10) خطوط المقاطع العرضية

12.4 الإخراج والطباعة

الإخراج هو عرض التصميم أو (الرسم) في ورقة ذات أبعاد مناسبة لمعاينة التصميم وإعداده لعملية الطباعة وتتم عملية العرض (الإخراج) كالتالي:

- تحويل شاشة عرض البرنامج من (Active Drawing) إلى (Master View).
- من قائمة (ToolSpace) الضغط على(Prospector) ثم إختيار(Master View).
- من (Prospector) الضغط على (Drawing Template) ثم إختيار (Production Plan).
- تظهر مجموعة من الخيارات نختار منها (Civil 3D Metric Plan and Profile).
- (Right Click) بالماوس ثم الضغط على (Open) فتظهر ورقة إخراج إفتراضية على الشاشة يتم عمل نسخة منها بالضغط عليها ثم (Right Click) بالماوس والضغط على الخيار (Move or Copy) فتظهر نافذة بها اسم الورقة ثم الضغط على (Ok).
- من القوائم المنسدلة الضغط على (Output).
- ثم الضغط على (Create View Frame).
- تظهر نافذة يتم فيها إختيار المسار وإختيار إخراج كل الرسم أم جزء محدد منه ثم الضغط على (Create View Frame).
- يظهر تخطيط ورقة الإخراج في منطقة العمل يحيط بالرسم (التصميم).
- الذهاب إلى (Output) مرة أخرى والضغط على (Create Sheet).
- تظهر نافذة يتم فيها تسمية الصفحة (Sheet) وإختيار حجم ورقة الإخراج وأماكن ظهور الكتابة التوضيحية في الصفحة (Sheet) ثم الضغط على (Create Sheet).
- تظهر نافذة تحذير نضغط فيها على (Ok).
- فيعرض البرنامج ورقة الإخراج في نافذة (Layout).



شكل (4-16) ورقة الإخراج النهائية

- وللطباعة من أشرطة الأدوات الضغط على (Plot) وإختيار الطريقة والإعدادات المناسبة للطباعة.

الباب الخامس

الباب الخامس

القياسات والنتائج

1.5 منطقة الدراسة

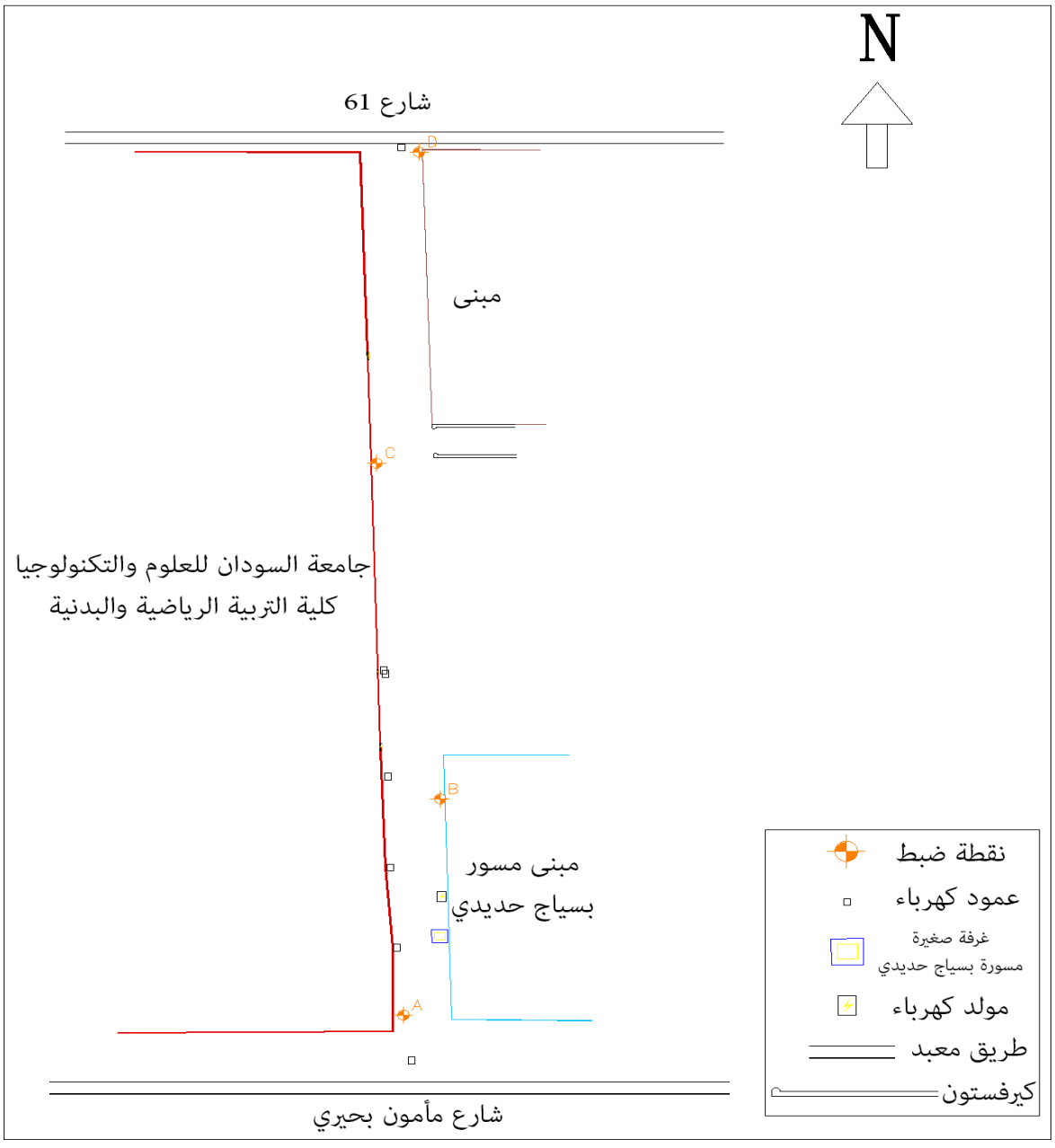
تقع منطقة الدراسة بمدينة الخرطوم في منطقة الإمتداد شرق كليتّي الهندسة والتربية الرياضية لجامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا.

يبدأ الطريق من شارع مأمون بحيري جنوباً ويمتد (يتجه) شمالاً إلى أن ينتهي بشارع (61) ، بطول 512 متر.

شكل (5-1) صورة جوية لمنطقة الدراسة مأخوذة من Google Earth

2.5 الزيارة الميدانية والإستكشاف

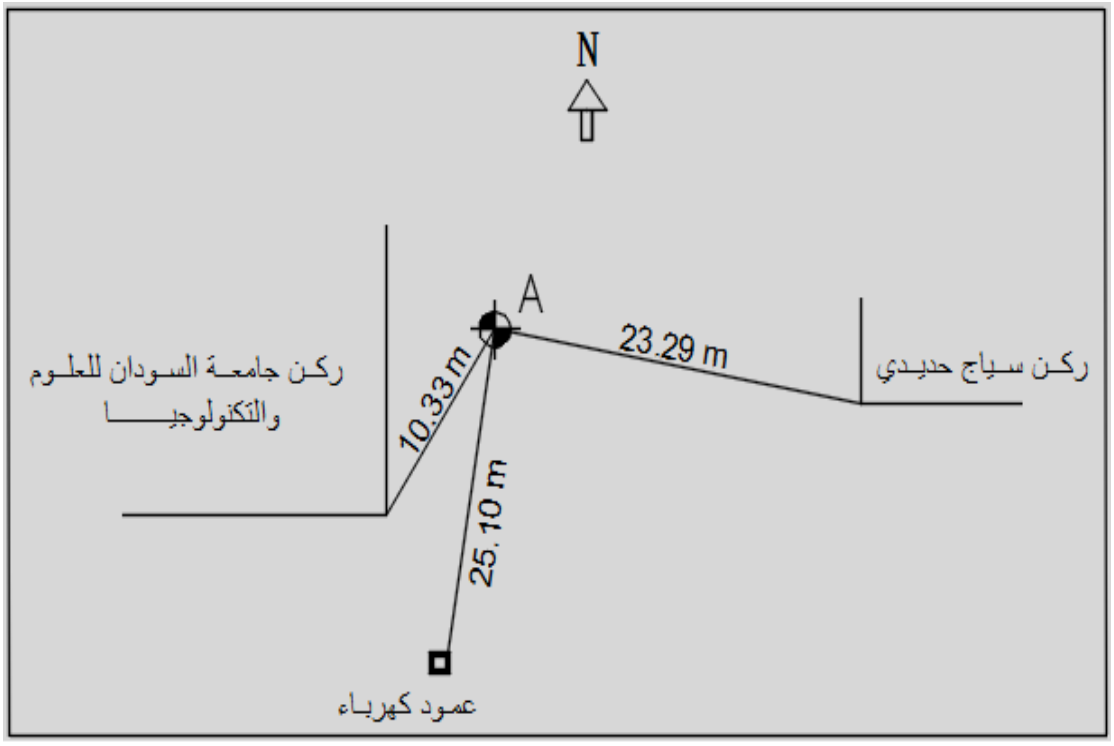
أُجريت زيارة للمنطقة المقترح إنشاء الطريق عليها ومن خلال الزيارة لُوحظ وجود طريق ترابي في مسار الطريق المقترح، كما لُوحظ وجود أعداد كبيرة من أكوام التراب والنفايات التي تزيد بشكل يومي. رُسم كروكي وضحت عليه بداية ونهاية الطريق والمعالم البارزة في المنطقة.



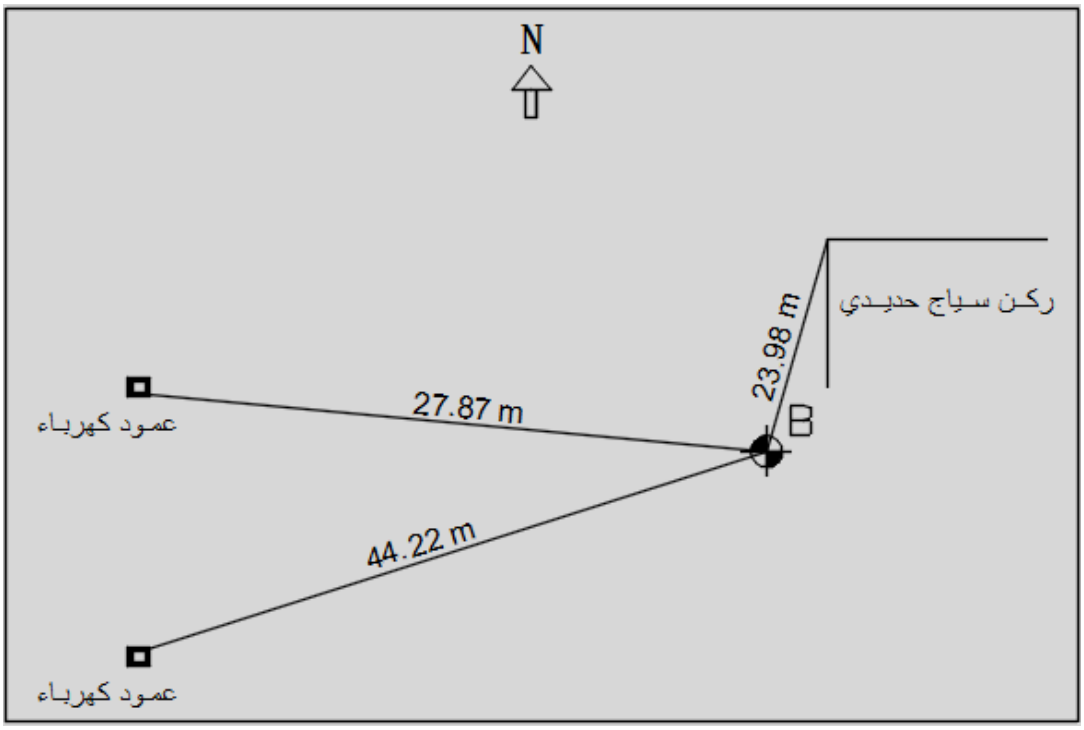
شكل (2-5) كروكي منطقة الدراسة

3.5 نقاط الضبط

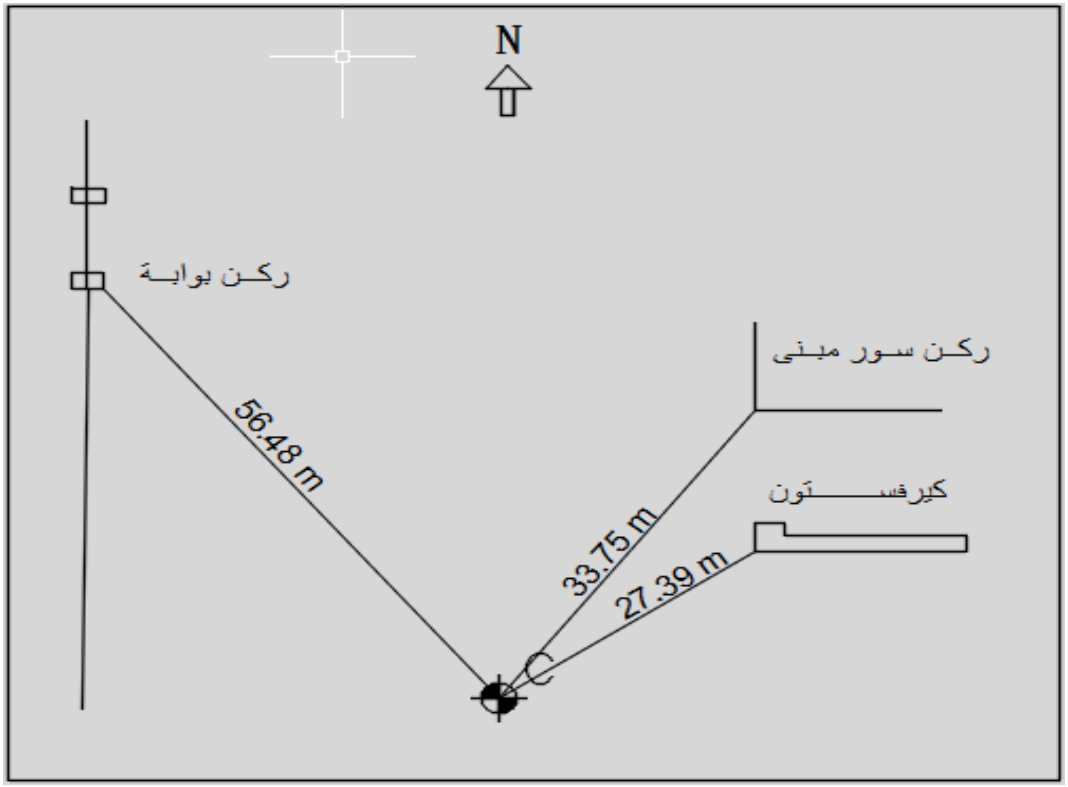
أُختيرت أربعة نقاط ضبط رئيسية تبدأ من النقطة A وتتجه شمالاً حتى تنتهي عند النقطة الرابعة D. أُختيرت كل نقطة بحيث يمكن رؤية النقطة السابقة والنقطة التالية لها. وحُددت أماكن النقاط باستخدام قطع حديدية من السيخ بطول 45 سنتمتر وعُلمت بواسطة أحجار خرسانية. ورُبطت كل نقطة بثلاثة معالم ثابتة في الموقع كالتالي:



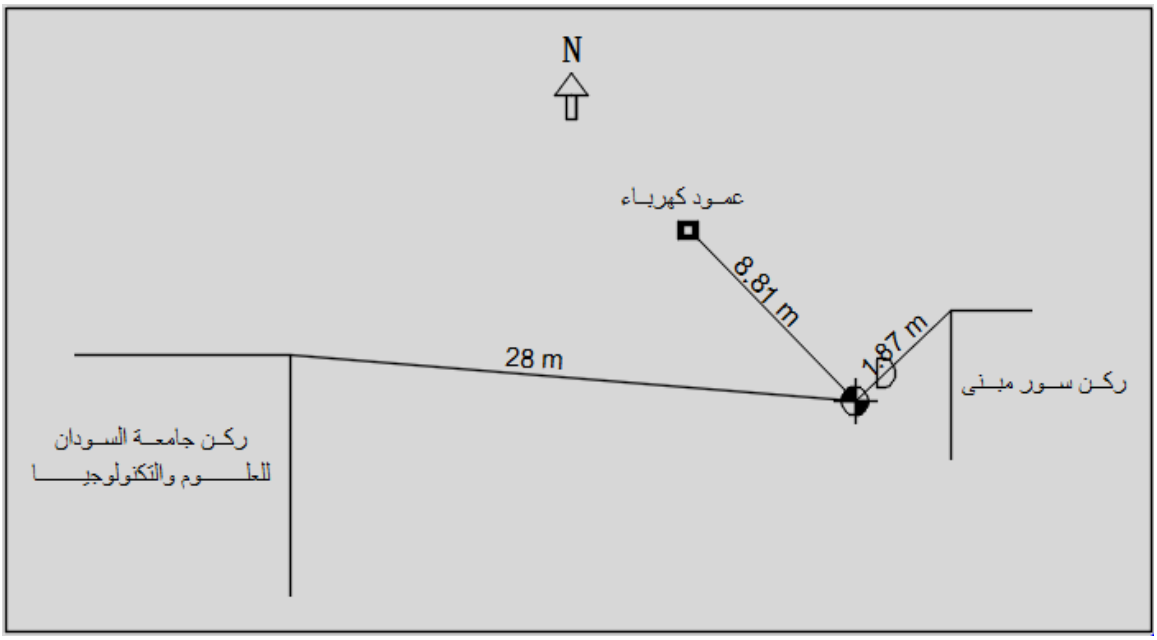
شكل (3-5) ربط ووصف النقطة A



شكل (5-4) ربط ووصف النقطة B



شكل (5-5) ربط ووصف النقطة C



شكل (5-6) ربط ووصف النقطة D

1.3.5 رصد نقاط الضبط

رُصدت نقاط الضبط باستخدام جهاز المحطة الشاملة (Total Station Sokia - SET 610)، وفُرضت إحداثيات النقطة الأولى 1000 للإحداثي الشرقي (E) و1000 للإحداثي الشمالي (N).

جدول (5 - 1) إحداثيات نقاط الضبط

الخط	الطول	النقطة	الإحداثي الشرقي (E)	الإحداثي الشمالي (N)	ملاحظات
		1	1000	1000	A
AB	119.2				
		2	1017.677	1117.853	B
BC	158.8				
		3	987.273	1301.16	C
CD	170.9				
		4	1007.663	1470.809	D
DA'	470.9				
		5	1000.09	1000.016	A'

بعدها صُححت الإحداثيات باستخدام قاعدة بوديتش.

حساب الخطأ في الإحداثيات:

$\Delta E = EA' - EA = 1000.09 - 1000 = 0.09$ m

$\Delta N = NA' - NA = 1000.016 - 1000 = 0.016$ m

حساب التصحيح:

التصحيح = (الخطأ (ΔE أو ΔN) * المسافة التراكمية للنقطة) ÷ المسافة الكلية (ذهابا وإيابا)

وطُرح التصحيح من الإحداثيات.

جدول (5 - 2) الإحداثيات المصححة لنقاط الضبط

النقطة	الإحداثيات المرصودة		المسافة التراكمية	الخطأ في الإحداثي الشرقي (E)	الخطأ في الإحداثي الشمالي (N)	الإحداثيات المصححة	
	الإحداثي الشرقي (E)	الإحداثي الشمالي (N)				الإحداثي الشرقي (E)	الإحداثي الشمالي (N)
A	1000	1000		-	-	1000	1000
			119.17				
B	1017.677	1117.853		0.011	0.002	1017.666	1117.851
			277.98				
C	987.273	1301.16		0.027	0.004	987.246	1301.156
			448.88				
D	1007.663	1470.809		0.043	0.007	1007.62	1470.802
			919.75				
A'	1000.09	1000.016		0.09	0.016	1000	1000

درجة الترافيرس:

$$CE = \sqrt{(\Delta E^2 + \Delta N^2)}$$

$$\sqrt{(0.09)^2 + (0.016)^2} = 0.0\ 914$$

درجة الترافيرس = CE ÷ المسافة الكلية (ذهابا وإيابا)

$$0.0914 \div 919.75 = 1 : 10062.910$$

2.3.5 الميزانية لنقاط الضبط

أجريت ميزانية طولية لنقاط الضبط ذهاباً وإياباً باستخدام جهاز ميزان (Automatic Level 360^0 Nikon Ac-25). حيث فُرض منسوب محلي مقداره 100 متر للنقطة الأولى كنقطة بنشمارك.

جدول (5 - 3) ميزانية نقاط الضبط

النقطة	قراءة خلفية	قراءة متوسطة	قراءة أمامية	إرتفاع سطح الميزان	المنسوب	ملاحظات
A	1.061			101.061	100	نقطة مرجعية
B	1.352		0.996	101.417	100.065	
C	1.759		0.825	102.351	100.592	
D	2.132		2.131	102.352	100.22	نقطة دوران
C'	0.844		1.76	101.436	100.592	
B'	0.918		1.37	100.984	100.066	
A'			0.983		100.001	

التحقيق الحسابي:

Last RL – First RL = 100.001 – 100 = 0.001 m

ΣBS - ΣFS = 8.066 – 8.065 = 0.001 m

خطأ القفل الطولي:

خطأ القفل = 0.001 متر

الخطأ المسموح به E:

$$E = C * \sqrt{K}$$

حيث:

E ≡ الخطأ المسموح به.

C ≡ ثابت (يساوي 10 إذا كانت الميزانية طولية، ويساوي 25 إذا كانت الميزانية عادية).

K ≡ المسافة (ذهاباً وإياباً) بالكيلومتر.

E = 10 * √ (919.75 ÷ 1000) = 9.590 mm

4.5 الرفع المساحي

إستناداً على نقاط الضبط التي رُصدت بجهاز المحطة الشاملة أُجريّ رفع مساحي للمعالم في المنطقة، حيث إشتمل الرفع المساحي على غرفة صغيرة بجوارها مولد كهربائي، وأعمدة كهرباء بالإضافة إلى الأسوار القائمة على جانبيّ الطريق.

جدول (5 - 4) إحداثيات المعالم

النقطة	الإحداثي الشرقي (E)	الإحداثي الشمالي (N)	ملاحظات
1	1000	1000	نقطة مرجعية
2	1004.067	975.272	عمود كهرباء
3	1023.174	997.676	ركن سياج حديدي
4	995.239	990.836	ركن الجامعة
5	996.978	1036.835	عمود كهرباء
6	1013.688	1039.432	ركن سياج غرفة صغيرة
7	1013.514	1046.552	ركن سياج غرفة صغيرة
8	1016.311	1062.061	ركن مولد كهرباء
9	1016.257	1067.454	ركن مولد كهرباء
10	993.998	1080.501	عمود كهرباء
11	991.886	1080.788	جدار الجامعة
12	1017.666	1117.851	نقطة ضبط
13	1019.225	1141.79	ركن سياج حديدي
14	992.599	1130.031	عمود كهرباء
15	989.539	1144.11	ركن بوابة
16	989.309	1148.169	ركن بوابة
17	991.429	1186.291	عمود كهرباء
18	990.882	1188.009	عمود كهرباء
19	987.246	1301.156	نقطة ضبط

النقطة	الإحداثي الشرقي (E)	الإحداثي الشمالي (N)	ملاحظات
20	1014.513	1304.11	كيرفستون
21	1013.768	1322.236	كيرفيستون
22	983.31	1357.574	ركن بوابة
23	983.145	1361.741	ركن بوابة
24	1007.62	1470.802	نقطة ضبط
25	1009.089	1472.043	ركن مبنى
26	999.159	1473.249	عمود كهرباء
27	979.66	1471.073	ركن الجامعة

5.5 المسار المقترح للطريق

لإختيار المسار أُجريت مقارنة ومفاضلة تم بموجبها إختيار المسار الأفضل من بين الخيارات المتاحة. أُختير المسار على عدة عوامل أساسية هي:

- إختيار أقصر طول للمسار.
- التقليل من المنحنيات بقدر الإمكان.
- تفادي العوائق بقدر الإمكان للتقليل من التكلفة الإقتصادية.
- مراعاة الجوانب التي تتعلق بتصريف مياه الأمطار والصرف الصحي وتوصيل أنابيب المياه.

رُسم المسار المقترح على برنامج Civil 3D وحُددت نقطة البداية ونقطة النهاية حيث بلغ طول المسار 512 متر. وُحددت محطات المسار على أن تكون كل 25 متر وذلك وفقاً لقواعد الأشتو (AASHTO) لتصميم الطرق. وإستخرجت إحداثيات محطات محور الطريق في شكل تقرير.

جدول (5 - 5) إحداثيات محطات محور الطريق

المحطة	الإحداثي الشرقي (E)	الإحداثي الشمالي (N)
0+000	1011.9035	963.5050
0+025	1010.7151	988.4767
0+050	1009.5386	1013.4490
0+075	1008.4220	1038.4241
0+100	1007.2616	1063.3971
0+125	1006.0276	1088.3666
0+150	1004.7936	1113.3361
0+175	1003.5596	1138.3056
0+200	1002.5700	1163.2856
0+225	1001.6721	1188.2695
0+250	1000.7742	1213.2534
0+275	999.8763	1238.2372
0+300	999.1105	1263.2244
0+325	998.8089	1288.2226
0+350	998.5073	1313.2208
0+375	998.2057	1338.2190
0+400	997.5573	1363.2104
0+425	996.8732	1388.2010
0+450	996.1892	1413.1916
0+475	995.5052	1438.1823
0+500	994.8212	1463.1729
0+512	994.4879	1475.3484

6.5 الميزانية لمحور الطريقة

بعد أن وُقِع محور الطريق (Center Line) على الطبيعة أُجريت ميزانية متسلسلة أُخذت فيها مناسيب الأرض الطبيعية لمحور الطريق وكانت كالآتي:

CL ≡ قراءة على محور الطريق (Center Line)

2R ≡ قراءة على بعد 2 متر يمين محور الطريق.

4R ≡ قراءة على بعد 4 أمتار يمين محور الطريق.

6R ≡ قراءة على بعد 6 أمتار يمين محور الطريق.

2L− ≡ قراءة على بعد 2 متر يسار محور الطريق.

4L− ≡ قراءة على بعد 4 أمتار يسار محور الطريق.

6L− ≡ قراءة على بعد 6 أمتار يسار محور الطريق.

جدول (5 - 6) ميزانية محور الطريق

المحطة	البعد	قراءة خلفية	قراءة متوسطة	قراءة أمامية	إرتفاع سطح الميزان	المنسوب	ملاحظات
A		1.499			101.499	100	نقطة مرجعية
	6		1.886			99.613	6R
	4		1.885			99.614	4R
	2		1.882			99.617	2R
0+0	0		1.875			99.624	CL
	-2		1.875			99.624	2L
	-4		1.845			99.654	4L
	-6		1.84			99.659	6L
	6		1.83			99.669	6R
	4		1.805			99.694	4R
	2		1.8			99.699	2R
0+25	0		1.718			99.781	CL

المحطة	البعد	قراءة خلفية	قراءة متوسطة	قراءة أمامية	إرتفاع سطح الميزان	المنسوب	ملاحظات
	-2		1.722			99.777	2L
	-4		1.647			99.852	4L
	-6		1.692			99.807	6L
	6		1.505			99.994	6R
	4		1.735			99.764	4R
	2		1.83			99.669	2R
0+50	0		1.878			99.621	CL
	-2		1.765			99.734	2L
	-4		1.69			99.809	4L
	-6		1.701			99.798	6L
	6		1.822			99.677	6R
	4		1.995			99.504	4R
	2		2.048			99.451	2R
0+75	0		2.108			99.391	CL
	-2		1.815			99.684	2L
	-4		1.609			99.89	4L
	-6		1.568			99.931	6L
	6		1.973			99.526	6R
	4		2.6			98.899	4R
	2		1.84			99.659	2R
0+100	0		1.609			99.89	CL
	-2		1.475			100.024	2L
	-4		1.369			100.13	4L
	-6		1.412			100.087	6L
	6		2.119			99.38	6R
	4		2.92			98.579	4R
	2		1.93			99.569	2R
0+125	0		1.468			100.031	CL
	-2		1.351			100.148	2L
	-4		1.356			100.143	4L
	-6		1.272			100.227	6L
	6		1.979			99.52	6R
	4		2.059			99.44	4R
	2		1.99			99.509	2R

المحطة	البعد	قراءة خلفية	قراءة متوسطة	قراءة أمامية	إرتفاع سطح الميزان	المنسوب	ملاحظات
0+150	0		1.79			99.709	CL
	-2		1.628			99.871	2L
	-4		1.58			99.919	4L
	-6		1.481			100.018	6L
	6		1.921			99.578	6R
	4		1.905			99.594	4R
	2		1.94			99.559	2R
0+175	0		1.925			99.574	CL
	-2		1.882			99.617	2L
	-4		1.743			99.756	4L
	-6		1.55			99.949	6L
B		1.482		1.434	101.547	100.065	نقطة ضبط
	6		1.545			100.002	6R
	4		1.618			99.929	4R
	2		1.655			99.892	2R
0+200	0		1.645			99.902	CL
	-2		1.55			99.997	2L
	-4		1.56			99.987	4L
	-6		1.48			100.067	6L
	6		1.878			99.669	6R
	4		1.79			99.757	4R
	2		1.645			99.902	2R
0+225	0		1.631			99.916	CL
	-2		1.64			99.907	2L
	-4		1.558			99.989	4L
	-6		1.589			99.958	6L
	6		1.622			99.925	6R
	4		1.583			99.964	4R
	2		1.552			99.995	2R
0+250	0		1.649			99.898	CL
	-2		1.597			99.95	2L
	-4		1.495			100.052	4L
	-6		1.502			100.045	6L
	6		1.29			100.257	6R

المحطة	البعد	قراءة خلفية	قراءة متوسطة	قراءة أمامية	إرتفاع سطح الميزان	المنسوب	ملاحظات
	4		1.302			100.245	4R
	2		1.305			100.242	2R
0+275	0		1.3			100.247	CL
	-2		1.21			100.337	2L
	-4		1.222			100.325	4L
	-6		1.241			100.306	6L
	6		1.242			100.305	6R
	4		1.17			100.377	4R
	2		1.255			100.292	2R
0+300	0		1.218			100.329	CL
	-2		1.283			100.264	2L
	-4		1.172			100.375	4L
	-6		1.19			100.357	6L
	6		1.325			100.222	6R
	4		1.275			100.272	4R
	2		1.252			100.295	2R
0+325	0		1.25			100.297	CL
	-2		1.228			100.319	2L
	-4		1.165			100.382	4L
	-6		1.215			100.332	6L
	6		1.515			100.032	6R
	4		1.46			100.087	4R
	2		1.41			100.137	2R
0+350	0		1.335			100.212	CL
	-2		1.23			100.317	2L
	-4		1.175			100.372	4L
	-6		1.145			100.402	6L
C		1.62		0.955	102.212	100.592	نقطة ضبط
	6		1.872			100.34	6R
	4		1.875			100.337	4R
	2		1.88			100.332	2R
0+375	0		1.815			100.397	CL
	-2		1.781			100.431	2L
	-4		1.758			100.454	4L

المحطة	البعد	قراءة خلفية	قراءة متوسطة	قراءة أمامية	إرتفاع سطح الميزان	المنسوب	ملاحظات
	-6		1.745			100.467	6L
	6		1.64			100.572	6R
	4		1.555			100.657	4R
	2		1.563			100.649	2R
0+400	0		1.565			100.647	CL
	-2		1.72			100.492	2L
	-4		1.765			100.447	4L
	-6		1.79			100.422	6L
	6		1.469			100.743	6R
	4		1.372			100.84	4R
	2		1.365			100.847	2R
0+425	0		1.44			100.772	CL
	-2		1.548			100.664	2L
	-4		1.63			100.582	4L
	-6		1.838			100.374	6L
	6		1.535			100.677	6R
	4		1.383			100.829	4R
	2		1.188			101.024	2R
0+450	0		1.362			100.85	CL
	-2		1.44			100.772	2L
	-4		1.653			100.559	4L
	-6		1.905			100.307	6L
	6		1.62			100.592	6R
	4		1.557			100.655	4R
	2		1.575			100.637	2R
0+475	0		1.39			100.822	CL
	-2		1.42			100.792	2L
	-4		1.495			100.717	4L
	-6		1.715			100.497	6L
	6		1.7			100.512	6R
	4		1.66			100.552	4R
	2		1.655			100.557	2R
0+500	0		1.26			100.952	CL
	-2		1.65			100.562	2L

المحطة	البعد	قراءة خلفية	قراءة متوسطة	قراءة أمامية	إرتفاع سطح الميزان	المنسوب	ملاحظات
	-4		1.95			100.262	4L
	-6		1.91			100.302	6L
	6		2.475			99.737	6R
	4		2.3			99.912	4R
	2		2.37			99.842	2R
0+512	0		2.405			99.807	CL
	-2		2.48			99.732	2L
	-4		2.485			99.727	4L
	-6		2.38			99.832	6L
D				1.992		100.22	نقطة ضبط

التحقيق الحسابي:

Last RL – First RL = 100.22 – 100 = 0.22 m

$\Sigma BS - \Sigma FS = 4.601 – 4.381 = 0.22$ m

خطأ القفل الطولي:

خطأ القفل = 0.22 متر

الخطأ المسموح به E:

$$E = C * \sqrt{K}$$

حيث:

E ≡ الخطأ المسموح به.

C ≡ ثابت (يساوي 10 إذا كانت الميزانية طولية، ويساوي 25 إذا كانت الميزانية عادية).

K ≡ المسافة (ذهاباً وإياباً) بالكيلومتر.

$E = 25 * \sqrt{(919.75 \div 1000)} = 23.97589$ mm

7.5 حساب الكميات

حُسبت الكميات الترابية للقطع والردم وكانت كالتالي:

جدول (5 - 7) الكميات الترابية للقطع والردم

Station	Cut Area (Sq.M.)	Cut Volume (Cu.M.)	Fill Area (Sq.M.)	Fill Volume (Cu.M.)	Cum. Cut Vol. (Cu.M.)	Cum. Fill Vol. (Cu.M.)	Cum. Net Vol. (Cu.M.)
0+000.00	4.59	0	0	0	0	0	0
0+025.00	6.13	133.48	0	0	133.48	0	133.48
0+050.00	6.03	152.03	0	0	285.5	0	285.5
0+075.00	4.49	131.12	0	0	416.62	0	416.62
0+100.00	6.17	132.77	0.31	2.58	549.39	2.58	546.82
0+125.00	6.53	158.77	0.94	14.89	708.16	17.47	690.69
0+150.00	5.48	149.93	0	7.83	858.09	25.3	832.79
0+175.00	4.77	128.02	0	0	986.1	25.3	960.81
0+200.00	8.53	163.96	0	0	1,150.06	25.3	1,124.77
0+225.00	7.61	201.62	0	0	1,351.68	25.3	1,326.39
0+250.00	8.73	204.11	0	0	1,555.79	25.3	1,530.50
0+275.00	12.4	262.75	0	0	1,818.54	25.3	1,793.25
0+300.00	12.98	317.14	0	0	2,135.68	25.3	2,110.39
0+325.00	12.72	321.26	0	0	2,456.95	25.3	2,431.65
0+350.00	11.72	305.52	0	0	2,762.46	25.3	2,737.17
0+375.00	13.75	318.06	0	0	3,080.53	25.3	3,055.23
0+400.00	15.82	369.26	0	0	3,449.79	25.3	3,424.49
0+425.00	17.57	417.08	0	0	3,866.87	25.3	3,841.57
0+450.00	18.09	445.67	0	0	4,312.53	25.3	4,287.24
0+475.00	17.37	443.24	0	0	4,755.77	25.3	4,730.47
0+500.00	15.62	412.21	0	0	5,167.97	25.3	5,142.68
0+512.00	6.65	129.81	0	0	5,297.79	25.3	5,272.49

الباب السادس

الباب السادس

الخلاصة والتوصيات

1.6 الخلاصة

تم تصميم وحساب حجم الكميات الترابية لطريق طوله 512 متر يربط بين شارع مأمون بحيري وشارع ال61 بمنطقة الإمتداد في ولاية الخرطوم باستخدام برنامج Civil 3D ووجد الآتي:

- برنامج Civil 3D أكثر دقة مع السرعة في إستخراج النتائج (التقارير) وخرائط الطرق.
- كان لإستخدام جهاز المحطة الشاملة في مهمة الرفع المساحي الأثر الفعال في جودة ودقة البيانات المستخلصة، إضافة لسرعة تجميع تلك البيانات.

2.6 التوصيات

- دراسة إمكانية تصميم الطرق من الصور الجوية وصور الأقمار الإصطناعية باستخدام برنامج Civil 3D ومناقشة دقة النتائج.
- حساب الكميات باستخدام برنامج Microsoft Excel وبرنامج Earth Work ومقارنتها ببرنامج Civil 3D.
- ضرورة إستخدام أساليب التكنولوجيا الحديثة من أجهزة وبرامج وتقنيات وخرائط في عملية دراسة وتصميم الطرق.
- وضع خطط قصيرة وطويلة المدى في ما يخص التصميم من قبل الجهات المختصة بصناعة الطرق وذلك لضمان ضبط العمل وفق رؤية هندسية متكاملة.

المصادر والمراجع

- جمعة محمد داود ,2012 ,مبادئ المساحة ,النسخة الأولى ,مكة المكرمة ,المملكة العربية السعودية
- لؤي الخطيب ,2013 ,تصميم الطرق بمعونة الحاسب باستخدام Civil 3D ,جامعة دمشق ,كلية الهندسة
- دليل التصميم الهندسي للطرق ,الهيئة العامة للطرق والكباري ,وزارة النقل والمواصلات ,المملكة العربية السعودية
- AASHTO, A. (2001). Policy on geometric design of highways and streets. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, DC, 1(990), 158.