جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كلية الهندسة

مدرســـة هندسـة المســاحـة

بحث تكميلي لنيل درجة البكلاريوس مرتبة الشرف في هندسة المساحة

بعنــوان :

التصميم الهندسي لطريق بإستخدام برنامج

AUTODESK AUTOCAD CIVIL 3D (2020)

إعداد الطلاب :

1 . الطيب مبارك حاج الطيب محمد

2 . محمد موسى عبدالله مصطفى

3 . الطيب عفيف الدين ابراهيم

إشـراف الدكتور:

محمد أحمد خالد

نوفمبر 2020

قال تعالى :

" وَاللهُ أَخْرَجَكُم مِّن بُطُونِ أُمَّهَاتِكُمْ لَا تَعْلَمُونَ شَيْئاً وَجَعَلَ لَكُمُ السَّمْعَ وَالْأَبْصَارَ وَالْأَفْئِدَةَ لَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ ✹أَلَمْ يَرَوْاْ إِلَى الطَّيْرِ مُسَخَّرَاتٍ فِي جَوِّ السَّمَآءِ مَا يُمْسِكُهُنَّ إِلَّا اللهُ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَأَيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ "

صدق الله العظيم

سورة النحل . آية رقم [78 – 79]

الإهـداء :

إلى نبض الفؤاد الدافئ

إلى البلسم الشافي ،،،

إلى نـور العيون ،،، إلى القلب الحنـون

إلى من تصبب عرقاً ،،، ليكون لنا سنداً

إلى أمهاتنـا

يا من تتسرب كلماتهم في عروقنا حتى مماتنا

يا شعلةً أضاءت لنا الطريق

إلى آبـائنـا

قنـاديل حياتنـا

هذه محاولة منّا لرد جميل ،، فاقبلوها ولو كانت قليل

وشكرنا إلى إخوتنــا وأحبتنــا وأصدقائنـا الأعـزاء

وإلى أساتذتنا الأجــلاء

منــارة العلم والضيــاء

إلى كل من ساهم معنا بالرأي والفكرة

نـهدي لكم هذا الجهد المتواضع

الذي نتمنى من قلوبنـا أن يحوذ على رضاكم

-

التجريـــــدة :

(تم تصميم طريق طول 39كيلومتر يربط بين مدينة ام درمان ومدينة الدويم)

بإستخدام برنامج:

(Autodesk AutoCAD Civil 3D 2020)

وتم حساب المساحات والحجوم وكميات القطع والردم بإستخدام برنامجي Civil 3D وExcel للمقارنة والتأكد من الإستخدام الصحيح لبرنامج Civil 3D ومقارنة الدراسة مع دراسة اخرى.

تتبعثر أمامنا الكلمات ، وتختلط علينا العبارات ، فلا ندري أي عبارة تتناسب مع مقام هؤلاء الأوفيــاء ، وأي جملة نشكر بها هؤلاء النفر الكرام

فالحمد الله أولاً وآخراً أن مكننا من إتمام هذا البحث بهذه الصورة التي نحسبها مرضية ، فله الحمد في الأولى والآخرة وله الحمد في السماوات والأرض وعشيّاً وحين تُظهرون

والشكر كل الشكر إلى منبع الإبداع والإمتــاع إلى منــارة العلم وقلعة الضياء هذه الجامعة العريقة التي نفتخر أننا قرأنا بها يوماً من الأيــام ، ونخص بالشكر قسم هندسة المساحة فهنا يعجز القلم عن الكتابة فمهما قلنا فلن نوفيهم حقهم

ونخص بالشكر :

د . محمّد أحمد خالد

قائمة المحتويات

الموضـــــــــوع	رقم الصفحة
الآيـــة	.
الإهـــداء	.
التجريـدة	I
الشكر والعرفـان	II
فهرس المحتويـــات	III
فهرس الأشكـــال	V
فهرس الجداول	VII
البـــاب الأول : المقدمة	
	1
البـــاب الثاني التصميم الهندسي	
1.2 تصنيف الطرق	4
1.1.2 العوامل التي تؤثر على تصنيف الطرق	4
2.1.2 أنواع الطرق	4
2.2 التخطيط الهندسي للطرق	5
1.2.2 العوامل التي تؤثر على تخطيط الطرق	6
3.2 السرعة التصميمية Design Speed	6
4.2 سعة الطريق Road Capacity	7
5.2 مسافة الرؤية	8
6.2 المنحنيات	8
1.6.2 العوامل التي تؤثر في تصميم المنحنيات	9
2.6.2 أقسام المنحنيات	9
3.6.2 المنحنيات الدائرية البسيطة	9
4.6.2 المنحنيات الرأسية	11
البـــاب الثالث القطاعات الطولية والعرضية	
1. 3 القطاعات العرضية	14
1.1.3 العناصر التي يتكون منها القطاع العرضي	14
2.1. حساب مناسيب خط الإنشاء3	15

3.1.3 حساب مساحات القطاعات العرضية	16
2.3 القطاعات الطولية	17
1.2.3 خطوات تنفيذ القطاع الطولي في الطبيعة	19
2.2.3 خطوات رسم القطاع الطولي	20
3.2.3 فوائد القطاعات الطولية	21
الباب الرابع : شرح برنامج AUTODESK AUTOCAD CIVIL 3D	
1.4 مقدمة عن التصميم بإستخدام الحاسوب	22
2.4 التعريف ببرنامج CIVIL 3D	22
3.4 التعرف على واجهة البرنامج	22
4.4 إدخال البيانات إلى برنامج CIVIL 3D	25
5.4 إستيراد النقاط	25
1.5.4 تحويل البيانات إلى صيغة Tap Delimited	25
2.5.4 إدراج البيانات إلى برنامج CIVIL 3D	27
6.4 عمل سطح للنقاط ((Surface	30
7.4 المسارات وكيفية رسمها ((Alignment	31
8.4 القطاع الطولي للطريق	33
9.4 القطاع العرضي للطريق	38
1.9.4 رسم الحارات الخاصة بالطريق	39
2.9.4 رسم الأكتاف Shoulder	40
10.4 الكوريدور Corridors	42
الباب الخامس حساب الكميات ببرنامجي Civil 3D و Excel	
1 . 5 مدخل لحساب الكميات	47
5 - 2 حساب الكميات بواسطة بعض الطرق	47
5-2-1 حساب الكميات من القطاعات الطولية	47
5-2-2 حساب الكميات من القطاعات العرضية	47
الباب السادس الخلاصة والتوصيات	
1 . 6 الخلاصة	51

2.6 التوصيات	51
المصادر والمراجع	52

الأشكـــال	الصفحة
شكل (1.2) يوضح عناصر المنحنى البسيط	10
شكل (2.2) عناصر المنحنى الرأسي	12
شكل (1.3) يوضح القطاعات العرضية	15
شكل (2.3) حساب مساحات القطاعات العرضية بطريقة الاشكال	16
شكل (3.3) القطاع الطولي	18
شكل (4.3) يوضح عمق الحفر	19
شكل (5.3)) يوضح إرتفاع الردم	20
شكل (6.3) حساب مساحة الحفر والردم	*20*
شكل (1.4) كيفية الدخول إلى البرنامج من الـ Desktop	23
شكل (2.4) الواجهة الرئيسية للبرنامج	24
شكل (3.4) أهم الآوامر المستخدمة في إنشاء المشروع	24
شكل (4 - 4) كيفية تحويل البيانات إلى صيغة Tap Delimited	26
شكل (5.4) شكل البيانات النهائية	26
شكل (6.4) إدراج البيانات	27
شكل (7.4) ترتيب البيانات	28
شكل (4 - 8) يوضح شكل النقاط المستوردة داخل البرنامج	29
شكل (4 - 9) يوضح كيفية عمل قروب للنقاط والتغيير في خصائصها	29
شكل (10.4) كيفية عمل السطح	30
شكل (11.4) خطوات عمل المسار	31
شكل (12.4) أدوات رسم وتعديل المسار	32
شكل (13.4) يوضح أخطاء المسار	32
شكل (14.4) عمل القطاع الطولي	34
شكل (15.4) يوضح القطاع الطولي	34
شكل (16.4) خطوات تعديل القطاع الطولي	35
شكل (17.4) القطاع الطولي بعد إجراء تعديلات عليه	36
شكل (19.4) إنشاء المسار على القطاع الطولي	**37**
شكل (20.4) كيفية إيجاد الفرق بين مستوى الأرض وخط التصميم	37
شكل (21.4) الفرق بين مستوى الأرض وخط التصميم	38
شكل (22.4) يوضح إنشاء القطاع العرضي	38
شكل (4 . 23) يوضح Assembly	39
شكل (24.4) خطوات عمل الحارات	39

شكل (25.4) شكل الحارات	40
شكل (26.4) خطوات عمل الأكتاف	40
شكل (27.4) يوضح الأكتاف Shoulder	41
شكل (28.4) يوضح الميول الجانبية	41
شكل (29.4) عمل الكوريدور	42
شكل (30.4) يوضح خطوط الكوريدور	43
شكل (31.4) معرفة أماكن الحفر والردم عن طريق خطوط الكوريدور	43
شكل (32.4) إعتماد الكوريدور للخطوات القادمة	44
شكل (33.4) كيفية تجهيز الكوريدور لعملية حساب الكميات	45
شكل (34.4) كيفية تقسيم خطوط الكوريددور	46

الجـــــــداول	الصفحة
جدول (1-5) يوضح حساب المساحات ببرنامجي CIVIL 3D و Excel	49
جدول (2-5) يوضح حساب الحجوم ببرنامجي Civil 3D و Excel	50

الباب الأول

المقدمـة

مقدمة عامة :.

ترجع حاجة الإنسان للطرق منذ زمن بعيد حيث كان لابد من إستخدام مسارات أو طرق بسيطة أو مدقات للوصول إلى المناطق التي يمكنه الحصول منها على طعامه وإحتياجاته الضرورية لإستمرار حياته ، ولقد أنشأ الصينيون في شمال البلاد حوالي سنة **2000** قبل الميلاد شبكة من الطرق إلا انه لا يوجد دليل على إستخدام طرق هندسية لإنشاء هذه الطرق ، ويعتبر الأشوريين والبابليون أول من إستخدم الإسفلت في إنشاء الطرق وكان ذلك سنة **700** قبل الميلاد وكان قطاع الطريق يتكون من ثلاثة طبقات منها طبقتين من الطوب الحجري المحروق مع إستعمال الأسفلت كمونة لربط الطوب مع بعضه البعض والطبقة العليا من كتل مربعة الشكل من الحجر الجيري مع إستخدام الأسفلت كمونة .

وفي عهد الرومان تم إنشاء شبكة الطرق الرومانية لتربط بين المستعمرات ودولتهم في فترة سبعة قرون من الزمان حيث بلغ طول الشبكة أكثر من **90000**كيلومتر .

ثم بدأ الإنسان في تطوير وإنشاء تلك الطرق بما يتلائم مع تطور حياة الإنسان وما يتطلبه ذلك من قوة ومتانة للرصف ، حتى تقابل التطور الذي حدث في وسائل النقل التي تستخدم تلك الطرق.

بداية نهضة الطرق كانت في النصف الثاني من القرن الثامن حيث بدأ التفكير في إنشاء طرق إقتصادية ذات قدرة عالية وتم إستخدام كميات من الصخور لإنشاء طبقات الرصف ، وتطورت الطرق علي يد الفرنسي ترأسا جيت في عام 1771 م وقد قام بإنشاء مجموعة من الطرق داخل فرنسا بسمك لا يتجاوز30 سم ، وكان أساس هذه الطرق من الأحجار المرصوفة علي هيئة أهرامات ، وفي عام1824 م تم إستخدام الطريق الأول من الإسفلت وكان ذلك في شارع الشانزليزية في باريس لمركبات وبناء الطرق يعود إلي زمن الرومان حيث تطورت المركبات من عربات يجرها حصانان تعادل سرعتها 100حصان .

وقد بدأ بحث متخصص لهندسة الطرق في المملكة المتحدة وكان في مختبر أبحاث النقل ((TRLعام 1930م ، في الولايات المتحدة الأمريكية أصبحت هندسة الطرق السريعة وهندسة المرور جزءاً متكاملاً وكان ذلك في عام 1944 م ، وقد زادت الحاجة إلي تحسينات الرصيف مع الضغط المستمر من المركبات التي تزايدت مع الوقت والتكلفة ، وفي عام 1958م تم بناء أول طريق سريع في بريطانيا العظمى الذي لعب دوراً رئيسياً في تطوير تكنولوجيا جديدة في الرصف.

المواصفات الخاصة بأعمال الطرق ظهرت في بريطانيا عام 1933 م وكانت عبارة عن كراستين كانت الأولى تحتوي كل ما يتعلق بغطاء الإسفلت المفرد (Single coat) ، والثانية تضم ما يتعلق بغطاء الإسفلت (two coat) ، وبعد ذلك بدأت مرحلة تطور الطرق وأصبح للطرق علماً خاصاً بها من حيث التخطيط والتصميم والتنفيذ ، فأصبحت هندسة الطرق علماً خاصاً بإنشاء وصيانة الطرق ، وأيضاً تتضمن هندسة المرور التي ترتبط مباشرة بهندسة الطرق .

هندسة إنشاء الطرق تهتم بالجوانب الإنشائية التي تتمثل في دراسة خواص التربة وتحسينها وتصميم طبقات الرصف والخلطات الإسفلتية.

وتعتبر الطرق من أهم مقومات الحضارة الإنسانية وكذلك من البنية الأساسية المهمة التي تقوم بربط المدن بعضها البعض وذلك للإتصال وتسهيل إنسياب الصادر والوارد وربط أماكن الإنتاج بأماكن التسويق وتسهيل حركة الركاب وترحيل الآليات والمعدات.

عند تصميم الطرق الجديدة يجب توجيه إهتمام خاص بالسلامة كمعيار أساسي للتصميم ، ويقصد بمعايير التصميم القراءات الإستراتيجية المتعلقة بالمواصفات الهندسية التي تتأثر بالإعتبارات الإقتصادية.

وفي ظل التطور السريع الذي يشهده العالم والثورة المعلوماتية الهائلة والتقدم الملحوظ في مجال التكنولوجيا كان لابد أن يؤثر هذا التطور على تصميم وتنفيذ الطرق ، فشهدت الطرق نهضة كبيرة في مجال إستخدام الحاسوب والبرامج المصاحبة له ، بجانب الطفرة الواضحة في الأجهزة الفنية والمساحية والرقمية ذات الإمكانيات المتعددة ، حيث ساعدت كل هذه التكنولوجيا في جمع وتخزين وتحليل البيانات والمعلومات مع إستخدامها في عملية التصميم والدراسات المتصله به ، بالإضافة إلى هذا مقدرتها من إجراء العمليات الحسابية والرياضية المتعددة من حساب الكميات

والحجوم وحساب بيانات المنحنيات الرأسية والأفقية ورسم النماذج والقطاعات بأنواعها المختلفة بجانب القطاعات الهيدروليكية.

وفي هذا المشروع تم تصميم طريق ليربط بين مدينة ام درمان - الدويم لتسهيل حركة المرور والتجارة بين المدينتين ، ويتكون هذا البحث من ستة أبواب :

في الباب الأول تناولنا مقدمة عامة عن أهمية الطرق وبداياتها ، وأثر التطور التكنولوجي عليها ،وفي الباب الثاني نتناول مفهوم التصميم الهندسي للطرق ، وأقسام الطرق والتخطيط والسرعة التصميمية والسعة والمنحنيات وأنواعها ، أما الباب الثالث فهو يحتوي على مفهوم القطاعات الطولية والعرضية فيما يخص تعريفها ، وطريقة رسمها وكيفية تنفيذها وحساب مناسيب مستوى التشكيل ، وحساب مساحة القطاعات العرضية ، والباب الرابع يحتوي على شرح وافي لبرنامج Autodesk AutoCAD Civil 3D 2020 ، ومن خلال هذا الشرح الوافي الذي ضمناه في ثنايا البحث يستطيع كل شخص لم يتعامل من قبل مع برنامج Civil 3D أن يعمل به ويتعامل معه بكل سهولة ويسر ، وفي البـاب الخامس تم عمل مقارنة بين برنامجي Autodesk AutoCAD Civil 3D و EXCEL في عملية حساب المساحات والحجوم لكميات القطع والردم ، والهدف الأساسي من هذا الباب التأكد والتحقق ، أما الباب السادس والأخير فهو يحتوي على الخلاصة والتوصيات بالإضافة للمصادر والمراجع.

التصميم الهندسي للطرق

يعرف التصميم الهندسي للطريق على أنه عملية إيجاد الأبعاد الهندسية لكل طريق ، وترتيب العناصر المرئية للطريق مثل المسار ، مسافات الرؤية ، العروض والإنحدارات .....إلخ

1.2 تصنيف الطرق :

يهدف نظام التصنيف إلى تقسيم الطرق إلى مجموعات ، كل مجموعة تمثل نوع معين محدد الخصائص يقوم بوظيفة معينة في خدمة حركة المرور ويتطلب مستوى مناسب من الإنشاء والصيانة والتشغيل.

2-1-1 العوامل التي تؤثر على التصنيف :

هنلك مجموعة من العوامل والإعتبارات الفنية التي يمكن الإسترشاد بها في التصنيف الوظيفي المناسب لشبكة الطرق ، ومنها ما يلي :

- حجم ونوعية حركة المرور المتوقعة على الطرق
- متوسط طول الرحلة التي يخدمها الطريق
- موقع الطريق بالنسبة للطرق المجاورة له في الشبكة

2-1-2 تنقسم الطرق إلى :

1 ـ الطرق السريعة :

وهي التي تستخدم في المدن المهمة والمتوسطة وهي طرق شريانية مخصصة لخدمة المرور الطولي العابر بين المدن المتوسطة والمدن الكبرى ويسمح فيها بسرعات عالية للعربات وحجم المرور فيها مرتفع جداً ويمنع وصول الناس والسيارات من الجوانب ويتم الدخول والخروج من وإلى الطريق من خلال نقاط محددة ومدروسة ومتابعة بحيث تدخل المركبات أو تخرج دون أن تُعَرض المركبات الأخرى للخطر أو إلى تخفيض سرعتها .

أنـواع الطرق السريعة :

أ/ الطرق الرئيسية (**Major Arterial Systems**)

هي طرق شريانية سريعة للمرور الطولي العابر بين المناطق المختلفة عبوراً بالمدن.

ب/ شوارع التجمعات (**Collector Street System**)

تستعمل لربط شبكات الطرق السريعة بالمحلية

ج/ شوارع محلية (**Local Street System**) :

هي طرق داخلية تستعمل أساساً لخدمة المرور المحلي وربط مواقع السكن أو الأعمال أو الممتلكات المجاورة .

2 . الطرق الثانوية :

وهي الطرق التي تربط بين المدن المتوسطة الأهمية ويتم ربطها مع شبكة الطرق الرئيسية .

3 . الطرق الفرعية : تربط بين المدن والقرى.

حرم الطريق : هو كامل العرض المخصص للطريق بجميع أجزائه بالإضافة إلى عرض إضافي يخصص للتوسع في المستقبل ويجب أن يكون هذا الحرم بعرض كافي لإستيعاب جميع أجزاء قطاعات الطريق المختلفة.

2 . 2 التخطيط الهندسي للطرق :

هو عملية إختيار وتوقيع مسار الطريق على الطبيعة وينقسم إلى قسمين وهما :

- تخطيط القطاع الأفقي للطريق ويشمل كل الخطوط المستقيمة والمنحنيات الأفقية .
- تخطيط القطاع الطولي للطريق ويشمل على الانحدارات والمنحنيات الرأسية.

وتعد عملية التخطيط من العمليات التي يجب أن تتم بدقة كبيرة لما لها من إنعكاسات خطيرة على تكلفة الإنشاء والصيانة المستقبلية للطريق وكذلك على تكاليف التشغيل والإصلاح للعربات التي ستسلك الطريق ، وبمجرد إنشاء الطريق يكون من الصعوبة إجراء أي تعديل أو تغير على مساره ، وذلك لصعوبة الحصول على قطع الأراضي المجاورة للطريق وإرتفاع تكاليف التعويضات والنفقات القانونية اللازمة .

- وأثناء إختيار مسار الطريق يجب الأخذ في الاعتبار النقاط التالية :

1-أن يكون الطريق قصيراً ما أمكن وذلك بأقل إنحدارات ومنحنيات رأسية لتوفير إنسياب أسرع لحركة المرور .

2-مراعاة تكلفة الإنشاء الإقتصادية ما أمكن مع الأخذ في الإعتبار تكاليف الصيانة المستقبلية للطريق.

1.2.2 العوامل التي تؤثر في التخطيط الهندسي :

1. حجم المرور **:**يعتمد تخطيط الطريق بالدرجة الأولى على حجم السير الحالي والمستقبلي للمرور وعلى أنواع المركبات وإتجاهات وأوزانها.
2. نقاط المرور : وهي النقاط التي لابد أن يمر بها الطريق مثل الكباري والأنفاق والمدن المتوسطة
3. التكلفة : وتعد من العوامل الأساسية التي يتوقف عليها إختيار مسار الطريق وتشمل تكاليف التخطيط والمصاريف الأولية للحصول على حرم الطريق.

2 - 3 السـرعـة التصـميميـة :

السرعة التي يمكن الحصول عليها تتوقف على مجموعة من العوامل العامة بالإضافة إلى قدرة العربة نفسها والسائق ، وهذه العوامل هي :

1- الخصائص الطبيعية للطريق مثلاً عرض الحارات والتصميم الهندسي ومسافات الرؤية.

2- عوامل الطقس والمنــاخ

3- وجود مركبات أخرى تشارك العربة في نفس المسار

4- وضع حدود للسرعة القصوى عن طرائق وسائل التحكم في السرعة

السرعة التصميمية **Design Speed** : هي أقصى سرعة مأمونة ومنتظمة يمكن الحصول عليها على قطاع محدد من الطريق تحت أفضل الظروف الخاصة بالطريق.

ويفضل فرض سرعة تصميمية ثابتة على طول الطريق بالكامل وذلك إذا كانت الطبيعة تسمح بذلك ، إلا أنه حسب المناطق التي يمر بها الطريق يمكن أن تتغير السرعة التصميمية من قطاع إلى آخر على نفس الطريق

ومن الضروري أن تكون أطوال القطاعات كافية بحيث يمكن تغيير السرعة تدريجياً إلى السرعة المطلوبة قبل الوصول إلى القطاع التالي ، كما يجب توضيح تلك المناطق عن طريق إستخدام علامات تحديد السرعة في المناطق المختلفة وعند المنحنيات.

4.2 سعة الطريق **Road Capacity :**

هي أقصى عدد من وحدات السير التي تعبر محطة معينة على الطريق خلال فترة زمنية محددة بمستوى خدمة معين level of surface ، أو هي مقدرة الطريق على إستيعاب أحجام المرور التي يتعرض لها مع توافر الراحة والأمان للسائقين والركاب ، وسعة الطريق تتوقف إلى حد كبير على سرعة السير عليه (Operating Speed) والتداخلات (Weaving) التي تتعرض لها حركة المرور حسب ظروف وحالة الطريق .

ولذلك فإن عدد العربات التي يمكن أن تمر بنقطة أو محطة على طريق ما في فترة زمنية محددة لا تعني كثيراً بدون ذكر سرعة السير وتداخلات الحركة المتوقعة عند مرور هذا العدد من العربات.

- وهناك عدة حدود شائعة الإستخدام لتحديد السعة منها :

- السعة الأساسية **Basic Capacity**

وهي أقصى عدد من سيارات الركوب (Passenger Cars) التي يمكن أن تمر بنقطة أو محطة معينة على حارة المرور أو الطريق في خلال ساعة من الزمن تحت معظم الظروف المثالية التي يمكن توفيرها بالنسبة لحالة الطريق وحركة المرور عليه.

- السعة الممكنة **Possible Capacity**

وهي أقصى عدد من السيارات (Vehicles)التي يمكن أن تمر بنقطة معينة أو محطة على حارة المرور أو الطريق خلال ساعة من الزمن تحت الظروف السائدة على الطريق.

- السعة العملية **Practical Capacity**

وهي أقصى عدد من السيارات (Vehicles)التي يمكن أن تمر بنقطة معينة أو محطة على حارة المرور أو الطريق خلال ساعة من الزمن تحت الظروف الفعلية لحالة الطريق وحركة المرور عليه ، بدون أن يكون هناك ما يدعو إلى تعطيل حركة المرور وذلك بحدوث تأخيرات غير مقبولة أو بتحديد حرية السائقين في الحركة لأي سبب من الأسباب.

- السعة التصميمية **Design Capacity**

وهي السعة التي تؤخذ في الإعتبار عند تصميم القطاع العرضي للطريق وذلك لإستيعاب حجم المرور التصميمي المتوقع عليه وهي في العادة تساوي أو تكون أقل قليلاً من السعة العملية.

5.2 مسافة الرؤية :

مما لا شك فيه أن مسافة الرؤية تؤثر تأثيراً مباشراً على سلامة المرور وكذلك على سعة الطريق وبصفة خاصة للطرق المكونة من حارتي مرور فقط حيث تقل فرص التخطي للسيارات البطيئة ممّا يؤدي إلى إقلال سعة الطريق ، ومسافة الرؤية هي طول الجزء من الطريق الذي تتوفر فيه الرؤية للسائق ، وهناك ثلاثة أنواع من مسافات الرؤية وهي كالآتي :

1. مسافة الرؤية للوقوف
2. مسافة الرؤية للتخطي على الطرق ذات الحارتين والإتجاهين
3. مسافة الرؤية للمناورة

6.2 المنحنيـات :

المنحنيات هي اشكال ذات علاقة رياضية محددة نستطيع من خلالها أن نصل بين خطين مستقيمين وذلك بتغيير زاوية سير أحد الخطين تغييراً تدريجياً لتفادي التغيير المفاجئ حتى يلتقي بالخط الثاني وتأخذ هذه المنحنيات أشكال أقواس شبه دائرية أو حلزونية تربط بين الإتجاهين المستقيمين

ووظيفية المنحنيات بشكل عام هو السماح بالإنتقال التدريجي من الخط المستقيم إلى الدائرة ثم إلى الخط المستقيم مرة ثانية ، دون تعريض السائق أو الركاب إلى مخاطر ، وتعتبر دراسة المنحنيات ذات أهمية كبيرة في كثير من المشروعات الهندسية ذات المحاور الطولية التي يتصل بعضها ببعض كالطرق وخطوط السكك الحديدية وخطوط الأنابيب.

1.6.2 العوامل المؤثرة في تصميم المنحنيات :

1. طبوغرافية الأرض
2. النقاط التي تحكم المسار (مدن ، قرى ، جبال ...إلخ)
3. العوائق الموجودة على المسار
4. السرعة التصميمية
5. العوامل الإقتصادية

2.6.2 أقسـام المنحنيـات :

تنقسم المنحنيات بصورة عامة إلى قسمين :

1 . المنحنيـات الأفقية

2. المنحنيـات الرأسية

- المنحنيات الأفقية :

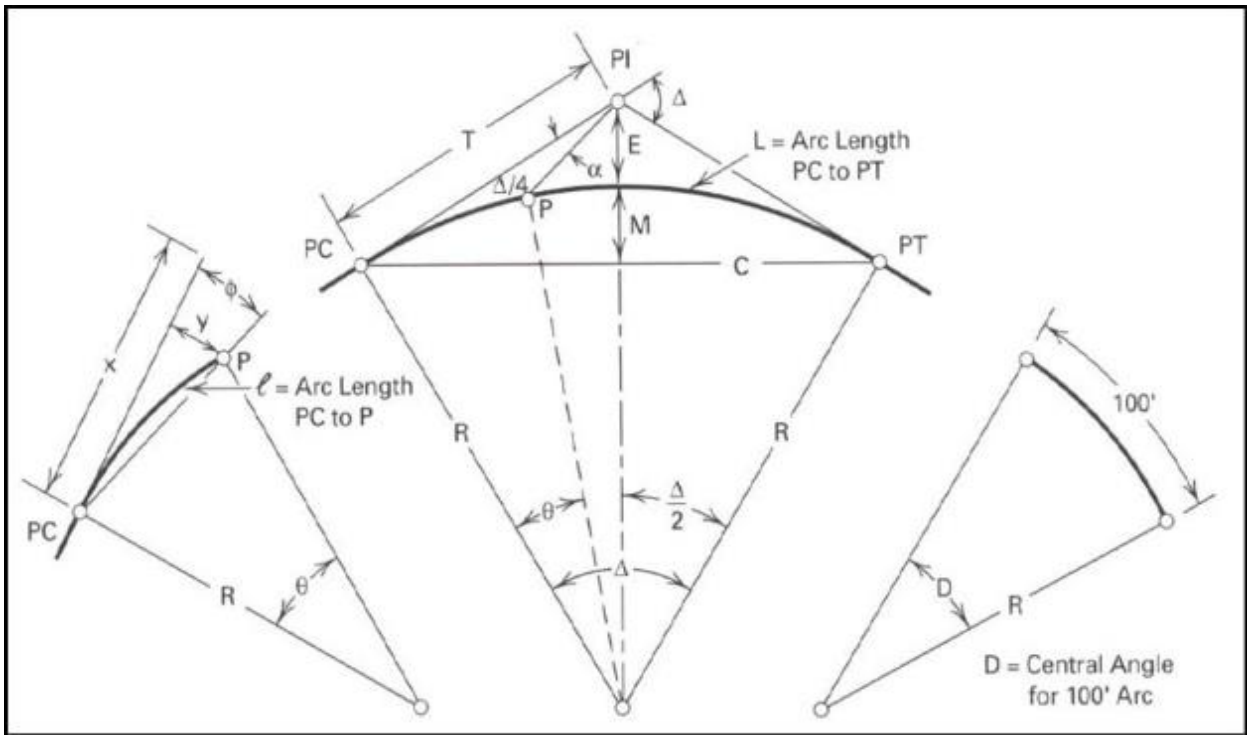
تنقسم المنحنيات الأفقية إلى أربعة أقسام :

1. المنحنيات الدائرية السيطة
2. المنحنيات الدائرية المركبة
3. المنحنيات الدائرية المعكوسة
4. المنحنيات الإنتقالية

3.6.2 المنحنيات الدائرية البسيطة :Simple Circular Curves

يمكن تعريف المنحنى الدائري البسيط بانه عبارة عن قوس من دائرة نصف قطرها ثابت يصل بين إتجاهين مستقيمين متقاطعين ويكون مماساً لهما.

- عناصر المنحنى الدائري :



شكل (2 . 1) يوضح عناصر المنحنى البسيط

I . نصف قطر المنحنى (R) *of Curve Radius*

II . طول المماس (T) *Tangent Length*

III . طول المنحنى (L) *Length of Curve*

IV . زاوية الإنحراف الكلية D*eflection Angle*

V . طول الوتر *Chord length* (LC)

VI . المسافة الوسطية (M) *Middle ordinate*

VII . المسافة الخارجية (E) *External distance*

VIII . نقطة بداية المنحنى (PC) *Point of curve*

IX . نقطة التقاطع (PI) *Intersection point*

X . نقطة نهاية المنحنى (PT) *Point of Tangency*

XI . درجة التقوس (D) *Degree of curvature*

العلاقات الرياضية لحساب عناصر المنحنى البسيط :

$$T1 = T2 = R \times \tan(\theta/2)$$

$$L = 2R \sin(\theta/2)$$

$$LC = (\pi R\theta/180)$$

$$MO = R(\sec \theta/2 - 1)$$

$$PT = PC+L$$

$$PI = PC+T$$

$$PC = PL-T$$

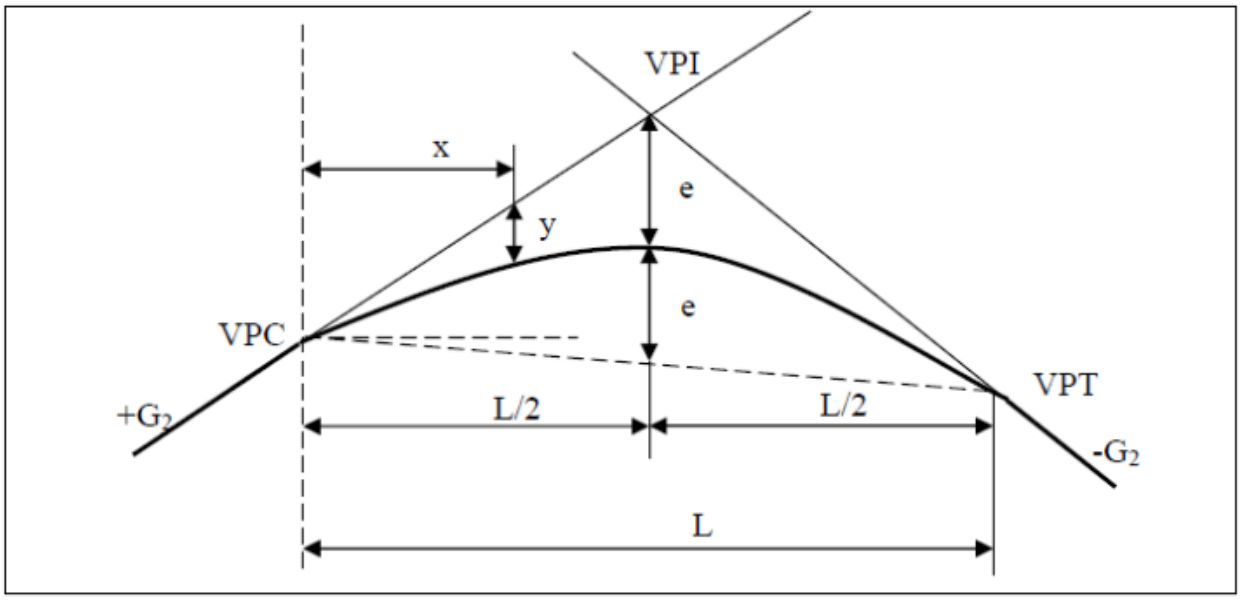
4.6.2 المنحنيات الرأسية : Vertical Curves

التخطيط الرأسي للطريق :

يتكون القطاع الطولي للطريق من سلسلة من المماسات والخطوط المستقيمة المتتالية والمتصلة بمنحنيات متصلة ، ويشمل التخطيط الرأسي تحديد إنحدار الخطوط المستقيمة وتصميم منحنيات رأسية بينها وتحديد المحور الرأسي للطريق والمسائل الأخرى المتعلقة بالتنفيذ كالحفر والردم والصرف .

المعلومات الواجب توفرها عند تصميم منحنى رأسي :

- ميول خطوط المناسيب الرأسية المتتالية
- نقطة التقاطع لكل خطين متتالين
- طول المنحنى
  - عناصر تصميم المنحنى الرأسي :



شكل (2.2) يوضح عناصر المنحنى الرأسي

VPI = *vertical point of intersection*

VPC = *vertical point of curvature*

VPT = *vertical point of tangency*

G1 = *Garde of intial tangent*

G2 = *Grade of final tangent*

L = *length of vertical curve*

X = *Horizontal distance to point on curve from VPC*

.Y = *Offset of curve from initial grade line*

القطاعات الطولية والعرضية

3-1 القطـاعــات العرضية :

يتكون القطاع العرضي للطريق من عناصر مختلفة يتم تصميم هذه العناصر حسب الغرض المطلوب من كل عنصر وهذه العناصر تختلف حسب أهمية ونوع الطريق.

3-1-1 العناصر التي يتكون منها القطاع العرضي :

1- حـــارات المرور

2- الجزر وتنقسم إلى :

1. جـزر متوسطة لفصل إتجاهات المرور المختلفة في حالة الطرق التي تحتوي على أربعة حارات أو أكثر
2. جـزر جانبية وهي تستخدم لفصل طريق عن طريق آخر أو لفصل مرور المشـاة أو الدراجات عن مرور السيارات

3- الحارات الجانبية المرصوفة وتنقسم إلى :

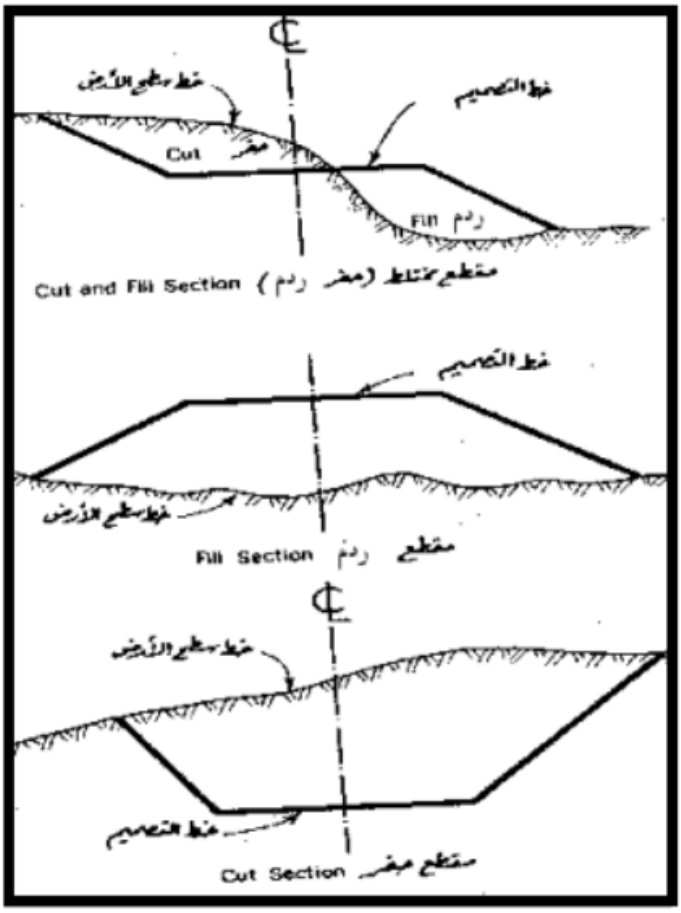
أ. حـارات وقوف وتستخدم في حالات خاصة عند حدوث عطل مفاجئ للعربة أو الحوادث ويتراوح عرضها من 2 إلى 2.5متر

ب. حــارات إنتظـار وتستخدم لخدمة المرور.

ج. حـارات متعددة الأغراض وهي لخدمة المرور البطئ

4ـ الأرصفــة :

ترصف على حسب أهمية المكان وكمية الجمهور ويمكن أن يوضع على جانب واحد أو جانبين ويكون عرضها أقل من 0.75 متر.



شكل (1-3) يوضح القطاعــات العرضيـة

2-1-3 حســاب مناسيب خط الإنشــاء :

مستوى التشكيل (خط الإنشـاء) : هو خط تصميمي وهمي ينتج بتغيير شكل تضاريس الأرض بحفر أو ردم حسب حاجة المشروع ، يقوم المهندس المصمم للمشروع بتحديد درجة الميل وإتجاه خط المشروع ومنسوب النقطة الأولى ، ومن ثم يصمم عدة خطوط ، وعادة ما يتم إختيـار مستوى التشكيل (خط الإنشاء) الذي يحقق غرض المشروع بأقل تكلفة ، ويكون إتجاه مستوى التشكيل إما أفقياً أو يميل للأعلى أو للأسفل ، المهم أنه ينتج عن توصيل نقاطه خط مستقيم ، فمثلاً إذا ذكر أن مستوى التشكيل يميل إلى الأعلى بنسبة 1% ، يعني هذا أنّ كل متر أفقي يقابله زيادة في المنسوب الرأسي متراً واحداً.

يأخذ الطريق دائماً شكلاً شبه منحرف ، يكون منسوب خط الإنشاء عند نقطة بداية القطاع ونقطة نهايته سواء وتحسب كالتالي :

منسوب خط الإنشاء عند بداية ونهاية القطاع العرضي =

= منسوب خط الإنشاء عند المحور ± (المسافة × الميل الجانبي)

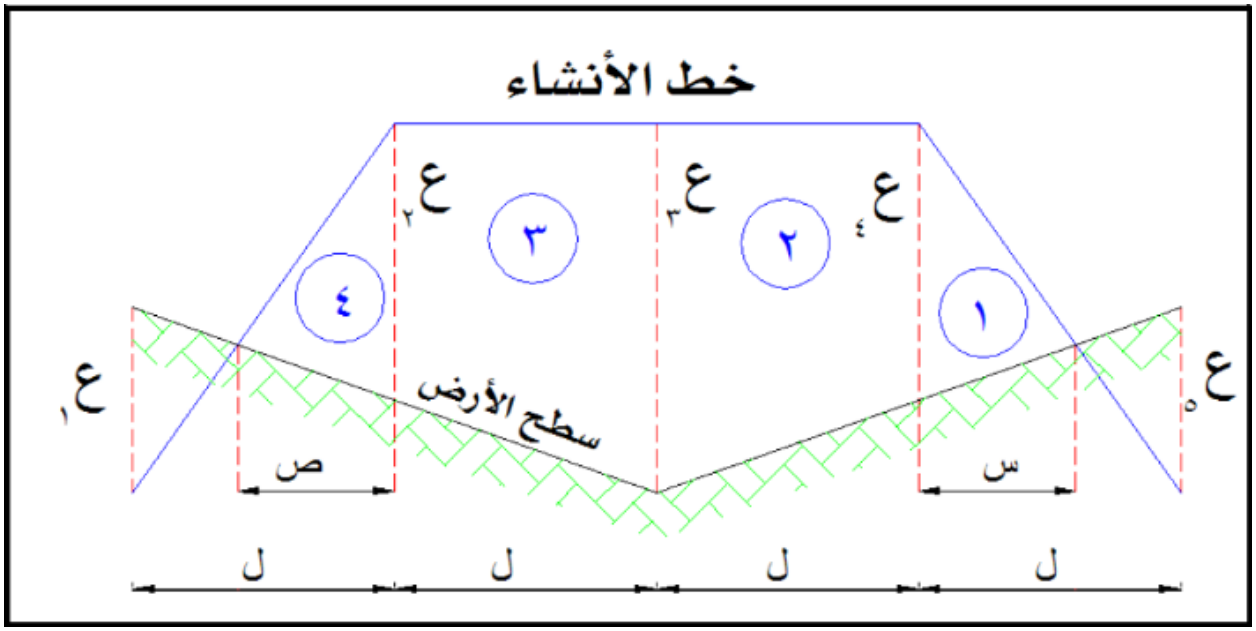
إذا كان الميـل للأعلى ،،، (-) إذا كان الميـل للأسفل **(+)**

3-1-3 هنالك طريقتان لحساب مساحات القطاعات العرضية :

طريقة الإحداثيات ، وطريقة الأشكال وهذه فكرتها أن تقسم القطاعات العرضية إلى أشكال ، أشباه منحرفات ، مثلثات ، تحسب مساحة كل شكل ، ومن ثم يكون مساحة القطاع العرضي هو حاصل جمع هذه المساحات.

مساحة المثلث = (0.5*القاعدة*الإرتفـاع)

مساحة شبه المنحرف = (مجموع القاعدتين/2)*الإرتفـاع



شكل (2-3) يوضح حساب مساحة القطاعات العرضية بطريقة الاشكال

مساحة الشكل (1) = 0.5*ع4*س

مساحة الشكل (2) = (ع3+ع4)/2)*ل

مساحة الشكل (3) = (ع2+ع3)/2)*ل

مساحة الشكل (4) = 0.5*ع2*ص

حيـث :

س = (ع4 * ل)/(ع4+ع5)

ص = (ع2 * ل)/(ع1+ع2)

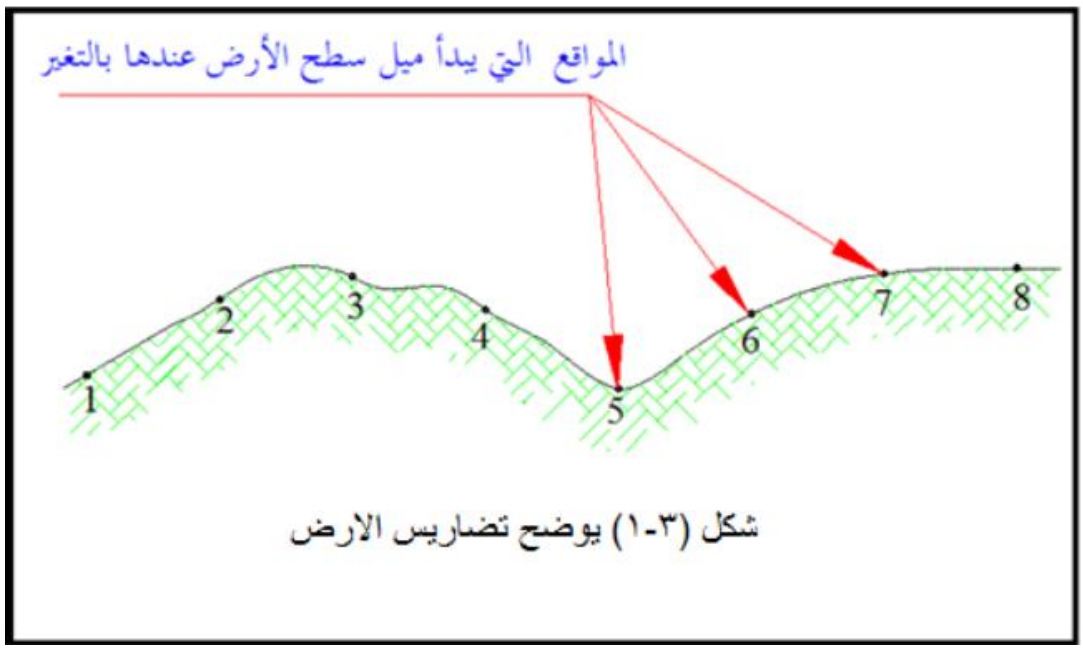
مجموع مساحة القطاع = مجموع مساحة الأشكـال

2-3 القطـاعـات الطولية :

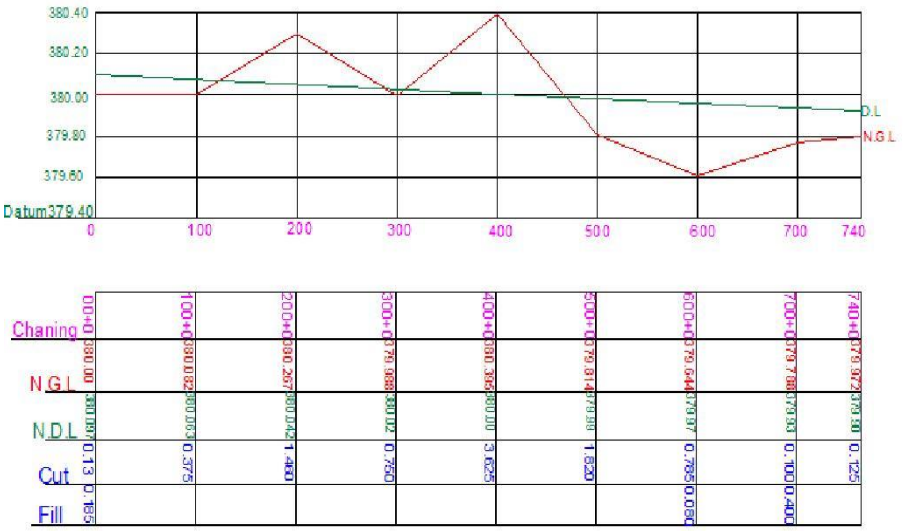
لا يمكن تنفيذ محور الطريق بخط واحد حيث تتحكم طبوغرافية المنطقة والنقاط الحاكمة الأخرى في تحديد مسار الطريق سواء كان في الإتجاه الأفقي أو الإتجاه الرأسي وعلى ضوء ذلك يتكون محور الطريق من مجموعة من المماسات أو الخطوط المستقيمة والتي يتم ربطها بمنحنيات رأسية في قطاعها الطولي.

هي عبارة عن رسم بياني يوضح تضاريس شكل الأرض وتؤخذ في إتجاه المشروع وعلى طول محوره كما في حالة مشاريع مد أنابيب المياة والطرق ، والغرض منها دراسة طبيعة الأرض ودراسة المشروع على هذا الأساس وحساب كميات التربة .

في مشاريع الطرق يلزم بيان طبيعة أو تضاريس الأرض في إتجاه معين وذلك لغاية التصميم وحساب الكميات ، ومن أجل ذلك يجري تحديد مواقع النقاط علي الاتجاه المطلوب لغرض حساب مناسيبها ، وتتفاوت المسافة بين نقطة وأخرى إذ أن تغيرها يلزم في زيادة النقاط مع التقارب بينهما انظر الشكل التالي :



شكل (٣-١) يوضح تضاريس الارض



شكل (3-3)يوضح القطاع الطولي

3-2-1 خطوات تنفيذ القطاع الطولي في الطبيعة :

يتلخص عمل المشروع في النقاط التالية :

1-تحديد بداية المشروع ونهايته.

2-تقسيم محور المشروع إلي عده أقسام تبعاً لتغير الميل أو الإتجاه وتغير طبوغرافية الأرض.

3-تعيين مناسيب نقاط المحور بإستخدام أعمال الميزانية علي أن تكون البداية فوق نقطة معلومة المنسوب.

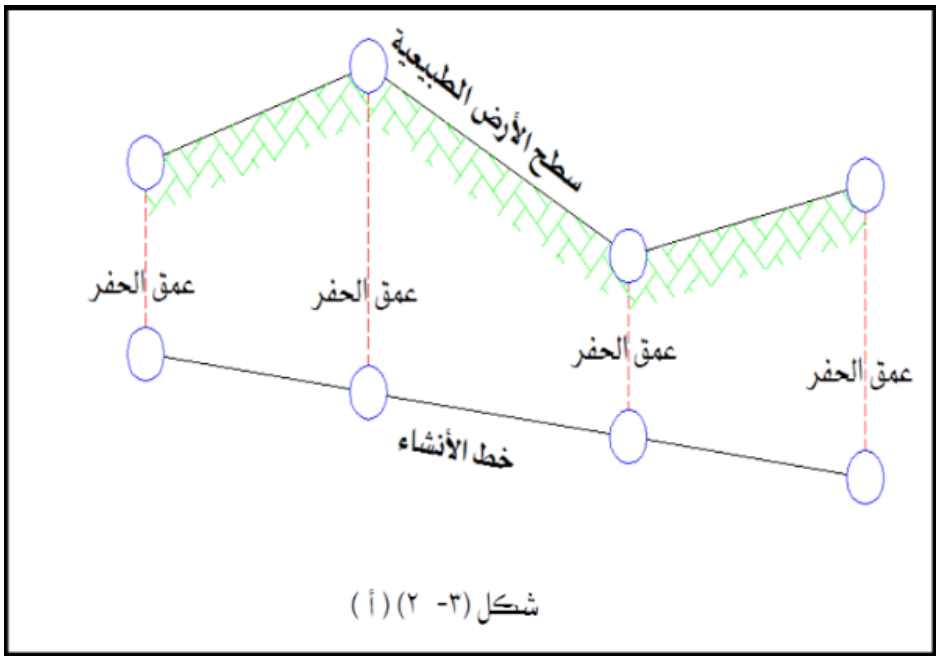
4. حساب أعماق الحفر وإرتفاعات الردم

بعد رسم شكل الأرض الطبيعية وخط الإنشاء في ورقه الرسم تنتج لنا مجموعة قطاعات كلها حفر أو كلها ردم أو بعضها حفر وبعضها ردم ، ومن خلال النظر إلي الأشكال الثلاثة يتضح أن الفرق

الراسي بين منسوب خط الأرض ومنسوب خط الإنشاء قد يكون عمق حفر أو إرتفاع ردم ويمكن حساب عمق الحفر أو إرتفاع الردم كما يلي :

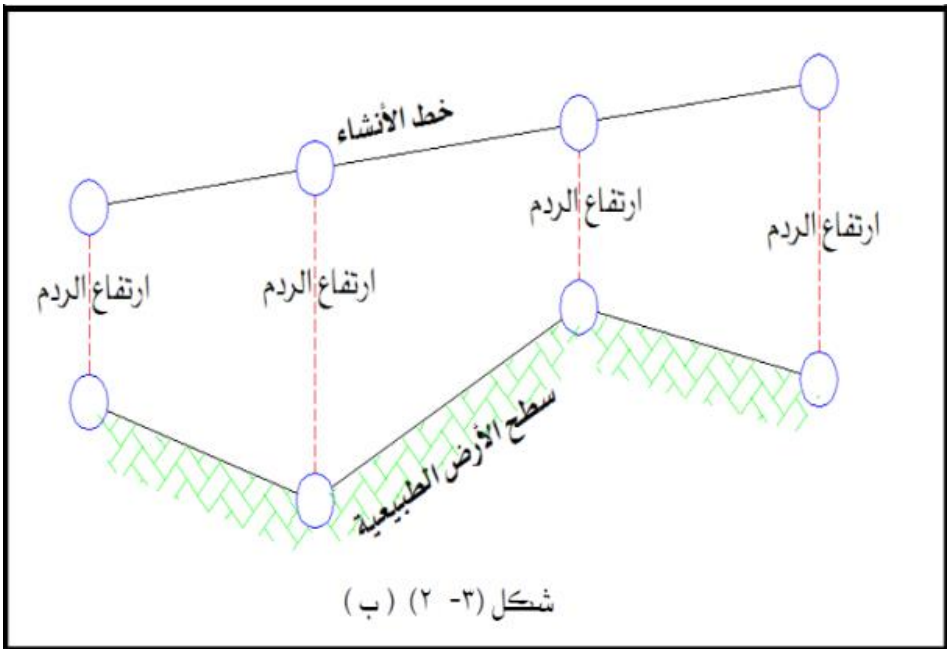
عمق الحفر =منسوب الأرض – منسوب خط الإنشاء

إرتفاع الردم =منسوب خط الإنشاء – منسوب الأرض



شكل (٣- ٢) (أ)

شكل (3-4) يوضح عمق الحفر



شكل (٣- ٢) (ب)

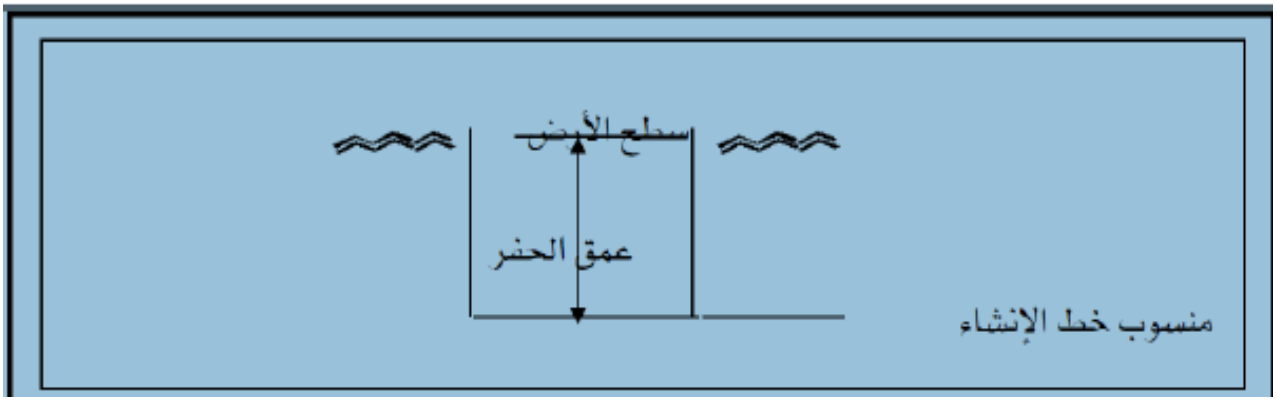
شكل (3-5) يوضح إرتفاع الردم

3-2-2 خطوات رسم القطاع الطولي :

لرسم القطاع الطولي يمكن إتباع الخطوات التالية :

1-حساب مناسيب النقاط التي تم تحديدها في الطبيعة وعمل التحقيق الحسابي اللازم .

2- حساب مناسيب خط الإنشاء.



شكل (3-6) لحساب مساحة الحفر والردم

مساحه الحفر = عمق الحفر *عرض القطاع

مساحه الردم =ارتفاع الردم *عرض القطاع

3-2-3 فوائد القطاعات الطولية :

- تساعد في معرفة تقاطع خط التصميم مع مستو ى سطح الأرض
- تساعد في معرفة أعماق الحفر والردم
- تساعد في إختيار أفضل الميول الجانبية.

شرح البرنامج
AUTODESK AUTOCAD CIVIL 3D

1.4 مقدمة :

يقصد بتصميم الطرق بإستخدام الحاسوب التعامل مع البيانات والمعلومات المساحية من خلال الإستفادة من البرامج الهندسية بهدف الوصول إلى تصميم طريق حسب المواصفات العالمية بكل تفاصيله

توجد عدة برامج مستخدمة في التصميم الهندسي للطرق وبعض أعمال المساحة ، ومن أشهر هذه البرامج برنامج Land Development المصمم من قبل شركة Autodesk والتي طورت عدة نسخ من هذا البرنامج كان آخرها نسخة عام 2009م ، حيث أُوقف وأستبدل عنه برنامج Civil 3D والجدير بالذكر أن كلا البرنامجين يعملان في بيئة برنامج AutoCAD.

2.4 التعريف بـ برنامج : Civil 3D

تم تطوير برنامج الـ Land Development إلى Civil 3D ويعتبر طفرة في مجال التصميم الهندسي للمشاريع ذات المسارات (كالطرق . السكة حديد . الصرف الصحي) ، ويمكن إستخدامه أيضاً في مشاريع تخطيط المدن والمشاريع الزراعية وأعمال التسوية .

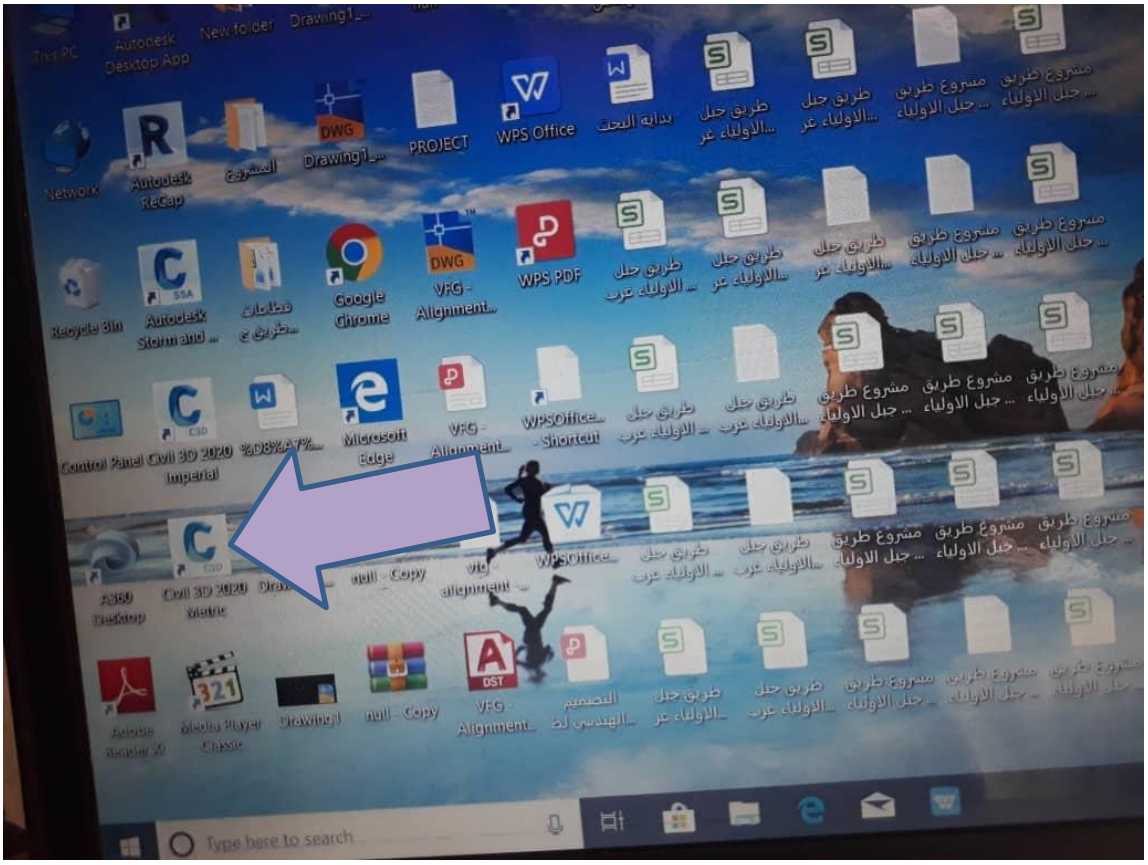
ويعتبر من أقوى البرامج في تخطيط وتصميم الطرق حيث يُمَكنك من تصميم القطاع الطولي والقطاع العرضي والمنحنيات الرأسية والمنحنيات الأفقية بإستخدام أكثر من كود تصميم ، هذا البرنامج يكتسب خاصية حساب كميات الحفر والردم بطريقة دقيقة للغاية بجانب أهميته في تصميم شبكات الصرف الصحي .

3.4 التعرف على واجهة البرنامج :

Start Civil 3D Program

إذهب إلى Desktop

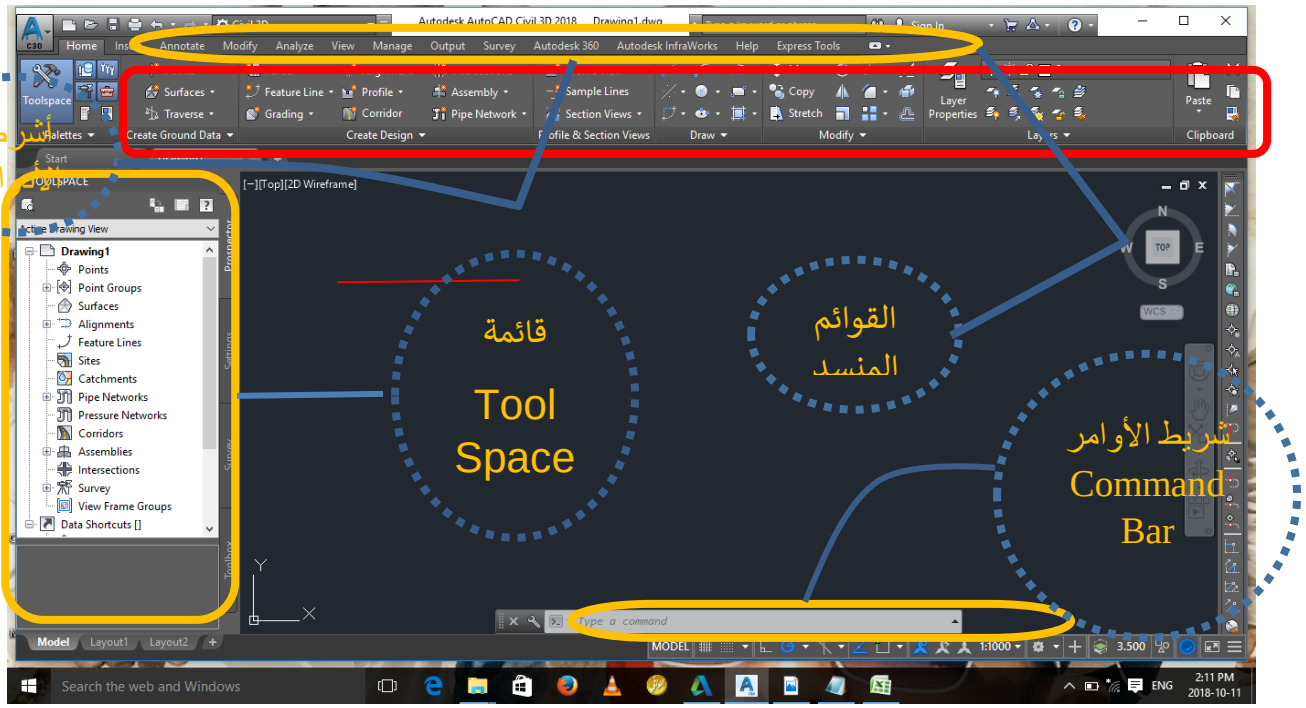
أنقر نقراً مزدوجاً فوق Civil 3D متري



شكل (1.4) يوضح كيفية الدخول للبرنامج من الـ Desktop

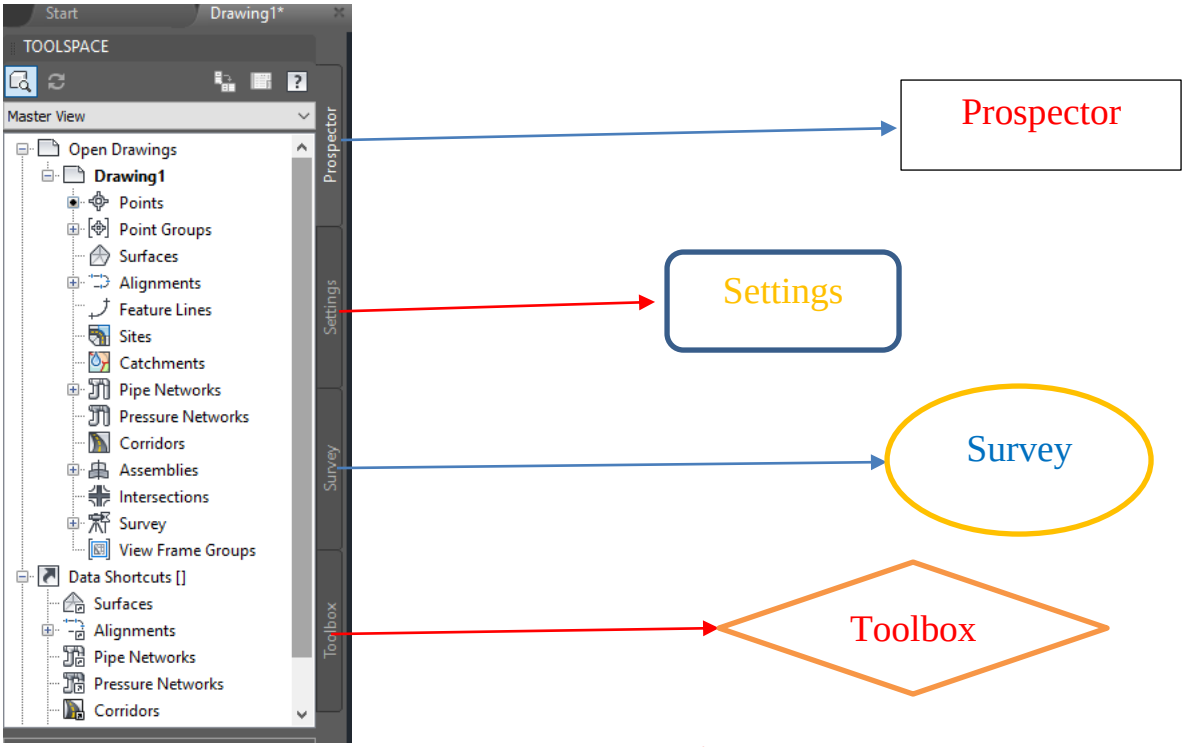
تتكون واجهة برنامج **Civil 3D** من أربعة مكونات رئيسية :

- القوائم المنسدلة
- أشرطة الأدوات Ribbons
- قائمة Tool Space
- شريط الأوامر Command Bar



شكل (2.4) الواجهة الرئيسية للبرنامج

أهم الأوامر المستخدمة في إنشاء المشروع :



شكل (3.4) يوضح أهم الأوامر المستخدمة في إنشاء المشروع

4.4 إدخال البيانات إلى برنامج **Civil 3D** :

يمكن إدخال البيانات إلى برنامج **Civil 3D** عن طريق إحدى الطرق التالية :

1. بإستخدام برنامج Google Earth
2. النقاط التي قام المهندس المساح برصدها Points
3. الخرائط الكنتورية Contour Line

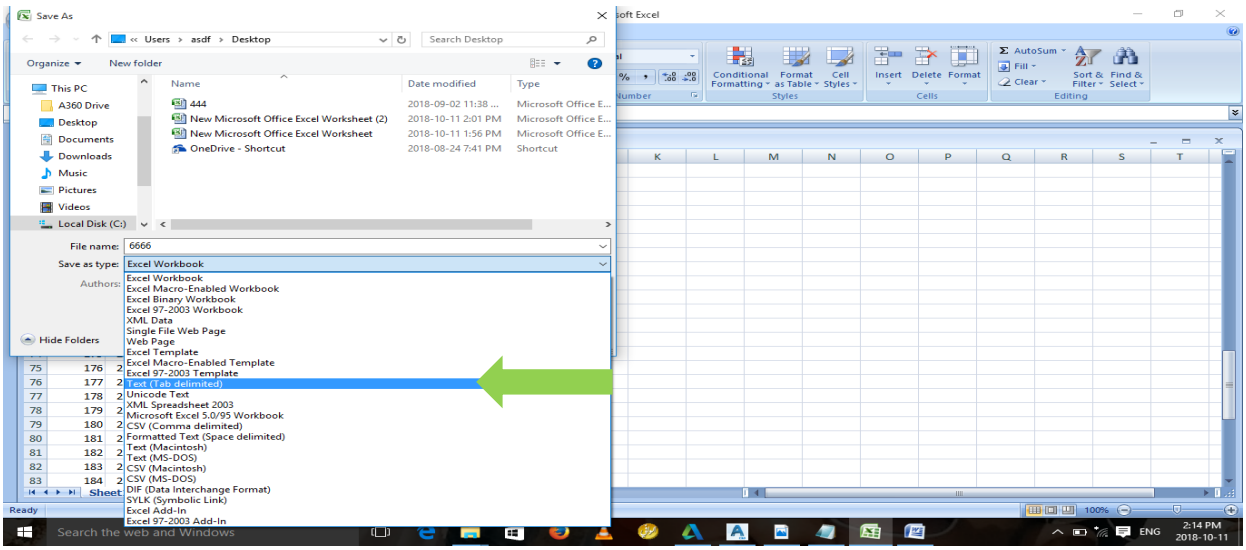
4.5 إستيراد النقاط :

وبها عدة خطوات :

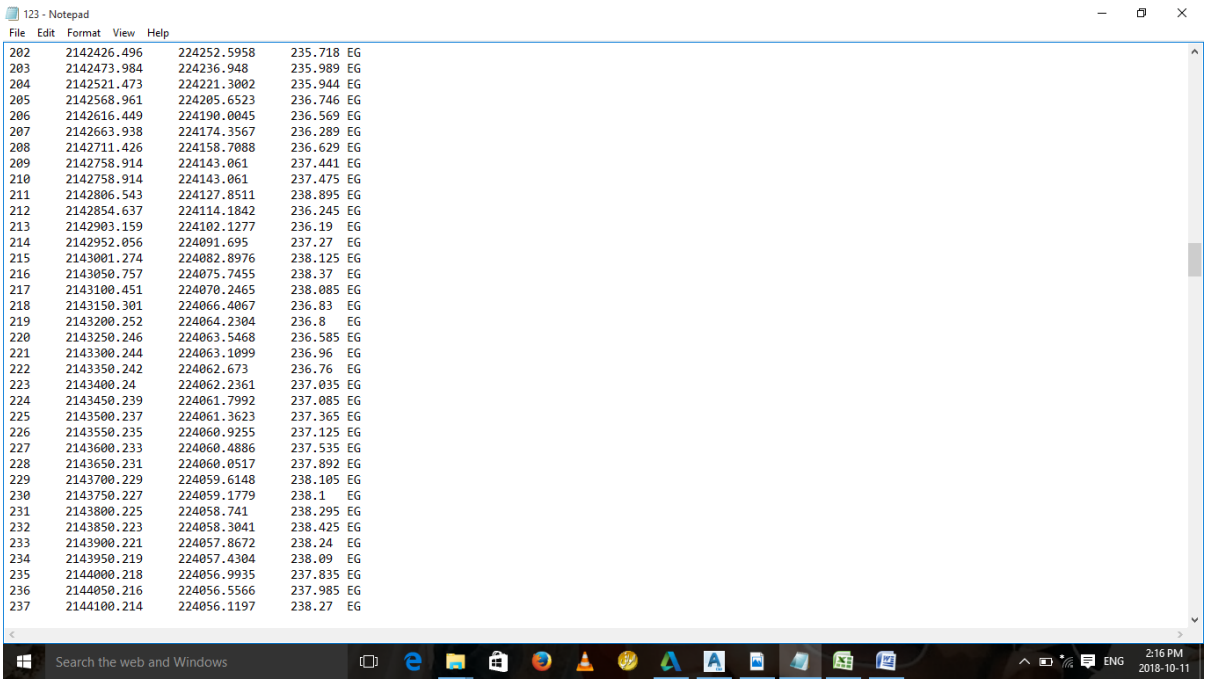
4.5.1 تحويل البيانات إلى صيغة **Tap Delimited** :

يتم أولاً ملائمة صيغة ملف البيانات الخاص بمنطقة العمل لكي يتم التعامل بها مع برنامج **Civil 3D** حيث يتم تحويل البيانات المستوردة من GPS أو محطة الرصد الشاملة ، إحداثيات النقاط المأخوذة يتم تحويلها من Excel إلى إمتداد Tap Delimited لكي تتوافق مع برنامج Civil 3D ويتم التحويل كالتالي :

نفتح ملف البيانات في برنامج Excel ثم نضغط على Save As يظهر مربع حوار نختار منه خيار Save As Type ثم نختار الإمتداد المتوافق مع برنامج Civil 3D ، وأخيراً نختار Save لحفظ الملف بالإمتداد الجديد.



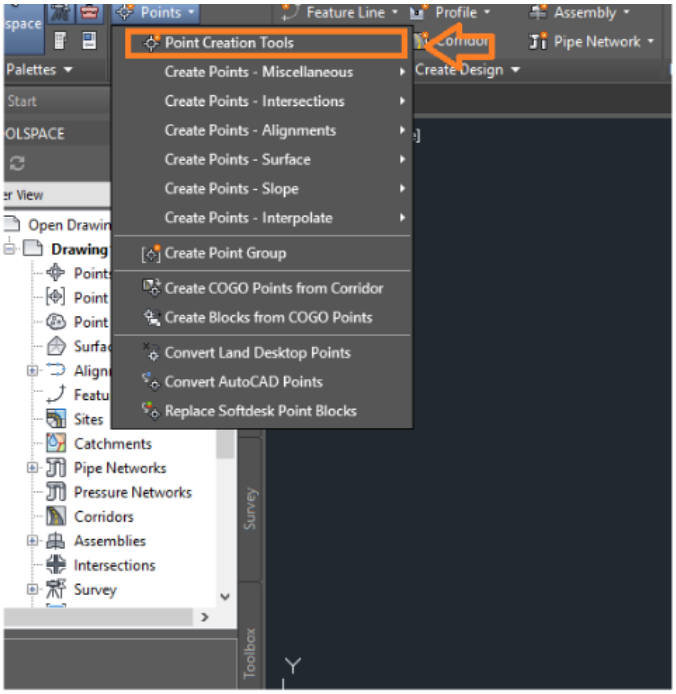
شكل (4 - 4) يوضح كيفية تحويل البيانات إلى صيغة Tap Delimited



شكل (4 - 5) يوضح شكل البيانات النهائية

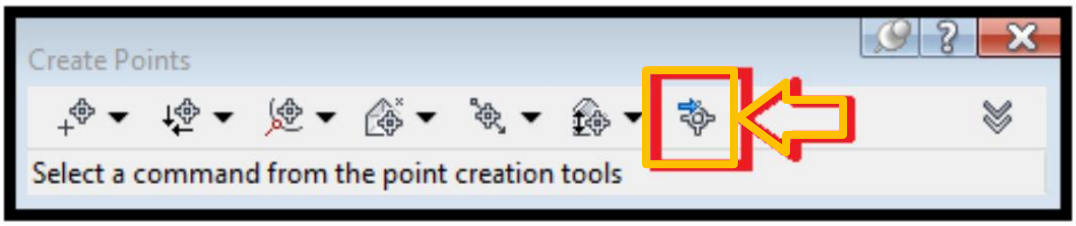
4-5-2 إدراج البيانات الي برنامج:Civil 3D

من تاب Home نختار points ثمTools Points Creation كما في الصورة التالية :

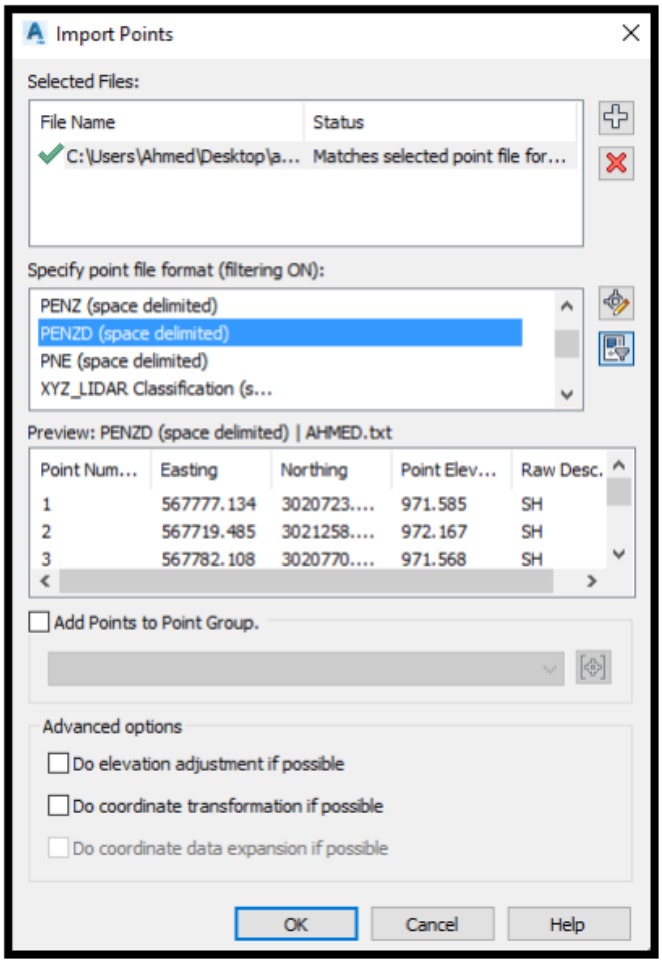


شكل (4 - 6) يوضح إدراج البيانات

يظهر لنا مربع حوار نختار منه Import Points كما هو موضح في الشكل التالي :

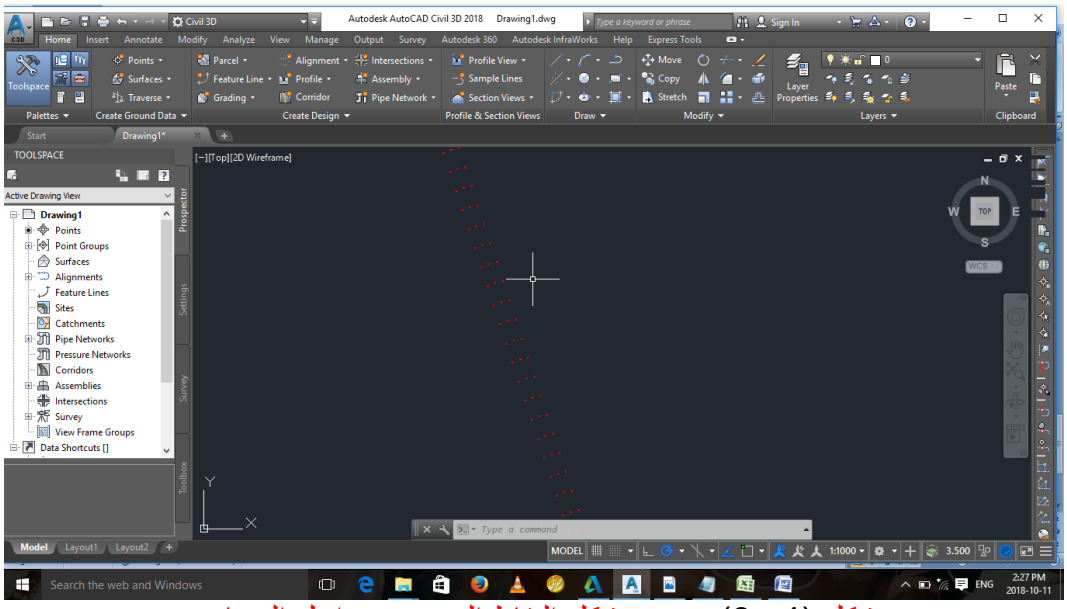


ثم يظهر مربع حوار آخـر به خيارات إضافة البيانات ، ترتيب عناصر البيانات وفقاً لما هو موجود في الملف الأصلي للبيانات كما هو موضح في الشكل التالي :



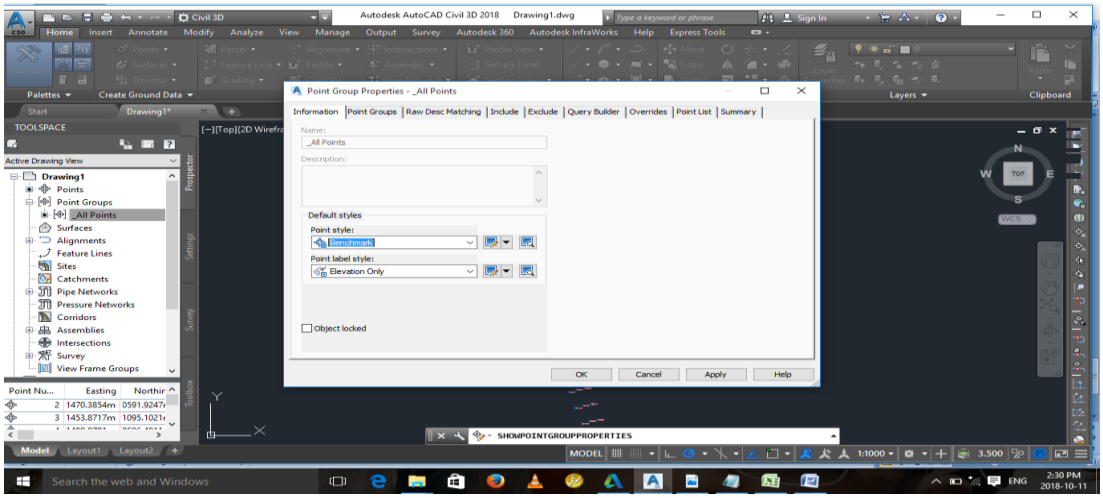
شكل (7.4) يوضح ترتيب البيانات

نضغط على ok تظهرلنا شاشة الـ Civil وبعدها في الشريط أيمن الشاشة نضغط على الأمر Zoom Extents فتظهر لنا المعلومات الخاصة بالمشروع.



شكل (4 - 8) يوضح شكل النقاط المستوردة داخل البرنامج

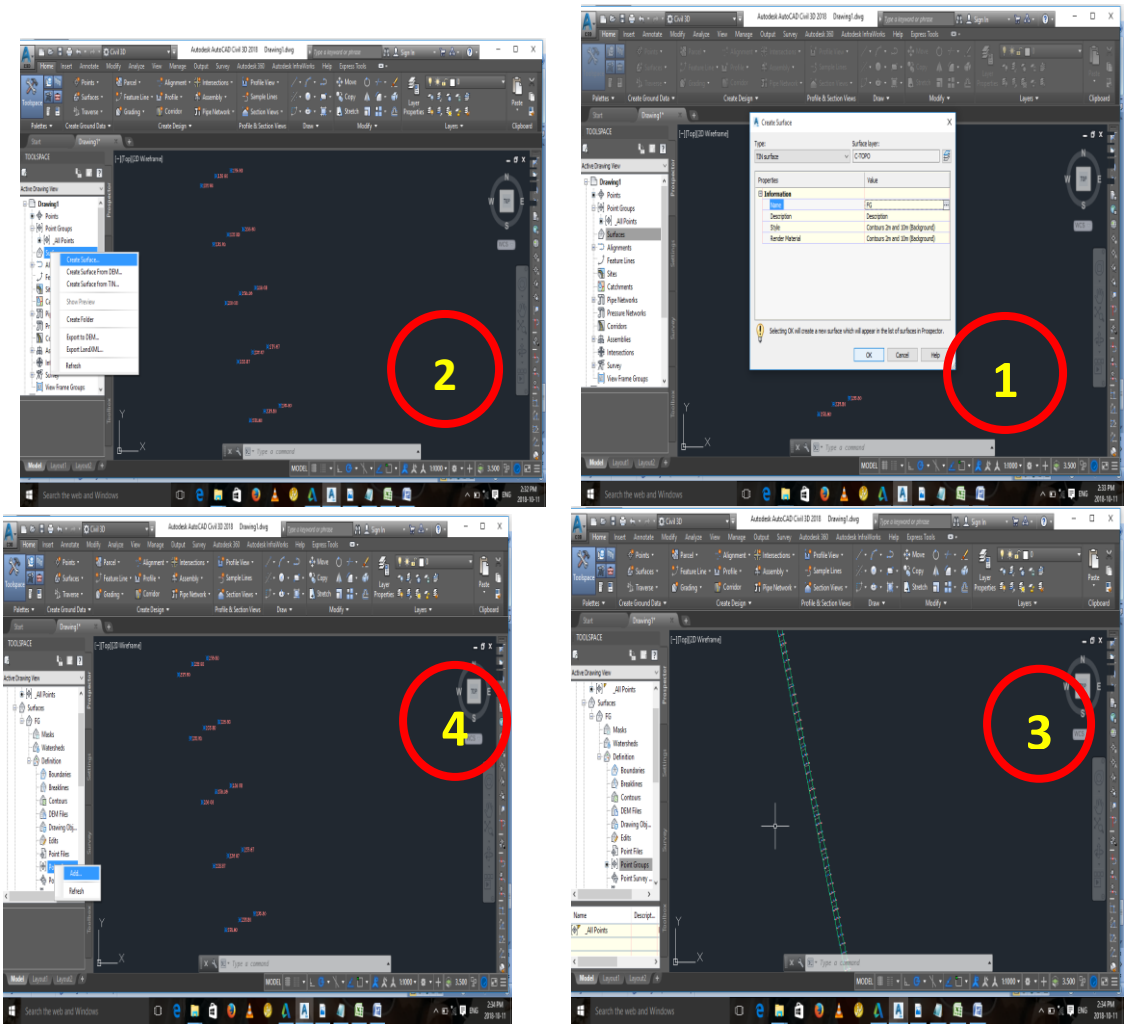
وبعد عملية إستيراد النقاط نقوم بعمل قروب للنقاط لأجل إظهار بقية التفاصيل على النقاط ، وذلك لأن برنامج الCivil يقوم بإظهار أماكن النقاط فقط تلقائياً دون إظهار أي تفاصيل عليها ، وللقيام بهذه العملية من قائمة الـ Tool Space نختار القائمة Prospector ، ولأن برنامج الـ Civil برنامج منظم نجده قد قام بعمل مجموعة لنقاط المشروع وأسماها Point Group ، ونفتح هذا الملف فنجد All Point بخصائصها.



شكل (4 - 9) يوضح كيفية عمل قروب للنقاط والتغيير في خصائصها

4 - 6 عمل سطح للنقاط (Surface) :

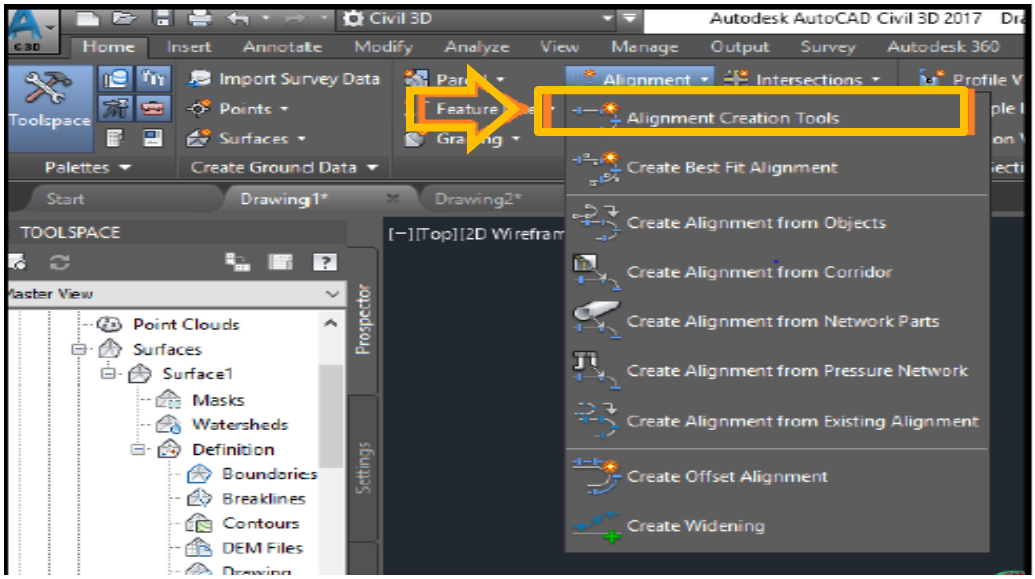
السطح هو عبارة عن خطوط وهمية تنشأ بين النقاط لربط النقاط مع بعضها البعض لتمثيل سطح الأرض الطبيعي

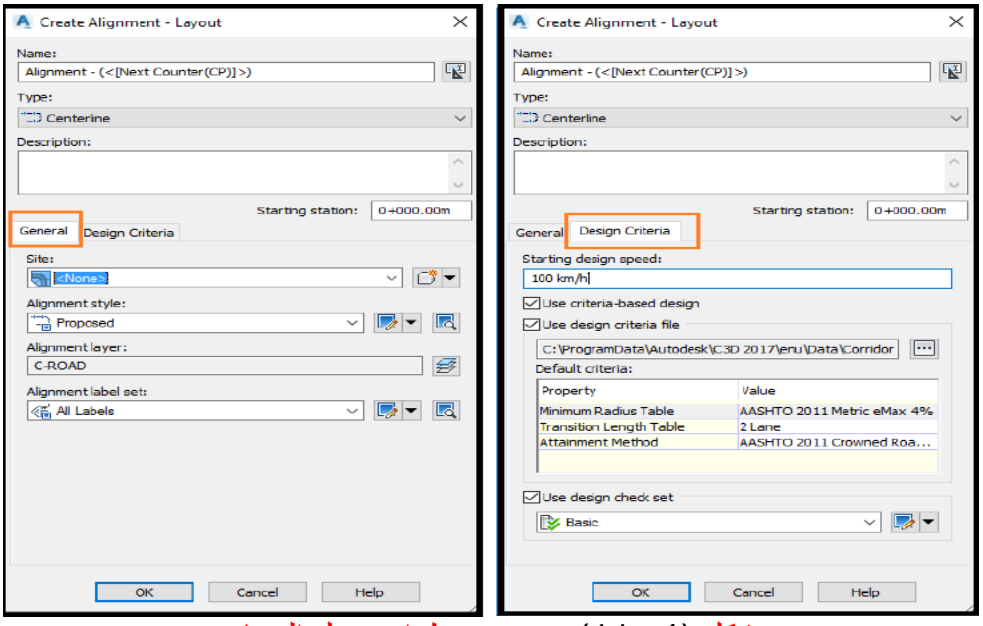


شكل (4 - 10) يوضح كيفية عمل السطح

4 ـ 7 المسـارات وكيفية رسمها (**Alignment**) :

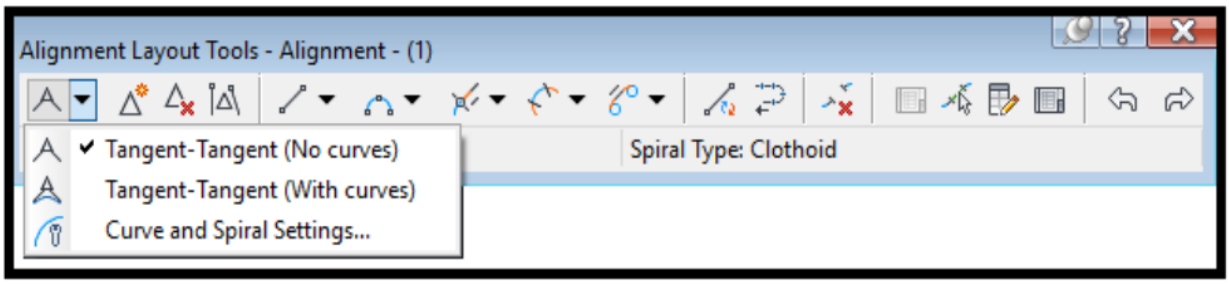
ولإختيار مسار الطريق من القوائم المنسدلة نختار القائمة Home ومنها نختار Alignment وبالضغط عليه تظهر لنا قائمة من عدة خيارات نختار منها Alignment Creation Tools ، وتظهر لنا قائمة منسدلة نستطيع من خلالها التغيير في شكل المسار وإختيار المواصفات المناسبة للتصميم.



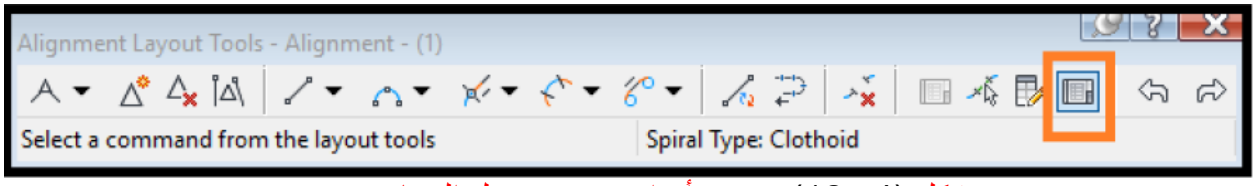


شكل (4 - 11) يوضح خطوات عمل المسار

وبالضغط على ok تظهر لنا قائمة صغيرة مستطيلة الشكل ، ونختار من هذا المستطيل خيار رسم المسار سواء كان بمنحنى أو من غير منحنى كما هو موضح في الشكل التالي :

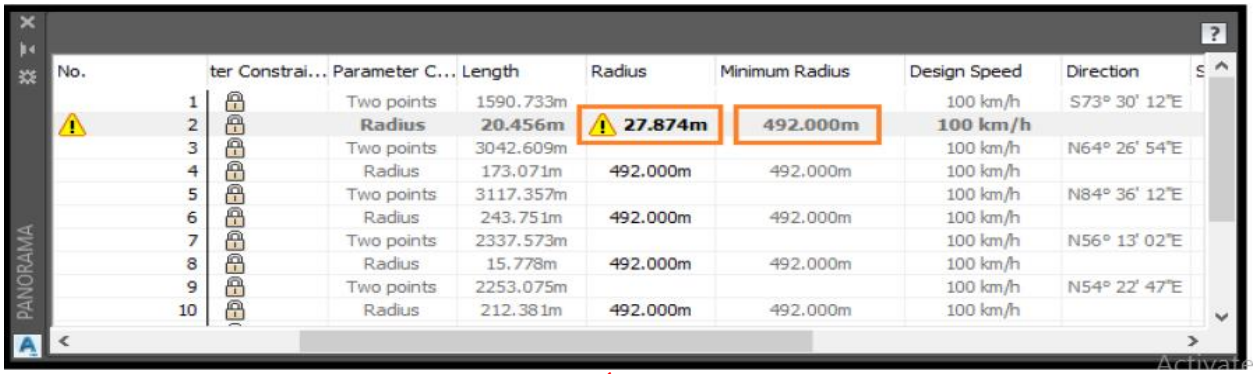


نلاحظ أحياناً وجود مثلث أصفر على المنحنى الموجود لدينا بالمسار وهذا يعني أنّ نصف قطر المنحنى غير مناسب ، ولحل هذه المشكلة نقف بالماوس على المسارونحدده ونضغط كليك يمين ونختار Edit Alignment Geometry سوف تظهر نافذة حوار ومن هذه النافذة نضغط على الزر المشار إليه في الشكل التالي :



شكل (4 - 12) يوضح أدوات رسم وتعديل المسار

سوف تظهر لنا نافذة نجد فيها أنّ المنحنى الموجود لدينا بالمسار والذي عليه مثلث أصفر اللون أخذ نصف قطر تلقائي أقل من نصف القطر المسموح به في تكوين المنحنيات ، أنظر إلى الشكل التالي:

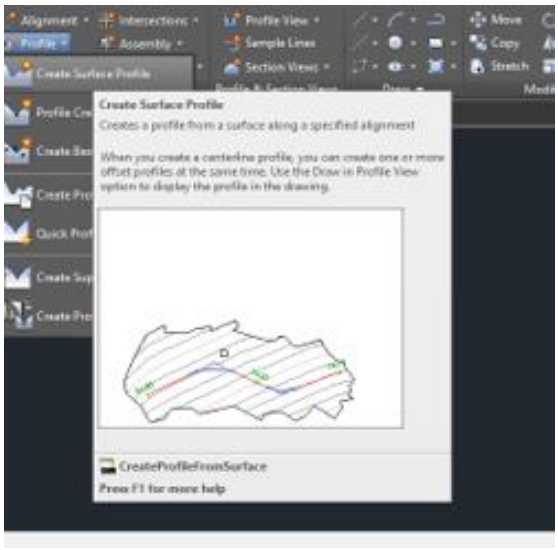


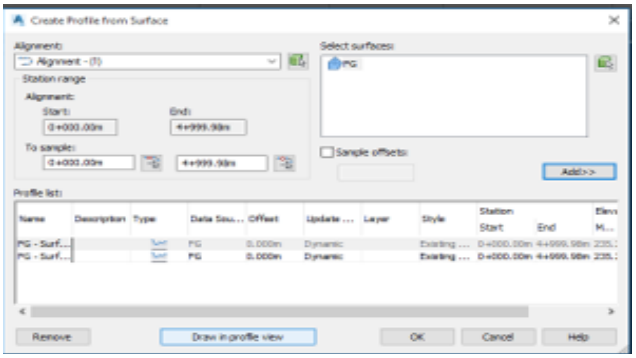
شكل (4 - 13) يوضح أخطاء المسار

نضغط على نصف القطر المعطى ونقوم بتعديله حتى نصل إلى درجة الأمان المطلوبة في تنفيذ المنحنى ، نلاحظ بعد تعديل قيمة نصف القطر من القيمة الإفتراضية إلى قيمة أكبر إختفاء المثلث الأصفر من على المنحنى.

4 - 8 القطاع الطولي للطريق : Profile

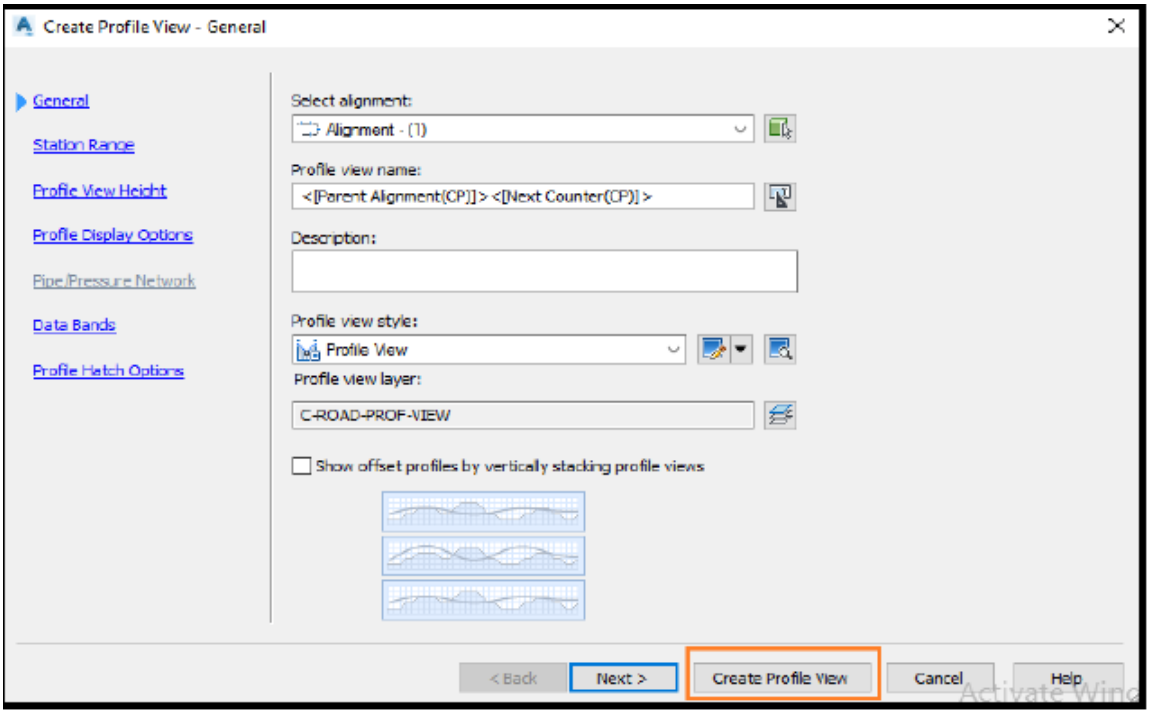
لرسم القطاع الطولي للطريق نذهب إلى Home ومن قائمة Profile نختار Create Surface Profile ستظهر لنا نافذة من خلالها نختار المسار الذي سوف نقوم برسم البروفايل الخاص به بالإضافة إلى سطح الأرض الذي قمنا بتعريفه Surface ، ثم نضغط بعد ذلك على Add وأخيراً نضغط Draw In Profile View .





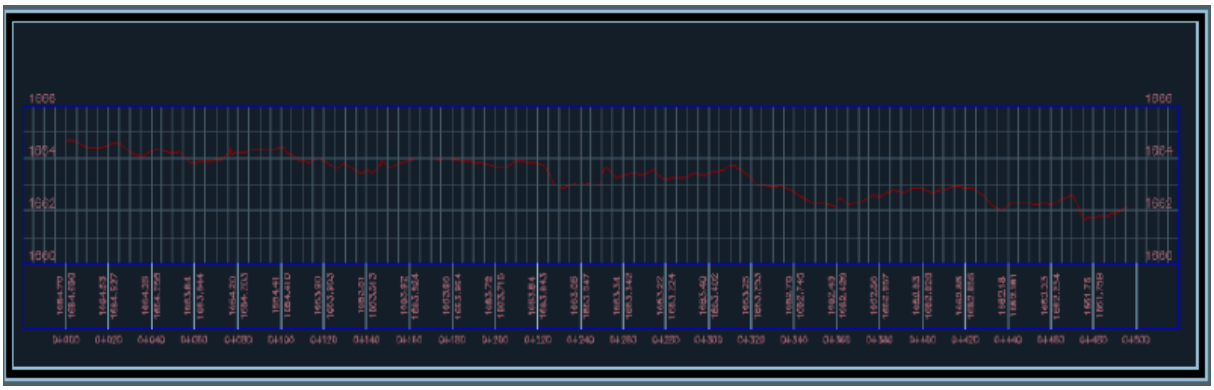
شكل (4 . 14) يوضح عمل القطاع الطولي

ستفتح لنا نافذة أخرى نضغط فيها على Create Profile View كما هو موضح في الشكل التالي :



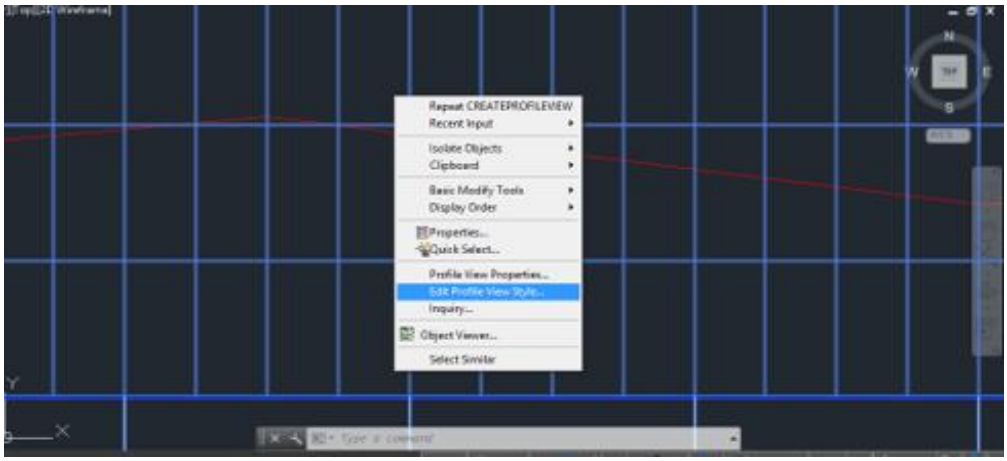
شكل (4 . 14) يوضح عمل القطاع الطولي

بعد ذلك نلاحظ في شريط الأوامر أنّ البرنامج سيطلب تحديد نقطة بدء لرسم البروفايل ، نختار أي نقطة داخل الشاشة بعيداً عن السطح الخاص بالنقاط ونضغط بالماوس كليك شمال ليبدأ البرنامج برسم البروفايل الخاص بالمسار الذي يظهر كما في الشكل التالي :



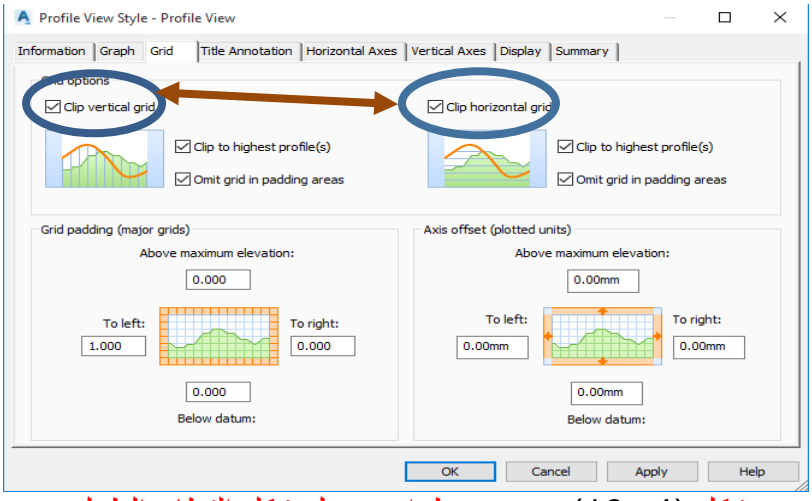
شكل (4 - 15) يوضح القطـاع الطولي

وللتغير في شكل القطاع الطولي حتى يسهل علينا رسم خط التصميم نقوم بعمل سليكشن على القطاع الطولي ثم نضغط كليك يمين ، سوف تظهر لنا قائمة منها نختار الامر Edit Profile View style



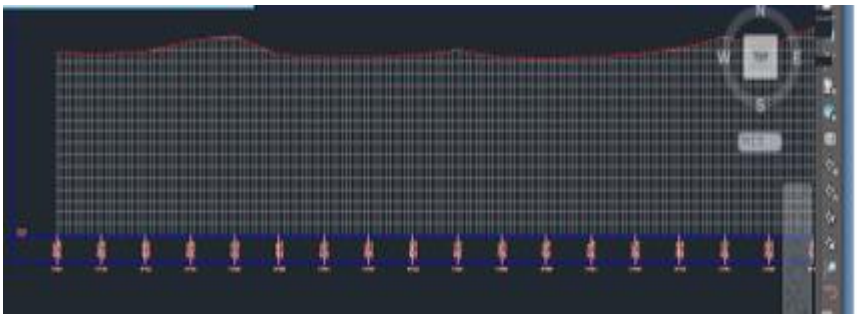
شكل (4 - 16) يوضح خطوات تعديل شكل القطاع الطولي

ومنها تظهر لنا القائمة التالية :



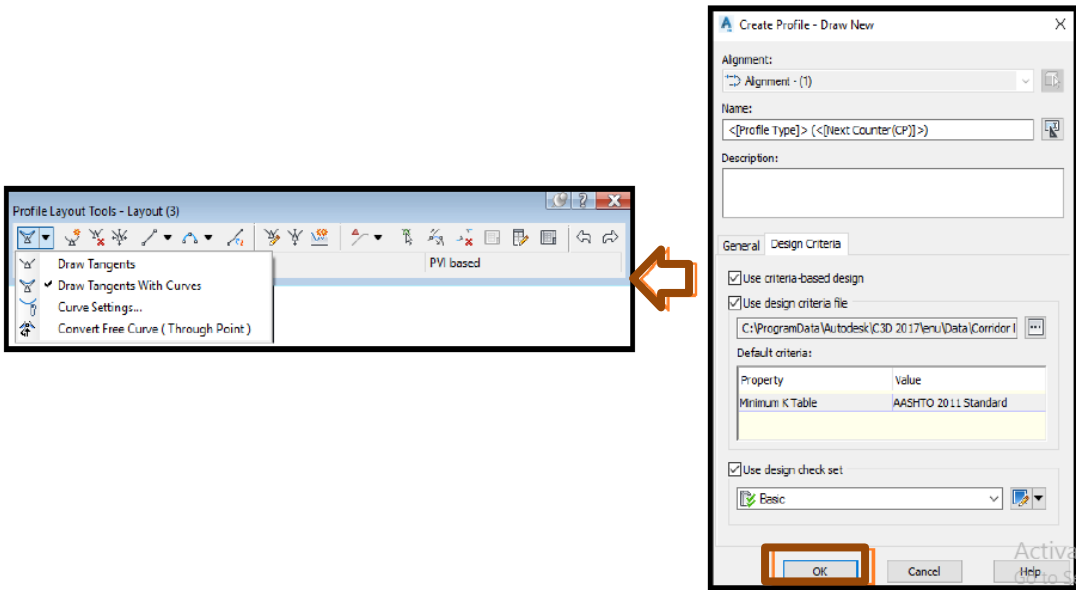
شكل (4 - 16) يوضح خطوات تعديل شكل القطاع الطولي

ومن الخيار Grid نقوم بتنشيط الخيارين Clip Vertical Grid و Clip Horizontal Grid ونقوم بتنشيط الخيارين الموجودين تحت كلا الخيارين السابقين حتى نزيل الخطوط الطولية والعرضية على القطاع الطولي الموجودة أعلى خط الأرض الطبيعي ويكون الشكل كالتالي :



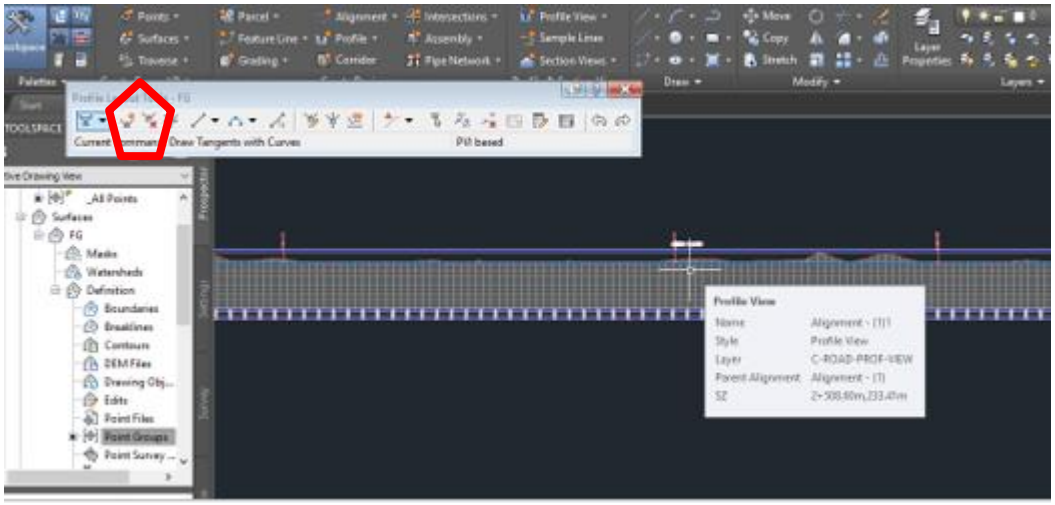
شكل (4 - 17) يوضح القطاع الطولي بعد إجراء تعديلات عليه

بعد الإنتهاء من رسم القطاع الطولي للطريق تأتي مرحلة إنشاء خط التصميم (الإنشاء) ، حيث تتم هذه العملية بإتباع الخطوات التالية ، من Home نضغط على الخيار Profile ومنه على Profile Creation Tools تظهر لنا نافذة مشابهة نوعاً ما لنافذة رسم المسارات نضغط فيها على OK ليظهر لنا المستطيل الخاص برسم خط التصميم ، نختار منه الرسم بمنحنى (With Curve) كما في الشكل التالي :



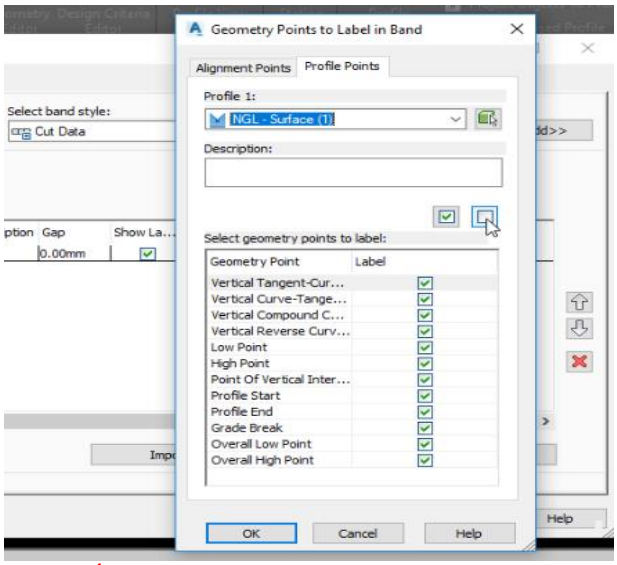
الشكل (4 - 18) يوضح خطوات عمل خط التصميم

من نقطة بداية بروفايل الأرض الطبيعية (مسار الطريق) نبدأ برسم خط التصميم الخاص بالطريق ونراعي أثناء الرسم أن يكون الطريق قريب من مستوى الأرض الطبيعية لتقليل كمية الحفر والردم.



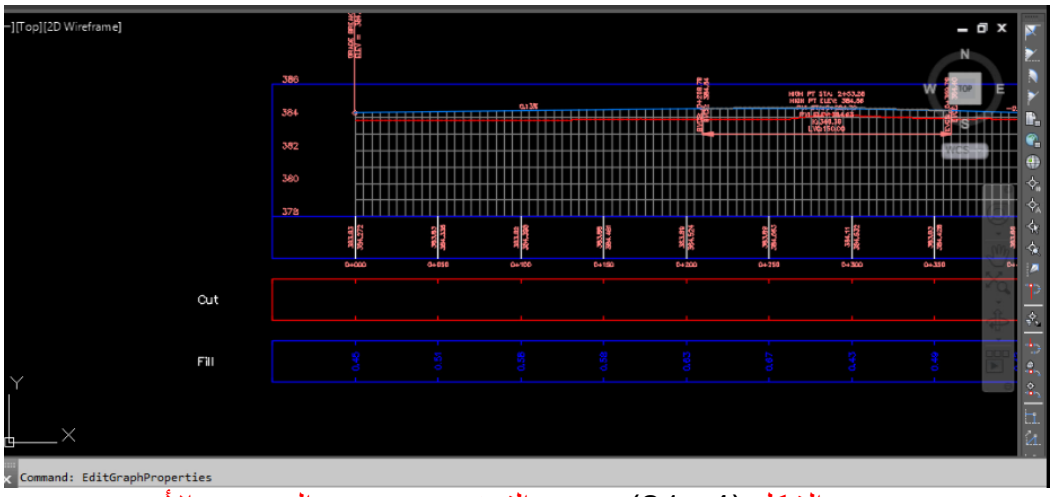
شكل (4 - 19) يوضح إنشاء المسار على القطاع الطولي

نقوم بعد ذلك بإيجاد الفرق بين مستوى التصميم ومستوى الأرض الطبيعية ولإجراء هذه العملية نقوم بعمل كليك على شبكة القطاع الطولي ونضغط كليك يمين ونختار Profile View Properties ستظهر لنا قائمة بها عدة خيارات ، نقف على الخيار Bands من Select Bands Style ونختار Cut Data ونقوم بعمل Add ثم نختار المربع الخالي كما في الصورة التالية ونضغط OK وبنفس الطريقة نضيف Fill Data :



شكل (4 - 20) يوضح كيفية إيجاد الفرق بين مستوى الأرض وخط التصميم

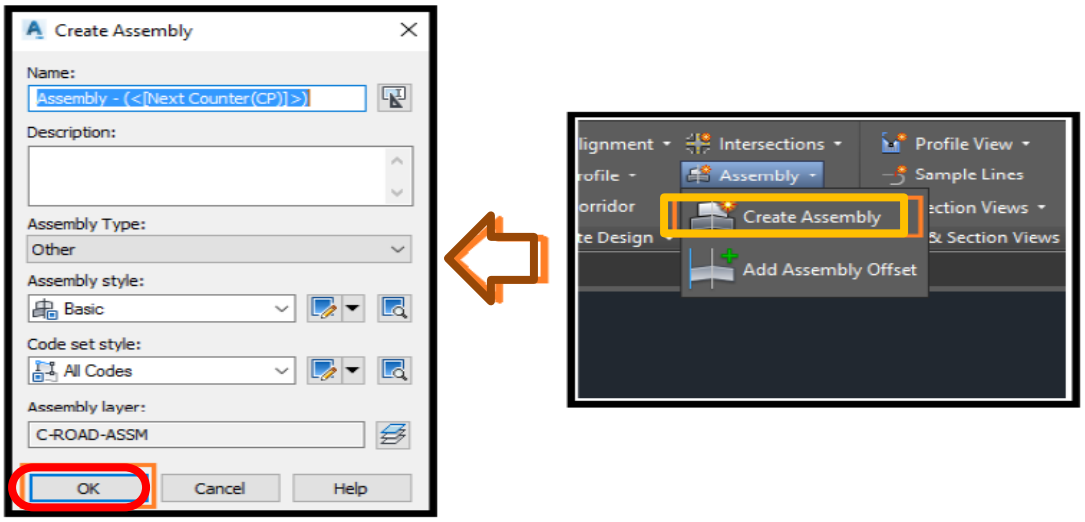
بعد ذلك نضغط Apply ثم نضغط OK ليظهر لنا القطاع الطولي بالشكل التالي :



الشكل (4 - 21) يوضح الفرق بين مستوى التصميم والأض

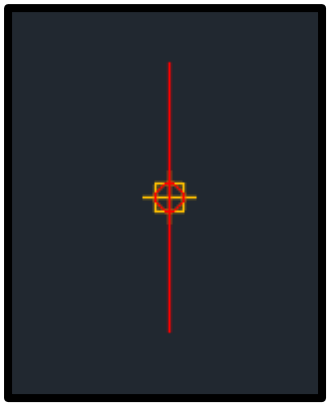
4 ـ 9 القطاع العرضي للطريق :

لإنشاء المقطع العرضي الخاص بالطريق نذهب إلى القائمة المنسدلة Home ومنها نختار الأمرAssembly بالضغط عليه يظهر لنا خياران نختار منهما Create Assembly ستظهر لنا نافذة تحتوي على بعض الخيارات الخاصة بالقطاع العرضي من حيث إسمه وشكله نضغط على OK



شكل (4 - 22) يوضح طريقة إنشاء القطاع العرضي

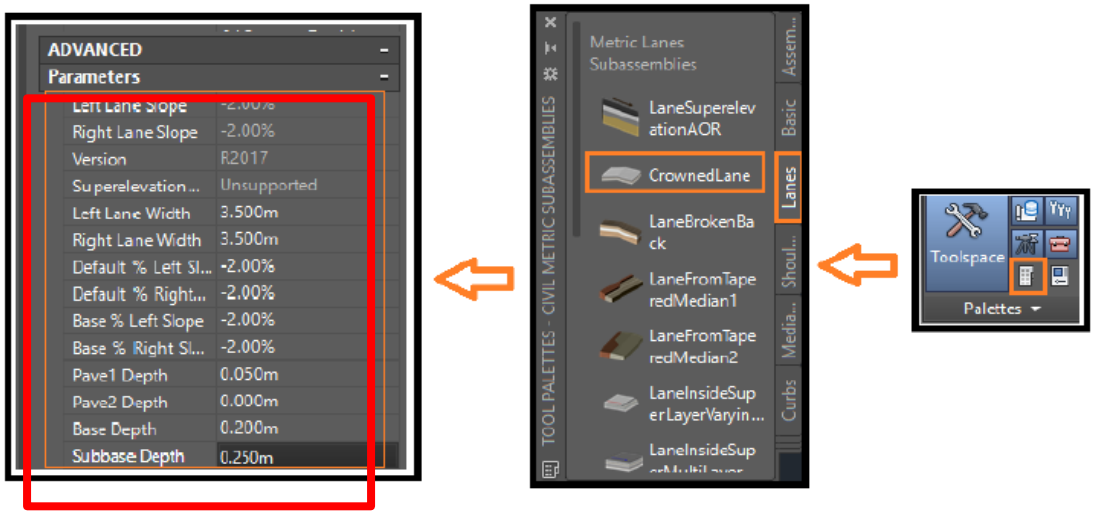
بعد ذلك سيطلب البرنامج مكان لإدخال المقطع ، بعد إختيار المكان المناسب وبالضغط على كليك سيظهر لنا الأAssembly كما في الصورة التالية :



شكل (4 - 23) يوضح Assembly

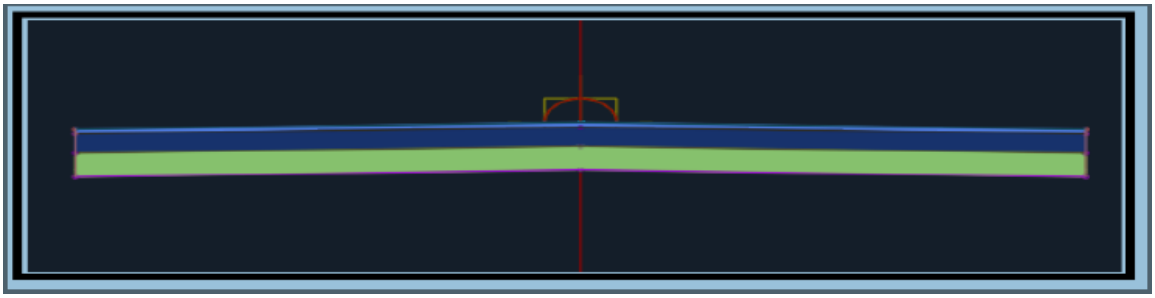
4-9-1 رسم الحارات الخاصة بالطريق :

لرسم الحارات الخاصة بالطريق (Lanes) نذهب إلى Tool space ثم إلى Tool palette تظهر لنا نافذة بها مجموعة من الخيارات الخاصة بإضافة المقاطع نختار منها Lanes ثم نختار منها Crowned Lane تظهر لنا نافذة بها خصائص الحارات نقوم بتعديلها حسب ما هو مناسب لنا



شكل (4 - 24) يوضح خطوات عمل الحارات

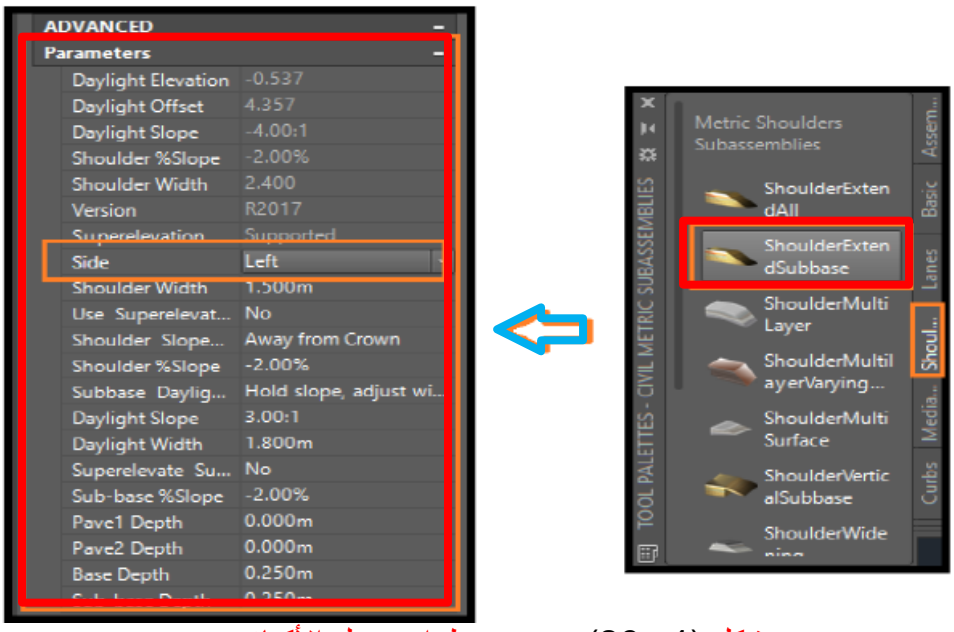
بعد إضافة آخر تعديل في خصائص الحارة نضغط على Enter سيطلب منّا البرنامج مكان الحارة نقوم بالضغط على Assembly السابق بعدها سيقوم البرنامج بإضافة الحارات إليه كما هو موضح في الشكل التالي :



شكل (4 - 25) يوضح شكل الحارات

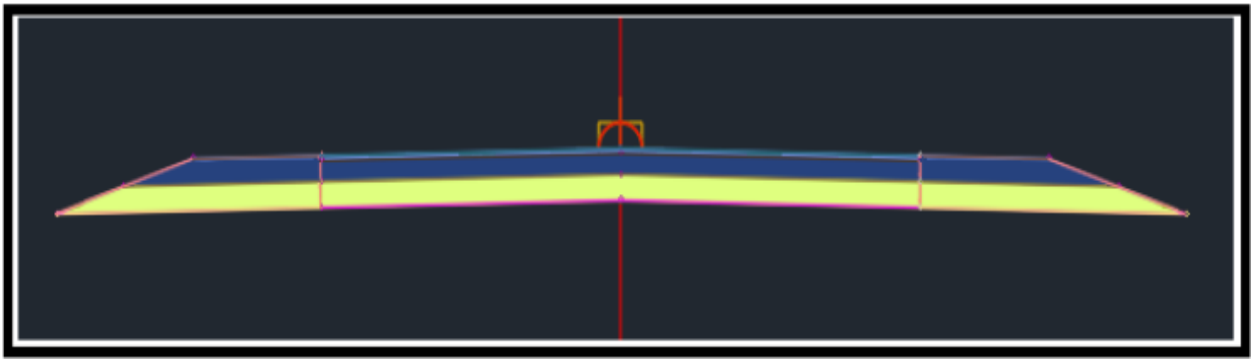
4-9-2 رسم الأكتاف الخاصة بالطريق : Shoulder

لرسم الأكتاف الخاصة بالطريق (Shoulder) من نافذة مجموعة الخيارات الخاصة بإضافة المقاطع نختار Shoulder ثم Shoulder Extend Subbase ثم تظهر لنا نافذة لتعريف خصائص الأكتاف مثلها مثل قائمة الحارات نقوم بتعديلها حسب ما هو مناسب لنا



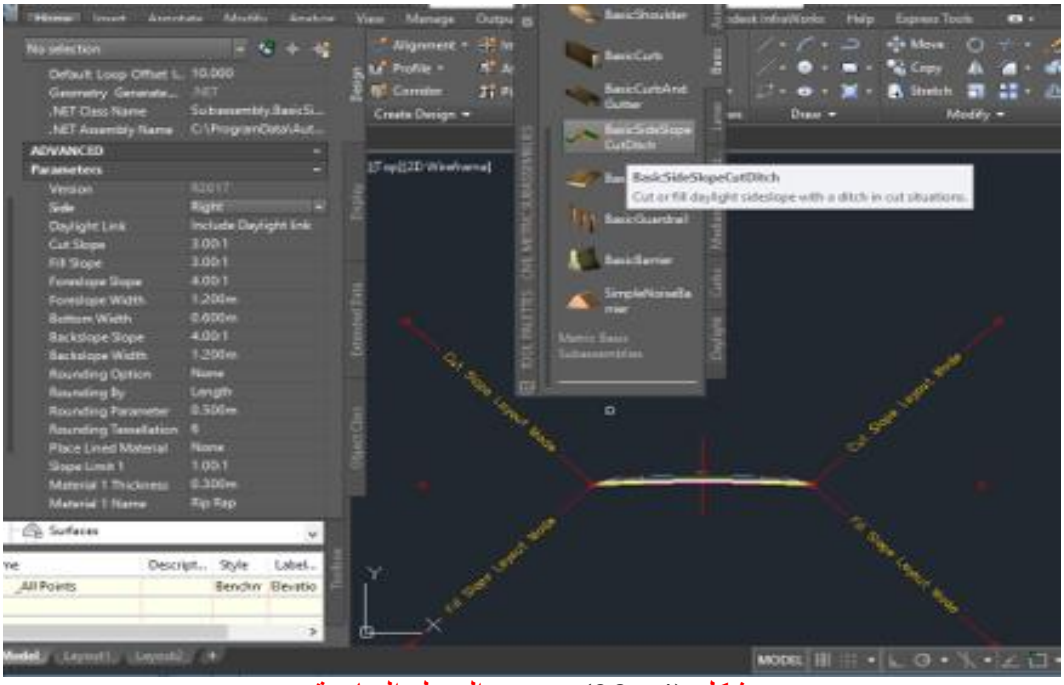
شكل (4 - 26) يوضح خطوات عمل الأكتاف

يتم تغيير بيانات كل جهة لوحدها كتف يمين وكتف شمال من خيارSide كما هو موضح في الشكل السابق وبعدها يتم إضافتها ليمين وشمال الحارة حيث سيتم رسم كل جهة لوحدها.



شكل (4-27) يوضح الاكتاف Shoulder

ثم نبدأ بعد ذلك برسم الميول الجانبية للطريق خيث من نافذة مجموعة الخيارات الخاصة بإضافة المقاطع نختار Basic ثم Basic Side Slope Cut Ditch ثم تظهر لنا نافذة لتعريف خصائص الميول الجانبية نقوم بتعديلها حسب ما هو مناسب لنا مع ملاحظة إختيار الجهة المراد الإضافة إليها

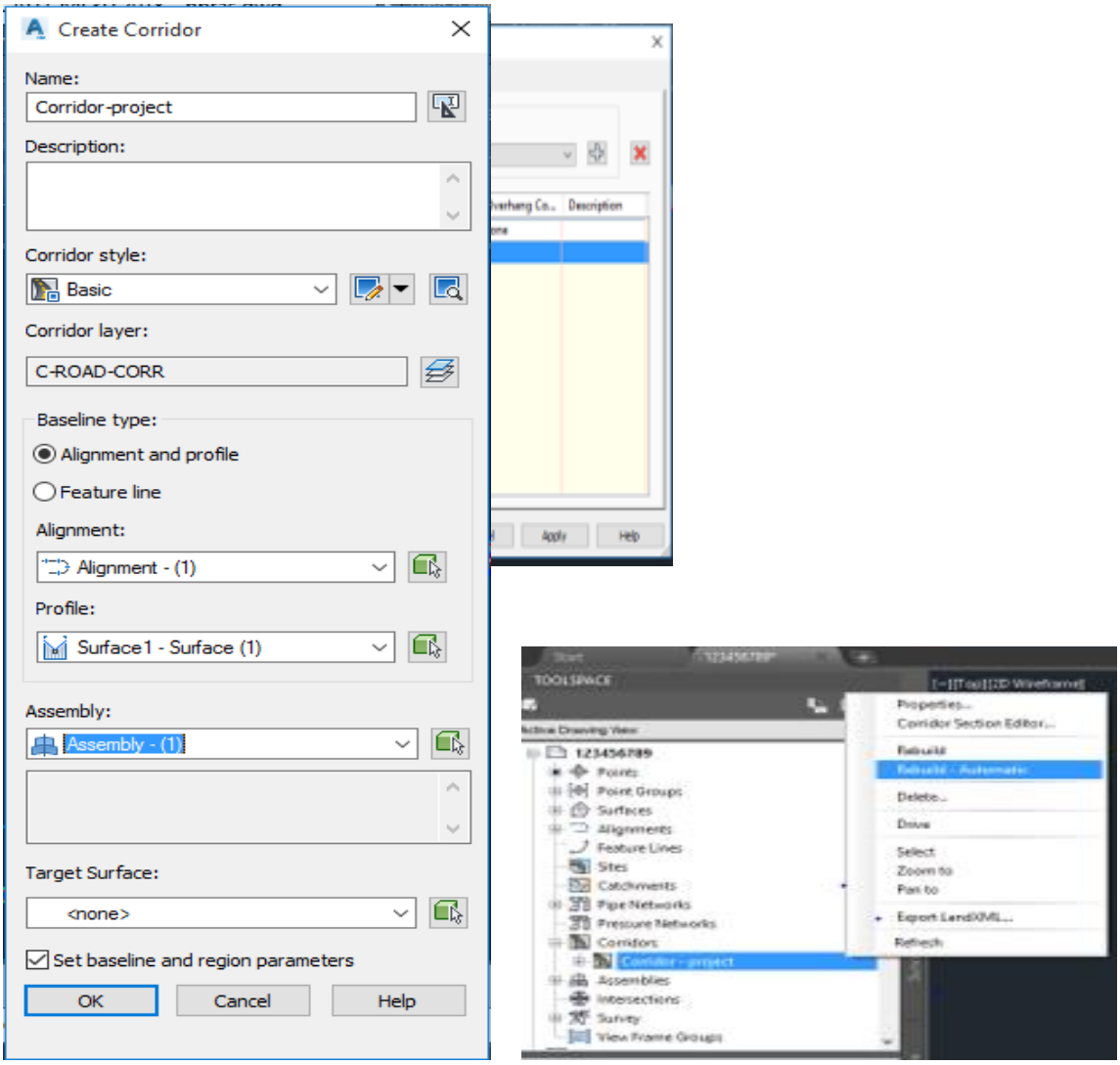


شكل (4 - 28) يوضح الميول الجانبية

4 - 10 الكوريـدور : Corridors

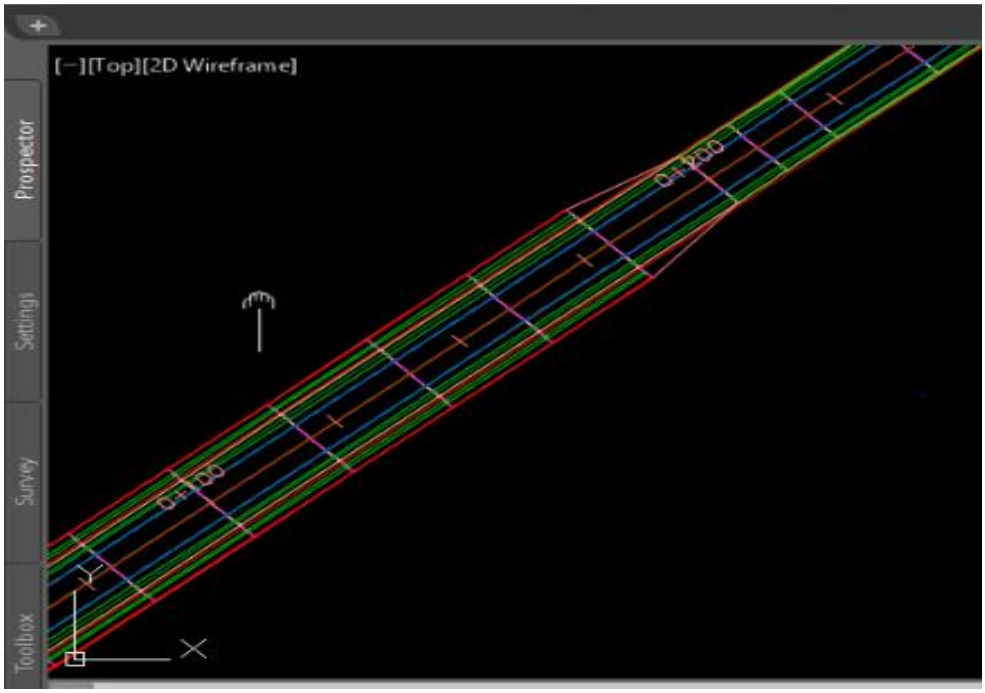
الكوريدور هو عنصر تصميمي ثلاثي الأبعاد يقوم بجمع المسار من الـ Surface وخط التصميم من Profile والـ Assembly من أجل التجهيز لمرحلة حساب الكميات

ولعمل الكوريدور نذهب إلى Home ومنها نختار Corridors ومنها نختار Create Corridors ستظهر لنا نافذة خاصة بخيارات إنشاء الكوريدور ويتم التغيير في بعض الخصائص ، وبعد الضغط على OK تظهر لنا نافذة



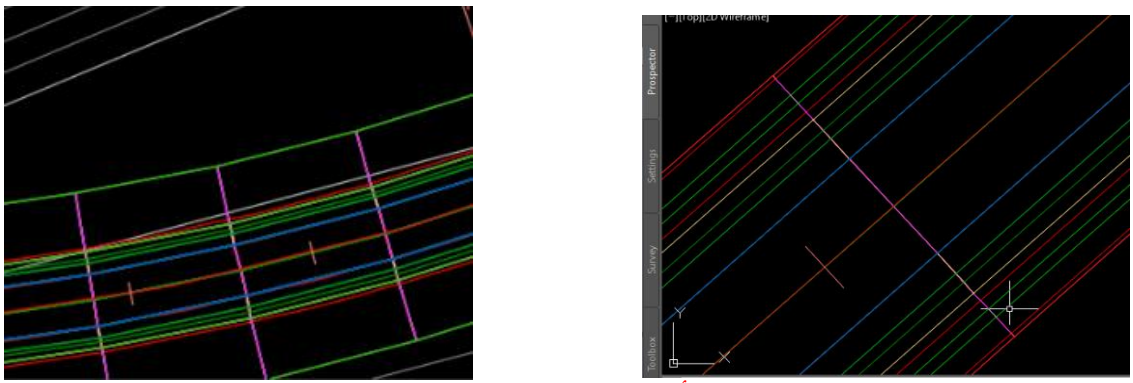
شكل (4 - 29) خطوات عمل الكوريدور

أثناء عمل الكوريدور إذا ظهرت علامة تشير إلى وجود خطأ ما هذا يعني أنّ البرنامج لن يقوم بحساب كميات الحفر والردم للمحطة التي حدث فيها خطأ فنقوم بإجراء تعديلات على تلك المحطة ، وبعد الضغط على OK نجد أنّ مسار الطريق الموجود على الـ Surface ظهرت به مجموعة من الخطوط كما في الشكل التالي :



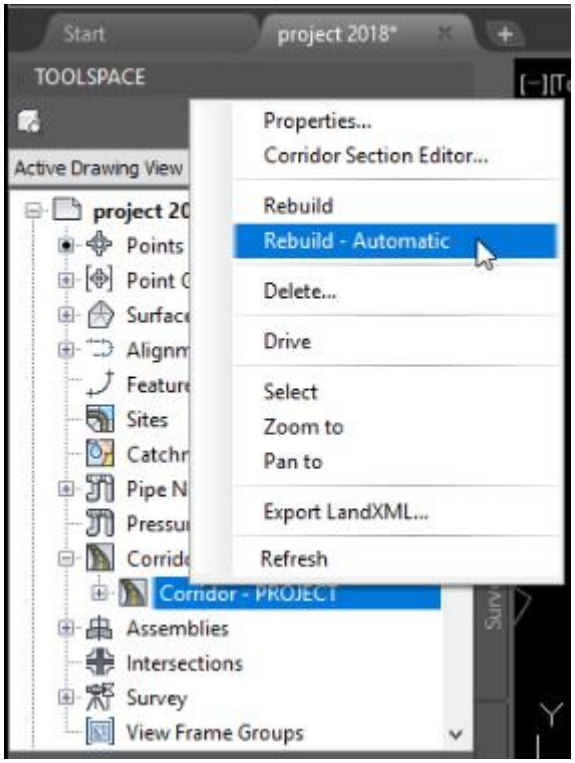
شكل (4 - 30) يوضح خطوط الكوريدور

هذه الخطوط إذا إنتهت باللون الأحمر هذا يدل على أنّ المنطقة منطقة قطع ، وإذا إنتهت باللون الأخضر يعني أنها منطقة ردم



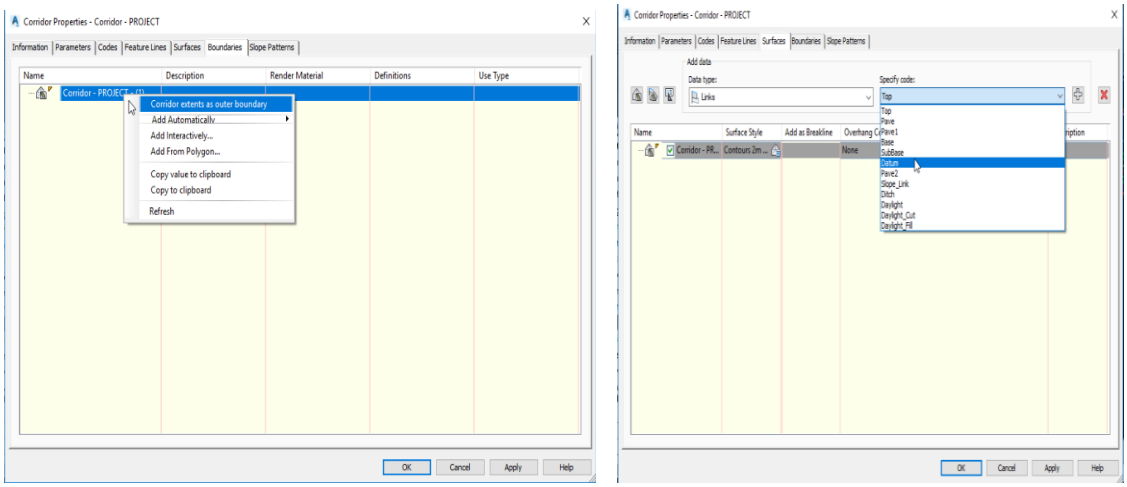
شكل (4 - 31) يوضح معرفة أماكن الحفر والردم عن طريق خطوط الكوريدور

حتى يقوم البرنامج بإعطائنا تقارير عن الكميات لابد من عمل خطوة مهمه وهي ربط خطوط الكوريدور مع بعضها في شكل سطح ، ولعمل هذه الخطوة نذهب إلى قائمة Tool Space ومنها نختار Prospector وفيه هذا الخيار سنجد مجموعة من الأدوات نختار منها Corridor ستجد علامة زائد صغيرة يمين الكلمة بالضغط عليها ستجد إسم المشروع الخاص بك ، وحتى يقوم الكوريدور بإعتماد جميع الخطوات القادمة نضغط كليك يمين ثم Rebuild – Automatic كما في الشكل التالي:



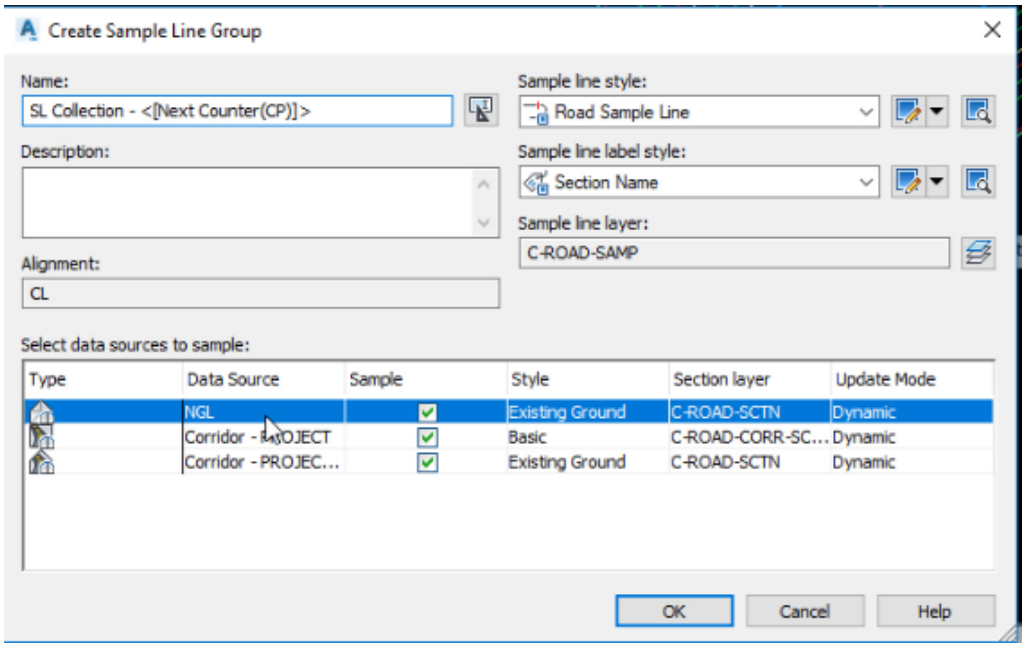
شكل (4 - 32) يوضح إعتماد الكوريدور للخطوات القادمة

الآن بقي لنا تجهيز الكميـات بواسطة الكوريدور حتى يتسنى لنا إخراجها في صورة تقارير ، نضغط كليك يمين على إسم المشروع ونختار Properties ستظهر لنا نافذة بها قوائم نختار منها Surface ومنها نضغط على Surface Corridor Create ومن Specify Code نختار Datum ونضغط على علامة الزائد الموجودة جواره ، نأتي بعد ذلك إلى Boundaries ونضغك كليك يمين ثم Corridor extents as outer boundary بعد ذلك نضط Apply و OK كما في الشكل التالي :



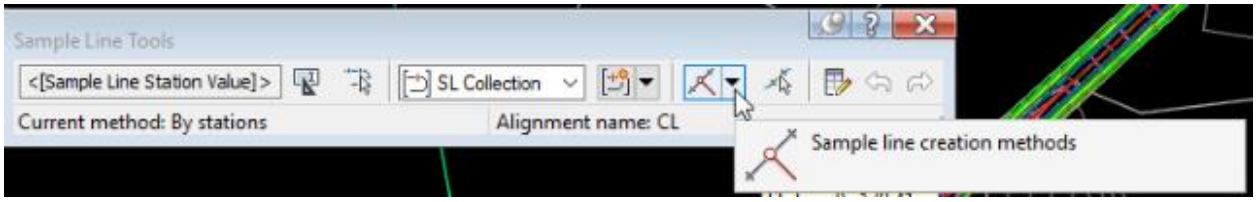
شكل (4 - 33) كيفية تجهيز الكوريدور لعملية حساب الكميات

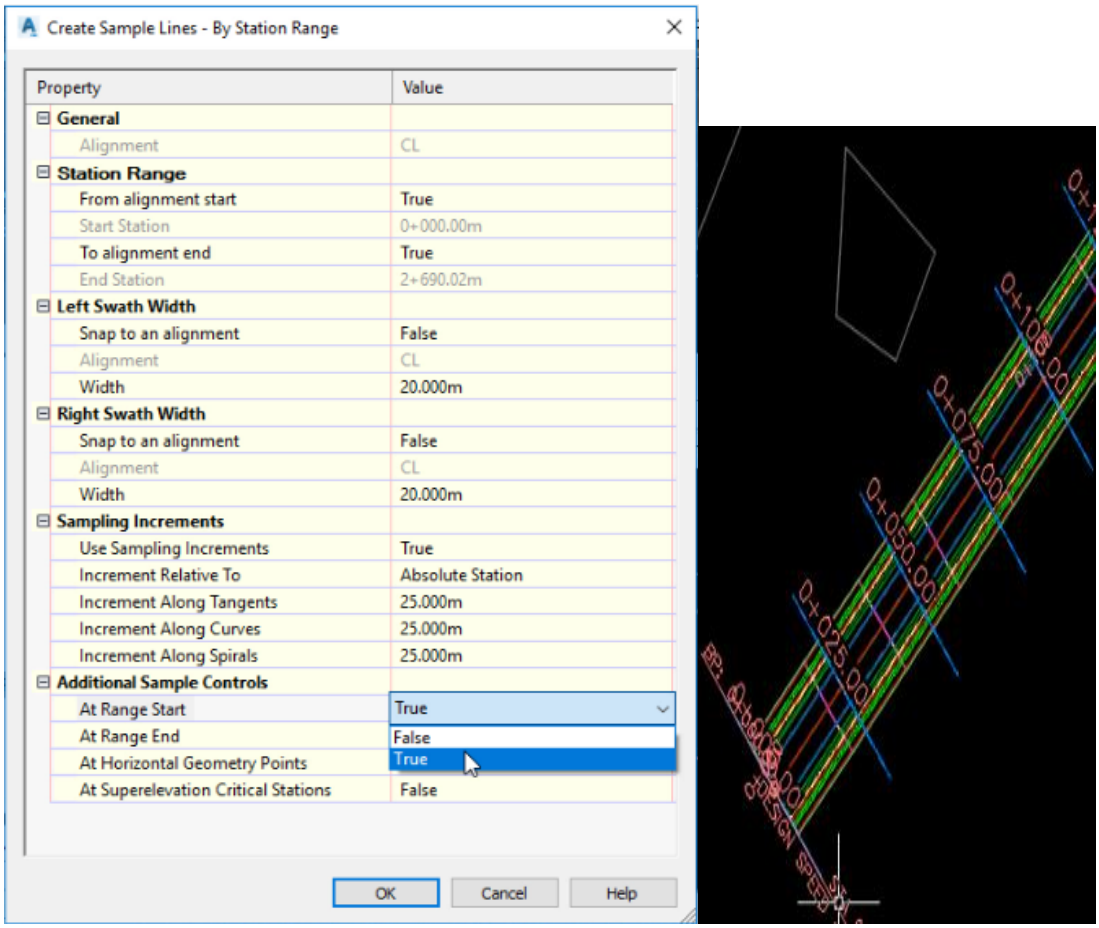
الآن أصبحت الكميات جاهزة من بداية الطريق إلى نهايته ، لكن لأن الكميات داخل الطريق تختلف من مكان لآخر نحتاج إلى تقسيم الطريق إلى محطات ، فكلما قلت المسافة كانت دقة حساب الكميات العالية ، لذا نقوم بتقسيم الطريق إلى محطات مثلاً كل 25متر ، نذهب إلى Sample Line من قائمة الـ Home نضع الماوس على المسار ونضغط Enter ستظهر نافذة نضغط على OK ستظهر لنا النافذة أدناه :



شكل (4 - 33) كيفية تجهيز الكوريدور لعملية حساب الكميات

نضغط علىOK نجد أنّ المسار أصبح مربوط بالماوس ومن النافذة المستطيلة الشكل نذهب إلى Sample Line Creation Methods ونختار by range of station تظهر لنا نافذة نستطيع من خلالها تقسيم المسار للمسافة التي نريدها ثم نضغط OK وEnter كما في الشكل التالي:





شكل (4 - 34) كيفية تقسيم خطوط الكوريدور

وهكذا أصبحت الكميات جاهزة ويمكن الآن إخراجها في تقرير ، ويمكن أن نقوم بحصر لهذه الكميات بحيث نستخرج طبقات الطريق الأساسية في تقرير والطبقات المعالجة في تقرير.

مقـارنة حساب الكميـات بين برنـامجي **Civil 3D** و **Excel**

5 - 1 مدخل لحساب الكميات :

من أهم موضوعات الهندسة وخاصة في المشروعات الكبيرة كيفية حساب الكميات لما يتم حفره أو ردمه من سطح الأرض ، نظراً لأن سطح الأرض سطح طبوغرافي غير منتظم وليست له قوانين رياضية تحكمه ، وهناك ثلاثة طرق رئيسية يمكن بها حساب الكميات عند التعامل مع الأسطح الطبوغرافية وهي :

1- من واقع القطاعات الطولية والعرضية في منطقة التعامل

2- من واقع مناسيب النقاط

3- من واقع خطوط الكنتور

وتستعمل جميع هذه الطرق في إيجاد كميات الأتربة سواء في الحفر أو الردم بدقة تتوقف على الطريقة نفسها ومدى الإحتياج إلى إستخدامها.

5 - 2 حساب الكميات بواسطة بعض الطرق :

ومن أهم تلك الطرق :

5 - 2 - 1 من القطاعات الطولية :

ولحساب كميات الحفر والردم بواسطة القطاع الطولي يتطلب ذلك الدراية ببعض التعاريف الهندسية التي بموجبها تُحَدد كميـات الحفر والردم ، وأهم تلك التعاريف هو خط الإنشاء والميول الجانبية وإرتفاعات الحفر والردم ومساحة القطع.

5 - 2 - 2 من القطاعات العرضية :

وتستخدم هذه الطريقة عند تعيين كميات الحفر أو الردم في المشروعات التي تمتد طولياً مثل مشروعات مد خطوط السكك الحديدية أو الطرق أو شق التـــرع والمصارف.....إلخ

ولإيجـاد الحجم للأتربة بهذه الطريقة نتبع الآتي :

1. يُرسم قطاع طولي يحدد سطح الأرض الطبيعية وسطح الإنشاء على محور المشروع وبذا يمكن تحديد مناطق الحفر والردم حسب ما إذا كان منسوب الإنشاء أعلى من سطح الأرض الطبيعية (ردم) أو أقل من سطح الأرض الطبيعية (قطع).
2. إذا ما كان هناك مناطق حفر وردم في المشروع حدد على القطاع الطولي النقط التي ينعدم فيها الحفر أو الردم .
3. من واقع القطاع الطولي تحدد إرتفاعات الحفر والردم عند النقط التي ستشكل عندها القطاعات العرضية في الإتجاه العمودي على المحور.
4. يتم حساب مساحة كل قطاع عرضي وهي المساحة المحصورة بين سطح الإنشاء في القطاع وسطح الأرض الطبيعية .
5. يتم حساب الحجم المحصور بين كل قطاعين متتاليين لكل من مناطق الحفر على حدة ومناطق الردم على حدة ، ويتم حساب كميات أتربة الحفر الكلية بتجميع الكميات المحصورة بين كل قطاعين عرضيين متتاليين ، وبالمثل يتبع لكميات أتربة الردم.

وفي هذا المشروع تم حساب الكميات لجزء من طريق ببرنامج Civil 3D و برنامج Excel ، وتمّت المقارنة بين كميات المساحات والحجوم المحسوبة بواسطة برنامج الـ Civil 3D وكميات المساحات والحجوم المحسوبة بواسطة برنامج Excel ، كما في الجداول التالية :

جدول (5-1) يوضح حساب مساحة القطع والردم ببرنامجي Civil 3D و Excel

Station	Civil 3D		Excel	
———	Cut Area	Fill Area	Cut Area	**Fill Area**
000+0	0	1.19	0	**2.13502**
0+200	0	7.21	0	**8.24167**
0+400	0	4.01	0	**4.182516**
0+600	0	10.44	0	**9.96947**
0+800	0	8.7	0	**7.893808**
1+000	0	1.23	0	**0.982563**
1+200	0	21.72	0	**21.53457**
1+400	0	31.73	0	**33.62575**
1+600	0	35.79	0	**37.32137**
1+800	29.21	0	-32.0503	**0**
2+000	4.17	0.15	-5.1731	**0**
2+200	0	16.06	0	**15.563689**
2+400	0	7.57	0	**7.282972**
2+600	0	19.96	0	**20.99556**
2+800	0	27.31	0	**28.62129**
3+000	0	20.09	0	**22.30836**
3+200	0	34.66	0	**31.41879**
3+400	0.33	8.3	0	**7.427215**
3+600	0	25.53	0	**26.79537**
3+800	0	26.13	0	**27.92493**
4+000	0	8.9	0	**7.736332**
4+200	0	9.68	0	**8.907826**
4+400	0	18.45	0	**19.11278**
4+600	0	8.94	0	**9.5071**
4+800	28.93	0	-31.8903	**0**
5+000	0	1.37	0	**1.938933**

TOTAL	$62.55m^3$	$350.12m^3$	$-69.1137m^3$	**$359.488906m^3$**

جدول (2-5) يوضح حساب الحجوم ببرنامجي Civil 3D و Excel

Station	**Civil 3D**		**Excel**	
———	Cut Volume	Fill Volume	Cut Volume	**Fill Volume**
000+0	0	0	0	**0**
0+200	0	755.57	0	**762.0836**
0+400	0	1106.19	0	**1110.334**
0+600	0	1394.16	0	**1391.09**
0+800	0	1910.64	0	**1917.453**
1+000	0	880.32	0	**893.281**
1+200	0	1875.22	0	**1866.18**
1+400	0	5313.40	0	**5310.21**
1+600	0	6747.96	0	**6754.23**
1+800	1947.51	2386.03	-1951.259	**2399.23**
2+000	2960.57	10.01	2880.328	**8.023**
2+200	277.68	1184.50	285.134	**1175.02**
2+400	0.01	2311.23	0	**2308.45**
2+600	0.01	2655.45	0	**2674.12**
2+800	0	4708.27	0	**4713.25**
3+000	0	4721.63	0	**4720.2**
3+200	0	5409.10	0	**5403.56**
3+400	21.72	3995.12	19.02	**3989.32**
3+600	21.72	3226.08	20.2	**3236.47**
3+800	0	5165.40	0	**5170.325**
4+000	0	3351.40	0	**3361.65**
4+200	0	1856.83	0	**1863.57**
4+400	0	2765.62	0	**2772.68**
4+600	0	2681.89	0	**2688.11**
4+800	1928.53	595.9	1933.645	**601.80**

5+000	1928.37	91.63	1923.413	**102.52**
TOTAL	9086.12m^3	67379.55m^3	9012.999m^3	**67446.9796m^3**

الخلاصة والتوصيـات

6 - 1 الخـــلاصـة :

تم تصميم طريق طوله 39 كيلومتر يربط بين مدينة ام درمان - الدويم، بإستخدام

برنامج :

(Autodesk AutoCAD Civil 3D 2020)

وتم كذلك حساب كميات الحفر والردم بالنسبة للحجوم والمساحات للطريق ببرنامجي الـ Civil 3D و Excel وذلك لمقارنة التصميم عن طريق برنامجين، ووجد ان برنامج Civil 3D افضل واكثر دقة في تصميم الطريق .

6 - 2 التوصيـــــــات :

- الحرص على تعلم برنامج Autodesk AutoCAD Civil 3D والبرامج المشابهة له.
- التأكد من ان منسوب التصميم مناسباً بحث أن كميات الحفر تتساوي بقدر الإمكان مع كميات الردم لتقليل التكلفة.

المصـــادر والمراجع

- محمّد فهمي غـانم ـ خليل أحمد أبوأحمد ، هندسة الطرق (التصميم الهندسي والتصميم الإنشائي) ، دار الراتب الجامعية ، بيــروت
- شريف فتحي الشـافعي (2004) التصميم الهندسي للطرق داخل وخارج المدن ، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع ، مصر ـ القاهرة
- يوسف إبراهيم عبدالعزيز ـ محمد صفوت الحسيني (2007) المسـاحة Surveying ، دار المعرفة للنشر والتوزيع ، مصر
- علي سالم شكري ـ محمود حسني مبارك ـ محمّد رشـاد الدين مصطفى (1994) المساحة المستوية الميزانيات والكميات ، منشأة المعارف بالإسكندرية، مصر.