

دانشگاه تهران

دانشکدگان فنی



دانشکده مهندسی نقشه برداری و اطلاعات مکانی

پروژه درس طراحی هندسی و نقشه برداری مسیر

دوره کارشناسی-سال تحصیلی ۱۴۰۱–۱۴۰۰

پروژه پایانی طراحی مسیر

دانشجويان:

| محمــد سـلمانــی، شماره دانشجویی: ۸۱۰۳۹۸۰۸۳ |
|---|
| گلساطالبی، شماره دانشجویی: ۸۱۰۳۹۸۰۹ |
| نگار دیــــلمی، شماره دانشجویی: ۸۱۰۳۹۸۰۷۶ |
| علی حسین آبادی، شماره دانشجویی: ۸۱۰۳۹۸۰۷۳ |

فهرست مطالب

| مقدمه۴ |
|--|
| فصل اول: انتخاب پارامترهای مناسب مسیر |
| فصل دوم: طراحی مسیر بر اساس روش آنالوگ بر روی نقشه توپوگرافی |
| ۲. ۱. ایجاد سطح با استفاده از منحنی میزانهای فایل dwg |
| ۲. ۲. تهیه نقشه DEM ،TIN و نقشه شیب۲ |
| ۲. ۳. تحلیل نقشه های TIN ،DEM و نقشه شیب۲۸ |
| ۲. ۴. طراحی بر اساس خط شیب های ۳٪، ۴٪ و ۵٪ |
| ۲. ۵. برازش مسیر نهایی جداگانه به خط شیبهای مورد نظر۳۰ |
| فصل سوم: طراحی رقومی با استفاده از نرم افزار ArcGIS |
| ۳. ۱. تهیه نقشه DEM ، TIN و نقشه شیب با نرم افزار ArcGIS |
| ۳. ۴. تبدیل لایه Cost path به لایه وکتوری و تهیه خروجی CAD۳۹ |
| ۳. ۵. برازش خط به Cost path در محیط Civil 3D |
| فصل چهارم: طراحی قوسهای افقی۴۱ |
| ۴. ۱. طراحی قوس های مورد نیاز برای هر ۴ واریانت۴ |
| ۴. ۲. اعمال بربلندی به قوس ها |
| ۴. ۳. ارائه لیست مشخصات قوس های هر واریانت۴۷ |
| فصل پنجم: پیادہ سازی |
| فصل ششم: احجام عملیات خاکی |
| ۶. ۱. ساخت مقطع تیپ(عرضی) مسیر |
| ۶. ۲. تهیه نقشه پروفیل طولی از مسیر های طراحی شده۶ |
| ۶. ۳. طراحی خط پروژه بر روی پروفیل |

| ه۷۸ | ۶. ۴. طراحی پروفیل های عرضی مسیر های طراحی شد |
|-----|---|
| ٩٠ | ۶. ۵. محاسبه احجام خاکبرداری و خاکریزی |
| ده | ۶. ۶. مقایسه احجام عملیات خاکی مسیر های طراحی ش |

مقدمه

راه، نخستین و طبیعی ترین وسیله ارتباطی انسانها می باشد. راه به منزله شریانهای حیاتی یک سرزمین است. دراصطلاح اقتصادی راه وسیله جابجا کردن ثروت است. دراصطلاح نظامی راه وسیله انتقال نیرو است. دراصطلاح کشورداری راه وسیله تامین وحدت ملی است.

زمانی اقتصاد یک کشور پا برجا و در حال پیشرفت خواهد بود که انسانها و انواع و اقسام کالاهای تولیدی در حداقل زمان ممکن و با کمترین هزینه بین نقاط مختلف در داخل و یا خارج از کشور جابجا شوند و این امر جز با احداث شبکه راههای مناسب امکان پذیر نخواهد بود.

طبقه بندی راه ها برای تأمین نیازهای طراحی مهندسان، تصمیم گیری مدیران، برنامه ریزی متولیان بهره برداری و استفادهکنندگان از نقطه نظرهای مختلف و برای کاربردهای گوناگون امری ضروری است. طبقه بندی عملکردی، طبقه بندی بافتی، طبقه بندی بر اساس عوارض طبیعی منطقه، تقسیم بندی و شماره گذاری راهها از انواع مختلف طبقه بندی راه ها محسوب می شوند. در این دستورالعمل ترکیب طبقه بندی عملکردی و بافتی، چارچوب جدیدی جهت طراحی هندسی ایجاد کرده است.

در اینجا طبقه بندی عملکردی بر اساس برنامه ریزی حمل و نقل مالک عمل است. به طور کلی طراحی شبکه راه ها براساس عملکرد و با توجه بافت منطقه ای انجام می گیرد که راه در آن واقع شده است.

با توجه به اینکه در منطقه برون شهری دو نوع بافت وجود دارد و چهار نوع طبقه بندی عملکردی وجود دارد هفت نوع راه در نظر گرفته میشود. با مشخص شدن طبقه عملکردی در منطقه ای با بافت مشخص و عوارض منطقه، تیم طراحی میتوانند نسبت به تعیین مسیر و مشخصات هندسی اقدام نمایند. مدیران و مسئولان ساخت و بهره برداری میتوانند برای تأمین اعتبار، تخصیص منابع مالی لازم، برنامه ریزی و تعیین اولویت ها از این طبقه بندی عملکردی استفاده کنند. استفاده کنندگان راه نیز می توانند بر مبنای این طبقه بندی، مسیر مورد نظر خود را برای سفرهای طولانی و کوتاه انتخاب کنند.

طبقه بندی، روشی است که توسط آن می توان یک شبکه ارتباطی را به دستههایی که دارای خصوصیات مشابه هستند تقسیم نمود. متأسفانه برای طبقه بندی راه ها نقطه نظر واحدی وجود ندارد. طبقه بندی راههای یک کشور می تواند بر اساس سیستم سازمانی برای نگهداری و ساخت، طرح هندسی، سیستم وظیفهای یا عملکردی، سیستم شماره گذاری برای شناسایی و تهیه نقشه راهنما، توپوگرافی، سیستم تخصیص بودجه، یا بر اساس معیارها و استانداردهای طراحی باشد.

طبقه بندی از نوع عملکردی یا وظایف از متدوال ترین نوع تقسیم بندی می باشد. این طبقـه بنـدی بـر اسـاس گروههایی از راهها و خیابانها که مطابق با خصوصیات خدمات می باشند استوار است، طبقه بندی راهها از لحـاظ عملکردی در مرحله اول می تواند به دو دسته زیر تقسیم بندی شود:

- ۱. راههای برون شهری(Rural Roads)
- ۲. راههای درون شهری(urban Roads)

عوامل مختلفی در انتخاب مسیر مؤثر هستند که به شرح ذیل خلاصه می شود:

- . ضوابط طرح هندسی: هدف از طرح هندسی احداث یک راه ایمن و متناسب با حجم ترافیک، سرعت وسایل نقلیه و خصوصیات رانندگان است.
- ۲. دسترسی: یک راه علاوه بر اتصال دو نقطه مبدا و مقصد باید دسترسی مراکز جمعیتی بین مبدا و مقصد را نیز تامین نماید.
- ۳. عوارض طبیعی: شامل پستی و بلندیهای زمین، کوه، دریاچه و رودخانه است. گذشتن از عوارض طبیعی مستلزم انجام خاکبرداری، خاکریزی، احداث پل و تونل می باشد که هزینههای زیادی را در بر دارد.
 - ۴. نگهداری راه: انتخاب مسیر راه در چگونگی و مخارج نگهداری راه تاثیر می گذارد.
- ۵. زمین شناسی: این مطالعات از نظر شناخت مناطقی که احتمال لغزش، رانش، نشست و ریزش در آن زیاد است، قابل اهمیت است. همچنین شناخت آبهای زیر زمینی خصوصا در محل و احداث توناها و تعیین ارتفاع خاکریزها مهم می باشد.
- ۶. جنس پی جسم و ساختما نها: پارامتر مقاومت زمین چه از نظر قرار گیری خاکریزها بر روی زمین و چه از نظر احداث پلها و دیوارها عامل موثری در انتخاب مسیر است. مخارج احداث راه بر روی زمینهای سست و باتلاقی بسیار زیاد است و حتی الامکان باید سعی گردد از این مناطق عبور داده نشود.

- ۲. زیبایی راه: عواملی مانند هماهنگ سازی قوسهای افقی و قائم و پیروی مسیر راه از وضعیت طبیعی
 ۲. زمین و بافت شهری
 - ۸. مخارج ساختمان راه
 - ٩. حفظ محيط طبيعي: عدم تخريب جنگلها و منابع طبيعي و رودخانهها براي انتخاب مسير مهم است.
 - ۱۰. حفظ محيط انساني

فصل اول: انتخاب پارامترهای مناسب مسیر

مسیری که میخواهیم طراحی کنیم یک راه شریانی درجه ۲ است که دارای دو خط عبوری میباشد. بـرای اینکـه بتوانیم پارامترهای مسیر را محاسبه کنیم، باید بدانیم که منطقه مورد نظر در کدام دسته قرار میگیرد.

در ابتدا باید خط بزرگترین شیب را محاسبه کنیم. برای اینکار دو خط در مسیر مورد نظر طراحی میکنیم. این مسیر را به اصلاح align میکنیم. سپس پروفیل مربوط به این مسیر را طراحی میکنیم.

در مرحله بعد روی پروفیل مربوط به مسیر طراحی شده، اقدام به مشخص کردن شیبها میکنیم. این کار را با کشیدن چند خط روی پروفیل انجام میدهیم. کشیدن خطها مطابق با روشی خواهد بود که خط پروژه را طراحی کردیم. پس از اینکه خط پروژه را طراحی کردیم، اقدام به محاسبه شیبها میکنیم. شیبهای مورد نظر به شیوه زیر به دست آمد.

| شیب قطعههای مختلف مسیر | | | | | | |
|------------------------|------|-------|------|--|--|--|
| 0 | 6.07 | 13.65 | 16.8 | | | |
| 4.63 | 5.38 | 5.55 | 8.35 | | | |
| 1.97 | 2.66 | 14.13 | 6.8 | | | |
| 6.5 | 0 | 20.79 | 6.37 | | | |
| 2.48 | 4.77 | 8.5 | 2.11 | | | |
| 8.27 | 2.55 | 0 | 2.37 | | | |
| 6.54 | 3.04 | 0 | 3.69 | | | |

همانطور که مشاهده میشود، خط بزرگترین شیب دارای شیب ۲۰٫۷۹٪ است. بنابراین منطقه ما در دسته مناطق بین ۵ تا ۳۳ قرار میگیرد. علاوه بر آن میانگین شیبهای منطقه چیزی در حدود ۵٫۷ هست.

به طور کلی میتوان گفت میزان پستی و بلندی طبیعی زمین که بر اساس خط بزرگترین شیب منطقه به سه تیپ تا ۵ درصد، ۵ تا ۳۳ درصد و بیش از ۳۳ درصد طبقه بندی میشود. عوارض بر اساس خط بزرگترین شیب برای طول قطعه ۱۰ کیلومتری در عرض باند مشخص شده بر مبنای مطالعات تعیین میشود. سهم غالب به دست آمده نوع عوارض را تعیین میکند.

عرض سواره رو

سواره رو، قسمتی از سطح نهایی روسازی راه (شنی، آسفالتی یا بتنی) است که برای حرکت و عبور وسایل نقلیـه بکار میرود. با توجه به اینکه هدف از طراحی،ایجاد راه اصلی درجه ۱ است، عرض سواره رو در هر دو خـط عبـور، طبق آیین نامه برابر ۷٫۲ متر خواهد بود. این مقدار از جدول شماره ۱ ۵ آیین نامه ۸۰۰ به دست آمده است.

جدول ۱–۵- مشخصات نیمرخ عرضی رادهای شریانی دوخطه

| | اضافه عرض بعد از شانه | 1 15 1 1 1 1 | | 6 | طع عرضی (مت | ū. | | ومقاور فبار | |
|-----|-----------------------|----------------|------------------------|--------------|-------------|--------------|------------------------|-------------------------|--------|
| ىيپ | خاکی برای حفاظ | جمع عرص تف راہ | شانه خاكى قابل استغاده | شانه رويهدار | سواره رو | شانه رويهدار | شانه خاكى قابل استفاده | نوع سريانى دوخطه | |
| A٣ | | 11/1- | - /Y - | 1/10 | ۷/۲ - | 1/۲۵ | • /¥ • | ADT سال طرح تا ۲۰۰۰ | ديقعاه |
| A۴ | عرض تاری | ۱۲/۲ - | - /Y - | ١/٨٠ | ۷/۲۰ | ١/٨ - | • /¥ • | ADT سال طرح بیش از ۲۰۰۰ | دوحطه |
| | | | | - | | | | | |

#: در صورت ایجاد محدودیت وسایل نقلبه سنگین از خط سوم شانه چپ ۱/۸ متر است. در غیر این صورت، مشابه آزادراههای ۶ خطه، شانه چپ با عرض کامل طرح می شود.

شیب عرضی سواره

شیب عرضی سواره رو برای تخلیه و هدایت آب ازسطح رویه به خارج از مسیر میباشد. میزان شیب عرضی در قسمتهای مستقیم و قوس های افقی باشعاع بزرگ که احتیاج به بربلندی نداشته باشد، به طبقه بندی عملکردی راه، نوع رویه، تعداد خطهای عبور، شرایط جوی منطقه عبور راه و بالاخره سرعت طرح بستگی دارد. با توجه به جدول ۱ ۳ آیین نامه ۸۰۰، شیب عرضی سواره رو برای تمامی مناطق برابر ۱٫۵ تا ۲ درصد خواهد بود. در مقاطع تیپ عرضی طراحی شده، شیب عرضی سواره رو برای ۲ درصد در نظر گرفته شد.

| | | | | | | | ئىريانى | راەھاي ئ | لرح هندسى | معیارهای ه | -۳-1 | جدول | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-----------------|------------------------|--|----------------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|----------------|---|---------------------------------|-------------|---------------|---------------------------------|----------------|---------------|-------------------|-----------------------|-----------------|---------------------|-----------------------------------|
| | | | سترسی ها (متر) | ناصله بین د. | حداقل ف | | | | حداكثر | ~ | | | ناحيه | بربلندی صد) | حداکثر (در | -1 | سطح | | | ंत |
| ۲ دو خطه | ی درجه | راه شریان | ۲ چند خطه | ریانی درجه | راه شر | 14 | ىريانى درج | راه ش | تغییرات مجاور (1 | قل طول (| | _ر آ | يتقال سر <u>،</u> | | | يب عرض | سرويس | حداکثر ث | عت طرح | یزر گتر یز طرا |
| دسترسی اختصاصی با دسترسی اختصاصی | تقاطع با دسترسی | تقاطع با تقاطع و تبادل | دسترسی اختصاصی با دور برگردان و دسترسی اختصاصی | تقاطع با دوربر گردان و دسترسی | تقاطع با تقاطع و تبادل | تقاطع با دوربر گردان | تقاطع با تقاطع و تبادل | تبادل با تبادل | ، سرعت طرح بین قط <mark>ما</mark> ت کیلومتر بر ساعت) | قطعات با سرعت ثابت (کیلومتر) | شريعم (متر) | اع آزاد (متر) | عت در ورودی شهرکهای رون شهری | يخبندان و برف | غير يخبندان | ی سوارہ رو (درصد) | ، طرح برای سال ۲۰۰ ام | ىيب طولى (درصد) | 3 (كيلومتر بر ساغت) | ن شیب زمین در دالان احی (درصد) |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | в | ۳ ۴ | ۱۲۰-۱۰۱ ۱۰۰-۸۰ | ۵-۰ |
| ÷ | ş | <u>۱</u> | ٨٠٠ | <u>۱</u> | 18 | <u>م</u> | ۲ | ۳ | 10 | 10 | ۴۵ | ۵/۲ | دا. د | | 17 | ۱/۵ ت | в | ۴ ۵ | ۱۰۰ ۹۹-۸۰ | 477-0 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | ۲ | С | ۶ | ٨٠-٧٠ | 77-٠٧ |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | С | ۶ | ۸۰-۷۰ | 11+-Y+ |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | С | Y | ٨٠-٧٠ | 11+≤ |

عرض شانه

شانه، بخشی از کف راه است که در طرفین سواره رو قرار میگیرد و برای توقف خودروها، استفاده اضطراری خودروها، و تکیه گاه جانبی برای لایه های زیراساس، اساس، و رویه راه به کار میرود.

بر اساس جدول شماره ۶- ۳ آیین نامه در صفحه ۱۴۶، عرض شانه در دو طرف راست و چپ، برابر ۱٫۹۵ خواهـ د بود.

| 10-1 | | | |
|-------------|---|--|---|
| عر. راست | ئوع ترافیک طرح | ز راه | ئوع |
| ۳/۰۰ | DDHV کامیون | کمتر از ۲۰۰ | ્રાન્સ દાના ગાંગ |
| ۳/۶۰ | DDHV کامیون | ۲۵۰ و بیشتر | ارادراه ع حطه |
| ۳/۰۰ | DDHV کامیون | کمتر از ۲۵۰ | أزادراه ٦ خطه يا |
| ٣/۶٠ | DDHV کامیون | ۲۵۰ و بیشتر | بيشتر ^٣ |
| ۲/۵۰ | | یداشده ۶ خطه | راه شریانی ج |
| ۲/۵۰ | | یداشده ٦ خطه | راه شریانی ج |
| | ADT | کمتر از ۲۰۰۰ | ماد ثبياني 7 خطه |
| | ADT | بیش از ۲۰۰۰ | والأشرياني العصا |
| | ADT | کمتر از ٤٠٠ | |
| | ADT | بین ٤٠٠ تا ۲۰۰۰ | راه جمع کننده ۲ خطه |
| | ADT | بیش از ۲۰۰۰ | |
| | ADT | کمتر از ٤٠٠ | it is low al |
| | ADT | بین ٤٠٠ تا ۲۰۰۰ | راه محقق دروستانی ۲خطه |
| | ADT | بیش از ۲۰۰۰ | |
| | عرم راست ۲/۰۰ ۲/۶۰ ۲/۵۰ ۲/۵۰ | نوع ترافیک طرع راست نوع ترافیک طرع راست ۲/٥٠ ۷۰/۳ ۲/٥٠ ۲/٥٠ ۲/٥٠ ۲/٥٠ ۲/٥٠ ۲/٥٠ ۲/٥٠ ۲/٥٠ ۲/٥٠ ۲/٥٠ ۲/٥٠ ۲/٥٠ ۲/٥٠ ۲/٥٠ ۲/٥٠ ۲/٥٠ ۲/٥٠ ۸ΔΤ ۸ΔΤ ΑDΤ ΑDT ΑDΤ ΑDT ΑDΤ ΑDT ΑDΤ ΑDΤ ΑDΤ <tr td=""> ΑDΤ</tr> | براه نوع ترافیک طرح راست کمتر از ۲۰۰ نوع ترافیک طرح راست کمتر از ۲۰۰ کلمیون ۲۰۰٪ ۲۰۰ و بیشتر DDHV کامیون ۴۰٪ ۲۰۰ و بیشتر DDHV کامیون ۴۰٪ ۲/۵۰ داشده ۲ خطه ۲۰۰٪ ۲/۵۰ ملک ۲/۵۰ ۲/۵۰ ملک ۲۰۰۰ ۲/۵۰ ملک ۲۰۰۰ ۲/۵۰ ملک ۲۰۰۰ ۲۰۰۰ ملک ۲۰۰۰ ۲۰۰۰ ملک ۲۰۰۰ ۲۰۰۰ ملک ۸DT ۲۰۰۰ ملک ۸DT ۲۰۰۰ ملک ۸DT ۲۰۰۰ ملک ۸DT ۲۰۰۰ ملک ۸DT ۲۰۰۰ ملک ۸DT ۲۰۰۰ ملک ۸DT |
| | | | |

جدول ٦-٣- عرض شانه طرفين راهها

شیب عرضی شانه

با توجه به توضیحات موجود در صفحه ۱۴۶ آیین نامه ۸۰۰، شیب عرضی شانه های رویه دار (آسفالتی یا بتنی) در قسمتهای مستقیم و قوسهای افقی باز، ۲ تا ۶ درصد و شانه های شنی، ۴ تا ۶ درصد، و شانه های چمنی ۶ تا ۸ درصد تعیین میشود. البته لازم به ذکر است که شیب شانه هر چقدر بیشتر باشد، به تخلیه سریعتر آب های جاری در سواره رو کمک بیشتری میکند. علاوه بر آن باید این نکته رعایت شود که شیب عرضی شانه بیشتر از شیب عرضی سواره رو باشد. در واریانت های در نظر گرفته شده برای این پروژه، معمولا شیب شانه رو ۴ درصد در نظر گرفته ایم.

شيروانى

شیروانی به قسمتی از راه گفته میشود که به شانه ها از سمت بیرون متصل میشود. شیروانی ها باید بـه گونـه ای طراحی شوند که پایداری کف راه را افزایش داده و فرصت کافی برای بازیـابی خـودروی منحـرف شـده را تـامین نمایند.

در شیروانی خاکریزی، لبه خارجی شانه در مقطع عرضی با شیب به زمین طبیعی میپیوندد. چنانچه راه در خاکبرداری باشد، پس از جوی کناری، شیروانی خاکبرداری آغاز میشود که در نقطه انتهایی خود، بار دیگر به زمین طبیعی میرسد.

به طور کلی میتوان گفت، شیروانی ها از نظر شیب به دو دسته تقسیم میشوند:

شیب های ملایم و حذف حفاظ و ایمنی بیشتر راه
 شیب های تند و در نظر گرفتن حفاظ

در قسمت ساخت مقطع تیپ عرضی به شیب در نظر گرفته شده برای شیروانی ها به طور دقیق تر پرداخته شد. اما به طور کلی با توجه به توضیحات صفحه ۱۵۳ آیین نامه در خصوص شیب عرضی شیروانی، در واریانت ها از شیب ۱:۴ برای طراحی شیروانی استفاده شد.

سرعت طرح

سرعت طرح، سرعتی است که برای تعیین حداقل مشخصات مربوط به طرح هندسی (قـوس افقـی، قـوس قـائم، شیب و…) قطعه مورد نظر راه انتخاب میشود. عوامل موثر در انتخاب سرعت طرح عبارتند از:

- وضعیت پستی و بلندی منطقه طرح
 - عملکرد مسیر
 - کاربری زمین های مجاور
 - نکات اقتصادی
 - انتظار و تمایلات رانندگان
 - نوع و حجم ترافیک
 - کاربران مسیر
 - منظر آرایی مسیر

برای به دست آوردن مقدار سرعت طرح نیاز به این است که بدانیم منطقه ما در کدام مقدار شیب واقع شده است. به همین دلیل از جدول ۴–۳ موجود در آیین نامه استفاده میکنیم. این جدول در ادامه آورده شده است.

| سرعت طرح (km/h) | خط بزرگترین شیب زمین در دالان طراحی (٪) |
|-----------------|---|
| 121.1 | A_4 |
| ۱۰۰-۸۰ | ω - * |
| 1 | ΨΨ <u>λ</u> |
| ۹۹–۸۰ | 11-6 |
| ٨٠-٧٠ | ۷۰ - ۳۳ |
| ٨٠-٢٠ |))V. |
| ٨٠-٢٠ | <i>\\</i> .≤ |

جدول ٤-٣- سرعت طرح راههای شریانی

همانطور که مشاهده میشود، سرعت طرح ما با توجه به منطقه بین ۵ تا ۳۳ درصدی و درجـه ۲ بـودن راه، برابـر ۸۰ تا ۹۹ کیلومتر بر ساعت است که آن را برابر با ۹۰ کیلومتر بر ساعت میگیریم.

حداکثر شیب طولی

شیب طولی به شیب سطح تمام شده راه در امتداد مسیر گفته میشود. این شیب همان شیب طولی حط پروژه است و بطور عمده به وسیله پستی و بلندی، طبقه بندی عملکردی راه, قوس افقی، قدرت وسایل نقلیه سـنگین، ایمنی، فواصل دید و ... کنترل میشود. حداکثر شیب طولی نیز وابسته به سرعت و منطقهای است که در آن قـرار داریـم. بـه همـین منظـور از جـدول شماره ۵- ۲۴ استفاده میکنیم. جدول ذکر شده در ادامه آورده شده است.

| حداکثر شیب طولی (٪) | سرعت طرح (km/h) | خط بزرگترین شیب زمین در دالان طراحی (٪) |
|---------------------|-----------------|---|
| ٣ | 12-1-1 | A |
| ۴ | ۱۰۰ ۸۰ | ω - |
| ۴ | 1 | ** A |
| ۵ | ۹۹ ۸۰ | 11 0 |
| ۶ | Α- Υ- | ٧. ٣٣ |
| ۶ | ٨- ٧- | ۱۱۰ ۷۰ |
| ٧ | Α- Υ- | 11.≤ |

جدول ۵ ۲۵ حداکثر شیب طولی راههای شریانی

حداکثر شیب طولی برای راه شریانی درجه ۲ و سرعت ۹۰ کیلومتر بر ساعت برابر ۵ درصد خواهد بود. بنابراین سه مسیری که در ادامه باید طراحی کنیم، با شیبهای ۳، ۴ و ۵ خواهد بود.

بربلندى

هر خودرو در حال عبور از پیچ تحت تاثیر نیروی گریز از مرکز قرار میگیرد. برای تامین ایمنی و راحتی خودرو بهتر است شیب عرضی با توجه به سرعت طرح تغییر یابد. با استفاده از شیب عرضی یکسره (بربلندی) میتوان در مقطع راه، بین نیروی اصطکاک جانبی چرخ و روسازی و وزن خودرو تعادل ایجاد کرد. مقدار حداکثر بربلندی تابع عوامل زیر است:

- شرایط جوی منطقه (دفعات تکرار و مقدار برف و یخ)
 - نوع راه (کوهستانی، تپه ماهور یا دشت)
 - درصد خودروهای سنگین و کندرو
- محدودیتهای طراحی از لحاظ تامین فضای کافی جهت اعمال بربلندی و شرایط تخلیه آبهای سطح راه
 - احتمال وسیله نقلیه بر روی قوس

با توجه به جدول ۱– ۳ آیین نامه ۸۰۰، برای راههای یخبندان برای راههای شریانی، حداکثر بربلندی برابر ۸ درصد خواهد بود. همینطور برای راههای شریانی، در مناطق یخبندان و برف، حداکثر بربلندی برای ۱۲ درصد خواهد بود. با توجه به اینکه منطقه ما بالاتر از ۱۰۰۰ متر ارتفاع دارد، منطقه را در دسته یخبندان و برف در نظر میگیریم. بنابراین حداکثر بربلندی برابر ۸ درصد خواهد بود.

| | | | | | | | ئىريانى | راەھاى ش | لرح هندسى | معیارهای ه | -۳-1 | جدول | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-----------------|------------------------|--|----------------------------------|------------------------|---------------------|------------------------|----------------|--|---------------------------------|------------|---------------|----------------------------------|----------------|---------------|-------------------|----------------------|-----------------|---------------------|-----------------------------------|
| | | | سترسی ها (متر) | اصله بین د، | حداقل ف | | | | حداكش | حداق | | | ناحيه ان | بربلندی صد) | حداکثر (در | 4 | سطح | | سرع | इ.म. ह |
| ۲ دو خطه | ی درجه | راه شريان | ۲ چند خطه | ریانی درجه | راه شر | ١٠ | ىريانى درج | راه ش | تغییرات مجاور (| ل طول | | | يا تقل | | | ي. عرف | سرويس | داكثر ت | ی طرح | زر گتر یا |
| دسترسی اختصاصی با دسترسی اختصاصی | تقاطع با دسترسی | تقاطع با تقاطع و تبادل | دسترسی اختصاصی با دور برگردان و دسترسی اختصاصی | تقاطع با دوربر گردان و دسترسی | تقاطع با تقاطع و تبادل | تقاطع با دوربرگردان | تقاطع با تقاطع و تبادل | تبادل با تبادل | ، سرعت طرح بین قطعات کیلومتر بر ساعت) | قطعات با سرعت ثابت (کیلومتر) | مريم (متر) | اع آزاد (متر) | عت در ورودی شهر کهای رون شهری | يخبندان و برف | غير يخبندان | ی سواره رو (درصد) | ، طرح برای سال ۲۰ ام | سيب طولى (درصد) | ج (کیلومتر بر ساعت) | ن شیب زمین در دالان احی (درصد) |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | в | ٣ | 18-1-1 | ۵-۰ |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | _ | ۴ | ۱۰۰-۸۰ | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | ۱/۵ | в | ۴ | 1.55 | 5-77 |
| ¥++ | 8 | 1 | ٨٠٠ | 1 | 18 | 1 | ۲۰۰۰ | ۳ | 10 | 10 | ۴۵ | ۵/۲ | دارد | ٨ | 11 | t: | _ | ۵ | ۹۹-۸۰ | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | ۲ | С | ۶ | ۸۰-۲۰ | ۳۳-۰۲ |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | С | ۶ | ٨٠-٧٠ | 11+-Y+ |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | С | Y | ٨٠-٧٠ | 11+≤ |

ضريب اصطكاك

مقدار ضریب اصطکاک جانبی به عوامل زیر بستگی دارد:

- وضعیت لاستیک چرخهای خودرو
 - نوع روسازى
- خشک یا تر یا یخ زده بودن سطح راه
 - سرعت خودرو

علاوه بر بربلندی، با توجه به جدول ۵- ۴ آیین نامه ۸۰۰، مقدار ضریب اصطکاک برای سرعت طرح ۹۰ کیلومتر بر ساعت، برابر ۰٫۱۳ خواهد بود.

| 4 | -/*- | | 10 |
|------|-------|----|-----|
| Y | -/٣۵ | | ۲. |
| ۲. | -/** | | ۳. |
| 41 | - /٣٣ | | ۴. |
| 74 | -/19 | | ۵- |
| 117 | -/1Y | | ۶. |
| 1.5% | -/16 | ٨% | ٧. |
| 779 | -/14 | | ٨- |
| 7-7 | -/١٣ | | ۹. |
| 194 | -/١٢ | | ١٠٠ |
| 0-1 | ./\) | | 11- |
| 55Y | -/-٩ | | ۱۲۰ |
| ٨٣٢ | ۰/۰۸ | | 15. |
| | | | |

حداقل شعاع قوس افقى

برای تعیین مشخصات قوس افقی باید سه پارامتر زیر مشخص شوند که این پارامترها با کمک سرعت طرح حداکثر بربلندی و ضریب اصطکاک جانبی بدست می آیند.

- حداقل شعاع قوس افقى
- حداکثر شعاع قوس افقی برای استفاده از قوس اتصال
 - طول قوس اتصال

برای تعیین مشخصات قوس افقی باید سه پارامتر زیر مشخص شوند که این پارامترها با کمک سرعت طرح حداکثر بربلندی و ضریب اصطکاک جانبی بدست می آیند.

- حداقل شعاع قوس افقى
- حداکثر شعاع قوس افقی برای استفاده از قوس اتصال
 - طول قوس اتصال

برای به دست آوردن حداقل شعاع قوس افقی از همان جدول ۵- ۴ آیین نامه استفاده میکنیم. به این صورت کـه با توجه به بربلندی ۸ درصد، میتوان حداقل شعاع قوس را محاسبه کرد.

| ۴ | -/*- | | 10 |
|-------------|-------|----|-----|
| ٧ | -/٣۵ | | ۲. |
| ۲. | -/۲٨ | | ۳- |
| 41 | -/٣٣ | | ۴. |
| ν۳ | -/19 | | ۵. |
| 117 | -/1Y | | ۶. |
| 1.9.4 | -/16 | ٨% | ٧. |
| 444 | -/14 | | ٨- |
| 4-4 | -/١٣ | | ۹. |
| 202 | -/17 | | ١٠٠ |
| ۵-۱ | . /\\ | | 11. |
| <i>۶۶</i> ۲ | -/-٩ | | ۱۲۰ |
| YLL | ۰/۰۸ | | ١٣٠ |
| | | | |

بنابراین با توجه به جدول صفحه ۶۹ آیین نامه، حداقل شعاع قوس برابر ۳۰۴ متر است.

قوس اتصال

استفاده از قوس اتصاال تدریجی برای راههایی با قوسهای افقی با شعاع بزرگ به ندرت ضرورت پیدا می کند. قوس اتصال تدریجی دارای مزایای زیر است :

- اتصال قوس افقی دایرهای شکل به مسیرهای مستقیم میتوان د با تغییر تدریجی شعاع انحنا انجام شود.
- اعمال بربلندی از مقدار صفر تا مقدار حداکثر آن می تواند در طول قوس اتصال تدریجی (طول لازم برای تغییر شیب عرضی مسیر از شیب صفر به شیب بربلندی) انجام شود.
 - اعمال اضافه عرض سواره رو در قوس افقی، می تواند در طول قوس اتصال تدریجی انجام شود.
- به کاربردن قوس اتصال تدریجی سبب می شود که از تصور وجود شکستگی در نقطه شروع و ختم قوس افقی دایرهای شکل اجتناب شود و در نتیجه، راه، ظاهری خوش منظر داشته باشد.

با توجه به جدول ۵– ۱۵ در صفحه ۸۳ آیین نامه ۸۰۰، در صورتی که شعاع قوس بیشتر از ۴۸۰ متر بود، نیازی به استفاده از قوسهای اتصال قبل و بعد از قوس دایرهای نیست. البته در طراحی مسیر تا حد ممکن، از قوس اتصال استفاده شده است.

| شعاع حداکثر (متر) | سرعت (کیلومتر در ساعت) |
|------------------------------------|--|
| ۲۴ | ۲. |
| ۵۴ | ۳. |
| ۹۵ | ۴. |
| ۱۴۸ | ۵۰ |
| ۲۱۳ | ۶. |
| ۲۹. | ٧. |
| 643 | ٨٠ |
| ۴۸۰ | ٩. |
| ۵۹۲ | ١ |
| ۷۱۶ | ۱۱۰ |
| ٨٥٢ | ۱۲. |
| ۱۰۰۰ | ۱۳. |
| می برای شعاعهای بزرگتر، ناچیز است. | نکته: مزایای ایمنی استفاده از <mark>قوس اتصال</mark> تدریج |

جدول ۱۵ ۱۹ شعاع حداکثر قوس افقی برای استفاده از قوس اتصال تدریجی

فاصله ديد توقف

فاصله دید توقف مسافتی است که خودرو در حال حرکت با سرعت طرح یا نزدیک به آن، پس از مشاهده شیء توسط راننده و عمل ترمز، در مسیر خود، طی میکند تا قبل از برخورد با شیء ساکن به طور ایمن متوقف شود. در واقع فاصله دید توقف، طول قابل رؤیت مورد نیاز برای راننده در امتداد طول مسیر است تا با شیء برخورد نکند.

با توجه به جدول ۵– ۱ در صفحه ۶۱ آیین نامه ۸۰۰، برای سرعت طرح ۹۰ کیلومتر بر ساعت، فاصله دید توقـف برابر ۱۶۰ متر خواهد بود.

| فاصله ديد توقف | فاصله ترمزگیری در | فاصله عكس العمل | سرعت طرح | |
|--------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------|--|
| برای طرح (متر) | سطح افقی (متر) | ترمز (متر) | (کیلومتر در ساعت) | |
| ۲. | ۶٫۶ | ٩ر١٣ | ۲. | |
| ۳۵ | ٣ر١٠ | ٩٫٩ | ۳. | |
| ۵۰ | ۴ر۸۱ | ٨,٧٢ | ۴. | |
| ۶۵ | ۷٫۸۲ | ٨,٣٣ | ۵۰ | |
| ٨۵ | ۳۱٫۳ | ۴۱٫۷ | ۶. | |
| ۱۰۵ | 25,7 | ۴۸٫۷ | ٧. | |
| ۱۳۰ | ۴٫۳ | عر۵۵ | ٨. | |
| ۱۶۰ | ٩٢٫٩ | ۶۲٫۶ | ٩٠ | |
| ۱۸۵ | ٧ر١١۴ | ۵ر۶۹ | ۱۰۰ | |
| ۲۲. | ٨,٨٣١ | ۵ر۷۶ | 11. | |
| ۲۵. | ۲ر۱۶۵ | ۴٫۳ | ۱۲۰ | |
| ۲۸۵ | ٨ر١٩٣ | ۴ر۹۰ | ۱۳۰ | |
| 875 | ٨, ٢٢٢ | ۹۷٫۳ | 14. | |
| و شتاب کاهنده، ۳٫۴ | گیری و واکنش، ۵ر۲ ثانیه | قف، زمان مشاهده، تصميم | برای تعیین فاصله دید تو | |
| | | ر گرفته شده است. | متر بر مجذور ثانیه در نظ | |

جدول ٥-١- فاصله ديد توقف در سطح افقى

نرخ انحناء قائم (K)

نرخ انحنای قائم که بر حسب متر بر درصد محاسبه میشود، طول لازم قوس قائم برای یک درصد تغییر شیب طولی راه است. روابط به دست آوردن نرخ انحناء قائم بر حسب فاصله دید توقف به صورت زیر محاسبه میشود.

$$K = rac{A(S)^2}{658}$$
 برای قوس قائم گنبدی: $K = rac{A(S)^2}{120 + 3.5S}$ برای قوس قائم کاسه ای: $K = rac{A(S)^2}{120 + 3.5S}$

بر اساس جدول ۵- ۳۱ موجود در صفحه ۱۲۴ آیین نامه ۸۰۰، نرخ انحناء قائم برای قوس های گنبدی و برای سرعت طرح ۹۰ کیلومتر بر ساعت، ۳۸ متر بر ساعت محاسبه شد. البته این مقدار، نرخ انحناء قائم مینیمم است که برای بیشتر قوس های قائم، سعی شد مقدار K بالاتر از ۵۰ متر بر درصد در نظر گرفته شود.

| 030 | | |
|--|----------------------|----------------------------|
| <mark>نرخ انحنای</mark> قانم طرح (متر بر درصد) | فاصله ديد توقف (متر) | سرعت طرح (کیلومتر در ساعت) |
| ١ | ۲. | ۲. |
| ۲ | ۳۵ | ۳. |
| ۴ | ۵. | ۴. |
| ۷ | ۶۵ | ۵. |
| 11 | ٨۵ | ۶. |
| ١٧ | ۱-۵ | ٧. |
| ۲۶ | 15. | ٨٠ |
| ٣٩ | ١۶٠ | ۹. |
| ۵۲ | ۱۸۵ |) |
| ٧۴ | ۲۲. | 11- |
| ۹۵ | ۲۵- | ۱۲. |
| 142 | ۲۸۵ | 17. |

 $(\mathbf{K}=rac{\mathbf{A(S)}^2}{658})$ مقادیر حداقل \mathbf{K} برای قوس قانم گنبدی برای فاصله دید توقف (

بر اساس جدول ۵- ۳۳ موجود در صفحه ۱۲۶ آیین نامه ۸۰۰، نرخ انحناء قائم برای قوس های قائم کاسه ای و برای سرعت طرح ۹۰ کیلومتر بر ساعت، ۳۸ متر بر ساعت محاسبه شد.

| فاصله ديد توقف (متر) | سرعت طرح (کیلومتر در ساعت) |
|----------------------|---|
| ۲. | ۲. |
| ۲۵ | ۳. |
| ۵. | ۴. |
| ۶۵ | ۵. |
| ٨۵ | ۶. |
| ۱-۵ | γ. |
| 15. | ٨٠ |
| 18. | ۹. |
| ۱۸۵ |) |
| ۲۲. | 11. |
| ۲۵- | ۱۲. |
| YAD | 15. |
| | فاصله ديد توقف (متر) ۲۰ ۲۵ ۵۰ ۶۵ ۸۵ ۱۰۵ ۱۰۵ ۱۶۰ ۱۶۰ ۲۲۰ ۲۵۰ ۲۸۵ |

 $(K = \frac{A(S)^2}{120+3.5(S)})$ جدول ٥-٣٣- مقادیر حداقل K برای قوس قانم کاسهای (

فاصله ديد سبقت

فاصله دید سبقت، کمترین فاصلهای است که رانندگان میتوانند با سرعت مناسب و در شرایط ایمن و بدون برخورد با خودرو مقابل از خودرو جلوتر سبقت بگیرند. فاصله دید سبقت در راههای دو خطه دو طرفه، با در نظر گرفتن فواصل طی شده خودروی در حال سبقت و خودروی در حالت حرکت در جهت مقابل به دست میآید.

با توجه به جدول ۵- ۴ در صحفه ۶۴ آیین نامـه ۸۰۰، فاصـله دیـد سـبقت بـرای راه دو خطـه و در سـرعت ۹۰ کیلومتر بر ساعت، برابر ۲۸۰ متر است.

| فاصله دید سبقت (متر) | فرض شده ساعت) | سرعت طرح | |
|-------------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| مقادير طراحي | خودرو مورد سبقت | خودرو سبقت گيرنده | (کیلومتر در ساعت) |
| ۱۲۰ | 11 | ٣. | ۳. |
| 14. | ۲۱ | ۴. | ۴. |
| 18. | ۳۱ | ۵. | ۵۰ |
| ۱۸۰ | ۴۱ | ۶. | ۶. |
| ۲۱. | ۵۱ | ٧. | ٧. |
| ۲۴۵ | ۶۱ | ٨٠ | ٨٠ |
| ۲۸۰ | ٧١ | ٩٠ | ٩٠ |
| ۳۲۰ | ٨١ | ١ | ١ |
| ۳۵۵ | ۹١ | 11+ | 11+ |
| ۳۹۵ | 1+1 | 17. | 17. |
| 44. | 111 | ۱۳. | ۱۳۰ |

جدول ٥-٤- فاصله دید سبقت در راه دوخطه

فاصله ديد انتخاب

فاصله دید انتخاب حداقل فاصلهای است که راننده نیاز به دیدن دارد تا بتواند در تصمیمهای پیچیده یا لحظهای، جائی که درک اطلاعات دشوار است یا زمانی که مانورهای غیرمنتظره و غیرعادی نیاز است با سرعت مناسب و در شرایط ایمن، مانور خود را انتخاب کند.

بر اساس انواع مختلف مانوری که راننده در زمان انتخاب دارد، فاصله دید انتخاب متفاوت خواهد بود. بر اساس توضیحات آیین نامه ۸۰۰ در صفحه ۶۳، انواع مانور های بحرانی به شرح زیر است:

- نوع I: توقف در راه در منطقه برون شهری
- نوع II: تغییر سرعت یا مسیر یا جهت در راه برون شهری
- نوع III: تغییر سرعت یا مسیر یا جهت در راه شهرک برون شهری

| | نوع مانور راننده | | |
|-----|------------------|-----|----------------------------|
| III | Ш | I | سرعت طرح (کیلومتر در ساعت) |
| ۱۹۵ | ۱۴۵ | ٧٠ | ۵۰ |
| ۲۳۵ | ۱۲. | ۹۵ | ۶. |
| ۲۷۵ | ۲ | 110 | ٧. |
| ۳۱۵ | ۲۳. | 14. | ٨٠ |
| 35. | ۲۷. | ۱۷۰ | ٩٠ |
| ۴۰۰ | ۳۱۵ | ۲ | ۱۰۰ |
| 42. | ۲۲. | ۲۳۵ | 11+ |
| ۴۷. | ۳۶. | 780 | 14. |
| ۵۱۰ | ۳۹۰ | ۳۰۵ | ۱۳۰ |
| ۵۵۵ | 42. | ۳۴. | 14. |

جدول ۵ ۳ فاصله دید انتخاب (متر)

فصل دوم: طراحی مسیر بر اساس روش آنالوگ بر روی نقشه توپوگرافی

dwg ایجاد سطح با استفاده از منحنی میزانهای فایل

در مرحله اول باید منحنی میزانهایی که در اختیارمان هست را به سطح تبدیل کنیم. به این منظور از نوار ابزار سمت چپ یعنی Toolspace روی گزینه surface کلیک راست کرده و گزینه create surface را میزنیم.

| TIN surfa | ce 🗸 🗸 | C-TOPO | | 4 |
|-----------|----------------|----------------------------------|-------------------|--|
| Propertie | | Value | | |
| | mation | Value | | |
| Na | ame | Surface<[| Next Counter(CP)] | > |
| De | escription | Description | n | |
| Style | | Contours 2m and 10m (Background) | | |
| - | | Press 100 00 202000000 | | 11 S S S S S S S S S S S S S S S S S S |
| Re | ender Material | Contours | 2m and 10m (Backg | ground) |

سپس از گزینه definition روی قسمت contours کلیک میکنیم و اقدام به اضافه کردن منحنی میزانها برای ساخت سطح میکنیم.



در این مرحله اقدام به اضافه کردن منحنی میزان های مورد نظر به سطح میکنیم. در ادامه سطح ساخته شده را مشاهده خواهید کرد.

| Angle: | |
|------------------------|------------------------|
| Angle: 4.0000 (d) | |
| \$ 4.0000 (d) | |
| | |
| | |
| Mid-ordinate distance: | |
| 1.000m | ×G |
| 'S | |
| | Mid-ordinate distance: |



همانطور که در تصویر بالا مشاهده میشود، مثلث بندی انجام شده برای ساخت سطوح دارای ایراداتی است و باید اصلاح و ویرایش شود. ویرایش مثلث بندی به طوری خواهد بود که اضلاع مثلث بلند تر از حد عادی نباشد. پـس از اصلاح مثلث بندی در نرم افزار، سطح حاصله به شکل زیر خواهد بود.



۲. ۲. تهیه نقشه TIN، DEM و نقشه شیب

روی سطح اصلاح شده کلیک میکنیم. گزینه Surface style را انتخاب میکنیم. در تب display، نقشههای مربوط به سطح را در لایههای متناسب خود قرار میدهیم.

| si- | | 124 | | | | | | |
|---------------|---------|--------------|---------|----------|----------|------------|------------|---|
| lan | | ~ | | | | | | |
| omponent disp | lay: | | | | | | | |
| Compone | Visible | Layer | Color | Linetype | LT Scale | Lineweight | Plot Style | ^ |
| oints | 9 | C-TINN | BYLAYER | ByLayer | 1.0000 | ByLayer | ByBlock | ÷ |
| Triangles | 0 | 0-Triangles | BYLAYER | ByLayer | 1.0000 | ByLayer | ByBlock | |
| Border | 0 | 1-Border | BYLAYER | ByLayer | 1.0000 | ByLayer | ByBlock | |
| Major Contour | 0 | 1-Major | 150 | ByLayer | 1.0000 | ByLayer | ByBlock | |
| Minor Contour | Q | 1-Minor | 11 | ByLayer | 1.0000 | ByLayer | ByBlock | |
| Jser Contours | 9 | C-TOPO-USER | BYLAYER | ByLayer | 1.0000 | ByLayer | ByBlock | |
| Gridded | 9 | C-TINN | BYLAYER | ByLayer | 1.0000 | ByLayer | ByBlock | |
| Directions | 9 | 0-Directions | BYLAYER | ByBlock | 1.0000 | ByLayer | ByBlock | |
| Elevations | 9 | 0-Elevations | BYLAYER | ByBlock | 1.0000 | ByLayer | ByBlock | |
| Slopes | 9 | 0-Slopes | BYLAYER | ByBlock | 1.0000 | ByLayer | ByBlock | |
| | | | | | | | | |

در نهایت نقشه های TIN ،DEM و نقشه شیب منطقه در ادامه آورده شده است.



تصوير نقشه ارتفاع DEM



تصوير نقشه شيب Slope



تصویر نقشه مثلث بندی TIN

۲. ۳. تحلیل نقشه های DEM، DEM و نقشه شیب

همانطور که در نقشه بالا که مربوط به شیب توپوگرافی است، مشاهده میکنید، شیبهایی که با رنگ تیره تر نمایان شده اند، دارای مقدار بالاتری هستند. همانطور که میدانیم، مسیر طراحی شده، نباید از شیبهای بسیار زیاد بگذرد. زیرا امکان وجود دره و یا کوه در این مناطق بالا است. وجود اینگونه از عوارض طبیعی سبب میشود تا مقدار حجم خاکبرداری یا خاکریزی ما به طور قابل توجهی افزایش یابد.

بنابراین در طراحی مسیر، تا جایی که میشود سعی بر آن است تا از مناطقی بگذریم که دارای شیب کمتری هستند. شیب کمتر نیز با رنگ روشن تر روی نقشه شیب مشخص شده است. علاوه بر آن با استفاده از نقشه منحنی میزانها نیز میتوان به مسیر تقریبی پی برد. هر جایی که منحنی میزانها دارای فاصله کمتری هستند به این معناست که در آن مناطق دارای شیب بیشتری هستیم.

۲. ۴. طراحی بر اساس خط شیب های ۳%، ۴% و ۵%

پس از تهیه نقشه های مربوط به مسیر، اقدام به افزودن نقطهها به سطح مربوط به میکنیم. نقاط مربوط به گروه نقاط شماره ۱، ۲ و ۱ از پایین به بالا هستند. مسیرهایی که طراحی میشود، باید از این نقاط عبور کند. پس از اضافه کردن نقاط، به سراغ طراحی مسیر میرویم.

در مرحله بعد باید اقدام به طراحی مسیر بکنیم. شـیبهـای مـورد نظـر، شـیب ۳ درصـد، ۴ درصـد و ۵ درصـد میباشند. برای طراحی مسیر باید روی منحنی میزانهای مورد نظر اقدام بـه دایـره زدن بکنـیم. بـرای محاسـبه شعاع دایره از رابطه $\frac{\delta H}{i}$ به دست میاید. شعاع دایره برای هر یک از شیبها به شکل زیر است.

- شیب ۳ درصد: شعاع دایره برای این شیب برابر ۳۳٬۳۳ متر است.
 - شیب ۴ درصد: شعاع دایره برای این شیب برابر ۲۵ متر است.
 - شیب ۵ درصد: شعاع دایره برای این شیب برابر ۲۰ متر است.

پس از مشخص شدن شعاع دایره، نوبت به دایره زدن است. به این منظور از نقطه اول که پایین سطح قرار دارد شروع به زدن دایره با شعاع مشخص میکنیم. برای اینکار نکات زیر را رعایت کردیم:

- در زدن دایرهها سعی شد از مسیر اصلی خارج نشویم تا مسیر نهایی طولانی تر از حد ممکن نشود.
 دایرهها را در مسیری ادامه دادیم که یا منحنی میزان بعدی را قطع کرده باشید یا فاصله آن بیشتر از شعاع مشخص شده تا منحنی میزان بعدی باشد.
 - ۳. از دایره زدن در مسیرهای زیگزاگی اجتناب کردیم.
 - ۴. دایره ها حتی الامکان از مکان هایی که منحنی میزان های نزدیک به هم هستند عبور نکنند.
 - ۵. دایرهها در مسیری زده شود که حتما از نقطه میانی عبور کند.

در شکل زیر دایرههای مربوط به شیب ۴ درصد را مشاهده میکنید.



۲. ۵. برازش مسیر نهایی جداگانه به خط شیبهای مورد نظر

پس از اینکه دایرههای مورد نظر را طراحی کردیم، باید مراکز آن را با ابزار polyline به هم متصل کنیم. در مرحله بعد یک خط را به به خط مراکز دایره برازش میدهیم. خط مورد نظر نباید دارای شکستگیهای بالایی باشد. زیرا طراحی قوس استاندارد در آن دشوار خواهد بود. تصویر خط برازش داده شده به مراکز دایرها را در شکل زیر مشاهده میکنید.



در مرحله بعد نوبت به align کردن و تبدیل خطوط به مسیر میرسد. برای این کار هم خط وصل کننده مراکز دایره و هم خط برازش شونده به مراکز دایره را با استفاده از گزینه create alignment from object به مسیر تبدیل میکنیم.



حالا با استفاده از گزینه create surface profile، پروفیل مربوط به هر دو مسیر را نمایش میدهیم.

| vame: | |
|-----------------------------|--|
| AlignmentDirection4 | L.K. |
| Гуре: | |
| 13 Centerline | ~ |
| Description: | |
| | ^ |
| | 2 |
| Sta | rting station: 0+000.00m |
| General Design Criteria | |
| Site: | |
| None> | ~ 💣 - |
| Alignment style: | |
| Proposed | \[\] \[\] \[\] \[\] \[\] \[\] \[\] \[\] \[\] \[\] \[\] \[\] \[\] \[\] \[\] \[\] \[\] \[\] \[\[\] \[\[\] \[\[\] \[\[\] \[\[\[\] \[\[\[\[\[\[\[\[\[\[\[\[\[\[\] \] \] \] \] \ |
| Alignment layer: | |
| C-ROAD | |
| Alignment label set: | |
| 🖓 All Labels | ~ 🍢 🗖 |
| Conversion options | |
| Add curves between tangents | |
| Default radius: | |
| 200.000m | |
| Erase existing entities | |
| | |

این دو پروفیل به ترتیب در شکل زیر آورده شده اند.



فصل سوم: طراحی رقومی با استفاده از نرم افزار ArcGIS

در ابتدا فایل منحنی میزان هایی را که سوال به ما داده بود را در ArcGIS باز میکنیم. میخواهیم سطحی با منحنی میزان ها بسازیم.

contour •

همان طور که میدانیم برای ساختن کانتور باید از قسمت پلی لاین فایلی که در نرم افزار باز کردیم، کلیک راست نیم و گزینه ی Open Attribute Table را بزنیم. تا بتوانیم منحنی میزان های اصلی <u>یا</u> منحی میزان های فرعی را انتخاب کنیم (مجموع اجتماع دو منحنی میزان) پس با گزینه Select by Attributes دستور زیر را اجرا میکنیم:

"Layer" = 'MAJR' OR "Layer" = 'MINR'

سپس از منحنی میزان های انتخاب شده Export میگیریم و با نام مد نظر آن را ذخیره میکنیم. که ما در اینجا با نام contour آن را ذخیره کردیم.

TIN، تهیه نقشه DEM، TIN و نقشه شیب با نرم افزار DEM، TIN

TIN •

در قسمت ArcToolbox در Data Management در TIN و سپس در Create TIN تین میسازیم.

با انتخاب مسیر خروجی تعیین میکنیم که در کجا تین بسازد سپس به آن contour که ساختیم را میدهیم و برایش گزینه ی Elevation را فعال میکنیم .(میتوان برای دادن ارتفاع از Shape.z هم استفاده کنیم.) تا ارتفاع خود را از آن بگیرد زیرا هر کدام از نقاط ما دارای ارتفاع مشخصی اند.سپس نوع خطوط را نیز به soft-line تغییر میدهیم.





تين براي ما ساخته ميشود حالا بايد آن را اديت كنيم.

دو ابزار 3D analyst و TIN editing را با کلیک راست برو روی فضای خالی نوار بالا روشن میکنیم.در قسمت Start editing TIN ، TIN editing را میزنیم تا ابزار برایمان نمایش داده شود. شروع به ادیت میکنیم و بعد از پایان ذخیره میکنیم تا در ادامه با استفاده از TIN، DEM بسازیم

DEM •

در قسمت ArcToolbox در 3D analyst tools در from TIN و سپس در from TIN و در آخر. TIN to Raster را انتخاب میکنیم.

> سپس رنگ بندی آن را تغییر میدهیم و شکل زیر درسـت میشود.



Slope •

در قسمت ArcToolbox در 3D analyst tools در Raster Surface و سیس در slope Raster را انتخاب میکنیم.

ورودی این قسمت DEM است (باید یک سطح رستری باشد)

محل خروجی را نیز تعیین میکنیم و قسمت Output measurement را بر PERCENT_RISE میگذاریم زیرا به صورت درصدی است و راحت تر میتوانیم با آن کار کنیم در واقع با انتخاب این گزینه در قسمت Properties میتوانیم تنظیمات لازم را و سطوح را به صورت درصد از ۰ تا ۳،۳ تا ۷،۷ تا



۱۱ و ۱۱ تا ۲۰ و آخرین عدد خـودش در ۵ کـلاس طبقـه بنـدی کنـیم و تصـاویر مربـوط بـه slope را در زیـر میبینیم.

• مشخص کردن نقاط در ArcGIS

در فایل مربوط به پروژه سه Shape file ایجاد میکنیم به نام های Destination, Origin, middle که نشان دهنده ی شروع مسیر، نقطه ی میانی و مقصد است.

فایل نقاط مبدا، مقصد و مسیر را که در civil3d مشخص کردیم باز میکنیم.

Editor را با کلیک راست بر یک قسمت خالی در بار بالا فعال میکنیم و Start Editing را نیز روشن میکنیم و ادیت بر روی شیپ فایل را میزنیم. سپس نقطه ی شروع، مقصد و میانی را در هر کدام مشخص میکنیم در save Edits و Save Editing را میزنیم.

دید بهتر در ArcScene

بهتر است قبل از طراحی مسیر، منطقه ی خود را در فضای ArcScene ببینیم تا بدانیم بهتر است مسیر از کجا بگذرد.

در واقع در ArcScene میتوانیم با دیدن حالت سه بعدی و ایجاد کمی اقرار به ارتفاع ها در نقشه های TIN, در واقع در Slope و DEM متوجه شویم کدام مسیر ممکن است مناسب برای طراحی باشد.(یعنی تغییر ارتفاعی زیادی نداشته باشد)


طراحی مسیر

وارد ابزار Spatial Analyst Tools میشویم. در ابزار Cost Distance ، Distance میتوانیم فاصله را بر اساس هزینه بگیریم.

نقطه ی مبدا را به آن معرفی میکنیم، لایه ای که معرف هزینه است را معرفی میکنیم.(لایـه ای کـه مربـوط بـه خاکبرداری یا خاکریزی است یعمی لایه ی شیب) و آخر محل خروجی آن را نیز تعیین میکنیم.

میتوانیم به آن حداکثر فاصله و blanklink raster (نقشه ی جهت ها) را هم بدهیم.

در واقع هزینه هایی که در Cost Distance محاسبه میشود براساس نقشه ی Direction یا جهت است.

و همچنین در ابزار Spatial Analyst Tools ،در ابزار Cost Path ، Distance میتوانیم با دادن نقطه ی انتهایی هزینه ی یک مسیر را محاسبه کنیم.

پس در کل با دستور Cost Distance نقطه ی ابتدایی را به آن مدهیم و با دستور Cost Path با دادن نقطه ی انتهایی، بهترین مسیر و کم هزینه ترین مسیر را برایمان محاسبه میکند.

مسیر های زیر، بهترین مسیری است که ArcGIS تعیین کرده است.



• تبدیل مسیر به Vector

مسیر های طراحی شده توسط نرم افزار، به صورت Raster هستند باید این مسیر ها را به Vector تبدیل کنیم. برای این کار، در قسمت ArcToolbox در conversion Raster و در From Raster گزینه ی Raster to Polyline را انتخاب میکنیم و مسیر ها را بهش میدهیم.



مسیر ها را کپی میکنیم و در ArcScene اضافه میکنیم.

نقشه ی زیر مسیر را در این محیط نشان میدهد. همانطور که مبرهن است، این مسیر ها دقیق نیستند و این یکی از عیب های طراحی مسیر با این روش است.



CAD به لایه Cost path به کتوری و تهیه خروجی ۴.۳

خروجی گرفتن از مسیر ها

بر روی هر کدام از مسیر ها کلیک راست میکنیم و گزینه ی Export to CAD را میزنیم محل و نام خروجی فایل ها را مشخص میکنیم تا با فرمت DWG ذخیره شود.

Cost path در محیط 3D. ۳. ۵. برازش خط به Cost path در محیط

فایل های خروجی گرفته شده را در محیط Civil3d باز میکنیم و آن را در سطح ساخته شده در نقشه میگذاریم. و از این مسیر میتوان کمک گرفت برای دایره زدن; این خط ها حکم خطوط شکسته بعد از وصل کردن مرکز دوایر را دارند.

در این مرحله باید خطوطی را برای مسیر برازش دهیم. مانند شکل زیر:



فصل چهارم: طراحی قوسهای افقی

۴. ۱. طراحی قوس های مورد نیاز برای هر ۴ واریانت

پس از اینکه پروفیلها را طراحی کردیم، نوبت به طراحی قوسهای افقی است. روی مسیر مورد نظر کلیک میکنیم و گزینه geometry editor را فعال میکنیم.



پنجره Geometry editor به شکل زیر باز خواهد شد.

| Alignme | nt Layout Tools | - Alignm | entDirec | tion4 | | | | | <u>.</u> | 18 | × |
|----------|-------------------|----------|----------|-------|------|-------|---------------|------|----------|----|---|
| A • | ∆* ∆ x ¦∆\ | .⁄ • | ^ ▼ | * - | £* • | % ▼ | 1. 2 | ××́× | 🔲 🔏 📴 📑 | <5 | Ŕ |
| Select a | command from | the layo | ut tools | | | Spira | l Type: Cloth | oid | | | |

از آپشنهای موجود در geometry editor میتوانیم قوس افقی طراحی کنیم. چندین گزینه برای طراحی قوسهای افقی موجود است که با توجه به طول مماسهای قوس هر یک که ممکن بود را اجرا میکنیم. گزینه free fillet curve اقدام به طراحی قوس ساده با شعاعی که ما مشخص کرده ایم میکند.



گزینه free spiral-curve-spiral نیز مربوط به قوسی میشود که شامل دو قـوس اتصـال در ابتـدا و انتهـا و یـک قوس دایرهای ساده در وسط قوس میشود.

| Alignment Layout Tools - AlignmentDirection4 | Peatured Apps |
|---|---|
| | |
| Free Spiral-Curve-Spiral (Between two entities) | Image: Second se |
| Ground Data ▼ Create Des iolsaTalebi* × MohammadSalmani* × | % Floating Reverse Curve with Spirals (From curve, radius, through point) % Floating Reverse Curve with Spirals (From curve, two points) |
| [-][Top][2D | Free Spiral-Curve-Spiral (Between two entities) |
| ector | (1) Free Compound Spiral-Curve-Spiral-Curve-Spiral (Between two tangents) (2) Free Reverse Spiral-Curve-Spiral-Curve-Spiral (Between two tangents) |

در طراحی قوسهای افقی بیشتر از این دو مورد استفاده شد.

علاوه بر نکات ذکر شده در طراحی قوسهای افقی از نکات زیر پیروی شد.

- در طراحی قوسهای افقی به شعاع مینیمم دقت شود.
 ۲. به شعاع مینیممی که نیاز به قوس اتصال ندارد دقت شد.
- ۳. در صورتی که از شعاع ذکر شده در مورد قبلی، شعاع قوس کمتر شد، حتما از قوس اتصال استفاده شود.
 - ۴. در مورد شعاعهایی که نیاز به قوس اتصال ندارند هم حتی الامکان از قوس اتصال استفاده شد.

۲.۲ اعمال بربلندی به قوس ها

بربلندی شیبی عرضی است که بر روی قوسها اعمال میشه، تا بتواند بر نیروی گریز از مرکز، غلبه کند. در صورتی که بربلندی نبود، خودروها در طول قوس ها به سبب نیروی خارجی وارد بر آنها، از جاده منحرف میشدند.

در ابتدا کوریدور رسم شده روی مسیر را انتخاب میکنیم. از نوار ابزار باز شده بالای صفحه، گزینه Superelevation و سپس Superelevation را انتخاب می کنیم.



در صفحه باز شده،در تب Roadway Type، مسیر را در حالت «یک باند رفت و یک بانـد برگشـت (بـدون جـدا کننده)» یعنی حالت Undivided Crowned قرار می دهیم.



در تب Lanes باید عرض مسیر (جاده اصلی) را مشخص کنیم. در این مرحله عرض و شیب سواره رو را انتخاب میکنیم.

| Roadway Type | | Type: Undivid | ded, Crowned | | |
|------------------------------|-----------------------|--------------------|--------------|-----------------------------|---------------------------|
| noulder Control ttainment | Number of lanes left: | Pivot: Center | Baseline | Symmetric Number of land | Roadway es right: ~ |
| | | Normal lane width: | Normal lane | width: | |
| | | Normal lane slope: | Normal lane | slope: | Í |
| | | -2.00% | -2.00% | | |
| | | | | - | |
| 4. | | | | | |

عرض مسیر (Normal lane width) با توجه به جدول ۱ – ۵ آیین نامه ۸۰۰ بـرای هـر خـط مسـیر، برابـر ۳٫۶ متر میباشد.

شیب مسیر (Normal lane slope) را هم، مقدار -۲٪ قرار می دهیم. در اعمال بربلندی، نباید مقدار آن در هیچ جایی از جاده به صفر برسد. زیرا در آن صورت آبهای سطح جاده به سختی تخلیه خواهند شد. بربلندی به شکل زیر روی نقشه اعمال میشود.

در تب shoulder control، عرض شانه و شیب شانه را انتخاب میکنیم. بر طبق این مقادیر این دو مقدار به ترتیب برابر ۱٫۹۵ متر و ۴ درصد است.

| <u>y Type</u> | Inside median shoulders | | Outside edge | shoulders | | |
|---------------|-------------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------|-----------|--|
| | Calculate | | Calculate | ☑ Calculate | | |
| r Control | Normal shoulder width | Normal shoulder width: 1.850m | | | 1.950m | |
| | Normal shoulder slope | e: -4.00% | Normal sho | oulder slope: | -4.00% | |
| <u>ent</u> | Shoulder slope treatmen | it: | Shoulder slop | e treatment: | | |
| | Low side: Breakove | r removal 🖂 | Low side: | Breakover | removal 🗸 | |
| | High side: Match lan | e slopes 🖂 | High side: | Match lane | slopes 🗸 | |
| | Maximum shoulder ro | Maximum | Maximum shoulder rollover: | | | |
| | 8.00% | 8.00% | | | | |
| | | | | 4 | ×, | |
| | | | | | | |

در تب مربوط به Attainment مقدار بربلندی را تعیین میکنیم. علاوه بر آن تعیین خواهیم کرد کـه نـرم افـزار از آیین نامه AASHTO استفاده خواهیم کرد.

| Koduway Type | Design criteria file: | C:\ProgramData\Autodesk\C3D 2017\enu\Data\(|
|-------------------|--|---|
| <u>Lanes</u> | Superelevation rate table: | AASHTO 2011 Metric eMax 8% |
| Shoulder Control | Transition length table: | 2 Lane 🗸 |
| <u>Attainment</u> | Attainment method: | AASHTO 2011 Crowned Roadway 🗸 🗸 |
| | Transition formula for superelevation runoff | |
| | % on tangent for tangent-curve: | 66.67% |
| | % on spiral for spiral-curve: | 100.00% |
| | Curve smoothing | |
| | Apply curve smoothing Curve le | ngth: 20.000m |
| | Automatically resolve overlap | This option applies only to the entire alignment. |
| | < Back | Next > Finish Cancel Help |
| | | |
| عت است. مـا بـ | ده، سرعت طرح ۱۰۰ کیلومتر بر سا | ، به ذکر است که پیشفرض ایین نامه در نظر گرفته ش |
| | | |

| - Curve Definition | Automatic | |
|--------------------|-----------|--|
| Design Speed | 90 km/h | |
| Radius | 400.000m | |
| - Direction | Left | |
| - Start Station | 0+715.25m | |
| - End Station | 1+341.73m | |
| Length | 626,480m | |



۴. ۳. ارائه لیست مشخصات قوس های هر واریانت

اطلاعات مربوط به قوسهای افقی با شیبهای ۴ درصد و ۵ درصد به شرح زیر است.

| اطـلاعات قـــوس افــقي ۴ درصد | | | | | | | |
|--------------------------------|---------|--------------|---------|----------|------|--|--|
| طول قوس اتصال ورودی و خروجی | بربلندى | زاويه انحراف | طول قوس | شعاع قوس | رديف | | |
| ٥. | ٧,٤ | ۸٩,٧٣ | ٦٢٦,٤٨ | ٤ | ١ | | |
| ندارد | ٧,٨ | ۸٦,٢٣ | ٥٤٤,٨٣ | ۳٦١,٨٨ | ٢ | | |
| ٥. | ٧,٢ | ०१,७४ | १७७,७०१ | ٤٥. | ٣ | | |

| | | _وس افقی ۵ درصد | اط_لاعات ق | | |
|--------------------------------|---------|------------------------|------------|----------|------|
| طول قوس اتصال ورودی و خروجی | بربلندى | زاويه انحراف | طول قوس | شعاع قوس | رديف |
| ندارد | ٦,٨ | 22,01 | ۱۹۸,۱۳ | 0 | ١ |
| ندارد | ٦,٨ | ١٧,٥٧ | ١٥٣,٣٦ | 0 | ٢ |
| ٤. | ٨ | 39,77 | 191,972 | ۲۸۰ | ٣ |
| ٤. | ٨ | ٥٦,٤٨٧ | ۲٤٦,٤٣ | 70. | ٤ |
| ٤. | ٨ | ٨,٧٢ | ٣٦,٠٦٦ | 70. | ٥ |
| ندارد | ٦,٨ | 17,17 | ۲۲۸,۳۲۷ | 0 | ٦ |
| ندارد | ٦,٨ | ۳۸,۱۲ | ۳۳۲,٦٧ | 0 | ٦ |

فصل پنجم: پیادہ سازی

از نوار ابزار بالا، گزینه points را انتخاب کرده و سپس روی گزینه Create points – alignments کلیک میکنیم. در ادامه گزینه Measure alignments را انتخاب میکنیم. تصویر زیر مراحل توضیح داده شده را نمایش میدهد.

| Poir | nts Surfaces Lines/Curves | Parcel | 5 | Grading | Alig | gnments | Pro |
|------|-------------------------------|--------|------|-------------|--------|------------|--------|
| -63 | Create Points | | n vi | Autodesk : | 360 | Help | Add-in |
| | Create Points - Miscellaneous | > | n 🤹 | rofile View | + | 1. | 6. |
| | Create Points - Intersections | > | 📍 Si | ample Line | 25 | 1 | |
| | Create Points - Alignments | > | 1 | Station/O | ffset | | |
| | Create Points - Surface | > | 馋 | Divide Ali | gnme | ent | |
| | Create Points - Slope | > | ‰ | Measure | Aligni | ment | |
| | Create Points - Interpolate | > | 遼 | At Geom | etry P | oints | |
| 1 | Create Point Group | | 繳 | Radial or | Perpe | ndicular | |
| | Import/Export Points | > | * | Import fro | om Fi | le | |
| ¢. | List Points | | 혳 | Profile Ge | eomet | try Points | |
| | Edit Points | > | | | | | |
| | Add Tables | | | | | | |
| | Utilities | > | | | | | |

در مرحله بعد با اعمال برخي تنظيمات شامل تنظيمات مربوط به Grid coordinates ،Local coordinates،

Prompt for point names ،Prompt elevation و Prompt for descriptions را انجام ميدهيم.

| Parameter | Value |
|--|------------------------------|
| E Default Layer | |
| E Points Creation | |
| Local Coordinates | Easting - Northing |
| Grid Coordinates | Grid Easting - Grid Northing |
| Geographic Coordinates | Latitude - Longitude |
| Prompt For Elevations | Automatic |
| Prompt For Point Names | Automatic |
| Prompt For Descriptions | Automatic - Object |
| Default Elevation | 0.000m |
| Default Description | |
| Match On Description Parameters (\$1, \$2, etc.) | True |
| Disable Description Keys | False |
| Echo Coordinates to Command Line | Тгие |
| ∃ � Default Styles | |
| 🗄 🗇 Default Name Format | |
| 🗄 🗇 Point Identity | |

در مرحله بعد Profle مد نظرمان را انتخاب میکنیم.

| profile4 | | ~ |
|------------|--------------|----------|
| | > | 10 March |
| -V profile | 4 | |
| Surf1 - | Surface (25) | |

در كامند لاين، تصوير زير ظاهر ميشود.



Starting point را صفر، Ending station را نقطه پایانی مسیر و آفست را بر روی آکس مسیر در نظر میگیریم و صفر را تایید میکنیم.





فاصله را نیز روی عدد ۲۵ تنظیم میکنیم که عدد ۵۰ را نیز شامل شود.



در این مرحله اینتر را فشرده و به مرحله بعد روانه میشویم.

حالا در پنجره سمت چپ، از گزینه point groups، گزینـه All points را انتخـاب کـرده و نقـاط تولیـد شـده را مشاهده میکنیم.



این نقاط به شکل زیر محاسبه میشود.

| E | • 🚱 P • 🔗 S | oint Clouds urfaces | | | | | | | |
|-------|----------------|------------------------|------------|---------------|--------------|----------------|---------------|-----------------|-----------|
| Point | t Nu | Easting | Northing | Point Elevati | Name | Raw Descripti | Full Descript | Description For | Grid East |
| }- | 8000 | 3708.5170m | 5565.4845m | 1071.000m | point - (1) | AlignmentDirec | AlignmentDire | | |
| > | 8001 | 3714.0997m | 5589.8532m | 1071.707m | point - (2) | AlignmentDirec | AlignmentDire | | |
| ≽ | 8002 | 3719.6823m | 5614.2219m | 1072.414m | point - (3) | AlignmentDirec | AlignmentDire | | |
| ≽ | 8003 | 3725.2650m | 5638.5906m | 1073.121m | point - (4) | AlignmentDirec | AlignmentDire | | î. |
| > | 8004 | 3730.8477m | 5662.9593m | 1073.828m | point - (5) | AlignmentDirec | AlignmentDire | | |
| ≽ | 8005 | 3736.4304m | 5687.3280m | 1074.535m | point - (6) | AlignmentDirec | AlignmentDire | | 1 |
| ≽ | 8006 | 3742.0131m | 5711.6967m | 1075.242m | point - (7) | AlignmentDirec | AlignmentDire | | |
| ≽ | 8007 | 3747.5957m | 5736.0654m | 1075.949m | point - (8) | AlignmentDirec | AlignmentDire | | 1 |
| ≽ | 8008 | 3753.1784m | 5760.4341m | 1076.657m | point - (9) | AlignmentDirec | AlignmentDire | | |
| ≽ | 8009 | 3758.7611m | 5784.8028m | 1077.364m | point - (10) | AlignmentDirec | AlignmentDire | | 1 |
| Þ | 8010 | 3764.3438m | 5809.1715m | 1078.071m | point - (11) | AlignmentDirec | AlignmentDire | | |
| ≽ | 8011 | 3769.9264m | 5833.5403m | 1078.778m | point - (12) | AlignmentDirec | AlignmentDire | | 1 |
| ≽ | 8012 | 3775.5091m | 5857.9090m | 1079.485m | point - (13) | AlignmentDirec | AlignmentDire | | |
| ≽ | 8013 | 3781.0918m | 5882.2777m | 1080.192m | point - (14) | AlignmentDirec | AlignmentDire | | 1 |
| ≽ | 8014 | 3786.6745m | 5906.6464m | 1080.899m | point - (15) | AlignmentDirec | AlignmentDire | | |
| ≽ | 8015 | 3792.2571m | 5931.0151m | 1081.606m | point - (16) | AlignmentDirec | AlignmentDire | | î. |
| > | 8016 | 3797.8398m | 5955.3838m | 1082.313m | point - (17) | AlignmentDirec | AlignmentDire | | |
| > | 8017 | 3803.4225m | 5979.7525m | 1083.020m | point - (18) | AlignmentDirec | AlignmentDire | | 1 |

سپس از این نقاط خروجی با فایل تکست گرفته و پس از انتقال آنها به اکسل، نقاط مد نظرمان چنین شکلی را خواهند داشت. لازم به ذکر است در نقاط یاد شده، مسیر های مستقیم با فاصله ۵۰ متر از هم پیاده سازی شده اند. مسیر های موجود در قوس، با فاصله ۲۵ متر از هم پیاده سازی شده اند.

| رديف | E | Ν | كيلومتراژ |
|------|-------------|-------------|-----------|
| 1 | 493708.517 | 3925565.485 | 0+000.00 |
| 2 | 493719.6823 | 3925614.222 | 0+050.00 |
| 3 | 493730.8477 | 3925662.959 | 0+100.00 |
| 4 | 493742.0131 | 3925711.697 | 0+150.00 |
| 5 | 493753.1784 | 3925760.434 | 0+200.00 |
| 6 | 493764.3438 | 3925809.172 | 0+250.00 |
| 7 | 493775.5091 | 3925857.909 | 0+300.00 |

| 8 | 493786.6745 | 3925906.646 | 0+350.00 |
|----|-------------|-------------|----------|
| 9 | 493797.8398 | 3925955.384 | 0+400.00 |
| 10 | 493809.0052 | 3926004.121 | 0+450.00 |
| 11 | 493820.1705 | 3926052.859 | 0+500.00 |
| 12 | 493831.3359 | 3926101.596 | 0+550.00 |
| 13 | 493842.5012 | 3926150.333 | 0+600.00 |
| 14 | 493853.6666 | 3926199.071 | 0+650.00 |
| 15 | 493859.2417 | 3926223.441 | 0+675.00 |
| 16 | 493864.4903 | 3926247.883 | 0+700.00 |
| 17 | 493868.6795 | 3926272.526 | 0+725.00 |
| 18 | 493871.3508 | 3926297.379 | 0+750.00 |
| 19 | 493872.4645 | 3926322.35 | 0+775.00 |
| 20 | 493872.0163 | 3926347.342 | 0+800.00 |
| 21 | 493870.0081 | 3926372.257 | 0+825.00 |
| 22 | 493866.4476 | 3926396.998 | 0+850.00 |
| 23 | 493861.3487 | 3926421.469 | 0+875.00 |
| 24 | 493854.7314 | 3926445.573 | 0+900.00 |
| 25 | 493846.6215 | 3926469.216 | 0+925.00 |
| 26 | 493837.0506 | 3926492.307 | 0+950.00 |
| 27 | 493826.0562 | 3926514.756 | 0+975.00 |
| 28 | 493813.6811 | 3926536.473 | 1+000.00 |
| 29 | 493799.9738 | 3926557.375 | 1+025.00 |
| 30 | 493784.9876 | 3926577.381 | 1+050.00 |
| 31 | 493768.7813 | 3926596.411 | 1+075.00 |
| 32 | 493751.4179 | 3926614.392 | 1+100.00 |

| 33 | 493732.9654 | 3926631.253 | 1+125.00 |
|----|-------------|-------------|----------|
| 34 | 493713.4957 | 3926646.929 | 1+150.00 |
| 35 | 493693.085 | 3926661.358 | 1+175.00 |
| 36 | 493671.8129 | 3926674.484 | 1+200.00 |
| 37 | 493649.7625 | 3926686.256 | 1+225.00 |
| 38 | 493627.0199 | 3926696.627 | 1+250.00 |
| 39 | 493603.6738 | 3926705.558 | 1+275.00 |
| 40 | 493579.8156 | 3926713.013 | 1+300.00 |
| 41 | 493555.5383 | 3926718.964 | 1+325.00 |
| 42 | 493530.9374 | 3926723.391 | 1+350.00 |
| 43 | 493506.1416 | 3926726.569 | 1+375.00 |
| 44 | 493481.2829 | 3926729.223 | 1+400.00 |
| 45 | 493431.5572 | 3926734.453 | 1+450.00 |
| 46 | 493381.8316 | 3926739.684 | 1+500.00 |
| 47 | 493332.1059 | 3926744.914 | 1+550.00 |
| 48 | 493282.3802 | 3926750.145 | 1+600.00 |
| 49 | 493257.5392 | 3926752.948 | 1+625.00 |
| 50 | 493232.9115 | 3926757.217 | 1+650.00 |
| 51 | 493208.6373 | 3926763.176 | 1+675.00 |
| 52 | 493184.8323 | 3926770.797 | 1+700.00 |
| 53 | 493161.6101 | 3926780.043 | 1+725.00 |
| 54 | 493139.0816 | 3926790.869 | 1+750.00 |
| 55 | 493117.3541 | 3926803.225 | 1+775.00 |
| 56 | 493096.5313 | 3926817.051 | 1+800.00 |
| 57 | 493076.7127 | 3926832.282 | 1+825.00 |
| | 1 | | |

| 58 | 493057.9926 | 3926848.844 | 1+850.00 |
|----|-------------|-------------|----------|
| 59 | 493040.4604 | 3926866.659 | 1+875.00 |
| 60 | 493024.1998 | 3926885.642 | 1+900.00 |
| 61 | 493009.2883 | 3926905.702 | 1+925.00 |
| 62 | 492995.7971 | 3926926.743 | 1+950.00 |
| 63 | 492983.7906 | 3926948.666 | 1+975.00 |
| 64 | 492973.3259 | 3926971.365 | 2+000.00 |
| 65 | 492964.453 | 3926994.732 | 2+025.00 |
| 66 | 492957.2143 | 3927018.656 | 2+050.00 |
| 67 | 492951.6443 | 3927043.022 | 2+075.00 |
| 68 | 492947.7695 | 3927067.715 | 2+100.00 |
| 69 | 492945.6085 | 3927092.617 | 2+125.00 |
| 70 | 492945.1715 | 3927117.608 | 2+150.00 |
| 71 | 492946.0684 | 3927142.591 | 2+175.00 |
| 72 | 492947.0567 | 3927167.572 | 2+200.00 |
| 73 | 492949.0333 | 3927217.533 | 2+250.00 |
| 74 | 492951.01 | 3927267.493 | 2+300.00 |
| 75 | 492952.9866 | 3927317.454 | 2+350.00 |
| 76 | 492954.9632 | 3927367.415 | 2+400.00 |
| 77 | 492956.9398 | 3927417.376 | 2+450.00 |
| 78 | 492958.9165 | 3927467.337 | 2+500.00 |
| 79 | 492960.8931 | 3927517.298 | 2+550.00 |
| 80 | 492962.8697 | 3927567.259 | 2+600.00 |
| 81 | 492963.9312 | 3927592.236 | 2+625.00 |
| 82 | 492965.5883 | 3927617.18 | 2+650.00 |

| 83 | 492968.4573 | 3927642.011 | 2+675.00 |
|-----|-------------|-------------|----------|
| 84 | 492972.7005 | 3927666.645 | 2+700.00 |
| 85 | 492978.3049 | 3927691.006 | 2+725.00 |
| 86 | 492985.2534 | 3927715.017 | 2+750.00 |
| 87 | 492993.5245 | 3927738.606 | 2+775.00 |
| 88 | 493003.0925 | 3927761.699 | 2+800.00 |
| 89 | 493013.9282 | 3927784.225 | 2+825.00 |
| 90 | 493025.9979 | 3927806.115 | 2+850.00 |
| 91 | 493039.2644 | 3927827.301 | 2+875.00 |
| 92 | 493053.6869 | 3927847.717 | 2+900.00 |
| 93 | 493069.2208 | 3927867.302 | 2+925.00 |
| 94 | 493085.8182 | 3927885.993 | 2+950.00 |
| 95 | 493103.4278 | 3927903.734 | 2+975.00 |
| 96 | 493121.9954 | 3927920.47 | 3+000.00 |
| 97 | 493141.4636 | 3927936.148 | 3+025.00 |
| 98 | 493161.7724 | 3927950.722 | 3+050.00 |
| 99 | 493182.859 | 3927964.146 | 3+075.00 |
| 100 | 493204.6586 | 3927976.378 | 3+100.00 |
| 101 | 493227.1032 | 3927987.381 | 3+125.00 |
| 102 | 493250.0472 | 3927997.306 | 3+150.00 |
| 103 | 493273.2064 | 3928006.721 | 3+175.00 |
| 104 | 493296.3877 | 3928016.083 | 3+200.00 |
| 105 | 493342.7501 | 3928034.805 | 3+250.00 |
| 106 | 493389.1125 | 3928053.527 | 3+300.00 |
| 107 | 493435.475 | 3928072.249 | 3+350.00 |

| 108 | 493481.8374 | 3928090.972 | 3+400.00 |
|-----|-------------|-------------|----------|
| 109 | 493528.1998 | 3928109.694 | 3+450.00 |
| 110 | 493574.5623 | 3928128.416 | 3+500.00 |
| 111 | 493620.9247 | 3928147.139 | 3+550.00 |
| 112 | 493667.2871 | 3928165.861 | 3+600.00 |
| 113 | 493713.6495 | 3928184.583 | 3+650.00 |
| 114 | 493760.012 | 3928203.306 | 3+700.00 |
| 115 | 493806.3744 | 3928222.028 | 3+750.00 |
| 116 | 493852.7368 | 3928240.75 | 3+800.00 |
| 117 | 493899.0993 | 3928259.473 | 3+850.00 |
| | | | |

همین کار را برای نقاط حساس از نظر هندسی نیز تکرار میکنیم. نقاط مورد نظر در این بخش به شکل زیر خواهند بود.

| رديف | E | N | كيلومتراژ | توضيح مختصر | توضيحات |
|------|-------------|-------------|-----------|----------------|--------------------------|
| 1 | 493708.517 | 3925565.485 | 0+000.00 | BOA | شروع مسير |
| 2 | 493857.0711 | 3926213.932 | 0+665.25 | TS | شروع قوس اتصال |
| 3 | 493472.4999 | 3926327.678 | 0+715.25 | RP | مركز قوس |
| 4 | 493867.217 | 3926262.883 | 0+715.25 | SC | نقطه شروع قوس دایره ای |
| 5 | 493797.9596 | 3926560.221 | 1+028.49 | Mid | نقطه وسط قوس |
| 6 | 493539.1087 | 3926722.093 | 1+341.73 | CS | نقطه انتهای قوس دایره ای |
| 7 | 493489.5114 | 3926728.357 | 1+391.73 | ST | انتهای قوس اتصال |
| 8 | 493307.0026 | 3927111.435 | 1+613.31 | RP | مركز قوس |
| 9 | 493269.1461 | 3926751.537 | 1+613.31 | PC | شروع قوس دایره ای |

| 10 | 493033.3262 | 3926874.663 | 1+885.72 | Mid | نقطه وسط قوس |
|----|-------------|-------------|----------|------|--------------------------|
| 11 | 492945.4018 | 3927125.741 | 2+158.14 | PT | انتهای قوس دایره ای |
| 12 | 492963.0095 | 3927570.792 | 2+603.54 | TS | شروع قوس اتصال |
| 13 | 493413.8772 | 3927577.971 | 2+653.54 | RP | مركز قوس |
| 14 | 492965.9105 | 3927620.701 | 2+653.54 | SC | نقطه شروع قوس دایره ای |
| 15 | 493045.8805 | 3927836.966 | 2+886.71 | Miid | نقطه وسط قوس |
| 16 | 493222.4671 | 3927985.233 | 3+119.89 | CS | نقطه انتهای قوس دایره ای |
| 17 | 493268.4686 | 3928004.808 | 3+169.89 | ST | انتهای قوس اتصال |
| 18 | 493912.9041 | 3928265.047 | 3+864.89 | EOA | پايان مسير |
| 19 | 493864.5162 | 3926246.43 | 0+698.59 | SPI | راس قوس اتصال |
| 20 | 493931.7155 | 3926655.79 | 1+113.41 | CPI | |
| 21 | 493963.5 | 3926678.5 | 1+141.85 | PI | راس قوس دايره ای |
| 22 | 493522.6686 | 3926724.87 | 1+358.40 | SPI | راس قوس اتصال |
| 23 | 492932 | 3926787 | 1+952.31 | CPI | |
| 24 | 492964.3275 | 3927604.105 | 2+636.87 | SPI | راس قوس اتصال |
| 25 | 492990.2723 | 3927876.103 | 2+910.10 | CPI | |
| 26 | 492975.5 | 3927886.5 | 2+919.49 | PI | راس قوس دايره اي |
| 27 | 493237.5553 | 3927992.325 | 3+136.56 | SPI | راس قوس اتصال |

همانطور که در شکل قابل مشاهده است، در ستون سمت راست جدول بالا که مربوط به توضیحات نقط ه است، برخی از توضیحات مربوط به نقاط را مشاهده میکنید. شرح کامل تر این نقاط در جدول پایین به خلاص ه آورده شده است.

| Created Label | Definition |
|---------------|------------------------------|
| BOA | Beginning of Alignment |
| PI | Point of Intersection |
| CPI | Curve Point of Intersection |
| PT | Point of Tangency |
| PC | Point of Curvature |
| SPI | Spiral Point of Intersection |
| TS | Tangent-Spiral intersection |
| CS | Curve-Spiral intersection |
| ST | Spiral-Tangent intersection |
| СС | Curve Center or radius point |
| EOA | End of Alignment |

فصل ششم: احجام عمليات خاكي

6. ۱. ساخت مقطع تیپ(عرضی) مسیر

با استفاده از تب Home در نوار ابزار بالای صفحه، گزینه Assembly و سپس Create Assembly را انتخاب می



در پنجره باز شده، یک نام برای Assembly مورد نظر انتخاب میکنیم و Assembly Type آن را در حالت other می گزاریم.

| Assembly | | |
|--|--------------------------------|---|
| Assembly | | |
| Description: | | |
| | | ~ |
| | | 4 |
| Assembly Type: | | |
| Other | | ~ |
| Undivided Crown Undivided Planar Divided Crowned Divided Planar Ro Railway | ed Road Road Road Dad | |
| Other 금속 All Codes | ~ | |
| Assembly laver: | | |
| | | |

سپس مقطع مورد نظر را در کنار نقشه جایگذاری میکنیم. با توجه به کوچک بودن اندازه مقطع تیپ، دور آن را با یک مستطیل نمایش محصور میکنیم.



پس از انجام مراحل بالا، مقطع عرضی مسیر را در دو طرف رسم کنیم. برای رسم مقاطع مختلف نیاز به نوار ابـزار Tool Palettes داریم که آن را از یکی از آیکونهای بالا، فراخوانی میکنیم.



پنجره مربوط به نوار ابزار Tool Pallete به شکل زیر در کنار تصویر ظاهر میشود.



در پنجره باز شده، برای رسم مقطع عرض مسیر، از تب Lanes گزینه LaneSuperelevationAOR را انتخاب می کنیم. پس از انتخاب این گزینه، سواره رو را در دو طرف آکس مسیر اعمال میکنیم.



در ادامه تنظیمات مربوط به طراحی سواره رو میاوریم.

| ستون | مقادير |
|-------------------------|--------|
| عرض مسیر سوارہ رو | 3.6 m |
| شیب عرضی سواره رو | -2% |
| عمق آسفالت رویه (توپکا) | 0.05 m |

| 0.1 m | عمق آسفالت بستر (بيندر) |
|--------|-------------------------|
| 0.15 m | عمق لایه اساس |
| 0.30 m | عمق لایه زیر اساس |

برای طراحی بربلندی در جهت مناسب خود، بربلندی رفت مسیر را به سمت راست در نظر گرفته و خط برگشت مسیر را بر عکس مسیر رفت، یعنی به سمت چپ در نظر میگیریم تا آبهای سطح جاده، به سمت شانه و شیروانی هدایت شوند. شکل مقطع عرضی سواره رو را در ادامه آورده ایم.



حال نوبت به طراحی شانه مسیر میرسد. شانه مسیر در دو طرف سواره رو قرار دارد و دارای شیب بیشتری نسبت به آن است. این شیب شانه سبب میشود تا آبهای سطحی روی سواره رو به مکان دور تری از سطح سواره رو هدایت شوند.

برای این کار، کافیست از تب Shoulder، گزینه Shoulder Extend All را انتخاب کنیم.



پارامترهای ثبت شده برای طراحی قسمت شانه در مقطع تیپ مسیر، در جدول زیر آمده است.

| ستون | مقادیر |
|--|--------|
| عرض شانه | 1.85 m |
| شیب عرضی سواره رو | -4% |
| عـرض قســمت خــارجی شــانه daylight width | 1.80 m |

| 4::1 | شـــیب قســمت خــارجی شــانه daylight slope |
|--------|--|
| 0 m | عمق آسفالت رويه (توپكا) |
| 0.15 m | عمق آسفالت بستر (بيندر) |
| 0.15 m | عمق لایه اساس |
| 0.30 m | عمق لایه زیر اساس |

شانه طراحی شده در این قسمت را در تصویر زیر مشاهده میکنید.



در مرحله بعد نوبت به طراحی قسمت شیروانی از مقطع تیپ عرضی مسیر میرسد. برای اینکار از قسمت Daylight گزینه Daylight bench را انتخاب میکنیم.



پارامترهای استفاده شده برای طراحی شیروانی به شرح زیر است:

| مقادیر | ستون |
|--------|-----------|
| 0.5::1 | Cut slope |

| 3::1 | Fill Slope |
|-------|-----------------|
| 1.5 m | Bench width |
| 2% | Bench slope |
| 3 m | Max cut height |
| 3 m | Max fill height |

تصویر تکمیل شده مقطع تیپ عرضی که شامل سواره رو، شانه و شیروانی است به شکل زیر است:



6. ۲. تهیه نقشه پروفیل طولی از مسیر های طراحی شده

پس از اینکه مسیر ها را طراحی کردیم و قوس ها را روی مسیر ها ساختیم، نیاز است تا پروفیل طولی مسیر را طراحی کنیم. برای اینکار از قسمت create surface profile ،profile مرا انتخاب میکنیم.



با اضافه کردن لایه alignment مورد نظر، بر روی گزینه draw in profile view کلیک میکنیم. و تنظیمات مربوط به پروفیل را انجام میدهیم.

| Alignment: | | | Select surfa | ces: | | | |
|--|-------------|-----------|----------------------------|--------------------------------------|------------------------------|-------|--|
| ':;∋ AlignmentDirection4 | | ~ | Datum | | | | ^ 💽 |
| Station range | | | Pave1 | | | | |
| Alignment: | | | Pave2 | | | | |
| Start: | End: | | SubBas | e | | | 10 |
| 0+000.00m | 3+864.89m | | Top | | | | |
| - 1 | | | | | | | • |
| To sample: | 5 | 105 | Sample o | ffsets: | | | |
| 0+000.00m | 3+864.89m | -13 | | | | | Addss |
| | | | | | | | Auu |
| | | | | | | | Auu |
| rofile list: | | | | | | 1 | Add |
| rofile list: | Description | Type | Data Sou | Offset | Undate | Laver | Style |
| rofile list: Name | Description | Туре | Data Sou | Offset | Update | Layer | Style |
| rofile list: Name Surf1 - Surface (25) | Description | Type M | Data Sou | Offset | Update | Layer | Style |
| rofile list: Name Surf1 - Surface (25) profile4 | Description | Type | Data Sou Surf1 | Offset 0.000m 0.000m | Update Dynamic | Layer | Style Existing Design Pr |
| rofile list: Name Surf1 - Surface (25) profile4 Surf1 - Surface (26) | Description | Type | Data Sou Surf1 | Offset 0.000m 0.000m 0.000m | Update Dynamic Dynamic | Layer | Style Existing Design Pr Existing |
| rofile list: Name Surf1 - Surface (25) profile4 Surf1 - Surface (26) | Description | Type | Data Sou Surf1 Surf1 | Offset 0.000m 0.000m 0.000m | Update Dynamic Dynamic | Layer | Style Existing Design Pr Existing |
| rofile list: Name Surf1 - Surface (25) profile4 Surf1 - Surface (26) | Description | Type | Data Sou Surf1 Surf1 | Offset 0.000m 0.000m 0.000m | Update Dynamic Dynamic | Layer | Style Existing Design Pr Existing |
| rofile list: Name Surf1 - Surface (25) profile4 Surf1 - Surface (26) | Description | Type | Data Sou Surf1 Surf1 | Offset 0.000m 0.000m 0.000m | Update Dynamic Dynamic | Layer | Style Existing Design Pr Existing |





تغییرات ارتفاعی در طول کل مسیر طراحی شده را نشان میدهد. همانطور که در تصویر بالا نیز مشاهده میشود، پروفیل تغییرات ارتفاعی سطح زمین را نمایش میدهد. سطح زمین دارای پستی و بلندی های طبیعی است که امکان طراحی مسیر را بر روی آن سخت میکند. به همین علت باید خطی را بر روی پروفیل برازش دهیم تا بتوانیم مسیری مناسب برای خودرو ها بسیازیم. در مراحل بعد از این پروفیل استفاده میکنیم تا خط پروژه را طراحی کنیم.

6. 3. طراحی خط پروژه بر روی پروفیل

در این قسمت از پروژه با استفاده از گزینـه Profile و سـپس از Profile creation tools، پروفیـل مـورد نظـر را انتخاب میکنیم.

| Alignment: | | |
|--------------------------|-----|---------------------|
| "::) AlignmentDirection4 | | ~ 🗈 |
| Name: | | |
| profile | | K |
| Description: | | |
| | | |
| | | |
| General Deciso Criteria | | |
| Design Criteria | | |
| Profile style: | | |
| Design Profile | ~ [| 🍢 🔻 🖪 |
| Profile layer: | | |
| C-ROAD-PROF | | Ø |
| Profile label set: | | |
| Complete Label Set | ~ [| 7 - 1 |
| L | | and the second |
| | (1) | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

پس از آن انتخاب پروفیل مورد نظر، یک پنجره به نام Profile layout tools برای ما ظاهر میشود. در این گام باید با استفاده از گزینه draw tangent که در نوار ابزار profile layout tools قرار دارد، اقدام به رسم خط پروژه روی پروفیل طولی مسیر اصلی میکنیم. برای اینکار باید به نکات زیر دقت کرد.

| Profile L | ayout | Tools - p | rofile | | | | | | | | | | | | C | 8 | X |
|--|-------|-----------|--------|-----|---|-----|-------|----------|-----|-----|----|----|--|---|---|----|---|
| ₩ • | × | ¥ ₩ | / - | ^ • | h | Y | ¥ | <u>\</u> | ^ - | ŦŞ. | ×, | ×× | | D | F | \$ | Ŕ |
| Select a command from the layout tools | | | | | | PVI | based | ł | | | | | | | | | |
- شیب خط پروژه نباید از مقدار شیب مجاز تجاوز کند.
 در طراحی خط پروژه به مقدار خاکبرداری و خاکریزی دقت شد، به طوری که یک تناسب نسبی بین آنها برقرار باشد.
 در طراحی خط پروژه باید از نقاط اجباری تعیین شده بگذریم.
 در خط پروژه شیب طولی مینیمم را برای مناطق هموار رعایت کردیم.
 - ۵. حتى الامكان مقادير خاكبردارى بيشتر از خاكريزى در نظر گرفته شد.

پس از طراحی خط پروژه باید به این نکته توجه کنیم که در سر بالاییها افت سرعت از ۱۵ کیلومتر بر ساعت تجاوز نکند. به این منظور از شکل ۵–۱۰- منحنی سرعت-مسافت تریپی تیپ سنگین استفاده میکنیم. شکل نموداری را در ادامه آورده ایم.



در نمودار بالا باید با سرعت طرح مورد نظر که ۹۰ کیلومتر بر ساعت باشد، وارد مسیر شویم. با توجه به اینکه مسیرمان از سه شیب تشکیل شده که همگی سربالایی هستند، باید از نمودار سمت چپ استفاده کنیم و روی شیب تعیین شده روی خط پروژه و مسافت آن شیب حرکت کرده و سرعت نهایی خودرو پس از گذر از هر شیب را به دست آوریم.

برای مثال در شیب ۴ درصد با سرعت طرح ۹۰ وارد میشویم. بر اساس شکل ۵–۱۰ آیین نامه، پس از طی ۸۹۰ متر به سرعت ۷۸ کیلومتر بر ساعت میرسیم. سپس وارد شیب ۴,۰ درصد میشویم. در ایـن شـیب بـا اسـتفاده از همان نمودار، پس از طی ۱۳۰۰ کیلومتر به سرعت ۹۲ کیلومتر بر ساعت میرسـیم کـه بـا توجـه بـه آیـین نامـه سرعت نباید از ۹۰ کیلومتر تجاوز کند. پس از آن وارد شیب ۲٫۳ درصد میشویم. در ایـن شـیب بـا طـی ۱۶۰۰ متر به سرعت ۸۰ کیلومتر بر ساعت میرسیم.

طراحى قوس قائم

برای طراحی قوس قائم باید در ابتدا وارد قسمت profile creation tools شویم. پس از آن پروفیل طولی مد نظر را انتخاب میکنیم. پس از وارد کردن اطلاعات کلی، وارد تب design criteria میشویم. در این تب گزینه use میکنیم. پس از وارد کردن اطلاعات کلی، وارد تب AASHTO 2011 میشویم. در این تب گزینه وطول، شعاع criteria base design وطول، شعاع میثویم و مینیمم را به طور استاندارد محاسبه کند. البته در طراحی قوس های قائم تا جایی که ممکن بود، مقدار K را بالاتر از مقدار کردن ظر گرفتیم.

| lignmen | t: | |
|---------------------------------------|---|---|
| C) Align | nmentDirection4 | × |
| lame: | | |
| <[Profile | e Type] > (<[Next Co | unter(CP)]>) |
| escriptio | on: | |
| | | |
| | | |
| oporal | Design Criteria | |
| and the state of the | | |
| eneral | Design enterna | |
| Use | criteria-based design | |
| Use Use | criteria-based design design criteria file | |
| Use Use C:Pi | criteria-based design design criteria file rogramData\Autodesl | <\C3D 2017\enu\Data\Corridor |
| Use Use C: Pr Defau | criteria-based design design criteria file rogramData \Autodes ilt criteria: | <\C3D 2017\enu\Data\Corridor I |
| Use Use C:\Pi Defau | criteria-based design design criteria file rogramData\Autodesk ilt criteria: erty | <\C3D 2017\enu\Data\Corridor |
| Use Use C:\Pr Defau Minim | criteria-based design design criteria file rogramData\Autodesl ilt criteria: erty um K Table | |
| Use Use C: VP Defau Minim | criteria-based design design criteria file rogramData\Autodesi ilt criteria: erty um K Table | (\C3D 2017\enu\Data\Corridor I) |
| Use Use C:\Pi Defau Minim | criteria-based design design criteria file rogramData\Autodesk ilt criteria: erty um K Table | (\C3D 2017\enu\Data\Corridor I Value AASHTO 2011 Standard |
| Use Use C: Prop Minim | criteria-based design design criteria file rogramData\Autodesl ilt criteria: erty um K Table design check set | (\C3D 2017\enu\Data\Corridor I Value AASHTO 2011 Standard |
| Use Use C: VPI Defau Minim | criteria-based design design criteria file rogramData\Autodesk ilt criteria: erty um K Table design check set | |

سپس وارد نوار ابزار profile layout tools میشویم. در این نوار ابزار اقدام به طراحی خط پروژه کردیم. در مرحله بعد باید با استفاده از گزینههای مربوط به قوس قائم یعنی free vertical curve به صورت سهمی، قوسهای قائم مربوط به خط پروژه را طراحی میکنیم.



اطلاعات مربوط به قوس قائم برای شیبهای ۴ درصد و ۵ درصد برابر با جداول زیر است:

| اطــلاعات قــــوس قائــم ۴ درصد | | | | | | |
|---------------------------------|--------------|---------|-----------|------|--|--|
| К | تفاضل دو شيب | طول قوس | شعاع قوس | رديف | | |
| 159,18 | %1,00 | ۲۰۰,۲۱۳ | ١٢٩١٣, ٣٨ | ١ | | |
| 7.0,711 | %٢,٣٣ | १४४,०१४ | 2.021,.81 | ٢ | | |
| ٧٩,٩٣٥ | %٣,٨٧ | ۳۰۹,۷۱۳ | V99T,0TA | ٣ | | |
| 00,719 | %٦,٠٩ | ۳۳٦,۳۷٥ | 0051,702 | ٤ | | |
| ٧٤,٤٦ | %٢,٧٥ | ۲۰٤,٤٢٥ | V££0,97Y | ٥ | | |
| ۲۷۰,٤٦٨ | %٢,٨٤ | ٧٦٧,٦٨٤ | ۲۷۰٤٦,۸۲۲ | ٦ | | |
| ۲۷۰,۷۹۷ | %۱,٥٨ | ٤٢٨,٥٥١ | ۲۷۰۷۹,٦٦٥ | V | | |

| | اطــلاعات قــــوس قائــم ۵ درصد | | | | | | |
|---------|---------------------------------|---------|-----------|------|--|--|--|
| К | تفاضل دو شيب | طول قوس | شعاع قوس | رديف | | | |
| ۳۷٤,٠٩٨ | %۱,۰۸ | ٤٠٣,٩٦١ | ۳۷٤۰۹,۷٦ | ١ | | | |
| ۷۲,۰۳۷ | %٤,٧٥ | ۳٤٢,٣٠١ | ۷۲۰۳,۷ | ٢ | | | |
| ٦٠,٩٨٦ | %0,.1 | ۳۰0,91٤ | ٦٠٩٨,٦ | ٣ | | | |
| ٥٠,٥٠٧ | %٣,٢٩ | ۱٦٦,١٠٥ | ٥.٥.,٧ | ٤ | | | |
| ٥٤,٨٧٣ | %٢,٩٨ | ١٦٣,٤٠٦ | ٥٤٨٧,٣ | ٥ | | | |
| ۲۰٦,٠٥٦ | %.,0٣ | ۱۰۸,۳٥٣ | ۲۰٦.٥,٥٨٣ | ٦ | | | |
| ۲۳۳, ۲۳ | %•,9٤ | 10. | ١٦٠٣٣,٦ | ٧ | | | |

در این مرحله پس از طراحی قوس قائم، اقدام به افزودن چند باند روی پروفیل کردیم. این باندها مکانهایی کـه نیاز به خاکبرداری یا خاکریزی دارند را نمایش میدهد. برای اینکار وارد قسمت profile properties میشویم.

| Profile View Properties - Main Direction4 | | | | | | × |
|--|--|----|--------|-------|----|-----|
| nformation Stations Elevations Profiles Bands Hatch | | | | | | |
| Name: | | | | | | |
| Main Direction4 | | | | | | |
| Description: | | | | | | |
| | | | | | | |
| Object style | | | | | | |
| Major Grids | | | | | | |
| Object style will be ignored if the profile view is split.Go to the Elevations tab to set the style for each split profile view segment. | | | | | | |
| Show tooltps | | | | | | |
| | | 01 | Canad | Aunto | | -1- |
| | | OK | Cancel | Apply | He | dþ |

در تب مربوط به bands سه باند مربوط به fill ،cut و geometry را اضافه میکنیم.

A Profile View Properties - Main Direction4

Information Stations Elevations Profiles Bands Hatch

| ile Data | | | | ~ | are Cut Da | ata | | | | × - | Add> |
|---|--------------------------------|--------------|---------|-------------|-------------|---------------|----------------------|------------------------|---------|---------------|-------------|
| lo Data | | | | | e cur pr | | | | | | |
| ical Geometry zontal Geometry erelevation ional Data Data | | | | | | | | | | | |
| Band Type | Style | Description | Gap | Show Labels | M. M G | . L.L Alignme | nt Profile1 | Profile2 | Weeding | Stagger Lab | Stagger Lin |
| Profile Data | Elevations and Station TE | 1 | 0.00mm | | 1.11 | Alianme | Surf1 - Surface (25) |) profile4 | 100,000 | Stanger to r | .lo.00mm |
| Profile Data | Cut Data 🚥 | | 12.50mm | ~ | 1 | V V Alianme | Surf1 - Surface (25) |) profile4 | 100.000 | No Staggering | 5.00mm |
| Profile Data | Fill Data 🗠 | | 12.50mm | ~ | 1 | ✓ ✓ Alignme | Surf1 - Surface (25) |) profile4 | 100.000 | No Staggering | 5.00mm |
| Horizontal Geo | . Geometry | Style with h | 12.50mm | V | | Alignme | Surf1 - Surface (25) |) Surf1 - Surface (25) | 100.000 | No Staggering | 5.00mm |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | ÷ | | | | |
| | | | | | | | Ÿ | | | | |
| , creating the spec | | | | | | | | | | | |
| Match major/minc | or increments to vertical grid | intervals | | Imp | ort band se | •t | • Save as ba | and set | | | |
| Match major/minc | or increments to vertical grid | intervals | | Imp | ort band se | .t | • Save as be | and set | | | |
| Match major/minc | or increments to vertical grid | intervals | | Imp | ort band se | :t | • Save as be | and set | | | |

– 🗆 X

×

A Profile View Properties - Main Direction4

Information Stations Elevations Profiles Bands Hatch Select band style: The Cut Data Cut Data Cut Data Cut Data Elevations and Stations Band type: Profile Data ~ List of bands Location: ~ Bottom of profile view Band Type Style Description Gap Show Labels ger Lin... Profile Data Elevations Profile Data Cut Data Profile Data Fill Data Horizontal Geo... Geometry >>>>> Elevations and Stations 0.00mm 12.50mm mm mm ц 12.50mm Stations Ŷ Style with h... 12.50mm \mathcal{P} × Match major/minor increments to vertical grid intervals Import band set... Save as band set... OK Cancel Apply Help

6. 4. طراحی پروفیل های عرضی مسیر های طراحی شده

در این مرحله نیاز است تا با استفاده از قابلیت assembly که در نرم افزار سیویل موجود است، اقدام به ساخت مقطع عرضی مسیر بکنیم. مقطع عرضی نمایانگر عرض راه در قطعههای مختلف خواهد بود. مقطع عرضی به طور کلی شامل موارد زیر است:

- سواره رو
 - شانه
- شيرواني

طراحی Corridor

برای ساخت Corridor، از نوار ابزار بالای صفحه، گزینه Corridor را انتخاب می کنیم.



در پنجره باز شده، می توان اسم Corridor را انتخاب کرد. همچنین Alignment و Profile مربوط به مسیر مورد نظر را انتخاب میکنیم.

| la se a c | |
|---|--------------------------|
| vame: | |
| Corridor | - E |
| Description: | |
| | ~ |
| | ~ |
| Corridor style: | |
| No Basic | - 🍺 🖪 |
| Corridor layer: | |
| C-ROAD-CORR | Ø |
| Baseline type: | |
| Alignment and profile | |
| | |
| | |
| Alignment: | |
| Alignment Direction4 | ~ |
| Profile: | |
| profile4 | ~ |
| profile profile4 Surf1 - Surface (25) | 2 |
| The <none> selection creates an corridor. Regions, assemblies, and be added later.</none> | empty ^ d targets can |
| | |
| Target Surface: | |
| Target Surface: <none></none> | |
| Target Surface: <none> Set baseline and region parame</none> | ters |

مقطه Assemblyهای خود را انتخاب می کنیم.

| lame: | |
|--|----------|
| Corridor | R |
| escription: | |
| | ^ |
| | 4 |
| orridor style: | |
| Basic ~ | - |
| Corrido <mark>r l</mark> ayer: | |
| C-ROAD-CORR | - |
| Baseline type: | |
| Alignment and profile | |
| O Feature line | |
| Alianment: | |
| 12 Alignment Direction 4 | ~ |
| Profile: | |
| profile | ~ |
| | |
| ssembly: | |
| <pre>image: inclusion inclusin inclusion inclusion inclusion inclusion inclusion inclu</pre> | |
| Assembly-04 | |
| | |
| arget Surface: | |
| <none></none> | ~ G |
| Cat baseling and racian parameter | rs. |
| _ set baseline and region parameter | |

پس از انتخاب این گزینهها، نرم افزار شروع به ساختن Corridor در طول مسیر میکند. تنظیمات نهایی به شکل زیر خواهد بود.

| Name: | | |
|-----------------|--------------------|---------|
| Corridor | | K |
| Description: | | |
| | | ^ |
| | | 4 |
| Corridor style: | | |
| Basic | ~ | - 🚺 - 🖪 |
| Corridor layer: | | |
| C-ROAD-COR | R | - |
| Baseline type: | | |
| Alignment a | and profile | |
| | 2 | |
| Alianment | Б. | |
| | Direction4 | |
| | Direction4 | |
| Profile: | | |
| profile | | ~ |
| Assembly | | |
| Assembly- |)4 | ~ 🗈 |
| | -26 | |
| | | 0 |
| | | × |
| Target Surface | | |
| Surf1 | | ~ |
| Set haseline | and region paramet | ters |
| e ber baseline | | |
| OK | Cancel | Help |

در صفحه ظاهر شده به شکل زیر، گزینه apply را انتخاب میکنیم.

| | | | Add Baseli | ne | Set all Frequer | ncies | Set all T | argets |
|------------------------|-------------|--------------|-------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------|
| Name | Horizontal | Vertical Bas | Assembly | Start Station | End Station | Frequency | Target | Overrides |
| 🖃 🗖 🔽 🔽 BL - Alig | AlignmentDi | profile | | 0+000.00m | 3+864.89m | | | |
| 些"毋" RG | | | Assembly-04 | 0+000.00m -bj | 3+864.89m -(3 | 20.000m | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Select region from dra | wing | | | | | Lock Regions To | : Geometry Lock | ing |
| | | | | | ОК | Cancel | Apply | Help |

| Th W | e corridor definition has been modified and needs to be rebuilt. hat do you want to do? | |
|---------|---|---|
| | Rebuild the corridor The corridor will be rebuilt to apply the modifications. | |
| | Mark the corridor as out-of-date The modifications will be saved, but the corridor will not reflect them until a rebuild is done at a later time. | |
| Δlwav | s perform my current choice | 1 |

ساخت Corridor سبب میشود که مسیر دارای عرض شده و در هر مقطع آن، مقطع تیپ عرضی استاندارد مشاهده شود. تصویر قسمتی از مسیر که دارای کوریدور است را مشاهده میکنید.



ساخت Sample line

از نوار ابزار بالا گزینه Section را انتخاب میکنیم و گزینه Create sample line را انتخاب میکنیم.



كليد Enter را ميزنيم تا ليست Alignmentها ظاهر شود. از بين Alignmentهای ظاهر شده، مسير اصلی خود

را انتخاب ميكنيم.

| Name | Description | |
|---------------------|-----------------------------|--|
| AlignmentDirection4 | <description></description> | |
| CenterCirde3 | <description></description> | |
| CenterCircle4 | <description></description> | |
| Diraction3 | <description></description> | |
| Direction 5 | <description></description> | |
| mainDirection 5 | <description></description> | |
| | | |

سپس از نوار ابزار به وجود آمده در بالای صفحه، گزینه sample line creation methods را انتخاب میکنیم و گزینه By range of stations را انتخاب میکنیم.



سپس تنظیمات را به صورت زیر انجام میدهیم.

A Create Sample Lines - By Station Range

| Pn | operty | Value |
|----|-------------------------------------|-----------------------|
| Ξ | General | |
| | Alignment | AlignmentDirection4 |
| Ξ | Station Range | |
| | From alignment start | Тпе |
| | Start Station | 0+000.00m |
| | To alignment end | True |
| | End Station | 3+864.89m |
| Ξ | Left Swath Width | |
| | Snap to an alignment | False |
| | Alignment | Alignment Direction 4 |
| | Width | 60.000m |
| E | Right Swath Width | |
| | Snap to an alignment | False |
| | Alignment | AlignmentDirection4 |
| | Width | 60.000m |
| Ξ | Sampling Increments | |
| | Use Sampling Increments | Тие |
| | Increment Relative To | Absolute Station |
| | Increment Along Tangents | 50.000m |
| | Increment Along Curves | 25.000m |
| | Increment Along Spirals | 25.000m |
| Ξ | Additional Sample Controls | |
| | At Range Start | True |
| | At Range End | True |
| | At Horizontal Geometry Points | True |
| | At Superelevation Critical Stations | True |

پس از اعمال sample line تصویر مورد نظر به شکل زیر حاصل خواهد شد.

X



ساخت مقاطع عرضی در مسیر

برای اینکه بتوانیم در طول مسیر، مقاطع عرضی متناسب با Sample lineها را نمایش دهیم باید از section را استفاده کنیم. از نوار ابزار بالای صفحه، تب Sections و سپس گزینه Create Multiple Section Views را انتخاب می کنیم.

| Sec | tions | Pipes | Annotation | Inquiry |
|----------|---------|------------|----------------|---------|
| -5 | Create | sample l | lines | |
| | Create | Section \ | /iew | |
| 1 | Create | Multiple | Section Views. | |
| -> | Edit Sa | ample Lin | es | |
| 1 | Edit Se | ections | | |
| F | Comp | ute Mate | rials | |
| ~ | Create | Mass Ha | ul Diagram | |
| | Add S | ection Vie | w Labels | > |
| | Add T | ables | | > |
| 5 | Gener | ate Volum | ie Report | |

در پنجره باز شده، در قسمت alignment ،Select alignment مورد نظر و در بخش Sample line group مورد نظر و در بخش Sample line ،name

| | Select alignment: | S | ample line group name: |
|--------------------|--|---|---------------------------|
| ion Placement | AlignmentDirection4 | Image: A set of the set of the | 🖞 SL Collection - 3 🛛 🗸 🛋 |
| et Range | Station range | Start: | End: |
| tion Range | Automatic | 0+000.00m | 3+864.89m |
| on Display Options | O User specified: | 0+000.00m | -13 3+864.89m |
| Bands | Section view name: | | |
| tion View Tables | <[Section View Station]> (<[N | lext Counter(C | |
| | | | |
| | Description: | | |
| | Description: | | |
| | Description: | | |
| | Description: Section view layer: C-ROAD-SCTN-VIEW | | |
| | Description: Section view layer: C-ROAD-SCTN-VIEW Section view style: | | |
| | Description: Section view layer: C-ROAD-SCTN-VIEW Section view style: | | |

باقی تب ها را با همان تنظیمات پیشفرض قرار میدهیم.

سپس Create Section Views را انتخاب می کنیم. حالا برای اینکه مقاطع مورد نظر ساخته شود، کافی است روی یک ناحیه خالی کلیک کنیم تا Section View ظاهر شود. تصاویر ظاهر شده از مقطع عرضی را در ادامه مشاهده میکنید.

مقاطع عرضی رسم شده را در سه نوع مختلف خاکبرداری کامل، خاکریزی کامل و خاکریزی و خاکبرداری به صورت مختلط در ادامه آورده ایم.



مقطع عرضي خاكريزي كامل



مقطع عرضي خاكبرداري كامل



مقطع عرضی خاکریزی، خاکبرداری مختلط

6. 5. محاسبه احجام خاکبرداری و خاکریزی

خاکبرداری و خاکریزی از اصلی ترین مراحل ساخت مسیر به شمار میروند. به منظور محاسبه حجم خاکریزی و حجم خاکریزی و حجم خاکریزی و حجم خاکبرداری که نیاز به انجام دارد، مورد استفاده قرار میگیرد. علاوه بر آن برای اینکه حجم دقیق مقدار آسفات رویه و بستر و همچنین لایه اساس و زیر اساس را به دست آوریم، نیاز به محاسبه حجم خاکبرداری و خاکریزی داریم.

برای این بخش، ابتدا باید لایهها را معرفی کنیم. با کلیک کردن بر روی Corridor و انتخاب تب Corridor و معرفی کنیم. لایههای مربوط Properties، پنجرهای باز می شود. در تب Surfaces پنجره باز شده، باید لایهها را معرفی کنیم. لایههای مربوط به corridor

- Top : لایه رو سازی است. لایه سطح آسفالتی که به طور مثال، روی آن رانندگی می کنیم.
- Pave1 و Pave2 : لایههای مربوط آسفالت است که می تواند لایه آسفالت، بیشتر هم باشد.
 - Base : لایه اساس
 - SubBase : لايه زير اساس
- Datum : لایه زیر سازی (سطح طبیعی زمین را زیرسازی می کنند، تا بتوان طراحی مسیر را انجام داد.)

با زدن دکمه Create a corridor surface، یک corridor surface جدید ساخته می شود.

حال در بخش Specify code ، Top را انتخاب می کنیم و علامت + کنار آن بخش را می زنیم تا Top به عنوان یک لایه به برنامه معرفی شود.

| | Add data Data type: | | | Specify code: | | | |
|--|---------------------------------------|---|---|--|------|------|--|
| | 📑 Links | | ~ | Тор | | ~ 4 | |
| me Top Top Top Par Case V Par V Par Case V Par V Sul Sul Sul V Da | p ve1 ve2 se bBase tum | Surface Style Contours 2m an Contours 2m an | Render Material ByLayer (ByLayer (ByLayer (ByLayer (ByLayer (ByLayer (| Pave Pave1 Pave2 Base SubBase Datum Slope_Link Daylight Daylight_Cut Daylight_Fill Bench | None | tion | |
| | | | | | | | |

تمام مراحل بالا را به ترتيب براى Pave1، Pave2، Pave1 و درنهايت Datum انجام مى دهيم.

برای معرفی محدوده هر لاین، به تب Boundaries می رویم. ابتدا روی لایه Top کلیک راست می کنیم. گزینه Add Automatically ادامه داشته Add Automatically ادامه داشته باشد.

| ame | Description | Render N | Mate Definiti | Use Туре |
|---|--|--------------|---|---|
| Corridor exter Add Automat Add Interactiv Add Interactiv Add From Pol Copy value to Copy to clipbo Refresh Sum Datum Corridor Boundary(1 Datum | ts as outer boundary ically ely /gon clipboard bard | ByLa ByLa | Crown Crown_Base Crown_Pave1 Crown_Pave2 Crown_Sub Daylight Daylight_Sub EPS EPS_Base EPS_Pave1 EPS_Pave2 ETW_Base ETW_Pave1 ETW_Pave2 ETW_Sub Hinge | vtside Boundary itside Boundary itside Boundary itside Boundary itside Boundary itside Boundary itside Boundary |

در مرحله بعد روی Pave1 کلیک راست می کنیم. گزینه Add Automatically را انتخاب می کنیم و مشخص می کنیم و مشخص می کنیم که لایه Pave1،تا EPS_Pave1 ادامه داشته باشد. سپس همین مرحله را برای هر کدام از سطوح SubBase ،Base ،Pave2 و درنهایت Datum انجام می دهیم. Boundary مربوط به هر یک از لایه ها، در جدول زیر آورده شده اند.

| تا Daylight | لايه TOP |
|-----------------|--------------|
| تا EPS_Pave1 | Pave 1 لايه |
| تا EPS_Pave2 | Pave 2 لايه |
| تا EPS_Base | لايه base |
| تا Daylight_Sub | لايه SubBase |
| تا Daylight | لايه Datum |

در پنجره باز شده جدید، Rebuild the corridor را انتخاب می کنیم.تا لایههای معرفی شده را به کل مسیر بسط دهد.



برای محاسبه حجم از تب Section گزینه Compute material را انتخاب میکنیم.

| Sec | ctions Pipes Annotation In | quiry |
|-----|-------------------------------|-------|
| -5 | Create Sample Lines | |
| | Create Section View | |
| 1 | Create Multiple Section Views | |
| -> | Edit Sample Lines | |
| 1 | Edit Sections | |
| 20 | Compute Materials | |
| ~ | Create Mass Haul Diagram | |
| | Add Section View Labels | > |
| | Add Tables | > |
| 5 | Generate Volume Report | |

مسير Alignment و مقاطع مورد نظرمان را انتخاب ميكنيم.

| A Select a Sar | nple Line Group | × |
|-------------------|-----------------|------|
| Select alignment | | |
| 😂 Alignment Di | rection4 | ~ |
| Select sample lin | e group: | |
| [-b] SL Collectio | n - 3 | ~ |
| ОК | Cancel | Help |

سپس در قسمت Earthworks گزینه Existing ground را روی سطح مورد بررسی قرار میدهیم و دیتوم را روی دیتوم را روی دیتوم ساخته شده، قسمتهایی که نیاز به خاکریزی را پر کنیم.

حالا برای محاسبه مقدار مواد روسازی و اساس و زیر اساس، دوباره از تب Section گزینه Compute material را انتخاب میکنیم. سپس از گزینه Add new material، نوع داده را روی corridor shape قرار میدهیم و سطح زیر اساس یا sub base را به آن اضافه میکنیم.

| Add new material | Data type: | | | | Select surface: | | | (1) | |
|---------------------------|------------|---------------|------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|--------------|---|
| Add a subcriteria | 🖉 Surface | | | ~ | Surf1 | | | ~ 4 | |
| | | | | | | | | | |
| aterial Name | Condition | Quantity Type | Cut Factor | Fill Factor | Refill Factor | Shape Style | Curve Tolerance | Gap | _ |
| Material List - (1) | | | | | | | ✓ 1.0000 (d) | | |
| حجم عمليات خاكى تا سا 😽 🕂 | | Earthworks | | | | Basic | | | |
| 🔗 Surf1 | Base | | | | | | | | |
| 🔗 Corridor4 Datum | Compare | | | | | | | | |
| لايه زير اساس 😽 🖨 | | Structures | | | | Basic | | | |
| Corridor4 SubBase | Include | | | | | | | | |
| لايه اساس 😽 🖨 | | Structures | | | | Basic | | | |
| Corridor4 Base | Include | | | | | | | | |
| آسفالت بستر (بيندر) 😽 🖨 | | Structures | | | | Basic | | | |
| Corridor4 Pave2 | Include | | | | | | | | |
| آسفالت رویه (توپکا) 🙀 🗄 | | Structures | | | | Basic | | | |
| - 🗄 Corridor4 Pave1 | Include | | | | | | | | |
| ne calculation method: | | | | | | | Import anoth | ner criteria | |

حالا این روند به صورت یک به یک این روند برای هر یک از سطحهای موجود در کوریدور تکرار میکنیم. در نهایت تنظیمات مربوط به شکل زیر حاصل میشود.

| Add new material | | efine material Data type: | | | | Select surface: | | | | |
|---------------------------|-----------|------------------------------|---------------|------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|---|
| Add a subcriteria | | Surface | | | ~ | Surf1 | | | ~ 5 | |
| | | | | | | | | | | |
| laterial Name | Condition | ı | Quantity Type | Cut Factor | Fill Factor | Refill Factor | Shape Style | Curve Tolerance | Gap | |
| Material List - (1) | | | | | | | | ✓ 1.0000 (d) | | 6 |
| حجم عملیات خاکی تا سا 😽 🖃 | | | Earthworks | | | | Basic | | | 6 |
| 🔗 Surf1 | Base | | | | | | | | | |
| Corridor4 Datum | Compare | | | | | | | | | |
| لايه زير اساس 😽 🖃 | | | Structures | | | | Basic | | | [|
| | Include | | | | | | | | | |
| لايه اساس 😽 😑 | | | Structures | | | | Basic | | | 6 |
| Corridor4 Base | Include | | | | | | | | | |
| آسفالت بستر (بیندر) 😽 😑 | | | Structures | | | | Basic | | | [|
| Corridor4 Pave2 | Include | | | | | | | | | |
| آسفالت رویه (توپکا) 😽 📄 | | | Structures | | | | Basic | | | |
| Corridor4 Pave1 | Include | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| wa asla datian wateral | | | | | | | | | | |
| me calculation method: | | | | | | | | Import anoth | er criteria | |

در نهایت با زدن دکمه OK حجم لایههای ذکر شده محاسبه میشود.

دوباره از تب Section، گزینه Generate volume report را انتخاب میکنیم تا گزارش احجام هر یک از این لایهها را به صورت فایل دریافت کنیم.

| Sec | tions | Pipes | Annotation | Inquiry | | | | |
|----------|---------|-------------------------------|------------|---------|--|--|--|--|
| -5 | Create | | | | | | | |
| | Create | Section \ | /iew | | | | | |
| 1 | Create | Create Multiple Section Views | | | | | | |
| -> | Edit Sa | mple Lin | es | | | | | |
| 1 | Edit Se | ctions | | | | | | |
| F | Comp | ute Mater | rials | | | | | |
| ~ | Create | Mass Ha | ul Diagram | | | | | |
| | Add Se | ection Vie | w Labels | > | | | | |
| | Add Ta | bles | | > | | | | |
| 56 | Genera | ite Volum | e Report | | | | | |

گزارش احجام در فولدر فرستاده شده با نام Report-۰۴ موجود است.

| A Report Qua | ntities | × |
|---------------------|------------------|---------|
| Select alignment | : | |
| "_;) AlignmentDi | rection4 | ~ |
| Select sample lin | ie group: | |
| [-b] SL Collectio | n - 3 | ~ |
| Select material lis | st: | |
| Material List - (1 |) | ~ |
| Select a style sh | eet: | |
| C: ProgramDat | a\Autodesk\C3D 2 | 017\ent |
| Display XML r | eport | — |
| ОК | Cancel | Help |

گزینه انتخاب شده را انتخاب میکنیم تا صفحه زیر باز شود. در این عکس فرمت اکسل را انتخاب میکنیم.

| Name Date modified Type Image: Provide the state is a state | |
|---|----------|
| Arrow K A | |
| Mass Haul - Multiple Materials 4/28/2010 8:45 PM XSL St Select Material XSL St Select Material XSL St V Opt | ylesheet |
| Select Material 4/28/2010 8:45 PM XSL St | ylesheet |
| < File name: Select Material Opt | ylesheet |
| < File name: Select Material V Ope | |
| < File name: Select Material V Ope | |
| < File name: Select Material V Ope | |
| < The name: Select Material V Ope | |
| < File name: Select Material V Ope | |
| < Tile name: Select Material V Ope | |
| < File name: Select Material V Ope | |
| < File name: Select Material V Ope | |
| < File name: Select Material V Ope | |
| < File name: Select Material V Ope | |
| File name: Select Material V Ope | 3 |
| File name · Select Material · · Ope | |
| LING HOLING. | |
| | en |

سپس از تب سکشن، گزینه Add table را انتخاب کرده و سپس روی گزینه Material volume کلیک میکنیم.

| Sec | tions | Pipes | Annotation | Inquiry | Win | dow | Express |
|-----|--|------------------------------------|---------------------------------|---------------|--|--|-------------|
| -5 | Create | Sample l | .ines | | or4 | | 1+ |
| | Create Section View Create Multiple Section Views | | | f f Lay | 04- * 1 • | Corridor4 🔹 👻 Make Current 🐔 Match Layer | |
| 4 | Comp Create Add S | ute Mater Mass Ha ection Vie | rials ul Diagram w Labels | , | | | 1 |
| | Add T | ables | | > | m | Total | Volume |
| 56 | Gener | ate Volum | e Report | | | Mate | rial Volume |

سپس گزارش حجم هر یک از این لایهها را در قالب یک جدول به صورت جداگانه ارائه میشود. هر یک از لایـه ها را طبق تصویر زیر انتخاب کرده و جدول احجام را به تفکیک هر لایه میسازیم.

| able style: | | | |
|--|-------------|-------|----|
| Area and Volume | | / 🏹 🕶 | |
| able layer: | | | |
| C-ROAD-SHAP-TABL | | | 44 |
| Select alignment: | | | |
| AlignmentDirection4 | | ~ | + |
| Select sample line group: | | | |
| [==] SL Collection - 3 | | ~ | |
| Select material list: | | | |
| Material List - (1) | | ~ | 1 |
| | | | |
| Select a material: لایه زیر اساس | | ~ | Î |
| Select a material: لايه زير اساس]Split table | | ~ | |
| Select a material: لايه زير اساس] Split table Maximum rows per table: | 2 | 0 | |
| Select a material: لایه زیر اساس Split table Maximum rows per table: Maximum tables per stack: | 2 | 0 | |
| Select a material: لايه زير اساس Split table Maximum rows per table: Maximum tables per stack: Offset: | 2 3 4 | 0 🗘 | |
| Select a material: لایه زیر اساس] Split table Maximum rows per table: Maximum tables per stack: Offset: Tile tables | 2 3 4 | 00 📫 | |
| Select a material: الایه زیر اساس Split table Maximum rows per table: Maximum tables per stack: Offset: Tile tables Across | 2 3 4 | 0 📫 | |
| Select a material: الایه زیر اساس Split table Maximum rows per table: Maximum tables per stack: Offset: Tile tables Across O Down Behavior | 2 3 4 | 0 🗘 | |
| Select a material: الایه زیر اساس Split table Maximum rows per table: Maximum tables per stack: Offset: Tile tables Across O Down Behavior Reactivity mode: | 2 3 4 | 0 - | |
| Select a material: لايه زير اساس Split table Maximum rows per table: Maximum tables per stack: Offset: Tile tables Across O Down Behavior Reactivity mode: O Static O Dynami | 2 3 4 | 0 🗘 | |

| able style: | | |
|---|---------|----|
| Area and Volume | ~ 🔽 🗸 | |
| able layer: | | |
| C-ROAD-SHAP-TABL | | E |
| Select alignment: | | |
| Alignment Direction4 | ~ | L2 |
| Select sample line group: | | |
| [-b] SL Collection - 3 | ~ | ŝ |
| Select material list: | | |
| Material List - (1) | | ~ |
| لايه زير اساس لايه زير اساس لايه اير اساس | | - |
| آسفالت بستر (بیندر) آسفالت رویه (تویکا) | | |
| Maximum tables per stack: | 3 | * |
| | 40.00mm | |
| Offset: | | |
| Offset: Tile tables | | |
| Offset: Tile tables Across | | |
| Offset: Tile tables Across O Down Behavior | | |
| Offset: Tile tables Across Down Behavior Reactivity mode: | 1 | |

گزارش ذکر شده، به صورت زیر نمایش داده شده است. لازم به ذکر است که این فایل نیز به صورت با کیفیت تر در فولدر ارائه شده با نام tables.pdf موجود است.

در مرحله بعد گزینه Total volume را انتخاب میکنیم تا گزارش احجام عملیات خاکریزی و خاکبرداری را مشاهده کنیم.

| Sec | ctions | Pipes | Annotation | Inquiry | Windo | w | Express | |
|---|-----------------------------|--------------------------------|------------------------------|---------|-------------|-------------|---------------------------------|----------------|
| -5 | Create | Sample I | .ines | | | | | |
| 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 | Create Create Edit Sa | Section \ Multiple Multiple | /iew Section Views. es | | ∎ * * | V-N(| DDE Make Curre Match Laye | ₹ ent er |
| 1 | Edit Se | ections | | | Layer | 's - | | |
| ₽ ◆ | Comp Create | ute Mater Mass Ha | ʻials ul Diagram | | | | | |
| | Add S | ection Vie | w Labels | > | | | | <u> </u> |
| | Add Ta | ables | | > | T | otal V | olume | |
| 56 | Gener | ate Volum | e Report | | | /lateri | al Volume | |

با استفاده از تنظیمات زیر، گزارش احجام را دریافت میکنیم.

| able style. | | | _ |
|------------------------------|------|--------|---|
| Cut and Fill | | ~ 🎝 | • |
| able layer: | | | |
| C-ROAD-SHAP-TABL | | | ž |
| Select alignment: | | | |
| Alignment Direction4 | | ~ | |
| Select sample line group: | | | |
| | | ~ | |
| | | | |
| Select material list: | | | |
| Material List - (1) | | | ~ |
| Split table | | | |
| Maximum rows per table: | | 20 | * |
| Maximum tables per stack: | | 3 | * |
| Offset: | | 40.00m | m |
| Tile tables | | | |
| Across O | lown | | |
| | | | |
| Behavior | | | |
| Behavior Reactivity mode: | | | |

6. 6. مقایسه احجام عملیات خاکی مسیر های طراحی شده

در ادامه، جدولی را برای مقایسه هر یک از مسیر های طراحی شده آورده ایم. در جدول زیر به حجم کل خاکریزی، حجم کل خاکبرداری، طول مسیر و حجم هر یک از لایه های اساس، زیر اساس، آسفالت بستر و آسفالت رویه اشاره شد.

| گزارش احجام مسیر های مختلف | | | | | | | |
|----------------------------|-------------|---------------|-----------|----------------|-------------------------------|-----------------------------|------|
| آسفالت رويه | آسفالت بستر | لايه زير اساس | لايه اساس | طول مسير (متر) | مجموع خاکبرداری (متر مکعب) | مجموع خاکریزی (متر مکعب) | مسير |
| 989.41 | 1011.29 | 14893.42 | 4258.91 | 4404.323 | 133854.26 | 19824.19 | 3% |
| 1391.36 | 5330.44 | 17467.41 | 7526.92 | 3864.888 | 76406.2 | 36409.8 | 4% |
| 1307.23 | 5009.48 | 18428.26 | 7075.55 | 3631.182 | 56736.72 | 37386.01 | 5% |

| Station: 3+550.000 | | | | |
|--------------------|-----------------------------------|-------|--------|----------|
| | (Cut)حجم عملیات خاکی تا ساب گرید | 0.00 | 42.07 | 56537.29 |
| | (Fill)حجم عملیات خاکی تا ساب گرید | 3.21 | 50.25 | 36758.39 |
| | لايه زيراساس | 5.12 | 160.56 | 18042.39 |
| | لايه اساس | 1.92 | 59.49 | 6917.88 |
| | أسفالت بستر (بيندر) | 1.37 | 42.44 | 4897.66 |
| | آسفالت رویه(تویکا) | 0.36 | 11.15 | 1278.00 |
| Station: 3+600.000 | | | - | |
| | (Cut)حجم عملیات خاکی تا ساب گرید | 0.00 | 0.01 | 56537.30 |
| | (Fill)حجم عملیات خاکی تا ساب گرید | 13.49 | 417.36 | 37175.75 |
| | لابه زیراساس | 4.61 | 243.04 | 18285.43 |
| | لايه اساس | 1.95 | 96.73 | 7014.61 |
| | آسفالت بستر (بیندر) | 1.38 | 68.74 | 4966.40 |
| | آسفالت رویه(تویکا) | 0.36 | 18.00 | 1296.00 |
| Station: 3+631.182 | | • | | |
| | (Cut)حجم عملیات خاکی تا ساب گرید | 12.79 | 199.41 | 56736.72 |
| | (Fill)حجم عملیات خاکی نا ساب گرید | 0.00 | 210.26 | 37386.01 |
| | لايه زيراساس | 4.56 | 142.83 | 18428.26 |
| | لايه اساس | 1.96 | 60.93 | 7075.55 |
| | أسفالت بستر(بيندر) | 1.38 | 43.07 | 5009.48 |
| | أسفالت رويه(تويكا) | 0.36 | 11.23 | 1307.23 |

| Station: 3+800.000 | | • | • | • |
|--------------------|-----------------------------------|-------|--------|----------|
| | (Cut)حجم عملیات خاکی تا ساب گرید | 13.95 | 931.23 | 75555.97 |
| | (Fill)حجم عملیات خاکی تا ساب گرید | 0.00 | 0.00 | 36409.80 |
| | لایه زیر اساس | 4.56 | 227.79 | 17171.80 |
| | لايه اساس | 1.96 | 97.82 | 7399.97 |
| | أسفالت بستر (بيندر) | 1.38 | 69.11 | 5240.76 |
| | أسفالت رويه (نويكا) | 0.36 | 18.00 | 1368.00 |
| Station: 3+850.000 | | | | |
| | (Cut)حجم عملیات خاکی نا ساب گرید | 11.43 | 634.53 | 76190.50 |
| | (Fill)حجم عملیات خاکی تا ساب گرید | 0.00 | 0.00 | 36409.80 |
| | لایه زیر اساس | 4.56 | 227.79 | 17399.59 |
| | لايه اساس | 1.96 | 97.82 | 7497.79 |
| | أسفالت بستر (بيندر) | 1.38 | 69.11 | 5309.86 |
| | أسفالت رويه (نويكا) | 0.36 | 18.00 | 1386.00 |
| Station: 3+864.888 | | | | - |
| | (Cut)حجم عملیات خاکی تا ساب گرید | 17.54 | 215.69 | 76406.20 |
| | (Fill)حجم عملیات خاکی تا ساب گرید | 0.00 | 0.00 | 36409.80 |
| | لایه زیر اساس | 4.56 | 67.83 | 17467.41 |
| | لايه اساس | 1.96 | 29.13 | 7526.92 |
| | آسفالت بستر (بېندر) | 1.38 | 20.58 | 5330.44 |
| | أسفالت رويه (تويكا) | 0.36 | 5.36 | 1391.36 |

گزارش احجام چند ایستگاه آخر برای مسیر ۴ درصد

| | | | - | |
|--------------------|-----------------|------|-------|-----------|
| Station: 4+380.000 |) | | | |
| | earthwork(Cut) | 0.00 | 6.80 | 133744.54 |
| | earthwork(Fill) | 0.00 | 14.92 | 19824.19 |
| | topika | 0.00 | 2.76 | 985.46 |
| | bynder | 0.00 | 2.82 | 1007.26 |
| | base | 0.00 | 11.90 | 4247.01 |
| | sub base | 0.00 | 41.70 | 14833.69 |
| Station: 4+400.000 |) | | | |
| | earthwork(Cut) | 7.62 | 76.15 | 133820.69 |
| | earthwork(Fill) | 0.00 | 0.00 | 19824.19 |
| | topika | 0.28 | 2.76 | 988.21 |
| | bynder | 0.28 | 2.82 | 1010.08 |
| | base | 1.19 | 11.90 | 4258.91 |
| | sub base | 4.17 | 41.70 | 14875.39 |
| Station: 4+404.323 | | | | |
| | earthwork(Cut) | 7.92 | 33.57 | 133854.26 |
| | earthwork(Fill) | 0.00 | 0.00 | 19824.19 |
| | topika | 0.28 | 1.19 | 989.41 |
| | bynder | 0.28 | 1.22 | 1011.29 |
| | base | 1.19 | 5.14 | 4264.05 |

گزارش احجام چند ایستگاه آخر برای مسیر ۳ درصد

در طراحی مسیر های بالا، سعی شد تا اولا مقدار خاکبرداری و خاکریزی به مناسب ترین حالت ممکن در بیایـد. یعنی به روش حداقلی دربیاید. در ادامه سعی شد در صورت امکان تعادل میـان مقـدار خـاکریزی و خـاکبرداری برقرار شود. در ادامه نیز سعی شد تا در صورت امکان مقدار خـاکبرداری بیشـتر از خـاکریزی تعیـین شـود. زیـرا خاکریزی نیاز به مصالح بیشتری دارد و امکان دارد هزینه را بالاتر ببرد.

در نهایت گزارش احجام مربوط به چند سکشن آخر هر یک از مسیر ها در ادامه آورده شده است.