



دانشگاه تهران  
پردیس دانشکده های فنی  
دانشکده مهندسی نقشه برداری و  
اطلاعات مکانی



## گزارش جامع پروژه راهسازی

گروه ۳

سهند صبحی  
رعناء اسماعیلی  
حسن رضوان  
محمد حاج یوسفی

استاد:

عباس عابدینی  
یوسف کنعانی سادات

نیمسال دوم سال تحصیلی ۱۴۰۰-۱۳۹۹

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

## فهرست مطالب

۱	فصل ۱: مقدمه و معرفی پژوهش
۱	۱-۱- مقدمه
۲	۱-۲- مراحل طراحی راه
۲	۱-۳- مطالعات فاز اول
۵	۱-۴- مطالعات فاز دوم راه
۶	۱-۵- مراحل تهیهی نقشه
۶	۱-۶- مطالعات فاز سوم
۷	۱-۷- طبقه بندی راه ها
۸	۱-۸- طبقه بندی راه براساس پستی و بلندی منطقه
۹	۱-۹- ساختار گزارش پژوهش
۱۰	فصل ۲: مطالعات فاز صفر
۱۰	۲-۱- مقدمه
۱۱	۲-۲- مهمترین مطالعات و بررسی های لازم در فاز صفر پژوهش
۱۳	۲-۲-۱- چند نکته مهم
۱۴	۲-۲-۲- دسترسی ها
۱۴	۲-۲-۳- مجاورت ها
۱۴	۲-۲-۴- پتانسیل ها
۱۵	۲-۲-۵- اقلیم

۱۵.....	۲-۳-۲- توضیحاتی در مورد شهر نیشابور، شرایط جغرافیایی، اقلیمی و اقتصادی آنها
۱۷.....	۲-۳-۲- تاریخچه شهرستان نیشابور
۱۸.....	۲-۳-۳- ساقه سکونت و فرهنگ
۱۹.....	۲-۳-۴- وسعت شهرستان نیشابور
۲۰.....	۲-۳-۵- تقسیمات سیاسی شهرستان نیشابور
۲۰.....	۲-۳-۶- سوغات نیشابور
۲۱.....	۲-۳-۷- صنایع دستی
۲۲.....	۲-۳-۸- مکان های دینی شهرستان نیشابور
۲۶.....	۲-۳-۹- زبان
۲۶.....	۲-۳-۱۰- جمعیت
۲۷.....	۲-۳-۱۱- فرهنگ
۲۷.....	۲-۳-۱۲- تاریخچه فضای علمی نیشابور
۲۹.....	۲-۳-۱۳- اقلیم و آب و هوای نیشابور
۳۰.....	۲-۳-۱۴- زمین شناسی نیشابور
۳۲.....	۲-۳-۱۵- جغرافیای طبیعی
۳۳.....	۲-۳-۱۶- بارندگی در نیشابور
۳۵.....	۲-۳-۱۷- منابع آب نیشابور
۳۹.....	۲-۳-۱۸- خاک و پوشش گیاهی
۴۳.....	۲-۳-۱۹- دمای نیشابور
۴۴.....	۲-۳-۲۰- تبخیر در نیشابور
۴۵.....	۲-۳-۲۱- کشاورزی و دامپروری در نیشابور

۴۷	..... ۲-۳-۲۲- حمل و نقل در نیشابور
۴۸	..... ۲-۴- توضیحاتی در مورد شهر سبزوار، شرایط جغرافیایی، اقلیمی و اقتصادی آنها
۵۰	..... ۲-۴-۲- موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های طبیعی
۵۰	..... ۲-۴-۳- گویش و لهجه سبزواری
۵۱	..... ۲-۴-۴- جمعیت
۵۱	..... ۲-۴-۵- جاذبه‌های تاریخی
۵۳	..... ۲-۴-۶- حمل و نقل
۵۳	..... ۲-۴-۷- حمل و نقل درون‌شهری
۵۴	..... ۲-۴-۸- حمل و نقل برون‌شهری
۵۵	..... ۲-۴-۹- سوغات سبزوار
۵۵	..... ۲-۴-۱۰- صنایع دستی سبزوار
۵۷	..... ۲-۴-۱۱- گردشگری سبزوار
۵۸	..... ۲-۴-۱۲- شاخص‌های اقلیمی منطقه سبزوار
۵۹	..... ۲-۴-۱۳- منابع آبی سبزوار
۶۱	..... ۲-۴-۱۴- پوشش گیاهی سبزوار
۶۲	..... ۲-۴-۱۵- وضعیت اقتصادی سبزوار
۶۳	..... ۲-۴-۱۶- بزرگراه نیشابور سبزوار
۶۴	..... ۲-۵-۱- توجیه فنی و اقتصادی
۶۸	..... ۲-۵-۲- مشخصات مسیرها
۷۱	..... ۲-۵-۳- برآورد هزینه‌ی ساخت راه
۸۶	..... ۲-۵-۴- هزینه‌ی سوخت
۸۸	..... ۲-۵-۵- هزینه زمان سفر

۸۹	۶-۵-۲- عوارض مسیرها و میزان درآمد
۹۸	۷-۵-۲- انتخاب مسیر
۱۰۱	۸-۵-۲- نتیجه گیری
۱۰۲	<b>فصل ۳: مطالعات ترافیک</b>
۱۰۲	۱- ۳- چرا محاسبات ترافیک در راهسازی حائز اهمیت است؟
۱۰۲	۲- ۳- مبنای محاسبات ترافیک چیست؟
۱۰۶	۳- ۳- مراحل انجام محاسبات ترافیک مربوط به پروژه نیشابور- سبزوار
۱۱۰	۲- ۳-۳- فایل اکسل محاسبه شده میزان مجموع سواری معادل و AADT برای محور سبزوار- نیشابور به تفکیک سال
۱۱۵	۳- ۳-۳- فایل اکسل محاسبه شده میزان مجموع سواری معادل و AADT برای محور نیشابور- سبزوار به تفکیک سال
۱۲۰	۴- ۳-۳- ادامه محاسبات ترافیک مربوط به پروژه و بدست آوردن تعداد خط عبوری هر محور
۱۲۹	<b>فصل ۴: مطالعات روپاره</b>
۱۲۹	۱- ۴- مقدمه
۱۳۱	۲- ۴- انواع روپاره
۱۳۳	۳- ۴- عوامل موثر در طرح روپاره
۱۳۶	۴- ۴- لایه های روپاره و خواص کلی آنها
۱۳۷	۵- ۴- نشانه خدمت دهی و عملکرد روپاره
۱۴۰	۶- ۴- بستر روپاره
۱۴۱	۷- ۴- ۶- آماده سازی بستر روپاره
۱۴۳	۷- ۴- ۷- زیر اساس
۱۴۶	۸- ۴- ۷-۲- انواع متداول زیر اساس

۱۴۶	۳-۷-۴- مشخصات فنی و اجرای انواع زیراساس
۱۵۰	۸-۴- اساس
۱۵۰	۱-۸-۴- انواع اساس و اجرای آنها در روسازی
۱۵۴	۲-۸-۴- آب پاشی
۱۵۴	۳-۸-۴- آزمایش کنترل کوبیدگی (بارگذاری صفحه)
۱۵۵	۹-۴- قشر های آسفالتی
۱۵۷	۱۰-۴- آزمایش سی بی آر ( CBR California Bearing Ratio )
۱۵۸	۱۱-۴- نحوه محاسبات آزمایش CBR پروژه راهسازی
۱۶۱	۱۲-۴- محاسبات ضریب بار هم ارز
۱۷۸	فصل ۵: طراحی آنالوگ راه و تعیین پارامترهای مربوط به آن
۱۷۸	۱-۵- ترکیب شیت های مختلف نقشه
۱۸۰	۲-۵- طراحی آنالوگ
۱۸۲	۲-۵-۵- طراحی آنالوگ مسیر ۴ درصد
۱۸۳	۳-۵-۵- طراحی آنالوگ مسیر ۶ درصد
۱۸۵	۳-۵- تصاویر دو واریانت در Google Earth
۱۸۷	فصل ۶: طراحی رقومی راه
۱۸۷	۱-۶- شروع طراحی رقومی
۱۹۲	۲-۶- ایجاد TIN
۱۹۴	۳-۶- ایجاد DEM
۱۹۷	۲-۳-۶- وارد کردن نقاط ابتدا و انتها مسیر
۱۹۸	۴-۶- ایجاد نقشه slope

۱۰۰	۶-۵- پیدا کردن مسیر رقومی بدون نقطه میانی بین نقطه مبدا و مقصد.....
۲۰۴	۶-۵-۲- نحوه جلوگیری از قرار گرفتن مسیر پیشنهادی برنامه در بستر رودخانه.....
۲۰۹	۶-۵-۳- بدست آوردن مسیر بین نقطه مبدا و مقصد خارج از بستر رودخانه.....
۲۱۰	۶-۵-۴- پیدا کردن مسیر رقومی با نقطه میانی بین نقطه مبدا و مقصد.....
۲۱۹	۶-۵-۶- نمایش دو واریانت رقومی طراحی شده در گوگل ارث.....
۲۲۰	۶-۷- ایجاد نقشه hillshade.....
۲۲۵	۶-۸- نمایش ۴ واریانت طراحی شده در محیط سه بعدی آرک سین.....
۲۲۷	۶-۹- نمایش ۴ واریانت طراحی شده در محیط سه بعدی گوگل ارث.....
۲۳۰	۷- فصل ۷: ترسیم خط پروژه، حجم عملیات خاکی و تعیین پارامترهای مربوط به آنها.....
۲۳۰	۷-۱- ترسیم خط پروژه.....
۲۳۴	۷-۲- ساخت اسمبلی.....
۲۳۸	۷-۳- اعمال بریندی.....
۲۴۳	۷-۴- کریدور.....
۲۴۶	۷-۵- سمپل لاین ها.....
۲۴۷	۷-۶- محاسبات حجم خاک.....
۲۵۰	۷-۶-۲- گزارش های حجم عملیات خاکی.....
۲۵۹	۷-۶-۳- محاسبه حجم خاک به روش تفکیک مصالح.....
۲۶۳	۷-۷- ترسیم مقاطع عرضی (Section Views).....
۲۶۴	۸- فصل ۸: مطالعات هیدرولوژی.....
۲۶۴	۸-۱- مقدمه.....
۲۶۴	۸-۱-۱- هیدرولوژی چیست؟.....

۲۶۴	۸-۱-۲- چرخه هیدرولوژی
۲۶۵	۸-۱-۳- کاربردهای هیدرولوژی
۲۶۶	۸-۱-۴- کاربرد و اهداف هیدرولوژی در راهسازی.
۲۶۷	۸-۲- بررسی اطلاعات مورد نیاز از ایستگاه های هواشناسی منطقه
۲۶۸	۸-۳- بارش و مشخصات آن
۲۶۹	۸-۳-۱- شدت بارش و نحوه اندازه گیری و نمایش
۲۷۰	۸-۴- حوضه آبریز
۲۷۱	۸-۴-۱- نحوه تعیین حوضه آبریز و استخراج مشخصات آن
۲۷۲	۸-۴-۲- محیط حوضه
۲۷۳	۸-۴-۳- شبیه متوسط حوضه
۲۷۴	۸-۴-۴- زمان تمرکز
۲۷۵	۸-۴-۵- مشخصات رواناب
۲۷۶	۸-۴-۶- دبی حداکثر
۲۷۷	۸-۴-۷- تغییرات زمانی دبی (هیدروگراف)
۲۷۸	۸-۴-۸- رابطه دبی- اشل(تراز)
۲۷۹	۸-۴-۹- حجم کل رواناب
۲۸۰	۸-۴-۱۰- فراوانی وقوع
۲۸۱	۸-۴-۱۱- دوره بازگشت
۲۸۲	۸-۴-۱۲- تاثیر مشخصات حوضه آبریز بر میزان رواناب
۲۸۳	۸-۴-۱۳- مساحت حوضه
۲۸۴	۸-۴-۱۴- شبیه حوضه
۲۸۵	۸-۴-۱۵- زبری هیدرولیکی

۲۸۰	.....-۱۶-۴-۸- ذخیره
۲۸۱	.....-۱۷-۴-۸- تراکم شبکه زهکشی حوضه
۲۸۱	.....-۱۸-۴-۸- طول آبراهه
۲۸۲	.....-۱۹-۴-۸- بررسی نوع پوشش گیاهی، کاربری اراضی، جنس بستر و خاک حوضه
۲۸۴	.....-۵-۸- مراحل محاسبات برای بدست آوردن بارش ۲۵ ساله
۲۸۶	.....-۲-۵-۸- استفاده از احتمال ویبول برای بارش و بدست آوردن بارش ۲۵ ساله
۲۹۷	.....-۶-۸- مشخص کردن و به دست آوردن حوضه ها آبریز منطقه با استفاده از برنامه Arcgis
۳۰۰	.....-۷-۸- پردازش Fil Sinks
۳۰۱	.....-۸-۸- پردازش Flow Direction
۳۰۳	.....-۹-۸- پردازش Flow Accumulation
۳۰۴	.....-۱۰-۸- پردازش Stream Definition
۳۰۶	.....-۱۱-۸- پردازش Stream Segmentation
۳۰۸	.....-۱۲-۸- پردازش Catchment Grid Delineation
۳۰۹	.....-۱۳-۸- پردازش Catchment Polygon Processing
۳۱۰	.....-۱۴-۸- پردازش Drainage Line Processing
۳۱۲	.....-۱۵-۸- پردازش Adjoint Catchment Processing
۳۱۴	.....-۱۶-۸- پردازش Slope در Arc hydro
۳۱۵	.....-۱۷-۸- نمایش منطقه در Arcscene
۳۱۶	.....-۱۸-۸- مشخص کردن نقاط اولیه احداث پل
۳۱۹	.....-۲-۱۸-۸- چک خروجی ها بدست آمده با تصویر رزولوشن بالا
۳۲۱	.....-۳-۱۸-۸- تعیین نقاط Batch point

۳۲۴	- اصلاح نهایی پل ها و حوضه ها بدست آمده و به دست آوردن پارامترهای لازم برای محاسبات	۸-۱۹
۳۳۹	- پارامترهای لازم برای محاسبات بدست آمده از برنامه	۸-۲۰
۳۴۰	- انتقال اطلاعات لازم از برنامه ARCGIS به برنامه اکسل برای انجام محاسبات	۸-۲۱
۳۴۲	- انواع روش محاسبه زمان تمرکز	۸-۲۲
۳۴۳	- ۸-۲۲-۱ شاخص CN و جدول بدست آوردن آن	
۳۴۶	- ۸-۲۳ انواع هیدرولوژیکی خاک	
۳۴۷	- ۸-۲۴ محاسبه و مشخص کردن عدد CN برای حوضه ها با استفاده از نقشه پوشش کاربری ایران	
۳۵۴	- ۸-۲۵ محاسبه زمان تمرکز	
۳۵۶	- ۸-۲۶ محاسبه زمان پیک سیلاب	
۳۵۸	- ۸-۲۷ محاسبه حداکثر نگهداشت سطحی	
۳۶۰	- ۸-۲۸ محاسبه رواناب	
۳۶۴	- ۸-۲۹ محاسبه حداکثر دبی سیلاب	
۳۶۶	- ۸-۳۰ تعیین سطح مقطع مورد نیاز جهت عبور آب به روش مانینگ	
۳۶۷	- ۸-۳۰-۱ تعیین ضریب زبری مانینگ (n)	
۳۶۸	- ۸-۳۱ تعیین مجموع دهانه پل ها برای حوضه (b)	
۳۶۹	- ۸-۳۲ تعیین مقدار شیب طولی مسیل در محل کanal (S)	
۳۷۰	- ۸-۳۳ بدست آوردن ارتفاع آب در زمان پیک سیلاب (y)	
۳۷۲	- ۸-۳۴ محاسبات مربوط به افزار پل ها مربوط به هر حوضه و بدست آوردن ارتفاع بالادست و خط پروژه و پایین دست	
۳۷۷	- ۸-۳۵ پل های بدست آمده برای تمام حوضه ها به همراه اطلاعات آن ها	
۳۹۲	- ۸-۳۶ حوضه ها و پل ها بدست آمده از منطقه در Arcscene	

۳۹۴	۸-۳۷- حوضه ها و پل ها بدست آمده از منطقه در گوگل ارث.....
۴۰۰	فصل ۹: مطالعات زمین شناسی مسیر.....
۴۰۰	۹-۱- مقدمه.....
۴۰۰	۹-۲- استفاده از تصاویر ماهواره ای و هوایی به منظور تهیه نقشه زمین شناسی.....
۴۰۱	۹-۳- انواع راه تهیه نقشه های زمین شناسی.....
۴۰۱	۹-۴- وارد کردن مسیر مورد نظر به برنامه Arcgis.....
۴۱۰	۹-۵- مشخص کردن جنس بستر مسیر.....
۴۱۴	۹-۶- پایدار سازی دامنه ها.....
۴۱۴	۹-۶-۱- مهم ترین عوامل موثر بر ناپایداری دامنه ها.....
۴۱۶	۹-۶-۲- طبقه بندی گسیختگی دامنه ای.....
۴۱۷	۹-۶-۳- روش های پایدار سازی دامنه ها.....
۴۱۹	۹-۶-۴- روش های ترمیم و پیشگیری از گسیختگی.....
۴۲۱	۹-۶-۵- پایدار سازی دامنه ها مربوط به مسیر.....
۴۲۴	۹-۶-۶- پیشنهادات پایدار سازی دامنه اول.....
۴۲۸	۹-۶-۷- پیشنهادات پایدار سازی دامنه دوم.....
۴۳۲	۹-۶-۸- پیشنهادات پایدار سازی دامنه سوم.....
۴۳۶	فصل ۱۰: پروژه های تکمیلی.....
۴۳۶	۱۰-۱- پروژه ای اختیاری ۱ (محاسبه ای دامنه های آفتتابگیر).....
۴۴۳	۱۰-۲- پروژه ای اختیاری ۲ (نمایش سه بعدی کریدور ساخته شده با شیب خط پروژه روی DEM در محیط Arcscene).....
۴۵۱	۱۰-۳- پروژه ای اختیاری ۳ (تهیه ای نقشه ای زمین شناسی با طبقه بندی ماهواره ای).....

۱۰-۳-۱- نحوه دانلود تصاویر ماهواره ای برای پروژه مورد نیاز.....	۴۵۱
۱۰-۳-۲- باز کردن باندها تصاویر ماهواره ای لندست در برنامه ENVI و نام گذاری باندها .....	۴۵۵
۱۰-۳-۳- تبدیل مقادیر Reflectance (Digital number)DN ..... تصاویر ماهواره ای به	۴۵۷
۱۰-۳-۴- ترکیب باندها تصویر ماهواره ای به صورت یک عکس ترکیبی نهایی چند باند (layer stacking)	
	۴۶۱
۱۰-۳-۵- بریدن محدوده منطقه ای پروژه خود از تصویر بزرگ ماهواره ای لندست.....	۴۶۵
۱۰-۳-۶- معرفی نمونه ها آموزشی در تصویر ماهواره ای به برنامه ENVI	۴۶۷
۱۰-۳-۷- انجام طبقه بندی نظارت شده با استفاده از نمونه ها آموزشی در برنامه ENVI	۴۷۲
۱۰-۳-۸- تصویر نهایی خروجی طبقه بندی شده منطقه از لحاظ زمین شناسی.....	۴۷۴

## فهرست اشکال

شکل (۱-۱) تصویر واریانت در گوگل ارث.....	۳
شکل (۱-۲) نمایش واریانت بر روی مدل ارتفاعی و حوزه های هیدرولوژی منطقه .....	۳
شکل (۱-۳) نمایش واریانت بر روی نقشه زمین شناسی.....	۴
شکل (۱-۴) نمایش واریانت بر روی نقشه منحنی میزان به همراه دایر آن.....	۴
شکل (۱-۵) مدل ارتفاعی سه بعدی منطقه .....	۵
شکل (۱-۶) تقسیم بندی استان خراسان رضوی .....	۱۶
شکل (۲-۱) موقعیت شهر نیشابور در گوگل ارث.....	۱۷
شکل (۲-۲) دورنمای شهر نیشابور .....	۲۰
شکل (۲-۳) مسجد جامع نیشابور .....	۲۳
شکل (۲-۴) آرامگاه عطار .....	۲۴
شکل (۲-۵) آرامگاه کمال الملک .....	۲۴
شکل (۲-۶) افلک نمای خیام .....	۲۵
شکل (۲-۷) آرامگاه خیام .....	۲۶
شکل (۲-۸) پراکنش بارندگی حوضه‌ی نیشابور .....	۳۴
شکل (۲-۹) منحنی امپروترمیک نیشابور.....	۳۵
شکل (۱۱-۱) موقعیت حوضه آبریز نیشابور در استان خراسان رضوی .....	۳۶
شکل (۱۲-۱) آبنمود دشت نیشابور .....	۳۸
شکل (۱۲-۲) تیپ های خاکی حوضه آبریز نیشابور .....	۴۱
شکل (۱۴-۱) کاربری اراضی حوضه آبریز نیشابور در سال ۱۳۹۹ .....	۴۳
شکل (۲-۱۵) نقشه‌ی تبخیر .....	۴۵
شکل (۱۶-۱) شهر سبزوار .....	۴۹
شکل (۱۷-۱) شهر سبزوار در گوگل ارث .....	۴۹
شکل (۱۸-۱) صنایع دستی سبزوار .....	۵۷
شکل (۲-۱۹) جاذبه‌های گردشگری سبزوار .....	۵۸
شکل (۲۰-۱) نقشه‌ی پوشش گیاهی سبزوار .....	۶۲
شکل (۲۱-۱) بزرگراه سبزوار نیشابور .....	۶۳
شکل (۲۲-۱) اهداف الگوی توجیه فنی و اقتصادی .....	۶۶
شکل (۲۳-۱) نمودار میزان عوارض دریافتی .....	۹۶
شکل (۲۴-۱) نمودار برآش داده شده‌ی عوارض دیافت شده طی ۸ سال .....	۹۶
شکل (۲۵-۱) نمودار سرمایه‌گذاری زمان در اقتصاد مهندسی .....	۱۰۰

شکل (۱-۳) دانلود داده های ترافیک	۱۰۶
شکل (۲-۳) خط برآذش داده شده به محور نیشاپور-سبزوار	۱۲۲
شکل (۳-۳) خط برآذش داده شده به محور سبزوار-نیشاپور	۱۲۲
شکل (۴-۳) مقطع تیپ عرضی حاصل از محاسبات ترافیک	۱۲۷
شکل (۵-۳) خط برآذش داده شده به محور نیشاپور-سبزوار برای سال ۹۸ تا ۹۳	۱۲۸
شکل (۱-۴) تاثیر روسازی	۱۳۰
شکل (۲-۴) تنش های کششی و فشاری در روسازی	۱۳۱
شکل (۳-۴) نمودار نشانه‌ی خدمت دهی بر حسب زمان	۱۳۵
شکل (۴-۴) اجزای روسازی مسیر	۱۴۵
شکل (۵-۴) مقطع تیپ عرضی مسیر	۱۵۶
شکل (۶-۴) نمودار CBR	۱۵۹
شکل (۷-۴) درصد تعداد نمونه‌ها با سی بی آر بزرگتر یا مساوی از	۱۶۰
شکل (۸-۴) محاسبه‌ی ضریب برجهندگی	۱۷۰
شکل (۹-۴) کد مطلب نوشته شده برای محاسبات روسازی	۱۷۳
شکل (۱۰-۴) خروجی حاصل از کد مطلب نوشته شده برای محاسبات روسازی	۱۷۳
شکل (۱۱-۴) دیاگرام رسم شده و عدد های SN بدست آمده	۱۷۴
شکل (۱۲-۴) لایه‌های روسازی	۱۷۵
شکل (۱۳-۴) مقطع تیپ عرضی مسیر	۱۷۷
شکل (۱۴-۴) ضخامت‌های لایه‌های مختلف مسیر در مقطع تیپ عرضی	۱۷۷
شکل (۱-۵) نحوه‌ی merge کردن شیت‌های نقشه	۱۷۸
شکل (۲-۵) نحوه‌ی merge کردن شیت‌های مختلف نقشه	۱۷۹
شکل (۳-۵) شیت‌های ترکیب شده	۱۷۹
شکل (۴-۵) متوسط شیب منطقه	۱۸۰
شکل (۵-۵) دایره‌های مسیر ۴ درصد	۱۸۲
شکل (۶-۵) مسیر خط شکسته‌ی ۴ درصد	۱۸۲
شکل (۷-۵) مسیر برآذش داده شده‌ی ۴ درصد	۱۸۳
شکل (۸-۵) مسیر نهایی ۴ درصد در مدل ارتفاعی	۱۸۳
شکل (۹-۵) دایره‌های مسیر ۶ درصد	۱۸۴
شکل (۱۰-۵) مسیر خط شکسته‌ی ۶ درصد	۱۸۴
شکل (۱۱-۵) مسیر برآذش داده شده‌ی ۶ درصد	۱۸۴
شکل (۱۲-۵) مسیر نهایی ۶ درصد در مدل ارتفاعی	۱۸۵
شکل (۱۳-۵) تصویر واریانت ۴ درصد در گوگل ارث	۱۸۵

..... شکل (۱۴-۵) تصویر واریانت ۶ درصد در گوگل ارث	۱۸۶
..... شکل (۱-۶) وارد کردن خروجی های microstation در آرک	۱۸۷
..... شکل (۶-۲) ابزار identify	۱۸۸
..... شکل (۳-۶) جدا کردن لایه های مورد نظر	۱۸۸
..... شکل (۶-۴) خروجی گرفتن داده ها	۱۸۹
..... شکل (۵-۶) سیمبولوژی لایه کانتور ها	۱۸۹
..... شکل (۶-۶) کانتورها در gis	۱۹۰
..... شکل (۷-۶) لایه رودخانه در gis	۱۹۰
..... شکل (۸-۶) لایه رودخانه و کانتور همزمان در gis	۱۹۱
..... شکل (۹-۶) اطلاعات توصیفی کانتور از کم به زیاد	۱۹۱
..... شکل (۱۰-۶) اطلاعات توصیفی کانتور از زیاد به کم	۱۹۲
..... شکل (۱۱-۶) دستور ساخت TIN	۱۹۲
..... شکل (۱۲-۶) تکمیل پنجره دستور ساخت TIN	۱۹۳
..... شکل (۱۳-۶) سیمبولوژی TIN	۱۹۳
..... شکل (۱۴-۶) TIN ساخته شده	۱۹۴
..... شکل (۱۵-۶) تبدیل TIN به DEM	۱۹۵
..... شکل (۱۶-۶) تکمیل پنجره دستور TIN به DEM	۱۹۵
..... شکل (۱۷-۶) نقشه DEM ساخته شده	۱۹۶
..... شکل (۱۸-۶) سه بعدی سازی DEM	۱۹۶
..... شکل (۱۹-۶) DEM سه بعدی	۱۹۷
..... شکل (۲۰-۶) لزاندر نقاط مبدا و مقصد	۱۹۷
..... شکل (۲۱-۶) نقاط مبدا و مقصد روی DEM	۱۹۸
..... شکل (۲۲-۶) دستور شیب	۱۹۹
..... شکل (۲۳-۶) تکمیل پنجره دستور شیب	۱۹۹
..... شکل (۲۴-۶) نقشه شیب در ARCGIS	۲۰۰
..... شکل (۲۵-۶) ابزار COST DISTANCE	۲۰۰
..... شکل (۲۶-۶) تکمیل ابزار COST DISTANCE	۲۰۱
..... شکل (۲۷-۶) خروجی COST DISTANCE برای نقطه مبدا	۲۰۲
..... شکل (۲۸-۶) خروجی DIRECTION برای نقطه مبدا	۲۰۲
..... شکل (۲۹-۶) دستور COST PATH	۲۰۲
..... شکل (۳۰-۶) تکمیل پنجره دستور COST PATH	۲۰۳
..... شکل (۳۱-۶) خروجی اولیه دستور COST PATH	۲۰۳

۲۰۴.....	شکل (۳۲-۶) شاخه اصلی رودخانه .....
۲۰۴.....	شکل (۳۳-۶) دستور بافر .....
۲۰۵.....	شکل (۳۴-۶) تکمیل پنجره دستور بافر .....
۲۰۵.....	شکل (۳۵-۶) خروجی دستور بافر .....
۲۰۶.....	شکل (۳۶-۶) دستور تبدیل بافر به رستر .....
۲۰۶.....	شکل (۳۷-۶) تکمیل پنجره دستور پلیگون به رستر .....
۲۰۷.....	شکل (۳۸-۶) خروجی دستور پلیگون به رستر .....
۲۰۷.....	شکل (۳۹-۶) دستور RASTER CALCULATOR .....
۲۰۸.....	شکل (۴۰-۶) تکمیل پنجره دستور RASTER CALCULATOR .....
۲۰۸.....	شکل (۴۱-۶) خروجی دستور RASTER CALCULATOR .....
۲۰۹.....	شکل (۴۲-۶) نقشه شب حاصل از خروجی دستور RASTER CALCULATOR .....
۲۰۹.....	شکل (۴۳-۶) مسیر رقومی بین مبدا و مقصد بدون نقطه میانی .....
۲۱۰.....	شکل (۴۴-۶) واریانت ۴ درصد در ARCGIS .....
۲۱۰.....	شکل (۴۵-۶) واریانت ۴ درصد و مسیر رقومی در ARCGIS .....
۲۱۱.....	شکل (۴۶-۶) مشخص کردن نقاط میانی .....
۲۱۱.....	شکل (۴۷-۶) مسیر نقطه مبدا تا نقطه میانی اول .....
۲۱۲.....	شکل (۴۸-۶) کاست دیستنس نقطه میانی ۱ .....
۲۱۲.....	شکل (۴۹-۶) نقشه DIRECTION نقطه میانی یک .....
۲۱۳.....	شکل (۵۰-۶) مسیر بدست آمده بین نقطه میانی یک و دو .....
۲۱۳.....	شکل (۵۱-۶) کاست دیستنس نقطه میانی ۲ .....
۲۱۴.....	شکل (۵۲-۶) نقشه DIRECTION نقطه میانی دو .....
۲۱۴.....	شکل (۵۳-۶) مسیر بدست آمده بین نقطه میانی دو و مقصد .....
۲۱۵.....	شکل (۶-۵۴) سه مسیر بدست آمده کنار هم .....
۲۱۵.....	شکل (۵۵-۶) دستور MERGE .....
۲۱۶.....	شکل (۵۶-۶) دستور MERGE در ادیتور .....
۲۱۶.....	شکل (۵۷-۶) مسیر رقومی با نقطه میانی .....
۲۱۷.....	شکل (۵۸-۶) مسیر رقومی با نقطه میانی در سیویل .....
۲۱۷.....	شکل (۵۹-۶) مسیر رقومی بدون نقطه میانی .....
۲۱۸.....	شکل (۶۰-۶) واریانت مسیر رقومی با نقطه میانی .....
۲۱۸.....	شکل (۶۱-۶) واریانت مسیر رقومی بدون نقطه میانی .....
۲۱۹.....	شکل (۶۲-۶) واریانت رقومی با نقطه ای میانی در گوگل ارث .....
۲۱۹.....	شکل (۶-۶۳) واریانت رقومی بدون نقطه ای میانی در گوگل ارث .....

..... ۲۲۰	شکل (۶۴-۶) سایت NOAA SOLAR
..... ۲۲۱	..... شکل (۶۵-۶) اطلاعات مورد نیاز برای HILLSHADE
..... ۲۲۱	..... شکل (۶۶-۶) دستور HILLSHADE
..... ۲۲۲	..... شکل (۶۷-۶) تکمیل پنجره دستور HILLSHADE
..... ۲۲۲	..... شکل (۶۸-۶) نقشه HILLSHADE بدست آمده
..... ۲۲۳	..... شکل (۶۹-۶) نقشه HILLSHADE در ارک سین
..... ۲۲۳	..... شکل (۷۰-۶) نقشه HILLSHADE در ارک سین
..... ۲۲۴	..... شکل (۷۱-۶) نقشه HILLSHADE در ارک سین با مسیر ۴ درصد
..... ۲۲۵	..... شکل (۷۲-۶) نمایش واریانت ۴ درصد که همان واریانت بهینه است
..... ۲۲۵	..... شکل (۷۳-۶) نمایش واریانت ۶ درصد
..... ۲۲۶	..... شکل (۷۴-۶) واریانت رقومی بدون نقطه میانی
..... ۲۲۶	..... شکل (۷۵-۶) واریانت رقومی با نقطه میانی
..... ۲۲۷	..... شکل (۷۶-۶) واریانت رقومی با نقطه میانی
..... ۲۲۷	..... شکل (۷۷-۶) واریانت رقومی بدون نقطه میانی
..... ۲۲۸	..... شکل (۷۸-۶) واریانت ۴ درصد
..... ۲۲۸	..... شکل (۷۹-۶) واریانت ۶ درصد
..... ۲۲۹	..... شکل (۸۰-۶) نمایش هر چهار واریانت در کنار یکدیگر
..... ۲۳۱	..... شکل (۱-۷) نحوه ای شروع ترسیم خط پروژه
..... ۲۳۱	..... شکل (۲-۷) انجام تنظیمات ترسیم خط پروژه
..... ۲۳۳	..... شکل (۳-۷) خط پروژه ای مسیر ۴ درصد
..... ۲۳۳	..... شکل (۴-۷) خط پروژه ای مسیر ۶ درصد
..... ۲۳۳	..... شکل (۵-۷) خط پروژه ای مسیر GIS بدون نقطه ای میانی
..... ۲۳۴	..... شکل (۶-۷) خط پروژه ای مسیر GIS با نقطه ای میانی
..... ۲۳۵	..... شکل (۷-۷) شروع ترسیم اسمبلی
..... ۲۳۵	..... شکل (۸-۷) مراحل ترسیم اسمبلی
..... ۲۳۵	..... شکل (۹-۷) موارد آیین نامه در باره ای عرض خطوط عبور
..... ۲۳۶	..... شکل (۱۰-۷) موارد آیین نامه درباره ای شبیع عرضی خطوط
..... ۲۳۶	..... شکل (۱۱-۷) تنظیمات مربوط به خط عبور
..... ۲۳۷	..... شکل (۱۲-۷) تنظیمات مربوط به شانه
..... ۲۳۷	..... شکل (۱۳-۷) نمای کلی اسمبلی
..... ۲۳۷	..... شکل (۱۴-۷) قسمتی از لایه های مسیر در اسمبلی
..... ۲۳۸	..... شکل (۱۵-۷) تنظیمات مربوط به بر بلندی ۱

..... ۲۳۹	شکل (۱۶-۷) تنظیمات مربوط به بربلندي ۲
..... ۲۳۹	شکل (۱۷-۷) تنظیمات مربوط به بربلندي ۳
..... ۲۴۰	شکل (۱۸-۷) تنظیمات مربوط به بربلندي ۴
..... ۲۴۳	شکل (۱۹-۷) گزارش خروجی مربوط به بربلندي
..... ۲۴۴	شکل (۲۰-۷) مراحل انجام رسم کریدور
..... ۲۴۵	شکل (۲۱-۷) کریدور مسیر ۴ درصد
..... ۲۴۵	شکل (۲۲-۷) کریدور مسیر ۶ درصد
..... ۲۴۵	شکل (۲۳-۷) کریدور مسیر GIS بدون نقطه ميانی
..... ۲۴۶	شکل (۲۴-۷) کریدور مسیر GIS با نقطه ميانی
..... ۲۴۷	شکل (۲۵-۷) تنظیمات مربوط به سمپل لاین ها
..... ۲۴۷	شکل (۲۶-۷) تعیین خطوط مرزی بین لایه های مسیر
..... ۲۴۸	شکل (۲۷-۷) اتمام تعیین خطوط مرزی لایه های مسیر
..... ۲۴۹	شکل (۲۸-۷) تعیین ترتیب لایه های مسیر در محاسبات حجم عملیات خاکی
..... ۲۵۹	شکل (۲۹-۷) مشخص کردن سطح بالایی (surface) و دیتوم
..... ۲۶۰	شکل (۳۰-۷) تنظیمات مربوط به مصالح مختلف
..... ۲۶۳	شکل (۳۱-۷) مقطع عرضی نمونه ۱
..... ۲۶۳	شکل (۳۲-۷) مقطع عرضی نمونه ۲ (در شیب و با اعمال بربلندي)
..... ۲۶۵	شکل (۱-۸) چرخه آب
..... ۲۶۸	شکل (۲-۸) دو هایتوگراف مختلف
..... ۲۶۹	شکل (۳-۸) تاثیر توزیع زمانی بارندگی بر رواناب
..... ۲۶۹	شکل (۴-۸) تاثیر وسعت بر رواناب
..... ۲۷۰	شکل (۵-۸) تاثیر نحوه حرکت رگبار بر رواناب
..... ۲۷۱	شکل (۶-۸) تصویر شماتیک حوضه آبریز
..... ۲۷۲	شکل (۷-۸) نمایی از یک حوضه
..... ۲۷۳	شکل (۸-۸) نحوه تعیین حوضه آبریز روی نقشه توپوگرافی
..... ۲۷۶	شکل (۹-۸) نمونه ای از هیدروگراف
..... ۲۷۸	شکل (۱۰-۸) رابطه بین دبی و مساحت حوضه
..... ۲۷۹	شکل (۱۱-۸) تاثیر شیب حوضه بر حداکثر دبی پیک سیلاب
..... ۲۸۰	شکل (۱۲-۸) تاثیر زبری هیدرولیکی بر حداکثر دبی پیک سیلاب
..... ۲۸۰	شکل (۱۳-۸) تاثیر ذخیره حوضه بر حداکثر دبی پیک سیلاب
..... ۲۸۱	شکل (۱۴-۸) تاثیر تراک زهکشی بر هیدروگراف سیلاب

..... شکل (۱۵-۸) تاثیر طول ابراهه بر حداکثر دبی پیک سیلاب	۲۸۲
..... شکل (۱۶-۸) تاثیر کاربری اراضی بر حداکثر دبی پیک سیلاب	۲۸۳
..... شکل (۱۷-۸) تصویر اکسل فایل بارش	۲۸۵
..... شکل (۱۸-۸) داده ها لازم بارش برای پروژه	۲۸۵
..... شکل (۱۹-۸) داده ها لازم بارش برای پروژه به صورت مرتب شده	۲۸۶
..... شکل (۲۰-۸) جدول احتمال ویبول	۲۸۶
..... شکل (۲۱-۸) برآش به داده ها احتمال ویبول	۲۹۰
..... شکل (۲۲-۸) تصویر DEM منطقه	۲۹۸
..... شکل (۲۳-۸) چک سیستم مختصات dEM	۲۹۹
..... شکل (۲۴-۸) فرایند ها لازم در هیدرولوژی	۲۹۹
..... شکل (۲۵-۸) تکمیل پنجره ابزار FILL SINKS	۳۰۰
..... شکل (۲۶-۸) خروجی ابزار FILL SINKS	۳۰۱
..... شکل (۲۷-۸) نحوه نمایش جریان آب	۳۰۱
..... شکل (۲۸-۸) تکمیل ابزار FLOW DIRECTION	۳۰۲
..... شکل (۲۹-۸) خروجی ابزار FLOW DIRECTION	۳۰۲
..... شکل (۳۰-۸) تکمیل پنجره FLOW ACUMULATION	۳۰۳
..... شکل (۳۱-۸) خروجی ابزار FLOW ACUMULATION	۳۰۴
..... شکل (۳۲-۸) تکمیل پنجره ابزار STREAM DEFINITION	۳۰۵
..... شکل (۳۳-۸) تکمیل پنجره ابزار STREAM DEFINITION	۳۰۵
..... شکل (۳۴-۸) خروجی ابزار STREAM DEFINITION	۳۰۶
..... شکل (۳۵-۸) تکمیل پنجره ابزار STREAM SEGMENTATION	۳۰۷
..... شکل (۳۶-۸) خروجی ابزار STREAM SEGMENTATION	۳۰۷
..... شکل (۳۷-۸) خروجی ابزار CATCHMENT GRID DELIMATION	۳۰۸
..... شکل (۳۸-۸) خروجی ابزار CATCHMENT GRID DELIMATION	۳۰۹
..... شکل (۳۹-۸) تکمیل پنجره CATCHMENT POLYGON PROCESSING	۳۱۰
..... شکل (۴۰-۸) خروجی ابزار CATCHMENT POLYGON PROCESSING	۳۱۰
..... شکل (۴۱-۸) تکمیل پنجره ابزار DRAINAGE LINE PROCESSING	۳۱۱
..... شکل (۴۲-۸) خروجی ابزار DRAINAGE LINE PROCESSING	۳۱۱

شکل (۴۳-۸) خروجی ابزار DRAINAGE LINE PROCESSING روی DEM منطقه.....	۳۱۲
شکل (۴۴-۸) تکمیل پنجره ADJOINT CATCHMENT PROCESSING.....	۳۱۳
شکل (۴۵-۸) خروجی ADJOINT CATCHMENT PROCESSING.....	۳۱۳
شکل (۴۶-۸) دستور slope.....	۳۱۴
شکل (۴۷-۸) نقشه شبیه حاصل از ارک هیدرو.....	۳۱۴
شکل (۴۸-۸) تنظیم سه بعدی DEM.....	۳۱۵
شکل (۴۹-۸) نمایش پردازشات هیدرولوژی در ارک سین.....	۳۱۶
شکل (۵۰-۸) ساختن شبیه فایل.....	۳۱۶
شکل (۵۱-۸) انتخاب نام و نوع عارضه.....	۳۱۷
شکل (۵۲-۸) انتخاب سیستم مختصات.....	۳۱۷
شکل (۵۳-۸) نمایش پل ها در DEM.....	۳۱۸
شکل (۵۴-۸) انتخاب نماد پل.....	۳۱۸
شکل (۵۵-۸) اضافه کردن BASEMAP.....	۳۱۹
شکل (۵۶-۸) انتخاب نقشه BASEMAP.....	۳۱۹
شکل (۵۷-۸) نمایش پل و جریان ها روی تصویر های رزولشن.....	۳۲۰
شکل (۵۸-۸) جدول توصیفی BATCH POINT.....	۳۲۲
شکل (۵۹-۸) دستور بدست آوردن حوضه ها.....	۳۲۲
شکل (۶۰-۸) بدست آوردن مراکز ثقل حوضه ها.....	۳۲۳
شکل (۶۱-۸) بدست آمدن حوضه ها اولیه.....	۳۲۴
شکل (۶۲-۸) نقشه نهایی پل ها.....	۳۲۵
شکل (۶۳-۸) اطلاعات توصیفی پل ها.....	۳۲۶
شکل (۶۴-۸) حوضه و پل ها اصلاح شده نهایی.....	۳۲۶
شکل (۶۵-۸) چک کردن گپ بین حوضه ها.....	۳۲۷
شکل (۶۶-۸) اطلاعات توصیفی حوضه ها نهایی.....	۳۲۷
شکل (۶۷-۸) حوضه ها آبریز با جریان ها داخل آن.....	۳۲۸
شکل (۶۸-۸) حوضه ها آبریز و پل های نهایی احداث شده به صورت سه بعدی.....	۳۲۹
شکل (۶۹-۸) حوضه ها آبریز و پل های نهایی احداث شده به صورت سه بعدی.....	۳۲۹
شکل (۷۰-۸) حوضه ها آبریز و پل های نهایی احداث شده به صورت سه بعدی.....	۳۳۰
شکل (۷۱-۸) حوضه ها آبریز و پل های نهایی احداث شده به صورت سه بعدی.....	۳۳۰

..... شکل (۷۲-۸) بدست آوردن شیب هر حوضه	۳۳۱
..... شکل (۷۳-۸) تکمیل ابزار BASIN SLOPE	۳۳۱
..... شکل (۷۴-۸) انتخاب ابزار LONGEST FLOWPATH	۳۳۲
..... شکل (۷۵-۸) تکمیل ابزار LONGEST FLOWPATH	۳۳۲
..... شکل (۷۶-۸) نقشه حاصل از ابزار LONGEST FLOWPATH	۳۳۳
..... شکل (۷۷-۸) نقشه حاصل از ابزار LONGEST FLOWPATH به صورت سه بعدی	۳۳۳
..... شکل (۷۸-۸) نقشه حاصل از ابزار LONGEST FLOWPATH	۳۳۴
..... شکل (۷۹-۸) جدول اطلاعات توصیفی ابزار LONGEST FLOWPATH	۳۳۴
..... شکل (۸۰-۸) بدست آوردن پارامترهای ابزار LONGEST FLOWPATH	۳۳۵
..... شکل (۸۱-۸) پارامترهای بدست آمده برای لایه LONGEST FLOWPATH	۳۳۶
..... شکل (۸۲-۸) ایجاد خط سه بعدی	۳۳۶
..... شکل (۸۳-۸) نرم کردن خط سه بعدی	۳۳۷
..... شکل (۸۴-۸) پارامترهای خط سه بعدی نرم شده	۳۳۷
..... شکل (۸۵-۸) جدول اطلاعات توصیفی خط سه بعدی نرم شده	۳۳۸
..... شکل (۸۶-۸) نقشه حاصل از ابزار CENTRODAL LONGEST FLOWPATH	۳۳۹
..... شکل (۸۷-۸) اطلاعات وارد شده در اکسل	۳۴۱
..... شکل (۸۸-۸) اطلاعات توصیفی مربوط به حوضه ها در اکسل	۳۴۱
..... شکل (۸۹-۸) اطلاعات توصیفی مربوط به طولانی ترین جریان در اکسل	۳۴۲
..... شکل (۹۰-۸) نقشه کاربری اراضی کل ایران	۳۴۸
..... شکل (۹۱-۸) زوم روی نقشه کاربری اراضی کل ایران	۳۴۸
..... شکل (۹۲-۸) نقشه کاربری اراضی حوضه ها ابیزیز ما	۳۴۹
..... شکل (۹۳-۸) حوضه ها ابیزیز روی نقشه زمین شناسی	۳۵۰
..... شکل (۹۴-۸) نقشه کاربری اراضی حوضه ها	۳۵۲
..... شکل (۹۵-۸) نقشه حوضه ها با شماره حوضه	۳۵۴
..... شکل (۹۶-۸) اندازه گیری دهنده روی گوگل ارث	۳۶۸
..... شکل (۹۷-۸) اندازه گیری شیب زمین در محل پل	۳۶۹
..... شکل (۹۸-۸) مقایسه جریان دو پل	۳۷۵
..... شکل (۹۹-۸) اجزا ارتفاعی پل	۳۷۶
..... شکل (۱۰۰-۸) نمایش حوضه ها به صورت سه بعدی در آرک سین	۳۹۲

شکل (۱۰۱-۸) نمایش حوضه ها به صورت سه بعدی در آرک سین.....	۳۹۲
شکل (۱۰۲-۸) نمایش پل ها و حوضه به صورت سه بعدی در آرک سین.....	۳۹۳
شکل (۱۰۳-۸) نمایش پل ها و حوضه ها به صورت سه بعدی در آرک سین .....	۳۹۳
شکل (۱۰۴-۸) نقشه هیدرولوژی منطقه در گوگل ارث.....	۳۹۴
شکل (۱۰۵-۸) حوضه ها آبریز در گوگل ارث.....	۳۹۵
شکل (۱۰۶-۸) حوضه ها آبریز در گوگل ارث به صورت سه بعدی.....	۳۹۵
شکل (۱۰۷-۸) پل ها و حوضه ها آبریز در گوگل ارث.....	۳۹۶
شکل (۱۰۸-۸) پل ها و حوضه ها آبریز در گوگل ارث به صورت سه بعدی.....	۳۹۶
شکل (۱۰۹-۸) طولانی ترین جریان هر حوضه در گوگل ارث .....	۳۹۷
شکل (۱۱۰-۸) جریان های اصلی منطقه در گوگل ارث.....	۳۹۷
شکل (۱۱۱-۸) طولانی ترین جریان هر حوضه در گوگل ارث به صورت سه بعدی .....	۳۹۸
شکل (۱۱۲-۸) نمایش یکی از حوضه ها منطقه به صورت Large_scale.....	۳۹۸
شکل(۱۱۳-۸) نمایش سه بعدی یکی از حوضه ها منطقه به صورت Large_scale.....	۳۹۹
شکل(۱۱۴-۸) نمایش سه بعدی یکی از حوضه ها منطقه به صورت Large_scale در گوگل ارث.....	۳۹۹
شکل (۱-۹) مسیر بهینه ۴ درصد در سیویل.....	۴۰۲
شکل (۲-۹) گرفتن خروجی ACAD از مسیر .....	۴۰۲
شکل (۳-۹) وارد کردن فایل سیویل به ARCGIS .....	۴۰۳
شکل (۴-۹) مسیر بهینه ۴ درصد در arcgis .....	۴۰۴
شکل (۵-۹) مسیر بهینه ۴ درصد روی Dem منطقه در arcgis .....	۴۰۴
شکل (۶-۹) نقشه زمین شناسی .....	۴۰۵
شکل (۷-۹) سایت تبدیل مختصات جغرافیایی به utm .....	۴۰۶
شکل (۸-۹) ژیورفرنس کردن نقشه زمین شناسی .....	۴۰۷
شکل (۹-۹) جدول نقاط ژیورفرنسینگ .....	۴۰۸
شکل (۱۰-۹) نقشه ژیورفرنس شده با ۴ نقطه .....	۴۰۸
شکل (۱۱-۹) ذخیره تصویر ژیورفرنس شده .....	۴۰۹
شکل (۱۲-۹) تصویر مسیر بهینه روی نقشه زمین شناسی .....	۴۱۰
شکل (۱۳-۹) قطعات مختلف مسیر از نظر بستر زمین شناسی .....	۴۱۱
شکل (۱۴-۹) مسیر قطعه بندی شده روی نقشه زمین شناسی .....	۴۱۴
شکل (۱۵-۹) ریزش آوار روی جاده.....	۴۱۵
شکل (۱۶-۹) تصویر مسیر بهینه در گوگل ارث.....	۴۲۳
شکل (۱۷-۹) تصویر سه بعدی مسیر بهینه در گوگل ارث.....	۴۲۳
شکل (۱۸-۹) مشخص کردن دامنه ها مورد بحث در تصویر .....	۴۲۳

..... ۴۲۴	شکل (۱۹-۹) دامنه ها مورد بحث در گوگل ارث
..... ۴۲۴	شکل (۲۰-۹) تصویر سه بعدی دامنه اول
..... ۴۲۵	شکل (۲۱-۹) تصویر سه بعدی دامنه اول
..... ۴۲۷	شکل (۲۲-۹) دامنه اول در تصویر hillshade
..... ۴۲۸	شکل (۲۳-۹) تصویر سه بعدی دامنه دوم در گوگل ارث
..... ۴۲۸	شکل (۲۴-۹) تصویر سه بعدی دامنه دوم در گوگل ارث
..... ۴۳۲	شکل (۲۵-۹) دامنه دوم روی نقشه hillshade
..... ۴۳۲	شکل (۲۶-۹) تصویر سه بعدی دامنه سوم در گوگل ارث
..... ۴۳۳	شکل (۲۷-۹) تصویر سه بعدی دامنه سوم در گوگل ارث
..... ۴۳۵	شکل (۲۸-۹) دامنه سوم روش نقشه hillsahde
..... ۴۳۶	شکل (۱-۱۰) آزیمoot
..... ۴۳۷	شکل (۲-۱۰) زاویه ارتفاعی
..... ۴۳۷	شکل (۱۰-۳) مدل رقومی ورودی مسئله

## فهرست جداول

جدول (۱-۲) نوع و درصد مساحت کاربری اراضی حوضه آبریز نیشابور.....	۳۷
جدول (۲-۲) جمعیت سیزوار در سال های مختلف.....	۵۱
جدول (۳-۲) عارضه های موجود در مسیر ۴ درصد .....	۶۸
جدول (۴-۲) عارضه های موجود در مسیر ۶ درصد.....	۶۹
جدول (۵-۲) عارضه های موجود در مسیر GIS بدون نقطه میانی.....	۶۹
جدول (۶-۲) عارضه های موجود در مسیر GIS با نقطه میانی.....	۷۰
جدول (۷-۲) طول، مساحت و حجم هر عارضه در مسیر ۴ درصد.....	۷۱
جدول (۸-۲) هزینه ساخت مسیر روی سطح زمین برای مسیر ۴ درصد.....	۷۱
جدول (۹-۲) هزینه ساخت پل برای مسیر ۴ درصد.....	۷۲
جدول (۱۰-۲) طول، مساحت و حجم هر عارضه در مسیر ۶ درصد.....	۷۴
جدول (۱۱-۲) هزینه ساخت مسیر روی سطح زمین برای مسیر ۶ درصد.....	۷۴
جدول (۱۲-۲) هزینه ساخت پل برای مسیر ۶ درصد.....	۷۵
جدول (۱۳-۲) طول، مساحت و حجم هر عارضه در مسیر GIS بدون نقطه میانی.....	۷۷
جدول (۱۴-۲) هزینه ساخت مسیر روی سطح زمین برای مسیر GIS بدون نقطه میانی.....	۷۷
جدول (۱۵-۲) هزینه ساخت پل برای مسیر GIS بدون نقطه میانی .....	۷۸
جدول (۱۶-۲) هزینه تونل برای مسیر GIS بدون نقطه میانی.....	۸۰
جدول (۱۷-۲) طول، مساحت و حجم هر عارضه در مسیر GIS با نقطه میانی .....	۸۱
جدول (۱۸-۲) هزینه ساخت مسیر روی سطح زمین برای مسیر GIS با نقطه میانی .....	۸۱

جدول (۱۹-۲) هزینه‌ی پل برای مسیر GIS با نقطه‌ی میانی.....	۸۳
جدول (۲۰-۲) هزینه‌ی تونل برای مسیر GIS با نقطه‌ی میانی.....	۸۴
جدول (۲۱-۲) هزینه‌های محاسبه شده‌ی نهایی.....	۸۵
جدول (۲۲-۲) داده‌های محاسبه‌ی سوخت.....	۸۶
جدول (۲۳-۲) تعداد وسائل نقلیه در محور نیشابور سبزوار و بالعکس.....	۸۶
جدول (۲۴-۲) میزان عوارض پرداخت شده برای هر نوع وسیله‌ی نقلیه در سال ۹۹.....	۸۹
جدول (۲۵-۲) میزان عوارض پرداخت شده برای هر نوع وسیله‌ی نقلیه در سال ۹۸.....	۹۰
جدول (۲۶-۲) میزان عوارض پرداخت شده برای هر نوع وسیله‌ی نقلیه در سال ۹۷.....	۹۱
جدول (۲۷-۲) میزان عوارض پرداخت شده برای هر نوع وسیله‌ی نقلیه در سال ۹۶.....	۹۲
جدول (۲۸-۲) میزان عوارض پرداخت شده برای هر نوع وسیله‌ی نقلیه در سال ۹۵.....	۹۲
جدول (۲۹-۲) میزان عوارض پرداخت شده برای هر نوع وسیله‌ی نقلیه در سال ۹۴.....	۹۳
جدول (۳۰-۲) میزان عوارض پرداخت شده برای هر نوع وسیله‌ی نقلیه در سال ۹۳.....	۹۴
جدول (۳۱-۲) میزان عوارض پرداخت شده برای هر نوع وسیله‌ی نقلیه در سال ۹۲.....	۹۵
جدول (۳۲-۲) محاسبه‌ی عوارض دریافتی در طی ۲۰ سال به کمک رابطه‌ی برازش داده شده.....	۹۷
جدول (۱-۳) فایل‌های مربوط به سال‌های ۹۰ و ۹۱.....	۱۰۷
جدول (۲-۳) فایل‌های مربوط به سال‌های ۹۲ تا ۹۹.....	۱۰۸
جدول (۳-۳) ضرایب معادل.....	۱۰۹
جدول (۴-۳) اکسل مربوط به سال ۹۰ (سبزوار-نیشابور).....	۱۱۰
جدول (۵-۳) اکسل مربوط به سال ۹۱ (سبزوار-نیشابور).....	۱۱۰
جدول (۶-۳) اکسل مربوط به سال ۹۲ (سبزوار-نیشابور).....	۱۱۱

111.....	جدول (۷-۳) اکسل مربوط به سال ۹۳ (سبزوار-نیشابور)
112.....	جدول (۸-۳) اکسل مربوط به سال ۹۴ (سبزوار-نیشابور)
112.....	جدول (۹-۳) اکسل مربوط به سال ۹۵ (سبزوار-نیشابور)
113.....	جدول (۱۰-۳) اکسل مربوط به سال ۹۶ (سبزوار-نیشابور)
113.....	جدول (۱۱-۳) اکسل مربوط به سال ۹۷ (سبزوار-نیشابور)
114.....	جدول (۱۲-۳) اکسل مربوط به سال ۹۸ (سبزوار-نیشابور)
114.....	جدول (۱۳-۳) اکسل مربوط به سال ۹۹ (سبزوار-نیشابور)
115.....	جدول (۱۴-۳) اکسل مربوط به سال ۹۰ (نیشابور-سبزوار)
115.....	جدول (۱۵-۳) اکسل مربوط به سال ۹۱ (نیشابور-سبزوار)
116.....	جدول (۱۶-۳) اکسل مربوط به سال ۹۲ (نیشابور-سبزوار)
116.....	جدول (۱۷-۳) اکسل مربوط به سال ۹۳ (نیشابور-سبزوار)
117.....	جدول (۱۸-۳) اکسل مربوط به سال ۹۴ (نیشابور-سبزوار)
117.....	جدول (۱۹-۳) اکسل مربوط به سال ۹۵ (نیشابور-سبزوار)
118.....	جدول (۲۰-۳) اکسل مربوط به سال ۹۶ (نیشابور-سبزوار)
118.....	جدول (۲۱-۳) اکسل مربوط به سال ۹۷ (نیشابور-سبزوار)
119.....	جدول (۲۲-۳) اکسل مربوط به سال ۹۸ (نیشابور-سبزوار)
119.....	جدول (۲۳-۳) اکسل مربوط به سال ۹۹ (نیشابور-سبزوار)
۱۲۰.....	جدول (۲۴-۳) محاسبات مربوط به محور سبزوار-نیشابور
۱۲۱.....	جدول (۲۵-۳) محاسبات مربوط به محور نیشابور-سبزوار
۱۲۳.....	جدول (۲۶-۳) ضریب رشد و شیب خط برآش داده‌ی هر محور

جدول (۳-۲۷) AADT	..... ۱۲۴
جدول (۲۸-۳) مقادیر DHV هر محور	..... ۱۲۴
جدول (۲۹-۳) سطح کیفیت در آیین نامه	..... ۱۲۴
جدول (۳۰-۳) معیار های سطح کیفیت ترافیک در آیین نامه	..... ۱۲۵
جدول (۳۱-۳) تعداد خطوط محاسبه شده	..... ۱۲۶
جدول (۳۲-۳) تعداد خطوط نهایی هر محور	..... ۱۲۶
جدول (۳۳-۳) داده ترافیکی سال ۹۳ تا ۹۸	..... ۱۲۷
جدول (۴-۱) عمر طراحی راه های مختلف	..... ۱۳۴
جدول (۴-۲) جدول ضرایب اطمینان	..... ۱۳۴
جدول (۴-۳) دانه بندی	..... ۱۴۵
جدول (۴-۴) محاسب ضریب برجهندگی	..... ۱۵۸
جدول (۴-۵) CBR جدول	..... ۱۵۹
جدول (۶-۴) نتایج پلی نومیال	..... ۱۶۰
جدول (۷-۴) نتایج CBR بدست آمده از نمودار	..... ۱۶۱
جدول (۸-۴) طبقه بندی وسایل نقلیه	..... ۱۶۱
جدول (۹-۴) عدد SN برای محور منفرد	..... ۱۶۳
جدول (۱۰-۴) عدد SN برای محور مرکب	..... ۱۶۳
جدول (۱۱-۴) عدد SN برای محور تریدم	..... ۱۶۴
جدول (۱۲-۴) ضرایب هم ارز	..... ۱۶۵
جدول (۱۳-۴) داده های ترافیکی محور نیشابور سبزوار در سال ۹۸	..... ۱۶۶

جدول (۱۴-۴) داده های ترافیکی سبزوار نیشابور سال ۹۸ ..... ۱۶۶
جدول (۱۵-۴) نتایج محاسبات ..... ۱۶۷
جدول (۱۶-۴) ضرایب اطمینان ..... ۱۷۲
جدول (۱۷-۴) مقادیر SN حاصل از متلب و دیاگرام ..... ۱۷۴
جدول (۱۸-۴) ضخامت های حداقلی ..... ۱۷۶
جدول (۱۹-۴) ضخامت های محاسباتی و پیشنهادی ..... ۱۷۷
جدول (۱-۵) سرعت طرح ..... ۱۸۱
جدول (۲-۵) حداکثر شیب طولی ..... ۱۸۱
جدول (۱-۷) مقادیر k در قوس های قائم کاسه ای ..... ۲۳۲
جدول (۲-۷) مقادیر k در ترسیم قوس های گنبدی ..... ۲۳۲
جدول (۳-۷) عرض شانه ها در آیین نامه ..... ۲۳۶
جدول (۴-۷) مرزهای تعیین شده در برنامه ۳d civil ..... ۲۴۸
جدول (۵-۷) مقادیر نهایی خاکبرداری و خاکریزی برای هر چهار مسیر ..... ۲۵۸
جدول (۶-۷) مقادیر حجم خاک به روش تفکیک مصالح برای راه ۴ درصد ..... ۲۶۱
جدول (۷-۷) مقادیر حجم خاک به روش تفکیک مصالح برای راه ۶ درصد ..... ۲۶۱
جدول (۸-۷) مقادیر حجم خاک به روش تفکیک مصالح برای راه رقومی بدون نقطه میانی ..... ۲۶۲
جدول (۹-۷) مقادیر حجم خاک به روش تفکیک مصالح برای راه رقومی با نقطه میانی ..... ۲۶۲
جدول (۱-۸) جدول مربوط به روش احتمال ویبول ..... ۲۸۸
جدول (۲-۸) اطلاعات لازم روش لوگ پیرسون تیپ ۳ ..... ۲۹۵

جدول (۳-۸) جدول ضریب K در توزیع پیرسون تیپ سه	۲۹۵
جدول (۴-۸) جدول تعیین منحنی CN	۳۴۴
جدول (۵-۸) تعیین انواع هیدرولوژی خاک	۳۴۷
جدول (۶-۸) جدول انواع خاک	۳۵۰
جدول (۷-۸) تعیین عدد CN مربوط به هر پوشش کاربری	۳۵۱
جدول (۸-۸) محاسبه CN وزندار برای هر حوضه آبریز	۳۵۳
جدول (۹-۸) جدول محاسبه زمان تمرکز برای هر حوضه	۳۵۵
جدول (۱۰-۸) جدول محاسبه زمان پیک سیلاب برای هر حوضه	۳۵۷
جدول (۱۱-۸) جدول محاسبه حداکثر نگهداری سطحی برای هر حوضه	۳۵۹
جدول (۱۲-۸) جدول محاسبه رواناب برای هر حوضه	۳۶۲
جدول (۱۳-۸) جدول محاسبه دبی پیک سیلاب برای هر حوضه	۳۶۵
جدول (۱۴-۸) جدول محاسبه ارتفاع آب در زمان دبی پیک سیلاب و دهنده برای هر حوضه	۳۷۱
جدول (۱۵-۸) محاسبه مقطع لازم برای تخلیه دبی پیک برای هر حوضه	۳۷۳
جدول (۱۶-۸) جدول پل های طراحی شده برای تمام حوضه ها	۳۷۸
جدول (۱-۹) طبقه بندی گسیختگی دامنه ای	۴۱۶
جدول (۲-۹) روش های پایدار سازی دامنه ها	۴۱۷
جدول (۳-۹) روش های پیشگیری و ترمیم انواع گسیختگی	۴۱۹

# فصل ۱: مقدمه و معرفی پروژه

---

## ۱-۱- مقدمه

توسعه راه های ارتباطی، یکی از خدمات مهم عمرانی و زیربنای توسعه اقتصادی و اجتماعی کشورها به شمار می رود. احساس نیاز، اعم از سیاسی، اجتماعی یا اقتصادی، اولین قدم در ایجاد یک راه است. به عبارت دیگر، احداث راه بایستی بر اساس یکی از پارامترهای مذکور، توجیه پذیر باشد. پس از آنکه تصمیم برای احداث یک راه اتخاذ گردید، بایستی مسیری را که برای احداث آن مناسب است، تعیین نمود. احداث راه و مراحل مختلف آن از جمله خاکبرداری، خاکریزی، احداث تونل و پل، روسازی و غیره، هزینه بسیار بالایی دارد.

بنابراین، تعیین مسیری که بتواند علاوه بر سرعت و کیفیت مناسب، هزینه های احداث را کاهش دهد، بسیار مهم و ضروری است. در تعیین مسیر، پارامترهای مهمی از جمله طول راه، شیب، جنس زمین، کاربری اراضی، حجم عملیات خاکی، هزینه های احداث و غیره دخیل هستند.

بدین ترتیب، مسیری که بتواند توازنی بین این پارامترها ایجاد نماید، مسیر بهینه خواهد بود. پس از تعیین مسیر مناسب، بایستی بر اساس میزان عبور و مرور و نوع اتومبیل هایی که قرار است از راه استفاده نمایند و نیز پارامترهای دیگری مانند اهمیت سیاسی و اقتصادی راه، تعداد خطوط، عرض راه، ضخامت و جنس روسازی آن را تعیین نمود.

بروز هر گونه اشتباه در تعیین استفاده کنندگان آتی راه از لحاظ کمی و کیفی، ممکن است موجب گردد مسیری که با صرف هزینه و وقت بسیاری احداث شده است، به دلیل کیفیت هندسی پایین طراحی، پس از مدت کوتاهی کارایی خود را از دست داده و بدون استفاده بماند.

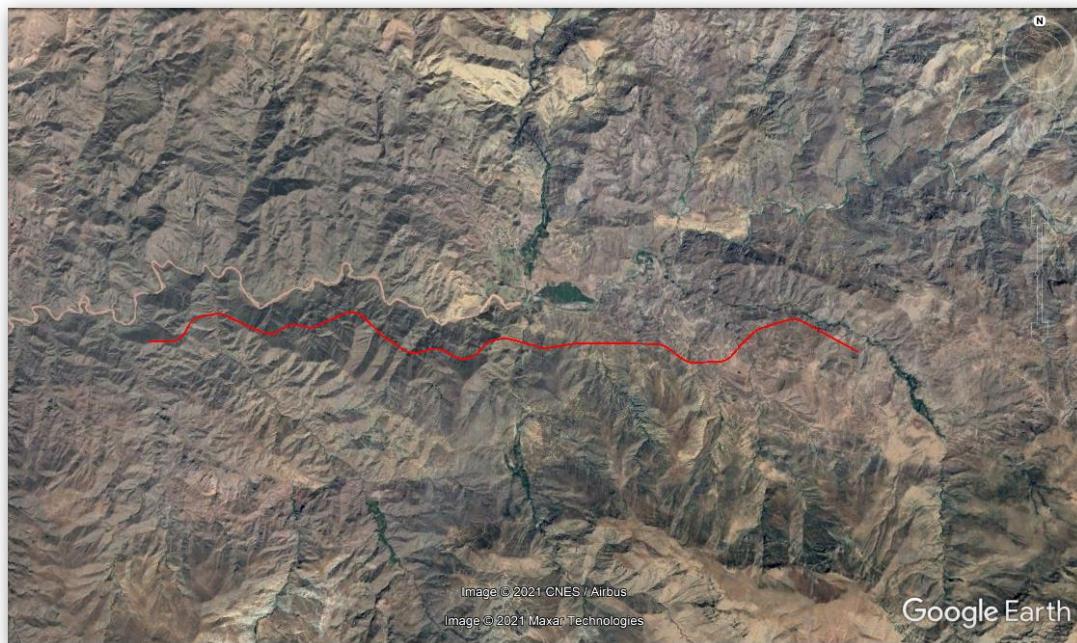
همچنین بایستی با تعیین دقیق حوزه های آبریز منطقه و پیش بینی میزان سیلاب در طول عمر راه، آن را در برابر بارندگی ها و سیلاب ها ایمن نموده و با احداث پل ها، آبروها و سایر تجهیزات، از تخریب راه بر اثر این عوامل جلوگیری به عمل آورد.  
در نهایت، عملیات مربوط به احداث راه (شامل پیاده سازی مسیر طراحی شده، خاکبرداری و خاکریزی، رو سازی و ...) و احداث سازه ها و تجهیزات (مانند تونل، پل، آبراهه و ...) انجام می گیرد.

## ۱-۲- مراحل طراحی راه

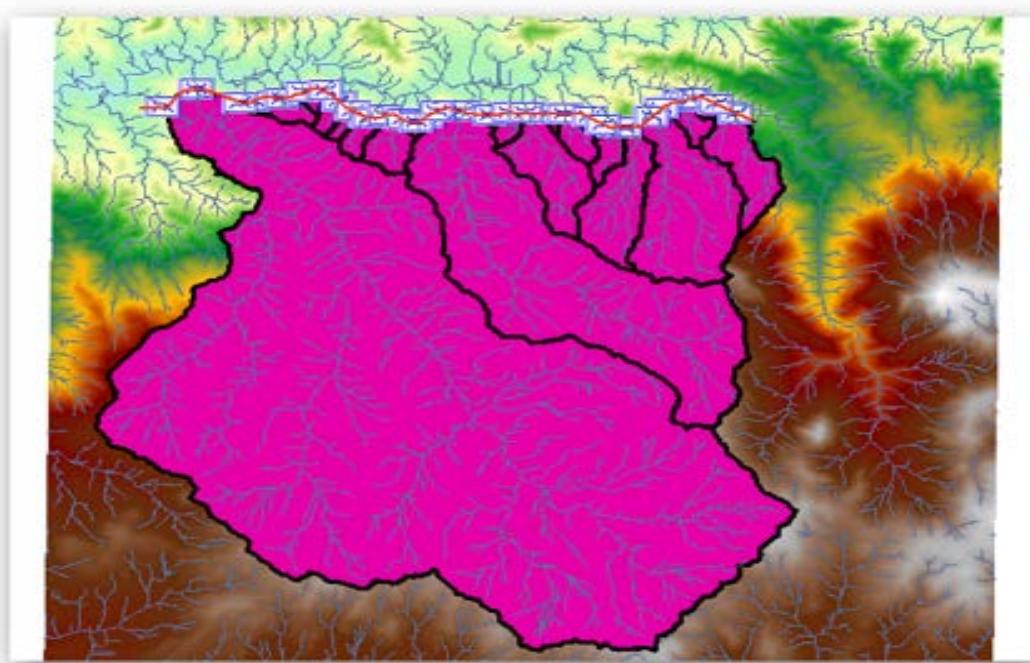
- ۱- فاز صفر با هدف مطالعات مقدماتی و توجیهات فنی و اقتصادی.
- ۲- فاز یک با هدف مطالعات مسیر و طرح مقدماتی مسیر.
- ۳- فاز دو با هدف تهیه ی نقشه ی بزرگ مقیاس و طرح نهایی مسیر.
- ۴- فاز سه با هدف پیاده کردن مسیر و اجرای طرح راه.

## ۱-۳- مطالعات فاز اول

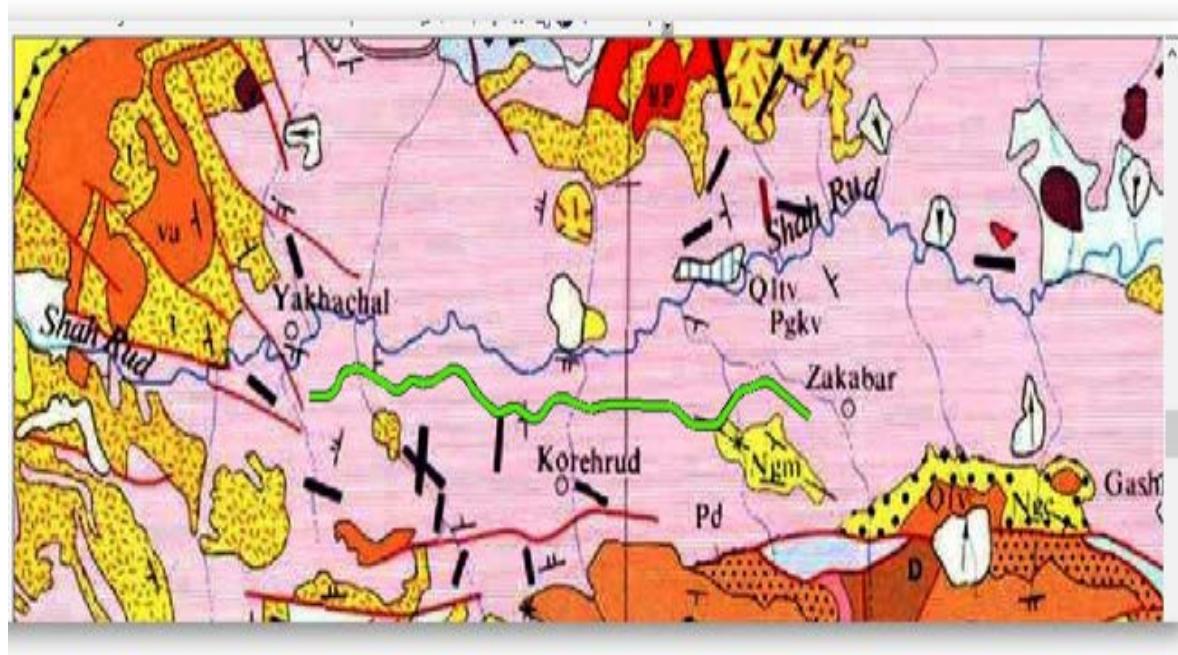
- جمع آوری اطلاعات و مدارک مورد نیاز از سازمان های مربوطه.
- جمع آوری هرگونه نقشه و عکس هوایی موجود از منطقه.
- بازدید از منطقه و جمع آوری آمار و اطلاعات مورد نیاز.
- انتخاب مسیرهای مختلف بین مبدأ و مقصد بر روی نقشه ها یا عکسهای هوایی موجود.
- اعزام گروه های کارشناسی به منطقه و بررسی مسیرهای انتخابی اولیه.
- جمع آوری گزارشها تهیه شده برای مسیرهای اولیه.
- انتخاب بهترین مسیر پیشنهادی.



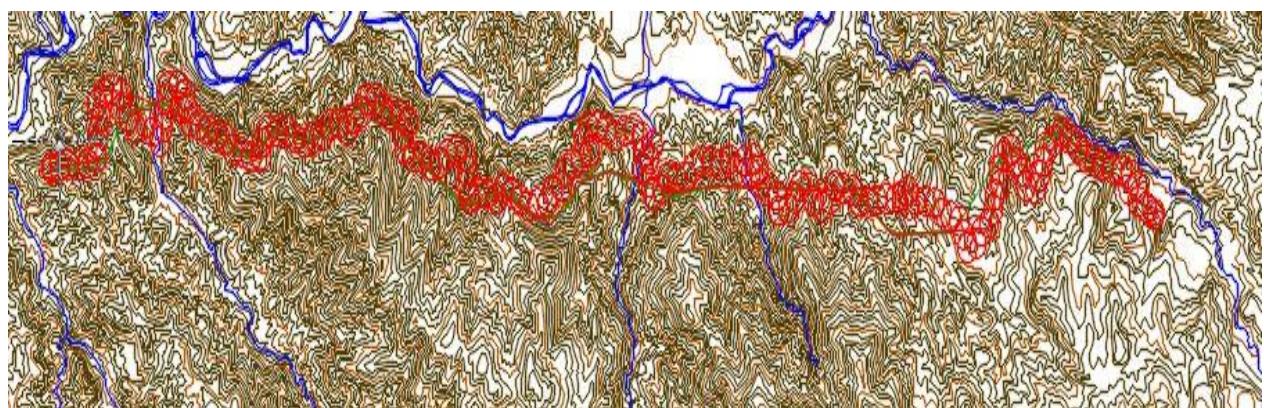
شکل (۱-۱) تصویر واریانت در گوگل ارث



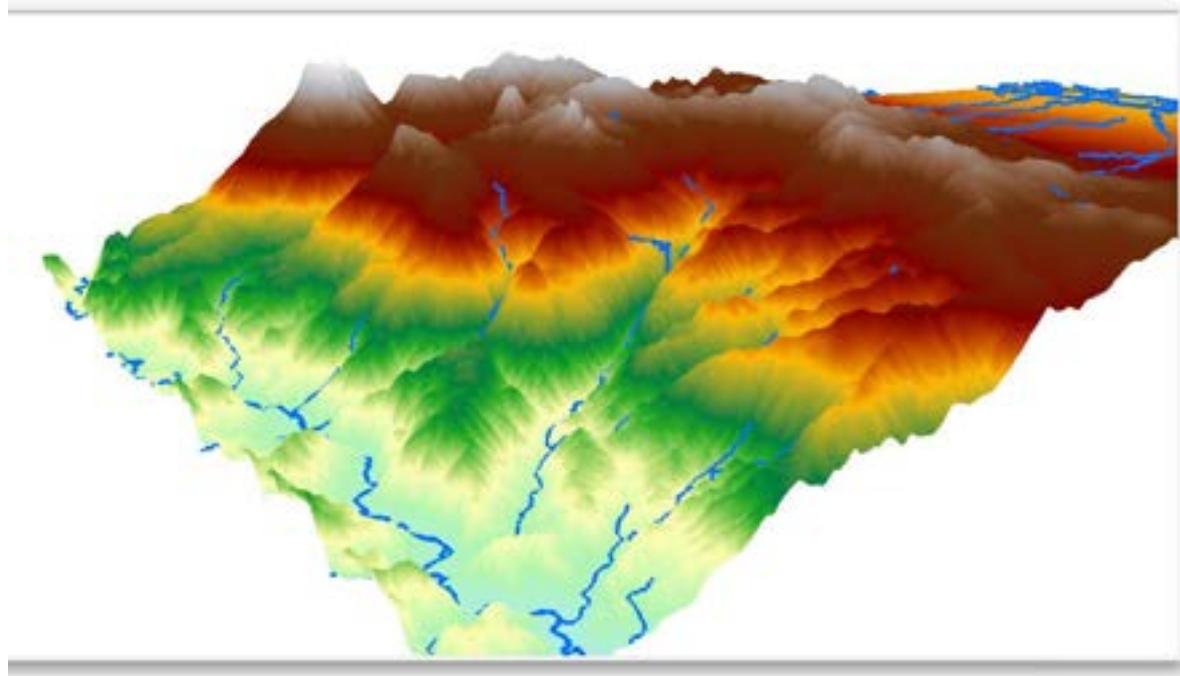
شکل (۱-۲) نمایش واریانت بر روی مدل ارتفاعی و حوزه های هیدرولوژی منطقه



شکل (۳) نمایش واریانت بر روی نقشه زمین شناسی



شکل (۴) نمایش واریانت بر روی نقشه منحنی میزان به همراه دایر آن



شکل (۱-۵) مدل ارتفاعی سه بعدی منطقه

#### ۴-۱- مطالعات فاز دوم راه

- مشخص کردن محور مسیر و پیاده سازی تقریبی آن.
- تهیه نقشه توپوگرافی بزرگ مقیاس (معمولاً در مقیاس ۱:۲۰۰۰ یا ۱:۱۰۰۰ و در باند مشخص بطور مثال باند ۴۰۰ متری از طرح مقدماتی مسیر).
- مشخص نمودن دقیق شروع و پایان مسیر بر روی نقشه بزرگ مقیاس.
- طراحی نهایی مسیر راه با توجه به مشخصات فنی مورد نظر (شامل خطوط مستقیم، قوس ها، پل ها و ...) و همچنین تعیین محل تاسیسات جانبی راه (شامل پمپ بنزین ها، مجتمع های خدماتی رفاهی بین راهی و ...)

## ۱-۵- مراحل تهیه ی نقشه

- تهیه برنامه اجرائی (برنامه فعالیت - زمان - هزینه).
- بازدید، شناسایی و تعیین محل نقاط کنترل.
- ایجاد و احداث نقاط کنترل.
- مشاهدات نقاط کنترل بر اساس روش انتخاب شده.
- محاسبات و سرشکنی نقاط کنترل و بدست آوردن مختصات آنها.
- برداشت جزئیات و رسم یا ثبت کروکی.
- انتقال نقاط برداشت شده به رایانه و پردازش آنها با نرم افزار خاص.
- کارتوگرافی و رسم نقشه بر اساس استانداردها.
- تهیه چک پلات و کنترل و اصلاح اشتباهات و گپ ها.
- رسم نهایی و تهیه پلات نهایی از نقشه ها بر اساس مقیاس درخواستی.

## ۱-۶- مطالعات فاز سوم

- پیاده کردن مولفه افقی مسیر که در فاز ۲ طراحی شده است.
- تهیه نیمرخ طولی از مسیر و انتخاب خط پژوهه.
- تهیه نیمرخ عرضی از نقاط پیاده شده و تعیین خط پژوهه عرضی (قطع تیپ)
- محاسبه حجم عملیات خاکبرداری و خاکریزی.
- برآورد هزینه احداث راه.
- تجهیز کارگاه و اجرای عملیات راهسازی.

## ۱-۷- طبقه بندی راه ها

طبقه بندی راه ها برای تأمین نیازهای طراحی مهندسان، تصمیم گیری مدیران، برنامه ریزی متولیان بهره برداری و استفاده کنندگان از نقطه نظرهای مختلف و برای کاربردهای گوناگون امری ضروری است. طبقه بندی عملکردی، طبقه بندی بر اساس پستی و بلندی منطقه، تقسیم بندی کشوری (ملی و استانی) و شماره گذاری راه ها از انواع مختلف طبقه بندی راه ها محسوب میشوند. البته طبقه بندی بر اساس تقسیم بندی کشوری (ملی و استانی) و شماره گذاری راه ها را میتوان وابسته به طبقه بندی عملکردی دانست.

به طورکلی طراحی شبکه راه ها براساس عملکرد و با توجه به پستی و بلندی انجام میشود. با مشخص شدن طبقه عملکردی و پستی و بلندی منطقه، تعیین مسیر و مشخصات هندسی به وسیله مهندس طراح ممکن می شود. مدیران و مسئولین ساخت و بهره برداری میتوانند برای تأمین اعتبار، تخصیص منابع مالی لازم، برنامه ریزی و تعیین اولویتها از این طبقه بندی استفاده کنند. استفاده کنندگان از راه نیز میتوانند بر مبنای این طبقه بندی، مسیر مورد نظر خود را برای سفرهای طولانی و کوتاه انتخاب کنند. در این آیین نامه، راه ها بر اساس عملکرد و پستی و بلندی به شرح زیر طبقه بندی میشوند:

در آیین نامه ۴۱۵، راه ها از نظر نوع عملکرد، در سه گروه طبقه بندی میشوند:

راه های شریانی

راه های اصلی

راه های فرعی

راه شریانی به دو دسته ذیل تقسیم میشود:

آزادراه

بزرگراه

راه اصلی به دو دسته ذیل تقسیم میشود:

درجہ یک

درجہ دو

و راه فرعی نیز به سه دسته تقسیم میشود:

درجہ یک

درجہ دو

درجه سه

معمولًاً، راه های فرعی درجه دو و درجه سه، ارتباط مناطق روستایی و کم جمعیت را با راه فرعی درجه یک یا اصلی درجه دو تأمین می کنند. راه فرعی درجه یک، ترافیک راه های با طبقه های پایین تر را جمع و برای ارتباط با مناطق عمده فعالیت، مانند شهرها، به راه اصلی متصل می سازد. دسترسی به راه های فرعی و اصلی مجاز است، البته در شرایط خاص (به ویژه در راه های چند خطه) نیز می توان محدودیت هایی اعمال کرد که دسترسی ها، مانند بزرگراه ها، فقط از محل های خاص امکان پذیر باشد. آزادراه ها ارتباط سریع را بدون داشتن تقاطع و با کنترل کامل دسترسی ایجاد می کنند. بزرگراه ها نیز دارای عملکردی مشابه با آزادراه ها، ولی با امکان دسترسی محدود میباشند. شبکه راه های کشور بهتر است به گونه ای مطالعه و طراحی شود که سفرهای طولانی و عبوری از استانها از طریق آزادراه ها، بزرگراه ها و راه های اصلی درجه یک، سفرهای کوتاه و داخل استانی از طریق راه های اصلی درجه دو و ارتباط بین راه های فرعی درجه دو با طبقات بالاتر از طریق راه های فرعی درجه یک و دسترسی ها از طریق راه های فرعی درجه سه باشد.

## ۱-۸- طبقه بندی راه براساس پستی و بلندی منطقه

در آیین نامه ۴۱۵، راه های کشور از نظر پستی و بلندی به شرح زیر طبقه بندی شده است:

۱. راه هموار(دشتی): زمین محدود عبور راه هموار بوده و شیب بزرگترین خط عبور حداقل به ۳ درصد میرسد.
۲. راه تپه ماهوری: زمین محدود عبور، پستی و بلندی ملایمی داشته و خط بزرگترین شیب زمین، عموماً دارای شیب ۳ تا ۷ درصد است.

۳. راه کوهستانی: راه از دامنه کوه، تپه های بلند و دره های گود می گذرد و گاهی دارای برش های عمیق و پل های بزرگ یا خاکریزهای بلند است. خط بزرگترین شیب زمین، دارای شیب بیش از ۷ درصد است. شیب طولی راه، در مورد های متعدد و در طول های قابل ملاحظه، به حداقل مجاز می رسد.

## ۱-۹- ساختار گزارش پروژه

هدف از انجام این پروژه طراحی یک راه اصلی دو طرفه بین شهرهای نیشابور و سبزوار در استان خراسان رضوی است. کارهایی که قرار است در این پروژه انجام دهیم عبارتند از:

۱. انجام شرح خدمات فاز صفر.
۲. انجام شرح خدمات فاز یک : بر اساس اصول طراحی هندسی، به روشهای آنالوگ و رقومی مرحله طراحی گزینه ها انجام می گیرد و مطالعات زمین شناسی و هیدرولوژی به آن اضافه میگردد.
۳. محاسبات گنجایش مسیر، مشخص کردن درجه راه و تعداد خط عبور بر اساس آمار ترافیک منطقه.
۴. مطالعات ترافیک و روسازی مرحله اول انجام می شود.
۵. مطالعات زمین شناسی و تهییه نقشه و گزارش زمین شناسی.
۶. مطالعات هیدرولوژی و تهییه نقشه و گزارش هیدرولوژی.
۷. تهییه پلان پروفیل طولی و طراحی خط پروژه و مقطع تیپ عرضی هر گزینه.
۸. محاسبه احجام عملیات خاکی هر گزینه.
۹. مشخص کردن اینیه فنی) پلها ، تونلها ، دیوار ها و...( و تعیین مشخصات آنها.
۱۰. مطالعات مربوط به وضعیت اینیه فنی پروژه شامل تونلها ، پلها ، دیوارسازی ها و ترانشه بری ها.
۱۱. مطالعات تقاطع های همسطح و غیر همسطح مورد نیاز در پروژه.

## فصل ۲: مطالعات فاز صفر

---

### ۱-۲- مقدمه

فاز صفر پروژه یا مرحله شناسایی و یا امکان سنجی عبارت است از مرحله‌ای که به شناسایی و مطالعه پروژه از منظر توجیه اقتصادی، فنی، ضوابط، مقررات، آیین نامه‌های مرتبط، شرایط محیطی، استاندارد ها و به طور کلی به مطالعات و کسب اطلاعات و الزامات در زمینه کاری مشخص شده می‌پردازد.

در واقع تهیه فاز صفر پروژه یکی از الزامات افرادی است که خواهان به سرانجام رساندن یک پروژه می‌باشد. از این رو مذاکره با کارفرما و آگاهی از نیازهای او می‌تواند نقش بسیار مهمی را در ایجاد یک طرح توجیهی و تهیه یک فهرست کارساز برای پروژه، ایفا نماید. در این مرحله نتایج، اطلاعات، گزارش‌ها به همراه بررسی‌های کامل محلی و بازدید از محل اجرای طرح، مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد و پس از بررسی نتایج حاصله در قالب گزارشی به سرمایه گذار و یا کارفرما ارائه داده می‌شود.

مرحله شکل گیری یک پروژه، با توجه به احساس نیاز به یک کسب و کار و یا یک ضرورت نزد کارفرما شروع می‌شود. به عنوان مثال اگر شهرداری بخواهد یک پارک را در منطقه‌ای احداث کند باید معیار‌های گوناگونی اعم از محل احداث، توجیه اقتصادی و ... را مورد ارزیابی قرار دهد

بدین ترتیب کارفرما (مالک پروژه) یا مشاوران وی، طرح امکان سنجی آن را تهیه و مورد بررسی قرار می دهند تا از این طریق به اطلاعات کافی درباره احداث یا عدم احداث پارک دست یابند.

در فاز صفر پروژه به بررسی موارد زیر پرداخته می شود:

- معرفی و همچنین کلیاتی حول محور پروژه
- معرفی سند های پایه ای پروژه اعم از مالکیت، پروانه ساختمان، نقشه و....
- بررسی ویژگی های منطقه
- بررسی سایت پروژه
- بررسی توان سنجی و مزیت سنجی قابلیت های پروژه و...

فاز صفر، یک پروژه را از ابعاد و زوایای مختلفی از قبیل فنی، بازار، مالی مورد بررسی و مطالعه قرار می دهد و افراد را آگاه می سازد که آیا پروژه قابلیت اجرا دارد یا خیر؟ آیا از توجه اقتصادی قابل قبولی برخوردار می باشد؟ بنابراین با پیاده سازی این مرحله می توان به اطلاعات خوبی در ارتباط با روند کار رسید.

## ۲-۲- مهمنترین مطالعات و بررسی های لازم در فاز صفر پروژه

- بررسی وضعیت جغرافیایی منطقه و شرایط اقلیمی
- بررسی جمعیتی و آماری منطقه
- تهیه برنامه های فیزیکی اعم از نوع، کاربری و مترادث بناها
- بررسی منطقه بندهی سایت با توجه به عملکرد

- تهیه نقشه توپوگرافی منطقه و بناهای موجود؛ در این قسمت گرافیک بسیار اهمیت دارد. بنابراین بایستی از عناصر گرافیکی، جداول و تصاویر مناسب استفاده نمود. به عنوان در ارتباط با همچواری منطقه، تحلیل سایت، برنامه ریزی فیزیکی و ... استفاده از گرافیک تصاویر و نمودارها می‌تواند کمک بسیاری به انتقال مفاهیم و در نتیجه پیشرفت اجرای طرح داشته باشد.
- در شکل گیری این مرحله انتخاب مشاوره نقش بسیار موثری را می‌تواند در پیشرفت بسیاری از پروژه ها داشته باشد. و در واقع کارفرما بهتر است که با یک مهندس مشاوره قرار داد منعقد کند. اما وظایفی که این مهندسان انجام می‌دهند در دو بخش اساسی جای می‌گیرد:

#### الف- شناسایی و بررسی اولیه که خود موارد زیر را دنبال می‌کند

- مذاکره و ارتباط با کارفرما به منظور کسب اطلاعات لازم برای تهیه یک طرحی مناسب.
- تجزیه و تحلیل نیازهای حال و آینده طرح.
- بررسی مصالح ساختمان با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه.
- بررسی لوازم و تجهیزات و همچنین نیروی انسانی مورد نیاز.
- برآورد اولیه از میزان سرمایه مورد نیاز به منظور جاری ساختن طرح.
- تهیه نقشه‌های شماتیک.
- مشخص نمودن میزان فضای مورد نیاز، مقیاس‌ها و همچنین بررسی روابط بین قسمت‌های تشکیل دهنده یک طرح.

#### ب- تهیه طرح مقدماتی:

- فردی که به عنوان مهندس مشاوره در این زمینه فعالیت می‌کند بایستی نیازهای کنونی را در طرح مقدماتی تعیین کند و طرح تهیه شده را برای تنظیم و تصویب نهایی در اختیار کارفرما قرار دهد.

- بررسی راه حل های مختلف و انتخاب بهترین آن ها با توجه به میزان بودجه ای که برای طرح در نظر گرفته شده است. و مهندس مشاوره بایستی تمام سعی و تلاش خود را جهت صرفه جویی در بررسی ها به عمل آورد.

### ۲-۲-۱ - چند نکته مهم

به طور کلی به هنگام آغاز کار تحلیل سایت می بایست ابتدا نکات مورد بررسی را تعیین و سپس اقدام به جمع آوری اطلاعات و داده ها مطابق با موارد مشخص شده نمود.

۱. شرح نحوه و علل انتخاب فرم پروژه جهت تطبیق با محل اجرا.
۲. بررسی وضعیت تک تک فضاهای براساس آمار جمعیت استفاده کنند.
۳. ارائه استانداردهای حاکم بر کل پروژه.
۴. ارائه استانداردهای حاکم بر هر یک از فضاهای.
۵. بررسی نوع و علل دسترسی ها.
۶. شرح فضاهای مورد نیاز براساس درخواست کارفرما.
۷. بررسی نوع سیستم های سازه و تأسیسات پروژه.
۸. بررسی مصالح و سیستم های بهینه جهت استفاده در محل پروژه.
۹. بررسی نوع مصالح و نحوه تأمین آنها در منطقه.

## ۲-۲-۲- دسترسی ها

در این مرحله ارتباط میان سایت و معابر اصلی و فرعی مورد مطالعه قرار می گیرد که می تواند از طریق عکس های هوایی و نقشه های موقعیت زمین انجام پذیرد . تعیین فاصله زمانی و فیزیکی زمین از نقاط اصلی ، موردی بسیار مهم است که از طریق رانندگی یا پیاده روی در اطراف سایت مقدور می گردد.

## ۲-۲-۳- مجاورت ها

مواردی که در این بخش مورد بررسی قرار می گیرند شامل الگوها و بافت های معماری ، نور پردازی معابر ، شرایط و وضعیت ابینه موجود و کاربری های مجاور زمین می باشند . به طور کلی هدف از انجام این بخش دستیابی به داده هایی در زمینه میزان و نحوه تاثیر ابینه مجاور بر سایت و ساکنین منطقه است.

## ۴-۲-۲- پتانسیل ها

مطالعه بر روی ویژگی های خاص سایت همچون : عناصر حساس ، صدا ، رایحه های خوشایند و ناخوشایند ، آلودگی صوتی و هوایی ، دیدهای مطلوب و نامطلوب و ... می باشد.

## ۲-۲-۵ - اقلیم

بررسی نکاتی همچون میزان بارندگی برف و باران ، رطوبت و دمای محلی در زمان های مختلف ماهانه و سالانه مسیر خورشید و زاویه عمودی آن در موقع متعدد سال ، بادهای مطلوب و نا مطلوب در این دسته جای می گیرند.

امکان دارد که در یک سایت عناصر طبیعی و مصنوعی بسیاری وجود داشته باشند که باید در طراحی مورد توجه و بررسی قرار بگیرند . بعضی از این عناصر به صورت غیر مستقیم در طراحی پلان تاثیر می گذارند مانند نور ، باد ، دید و منظر ، آلودگی صوتی و ... .

## ۲-۳ - توضیحاتی در مورد شهر نیشابور، شرایط جغرافیایی، اقلیمی و اقتصادی آنها

نیشابور، نیو شاهپور، بهمعنای شهر نوساخته شاهپور، از بزرگترین شهرهای شمال شرق ایران، مرکز شهرستان نیشابور و دومین شهر پرجمعیت استان خراسان پس از مشهد و سومین شهر بزرگ شرق کشور است.

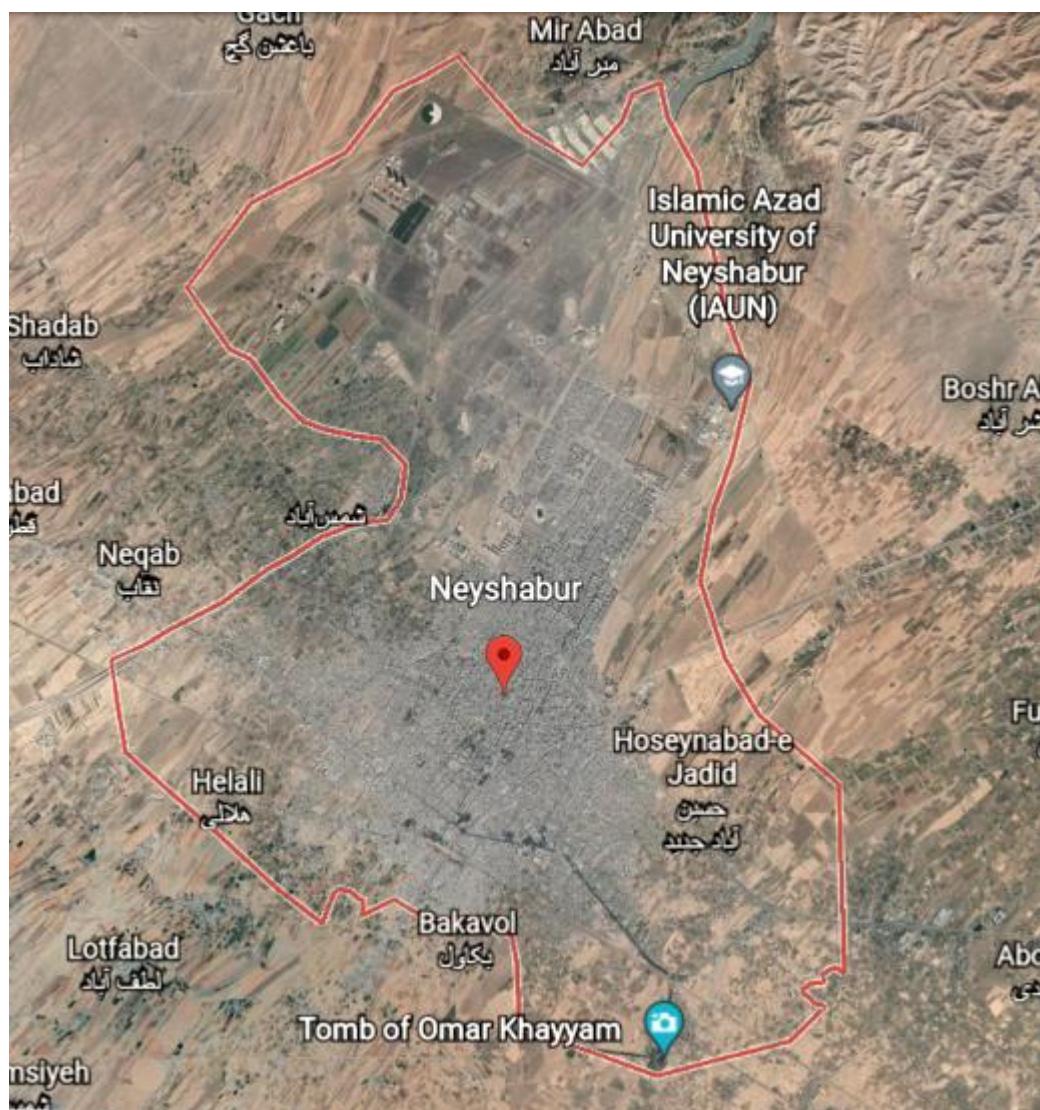
شهرستان نیشابور با قرار گرفتن در استان خراسان رضوی ، در محدودیت ریاضی ۵۸ درجه و ۸ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۵ درجه و ۳۵ دقیقه عرض شمالی واقع گردیده است . این شهرستان به شکل بیضی در امتداد رشته کوه های بینالود قرار دارد . این رشته کوه ها که به صورت نواری در جهت شمال غربی - جنوب شرقی شهرستان امتداد یافته ، نیشابور را از شهرستان های مشهد ، چنان و قوچان جدا میسازد. این شهر از تاریخی ترین شهرهای شرق ایران بهشمار می آید . نیشابور دارای بزرگترین و مرغوب ترین معدن سنگ فیروزه جهان است.

نام‌های پرشمار که در جای جای اسناد و متون تاریخی به آن‌ها اشاره شده‌است، دستاورد حضور پایدار و همواره نیشابور در گذر دوران‌هاست. برخی از این‌ها نام رایج شهر بوده و شماری دیگر عنوان‌ها و لقب‌هایی است که از سوی اهالی دانش، فرهنگ و سیاست؛ به سبب رویدادها یا ویژگی‌هایی به این دیار داده شده‌است. رئونت، ابرشهر، نیشاپور و شادیاخ (و مشتقات آن‌ها) نام‌هایی است که این بوم، در دوره یا دوران‌هایی از تاریخ به آن‌ها شناخته می‌شده؛ دهليز مشرق و مغرب، دارالعلم، کلانشهر مشرق‌زمین، چشم خراسان، دارالملک، دارالاماره، ام‌البلاد، شادجهان، ایرانشهر، جهانشهر، خزانه مشرق و معدن فضلا و منبع علماء و ... نام‌های دیگری است که در توصیف ویژگی‌هایی از این شهر، در منابع مختلف ثبت گردیده است.

در اوائل دولت اسلام نیشابور به «ابرشهر» نیز معروف بود و به همین نام در سکه‌هایی که خلفای اموی و عباسی در آن شهر ضرب کرده‌اند یاد شده‌است. مقدسی و برخی از مورخان دیگر آن را «ایران شهر» نیز ضبط کرده‌اند. ولی گویا این نام فقط عنوان دولتی یا عنوان رسمی و افتخاری آن شهر بوده است.



شکل (۲-۱) تقسیم‌بندی استان خراسان رضوی



شکل (۲-۲) موقعیت شهر نیشابور در گوگل ارث

### ۲-۳-۲- تاریخچه شهرستان نیشابور

تاریخ دقیق پیدایش نیشابور و نام اولیه آن در دست نیست اما به گواهی متون کهن این شهر در هزاره سوم پیش از میلاد به لحاظ فرهنگی، هنری و تجاری از جایگاه ویژه‌ای برخوردار بوده است. به روایات اساطیری نخستین فردی که بنای کهن دژ نیشابور را نهاد 'انوش بن شیث بن آدم' بود و 'ایرج بن افريدون' دیگری آن بر ساخت.

نیشابور در سال ۳۱ هجری به دست مسلمانان فتح و در اوایل قرن سوم هجری مرکز حکومت طاهریان شد.

این شهر در سال ۵۴۸ هجری قمری و پس از آن در سال ۶۱۸ قمری آماج حملات ویرانگر مغول قرار گرفت و در دوره ایلخانان شهر جدیدی احداث شد اما این منطقه نیز در سال ۸۰۸ هجری قمری در زلزله ای مهیب با خاک یکسان شد.

### ۲-۳-۳- سابقه سکونت و فرهنگ

نیشابور در رهگذر تاریخ پر فراز و نشیب خود به واسطه برخورداری از موقعیت خاص جغرافیایی، ارتباطی، خاک حاصلخیز و آب و هوای مناسب همواره مورد توجه اقوام مختلف بوده است. قبل از ورود آریاییها مشخص نیست چه اقوامی در آن سکونت داشته اند اما هنگام ورود قوم آریایی به ایران تیره ای از آنان به نام پارتها در منطقه خراسان و نیشابور سکونت گزیده و به آبادی و عمران آن پرداخته اند.

این اقوام قبل از تسلط اسلام چندان با اقوام همسایه در نیامیختند ولی پس از آن با موقعیت خاص نیشابور این سرزمین مورد توجه اعراب قرار گرفت و عده ای از عساکر عرب در آن مسکن گزیدند. پس از آن جمعیتها و اقوام ساکن در نیشابور یا همواره مورد توجه و هجوم اقوام مختلف همچون ترکان غز، ترکمنها، ازبکان، مغولان، تیموریان و افغانها قرار گرفته و موجب آمیختگی نژادهای مختلف در این شهر شد و یا توسط زلزله های مکرر و بنیان کن جمعیتهای بزرگ نیشابور به کام مرگ رفته جوامع و گروه جدیدی جایگزین آنها شدند.

به هر حال این خطه میدانگاه مبارزه و برخورد افکار و عقاید مختلف و پایگاه منازعات و تعصبات متفاوتی بوده که از یک سو سبب بروز جنبه های رنگارنگ قومی و فرهنگی شده و از سوی دیگر این امر غنای فرهنگی و تمدن آن را در دوره های مختلف حیات تاریخی نیشابور به دنبال داشته است. به عبارتی دیگر پایتختی نیشابور در دوره اساطیری تاریخ ایران، وجود آتشکده آذربزین مهر یکی از

سه آتشکده مقدس و اهورایی زرتشتیان در این شهر، دومین شهر ایران در اعصار صفاریان، سامانیان، سلجوقیان و غزنویان بوده است.

وجود ۲۷ باب از ۳۳ باب نخستین مدارس و دانشگاههای جهان اسلام در آن، تاسیس نظامیه نیشابور قبل از نظامیه بغداد، ثبت حدیث معروف سلسله الذهب از حضرت علی بن موسی الرضا(ع) توسط چندین هزار نویسنده با قلمدانهای مرصع در این شهر به سال ۲۰۰ هجری قمری، این شهر را مأمن تشنجان علم و معرفت سرزمینهای اسلامی کرده بود.

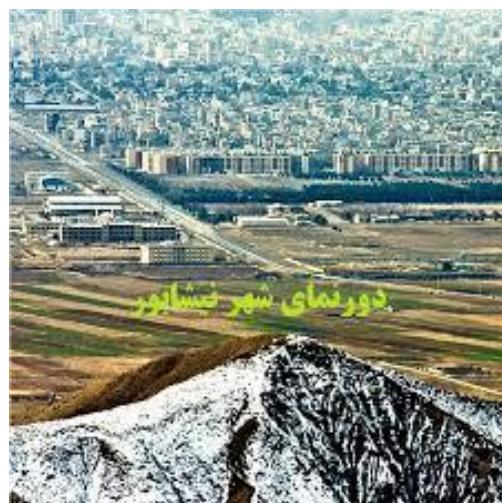
این شهر اساطیری در قرون چهارم و پنجم هجری قمری زادگاه چهار فرقه عرفانی ملامتیه، کرامیه، بکتاشیه و جوریه و مرکزیت تصوف و عرفان جهان اسلام در قرن چهارم بود.

همچنین ظهرور چهار هزار و ۳۰۰ شخصیت بر جسته علمی و فرهنگی تا ربع اول قرن ششم در این شهر، پژوهش مشاهیری همچون عطار، حکیم عمر خیام و فضل بن شاذان شواهدی بر سابقه درخشان تمدن و فرهنگ غنی نیشابور در گذشته است.

#### ۴-۳-۲- وسعت شهرستان نیشابور

مساحت استان خراسان ، قبل از تقسیم ، به عنوان پهناور ترین استان کشور ، ۲۹۸۰۸۲/۹ کیلومتر مربع بوده است . بر اساس تقسیمات سیاسی وزارت کشور در سال ۱۳۷۸ [قبل از تقسیم خراسان بزرگ] وسعت شهرستان نیشابور<sup>۳</sup> ۸۹۲۵ کیلومتر بوده که ۹۹.۲٪ از مساحت استان را در بر می گرفته است و از این نظر در سطح استان ، رتبه یازدهم را داشته است . در این میان شهرستان بیرجند با ۳۴۲۶۹/۳ کیلومتر مربع مساحت ، معادل ۱۳/۸ درصد از کل استان ، پهناور ترین شهرستان و شهرستان فریمان با مساحت ۳۳۲۴/۵ کیلومتر مربع و ۱.۱٪ وسعت از کل استان ، کوچکترین شهرستان استان بوده اند . بعد از تقسیم خراسان بزرگ به سه استان خراسان رضوی ، خراسان شمالی و خراسان جنوبی ، در

حال حاضر شهرستان نیشابور ، از نظر وسعت در مقایسه با خراسان رضوی با  $8925/3$  کیلومتر مربع دارای رتبه هشتم است .



شکل (۲-۳) دورنمای شهر نیشابور

### ۲-۳-۵- تقسیمات سیاسی شهرستان نیشابور

بر اساس آخرین تقسیمات سیاسی کشوری ، این شهرستان دارای ۱۵ دهستان ، ۱۵ بخش ، ۵ آبادی دارای سکنه و ۵ شهر به نام های نیشابور ، درود ، خروین ، بزغان و قدمگاه می باشد.

### ۲-۳-۶- سوغات نیشابور

ریواس و محصولات مانند شربت ریواس، کمپوت ریواس (فروشگاه های سطح شهر)، سنگ فیروزه و زیور آلات (محل عرضه، مجموعه های گردشگری)، محصولات صنایع دستی شامل سفال، گیوه، قلمدان، علم (محل عرضه مناطق گردشگری، مجموعه های خیام و عطار)، دیوان رباعیات خیام و منطق الطیر عطار.

با توجه به شهرت سنگ فیروزه نیشابور استخراج سنگ فیروزه یکی از صنعت‌های قدیمی و تراشیدن آن از هنرهاي قدیمی اهالی این شهر به حساب می‌آید. شهرستان نیشابور که به شهر فیروزه شهرت دارد، دارای کانیهای ارزشمندی از فیروزه می‌باشد که از بیش از ۲۰۰۰ سال پیش بهره‌برداری می‌شده‌است. فیروزه تراشی یکی از پیشه‌های قدیمی در استان خراسان و نیشابور است؛ و مراکز تراش فیروزه به فراوانی در بخش‌های گردشگری نیشابور و مشهد دیده می‌شود. اشکال پیکانی و مسطح از جمله تراش‌هایی است که طرفداران فراوان دارد. فیروزه یکی از ره‌آوردهای مهم نیشابور است و بازار پررنقه در استان‌های خراسان، و ایران دارد.

### ۲-۳-۷ - صنایع دستی

مهمنترین صنایع دستی رایج در نیشابور قالیبافی و گلیم بافی است. صنعت قالیبافی در ۴۷۰ روستا و صنعت گلیم بافی در ۲۷ روستای این شهرستان عمدتاً به صورت کار اصلی و یا به صورت فعالیت جنبی و مکمل در کنار سایر فعالیتهای اقتصادی رایج انجام می‌گیرد. آمادگی و توانمندی قالیافان نیشابوری بگونه‌ای است که اقدام به بافتن فرشهایی با مترابه چند هزار متری و در نوع خود بزرگترین در سطح جهان می‌کنند. از دیگر صنایع دستی نیشابور می‌توان به سفالگری، نمدمالی، پارچه بافی، ریستندگی نخ، گیوه بافی و حصیربافی اشاره کرد. همچنین از دیگر هنرهاي دستی نیشابور ساخت برخی ابزار موسیقی است که عبارتند از قشمeh (دو عدد فلوت به هم چسبیده)، سرنا، دهل، دوتار، سه تار، تار و دایره زنگی که توسط خراطها ساخته می‌شوند.

## ۲-۳-۸ - مکان های دینی شهرستان نیشابور

در مسیر جاده ای بین تهران به مشهد، می باشد از یکی از شهرهای تاریخ ساز ایران عبور کنید. نیشابور به عنوان یکی از شهرهای مطرح ایران که اندیشمندان، شاعران، عارفان و حتی تاریخ نویسان بسیاری را به فرهنگ و ادب ایرانی تقدیم کرده، در این مسیر قرار دارد. اما اگر به نیشابور رسیدید، به کجا بروید؟ نیشابور چه جاذبه هایی دارد؟ در کدام مکان های نیشابور می توانید به زیارت بروید؟ در میان جاذبه های نیشابور کدام یک را بهتر است برای اتراق نوروزی انتخاب کنید؟ جواب سوال هایی از این دست را در مجله الی گشت و اینجا پیدا خواهید نمود. اگر به نیشابور رفتهید، می توانید به دیدن جاذبه های بسیاری بروید. جاذبه هایی که هرچند از جنس جاذبه های شهرهای بزرگی مانند تهران یا مشهد نیست اما ارتباط شما را با طبیعت بیشتر می کند. شما را به دنیای شاعرانی چون عطار و خیام نزدیک می نمایید.

### • مسجد جامع نیشابور

مسجد جامع نیشابور را در دوره تیموری و به سال ۸۸۹ هجری پهلوان علی کرخی بنیان نهاد. این بنا در شهر نیشابور واقع شده و از انواع مساجد چهار ایوانی به شمار می رود. مسجد جامع نیشابور با وسعت نزدیک به هفت هزار و ۲۷۶ متر مربع مشتمل بر ایوانهای ضلع شمالی، جنوبی، رواق و شبستان است. نمای ایوانها و طاق نماهای این مسجد با تزیینات آجری آراسته شده و کهن ترین بنای بر جای مانده در شهر نیشابور است.

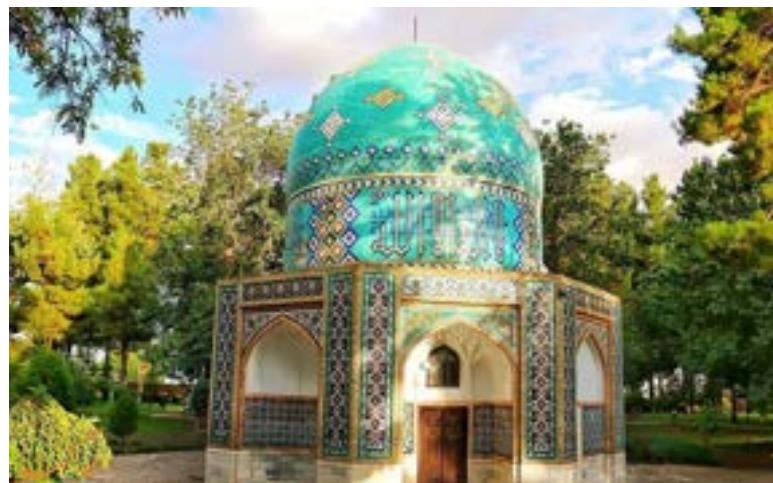


شکل (۲-۴) مسجد جامع نیشابور

### • آرامگاه عطار

شیخ فریدالدین عطار عارف، شاعر و ادیب ایرانی در سال ۵۴۰ ه.ق متولد شد و در طول عمرش خدمات علمی و تالیفات ارزشمندی مانند تذکره الاولیاء، منطق الطیر و الهی نامه را از خود به یادگار گذاشت.

وی مقارن با حمله مغولان به خراسان در سال ۶۱۸ هجری قمری جانش را از دست داد. بنابر شواهد نخستین بنای آرامگاه او توسط یحیی بن صاعد قاضی القضاہ نیشابور در سده هفتم هجری برپا شد. سپس امیرعلی شیر نوایی وزیر آخرین حکمران تیموری بنای دیگر بر آرامگاه عطار ساخت که اکنون تنها سنگ افراشته سیاه رنگ کتیبه داری از آن باقی مانده است. سرانجام در سال ۱۳۴۱ هجری شمسی انجمن آثار ملی بنای ویران شده را مرمت و بازپرایی نمود و با کاشیهای الوان آن را به شکلی زیبا آراست.



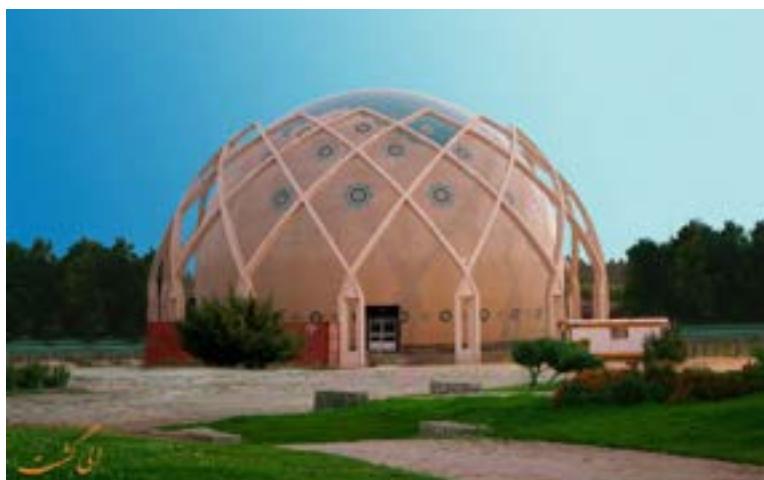
شکل (۲-۵) آرامگاه عطار

• آرامگاه کمال الملک



شکل (۲-۶) آرامگاه کمال الملک

• افلک نمای خیام



شکل (۲-۷) افلک نمای خیام

### • آرامگاه خیام

حکیم ابوالفتح عمر بن ابراهیم مشهور به خیام نیشابوری ریاضیدان، منجم، شاعر و اندیشمند والای ایرانی است که در سطح بین المللی از شهرت بسزایی برخوردار است. وی در سال ۴۳۹ هجری قمری پس از وفات در گورستان حیره که امروزه در پنج کیلومتری شرق نیشابور واقع شده روی در نقاب خاک کشید. بنای یادبود مزار کنونی این دانشمند بزرگ به سال ۱۳۴۱ هجری شمسی با طرح و نقشه مهندس هوشنگ سیحون ساخته شد.

اثر مذبور با ترکیبی از مصالح آهن، بتن و تزیینات کاشیکاری به شکل لوزی های به هم پیوسته بر گرفته از اندیشه های ریاضی عمر خیام بنیان شده است.



### شکل (۲-۸) آرامگاه خیام

### ۲-۳-۹ - زبان

زبان مردم نیشابور فصیح و قابل فهم بوده است، جز آنکه آغاز کلمات را کسره می‌دادند و یائی بر آن می‌افزودند. مانند: «بیگو»، «بیشو»، و سین ای بی‌فایده (به بعضی صیغه‌های فعل) علاوه می‌کردند. مانند «بخردستی»، «بگفتستی»، «بخفتستی» و آنچه به این می‌ماند؛ و در آن سستی و لجاجی بوده است؛ و می‌نویسد که این زبان برای خواهش مناسب است. همچنین زبان مردم نیشابور را معیاری برای سنجش زبان‌های دیگر رایج در خراسان است.

گویش پارسی زیانان این شهرستان گویشی منحصر بفرد و خاص بین پارسی زیانان دیگر مناطق است. در این گویش کلمات اصیل فارسی و پهلوی به وفور دیده می‌شود. همچنین زبان بُلوچی‌های نیشابوری و کردی گویش کرمانجی در شهرستان نیشابور رایج است.

### ۲-۳-۱۰ - جمعیت

بر پایه سرشماری سال ۱۳۹۵ خورشیدی، جمعیت شهرستان نیشابور ۴۵۱<sup>۷۸۰</sup> نفر است که سی‌امین شهرستان پرجمعیت ایران است و همچنین پس از شهرستان مشهد در استان خراسان رضوی و شهرستان زاهدان در استان سیستان و بلوچستان، رتبه سوم را در شهرستان‌های کرانه شرقی ایران و همچنین رتبه دوم را در میان شهرستان‌های استان‌های سه‌گانه خراسان (خراسان شمالی، خراسان رضوی و خراسان جنوبی) برخوردار است.

در نیمه اول سده هفتم میلادی، جمیعت نیشابور ۵ هزار نفر بوده.

در ۲۰۱۱، شهر نیشابور برپایه سرشماری همگانی ۱۳۹۰، ۲۳۹'۱۸۵ نفر؛

بخش مرکزی اشن، ۳۱۹'۵۷۶ نفر همه شهرستان، ۴۳۳'۱۰۵ نفر جمعیت دارد.

یک سوم باشندگانش، نوجوان بیان شده و میزان جمعیت آن نسبت به استان ۷ درصد است.

## ۱۱-۳-۲- فرهنگ

فرهنگ همگانی در نیشابور امروزی، تفاوت‌های کمی با فرهنگ ایرانی در اجرا دارد و وابسته به سیزده بدر، ازدواج، شب یلدا، سوگواری محرم، خاکسپاری، چهارشنبه‌سوری، تولد و جشن سده است و خاستگاه اغلب آن‌ها روستاهای شهرستان نیشابور می‌باشد. بسیاری از آئینگان مردم اراك و مردم نیشابور همانند است که به دلیل حضور بیانها در این دو شهرستان است.

## ۱۲-۳-۲- تاریخچه فضای علمی نیشابور

در دوره خلافت عباسیان منطقه خراسان یکی از مهم‌ترین مراکز علوم اسلامی و علوم پایه بوده است. نیشابور، به عنوان یکی از شهرهای بزرگ فتح شده توسط مسلمانان، یکی از مراکز گسترش این علوم بود.

حوزه علمی این شهر در دوران طلایی اسلام یکی از بزرگ‌ترین مراکز و موطن بسیاری از دانشمندان، شاعران، صوفیان و دیگر بزرگان بوده است، از این شهر همواره به عنوان یکی از مهم‌ترین و بزرگ‌ترین مراکز و شهرهای تمدن و فرهنگ اسلامی یاد می‌شود. در این دوران نیشابور از شهرهای شرق اسلامی به شمار می‌رفته که در دوره‌هایی از تاریخ اسلامی در علوم و توسعه آن جایگاهی ممتاز داشت. در این دوران نیشابور در عین حال که مأمن ایرانی تباران بوده است مهاجرانی از بیشتر نقاط جهان اسلام پذیرفته بود. این مهاجرت از فتح نیشابور تا حمله غزها و حمله مغول به نیشابور ادامه داشته است. اهمیت

نیشابور به اندازه‌ای بوده که در این سده‌ها پایتخت فرهنگی ایران شناخته شده است. در اوائل دوره تمدن اسلامی مرکز خراسان و قدیم‌ترین پایگاه علوم اسلامی در ایران نیشابور بوده است. این ویژگی‌ها و اهمیت آن باعث شده بود که در این شهر مراکز آموزشی و مدرسه‌های گوناگونی تأسیس شود. معروف‌ترین این مدارس نظامیه نیشابور بوده هرچند که پیش از تأسیس نظامیه نیشابور و به‌طور کلی نظامیه، در نیشابور مدرسه‌های بسیاری تأسیس شده بود. در سده‌های سوم و چهارم به سبب اینکه منطقه خراسان یکی از امن‌ترین مناطق خلافت اسلامی بود گسترش مدارس به حدی بود که مهاجرت دانشمندان از مناطق دیگر به خراسان و نیشابور را سبب می‌شد. این مهاجرت‌ها تقریباً از تمام سرزمین‌های اسلامی به نیشابور و شهرهای دیگر ایران انجام می‌گرفت و سبب شد که شهر نیشابور به یکی از «کانون‌های تبادل و اشاعه اندیشه‌ها و قطب علمی دنیای اسلامی» تبدیل شود. یکی از دلایل گسترش مدرسه‌ها در گذشته در نیشابور همین مسئله است.

با حمله مغول به نیشابور، که ویرانی کامل این شهر را در پی داشت، طبیعتاً دلیل نابودی کانون و حوزه علمی نیشابور است.

## • دبیرستان‌ها

یکی از دبیرستان‌های قدیمی نیشابور که سومین مدرسه کهن استان خراسان است؛ دبیرستان عطار است. این دبیرستان در ۱۳۴۴ خورشیدی - میلادی ۱۹۶۵ توسط ولی‌عهد و فرح پهلوی افتتاح شد. شامل یک پژوهش سرا و آزمایشگاه و مرکز فناوری اطلاعات است. همه ساله در روز ملی عطار، زنگ عرفان در این دبیرستان نواخته می‌شود.

### ۱۳-۳-۲- اقلیم و آب و هوای نیشابور

هوای بخش‌های بارو سرولاپت، قدمگاه، فدیشه و حومه معتدل و هوای قراء و قصباتی که در کوه و دره‌های بینالود واقع شده‌اند سرد است، لیکن دهستان عشق‌آباد و طاغنکوه که در جنوب این شهرستان قرار دارند شوره زار و گرمسیر است به خصوص در فصل بهار و پائیز بادهای شدیدی در این محل می‌وزد، در بعض سال‌ها بر اثر شدت وزش باد قسمتی از زراعت اهالی زیر شن مستور می‌شود.

آب و هوای نیشابور در شمال و جنوب متفاوت است. چگونگی آب و هوای نیشابور توسط دو عامل تعیین می‌شود:

- با توجه به توده‌های مهم هوا (جريان‌های هوایی سیبری، مدیترانه‌ای، شمالی و غربی اقیانوس اطلس، موسمی اقیانوس هند و صحراوی عربستان) که به‌طور کلی شمال شرق کشور را تحت تأثیر خود قرار می‌دهند.
- ارتفاع و جهت رشته کوه‌های بینالود و کوه سرخ که دشت نیشابور را احاطه کرده‌اند.

تابستان‌های خشک و گرم، زمستانی سرد و کوتاه از خصوصیات آب و هوایی منطقه نیشابور می‌باشد. با توجه به اختلاف زیاد ارتفاع (حدود ۲۳۰۰ متر) بین دشت نیشابور و کوه‌های منطقه، شرایط خاص آب و هوایی در این شهرستان حاکم بوده است. در شمال که کوهستانی است هوا نسبتاً سرد است. در فصول بهار و پائیز وزش بادهای شدید موسمی و محلی، اراضی مزروعی و محصولات کشاورزی دستخوش آسیب و آفت می‌گردد و همچنین تفاوت آب و هوای نیشابور به‌خاطر وسعت بسیار چشمگیرش می‌باشد. مثلاً سر ولایت از نواحی کوهستانی حدود قوچان هوایی به مراتب سردتر از بلوک عشق‌آباد، منطقه کویری دارد. در شمال که کوهستانی است هوا نسبتاً سرد است. در فصول بهار و پائیز وزش بادهای شدید موسمی و محلی، اراضی مزروعی و محصولات کشاورزی دستخوش آسیب و آفت می‌گردد و همچنین تفاوت آب و هوای نیشابور به‌خاطر وسعت بسیار چشمگیرش می‌باشد. مثلاً سر ولایت از نواحی کوهستانی حدود قوچان هوایی به مراتب سردتر از بلوک عشق

آباد، منطقه کویری دارد. به طور کلی چگونگی آب و هوای نیشابور توسط دو عامل مهم زیر تعیین می‌گردد:

- با توجه به توده‌های مهم هوا (جريان‌های هوایی سibirی، مدیترانه‌ای، شمالی و غربی اقیانوس اطلس، موسمی اقیانوس هند و صحرايی عربستان) که به طور کلی شمال شرق کشور را تحت تأثیر خود قرار می‌دهند
- ارتفاع و جهت رشته کوه‌های بینالود و کوه سرخ که دشت نیشابور را احاطه کرده‌اند

#### ۱-۳-۲- زمین‌شناسی نیشابور

در ناحیه شمال شرقی ایران دو زون مجزا از هم به نام‌های بینالود و کپه داغ - هزارمسجد دیده می‌شود که به باور برخی از زمین‌شناسان آن را بخشی از زون البرز می‌دانند به طوری که تقسیم‌بندی‌هایی که توسط نبوی و استوکلین برای واحدهای زمین‌شناسی و ساختمانی ایران صورت گرفته‌است، زون البرز را از نظر زمین‌شناسی به سه قسمت تقسیم کرده‌اند،

۱. زون کپه داغ

۲. زون البرز مرکزی

۳. البرز غربی و آذربایجان

به نظر آنان زون بینالود بخشی از البرز محسوب می‌شود که حد غربی آن به زون البرز مرکزی محدود می‌شود. واحد بینالود - آلا Dag وسیله فرورفتگی کشف رود - اترک از واحد کپه داغ جدا شده و به موازات آن امتداد یافته‌است و حد جنوبی آن را گسل میامی یا شاهرود و حد غربی را گسل سمنان تشکیل می‌دهد. زون بینالود قسمت‌هایی از شهرستان‌های مشهد، نیشابور و سبزوار را شامل می‌گردد، ولی چون سنگ‌های دگرگون شده و آذرین این زون در درون افغانستان نیز ادامه دارد. حد شرقی آن

را ادامه هندوکشغری در افغانستان در نظر می‌گیرند. رسوب‌های کربونیfer در بینالود، شامل مجموعه‌ای از ماسه سنگ کوارتزیتی سیاه رنگ و شیل است که تا اندازه‌ای شبیه تشکیلات سر در (طبیعی - ایران مرکزی) است. در بینالود رسوبات تریاس تشخیص داده نشده است و تنها در منطقه آق دربند، رسوبات شیل و ماسه سنگ همراه با آهک‌های فسیل دار وجود دارد که به تریاس میانی و فوقانی نسبت می‌دهند. با توجه به اینکه رسوب‌های ژوراسیک در اکثر مناطق بینالود به طور هم شیب روی رسوب‌های پالتوزوئیک و مجموعه‌ی دگرگونی همین دوره قرار گرفته‌اند، حالت پلاتفرمی منطقه بینالود تقریباً تا ژوراسیک ادامه پیدا می‌کند. رسوب‌های کرتاسه آن نیز شبیه البرز و رخساره آهکی دارد. احتمالاً دریای لیاس در بینالود با ایران مرکزی ارتباط داشته و رسوبات آهکی کرتاسه که مشابه البرز می‌باشد، در جنوب غربی قشلاق بر روی گرانیت‌های مشهد قرار می‌گیرد.

وقتی در منطقه‌ای سازنده‌ای زمین شناسی دارای کانی‌های قابل حل زیادتری یافت شود، آب زیرزمینی آن منطقه قطعاً با املاح بیشتری همراه خواهد بود. سازنده‌ای زمین شناسی بر اساس سن از یکدیگر جدا شده‌اند. در سازنده‌ای قدیمی تر از نئوژن شامل: سازنده‌ای دوران اول و دوم زمین شناسی که ارتفاعات شمال دشت را اشغال کرده، مقادیر کانی‌های قابل حل نظیر کلوروسدیم و پتاسیم و یا سولفات کلسیم و منیزیم و سدیم کمتر است. به همین دلیل تاثیر خیلی زیادی بر شوری آب به ویژه از نظر کلوروسدیک ندارند گرچه آنها نیز در کیفیت کلی آب تاثیر دارند از این گذشته چون این ارتفاعات دارای شیب نسبتاً زیادی هستند و جریان‌های سطحی با سرعت زیادتری از روی آنها می‌گذرند و وارد دشت می‌شوند لذا فرصت کمتری می‌یابند تا کانی‌های قابل حل را در خود حل کنند.

بلغکس سازنده‌ای سخت زمین شناسی موجود در غرب و جنوب دشت که عمدتاً از سنگ‌های ولکانیکی هستند به دلیل داشتن کانی‌های حل پذیر نقش بیشتری در شور کردن آب دارند. ولی آن دسته از سازنده‌ای زمین شناسی که بیشتر از همه در تغییر کیفیت آبخوانه نیشابور نقش دارند سازنده‌ای زمین شناسی دوران سوم میوسن هستند که از تناوب مارن، ماسه سنگ و کنگلومرا تشکیل شده‌اند که در حاشیه شمالی جلگه و نیز در بخش جنوب شرق رخمنون دارند. آب‌هایی که از این مناطق عبور کرده و وارد آبخوانه می‌شوند سبب شوری آب نیز می‌گردند و بر طبق مطالعات ژئوفیزیک و زمین شناسی این سازندها سنگ کف آبخوانه را تشکیل می‌دهند و در شور کردن بخش وسیعی از آبخوانه دشت موثرند.

## ۱۵-۳-۲- جغرافیای طبیعی

جلگه نیشابور از شمال و شرق به ارتفاعات بینالود، از جنوب به ارتفاعات شهرستان کوهسرخ و چهل تن تربت حیدریه و از غرب به کویر سبزوار ختم می‌شود و از حاصلخیزی بسیار بالایی برخوردار است. اکثر مناطق حاصلخیز و پرجمعیت در شمال این شهرستان قرار دارند، به‌طوری‌که ۶ شهر از هفت شهر آن نیز در این منطقه واقع شده‌اند و رودخانه‌های بسیاری در آن جریان دارند که مهم‌ترین آن‌ها رودخانه کال شور سبزوار است که از ارتفاعات این شهرستان سرچشمه گرفته و پس از عبور از شهرستان سبزوار به دشت کویر می‌ریزد و سایر رودخانه‌ها عبارت‌اند:

- از درود
- خور
- بوژان
- باخرود
- میرآباد
- طاغان
- بار
- بقیع
- سرولایت

بلندترین قله این شهرستان، بینالود با ارتفاع ۳۲۱۱ متر است که به بام خراسان شهرت دارد و در نزدیکی روستای میرآباد قرار دارد. سایر قلل عبارت‌اند از:

- شیرباد به ارتفاع ۳۳۳۹ متر
- طاغنکوه به ارتفاع ۳۰۶۹ متر
- بقیع (۲۷۱۳ متر)
- عطائیه (۲۳۱۰ متر)
- گرماب (۲۰۷۶ متر)

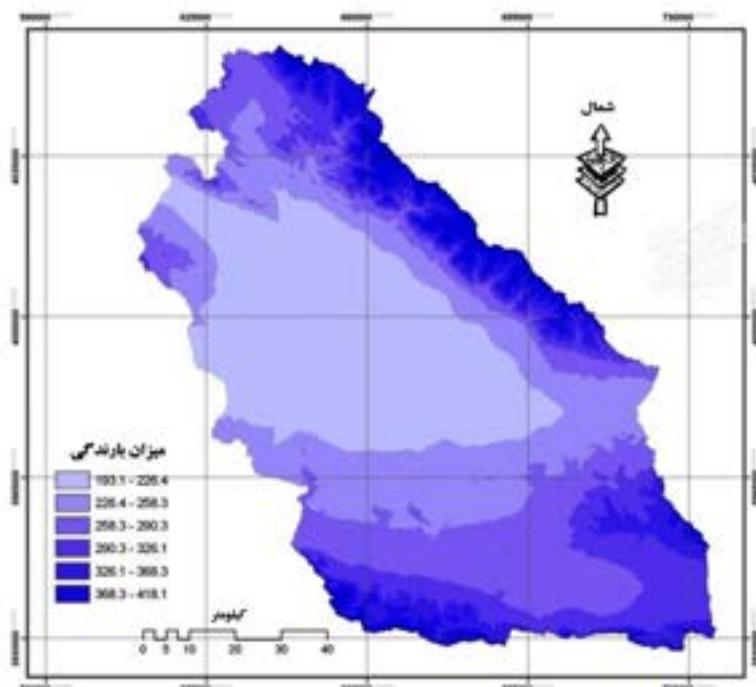
## ۲-۳-۱۶ - بارندگی در نیشابور

با توجه به قرار گرفتن حوزه جغرافیایی ایران - استان خراسان رضوی و نیشابور - بر روی منطقه خشک و نیمه خشک کره زمین، میزان ریزش های جوی در کل ایران ناچیز است. هسته های پر بارش همچون روند کشوری منطبق بر نواحی مرتفع استان بوده و به طور کلی از شمال به جنوب مقدار بارش کاهش می یابد. آمار به دست آمده از ایستگاههای سینوپتیک نشان می دهد که میزان نزولات جوی در سطح استان به طور میانگین ۲۱۵ میلی متر است و بیشتر آن در زمستان و اوایل بهار صورت می گیرد. بنابراین رژیم بارندگی نیشابور نیز متأثر از ورود جریان های مرطوب عمدتاً مدیترانه ای از غرب، در فاصله ماه های آبان تا اردیبهشت ماه حادث می شود که البته با همراهی توده های هوایی سیبری تشدید شده و غالباً سبب نزول برف به ویژه در ارتفاعات منطقه می گردد. ارتفاعات شمالی و شرقی بینالود از یک سو سبب بارندگی های ناشی از تراکم ابرها و بارش در نواحی مرتفع کوهستانی شده و از سوی دیگر مانع ورود برخی جریانات گرم و خشک کویر قره قوم در آسیای میانه و کشور ترکمنستان شده است.

بخش جنوبی و غربی نیشابور منطقه حاکمیت نواحی نیمه بیابانی بر اقلیم این مناطق است که تحت تاثیر جریان های هوایی کویر بزرگ ایران مرکزی قرار دارد اما به دلیل امتداد کوههای جغتای (قله کله قندی ۱۹۴۴ متر) و ارتفاعات کوه سرخ (۲۵۱۵ متر) تا حدودی این ارتفاعات، دیواری حایل بین کویر مرکزی با منطقه نیشابور ایجاد کرده اند و این امر از شدت گرما و خشکی این منطقه می کاهد.

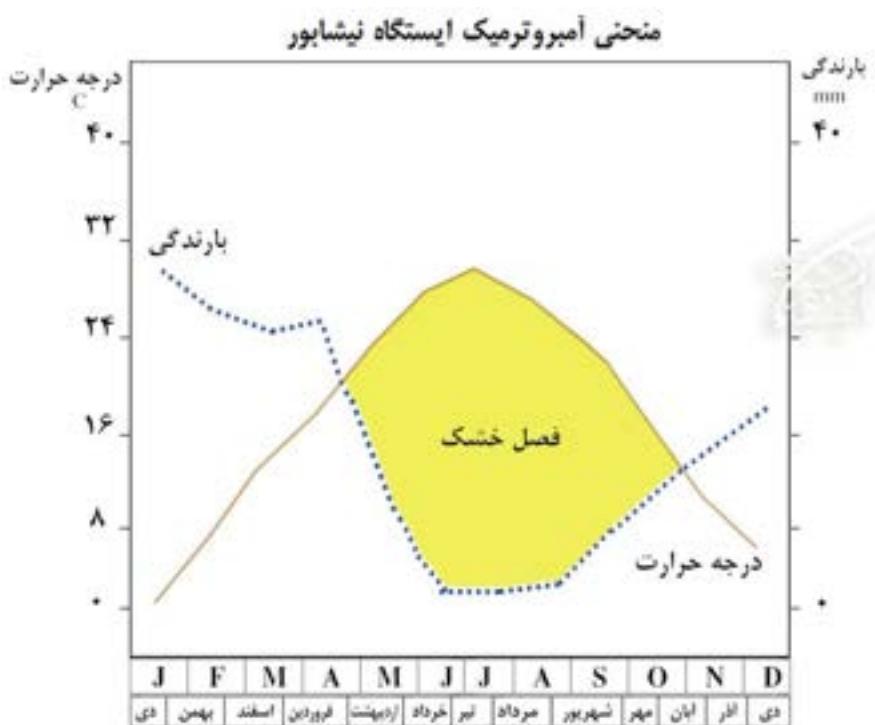
متوسط بارندگی نیشابور (در دوره اقلیمی ۳۰ ساله) معادل ۲۷۴ میلیمتر در نواحی دشت و ۳۵۶ میلیمتر در نواحی کوهستانی بوده است که نقش ارتفاعات منطقه را در افزایش این رحمت الهی نشان می دهد. با توجه به جدول بالا، رژیم بارندگی منطقه دارای حداکثری در ماه های دی و بهمن (ژانویه) با حدود ۱۵ - ۲۰ درصد بارندگی سالانه و حداقلی در ماه های تیر و مرداد (جولای و اوت) می باشد. ماه های تیر، مرداد و شهریور با مجموعی کمتر از ۲ درصد کل بارندگی های سالانه، خشک ترین ماه های سال می باشند. به طور کلی حدود نیمی از بارندگی های سالانه در سه ماهه فصل زمستان انجام می شود و یک دوره ۷-۶ ماهه خشک از اردیبهشت ماه تا مهرماه در منطقه مشاهده می گردد.

در طول دوره فوق ایستگاه نیشابور دارای متوسط بارندگی معادل ۷.۲۳۶ میلیمتر، حداکثر بارندگی حدود ۶/۳۵۰ میلیمتر، حداقل بارندگی برابر با ۱۵۱ میلیمتر و دامنه تغییراتی حدود ۲۰۰ میلیمتر بوده است، در حالی که ایستگاه بار نیشابور (معرف نواحی مرتفع) دارای متوسط بارندگی معادل ۵/۳۵۶ میلیمتر، حداکثر بارندگی حدود ۷/۶۰۶ میلیمتر، حداقل بارندگی برابر با ۵/۱۸۵ میلیمتر و دامنه تغییراتی حدود ۱/۴۲۱ میلیمتر بوده که نشانگر تعديل شرایط آب و هوایی و بخصوص افزایش بارندگی ها در ارتفاعات منطقه می باشد .



شکل (۲-۹) پراکنش بارندگی حوضه‌ی نیشابور

منحنی آمبروترمیک ایستگاه نیشابور نیز تغییرات ماهانه درجه حرارت، بارندگی و طول دوره خشکی منطقه را در یک سال به خوبی نشان می دهد .



شکل (۲-۱۰) منحنی آمبروترمیک نیشابور

### ۲-۳-۱۷- منابع آب نیشابور

دشت نیشابور یکی از زیرحوضه های حوضه آبریز کویر مرکزی ایران است. دشت نیشابور که اطراف آن را ارتفاعات احاطه کرده است، توسط آبخوان های بخش های شمال شرقی، شمالی، شمال غربی و غربی تغذیه می گردد. مساحت حوضه آبریز نیشابور با احتساب شهرستان های زبرخان و فیروزه که در این حوضه قرار دارد، معادل ۷۳۲۹ کیلومتر مربع، مشتمل بر ۳۴۵۱ کیلومتر مربع ارتفاعات و ۳۸۷۸ کیلومتر مربع دشت است. این حوضه از شمال به محدوده های مشهد و ینگجه، از شرق با محدوده های مشهد و سنگ بست، از جنوب با محدوده های رخ و عطائیه، و از غرب به محدوده های عطائیه، جوین-سلطان آباد هم مرز است.



شکل (۲-۱۱) موقعیت حوضه آبریز نیشابور در استان خراسان رضوی

دشت نیشابور به عنوان یکی از زیر حوضه های کویر مرکزی ایران وضعيت مشابهی با استان خراسان رضوی دارد و چاه عمیق به عنوان اصلی ترین منبع برداشت از آب زیرزمینی مطرح می باشد. آمارها نشان می دهد که عمدۀ برداشت از آب زیرزمینی نیشابور مربوط به چاه عمیق می باشد به گونه ای که حدود ۸۴.۱ درصد از برداشت ها از طریق چاه عمیق و ۳ درصد از چاه نیمه عمیق صورت می گیرد که مجموع آنها حدود ۸۷ درصد می باشد. بعد از چاه عمیق و نیمه عمیق، قنات با سهم ۹.۶ و چشمۀ با ۳.۳ درصد در مرتبه های بعدی قرار دارند.

حداکثر دبی لحظه ای قناتها ۱۲۰ لیتر در ثانیه در گلبوی پایین و متوسط دبی لحظه ای ۸ لیتر در ثانیه و حداکثر عمق مادر چاه ۱۲۰ متر - قنات باغشن بالا - و طویل ترین قنات منطقه قنات حصار سرخ است

که طول آن به ۱۱۵۰۰ متر می‌رسد. چشمeh های منطقه نیز اغلب در میان ارتفاعات شمالی دشت نیشابور جریان داشته و منشا اصلی رودخانه های نیشابور می‌باشند. حداقل دبی لحظه‌ای چشمeh ها حدود ۲۰۰ لیتر در ثانیه (چشمeh صومعه) و حداقل آن یک لیتر در ثانیه و متوسط دبی چشمehها ۲۳ لیتر در ثانیه محاسبه شده بود.

جدول (۲-۱) نوع و درصد مساحت کاربری اراضی حوضه آبریز نیشابور

نوع کاربری	درصد از کل
اراضی فاقدپوشش (توده سنگی)	۰.۵۶
زراعت دیم	۱۹.۶
جنگل طبیعی تنک	۰.۴۶
زراعت آبی	۲۵.۳۴
باغ آبی	۲.۲۵
سطح آبی (دریاچه طبیعی یا سد)	۰.۰۱
جنگل‌های دست کاشت	۱.۱۲
مراتع متراکم	۰.۹۵
مراتع نیمه متراکم	۱۸.۲۹
مراتع کم تراکم (فقیر)	۳۰.۱۹
اراضی بستر مسیل	۰.۴۸
بیشه زار و درختچه زار	۰.۱۱
پنهانها و تپه‌های ماسه‌ای	۰.۰۴
مناطق مسکونی و صنعتی	۰.۶۱

مأخذ: مطالعات آمایش استان خراسان رضوی (۱۳۸۹)

با توجه به افزایش عمق چاههای عمیق دشت نیشابور و افت شدید ارتفاع سطح آب های زیرزمینی طی سال های گذشته (در سال ۱۳۷۶ معادل ۱۱۵۲۰۰ متر و در سال ۱۳۹۶ معادل ۱۱۳۴۰۰ متر محاسبه گردیده) به وضوح نشان دهنده علت ممنوعه بودن دشت و وضعیت بحرانی سفرهای آب زیرزمینی می باشد. گزارش های اخیر از ایجاد نشت ها و ظاهر شدن شکاف های طولانی در بخش مرکزی دشت نیشابور تنها انعکاس بخش کوچکی از کسری مخازن آب در نیشابور بوده است، بنابراین ضروری است توجه به اهمیت مدیریت منابع آب، تغییر شیوه های آبیاری، تغییر در کشت برخی محصولات، ایجاد پوشش انهار، عملیات آبخیزداری، حفاظت از مراتع و ... به طور جدی مدنظر برنامه ریزان توسعه در این جغرافیا قرار گیرد.



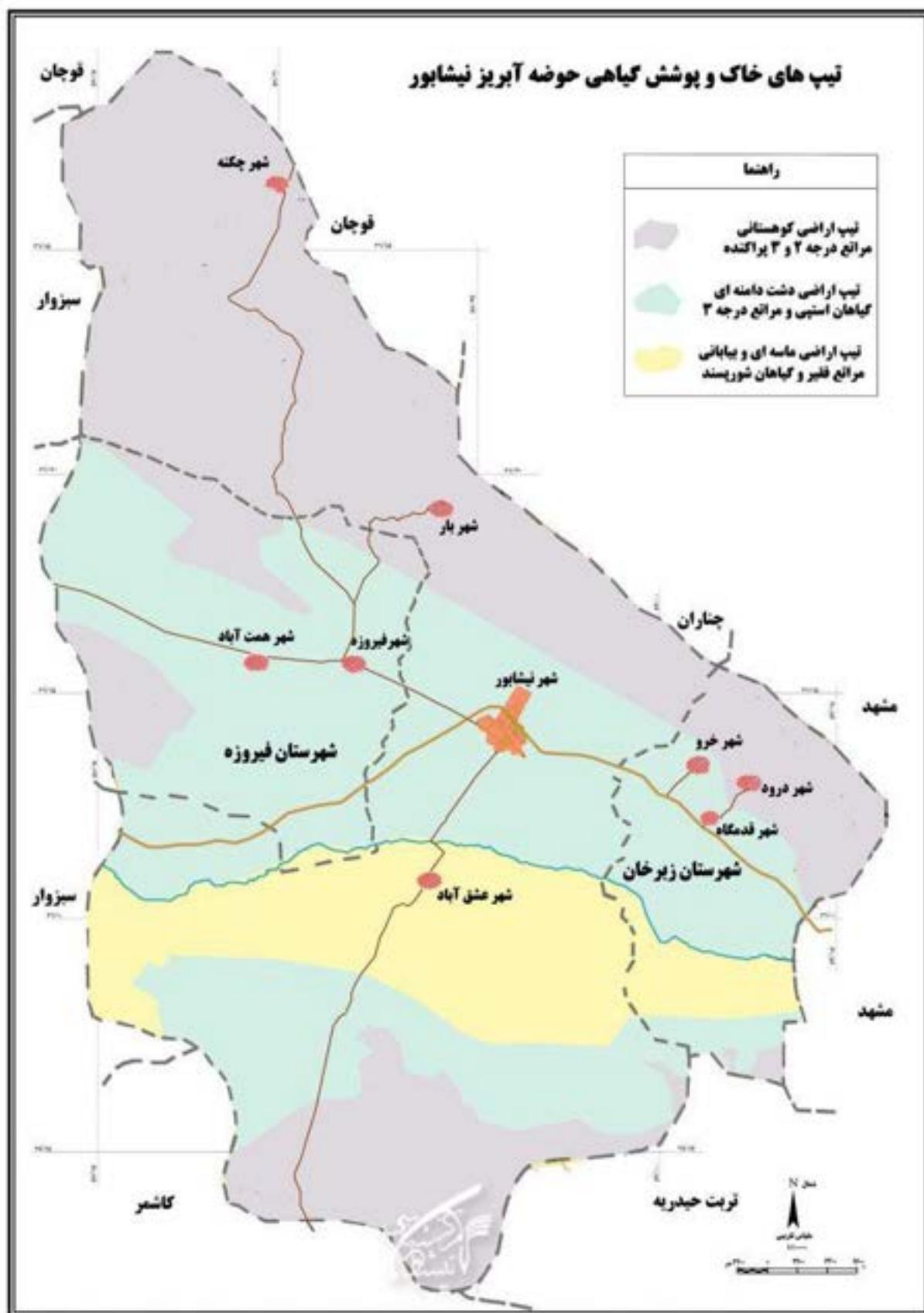
شکل (۲-۱۲) آینمود دشت نیشابور

## ۲-۳-۱۸ - خاک و پوشش گیاهی

خاک یکی از مهمترین عوامل موثر در زندگی اقتصادی و اجتماعی انسان است. در ایران با توجه به تنوع اقلیمی، ویژگی های زمین شناسی و پوشش گیاهی تنوعی از خاک ها به وجود آمده اند. واحد های جمعیتی ایران عموماً بر روی اراضی رسوبی دوران چهارم شکل گرفته است. خاک مناسب زمینه ساز فعالیت های کشاورزی در هر منطقه است و به عنوان بستر مناسب اقتصاد عمل می کند. خاک مناسب و مستعد و نامستعد تاثیر مستقیمی بر تراکم جمعیت و همچنین مهاجر فرسنی و مهاجر پذیری مناطق دارد. تمدن های کهن در جایی شکل گرفتند که خاک مستعد و به تبع اقتصاد کشاورزی مناسی داشته اند. جنس زمین شناسی، نوع آب و هوا و پوشش گیاهی در تشکیل خاک و تکامل آن نقش بسزایی دارند.

به طور کلی خاک های منطقه نیشابور به علت دارا بودن رژیم رطوبتی اریدیک (بیابانی و خشک) در صورت تحول پروفیلی در رده اریدی سول ها و در غیر این صورت در رده آنتی سول ها (خاک هایی که توسعه و تکامل کم و ناچیزی پیدا کرده اند و ویژگی های آنها نمایانگر ویژگیهای ماده مادری آنها می باشد). رده بندی می شوند. در دنیا ۲۸.۴ درصد کل اراضی بدون پوشش یخی را خاکهای با رژیم رطوبتی اریدیک تشکیل می دهند که بیشترین وسعت را دارند و بیشترین مساحت اراضی جهان حدود ۱۹ درصد را به خود اختصاص داده اند، ولی به علت خشکی و سایر محدودیت ها تنها حدود ۳.۳ درصد آنها قابلیت بهره برداری در زراعت را دارا می باشند. در ایران حدود ۶۵ درصد اراضی تحت اقلیم خشک (رژیم رطوبتی اریدیک) قرار دارد و کشت محصولات زراعی بدون آبیاری اقتصادی عمل مقدور نیست.

بنابراین با توجه به نوع اقلیم، ساختار زمین شناسی و وجود ارتفاعات در منطقه نیشابور، خاک و پوشش گیاهی منطقه در سه ناحیه جغرافیایی (نقشه ضمیمه) به شرح زیر گروه بندی شده اند:



شکل (۲-۱۳) تیپ های خاکی حوضه آبریز نیشابور

### • نواحی کوهستانی

شامل خاک تمامی رشته کوه های بینالود و ارتفاعات جنوبی و مناطق پایکوهی آن ها بوده؛ در این ناحیه، کوه ها، تپه های مرتفع و دره های متعدد فرسایش یافته متشکل از سنگ های آهکی دولومیتی و ماسه سنگ هستند که غالباً لخت و بدون پوشش خاکی بوده و در برخی دامنه های آنها، خاک های کم عمق تا نسبتاً عمیق سنگریزه دار غیر یکنواخت (ماسه ای، قلوه سنگ و لیمون) وجود دارد.

در این نواحی به دلیل دریافت مناسب نزولات جوی (بارندگی)، محیط مساعدی جهت رشد و نمو گیاهان فراهم است، اما به دلیل عدم وجود پوشش خاکی مناسب، شبیب زیاد دامنه ها و فرسایش شدید خاک، پوشش گیاهی اندک و مهم ترین آن ها از انواع گون، زرشک، درمنه، چوبک، باریچه، تلخه، خاکشیر، ریواس و درخت های پراکنده ای از نوع ارس (در حدود ۱۰۰۰ هکتار) می باشد. در این ناحیه سطوح مراتع درجه ۲ بسیار ناچیز است و عمدتاً کیفیت آن ها از نوع درجه ۳ به بالا (با کاهش کیفیت) بوده که مساحتی بالغ بر ۳۵۰ هزار هکتار را در بر می گیرد.

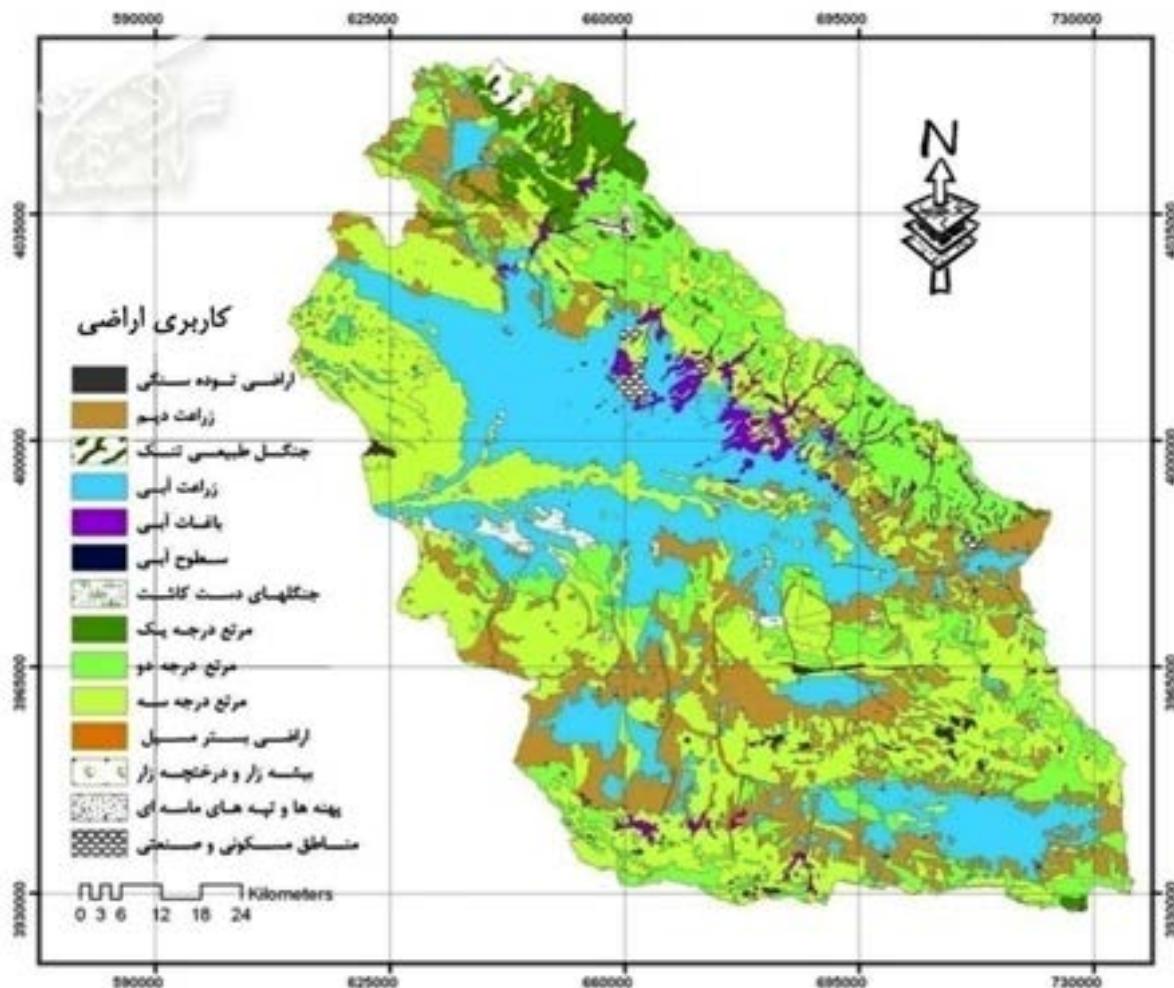
### • ناحیه دشت

شامل خاک مخروطه افکنه های نزدیک به ارتفاعات شمالی و همچنین قسمت اعظم دشت نیشابور از پای کوه های بینالود تا محدوده کال شور در مرکز دشت می باشد. در این ناحیه خاک های نسبتاً عمیق تا عمیق (بدون تکامل پروفیلی) لیمونی و در برخی قسمت ها با بافت متوسط تا خیلی سنگین، با شوری متوسط وجود دارد. در ناحیه جغرافیایی دشت، به دلیل کشت و کار وسیع زراعی، پوشش گیاهی و مراتع دشتی توسعه ای نداشته، مراتع عمدتاً از نوع درجه ۳ و ۴ به بالا و مساحتی بالغ بر ۲۵۰ هزار هکتار را شامل شده اند، مهم ترین گونه های گیاهی این ناحیه شامل: خارشتر، خارآبی، دانه شور، تلخه، درمنه، اسپند یا اسفند، خارزرد و ... می باشد. خاک نواحی دشت نیشابور عمدتاً شامل تراسهای رو دخانه ای و تیپ اراضی دشت دامنه ای می باشند.

### • محدوده کال شور و قسمت جنوبی (پایین دست) آن

در این ناحیه خاک های خیلی عمیق ( تکامل یافته ) با بافت سنگین تا خیلی سنگین و همچنین خاک های بسیار عمیق شنی و ماسه بادی با شوری متوسط تا زیاد وجود دارد. در این ناحیه همچنین به دلیل کاهش میزان بارندگی توأم با تبخیر زیاد و هجوم ماسه های روان بیابانی(کویری)، مراتع مساحتی بالغ بر ۱۵۰ هزار هکتار داشته که ۲۰ هزار هکتار آن توسط درختان تاغ جهت ثبیت شن های روان پوشیده شده و مهم ترین گونه های آن: خارشتر، کُمای، خارباد بر، خارزرد و گیاهان سورپسند - سالیکرنا و سالسولا - می باشد.

ماسه های روان در سرتاسر ناحیه جنوب کالشور مشاهده می شود که وجود آنها به دلیل بادهای شدید این نواحی است. تشکیلات ماسه ای کاملاً قابل نفوذ بوده لیکن به علت کمبود بارندگی در این ناحیه از دشت در تغذیه در چندان موثر نیستند. لایه های آبزی اصلی بوسیله رسوبات دوران چهارم تشکیل شده اند که قطر آنها در مرکز ممکن است به ۲۰۰ متر نیز برسد. جنس این لایه ها در کوهپایه ها ضمخت بوده و دارای مخروط های تخلیه در انتهای دره های اصلی هستند که تخلیه آب های جاری را تسهیل می کنند. در مرکز رسوبات ظریف تر و از جنس لیمون- رسی است. کالکرهای ژوراسیک و کرتاسه از لحاظ آب و زمین شناسی نقش مهمی ایفا می کنند.



شکل (۲-۱۴) کاربری اراضی حوضه آبریز نیشابور در سال ۱۳۹۹

### ۲-۳-۱۹- دمای نیشابور

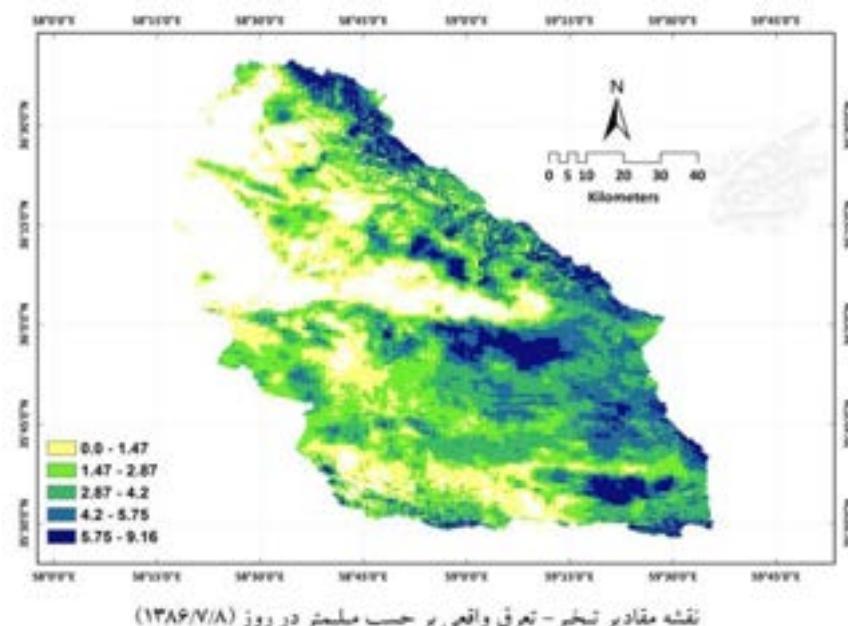
تغییرات درجه حرارت چه به لحاظ زمانی و چه مکانی در شهرستان نیشابور زیاد است. سردترین موقع سال بهمن ماه (ثانویه) است که متوسط درجه حرارت آن (در دوره اقلیمی ۳۰ ساله) در نیشابور معادل  $-2/0^{\circ}\text{C}$  و در منطقه بار نیشابور معادل  $-8/0^{\circ}\text{C}$  درجه سانتیگراد و گرم ترین ماه سال، تیرماه (جولای) دارای متوسطی برابر با  $9/25^{\circ}\text{C}$  درجه سانتیگراد در ایستگاه نیشابور بوده است. حداقل مطلق درجه حرارت در نیشابور  $42^{\circ}\text{C}$  و در منطقه بار نیشابور  $5/39^{\circ}\text{C}$  درجه سانتیگراد بوده که نشانه گرمای شدید این منطقه در تابستان می باشد. با توجه به جدول زیر حداقل مطلق درجه حرارت منطقه نیز در همین

دوره برای ایستگاه نیشابور معادل ۱۷/۶ درجه و برای ایستگاه بار نیشابور معادل ۲۵ درجه سانتیگراد بوده است.

اختلاف نسبتاً زیاد بین حداکثر و حداقل مطلق درجه حرارت ایستگاه های منطقه حاکی از خصوصیات اقلیم مناطق نیمه خشک است. متوسط سالانه درجه حرارت نیز در همین دوره در ایستگاه نیشابور معادل ۱۴/۴ درجه سانتیگراد و در منطقه بار نیشابور معادل ۱۲/۵ درجه سانتیگراد بوده است. ساعت آفتابی در نیشابور را نیز بر اساس برخی مطالعات، معادل ۳۰۰۰ ساعت در سال تخمین زده اند و به طور متوسط تعداد روزهای یخنیان طی دوره ۲۰ ساله معادل ۸۶ مورد در سال اتفاق افتاده است همچنین وقوع پدیده رعد و برق در ۱۰ سال معادل ۶۰ روز یعنی در هر سال ۶ روز تعیین شده است.

### ۲-۳-۲۰ - تبخیر در نیشابور

تبخیر و تعرق دربرگیرنده مقدار تبخیر از سطح آزاد آب ها و سطوح جامد خیس می باشد و تعرق تبخیری است که از طریق گیاهان صورت پذیرد. بر اساس تحلیل های آماری، میانگین ۲۰ ساله تبخیر از سطح تشک در شهرستان نیشابور، در فصل بهار معادل ۷۹۸ میلی متر، در فصل تابستان معادل ۱۳۲۸ میلی متر، در فصل پاییز معادل ۳۱۰ میلی متر و در فصل زمستان برابر ۱۲۶ میلی متر محاسبه شده است و میانگین کل تبخیر سالانه برابر با ۲۵۶۲ میلی متر بوده است.



شکل (۲-۱۵) نقشه‌ی تبخیر

### ۲-۳-۲۱- کشاورزی و دامپروری در نیشابور

اقتصاد شهرستان نیشابور از گذشته‌های دور عمدتاً بر پایه کشاورزی و دامداری استوار بوده و در طول چند دهه اخیر فعالیت‌های صنعتی و خدماتی نیز در آن گسترش یافته است.

شهرستان نیشابور با توجه به شرایط طبیعی نظیر حاکمیت رژیم اقلیمی نیمه بیابانی و خشک، وضعیت پستی و بلندی‌ها و نیز نوع خاک و سازنده‌های زمین‌شناسی مختلف، دارای محصولات زراعی، باغی و دامداری متنوعی است که هر کدام از آنها امکان توسعه ویژه‌ای را در سه واحد نواحی کوهستانی و کوهپایه‌ای، دشت و نواحی حاشیه‌ای رودخانه کالشور پیدا نموده‌اند.

از گذشته‌های دور موقعیت ممتاز نیشابور در فعالیت‌های مربوط به کشاورزی و قدرت تولیدی آن همواره در کتب و سفرنامه‌های تاریخی مورد اشاره و تاکید بوده به طوری که یکی از دلایل اهمیت شهری نیشابور، کارکرد تولیدی کشاورزی و امکان تامین غله برای لشکرکشی‌ها و تقابل با مهاجمان مختلف به واسطه برخورداری از زمین‌های حاصلخیز و قنات‌ها و رودخانه‌های پرآب فراوان در این جغرافیا بوده است. در کتاب تاریخ نیشابور الحاکم (قرن چهارم هجری) حاکمیت آب و هوای مطبوع،

وفور آب، زمین های حاصلخیز و . . ، از دلایل مهاجرت و سکونت بیش از پنجاه هزار اعراب مسلمان از سرتاسر ممالک اسلامی در این شهر ذکر شده است.

در اوایل قرن حاضر نیز برخی مستندات تاریخی همواره بر این موضوع تاکید نموده اند که بیشتر ساکنین روستاهای نیشابور در بخش کشاورزی یعنی زراعت، با غبانی و تعدادی در دامداری فعالیت داشته اند. به عنوان نمونه در کتاب گزارش روستاهای نیشابور در سال ۱۲۹۶ قمری (كتابچه نیشابور) ذکر گردیده که در بلوک مختلف نیشابور زراعت صیفی و شتوی (غله یا همان گندم و جو)، ابریشم و توتون رواج داشته و غالباً مزارع آنها از آب قنات ها و سیلاب های کوهستانی تامین می شده است. در برخی روستاهای بلوک مانند ماروسک و اربقائی (سرولایت) و روستاهای کارجی، کلاته محمدجان، نصرآباد و جنبرجوق علاوه بر زراعت، پرورش گوسفند رواج داشته است.

در عصر حاضر بخش کشاورزی شهرستان نیشابور به عنوان یکی از بزرگترین و مهمترین تولیدکنندگان محصولات کشاورزی در استان خراسان رضوی، نقش مهمی در تامین نیازهای حیاتی جامعه، امنیت غذایی، تامین مواد اولیه مورد نیاز صنایع و ایجاد اشتغال در منطقه ایفا می نماید. از ۸۳ نوع محصول تولیدی استان خراسان رضوی، ۷۶ نوع آنها در نیشابور کشت می شوند و این شهرستان در تولید ۴۷ محصول رتبه اول تا سوم استان را دارا می باشد و با برخورداری از ظرفیت ها و توانمندی های وسیع و با بیش از ۷۴۲۹۴ هکتار سطح زیر کشت انواع محصولات زراعی و باغی و بیش از ۱۴۹۹۹۵۴ واحد دامی، در مجموع با تولید بیش از ۵۸۴۸۹ تن تولید انواع محصولات زراعی، باغی، دامی (۲۸۸۱۰ تن) و آبزیان و با ارزش ناخالص اقتصادی بیش از ۱۲۱۸۲۳۷۵۰۸ میلیون ریال جایگاه تعیین کننده ای در اقتصاد استانی بر عهده دارد.

جمعیت دامی شهرستان نیشابور (۱۳۹۷) برابر با ۱۴۹۹۹۵۴ واحد دامی که معادل ۱۰.۵ درصد از کل واحدهای دامی موجود در استان خراسان رضوی (۱۴۲۳۱۰۸۵ واحد) بوده است. ترکیب و بافت دامی شهرستان نیز شامل: ۱۹۶۸۱ واحد طیور و ۱۳۰۳۲۷۳ واحد دام سنگین و سبک می باشد. به لحاظ ترکیب دام های سنگین و سبک نیز در نیشابور تعداد ۵۷۵۴۰۱ رأس گوسفند و بره، ۱۰۱۳۷۸ رأس بز و بزغاله، ۷۲۳۵۱ رأس گاو و گوساله، ۵۸ نفر شتر و بچه شتر و ۷۴۹ رأس اسب، قاطر و الاغ شمارش شده است. میزان تولیدات عمده دامی شهرستان نیشابور معادل ۲۸۸۱۰ تن می باشد که سهم تقریبی آنها در مقایسه با کل استان نیز شامل: ۲۵ درصد از کل تولید شیر استان، ۱۲.۴ درصد از کل

تولید گوشت قرمز، ۶۱۵۰ تن گوشت مرغ معادل ۴ درصد از کل تولید استان، ۹۵۲۶ تن تخم مرغ معادل ۶.۸ درصد از کل تولید و ۷.۸ درصد از کل تولید عسل استان خراسان رضوی بوده است.

درنهایت با عنایت به وجود شرایط مساعد طبیعی، زیرساخت های مناسب صنعتی و خدماتی توسعه بخش کشاورزی، نیروی انسانی ماهر و آموزش دیده و همچنین موقعیت ارتباطی و زیرساخت های ممتاز انبارداری و حمل و نقل جاده ای و ریلی و ... بخش کشاورزی نیشابور می تواند ضمن این که در تامین مواد غذایی بسیاری از ساکنین شرق کشور نقش اساسی داشته باشد، قادر است به عنوان یکی از بخش های اقتصادی ممتاز در شرق کشور، در توسعه بخش های صنعت و خدمات استان و شهرستان، تامین غذایی خوداتکاء، اشتغال زایی پایدار، افزایش رفاه و ... نیز کارایی خود را به اثبات رساند.

## ۲-۳-۲۲ - حمل و نقل در نیشابور

طولانی ترین خیابان در نیشابور، «امام خمینی» با ۳/۷ کیلومتر است که خیابان اصلی و مرکزی شهر است؛ طولانی ترین بلوار، «طالقانی» با ۶/۵ کیلومتر است. ترابری درون شهری، تک هسته ای با محوریت خیابان اصلی است. شهر نیشابور، ده میدان دارد (به نام های ابوسعید، ادیب، ایران، آزادی، حافظ، خیام، شادیاخ، صنعت، فردوسی و فضل (که از این میان، میدان خیام بر جستگی ویژه و کهن دارد. میدان مرکزی نیشابور، «ایران» نام دارد. بررسی های گستردۀ «شرکت مهندسین مشاور» در سال های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ نشانگر این است که در در ترکیب کنونی ترابری درون شهری نیشابور، سهم ترابری خصوصی محور (خودروی شخصی و موتورسیکلت) بسیار بالاست و بیش از ۶۰ درصد است و در برابر آن، گونه های پایداری چون پیاده روی و دوچرخه سواری بسیار ناچیز می باشد.

### • راه آهن نیشابور

ایستگاه راه آهن شهر نیشابور در ۱ مرداد ۱۳۳۵ افتتاح شد و از ایستگاه های مهم راه آهن خراسان به شمار می رود که باربری پویا دارد. در دی ماه سال ۱۳۸۸ تقاطع غیر همسطح این ایستگاه افتتاح شد که شرکت رجا این طرح را «بزرگترین تقاطع غیر همسطح راه و راه آهن» در ایران معرفی کرده است.

## ۴-۲- توضیحاتی در مورد شهر سبزوار، شرایط جغرافیایی، اقلیمی و اقتصادی آنها

سبزوار شهری تاریخی و با قدامت در غرب استان خراسان رضوی و شمال شرق ایران است که نام پیشینش بیهق است. سبزوار از مهم ترین مراکز جمعیتی، دانشگاهی، فرهنگی، اسلامی و تاریخی شمال شرق ایران به شمار می آید و به عنوان یکی از نمادهای تاریخ و علم ایران مطرح شده است. مراکز علمی و دانشگاهی و همچنین حوزه های علمیه این شهر از قدمتی دیرینه برخوردارند. دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، دانشگاه حکیم سبزواری و دانشگاه آزاد اسلامی دانشگاه های مهم این شهر می باشند. هم اکنون ۱۴ دانشگاه و مؤسسه آموزش عالی بزرگ در این شهر مشغول به کار می باشند.

پس از حمله مغول به سلطنت خوارزمشاه، حکومت سربداران ایجاد گردید که رهبری آنها را عبدالرزاق باشتینی بر عهده داشت مدتی بر قسمت هایی از ایران حکومت کرد و مرکز این حکومت سبزوار بود. حکومت سربداران اولین حکومت با گرایش شیعه دوازده امامی در ایران بود. سبزوار همچنین از نظر تجاری بین شهرهای استان خراسان رضوی از جایگاه ممتازی برخوردار است.



شکل (۲-۱۶) شهر سبزوار



شکل (۲-۱۷) شهر سبزوار در گوگل ارث

## ۲-۴-۲- موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های طبیعی

فاصله شهر سبزوار از طریق جاده ۴۴ با مشهد در شرق ۲۳۰ کیلومتر و با تهران در غرب ۶۶۰ کیلومتر است. شهرستان سبزوار واقع در غرب استان خراسان رضوی براساس آخرین تقسیمات کشوری دارای دو بخش به نام‌های مرکزی و روتاب است.

کوه‌های جغتای عامل جدایی دشت جوین از جلگه اصلی سبزوار بوده و در جنوب آن نیز کوه میش قرار دارد. به تعبیر دیگر سبزوار محصور در میان ارتفاعات شمالی و جنوبی است. چهره منطقی شرقی و شمالی این شهرستان کوهستانی و دارای اقلیم معتدل و در قسمت‌های جلگه‌ای با هوای گرم همراه است. تنها دو رشته رودخانه فصلی به نام کال شور در این ناحیه وجود دارد که سیلاب‌های دشت سبزوار را به نمکزارهای کویر هدایت می‌کند.

## ۲-۴-۳- گویش و لهجه سبزواری

گویش اکثر مردم سبزوار از مجموعه گویش‌های اصیل خراسانی و با منشأ فارسی دری است. با این حال لهجه سبزواری به دلیل حفظ اصالت خود در طول تاریخ، تفاوت اساسی با سایر لهجه‌های خراسانی دارد. به دلایل تاریخی واژه‌های لهجه سبزواری هنوز اصالت فارسی خود را حفظ کرده‌است و کمتر از لغات دخیل در آن استفاده شده‌است. این واژه‌ها زنده بوده و قدمت آن گاهی به دوران ایران باستان و گویش‌های رایج در آن زمان می‌رسد و اکنون نیز به‌طور روزمره در محاوره بین مردم به کار می‌روند. همچنین این گویش در سال ۱۴۰۰ در فهرست میراث ملی ناملموس سازمان میراث فرهنگی کشور به ثبت رسید.

شایان ذکر است اقلیت ترک‌زبان‌ها و کرد‌های کرمانج در آن سکنی گزیده‌اند که هر کدام به زبان خود تکلم می‌کنند.

## ۴-۴- جمعیت

در زمان دومین قانون تقسیمات کشوری در سال ۱۳۱۶، سبزوار پس از مشهد پر جمعیت‌ترین شهر در استان بود. همچنین در نخستین سرشماری عمومی ایران که در سال ۱۳۳۵ انجام گرفت و نیز در سرشماری سال‌های ۱۳۴۵ و ۱۳۵۵ دومین شهر پر جمعیت استان خراسان بود. در سرشماری سال‌های ۱۳۶۵، ۱۳۷۵ و ۱۳۸۵ نیز در همین جایگاه قرار داشت تا اینکه در سرشماری سال ۱۳۹۰ به رتبه سوم استان خراسان رضوی تنزل کرد (پس از مشهد و نیشابور). بر پایه سرشماری عمومی نفوس و مسکن در سال ۱۳۹۵ شهر سبزوار با ۲۴۳,۷۰۰ نفر، سی و چهارمین شهر پر جمعیت ایران است.

جدول (۲-۲) جمعیت سبزوار در سال‌های مختلف

جمعیت تاریخی	
% ±	سال جمعیت
—	۳۰,۰۴۰ ۱۳۲۵
۳۸,۹%+	۴۲,۴۱۰ ۱۳۴۰
۶۴%+	۶۹,۰۶۲ ۱۳۵۵
۸۰,۶%+	۱۲۹,۱۰۳ ۱۳۶۵
۱۴,۷%+	۱۴۸,۰۶۰ ۱۳۷۰
۱۰,۳%+	۱۷۰,۷۳۸ ۱۳۷۵
۲۱,۹%+	۲۰۸,۱۷۲ ۱۳۸۵
۱۱,۲%+	۲۲۱,۰۵۷ ۱۳۹۰
۰,۳%+	۲۴۳,۷۰۰ ۱۳۹۵

## ۴-۵- جاذبه‌های تاریخی

سبزوار دارای بیش از یکصد و پنجاه اثر تاریخی ثبت شده در آثار ملی می‌باشد که در این میان مدرسه فخریه با ۱۱۰۰ سال قدمت به عنوان قدیمی‌ترین مدرسه ایران و مسجد پامنار

با مناره جنبان، به عنوان قدیمی‌ترین مسجد خراسان از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. همچنین سبزوار به عنوان شهر کاروانسراها در ایران مشهور بوده و دارای ۱۶ کاروانسرا شامل ۱۱ کاروانسرای برون‌شهری و ۵ کاروانسرای درون‌شهری می‌باشد. برخی از جاذبه‌های تاریخی سبزوار عبارتند از :

- آبانبار حاج کریم
- آبانبار سرسنگ
- بازار سرپوش
- بازار حاج زمان
- امامزاده یحیی
- امامزاده شعیب بن موسی
- ابن جعفر
- خانه باغ اسکویی
- خانه عظیمیان
- حسینیه قنادها
- سرای حقیران
- سرای دودر
- سرای اولیاء
- آرامگاه میرزا امین التجار
- مشهدی
- مناره خسروگرد
- کاروانسرای فرامرز خان
- مسجد پامنار
- کاروانسرای صالح آباد
- مسجد جامع
- کاروانسرای ریوند
- مدرسه فخریه
- حوض هشت پایه
- مدرسه علمیه
- شریعتمدار
- حمام پادرخت
- آرامگاه اسرار
- حمام زعفرانیه
- آرامگاه کاشفی
- یخدان‌های سبزوار
- آرامگاه بقراط
- آرامگاه ملا هادی
- سبزواری

## ۶-۴-۲- حمل و نقل

سبزوار بر سر شاهراه موacialاتی کشور قرار گرفته و جاده‌های ۴۴، ۸۷ و آزادراه در حال احداث حرم تا حرم از آن عبور کرده و نیز بزرگراه ترانزیتی Turkmenistan - قوچان - سبزوار از مسیر سبزوار به دیگر نواحی داخلی کشور هدایت می‌شود.

به منظور جلوگیری از عبور و مرور ماشین‌های ترانزیت از بلوار شهید چمران به تازگی بزرگراه کمربندی شرق سبزوار (شهید سپهبد قاسم سلیمانی) ساخته شده و از این طریق ماشین‌های سنگین به کمربندی جنوب متقل می‌شوند. کمربندی شمال شهر نیز تحت عنوان بزرگراه ابریشم در چند فاز در حال اجرا است و بخشایی از آن افتتاح شده است. بزرگراه شهدای هسته ای (شهرک توحید) طویل‌ترین و عریض‌ترین گذر درون‌شهری سبزوار است که از شمال به جنوب کشیده شده است.

## ۶-۴-۳- حمل و نقل درون‌شهری

### • اتوبوسرانی

سازمان اتوبوسرانی سبزوار در سال ۱۳۷۱ تأسیس گردید و هم‌اکنون با تعداد ۱۵۰ دستگاه اتوبوس و در ۱۶ خط روزانه حدود ۸۰ هزار نفر مسافر درون‌شهری را جابه‌جا می‌نماید. بهره‌مندی از خطوط نیازمند کارت بلیطی الکترونیکی تحت عنوان سبزوار کارت می‌باشد.

### • تاکسیرانی

حدود دوهزار تاکسی سواری با کاربری‌های خطی، گردشی، بی‌سیم، پایانه و فرودگاه در سبزوار روزانه افزون بر ۱۰۰ هزار مسافر را در سطح شهر جابه‌جا می‌نمایند. در حال حاضر تعداد تاکسی‌های بی‌سیم فعال در شهر سبزوار ۱۲۰ دستگاه است.

## ۴-۲- حمل و نقل برون شهری

### • فرودگاه

در سال ۱۳۸۲ فرودگاه سبزوار افتتاح شد و اکنون دارای پروازهای بین‌المللی است و تنها فرودگاه موجود در خراسان رضوی است که پس از فرودگاه مشهد به جابجایی مسافر می‌پردازد. این فرودگاه که قبلاً در سال‌های ۹۰ و ۹۱ پروازهای خارجی به دمشق و بغداد را تجربه کرده‌است، هم‌اکنون هر روز دارای پرواز مستقیم رفت و برگشت به تهران می‌باشد. این فرودگاه در اردیبهشت ۱۳۸۵ به عنوان مرز مجاز هوایی شناخته شد و در سیزدهم دی ماه ۱۳۸۹ نیز به صورت ۲۴ ساعته عملیاتی شد.

### • راه‌آهن

راه‌آهن اتصالی سبزوار به شبکه ریلی کشور از ایستگاه سلطان‌آباد منشعب و به شهر سبزوار متصل می‌شود. طول این مسیر در حدود ۴۵ کیلومتر می‌باشد و در دست ساخت است. این مسیر در ادامه به راه‌آهن مشهد-بافق و مشهد-بیرجند- Zahidan امتداد خواهد یافت.

### • پایانه مسافربری

پایانه مسافربری سبزوار با زیربنای ۴۰۰۰ مترمربع در زمینی به وسعت ۱۰ هکتار در سال ۱۳۷۶ احداث شده‌است. این پایانه هم‌اکنون ۷ شرکت مسافربری فعال داشته و روزانه به بسیاری از شهرها از جمله تهران، کرج، مشهد، گرگان، ساری، بجنورد، اصفهان، کاشمر و دیگر شهرهای منطقه سرویس‌دهی می‌نماید. همچنین تاکسی‌های برون‌شهری زیر نظر این پایانه به جابه‌جایی مسافر به شهرهایی همچون قوچان، اسفراین، جوین و ... می‌پردازند.

## ۹-۴-۲- سوغات سبزوار

مهم ترین سوغات سبزوار کلوچه های زنجبیلی، محصولات کشاورزی مانند تخمه جابونی (تخمه ژاپنی) و ادویه های سبزواری است.

کلوچه های زنجفیلی یا زنجفیلی سبزوار یکی از مشهور ترین کلوچه های است. به این کلوچه کلوچه سبزواری هم گفته می شود.  
از دیگر سوغات این شهر می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- زرشک
- زعفران
- خشکبار

## ۱۰-۴-۲- صنایع دستی سبزوار

صنایع دستی سبزوار بسیار ارزشمند است زیرا این شهر هنرمندانی ناب را پرورش داده و می دهد.  
صنایع دستی نظیر :

- قالی بافی



• گلیم و پلاس بافی



• فرت بافی



• نمد مالی



• سفالگری



• رنگرزی



• خراطی



شکل (۲-۱۸) صنایع دستی سبزوار

## ۱۱-۴-۲- گردشگری سبزوار

شهر زیبا و تاریخی سبزوار دارای جاذبه های گردشگری زیادی است. گردشگرانی که به این شهر زیبا سفر می کنند از جاذبه های سبزوار بسیار خشنود می شوند. طبیعت زیبایی سبزوار چشم را نوازش می دهد. برخی از این جاذبه های گردشگری شهر زیبایی سبزوار:

مصلی تاریخی سبزوار-مسجد جامع سبزوار-منار مسجد-آتشکده خانه دیو-آتشکده میرمظفر-  
خانه باغ اسکویی-آرامگاه بقراط-موزه مردم شناسی سبزوار-حوضه هشت پایه-سرای معمار  
زاده-امام زاده سید قریش سبزوار-عمارت امین التجار-اقامتگاه بوم گردی زعفرانیه سبزوار-

روستای سبزوار-آبشار برغمد-روستای بلاش آباد-مسجد خسرو شیر-تپه عید گاه سبزواری ها-سد یام-سد خاکی سنگریزه ای سنگرد-رودخانه دلبر-کویر دو شاخ-کاروانسرای فرامرز خان.



شکل (۲-۱۹) جاذبه های گردشگری سبزوار

## ۱۲-۴-۲- شاخص های اقلیمی منطقه سبزوار

### • درجه حرارت

در یک دوره آماری ۲۲ ساله (۱۹۵۴-۷۵) متوسط حداقل و حداقل دمای سالانه  $23/9$  و  $9/2$  درجه سانتیگراد محاسبه شده که متوسط حداقل و حداقل روزانه آن به ترتیب متعلق به ماههای زوئیه ( $37/6$  درجه سانتیگراد) و ژانویه ( $3/2$ - درجه سانتیگراد) میباشد و متوسط دمای سالانه برابر با  $16/6$  درجه سانتیگراد میباشد که از  $2/5$  درجه در دیماه تا  $29/6$  درجه در تیرماه متغیر بوده، اختلاف درجه حرارت سالیانه را به میزان  $27/1$  درجه سانتیگراد نشان میدهد و بدین ترتیب دو فصل کاملاً محسوس را در این ناحیه ایجاد مینماید بطوریکه ۵ ماه از سال هوا حالت نزولی و

هفت ماه یعنی از دی ماه سیر صعودی به خود گرفته و اختلاف بین فصول گرم و سرد را در سبزوار به میزان ۱۶/۷ درجه بوجود می آورد و از این جهت دمای هوا ۵ ماه حالت آномالی منفی و هفت ماه حالت آnomالی مثبت دارد و فروردین ماه دمایی در حد متوسط سالیانه را از خود نشان می دهد.

#### • میزان بارندگی

بارندگی در سبزوار تقریباً از مهرماه آغاز می شود و تا خرداد ادامه دارد. فصل تابستان نیز حدکثر ۰/۵ میلی متر بارش را دارا می باشد که قابل توجه نبوده و شرایط خشکی حاکم است. پر بارش ترین ماههای سال، اسفند و فروردین با ۳۲ و ۲۷/۳ میلی متر و پس از آن دی ماه با ۲۶/۶ میلی متر گزارش شده و در دوره اقلیمی (۱۹۵۴-۷۵) میزان بارش سالیانه ۱۶۵/۴ میلی متر بوده است. بارش سبزوار مانند سایر نواحی خشک، فصلی بوده، ۴۸ درصد آن مربوط به فصل زمستان می باشد و پس از آن بهار با ۲۸/۲ درصد بارش سالیانه در درجه دوم اهمیت قرار دارد. فصل پاییز با ۳۷/۶ میلی متر، ۳۳ درصد بارش سالانه را به خود اختصاص داده است و چنانچه که ذکر شد فصل تابستان بارش قابل ملاحظه ای نداشته و تنها ۸ درصد از کل بارش سالیانه را به صورت پراکنده و رگباری دارا می باشد. حدکثر بارندگی در یک روز متعلق به اردیبهشت ماه با ۳۵ میلی متر گزارش شده است.

### ۱۳-۴-۲- منابع آبی سبزوار

در نزدیکی دهات در اثر آبادانی اراضی بوسیله سدهای خاکی کوچک ذخیره آب، کشت غلات معمول است و کوهپایه ها دارای مراتع چندان مطلوبی نیستند. آب آبیاری به وسیله ۳۰ قنات و ۳۰ حلقه چاه تأمین می شود.

شمال کال شور در شرق باغان

در نزدیکی دهات در اثر آبادانی اراضی بوسیله سدهای خاکی کوچک ذخیره آب، کشت غلات معمول است و کوهپایه‌ها دارای مراعع چندان مطلوبی نیستند. آب آبیاری به وسیله ۳۰ قنات و ۳۰ حلقه چاه تأمین می‌شود.

### شمال کال شور در غرب استبر

در این بخش کوهپایه‌ها دارای شیب دو درصد شمالی — جنوبی هستند که کشتکاری نشده‌اند و به شکل چراگاههای درجه دو و سه دیده می‌شوند. استفاده خارج از حد از سفره آب در جنوب به علت مجاورت با منطقه شور خطرناک است زیرا سبب بالا آمدن نمک و افزایش شوری آب خواهد شد.

### شمال کال شور بین باغان و استبر

یک سفره آبزا بین کوه جغتای و یک رشته تپه‌ها اجازه استفاده از آب حوضه آبریز وسیعی را داده است. این اقدام بوسیله چند قنات صورت می‌گیرد که پس از عبور از تپه‌ها در پایین دست، آب بویژه شیرینی را برای کشاورزی تامین می‌کند دهانه‌های قنوات در شمال جاده اصلی است. در جنوب، حفر چاهها سبب تکمیل استفاده از آبهای زیرزمینی می‌شود.

### جنوب کال شور

در ناحیه بین کال شور و تپه‌های جنوبی وزش باد سبب پدید آمدن تپه‌های ماسه‌ای شده است و فعالیت مهمی از جانب اداره کل منابع طبیعی به منظور تثبیت این تپه‌ها در جریان است. منابع آبهای سطحی و زیرزمینی شور و خیلی کم است در کوهپایه‌ها و در بالادست دهات بربز، فسنگار و فارس آباد تعداد قنوات زیاد و استثنایی است. در اطراف جاده سبزوار، کاشمر و در مغرب در نزدیک قلعه نورد، چند حلقه چاه عمیق ایجاد شده است. شرایط بهره‌برداری در مغرب بهتر از مشرق است.

## ۱۴-۲- پوشش گیاهی سبزوار

بطور کلی می‌توان گفت پراکندگی و مشخصات محلی گیاهان به وضع آب و هوا وضعیت تغییرات توپوگرافی، اثر انسان و تنوع تعداد مناطق فیتوژئوگرافی بستگی دارد با توجه به مطالعه که گفته شد پراکندگی و تنوع گونه‌های مختلف پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه به دلیل موقعیت جغرافیایی و آب و هوایی، تغییرات قابل توجه میزان بارندگی، نزدیکی به حاشیه شمال دشت کویر (جنوب غرب منطقه) وجود ارتفاعات نسبتاً بلند (رشته کوه‌های جغتای) و جریان رودهای سور (کالشور سبزوار) و دخالت‌های انسان (کشت نهال تاغ به منظور تثیت ماسه‌های روان در منطقه حارت‌آباد به قرار زیر است:

۱- درمنه

۲- سنجد

۳- خارشتر

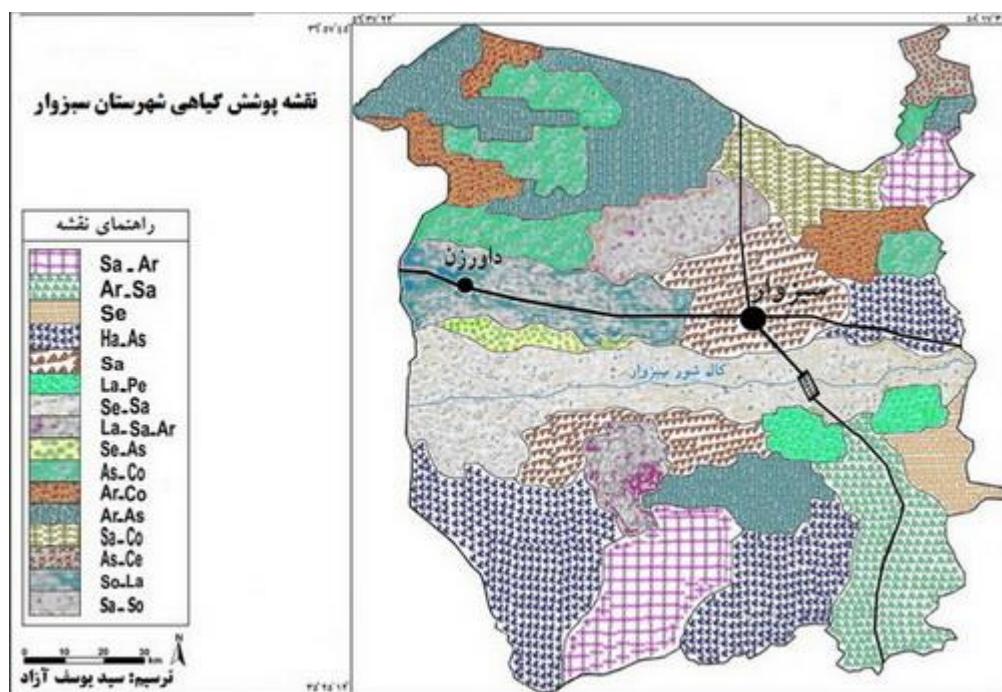
۴- گون

۵- نی

۶- اسپند و تلخان

۷- اشنان

۸- تاغ و گز.



شکل (۲-۲۰) نقشه‌ی پوشش گیاهی سبزوار

#### ۱۵-۴-۲- وضعیت اقتصادی سبزوار

تولیدات عمده کشاورزی این شهرستان شامل زیره، چغندر قند، گندم، پنبه، جو، زعفران و تولیدات باغات آن شامل انار، گردو، انگور، بادام، پسته، آلو، گیلاس و زرد آلو می‌باشد.

تولیدات صنعتی شامل کابل‌های کتریل خودرو، شیرآلات، موتورهای الکتریکی، زیره تصفیه شده، اسانس زیره، قند، فرآورده‌های گوشتی نظیر سوسيس و کالباس و فرآورده‌های لبني و پنبه تصفیه شده می‌باشد.

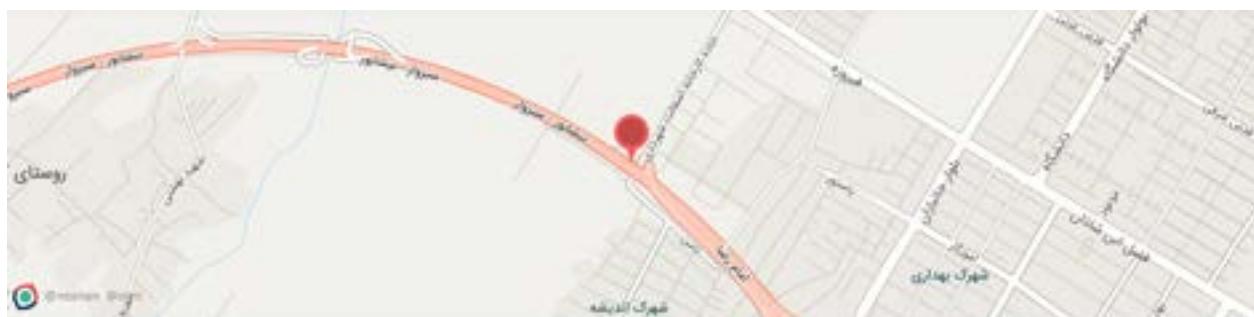
شهرستان سبزوار شامل ۲۲ معدن سنگ ساختمان کائولن، کرومیت، لاسه ساختمانی، نمک، سنگ و خاک صنعتی می‌باشد.

شهرستان سبزوار به لحاظ قرار گرفتن در ورودی استان خراسان بزرگ و همچنین محل اتصال شریان های ارتباطی مهم جنون کشور به شمال و غرب به شرق طبیعتاً حوزه و مرکز تجاري، اقتصادي و فرهنگي منطقه واقع گردیده است.

به لحاظ تجاري و اقتصادي شهرستان های بردسکن، جوين، جفتاى، اسفراین و حتى قسمتى از شهرستان شاهروд (میامی و خار و توران) بيشتر مراودات تجاري و اقتصادي خويش را با سبزوار دارند. سبزوار مرکز خريد و فروش محصولات مهم کشاورزی مهم نظير گندم، جو، پنبه و زیره در منطقه و شهرستان های ياد شده می باشد.

## ۱۶-۲- بزرگراه نیشابور سبزوار

بزرگراه نیشابور - سبزوار از محله های شهرک اندیشه و شهرک فیروزه نیشابور عبور می کند. بزرگراه نیشابور - سبزوار يکی از معابر اصلی اين محلات در نیشابور می باشد. اين خیابان از خیابان های مهم شهر نیشابور می باشد. بزرگراه نیشابور - سبزوار به معابر مهمی مانند امام رضا، سبزوار - نیشابور، کمربندي، فیروزه - نیشابور، جاده نیشابور به سبزوار، جاده سبزوار - نیشابور، جاده کارخانه آسفالت شهرداري، شهيد بهشتی، وحدت و همچنین جاده شهرک صنعتی متصل گردیده است.



شكل (۲-۲۱) بزرگراه سبزوار نیشابور

## ۲-۵- توجیه فنی و اقتصادی

شبکه های حمل و نقل، به ویژه حمل و نقل جاده ای، مراکز مختلف و عامل مهم توسعه، تجارت و ارتباط بین کشورهای منطقه و جهان را به یکدیگر پیوند می دهند. یک شبکه حمل و نقل جاده ای کارآمد می باید از مزایایی چون ارزانی، روانی، سرعت، امکان رسیدن بموضع و همخوانی با توسعه پایدار برخوردار باشد. گزینهنهای با توجه به شرایط زمین، توپوگرافی، محدودیت های ترافیکی و زیست محیطی انتخاب می شود. در صورتی که بتوان ارزش پولی هزینه های مربوط به یک گزینه را تعیین کرد، معیار اصلی در انتخاب آن گزینه می تواند اقتصادی بودن باشد. رشد ترافیک همیشه عامل مهمی در ارتقاء کیفیت راهها بوده است. بهبود کیفیت راه ها به ویژه راههای اصلی دوخطه به دو صورت امکان پذیر است. در حالت اول توسعه راه اصلی موجود به صورت دو سواره رو ( جدا کردن خطوط رفت و برگشت ) در محورهای شریانی خاص و حالت دوم حفظ راه موجود با شرایط فعلی آن و احداث یک آزادراه جدید حداقل چهار خطه است.

برای تامین حمل و نقل نیاز به سرمایه گذاری نسبتاً زیاد می باشد که در گذشته به ناچار بخش عمده ای آن ارزی بوده و با پیشرفت صنعت حمل و نقل در داخل کشور، این روند به تدریج به نفع کشور و درجهت کاهش میزان ارزبری تغییر کرده است.

انتخاب مناسب ترین سیستم یا سیستم های مناسب حمل و نقل مسافر و کالا با توجه به تسهیلات موجود و کمی و کاستی های هر یک نیازمند به مطالعات دقیق متکی بر اطلاعات و آمار قابل قبول و نزدیک به حقیقت است. مطالعات و تعیین اولویت سرمایه گذاری در بخش تسهیلات حمل و نقل نیز دارای اهمیت بسیار بوده است.

در انتخاب گزینه ها ابتدا کلیه ی گزینه های قابل تصور تعیین و سپس آنها ی که از نظر فنی، سیاسی، اجتماعی، فرهنگی و زیست محیطی مناسب نیستند حذف می شوند و بقیه ی گزینه ها مورد ارزیابی قرار می گیرند. در صورتی که تعداد گزینه های باقی مانده خیلی محدود باشد، می توان تمام یا بخشی از گزینه های حذف شده را مورد مطالعه قرار داد و هزینه ای اضافی ناشی از حذف گزینه ها را مشخص کرد.

تفاوت میان طراحی کلی با طراحی تفصیلی و اجرایی راه آن است که در طراحی کلی، مشخصات فنی راه با تفصیل کمتر و تا میزانی ارائه میگردد که بر پایه‌ی آن بتوان گزینه‌های راه را مورد سنجش و گزینش قرار داد اما نمی‌توان با استفاده از آن، راه را به مرحله اجرا درآورد و به این منظور باید پس از انتخاب گزینه‌بهینه‌ی طرح، آن را مورد مطالعه طراحی تفصیلی و اجرایی قرار داد. گزینه‌های مختلف فنی به طور کلی، راه حل‌های گوناگون موجود برای پاسخگویی به یک نیاز به ترتیبی است که با گزینش یکی از آنها، کاربرد سایر گزینه‌ها متفاوت نمی‌شود. بنا به تعریف، گزینه‌های گزینه‌ها را مورد استفاده قرار داد. برای مثال با استفاده از یک مسیر معین برای پیوند دو شهر، به فوریت انتخاب سایر مسیرهای محتمل متفاوت خواهد شد و یا هرگاه طراحی هندسی خاصی برای راه انتخاب شود، سایر طراحی‌های هندسی به کنار گذارده می‌شود؛ و یا اگر از روسازی انعطاف پذیر که خود شامل انواع روسازی‌های آسفالتی و شنی است برای ساخت راه استفاده گردد، دیگر نمی‌توان از روسازی‌های سخت که شامل روسازی‌های بتنه است استفاده نمود.

در این قسمت از مدل‌های ارائه شده در مقالات مختلف داشنجویان ایرانی برای محاسبات مربوط به توجیه اقتصادی که در بخش‌های مختلف هزینه‌های سازه‌ای، ترافیکی، هزینه‌ی زمان سفر، هزینه‌ی سوخت ارائه شده به کار گرفته می‌شود.

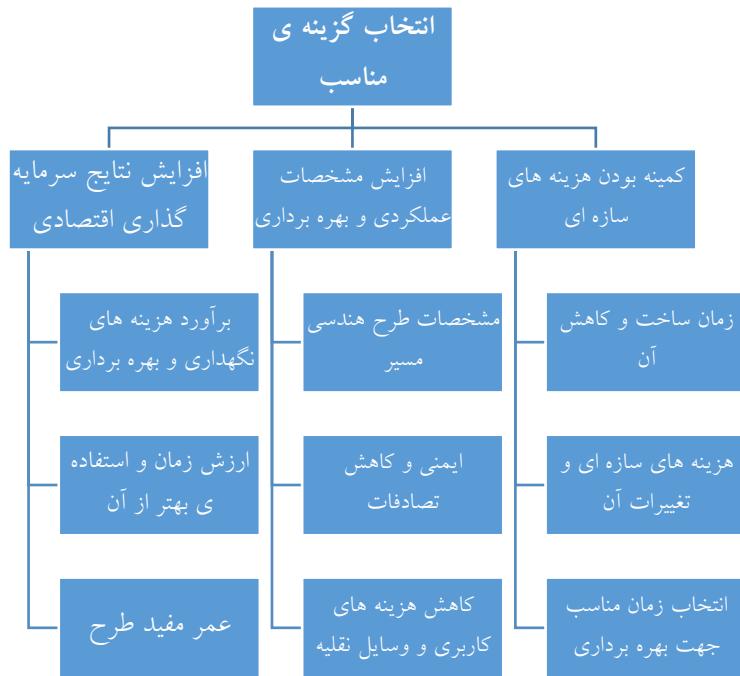
اهدافی که از ساخت پروژه‌های راهسازی انتظار می‌روند و ملاک انتخاب بین گزینه‌های مختلف هستند، به سه بخش زیر تقسیم می‌شوند:

الف- کمینه بودن هزینه‌های سازه‌ای

ب- افزایش مشخصات عملکردی و بهره برداری

ج- افزایش نتایج حاصل از سرمایه گذاری اقتصادی

لذا می‌توان نمودار زیر را ارائه داد:



شکل (۲-۲۲) اهداف الگوی توجیه فنی و اقتصادی

با توجه به نمودار فوق و موارد دیگر، موضوعاتی که در توجیه فنی اقتصادی موثرند، عبارتند از:

حساسیت انتخاب گزینه بهینه در مقابل سود سرمایه: انتخاب مناسب ترین گزینه باید با توجه به حساسیت نتایج در مقایل نرخ سود سرمایه و برای ارزش معادل هزینه ها و منافع یک دوره ی ۲۰ ساله و تبدیل آن به ارزش سرمایه برای سال خاصی، سال مبنا باشد.

حساسیت انتخاب گزینه‌ی بهینه در مقابل تاریخ شروع و مدت ساخت: یکی از نکات بسیار مهم در مرحله‌ی مطالعات فنی گزینه‌های مختلف راهسازی، تعیین برنامه زمانی اجرای طرح و تکمیل و آماده کردن آن برای بهره برداری است. به طور کلی، تجربه نشان می دهد که همیشه این گرایش وجود دارد که زمان اجرای طرح بسیار کوتاه تر از آنچه که در عمل پیش می آید برآورد و تعیین گردد . با توجه به تجربه های گذشته و مشکلات و عوامل مؤثر بر تأخیر در اجرا و تکمیل طرح، برنامه ریزی زمانی اجرای طرح های راهسازی باید بسیار محتاطانه و واقع بینانه انجام پذیرد. از نظر اصولی، جدول زمانی انجام کار، ترتیب زمانی مراحل مختلف طرح را تعیین می کند . هدف های تنظیم این جدول به شرح زیر است:

(۱) پیش بینی مشکلات مرحله اجرا و تدبیراندیشی برای حل آنها.

(۲) تعیین مراحل و زمان نیاز به اعتبار، تا به این ترتیب چگونگی تأمین مالی طرح بر پایه آن مورد بررسی قرار گیرد.

(۳) تعیین برنامه عملیات اجرایی.

پس تاریخ شروع و مدت ساخت یک گزینه در معرفی گزینه‌ی بهینه نقشی تعیین کننده دارد. به کار بردن سرمایه بدون مطالعه و دقت کافی برای پروژه‌های کلان و تاخیر غیرقابل قبول در بهره برداری می‌تواند یک پروژه را غیراقتصادی کند.

حساسیت انتخاب گزینه‌ی بهینه در مقابل هزینه‌ی ساخت و درآمد ناشی از بهره برداری: علاوه بر موارد فوق لازم است مقایسه‌ی بین هزینه‌ی تصرف، اراضی، ساخت و بهره برداری با درآمد ناشی از اختلاف هزینه و هزینه‌ی جابجایی مسافر و کالا از طریق سایر سیستم‌ها و یا سایر تسهیلات حمل و نقل موجود و یا در دست ساخت و همچنین درآمدهای گزینه‌ی حمل و نقل مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

تسهیلات حمل و نقل زمینی:

- بسطح ( روی زمین )
- در تونل ( زیر زمین )
- بر پل ( بالای زمین )

سرمایه‌گذاری در تسهیلات حمل و نقل: عوامل مهم در یک مطالعات امکان سنجی فنی و اقتصادی یک پروژه‌ی تسهیلات حمل و نقل عبارتند از:

- هزینه‌ی تملک زمین مورد نیاز
- هزینه‌ی ساخت
- مدت ساخت
- حجم ترافیک سالیانه
- برآورد هزینه‌ی دوران بهره برداری ( دوره‌ی بیست ساله )
- هزینه‌ی نگهداری

- منافع دوره‌ی بهره‌برداری ناشی از تقلیل هزینه‌ی کاهش زمان سفر نسبت به وضع موجود
- نرخ سود برای تبدیل کلیه‌ی هزینه‌ها
- منافع ناشی از تغییر در بهره‌وری زمین و استخراج معادن

هر کدام از موارد فوق که در توجیه فنی اقتصادی موثرند به تفصیل در پایین توضیح داده و محاسبه شده‌اند.

## ۲-۵-۲- مشخصات مسیرها

ابتدا پیش از هر چیز به مشخصات مسیرهایی که در اختیار داریم میپردازیم.  
مسیر ۴ درصد

این مسیر به طول ۱۵۹۶۰ متر است. با فرض عرض ۲۱.۳ برای مسیر، مساحت آن برابر می‌شود با ۳۳۹۹۴۸ مترمربع. همچنین اگر ضخامت روپوش را ۰.۶۶ متر در نظر بگیریم، حجم مسیر ۱۹۳۷۷۰۳۶ خواهد شد.

عوارض موجود در این مسیر در جدول پایین گنجانده شده است:

جدول (۲-۳) عارضه‌های موجود در مسیر ۴ درصد

نام عارضه	کیلومتراز شروع	کیلومتراز پایان	طول (متر)
پل ۱	۱۱۰۰	۲۲۲۰	۱۱۲۰
پل ۲	۸۰۲۰	۹۰۶۰	۱۰۴۰
پل ۳	۹۵۴۰	۱۰۸۰۰	۱۲۶۰

مسیر ۶ درصد:

طول : ۱۶۲۰۰ متر

مساحت: ۳۴۵۰۶۰ مترمربع

حجم: ۱۹۶۶۸۴.۲ مترمکعب

جدول (۲-۴) عارضه های موجود در مسیر ۶ درصد

نام عارضه	کیلومتر از شروع	کیلومتر از پایان	طول (متر)
پل ۱	۱۶	۷۰۰	۶۸۴
پل ۲	۱۶۰۰	۲۸۸۰	۱۲۸۰
پل ۳	۹۰۰۰	۹۳۲۰	۳۲۰
پل ۴	۱۰۰۰۰	۱۱۷۴۰	۱۷۴۰
پل ۵	۱۱۹۸۰	۱۲۶۸۰	۷۰۰
پل ۶	۱۴۱۶۰	۱۴۸۸۰	۷۲۰

مسیر GIS بدون نقطه میانی:

طول : ۱۶۷۷۰ متر

مساحت: ۳۵۷۲۰۱ مترمربع

حجم: ۲۰۳۶۰۴.۵۷ مترمکعب

جدول (۲-۵) عارضه های موجود در مسیر GIS بدون نقطه میانی

نام عارضه	کیلومتر از شروع	کیلومتر از پایان	طول (متر)
پل ۱	۱۵۰	۸۰۰	۶۵۰

۳۰۰۰	۴۲۰۰	۱۲۰۰	پل ۲
۵۷۰۰	۱۴۸۰۰	۹۱۰۰	پل ۳
۴۸۵۰	۹۰۵۰	۴۲۰۰	تونل ۱
۱۲۰۰	۱۶۱۰۰	۱۴۹۰۰	تونل ۲

مسیر GIS با نقطه‌ی میانی:

طول: ۱۷۹۰۰ متر

مساحت: ۳۸۱۲۷۰ مترمربع

حجم: ۲۱۷۳۲۳.۹ مترمکعب

جدول (۲-۶) عارضه‌های موجود در مسیر GIS با نقطه‌ی میانی

نام عارضه	کیلومتر از شروع	کیلومتر از پایان	طول (متر)
پل ۱	۲۲۰	۷۰۰	۴۸۰
پل ۲	۱۱۰۰	۶۴۵۰	۵۳۵۰
پل ۳	۱۰۴۰۰	۱۴۵۵۰	۴۱۵۰
تونل ۱	۹۴۰۰	۶۵۰۰	۲۹۰۰
تونل ۲	۱۷۵۰۰	۱۵۸۰۰	۱۷۰۰
تونل ۳	۱۷۶۰۰	۱۷۹۰۰	۳۰۰

توجه: تمام هزینه‌ها که در پایین آمده‌اند، براساس فهرست بهای سال ۱۳۹۹ محاسبه شده‌اند.

### ۲-۵-۳ - برآورد هزینه‌ی ساخت راه

#### مسیر ۴ درصد:

در مسیر ۴ درصد دو نوع مسیر راه روی سطح زمین و پل داریم. اطلاعات مربوط به این مسیر به تفکیک در پایین آمده است:

جدول (۲-۷) طول، مساحت و حجم هر عارضه در مسیر ۴ درصد

مسیر	طول	مساحت	حجم
روی سطح زمین	۱۲۵۴۰	۲۶۷۱۰۲	۱۵۲۲۴۸.۱۴
پل	۳۴۲۰	۷۲۸۴۶	۴۱۵۲۲.۲۲

براساس اطلاعات فوق، هزینه‌ی مربوط به مسیر روی سطح زمین را به کمک جدول پایین بدست می‌آوریم.

جدول (۲-۸) هزینه‌ی ساخت مسیر روی سطح زمین برای مسیر ۴ درصد

شرح	واحد	هزینه‌ی واحد	هزینه
حمل مواد حاصل از عملیات خاکی یا خاک‌های توده شده در راه‌های آسفالتی، در صورتی که فاصله حمل بیش از ۱۰ کیلومتر تا ۳۰ کیلومتر باشد، برای هر کیلومتر اضافه ۱۰ کیلومتر، کسر کیلومتر به تناسب محاسبه می‌شود.	متر مکعب	۳۱۷۰	۴۸۲,۶۲۶,۶۰۳.۸

۱۴۹,۵۷۷,۱۲۰	۵۶۰	مترمربع	تسطیح بستر خاکریزها با گریدر
۲۹۶,۴۸۳,۲۲۰	۱۱۱۰	مترمربع	آب پاشی و کوبیدن بستر خاکریزها یا کف ترانشه ها و مانند آن ها با تراکم ۸۵ درصد، به روش آشنو اصالحی تا عمق ۱۵ سانتی متر
۲۵,۵۷۷,۶۸۷,۵۲۰	۱۶۸۰۰۰	مترمکعب	نهیه مصالح زیراساس، بارگیری و حمل تا فاصله یک کیلومتری معدن و باراندازی در محل مصرف، وقتی که دانه بندی صفر تا ۵۰ میلی متر باشد
۸,۶۳۲,۴۶۹,۵۳۸	۵۶۷۰۰	مترمکعب	پخش، آب پاشی، تسطیح و کوبیدن قشر زیراساس به ضخامت بیش از ۱۵ سانتی متر
۲۰,۷۰۵,۷۴۷,۰۴۰	۱۳۶۰۰۰	مترمکعب	مصالح زیر اساس
۵۱,۴۵۹,۸۷۱,۳۲۰	۳۳۸۰۰۰	مترمکعب	مصالح اساس شکسته از سنگ کوهی
۱۰۷۳۰۴۴۶۲۳۶۱.۸			مجموع

هزینه‌ی مربوط به پل در مسیر ۴ درصد را هم به کمک جدول پایین بدست می‌آوریم.

جدول (۲-۹) هزینه‌ی ساخت پل برای مسیر ۴ درصد

هزینه	هزینه‌ی واحد	واحد	شرح
۱۰,۳۴۴,۱۳۲,۰۰۰	۱۴۲۰۰۰	مترمربع	تهییه‌ی مصالح، ساخت و نصب تیرها و بادبندهای پل های فلزی به دهانه تا ۲۴ متر در هر ارتفاع
۱۱,۹۴۶,۷۴۴,۰۰۰	۱۶۴۰۰۰	مترمربع	تهییه‌ی مصالح و، ساخت و نصب خرپاها و بادبندهای پل های فلزی به دهانه تا ۲۴ متر در هر ارتفاع
۸,۰۸۵,۹۰۶,۰۰۰	۱۱۱۰۰۰	مترمربع	تهییه‌ی مصالح فلزی و ساخت و نصب پوشش فلزی برای درز انساط در پل ها
۳۰۳۷۶۷۸۲۰۰			مجموع

پس در مجموع هزینه‌ی ساخت مسیر ۴ درصد به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{Total Cost \%} = ۱۰۷۳۰۴۴۶۲۳۶۱.۸ + ۳۰۳۷۶۷۸۲۰۰۰$$

$$\text{Total Cost \%} = ۱۳۷۶۸۱۲۴۴۳۶۱.۸ \text{ Rials}$$

مسیر ۶ درصد:

اطلاعات مربوط به مسیر ۶ درصد:

جدول (۱۰-۲) طول، مساحت و حجم هر عارضه در مسیر ۶ درصد

مسیر	طول	مساحت	حجم
روی سطح زمین	۱۴۲۳۶	۳۰۳۲۲۶.۸	۱۷۲۸۳۹.۲۷۶
پل	۵۴۴۴	۱۱۵۹۵۷.۲	۶۶۰۹۵.۶۰۴

براساس جدول فوق و جدول پایین، هزینه‌ی مسیر ۶ درصد را بدست می‌آوریم.

جدول (۱۱-۲) هزینه‌ی ساخت مسیر روی سطح زمین برای مسیر ۶ درصد

شرح	واحد	هزینه‌ی واحد	هزینه
حمل مواد حاصل از عملیات خاکی با خاک‌های توده شده در راه‌های آسفالتی، در صورتی که فاصله حمل بیش از ۱۰ کیلومتر تا ۳۰ کیلومتر باشد، برای هر کیلومتر اضافه ۱۰ کیلومتر، کسر کیلومتر به تناسب محاسبه می‌شود.	مترمکعب	۳۱۷۰	۵۴۷,۹۰۰,۵۰۴.۹۲

۱۶۹,۸۰۷,۰۰۸	۵۶۰	مترمربع	تسطیح بستر خاکریزها با گریدر
۳۳۶,۵۸۱,۷۴۸	۱۱۱۰	مترمربع	آب پاشی و کوبیدن بستر خاکریزها یا کف ترانشه ها و مانند آن ها با تراکم ۸۵ درصد، به روش آشتو اصالحی تا عمق ۱۵ سانتی متر
۲۹,۰۳۶,۹۹۸,۳۶۸	۱۶۸۰۰۰	مترمکعب	تهیه مصالح زیراساس، بارگیری و حمل تا فاصله یک کیلومتری معدن و باراندازی در محل مصرف، وقتی که دانه بندي صفر تا ۵۰ میلی متر باشد
۹,۷۹۹,۹۸۶,۹۴۹.۲	۵۶۷۰۰	مترمکعب	پخش، آب پاشی، تسطیح و کوبیدن قشر یراساس به ضخامت بیش از ۱۵ سانتی متر
۲۳,۵۰۶,۱۴۱,۵۳۶	۱۳۶۰۰۰	مترمکعب	مصالح زیر اساس
۵۸,۴۱۹,۶۷۵,۲۸۸	۳۳۸۰۰۰	مترمکعب	مصالح اساس شکسته از سنگ کوهی
۱۲۱۸۱۷۰۹۱۴۰۲.۱۲			مجموع

هزینه‌ی محاسبه‌ی پل‌های این مسیر هم به صورت زیر محاسبه‌ی می‌شود:

جدول (۱۲-۲) هزینه‌ی ساخت پل برای مسیر ۶ درصد

هزینه	هزینه‌ی واحد	واحد	شرح

۱۶,۴۶۵,۹۲۲,۴۰۰	۱۴۲۰۰	متر مربع	تهیهٔ مصالح، ساخت و نصب تیرها و بادبندهای پل فلزی به دهانه تا ۲۴ متر در هر ارتفاع
۱۹,۰۱۶,۹۸۰,۸۰۰	۱۶۴۰۰	متر مربع	تهیهٔ مصالح و، ساخت و نصب خرپاها و بادبندهای پل های فلزی به دهانه تا ۲۴ متر در هر ارتفاع
۱۲,۸۷۱,۲۴۹,۲۰۰	۱۱۱۰۰	متر مربع	تهیهٔ مصالح فلزی و ساخت و نصب پوشش فلزی برای درز انبساط در پل ها
۴۸,۳۵۴,۱۵۲,۴۰۰			مجموع

در نهایت هزینهٔ کل مسیر ۶ درصد به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$Total Cost \% = ۱۲۱۸۱۷۰۹۱۴۰۲.۱۲ + ۴۸۳۵۴۱۵۲۴۰۰$$

$$Total Cost \% = ۱۷۰,۱۷۱,۲۴۳,۸۰۲,۱۲ \text{ Rials}$$

مسیر GIS بدون نقطه میانی:

اطلاعات مسیر GIS بدون نقطه میانی در پایین آمده است.

جدول (۲-۱۳) طول، مساحت و حجم هر عارضه در مسیر GIS بدون نقطه میانی

مسیر	طول	مساحت	حجم
روی سطح زمین	۱۳۷۰	۲۹۱۸۱	۱۶۶۳۳,۱۷
پل	۹۳۵۰	۱۹۹۱۵۵	۱۱۳۵۱۸,۳
تونل	۶۰۵۰	۱۲۸۸۶۵	۷۳۴۵۳,۰۵

محاسبه مسیر روی سطح زمین به کمک جدول زیر صورت می پذیرد.

جدول (۲-۱۴) هزینه ساخت مسیر روی سطح زمین برای مسیر GIS بدون نقطه میانی

شرح	واحد	هزینه واحد	هزینه
حمل مواد حاصل از عملیات خاکی یا خاک های توده شده در راه های آسفالتی، در صورتی که فاصله حمل بیش از ۱۰ کیلومتر تا ۳۰ کیلومتر باشد، برای هر کیلومتر اضافه ۱۰ کیلومتر، کسر کیلومتر به تناسب محاسبه می شود.	مترمکعب	۳۱۷۰	۵۲,۷۲۷,۱۴۸,۹

۱۶,۳۴۱,۳۶۰	۵۶۰	متر مربع	تسطیح بستر خاکریزها با گریدر
۳۲,۳۹۰,۹۱۰	۱۱۱۰	متر مربع	آب پاشی و کوبیدن بستر خاکریزها یا کف ترانشه ها و مانند آن ها با تراکم ۸۵ درصد، به روشن آشتو اصالحی تا عمق ۱۵ سانتی متر
۲,۷۹۴,۳۷۲,۵۶۰	۱۶۸۰۰	مترمکعب	تهیه مصالح زیراساس، بارگیری و حمل تا فاصله یک کیلومتری معدن و باراندازی در محل مصرف، وقتی که دانه بندی صفر تا ۵۰ میلی متر باشد
۹۴۳,۱۰۰,۷۳۹	۵۶۷۰۰	مترمکعب	پخش، آب پاشی، تسطیح و کوبیدن قشر یراساس به ضخامت بیش از ۱۵ سانتی متر
۲,۲۶۲,۱۱۱,۱۲۰	۱۳۶۰۰	مترمکعب	مصالح زیر اساس
۵,۶۲۲,۰۱۱,۴۶۰	۳۳۸۰۰	مترمکعب	مصالح اساس شکسته از سنگ کوهی
۱۱۷۲۳۰۵۵۲۹۷.۹			مجموع

هزینه‌ی پل هم در جدول زیر آمده است:

جدول (۲-۱۵) هزینه‌ی ساخت پل برای مسیر GIS بدون نقطه‌ی میانی

هزینه	هزینه‌ی واحد	واحد	شرح

۲۸,۲۸۰,۰۱۰,۰۰۰	۱۴۲۰۰۰	مترمربع	تهیه‌ی مصالح، ساخت و نصب تیرها و بادبندھای پل های فلزی به دهانه تا ۲۴ متر در هر ارتفاع
۳۲,۶۶۱,۴۲۰,۰۰۰	۱۶۴۰۰۰	مترمربع	تهیه‌ی مصالح و ساخت و نصب خرپاها و بادبندھای پل های فلزی به دهانه تا ۲۴ متر در هر ارتفاع
۲۲,۱۰۶,۲۰۵,۰۰۰	۱۱۱۰۰۰	مترمربع	تهیه‌ی مصالح فلزی و ساخت و نصب پوشش فلزی برای درز انبساط در پل ها
۸۳۰۴۷۶۳۵۰۰۰			مجموع

هزینه‌ی تونل را هم از جدول زیر محاسبه می کنیم:

جدول (۲-۱۶) هزینه‌ی تونل برای مسیر GIS بدون نقطه‌ی میانی

هزینه	هزینه‌ی واحد	واحد	شرح
۷۵,۸۰۳,۵۴۷,۶۰۰	۱۰۳۲۰۰۰	مترمکعب	حفاری در زمین‌های ناپایدار و حمل صالح حاصل از حفاری تا ۱۰۰ متری دهانه تونل
۷,۶۶۸,۴۹۸,۴۲۰	۱۰۴۴۰۰	مترمکعب	حفاری تونل‌های با سطح مقطع حفاری ۴۰ متر مربع در زمین‌های سنگی
۱۱,۴۵۸,۶۷۵,۸۰۰	۱۵۶۰۰۰	مترمکعب	اضافه بها ناشی از صعوبت اجرای تحکیمات
۵۱,۶۶۶,۸۷۵,۳۷۰	۷۰۳۴۰۰	مترمکعب	بارگیری هر نوع صالح ناشی از ریزش در هر نوع زمین خارج از قصور پیمان کار و حمل و نقل و تخلیه تا ۱۰۰ متری دهانه

۳۷۸۲۷۰۳۲۱۰۰۰			مجموع
--------------	--	--	-------

در نهایت مجموع هزینه‌ی مسیر GIS بدون نقطه‌ی میانی به صورت زیر محاسبه شده است:

*Total Cost 'GIS without middle point'*

$$= ۱۱۷۲۳۰۵۵۲۹۷.۹ + ۸۳۰۴۷۶۳۵۰۰۰ + ۳۷۸۲۷۰۳۳۱۰۰۰$$

$$\text{Total Cost 'GIS without middle point'} = ۴۷۳۰۴۱۰۱۱۲۹۷.۹ \text{ Rials}$$

مسیر GIS با نقطه‌ی میانی:

اطلاعات مربوط به این مسیر:

جدول (۲-۱۷) طول، مساحت و حجم هر عارضه در مسیر GIS با نقطه‌ی میانی

مسیر	طول	مساحت	حجم
روی سطح زمین	۳۰۲۰	۶۴۳۲۶	۳۶۶۶۵.۸۲
پل	۹۹۸۰	۲۱۲۵۷۴	۱۲۱۱۶۷.۱۸
تونل	۴۹۰۰	۱۰۴۳۷۰	۵۹۴۹۰.۹

محاسبه‌ی مسیر روی سطح زمین به کمک جدول زیر صورت می‌پذیرد.

جدول (۲-۱۸) هزینه‌ی ساخت مسیر روی سطح زمین برای مسیر GIS با نقطه‌ی میانی

شرح	واحد	هزینه‌ی واحد	هزینه
حمل مواد حاصل از عملیات خاکی یا خاک‌های توده شده در راه‌های آسفالتی، در صورتی که فاصله حمل بیش از ۱۰ کیلومتر تا ۳۰ کیلومتر	مترمکعب	۳۱۷۰	۱۱۶,۲۳۰,۶۴۹.۴

			باشد، برای هر کیلومتر اضافه بر ۱۰ کیلومتر، کسر کیلومتر به تناسب محاسبه می شود.
۳۶,۰۱۹,۲۰۰	۵۶۰	مترمربع	تسطیح بستر خاکریزها با گریدر
۷۱,۳۹۵,۲۰۰	۱۱۱۰	مترمربع	آب پاشی و کوپیدن بستر خاکریزها یا کف ترانشه ها و مانند آن ها با تراکم ۸۵ درصد، به روش آشتو اصالحی تا عمق ۱۵ سانتی متر
۶,۱۵۹,۸۵۷,۷۶۰	۱۶۸۰۰۰	مترمکعب	تهیه مصالح زیراساس، بارگیری و حمل تا فاصله یک کیلومتری معدن و باراندازی در محل مصرف، وقتی که دانه بندی صفر تا ۵۰ میلی متر باشد
۲,۰۷۸,۹۵۱,۹۹۴	۵۶۷۰۰	مترمکعب	پخش، آب پاشی، تسطیح و کوپیدن قشر یراساس به ضخامت بیش از ۱۵ سانتی متر
۴,۹۸۶,۵۵۱,۵۲۰	۱۳۶۰۰	مترمکعب	مصالح زیر اساس
۱۲,۳۹۳,۰۴۷,۱۶۰	۳۳۸۰۰۰	مترمکعب	مصالح اساس شکسته از سنگ کوهی
۲۵۸۴۲۰۶۳۵۰۳.۴			مجموع

هزینه‌ی پل هم در جدول زیر آمده است:

جدول (۲-۱۹) هزینه‌ی پل برای مسیر GIS با نقطه‌ی میانی

هزینه	هزینه‌ی واحد	واحد	شرح
۳۰,۱۸۵,۵۰۸,۰۰۰	۱۴۲۰۰۰	مترمربع	تهییه‌ی مصالح، ساخت و نصب تیرها و بادبندهای پل های فلزی به دهانه تا ۲۴ متر در هر ارتفاع
۳۴,۸۶۲,۱۳۶,۰۰۰	۱۶۴۰۰۰	مترمربع	تهییه‌ی مصالح و، ساخت و نصب خرپاها و بادبندهای پل های فلزی به دهانه تا ۲۴ متر در هر ارتفاع
۲۳,۵۹۵,۷۱۴,۰۰۰	۱۱۱۰۰۰	مترمربع	تهییه‌ی مصالح فلزی و ساخت و نصب پوشش فلزی برای درز انبساط در پل ها
۸۸۶۴۲۳۵۸۰۰۰			مجموع

هزینه‌ی تونل را هم از جدول زیر محاسبه می‌کنیم:

جدول (۲-۲۰) هزینه‌ی تونل برای مسیر GIS با نقطه‌ی میانی

شرح	واحد	هزینه‌ی واحد	هزینه
حفاری در زمین‌های ناپایدار و حمل مصالح حاصل از حفاری تا ۱۰۰ متری دهانه تونل	مترمکعب	۱۰۳۲۰۰۰	۶۱,۳۹۴,۶۰۸,۸۰۰
حفاری تونل‌های با سطح مقطع حفاری ۴۰ متر مربع در زمین‌های سنگی	مترمکعب	۱۰۴۴۰۰	۶,۲۱۰,۸۴۹,۹۶۰
اضافه بها ناشی از صعوبت اجرای تحکیمات	مترمکعب	۱۵۶۰۰۰	۹,۲۸۰,۵۸۰,۴۰۰
بارگیری هر نوع مصالح ناشی از ریزش در هر نوع زمین خارج از قصور پیمان کار و حمل و نقل	مترمکعب	۷۰۳۴۰۰	۴۱,۸۴۵,۸۹۹,۰۶۰

			وتخليه تا ۱۰۰ متری دهانه
۳۰۶۳۶۷۶۹۸۰۰			مجموع

در نهايٰت هزینه‌ی مسیر GIS با نقطه‌ی ميانی به صورت زير محاسبه می‌شود:

*Total Cost 'GIS with middle point'*

$$= ۲۵۸۴۲۰۶۳۵۰۳.۴ + ۸۸۶۴۲۳۵۸۰۰۰ + ۳۰۶۳۶۷۶۹۸۰۰$$

$$\text{Total Cost 'GIS with middle point'} = ۴۲۰۸۵۳۱۱۹۵۰۳.۴ \text{ Rials}$$

پس در نهايٰت هزینه‌ی نهايٰ ساخت مسیرها را به صورت زير برآورد كردیم:

جدول (۲-۲۱) هزینه‌های محاسبه شده‌ی نهايٰ

هزینه‌ی برآورد شده	نوع مسیر
۱۳۷۶۸۱۲۴۴۳۶۱.۸	مسیر ۴ درصد
۱۷۰۱۷۱۲۴۳۸۰۲.۱	مسیر ۶ درصد
۴۷۳۰۴۱۰۱۱۲۹۷.۹	مسیر GIS بدون نقطه‌ی ميانی
۴۲۰۸۵۳۱۱۹۵۰۳.۴	مسیر GIS با نقطه‌ی ميانی

پس با توجه به آنچه در جدول بالا آمده و با توجه به هزینه‌های زياد و وجود عوارض پل و تونل متعددی که در اين دو مسیر وجود داشت، می‌توانيم مسیرهای GIS را حذف کرده و پس از آن تنها بر روی دو مسیر ۴ درصد و ۶ درصد بحث کنيم.

## ۴-۵-۲- هزینه‌ی سوخت

در این قسمت قصد داریم تا میزان مصرف سوخت در هر دو مسیر ۴ درصد و ۶ درصد را برای یک سال برآورد کنیم. لازم است برای این قسمت از داده‌ی زیر که از اینترنت استخراج شده استفاده می‌کنیم.

جدول (۲-۲۲) داده‌های محاسبه‌ی سوخت

هزینه یک لیتر صرف(ریال)	میزان مصرف سوخت	نوع سوخت	نوع وسیله‌ی نقلیه
۳۰۰۰۰	۰.۰۶	بنزین	سواری
۳۰۰۰	۰.۱۹	گازوئیل	مینی بوس
۳۰۰۰	۰.۲۳	گازوئیل	اتوبوس
۳۰۰۰	۰.۱۶	گازوئیل	کامیون

همچنین برای بدست آوردن تعداد وسایل نقلیه‌ی عبوری از مسیر طراحی شده را در یک سال داشته باشیم. بنابراین لازم است که از داده‌های ترافیک هم استفاده کنیم. تعداد کل وسایل نقلیه‌ی عبوری از محور سبزوار-نیشابور و نیشابور-سبزوار در یک سال در جدول پایین آمده است:

جدول (۲-۲۳) تعداد وسایل نقلیه در محور نیشابور سبزوار و بالعکس

تعداد	نوع وسیله‌ی نقلیه
۲۰۹۸۶۸۴.۴۱۶	سواری
۱۵۴۸۵۷.۵۸	مینی بوس

۱۱۱۹۶۲.۰۷	اتوبوس
۱۰۳۴۶۴.۲۳۱۶	کامیون

پس میزان مصرف سوخت برای مسیر ۴ درصد به صورت زیر می شود.

سواری:

$$0.06 * 30000 * 15.96 * 20.98684.41 = 6029100590.2$$

مینی بوس:

$$0.16 * 30000 * 15.96 * 154807.07 = 1186332948.86$$

اتوبوس:

$$0.19 * 30000 * 15.96 * 111962.07 = 1018041343.204$$

کامیون:

$$0.23 * 30000 * 15.96 * 103464.2316 = 1139389504.07$$

در مجموع میزان هزینه‌ی مصرف سوخت برابر است با :

$$Total fuel cost = 63635269698.068 \text{ Rials}$$

میزان مصرف سوخت برای مسیر ۶ درصد:

سواری:

$$0.06 * 30000 * 16.2 * 20.98684.41 = 61197637570.56$$

مینی بوس:

$$0.16 * 30000 * 16.2 * 154807.07 = 1033857754.38$$

اتوبوس:

$$0.19 * 30000 * 16.2 * 111962.07 = 1730998029.24$$

کامیون:

$$0.23 * 30000 * 16.2 * 103464.2316 = 1204172542.08$$

در مجموع میزان هزینه‌ی مصرف سوخت برابر است با :

$$Total fuel cost = 64132808141.88 \text{ Rials}$$

## ۲-۵-۵ - هزینه زمان سفر

پیش از این درباره برآورد مدت بهره برداری سالانه از وسایل نقلیه و مدت سفر مسافران توضیح داده شد. در این مبحث، درباره فایده حاصل از صرفه جویی در وقت وسایل نقلیه و مسافران بحث خواهد شد. بسیاری از طرح های راه سازی موجبات کاهش زمان سفر را فراهم می آورد. زمان از دید متصدیان حمل و نقل و مسافران می تواند به معنی پول باشد؛ اما نمیتوان همواره زمان را برابر با پول در نظر گرفت. این که زمان برابر پول است یا نه، بستگی به شیوه استفاده از زمان دارد؛ برای مثال آیا از زمان برای افزایش تولید و یا این که به عنوان فراغت دلخواه استفاده می شود و یا این که به ناچار به بطلت بگذرد. اکنون به ترتیب درباره فایده حاصل از صرفه جویی مدت سفر بر بهره وری بیشتر ناوگان تجاری (کامیون و اتوبوس) و نیز ارزش زمان صرفه جویی شده برای مسافران توضیح کوتاهی داده خواهد شد.

فایده حاصل از صرفه جویی وقت سرنشینان اتوبوس و سواری، بستگی به هدف مسافرت آنان دارد. هرگاه سفر به منظور انجام کار صورت پذیرد، در واقع مدت صرفه جویی حاصل از آن می تواند برای انجام امور تولیدی و در نهایت، افزایش تولید ناخالص ملی مورد استفاده قرار گیرد. صرفه جویی مربوط به مدت سفرهای کاری منجر به افزایش تولید ناخالص ملی نخواهد شد، ولی از آنجا که بررسی ها نشان داده است مردم آماده اند برای مدت صرفه جویی سفرهای کاری هزینه اضافی پرداخت نمایند از این رو، می توان چنین نتیجه گرفت که صرفه جویی مورد بحث، موجبات افزایش رفاه آنان را فراهم می آورد. با توجه به توضیحات بالا، فایده حاصل از صرفه جویی مدت سفر در مأموریت های کاری، برابر با دستمزد دریافتی به اضافه سایر هزینه های وابسته از قبیل حق بیمه، حق بازنیستگی و مانند آن است که از سوی کارفرما پرداخت می گردد. در واقع، فایده حاصل از صرفه جویی سفر سرنشینان شاغل که در زمان کاری به مسافرت می روند برپایه هزینه ای که از سوی کارفرما بابت نیروی کار تحمل می گردد، برآورد و تعیین می شود.

تابعی که برای هزینه زمان سفر درنظر می گیریم به صورت  $F = \frac{L}{V} * P$  است که L طول مسیر(کیلومتر)، V سرعت متوسط مسیر(کیلومتر بر ساعت) و P هزینه بر حسب ریال است.

ابتدا باید هزینه ای کل بر حسب تعداد وسایل نقلیه را بدست آوریم. اگر هزینه های هر وسیله ای نقلیه را بر حسب عوارض آنها درنظر بگیریم، داریم:

سواری: ۴۰۰۰۰ ریال

مینی بوس: ۵۰۰۰۰ ریال

اتوبوس: ۶۰۰۰۰ ریال

کامیون: ۷۰۰۰۰ ریال

با توجه به تعداد وسایل نقلیه‌ی عبوری از محور موردنظر، هزینه‌ی کل را بدست می‌آوریم.

$$83947376640 + 6717724200 + 7742879000 + 7242496212 = 105650476052 \text{ Rials}$$

اگر سرعت متوسط را ۸۰ کیلومتر بر ساعت در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

مسیر ۴ درصد:

$$F = \frac{15.96}{80} * 105650476052 = 21077269972.374 \text{ Rials}$$

مسیر ۶ درصد:

$$F = \frac{16.2}{80} * 105650476052 = 21394221400.53 \text{ Rials}$$

## ۶-۵-۲- عوارض مسیرها و میزان درآمد

با توجه به عوارض بین سال‌های ۹۲ تا ۹۹ و میزان وسایل نقلیه‌ی عبوری از محور سبزوار-نیشابور و بالعکس میزان درآمد را به ازای هرسال بدست آوردیم.

سال ۹۹:

جدول (۲-۲۴) میزان عوارض پرداخت شده برای هر نوع وسیله‌ی نقلیه در سال ۹۹

تعداد وسیله	تعداد	تعداد وسیله	تعداد وسیله	تعداد
وسیله نقلیه	نقليه ميني	نقليه کاميون دو	نقليه سبک	محور
سواري	بوس	محور سبک	نقليه اتوبوس	محور
۵				
۱۴۸۸۷۸.۱۶۵۱	۷۰۵۲۹.۱۱۱۱۱	۴۹۷۷۸.۱۹۸۶۷	۲	۹۲
		۱۰۷۴۰۵.۷۲۵	۱۳۳۱۶۸۱.۴	مجموع سال ۹۹
				سبزوار نیشابور

۱۹۴۳۸۷.۹۹۹۱	۸۳۰۰۹.۱۴۲۱۹	۹۰۴۶۲.۹۵۴۰۲	۱۷۹۲۱۵.۲۷۵	۳۱	۱۱۶۴۲۹۰.۸	مجموع سال ۹۹
۱۷۱۶۳۳.۰۸۲۱	۷۶۷۶۹.۱۲۶۶۵	۷۰۱۲۰.۰۷۶۳۵	۱	۶۲	۹۹	میانگین مجموع
۱۰۰۰۰	۶۰۰۰۰	۷۰۰۰۰	۵۰۰۰۰	۴۰۰۰۰		هر دو محور
۱۷۱۶۳۳.۰۸۲۱	۴۶۰۶۱۴۷۵۹۹	۴۹۰۸۴۴۰۳۴۴	۷۱۶۵۵۲۵۰۰۴	۴۷۸	۴۹۹۱۹۴۴۶	نرخ عوارض
۰						هزینه‌ی سالانه

مجموع هزینه‌ی عوارض دریافتی در این سال: ۸۳۷۶۲۸۶۷۶۳۶ ریال.

سال: ۹۸

جدول (۲-۲۵) میزان عوارض پرداخت شده برای هر نوع وسیله‌ی نقلیه در سال ۹۸

تعداد	تعداد وسیله نقلیه کامیون	تعداد وسیله نقلیه مینی کامیون	تعداد وسیله نقلیه سواری	تعداد وسیله نقلیه سبک	تعداد وسیله نقلیه بوس	تعداد وسیله نقلیه محریلی	مجموع سال ۹۸
۲۰۱۸۹۲.۷۵۴۴	۴	۸۱۱۴۱.۸۶۴۷۱	۱۳۶۴۹۰.۴۶۴	۴۴	۲۰۸۷۶۸۴.۷	سیزوار نیشابور	
۲۶۸۱۳۵.۲۲۳۷	۶	۱۲۵۷۸۶.۰۵۹۸۵	۷	۸۹	۲۱۰۹۶۸۴.۰	نیشابور سیزوار	میانگین مجموع
۲۳۵۰۱۳.۹۹۹۱	۱۱۱۹۶۲.۰۷۱	۱۰۳۴۶۴.۲۳۱۶	۹	۱۶	۲۰۹۸۶۸۴.۴	هر دو محور سال	
۱۱۰۰۰	۵۵۰۰۰	۶۰۰۰۰	۴۵۰۰۰	۳۵۰۰۰		نرخ عوارض	
۲۵۸۵۱۵۳۹۸۹۶	۵	۶۲۰۷۸۵۳۸۹۷	۶۹۶۸۵۹۱۰۹۴	۵۷۵	۷۳۴۵۳۹۵۴	هزینه‌ی سالانه	
۶۱۵۷۹۱۳۹۰							

مجموع هزینه‌ی عوارض دریافتی در این سال: ۱۰۶۰۲۳۰۰۰۰۰ ریال.

سال: ۹۷

جدول (۲-۲۶) میزان عوارض پرداخت شده برای هر نوع وسیله‌ی نقلیه در سال ۹۷

تعداد وسیله نقلیه نقليه ميني کاميون دو محور atosbus محور	تعداد وسیله نقلیه نقليه سبک سبك	تعداد وسیله نقلیه نقليه بوس بوس	تعداد وساری سواري	مجموع سال ۹۷	
۱۱۶۲۱۸.۱۲۱		۱۶۸۵۸۰.۷۸۰	۲۲۵۶۷۶۹.۹		
۳۱۷۴۰۴.۰۴۲	۲	۱۵۶۵۲۳.۶۰۱۴	۹	۳۵	سبزوار نیشابور
					مجموع سال ۹۷
۹۶۷۱۰.۰۷۸۹		۱۶۲۰۱۵.۵۴۴	۲۳۷۲۳۲۹.۵		نیشابور سبزوار
۳۰۹۴۷۱.۶۱۸۷	۷	۱۷۶۷۷۱.۳۶۱۳	۸	۳۲	
					میانگین مجموع
۱۰۶۴۶۴.۱۰۰		۱۶۵۲۹۸.۱۶۲	۲۳۶۴۵۴۹.۷		هر دو محور سال
۳۱۳۴۳۷.۸۳۰۳	۱	۱۶۶۶۴۷.۴۸۱۴	۸	۳۳	۹۷
۸۵۰۰۰	۵۰۰۰۰	۵۰۰۰۰	۴۰۰۰۰	۲۵۰۰۰	نرخ عوارض
		۵۳۲۲۳۲۰۵۰۰		۵۹۱۱۳۷۴۳	
۲۶۶۴۲۲۱۵۵۷۸	۵	۸۳۳۲۳۷۴۰۶۸	۶۶۱۱۹۲۶۵۱۳	۳۳۵	هزینه‌ی سالانه

مجموع هزینه‌ی عوارض دریافتی در این سال: ۱۱۸۶۴۰۰۰۰۰ ریال.

سال: ۹۶

جدول (۲-۲۷) میزان عوارض پرداخت شده برای هر نوع وسیله ای نقلیه در سال ۹۶

تعداد تعداد وسیله نقلیه تعداد تعداد وسیله وسیله نقلیه نقلیه مینی کامیون دو محور وسیله نقلیه نقلیه تریلی ۵					
	محور	اتوبوس	سبک	بوس	سواری
		۶۹۹۵۳.۱۱۳۹			۱۵۵۸۰۵۱.۳
۲۱۳۴۹۵.۹۲۳۱	۶	۸۳۹۱۳.۶۰۹۶۹	۱۴۹۶۹۱.۲۶۵	۷	سبزوار نیشابور
			۱۹۲۱۳۳.۲۵۹	۱۸۳۸۲۰۹۰.	مجموع سال ۹۶
۲۱۳۱۰۵.۳۳۳۳	۸۸۲۱۱	۸۷۷۲۴.۲۹۶۳	۳	۷۴	نیشابور سبزوار
		۷۹۰۸۲.۰۵۶۹	۱۷۰۹۱۲.۲۶۲	۱۶۹۸۱۵۵.۲	میانگین مجموع هر دو محور سال ۹۶
۲۱۳۳۰۰.۶۲۸۲	۸	۸۵۸۱۸.۹۵۲۹۹	۱	۲۲	
۷۵۰۰۰	۴۸۰۰۰	۴۸۰۰۰	۳۵۰۰۰	۲۰۰۰۰	نرخ عوارض
		۳۷۹۵۹۳۸۷۳		۳۳۹۶۳۱۰۴	
۱۵۹۹۷۵۴۷۱۱۵	۵	۴۱۱۹۳۰.۹۷۴۴	۵۹۸۱۹۲۹۱۷۴	۴۴۵	هزینه ای سالانه

مجموع هزینه ای عوارض دریافتی در این سال: ۶۳۸۵۷۸۲۹۲۱۳ ریال.

سال: ۹۵

جدول (۲-۲۸) میزان عوارض پرداخت شده برای هر نوع وسیله ای نقلیه در سال ۹۵

تعداد تعداد وسیله نقلیه تعداد تعداد وسیله وسیله نقلیه نقلیه مینی کامیون دو محور وسیله نقلیه نقلیه تریلی ۵					
	محور	اتوبوس	سبک	بوس	سواری
		۱۰۱۱۲۶.۳۷۹		۱۹۴۲۸۶.۲۷۵	۲۰۵۴۷۰۰.۹
۲۲۹۶۴۶.۴۴۸۳	۳	۷۳۴۴۷.۴۸۲۷۶	۹	۳۱	سبزوار نیشابور
		۹۵۶۵۱.۶۸۹۶	۲۰۰۰۱۴.۵۱۷	۱۸۵۵۳۰.۴.۴	مجموع سال ۹۵
۱۹۱۵۹۸.۳۱۰۳	۶	۶۶۸۸۶	۲	۸۳	نیشابور سبزوار

میانگین مجموع					
هر دو محور سال	۱۹۷۱۵۰.۳۹۶	۱۹۵۵۰۳۰.۲			
۲۱۰۶۲۲.۳۷۹۳	۸	۷۰۱۶۶.۷۴۱۳۸	۶	۰۷	۹۵
۷۰۰۰	۴۵۰۰	۴۵۰۰	۳۰۰۰	۱۵۰۰	نرخ عوارض
۴۴۲۷۵۰۶۵۵				۲۹۳۲۵۴۵۳	
۱۴۷۴۳۵۶۶۵۵۲	۲	۳۱۵۷۵۰۳۳۶۲	۵۹۱۴۵۱۱۸۹۷	۱۰۴	هزینه‌ی سالانه

مجموع هزینه‌ی عوارض دریافتی در این سال: ۵۷۵۶۸۵۴۱۴۶۵ ریال.

سال: ۹۴

جدول (۲-۲۹) میزان عوارض پرداخت شده برای هر نوع وسیله‌ی نقلیه در سال ۹۴

تعداد	تعداد وسیله نقلیه کامیون	تعداد وسیله نقلیه مینی کامیون	تعداد وسیله نقلیه سبک	تعداد وسیله نقلیه بوس	تعداد وسیله نقلیه سواری	تعداد وسیله نقلیه اتوبوس	مجموع سال ۹۴	سیزدوار نیشابور
۹۰۴۸۸.۶۰۷۲			۱۶۸۵۹۷.۸۰۱	۱۶۳۸۸۵۸.۴				
۱۳۷۹۸۸.۷۸۵۸	۸	۹۰۸۷۱.۵۴۴۸۳	۱	۵۳				
مجموع سال ۹۴								
۹۵۳۹۷.۶۰۳۸			۱۶۷۵۰۴.۳۱۸	۱۵۶۳۷۴۲.۶				
۱۴۶۵۸۷.۲۴۲۵	۳	۱۱۶۲۳۵.۶۲۶۸	۸	۲۴				نیشابور سیزدوار
میانگین مجموع								
۹۲۹۴۳.۱۰۵۵					۱۶۰۱۳۰۰.۵			هر دو محور سال
۱۴۲۲۸۸.۰۱۴۲	۶	۱۰۳۵۵۳.۵۸۵۸	۱۶۸۰۵۱.۰۶	۳۹				۹۴
۷۰۰۰	۴۵۰۰	۴۵۰۰	۳۰۰۰	۱۵۰۰				نرخ عوارض
۴۱۸۲۴۴۳۹۷۵				۲۴۰۱۹۵۰.۸				
۹۹۶۰۱۶۰۹۹۲	۰	۴۶۵۹۹۱۱۳۶۲	۵۰۴۱۵۳۱۷۹۹	۰.۸۰				هزینه‌ی سالانه

مجموع هزینه‌ی عوارض دریافتی در این سال: ۴۷۸۶۳۵۵۱۹۸۳ ریال.

سال ۹۳:

جدول (۲-۳۰) میزان عوارض پرداخت شده برای هر نوع وسیلهٔ نقلیه در سال ۹۳

سال	هزینهٔ سالانه	نرخ عوارض	هر دو محور سال	میانگین مجموع	مجموع سال	سیزهار نیشابور	تعداد وسیله نقلیه	تعداد وسیله نقلیه	تعداد وسیله نقلیه	تعداد وسیله نقلیه
محور	سواری	بوس	سبک	اتوبوس	محور	کامیون دو محور	وسیله نقلیه مینی	وسیله نقلیه تریلی	وسیله نقلیه	تعداد
۹۳	۱۶۰۴۶۷۶.۶	۱۰۰۰۰	۱۸۰۵۵۲.۴۹۵	۹۰۷۸۸.۲۱۳۵	۹۳۸۱۳.۱۱۵۵	۱۰۲۲۵۰.۸۰۴۲	۷	۱۴۳۷۱۲.۴۴۵۹	۹۳	۱۷۱۷۷۴۹.۷
۹۳	۱۶۰۴۶۷۶.۶	۱۵۷	۱۷۴۸۴۴.۶۷۰	۸۷۷۶۳.۳۱۱۵	۱۳۵۹۴۹.۱۱۸۴	۱۰۷۰۳۹.۸۱۴۹	۱	۱۳۹۸۳۰.۷۸۲۱	۹۳	۱۴۹۱۶۰.۳.۴
۹۳	۱۶۰۴۶۷۶.۶	۱۵	۱۸۰۵۵۲.۴۹۵	۹۰۷۸۸.۲۱۳۵	۹۳۸۱۳.۱۱۵۵	۱۰۲۲۵۰.۸۰۴۲	۷	۱۴۳۷۱۲.۴۴۵۹	۹۳	۱۷۱۷۷۴۹.۷
۹۴	۳۶۱۱۰۴۹۹۰۵	۱۴۷	۱۶۰۴۶۷۶.۶	۳۶۳۱۵۲۸۵۴	۶۹۹۱۵۳۹۱۰۷	۴۱۸۵۸۱۲۲۸۱۳	۱	۵۰۰۰۰	۴۰۰۰۰	۴۰۰۰۰

مجموع هزینهٔ عوارض دریافتی در این سال: ۳۴۴۶۶۶۹۶۰۸۳ ریال.

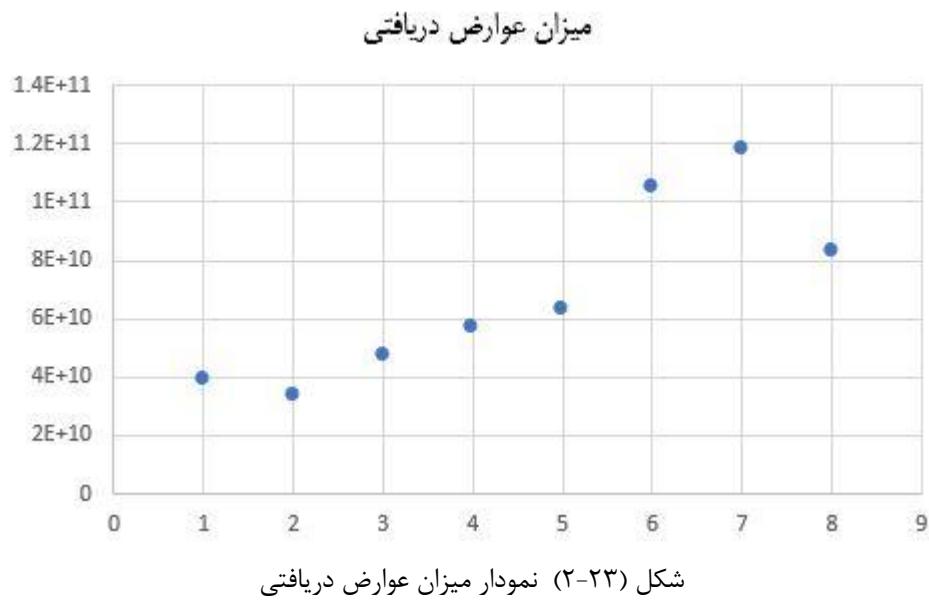
سال ۹۲:

جدول (۲-۳۱) میزان عوارض پرداخت شده برای هر نوع وسیله‌ی نقلیه در سال ۹۲

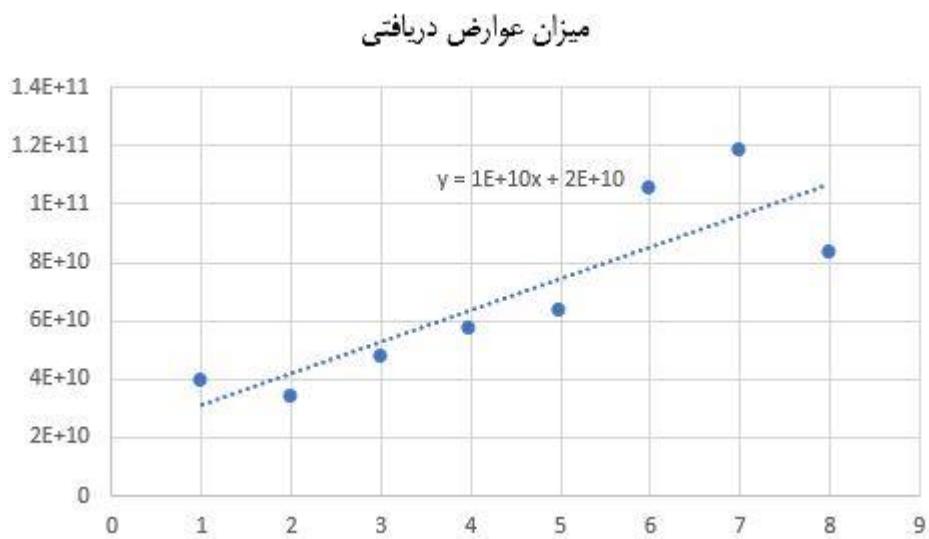
تعداد تعداد وسیله نقلیه تعداد تعداد وسیله					
وسیله نقلیه نقلیه مینی کامیون دو محور وسیله نقلیه نقلیه تریلی ۵					
	سواری	بوس	سبک	اتوبوس	محور
۱۱۸۳۳۸.۸۴۱	۱۹۴۳۲۰.۹۹۳	۱۷۷۹۳۰۹.۰	۹۲	مجموع سال ۹۲	
۱۷۵۵۱۶.۱۹۳۱	۴	۱۵۳۵۵۸.۴۴۱۴	۱	۶۹	سبزوار نیشابور
۱۷۵۳۹۳	۸۴۷۱۷.۶	۱۵۱۶۷۶.۲	۲۱۹۹۵۰.۴	۱۵۱۱۱۹۳	مجموع سال ۹۲ نیشابور سبزوار
۱۰۱۵۲۸.۲۲۰	۲۰۷۱۳۵.۶۹۶	۱۶۴۵۲۵۱.۰	۹۲	میانگین مجموع	هر دو محور سال
۱۷۵۴۵۴.۵۹۶۶	۷	۱۵۲۶۱۷.۳۲۰۷	۶	۳۵	
۵۰۰۰۰	۴۰۰۰۰	۴۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	نرخ عوارض
۴۰۶۱۱۲۸۸۲				۱۶۴۵۲۵۱۰	
۸۷۷۲۷۷۲۹۸۲۸	۸	۶۱۰۴۶۹۲۸۲۸	۴۱۴۲۷۱۳۹۳۱	۳۴۵	هزینه‌ی سالانه

مجموع هزینه‌ی عوارض دریافتی در این سال: ۳۹۵۳۳۷۷۵۷۵۹ ریال.

اکنون به کمک اطلاعاتی که از میزان عوارض دریافتی در این ۸ سال در اختیار داریم، سعی می‌کنیم یک رابطه‌ی ریاضی بدست آوریم تا به کمک آن بتوانیم میزان عوارض دریافتی را در طول ۲۰ سال محاسبه کنیم. بهترین رابطه‌ی ریاضی که می‌توانیم بدست آوریم آن است که به مقادیر عوارض در این ۸ سال یک خط برآذش دهیم. نمودار مربوط به عوارض دریافتی بین سال‌های ۹۲ تا ۹۹ در پایین آمده است:



به کمک Add Trendline یک خط به داده های زیر برازش میدهیم.



رابطه ای خط گذرنده از این نمودار  $y = 1e10x + 2e10$  است.

اکنون که رابطه ای خط برازش داده شده را داریم، میزان عوارض دریافتی را در طول ۲۰ سال محاسبه می کنیم.

جدول (۲-۳۲) محاسبه‌ی عوارض دریافتی در طی ۲۰ سال به کمک رابطه‌ی برازش داده شده

سال	عوارض دریافتی (ریال)
۱	۳۰.....
۲	۴۰.....
۳	۵۰.....
۴	۶۰.....
۵	۷۰.....
۶	۸۰.....
۷	۹۰.....
۸	۱۰۰.....
۹	۱۱۰.....
۱۰	۱۲۰.....
۱۱	۱۳۰.....
۱۲	۱۴۰.....
۱۳	۱۵۰.....
۱۴	۱۶۰.....
۱۵	۱۷۰.....

۱۸۰.....	۱۶
۱۹۰.....	۱۷
۲۰۰.....	۱۸
۲۱۰.....	۱۹
۲۲۰.....	۲۰

سپس با توجه به مبالغ فوق و مبالغی که برای ساخت مسیرهای ۴ درصد و ۶ درصد حساب کردیم که به ترتیب ۱۳۷۶۸۱۲۴۴۳۶۱.۸ ریال و ۱۷۰۱۷۱۲۴۳۸۰۲.۱۲ ریال بودند، می توانیم تعداد سال های لازم برای سوددهی را حساب کنیم.

با توجه به میزان درآمد که در جدول بالا آمده است، مسیر ۴ درصد پس از ۱۱ سال و مسیر ۶ درصد پس از ۱۵ سال به سوددهی میرسند.

## ۷-۵-۲- انتخاب مسیر

انتخاب مسیر یک مسئله ارزیابی است. یعنی برای انتخاب بهترین مسیر باید مزايا و معایب گزینه های (واریانتها و آلترناتیوها) مختلف را بررسی نمود و به هر مسیر نمره ای داد. مسیری که بیشترین بارم را به دست آورد مسیر بهینه خواهد بود. بارم گذاری بر پایه دو دیدگاه انجام می گیرد: ۱) دیدگاه فنی و مهندسی ۲) دیدگاه اقتصادی

الف) دیدگاه فنی و مهندسی: برای بارم گذاری از دیدگاه فنی و مهندسی مسیر، شاخص های زیر مورد بررسی قرار می گیرد:

شاخص طول کلی هر مسیر: مسیری که طول کمتری دارد، بهتر است و نمره بیشتری می گیرد. در این حیث، مسیر ۴ درصد به دلیل اینکه طول کمتری دارد، امتیاز مثبت می گیرد.

شاخص شیبهای طولی هر مسیر : حداقل شیب مجاز طرح ۷ درصد می باشد . شیبهای هر مسیر از روی پروفیل طولی آن بدست می آید و با شیب مجاز مقایسه می شود. شیبهای بیشتر یا کمتر از شیب مجاز بارم بیشتر یا کمتررا کسب می کنند. با توجه به اینکه در انتهای مسیر ۶ درصد شیب به طور ناگهانی افزایش می یابد و میزان آن از ۷ درصد بیشتر است، یک امتیاز منفی برای مسیر ۶ درصد محسوب می شود.

شاخص هموار بودن مسیر : نسبت طول امتدادهای مستقیم هر مسیر به طول کل آن ملاک سنجش است و نسبت بزرگتر، نمره بیشتر دارد.

شاخص دشواری عملیات خاکی : در این شاخص بلندی خاکریزها و یا ژرفای ترانشه ای که بیش از ۱۰ متر باشد ، در طول تقریبی آن ضرب شده و واریانتی که عملیات خاکی بیشتری دارد ، نمره منفی کسب می نماید.

ب ) دیدگاه اقتصادی : این دیدگاه در برگیرنده توجیه اقتصادی پروژه می باشد. برای این توجیه از از روشهای اقتصاد مهندسی استفاده می شود. میزان سرمایه اولیه برای ساخت هر واریانت و میزان هزینه سالانه برای بهره برداری و نگهداری مسیر هر واریانت از جمله شاخص های مطرح در دیدگاه اقتصادی هستند.

لذا اگر صرفاً از دیدگاه اقتصادی به مسئله بنگریم ، ملاک گزینش به صورت رابطه‌ی زیر خواهد بود:

$$Tr = \frac{C_2 - C_1}{P_1 - P_2}$$

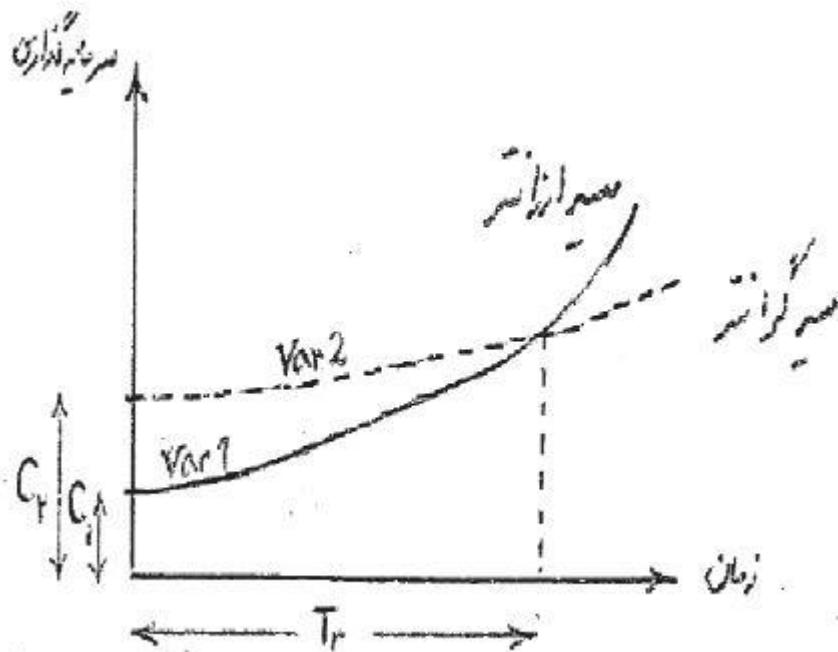
که در آن :  $Tr$  مدت زمان بازگشت سرمایه؛

$C_1$  سرمایه‌ی اولیه برای ساخت واریانت ۱

$C_2$  سرمایه‌ی اولیه برای ساخت واریانت ۲

$P_1$  مخارج سالانه و نگهداری از واریانت ۱

$P_2$  مخارج سالانه و نگهداری از واریانت ۲



شکل (۲-۲۵) نمودار سرمایه گذاری زمان در اقتصاد مهندسی

مقادیر  $C_1$  و  $C_2$  را که برای مسیرهای ۴ درصد و ۶ درصد حساب کردیم. برای محاسبه ی مقادیر  $P_1$  و  $P_2$  از اطلاعات موجود در یک مقاله استفاده می کنیم.

براساس مقاله ای که در سال ۹۶ توسط هادی گنجی زهراei، در پژوهشکده ی مالی و اقتصاد راه و مسکن منتشر شد، در آن مدلی رگرسیونی برای محاسبه ی هزینه ی تعمیر و نگهداری جاده ها ارائه شد. در مدل ارائه شده که غیرخطی است، عواملی چون طبقه بندی خودروها، مسافت پیموده شده، بار وسایل نقلیه و میزان بار واردہ بر سطح روسازی تاثیرگذار هستند.

اما براساس این مقاله و استانداردهای بین المللی، ۲ تا ۶ درصد هزینه به روز شده احداث برای تعمیر و نگهداری سالیانه اختصاص می یابد. به منظور بررسی و مقایسه عملکردی در ایران ۱۰ آزادراه بهره برداری شده مورد بررسی قرار گرفته است. مجموع این ده آزاد راه طولی برابر با ۱۰۳۳ کیلومتر و هزینه ای بالغ بر ۵۸۹۰۰ میلیارد ریال برای احداث آن در سال ۹۱ هزینه شده است. مجموع در آمد این آزادراه ها ۱۳۴۳ میلیارد بوده که در کل ۴ درصد از هزینه احداث برای تعمیر و نگهداری آن هزینه شده است. پس مقداری که برای هزینه ی نگهداری و تعمیر جاده ها در نظر می گیریم ۴ درصد هزینه ی ساخت اولیه است. پس رابطه ی بالا را به صورت زیر بازنویسی می کنیم:

$$Tr = \frac{C_2 - C_1}{0.04C_1 - 0.04C_2}$$

در نهایت مقدار  $Tr$  برابر با ۲۵- می شود.

در این پروژه مدت عمر راه را ۲۰ سال درنظر گرفتیم. پس  $Tn=20$ .  
پس از آنجایی که  $Tr < Tn$  واریانت ارراunter بهتر است.

## ۲-۵-۸- نتیجه گیری

انتخاب مسیر بهتر را از هر دو نظر فنی-مهندسی و اقتصادی در بالا بررسی کردیم. در بسیاری از شاخص های فوق طول مسیر تاثیر مستقیم در محاسبات داشت. در هر کدام از شاخص ها مانند هزینه ای ساخت، هزینه ای سوخت، هزینه زمان و ... مسیر ۴ درصد که طول کوتاهتری داشت، هزینه ی کمتری را هم در پی می آورد.

در نهایت از دیدگاه اقتصاد مهندسی هم مسئله را بررسی کردیم و با رابطه ی ارائه شده دیدیم که واریانت ۴ درصد بهترین مسیر ممکن برای ادامه ی پروژه است.

## **فصل ۳: مطالعات ترافیک**

---

### **۱-۳- چرا محاسبات ترافیک در راهسازی حائز اهمیت است ؟**

Traffیک یکی از عوامل مهم در طرح هندسی راه محسوب می شود . اطلاعات ترافیکی به منظور تعیین اهمیت طبقه بندی عملکردی راه و مشخصات اجزاء هندسی راه مانند عرض راه ، تعداد و عرض شیب ها و قوس ها به کار می روند. اجزای طرح هندسی باید به گونه ای انتخاب شوند که راه بتواند حجم ترافیک پیش بینی شده را در کیفیت ترافیکی مدنظر هدایت کند.

### **۲-۳- مبنای محاسبات ترافیک چیست؟**

مبنای محاسبه‌ی ترافیک ، آمار و اطلاعات جمع آوری شده از راه های موجود و هم چنین پیش بینی ها لازم برای رشد و توسعه آتی می باشد . آمار و اطلاعات راه های موجود را می توان از ایستگاه های شمارش اخذ کرد. در غیر این صورت می توان با مطالعه میدانی مانند مطالعه مبدا و مقصد و یا شمارش بصری (تردد شماری) در ایستگاه های منتخب ، اطلاعات لازم را کسب کرد. موقعیت ایستگاه ، زمان و مدت شمارش ترافیک به هدف مورد نظر و دقت مورد نیاز طرح بستگی دارد.

## تردد شماری باید چگونه باشد؟

باید تمام وسایل نقلیه را پوشش دهد و به گونه ای باشد که بتواند براورد واقعی ترافیک سالیانه، روزانه و نیز حداقل روند تغییرات روزانه و ساعتی و الگوی این تغییرات به ویژه در تقاطع ها را مشخص کند. تردد شماری باید بتواند تغییر ترافیک در روز های تعطیل و غیر تعطیل را مشخص کند.

## پیش بینی ترافیک چیست؟

در طول دوره طرح، ضروری است که میزان ترافیک موجود در هنگام شروع بهره برداری، میزان ترافیک تولید شده و میزان ترافیک ناشی از توسعه زمین های اطراف راه پیش بینی شود. برای پیش بینی تعداد تردد در آینده لازم است تا دوره طرح و نرخ رشد سالانه ترافیک و محاسباتی که بعداً بیان خواهد شد صورت بگیرد.

## سال طرح چیست؟

در طرح هندسی راه های جدید و یا بهسازی راه های موجود، باید احجام ترافیکی مورد انتظار در آینده در نظر گرفته شود. لذا ضروریست که احجام ترافیک برای یک سال طراحی معین پیش بینی شود. در تعیین سال طرح باید ملاحظات اقتصادی در نظر گرفته شود. در طرح هندسی راه ها، معمولاً ۲۰ سال بعد به عنوان سال طرح توصیه می شود. البته در برخی از پروژه ها بهسازی یا بازسازی ممکن است این مقدار به دلیل محدودیت بودجه یا عدم اطمینان از پیش بینی ترافیک ۱۰ یا ۱۵ سال در نظر گرفته شود.

## داده ها ترافیکی مورد نیاز برای انجام محاسبات چیست؟

مهم ترین اطلاعات ترافیکی مورد نیاز شامل متوسط سالانه حجم ترافیک روزانه (AADT)، متوسط ترافیک روزانه (ADT)، حجم ساعت طرح (DHV) و تعداد تردد وسایل نقلیه بر حسب نوع آن ها می باشد. معمولاً از متوسط سالانه حجم ترافیک روزانه برای تحلیل های اقتصادی و یا طراحی سازه

ای اجزای راه و از حجم ترافیک ساعت طرح در تحلیل سطح کیفیت ترافیک و تعیین اجزای هندسی راه استفاده می شود.

### متوسط سالانه حجم ترافیک روزانه (AADT) چیست؟

عبارت است از حجم کل سالیانه ترافیک تقسیم بر تعداد روزهای سال . هنگامیکه ترافیک به صورت پیوسته برای یک سال کامل شمارش شود، ترافیک متوسط روزانه در یک سال بدون هیچ گونه خطایی به دست می آید.

### متوسط ترافیک روزانه (ADT) چیست؟

در صورتی که ترافیک برای یک دوره کوتاه شمارش شده باشد ( بیشتر از یک روز ، کمتر از یکسال ) متوسط حجم ترافیک روزانه حاصل می شود.

### حجم ترافیک ساعتی (DHV) چیست؟

تعداد وسیله نقلیه عبور کننده از محل معین یک راه تقسیم بر زمان آمارگیری بر حسب ساعت. برای راه ها توصیه میشود که حجم سی ساعت شلوغ سال به عنوان حجم ترافیک ساعت طرح انتخاب شود . به طور معمول حجم ترافیک ساعت طرح برابر  $10$  درصد متوسط سالانه حجم ترافیک روزانه ( AADT ) و یا  $15$  درصد متوسط ترافیک روزانه (ADT) در نظر گرفته میشود.

### رشد سالانه ترافیک چیست و چگونه تعیین میشود؟

رشد سالانه ترافیک در طول دوره طرح برای راه موجود براساس آمار ترافیک سال های قبل آن و برای راه جدید براساس جایگاه راه مورد مطالعه در شبکه ملی و منطقه ای از طریق مطالعات ترافیکی مانند مطالعه میدانی مبدا-مقصد و آمار ترافیک راه های مجاور موجود یا منطقه مورد نظر تعیین میشود. برای تعیین نرخ رشد ترافیک باید حداقل یک دوره  $10$  ساله از داده های ترافیکی در دسترس باشد. برای تعیین نرخ رشد سالیانه ترافیک با استفاده از آمار های موجود ، از روش رگرسیون استفاده می شود. در این روش پس از ترسیم نمودار لگاریتم تعداد وسیله نقلیه نسبت به زمان (بر حسب سال)، بهترین خط

برازش داده شده مشخص و با استفاده از روش زیر مقدار نرخ رشد سالیانه ترافیک ( $r$ ) محاسبه می شود:

$$T_n = T_0 (1+r)^n$$

$$\log T_n = \log T_0 + n \log (1+r)$$

$$\log T_0 = Y_0 \quad \log T_n = Y$$

$$A = \log(1+r)$$

$$Y = Y_0 + An$$

$$r = 10^A - 1$$

در این روابط،  $Y$  لگاریتم حجم ترافیک،  $n$  زمان بر حسب تعداد سال،  $A$  شیب خط برازش و  $r$  نرخ رشد سالیانه ترافیک است.

پس به طور خلاصه نرخ رشد سالیانه ترافیک یا  $r$  از فرمول زیر حاصل میشود :

$$r = 10^A - 1$$

که در آن  $A$  شیب خط رگرسیونی برازش داده شده است .

**میزان ADT** یا **AADT** مربوط به سال طرح چگونه به دست می آید ؟

میزان ADT یا AADT مربوط به سال طرح با استفاده از فرمول زیر بدست می آید:

$$ADT_{(n)} = ADT_1 \times (1 + r)^n$$

که در این فرمول  $r$  برابر است با نرخ رشد طبیعی ترافیک که براساس آمار ترافیک روزانه سال های گذشته می توان آن را انتخاب نمود.  $n$  تعداد سال های عمر راه ،  $ADT(1)$  ترافیک روزانه می متوسط مربوط به سال اول بهره برداری از راه و  $ADT(n)$  عبارت است از ترافیک روزانه متوسط در سال  $n$  بهره برداری از راه .

**DHV** یا میزان ترافیک ساعت طرح چگونه بدست می آید ؟

**DHV** یا میزان ترافیک ساعت طرح با استفاده از فرمول زیر بدست می آید :

$$\mathbf{DHV = t \cdot ADT}$$

که میزان ضریب  $t$  برای ۷۰ درصد از راه های آمارگیری شده بین ۱۲ تا ۱۸ درصد تغییر میکند. به طور معمول همانگونه که قبلاً بیان شد  $t$  معمولاً ۱۰ درصد وقتی که متوسط سالانه حجم ترافیک روزانه (AADT) را در اختیار داشته باشیم و ۱۵ درصد زمانی که متوسط ترافیک روزانه (ADT) را در اختیار داشته باشیم ، در نظر گرفته میشود.

### ۳-۳- مرحله انجام محاسبات ترافیک مربوط به پروژه نیشابور - سبزوار

در اولین مرحله داده های ترافیکی از سایت <https://141.ir/trafficcounterfiles> دانلود گردیده اند . که نمای کلی سایت به صورت زیر بوده است :



شکل (۳-۱) دانلود داده های ترافیک

که سپس با انتخاب سال و سپس ماه و سپس استان مورد نظر یعنی خراسان رضوی داده ها مربوط به سبزوار-نیشابور و نیشابور-سبزوار برای سال ۹۰ تا ۹۹ دانلود گردید. حال ذکر این نکته ضروری است که در فایل داده های ترافیکی مربوط به مسیر نیشابور-سبزوار و سبزوار-نیشابور که از سایت <https://141.ir/trafficcounterfiles> دانلود گردید، دو پوشه حجم ترافیکی روزانه و ساعتی وجود داشت که ما از حجم روزانه استفاده کردیم. همچنین در این دیتا، تعدادی از ماه ها دارای دیتا ترافیکی نبودند و دیتابی برای آن ها ثبت نشده بود. به همین منظور برای انجام محاسبات مربوط به ترافیک پروژه، ماه هایی که دیتا نداشتند به وسیله میانگین گیری و جاگذاری همان ماه ها در سال های گذشته و روز هایی از ماه که دیتا نداشتند به وسیله استفاده از سایر روزهای همان ماه ها، برای آن ها دیتا مناسبی تخصیص داده شد که فایل های اکسل مربوط به ماه های مختلف که روی آن ها این محاسبات انجام شده در فایل مربوط به پروژه پیوست گردیده اند. فایل مربوط به تردد شماری ای که ما دانلود کرده بودیم، در سال ۹۰ و ۹۱ به دو دسته بندي وسائل نقلیه سنگین و سبک تقسیم شده بوده بودند در صورتی که در مابقی سال ها این دسته بندي به ۵ کلاس تعمیم یافته بود که تصویر از نمونه فایل از هر دو نوع فایل تردد به صورت زیر هستند:

فایل های مربوط به سال ۹۰ و ۹۱ به صورت زیر هستند:

### جدول (۱-۳) فایل های مربوط به سال های ۹۰ و ۹۱

فایل های مربوط به سال ۹۲ تا ۹۹ به صورت زیر هستند:

جدول (۳-۲) فایل های مربوط به سال های ۹۹ تا ۹۲

ردیف	نام فایل	فرمت	زمان ایجاد	زمان آخرین ویرایش	نام فایل	ردیف	نام فایل	ردیف
۰۷۳	96.4	.zip	۴۰۸	۴۰۸	۴۰۸	۴۰۸	۶۳۴۱	۳۱۵۷۰۱
۹۱۸	95.31	.zip	۲۶۵	۱۸۴	۶۲۰	۳۸۲۹	۵۴۴۱	۳۱۵۷۰۱
۸۵۷	94.13	.zip	۲۹۱	۲۳۳	۶۶۴	۳۸۷۵	۵۷۰۵	۳۱۵۷۰۱
۱۹۶	96.6	.zip	۲۰۵	۱۹۴	۶۳۴	۴۸۷۲	۶۵۸۹	۳۱۵۷۰۱
۲۲۸	97.19	.zip	۲۸۳	۱۹۲	۵۰۴	۵۱۲۳	۶۶۱۹	۳۱۵۷۰۱
۹۵۰	95.4	.zip	۲۶۶	۱۶۷	۶۰۸	۴۸۱۳	۶۱۵۹	۳۱۵۷۰۱
۱۹۱	96.39	.zip	۲۶۱	۱۶۸	۵۵۹	۵۸۲۹	۷۳۳۱	۳۱۵۷۰۱
۰۸۴	95.85	.zip	۳۱۴	۱۵۳	۴۵۸	۹۳۰۴	۱۰۵۰۰	۳۱۵۷۰۱
۰۴۳	96.41	.zip	۲۶۸	۱۸۴	۵۸۱	۴۴۳۵	۵۹۹۷	۳۱۵۷۰۱
۸۰۴	94.37	.zip	۲۶۵	۲۳۶	۶۷۰	۳۷۶۵	۵۵۴۰	۳۱۵۷۰۱
۸۲۷	94.37	.zip	۲۴۹	۲۲۴	۶۷۲	۳۸۲۱	۵۶۰۷	۳۱۵۷۰۱
۸۲۰	94.69	.zip	۲۹۲	۲۱۷	۶۹۶	۴۵۱۰	۷۷۷۵	۳۱۵۷۰۱
۰۳۸	95.59	.zip	۲۸۹	۲۱۳	۶۵۷	۴۴۹۲	۶۲۱۷	۳۱۵۷۰۱
۰۴۸	96.05	.zip	۲۳۴	۱۸۵	۵۰۹	۴۵۴۶	۵۶۶۸	۳۱۵۷۰۱
۰۴۵	95.19	.zip	۲۰۳	۱۵۸	۴۱۴	۵۰۸۴	۶۳۶۵	۳۱۵۷۰۱
۹۴۱	95.27	.zip	۲۸۰	۱۸۳	۶۱۴	۴۵۱۶	۵۶۵۹	۳۱۵۷۰۱
۸۴۳	94.29	.zip	۳۱۳	۱۰۸	۷۱۶	۳۸۰۰	۵۷۴۱	۳۱۵۷۰۱
۷۹۳	93.72	.zip	۲۴۳	۲۴۶	۷۰۶	۳۸۸۵	۵۸۶۰	۳۱۵۷۰۱
۹۲۷	94.81	.zip	۲۶۹	۲۱۶	۷۳۵	۴۴۲۱	۶۳۱۰	۳۱۵۷۰۱
۲۳۲	95.51	.zip	۲۷۰	۲۳۵	۶۳۲	۵۴۵۸	۷۱۸۶	۳۱۵۷۰۱
۳۴۴	97.22	.zip	۲۴۰	۱۱۱	۵۰۹	۵۳۳۳	۶۸۸۵	۳۱۵۷۰۱
۲۴۷	98.03	.zip	۲۳۳	۱۵۱	۳۸۳	۵۱۱۶	۶۳۹۳	۳۱۵۷۰۱
۰۳۵	96.51	.zip	۲۹۳	۱۰۶	۵۶۶	۴۳۸۵	۶۰۰۵	۳۱۵۷۰۱
۹۰۸	95.25	.zip	۲۸۴	۲۲۲	۵۹۱	۳۹۸۷	۵۷۷۷	۳۱۵۷۰۱
۸۸۳	95.44	.zip	۲۸۵	۱۶۴	۶۵۵	۳۷۵۴	۵۵۹۹	۳۱۵۷۰۱
۸۰۹	94.49	.zip	۲۸۴	۲۴۰	۶۸۷	۳۸۹۷	۵۵۸۱	۳۱۵۷۰۱
۰۱۷	95.73	.zip	۲۷۸	۲۳۶	۶۲۹	۴۴۳۸	۶۱۸۴	۳۱۵۷۰۱
۱۱۶	98.35	.zip	۲۳۵	۲۰۷	۵۳۲	۴۹۰۳	۶۴۵۷	۳۱۵۷۰۱
۰۸۸	97.82	.zip	۱۸۸	۱۵۱	۴۰۲	۴۴۶۲	۵۶۴۵	۳۱۵۷۰۱
۹۳۳	96.13	.zip	۲۱۸	۱۸۷	۵۸۴	۳۷۳۸	۵۲۸۹	۳۱۵۷۰۱
۱۰۹	96.26	.zip	۲۰۳	۲۷۷	۳۰۸	۶۴۴	۶۰۹۰	۳۱۵۷۰۱
	۱۷۹۹۸	.zip	۸۱۹۷	۶۲۳۵	۱۸۳۰۵	۱۴۱۹۸۰		۳۱۵۷۰۱

در مرحله بعد مجموع وسائل نقلیه در کلاس های مختلف برای هر ماه را بدست آوردیم و آن ها در فایل های اکسل جدا که هر کدام مربوط به یک سال و یک مسیر (مثلا سبزوار-نیشابور یا نیشابور-سبزوار) بودند قرار دادیم. سپس با استفاده از ضرایب معادل سواری تمام کلاس ها را به سواری تبدیل کردیم. جدول ضرایب معادل استفاده شده در تصویر زیر آورده شده است:

جدول (۳-۳) ضرایب معادل

وسیله نقلیه	معادل وسیله نقلیه	ضریب معادل وسیله نقلیه
وسیله نقلیه سبک	سواری	۱
وسیله نقلیه سنگین	تریلی ۴ محور	۵
وسیله نقلیه کلاس ۱	سواری	۱
وسیله نقلیه کلاس ۲	مینی بوس	۲.۹
وسیله نقلیه کلاس ۳	کامیون دو محور سبک	۲.۹
وسیله نقلیه کلاس ۴	اتوبوس	۳.۴
وسیله نقلیه کلاس ۵	تریلی ۵ محور	۵

حال با استفاده از ضرایب معادل سواری که در جدول بالا وجود دارد ، تعداد وسائل نقلیه سبک و سنگین و کلاس ۱ تا ۵ را به تعداد معادل سواری آن تبدیل کردیم. در مرحله بعد تمام وسائل نقلیه مربوط به یک سال را که حساب کرده ایم ، با هم جمع کردیم تا مجموع تعداد وسائل نقلیه ای که در یک سال (مثلا سال ۹۲) برای هر کدام از محورها (سبزوار-نیشابور و نیشابور-سبزوار) بدست بیاوریم و در نهایت با تقسیم تعداد کل تردد انواع وسائل نقلیه در یک سال تقسیم بر ۳۶۵ توانستیم AADT را بدست آوریم. که برای این منظور و انجام این محاسبات از فایل های اکسل زیر استفاده شد :

## ۲-۳-۳-۲- فایل اکسل محاسبه شده میزان مجموع سواری معادل و AADT برای محور سبزوار- نیشابور به تفکیک سال

جدول (۳-۴) اکسل مربوط به سال ۹۰ (سبزوار-نیشابور)

H	G	F	E	D	C	B	A	I
	تعداد وسیله نقلیه سبک	تعداد وسیله نقلیه سبک	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۳	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۴	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۵	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۲	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۱	
29196.7931	133657							۱ فروردین
47516	83849							۲ اردیبهشت
47101.13043	107044.1304							۳ خرداد
61399	149263							۴ تیر
58429	107519							۵ مرداد
61702	218452							۶ شهریور
57962	123020							۷ مهر
50172.22222	88615.55556							۸ آبان
48431	88366							۹ آذر
51222	83309							۱۰ دی
47413.44828	88755.51724							۱۱ بهمن
53721.46429	120875.1071							۱۲ اسفند
614468.0583	1388305.31							۱۳
								۱۴
								۱۵
								۱۶
3072340.292	1388305.31	البروب در سواری معادل						۱۷
								۱۸
								۱۹
4460645.662	12220.94685	مجموع سواری معادل ها						۲۰
								۲۱
								۲۲
								۲۳

جدول (۳-۵) اکسل مربوط به سال ۹۱ (سبزوار-نیشابور)

H	G	F	E	D	C	B	A	I
	تعداد وسیله نقلیه سبک	تعداد وسیله نقلیه سبک	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۵	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۴	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۳	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۲	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۱	
39588	183955							۱ فروردین
59703.93333	97861.83333							۲ اردیبهشت
50744.41667	122750.9583							۳ خرداد
50579.6	179248.2							۴ تیر
51209	149219							۵ مرداد
74674.57143	246709.0714							۶ شهریور
49611	152659							۷ مهر
41747	127710							۸ آبان
58743.91304	97153.91304							۹ آذر
35347	84944							۱۰ دی
10950	81619							۱۱ بهمن
13247	134061							۱۲ اسفند
536145.4345	1660090.976							۱۳
								۱۴
								۱۵
2680727.172	1660090.976	البروب در سواری معادل						۱۶
								۱۷
								۱۸
								۱۹
								۲۰
								۲۱

جدول (۳-۶) اکسل مربوط به سال ۹۲ (سبزوار-نیشابور)

F	E	D	C	B	A
تعداد وسیله نقلیه کلاس ۵	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۴	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۳	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۲	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۱	۱
18069.7931	6157.241379	15116.24138	11590.7931	212599.069	فروزنین ۲
23013	5362	19306	12299	127815	ازدیجهشت ۳
25969	6010	23701	15120	165105	خرداد ۴
14707	9723	9961	19275	138091	تیر ۵
13594	11318	8037	21596	171517	مهراد ۶
15947	16032	13069	19328	258046	شهریور ۷
10700	14746	16236	15594	146509	مهر ۸
8976	13064	15459	14269	122128	آبان ۹
10124.4	9249.6	10285.2	13759.2	84258	آذر ۱۰
9339	8856	7295	14880	119038	دی ۱۱
10945	8256	6997	16693	92033	بهمن ۱۲
14132	9565	8096	19917	142170	اسفند ۱۳
175516.1931	118338.8414	153558.4414	194320.9931	1779309.069	۱۴
877580.9655	402352.0607	445319.48	563530.88	1779309.069	میعادل ۱۵
				4068092.455	مجموع ۱۶
				11145.45878	AADT ۱۷
					۱۸

جدول (۳-۷) اکسل مربوط به سال ۹۳ (سبزوار-نیشابور)

F	E	D	C	B	A
تعداد وسیله نقلیه کلاس ۵	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۴	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۳	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۲	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۱	۱
3742.967742	4696.774194	5114.83871	8203.354839	192215.7419	فروزنین ۲
8782	7518	6672	13289	105216	ازدیجهشت ۳
1182.133333	1677.1	2821	4247	53293.13333	خرداد ۴
6296	5161	6106	11516	81264	تیر ۵
15088	10149	10161	20204	200466	مهراد ۶
21153	10438	13540	20706	244649	شهریور ۷
17613	9718	11823	18357	146417	مهر ۸
11860.34483	8137.241379	8848.965517	13678.96552	105656.8966	آبان ۹
15870	10180	13119	26057	249997	آذر ۱۰
13104	8675	7814	15806	93617	دی ۱۱
14121	8747	7963	16774	104339	بهمن ۱۲
14900	8716	8268	17422	140619	اسفند ۱۳
143712.4459	93813.11557	102250.8042	186260.3204	1717749.772	۱۴
718562.2295	318964.5929	296527.3323	540154.929	1717749.772	میعادل ۱۵
				3591958.856	مجموع ۱۶
				9840.983166	AADT ۱۷
					۱۸

جدول (۳-۸) اکسل مربوط به سال ۹۴ (سبزوار-نیشابور)

F	E	D	C	B	A	
تعداد وسیله تقلیه کلاس ۵	تعداد وسیله تقلیه کلاس ۴	تعداد وسیله تقلیه کلاس ۳	تعداد وسیله تقلیه کلاس ۲	تعداد وسیله تقلیه کلاس ۱	تعداد وسیله تقلیه کلاس ۱	۱
6110.1	5450.833333	5048.866667	8631.433333	185293.2	فیروزدین ۱	۲
14245	9369	9188	17493	132385	اردبیلهشت ۲	۳
12849	8702	9116	16740	137166	خرداد ۳	۴
11303	8271	9039	15897	145108	تیر ۴	۵
15831	9030	10087	18445	194872	مرداد ۵	۶
18276	9666	9986	19050	254136	شهریور ۶	۷
15036	8771	8818	16934	142954	مهر ۷	۸
10908	7718	7329	12876	98733	آبان ۸	۹
12016	8475	7464	13394	119119	آذر ۹	۱۰
4284.444444	3922.222222	3863.333333	7493.333333	49196.666667	دی ۱۰	۱۱
5333	4287	3902	7723	59458	بهمن ۱۱	۱۲
11797.24138	6826.551724	7030.344828	13921.03448	120437.5862	اسناد ۱۲	۱۳
137988.7858	90488.60728	90871.54483	168597.8011	1638858.453	۱۴	
689943.9291	307661.2647	263527.48	488933.6233	1638858.453	معادل	۱۵
				3388924.75	مجموع	۱۶
				9284.725343 AADT		۱۷
						۱۸

جدول (۳-۹) اکسل مربوط به سال ۹۵ (سبزوار-نیشابور)

F	E	D	C	B	A	
تعداد وسیله تقلیه کلاس ۵	تعداد وسیله تقلیه کلاس ۴	تعداد وسیله تقلیه کلاس ۳	تعداد وسیله تقلیه کلاس ۲	تعداد وسیله تقلیه کلاس ۱	تعداد وسیله تقلیه کلاس ۱	۱
13185	6518	4290	11500	231652	فیروزدین ۱	۲
19279.44828	6905.37931	6106.482759	16368.27586	136361.931	اردبیلهشت ۲	۳
20088	7397	6505	16271	144481	خرداد ۳	۴
19600	9220	6709	18167	193683	تیر ۴	۵
21403	10980	7484	20028	234155	مرداد ۵	۶
21169	10957	7503	18576	307044	شهریور ۶	۷
21424	7896	6223	16728	181251	مهر ۷	۸
23164	8380	6870	17889	137577	آبان ۸	۹
16773	9732	5059	14636	139057	آذر ۹	۱۰
14327	6765	4420	13151	82284	دی ۱۰	۱۱
17683	7914	4875	13326	87672	بهمن ۱۱	۱۲
21551	8412	7403	17426	179538	اسناد ۱۲	۱۳
229646.4483	101126.3793	73447.48276	194286.2759	2054755.931	۱۴	
1148232.241	343829.6697	212997.7	563430.2	2054755.931	معادل	۱۵
				4323245.762	مجموع	۱۶
				11844.50894 AADT		۱۷
						۱۸

جدول (۱۰-۳) اکسل مربوط به سال ۹۶ (سبزوار-نیشابور)

F	E	D	C	B	A
تعداد وسیله نقلیه کلاس ۵	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۴	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۳	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۲	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۱	۱
14552	6793	4696	10497	240883	فروردين ۱
18207	7966	7253	16056	125950	اردیبهشت ۲
16355	5479	6548	14408	95902	خرداد ۳
16360	6714	6929	16693	143605	تیر ۴
16678	7385	7489	18180	149704	مرداد ۵
13516	6146.037037	5488.148148	14346.111111	163773.3704	شهریور ۶
7540	2751	2365	6275	53601	مهر ۷
20303	5201	8436	12021	113069	آبان ۸
21979	5534	7427	9420	103128	آذر ۹
9696.923077	1868.076923	2688.461538	2641.153846	47865	دی ۱۰
29275	6477	11788	13221	126686	بهمن ۱۱
29034	7639	12806	15933	191883	اسفند ۱۲
213495.9231	69953.11396	83913.60969	149691.265	1558051.37	۱۴
1067479.615	237840.5875	243349.4681	434104.6684	1558051.37	معادل ۱۵
				3540825.71	مجموع ۱۶
				9700.892355 AADT	۱۷
					۱۸
					۱۹

جدول (۱۱-۳) اکسل مربوط به سال ۹۷ (سبزوار-نیشابور)

F	E	D	C	B	A
تعداد وسیله نقلیه کلاس ۵	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۴	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۳	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۲	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۱	۱
22254	5565	7271	9474	295944	فروردين ۱
33781	8422	12696	15168	162669	اردیبهشت ۲
27907	6081	11166	13695	196253	خرداد ۳
33367	7739	14245	16215	207724	تیر ۴
32552	9145	14502	16041	259818	مرداد ۵
23080	12804	15763	14918	328179	شهریور ۶
20221	9560	14513	14567	166347	مهر ۷
24531	12316	15675	15398	231007	آبان ۸
22068	10344	13734	12504	143952	آذر ۹
19995	11406.66667	9470	13023.33333	121988.3333	دی ۱۰
23307.27273	12425.45455	12670.90909	12985.90909	134110.9091	بهمن ۱۱
34340.76923	10410	14817.69231	14591.53846	108777.6923	اسفند ۱۲
317404.042	116218.1212	156523.6014	168580.7809	2356769.935	۱۴
1587020.21	395141.6121	453918.4441	488884.2646	2356769.935	معادل ۱۵
				5281734.465	مجموع ۱۶
				14470.50538 AADT	۱۷
					۱۸
					۱۹

جدول (۱۲-۳) اکسل مربوط به سال ۹۸ (سبزوار-نیشابور)

F	E	D	C	B	A	
تعداد وسیله نقلیه کلاس ۵	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۴	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۳	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۲	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۱	۱	
14025.275	6086.708333	5326.466667	10025.60833	238443.05	۲	فروندین
20793.70588	7394.411765	11542.94118	11030.52941	115423.9412	۳	اردیبهشت
21064	9476	11034	11601	208566	۴	خرداد
26068	11809	13756	13029	230126	۵	تیر
22433.66667	13588.33333	9379.222222	14132.55556	275748.4444	۶	مرداد
7279.259259	5079.407407	1471.925926	2453.592593	139749.1481	۷	شهریور
17181.81818	12106.36364	5746.363636	14102.72727	206663.1818	۸	مهر
16438	16964	5780	14605	236281	۹	آبان
14624	11744	4754	13151	126553	۱۰	آذر
10833.10345	8846.896552	3457.241379	9042.413793	100133.7931	۱۱	دی
16566	9610	4751	12456	122255	۱۲	بهمن
14585.92593	7182.333333	4142.703704	10861.03704	87742.18519	۱۳	اسفند
201892.7544	119887.4544	81141.86471	136490.464	2087684.744	۱۴	
1009463.772	407617.3448	235311.4077	395822.3456	2087684.744	۱۵	معادل
				4135899.614	۱۶	مجموع
				11331.23182 AADT	۱۷	
					۱۸	

جدول (۱۳-۳) اکسل مربوط به سال ۹۹ (سبزوار-نیشابور)

F	E	D	C	B	A	
تعداد وسیله نقلیه کلاس ۵	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۴	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۳	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۲	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۱	۱	
16663.66667	6298.666667	5419	10490.33333	256159.6667	۲	فروندین
7404	3611	1929	4340	48976	۳	اردیبهشت
7790	4347	1810	6460	113112	۴	خرداد
8888	4910	2380	11820	164998	۵	تیر
15313	7914	5869	13916	131027	۶	مرداد
17409	9272	6802	14217	150931	۷	شهریور
14151.6	7452	5252.4	11527.2	118789.2	۸	مهر
8853	4401	2791	5803	70954	۹	آبان
9043	4534	2360	5151	35187	۱۰	آذر
8513	4406	2186	4884	50524	۱۱	دی
8863	4973	2391	5002	61556	۱۲	بهمن
25986.89839	8410.444444	10588.79867	13795.19183	129467.6258	۱۳	اسفند
148878.1651	70529.11111	49778.19867	107405.7252	1331681.492	۱۴	
744390.8253	239798.9778	144356.7761	311476.603	1331681.492	۱۵	معادل
				2771704.675	۱۶	مجموع
				7593.711437 AADT	۱۷	
					۱۸	

### ۳-۳-۳- فایل اکسل محاسبه شده میزان مجموع سواری معادل و AADT برای محور نیشابور-سبزوار به تفکیک سال

جدول (۱۴-۳) اکسل مربوط به سال ۹۰ (نیشابور-سبزوار)

H	G	F	E	D	C	B	A	
تعداد وسیله نقلیه سنگین	تعداد وسیله نقلیه سیک	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۵	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۴	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۳	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۲	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۱	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۰	
16589.27506	108067.069							۱
42927	79005							۲
44179.72727	116237.7273							۳
56805	154102							۴
47813	117799							۵
53187	177188							۶
51181	120456							۷
42822.22222	85307.77778							۸
45614	82477							۹
46435	73491							۱۰
45764.48276	94623.10345							۱۱
45773.39286	79197.96429							۱۲
538411.101	1287951.642							۱۳
								۱۴
								۱۵
								۱۶
2692055.505	1287951.642	مجموع سواری معادل ها	تعداد در حوزه معادل					۱۷
								۱۸
		10904.12917 AADT	مجموع سواری معادل ها					۱۹
								۲۰
								۲۱
								۲۲

جدول (۱۵-۳) اکسل مربوط به سال ۹۱ (نیشابور-سبزوار)

H	G	F	E	D	C	B	A	
تعداد وسیله نقلیه سنگین	تعداد وسیله نقلیه سیک	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۵	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۴	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۳	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۲	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۱	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۰	
36363	188120							۱
51529.23333	92871.86667							۲
43288	119274							۳
47497	133524							۴
46893	93134							۵
57222.67857	171258.3929							۶
47244	112211							۷
43820	90282							۸
47035	88937							۹
29225	86309							۱۰
11549	95110							۱۱
11749	89985							۱۲
473414.91119	1363016.26							۱۳
								۱۴
								۱۵
2367074.56	1363016.26	مجموع سواری معادل ها	تعداد در حوزه معادل					۱۶
								۱۷
		10219.4269 AADT	مجموع سواری معادل ها					۱۸
								۱۹
								۲۰
								۲۱

جدول (۳-۱۶) اکسل مربوط به سال ۹۲ (نیشابور-سبزوار)

F	E	D	C	B	A	
تعداد وسیله نقلیه کلاس ۵	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۴	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۳	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۲	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۱	فروندین	۱
16900	4386	12888	13650	203497	۱	۲
22088	4546	17634	12674	97040	۲	۳
20636	4830	17006	13267	129906	۳	۴
13938	7326	12418	17342	125121	۴	۵
12279	7693	12812	17692	135261	۵	۶
17281	8941	12191	21337	214793	۶	۷
14658	8554	14423	26101	119247	۷	۸
12034	8084	13325	28626	103073	۸	۹
10614	6747.6	8143.2	16850.4	77664	۹	۱۰
10668	8190	9912	16458	112629	۱۰	۱۱
10628	7716	10553	18331	88746	۱۱	۱۲
13669	7704	10371	17622	104216	۱۲	۱۳
175393	84717.6	151676.2	219950.4	1511193	۱۳	۱۴
876965	288039.84	439860.98	637856.16	1511193	۱۴	۱۵
				3753914.98	۱۵	۱۶
				10284.69858 AADT	۱۶	۱۷
						۱۸

جدول (۳-۱۷) اکسل مربوط به سال ۹۳ (نیشابور-سبزوار)

F	E	D	C	B	A	
تعداد وسیله نقلیه کلاس ۵	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۴	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۳	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۲	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۱	فروندین	۱
7601	6306	7094	14438	208910	۱	۲
10236	6413	7993	14199	91878	۲	۳
8449.566667	5392.966667	6924.366667	11208.566667	96804.733333	۳	۴
5354	3647	6094	8928	59512	۴	۵
12789	7077	10105	15120	153872	۵	۶
17182	10112	12436	17708	211550	۶	۷
14194	9204	11509	16849	136480	۷	۸
11176.55172	7330.344828	8683.448276	13503.10345	99471.72414	۸	۹
11237	7150	8612	14814	110914	۹	۱۰
13284	8336	8843	16117	116402	۱۰	۱۱
12209	7945	8855	15730	101810	۱۱	۱۲
12237	8850	9891	16230	103999	۱۲	۱۳
135949.1184	87763.3115	107039.8149	174844.6701	1491603.457	۱۳	۱۴
679745.5919	298395.2591	310415.4633	507049.5433	1491603.457	۱۴	۱۵
				3287209.315	۱۵	۱۶
				9006.052918 AADT	۱۶	۱۷
						۱۸

جدول (۱۸-۳) اکسل مربوط به سال ۹۴ (نیشابور-سبزوار)

F	E	D	C	B	A
تعداد وسیله نقلیه کلاس ۵	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۴	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۳	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۲	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۱	۱
4008.3	4275.933333	4296.6	7797.533333	194969.3333	فروردين ۱
13812	9191	10478	16072	125863	اردیبهشت ۲
13425	9166	11058	16138	134032	خرداد ۳
10624	9834	12713	14994	128619	تیر ۴
15605	9892	13589	17111	178496	مرداد ۵
17792	9835	12502	17558	228555	شهرپور ۶
13780	8861	11094	15689	145008	مهر ۷
12635	7946	9633	13735	103981	آبان ۸
12993	8033	8917	13887	117680	آذر ۹
6876.666667	5512.222222	6008.888889	9588.888889	50832.222222	دی ۱۰
9068	5218	6312	9547	60755	پهمن ۱۱
15968.27586	7633.448276	9634.137931	15386.89655	94952.06897	اسفند ۱۲
146587.2425	95397.60383	116235.6268	167504.3188	1563742.624	۱۴
732936.2126	324351.853	337083.3178	485762.5244	1563742.624	معدل ۱۵
				3443876.532	مجموع ۱۶
				9435.278171 AADT	۱۷
					۱۸

جدول (۱۹-۳) اکسل مربوط به سال ۹۵ (نیشابور-سبزوار)

F	E	D	C	B	A
تعداد وسیله نقلیه کلاس ۵	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۴	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۳	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۲	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۱	۱
11300	6572	3497	12036	234245	فروردين ۱
15396.31034	6737.689655	5146	16887.51724	113374.4828	اردیبهشت ۲
15814	6487	5283	16649	101797	خرداد ۳
17034	8061	7452	19282	170205	تیر ۴
18238	9938	7614	20451	198167	مرداد ۵
17249	10877	6950	18442	258652	شهرپور ۶
17595	8116	5623	16917	175008	مهر ۷
17923	8263	5980	17640	139967	آبان ۸
15011	8416	4922	15045	143516	آذر ۹
13988	6898	4540	14617	94151	دی ۱۰
15776	6990	4377	14603	97149	پهمن ۱۱
16274	8296	5502	17445	129073	اسفند ۱۲
191598.3103	95651.68966	66886	200014.5172	1855304.483	۱۴
957991.5517	325215.7448	193969.4	580042.1	1855304.483	معدل ۱۵
				3912523.279	مجموع ۱۶
				10719.24186 AADT	۱۷
					۱۸
					۱۹

جدول (۳-۲۰) اکسل مربوط به سال ۹۶ (نیشابور-سبزوار)

F	E	D	C	B	A
تعداد وسیله نقلیه کلاس ۵	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۴	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۳	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۲	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۱	۱
11920	6916	3798	11587	248586	فروزنین ۱
17998	8197	6235	18305	141980	اردیبهشت ۲
18489	6245	6428	17740	120560	خرداد ۳
19169	7907	8063	20582	193790	تیر ۴
19556	9108	8809	22577	196533	مرداد ۵
14766.33333	8184	6109.296296	16641.25926	216489.0741	شهریور ۶
8500	3434	2821	8535	77079	مهر ۷
15765	8428	6293	15039	122760	آبان ۸
22121	8157	9151	15775	136208	آذر ۹
22521	6879	9757	14689	111927	دی ۱۰
20902	7015	9472	14701	124491	بهمن ۱۱
21398	7741	10788	15962	141856	اسفند ۱۲
213105.33333	88211	87724.2963	192133.2593	1838259.074	۱۴
1065526.667	299917.4	254400.4593	557186.4519	1838259.074	معادل ۱۵
				4015290.052	مجموع ۱۶
				11000.79466 AADT	۱۷
					۱۸
					۱۹

جدول (۳-۲۱) اکسل مربوط به سال ۹۷ (نیشابور-سبزوار)

F	E	D	C	B	A
تعداد وسیله نقلیه کلاس ۵	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۴	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۳	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۲	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۱	۱
17209	6660	6823	11350	290457	فروزنین ۱
26834	8223	12113	17118	155037	اردیبهشت ۲
23924	6070	10765	15901	178603	خرداد ۳
27472	7872	14918	18496	187402	تیر ۴
28298	9085	14526	16041	223495	مرداد ۵
27685	9761	17486	12280	324890	شهریور ۶
23504	7341	16998	12300	177378	مهر ۷
27111	8649	17249	11834	226403	آبان ۸
27002.4	8386.8	16312.8	11151.6	160160.4	آذر ۹
26183.68421	7477.894737	14816.84211	10007.36842	123408.9474	دی ۱۰
25837.5	8207.142857	15897.85714	11200.71429	164510.3571	بهمن ۱۱
28411.03448	8977.241379	18865.86207	14335.86207	160584.8276	اسفند ۱۲
309471.6187	96710.07897	176771.3613	162015.5448	2372329.532	۱۴
1547358.093	328814.2685	512636.9478	469845.0799	2372329.532	معادل ۱۵
				5230983.922	مجموع ۱۶
				14331.4628 AADT	۱۷
					۱۸
					۱۹

جدول (۳-۲۲) اکسل مربوط به سال ۹۸ (نیشابور-سبزوار)

F	E	D	C	B	A
تعداد وسیله نقلیه کلاس ۵	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۴	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۳	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۲	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۱	۱
20168	6829	10464	9102	323403	۲ فروردین
21956.85714	9419.571429	12814.07143	15576.39286	137835.9643	۳ اردیبهشت
21826	9635	11896	14573	200753	۴ خرداد
25509	13320	16141	16581	219151	۵ تیر
20721.28571	8680	10367.28571	12284.85714	217819.2857	۶ مرداد
22921	10281	9423	15629	291200	۷ شهریور
25015	7368	10871	15314	204384	۸ آبهر
24264	4748	10486	13082	136461	۹ آبان
25016	4330	11406	13215	77429	۱۰ آذر
20134.13793	7587.931034	8137.241379	13574.48276	83495.17241	۱۱ دی
21653	12570	7198	18387	126306	۱۲ بهمن
18950.96296	9268.185185	6583	15905.96296	91446.66667	۱۳ اسفند
268135.2437	104036.6876	125786.5985	173224.6957	2109684.089	۱۴
1340676.219	353724.738	364781.1357	502351.6176	2109684.089	۱۵ معادل
				4671217.799	۱۶ مجموع
				12797.85698 AADT	۱۷
					۱۸

جدول (۳-۲۳) اکسل مربوط به سال ۹۹ (نیشابور-سبزوار)

F	E	D	C	B	A
تعداد وسیله نقلیه کلاس ۵	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۴	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۳	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۲	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۱	۱
8947	4805	2884	6815	59817	۲ فروردین
19066	7707	8133	18775	110911	۳ اردیبهشت
13451	5730	5594	12029	113545	۴ خرداد
3087	2936	1017	2294	51890	۵ تیر
17336	7408	10599	16294	118811	۶ مرداد
20855	8669	10116	18558	152703	۷ شهریور
19808	8547	9958	18878	133709	۸ آبان
16331	6737	7253	17134	78246	۹ نهم
16807	6567	7058	16640	51253	۱۰ آذر
17913	7151	7988	17386	75198	۱۱ دی
17867	8090	7784	19011	86912	۱۲ بهمن
22919.99915	8662.142188	12078.95402	15401.27501	131295.8314	۱۳ اسفند
194387.9991	83009.14219	90462.95402	179215.275	1164290.831	۱۴
971939.9957	282231.0834	262342.5667	519724.2975	1164290.831	۱۵ معادل
				3200528.775	۱۶ مجموع
				8768.571986 AADT	۱۷
					۱۸

### ۴-۳-۳- ادامه محاسبات ترافیک مربوط به پروژه و بدست آوردن تعداد خط عبوری هر محور

حال که مقادیر AADT برای کلیه سال ها از سال ۹۰ تا ۹۹ بدست آمد ، ابتدا باید لگاریتم این مقدار AADT را محاسبه کنیم که آن ها در جدول زیر آورده شده اند و همچنین اعداد در جداول مربوط به ترافیک بدون اعشار بیان شده اند :

جدول (۳-۲۴) محاسبات مربوط به محور سبزوار-نیشابور

log(AADT)	مجموع معادل ها	AADT	سال مطالعه
۴.۰۸۷۱۰	۴۴۶۰۶۴۵	۱۲۲۲۱	۱۳۹۰
۴.۰۷۵۲۸	۴۳۴۰۸۱۸	۱۱۸۹۳	۱۳۹۱
۴.۰۴۷۱۰	۴۰۶۸۰۹۲	۱۱۱۴۵	۱۳۹۲
۳.۹۹۳۰۴	۳۵۹۱۹۵۹	۹۸۴۱	۱۳۹۳
۳.۹۶۷۷۷	۳۳۸۸۹۲۵	۹۲۸۵	۱۳۹۴
۴.۰۷۳۵۲	۴۳۲۳۲۴۶	۱۱۸۴۵	۱۳۹۵
۳.۹۸۶۸۱	۳۵۴۰۸۲۶	۹۷۰۱	۱۳۹۶
۴.۱۶۰۴۸	۵۲۸۱۷۳۴	۱۴۴۷۱	۱۳۹۷
۴.۰۵۴۲۸	۴۱۳۵۹۰۰	۱۱۳۳۱	۱۳۹۸
۳.۸۸۰۴۵	۲۷۷۱۷۰۵	۷۵۹۴	۱۳۹۹

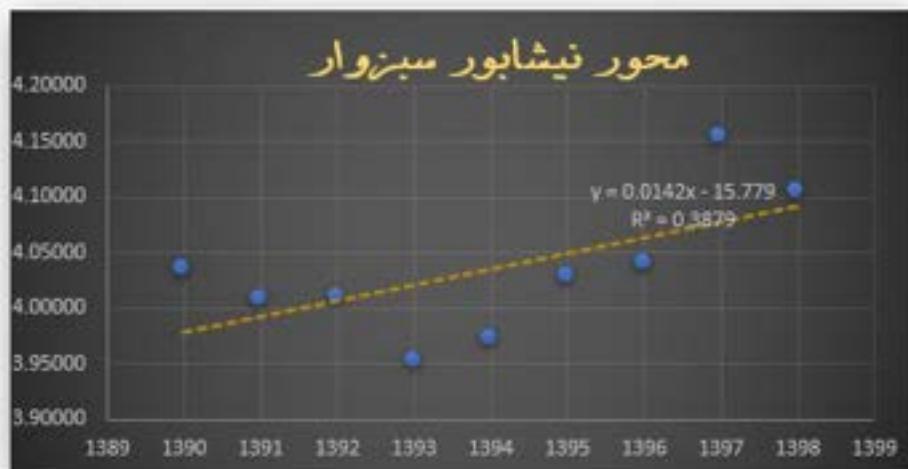
جدول (۲۵-۳) محاسبات مربوط به محور نیشابور- سبزوار

log(AADT)	مجموع معادل ها	AADT	سال مطالعه
۴.۰۳۷۵۹	۳۹۸۰۰۰۷	۱۰۹۰۴	۱۳۹۰
۴.۰۰۹۴۳	۳۷۳۰۰۹۱	۱۰۲۱۹	۱۳۹۱
۴.۰۱۲۱۹	۳۷۵۳۹۱۵	۱۰۲۸۵	۱۳۹۲
۳.۹۵۴۵۳	۳۲۸۷۲۰۹	۹۰۰۶	۱۳۹۳
۳.۹۷۴۷۵	۳۴۴۳۸۷۷	۹۴۳۵	۱۳۹۴
۴.۰۳۰۱۶	۳۹۱۲۵۲۳	۱۰۷۱۹	۱۳۹۵
۴.۰۴۱۴۲	۴۰۱۵۲۹۰	۱۱۰۰۱	۱۳۹۶
۴.۱۵۶۲۹	۵۲۳۰۹۸۴	۱۴۲۳۱	۱۳۹۷
۴.۱۰۷۱۴	۴۶۷۱۲۱۸	۱۲۷۹۸	۱۳۹۸
۳.۹۴۲۹۳	۳۲۰۰۵۲۹	۸۷۶۹	۱۳۹۹

حال باید به این جدول هایی که داریم یک خط برآذش بدھیم بدین صورت که سال ها را به عنوان مقادیر X و لگاریتم AADT را به عنوان مقادیر Y در نظر میگیریم و توسط نرم افزار اکسل به هر دو محور سبزوار- نیشابور و نیشابور- سبزوار یک خط برآذش میدهیم و معادله خط آن را بدست می آوریم. که باید خاطر نشان کنم همانطور که در جداول بالا پیداست به دلیل پیش آمدن بیماری کووید ۱۹ در سال ۱۳۹۹ وجود محدودیت های تردد بین شهری ، سال ۱۳۹۹ نسبت به سال ها گذشته از

تردد بسیار کمتری برخوردار بوده است و استفاده از اطلاعات تردد آن برای برآذش خط مفید نیست پس به همین دلیل در محاسبات خود از آن استفاده نکردیم.

خط های برآذش داده شده به محور نیشابور-سبزوار صورت زیر است:



شکل (۳-۲) خط برآذش داده شده به محور نیشابور-سبزوار  
همچنین خط برآذش داده شده به محور سبزوار-نیشابور به صورت زیر است:



شکل (۳-۳) خط برآذش داده شده به محور سبزوار نیشابور

حال که شیب خط برازش داده شده برای هر دو محور سبزوار- نیشابور و نیشابور- سبزوار بدست آمد ، با استفاده از رابطه  $R = 10^\alpha - 1$  میتوان ضریب رشد ( $R$ ) را محاسبه نمود.

$$\text{ضریب رشد محور نیشابور- سبزوار} \quad R = 10^\alpha - 1 = 10^{0.0142} - 1 = 0.0332$$

$$\text{ضریب رشد محور سبزوار- نیشابور} \quad R = 10^\alpha - 1 = 10^{0.0014} - 1 = 0.0032$$

در نتیجه جدول زیر حاصل میشود :

جدول (۳-۲۶) ضریب رشد و شیب خط برازش داده ی هر محور

محور	شیب خط برازش داده شده	ضریب رشد
نیشابور- سبزوار	۰.۰۱۴۲	۰.۰۳۳۲
سبزوار- نیشابور	۰.۰۰۱۴	۰.۰۰۳۲

حال در صورتیکه ۵ سال برای طراحی و ۲۰ سال برای اجرا در نظر بگیریم و چون به علت نامناسب بودن داده ترافیکی در سال ۹۹ از داده ها برای محاسبات ضریب رشد استفاده نکردیم پس باید سال AADT ۹۸ را در به عنوان سال اول در نظر بگیریم پس در نتیجه  $n$  ما برابر با ۲۵ خواهد بود و باید را در سال ۱۴۲۳ محاسبه کنیم . برای اینکار از فرمول زیر استفاده میکنیم :

$$AADT_{25} = AADT_0 * (1 + r)^n$$

که در فرمول بالا  $r$  نرخ رشد ترافیک ،  $AADT_0$  بیانگر ترافیک روزانه ی متوسط مربوط به سال اول بهره برداری و  $n$  بیانگر تعداد سال های عمر راه و  $AADT_{25}$  بیانگر ترافیک متوسط روزانه در سال ۲۵ ام از بهره برداری از راه است.

پس طبق فرمول بالا :

جدول (۳-۲۷) AADT

محور	AADT ۲۵
نیشابور - سبزوار	۲۸۹۵۶
سبزوار - نیشابور	۱۲۲۷۳

حال باید DHV را بدست بیاوریم که از فرمول زیر بدست می آید :

$$DHV25 = AADT25 * t \quad , \quad t = 0.1 \quad \& \quad t = 0.15$$

پس طبق فرمول بالا :

جدول (۳-۲۸) مقادیر DHV هر محور

محور	DHV ۲۵(t=0,1)	DHV ۲۵(t=0,15)
نیشابور - سبزوار	۲۸۹۵	۴۳۴۳
سبزوار - نیشابور	۱۲۲۷	۱۸۴۰

همچنین نوع راه به دلیل اینکه منطقه ما از نوع کوهستانی و نوع راه ما از نوع راه اصلی است ، پس

طبق جدول زیر :

جدول (۳-۲۹) سطح کیفیت در آیین نامه

سطح کیفیت ترافیک سال طرح برای انواع راهها				
دست	تپه‌ماهور	کوهستانی	حومه شهر	نوع راه/منطقه
۲	۲	۳	۳	راه تربیاتی (آزادراه و بزرگراه)
۲	۲	۳	۳	راه اصلی درجه یک و دو
۳	۳	۴	۴	راه فرعی درجه یک و دو
۴*	۴	۴	۴	راه فرعی درجه سه

سطح کیفیت راه ما از نوع ۳ خواهد بود.

حال با در نظر گرفتن فرمول زیر :

$$FFS = BFFS - f_{IW} - f_{IC} - f_{ID}$$

FFS را ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت فرض میکنیم و سطح کیفیت راه ما نیز ۳ بود در نتیجه طبق جدول

٢٦

### جدول (۳۰-۳) معیار های سطح کیفیت ترافیک در آیین نامه

جدول ۷-۷- معیارهای سطح کیفیت تراولیک پرانی پلیس اعلیٰ ردهای جند خلطه					
سطح کیفیت					معیار
۱	۲	۳	۴	۵	
<b>(کیلوگرم در ساعت) FFS=100</b>					
۷۵	۷۴	۷۵	۷۶	۷۷	حداکثر تراکم (اوپله نخله سبک در کیلوگرم در ساعت)
۸۸	۹۱/۵	۹۰/۸	۹۰	۹۰	سرعت متوسط (کیلوگرم در ساعت)
۹	-۹۳/۶	-۹۲/۶	-۹۲	-۹۲	حداکثر ۷٪ (حجم به کیلومتر)
۹۲-۰	۹۰/۱۲	۹۰/۰۸	۹۰-۰	۹۰-۰	حداکثر شدت حریان ضخ (اوپله نخله سبک در ساعت در ساعت)
<b>(کیلوگرم در ساعت) FFS=90</b>					
۷۹	۷۷	۷۸	۷۹	۷۹	حداکثر تراکم (اوپله نخله سبک در کیلوگرم در ساعت)
۸۱/۸	۸۰/۷	۸۰/۸	۸۰	۸۰	سرعت متوسط (کیلوگرم در ساعت)
۹	-۹۳/۸	-۹۲/۸	-۹۲	-۹۲	حداکثر ۷٪ (حجم به کیلومتر)
۹۳-۰	۹۰/۰۵	۹۰/۰۲	۹۰-۰	۹۰-۰	حداکثر شدت حریان ضخ (اوپله نخله سبک در ساعت در ساعت)
<b>(کیلوگرم در ساعت) FFS=80</b>					
۷۹	۷۷	۷۸	۷۹	۷۹	حداکثر تراکم (اوپله نخله سبک در کیلوگرم در ساعت)
۷۹/۱	۷۷/۶	۷۸-۰	۷۸-۰	۷۸-۰	سرعت متوسط (کیلوگرم در ساعت)
۹	-۹۳/۵	-۹۲/۸	-۹۲	-۹۲	حداکثر ۷٪ (حجم به کیلومتر)
۹۳-۰	۹۰/۰۲	۹۰-۰	۹۰-۰	۹۰-۰	حداکثر شدت حریان ضخ (اوپله نخله سبک در ساعت در ساعت)
<b>(کیلوگرم در ساعت) FFS=70</b>					
۷۸	۷۷	۷۸	۷۹	۷۹	حداکثر تراکم (اوپله نخله سبک در کیلوگرم در ساعت)
۷۹/۰	۷۶/۵	۷۷-۰	۷۷-۰	۷۷-۰	سرعت متوسط (کیلوگرم در ساعت)
۹	-۹۳/۰	-۹۲/۵	-۹۲	-۹۲	حداکثر ۷٪ (حجم به کیلومتر)
۹۳-۰	۹۰/۰۲	۹۰-۰	۹۰-۰	۹۰-۰	حداکثر شدت حریان ضخ (اوپله نخله سبک در ساعت در ساعت)
<b>(کیلوگرم در ساعت) FFS=60</b>					
۷۸	۷۷	۷۸	۷۹	۷۹	حداکثر تراکم (اوپله نخله سبک در کیلوگرم در ساعت)
۷۹/۰	۷۴/۵	۷۵-۰	۷۵-۰	۷۵-۰	سرعت متوسط (کیلوگرم در ساعت)
۹	-۹۳/۰	-۹۲/۵	-۹۲	-۹۲	حداکثر ۷٪ (حجم به کیلومتر)
۹۳-۰	۹۰/۰۲	۹۰-۰	۹۰-۰	۹۰-۰	حداکثر شدت حریان ضخ (اوپله نخله سبک در ساعت در ساعت)

حداکثر شدت جریان طرح برای مسیر ما ۱۵۷۵ خواهد بود.

حال باید از رابطه زیر استفاده کنیم تا تعداد خط عبور (K) را بدست آوریم:

$$K = \frac{DHW25}{\text{تعداد وسیله نقلیه سبک در هر ساعت در خط عبوری}}$$

که در فرمول بالا مقدار برای عبارت  $DHV25$  را مقداری در نظر میگیریم که با  $t=0.1$  محاسبه کرده ایم زیرا در محاسبات خود از آمار متوسط سالانه روزانه یا  $AADT$  استفاده کرده بودیم . در صورتی که از  $ADT$  استفاده میکردیم آنگاه باید مقدار  $t=0.15$  را استفاده میکردیم. در نهایت طبق فرمول بالا

جدول (۳-۳۱) تعداد خطوط محاسبه شده

محور	(تعداد خط عبوری) K
نیشابور- سبزوار	۲
سبزوار- نیشابور	۱

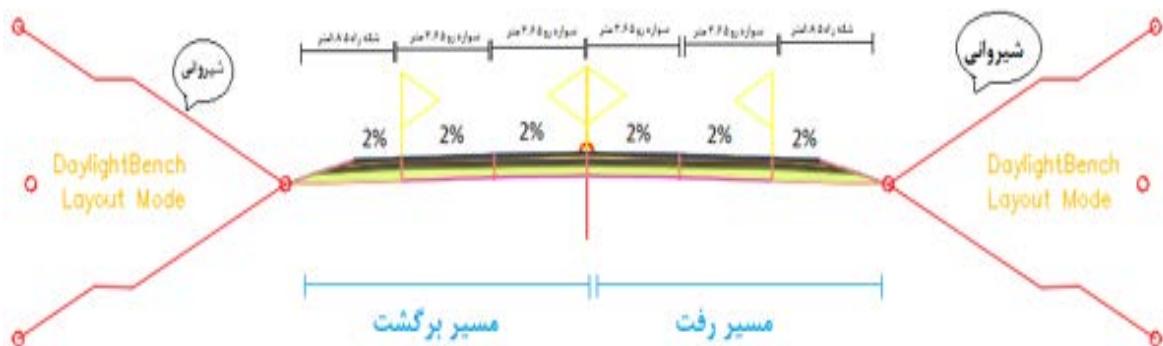
که چون در یک راه از نظر شکل و شمایل راه احداث شده و همچنین از نظر ایمنی و زیبایی راه بهتر است که تعداد خط عبوری در هر دو طرف راه به یک اندازه باشد ، پس در نتیجه طبق مشورت با استاد محترم محاسبات حاصل از محور سبزوار-نیشابور کنار گذاشته شده و تصمیم بر این قرار شد که تعداد خط عبوری برای هر دو محور بر حسب محاسبات محور نیشابور—سبزوار دوتا در نظر گرفته شود پس در نتیجه جدول تعداد خط عبوری که برای ادامه پروژه از آن استفاده میکنیم به صورت زیر خواهد بود :

جدول (۳-۳۲) تعداد خطوط نهایی هر محور

محور	(تعداد خط عبوری) K
نیشابور- سبزوار	۲
سبزوار- نیشابور	۲

همچنین مقطع تیپ عرضی بدست آمده با استفاده از محاسبات ترافیک انجام شده به صورت زیر

خواهد بود :



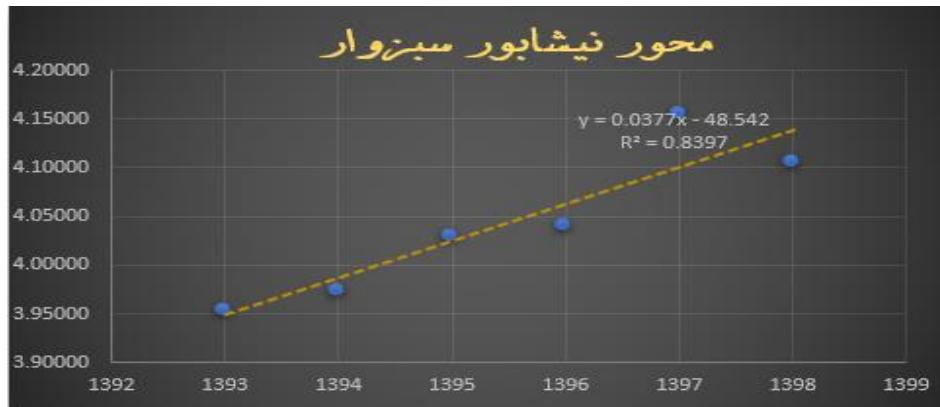
شکل (۳-۴) مقطع تیپ عرضی حاصل از محاسبات ترافیک

همچنین طبق توصیه استاد گرامی قرار شد یکبار محاسبات محور نیشابور-سبزوار را بدین صورت انجام دهیم که سال های ۹۰ و ۹۱ و ۹۲ و ۹۹ را از محاسبات خارج کرده و درنهایت به لگاریتم AADT سال های ۹۳ تا ۹۸ خط برآش بدهیم و مشاهده کنیم که نتیجه به چه صورت خواهد بود . در نتیجه داده ها ما به صورت زیر برای محور نیشابور سبزوار درآمدند :

جدول (۳-۳۳) داده ترافیکی سال ۹۳ تا ۹۸

سال مطالعه	AADT	مجموع معادل ها	$\log(\text{AADT})$
۱۳۹۳	۹۰۰۶	۳۲۸۷۲۰۹	۳.۹۵۴۵۳
۱۳۹۴	۹۴۳۵	۳۴۴۳۸۷۷	۳.۹۷۴۷۵
۱۳۹۵	۱۰۷۱۹	۳۹۱۲۵۲۳	۴.۰۳۰۱۶
۱۳۹۶	۱۱۰۰۱	۴۰۱۵۲۹۰	۴.۰۴۱۴۲
۱۳۹۷	۱۴۳۳۱	۵۲۳۰۹۸۴	۴.۱۵۶۲۹
۱۳۹۸	۱۲۷۹۸	۴۶۷۱۲۱۸	۴.۱۰۷۱۴

که حال نمودار که برای داده ها بالا رسم شد و به آن خط برازش داده شد ، به صورت زیر درآمد :



شکل (۳-۵) خط برازش داده شده به محور نیشابور-سبزوار برای سال ۹۳ تا ۹۸

که ضریب رشد آن به صورت زیر بدست آمد :

$$\text{ضریب رشد محور نیشابور-سبزوار} \quad r = 10^\alpha - 1 = 10^{0.0377} - 1 = 0.0907$$

حال که ضریب رشد ما محاسبه شد ، با استفاده از AADT سال ۹۸ که سال اول طرح ماست ، میتوانیم

AADT25 را محاسبه کنیم که به صورت زیر خواهد بود :

$$\text{AADT25} = \text{AADT0} * (1 + r)^n = 12798 * (1 + 0.0907)^{25} = 112143$$

حال میتوانیم DHV25 را محاسبه کنیم :

$$DHV25 = \text{AADT25} * t = 112143 * 0.1 = 11214$$

حال میتوانیم K یا تعداد خط عبور را حساب کنیم که طبق فرمول زیر K بدست می آید :

$$K = \frac{DHV25}{\text{تعداد وسیله نقلیه سبک در هر ساعت در خط عبوری}} = \frac{11214}{1575} = 7$$

که همانطور که مشاهده میشود با استفاده از دیتا سال ۹۳ تا ۹۸ ، تعداد خط عبور ۷ عدد بدست آمد

که عدد منطقی ای نیست و نشان میدهد که در نظر گرفتن دیتا سال ۹۳ تا ۹۸ به علت اینکه شدت

صعودی بودن نمودار آن و در نتیجه زیاد شدن شیب خط آن کار کاملا درستی نبود و در نتیجه برای

ادامه محاسبات پروژه از همان دو محور دو خطه که با استفاده از دیتا سال ۹۰ تا ۹۸ بدست آورده

بودیم استفاده میکنیم.

## فصل ۴: مطالعات رو سازی راه

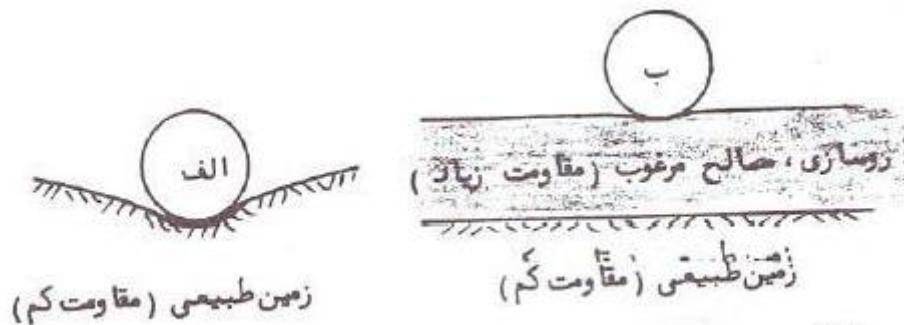
---

### ۱-۴-۱ مقدمه

رو سازی شامل ۳ لایه‌ی اساس و زیر اساس و آسفالت می‌باشد که در ادامه به صورت دقیق به بررسی هر کدام از این لایه‌ها می‌پردازیم.

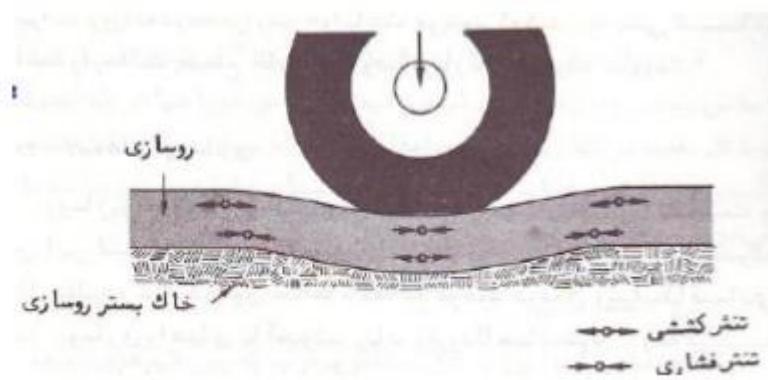
رو سازی راه، سازه‌ای است که بر روی آخرین لایه متراکم شده خاک موجود یا اصلاح شده و یا خاکریزیها قرار می‌گیرد. هر یک از این قشرها تابع مشخصات فنی و دارای ضخامت معینی است.

لایه‌های رو سازی بر روی لایه‌ی بستر (grad sub) قرار دارند؛ به عبارت دیگر حاصل جمع ارتفاع خط پروژه بستر زمین با ضخامت لایه‌های رو سازی، ارتفاع خط پروژه‌ی نهایی را به ما می‌دهد. این لایه‌ها از مهمترین قسمت‌های هر پروژه‌ای به حساب می‌رود چرا که مقاوت و تاب آوری در این لایه‌ها بسیار مهم است چون در حالت عادی مقاوت لازم برای تحمل وسایل نقلیه عبوری از مسیر مدنظر را ندارند و ممکن است با کوچکترین بارندگی و یا رطوبت، مسیر را به طور کل غیر قابل عبور کند؛ به همین دلیل باید یک لایه‌ی مرغوب از مصالح بر روی بستر اجرا شود؛ همچنین باید این لایه‌ها به گونه‌ای طراحی و ساخته شوند که بتوانند وزن وسایل نقلیه را در هر شرایط آب و هوایی تحمل کنند و دچار آسیب نشوند.



شکل (۱-۴) تاثیر روسازی

اولین گام در روسازی، مقاوم سازی خاک جهت عبور ماشین آلات است. یکی از دلایل اجرا شدن روسازی در چند لایه کاهش تنشهای موجود است. هرگاه در یک بستر، فشار تماسی بیشتر از مقاومت طبیعی باشد، آن بستر نیاز به روسازی دارد. زمین طبیعی، بستر خاکریزیهای آماده شده راه، کف برشهای خاکی یا سنگی، حتی در شرایط کاملاً مترکم و خوب دانه بندی شده، مقاومت کافی برای تحمل بارهای وارد از چرخ خودرو را ندارد. بارگذاری این گونه خاکها موجب شکست برشی و ایجاد تغییر شکلهای دائم بیش از اندازه برای آنها میشود. روسازی، از بروز و ظهور آسیب دیدگیهای فوق جلوگیری نموده و عبور و مرور راحت و ایمنی را در یک سطح هموار فراهم میکند. حال می‌توان با استفاده از مقدمه‌ی گفته شده در بالا به مهم ترین سوال در زمینه‌ی روسازی(هدف از روسازی) جواب داد؛ هدف از روسازی راه، احداث یک سطح صاف و هموار با مقاومت بالا و در عین حال ایمن برای استفاده کنندگان از مسیر است. چون بحث ایمنی مطرح می‌شود پس باید ضخامت این لایه‌ها و کیفیت مواد مصرفی به گونه‌ای انتخاب شود تا حداقل تنش ایجاد شده کاهش یابد.



شکل (۴-۲) تنش های کششی و فشاری در روسازی

## ۴-۲ - انواع روسازی راه

انواع روسازی راه از نظر نوع مصالح مصرفی در قشر رویه، شامل بتن، آسفالت و یا مخلوط (بتن و آسفالت) متفاوت است.

انواع روسازی راه به سه دسته زیر تقسیم میشود:

### ۱. روسازی سخت یا بتنی (بتن سیمانی)

در این روسازی، رویه راه با بتن ساخته میشود. قشر بتنی، در شرایطی که خاک بستر روسازی از کیفیت مقاومتی مطلوبی برخوردار بوده و ترافیک، سنگین و یا خیلی سنگین نباشد، میتواند روی بستر و در غیر اینصورت بر روی لایه های زیراساس یا اساس قرار داده شود. مقاومت فشاری و کششی روسازی بتنی زیاد است و بار ترافیک را، بدون تغییر شکل زیاد صفحه بتنی، در سطح گستردۀ -تری به خاک بستر منتقل میسازد. در این نوع روسازی، دال بتنی به مرور تغییر شکل میدهد و در زیر آن تنش کششی ایجاد میشود. اگر تنش کششی از مقاومت کششی بتن زیادتر باشد، بتن میشکند و ترک میخورد. از این رو این گونه روسازی ها بصورت مسلح طرح و اجرا میشوند. در روسازی های سخت، مقاومت و کیفیت قشر بتنی

عامل تعیین کننده توان بارپذیری رویه است و تغییرات مقاومتی خاک بستر روسازی، نقش کمتری دارد.

## ۲. روسازی انعطاف پذیر یا آسفالتی

روسازی آسفالتی، مقاومت برشی مناسبی دارد ولی مقاومت کششی آن بسیار کم است. بارهای واردہ بر روسازی آسفالتی در سطح نسبتاً کوچکتر و با گستردگی کمتری نسبت به روسازی بتنه به خاک بستر روسازی منتقل میشود. در روسازی آسفالتی، معمولاً از سه لایه متمايز زیراساس، اساس و آسفالت استفاده میشود. مقاومت و کیفیت خاک بستر روسازی در پایداری روسازی آسفالتی، نقش تعیین کننده دارد. روسازی تمام آسفالتی نیز یکی از انواع روسازی های انعطاف پذیر است که در آن فقط از لایه های آسفالتی که مستقیماً روی بستر روسازی و یا بستر تقویت شده قرار میگیرد، استفاده میشود. در این نوع روسازی، مصالح زیراساس و یا اساس کاربردی ندارد. روسازی های تمام آسفالت، عمر طولانی دارند و صرفاً برای مناطق مرطوب با یخبندان زیاد میتوانند کاربرد داشته باشند.

## ۳. روسازی مختلط

روسازی هایی که ترکیبی از دو نوع روسازی سخت و قابل انعطاف باشد، روسازی های مختلط نامیده میشود. به عنوان مثال، در روسازی فرودگاه ها که با روسازی سخت و بتنه طرح می شود، دال بتنه را معمولاً بر روی قشری از آسفالت (ممولاً اساس قیری) قرار میدهند و یا این که رویه های سخت و یا قابل انعطاف موجود در راه ها و فرودگاه ها را به هنگام بهسازی و تقویت، بر حسب مورد و با توجه به شرایط خاص طرح، به ترتیب با رویه قابل انعطاف و یا سخت، روکش می نمایند. در واقع در روسازی مختلط یا ترکیبی، روسازی ای از لایه های مختلفی از آسفالت و بتنه می باشد.

## ۳-۴- عوامل موثر در طرح روسازی راه

سازه روسازی راه، یک سیستم چند لای های است که برای توزیع و انتقال بار متمرکز ترافیک به بستر روسازی طرح میشود. طراحی، شامل تعیین ضخامت کل سازه و هر یک از لایه های تشکیل دهنده آن و کیفیت مصالح مصرفی این ساختار است. این طراحی به گونهای انجام میشود که روسازی آسفالتی در دوره طرح با قابلیت اطمینان معینی، آمد و شد راحت، مطمئن و ایمن در یک سطح هموار را تأمین نماید. لذا نشانه خدمت دهی روسازی باید بعنوان معیار طراحی مورد استفاده قرار گیرد. عوامل موثر در طرح روسازی راه های جدید یا بازسازی کامل راه های قدیمی بشرح زیر است. عمر روسازی شامل عمر طراحی و عمر بهره برداری به شرح زیر است:

### ۱. عمر طراحی

دوره یا عمر طراحی، مدت زمانی است که روسازی دچار خرابیهای عمده نشود. در برخی از موارد، طرح و اجرای روسازی بصورت مرحله ای از لحاظ اقتصادی، بیشتر مقرن به صرفه است. معمولاً طراحی به گونهای تعیین میشود که در طی این مدت، اجرای یک روکش برای آن پیش بینی شود. انتخاب این گزینه با در نظر گرفتن هزینه های نگهداری در دوران بهره برداری و هزینه های روکش بعدی صورت میگیرد. عمر طراحی بر حسب اهمیت راه تعیین میشود.

### ۲. عمر بهره برداری

عمر یا دوره بهره برداری، مدت زمانی است که روسازی اولیه بدون نیاز به روکش با کیفیت قابل قبول دوام آورد. زمان بین دو روکش را نیز عمر بهره برداری مینامند. در واقع این

دوره شامل مدت زمانی است که روسازی از میزان خدمت دهی اولیه به میزان خدمت دهی نهایی برسد. عمر بھربرداری بر اساس تجربه های طراح و سیاستهای کارفرما تعیین میشود و تابع نحوه و سیستم نگهداری راه است.

جدول (۴-۱) عمر طراحی راه های مختلف

نوع راه	عمر طراحی - سال
بین شهری با ترافیک زیاد	۲۰-۲۵
روسازی شده با ترافیک کم	۱۵-۲۵
شنبی	۱۰-۱۵

### ۳. ضریب اطمینان و انحراف معیار جهت اطمینان از دوام روسازی در طول عمر طرح

جدول (۴-۲) جدول ضرایب اطمینان

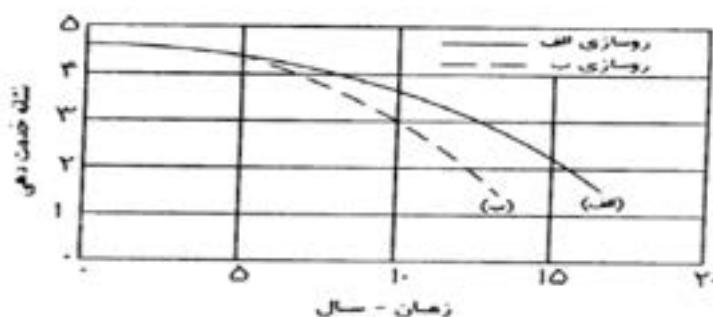
نوع راه (برون شهری)	ضریب اطمینان (R)	انحراف معیار نرمال (ZR)
آزادراه	۸۰-۹۵	-۰/۸۴۱-۱/۶۴۵
راه اصلی	۷۵-۹۵	-۰/۶۷۴-۱/۶۴۵
راه فرعی درجه ۱	۷۰-۹۰	-۰/۵۲۴-۱/۲۸۲
راه فرعی درجه ۲	۵۰-۸۰	-۰/۸۴۱

درآین نامه مورد استفاده این پروژه، برای کلیه راه های اصلی و آزادراه ها ضریب اطمینان ۹۵ درصد و انحراف معیار ۳۵ / ۰ توصیه شده است.

### ۴. نشانه خدمت دهی و عملکرد روسازی PSI

$$PSI = 5.03 - 1.9 * \log(1 + SV) - 0.1 * \sqrt{\frac{C}{0.3} + \frac{P}{0.09}} \\ - 1.38 * \left(\frac{RD}{2.5}\right)^2$$

در آین نامه مورد استفاده این پروژه، نشانه خدمت دهی اولیه روسازی های آسفالتی حداقل ۲ / ۱ و نشانه خدمت دهی نهایی برای آزادراه ها و بزرگراه ها قبل از بازسازی و یا روکش ۳، برای راههای اصلی ۵ / ۲ و برای راههای فرعی ۲ تعیین شده است. علاوه بر این میتوان از روی نمودار زیر هم این مقادیر را به دست آورد.



شکل (۴-۳) نمودار نشانه خدمت دهی بر حسب زمان

روسازی ها معمولاً تحت تاثیر عوامل و متغیرهای زیادی قرار دارند. همچنین از منظر دیگر یا به عبارتی دیگر هر یک از این عوامل و متغیرها در طرح روسازی و در طول یک راه مقدار ثابتی نبوده و حتی در موقع مختلف سال نیز متفاوت است. به عنوان مثال حجم مصالح مصرفی بسیار زیاد و قابل توجه است و لذا از نظر اقتصادی حمل این مصالح در مسافت های زیاد مقرن به صرفه نبوده و موجب میشود که در کیفیت و بهینه سازی، محدودیت هایی ایجاد شود. توجه مهندس طراح به مساله حمل مصالح اهمیت خاصی دارد. عوامل موثر در طرح روسازی را میتوان به هفت گروه زیر تقسیم کرد:

**۱. ویژگی های لایه های روسازی**

شامل جنس، کیفیت، مقاومت فشاری و کششی، دوام، تراوایی، زهکشی و پایداری در برابر دوره های یخبندان- ذوب است.

**۲. جوی شرایط**

شامل رطوبت، یخبندان و عمق نفوذ آن، درجه حرارت محیط و تغییرات آن است.

**۳. شرایط هندسی**

شامل شبیهای تند طولی مسیر و تقاطعات است که معمولاً موجب تغییر شکل قشر رویه میشود.

**۴. ترافیک**

شامل نوع، وزن، ترکیب و تعداد محورهای وسایل نقلیه عبوری است.

**۵. عمر طرح**

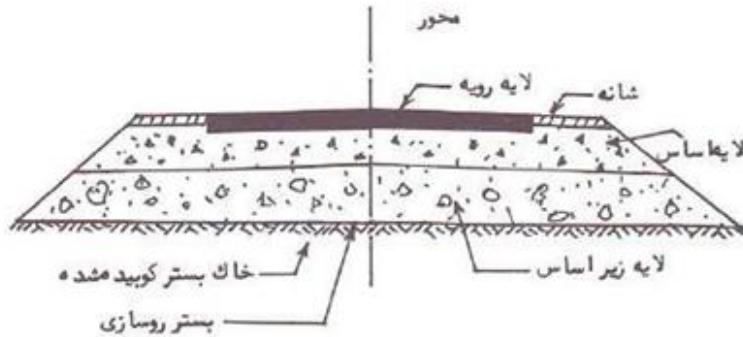
عمر طرح که براساس آن روسازی طراحی میشود.

**۶. هزینه طرح**

شامل هزینه های مراحل ساخت، بهرهبرداری و نگهداری است.

**۴-۴- لایه های روسازی و خواص کلی آنها**

ضخامت و کیفیت مصالح لایه های روسازی، به نوع و درجه بندی راه، مقاومت خاک بستر، میزان ترافیک، شرایط جوی، نوع مصالح قابل دسترسی و عوامل اقتصادی بستگی دارد. خصوصیات و ویژگیهای کلی بستر و هر یک از لایه های تشکیل دهنده روسازی، به شرح زیر است



#### ۴-۵- نشانه خدمت دهی و عملکرد روسازی

عملکرد کلی روسازی، شامل دو نوع عملکرد وظیفه‌ای و سازه‌ای است. عملکرد وظیفه‌ای، چگونگی خدمت دهی روسازی به استفاده کنندگان از راه، از نظر راحتی رانندگی و کیفیت سواری دهی است. عملکرد سازه‌ای روسازی به شرایط فیزیکی آن مانند بروز ترک و گسیختگی مربوط می‌شود که میتواند بر توانایی باربری سازه اثر بگذارد.

خدمت دهی یک روسازی به عنوان توانایی آن برای ارائه خدمت به ترافیکی که از آن استفاده می‌کند، تعریف می‌شود.

همواری، عامل غالب در تخمین نشانه خدمت دهی روسازی است. نشانه خدمت دهی از صفر برای یک راه مطلقاً غیر قابل استفاده تا پنج برای یک راه بسیار عالی تغییر می‌کند. برای طراحی روسازی، انتخاب نشانه خدمت دهی اولیه و نهایی ضرورت دارد. نشانه خدمت دهی در روزهای اولیه بهره‌برداری از راه، حداقل است و بعد از مدتی که راه مورد استفاده قرار می‌گیرد، کاهش می‌یابد. اساسی ترین عواملی که در کاهش خدمت دهی روسازی تأثیر می‌گذارد، ترافیک و شرایط محیطی است. برای لحاظ کردن اثرات شرایط محیطی بر عملکرد روسازی در حالت رسهای تورمزا یا بالاًمدگی ناشی از یخ‌بندان

مصالح بستر روسازی، کاهش نشانه خدمت دهی روسازی از حاصل جمع اثرات فوق به دست می آید:

## ۱. تاثیر رطوبت

مقاومت خاکهای ریزدانه و برخی خاکهای درشت دانه با افزایش رطوبت و ایجاد شرایط اشباع کاهش میابد.

تاثیرات مخرب ناشی از افزایش رطوبت را میتوان به کمک یکی از روش‌های متدال نظیر اصلاح مصالح، زهکشی، بالا بردن رقوم روسازی، استفاده از مواد تثبیت کننده نظیر آهک، سیمان، قیر و سایر افروندنی های شیمیایی حذف کرد. تراز آب زیرزمینی نباید از بستر روسازی راه، ۱۲ کمتر از متر فاصله داشته باشد، در غیر اینصورت باید سطح ایستایی را با حفر کانالهای عمیق و نصب لوله های زهکشی و پرکردن روی آن با مصالح زهکشی پائین آورد.

زهکشی آبهای آزاد موجود (در لایه های زیرسازی و روسازی) با زهکشی سطحی و زهکشی زیرزمینی انجام میپذیرد. لیکن آبهای ناشی از خاصیت موئینگی را نمیتوان مطابق فوق زهکشی نمود و تاثیرات این رطوبت را باید به لحاظ تاثیر آن بر خواص مصالح روسازی در طرح روسازی در نظر گرفت. زهکشی آب آزاد میتواند با زهکشی آب بصورت عمودی یا جانبی از داخل لایه زهکش و اتصال به یک سیستم جمع کننده در نظر لولهای و یا ترکیبی از این دو انجام گیرد. در طرح روسازی، اثر زهکشی با اصلاح ضرایب سازهای لایه و با اعمال ضریب گرفته میشود. خاکهای تورم زا (منبسط شونده) هنگامی که رطوبت جذب کند، تغییر حجم  $m$  موضعی خواهند داشت. عموماً تورم زایی فقط برای خاکهای ریزدانه نظیر رسها و لایهای در نظر گرفته میشود. اما باید توجه داشت که همه رس ها یا لایهای، تورم زا نیستند. تاثیر خاکهای تورم زای مصالح بستر روسازی موجب کاهش عمر بهره برداری روسازی می شود.

## ۲. تاثیر یخندان

اثرات یخبندان، شامل بالآمدگی ناشی از یخبندان و کاهش باربری بستر روسازی در دوره ذوب یخها است. بالا آمدگی ناشی از یخبندان در فصل زمستان و ضعیف شدن خاک در طی فرآیند ذوب یخ در اوایل فصل بهار در کاهش دوام روسازی نقش تعیین کننده‌ای دارد. بالا آمدگی ناشی از یخبندان در روسازی و زیرسازی راه، هنگامی بروز میکند که هر سه عامل زیر در یک پروژه حادث شود:

- هوای سرد با دمای زیر صفر
- وجود خاکهای حساس در مقابل یخبندان (مصالح روسازی، مصالح زیر بستر روسازی و خاکریز)
- آب در دسترس عمدتاً تراز آب زیرزمینی در عمق کمتر از سه متر



چنانچه حتی یک عامل از سه عامل فوق در پروژه مورد طراحی وجود نداشته باشد، تاثیر یخبندان در نظر گرفته نمیشود. منبع تامین آب در دسترس معمولاً سطح آب زیرزمینی است که در عمق کمی از منطقه یخ زده قرار دارد. حرکت آب از سطح آب زیرزمینی به سمت بالا و بسوی منطقه یخ زده توسط خاصیت موئینگی خاک صورت میگیرد.

## ۶-۴- بستر روسازی

یکی از مسائل مهم در راه سازی، بستر سازی می باشد که در خاکریزی ها از اهمیت بیشتری برخوردار است. کیفیت خاک بستر، میزان تحمل باربری و حساسیت و آسیب پذیری آن در برابر عوامل جوی، در انتخاب لایه های روسازی نقش تعیین کننده دارد. در اثر عبور بار ترافیکی، کرنشهای فشاری قائم در بالای بستر روسازی ایجاد میشود که هرگاه مقدار این کرنشهای از مقدار مجاز بزرگتر باشد میتواند منجر به شیار افتادگی در روسازی شود.

شیب های طولی و عرضی جاده که در طرح تعیین شده است، باید در سطح بستر روسازی ( سطح sub grad) تامین شوند تا هریک از لایه های روسازی با ضخامتهاي طراحی، اجرا شوند. باتوجه به اینکه بستر جاده حکم پایه راه را دارد لذا بایستی در اجرای آن دقت زیادی به کاربرد، بخصوص پاک سازی آن از بوته و ریشه های درختان و ریشه علف های هرز اهمیت زیادی دارد، یکی دیگر از مسائل مهم، برداشتن خاک نباتی می باشد. به چند دلیل خاک نباتی حتماً بایستی برداشته شود : اول به دلیل ارزشی که این خاک دارد و خاک با ارزش و مورد استفاده می باشد و باید برداشته و در جای مطمئنی دپو کرده و بعداً در شیب کناری خاکریزی ها مورد استفاده قرار داده و چمن کاری نمود. یکی دیگر از دلایل آن احتمال وجود ریشه علف های هرز در این قشر خاک می باشد. دلیل بعدی کوبیده نشدن این خاک می باشد، باتوجه به اینکه بستر بایستی کوبیده شده و به درجه کوبیدگی مورد نظربرسد و خاک نباتی و یا خاک رس کوبیدگی لازم را و مد نظر را به عنوان خروجی نمیدهد، لذا بهترین حالت جمع آوری آنها می باشد و با توجه به اینکه هردو این خاک ها با ارزش می باشند پس ارزش جمع آوری و حفظ را دارد.

پس از برداشتن خاک های ارزنده و یا مزاحم، بستر را بایستی تسطیح و شخم زنی کرده و پس از آپاشی کامل را انجام دهیم و تا حد مورد نیاز بکوییم. پس از کوبیدگی لازم و اطمینان کامل از استحکام بستر قشرهای بعدی اجرا می گردد. برای بستر سازی در خاکبرداری هم بایستی دقیقاً از مطالب بالا پیروی کرد . برای درک بهتر توضیحات بالا، به طور مفصل توضیحات در زیر آورده شده است:

## ۱-۶-۴- آماده سازی بستر روسازی راه

بستر روسازی راه سطح آخرین لایه متراکم شده خاکریزها، خاکبرداریها و یا زمین طبیعی موجود و یا اصلاح شده است. بستر روسازی که نهایتاً پی روسازی راه محسوب میشود، تمامی بارهای وارد ناشی از جسم روسازی و وسایل نقلیه روی آن را تحمل میکند. بستر روسازی راه بر حسب آن که در خاکریزی، خاکبرداری و یا راه موجود باشد بشرح زیر آماده میشود.

### • در خاکریزها

برای آماده سازی بستر روسازی راه در خاکریزی، دو قشر نهایی خاکریز با ضخامت حداقل ۳۰ سانتیمتر انتخاب و در تمام عرض راه پخش میشود و پس از آب پاشی و شیبندی ، کوبیده و آماده میگردد. در محلهایی که خاک مناسب جهت مصرف در دو قشر نهایی خاکریز، برای آماده نمودن بستر روسازی راه در دسترس نبوده و یا حمل آن مقرر نباشد، میتوان از تثبیت خاک با آهک و یا مواد و ترکیبات شیمیائی دیگر استفاده کرد

### • در خاکبرداریها

سطح کف خاکبرداریها که براساس نیمرخهای عرضی برداشت میشود ممکن است در یکی از دو حالت زیر باشد:

### برشهای خاکی

در این گونه خاکبرداریها، بستر روسازی راه در شرایط ترافیک سبک و متوسط برای دو قشر و در شرایط ترافیک سنگین برای دو یا سه قشر زیرین آماده میشود و در صورتی که لازم باشد اقدام به تعویض مصالح دو قشر زیر کف خاکبرداری با استفاده از مصالح مرغوب میشود.

## برشهای سنگی

در برشهای سنگی معمولاً کف برشها دارای مقاومت کافی بوده، ولی به دلیل ناهمواری حاصل و غیر قابل نفوذ بودن سنگ، بستر راه با انجام یک قشر خاکریز از مصالح منتخب به ضخامت ۱۵ سانتیمتر و در برشهای سنگی نامرغوب، مانند مارن یا گچ حداقل با دو لایه خاکریز به ضخامت هر لایه ۱۵ سانتیمتر سطح بستر روسازی راه آماده میشود. بنابراین در برشهای سنگی مرغوب و مقاوم، کف برش حداقل به میزان ۱۵ سانتیمتر اضافه بر رقوم تعیین شده برای پی روسازی، برداشته و با مصالح منتخب خاکریزی، آب پاشی و کوبیده میشود تا همواری و مقاومت لازم برای سطح بستر روسازی حاصل شود.

### • راه های موجود

در صورتی که روسازی راه جدید بر روی سطح روسازی راه موجود قرار گیرد، بشرح زیر عمل میشود.

چنانچه سطح راه موجود شنی یا خاکی باشد این سطح تا عمق ۱۵ سانتیمتر شخم زده میشود. اگر این مصالح مرغوب باشد، آب پاشی و شبیبندی طبق مشخصات کوبیده تا مقاومت لازم حاصل شود. اگر مصالح راه موجود مرغوب نباشد، مصالح منتخب به تشخیص دستگاه نظارت و به میزان کافی روی سطح شخم زده، اضافه شده و با مصالح موجود مخلوط و سپس آب پاشی، شبیبندی و کوبیده تا سطح مورد نظر با مقاومت کافی حاصل شود. برای راه های آسفالتی چنانچه بررسیهای انجام شده نشان دهد که روسازی موجود قابل استفاده نیست، باید لایه های روسازی برداشته شده و سطح زیرین راه مانند قسمت بالا آماده یا اینکه با استفاده از روشهای بازیافت روسازی بازیافت شوند.

### • تراکم بستر روسازی راه

در صد تراکم بستر روسازی در دو یا یک قشر نهائی، هر یک به ضخامت ۱۵ سانتیمتر، به ترتیب در خاکریز یا کف برشهای خاکی یا سنگی بر حسب درجه راه و نوع مصالح درشت دانه یا ریزدانه مصرفی باشد. در راه های فرعی درجه دو، به جای دو لایه ۱۵ سانتیمتری، میتوان از یک لایه به ضخامت ۲۰ سانتیمتر استفاده نمود. تراکم لایه های مذکور بایستی با مناسبترین رطوبت انجام شود. برای حصول تراکم مطلوب، خاکهایی که به تورم و انبساط گرایش زیادی دارند باید در محدوده یک تا دو درصد بیشتر از رطوبت مناسب و خاکهای چسبنده در محدوده یک تا دو درصد کمتر از رطوبت مناسب متراکم شوند.



### ۷-۴- زیر اساس

زیراساس نخستین قشر لایه روسازی است که بر روی بستر روسازی قرار میگیرد . مصالح زیراساس معمولاً از بستر رودخانه ها یا معادن کوهی (سنگ شکسته) تهیه میشود و در مواردی که ضرورت فنی و اقتصادی ایجاب نماید، از تثبیت خاک با قیر، سیمان، آهک و یا افزودنی های شیمیایی استفاده میشود . این قشر با مشخصات و ضخامت معین، در تمام عرض بستر روسازی پخش و کوبیده می شود.

مصالح زیراساس علاوه بر عملکرد عمومی سازه ای که در کل سیستم روسازی برای آن در نظر گرفته شده، باید دارای خصوصیات زیر نیز باشد:

#### ۱. مقاومت در برابر یخ‌بندان

در مناطقی که عمق نفوذ یخ‌بندان به زیراساس میرسد، باید مصالح زیراساس طوری انتخاب شود که در برابر یخ‌بندان حساسیت نداشته باشد. همچنین با افزایش ضخامت زیراساس می‌توان عمق لایه مقاوم در مقابل یخ‌بندان را افزایش داد.

#### ۲. تعدیل فشارهای وارد

فشارهای وارد از قشرهای بالای روسازی به وسیله این قشر تعدیل و به بستر منتقل می‌گردد، به طوریکه تنش های ایجاد شده سبب نشست و یا تغییر شکل بستر نشود. همچنین با تغییر ضخامت زیراساس می‌توان فشار وارد بر سطح بستر روسازی راه را تنظیم و استاندارد کرد.

#### ۳. خاصیت زهکشی یا تراوایی

قشر زیراساس باید بتواند آب های سطحی و یا آب های نفوذی شانه‌ی راه و یا آب های تراویشی را به مسیرهای خارج راه هدایت کند یا به عبارت دیگر از جمع شدن آب آزاد ناشی از نفوذ آبهای سطحی یا تراویشی در لایه روسازی جلوگیری میکند. برای تامین این ویژگی لازم است دانه بندی مصالح قشر زیر اساس با دانه بندی های جدول منطبق باشد.

#### ۴. دانه بندی

دانه بندی زیراساس باید طوری باشد که از نفوذ موادِ ریزدانه خاک بستر روسازی، به قشر اساس جلوگیری کند.

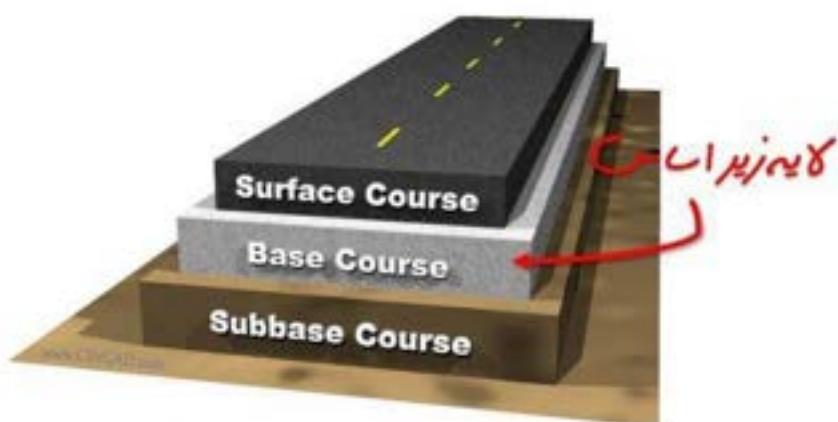
پس باید زیراساس دانه بندی پیوسته ای داشته باشد. همچنین دانه بندی مصالح زیراساس با توجه به شرایط محلی باید با یکی از دانه بندیهای I تا V مندرج در جدول زیر مطابقت داشته باشد.

جدول (۴-۳) دانه بندی

درصد وزنی رد شده از هر الک					نوع دانه بندی اندازه الک
V	IV	III	II	I	
-	-	100	100	100	5 میلیمتر ( 2 اینچ )
-	100	-	100-90	-	5/3 میلیمتر ( 5/1 اینچ )
100	100-90	95-75	90-75	-	5 میلیمتر ( 1 اینچ )
85-50	80-55	75-40	70-40	65-30	5/9 میلیمتر ( اینچ )
65-35	60-40	60-30	60-30	55-25	75/4 میلیمتر ( شماره 4 )
50-25	48-28	45-20	50-20	40-15	2 میلیمتر ( شماره 10 )
30-15	28-14	30-15	30-10	20-8	425/0 میلیمتر ( شماره 40 )
12-5	12-5	12-5	12-0	8-2	075/0 میلیمتر ( شماره 200 )
					[1]

## ۵. تقلیل ضخامت قشر اساس

استفاده از مصالح زیر اساس موجب تقلیل ضخامت روسازی و صرفه جویی در لایه های اساس و لایه های آسفالتی که مرغوب‌تر و گران‌تر هستند می‌شود



شکل (۴-۴) اجزای روسازی مسیر

## ۲-۷-۴- انواع متدالول زیراساس

### • زیراساس با شن و ماسه رودخانهای

زیراساس معمولاً از شن و ماسه بستر رودخانه‌ها، مسیلهای قدیمی، تپه‌های شن و ماسهای یا واریزه‌ها و سایر معادن به دست می‌آید. چنانچه این مصالح دانه‌های درشت‌تر از حد مشخصات داشته باشد، بایستی آنها را بوسیله سرندهای مکانیکی سرنده نموده و دانه‌بندی مناسب برای مصرف قشر زیراساس را تأمین کرد.

### • زیراساس کوهی یا قلوه سنگی شکسته

سنگهای استخراج شده از معادن سنگ و یا قلوه سنگهای درشت طبیعی می‌تواند در سنگشکن شکسته و سپس سرنده شده و در صورت لزوم پس از اختلاط با سایر مصالح، در قشر زیراساس بکار رود.

### • زیراساس تثبیت شده

در محلهایی که مخلوط شن و ماسه رودخانه‌های و یا سنگ شکسته کوهی طبق مشخصات در دسترس نباشد، می‌توان با اضافه کردن مواد تثبیت کننده مانند سیمان، آهک و یا قیر، مصالح موجود را پایدار کرد. در زمینهایی که آلوده به مواد مضری هستند که روی سیمان اثر مخرب می‌گذارند و یا در محلهایی که احتمال رشد و روییدن گیاهان وجود دارد، از زیراساس آهکی، می‌توان استفاده کرد. زیراساس آهکی که در این فصل تشریح شده است، در پایدار نمودن پی راه‌ها، بزرگراه‌ها، خیابانها، پارکینگها و غیره کاربرد دارد.

## ۳-۷-۴- مشخصات فنی و اجرای انواع زیراساس

### • زیراساس رودخانهای و سنگی

دانه بندی مصالح زیراساس با توجه به شرایط پروژه باید با یکی از دانه بندیهای ۱ تا ۷ جدول (۱) مطابقت داشته باشد. سایر مشخصات مصالح زیراساس نیز باید با مقادیر مندرج در جدول ۲ مطابقت داشته باشد.

جدول ۱- دانه بندی مصالح زیراساس ثانی و یا سنگی

درصد وزنی ردشده از هر الک				نوع دانه بندی	اندازه الک
IV	III	II	I		
---	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۵۰ میلیمتر (۲ اینچ)	
۱۰۰	---	۹۰-۱۰۰	---	۳۷/۵ میلیمتر (۱/۵ اینچ)	
۹۰-۱۰۰	۷۵-۹۵	۷۵-۹۰	۸۰-۷۵	۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)	
۵۵-۸۰	۴۰-۷۵	۴۰-۷۰	۳۰-۶۵	۹/۵ میلیمتر ( $\frac{۳}{۸}$ اینچ)	
۴۰-۶۰	۳۰-۶۰	۳۰-۶۰	۲۵-۵۵	۴/۷۵ میلیمتر (تعداد ۴)	
۲۸-۴۸	۲۰-۴۵	۲۰-۵۰	۱۵-۴۰	۲ میلیمتر (تعداد ۱۰)	
۱۴-۲۸	۱۵-۳۰	۱۰-۳۰	۸-۲۰	۰/۴۲۵ میلیمتر (تعداد ۴۰)	
۵-۱۲	۵-۱۲	۳-۱۲	۲-۸	* ۰/۰۷۵ میلیمتر (تعداد ۳۰۰)	

\* برای کاهش حساسیت مصالح زیراساس در مقابل یخ‌بندان می‌توان به تشخیص دستگاه نظارت، درصد مواد ردشده از الک ۲۰۰ را کاهش داد و برای اطمینان بیشتر لازم است درصد مواد ریزتر از ۲۰ میکرون نیز از ۳ درصد تجاوز نکند و ضمناً درصد وزنی مواد ردشده از الک ۲۰۰ نباید از  $\frac{۳}{۸}$  درصد وزنی ردشده از الک ۴۰ بیشتر باشد.

جدول ۲- مشخصات مصالح زیراساس

ردیف	شرح آزمایش	مشخصات	روشهای آزمایش	
		%	ASTM	AASHTO
۱	دامنه خمیری	۶ حداکثر	D ۴۲۱۸	T ۹۰
۲	حد روانی	۲۵ حداکثر	D ۴۲۱۸	T ۸۹
۳	ارزش ماسه‌ای (پس از کوبیدگی)	۳۰ حداقل	D ۲۴۱۹	T ۱۷۶
۴	سایش با روش اوس‌آجلس	۵۰ حداکثر	C ۱۳۱	T ۹۶
۵	سی بی آر در تراکم ۱۰۰ درصد آزمایشگاهی	۳۰ حداقل	D ۱۸۸۲	T ۱۹۳

پس از انتخاب معدن شن و ماسه و یا سنگ شکسته، ابتدا دانه بندی مصالح مطابق روش T-۲۷ آشتو تعیین میگردد. چنانچه دانه های درشتتر از حد مشخصات وجود داشته باشد، قبل از حمل با سرنده مکانیکی آنها را جدا نمیکنند، به طوری که مصالح سرنده در داخل محدوده یکی از دانه بندیهای تعیین شده در جدول (۱) قرار گیرد. سپس سایر آزمایشهای مندرج در جدول (۲) نیز انجام میگیرد. چنانچه نتایج در حد مشخصات باشد، مصالح حمل و روی بستر روسازی آماده شده راه ریسه میشود.

قبل از ریسه نمودن مصالح، سطح بستر روسازی بایستی براساس شبیهای طولی و عرضی مندرج در نقشه ها، تنظیم شده و ارقام نقاط مختلف آن با ارقام نظیر در نقشه ها، نباید از ۲۵ میلیمتر تجاوز کند.

میزان مصالح ریسه شده روی سطح بستر روسازی متناسب با عرض بستر و ضخامت و میزان تراکم قشر زیراساس در هر مورد محاسبه خواهد شد. مصالح ریسه شده روی بستر روسازی راه که دارای مشخصات لازم باشد، با توجه به کم شدن حجم در اثر تراکم، به ضخامتی حدود ۲۵ تا ۳۰ درصد بیش از ضخامت تئوریک تعیین شده در مشخصات پخش میگردد. سپس با تانکرهای آبپاش، روی مصالح پخش شده آبپاشی میشود.

مقدار آبپاشی باید متناسب با رطوبت بهینه برای کوبیدن مصالح باشد که طبق روش T-۱۸۰ آشتو طریقه D تعیین میشود. حداکثر ضخامت کوبیده شده زیراساس ۲۰ سانتیمتر میباشد. در صورتیکه ضخامت کل زیراساس از ۲۰ سانتیمتر تجاوز نماید، مصالح در ۲ و یا چند لایه پخش میشود.

کوبیدن قشر زیراساس از طرفین محور راه با استفاده از غلتکهای چرخ فولادی استاتیک، یا غلتکهای چرخ لاستیکی، به وزن حدود ۱۲ تن شروع میشود. ضمن آنکه جهت تسهیل کوبیدگی میتوان از غلتکهای لرزشی (ویبره) یا غلتکهای کششی- لرزشی نیز استفاده کرد. وزن غلتک باید طوری باشد که سنگدانه ها زیر چرخ غلتک شکسته نشود. عملیات غلتکزنی و کوبیدن قشر زیراساس در قوسهایی که دارای شیب یکطرفه (بر بلندی) میباشد، از داخل قوس شروع شده و به طرف خارج قوس ادامه مییابد.

قبل از اتمام کوبیدگی، سطح زیراساس مجدداً ترازیابی شده و ارقام نقاط با ارقام نظیر در نقشه های نیمرخ طولی و نیمرخهای عرضی مطابقت داده میشود. چنانچه اختلاف نهایی حداقل  $\pm 20$  میلیمتر باشد، کوبیدگی ادامه می یابد، در غیراینصورت مصالح اضافی تراشیده شده و در نقاطی که مصالح کم باشد مقدار لازم به آن اضافه و سپس مخلوط شده و کوبیدگی تا حصول نتیجه ادامه مییابد. تراکم نسبی لایه زیراساس، با آزمایش T191 آشتو باید برابر صد درصد وزن مخصوص خشک مصالحی باشد که در آزمایشگاه با روش آشتو اصلاح شده (T-180 آشتو طریقه D) بدست میآید.

### • زیراساس آهکی

زیراساس آهکی از اختلاط خاک محل و یا خاک قرضه با آهک و آب به مقدار معین، حاصل میشود. افزودن آهک به خاک و یا مصالح به منظور اصلاح خواص فیزیکی و مقاومتی آن انجام میگردد. این عمل موجب افزایش قابلیت باربری و مقاومت خاک، کاهش حドروانی و نشانه خمیری خاکهای رسدار میشود. اختلاط آهک سبب تقلیل تغییر حجم خاک، افزایش تراکم ذرات خاک رس، افزایش دوام آن در برابر تکرار دوره های یخ‌بندان-ذوب یخ و بالاخره تغییر در طبقه‌بندی خاک میگردد. این تغییرات به علت ترکیب دوغاب آهک با رس و تشکیل سیلیکات و آلومینات کلسیم است که سبب چسباندن دلنگهای خاک به یکدیگر (واکنش پوزولانی) میشود. افزایش مقاومت خاک و آهک تدریجی بوده و با توجه به شرایط جوی، مدت زمانی به طول میانجامد و به همین دلیل استفاده از زیراساس آهکی در مناطق گرم نتیجه مطلوبتری میدهد. درصد آهک مصرفی بهینه با روشها و آزمایشها زیر تعیین میشود. انتخاب روش بر حسب شرایط با نظر مهندسین مشاور پروژه انجام شده و شرح کامل آن باید در مشخصات فنی خصوصی قید شود.

## ۴-۸- اساس

لایه اساس لایه ای است از مصالح مرغوب که بین لایه های رویه و زیرد اساس با بین لایه رویه و بستر روسازی قرار می گیرد . لایه اساس از مصالح مرغوب نظیر سنگ شکسته ، شن و ماسه شکسته ، مصالح تثبیت شده با قیر،

آهک و سیمان ساخته می شود . لایه اساس در راه هائی که آمدوشد وسائل نقلیه در آنها زیاد بوده و با مقاومت خاک بستر روسازی کم است از بت ن آسفالتی کم قیر (اساس قیری ) ساخته میشود.

### ۱-۴-۸- انواع اساس و اجرای آنها در روسازی

#### • اساس شن و ماسه ای شکسته

شن و ماسه حاصل از رودخانه ها را مسروط بر آن که دارای مشخصات فنی لازم باشد، می توان از سنگ شکن عبور داد و با دانه بندی لازم در قشر اساس بکار برد.



پس از آنکه دانه بندی مصالح اساس از سنگ کوهی شکسته و یا شن و ماسه شکسته در محدوده یکی از دانه بندیهای مندرج در جدول مطابقت داشت، میتوان آنها را به روی سطح آماده شده زیرا ساس یا بستر روسازی راه حمل و پخش کرد. ضخامت هر قشر اساس کوبیده شده میتواند بین ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتر انتخاب شود و در هیچ حالتی از ۲۰ سانتیمتر تجاوز نکند.

مصالح ریسه شده با تیغه گریدر بطور یکنواخت پخش می شود، به طوری که ضخامت قشر پخش شده بعد از کوبیدن تا حد مشخصات، برابر ضخامت تعیین شده در نقشه ها گردد.

پس از آنکه مصالح به طور یکنواخت در سطح راه پخش شد، با تانکرهای آبپاش به اندازه ای آبپاشی می شود که رطوبت آن تا  $1 / 5 \pm$  درصد رطوبت بهینه برسد.

کوبیدن مصالح با غلتک های استاتیک و یا لرزنده چرخ فلزی و یا چرخ لاستیکی از طرفین محور راه شروع و مصالح به قدری کوبیده می شود که تراکم آن به میزان صدرصد روش آشتواصلاح شده (T ۱۸۰ نوع D) برسد. چنانچه پس از کوبیدن تراکم مورد نظر بدست نیاید، مصالح باید شخم زده شده و مجددا آبپاشی و متراکم شود، به طوری که، نتایج منطبق با مشخصات به دست آید. در موردهایی که ضخامت کوبیده شده لایه اساس ۲۰ سانتیمتر باشد، میزان کوبیدگی به طریقی کنترل و آزمایش می شود که تراکم نسبی در تمام ضخامت تأمین شده باشد.

#### • اساس سنگ کوهی شکسته و یا قلوه سنگ شکسته

سنگهای استخراج شده از معادن سنگ و یا قلوه سنگ های درشت رودخانه ای در سنگ شکن ها، شکسته و سپس سرنده می شود و براساس مشخصات تعیین شده در قشر اساس بکار می رود.



#### • اساس ماکadamی

اساس ماکadamی از سنگ کوهی و یا سنگ های رودخانه ای شکسته تشکیل می شود. مصالح دانه درشت براساس مشخصات پخش و سپس مصالح ریزدانه بر روی آن پخش شده و به روش خشک و یا مرطوب کوبیده می شود.

پخش ماکادام با پخش کننده مکانیکی انجام می‌گیرد. پخش کننده، سنگدانه‌ها را به طور یکنواخت و منظم و بدون جداشدن دانه‌های درشت از ریز، در ضخامت و اندازه‌های مطابق نقشه‌های اجرایی پخش می‌کند. سطح قشر ماکادام، بلافاصله بعد از پخش و عبور سه تا چهار گذر اولیه غلتک باید کاملاً یکنواخت و مسطح شده و نقاط فرود و فراز آن با افزودن و یا برداشت مصالح اصلاح شود، به نحوی که سطح نهایی قبل از تکمیل کوبیدگی چنانچه با یک شمشه چهار متري کترول شود از نظر دستگاه نظارت قابل قبول باشد.



آمده کردن سطح راه، آنچه درباره اساس سنگ شکسته گفته شد، در این مورد نیز صادق است.

اجرای قشر اساس ماکادامی نیاز به یک لایه جداکننده متشکل از مصالح ماسه‌ای با بندی جدول نیاز دارد که قبل از پخش قشر ماکادام زیر آن پخش می‌شود. میزان مصالح ردشده از الک شماره ۲۰۰ مصالح ماسه‌ای مورد نظر باید حداقل ۵ و حداکثر ۸ درصد باشد. ضخامت قشر جداکننده توسط دستگاه نظارت و با تایید کارفرما تعیین می‌شود.

#### • پخش ماکادام

پخش ماکادام با پخش کننده مکانیکی انجام می‌گیرد. پخش کننده، سنگدانه‌ها را به طور یکنواخت و منظم و بدون جدا شدن دانه‌های درشت از ریز، در ضخامت و اندازه‌های مطابق نقشه‌های اجرایی پخش می‌کند.

سطح قشر ماکادام، بلا فاصله بعد از پخش و عبور سه تا چهار گذر اولیه غلتک باید کاملاً یکنواخت و مسطح شده و نقاط فرود و فراز آن با افزودن و یا برداشت مصالح اصلاح شود، به نحوی که سطح نهایی قبل از تکمیل کوبیدگی چنانچه با یک شمشه چهار متری کتربل شود از نظر دستگاه نظارت قابل قبول باشد.

مصالح اساس بگونه ای پخش می شود که ضخامت کوبیده شده هر لایه کمتر از و یا بیشتر از دو برابر حداقل درشتی مصالح نباشد. در صورت استفاده از غلتک لرزشی، ضخامت لایه متراکم شده را تا ۵ / ۲ برابر حداقل درشتی دانه ها می توان افزایش داد.

پخش سنگدانه های ماکادام نباید با عملیات ماسه پاشی غلتک زنی بیش از ۲۰۰ متر طول فاصله داشته باشد. اساس سنگ شکسته ای است. عملیات تراکم آن قدر ادامه می یابد تا در تمام قشر ماکادام، شرایط زیر تامین گردد.

دانه های سنگی کاملاً در یکدیگر قفل و بست شود.

فضای خالی قشر ماکادام به حداقل برسد.

هیچ خزش یا حرکتی در حین غلتک زنی در قشر ماکادام مشاهده نشود ناهمواری های احتمالی بوجود آمده در سطح اساس ماکادامی در صورت اندازه گیری با شمشه چهار متری از ۱/۵ سانتیمتر تجاوز نکند.

#### • پخش مصالح ریزدانه و کوبیدن نهایی

برای پرکردن فضای خالی بین سنگ دانه های ماکادام، بعد از تکمیل عملیات کوبیدن، از مصالح ریزدانه استفاده می شود. بعد از کوبیدن کامل قشر ماکادام تحکیم آن، مصالح ریزدانه را با پخش کننده مکانیکی و یا بیل به تدریج و بصورت یکنواخت در لایه های نازک روی سطح راه پخش کرده و غلتک زنی به قدری ادامه داده می شود تا تمام فضای خالی بین دانه های ماکادام، تحت تاثیر حرکت غلتک، توسط ماسه پر شود.

در صورت استفاده از غلتک ارزشی، ۵۰٪ ماسه مورد نیاز برای پر کردن فضای خالی بین سنگ دانه ها در لایه های نازک توسط پخش کننده مکانیکی یا بیل بر روی سطح ماکadam بطور یکنواخت پخش می گردد. سپس، غلتک لرزشی معمولاً یک بار از روی سطحی که ماسه روی آن پخش شده است عبور داده می شود تا ماسه به درون فضای خالی بین دانه های سنگی نفوذ کند. این عمل مجدداً ۵۰٪ ماسه باقیمانده، در دوبار و هر نوبت ۲۵٪ ماسه، تکرار می شود.

#### ۴-۸-۲- آب پاشی

مراحل کوبیدن و پخش ماسه بشرح بالا مربوط به شرایطی است که به طریق خشک اجرا و تکمیل شود. چنانچه انجام عملیات کوبیدن با آب پاشی در نظر باشد، بلافاصله بعد از پرشدن کامل فضای خالی بین سنگ دانه ها توسط ماسه، قشر ماکadam آب پاشی شده و به همراه آب پاشی غلتک زنی ادامه می یابد. حین غلتک زنی چنانچه لازم باشد، مجدداً از ماسه برای پر کردن فضای خالی استفاده می شود. آب پاشی و غلتک زنی آن قدر ادامه می یابد تا یک قشر متراکم و تحکیم شده بوجود آید. مصرف آب بیش از اندازه به هیچ وجه مجاز نیست.

#### ۴-۸-۳- آزمایش کنترل کوبیدگی (بارگذاری صفحه)

تراکم قشر ماکadam با تعیین ضریب ارتتجاعی به طریق آزمایش بارگذاری (آشتلو T - ۲۲۲) ، با صفحه ۷۰۰ سانتیمتر مربع ( قطر صفحه ۳۰ سانتیمتر ) کنترل می شود. هر آزمایش معرف سطحی معادل ۲۵۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می باشد.

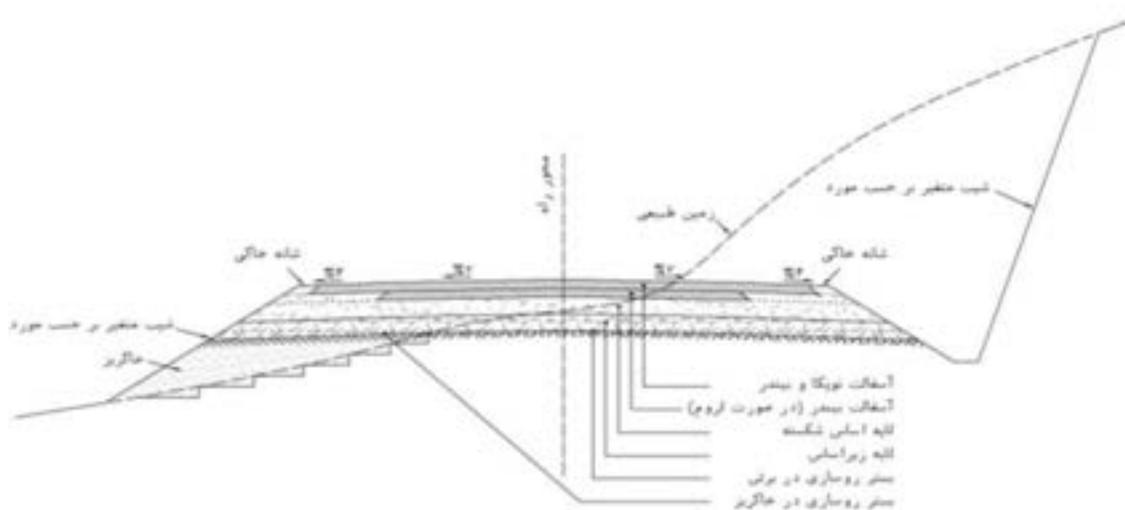
### • اساس قیری

در آن از قیر استفاده شده است



## ۴-۹- قشر های آسفالتی

لایه رویه لایه ای است از جنس خیلی مرغوب و با مقاومت نسبتاً زیاد که بالاترین لایه روسازی است و مستقیماً در تماس با چرخهای وسائل نقلیه قراردارد . لایه رویه در راه های با آمد و شد زیاد از مصالح مرغوب نظیر بتن آسفالتی یا بتن سیمانی ساخته میشود . در راه های با آمد و شد متوسط گاهی از رویه های آسفالت مخلوط در محل و یا رویه های آسفالت سطحی استفاده میشود معمولاً این قشرها در اثر بارگذاری تغییر شکل داده و در آنها تنفس های کششی و فشاری افقی بوجود می آید . هرگاه شدت تنفس های کششی افقی در زیر لایه های آسفالتی از مقاومت کششی آن بیشتر شود، در این نقاط ترک ایجاد می شود که به تدریج به سمت رویه راه گسترش می یابد . و موجب آسیب دیدگی هائی می شود که در نهایت از عمر مفید راه به شدت کاسته خواهد شد . همچنین یک روسازی آسفالتی و اجزاء تشکیل دهنده آن در شکل زیر نشان داده شده است



شكل (٤-٥) مقطع تیپ عرضی مسیر

قشرهای آسفالتی، علاوه بر عملکرد ویژهای که در سازه روسازی برای آنها منظور شده، باید خصوصیات کلی زیر را نیز دارا باشد

۱. مقاومت سایشی

مصالح سنگی مصرفی باید در برابر اثر تخریبی و سایشی چرخ و سایل نقلیه مقاومت کافی داشته باشند.

## ۲. همواری سطح و تاب لغزشی

از سطحی هموار برای عبور راحت، سریع و مطمئن و در عین حال دارای مقاومت لغزشی کافی، برخوردار باشد. مقاومت در برابر لغزندگی بویژه در قوسهای تند و نزدیکی تقاطعها و میادین، امری ضروری است. برای تامین این ویژگی با اصطکاک لازم میتوان از مخلوطهای آسفالتی متخلخل یا دیگر مخلوطهای نظیر برای قشر رویه استفاده کرد.

### ۳. نفوذ ناپذیری (ناتراوایی)

به منظور کاهش نفوذ آبهای سطحی به لایه های روسازی، لازم است مجموعه لایه های آسفالتی به اندازه کافی ناتراوا باشند تا نفوذ آب به حداقل برسد.

### ۴. مقاومت باربری

در مقابل هر گونه تغییر شکل بیش از اندازه، از مقاومت و دوام لازم برخوردار باشد. این تغییر شکلها میتواند ناشی از تاثیر ترافیک، عوامل جوی و تغییرات دمای محیط باشد. تغییر شکلها معمولاً به شکل نرم شدن، فتیله شدن، ترک خوردن و آسیب دیدگیهای دیگر ظاهر میشود.

## ۱۰- آزمایش سی بی آر (CBR California Bearing Ratio)

به کمک این آزمایش مقاومت برشی خاک در یک رطوبت و وزن مخصوص معین، مشخص می شود. عدد سی بی آر بنا به تعریف بار استفاده شده برای فرورفتن و نفوذ یک سنبه استاندارد به میزان معین در یک نمونه مورد آزمایش به مقدار بار استاندارد برای همان نفوذ است. میزان نفوذ برای سنبه استاندارد معمولاً ۰.۱۰ اینچ است.



در آینه نامه مورد استفاده این پروژه، طرح روسازی راه بر پایه تعیین ضریب برجهندگی خاک بستر روسازی و ضریب ارجاعی مصالح روسازی استوار است که با استفاده از جدول زیر به دست آمده و معلوم میشود:

جدول (۴-۴) محاسب ضریب برجهندگی

ضریب برجهندگی ساک پیشر (kg/cm²)	درصدسی یعنی آر طرح خاک بستر روسازی	برجهندگی ردیف
(سی بی آر) ۱۰۵	سی بی آر ≤ ۵	۱
۵۲۵+۳۵ (۵-سی بی آر)	۵ ≤ سی بی آر ≤ ۱۰	۲
۷۰۰+۲۱ (۱۰-سی بی آر)	۱۰ ≤ سی بی آر ≤ ۱۵	۳
۸۰۵+۱۴ (۱۵-سی بی آر)	۱۵ ≤ سی بی آر ≤ ۲۵	۴
به شکل ۱۱-۲ مراجده شود	≥ ۲۵ سی بی آر	۵

## ۱۱-۴- نحوه محاسبات آزمایش CBR پروژه راهسازی

برای محاسبه ی سی بی آر به یک دسته از نمونه ها نیاز داریم که مطابق پروژه ها تعریف میشود. مطابق این نمونه ها، جدول زیر را پر میکنیم را مطابق سه مرحله ی زیر پر میکنیم تا به جدول زیر بررسیم تا با استفاده از آن سی بی آر طرح را بیابیم.

مراحل تکمیل جدول سی بی آر به شرح زیر است:

۱- پس از آن که نتایج سی بی آر طرح در یک قطعه اعلام شد، آنها به به ترتیب از کوچک به بزرگ در ستون اول قرار می دهیم.

۲- در ستون دوم، تعداد نتایج آزمایش های مساوی یا بزرگتر نوشته می شود.

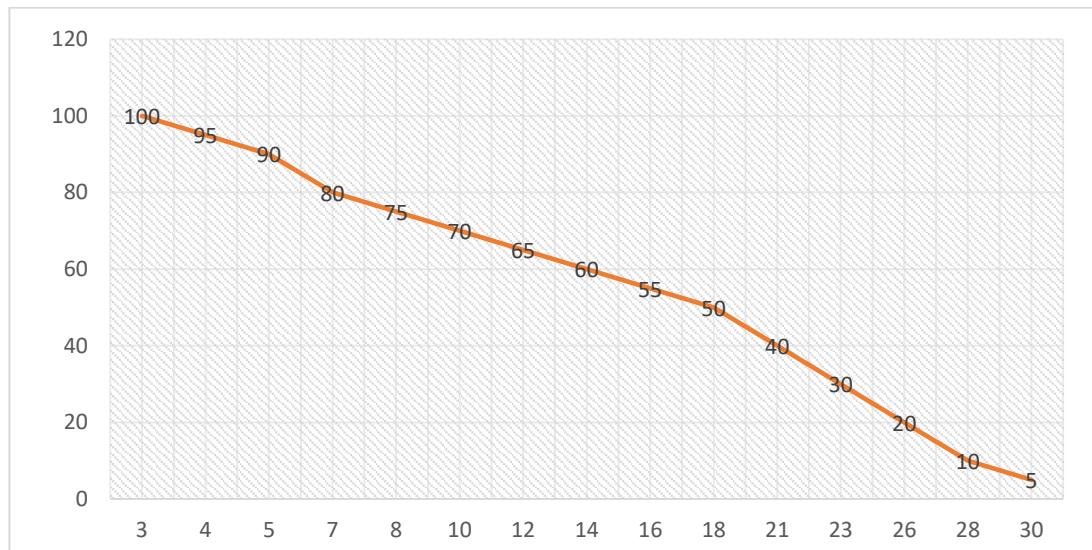
۳- در ستون سوم، درصد تعداد آزمایش های مساوی و یا بزرگتر درج میشود.

جدول به دست آمده به صورت زیر است:

جدول (۴-۵) CBR جدول

سی بی آر در تراکم ۹۵ درصد	تعداد نمونه ها با سی بی آر بزرگتر یا مساوی از	درصد تعداد نمونه ها با سی بی آر بزرگتر یا مساوی از
3	20	100
4	19	95
5	18	90
7	16	80
8	15	75
10	14	70
12	13	65
14	12	60
16	11	55
18	10	50
21	8	40
23	6	30
26	4	20
28	2	10
30	1	5

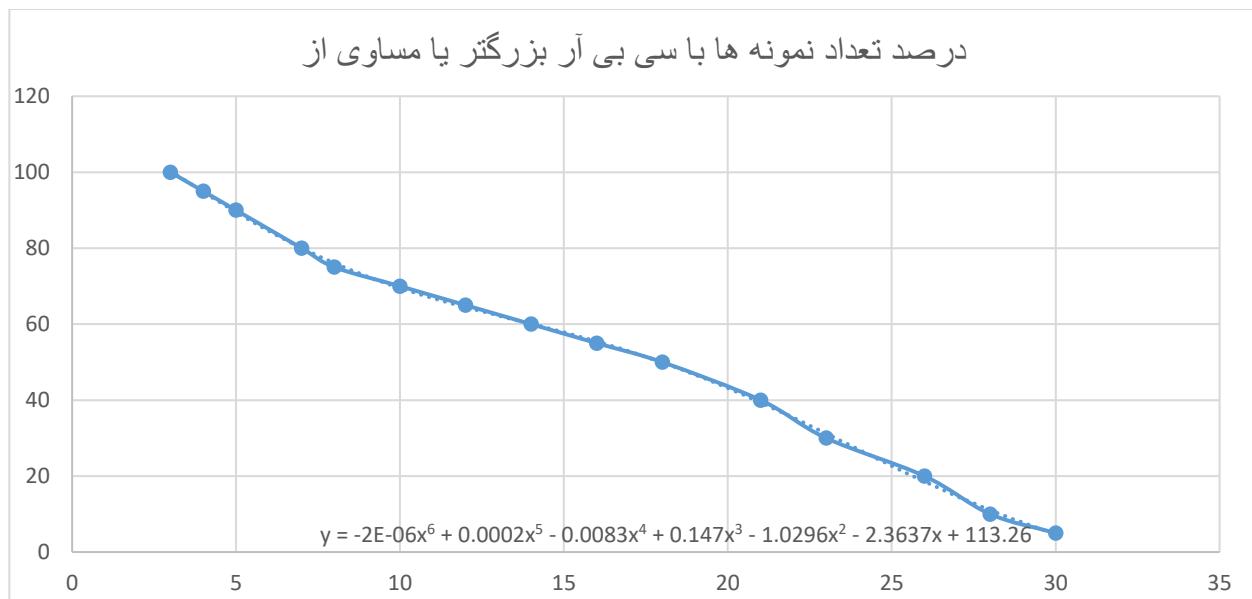
بعد از پر کردن جدول فوق، نوبت به رسم داده ها میرسد که بعد از رسم کردن، به نمودار زیر میرسیم:



نمودار (۴-۶) CBR

مطابق میزان ترافیک موجود(در ادامه محاسبه شده است)، ما باید مقدار سی بی آر ۶۰ و ۷۵ و ۸۷.۵ را از روی نمودار پیدا کنیم و مقادیر آن را یادداشت و به واحد مورد نظر خود تبدیل کنیم(با ضرب کردن در ۰.۰۷).

لازم به ذکر است که برای اینکه به طور دقیق به مقادیر مورد نظر خود برسیم، یک منحنی چند جمله ای موسوم به پلی نومیال درجه ۶ را برآذش میدهیم که نتیجه‌ی آن مطابق زیر بددست می‌آید:



شکل (۴-۷) درصد تعداد نمونه ها با سی بی آر بزرگتر یا مساوی از

همانطور که مشاهده میکنیم، تابع پلی نومیال درجه ۶ ما به صورت زیر بدست می آید:

$$y = -2E06x^6 + 0.0002x^5 - 0.0083x^4 + 0.147x^3 - 1.0296x^2 - 2.3637x + 113.26$$

که مثلا برای CBR به مقدار ۸۷.۵ درصد با استفاده از معادله بالا و قرار دادن مقادیر متفاوت X بینیم

که کدام مقدار X مقدار y خروجی آن نزدیکتر به ۸۷.۵ خواهد بود . در نتیجه جدولی به صورت زیر

میشود:

جدول (۴-۶) نتایج پلی نومیال

۵.۲		۸۸.۴۴۹۹۷۷۵۶
۵.۵		۸۶.۹۲۷۵۶۳۷۲
۵.۳		۸۷.۹۳۸۸۰۸۰۳
۵.۴		۸۷.۴۳۱۲۹۵۷۵
<b>X</b>		<b>y</b>

حال مقادیر مورد نظر را برای ۶۰ و ۷۵ و ۸۷.۵ بدست می آوریم که نتیجه‌ی آن به صورت زیر است:

جدول (۴-۷) نتایج CBR بدست آمده از نمودار

	ضریب برجهندگی	میزان ترافیک	درصد سی‌ی آر بزرگتر پا مساوی	میزان ترافیک	درصد سی‌ی آر بزرگتر پا مساوی
۱۲۵۰۰*۰.۰۷	875	۱۴	۱۴	60	$4 \times 10^8$
۸۱۰۰*۰.۰۷	567	8	8	75	$10^4 - 10^6$
۵۸۶۰*۰.۰۷	410	5	5.4	87.5	$10^6$

## ۱۲-۴- محاسبات ضریب بار هم ارز

شمارش تعداد انواع وسایل نقلیه به تفکیک نوع وسیله، تعداد محور و وزن آنها بسیار مهم است. در

جدول زیر طبقه‌بندی وسایل نقلیه و مشخصات محورها و وزن آنها ارائه شده است:

جدول (۴-۸) طبقه‌بندی وسایل نقلیه

وزن کل (تن)	محور عقب		محور وسط		محور جلو		آرایش جریخ‌ها	تعداد محور	نوع وسیله نقلیه
	وزن	نوع	وزن	نوع	وزن	نوع			
۱	۱	ساده			۱	ساده		۲	سواری
۲	۲	ساده			۱	ساده		۲	والت
۳	۳	ساده			۲	ساده		۲	میس بوس
۴	۴	ساده			۲	ساده		۲	آتوبوس
۱۰	۶	ساده			۳	ساده		۲	گامرون تو محور بی‌پی
۱۱	۹	ساده			۳	ساده		۲	گامرون تو محور سنتیکن
۱۲	۱۳	ساده			۳	ساده		۲	گامرون سه محور
۱۳	۱۴	مرکب			۳	ساده		۴	تریلر ۴ محور
۱۴	۱۵	مرکب	۱۰	ساده	۳	ساده		۴	تریلر ۴ محور
۱۵	۱۶	مرکب	۱۰	مرکب	۳	ساده		۵	تریلر ۵ محور
۱۶	۱۷	مرکب	۱۰	ساده	۳	ساده		۵	تریلر ۵ محور

در این آئین نامه، اثرات ترافیک با استفاده از روش محور هم ارز در طرح روسازی لحاظ می شود. بطوریکه کل ترافیک عبوری از راه در دوره طرح با تعداد معینی از یک محور استاندارد با مشخصات و وزن معین، جایگزین شده و اثر تعداد معادل محور مبنا در طراحی منظور میشود. معمولاً محور منفرد با وزن ۸.۲ تن به عنوان محور مبنا در نظر گرفته میشود. برای تبدیل انواع مختلف محورها به محور مبنا، باید از ضریب بار محور هم ارز حاصل از روش های نظری یا تجربی استفاده شود.

حال با توجه به جداول مربوطه، باید ضریب بار هم ارز را برای تمام وسایل نقلیه بالا حساب کیم.

برای این کار نیاز به دانستن عدد ضخامت روسازی ( $SN$ ) می باشد. این عدد تابع دو پارامتر ترافیک و مقاومت خاک که بر اساس آزمایش CBR به دست می آید می باشد و بین اعداد ۱ تا ۶ قرار دارد.

اگر ترافیک خیلی کم و مقاومت خاک مطلوب باشد، عدد  $SN$  برابر ۱ می باشد و اگر ترافیک خیلی زیاد و مقاومت خاک نامطلوب باشد، عدد  $SN$  برابر ۶ است.

### محاسبات انجام شده روسازی پروژه

در این پروژه عدد  $SN$  به صورت فرضی برابر ۴ در نظر گرفته می شود.

با توجه به اینکه راه اصلی می باشد، عدد Pt را نیز ۲.۵ در نظر می گیریم.

اکنون بر اساس جدول زیر، ضریب بار هم ارز با توجه به ساده و مرکب بودن مربوط به هر وسیله محاسبه میشود.

محور منفرد:

جدول (۴-۹) عدد SN برای محور منفرد

عدد ساختمت روسازی (SN)						بار محوری (تن)
۱	۲	۳	۴	۵	۶	
-/۰۰۰۷۸	-/۰۰۰۷۸	-/۰۰۰۷۸	-/۰۰۰۷۸	-/۰۰۰۷۸	-/۰۰۰۷۸	۱
-/۰۰۰۷۹	-/۰۰۰۷۹	-/۰۰۰۷۹	-/۰۰۰۷۹	-/۰۰۰۷۹	-/۰۰۰۷۹	۲
-/۰۰۰۷ۯ	-/۰۰۰۷۹	-/۰۰۰۷۹	-/۰۰۰۷۹	-/۰۰۰۷۹	-/۰۰۰۷۹	۳
-/۰۰۰۷۸	-/۰۰۰۷۸	-/۰۰۰۷۸	-/۰۰۰۷۸	-/۰۰۰۷۸	-/۰۰۰۷۸	۴
-/۰۰۰۷۷	-/۰۰۰۷۷	-/۰۰۰۷۷	-/۰۰۰۷۷	-/۰۰۰۷۷	-/۰۰۰۷۷	۵
-/۰۰۰۷۶	-/۰۰۰۷۶	-/۰۰۰۷۶	-/۰۰۰۷۶	-/۰۰۰۷۶	-/۰۰۰۷۶	۶
-/۰۰۰۷۵	-/۰۰۰۷۵	-/۰۰۰۷۵	-/۰۰۰۷۵	-/۰۰۰۷۵	-/۰۰۰۷۵	۷
-/۰۰۰۷۴	-/۰۰۰۷۴	-/۰۰۰۷۴	-/۰۰۰۷۴	-/۰۰۰۷۴	-/۰۰۰۷۴	۸
-/۰۰۰۷۳	-/۰۰۰۷۳	-/۰۰۰۷۳	-/۰۰۰۷۳	-/۰۰۰۷۳	-/۰۰۰۷۳	۹
-/۰۰۰۷۲	-/۰۰۰۷۲	-/۰۰۰۷۲	-/۰۰۰۷۲	-/۰۰۰۷۲	-/۰۰۰۷۲	۱۰
-/۰۰۰۷۱	-/۰۰۰۷۱	-/۰۰۰۷۱	-/۰۰۰۷۱	-/۰۰۰۷۱	-/۰۰۰۷۱	۱۱
-/۰۰۰۷۰	-/۰۰۰۷۰	-/۰۰۰۷۰	-/۰۰۰۷۰	-/۰۰۰۷۰	-/۰۰۰۷۰	۱۲
-/۰۰۰۶۹	-/۰۰۰۶۹	-/۰۰۰۶۹	-/۰۰۰۶۹	-/۰۰۰۶۹	-/۰۰۰۶۹	۱۳
-/۰۰۰۶۸	-/۰۰۰۶۸	-/۰۰۰۶۸	-/۰۰۰۶۸	-/۰۰۰۶۸	-/۰۰۰۶۸	۱۴
-/۰۰۰۶۷	-/۰۰۰۶۷	-/۰۰۰۶۷	-/۰۰۰۶۷	-/۰۰۰۶۷	-/۰۰۰۶۷	۱۵
-/۰۰۰۶۶	-/۰۰۰۶۶	-/۰۰۰۶۶	-/۰۰۰۶۶	-/۰۰۰۶۶	-/۰۰۰۶۶	۱۶
-/۰۰۰۶۵	-/۰۰۰۶۵	-/۰۰۰۶۵	-/۰۰۰۶۵	-/۰۰۰۶۵	-/۰۰۰۶۵	۱۷
-/۰۰۰۶۴	-/۰۰۰۶۴	-/۰۰۰۶۴	-/۰۰۰۶۴	-/۰۰۰۶۴	-/۰۰۰۶۴	۱۸
-/۰۰۰۶۳	-/۰۰۰۶۳	-/۰۰۰۶۳	-/۰۰۰۶۳	-/۰۰۰۶۳	-/۰۰۰۶۳	۱۹
-/۰۰۰۶۲	-/۰۰۰۶۲	-/۰۰۰۶۲	-/۰۰۰۶۲	-/۰۰۰۶۲	-/۰۰۰۶۲	۲۰
-/۰۰۰۶۱	-/۰۰۰۶۱	-/۰۰۰۶۱	-/۰۰۰۶۱	-/۰۰۰۶۱	-/۰۰۰۶۱	۲۱
-/۰۰۰۶۰	-/۰۰۰۶۰	-/۰۰۰۶۰	-/۰۰۰۶۰	-/۰۰۰۶۰	-/۰۰۰۶۰	۲۲

محور مركب (تandوم) :

جدول (۴-۱۰) عدد SN برای محور مركب

عدد ساختمت روسازی (SN)						بار محوری (تن)
۱	۲	۳	۴	۵	۶	
-/۰۰۰۷۹	-/۰۰۰۷۹	-/۰۰۰۷۹	-/۰۰۰۷۹	-/۰۰۰۷۹	-/۰۰۰۷۹	۱۰
-/۰۰۰۷۸	-/۰۰۰۷۸	-/۰۰۰۷۸	-/۰۰۰۷۸	-/۰۰۰۷۸	-/۰۰۰۷۸	۱۱
-/۰۰۰۷۷	-/۰۰۰۷۷	-/۰۰۰۷۷	-/۰۰۰۷۷	-/۰۰۰۷۷	-/۰۰۰۷۷	۱۲
-/۰۰۰۷۶	-/۰۰۰۷۶	-/۰۰۰۷۶	-/۰۰۰۷۶	-/۰۰۰۷۶	-/۰۰۰۷۶	۱۳
-/۰۰۰۷۵	-/۰۰۰۷۵	-/۰۰۰۷۵	-/۰۰۰۷۵	-/۰۰۰۷۵	-/۰۰۰۷۵	۱۴
-/۰۰۰۷۴	-/۰۰۰۷۴	-/۰۰۰۷۴	-/۰۰۰۷۴	-/۰۰۰۷۴	-/۰۰۰۷۴	۱۵
-/۰۰۰۷۳	-/۰۰۰۷۳	-/۰۰۰۷۳	-/۰۰۰۷۳	-/۰۰۰۷۳	-/۰۰۰۷۳	۱۶
-/۰۰۰۷۲	-/۰۰۰۷۲	-/۰۰۰۷۲	-/۰۰۰۷۲	-/۰۰۰۷۲	-/۰۰۰۷۲	۱۷
-/۰۰۰۷۱	-/۰۰۰۷۱	-/۰۰۰۷۱	-/۰۰۰۷۱	-/۰۰۰۷۱	-/۰۰۰۷۱	۱۸
-/۰۰۰۷۰	-/۰۰۰۷۰	-/۰۰۰۷۰	-/۰۰۰۷۰	-/۰۰۰۷۰	-/۰۰۰۷۰	۱۹
-/۰۰۰۶۹	-/۰۰۰۶۹	-/۰۰۰۶۹	-/۰۰۰۶۹	-/۰۰۰۶۹	-/۰۰۰۶۹	۲۰
-/۰۰۰۶۸	-/۰۰۰۶۸	-/۰۰۰۶۸	-/۰۰۰۶۸	-/۰۰۰۶۸	-/۰۰۰۶۸	۲۱
-/۰۰۰۶۷	-/۰۰۰۶۷	-/۰۰۰۶۷	-/۰۰۰۶۷	-/۰۰۰۶۷	-/۰۰۰۶۷	۲۲
-/۰۰۰۶۶	-/۰۰۰۶۶	-/۰۰۰۶۶	-/۰۰۰۶۶	-/۰۰۰۶۶	-/۰۰۰۶۶	۲۳
-/۰۰۰۶۵	-/۰۰۰۶۵	-/۰۰۰۶۵	-/۰۰۰۶۵	-/۰۰۰۶۵	-/۰۰۰۶۵	۲۴
-/۰۰۰۶۴	-/۰۰۰۶۴	-/۰۰۰۶۴	-/۰۰۰۶۴	-/۰۰۰۶۴	-/۰۰۰۶۴	۲۵
-/۰۰۰۶۳	-/۰۰۰۶۳	-/۰۰۰۶۳	-/۰۰۰۶۳	-/۰۰۰۶۳	-/۰۰۰۶۳	۲۶
-/۰۰۰۶۲	-/۰۰۰۶۲	-/۰۰۰۶۲	-/۰۰۰۶۲	-/۰۰۰۶۲	-/۰۰۰۶۲	۲۷
-/۰۰۰۶۱	-/۰۰۰۶۱	-/۰۰۰۶۱	-/۰۰۰۶۱	-/۰۰۰۶۱	-/۰۰۰۶۱	۲۸
-/۰۰۰۶۰	-/۰۰۰۶۰	-/۰۰۰۶۰	-/۰۰۰۶۰	-/۰۰۰۶۰	-/۰۰۰۶۰	۲۹

محور تریدم:

جدول (۱۱-۴) عدد SN برای محور تریدم

عدد فتحامت روسازی (SN)						بار محوری (تن)
۶	۵	۴	۳	۲	۱	
۰/۸۹۹۳	۰/۷۳۰۳	۰/۷۷۶۱	۰/۷۸۷۸	۰/۷۳۱	۰/۶۷۳۲	۲۰
۱/۰۵۴۷	۱/۰۸۰۶	۱/۱۱۵۱	۱/۱۱۴۸	۱/۰۶۲۱	۱/۰۴۷۷	۲۲
۱/۰۵۲۵	۱/۰۵۲۸	۱/۰۴۱۲	۱/۰۴۱۲	۱/۰۵۲۵	۱/۰۴۹۶	۲۴
۲/۱۳۶	۲/۱۰۳	۲/۰۷۳۹	۲/۰۷۹	۲/۱۴۲۸	۲/۱۷۶۱	۲۶

با استفاده از داده های ترافیکی که از سال ۱۳۹۰ تا سال ۱۳۹۹ از سایت دانلود کرده بودیم و نیز با توجه به انواع وسیله نقلیه عبوری از محور های مورد بررسی ضرایب بار هم ارز و نیز تعداد و وزن محور استخراجی برای پروژه روسازی، روش محاسبه‌ی آن در زیر آورده شده است:

$$\begin{aligned}
 EAL_{\text{--}} = & (0.0216 + 0.0216) * \text{مینی بوس} + (0.00048 + 0.00048) * \text{سواری} \\
 & + (0.0216 * \text{اتوبوس} + 0.3215 + 1.4335) * \text{کامیون دو محور سبک} \\
 & + (0.3215 + 1.2828 + 1.975) * \text{کامیون ۵ محور}
 \end{aligned}$$

بر اساس داده های ترافیک بدست آمده، وسایل نقلیه ما شامل کلاس های ۱ تا ۵ است که ضرایب هم ارز آن به صورت زیر نیز آورده شده است:

جدول (۱۲-۴) ضرایب هم ارز

	محور جلو	محور وسط	محور عقب
سواری	۱س	۰	۱س
ضریب هم ارز	۰.۰۰۰۴۸	۰	۰.۰۰۰۴۸
مینی بوس	۳س	۰	۳س
ضریب هم ارز	۰.۰۲۱۶	۰	۰.۰۲۱۶
کامیون دو محور سبک	۶س	۰	۹س
ضریب هم ارز	۰.۳۲۱۵	۰	۱.۴۳۳۵
اتوبوس	۳س	۰	۶س
ضریب هم ارز	۰.۰۲۱۶	۰	۰.۳۲۱۵
کامیون ۵ محور	۶س	۱۶م	۱۸م
ضریب هم ارز	۰.۳۲۱۵	۱.۲۸۲۸	۱.۹۷۵

پس از بدست آوردن رشد سالیانه ترافیک در قسمت قبل(قسمت ترافیک) ، تعداد کل ترافیک در دوره

طرح از رابطه زیر بدست می آید:

$$\frac{(1+r)^n - 1}{r} = \text{ضریب ترافیک}$$

همچنین تعداد کل ترافیک در دوره طرح برابر با :

$$EAL_n = EAL_0 \times \text{ضریب ترافیک}$$

در روابط فوق که به آنها اشاره شد،  $n$  بیانگر عمر طرح می باشد که ما  $5$  در نظر میگیریم.

همچنین  $EAL_n$  بیانگر تعداد کل ترافیک در  $5$  سال دوره طرح است و  $EAL$  بیانگر ترافیک سال اول است.

به نکته ای باید توجه شود چون به علت وجود محدودیت های کرونایی، اطلاعات درست و دقیقی در ترافیک در سال  $99$  وجود ندارد و به همین دلیل داده های ترافیکی سال  $98$  را به عنوان  $EAL$  در نظر میگیریم و محاسبات را بر مبنای آن انجام می دهیم که داده ها ترافیکی سال  $98$  برای محور نیشابور سبزوار به صورت زیر است :

جدول (۱۳-۴) داده های ترافیکی محور نیشابور سبزوار در سال  $98$

تعداد وسیله نقلیه کلاس ۱	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۲	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۳	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۴	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۵
معادل سواری	معادل مینی بوس	معادل کامیون دو محور سبک	معادل اتوبوس	معادل کامیون ۵ محور
2109684.089	173224.6957	125786.5985	104036.6876	268135.2437

همچنین داده ها ترافیکی سال  $98$  برای محور سبزوار نیشابور به صورت زیر است :

جدول (۱۴-۴) داده های ترافیکی سبزوار نیشابور سال  $98$

تعداد وسیله نقلیه کلاس ۱	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۲	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۳	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۴	تعداد وسیله نقلیه کلاس ۵
معادل سواری	معادل مینی بوس	معادل کامیون دو محور سبک	معادل اتوبوس	معادل کامیون ۵ محور
2087684.744	136490.464	81141.86471	119887.4544	201892.7544

حال اعداد حاصل از محاسبات با استفاده از فرمول های بیان شده به صورت زیر هستند :

جدول (۱۵-۴) نتایج محاسبات

EAL_0	۱۲۲۵۶۹۵.۰۴۹
$(1+r)^n$	۱.۱۷۷۳۹۴۴۵۹
EAL_0	۱۴۴۳۱۲۷.۱۴۸
ضریب ترافیک ۲۰ ساله	۲۷.۷۶۲۳۶۲۷۲
EAL_20	۴۰۰۶۴۶۱۹.۳۳

بعد از بدست آوردن ترافیک کل در دوره‌ی طرح، نوبت به توزیع ترافیک در خط طرح میرسد که از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

$$W = D_D \times D_L \times EAL_n$$

W – تعداد کل محورهایی که در دوره طرح از خط عبور می‌کنند.

D<sub>D</sub> – ضریب توزیع ترافیک در هر جهت در پروژه ما یک در نظر گرفته شده است.

D<sub>L</sub> – ضریب توزیع ترافیک در خط طرح که در جدول زیر بیان شده است:

ضریب D <sub>L</sub>	تعداد خط عبور در هر جهت
۱۰۰	۱
۸۰-۱۰۰	۲
۶۰-۸۰	۳
۵۰-۷۰	۴

که در این پروژه اعداد به صورت زیر در نظر گرفته شده‌اند

D_L	۰.۹
D_D	۱

حال با استفاده از فرمول زیر  $W$  محاسبه می‌شود:

$$W = EAL_* \cdot \frac{(1 + r)^n - 1}{r} \cdot D_D \cdot D_L$$

یا

$$W = EAL_* \cdot \text{ضریب ترافیک } 20 \text{ ساله} \cdot D_D \cdot D_L$$

حال مطابق مراحل گفته شده،  $W$  را برای هر دو محور بدست می‌آوریم که به صورت زیر است:

EAL_0	1225695.549	<b>محور نیشابور_سبزوار</b> <b>مبنای محاسبات: سال ۹۸</b>
ضریب ترافیک 5	1.177394459	
EAL_5	1443127.148	
ضریب ترافیک 20	27.76236272	
EAL_25	40064619.33	
D_L	0.9	
D_D	1	
w_25	36058157.4	

EAL_0	914072.6593	<b>محور سبزوار_نیشابور</b> <b>مبنای محاسبات: سال ۹۸</b>
ضریب ترافیک 5	1.007019627	
EAL_5	920489.1088	
ضریب ترافیک 25	20.26824775	
EAL_25	18656701.31	
D_L	0.9	
D_D	1	
w_25	16791031.18	

برای اینکه بفهمیم کدام محور را مبنای محاسبات روسازی قرار دهیم، دو روش وجود دارد:

۱- محوری را مینا قرار دهیم که بیشترین فشار بر آن وارد می‌شود یعنی بیشترین AADT

محوری که دارای بیشترین فشار است و باید بیشترین فشار را تحمل کند، که همان محور

نیشابور سبزوار است که دارای دو خط سواره رو می باشد. محاسبات مربوط به این روش در

قسمت ترافیک مورد بحث قرار گرفته است

۲- محوری را مبنا قرار دهیم که دارای ترافیک بیشتری است یعنی تعداد کل محورهای عبوری از آن بیشینه باشد، به عبارت دیگر دارای مقایسه‌ی  $W$  های هر دو محور و انتخاب بیشترین  $W$  که فایل اکسل محاسبه‌ی آن ضمیمه شده است.

در نهایت محور نیشابور سبزوار با دو خط سواره رو انتخاب میشود.

همانطور که مشاهده در تصاویر زیر مشهود است، محور مبنا را محور نیشابور سبزوار قرار

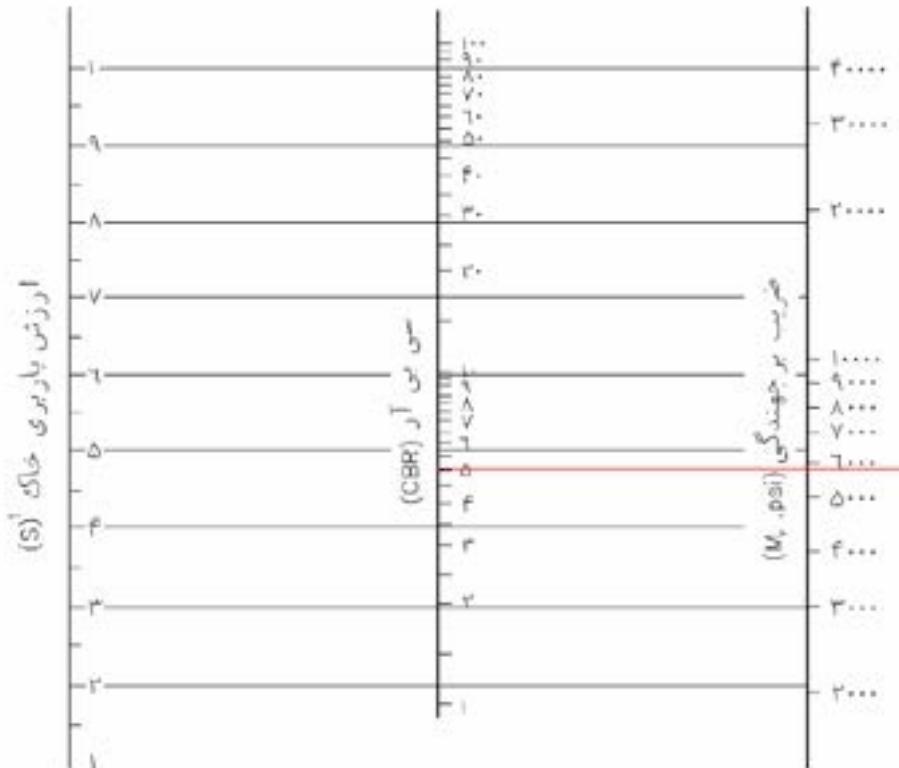
می‌دهیم.

محور سبزوار	محور نیشابور	محور گیلان	محور گیلان	محور گیلان
2109684.089	173224.6957	325786.5985	304036.6876	268135.2437
EAL_0	1225095.549			
نیشابور	1.1777344659			
EAL_5	1443127.149			
سبزوار	27.76236272			
EAL_25	80064619.33			
D_1	0.9			
D_0	1			
W_25	3605813.4			
Delta_PSI	1.7			
محور سبزوار ایجادی اساسی	1960	محور نیشابور ایجادی اساسی	432	
محور سبزوار ایجادی از میان	1950			

محور سبزوار	محور نیشابور	محور گیلان	محور گیلان	محور گیلان
2087684.748	156490.464	81341.86871	139887.4544	200893.7944
EAL_0	914072.6593			
نیشابور	1.067015627			
EAL_5	820488.1588			
سبزوار	20.26824775			
EAL_25	18856.931.31			
D_1	0.9			
D_0	1			
W_25	56791531.16			
Delta_PSI	1.7			
محور سبزوار ایجادی اساسی	1960	محور نیشابور ایجادی اساسی	432	
محور سبزوار ایجادی از میان	1950			

مطابق توضیحات داده شده در قسمت‌های قبل، درآین نامه مورد استفاده این پروژه، برای کلیه راه

های اصلی و آزادراه ها ضریب اطمینان  $80 \times 35 / 35$  درصد و انحراف معیار توصیه شده است. همچنین مطابق ترافیک بدست آمده، CBR طرح برابر ۵ و به طبع آن، مقدار ضریب برجهندگی برابر  $410 \times 0.07$  باشد که نحوه محاسبه آن در زیر آمده است:



شکل (۴-۸) محاسبه ضریب برجهندگی

مطابق نمودار بالا، ضریب برجهندگی برابر  $5860 \text{ psi}$  بدست می آید که باید در  $0.07$  ضرب شود تا

$$\text{مقدار آن به واحد } \frac{KG}{cm^2} \text{ تبدیل شود که برابر } 410 \text{ میشود.}$$

	ضریب برجهندگی
$12500 \times 0.07$	875
$8100 \times 0.07$	567
$5860 \times 0.07$	410

$M_1$  و  $M_2$  ضرایب زهکشی لایه های اساس و زیراساس است که ما در نظر می گیریم.

برای محاسبه  $SN$  نیاز به محاسبه  $D_1$  و  $D_2$  و  $D_3$  داریم که حداقل لایه های اساس، زیراساس و آسفالت میباشد و ضخامت لایه ها بر اساس  $SN_1$  و  $SN_2$  و  $SN_3$  به دست می آید که به آنها عدد

سازه ای روسازی میگویند که به دو صورت قابل محاسبه است:

۱- با استفاده از رابطه‌ی زیر می‌توان مقادیر SN را بدست آورد:

$$\log W_{8.2} = Z_R * S_0 + 9.36 * \log(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} \\ + 2.32 * \log \frac{M_R}{0.07} - 8.07$$

که در آن :

SN \_ عدد سازه‌ای روسازه

W \_ تعداد کل بارهای محوری ساده ۸.۲ تنی هم ارز پیش‌بینی شده در عمر روسازی

M \_ ضریب برجهندگی موثر خاک بستر روسازی، بر حسب  $\text{Kg/cm}^2$

Z \_ انحراف معیار نرمال

S \_ انحراف معیار کلی پیش‌بینی ترافیک و عملکرد روسازی

$\Delta PSI$  \_ افت نشانه خدمت دهی در اثر ترافیک که برابر است با :  $1.7 = 2.5 - 4.2$

در آیین نامه، نشانه خدمت دهی اولیه روسازی‌های آسفالتی، حداقل ۴.۲ نشانه خدمت دهی نهایی برای راه‌های اصلی، برابر ۲.۵ تعیین شده است. بنابراین افت نشانه خدمت دهی برابر ۱.۷ خواهد بود

## ۲- استفاده از دیاگرام

که در نهایت در این قسمت از پروژه برای راحتی و دقت بیشتر در محاسبات، از محیط متلب و رابطه‌ای که بالاتر بیان شد، استفاده شده است به طوریکه فرمول‌های بالا را در محیط متلب کدنویسی کرده ایم و مقادیر مربوطه را بدست آورده ایم. البته چون در این پروژه برای محاسبه ضخامت‌ها نهایی از فرمول استفاده می‌کنیم و از دیاگرام استفاده نمی‌کنیم، در فرمول پارامتری به نام  $Z_R$  وجود دارد که می‌توان آن را از ضریب اطمینانی که ۸۰ درصد توسط آیین نامه پیشنهاد شده بود و در نظر گرفته بودیم بدست آوریم که اینکار با استفاده از جدول زیر صورت می‌گیرد:

جدول (۱۶-۴) ضرایب اطمینان

انحراف معیار نرمال (Zr)	سطح قابلیت اطمینان (R)	نوع راه (برون شهری)
-0.841 تا -1.645	80 - 95	آزادراه و بزرگراه
-0.674 تا -1.645	75-95	راه اصلی
-0.524 تا -1.282	70-90	راه فرعی درجه ۱
0 تا -0.841	50-80	راه فرعی درجه ۲

پس طبق جدول بالا چون نوع راه ما از نوع راه اصلی است و ضریب اطمینان ما نیز ۸۰ درصد در نظر گرفته شده است ، پس میتوان با برآذش خطی به نقاط با اعداد (۷۵,-۰.۶۷۴) و (۹۵,-۱.۶۴۵) ، معادله خط را بدست آورده و سپس با استفاده از معادله خط مقدار Zr برای ضریب اطمینان ۸۰ درصد را بدست آورد که در این پروژه Zr مقدار ۰.۹۱۶۷۵ شده است . حال اطلاعاتی را که تا الان به دست آورده ایم به صورت زیر مرتب میکنیم :

(ضریب اطمینان) R	۸۰ درصد
(انحراف معیار نرمال) Zr	-۰.۹۱۶۷۵
$\Delta PSI$	۱.۷
محور مبنا انتخابی برای محاسبات	محور نیشاپور - سبزوار
W	۳۶۰۵۸۱۵۷
ضریب برجهندگی اساس	۱۹۶۰
ضریب برجهندگی زیر اساس	۱۰۵۰
ضریب برجهندگی بستر (کل)	۴۱۰
(انحراف معیار کلی) S	۰.۳۵

پس در نهایت کد متنی که از آن برای محاسبات ضخامت ها استفاده شد به صورت زیر است :

```

Editor - C:\Users\MSF\Desktop\rahsazi_project\راهنمایی\Calculations.m
Calculations.m > Clear all
1 - clc ; format long ; clear all
2 - w = 36058157.4;
3 - syms SN1 SN2 SN3
4 - s=0.35;
5 - delta_PSI = 1.7;
6 - ZR = -0.91675;
7 - E_BS = 1960; %Above Base
8 - E_SS = 1050; %Above SubBase
9 - E_soil = 410; %Above Soil (Total SM)
10 - eq1 = log10(w) == ZR*s + 9.63*(log10(SN1+1))-0.2+ ...;
11 - ((log10(delta_PSI/2.7))/ (0.4+(1094/(SN1+1)^5.19)))+...
12 - 2.32*(log10(E_BS/0.07))-8.07;
13 - sn1 = vpasolve(eq1);
14 - eq2 = log10(w) == ZR*s+9.63*(log10(SN2+1))-0.2+ ...
15 - ((log10(delta_PSI/2.7))/ (0.4+(1094/(SN2+1)^5.19)))+...
16 - 2.32*(log10(E_SS/0.07))-8.07;
17 - sn2 = vpasolve(eq2);
18 - eq3 = log10(w) == ZR*s+9.63*(log10(SN3+1))-0.2+ ...
19 - ((log10(delta_PSI/2.7))/ (0.4+(1094/(SN3+1)^5.19)))+...
20 - 2.32*(log10(E_soil/0.07))-8.07;
21 - sn3 = vpasolve(eq3);
22 - sn1 = double(sn1);
23 - sn2 = double(sn2);
24 - sn3 = double(sn3);
25 - d1 = (sn1/0.44)*2.5;
26 - sn11 = (ceil(d1)*0.44)/2.5;
27 - d2 = 2.5*(sn2-sn11)/0.13;
28 - sn22 = ceil(d2)*0.13/2.5;
29 - control2 = sn11+sn22;
30 - d3 = 2.5*(sn3-sn22-sn11)/0.11;
31 - sn33 = ceil(d3)*0.11/2.5;
32 - control3 = sn11+sn22+sn33;

```

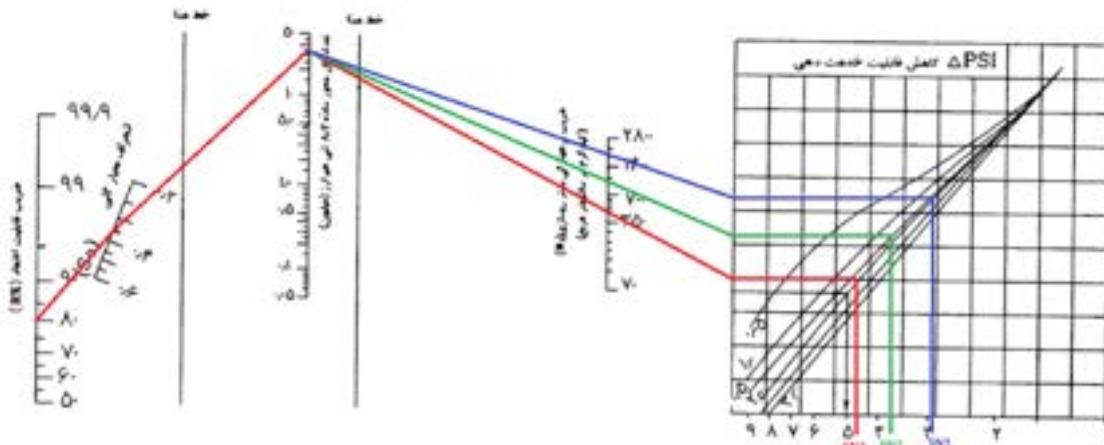
شکل (۴-۹) کد متلب نوشته شده برای محاسبات روسازی

نحوه‌ی کار این کد بدین صورت است که ابتدا  $SN_1$  را بدست می‌آورد و سپس با استفاده از همین، مقدار  $d_1$  بدست می‌آید. حال برای بدست آوردن مقدار  $d_2$ ، از مقدار تصحیح شده‌ی  $SN_1$  که همان مقدار  $SN_1$  و  $SN_2$  است، بدست می‌آوریم و به همین ترتیب ادامه میدهیم که نتیجه‌ی زیر حاصل می‌شود:

Name	Value
control2	4.0720
control3	5.5240
d1	18.3314
d2	13.5279
d3	32.8204
delta_PSI	1.7000
E_BS	1960
E_SS	1050
E_soil	410
eq1	1x1 sym
eq2	1x1 sym
eq3	1x1 sym
s	0.3500
sn1	3.2263
SN1	3x1 sym
sn11	3.3440
sn2	4.0474
SN2	1x1 sym
sn22	0.7280
sn3	5.5161
SN3	1x1 sym
sn33	1.4520
w	3.6058e+07
ZR	-0.9168

شکل (۴-۱۰) خروجی حاصل از کد متلب نوشته شده برای محاسبات روسازی

حال همانطور که در متغیر های بدست آمده از متلب در تصویر بالا میبینیم، عددهای روسازی بدست آمد برای چک کردن صحت مقادیر SN ها، این اعداد را با دیاگرام بدست می آوریم که در زیر مشاهده میکنیم:



شکل (۴-۱۱) دیاگرام رسم شده و عدد های SN بدست آمده

حال میتوانیم مقادیر SN ای را که از نرم افزار و همچنین مقادیر SN ای را که از دیاگرام بدست آورده ایم ، با هم مقایسه کنیم تا ببینیم با هم همخوانی دارند یا خیر . که جدولی که هر دو مقادیر SN در آن بیان شده است به صورت زیر است :

جدول (۴-۱۷) مقادیر SN حاصل از متلب و دیاگرام

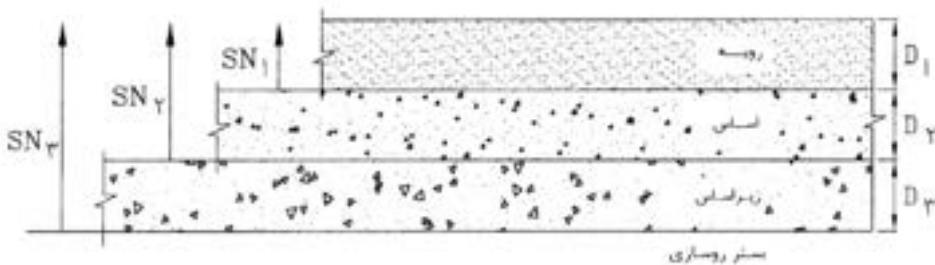
مقادیر بدست آمده از دیاگرام	مقادیر بدست آمده از متلب	
۳.۱	۳.۲۲	SN ۱
۴.۲	۴.۰۴	SN ۲
۵.۴	۵.۵۱	SN ۳

در نهایت همانطور که از جدول بالا قابل مشاهده است، عددهای بدست آمده نزدیک هم است پس برای ادامه ی محاسبات روسازی و بدست آوردن ضخامت ها ، از اعداد بدست آمده از متلب استفاده میکنیم

زیرا که از دقت بالاتری برخوردار هستند.

همچنین شکل مفهومی ضخامت لایه های بستر روسازی و عدد  $SN$  هر کدام به صورت زیر خواهد

بود:



شکل (۴-۱۲) لایه های روسازی

همچنین روابطی که در کد مطلب از آن ها برای بدست آوردن ضخامت ها استفاده شده است، به شرح

زیر است:

ضخامت آسفالت:

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} * 2.5$$

$$\overline{SN}_1 \geq \frac{a_1 * D_1}{2.5}$$

ضخامت اساس:

$$D_\gamma \geq \frac{SN_\gamma - \overline{SN}_1}{a_\gamma m_\gamma} * 2.5$$

$$SN_\gamma = \frac{a_\gamma m_\gamma * D_\gamma}{2.5} \rightarrow SN_\gamma \geq \overline{SN}_\gamma + \overline{SN}_1$$

ضخامت زیر اساس:

$$D_\gamma \geq \frac{SN_\gamma - (\overline{SN}_1 + \overline{SN}_\gamma)}{a_\gamma m_\gamma} * 2.5$$

در پروژه ما در روابط بالا،  $a_1$ ،  $a_2$ ،  $a_3$  به ترتیب ضرایب لایه های قشر آسفالتی، اساس شکسته و زیر اساس می باشد که به ترتیب برابر  $44.0$  و  $13.0$  و  $11.0$  است.

همچنین  $m_2$ ،  $m_3$  به ترتیب برابر ضرایب زهکشی لایه های زیر اساس و اساس و ضرایب  $D_1$ ،  $D_2$ ،  $D_3$  بیانگر ضخامت های لایه های آسفالتی، اساس و زیر اساس بر حسب سانتیمتر است.

ضریب ارتجاعی لایه زیر اساس برابر  $kgcm^2/1050$  معادل  $a_3=11.0$  در نظر گرفته شده است، همچنین ضریب ارتجاعی لایه اساس، با سی بی ار  $80$  درصد، معادل  $kgcm^2/1960$  معادل  $a_1=44.0$  فرض و نیز برای لایه ای اسفالت این ضریب برابر  $kgcm^2/31500$  معادل  $a_2=13.0$  فرض شده است. لازم به ذکر است ضریب ارتجاعی کلی برای طرح روسازی برابر  $kgcm^2/410$  فرض شده است. همچنین تمامی اعداد ضخامت بدست آمده بر حسب سانتی متر است.

ضخامت های بدست آمده برای محور مورد نظر به شرح زیر است:

جدول (۴-۱۸) ضخامت های حداقلی

ضخامت تقریبی آسفالت	ضخامت تقریبی اساس
$18=12+6$	ضخامت تقریبی اساس
$14$	ضخامت تقریبی زیر اساس
$33$	مجموع
$65$	

طبق روابط فوق، ضخامت حداقلی برای لایه ها بدست آمده است که باید برای پیدا کردن ضخامت های نهایی یا ضخامت پیشنهادی، به چند نکته توجه کنیم. با توجه به اینکه پیشنهاد میشود که ضخامت اساس نباید کمتر از  $15$  سانتی متر و ضخامت زیر اساس باید بالای  $20$  سانتی متر باشد. همچنین در شرایط یخبندان، ضخامت قشر زیراساس با توجه به محاسبات عمق نفوذ یخبندان افزایش می یابد.

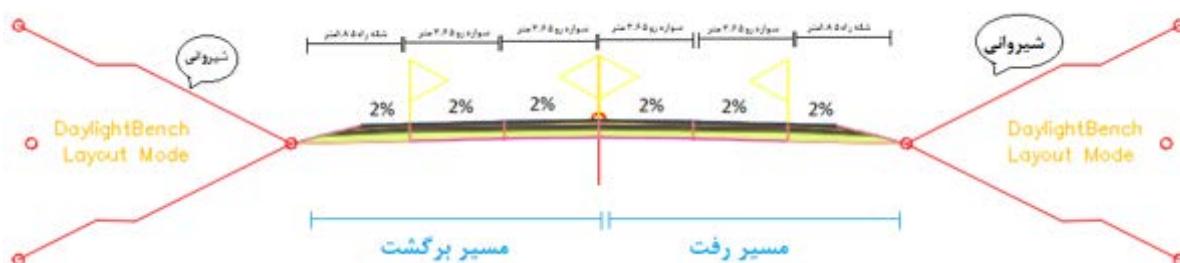
مطابق نکات گفته شده در بالا که در آین نامه آورده شده است، طرح زیر را پیشنهاد میدهیم:

جدول (۴-۱۹) ضخامت های محاسباتی و پیشنهادی

ضخامت های پیشنهادی	ضخامت های محاسباتی	
$15 = 10 + 5$	$18 = 12 + 6$	ضخامت تقریبی آسفالت
۱۵	۱۴	ضخامت تقریبی اساس
۳۵	۳۳	ضخامت تقریبی زیر اساس
۶۵	۶۵	مجموع

در نهایت پروفیل عرضی طراحی شده برای مسیر با در نظر داشتن ضخامت ها تعیین شده به صورت

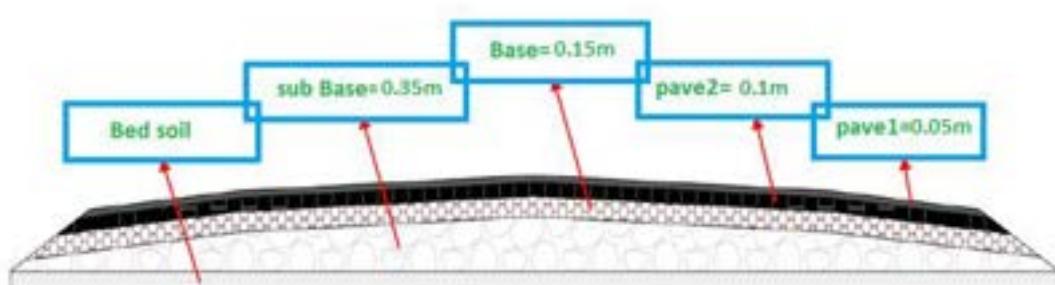
زیر خواهد بود :



شکل (۴-۱۳) مقطع تیپ عرضی مسیر

همچنین نمایش مقطع عرضی مسیر به همراه ضخامت های مربوط به هر کدام از لایه های آن به

صورت زیر است :

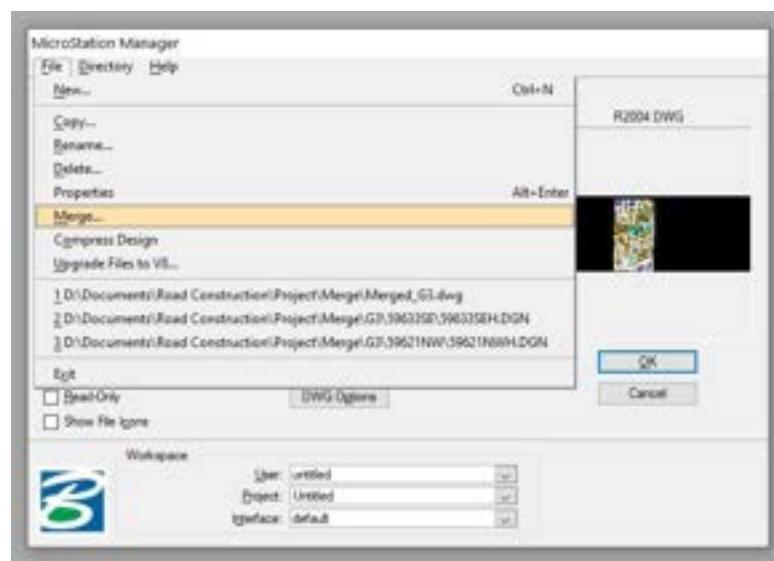


شکل (۴-۱۴) ضخامت های لایه های مختلف مسیر در مقطع تیپ عرضی

# فصل ۵: طراحی آنالوگ راه و تعیین پارامترهای مربوط به آن

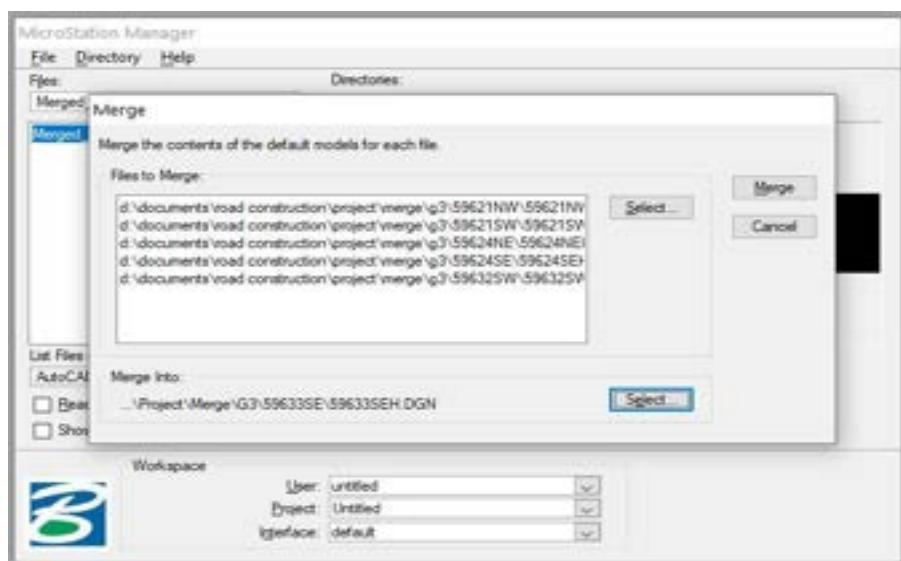
## ۱-۵- ترکیب شیت های مختلف نقشه

برای شروع طراحی آنالوگ ابتدا باید شیت های نقشه را در کنار هم قرار دهیم. برای اینکار از نرم افزار microstation استفاده می کنیم. دایرکتوری که شیت های نقشه در آن قرار دارند را به برنامه معرفی می کنیم و از قسمت Files، گزینه merge را انتخاب می کنیم.



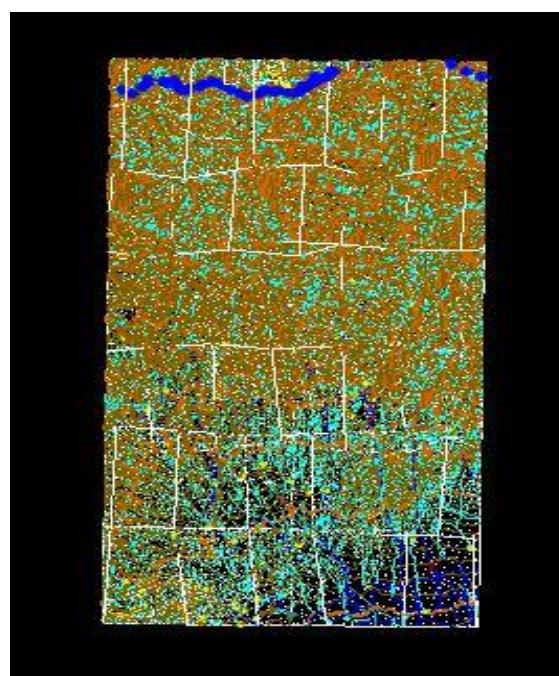
شکل (۱-۵) نحوه merge کردن شیت های نقشه

۵ شیت را انتخاب کرده و به شیت ۶ ام متصل می کنیم. در قسمت مشخص کردن شیت ها، شیت هایی که المان های ارتفاعی را در خود دارند، به برنامه می دهیم. پس تمام شیتهای که نامشان به H ختم می شود را مشخص می کنیم. در قسمت merge into هم شیت ششم را مشخص می کنیم:



شکل (۵-۲) نحوه merge کردن شیت های مختلف نقشه

در نهایت گزینه merge را انتخاب می کنیم و در نهایت نقشه به شکل زیر حاصل می شود:



شکل (۵-۳) شیت های ترکیب شده

از نقشه‌ی فوق خروجی‌های dwg. و dgn. می‌گیریم تا ادامه‌ی پروژه را در محیط‌های Arcmap و Civil 3D ادامه دهیم.

## ۵-۲- طراحی آنالوگ

دو مورد از بخش‌های مطالعات مسیر عبارتند از:

۱. تهیه‌ی پلان اولیه‌ی مسیر به همراه مشخصه‌های هندسی آن بر روی نقشه توپوگرافی.
۲. تهیه‌ی نیمرخ طولی و عرضی مسیر.

برای محاسبه‌ی حداکثر میزان شیب لازم است از متوسط شیب منطقه استفاده کنیم. مقدار متوسط شیب منطقه ۲۸.۰۷ درصد است که مطابق تقسیم بندی زیر در طبقه‌ی کوهستانی قرار می‌گیرد.

Statistics	Value
General	
Extended	
2D surface area	931785709.03sq.m
3D surface area	983810113.58sq.m
Minimum grade/slope	0.00%
Maximum grade/slope	191955.86%
Mean grade/slope	28.07%
TIN	

شکل (۵-۴) متوسط شیب منطقه

### ● طبقه‌بندی راه

- ⊕ طبقه‌بندی راه بر اساس توپوگرافی منطقه
- راه هموار یا دشتی
  - شیب متوسط منطقه کمتر از ۳ درصد

- راه تپه ماهوری
  - شیب متوسط منطقه بین ۳ تا ۷ درصد

- راه کوهستانی
  - شیب متوسط منطقه بیشتر از ۷ درصد

سپس با توجه به جدول ۲-۴ آیین نامه ۴۱۵ سرعت طرح را بدست می آوریم.

جدول (۵-۱) سرعت طرح

جدول ۲-۴- سرعت طرح برای راههای شریانی و اصلی									
راههای اصلی درجه یک جدا نشده و درجه دو		راههای اصلی درجه یک جدا نشده		راههای شریانی (از راههای بزرگراهها)		نوع راه		وضعیتی و بلندی	
حداکثر	متوسط	حداقل	حداکثر	متوسط	حداقل	حداکثر	متوسط		
۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۲۰	۱۱۵	۱۱۰	۱۳۰	۱۲۰	دست	
۱۱۰	۱۰۵	۱۰۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۲۰	۱۱۵	تبه ماهور	
۱۰۰	۹۰	۸۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	۱۱۰	۹۵	کوهستانی	

با توجه به جدول فوق و با توجه به آنکه میخواهیم مسیر اصلی طراحی کنیم، سرعت طرح برابر می شود با ۱۰۰ کیلومتر در ساعت. سپس از جدول ۲-۵ برای بدست آوردن حداکثر شیب استفاده می کنیم.

جدول (۵-۲) حداکثر شیب طولی

جدول ۲-۵- حداکثر شیب طولی برای آزادراهها، بزرگراهها و راههای اصلی						نوع منطقه	
سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	۱۳۰	۱۲۰	۱۱۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	
حداکثر شیب طولی							
۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	هموار
-	۴	۴	۵	۵	۵	۵	تبه ماهور
-	-	۵	۶	۶	۶	۶	کوهستانی

چنانچه نیمrix دو طرف مستقل از هم باشند، می توان در سوازیبری یک درصد به حداکثرهای داده شده اضافه کرد مثروظه بر اینکه در آزادراهها و بزرگراهها و نقاط سرددسیر، مقدار شیب از ۶ درصد تجاوز نکند.

در صورتی که راه در منطقه های گرسیر و بدون احتمال پختن قرار گیرد، می توان برای سرعت ۸۰ کیلومتر در ساعت، حداکثر شیب طولی را با ۷ درصد افزایش داد.

با توجه به جدول بالا، حداکثر شیب طولی ۶ درصد است.

پس در طراحی آنالوگ باید دو مسیر با شیب های ۴ درصد و ۶ درصد طراحی کنیم.

## ۲-۲-۵- طراحی آنالوگ مسیر ۴ درصد

بنابراین لازم است ابتدا مسیرهای اولیه را طراحی کنیم. این طراحی به کمک روش دایره زدن صورت می‌گیرد. یکی از مسیرهای خواسته شده در چک لیست، مسیر با شیب ۴ درصد است. پس طبق

فرمول  $L = \frac{\Delta h}{i_{max}}$  باید شعاع دایر را پیدا کنیم. با توجه به آنکه فاصله‌ی منحنی میزان‌ها را ۵ متر و حداقل شیب را هم ۴ درصد در نظر گرفتیم، داریم:

$$L = \frac{5}{0.04} = 125 \text{ m}$$

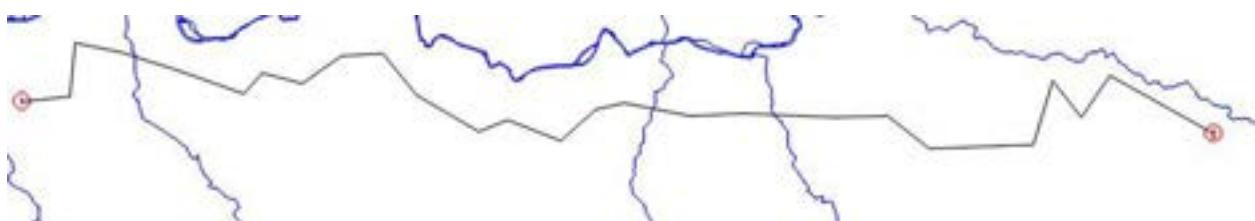
پس برای طراحی مسیر اولیه لازم دوایری به شعاع ۱۲۵ متر بزنیم. روش دایر زدن به این صورت است که از نقطه‌ی ابتدای مسیر شروع به دایر زدن کرده و محل تقاطع هر دایر با منحنی میزان قبلی یا بعدی یا خود آن منحنی میزان، می‌شود مرکز دایری بعدی. اگر این کار را تا نقطه‌ی پایان مسیر ادامه دهیم، در نهایت شمایل مسیر اولیه ظاهر می‌شود:



شکل (۵-۵) دایره‌های مسیر ۴ درصد

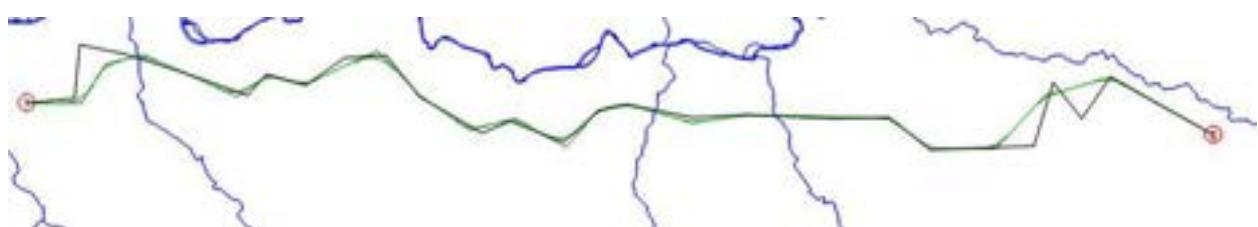
دوایر در لایه‌ی ۴ ذخیره شده‌اند.

گام بعدی آن است که مرکز دوایر را به هم متصل کنیم تا خطوط شکسته‌ی نهایی بدست آیند. شکل زیر مربوط به خطوط شکسته‌ی حاصل وصل کردن دایره‌ها برای مسیر ۴ درصد است.

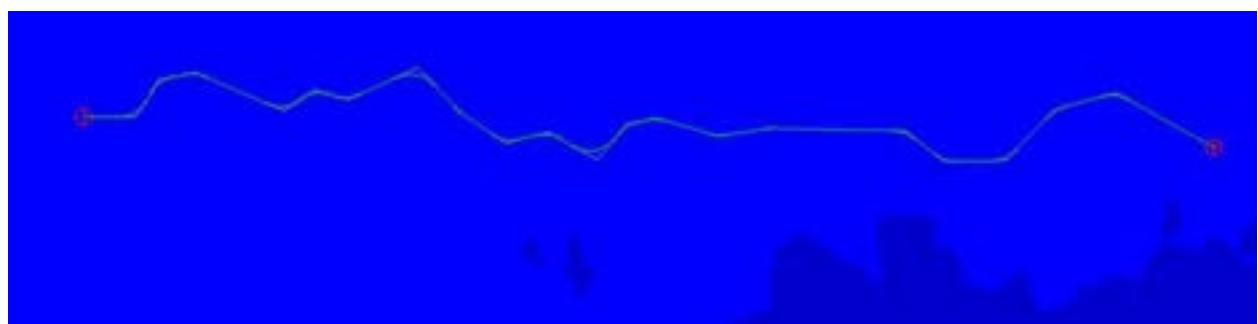


شکل (۵-۶) مسیر خط شکسته‌ی ۴ درصد

پس از آن لازم است که به خطوط شکسته، یک خط برازش دهیم تا در نهایت از آن مسیر نهایی را شکل دهیم و قوس ها را روی آن پیاده کنیم. باید سعی کنیم که مسیر برازش داده شده زیاد شکستگی نداشته باشد؛ هرچه شکستگی های مسیر برازش داده شده بیشتر باشد تعداد قوس ها بیشتر خواهد بود که باعث پرپیچ و خم شدن مسیر و کاهش ایمنی آن خواهد شد. از طرفی مسیر برازش داده شده نباید از خطوط شکسته زیاد فاصله بگیرد. مسیر سبز رنگ در شکل زیر، مسیر برازش داده شده به خطوط شکسته است.



شکل (۵-۷) مسیر برازش داده شده ۴ درصد



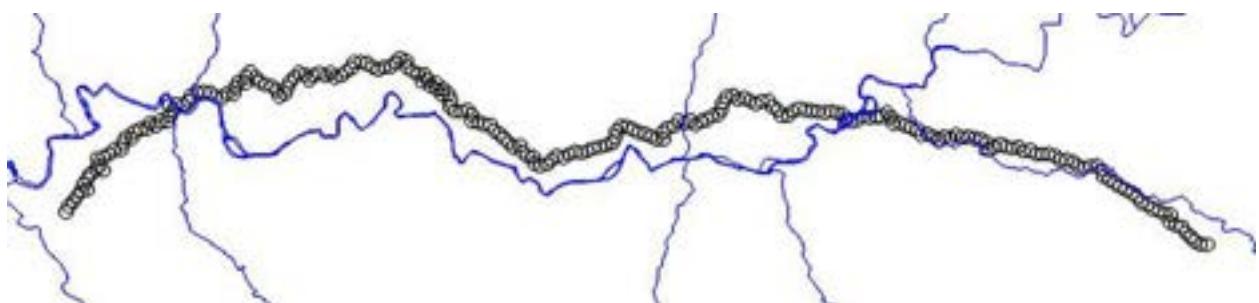
شکل (۵-۸) مسیر نهایی ۴ درصد در مدل ارتفاعی

### ۵-۲-۳- طراحی آنالوگ مسیر ۶ درصد

برای طراحی این مسیر همانند مسیر ۴ درصد، ابتدا باید شعاع دوایر را تعیین کنیم:

$$L = \frac{\Delta h}{i_{max}} \rightarrow L = \frac{5}{0.06} = 83.33 \text{ m}$$

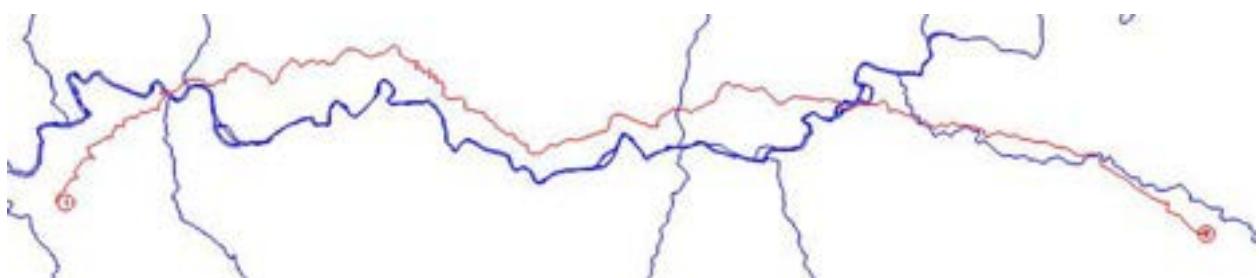
پس لازم است دوایری به شعاع ۸۳.۳۳ متر بزنیم تا طرحی از مسیر اولیه بدست آوریم.



شکل (۵-۹) دایره های مسیر ۶ درصد

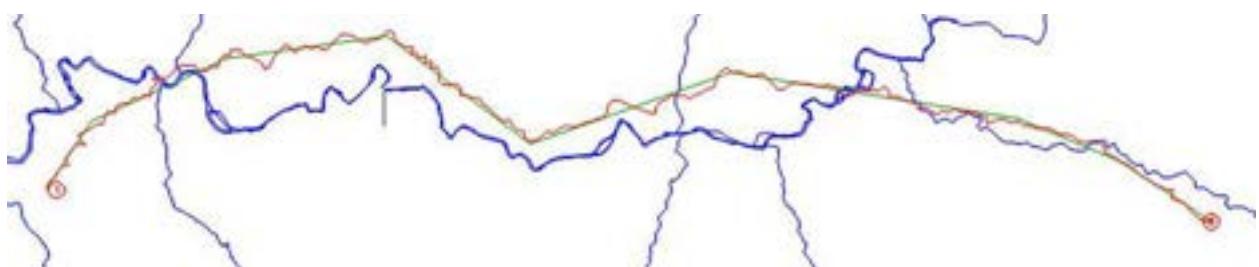
دوایر در لایه ۶ circles ذخیره شده اند.

سپس لازم است که مراکز دایره ها را به هم وصل کنیم تا خطوط شکسته حاصل شوند:



شکل (۵-۱۰) مسیر خط شکسته ۶ درصد

در نهایت مسیر برآش داده شده به شکل به صورت زیر خواهد بود (خطوط شکسته به رنگ قرمز و مسیر برآش داده شده به رنگ سبز):



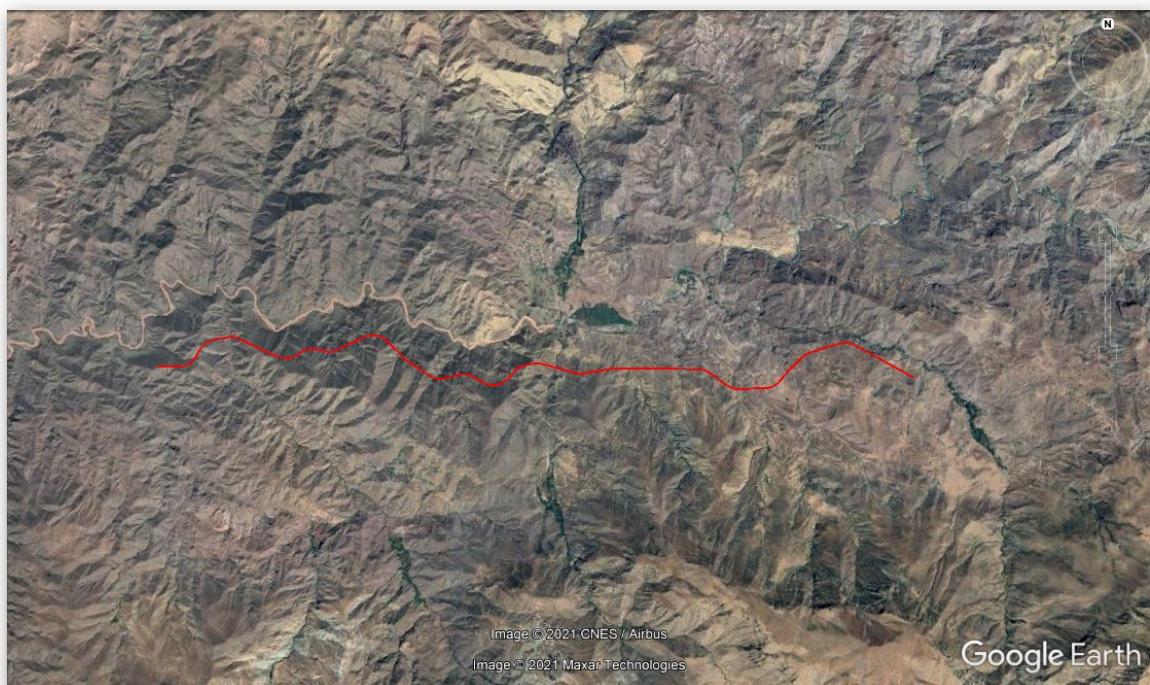
شکل (۵-۱۱) مسیر برآش داده شده ۶ درصد



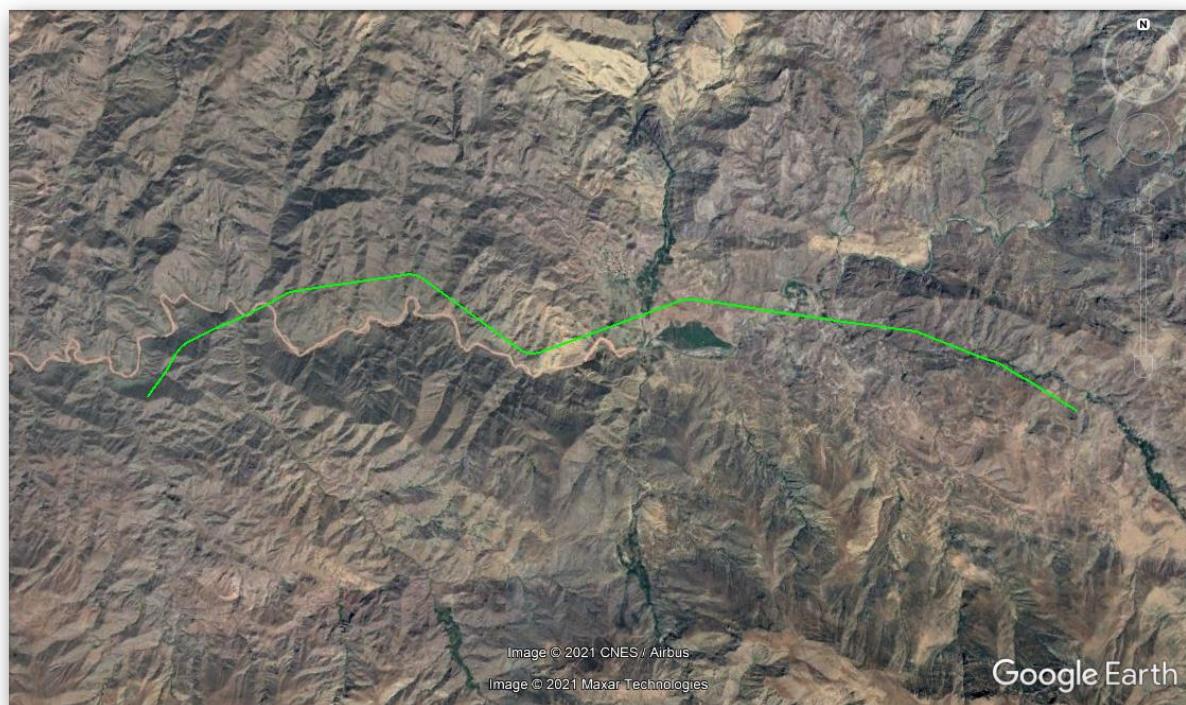
شکل (۵-۱۲) مسیر نهایی ۶ درصد در مدل ارتفاعی

### ۳-۵-۳- تصاویر دو واریانت در Google Earth

جهت کنترل طراحی واریانت ها از عکس های هوایی منطقه با استرسکوپ یا وارد کردن لایه مسیر طراحی شده در گوگل ارث استفاده خواهد شد.



شکل (۵-۱۳) تصویر واریانت ۴ درصد در گوگل ارث

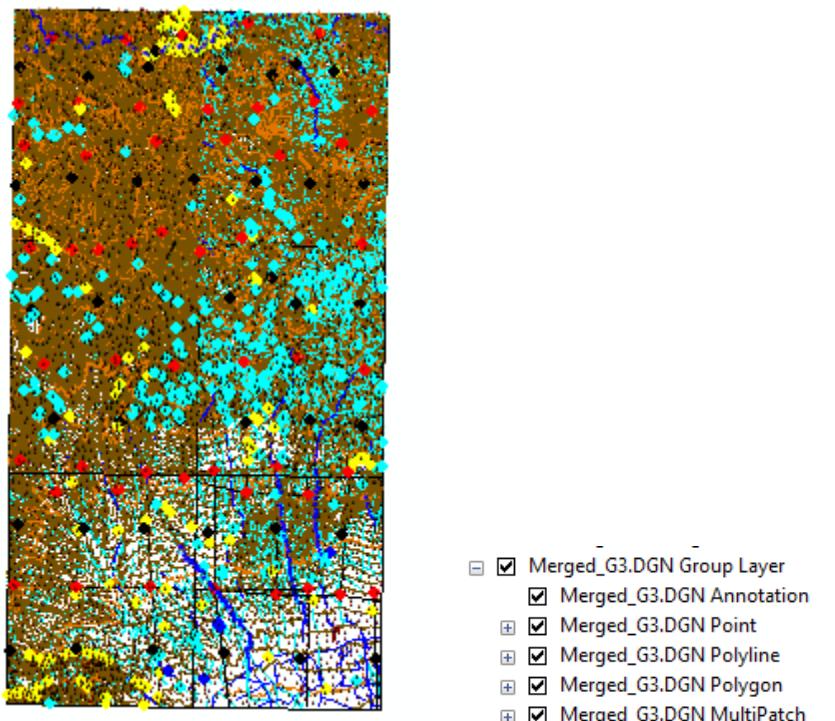


شکل (۵-۱۴) تصویر واریانت ۶ درصد در گوگل ارث

## فصل ۶: طراحی رقومی راه

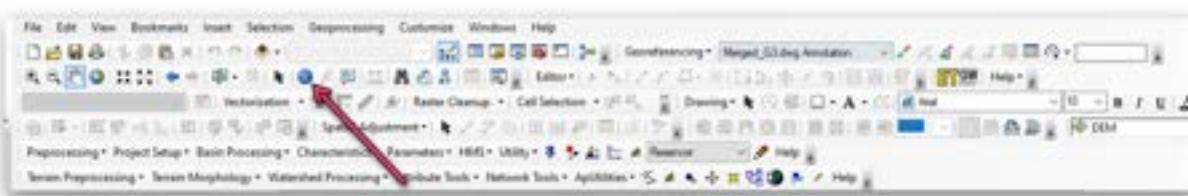
### ۱-۶- شروع طراحی رقومی

پس از انکه شیت های نقشه را به هم متصل کردیم، فایل های خروجی را که از برنامه گرفته ایم را در برنامه Arcgis وارد می کنیم. وقتی که فایل dgn خروجی گرفته شده را به برنامه وارد میکنیم به صورت زیر خواهد بود :



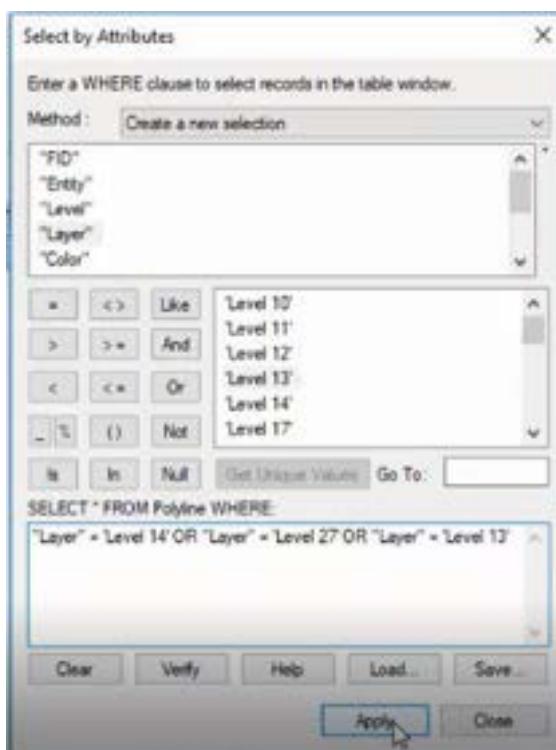
شکل (۱-۶) وارد کردن خروجی های microstation در آرک

حال باید سعی کنیم لایه های مورد نیاز را از بین تمام لایه های موجود در فایل dgn. جدا کنیم. یکی از این لایه ها، لایه ی منحنی میزان هاست. المان های هر لایه در یک level قرار دارند. باید به کمک ستون level در جدول توصیفی پلی لاین ها، المان های مورد نیاز را جدا کنیم. برای پیدا کردن لایه ها از ابزار identify با استفاده از گزینه زیر استفاده می کنیم:



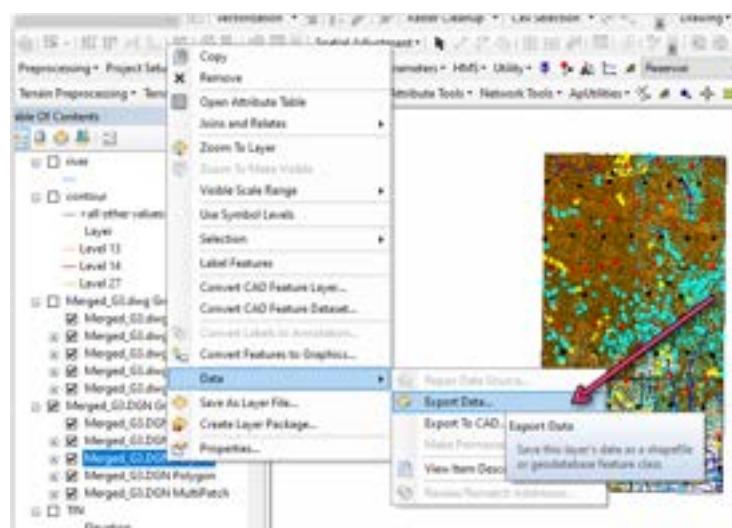
شکل (۶-۲) ابزار identify

لایه های مربوط به منحنی میزان ها در لول های ۱۳، ۱۴ و ۲۷ قرار دارند. جدول توصیفی لایه ی پلی لاین فایل dgn. را باز کرده و گزینه ی select by attribute را انتخاب می کنیم. به کمک یک عبارت توصیفی که در تصویر زیر بیان شده است:



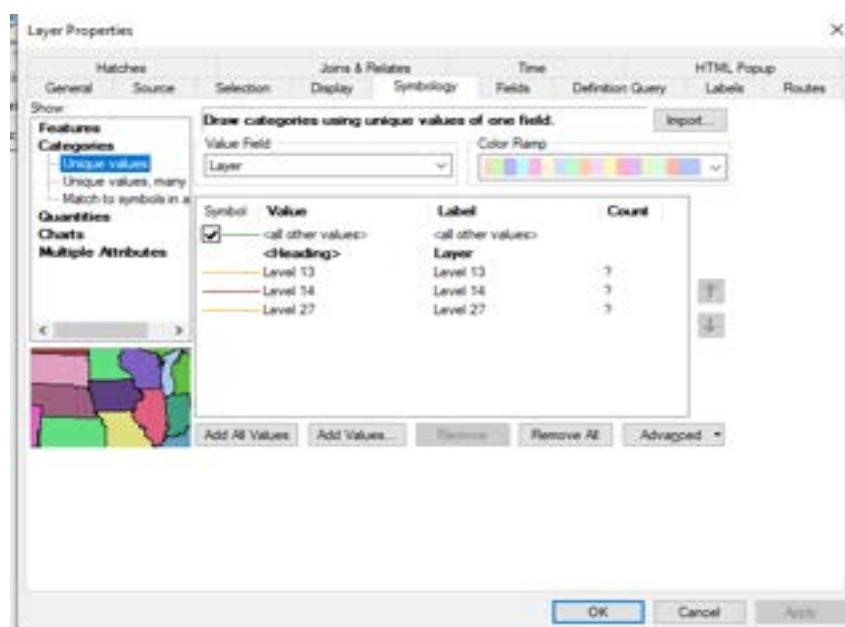
شکل (۶-۳) جدا کردن لایه های موردنظر

المان های مورد نظر را انتخاب (سلکت) میکنیم. سپس المان های انتخاب شده را به روش زیر خروجی گرفته و با نام contour ذخیره می کنیم:



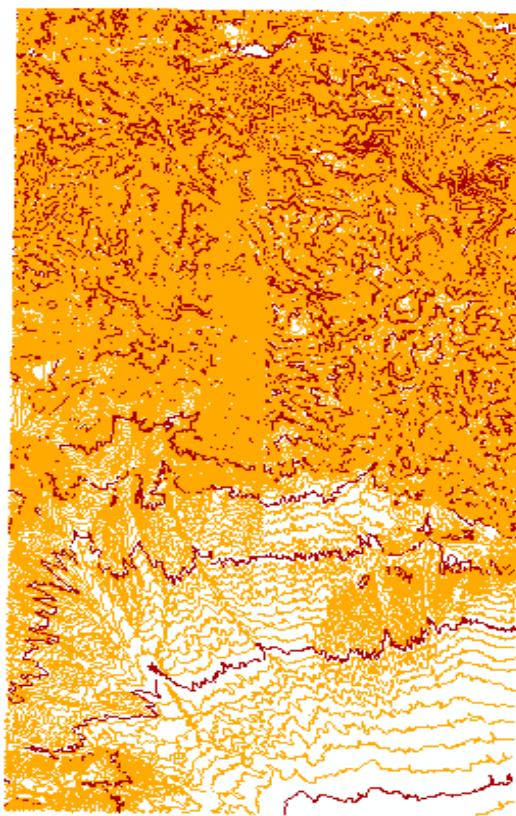
شکل (۶-۴) خروجی گرفتن داده ها

حال که لایه contour ما بدست آمد میتوانیم با کلیک راست روی لایه آن و انتخاب گزینه properties ، سیمبولوژی این لایه برای نمایش را به صورت زیر تعریف کنیم :



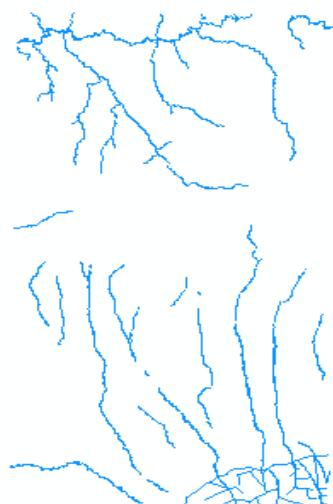
شکل (۶-۵) سیمبولوژی لایه کانتور ها

که در نهایت لایه کانتور های ما به صورت زیر به نمایش در خواهد آمد :



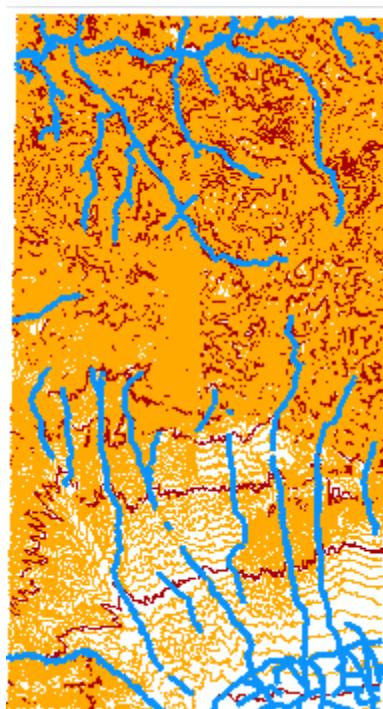
شکل (۶-۶) کانتورها در gis

در مرحله‌ی بعد باید لایه‌ی رودخانه‌ها را بسازیم. لول رودخانه عبارتند از ۳۷، ۴۰ و ۴۱. دقیقاً مراحلی را که برای کانتور‌ها طی کردیم برای لایه رودخانه نیز طی میکنیم و در نهایت رودخانه‌ها را نیز در لایه‌ی river ذخیره می‌کنیم که نمایش آن‌ها در نقشه به صورت زیر خواهد بود:



شکل (۶-۷) لایه رودخانه در gis

همچنین نمایش لایه کانتورها و لایه رودخانه به طور همزمان نیز به صورت زیر خواهد بود :



شکل (۶-۸) لایه رودخانه و کانتور همزمان در gis

حال در مرحله بعد باید از کانتور هایی که در اختیار داریم، یک TIN تولید کنیم . برای ساختن TIN ابتدا باید جدول داده ها توصیفی کانتورها در ستون elevation را مشاهده کنیم که دارای هیچکدام از کانتورها دارای اطلاعات اشتباه یا صفر یا خیلی بزرگ نباشند که اطلاعات ستون elevation در اطلاعات توصیفی کانتورها به صورت زیر چک گردید :

از ارتفاع کم به زیاد :

contour										
ID	Shape *	ID_	Entity	Level	Layer	Color	LineType	Elevation	LineWt	BarName
2204	Polyline ZM	0	LineString	14	Level 14	46	Solid	400	1	
2205	Polyline ZM	0	LineString	14	Level 14	46	Solid	400	1	
7838	Polyline ZM	0	LineString	13	Level 13	150	Solid	420	0	
2248	Polyline ZM	0	LineString	13	Level 13	150	Solid	420	0	
2250	Polyline ZM	0	LineString	13	Level 13	150	Solid	420	0	
2401	Polyline ZM	0	Complex Chan	13	Level 13	150	Solid	420	0	
2915	Polyline ZM	0	Complex Chan	13	Level 13	150	Solid	420	0	
2962	Polyline ZM	0	LineString	13	Level 13	150	Solid	440	0	
1719	Point ZM	A	Point	111	level 11	+65	Raster	440	0	

شکل (۶-۹) اطلاعات توصیفی کانتور از کم به زیاد

از ارتفاع زیاد به کم :

FID	Shape #	FID	Entity	Level	Layer	Color	Linetype	Elevation	LineWt	RefName
7565	Polyline ZM	0	Closed Shape	14	Level 14	48	Solid	2500	1	
8766	Polyline ZM	0	Closed Shape	13	Level 13	150	Solid	2400	0	
7570	Polyline ZM	0	Closed Shape	13	Level 13	150	Solid	2400	0	
8765	Polyline ZM	0	Closed Shape	13	Level 13	150	Solid	2400	0	
8773	Polyline ZM	0	Closed Shape	13	Level 13	150	Solid	2400	0	
7573	Polyline ZM	0	Closed Shape	14	Level 14	48	Solid	2400	1	
8767	Polyline ZM	0	Closed Shape	14	Level 14	48	Solid	2400	1	
8810	Polyline ZM	0	LineString	14	Level 14	48	Solid	2400	1	
9210	Polyline ZM	811	LineString	14	Level 14	48	Contour	2400	1	

شکل (۶-۱۰) اطلاعات توصیفی کانتور از زیاد به کم

که همانطور که مشاهده میشود در داده ها کانتور مشکلی وجود ندارد . اینکار را برای لایه رودخانه نیز انجام داده و آن را نیز چک کردیم که آن هم بدون مشکل بود .

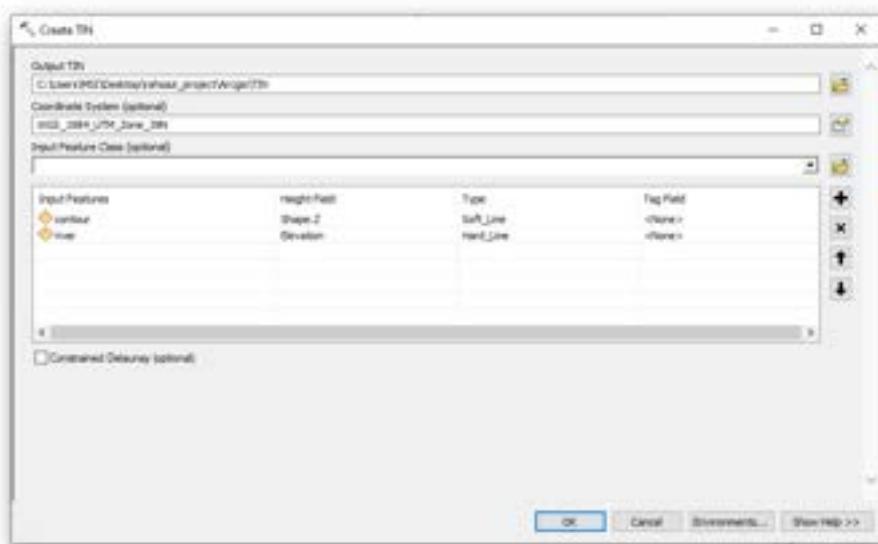
## ۶-۲ - ایجاد TIN

حال باید با استفاده از لایه کانتور ها و رودخانه اقدام به ساختن **TIN** یا مثلث بندی کنیم . بدین منظور باید با انتخاب ابزار زیر از مسیر زیر :



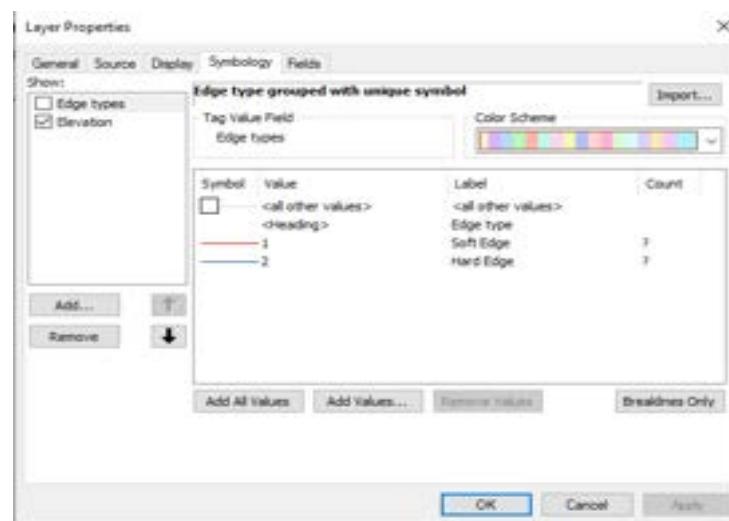
شکل (۶-۱۱) دستور ساخت TIN

پنجره ای که باز میشود را به صورت زیر تکمیل کنیم :



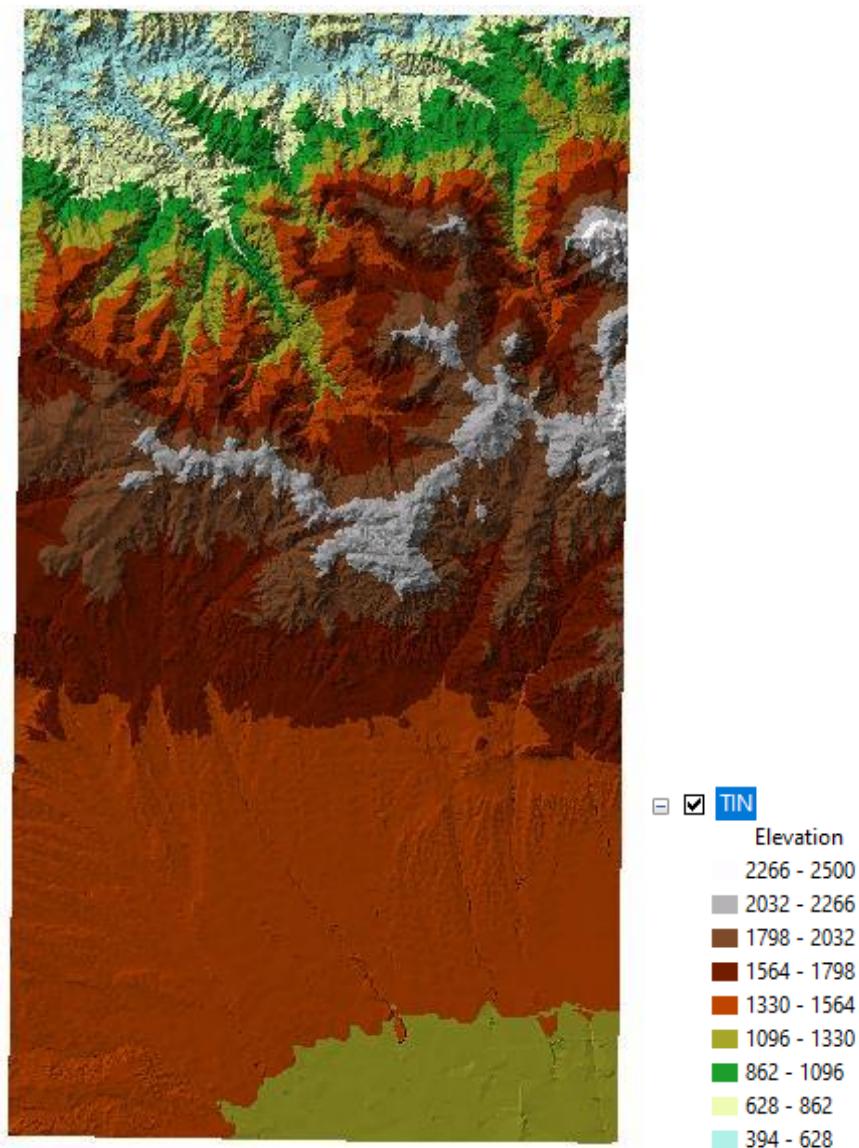
شکل (۶-۱۲) تکمیل پنجره دستور ساخت TIN

در نهایت TIN ما به دست می آید . حال با کلیک راست بر روی لایه TIN ساخته شده و زدن گزینه properties ، سیمبولوژی آن را به صورت زیر تنظیم میکنیم تا خطوط لبه tin را نمایش ندهد :



شکل (۶-۱۳) سیمبولوژی TIN

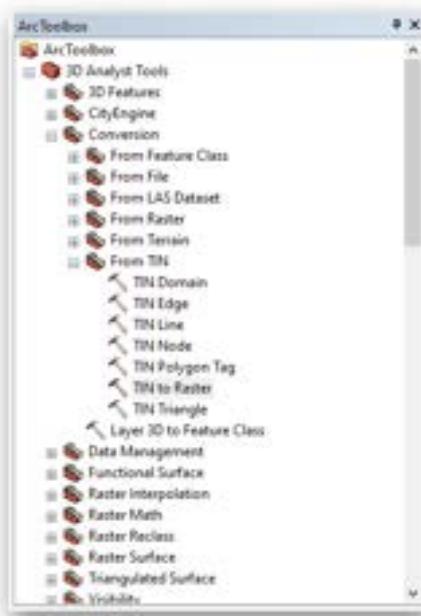
در نهایت TIN ساخته شده از منطقه ما به صورت زیر در می آید :



شکل (۶-۱۴) TIN ساخته شده

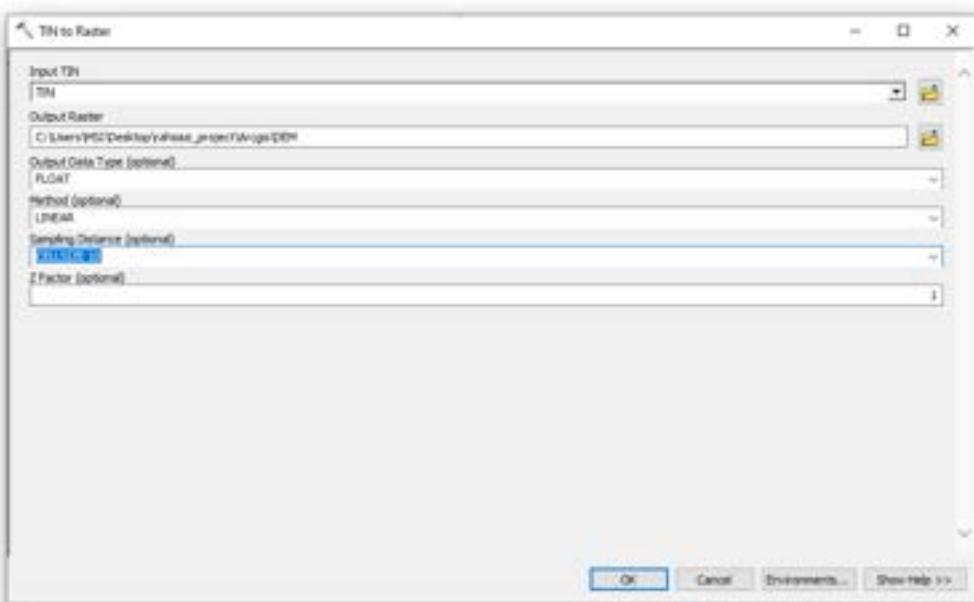
### ۶-۳- ایجاد DEM

در این مرحله از پروژه باید با استفاده از TIN که در مرحله قبل ساخته ایم ، با استفاده از ابزار زیر اقدام به ساختن DEM کنیم :



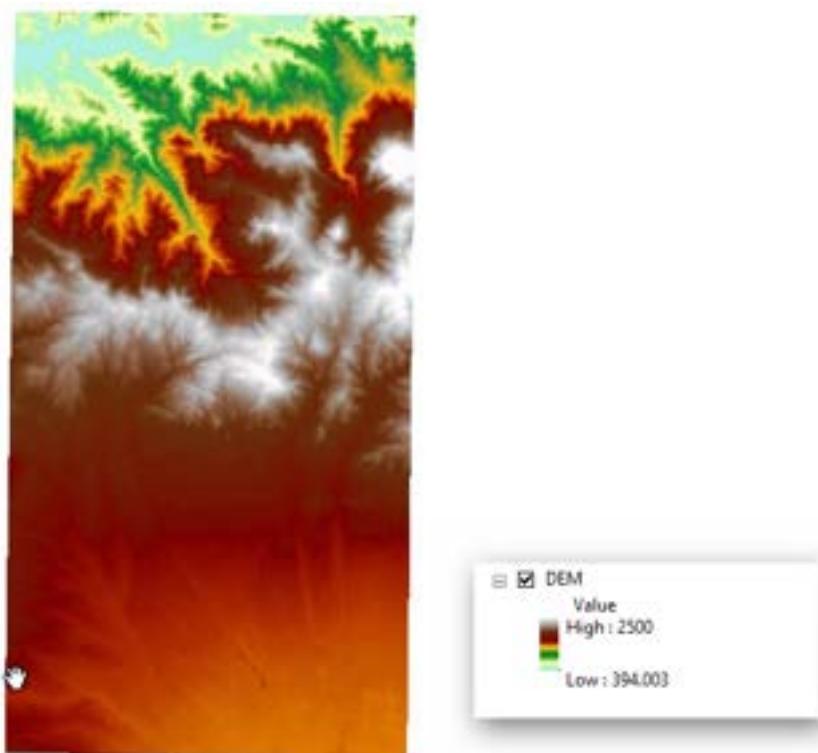
شکل (۶-۱۵) تبدیل TIN به DEM

پنجره ای که باز میشود را به صورت زیر تکمیل کنیم :



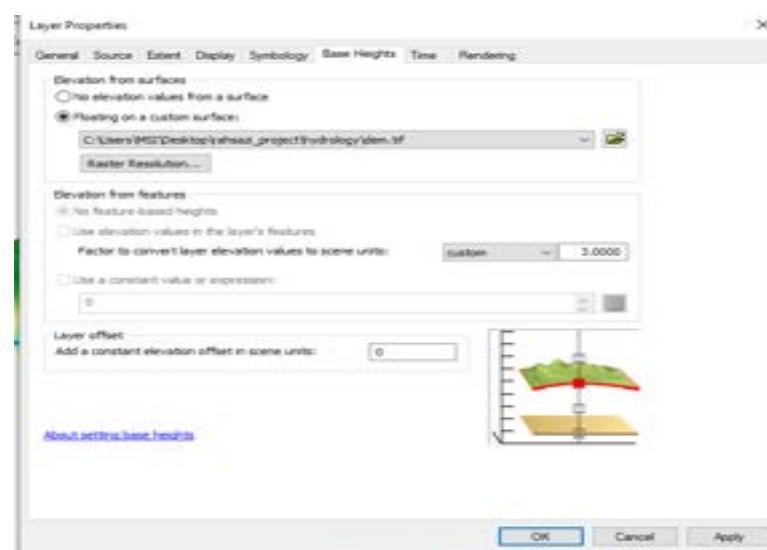
شکل (۶-۱۶) تکمیل پنجره دستور TIN به DEM

در نهایت DEM ای که ساخته میشود به صورت زیر خواهد بود :



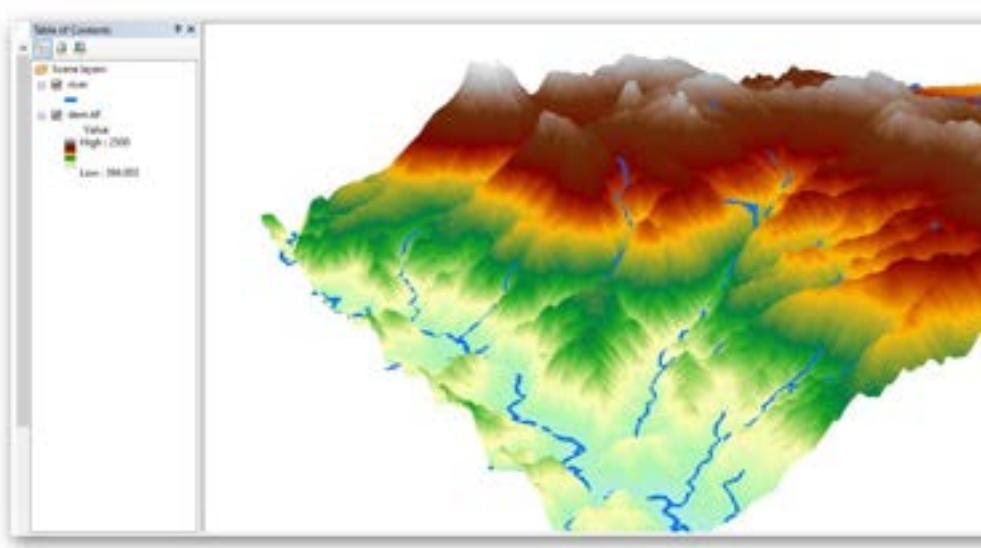
شکل (۶-۱۷) نقشه DEM ساخته شده

همچنین DEM منطقه که به برنامه Arcscene کپی شده و قسمت base height آن به صورت زیر تکمیل گردیده است :



شکل (۶-۱۸) سه بعدی سازی DEM

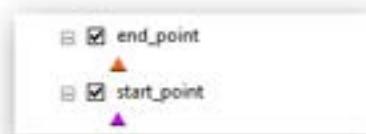
همچنین برای لایه رودخانه نیز تب base height به صورت بالا تکمیل شده است فقط مقدار layer offset آن عدد ۵۵ قرار داده شده است . در نهایت مدل سه بعدی منطقه با رودخانه روی آن از یک منظر به صورت زیر قابل مشاهده است :



شکل (۶-۱۹) DEM سه بعدی

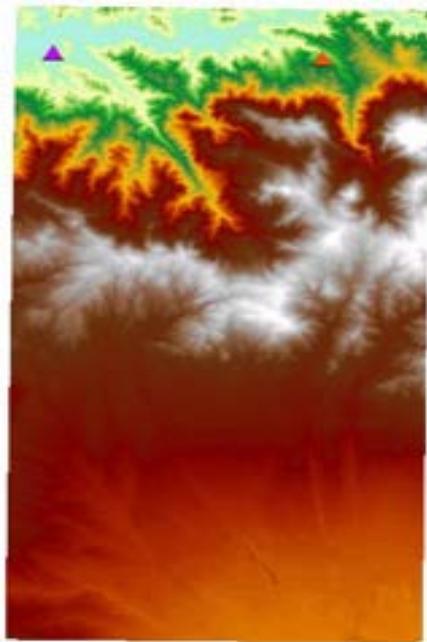
### ۶-۳-۲ - وارد کردن نقاط ابتدا و انتهای مسیر

در قسمت بعدی از پروژه که میخواهیم آن را انجام دهیم ، اضافه کردن نقاط مبدا و مقصد مسیری که میخواهیم طراحی کنیم به نقشه dem تهیه شده در برنامه arcgis است که برای اینکار باید ابتدا دو شیپ فایل با نام نقاط شروع و پایان بسازیم و آن ها را به لایه ها خود اضافه کنیم که اینکار به صورت زیر انجام گرفته است :



شکل (۶-۲۰) لزاندراز نقاط مبدا و مقصد

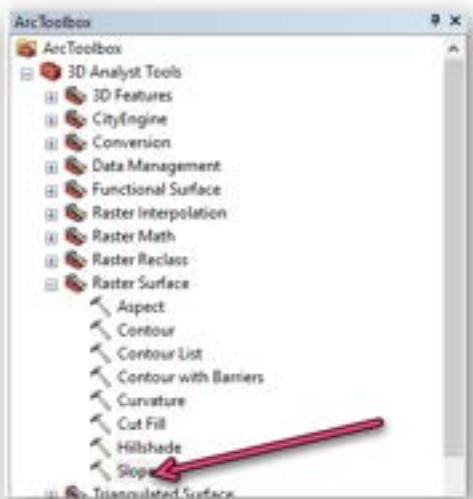
حال باید فایل سیویلی را که حاوی نقاط مبدا و مقصد ما است به برنامه Arcgis وارد کنیم و سپس با روشن ادیتور در مرکز دایره هایی که در فایل سیویل بیانگر نقاط شروع و پایان ما است ، نقاط شبیه فایل خود را قرار دهیم که در نهایت نقشه ما به صورت زیر در خواهد آمد:



شکل (٦-٢١) نقاط مبدا و مقصد روی DEM

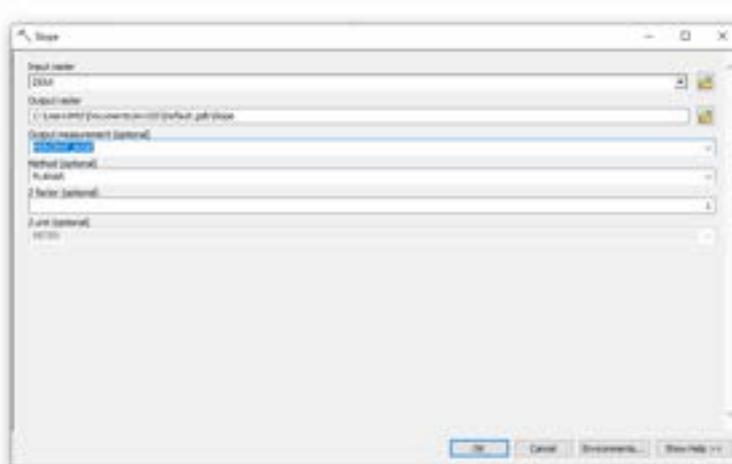
#### ٤-٦- ایجاد نقشه slope

حال در این مرحله از پروژه باید از روی نقشه dem که در اختیار داریم نقشه slope تولید کنیم که برای اینکار از ابزار زیر استفاده میکنیم :



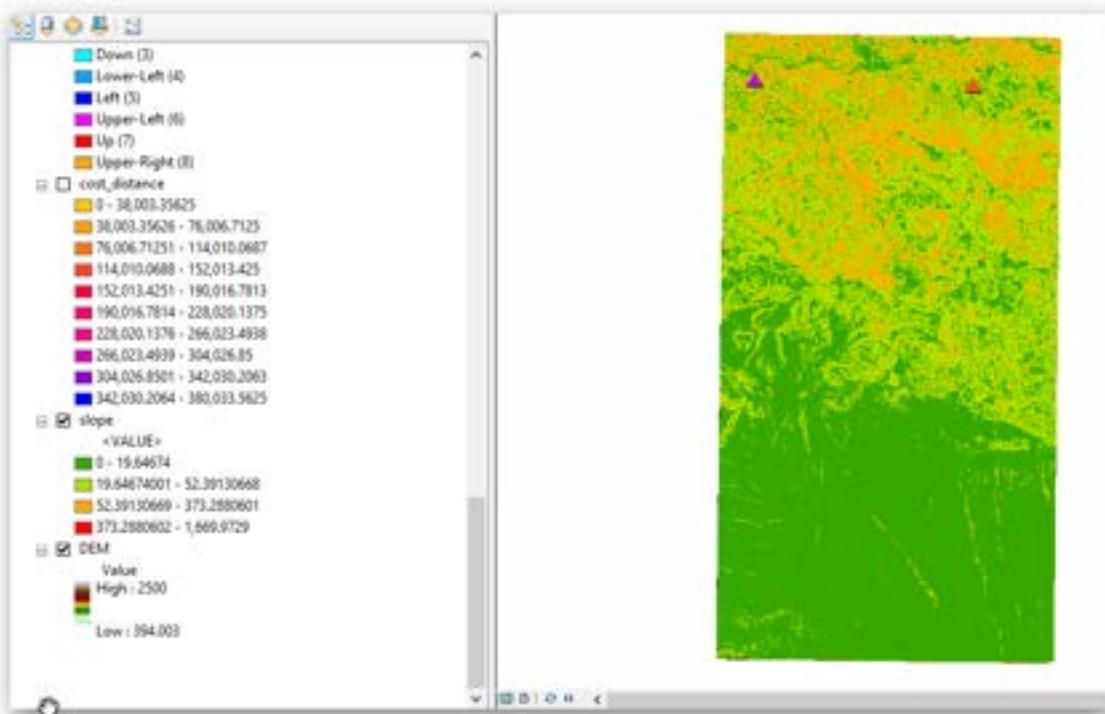
شکل (۶-۲۲) دستور شب

سپس پنجره ای که باز میشود را به صورت زیر تکمیل میکنیم :



شکل (۶-۲۳) تکمیل پنجره دستور شب

در نهایت نقشه slope را نیز بدست آوردیم که به صورت زیر است :



شکل (۶-۲۴) نقشه شیب در ARCGIS

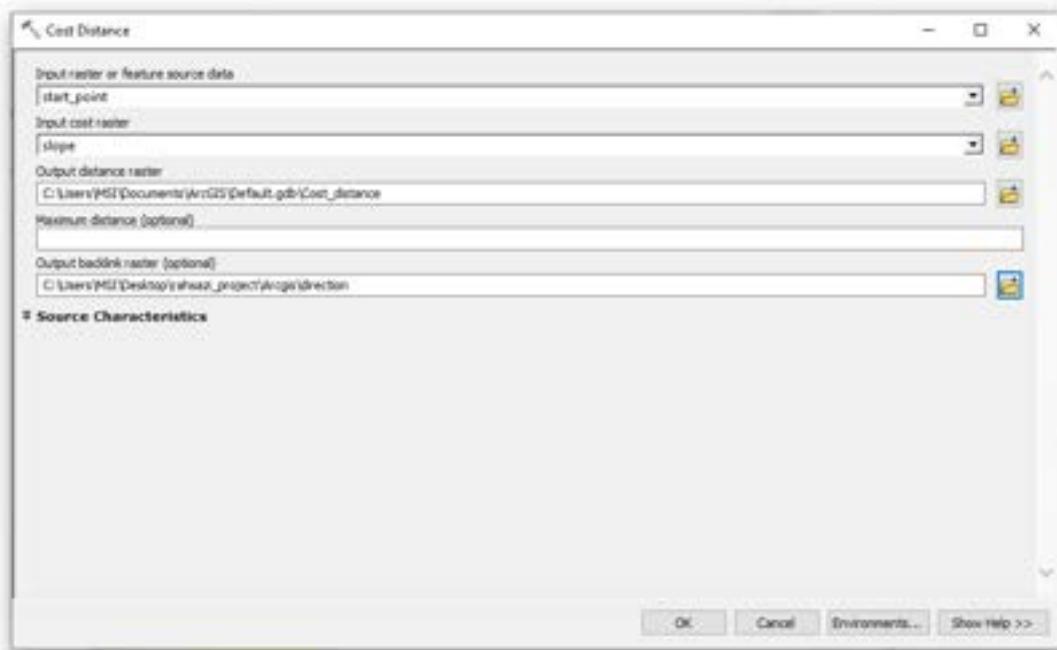
## ۶-۵- پیدا کردن مسیر رقومی بدون نقطه میانی بین نقطه مبدأ و مقصد

برای یافتن بهترین مسیر بین نقطه مبدأ و مقصد که در نقشه داریم ، ابتدا باید نقشه cost distance را برای نقطه مبدأ بسازیم که از ابزار زیر قابل استفاده خواهد بود :



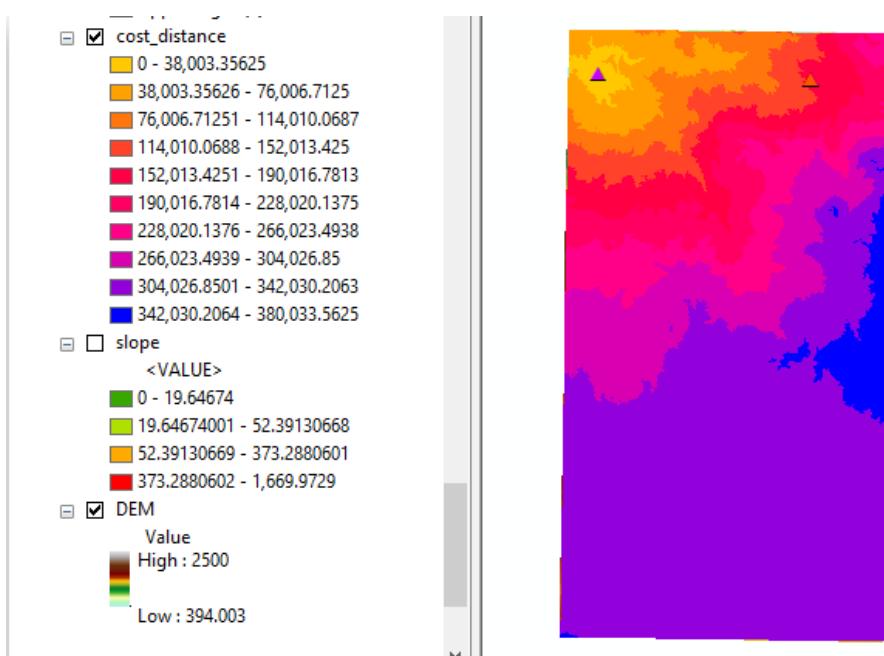
شکل (۶-۲۵) ابزار COST DISTANCE

که با زدن گزینه بالا پنجره ای که باز میشود را به صورت زیر تکمیل میکنیم :

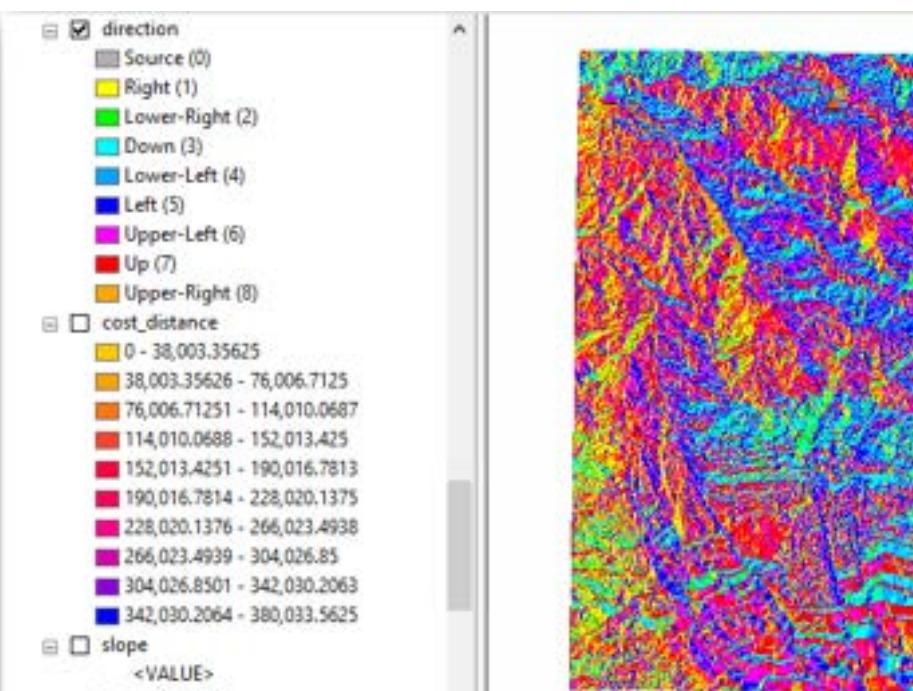


شکل (۶-۲۶) تکمیل ابزار COST DISTANCE

در نهایت نقشه cost path برای نقطه مبدأ به صورت زیر بدست می آید :

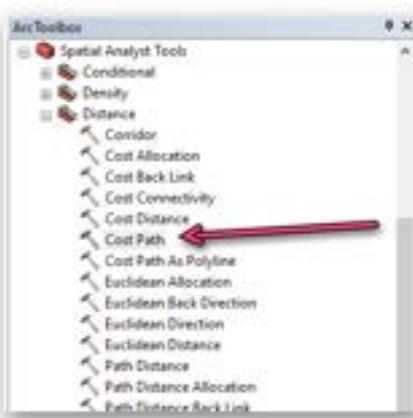


شکل (۶-۲۷) خروجی COST DISTANCE برای نقطه مبدا



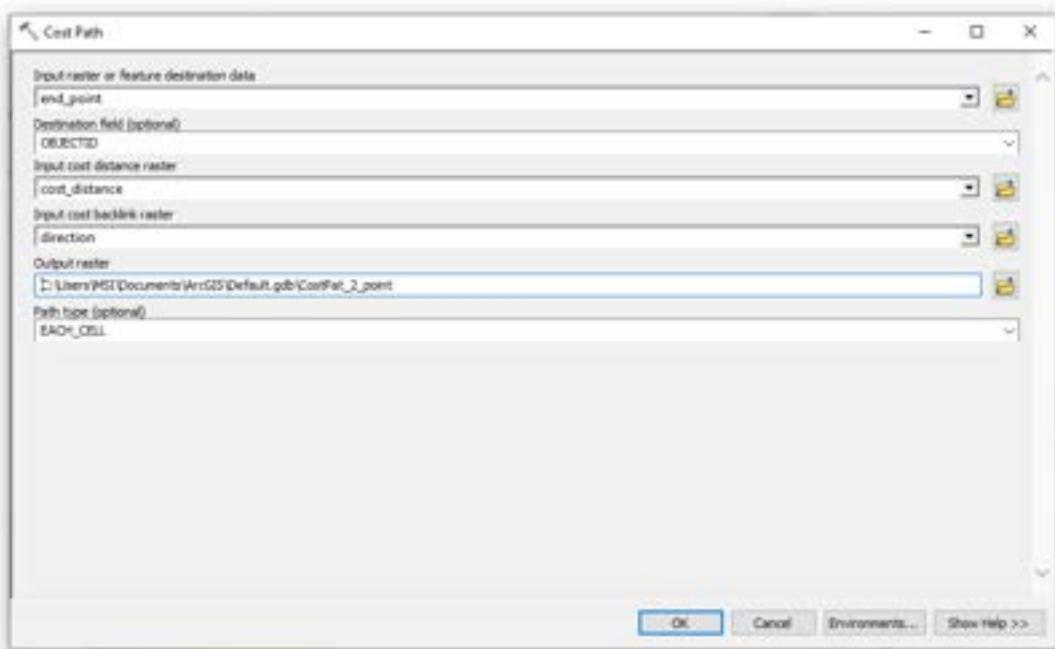
شکل (۶-۲۸) خروجی DIRECTION برای نقطه مبدا

حال باید از ابزار cost path استفاده کنیم تا بهترین مسیر بین نقطه مبدا و مقصد را به دست آوریم که با ابزار زیر قابل دسترسی است:



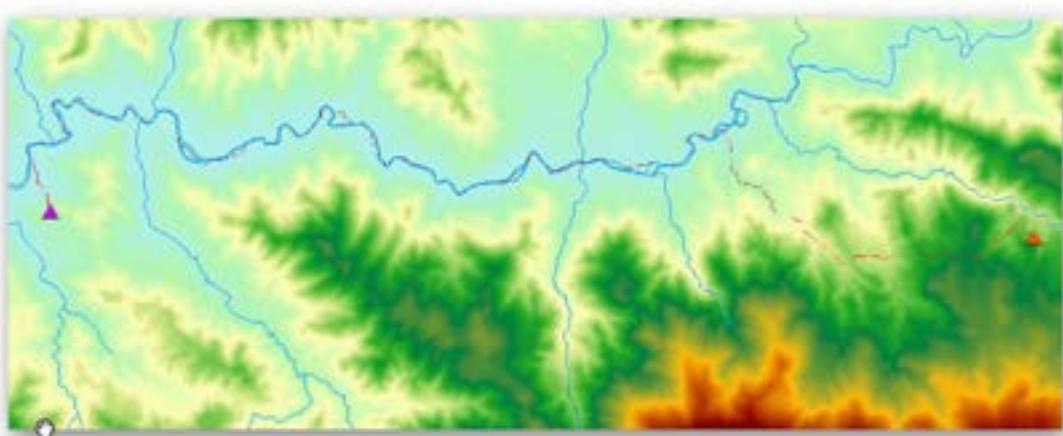
شکل (۶-۲۹) COST PATH دستور

سپس پنجره ای که باز میشود را به صورت زیر تکمیل میکنیم :



شکل (۶-۳۰) تکمیل پنجره دستور COST PATH

در نهایت مسیر پیشنهادی بین دو نقطه مبدأ و مقصد به صورت زیر بدست می آید :



شکل (۶-۳۱) خروجی اولیه دستور COST PATH

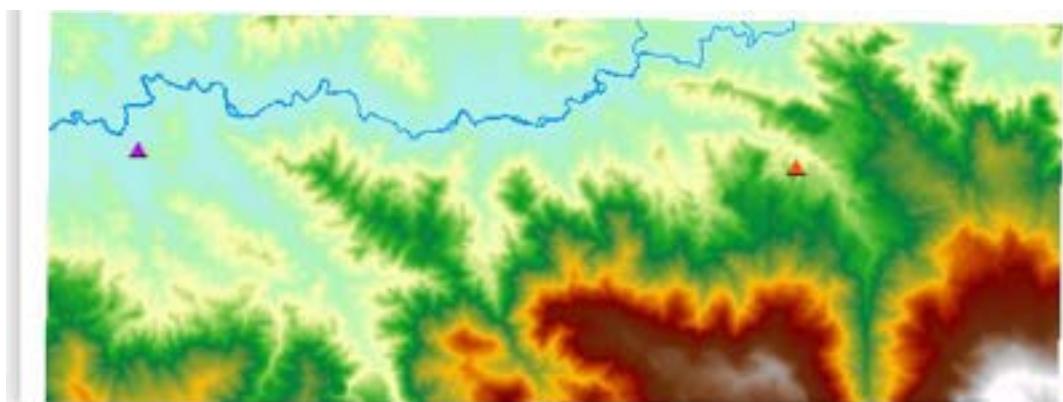
همانگونه که مشاهده میشود مسیر پیشنهادی برنامه در بستر رودخانه قرار دارد.

## ۶-۵-۲- نحوه جلوگیری از قرار گرفتن مسیر پیشنهادی برنامه در بستر رودخانه

چون مسیر رقومی بدست آمده در قسمت قبل بستر رودخانه قرار داشت ، تصمیم گرفتیم که رودخانه و حوزه ۲۰۰ متری آن را به وسیله بافر و سپس ابزار raster calculator از نقشه dem خود کلیپ کنیم که بدین صورت مسیر دیگر از این منطقه عبور کند .

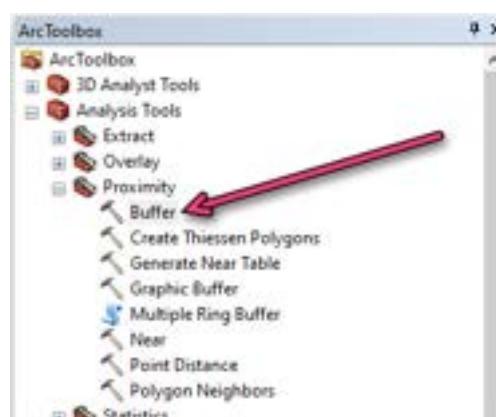
ابتدا شاخه اصلی رودخانه که مسیر نباید در بستر آن بیفتند را انتخاب کرده و از آن خروجی جداگانه

میگیریم:



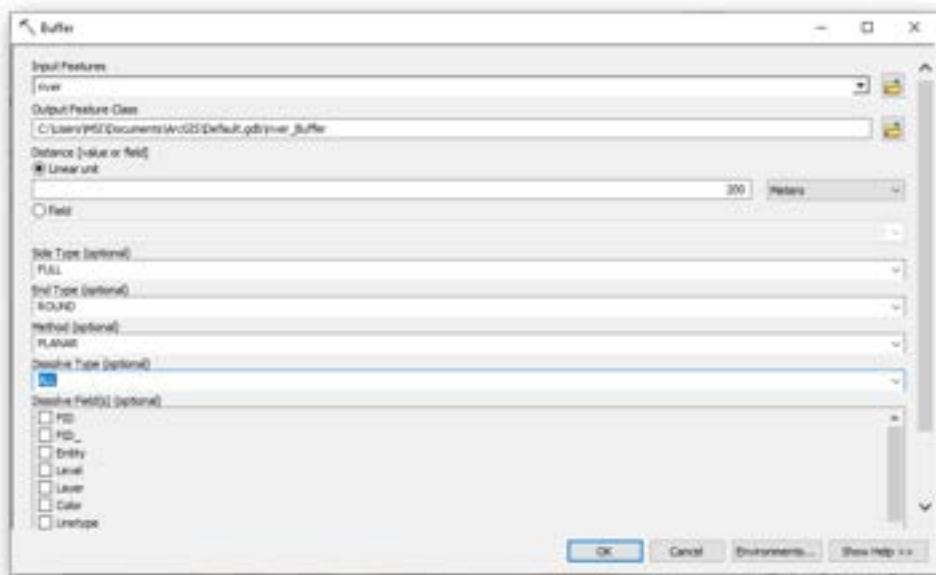
شکل (۶-۳۲) شاخه اصلی رودخانه

حال با استفاده از دستور buffer حریمی برای شاخه اصلی رودخانه زده و تعیین میشود که این دستور به صورت زیر قابل دسترسی است :



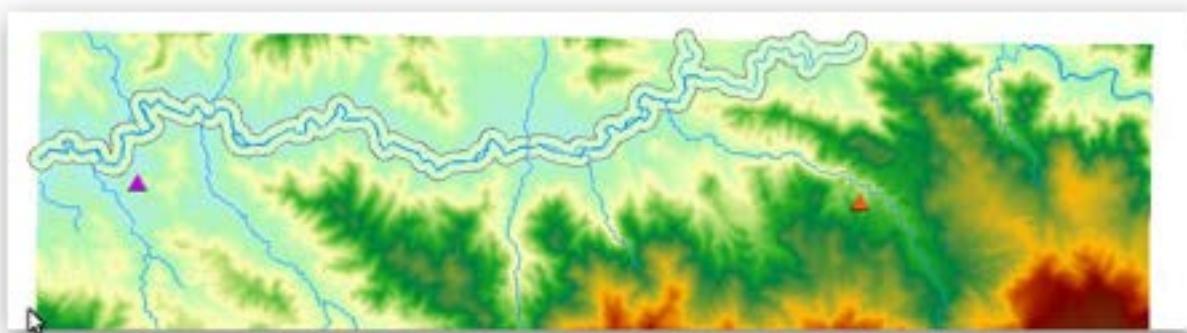
شکل (۶-۳۳) دستور بافر

سپس پنجره ای را که باز میشود به صورت زیر تکمیل میکنیم :



شکل (۶-۳۴) تکمیل پنجره دستور بافر

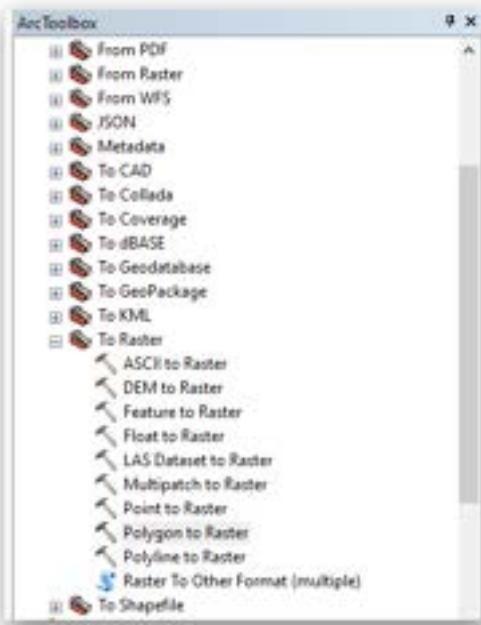
در نهایت بافر زده شده برای شاخه اصلی رود به صورت زیر خواهد بود :



شکل (۶-۳۵) خروجی دستور بافر

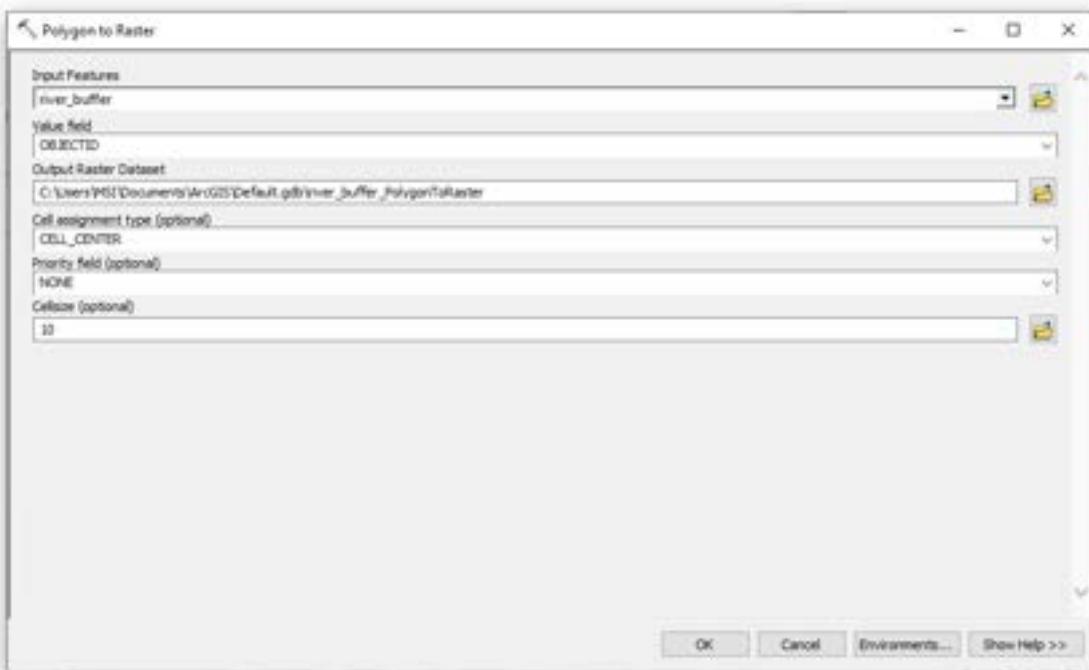
حال باید با استفاده از دستور زیر پلیگون بافر رودخانه را به یک رستر تبدیل کنیم که اینکار با استفاده

از ابزار زیر صورت میگیرد :



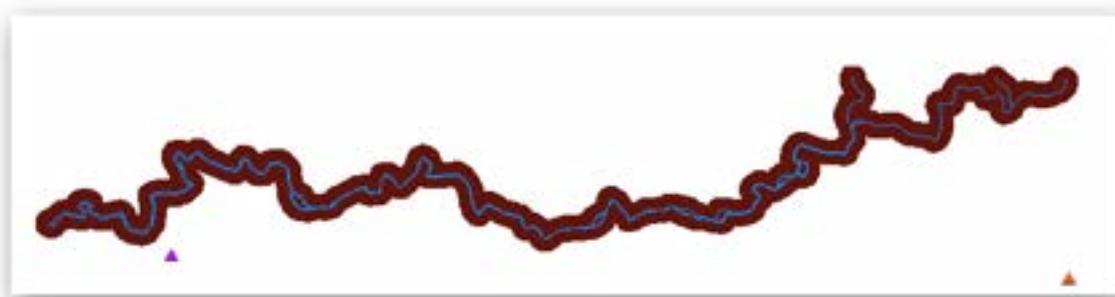
شکل (۶-۳۶) دستور تبدیل بافر به رستر

سپس پنجره‌ای که باز می‌شود را به صورت زیر تکمیل می‌کنیم :



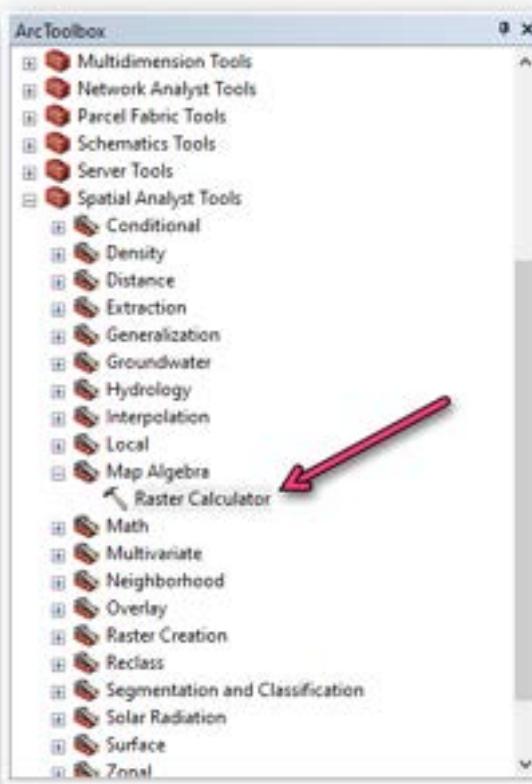
شکل (۶-۳۷) تکمیل پنجره دستور پلیگون به رستر

در نهایت لایه رستری زیر بدست می آید که همان لایه رستری پلیگون بافر رودخانه است :



شکل (۶-۳۸) خروجی دستور پلیگون به رستر

حال باید با استفاده از ابزار raster calculator که از ادرس زیر قابل دسترسی است :



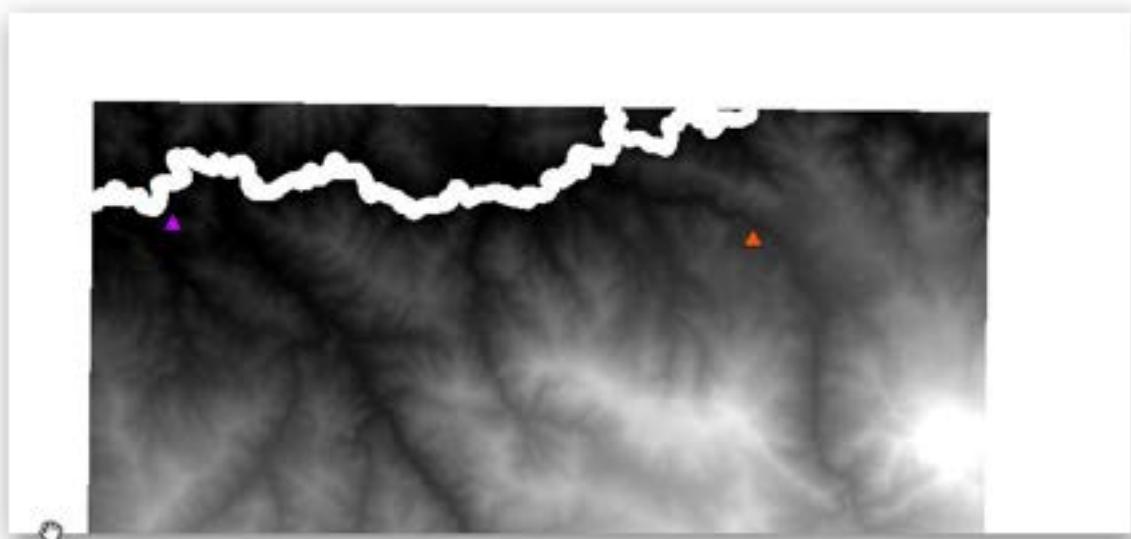
شکل (۶-۳۹) دستور RASTER CALCULATOR

پنجره ای که باز میشود را به صورت زیر تکمیل کنیم :



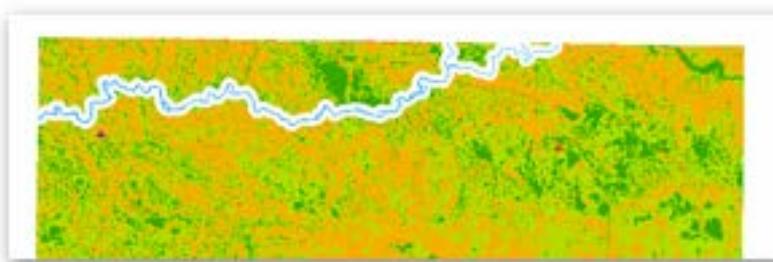
شکل (۶-۴۰) تکمیل پنجره دستور RASTER CALCULATOR

در نهایت dem منطقه به صورت زیر درآمد:



شکل (۶-۴۱) خروجی دستور RASTER CALCULATOR

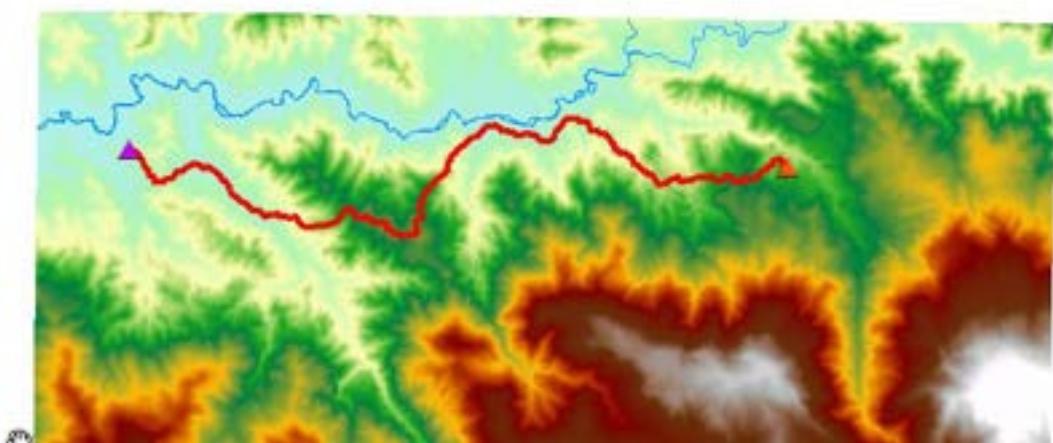
حال از Dem بالا باید نقشه شیب بسازیم :



شکل (٦-٤٢) نقشه شیب حاصل از خروجی دستور RASTER CALCULATOR

### ٦-٥-٣ - بدست آوردن مسیر بین نقطه مبدأ و مقصد خارج از بستر رودخانه

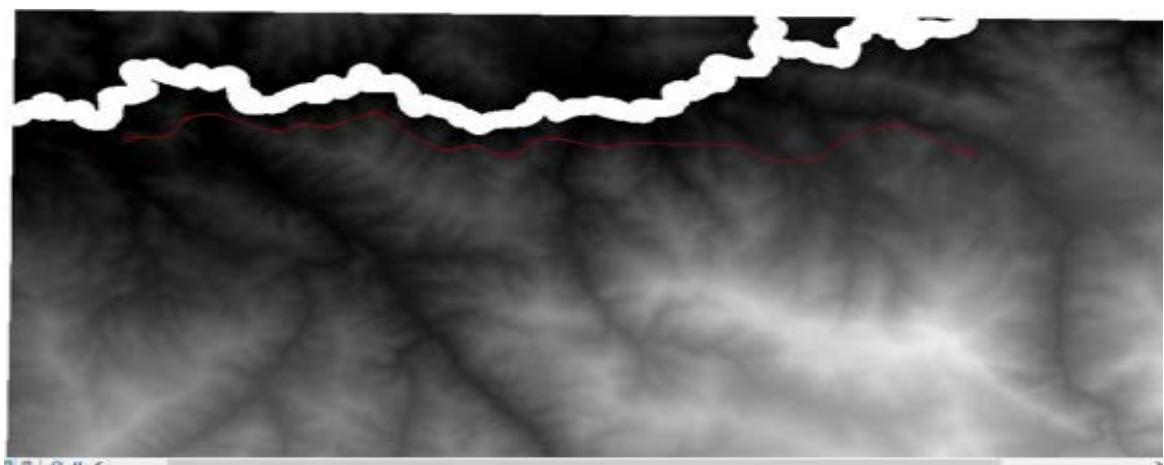
حال باید دقیقاً مانند فرایندی را که قبلاً طی کردیم و میان مبدأ و مقصد یک مسیر رقومی بدست آوردم، دوباره این فرایند را طی کنیم فقط از dem و نقشه شیب که بستر رودخانه از آن کلیپ شده است استفاده کنیم. چون مراحل و خروجی‌ها قبلاً یکبار بیان شده است در اینجا به آوردن خروجی نهایی بسنده می‌کنیم. در نهایت مسیر رقومی بدون نقطه میانی بین نقطه مبدأ و مقصد توسط نرم افزار gis بدست آمد که به صورت زیر است :



شکل (٦-٤٣) مسیر رقومی بین مبدأ و مقصد بدون نقطه میانی

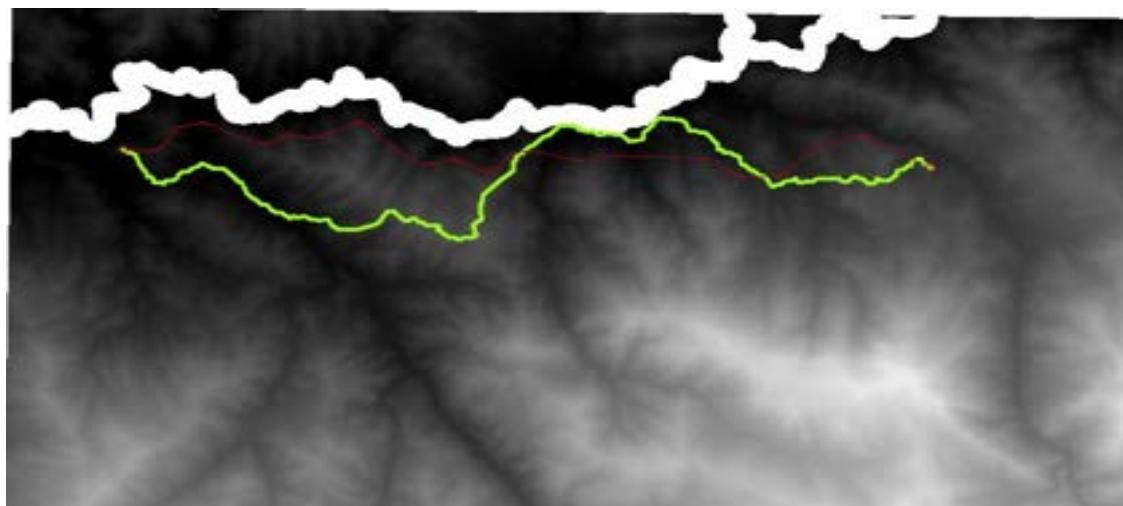
#### ۴-۵-۶- پیدا کردن مسیر رقومی با نقطه میانی بین نقطه مبدا و مقصد

حال باید به سراغ طراحی مسیر در برنامه arcgis با نقطه میانی برویم. برای مشخص کردن نقاط میانی خود در برنامه ابتدا برازش نهايی مسیری را که با شيب چهار درصد طراحی کرده ايم ، فايل cad آن را در برنامه arcgis باز ميکنيم و سپس از آن خروجی شيب فايل گرفته و در نهايit مسیر طراحی شده به صورت زير خواهد بود :



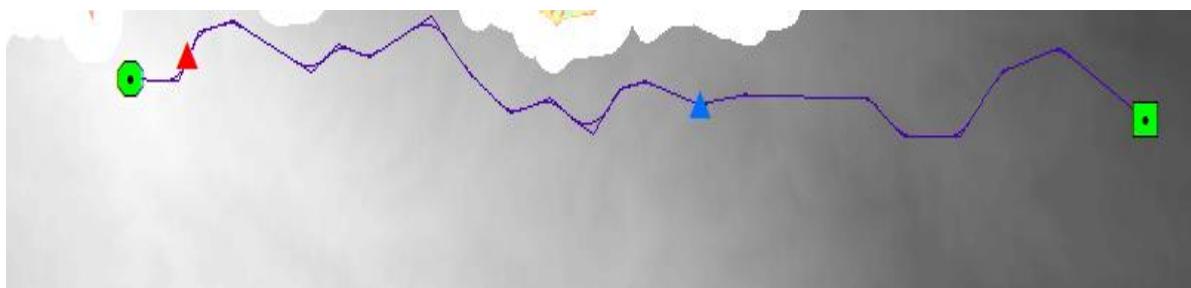
شکل (۶-۴۴) واريانت ۴ درصد در ARCGIS

همچنین تصویر مسیر طراحی شده بین نقطه مبدا و مقصد بدون نقطه میانی توسط arcgis و مسیر با شيب چهار در که ما طراحی کرده ايم در کنار هم به صورت زير است :



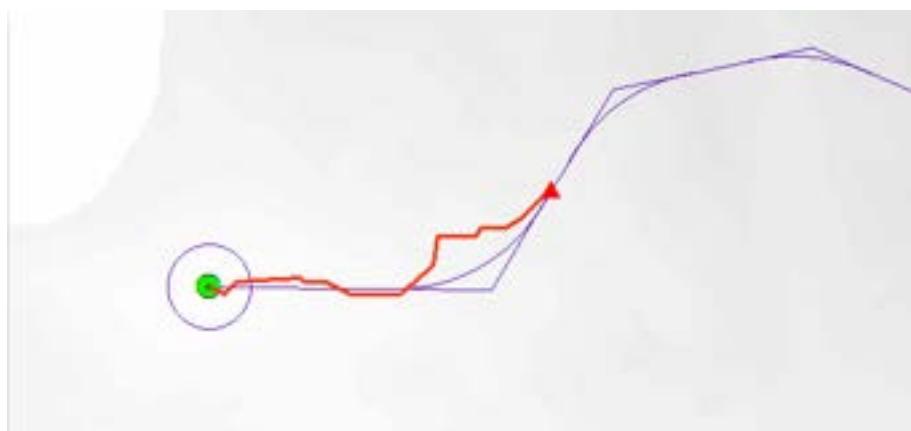
شکل (۶-۴۵) واريانت ۴ درصد و مسیر رقومی در ARCGIS

حال باید نقاط میانی مورد نظر خود را روی مسیر طراحی شده با شیب ۴ درصد مشخص کنیم که ما برای این پروژه دو نقطه میانی انتخاب کرده و هر کدام را به صورت عارضه‌ای جدا ذخیره کرده‌ایم که این دو نقطه به صورت زیر روی مسیر با شیب چهار درصد انتخاب شده‌اند:



شکل (۶-۴۶) مشخص کردن نقاط میانی

در مرحله بعد باید ابتدا بین نقطه مبدأ در سمت چپ تصویر بالا و اولین نقطه میانی یک نقشه cost و direction ساخت که این دو نقطه برای نقطه مبدأ در قسمت قبل ساخته شده و تصویر آنها گذاشته شده است. در نهایت با استفاده از ابزار cost path مسیر بین بین نقطه مبدأ در سمت چپ تصویر بالا و اولین نقطه میانی که با مثلث قرمز مشخص شده است به صورت زیر بدست می‌آید:



شکل (۶-۴۷) مسیر نقطه مبدأ تا نقطه میانی اول

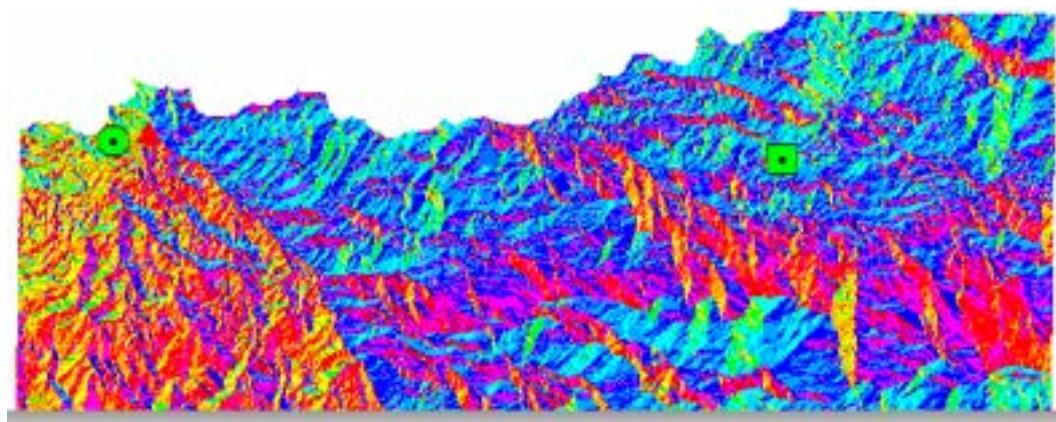
در مرحله بعد باید بین اولین نقطه میانی و دومین نقطه میانی نقشه cost distance و direction بدست آورد که به صورت زیر خواهد بود:

نقشه cost distance بین اولین نقطه میانی و دومین نقطه میانی:



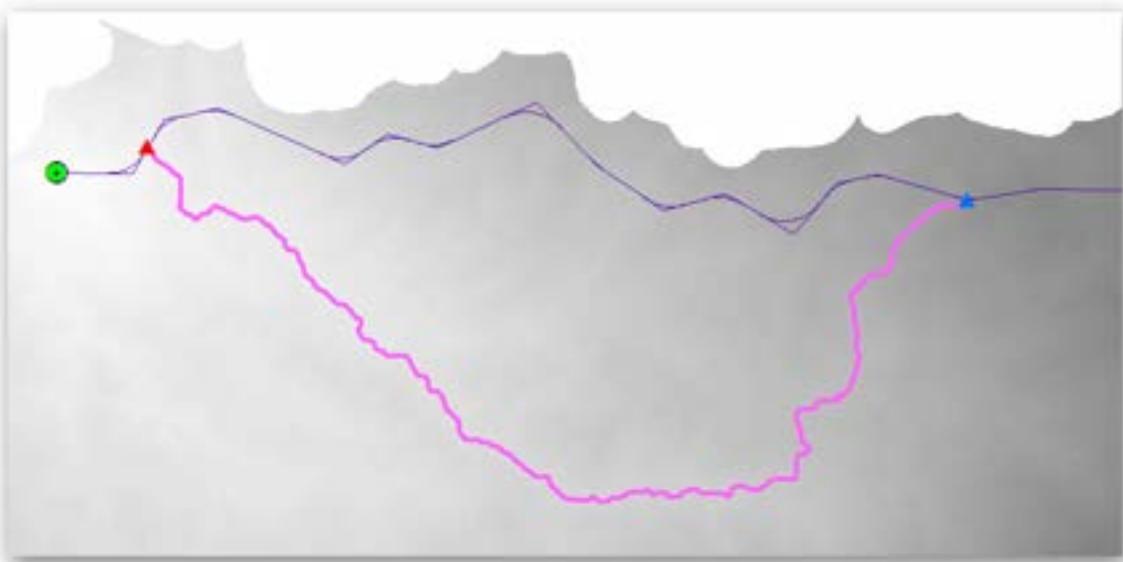
شکل (۶-۴۸) کاست دیستنس نقطه میانی ۱

نقشه direction بین اولین نقطه میانی و دومین نقطه میانی:



شکل (۶-۴۹) نقشه DIRECTION نقطه میانی یک

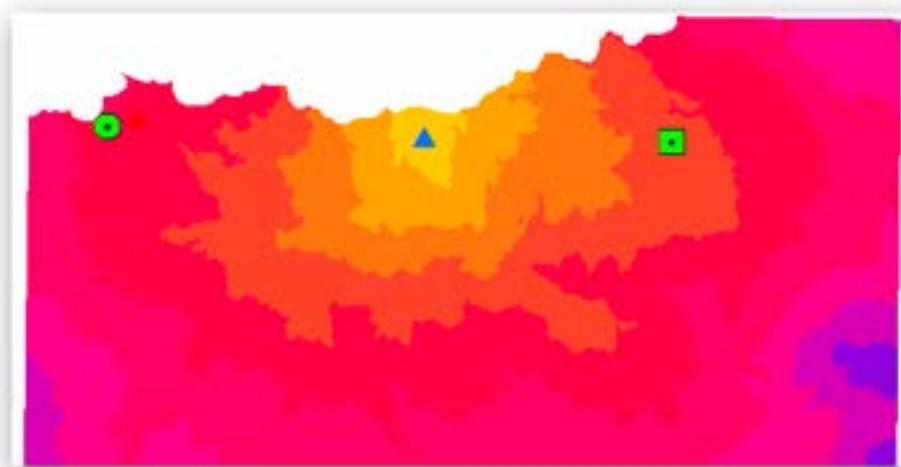
حال میتوانیم با استفاده از دو نقشه direction و cost distance برای انجام تحلیل cost path، یک مسیر نهایی ایجاد کنیم . که مسیر بین اولین نقطه میانی و دومین نقطه میانی به صورت زیر بدست می آید:



شکل (۶-۵۰) مسیر بدست آمده بین نقطه میانی یک و دو

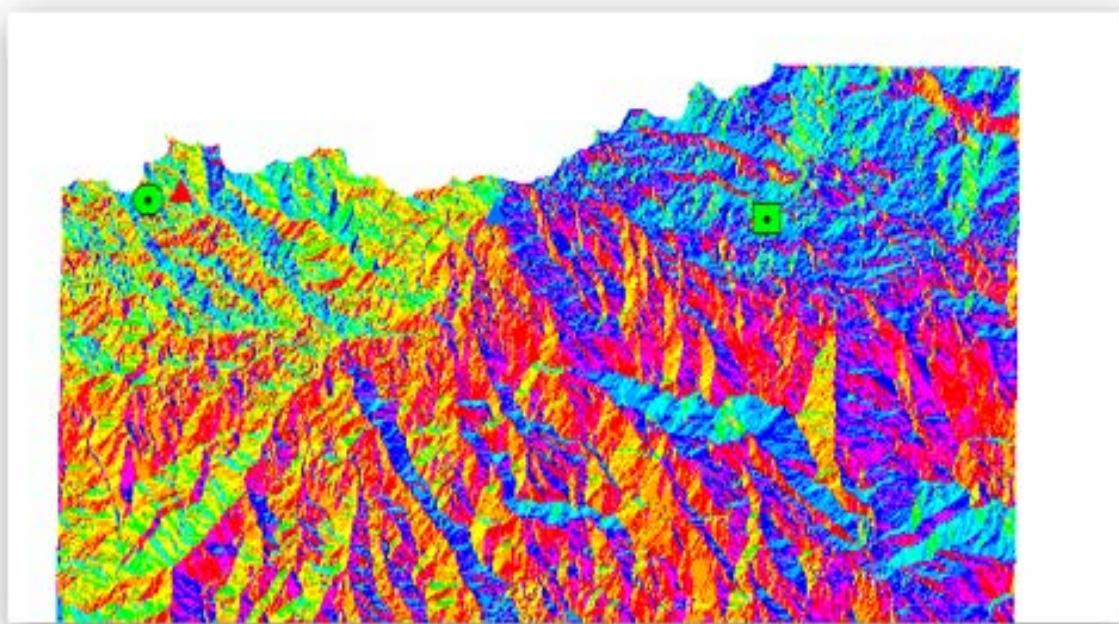
در مرحله بعد باید بین دومین نقطه میانی و نقطه مقصد نقشه direction و cost distance را بدست آورد که به صورت زیر خواهد بود :

نقشه cost distance بین دومین نقطه میانی و نقطه مقصد:



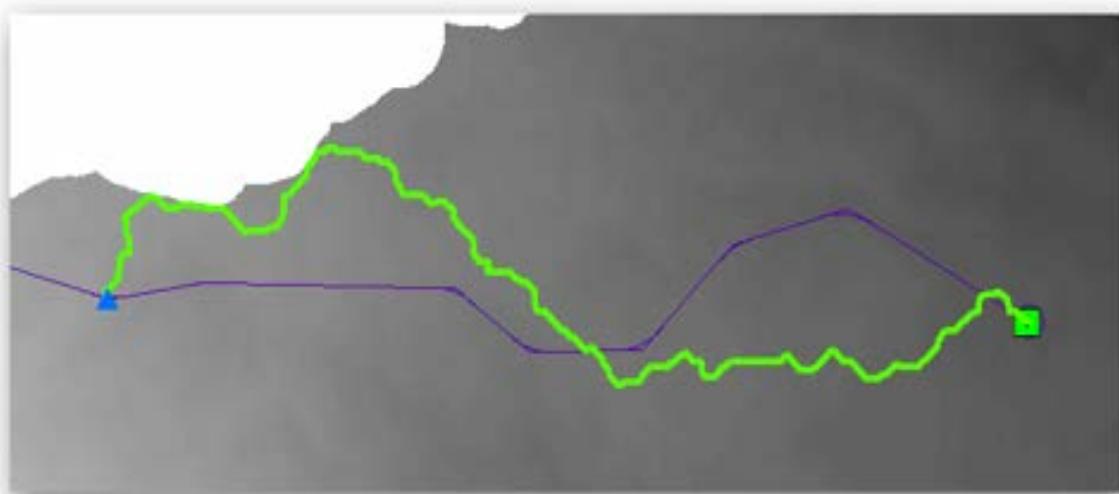
شکل (۶-۵۱) کاست دیستنس نقطه میانی ۲

نقشه direction بین دومین نقطه میانی و نقطه مقصد:



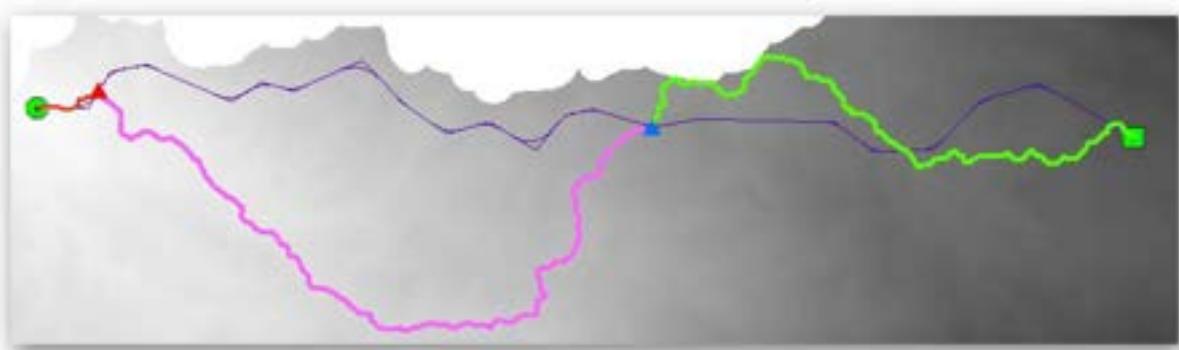
شکل (۶-۵۲) نقشه نقطه میانی دو DIRECTION

حال میتوانیم با استفاده از دو نقشه direction و cost path برای انجام تحلیل cost path بین دو نقطه میانی و نقطه مقصد به صورت زیر بدست می یک مسیر نهایی ایجاد کنیم . که مسیر بین دویین نقطه میانی و نقطه مقصد به صورت زیر بدست می آید:



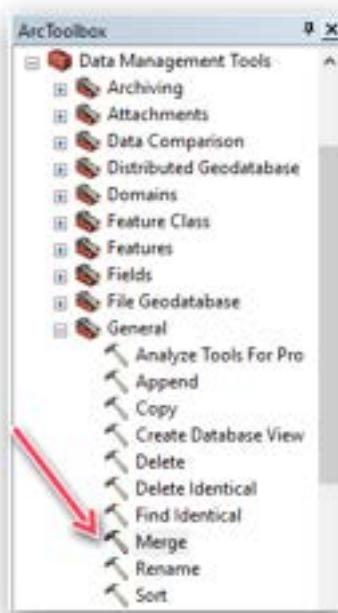
شکل (۶-۵۳) مسیر بدست آمده بین نقطه میانی دو و مقصد

در نهایت مسیر طراحی شده توسط برنامه arcgis بین نقطه مبدا و مقصد که از دو نقطه میانی نیز گذشته است به صورت زیر خواهد بود :



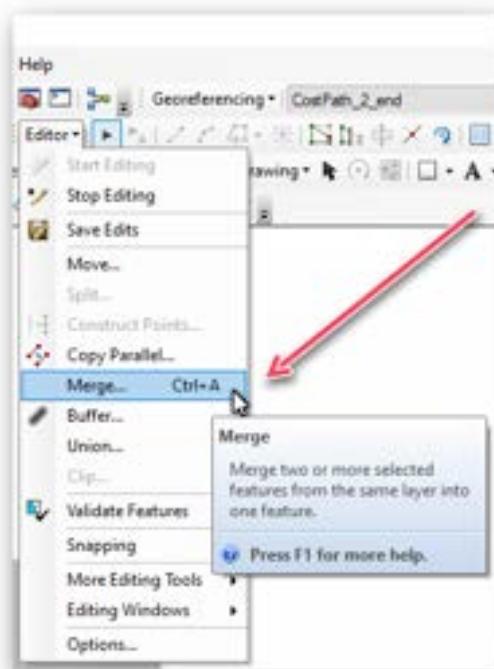
شکل (۶-۵۴) سه مسیر بدست آمده کنار هم

حال چون سه مسیر بدست آمده برای ما سه عارضه جداگانه هستند ولی ما برای ادامه پروژه خود احتیاج به یک فایل داریم یعنی باید تمام سه لایه بالا به هم متصل و در یک لایه قرار داشته باشند . پس با استفاده از دستور زیر در برنامه :



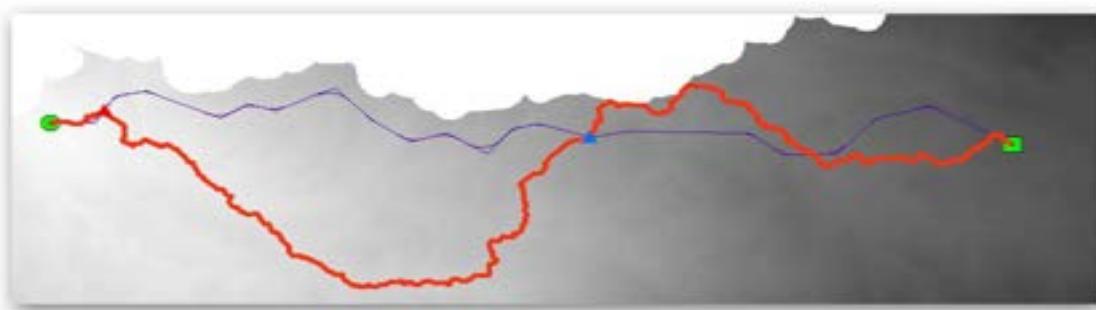
شکل (۶-۵۵) دستور MERGE

باید هر سه عارضه را با یکدیگر ادغام کنیم و هر سه عارضه در یک لایه قرار گیرند . البته باید توجه داشت که پس از ترکیب کردن سه مسیر بالا به عنوان یک عارضه ، هنوز فایل خروجی از تحلیل دارای سه عارضه در یک شب فایل است و نمیتوان از آن برای ساخت الینمنت در سیویل استفاده کرد . برای رفع این مشکل باید پس از روشن کردن ادیتور در برنامه arcgis ، هر سه مسیر را انتخاب کنیم و سپس با استفاده از دستور زیر :



شکل (۶-۵۶) دستور MERGE در ادیتور

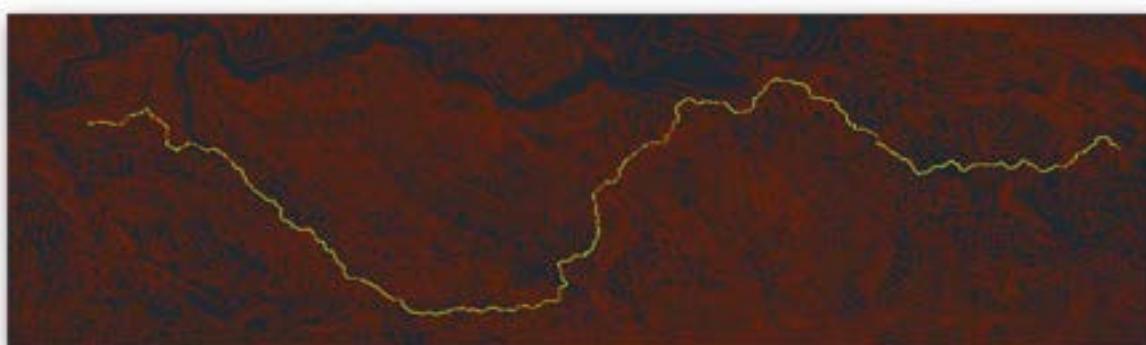
که در نهایت مسیر ما به صورت زیر خواهد بود :



شکل (۶-۵۷) مسیر رقومی با نقطه میانی

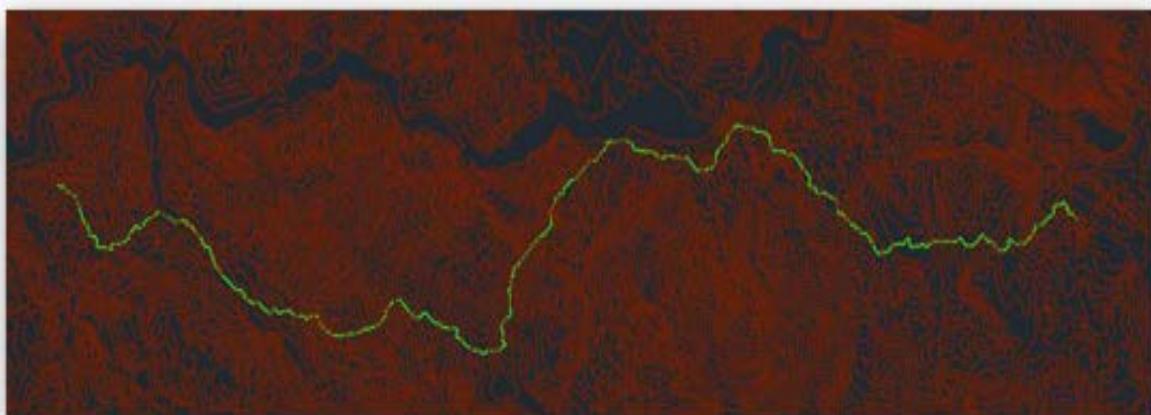
در این مرحله کار طراحی مسیر در Arcgis به اتمام رسید . حال باید از مسیر ها طراحی شده در برنامه یعنی مسیر با و بدون نقطه میانی خروجی cad گرفته و ادامه پروژه را در سیویل انجام دهیم .

که مسیر با نقطه میانی در سیویل به صورت زیر خواهد بود :



شکل (۶-۵۸) مسیر رقومی با نقطه میانی در سیویل

همچنین مسیر بدون نقطه میانی در سیویل به صورت زیر خواهد بود :



شکل (۶-۵۹) مسیر رقومی بدون نقطه میانی

حال باید به این دو مسیر که حکم خط شکسته را برای ما دارند ، دو مسیر نهایی برآذش دهیم و برای این مسیر قوس نیز بزنیم . که برآذش برای این دو مسیر انجام شده است و قوس هایی به شعاع ۴۰۰

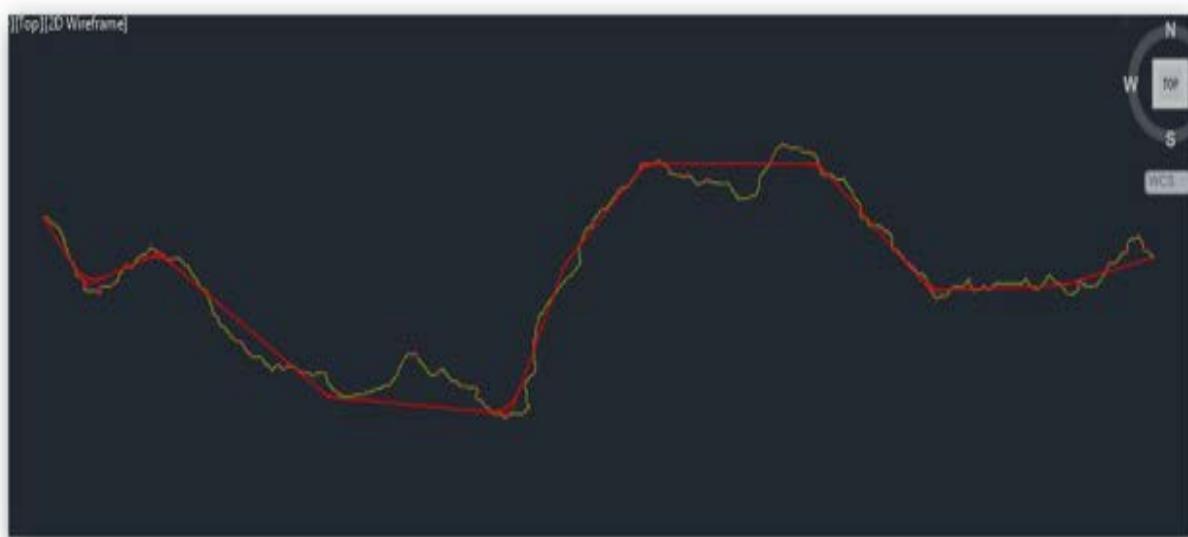
متر و به طول قوس اتصال ۶۰ متر برای این دو مسیر زده شده است که در نهایت مسیر های برازش داده شده به صورت زیر خواهند بود :

برای مسیر با نقطه میانی :



شکل (۶-۶۰) واریانت مسیر رقومی با نقطه میانی

برای مسیر بدون نقطه میانی :



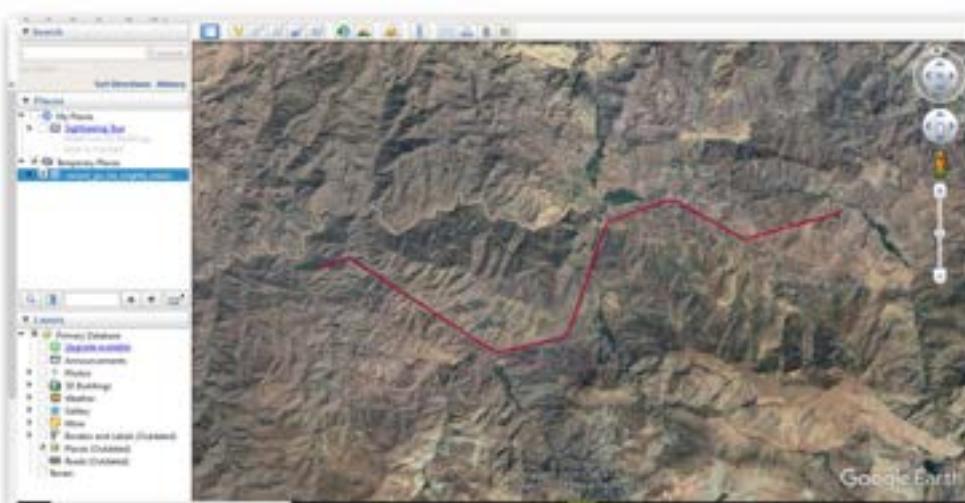
شکل (۶-۶۱) واریانت مسیر رقومی بدون نقطه میانی

## ۶-۶- نمایش دو واریانت رقومی طراحی شده در گوگل ارث

با استفاده از دستور layer to kml واریانت های طراحی شده را به فایل kml تبدیل میکنیم و به

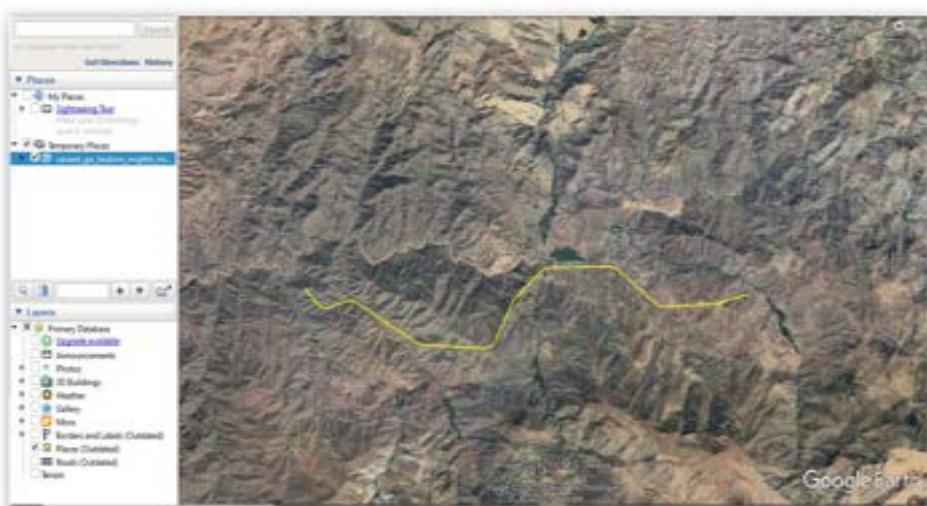
صورت زیر در گوگل ارث نمایش میدهیم :

واریانت رقومی با نقطه میانی :



شکل (۶-۶۲) واریانت رقومی با نقطه میانی در گوگل ارث

واریانت رقومی بدون نقطه میانی :

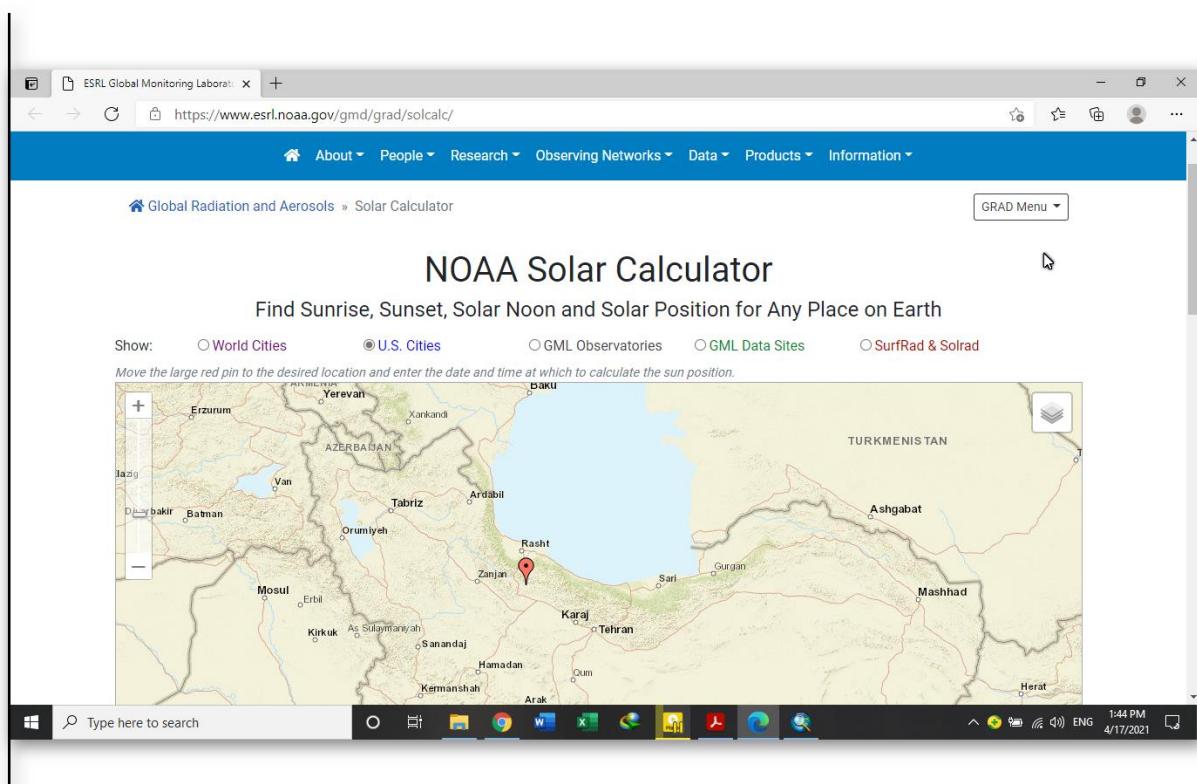


شکل (۶-۶۳) واریانت رقومی بدون نقطه میانی در گوگل ارث

## ۶-۷ - ایجاد نقشه hillshade

حال در مرحله بعدی از پژوهه ما باید نقشه hillshade را بدست آوریم . اینکار به وسیله ابزار hillshade در نرم افزار arcgis انجام گرفته است که ورودی آن نقشه Dem و پارامترهای ارتفاع و زاویه تابش آفتاب است . که پارامترهای ارتفاع و زاویه تابش آفتاب از سایت <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/grad/solcalc/> به صورت زیر بدست آمده اند که

ابتدا منطقه مورد نظر را در نقشه ایران به وسیله طول و عرض جغرافیایی مشخص کردیم :



شکل (۶-۶۴) سایت NOAA SOLAR

سپس اطلاعات مورد نیاز سایت را به صورت زیر تکمیل کردیم :

The screenshot shows the NOAA Solar Calculations tool. In the 'Location' section, Latitude is 36.58, Longitude is 49.72, Time Zone is Iran, and UTC Offset is +03:30. In the 'Date' section, Day is 11, Month is Feb, Year is 2021. The 'Result' section displays the following data:

Equation of Time (minutes):	Solar Declination (in°):	Solar Noon (hh:mm:ss):	Apparent Sunrise (hh:mm):	Apparent Sunset (hh:mm):	Az/El (in °) at Local Time:
-14.23	-13.92	12:25:21	07:04	17:48	154.27 / 35.67

Checkboxes for 'Show Sunrise', 'Show Sunset', and 'Show Azimuth' are present.

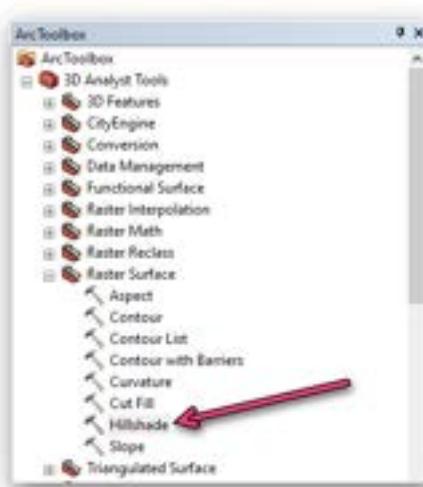
Sunrise/Sunset Tables

<https://www.esrl.noaa.gov/gmd/grad/solcalc/>

شکل (۶-۶۵) اطلاعات مورد نیاز برای HILLSHADE

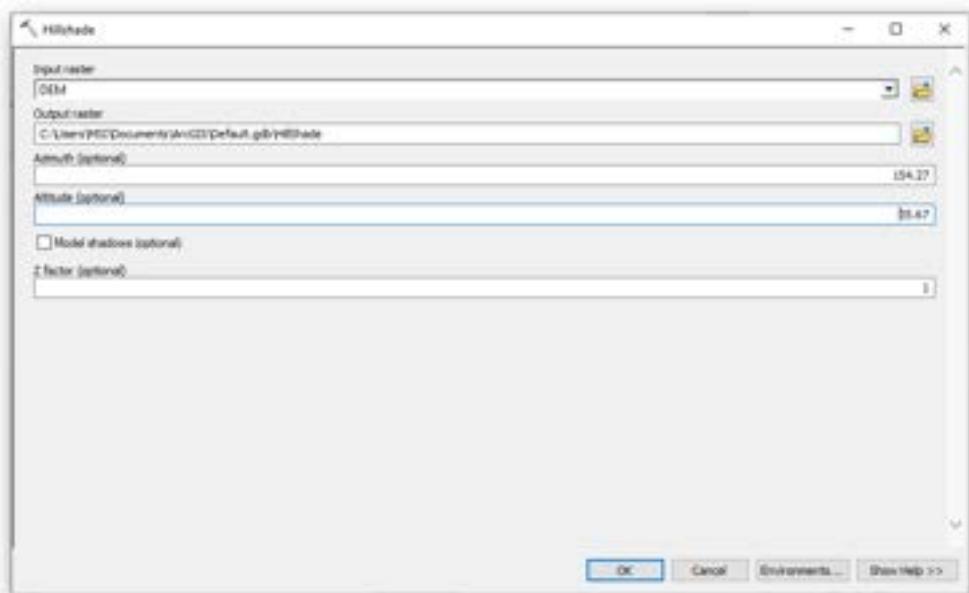
که همانطور که از تصویر بالا پیداست برای اطلاعاتی که مشخص کرده ایم ، در آن زمان و مختصاتی که مشخص کرده ایم ازیمومت خورشید برابر با ۱۵۴.۲۷ درجه و ارتفاع آن ۳۵.۶۷ است .

حال که در نهایت پارامترهای ارتفاع و زاویه تابش آفتاب بدست آمدند با استفاده از آن ها میتوان نقشه را با استفاده از ابزار زیر بدست آورد :



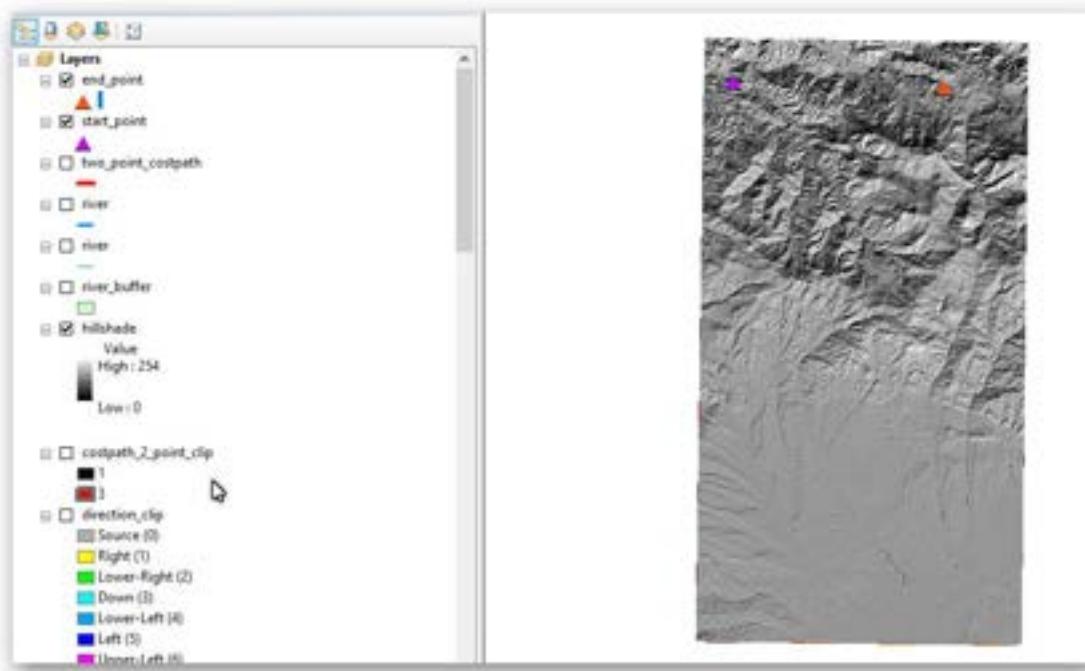
شکل (۶-۶۶) دستور HILLSHADE

که در نهایت پنجره ای که باز میشود به صورت زیر تکمیل میشود :



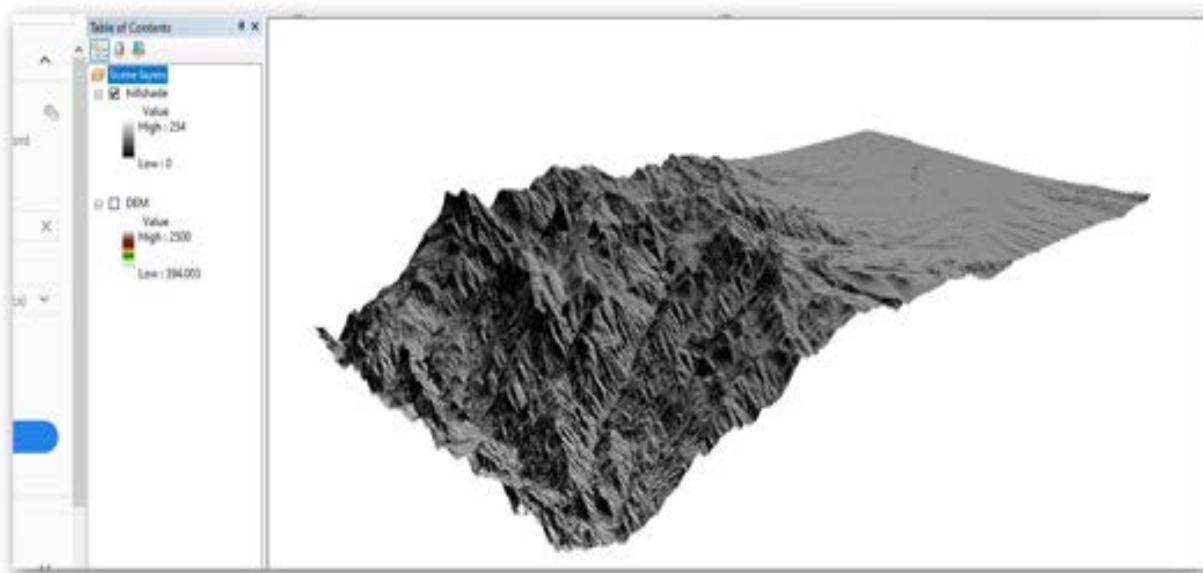
شکل (۶-۶۷) تکمیل پنجره دستور HILLSHADE

در نهایت نیز نقشه hillshade به صورت زیر بدست نمایش داده میشود :



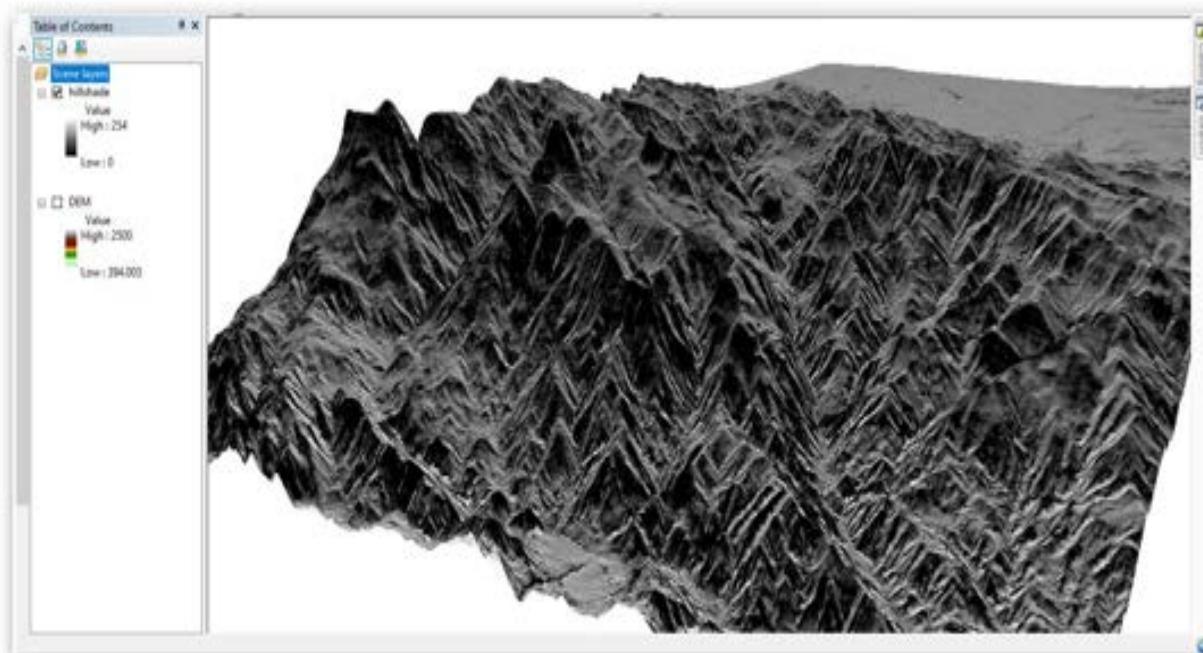
شکل (۶-۶۸) نقشه HILLSHADE بدست آمده

همچنین نقشه hillshade از چند منظر مختلف در برنامه ArcScene به صورت زیر خواهد بود:



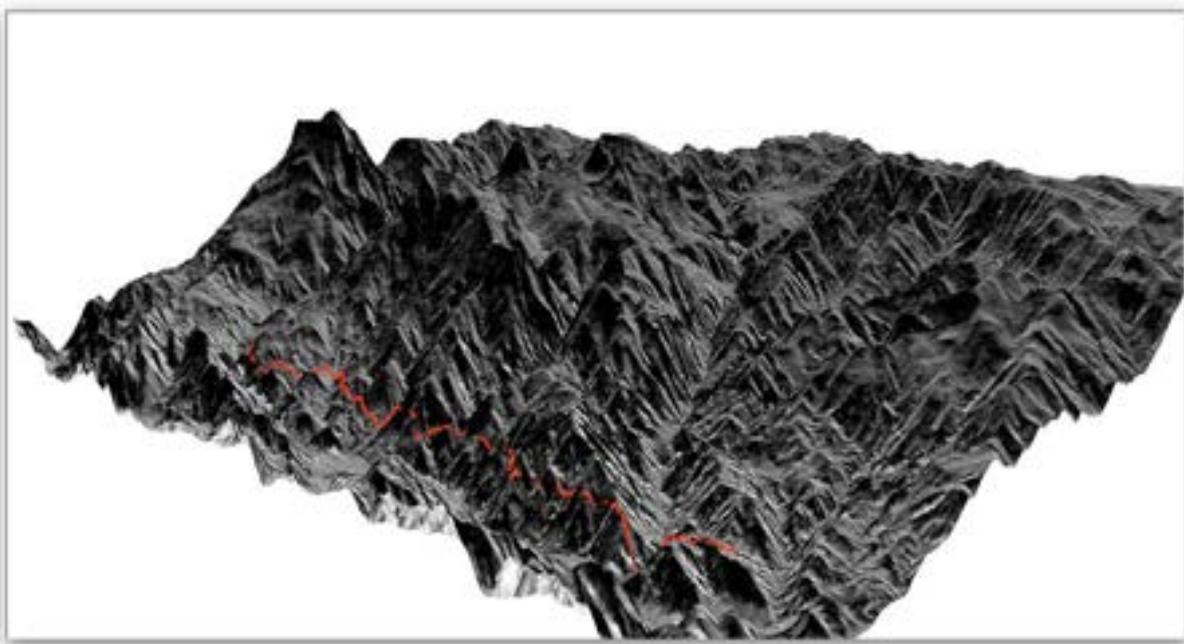
شکل (۶-۶۹) نقشه HILLSHADE در ارک سین

از منظری دیگر:



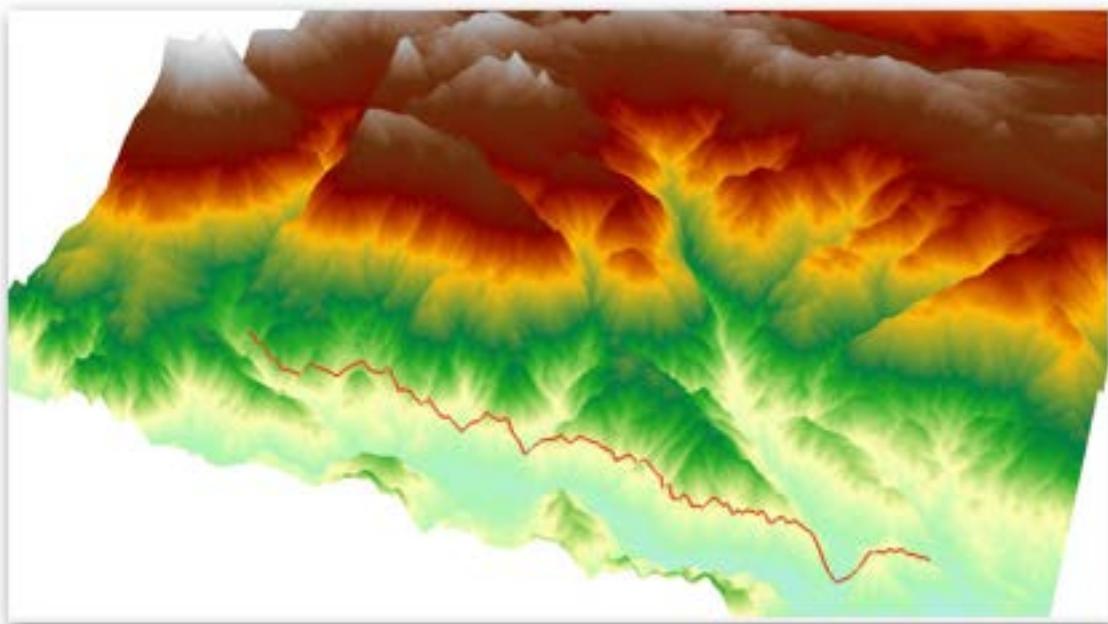
شکل (۶-۷۰) نقشه HILLSHADE در ارک سین

مسیر ۴ درصد که بهترین مسیر است بر روی نقشه hillshade در آرک سین :

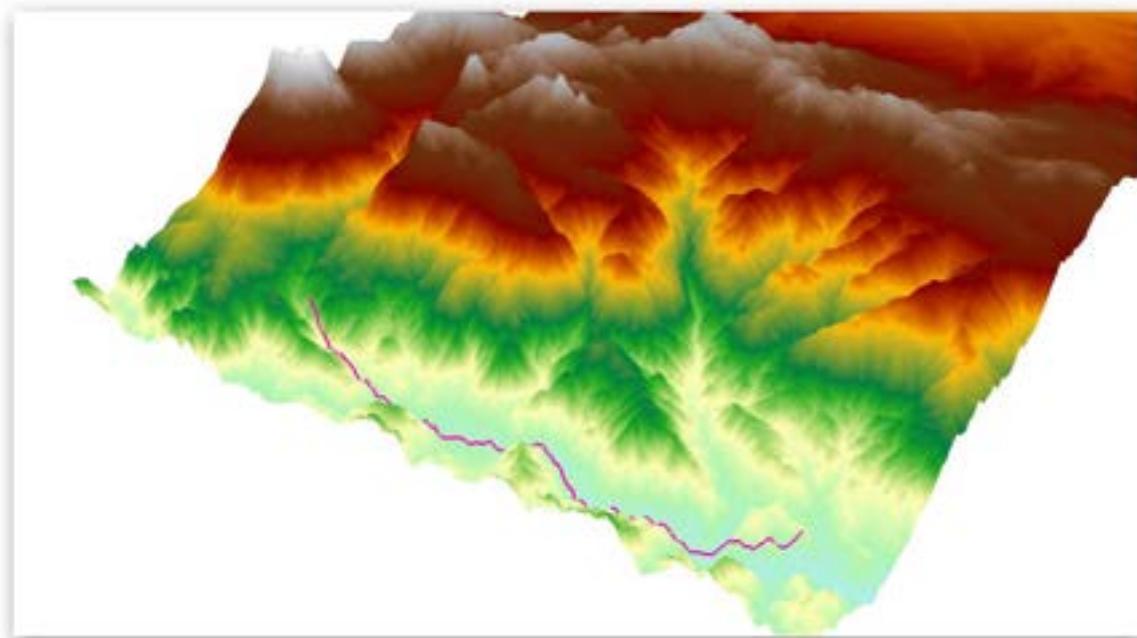


شکل (۶-۷۱) نقشه HILLSHADE در ارک سین با مسیر ۴ درصد

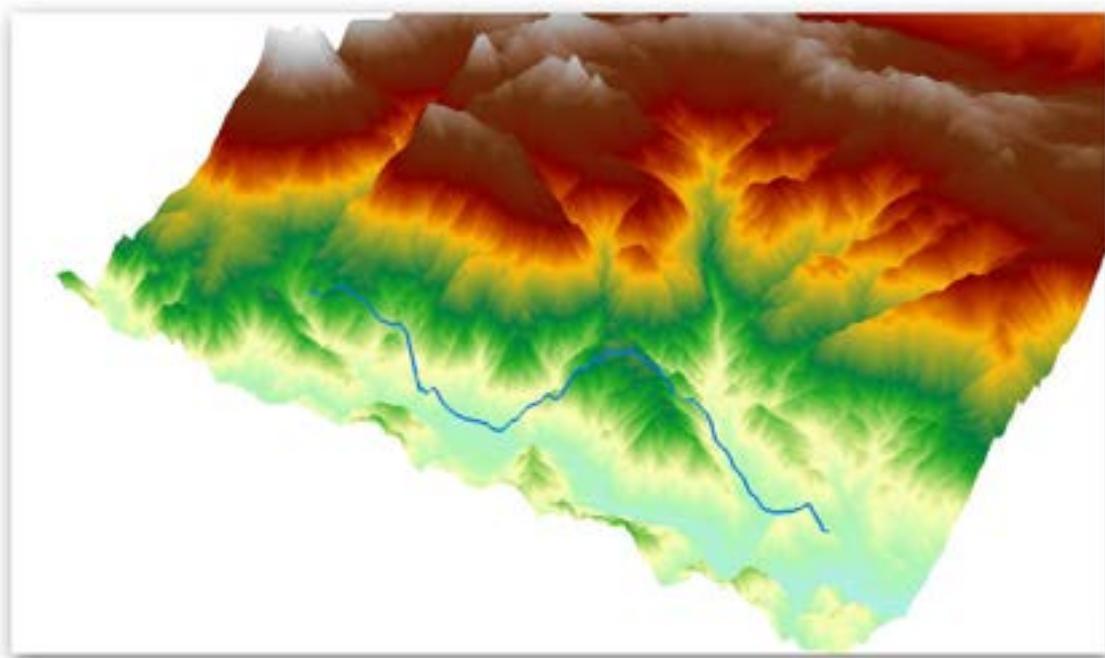
## ۶-۸- نمایش ۴ واریانت طراحی شده در محیط سه بعدی آرک سین



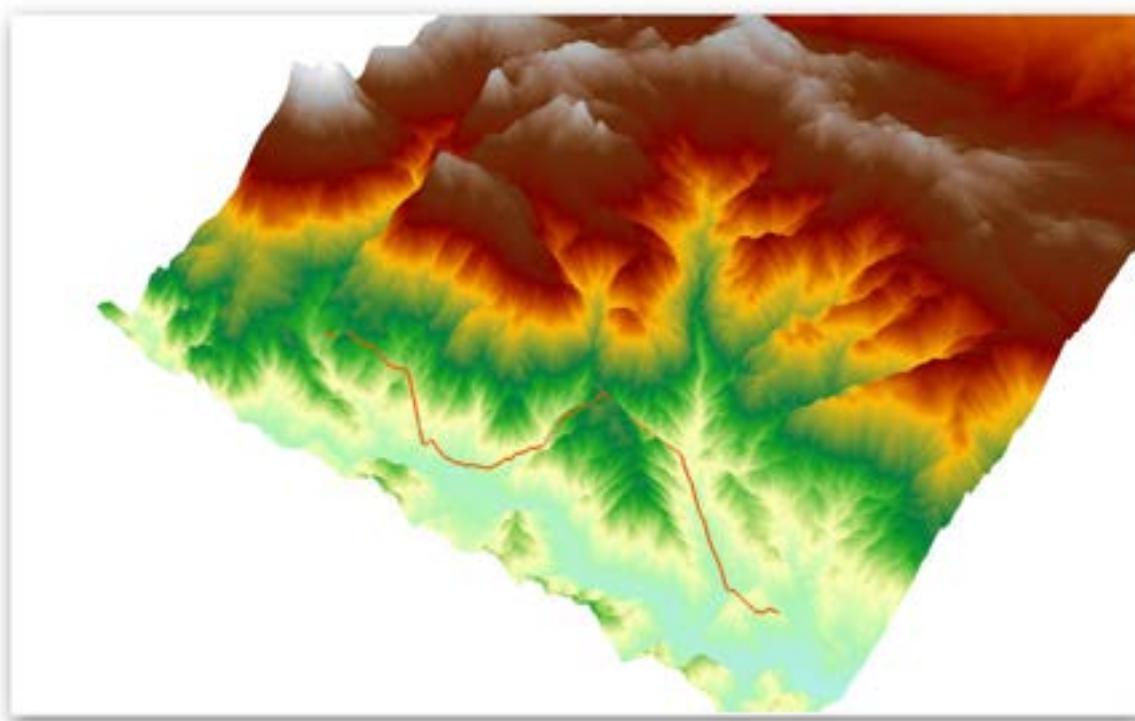
شکل (۶-۷۲) نمایش واریانت ۴ درصد که همان واریانت بهینه است



شکل (۶-۷۳) نمایش واریانت ۶ درصد



شکل (۶-۷۴) واریانت رقومی بدون نقطه میانی

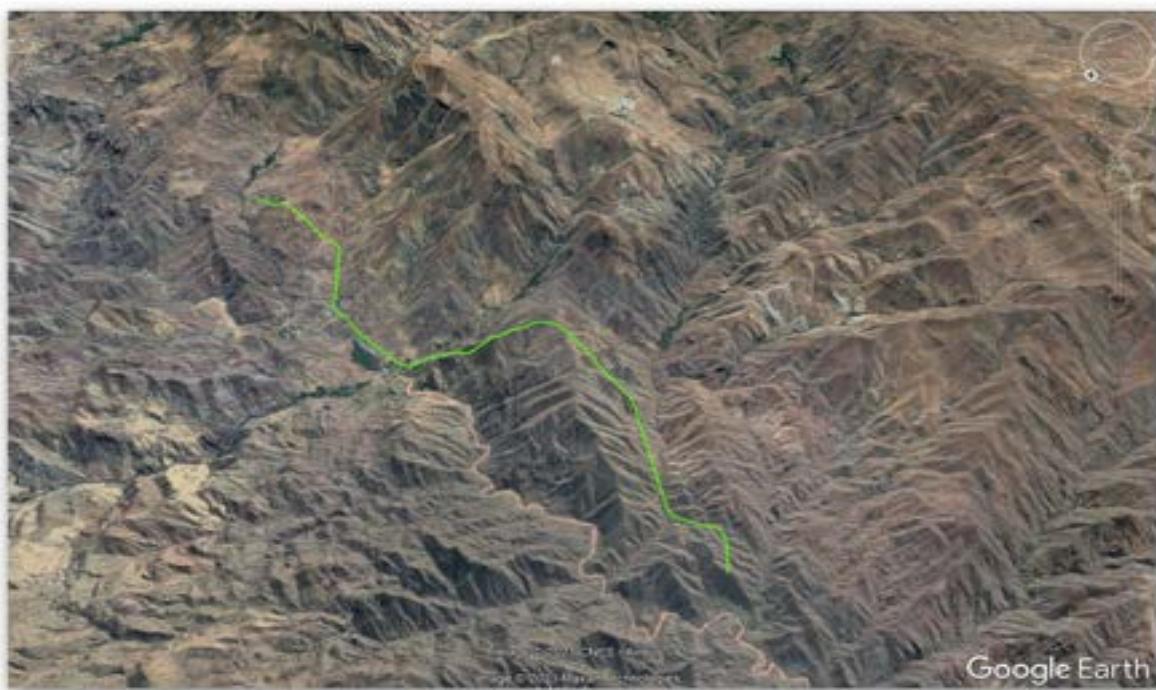


شکل (۶-۷۵) واریانت رقومی با نقطه میانی

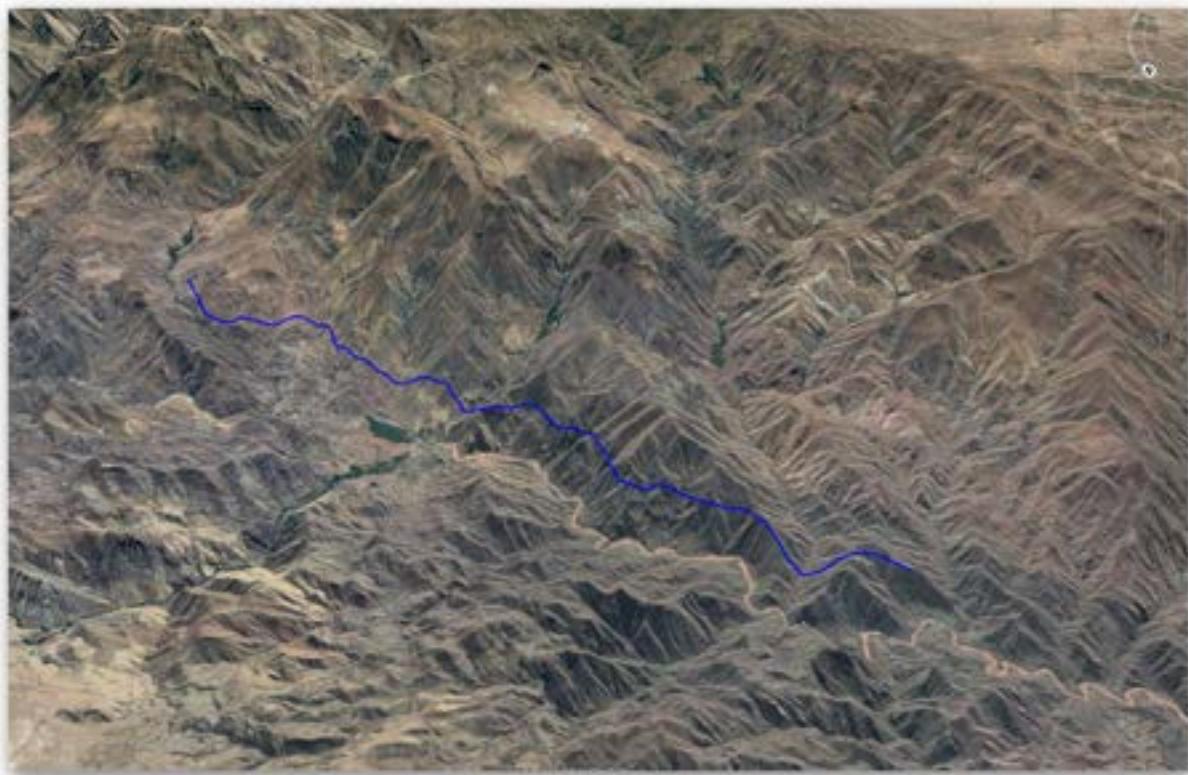
## ۶-۹ - نمایش ۴ واریانت طراحی شده در محیط سه بعدی گوگل ارث



شکل (۶-۷۶) واریانت رقومی با نقطه میانی



شکل (۶-۷۷) واریانت رقومی بدون نقطه میانی



شکل (۶-۷۸) واریانت ۴ درصد



شکل (۶-۷۹) واریانت ۶ درصد

هر چهار واریانت در کنار یکدیگر به صورت همزمان :



شکل (۶-۸۰) نمایش هر چهار واریانت در کنار یکدیگر

که مسیر نارنجی (مسیر ۶ درصد) و مسیر ابی (مسیر ۴ درصد) و مسیر سبز (واریانت بدون نقطه میانی) و مسیر قرمز (واریانت با نقطه میانی) است که طبق محاسبات توجیه فنی اقتصادی مسیر ۶ درصد به عنوان مسیر بهینه انتخاب شده است .

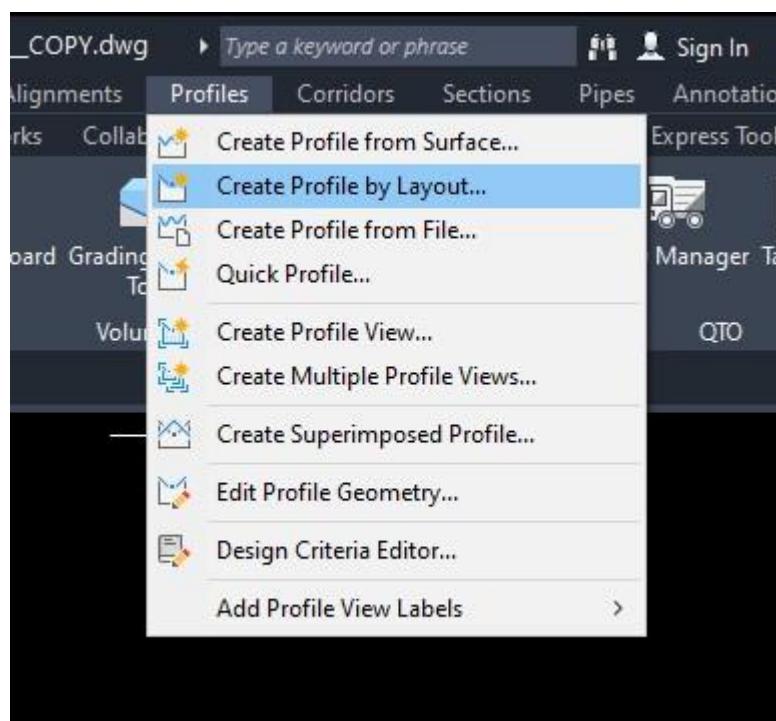
## فصل ۷: ترسیم خط پروژه، حجم عملیات

### خاکی و تعیین پارامترهای مربوط به آنها

---

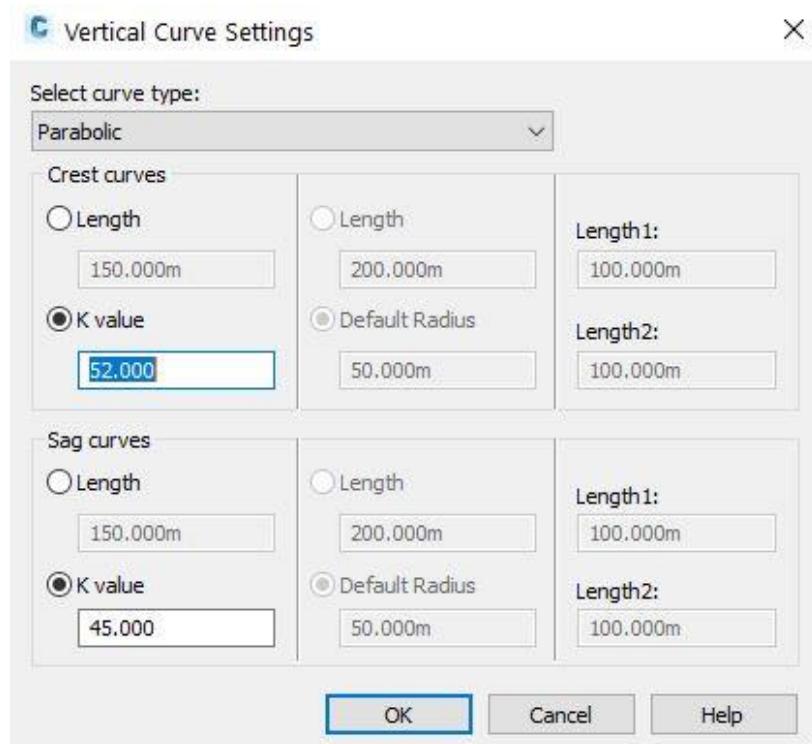
#### ۱-۷-۱- ترسیم خط پروژه

پس از مشخص شدن مسیرهای آنالوگ و رقومی باید خط پروژه های هر مسیر را ترسیم کنیم. در هنگام رسم خط پروژه لازم است به دو نکته توجه داشته باشیم؛ اول آنکه مقادیر خاکریزی و خاکبرداری تا آنجا که ممکن است به هم نزدیک باشند و نکته دوم آن است که طول بحرانی شب و مقادیر کاهش یا افزایش سرعت در سربالایی ها و سرپایینی ها رعایت شود. پس با توجه به دو نکته دوم فوق خط پروژه ها را رسم می کنیم. برای ترسیم خط پروژه از قسمت پروفیل گرینه `create profile` را انتخاب by layout می کنیم.



شکل (۷-۱) نحوهٔ شروع ترسیم خط پروژه

سپس تنظیمات قوس‌ها را به صورت زیر تکمیل می‌کنیم:



شکل (۷-۲) انجام تنظیمات ترسیم خط پروژه

تنظیمات فوق براساس جداول آین نامه که در پایین آمده تکمیل شده است.

جدول (۷-۱) مقادیر k در قوس های قائم کاسه ای

$$\text{جدول ۷-۵- مقادیر حداقل K برای قوس قائم کاسه ای } (L = \frac{AS^2}{120+155})$$

میزان انحنای قائم طرح (k)	فاصله دید توقف (متر)	سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)
۳	۲۰	۲۰
۶	۲۵	۳۰
۹	۵۰	۴۰
۱۳	۶۵	۵۰
۱۸	۸۵	۶۰
۲۳	۱۰۵	۷۰
۳۰	۱۳۰	۸۰
۳۸	۱۶۰	۹۰
۴۵	۱۸۵	۱۰۰
۵۵	۲۲۰	۱۱۰
۶۳	۲۵۰	۱۲۰
۷۳	۲۸۵	۱۳۰

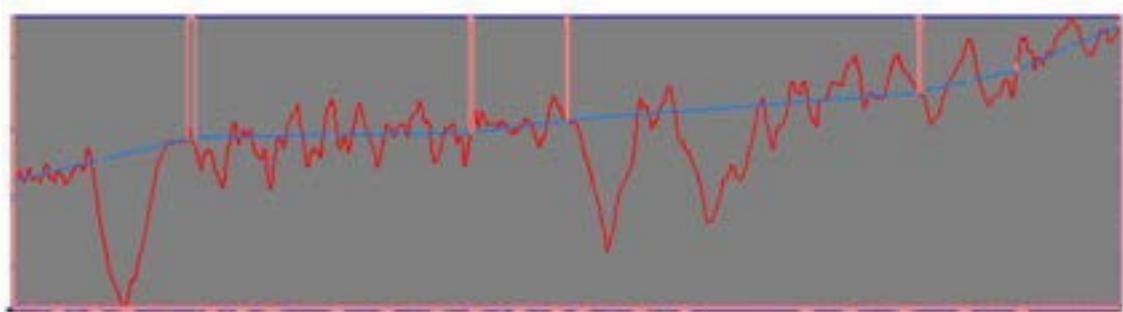
جدول (۷-۲) مقادیر k در ترسیم قوس های گنبدی

$$\text{جدول ۷-۵- مقادیر حداقل K برای قوس گنبدی برای فاصله دید توقف } (L = \frac{AS^2}{658})$$

میزان انحنای قائم طرح (k)	فاصله دید توقف (متر)	سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)
۱	۲۰	۲۰
۲	۲۵	۳۰
۳	۵۰	۴۰
۷	۶۵	۵۰
۱۱	۸۵	۶۰
۱۷	۱۰۵	۷۰
۲۶	۱۳۰	۸۰
۳۹	۱۶۰	۹۰
۵۲	۱۸۵	۱۰۰
۷۴	۲۲۰	۱۱۰
۹۵	۲۵۰	۱۲۰
۱۲۴	۲۸۵	۱۳۰

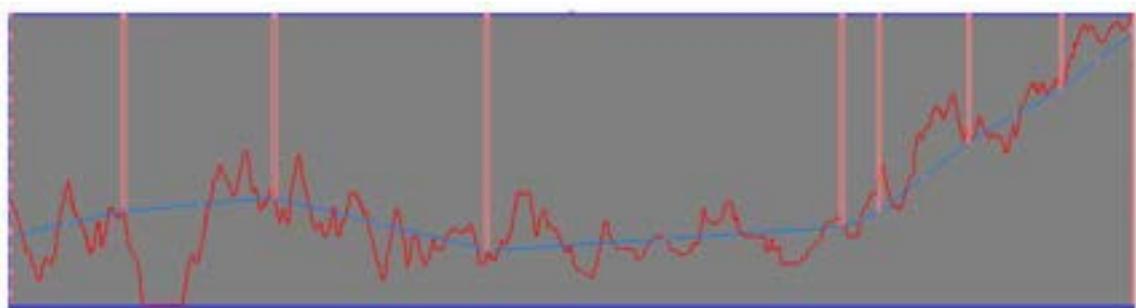
در نهایت به کمک گزینه **Draw tangents with curves** خط پروژه را ترسیم می کنیم. نتایج ترسیمات در پایین آمده است.

خط پروژه‌ی مربوط به مسیر ۴ درصد:



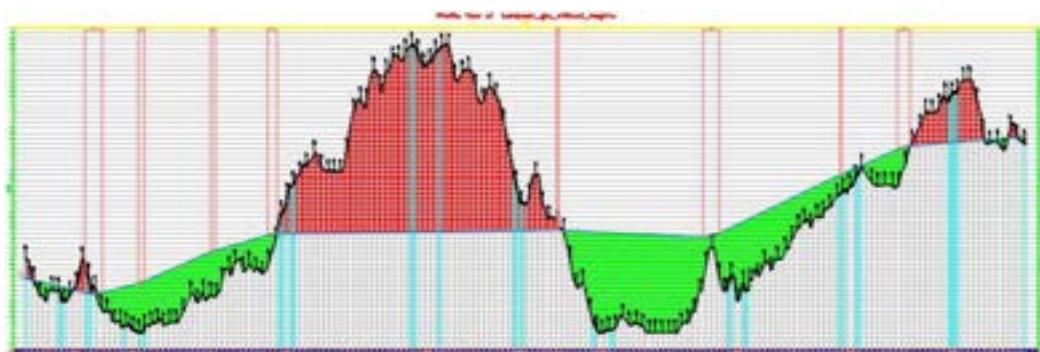
شکل (۷-۳) خط پروژه‌ی مسیر ۴ درصد

خط پروژه‌ی مربوط به مسیر ۶ درصد:



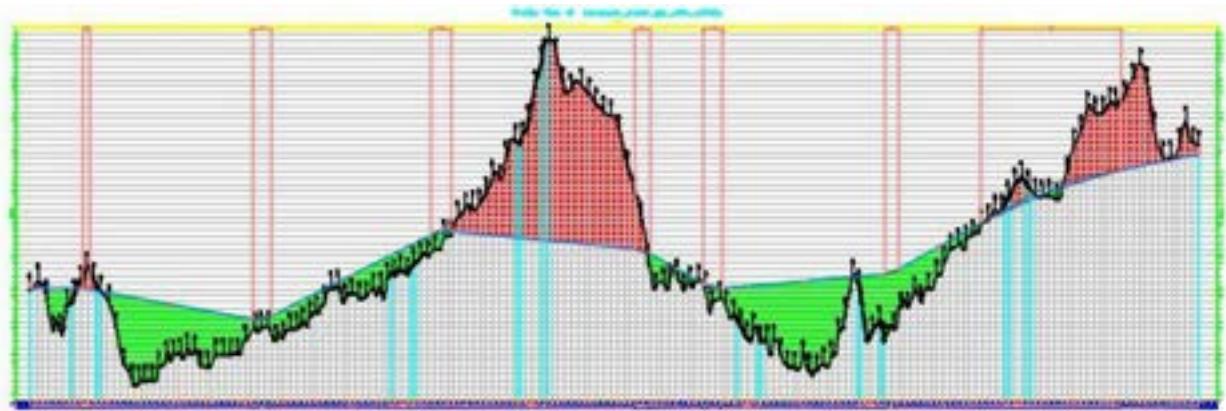
شکل (۷-۴) خط پروژه‌ی مسیر ۶ درصد

خط پروژه‌ی مسیر GIS بدون نقطه‌ی میانی:



شکل (۷-۵) خط پروژه‌ی مسیر GIS بدون نقطه‌ی میانی

خط پروژه‌ی مسیر GIS با نقطه‌ی میانی:



شکل (۷-۶) خط پروژه‌ی مسیر GIS با نقطه‌ی میانی

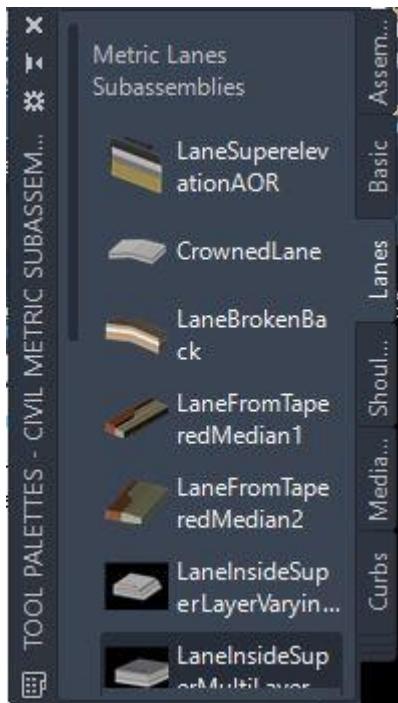
## ۷-۲- ساخت اسمبلی

گام بعدی ساخت اسمبلی است. اسمبلی در واقع مقطع عرضی مسیر را نشان می‌دهد. برای ساخت اسمبلی از قسمت اسمبلی گزینه‌ی Create Assembly را انتخاب می‌کنیم. شکل اسمبلی اولیه به صورت زیر است:



شکل (۷-۷) شروع ترسیم اسمبلی

سپس براساس نتایج حاصل از ترافیک، خط های مسیر را از قسمت toolpalets اضافه می کنیم.



شکل (۷-۸) مراحل ترسیم اسمبلی

آنچه از قسمت ترافیک نتیجه گرفتیم آن بود که مسیر های رفت و برگشت نیشابور سبزوار هر دو دارای دو خط عبور هستند. با توجه به آیین نامه عرض هر خط عبور باید  $3.65$  متر باشد.

- آزادراهها و بزرگراهها باید حداقل دو خط عبور، برای هر جهت حرکت داشته باشند. عرض یک خط برای قسمت های مستقیم مسیر آزادراهها و بزرگراهها،  $3/65$  متر است.
- راههای اصلی درجه یک در هر جهت حرکت، دارای یک خط ترافیک عبوری یا بیشتر می باشند. حداقل عرض یک خط،  $3/5$  متر است. عرض مطلوب یک خط عبور در راههای اصلی درجه یک،  $3/65$  متر است.
- راههای اصلی درجه دو در هر جهت حرکت، دارای یک خط ترافیک عبوری یا گاهی بیشتر می باشند. عرض سواره رو در راههای اصلی درجه دوی دو خط، مطابق جدول (۱-۶) است. برای راههای اصلی درجه دوی چند خطه، حداقل عرض هر خط، برابر  $3/5$  متر است.

شکل (۷-۹) موارد آیین نامه درباره عرض خطوط عبور

علاوه بر خط های عبور، شانه های مسیر را هم از تب مربوط به Shoulders انتخاب می کنیم. شیب عرضی شانه را هم براساس آیین نامه، ۲ درصد در نظر می گیریم. با توجه به آنکه مسیر ما، راه اصلی دو خطه است عرض شانه را براساس آیین نامه ۱.۸۵ متر در نظر می گیریم.

از نظر کنترل و هدایت خودرو، بهتر است شیب عرضی سواره را کمتر از ۲ درصد باشد. شیب های عرضی تندتر از ۲ درصد از نظر تخلیه آب بارش، مطلوب تر است. برای مناطق مانند تواحی معتدل ساحلی که نزول باران های شدید و سیل آسا، حالت غالب دارد، بهتر است از حد بالای شیب عرضی، و برای مناطق خشک با بادهای شدید، از حد پایین شیب عرضی استفاده کرد. برای مناطق سردسیر با برف و بیخندان مکرر و برای سرعت طرح بیش از ۱۰۰ کیلومتر در ساعت بیشتر است از شیب عرضی کمتر استفاده شود.

شكل (۷-۱۰) موارد آیین نامه درباره ای شیب عرضی خطوط

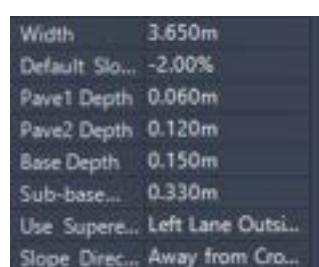
جدول (۷-۳) عرض شانه ها در آیین نامه

جدول ۷-۴- عرض شانه طبقین راهها

عرض شانه (متر)	راست	تعداد خط عبور	نوع راه
چپ			
۱/۵۰ <sup>۷</sup>	۳/۰۰ <sup>۱</sup>	۴	آزادراه و بزرگراه
۲/۰۰ <sup>۷</sup>	۳/۰۰ <sup>۱</sup>	۶ یا بیشتر	آزادراه و بزرگراه
۱/۵۰ <sup>۷</sup>	۲/۴-۳	۴	راه اصلی درجه یک جداشده
۲/۰۰ <sup>۷</sup>	۲/۴-۳	۶	راه اصلی درجه یک جداشده
۱/۸۵-۲/۸۵	۱/۸۵-۲/۸۵	۲	راه اصلی درجه یک دو خطه

در هر یک از قسمت های خط عبور و شانه لازم است که ارتفاع لایه های مختلف مسیر را که از بخش رو سازی بدست آوردهیم وارد تنظیمات کنیم. این تنظیمات به صورت زیر تکمیل شده است.

تنظیمات مربوط به خط عبور:



شكل (۷-۱۱) تنظیمات مربوط به خط عبور

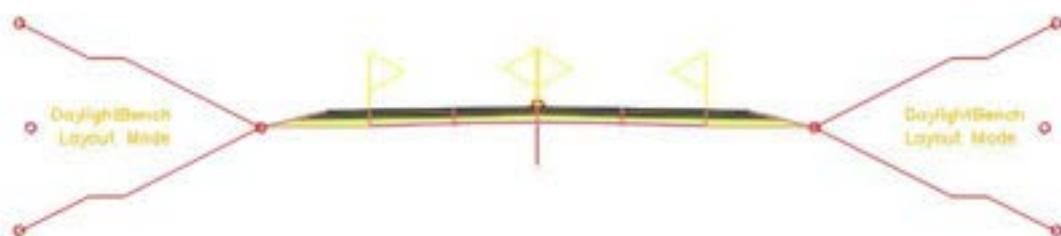
تنظیمات مربوط به شانه:

Shoulder...	1.850m
Use Supere... Right Outside S...	
Shoulder Sl... Away from Cro...	
Shoulder...	-2.00%
Subbase D... Hold slope, adj...	
Daylight Sl... 4.00:1	
Daylight W... 1.800m	
Supereleva... Yes	
Sub-base... -2.00%	
Pave1 Depth 0.060m	
Pave2 Depth 0.120m	
Base Depth 0.150m	
Sub-base... 0.330m	

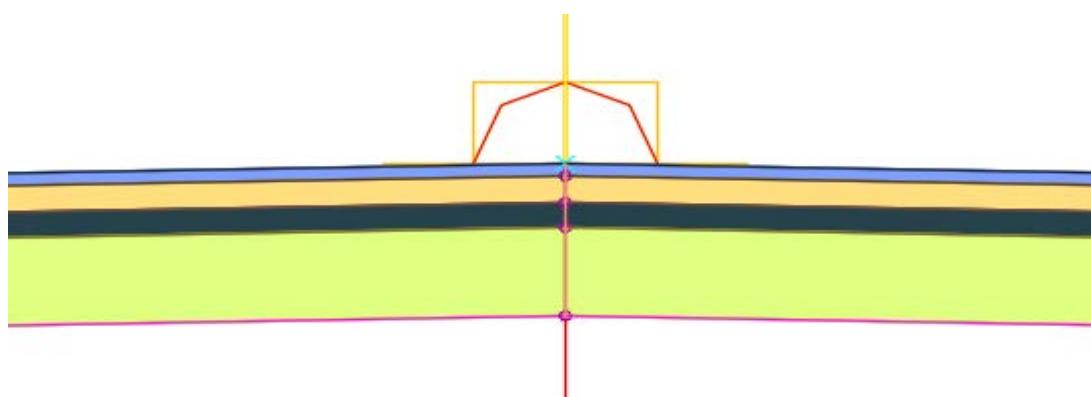
شکل (۷-۱۲) تنظیمات مربوط به شانه

در نهایت شیروانی های مسیر را اضافه می کنیم. در نهایت اسمنبلی ساخته شده برای هر چهار مسیر به

شکل زیر است:



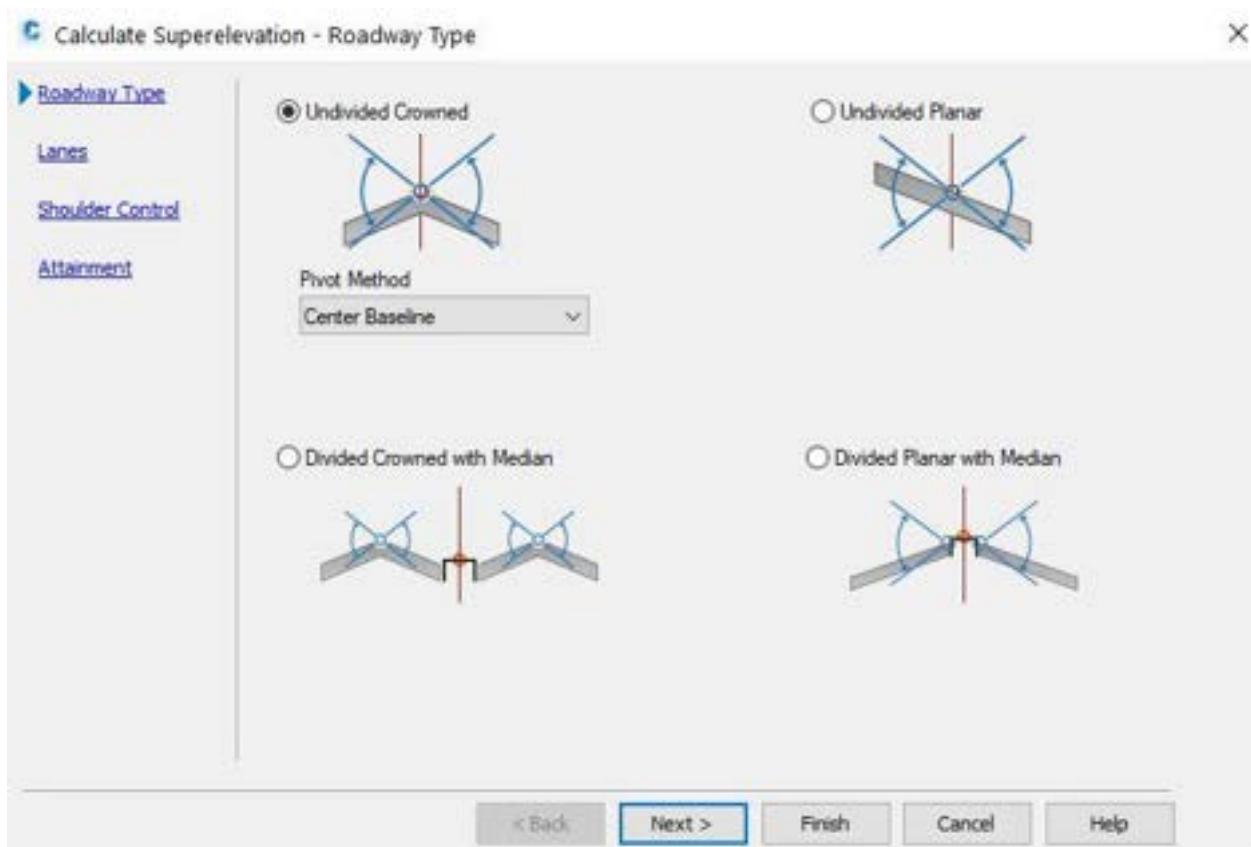
شکل (۷-۱۳) نمای کلی اسمنبلی



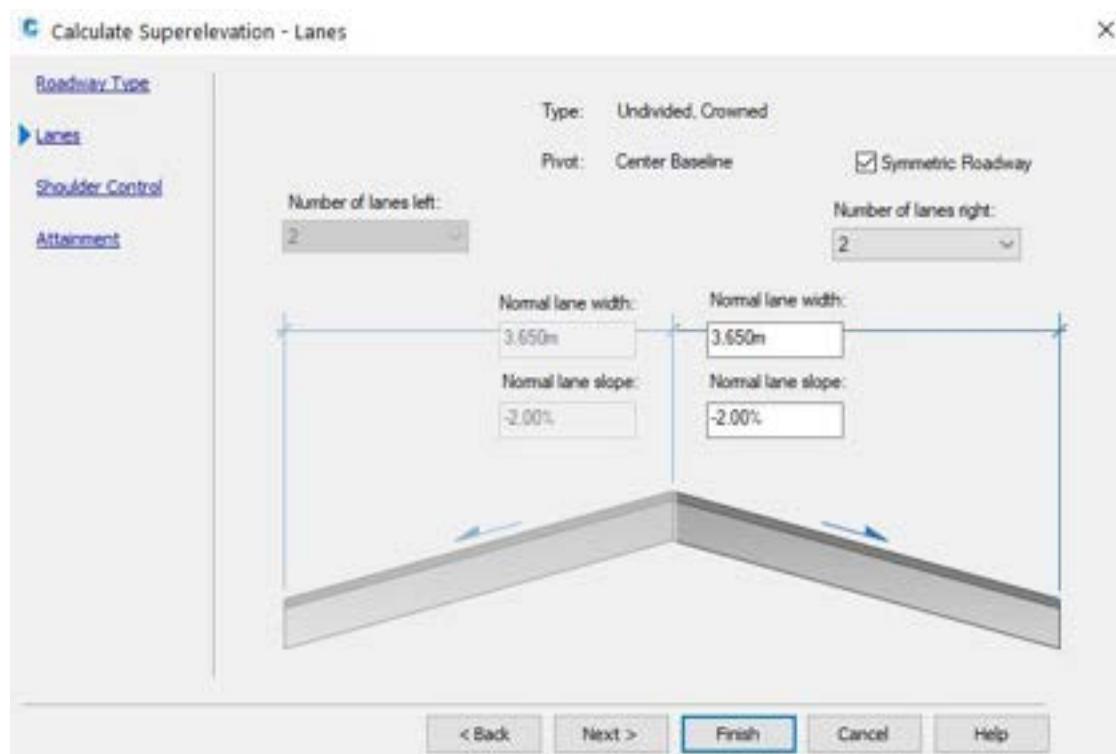
شکل (۷-۱۴) قسمتی از لایه های مسیر در اسمنبلی

## ۷-۳- اعمال بربلندی

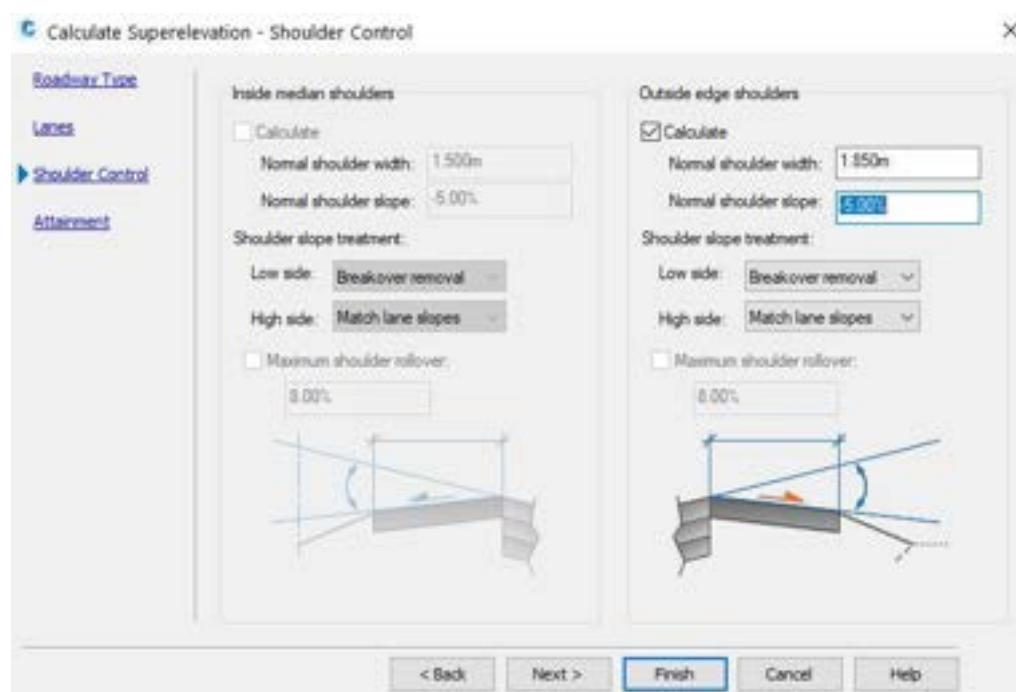
گام بعدی مشخص کردن بربلندی و انجام تنظیمات مربوط به آن است. از بربلندی برای ایجاد تعادل بین مولفه‌ی وزن خودرو و نیروی گریز از مرکز ناشی از آن در قوس‌ها استفاده می‌شود. الینمنت را انتخاب کرده و روی گزینه‌ی Superelevation کلیک می‌کنیم. با توجه به آیین نامه که در بالا هم آمده اطلاعات را به صورت زیر تکمیل می‌کنیم.



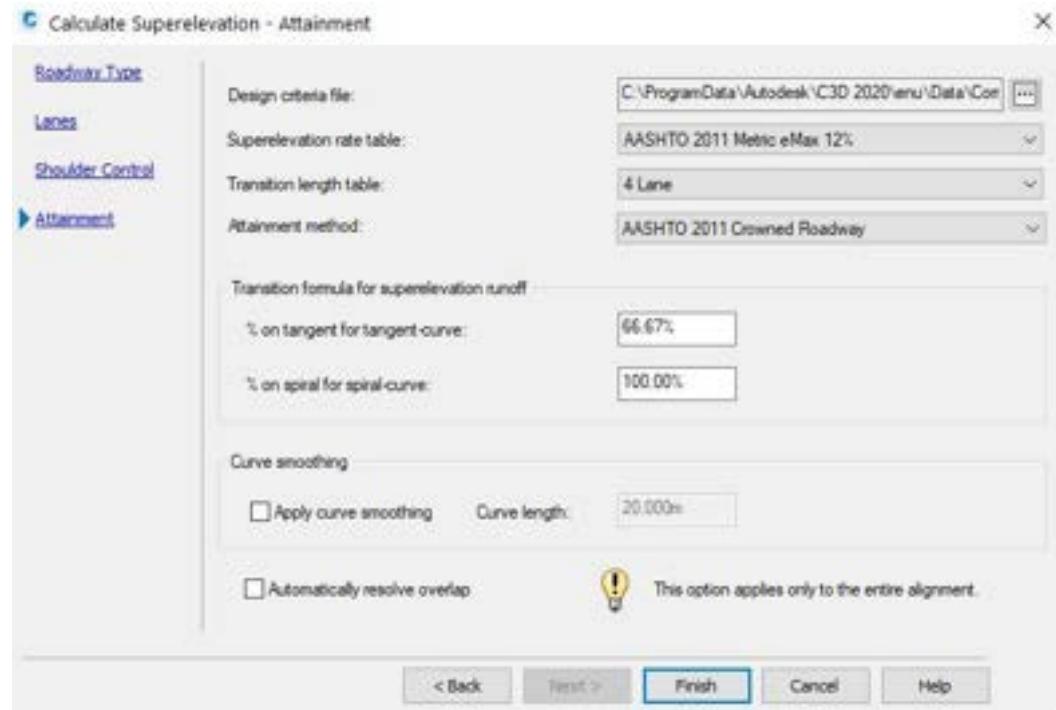
شکل (۷-۱۵) تنظیمات مربوط به بربلندی ۱



شکل (۷-۱۶) تنظیمات مربوط به برپاندی ۲



شکل (۷-۱۷) تنظیمات مربوط به برپاندی ۳



شکل (۷-۱۸) تنظیمات مربوط به بر بلندی

در نهایت گزارش های مربوط به بر بلندی در پایین آمده است:

Superelevation Curve	Start Station	End Station	Length	Overlap	Left Outside Shoulder	Left Outside Lane	Left Inside Lane	Right Inside Lane
Curve.1								
Transition In Region	0+715.31m	0+916.71...	201.404m					
End Normal Shoulder	0+715.31m			-3.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%	
Runout	0+752.15m	0+776.71...	24.565m					
End Normal Crown	0+752.15m			-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%	
Level Crown	0+776.71m			0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
Runoff	0+776.71m	0+916.71...	140.000m					
Level Crown	0+776.71m			0.00%	0.00%	0.00%	-2.00%	
Reverse Crown	0+801.27m			2.00%	2.00%	2.00%	-2.00%	
Low Shoulder Match	0+838.12m			5.00%	5.00%	5.00%	-5.00%	
Begin Full Super	0+916.71m			11.40%	11.40%	11.40%	-11.40%	
Begin Curve	0+916.71m							
Transition Out Region	1+072.44m	1+273.84...	201.404m					
Runoff	1+072.44m	1+212.44...	140.000m					
End Full Super	1+072.44m			11.40%	11.40%	11.40%	-11.40%	
End Curve	1+072.44m							
Low Shoulder Match	1+151.04m			5.00%	5.00%	5.00%	-5.00%	
Reverse Crown	1+187.88m			2.00%	2.00%	2.00%	-2.00%	
Level Crown	1+212.44m			0.00%	0.00%	0.00%	-2.00%	
Runout	1+212.44m	1+237.00...	24.565m					
Level Crown	1+212.44m			0.00%	0.00%	0.00%	-2.00%	
Begin Normal Crown	1+237.00m			-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%	

Begin Normal Shoulder	1+273.84m	-5.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Curve.2					
Transition In Region	2+628.63m	-5.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
End Normal Shoulder	2+628.63m	-5.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Runout	2+665.47m	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
End Normal Crown	2+665.47m	0.00%	0.00%	0.00%	-2.00%
Level Crown	2+690.03m	0.00%	0.00%	0.00%	-2.00%
Runoff	2+690.03m	11.40%	11.40%	11.40%	-11.40%
Level Crown	2+690.03m	0.00%	0.00%	0.00%	-2.00%
Reverse Crown	2+714.50m	2.00%	2.00%	2.00%	-2.00%
Low Shoulder Match	2+751.44m	5.00%	5.00%	5.00%	-5.00%
Begin Full Super	2+830.03m	11.40%	11.40%	11.40%	-11.40%
Begin Curve	2+830.03m				
Transition Out Region	2+891.90m	11.40%	11.40%	11.40%	-11.40%
Runoff	2+891.90m	11.40%	11.40%	11.40%	-11.40%
End Full Super	2+891.90m				
End Curve	2+891.90m				
Low Shoulder Match	2+970.50m	5.00%	5.00%	5.00%	-5.00%
Reverse Crown	3+007.34m	2.00%	2.00%	2.00%	-2.00%
Level Crown	3+031.90m	0.00%	0.00%	0.00%	-2.00%
Runout	3+031.90m	24.561m			
Level Crown	3+031.90m	0.00%	0.00%	0.00%	-2.00%
Begin Normal Crown	3+056.46m	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Begin Normal Shoulder	3+093.30m	-5.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Curve.3					
Transition In Region	4+567.80m	-5.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
End Normal Shoulder	4+567.80m	-5.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Runout	4+604.54m	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
End Normal Crown	4+604.54m	0.00%	0.00%	0.00%	-2.00%
Level Crown	4+629.20m	0.00%	0.00%	0.00%	-2.00%
Runoff	4+629.20m	11.40%	11.40%	11.40%	-11.40%
Level Crown	4+629.20m	0.00%	0.00%	0.00%	-2.00%
Reverse Crown	4+653.76m	2.00%	2.00%	2.00%	-2.00%
Low Shoulder Match	4+690.80m	5.00%	5.00%	5.00%	-5.00%
Begin Full Super	4+769.20m	11.40%	11.40%	11.40%	-11.40%
Begin Curve	4+769.20m				
Transition Out Region	5+020.71m	11.40%	11.40%	11.40%	-11.40%
Runoff	5+020.71m	11.40%	11.40%	11.40%	-11.40%
End Full Super	5+020.71m				
End Curve	5+020.71m				
Low Shoulder Match	5+099.31m	5.00%	5.00%	5.00%	-5.00%
Reverse Crown	5+136.15m	2.00%	2.00%	2.00%	-2.00%
Level Crown	5+160.71m	0.00%	0.00%	0.00%	-2.00%
Runout	5+160.71m	24.561m			
Level Crown	5+160.71m	0.00%	0.00%	0.00%	-2.00%
Begin Normal Crown	5+185.27m	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Begin Normal Shoulder	5+222.11m	-5.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Curve.4					
Transition In Region	6+748.81m	-5.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
End Normal Shoulder	6+748.81m	-5.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Runout	6+785.66m	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
End Normal Crown	6+785.66m	0.00%	0.00%	0.00%	-2.00%
Level Crown	6+810.22m	0.00%	0.00%	0.00%	-2.00%
Runoff	6+810.22m	11.40%	11.40%	11.40%	-11.40%
Level Crown	6+810.22m	0.00%	0.00%	0.00%	-2.00%
Reverse Crown	6+834.70m	2.00%	2.00%	2.00%	-2.00%
Low Shoulder Match	6+871.62m	5.00%	5.00%	5.00%	-5.00%
Begin Full Super	6+950.22m	-11.40%	-11.40%	-11.40%	11.40%
Begin Curve	6+950.22m				
Transition Out Region	7+282.93m	-11.40%	-11.40%	-11.40%	11.40%
Runoff	7+282.93m	-11.40%	-11.40%	-11.40%	11.40%
End Full Super	7+282.93m				
End Curve	7+282.93m				
Low Shoulder Match	7+361.53m	5.00%	5.00%	5.00%	-5.00%
Reverse Crown	7+398.37m	2.00%	2.00%	2.00%	-2.00%

	- Level Crown	7+422.93m	-5.00%	-2.00%	-2.00%	0.00%
	- Runout	7+422.93m	7+447.49m	24.561m		
	- Level Crown	7+422.93m	-5.00%	-2.00%	-2.00%	0.00%
	- Begin Normal Crown	7+447.49m	-5.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
	- Begin Normal Shoulder	7+484.34m	-5.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Curve.5						
	- Transition In Region	9+499.94m	9+701.34m	201.404m		
	- End Normal Shoulder	9+499.94m	-5.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
	- Runout	9+536.78m	9+561.34m	24.561m		
	- End Normal Crown	9+536.78m	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
	- Level Crown	9+561.34m	0.00%	0.00%	0.00%	-2.00%
	- Runoff	9+561.34m	9+701.34m	140.000m		
	- Level Crown	9+561.34m	0.00%	0.00%	0.00%	-2.00%
	- Reverse Crown	9+585.90m	2.00%	2.00%	2.00%	-2.00%
	- Low Shoulder Match	9+622.75m	5.00%	5.00%	5.00%	-5.00%
	- Begin Full Super	9+701.34m	11.40%	11.40%	11.40%	-11.40%
	- Begin Curve	9+701.34m				
	- Transition Out Region	9+841.80m	10+043.2...	201.404m		
	- Runoff	9+841.80m	9+981.80m	140.000m		
	- End Full Super	9+841.80m	11.40%	11.40%	11.40%	-11.40%
	- End Curve	9+841.80m				
	- Low Shoulder Match	9+920.40m	5.00%	5.00%	5.00%	-5.00%

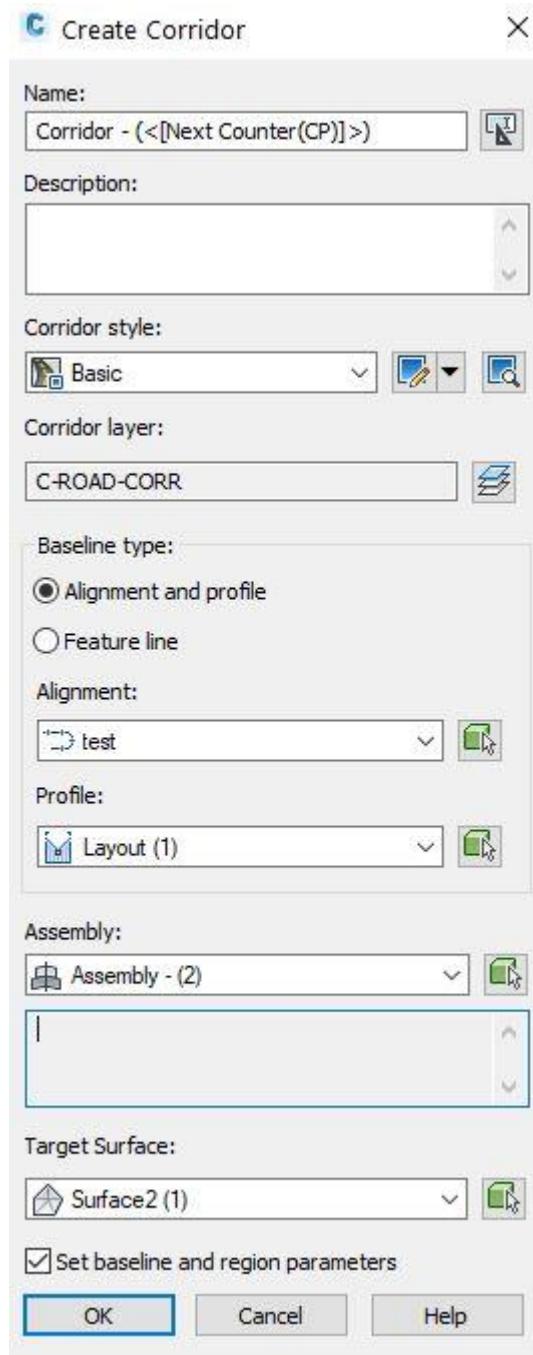
	- Reverse Crown	9+957.24m	2.00%	2.00%	2.00%	-2.00%
	- Level Crown	9+981.80m	0.00%	0.00%	0.00%	-2.00%
	- Runout	9+981.80m	10+006.3...	24.561m		
	- Level Crown	9+981.80m	0.00%	0.00%	0.00%	-2.00%
	- Begin Normal Crown	10+006.3...	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
	- Begin Normal Shoulder	10+043.2...	-5.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Curve.6						
	- Transition In Region	13+199.6...	13+401.0...	201.404m		
	- End Normal Shoulder	13+199.6...	-5.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
	- Runout	13+236.4...	13+261.0...	24.561m		
	- End Normal Crown	13+236.4...	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
	- Level Crown	13+261.0...	0.00%	0.00%	0.00%	-2.00%
	- Runoff	13+261.0...	13+401.0...	140.000m		
	- Level Crown	13+261.0...	0.00%	0.00%	0.00%	-2.00%
	- Reverse Crown	13+285.5...	2.00%	2.00%	2.00%	-2.00%
	- Low Shoulder Match	13+322.4...	5.00%	5.00%	5.00%	-5.00%
	- Begin Full Super	13+401.0...	11.40%	11.40%	11.40%	-11.40%
	- Begin Curve	13+401.0...				
	- Transition Out Region	13+432.1...	13+633.5...	201.404m		
	- Runoff	13+432.1...	13+572.1...	140.000m		
	- End Full Super	13+432.1...	11.40%	11.40%	11.40%	-11.40%
	- End Curve	13+432.1...				

Low Shoulder Match	13+510.7...	-5%	5.00%	5.00%	5.00%	-5.00%
Reverse Crown	13+547.5...	-5%	2.00%	2.00%	2.00%	-2.00%
Level Crown	13+572.1...	-5%	0.00%	0.00%	0.00%	-2.00%
Runout	13+572.1...	-5%	13+596.7...	-5%	24.561m	
Level Crown	13+572.1...	-5%	0.00%	0.00%	0.00%	-2.00%
Begin Normal Crown	13+596.7...	-5%	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Begin Normal Shoulder	13+633.5...	-5%	-5.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
<b>Curve.7</b>						
Transition In Region	14+579.3...	-5%	14+780.7...	-5%	201.404m	
End Normal Shoulder	14+579.3...	-5%	-5.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Runout	14+616.1...	-5%	14+640.7...	-5%	24.561m	
End Normal Crown	14+616.1...	-5%	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Level Crown	14+640.7...	-5%	0.00%	0.00%	0.00%	-2.00%
Runoff	14+640.7...	-5%	14+780.7...	-5%	140.000m	
Level Crown	14+640.7...	-5%	0.00%	0.00%	0.00%	-2.00%
Reverse Crown	14+665.2...	-5%	2.00%	2.00%	2.00%	-2.00%
Low Shoulder Match	14+702.1...	-5%	5.00%	5.00%	5.00%	-5.00%
Begin Full Super	14+780.7...	-5%	11.40%	11.40%	11.40%	-11.40%
Begin Curve	14+780.7...	-5%				
Transition Out Region	14+796.7...	-5%	14+988.1...	-5%	201.404m	
Runoff	14+796.7...	-5%	14+936.7...	-5%	140.000m	
End Full Super	14+796.7...	-5%	11.40%	11.40%	11.40%	-11.40%
<b>Curve.8</b>						
End Curve	14+796.7...	-5%				
Low Shoulder Match	14+875.3...	-5%	5.00%	5.00%	5.00%	-5.00%
Reverse Crown	14+912.1...	-5%	2.00%	2.00%	2.00%	-2.00%
Level Crown	14+936.7...	-5%	0.00%	0.00%	0.00%	-2.00%
Runout	14+936.7...	-5%	14+961.3...	-5%	24.561m	
Level Crown	14+936.7...	-5%	0.00%	0.00%	0.00%	-2.00%
Begin Normal Crown	14+961.3...	-5%	-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Begin Normal Shoulder	14+988.1...	-5%	-5.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%

شکل (۷-۱۹) گزارش خروجی مربوط به برپاندی

## ۴-۷- کریدور

در قسمت بعد لازم است که کریدور مسیر را رسم کنیم. برای رسم کریدور از قسمت Corridors گزینه‌ی Create Corridors را انتخاب می‌کنیم. تنظیمات آنرا به صورت زیر کامل می‌کنیم.



شکل (۷-۲۰) مراحل انجام رسم کریدور

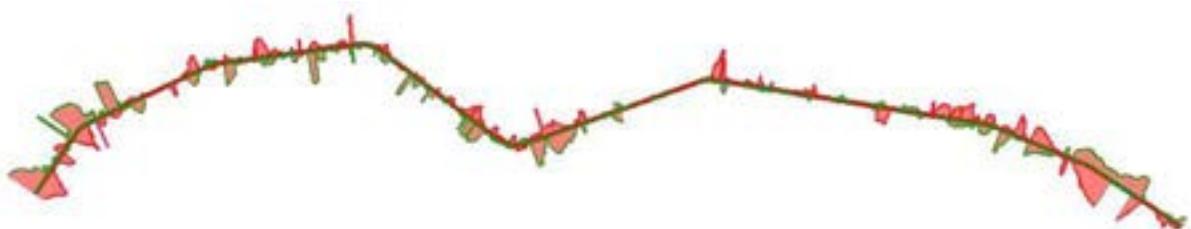
در نهایت کریدور مسیر به صورت زیر رسم می شود.

کریدور مسیر ۴ درصد:



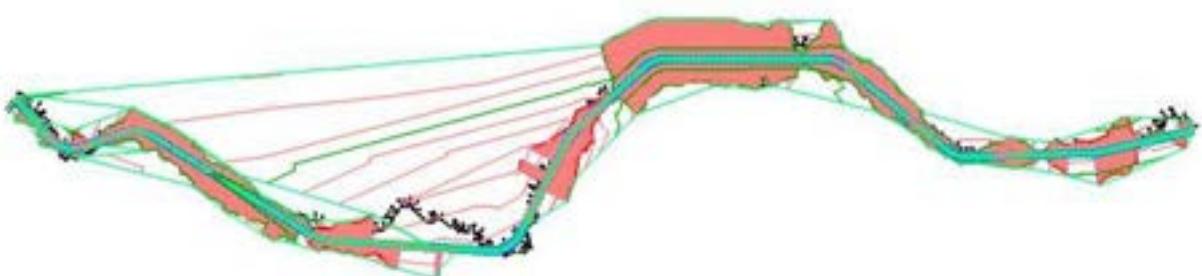
شکل (۷-۲۱) کریدور مسیر ۴ درصد

کریدور مسیر ۶ درصد:



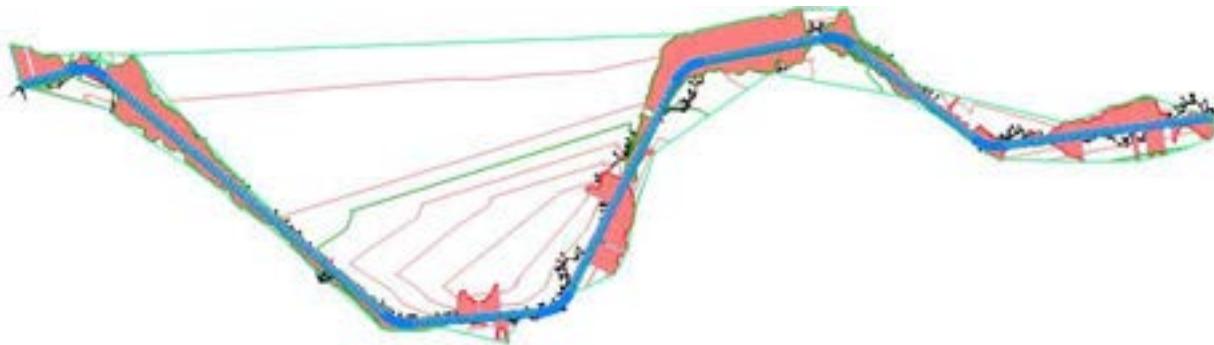
شکل (۷-۲۲) کریدور مسیر ۶ درصد

کریدور مسیر GIS بدون نقطه میانی:



شکل (۷-۲۳) کریدور مسیر GIS بدون نقطه میانی

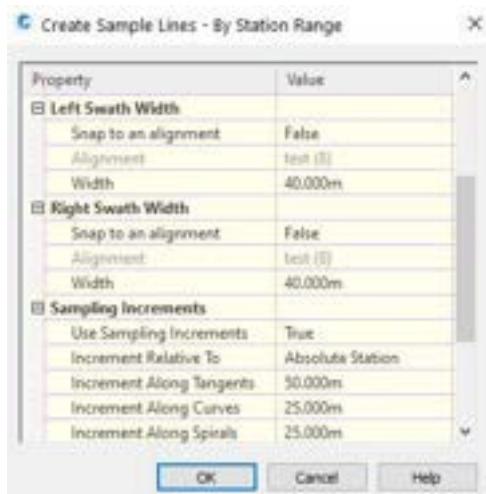
کریدور مسیر GIS با نقطه‌ی میانی:



شکل (۷-۲۴) کریدور مسیر GIS با نقطه‌ی میانی

## ۷-۵- سمپل لاین ها

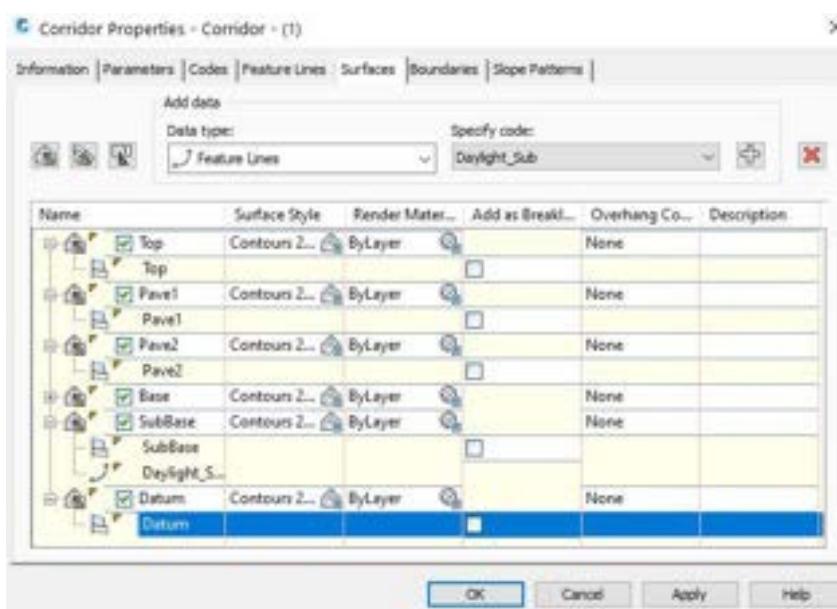
سپس باید سمپل لاین ها را بسازیم. از سمپل لاین ها برای مقاطع عرضی و محاسبه‌ی حجم خاک استفاده می‌کنیم. برای ساخت آن از منوی بالای برنامه گزینه‌ی Sample lines را انتخاب می‌کنیم. حالت رسم آنرا روی by range of station قرار می‌دهیم. عرض مقاطع راست و چپ را که عرض مقاطع عرضی و اینکه شیروانی ها تا چه طولی باید به زمین طبیعی برسند را روی ۴۰ متر قرار می‌دهیم. همچنین فاصله‌ی سمپل لاین ها در مسیر مستقیم را برابر ۵۰ متر و در قوس ها برابر ۲۵ متر قرار می‌دهیم. در نهایت OK می‌کنیم و سمپل لاین ها رسم می‌شوند.



شکل (۷-۲۵) تنظیمات مربوط به سمپل لاین ها

## ۷-۶- محاسبات حجم خاک

برای انجام محاسبات حجم خاک ابتدا از طریق کریدور سطوح بالا و پایین را می سازیم. این سطوح عبارتند از Top, SubBase, Base, Pave ۱, Pave ۲, Top و دیتوم. هر کدام از این سطوح را در پنجره‌ی پایین تعریف می کنیم.

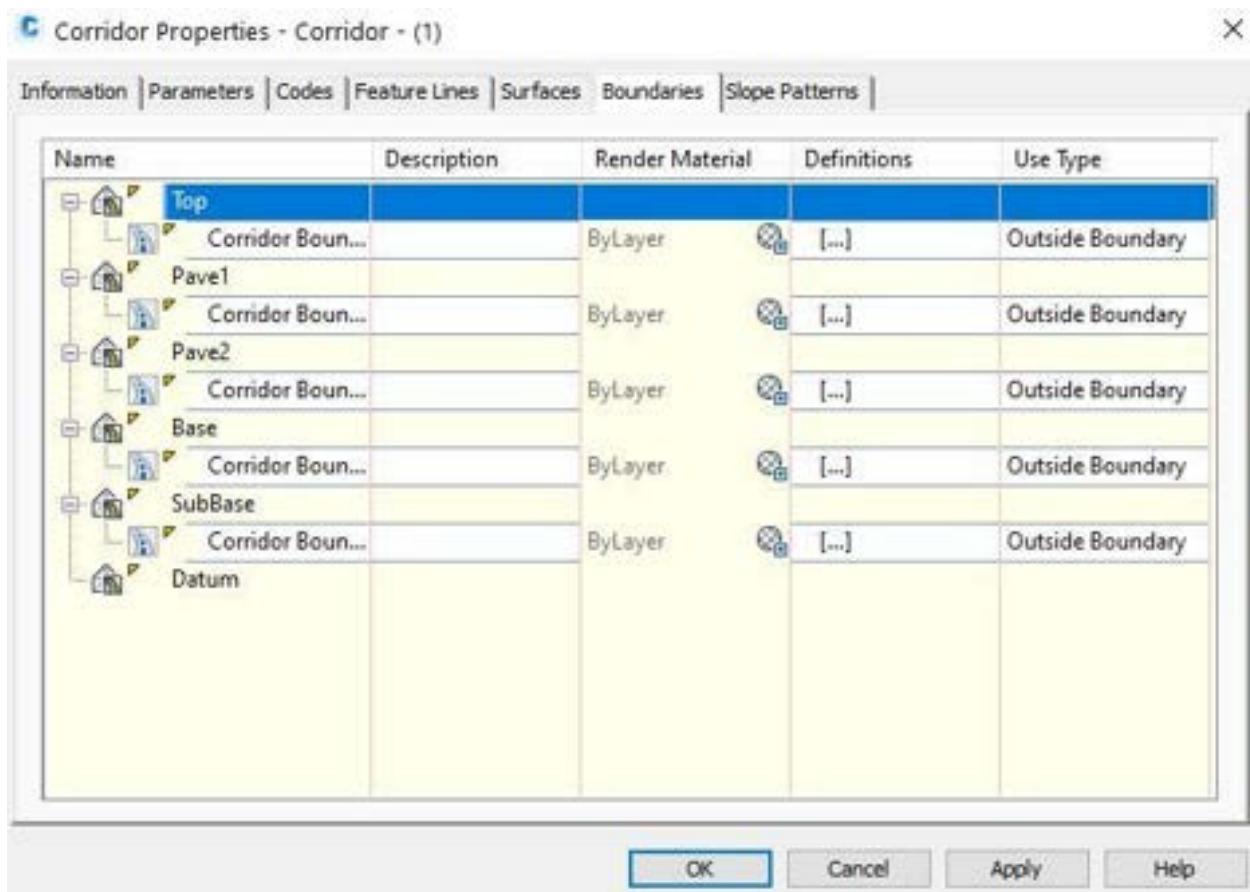


شکل (۷-۲۶) تعیین خطوط مرزی بین لایه‌های مسیر

گام بعدی اضافه کردن Boundary هاست. در این قسمت مشخص میکنیم که هر سطح تا کجا ادامه می یابد. این خطوط مرزی برای هر سطح در جدول پایین آمده است:

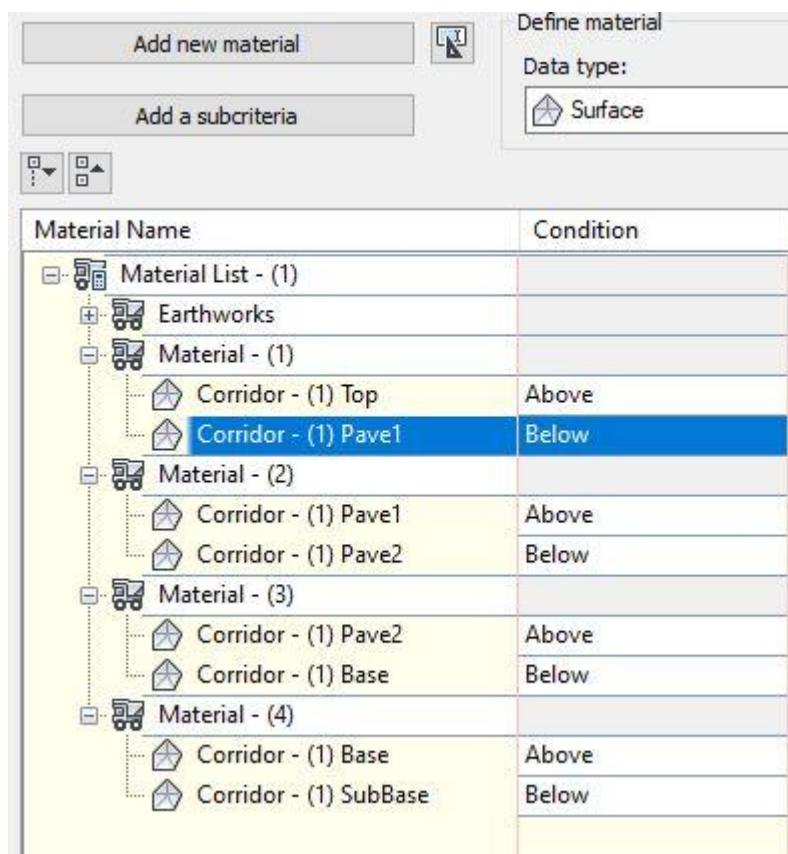
جدول (۷-۴) مرزهای تعیین شده در برنامه ۳d civil

Top	Daylight
Pave ۱	EPS Pave ۱
Pave ۲	EPS Pave ۲
Base	EPS Base
SubBase	Daylight Sub



شکل (۷-۲۷) اتمام تعیین خطوط مرزی لایه های مسیر

در قسمت بعد از قسمت Compute Materials پنجره‌ی Earthwork را انتخاب می‌کنیم و روش محاسبه‌ی حجم را روی Composite Volume قرار می‌دهیم. سطح بالایی ما یعنی سطح زمین طبیعی، سطح surface و سطح پایین دیتوم می‌باشد. برای محاسبه‌ی حجم این دو سطح باید با یکدیگر مقایسه شوند. گام بعدی اضافه کردن material هاست. برای این قسمت هر کدام از سطوح را اضافه می‌کنیم و مشخص می‌کنیم که این سطح با کدام سطح و طبق چه رابطه‌ای باید مقایسه شود. منظور از رابطه بالا یا پایین بودن سطوح نسبت به یکدیگر است. این قسمت مطابق زیر کامل می‌شود:



شکل (۷-۲۸) تعیین ترتیب لایه‌های مسیر در محاسبات حجم عملیات خاکی

در نهایت از قسمت Volume Report می‌توانیم گزارش محاسبه‌ی احجام را در فرمت select material خروجی بگیریم.

## ۷-۶-۲- گزارش های حجم عملیات خاکی

به عنوان نمونه میزان حجم خاک هر کدام از مسیر ها در کیلومترهای ابتدایی و پایانی هر مسیر در

پایین آورده شده است:

مسیر ۴ در صد:

### Material Report

Project: C:\Users\Hassan.R\AppData\Local\Temp\4\_percent\_\_COPY\_1\_18960\_50c5a722.svs

Alignment: test

Sample Line Group: SL Collection - 1

Start Sta: 0+050.000

End Sta: 15+950.000

	<b>Area Type</b>	<b>Area</b>	<b>Inc.Vol.</b>	<b>Cum.Vol.</b>
		Sq.m.	Cu.m.	Cu.m.
<b>Station: 0+100.000</b>				
	Earthworks(Cut)	0.00	11902.71	11902.71
	Earthworks(Fill)	0.00	2535.41	2535.41
	Material - (1)	0.00	0.00	0.00
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
<b>Station: 0+150.000</b>				
	Earthworks(Cut)	0.00	13734.20	25636.91
	Earthworks(Fill)	0.00	6818.57	9353.98
	Material - (1)	0.00	0.00	0.00
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
<b>Station: 0+200.000</b>				

Station: 0+200.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	11798.07	37434.98
	Earthworks(Fill)	0.00	8976.50	18330.48
	Material - (1)	0.00	0.00	0.00
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
Station: 0+250.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	21071.54	58506.52
	Earthworks(Fill)	0.00	430.73	18761.21
	Material - (1)	0.00	0.00	0.00
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
Station: 0+300.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	2265.68	60772.20
	Earthworks(Fill)	0.00	7464.87	26226.08
	Material - (1)	0.00	0.00	0.00
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
Station: 15+700.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	18360.10	8626408.88
	Earthworks(Fill)	0.00	546.09	31944758.70
	Material - (1)	0.00	-0.00	1.15
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.13
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
Station: 15+750.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	17871.97	8644280.86
	Earthworks(Fill)	0.00	80.86	31944839.56
	Material - (1)	0.00	-0.00	1.15
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.13
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
Station: 15+800.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	7935.26	8652216.12
	Earthworks(Fill)	0.00	8327.77	31953167.33
	Material - (1)	0.00	-0.00	1.15
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.13
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00

Station: 15+850.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	22.35	8652238.47
	Earthworks(Fill)	0.00	35700.00	31988867.33
	Material - (1)	0.00	-0.00	1.15
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.13
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
Station: 15+900.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	22.30	8652260.77
	Earthworks(Fill)	0.00	25789.89	32014657.22
	Material - (1)	0.00	-0.00	1.15
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.13
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
Station: 15+950.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	304.39	8652565.16
	Earthworks(Fill)	0.00	10225.07	32024882.29
	Material - (1)	0.00	-0.00	1.15
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.13
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00

مسیر ۶ درصد:

## Material Report

Project: C:\Users\Hassan.R\AppData\Local\Temp\6\_percent\_COPY\_1\_13744\_aa83ce33.svs

Alignment: test (\$)  
 Sample Line Group: SL Collection - 1  
 Start Sta: 0+050.000  
 End Sta: 16+150.000

	Area Type	Area	Inc.Vol.	Cum.Vol.
			Sq.m.	Cu.m.
Station: 0+100.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	13012.56	13012.56
	Earthworks(Fill)	0.00	14399.13	14399.13
	Material - (1)	0.00	0.00	0.00
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
Station: 0+150.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	10783.24	23795.80
	Earthworks(Fill)	0.00	9945.22	24344.35
	Material - (1)	0.00	-0.00	-0.00
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00

Station: 0+200.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	12660.21	36456.01
	Earthworks(Fill)	0.00	7377.76	31722.11
	Material - (1)	0.00	0.00	0.00
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
Station: 0+250.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	14106.54	50562.54
	Earthworks(Fill)	0.00	12748.77	44470.88
	Material - (1)	0.00	0.00	0.00
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
Station: 0+300.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	7905.87	58468.41
	Earthworks(Fill)	0.00	3798.75	48269.63
	Material - (1)	0.00	-0.00	0.00
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
Station: 15+900.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	14624.37	2420780.96
	Earthworks(Fill)	0.00	309.64	2283326.96
	Material - (1)	0.00	0.00	0.00
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
Station: 15+950.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	12176.33	2432957.30
	Earthworks(Fill)	0.00	1242.33	2284569.29
	Material - (1)	0.00	0.00	0.00
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
Station: 16+000.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	12399.51	2445356.81
	Earthworks(Fill)	0.00	2650.81	2287220.10
	Material - (1)	0.00	-0.00	0.00
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00

Station: 16+050.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	1412.89	2446769.70
	Earthworks(Fill)	0.00	4119.23	2291339.33
	Material - (1)	0.00	0.00	0.00
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
Station: 16+100.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	6009.32	2452779.02
	Earthworks(Fill)	0.00	1007.52	2292346.85
	Material - (1)	0.00	0.00	0.00
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
Station: 16+150.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	6092.96	2458871.98
	Earthworks(Fill)	0.00	6168.82	2298515.67
	Material - (1)	0.00	0.00	0.00
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00

مسیر GIS بدون نقطه میانی:

Start Sta: 0+030.000

End Sta: 16+770.000

	Area Type	Area Sq.m.	Inc.Vol.	Cum.Vol.
			Cu.m.	Cu.m.
Station: 0+060.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	84065.92	84065.92
	Earthworks(Fill)	0.00	0.00	0.00
	Material - (1)	0.00	0.00	0.00
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
Station: 0+090.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	49722.72	133788.64
	Earthworks(Fill)	0.00	0.53	0.53
	Material - (1)	0.00	0.00	0.00
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00

Station: 0+120.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	21580.78	155369.42
	Earthworks(Fill)	0.00	3.14	3.67
	Material - (1)	0.00	0.00	0.00
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
Station: 0+150.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	3904.58	159273.99
	Earthworks(Fill)	0.00	4490.01	4493.68
	Material - (1)	0.00	0.00	0.00
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
Station: 0+180.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	2478.70	161752.69
	Earthworks(Fill)	0.00	20297.66	24791.35
	Material - (1)	0.00	0.00	0.00
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
Station: 16+620.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	39074.07	91015567.41
	Earthworks(Fill)	0.00	816.80	75640537.87
	Material - (1)	0.00	0.00	0.00
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
Station: 16+650.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	7478.71	91023046.12
	Earthworks(Fill)	0.00	5009.19	75645547.07
	Material - (1)	0.00	0.00	0.00
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
Station: 16+680.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	1152.26	91024198.38
	Earthworks(Fill)	0.00	9971.07	75655518.14
	Material - (1)	0.00	0.00	0.00
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00

Station: 16+710.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	1207.57	91025405.95
	Earthworks(Fill)	0.00	15256.24	75670774.38
	Material - (1)	0.00	0.00	0.00
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
Station: 16+740.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	36.31	91025442.26
	Earthworks(Fill)	0.00	21660.83	75692435.22
	Material - (1)	0.00	0.00	0.00
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
Station: 16+770.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	11.62	91025453.88
	Earthworks(Fill)	0.00	29909.87	75722345.09
	Material - (1)	0.00	0.00	0.00
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00

مسیر GIS با نقطه‌ی میانی:

Start Sta: 0+030.000

End Sta: 17+880.000

	Area Type	Area Sq.m.	Inc.Vol.	Cum.Vol.
			Cu.m.	Cu.m.
Station: 0+060.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	213349.16	213349.16
	Earthworks(Fill)	0.00	14466.11	14466.11
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
	Material - (5)	0.00	0.00	0.00
Station: 0+090.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	163487.62	376836.78
	Earthworks(Fill)	0.00	14692.83	29158.93
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
	Material - (5)	0.00	0.00	0.00

Station: 0+120.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	26204.96	403041.74
	Earthworks(Fill)	0.00	10757.33	39916.26
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
	Material - (5)	0.00	0.00	0.00
Station: 0+150.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	16736.19	419777.94
	Earthworks(Fill)	0.00	9826.19	49742.45
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
	Material - (5)	0.00	0.00	0.00
Station: 0+180.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	16032.58	435810.52
	Earthworks(Fill)	0.00	9145.36	58887.81
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
	Material - (5)	0.00	0.00	0.00
Station: 17+730.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	134189.01	57246666.79
	Earthworks(Fill)	0.00	0.00	52375405.33
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
	Material - (5)	0.00	0.00	0.00
Station: 17+760.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	99674.35	57346341.14
	Earthworks(Fill)	0.00	37.06	52375442.39
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
	Material - (5)	0.00	0.00	0.00
Station: 17+790.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	59397.28	57405738.42
	Earthworks(Fill)	0.00	1663.32	52377105.71
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
	Material - (5)	0.00	0.00	0.00

Station: 17+820.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	50193.54	57455931.96
	Earthworks(Fill)	0.00	2833.16	52379938.87
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
	Material - (5)	0.00	0.00	0.00
Station: 17+850.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	45518.02	57501449.97
	Earthworks(Fill)	0.00	1518.86	52381457.73
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
	Material - (5)	0.00	0.00	0.00
Station: 17+880.000				
	Earthworks(Cut)	0.00	38638.78	57540088.75
	Earthworks(Fill)	0.00	213.39	52381671.12
	Material - (2)	0.00	0.00	0.00
	Material - (3)	0.00	0.00	0.00
	Material - (4)	0.00	0.00	0.00
	Material - (5)	0.00	0.00	0.00

همچنین حجم نهایی خاکبرداری و خاکریزی برای هر چهار واریانت به صورت زیر است :

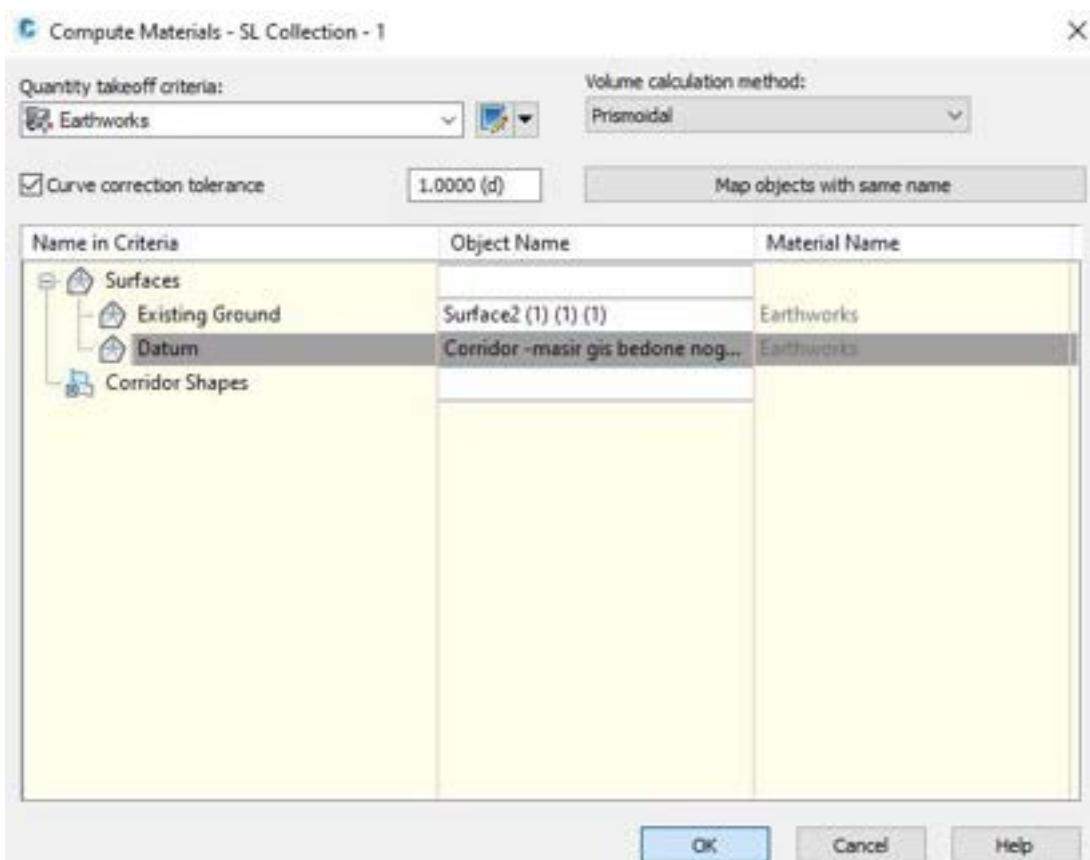
جدول (۷-۵) مقادیر نهایی خاکبرداری و خاکریزی برای هر چهار مسیر

خاکریزی	خاکبرداری	
۳۲۰۲۴۸۸۲.۲۹	۸۶۵۲۵۶۵.۱۶	مسیر ۴ درصد
۲۲۹۸۵۱۵.۶۷	۲۴۵۸۸۷۱.۹۸	مسیر ۶ درصد
۷۵۷۲۲۳۴۵.۰۹	۹۱۰۲۵۴۵۳.۸۸	مسیر GIS بدون نقطه میانی
۵۲۳۸۱۶۷۱.۱۲	۵۷۵۴۰۰۸۸۷۵	مسیر GIS با نقطه میانی

### ۷-۶-۳- محاسبه حجم خاک به روش تفکیک مصالح

در این قسمت قصد داریم میزان حجم مصالح را به تفکیک قسمت های آسفالت، base و subbase بدست آوریم.

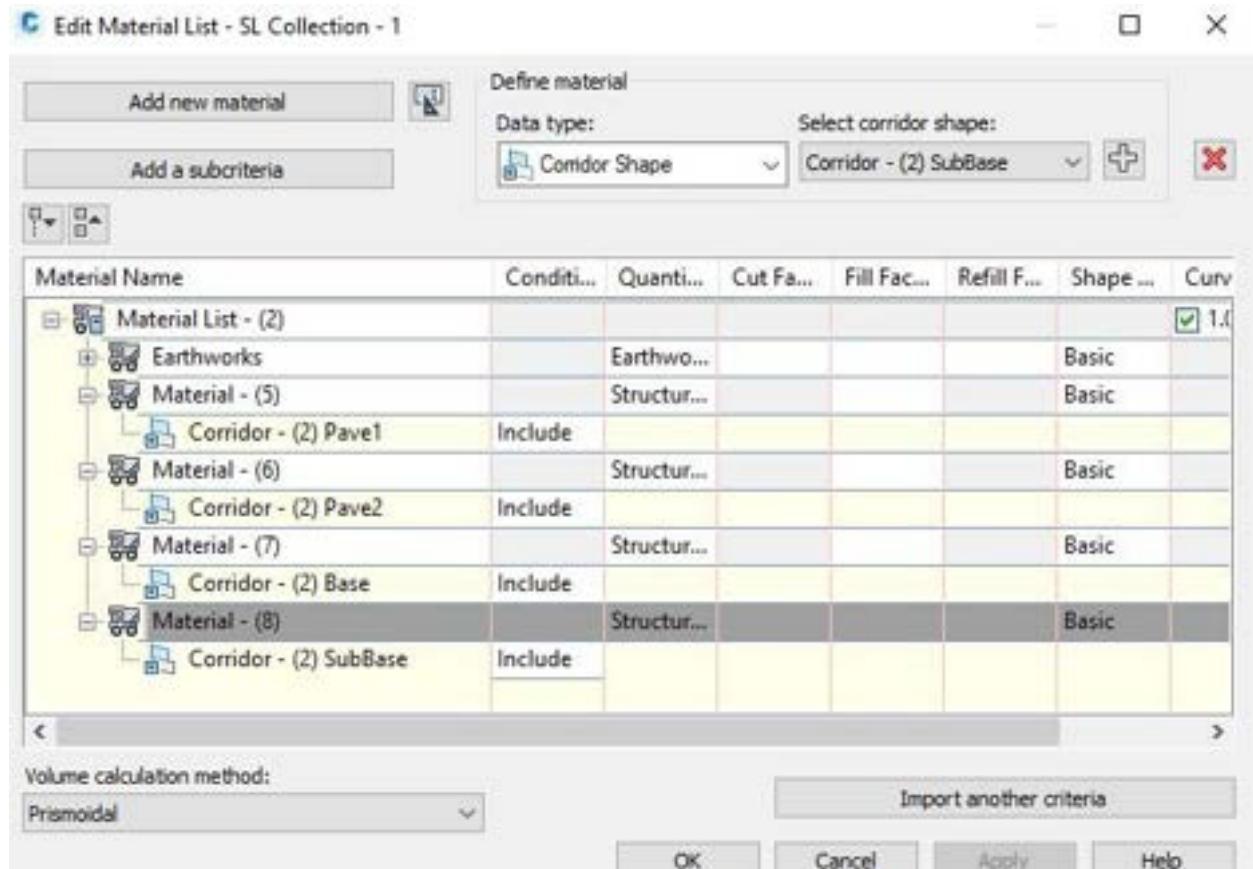
پس از آنکه حجم کل خاکبرداری را بدست آوریم، از قسمت Compute Materials، تمام لایه های ساخته شده از قبل را پاک می کنیم. سپس دوباره از قسمت Compute Materials و حالت Earthwork سطوحی که قرار است نسبت به هم مقایسه شوند را تعیین می کنیم.



شکل (۷-۲۹) مشخص کردن سطح بالایی (surface) و دیتوم

در نهایت تنظیمات را مانند پنجره‌ی بالا کامل کرده و OK می‌کنیم. دوباره انتخاب می‌کنیم و روش محاسبه‌ی حجم را روی حالت منشوری (Prismodal) قرار می‌دهیم. Pave را روی حالت Corridor Shape قرار می‌دهیم و تمام لایه‌های راه اعم از Data Type

قرار Sub Base و Base Pave ۲، ۱ را روی حالت Structure می کنیم و مقادیر آنها را اضافه می کنیم و در نهایت OK و Apply می کنیم.



شکل (۷-۳۰) تنظیمات مربوط به مصالح مختلف

سپس از قسمت Volume Report گزارش محاسبات حجم خاک به تفکیک مصالح را خروجی می گیریم.

نتایج نهایی هر کدام از راه ها در پایین آمده است:

جدول (۷-۶) مقادیر حجم خاک به روش تفکیک مصالح برای راه ۴ درصد

	Inc (m³)	Cum (m³)
Pave ۱	۵۵.۸	۱۷۷۳۱.۹۸
Pave ۲	۱۱۷	۳۷۱۰۶.۶۶
Base	۱۵۶.۳۸	۴۹۴۶۳.۳۶
Sub Base	۳۸۳.۶۲	۱۲۰۸۶۵.۵۵

جدول (۷-۷) مقادیر حجم خاک به روش تفکیک مصالح برای راه ۶ درصد

	Inc (m³)	Cum (m³)
Pave ۱	۵۹.۱	۱۹۰۲۵.۶۳
Pave ۲	۱۲۳.۶	۳۹۷۶۲.۶۴
Base	۱۶۴.۶۳	۵۲۹۱۲.۱۴
Sub Base	۳۸۰.۵۹	۱۲۶۰۳۹.۹۸

جدول (۷-۸) مقادیر حجم خاک به روش تفکیک مصالح برای راه رقومی بدون نقطه میانی

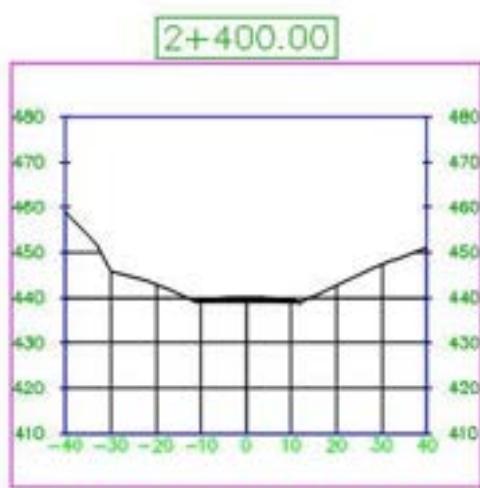
	Inc (m³)	Cum (m³)
Pave ۱	۳۳.۴۸	۱۸۶۷۲.۹۷
Pave ۲	۷۰.۲۰	۳۹۱۰۰.۶۳
Base	۹۳.۸۲	۵۲۱۶۵.۸۴
Sub Base	۲۳۰.۱۸	۱۲۷۶۳۲.۰۹

جدول (۷-۹) مقادیر حجم خاک به روش تفکیک مصالح برای راه رقومی با نقطه میانی

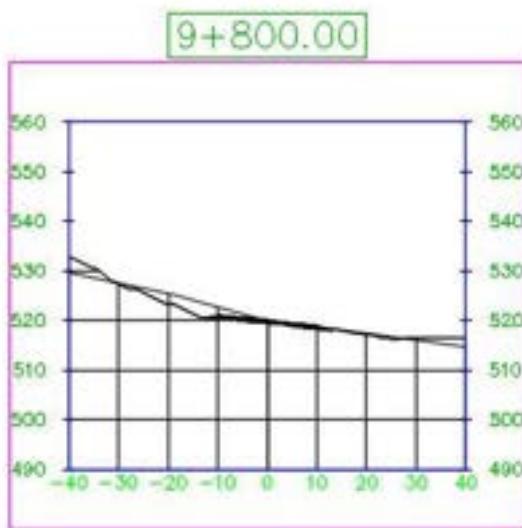
	Inc (m³)	Cum (m³)
Pave ۱	۳۳.۴۸	۱۹۹۱۳.۴۶
Pave ۲	۱۲۳.۶	۴۱۷۱۱.۸۹
Base	۱۶۴.۶۳	۵۵۶۷۴.۱۷
Sub Base	۳۸۰.۰۹	۱۳۶۳۰۶.۲۶

## ۷-۷- ترسیم مقاطع عرضی (Section Views)

در پایان لازم است که مقاطع عرضی یا همان Section View ها را ترسیم کنیم. از قسمت Create Section View در منوی بالای برنامه، گزینه‌ی Section Views را انتخاب می‌کنیم و الینمنت و سمپل لاین را به عنوان ورودی می‌دهیم. عرض مقاطع عرضی در طرفین ۴۰ متر مشخص شده است. دو از نمونه‌های مقاطع عرضی در حالت معمولی و در قوس در پایین آمده است.



شکل (۷-۳۱) مقطع عرضی نمونه‌ی ۱



شکل (۷-۳۲) مقطع عرضی نمونه‌ی ۲ (در شیب و با اعمال بربلندی)

# فصل ۸: مطالعات هیدرولوژی

---

## ۱-۱-۱- مقدمه

### ۱-۱-۲- هیدرولوژی چیست؟

آب‌شناسی یا هیدرولوژی (به انگلیسی: Hydrology) از دو واژه Hydro به معنی آب و Logos به معنی شناسایی تشکیل شده‌است و به معنای وسیع کلمه، علم آب است. یعنی علمی که در مورد پیدایش، خصوصیات و نحوه توزیع آب در طبیعت بحث می‌کند. تعریفی از هیدرولوژی که به صورت عام رواج داشته باشد و مورد تأیید انجمن دولتی علوم و فناوری آمریکا نیز قرار گرفته‌است و برگزیده شده‌است، بدین صورت است که: آب‌شناسی (هیدرولوژی) علم مطالعه آب بر روی کره زمین است و در مورد پیدایش، چرخش و توزیع آب در طبیعت، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب، واکنش‌های آب در محیط و ارتباط آن با موجودات زنده بحث می‌کند.

### ۱-۱-۳- چرخه هیدرولوژی

چرخه آبی یا چرخه هیدرولوژی به فرآیند پویای گردش آب در کره زمین شامل اتمسفر (هوافکره)، سطح و زیر زمین اطلاق می‌شود. در این فرآیند، آب در حالت‌های مختلف جامد، مایع، و بخار

محیط‌های مختلف را طی می‌کند. چرخه آب نقطه آغاز و پایانی ندارد. آب از مایع به بخار یا به یخ تبدیل می‌شود و دوباره به حالت اولیه بازمی‌گردد. چرخه آب میلیاردها سال است که در حال کار است. در طول زمان، مقدار آب روی زمین، نسبتاً ثابت باقی می‌ماند اما بسته به طیف وسیعی از تغییرات اقلیمی آب به اشکال اصلی از جمله یخ، آب شیرین، آب شور و آب جوی تبدیل می‌شود. آب توسط فرآیندهای فیزیکی تبخیر، تراکم یا میعان، بارش، نفوذ، رواناب سطحی و جريان زیرسطحی، از یک منبع به منبع دیگر مثلاً از رودخانه به اقیانوس یا از اقیانوس به اتمسفر حرکت می‌کند. در این فرآیند، آب به اشکال مختلفی از جمله مایع، جامد و بخار تبدیل می‌شود.



شکل (۸-۱) چرخه آب

آب زمین همواره در حال جابجایی است و چرخه آب که چرخه هیدرولوژی نیز نامیده می‌شود در واقع ارتباطات بین اتمسفر (هواکره)، هیدروسfer (آبکره) و لیتوسfer (سنگکره) را توضیح می‌دهد.

### ۸-۱-۳- کاربردهای هیدرولوژی

امروزه این علم در طراحی و طرز عمل سازه‌های هیدرولیکی نظیر سدهای ذخیره‌ای و انحرافی، کanal‌های آبیاری و زهکشی و پل، مهندسی رودخانه و کنترل سیلان، آبخیزداری، جاده‌سازی، طراحی

تفرجگاه مسائل بهداشتی و فاضلاب شهری و صنعتی و زمینه‌های زیستمحیطی به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد.

#### ۴-۱-۸- کاربرد و اهداف هیدرولوژی در راهسازی

همانطور که میدانیم در کشور ما حفظ ابنيه و سازه‌های راهسازی از خطرات سیلاب از اهمیت خاصی برخوردار است. مطالعات هیدرولوژی مهندسی راه شامل شناسایی اقلیم، برآورد دبی ماکزیمم رواناب سطحی حوضه‌های آبریز و کنترل آنها توسط پلها ی آبرو با تعداد و ابعاد مناسب می‌شود. جهت طراحی ابنيه فنی و تسهیلات متداول برای عبور آبهای سطحی نظیر پلها ی آبرو که نقش هدایت آب از بالا دست جاده به پایین دست راه را دارند می‌باشد دبی طرح تعیین شود. در واقع در این قسمت از پروژه راهسازی که مربوط به مطالعات هیدرولوژی است ما میخواهیم که ابعاد و تعداد پل‌های لازم جهت تخلیه آب‌های موجود در حوضه‌های آبریز منطقه بدون آسیب رسیدن به ابنيه و سازه‌های راهسازی را بدست آوریم. بدین منظور باید از مدل ارتفاعی منطقه و نیز داده‌های بارش مربوط به منطقه مورد نظر استفاده کنیم تا با انجام محاسبات هیدرولوژی که جلوتر بیان خواهد شد، بتوانیم ابعاد و تعداد پل‌های لازم برای راهی که در حال احداث آن هستیم بدست آوریم.

#### ۲- بررسی اطلاعات مورد نیاز از ایستگاه‌های هواشناسی منطقه

برای مطالعه و بررسی عوامل مختلف هواشناسی، ایستگاه‌های مختلفی وجود دارد که در مجموع، شبکه ایستگاه‌های هواشناسی یک منطقه را تشکیل می‌دهند. تعداد ایستگاه‌های مورد نیاز در یک شبکه، بستگی به میزان تغییرات عوامل هواشناسی و نیز دقت مورد انتظار از مطالعات دارد. بعضی از عوامل دارای تغییرات زیاد و بعضی دیگر دارای تغییرات کمتری می‌باشند. بنابراین ایستگاه‌ها از نظر تجهیزات و وسایل اندازه‌گیری با یکدیگر تفاوت داشته و میتوان عوامل مطالعه را به شرح ذیل طبقه‌بندی نمود:

- عوامل با تغییرات کم مانند فشار و تابش که به شبکه متراکمی نیاز ندارند
- عوامل با تغییرات متوسط شامل دما، رطوبت، باد و تبخیر که به شبکه متوسطی نیاز دارند
- عوامل با تغییرات زیاد مانند بارندگی که به شبکه متراکمی نیاز دارد

ایستگاه های هواشناسی شامل ایستگاههای باران سنجی، کلیماتولوژی، سینوپتیک، جو بالا، هواشناسی کشاورزی، تبخیر سنجی و برف سنجی می باشند. در ایستگاه های باران سنجی فقط ارتفاع بارندگی اندازه گیری می شود. به علت ساده بودن وسیله اندازه گیری و ارزش کم آن، تعداد ایستگاه های باران سنجی از سایر ایستگاهها بیشتر است. بیشتر ایستگاه های هواشناسی توسط سازمان هواشناسی کشور و وزارت نیرو تاسیس و تجهیز شده اند. تعدادی ایستگاه نیز توسط وزارت جهاد کشاورزی، نفت و مراکز تحقیقاتی نیز تاسیس شده است. سایت سازمان هواشناسی کشور [www.weather.ir](http://www.weather.ir) مهمترین مرجع برای دستیابی به آمار و اطلاعات هواشناسی است. دما، رطوبت، فشار، باران، پدیده، دید، باد، ابرنaki، ساعت آفتابی و درجه روز از جمله پارامترهایی میباشند که دسترسی به آمار و اطلاعات آنها از طریق سایت مذکور امکانپذیر است.

مهمترین عاملی که جهت محاسبه دبی پیک سیلان از ایستگاه های هواشناسی مورد نیاز است، اطلاعات مربوط به بارندگی است. تعداد ایستگاه های باران سنجی لازم در سطح یک منطقه به وسعت آن، نوع بارندگی غالب، وضعیت توپوگرافی، شرایط اقلیمی و ... بستگی دارد که با توجه به موارد ذکر شده، سازمان جهانی هواشناسی حداقل سطح تحت پوشش یک باران سنج را به صورت زیر جدول زیر ارائه کرده است :

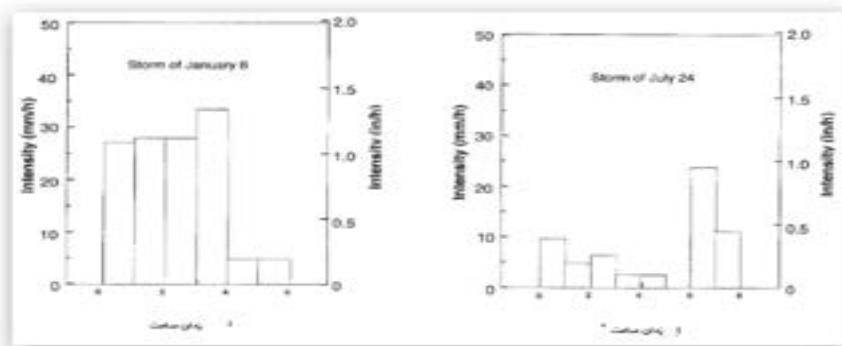
حداقل سطح تحت پوشش یک باران سنج		
حداقل سطح تحت پوشش یک ایستگاه به کیلومتر مربع		وضعیت اقلیمی و توپوگرافی
بر شرایط عمادی اقتصادی و بر سطحی	بر شرایط عادی اقتصادی و بر سطحی	ساقط سطح در اقلیمهای معتدل، مدیترانهای و حارهای
۴۰۰۰-۳۰۰۰	۳۰۰۰-۲۰۰۰	ساقط کوهستانی در اقلیمهای مقدارله، مدیترانهای و حارهای
۲۵۰۰-۱۵۰۰	۱۵۰۰-۹۵۰	ساقط پایانی
	۹۵۰-۰	
	۰-۱۵۰۰	

## ۸-۳- بارش و مشخصات آن

به مجموع آبی که به صورت جامد یا مایع از جو به زمین میریزد، بارش اطلاق می‌شود. در اثر سرد شدن هوا و تراکم ذرات بخار موجود در جو، بارندگی تشکیل می‌شود. بارش به شکلهای مختلفی چون باران، برف، تگرگ و برفابه می‌باشد. سه نوع اصلی بارش شامل بارندگی‌های انتقالی، کوهستانی و چرخشی(سیکلونی) است. شدت بارش، مدت و توزیع زمانی بارش، شکل، اندازه و فراوانی وقوع رگبار از جمله مشخصات بارش می‌باشند که در طراحی آبرووهای مسیر بکار می‌روند.

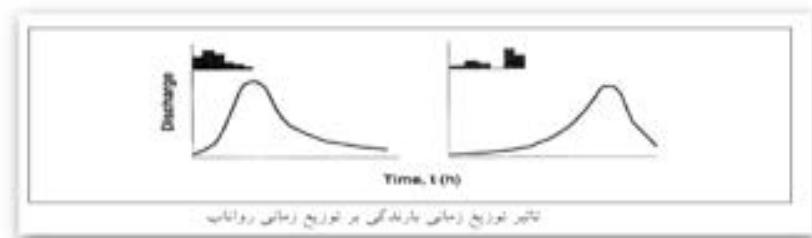
### ۸-۳-۱- شدت بارش و نحوه اندازه گیری و نمایش

شدت بارش، مقدار بارندگی در واحد زمان است که معمولاً بر حسب میلیمتر بر ساعت بیان می‌گردد. بارندگی را معمولاً بر حسب عمق عمودی آبی که در یک سطح افقی جمع می‌شود، اندازه گیری می‌نمایند. اکثر ایستگاه‌های بارندگی از دستگاه‌های ثبات مدرج که تغییرات بارندگی را بطور پیوسته نشان میدهند، استفاده می‌کنند. این داده‌ها به صورت جدول یا نمودار تجمعی توسط سازمان هواشناسی کل کشور منتشر می‌شود. معمولاً در تحلیل‌های هیدرولوژیکی، بارندگی را به بازه‌های زمانی مساوی تقسیم نموده و شدت متوسط بارندگی را در هر بازه بدست آورده و نتایج را در نمودارهایی به نام هایتوگراف بارندگی ارائه می‌کنند که مثالی از دو هایتوگراف مختلف در تصویر زیر آورده شده است :



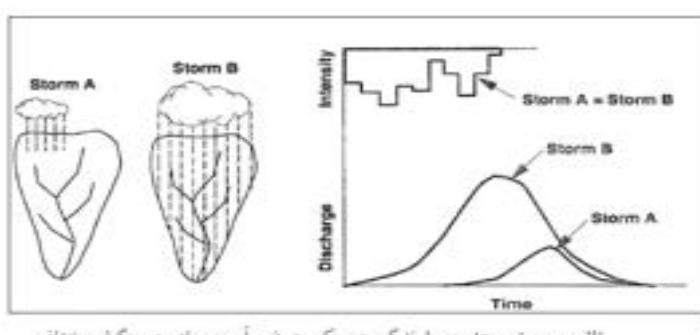
شکل (۸-۲) دو هایتوگراف مختلف

یکی از مهمترین شاخص‌های بارندگی، شدت آن است. در صورت یکسان بودن تمام شرایط در یک حوضه آبریز، هرچه شدت بارندگی بیشتر باشد، دبی سیلاب بیشتر خواهد بود. همچنین مدت بارندگی را میتوان با استفاده از نمودار های توگراف بدست آورد. توزیع زمانی بارندگی تاثیر مستقیم بر توزیع زمانی رواناب (هیدروگراف) دارد. شکل زیر تاثیر توزیع زمانی بارندگی بر توزیع زمانی رواناب را نشان میدهد:



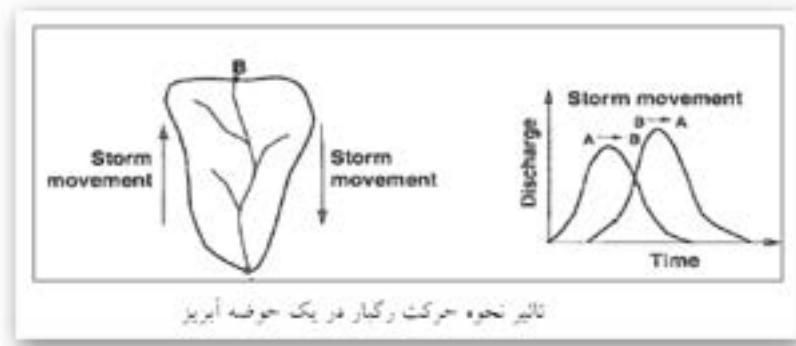
شکل (۸-۳) تاثیر توزیع زمانی بارندگی بر رواناب

سایر مشخصه‌های رگبار مانند وسعت و نحوه جابجایی آن را میتوان با استفاده از نوع بارندگی تشخیص داد. به عنوان نمونه بارندگی‌های ناشی از جبهه‌های هوای سرد، موضعی بوده و سریع جابجا میشوند و مدت زمان بارندگی آنها کم است این در حالی است که بارندگی‌های ناشی از جبهه هوای گرم در منطقه وسیعی روی داده و جابجایی آنها کند و مدت زمان بارندگی آنها زیاد است. تصاویر زیر تاثیر وسعت محدوده بارندگی و جابجایی رگبار را بر روی هیدروگراف رواناب نشان میدهند:



شکل (۸-۴) تاثیر وسعت بر رواناب

همچنین :



شکل (۸-۵) تاثیر نحوه حرکت رگبار بر رواناب

از نقطه نظر طراحی هیدرولوژیکی، فراوانی وقوع سیلاب دارای اهمیت بسیار است. طراح باید این نکته را مد نظر داشته باشد که در روش های مبتنی بر تبدیل بارندگی به رواناب، فراوانی وقوع بارندگی و سیلاب یکسان فرض شده است. طراح مسیر باید با انواع رگبارها و مشخصات بارندگی هر نوع رگبار آشنا باشد. ضمناً باید تغییرات به وجود آمده در منطقه را نیز شناسایی نماید. بعلاوه لازم است از سیلاب ها و طوفان های تاریخی به وقوع پیوسته در منطقه نیز آگاهی داشته باشد.

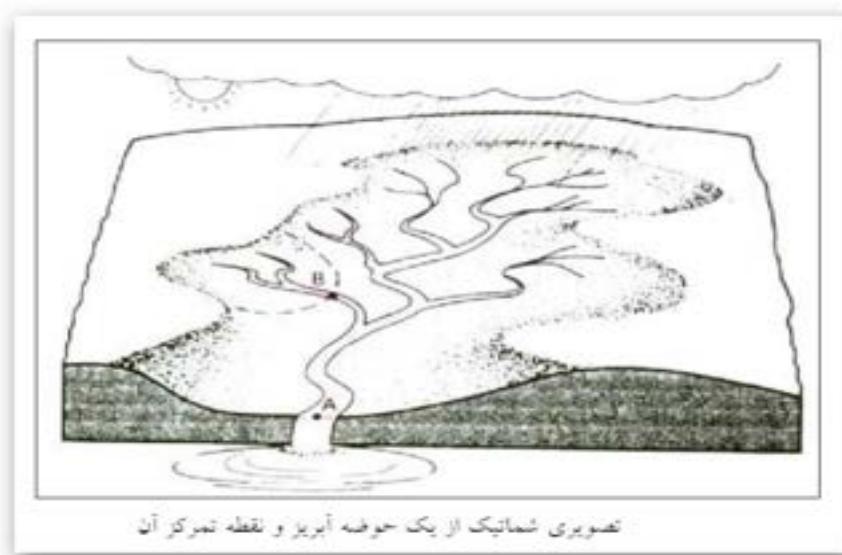
#### ۴-۸- حوضه آبریز

واحدهای مطالعاتی و اجرایی در زمینه هیدرولوژی، مهندسی منابع آب و مسائل مرتبط با طراحی سازه های هیدرولیکی، حوضه های آبریز می باشند. حوضه آبریز به مساحتی از زمین اطلاق میشود که اطراف آن را ارتفاعات در بر گرفته و رواناب حاصل از بارندگی روی این سطح، از نقطه ای که پایین ترین ارتفاع را دارا میباشد، از حوضه خارج میشود. ویژگی های فیزیکی حوضه های آبریز نظیر مساحت حوضه، شبی حوضه، زبری هیدرولیکی، تراکم شبکه زهکشی در حوضه و ... بر روی ضریب رواناب، حداقل دبی پیک سیلاب و شکل هیدرولوگراف سیل تاثیر فراوانی دارند. در حالت کلی بررسی ویژگی های فیزیکی حوضه های آبریز با استفاده از نقشه های توپوگرافی و یا نقشه های موضوعی با مقیاس مناسب صورت میگیرد. بدیهی است هر مقدار نقشه توپوگرافی بزرگ مقیاس تر باشد دقت در برآورد ویژگی های فیزیکی حوضه آبریز بیشتر خواهد بود. عموماً با توجه به نقشه های موجود در کشور،

جهت ترسیم حوضه های آبریز مسیل های متقطع با راه ها، از نقشه های به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و در صورت عدم وجود نقشه های مذکور، از نقشه های به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ استفاده میشود. لازم به ذکر است نقشه های توپوگرافی به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ برای کلیه مناطق ایران توسط سازمان نقشه برداری کشور و سازمان جغرافیایی نیرو های مسلح تهیه شده است.

#### ۱-۴-۸- نحوه تعیین حوضه آبریز و استخراج مشخصات آن

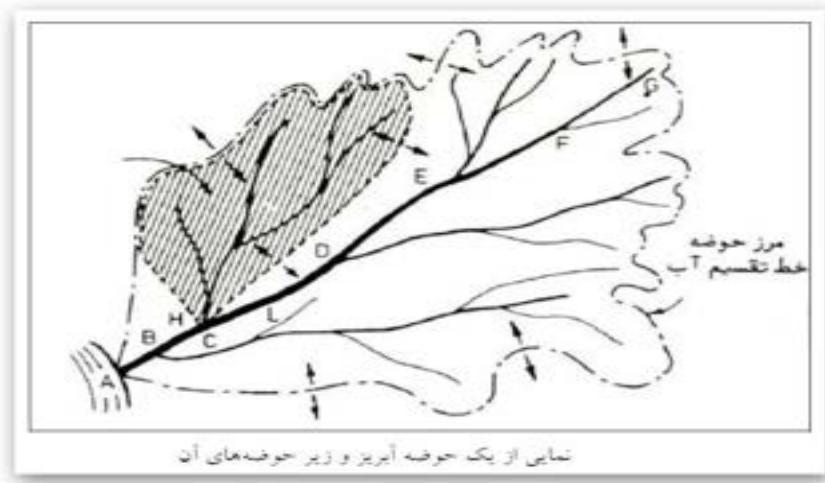
حوضه آبریز از بهم پیوستن خط الراس های ارتفاعات اطراف یک مسیل یا آبراهه تشکیل میشود و رواناب حاصله از بارندگی روی سطح آن از نقطه ای که پایین ترین ارتفاع را دارا میباشد از حوضه خارج میگردد. این نقطه معمولاً محل تقاطع مسیل و مسیر میباشد. هر نقطه ای که روی یک مسیل در نظر گرفته شود برای منطقه ای که در بالادست آن نقطه واقع شده است به عنوان نقطه تمرکز به حساب می آید. همانطور که در شکل زیر مشاهده میشود :



شکل (۸-۶) تصویر شماتیک حوضه آبریز

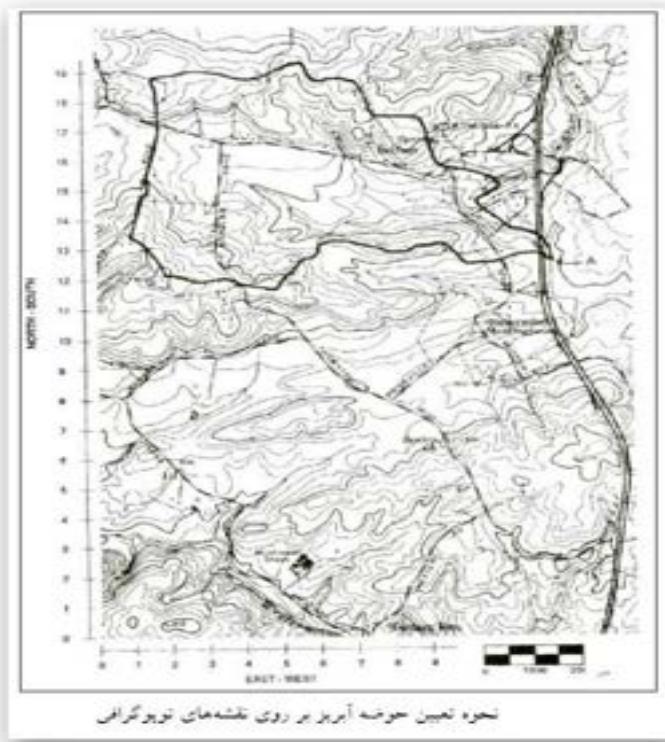
یک منطقه محصور شده توسط ارتفاعات که به آن مرز حوضه یا خط حوضه یا خط تقسیم آب گفته میشود، در شکل بالا ارائه شده است. در شکل مذکور، نقطه تمرکز یا محل خروجی آب از حوضه با حرف A نشان داده

شده است . داخل این حوضه یک دره مرکزی یا رودخانه اصلی وجود دارد که با خط سیاه درشت رسم شده و رواناب حاصل از بارندگی از دو طرف رودخانه به داخل آن تخلیه میشوند. همچنین به عنوان نمونه ای دیگر:



شکل (۸-۷) نمایی از یک حوضه

در شکل بالا نقطه **H** که در داخل حوضه قرار گرفته است ، فقط رواناب قسمتی از حوضه را که با هاشور مشخص شده است دریافت میدارد. این قسمت از حوضه را که یک بخش جداگانه بوده و با رودخانه اصلی در نقطه **H** ارتباط می یابد زیر حوضه می نامند. برای ترسیم حوضه آبریز یک مسیل، لازم است نقطه تمرکز آن ذکر شود. شکل حوضه آبریز فقط به توپوگرافی حوضه بستگی دارد و از بهم پیوستن خط الراس های ارتفاعات بدست می آید. در نقشه های توپوگرافی معمولاً قلل ارتفاعات به صورت دوایر یا منحنی های مسدود کوچکی مشاهده می شود که اگر به یکدیگر متصل شوند، حوضه آبریز رودخانه ای که در آن قرار گرفته است مشخص میگردد. همچنین به عنوان نمونه ای دیگر:



شکل (۸-۸) نحوه تعیین حوضه آبریز روی نقشه توپوگرافی

در شکل بالا طریقه مشخص کردن محدوده حوضه آبریز روی نقشه های توپوگرافی نشان داده شده است. محدوده این حوضه در قسمت بالای شکل بوسیله اتصال خط الراس ها با خط مشکی درشت مشخص شده است. نقطه A در این شکل محل تمرکز رواناب و خروج جریان سطحی از حوضه میباشد. با توجه به اینکه نقطه A در محل برخورد با مسیر قرار دارد بنابراین طراحی و تعییه آبروی مناسب در این نقطه الزامی است. جهت ترسیم حوضه های آبریز، از نقشه های توپوگرافی موجود در منطقه استفاده می نمایند. از این نقشه ها میتوان به صورت مستقیم برای ترسیم حوضه استفاده نموده و سپس با استفاده از پلانیمتر مساحت آن را بدست آورد و با اعمال ضریب مقیاس و ضریب پلاتیمتر مساحت واقعی حوضه و سایر مشخصات آنرا تعیین نمود. روش دیگر که دقت و سهولت بیشتری دارد استفاده از نرم افزار برای ترسیم حوضه آبریز میباشد که در این پروژه از نرم افزار Arcgis برای ترسیم و مشخص کردن حوضه ها آبریز استفاده شده است.

## ۸-۴-۲- محیط حوضه

طول خط تقسیم آب را محیط حوضه می نامند که معمولاً بر حسب کیلومتر سنجیده میشود.

## ۸-۴-۳- شیب متوسط حوضه

شیب متوسط حوضه را میتوان با استفاده از رابطه زیر به صورت تقریبی تعیین کرد :

$$S = \frac{H_{max} - H_{min}}{\sqrt{A}}$$

که در این رابطه  $H_{max}$  و  $H_{min}$  به ترتیب حداکثر و حداقل ارتفاع حوضه به کیلومتر و  $A$  مساحت حوضه به کیلومتر مربع است .

## ۸-۴-۴- زمان تمرکز

یکی از مهمترین مشخصات فیزیکی حوضه های آبریز، زمان تمرکز است. زمان تمرکز، حداقل زمانی است که طول میکشد تا رواناب از دورترین نقطه حوضه، مسیر هیدرولوژیکی خود را طی نماید و به نقطه خروجی برسد. در طراحی هیدرولوژیکی، زمان حرکت جریان بسیار مهم است. برخی از روش‌های محاسبه دبی حداقل سیلاب، از زمان تمرکز بعنوان یک داده استفاده مینمایند همچنین از زمان تمرکز جهت بدست آوردن شدت بارندگی از منحنیهای شدت-مدت-تناوب و در برخی موارد جهت ترسیم هیدرولوگراف‌ها استفاده میشود.

## ۸-۴-۵- مشخصات رواناب

رواناب سطحی مقداری از بارندگی است که جذب حوضه نشده و در حوضه آبریز جاری میشود. حجم رواناب سطحی در واحد زمان را دبی مینامند که بر حسب حجم واحد زمان بیان میشود. برخی از مشخصات مهم رواناب سطحی در طراحی زهکشی راه ها عبارتند از :

- دبی حداکثر
- تغیرات زمانی دبی (هیدروگراف)
- رابطه دبی - اشل(تراز)
- حجم کل رواناب
- فراوانی وقوع یک سیلان با مقدار معین

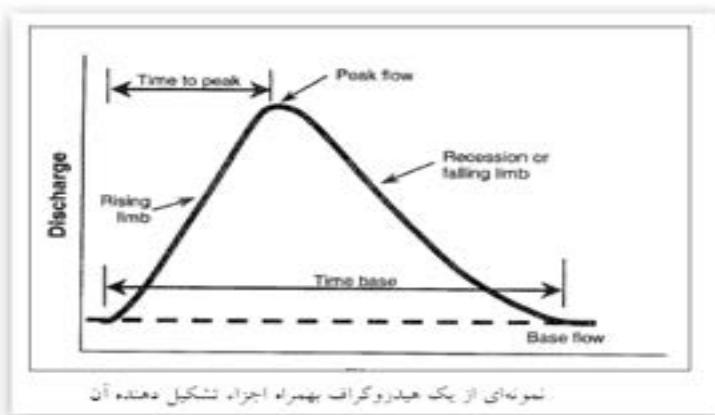
حال به شرح موارد بالا میپردازیم .

## ۸-۴-۶- دبی حداکثر

دبی حداکثر، مقدار حداکثر جریان عبوری از یک مقطع در طول بارندگی است. از آنجا که سازه مورد طراحی (پل یا آبرو) باید توانایی عبور دادن دبی حداکثر را داشته باشد، بنابراین تعیین آن از اهمیت بالایی برخوردار است. دبی حداکثر تحت تاثیر عواملی چون مقدار بارندگی، مساحت حوضه و سایر مشخصات فیزیوگرافیک حوضه قرار دارد.

#### ۸-۴-۷- تغیرات زمانی دبی (هیدروگراف)

مقدار جریان عبوری از یک مقطع در اثر یک بارش مشخص بر حسب زمان تغییر می نماید. حساسیت یک سیل در طول مدت یک بارندگی را با هیدروگراف بیان میکنند و آن را بصورت نمودار تغییرات جریان بر حسب زمان نشان میدهند. در شکل زیر یک نمونه هیدروگراف ارائه شده است که شامل یک شاخه بالا رونده، یک شاخه پایین رونده، دبی حداکثر، زمان رسیدن به دبی حداکثر و زمان پایه هیدروگراف میباشد:



شکل (۸-۹) نمونه‌ای از هیدروگراف

#### ۸-۴-۸- رابطه دبی- اشل(تراز)

سطح تراز آب رودخانه از یک سطح مبنای اختیاری را اشل مینامند. معمولاً سطح آزاد دریاها بعنوان سطح تراز مبنا در نظر گرفته میشود. اشل رودخانه رابطه مستقیمی با دبی آن دارد (هرچه مقدار دبی بیشتر باشد اشل آب نیز بیشتر خواهد بود وبالعکس). معمولاً با استفاده از روش‌های مختلف، دبی و اشل را در یک نقطه از رودخانه به هم مربوط می نمایند.

## ۸-۴-۹- حجم کل رواناب

حجم کل رواناب در یک سیلاب مشخص از نظر محاسبه و طراحی مخازن و سازه‌های کنترل سیلاب دارای اهمیت اساسی است اما از نقطه نظر طراحی آبروهای مسیر، دارای اهمیت چندانی نیست. به هر حال از مقدار حجم کل رواناب میتوان جهت محاسبه برخی پارامترهای طراحی استفاده نمود.

## ۸-۴-۱۰- فراوانی وقوع

تعداد وقوع سیلاب با مقدار معین که در یک بازه زمانی روی میدهد را فراوانی وقوع می‌نامند و معمولاً بصورت نسبی بیان می‌شود. فراوانی وقوع، یک مفهوم احتمالی است و به احتمال وقوع سیلابی با مقدار بیشتر یا مساوی با یک مقدار مشخص در یک دوره زمانی اطلاق می‌شود. فراوانی وقوع یک پارامتر مهم در طراحی است به طوری که درجه خطرپذیری (ریسک) در طول یک دوره زمانی قابل قبول را برای طراحی سازه‌های مسیر معین می‌کند.

## ۸-۴-۱۱- دوره بازگشت

متوسط فاصله زمانی بین وقوع سیلاب‌های با مقدار مشخص را دوره بازگشت می‌نامند. رابطه زیر بین احتمال وقوع ( $P$ ) و دوره برگشت ( $T$ ) برقرار است :

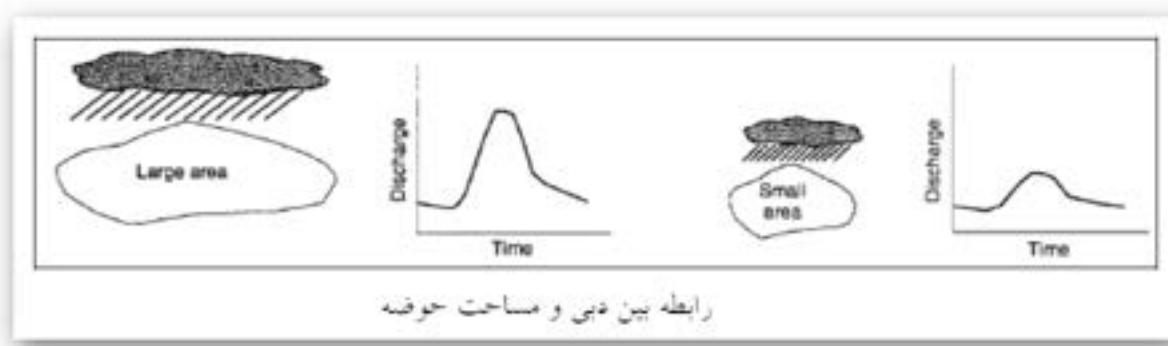
$$T = \frac{1}{P}$$

## ۱۲-۴-۸- تاثیر مشخصات حوضه آبریز بر میزان رواناب

بعد از نفوذ موضعی، رواناب به سمت شاخه‌ها و مسیل‌ها جریان می‌یابد. از این نقطه به بعد هیدرولیک کانالهای طبیعی زهکشی، تاثیر زیادی بر مشخصات مجموع رواناب حوضه دارد. از جمله عواملی که مشخصات هیدرولیکی سیستم زهکشی طبیعی حوضه را معین نمی‌کنند می‌توان به مساحت حوضه، شبیه حوضه، زبری هیدرولیکی، تراکم شبکه زهکشی در حوضه، طول کanal، شرایط رطوبتی قبلی خاک و شهرسازی در حوضه اشاره کرد. تعیین دقیق تاثیری که هر یک از این عوامل بر مشخصات اصلی رواناب دارد، به سادگی امکان پذیر نیست. در ادامه برخی از عوامل موثر بر مشخصات هیدرولیکی شبکه زهکشی حوضه شرح داده می‌شود.

## ۱۳-۴-۸- مساحت حوضه

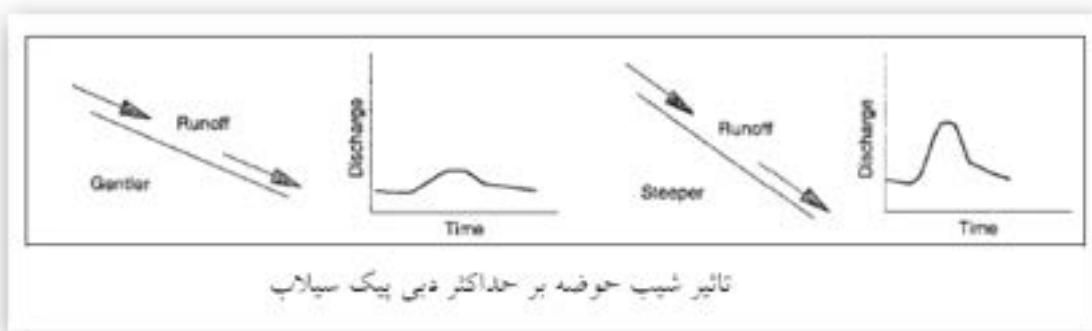
مهمترین مشخصه حوضه است که در مقدار رواناب تاثیر مستقیم دارد. مساحت حوضه تاثیر مستقیم بر دبی پیک رواناب دارد. هر چه مساحت حوضه بیشتر باشد دبی سیلانی حوضه بزرگتر خواهد بود. در شکل زیر تاثیر مساحت حوضه بر دبی پیک سیلان نشان داده شده است:



شکل (۸-۱۰) رابطه بین دبی و مساحت حوضه

#### ۴-۴-۸- شیب حوضه

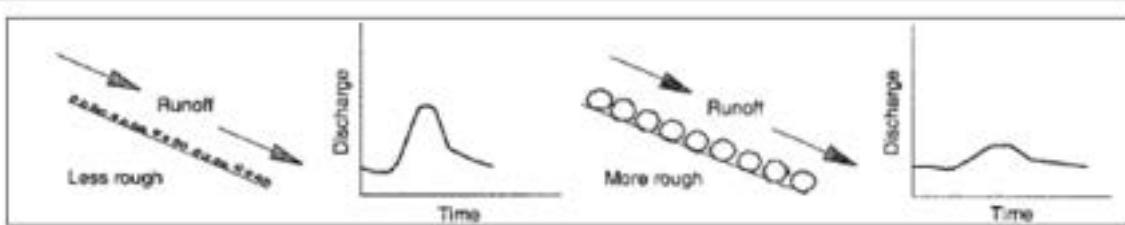
شیب های تندتر منجر به دبی پیک بزرگتر میشود. زیرا در اثر شیب زیاد، رواناب حاصله با سرعت بیشتری به نقطه انتهایی حوضه میرسد. کل حجم رواناب نیز تحت تاثیر شیب قرار دارد. هرچه شیب کمتر باشد، رواناب با سرعت کمتری حوضه را ترک می نماید و تلفات بارندگی در طول حوضه بیشتر و در نتیجه حجم کل رواناب کمتر میشود تاثیر شیب حوضه بر حداکثر دبی پیک سیلان و زمان رسیدن به آن در شکل زیر ارائه شده است:



شکل (۴-۱۱) تاثیر شیب حوضه بر حداکثر دبی پیک سیلان

#### ۴-۴-۹- زبری هیدرولیکی

زبری هیدرولیکی ترکیبی از مشخصات فیزیکی حوضه است که بر عمق، سرعت جریان سطحی، زمان زهکشی و میزان ذخیره تاثیر میگذارد. دبی حداکثر حوضه معمولاً با زبری هیدرولیکی رابطه معکوس دارد. تاثیر زبری هیدرولیکی بر هیدروگراف سیلان بخلاف تاثیر شیب حوضه است. زبری کمتر منجر به دبی پیک بیشتر و زمان پایه هیدروگراف کمتر میشود. رابطه دبی- اشل در یک مقطع خاص از مسیل نیز به زبری هیدرولیکی وابسته است بدین معنا که زبری بیشتر منجر به تراز آب بیشتر میشود اما حجم رواناب به زبری بستگی ندارد. تاثیر زبری بر فراوانی وقوع یک سیلان مشخص از طریق تاثیر آن بر پاسخ زمانی حوضه به بارندگی است. تصویر زیر اثرات زبری های کم و زیاد را بر شکل هیدروگراف نشان میدهد :

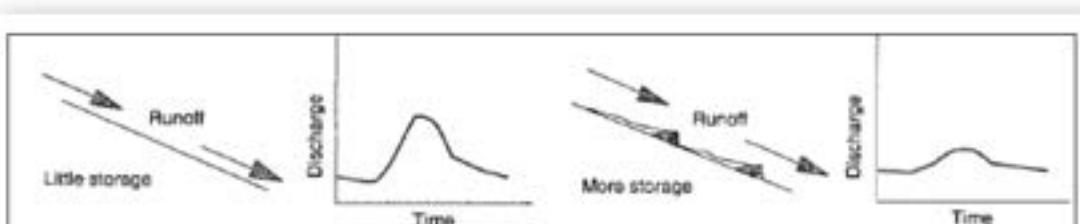


تأثیر زبری هیدرولیکی بر ذیب حداکثر سیلاب و زمان پایه هیدروگراف

شکل (۸-۱۲) تاثیر زبری هیدرولیکی بر حداکثر ذیب پیک سیلاب

#### ۸-۴-۶- ذخیره

ذخیره معمولاً برای حوضه هایی که دارای کانالهای طبیعی یا سازه های کنترل سیلاب میباشند، بکار میروند و بر حساسیت حوضه بر یک بارندگی معین تاثیر میگذارد. ذخیره بر مقدار حداکثر ذیب رواناب تاثیر مستقیم دارد و باعث تاخیر در زمان وقوع ذیب حداکثر و تغییر شکل هیدروگراف (گستردگی شدن آن) میشود. تصویر اثرات ذخیره حوضه بر هیدروگراف سیلاب را نشان میدهد :

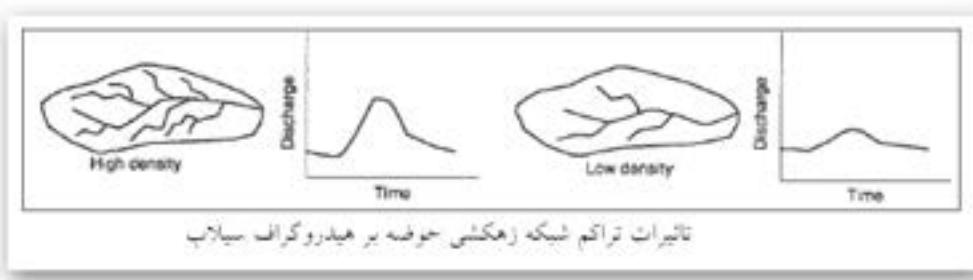


تأثیرات ذخیره حوضه بر حداکثر ذیب پیک سیلاب و زمان رسیدن به آن

شکل (۸-۱۳) تاثیر ذخیره حوضه بر حداکثر ذیب پیک سیلاب

## ۸-۴-۱۷- تراکم شبکه زهکشی حوضه

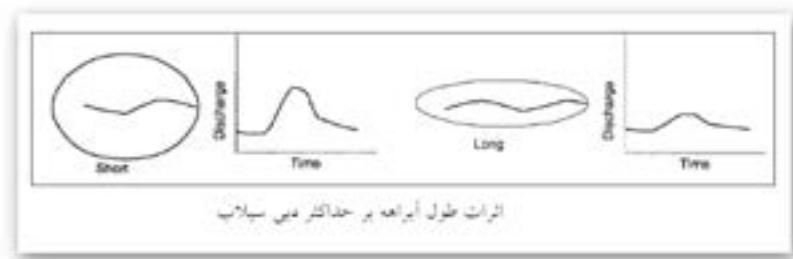
نسبت طول مجموع زهکشی‌های حوضه (طبیعی و مصنوعی) به مساحت آن را تراکم شبکه زهکشی حوضه می‌نامند. تراکم شبکه حوضه تاثیر زیادی بر پاسخ مکانی و موقعی حوضه به بارندگی دارد. طول آبراهه‌های بیشتر منجر به دبی حداکثر بیشتر و هیدروگراف کوتاه‌تر می‌گردد. لازم به ذکر است که تغییرات تراکم شبکه آبراهه‌ای حوضه بر فراوانی وقوع یک سیلاب مشخص نیز تاثیر می‌گذارد.



شکل (۸-۱۷) تاثیر تراکم شبکه زهکشی بر هیدروگراف سیلاب

## ۸-۴-۱۸- طول آبراهه

یکی از مشخصات مهم حوضه، طول آبراهه یا کanal است. در شرایط یکسان هر چه طول آبراهه بیشتر باشد دبی حداکثر کمتر خواهد بود. فراوانی وقوع یک سیلاب مشخص نیز تحت تاثیر طول آبراهه قرار دارد. همانند تراکم شبکه زهکشی، طول آبراهه نیز تاثیر مهمی در تعیین پاسخ زمانی حوضه به بارندگی با فراوانی وقوع معین دارد. در مسیل های مئاندrij با دشت سیلابی بزرگ که جریان در دشت‌های سیلابی جاری و سیلاب بصورت مستقیم جریان می‌یابد تاثیر طول آبراهه بر دبی کمتر می‌شود. رابطه دبی- اشل و حجم کل رواناب مستقل از طول آبراهه است. در تصویر زیر اثرات طول آبراهه بر حداکثر دبی سیلاب نشان داده است :



شکل (۸-۱۵) تاثیر طول ابراهه بر حداکثر دبی پیک سیلان

#### • شرایط رطوبتی پیشین خاک

همانطور که قبلاً نیز ذکر شد شرایط رطوبتی خاک در ابتدای بارندگی تاثیر مستقیم بر رواناب حاصله دارد. حجم رواناب رابطه مستقیم با درجه رطوبت خاک دارد. هر چه خاکی که بارش روی آن صورت می‌گیرد خشک‌تر باشد رواناب حاصله کمتر خواهد بود.

#### • ساخت و ساز و شهرسازی

در اثر ساخت و ساز شهری از زیری هیدرولیکی حوضه، میزان چالاب، ماندآب و ذخیره حوضه آبریز کاسته می‌شود. بنابراین در حوضه‌هایی که تحت تاثیر ساخت و ساز و شهرسازی قرار دارند افزایش دبی حداکثر و کاهش زمان هیدرولوگراف دور از انتظار نخواهد بود.

#### • سایر عوامل موثر

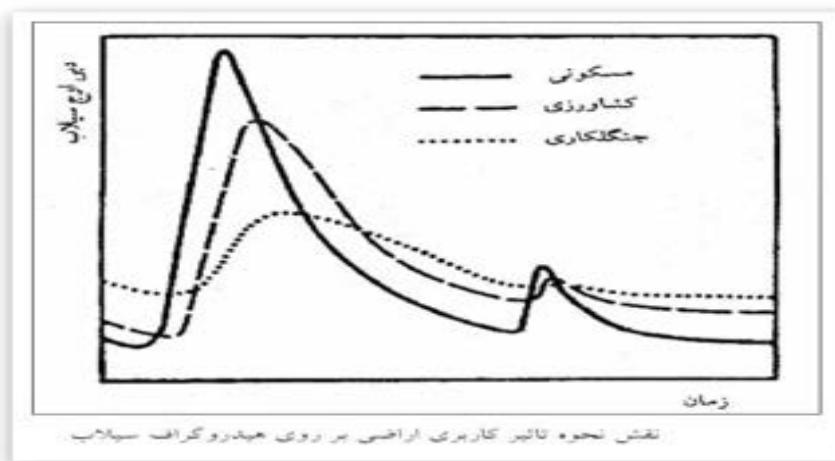
مواردی چون نوع و گسترش پوشش گیاهی، سازه‌های کنترل سیلان (گوره‌ها)، اصلاح مسیرهای رودخانه‌ها و مسیل‌ها نیز بر شکل و میزان رواناب حوضه تاثیر دارند. لازم است طراح قبلاً از هرگونه طراحی آنها را شناسایی نماید.

### ۱۹-۴-۸- بررسی نوع پوشش گیاهی، کاربری اراضی، جنس بستر و خاک حوضه

در تبدیل بارندگی به رواناب، پوشش گیاهی نقش مهم و فراوانی دارد. اثرات پوشش گیاهی را میتوان در مواردی که ذیلاً به آنها اشاره می‌شود، خلاصه نمود:

- برگاب یا مقدار بارشی که توسط شاخ و برگ درختان و اندام هوایی گیاهان گرفته میشود.
- جلوگیری از برخورد مستقیم قطرات باران با سطح خاک و افزایش نفوذپذیری خاک.
- مصرف آب توسط گیاهان و اثر بر روی خشک کردن خاک و افزایش شدت نفوذپذیری آن.
- ایجاد مقاومت در برابر حرکت جریان رواناب
- افزایش نفوذپذیری خاک به علت وجود ریشه گیاهان.

با توجه به موارد فوق الذکر، بررسی نقشه های پوشش گیاهی میتواند کمک شایانی در تعیین وضعیت تلفات آب در حوضه های آبریز نماید. همچنین تغییر کاربری اراضی بر روی شکل و حداکثر دبی سیالاب اثر میگذارد. معمولاً دبی حداکثر سیالاب در حوضه های جنگلی نسبت به حوضه های کشاورزی و مسکونی کمتر بوده اما زمان پایه هیدروگراف آن بیشتر است. در تصویر زیر نقش نحوه استفاده از اراضی بر روی هیدروگراف سیالاب نشان داده شده است:



شکل (۸-۱۶) تاثیر کاربری اراضی بر حداکثر دبی پیک سیالاب

نقش لیتولوژی و خاک حوضه آبریز در هیدرولوژی، مربوط به نحوه تبدیل بارش به رواناب است. در خاک های نفوذپذیر، بیشتر بارندگی در زمین نفوذ کرده و جریان های زیر لایه ای و زیرزمینی را تقویت میکند اما در خاک های با بافت ریز که مقدار نفوذپذیری آنها کم میباشد بخش زیادی از بارش، تبدیل به رواناب سطحی میشود. اطلاعات مربوط به نوع خاک که از مشخصات خاص هر منطقه است با

استفاده از نقشه های نوع خاک بدست می آید. نقشه های مذکور برای بیشتر مناطق کشور تهیه شده و توسط موسسه آب و خاک و مرکز تحقیقات آب ایران بطور جداگانه عرضه میشوند.

همچنین میتوان بیان کرد که نحوه بهره برداری از مرتع بر روی میزان رواناب سطحی تاثیر دارد . به عنوان مثال در یک ناحیه مشخص چنانچه یک بارندگی به میزان ۶۴ میلیمتر و در مدت زمان یک ساعت روی دهد، در یک مرتع خوب تنها ۲ درصد رواناب سطحی به وجود خواهد آمد. در حالی که این مقدار برای مرتع متوسط برابر ۱۴ درصد و برای مرتع فقیر برابر با ۷۳ درصد است.

داده های کاربری اراضی در شکل های مختلف مانند نقشه های توپوگرافی و عکس های هوایی در دسترس می باشند. شکل های مختلف داده های مربوط به کاربری اراضی از منابع مختلف مانند ادارات کشاورزی استان ها، شهرداری ها، سازمان نقشه برداری کشور، سازمان جغرافیایی نیرو های مسلح و ادارات منابع طبیعی شهرها قابل حصول است. مهندس طراح باید طرح خود را با پروژه های مختلف یا کاربری های دیگر مربوط به سازمان های واقع در ناحیه جغرافیایی مورد مطالعه و انواع اطلاعاتی که جمع آوری، منتشر و یا ثبت شده اند مطابقت دهد.

## ۸-۵- مراحل محاسبات برای بدست آوردن بارش ۲۵ ساله

برای انجام محاسبات مربوط به بارش ۲۵ ساله در اولین قدم ما به داده بارش منطقه خود نیاز داریم که این داده بارش توسط اساتید محترم در سایت دانشگاه قرار گرفته بود که این داده در واقع یک فایل اکسل حاوی اطلاعات بارش مربوط به سال ۱۳۹۳ تا سال ۱۳۵۱ مربوط به منطقه ما بود و در تصویر زیر بخشی از فایل به عنوان نمونه آورده شده است :

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Z	N	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AB	AH	AC	AD	
1	lat	lon	cell	id	m0002	sky	M	H	I	Z	N	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AB	AH	AC	AD	
2	31	29-0111	1351	52	27																										
3	31	29-0111	1351	52	28																										
4	31	29-0111	1351	52	30																										
5	31	29-0111	1351	51	27																										
6	31	29-0111	1351	51	28																										
7	31	29-0111	1351	51	30																										
8	31	29-0111	1351	50	27																										
9	31	29-0111	1351	50	28																										
10	31	29-0111	1351	50	29																										
11	31	29-0111	1351	51	27																										
12	31	29-0111	1351	51	28																										
13	31	29-0111	1351	51	29																										
14	31	29-0111	1351	54	9																										
15	31	29-0111	1351	54	10																										
16	31	29-0111	1351	54	12																										
17	31	29-0111	1351	54	14																										
18	31	29-0111	1351	54	15																										
19	31	29-0111	1351	54	17																										
20	31	29-0111	1351	54	18																										
21	31	29-0111	1351	54	21																										
22	31	29-0111	1351	54	24																										

شکل (۸-۱۷) تصویر اکسل فایل بارش

که در واقع در ستون قرمز در تصویر بالا، بیش ترین بارش ۲۴ ساعته مربوط به هر سال بیان شده است یعنی اعداد موجود در ستون قرمز ماکزیمم اعداد بارش ۲۴ ساعته مربوط به هر سال هستند. همچنین چون ما به دنبال حداکثر دبی پیک هستیم پس فقط احتیاج به ماکسیمم بارش مربوط به هرسال داریم و با سایر داده ها کاری نداریم. در نتیجه باید تمام داده های اضافی را که احتیاجی به آن ها نداریم از خود پاک کنیم و فقط داده هایی را که احتیاج داریم یعنی هر سال و ماکزیمم بارش آن را نگه داریم که با انجام اینکار شکل داده ها ما به صورت زیر در می آیند:

A	B	C	D
1	abi	max	=
2	52	12	
3	52		
4	52		
5			
6	53	21	
7	53		
8	53		
9	53		
10	53		
11	53		
12			
13	54	31	
14	54		
15	54		
16	54		

شکل (۸-۱۸) داده ها لازم بارش برای پروژه

که حال با استفاده از دستور Filter در اکسل می‌گوییم که در ستون max در تصویر بالا سطر هایی را که خالی هستند و دارای مقدار نیستند به ما نشان ندهد . بدین ترتیب برای هر سال یک ماکزیمم بارش ۲۴ ساعته بدست می‌اید که رو برو آن قرار دارد و در نتیجه شکل داده‌ها ما به صورت زیر در خواهد آمد :

F	G
سال	ماکزیمم بارش ۲۴ ساعته
52	12
53	21
54	31
55	32
56	32
60	19.5
61	92
62	41
63	28
64	12
65	47
66	37
67	20.5

شکل (۸-۱۹) داده‌ها لازم بارش برای پروژه به صورت مرتب شده

## ۸-۵-۲- استفاده از احتمال ویبول برای برازش و بدست آوردن بارش ۲۵ ساله

حال در مرحله داده‌ها را بر حسب ستون ماکزیمم بارش ۲۴ ساعته از بزرگ به کوچک مرتب می‌کنیم و به داده‌ها که از بزرگ به کوچک مرتب شده اند یک رتبه یا رنک اختصاص میدهیم بدین صورت که بزرگ ترین آن‌ها رنک ۱ و به کمترین مقدار بارش بزرگ ترین رنک اختصاص داده می‌شود که در نتیجه شکل داده‌ها ما به صورت زیر در خواهد آمد:

E	F	G
سال	ماکزیمم بارش ۲۴ ساعته	رنک
61	92	۱
86	89.6	2
77	66	3
72	61	4
89	60.5	5
73	52	6
71	49	7
65	47	8
76	43	9
84	42.8	10
62	41	11
93	38.5	12

شکل (۸-۲۰) جدول احتمال ویبول

حال در مرحله بعد باید برای داده ها خود احتمال ویبول را محاسبه کنیم . احتمال ویبول که در واقع یک احتمال تجربی است برای هر کدام از داده ها ما احتمال وقوع را محاسبه میکند که فرمول مربوط به محاسبه احتمال ویبول به صورت زیر است :

$$\text{رنک مربوط به هر داده} = \frac{\text{احتمال ویبول}}{1 + (\text{بیشترین مقدار رنک اختصاص داده شده به داده ها})}$$

که در این داده بیشترین مقدار رنک اختصاص داده شده که متعلق به کمترین مقدار بارش است ۳۹ است پس فرمول بالا در اکسل به صورت زیر نوشته میشود :

$$=\text{@}[39+1]/\text{[رنک]}$$

حال که احتمال ویبول یعنی در واقع احتمال وقوع هر یک از بارش ها محاسبه شد، حال باید دوره بازگشت را بیان کنیم. همانطور که پیش تر نیز بیان شد دوره بازگشت با استفاده از فرمول زیر بدست می آید :

$$\text{دوره بازگشت} = \frac{1}{\text{احتمال وقوع}}$$

پس فرمول بالا در اکسل به صورت زیر نوشته میشود :

$$=1/[@]\text{[احتمال ویبول]}$$

در نهایت جدول محاسبات ما به صورت زیر در می آید:

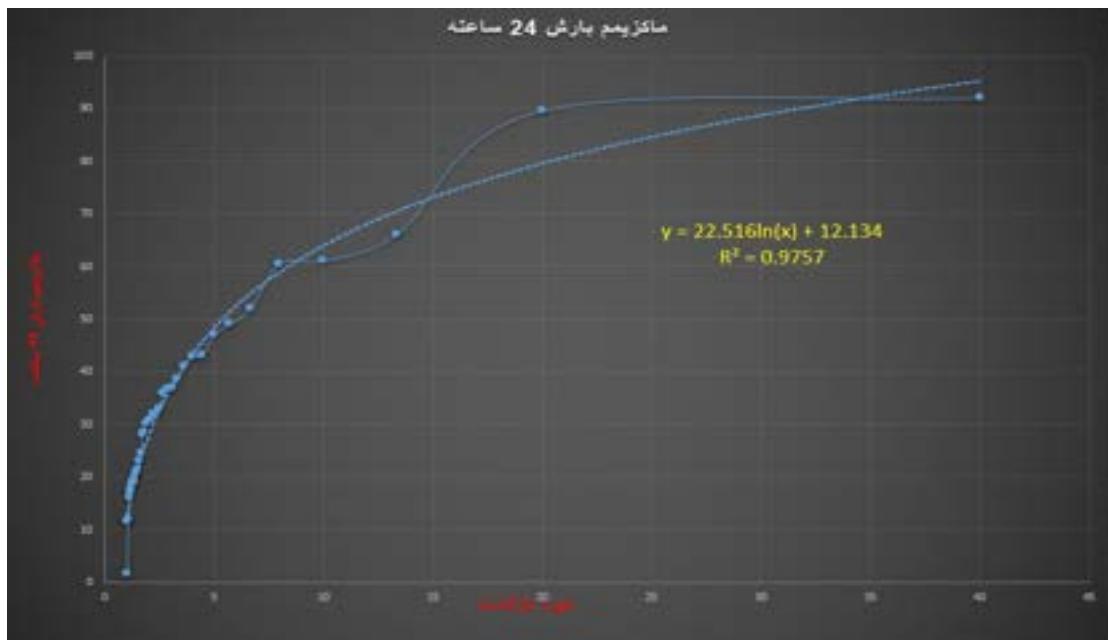
جدول (۸-۱) جدول مربوط به روش احتمال ویبول

سال	ماکریم بارش ۲۴ ساعته	رنک	احتمال ویبول	دوره بازگشت
۶۱	۹۲	۱	۰.۰۲۵۰	۴۰
۸۶	۸۹.۶	۲	۰.۰۵۰۰	۲۰
۷۷	۶۶	۳	۰.۰۷۵۰	۱۳.۳۳۳۳۳۳۳۳
۷۲	۶۱	۴	۰.۱۰۰۰	۱۰
۸۹	۶۰.۵	۵	۰.۱۲۵۰	۸
۷۳	۵۲	۶	۰.۱۵۰۰	۶.۶۶۶۶۶۶۶۶۶۷
۷۱	۴۹	۷	۰.۱۷۵۰	۵.۷۱۴۲۸۰۷۱۴
۶۵	۴۷	۸	۰.۲۰۰۰	۵
۷۶	۴۳	۹	۰.۲۲۵۰	۴.۴۴۴۴۴۴۴۴۴۴
۸۴	۴۲.۸	۱۰	۰.۲۵۰۰	۴
۶۲	۴۱	۱۱	۰.۲۷۵۰	۳.۶۳۶۳۶۳۶۳۶
۹۳	۳۸.۵	۱۲	۰.۳۰۰۰	۳.۳۳۳۳۳۳۳۳۳
۶۶	۳۷	۱۳	۰.۳۲۵۰	۳.۰۷۶۹۲۳۰۷۷
۹۲	۳۶.۶	۱۴	۰.۳۵۰۰	۲.۸۵۷۱۴۲۸۰۷
۸۸	۳۵.۸	۱۵	۰.۳۷۵۰	۲.۶۶۶۶۶۶۶۶۶۷
۷۰	۳۳	۱۶	۰.۴۰۰۰	۲.۵
۵۵	۳۲	۱۷	۰.۴۲۵۰	۲.۳۵۲۹۴۱۱۷۶
۵۶	۳۲	۱۸	۰.۴۵۰۰	۲.۲۲۲۲۲۲۲۲۲۲

۵۴	۳۱	۱۹	۰.۴۷۵۰	۲.۱۰۵۲۶۳۱۵۸
۸۷	۳۰.۷	۲۰	۰.۵۰۰۰	۲
۷۵	۳۰	۲۱	۰.۵۲۵۰	۱.۹۰۴۷۶۱۹۰۵
۶۷	۲۸.۵	۲۲	۰.۵۵۰۰	۱.۸۱۸۱۸۱۸۱۸
۶۳	۲۸	۲۳	۰.۵۷۵۰	۱.۷۳۹۱۳۰۴۳۵
۷۸	۲۴.۵	۲۴	۰.۶۰۰۰	۱.۹۹۹۹۹۹۹۹۹۷
۸۰	۲۳	۲۵	۰.۶۲۵۰	۱.۶
۸۲	۲۱.۵	۲۶	۰.۶۵۰۰	۱.۵۳۸۴۶۱۵۳۸
۵۳	۲۱	۲۷	۰.۶۷۵۰	۱.۴۸۱۴۸۱۴۸۱
۹۱	۲۰.۵	۲۸	۰.۷۰۰۰	۱.۴۲۸۵۷۱۴۲۹
۶۰	۱۹.۵	۲۹	۰.۷۲۵۰	۱.۳۷۹۳۱۰۳۴۵
۷۴	۱۹	۳۰	۰.۷۵۰۰	۱.۳۳۳۳۳۳۳۳۳
۹۰	۱۹	۳۱	۰.۷۷۵۰	۱.۲۹۰۳۲۲۵۸۱
۸۵	۱۸.۸	۳۲	۰.۸۰۰۰	۱.۲۵
۸۳	۱۷.۷	۳۳	۰.۸۲۵۰	۱.۲۱۲۱۲۱۲۱۲
۶۸	۱۷	۳۴	۰.۸۵۰۰	۱.۱۷۶۴۷۰۰۸۸
۸۱	۱۶.۱	۳۵	۰.۸۷۵۰	۱.۱۴۲۸۵۷۱۴۳
۵۲	۱۲	۳۶	۰.۹۰۰۰	۱.۱۱۱۱۱۱۱۱۱
۶۴	۱۲	۳۷	۰.۹۲۵۰	۱.۰۸۱۰۸۱۰۸۱
۶۹	۱۱.۵	۳۸	۰.۹۵۰۰	۱.۰۵۲۶۳۱۵۷۹

۷۹	۱.۵	۳۹	۰.۹۷۵۰	۱.۰۲۵۶۴۱۰۲۶
----	-----	----	--------	-------------

حال چون ما ماکریمم بارش ۲۴ ساعته با دوره بازگشت ۲۵ ساله را احتیاج داریم که در داده ها موجود نیست ، پس میتوانیم برای بدست آوردن آن یک معادله توسط برنامه اکسل به داده ها خود برآذش دهیم. برای اینکار ابتدا با استفاده از دستور scatter نمودار داده ها خود را میکشیم بدین صورت که دوره بازگشت را به عنوان محور ایکس و ماکریمم بارش ۲۴ ساعته را به عنوان محور ایگرگ در نظر میگیریم . سپس با کلیک روی داده ها در نمودار و سپس کلیک راست کردن و زدن گزینه add trend line میتوانیم به داده ها خود یک معادله برآذش دهیم. که در این پروژه من پس از امتحان کردن انواع معادله با توجه به اینکه معادله لگاریتمی بهترین  $R^{82}$  و در نتیجه بهترین برآذش را به داده ها داشت من از معادله لگاریتمی برای برآذش به داده ها استفاده کردم که نمودار و معادله آن به صورت زیر بدست آمد :



شکل (۸-۲۱) برآذش به داده ها احتمال ویبول

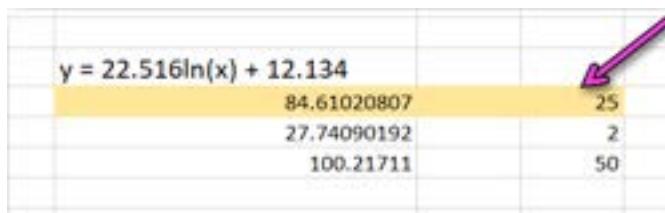
حال که معادله برآذش داده شده به داده ها ماکریمم بارش ۲۴ ساعته ما بدست آمد و به صورت زیر است :

$$y = 22.516\ln(x) + 12.134$$

که در معادله بالا  $X$  در واقع بیانگر دوره بازگشت و  $y$  بیانگر ماکزیمم بارش ۲۴ ساعته است . پس حال چون ما ماکزیمم بارش ۲۴ ساعته برای دوره بازگشت ۲۵ ساله را میخواهیم، میتوانیم فرمول بالا را در اکسل به صورت زیر تعریف کنیم :

$$=22.516*\ln(N5)+12.134$$

و سپس با قرار دادن ۲۵ به عنوان  $X$  در فرمول ماکزیمم بارش ۲۴ ساعته برای دوره بازگشت ۲۵ ساله را به عنوان خروجی بدست آوریم که به صورت زیر خواهد بود :



پس در نتیجه با استفاده از احتمال ویبول و برآذش معادله به داده های بارشی که داشتیم ، مقدار بارش ماکزیمم ۲۴ ساعته برای دوره بازگشت ۲۵ ساله به صورت زیر بدست آمد :

بارش ماکزیمم ۲۴ ساعته برای دوره بازگشت ۲۵ ساله با روش احتمال ویبول	۸۴.۶۱
--	-------

### استفاده از توزیع لوگ پیرسون تیپ ۳ برای بدست آوردن بارش ۲۵ ساله

در این قسمت میخواهیم به داده ها خود یک توزیع برآذش بدیم و ایندفعه از توزیع لوگ پیرسون تیپ ۳ برای بدست آوردن بارش ۲۵ ساله خود استفاده کنیم . برای محاسبه بارش به این روش اولین کاری که باید بکنیم این است که باید از سطر داده های ماکزیمم بارش ۲۴ ساعته لگاریتم بگیریم که اینکار با استفاده از دستور زیر در متلب محاسبه شده است :

$$=\text{LOG}([@[@[ماکزیمم بارش 24 ساعته]])$$

در نهایت داده ها ما به صورت زیر بدست خواهند آمد:

سال	ماکزیمم بارش ۲۴ ساعته	لگاریتم بارش
۵۲	۱۲	۱.۰۷۹۱۸۱۲۴۶
۵۳	۲۱	۱.۳۲۲۲۱۹۲۹۵
۵۴	۳۱	۱.۴۹۱۳۶۱۶۹۴
۵۵	۳۲	۱.۰۰۵۱۴۹۹۷۸
۵۶	۳۲	۱.۰۰۵۱۴۹۹۷۸
۶۰	۱۹.۰	۱.۲۹۰۰۳۴۶۱۱
۶۱	۹۲	۱.۹۶۳۷۸۷۸۷۸۷
۶۲	۴۱	۱.۶۱۲۷۸۳۸۵۷
۶۳	۲۸	۱.۴۴۷۱۵۸۰۳۱
۶۴	۱۲	۱.۰۷۹۱۸۱۲۴۶
۶۵	۴۷	۱.۶۷۲۰۹۷۸۵۸
۶۶	۳۷	۱.۰۶۸۲۰۱۷۲۴
۶۷	۲۸.۰	۱.۴۵۴۸۴۴۸۶
۶۸	۱۷	۱.۲۳۰۴۴۸۹۲۱
۶۹	۱۱.۰	۱.۰۶۰۶۹۷۸۴

۷۰	۲۳	۱.۵۱۸۵۱۳۹۴
۷۱	۴۹	۱.۶۹۰۱۹۶۰۸
۷۲	۶۱	۱.۷۸۵۳۲۹۸۳۵
۷۳	۵۲	۱.۷۱۶۰۰۳۳۴۴
۷۴	۱۹	۱.۲۷۸۷۵۳۶۰۱
۷۵	۳۰	۱.۴۷۷۱۲۱۲۰۵
۷۶	۴۳	۱.۶۳۳۴۶۸۴۰۶
۷۷	۶۶	۱.۸۱۹۵۴۳۹۳۶
۷۸	۲۴.۰	۱.۳۸۹۱۶۶۰۸۴
۷۹	۱.۰	۰.۱۷۶۰۹۱۲۰۹
۸۰	۲۳	۱.۳۶۱۷۲۷۸۳۶
۸۱	۱۶.۱	۱.۲۰۶۸۲۵۸۷۶
۸۲	۲۱.۰	۱.۳۳۲۴۴۸۴۶
۸۳	۱۷.۷	۱.۲۴۷۹۷۳۲۶۶
۸۴	۴۲.۸	۱.۶۳۱۴۴۳۷۶۹
۸۵	۱۸.۸	۱.۲۷۴۱۰۷۸۴۹

۸۶	۸۹.۶	۱.۹۵۲۳۰۸۰۱
۸۷	۳۰.۷	۱.۴۸۷۱۳۸۳۷۵
۸۸	۳۵.۸	۱.۰۵۳۸۸۳۰۲۷
۸۹	۶۰.۵	۱.۷۸۱۷۵۵۳۷۵
۹۰	۱۹	۱.۲۷۸۷۵۳۶۰۱
۹۱	۲۰.۵	۱.۳۱۱۷۵۳۸۶۱
۹۲	۳۶.۶	۱.۵۶۳۴۸۱۰۸۵
۹۳	۳۸.۵	۱.۵۸۵۴۶۰۷۳

حال که لگاریتم داده ها ماقزیمم بارش ۲۴ ساعته بدست آمد ، ما میتوانیم با استفاده از فرمول زیر مقدار ماقزیمم بارش ۲۴ ساعته برای دوره بازگشت ۲۵ ساله را با استفاده از رابطه زیر محاسبه کنیم :

$$\log(p) = \text{mean} + K * \text{std} \quad (\text{ستون لگاریتم بارش})$$

که در نتیجه طبق فرمول بالا ما احتیاج به میانگین و انحراف معیار ستون لگاریتم بارش داریم. همچنین ضریب K نیز از جدول توزیع لوگ پیرسون تیپ ۳ با در دست داشتن ضریب چولگی ستون لگاریتم بارش و دوره بازگشت بدست می آید. حال به سراغ محاسبه داده ها مورد نیاز خود میرویم که در برنامه اکسل به صورت زیر بدست آمده اند :

mean LOG	1.444502253
std LOG	0.303363452
skew LOG	-1.629762582

و با توضیح کامل تر:

جدول (۸-۲) اطلاعات لازم روش لوگ پیرسون تیپ ۳

میانگین ستون لگاریتم بارش	انحراف معیار ستون لگاریتم بارش	ضریب چولگی ستون لگاریتم بارش
۱.۴۴۴	۰.۳۰۳	-۱.۶۲

حال با داشتن ضریب چولگی و همچنین دوره بازگشت که آن را ۲۵ ساله در نظر گرفتیم طبق تصویر

زیر میتوان ضریب K را پیدا کرد:

جدول (۸-۳) جدول ضریب K در توزیع پیرسون تیپ سه

دادمه جدول ۱۶-۱۱ ضریب فراوانی K در توزیع پیرسون نوع سوم													
دوره بازگشت (سال)													
ضریب چولگی													
۰/۵	۱	۲	۴	۱۰	۲۰	۵۰	۸۰	۹۰	۹۵	۹۹	۹۹	۹۹	C <sub>۳</sub>
(۱۲)	(۱۱)	(۱۰)	(۹)	(۸)	(۷)	(۶)	(۵)	(۴)	(۳)	(۲)	(۱)	(۰)	(۱)
۲/۱۸۲	۲/۱۸۲	۲/۰۰	۱/۷۱۶	۱/۱۷۰	-۰/۸۴۶	-۰/۱۷	-۱/۱۸۶	-۱/۱۹۲	-۱/۱۹۷	-۲/۱۰۰	-۰/۱		
۲/۱۸۸	۲/۱۷۸	۱/۹۴۵	۱/۶۸۰	۱/۱۵۸	-۰/۸۰	-۰/۳۳	-۱/۱۳۰	-۱/۱۰۱	-۱/۱۰۰	-۲/۱۴۲	-۰/۲		
۲/۱۹۴	۲/۱۴	۱/۱۸۹	۱/۶۴۳	۱/۱۲۴۳	-۰/۸۵۳	-۰/۵۰	-۰/۸۲۶	-۱/۱۰۹	-۱/۱۲۶	-۱/۱۲۴	-۰/۳		
۲/۱۰۱	۲/۱۰۹	۱/۱۸۴	۱/۶۶	۱/۱۷۳	-۰/۸۵	-۰/۶۶	-۰/۸۱۶	-۱/۱۱۷	-۱/۱۲۵	-۱/۱۲۱	-۰/۴		
۲/۱۰۸	۱/۹۵۵	۱/۷۷۷	۱/۵۶۷	۱/۱۱۶	-۰/۸۵۶	-۰/۸۳	-۰/۸۱۸	-۱/۱۲۳	-۱/۱۷۷	-۱/۱۸۶	-۰/۵		
۲/۱۰۶	۱/۱۸۰	۱/۷۷۰	۱/۵۷۸	۱/۱۲۰	-۰/۸۵۷	-۰/۹۹	-۰/۸۱۰	-۱/۱۳۲	-۱/۱۷۹	-۱/۱۷۵	-۰/۶		
۱/۹۲۶	۱/۱۰۶	۱/۶۶۳	۱/۴۸۸	۱/۱۸۳	-۰/۸۵	-۰/۱۶	-۰/۸۱۰	-۱/۱۳۳	-۱/۱۸۱	-۱/۱۸۴	-۰/۷		
۱/۱۳۷	۱/۱۲۳	۱/۶۰۶	۱/۴۹۴	۱/۱۶۹	-۰/۸۵۶	-۰/۱۲۲	-۰/۷۸۰	-۱/۱۲۳	-۱/۱۳۶	-۱/۱۸۱	-۰/۸		
۱/۱۴۹	۱/۱۶۰	۱/۵۴۹	۱/۴۷	۱/۱۷۴	-۰/۸۵	-۰/۱۴۱	-۰/۷۶۹	-۱/۱۳۹	-۱/۱۸۸	-۱/۱۹۵	-۰/۹		
۱/۱۶۴	۱/۱۸۸	۱/۴۹۲	۱/۳۶۶	۱/۱۱۳	-۰/۸۵۲	-۰/۱۶	-۰/۷۵۸	-۱/۱۳۰	-۱/۱۷۷	-۱/۱۸۲	-۰/۱		
۱/۱۸۱	۱/۱۸۱	۱/۳۴۵	۱/۲۲۴	۱/۱۷	-۰/۸۵	-۰/۱۸	-۰/۷۴۸	-۱/۱۳۱	-۱/۱۸۴	-۱/۱۸۷	-۰/۱		
۱/۱۵۰	۱/۱۴۹	۱/۲۷۲	۱/۲۷۲	۱/۱۸۲	-۰/۸۴	-۰/۱۰	-۰/۷۴۸	-۱/۱۳۱	-۱/۱۸۴	-۱/۱۸۷	-۰/۱		
۱/۱۴۴	۱/۱۲۳	۱/۶۰۶	۱/۴۹۴	۱/۱۶۹	-۰/۸۴	-۰/۱۹۵	-۰/۷۲۲	-۱/۱۳۲	-۱/۱۸۰	-۱/۱۸۴	-۰/۱		
۱/۱۲۴	۱/۱۲۳	۱/۷۲۴	۱/۷۴۰	۱/۱۷۴	-۰/۸۴	-۰/۱۸	-۰/۷۱۰	-۱/۱۳۳	-۱/۱۸۳	-۱/۱۸۱	-۰/۱		
۱/۱۳۵	۱/۱۳۱	۱/۷۲۷	۱/۱۹۸	۱/۱۷۱	-۰/۸۴	-۰/۱۲۲	-۰/۷۲۵	-۱/۱۳۲	-۱/۱۸۲	-۱/۱۸۱	-۰/۱		
۱/۱۲۸	۱/۱۲۵	۱/۷۱۷	۱/۱۵۷	۱/۱۱۸	-۰/۸۴	-۰/۱۸	-۰/۷۳۰	-۱/۱۳۳	-۱/۱۸۳	-۱/۱۸۱	-۰/۱		
۱/۱۲۱	۱/۱۱۷	۱/۱۵۶	۱/۱۱۶	۱/۱۱۶	-۰/۸۴	-۰/۱۷	-۰/۷۳۴	-۱/۱۳۴	-۱/۱۸۴	-۱/۱۸۲	-۰/۱		
۱/۱۱۵	۱/۱۱۰	۱/۱۱۶	۱/۱۰۲۵	۱/۱۰۲۵	-۰/۸۰	-۰/۱۰	-۰/۷۶۸	-۱/۱۳۴	-۱/۱۸۴	-۱/۱۸۷	-۰/۱		
۱/۱۰۷	۱/۱۰۷	۱/۱۰۶	۱/۱۰۴۵	۱/۱۰۴۵	-۰/۸۰	-۰/۷۹۹	-۰/۷۸۲	-۱/۱۳۴	-۱/۱۸۱	-۱/۱۸۱	-۰/۱		

همانطور که در تصویر بالا پیداست چون ضریب چولگی ما -۱.۶۲ است و عددی بین -۱.۷ و -۱.۶ است پس باید با استفاده اعداد ۱.۱۱۶ و ۱.۰۷۵ ضریب مورد نظر خود را به دست آوریم بدین صورت که ابتدا با میانگین گیری ضریب K را برای عدد -۱.۶۵ بدست می آوریم سپس با میانگین گیری بین

ضریب  $-1.6$  و  $-1.65$  - مقدار ضریب  $K$  را برای ضریب چولگی  $-1.625$  - بدست می آوریم که چون به عدد ما که  $-1.62$  است نزدیک همان را میپذیریم. محاسبات اکسل آن در تصویر زیر آورده شده است:

k25_-1.6	1.116
k25_-1.7	1.075
k25_-1.65	1.0955
k25_-1.62	1.10575

پس در نهایت تمام پارامتر های لازم ما به صورت زیر خواهند بود :

mean LOG	1.444502253
std LOG	0.303363452
skew LOG	-1.629762582
k25	1.1057

که با توضیح بیشتر پارامترها به صورت زیر خواهند بود :

میانگین ستون لگاریتم بارش	انحراف معیار ستون لگاریتم بارش	ضریب چولگی ستون لگاریتم بارش	ضریب $K$
1.444	0.303	-1.62	1.1057

در نهایت میتوان با استفاده از معادله بیان شده به صورت زیر :

$$\log(p) = \text{mean} + K * \text{std} \quad (\text{ستون لگاریتم بارش})$$

مقدار  $\text{Log}(p)$  را بدست آورد که به صورت زیر میشود :

Log(P)	1.779931222
--------	-------------

که حال اگر عدد ۱۰ را به توان عدد بدست آمده برای  $\text{Log}(P)$  برسانیم ، عدد حاصل برای ما بیانگر مقدار ماکزیمم بارش ۲۴ ساعته با دوره بازگشت ۲۵ ساله با استفاده از روش لوگ پیرسون تیپ ۳ خواهد بود که به صورت زیر بدست آمده است :

Log(P)	1.779931222
P 25	60.24641676

در نهایت پس مقدار ماکزیمم بارش ۲۴ ساعته با دوره بازگشت ۲۵ ساله با استفاده از روش لوگ پیرسون تیپ ۳ به صورت زیر خواهد بود :

بارش ماکزیمم ۲۴ ساعته برای دوره بازگشت ۲۵ ساله با روش روشن لوگ پیرسون تیپ ۳	۶۰.۲۴
---	-------

## ۶- مشخص کردن و به دست آوردن حوضه ها آبریز منطقه با استفاده از برنامه Arcgis

برای کار و مشخص کردن حوضه ها آبریز و به طور کلی مسائل هیدرولوژی ما احتیاج به نصب افزونه Arc hydro که این افزونه در هنگام نصب شدن به صورت خودکار افزونه HECGeoHMS را نیز برای ما نصب مینماید که فایل دانلود شده از آدرس

arcgis برای نرم افزار <http://downloads.esri.com/archydro/HECGeoHMS>

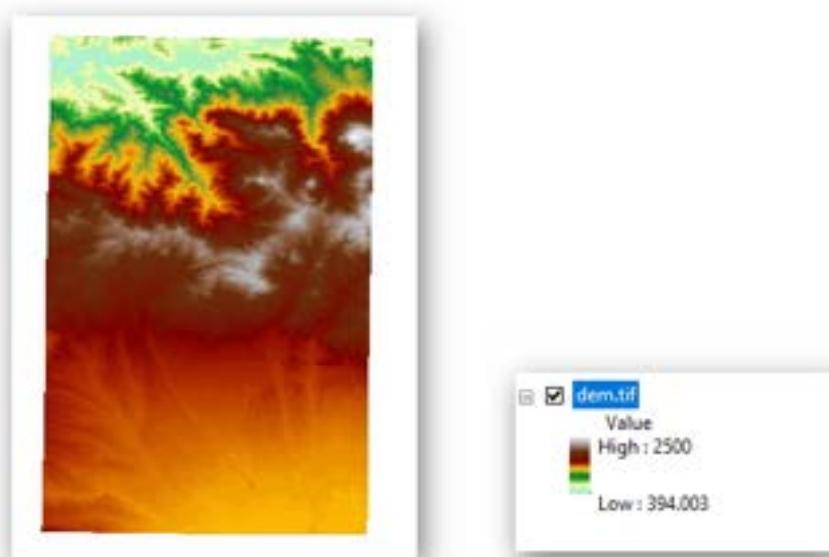
۱۰.۷ به صورت زیر است :



پس از آنکه افزونه بالا نصب شد ، دو نوار ابزار Arc hydro و HECGeoHMS را میتوانیم به صورت زیر به برنامه اضافه کنیم :

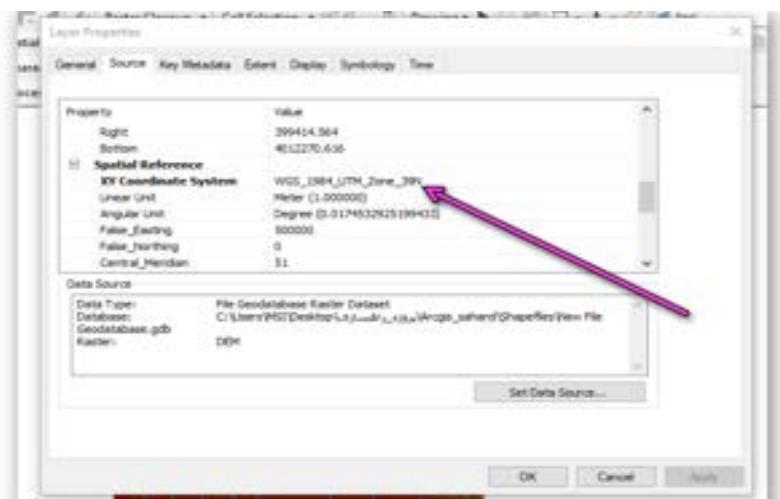


حال نوبت به انجام پروژه و استخراج و بدست آوردن حوضه ها آبریز منطقه مورد نظر ما میرسد. برای پردازش های این قسمت ما به داده DEM منطقه خود نیاز داریم که قبل آن را تولید کرده ایم و به صورت زیر است :



شکل (۸-۲۲) تصویر DEM منطقه

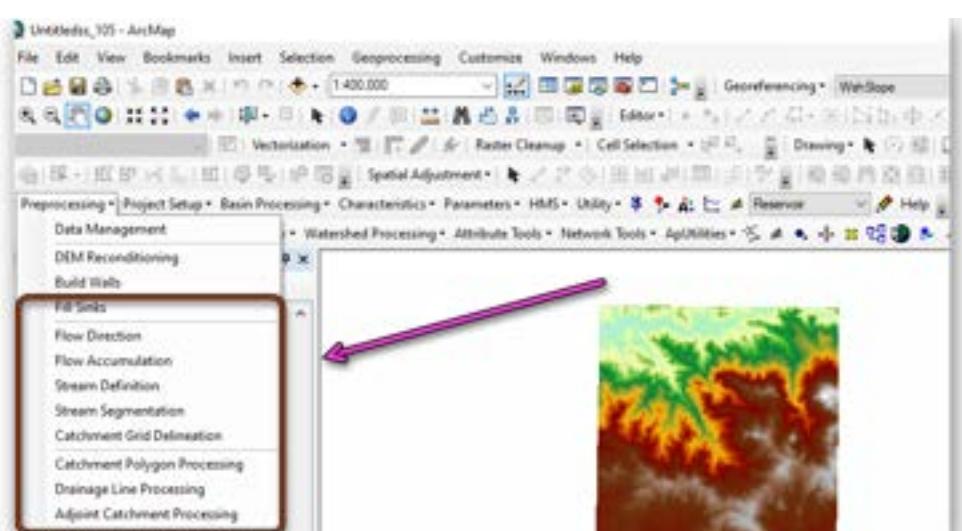
حال که DEM را در اختیار داریم حتما باید چک کنیم که DEM دارای سیستم مختصات بوده و سیستم مختصات آن درست باشد که طبق تصویر زیر :



شکل (۸-۲۳) چک سیستم مختصات DEM

تصویر DEM ما دارای سیستم مختصات درستی است .

در مرحله بعد از انجام پروژه باید از نوار ابزار Preprocessing HECGeoHMS از قسمت تمام تحلیل هایی را که در تصویر زیر دور آن ها خط کشیده است به ترتیب انجام داده و پیش برویم :

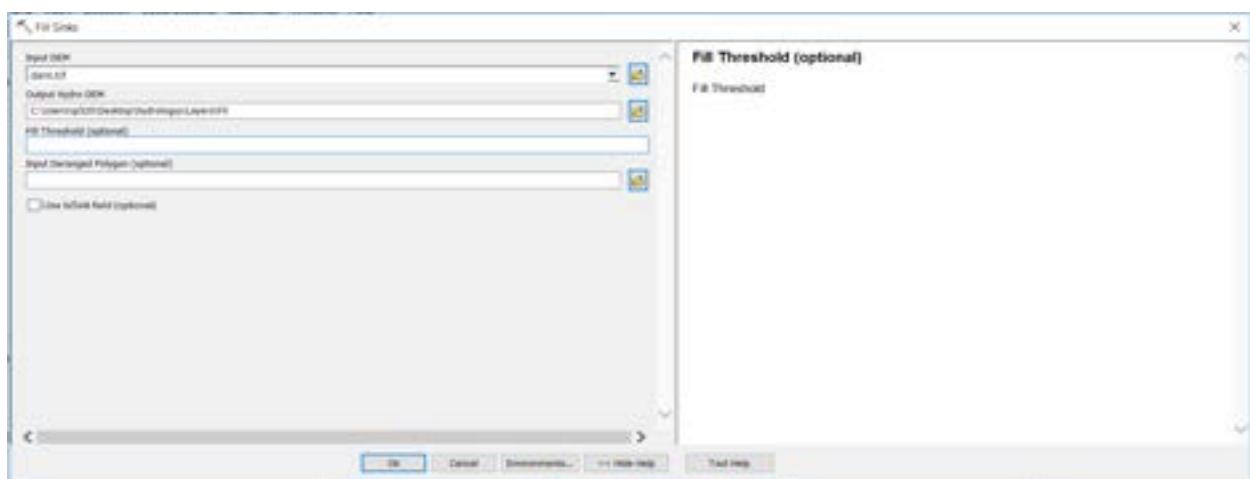


شکل (۸-۲۴) فرایند ها لازم در هیدرولوژی

که حال تمام مراحل بالا به ترتیب انجام شده و توضیحات و خروجی هر کدام از تحلیل ها در ادامه بیان خواهد شد.

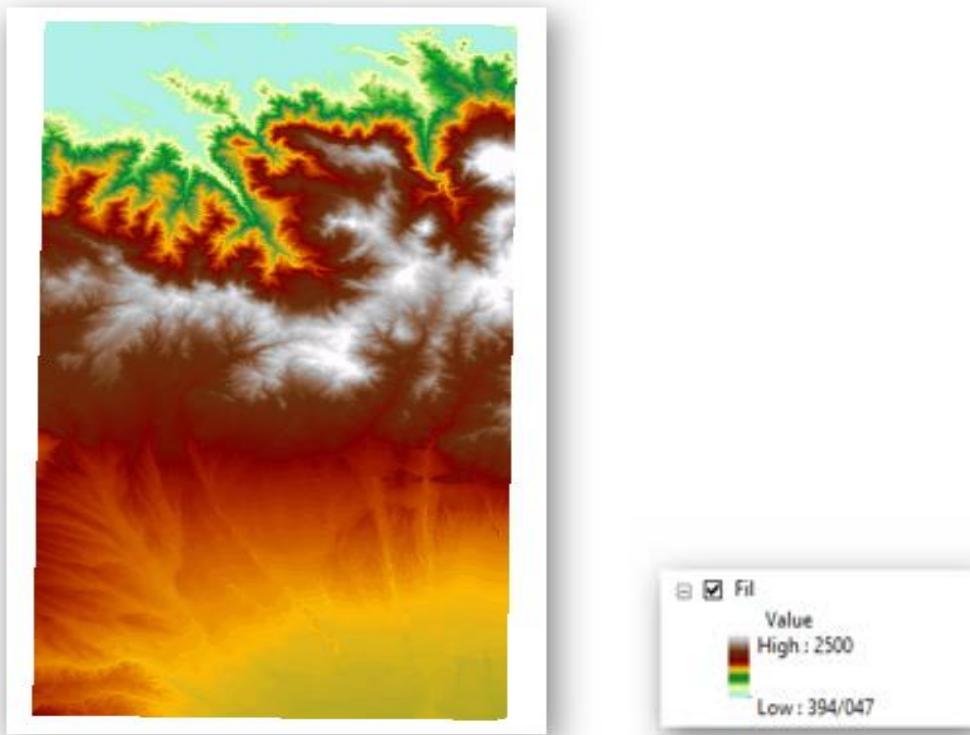
## ۸-۷- پردازش Fil Sinks

روش کار این پردازش بدین صورت است که برنامه در طی این پردازش پیکسل هایی از DEM ما را که دارای مقادیر عجیب و بسیار متفاوت از همسایگان خود هستند و در واقع پیکسل هایی از DEM ما را که مقادیر نامتناسب و عجیب دارند شناسایی کرده و مقادیر درست تری به آن ها اختصاص میدهد در واقع به نوعی DEM ما را تصحیح میکند تا برای پردازش های بعدی آماده شود. با زدن گزینه Fil Sinks پنجره زیر برای ما گشوده میشود که به صورت زیر تکمیل شده است:



شکل (۸-۲۵) تکمیل پنجره ابزار FILL SINKS

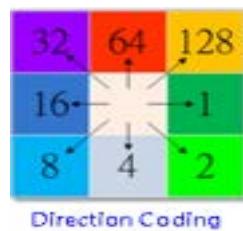
که خروجی حاصل از پردازش بالا تا حدی به همان DEM اولیه شباهت خواهد داشت که ناهنجاری های آن اصلاح گردیده است و خروجی آن به صورت زیر خواهد بود:



شکل (۸-۲۶) خروجی ابزار FILL SINKS

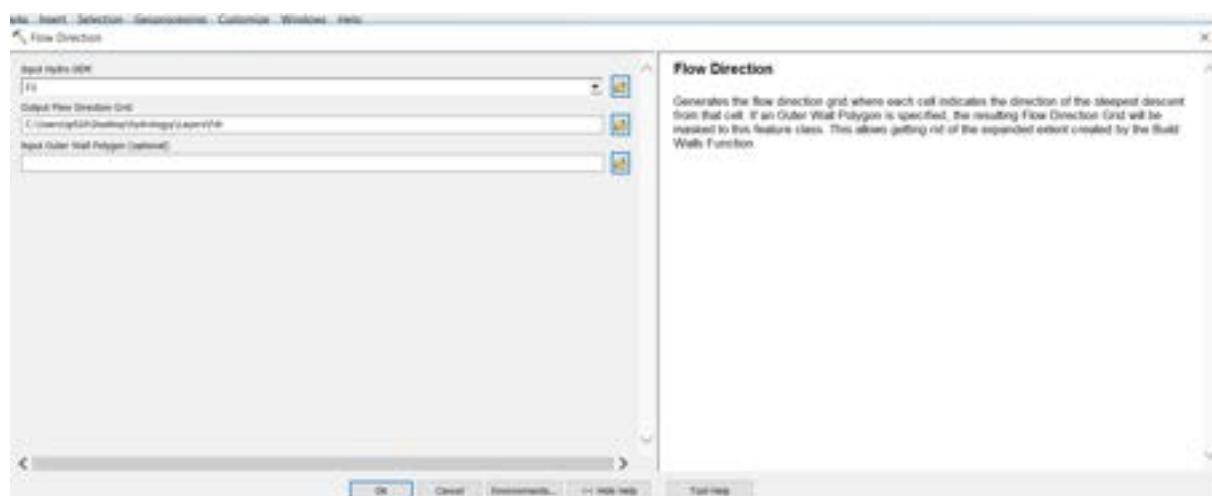
## ۸-۸- پردازش Flow Direction

روش کار این پردازش بدین صورت است که می آید جهت جریان را با توجه به شیب منطقه و نقشه ارتفاعی منطقه بدست می آورد . بدین صورت که بیان میکند اگر آبی بر روی زمین بر روی یک پیکسل وجود داشته باشد به کدام سمت از آن پیکسل حرکت خواهد کرد . نقشه خروجی حاوی ۸ مقدار اصلی است که بیان کننده جهات اصلی اطراف یک پیکسل می باشد .



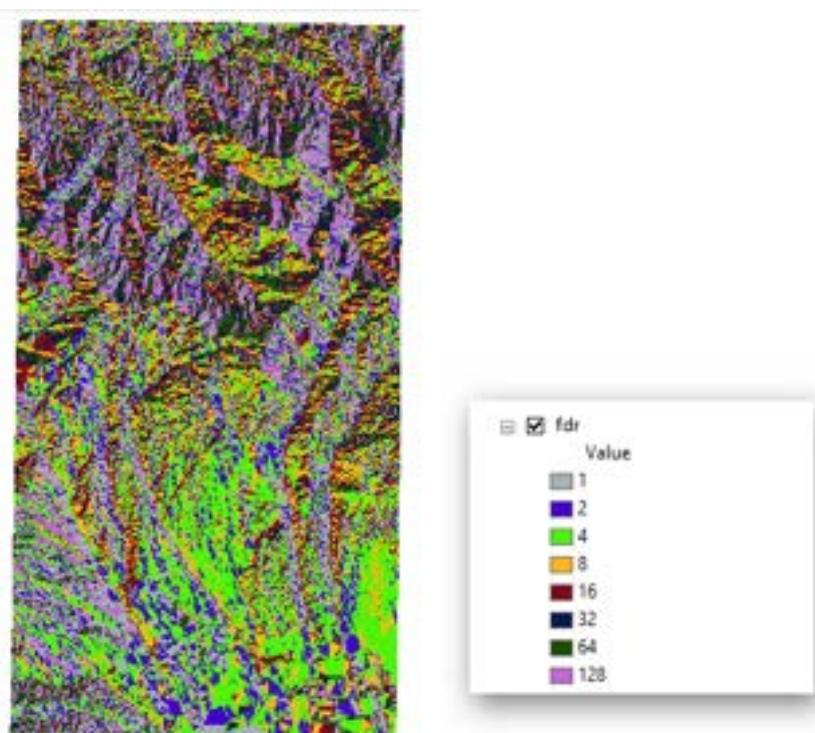
شکل (۸-۲۷) نحوه نمایش جریان آب

همچنین عدد ۲۵۶ نیز بیانگر زمین مسطح است که آب بی حرکت میماند و جریان پیدا نمیکند. ورودی Flow Direction این پردازش، خروجی حاصل از پردازش Fil Sinks است. با زدن گزینه Flow Direction پنجه زیر برای ما گشوده میشود که به صورت زیر تکمیل شده است:



## شکار (۲۸-۸) تکمیل اینما FLOW DIRECTION

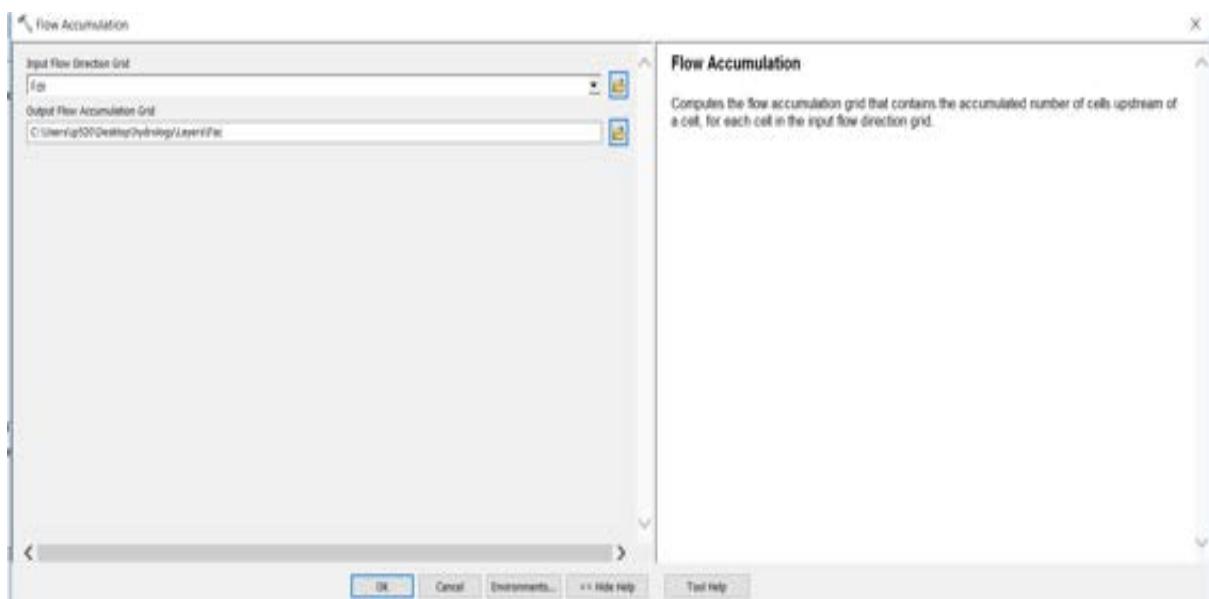
که در نهایت خروجی، حاصل از پردازش بالا به صورت زیر خواهد بود:



## شکل (۲۹-۸) خروجی ابزار FLOW DIRECTION

## ۸-۹- پردازش Flow Accumulation

روش کار این پردازش بدین صورت است که مقدار جریان تجمعی مربوط به هر پیکسل را که از بالادست به آن وارد میشود را محاسبه میکند. در واقع برای پیکسل ها محاسبه میکند که آب هر پیکسل به کدام پیکسل وارد میشود و در نهایت جریان تجمعی مربوط به هر پیکسل را بدست می آورد. در واقع با استفاده از این پردازش به نوعی ما خط القع ها را بدست می آوریم. ورودی این پردازش، نقشه خروجی حاصل از پردازش Flow Direction است. با زدن گزینه Flow Accumulation پنجره زیر برای ما گشوده میشود که به صورت زیر تکمیل شده است:



شکل (۸-۳۰) تکمیل پنجره FLOW ACUMULATION

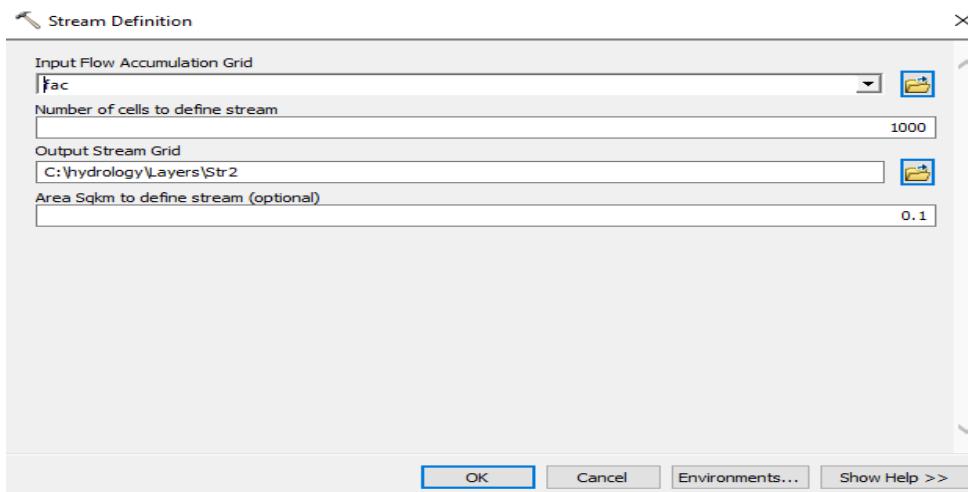
که در نهایت خروجی حاصل از پردازش بالا به صورت زیر خواهد بود:



شکل (۸-۳۱) خروجی FLOW ACUMULATION

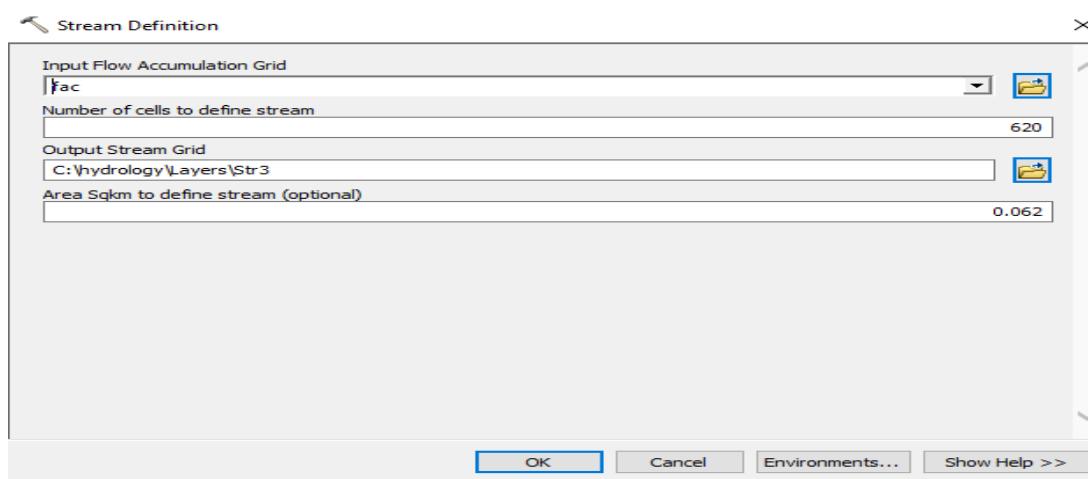
## ۸-۱۰- پردازش Stream Definition

روش کار این پردازش بدین صورت است که در طی فرایند اجرای این پردازش جریان های اصلی یعنی جریان های با شدت بیشتر از جریان های با شدت کم و ضعیف جدا شده و به عنوان خروجی استخراج خواهند شد . فرایند تشخیص جریان اصلی از سایر جریان ها به وسیله یک حد آستانه صورت میگیرد که ما باید خودمان این حد آستانه را با توجه به نقشه خط القعرها که بدست آوردهیم و تقاطع آن ها با مسیر ما و توجه به این نکته که در راهسازی معمولا هر ۵۰۰ متر یک آبرو باید احداث شود ، انتخاب کنیم . در این پروژه ما ابتدا حد آستانه مقدار ۱۰۰۰ در نظر گرفته شد :



شکل (۸-۳۲) تکمیل پنجره ابزار STREAM DEFINITION

که پس از مشاهده خروجی و با توجه به خط القعر های منطقه و جاده ای که داشتیم ، تصمیم بر این قرار شد که حد آستانه مقدار ۶۲۰ در نظر گرفته شود . پس این پردازش پیکسل هایی را که مقدار بیشتر از ۶۲۰ داشته را به عنوان جریان اصلی نگه میدارد و به آن ها مقدار ۱ اختصاص میدهد و به مابقی پیکسل ها مقدار ۰ اختصاص میدهد و در واقع آن ها را حذف میکند. همچنین ورودی این پردازش ، خروجی پردازش Flow Accumulation یا همان خط القعر ها (جریان ها) ما است . با زدن گزینه Stream Definition پنجره زیر برای ما گشوده میشود که به صورت زیر تکمیل شده است :



شکل (۸-۳۳) تکمیل پنجره ابزار STREAM DEFINITION

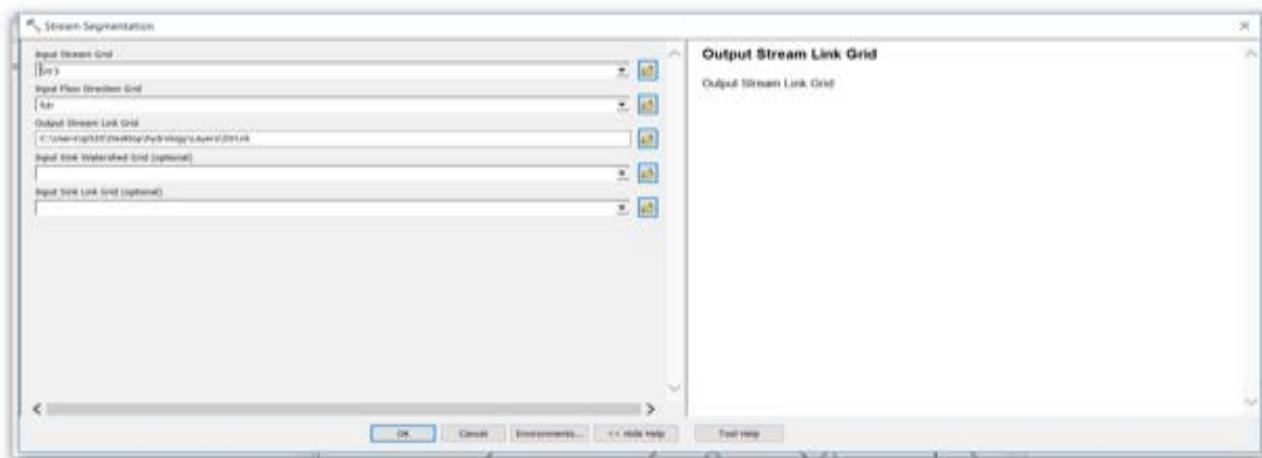
که در نهایت خروجی حاصل از پردازش بالا به صورت زیر خواهد بود :



شکل (۸-۳۴) خروجی ابزار STREAM DEFINITION

## ۱۱-۸- پردازش Stream Segmentation

روش کار این پردازش بدین صورت است که در طی فرایند اجرای این پردازش هر جا که شاخه‌ای (خط القعری) با شاخه‌ای دیگر تقاطع داشته باشد، در آن نقطه آن دو شاخه را از هم جدا می‌کند. یعنی در واقع توسط این پردازش شاخه‌ها از هم جدا خواهند شد و دیگر به صورت قبلی به هم پیوسته نیستند و مشخص می‌شود که هر پیکسل در نقشه مرتبط به کدام شاخه است و در نتیجه مقدار پیکسل‌های جریان‌ها با هم تفاوت خواهند داشت مثلاً تمام پیکسل‌های یک شاخه عدد ۱۴۹۴ و تمام پیکسل‌های شاخه متقاطع آن مقدار عددی ۱۳۹۴ دارند. ورودی این پردازش، خروجی پردازش Flow Direction یا همان جریان‌های اصلی ما و خروجی پردازش Stream Definition است. با زدن گزینه Stream Segmentation پنجره زیر برای ما گشوده می‌شود که به صورت زیر تکمیل شده است:



شکل (۸-۳۵) تکمیل پنجره ابزار STREAM SEGMENTATION

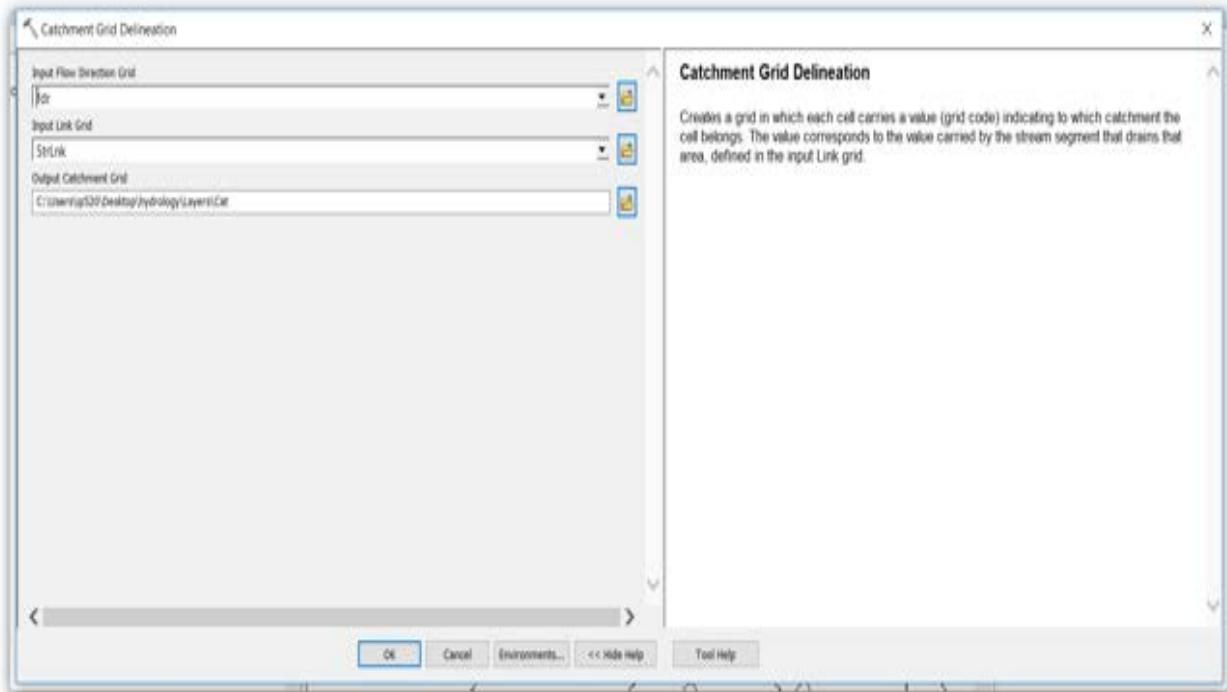
که در نهایت خروجی حاصل از پردازش بالا به صورت زیر خواهد بود :



شکل (۸-۳۶) خروجی ابزار STREAM SEGMENTATION

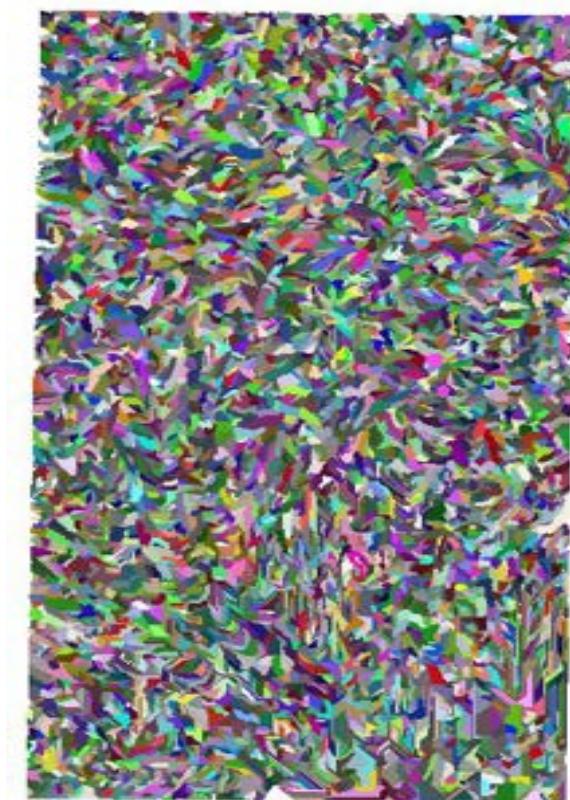
## ۸-۱۲- پردازش Catchment Grid Delineation

روش کار این پردازش بدین صورت است که در طی فرایند اجرای این پردازش برای هر کدام از جریان هایی و شاخه هایی که در قسمت قبل از هم جدا شده اند، حوضه مربوط به هر شاخه ساخته میشود در واقع برای هر جریان یک حوضه ساخته خواهد شد پس کوچکترین حوضه ها ما ساخته میشوند. ورودی این پردازش، خروجی پردازش Stream Segmentation و خروجی پردازش Catchment Grid Delineation است. با زدن گزینه Flow Direction گشوده میشود که به صورت زیر تکمیل شده است:



شکل (۸-۳۷) خروجی ابزار CATCHMENT GRID DELIMINATION

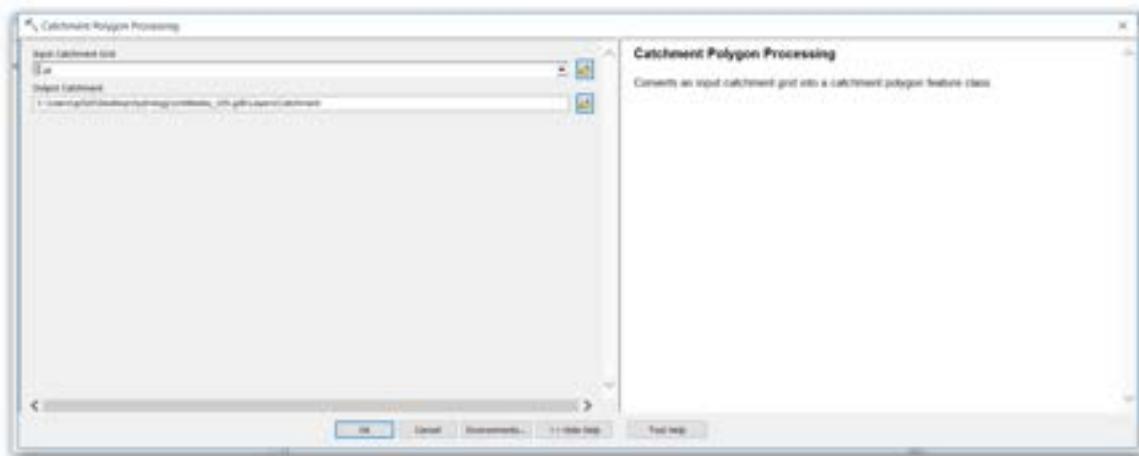
که در نهایت خروجی حاصل از پردازش بالا به صورت زیر خواهد بود:



شکل (۸-۳۸) خروجی ابزار CATCHMENT GRID DELIMATION

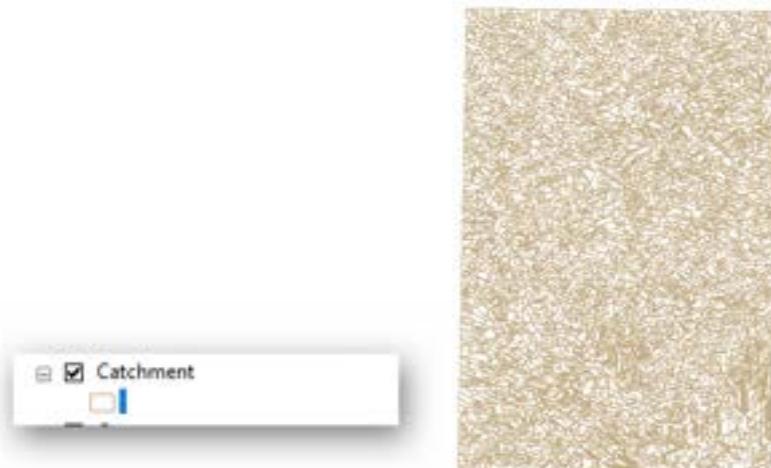
### ۱۳-۸-۱- پردازش Catchment Polygon Processing

روش کار این پردازش بدین صورت است که حوضه های تشکیل شده در پردازش قبلی چون به صورت رستر هستند ، در در طی فرایند اجرای این پردازش این حوزه ها به پلیگون تبدیل خواهند شد . ورودی این پردازش ، خروجی پردازش Catchment Grid Delineation است . با زدن گزینه Catchment Polygon Processing پنجه زیر برای ما گشوده میشود که به صورت زیر تکمیل شده است :



شكل (٨-٣٩) تكميل پنجره CATCHMENT POLYGON PROCESSING

که در نهایت خروجی حاصل از پردازش بالا به صورت زیر خواهد بود :

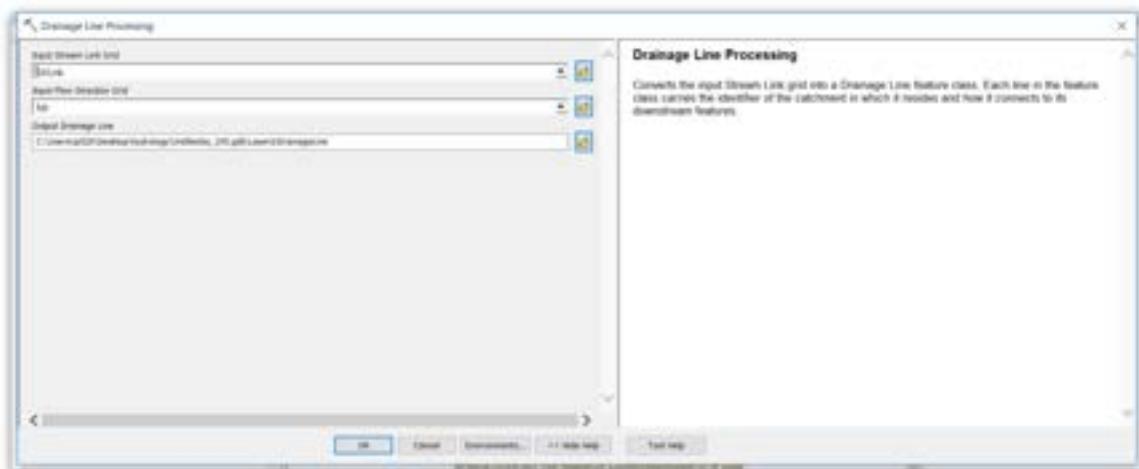


#### شکل (۴-۸) خروجی اینزار CATCHMENT POLYGON PROCESSING

## ٤-٨- پردازش Drainage Line Processing

روش کار این پردازش بدین صورت است که جریان هایی که قبل آن ها را در پردازش Stream Segmentation بدست آورده بودیم را چون به صورت رستر بودند به پلی لاین تبدیل میکنند. ورودی این پردازش ، خروجی پردازش Stream Segmentation و خروجی پردازش Flow Direction

است . با زدن گزینه Drainage Line Processing پنجره زیر برای ما گشوده میشود که به صورت زیر تکمیل شده است :



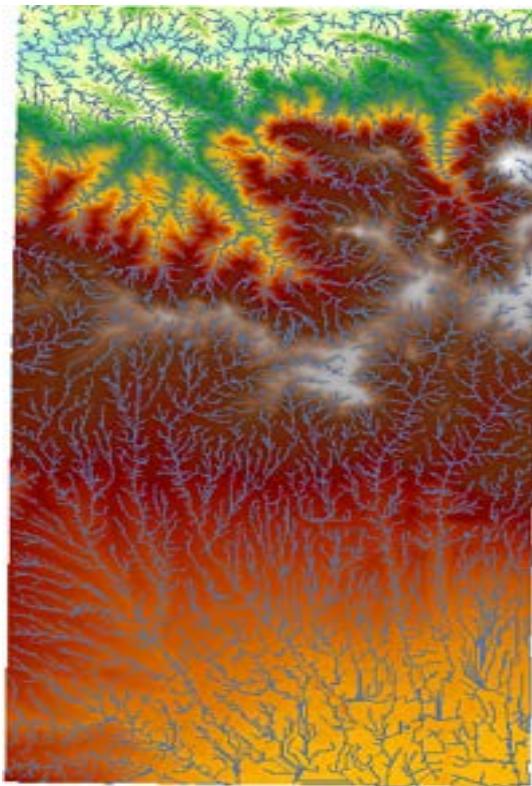
شکل (۸-۴۱) DRAINAGE LINE PROCESSING تکمیل پنجره ابزار

که در نهایت خروجی حاصل از پردازش بالا به صورت زیر خواهد بود :



شکل (۸-۴۲) خروجی ابزار DRAINAGE LINE PROCESSING

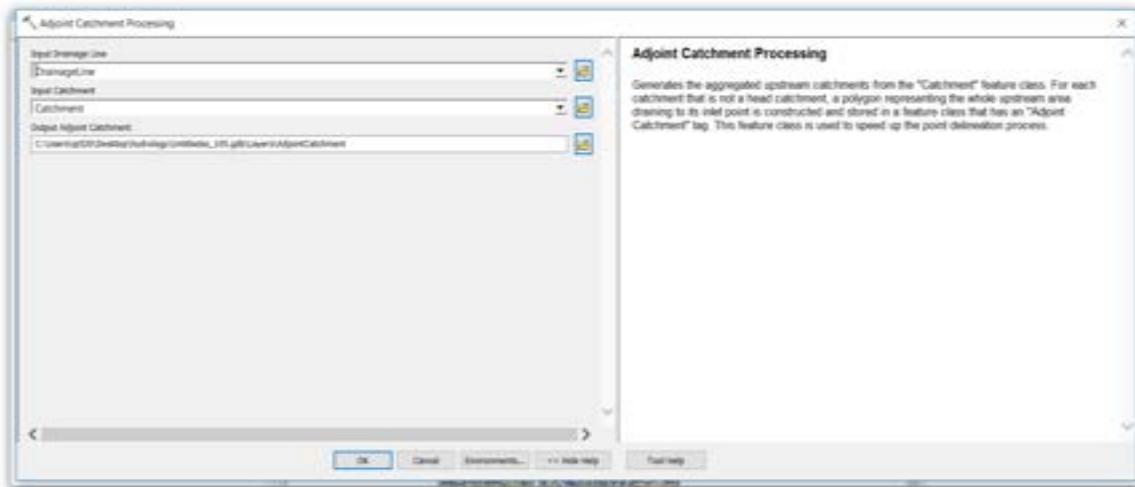
که همچنین تصویر لایه بالا روی dem منطقه به صورت زیر خواهد بود :



شکل (۸-۴۳) خروجی ابزار DRAINAGE LINE PROCESSING روی DEM منطقه

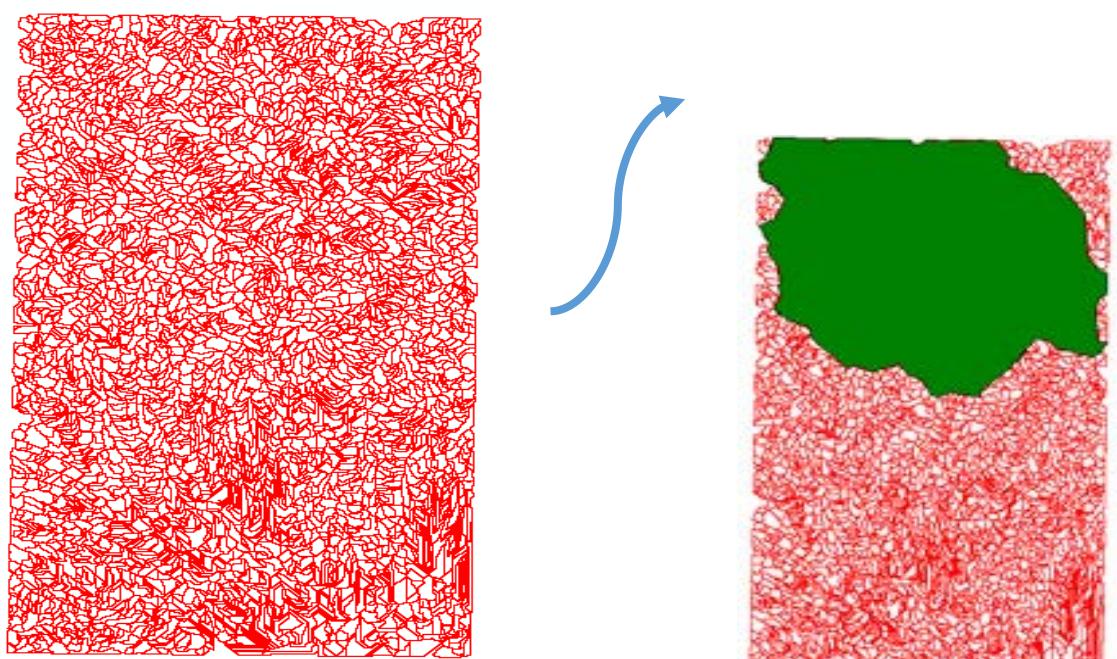
## ۸-۱۵- پردازش Adjoint Catchment Processing

روش کار این پردازش بدین صورت است که در طی فرایند اجرای این پردازش حوضه هایی را که با هم از بالادست به پایین دست می ریزند را با هم join میکند و به بیان دیگر حوضه هایی را که دارای ارتباط هیدرولوژیکی با هم هستند با هم join میکند . البته به این نکته باید توجه داشت که خروجی حاصل از این پردازش با خروجی حاصل از پردازش Catchment Polygon Processing تفاوت ظاهری ندارد ولی در واقع در آن پلیگون های مرتبط با هم با یکدیگر join شده اند و حوضه های Catchment Polygon بسیار بزرگتری را ساخته اند. ورودی این پردازش ، خروجی پردازش Adjoint Drainage Line Processing و خروجی پردازش Catchment Processing پنجه زیر برای ما گشوده میشود که به صورت زیر تکمیل شده است :



شکل (۸-۴۴) تکمیل پنجره ADJOINT CATCHMENT PROCESSING

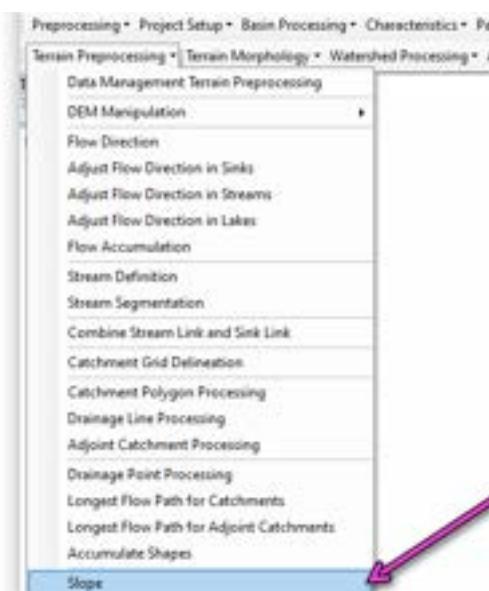
که در نهایت خروجی حاصل از پردازش بالا به صورت زیر خواهد بود که یک حوضه بزرگ آن نیز نشان داده شده است:



شکل (۸-۴۵) خروجی ADJOINT CATCHMENT PROCESSING

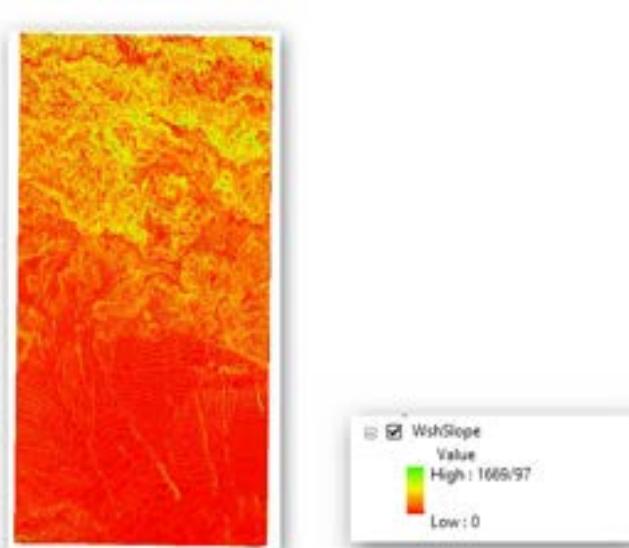
## ۸-۱۶- پردازش Slope در Arc hydro

برای انجام ادامه پروژه ما احتیاج به نقشه شیب منطقه داریم که میتوانیم با استفاده از افزونه Arc آن را تولید کنیم . برای اینکار باید با استفاده از گزینه زیر :



شکل (۸-۴۶) دستور slope

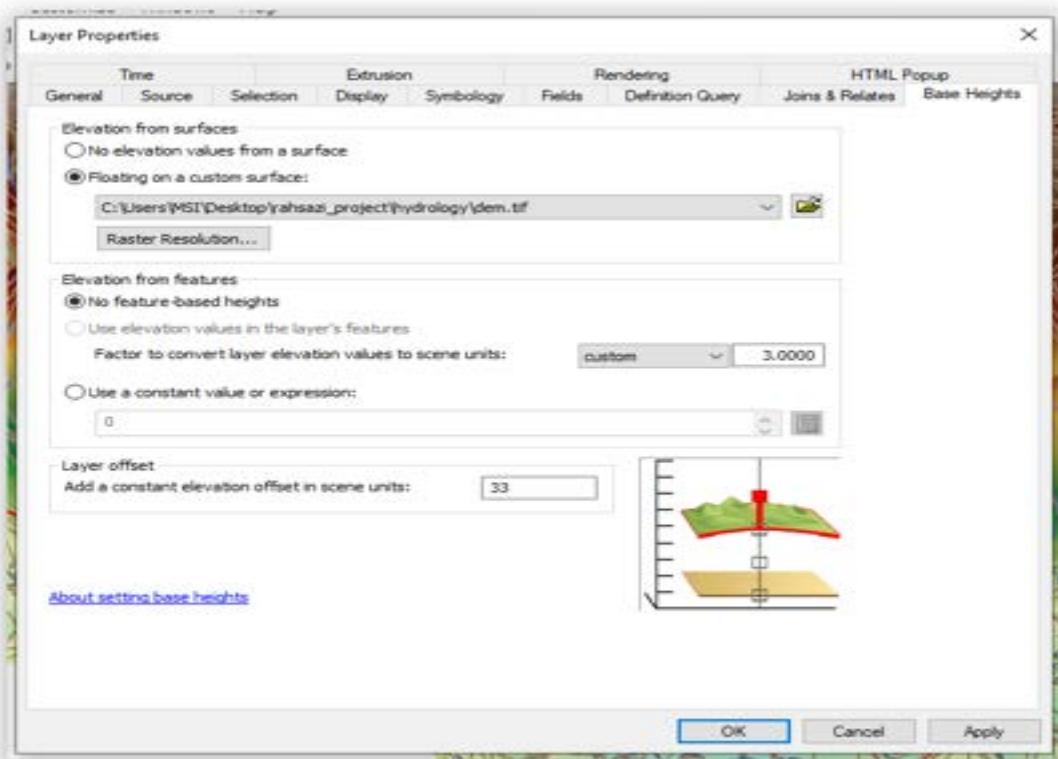
نقشه شیب خود را تولید کنیم که به صورت زیر خواهد بود :



شکل (۸-۴۷) نقشه شیب حاصل از ارک هیدرولوژی

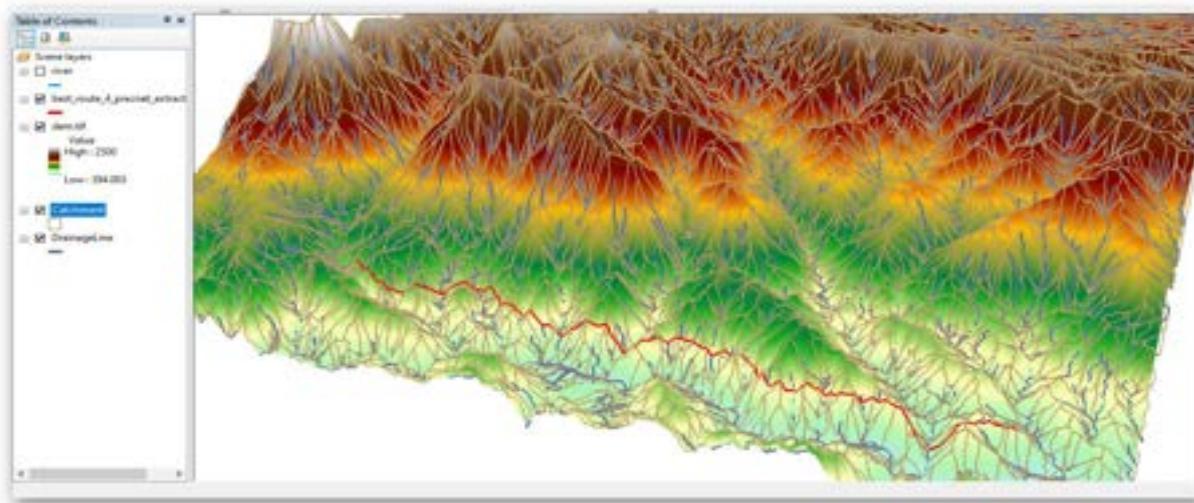
## ۱۷-۸- نمایش منطقه در Arcscene

حال میتوانیم به منظور مشاهده بهتر خروجی هایی که تا الان بدست آورده ایم ، این خروجی ها را به همراه نقشه DEM به برنامه Arcscene کپی کرده و آن ها به صورت سه بعدی مشاهده کنیم . که برای اینکار باید با کلیک راست بر روی هر یک از لایه ها و انتخاب گزینه properties اقدام به تعریف اغراق ارتفاعی و مدل رقومی که اطلاعات باید ارتفاع خود را از آن بگیرند و همچنین مقدار بالاتر قرار گرفتن لایه ها نسبت به مدل ارتفاعی را به صورت زیر تعریف کنیم :



شکل (۸-۴۸) تنظیم سه بعدی DEM

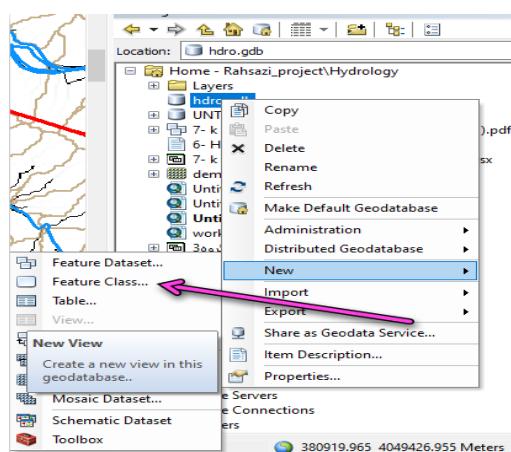
که در نهایت پس از تنظیم و سه بعدی کردن لایه ها ، مسیر و DEM و خروجی Catchment و drainage line به صورت زیر خواهد بود :



شکل (۸-۴۹) نمایش پردازشات هیدرولوژی در ارک سین

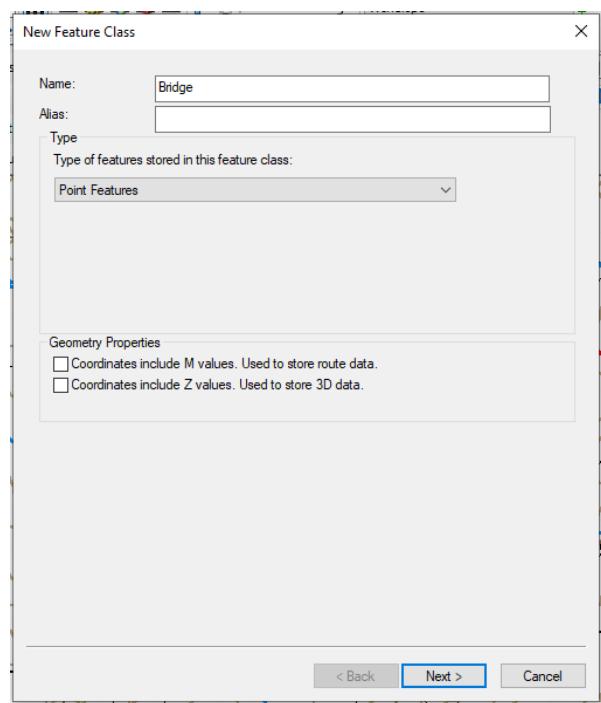
## ۸-۱۸- مشخص کردن نقاط اولیه احداث پل

حال در مرحله بعد ما باید در نقاطی که جاده طراحی شده ما با جریان ها اصلی بدست آمده (drainage line) تقاطع دارد ، پل ایجاد کنیم . که روش ایجاد پل بدین صورت است که ابتدا باید در برنامه Arcgis یک لایه نقطه ای به نام Bridge ایجاد کنیم و سپس با این لایه در نقاطی که جاده طراحی شده ما با جریان ها بدست آمده تقاطع دارد، نقطه ای را به عنوان پل قرار دهیم . برای ایجاد این لایه نقطه ای ابتدا در Arc catalog با کلیک بر روی گزینه زیر :



شکل (۸-۵۰) ساختن شیپ فایل

پنجره باز شده را به صورت زیر تکمیل میکنیم :



شکل (۸-۵۱) انتخاب نام و نوع عارضه

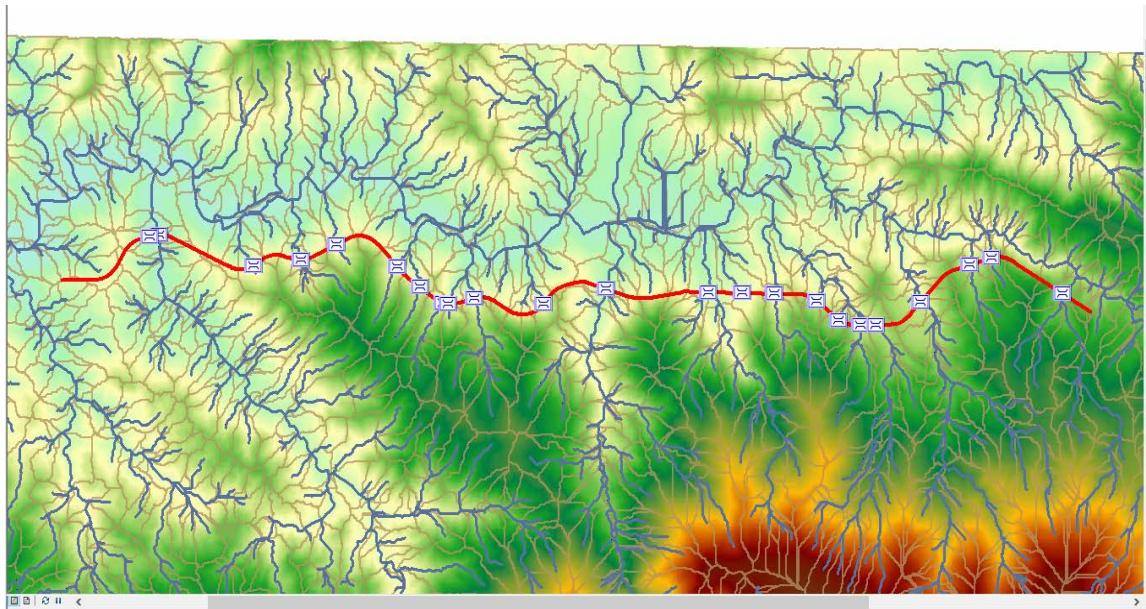
بدین صورت که اسم لایه را Bridge و نوع آن را نقطه ای میگذاریم . سپس سیستم مختصات آن را

به صورت زیر مشخص میکنیم :



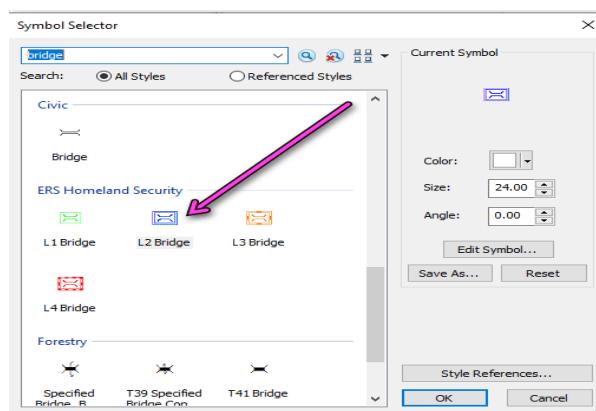
شکل (۸-۵۲) انتخاب سیستم مختصات

حال که لایه نقطه ای ما با نام Bridge ایجاد شد ، باید در محل تقاطع مسیر با خطوط جريان نقاط پل را قرار دهیم که در حین انجام اینکار لایه str را نیز روشن میکنیم و تلاش میکنیم که نقطه ای را که مشخص میکنیم حتما داخل مناطق مشکی str قرار بگیرد. پس از انجام این کار نقاط پل ما در نقشه به صورت زیر خواهد بود :



شکل (۸-۵۳) نمایش پل ها در DEM

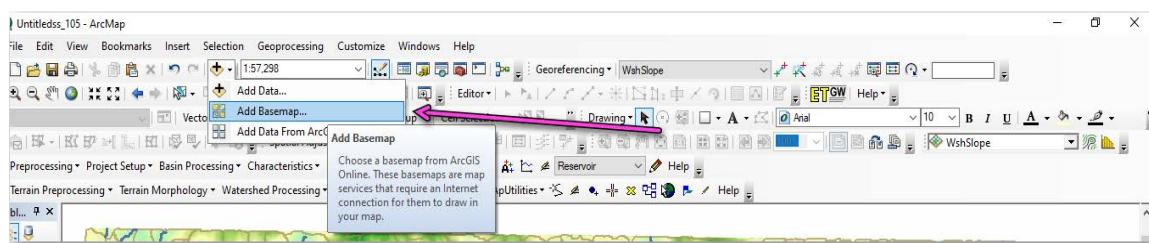
که در نقشه بالا برای انتخاب نماد مناسب برای پل های خود باید ابتدا بر روی نماد لایه نقطه ای در قسمت سمت چپ برنامه کلیک کرده و سپس در پنجره ای که باز میشود نماد پل را به صورت زیر پیدا و انتخاب کنیم :



شکل (۸-۵۴) انتخاب نماد پل

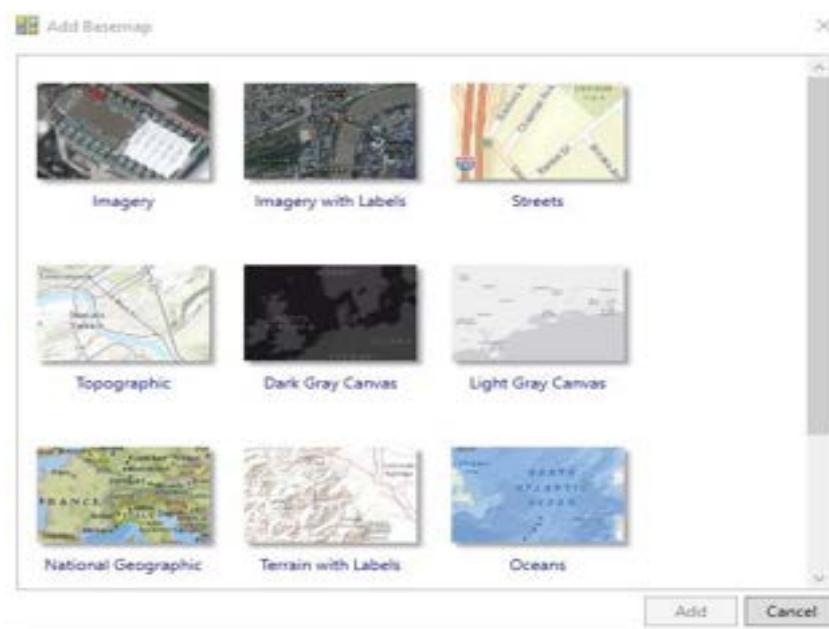
## ۸-۱۸-۲- چک خروجی ها بدست آمده با تصویر رزولوشن بالا

حال در مرحله بعد از انجام پروژه توصیه میشود که بهتر است فرایند ایجاد نقاط پل ها و همچنین خط الراس ها و خط القعر های بدست آمده توسط نرم افزار مربوط به منطقه را با یک تصویر High Resolution چک کنیم تا از درستی خروجی های حاصل از نرم افزار اطمینان پیدا کنیم . که برای اینکار ما از نقشه های basemap خود برنامه arcgis استفاده میکنیم. برای استفاده از این تصاویر با کیفیت بالا باید ابتدا بر روی گزینه زیر کلیک کرده :



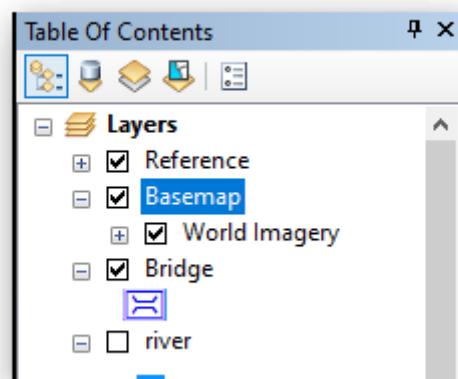
شکل (۸-۵۵) اضافه کردن BASEMAP

سپس در پنجره ای که به صورت زیر باز میشود نقشه مورد نظر خود را انتخاب کنیم :

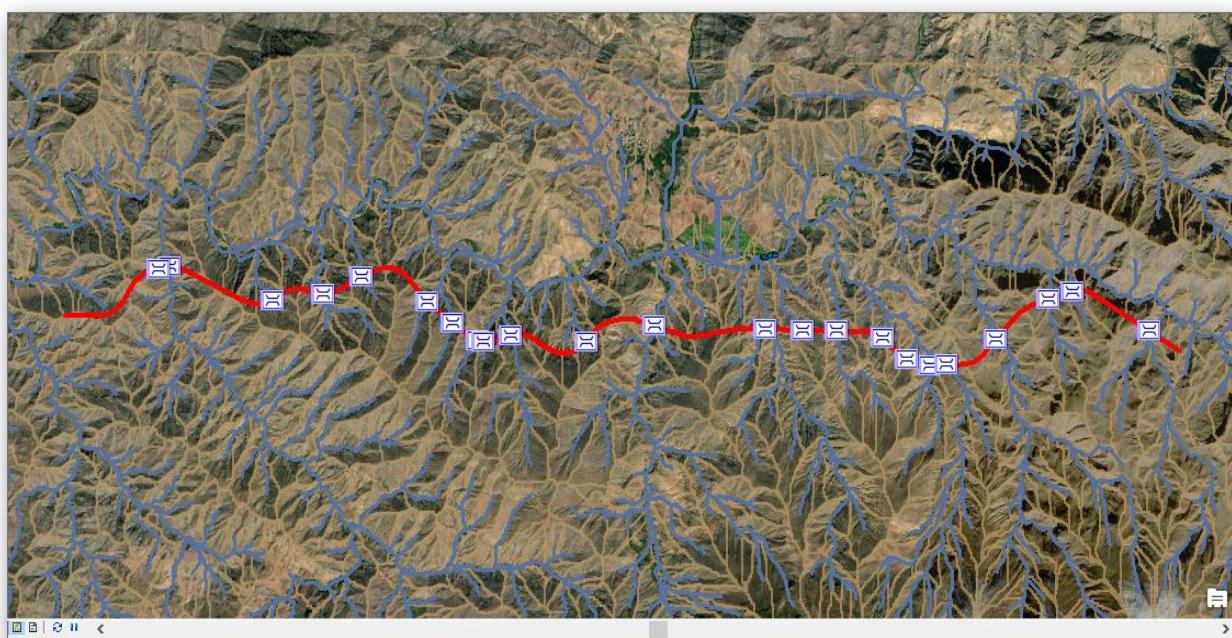


شکل (۸-۵۶) انتخاب نقشه BASEMAP

که ما نقشه Imagary with labels را انتخاب میکنیم . سپس نقشه به صورت زیر به قسمت چپ نرم افزار اضافه میشود :



همچنین در نهایت تصویر جریان ها و پل ها و مسیر طراحی شده بر روی نقشه با کیفیت به صورت زیر خواهد بود :

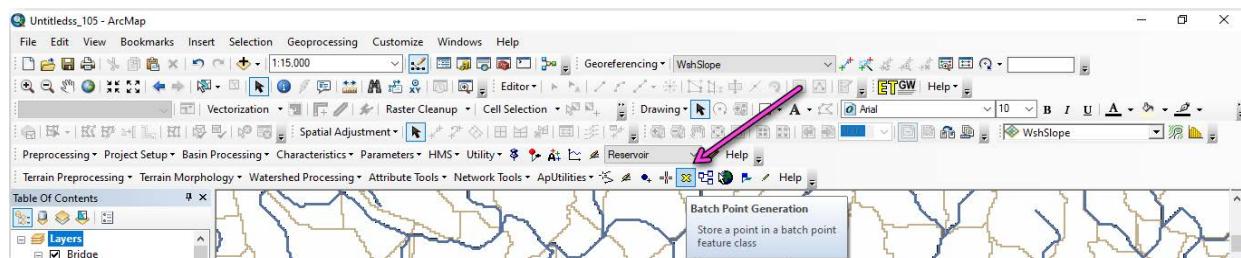


شکل (۸-۵۷) نمایش پل و جریان ها روی تصویر های رزولشن

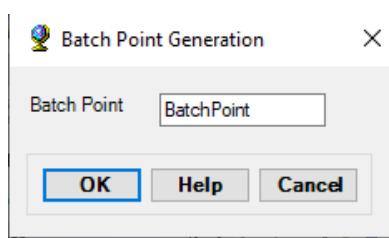
که با بزرگنمایی بر روی نقشه و چک کردن خط الراس ها و خط القعرها با تصویر مشخص شد که نرم افزار جریان ها و سایر خروجی ها را تا حد زیادی به درستی تولید کرده است . البته این نکته شایان ذکر است که تمام نتایجی که از نرم افزار به دست می آید مانند جریان ها و حوضه ها از تصویر DEM بدست آمده اند در نتیجه هر چه DEM در اختیار ما دارای دقت بالاتری باشد ، خروجی ها نرم افزار نیز دقیق تر خواهند بود.

### ۸-۱۸-۳- تعیین نقاط Batch point

حال در مرحله بعد باید نقاط Bridge را که ایجاد کرده ایم ، به عنوان نقاط Batch point به نرم افزار معرفی کنیم. که برای اینکار ابتدا با کلیک بر روی گزینه زیر :



پنجره ای به صورت زیر باز میشود که آن را به صورت زیر تکمیل میکنیم :



حال که لایه Bridge ما تولید شد ، باید با کپی کردن نقاط موجود در لایه Bridge به این لایه ، پل ها خود را به برنامه معرفی کنیم . سپس باید اطلاعات توصیفی لایه Batch point را نیز به صورت زیر تنظیم کنیم :

Table

BatchPoint

Shape *	OID *	Name	Descript	BatchDone	SnapOn	SrcType
Point	1 <Null>	<Null>		0	1	Outlet
Point	2 <Null>	<Null>		0	1	Outlet
Point	3 <Null>	<Null>		0	1	Outlet
Point	4 <Null>	<Null>		0	1	Outlet
Point	5 <Null>	<Null>		0	1	Outlet
Point	6 <Null>	<Null>		0	1	Outlet
Point	7 <Null>	<Null>		0	1	Outlet
Point	8 <Null>	<Null>		0	1	Outlet
Point	9 <Null>	<Null>		0	1	Outlet
Point	10 <Null>	<Null>		0	1	Outlet
Point	11 <Null>	<Null>		0	1	Outlet
Point	12 <Null>	<Null>		0	1	Outlet
Point	13 <Null>	<Null>		0	1	Outlet
Point	14 <Null>	<Null>		0	1	Outlet
Point	15 <Null>	<Null>		0	1	Outlet
Point	16 <Null>	<Null>		0	1	Outlet
Point	17 <Null>	<Null>		0	1	Outlet
Point	18 <Null>	<Null>		0	1	Outlet
Point	19 <Null>	<Null>		0	1	Outlet

Navigation icons: back, forward, first, last, search, refresh.

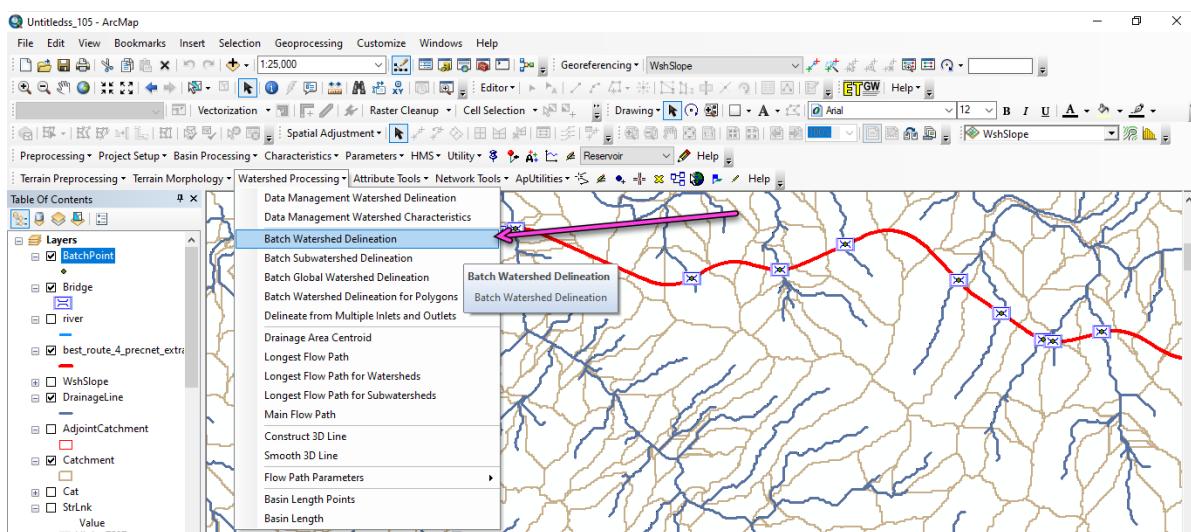
(0 out of 23 Selected)

BatchPoint

## شكل (٨-٥٨) جدول توصيفي BATCH POINT

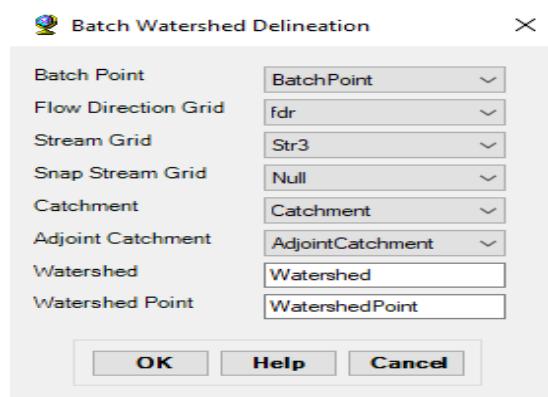
پدست آوردن حوضه ها منطقه طبق پل های احداث شده

حال میخواهیم حوضه ها اصلی خود را بر حسب نقطه خروجی یا تمرکز آن ها که همان پل ها یا Batch point ها بدست آوریم . بدین منظور باید با استفاده از ابزار زیر :



شکل (۸-۵۹) دستور بدست آوردن حوضه ها

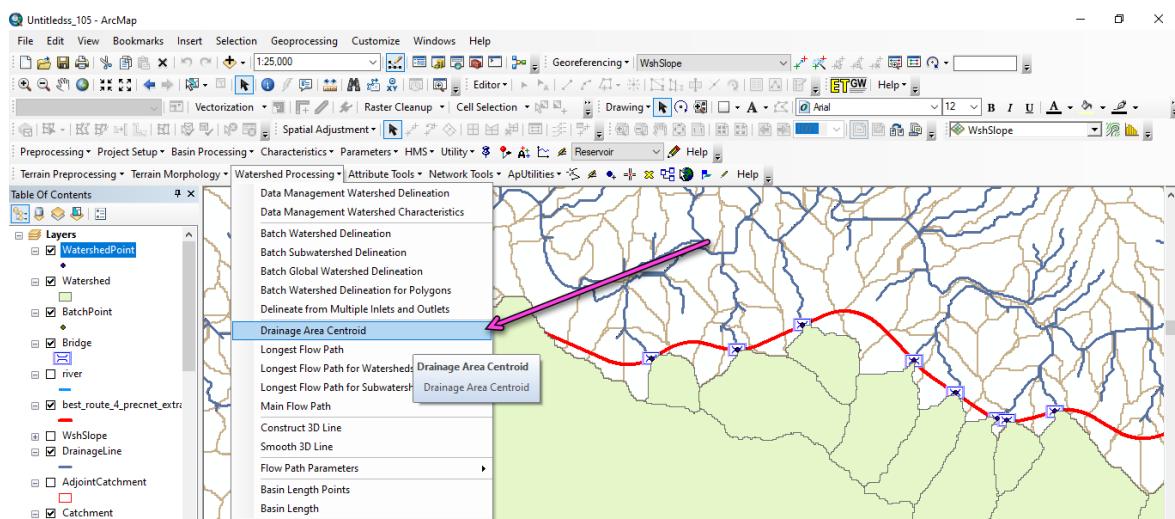
پنجره که باز میشود را به صورت زیر تکمیل کنیم :



که در نهایت حوضه ها ما ساخته میشوند که پل های ما نقاط تمرکز یا نقاط خروج آن ها خواهند بود.

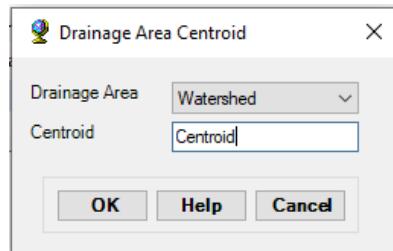
### بدست آوردن مراکز ثقل حوضه ها

حال میتوان مرکز یا نقاط ثقل این حوضه ها را با استفاده از دستور زیر بدست آوریم :

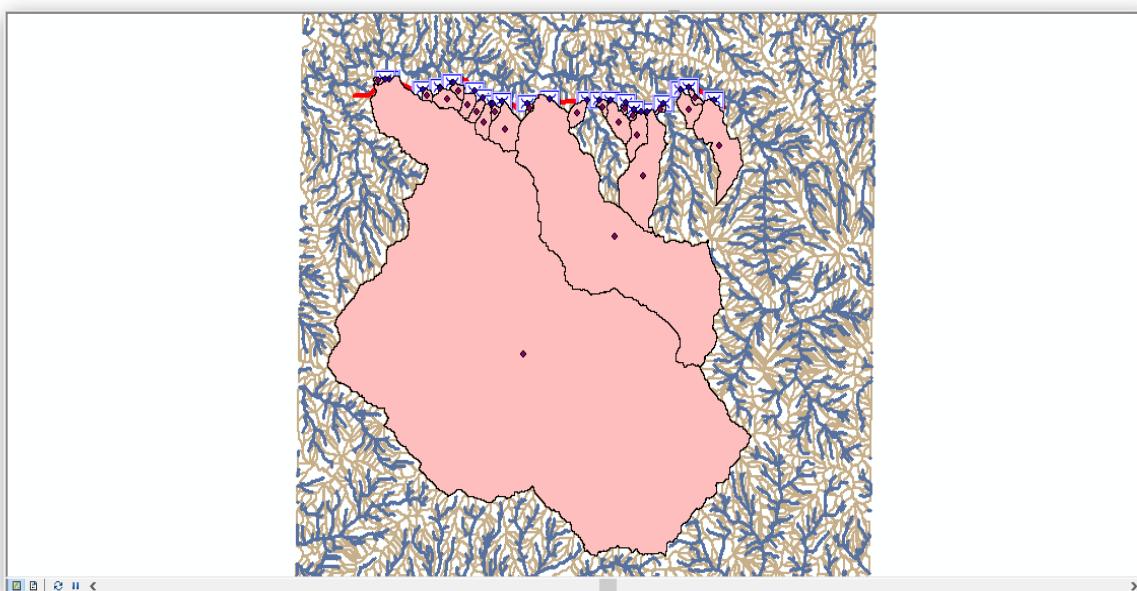


شکل (۸-۶۰) بدست آوردن مراکز ثقل حوضه ها

سپس پنجره ای که باز میشود را به صورت زیر تکمیل میکنیم :



همچنین در نهایت تصویر حوضه ها بدست آمده به همراه نقطه مرکزی آن ها به صورت زیر خواهد بود :

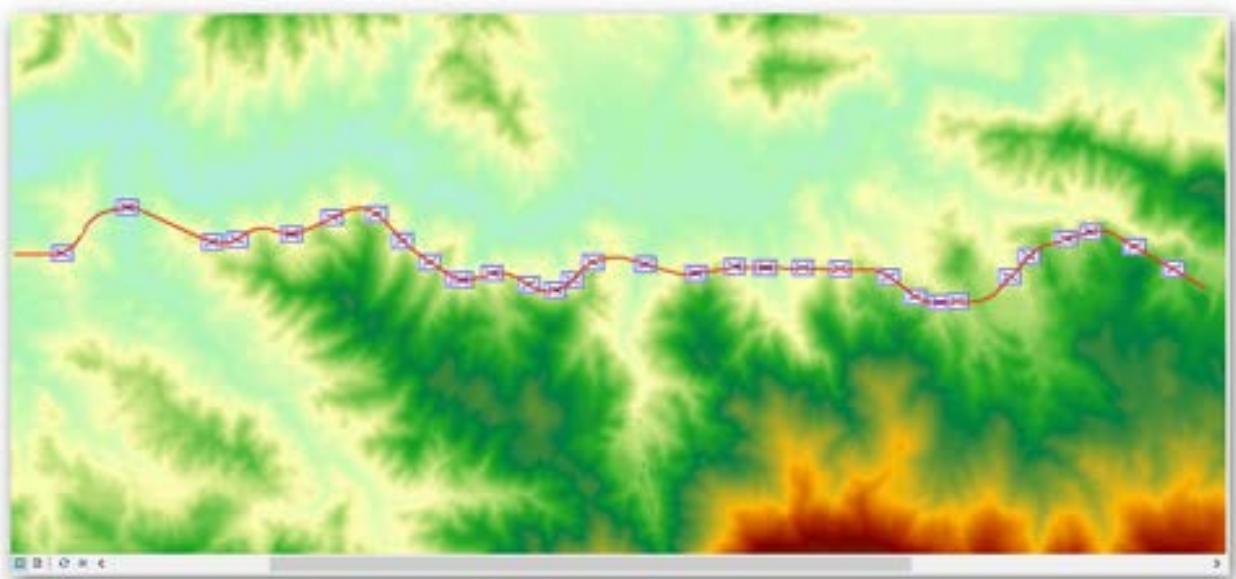


شکل (۸-۶۱) بدست آمدن حوضه ها اولیه

## ۸-۱۹- اصلاح نهایی پل ها و حوضه ها بدست آمده و به دست آوردن پارامترهای لازم برای محاسبات

که همانطور که در تصویر بالا دیده میشود ، خروجی اولیه بدست آمده برای حوضه ها کاملا درست نیست و بین حوضه ها گپ و فضا خالی وجود دارد. همچنین در بسیاری از موارد نیز حوضه ها از

مرز جاده ما عبور کرده اند . موضوعاتی که بیان شد باید اصلاح شوند. فضا خالی بین حوضه ها با توجه به شیب و ارتفاع آن ها باید یا به حوضه ها اطراف بپیونددن یا اینکه با توجه به نقشه flow accumulation اگر بین پل قبل و بعد این حوزه بیشتر از ۵۰۰ متر فاصله وجود داشته باشد ، باید در این حوزه با توجه به نقشه fac یک پل احداث شود . همچنین همانطور که بیان شد توصیه میشود که هر ۵۰۰ متر یک آبرو برای تخلیه آبرو های سطحی انجام شود. در این پروژه با توجه به قوانین گفته شده و سایر قوانین موجود چندین بار مکان های پل ها و حوضه ها مورد دستکاری قرار گرفتند تا در نهایت بهترین گزینه به عنوان خروجی انتخاب شد. در نهایت پس از اصلاح و ایجاد پل های لازم و همچنین پس از آن اصلاح و ادیت حوضه ها تولید شده تا اینکه از قوانین پیروی کنند ، تعداد ۳۳ پل نهایی برای منطقه ما بدست آمدند که به صورت زیر هستند :



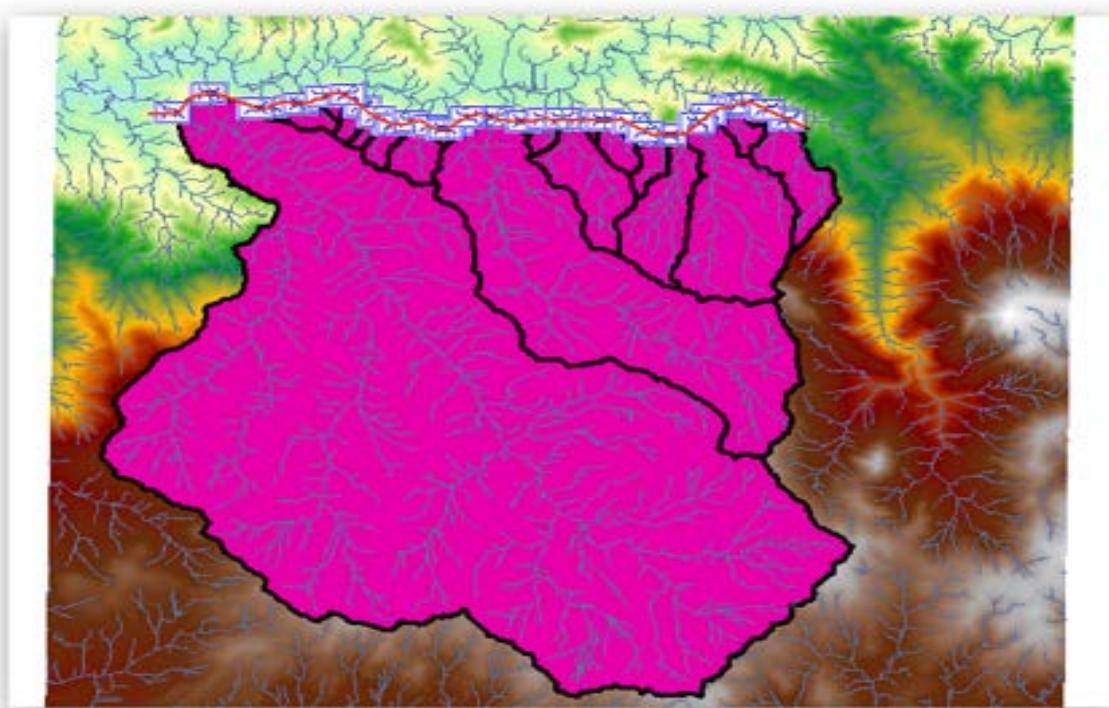
شکل (۸-۶۲) نقشه نهایی پل ها

که جدول اطلاعات توصیفی آن ها به صورت زیر است و به هر کدام یک شماره پل اختصاص داده شده است که بعدا در محاسبات هیدرولوژی در اکسل برای مشخص کردن پل ها از این شماره ها استفاده خواهیم کرد :

OBJECTID *	SHAPE *	نام پل
34	Point	1
1	Point	2
25	Point	3
2	Point	4
3	Point	5
4	Point	6
26	Point	7
5	Point	8
6	Point	9
8	Point	10
7	Point	11
9	Point	12
27	Point	13
28	Point	14
44	Point	14

شکل (۸-۶۳) اطلاعات توصیفی پل ها

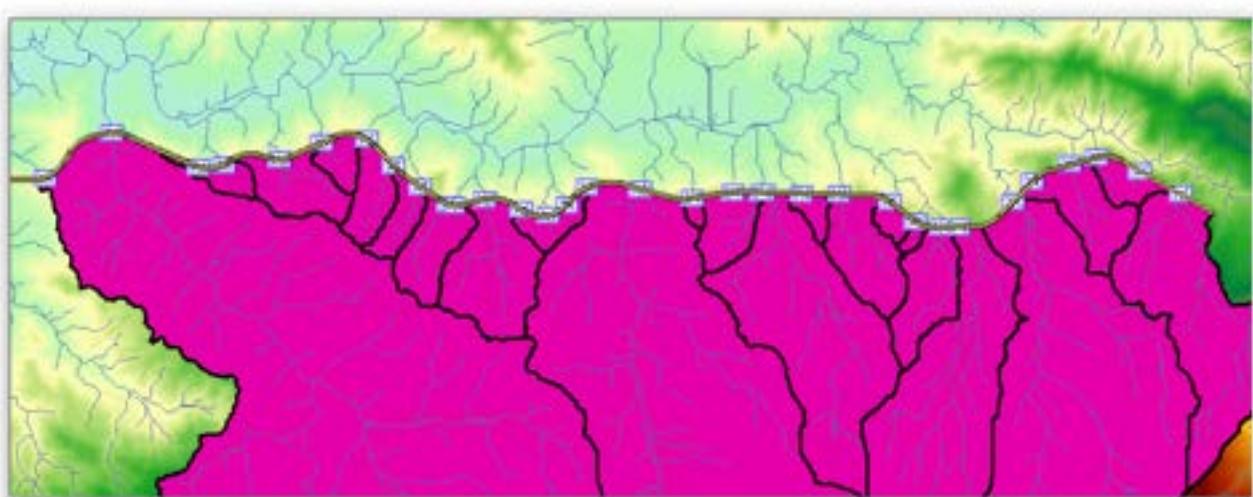
حال که پل های نهایی ما پس از اصلاح بدست آمدند ، حوضه ها ما نیز بدست خواهند آمد که این حوضه ها نیز اصلاح شده و نه دارای گپ هستند و نه از مرز جاده عبور کرده اند. حوضه ها نهایی ما به تعداد ۲۳ حوضه به صورت زیر هستند :



شکل (۸-۶۴) حوضه و پل ها اصلاح شده نهایی

که همانطور که در تصویر زیر مشاهده میشود هیچ گپی بین حوضه ها وجود نداشته و از جاده عبور

نکرده اند :



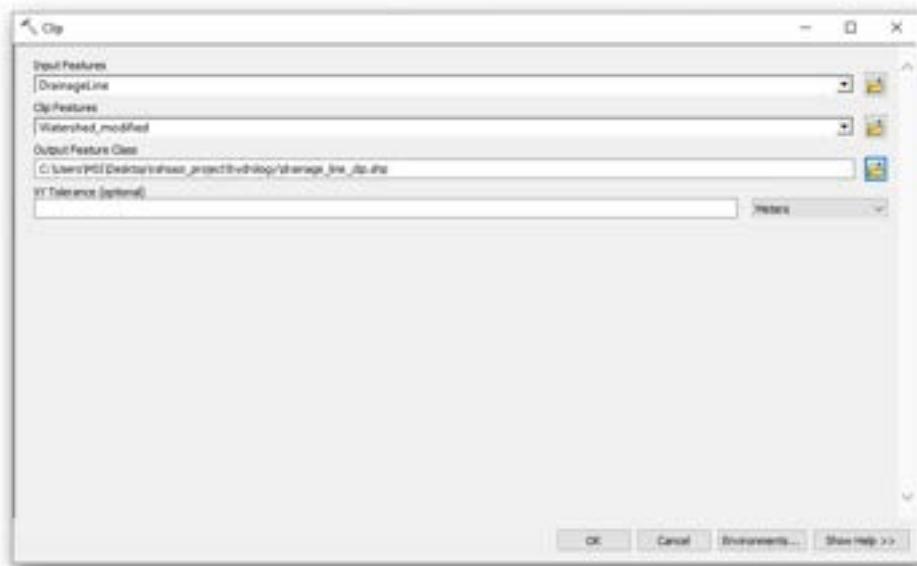
شکل (۸-۶۵) چک کردن گپ بین حوضه ها

همچنین جدول اطلاعات توصیفی حوضه ها بدست آمده به صورت زیر است :

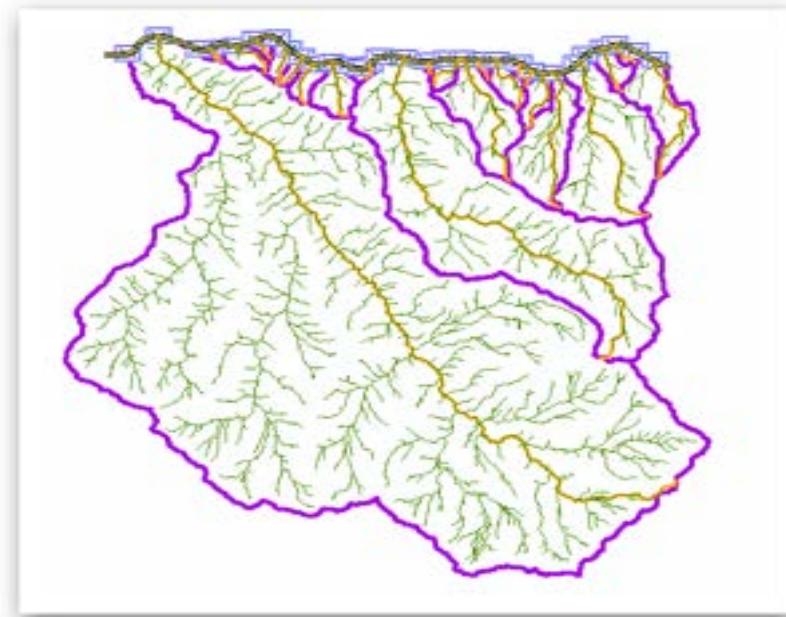
Watershed_modified							
Shape *	OID *	HydroID	Name	DrainID	Description	Shape_Length	Shape_Area
Polygon	1	18862	<Null>	<Null>		79687.545493	132857323.682289
Polygon	2	18864	<Null>	<Null>		3562.002795	240245.10078
Polygon	3	18866	<Null>	<Null>		5379.728962	716171.438002
Polygon	4	18868	<Null>	<Null>		2797.370621	273233.7658
Polygon	5	18870	<Null>	<Null>		4011.929636	503348.8565
Polygon	6	18872	<Null>	<Null>		3858.672531	360619.564112
Polygon	7	18874	<Null>	<Null>		5006.998464	695962.131732
Polygon	9	18878	<Null>	<Null>		6918.612001	1402114.72278
Polygon	10	18880	<Null>	<Null>		3314.070687	296268.449156
Polygon	11	18882	<Null>	<Null>		39288.645524	28264137.375097
Polygon	12	18884	<Null>	<Null>		3852.496269	543157.880954
Polygon	13	18886	<Null>	<Null>		2453.742206	172676.253137
Polygon	14	18898	<Null>	<Null>		5669.788073	937168.021373
Polygon	15	18890	<Null>	<Null>		1988.47798	140002.784604
Polygon	16	18892	<Null>	<Null>		5649.973481	845601.477007
Polygon	17	18894	<Null>	<Null>		13685.473085	4110405.447388

شکل (۸-۶۶) اطلاعات توصیفی حوضه ها نهایی

حال ما میخواهیم جریان های داخل حوضه ها نهایی آبریز خود را بدست آوریم. بدین منظور لایه drainage line را به وسیله لایه حوضه ها اصلاح شده نهایی کلیپ میکنیم که پنجه آن به صورت زیر تکمیل میشود :

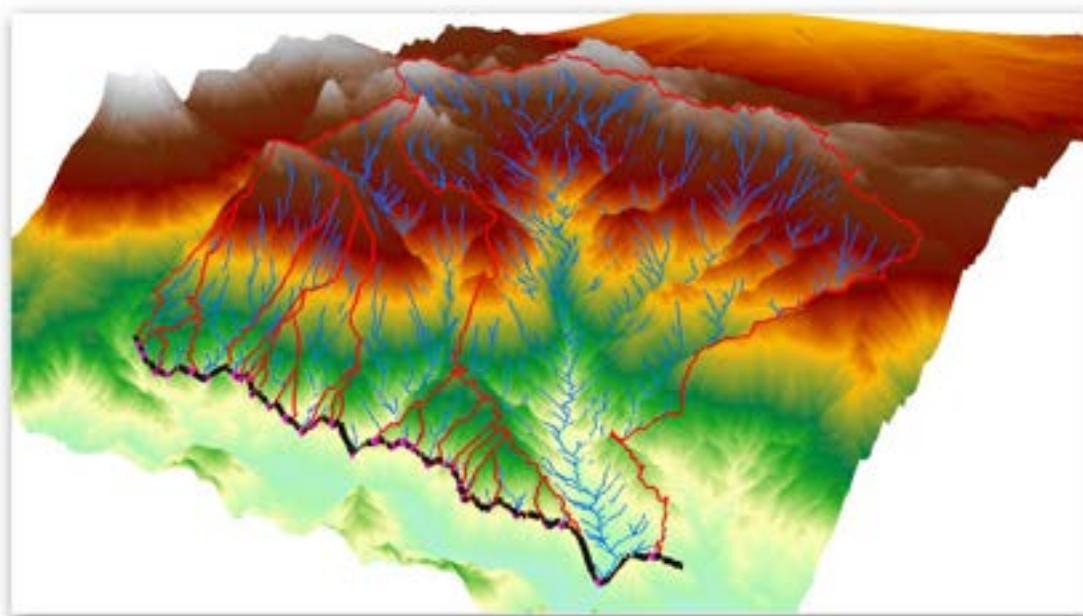


که در نهایت تصویر حوضه ها ما با جریان های داخل آن ها به صورت زیر در می آید :

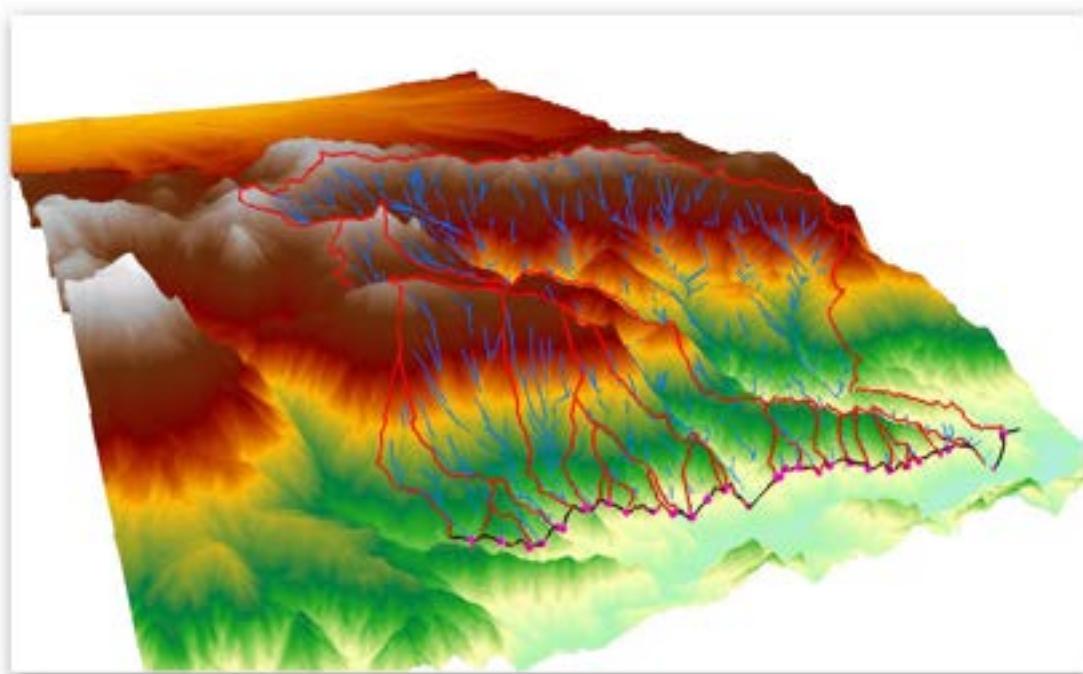


شکل (۸-۶۷) حوضه ها آبریز با جریان ها داخل آن

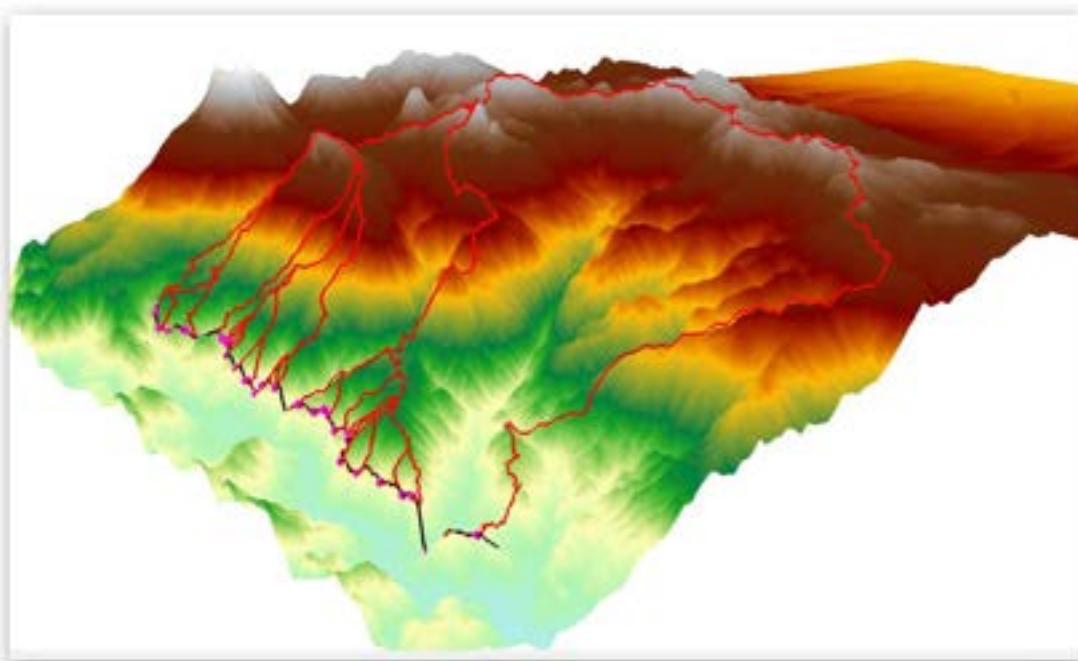
حال چند عکس از حوضه ها آبریز و پل های نهایی احداث شده در محیط ARCSCEENE به صورت زیر خواهد بود :



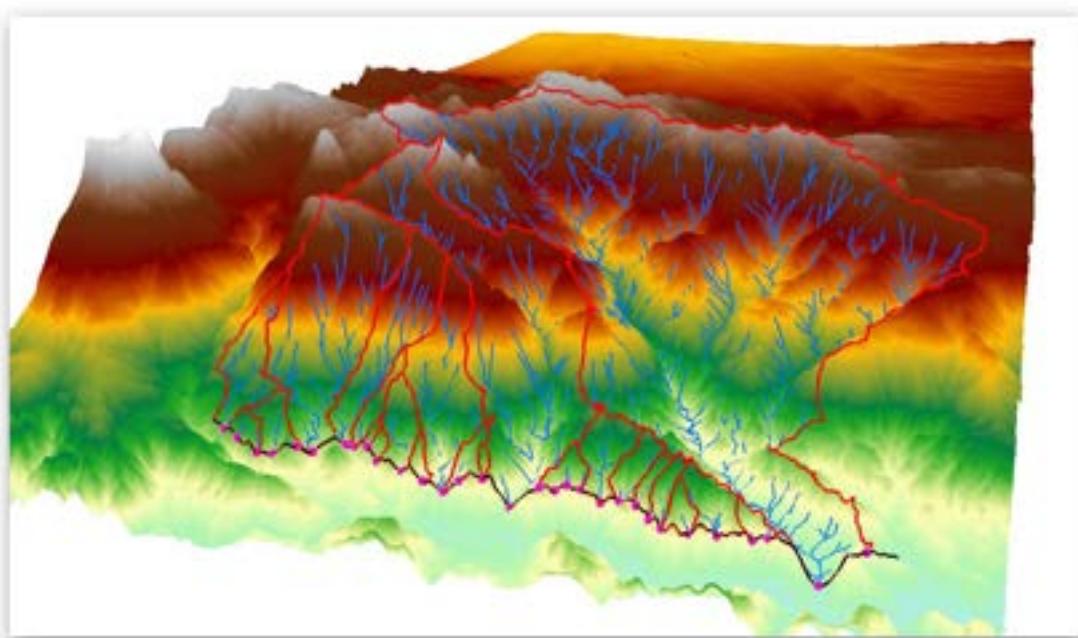
شکل (۸-۶۸) حوضه ها آبریز و پل های نهایی احداث شده به صورت سه بعدی



شکل (۸-۶۹) حوضه ها آبریز و پل های نهایی احداث شده به صورت سه بعدی

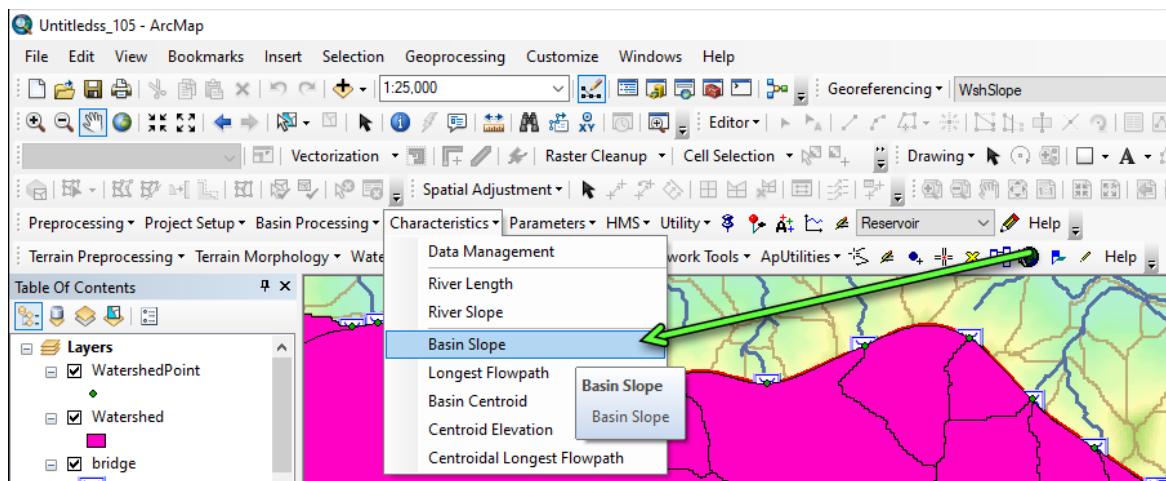


شکل (۸-۷۰) حوضه ها آبریز و پل های نهایی احداث شده به صورت سه بعدی



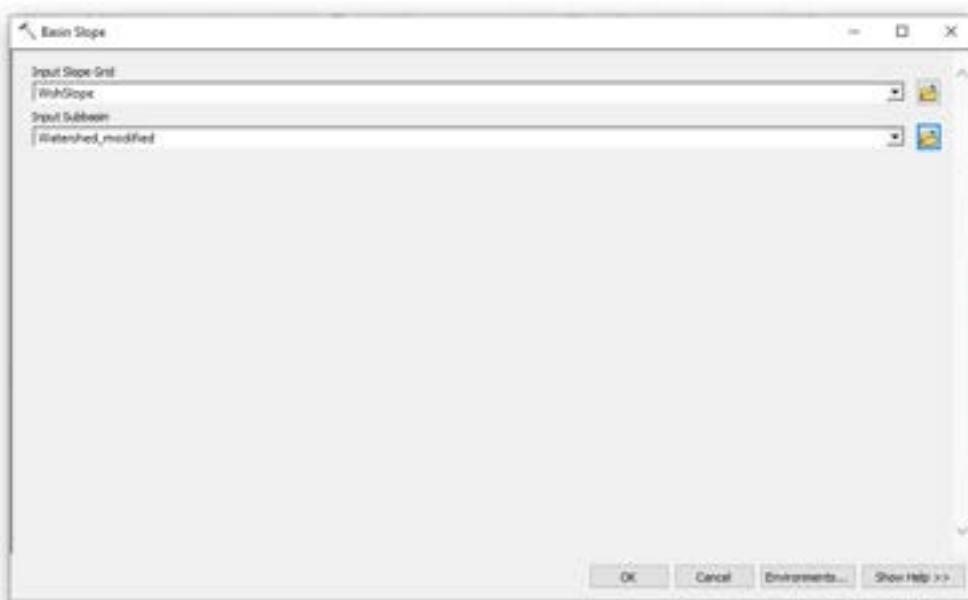
شکل (۸-۷۱) حوضه ها آبریز و پل های نهایی احداث شده به صورت سه بعدی

حال باید شیب حوضه ها را بدست آوریم که با کلیک روی گرینه زیر :



شکل (۸-۷۲) بدست آوردن شیب هر حوضه

پنجره ای که باز میشود را به صورت زیر تکمیل میکنیم :



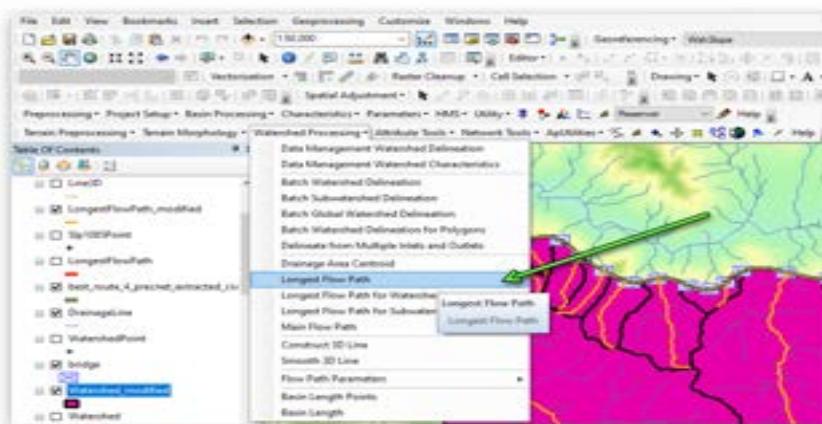
شکل (۸-۷۳) تکمیل ابزار BASIN SLOPE

که در نهایت ستون Basin slope به صورت زیر به اطلاعات توصیفی فایل حوضه ها اصلاح شده

ما اضافه میشود و واحد آن نیز به درصد است :

Watershed_number	Shape_id	CRD	Headwall	Name	Drenoff	Description	Shape_Length	Shape_Area	Precipitation	Elevation	BasinSlope	Unmodified	Traversed
1	Polygon	1	10000	Lake	Lake	Poly1	29061.143463	133575.01163399	-0.000	40.545601	-0.000	-0.000	
2	Polygon	2	10004	Lake	Lake	Poly2	5962.352193	240246.188779	-0.000	40.495844	-0.000	-0.000	
3	Polygon	3	10009	Lake	Lake	Poly3	5079.729812	749771.458892	-0.000	40.505236	-0.000	-0.000	
4	Polygon	4	10013	Lake	Lake	Poly4	2079.379821	210202.705857	-0.000	40.722912	-0.000	-0.000	
5	Polygon	5	10017	Lake	Lake	Poly5	4811.659836	803146.58991	-0.000	40.482774	-0.000	-0.000	
6	Polygon	6	10017	Lake	Lake	Poly6	1056.670531	388616.544112	-0.000	40.312116	-0.000	-0.000	
7	Polygon	7	10017	Lake	Lake	Poly7	1056.669444	889862.121712	-0.000	40.333573	-0.000	-0.000	
8	Polygon	8	10017	Lake	Lake	Poly8	4916.612011	145211.722773	-0.000	40.322744	-0.000	-0.000	
9	Polygon	9	10008	Lake	Lake	Poly9	1014.670587	246288.689118	-0.000	40.771224	-0.000	-0.000	
10	Polygon	10	10008	Lake	Lake	Poly10	10630.446614	385437.274597	-0.000	40.384096	-0.000	-0.000	
11	Polygon	11	10008	Lake	Lake	Poly11	3952.496399	541917.559541	-0.000	40.382059	-0.000	-0.000	
12	Polygon	12	10008	Lake	Lake	Poly12	2462.742296	172876.251517	-0.000	40.347971	-0.000	-0.000	
13	Polygon	13	10008	Lake	Lake	Poly13	1063.788871	333748.221271	-0.000	40.307174	-0.000	-0.000	
14	Polygon	14	10008	Lake	Lake	Poly14	1063.788871	143687.988217	-0.000	40.307174	-0.000	-0.000	
15	Polygon	15	10008	Lake	Lake	Poly15	1063.788871	143687.988217	-0.000	40.307174	-0.000	-0.000	
16	Polygon	16	10008	Lake	Lake	Poly16	1063.788871	143687.988217	-0.000	40.307174	-0.000	-0.000	
17	Polygon	17	10008	Lake	Lake	Poly17	1063.788871	143687.988217	-0.000	40.307174	-0.000	-0.000	
18	Polygon	18	10008	Lake	Lake	Poly18	1063.788871	143687.988217	-0.000	40.307174	-0.000	-0.000	
19	Polygon	19	10008	Lake	Lake	Poly19	1063.788871	143687.988217	-0.000	40.307174	-0.000	-0.000	
20	Polygon	20	10008	Lake	Lake	Poly20	1063.788871	143687.988217	-0.000	40.307174	-0.000	-0.000	
21	Polygon	21	10008	Lake	Lake	Poly21	1063.788871	143687.988217	-0.000	40.307174	-0.000	-0.000	
22	Polygon	22	10008	Lake	Lake	Poly22	1063.788871	143687.988217	-0.000	40.307174	-0.000	-0.000	
23	Polygon	23	10008	Lake	Lake	Poly23	1063.788871	143687.988217	-0.000	40.307174	-0.000	-0.000	
24	Polygon	24	10008	Lake	Lake	Poly24	1063.788871	143687.988217	-0.000	40.307174	-0.000	-0.000	
25	Polygon	25	10008	Lake	Lake	Poly25	1063.788871	143687.988217	-0.000	40.307174	-0.000	-0.000	

حال در مرحله بعد ما باید طولانی ترین آبرو یا طولانی ترین جریان مربوط به هر حوضه یا همان را با استفاده از افزونه Arc hydro برای اینکار میتوان از افزونه Longest flowpath HECGeoHMS نیز استفاده کرد ولی خروجی Arc hydro دقیق تر و درست تر است. در نهایت برای استفاده از Longest flowpath باید با استفاده از گزینه زیر :



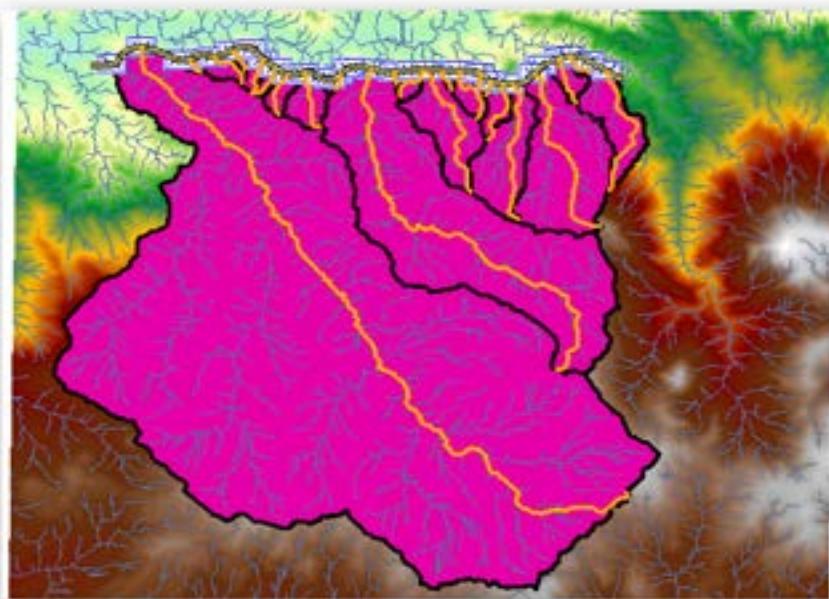
شکل (۸-۷۴) LONGEST FLOWPATH انتخاب ابزار

پنجره ای که باز میشود را به صورت زیر تکمیل کنیم :

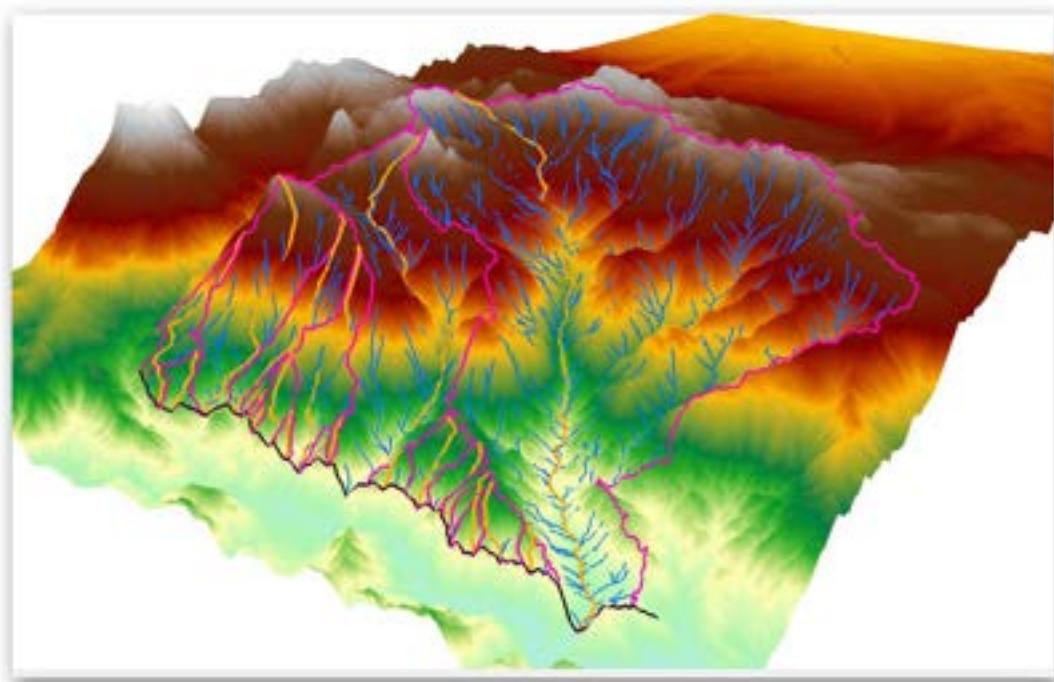


شکل (۸-۷۵) LONGEST FLOWPATH تکمیل ابزار

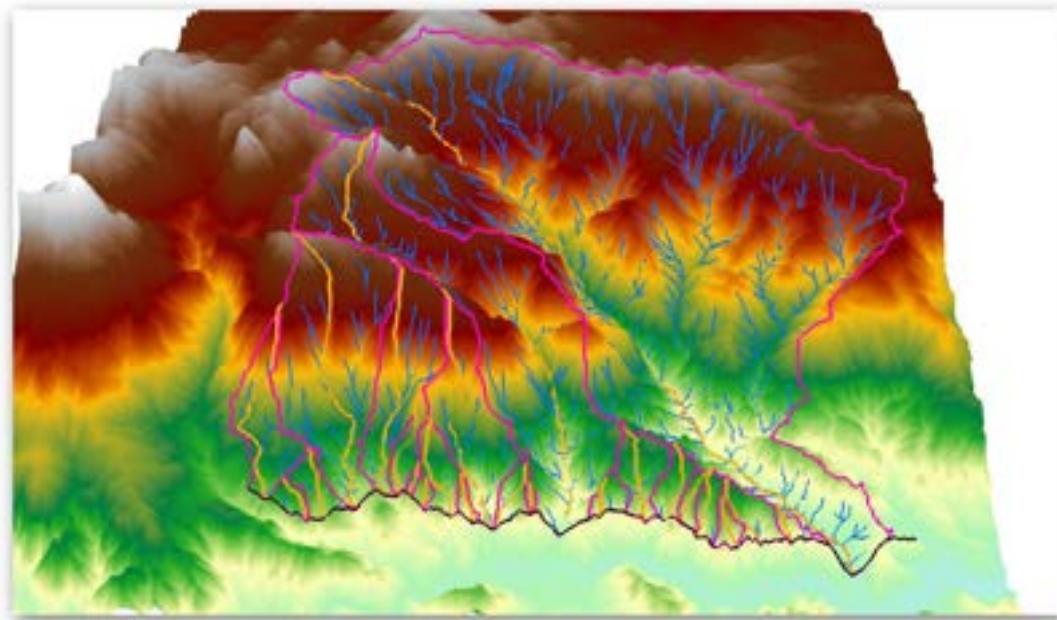
حال طولانی ترین جریان مربوط به هر حوضه یا همان Longest flowpath برای هر حوضه بدست می آید که به صورت زیر خواهد بود :



شکل (۸-۷۶) نقشه حاصل از ابزار LONGEST FLOWPATH



شکل (۸-۷۷) نقشه حاصل از ابزار LONGEST FLOWPATH به صورت سه بعدی



شکل (۸-۷۸) نقشه حاصل از ابزار LONGEST FLOWPATH

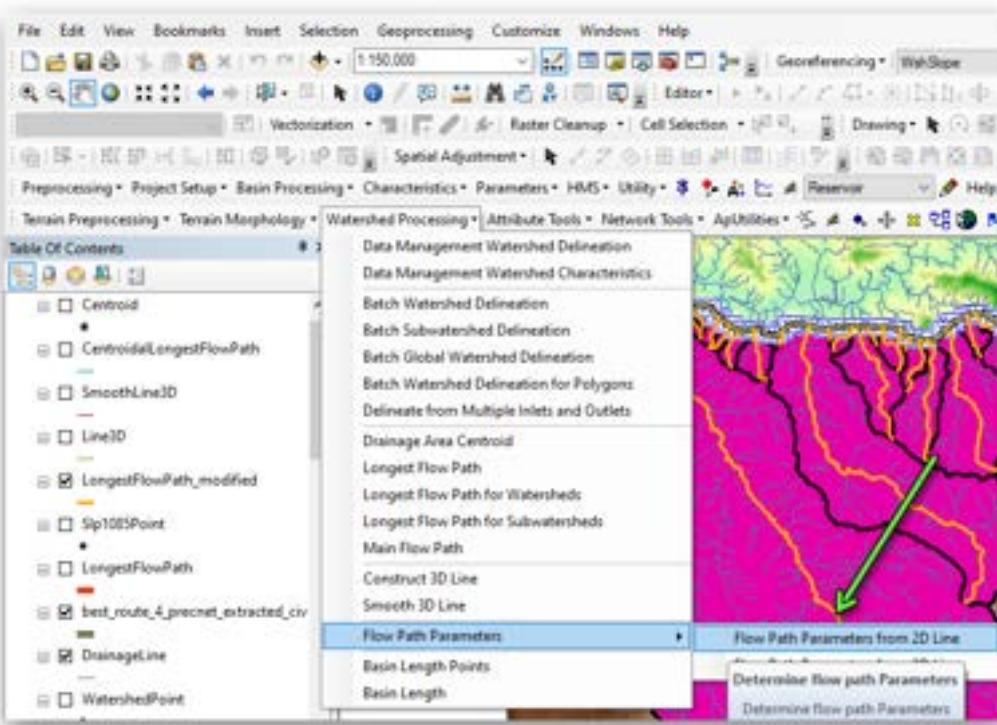
حال باید چک شود که برای هر حوضه طولانی ترین جریان بدست آمده باشد پس باید ۲۳ تا طولانی ترین جریان داشته باشیم که داریم و همچنین باید چک کرد که جریان بدست آمده درست بوده و از پل یا نقطه خروجی حوضه عبور کند. همچنین جدول اطلاعات توصیفی لایه Longest flowpath به صورت زیر خواهد بود :

Table: LongestFlowPath_modified					
Shape #	OID #	Shape_Length	HydroID	DrainID	
1	25350	646713	19324	18862	
2		625.74336	19325	18864	
3		1365.167343	19326	18866	
4		789.605266	19327	18868	
5		1187.964546	19328	18870	
6		1215.467171	19329	18872	
7		1547.329076	19330	18874	
8		2086.257917	19331	18876	
9		525.060967	19332	18880	
10		16980.307666	19333	18882	
11		1299.134445	19334	18884	
12		741.659255	19335	18886	
13		2961.744561	19336	18969	
14		472.752793	19337	18890	
15		2194.653729	19338	18892	
16		4863.909347	19339	18894	

شکل (۸-۷۹) جدول اطلاعات توصیفی ابزار LONGEST FLOWPATH

همانطور که جدول بالا دیده میشود ۲۳ تا طولانی ترین جریان داریم و از قبل میدانستیم که ۲۳ تا حوضه نیز داریم پس برای هر حوضه یک Longest flowpath بدست آمده است. حال همانطور

که در جدول اطلاعات توصیفی Longest flowpath میتوان مشاهده کرد خروجی بدست آمده ناقص است و پارامترهای بسیاری مثل شیب طولانی ترین آبرو و طول ۱۰۸۵ و ... در آن وجود ندارد برای بدست آوردن این پارامترها باید با استفاده از گزینه زیر:



شکل (۸-۸۰) بدست آوردن پارامترهای ابزار LONGEST FLOWPATH

پنجره ای که باز میشود را به صورت زیر تکمیل کنیم :



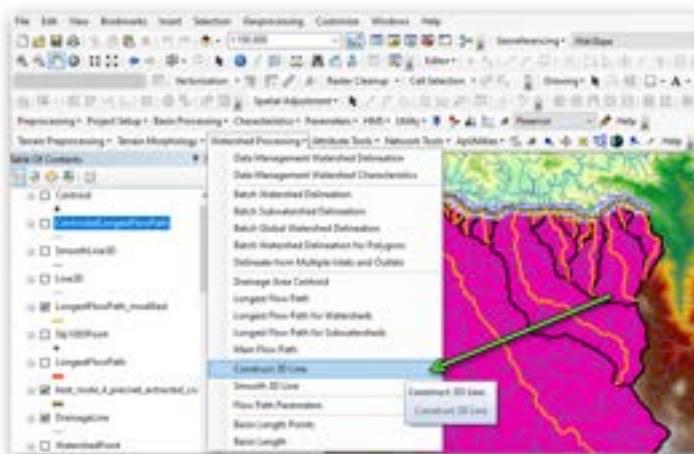
در نهایت پارامترهایی که از آن ها صحبت کردیم با استفاده از دستور بالا به جدول اطلاعات توصیفی Longest flowpath اضافه میشوند و در نهایت جدول اطلاعات توصیفی لایه flowpath به صورت زیر در خواهد آمد :

ShapeID	OID	Shape_Length	HydroID	Drained	LengthHMM	SqrM	SqrHMM	Slope	SlopeHMM	Elevation	ElevationHMM	ElevationS	ElevationHMS	Holes
1	26355.84271	18324	14450	-15.79295 -25.94178	114.114264	0.06002	0.00490	2130	401.85004	528.740047	500			
2	626.74206	18325	14454	8.348835 -47.299601	2146.12516	-0.0-2729	0.475618	872.050051	500	440.540071	836.090069			
3	1365.167541	18326	14466	8.440317 -15.56.96208	1402.611888	0.294626	0.291646	1037.020037	540	968.011414	941			
4	758.605294	18327	14468	8.440362 -26.8.94233	1069.93024	-0.008873	0.361726	964.494365	540	878.020235	882.820239			
5	1.027.964646	18328	18379	8.736205 -1967.42721	1042.847368	0.296048	0.292168	1068.252441	883.900712	700	960.314687			
6	1213.467171	18329	18372	8.754055 1411.12076	1260.291619	0.287256	0.270005	1818.90838	696.060089	740	987.338751			
7	1047.329076	18330	18378	8.961011 -1392.34879	1081.846132	0.244744	0.206008	1040.000384	881.300384	740	960			
8	2056.207917	18331	18373	8.296404 -1062.95852	916.327788	0.261317	0.173145	1080	860					
9	524.060967	18332	18382	8.313849 -298.58881	2161.814882	0.408675	0.529451	903.729888	887.020078					
10	14880.307848	18333	18382	8.305768 -334.28582	488.843568	0.112058	0.002167	2226.676138	938.030198	881.0000781	888.0000781			
11	1298.134649	18334	18384	8.807284 -1694.82392	1812.811664	0.322091	0.343279	887.010742	880	800	854.479429			
12	741.899201	18335	18388	8.440362 -2068.41798	2323.641628	0.396701	0.421108	803.070211	840	853.000710	886.040074			
13	2161.744051	18336	18389	8.5403311 -1253.31261	1233.847524	0.220737	0.253752	7200	888.0007128	720	1038.00032			
14	2.494.794051	18337	18391	8.1010468 -1000.000000	1088.000000	0.192111	0.194461	903.000000	887.000000	880	944.000000			

شکل (۸-۸۱) پارامترهای بدست آمده برای لایه LONGEST FLOWPATH

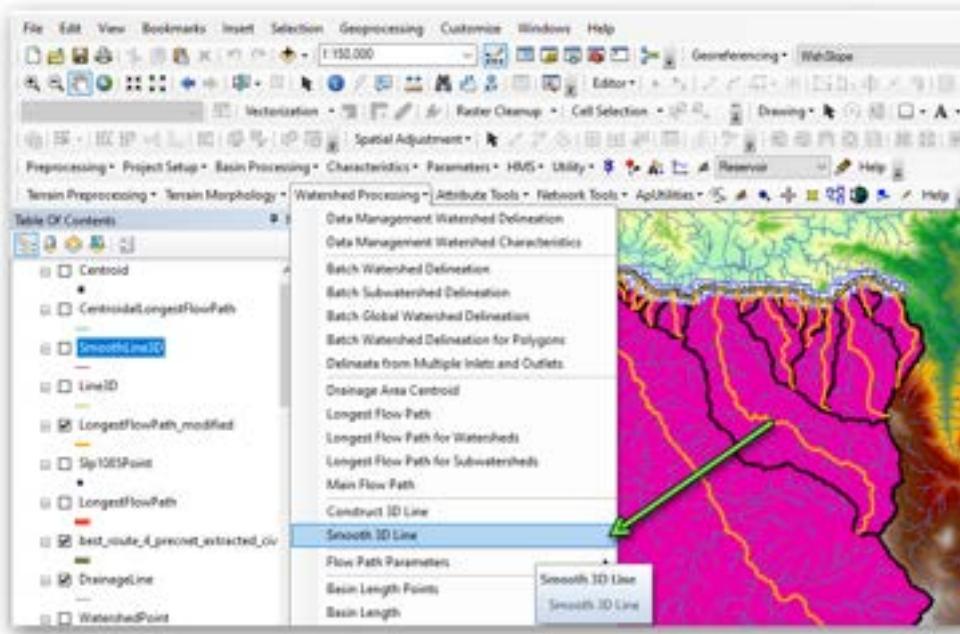
حال می توانیم باید با استفاده از اطلاعات توصیفی که برای لایه طولانی ترین آبرو (Longest flowpath) و لایه حوضه ها (watersheds) در اختیار داریم ، اقدام به محاسبات هیدرولوژیکی لازم برای بدست آوردن دبی پیک سیلان ب هر حوضه و ابعاد پل های هر حوضه کنیم.

البته در این قسمت از پروژه به عنوان یک روش دیگر برای به دست آوردن اطلاعات میتوان ابتدا با استفاده از دستور زیر یک خط سه بعدی از لایه Longest flowpath با استفاده از دستور زیر ساخت:



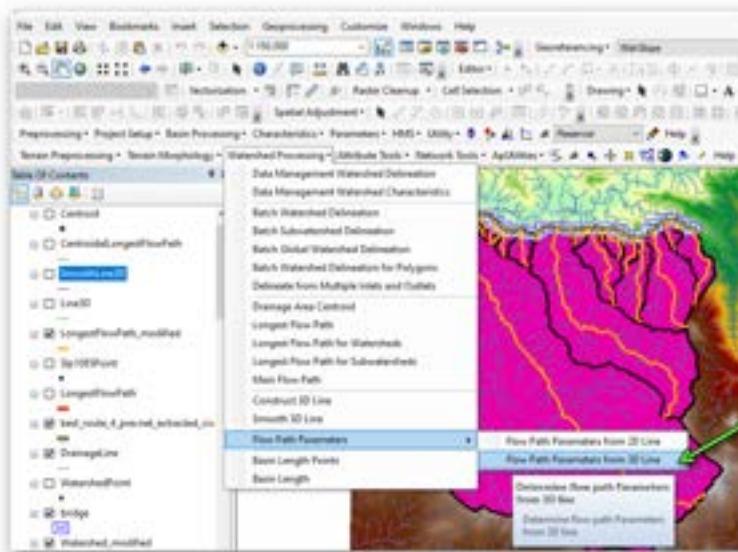
شکل (۸-۸۲) ایجاد خط سه بعدی

که سپس با استفاده از گزینه زیر میتوان خط بعدی ساخته شده را نرم کرده و شکستگی ها آن را کم کرد :



شکل (۸-۸۳) نرم کردن خط سه بعدی

و سپس با استفاده از گزینه زیر مشخصات و پارامترهای این خط نرم شده سه بعدی را بدست آورد:



شکل (۸-۸۴) پارامترهای خط سه بعدی نرم شده

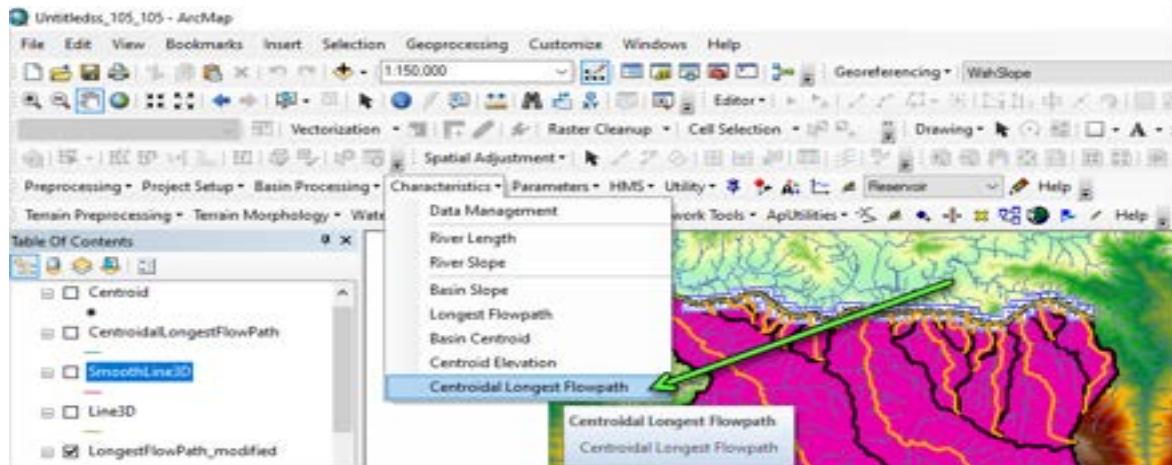
که در نهایت جدول اطلاعات توصیفی خط نرم شده سه بعدی به همراه پارامترهای آن به صورت زیر خواهد بود:

ShapeID	ObjID	Shape_Length	Line3DID	RgbOrder	LineOrder	OrderID	LengthMM	SgID_M	SgID_HMS_M	SW	SW_HMS	SWP	SWP_HMS	Elevation	Elevation_HMS
Polyline_Z_	1	25.210 048710	19403	19402	19024	18802	10.75200	209 210412	214 220802	0.000011	0.000012	2785	454.3577	325.49520	
Polyline_Z_	2	1197.008114	19404	19403	19025	18804	8.7252	1005 819622	1005 919111	0.209175	0.209200	812 2549	812 3611	812 3611	
Polyline_Z_	3	1365.167141	19405	19404	19026	18805	5.846017	4155 163217	4154 168137	0.206124	0.206150	1017 4264	0.00	1017 333754	
Polyline_Z_	4	1004.762091	19402	19403	18807	18806	8.309862	1033 529622	1028 539962	0.195708	0.195802	954 4943	954 4943	954 4943	
Polyline_Z_	5	1187.364646	19401	19400	18809	18807	8.738203	1087 423208	1084 311133	0.206006	0.206116	1088 2524	0.00	1088 2524	
Polyline_Z_	6	1213.467111	19404	19401	18808	18812	8.754001	1411 102099	1258 090908	0.207128	0.211987	1019 3634	0.00	1019 3634	
Polyline_Z_	7	1547.329576	19401	19405	18806	18804	9.381113	1362 244636	1081 261931	0.204744	0.205439	1046	811 3634	746	
Polyline_Z_	8	2006.207917	19401	19400	18801	18809	12.266404	1052 300220	887 363684	0.201317	0.171348	1088	460	731 363684	
Polyline_Z_	9	1001.000007	19401	19405	18810	18802	10.000000	2778 260391	0.000000	0.000075	0.000000	812 7367	0.00	812 7367	
Polyline_Z_	10	14080.307000	19403	19411	18802	18802	9.300798	1044 220820	487 108437	0.112050	0.002211	2223 5754	0.00	2223 5754	
Polyline_Z_	11	1299.134445	19401	19412	18804	18804	8.801204	1054 823417	1018 340119	0.120001	0.124367	981 3107	589	981 3107	
Polyline_Z_	12	141.334095	19401	19411	18805	18804	8.605000	2008 479457	2024 468446	0.100100	0.117000	931 3761	641	931 3761	
Polyline_Z_	13	2161.764031	19401	19413	18806	18801	13.382311	1213 312906	1238 313806	0.231211	0.234601	1206	406.3871	726	
Polyline_Z_	14	241.000000	19401	19414	18807	18807	14.000000	2004 468446	2049 479457	0.100100	0.117000	931 3761	641	931 3761	

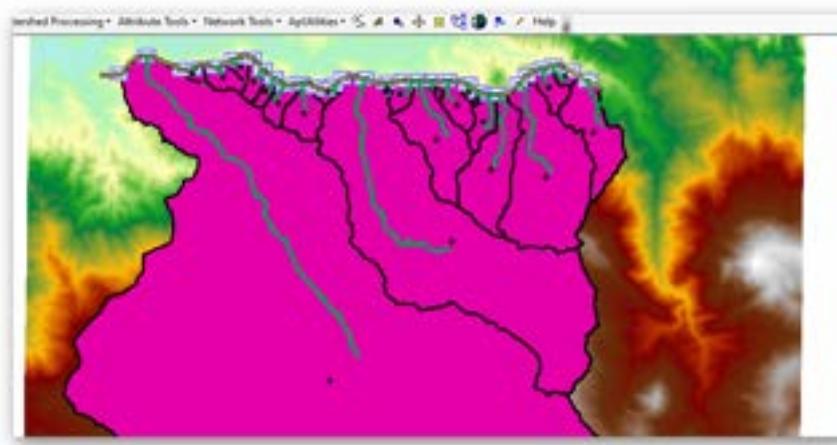
شکل (۸-۸۵) جدول اطلاعات توصیفی خط سه بعدی نرم شده

که تفاوت کوچکی با پارامترهایی که از لایه طولانی ترین آبرو ۲ بعدی بدست آورده خواهد داشت و در این پروژه از همان پارامترهای از لایه طولانی ترین آبرو ۲ بعدی برای محاسبات بعدی استفاده شده است.

همچنین به عنوان نکته ای دیگر با استفاده از دستور زیر:



میتوان طولانی ترین آبراهه بین نقطه خروجی حوضه تا مرکز حوضه را بدست آورد که به صورت زیر بدست آمده است:



شکل (۸-۸۶) نقشه حاصل از ابزار CENTRODAL LONGEST FLOWPATH

## ۸-۲۰- پارامترهای لازم برای محاسبات بدست آمده از برنامه

حال تا به اینجا از پروژه ما توانستیم که مشخصات مربوط به حوضه های منطقه خودمان و همچنین طولانی ترین جریان هر حوضه و مشخصات و پارامترهای آن را نیز بدست آوریم . که جدول اطلاعات توصیفی حوضه ها به صورت زیر بدست آمده است :

Watershed_number	ShapeID	OID#	HydroID	Name	Length	Description	Shape_Length	Shape_Area	Precipage	EarthModel	BaseSlope	LongModel	Transp
1 [Polygon]	1	10001	1 [Hyd]	-	7800.000000	152097121.000000 -mud	42.000000	42.000000	mud	-	42.000000	mud	-
2 [Polygon]	2	10004	1 [Hyd]	-	2000.000000	240240.000000 -mud	38.420284	40.000000	mud	-	38.420284	mud	-
3 [Polygon]	3	10006	1 [Hyd]	-	5076.720000	716171.450000 -mud	52.000000	52.000000	mud	-	52.000000	mud	-
4 [Polygon]	4	10008	1 [Hyd]	-	1097.570000	371551.765000 -mud	58.700412	58.700412	mud	-	58.700412	mud	-
5 [Polygon]	5	10010	1 [Hyd]	-	4071.820000	932246.2565 -mud	55.480774	55.480774	mud	-	55.480774	mud	-
6 [Polygon]	6	10012	1 [Hyd]	-	1687.000000	360419.5041 -mud	40.917119	40.917119	mud	-	40.917119	mud	-
7 [Polygon]	7	10014	1 [Hyd]	-	5500.380000	895362.111752 -mud	40.000074	40.000074	mud	-	40.000074	mud	-
8 [Polygon]	8	10016	1 [Hyd]	-	6916.810000	1462114.72779 -mud	40.322144	40.322144	mud	-	40.322144	mud	-
9 [Polygon]	9	10018	1 [Hyd]	-	5714.370000	2193654.449136 -mud	58.77124	58.77124	mud	-	58.77124	mud	-
10 [Polygon]	10	10022	1 [Hyd]	-	26238.440000	23284137.770007 -mud	45.360280	45.360280	mud	-	45.360280	mud	-
11 [Polygon]	11	10024	1 [Hyd]	-	1652.400000	543117.000000 -mud	51.385320	51.385320	mud	-	51.385320	mud	-
12 [Polygon]	12	10026	1 [Hyd]	-	2403.740000	172878.251127 -mud	45.341327	45.341327	mud	-	45.341327	mud	-
13 [Polygon]	13	10028	1 [Hyd]	-	3888.760000	827160.321272 -mud	40.4237	40.4237	mud	-	40.4237	mud	-

همچنین جدول اطلاعات توصیفی طولانی ترین آبرو (Longest flowpath) نیز به صورت زیر بدست آمده است :

Index	ID	Wshed Length	WshedID	Stream	LengthM	Depth	Elevation	Slope	BasinID	Flowpath	WshedID	Wshed	LengthM	LengthH
1	20204-040711	10324	10002	0.70203 0.09143 0.01	214.0424	0.0000	0.000000	2180	403.0004	024.74007	0002	0002	-0.0000	-0.0000
2	42174208	10325	10003	0.388038 0.472094 0.01	2195.8259	0.01278	0.410010	0121.00401	0003	045.34007	0003	0003	-0.0000	-0.0000
3	1088.307541	10326	10004	0.480117 0.025403 0.01	1482.01488	0.0000	0.000000	1837.00207	0445	000.211414	0004	0004	-0.0000	-0.0000
4	799.005298	10327	10005	0.440002 0.351927 0.01	1400.0004	0.0000	0.000000	454.00405	0005	075.00019	0005	0005	-0.0000	-0.0000
5	1037.004045	10328	10006	0.705091 0.081420 0.01	1143.00700	0.0000	0.000000	1098.00244	0006	003.000712	0006	0006	-0.0000	-0.0000
6	1213.405111	10329	10007	0.705091 0.081420 0.01	1088.0004	0.0000	0.000000	1119.00036	0007	007.00019	0007	0007	-0.0000	-0.0000
7	1043.300079	10330	10008	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0008	000.00000	0008	0008	-0.0000	-0.0000
8	1043.300079	10331	10009	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0009	000.00000	0009	0009	-0.0000	-0.0000
9	1043.300079	10332	10010	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0010	000.00000	0010	0010	-0.0000	-0.0000
10	1043.300079	10333	10011	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0011	000.00000	0011	0011	-0.0000	-0.0000
11	1043.300079	10334	10012	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0012	000.00000	0012	0012	-0.0000	-0.0000
12	1043.300079	10335	10013	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0013	000.00000	0013	0013	-0.0000	-0.0000
13	1043.300079	10336	10014	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0014	000.00000	0014	0014	-0.0000	-0.0000
14	1043.300079	10337	10015	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0015	000.00000	0015	0015	-0.0000	-0.0000
15	1043.300079	10338	10016	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0016	000.00000	0016	0016	-0.0000	-0.0000
16	1043.300079	10339	10017	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0017	000.00000	0017	0017	-0.0000	-0.0000
17	1043.300079	10340	10018	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0018	000.00000	0018	0018	-0.0000	-0.0000
18	1043.300079	10341	10019	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0019	000.00000	0019	0019	-0.0000	-0.0000
19	1043.300079	10342	10020	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0020	000.00000	0020	0020	-0.0000	-0.0000
20	1043.300079	10343	10021	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0021	000.00000	0021	0021	-0.0000	-0.0000
21	1043.300079	10344	10022	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0022	000.00000	0022	0022	-0.0000	-0.0000
22	1043.300079	10345	10023	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0023	000.00000	0023	0023	-0.0000	-0.0000
23	1043.300079	10346	10024	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0024	000.00000	0024	0024	-0.0000	-0.0000
24	1043.300079	10347	10025	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0025	000.00000	0025	0025	-0.0000	-0.0000
25	1043.300079	10348	10026	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0026	000.00000	0026	0026	-0.0000	-0.0000
26	1043.300079	10349	10027	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0027	000.00000	0027	0027	-0.0000	-0.0000
27	1043.300079	10350	10028	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0028	000.00000	0028	0028	-0.0000	-0.0000
28	1043.300079	10351	10029	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0029	000.00000	0029	0029	-0.0000	-0.0000
29	1043.300079	10352	10030	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0030	000.00000	0030	0030	-0.0000	-0.0000
30	1043.300079	10353	10031	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0031	000.00000	0031	0031	-0.0000	-0.0000
31	1043.300079	10354	10032	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0032	000.00000	0032	0032	-0.0000	-0.0000
32	1043.300079	10355	10033	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0033	000.00000	0033	0033	-0.0000	-0.0000
33	1043.300079	10356	10034	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0034	000.00000	0034	0034	-0.0000	-0.0000
34	1043.300079	10357	10035	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0035	000.00000	0035	0035	-0.0000	-0.0000
35	1043.300079	10358	10036	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0036	000.00000	0036	0036	-0.0000	-0.0000
36	1043.300079	10359	10037	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0037	000.00000	0037	0037	-0.0000	-0.0000
37	1043.300079	10360	10038	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0038	000.00000	0038	0038	-0.0000	-0.0000
38	1043.300079	10361	10039	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0039	000.00000	0039	0039	-0.0000	-0.0000
39	1043.300079	10362	10040	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0040	000.00000	0040	0040	-0.0000	-0.0000
40	1043.300079	10363	10041	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0041	000.00000	0041	0041	-0.0000	-0.0000
41	1043.300079	10364	10042	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0042	000.00000	0042	0042	-0.0000	-0.0000
42	1043.300079	10365	10043	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0043	000.00000	0043	0043	-0.0000	-0.0000
43	1043.300079	10366	10044	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0044	000.00000	0044	0044	-0.0000	-0.0000
44	1043.300079	10367	10045	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0045	000.00000	0045	0045	-0.0000	-0.0000
45	1043.300079	10368	10046	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0046	000.00000	0046	0046	-0.0000	-0.0000
46	1043.300079	10369	10047	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0047	000.00000	0047	0047	-0.0000	-0.0000
47	1043.300079	10370	10048	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0048	000.00000	0048	0048	-0.0000	-0.0000
48	1043.300079	10371	10049	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0049	000.00000	0049	0049	-0.0000	-0.0000
49	1043.300079	10372	10050	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0050	000.00000	0050	0050	-0.0000	-0.0000
50	1043.300079	10373	10051	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0051	000.00000	0051	0051	-0.0000	-0.0000
51	1043.300079	10374	10052	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0052	000.00000	0052	0052	-0.0000	-0.0000
52	1043.300079	10375	10053	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0053	000.00000	0053	0053	-0.0000	-0.0000
53	1043.300079	10376	10054	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0054	000.00000	0054	0054	-0.0000	-0.0000
54	1043.300079	10377	10055	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0055	000.00000	0055	0055	-0.0000	-0.0000
55	1043.300079	10378	10056	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0056	000.00000	0056	0056	-0.0000	-0.0000
56	1043.300079	10379	10057	0.801013 0.092340 0.01	1081.00101	0.0000	0.000000	1040.00005	0057	000.00000	0057	0057	-	

Shape *	OID *	Watershed				Shape *	OID *	Watershed					
		Watershed_number	HydroID	Shape_Length	Shape_Area			Shape *	OID *	ShapeArea	BasinSlope		
Polygon	1	18862	79687.54549	132857323.7	42.505562	Polyline	10000.00000	0.00000	1300	493.851	32.748		
Polygon	2	18864	3562.002795	240245.1008	50.435894	Polyline	821.74236	0.00000	872.035	840	440.844	30.096	
Polygon	3	18866	5379.728962	716171.438	52.935539	Polyline	1000.00000	0.00000	1007.001	840	448.011	30.000	
Polygon	4	18868	2797.370621	273233.7658	58.722412	Polyline	700.00000	0.00000	861.773	954.484	860	879.004	48.813
Polygon	5	18870	4011.929636	503348.8565	55.466774	Polyline	1007.00000	0.00000	1008.21	913.881	902.002	31.114	
Polygon	6	18872	3858.672831	360619.5641	48.012119	Polyline	1224.467375	0.00000	1228.97	891.001	740	907.337	
Polygon	7	18874	5006.998464	695962.1317	46.689579	Polyline	1047.20000	0.00000	1048.0	740	880	30.000	
Polygon	8	18876	6918.612001	1402114.723	40.023144	Polyline	5004.747917	0.00000	817.004	1080	718.018	30.000	
Polygon	9	18880	3314.070887	296268.4492	59.77124	Polyline	1010.00000	0.00000	912.727	847.027	700	860.000	
Polygon	10	18882	39288.64882	28264137.38	45.964096	Polyline	1000.00000	0.00000	1225.78	939.509	810.001	3888.58	
Polygon	11	18884	3852.496269	543157.881	51.393326	Polyline	1008.00000	0.00000	845.008	981.011	980	690	304.474
Polygon	12	18886	2453.742206	172676.2531	45.041931	Polyline	741.00000	0.00000	841.07	840	889.806	890.000	
Polygon	13	18969	5669.788073	937168.0214	47.4375	Polyline	2061.749084	0.00000	2317	1200	888.807	730	2088.8
Polygon	14	18890	1988.47798	1886.026498	46.032249	Polyline	812.750789	0.00000	813.004	891.011	720	871.017	
Polygon	15	18891	5649.970481	845601.477	47.66013	Polyline	1004.00000	0.00000	1018.31	741.001	740	1185.40	
Polygon	16	18892	5649.973481	845601.477	47.66013	Polyline	8003.00000	0.00000	818.000	850	1700.00		
Polygon	17	18894	136408.6107	40.023144	40.023144	Polyline	1004.00000	0.00000	840	780	1700.00		
Polygon	18	18895	1078.512275	803000.0000	32.30787	Polyline	1004.00000	0.00000	1040	747.004	780	988.000	
Polygon	19	18896	9151.521988	917421.3558	48.012000	Polyline	998.00000	0.00000	1000	746.000	981.000		
Polygon	20	18897	30480.93101	11.403.416	40.000.000	Polyline	1000.00000	0.00000	1000	860.000	141.0		
Polygon	21	18898	12278.70819	31748.28855	32.602428	Polyline	1010.00000	0.00000	877.000	778.102	796.004		
Polygon	22	18899	1259.987701	59898.86971	57.66309	Polyline	111.00000	0.00000	820	717.001	890.002		
Polygon	23	18900	12988.226498	1886.026498	45.710808	Polyline	1011.00000	0.00000	1011.301	840.006	1478.00		
Polygon	24	18901	1259.987701	18900.00000	46.032249	Polyline	1012.00000	0.00000	1012.000	720	780.004	1807.00	
Polygon	25	18902	18179.80765	8947548.279	48.239918	Polyline	1018.00000	0.00000	1018.000	720	780.004	1807.00	

شكل (۸-۸۷) اطلاعات وارد شده در اکسل

که در جدول بالا نیز داده ها رنگی در واقع ستون هایی هستند که در محاسبات ما از آن ها استفاده خواهد شد. همچنین جدول های بالا به تفکیک به صورت زیر هستند:

## جدول اطلاعات توصیفی مربوط به حوضه ها :

Shape *	OID *	Watershed				Shape *	OID *	Watershed			
		Watershed_number	HydroID	Shape_Length	Shape_Area			Shape *	OID *	ShapeArea	BasinSlope
Polygon	1	1	18862	79687.54549	132857323.7	42.505562	Polyline	1000.00000	0.00000	1018.31	741.001
Polygon	2	2	18864	3562.002795	240245.1008	50.435894	Polyline	1004.00000	0.00000	1040	850
Polygon	3	3	18866	5379.728962	716171.438	52.935539	Polyline	1008.00000	0.00000	1011.000	840
Polygon	4	4	18868	2797.370621	273233.7658	58.722412	Polyline	1004.00000	0.00000	1017.000	840
Polygon	5	5	18870	4011.929636	503348.8565	55.466774	Polyline	1008.00000	0.00000	1011.000	840
Polygon	6	6	18872	3858.672831	360619.5641	48.012119	Polyline	1004.00000	0.00000	1014.000	840
Polygon	7	7	18874	5006.998464	695962.1317	46.689579	Polyline	1008.00000	0.00000	1017.000	840
Polygon	8	8	18876	6918.612001	1402114.723	40.023144	Polyline	1010.00000	0.00000	1018.31	741.001
Polygon	9	9	18880	3314.070887	296268.4492	59.77124	Polyline	1004.00000	0.00000	1026.000	840
Polygon	10	10	18882	39288.64882	28264137.38	45.964096	Polyline	1008.00000	0.00000	1033.000	840
Polygon	11	11	18884	3852.496269	543157.881	51.393326	Polyline	1008.00000	0.00000	1036.000	840
Polygon	12	12	18886	2453.742206	172676.2531	45.041931	Polyline	1004.00000	0.00000	1043.000	840
Polygon	13	13	18969	5669.788073	937168.0214	47.4375	Polyline	1004.00000	0.00000	1050.000	840
Polygon	14	14	18890	1988.47798	148082.7846	43.130047	Polyline	1004.00000	0.00000	1057.000	840
Polygon	15	15	18892	5649.973481	845601.477	47.66013	Polyline	1004.00000	0.00000	1064.000	840
Polygon	16	16	18894	136408.6107	40.023144	40.023144	Polyline	1004.00000	0.00000	1071.000	840
Polygon	17	17	18895	1078.512275	803000.0000	32.30787	Polyline	1004.00000	0.00000	1078.000	840
Polygon	18	18896	12278.70819	31748.28855	32.602428	Polyline	1004.00000	0.00000	1085.000	840	
Polygon	19	18897	1259.987701	59898.86971	57.66309	Polyline	1004.00000	0.00000	1092.000	840	
Polygon	20	20	18904	1886.026498	75677.86147	45.710808	Polyline	1010.00000	0.00000	1099.000	840
Polygon	21	21	18916	1259.987701	59898.86971	57.66309	Polyline	1011.00000	0.00000	1106.000	840
Polygon	22	22	18926	12988.226498	12988.28855	3863109.637	Polyline	1011.00000	0.00000	1113.000	840
Polygon	23	23	18928	18279.90505	8947746.776	48.239918	Polyline	1018.00000	0.00000	1120.000	840

شكل (۸-۸۸) اطلاعات توصیفی مربوط به حوضه ها در اکسل

### جدول اطلاعات توصیفی مربوط به طولانی ترین جریان هر حوضه :

Longest Flow path								
Shape *	Shape_Length	DrainID	Slat	Slat1085	ElevUP	ElevDS	Elev10	Elev85
Polyline	25350.64671	18862	0.06802	0.059499	2180	455.6509	528.748	1660
Polyline	625.74336	18864	-0.01273	0.415819	872.0349	880	640.949	836.0961
Polyline	1365.167343	18866	0.290826	0.265646	1037.026	640	668.0114	940
Polyline	789.605266	18868	-0.00697	0.361729	954.4943	960	678.6038	892.8212
Polyline	1187.964646	18870	0.29686	0.292168	1006.252	653.5927	700	960.3141
Polyline	1213.467171	18872	0.267258	0.238805	1019.969	695.6609	740	957.3367
Polyline	1547.329076	18874	0.244744	0.206808	1040	661.3004	740	980
Polyline	2086.257917	18878	0.201317	0.173543	1080	660	728.4582	1000
Polyline	505.060967	18880	0.486475	0.529454	932.7267	687.027	700	900.5547
Polyline	14980.30767	18882	0.11255	0.092167	2225.575	539.5362	651.0608	1686.582
Polyline	1299.134445	18884	0.320991	0.343279	997.0107	580	600	934.4744
Polyline	741.659255	18886	0.395155	0.421106	933.0703	640	655.8087	890.0468
Polyline	2161.744581	18969	0.23737	0.233702	1200	686.8671	720	1098.903
Polyline	472.752793	18890	0.361737	0.372336	891.012	720	740	872.0171
Polyline	2194.653729	18892	0.261493	0.246313	1319.247	745.3606	780	1185.429
Polyline	4863.939347	18894	0.242602	0.249365	1940	760	800	1709.673
Polyline	1588.49301	18896	0.183851	0.18301	1040	747.9543	780	998.033
Polyline	888.259018	18898	0.278173	0.247509	1000	752.91	798.9386	963.8279
Polyline	4590.537589	18900	0.191699	0.15932	1700	820	864.4729	1412.998
Polyline	525.020106	18904	0.380595	0.416481	977.9227	778.1025	796.0042	960
Polyline	412.236794	18916	-0.01924	0.569627	912.0689	920	717.1247	893.2406
Polyline	5013.226082	18926	0.254116	0.22156	1851.1	577.1613	640.3056	1473.352
Polyline	6369.624772	18928	0.216653	0.214952	2100	720	781.1038	1807.976

شکل (۸-۸۹) اطلاعات توصیفی مربوط به طولانی ترین جریان در اکسل

## ۸-۲۲- انواع روش محاسبه زمان تمرکز

یکی از مهمترین مشخصات فیزیکی حوضه های آبریز، زمان تمرکز است. زمان تمرکز، حداکثر زمانی است که طول میکشد تا رواناب از دورترین نقطه حوضه، مسیر هیدرولوژیکی خود را طی نماید و به نقطه خروجی برسد. زمان تمرکز با استفاده از روابط و روش های مختلفی بدست می آید که روابطی تجربی هستند. دو تا از معروف ترین این روابط عبارت اند از:

- روش کرپیچ
- SCS روش

**روش کرپیچ :** این رابطه یکی از پر کاربرد ترین روش های محاسبه دبی پیک سیلان می باشد اما دارای خطای زیادی است و به طور معمول برای حوضه های کوچک مورد استفاده قرار می گیرد و فرمول آن به صورت زیر است :

$$t_c = 0.949 \left( \frac{L^3}{\Delta H} \right)^{0.385}$$

که در آن  $t_c$  زمان تمرکز به ساعت ،  $L$  طولانی ترین مسیر آب به کیلومتر و  $\Delta H$  اختلاف ارتفاع بین کوتاه ترین و بالا ترین قسمت حوضه به متر است .

**روش SCS :** این روش از دقت بالاتری نسبت به روش قبل برخوردار است که برای محاسبه زمان تمرکز در این روش از رابطه زیر استفاده می شود:

$$t_c = 0.000142 L^{0.8} \left( \frac{25400}{CN} - 228.6 \right)^{0.7} S^{-0.5}$$

که در رابطه بالا  $L$  طول حوضه به متر (اندازه طولانی ترین جریان حوضه) و  $S$  شیب حوضه به درصد می باشد . همچنین راجب  $CN$  نیز صحبت خواهیم کرد .

## ۸-۲۲-۱- شاخص CN و جدول بدست آوردن آن

$CN$  شاخصی است که به خصوصیات فیزیکی حوضه بستگی دارد همچنین مطالعات تجربی انجام گرفته بر روی مقدار عددی  $CN$  نشان می دهد که نوع خاک ، پوشش گیاهی و رطوبت اولیه حوضه از مهم ترین پارامتر های موثر بر مقدار آن می باشند. عدد شماره منحنی  $CN$  با استفاده از جداول زیر بدست می آید :

جدول (۸-۴) جدول تعیین منحنی CN

گروههای هیدرولوژیکی خاص				نوع منحنی
D	C	B	A	
مناطق شهری دارای پوشش گیاهی (فضاهای بار، پارکها، آرامگاهها و ... ) (1)				
80	74	61	39	پوشش گیاهی خوب (بشر از 75٪ حوضه دارای پوشش گیاهی)
84	79	69	49	پوشش گیاهی متوسط (بین 50٪ تا 75٪ حوضه دارای پوشش گیاهی)
89	86	79	68	پوشش گیاهی فقیر (کمتر از 50٪ حوضه دارای پوشش گیاهی)
98	98	98	98	پوشش گیاهی کامل و غیر قابل نفوذ (بیشتر باهها، پارکهای آسفالت و ... )
خیابانها و جاده ها				
98	98	98	98	آسفالت شده با جدول و تهرها زهکش با پوشش حفاظتی کامل
93	92	89	83	آسفالت شده با جدول و تهرهای بدون پوشش حفاظتی
91	89	85	76	شوسه، شن ریزی شده با جویهای خاکی زهکش
89	87	82	72	خاکی
95	94	92	89	مناطق با کارهای تجاری و بازارگاهی
93	91	88	81	مناطق با کاربری صنعتی
مناطق مسکونی و حوضه های شهرنشینی کوچک با متوسط سایز قطعات				
92	90	85	77	کمتر از 0.05 هکتار
87	83	75	61	0.1 هکتار
85	80	70	54	0.2 هکتار
84	79	68	51	0.4 هکتار
82	77	65	46	0.8 هکتار
مناطق شهری بدون هیچگونه پوشش گیاهی (بیابانی)				
88	85	77	63	بیابانهای طبیعی

96	96	96	96		بیانهای معرفی				
ساختن با کاربری کشاورزی (2)									
				شرایط هیدرولوژیکی	نوع زراعت				
94	91	86	77	—	—	کشت آشی			
91	88	81	72	قیر	ردیفهای سطحی	زراحت ردیفی	ساختن زراحتی برای یکماهه داده ریز		
89	85	78	67	غس					
88	84	79	70	قیر	ردیفها به سوازات خطوط ترازو				
85	82	75	64	غس					
82	80	74	66	قیر	ردیفها به سوازات خطوط ترازو تراس بندی شده				
81	78	71	62	غس					
88	84	76	65	قیر	ردیفهای سطحی				
87	83	75	63	غس					
85	82	74	63	قیر	ردیفها به سوازات خطوط ترازو				
84	81	73	61	غس					
82	79	72	61	قیر	ردیفها به سوازات خطوط ترازو تراس بندی شده				
81	78	70	59	غس					
89	85	77	66	قیر	ردیفهای سطحی	ساختن زراحتی برای یکماهه داده دانه (ینفلات) و یا سرانجام ساخت شده با تأثیر	ساختن زراحتی برای یکماهه داده ریز دانه (ینفلات) و یا سرانجام ساخت شده با تأثیر		
85	81	72	58	غس					
85	83	75	64	قیر	ردیف به سوازات خطوط ترازو				
83	78	69	55	غس					
83	80	73	63	قیر	ردیف به سوازات خطوط ترازو تراس بندی شده				
80	76	67	57	غس					
ردیفهای با پر بودن کشت (3)									

89	86	79	68	غیر	حدون حیچکاره اندام ساخته (4) کشور و تراوس بندی نداشت برآنهاها و مراجع
84	79	69	49	متوسط	
80	74	61	39	ضد	
88	81	67	47	غیر	
83	75	59	25	متوسط	
79	70	35	6	ضد	
78	71	58	30		مراجع حداقل نداشت ، چیزیارها ، صفرارها
86	82	73	55	غیر	حیچکارهای همیشه سبز ، بالنهای علیین (ساخته که در زستان نیز بند می باشد)
82	76	65	44	متوسط	
79	72	58	32	ضد	
83	77	67	48	غیر	
77	70	56	35	متوسط	
73	65	48	30	ضد	
83	77	66	45	غیر	ساخته های مرکب از مراجع با علف هرز و حیچکها (5)
79	73	60	36	متوسط	
77	70	55	30(6)	ضد	
86	82	74	59		
					مراجع با تابعیت ساخته ای داشت

## ۸-۲۳- انواع هیدرولوژیکی خاک

که همانطور که در جدول مربوط به بدست آوردن CN مشخص است ، برای تعیین CN باید از قبل گروه هیدرولوژیکی خاک را تعیین کنیم که اینکار با استفاده از جدول زیر صورت میگیرد :

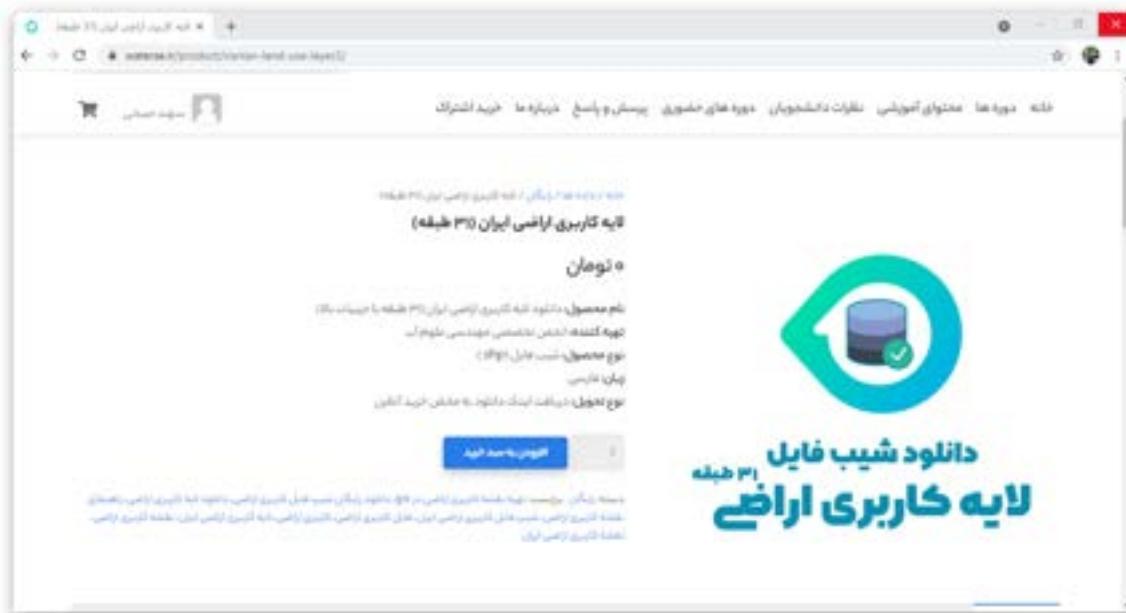
جدول (۸-۵) تعیین انواع هیدرولوژی خاک

نحوه	نوع خاک	$(\text{cm})_{\frac{1}{h}}$
A	حابه خصیق - نرم خصیق - لایه	7.5-11.6
B	لورخ نرم خصیق، نرم خاصه دار	3.8-7.5
C	لورخ مرد، لورخ شنی سطحی، حاچهای عاری مواد از کاپیت نرم و باهارانی رسن ستای زیاد	1.3-3.8
D	حاچهای رسن که زیاد متوجه می شوند رسن با حاصلت حسری بالا، حاچهای سور	< 1.3

## ۸-۲۴- محاسبه و مشخص کردن عدد CN برای حوضه ها با استفاده از نقشه پوشش کاربری ایران

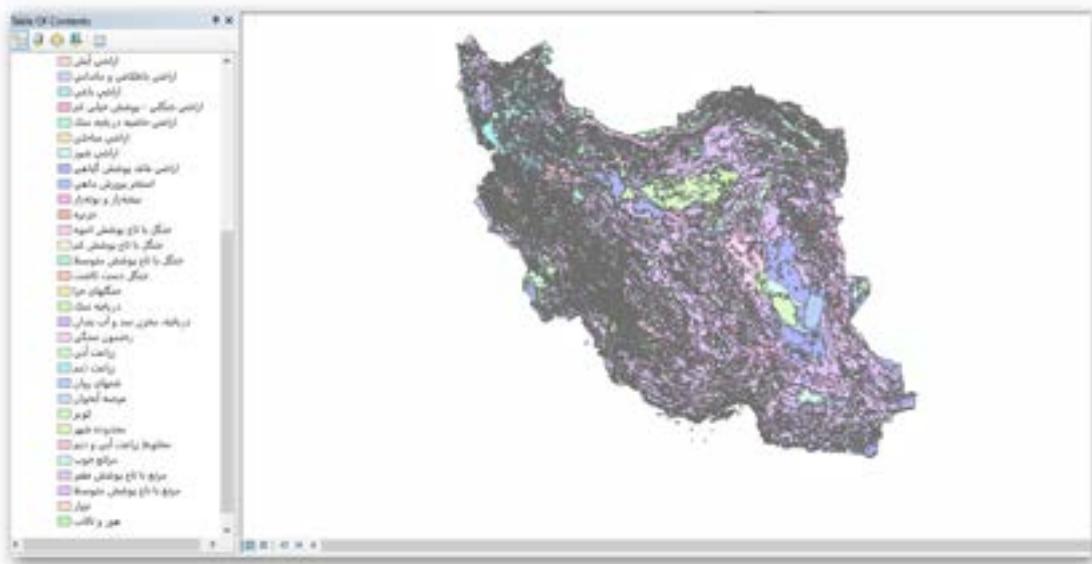
ابتدا نقشه کاربری اراضی مربوط به ایران از سایت waterse دانلود گردید که سایت بیان شده به

صورت زیر بود :



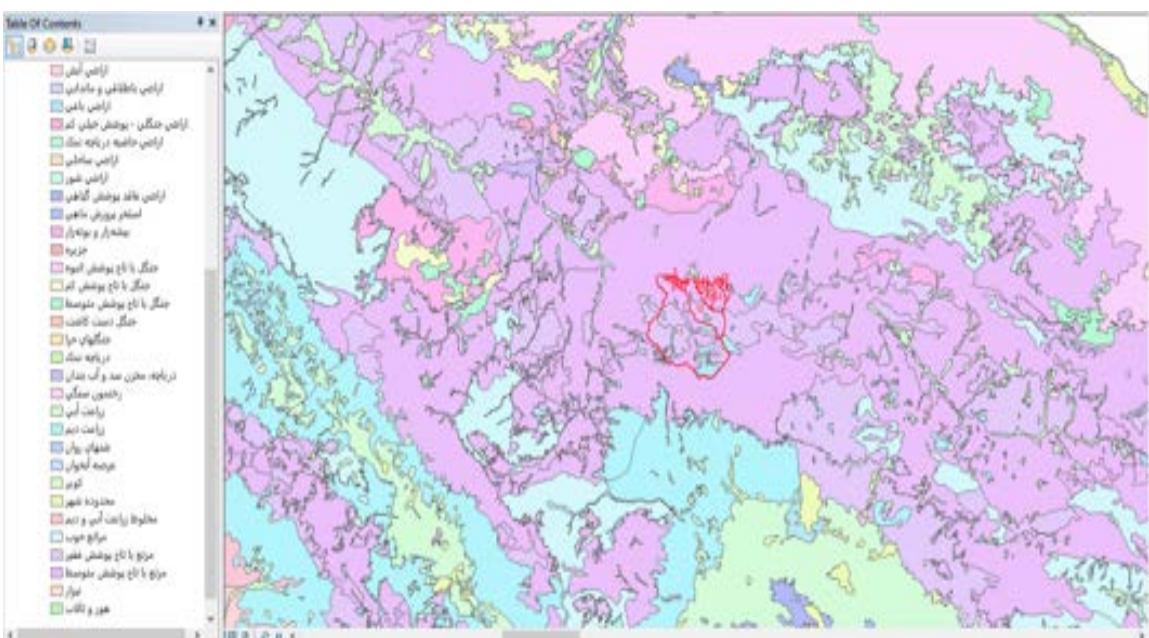
<https://waterse.ir/product/Iranian-Land-use-Type2/>

سپس نقشه دانلود شده را که حاوی ۳۱ طبقه از کاربری اراضی است در برنامه Arcgis باز میکنیم که به صورت زیر خواهد بود :



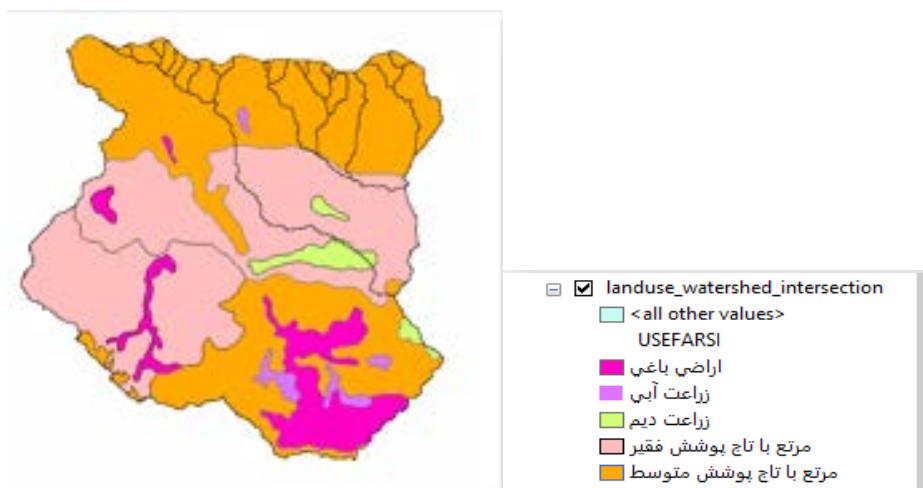
شکل (۹۰-۸) نقشه کاربری اراضی کل ایران

که اگر روی نقشه کاربری اراضی مقداری زوم کنیم میتوانیم لایه ها را بهتر مشاهده کنیم که به صورت زیر خواهد بود:



شکل (۸-۹۱) زوم روی نقشه کاربری اراضی کل ایران

سپس نقشه دانلود شده با تصاویر همان نواحی در گوگل ارت چک گردیده شد تا از درست بودن تقسیم بنده آن اطمینان حاصل شود که پس از چک کردن با تصاویر ماهواره‌ای مشخص شد که نقشه کاربری ای که در اختیار داریم تا حد زیادی کاربری زمین‌ها را به درستی و با دقت خوبی تهیه کرده است. همچنین تصاویر ماهواره‌ای که نقشه کاربری اراضی از روی آن ساخته شده‌اند مربوط به سال ۱۳۹۸ بوده است. حال که نقشه کاربری اراضی را در اختیار داریم با استفاده از دستور intersect نواحی مشترک بین حوضه‌ها آبریز ما که watershade\_modified نام دارد و نقشه کاربری اراضی بدست می‌آید. حال ما نقشه‌ای داریم که نوع پوشش کاربری زمین را در حوضه‌ها ما بر حسب نوع پوشش کاربری به تفکیک مشخص کرده است که به صورت زیر است:



شکل (۸-۹۲) نقشه کاربری اراضی حوضه‌ها آبریز ما

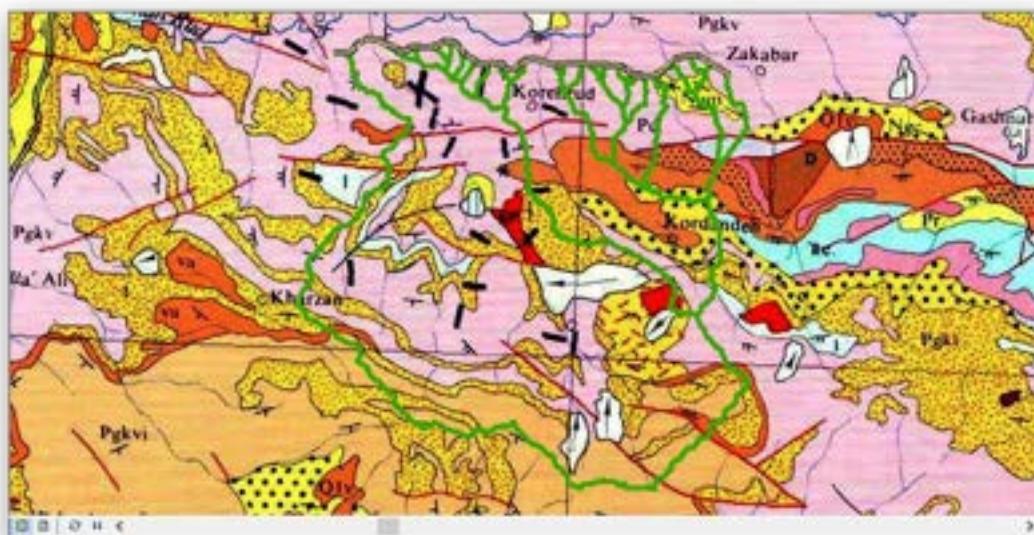
حال چون ما داده خود را در یک ژیودیتاپس ذخیره کرده‌ایم، داده‌ها پلیگونی که نوع کاربری زمین در حوضه‌ها ما را مشخص کرده‌اند، به طور پیش فرض مساحت آن‌ها محاسبه شده و در جدول اطلاعات توصیفی آن‌ها موجود است. حال کاری که لازم است انجام دهیم این است که از روی جدول CN به هر کدام از کاربری‌هایی که در ناحیه حوضه‌ها ما قرار دارند CN متناسب با هر کدام را از جدول بدست آوریم.

برای تعیین عدد منحنی CN ابتدا لازم است که گروه هیدرولوژیکی خاک منطقه خود را با استفاده از جدول زیر مشخص کنیم:

## جدول (۸-۶) جدول انواع خاک

تشریح گروههای هیدرولوژیکی خاک		
نمره	نوع خاک	حدت خاک (cm/h)
A	جاذب خوب - نرم خوب - آبی	7.5-11.6
B	نرم کم خوب، نرم ماده دار	3.8-7.5
C	نرم تر و نرم غصه مشخص، خاکهای درای مراد از کاربرد کم و باری رسان رسانی رسان	1.3-3.8
D	خاکهای که ریه موروم می شوند رسن با خاکهای خوبی ندارند، خاکهای خوب	< 1.3

که طبق مطالب بدست آمده از قسمت زمین شناسی و با انداختن حوضه ها آبریز روی نقشه زمین شناسی منطقه به صورت زیر:



شکل (۸-۹۳) حوضه ها ابریز روی نقشه زمین شناسی

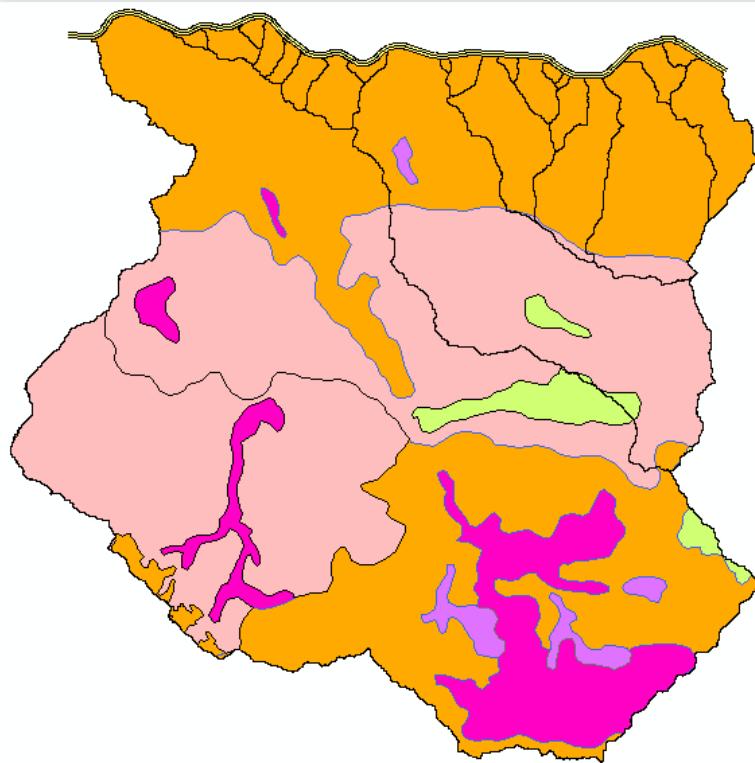
با دید بصری و به صورت تجربی میتوان بیان کرد که بیشتر منطقه ما را توده ها اتشفسانی و سنگ های گچی تشکیل داده اند که نفوذ نسبتا کمی دارند به همین منظور به طور تقریبی نوع هیدرولوژیکی خاک منطقه ما از نوع C در نظر گرفته شده است. حال که گروه هیدرولوژیکی خاک منطقه ما نیز مشخص

شد، میتوان که عدد CN را با استفاده از جدول مشخص کردن CN برای کاربری های موجود در حوضه ها آبریز منطقه پروژه ما به صورت زیر بدست آورد:

جدول (۸-۷) تعیین عدد CN مربوط به هر پوشش کاربری

نام کاربری منطقه در نقشه	نام کاربری منطقه طبق جدول	عدد منحنی CN مربوطه
اراضی باغی	زراعت ردیفی-ردیف های مستقیم -غنى	۸۵
زراعت آبی	مناطق زراعی با گیاهان دانه ریز-ردیف مستقیم -غنى	۸۳
زراعت دیم	مناطق زراعی با گیاهان دانه ریز-ردیف مستقیم -فقیر	۸۴
مرتع با تاج پوشش فقیر	چراگاه ها و مرتع-بدون اقدام محافظتی-فقیر	۸۶
مرتع با تاج پوشش متوسط	چراگاه ها و مرتع-بدون اقدام محافظتی- متوسط	۷۹

که اعداد منحنی CN اعداد بالا طبق استفاده از نقشه کاربری و همچنین مشاهده بصری در گوگل ارت  
انتخاب شدند. حال که برای هر کاربری اراضی یک عدد CN انتخاب کرده ایم ، میتوانیم با استفاده از  
نقشه زیر :



شکل (۸-۹۴) نقشه کاربری اراضی حوضه ها

که هم مساحت مربوط به هر ناحیه با کاربری اراضی مختص به خودش در جدول اطلاعات توصیفی آن و هم عدد  $CN$  آن را در اختیار داریم ، با استفاده از فرمول محاسبات  $CN$  وزندار که به صورت زیر است :

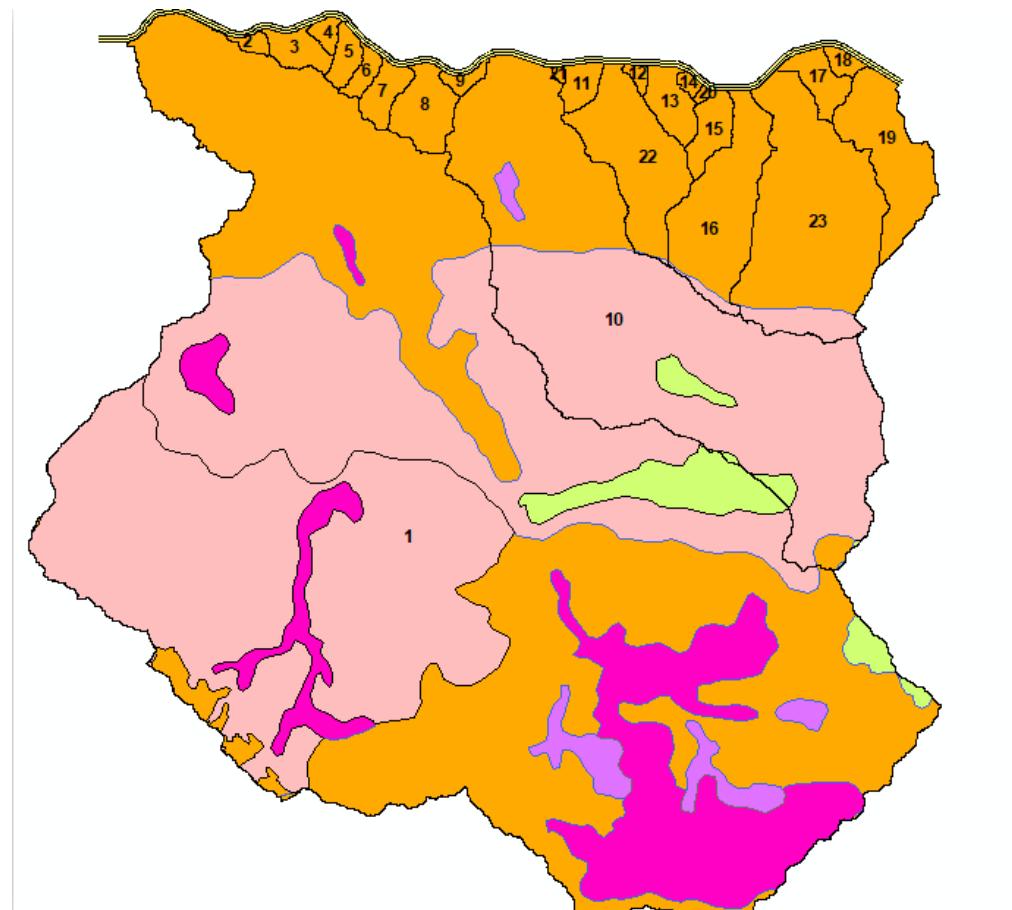
$$\overline{CN} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i (CN)_i}{\sum_{i=1}^N A_i}$$

$CN$  نهایی مربوط به هر حوضه را محاسبه کنیم . که اینکار در جدول زیر انجام شده است :

## جدول (۸-۸) محاسبه CN وزندار برای هر حوضه آبریز

شماره حوضه	CN محاسبات وزندار	CN نهایی
۱	$(52637688 * 79 + 169939 * 85 + 2584365 * 83 + 57168884 * 86 + 2951716 * 84) / 132336562$	۸۲.۹۸۴۱
۲	کل حوضه از یک نوع کاربری زمین تشکیل شده است	۷۹
۳	کل حوضه از یک نوع کاربری زمین تشکیل شده است	۷۹
۴	کل حوضه از یک نوع کاربری زمین تشکیل شده است	۷۹
۵	کل حوضه از یک نوع کاربری زمین تشکیل شده است	۷۹
۶	کل حوضه از یک نوع کاربری زمین تشکیل شده است	۷۹
۷	کل حوضه از یک نوع کاربری زمین تشکیل شده است	۷۹
۸	کل حوضه از یک نوع کاربری زمین تشکیل شده است	۷۹
۹	کل حوضه از یک نوع کاربری زمین تشکیل شده است	۷۹
۱۰	$(7884666 * 79 + 27770 * 83 + 19280 * 86 + 850 * 53 * 84) / 28292622$	۸۳.۹۵۹۷
۱۱	کل حوضه از یک نوع کاربری زمین تشکیل شده است	۷۹
۱۲	کل حوضه از یک نوع کاربری زمین تشکیل شده است	۷۹
۱۳	کل حوضه از یک نوع کاربری زمین تشکیل شده است	۷۹
۱۴	کل حوضه از یک نوع کاربری زمین تشکیل شده است	۷۹
۱۵	کل حوضه از یک نوع کاربری زمین تشکیل شده است	۷۹
۱۶	$(390656 * 79 + 210705 * 86) / 4117261$	۷۹.۳۵۸۲
۱۷	کل حوضه از یک نوع کاربری زمین تشکیل شده است	۷۹
۱۸	کل حوضه از یک نوع کاربری زمین تشکیل شده است	۷۹
۱۹	کل حوضه از یک نوع کاربری زمین تشکیل شده است	۷۹
۲۰	کل حوضه از یک نوع کاربری زمین تشکیل شده است	۷۹
۲۱	کل حوضه از یک نوع کاربری زمین تشکیل شده است	۷۹
۲۲	$(3844107 * 79 + 25477 * 86) / 3869584$	۷۹.۰۴۶۱
۲۳	$(8019604 * 79 + 943109 * 86) / 8962713$	۷۹.۷۳۶۶

که نقشه لیل زده شده با شماره حوضه برای مشاهده بصری اینکه هر CN متعلق به کدام حوضه است به صورت زیر است :



شکل (۸-۹۵) نقشه حوضه ها با شماره حوضه

## ۸-۲۵- محاسبه زمان تمرکز

همانطور که گفته شد فرمول SCS برای محاسبه زمان تمرکز حوضه به صورت زیر است :

$$t_c = 0.000142L^{0.8} \left( \frac{25400}{CN} - 228.6 \right)^{0.7} S^{-0.5}$$

که در رابطه بالا L طول حوضه به متر (اندازه طولانی ترین جریان حوضه) می باشد که از جدول اطلاعات توصیفی مربوط به آن را در اکسل وارد کرده و در اختیار داریم.

همچنین S که شیب حوضه به درصد می باشد را نیز در اکسل از اطلاعات توصیفی لایه حوضه ها در اختیار داریم . همچنین CN را نیز از با استفاده از نقشه کاربری اراضی و دید بصری در گوگل ارث به دست آوردهیم . حال میتوانیم زمان تمرکز را بر حسب ساعت برای هر حوضه محاسبه کنیم .

که زمان تمرکز با استفاده از فرمول بالا و اطلاعات لازم برای محاسبه آن در جدول زیر آورده شده است :

جدول (۸-۹) جدول محاسبه زمان تمرکز برای هر حوضه

شماره حوضه	مساحت حوضه به متر مربع	شیب حوضه به درصد	طول حوضه به متر	Nهايي CN	tc (hr)
۱	۱۳۲۸۵۷۳۲۳.۷	۴۲.۵۰۵۵۶۲	۲۵۳۵۰.۶۴۶۷۱	۸۲.۹۸۴۱	۱.۰۲۶۵۱۱۷۲۱
۲	۲۴۰۲۴۵.۱۰۰۸	۵۰.۴۳۵۸۹۴	۶۲۵.۷۴۳۳۶	۷۹	۰.۰۸۲۳۵۸۵۳۵
۳	۷۱۶۱۷۱.۴۳۸	۵۲.۹۳۵۰۳۹	۱۳۶۵.۱۶۷۳۴۳	۷۹	۰.۱۵۰۰۵۰۱۷۸
۴	۲۷۳۲۲۳۳.۷۶۵۸	۵۸.۷۲۲۴۱۲	۷۸۹.۶۰۵۲۶۶	۷۹	۰.۰۹۱۹۳۶۴۱۴
۵	۵۰۳۳۴۸.۸۰۶۵	۵۵.۴۶۶۷۷۴	۱۱۸۷.۹۶۴۶۴۶	۷۹	۰.۱۳۱۱۰۵۹
۶	۳۶۰۶۱۹.۰۶۴۱	۴۸.۰۱۲۱۱۹	۱۲۱۳.۴۶۷۱۷۱	۷۹	۰.۱۴۳۳۸۶۰۶۵
۷	۶۹۰۹۶۲.۱۳۱۷	۴۶.۶۸۹۰۷۹	۱۰۴۷.۳۲۹۰۷۶	۷۹	۰.۱۷۶۶۱۰۹۰۶
۸	۱۴۰۲۱۱۴.۷۲۳	۴۰.۰۲۳۱۴۴	۲۰۸۶.۲۵۷۹۱۷	۷۹	۰.۲۴۲۲۷۰۳۵۲
۹	۲۹۶۲۶۸.۴۴۹۲	۵۹.۷۷۱۲۴	۵۰۵.۰۶۰۹۶۷	۷۹	۰.۰۶۳۷۳۶۸۱۹
۱۰	۲۸۲۶۲۱۳۷.۳۸	۴۵.۹۶۴۰۹۶	۱۴۹۸۰.۳۰۷۶۷	۸۳.۹۵۹۷	۰.۹۳۲۵۱۱۰۷۱
۱۱	۵۴۳۱۵۷.۸۸۱	۵۱.۳۹۳۳۲۶	۱۲۹۹.۱۳۴۴۴۵	۷۹	۰.۱۴۶۳۶۳۰۲۹
۱۲	۱۷۲۶۷۶.۲۵۳۱	۴۵.۰۴۱۹۳۱	۷۴۱.۶۵۹۲۵۵	۷۹	۰.۰۹۹۸۴۲۷۴۴
۱۳	۹۳۷۱۶۸.۰۲۱۴	۴۷.۴۳۷۵	۲۱۶۱.۷۴۴۵۸۱	۷۹	۰.۲۲۸۹۵۱۸۰۹

۱۴	۱۴۸۰۸۲.۷۸۴۶	۴۳.۱۳۰۰۴۷	۴۷۷.۷۵۲۷۹۳	۷۹	۰.۰۷۱۱۶۷۰۲۱
۱۵	۸۴۵۶۰۱.۴۷۷	۴۷.۶۶۰۱۳	۲۱۹۴.۶۵۳۷۲۹	۷۹	۰.۲۳۱۱۹۴۰۵۷
۱۶	۴۱۱۰۴۰۰.۴۴۷	۴۶.۰۳۲۲۴۹	۴۸۶۳.۹۳۹۳۴۷	۷۹.۳۵۸۲	۰.۴۳۹۷۷۹۸۶۷
۱۷	۸۶۳۸۳۰.۶۹۷۲	۳۲.۹۲۷۵۷	۱۵۸۸.۴۹۳۰۱	۷۹	۰.۲۱۴۷۶۸۱۵۱
۱۸	۳۱۷۴۲۱.۲۵۵۸	۴۳.۳۷۷۶۶۶	۸۸۸.۲۵۹۰۱۸	۷۹	۰.۱۱۷۵۳۳۰۷۱
۱۹	۲۰۴۳۱۰۲.۸۷۱	۳۲.۶۰۲۴۲۸	۴۵۹۰.۰۳۷۵۸۹	۷۹	۰.۵۰۴۴۶۰۷
۲۰	۷۵۶۷۷.۸۶۱۴۷	۴۵.۷۱۰۸۰۸	۵۲۵.۰۲۰۱۰۶	۷۹	۰.۰۷۵۱۷۸۳۴۷
۲۱	۰۹۸۹۸.۸۶۹۷۱	۵۷.۶۶۳۰۹	۴۱۲.۲۳۶۷۹۴	۷۹	۰.۰۵۵۱۶۰۷۱۹
۲۲	۳۸۶۳۱۰۹.۶۳۷	۵۵.۰۴۹۶۲۵	۵۰۱۳.۲۲۶۰۸۲	۷۹.۰۴۶۱	۰.۴۱۴۰۹۵۶۱۶
۲۳	۸۹۴۷۷۴۶.۷۷۶	۴۸.۲۳۹۹۱۸	۶۲۶۹.۶۲۴۷۷۲	۷۹.۷۳۶۶	۰.۵۲۶۸۳۳۰۱۱

## ۶-۸-۲- محاسبه زمان پیک سیلاب

برای انجام محاسبات این پروژه ما فرض میکنیم که سیلاب زمانی به بیشینه مقدار خود میرسد که مدت زمان بارندگی بزرگتر و یا برابر زمان تمرکز حوضه باشد . حال که  $t_c$  یا همان زمان تمرکز حوضه را محاسبه کردیم ، میتوانیم با استفاده

از فرمول زیر زمان پیک سیلاب یا  $tp$  را حساب کنیم :

$$t_p = \frac{t_R}{2} + 0.6t_c$$

که در رابطه بالا برای رسیدن به پیک سیلان  $tR$  را برابر با  $tc$  میگیریم و یکای  $tp$  نیز بر حسب ساعت به دست خواهد آمد. حال زمان پیک سیلان با استفاده از فرمول بالا و  $tc$  که مقدار آن را داشتیم در جدول زیر محاسبه شده است :

جدول (۱۰-۸) جدول محاسبه زمان پیک سیلان برای هر حوضه

شماره حوضه	مساحت حوضه به متر مربع	شیب حوضه به درصد	طول حوضه به متر	CNنهایی	$tc$ (hr)	$tp$ (hr)
۱	۱۳۲۸۵۷۳۲۳.۷	۴۲.۵۰۰۵۶۲	۲۵۳۵۰.۶۴۶۷۱	۸۲.۹۸۴۱	۱.۰۲۶۵۱۱۷۲۱	۱.۶۷۹۱۶۲۸۹۳
۲	۲۴۰۲۴۵.۱۰۰۸	۵۰.۴۳۵۸۱۹۴	۶۲۵.۷۴۳۳۶	۷۹	۰.۰۸۲۳۵۸۰۳۵	۰.۰۹۰۵۹۴۳۸۸
۳	۷۱۶۱۷۱.۴۳۸	۵۲.۹۳۵۰۳۹	۱۳۶۵.۱۶۷۳۴۳	۷۹	۰.۱۰۰۰۰۰۱۷۸	۰.۱۶۵۰۰۵۱۹۶
۴	۲۷۳۲۲۳.۷۶۵۸	۵۸.۷۲۲۲۴۱۲	۷۸۹.۶۰۰۵۶۶	۷۹	۰.۰۹۱۹۳۶۴۱۴	۰.۱۰۱۱۳۰۰۵۵
۵	۵۰۳۳۴۸.۸۰۶۵	۵۵.۴۶۶۷۷۴	۱۱۸۷.۹۶۴۶۴۶	۷۹	۰.۱۳۱۱۰۵۹	۰.۱۴۴۲۷۱۴۹
۶	۳۶۰۶۱۹.۰۶۴۱	۴۸.۰۱۲۱۱۹	۱۲۱۳.۴۶۷۱۷۱	۷۹	۰.۱۴۳۳۸۶۵۶۵	۰.۱۵۷۷۲۵۲۲۱
۷	۶۹۵۹۶۲.۱۳۱۷	۴۶.۶۸۹۵۷۹	۱۰۴۷.۳۲۹.۰۷۶	۷۹	۰.۱۷۶۶۱۰۹۵۶	۰.۱۹۴۲۷۲۰۵۲
۸	۱۴۰۲۱۱۴.۷۲۲	۴۰.۰۲۳۱۴۴	۲۰۸۶.۲۰۷۹۱۷	۷۹	۰.۲۴۲۲۷۰۳۵۲	۰.۲۶۶۴۹۷۳۸۷
۹	۲۹۶۲۶۸.۴۴۹۲	۵۹.۷۷۱۲۴	۵۰۰.۰۶۰۹۶۷	۷۹	۰.۰۶۳۷۳۶۸۱۹	۰.۰۷۰۱۱۰۰۱
۱۰	۲۸۲۶۴۱۳۷.۳۸	۴۰.۹۶۴۰۹۶	۱۴۹۸۰.۳۰۷۶۷	۸۳.۹۵۹۷	۰.۹۳۲۵۱۱۰۷۱	۱.۰۲۵۷۶۲۱۷۹
۱۱	۵۴۳۱۵۷.۸۸۱	۵۱.۳۹۳۳۲۶	۱۲۹۹.۱۳۴۴۴۵	۷۹	۰.۱۴۶۳۶۳۰۲۹	۰.۱۶۰۹۹۹۳۳۲
۱۲	۱۷۲۶۷۶.۲۵۳۱	۴۵.۰۴۱۹۳۱	۷۴۱.۶۰۹۲۰۵	۷۹	۰.۰۹۹۸۴۲۷۴۴	۰.۱۰۹۸۲۷۰۱۸
۱۳	۹۳۷۱۶۸.۰۲۱۴	۴۷.۴۳۷۵	۲۱۶۱.۷۴۴۵۸۱	۷۹	۰.۲۲۸۹۵۱۸۰۹	۰.۲۵۱۸۴۶۹۸۹
۱۴	۱۴۸۰۸۲.۷۸۴۶	۴۳.۱۳۰۰۴۷	۴۷۲.۷۵۲۷۹۳	۷۹	۰.۰۷۱۱۶۷۰۲۱	۰.۰۷۸۲۸۳۷۲۳
۱۵	۸۴۰۶۰۱.۴۷۷	۴۷.۶۶۰۱۳	۲۱۹۴.۶۰۳۷۲۹	۷۹	۰.۲۳۱۱۹۴۰۰۵۷	۰.۲۵۴۳۱۳۴۶۳

۱۶	۴۱۱۰۴۰۵.۴۴۷	۴۶.۰۳۲۲۴۹	۴۸۶۳.۹۳۹۳۴۷	۷۹.۳۵۸۲	۰.۴۳۹۷۷۹۸۶۷	۰.۴۸۳۷۵۷۸۰۴
۱۷	۸۶۳۸۳۰.۶۹۷۲	۳۲.۹۲۷۵۷	۱۵۸۸.۴۹۳۰۱	۷۹	۰.۲۱۴۷۶۸۱۵۱	۰.۲۳۶۲۴۴۹۶۶
۱۸	۳۱۷۴۲۱.۲۵۵۸	۴۳.۳۷۷۶۶۶	۸۸۸.۲۵۹۰۱۸	۷۹	۰.۱۱۷۵۳۳۰۷۱	۰.۱۲۹۲۸۶۳۷۸
۱۹	۳۰۴۴۱۵۲.۸۷۱	۳۲.۶۰۲۴۲۸	۴۵۹۰.۵۳۷۵۰۸۹	۷۹	۰.۰۵۰۴۴۶۰۷	۰.۰۵۴۹۰۶۷۷
۲۰	۷۵۶۷۷.۸۶۱۴۷	۴۵.۷۱۰۸۰۸	۵۲۵.۰۲۰۱۰۶	۷۹	۰.۰۷۵۱۷۸۳۴۷	۰.۰۸۲۶۹۶۱۸۱
۲۱	۵۹۸۹۸.۸۶۹۷۱	۵۷.۶۶۳۰۹	۴۱۲.۲۳۶۷۹۴	۷۹	۰.۰۵۵۱۶۰۷۱۹	۰.۰۶۰۶۷۶۷۹۱
۲۲	۳۸۶۳۱.۰۹.۶۳۷	۵۵.۰۴۹۶۲۵	۵۰۱۳.۲۲۶۰۸۲	۷۹.۰۴۶۱	۰.۴۱۴۰۹۵۶۱۶	۰.۴۵۰۰۰.۰۱۷۷
۲۳	۸۹۴۷۷۴۶.۷۷۶	۴۸.۲۳۹۹۱۸	۶۳۶۹.۶۲۴۷۷۲	۷۹.۷۳۶۶	۰.۵۲۶۸۳۳۰۱۱	۰.۵۷۹۵۱۶۳۱۲

## ۸-۲۷- محاسبه حداکثر نگهداشت سطحی

حداکثر نگهداشت سطحی که با نماد  $S$  مشخص میشود بر حسب میلیمتر است و به عوامل زیر

بستگی دارد :

- ❖ کاربری اراضی حوضه
- ❖ میزان نقوذپذیری خاک حوضه
- ❖ وضعیت رطوبتی حوضه قبل از بارش
- ❖ تبپ هیدرولوژیکی خاک حوضه
- ❖ وضعیت سطح زمین از نظر پوشش گیاهی

همچنین  $S$  یا حداکثر نگهداشت سطحی را میتوان بر حسب شماره منحنی ( $CN$ ) بدست آورد که

طبق فرمول زیر بدست می آید :

$$S = \alpha \left[ \frac{100}{CN} - 10 \right]$$

که در آن عدد CN قبل توضیح داده شده است و ضریب  $\alpha$  نیز ضریب ثابتی است که مقدار عددی آن در سیستم SI برابر با ۲۵.۴ و در سیستم CU برابر با یک می باشد . در نهایت فرمول بدست آمدن S به صورت زیر بدست خواهد آمد :

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

حال در نهایت میتوانیم با استفاده از فرمول بالا و CN هایی که برای هر حوضه بدست آورده ایم ، مقدار حداکثر نگهداشت سطحی یا S را برای هر حوضه محاسبه کنیم که محاسبات مربوط به S در جدول زیر آورده شده است:

جدول (۱۱-۸) جدول محاسبه حداکثر نگهداشت سطحی برای هر حوضه

شماره حوضه	مساحت حوضه به متر مربع	شیب حوضه به درصد	طول حوضه به متر	CN	tc (hr)	tp (hr)	حداکثر نگهداشت سطحی (S)
۱	۱۳۲۸۵۷۳۲۳.۷	۴۲.۰۵۵۶۲	۲۵۳۵۰.۶۴۶۷۱	۸۲.۹۸۴۱	۱.۵۲۶۵۱۱۷۲۱	۱.۶۷۹۱۶۲۸۹۳	۵۲.۰۸۲۷۳۱۵۱
۲	۲۴۰۲۴۵.۱۰۰۸	۵۰.۴۳۵۸۹۴	۶۲۵.۷۴۳۳۶	۷۹	۰.۰۸۲۳۵۸۰۵۳۵	۰.۰۹۰۵۹۴۳۸۸	۶۷.۵۱۸۹۸۷۳۴
۳	۷۱۶۱۷۱.۴۳۸	۵۲.۹۳۵۰۵۹	۱۳۶۵.۱۶۷۳۴۳	۷۹	۰.۱۰۰۰.۰۱۷۸	۰.۱۶۵۰.۰۰۱۹۶	۶۷.۵۱۸۹۸۷۳۴
۴	۲۷۳۲۳۳.۷۶۰۸	۵۸.۷۲۲۴۱۲	۷۸۹.۶۰۵۲۶۶	۷۹	۰.۰۹۱۹۳۶۴۱۴	۰.۱۰۱۱۳۰.۰۵	۶۷.۵۱۸۹۸۷۳۴
۵	۵۰۳۳۴۸.۸۰۶۵	۵۵.۴۶۶۷۷۴	۱۱۸۷.۹۶۴۶۴۶	۷۹	۰.۱۳۱۱۱۵۵۹	۰.۱۴۴۲۷۱۱۴۹	۶۷.۵۱۸۹۸۷۳۴
۶	۳۶۰۶۱۹.۵۶۴۱	۴۸.۰۱۲۱۱۹	۱۲۱۳.۴۶۷۱۷۱	۷۹	۰.۱۴۳۳۸۶۰۵۵	۰.۱۵۷۷۲۵۲۲۱	۶۷.۵۱۸۹۸۷۳۴
۷	۶۹۵۹۶۲.۱۳۱۷	۴۶.۶۸۹۵۷۹	۱۵۴۷.۳۲۹۰۷۶	۷۹	۰.۱۷۶۶۱۰.۹۵۶	۰.۱۹۴۲۷۲۰.۰۲	۶۷.۵۱۸۹۸۷۳۴
۸	۱۴۰۲۱۱۴.۷۲۳	۴۰.۰۲۳۱۴۴	۲۰۸۶.۲۵۷۹۱۷	۷۹	۰.۲۴۲۲۷۰.۳۵۲	۰.۲۶۶۴۹۷۳۸۷	۶۷.۵۱۸۹۸۷۳۴
۹	۲۹۶۲۶۸.۴۴۹۲	۵۹.۷۷۱۲۴	۵۰۰.۰۶۰۹۶۷	۷۹	۰.۰۶۳۷۳۶۸۱۹	۰.۰۷۰۱۱۰.۰۱	۶۷.۵۱۸۹۸۷۳۴
۱۰	۲۸۲۶۴۱۳۷.۳۸	۴۵.۹۶۴۰.۹۶	۱۴۹۸۰.۳۰۷۶۷	۸۳.۹۵۹۷	۰.۹۳۲۵۱۱۰.۷۱	۱.۰۲۵۷۶۲۱۷۹	۴۸.۵۲۶۰.۹۲۸۸
۱۱	۵۴۳۱۵۷.۸۸۱	۵۱.۳۹۳۳۲۶	۱۲۹۹.۱۳۴۴۴۵	۷۹	۰.۱۴۶۳۶۳۰.۲۹	۰.۱۶۰۹۹۹۳۳۲	۶۷.۵۱۸۹۸۷۳۴

۱۲	۱۷۲۶۷۶.۲۵۳۱	۴۵.۰۴۱۹۳۱	۷۴۱.۶۵۹۲۵۵	۷۹	۰.۰۹۹۸۴۲۷۴۴	۰.۱۰۹۸۲۷۰۱۸	۶۷.۵۱۸۹۸۷۳۴
۱۳	۹۳۷۱۶۸.۰۲۱۴	۴۷.۴۳۷۵	۲۱۶۱.۷۴۴۵۸۱	۷۹	۰.۲۲۸۹۵۱۸۰۹	۰.۲۵۱۸۴۶۹۸۹	۶۷.۵۱۸۹۸۷۳۴
۱۴	۱۴۸۰۸۲.۷۸۴۶	۴۳.۱۳۰۰۴۷	۴۷۲.۷۵۲۷۹۳	۷۹	۰.۰۷۱۱۶۷۰۲۱	۰.۰۷۸۲۸۳۷۲۲	۶۷.۵۱۸۹۸۷۳۴
۱۵	۸۴۵۶۰۱.۴۷۷	۴۷.۶۶۰۱۳	۲۱۹۴.۶۵۳۷۲۹	۷۹	۰.۲۳۱۱۹۴۰۵۷	۰.۲۵۴۳۱۳۴۶۳	۶۷.۵۱۸۹۸۷۳۴
۱۶	۴۱۱۰۴۰.۰۴۴۷	۴۶.۰۳۲۲۴۹	۴۸۶۳.۹۳۹۳۴۷	۷۹.۳۵۸۲	۰.۴۳۹۷۷۹۸۶۷	۰.۴۸۳۷۵۷۸۰۵۴	۶۶.۰۶۷۷۴۳۴۷
۱۷	۸۶۳۸۳۰.۶۹۷۲	۳۲.۹۲۷۵۷	۱۵۸۸.۴۹۳۰۱	۷۹	۰.۲۱۴۷۶۸۱۰۵۱	۰.۲۳۶۲۴۴۹۶۶	۶۷.۵۱۸۹۸۷۳۴
۱۸	۳۱۷۴۲۱.۲۰۵۸	۴۳.۳۷۷۶۶۶	۸۸۸.۲۵۹۰۱۸	۷۹	۰.۱۱۷۵۳۰۰۷۱	۰.۱۲۹۲۸۶۳۷۸	۶۷.۵۱۸۹۸۷۳۴
۱۹	۳۰۴۳۱۵۲.۰۷۱	۳۲.۶۰۲۲۲۸	۴۵۹۰.۰۵۷۵۸۹	۷۹	۰.۰۵۰۴۶۰۷	۰.۰۵۴۹۰۶۷۷	۶۷.۵۱۸۹۸۷۳۴
۲۰	۷۵۶۷۷.۸۶۱۴۷	۴۵.۷۱۰۸۰۸	۵۲۵۰.۰۲۰۱۰۶	۷۹	۰.۰۷۵۱۷۸۳۴۷	۰.۰۸۲۶۹۶۱۸۱	۶۷.۵۱۸۹۸۷۳۴
۲۱	۵۹۸۹۸.۸۶۹۷۱	۵۷.۶۶۳۰.۹	۴۱۲.۲۳۶۷۹۴	۷۹	۰.۰۵۵۱۶۰۷۱۹	۰.۰۶۰۶۷۶۷۹۱	۶۷.۵۱۸۹۸۷۳۴
۲۲	۳۸۶۳۱۰.۹۶۳۷	۵۵.۵۴۹۶۲۵	۵۰۱۲.۲۲۶۰۸۲	۷۹.۰۴۶۱	۰.۴۱۴۰۹۵۶۱۶	۰.۴۵۵۵۰۵۱۷۷	۶۷.۳۳۱۴۷۶۱۹
۲۳	۸۹۴۷۷۴۶.۷۷۶	۴۸.۲۳۹۹۱۸	۶۳۶۹.۶۲۴۷۷۲	۷۹.۷۳۶۶	۰.۵۲۶۸۳۳۰۱۱	۰.۵۷۹۵۱۶۳۱۲	۶۴.۰۴۸۸۲۲

## ۸-۲۸- محاسبه رواناب

رواناب سطحی مقداری از بارندگی است که جذب حوضه نشده و در حوضه آبریز جاری می شود. یکی از فاکتورهای بسیار مهم جهت محاسبه میزان رواناب ، حجم بارش انجام گرفته است . بارش انجام گرفته در سطح حوضه به سه قسمت اصلی یعنی رواناب مستقیم ، تلفات اولیه و ذخیره تقسیم می شود . عمق رواناب مستقیم حاصل از بارش با استفاده از رابطه  $i$  زیر به دست می آید:

$$R = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

که در رابطه بالا  $R$  عمق رواناب مستقیم بر حسب میلیمتر و  $P$  عمق بارش بر حسب میلیمتر و  $S$  نیز حداقل نگهداشت سطحی است که در قسمت قبلی محاسبه کردیم . حال ما میخواهیم که  $R$  یا همان

رواناب را بدست آوریم . بدین منظور احتیاج به داده  $S$  یا همان حداکثر نگهداشت سطحی داریم که در قسمت قبل محاسبه شده است . داده دیگری که برای این قسمت به آن احتیاج داریم  $P$  یا همان عمق بارش است که آن را نیز قبلاً به دو روش با استفاده از احتمال ویبول و همچنین با استفاده از توزیع لوگ پیرسون تیپ ۳ محاسبه کرده بودیم . در واقع در قسمت محاسبات مربوط به بارش ما بارش ۲۴ ساعته با دوره بازگشت ۲۵ ساله را با استفاده از دو روش بیان کرده بودیم که نتایج نهایی برای بارش با دوره بازگشت ۲۵ ساله در قسمت محاسبات بارش به صورت زیر در آمدند :

بارش ماکزیمم ۲۴ ساعته برای دوره بازگشت ۲۵ ساله با روش احتمال ویبول	۸۴.۶۱
بارش ماکزیمم ۲۴ ساعته برای دوره بازگشت ۲۵ ساله با روش روشن لوگ پیرسون تیپ ۳	۶۰.۲۴

که حال باید تصمیم بگیریم که از کدام داده استفاده کنیم . که در این پروژه و برای ادامه محاسبات ما از ۸۴.۶۱ که از روش احتمال ویبول بدست آمده بود ، به عنوان  $P$  یا همان داده بارش خود برای محاسبه رواناب استفاده خواهیم کرد به این دلیل که با داده های واقعی مطابقت بیشتری دارد . همچنین از این قسمت گزارش به بعد به دلیل عدم جا شدن جداول مربوطه در فایل ورد اعداد موجود در محاسبات گرد شده و تعداد اعشار آن ها کمتر خواهد شد تا در گزارش جا شوند ولی با اعشار کامل در فایل اکسل موجود هستند.

حال مقادیر محاسبه شده برای  $R$  یا رواناب با استفاده از فرمول بالا و مقادیری که در اختیار داریم به صورت زیر خواهد بود :

جدول (۱۲-۸) جدول محاسبه رواناب برای هر حوضه

شماره حوضه	مساحت حوضه به متر مربع	شیب حوضه به درصد	طول حوضه به متر	CN نهایی	tc (h r)	tp (hr)	S <sub>حداکثر</sub> نگهداشت (سطحی)	پارش ماکریم ۲۴ ساعته برای دوره (P) (بازگشت ۲۵ ساله بر حسب میلی متر)	رواناب (R) (به میلی متر)
۱	۱۳۲۸۵۷۳۲۴	۴۲.۵۱	۲۵۳۵۰.۶	۸۲. ۹۸	۱.۵ ۳	۱.۶۸	۵۲.۰۸	۸۴.۶۱	۴۳.۵۹
۲	۲۴۰۲۴۵	۵۰.۴۴	۶۲۵.۷۴	۷۹. ..	۰.۰ ۸	۰.۰۹	۶۷.۰۲	۸۴.۶۱	۳۶.۴۷
۳	۷۱۶۱۷۱	۵۲.۹۴	۱۳۶۵.۱۷	۷۹. ..	۰.۱ ۵	۰.۱۷	۶۷.۰۲	۸۴.۶۱	۳۶.۴۷
۴	۲۷۳۲۳۴	۵۸.۷۲	۷۸۹.۶۱	۷۹. ..	۰.۰ ۹	۰.۱۰	۶۷.۰۲	۸۴.۶۱	۳۶.۴۷
۵	۵۰۱۳۳۴۹	۵۵.۴۷	۱۱۸۷.۹۶	۷۹. ..	۰.۱ ۳	۰.۱۴	۶۷.۰۲	۸۴.۶۱	۳۶.۴۷
۶	۳۶۰۶۲۰	۴۸.۰۱	۱۲۱۳.۴۷	۷۹. ..	۰.۱ ۴	۰.۱۶	۶۷.۰۲	۸۴.۶۱	۳۶.۴۷
۷	۶۹۵۹۶۲	۴۶.۶۹	۱۵۴۷.۳۳	۷۹. ..	۰.۱ ۸	۰.۱۹	۶۷.۰۲	۸۴.۶۱	۳۶.۴۷
۸	۱۴۰۲۱۱۵	۴۰.۰۲	۲۰۸۶.۲۶	۷۹. ..	۰.۲ ۴	۰.۲۷	۶۷.۰۲	۸۴.۶۱	۳۶.۴۷
۹	۲۹۶۲۶۸	۵۹.۷۷	۵۰۰.۰۶	۷۹. ..	۰.۰ ۶	۰.۰۷	۶۷.۰۲	۸۴.۶۱	۳۶.۴۷
۱۰	۲۸۲۶۴۱۳۷	۴۵.۹۶	۱۴۹۸۰.۳	۸۳. ۱	۰.۹ ۹۶	۱.۰۳	۴۸.۰۳	۸۴.۶۱	۴۰.۴۶
۱۱	۵۴۳۱۵۸	۵۱.۳۹	۱۲۹۹.۱۳	۷۹. ..	۰.۱ ۵	۰.۱۶	۶۷.۰۲	۸۴.۶۱	۳۶.۴۷
۱۲	۱۷۲۶۷۶	۴۵.۰۴	۷۴۱.۶۶	۷۹. ..	۰.۱ ۰	۰.۱۱	۶۷.۰۲	۸۴.۶۱	۳۶.۴۷

۱۳	۹۳۷۱۶۸	۴۷.۴۴	۲۱۶۱.۷۴	۷۹.	۰.۲	۰.۲۵	۶۷.۵۲		۸۴.۶۱	۳۶.۴۷
۱۴	۱۴۸۰۸۳	۴۳.۱۳	۴۷۲.۷۵	۷۹.	۰.۰	۰.۰۸	۶۷.۵۲		۸۴.۶۱	۳۶.۴۷
۱۵	۸۴۵۶۰۱	۴۷.۶۶	۲۱۹۴.۹۰	۷۹.	۰.۲	۰.۲۵	۶۷.۵۲		۸۴.۶۱	۳۶.۴۷
۱۶	۴۱۱۰۴۰۰	۴۶.۰۳	۴۸۶۳.۹۴	۷۹.	۰.۴	۰.۴۸	۶۶.۰۷		۸۴.۶۱	۳۷.۰۸
۱۷	۸۶۳۸۳۱	۳۲.۹۳	۱۵۸۸.۴۹	۷۹.	۰.۲	۰.۲۴	۶۷.۵۲		۸۴.۶۱	۳۶.۴۷
۱۸	۳۱۷۴۲۱	۴۳.۳۸	۸۸۸.۲۶	۷۹.	۰.۱	۰.۱۳	۶۷.۵۲		۸۴.۶۱	۳۶.۴۷
۱۹	۳۰۴۳۱۰۳	۳۲.۶۰	۴۰۹۰.۰۴	۷۹.	۰.۰	۰.۰۵	۶۷.۵۲		۸۴.۶۱	۳۶.۴۷
۲۰	۷۰۵۷۸	۴۰.۷۱	۰۲۰.۰۷	۷۹.	۰.۰	۰.۰۸	۶۷.۵۲		۸۴.۶۱	۳۶.۴۷
۲۱	۰۹۸۹۹	۰۷.۶۶	۴۱۲.۲۴	۷۹.	۰.۰	۰.۰۶	۶۷.۵۲		۸۴.۶۱	۳۶.۴۷
۲۲	۳۸۶۳۱۱۰	۰۰.۰۰	۰۰۱۳.۲۳	۷۹.	۰.۰	۰.۰۶	۶۷.۳۳		۸۴.۶۱	۳۶.۰۵
۲۳	۸۹۴۷۷۷۴۷	۴۸.۲۴	۶۳۶۹.۶۲	۷۹.	۰.۰	۰.۰۸	۶۴.۰۰		۸۴.۶۱	۳۷.۰۷

## ۸-۲۹- محاسبه حداکثر دبی سیلاب

دبی حداکثر ، مقدار جریان عبوری از یک مقطع در طول بارندگی است . از آن جا که سازه مورد نظر طراحی (پل یا آبرو) باید توانایی عبور دادن دبی حداکثر را داشته باشد، بنابراین تعیین آن از اهمیت بالایی برخوردار است. دبی حداکثر تحت تاثیر عواملی چون مقدار بارندگی ، مساحت حوضه و سایر مشخصات فیزیکی حوضه می باشد. جهت محاسبه دبی پیک سیلاب از رابطه زیر میتوان استفاده کرد که از هیدروگراف مصنوعی مثلثی به دست آمده است:

$$qp = \frac{0.20812 * A * R}{tp}$$

که در رابطه بالا  $qp$  دبی پیک بر حسب متر مکعب بر ثانیه است که با استفاده از  $A$  (مساحت حوضه به کیلومتر مربع) و  $R$  (عمق رواناب بر حسب میلیمتر) و  $tp$  (زمان پیک سیلاب) بدست می آید که در پروژه ما هر سه تا پارامتر  $A$  و  $R$  و  $tp$  قبل محاسبه شده اند و آن ها را در اختیار داریم. حال میتوانیم به صورت جدول زیر حداکثر دبی پیک سیلاب یا همان  $qp$  را محاسبه کنیم :

جدول (۱۳-۸) جدول محاسبه دبی پیک سیلاب برای هر حوضه

شماره حوضه	مساحت حوضه به متر مربع	شیب حوضه	طول حوضه به متر	CN نهایی	tc (hr)	tp (hr)	S(حداکثر نگهداشت سطحی)	P(بارش ماکریمم ساعته برای دوره بازگشت ۲۵ ساله بر حسب میلی متر)	R(رواناب به میلی متر )	مساحت حوضه به کیلومتر متر	Qp(دبی پیک سیلاب به مترمکعب بر ثانیه)
۱	۱۳۲۸۵۷۳۲۴	۴۲.۵۱	۲۵۳۵۰.۶۵	۸۲.۹۸	۱.۰۳	۱.۶۸	۶۷.۰۲	۸۴.۶۱	۴۳.۵۹	۱۳۲۸۶	۷۱۷.۸۲
۲	۲۴۰۲۴۵	۵۰.۴۴	۶۲۵.۷۴	۷۹.۰۰	۰.۰۸	۰.۰۹	۶۷.۰۲	۸۴.۶۱	۳۶.۴۷	۰.۲۴	۲۰.۱۳
۳	۷۱۶۱۷۱	۵۲.۹۴	۱۳۶۵.۱۷	۷۹.۰۰	۰.۱۵	۰.۱۷	۶۷.۰۲	۸۴.۶۱	۳۶.۴۷	۰.۷۲	۳۲.۹۴
۴	۲۷۳۲۳۴	۵۸.۷۲	۷۸۹.۶۱	۷۹.۰۰	۰.۰۹	۰.۱۰	۶۷.۰۲	۸۴.۶۱	۳۶.۴۷	۰.۲۷	۲۰.۰۱
۵	۵۰۳۳۴۹	۵۵.۴۷	۱۱۸۷.۹۶	۷۹.۰۰	۰.۱۳	۰.۱۴	۶۷.۰۲	۸۴.۶۱	۳۶.۴۷	۰.۵۰	۲۶.۴۸
۶	۳۶۰۶۲۰	۴۸.۰۱	۱۲۱۳.۴۷	۷۹.۰۰	۰.۱۴	۰.۱۶	۶۷.۰۲	۸۴.۶۱	۳۶.۴۷	۰.۳۶	۱۷.۳۶
۷	۶۹۵۹۶۲	۴۶.۶۹	۱۵۴۷.۳۳	۷۹.۰۰	۰.۱۸	۰.۱۹	۶۷.۰۲	۸۴.۶۱	۳۶.۴۷	۰.۷۰	۲۷.۱۹
۸	۱۴۰۲۱۱۵	۴۰.۰۲	۲۰۸۶.۲۶	۷۹.۰۰	۰.۲۴	۰.۲۷	۶۷.۰۲	۸۴.۶۱	۳۶.۴۷	۱.۴۰	۳۹.۹۴
۹	۲۹۶۲۶۸	۵۹.۷۷	۵۰۰.۰۶	۷۹.۰۰	۰.۰۶	۰.۰۷	۶۷.۰۲	۸۴.۶۱	۳۶.۴۷	۰.۳۰	۳۲.۰۸
۱۰	۲۸۲۶۴۱۳۷	۴۵.۹۶	۱۴۹۸۰.۳۱	۸۳.۹۶	۰.۹۳	۱.۰۳	۴۸.۰۳	۸۴.۶۱	۴۵.۴۶	۲۸.۲۶	۲۶۰.۶۸
۱۱	۵۴۳۱۵۸	۵۱.۳۹	۱۲۹۹.۱۳	۷۹.۰۰	۰.۱۵	۰.۱۶	۶۷.۰۲	۸۴.۶۱	۳۶.۴۷	۰.۵۴	۲۵.۶۱
۱۲	۱۷۲۶۷۶	۴۵.۰۴	۷۴۱.۶۶	۷۹.۰۰	۰.۱۰	۰.۱۱	۶۷.۰۲	۸۴.۶۱	۳۶.۴۷	۰.۱۷	۱۱.۹۳
۱۳	۹۳۷۱۶۸	۴۷.۴۴	۲۱۶۱.۷۴	۷۹.۰۰	۰.۲۳	۰.۲۵	۶۷.۰۲	۸۴.۶۱	۳۶.۴۷	۰.۹۴	۲۸.۲۵
۱۴	۱۴۸۰۰۸۳	۴۳.۱۳	۴۷۲.۷۵	۷۹.۰۰	۰.۰۷	۰.۰۸	۶۷.۰۲	۸۴.۶۱	۳۶.۴۷	۰.۱۵	۱۴.۳۶
۱۵	۸۴۰۵۰۱	۴۷.۶۶	۲۱۹۴.۶۰	۷۹.۰۰	۰.۲۳	۰.۲۵	۶۷.۰۲	۸۴.۶۱	۳۶.۴۷	۰.۸۵	۲۵.۲۴

۱۶	۴۱۱۰۴۰۵	۴۶.۰۳	۴۸۶۳.۹۴	۷۹.۳۶	۰.۴۴	۰.۴۸	۶۶.۰۷		۸۴.۶۱	۳۷.۰۸	۴.۱۱	۶۰.۰۷
۱۷	۸۶۳۸۳۱	۳۲.۹۳	۱۵۸۸.۴۹	۷۹.۰۰	۰.۲۱	۰.۲۴	۶۷.۵۲		۸۴.۶۱	۳۶.۴۷	۰.۸۶	۲۷.۷۶
۱۸	۳۱۷۴۲۱	۴۳.۳۸	۸۸۸.۲۶	۷۹.۰۰	۰.۱۲	۰.۱۳	۶۷.۵۲		۸۴.۶۱	۳۶.۴۷	۰.۳۲	۱۸.۶۴
۱۹	۳۰۴۳۱۵۳	۳۲.۶۰	۴۵۹۰.۰۴	۷۹.۰۰	۰.۵۰	۰.۰۵	۶۷.۵۲		۸۴.۶۱	۳۶.۴۷	۳.۰۴	۴۱.۶۳
۲۰	۷۵۶۷۸	۴۵.۷۱	۵۲۵۰.۰۲	۷۹.۰۰	۰.۰۸	۰.۰۸	۶۷.۵۲		۸۴.۶۱	۳۶.۴۷	۰.۰۸	۶.۹۰
۲۱	۵۹۸۹۹	۵۷.۶۶	۴۱۲۲.۲۴	۷۹.۰۰	۰.۰۶	۰.۰۶	۶۷.۵۲		۸۴.۶۱	۳۶.۴۷	۰.۰۶	۷.۴۹
۲۲	۳۸۶۳۱۱۰	۵۵.۰۵	۵۰۱۲.۲۳	۷۹.۰۵	۰.۴۱	۰.۴۶	۶۷.۳۳		۸۴.۶۱	۳۶.۵۵	۳.۸۶	۶۴.۵۱
۲۳	۸۹۴۷۷۴۷	۴۸.۲۴	۶۳۶۹.۶۲	۷۹.۷۴	۰.۵۳	۰.۵۸	۶۴.۵۵		۸۴.۶۱	۳۷.۷۳	۸.۹۵	۱۲۱.۲۵

### ۸-۳۰- تعیین سطح مقطع مورد نیاز جهت عبور آب به روش مانینگ

حال که در قسمت قبل موفق شدیم تا حداکثر دبی پیک مربوط به هر حوضه را بدست آوریم ، حال میتوانیم ابعاد سطح مقطع مورد نیاز جهت عبور آب در هنگام به وقوع پیوستن حداکثر دبی پیک را محاسبه کنیم . که برای اینکار رابطه ای به نام رابطه مانینگ تعریف شده است که به صورت زیر است

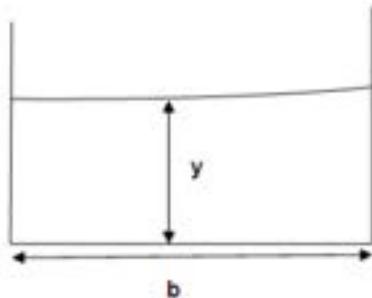
:

$$Q = \frac{1}{n} * A * R^{2/3} * S^{1/2} \quad R = \frac{A}{P}$$

که در رابطه بالا :

$$A = b * y$$

$$P = b + 2 * y$$



در روابط بالا  $Q$  حداکثر ظرفیت عبوری پل ،  $A$  مساحت مقطع پل ،  $P$  محیط تر شده ،  $S$  شیب طولی مسیل در محل کanal ،  $R$  شعاع هیدرولیکی و  $n$  ضریب زبری مانینگ است .

فرمول بیان شده در بالا به صورت زیر نیز نوشته میشود :

$$Q = \frac{1}{n} * (by) * \left( \frac{by}{b + 2y} \right)^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

که در رابطه بالا نیز  $S$  شیب طولی مسیل در محل کanal ،  $n$  ضریب زبری مانینگ ،  $b$  دهنگ پل (طول مقطع عبوری آب) و  $y$  ارتفاع آب (عرض مقطع عبوری آب) است . حال در رابطه بالا ما  $Q$  یا همان دبی پیک سیلان را قبل محاسبه کرده و جدول آن را نیز در گزارش آورده ایم . حال باید اقدام به تعیین سایر پارامترهای فرمول مانینگ یعنی  $n$  و  $b$  و  $S$  کنیم تا در نهایت ارتفاع آب در آن مقطع برای ما بدست آید .

### ۱-۳۰-۸- تعیین ضریب زبری مانینگ ( $n$ )

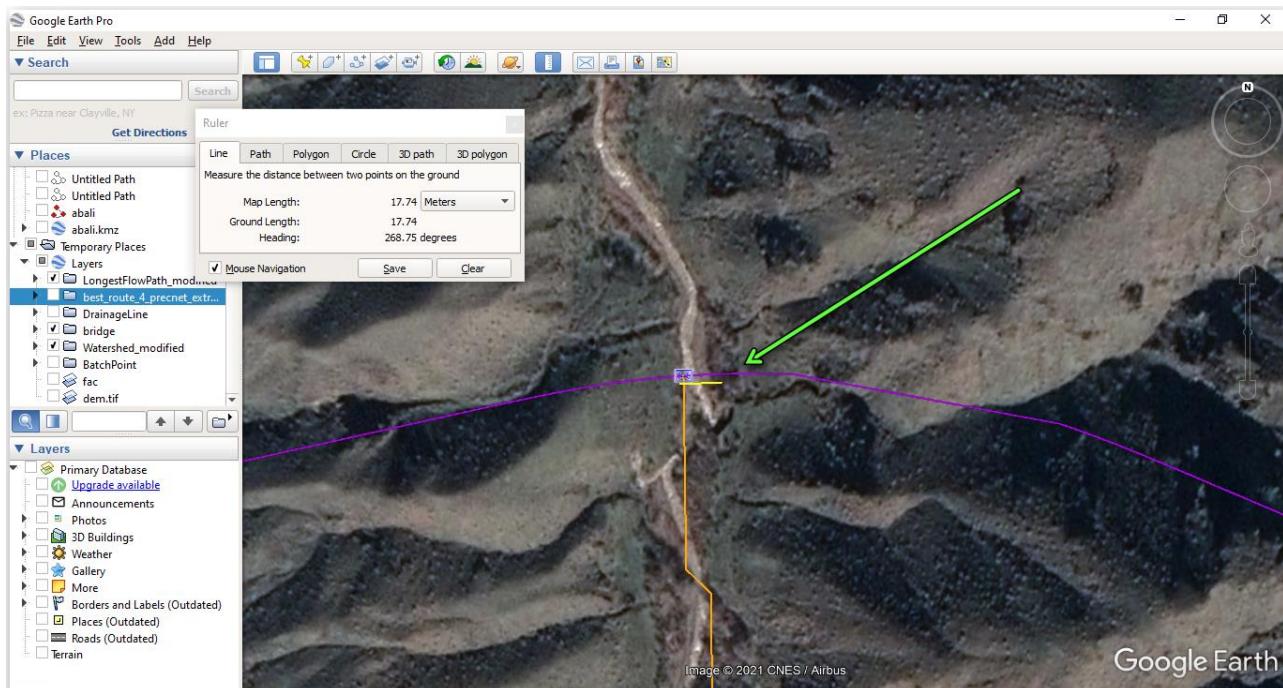
در اولین قدم  $n$  یا همان ضریب زبری مانینگ را تعیین میکنیم . روش های مختلفی برای تعیین ضریب زبری مانینگ وجود دارد ولی ما در این پروژه از جدول چاو ۱۹۵۹ به صورت زیر :

ادامه جدول ۴-۳			
حداکثر	متداول	حداقل	نوع سیلان و توصیف آن
0.033	0.030	0.025	۲- علف مقداری علف هرز
0.040	0.035	0.030	۳- علفهای هرز هنوز با گیاهان آشی در آبراهه های خیست
0.035	0.030	0.028	۴- لکف خاکی و دیواره های سکرینه ای
0.040	0.035	0.025	۵- لکف سکنی و دیواره های پوشیده از علف هرز
0.050	0.040	0.030	۶- لکف سکنی و دیواره های تسبیح
			۷- خاکپرهازی با لایه‌های شده با بن کامل خار
0.033	0.028	0.025	۸- خاری از گیاه

با توجه به نوع کanal هایی که در منطقه وجود دارد و از طریق گوگل ارث آن ها را مشاهده کرده ایم ، ضریب مانینگ یا همان  $n$  را برای ادامه محاسبات  $0.030$  در نظر گرفته ایم .

## ۸-۳۱- (b) تعیین مجموع دهانه پل ها برای حوضه

روش تعیین b برای فرمول مانینگ در این پروژه بدین صورت است که ابتدا با استفاده از دستور map نقشه حوضه ها ابزیز منطقه خودمان به همراه پل ها و سایر اجزا را به یک فایل kml تبدیل میکنیم تا بتوانیم در برنامه گوگل ارث آن را باز کنیم . سپس در مرحله بعد در نقاطی که قبلا در برنامه arcgis برای احداث پل انتخاب کرده ایم به نام لایه Bridge زوم میکنیم و پهنا آبراهه ای که در آن منطقه وجود دارد را اندازه میگیریم. به عنوان یک نمونه طول مجرأ جریان که در حوضه یک ما قرار داشت در تصویر زیر در گوگل ارث اندازه گیری شده است :

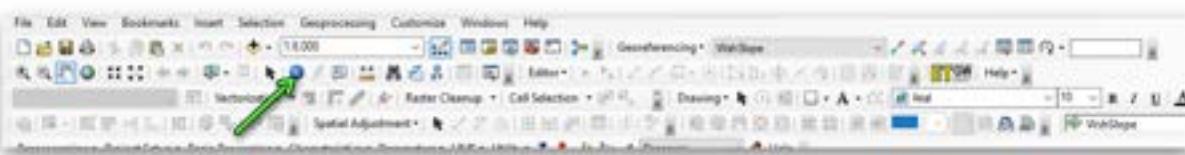


شکل (۸-۹۶) اندازه گیری دهنه روی گوگل ارث

پس با گرد کردن طول پهنا دهنے مشخص شده در تصویر ، مقدار b برای این کanal را ۱۸ متر در نظر میگیریم. در حوضه یک ما دو پل وجود دارد که طول دهنے پل دیگر در برنامه به طور تقریبی ۲ متر در گوگل ارث اندازه گیری شده است. پس در نهایت برای حوضه یک ما مقدار b را  $2+18=20$  متر در نظر میگیریم. به همین روای b را برای تمام حوضه های دیگر نیز بدست می آوریم و در ستون مربوطه در اکسل قرار میدهیم.

## (S) تعیین مقدار شیب طولی مسیل در محل کanal

به منظور انجام اینکار باید در برنامه Arcgis لایه شیب منطقه و همچنین لایه مربوط به پل ها را روشن کنیم . سپس باید روی پیکسلی از نقشه شیب منطقه که پل روی آن قرار دارد زوم کرده و سپس با استفاده از ابزار identify به صورت زیر :



روی پیکسل نقشه شیب منطقه کلیک کرده و مقدار شیب پیکسلی که پل روی آن قرار دارد را بدست آوریم . مثلا برای حوضه شماره ۴ روی پیکسلی که پل مربوط به آن حوضه روی آن پیکسل قرار دارد به صورت زیر:



شکل (۸-۹۷) اندازه گیری شیب زمین در محل پل

که همانطور که مشخص مقدار شیب طولی مسیل در پل مربوط به حوضه شماره چهار مقدار ۱۶ درصد به دست آمده است که مقدار آن را  $0.16^{\circ}$  در ستون مربوط به پارامتر S برای حوضه ۴ در اکسل وارد میکنیم. همچنین اگر چند عدد پل در یک حوضه وجود داشته باشند میتوان از شیب طول مسیل مربوط به آن ها میانگین گرفته و یا اگر مقدار مناسب و متعارفی برای یک پل که روی پیکسلی قرار داشت بدست نیامد ، برای افزایش دقت میتوان از آن پیکسل و پیکسل های همسایه آن در صورت نیاز میانگین گرفت و سپس عدد مربوط به شیب طولی مسیل برای هر حوضه را در مقابل آن قرار داد.

## ۸-۳۳- بدست آوردن ارتفاع آب در زمان پیک سیلاب (y)

حال که پارامترهای مورد نیاز برای رابطه مانینگ یعنی  $n$  و  $b$  بدست آمدند و  $S$  را که حداقل دبی پیک سیلاب بود از قبل بدست آورده بودیم ، در رابطه مانینگ تنها یک پارامتر مجھول باقی میماند که آن هم ارتفاع آب در زمان پیک سیلاب یا همان  $y$  است که حال میتوانیم با نوشتن معادله مانینگ به صورت زیر در برنامه اکسل :

$$Q = \left( \frac{1}{n} * (by) * \left( \frac{by}{b + 2y} \right)^{\frac{1}{2}} * S^{\frac{1}{2}} \right) .$$

و استفاده از ابزار solver در برنامه اکسل با کلیک روی گزینه زیر :



معادله مانینگ را حل کرده و مقدار مجھول یعنی پارامتر  $y$  یا همان هم ارتفاع آب در زمان پیک سیلاب را بدست آوریم که این محاسبات در جدول زیر انجام شده و برای هر حوضه مقدار  $y$  بدست آمده

است :

جدول (۸-۱۴) جدول محاسبه ارتفاع آب در زمان دبی پیک سیلاب و دهننه برای هر حوضه

ردیف	شماره حوضه	دبی پیک (Qp)	دبی پیک (b)	مجموع دهانه ها (s)	شیب طولی (n)	ارتفاع آب در (y)	دقت (باقیمانده)
۱		۷۱۷.۸۲۳۹۲۸۳	۲۰	۰.۰۶۵	۰.۰۳	۲.۶۰۳۶۹۸۵۸۹	-۸.۰۶۵۲۶E-۰۶
۲		۲۰.۱۲۹۹۰۷۰۱	۲.۲	۰.۴۹	۰.۰۳	۰.۶۹۳۳۹.۰۹۹۹	-۷.۸۹۲۸۲E-۰۶
۳		۳۲.۹۳۶۴۱۴۵۹	۲	۰.۴۱	۰.۰۳	۱.۱۶۵۹۶۶۸۲۷	۱.۰۵۴۰۴E-۰۵
۴		۲۰.۰۰۸۹۱۳۲۸	۱.۷	۰.۱۶	۰.۰۳	۱.۳۸۶۸۱۰۲۳۹	-۳.۲۶۹۵۹E-۰۶
۵		۲۶.۴۸۳۶۰۴۵۳	۲.۵	۰.۰۳	۰.۰۳	۰.۷۳۱۱۶۷۲۰۴	۱.۳۲۵۷۲E-۰۶
۶		۱۷.۳۵۰۴۸۱۳۳	۱.۸	۰.۰۹	۰.۰۳	۰.۷۰۰۷۲۰۹۹۱	۱.۰۴۲۲۲E-۰۵
۷		۲۷.۱۹۳۴۱۸۴۹	۳	۰.۲۶	۰.۰۳	۰.۷۲۸۷۷۴۴۱۷۶	-۲.۲۴۹۹۱E-۰۶
۸		۳۹.۹۳۷۷۳۳۸۴۷	۲.۵	۰.۱۹	۰.۰۳	۱.۴۳۷۸۲۷۷۲۹۱	۶.۹۴۴۸۴E-۰۶
۹		۳۲.۰۷۶۷۸۶۹۱	۴	۰.۳۴	۰.۰۳	۰.۶۵۸۸۲۷۰۲۴	-۲.۸۲۱۴۶E-۰۵
۱۰		۲۶۰.۶۷۵۲۶۷۷	۱۲.۵	۰.۰۷	۰.۰۳	۱.۸۶۰۰۰۲۹۲۱	-۹.۴۴۱۸۶E-۰۷
۱۱		۲۵.۶۰۸۸۷۷۱۲	۴	۰.۰۷	۰.۰۳	۰.۹۶۶۰۵۳۶۲۳	-۳.۰۹۹۷۸E-۰۶
۱۲		۱۱.۹۳۴۷۱۲۱۱	۱.۵	۰.۱۴	۰.۰۳	۱.۰۹۴۴۲۷۷۲۳۷	۱.۴۸۵۵۸E-۰۶
۱۳		۲۸.۲۴۶۷۹۷۸۱	۲.۲	۰.۳۴	۰.۰۳	۱.۰۱۲۲۷۹۶۶۳	۱.۸۱۸۰۲E-۰۶
۱۴		۱۴.۳۵۸۹۱۴۹۲	۱.۶	۰.۰۸	۰.۰۳	۱.۴۷۴۰۹۳۱۱۵	-۱.۷۶۳۶۳E-۰۶

۱۵	۲۵.۲۳۹۷۴۱۶۵	۲	۰.۳	۰.۰۳	۱.۰۷۲۴۰۶۳۲۳	۷.۷۷۷۰۵E-۰۶
۱۶	۶۵.۵۷۴۶۵۰۰۵۲	۳.۷	۰.۰۹	۰.۰۳	۱.۸۶۲۶۱۷۵۳۷	-۶.۵۹۶۶۱E-۰۵
۱۷	۲۷.۷۵۵۸۵۴	۳	۰.۳۶	۰.۰۳	۰.۷۳۹۱۲۲۷۳	-۱.۱۰۹۱۹E-۰۵
۱۸	۱۸.۶۳۶۸۱۷۹۲	۳	۰.۴۲	۰.۰۳	۰.۵۳۴۸۳۹۸۷۴	-۶.۰۳۳۶۴E-۰۶
۱۹	۴۱.۶۲۸۶۴۴۵۵	۳.۲	۰.۰۸	۰.۰۳	۱.۶۰۰۸۴۲۲۲۴	-۵.۰۳۲۱۶E-۰۵
۲۰	۶.۹۴۶۵۹۴۰۳	۱	۰.۳۹	۰.۰۳	۰.۷۴۵۷۶۶۹۷۴	-۲.۶۲۷۸۸E-۰۶
۲۱	۷.۴۹۳۴۹۷۱۸۲	۱	۰.۶۹	۰.۰۳	۰.۶۳۳۲۴۲۱۳۴	-۹.۸۵۱۰۲E-۰۷
۲۲	۶۴.۵۱۴۹۶۰۲۵	۳.۵	۰.۱۳	۰.۰۳	۱.۶۹۴۶۸۹۵۳۶	۳.۷۶۷۳۲E-۰۵
۲۳	۱۲۱.۲۴۷۰۹۸۲	۰.۸	۰.۱۵	۰.۰۳	۱.۵۹۰۵۶۹۶۱۵	-۳.۸۷۸۹۹E-۰۵

#### ۴-۳-۴- محاسبات مربوط به افزایش پل ها مربوط به هر حوضه و بدست آوردن ارتفاع بالادست و خط پروژه و پایین دست

حال که طول مجموع دهنده پل برای هر حوضه و نیز ارتفاع آب در زمان پیک سیلاب یعنی پارامترهای  $b$  و  $y$  را در اختیار داریم ، میتوانیم مساحت مقطعی را که هر حوضه نیاز دارد تا اینکه بتواند دبی پیک سیلاب را از منطقه خارج کند به دست آوریم که این مقطع که برای خروج دبی پیک از هر حوضه ضروری است از حاصل رابطه زیر بدست می آید :

$$A = b * y \quad \text{قطع مورد نیاز برای خروج سیلاب}$$

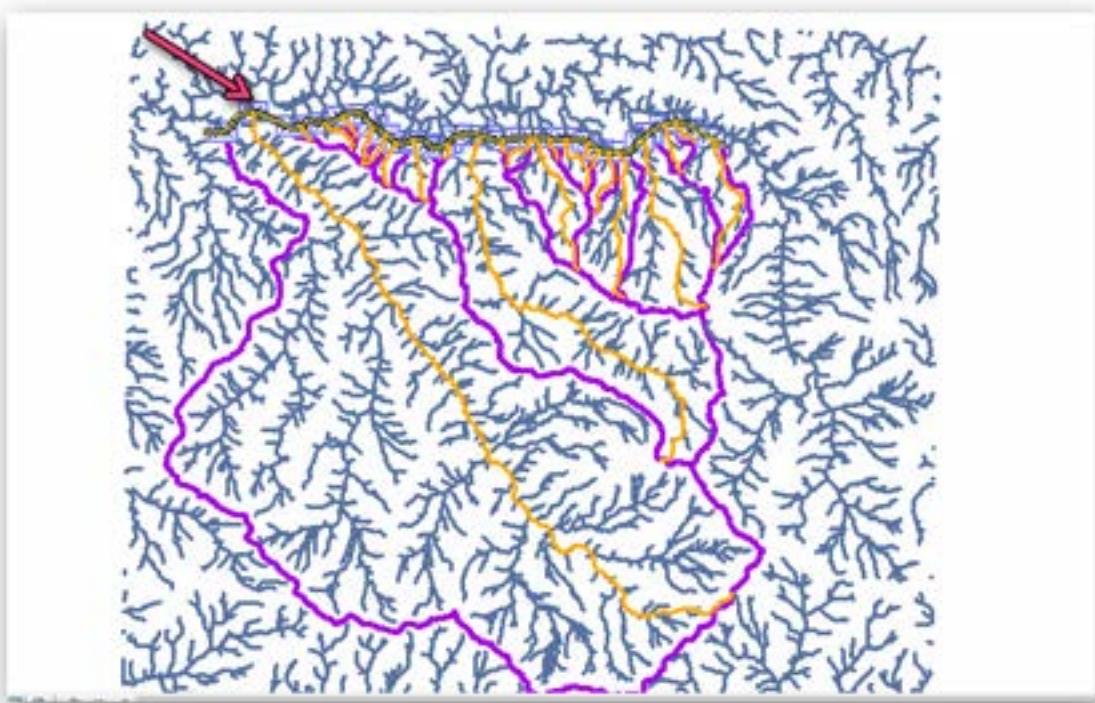
حال میتوانیم طبق فرمول بالا در جدول زیر مساحت مقطع لازم برای خروج سیلاب از هر حوضه را بدست آوریم که به صورت زیر خواهد بود :

جدول (۸-۱۵) محاسبه مقطع لازم برای تخلیه دبی پیک برای هر حوضه

شماره حواله	(مجموع دهانه ها تعیین شده برای هر حوضه به متر)	(ارتفاع آب در زمان پیک سیالاب	مساحت لازم برای تخلیه دبی پیک سیالاب به متر مربع
۱	۲۰	۲.۶۰۳۶۹.۸۵۸۹	۵۲.۰۷۳۹۷۱۷۸
۲	۲.۲	۰.۶۹۳۳۹.۰۹۹۹	۱.۵۲۵۴۶.۰۱۹۷
۳	۲	۱.۱۶۰۹۶۶۸۲۷	۲.۳۳۱۹۳۳۶۵۵
۴	۱.۷	۱.۳۸۶۸۱۰۲۲۹	۲.۳۵۷۵۷۷۴۰۶
۵	۲.۵	۰.۷۳۱۱۶۷۲۰۴	۱.۸۲۷۹۱۸۰۰۹
۶	۱.۸	۰.۷۰۰۷۲۰۹۹۱	۱.۲۶۱۲۹۷۷۸۴
۷	۳	۰.۷۲۸۷۴۴۱۷۶	۲.۱۸۶۲۳۲۵۲۸
۸	۲.۵	۱.۴۳۷۸۲۷۲۹۱	۳.۵۹۴۵۶۸۲۲۷
۹	۴	۰.۶۵۸۸۲۷۰۲۴	۲.۶۳۵۳۰.۸۰۹۴
۱۰	۱۲.۵	۱.۸۶۰۰۰۲۹۲۱	۲۳.۲۵۰۰۳۶۵۱
۱۱	۴	۰.۹۶۶۰.۵۳۶۲۲	۳.۸۶۴۲۱۴۵۳
۱۲	۱.۵	۱.۰۹۴۴۲۷۲۳۷	۱.۶۴۱۶۴۰.۸۵۶
۱۳	۲.۲	۱.۰۱۲۲۷۹۶۶۲	۲.۲۲۷۰۱۵۲۵۸
۱۴	۱.۶	۱.۴۷۴۵۹۳۱۱۵	۲.۳۵۹۳۴۸۹۸۴
۱۵	۲	۱.۰۷۲۲۴۰.۶۳۲۲	۲.۱۴۴۸۱۲۶۴۶
۱۶	۳.۷	۱.۸۶۲۶۱۷۵۲۷	۶.۸۹۱۶۸۴۸۸۶

۱۷	۳	۰.۷۳۹۱۲۲۷۳	۲.۲۱۷۳۶۸۱۸۹
۱۸	۳	۰.۵۳۴۸۳۹۸۷۴	۱.۶۰۴۵۱۹۶۲۳
۱۹	۳.۲	۱.۶۰۰۸۴۲۲۲۴	۰.۱۲۲۶۹۵۱۱۷
۲۰	۱	۰.۷۴۵۷۶۶۹۷۷۴	۰.۷۴۵۷۶۶۹۷۷۴
۲۱	۱	۰.۶۳۳۲۴۲۱۳۴	۰.۶۳۳۲۴۲۱۳۴
۲۲	۳.۵	۱.۶۹۴۶۸۹۵۳۶	۰.۹۳۱۴۱۳۳۷۷
۲۳	۰.۸	۱.۵۹۰۰۵۶۹۶۱۵	۹.۲۲۵۳۰۳۷۶۹

حال ما مساحت لازم برای تخلیه دبی پیک سیلاب برای هر حوضه و همچنین طول مجموع دهنده و ارتفاع آب برای هر حوضه را در اختیار داریم . ولی باید به این موضوع توجه شود که در بعضی از حوضه ها به عنوان مثال حوضه یک تعداد بیشتر از یک پل به عنوان خروجی سیلاب در حوضه قرار دارد و ما باید مساحت لازم برای تخلیه دبی پیک سیلابی را که برای هر حوضه بدست آورده ایم به گونه ای بین پل ها افزایش کنیم که مجموع مساحت مقطع پل های هر حوضه برابر با مساحت مساحت لازم برای تخلیه دبی پیک سیلاب باشد که در جدول بالا محاسبه کرده ایم . همچنین در زمان افزایش پل ها این نکته را نیز باید در نظر گرفت که اینکار حتما باید با رجوع به نرم افزار Arcgis و چک کردن مقدار حجم جریانی که از هر پل میگذرد صورت گیرد به عنوان مثال در حوضه شماره یک منطقه ما دو پل وجود دارد که از پل با شماره یک حجم جریان بسیار کمتری نسبت به پل شماره دو عبور میکند یعنی در واقع شاخه اصلی جریان در حوضه شماره یک از پل شماره ۲ خارج میشود پس در درنتیجه باید برای آن به نسبت پل شماره یک  $b$  و  $y$  بزرگتر یعنی مساحت مقطع بیشتری نسبت به پل یک که جریان عبوری کوچک تری دارد در نظر گرفت مثلا در تصویر زیر :



شکل (۸-۹۸) مقایسه جریان دو پل

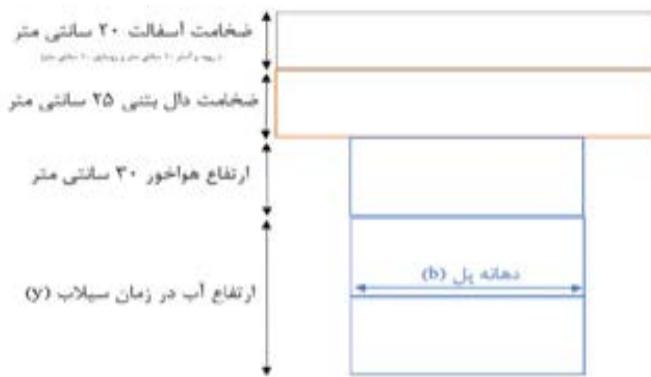
پل شماره ۲ با فلش مشخص شده است و همانطور که میتوان مشاهده کرد جریان دبی پیک عبوری از این پل نسبت به پل شماره یک بسیار بیش تر است پس ما باید مساحت مقطع بیشتری را به نسبت پل یک برای آن در نظر بگیریم. در نهایت این افزار پل یعنی افزار  $b$  (دهنه پل) و  $y$  (ارتفاع آب در زمان دبی پیک) را برای تمام پل ها همه حوضه ها انجام میدهیم و در نهایت نیز حتما باید اطمینان پیدا کنیم که مجموع مساحت مقطعی را که برای پل های افزار شده برای هر حوضه در نظر میگیریم ، با مساحت لازمی که این حوضه نیاز دارد که دبی پیک سیلان را از خود عبور دهد برابر باشد یعنی افزار پل ها به درستی انجام گرفته باشد .

حال که افزار پل ها انجام شده و در منطقه ما برای هر ۳۳ پلی که داشتیم یک  $b$  (دهنه پل) و  $y$  (ارتفاع آب در زمان دبی پیک) در نظر گرفته شد ، حال باید به سراغ مابقی محاسبات برویم. همانطور که میدانیم  $y$  ای که تا به اینجا کار ما به دست آورده ایم در واقع بیانگر ارتفاع آب در زمان دبی پیک

سیلاب است و ارتفاع پل ما نیست . در واقع برای اینکه به ارتفاع بالادست پل بررسیم لازم داریم که مقادیری را به علاوه  $y$  ای که بدست آورده ایم کنیم که این مقادیر به صورت زیر هستند :

ارتفاع هوایخور برای هر پل (متر)	ضخامت دال بتنی برای هر پل (متر)	ضخامت روپوشی برای هر پل (متر)
0.3	0.25	0.20

یعنی در واقع ارتفاع بالا دست هر پل از چهار اجزا تشکیل شده است که این چهار اجزا به صورت تصویر زیر است :



شکل (۸-۹۹) اجزا ارتفاعی پل

پس حال که ما  $y$  را بدست آورده و در اختیار داریم ، برای رسیدن به ارتفاع بالا دست پل کافی است تا مقدار  $75.0$  متر را به ستون  $y$  خود اضافه کنیم تا ارتفاع بالادست برای هر یک از پل های ما بدست آید. حال همانطور که بیان شد ما ارتفاع بالادست پل را بدست آورده ایم ولی ارتفاع بالادست پل همان ارتفاع خط پروژه نیست و با آن تفاوت دارد . برای رسیدن از ارتفاع بالادست به ارتفاع خط پروژه (ارتفاع پل در آکس مسیر) باید از فرمول زیر استفاده کنیم :

$$\text{شیب سطح زمین} * (\text{عرض شانه} + \text{تعداد خط سواره رو} * \text{عرض سواره رو}) + \text{شیب عرضی سطح راه} * (\text{عرض شانه} + \text{تعداد خط سواره رو} * \text{عرض سواره رو}) + \text{ارتفاع بالادست} = \text{ارتفاع خط پروژه}$$

که در پروژه ما فرمول بالا با جایگذاری عدد های مربوط به مسیر طراحی شده به صورت زیر نوشته میشود :

$$\text{شیب سطح زمین در محل پل} * (1.85 + 2 * 0.2 + 3.65 * 2 + 1.85) + \text{ارتفاع بالادست} = \text{ارتفاع خط پروژه}$$

که در فرمول بالا شبیب سطح زمین در محل پل با استفاده از روشی که قبلاً کامل بیان شد بدست می‌آید یعنی در نرم افزار arcgis ابتدا نقشه شبیب منطقه را روشن کرده و سپس با استفاده از ابزار identify بر روی پیکسلی که هر پل روی آن قرار دارد کلیک کرده و مقدار شبیب زمین را در محل پل بدست می‌آوریم که البته خروجی حاصل از نرم افزار به صورت درصد که ما باید آن را تقسیم بر صد کرده و در اکسل قرار دهیم مثلاً اگر نرم افزار شبیب ۱۶ درصد را نمایش داد ما باید در اکسل در ستون شبیب سطح زمین در محل پل مقدار ۰.۰۱۶ را وارد کنیم . در نهایت با استفاده از فرمول بالا و اطلاعاتی که بیان شد ، ارتفاع پل در آکس مسیر (ارتفاع خط پروژه) بدست می‌آید. حال در مرحله آخر باید برای هر پل ارتفاع پایین دست را نیز بدست آوریم که با استفاده از فرمول زیر اینکار انجام می‌گیرد :

$$\text{شبیب زمین} = (\text{عرض شانه} + \text{تعداد خط سواره رو} * \text{عرض سواره رو}) + \text{شبیب عرضی سطح راه} = (\text{عرض شانه} + \text{تعداد خط سواره رو} * \text{عرض سواره رو}) - \text{ارتفاع خط پروژه}$$

ارتفاع خط پروژه = ارتفاع پایین دست

که در پروژه ما فرمول بالا با جایگذاری عدد های مربوط به مسیر طراحی شده به صورت زیر نوشته می‌شود :

$$\text{شبیب سطح زمین در محل پل} = (3.65 * 2 + 1.85 * 0.2 + 1.85) - \text{ارتفاع خط پروژه} = \text{ارتفاع خط پایین دست}$$

## ۳۵-۸- پل های بدست آمده برای تمام حوضه ها به همراه اطلاعات آن ها

حال که در مرحله قبل با استفاده از رابطه های بیان شده توانستیم ارتفاع بالادست و ارتفاع پل در آکس مسیر و ارتفاع پایین دست را برای هر پل به متر به دست آوریم ، در نهایت جداول مربوط به پل های ما به صورت زیر خواهد بود که البته به دلیل جا شدن جدول در صفحه اعداد مربوط به آن فقط تا سه رقم اعشار گردد اند :

جدول (۸-۱۶) جدول پل های طراحی شده برای تمام حوضه ها

پل های طراحی شده برای هر حوضه								
		حوضه شماره ۱						
	b( مجموع دهانه ها تعیین شده برای هر حوضه )	y( ارتفاع آب در زمان پیک سیلان )	مساحت لازم برای تخلیه دیم پیک سیلان					
۲۰		۲.۶۰۳۶۹۸۵۸۹	۵۲.۰۷۳۹۷۱۷۸					
تعداد پل در حوضه	شماره پل	b( دهانه پل ( به متر )	ارتفاع آب ( در زمان پیک سیلان )	مساحت مقطع پل	ارتفاع نهایی بالادست برای هر پل	شیب طولی مسیل در محل کanal	ارتفاع پل در آکس مسیر (ارتفاع خط پروژه)	ارتفاع پایین دست برای هر پل
۲	۱	۲.۳	۲.۲۶۴	۵.۲۰۷	۳.۰۱۴	۰.۲۹	۵.۸۵۱	۸.۳۲۱
۲	۲	۱۷.۷	۲.۶۴۸	۴۶.۸۶۷	۳.۳۹۸	۰.۰۶۵	۴.۱۷۶	۴.۵۸۷
		حوضه شماره ۲						
	b( مجموع دهانه ها تعیین شده برای هر حوضه )	y( ارتفاع آب در زمان پیک سیلان )	مساحت لازم برای تخلیه دیم پیک سیلان					
۲.۲		۰.۶۹۳۳۹.۰۹۹	۱.۰۲۵۴۶۰۱۹۷					

تعداد پل در حوضه	شماره پل	b(دهانه پل (به متر)	y(ارتفاع آب در زمان پیک سیلان)	مساحت مقطع پل	ارتفاع نهایی بالادست برای هر پل	شیب طولی مسیل در محل کانال	ارتفاع پل در آكس مسیر (ارتفاع خط پروژه)	ارتفاع پایین دست برای هر پل
۲	۳	۰.۶	۰.۵۰۸	۰.۳۰۵	۱.۲۵۸	۰.۴۹	۵.۹۲۵	۱۰.۲۲۵
۲	۴	۱.۶	۰.۷۶۳	۱.۲۲۰	۱.۵۱۳	۰.۴۹	۶.۱۷۹	۱۰.۴۸۰
		حوضه شماره ۳						
		b(مجموع دهانه ها تعیین شده برای هر حوضه)	y(ارتفاع آب در زمان پیک سیلان)	مساحت لازم برای تخلیه دبی پیک سیلان				
	۲		۱.۱۶۵۹۶۶۸۲۷	۲.۳۳۱۹۳۳۶۵۵				
تعداد پل در حوضه	شماره پل	b(دهانه پل (به متر)	y(ارتفاع آب در زمان پیک سیلان)	مساحت مقطع پل	ارتفاع نهایی بالادست برای هر پل	شیب طولی مسیل در محل کانال	ارتفاع پل در آكس مسیر (ارتفاع خط پروژه)	ارتفاع پایین دست برای هر پل
۱	۵	۲	۱.۱۶۶	۲.۳۳۲	۱.۹۱۶	۰.۴۱	۵.۸۵۰	۹.۴۱۹
		حوضه شماره ۴						
		b(مجموع دهانه ها تعیین شده برای هر حوضه)	y(ارتفاع آب در زمان پیک سیلان)	مساحت لازم برای تخلیه دبی پیک سیلان				

	۱.۷	۱.۳۸۶۸۱۰۲۳۹	۲.۳۵۷۵۷۷۴۰۶						
تعداد پل در حوضه	شماره پل	b) دهانه پل ( به متر	y( ارتفاع آب در زمان پیک سیلان)	مساحت مقطع پل	ارتفاع نهایی بالادست برای هر پل	شیب طولی مسیل در محل کanal	ارتفاع پل در آكس مسیر (ارتفاع خط پروژه)	ارتفاع پایین دست برای هر پل	ارتفاع پایین دست برای هر پل
۱	۶	۱.۷	۱.۳۸۷	۲.۳۵۸	۲.۱۳۷	۰.۱۶	۳.۷۸۴	۵.۰۶۵	
		حوضه شماره ۵							
	مجموع b) مجتمع دهانه ها تعیین شده برای هر حوضه	ارتفاع آب در زمان پیک سیلان	مساحت لازم برای تخلیه دبی پیک سیلان						
	۲.۵	۰.۷۳۱۱۶۷۲۰۴	۱.۸۲۷۹۱۸۰۰۹						
تعداد پل در حوضه	شماره پل	b) دهانه پل ( به متر	y( ارتفاع آب در زمان پیک سیلان)	مساحت مقطع پل	ارتفاع نهایی بالادست برای هر پل	شیب طولی مسیل در محل کanal	ارتفاع پل در آكس مسیر (ارتفاع خط پروژه)	ارتفاع پایین دست برای هر پل	ارتفاع پایین دست برای هر پل
۲	۷	۰.۵	۰.۷۳۱	۰.۳۶۶	۱.۴۸۱	۰.۴۸	۶.۰۵۶	۱۰.۲۶۵	
۲	۸	۲	۰.۷۳۱	۱.۴۶۲	۱.۴۸۱	۰.۵۳	۶.۵۱۴	۱۱.۱۸۰	
		حوضه شماره ۶							
	مجموع b) مجتمع دهانه ها تعیین	ارتفاع آب در زمان پیک سیلان	مساحت لازم برای تخلیه دبی پیک سیلان						

	شده برای هر ( حوضه )							
	۱.۸	۰.۷۰۰۷۲۰۹۹۱	۱.۲۶۱۲۹۷۷۸۴					
تعداد پل در حوضه	شماره پل	b دهانه پل ( به متر )	y ارتفاع آب ( در زمان پیک سیلان )	مساحت قطعه پل	ارتفاع نهایی بالادست برای هر پل	شبب طولی مسیل در محل کانال	ارتفاع پل در آكس مسیر (ارتفاع خط پروژه)	ارتفاع پایین دست برای هر پل
۱	۹	۱.۸	۰.۷۰۱	۱.۲۶۱	۱.۴۵۱	۰.۰۹	۷.۰۳۲	۱۲.۲۴۸
		حوضه شماره ۷						
مجموع ( b ) دهانه ها تعیین شده برای هر ( حوضه )		y ارتفاع آب ( در زمان پیک سیلان )	مساحت لازم برای تخلیه دبی پیک سیلان					
	۳	۰.۷۲۸۷۴۴۱۷۶	۲.۱۸۶۲۳۲۵۲۸					
تعداد پل در حوضه	شماره پل	b دهانه پل ( به متر )	y ارتفاع آب ( در زمان پیک سیلان )	مساحت قطعه پل	ارتفاع نهایی بالادست برای هر پل	شبب طولی مسیل در محل کانال	ارتفاع پل در آكس مسیر (ارتفاع خط پروژه)	ارتفاع پایین دست برای هر پل
۲	۱۰	۱.۲	۰.۷۲۹	۰.۸۷۴	۱.۴۷۹	۰.۴	۵.۳۲۲	۸.۷۹۹
۲	۱۱	۱.۸	۰.۷۲۹	۱.۳۱۲	۱.۴۷۹	۰.۳۶	۴.۹۵۶	۸.۰۶۷
		حوضه شماره ۸						

	<b>b</b> (مجموع) دهانه ها تعیین شده برای هر ( حوضه )	y(ارتفاع آب) در زمان پیک (سیلان)	مساحت لازم برای تخلیه دibi پیک سیلان						
	۲.۵	۱.۴۳۷۸۲۷۷۲۹۱	۳.۵۹۴۵۶۸۲۲۷						
تعداد پل در حوضه	شماره پل	<b>b</b> (دهانه پل ) ( به متر )	y(ارتفاع آب) در زمان پیک (سیلان)	مساحت قطع پل	ارتفاع نهایی بالادست برای هر پل	شیب طولی مسیل در محل کanal	ارتفاع پل در آكس مسیر (ارتفاع خط پروژه )	ارتفاع پایین دست برای هر پل	
۱	۱۲	۲.۵	۱.۴۳۸	۳.۵۹۵	۲.۱۸۸	۰.۱۹	۴.۱۰۹	۵.۶۶۵	
		حوضه شماره ۹							
	<b>b</b> (مجموع) دهانه ها تعیین شده برای هر ( حوضه )	y(ارتفاع آب) در زمان پیک (سیلان)	مساحت لازم برای تخلیه دibi پیک سیلان						
	۴	۰.۶۵۸۸۲۷۰۲۴	۲.۶۳۵۳۰۸۰۹۴						
تعداد پل در حوضه	شماره پل	<b>b</b> (دهانه پل ) ( به متر )	y(ارتفاع آب) در زمان پیک (سیلان)	مساحت قطع پل	ارتفاع نهایی بالادست برای هر پل	شیب طولی مسیل در محل کanal	ارتفاع پل در آكس مسیر (ارتفاع خط پروژه )	ارتفاع پایین دست برای هر پل	
۴	۱۳	۰.۸	۰.۶۵۹	۰.۵۲۷	۱.۴۰۹	۰.۶۳	۷.۳۵۶	۱۲.۹۳۸	
۴	۱۴	۰.۸	۰.۶۵۹	۰.۵۲۷	۱.۴۰۹	۰.۶۷	۷.۷۷۲	۱۳.۶۷۰	
۴	۱۵	۱.۶	۰.۶۵۹	۱.۰۵۴	۱.۴۰۹	۰.۳۴	۴.۷۰۳	۷.۶۳۱	

۴	۱۶	۰.۸	۰.۶۵۹	۰.۵۲۷	۱.۴۰۹	۰.۰۴	۶.۵۳۳	۱۱.۲۹۱
		حوضه شماره ۱۰						
	b) مجموع ( دهانه ها تعیین شده برای هر حوضه )	y( ارتفاع آب در زمان پیک سیلاب )	مساحت لازم برای تخلیه دبی پیک سیلاب					
	۱۲.۵	۱۸۶۰۰۰۲۹۲۱	۲۳.۲۵۰۰۳۶۵۱					
تعداد پل در حوضه	شماره پل	b) دهانه پل ( به متر )	y( ارتفاع آب در زمان پیک سیلاب )	مساحت مقطع پل	ارتفاع نهایی بالادست برای هر پل	شبب طولی مسیل در محل کانال	ارتفاع پل در آكس مسیر (ارتفاع خط پروژه)	ارتفاع پایین دست برای هر پل
۱	۱۷	۱۲.۵	۱۸۶۰	۲۳.۲۵۰	۲.۶۱۰	۰.۰۷	۳.۴۳۴	۳.۸۹۱
		حوضه شماره ۱۱						
	b) مجموع ( دهانه ها تعیین شده برای هر حوضه )	y( ارتفاع آب در زمان پیک سیلاب )	مساحت لازم برای تخلیه دبی پیک سیلاب					
	۴	۰.۹۶۶۰۵۳۶۳۳	۳۸۶۴۲۱۴۵۳					
تعداد پل در حوضه	شماره پل	b) دهانه پل ( به متر )	y( ارتفاع آب در زمان پیک سیلاب )	مساحت مقطع پل	ارتفاع نهایی بالادست برای هر پل	شبب طولی مسیل در محل کانال	ارتفاع پل در آكس مسیر (ارتفاع خط پروژه)	ارتفاع پایین دست برای هر پل

۲	۱۸	۰.۸	۰.۹۶۶	۰.۷۷۳	۱.۷۱۶	۰.۴۶	۶.۱۰۸	۱۰.۱۳۴
۲	۱۹	۳.۲	۰.۹۶۶	۳.۰۹۱	۱.۷۱۶	۰.۰۷	۲.۵۴۰	۲.۹۹۷
		حوضه شماره ۱۲						
	b) مجموع دهانه ها تعیین شده برای هر حوضه	y(ارتفاع آب در زمان پیک سیلاب)	(ارتفاع آب در زمان پیک سیلاب) مساحت لازم برای تخلیه دبی پیک سیلاب					
	۱.۵	۱.۰۹۴۴۲۷۷۲۳۷	۱.۶۴۱۶۴۰۸۵۶					
تعداد پل در حوضه	شماره پل	b) دهانه پل (به متر)	y(ارتفاع آب در زمان پیک سیلاب)	مساحت مقطع پل	ارتفاع نهایی بالادست برای هر پل	شیب طولی مسیل در محل کanal	ارتفاع پل در آكس مسیر (ارتفاع خط پروژه)	ارتفاع پایین دست برای هر پل
۱	۲۰	۱.۵	۱.۰۹۴	۱.۶۴۲	۱.۸۴۴	۰.۱۴	۳.۳۰۸	۴.۴۰۶
		حوضه شماره ۱۳						
	b) مجموع دهانه ها تعیین شده برای هر حوضه	y(ارتفاع آب در زمان پیک سیلاب)	(ارتفاع آب در زمان پیک سیلاب) مساحت لازم برای تخلیه دبی پیک سیلاب					
	۲.۲	۱.۰۱۲۲۷۹۶۶۳	۲.۲۲۷۰۱۵۲۵۸					
تعداد پل در حوضه	شماره پل	b) دهانه پل (به متر)	y(ارتفاع آب در زمان پیک سیلاب)	مساحت مقطع پل	ارتفاع نهایی بالادست	شیب طولی مسیل در	ارتفاع پل در آكس مسیر (ارتفاع خط پروژه)	ارتفاع پایین دست برای هر پل

					برای هر پل	محل کانال		
۱	۲۱	۲.۲	۱.۰۱۲	۲.۲۲۷	۱.۷۶۲	۰.۳۴	۵.۰۵۶	۷.۹۸۴
		حوضه شماره ۱۴						
	b( مجموع ) دهانه ها تعیین شده برای هر حوضه )	y( ارتفاع آب ) در زمان پیک ( سیلان )	مساحت لازم برای تخلیه دبی پیک سیلان					
	۱.۶	۱.۴۷۴۵۹۳۱۱۵	۲.۳۵۹۳۴۸۹۸۴					
تعداد پل در حوضه	شماره پل	b( دهانه پل ) ( به متر )	y( ارتفاع آب ) در زمان پیک ( سیلان )	مساحت قطع پل	ارتفاع نهایی بالادست برای هر پل	شیب طولی مسیل در محل کانال	ارتفاع پل در آكس مسیر (ارتفاع خط پروژه)	ارتفاع پایین دست برای هر پل
۱	۲۲	۱.۶	۱.۴۷۵	۲.۳۵۹	۲.۲۲۵	۰.۰۸	۳.۱۴۰	۳.۶۸۹
		حوضه شماره ۱۵						
	b( مجموع ) دهانه ها تعیین شده برای هر حوضه )	y( ارتفاع آب ) در زمان پیک ( سیلان )	مساحت لازم برای تخلیه دبی پیک سیلان					
	۲	۱.۰۷۲۴۰۶۳۲۳	۲.۱۴۴۸۱۲۶۴۶					
تعداد پل در حوضه	شماره پل	b( دهانه پل ) ( به متر )	y( ارتفاع آب ) در زمان پیک ( سیلان )	مساحت قطع پل	ارتفاع نهایی بالادست برای هر پل	شیب طولی مسیل در	ارتفاع پل در آكس مسیر	ارتفاع پایین دست برای هر پل

						برای هر پل	محل کanal	(ارتفاع خط پروژه)	
۱	۲۳	۲	۱.۰۷۲	۲.۱۴۵	۱.۸۲۲	۰.۳	۴.۷۵۰	۷.۳۱۲	
		حوضه شماره ۱۶							
	b) مجموع دهانه ها تعیین شده برای هر حوضه	y) ارتفاع آب در زمان پیک سیلان	مساحت لازم برای تخلیه دیپ پیک سیلان						
	۳.۷	۱.۸۶۲۶۱۷۵۳۷	۶.۸۹۱۶۸۴۸۸۶						
تعداد پل در حوضه	شماره پل	b) دهانه پل (به متر)	y) ارتفاع آب در زمان پیک سیلان	مساحت مقطع پل	ارتفاع نهایی بالادست برای هر پل	شیب طولی مسیل در	ارتفاع پل در آکس مسیر (ارتفاع خط پروژه)	ارتفاع پایین دست برای هر پل	
۱	۲۴	۳.۷	۱.۸۶۳	۶.۸۹۲	۲.۶۱۳	۰.۰۹	۳.۶۱۹	۴.۲۶۰	
	حوضه شماره ۱۷								
	b) مجموع دهانه ها تعیین شده برای هر حوضه	y) ارتفاع آب در زمان پیک سیلان	مساحت لازم برای تخلیه دیپ پیک سیلان						
	۳	۰.۷۳۹۱۲۲۷۳	۲.۲۱۷۳۶۸۱۸۹						
تعداد پل در حوضه	شماره پل	b) دهانه پل (به متر)	y) ارتفاع آب در زمان پیک سیلان	مساحت مقطع پل	ارتفاع نهایی بالادست مسیل در	شیب طولی مسیل در	ارتفاع پل در آکس مسیر	ارتفاع پایین دست برای هر پل	

					برای هر پل	محل کانال	(ارتفاع خط پروژه)	
۲	۲۵	۰.۸	۰.۵۵۴	۰.۴۴۳	۱.۳۰۴	۰.۵۱	۶.۱۵۴	۱۰.۶۳۷
۲	۲۶	۲.۲	۰.۸۰۶	۱.۷۷۴	۱.۵۵۶	۰.۳۶	۵.۰۳۳	۸.۱۴۴
		حوضه شماره ۱۸						
	b( مجموع ) دهانه ها تعیین شده برای هر ( حوضه )	y( ارتفاع آب ) در زمان پیک ( سیلان )	مساحت لازم برای تخلیه دبی پیک سیلان					
	۳	۰.۵۳۴۸۳۹۸۷۴	۱.۶۰۴۵۱۹۶۲۳					
تعداد پل در حوضه	شماره پل	b( دهانه پل ) ( به متر )	y( ارتفاع آب ) در زمان پیک ( سیلان )	مساحت مقطع پل	ارتفاع نهایی بالادست برای هر پل	شبب طولی مسیل در محل کانال	ارتفاع پل در آكس مسیر (ارتفاع خط پروژه)	ارتفاع پایین دست برای هر پل
۲	۲۷	۱	۰.۶۴۲	۰.۶۴۲	۱.۳۹۲	۰.۶۲	۷.۲۴۸	۱۲.۷۳۸
۲	۲۸	۲	۰.۴۸۱	۰.۹۶۳	۱.۲۳۱	۰.۴۲	۵.۰۵۷	۸.۹۱۷
		حوضه شماره ۱۹						
	b( مجموع ) دهانه ها تعیین شده برای هر ( حوضه )	y( ارتفاع آب ) در زمان پیک ( سیلان )	مساحت لازم برای تخلیه دبی پیک سیلان					
	۳.۲	۱.۶۰۰۸۴۲۲۲۴	۰.۱۲۲۶۹۵۱۱۷					

ارتفاع پل در حوضه تعداد پل در حوضه شماره پل	b) دهانه پل ( به متر ارتفاع آب ) y در زمان پیک (سیلان)	مساحت قطعه نهایی بالادست برای هر پل	ارتفاع شیب طولی مسیل در محل کanal	ارتفاع پل در آکس مسیر (ارتفاع خط پروژه)
۱ ۲۹ ۳.۲ ۱.۶۰۱ ۵.۱۲۳ ۲.۳۵۱ ۰.۰۸ ۳.۲۶۶ ۳.۸۱۵	حوضه شماره ۲۰			
b) مجموع دهانه ها تعیین شده برای هر حوضه	ارتفاع آب ) y در زمان پیک (سیلان)	مساحت لازم برای تخلیه دبی پیک سیلان		
۱ ۰.۷۴۵۷۶۶۹۷۴ ۰.۷۴۵۷۶۶۹۷۴				
ارتفاع پل در حوضه تعداد پل در حوضه شماره پل	b) دهانه پل ( به متر ارتفاع آب ) y در زمان پیک (سیلان)	مساحت قطعه نهایی بالادست برای هر پل	ارتفاع شیب طولی مسیل در محل کanal	ارتفاع پل در آکس مسیر (ارتفاع خط پروژه)
۱ ۳۰ ۱ ۰.۷۴۶ ۰.۷۴۶ ۱.۴۹۶ ۰.۳۹ ۵.۲۴۷ ۸.۶۳۳	حوضه شماره ۲۱			
b) مجموع دهانه ها تعیین شده برای هر حوضه	ارتفاع آب ) y در زمان پیک (سیلان)	مساحت لازم برای تخلیه دبی پیک سیلان		
۱ ۰.۶۳۳۲۲۴۲۱۳۴ ۰.۶۳۳۲۲۴۲۱۳۴				

تعداد پل در حوضه	شماره پل	b (به متر)	دهانه پل (y) در زمان پیک (سیلاب)	ارتفاع آب (y) در زمان پیک (سیلاب)	مساحت قطعه پل	ارتفاع نهایی بالادست برای هر پل	شبب طولی مسیل در محل کانال	ارتفاع پل در آكس مسیر (ارتفاع خط پروژه)	ارتفاع پایین دست برای هر پل
۱	۳۱	۱	۰.۶۳۳	۰.۶۳۳	۱.۳۸۳	۰.۶۹	۷.۸۸۰	۱۴.۰۱۰	
		حوضه شماره ۲۲							
	b مجموع (y) دهانه ها تعیین شده برای هر (حوضه)	ارتفاع آب (y) در زمان پیک (سیلاب)	مساحت لازم برای تخلیه دبی پیک سیلاب						
	۳.۵	۱.۶۹۴۶۸۹۵۳۶	۵.۹۳۱۴۱۳۳۷۷						
تعداد پل در حوضه	شماره پل	b (به متر)	دهانه پل (y) در زمان پیک (سیلاب)	ارتفاع آب (y) در زمان پیک (سیلاب)	مساحت قطعه پل	ارتفاع نهایی بالادست برای هر پل	شبب طولی مسیل در محل کانال	ارتفاع پل در آكس مسیر (ارتفاع خط پروژه)	ارتفاع پایین دست برای هر پل
۱	۳۲	۲.۵	۱.۶۹۵	۰.۹۳۱	۲.۴۴۵	۰.۱۳	۳.۸۱۷	۴.۸۲۴	
		حوضه شماره ۲۳							
	b مجموع (y) دهانه ها تعیین شده برای هر (حوضه)	ارتفاع آب (y) در زمان پیک (سیلاب)	مساحت لازم برای تخلیه دبی پیک سیلاب						
	۵.۸	۱.۰۹۰۵۶۹۶۱۵	۹.۲۲۵۳۰۳۷۶۹						

ارتفاع پل در حوضه	شماره پل	دهانه پل (b) (به متر)	ارتفاع آب (y) در زمان پیک (سیلان)	ساحت مقطع پل	ارتفاع نهایی بالادست برای هر پل	شیب طولی مسیل در محل کanal	ارتفاع پل در آکس مسیر (ارتفاع خط پروژه)	ارتفاع پایین دست برای هر پل
۱	۳۳	۵۸	۱.۰۹۱	۹.۲۲۵	۲.۳۴۱	۰.۱۵	۳۸۹۶	۵.۰۸۶

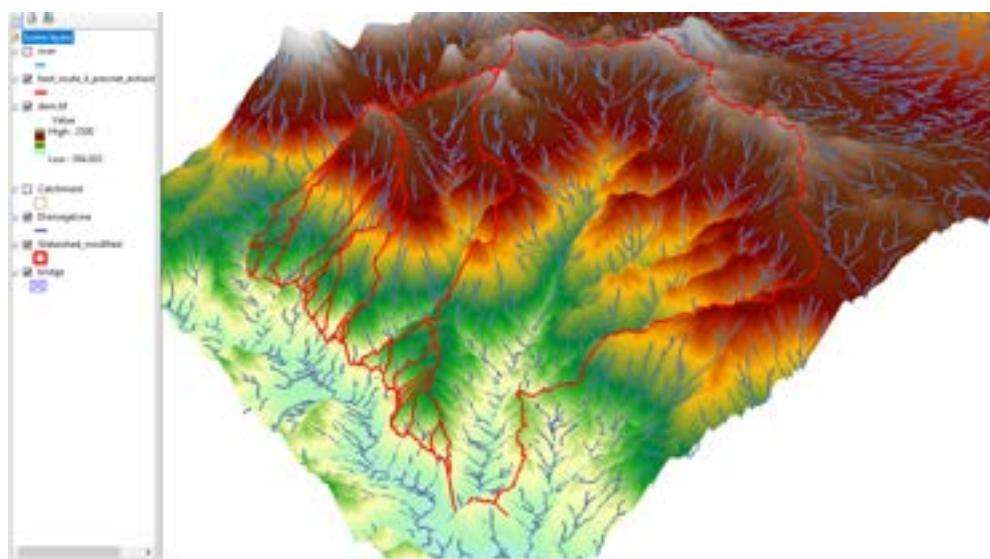
همچنین تصویر جدول بالا در برنامه اکسل زیر به صورت زیر است :

گزارش جامع پروژه راهسازی

مطالعات هیدرولوژی

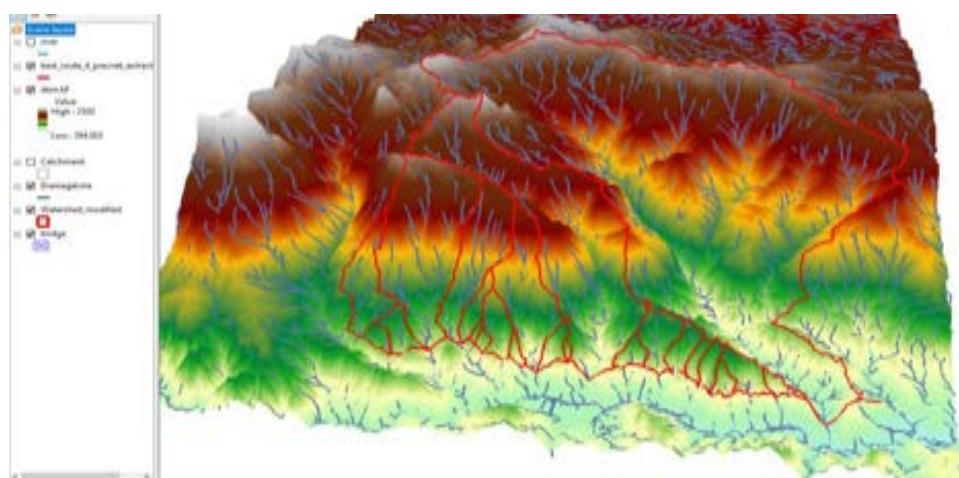
## ۸-۳۶- حوضه ها و پل ها بدست آمده از منطقه در ArcScene

به عنوان بخش نهایی گزارش هیدرولوژی قصد داریم که لایه هایی مانند حوضه ها آبریز نهایی و پل ها را به برنامه آrk سین کپی کرده و با دادن اغراق ارتفاعی و افست به این لایه ها آن ها را برای درک بهتر حوضه ها به صورت سه بعدی مشاهده کنیم. اولین تصویر متعلق به حوضه ها نهایی است که روی dem منطقه در برنامه آrk سین به صورت سه بعدی با مرز قرمز مشخص شده است:



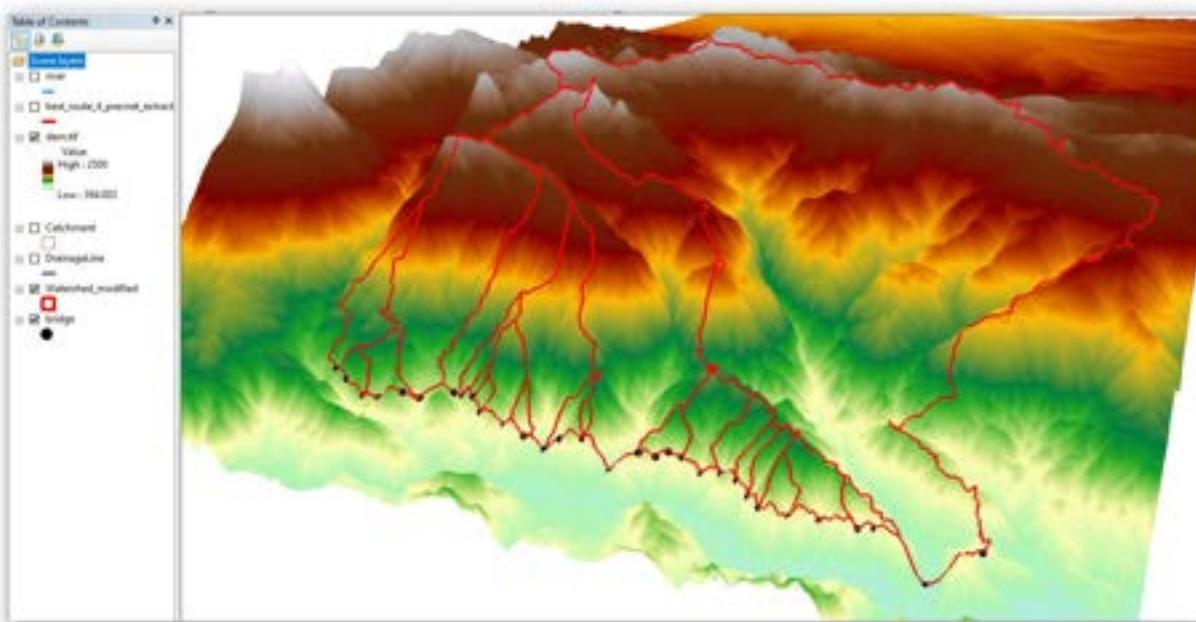
شکل (۸-۱۰۰) نمایش حوضه ها به صورت سه بعدی در آrk سین

حال از یک زاویه دیگر نیز حوضه ها نمایش داده شده اند:

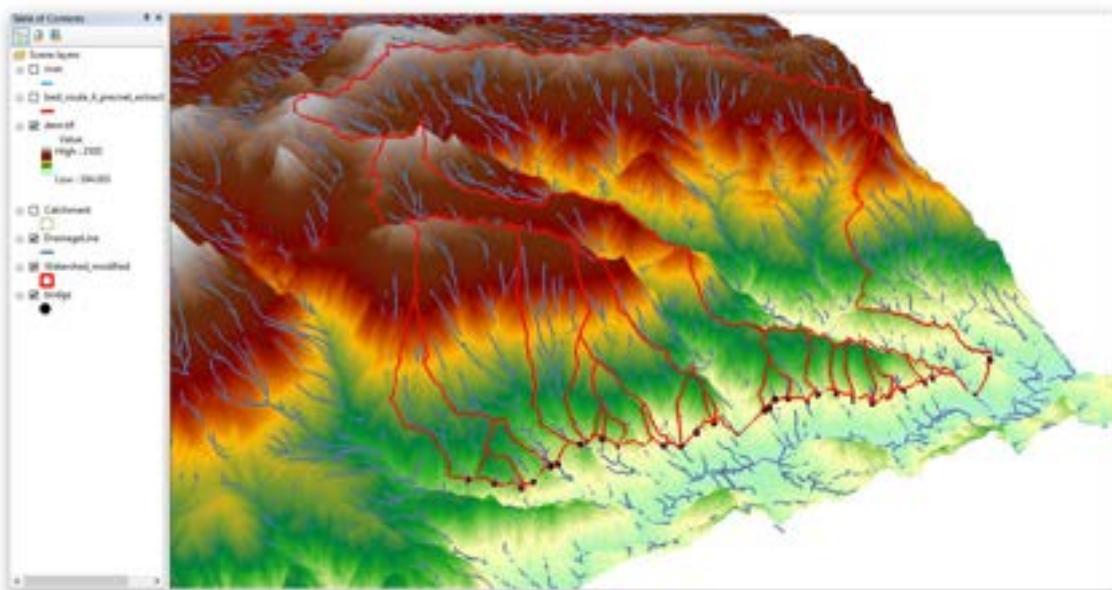


شکل (۸-۱۰۱) نمایش حوضه ها به صورت سه بعدی در آrk سین

حال لایه مربوط به پل ها را نیز روشن کرده اند و افست برای آن مشخص کرده و در نقشه سه بعدی مشخص پل ها به صورت زیر مشخص می شوند:



شکل (۸-۱۰۲) نمایش پل ها و حوضه به صورت سه بعدی در آرک سین  
حال از یک زاویه دیگر نیز پل ها نمایش داده شده اند :



شکل (۸-۱۰۳) نمایش پل ها و حوضه ها به صورت سه بعدی در آرک سین

## ۸-۳۷- حوضه ها و پل ها بدست آمده از منطقه در گوگل ارث

در این قسمت از پژوهه نیز با استفاده از دستور map to kml نقشه مربوط به حوضه ها و پل ها ما به یک فایل kml تبدیل شده و حال میتوان آن را در گوگل ارث به صورت زیر مشاهده کرد :



شکل (۸-۱۰۴) نقشه هیدرولوژی منطقه در گوگل ارث

همچنین حوضه ها آبریز ما در گوگل ارت به صورت زیر خواهند بود :



شکل (۸-۱۰۵) حوضه ها آبریز در گوگل ارت

که میتوان آن ها را به صورت سه بعدی نیز با روشن کردن terrain منطقه مشاهده کرد :



شکل (۸-۱۰۶) حوضه ها آبریز در گوگل ارت به صورت سه بعدی

حال لایه مربوط به پل ها روشن میکنیم که به صورت زیر خواهد بود :

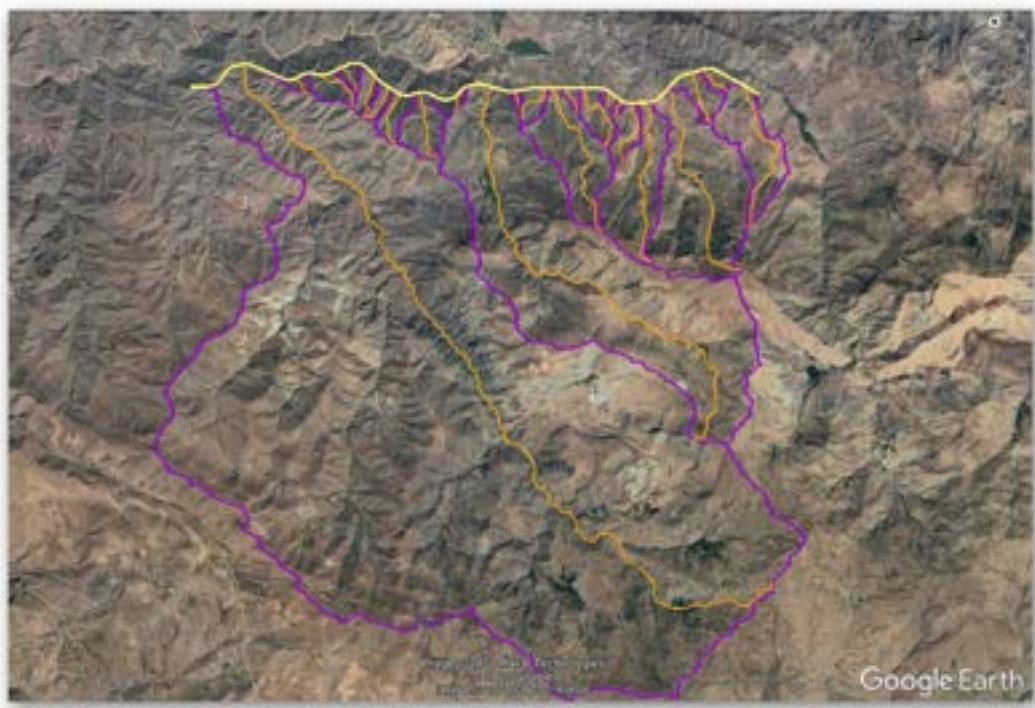


شکل (۸-۱۰۷) پل ها و حوضه ها آبریز در گوگل ارث  
که میتوان آن ها را به صورت سه بعدی نیز با روشن کردن terrain منطقه مشاهده کرد :



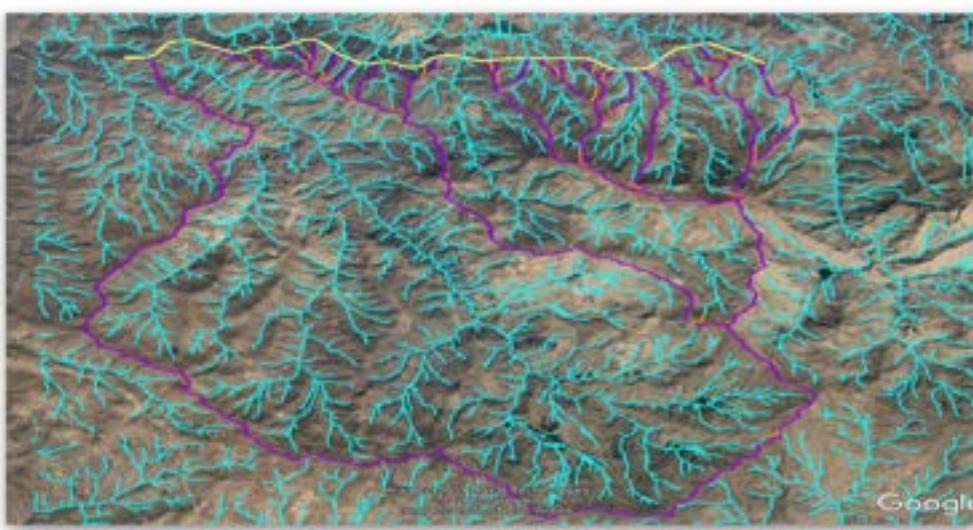
شکل (۸-۱۰۸) پل ها و حوضه ها آبریز در گوگل ارث به صورت سه بعدی

همچنین سایر پارامترهای حوضه را نیز میتوان در گوگل ارت مشاهده کرد. مثلا در تصویر زیر طولانی ترین جریان مربوط به هر حوضه مشخص شده است:



شکل (۸-۱۰۹) طولانی ترین جریان هر حوضه در گوگل ارت

همچنین در تصویر زیر شاخه های اصلی جریان در هر حوضه دیده میشوند:

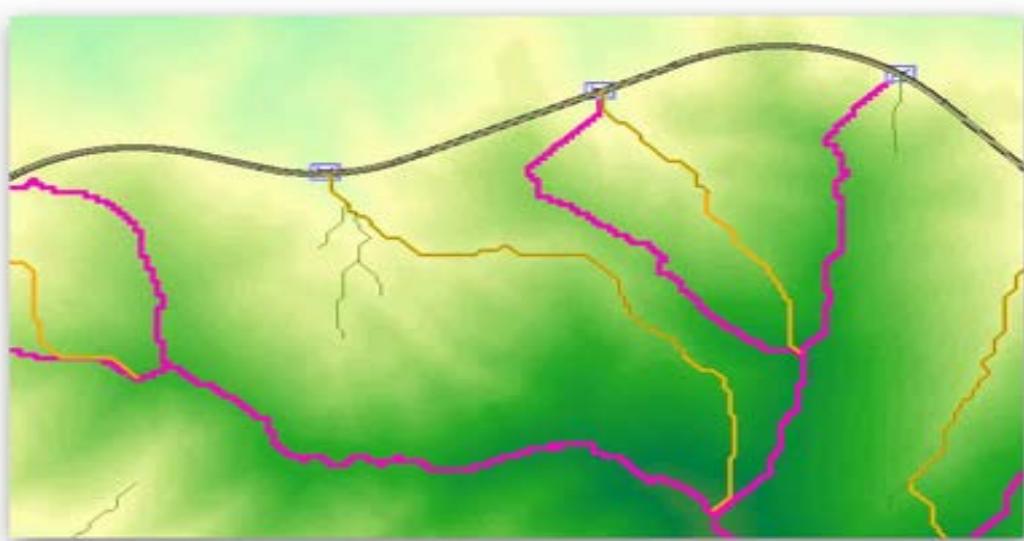


شکل (۸-۱۱۰) جریان های اصلی منطقه در گوگل ارت

همچنین طولانی ترین جریان هر حوضه به صورت سه بعدی نیز به صورت زیر خواهد بود :

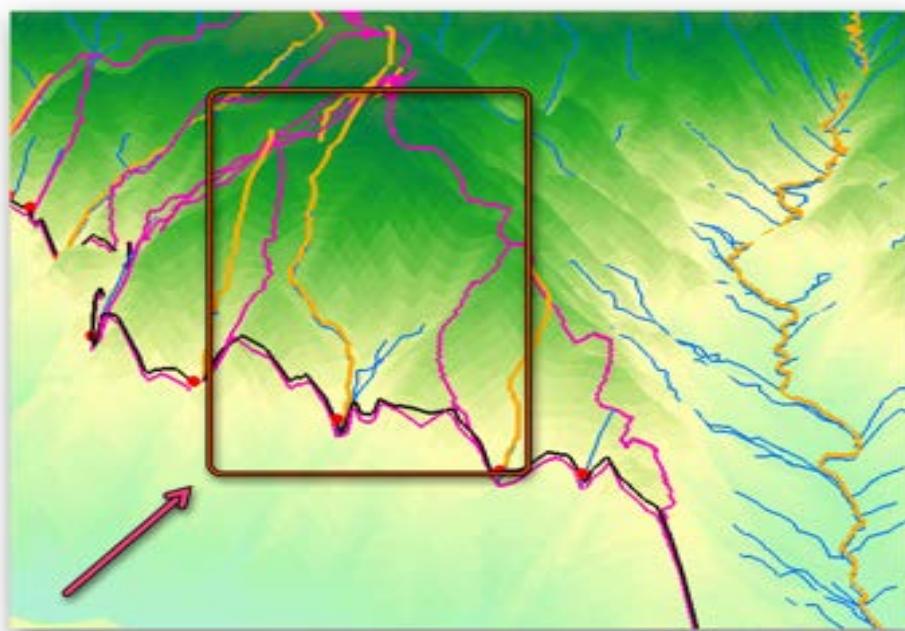


شکل (۸-۱۱۱) طولانی ترین جریان هر حوضه در گوگل ارث به صورت سه بعدی همچنین نمایش یکی از حوضه ها منطقه (حوضه شماره ۳) به همراه پل آن به صورت LARGE\_SCALE به صورت زیر است :



شکل (۸-۱۱۲) نمایش یکی از حوضه ها منطقه به صورت Large\_scale

همچنین نمایش سه بعدی یکی از حوضه ها منطقه (حوضه شماره ۳) به همراه پل های آن به صورت Large\_scale به صورت زیر است :



شکل (۸-۱۱۳) نمایش سه بعدی یکی از حوضه ها منطقه به صورت Large\_scale



شکل (۸-۱۱۴) نمایش سه بعدی یکی از حوضه ها منطقه به صورت Large\_scale در گوگل ارث

# فصل ۹: مطالعات زمین شناسی مسیر

---

## ۹-۱- مقدمه

در پژوهه راهنمایی که ما در اختیار داریم مطالعات زمین شناسی در وله اول به منظور تعیین جنس بستر مسیر طراحی شده و در وله دوم به منظور ارائه روش ها و توضیحاتی در رابطه با پایدار سازی دامنه ها مسیر صورت میگیرد . همچنین پژوهه امتیازی مربوط به این قسمت شامل بدست آوردن نقشه زمین شناسی منطقه با استفاده از طبقه بندي تصاویر ماهواره ای است که این پژوهه نیز در قسمت پژوهه ها امتیازی انجام شده است .

## ۹-۲- استفاده از تصاویر ماهواره ای و هوایی به منظور تهیه نقشه زمین شناسی

سال ها زمین شناسان از تصاویر هوایی برای استخراج پارامترهای مختلف زمین شناسی بهره برده اند، این موضوعات شامل موارد زیر هستند:

۱- جداسازی واحدهای سنگی (چینه شناسی)

۲- مطالعات تغییرات سطح زمینی (ریخت شناسی)

۳- تعیین ساختار و قرارگیری لایه های مختلف زمین شناسی (مانند چین خوردگیها و گسل ها)

۴- ارزیابی تغییرات دینامیک وقایع طبیعی (مانند سیلابها و فوران آتشفشاران ها)

۵- جستجو به دنبال عوارض سطحی (مانند تغییرات سطحی و علائم سنگهای معدنی) تا ذخایر زیرسطحی کانی های معدنی، نفت، گاز و آبهای زیرزمینی

۶- توانایی ترسیم مستقیم بر روی نقشه های زمین شناسی بصورت بصری و در حالت همپوشی با نقشه ها

### ۹-۳- انواع راه تهیه نقشه های زمین شناسی

راه های بسیاری برای تهیه نقشه های زمین شناسی از جمله استفاده از تصاویر ماهواره ای و پردازش تصاویر می باشد:

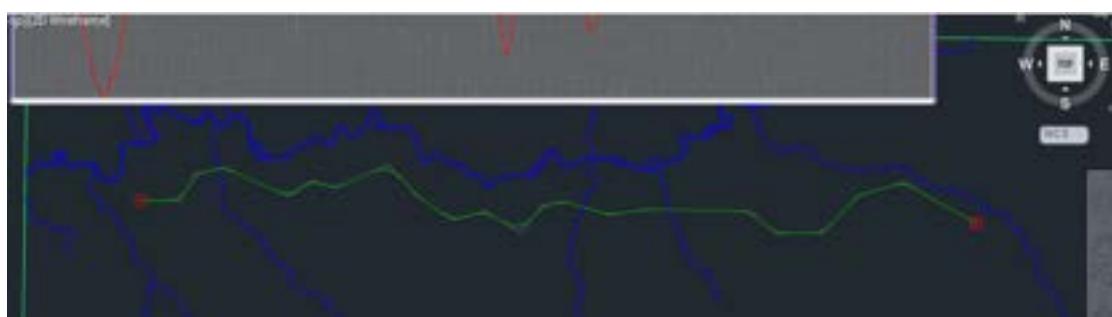
۱- استفاده از روش های تفسیری برای طبقه بندی زمین شناسی

۲- استفاده از روش های رقومی برای استخراج مواد سطحی

۳- طبقه بندی با نظارت تصاویر ماهواره ای

### ۹-۴- وارد کردن مسیر مورد نظر به برنامه Arcgis

در اولین مرحله از انجام پروژه زمین شناسی ابتدا لازم است که مسیری را که در برنامه سیویل داریم و به صورت زیر است :

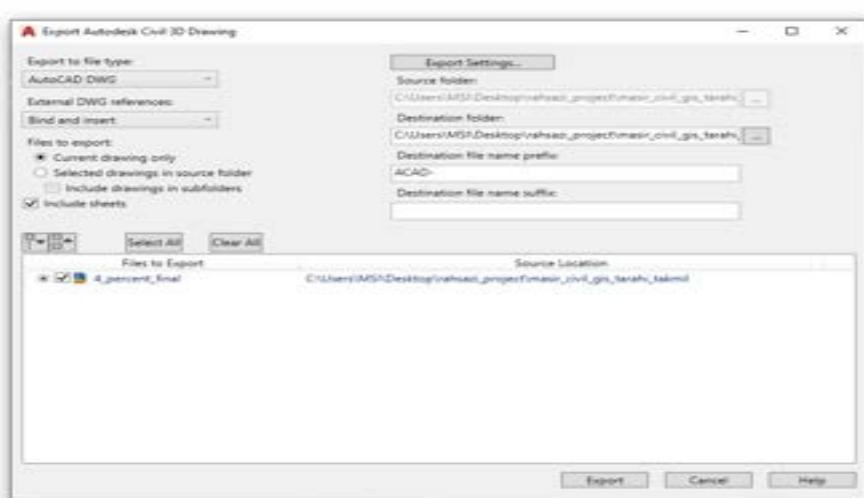


شکل (۹-۱) مسیر بهینه ۴ درصد در سیویل

به برنامه Arcgis وارد کنیم. به منظور اینکار با استفاده از گزینه زیر :



پنجه ای که باز میشود را به صورت زیر تکمیل میکنیم :



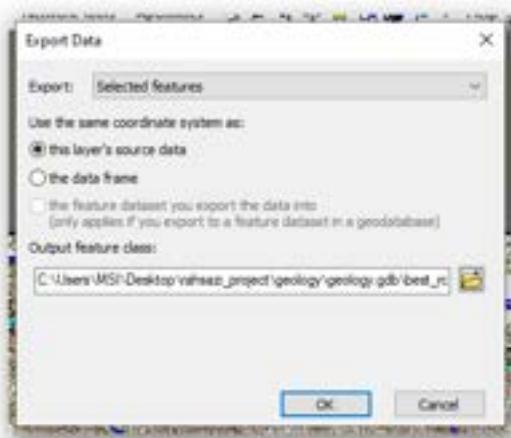
شکل (۹-۲) گرفتن خروجی ACAD از مسیر

حال در مرحله بعد باید فایل اکسپورت گرفته شده از سیویل را در برنامه arcgis به وسیله ابزار add data باز کنیم و در فایل باز شده مسیر طراحی شده خود را به صورت زیر انتخاب کرده :

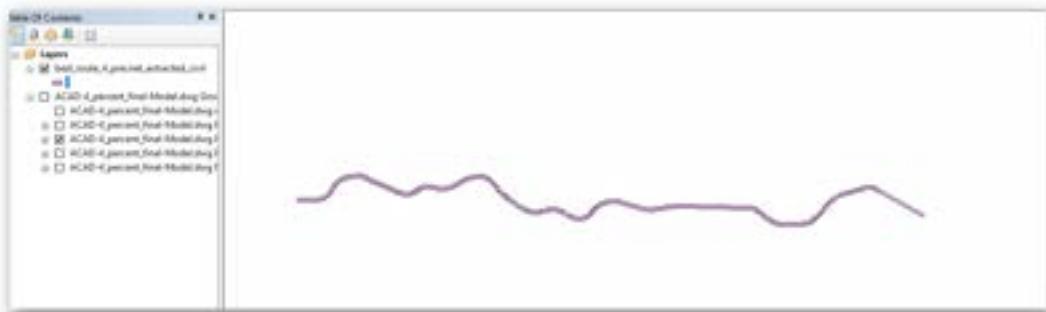


شکل (۹-۳) وارد کردن فایل سیویل به ARCGIS

و حال باید از قسمت پلی لاین فایل اتوکد خود یک خروجی بگیریم تا مسیر ما در یک ژیودیتابس برنامه arcgis ذخیره شود که اینکار به صورت زیر انجام میگیرد :

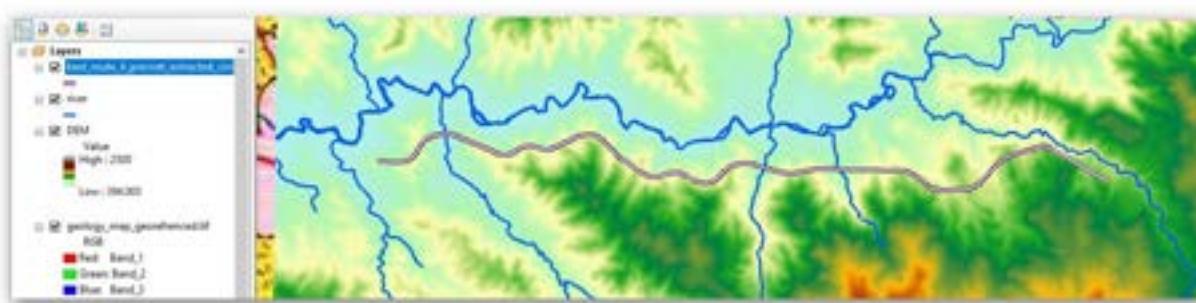


در نهایت مسیر خروجی ما که ادامه کارهای زمین شناسی را بر روی آن انجام خواهیم داد به صورت زیر خواهد بود :



شکل (۹-۴) مسیر بهینه ۴ درصد در arcgis

که تصویر مسیر ما بر روی نقشه DEM منطقه نیز به صورت زیر خواهد بود:



شکل (۹-۵) مسیر بهینه ۴ در صدر روی Dem منطقه در arcgis

ژئورفرنس کردن تصویر زمین شناسی موجود

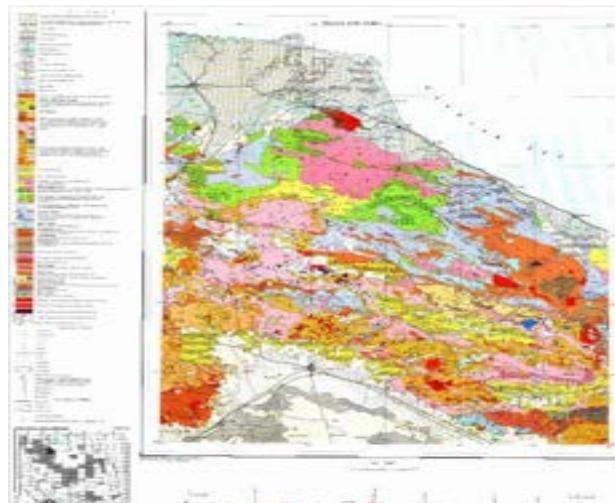
حال در مرحله بعد برای انجام پروژه زمین شناسی لازم است که تصویر نقشه زمین شناسی مربوط به استان قزوین -رشت را که در اختیار داریم ، ژئورفرنس یا زمین مرجع کنیم تا در نهایت عکس دارای مختصات درست و واقعی گردد . به منظور ژئورفرنس کردن عکس ابتدا باید عکس را در برنامه arcgis با استفاده از ایکون زیر باز کنیم :



حال که عکس در برنامه باز شد ، باید در ابزار Georeferencing عکس مورد نظر خود را به صورت زیر انتخاب کنیم :

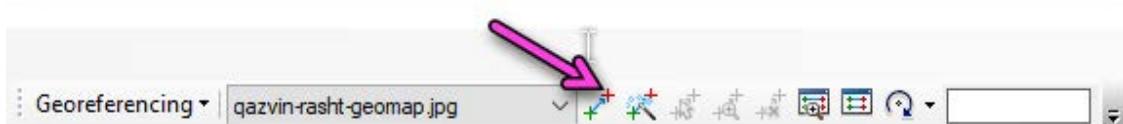


حال که عکس را انتخاب کردیم نوبت به زمین مرجع کردن آن میرسد. عکسی که ما باید آن را ژئورفرنس کنیم به صورت زیر است:

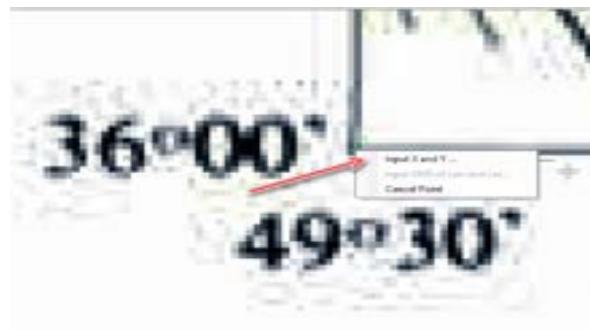


شکل (۹-۶) نقشه زمین شناسی

که این عکس بر روی خودش دارای گرید بندی است که بر روی این گرید ها مختصات جغرافیایی نوشته شده است و با این مختصات جغرافیایی میتوانیم عکس مورد نظر خود را زمین مرجع کنیم . حال باید نقاطی را که به وسیله آن عکس را زمین مرجع میکنیم انتخاب کنیم و برای استفاده از این نقاط باید در ابزار **Georeferencing** گزینه زیر را انتخاب کنیم:



حال باید روی نقاط عکس که مختصات جغرافیایی آن ها را داریم کلیک کرده و سپس کلیک راست کرده و گزینه زیر را انتخاب کنیم :



ذکر این نکته در این قسمت حائز اهمیت است همانطور که در تصویر بالا دیده میشود ، مختصات مربوط به نقاط روی نقشه زمین شناسی به صورت جغرافیایی یعنی طول و عرض جغرافیایی بیان شده است ولی متأسفانه در نسخه arcgis که من از آن استفاده میکنم همانطور که در تصویر بالا پیداست گزینه input DMS of lon and lat را به صورت X و Y مربوط به سیستم مختصات utm وارد کرد . پس در نتیجه برای تبدیل سیستم مختصات جغرافیایی به مختصات utm از یک سایت استفاده شد که مثلا برای نقطه موجود در تصویر بالا تبدیلی به صورت زیر با استفاده از سایت گرفت که در قسمت مشخص شده در تصویر زیر مختصات نقاط به صورت جغرافیایی وارد شد :

Home | Geothermal Sites | Organisms | Participants | Publications | Resources | Advanced Search | Announcements | Links | Contact Us | About

### Convert Geographic Units

NOTE: UTM and NATO easting and northing values are rounded to the nearest meter. Conversions to NATO coordinates are only done for the WGS84 ellipsoid.

Select Map Datum: WGS 84

**Decimal Degrees**

Latitude: 36 Longitude: 49.5

**Degrees, Minutes, Seconds**

Latitude:  
 Degrees: 36 Minutes: 00 Seconds: 0 Hemisphere: N/+  
 Longitude:  
 Degrees: 49 Minutes: 30 Seconds: 0 Hemisphere: E/+

**Standard UTM**

Zone: 39 Hemisphere: N Easting: 364804 Northing: 3984989

Map  Terms of Use Report a map error

شکل (۹-۷) سایت تبدیل مختصات جغرافیایی به utm و در قسمت مشخص شده در تصویر زیر نیز مختصات نقاط utm بدست آمد:

Home | Geothermal Sites | Organisms | Participants | Publications | Resources | Advanced Search | Announcements | Links | Contact Us | About

### Convert Geographic Units

NOTE: UTM and NATO easting and northing values are rounded to the nearest meter. Conversions to NATO coordinates are only done for the WGS84 ellipsoid.

Select Map Datum

WGS 84

Decimal Degrees

Latitude: 36 Longitude: 49.5  
Convert Decimal Degrees Reset Form

Degrees, Minutes, Seconds

Latitude: Degrees: 36 Minutes: 00 Seconds: 0 Hemisphere: N+  
Longitude: Degrees: 49 Minutes: 30 Seconds: 0 Hemisphere: E+  
Convert Degrees, Minutes, Seconds Reset Form

Standard UTM

Zone: 39 Hemisphere: N Easting: 364804 Northing: 3984989  
Convert Standard UTM Reset Form

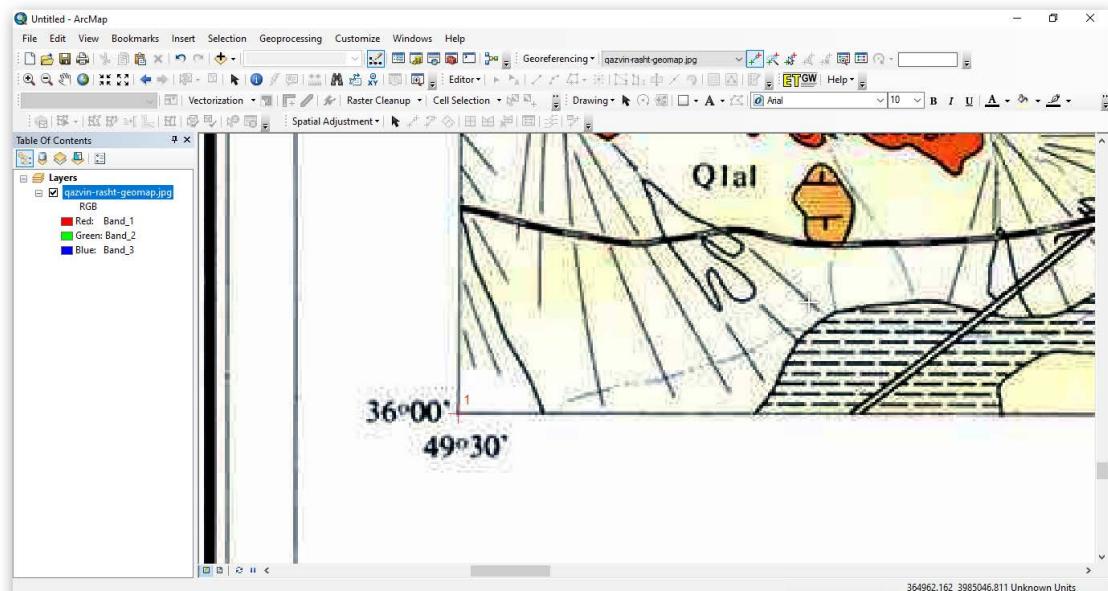
[Map](#)

Map Data km Terms of Use Report a map error

Click for larger version in new window

<http://rcn.montana.edu/Resources/Converter.aspx>

که در نهایت که مختصات utm بدست آمد ، آن ها را در قسمت X و y برنامه کپی کرده و اقدام به ژئوفرنس کردن تصویر خود کردیم. که در نهایت پس از ثبت نقطه اول طبق تصویر بالا ، نقشه ما به صورت زیر درآمد :



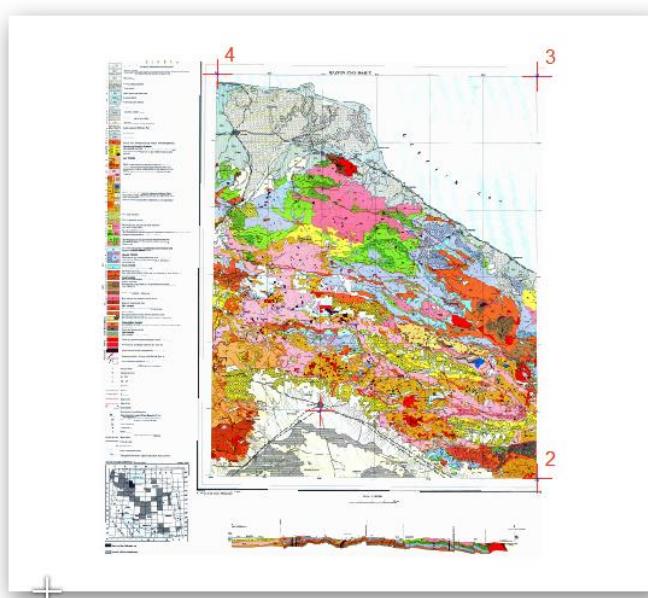
شکل (۹-۸) ژئوفرنس کردن نقشه زمین شناسی

و در مرحله بعد با مشخص کردن ۷ نقطه دیگر در تصویر و تبدیل مختصات جغرافیایی آن ها به utm و ثبت آن ها در فرایند ژئورفرنسینگ ، جدول نقاط ژئورفرنسینگ به صورت زیر بدست آمد :

	X_Source	Y_Source	X_Map	Y_Map	Residual_x	Residual_y	Residual
1	366.59634081	-36.05.69351867	394804.000000...	2984989.0000...	0.00000000	0.00000000	0.00000000
2	3620.44286028	-36.01.53286274	3920000.000000...	2985194.0000...	8.12801248	8.11308176	11.70180276
3	3606.17817881	-36.04.75246233	3920000.000000...	2985294.0000...	-5.23120673	-4.81772382	7.17980200
4	3605.40883277	-36.05.51395125	3920000.000000...	2985394.0000...	-6.31950389	-6.39467623	8.49472630
5	2928.87946288	-498.028931583	411215.000000...	4123075.0000...	0.00000000	0.00000000	0.00000000
6	2876.82122081	-4960.109682294	413222.000000...	4139124.0000...	0.00000000	0.00000000	0.00000000
7	1822.56779588	-3052.55946712	4151381.000000...	4151411.0000...	-0.21421273	-0.40203875	14.21882388
8	2673.83487942	-1284.926289364	4193112.000000...	4193113.0000...	0.00000000	0.00000000	0.00000000

شکل (۹-۹) جدول نقاط ژئورفرنسینگ

که پس از انجام چند امتحان مشخص شد که اگر از نقاط ۲ و ۳ و ۴ و ۷ در فرایند ژئورفرنسینگ استفاده کنیم ، مقدار خطأ به کمترین حالتی که میتوانستیم بدست بیاوریم میرسد پس فقط از آن برای فرایند ژئورفرنسینگ استفاده کردیم که دقت ما حدوداً به ۱۰ متر رسید . این چهار نقطه در نقشه به صورت زیر هستند :



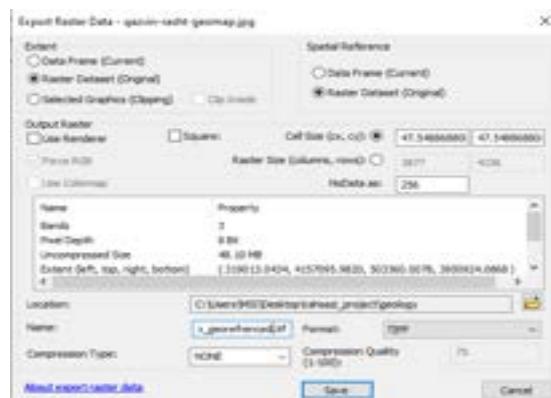
شکل (۹-۱۰) نقشه ژئورفرنس شده با ۴ نقطه

در نهایت نیز برای اینکه از تصویر ژئورفرنس شده با استفاده از نقاط بالا خروجی بگیریم ، باید با استفاده از ایکون زیر این کار را انجام دهیم :

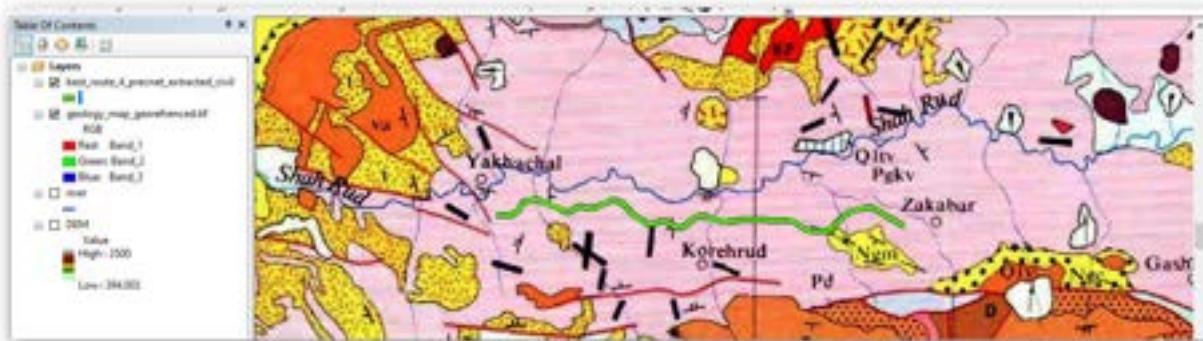


شکل (۱۱-۹) ذخیره تصویر ژئورفرنس شده

که در تصویر بالا از تصویر ژئورفرنس شده خروجی گرفته ایم ، این گزینه خاموش است . همچنین میتوان گزینه update georeferencing را زده و سپس از تصویر موجود که ژئورفرنس شده است export بگیریم . که صفحه خروجی گرفتن از عکس به صورت زیر تکمیل شده است :



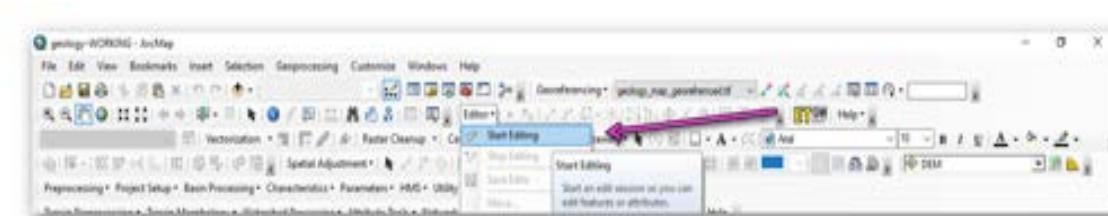
حال که هم مسیر طراحی شده مورد نظر و هم نقشه زمین شناسی را هر دو به صورت زمین مرجع در برنامه Arcgis در اختیار داریم ، میتوانیم مسیر مورد نظر خود را روی نقشه زمین شناسی نمایش دهیم که به صورت زیر خواهد بود :



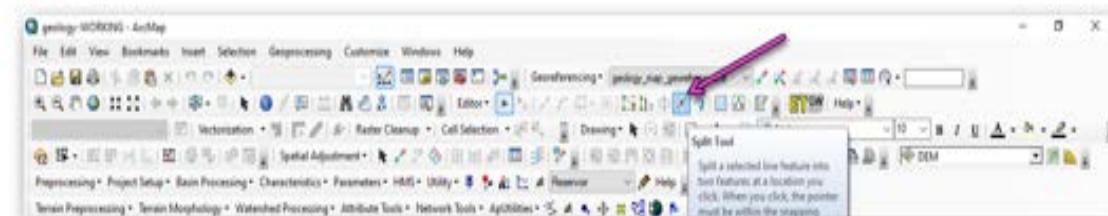
شکل (۹-۱۲) تصویر مسیر بهینه روی نقشه زمین شناسی

### ۹-۵- مشخص کردن جنس بستر مسیر

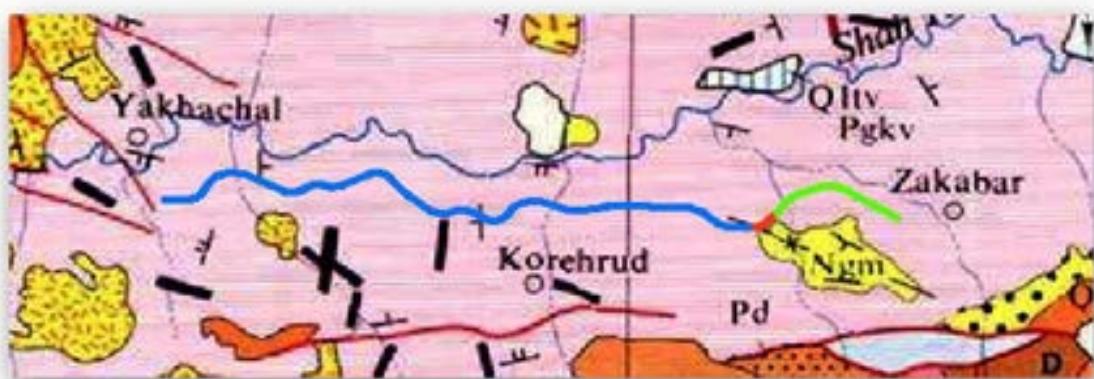
در این مرحله از پروژه چون ما نقشه زمین شناسی مربوط به منطقه خود را ژئورفرنس کرده و در اختیار داریم ، حال برای تعیین جنس بستر مسیر خود به سادگی میتوانیم با انداختن مسیر طراحی شده روی نقشه زمین شناسی ژئورفرنس شده مشخص کنیم که هر قسمت از جاده از منطقه با چه نوع جنس زمین شناسی ای عبور میکند . بدین منظور در اولین قدم ما باید به صورت زیر ابزار editor خود را بر روی لایه راه طراحی شده روشن کنیم :



حال که ما استارت شد ، ما باید با استفاده از گزینه زیر به نام editor split در ابزار



در نقاطی از مسیر که منطقه زیر آن از نظر زمین شناسی تغییر میکند ، کلیک بکنیم تا در آن نقطه مسیر ما شکسته شود و اصطلاحا split شود . در نهایت اگر اینکار را برای تمام طول مسیر انجام دهیم ، مسیر ما به تعداد مناطق زمین شناسی که از آن عبور کرده است ، تقسیم خواهد شد . در پروژه ما با استفاده از ابزار split راه طراحی شده ما به سه قسمت تبدیل شد . که این سه قسمت بر روی نقشه زمین شناسی به صورت زیر هستند :



شکل (۹-۱۳) قطعات مختلف مسیر از نظر بستر زمین شناسی

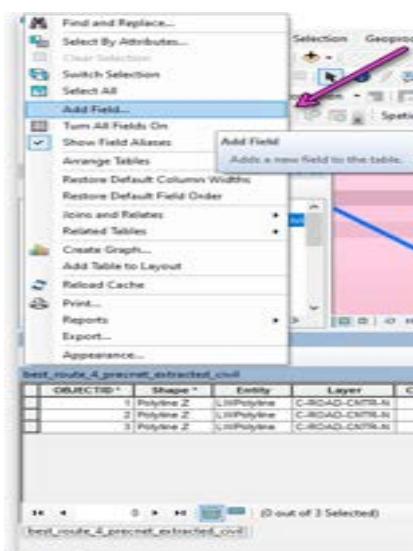
که جدول اطلاعات توصیفی مربوط به راه طراحی شده حال که به این سه قسمت تقسیم شده است به صورت زیر است :

best_route_4_prcnet_extracted_civil										
OBJECTID *	Shape *	Entity	Layer	Color	Linetype	Elevation	LineWt	RefName	Shape_Length	
1	Polyline Z	LWPolyline	C-ROAD-CNTR-N	92	Continuous	0	25		12656.145117	
2	Polyline Z	LWPolyline	C-ROAD-CNTR-N	92	Continuous	0	25		2812.789994	
3	Polyline Z	LWPolyline	C-ROAD-CNTR-N	92	Continuous	0	25		499.544451	

(0 out of 3 Selected)

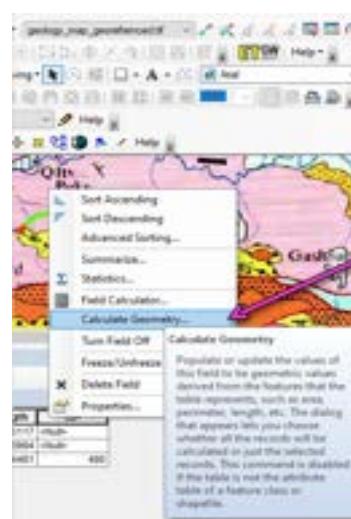
best\_route\_4\_prcnet\_extracted\_civil

حال همانطور که در جدول بالا دیده میشود ، ستون آخر با نام Shape\_Length بیانگر طول مربوط به هر کدام از قطعاتی است که راه خود را به آن ها تقسیم کرده ایم . حال ما یک ستون جدید با استفاده از گزینه زیر :



به جدول خود اضافه میکنیم و نام آن را طول قرار میدهیم . در نهایت با کلیک راست بر روی ستون

طول و زدن گزینه زیر:



مقادیر گرد شده طول هر قسمت از مسیر طراحی شده ما در ستون طول قرار میگیرد و جدول

اطلاعات توصیفی ما به شکل زیر در می آید :

OBJECTID*	Shape *	Entity	Layer	Color	Linetype	Elevation	LineWt	RefName	Shape_Length	طول
1	Polyline Z	LWPolyline	C-ROAD-CNTR-N	92	Continuous	0	25		12656.145117	12656
2	Polyline Z	LWPolyline	C-ROAD-CNTR-N	92	Continuous	0	25		2812.70994	2813
3	Polyline Z	LWPolyline	C-ROAD-CNTR-N	92	Continuous	0	25		4093.366481	4093

حال با استفاده از طول قطعات راه طراحی شده و همچنین نوع منطقه زمین شناسی که هر قسمت از آن عبور کرده است و توضیحات در راهنمای نقشه که هر لایه روی نقشه زمین شناسی بیانگر چه نوع جنس زمینی است ، حال میتوان جدول زیر که متناسب به جدول بستر زمین شناسی راه طراحی شده است را طبق جدول زیر بدست آورد :

ناماد جنس بستر	جنس بستر	تاكيلومتر	از كيلومتر	طول(متر)	رنگ متنسب در برنامه به قطعه مسیر	قطعه مسیر
Pgkv	Pgkv	۱۲+۶۵۶	.	۱۲۶۵۶	آبی	۱
Ngm	Ngm	۱۳+۱۴۶	۱۲+۶۵۶	۴۹۰	فرمز	۲
Pgkv	Pgkv	۱۵+۹۵۹	۱۳+۱۴۶	۲۸۱۳	سبز	۳

همچنین مسیر قطعه بندی شده روی نقشه زمین شناسی به صورت زیر خواهد بود :



شکل (۹-۱۴) مسیر قطعه بندی شده روی نقشه زمین شناسی

## ۶-۹- پایدار سازی دامنه ها

گسیختگی دامنه ای به طور ساده ناشی از عملکرد گرانش زمین بر روی توده ای از مصالح است که میتواند به آهستگی بخزد (خرش)، به طور آزاد فرو افتاد (ریزش)، در امتداد یک سطح گسیختگی بلغزد (لغزش) یا مانند دوغابی جریان پیداکند (جریان). نیروی گرانش زمین به طور دائم به توده های سنگ و خاک واقع در دامنه ها ثر میگذارد. تا زمانی که مقاومت توده سنگ یا خاک مساوی یا بزرگتر از نیروهای گرانشی باشد، نیرو ها در حال تعادل بوده و حرکتی رخ نمیدهد. در این صورت دامنه گسیخته شده و به یکی از اشکال خرزش، ریزش، لغزش و جریان جا به جا میشود. حرکات دامنه ای ممکن است جرئی و منحصر به ریزش یک قطعه سنگ منفرد بوده یا اینکه بسیار بزرگ و فاجعه آفرین باشند. به طور کلی حرکت دامنه ای می تواند بر انواع سازه های مهندسی و فعالیت های بشری تاثیر بگذارد.

## ۶-۹-۱- مهم ترین عوامل موثر بر ناپایداری دامنه ها

- شیب و ارتفاع دامنه ها: بر اثر افزایش شیب و ارتفاع نیروهای رانشی افزایش می یابند.

- مقاومت مصالح و ساخت زمین شناسی: مقاومت مواد نیروی مقاوم را افزایش داده و ساخت ها شکل و محل گسیختگی را کنترل می کنند.
- آب زیر زمینی: آب نشستی نیروهای مقاوم را در طول سطح گسیختگی کاهش داده و نیروهای رانشی را در درزها و شکاف ها افزایش میدهد.
- آب سطحی: مقدار و سرعت آب سطحی عواملی مهم در فرسایش مواد و ایجاد بهمن ها و جریان هاست.

در تصویر زیر نمونه ای از عدم پایداری دامنه و در نتیجه تخریب راه ساخته شده آورده شده است :



شكل (۹-۱۵) ریزش آوار روی جاده

## ۹-۶-۲- طبقه بندی گسیختگی دامنه ای

جدول (۱-۹) طبقه بندی گسیختگی دامنه ای

تعريف	شكل یا جنس	نوع
سقوط ناگهانی و آزاد یک تکه منفرد یا قطعاتی از خاک یا سنگ واژگون شدن قطعه ای از سنگ حول نقطه ای واقع در زیر مرکز ثقل آن	ریزش آزاد واژگونی	ریزش
حرکت نسبتاً آهسته یک قطعه یا قطعات دارای چسبندگی در امتداد یک سطح مشخص کمانی شکل	چرخشی (اسلامپ)	لغزش
حرکت آهسته یا تند یک قطعه یا قطعات دارای چسبندگی در امتداد یک سطح مشخص مسطوی حرکت یک قطعه منفرد در امتداد یک سطح مسطوی	صفحه ای یا انتقالی زیرگروه ها: سر خوردن قطعه	
حرکت یک یا چند قطعه در امتداد فصل مشترک سطوح مسطوی حرکت تعدادی از قطعات یکپارچه به صورت واحدهای معجزاً و جا به جایی های متفاوت	گوه ها پخش جانبی	
حرکت مخلوط خاک و سنگ در امتداد یک سطح مسطوی	لغزش واریزه	
حرکت سریع تا بسیار سریع یک توده بدون چسبندگی به نحوی به ساخت اولیه قابل تشخیص نباشد. گسیختگی در امتداد سطحی که به سختی قابل تشخیص است صورت میگیرد.	سنگ یا واریزه (ریزش+لغزش)	بهمن

<p>حرکت خردہ های سنگ یا سنگ و خاک به صورت یک سیال دارای گرانزوی زیاد یا دوغاب مانند که معمولاً تا فاصله زیادی از منطقه گسیختگی ادامه می‌یابند، معمولاً به علت فشار منفذی زیاد ایجاد می‌شود.</p>	<p>واریزه، ماسه، لای، گل، خاک</p>	<p>جريان</p>
<p>حرکت کند، نامحسوس و به سمت سراشیبی خاک یا مخلوط خاک و سنگ</p>		<p>خرش</p>
<p>حرکت کند تا متوسط بخش های کم عمق سطحی در آب و هوایی قطبی یا نیمه قطبی. این فرایند در خلال دوره ذوب یخ ها و به روی سطح زمین یخ زده زیرین انجام می‌شود.</p>		<p>خاک سره</p>
<p>ترکیبی از انواع فوق که در طول گسیختگی از یک نوع به نوع دیگر تبدیل می‌شود. البته معمولاً یکی از انواع غالب است.</p>		<p>پیچیده</p>

### ۹-۶-۳ - روش های پایدار سازی دامنه ها

جدول (۹-۲) روش های پایدار سازی دامنه ها

هدف از کاربرد	شرایط	روش	شكل ناپایداری
<p>پیشگیری و ترمیم در مراحل اولیه</p> <p>پیشگیری و ترمیم در مراحل اولیه</p>	<p>لغزش های چرخشی</p> <p>همه خاک ها، سنگ ها</p>	<p>کاهش ارتفاع</p> <p>کاهش شبیب</p>	<p>تغییر شکل دامنه</p>
<p>ترمیم در مراحل اولیه</p>	<p>خاک ها</p>	<p>افزودن به وزن پاشنه</p>	

پیشگیری	خاک ها	گیاهان	کنترل آب سطحی
پیشگیری و ترمیم در مراحل اولیه	خاک ، سنگ	بسن ترک ها	
پیشگیری و ترمیم در مراحل اولیه	خاک ، سنگ تجزیه شده	سیستم زهکشی	
ترمیم موقتی	توده های سنگی	چاه های عمیق	کنترل زهکشی داخلی
پیشگیری و ترمیم در مراحل اولیه	خاک ، سنگ	زهکشی های ثقلی قائم	
پیشگیری و ترمیم در مراحل اولیه	خاک ، سنگ	زهکشی های افقی	
پیشگیری و ترمیم در مراحل اولیه	خاک ها	چاه ، چاهک، خندق در پاشنه دامنه	
پیشگیری و ترمیم در مراحل اولیه	برش ها ، خاکریز ها	خندق های بالای خاکریز	
پیشگیری	خاکریزها	زهکشی ورقه ای	مواد شیمیابی
پیشگیری و ترمیم در مراحل اولیه	خاک ها(رس ها)		
پیشگیری و ترمیم قطعه لغزنده	سنگ درز دار یا شکسته	میل مهار سنگ	سازه های نگهدارنده
پیشگیری	سنگ نرم	قطعات بتی و میل مهار	
پیشگیری و ترمیم در مراحل اولیه	لايه های سنگی شیدار	مهار کابلی	
نگهدارنده قطعات ریزشی	دامنه های سنگی پرشیب	توری سیمی	
نگهدارنده قطعات لغزنده	دامنه های متوسط	دیوار ضربه گیر بتی	
پیشگیری	سنگ نرم یا درز دار	بتن پاشی	
پیشگیری و ترمیم در مراحل اولیه	خاک مقاوم ، سنگ نرم	پایه سنگریز	
پیشگیری و ترمیم در مراحل اولیه	خاک مقاوم ، سنگ نرم	دیوار سبدی	

پیشگیری	خاک نسبتا مقاوم	دیوار صندوقی	
پیشگیری	خاک، سنگ تجزیه شده	دیوار خاک مسلح	
پیشگیری	خاک، سنگ	دیوار های بتی ثقلی	
پیشگیری و ترمیم در مراحل اولیه	خاک، سنگ تجزیه شده	دیوار های بتی مهار شده	
پیشگیری و ترمیم در مراحل اولیه	خاک، سنگ تجزیه شده	شموع ها	

#### ۶-۴- روشهای ترمیم و پیشگیری انواع گسیختگی

جدول (۹-۳) روشهای پیشگیری و ترمیم انواع گسیختگی

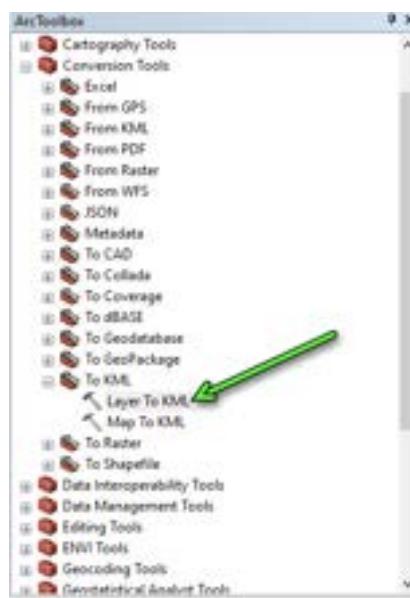
ترمیم و تصحیح پس از وقوع	پیشگیری در طول ساختمان	نوع گسیختگی
اجازه دادن به سنگ تا ریزش کند و بعد تمیز کردن و برداشتن مواد ریزشی  میل مهار و صفحات بتی  کابل های بتی  برداشتن قطعات سست(لق گیری)	جلوگیری از فرسایش قاعده دامنه، حفاری با آتشباری کنترل شده  برداشتن قطعات سست(لق گیری)  کابل های بتی برای توده های بزرگ  بتن پاشی لایه های ضعیف	ریزش سنگ
احداث دیوار های ضربه گیر  استفاده از روشهای نگهدارنده	جلوگیری از فرسایش قاعده دامنه	ریزش خاک

<p>اجازه دادن به لغزش و تمیز کردن مسیر برداشتن مواد تا رسیدن به شیب پایدار یا دوختن توسط میل مهار</p> <p>تعییه زهکشی داخلی یا جا به جا کردن سازه</p>	<p>حجم کم: برداشتن بخش ناپایدار یا دوختن آن توسط میل مهار</p> <p>حجم متوسط: ایجاد شیب مناسب یا دوختن توسط میل مهار</p> <p>حجم زیاد: تعییه زهکشی داخلی یا جا به جا کردن سازه مورد نظر</p>	<p>لغزش صحره ای سنگ</p>
<p>برداشتن مواد تا رسیدن به شیب پایدار ایجاد زهکشی سطحی</p> <p>تعییه زهکشی داخلی</p>	<p>ایجاد شیب پایدار برای دامنه و زهکشی سطحی، انجام زهکشی داخلی</p>	<p>لغزش چرخشی سنگ</p>
<p>اجازه به وقوع لغزش و بعد تمیز کردن مسیر راه به کار گیری روش های پیشگیری</p>	<p>ایجاد شیب پایدار و کنترل زهکشی سطحی در مقیاس کوچک تا متوسط استفاده از وسایل نگهداری در مقیاس بزرگ از دامنه دور شود.</p>	<p>لغزش صفحه ای واریزه ها</p>
<p>اجازه به وقوع لغزش و بعد تمیز کردن مسیر راه برداشتن مواد سطحی تا رسیدن به شیب پایدار</p> <p>به کار گیری روش های نگهدارنده و zecheshi سطحی</p>	<p>ایجاد شیب پایدار برای دامنه، استفاده از روش های نگهداری یا زهکشی سطحی</p>	<p>لغزش چرخی خاک</p>

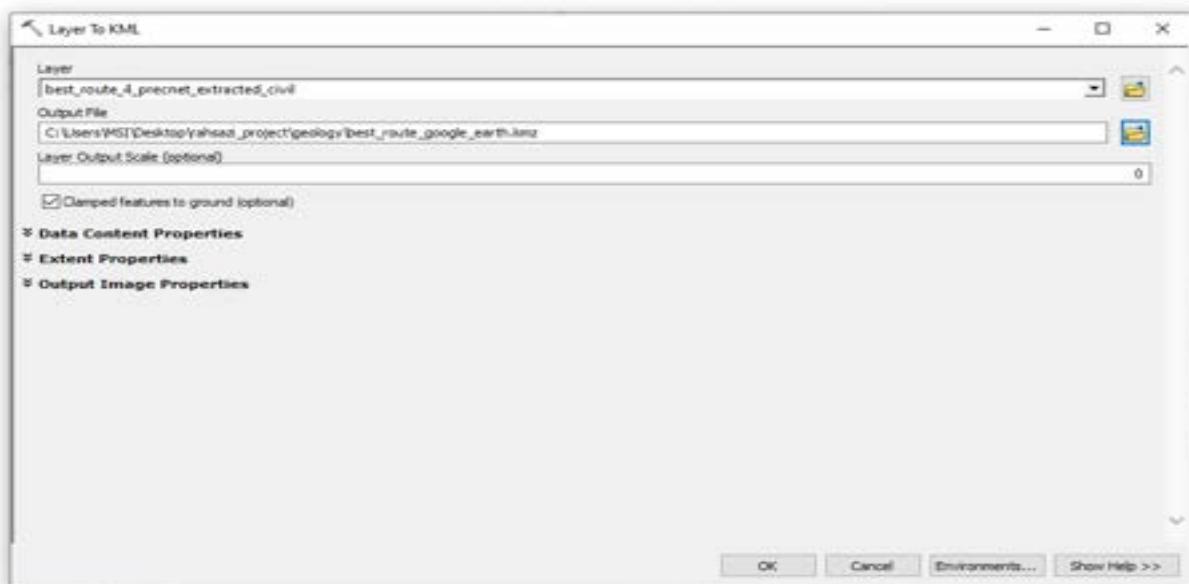
برای حجم های زیاد تعییه زهکش های افقی		
مقیاس کوچک: به کارگیری وسایل نگهداری مقیاس بزرگ: از دامنه اجتناب شود	مقیاس کم: به کارگیری روش های نگهداری مقیاس بزرگ: اجتناب از دامنه و جابه جا کردن سازه	گسیختگی توسط گسترش جانبی
اجازه به گسیختگی و تمیز کردن راه تا نهايata خود را تصحیح کند  در غیر این صورت جا به جایی سازه در مقیاس کوچک استفاده از وسایل نگهداری یا برداشتن مواد	پیش بینی و جلوگیری مشکل  به روش لغزش واریزه مراجعه شود  ار نقاط دارای خطر زیاد اجتناب شود	بهمن واریزه ها
مقیاس کوچک: مواد برداشته شود مقیاس بزرگ: سازه جا به جا شود	پیش بینی و پیشگیری مشکل  از نواحی مستعد اجتناب شود	جريان ها

## ۹-۶-۵ - پایدارسازی دامنه ها مربوط به مسیر

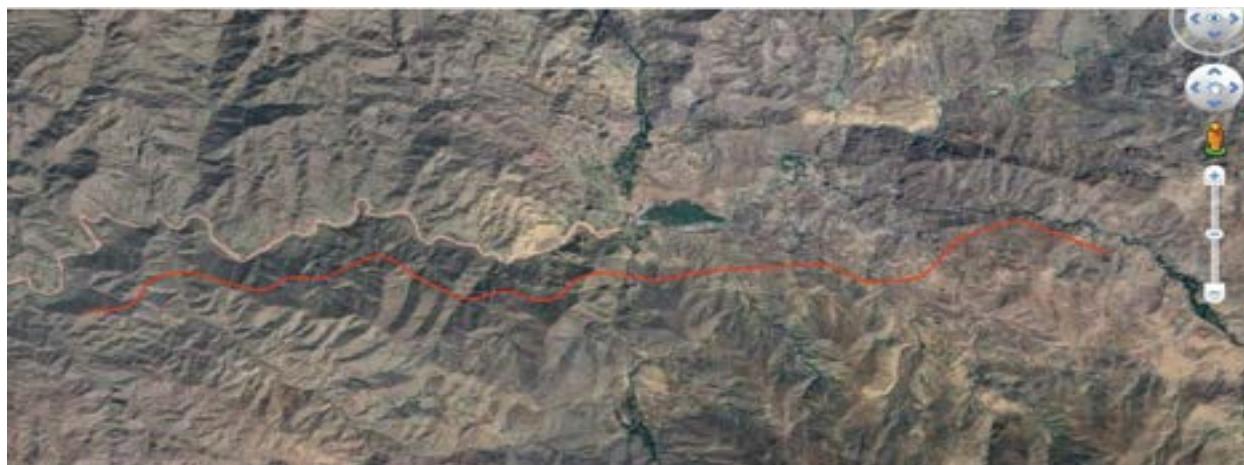
برای اینکار ابتدا لازم است از مسیر خود را که در برنامه Arcgis وارد کرده بودیم ، یک خروجی مناسب با فرمت kml یا kmz بگیریم که فرمت متعلق به برنامه گوگل ارث است تا بدین صورت بتوانیم مسیر طراحی شده خود را در محیط سه بعدی گوگل ارث مشاهده کنیم . برای اینکار ابتدا باید با استفاده از دستور زیر:



با کلیک روی گزینه بالا پنجره ای که باز میشود را به صورت زیر تکمیل کنیم :



که در نهایت مسیر ما در گوگل ارث به صورت زیر خواهد بود :



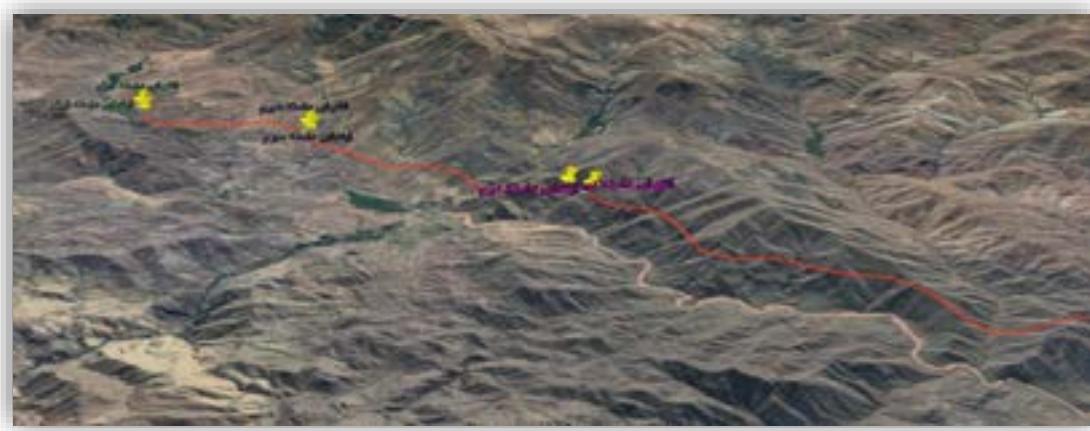
شکل (۹-۱۶) تصویر مسیر بهینه در گوگل ارث

همچنین از یک منظر سه بعدی نیز میتوان آن را به صورت زیر مشاهده کرد :



شکل (۹-۱۷) تصویر سه بعدی مسیر بهینه در گوگل ارث

محل قرار گیری دامنه های انتخابی به صورت زیر است:



شکل (۹-۱۸) مشخص کردن دامنه ها مورد بحث در تصویر



شکل (۹-۱۹) دامنه ها مورد بحث در گوگل ارث

### ۶-۶-۹- پیشنهادات پایدارسازی دامنه اول

دامنه اول به طول حدود ۲۵۰ متر از دو جهت مختلف در تصویر های زیر مشخص شده است:



شکل (۹-۲۰) تصویر سه بعدی دامنه اول



شکل (۹-۲۱) تصویر سه بعدی دامنه اول

در این دامنه با توجه به شیب خیلی زیاد و فاصله زیاد بالای کوه تا جاده (۲۵۰ متر) و شکل دامنه پیش بینی میشود گسیختگی های دامنه ای زیر وجود داشته باشد:

- لغزش به صورت صفحه ای یا انتقالی
  - صفحه ای یا انتقالی: حرکت تند یا آهسته یک قطعه یا قطعات دارای چسبندگی در امتداد یک سطح مشخص مسطوی
  - ✓ سرخوردن قطعه
  - ✓ گوه ها
  - ✓ پخش جانبی
  - ✓ لغزش واریزه
- بهمن به صورت سنگ یا واریزه (ریزش+لغزش)

سنگ یا واریزه: حرکت سریع تا بسیار سریع یک توده بدون چسبندگی به نحوی به ساخت اولیه قابل تشخیص نباشد.

- جریان به صورت واریزه، ماسه، لای، گل، خاک واریزه، ماسه، لای، گل، خاک: حرکت خردۀ های سنگ یا سنگ و خاک به صورت یک سیال دارای گرانزوی زیاد یا دوغاب مانند که معمولاً تا فاصله زیادی از منطقه گسیختگی ادامه می‌یابند.

با توجه به شرایط زمین شناسی این دامنه نیز میتوان گسیختگی های زیر را پیش‌بینی کرد:

- توده های سنگی
- ✓ سر خوردن قطعات در طول درزها و سطوح برشی
- ✓ لغزش صفحه‌ای در طول درزها و سطوح برشی
- ✓ گسیختگی چند سطحی در طول دسته درزها

حال با توجه به نوع گسیختگی برای پایدارسازی دامنه (پیشگیری و ترمیم) روش‌های زیر پیشنهاد میشود:

- کاهش شیب: برای همه خاک‌ها و سنگ‌ها مناسب است. (پیشگیری و ترمیم در مراحل اولیه)
- چاه‌های عمیق: برای توده‌های سنگی مناسب است. (ترمیم موقتی)
- گالری‌های زهکشی: برای خاک‌های مقاوم و سنگ مناسب است. (پیشگیری و ترمیم در مراحل اولیه)
- توری سیمی: برای دامنه‌های سنگی پرشیب مناسب است. (نگهدارنده قطعات ریزشی)



و همچنین برای لغزش صخره ای سنگ به منظور پیشگیری و ترمیم اقدام های زیر پیشنهاد میشود:

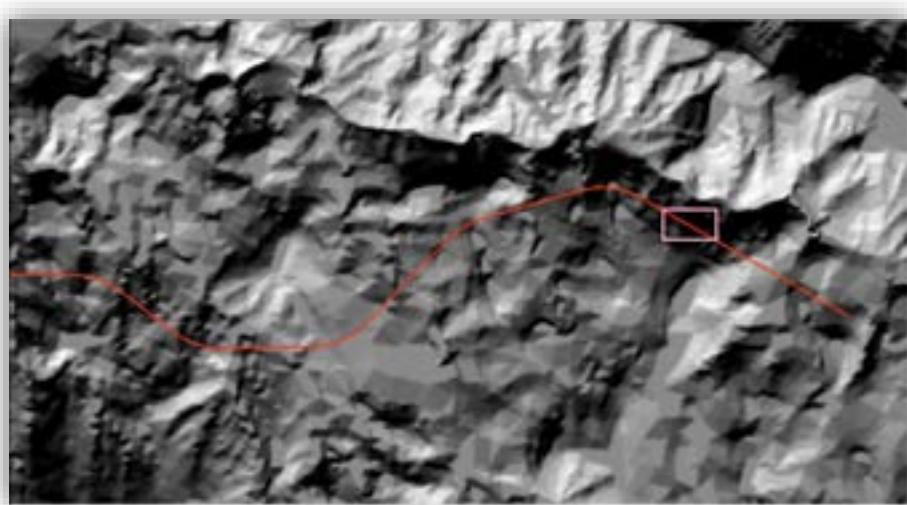
- پیشگیری:

✓ ایجاد شیب مناسب یا دوختن توسط میل مهار(حجم متوسط)

- ترمیم :

✓ برداشتن مواد تا رسیدن به شیب پایدار یا دوختن توسط میل مهار(حجم متوسط)

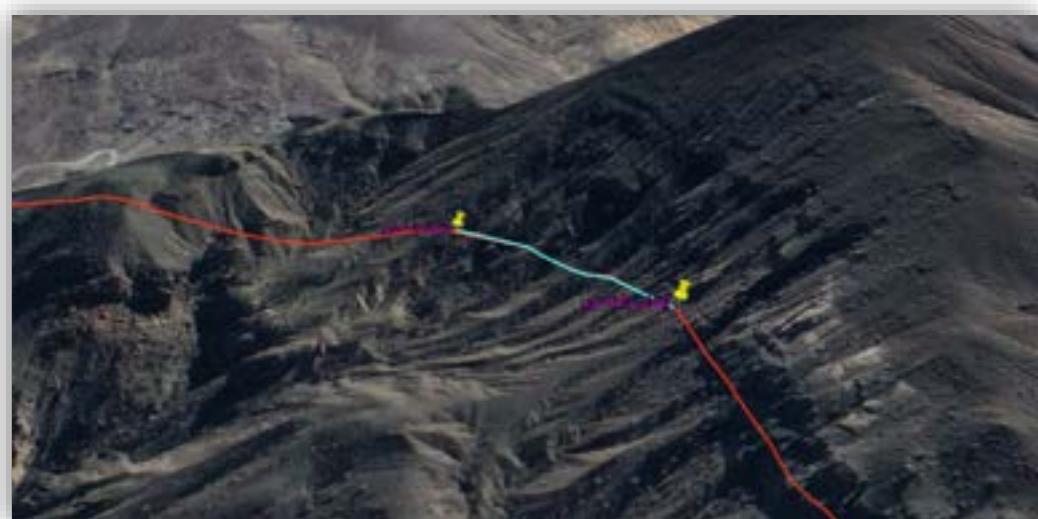
همچنین دامنه اول در نقشه hillshade به صورت زیر است:



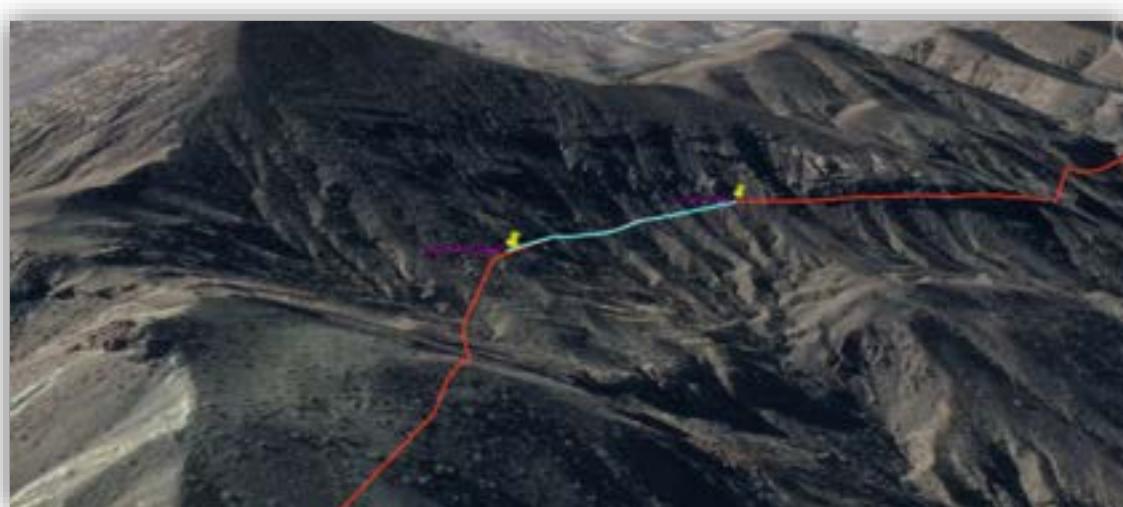
شکل (۹-۲۲) دامنه اول در تصویر hillshade

## ۷-۶-۹- پیشنهادات پایدارسازی دامنه دوم

دامنه دوم به طول حدود ۳۵۰ متر از دو جهت مختلف در تصویر های زیر مشخص شده است:



شکل (۹-۲۳) تصویر سه بعدی دامنه دوم در گوگل ارث



شکل (۹-۲۴) تصویر سه بعدی دامنه دوم در گوگل ارث

در این دامنه با توجه به شبیه نسبتاً زیاد و فاصله خیلی زیاد بالای کوه تا جاده (۴۵۰ متر) و شکل دامنه پیش بینی می‌شود گسیختگی‌های دامنه ای زیر وجود داشته باشد:

- ریزش به صورت آزاد واژگونی

ریزش آزاد واژگونی: سقوط ناگهانی و آزاد یک تکه منفرد یا قطعاتی از خاک یا سنگ، واژگون شدن قطعه ای از سنگ حول نقطه ای واقع در زیر مرکز ثقل آن

- لغزش به صورت صفحه ای یا انتقالی

صفحه ای یا انتقالی: حرکت تند یا آهسته یک قطعه یا قطعات دارای چسبندگی در امتداد یک سطح مشخص مسطوی

✓ سرخوردن قطعه

✓ گوه ها

✓ پخش جانبی

✓ لغزش واریزه

- بهمن به صورت سنگ یا واریزه (ریزش+لغزش)

سنگ یا واریزه: حرکت سریع تا بسیار سریع یک توده بدون چسبندگی به نحوی به ساخت اولیه قابل تشخیص نباشد.

- جریان به صورت واریزه، ماسه، لای، گل، خاک

واریزه، ماسه، لای، گل، خاک: حرکت خردۀ های سنگ یا سنگ و خاک به صورت یک سیال دارای گرانروی زیاد یا دوغاب مانند که معمولاً تا فاصله زیادی از منطقه گسیختگی ادامه می‌یابند.

با توجه به شرایط زمین شناسی این دامنه نیز می‌توان گسیختگی‌های زیر را پیش بینی کرد:

- توده های سنگی

✓ گسیختگی گوه ای در طول درزها، سطح برشی و لایه بندی

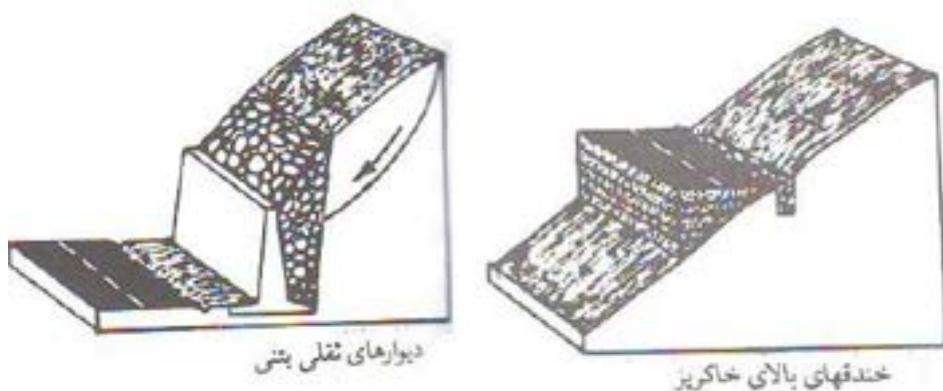
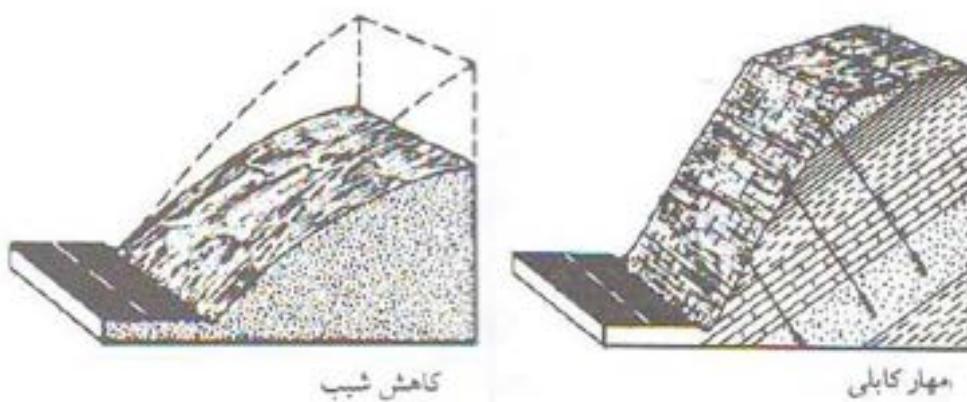
✓ لغزش قطعات در طول درزها و سطوح برشی

✓ گسیختگی چند سطحی در طول دسته درزها

## ✓ جریان خاک خشک

حال با توجه به نوع گسیختگی برای پایدارسازی دامنه (پیشگیری و ترمیم) روش های زیر پیشنهاد میشود:

- کاهش شب: برای همه خاک ها و سنگ ها مناسب است. (پیشگیری و ترمیم در مراحل اولیه)
- خندق های بالای خاکریز: برای خاک ها (برش ها، خاکریزها) مناسب است. (پیشگیری و ترمیم در مراحل اولیه)
- مهار کابلی: برای لایه های سنگی شب دار مناسب است. (پیشگیری و ترمیم در مراحل اولیه)
- دیوار بتُنی تقلی: برای خاک تا سنگ مناسب است. (پیشگیری)



و همچنین برای ریزش سنگ و لغزش صفحه ای واریزها به منظور پیشگیری و ترمیم اقدام های

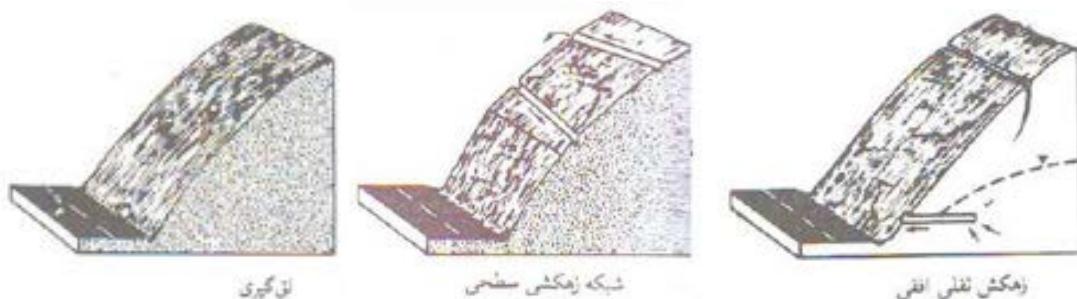
زیر پیشنهاد میشود:

• پیشگیری:

- ✓ ریزش سنگ: جلوگیری از فرسایش قاعده دامنه، حفاری با آتشباری کنترل شده، برداشتن قطعات سست (لق گیری)، کابل های بتی بتنی برای توده های بزرگ، بتون پاشی لایه های ضعیف
- ✓ لغزش صفحه ای واریزه ها: ایجاد شیب پایدار و کنترل زهکشی سطحی در مقیاس کوچک تا متوسط استفاده از وسایل نگهداری، در مقیاس بزرگ از دامنه دور شود.

• ترمیم :

- ✓ ریزش سنگ: اجازه دادن به سنگ تا ریزش کند و بعد تمیز کردن و برداشتن مواد ریزشی، میل مهار و صفات بتی، کابل های بتی، برداشتن قطعات سست (لق گیری)، احداث دیوار های ضربه گیر
- ✓ لغزش صفحه ای واریزه ها: اجازه به وقوع لغزش و بعد تمیز کردن راه، به کار گیری روش های پیشگیری



همچنین دامنه دوم در نقشه hillshade به صورت زیر است:



شکل (۹-۲۵) دامنه دوم روی نقشه hillshade

### ۹-۶-۸- پیشنهادات پایدارسازی دامنه سوم

دامنه سوم به طول حدود ۲۰۰ متر از دو جهت مختلف در تصویر های زیر مشخص شده است:



شکل (۹-۲۶) تصویر سه بعدی دامنه سوم در گوگل ارث



شکل (۹-۲۷) تصویر سه بعدی دامنه سوم در گوگل ارث

در این دامنه با توجه به شبکه کم و ملایم و شکل دامنه پیش بینی میشود گسیختگی های دامنه ای زیر وجود داشته باشد:

- خزش: حرکت کند، نامحسوس و به سمت سراشیبی خاک یا مخلوط خاک و سنگ

با توجه به شرایط زمین شناسی این دامنه نیز میتوان گسیختگی های زیر را پیش بینی کرد:

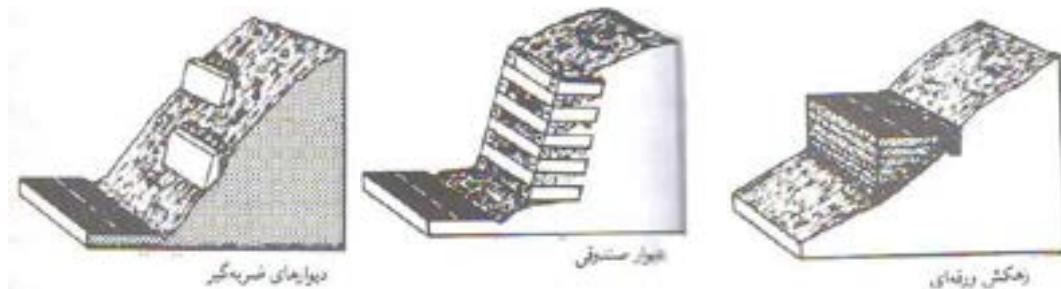
- توده های سنگی
- ✓ سر خوردن قطعات در طول درزها و سطوح برشی
- ✓ جریان خاک خشک

حال با توجه به نوع گسیختگی برای پایدارسازی دامنه (پیشگیری و ترمیم) روش های زیر پیشنهاد میشود:

- زهکشی ورقه ای: برای خاک ها (خاکریزها) مناسب است. (پیشگیری)

- دیوار ضربه گیر بتنی: برای دامنه های متوسط مناسب است. (نگهدارنده قطعات لغزنده یا غلطنده)

- دیوار صندوقی: برای خاک های نسبتا مقاوم مناسب است. (پیشگیری)



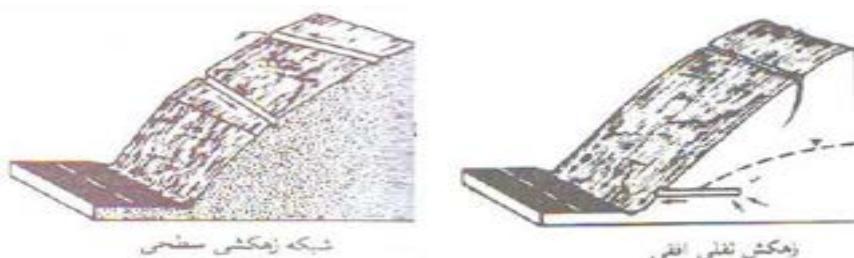
و همچنین برای لغزش صفحه ای واریزه ها به منظور پیشگیری و ترمیم اقدام های زیر پیشنهاد میشود:

- پیشگیری:

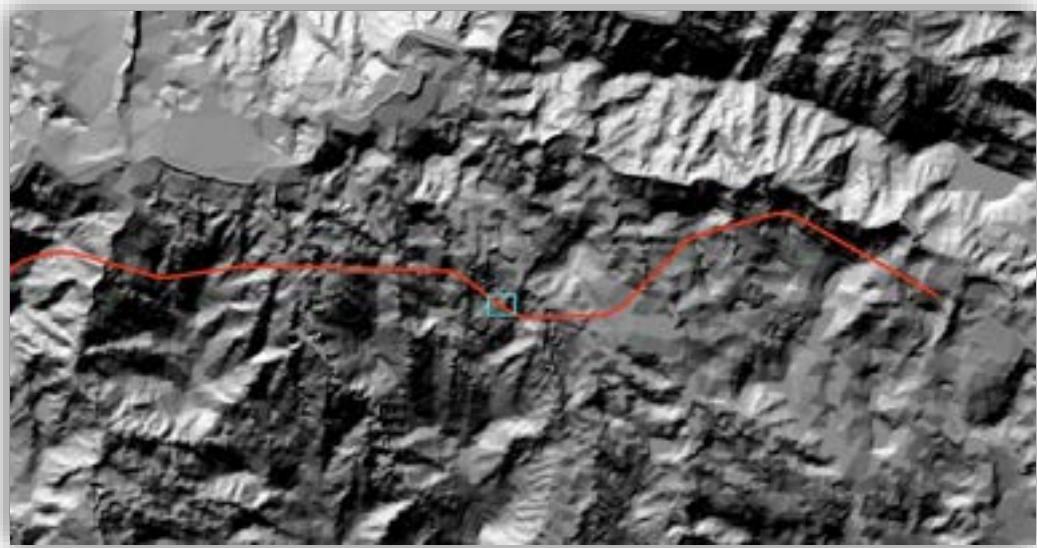
- ✓ ایجاد شیب پایدار و کنترل زهکشی سطحی در مقیاس کوچک تا متوسط استفاده از وسایل نگهداری، در مقیاس بزرگ از دامنه دور شود.

- ترمیم:

- ✓ اجازه به وقوع لغزش و بعد تمیز کردن راه، به کار گیری روش های پیشگیری



همچنین دامنه سوم در نقشه hillshade به صورت زیر است:



شکل (۹-۲۸) دامنه سوم روش نقشه hillsahde

## فصل ۱۰: پروژه های تکمیلی

---

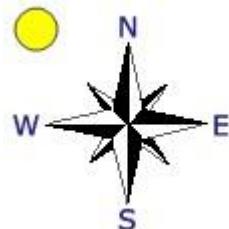
### ۱-۱- پروژه ای اختیاری ۱ (محاسبه ای دامنه های آفتابگیر)

در این پروژه قصد داریم در برنامه ای مطلب دامنه های آفتابگیر مربوط به یک dem ورودی را مشخص کنیم.

Hillshade میزان روشنایی سطح را براساس یک منبع نور فرضی و به کمک مقادیر هر سلول نشان می دهد.

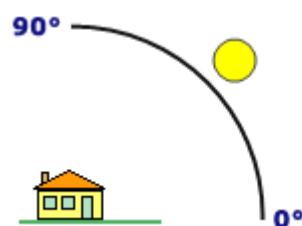
پارامترهای hillshade

۱. آزیموت: آزیموت مقدار راستای خورشید نسبت به شمال که به طور ساعتگرد اندازه گیری می شود است و مقداری بین ۰ تا ۳۶۰ دارد.



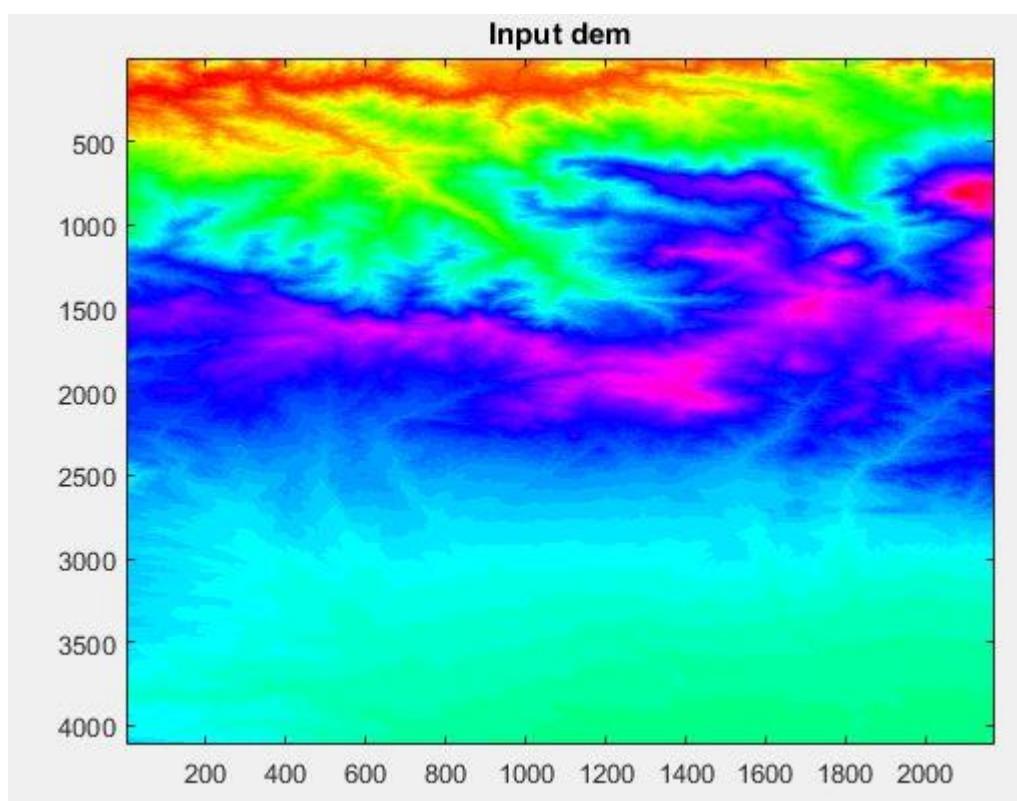
شکل (۱۰-۱) آزیموت

۲. زاویه ای ارتفاعی: نشان دهنده ای زاویه ای منبع نور خورشید در بالای افق است. که مقادیر بین ۰ تا ۹۰ می تواند داشته باشد.



شکل (۱۰-۲) زاویه ارتفاعی

مدل رقومی که برای این پروژه در نظر گرفته ایم، مدل زیر است:



شکل (۱۰-۳) مدل رقومی ورودی مسئله

سایز سلول های مدل موردنظر  $10 \times 10$  است.

برای محاسبه *hillshade* پیش از هر چیز نیاز به مقادیر آزیمoot و زاویه ارتفاعی داریم. از این مقادیر در محاسبه *slope* و *aspect* استفاده خواهد شد. مقادیر آزیمoot و زاویه ارتفاعی را از کاربر می گیریم.

ما در محاسبات برای زوایا از واحد رادیان استفاده می کنیم در صورتی مقادیر ورودی همگی درجه هستند. علاوه بر این به زاویه زنیت نیاز داریم که نشان دهنده زاویه نقطه زنیت با راستای منبع نور است. زاویه ارتفاعی و زنیتی متم هستند؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$\text{Zenith} = 90 - \text{Altitude}$$

زاویه ای که برای آزمیوت در اختیار داریم در واحد جغرافیایی است و باید آنرا به واحد ریاضی تبدیل کنیم.

$$\text{Azimuth} = 360 - \text{Azimuth} + 90$$

اگر زاویه ای بدست آمده از رابطه بالا بزرگتر یا مساوی  $360^\circ$  بود،  $360^\circ$  مقدار از آن کم می کنیم.

برای محاسبه slope و aspect از یک کرنل  $3 \times 3$  استفاده می کنیم و برای محاسبه مقدار سلول وسط، از مقادیر ۸ سلول اطراف آن استفاده می کنیم.

a	b	c
d	e	f
g	h	i

روابطی که داریم به صورت زیر است؛ تغییرات در راستای x:

$$\frac{dz}{dx} = \frac{(c + 2f + i) - (a + 2d + g)}{\wedge * \text{cell size}}$$

تغییرات در راستای y:

$$\frac{dz}{dy} = \frac{(g + 2h + i) - (a + 2b + c)}{\wedge * \text{cell size}}$$

برای محاسبه مقدادیر بالا ازتابع gradient در متلب استفاده کرده ایم. پس از محاسبه مشتقات، مقدادیر aspect و slope را بدست می آوریم.

$$\text{aspect} = \tan^{-1} \left( \frac{\frac{dz}{dy}}{\frac{dz}{dx}} \right)$$

$$\text{slope} = \tan^{-1} \left( z_{factor} * \sqrt{\left( \frac{dz}{dx} \right)^2 + \left( \frac{dz}{dy} \right)^2} \right)$$

در نهایت بر روی مقدار aspect باید شرطی را اعمال کنیم. اگر مقدار آن از صفر کوچکتر بود با  $2\pi$  جمع می کنیم و اگر از  $\pi$  کوچکتر بود با  $\pi/2$  جمع می کنیم.

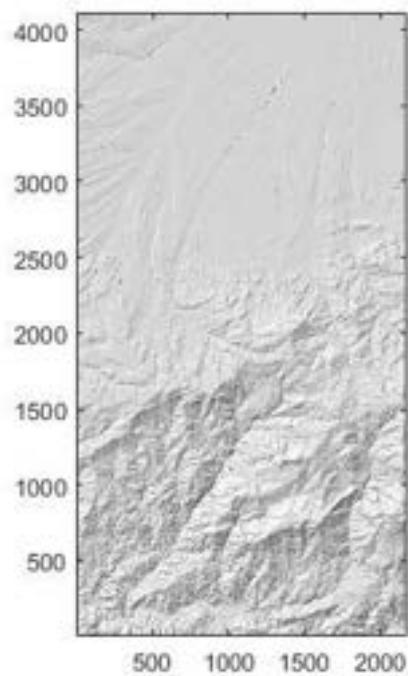
در نهایت مقدار hillshade را از رابطه زیر که الگوریتم ESRI است، محاسبه می کنیم.

$$h = 255 * ((\cos Zenith * \cos Slope) + (\sin Zenith * \sin Slope) * (\cos(Azimuth - Aspect)))$$

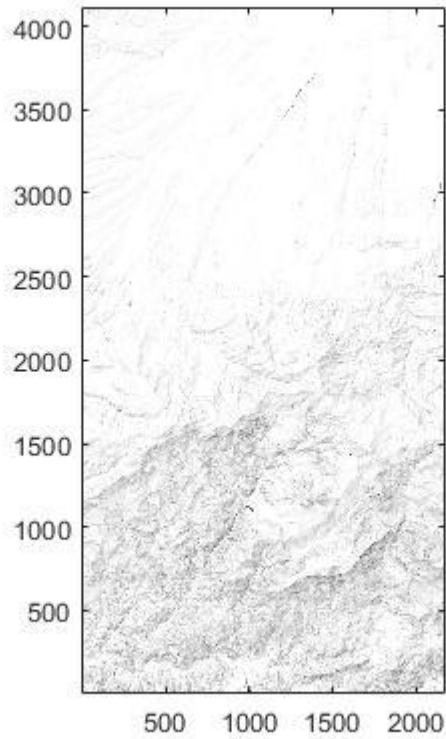
اگر مقدادیر hillshade از صفر کوچکتر بودند، آنها را برابر صفر درنظر می گیریم.

در پایان نمونه هایی از hillshade های مختلف با ورودی های متفاوت آورده شده است.

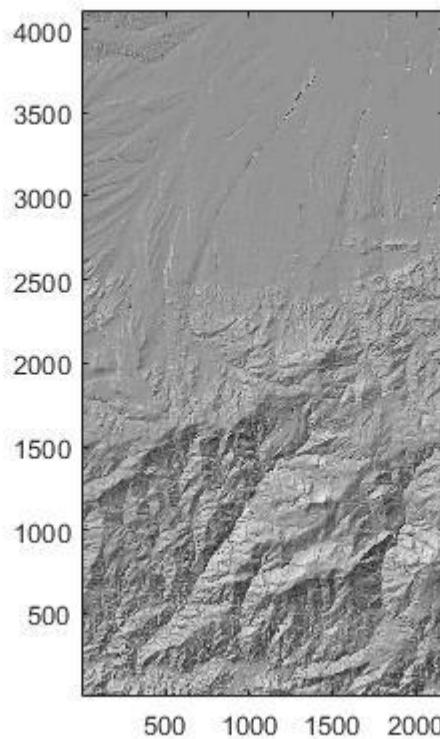
آزیموت: ۳۱۰ درجه؛ زاویه ارتفاعی: ۴۵ درجه



آزیمoot: ۳۱۰ درجه ؛ زاویه ارتفاعی: ۸۰ درجه



آزیمут: ۳۱۰ درجه ؛ زاویه ارتفاعی: ۱۰ درجه



کد برنامه‌ی نوشته شده:

```

clc;
clear;
close all;
%% Date
figure
input_dem = imread('DEM_for_matlab_modified.tif');
input_dem(4116,:) = [];
imagesc(input_dem);
colormap(hsv);
title('Input dem')
%% Initial Calculations
azimuth = input('Azimuth: ');
altitude = input('Altitude: ');
dx = 10; dy = 10;
altitude = deg2rad(90-altitude);

azimuth = 360-azimuth+90;
if azimuth >= 360
    azimuth = azimuth - 360;
end

```

```

azimuth = azimuth-360;
end

azimuth = deg2rad(azimuth);

%% Slope & Aspect Calculations
[rond_x,rond_y] = gradient(input_dem,dx,dy);
[aspect,grad] = cart2pol(rond_y,rond_x);
slope = atan(grad);
if aspect < pi
    aspect = aspect + pi/2;
elseif aspect < .
    aspect = aspect + 2*pi;
end

%% Hillshade Calculation
h =
100*((cos(alitude).*cos(slope))+(sin(alitude).*sin(slope)
.*cos(azimuth-aspect)));
if h<.
    h = .;
end

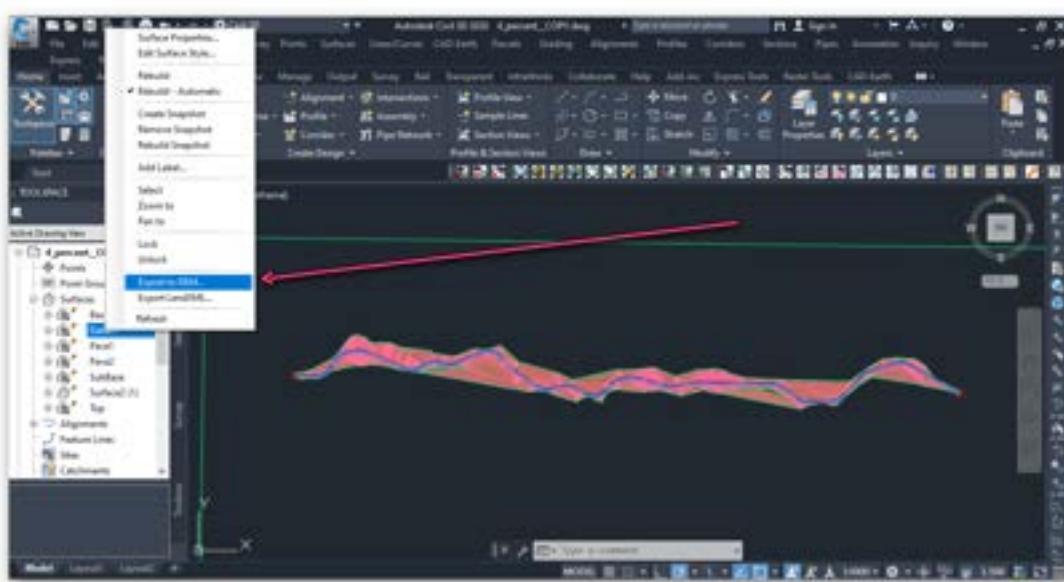
%% Plot
figure
imagesc(h)
axis image
set(gca,'ydir','normal')
colormap(gray)

```

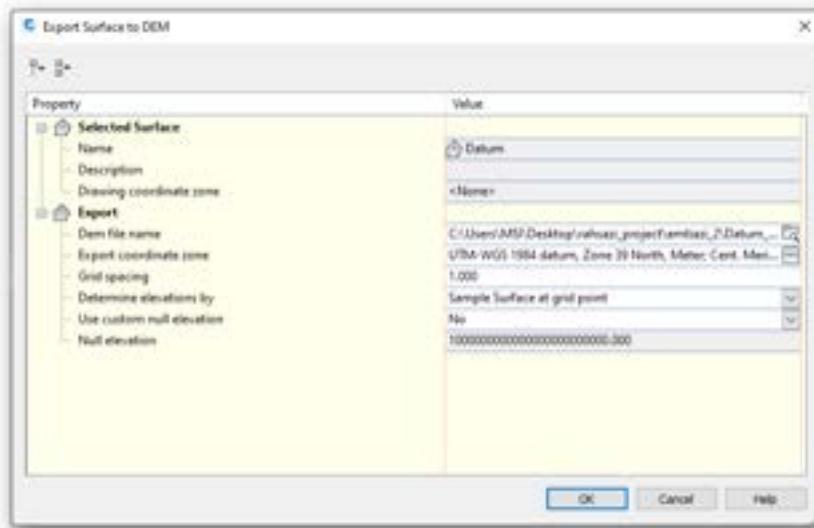
## ۱۰-۲ - پروژه اختیاری ۲ (نمایش سه بعدی کریدور ساخته شده با شبیخ خط پروژه روی DEM در محیط ArcScene)

خروجی گرفتن داده ها مورد نیاز از برنامه **civil 3d**

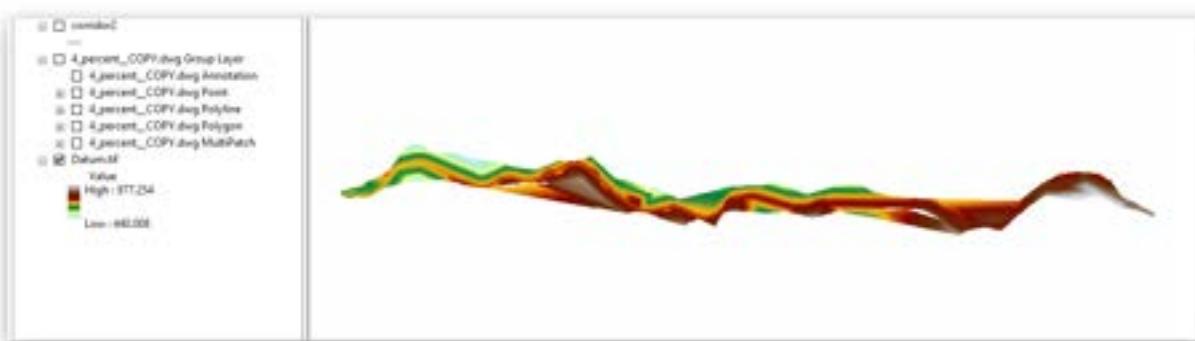
برای انجام این پروژه در مرحله اول کاری که لازم است انجام دهیم این است که باید از کریدور موجود در سیویل و همچنین سرفیسی که تغییرات ارتفاعی کریدور را نشان میدهد یعنی سرفیس datum را از برنامه سیویل به برنامه ARCGIS منتقل کنیم . برای انجام اینکار ابتدا باید از سمت چپ برنامه سیویل در قسمت سرفیس ها با کلیک راست بر روی گزینه datum به صورت زیر :



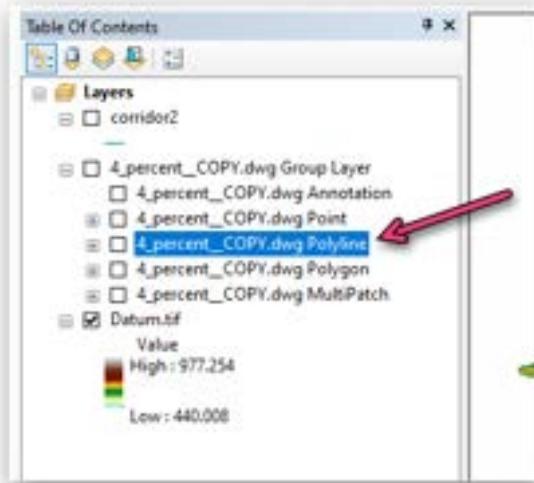
گزینه **export to dem** را انتخاب میکنیم . حال پنجره ای به صورت زیر باز میشود :



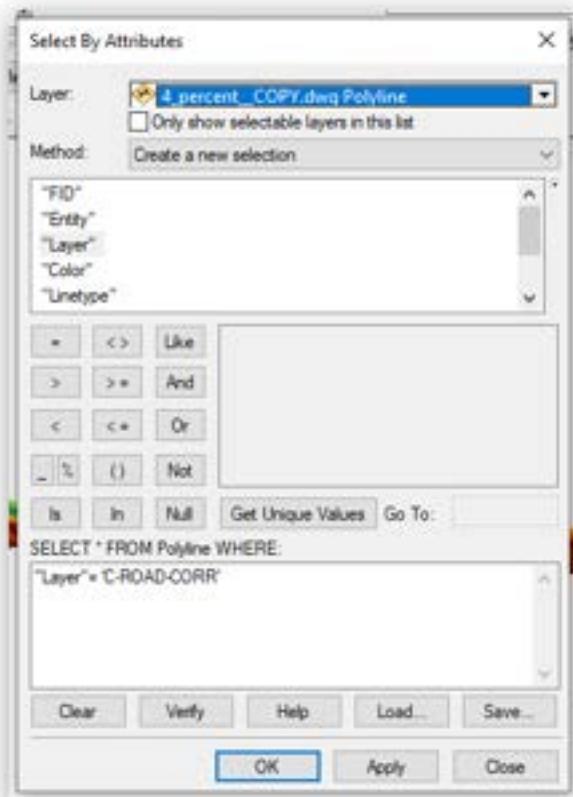
که در پنجره بالا محل فایل ژیوتفی خروجی dem ای که از سرفیس datum ساخته میشود و همچنین سیستم مختصات DEM خروجی را تعریف میکنیم که سیستم تصویر خروجی آن ۱۹۸۴ utm wgs است . حال با زدن گزینه dem مربوط به datum ۳۹ zone شمالی تعریف شده است . حال با زدن گزینه ok ، مربوط به datum ما ساخته میشود که به صورت زیر است :



حال در مرحله بعد باید از خود کریدور برای برنامه arcgis خروجی بگیریم که برای اینکار ابتدا کل نقشه خود در سیویل را انتخاب کرده و سپس از ابزار explode استفاده میکنیم . پس از اجرا ابزار بیان شده پروژه خود را سیو میکنیم و سپس پروژه را در محیط Arcgis باز میکنیم . حال باید در جدول اطلاعات توصیفی لایه زیر :



عارضه که نام ستون آن c-road-corridor است پیدا کرده و از آن خروجی ژیودیتاپیس بگیریم تا به برنامه arcgis وارد شود . برای اینکار با استفاده از Selection زیر :



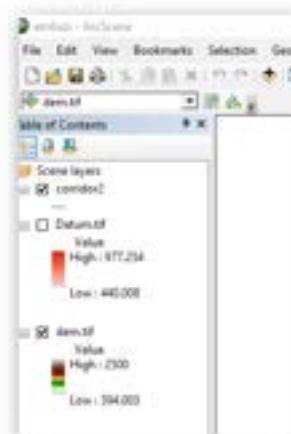
لایه کریدور مورد نظر خود را یافته و سپس از آن در یک ژیودیتابیس خروجی میگیریم. که لایه کریدور ما نیز در arcgis به صورت زیر خواهد بود :



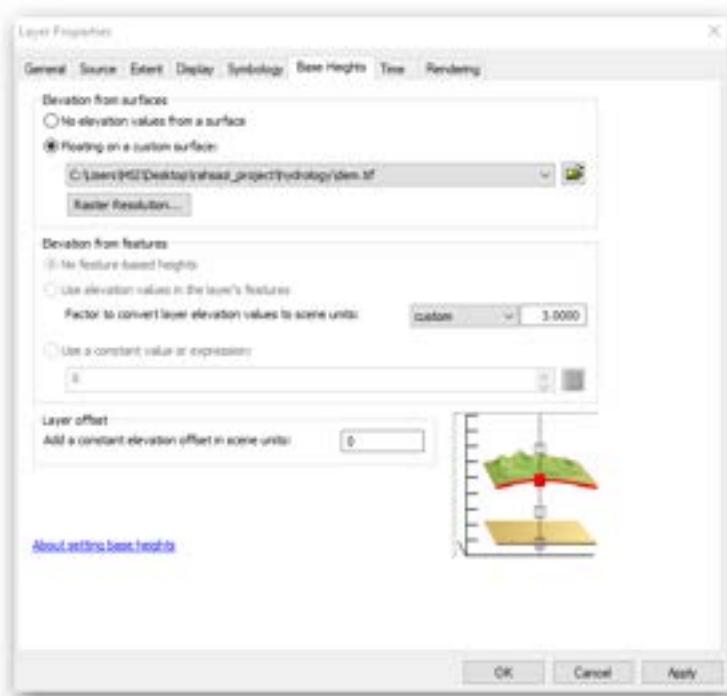
که اگر جدول اطلاعات توصیفی آن را باز کنیم :

OBJECTID	Shape	Entity	Layer	Color	Linetype	Elevation	LineWt	Segment	Shape_Length
1	Polyline Z	Insert	dem	0	Continuous	0	25.704678	2727498.510341	

میبینیم که فقط یک عارضه در آن وجود دارد و دلیل آن نیز این است که این عارضه یک عارضه multipart است . حال که کریدور و لایه سرفیس یا همان Dem آن را در اختیار داریم ، حال میتوانیم لایه ها مورد نیاز خود را به همراه dem منطقه به برنامه arcscene وارد کنیم که به صورت زیر وارد شده است :



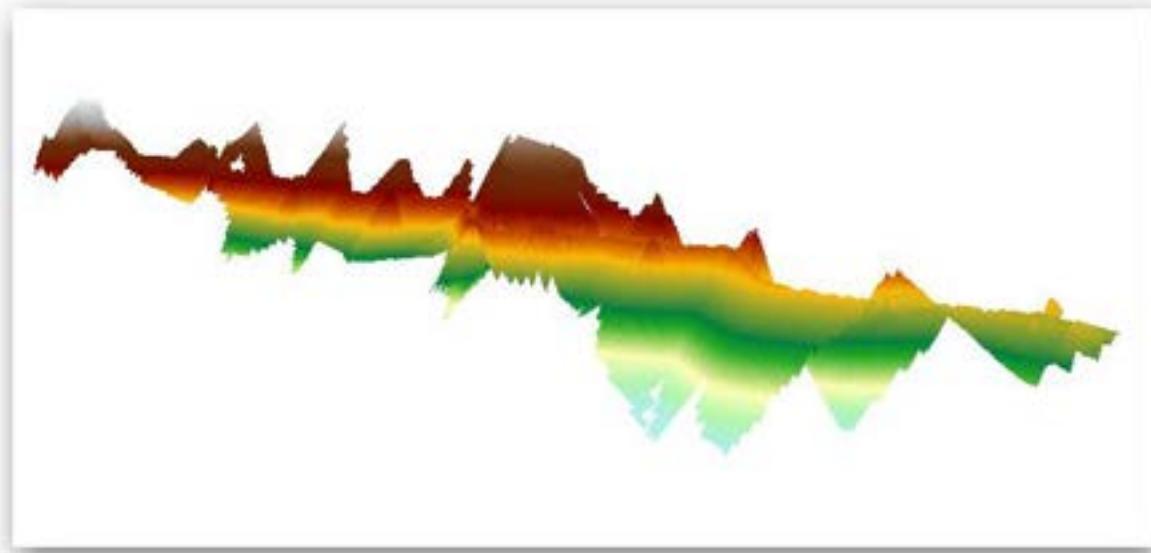
حال به وسیله اطلاعات زیر برای dem منطقه که در اختیار داریم ، اغراق ارتفاعی تعریف کرده و آن را سه بعدی میکنیم :



اینکار را برای dem ای که از datum بدست آورده ایم نیز انجام میدهیم و آن را نیز سه بعدی میکنیم به صورت زیر :

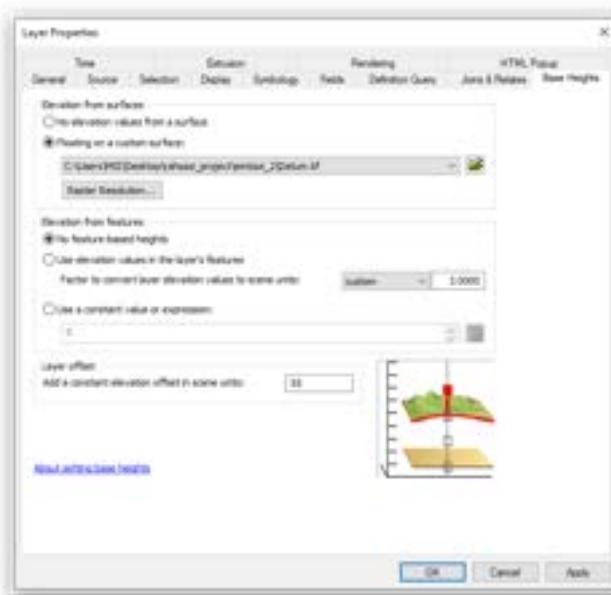


که نمایش dem سه بعدی حاصل از datum به صورت زیر خواهد بود :



حال چون میخواهیم کریدور خود را به همراه خط پروژه آن بر روی Dem منطقه به صورت سه بعدی مشاهده کنیم ، باید کریدور خود را نیز سه بعدی کرده ولی برای سه بعدی کردن کریدور از dem حاصل از datum استفاده میکنیم که خود datum نیز از خط پروژه بدست آمده است . در نتیجه

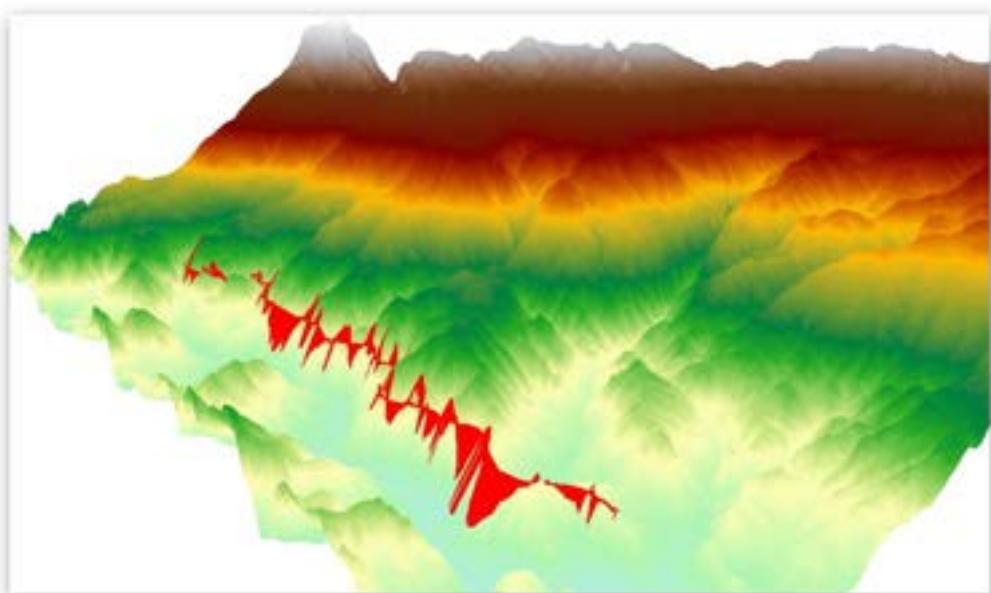
پنجره مربوط به سه بعدی کردن لایه کریدور ما به صورت زیر میشود :



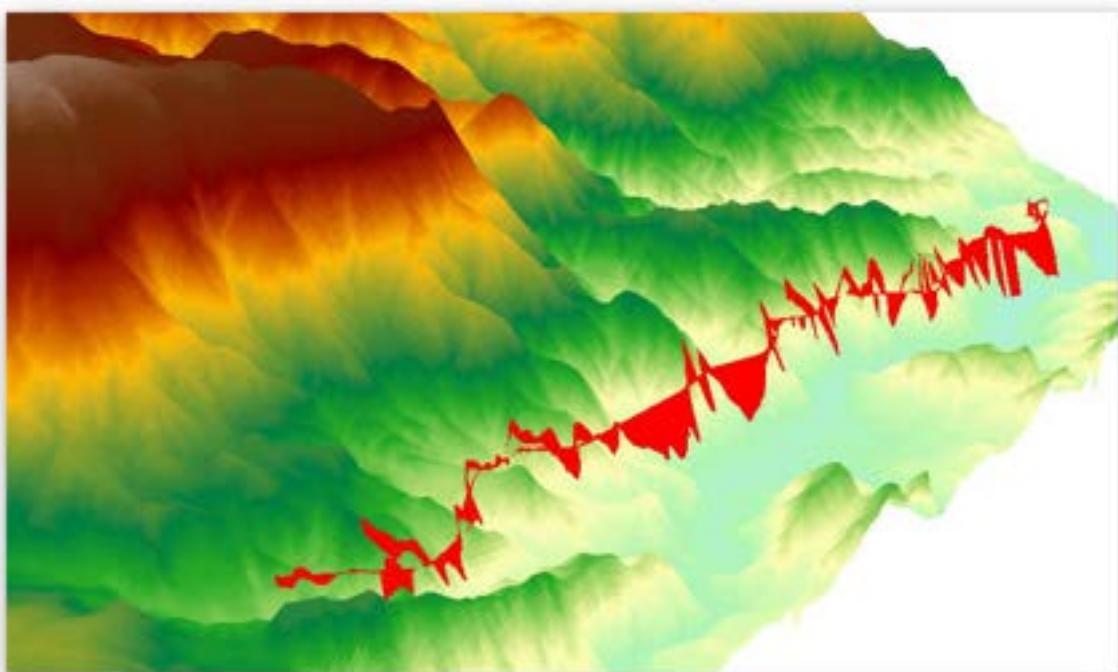
همچنین نمایش کریدور سه بعدی به صورت زیر میشود :



که میتوان آن را روی dem منطقه نیز نمایش داد که به صورت زیر خواهد بود :



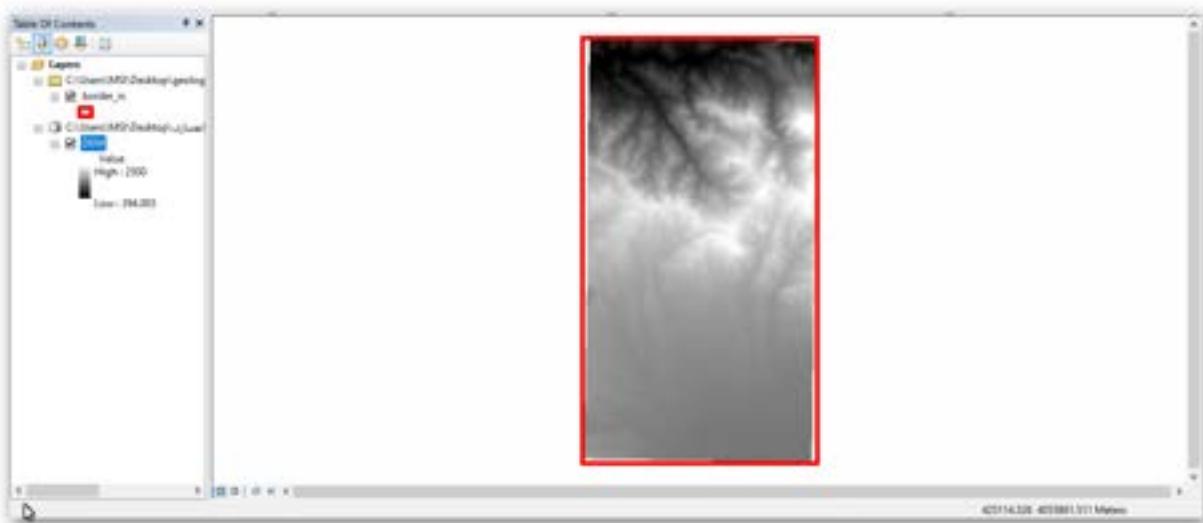
همچنین از زاویه ای دیگر :



### ۱۰-۳- پروژه‌ی اختیاری ۳ (تهیه‌ی نقشه‌ی زمین‌شناسی با طبقه‌بندی ماهواره‌ای)

#### ۱۰-۳-۱- نحوه دانلود تصاویر ماهواره‌ای برای پروژه مورد نیاز

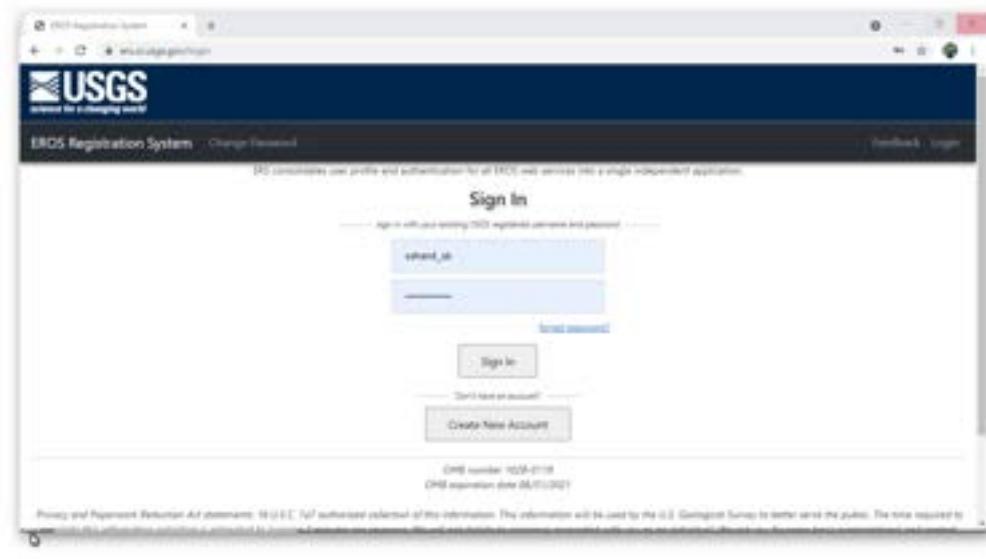
برای انجام این پروژه ما به داده‌های و تصاویر ماهواره لندست ۸ احتیاج داریم تا با استفاده از آن بتوانیم برای مورد نظر خود یک طبقه بندی نظارت شده با استفاده از معرفی داده‌های آموزشی انجام بدھیم. پس بدین منظور در اولین مرحله ما باید منطقه‌ای را که میخواهیم برای آن طبقه بندی انجام بدھیم را مشخص کنیم. بدین منظور ما یک مرز به صورت یک فایل پلیگونی با فرمت شیپ فایل اطراف منطقه‌ای که در اختیار ما قرار گرفته است میکشیم:



سپس با استفاده از دستور LAYER TO KML این مرز کشیده شده را به یک فایل KML تبدیل میکنیم تا بتوانیم در گوگل ارث آن را باز کنیم که به صورت زیر خواهد بود :

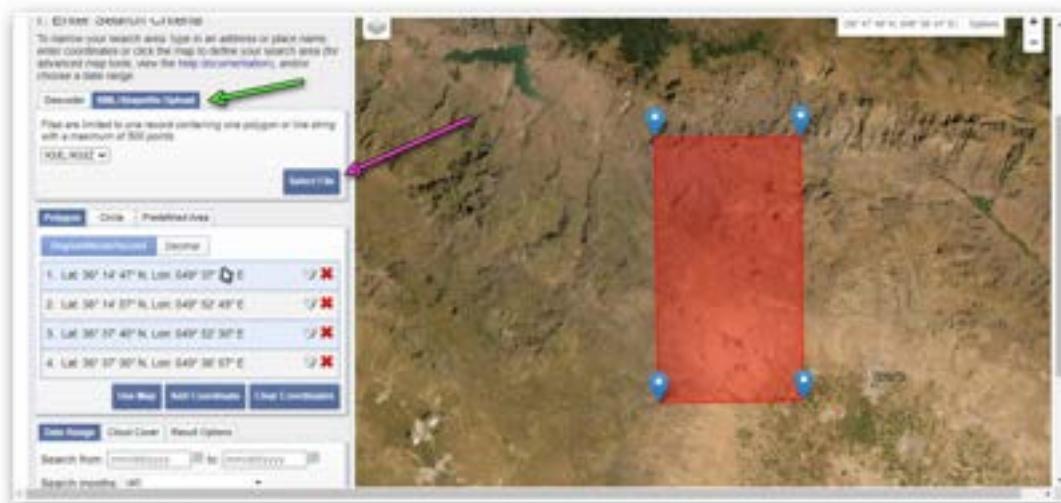


حال که ما فایل KML مربوط به منطقه مورد نظر خود را در اختیار داریم باید اقدام به دانلود تصاویر لندست ۸ مربوط به منطقه خود کنیم . بدین منظور باید به سایت <https://earthexplorer.usgs.gov> مراجعه کرده و در آن اکانت ساخته و یا اگر اکانت داریم با استفاده از آن به صورت زیر به سایت وارد شویم :

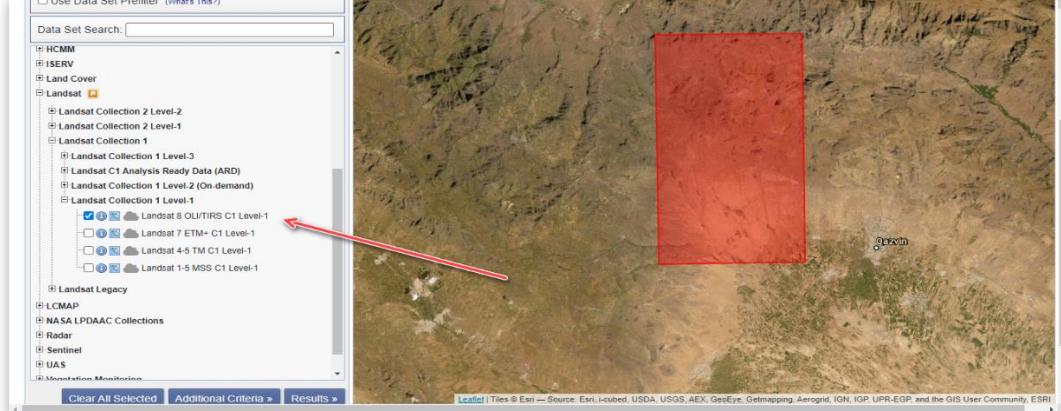


<https://eris.erossystem.usgs.gov/login>

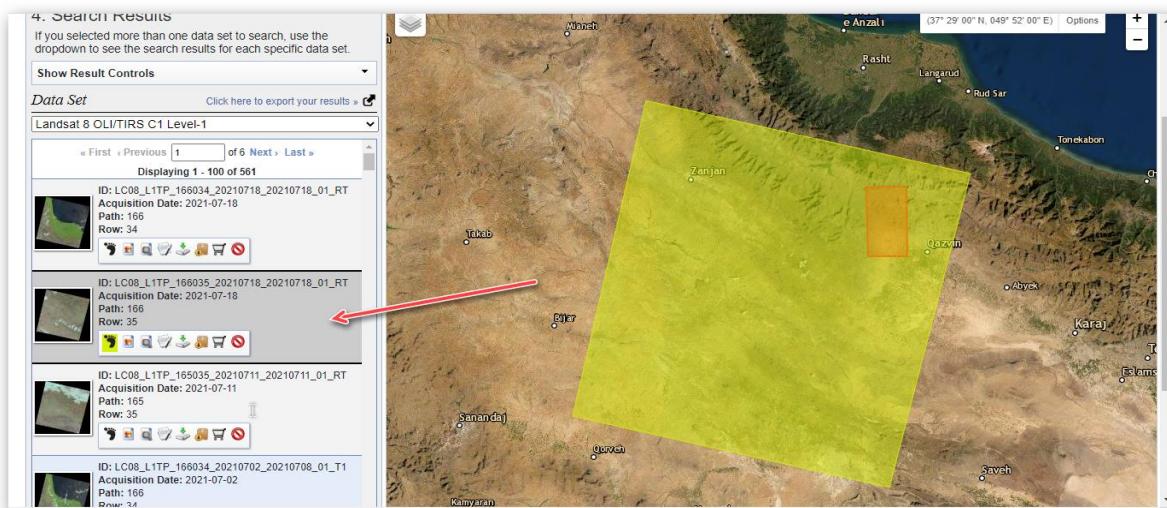
حال که وارد سایت شدیم میتوانیم هر داده و تصویری را که لازم داریم دانلود کنیم فقط باید محدوده تصویر مورد نظر را به سایت معرفی کنیم . برای اینکار باید به صورت زیر داده KML خود را که آماده کرده بودیم به سایت معرفی کنیم :



که همانطور که دیده میشود در تصویر بالا ما محدوده مورد نظر خود را با استفاده از فایل KML به سایت معرفی کرده ایم . حال که منطقه مورد نظر در سایت مشخص شد ، در مرحله بعد با زدن گزینه DATASETS میتوانیم مجموعه داده هایی را که در سایت وجود دارد مشاهده کرده و از این آن ها تصاویری را که به آن ها احتیاج داریم انتخاب کنیم . که در این پروژه ما به تصاویر لندست ۸ برای طبقه بندي زمین شناسی منطقه خود نیاز مندیم که در تصویر زیر داده مورد نظر خود را انتخاب کرده ایم :

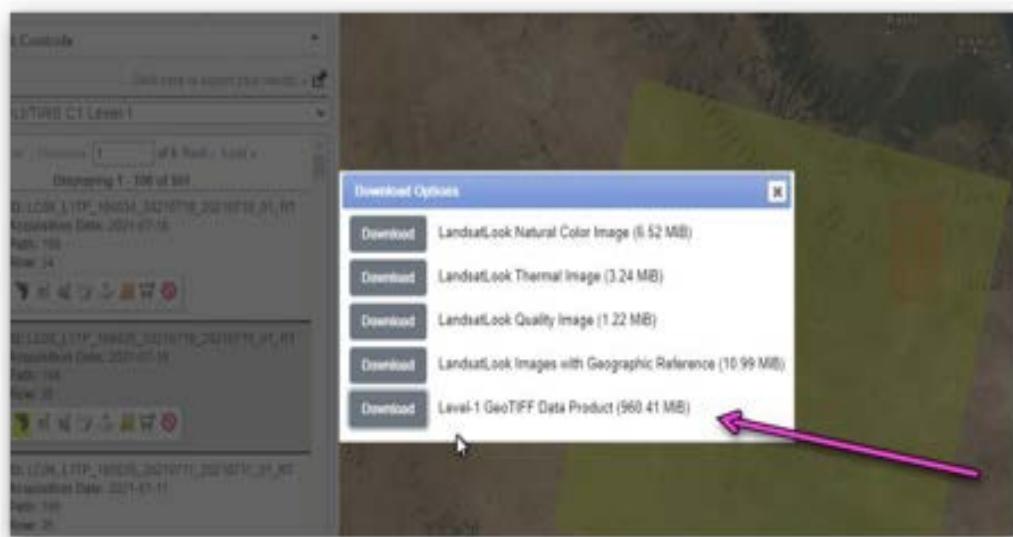


حال که نوع داده مورد نظر خود را نیز در تصویر بالا مشخص کرده ایم با زدن گزینه Results میتوانیم تصاویری را که در تاریخ های مختلف برداشت شده اند و در برگیرنده منطقه مورد نظر ما هستند مشاهده کرده و یکی از آن ها را انتخاب کنیم که ما طبق تصویر زیر عکس ماهواره ای مورد نظر خود را انتخاب کرده ایم :

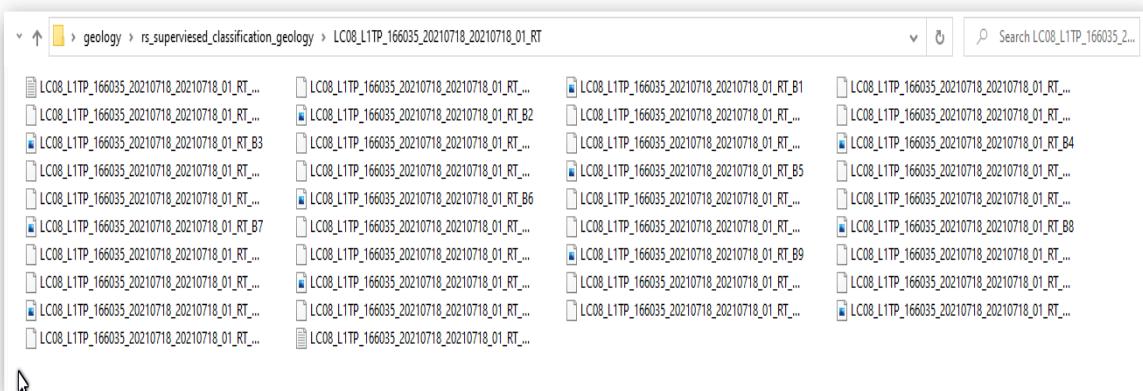


<https://earthexplorer.usgs.gov/>

حال با کلیک بر روی گزینه دانلود با صفحه ای به صورت زیر مواجه میشویم :

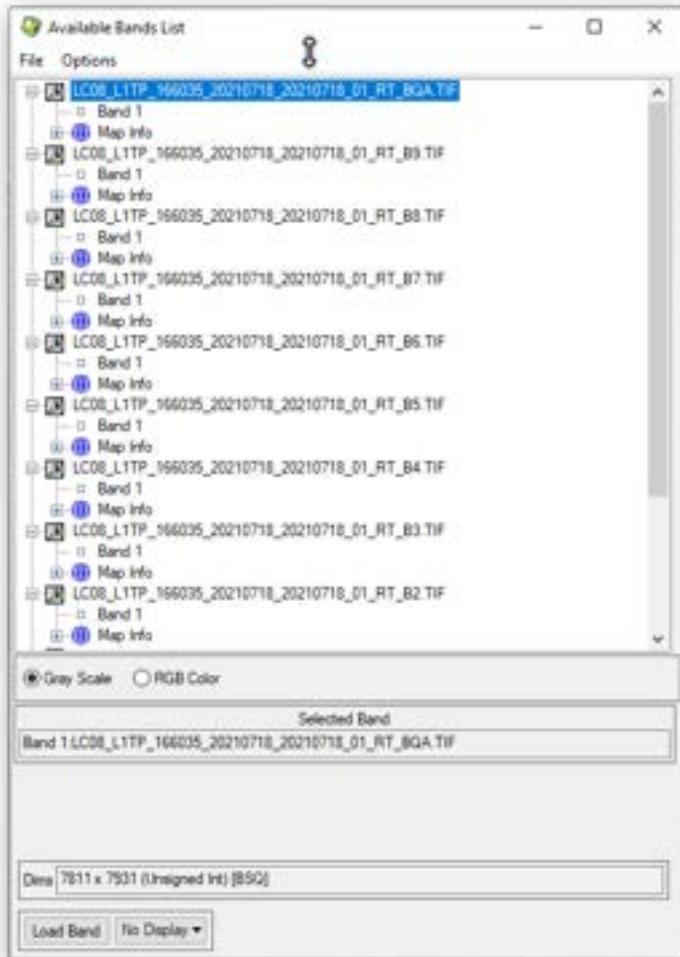


که چون ما به با کیفیت ترین تصویر موجود که همه باند ها را داشته باشد نیاز داریم ، پس در نتیجه داده ای را که در تصویر بالا با فلش مشخص شده است و ۹۶۰ مگابایت حجم دارد انتخاب کرده و دانلود میکنیم . فایل دانلود شده به صورت یک فایل فشرده است که پس از بازگشایی آن ، داده هایی که در آن موجود است به صورت زیر هستند :



## ۱۰-۳-۲ - باز کردن باندها تصاویر ماهواره ای لندست در برنامه ENVI و نام گذاری باندها

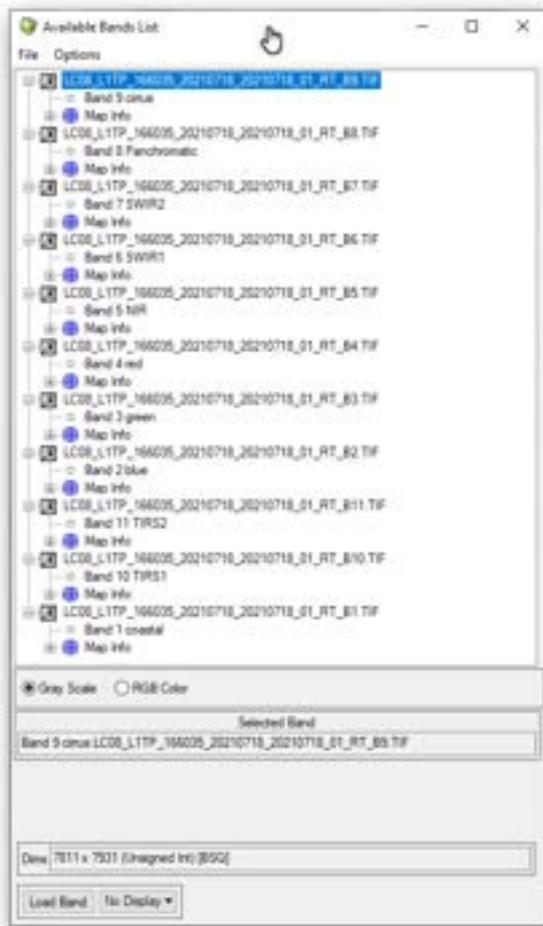
که باید ابتدا تمام باندهای مربوط به تصویر را در برنامه **envi classic** باز کنیم . که به صورت زیر خواهد بود :



حال باید با کلیک راست بر روی هر لایه و انتخاب گرینه edit header و سپس edit attributes تمام لایه ها را به صورت زیر نامگذاری کنیم :

Band 1 Coastal	0.43-0.45
Band 2 Blue	0.45-0.51
Band 3 Green	0.53-0.59
Band 4 Red	0.64-0.67
Band 5 Near Infrared (NIR)	0.85-0.88
Band 6 Short Wave Infrared (SWIR) 1	1.57-1.65
Band 7 SWIR2	2.11-2.29
Band 8 Panchromatic	0.5-0.68
Band 9 Cirrus	1.36-1.38
Band 10 Thermal Infrared Sensors (TIRS) 1	10.6-11.19
Band 11 TIRS 2	11.5-12.51

که در نهایت لایه ها در برنامه envi به صورت زیر در می آیند :



## ۱۰-۳-۳ - تبدیل مقادیر تصاویر ماهواره ای به Reflectance

حال ما باید چون که مقادیر پیکسل های عکس هایی که در اختیار داریم به صورت digital numer یا DN هستند ، باید آن ها را به reflectance تبدیل کنیم تا اینکه در نهایت بتوانیم از آن ها برای طبقه بندی با نظارت استفاده کنیم . حال برای تبدیل DN به reflectance باید از فرمول زیر استفاده کنیم :

$$\rho\lambda = \frac{M\rho \times Q_{cal} + A\rho}{\sin \theta_{SE}}$$

Variable	Meaning
$\rho\lambda'$	At sensor reflectance without correction for solar angle (Unit less)
$M\rho$	Band ( $Q_{cal}$ ) specific multiplicative rescaling factor
$A\rho$	Band specific reflectance additive scaling factor
$\theta_{SE}$	Solar elevation angle (Degrees)
$\rho\lambda$	At sensor reflectance corrected for solar angle

که Q cal در واقع همان مقادیر DN مربوط به باندهای ما است. همچنین باقی ضرایب نیز با استفاده از فایل تکستی که به صورت زیر در داده ها لندست ۸ قرار دارد بدست می آید:



که حال اگر فایل بالا را باز کنیم میتوانیم بینیم که ضرایب مورد نیاز ما به صورت زیر در آن وجود دارند:

```
TIRS_SSM_POSITION_STATUS = "ESTIMATED"  
TIRS_STRAY_LIGHT_CORRECTION_SOURCE = "TIRS"  
ROLL_ANGLE = -0.001  
SUN_AZIMUTH = 121.46346602  
SUN_ELEVATION = 65.26197045 ←  
EARTH_SUN_DISTANCE = 1.0162814  
SATURATION_BAND_1 = "Y"  
SATURATION_BAND_2 = "Y"  
SATURATION_BAND_3 = "Y"  
SATURATION_BAND_4 = "Y"  
SATURATION_BAND_5 = "Y"
```

که چون سینوس زاویه بالا را احتیاج داریم ، پس باید سینوس  $65.2619$  را محاسبه کنیم که مقدار آن برابر با  $0.9082$  خواهد شد.

$$\sin(65.2619) = .9082$$

همچنین مابقی ضرایب نیز از فایل تکست به صورت زیر بدست می آیند :

```

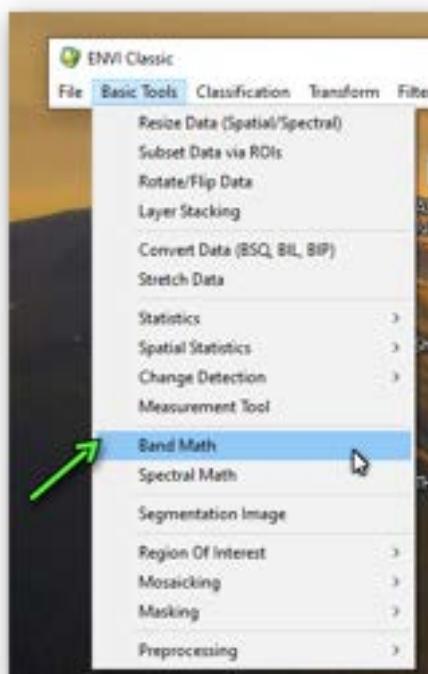
REFLECTANCE_MULT_BAND_1 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_2 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_3 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_4 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_5 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_6 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_7 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_8 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_9 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_ADD_BAND_1 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_2 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_3 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_4 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_5 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_6 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_7 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_8 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_9 = -0.100000

```

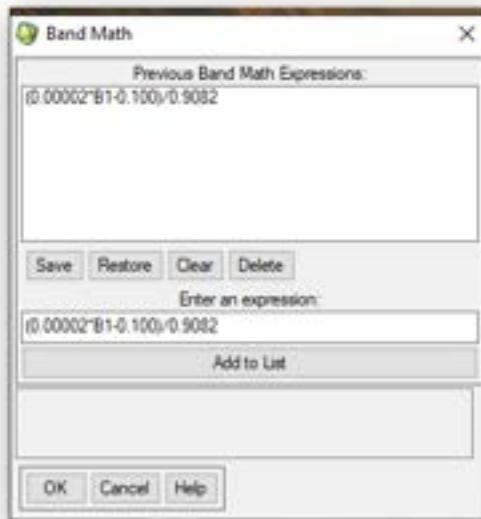
M<sub>P</sub>

A<sub>P</sub>

حال که پارامترهای لازم را داریم نوبت آن رسیده است که تصاویر با مقادیر پیکسلی خود را به تصاویر با مقادیر reflectance تبدیل کنیم . برای اینکار باید در برنامه envi classic با انتخاب گزینه زیر :



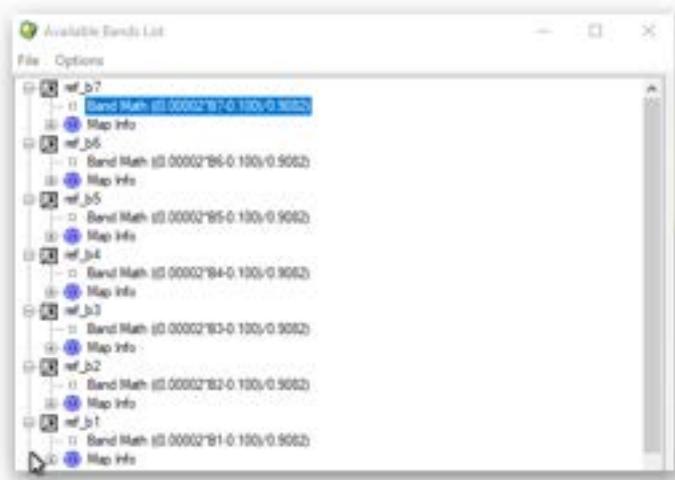
در صفحه ای که باز میشود فرمول مربوط به تبدیل را به همراه ضرایبی که بدست آوردیم وارد کنیم که بنابراین فرمول وارد شده به برنامه به صورت زیر خواهد بود :



در مرحله بعد باید **B<sup>1</sup>** را برای نرم افزار تعیین کنیم که همان باند یک را معرفی میکنیم و در نهایت آدرس تصویر خروجی حاصل از تبدیل را معرفی میکنیم مانند تصویر زیر :

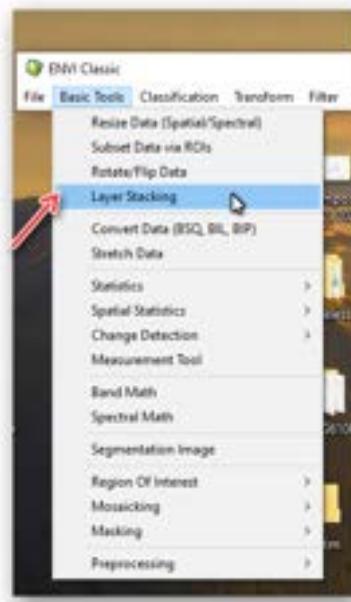


با زدن ok در تصویر بالا تصویر reflectance مورد نظر ما برای باند ۱ بدست خواهد آمد . اینکار را برای هر ۷ باند تکرار میکنیم تا تصاویر reflectance آن ها نیز بدست آید . که در نهایت پس از انجام تبدیلات برنامه به صورت زیر در خواهد آمد :

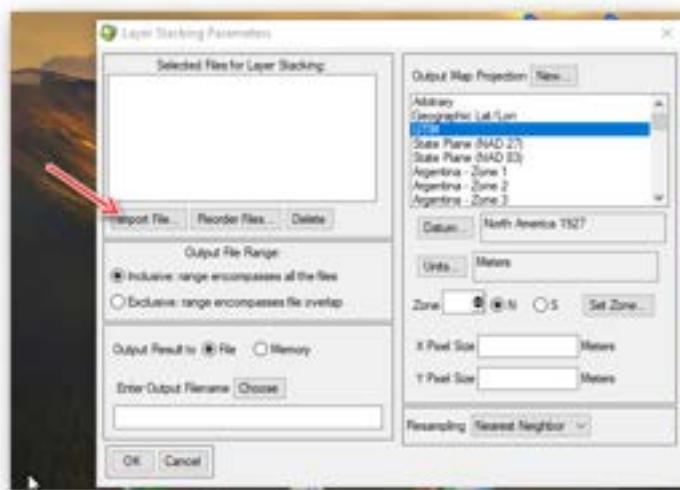


#### ۴-۳-۱۰- ترکیب باندها تصویر ماهواره ای به صورت یک عکس ترکیبی نهایی **(layer stacking)**

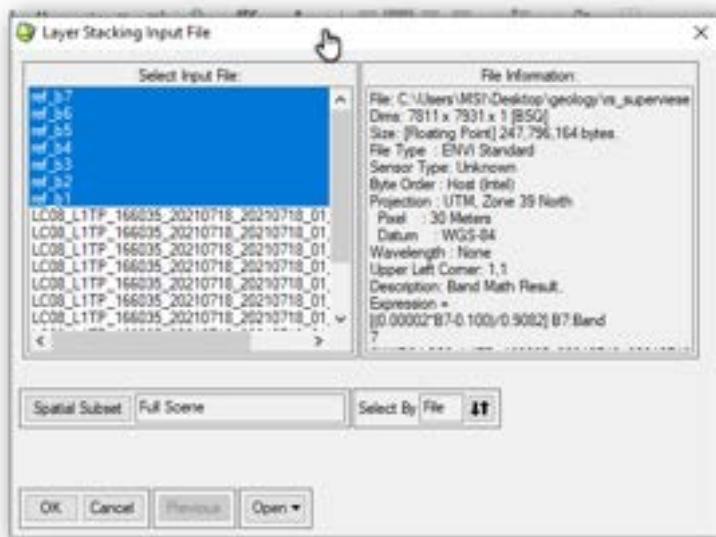
حال ما میخواهیم که تمام لایه ها را با هم ترکیب کنیم تا در نهایت یک عکس داشته باشیم که از چند باند مختلف تشکیل شده است . به منظور اینکار باید از طریق ایکون زیر :



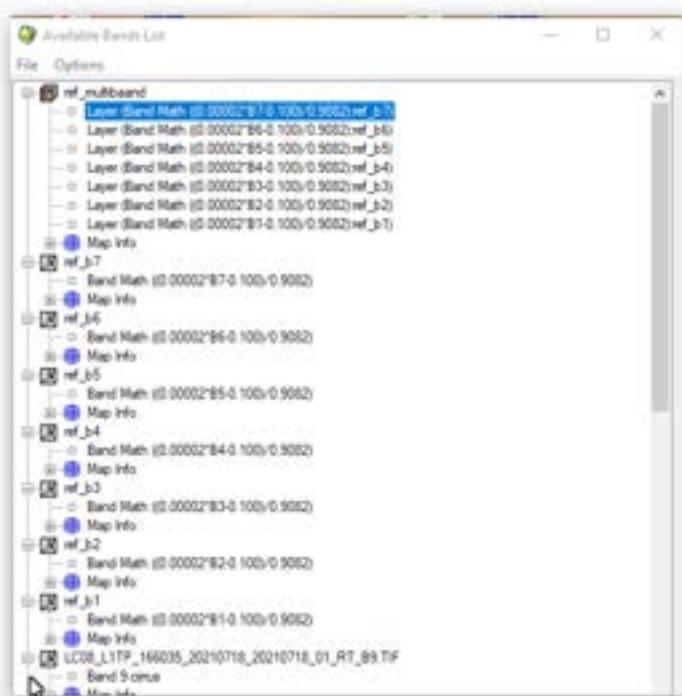
باندهایی مختلفی را که به صورت جدا در دست داریم به عنوان یک عکس با هم ترکیب کنیم . با کلیک روی گزینه مشخص شده در تصویر بالا ، صفحه ای به شکل زیر باز میشود که با کلیک روی گزینه زیر در آن میتوانیم تعداد باندهایی را که میخواهیم با هم ترکیب کنیم :



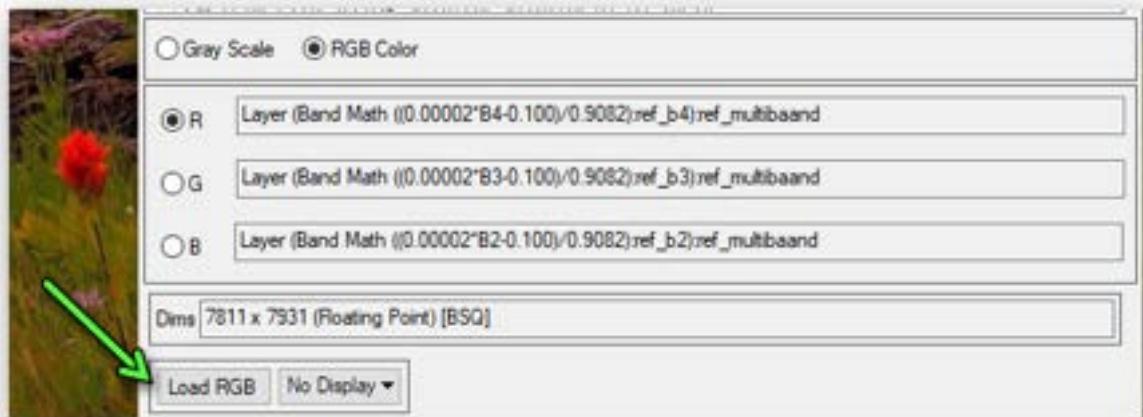
حال باید باند هایی را که میخواهیم برای ساختن عکس جدید چند باند از آن ها استفاده کنیم در صفحه بالا اضافه کنیم که ما طبق تصویر زیر از باند های ۱ تا ۷ برای ساخت تصویر چند باند استفاده کرده ایم :



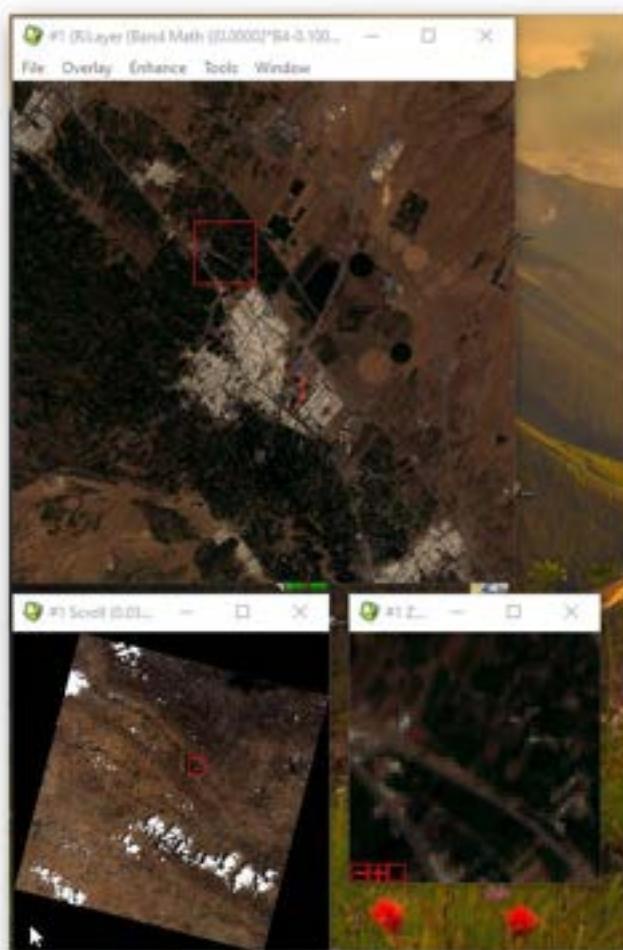
در نهایت در صفحه مربوط به ترکیب باند ها (layer stacking) پس از مشخص کردن باند ها مورد استفاده ، ادرس فایل خروجی را مشخص کرده و در نهایت به صورت زیر تکمیل شده و گزینه ok را میزنیم . حال تصویر چند باند ساخته شده توسط ما به صورت زیر به برنامه اضافه میشود :



و حال میتوان با مشخص کردن باند ها سبز و ابی و قرمز تصویر به برنامه مطابق تصویر زیر :

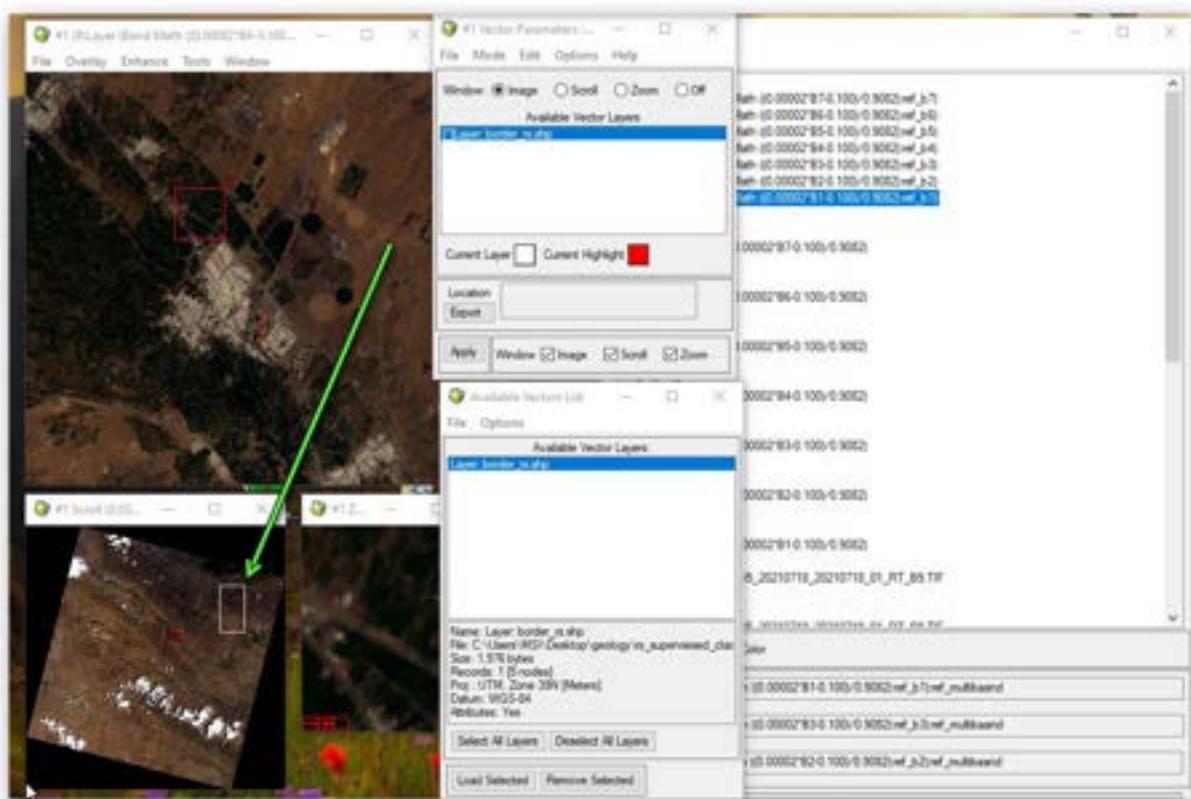


و سپس زدن گزینه load rgb مشخص شده در تصویر بالا ، تصویر رنگی را مشاهده کرد :

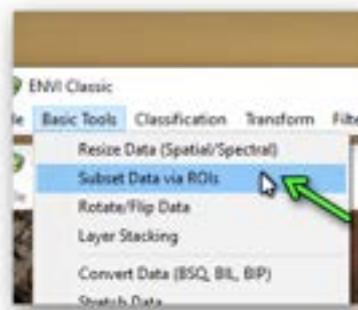


## ۱۰-۳-۵ - بریدن محدوده منطقه‌ی پروژه خود از تصویر بزرگ ماهواره‌ای لندست

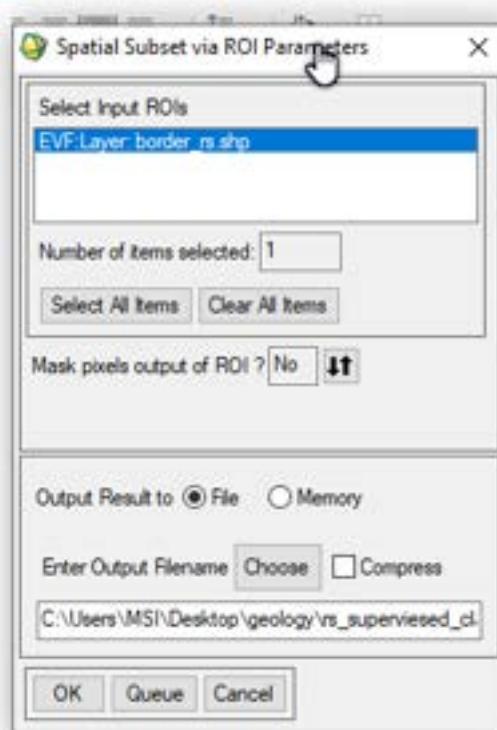
حال چون تصویر لندست ۸ که ما دانلود کرده ایم و در اختیار داریم مساحت بسیار بزرگ تری از منطقه‌ای که مسیر طراحی شده ما در آن قرار دارد را شامل می‌شود، پس ما می‌خواهیم با شیپ فایلی که از برنامه arcgis خروجی گرفته ایم و منطقه مورد نیاز ما را مشخص می‌کند، این تصویر بسیار بزرگ را برش بزنیم. برای اینکار ابتدا شیپ فایل را از قسمت vector سپس قسمت open vector file باز می‌کنیم و بر روی نقشه نمایش میدهیم که در تصویر زیر با فلش سبز مشخص شده است:



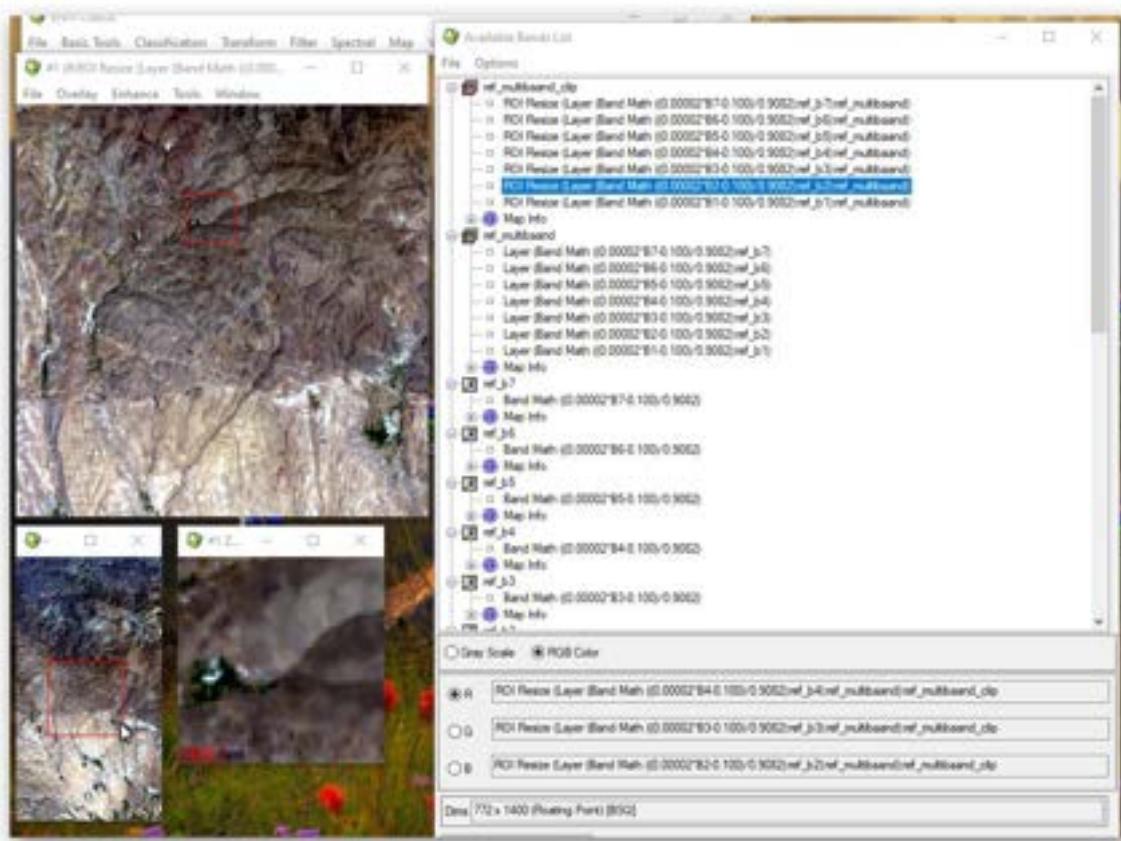
حال باید با استفاده از دستور زیر:



و با استفاده از شیپ فایلی که به برنامه وارد کرده ایم ، تصویر مورد نظر خود را با استفاده از ابزار بالا به صورت زیر کلیپ کنیم :



که در نهایت تصویر بریده شده ما به صورت زیر در خواهد آمد :



### ۱۰-۳-۶- معرفی نمونه ها آموزشی در تصویر ماهواره ای به برنامه ENVI

حال باید برای اینکه بتوانیم طبقه بندهی نظارت شده انجام بدھیم ، نمونه های آموزشی را به برنامه معرفی کنیم . به منظور اینکار باید با استفاده از ابزار زیر :



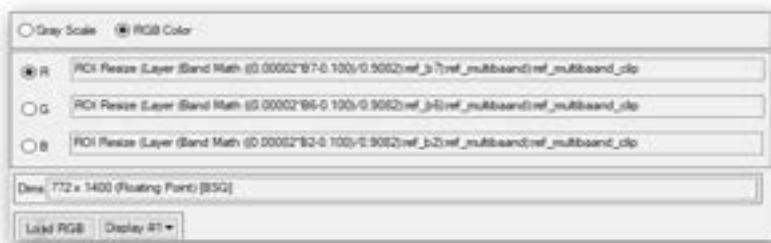
اقدام به معرفی کردن نمونه های آموزشی به نرم افزار کنیم . مثلا در تصویر زیر یک نمونه آموزشی برای کاربرد شهری برای برنامه کشیده شده و به آن معرفی خواهد شد :



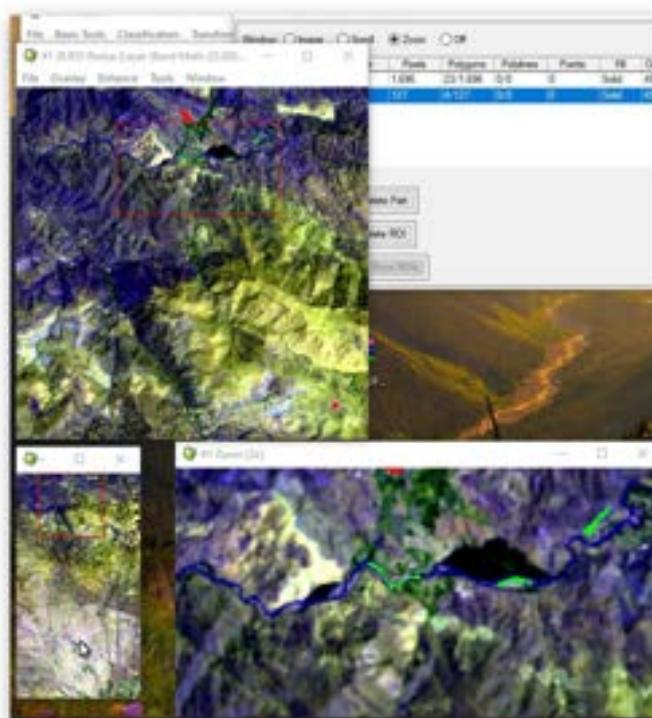
حال ما باید برای سایر کاربری هایی که قادر هستیم آن ها را در نقشه تشخیص نمونه آموزشی به نرم افزار معرفی کنیم تا در نهایت نرم افزار بتواند طبقه بندي نظارت شده را انجام دهد. البته همانطور که از تصویر بالا مشخص است که به علت پایین بودن رزولشن تصویر لندست ۸ ای که در اختیارداریم ، طبقه بندي را نمیتوانیم به صورت خیلی دقیق انجام دهیم و فقط مناطق و کاربری ها و پوشش هایی که برای ما قابل تشخیص هستند به نرم افزار به عنوان داده آموزشی معرفی خواهد شد . همچنین به دلیل رزولشن پایین عکس و همچنین عدم دسترسی به منطقه به منظور بازدید میدانی ، در این طبقه بندي نظارت شده جزئیات دقیق تر مثلا نوع خاک یا نوع گیاهان و یا نوع سنگ مربوط به هر منطقه مشخص نخواهد شد و فقط برای مثال برای سنگ هایی که با یکدیگر از نظر جنس تفاوت دارند ، جنس آن ها

جدا شده و به سه نام A و B و C تقسیم بندی شده اند ولی به علت عدم دسترسی میدانی نام علمی آن ها بیان نشده است.

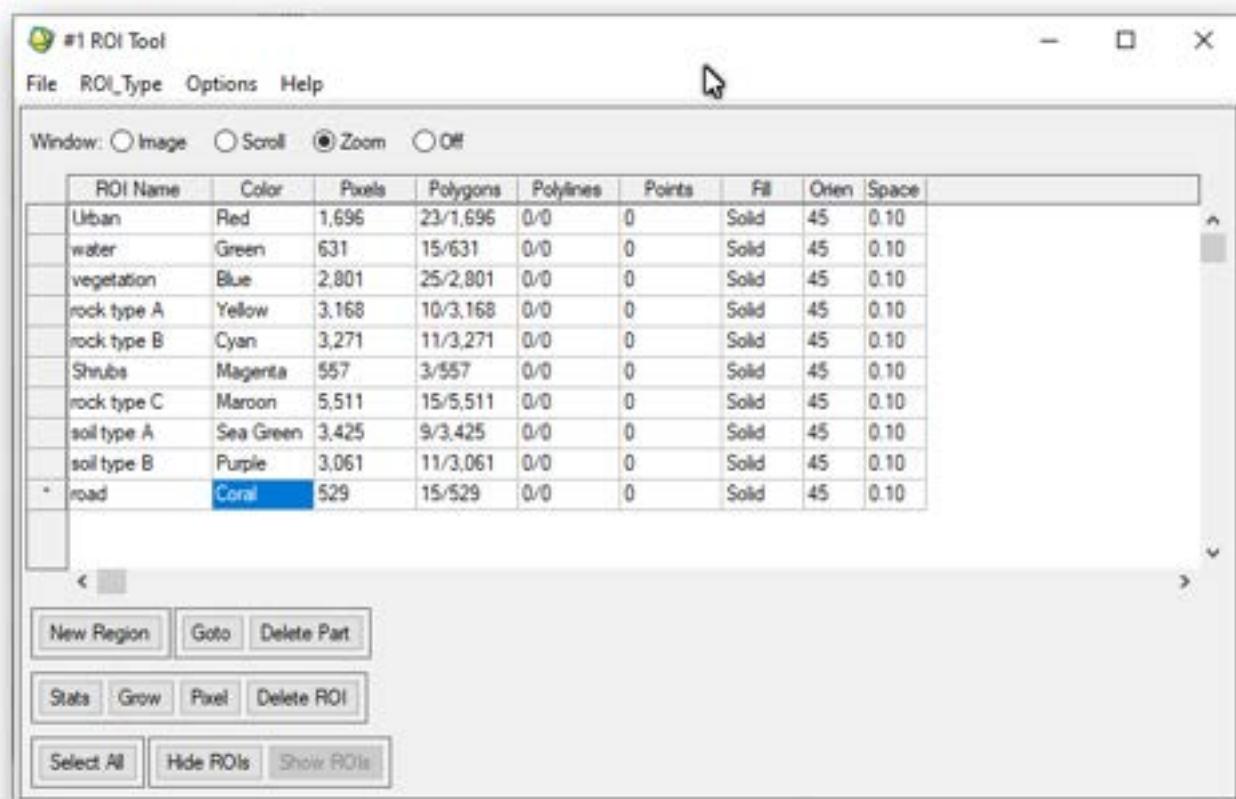
در این پروژه برای منطقه شهری نزدیک به ۱۵ نمونه به برنامه معرفی گردید. حال برای مشخص سایر مناطق، ذکر این نکته قابل توجه است که طبق تحقیقات انجام شده ترکیب رنگی باند های ۷ و ۶ و ۲ تصویر لندست ۸ بهترین ترکیب برای مقاصد زمین شناسی است. پس این ترکیب را طبق تصویر زیر ایجاد کرده:



و همچنین نقشه ما به صورت زیر بدست می آید که میتوان در آن انواع زمین و کاربری را که لازم داریم، به خوبی معرفی کرد:



حال که بهترین ترکیب باندی برای تهیه نقشه زمین شناسی را بدست آورده ایم و همچنین با استفاده از سایر ترکیبات مختلف باند های عکس ، از روی آن توانستیم نمونه های بسیار زیاد از کاربری و جنس زمین شناسی مناطق متفاوت به برنامه معرفی کنیم که طبق آن طبقه بندی انجام شود . تعداد تقسیم بندی ای که موفق شدیم از آن نمونه بگیریم ، ۱۰ عدد بود که در نتیجه منطقه ما را به ده قسمت زمین شناسی طبقه بندی میکرد . این مناطق شامل: مناطق شهری ، مناطق آبی ، مناطق دارای پوشش گیاهی ، مناطق کوهستانی دارای سنگ های از نوع A و B و C ، مناطق درختچه ای ، مناطق دارای دو نوع خاک A و B ، و در نهایت مناطق اسفالت جاده ای بودند که در جدول زیر مقدار نمونه گیری برای هر نوع منطقه مشخص است :

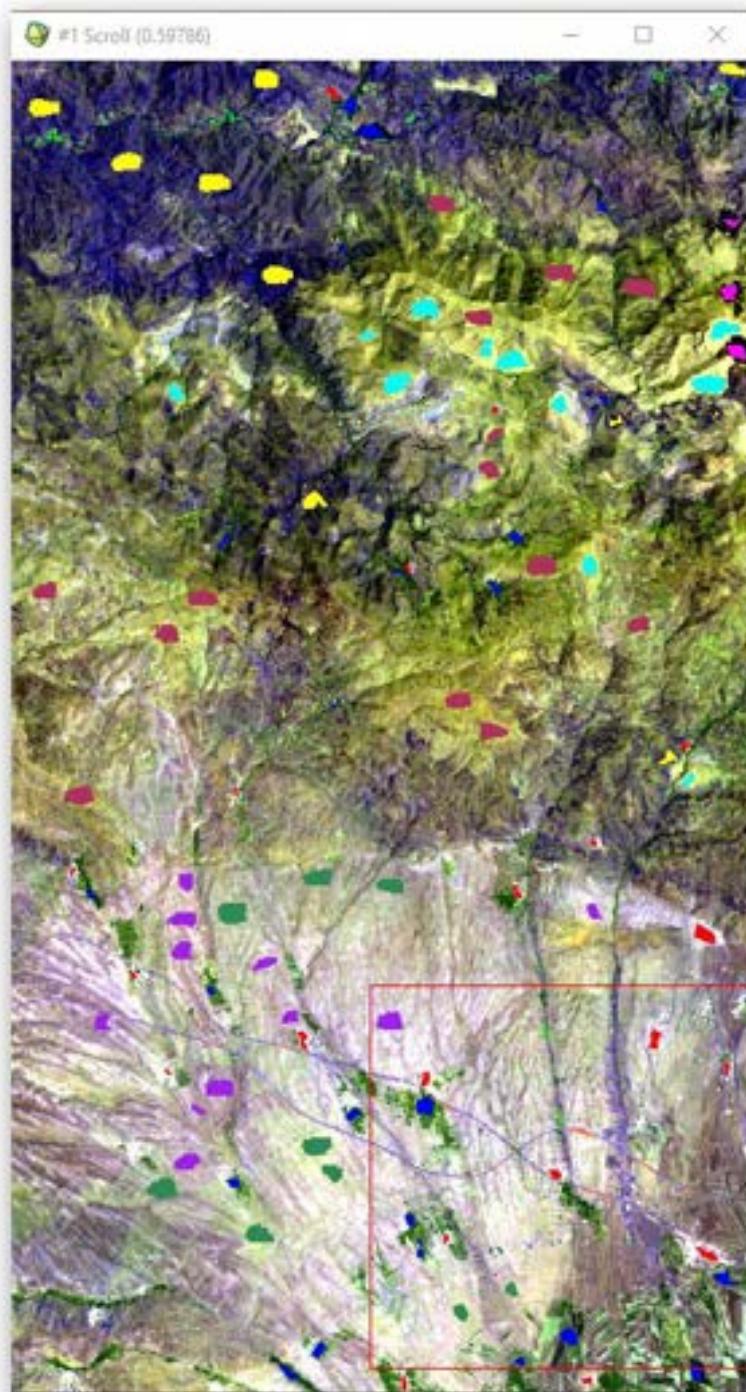


The screenshot shows the user interface of the ROI Tool. At the top, there's a menu bar with File, ROI\_Type, Options, and Help. Below the menu is a window selector with options: Image (radio button), Scroll, Zoom (radio button), and Off. The main area contains a table with the following data:

ROI Name	Color	Pixels	Polygons	Polylines	Points	Fill	Orten	Space
Urban	Red	1,696	23/1,696	0/0	0	Solid	45	0.10
water	Green	631	15/631	0/0	0	Solid	45	0.10
vegetation	Blue	2,801	25/2,801	0/0	0	Solid	45	0.10
rock type A	Yellow	3,168	10/3,168	0/0	0	Solid	45	0.10
rock type B	Cyan	3,271	11/3,271	0/0	0	Solid	45	0.10
Shrubs	Magenta	557	3/557	0/0	0	Solid	45	0.10
rock type C	Maroon	5,511	15/5,511	0/0	0	Solid	45	0.10
soil type A	Sea Green	3,425	9/3,425	0/0	0	Solid	45	0.10
soil type B	Purple	3,061	11/3,061	0/0	0	Solid	45	0.10
road	Coral	529	15/529	0/0	0	Solid	45	0.10

At the bottom of the interface, there are several buttons: New Region, Goto, Delete Part, Stats, Grow, Pixel, Delete ROI, Select All, Hide ROIs, and Show ROIs.

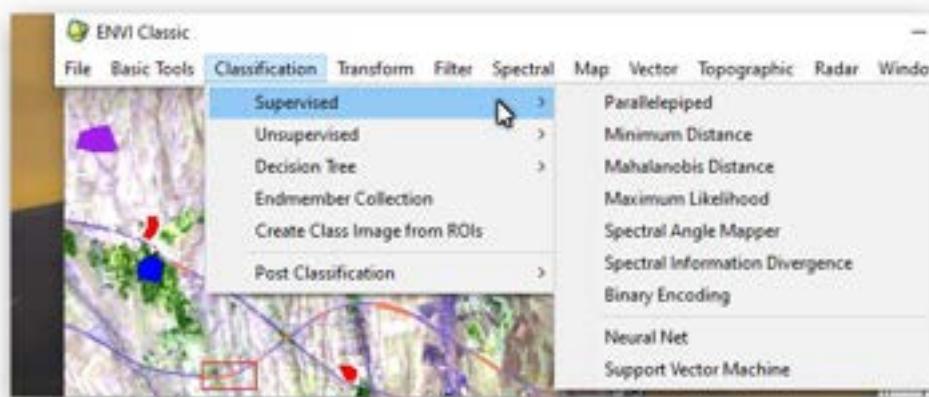
که همچنین این نمونه گیری نقشه بالا در تصویر منطقه به صورت زیر گرفته شده بودند:



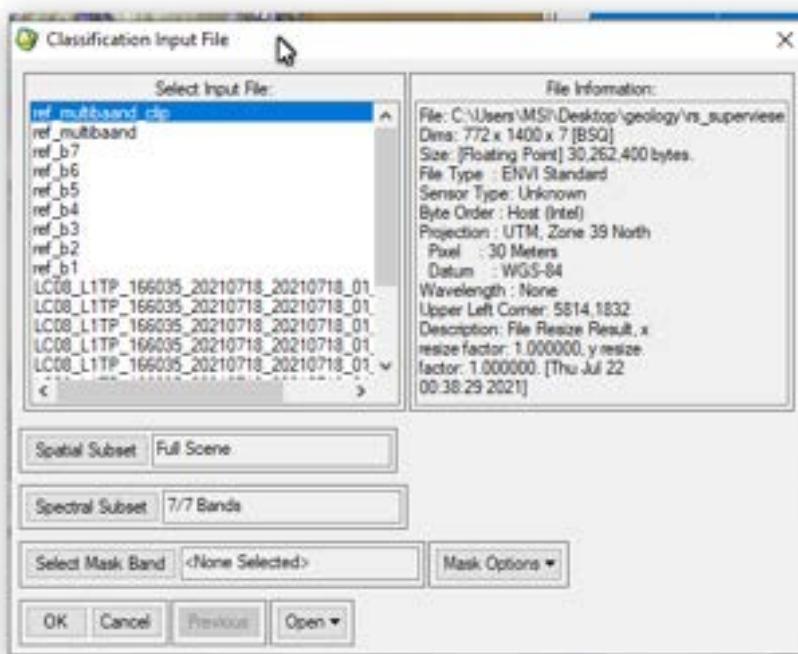
که همانگونه که در تصویر بالا مشخص است برای انجام این طبقه بندی نظارت شده بیش از ۵۰ نمونه گرفته و به برنامه معرفی شد.

### ۱۰-۳-۷ - انجام طبقه بندی نظارت شده با استفاده از نمونه ها آموزشی در برنامه ENVI

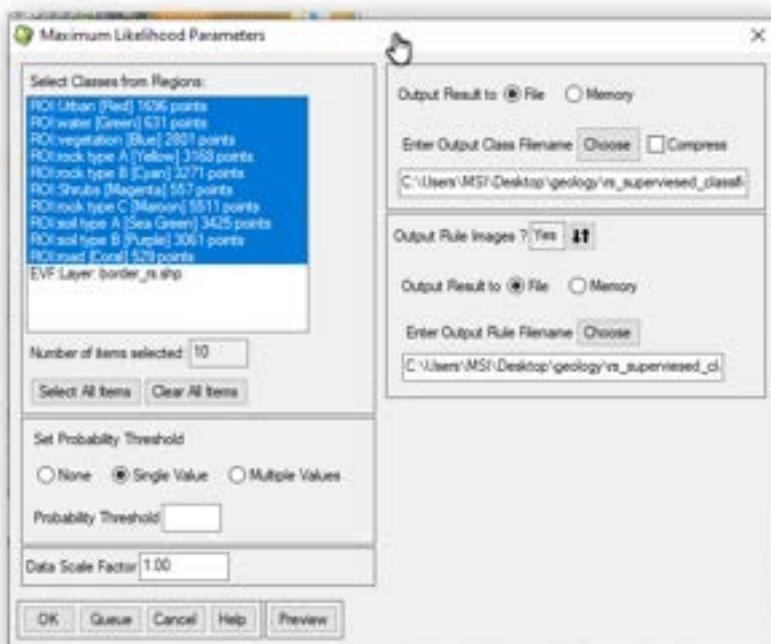
حال باید با استفاده از این نمونه ها آموزشی معرفی شده ، طبقه بندی را انجام دهیم. به منظور اینکار باید با استفاده از گزینه زیر :



یکی از انواع طبقه بندی نظارت شده را انتخاب کنیم که ما برای این پروژه از طبقه بندی نظارت شده استفاده میکنیم . حال با کلیک روی آن در تصویر بالا صفحه ای به صورت زیر باز میشود که آن را به صورت زیر تکمیل کرده :



سپس ok را میزنیم تا صفحه بعدی برای ما باز شود که آن را نیز به صورت زیر تنظیم میکنیم و به برنامه میگوییم که از تمام داده ها اموزشی که معرفی کرده ایم برای طبقه بندی استفاده کند :

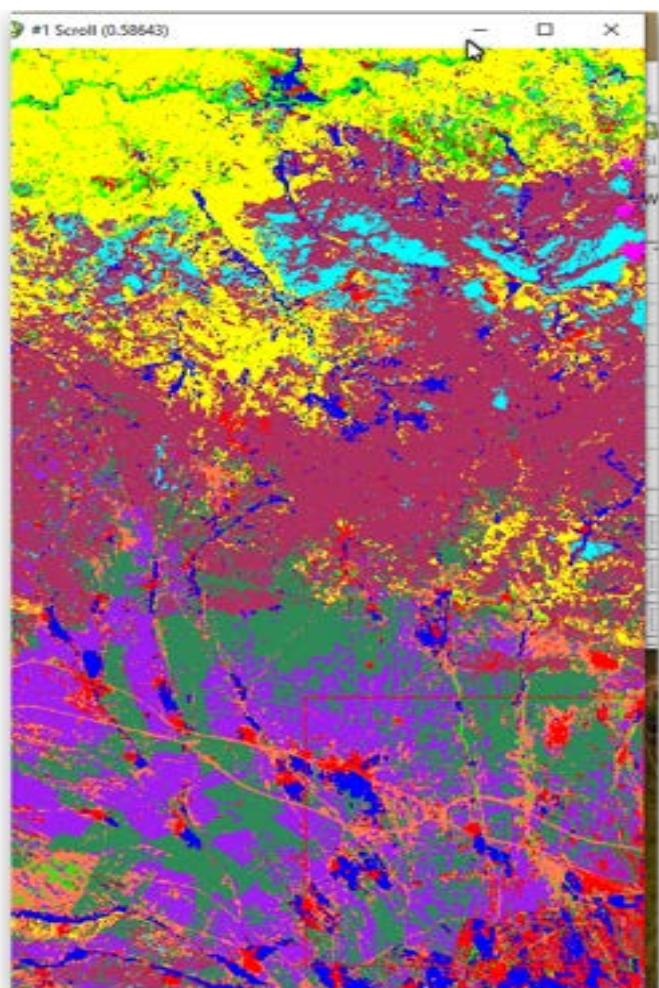


در نهایت با زدن گزینه **Ok** ، طبقه بندی نظارت شده ما انجام میشود و نتیجه آن به صورت زیر خواهد بود :

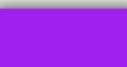


### ۱۰-۳-۸ - تصویر نهایی خروجی طبقه بندی شده منطقه از لحاظ زمین شناسی

همچنین تصویر نهایی خروجی طبقه بندی شده منطقه از نظر زمین شناسی به صورت زیر خواهد بود:



که لثاندر تصویر طبقه بندی شده بالا به صورت زیر خواهد بود :

	منطقه شهری
	منطقه آبی
	منطقه با پوشش گیاهی
	منطقه دارای پوشش با نوع سنگ A
	منطقه دارای پوشش با نوع سنگ B
	منطقه دارای پوشش با نوع سنگ C
	منطقه دارای پوشش درختچه ای
	منطقه دارای جاده اسفالتی
	منطقه دارای خاک از نوع A
	منطقه دارای خاک از نوع B

پایان