دانشگاه فرهنگیان
فصلنامهٔ علمی تخصصی
پژوهش در آموزش مطالعات اجتماعی
دورهٔ چهارم، شماره دوم، تابستان ۱۴۰۱

آموزش تهیه نقشه توپوگرافی و مدل رقومی ارتفاع درآموزش درس نقشه‌خوانی و کارتوگرافی

ارسال: ۱۴۰۱/۰۱/۱۷
محمدرضا یوسفی روشن[۱]
پذیرش: ۱۴۰۱ /۰۵/۲۷

چکیده

یکی از روش‌های فعال و عملی برای تدریس درس نقشه‌خوانی و کارتوگرافی برای دانشجویان در مقطع کارشناسی، آموزش تهیه نقشه توپوگرافی و مدل رقومی ارتفاع است. پژوهش حاضر با هدف آموزش مراحل تهیه نقشه توپوگرافی و مدل رقومی ارتفاع می‌باشد. نرم‌افزارهای که در این پژوهش بکار گرفته شد، نرم‌افزارهای Google Earth Pro و Arc Map می‌باشد. این پژوهش از نوع کاربردی و آموزشی می‌باشد. نمونه کار مربوط به بخش کوچکی از دره رودخانه هراز و ارتفاعات اطراف آن در رشته کوه البرز مرکزی می‌باشد. جهت تهیه داده‌های ارتفاعی نقاط از نرم‌افزار گوگل ارث استفاده گردید، در نرم افزارArc Map، جهت تبدیل فایل نقاط به یک فایل رستری، فرایند میانیابی صورت گرفت و بعد از انجام چندین فرایند نقشه توپوگرافی و DEM منطقه تولید شد. با تولید نقشه؛ فنون مختلف نقشه‌خوانی، موقعیت نقاط، راهنمای نقشه (Legend)، مقیاس نقشه، مفهوم خطوط تراز، خواندن ارتفاع از روی منحنی‌های میزان، نمایش شیب، نمایش دره رودخانه، دامنه کوه، اندازه‌گیری روی نقشه‌های توپوگرافی و ترسیم نیمرخ و موارد

۱ - استادیار، گروه جغرافیا، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایرانmr.yousefiroshan@cfu.ac.ir

دیگر را به صورت عملی به دانشجویان آموزش داد. با توجه به سرفصل های درس نقشه خوانی و کارتوگرافی، دانشجویان علاوه بر مباحث تئوری درس، فرایند آموزش تهیه نقشه توپوگرافی و مدل رقومی ارتفاع با استفاده از نرم‌افزارهای کاربردی را یاد می‌گیرند، که هم برای آینده شغلی آنها و هم در تهیه نقشه‌هایی که برای مقاله علمی پژوهشی نیاز دارند، بسیار مفید خواهد بود.

کلیدواژه‌ها: تهیه نقشه، توپوگرافی، مدل رقومی ارتفاع.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقدمه

انسان از هنگامی که تلاش کرد تا دنیای اطراف خود را بشناسد، با نقشه نیز آشنا شد، سندی که عنوان قدیمی‌ترین نقشه معتبر در دنیا نامیده می شود، نقشه ای است که به حدود ۶۰۰۰ ق.م بر می‌گردد. این نقشه در چاتال هویرک در نواحی غربی ترکیه در سال ۱۹۶۲ کشف شد (Melaart, 1975). این نقشه مربوط به شهری از دوران نوسنگی است که بر روی دیواری سنگی رسم شده بود (مقصودی و یمانی، ۱۳۹۰: ۱۰). آناکسیماندر و آریستاکر، جغرافیدانان یونانی، نخستین کسانی بودند که نقشه را با استفاده از نتایج تحقیقات جغرافیایی سطح زمین آن زمان (در سده ششم پیش از میلاد) تهیه کردند.

بطلمیوس۱۶۸-۹۰ پس از میلاد نقش مهمی در تهیه نقشه داشت و اولین اطلس عمومی دنیا را که شامل نقشه‌ای از جهان و بیست و شش نقشه دیگر است، تهیه کرد (حسین‌زاده، اسماعیلی و متولی، ۱۳۹۳: ۲۶). ابوریحان بیرونی دانشمند نامی و برجسته ایران، نخستین کسی بود که به تقسیم بندی‌های جالبی در زمینه ژئودزی دست یافت. همچنین در مغرب زمین پس از رنسانس تحولات شگرفی درخصوص جغرافیای به وقوع پیوست که از جمله آن می توان به تعریف ابعاد کره زمین به زبان ریاضی اشاره کرد که بعدها پایه و اساس کارتوگرافی نوین را رقم‌زد (دانشور، ۱۳۷۲). نقشه وسیله است که عوارض مرئی و نامرئی سطح زمین را با دقت هندسی در یک مقیاس کوچک‌تر نسبت به سطح زمین، نمایش می‌دهد (جداری عیوضی، ۱۳۷۱). نقشه‌ها براساس محتوا به دو دسته نقشه‌های عمومی و موضوعی تقسیم می شوند که نقشه‌های عمومی شامل نقشه قاره‌ها و کشورها، نقشه‌های توپوگرافی، نقشه‌های مسطحاتی و غیره هستند (مقیمی و همراه، ۱۳۷۰).

برای اینکه جغرافی‌دانان بتوانند شکل‌های سطحی زمین را به شکلی روشن و درک‌شدنی روی نقشه نمایش دهند، زمان زیادی صرف شده است. سابقه نمایش ناهمواری‌ها و عوارض ساده ژئومورفولوژی روی نقشه‌های قدیمی بیش از نقشه‌های توپوگرافی با استفاده از خطوط تراز است (Monkhouse & Wilkinson, 1974).

نقشه توپوگرافی به مثابه نقشه پایه مهم‌ترین نقشه مورد نیاز برای ترسیم نقشه‌های ژئومورفولوژی است. زیرا خطوط تراز می‌توانند از طریق نمایش توپوگرافی عوارض، حدود، ابعاد، شکل مورفولوژی و ارتفاع آن‌ها را به طور دقیق تعیین کنند (کریم‌زاده، ۱۳۸۰). توپوگرافی از دو کلمه یونانی «توپو» به معنای مکان و «گرافی» به معنای ترسیم اقتباس شده است. بنابراین توپوگرافی در لغت به معنای ترسیم مکان است. اما در اصطلاح نقشه‌خوانی به معنای نقشه‌هایی هستند که با استفاده از خطوط هم‌ارتفاع، وضعیت ناهمواری‌ها یک مکان را نمایش می‌دهند.

نقشه توپوگرافی نقشه‌ای است که علاوه بر دو بعد فاصله و مساحت بعد سوم را نیز نمایش می دهد. این نقشه‌ها اطلاعات بعد سوم یعنی ناهمواری و اختلاف ارتفاع را به وسیله منحنی میزان، از طریق نمایش دره‌ها و تپه‌ها بیان می کنند. خطوط تراز اختلاف ارتفاع نقاط را در راستای عمودی نشان می دهند. بنابراین، این ویژگی، باعث تمایز آنها نسبت به نقشه‌های پلانیمتری یا مسطحه می‌گردد (یمانی، ۱۳۹۵: ۱۲۸).

اگر نقشه برای اهداف توسعه شهری ترسیم می‌شود، تأکید بیشتر روی پایداری اراضی، روان‌گرایی و حرکات دامنه‌ای، مقاومت زیربنای شهری، تعیین حریم در پیرامون شبکه زهکشی شهری برای مقابله با سیلاب و نظایر آن انجام می‌شود. هریک از این مسائل با توجه به شرایط محیطی شهر مورد مطالعه متفاوت خواهد بود. شهری که در یک دشت و شهر دیگری که در یک منطقه کوهستانی واقع شده است، مسائل ژئومورفولوژیکی متفاوتی از نظر تهدیدهای محیطی و خطرهای ژئومورفولوژیکی در پی خواهند داشت (Panizza, 1996). سنجش از دور به عنوان روش جدیدی در مطالعات زمین ریخت‌شناسی بکار می‌رود (رامشت، ۱۳۸۵: ۹۵).

استفاده وسیع ازعکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای به مثابه مهم ترین ابزارهای مشاهده غیرمستقیم سطح زمین در سال‌های اخیر، پیشرفت‌های چشم‌گیری را در زمینه‌های گوناگون علوم فراهم آورده است (طاهری‌کیا، ۱۳۸۲). در این میان استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور در سال های اخیر این تحولات را دو چندان

کرده است (علی محمدی، ۱۳۸۸). در سال‌های اخیر استفاده از نرم افزار گوگل ارث برای تهیه نقشه‌های ژئومورفولوژی تقریباً جایگزین تمام ابزارهای قبلی شده است. به‌گونه‌ای که روز به روز کارایی عکس‌های هوایی را در این زمینه کاهش داده و حتی کنار گذاشته است. زیرا امکانات و مزایای آن به قدری آسان، متنوع و در دسترس است که تهیه‌کنندگان نقشه‌های ژئومورفولوژی را از ابزارهای قبلی بی‌نیاز ساخته است. به طوری که می‌توان با مشاهده روی تصویر علائم مورد نیاز را انتخاب و هم زمان نقشه ژئومورفولوژی را با رایانه ترسیم کرد (یمانی، ۱۳۹۴: ۸۶).

مدل‌های رقومی ارتفاعی را می‌توان از دو منبع متفاوت یعنی نقشه‌های توپوگرافی و داده‌های سنجش از دور بدست آورد (Wise, 2000). مدل‌های رقومی ارتفاع که حاصل جمع‌آوری و تبدیل داده‌های ارتفاعی به روش های دورسنجی، نقشه‌برداری مستقیم یا رقومی‌سازی نقشه های توپوگرافی کاغذی است، در سال-های اخیر به ابزاری مؤثر در نمایش و تحلیل ناهمواری تبدیل شده است (حسین-زاده و همکار، ۱۳۸۹: ۱۸۴).

یکی از روش‌های تهیه رسترهای ارتفاعی، استفاده از نقشه‌های توپوگرافی کاغذی است. در ایران بسیاری ازکاربران GIS با رقومی کردن نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سراسری به تهیه مدل‌های رقومی ارتفاع می‌پردازند (حسین‌زاده و نداف سنگانی، ۱۳۹۲: ۷۱). نرم افزار Arc GIS نرم افزار توانمندی برای تهیه نقشه‌های ژئومورفولوژی است.

سرعت ورود اطلاعات، تنوع و زیبایی نقشه‌های ژئومورفولوژی تهیه شده در این نرم افزار از ویژگی‌های منحصر به فرد آن است. نرم افزار Arc GIS مانند سایر نرم افزارهای سیستم اطلاعات جغرافیایی، دو گروه اطلاعات را پوشش می‌دهد. به عبارتی اطلاعات به دو صورت وارد این نرم افزار می‌شوند (مقصودی و یمانی، ۱۳۸۵). این دو گروه اطلاعات عبارتند از، اطلاعات گرافیکی و اطلاعات توصیفی (یمانی، ۱۳۹۴: ۲۴۵). نقشه‌های توپوگرافی اهمیت زیادی در اغلب پروژه‌های تحقیقاتی، جغرافیا، زمین‌شناسی، هواشناسی، شهرسازی و غیره دارند (حقگو،

۱۳۹۸: ۶۶). شناسایی خط الراس‌ها و خط العقرها بر روی نقشه های توپوگرافی از طریق شکل منحنی های تراز صورت می‌گیرد (B.1998 Bunnett.R.). نقشه‌های توپوگرافی دارای خطوط تراز در زمینه‌های نمایش ارتفاع نقاط، اندازه‌گیری شیب دامنه‌ها، اندازه‌گیری حجم عوارض، ترسیم نیمرخ و نمایش پستی و بلندی‌ها کاربرد دارند.

اصول روش تهیه نقشه از طریق خطوط تراز مقاطع سطح افقی، نخستین بار در سال ۱۷۲۹ به وسیله یک مهندس هلندی به نام کریک (Cruik) انجام شد. در سال ۱۷۳۷ فیلیپ بوش (Philippe Bouche) مهندس جغرافیا از کشور فرانسه، همین روش را برای نمایش ارتفاعات کف دریای مانش به‌کار برد. در سال ۱۷۵۳ بوش به فکر افتاد که این روش را برای نمایش ارتفاعات زمینی نیز به کار برد، ولی خود او موفق نشد و بعدها در سال ۱۸۰۰ هانو (Hano) افسر و مهندس فرانسوی، برای اولین بار ۱۵ هکتار از اراضی را با خطوط تراز نمایش داد و بالاخره در سال ۱۸۰۹ در نقشه‌برداری اسپزیا (Spezzia) به‌وسیله سروان کلرک نمایش ارتفاعات با منحنی‌های میزان ترسیم شد (مهدی‌نژاد، ۱۳۹۲: ۴۴).

در نقشه‌های توپوگرافی علاوه بر مختصات مسطحاتی نقاط، مختصات ارتفاعی آن و نیز وضعیت پستی و بلندیها، نمایش داده شده‌اند. از این نظر جزئیات عوارض و ناهمواری‌های یک منطقه را می‌توان از طریق نقشه‌های توپوگرافی تعیین نمود. علاوه بر آن از طریق تفسیر ناهمواریها روند منحنی‌های میزان نوع شبکه‌های آبی (هیدروگرافی)، شکل دره‌ها، خط الرآس و خط‌القعرها (تالوگ)، موفولوژی زمین و حتی ساخت ناهمواریها را تشخیص داد (ثروتی و بهنیافر، ۱۳۸۶: ۲۳).

نقشه‌خوانی عبارت است از استفاده از نقشه به منظور پی‌بردن به ویژگی سطح زمین که در آن منعکس شده است. برای آن که ویژگی‌های مورد اشاره پی ببریم، ابتدا باید بدانیم که در یک نقشه چه چیزهایی قابل مشاهده است. دانش جغرافیا را معمولاً به عنوان سواد نقشه می‌شناسند. بدون این سواد نمی‌توان از اطلاعات جغرافیایی تولید شده اطمینان حاصل کرد (وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، ۱۳۹۵:

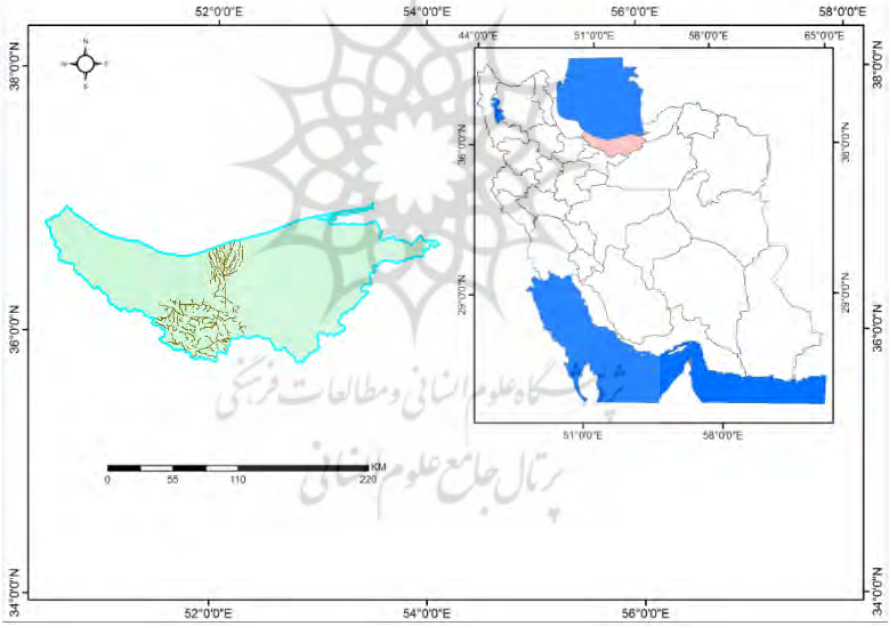
۱۵۳). در اهداف و پیامدهای یادگیری درس نقشه‌خوانی ذکر شده که دانشجویان در پایان واحد یادگیری نقشه خوانی قادر خواهد بود: انواع نقشه‌های جغرافیایی را بخواند و تفسیر نماید و چگونگی انجام محاسبات را روی نقشه انجام داده و نیمرخ توپوگرافی را رسم و تفسیر نماید، علاوه بر این فصل سوم در مورد نمایش ارتفاعات روی نقشه های توپوگرافی و فصل چهارم هم در موردچگونگی تهیه نقشه شیب و نحوه محاسبه آن تأکید شده است (سرفصل نقشه‌خوانی، ۱۳۹۵: ۱۵۴). همچنین در سرفصل درس کارتوگرافی و تهیه نقشه‌های موضوعی که دانشجویان رشته آموزش جغرافیا در ترم پنجم می‌خوانند، علم و هنر ترسیم نقشه‌های زمین، نقشه‌نگاری یا کارتوگرافی گفته می‌شود. مراحل بعد از برداشت زمینی و فتوگرامتری را که همان ترسیم و چاپ نقشه است، کارتوگرافی می‌گویند. در واقع تهیه نقشه از یک منطقه شامل دو گروه فعالیت مجزاست. یکی جمع آوری اطلاعات توسط مهندسین نقشه‌بردار و دیگری ترسیم نقشه براساس آن اطلاعات که کار کارتوگراف است.

اطلاعاتی که توسط نقشه‌برداران گردآوری می‌گردد برای همه قابل استفاده نیست و این کارتوگراف است که این داده های خام را می‌پروراند و به نقشه‌های گویا و مطلوب تبدیل می‌کند. کار کارتوگراف شامل تظیم پیش‌نویس، ترکیب اطلاعات، استفاده از نقشه‌ها و مدارک مربوطه، انتخاب شبکه، تعیین علایم و نوشته‌ها، هماهنگی اطلاعات موجود در نقشه، طراحی اطلاعات حاشیه نقشه، انتخاب روش ترسیم و چاپ و تکثیر آن می شود (وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، ۱۳۹۵: ۱۸۵). باتوجه به اینکه دانشجویان رشته جغرافیا در مقطع کارشناسی درس نقشه‌خوانی و درس کارتوگرافی را می‌خوانند، جهت تهیه نقشه‌های توپوگرافی و شیب منطقه نحوه بکارگیری نرم افزارهای کاربردی در جغرافیا را به دانشجویان آموزش داد.

اساس و پایه کار جهت تهیه نقشه‌های توپوگرافی و DEM، دریافت اطلاعات ارتفاعی منطقه مورد مطالعه می‌باشد، در نرم افزار گوگل ارث، تصاویر ماهواره‌ای که در این سایت بارگذاری هست، ویژگی ارتفاع؛ جز جدایی‌ناپذیر داده‌ها در آن می‌باشد لذا باتوجه به مزایای روش سنجش از دور و نرم افزارهای کاربردی در جغرافیا، هدف

از این تحقیق تهیه نقشه توپوگرافی و مدل رقومی ارتفاع(DEM) با استفاده ازGoogle Earth Pro وArc Map برای آموزش درس نقشه‌خوانی و کارتوگرافی در مقطع کارشناسی می‌باشد؛ تا در نهایت با تهیه نقشه توپوگرافی و نقشه شیب منطقه مورد مطالعه زمینه‌های آموزش نمایش ارتفاع نقاط، اندازه‌گیری شیب دامنه‌ها، اندازه‌گیری حجم عوارض، ترسیم نیمرخ و نمایش لندفرم‌های ژئومورفیک سطح زمین و مخاطرات طبیعی را به دانشجویان آموزش داد.

در این تحقیق قسمت کوچکی از دره رودخانه هراز واقع در البرز مرکزی ایران مورد مطالعه قرار گرفته است. موقعیت محدوده موردمطالعه از طریق گوگل ارث انتخاب شده است، منطقه موردمطالعه در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه، ۱۰ دقیقه شمالی و در طول جغرافیایی ۵۲ درجه، ۲۱دقیقه شرقی واقع شده است (شکل۱).



شکل۱ منطقه مورد مطالعه

مواد و روش‌ها

جهت تهیه داده‌های ارتفاعی نقاط از نرم افزار گوگل ارث استفاده گردید، منطقه مورد مطالعه به یک فایل KMZ تبدیل شد. از طریق سایت .https://www

gpsvisualizer.com ارتفاع نقاط، طول و عرض جغرافیایی منطقه مورد مطالعه به صورت فایل خروجی اکسل محاسبه شد. فایل اکسل به فرمت XLS ذخیره شد. در نرم افزارArc Map فایل فراخوانی شد، جهت تبدیل فایل نقاط به یک فایل رستری، به کارگیری فرایند میانیابی هست، روش‌های مختلفی برای میانیابی در GIS وجود دارد. یکی از این روش‌ها IDW می باشد که تهیه نقشه ی DEM منطقه موردمطالعه ترسیم می‌گردد. روش‌های دیگری درنرم افزار Arc Map وجود دارد که برای ایجاد تراکم نقاط بکار گرفته شد، یکی ازطریق ابزار Random points است روش دیگری که برای ایجاد نقاط در Arc Map کاربرد دارد و در ایجاد نقاط از آن کمک گرفته شد، از طریق Fishnet می باشد.

در مرحله بعدی فایل‌های Random points، و Fishnet ذخیره سازی شد، فایل های فوق با فرمتGIS است، که درقسمت Layer To KMLدر نرم افزار Arc Map به فایلKMZ تبدیل شد در گوگل ارث کنترل شد که مربوط به منطقه موردمطاله بوده است. سپس در سایت https://www. gpsvisualizer.com ارتفاع نقاط، طول وعرض جغرافیایی به صورت یک فایل اکسل به دست آمد؛ بعد از دانلود فایل ارتفاع در Arc Map فراخوانی شد. ابتدا فایل FishNet و سپس Random points در نرم افزارArc Map از طریق گزینه IDW نقشه DEM منطقه تولید شد. جهت اعتبار سنجی فایل فوق را به فایل KMZ تبدیل و در گوگل ارث نمایش داده شد. جهت سه بعدی سازی در ArcScene فایلDEM تغییرات ارتفاع به صورت سه بعدی نمایش داده شد؛ نقشه DEM نقشه پایه برای بسیاری از نقشه ها می‌باشد، جهت تهیه نقشه توپوگرافی از ابزار Contour فراخوانی شد، بخش Contour (Spatial Analyst)؛ منحنی میزان را براساس ۱۰۰ یا۲۰۰متر تنظیم و نقشه توپوگرافی منتطقه مورد مطالعه ترسیم گردید.

نتایج

یکی از کاربردها DEM(Digital Elevation Model) تولید نقشه شیب است. داده‌هایی با فرمت رستر (Raster Data) در رشته‌های مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مدل رقومی ارتفاع زمین ارزش هر پیکسل در این داده‌ها به عنوان ارتفاع معروف است. برای تهیه چنین داده‌هایی روش‌های مختلفی وجود دارد، مانند روش‌های مرتبط با اصول نقشه‌برداری، تهیه تصاویر ماهواره‌ای و یا اینکه از نقشه‌های توپوگرافی کمک بگیریم.

اساس و پایه کار جهت تهیه نقشه‌های توپوگرافی و DEM، دریافت ارتفاعی منطقه مورد مطالعه می‌باشد، درنرم افزار گوگل ارث، تصاویر ماهواره‌ای که در این سایت بارگذاری هست، ویژگی ارتفاع؛ جز جدایی‌ناپذیر داده‌ها در آن می‌باشد. بنابراین جهت تهیه نقشه‌های توپوگرافی و DEM منطقه مورد مطالعه از اطلاعات ارتفاعی کمک می‌گیریم. لذا جهت تهیه نقشه، لازم است تراکمی از نقاط منطقه مورد مطالعه را ایجاد کنیم تا ارتفاع هر نقطه مشخص گردد. در نرم افزار گوگل ارث، علاوه بر ارتفاع نقاط، طول و عرض جغرافیایی هر نقطه مشخص شده است، با داشتن ارتفاع تحلیلی در مورد توپوگرافی و لندفرم‌های سطح زمین داشته باشیم. روش‌های مختلفی برای ایجاد تراکمی از نقاط وجود دارد؛ یکی به صورت دستی در گوگل ارث و دوم از طریق نرم افزار Arc GIS می باشد؛ در این دو نرم افزار از ۳ روش جهت ایجاد تراکم کمک می‌گیریم.

در نرم افزار Google Earth Pro

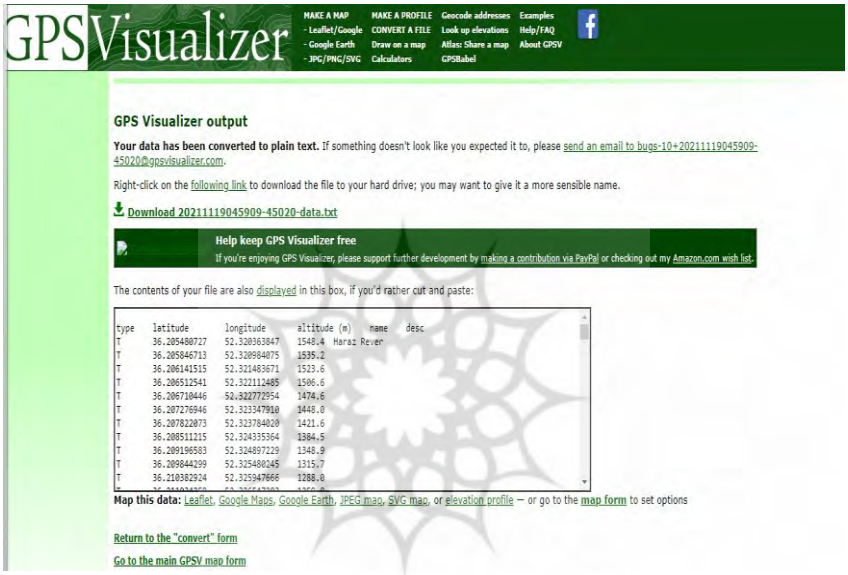
جهت ایجاد نقاط در نرم افزار گوگل ارث، از طریق گزینه Add Path-Toolbar بر روی منطقه مورد مطالعه نشانگر ماوس را حرکت می‌دهیم تا نقاط ایجاد و Ok را می‌زنیم سپس در My Places فایل ذخیره شده را راست کلیک و از طریق گزینه Save Place As در لپ تاپ ذخیره می‌کنیم (شکل۲).

شکل ۲ ایجاد نقاط از طریق گزینه Add Path

این فایلی که تهیه شد، تراکمی از نقاط است. لذا باید ارتفاع تمام نقاط را به دست آوریم، روش‌های مختلفی وجود دارد که از طریق فایل KML یا KMZ میزان ارتفاع نقاط را استخراج کرد. ساده‌ترین روش از طریق سایت https://www.gpsvisualizer.com/ است (شکل ۳).

شکل ۳ سایت GPS Visualizer

در این سایت روی گزینه Look up elevations کلیک می‌کنیم، در قسمت Solution #1: DEM data base از طریق گزینه Upload a file فایل KMZ را بارگذاری می‌کنیم. سپس در خانه دوم Convert & add elevation در قسمت Out put گزینه Plain text را خروجی می‌گیریم. در فایل خروجی که به صورت اکسل قایل دانلود هست، که شامل۳ستون عرض جغرافیایی، طول جغرافیایی و ارتفاع نقاط را نشان می‌دهد (شکل۴).

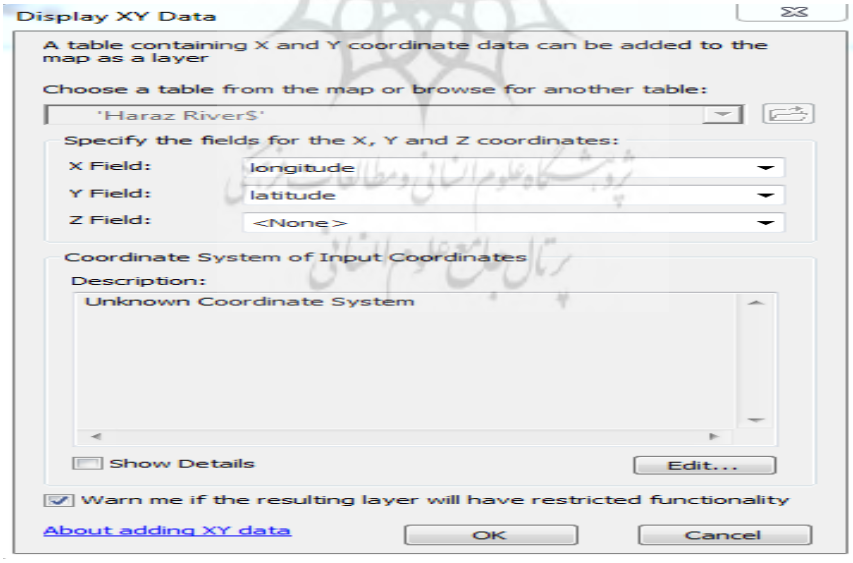


شکل۴ عرض جغرافیایی، طول جغرافیایی و ارتفاع نقاط منطقه مورد مطالعه

از فایل اکسل و نرم افزارArc GIS کمک می‌گیریم تا نقشه نقاط و مدل رقومی ارتفاع را تولید کنیم، مراحل کار بدین صورت است که فایل Text را در نرم افزار اکسل فراخوانی می‌کنیم، درصفحه اکسل گزینه Delimited را انتخاب می کنیم تا ستون‌های مقادیر (عرض، طول و ارتفاع) را جدا کند. سپس گزینه Next را انتخاب می‌کنیم، و در نهایت Finish را می‌زنیم. که واحد متر برای ارتفاع و عرض و طول جغرافیایی با واحد درجه و اعشار می‌باشد. این فایل را با فرمت Excel 97-2003 (xls) ذخیره می‌کنیم تا بتوانیم در نرم افزارArc GIS نقشه توپوگرافی (نمایش منحنی میزان) و DEM منطقه رسم گردد.

نرم افزار Arc Map

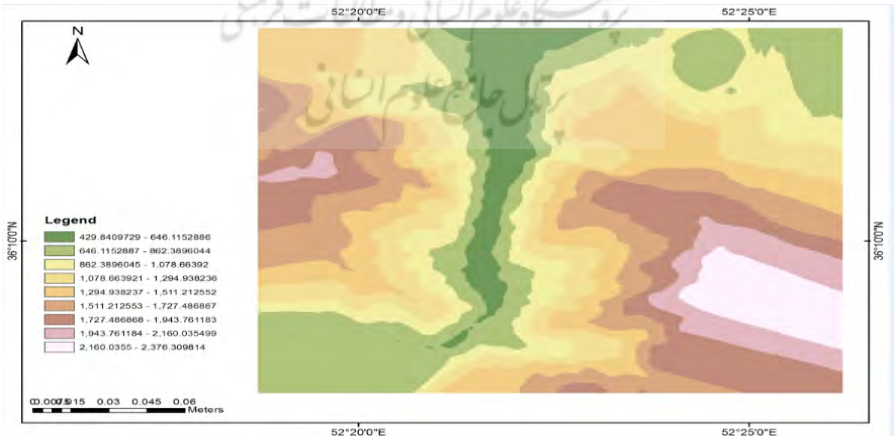
نرم افزارArc Map جزیی از نرم افزارArc GIS است که به صورت پیشرفته، انواع پردازش مرتبط با داده‌های مکانمند را انجام داد. فایل Text به فایل Excel تبدیل شد، با ویژگیهای طول و عرض جغرافیایی که خصوصیات مکانی ارتفاع نقاط می‌باشد، بنابراین براساس خصوصیات فوق می توانیم موقعیت نقاط منطقه ی مورد مطالعه را در روی نقشه نشان بدهیم. در روی نوار ابزار استاندارد، روی گزینه Add Data کلیک و فایل را فراخوانی و در قسمت TOC اضافه می شود، اگر در این قسمت روی فایل کلیک کرده و Open انتخاب گردد، سه ستون، عرض و طول جغرافیایی و ارتفاع تمام نقاطی که انتخاب شدند، دیده می شود. این فایلی که تهیه شد، تراکمی از نقاط است. این فایل به صورت جدول هست که باید به صورت نقطه نشان بدهیم، بر روی فایل مورد نظر راست کلیک کرده و گزینه Display XY Data را انتخاب و براساس مقادیر طول و عرض جغرافیایی، نقشه موردنظر را ترسم کرد. در صفحه فراخوانی شده، در ستون XFiehd طول جغرافیایی نقاط و در ستونYField را عرض جغرافیایی و گزینه Ok را می‌زنیم.



شکل۵معرفی فایل اکسل در نرم افزارArc Map

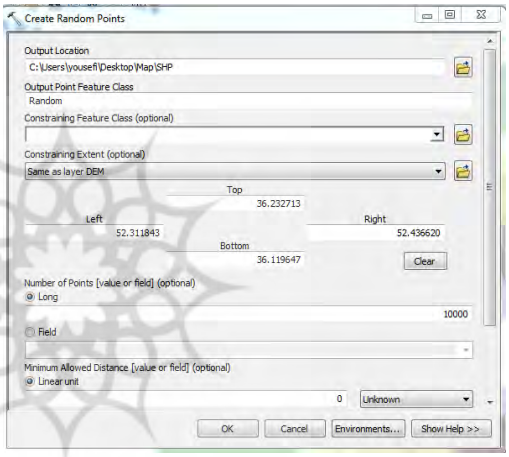
بر روی نقشه درقسمت TOC راست کلیک کرده از بخش Data-Exprot Data یک مسیری برای ذخیره‌سازی ایجاد می‌کنیم تا نقشه نقاط ذخیره‌سازی شود. تمامی نقاط مرتبط با محدوده موردمطالعه در اختیار ما قرار می دهد و یک فایل رستری براساس مدل رقومی ارتفاع (DEM) ایجاد کنیم که ارزش هر پیکسل به صورت ارتفاع باشد. روش‌های مختلفی وجود دارد که یک فایل نقاط را به یک فایل رستری تبدیل کنیم. در این قسمت بکارگیری فرایند میانیابی هست، روش مختلفی برای میانیابی در GIS وجود دارد. یکی از این روش‌ها IDW است. در نرم افزار Arc Map از طریق گزینه Search گزینه(IDW(Spatial Analyst را انتخاب می گردد، کادر اول نقشه نقاط، درکادرZvalue field چه متغیری را میانیابی کند، که متغیر مدنظر میزان ارتفاع هر نقطه altitude می‌باشد، و در کادر سوم Output raster مسیر به عنوان فایل DEM ذخیره گردد، سپس براساس ارتفاع نقاط یک نقشه ارتفاعی به نام DEM ایجاد گردید. این نقشه DEM ارزش هرپیکسل ارتفاع نقاط می‌باشد.

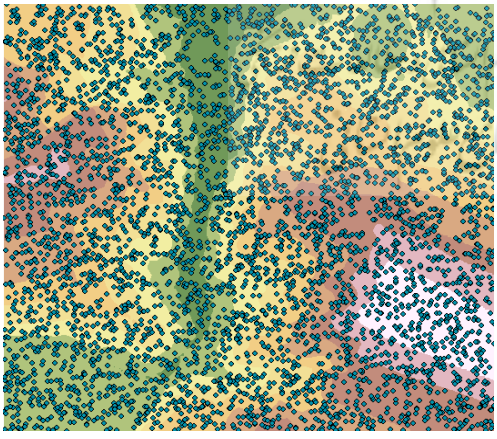
باتوجه به نقشه ۶ حداقل ارتفاع منطقه موردمطالعه ۴۲۹متر و حداکثر ارتفاع ۲۳۷۶ متر است. این روش به عنوان اولین روش دریافت ارتفاع نقاط در Google Earth Pro و فراخوانی در نرم افزار Arc Map و تهیه نقشه DEM منطقه مورد مطالعه می‌باشد (شکل۶).



شکل۶ نقشه DEM منطقه مورد مطالعه در Arc Map

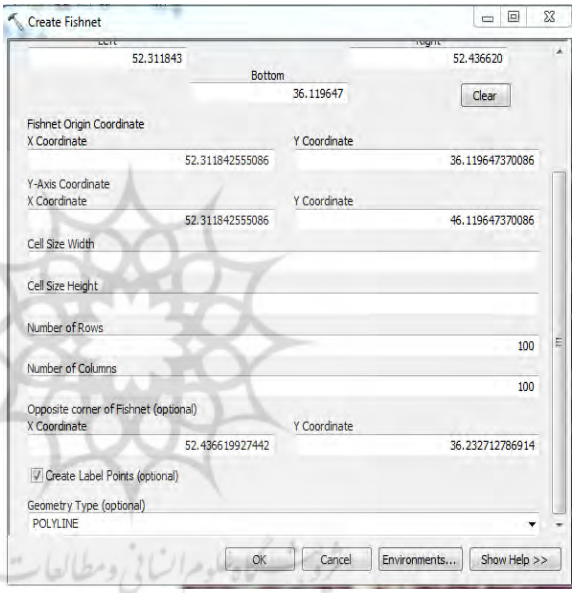
روش‌های دیگری درنرم افزار Arc Map وجود دارد که برای ایجاد تراکم نقاط بکار می گیرند، یکی به نام ابزار Random points است که از طریق گزینه Search فراخوان می‌شود، درصفحه Crate Random Points در قسمت Output Location آدرس جهت ذخیره، در خانه دوم به چه نامی ذخیره شود Output point feature با نام Random و در بخش Constraining Extent (Optional) که چه محدوه طول و عرض جغرافیایی را باید در نظر بگیریم، که براساس فایلDEM و در خانه بعدی Number of points چه تعداد نقاط (۵۰۰۰) ایجاد کند را مشخص و OK را می‌زنیم (شکل۷).

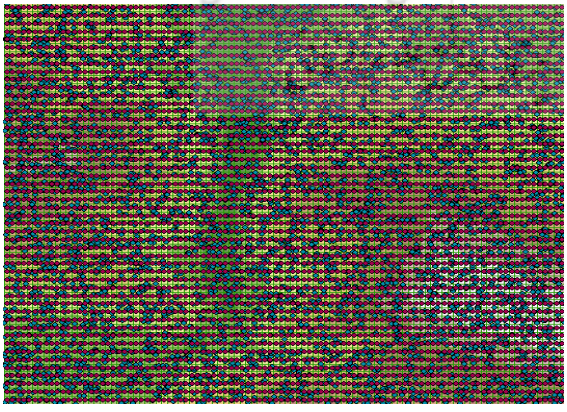




شکل۷ ایجاد نقاط از طریق Random points

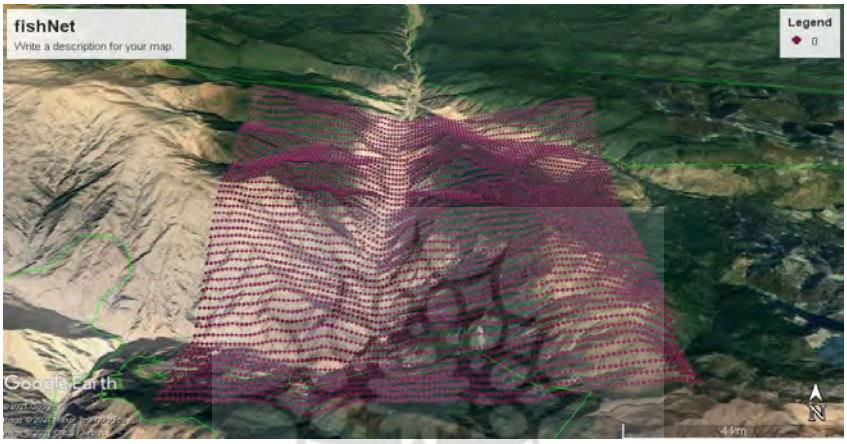
روش دیگری که برای ایجاد نقاط در Arc Map کاربرد دارد و در ایجاد نقاط از آن کمک گرفته شد، از طریق Fishnet می‌باشد. که از طریق این ابزار می‌توانیم شبکه‌ای از نقاط ایجاد کنیم، که ابزار Create fishnet در خانه اول Output feature class محل ذخیره، در خانه دوم Template Extent (Optional) فایل DEM منطقه و در خانه Number of Rows چه تعداد ردیف، Number of Colums چه تعداد ستون باشد و گزینه Create Lable points تیک آن فعال باشد، و در آخرOk را انتخاب می‌کنیم (شکل۸).



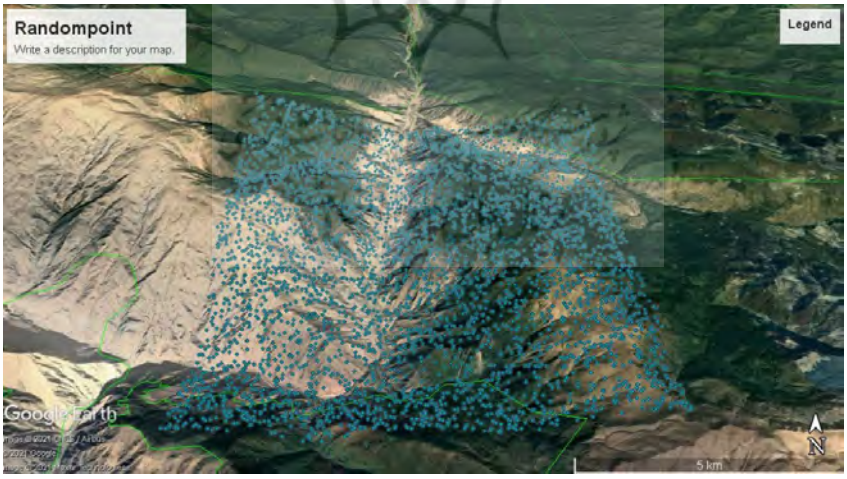


شکل۸ ایجاد نقاط از طریق Fishnet

در مرحله بعدی باید فایل‌هایRandom points، Fishnet را ذخیره‌سازی گردد، تا در سایت https://www.gpsvisualizer.com. ارتفاع نقاط را تنظیم کنیم. فایل‌های فوق با فرمتGIS است، که باید به فایلKMZ یا KML تبدیل کنیم، در قسمت Search ابزار Layer To KML کمک بگیریم که فرایند فایل نقاط را به KML انجام بدهیم. که یک بار فایل Fishnet (شکل۹) و بار دیگر هم فایل Random points را ذخیره می‌کنیم (شکل۱۰).

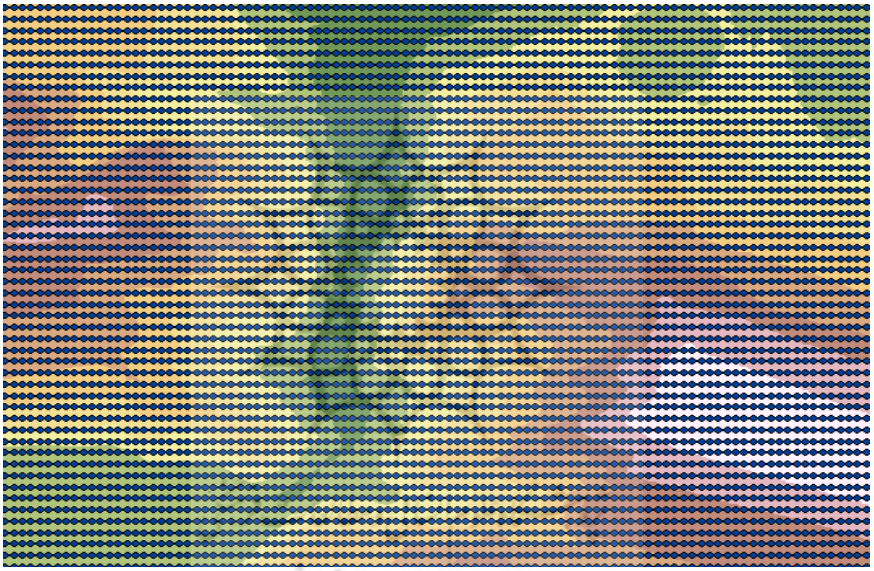


شکل۹ فایلKMZ و ایجاد نقاط روشFishnet درگوگل ارث



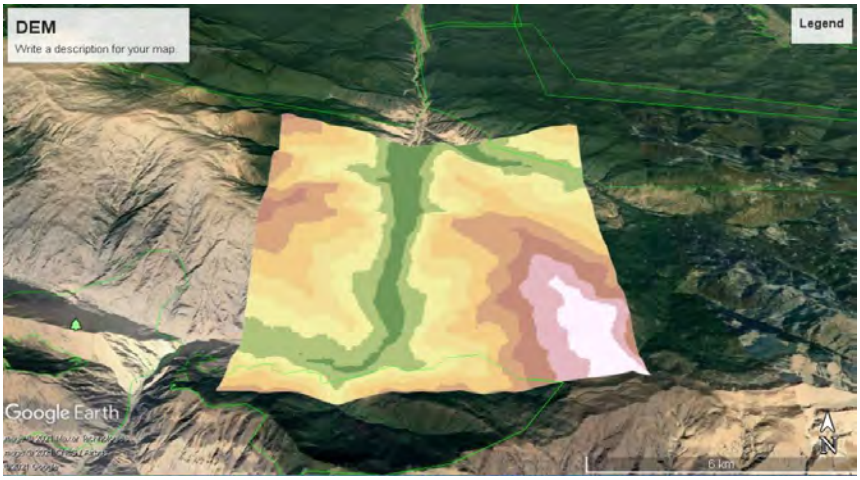
شکل۱۰ فایلKMZ و ایجاد نقاط روشRandompoint درگوگل ارث

سپس در سایت GPSvisualizer ارتفاع نقاط را به دست می‌آوریم، بعد از دانلود فایل ارتفاع را در Arc Map فراخوانی می‌کنیم. ابتدا فایل FishNet را راست کلیک کرده از طریق Open اطلاعات شامل عرض و طول جغرافیایی و ارتفاع نقاط را مشاهده می‌کینم، اگر این سه گزینه وجود داشت، راست کلیک کرده و Display X Y Data به صورت فایل که ارتفاع روی آن مشخص شده ذخیره می‌کنیم (شکل۱۱). در این قسمت با توجه به مشاهده جدول اطلاعات ارتفاع که ۵۰۰۰ نقاط ثبت شد، حداقل ارتفاع بین ۴۲۸ متر و حداکثر ارتفاع ۲۶۸۶ متر می‌باشد.



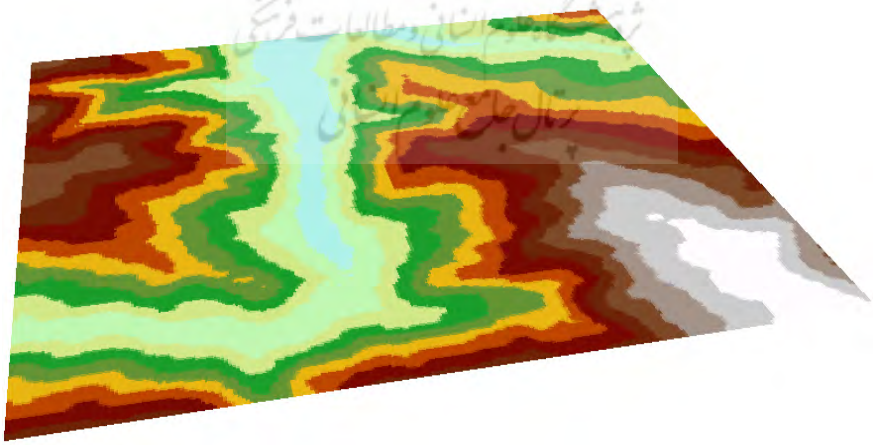
شکل۱۱ تیدیل فایل ارتفاع نقاط درArc Map

در نرم افزارArc Map از طریق Search گزینه IDW را فراخوانی می‌کنیم، ونقشه ی DEM منطقه را تولید می‌کنیم. جهت اعتبارسنجی فایل فوق را به فایل KMZ تبدیل می‌کنیم تا در گوگل ارث کنترل می‌کنیم که دره رودخانه و دامنه را با تغییرات رنگ نشان می‌دهد (شکل۱۲).



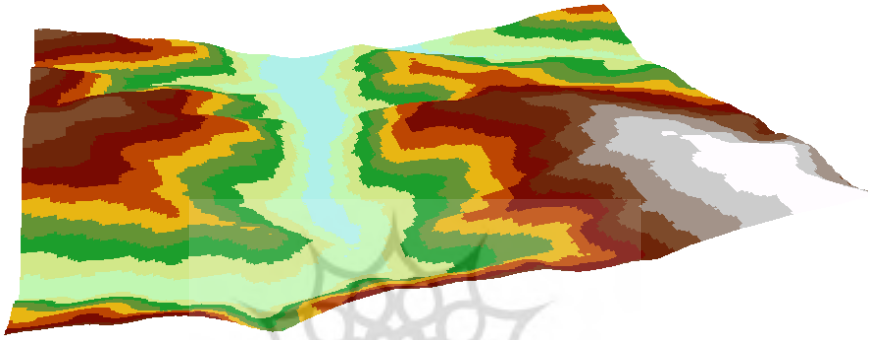
شکل۱۲ نقشه DEM منطقه در گوگل ارث

اما اگر همین فایل را بخواهیم در GIS سه بعدی نشان بدهیم، از پوشه Arc GIS پکج Arc Scene را فراخوانی می‌کنیم، که برای سه بعدی‌سازی نقشه‌ها استفاده کنیم. البته نقشه موردنظر دارای ویژگی‌های ارتفاع باشد. در Arc Scene از طریق Add Data فایل DEM را فراخوانی می‌کنیم. بر روی DEM دوبار کلیک چپ می‌کنیم تا ترکیب رنگ ایجاد کنیم، از بخش Symbology گزینه Classified تعداد Class را بر روی ۱۵ کلاس و یکی از طیف رنگ را انتخاب می‌کنیم (شکل۱۳).



شکل۱۳نمایش منطقه مورد مطالعه با ترکیب رنگ درArcScene

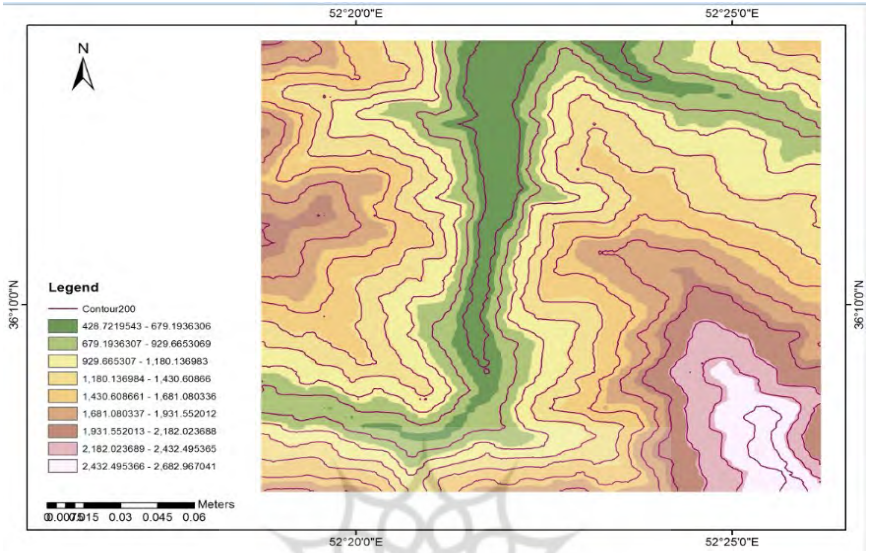
جهت سه بعدی‌سازی در ArcScene در بخش TOC روی فایلDEM دوبار کلیک چپ می‌کنیم، در صفحه Layer Properties بخش Base Heights گزینه Floating on a custom surface را فعال می‌کنیم و Ok را می‌زنیم. سپس در بخش Scene Layer دوبار کلیک چپ، بخش Vertical Exaggeration گزینه Calculate from را می‌زنیم که به صورت خودکار تغییرات ارتفاع را به صورت سه بعدی نمایش می‌دهد (شکل۱۴).



شکل۱۴ نمایش سه بعدی ارتفاع در ArcScene

یکی از روش‌های کاربردی در محاسبه شیب اراضی تهیه نقشه شیب و پهنه‌بندی شیب اراضی است. تهیه آن در زمینه مطالعه فرسایش، هیدرولوژی، آبخیزداری، کاربری اراضی و به ویژه برای تهیه نقشه‌های ژئومورفولوژی کاربرد دارد. روش‌های متفاوتی برای تهیه نقشه‌های شیب وجود دارد که در حال حاضر بهترین و سریع‌ترین روش استفاده از نرم افزارهای رایانه‌ای است (یمانی، ۱۳۹۴: ۱۰۷). در منحنی‌های تراز قله کوه‌ها و ته گودال‌ها با منحنی های بسته کوچکی که دارای بیشترین رقم (قله کوه) و کمترین رقم (گودال) هستند، مشخص می‌شوند(ملکی، ۱۳۸۸: ۱۹). نقشه DEM نقشه پایه برای بسیاری از نقشه‌ها می‌باشد، نقشه ی توپوگرافی هر منطقه را ایجاد کنیم، از قسمت Search ابزار Contour را انتخاب می‌کنیم که یکی از ابزارهای کاربردی هست، که یک نقشه رستر را به نقشه خطی پلیگون تبدیل کنید، ابزار Contour را فراخوانی می‌کنیم، بخش Contour

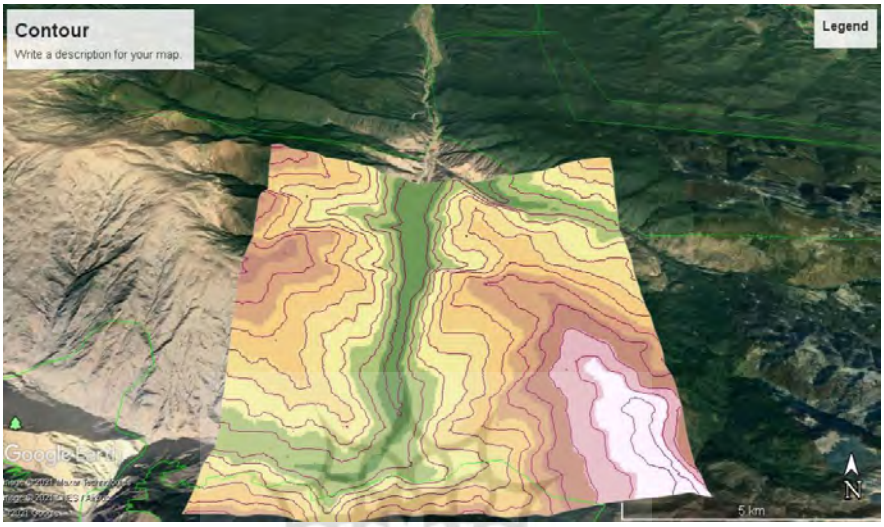
(Spatial Analyst) را انتخاب می کنیم، و منحنی میزان را براساس ۱۰۰ یا۲۰۰متر تنظیم تا نقشه توپوگرافی منتطقه مورد مطالعه رسم شود (شکل۱۵).



شکل۱۵ نقشه توپوگرافی منطقه مورد مطالعه با منحنی میزان ۲۰۰متر

نقشه‌های دارای منحنی تراز در گروه نقشه‌های موضوعی ایزوپلیت جای می‌گیرند و در موضوعات گوناگونی نظیر هواشناسی برای ترسیم نقشه‌های هم بارش، هم دما، هم فشار و نظایر آن استفاده می‌شوند. دراین میان، خطوط تراز مهم ترین کاربرد را در نقشه‌های توپوگرافی برای نمایش عوارض سطح زمین دارند (یمانی، ۱۳۹۴: ۱۰۲). از دیدگاه ژئومورفولوژی سطح زمین از دو شکل کلی دره‌ها و میاناب ها تشکیل شده است. این ویژگی مهم‌ترین خصیصه خطوط تراز در تفکیک و شناسایی لندفرم‌ها درنقشه‌های توپوگرافی به مثابه نقشه‌های پایه برای ترسیم نقشه‌های ژئومورفولوژی محسوب می شود. به طورکلی درجهت شیب (سرازیری)، خطوط تراز در دره‌ها تورفتگی و برعکس در میاناب‌ها برآمدگی ترسیم می‌کنند (یمانی، ۱۳۹۴: ۱۰۵). علاوه بر اشکال قله و گودال در نقشه‌های توپوگرافی، تشخیص پشته ها، تپه ماهور و گردنه‌ها نیز از طریق الگوی منحنی های تراز به سهولت امکان پذیر می باشد. پشته‌ها نوعی تپه‌های مرتفع در طبقات ارتفاعی پائین تر از خطالراس ها که از

اتصال دو دامنه به وجود می‌آیند (ثروتی، سرور، ۱۳۷۹: ۶۵). جهت نمایش بهتر نقشه توپوگرافی، در Arc Map به فایل KMZ تبدیل کرده و در گوگل ارث نمایش، تا بهتر در تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث نمایان شود(شکل۱۶).

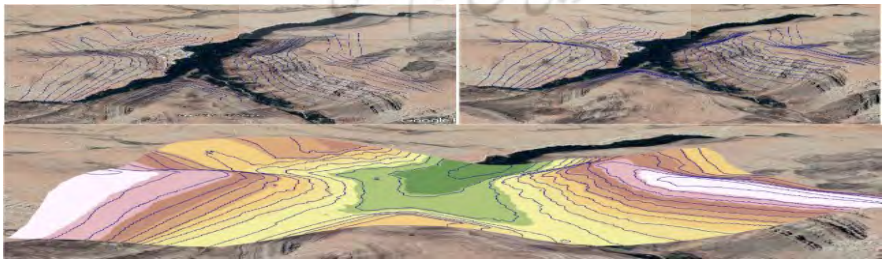


شکل۱۶ نقشه DEM و توپوگرافی منطقه مورد مطالعه در گوگل ارث با منحنی میزان۲۰۰متر

نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش آموزش تهیه نقشه توپوگرافی و مدل رقومی ارتفاع(DEM) با استفاده از نرم افزارهای Google Earth Pro وArc Map برای دانشجویان رشته جغرافیا می‌باشد. دسترسی رایگان به داده ها شامل ارتفاع، طول و عرض جغرافیایی تمامی نقاط کره زمین در تصاویر ماهواره ای Google Earth و بکارگیری نرم‌افزارهای کاربردی در زمینه مطالعات محیط جغرافیایی، نقش بسیار اساسی در آموزش کاربردی جغرافیا خواهد داشت. اساس و پایه کار جهت تهیه نقشه‌های توپوگرافی و DEM، دریافت اطلاعات ارتفاعی منطقه مورد مطالعه می‌باشد، درنرم افزار گوگل ارث، تصاویر ماهواره‌ای که در این سایت بارگذاری می‌گردد ویژگی ارتفاع؛ جز جدایی‌ناپذیر داده‌ها در آن می باشد. روش‌های مختلفی برای ایجاد تراکم نقاط وجود دارد؛ یکی به صورت دستی در گوگل ارث و دوم از

طریق نرم‌افزار Arc GIS می‌باشد؛ در این دو نرم افزار از سه روش جهت ایجاد تراکم بکار گرفته شد. با بکارگیری نرم افزارهای فوق، فایلDEM تغییرات ارتفاع به صورت سه بعدی نمایش داده شد؛ نقشه DEM نقشه پایه برای بسیاری از نقشه‌ها می‌باشد، در پایان نقشه توپوگرافی منطقه مورد مطالعه ترسیم گردید. نقشه‌های توپوگرافی دارای خطوط تراز در زمینه‌های نمایش ارتفاع نقاط، اندازه‌گیری شیب دامنه‌ها، اندازه‌گیری حجم عوارض، ترسیم نیمرخ و نمایش پستی و بلندی ها کاربرد دارند. با آموزش فوق دانشجویان با مراحل تولید نقشه ی DEM و توپوگرافی؛ فنون مختلف نقشه خوانی، ترسیم نیمرخ(پروفیل)، معرفی لندفرم‌های ژئومورفیک، مخاطرات و موارد دیگر را به صورت کاربردی آموزش می بینند، با توجه به آموزشی تهیه نقشه‌های توپوگرافی و DEM که در کلاس درس بیان شد، یکی از دانشجویان در گوگل ارث با ایجاد تراکم نقاط ارتفاعی محل سکونت که مربوط به روستای برزلی خراسان شمالی را برایم ارسال کرد، درکلاس درس نقشه خوانی و کارتوگرافی، نقشه توپوگرافی و DEM منطقه تهیه شد، با تولید دو نقشه فوق علاوه بر آموزش تولید نقشه با انواع مخاطرات آشنا خواهند شدند، لذا یک دانشجو در زمان تحصیل علاوه بر آموزش جغرافیا، دیدکلی و سیستمی نسبت به محیط خودش خواهد داشت، و می تواند جلوی بسیاری از رخدادهای طبیعی که باعث بروز مخاطرات طبیعی را کاهش دهد. علاوه بر این در مقطع کارشناسی ارشد و مقطع دکتری درنوشتن پایان نامه و رساله می‌تواند، انواع نقشه‌های مرتبط با موضوع مورد مطالعه را تهیه نماید و تحلیل‌های ژئومورفولوژیکی داشته باشد.



شکل۱۷ محل سکونت دانشجویی در روستای برزلی خراسان شمالی

منابع

۱- ثروتی، محمدرضا، بهنیافر، ابوالفضل(۱۳۸۶). مبانی توصیف و تفسیر نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی، تهران انتشارات دانشگاه پیام نور.

۲-ثروتی، محمدرضا، سرور، جلیل الدین (۱۳۷۹). توصیف و تفسیر نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی، رشت، چاپ حرف نو.

۳-جداری عیوضی، جمشید (۱۳۷۱). اصول کارتوگرافی، تهران اتشارات دانشگاه پیام نور.

۴-حسین‌زاده، محمدمهدی، اسماعیلی، رضا، متولی، صدرالدین (۱۳۹۳). کارتوگرافی و نقشه‌های موضوعی، تهران، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.

۵-حسین زاده، سیدرضا و جهادی طرقی، مهناز(۱۳۸۹). «ارزیابی کیفیت و دقت تحلیل-های مورفومتری شبکه آب‌های مستخرج از مدل‌های رقومی ارتفاع (نمونه مورد مطالعه: حوضه آبریز رباط قره بیل)»، جغرافیا و توسعه ناحیه ای، شماره ۱۴ صص ۱۸۳-۲۱۲.

۶-حسین زاده، سیدرضا، نداف سنگانی، مهوش (۱۳۹۲). «ارزیابی دقّت مدل های رقومی ارتفاع((DEMs حاصل از نقشه‌های توپوگرافی و مقایسه تطبیقی آن با DEM های ماهوارهای(مطالعه موردی: DEM های توپوگرافی وASTER منطقه آبغه درخراسان رضوی، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، سال۴۵، بهار۱۳۹۲، صص ۷۱-۸۶.

۷-حقگو، علیرضا (۱۳۹۸). شناخت و کاربرد نقشه‌های توپوگرافی در جغرافیا، رشدآموزش جغرافیا، دورهی سی و سوم، شماره۳، بهار، صص ۶۶-۷۱.

۸-دانشور، هوشنگ(۱۳۷۲). کارتوگرافی، تهران، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح.

۹-رامشت، محمدحسین (۱۳۸۸). نقشه‌های ژئومورفولوژی (نمادها و مجازها)، تهران، انتشارات سمت، چاپ سوم.

۱۰- سایت https://www.gpsvisualizer.com

۱۱-طاهری کیا، حسن (۱۳۸۲). اصول سنجش از دور، تهران، انتشارات پیام نور.

۱۲-علی محمدی، عباس (۱۳۸۸). مبانی علوم و سیستم های اطلاعات جغرافیایی، انتشارات سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها(سمت).

۱۳-کریم‌زاده، غلامرضا (۱۳۸۰). تألیف نقشه‌های توپوگرافی، مجله نقشه‌برداری، شماره۵۵، سال سیزدهم.

۱۴-مهدی‌نژاد، محمود (۱۳۹۲). نقشه‌خوانی، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد اصفهان، چاپ دوم.
۱۵-مقصودی، مهران، یمانی مجتبی(۱۳۹۰). نقشه‌ها و نمودارهای موضوعی کارتوگرافی موضوعی، تهران، انتشارات نشر انتخاب، چاپ دوم.
۱۶-مقیمی، سیدجعفر، همراه، مجید (۱۳۷۰). کارتوگرافی، تهران، انتشارات گیتاشناسی.
۱۷-ملکی، امجد (۱۳۸۸). تفسیر نقشه های توپوگرافی و زمین شناسی، انتشارات دانشگاه رازی، چاپ اول.
۱۸-وزارت علوم، تحقیقات و فناوری(۱۳۹۵)، برنامه درسی دوره کارشناسی پیوسته رشته آموزش جغرافیا (خاص دانشگاه فرهنگیان)، بازنگری شده، تهران، ۲۰اردیبهشت.
۱۹-یمانی، مجتبی (۱۳۹۰). مبانی نقشه‌خوانی، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.چاپ هفتم.
۲۰-یمانی، مجتبی (۱۳۹۴). نقشه‌های ژئومورفولوژی روش‌ها و تکنیک‌ها، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم.
21- Bunnett, R. B. (1998). Physical Geomorphology of Desert Environment, Longman England.
22-Panizza M. (1996), Environmental geomorphology, Developments in Earth Surface Processes 4, Elsevier Science, pp268. GB406p36.
23-Melaart, James(1975). The Neolithic of the near East, London, Thames and Hudson, p110.
24- Monkhouse f. j., Wilkinson H,R (1974). Maps and diagrams Their Compilation and Construction, Methen & Coltd.
25-Wise, S. (2000). "Assessing the quality for hydrological applications of digital elevation models derived from contours." Hydrological Processes, 14(11), 1909–1929.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی