

# مقاله آموزشی :

## استفاده از برنامه ARCGIS برای برآورد مقدار برف و آب حاصل از ذوب آن در یک حوضه زهکشی<sup>1</sup>

### نوشته داو تئوکس باری و تودد رایان

شما با این تمرین کار بر روی یک تمرین ورودی / خروجی را شروع خواهید کرد تا شناختی درباره ارتباط بین اندازه گیری های مقادیر خطی و ناحیه ای بدست آورید . البته این مقادیر همانند هم نیستند، اهداف مختلف داشته و واحدهای مختلف دارند و به شما چیزهای مختلفی را می گویند . برای مثال هواشناسان معمولاً بارش را با یک روش خطی اندازه گیری می کنند ( بعنوان مثال 6 اینچ برف شب گذشته بارید). همچنین هیدرولوژیست ها اغلب می خواهند بدانند چه مقدار آب در یک حوضه زهکشی ریخته شده است . زیرا واحدها برای اندازه گیری های جریان رودخانه ها قابل قیاس تر هستند.

در این تمرین شما اندازه گیری های خطی را ( واحدهای طول، L ) در یک ناحیه ( واحدهای مربع طول، L2 ) ( واحدهای مکعب طول، L3 ) به منظور تعیین مقادیر خواهید ساخت. ما همچنین ارتباط بین عمق برف و مقدار آب را تخمین خواهیم زد. شما داده ها را در محیط ArcMap ترسیم خواهید کرد و از نرم افزار برای ایجاد کنتورهای عمق برف استفاده می کنید ، تا آنها را با استفاده از یک روشی که در قسمت پایین نشان داده شده به مقادیر تبدیل نمایید.

در پایان مقدار روانآبی که از ذوب برف گرفته می شود را از طریق ترکیب مقدار برف بآب معادل گوله برف و یک ضریب روانآب تخمین خواهید زد .

### تجهیزات و نرم افزار مورد نیاز

خط کش متریکی برای اندازه گیری عمق برف  
گیرنده های GPS برای موقعیت یابی XY نقاط اندازه گیری شده  
دفترچه یادداشتی برای ثبت موقعیت ها و عمق برف  
برنامه Excel برای ایجاد جدول داده ها  
برنامه ArcGIS همراه با Spatial Analyst extension  
DEM (مدل ارتفاعی رقومی) حوضه زهکشی  
Orthophoto یا DRG (گرافیک رستری دیجیتال) از حوضه برای تعیین نمودن حدود ناحیه مورد مطالعه

### تولیدات

- 1 - یک نقشه GIS ای از ناحیه مورد مطالعه برای نشان دادن مقدار برف
- 2 - محاسبات مقدار برف و آب معادل آن برای منطقه
- 3 - یک آزمون مختصری که برای شما محدودیت ها و خطاهای بالقوه ای که در ارتباط با مدل تعیین مقدار آب برف وجود دارد را مطرح می کند.

## بخش اول: جمع کردن داده ها

- من شما را به دو تیم تقسیم می کنم . هر تیم به یک خط کش ، یک دستگاه GPS ، یک دفترچه یادداشت برای ثبت داده ها نیاز خواهند داشت.
- منطقه ما در محوطه باز شمال غربی دانشکده قرار دارد. این ناحیه شامل زمین های فوتبال ، بیسبال ، و زمین گلف دور از زمین های کشاورزی می باشد. شما 90 دقیقه وقت دارید که مقدار برف در منطقه را اندازه گیری کنید . سعی کنید در زمانی که دارید منطقه را پوشش داده و با الگوی شبکه ای و نه فقط بصورت قطری مقدار برف را برداشت کنید.
- در هر نقطه وقتی عمق برف را برداشت کردید مقادارش و مختصات نقطه را با استفاده از GPS یادداشت نمایید.

## بخش دوم : تخمین مقادیر و تحلیل ها ( بخش GIS )

قدم اول وارد کردن مقادیر عمق برف در محیط برنامه Excel

- یک جدول با 3 ستون به نام های Easting , Northing و Snow Depth
- Easting , Northing برحسب متر بوده بنابراین عمق برف هم می بایست برحسب متر باشد تا در محاسبات دچار اشتباه نشویم.

یک نقشه در محیط ArcGIS ایجاد کنید.

- 1 - یک نقشه جدید بسازید.
- 2 - لایه های DEM کلکتون و ارتوفوتو موازی یک شده دانشکده هملیتون را اضافه نمایید.
- 3 - لایه ارتوفوتو بالای لایه DEM قرار گیرد.
- 4 - این مجموعه داده ها باید دارای سیستم تصویر یکسان باشند. NAD 83 UTM 18N
- 5 - با نام دلخواه خودتان بصورت یک پروژه ذخیره نمایید.

فایل Excel داده ها را اضافه کنید. و آن را با استفاده از ابزار Add XY data به صورت نقشه و یک لایه در آورید.

سیستم های تصویر را بررسی کنید که با لایه های وارد شده قبلی یکسان باشد . بر روی Edit کلیک کرده و دوبار بر روی شاخه Projected Coordinate Systems کلیک کنید ، سپس شاخه UTM و در نهایت شاخه NAD 1963 و فایل پروژه NAD 1983 UTM Zone 18N.prj را انتخاب و اضافه نمایید. همچنین می توانید سیستم تصویر را از طریق زیر نیز وارد نمایید.

### Edit > Import > browse to the HC orthophoto raster file

لایه نقطه ای را که از محیط Excel آوردید به یک shape فایل تبدیل کنید. اسم این لایه را Snow\_depth.shp بگذارید.

## پیدا کردن ارتفاع ایستگاهها را با استفاده از لایه DEM

به منظور اجرای محاسبات مقادیر در ArcGIS یک لایه سطحی برای برف مورد نیاز است. این لایه سطحی ارتفاع سطح زیرین برف همراه با ضخامت برف اندازه گرفته شده می باشد . جعبه ابزار Spatial Analyst یک ابزار استخراجی دارد که داده ها را از لایه های زیرین نقاط ویژه می گیرد همانند آنچه که از GPS بدست می آید.

1 - با استفاده از جعبه ابزار Spatial Analyst و Extraction، گزینه Extract values to points را انتخاب کنید.

2 - در قسمت لایه ورودی، لایه نقطه ای shape فایل را وارد کنید.

3 - لایه رستر خروجی لایه Clinton LIDAR می باشد.

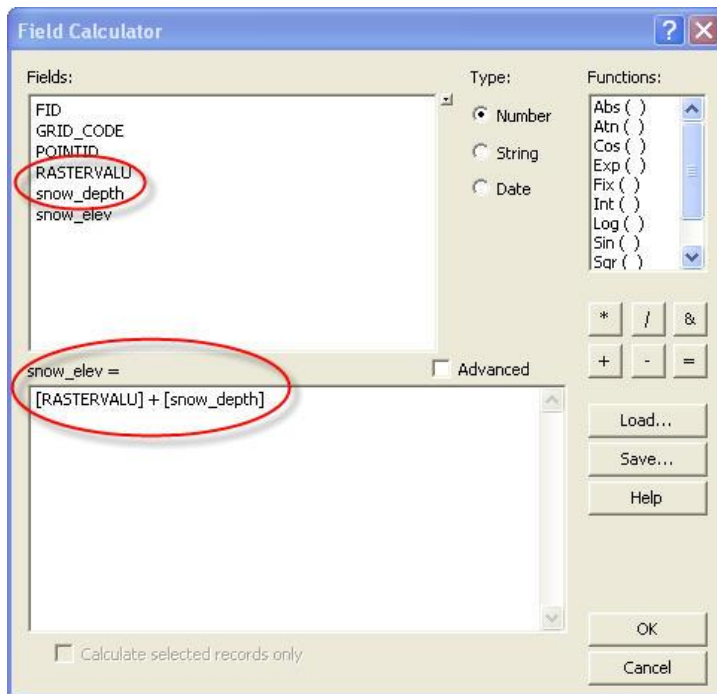
4 - به فایل خروجی اسم بدهید و آن را ذخیره کنید.

ArcGIS بصورت اتوماتیک فایل مورد نظر را می سازد. در جدول فایل ساخته شده وارد شده یک ستون بنام RASTERVALU می بینید. اینها ارتفاع سطح زیرین ایستگاهها هستند که از LIDAR گرفته شده اند و ارتفاع ها برحسب متر می باشند. با استفاده از RASTERVALU و مقادیر عمق برف اندازه گیری شده به آسانی ارتفاع برف سطحی را می توان محاسبه کرد. یک ستون جدید با ویژگی های زیر بسازید.

- **Name:** Snow-elev
- **Type:** Double
- **Precision** (total number of digits displayed): **6**
- **Scale** (total number of digits to right of decimal point): **3**

برای پر کردن این ستون از دستور field calculator استفاده کرده و دولا لایه RASTERVALU و snow\_depth را باهم جمع

کنید.



و با زدن دکمه OK ارتفاع سطح برف بدست می آید.

### ایجاد یک مرز برای محدوده مورد مطالعه

1 - یک لایه خطی بصورت Shape فایل در برنامه

ArcCatalog و با همان سیستم تصویر لایه

اورتوفوتو HC بسازید.

2 - آن لایه را به Arcmap اضافه کنید و Start Editing را فعال کرده و با استفاده از ابزار ترسیم محدود (مرز) دور منطقه

مورد مطالعه را ترسیم کنید.

### ایجاد یک لایه سطحی با استفاده از لایه نقطه ای از ارتفاع برف

1 - در برنامه Spatial Analyst extension گزینه Interpolate to Raster و روش Inverse Distance Weighted (IDW) را انتخاب کنید.

2 - قسمت لایه ورودی را با داده های ارتفاع برف پر کنید.

3 - Z filed با ارتفاع برف پرمی شود. مقادیر عمق برف را برای این محاسبه استفاده نکنید.

4 - در قسمت لایه مرزی از فایل لایه مرزی که ترسیم کردید استفاده نمائید.

5 - نام لایه خروجی snow\_elv\_sur گذاشته و Ok کنید.

یک لایه سطحی رنگی کد شده ای ایجاد می شود که بصورت اتوماتیک بر روی نقشه اضافه می شود. این لایه سطحی در اتصال با DEM اصلی بوده و برای محاسبه ناحیه و مقدار برف محدوده مورد مطالعه استفاده می شود.

### محاسبه محدوده و مقدار برف

1 - با استفاده از Spatial Analyst و دربخش SurfaceAnalysis گزینه Cut/Fill را انتخاب کنید.

2 - لایه DEM کلنتون در قسمت Before Surface

3 - لایه snow\_elevation surface در قسمت After Surface

4 - Z factor و output cell size همان پیش فرض باشند.

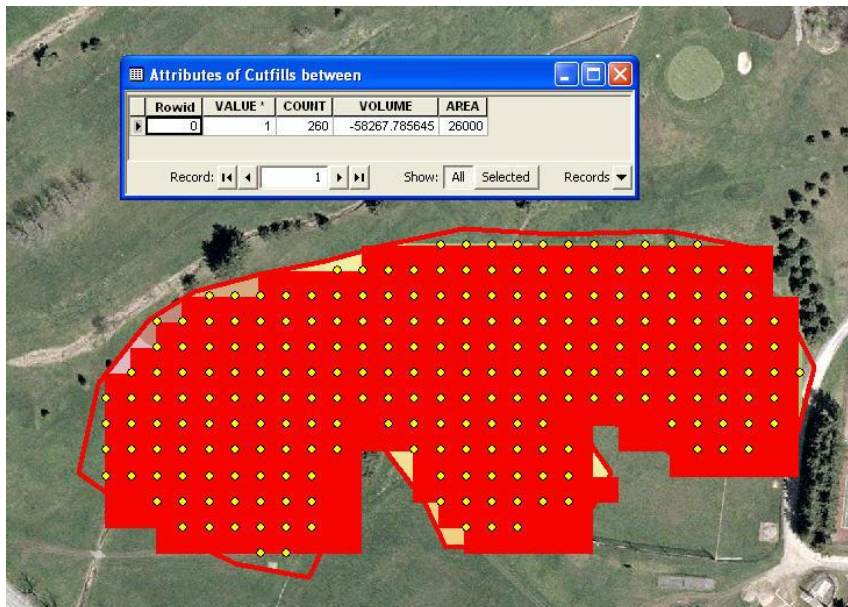
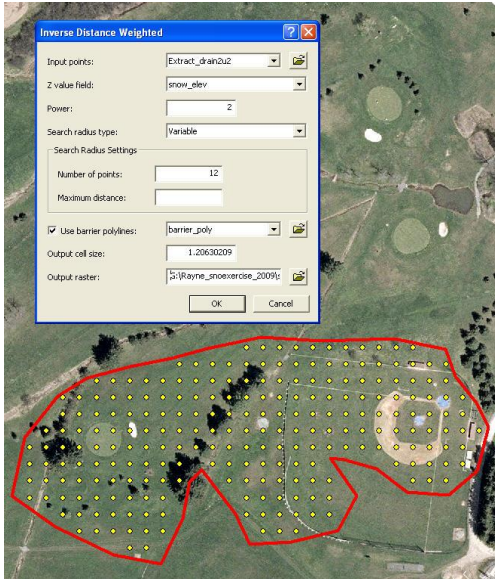
5 - نام فایل خروجی داده و Ok کنید.

لایه تهیه شده بطور اتوماتیک به محیط ArcMap و بصورت یک رستر سه رنگی

اضافه می شود. منطقه قرمز رنگ نواحی که قابل بهره برداری هستند را نشان می دهد، منطقه آبی مناطق بی استفاده و رنگ خاکستری مناطق بدون تغییر را نشان می دهد. نقشه شما بایستی بطور قطع منطقه قرمز داشته باشد زیرا ارتفاع برف به لایه سطحی زیرین اضافه می شود. رنگ آبی یک نقشه ایده آل است و نقشه شما ممکن است مناطق آبی، قرمز و خاکستری رنگ داشته باشد.

جدول لایه را باز کرده، مقدار و مساحت محاسبه شده را ببینید. مقدار خالص دریافتی بصورت یک عدد منفی بیان شده است. این به نحوه محاسبه برمی گردد. عدد بزرگتر از عدد کوچکتر کسر می شود.

$$\text{Volume} = (\text{cell area}) * \Delta Z \quad \text{where } \Delta Z = Z_{\text{before}} - Z_{\text{after}}$$



مساحت و مقادیر برحسب واحد سیستم تصویر می باشند . در این مورد سیستم تصویر و دیتوم آن NAD 83 UTM بوده که واحد متر را بعنوان واحد اندازه گیری استفاده می کند. بنابراین مساحت برحسب متر مربع و مقدار آب برحسب متر مکعب می باشد. حالا مقدار سلول های قرمز را محاسبه می کنیم . در مثال ایده آل اینجا نشان داده شده است . این کار ساده ای هست . به سادگی مقدار عدد منفی را از جدول می خوانیم . و آن مقدار برف برحسب متر مکعب است . اما بیشتر نقشه شما دارای رنگ آبی هست که برنامه ArcMap درونبایی کرده یعنی جایی که شما هیچ برفی ندارید.

اینجا چطور فقط نواحی قرمز را جمع کنیم .  
وارد جدول لایه مورد نظر شوید . بر روی گزینه Options کلیک کرده و Attribute را انتخاب کنید و یک جعبه باز می شود . بر روی "VOLUME" بر بالای جعبه دو بار کلیک کنید. ناحیه خاکستری را انتخاب کرده و عدد 0 را تایپ کنید. گزینه Apply را زده و نواحی منفی در جدول بایستی به رنگ آبی برجسته شده باشند . سپس بر روی گزینه Options و Export کلیک کرده و شاخه برف در کامپیوترتان پیدا کنید. یک نام مثل Snow\_volume داده و OK کنید.

## تبدیل برف به آب معادل آن

با استفاده از یک ابزار که Federal Snow Sampler نامیده می شود آب معادل گوله برف را اندازه گیری می کنیم .مقدار متوسط آب برای محاسبه تراکم برف از رابطه زیر استفاده می شود.

$$\text{Depth of snow} \times \text{density of snow} = \text{depth of water} \times \text{density of water}$$

راه حلی برای محاسبه تراکم برف و استفاده از آن برای توده برف ( و آب ) با استفاده از این معادله

$$\text{Volume of snow} \times \text{density of snow} = \text{mass of snow, which is also the mass of water}$$

و در نهایت راه حلی برای مقدار آب با استفاده از این فرمول

$$\text{Mass of water} / \text{density of water} = \text{volume of water}$$

بخطا داشته باشید که تراکم آب 1000 کیلوگرم بر مترمکعب می باشد.

## بحث و نتیجه گیری

در طول این برنامه آموزشی پیرامون مسائل زیر بحث کردیم:

- عیب یابی مسائل GIS
- تبدیل مقدار برف به آب معادل آن
- بحث در مورد این که چرا همه سلولها در ناحیه مورد مطالعه قرمز نیستند.
- بحث در مورد برف تجمعی و هیدرولوژی

## نکات آموزشی

یک راه تخمین سلولهای آبی این است که مقدار منفی برف اندازه گیری شده را دانش آموزان در عمق برف با برنامه Excel و با استفاده از ضریب 10، 20، و غیره ضرب کنند و به این شکل عمق برف در تمرین مورد لحاظ قرار می گیرد . در پایان تمرین مقدار برف را بر همان ضریب تقسیم کرده تا آن اصلاح شود . این قضیه بخصوص قابل تبدیل به عدد بوده وقتی گوله برف ضخیم باشد و اثر تغییر پذیری توپوگرافی و درونبایی ارتفاع سطح برف بسیاری از مقادیر منفی برف را به شما خواهند داد.