پژوهش های جغرافیایی ـ شماره۵۷، پائیز ۱۳۸۵
صص ۴۱-۲۷

ارزیابی روش های ساخت و اصلاح مدل های ارتفاعی*
"مطالعهٔ موردی حوضهٔ سد گلستان ۲"

منیژهٔ قهرودی تالی**- استادیار دانشگاه تربیت معلم

پذیرش مقاله:۸۳/۷/۱۱
تأیید نهایی:۸۴/۸/۳۰

چکیده

امروزه مدل های ارتفاعی در زمینه های مختلف کاربرد وسیعی پیدا نموده است. به طوری که بسیاری از پژوهش های کاربردی و توسعه ای بر اساس آن انجام می شود. چون هدف مدل های ارتفاعی ساخت رویهٔ زمین می باشد و رویهٔ زمین را پستی و بلندی ها تشکیل می دهد، لذا ساخت مدل های ارتفاعی بدون توجه به شرایط ژئومرفولوژیکی بر طبیعت زمین منطبق نمی شود. از طرف دیگر چون متغیر ارتفاع از یکپارچگی و پیوستگی برخوردار است و تغییرات آن تابع جهت و فاصله می باشد، لذا انتخاب مدل ساخت پوستهٔ زمین با روش های آمار کلاسیک غیر دقیق می باشد. در نتیجه برای ساخت مدل های ارتفاعی توجه به شرایط مرفولوژیکی و روش های آمار زمین در درون یابی و روش های اصلاح مدل های ارتفاعی ضروری می باشد.

این پژوهش روش های تولید مدل های ارتفاعی را در حوضهٔ سد گلستان۲ اجرا نموده و نتایجی ارزشمند کسب نموده است که از جمله استفاده از روش های نمونه گیری نامنظم در مسیر عوارض ژئومرفولوژیکی، عدم استفاده از منحنی های میزان در مدل ارتفاعی، کاربرد بهتر روش مثلث بندی نسبت به درون یابی برای نمایش عوارض زمین، استفاده از روند یابی و واریوگرافی برای درون یابی دقیق تر ارتفاع، ارزیابی مدل ارتفاعی توسط تصاویر ماهواره ای و عکس های هوایی و . . . می باشند.

واژگان کلیدی: **مدل های ارتفاعی، روش های درون یابی، کریجینگ، شبکه نامنظم مثلثی، سمی واریوگرام.**

مقدمه

تبیین رقومی از تغییرات پیوسته مربوط به پستی و بلندی در فضا به مدل رقومی ارتفاع معروف است (بارو ۱۳۷۶، ص۸۸). تحلیل های سه بعدی شالوده طرح های کاربردی و توسعه ای در GIS می باشد و GIS سه بعدی بر روش های

---

* این مقاله برگرفته از طرح «روش های ساخت و اصلاح مدل های ارتفاعی» اجرا شده در معاونت پژوهشی دانشگاه تربیت معلّم می باشد.

** E-mail: ghohroudi@tmu.ac.ir
نویسنده مسئول تلفن: ۰۹۱۲۱۲۶۳۹۶۸

Archive of SID
www.SID.ir

ساخت مدل های ارتفاعی استوار است. مدل های ارتفاعی ضمن آن که پوستهٔ زمین را نمایش می دهند، زیربنایی برای سایر پژوهش ها نیز می باشند. بنابر این بیشترین انطباق با شرایط زمین از اهداف مدل های ارتفاعی است. " با اندکی دقت متوجه می شویم که کلیهٔ ناهمواری ها از پیوستگی سطوح کم و بیش وسیعی تشکیل شده اند که اصطلاحاً دامنه نامیده می شود که مهم ترین ویژگی، شیب آن است" (محمودی،۱۳۷۴، ص۱۵). لذا مدل های ارتفاعی مناسب لازم است که تجسم صحیحی از دامنه و تغییرات شیب آن را ارائه دهند و این امر تنها توسط منحنی های میزان یا قرار دادن پدیده هایی مانند شبکهٔ زهکشی در مدل های ارتفاعی فراهم نمی شود. بدین منظور ضرورت استفاده از شاخص های مرفولوژیکی هنگام ساخت لایه های ارتفاعی وجود دارد.

روش های آمار زمین می تواند تا حدودی عدم آگاهی کافی به شرایط ژئومرفولوژیکی را جبران نماید. در میان این روش ها روند یابی و واریوگرافی محقق را به وجود تغییرات شیب در دامنه ها هدایت می کند. و همچنین استفاده از الگوریتم های متفاوت مثلث بندی، چهرهٔ دامنه ها را واضح تر می سازد و شباهت مدل های ارتفاعی به زمین را بیشتر می کند.

شناسایی دقیق چهرهٔ دامنه ها زمانی میسّر می شود که دامنه به عنوان یک پدیده در نظر گرفته شود. به بیانی دیگر، دامنه از خط تقسیم آب شروع و به خط القعر ختم می شود و فرآیند های شکل زایی در محدودهٔ واحد حوضهٔ رود، دامنه را شکل می دهند. بنابراین تجسم شکل دامنه زمانی مهیا می شود که مدل ارتفاعی، حوضهٔ یک رود را در بر گیرد. امروزه بدون توجه به شرایط مکانی و با بکارگیری منحنی های میزان مدل های ارتفاعی ساخته می شود که نتایجی شبیه به پوستهٔ زمین ارائه نمی کند و کنترل صحت آنها کاری دشوار است و تنها از عهدهٔ ژئومرفولوژیست های حرفه ای در GIS برمی آید. لذا توجه به شرایط پیکر شناسی[1] و استفاده از شاخص های آن ضروری است.

این مقاله با تأکید برشاخص های شکل شناسی[2] و شیوه های آمار زمین برای تبیین بهتر دامنه ها در مدل های ارتفاعی، با این اعتقاد که واحد های شکل زایی بهترین مکان برای ساخت مدل های ارتفاعی می باشند، به بررسی روش های ساخت و اصلاح مدل های ارتفاعی در حوضه سد گلستان ۲ می پردازد و تکنیک های کاربردی برای ساخت این مدل ها را فراهم می کند.

ویژگی های حوضهٔ سد گلستان (۲)

حوضهٔ سد گلستان (۲) در شمال کشور و در شرق استان گلستان قرار دارد. رودخانه‌های تشکیل دهندهٔ حوضهٔ مزبور چیکک، قرناوه و شوردره می‌باشند که سرچشمه‌های اصلی رودخانهٔ گرگانرود در استان گلستان است. رودخانه‌های موجود در حوضهٔ مزبور جهت شما لشرقی- جنوبغربی دارد و از جمله حوضه‌هایی است که در دههٔ اخیر شاهد چندین سیل بزرگ و ویرانگر بوده است.این حوضه از شمال به کشور ترکمنستان در حوضهٔ رود مرزی اترک ، از شرق به استان خراسان، از جنوب به ارتفاعات البرز شرقی و استان سمنان و از غرب به محدودهٔ سیاسی شهرستان گنبد کاووس محدود می‌باشد.

[1] Geomorphology
[2] Morphology

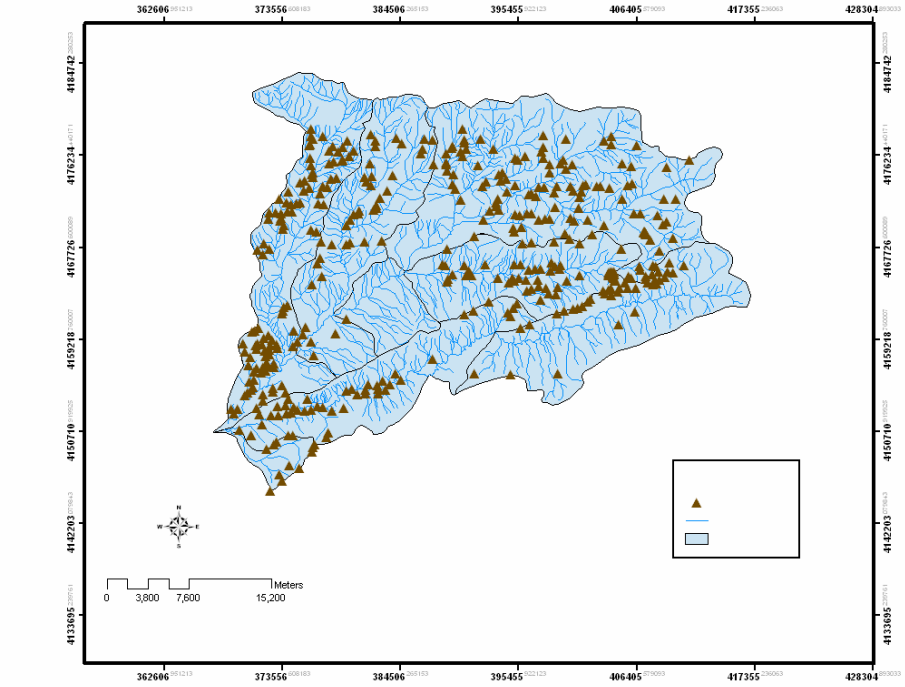
Archive of SID

www.SID.ir

میانگین ارتفاع حوضه حدود ۶۰۸ متر است که قسمت مرکزی حوضه را در بر می گیرد. بیشترین ارتفاعات حدود ۱۴۸۰ تا ۱۵۰۰ متر در سمت شرق و جنوبشرقی حوضه است و کمترین ارتفاعات حدود ۱۵۰متر در غرب و جنوبغربی و بخش خروجی حوضه می باشد.حداکثر ارتفاع حوضه ۱۴۸۶متر در شرق و جنوبشرقی حوضه و حداقل ارتفاع حدود ۱۳۵متر در غرب حوضه واقع است. مساحت حوضه حدود ۱۱۳۲کیلومتر مربع و محیط آن ۵۳۵/۱۷کیلومتر است. شهرهای مراوه تپه، کلاسه، گالیکش و شرق شهرستان گنبد کاووس در این حوضه واقع است.

حوضهٔ مزبور نیز به دلیل قرارگیری در شمالشرقی ایران و نزدیکی به جمهوری ترکمنستان در فصل پائیز تا اواسط زمستان در معرض وزش بادهای سرد و خشک سیبری با جهت شرق – شمالشرقی می باشد و همچنین به علت نفوذ توده هوای مدیترانه، دارای ریزش باران بهاری است. شکل شمارهٔ (۱) حوضهٔ سد گلستان ۲ و نقاط ارتفاعی نمونه برداری شده را نشان می دهد (قهرودی تالی۱۳۸۳،صص ۶۰-۲۰).

شکل۱- حوضهٔ سد گلستان ۲ و نقاط نمونه برداری



داده ها و روش تحقیق

داده های ارتفاعی رقومی مجموعه ای از اندازه گیری های ارتفاعی از سطح زمین می باشند که موقعیت مکانی آنها مشخص است و بر اساس این داده های ارتفاعی ، مدل های رقومی ارتفاع ساخته می شود. روش تحقیق این پژوهش برای ارزیابی روش های ساخت مدل های ارتفاعی و شیوه های اصلاح آن با توجه به شرایط زمین به شرح ذیل می باشد:

۱- انتخاب حوضهٔ رودهایی که منتهی به سد گلستان می شود. زیرا دارای جریان دائمی می باشد و نقش فرایندهای فرسایشی آبی فلویال[1] در سیستم شکل زایی آن محسوس باشد، در قلمرو های خشک که جریان ها دائمی نیستند، تحول دامنه درحوضهٔ رودها متفاوت می باشد، به طوری که دامنه از دو بخش مجزا تشکیل شده است و اختلاف شیب بین دو

[1]- Fluvial

www.SID.ir

قسمت دامنه چشمگیر است و لذا منحنی های میزان از خط تغییر شیب می گذرد و ساخت مدل های ارتفاعی با مشکلات کمتری مواجه است.

۲- زمین مرجع نمودن[1] نقشه های توپوگرافی و برداشت منحنی های میزان و نقطهٔ ارتفاعی از تغییر شیب دامنه ها و استخراج خط القعرها به صورت لایه های مجزا.

۳- روند یابی و واریوگرافی برای تشخیص دامنه های کاو و کوژ ومرکب (به منظور تعیین محل تغییر شیب).

۴- اجرای درون یابی[2] توسط روش های IDW ، Spline و Kriging براساس نقاط ارتفاعی.

۶- اجرای روش مثلث بندی بر اساس نقاط ارتفاعی، منحنی های میزان، شبکهٔ زهکشی و خط تقسیم آبها.

۱۰- مقایسه و ارزیابی مدل های ارتفاعی با توجه به شرایط ژئومرفولوژیکی حوضه و نیمرخ دامنه ها

شرح وتفسیر نتایج

برای ارزیابی مدل ارتفاعی در حوضهٔ سد گلستان، ابتدا پدیده های ژئومرفولوژیکی بر اساس تغییرات منحنی های میزان در نقشه های توپوگرافی بررسی شده و شاخص های مهم مرفولوژیکی که تشخیص آن در نقشه های توپوگرافی عملی می باشد عبارتند از: خط تقسیم آبها، خط القعرها، بریدگی شیب ها، تپه شاهد ها، امتداد یال ها، دیواره ها و ستیغ ها ، نقطهٔ شروع واریزه ها، خط برش و خط تغییر شکل دامنه ها و . . . . به صورت پدیده های خطی و نقطه ای برداشت شده است و همچنین چهار سطح ارتفاعی بر اساس فواصل ایجاد شده بین منحنی های هم ارتفاع در حوضه ، تشخیص داده شد (شکل شمارهٔ۲) که می تواند مبنایی برای مدل ارتفاعی باشد. سطوح ارتفاعی در سطح زمین تغییر تدریجی شیب دامنه را بر هم می زند و می تواند بیانگر تغییر فرآیند شکل زایی یا فرسایش تفریقی باشد، لذا ارزیابی مدل ارتفاعی توسط آن امکان پذیر است.

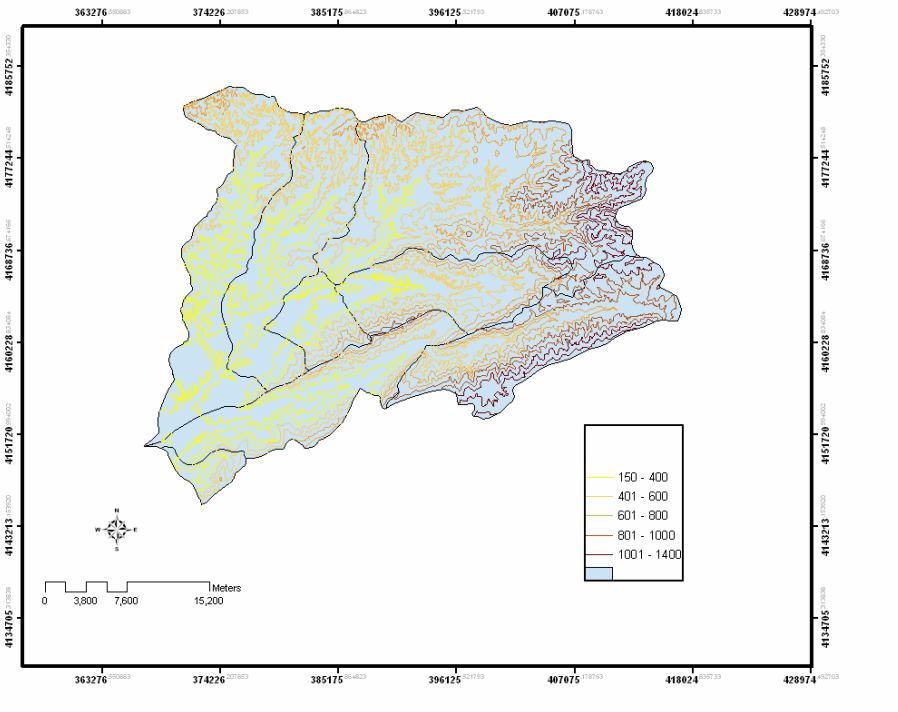
منحنی های میزان اگرچه در تشخیص سطوح ارتفاعی کاربرد دارد ، اما این سطوح ارتفاعی در طبیعت پیوستگی ندارد و اگر مدل ارتفاعی بر اساس منحنی های میزان ساخته شود، تصویری واقعی از سطح زمین به ویژه در مناطق کوهستانی بدست نمی دهد. به عبارت دیگر در حوضهٔ سد گلستان ۲ حضور سطوح ارتفاعی فوق حتمی است، اما این سطوح در نواحی خاصی وجود دارد و فرآیند های فرسایشی در سطوح تفکیک شده توسط منحنی های هم ارتفاع به طور یکسان عمل نمی کند. لذا استفاده از نقاط ارتفاعی از شواهد و باقیمانده های سطوح ارتفاعی ضروری است. بنابر این برداشت این نقاط نمی تواند از توزیع یکسان برخوردار باشد. برای تعیین نقاط نمونه برداری در تخمین ارتفاع روندیابی های مکانی می تواند مفید واقع شود(قهرودی تالی،۱۳۸۳، ص ۵۰).

[1]- GeoReference
[2]- Interpolated Methods

Archive of SID

www.SID.ir

شکل۲- :نقشهٔ سطوح ارتفاعی در حوضهٔ سد گلستان ۲



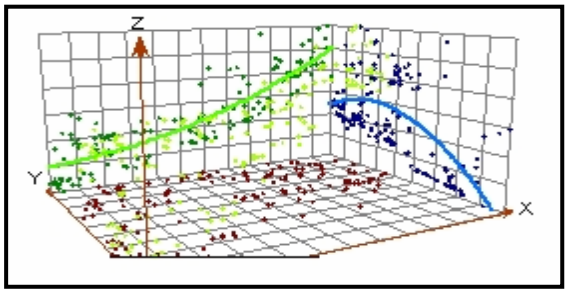
چون عملیات درون یابی بر اساس نمونه برداری های نقطه ای انجام می شود و از پدیده های خطی مانند شبکهٔ زهکشی و منحنی های هم ارتفاع برای ارزیابی مدل های ارتفاعی نمی توان بهره برد، لذا توجه به شاخص های مرفولوژیکی هنگام نمونه برداری ضروری است. برداشت نقطه ای از پدیده های مرفولوژیکی در درون یابی لایه های ارتفاعی نقش ویژه ای دارد که تاحدودی روش های آمار زمین[1] می تواند عدم شناسایی آنها را جبران کند؛ زیرا روش های آمار زمین برفاصلهٔ مکانی متکی است و به شناسایی امتداد پدیده های خطی شبیه ستیغ ها و یال ها و توزیع پدیده های غیر خطی (تقریباً نقطه ای) مانند مناطق تپه ماهوری کمک نماید. برای این منظور نقاط ارتفاعی که در شکل شمارهٔ(۱) نشان داده شده، از پدیده های مرفولوژیکی که در تصویر ETM و نقشه های توپوگرافی مشخص بود، استخراج گردید(شکل شمارهٔ۶)، منحنی روند تغییرات ارتفاع و سمی واریوگرام[2] آن ترسیم گردید. شکل های شمارهٔ ۳و ۴ که هر دو بیانگر وجود ساختار فضایی در نمونه های برداشت شده می باشد و لذا به جای این که درون یابی از نقاط ارتفاعی در کل حوضه انجام شود، تنها بر اساس همین نقاط درون یابی انجام شد (جانسون۲۰۰۱،ص ۱۶۸).

[1]- Geostatistic
[2]- Semivariogram

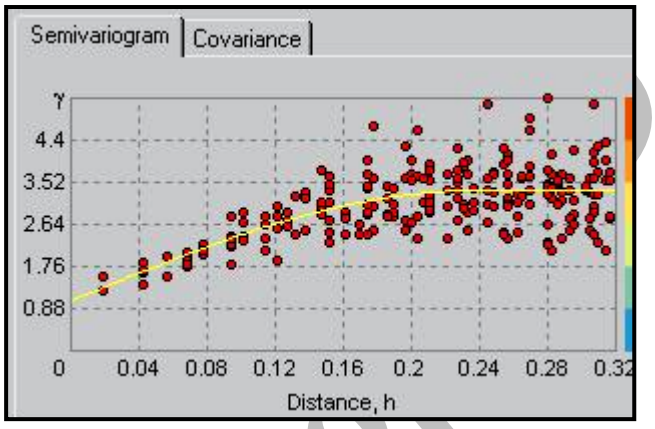
Archive of SID

www.SID.ir

شکل۳- روند یابی در نقاط ارتفاعی در حوضهٔ سدگلستان ۲



شکل۴- سمی واریوگرام در حوضهٔ سد گلستان ۲



شکل شمارهٔ (۵) درون یابی ارتفاع به روش IDW[1] ، شکل شمارهٔ (۶) درون یابی ارتفاع به روش Spline و شکل های شمارهٔ (۸و۷)، درون یابی به روش کریجینگ در حالت معمولی و جهانی می باشند. روش IDW با این که فقط بر اساس تعدادی نقطهٔ ارتفاعی تهیه شده است، چون از روند یابی ارتفاع و مدل سمی واریوگرام بهره گرفته است، لذا توانسته است که تغییرات ارتفاع در مناطق مرتفع تر را نمایان سازد و شباهت زیادی را به ویژه در خروجی حوضه به سطح زمین را نشان داده و روند عمومی حوضهٔ زهکشی را بیان دارد. روش Spline که هموارسازی بیشتری نسبت به روش IDW دارد، اما چون به صورت قطعه ای عمل می کند، شرایط مرفولوژی حوضه را به صورت برآمدگی های گسسته نشان می دهد و توانایی در نمایش یکپارچهٔ حوضهٔ زهکشی را ندارد.

مدل های ارتفاعی کریجینگ نسبت به روش های IDW و Spline شباهت بیشتری به رویهٔ زمین دارد . تشخیص مدل سمی واریوگرام، روند یابی و دخالت جهت یابی در درون یابی قدرت پیش بینی این مدل را افزایش می دهد. در این درون یابی از هسته های ارتفاعی مدل Spline و IDW خبری نیست و تغییرات ارتفاع از اطراف به سمت داخل حوضه سیر نزولی دارد و جهت زهکشی حوضه روند نسبتاً دقیقی رانشان می دهد. این روش نسبت به دو روش قبل از دقت بیشتری برخوردار است.

در روش کریجینگ جهانی چون از توابع Global استفاده می شود، اختلافات ارتفاع نسبت به مدل کریجینگ ساده کاهش می یابد. اما جهت یابی در روش کریجینگ جهانی از اهمیت ویژه ای برخوردار است؛ زیرا در نحوهٔ دخالت

[1] -Inverse Distance Wighted

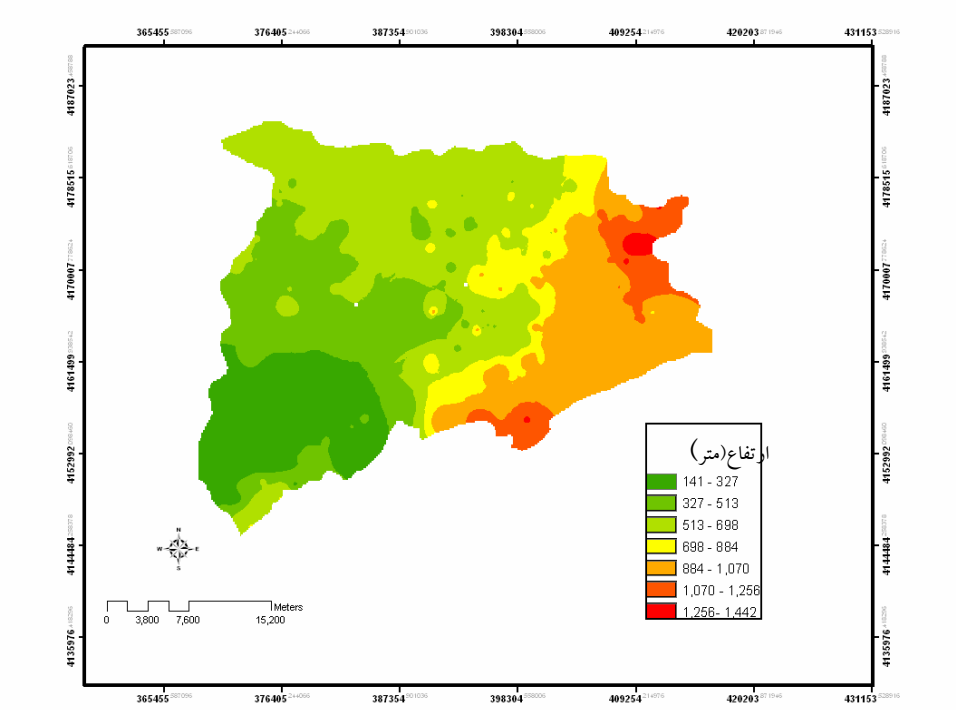
Archive of SID

www.SID.ir

همسایه ها در پیش بینی نقاط مجهول اثر می گذارد. در این لایه میزان ارتفاع از اطراف حوضه به سمت داخل حوضه رو به کاهش است و تابع روند کلی مرفولوژی حوضه می باشد. چون در مدل کریجینگ جهانی مقدار ارتفاع پایه کمتر از روش کریجینگ ساده می باشد، لذا حداکثر و حداقل ارتفاع در این مدل نسبت به مدل ساده کمتر است و نوسانات شدید ارتفاع به تصویر کشیده نمی شود.

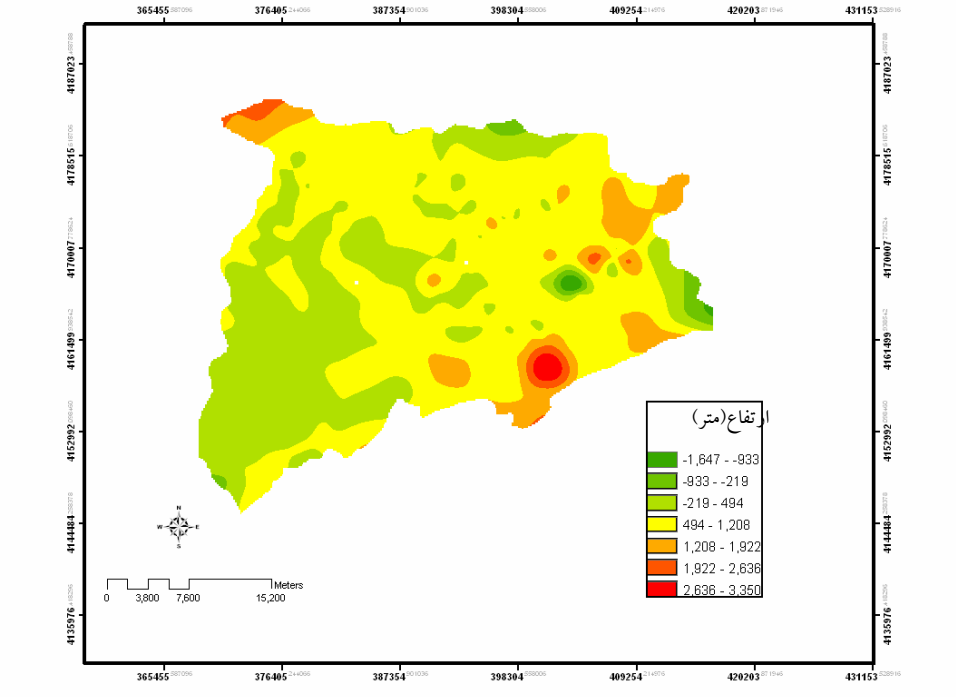
شکل۵- درون یابی ارتفاع درحوضهٔ سد گلستان ۲

بر اساس مدل IDW



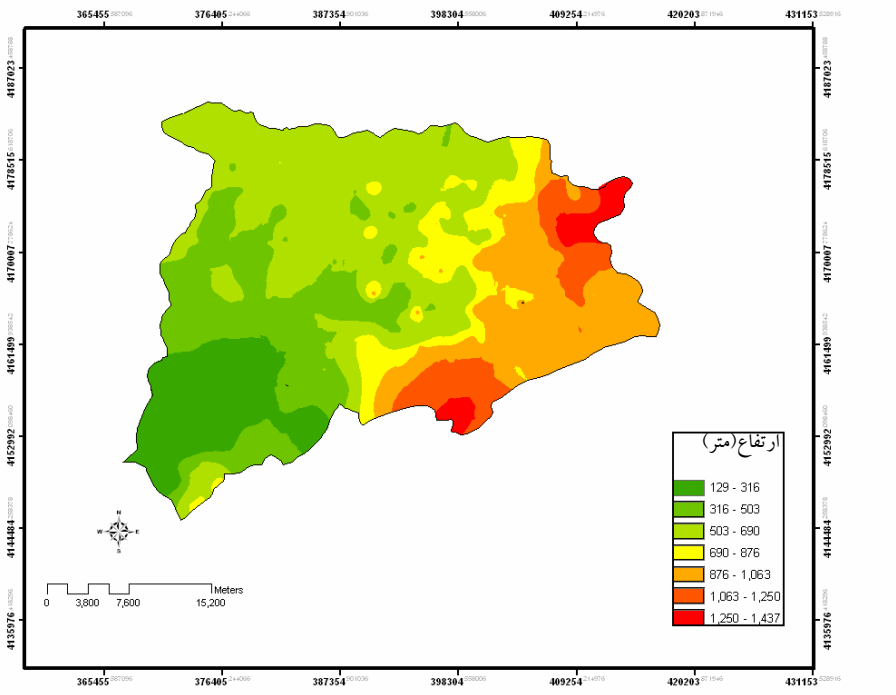
شکل ۶- درون یابی ارتفاع درحوضهٔ سد گلستان ۲

براساس مدل Spline

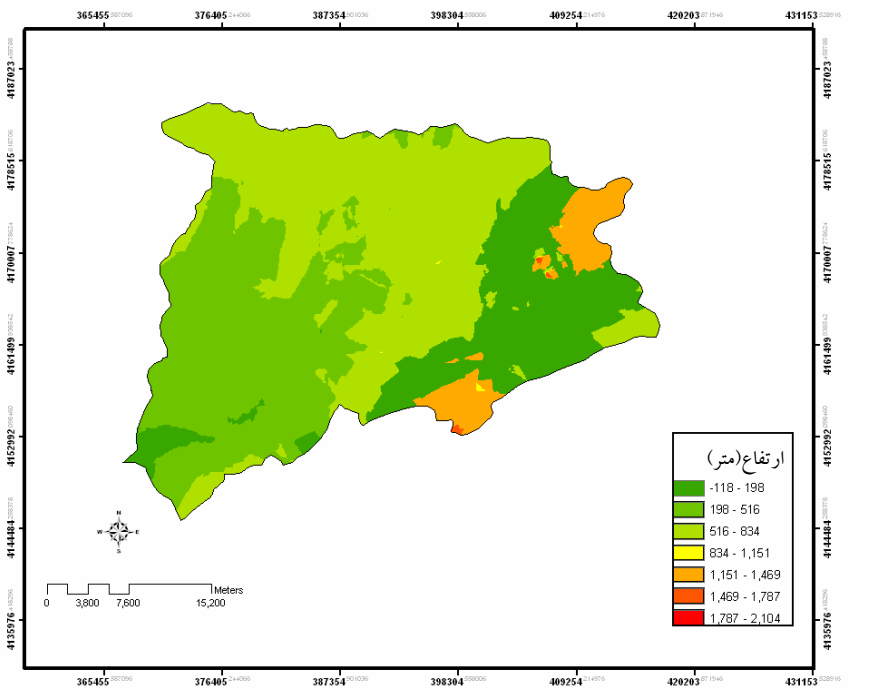


www.SID.ir

شکل۷- درون یابی ارتفاع درحوضهٔ سد گلستان ۲
براساس مدل Kriging (Ordinary)



شکل ۸- درون یابی ارتفاع درحوضهٔ سد گلستان ۲
براساس مدل(Kriging (Ordinary



www.SID.ir

مزیت شبکهٔ نامنظم مثلث بندی[1] (TIN) در ساخت مدل های ارتفاعی به دلیل مشارکت پدیده های مرفولوژیکی اعم از خطی، نقطه ای و سطحی می باشد. در این روش سطوح هم ارتفاع توسط مثلث ها جدا می شود و تغییر شیب ها در اضلاع مثلث ها قرار می گیرد و در نتیجه نواحی با تضاریس زیاد نسبت به سایر نواحی، با مثلث های کوچکتر پوشیده می شود. شکل شمارهٔ (۹)، TIN این منطقه را در حالت سه بعدی نشان می دهد. این لایهٔ ارتفاعی توسط نقاط نمونه برداری، شبکهٔ هیدروگرافی و خطوط تقسیم آب ایجاد شده است و در نتیجه توانسته است که مرفولوژی دره ها و خط القعر ها را در سطح زمین نمایش دهد.برای بررسی TIN از تصاویر رنگی کاذب[2] ETM (FCC) و TM استفاده شده است. این تصاویر با اغراق نمایی ۱/۷ بر روی TIN قرار گرفته است (شکل های شمارهٔ۱۱و۱۰). همجنان که از این تصاویر بر می آید TIN انطباق نسبتاً خوبی را با سطح زمین نشان می دهد و جز در جنوبشرق حوضه، شرایط زهکشی حاکی از شباهت مدل ارتفاعی به حوضهٔ رود است.

در رابطه با مقایسهٔ تصاویر فوق در نمایش مدل های ارتفاعی در این نمونه تصویر TM نسبت به ETM انطباق بهتری را با TIN نشان می دهد؛ به ویژه در شکل دامنه ها (هنگامی که این تصاویر بر روی TIN قرار می گیرند ، نیمرخ دامنه ها شباهت بیشتری به سطح زمین دارند).

با این که در این نمونه به استثناء مواردی خاص از یال ها نمونه های نقطه ای برداشت نشده، اما نیاز مدل به افزایش نقاط نمونه برداری به جز در نواحی جنوبشرق حوضه دیده نمی شود.

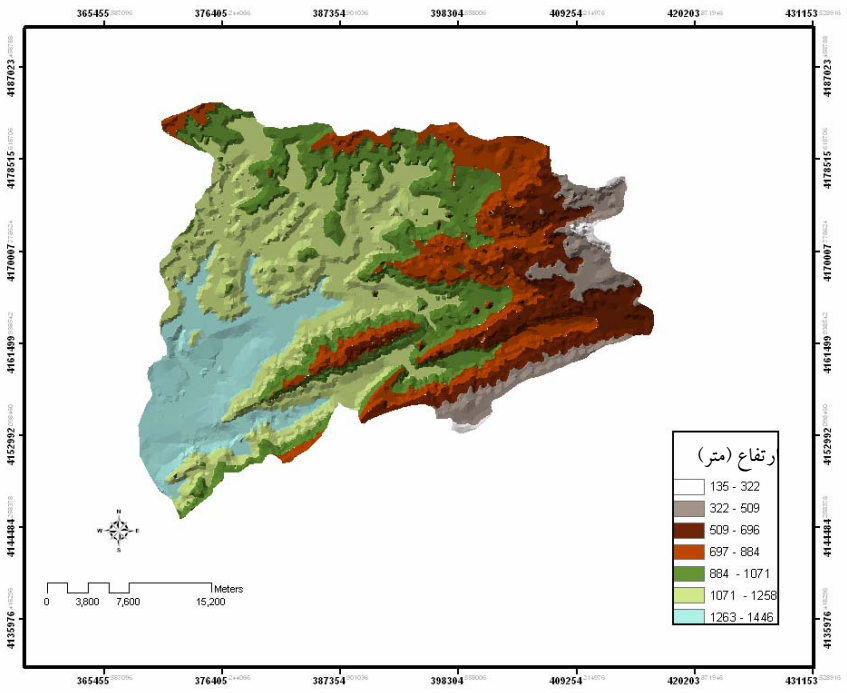
شکل دامنه ها درصحت مدل های ارتفاعی نقش کلیدی دارد و می تواند در انتخاب روش ساخت و اصلاح مدل ارتفاعی راهگشا باشد.از مدل های تهیه شده، نیمرخ های مشابهی تهیه گردید(شکل شمارهٔ۱۲) که از پایین تر از خط تقسیم آب شروع شده و پس از گذشتن از آن تا انتهای دره پیش رفته و از خط القعر عبور نمود و کمی در دامنهٔ مقابل بالا رفته است.با استثناء مدل کریجینگ، ما بقی مدل ها خط تقسیم آب و خط القعر را نمایش می دهند.بهترین نمایش از خط تقسیم آب توسط مدل های TIN و IDW می باشد.نمایش بریدگی های شیب روی دامنه از آن مدل Spline می باشد و همچنین بالاترین تخمین از ارتفاع نیز توسط این مدل انجام شده است.مدل کریجینگ معمولی چون از توابع Local استفاده می نماید ، نسبت به مدل کریجینگ جهانی نمایش دقیق تری دارد و مدل اخیر نمای کلی از دامنه ارائه می دهد.

[1]- Triangulated Irregular Network
[2] - False Color Composite

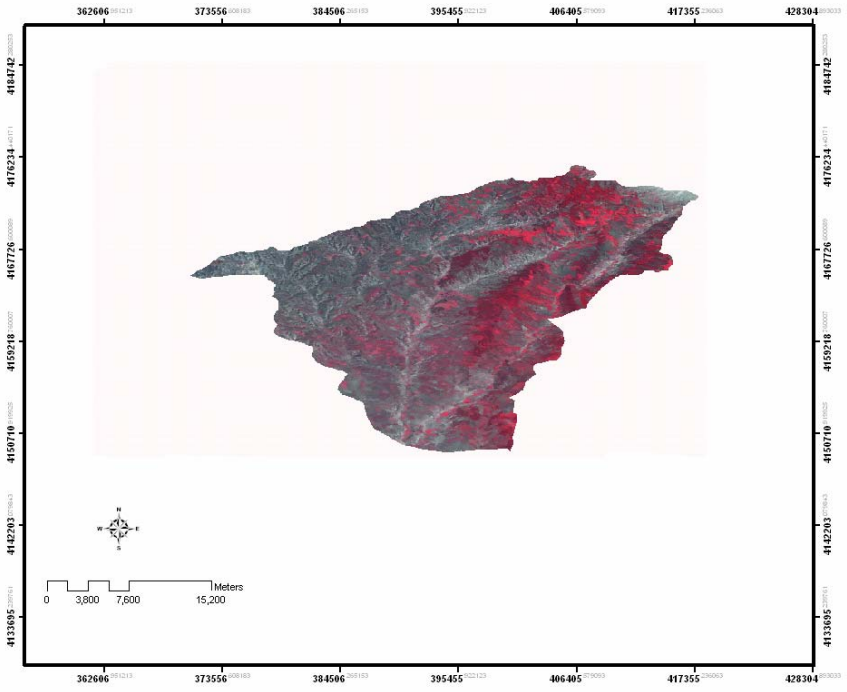
Archive of SID

www.SID.ir

شکل ۹- مدل TINدر حوضهٔ سد گلستان۲

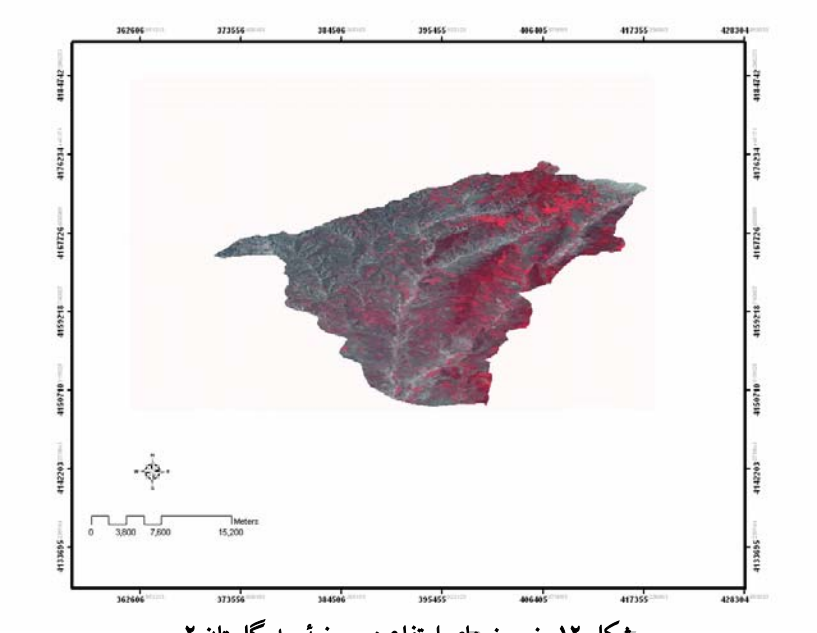


شکل ۱۰- انطباق تصویر ماهواره ای TM بر مدل TIN

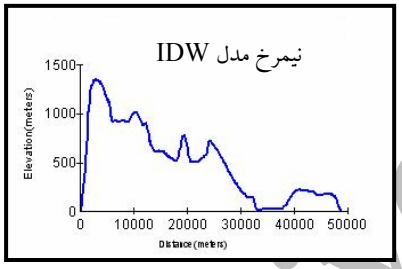


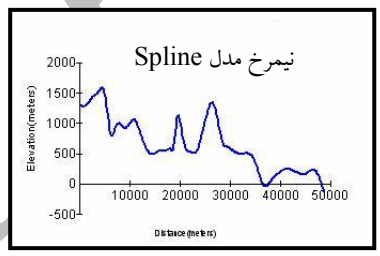
www.SID.ir

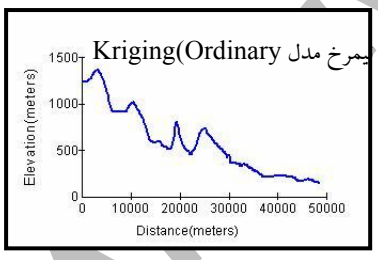
شکل ۱۱- انطباق تصویر ماهواره ای ETM بر مدل TIN

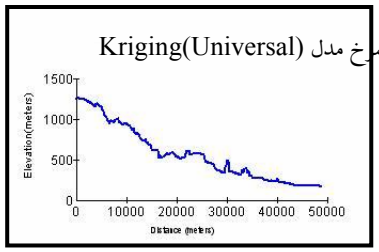


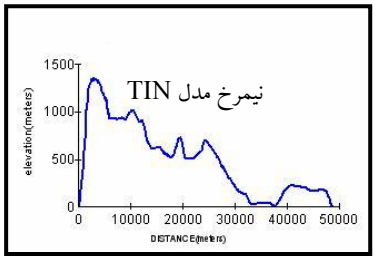
شکل ۱۲- نیمرخ های ارتفاع درحوضهٔ سد گلستان ۲











نتیجه گیری

برای ساخت مدل های ارتفاعی، روش های متعددی وجود دارد که نمی توان قضاوت کلی در خصوص آنها نمود. شرایط پیچیده و متفاوت پوستهٔ زمین ویژگی های متفاوتی را برای مدل های ارتفاعی ایجاد می کند، به طوری که مدل واحدی بر آنها برازش نمی شود.برای انتخاب مدل ارتفاعی بهینه توجه به نکات ذیل ضروری است:

www.SID.ir

۱- توجه به روش نمونه گیری:

برای نمایش پوستهٔ زمین در محدوده های بزرگ نمونه گیری تصادفی و نمونه گیری شبکه های منظم، روش های مناسبی نمی باشد؛ بلکه روش های نامنظم نتایجی بهتری در بر دارد.

نقاط نمونه برداری لازم است در مسیر خط القعرها و خط الراس ها به صورت نقطه ای انجام شود. در حوضه های رتبهٔ۱[1] نمونه برداری از یال ها نیز ضرورت دارد و نمونه برداری از بریدگی شیب ها، دامنه ها را بهتر نمایش می دهد.

در محدوده های کوچک مانند یک دره بهتر است نمونه گیری ها در دو سری خطی و نقطه ای انجام شود و بریدگی های شیب به صورت نقطه و ارتفاع کلی دامنه به صورت خطی برداشت شود.

اگر محدودهٔ کوچک یک دشت یا دشت سر و یا یک مخروط افکنه بود، ابتدا به سطوح ارتفاعی تقسیم شده و سپس در سطوح مختلف برداشت های نقطه ای انجام شود . پادگانه ها در این خصوص مستثنی هستند و با برداشت خطی نیز مدل مناسب بدست می آید.

۲- ضرورت اجرای روش شبکهٔ نامنظم مثلثی:

چون شبکهٔ نامنظم مثلثی (TIN) برای نمایش عوارض ارتفاعی در سطح زمین از سطوح مثلثی پیوسته استفاده می کند و همچنین امکان قرار دادن پدیده ها مثل خط القعر ها یا مناطق مسکونی و ... در آن وجود دارد، لذا در شرایط مساوی بر روش های درون یابی ارجح می باشد.بنابراین اگر هدف از ساختن مدل ارتفاعی نمایش عوارض سطح زمین باشد، مدل شبکهٔ نامنظم مثلثی به عنوان پایه ای برای مدل ارتفاعی قرار می گیرد و جایگاه سایر عوارض بر اساس آن تنظیم می شود. این عوارض می تواند پهنه های درگیر با سیل و یا مدل تخریب ناشی از زلزله باشد، و یا حتی عوارض انسانی مثل سکونتگاه ها یا پل ها و .. باشد. مدل های درون یابی برای چنین اهدافی مناسب نیستند.

اگر هدف از ساختن مدل ارتفاعی ایجاد یک لایهٔ ارتفاعی (DEM) باشد که در سایر آنالیز ها بکار رود، مانند تحلیل های مربوط به مکان یابی ، محاسباتی مثل حجم رسوب یا دبی آب در حوضه های رودخانه ها ، تحلیل های مرتبط با ناپایداری دامنه ها و ...، مدل TIN با مشکلاتی مواجه است و روش های درون یابی نتایج بهتری در بر دارد.

گاهی لایه های ارتفاعی برای تبدیل شدن به لایه های دیگر مورد استفاده قرار می گیرند؛ برای مثال تبدیل به لایهٔ شیب می شوند و لایهٔ شیب در آنالیز بکار می رود. در این شرایط نیز باید هدف از تبدیل لایهٔ ارتفاعی روشن باشد. چون مدل TIN از مثلث های بهم پیوسته تشکیل شده است، لذا هنگام تبدیل لایهٔ ارتفاعی، ارزش ها از مثلثی به مثلث دیگر غییر می کند.

مثل ارزش های شیب[2]، جهت شیب[3]، کنتور[4] و سایه روشن[5]. این حالت ها در تحلیل ها نیز اعمال می شود.

۳- تحلیل سطح روند قبل از درون یابی:

[1]- رتبه های ۱ در حوضهٔ رودها بالاترین زیرحوضه های زهکشی می باشند.

[2]- Slope
[3]- Aspect
[4]- Contour
[5]- Hill shade

Archive of SID

www.SID.ir

تغییرات فضایی ارتفاع نامنظم تر از آن است که بتوان آنها را با توابع ریاضی شبیه روش های درون یابی مدل سازی نمود. لازم است ابتدا توسط روش هایی تغییرات ساختاری و تصادفی آنها بررسی شود وهمچنین ارزیابی مناسبی بر روی خطاهای ناشی از تغییرات فضایی صورت گیرد؛ لذا لازم است که ارتفاع، متغیری ناحیه ای فرض شود. برخورد با ارتفاع به صورت متغیری تصادفی با توزیع فضایی یکسان، مدل های ارتفاعی غیر واقعی ایجاد می کند.

گسترش ناهمواری های زمین جهتی مشخص دارد که تغییرات مکانی ارتفاع تابع آن می با شد. واریوگرام ها در بدست آوردن مدل و جهت تغییرات فضایی ارتفاع ابزار سودمندی می باشند.

۴- توجه به شعاع ، شکل جستجو و تعداد همسایه ها در درون یابی:

اساس درون یابی بر این است که هر پدیده ای بیشترین شباهت را با نزدیک ترین همسایهٔ خود دارد.لذا نزدیک ترین همسایه بیشترین نقش در پیش بینی ارزش آن پدیده را داراست و شعاع جستجو تعیین کنندهٔ تعداد همسایه های مداخله کننده در پیش بینی میزان ارزش پدیدهٔ مجهول می باشد.

تعیین اندازهٔ شعاع جستجو برای مداخلهٔ نقاط همسایه بستگی به فاصلهٔ نقاط از یکدیگر و نحوهٔ تغییرات ارتفاع نقاط دارد.اگر آهنگ تغییرات نقاط ارتفاعی نامنظم باشد، می توان به جای تعیین شعاع جستجو ، حداکثر و حداقل تعداد همسایه ها (یعنی تعداد نقاط ارتفاعی اطراف یک نقطهٔ مجهول) را مشخص نمود

اگر روندی در تغییرات ارتفاع وجود داشته باشد ، می توان همسایه های نقاط مجهول را به بخش هایی تقسیم نمود و از روندهای متفاوت بر اساس روندی که وجود دارد استفاده نمود.

۵- ارزیابی مدل ارتفاعی پس از درون یابی:

مدل ارتفاعی که توسط روش های درون یابی ساخته می شود را لازم است با نمونه برداری های زمینی و یا با مقایسهٔ تصاویر ماهواره ای و عکس های هوایی ارزیابی نمود و در صورت عدم تطابق با شرایط زمینی اقدام به اصلاح پارامترهای مدل و یا تغییر مدل کرد.

۶- توجه به ویژگی های ژئومرفولوژیکی سطح زمین در انتخاب و ارزیابی مدل ارتفاعی:

درک ویژگی های ژئومرفولوژیکی سطح زمین مهم ترین معیار برای انتخاب مدل ارتفاعی می باشد که این بخش به تجربهٔ شخصی و مطالعات عمیق تر وابسته است: ابزاری که می تواند در این مورد مفید باشد، تطابق موقعیت دره ها و شکل دامنه ها با مدل ارتفاعی در مقیاس پدیده های کوچک است. تهیهٔ نیمرخ از دره ها و مطابقت آن با مدل ارتفاعی در حالت سه بعدی به این امر کمک می کند.

در پدیده های بزرگ تر درک مرفولوژی زمین وانطباق آن با مدل ارتفاعی ضروری است. در این خصوص استفاده از نمونه گیری های مشترک بر روی مدل ، نقشهٔ توپوگرافی و تصویر ماهوارهای سودمند است.

به طور کلی دقیق ترین مدل های ارتفاعی در شرایط ذیل ایجاد می شود:

- محل اجرای مدل، واحد ژئومرفولوژی باشد.
- نمونه برداری ها از تمام عناصر مرفولوژی به صورت نقطه باشد.
- برداشت عوارض خطی بدون ارتفاع و به صورت خطی باشد.
- عوارض سطحی به صورت پولیگون بدون ارتفاع برداشت شود.

Archive of SID

www.SID.ir

- نمونه برداری از دامنه ها جدا از لایهٔ اصلی برداشت شود و در مدل ارتفاعی جایگزین شود.
- در صورت استفاده از روش های درون یابی، تحلیل روند، واریوگرافی و جهت یابی انجام شود.
- ارزیابی و اصلاح مدل با نمونه برداری زمینی، تحلیل مرفولوژی، انطباق با تصاویر ماهواره ای و نقشه های توپوگرافی انجام شود.

منابع و مأخذ:

۱- آرنوف، استن، (۱۳۷۵) " سیستم های اطلاعات جغرافیایی" ، ترجمهٔ سازمان نقشه برداری کشور، چاپ اول

۲- بارو، پی. ای. (۱۳۷۶) " سیستم های اطلاعات جغرافیایی" ، ترجمهٔ حسن طاهر کیا، انتشارات سمت

۳- حسنی پاک، علی اصغر، (۱۳۷۷)" زمین آمار- ژئواستاتیستیک " انتشارات دانشگاه تهران

۴- عسگر زاده، شاپور، (۱۳۷۲) "بروز درآوردن نقشه های توپوگرافی کوچک مقیاس" ماهنامهٔ نقشه برداری

۵- قریشی، اشرف السادات، (۱۳۸۱) "استفاده از معادلات Multi Quadratic به منظور کاهش خطای سیستماتیک در مثلث بندی هوایی" ، ماهنامهٔ نقشه برداری

۶- قهرودی تالی، منیژه، (۱۳۸۱) " ارزیابی درون یابی به روش کریجینگ" پژوهشهای جغرافیایی، شمارهٔ ۴۳

۷- قهرودی تالی، منیژه، (۱۳۸۳)، ارزیابی روشهای ساخت و اصلاح مدلهای ارتفاعی، معاونت پژوهشی دانشگاه تربیت معلم

۸- قهرودی تالی، منیژه، (۱۳۸۴)، سیستمهای اطلاعات جغرافیایی در محیط سه بعدی، GIS سه بعدی در ArcGIS ، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تربیت معلم

۹- قهرودی تالی، منیژه، علی نعیمی، (۱۳۸۳)" بررسی رابطهٔ بین تغییرات کاربری اراضی با فرسایش خاک و تولید رسوب در حوضهٔ سد گلستان با استفاده از GIS و RS ، وزارت نیرو

۱۰- قهرودی تالی، منیژه، داریوش عاملی، (۱۳۸۳) " تهیهٔ مدل پهنه بندی خطر ناشی از فرسایش آبکندی در حوضهٔ آبکند کلوچهٔ بیجار با استفاده از GIS و RS" ، وزارت نیرو

۱۱- قهرودی تالی، منیژه، (۱۳۸۳) " کاربرد ArcView در ژئومورفولوژی" انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تربیت معلم

۱۲- قهرودی تالی، منیژه، (۱۳۷۷)، کاربرد مدلسازی داده های مکانی و زمانی SQL در مدیریت دفاعی، دانشگاه امام حسین

۱۳- محمودی، فرج الله، (۱۳۷۳)، ژئومرفولوژی ساختمانی و دینامیک بیرونی، انتشارات دانشگاه تهران

۱۴- مخدوم و دیگران، (۱۳۸۰)" ارزیابی و برنامه ریزی محیط زیست با سامانه های اطلاعات جغرافیایی" ، انتشارات دانشگاه تهران

۱۵- نقشه های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ به شماره های 7164IV,7165II,7165I,7165IV ، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح

16 - Bob , Booth , (2000), Using ArcGIS 3D Analyst . GIS by Esri , Copyright , Environmental Systems Research Institute

Archive of SID

www.SID.ir

17- Burrough , Peter and Rachael A. (1998) , McDonnell,"Principles of Geographical Information Systems" , Oxford University Press .

18- Dutton,G . (1982) . Land Alive – Algorithm for 4- color Hillshading.perspect.comput

19-Johnston, Kevin . Jay M . Ver Hoef ,Konstantin , Kirvoruchko , Neil , Lucas , (2001), Using Arc GIS , Geostatistical Analyst , Esri

20-Mathron , G.(1973).The Intrinsic Random Function and their Application Advances in Applied Probability , No. 5

21-Mccoy , Jill and Kevin , Johnstom , (2001), Using ArcGIS Spatial Analyst ,Copyright Esri

22-Peuker , T.K. and Chrisman,N.(1975) , Cartographic Data Structure .The American Cartographer..

23-Tate , Nicholas J , Peter M. Atkinson ,(2002) , Modeling Scale in Geographical Information Science , Published John Wiley & Sons

Archive of SID

www.SID.ir