



سازمان نقشه برداری کشور

جمهوری اسلامی ایران  
سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور  
سازمان نقشه برداری کشور

# استاندارد مدل ارتفاعی رقومی ایران در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰

نگارش ۱/۰

Standard for Digital Elevation Model (DEM) of Iran  
at 1:25000 Scale

Version 1.0

تهیه:

مدیریت نقشه برداری هوایی - اداره پردازش تصاویر رقومی

تصویب:

کمیته استانداردهای اطلاعات توپوگرافی رقومی

فروردین ماه ۱۳۸۰



## فهرست مطالب

۱- پیشگفتار.....	۳
۲- مقدمه.....	۴
۲-۱- تعریف مدل ارتفاعی رقومی (DEM).....	۵
۲-۲- روشهای تولید مدل ارتفاعی رقومی.....	۵
۲-۲-۱- استفاده از روش فتوگرامتری.....	۵
۲-۲-۲- انطباق اتوماتیک زوج تصویر رقومی.....	۵
۲-۲-۳- استفاده از داده‌های نقشه‌برداری زمینی.....	۶
۲-۲-۴- استفاده از نقشه‌های رقومی موجود.....	۶
۲-۳- مزایا و کاربردهای مدل ارتفاعی رقومی.....	۶
۳- منابع و مآخذ.....	۸
۳-۱- منابع و مآخذ فارسی.....	۸
۳-۲- منابع و مآخذ غیر فارسی (انگلیسی).....	۸
۴- اهداف و دامنه کاربرد استاندارد.....	۹
۵- مشخصات محصول.....	۹
۵-۱- مشخصات کلی.....	۹
۵-۲- مشخصات فایل‌های DEM و نحوه بلوک بندی.....	۹
۵-۳- سیستم مختصات و سیستم تصویر.....	۱۰
۵-۳-۱- واحد اندازه‌گیری.....	۱۰
۵-۳-۲- بیضوی مقایسه.....	۱۰
۵-۳-۳- سطح مبنای ارتفاعی.....	۱۱
۵-۳-۴- سیستم تصویر.....	۱۱
۶- دقت.....	۱۳
۷- فرمت.....	۱۳
۷-۱- فرمت رستری.....	۱۳
۷-۲- فرمت متنی (TEXT).....	۱۳
۸- متادیتا.....	۱۵
۸-۱- تعریف متادیتا.....	۱۵
۸-۲- کاربرد و اهداف متادیتا.....	۱۵
۸-۳- تعریف "مجموعه داده‌ها" (Data Set).....	۱۵
۸-۴- لیست عناوین و جزئیات مربوط به متادیتا.....	۱۶

سازمان نقشه برداری کشور  
استاندارد مدل ارتفاعی رقومی (DEM) ایران در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ (نگارش ۱/۰) /  
سازمان نقشه برداری کشور، کمیته استاندارد های اطلاعات توپوگرافی رقومی.  
تهران، سازمان نقشه برداری کشور، ۱۳۷۹  
ص ۱۹

نشانی و تلفن تماس:  
سازمان نقشه برداری کشور  
کمیته استاندارد های اطلاعات توپوگرافی رقومی  
تهران - میدان آزادی - خیابان معراج صندوق پستی: ۱۶۸۴ - ۱۳۱۸۵  
تلفن: ۸ - ۶۰۰۰۰۳۱ داخلی ۴۳۴ و ۴۴۰  
دورنگار: ۶۰۰۱۹۷۲

### توجه

مجموعه حاضر، نگارش اول استاندارد مدل ارتفاعی رقومی (DEM) ایران در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ می باشد. خواهشمند است نظرات و پیشنهادهای خود را به کمیته استاندارد های اطلاعات توپوگرافی رقومی سازمان نقشه برداری کشور منعکس فرمایید.  
کمیته استاندارد های اطلاعات توپوگرافی رقومی

## ۱- پیشگفتار

سازمان نقشه برداری کشور به عنوان سازمان مسئول تهیه و تولید نقشه و اطلاعات جغرافیایی، مسئولیت‌های زیر را بر عهده دارد:

- تهیه طرح‌ها و اجرای عملیات بنیادی نقشه برداری و تهیه نقشه‌های پوششی در سطح کشور و بازنگری و تجدید دایمی آن‌ها؛
- نظارت و کنترل فنی نقشه برداری‌های بنیادی و موردی، چه راساً توسط سازمان نقشه برداری کشور انجام شده باشد، چه سایر ارگان‌ها؛
- بایگانی و نگهداری اطلاعات حاصله، به منظور تمرکز تمام فعالیت‌های نقشه برداری و جغرافیایی در سطح کشور؛
- جلوگیری از دوباره کاری و ایجاد یکنواختی در تهیه نقشه و استاندارد کردن تمام عملیات نقشه برداری و جغرافیایی در سطح کشور؛
- همچنین، این سازمان مسئولیت ایجاد سیستم اطلاعات جغرافیایی ملی (NGIS) را دارد و در این امر نقش راهبردی ایفا می‌کند.

لذا تدوین استاندارد‌های لازم در زمینه نقشه برداری و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی از وظایف آن محسوب می‌شود که توسط کمیته استاندارد‌های اطلاعات توپوگرافی رقومی و یا با هماهنگی با آن صورت می‌گیرد. برای حفظ هماهنگی و همگامی با پیشرفت‌های ملی و جهانی، استاندارد‌های تدوین شده در مواقع لزوم مورد تجدید نظر قرار خواهند گرفت و پیشنهادها هنگام تجدید نظر مورد توجه قرار می‌گیرند. بنابر این برای مراجعه به این استاندارد‌ها باید همواره از آخرین نگارش آن‌ها استفاده نمود.

نیاز به مدل ارتفاعی رقومی ایران به عنوان یکی از اجزاء مهم اطلاعات مکانی رقومی در کشور احساس می‌شود و سازمان نقشه‌برداری کشور به عنوان سازمان مرجع در زمینه برنامه‌ریزی، هماهنگی و تولید نقشه و اطلاعات جغرافیایی در صدد برنامه‌ریزی برای تولید این گونه اطلاعات برآمده است. تهیه مدل ارتفاعی رقومی پوششی کل کشور مستلزم تدوین استاندارد آن می‌باشد که مجموعه حاضر، اولین نگارش این استاندارد است. هدف از تدوین این مجموعه، ارائه مشخصات محصول نهایی (مدل ارتفاعی رقومی (DEM) ایران در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰) مورد نظر و قابل استفاده توسط کاربران بوده است (برای توضیحات بیشتر به مقدمه این مجموعه رجوع شود).

استاندارد حاضر را گروه کاری متشکل از اعضای زیر تدوین نموده است:

- خانم مهندس نوشین خورسندیان

- خانم مهندس لیلا هاشمی بنی

- آقای مهندس علی اسلامی‌راد

اعضای کمیته تصویب کننده این استاندارد عبارتند از:

- آقای مهندس شاهین قوامیان (رییس کمیته)

- آقای مهندس بابک شمعی

- آقای مهندس فرهاد کیانیفر

- آقای مهندس محمدعلی واحدی

ضمناً از آقای مهندس مهرداد جعفری سلیم و آقای مهندس فرهاد کیانیفر، برای تقبل زحمت در زمینه تهیه و ویرایش این مجموعه قدردانی می‌شود.

## ۲- مقدمه

امروزه با گسترش تکنولوژی دیجیتال در زمینه‌های مختلف مهندسی نقشه‌برداری، کاربردهای زیادی نیازمند استفاده از مدل ارتفاعی رقومی زمین (DEM)<sup>۱</sup> می‌باشد. به عنوان مثال می‌توان از تهیه تصاویر قائم (Ortho) نام برد که جهت تصحیح جابجایی ناشی از اختلاف ارتفاع در آنها نیازمند مدل ارتفاعی رقومی منطقه مورد نظر می‌باشیم.

در حال حاضر مدل ارتفاعی رقومی زمین (DEM) از کل کشور ایران با وضوح هندسی ۲۵ ثانیه جغرافیایی (تقریباً ۶۰۰ متر) در سازمان نقشه‌برداری کشور تهیه شده است که می‌تواند در پروژه‌های مطالعاتی، به ویژه در تهیه تصاویر قائم از آن دسته از تصاویر ماهواره‌ای و عکسهای هوایی که دارای قدرت تفکیک پایینی هستند، مورد استفاده قرار گیرد. به منظور تهیه تصاویر قائم در مقیاسهای بزرگتر، نیاز به مدل ارتفاعی رقومی با قدرت تفکیک بالاتری می‌باشد. بدین منظور مقرر گردید با استفاده از نقشه‌های پوششی و رقومی کشور در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ تولید شده در سازمان نقشه‌برداری کشور، مدل رقومی ارتفاعی پوششی ایجاد شود.<sup>۲</sup> مدل رقومی ایجاد شده، مبنای ارتفاعی خوبی در مقیاس فوق خواهد بود. این مدل ارتفاعی رقومی دارای کاربردهای زیادی خواهد بود که در بخشهای بعدی به قسمتی از آنها اشاره شده است.

به هر صورت، نیاز به مدل ارتفاعی رقومی ایران به عنوان یکی از اجزاء اطلاعات مکانی رقومی در کشور احساس می‌شود و سازمان نقشه‌برداری کشور به عنوان سازمان مرجع در زمینه برنامه‌ریزی، هماهنگی و تولید نقشه و اطلاعات جغرافیایی در صدد برنامه‌ریزی برای تولید این گونه اطلاعات برآمده است. تهیه مدل ارتفاعی رقومی پوششی کل کشور مستلزم تدوین استاندارد آن می‌باشد که مجموعه حاضر، اولین نگارش این استاندارد است. هدف از تدوین این مجموعه، ارائه مشخصات محصول نهایی (مدل ارتفاعی رقومی (DEM) ایران در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰) مورد نظر و قابل استفاده توسط کاربران بوده است.

<sup>۱</sup>Digital Elevation Model

<sup>۲</sup> برای تهیه نقشه های ۱:۲۵۰۰۰ منبع اصلی جمع آوری داده‌ها، عکسهای هوایی به مقیاس ۱:۴۰۰۰۰ می‌باشد. عوارض مورد نظر به روش فتوگرامتری به صورت سه بعدی استخراج شده و در فایل‌های رقومی ذخیره شده‌اند.

برای کسب اطلاعات بیشتر در خصوص نقشه های ۱:۲۵۰۰۰ و دقت هندسی آن، به استاندارد اطلاعات توپوگرافی رقومی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ نگارش ۲/۳ جلد اول - کلیات، چاپ اسفندماه ۱۳۷۷ مراجعه نمایید.

**۲-۱- تعریف مدل ارتفاعی رقومی (DEM)**

داده‌های ارتفاعی رقومی، مجموعه‌ای از اندازه‌گیری‌های ارتفاعی برای مکانهای توزیع شده روی سطح زمین هستند. مدل ارتفاعی رقومی زمین به عنوان نمایش رقومی تغییرات پستی و بلندی زمین روی سطح خاصی تعریف می‌شود. این اطلاعات می‌تواند به صورت رستر، رشته نقاط و یا توابع ریاضی بیان گردند. لازم به ذکر است که در روش رستری، پراکندگی نقاط به صورت منظم (Grid) و در روش رشته نقاط، پراکندگی نقاط به صورت منظم (Grid) یا نامنظم (TIN) می‌باشد. برای نمایش اطلاعات ارتفاعی به صورت توابع ریاضی، معمولاً از توابع پیوسته بصورت  $z=f(x,y)$  استفاده می‌شود.

مدل ارتفاعی رقومی مد نظر در این استاندارد، تصویر رقومی با درجات خاکستری ۱۶ بیتی است که در آن بعد اول و دوم نشان‌دهنده مختصات X و Y و بعد سوم Attribute (ارتفاع نقطه و یا مقداری مرتبط با آن) بوده و فایل‌های مربوطه پوشاننده سطحی از زمین با ابعاد حدود ۷/۵×۷/۵ دقیقه جغرافیایی است. واژه‌های متفاوتی جهت مدل ارتفاعی رقومی به کار رفته‌اند که برخی از آنها عبارتند از:

DTM: Digital Terrain Model

DTED: Digital Terrain Elevation Data

DEM: Digital Elevation Model

در این استاندارد عبارت مدل ارتفاعی رقومی یا DEM استفاده شده است.

**۲-۲- روشهای تولید مدل ارتفاعی رقومی**

روشهای اصلی تولید مدل‌های ارتفاعی رقومی عبارتند از:

**۲-۲-۱- استفاده از روش فتوگرامتری**

با استفاده از روش فتوگرامتری می‌توان مدل ارتفاعی رقومی زمین را استخراج نمود. در این روش، پس از توجیه کامل مدل و انطباق سیستم مختصات آن با سیستم مختصات زمینی، به روشهای مختلف نمونه‌برداری (Sampling) ارتفاعی صورت می‌گیرد. روشهای اصلی نمونه‌برداری ارتفاعی عبارتند از:

- Selective Sampling (SS)

- Progressive Sampling (PS)

- Composite Sampling (CS)

روش Selective Sampling (SS) روشی است که در آن استخوان‌بندی اصلی عوارض سطح زمین و عوارض مهم دیگر انتخاب می‌شوند و بر اساس آنها مدل ارتفاعی رقومی زمین استخراج می‌گردد.

روش Progressive Sampling (PS) روش استفاده از اشکال با قاعده است. این بدان معنی است که از یک شبکه منظم مربعی، مستطیلی یا مثلثی به عنوان پایه استفاده شده و از این شبکه برای افزایش تراکم نقاط مطابق با میزان ناهمواری‌ها در یک محل در سطح زمین استفاده می‌شود.

روش Composite Sampling (CS) ترکیبی از دو روش Selective Sampling و Progressive Sampling است.

**۲-۲-۲- انطباق اتوماتیک زوج تصویر رقومی**

این روش نیز در واقع یک روش مبتنی بر فتوگرامتری است که در آن با استفاده از انطباق نقاط یا اشیاء متناظر در یک زوج تصویر پوششی (عکس‌های هوایی اسکن شده یا تصاویر ماهواره‌ای) ارتفاع نقاط مورد نظر و در نتیجه مدل

ارتفاعی رقومی زمین استخراج می‌شود. انطباق نقاط یا اشیاء متناظر توسط برقراری ارتباط ریاضی بین نشانه‌های مشابه در یک تصویر در مقایسه با تصویر دیگر صورت می‌پذیرد. در این ارتباط، میزان پارالاکس  $X$  (میزان جابجایی یک نقطه یا شیء نظیر، در دو تصویر چپ و راست) که مستقیماً متناسب با ارتفاع آن نقطه یا شیء است، اندازه‌گیری شده و ارتفاع نسبی آن نقطه یا شیء محاسبه می‌شود.

انطباق اتوماتیک نقاط در زوج تصویر پوشش دار توسط برنامه‌های تحلیلی تصویری در سیستم‌های کامپیوتری انجام می‌شود. در این روش برای مثال از الگوی میزان روشنایی در یک تصویر، مثلاً تصویر سمت چپ، به عنوان یک چارچوب برای یافتن نزدیکترین و مشابه‌ترین الگو در تصویر سمت راست استفاده می‌شود. با انطباق نقاط یا اشیاء متعدد در این روش، تصویری جدید ایجاد شده که در آن به هر پیکسل، متناسب با پارالاکس  $X$  آن، مقدار عددی متناسب با ارتفاع داده می‌شود.

### ۲-۲-۳- استفاده از داده‌های نقشه‌برداری زمینی

در این روش، با استفاده از عملیات نقشه‌برداری زمینی، ارتفاع تعداد زیادی نقطه در سطح منطقه اندازه‌گیری شده، آنگاه با استفاده از این نقاط، ارتفاع نقاط نامعلوم واقع در همسایگی آنها تخمین زده شده و نهایتاً DEM منطقه ایجاد می‌شود. روش کار مشابه روش فتوگرامتری برای ایجاد DEM است. توزیع نقاط در منطقه می‌تواند به صورت منظم یا غیرمنظم باشد. در هر حال، دقت DEM تولید شده در این روش بستگی به توزیع یکنواخت نقاط و تراکم نقاط برداشت شده دارد.

### ۲-۲-۴- استفاده از نقشه‌های رقومی موجود

ایجاد DEM از داده‌های ارتفاعی نقشه‌های رقومی موجود (برای مثال منحنی میزان)، بر اساس تخمین ارتفاع نقاط مجهول است. در این روش با استفاده از درون‌یابی (Interpolation)، ارتفاع نقاط مجهول با استفاده از ارتفاع نقاط معلوم همسایه (بعنوان مثال نقاطی که بر روی منحنی‌های میزان قرار دارند) بدست می‌آید. نحوه عمل بدین‌گونه است که ابتدا داده‌های ارتفاعی رقومی که به فرم برداری هستند، در یک شبکه منظم رستری (Grid) پیاده‌سازی می‌گردند. این مرحله همان تبدیل فرمت از بردار به رستر می‌باشد. بدیهی است که در پیکسلهایی که از آنها عوارض دارای ارتفاع مشخص عبور کرده، مقداری معادل با ارتفاع آن عارضه درج می‌گردد. به پیکسلهایی که از آنها هیچ عارضه ارتفاعی عبور نکرده است، مقدار پیش‌فرض برای مقادیر نامعلوم ثبت می‌شود (برای مثال عدد صفر). پس از این کار، پیکسلهای با مقدار نامعلوم توسط مجموعه‌ای از پیکسلهای با مقدار معلوم احاطه می‌شوند. به عبارت دیگر در همسایگی هر نقطه نامعلوم، تعدادی نقطه معلوم وجود خواهد داشت. با استفاده از روشهای مختلف درون‌یابی، مقادیر مجهول از مقادیر معلوم در همسایگی تخمین زده شده و ارتفاع حاصل شده از عملیات درون‌یابی در موقعیت نقطه در پیکسل متناظر ثبت می‌گردد. با این روش، تمامی پیکسلهای دارای مقداری معادل ارتفاع نقطه نظیر خود در سطح زمین شده و بدین ترتیب مدل ارتفاعی رقومی در منطقه موردنظر بدست می‌آید.

### ۲-۳- مزایا و کاربردهای مدل ارتفاعی رقومی

داده‌های ارتفاعی رقومی در طیف گسترده‌ای از طرح‌های مهندسی و کاربردهای نظامی استفاده می‌شوند. یکی از مزایای اصلی مدل ارتفاعی رقومی زمین، ارائه محصولات به همراه نقشه‌های دوبعدی موجود (در اینجا نقشه‌های

پوششی ۱:۲۵۰۰۰) برای بازسازی بعد سوم در آنهاست که این کار نیازمند تهیه رابطها و نرم افزارهای خاص خود خواهد بود. علاوه بر این، کاربردهای زیر نیز از قابلیت‌های مدل ارتفاعی رقومی زمین بهره‌مند خواهند شد:

- تعیین ژئوئید دقیق کشور
- تهیه نقشه‌های عکسی / تصویری و نقشه‌های مبنایی ماهواره‌ای
- بازنگری نقشه‌های پوششی ۱:۲۵۰۰۰ کشور
- تلفیق DEM در GIS (GIS سه بعدی)
- حرکت شبیه سازی شده بر فراز منطقه مورد نظر (Fly Through)
- استفاده در پروژه‌های مهندسی مانند طراحی مسیر راه، محاسبه حجم خاکبرداری و خاکریزی، طراحی محل ایستگاه‌های مخابراتی، طراحی خطوط انتقال و بهره برداری معدن و ...
- کاربردهای نمایشی و کارتوگرافی
- مطالعات زیست محیطی
- و غیره



## ۳- منابع و مآخذ

## ۳-۱- منابع و مآخذ فارسی

- ۱- استاندارد اطلاعات توپوگرافی رقومی مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، نگارش ۲،۳  
سازمان نقشه برداری کشور، کمیته استاندارد های اطلاعات توپوگرافی رقومی، تهران،  
اسفند ماه ۱۳۷۷
- ۲- استاندارد پیشنهادی تهیه نقشه های رقومی ۱:۵۰۰۰۰ (از نقشه های ۱:۲۵۰۰۰) - نگارش اول  
سازمان نقشه برداری کشور، مدیریت سیستم های اطلاعات جغرافیایی، تهران - آبان ماه  
۱۳۷۶
- ۳- استاندارد و دستورالعمل تهیه نقشه های رقومی ۱:۵۰۰۰ به طریقه فتوگرامتری - نگارش ۱/۱  
سازمان نقشه برداری کشور، مدیریت نارت و کنترل فنی، تهران، اسفندماه ۱۳۷۶
- ۴- استاندارد نقشه های تصویری فضایی مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ - نگارش ۱/۰  
سازمان نقشه برداری کشور، کمیته استاندارد های اطلاعات توپوگرافی رقومی، تهران، دی ماه  
۱۳۷۶

## ۳-۲- منابع و مآخذ غیر فارسی (انگلیسی)

1. Digital Terrain Model  
M.Charif, ITC, 1993
2. Geographic Information System  
John C.Antenucci, Kay Brown, Peter L.Croswell, Michael J.Kevancy, 1991
3. Geographic Information Systems, a Management Perspective  
Stan Aronoff , 1991
4. Standards for Digital Elevation Models  
U.S. Geological Survey, National Mapping Division , 1998
5. Using PCI Software, Volume I  
PCI Inc. , 1997

#### ۴- اهداف و دامنه کاربرد استاندارد

اهداف اصلی از ایجاد و تبعیت از یک استاندارد مدل ارتفاعی رقومی (DEM) عبارتند از:

- ۱) ایجاد هماهنگی و یکپارچگی در تولید مدل ارتفاعی رقومی در سطح ملی
- ۲) تسهیل در امر تبادل اطلاعات و در نتیجه، صرفه جویی در هزینه‌ها
- ۳) ایجاد یک چارچوب در سطح ملی جهت مشارکت در فعالیتهای منطقه‌ای و بین‌المللی
- ۴) ایجاد زمینه مناسب جهت تهیه دستورالعمل اجرایی برای تولید مدل ارتفاعی رقومی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰
- ۵) دستیابی به سطح کیفی مناسب، از طریق پیروی نمودن از یک استاندارد واحد
- ۶) امکان اجرای پروژه توسط تولید کنندگان مختلف.

#### ۵- مشخصات محصول

##### ۵-۱- مشخصات کلی

مدل ارتفاعی رقومی (DEM) مد نظر در این استاندارد، تصویر رقومی با درجات خاکستری ۱۶ بیتی به صورت سه بعدی (بعد اول و دوم به صورت X و Y و بعد سوم Z می‌باشد) در قطع حدود ۷/۵ در ۷/۵ دقیقه‌ای با اندازه پیکسل ۱۰ متر به دو نوع فرمت PIX (PCIDSK) و فرمت متنی است.

##### ۵-۲- مشخصات فایل‌های DEM و نحوه بلوک بندی

برای ایجاد نظم در مراحل اجرایی کار و نام‌گذاری فایل‌های DEM، به یک سیستم نام‌گذاری و اندکس راهنما نیاز می‌باشد. سیستم نام‌گذاری و تقسیم بندی فایل‌های DEM در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ مطابق با سیستم نام‌گذاری نقشه‌های پوششی ۱:۲۵۰۰۰ می‌باشد. در این سیستم هر شیت به صورت زیر نام‌گذاری می‌شود.

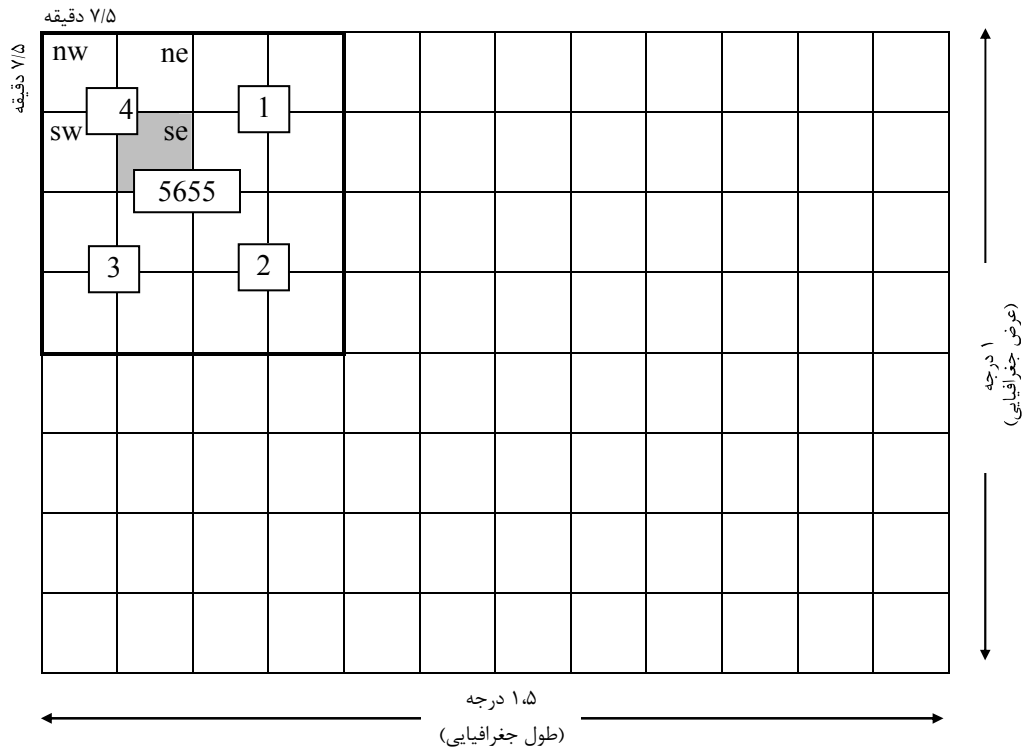
حروف نشان دهنده ربع نقشه ۱:۲۵۰۰۰ + شماره ربع نقشه ۱:۵۰۰۰۰ + شماره استاندارد نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ + حرف D	1-4	nw, ne, sw, se
(یک مکان)	(یک مکان)	(دو مکان)
	(چهار مکان)	

با توجه به نوع سیستم تصویر مورد استفاده در تهیه نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ (سیستم تصویر UTM) و به دلیل اعوجاجات مربوط به این سیستم تصویر، شکل برگه‌های نقشه کاملاً بصورت مستطیلی نیست. بنا به ماهیت فایل‌های مدل ارتفاعی رقومی زمین که همانند سایر فایل‌های رستری بر حسب تعداد مشخصی از سطرها و ستونها تعریف می‌شوند، شکل این فایلها بصورت مستطیل بوده و در نتیجه مقداری جزئی با محدوده نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ مربوطه اختلاف خواهند داشت. ابعاد و شکل فایل‌های مدل ارتفاعی رقومی زمین به نحوی انتخاب خواهند شد که اضلاع آن موازی با محورهای X و Y سیستم مختصات نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ رقومی بوده و کوچکترین مستطیل پوشاننده برگ نقشه ۱:۲۵۰۰۰ با شماره مشابه باشند. بنابراین محدوده فایل‌های DEM مقداری بزرگتر از محدوده فایل نقشه ۱:۲۵۰۰۰ مربوطه بوده و اطلاعات لبه آنها در فایل‌های مجاور تکرار خواهد شد.

اندکس نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ ایران ملاک دسته بندی فایلها به گروههای مناسب جهت اجرا می‌باشد. یک بلوک شامل ۹۶ برگ نقشه (یا فایل DEM) بوده و وسعت جغرافیایی آن به شکل زیر می‌باشد (برای یک بلوک فرضی):

تعداد نقشه‌های بلوک: ۹۶ برگ نقشه ۱:۲۵۰۰۰

شماره محدودۀ هاشور خورده: D56554se



### ۳-۵ سیستم مختصات و سیستم تصویر

برای ایجاد یکپارچگی هندسی، فعالیتهای تهیه نقشه و اطلاعات جغرافیایی باید در یک سیستم مختصات واحد کشوری صورت گیرد تا امکان آنالیزهای مکانی در این سطح وجود داشته باشد. در این بخش مشخصات مهم چارچوب هندسی مورد نظر در تهیه مدل ارتفاعی رقومی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ ذکر می‌گردد.

#### ۱-۳-۵- واحد اندازه‌گیری

واحد اندازه‌گیری، سیستم بین‌المللی (متریک) می‌باشد.

#### ۲-۳-۵- بیضوی مقایسه

بیضوی مقایسه WGS-84 با مشخصات زیر:

مبدا: مرکز جرم زمین

محور Z: امتداد قطب زمینی قراردادی (CTP) برای حرکات قطبی. این امتداد توسط سازمان بین‌المللی Bureau International de l'Heure (BIH) بر اساس مختصات اختیار شده برای ایستگاههای BIH تعریف شده است.

محور X: تقاطع صفحه نصف‌النهار مرجع WGS-84 و صفحه استوای CIP; نصف‌النهار مرجع نصف‌النهار صفر است که توسط BIH بر اساس مختصات اختیار شده برای ایستگاههای BIH تعریف شده است.

محور Y: این محور یک سیستم مختصات با ویژگی‌های زیر ایجاد می‌کند:  
- راست‌گرد.

- مبدا در مرکز زمین و متصل به زمین (ECEF).

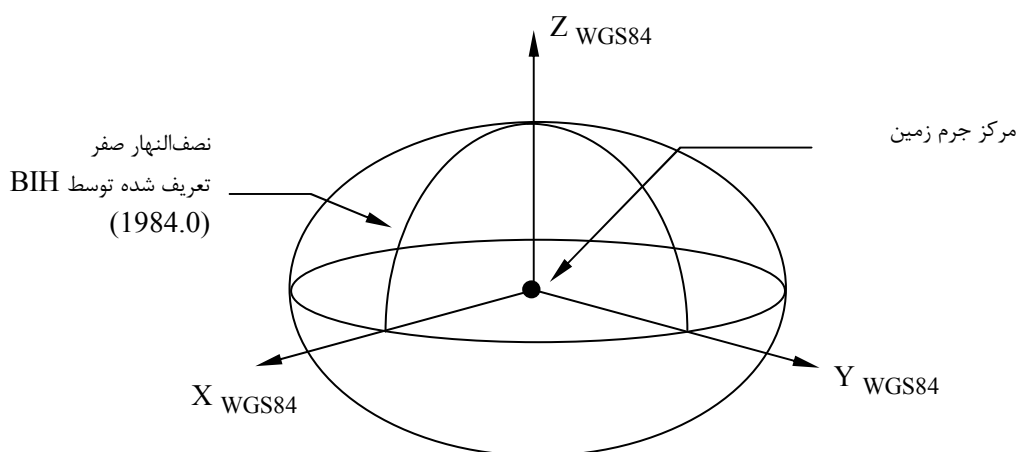
- قائم‌الزاویه; زاویه در صفحه استوای CIP اندازه‌گیری می‌شود و ۹۰ درجه شرق محور X قرار دارد.

اندازه نصف قطر بزرگ (a):  $6378137 \pm 2$  متر

اندازه نصف قطر کوچک (b):  $6356752/3142$  متر

فشرده‌گی (f):  $1:298/257223563$

خروج از مرکزیت (e):  $0.818191908426$



CTP تعریف شده توسط BIH (1984.0)

### ۵-۳-۳- سطح مبنای ارتفاعی

سطح مبنای ارتفاعات ارتومتریک کشور، سطح متوسط آبهای آزاد است.

با آنالیز اطلاعات جزر و مدسنج‌ها، ایستگاه "بندرعباس" به عنوان مبنای ارتفاعات ایران انتخاب شده است.

ارتفاعات ارتومتریک منسوب به ژئوئید با ارتفاعات ارتومتریک منسوب به سطح متوسط دریاها حداکثر ۱ متر اختلاف دارند.

### ۵-۳-۴- سیستم تصویر

در فایل‌های DEM ایران در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ همانند نقشه‌های پوششی در این مقیاس، برای نمایش سطح زمین بر روی یک صفحه، از سیستم تصویر جهانی Universal Transverse Mercator (UTM) با مشخصات زیر استفاده می‌شود:

- استوانه‌ای.
- متشابه.
- نصف‌النهارها و مدارها به جز نصف‌النهار مرکزی و استوا منحنی هستند.
- شکل زمین بیضوی فرض شده ( بیضوی WGS-84 ).
- برای مناطق واقع در فاصله عرض‌های جغرافیایی  $84^{\circ} N$  و  $80^{\circ} S$  بکار می‌رود.
- متشکل از ۶۰ قاچ یا Zone که هر قاچ آن  $6^{\circ}$  طول جغرافیایی را در بر می‌گیرد. ( شماره گذاری از نصف‌النهار  $180^{\circ}$  در جهت شرق انجام می‌شود).
- ضریب مقیاس نصف‌النهار مرکزی 0.9996 است
- سیستم مختصات قائم‌الزاویه راستگرد است
- مختصات بر حسب X (یا E) و Y (یا N) می‌باشد که به ترتیب در امتداد شرق و شمال هستند
- مبدا مختصات تقاطع خط استوا و نصف‌النهار مرکزی قاچ است
- مبدا مختصات در نیم‌کره شمالی دارای مختصات:

X= 500000 m

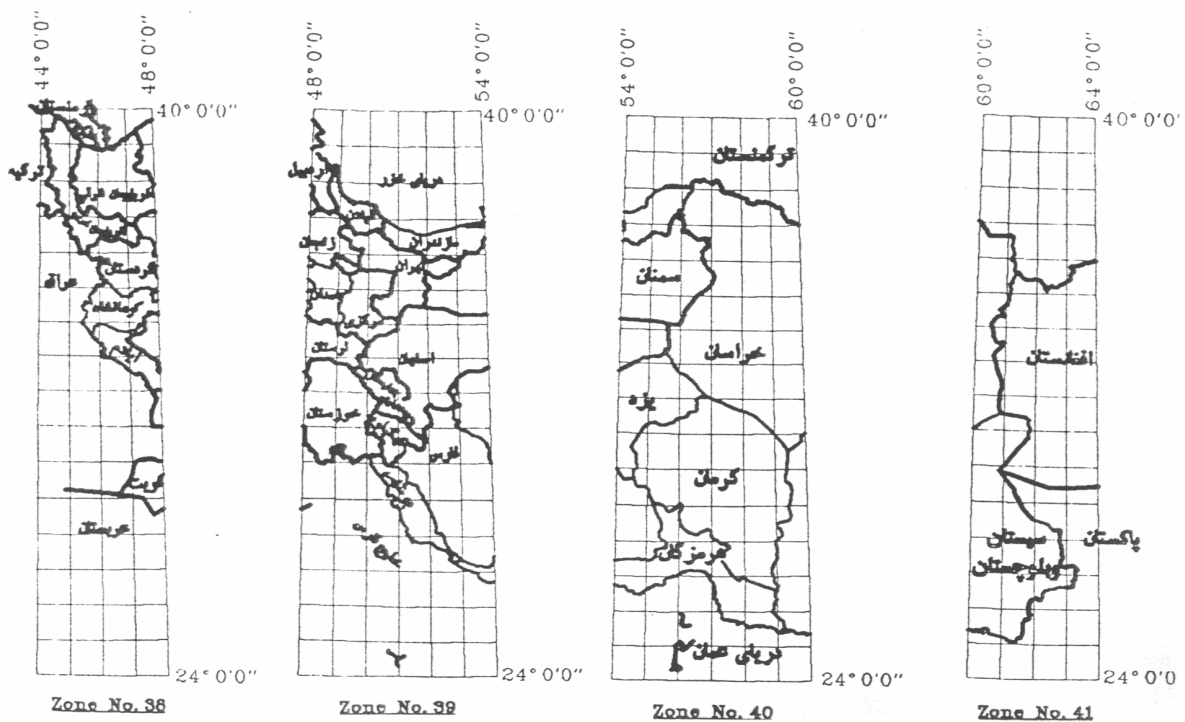
Y= 0 m

و برای نیم‌کره جنوبی دارای مختصات :

X= 500000 m

Y=10000000 m

در این سیستم تصویر، کشور ایران با چهار ZONE سیستم UTM پوشش داده می‌شود. شکل زیر نحوه قرارگیری کشور ایران در این سیستم تصویر را نمایش می‌دهد. (توضیح: شکل مقیاس خاصی ندارد).



**۶- دقت**

در بحث مدل ارتفاعی رقومی زمین، منظور از دقت عبارت است از خطای ارتفاعی هر نقطه که خود به معنی اختلاف ارتفاع استخراج شده برای یک نقطه از فایل DEM نسبت به ارتفاع واقعی آن بر روی سطح زمین است. در این زمینه تعاریف مختلفی وجود دارد که در این استاندارد دو تعریف زیر مورد استفاده قرار می‌گیرند:

**خطای استاندارد:** خطای ارتفاعی استاندارد DEM تولید شده یا Standard Error آن باید کمتر از ۳/۵ متر باشد. این بدین معنی است که ۶۳/۲۷ درصد نقاط استخراج شده از DEM باید دارای خطایی کمتر از ۳/۵ متر نسبت به ارتفاع زمینی همان نقاط باشند.

**خطای مربعی استاندارد:** خطای مربعی استاندارد DEM تولید شده یا RMSE (Root Mean Square Error) آن باید کمتر از ۶ متر باشد. به بیان دیگر ۹۰ درصد نقاط استخراج شده از DEM تولیدی باید دارای خطایی کمتر از ۶ متر نسبت به ارتفاع همان نقاط بر روی زمین باشد.

**۷- فرمت**

اطلاعات خروجی به دو فرم رستری و متنی ارائه می‌شوند. با توجه به اینکه هر یک از این اطلاعات رستری و متنی می‌توانند به فرمت‌های گوناگونی عرضه شوند، به منظور ایجاد هماهنگی و یکپارچگی در تولید مدل ارتفاعی رقومی در سطح ملی، فرمت انتقال اطلاعات رستری و متنی به فرم استاندارد زیر ارائه می‌شود:

**۷-۱- فرمت رستری**

تا زمانی که فرمت استاندارد انتقال اطلاعات رستری ملی به صورت رسمی تهیه و منتشر نشده است، اطلاعات رستری با فرمت PIX<sup>۱</sup> (PCIDSK) ارائه می‌شود. یعنی در حال حاضر، فرمت انتقال اطلاعات رستری برای DEM با فرمت PIX خواهد بود. این فرمت رستری در یک لایه ۱۶ بیتی ارائه می‌گردد.

**۷-۲- فرمت متنی (TEXT)**

به منظور عدم وابستگی به نرم‌افزارهای خاص و امکان دستیابی کاربران در سطوح مختلف، اطلاعات مدل ارتفاعی رقومی به فرمت متنی نیز ارائه می‌شود. در این فرمت، اطلاعات مورد نظر به صورت ASCII می‌باشند. تمامی فایلها شامل یک سر فصل (Header) هستند که شامل موارد زیر است:

- تعداد سطر ( n rows )
- تعداد ستون ( n cols )
- مختصات مسطحاتی نقطه گوشه سمت چپ و پایین ( xllcorner, yllcorner ) بر حسب متر
- فاصله نقاط شبکه DEM ( cellsize ) بر حسب متر
- عددی که بیانگر عدم وجود اطلاعات ارتفاعی است ( NODATA\_value )

<sup>۱</sup> PIX مخفف فرمت PCIDSK است که برای نرم‌افزارهای PCI ابداع شده و بطور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته است. این فرمت ساختار سامان یافته‌ای برای نگهداری داده‌های تصویری و سایر اطلاعات وابسته شامل نقاط کنترل زمینی، اطلاعات طیفی، جداول LUT و غیره است.

اطلاعات ارتفاعی (بر حسب متر) به صورت ماتریس دو بعدی از اعداد صحیح است که در فواصل منظم ( cellsize ) در راستای X و Y استخراج شده اند و با حفظ سه فضای خالی (Space) در کنارهم قرار می گیرند. لازم به ذکر است که مختصات مسطحاتی کلیه نقاط به طور ضمنی در این ماتریس وجود دارد. در شکل زیر، نمونه‌ای از نحوه ذخیره سازی اطلاعات DEM به صورت فایل متنی آورده شده است:

```

ncols      1130
nrows     1382
xllcorner 533640.000
yllcorner 4011780.000
cellsize   10
NODATA_value -9999
1530  1520  1520  1510  1510  1505  1500  1595  1590  1587  ...
1698  1698  1699  1699  1704  1710  1710  1710  1710  1710  ...
1546  1543  1540  1540  1534  1529  1524  1520  1519  1519  ...
1492  1494  1495  1496  1497  1498  1500  1499  1499  1502  ...
1590  1990  1980  1980  1970  1970  1960  1950  1950  1940  ...
1703  1702  1701  1701  1700  1700  1699  1699  1699  1699  ...
1563  1565  1565  1569  1569  1569  1569  1569  1569  1566  ...
1481  1482  1483  1483  1484  1485  1485  1486  1487  1487  ...
1690  1690  1685  1680  1675  1770  1760  1755  1750  1745  ...
1702  1701  1701  1700  1699  1699  1699  1699  1699  1699  ...
1561  1564  1566  1569  1569  1569  1569  1569  1569  1564  ...
1481  1481  1482  1482  1483  1483  1484  1485  1485  1487  ...
.....

```

## ۸- اطلاعات مربوط به داده ها ( Metadata )

تبادل و مدیریت داده های رقومی ایجاب می کند که داده ها همراه با مشخصات و توضیحات مربوطه باشند تا این اطلاعات برای تشخیص میزان کاربری داده ها مورد استفاده قرار گیرد. در این زمینه می توان این مشخصات و توضیحات را که اصطلاحاً "متادیتا" نامیده می شود به دو دسته تقسیم نمود :

(۱) متادیتا برای فعالیتهای درون سازمانی

(۲) متادیتا برای ارائه به کاربران در سازمانهای دیگر

در ارتباط با بخش درون سازمانی ، هر سازمانی بر حسب نیاز های خاص خود ممکن است اطلاعات ویژه ای را نگه داری نماید که برای آن سازمان اهمیت اجرایی دارد . ولی برای ارائه اطلاعات به سازمانهای دیگر بایستی مشخصات و توضیحات ضروری برای کاربران ذکر گردد.

مواردی که در زیر ارائه خواهند شد مربوط به متادیتای استاندارد است که همراه فایل های مدل ارتفاعی رقومی ایران در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ به کاربران ارائه خواهد شد.

### ۸-۱- تعریف متادیتا

متادیتا عبارتست از "اطلاعات در مورد داده ها" به عبارتی دیگر متادیتا اطلاعات در رابطه با مشخصات ، محتویات و دیگر ویژگی های مجموعه داده ها می باشد.

### ۸-۲- کاربرد و اهداف متادیتا

دو هدف عمده از مشخص کردن متادیتا برای داده ها دنبال می شود:

(۱) ایجاد شناسنامه ای برای داده ها که گویای وضعیت و مشخصات آنها باشد .

(۲) ارائه اطلاعات لازم در مورد داده ها به کاربران جهت تشخیص تناسب داده ها برای کاربرد مورد نظر.

### ۸-۳- تعریف "مجموعه داده ها" (Data Set)

"مجموعه داده ها" کوچکترین جزء اطلاعاتی است که برای آن متادیتای منحصر به فردی تعریف می شود. متادستای تنظیم شده از طرفی دارای یک ساختار مناسب و استاندارد بوده و از طرفی دیگر رقومی است بنابراین این می توان با جستجوی کامپیوتری به هدف مورد نظر رسید. در این ارتباط، برای هر عنوان ذکر شده در این استاندارد، موارد زیر مشخص می گردد:

عنوان - ( Data Element )

تعریف - ( Definition )

نوع - ( Type )

دامنه تغییرات - ( Domain )

فرمت - ( Format )

توجه شود که در فایل متادیتا فقط بندهای "عنوان" ( همراه اطلاعات مربوط به عنوان ) و توضیحات مربوطه آورده می شوند. موارد "تعریف" ، "نوع" ، "دامنه تغییرات" و "فرمت" در درون فایل قید نمی شوند ولی در هنگام ایجاد فایل متادیتا رعایت می گردند. تا زمان نهایی شدن استاندارد ملی که تبادل اطلاعات فارسی، اطلاعات متادیتا به زبان انگلیسی در یک فایل ASCII آورده شده و با نام بلوک بعلاوه حروف "DEM" و با پسوند mdt ذخیره خواهد شد.



۸-۴- لیست عناوین و جزئیات مربوط به متادیتا

- اطلاعات شناسایی پروژه

عنوان	تعریف	نوع	دامنه تغییرات	فرمت
نام پروژه	نام پروژه ای که مجموعه داده ها به آن تعلق دارد	Character	-	نام پروژه نوشته شود
مشخصات پروژه	توضیحی کلی در مورد مشخصات پروژه از قبیل مقیاس و منطقه تحت پوشش کل پروژه و همچنین هدف و منظور از اجرای پروژه	String	-	مشخصات پروژه نوشته شود

- اطلاعات شناسایی مجموعه داده ها

عنوان	تعریف	نوع	دامنه تغییرات	فرمت
نام مجموعه داده ها	نامی که مجموعه داده های مورد نظر را به صورت منحصر به فرد نسبت به سایر داده های پروژه مشخص نماید.	Character	-	نام مجموعه داده ها نوشته شود.
نام منطقه	نام منطقه ای که مجموعه داده ها به آن تعلق دارد.	Character	-	نام بلوک / شماره بلوک
مقیاس	مقیاس مجموعه داده ها	Character	-	< عدد مقیاس > / 1
تعداد فایل های بلوک	تعداد فایل های DEM در برگرفته منطقه	Numeric	عدد صحیح کوچکتر یا مساوی ۹۶	تعداد فایل های بلوک نوشته شود

- منابع اطلاعاتی و تاریخ آنها

عنوان	تعریف	نوع	دامنه تغییرات	فرمت
نوع منبع اطلاعاتی	منبعی که برای استخراج اطلاعات و تهیه مجموعه داده ها بکار رفته	Character	نقشه موجود، نقشه برداری زمینی، عکس هوایی، تصاویر ماهواره ای، غیره	اگر بیش از یک منبع اطلاعاتی بکار رفته است این منابع بترتیب اهمیت بشکل زیر آورده شوند: منبع اول / منبع دوم / ... مشابه موارد ذکر شده در "دامنه تغییرات"
تاریخ ایجاد منبع اطلاعاتی	تاریخی که وضعیت موجود زمین بر روی منبع اطلاعاتی ثبت گردیده (تاریخ شمسی)	Date	روز (۱-۳۱)، ماه (۱-۱۲)، سال (۱۳۰۰ - )	YYYY/MM/DD
تاریخ تهیه یا بازنگری	تاریخ تهیه یا آخرین بازنگری مجموعه داده ها (تاریخ شمسی)	Date	روز (۱-۳۱)، ماه (۱-۱۲)، سال (-) (۱۳۰۰)	YYYY/MM/DD

- استاندارد

عنوان	تعریف	نوع	دامنه تغییرات	فرمت
نام استاندارد بکار رفته	نام و شماره نگارش استاندارد که برای جمع آوری و پردازشهای مجموعه داده بکار رفته است	Character	-	نام استاندارد / شماره نگارش

- اطلاعات لازم برای انتقال داده ها

عنوان	تعریف	نوع	دامنه تغییرات	فرمت
فرمت داده‌های رستری	شکل کد نرم افزاری که داده های رستری تحت آن موجود می باشند	Character	-	فرمت اول / فرمت دوم / ...
فرمت داده‌های متنی	شکل کد نرم افزاری که داده های متنی تحت آن موجود می باشند	Character	-	فرمت اول / فرمت دوم / ...
اندازه مجموعه داده ها	فضای ذخیره سازی لازم برای مجموعه داده ها وقتی که داده ها طبق ساختار و فرمت های ذکر شده در بندهای "ساختار داده ها" و "فرمت داده ها" ذخیره شده باشند (واحد اندازه گیری "Byte" می باشد)	Numeric	عدد صحیح مثبت	Byte _ اندازه مجموعه داده ها
محیط ذخیره سازی فیزیکی	محیط های فیزیکی ذخیره سازی که تولید کننده می تواند داده ها را روی آنها ارائه دهد	Character	Diskette, Tape, CD, Network	محیط ذخیره سازی اول / محیط ذخیره سازی دوم / ... مشابه موارد ذکر شده در "دامنه تغییرات"

- کیفیت ودقت

عنوان	تعریف	نوع	دامنه تغییرات	فرمت
دقت هندسی	دقت مختصات Z برحسب واحد اصلی اندازه گیری طول (سطح اطمینان 90% در نظر گرفته شود)	Numeric	عدد حقیقی مثبت بزرگتر از صفر	ابتدا میزان دقت برآورد شده و سپس حرف مشخصه واحداندازه گیری نوشته شود m _ < دقت > = دقت Z
توضیحات در خصوص موارد خاص	نکات قابل ملاحظه در مورد دقت، نحوه جمع آوری داده‌ها و یا سایر مواردی که ممکن است برای کاربران اهمیت داشته باشد.	String	-	توضیحات مورد نظر نوشته شود.

- سیستم مختصات و سیستم تصویر

عنوان	تعریف	نوع	دامنه تغییرات	فرمت
بیضوی مبنا	نام بیضوی مقایسه بکار رفته به عنوان سطح مبنا مسطحاتی	Character	WGS-84	مشابه موارد ذکر شده در "دامنه تغییرات"
سطح مبنای ارتفاعی	نام رویه ای که ارتفاعات نسبت به آن سنجیده شده اند	Character	-	سطح متوسط آبهای آزاد / <سال تعیین>
سیستم تصویر	نام سیستم تصویر بکار رفته برای نمایش داده ها	Character	UTM	مشابه موارد ذکر شده در "دامنه تغییرات"
شماره قاچ (Zone)	شماره zone سیستم تصویر	Numeric	38-41	شماره قاچ ذکر گردد
واحد اندازه گیری	نام واحد اندازه گیری طول	Character	SI	مشابه موارد ذکر شده در "دامنه تغییرات"

- مسائل حقوقی

عنوان	تعریف	نوع	دامنه تغییرات	فرمت
نام تولید کننده داده ها	نام ارگان، سازمان، شرکت یا شخص حقیقی که بطور قانونی مسئولیت تولید داده هارا دارد.	Character	-	عنوان تولید کننده ( سازمان ، شرکت ، شخص حقیقی ) / نام تولید کننده
مالکیت داده ها	نام ارگان ، سازمان ، شرکت یا شخص حقیقی که بطور قانونی مالکیت داده ها را دارد.	Character	-	عنوان مالک ( سازمان ، شرکت ، شخص حقیقی ) / نام مالک
حق تکثیر	مشخص شود که آیا حق تکثیر این داده ها محفوظ است یا آنکه در اختیار عموم می باشد. ضمناً نام دارنده حق تکثیر قید شود	Character	محفوظ ، آزاد	< محفوظ > یا < آزاد > / نام دارنده حق تکثیر

– محدوده جغرافیایی مجموعه داده ها

عنوان	تعریف	نوع	دامنه تغییرات	فرمت
محدوده جغرافیایی بر حسب $\lambda$ و $\varphi$	مختصات محدوده جغرافیایی مجموعه داده ها بر حسب طول ( $\lambda$ ) و عرض ( $\varphi$ ) جغرافیایی	Numeric	$\lambda(42^\circ, 66^\circ)$ $\varphi(24^\circ, 40^\circ)$	بترتیب گردش در جهت عقربه های ساعت بدور محدوده $\lambda_1(^\circ ' '' ) \quad \varphi_1(^\circ ' '' )$ ..... $\lambda_n(^\circ ' '' ) \quad \varphi_n(^\circ ' '' )$
محدوده جغرافیایی بر حسب X و Y در سیستم مربوطه	مختصات محدوده جغرافیایی مجموعه داده ها بر حسب X و Y در سیستم تصویر مربوطه	Numeric	-	بترتیب گردش در جهت عقربه های ساعت بدور محدوده $X_1= \quad Y_1=$ ..... $X_n= \quad Y_n=$
محدوده جغرافیایی تقریبی مناطق حذف شده از مجموعه	مختصات محدوده تقریبی منطقه ای در درون مجموعه داده ها که فاقد اطلاعات می باشد ( بر حسب X و Y )	Numeric	-	بترتیب گردش در جهت عقربه های ساعت بدور محدوده $X_1= \quad Y_1=$ ..... $X_n= \quad Y_n=$
محدوده جغرافیایی کل پروژه	عبارتی که توضیح دهنده پوشش منطقه کل پروژه باشد	Character	پوششی کل ایران	پوششی کل ایران

– اطلاعات مربوط به Metadata

عنوان	تعریف	نوع	دامنه تغییرات	فرمت
آخرین تاریخ تکمیل متادیتا	آخرین تاریخی که اطلاعات درون فایل Metadata به هنگام شده است	Date	روز (۱-۳۱) ، ماه (۱-۱۲) ، سال ( -۱۳۰۰ )	YYYY/MM/DD
مسئولیت تولید کننده متادیتا	نام ارگان، سازمان، شرکت یا شخص حقیقی که مسئولیت صحت داده های متادیتا را دارد	Character	-	عنوان مسئول (سازمان، شرکت، شخص حقیقی) / نام مسئول