

نرم افزارهای متن باز و ائتلاف اطلاعات مکانی باز

Open Source Software and OGC (Open Geospatial Consortium)

گرد آوری و ترجمه:

مهندس محمد سرپولکی

رئیس هیات مدیره انجمن علمی نقشه برداری و ژئوماتیک ایران

sarpoulaki@ncc.org.ir

۱. نرم افزارهای متن باز

متن باز روشی برای طراحی، تولید و توزیع یک محصول (کالا و یا دانش) می باشد که در آن منبع تولید در دسترس می باشد. این روش عمل و تصمیم گیری، امکان داشتن برنامه های زمان بندی، روش ها و اولویت های متفاوت را فراهم می نماید و با روش های بسته که به صورت متمرکز عمل می نماید تفاوت دارد.

نرم افزارهای متن باز که ابتدا با عنوان نرم افزارهای آزاد به بازار ارائه گردیده اند، نرم افزارهای کامپیوتری هستند که کد منبع آنها به صورت خوانا تحت شرایط خاصی که با تعریف متن باز مطابقت دارد در اختیار می باشد. کاربرد امکان استفاده، تغییر، ارتقاء و توزیع مجدد به صورت تغییر یافته و یا تغییر نیافته این نرم افزارها را دارد. این نرم افزارها که اغلب به صورت مشارکتی تولید می گردند، مثال های بسیار پیشرفته از تولید متن باز می باشند که بعضا از آنها با نام تولید شده توسط کاربران نیز یاد می شود. براساس برخی منابع انتخاب این روش تولید توسط استفاده کنندگان، موجب صرفه جویی سالیانه تا ۶۰ میلیارد دلار گردیده است. متن باز تنها به معنی دسترسی به کد نمی باشد و شرایط زیر در خصوص توزیع این نرم افزارها صادق می باشد:

- توزیع مجدد آزاد

مجوز بهره برداری^۳ از نرم افزار نمی بایست استفاده کننده را از فروش و یا انتقال نرم افزار به عنوان بخشی از برنامه های دیگر منع نموده و شامل حق تالیف و یا هر هزینه دیگری باشد.

- کد منبع

برنامه می بایست شامل کدهای منبع بوده و توزیع به صورت کدهای منبع و یا برنامه های اجرایی مجاز باشد. اگر بخشی از

محصولات به همراه کدهای منبع توزیع نگردند می بایست دسترسی به این کدها با سهولت و صرفا در ازای هزینه تکثیر و یا از طریق اینترنت بدون هزینه میسر باشد. این کدها می بایست به همراه مقدمه بوده تا برنامه نویسان بتوانند از آنها استفاده کرده و یا آنها را تغییر دهند. کدهایی که به عمد مبهم گردیده باشند مجاز نبوده و فرم های میانه از قبیل خروجی یک پیش پردازشگر و یا مترجم مجاز نمی باشند.

- کارهای مشتق شده

مجوز بهره برداری می بایست امکان تغییرات و کارهای مشتق شده و همچنین توزیع براساس شرایط مجوز اولیه را فراهم نموده باشد.

- کامل بودن کدهای منبع مولف

تنها در صورتی که مجوز بهره برداری امکان توزیع فایل های متصل به کدهای منبع به منظور امکان تغییرات در زمان ساخت برنامه را داده باشد، توزیع کدهای منبع می تواند محدود گردد. مجوز بهره برداری می بایست به وضوح اجازه توزیع نرم افزار ساخته شده از کدهای منبع تغییر یافته را بدهد. مجوز بهره برداری ممکن است اعلام نماید که کارهای مشتق شده با نام متفاوت و یا شماره ویرایش جدید ارائه گردند.

- عدم تبعیض بین افراد و یا گروه ها

مجوز بهره برداری می بایست تبعیضی بر علیه هیچ فرد و یا گروهی اعمال ننماید.

- عدم تبعیض علیه گروه های تلاشگر

مجوز بهره برداری نمی بایست هیچکس را از بهره گیری از برنامه در زمینه خاصی منع نماید. برای مثال نمی بایست استفاده

تهیه کننده وب سرور آپاچی، تولید کننده هسته اصلی سیستم عامل لینوکس، بنیاد موزیلا تولید کننده جستجوگر وب Firefox می باشند.

۲. ائتلاف اطلاعات مکانی باز OGC^۴

ائتلاف اطلاعات مکانی باز (OGC) یک ائتلاف بین المللی صنعتی متشکل از ۳۷۰ شرکت، سازمان دولتی و دانشگاه می باشد که در یک سری فعالیت ها برای ایجاد مشخصات رابط های در دسترس عموم همکاری می نمایند. مشخصات تهیه شده توسط این ائتلاف راه کارهای متعامل^۵ برای ارائه اطلاعات مکانی در وب، خدمات مکان مبنای بی سیم و فن آوری اطلاعات را پشتیبانی می نماید. این مشخصات توسعه دهندگان فن آوری را قادر می سازد تا اطلاعات و خدمات مکانی پیچیده را در دسترس انواع مختلف کاربری ها قرار دهند. این ائتلاف مشخصات و مدارک مربوطه را براساس اتفاق آراء بین صنایع، سازمان های دولتی و دانشگاه ها به نحوی که فرآیندهای پردازش اطلاعات مکانی به صورت متعامل و به راحتی قابل استفاده باشند تهیه می نماید. علامت انحصاری این ائتلاف به همراه محصولاتی که این مشخصات را به کار گرفته باشند و یا با آن سازگار باشند ارائه می گردد.

۳. تعامل پذیری (interoperability)

بنابر تعریف خدمات الکترونیک اتحادیه اروپا، تعامل پذیری توانایی سیستم های فن آوری اطلاعات و ارتباطات و فرآیندهای تجاری مربوط به آنها در تبادل اطلاعات و بهره گیری از اطلاعات تبادل شده می باشد. تعامل پذیری را می توان به دو بخش تعامل پذیری بیانی و معنایی تقسیم بندی کرد:

✓ تعامل پذیری بیانی (Syntactic)

تعامل پذیری بیانی برای اقدامات بعدی در خصوص تعامل پذیری لازم می باشد و اگر سیستمی توانایی برقراری ارتباط

تجاری از برنامه و یا استفاده در تحقیقات ژنتیک را منع نماید.

- توزیع مجوز بهره برداری

حقوق مربوط به برنامه می بایست به کسی که برنامه در اختیار آن قرار گرفته است بدون نیاز به مجوز جدید منتقل گردد.

- مجوز بهره برداری نمی بایست منحصر به یک محصول خاص باشد.

حقوق مربوط به برنامه نمی بایست به بخشی از برنامه که قسمتی از یک نرم افزار است، بستگی داشته باشد. تمام کسانی که این برنامه در اختیار آنها قرار می گیرد می بایست از حقوق مساوی نسبت به آنهایی که از نرم افزار اصلی استفاده می نمایند برخوردار باشند.

- مجوز بهره برداری نمی بایست نرم افزارهای دیگر را محدود نماید.

مجوز بهره برداری نمی بایست محدودیتی در خصوص نرم افزارهای دیگری که در کنار این نرم افزار توزیع می گردند اعمال نماید. برای مثال مجوز بهره برداری نمی بایست اصرار نماید که تمام برنامه های توزیع شده در کنار این برنامه می بایست از نوع متن باز باشند.

- مجوز بهره برداری می بایست از نظر فن آوری بی طرف باشد. مجوز بهره برداری نمی تواند مبتنی بر بهره گیری از فن آوری خاص و یا رابط مشخصی باشد.

نرم افزارهای متن باز با نرم افزارهای مجانی تفاوت دارند و در واقع این نرم افزارها را می توان بدون هیچ محدودیتی مورد استفاده قرار داد، تکثیر کرد، مطالعه کرد، تغییر داد و مجدداً توزیع نمود. بسیاری از نرم افزارهای مجانی که بدون کدهای منبع ارائه می گردند نرم افزار متن باز محسوب نمی گردند.

باید توجه داشت که نرم افزارهایی نیز وجود دارند که کدهای منبع آنها در اختیار می باشند اما در آنها قانوناً بسیاری از شرایط از قبیل امکان تغییر کدها و توزیع مجدد وجود ندارد. این نرم افزارها نیز از نوع نرم افزارهای متن باز نمی باشند.

نمونه هایی از موسسات بزرگ که در زمینه تهیه نرم افزارهای با متن باز فعالیت می نمایند عبارت از بنیاد نرم افزاری آپاچی

کار می‌نماید. در سال ۱۹۹۲ مجمع کاربران GRASS نسبت به تاسیس بنیاد باز GRASS (OGF)^۷ به‌عنوان مجموعه‌ای غیر انتفاعی با هدف تشویق بخش خصوصی به بهره‌گیری از این سیستم و مشارکت در مدیریت امور بر اساس اتفاق آراء این مجمع اقدام نمود. با افزایش تقاضا برای نرم افزارهای بیشتر با قابلیت تلفیق بهتر و سریع تر و سرعت در انتخاب و خرید نرم افزارها این گروه بر موضوع برنامه ریزی مشارکتی و تسهیل در پردازش‌های تعامل پذیر اطلاعات مکانی متمرکز گردید.

در عوض تمرکز صرف بر نرم افزارهای متن باز این گروه نسبت به ایجاد فرآیندهایی که به در اختیار قرار گرفتن تعداد بیشتر نرم افزار در بازار، عمل به عنوان جامعه کاربری و انتقال نیازمندی‌ها به تولیدکنندگان و سرعت بخشیدن به خرید از طریق هم‌راستا نمودن نیاز کاربران با طرح‌های تولیدی تهیه‌کنندگان نرم افزار منجر می‌شود، اقدام نمود. GRASS به این طریق نسبت به ارائه ساختار باز اقدام نمود اما این امر برای تعامل پذیری با نرم افزارهای دیگر کافی نبود. طرح OpenGIS در سال ۱۹۹۴ به ائتلاف اطلاعات مکانی باز (OGC) تغییر نام پیدا نمود و دیدگاه سیستم‌های متنوع که با استفاده از مجموعه‌ای از رابط‌هایی با مبنای باز که بر اساس مشخصات داده‌های مکانی باز تهیه شده‌اند و از طریق شبکه با یکدیگر ارتباط برقرار می‌نمایند را تعریف نمود. این ائتلاف در سال ۱۹۹۴ با مشارکت ۸ عضو شامل اطاق همکاری‌ها، دانشگاه ارکانزاس، مرکز طراحی محیط زیست دانشگاه برکلی کالیفرنیا، شرکت اینترگراف، شرکت سنچس از دور PCI، QUBA، لابراتوار تحقیقاتی مجمع مهندسان ساختمان ارتش آمریکا و اداره خدمات حفاظت از خاک تشکیل گردید. در سال‌های بعدی علاوه بر همکاری و مشارکت با دانشگاه‌ها و سازمان‌های استاندارد، بخش‌های اروپایی و آسیا اقیانوسیه این ائتلاف نیز تشکیل گردیده است. موسسه تعامل پذیری OGC نیز در سال ۲۰۰۴ با نام OGCII تشکیل گردیده تا مشارکت بخش‌های دانشگاهی را در زمینه تحقیقات مرتبط با تعامل پذیری و همچنین تکامل علوم تجزیه و تحلیل‌های مکانی^۹ جلب نماید.

این ائتلاف پس از جذب شرکت‌های اصلی تولیدکننده نرم افزارهای GIS و برخی کاربران اصلی نسبت به تعریف خلاصه

و تبادل اطلاعات را داشته باشد این سیستم تعامل پذیر ترکیبی می‌باشد. برای ارسال داده، ساختار خاص داده، پروتکل‌های ارتباطی، رابط‌های برقراری ارتباط مشخص از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند. به‌طور کلی XML و SQL تعامل پذیری بیانی را ایجاد می‌نمایند.

✓ تعامل پذیری معنایی (Semantic)

تبادل داده‌ها حداقل شامل دو کامپیوتر می‌گردد که یکی داده را ارسال و دیگری داده را دریافت می‌نماید. تبادل داده به‌منظور حصول نتایج مفید برای یک کامپیوتر و یا هر دو کامپیوتر انجام می‌گیرد. البته هر دو کامپیوتر می‌بایست در خصوص مفید بودن نتایج اتفاق نظر داشته باشند و این اتفاق نظر همان تعامل پذیری معنایی می‌باشد.

۴. تاریخچه OGC

از اواسط دهه ۱۹۸۰ سیستم‌های اطلاعات مکانی به‌صورت گسترده توسط سازمان‌های دولتی در مسائل مرتبط با منابع طبیعی و امور دفاعی و بخش‌های دیگر از قبیل حمل و نقل، تجارت و بازاریابی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. به‌رغم آینده روشن و رضایت کاربران از امکانات و قدرت این سیستم‌ها، گرانی نرم افزارها و محدودیت‌های موجود در گسترش، انعطاف پذیری و عدم امکان اشتراک‌گذاری داده‌های مکانی بین سیستم‌های مختلف و روش‌های غیرکارآ، زمان‌بر و توأم با خطای انتقال اطلاعات کاربران را با مشکلاتی جدی مواجه نموده است. در اوایل دهه ۱۹۸۰ سیستم پشتیبانی از تحلیل منابع جغرافیایی (GRASS)^۶ که یک GIS رستری بود در لابراتوار مهندسی ساختمان ارتش آمریکا طراحی گردید. این سیستم توسط اتحادیه مهندسان بخش کشاورزی و خدمات حفاظت از خاک و همچنین دانشگاه‌های زیادی در سراسر دنیا مورد استفاده قرار گرفت. این سیستم از مزیت‌های شرایط باز سیستم عامل UNIX و اینترنت بهره می‌گرفت و یکی از اولین نرم افزارهای متن باز در دنیا می‌باشد. این سیستم به‌راحتی با نرم افزارهای اطلاعات مکانی، آماری و تصویری مورد استفاده در بخش‌های عمومی دیگر تلفیق شده و

فرآیند تأیید موجب تشویق مشارکت و همکاری بین اعضاء در تعریف، مستندسازی و اعمال مشخصات می‌گردد. OGC به دلیل به وجود آمدن فرآیندهای سریع، کارا، منحصر به فرد و مطابق خواست کاربران برای ایجاد، آزمایش، نمایش و تشویق اطلاعات و خدمات مکانی بر اساس مشخصات فنی تهیه شده به وجود آمده است. مراحل این فرآیندها به شرح زیر می‌باشد:

✓ اولین قدم

اولین قدم در فرآیندها، تعیین یک مشکل تعامل پذیری توسط اعضاء است. برای مثال عدم امکان اشتراک گذاری داده‌ها با یک سیستم مشخص و یا عدم امکان ارائه یک نقشه بر روی وب می‌تواند به عنوان یکی از این مشکلات مطرح گردد. این مشکلات که توسط صنایع، سازمان‌های دولتی و یا دانشگاه‌ها مطرح می‌گردند به بحث گذاشته شده و اولویت بندی می‌گردند.

✓ ساخت راه حل

وقتی مشکل مشخص گردید، اعضا با یکدیگر کار می‌کنند تا نیاز به مشخصات برای یک رابط جدید و یا تغییرات لازم به یک دستورالعمل موجود را مشخص نمایند. فرآیندهای رسمی مختلفی در OGC به کار گرفته می‌شود. برای مثال یکی از اعضاء و یا گروهی از اعضاء بر روی مشخصات پیشنهادی خود کار می‌نمایند و مشخصات را برای اخذ نظرات به OGC ارسال می‌نمایند. فرآیند دیگر کار بر روی مشخصات به عنوان بخشی از برنامه تعامل پذیری می‌باشد. روش سوم طرح یک موضوع کاری در داخل یک گروه کاری که به عنوان بخشی از کمیسیون‌های OGC فعالیت می‌نماید، می‌باشد.

✓ ارزیابی مشخصات فنی پیشنهادی

بدون در نظر گرفتن اینکه از چه روشی برای تهیه پیشنهاد و مستندسازی مشخصات فنی استفاده شده است، تمامی اعضای ائتلاف مجاز هستند در خصوص مشخصات فنی اظهار نظر نموده و تغییرات احتمالی را پیشنهاد نمایند. اعضاء سعی می‌نمایند با لحاظ نمودن تمامی نظرات مشخصات فنی پیشنهادی را برای رای گیری آماده نمایند. مشخصات فنی پس از تأیید از طریق سایت OGC به صورت رایگان در اختیار عموم قرار می‌گیرند.

مشخصات فنی GIS باز، اقدام نموده و فعالیت‌های خود را با تأیید اولین مشخصات فنی در سال ۱۹۹۷ و آزمایش بستر تهیه نقشه در وب ادامه داده است. در حال حاضر بیش از ده مشخصات فنی تأیید شده توسط این ائتلاف تهیه شده و به صورت آزاد در اختیار استفاده کنندگان قرار گرفته و موفقیت ائتلاف در بهره‌گیری از این مشخصات در صدها نرم‌افزار و اعمال آنها در سازمان‌های مختلف در سراسر دنیا می‌باشد.

۵. دیدگاه، ماموریت و اهداف OGC

دیدگاه OGC تحقق کامل منافع اجتماعی، اقتصادی و علمی حاصل از تلفیق منابع مکانی الکترونیکی در فرآیندهای تجاری و سازمانی در سراسر دنیا می‌باشد. ماموریت OGC ارائه خدمات در زمینه همکاری بین تهیه کنندگان نرم‌افزارها و کاربران محصولات و خدمات مکانی و تهیه استانداردهای جهانی برای داده‌های مکانی تعامل پذیر می‌باشد.

اهداف استراتژیک OGC عبارتند از:

- استاندارد باز به بازار که ارزش آنها برای اعضا مشخص بوده و مزایای آنها برای کاربران مشخص باشد.
- رهبری جهانی در زمینه تهیه استانداردهایی که امکان ارائه یکپارچه اطلاعات و خدمات مکانی را در تجارت و محاسبات مکانی تحت وب فراهم آورد.
- تسهیل انتخاب ساختارهای مرجع مکانی و باز در موسسات سراسر دنیا
- توسعه استانداردها به منظور حمایت از به وجود آمدن بازارها و کاربردهای جدید برای فن‌آوری‌های اطلاعات مکانی
- شتاب بخشیدن به هم‌نواختی تحقیقات در زمینه تعامل پذیری از طریق همکاری در فرآیندهای OGC

۶. فرآیندها در OGC

(قراردادن قطعات در کنار یکدیگر)

علاوه بر فعالیت کمیته‌ها، گروه‌های کاری، آزمایش‌ها و ...

✓ به کارگیری مشخصات فنی

مشخصات فنی مدارک مهندسی هستند که مشخص می نمایند
اعضاء OGC چگونه در خصوص حل یک مشکل تعامل پذیری
توافق نموده اند و تا وقتی که این مشخصات فنی در نرم افزارها
به کار گرفته نشوند مشکل مربوطه حل نشده است. لذا OGC
موضوع را تا به کارگیری مشخصات فنی در نرم افزارها دنبال
می نماید. کمیته دستاوردها با تشویق تولیدکنندگان نرم افزارها و
همچنین تشویق کاربران به لحاظ نمودن این مشخصات در
محصولات و نرم افزارهایی که خریداری می نمایند در این
خصوص اقدام می نماید.

۸. اعضاء OGC

OGC در حال حاضر دارای ۳۷۰ عضو در سطوح مختلف
می باشد. این سطوح عبارتند از اعضاء استراتژیک، اعضاء اصلی
برجسته، اعضاء اصلی، اعضاء کمیته های فنی، اعضاء بهم پیوسته
اصلی و فنی، اعضاء وابسته تجاری و سازمان های دولتی و ملی،
اعضاء وابسته دولت های محلی، موسسات تحقیقاتی غیرانتفاعی،
شرکت های کوچک، دانشگاه ها و مراکز تحقیقاتی و اعضاء منفرد
می باشند.

۹. مزایای عضویت در OGC

در سال های اخیر بازار نرم افزارهای اطلاعات مکانی بر اساس
مشخصات تعامل پذیری و منابع باز رشد نموده و اعضاء OGC اعم
از تولیدکنندگان نرم افزار و یا استفاده کنندگان در خط اول این
تغییرات قرار داشته و از مزایای زیر بهره مند می باشند:

- تاثیرگذاری در طراحی نرم افزارها و عدم نیاز به منتظر ماندن
برای طراحی نرم افزار توسط شرکت های مربوطه و سپس سازگار
نمودن نرم افزار با محیط کار خود.

- آشنایی زود هنگام با مشخصات فنی تهیه شده و اطلاع از
نتایج آزمایش های انجام گرفته در خصوص مشخصات فنی تهیه
شده.

- تاثیرگذاری در مشخصات فنی و استانداردهایی که تهیه
می گردند متناسب با منافع خود.

- آشنایی با صنعت و مسائل مطرح و اتفاقاتی که در حال وقوع
می باشد.

- هماهنگی با موسسات بین المللی استانداردسازی از قبیل
کمیته TC211 موسسه جهانی استاندارد.

- قرار گرفتن در موقعیتی که بتوان بهترین ابزار را برای انجام
کار انتخاب نموده، جریان کار را بهینه کرده و خطر خرید و
به کارگیری فن آوری را کاهش داد (به بیان دیگر ناگزیر به استفاده
از یک نرم افزار خاص و یا یک روش نامناسب نبود).

۷. برنامه های OGC

OGC از طریق برنامه مشخصات فنی، برنامه تعامل پذیری و
برنامه دستاوردها و پذیرش، تهیه و به کارگیری از استانداردهای باز
در پردازش های اطلاعات مکانی را تشویق می نماید.

✓ برنامه مشخصات فنی

کمیته های فنی و برنامه ریزی OGC بر اساس اتفاق آرا فعالیت
می نمایند تا به یک مشخصات فنی مورد توافق دستیابی پیدا نمایند.
گروه های فعال در OGC عبارت از کمیته ها، زیر کمیته ها و
گروه های کاری شامل گروه کاری استانداردها، گروه کاری
بازنگری و گروه کاری موضوعات خاص می باشند.

✓ برنامه تعامل پذیری

این برنامه شامل یک سری از فعالیت ها به منظور شتاب
بخشیدن به ایجاد و حصول توافق در خصوص مشخصات فنی
می باشد. این فعالیت ها شامل فعالیت های جاری و فعالیت های
گذشته می باشند.

✓ برنامه دستاوردها و پذیرش

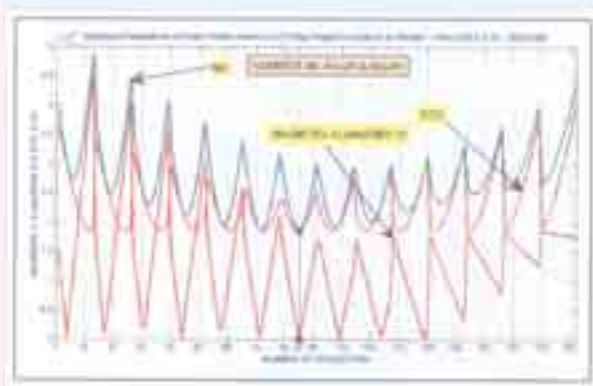
OGC و اعضاء، منابع لازم برای کمک به تولیدکنندگان نرم افزار
و استفاده کنندگان در جهت بهره گیری از استانداردهای تهیه شده
را تامین می نمایند. برای این منظور مدارک فنی، مواد آموزشی، و
امکانات مورد نیاز آزمایش مشخصات فنی در شبکه OGC موجود
می باشد. OGC و اعضاء همچنین از برگزاری کارگاه های آموزشی،
گردهمایی و نشریات حمایت می نماید.

۱۲. منابع

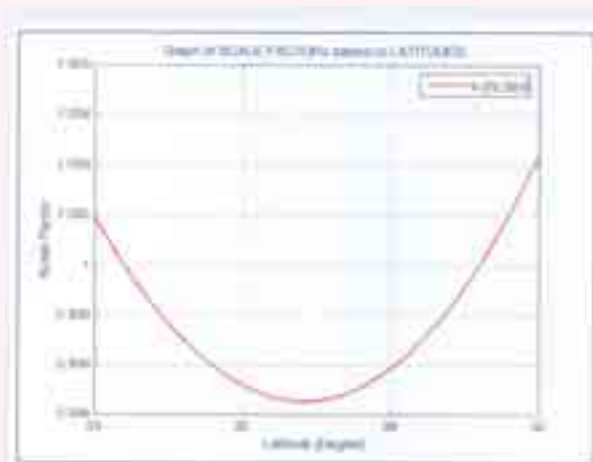
- سایت ائتلاف اطلاعات مکانی باز
www.opengeospatial.org
- خدمات دولت الکترونیک اتحادیه اروپا
www.ec.europa.eu
- دانشنامه آزاد ویکی پدیا

اصلاحیه خطای چاپی نشریه شماره ۱۰۳

در نشریه شماره قبل اشکالی در چاپ تصاویر شماره (۵) و (۷) مقاله: "بازنگری سیستم تصویر لامبرت متشابه مخروطی ایران" بوجود آمده بود که با عرض پوزش از خوانندگان محترم بدین وسیله اصلاح می گردد.



شکل ۵- کمیت های آماری ضریب مقیاس در سیستم های تصویر LCC ایران



شکل ۷. پروفیل ضریب مقیاس در سیستم تصویر لامبرت ایران با مدارات ۲۶ و ۳۸٫۵ درجه

۱۰. مشخصات فنی تهیه شده توسط OGC

فهرست استانداردهای تولید شده توسط OGC به شرح زیر می باشد:

- Catalogue Service
- CityGML
- Coordinate Transformation
- Filter Encoding
- Geographic Objects
- Geography Markup Language
- Geospatial eXtensible Access Control Markup Language (GeoXACML)
- GML in JPEG 2000
- Grid Coverage Service
- KML
- Location Services (OpenLS)
- Observations and Measurements
- Sensor Model Language
- Sensor Observation Service
- Sensor Planning Service
- Simple Features
- Simple Features CORBA
- Simple Features OLE/COM
- Simple Features SQL
- Styled Layer Descriptor
- Symbology Encoding
- Transducer Markup Language
- Web Coverage Service
- Web Feature Service
- Web Map Context
- Web Map Service
- Web Processing Service
- Web Service Common

۱۱. پانوشتها

1. Open Source Software
2. Open Source
3. Lisence
4. Open Geospatial Consortium
5. Interoperable
6. Geographic Resources Analysis Support System
7. Open GRASS Foundation
8. Camber Corporation
9. science of Spatial Analysis