

نمایش داده‌های تحت
فرمت CityGML (LOD1)
و
GeoJSON
در پلت‌فرم Cesium

اداره کل سامانه‌های ملی و
زیرساخت‌های اطلاعات مکانی

نگارنده: علیرضا امیری
(کارشناس سامانه‌های اطلاعات مکانی)

شهریور ۱۴۰۱

فهرست مطالب

۱- مقدمه.....	۱
۲- کلیات فرآیند مشاهده (ویژوالیزاسیون) داده های مکانی سه بعدی در مرورگر وب.....	۲
۲-۱- CesiumJS و Cesium ion چیستند؟.....	۲
۲-۲- استفاده از Cesium، FME و استاندارد ۳D برای مشاهده (ویژوالیزاسیون) داده های مکانی سه بعدی در بستر وب.....	۳
۳- آماده سازی داده ها برای ویژوالیزاسیون آنها در Cesium.....	۴
۳-۱- مشاهده مستقیم CityGML یا GeoJSON در Cesium.....	۶
۳-۲- تبدیل CityGML یا GeoJSON به فرمت ۳D و سپس مشاهده در Cesium.....	۶
۳-۲-۱- تبدیل CityGML به ۳D.....	۶
۳-۲-۲- مشاهده ۳D در CesiumJS.....	۱۰

۱- مقدمه

با نرم افزار FME می توان داده های حجیم را ایجاد کرد و سپس آنها را در نرم افزار سزیوم^۱ با سطوح بالایی از جزئیات نمایش داد. با سزیوم نیز امکان نمایش شهرها به همراه ساختمان ها، درخت ها، و حتی مبلمان شهری داخل ساختمان ها فراهم است.

با FME می توان داده های مختلف را به صورت یک فایل واحد درآورد که کمک شایانی در جهت بهینه کردن سطح دسترسی است. FME قابلیت تبدیل فرمت ورودی موردنظر را به ۳۰ فرمت یا Cesium 3D Tiles دارد. ۳۰ فرمت یک ساختار و فرمت داده مکانی است که شامل مجموعه ای از تایل ها است که برای رندر کردن سریع داده های سه بعدی و در اختیار قرار دادن آنها در بستر وب است. این داده ها می توانند شامل داده های فتوگرامتری؛ ساختمان های سه بعدی، BIM/CAD و ابر نقطه باشد. هرچند فرمت CityGML، بسیار کامل بوده، قابلیت های بالایی در مدل کردن داده های مکانی دارد و قابل استفاده در بسیاری از نرم افزارها است، لیکن وقتی صحبت از انتشار، رندر و ارائه داده مکانی در بستر وب باشد، این فرمت، بهترین فرمت نیست. لذا باید به دنبال تبدیل فرمت CityGML به فرمت های بهتر مانند ۳۰ فرمت بود که این تبدیل به راحتی از طریق نرم افزارهایی مانند FME یا ۳۰ فرمت قابل انجام است.

Cesium ion یک پلت فرم باز؛ امن؛ قدرتمند؛ و دارای مقیاس متغیر برای داده های مکانی سه بعدی است. می توان با استفاده از آن، داده های مکانی حجیم را آپلود کرد، بهینه سازی نمود، و در یک مرورگر وب به کاربران ارائه کرد.

قابل ذکر است، می توان علاوه بر FME، از خود Cesium ion نیز برای تبدیل فرمت CityGML به ۳۰ فرمت بهره گرفت. یعنی بعد از اینکه داده های پیچیده سه بعدی (مانند CityGML، KML/COLLADA) در Cesium ion آپلود می شوند، این پلت فرم قابلیت تبدیل این داده ها را به صورت تایل های سه بعدی دارد (تایل های سه بعدی، به منظور بهینه کردن داده ها و نمایش آنها ایجاد می شوند)؛ می تواند آنها را در یک ابر، هاست کند؛ و در نهایت، آنها را از طریق شبکه، در اختیار کاربران قرار دهد.

برای استفاده از Cesium ion، در ابتدا، باید طریق وبسایت <https://cesium.com> اقدام به ثبت نام و اخذ یک نام کاربری کرد و سپس داده های موردنظر را به ۳۰ فرمت تبدیل کرد.

فرمت های ورودی به Cesium می تواند شامل موارد زیر باشد:

- glTF (.gltf, .glb)
- CityGML (.citygml, .xml, .gml)
- KML/COLLADA (.kml, .kmz)
- LASer (.las, .laz)
- COLLADA (.dae)
- Wavefront OBJ (.obj)

همچنین Cesium ion می تواند به داده های سه بعدی جهانی شامل Cesium World Terrain، Bing Maps imagery و Cesium OSM Buildings دسترسی داشته باشد و آنها را با داده های مکانی کاربر، ترکیب کند تا بتوان آنها را بطور یکجا مشاهده کرد و نتایج را به طور ایمن، با دیگران به اشتراک گذاشت یا از طریق اپلیکیشن ها، آنها را در اختیار دیگران قرار داد.

^۱ Cesium

Cesium ion این قابلیت را نیز دارد که ساختمان های سه بعدی را تایل کند تا بتوان کل شهر را مشاهده (ویژوالیزه) کرد. مشابه همین کار را به منظور مشاهده کل دنیا می توان با استفاده از Cesium OSM Buildings انجام داد.

CesiumJS نیز، یک کتابخانه یا یک محیط اجرایی اجاوا اسکریپتی متن باز است که برای مشاهده (ویژوالیزاسیون) و تحلیل داده های دوبعدی و سه بعدی در یک مرورگر وب بکار می رود. یعنی بعد از اینکه Cesium ion داده ها را آماده سازی و تایل کرد (داده های کاربر به ۳۰۰۰۰۰۰ تبدیل شدند)، می توان از پلت فرم قدرتمند CesiumJS استفاده کرد و داده های ۳۰۰۰۰۰۰۰ را مشاهده (ویژوالیزه) کرد. اگر داده ها تحت فرمت مثلا CityGML نیز باشند، CesiumJS، قابلیت مقیاس بندی مسطحاتی^۲ و مدیریت این داده ها را دارد و حتی امکان قابلیت تبدیل CityGML به ۳۰۰۰۰۰۰۰ را نیز دارد.

پس بطور خلاصه، CesiumJS می تواند داده های سه بعدی مانند رویه سطح زمین، تصاویر و تایل های سه بعدی را از پلت فرم تجاری Cesium ion و سایر منابع، به صورت تحت وب در اختیار کاربران قرار دهد. کاربر، آزاد است که از هر ترکیبی از منابع داده استفاده کند و آنها را با استفاده از CesiumJS به دیگران ارائه نماید. استفاده از Cesium ion به پشتیبانی از توسعه CesiumJS کمک می کند. برای درک بهتر Cesium ion و CesiumJS، در ادامه، توضیحات بیشتری ارائه گردیده است.

مرجع: <https://olosh.dev/library/21913>

۲- کلیات فرآیند مشاهده (ویژوالیزاسیون) داده های مکانی سه بعدی در مرورگر وب

۲-۱- Cesium ion و CesiumJS چیستند؟

همانطور که قبلا هم اشاره شد، CesiumJS که گاهی آن را Cesium نیز می نامند، یک کتابخانه جاوا اسکریپتی و یک مرورگر برای نمایش زمین و نقشه سه بعدی است. CesiumJS یک برنامه متن باز است که بر مبنای لایسنس Apache ۲.۰ قرار دارد.

قابلیت های CesiumJS را می توان به شرح زیر بیان کرد:

- از نمایش دوبعدی و سه بعدی، حمایت می کند
 - انواع اشکال هندسی را می توان با آن به نمایش گذاشت؛ از نمایش تصاویر ایمپورت شده، حمایت می کند؛ و حتی از نمایش مدل های سه بعدی و دیگر داده ها نیز پشتیبانی می کند
 - برای نمایش و ویژوالیزاسیون داده های پویا استفاده می شود و از بیشتر مرورگرها پشتیبانی می کند
 - از نمایش داده های پویا بر طبق یک برنامه زمانی، پشتیبانی می کند.
- حیطه هایی که Cesium ion می تواند به کاربران خدمات ارائه کند، به شرح زیر می باشند:
- ✓ داده ها با ماهیت سه بعدی^۳ شامل تصاویر ماهواره ای و هوایی، رویه زمین، مجموعه تایل های سه بعدی و مدل های glTF

^۱- runtime engine

^۲- horizontal scaling

^۳- 3D contents

- ✓ تایل کردن سه بعدی^۱: تایل کردن سه بعدی و هاست کردن مجموعه داده های حجیم مانند تصاویر، رویه زمین، فتوگرامتری، ابر نقطه، BIM، CAD، ساختمان های سه بعدی و داده های وکتوری
- ✓ تحلیل ها: مانند ابزارهای اندازه گیری، محاسبات حجم و میدان دید^۲، پروفیل های (مقاطع) زمین
- ✓ نقشه سازی و به اشتراک گذاری: جریان کاری نقشه سازی و اشتراک گذاری برای ایجاد نقشه های سه بعدی بدون کدنویسی.

مرجع: <https://cesium.com/blog/2018/03/01/hello-cesium-ion/>

۲-۲- استفاده از FME، Cesium و استاندارد ۳D برای مشاهده (ویژوالایزاسیون) داده های مکانی سه بعدی در بستر وب

امروزه می توان از زبان های برنامه نویسی، کتابخانه ها و فریم ورک ها برای مشاهده داده های مکانی استفاده کرد. معمول ترین ابزارها برای این کار، با بکارگیری زبان جاوا اسکریپت نوشته شده اند. این زبان برای ایجاد واسط کاربری گرافیکی وب^۳ بکار می رود. کتابخانه هایی مانند OpenLayers، three.js و BabylonJS برای قرار دادن نقشه های اینترنتی و داده های مکانی بر روی یک نقشه پس زمینه استفاده می شوند. هرچند اکثر این ابزارها فقط برای نقشه ها و داده های دوبعدی، کاربرد دارند.

با عمومی شدن مدل های سه بعدی، استانداردهای داده های سه بعدی نیز توسعه یافتند تا امکان به اشتراک گذاری آنها میان نرم افزارهای مختلف و نیز در بستر وب را فراهم آورند. مثال بارز، استاندارد CityGML است که برای به اشتراک گذاری مدل های سه بعدی شهری مورد استفاده قرار می گیرد. نمایش CityGML در یک مرورگر، نیاز به استانداردهای جدید داده ای و کتابخانه هایی داشت و WebGL JavaScript API به کمک CityGML آمد و امکان نمایش و رندر کردن گرافیک های دوبعدی و سه بعدی در کلیه مرورگرهای وب را فراهم آورد.

منظور از WebGL که مخفف Web Graphics Library می باشد، یک JavaScript API است که توسط هر مرورگر وب بکار گرفته می شود تا گرافیک های دوبعدی و سه بعدی را رندر کند (بدون اینکه از پلاگینی استفاده شود). API نیز که مخفف Application Programming Interface است، روشی (برنامه ای) برای برقراری ارتباط برنامه های کامپیوتری با یکدیگر است. در واقع، یک نوع واسط نرم افزاری است (در مقابل واسط کاربری) که سرویس هایی را به دیگر نرم افزارها ارائه می دهد. API مستقیماً توسط یک کاربر مورد استفاده قرار نمی گیرد، بلکه برنامه نویس آن را در داخل برنامه خود می گنجاند.

CesiumJS و ۳D

کتابخانه جاوا اسکریپتی دیگری به نام CesiumJS وجود دارد که امکان مشاهده سه بعدی در بستر وب را فراهم آورده است. می توان فایل های اتوکد، BIM، ابر نقطه، فتوگرامتری و نیز CityGML را با آن مشاهده و ویژالایز کرد. اما از آنجائیکه رندر کردن و ارائه سه بعدی این داده ها به کاربران در بستر وب، با مشکل مواجه شد و کارایی مطلوبی نداشت،

^۱- 3D Tiling

^۲- visibility

^۳- front-end web

تصمیم به ایجاد یک فرمت داده به نام ۳D Tiles گرفته شد که امکان بهینه رندر شدن و ارائه به کاربران در بستر وب را میسر کند.

۳D Tiles، یک استاندارد باز برای داده های مکانی حجیم نامتجانس سه بعدی است که برای ارائه داده هایی از قبیل ساختمان ها، ابر نقطه و داده های وکتوری در بستر وب به کاربران مورد استفاده قرار می گیرد. این استاندارد، یک ساختار داده مکانی و یک مجموعه از فرمت های تایل را تعریف می کند که برای داده های سه بعدی، طراحی شده اند. این استاندارد در سال ۲۰۱۶، جزء استانداردهای OGC قرار گرفت.

یکپارچه شدن Cesium ion و FME

با وجود آنکه، بسیاری از سازمان ها از CesiumJS و ۳D Tiles برای مشاهده داده های سه بعدی در بستر وب استفاده می کنند، یک پلت فرم سه بعدی مشاهده نقشه، متشکل از سرویس های وب و ابزارهایی برای کامل تر کردن عمل ویژوالیزاسیون در CesiumJS در سال ۲۰۱۸ تولید شد. این پلت فرم، Cesium ion نام گرفت. کلمه Cesium در حال حاضر به کتابخانه Cesium JavaScript اشاره دارد. Cesium ion یک پلت فرم تجاری است که دو محصول را ارائه می کند که عبارتند از:

۱- ۳D Tiles: امکان تایل کردن موازی و پر سرعت داده ها را فراهم می آورد تا آنها بدون دردسر و بطور کارا روی دستگاه های مختلف، در اختیار کاربران قرار گیرند. (منظور از pipeline در علوم کامپیوتر، پردازش های موازی و پیوسته برای افزایش سرعت کار است).

۲- Cesium ion SDK که ویژوالیزاسیون توسط CesiumJS را با استفاده از ابزارهای تحلیلی GPU - تکنولوژی شتاب دادن به فرآیند رندر گرافیک های سه بعدی - توسعه می دهد

در اکتبر سال ۲۰۱۸، Cesium ion اعلام کرد که با پلت فرم ترکیب داده FME، یکپارچه شده است تا عمل ۳D Tiles pipeline را شتاب و سرعت بیشتری دهند. به این ترتیب، انواع مختلفی از داده های مکانی سه بعدی می توانند در FME پردازش شده و آپلود شوند، و سپس با استفاده از Cesium.js، تایل شوند و در بستر وب، در اختیار کاربران قرار گیرند. منظور از یکپارچه شدن با FME، یعنی اپلیکیشن های وب می توانند بروز باشند، به این نحو که جریان کاری داده ها اتوماتیک شود بطوریکه وقتی داده های پشت پرده (سرس داده ها) تغییر کرد، ویژوالیزاسیون آنها نیز بطور اتوماتیک بروز شود. FME در حال حاضر، دو فرمت خروجی برای Cesium را در اختیار کاربران قرار داده است: ۱- ۳D Tiles - ۲- ۳D Tiles.

مرجع:

<https://www.geoweeeknews.com/blogs/visualizing-3d-spatial-data-in-a-web-browser-using-cesium-fme-and-3d-tiles>

۳- آماده سازی داده ها برای ویژوالیزاسیون آنها در Cesium

همانطور که قبلا هم اشاره شد، Cesium ion در FME ی نسخه ۲۰۱۹ و بالاتر، پشتیبانی می شود. برای ارسال داده های خود به داخل Cesium ion، به کمی پردازش در FME نیاز است تا از سالم بودن داده ها اطمینان حاصل شود. سپس داده ها به فرمتی که مورد قبول ion است، تبدیل می شوند. می توان از CesiumJS برای مشاهده داده های مکانی بهره گرفت.

با فرض اینکه داده مکانی که در اختیار است، تحت فرمت Shapefile یا CityGML یا GeoJSON است، می توان تحقیق در مورد آماده سازی داده های مکانی را به سه قسمت تقسیم نمود که به شرح زیر است:

۱- مشاهده مستقیم CityGML یا GeoJSON در Cesium (بدون تبدیل به فرمت ۳D Hierarchy)

۲- تبدیل CityGML یا GeoJSON به فرمت ۳D Quadtree و سپس مشاهده در Cesium

۳- تبدیل مستقیماً Shapefile به ۳D Quadtree و سپس مشاهده در Cesium

مرجع: <https://cesium.com> و

<https://www.safe.com/blog/2018/10/visualizing-geospatial-data-web-browser-cesium-ion-fme/>

نیاز است کمی در رابطه با فرمت ۳D Hierarchy توضیح داده شود. یک فرمت سه بعدی است که Cesium از آن برای ارائه داده های مکانی سه بعدی (مخصوصاً ساختمان های سه بعدی) به کاربران استفاده می کند. کاربرد مهم این فرمت، لود کردن ساختمان های سه بعدی متناسب با مقدار زوم است.

فرمت ۳D Hierarchy این امکان را برای Cesium فراهم می کند تا مجموعه داده های سه بعدی حجیم (داده های در حد یک شهر) را با کارایی بالا نمایش دهد. در این فرمت، مجموعه داده به درختواره ای^۱ از تایل ها تجزیه می شود و Cesium صرفاً تایل هایی را رندر می کند که در پنجره جاری کاربر قرار دارند.

مجموعه داده یا dataset ۳D Hierarchy در یک فولدر ذخیره می شود. در داخل این فولدر، زیرفولدری به نام data وجود دارد که شامل تعدادی فایل با پسوند b3dm است. جمیع این فایل ها در واقع، یک درختواره چهارگانه^۲ هستند و هر کدام از این فایل ها یک سطح از جزئیات را در خود دارند. در کنار زیرفولدر data فایلی به نام tileset.json ایجاد می شود و مجموعه داده یا dataset ۳D Hierarchy در این فایل، شرح داده می شود. یعنی برای این مجموعه داده ۳D Hierarchy، یک تک فایل از نوع JSON و با نام tileset.json ایجاد می شود که بطور خلاصه ساختار مجموعه داده سه بعدی را در خود ذخیره می کند. این فایل، محدوده ای را که شامل اطلاعات (طول، عرض و ارتفاع) است، تعریف می کند و همچنین URL ای که داده ها می توانند در آنجا لود شوند. هر تایل، به فایل های اضافی ارجاع دارد که شامل عوارض، صفات توصیفی، هندسه و بافت آنها هستند.

```
{
  "root": {
    "boundingVolume": {
      "region": [
        0.14900111790831405, 0.8267774614090546,
        0.14908570176240377, 0.8267920546921999,
        409.3, 425.7
      ]
    },
    "content": {
      "url": "buildings.b3dm"
    }
  }
}
```

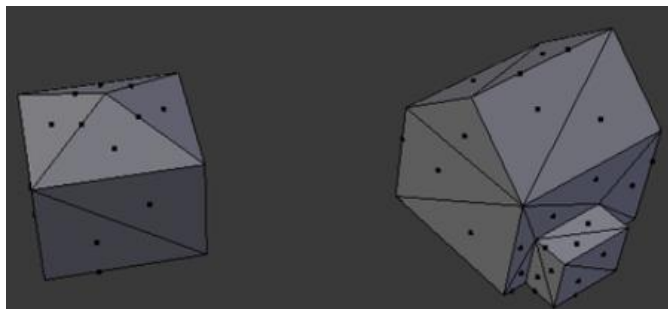
فایل tileset.json یا به عبارت دیگر، فایل فراداده tileset همچنین می تواند چگونه لود شدن داده های با رزولوشن بالاتر را برای همان محدوده -وقتی که کاربر زوم را درشت و درشت تر می کند- تعریف کند. اما ما از این قابلیت صرف نظر می کنیم و به حداقل ها بسنده می کنیم.

^۱- Hierarchy

^۲- quadtree

URL داده های ما به یک فایل به نام buildings.b3dm ارجاع دارد که یک فایل تحت فرمت Batched 3D Model است. این فایل، شامل داده های خام است و رندر کردن کل مدلها را که تحت فرمت GL transmission (glTF) است، انجام می دهد.

در شکل زیر دو خانه وجود دارند که به صورت ۳۶ مثلث تعریف و رندر خواهند شد. هر ورتکس از هر مثلث یک شناسه عددی دارد که بیانگر این است که این ورتکس به کدام مدل متعلق است (batchId).



فایل B3DM همچنین شامل به اصطلاح Batch Table است که کار ذخیره سازی خصوصیات (صفات توصیفی) کاربر را برای مدل ها انجام می دهد و برای دو ساختمان فوق، مشابه زیر است:

```
{
  "id": [1, 2],
  "yearOfConstruction": [1940, 1902],
  "measuredHeight": [16.4, 20.3]
```

این دو نوع اطلاعات (هندسه مدل ها و صفات توصیفی مدل ها) امکان رندر کردن ساختمان ها و ویژوالیزه کردن مقادیر این توصیفات را با روش های مختلف فراهم می آورد.

مرجع:

<https://github.com/njam/citygml-to-3dtiles/blob/HEAD/docs/background.md>

۱-۳- مشاهده مستقیم CityGML یا GeoJSON در Cesium

در حال حاضر، امکان مشاهده مستقیم فرمت GML در CesiumJS فراهم نیست و باید آن را به GeoJSON یا KML تبدیل کرد تا قابل لود شدن در CesiumJS باشند. لیکن می توان فرمت CityGML را در Cesium ion آپلود کرد که به صورت ۳۰۰۰۰۰۰۰، تایل شوند و در بستر شبکه، از طریق CesiumJS قابل ارائه به کاربران باشند.

۲-۳- تبدیل CityGML یا GeoJSON به فرمت ۳۰۰۰۰۰۰۰ و سپس مشاهده در Cesium

در اینجا دو مرحله کار باید انجام گیرد:

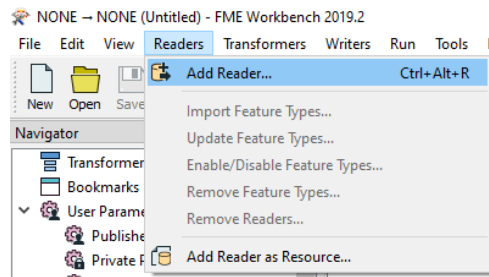
۱- تبدیل فرمت داده های ورودی (CityGML یا GeoJSON) به ۳۰۰۰۰۰۰۰

۲- مشاهده داده های تحت فرمت ۳۰۰۰۰۰۰۰ در Cesium

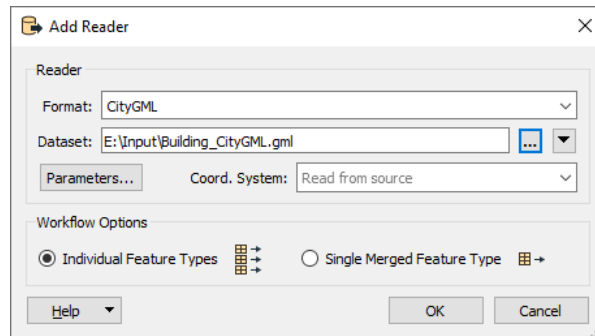
۱-۲-۳- تبدیل CityGML به ۳۰۰۰۰۰۰۰

۱-۲-۳-۱- تبدیل CityGML به ۳۰۰۰۰۰۰۰ در FME

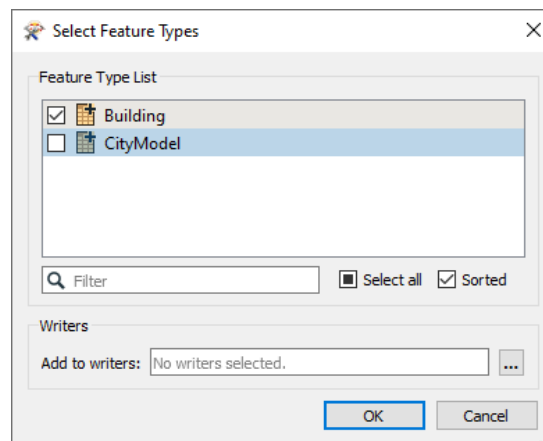
برای مشاهده عوارض مکانی می توان فرمت CityGML را به فرمت ۳۰۰۰۰۰۰۰ تبدیل نمود و سپس برای نمایش به سراغ Cesium رفت. Cesium نه تنها فرمت ۳۰۰۰۰۰۰۰، بلکه فرمت های glb، gltf و ... را نیز نمایش می دهد.



بعد از کلیک روی دستور Add Reader، پنجره شکل زیر باز می شود. در این پنجره، فرمت داده ورودی – که CityGML است – در قسمت Format و مسیر دسترسی به آن در قسمت Dataset مشخص می شوند.



با تایید پنجره بالا، پنجره شکل زیر باز می شود که آن را تایید می کنیم. می توانیم تیک کنار CityModel را برداریم.

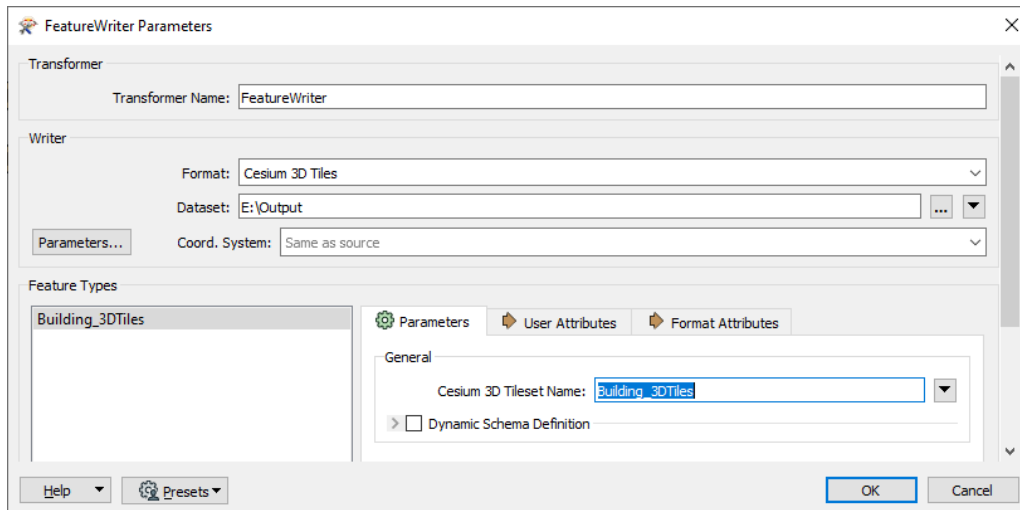


۲- در مرحله دوم، اقدام به اضافه کردن ترانسفورمرهایی می کنیم که داده ها را آماده سازی کنیم. یکی از این ترانسفورمرها، GeometryValidator است. این ترانسفورمر، مشکلات را در ویژگی های داده ورودی شناسایی می کند و به صورت گزینشی، مشکلات شناسایی شده را برطرف می کند. هر ویژگی ورودی به صورت جداگانه پردازش می شود. در این متن از این ترانسفورمر استفاده نمی کنیم، زیرا به صحت داده ورودی خود اطمینان داریم.

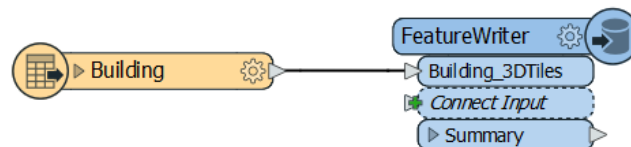
ترانسفورمرهای دیگری که می توان از آنها بهره گرفت عبارتند از:

- Extruder و ۳DExtruder برای تبدیل داده های دوبعدی به سه بعدی
- AttributeManager برای مدیریت صفات توصیفی داده ها
- AppearanceSetter برای استایل گذاری بر روی هندسه داده ها

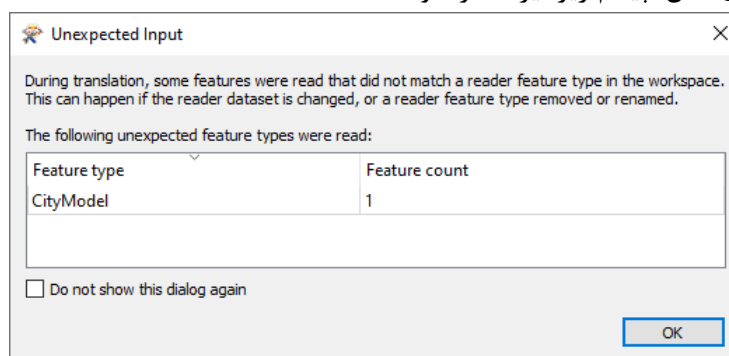
۳- در راه تولید فایل ۳D Tiles از CityGML، باید ابتدا اقدام به اضافه کردن ترانسفورمر دیگری موسوم به FeatureWriter کرد. با این ترانسفورمر می توان داده ورودی را به فرمت های موردقبول Cesium تبدیل نمود. فرمت هایی مانند CityGML، LAS، OBJ و GeoTIFF از این دست فرمت های می باشند. با اضافه کردن این ترانسفورمر و دابل کلیک روی آن، پنجره زیر باز می شود:



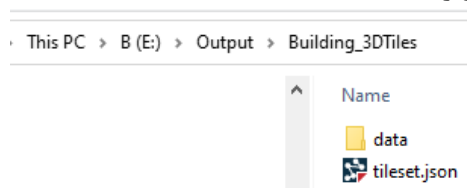
در پنجره بالا، در قسمت Format، گزینه Cesium 3D Tiles انتخاب می شود و در قسمت Dataset، مسیری دلخواه برای خروجی مشخص می شود. در قسمت Cesium 3D Tileset Name، نامی دلخواه برای فولدری که تایلهای خروجی در داخل آن قرار خواهند گرفت، تایپ می شود. تا اینجا کار، مدل به صورت زیر است:



می توانیم در این مرحله، مدل را اجرا کنیم تا فرمت خروجی ۳D Tiles از فایل های CityGML ورودی ایجاد شوند. ممکن است بعد از اجرای مدل، پیغام زیر نیز ظاهر شود.



بعد از اجرای مدل، نتیجه به صورت زیر است:



در داخل فولدر data در شکل بالا، فایلی به نام data0.b3dm ایجاد شده است که همان تایلهای داده های مکانی می باشند. به دلیل اینکه، داده سُرُس ورودی (فایل CityGML) صرفاً شامل ۵ ساختمان سه بعدی بوده، تعداد فایل b3dm ای که ساخته شده است، فقط یک عدد است. هر قدر حجم و جزئیات فایل ورودی بیشتر باشد، تعداد فایل های b3dm نیز بیشتر خواهد بود.

مرجع:

<https://www.linkedin.com/pulse/visualizing-geospatial-data-web-browser-cesium-ion-fme-tiana-warner>
<https://community.safe.com/s/question/0D54Q000080hMeJSAU/citygml-to-cesium-3d-titles>

۳-۲-۱-۲- تبدیل CityGML به ۳D با یک برنامه جاوا اسکریپت

۳-۲-۲- مشاهده ۳D در CesiumJS

۳-۲-۲-۱- پیش گفتار

Cesium اولین پلت فرمی بود رندر با روش چهار درختی (برای داده های برداری را از طریق یک پورتال وب انجام داد. در نسخه Cesium 1.35، قابلیت ۳D گنجانده شد که این امکان را فراهم می کند تا داده های خود که پیشتر به فرمت ۳D تبدیل کرده اید، به راحتی به Cesium اضافه کنید و آن ها را در وب رندر کنید. می توانید داده های خود را هم با نرم افزار تجاری FME 2017.1 و هم با روش های متن باز نظیر ۳D Tiles به فرمت ۳D tiles تبدیل کنید. برای اطلاع حاصل کردن از نحوه استفاده از ۳D Tiles، به آدرس زیر مراجعه کنید:

<https://www.npmjs.com/package/3d-tiles-tools>

افزودن ۳D Tiles تولید شده در Cesium، در localhost نیز امکان پذیر است و دستورالعمل های ایجاد سزیوم localhost را می توانید در لینک زیر ببینید:

<https://cesiumjs.org/tutorials/cesium-up-and-running>

لذا به راحتی ابتدا داده های خود را در FME (یا محیط های دیگر) به فرمت ۳D تبدیل کنید و حتی بافت و متریکال را به آنها اضافه کنید (برای زیبایی بیشتر) و نمایشی جذاب از داده های خود در Cesium ارائه کنید.

نصب CesiumJS

امکان دانلود CesiumJS، از طریق لینک زیر میسر است:

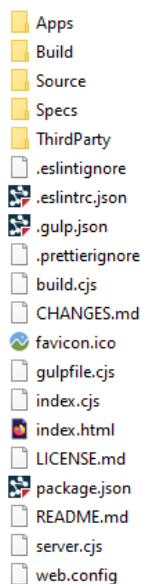
<https://cesium.com/downloads/>

CesiumJS

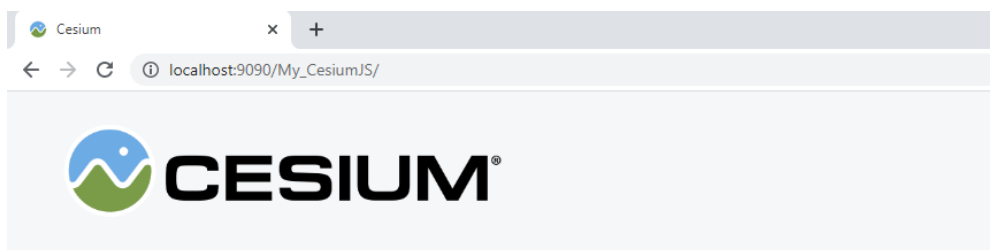
An open source JavaScript library for world-class 3D globes and maps. [Learn more.](#)

DOWNLOAD CESIUMJS 1.96
63 MB Aug 2, 2022

بعد از دانلود کردن و unzip کردن آن، محتویات CesiumJS باید مشابه شکل زیر باشد:



با کپی و سپس paste کردن فولدر CesiumJS (فولدر حاوی موارد فوق) - که اسم آن را My_CesiumJS را گذاشته ایم- در داخل فولدر webapps تامکت (در حالیکه تامکت stop است)، و start کردن تامکت، CesiumJS در داخل تامکت، Deploy می شود و نصب آن کامل می شود. اکنون با تایپ آدرس http://localhost:9090/My_CesiumJS/ در یک مرورگر می توان، به CesiumJS دسترسی پیدا کرد. رویت شکل زیر به معنی درست نصب شدن CesiumJS است.



Cesium ion

Cesium ion is your hub for discovering 3D content and tiling your own data for streaming. CesiumJS and ion work together to enable you to build world class 3D mapping applications.

[Sign up for a free account](#) to get your access token required for using ion's Bing Maps global imagery and Cesium World Terrain assets.

Local links

Documentation	The complete API documentation and reference.
Hello World	The simplest possible Cesium application.
Cesium Viewer	A sample Cesium reference application which allows you to browse the globe and select from a variety of imagery and terrain layers as well as load CZML, GeoJSON, and other formats supported by Cesium.
Sandcastle	Cesium's live code editor and example gallery. Browse examples highlighting features of the Cesium API and edit and run them all in your web browser. Cesium applications created in Sandcastle can be saved and downloaded.
Run tests	Run Cesium's full suite of unit tests

External links

Cesium	Learn about the Cesium team and the Cesium ion platform
------------------------	---

در شکل بالا، فایل با عنوان index.html وجود دارد. اگر مستقیماً روی این فایل کلیک کنیم، کار غیرمعتبری انجام داده ایم. باید قبل از اجرای این فایل، مجموعه فایل های بالا را در یک Web Server container (مانند Tomcat یا apache یا nginx و ...) قرار داد.

همچنین امکان دانلود Cesiumjs مذکور از مسیر زیر نیز میسر است.

<http://cesiumjs.org/downloads.html>

پلت فرم Cesium ion، از وب سرویس ها و ابزارهایی تشکیل شده که مکمل عمل ویژوالیزاسیونی است که CesiumJS انجام می دهد و به این ترتیب، یک پلت فرم نمایش نقشه سه بعدی کامل، ایجاد می کند.

هر نسخه ای از CesiumJS که منتشر می شود، شامل اجزای زیر است:

- **The reference documentation** که در مسیر Build/Documentaion قرار دارد.
- **Cesium.js and all required dependencies** که در مسیر Build/Cesium قرار دارد.
- ماژول های **Asynchronous Module Definition (AMD)** که در مسیر Source قرار دارند.
- **Helloworld.html** که ساده ترین اپلیکیشن ممکن Cesium است و در مسیر Apps/HelloWorld.html قرار دارد.
- **Cesium Viewer** که یک اپلیکیشن ساده رفرنس است و در مسیر Apps/CesiumViewer قرار دارد.
- **Cesium Sandcastle** که یک ادیتور کد زنده و گالری نمونه های مختلف محسوب می شود و در مسیر Apps/Sandcastle قرار دارد.
- **A Node.js-based development server** برای بالا آمدن و اجرا شدن سریع.

مرجع:

<https://www.xyht.com/spatial-itgis/add-3d-tiles-cesium-1-36-make-3d-virtual-scenes/>

۲-۲-۳-۳- اضافه کردن داده های تحت فرمت ۳D Tiles در CesiumJS

حال نوبت به نمایش داده های تحت فرمت ۳D Tiles در Cesium و ارائه آنها به دیگران است که در مرحله قبل آنرا از فایل CityGML تولید کرده ایم. Cesium ای که در تارگت Deploy کرده اید را باز کنید (به این اصطلاحا، Cesium Instance گفته می شود). برای نمایش ۳D Tiles های در Cesium باید دو مرحله کار انجام گیرد که در زیر توضیح داده شده اند:

الف- کپی ۳D Tiles ها در داخل Cesium

بهتر است داده های ۳D Tiles خود (که آنرا ۳D Tiles می نامند)، در فولدر مختص نمایش ۳D Tiles ها کپی کنیم. مسیر این فولدر به این شرح است:

E...\webapps\My_CesiumJS\Specs\Data\Cesium3DTiles

ب- ایجاد کردن یک فایل html برای نمایش ۳D Tiles ها

Cesium Viewer در مسیر زیر قرار دارد:

...\webapps\My_CesiumJS\Apps

یعنی باید فایل با پسوند html که حاوی کدهای مربوط به view کردن ۳D Tiles های ساخته شده در مرحله قبل است، ایجاد کرد و آن را در مسیر فوق، قرار داد.

مرجع:

<https://www.xyht.com/spatial-itgis/add-3d-tiles-cesium-1-36-make-3d-virtual-scenes>

برای ایجاد کردن فایل html فوق الذکر، از فایل دمویی به نام HelloWorld.html که در مسیر زیر قرار گرفته است، بهره می گیریم:

...\Tomcat 9.0_Tomcat9_9092\webapps\My_CesiumJS\Apps

می توان از این فایل html به عنوان یک پایه برای تولید فایل های html موردنظر خودمان استفاده کنیم. یعنی عوارض مکانی را به این فایل اضافه کنیم.

مرجع:

<https://cesium.com/learn/3d-tiling/on-prem/hosting-3d-content/>

کدی که در داخل فایل HelloWorld.html نوشته شده، به صورت زیر است:

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
  <head>
    <!-- Use correct character set. -->
    <meta charset="utf-8" />
    <!-- Tell IE to use the latest, best version. -->
    <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge" />
    <!-- Make the application on mobile take up the full browser screen and disable user scaling. -->
    <meta
      name="viewport"
      content="width=device-width, initial-scale=1, maximum-scale=1, minimum-scale=1, user-scalable=no"
    />
    <title>Hello World!</title>
    <script src="../../Build/CesiumUnminified/Cesium.js"></script>
    <style>
      @import url(../../Build/CesiumUnminified/Widgets/widgets.css);
      html,
      body,
      #cesiumContainer {
        width: 100%;
        height: 100%;
        margin: 0;
        padding: 0;
        overflow: hidden;
      }
    </style>
  </head>
  <body>
    <div id="cesiumContainer"></div>
    <script>
      const viewer = new Cesium.Viewer("cesiumContainer");
    </script>
  </body>
</html>
```

یک کپی از فایل HelloWorld.html فوق گرفته می شود، نام آن به نام دلخواه تغییر داده می شود، و در همان مسیری که HelloWorld.html قرار دارد، گذاشته می شود. فرض کنید نام این فایل Building_from_CityGML.html گذاشته شده است. سپس این فایل در یک نرم افزار ویرایشگر باز می شود و بین دو تگ body در کد بالا، کد زیر جایگزین می شود:

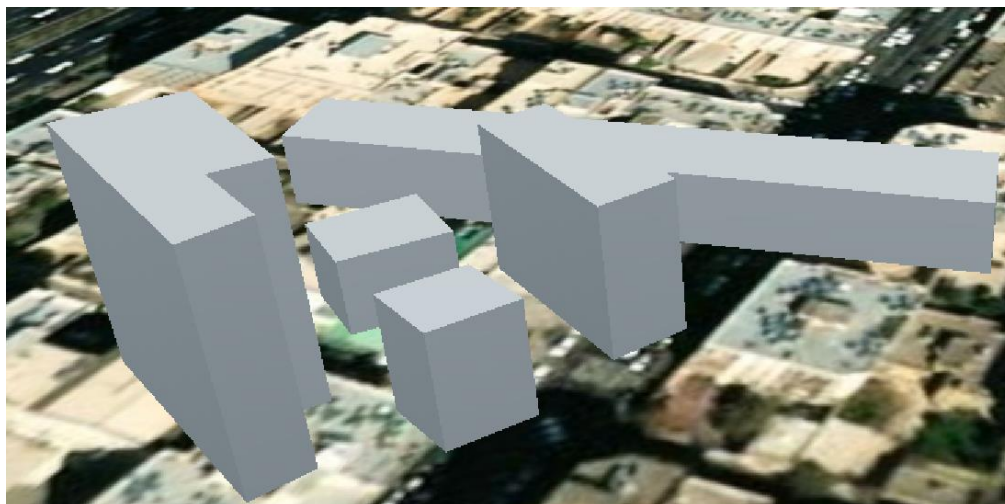
```
<div id="cesiumContainer"></div>
<script>
  var viewer = new Cesium.Viewer('cesiumContainer');
  var tileset = viewer.scene.primitives.add(new Cesium.Cesium3DTileset({
    url : "../../Specs/Data/Cesium3DTiles/Building_3DTiles/tileset.json", // URL from `Starting the Server` section.
  }));
  viewer.zoomTo(tileset);
</script>
```

تنها کاری که باید برای تکه کد بالا انجام شود، قرار دادن مسیر دسترسی به فایل tileset.json در جلوی عبارت url است (در شکل بالا این مسیر با رنگ خاکستری نشان داده شده است).

حال می توان با تایپ مسیر URLی زیر و فراخوانی فایل html، آن ها را مشاهده نمود.

http://localhost:9090/My_CesiumJS/Apps/Building_from_CityGML.html

نتیجه کار، به صورت زیر است. تمام کاری که انجام شد، این بود که پنج ساختمان (پلیگون های سه بعدی) موجود در فایل CityGML، ابتدا به فرمت ۳D Tiles تبدیل شدند و سپس در Cesium مشاهده شدند.



می توان برای آشنایی با نحوه کار با Cesium، می توان به لینک زیر مراجع کرد:

<https://cesiumjs.org/Cesium/Build/Documentation/Scene.html>