

طیف وسیع از کاربران تنها از راه توسعه یک زیرساخت یکپارچه داده‌های مکانی امکان‌پذیر است. تلفیق زیرساخت داده‌های مکانی با موتورهای بازی‌سازی نیز به ایجاد یک بستر تعاملی برای درک بهتر محیط و فرآیندهای دخیل و تبدیل داده و اطلاعات به دانش و خرد کمک شایان توجهی خواهد نمود.

واژه‌های کلیدی: خرد جمعی؛ سامانه مکانی؛ منابع طبیعی و محیط‌زیست هوشمند؛ آبخیز مجازی؛ کلان‌داده.

مقدمه

اهمیت توسعه یک زیرساخت داده‌های مکانی (SDI5)

امروزه سامانه‌های مکانی باهدف جمع‌آوری، دسته‌بندی، دست‌کاری، تحلیل، سازمان‌دهی، مدیریت، خلاصه‌سازی و نمایش داده‌های مکانی در جهت تحقق رؤیای آقای باکمینستر فولر^۶ گام برداشته‌اند [۵، ۱۵]. به‌ویژه در عرصه‌های طبیعی، این سامانه‌ها به اندازه‌گیری و پایش متغیرهای محیطی، شناسایی و کمی‌سازی اثرات انسان بر محیط و روند استفاده از عرصه‌های طبیعی کمک شایان توجهی می‌نمایند. بدین منظور، ابتدا داده‌های پوشش/کاربری زمین، گیاهان، خاک و زمین‌شناسی از ترکیبی از تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی موجود در آرشیوهای مختلف و یا آرشیوهای شخصی خود کاربران تهیه می‌گردد که در ادامه قابلیت تدقیق و یا تلفیق با اندازه‌گیری میدانی پارامترهای زمینی (با استفاده از حسگرهای خودکار و یا جمع‌سپاری) را خواهد داشت [۷]. باید پذیریم که دنیای امروز به سمت سامانه‌هایی باقابلیت جستجو، پایش و یکپارچه‌سازی پیشرفته و هوشمند مجموعه وسیعی از داده‌های مکانی گام برداشته است [۷]. علت این امر آن است که تصویر گویا از رخدادهای پیرامون ما در طبیعت فقط و فقط با کنار هم قرار دادن قطعات جورچین محیطی که همان داده‌ها و اطلاعات تهیه‌شده در علوم مختلف است تحقق می‌یابد. حتی با نگاه صرف به علوم محیطی، عدم یکپارچه‌سازی داده‌ها و اطلاعات معرف فرآیندهای حاکم بر عرصه‌های طبیعی هدف سبب سطحی‌نگری و بخشی‌نگری و نتیجتاً اقدامات بخشی‌نگرانه خواهد شد. این

ضرورت ساخت، توسعه و تلفیق زیرساخت داده‌های مکانی و موتورهای بازی‌سازی باهدف نشر داده و ترویج کشاورزی و منابع طبیعی

آیدینگ کرنزادی^{۱*}، صمد شادفر^۲، اکرم احمدی^۱، سعید شعبانی^۱، سپیده

زوار^۳، صدیقه ملکی^۴

تاریخ دریافت ۱۴۰۱/۱۰/۲۴ تاریخ پذیرش ۱۴۰۲/۰۱/۱۳

چکیده

شالوده تفکر سامانه‌های مکانی بر پایه مفهوم "طراحی" بنا شده است. طراحی یک مفهوم فلسفی ژرف است که نه به اعتبار یک متخصص، بلکه از کنار هم قرار گرفتن کلیه علوم و متخصصین قابل‌تصور در زمینه‌های مختلف علمی به ایجاد یک ابزار پیچیده و درعین‌حال کاربردی منجر شود که برای افراد قابلیت شناخت و حل مشکلات موجود را فراهم می‌نماید. هدف از یک زیرساخت داده‌های مکانی کشاورزی و منابع طبیعی بومی، طراحی یک طراح است. ابزار طراحی‌شده با تکیه بر داده‌ها و اطلاعات به اشتراک گذاشته‌شده در زمینه‌های مختلف علمی در مقیاس‌های مختلف مکانی، الگوی شناخت و مدیریت صحیح محیط طبیعی پویا را برای کاربران خود طراحی نماید. این طراحی ثانویه از تقابل هم‌افزای داده‌ها و اطلاعات شکل می‌گیرد و درنهایت موجب افزایش خرد جمعی جامعه می‌گردد. این تحقیق، به ارزیابی چارچوب زیرساخت داده‌های مکانی در حوزه کشاورزی و منابع طبیعی به پشتوانه هماهنگی سازمانی و امر جمع‌سپاری می‌پردازد. بر اساس افزایش سریع بهره‌برداران دارای اراضی زراعی و هم‌چنین آبخیز‌نشینان به‌عنوان یک واحد مدیریتی بزرگ‌تر، اطلاع از پتانسیل‌ها و محدودیت‌های موجود و خدمت‌رسانی به این

۱- استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات منابع طبیعی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران و نویسنده مسئول؛

Email: a.kornejady@areeo.ac.ir

۲- دانشیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۳- محقق بخش تحقیقات منابع طبیعی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

۴- پژوهشگر پسادکتری، گروه علوم خاک، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

5. Spatial Data Infrastructure

۶- Richard Buckminster Fuller: یک کارآفرین شناخته‌شده در زمینه طراحی سازه‌های مقرون به صرفه و قابل زیست بود که در آخرین طراحی‌های خود از رویای کروی داده‌های مکانی پرده برداشت.



شکل ۱: ساختار شماتیک یک سامانه مکانی (منبع: نویسندگان)

- ایجاد پرسش‌های اساسی در خصوص شناسایی تغییرات و تخریب محیط‌زیست، اینکه آیا به‌واسطه حضور انسان بوده یا تغییرات اقلیمی نیز می‌توانستند تأثیرگذار باشند.

- امکان دسترسی به اطلاعات پایه به‌منظور ارائه مدل‌های پیش‌بینی وقایع به زبان ساده، نظیر مدل پیش‌بینی مخاطرات طبیعی و انسان‌ساخت و سایر پدیده‌های پیچیده محیطی که ارتباط تنگاتنگ و بعضاً زنجیره‌وار دارند.

- امکان نمایش سه‌بعدی دیجیتالی باهدف درک صحیح از دنیای واقعی فراهم گردد.

- امکان تلفیق داده‌های مکانی و سری‌های زمانی فراهم باشد. به‌بیان‌دیگر، یک زیرساخت مکانی سه‌بعدی باید بتواند در برابر چالش‌های دنیای امروزی نظیر چالش‌های پیشرای کشاورزی، منابع طبیعی، تخریب زمین، تغییرات کاربری، تخریب محیط‌زیست، کمبود انرژی، بلایای طبیعی، تغییرات آب‌وهوایی نقشی راهبردی و پایدار ایفا کند. به‌طورکلی، اهداف یک زیرساخت داده‌های مکانی را می‌توان به شکل زیر برشمرد:

- ارائه یک سیستم مکانی بومی باقابلیت نمایش دوبعدی و سه‌بعدی (به‌ویژه برای مطالعات منابع طبیعی و آب‌خیزداری)

- بارگذاری و دریافت داده‌ها و اطلاعات جامع محیطی در مقیاس‌های مختلف مکانی-زمانی

- آموزش جوامع تحقیقاتی، اجرایی و عموم مردم

- یکپارچه‌سازی و به‌اشتراک‌گذاری داده‌ها و اطلاعات

- توانمندسازی جوامع محلی

- هم‌افزایی مشارکت پویا بین مردم و سازمان‌ها

در ادامه به کارکردها و معماری این زیرساخت سامانه مکانی اشاره شده است.

سامانه‌ها با ارائه داده‌های زمانی-مکانی در مدیریت اطلاعات در یک بستر کاربرپسند تحولی شگرف ایجاد نموده‌اند. جمع‌آوری و مدیریت اطلاعات از علوم مختلف در بستر یک سامانه مشترک سبب هم‌افزایی و افزایش هماهنگی سازمان-با-سازمان و مردم-با-سازمان می‌شود. نمایش متنوع و سه‌بعدی پروژه‌های کشاورزی و منابع طبیعی در بخش‌های مختلف نظیر طرح‌های مطالعاتی و پایش، سبب درک بهتر مدیران از مجموعه اقدامات صورت گرفته، جذب بودجه‌های تحقیقاتی و اجرایی از مراکز مختلف، پررنگ نمودن نقش مردم و ایجاد حس مسئولیت در مدیریت عرصه‌های تحت اختیار (اراضی کشاورزی و آب‌خیزنشینیان) با تکیه بر امر جمع‌سپاری^۱ و علم شهروندی^۲ خواهد شد. این سامانه‌ها در حوضه‌های کشاورزی، منابع طبیعی و محیط‌زیست بایستی واجد شرایط زیر باشند [۹، ۱، ۲، ۴].

- باید بتواند با اتصال به زیرساخت‌های اطلاعاتی (زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، داده‌های اقلیمی، منابع آبی، پوشش گیاهی و غیره) طیف وسیعی از مخاطبان جامعه اعم از دانش‌آموزان، دانشجویان، سیاستمداران و برنامه‌ریزان را پوشش دهند.

- نرم‌افزارهای این حوزه باید بتوانند در حوزه سلامت و محیط‌زیست شفاف‌سازی کنند تا بستر ارائه راه‌حل‌ها در راستای توسعه پایدار را فراهم نمایند.

- این سامانه‌ها باید بتوانند شرایطی را فراهم نمایند تا تغییرات سرزمین را در سری‌های زمانی مختلف (تغییرات کاربری اراضی در سنوات گذشته) نمایش دهد که این مهم کمک می‌کند تا تأثیرات توسعه فناوری به‌آسانی قابل‌رویت باشد.

1. Crowdsourcing
2. Citizen Science

معماری و کارکردهای یک سامانه مکانی سه‌بعدی

به‌طور کلی، ساختمان کلیه سامانه‌های مکانی بر پایه یک هرم سلسله‌مراتبی پنج‌طبقه‌ای استوار است. سطوح پایین این هرم از عملیات ساده‌تر و درعین‌حال بنیادی‌تر تشکیل شده‌اند که کارکرد طبقات فوقانی بدان وابسته است.

بر پایه هرم فوق، شش کارکرد اصلی یک سامانه مکانی کاربردی و موفق به ترتیب اهمیت به شرح ذیل می‌باشد:

➤ قابلیت نمایش و جستجو^۱

قابلیت نمایش، بنیادی‌ترین تابع یک سامانه مکانی می‌باشد که شدیداً به توابع دیگر نظیر جمع‌آوری اطلاعات، اعتبارسنجی، سرویس‌های ترکیبی mashup (استفاده از منابع مختلف و تلفیق داده برای ساخت اطلاعاتی جدید و منحصر به فرد) و انتشار داده‌ها بستگی دارد.

➤ جمع‌آوری داده‌ها^۲

این مجموعه عملیات معمولاً می‌تواند به‌صورت آفلاین (از تصاویر ماهواره‌ای) (سطح ۲)، رقوم‌سازی آنلاین و نمونه‌برداری یا محاسبات هندسی (سطح ۳) انجام گیرد. حتی برخی از برنامه‌های تحت وب با استفاده از API^۳ (رابط برنامه‌نویسی کاربردی) طراحی شده‌اند (سطح ۵) که هدف از آن‌ها جمع‌سپاری (crowdsourcing) می‌باشد.

➤ اعتبارسنجی^۴

در علم سنجش‌ازدور، اعتبارسنجی به مفهوم مقایسه مفاهیم استخراج‌شده از تصاویر ماهواره‌ای با شواهد زمینی است. این شواهد با استفاده از داده‌های حاصل از توابع سطح ۲ و ۳ امکان‌پذیر می‌گردد.

➤ قابلیت ترکیب و ارتباط‌پذیری داده‌ها تحت سرویس‌های ترکیبی^۵

ترکیب و ارائه داده‌های با سامانه‌های مختصات گوناگون از جمله داده‌های پایه تصاویر ماهواره‌ای (سطح ۲)، داده‌های وکتوری ترسیم‌شده در خود سامانه (سطح ۳)، داده‌های وکتوری و رستری فراخوانی شده از پایگاه‌های خارج از سامانه نظیر داده‌های وکتوری و رستری ESRI و GeotIFF (سطح ۳) و داده‌های سری زمانی با فرمت kml که توسط خود کاربر تهیه شده‌اند.

➤ مدل‌سازی و شبیه‌سازی

اگرچه رؤیای آل گور برای مدل‌سازی فرآیندهای فیزیکی و اجتماعی در Digital Earth ها هنوز محقق نشده، می‌توان داده‌های سری زمانی رخدادها و فرآیندها را در قالب فایل‌های kml در سامانه‌های مکانی فراخوانی نمود.

➤ کاربرپسند بودن و سهولت استفاده

این قابلیت وام‌دار طراحی یک سیستم منعطف است که کاربر بتواند به‌راحتی با محیط سامانه ارتباط برقرار کند و در آن تغییرات مدنظر خود را اعمال نماید. این تغییرات شامل جستجوی داده‌ها نظیر تصاویر ماهواره‌ای (سطح ۲)، ترسیمات (سطح ۳) و فراخوانی داده‌های با فرمت kml (سطح ۴) باشد.

➤ تدقیق لایه‌ها و اطلاعات سازمانی^۶

با قابلیت Cross Check قبل از اجرای پروژه‌های تحقیقاتی، می‌توان از صحت و سقم لایه‌ها و اطلاعات مکانی اطمینان حاصل نمود.

➤ به‌کارگیری مدل‌های ساده و بهره‌گیری از آن در مباحث کلان

کمبود اطلاعات مکانی همواره بزرگ‌ترین چالش کشورهای درحال توسعه بوده است. از این رو باید همواره بر این باور باشیم که استفاده از مدل‌هایی که کم‌ترین ورودی را دارد می‌تواند در این شرایط راهگشا باشد. با غنی‌سازی سامانه مکانی به محصولات کلی و فرعی در سطوح مختلف، می‌توان این نقطه ضعف (کمبود اطلاعات) را پوشش داد.

➤ سیستم پالایش اطلاعات از طریق سیستم نظردهی^۷

بستر باز تبادل اطلاعات نیازمند یک سیستم پالایش به‌منظور استخراج داده‌ها و اطلاعات صحیح از غلط می‌باشد. برخلاف سامانه‌های بسته، ویژگی چند سکویی (Cross-platform) یک سامانه مکانی جامع به تبادل نظر پویا و ارتباط متقابل متخصصین از علوم مختلف و هم‌چنین جوامع محلی که از دانش بومی بالایی برخوردارند انجامیده و می‌تواند سبب پالایش سریع اطلاعات بارگذاری شده شود. این ارتباط متقابل می‌تواند در شکل نظردهی (پیشنهادیه) و یا ارسال مستندات عینی نظیر عکس (ثابت و ۳۶۰ درجه)، ویدیو و یا سایر اسناد انجام گیرد.

➤ توانمندسازی و تقویت مشارکت در جوامع محلی با تکیه بر جمع‌سپاری و اطلاعات مکانی مردم گستر/ مشارکتی^۸

نقشه‌ها، جداول، نمودارها و متون بایستی در یک سامانه مکانی سه‌بعدی در فرمت‌های استاندارد قابل ارائه و دریافت باشد. لذا، جوامع محلی با آموزش مقدماتی می‌توانند به این اسناد دسترسی داشته و با اشراف بر شرایط محل زندگی‌شان به درک بهتری از شرایط گذشته، حال و آینده دست یابند. این مهم به ظرفیت‌سازی، افزایش آمادگی فیزیکی، اجتماعی و اقتصادی و نتیجتاً کاهش آسیب‌پذیری عناصر موجود در منطقه کمک نموده که این درک متقابل به تحکیم اعتماد بین مردم و ارگان‌ها و هم‌افزایی مشارکت پایدار ختم خواهد شد. لذا، درنهایت با افزایش بینش محیطی، جوامع محلی به طرح و برنامه مشترک با سازمان‌ها برای حل مسائل موجود

6. Cross Check

7. Data refining system via commentation

8. Volunteered Geographic Information (VGI)

1. Visualization and data exploration

2. Data collection

3. Application Programming Interface

4. Validation

5. Data integration/ interoperability and mashups

دست خواهند یافت. اشتراک و انتشار داده‌ها و اطلاعات (Data/information dissemination) را می‌توان کلیدی برای تبدیل این داده‌ها و اطلاعات به دانش و خرد جمعی دانست. با تعیین سطح دسترسی به داده‌ها می‌توان امر اشتراک داده‌ها را نیز هدفمند نمود.

➤ **قابلیت سفارشی‌سازی^۱**

این امکان فراهم است که همه نیازهای خاص سفارش‌دهندگان در همه سطوح (فرمت‌های اطلاعات، ابزارها، روش‌های مشاهده، سطح دسترسی، آنالیزها و ..) به برنامه اضافه‌شده تا در یک برنامه جامع به ارگان مدنظر ارائه گردد. با این قابلیت، دیگر نیاز نیست کاربران اطلاعات برای بررسی اطلاعات مکانی خود به سایر نرم‌افزارها و محیط‌های مکانی موجود رجوع و با تبدیل فرمت‌ها و پروسه ورود اطلاعات دست‌وپنجه نرم کنند. به‌طور مثال اطلاعات GPS خود را می‌توانند بلادرنگ در کنار بانک اطلاعاتی، نقشه‌های ماهواره‌ای، مدل‌های سه‌بعدی و همه دیگر اطلاعات GIS موردنیاز، یکجا و به‌راحتی در یک محیط سفارشی‌شده به همراه داشته باشند.

افزون بر مسائل فنی و بنیادی فوق، یکی از اساسی‌ترین کارکردها که کم‌تر در سامانه‌های مکانی دیگر بدان پرداخته‌شده، بحث آموزش و توانمندسازی افراد می‌باشد. آموزش دیدن و آموزش دادن در سطوح بالاتر (در بخش‌های تحقیقاتی و دانشگاهی و بخش‌های اجرایی) از اهمیت بالاتری برخوردار است. نادیده گرفتن این موضوع سبب شده بسیاری از مطالعات و فعالیت‌های اجرایی نتیجه مطلوبی را به همراه نداشته باشند. دلیل همسو نبودن اغلب پروژه‌ها با نگاه و شعار توسعه پایدار ناشی از نادیده گرفتن این مهم است. دلایل زیادی برای مدیریت نادرست و برنامه‌ریزی‌های غلط و توسعه ناپایدار که منجر به تخریب محیط‌زیست شده است قابل‌ارائه بوده، اما ریشه اصلی این مشکلات در عدم شناخت و عدم آگاهی و درک عمومی از پدیده‌های پیرامونمان نهفته است. چراکه در گذشته، نیاکان ما با نداشتن امکانات و ابزارهای کافی، بهره‌برداری معقول و شایسته‌ای از سرزمین خود داشته‌اند و دلیل این امر داشتن شناخت کافی از سرزمینی بوده که در آن زندگی می‌کردند. به‌طوری‌که به دلیل عدم مهاجرت، نیاکان ما فرصت شناخت پتانسیل‌ها و ظرفیت‌های منطقه خود را داشته و با این شناخت بهره‌برداری متناسب با این ظرفیت‌ها صورت می‌گرفت. لیکن، امروزه مهاجرت در انواع مختلف سبب شده است که افراد درک صحیحی از مناطق سکونت خود نداشته باشند.

چگونه می‌توان به زبان ساده به افرادی که امروزه در شهرهای امروزی زندگی می‌کنند موضوعات و پدیده‌هایی که در اطرافشان در حال رخ دادن هست را معرفی کرد و حساسیت آن‌ها را برانگیخت، تا درباره این موضوعات تفکر نموده و برای بهبود شرایط کنونی اقدام نمایند؟ یک زیرساخت داده‌های مکانی-زمانی دو/سه‌بعدی جامع علاوه بر دارا بودن کارکردهای بنیادین فوق‌الذکر، می‌تواند به اشاعه خرد طبیعی کلیه ذینفعان این سیستم مکانی کمک شایان

1. Customization

توجهی نموده و باقابلیت به اشتراک‌گذاری داده‌ها و اطلاعات مکانی-زمانی از کلیه علوم مرتبط (مستقیم و غیرمستقیم) با حوضه کشاورزی و منابع طبیعی، سبب تحولی شگرف در نظام مطالعات، اجرا و توانمندسازی جوامع محلی و سایر اقشار ایران شود.

کارکرد اینترنت اشیاء در اندازه‌گیری متغیرهای محیطی و ارتباط آن با SDI

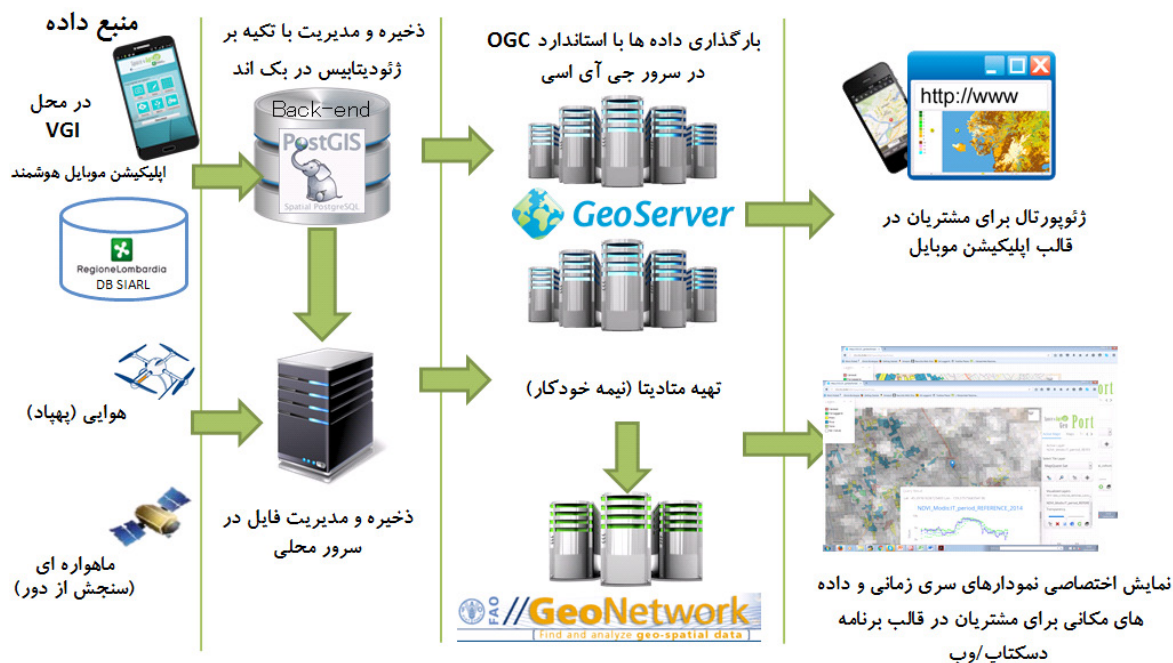
اینترنت اشیاء به زبان ساده به مجموعه‌ای از ابزارهای کاربردی که از طریق شبکه اینترنت توسط کاربران کنترل می‌شوند، اطلاق می‌گردد [۶، ۱۱]. ملموس‌ترین مثال در حوزه کشاورزی، سنجش و کنترل متغیر محیطی دما در گلخانه‌ها می‌باشد. امروزه، در آبخیزهای هوشمند نیز کلیه متغیرهای محیطی قابل‌سنجش از طریق دیتالاگراها ثبت و با استفاده از فناوری اینترنت اشیاء، داده‌های لحظه‌ای در بستر پلتفرم‌های دسکتاپ، وب و موبایل در قالب نمودارها، جداول و متون مفهومی نمایش داده می‌شود. در صورت تلفیق اینترنت اشیاء با یک ابزار تحلیل داده نظیر سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)، می‌توان به یک زیرساخت داده مکانی پویا با قابل‌نمایش، تحلیل و گزارش‌دهی لحظه‌ای به کلیه کاربران ازجمله مدیران دست‌یافت.

بحث و نتایج

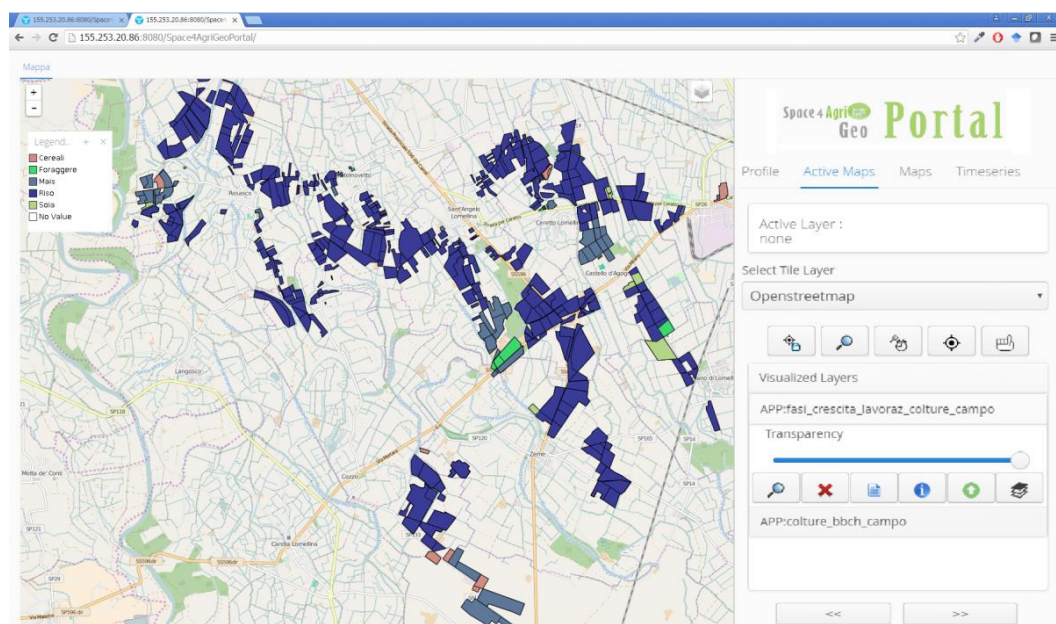
نمونه یک SDI موفق در بخش کشاورزی

یکی از مثال‌های موردی موفق از یک زیرساخت داده مکانی در بخش کشاورزی، می‌توان به پروژه Space4Agri در منطقه لومباردی شمال ایتالیا اشاره کرد [۳]. این سامانه به‌طورکلی برای مدیریت داده‌های مکانی-زمانی در عرصه‌های کشاورزی طراحی و توسعه داده‌شده است. به‌طور خاص، Space4Agri از قابلیت‌های نظیر جذب داده^۲ به‌منظور تمرکززدایی پردازش داده بهره می‌برد. به فرآیند انتقال داده‌ها از یک یا بیش از یک منبع به یک سایت هدف برای انجام پردازش‌ها و تجزیه و تحلیل‌های بیش‌تر، جذب داده گفته می‌شود. البته واژه Ingestion بیش‌تر به معنی بلعیدن داده‌ها است. Data Ingestion یکی از مراحل و فرآیندهای آماده‌سازی داده‌ها^۳ یا همان پیش‌پردازش داده‌ها در داده کاوی به‌حساب می‌آید. منشأ داده‌های جمع‌آوری‌شده در جذب داده می‌تواند منابع مختلفی باشد. ازجمله این منابع می‌توان به دریاچه‌های داده^۴، دستگاه‌های مربوط به اینترنت اشیاء (IoT^۵)، بانک‌های اطلاعاتی مستقر در محل^۶ و کاربردهای مربوط به حوزه نرم‌افزار به‌عنوان خدمت (SaaS) اشاره کرد. مقصد هم می‌تواند محیط‌های هدف متفاوتی باشد، مثلاً می‌توان انبارهای داده ابری^۷ یا بازار داده^۸ را مثال زد.

2. Data Ingestion
3. Data Preparation
4. Data Lakes
5. Internet of Things
6. On-Premise
7. Cloud Data Warehouse
8. Data Mart



شکل ۲: چارچوب زیرساخت داده‌های مکانی-زمانی Space4Agri [۳].



شکل ۳: ژئوپورتال Space4Agri در حال نمایش داده‌های اندازه‌گیری شده در سایت توسط اپلیکیشن موبایل (ارجاع به شکل ۴) [۳].

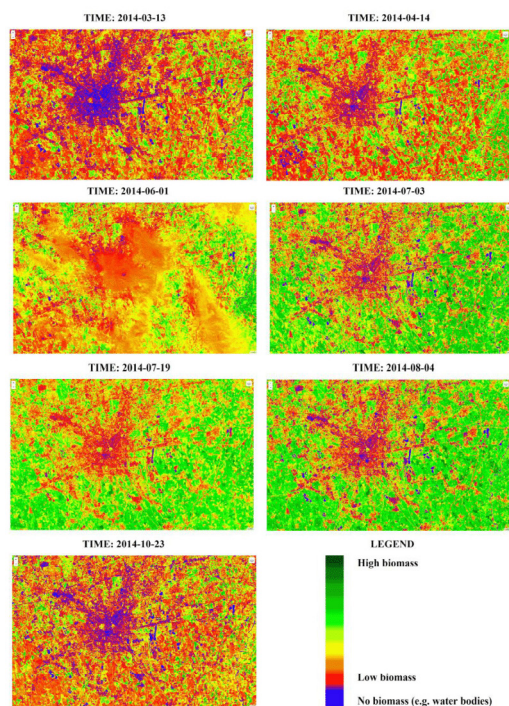
برنامه می‌باشد که خود به دو دسته مقیاس‌پذیری و توسعه عمودی و افقی تقسیم می‌شود. بهره‌گیری از محصولات سنجنش‌ازدوری، استفاده از داده‌های آرشو سازمانی، جمع‌آوری داده‌های محلی اندازه‌گیری شده توسط مردم (جمع‌سپاری شده) با تکیه بر VGI^۳ در بستر برنامه‌های هوشمند موبایل طراحی شده برای کشاورزان و

قابلیت دیگر این سیستم مقیاس‌پذیری^۱ می‌باشد که به‌واسطه گستره گره‌های^۲ فراوان در اینترنت امکان‌پذیر می‌شود. درواقع مقیاس‌پذیری به معنی توانایی یک سیستم برای پاسخ‌گویی به درخواست‌ها، زمانی که تعداد آن‌ها افزایش پیدا می‌کند، بدون تأثیر بر عملکرد سرویس یا

3. Volunteered Geographic Information

1. Scalability
2. Nodes

خودکارسازی تلفیق و یکپارچه سازی داده های مکانی و زمانی تهیه شده از منابع و مقیاس های مختلف و در نهایت قابلیت نمایش، ترتیب بندی^۱، سؤال و پاسخ و جستجو^۲ در قالب یک ژئوپورتال^۳ از دیگر قابلیت های این زیرساخت داده مکانی می باشد. در ادامه شکل هایی از چارچوب شماتیک و محیط رابط کاربری این زیرساخت داده مکانی ارائه شده است.



شکل ۵: محصول سنجش از دوری تهیه شده از وضعیت پوشش گیاهی (شاخص EVI) سایت مدنظر و نمایش آن در قالب سری زمانی برای سال ۲۰۱۴ در ژئوپورتال Space4Agri [۳].

امکان سنجی ایجاد آبخیز هوشمند مبتنی بر SDI

همان طور که پیش تر اشاره شد، یک SDI با جمع آوری، دسته بندی و سازمان دهی، رفع خطاها و حذف موارد اضافی و یکپارچه سازی و در نهایت نمایش استاندارد و مطلوب یک سیلوی داده، مبنای پایه هوشمندسازی و مدیریت و برنامه ریزی را فراهم می سازد. نمود اصلی سیلوهای داده در بحث منابع طبیعی را شاید بتوان در مطالعات فرسایش و رسوب حوضه های زوجی ایران جست که در ۱۲ استان شامل سیستان و بلوچستان (حوضه گوربند)، هرمزگان (حوضه دهگین)، فارس (تنگ شول)، خراسان رضوی (حوضه کاخک)، همدان (حوضه گوربند)، یزد (حوضه طاحونه)، کردستان (حوضه خامسان)، آذربایجان شرقی (حوضه هریس)، خوزستان (حوضه شوش)، البرز (حوضه طالقان)، گلستان (حوضه کچیگ) و مازندران (حوضه کسلیان) مستقراند. این سیلو حاصل از دو دهه داده برداری از ۱۴ متغیر هواشناسی و چندین متغیر هیدرومتری و فرسایش و رسوب بوده که در بازه های زمانی بسیار دقیق (یک الی ۱۰ دقیقه) برداشت شده اند. اطلاعات توسط حسگرها در دیتالاگرها ذخیره و در صورت دسترسی مناسب اینترنت در سایت هر حوضه زوجی، توسط شبکه GPRS به سایت مرکزی مخابره می شوند و امکان دریافت داده های خام امکان پذیر است. طی سال های اخیر، برداشت داده های توپوگرافی دقیق توسط فناوری های نوین پهپاد و لیزراسکن نیز به این مجموعه داده اضافه شده است. داده های توپوگرافی و مدل سه بعدی به عنوان اصلی ترین محصولات فتوگرامتری پهپاد در پروژه های اخیر،



شکل ۴: نرم افزار موبایل طراحی شده و مراحل کاری برای ثبت داده های اندازه گیری شده در سایت محلی [۳].

1. Sorting
2. Query
3. Geoportal



شکل ۸: تور مجازی در حوزه آبخیز بر روی مدل سه بعدی پهپاد (منطقه گوربند زاهدان، استان سیستان و بلوچستان؛ تهیه توسط نویسندگان با استفاده از موتور بازی سازی Unreal Engine 4)

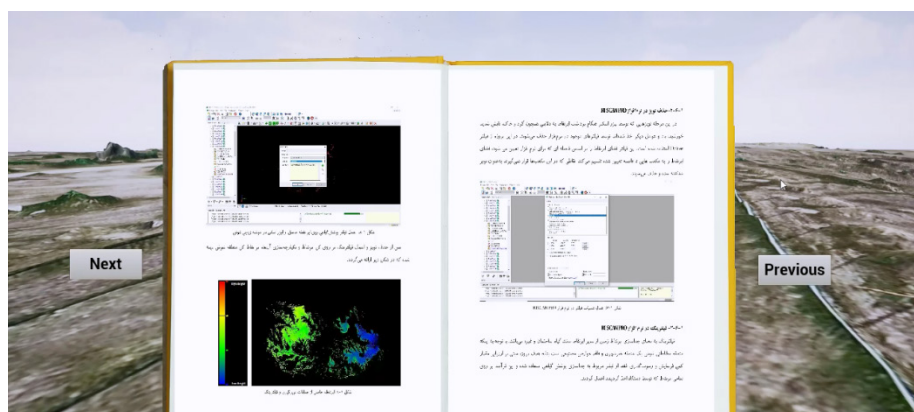


شکل ۹: شبیه سازی پدیده های دینامیک نظیر مخاطرات طبیعی (ریزش سنگی) در بستر پویا و تعاملی ماکت مجازی حوزه آبخیز (منطقه گوربند زاهدان، استان سیستان و بلوچستان؛ تهیه توسط نویسندگان با استفاده از موتور بازی سازی Unreal Engine 4)

دنیای مجازی از طریق داده می باشد. نسخه دیجیتال و مجازی دنیای واقعی باید کاملاً شبیه یکدیگر باشند تا واژه دوقلوی دیجیتال به معنای واقعی نمود یابد. مدل های سه بعدی و توپوگرافی دقیق پهپاد این مهم را فراهم می نماید. استفاده از موتورهای بازی سازی به منظور

مبنای ایجاد یک دوقلوی دیجیتال^۱ با تکیه بر موتورهای بازی سازی^۲ می باشد. طبق تعریف، یک دوقلوی مجازی، اتصال دنیای واقعی با

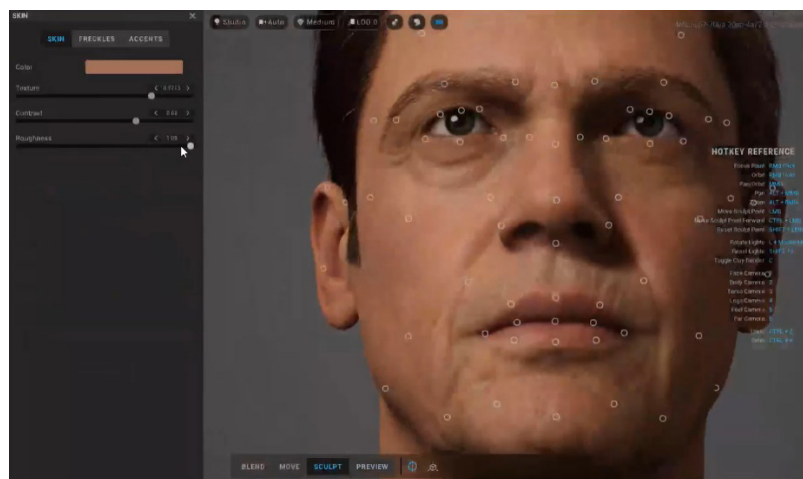
1. Digital Twin
2. Game Engines



شکل ۱۰: طراحی منو، نمایش گزارش‌ها و داده‌ها و امکان برقراری دیالوگ و اخذ اطلاعات در بستر آبخیز مجازی (حوضه زوجی شوش، استان خوزستان؛ تهیه توسط نویسندگان با استفاده از موتور بازی‌سازی Unreal Engine 4)

تور مجازی و شبیه‌سازی در حوزه‌های آبخیز زوجی و محیط‌های طبیعی ارائه‌شده است. هم‌چنین، ایجاد تورهای مجازی حاصل از عکس‌های ۳۶۰ درجه نیز به درک محیط طبیعی مورد مطالعه کمک شایان توجهی می‌نماید که در شکل ۱۱ ارائه‌شده است.

انعطاف بالا و امکان تغییر در فضا، اضافه کردن المان‌های جدید جهت معرفی و ترویج اقدامات آبخیزداری برای اقشار مختلف و شبیه‌سازی اولیه پدیده‌های طبیعی کاربرد بالایی دارند. در شکل‌های زیر، نمونه‌هایی از استفاده از موتورهای بازی‌سازی برای نمایش،



شکل ۱۱: شبیه‌سازی کاراکترها در ماکت مجازی (تهیه توسط نویسندگان با استفاده از ابزار MetaHuman موتور بازی‌سازی Unreal Engine 4)



شکل ۱۲: تهیه تور مجازی از بخش تحقیقات منابع طبیعی و آب‌خیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، با استفاده از پردازش و اتصال هدفمند تصاویر ۳۶۰ درجه متوالی دارای مختصات باقابلیت ارائه اطلاعات سودمند در هر ایستگاه و نمایش ۳۶۰ درجه از محیط اطراف (تهیه توسط نویسندگان)

گلستان به بیش از ۲۲۰ هزار نفر می‌رسد. از سوی دیگر سطح و تنوع زیر کشت استان نیز در حال توسعه می‌باشد. لذا، مدیریت یک سیستم پیچیده‌ای از عرضه و تقاضا، توجه ویژه و هم‌زمان به معیشت بهره‌برداران و توسعه پایدار کشاورزی نیازمند یک سیستم یکپارچه‌سازی داده‌های مکانی-زمانی می‌باشد که فقدان آن نه در استان گلستان، بلکه در کل ایران نیز محسوس است. ارائه آمارها و اطلاعات متناقض، اقدامات مجزا در ارگان‌های مختلف وابسته به بخش کشاورزی و ضعف‌های موجود در زمینه‌های ظرفیت‌سازی و هم‌راستاسازی بهره‌برداران با جریان مدیریتی حاکم بر استان و اشاعه غلط مدیریت بالابه‌پایین همه و همه ناشی از فقدان یک سامانه

حال که دو مؤلفه اصلی: (۱) داده‌برداری و مخابره خودکار و هوشمند داده در حوضه‌های آبخیز و (۲) تولید مدل مجازی از محیط فیزیکی در موتورهای بازی‌سازی صورت گرفته، اقدام بعدی و قابل‌تصور در بستر حوضه‌های آبخیز ایجاد یک SDI با رعایت کلیه الزامات آن و اتصال دو مؤلفه فوق از طریق اینترنت اشیا می‌باشد. بدین ترتیب، کلیه ذی‌نفعان حوضه (اعم از ساکنین حوضه، مراکز خصوصی، اجرایی، تحقیقاتی و دانشگاهی) بدون نیاز به مراجعه به محل، قادر به سرکشی به حوزه آبخیز و پایش داده‌ها خواهند بود. الزامات زیرساخت داده‌های مکانی کشاورزی و منابع طبیعی تعداد بهره‌برداران بخش کشاورزی فراوان بوده و تنها در استان

یکپارچه مشتمل بر اساسی ترین داده‌های موجود باهدف شفاف‌سازی قوت‌ها، ضعف‌ها، فرصت‌ها و تهدیدات بخش کشاورزی می‌باشد. این سامانه بایستی در مراحل مختلف کارکردی خود نظیر جمع‌آوری و پایش داده‌ها، ارتباط پویای خود را با بهره‌برداران حفظ نماید که در قالب اقداماتی نظیر جمع‌سپاری، علم‌شهروندی و اطلاعات مکانی مردم گستر امکان‌پذیر است. هم‌چنین، این نوع از همکاری بایستی تا مراحل ترویج نیز در قالب اقداماتی نظیر مزرعه مجازی و دوقلوی دیجیتال ادامه یابد.

به‌طورکلی مراحل زیر بایستی برای دستیابی به یک زیرساخت داده مکانی طی شود. برخی از این مراحل بسته به روش مورد استفاده ممکن است مکرراً انجام گیرند.

- **انتخاب متدولوژی:** انتخاب متدولوژی مناسب برای پروژه شامل روش حلزونی، تکرار، فرآیند یکپارچه و ...؛ که با توجه به اهداف و ویژگی‌های مدنظر مورد استفاده قرار می‌گیرند.

- **مطالعات امکان‌سنجی:** مطالعات امکان‌سنجی بر اساس اطلاعات فنی و مالی برآورد پتانسیل و میزان عملی بودن ساخت سیستم و ارزیابی سیستم موردنظر و مقایسه آن با سامانه‌های مشابه به‌منظور مشخص کردن نقاط قوت و ضعف و شناسایی عوامل شکست پروژه انجام می‌شود. برای ارزیابی امکان‌پذیری بودن پروژه با توجه به بودجه موجود و نیازهای اعلام‌شده و انتخاب بهترین راه‌حل برای این منظور می‌بایست شناخت کلی از اهداف سیستم و نیازهای کاربر به‌دست‌آمده و به مسائلی مانند شرح سیستم، پیش‌فرض‌ها، زمان‌بندی و منابع مالی (انسانی، تجهیزات، ...)، سود و زیان، روش‌های تولید نقشه و اطلاعات مکانی و محدودیت‌ها توجه ویژه شود.

- **نیازسنجی:** نیازسنجی به‌منظور شناسایی دقیق اهداف سیستم، فرآیند سازمانی و نیازهای کاربر و تجزیه و تحلیل درخواست‌های کارفرما به‌منظور تهیه فهرستی بهینه از نیازها انجام می‌گیرد. این مرحله به‌صورت کلی شامل شناسایی اهداف سیستم، شناخت سازمان و فرآیندهای کاری ذی‌ربط، شناسایی نیازهای اطلاعات مکانی و توصیفی، شناسایی کاربران سیستم، تعیین نحوه تحلیل‌های موردنیاز سیستم و پارامترهای نرم‌افزاری و سخت‌افزاری، مدل خارجی و سازمان‌دهی اطلاعات شناسایی‌شده و ارتباطات بین آن‌ها می‌باشد.

- **طراحی مدل مفهومی (Conceptual Model):** مدل مفهومی بر اساس واقعیات موجود و به‌منظور ترسیم و مکتوب نمودن فرآیندهای ارتباط‌دهنده آن‌ها در قالب entityها و روابط مکانی و غیرمکانی شامل انتخاب توصیفات لازم هر entity، جلوگیری از افزونگی، اجتناب از ایجاد توصیفات ترکیبی، بیان دقیق روابط، جلوگیری از ایجاد روابط چندگانه، استفاده درست از روابط مکانی و کنترل مدل به کمک شبیه‌سازی و اطمینان از عدم هرگونه ناهمخوانی در مدل انجام می‌گیرد.

- **بررسی داده‌های موجود:** در این مرحله بر اساس نیازسنجی انجام‌شده و با توجه به طراحی مفهومی می‌بایست مطالعات

لازم جهت شناسایی داده‌های مناسب سیستم را با در نظر گرفتن داده‌های موجود انجام گیرد. در انتخاب داده‌های موجود می‌بایست در صورت وجود فراداده مواردی از قبیل تاریخ داده، کیفیت داده، محتوی، مفهوم و ساختار داده مدنظر قرار گیرد.

- **ارزیابی و انتخاب نرم‌افزار و سخت‌افزار:** ارزیابی و انتخاب نرم‌افزار و سخت‌افزار با در نظر گرفتن مواردی از قبیل وجود تابع موردنیاز، مناسب بودن عملکرد برای کاربر، خدمات پس از فروش، امکانات توسعه و تغییر متناسب با شرایط، هزینه‌های خرید و نگهداری با توجه به ابعاد پروژه انجام می‌گیرد. نرم‌افزارهای سیستم اطلاعات مکانی بخش اصلی وظایف اجرایی سیستم را بر عهده دارند که خود می‌تواند شامل یک یا چند نرم‌افزار باشد. اجزای مختلف نرم‌افزاری سیستم را می‌توان به سه گروه مدیریت و ساختاردهی، توابع پردازش و توابع نمایش تقسیم کرد.

- **طراحی مدل منطقی و فیزیکی:** مدل منطقی می‌بایست امکان پیاده‌سازی مدل مفهومی را در ساختار نرم‌افزاری سیستم مدیریت پایگاه داده فراهم نماید. طراحی مدل داخلی/فیزیکی نیز پس از پایان طراحی ساختار و ذخیره‌سازی در محیط نرم‌افزاری سیستم مدیریت پایگاه داده انجام می‌گیرد.

- **یکپارچه‌سازی سیستم:** این مرحله به ترکیب مراحل قبلی باهدف ایجاد سیستم موردنظر می‌پردازد و در پایان این مرحله سیستم بر اساسی طراحی با استفاده از نرم‌افزار و سخت‌افزار انتخاب‌شده شکل می‌گیرد. این مرحله عبارت است از سفارش یا جمع‌آوری داده‌های مکانی و توصیفی و ایجاد فایل رقومی و تشکیل سیستم اطلاعات مکانی.

- **آزمودن و ارزیابی سیستم:** این مرحله به‌منظور آزمایش کردن سیستم ایجادشده در منطقه‌ای محدود با داده‌های نمونه به‌منظور رفع ایرادات احتمالی و شناسایی نقاط ضعف و کنترل و تصحیح آن‌ها، بهبود برآورد زمانی و مالی جمع‌آوری داده و آزمایش کردن گردش کار و ارتباط بخش‌های اجرایی می‌باشد.

- **پیاده‌سازی نهایی سیستم:** این مرحله پس از اطمینان از آزمودن و ارزیابی سیستم باهدف جمع‌آوری داده‌های مکانی و توصیفی برای کل سطح پروژه انجام می‌گیرد و در پایان این مرحله سیستم عملاً راه‌اندازی و تحویل کارفرما می‌گردد.

- **نگهداری و پشتیبانی سیستم:** با توجه به ماهیت پویای سیستم و هم‌چنین تأثیر عوامل و تغییرات گوناگون، نگهداری و پشتیبانی سیستم حیاتی است. این مرحله توسط متخصصین داخل یا خارج از سازمان انجام می‌گیرد. نگهداری و پشتیبانی مواردی از جمله تهیه نسخه‌های پشتیبان، به‌هنگام‌سازی طبق برنامه و روتین و سایر اقدامات بهبود و اصلاح سیستم را شامل می‌شود.

- **مستندسازی:** مستندسازی به‌منظور ثبت وضعیت یا سوابق پروژه و حفظ مشخصات فنی سیستم برای فعالیت‌ها و توسعه‌های آتی شامل اهداف سیستم، نیازهای کاربر، طراحی و مدل‌های داده، راهنمای به‌کارگیری سیستم و گزارش‌ها امکان‌سنجی، گزارش‌ها

مرحله‌ای و ... انجام می‌گیرد.

- آموزش: آموزش کارکنان کارفرما به صورت مکمل "راهنمای به‌کارگیری سیستم" انجام می‌شود.

تحقیقات موجود در ایران در زمینه الزامات و معضلات زیرساخت داده‌های مکانی نیز با بررسی‌های به‌عمل‌آمده در این تحقیق هم‌راستا است [۸، ۱۰، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۶]. به‌طوری‌که نبایست در کنار کلیه مزایای قابل‌ارائه توسط SDI، از مسائل و مشکلات امنیتی-دفاعی آن‌ها چشم پوشید، بلکه می‌توان با مهندسی معکوس این تهدید را به فرصت تبدیل نمود و بر قدرت حفاظت و آمادگی ملی در حوزه اطلاعات افزود [۱۰]. لذا، می‌توان با علم به این موضوعات و با پیش‌شرط رعایت الزامات منطقه‌ای و ملی نظیر تهیه آرشیوها و پایگاه داده‌های منظم و ترجیحاً شیء‌گرا، به‌سوی یک SDI بین‌المللی و بین‌مرزی نیز گام برداشت [۱۴]. این الزامات نه تنها در رعایت معماری SDI بلکه می‌بایست در سطح کلان داده‌ها نیز با توجه ویژه به مقیاس‌پذیری، کارایی، همگرایی، سادگی اجرا و لایه‌بندی اصولی داده‌ها اجرا گردد [۱۶]. هم‌چنین، افزون بر مسائل مالی دخیل در تشکیل و توسعه SDI، عواملی نظیر ناهماهنگی درون و برون سازمانی، ظرفیت‌سازی، تغییر رفتار فردی، سازمانی و فرهنگ‌سازی در زمینه به اشتراک‌گذاری از موانع اصلی توسعه به شمار می‌روند و بعضاً بر مسائل مالی پیشی می‌گیرند [۱۲]. درنهایت برنامه‌های پایش منابع طبیعی کشور می‌بایست در زیر چتر یک SDI حاصل از داده‌های فراواکای شده و به‌صورت منسجم فرآیندهای چندمقیاسی را پوشش دهد [۱۳].

نتیجه‌گیری

با بررسی نیازهای جوامع محلی، سیستم تحقیقات و متولیان اجرا، می‌توان به‌عین کمبود یک زیرساخت جامع نمایش و تحلیل داده‌های مکانی-زمانی کشاورزی و منابع طبیعی را حس نمود. به عبارتی، عدم اطلاع از داده‌ها و اطلاعات ارزشمند تهیه‌شده در ارگان‌های مختلف خود مانع ایجاد ادبیات مشترک بین سازمان‌ها و عدم اطلاع از نیازهای یکدیگر شده است. هم‌چنین، این ارگان‌ها خواسته یا ناخواسته تاکنون از قابلیت ارزشمند اطلاعات جمعی و ارزش‌افزوده فرآیندهای جمع‌سپاری، اطلاعات مکانی مردم گستر/مشارکتی و علم شهروندی غافل مانده است. جمع‌آوری، تجمیع، پالایش، نمایش، تحلیل ادواری و بازبینی این داده‌ها و اطلاعات نیازمند یک زیرساخت داده می‌باشد که بتوان به‌واسطه آن به شناخت جامعی از قوت‌ها، ضعف‌ها، فرصت‌ها و تهدیدات محیط دست‌یافت. در ارتباط با حوضه منابع طبیعی، نمایش کلیه داده‌های در حال پایش نظیر دما، بارش، رواناب، رسوب، نقشه‌های موضوعی و غیره در قالب‌های استاندارد در این زیرساخت داده‌های مکانی امکان‌پذیر است. حلقه نهایی و مفقوده اکثر این نوع زیرساخت‌ها ترویج بوده که بایستی امروزه با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین به ثمر رسد و شاید وقت آن رسیده که از روش‌های سنتی عبور کنیم. مزرعه

مجازی و دوقلوی دیجیتال با بهره‌گیری از اینترنت اشیاء می‌تواند این مهم را امکان‌پذیر سازد. درمجموع، کشور ایران به‌عنوان یک عرصه طبیعی با سطح زیر کشت قابل‌توجه با حجم عظیمی از داده‌ها از فرمت‌ها و تیپ‌های مختلف مواجه است (Big data)، لذا استخراج الگوهای محیطی وابسته به مکان و زمان از این مجموعه بزرگ از داده تنها به مدد توسعه یک زیرساخت داده‌های مکانی فراهم می‌گردد که خود زمینه مدل‌سازی، پیش‌بینی و برنامه‌ریزی را نیز فراهم خواهد نمود.

تقدیر و تشکر

بدین‌وسیله مراتب قدردانی و سپاس خود را از حسن همکاری جناب آقای مهندس عباس گلی‌جیرنده، مدیرعامل محترم شرکت نوآوران علوم مکانی، جهت در اختیار قرار دادن داده‌های ارزشمند فتوگرامتری پهباد حوضه‌های زوجی اعلام می‌نمایم.

منابع

1. Ali, A., and Imran, M. 2021. National Spatial Data Infrastructure vs Cadastre System for Economic Development: Evidence from Pakistan. Land, 10 (2), 188, 1-17.
2. Bernard, L., Kanellopoulos, I., Annoni, A., and Smits, P. 2005. The European geoportal—one step towards the establishment of a European Spatial Data Infrastructure. Computers, environment and urban systems, 29 (1): 15-31.
3. Bordogna, G., Kliment, T., Frigerio, L., Brivio, P. A., Crema, A., Stroppiana, D., and Sterlacchini, S. 2016. A spatial data infrastructure integrating multisource heterogeneous geospatial data and time series: A study case in agriculture. ISPRS International Journal of Geo-Information, 5 (5), 73, 1-27.
4. Feeney, M., Rajabifard, A., and Williamson, I. P. 2001. Spatial data infrastructure frameworks to support decision-making for sustainable development. In 5th Global Spatial Data Infrastructure Conference.
5. Fuller, B. 1954. Richard. "Geodesic dome for model dining room. Progressive Architecture, 4, 9-10.
6. Ghasemloo, N., Matkan, A. A., Alimohammadi, A., Aghighi, H., Mirbagheri, B. 2023. The Use of the Internet of Things Technology in Collecting Environmental Information of Agricultural Lands using Sensor Observation Service. Journal of RS and GIS for Natural Resources 14(4): 9-12 (In Persian).
7. Gore, A. 1999. "The Digital Earth: Understanding Our

12. Oskouei, A. K., Khoshemehr, M. S. 2018. Identifying and prioritizing the challenges of data sharing and spatial information. *Scientific - Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR)* 27(106): 37–55 (In Persian).
13. Parvizi, Y., Arabkhedri, M. 2022. Main Approaches and Designing Frameworks for Comprehensive Program for Monitoring the Country's Natural Resources. *Strategic Research Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources* 7(2): 177–192 (In Persian).
14. Peyvandi, A. A., Sarpoolaki, M. 2005. European Reference Datasets for European Spatial Data Infrastructure and Development Status of Common Specifications in Iran. *First Geographic Information Systems Conference, Tehran*, (In Persian).
15. Turner, F. 2009. R. Buckminster Fuller. *New Views on R. Buckminster Fuller*: 146–159.
16. Yeganeh, H., Dindoost, M., Sabaei, H. 2014. The Next Generation Infrastructures for Big Data. *Big Data Conference, Tehran*, (In Persian).
- Planet in the 21st Century.” *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 65 (5): 528–530.
8. Hosseini, J., Nezam-Mahalleh, M. A., Hemmati, S. 2015. *Spatial Data Infrastructure (SDI)*. Mahvareh Press. 143 p. (In Persian).
9. Koshkarev, A. V., Antipov, A. N., Batuyev, A. R., Yermoshin, V. V., and Karakin, V. P. 2008. Geo-portals as part of spatial data infrastructures: Russian Academy-supported resources and geoservices. *Geography and natural resources*, 29 (1): 18–27.
10. Madadi, S., Tumanian, A., Jalalinasab, A. 2017. Assessing the Role of Developing the Spatial Data Infrastructure (SDI). *Twenty-forth National Conference and Exhibition of Geomatic, National Cartographic Center of Iran, Tehran* (In Persian).
11. Maleki, Z., Tayeb, A., Ananati, M., Karimi, M., Honarmandnejad, F., Hadinejad, M. 2021. On account of the applicability of Internet of Things (IoT) in Natural Resources. *Second International Conference and Fifth National Conference on Natural Resources and Environment, Ardabil*, (In Persian).



Abstract

The Necessity to Produce, Develop and Integrate Spatial Data Infrastructure with Game Engines for Data Dissemination and Extension of Agriculture and Natural Resources

A. Kornejady^{*1}, S. Shadfar², A. Ahmadi¹, S. Shabani¹, S. Zavar³ and S. Maleki⁴

Received: 2023/01/14 Accepted: 2023/04/02

The core idea of spatial data infrastructures (SDI) is based on "Design". The word "design" bears a deep philosophical meaning as it becomes a complicated yet practical tool owing to the confluence of experts from different disciplines, and not one particular science area, to borrow the people a grant of recognition/understanding and problem-solving. The primary purpose of developing an SDI is to design a designer; that is, it can design the recognition pattern and a suitable management strategy of the dynamic world for the end-users based on the input disseminated transdisciplinary data and information. Such a secondary (yet as important) design is underpinned by the synergistic conglomeration of data and information, eventually increasing the collective wisdom and co-intelligence in a society. Current research sets out to assess the applicability of designing a provincial SDI framework for the agriculture and natural resources sectors, availed by organizational coordination and the notion of crowdsourcing. Due to swift growth in farmers and, on the other hand, watershed stakeholders as a larger management unit, attaining a holistic grasp on the existing and potential strengths and weaknesses to assist such a sizeable beneficial spectrum would only be surmounted by producing and developing an SDI. Integrating SDIs with game engines would create an interactive environment, leading to a better understanding of the environment and the involved processes and converting data & information into knowledge and wisdom.

Keywords: Collective wisdom; Spatial platform; Smart natural resources and environment; virtual watershed; Big data.

1. Assistant Professor, Research Department of Natural Resources, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran, and corresponding author: Email: a.kornejady@areeo.ac.ir

2. Associate Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute (SCWMRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

3. Research Fellow, Research Department of Natural Resources, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran.

4. Postdoctoral Researcher, Dept. of Soil Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.