

ارایه رویکردی به منظور برازندگی مدل مفهومی تخصصی برای استفاده در محیط‌های اطلاعات مکانی مردم‌گستر (مطالعه موردی: منابع آب سطحی)

حسین بهادری زاده^{۱*}، محمدرضا ملک^۲

^۱ کارشناس ارشد سیستم‌های اطلاعات مکانی - دانشکده مهندسی نقشه‌برداری - دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین

طوسی

bahadorizadeh@email.kntu.ac.ir

^۲ دانشیار دانشکده مهندسی نقشه‌برداری - دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

mrmalek@kntu.ac.ir

(تاریخ دریافت شهریور ۱۳۹۹، تاریخ تصویب آبان ۱۳۹۹)

چکیده

امروزه سامانه‌های اطلاعات مکانی مردم‌گستر رویکردی نوآورانه، سریع و کم‌هزینه برای جمع‌آوری اطلاعات فراهم کرده است. یکی از مشکلات استفاده از این رویکرد، ناهمگونی معنایی داده‌ها است. یکی از روش‌های نوین و علمی مدلسازی مورد استفاده با رویکرد حل مشکلات مربوط به ناهمگونی معنایی داده‌ها، هستارشناسی است. اما استفاده از هستارشناسی برای جمع‌آوری اطلاعات در سامانه‌های مردم‌گستر دارای چالش‌هایی اساسی است. با توجه به اینکه هستارشناسی برآمده از منابع تخصصی و روالی فنی است، در نتیجه استفاده از آن نیازمند ابزار و اطلاعات تخصصی است و خروجی آن برای افراد متخصص و کارشناسان فن قابل استفاده خواهد بود، در حالیکه اطلاعات مکانی مردم‌گستر توسط افرادی جمع‌آوری می‌شوند که نوعاً اطلاعات تخصصی نداشته و عاری از ابزار تخصصی هستند. بنابراین در تحقیق حاضر راهکاری ارائه شده تا برای جلوگیری از ایجاد ناهمگونی معنایی، مدل هستارشناسی برای جمع‌آوری اطلاعات در سامانه‌های اطلاعات مکانی مردم‌گستر بگونه‌ای بکار برده شود که نیازی به داوطلبان آگاه و استفاده از ابزار خاص نباشد. در این راهکار پس از جمع‌آوری اطلاعات و توسعه‌ی مدل هستارشناسی اطلاعات در زمینه‌ی تخصصی مورد نظر، به کمک کلاس‌ها، زیرکلاس‌ها، روابط و ویژگی‌های موجود در مدل هستارشناسی، یک مدل مفهومی قابل فهم برای عموم در سه سطح جزئیات ایجاد شده است. سپس این مدل مفهومی با استفاده از یک جدول مراجعه، به مدل هستارشناسی مرتبط شده است. با این کار داوطلبان بر اساس مدل مفهومی اطلاعات خود را در سامانه‌ی اطلاعات مکانی مردم‌گستر وارد می‌کنند و نتیجه از مدل هستارشناسی به عنوان خروجی در اختیار تصمیم‌گیران قرار خواهد گرفت. در نهایت با مطالعه موردی منابع آب‌های سطحی، مدل مفهومی از منظر سادگی و عدم ابهام داوطلبان و عدم نیاز به اطلاعات تخصصی برای استفاده از آن، ارزیابی شد. با توجه به نتایج، می‌توان گفت ۸۳ درصد از مدل مفهومی بدون ابهام بوده و بدون آموزش برای کاربران قابل فهم است. همچنین نتایج خروجی از مدل هستارشناسی از منظر کارایی برای تصمیم‌گیری ارزیابی شد که نتایج، نشان‌دهنده‌ی تناسب ۸۸ درصد از اطلاعات خروجی از مدل هستارشناسی برای تصمیم‌گیری است. بنابراین نتایج ارزیابی مدل مفهومی و مدل هستارشناسی، کارا بودن آن‌ها برای هدف مورد نظر را نشان می‌دهد.

واژگان کلیدی: اطلاعات مکانی مردم‌گستر، ناهمگونی معنایی، مدل هستارشناسی، مدل مفهومی، جدول مراجعه

۱- مقدمه

امروزه تخریب منابع طبیعی، آلودگی‌ها، بیماری‌ها و بسیاری مشکلات تهدیدکننده‌ی دیگر برای بشر، در بسیاری از نقاط جهان در حال افزایش است [۱]. چنین مواردی فقط نمونه‌هایی از چالش‌های موجود و نیاز به داشتن اطلاعات مناسب برای مدیریت آن‌ها را بیان می‌کند. از این رو توجه به حل مشکلات موجود در چنین زمینه‌هایی و مدیریت آن‌ها از مهمترین موضوعات تحقیقاتی به شمار می‌رود. از طرفی مدیریت صحیح در هر زمینه‌ای نیازمند اطلاعات بروز و تهیه‌شده در کمترین زمان ممکن می‌باشد. بنابراین اطلاعات و روش‌های جمع‌آوری آن‌ها در مدیریت مشکلات اهمیت فراوانی دارند.

علیرغم اینکه عموم مردم دانش و ابزار تخصصی برای جمع‌آوری اطلاعات ندارند، اما مشارکت عمومی می‌تواند نقشی اساسی در مدیریت مشکلات ایفا کند [۲]. چنین مشارکتی می‌تواند از طریق جمع‌آوری داده‌های بروز و کم‌هزینه در رابطه با مسائل و مشکلات باشد. اما استفاده از مردم با توجه به سلايق و علايق متفاوت آن‌ها، احتمال بوجود آمدن ناهمگونی ساختاری و معنایی در اطلاعات مکانی مردم‌گستر را در پی دارد [۳].

ناهمگونی ساختاری زمانی رخ می‌دهد که اطلاعاتی با فرمت‌های ناسازگار و متفاوت در پایگاه‌داده داشته باشیم. اما ناهمگونی معنایی زمانی رخ می‌دهد که در یک سیستم اطلاعاتی از معانی به نوعی ناسازگار یا متفاوت استفاده شود [۴]. مثلاً استفاده از کلمات متفاوت برای مفاهیم یکسان همانند خیابان و معبر و همچنین استفاده از کلمات یکسان برای مفاهیم متفاوت همانند شیر برای آب و شیر برای نوشیدن را ناهمگونی معنایی می‌گویند [۳]. از طرفی برخلاف ناهمگونی ساختاری که عمدتاً یک موضوع فنی است و معمولاً با روش‌های فنی برطرف می‌شود، ناهمگونی معنایی اغلب به سختی برطرف می‌شود. چرا که ناهمگونی معنایی به معنا و مفهومی مرتبط است که به داده منسوب می‌شود [۴]. پس با توجه به تعاریف بیان شده، هر چند احتمال رخداد ناهمگونی ساختاری برای داده‌های مکانی مردم‌گستر کمتر است اما رخداد ناهمگونی معنایی برای داده‌های مردم‌گستر بسیار محتمل است.

یکی از روش‌های نوین و علمی مدلسازی مورد استفاده با رویکرد حل مشکلات مربوط به ناهمگونی معنایی داده‌های

مکانی، هستارشناسی^۱ است [۳]. استفاده از هستارشناسی در سامانه‌های اطلاعات مکانی مردم‌گستر دارای چالش‌هایی اساسی است. با توجه به اینکه مدل هستارشناسی برآمده از منابع تخصصی و روالی فنی است، در نتیجه خروجی آن قابل استفاده برای افراد متخصص و کارشناسان فن خواهد بود. همچنین استفاده از آن نیز نیازمند ابزار و اطلاعات تخصصی است. در حالیکه اطلاعات مکانی مردم‌گستر به کمک داوطلبانی تهیه، جمع‌آوری و ویرایش می‌شود که دانش و ابزار تخصصی را در آن زمینه ندارند.

بنابر موارد اشاره شده سوالات و نکاتی مبهم وجود دارد. چگونه برای کمک به رفع ناهمگونی معنایی داده‌های مکانی مردم‌گستر از مدل هستارشناسی استفاده کنیم در حالیکه این مدل آمیخته به اطلاعات تخصصی است؟ همچنین اگر مدل هستارشناسی برای استفاده در محیط‌های اطلاعات مکانی مردم‌گستر و قابل فهم‌شدن برای عموم ساده‌تر گردد، چگونه می‌تواند به جمع‌آوری اطلاعاتی منجر شود که برای تصمیم‌گیری در یک زمینه‌ی تخصصی مناسب باشند؟ در واقع چگونه یک سامانه‌ی اطلاعات مکانی مردم‌گستر را به یک مدل هستارشناسی مرتبط کنیم تا هم ناهمگونی معنایی در داده‌ها کمترین باشد و هم اطلاعاتی مناسب برای تصمیم‌گیری بدست آید؟ بنابراین برای پاسخ به این سوالات، روندی معرفی شده است که به کمک آن، هستارشناسی، در جمع‌آوری اطلاعات مکانی مردم‌گستر برای یک موضوع خاص نظیر منابع آب‌های سطحی با کمترین ناهمگونی معنایی بکار برده شود.

در ادامه، ابتدا پیشینه‌ی تحقیق و سپس مختصری در رابطه با مبانی نظری تحقیق بحث خواهد شد. بخش بعدی مربوط به روند پیشنهادی برای نحوه‌ی بکارگیری مدل هستارشناسی برای سامانه‌ی اطلاعات مکانی مردم‌گستر برای یک موضوع خاص است. در نهایت با مطالعه موردی منابع آب‌های سطحی، مدل مفهومی توسعه داده شده برای استفاده از هستارشناسی در سامانه‌ی اطلاعات مکانی مردم‌گستر ارزیابی شده است.

۲- پیشینه تحقیق

هر چند اطلاعات مکانی مردم‌گستر نوعی جدید از اطلاعات است، اما تاکنون محققان زیادی از آن در زمینه‌های مختلف استفاده کرده‌اند. بطور کلی تحقیقات

^۱ Ontology

انجام شده در زمینه‌ی اطلاعات مکانی مردم‌گستر را می‌توان در دو دسته جای داد. در دسته‌ی اول محققان دقت، صحت و کیفیت اطلاعات مکانی مردم‌گستر را بررسی کرده‌اند. اما دسته‌ی دوم مربوط به استفاده از این اطلاعات در زمینه‌های مختلفی نظیر مدیریت بحران و منابع طبیعی است. با توجه به اینکه پژوهش حاضر در دسته‌ی دوم جای می‌گیرد، بنابراین تحقیقات این دسته بیشتر بررسی شده و نمونه‌هایی از جدیدترین پژوهش‌ها در این زمینه را بررسی می‌کنیم.

Lynch [۵] در پژوهش خود به تشریح پروژه‌ای با نام OpenLitterMap پرداخت که با استفاده از طراحی و پیاده‌سازی یک وب‌سایت، از اطلاعات مکانی مردم‌گستر و علم شهروندی برای جمع‌آوری داده‌های مکانی و غیرمکانی مربوط به انواع آلودگی‌ها در هر مکانی همانند سواحل و خیابان‌ها استفاده کرده است. در این تحقیق یک محیط تحت وب توسعه داده شده است که از طریق آن داده‌های مکانی مردم‌گستر در زمینه‌ی مورد نظر جمع‌آوری شده‌اند.

آذری، امید [۶] از اطلاعات مکانی مردم‌گستر به منظور انجام تحلیل‌های مکانی نظیر مسیریابی استفاده کرده‌اند. در واقع محقق با اعتماد به داده‌های مکانی مردم‌گستر جمع‌آوری شده توسط افراد باتجربه، به بهینه‌سازی مسیریابی زمانمند پرداخته است. در این تحقیق از نرم‌افزاری با نام GPSed و همچنین GPS گوشی‌های تلفن همراه که در اختیار رانندگان تاکسی قرار گرفت به منظور جمع‌آوری داده‌های مکانی مردم‌گستر استفاده شد. داده‌های مکانی مردم‌گستر در این تحقیق، مسیرهای جایگزینی است که رانندگان تاکسی در هنگام مسدود بودن یک مسیر انتخاب می‌کنند. بنابراین محقق محیط مکانی مردم‌گستری ایجاد نکرده و از نرم‌افزارها و محیط‌های موجود جهت جمع‌آوری داده‌های مکانی مردم‌گستر استفاده شد.

Fatehian و Jelokhani-Niaraki [۷] نیز در پژوهش خود سامانه‌ای تحت وب به صورت یک وب‌سایت جهت جمع‌آوری اطلاعات مکانی مردم‌گستر مربوط به آلودگی‌های موجود در سواحل، طراحی و پیاده‌سازی نمودند. داوطلبان برای ثبت موقعیت آلودگی می‌توانند از نقشه‌ی موجود در وب‌سایت و مشخص کردن موقعیت روی آن استفاده کنند.

تیموریان و شیخ [۸] نیز از اطلاعات مکانی مردم‌گستر جهت بهبود عملکرد سیستم اتوبوسرانی شهری استفاده کرده‌اند. در این تحقیق یک سامانه تحت وب توسعه داده شده که از طریق آن اطلاعات مکانی مردم‌گستری نظیر موقعیت خطوط، ایستگاه‌ها، برنامه زمانبندی و غیره در رابطه با سیستم اتوبوسرانی، با استفاده از انواع روش‌های کمی، کیفی و چندرسانه‌ای توسط مسافران و کارکنان جمع‌آوری می‌شود. سپس با استفاده از روش تاپسیس خطوط اتوبوسرانی رتبه‌بندی شده و نتایج به کاربران نمایش داده می‌شود.

Muñoz و Terroso-Saenz [۹] نیز از اطلاعات مکانی مردم‌گستر برای استخراج کاربری زمین در کلان‌شهرها استفاده کرده‌اند. البته در این پژوهش برخلاف تحقیقات گذشته که فقط بر مبنای برجسب‌های متنی کاربران برای مکان‌های مختلف، کاربری‌ها تعیین می‌شد، یک الگوی جدید برای استخراج کاربری اراضی با استفاده از اطلاعات مکانی مردم‌گستر ارائه شد. در این الگو با استفاده از داده‌های مکانی و توصیفی از قبل تهیه شده موضوعات مورد بحث توسط کاربران در یک محدوده‌ی مکانی و همچنین مکان‌های مورد علاقه و پر رفت و آمد در همان محدوده استخراج شده است. سپس، با یافتن ارتباط بین مکان‌ها و موضوعات مورد بحث با استفاده از روش‌های داده‌کاوی می‌توان بر اساس موضوعات مورد بحث در مکان‌های جغرافیایی دیگر، کاربری آن مکان‌ها را تشخیص داد. موضوعات مورد بحث و محدوده جغرافیایی آن‌ها از طریق اطلاعات مکانی مردم‌گستر بدست می‌آید.

Kusumo و Reckien [۱۰] در پژوهش خود از اطلاعات مکانی مردم‌گستر جهت مدیریت پناهگاه‌های ایجاد شده بعد از وقوع سیل استفاده کرده‌اند. در این تحقیق از اطلاعات مکانی مردم‌گستر تولید شده در شبکه اجتماعی توییتر جهت مدیریت پناهگاه‌ها در سیل سال‌های ۲۰۱۴-۲۰۱۵ در شهر جاکارتا در کشور اندونزی استفاده شد و این اطلاعات با پناهگاه‌های واقعی مقایسه شد که در نتیجه استفاده از اطلاعات مکانی مردم‌گستر برای مدیریت پناهگاه‌های سیل مفید ارزیابی شد.

باقری، حمید [۱۱] نیز در تحقیق خود با توسعه‌ی یک وب‌سایت، اطلاعات مکانی مردم‌گستر مربوط به مشکلات پیش‌آمده در شبکه‌ی تاسیسات انتقال آب و گاز شهری را جمع‌آوری کرده است. سپس بر اساس داده‌های جمع‌آوری

شده یک سیستم توصیه‌گر جهت انتخاب مکان‌های کم‌حادثه‌تر طراحی شده است. در این تحقیق نیز برای جمع‌آوری داده‌های مردم‌گستر، محقق یک محیط تحت وب توسعه داده است.

Zook و Graham [۱۲] نیز در تحقیق خود از اطلاعات مکانی مردم‌گستر جهت جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز برای مدیریت خدمات، پس از وقوع زلزله استفاده کرده‌اند. در این تحقیق زلزله سال ۲۰۱۰ هایتی به عنوان نمونه‌ی مورد مطالعه انتخاب شد و از داده‌های مکانی مردم‌گستر تولید شده در شبکه‌های اجتماعی مکان‌مبنا نظیر Ushahidi و همچنین وب‌سایت مکانی مردم‌گستر OSM استفاده شده است.

حقیان و ملک [۱۳] نیز در تحقیق خود از اطلاعات مکانی مردم‌گستر در زمینه‌ی املاک استفاده کرده‌اند. در این تحقیق، املاک مسکونی با استفاده از ابزارهای مکانی موجود در یک محیط اطلاعات مکانی مردم‌گستر همانند نقشه‌نما، عکس، تور مجازی و متن توصیف شده‌اند. در این تحقیق با تمرکز بر روی اطلاعات مکانی فضای داخلی املاک، داده‌های مورد نیاز از طریق توسعه‌ی یک محیط اطلاعات مکانی مردم‌گستر تحت وب جمع‌آوری شدند.

Ramos و Vandecasteele [۳] در پژوهش خود از مدل هستارشناسی برای حذف ناهمگونی معنایی موجود در داده‌های مردم‌گستر استفاده کرده‌اند. در این تحقیق یک چارچوب ارائه شده تا به کمک آن ناهمگونی معنایی را از داده‌های مکانی مردم‌گستر ثبت شده در OSM حذف کنند تا داده‌ها برای استفاده مناسب‌تر شوند.

Koswate و McDougall [۱۴] نیز در تحقیق خود از داده‌های مکانی مردم‌گستر برای تکمیل یک زیرساخت داده‌ی مکانی^۱ به منظور مدیریت سیل استفاده کرده‌اند. در این تحقیق هم از هستارشناسی به منظور کاهش ناهمگونی معنایی در داده‌های مکانی مردم‌گستر جمع‌آوری شده استفاده شده است.

تفاوت اصلی دو تحقیق آخر با پژوهش حاضر در این است که در هر دوی این تحقیقات از هستارشناسی صرفاً بعد از ثبت داده و ایجاد ناهمگونی استفاده شده و تلاش شده به کمک هستارشناسی ناهمگونی معنایی در داده‌ها کاهش یابد. اما در این پژوهش از هستارشناسی استفاده

کرده‌ایم تا در هنگام ثبت داده‌ها توسط داوطلبان ناهمگونی معنایی بوجود نیاید.

تحقیقات ارائه شده، نمونه‌هایی از جدیدترین پژوهش‌ها در زمینه‌ی بکارگیری اطلاعات مکانی مردم‌گستر در زمینه‌های تخصصی و همچنین استفاده از هستارشناسی برای رفع ناهمگونی معنایی در این داده‌ها می‌باشند. با بررسی این تحقیقات مشخص شد که اطلاعات مکانی مردم‌گستر معمولاً از دو روش بدست می‌آید. روش اول استفاده از شبکه‌های اجتماعی و محیط‌های مکان‌مبنا موجود و پرتعداد نظیر توییتر، Ushahidi و OSM است. اما در روش دوم، محقق برای جمع‌آوری اطلاعات مکانی مردم‌گستر مورد نیاز، یک سامانه ایجاد کرده و به جمع‌آوری اطلاعات مکانی مردم‌گستر می‌پردازد. این دسته‌بندی برای تحقیقات اشاره شده در بالا، در جدول شماره ۱ آورده شده است.

در صورت استفاده از روش اول، چگونگی جمع‌آوری اطلاعات مکانی مردم‌گستر در آن زمینه تخصصی از قبل توسط آن محیط خاص نظیر توییتر مشخص شده است. اما اگر از روش دوم استفاده شود، نحوه‌ی جمع‌آوری اطلاعات مکانی مردم‌گستر اهمیت می‌یابد. از طرفی همانگونه که از جدول شماره ۱ مشخص است، بیشتر تحقیقات، یک محیط تحت وب به منظور جمع‌آوری اطلاعات مکانی مردم‌گستر توسعه داده‌اند. چرا که اولاً دسترسی به داده‌های برخی محیط‌ها دشوار است و ثانیاً در برخی زمینه‌ها بستری برای جمع‌آوری داده‌ی مکانی مردم‌گستر وجود ندارد.

بنابراین با توجه به اینکه روشی یکسان جهت جمع‌آوری داده‌های مکانی مردم‌گستر در یک زمینه‌ی تخصصی از داوطلبان و تبدیل آن‌ها به اطلاعاتی مناسب جهت تصمیم‌گیری با کمترین ناهمگونی معنایی، در تحقیقات مورد اشاره وجود ندارد، پژوهش حاضر روی این موضوع متمرکز شده است. در واقع در این تحقیق راهکاری کلی ارائه شده تا بتوان اطلاعات مکانی مردم‌گستر را با کمترین ناهمگونی معنایی برای هر موضوع تخصصی بکاربرده و اطلاعاتی مناسب برای تصمیم‌گیری بدست آورد.

^۱ SDI

جدول ۱- دسته‌بندی تحقیقات از جهت نحوه‌ی دسترسی به اطلاعات مکانی مردم‌گستر

ردیف	مرجع تحقیق	سال	استفاده از شبکه‌های اجتماعی و محیط‌های مکان‌مبنای موجود برای دستیابی به اطلاعات مکانی مردم‌گستر	توسعه‌ی یک محیط برای جمع‌آوری اطلاعات مکانی مردم‌گستر
۱	[۳]	2013	x	
۲	[۵]	2018		x
۳	[۶]	2014	x	
۴	[۷]	2018		x
۵	[۸]	2019		x
۶	[۹]	2020		x
۷	[۱۰]	2017	x	
۸	[۱۱]	2015		x
۹	[۱۲]	2010	x	
۱۰	[۱۳]	2020		x
۱۱	[۱۴]	2014		x

۳- مبانی نظری

در ادامه‌ی این پژوهش در این بخش مروری بر مبانی نظری پژوهش انجام می‌شود.

۳-۱- اطلاعات مکانی مردم‌گستر

برای سال‌های زیاد پس از بوجود آمدن سامانه‌های اطلاعات مکانی، تولید، جمع‌آوری، مدلسازی، مدیریت و برورسانی داده‌ها برای این سامانه‌ها بر عهده‌ی نهادهای نقشه‌برداری ملی یا شرکت‌های تجاری فعال در زمینه‌ی اطلاعات مکانی بود. یکی از دلایل این موضوع، عدم وجود تعامل در شبکه‌ی جهانی اینترنت بود. در واقع در ابتدای شکل‌گیری شبکه جهانی اینترنت تنها تعداد نسبتاً اندکی از مؤسسات و دانشگاه‌ها به ایجاد مطلب و محتوا بر روی اینترنت مبادرت نموده و کاربران تنها امکان دسترسی به اطلاعات موجود و استفاده از آنها را داشتند [۱۵]. تولید اطلاعات مکانی به این صورت، دارای فرایندی طولانی است. چنین فرایندی نیازمند صرف زمان و هزینه‌های زیاد می‌باشد و تولید اطلاعات مکانی را فقط برای مراکز خاص امکان‌پذیر می‌سازد [۱۶]. اما در این مقطع مفهومی به نام وب ۲ شکل گرفت. در وب ۲، کاربران قادر به ایجاد، تغییر، ساماندهی و تنظیم محتوا بوده و دیگران را در اطلاعات خود شریک و سهیم می‌سازند. در واقع با پیشرفت فناوری و افزایش ابزارها و امکانات در زمینه‌ی شبکه‌های ارتباطی، تمایل و امکان مشارکت عموم مردم در فعالیت‌های مربوط به اطلاعات مکانی افزایش یافته است [۱۷]. این افزایش

تعامل باعث فراهم آمدن شرایط استفاده از مردم جهت انجام فعالیت‌های مختلف از جمله جمع‌آوری داده شد. واژه‌ی اطلاعات مکانی مردم‌گستر در سال ۲۰۰۷ برای اولین بار توسط Goodchild به کار برده شد [۱۷]. اطلاعات مکانی مردم‌گستر، داده‌های مکانی و رقمی تهیه و ویرایش شده توسط شهروندانی است که بدون هیچ درخواست خاصی، متمایل به اشتراک دانش مکانی و مشاهدات خود هستند [۱۸]. در یک محیط اطلاعات مکانی مردم‌گستر هر کاربر داوطلب، بصورت یک سنجنده عمل کرده و داده‌های مکانی را جمع‌آوری و برای سرور ارسال می‌کند [۱۷]. این اطلاعات موجب تکمیل داده‌های استاندارد شده و با توجه به ماهیتشان، فراداده‌ی زیادی از آنها قابل استخراج است [۱۶]. این اطلاعات در مقایسه با اطلاعات مکانی استاندارد نه تنها ارزانتر بلکه حتی در مواقعی تنها منبع اطلاعات مکانی قابل استفاده می‌باشند [۱۷]. این موضوع نشان‌دهنده‌ی ارزش و اهمیت بالای این نوع اطلاعات است.

همچنین تحقیقات انجام‌شده نشان می‌دهد که در تولید داده‌های مکانی، دقت افراد غیرمتخصص ولی آشنا به محل، بالاتر و بهتر از دقت افراد متخصص ولی ناآشنا به محل است [۱۹]. بنابراین با توجه به مشکلات تهیه‌ی داده‌ها به روش سنتی از جمله هزینه‌ی زیاد، زمان‌بر بودن و مواردی دیگر، استفاده از اطلاعات مکانی مردم‌گستر هر چند هنوز با چالش‌هایی مواجه است اما می‌تواند جهت رفع مشکلات روش‌های معمول تهیه‌ی داده مورد استفاده قرار گیرد. به عنوان نمونه‌ای از این محیط‌ها می‌توان به Open Street

Map اشاره کرد که یکی از پرکاربردترین پروژه‌های مکانی مردم‌گستر بوده که در سال ۲۰۰۴ در دانشگاه لندن توسط Steve Coast آغاز شده و اکنون به سراسر جهان گسترش یافته است [۲۰]. OSM پروژه‌ای است که هدف آن به طور خاص تهیه و تولید اطلاعات مکانی رایگان مانند نقشه‌ی خیابان‌ها برای عموم مردم می‌باشد. این پروژه در حال حاضر به صورت رایگان از طریق وبسایت www.openstreetmap.org قابل دسترس است.

۳-۲- مدل هستارشناسی

هستارشناسی معادل فارسی واژه‌ی آنتولوژی است. اصطلاح آنتولوژی از فلسفه آمده و از دو واژه‌ی Onto به معنی هستی یا هستار و logic به معنی مطالعه بوجود آمده و در فارسی به آن هستی‌شناسی یا هستارشناسی گفته می‌شود. هستی‌شناسی به شناخت هستی و وجود انواع پدیده‌ها در جهان متمرکز شده و وجود آن‌ها را بررسی می‌کند. اما در این تحقیق ما بر روی وجود یا عدم وجود متمرکز نشده‌ایم بلکه مشخصات و ویژگی‌های چیزی که موجود است را بررسی نموده‌ایم. با توجه به اینکه هستی به معنای وجود و هستار به معنای موجود است، بنابراین استفاده از واژه‌ی هستارشناسی به معنی شناخت موجودات و ویژگی‌های آن‌ها، به عنوان معادل فارسی واژه‌ی آنتولوژی در این تحقیق مناسب‌تر است.

تفکر اصلی هستارشناسی بر این است که جهان از پدیده‌های معینی تشکیل شده که می‌توان آن‌ها را طبق خصوصیات مشترکشان در کلاس‌های انتزاعی گروه‌بندی کرد. در واقع هستارشناسی به مطالعه‌ی موجودیت‌های جهان از طریق رده‌بندی جامع آن‌ها می‌پردازد [۲۱]. این رده‌بندی به گونه‌ای است که روابط و نحوه‌ی کلاس‌بندی اصول در یک حوزه‌ی خاص از دانش، معین می‌شود.

اهداف متفاوتی برای توسعه‌ی یک هستارشناسی بیان شده که متداولترین آن‌ها ایجاد قابلیت استفاده‌ی دوباره، یکپارچه‌سازی و به اشتراک‌گذاری اطلاعات حاصل شده از حوزه‌های مختلف هستند [۲۲].

هستارشناسی‌ها عموماً شامل لیست محدودی از اصطلاحات و ارتباطات بین آن‌ها هستند. هر اصطلاح به کلاسی از اشیا نسبت داده می‌شود. ارتباطات نیز عمدتاً شامل سلسله‌مراتبی از کلاس‌ها هستند که نحوه‌ی ارتباط کلاس‌ها و زیرکلاس‌ها را مشخص می‌کنند. هستارشناسی

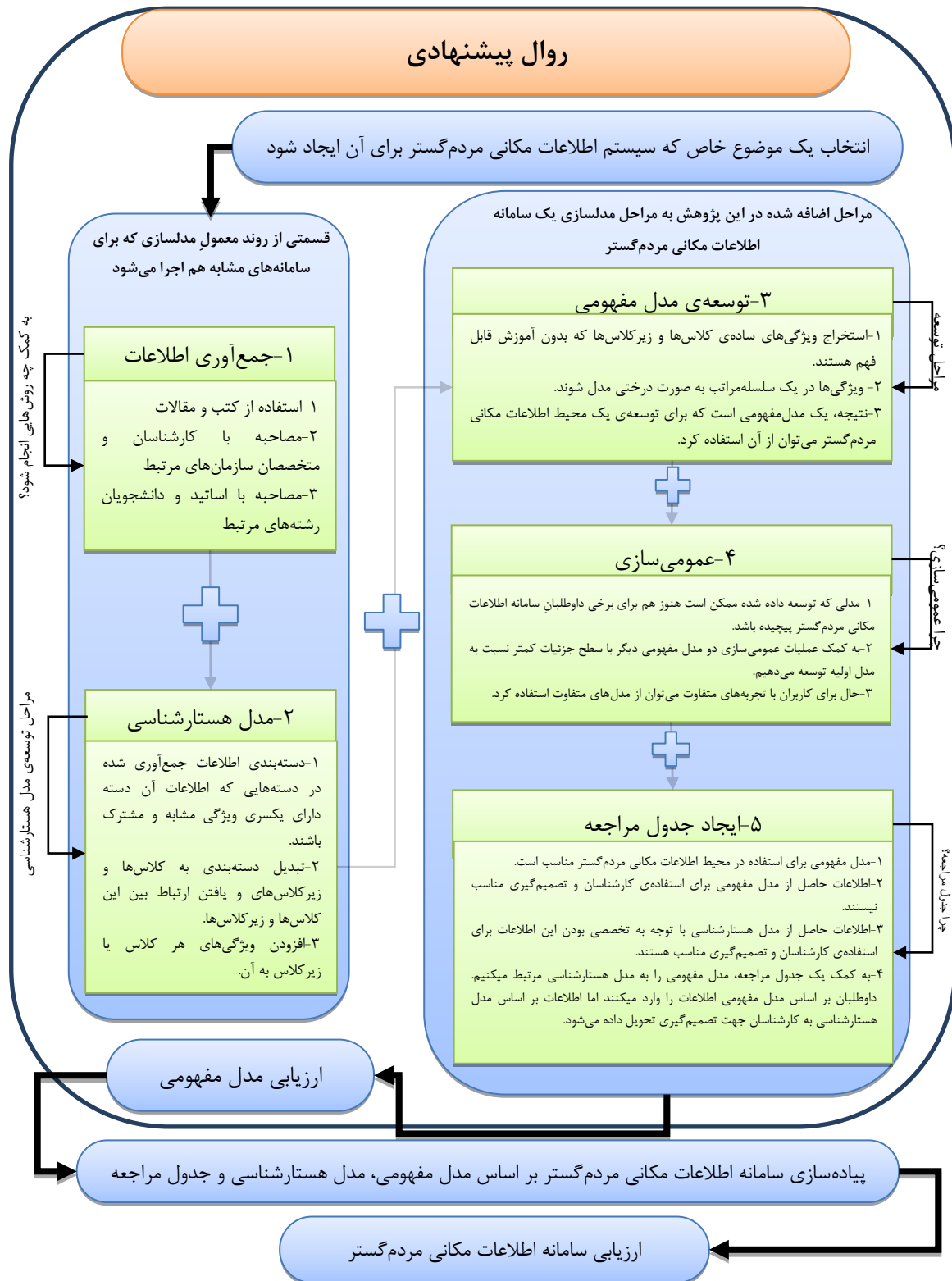
شامل اطلاعات دیگری مانند خصوصیات، محدودیت‌ها، عدم اشتراک و بیان ارتباطات منطقی بین اشیا نیز می‌شود [۲۳]. به‌طور کلی هستارشناسی، سیستمی برای طبقه‌بندی و توصیف روابط است که از دیدگاه خاصی نسبت به پدیده‌های موجود در دنیا ایجاد شده و برای توصیف یک واقعیت خاص به کار می‌رود. عناصر اصلی تشکیل‌دهنده‌ی یک هستارشناسی، متشکل از مفاهیم، ارتباط بین مفاهیم و خصوصیات آن‌ها است.

۴- روند پیشنهادی

مهم‌ترین مرحله برای توسعه‌ی یک سامانه‌ی اطلاعات مکانی مردم‌گستر، مدلسازی سامانه است. منظور از مدلسازی، نحوه‌ی دریافت اطلاعات از داوطلبان، و تبدیل آن‌ها به اطلاعاتی تخصصی است که برای تصمیم‌گیری مناسب بوده و عاری از ناهمگونی معنایی باشند. لازم بذکر است که همه‌ی سامانه‌های اطلاعات مکانی مردم‌گستر دارای مدلسازی هستند، اما آنچه که در این پژوهش جدید است، نحوه‌ی کاهش ناهمگونی معنایی در گزارش‌های داوطلبان یک سامانه‌ی اطلاعات مکانی مردم‌گستر است. در واقع نحوه‌ی استفاده از مدل هستارشناسی در سامانه‌های اطلاعات مکانی مردم‌گستر موضوع جدیدی است که در این پژوهش به آن پرداخته شده است. در مراحل بیان شده برای روند پیشنهادی برای این موضوع، مراحل توسعه‌ی مدل مفهومی، عمومی‌سازی^۱ و ایجاد جدول مراجعه^۲، مراحل هستند که علاوه بر مراحل مدلسازی‌های معمول، در این پژوهش بیان شده‌اند. در این قسمت از پژوهش روند چین مدلسازی بیان شده است. همچنین شکل شماره ۱، روند پیشنهادی برای مدلسازی را بصورت خلاصه و کامل نشان می‌دهد.

^۱ Generalization

^۲ Lookup_table



شکل ۱- روند پیشنهادی برای مدلسازی

۴-۱- جمع‌آوری اطلاعات در زمینه‌ی مربوطه

اولین مرحله از مدلسازی، جمع‌آوری اطلاعات در مورد موضوعی تخصصی است که محیط اطلاعات مکانی مردم گستر برای آن توسعه می‌یابد. به عنوان مثال اگر

هدف، توسعه‌ی یک محیط اطلاعات مکانی مردم گستر برای آلودگی سواحل باشد، ابتدا بایستی اطلاعاتی کامل در مورد سواحل و همچنین انواع آلودگی‌ها در آن جمع‌آوری شود. هر چه اطلاعات جمع‌آوری شده کامل‌تر باشند، در

نهایت داوطلبان با انعطاف بیشتری می‌توانند گزارش‌های خود را در زمینه‌ی تخصصی مورد نظر ثبت کنند. برای این منظور از سه روش کلی می‌توان استفاده کرد. روش اول استفاده از کتب و مراجع است. روش دوم مراجعه به سازمان‌های مرتبط با موضوع و مصاحبه با کارشناسان و روش سوم مصاحبه با اساتید و دانشجویان رشته‌های مرتبط با زمینه‌ی تخصصی است. پس از جمع‌آوری اطلاعات، آن‌ها را در یک فایل جمع‌بندی کرده تا آماده‌ی ورود به مرحله‌ی بعد باشند.

۴-۲- تهیه‌ی مدل هستارشناسی از مشکلات

پس از جمع‌آوری اطلاعات، با حجم زیادی از اطلاعات مواجه هستیم که تصمیم‌گیری بر اساس آن‌ها دشوار است. چرا که علاوه بر نامنظم‌بودن، دلیل جمع‌آوری از منابع مختلف، احتمال وجود ناهمگونی معنایی برای این اطلاعات وجود دارد. برای برطرف ساختن این مشکلات، نیاز است تا این اطلاعات در کلاس‌هایی دسته‌بندی شوند تا اطلاعات مرتبط به هم و ویژگی‌های این اطلاعات مشخص شوند. برای این منظور از مدل هستارشناسی استفاده شده است. بنابراین به منظور مدل‌سازی مشکلات، یک طبقه‌بندی سلسله‌مراتبی مبتنی بر هستارشناسی ایجاد میشود تا هم اطلاعات منظم شده و هم ناهمگونی معنایی موجود در داده‌ها از بین برود.

در مدل هستارشناسی، اطلاعات مربوط به زمینه‌ی مورد نظر در کلاس‌ها و زیرکلاس‌هایی دسته‌بندی شده و ارتباط کلاس‌ها و زیرکلاس‌ها با همدیگر و همچنین ویژگی‌های هر کلاس یا زیرکلاس مشخص می‌شود تا در مراحل بعد از آن برای جلوگیری از بوجود آمدن ناهمگونی معنایی در داده‌های مکانی مردم‌گستر تولیدی توسط داوطلبان استفاده شود.

۴-۳- طراحی مدل مفهومی (مدل مناسب برای بکارگیری در محیط مردم‌گستر)

مدل هستارشناسی، مدلی است که دارای اطلاعات تخصصی است. از طرفی در محیط‌های مردم‌گستر تا جایی که می‌توان باید از اطلاعات تخصصی استفاده نکرد، بنابراین اطلاعات موجود در این مدل، هر چند برای تصمیم‌گیری مناسب هستند اما برای استفاده در

محیط‌های مردم‌گستر مناسب نمی‌باشند. از این‌رو مدل هستارشناسی باید به نحوی تغییر یابد تا بتوان از آن در محیط‌های مردم‌گستر استفاده کرد.

برای این موضوع از ویژگی‌های کلاس‌های ایجاد شده در مدل هستارشناسی، استفاده می‌شود. ویژگی‌های هر کلاس، مفاهیمی ساده برای کلاس مورد نظر هستند که در عین سادگی، مفهوم مورد نظر را به خوبی توصیف می‌کنند. منظور از سادگی در اینجا قابل تشخیص بودن توسط داوطلبان، بدون آموزش خاصی به آن‌ها است.

سپس، ویژگی‌های استخراج شده، در یک سلسله‌مراتب مرتب می‌شوند. سلسله‌مراتب حاصل، مدل مفهومی استفاده از اطلاعات مکانی مردم‌گستر در آن زمینه‌ی بخصوص نامیده می‌شود.

این مدل مفهومی می‌تواند با استفاده از بسترهای ایجاد شده توسط HTML، CSS و JavaScript برای سمت کاربر و همچنین PHP و Posgresql برای سمت سرور، در یک سامانه اطلاعات مکانی مردم‌گستر پیاده‌سازی شود. البته ماهیت سامانه‌های مکانی مردم‌گستر، به گونه‌ای است که اجبار کاربران احتمالاً موجب کاهش تمایل کاربران به مشارکت در سامانه خواهد شد. بنابراین، مدل مفهومی باید بگونه‌ای در این سامانه پیاده‌سازی شود که سبب اجبار کاربران به وارد کردن اطلاعات نشود.

۴-۴- عمومی‌سازی مدل مفهومی و تهیه‌ی سطوح جزئیات کمتر

مدل مفهومی توسعه داده شده ممکن است برای برخی داوطلبان هنوز پیچیده باشد. از این رو به کمک عملیات عمومی‌سازی، دو سطح دیگر با جزئیات کمتر از مدل مفهومی استخراج می‌شود. این دو سطح، با جزئیات کمتر می‌توانند برای داوطلبان با دانش و تجربه‌ی کمتر استفاده شوند. سابقه‌ی مشارکت داوطلبان در سامانه‌ی اطلاعات مکانی مردم‌گستر و ثبت گزارش در این سامانه می‌تواند به عنوان معیاری برای سنجش دانش و تجربه‌ی کاربران در نظر گرفته شود.

بنابراین در انتهای این مرحله، سه مدل مفهومی با جزئیات متفاوت تولید می‌شود که از هر کدام متناسب با نوع داوطلب در محیط مکانی مردم‌گستر می‌توانیم استفاده کنیم.

۴-۵- جدول مراجعه برای مدل مفهومی و مدل هستارشناسی

پس از ایجاد مدل مفهومی و قبل از استفاده از آن در سامانه‌ی اطلاعات مکانی مردم‌گستر، باید این نکته را در نظر داشت که با توجه به سادگی مدل مفهومی، اطلاعات حاصل از آن برای تصمیم‌گیری مناسب نمی‌باشند. بنابراین باید با استفاده از روش‌هایی این اطلاعات، به اطلاعاتی مناسب برای تصمیم‌گیری توسط کارشناسان تبدیل شوند. از طرفی می‌دانیم که مدل هستارشناسی حاوی اطلاعات تخصصی است و اطلاعات حاصل از آن برای تصمیم‌گیری توسط متخصصان مناسب می‌باشد.

از آنجاییکه مدل مفهومی به کمک ویژگی‌های کلاس‌ها در مدل هستارشناسی بدست آمده‌اند، بنابراین برای هر دسته از اطلاعات در مدل مفهومی^۱، یک یا چند کلاس و زیرکلاس متناظر در مدل هستارشناسی وجود دارد.

بنابراین اگر ارتباطی بین مدل مفهومی و مدل هستارشناسی ایجاد شود تا اطلاعات حاصل از مدل مفهومی، به کلاس‌ها و زیرکلاس‌های متناظر آن‌ها در مدل هستارشناسی تبدیل شوند، اطلاعاتی مناسب برای تصمیم‌گیری تولید خواهد شد. در واقع داوطلبان به کمک مدل مفهومی گزارش‌های خود را در سامانه اطلاعات مکانی مردم‌گستر ثبت می‌کنند و پس از تبدیل این اطلاعات به کلاس‌ها و زیرکلاس‌های متناظر در مدل هستارشناسی، اطلاعات مناسب برای تصمیم‌گیری در اختیار کارشناسان قرار خواهد گرفت.

برای ایجاد این رابطه بین مدل مفهومی و مدل هستارشناسی، از یک جدول مراجعه استفاده می‌شود. جداول مراجعه در واقع یک نمونه‌ی ویژه از جداول کمکی هستند که معمولاً در پایگاه‌داده‌ها دارای کاربرد می‌باشند [۲۴]. این جداول معمولاً دو مقدار یا عبارت نظیر A و B را برابر هم قرار می‌دهند تا با ورود A، مقدار یا عبارت مقابل آن یعنی B را خروجی دهند.

در واقع با ورود اطلاعات حاصل از مدل مفهومی به این جدول مراجعه، خروجی آن یک یا چند کلاس و

زیرکلاس از مدل هستارشناسی خواهد بود. بنابراین جدول مراجعه، هدف ما را برآورده خواهد کرد.

۵- مطالعه‌ی موردی: منابع آب‌های سطحی

با توجه به اینکه آب یکی از مهم‌ترین منابع طبیعی است که مدیریت مناسب آن برای زندگی نسل‌های بعدی بشر لازم است، در این پژوهش منابع آب‌های سطحی به عنوان نمونه‌ی مورد مطالعه انتخاب شد. در واقع نحوه‌ی استفاده از اطلاعات مکانی مردم‌گستر در منابع آب‌های سطحی و مدیریت مشکلات این آب‌ها، با توجه به روند بیان‌شده در این پژوهش، در این بخش از تحقیق بیان شده است.

در مرحله‌ی اول تمامی مشکلات منابع آب‌های سطحی با استفاده از سه روش مذکور، جمع‌آوری شدند. برای روش دوم جمع‌آوری اطلاعات، با مراجعه به شرکت مادر تخصصی مدیریت منابع آب و مصاحبه با متخصصان، مشکلات جمع‌آوری‌شده غنی‌تر شد. جدول شماره ۲ نمونه‌ای از مشکلات جمع‌آوری شده را نشان می‌دهد.

پس از جمع‌آوری مشکلات^۲ منابع آب، مدل هستارشناسی اطلاعات جمع‌آوری شده تهیه شد. برای اینکار ابتدا مشکلات در کلاس‌ها و زیرکلاس‌هایی دسته‌بندی شدند. نمونه‌ای از این دسته‌بندی در جدول شماره‌ی ۳ نشان داده شده است. هدف از دسته‌بندی این بود تا مشکلات مشابه همگی در یک دسته قرار گیرند. منظور از مشکلات مشابه، مشکلاتی هستند که ویژگی‌های ساده‌ای از آن‌ها نظیر جامد و مایع بودن یا روی آب و زیر آب بودن برای آن‌ها مشابه است. سپس با تعیین ویژگی‌های هر کلاس یا زیرکلاس و همچنین ارتباطات بین زیرکلاس‌ها مدل هستارشناسی مشکلات منابع آب‌های سطحی ایجاد شد. شکل شماره ۲ بخشی از این مدل هستارشناسی را نشان می‌دهد.

۲ منظور از مشکلات همان مشکلات منابع آب‌های سطحی یا همان اطلاعات جمع‌آوری شده است.

۱ با توجه به اینکه مدل مفهومی به صورت یک نمودار درختی است، منظور از هر دسته اطلاعات در مدل مفهومی در واقع یک سلسله‌مراتب خاص از طبقه‌های (رده‌های) مدل مفهومی است.

جدول ۲- مشکلات جمع‌آوری‌شده در ارتباط با منابع آب

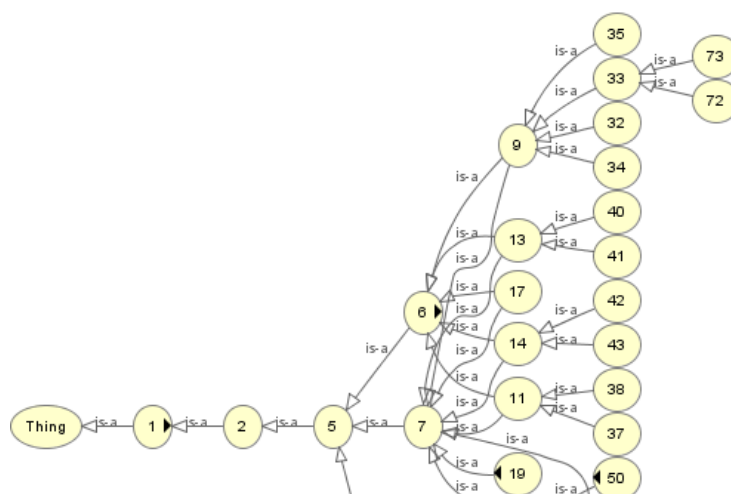
۱	ریختن نفت و مشتقات آن به درون منابع آب
۲	احتراق سوخت‌های فسیلی روی سطح منابع آب
۳	ریختن کودهای شیمیایی، آفات، فاضلاب و محصولات دورریز زمین‌های کشاورزی، مرغداری‌ها و دامداری‌ها به درون منابع آب
۴	ریختن فاضلاب و پساب کارخانجات به درون منابع آب
۵	ریختن فاضلاب‌های خانگی به درون منابع آب
۶	آلوده‌شدن آب بواسطه‌ی فعالیت‌های معدنی و ریختن نخاله‌ها و مواد زائد ناشی از فعالیت‌های معدنی به درون منابع آب
۷	رشد علفزارها، نیزارها و گیاهانی نظیر جلبک‌ها در منابع آب
۸	انباشت‌شدن لاشه‌ی گیاهان غیرزنده روی سطح و درون منابع آب
۹	تجمع لاشه‌ی حیوانات و پرندگان مرده روی سطح و درون منابع آب
۱۰	تجمع فضولات حیوانات و پرندگان روی سطح و درون منابع آب
...	

جدول ۳- دسته‌بندی انواع مشکلات منابع آب بر اساس ویژگی‌های آن‌ها

۱	آلودگی‌های نفت و مشتقات آن		۱	ریختن نفت و مشتقات آن به درون منابع آب
			۲	احتراق سوخت‌های فسیلی روی سطح منابع آب
۲	ریختن کودهای شیمیایی، آفات و محصولات دورریز به درون منابع آب		۱	زمین‌های کشاورزی
			۲	مرغداری‌ها و دامداری‌ها
۳	آلودگی‌های ناشی از فاضلاب و پساب		۱	ریختن فاضلاب و پساب کارخانجات به درون منابع آب
			۲	ریختن فاضلاب‌های ساختمان‌ها به درون منابع آب
۴	آلوده‌شدن آب بواسطه‌ی فعالیت‌های معدنی			
۵	آلودگی ناشی از گیاهان		۱	رشد علفزارها و نیزارها و گیاهانی نظیر جلبک‌ها در منابع آب
			۲	انباشته‌شدن لاشه‌ی گیاهان غیرزنده در منابع آب
۶	آلودگی ناشی از حیوانات و پرندگان		۱	تجمع لاشه‌ی حیوانات و پرندگان مرده در منابع آب
			۲	تجمع فضولات حیوانات و پرندگان در منابع آب
...				

از این کلاس‌ها و زیرکلاس‌ها است. به عنوان نمونه برخی از این کلاس‌ها و زیرکلاس‌ها در جدول شماره ۴ نشان داده شده‌اند.

هر کدام از دایره‌های نشان داده شده در شکل شماره ۲ و شماره‌ی نوشته شده در آن، یک کلاس یا زیرکلاس از اطلاعات مربوط به منابع آب‌های سطحی و یا یک ویژگی



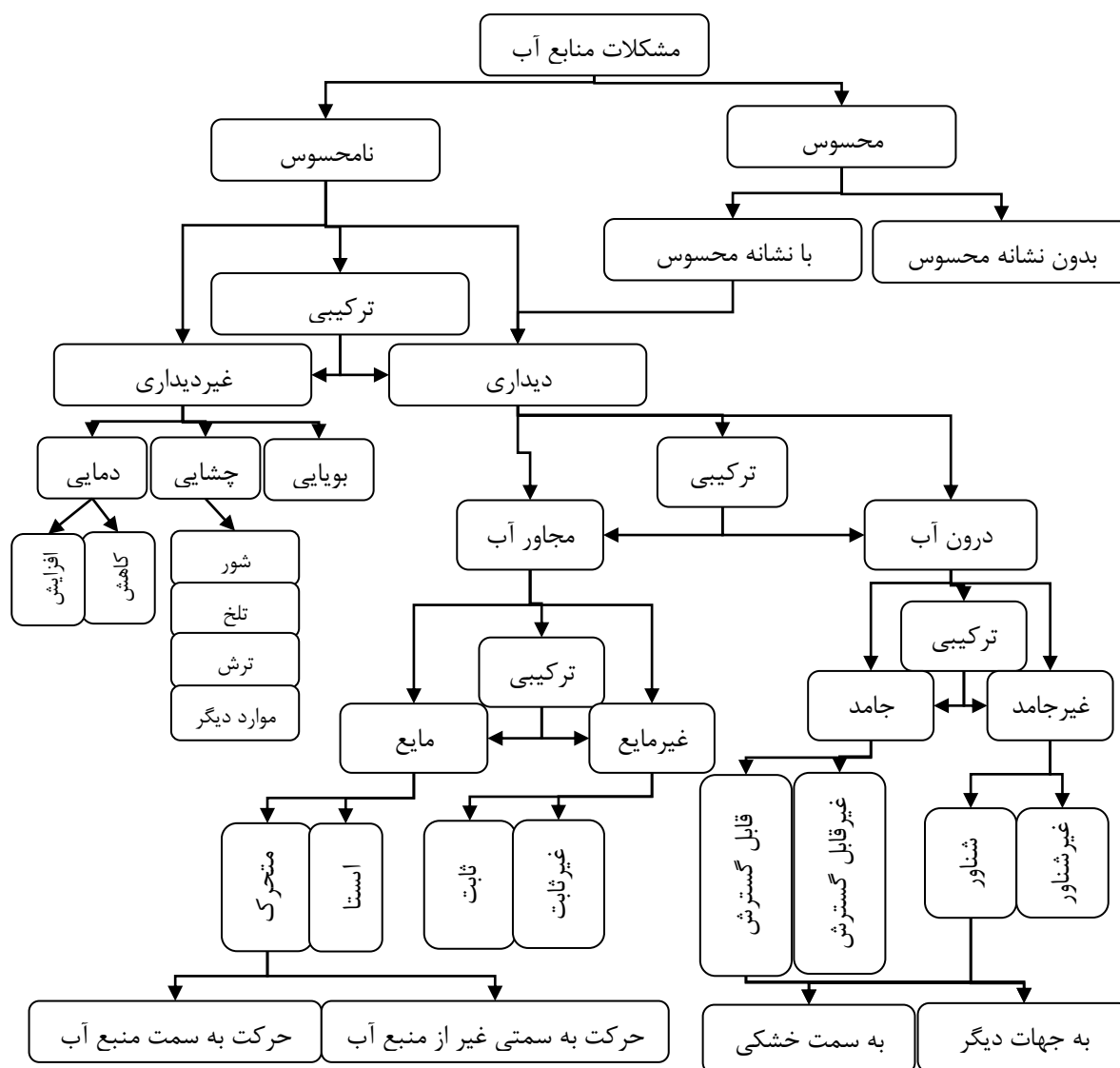
شکل ۲- بخشی از مدل هستارشناسی مشکلات منابع آب و شبکه‌ی توزیع آب

جدول ۴- راهنمای نمودار هستارشناسی مشکلات منابع آب و شبکه‌ی توزیع آب

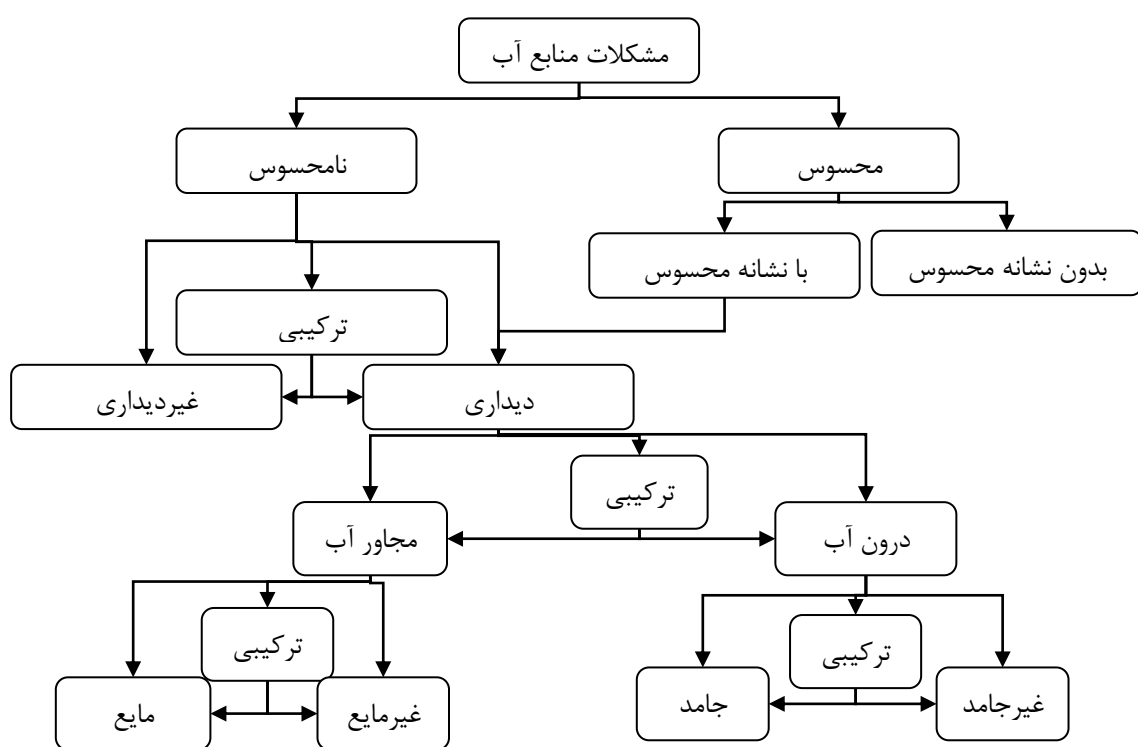
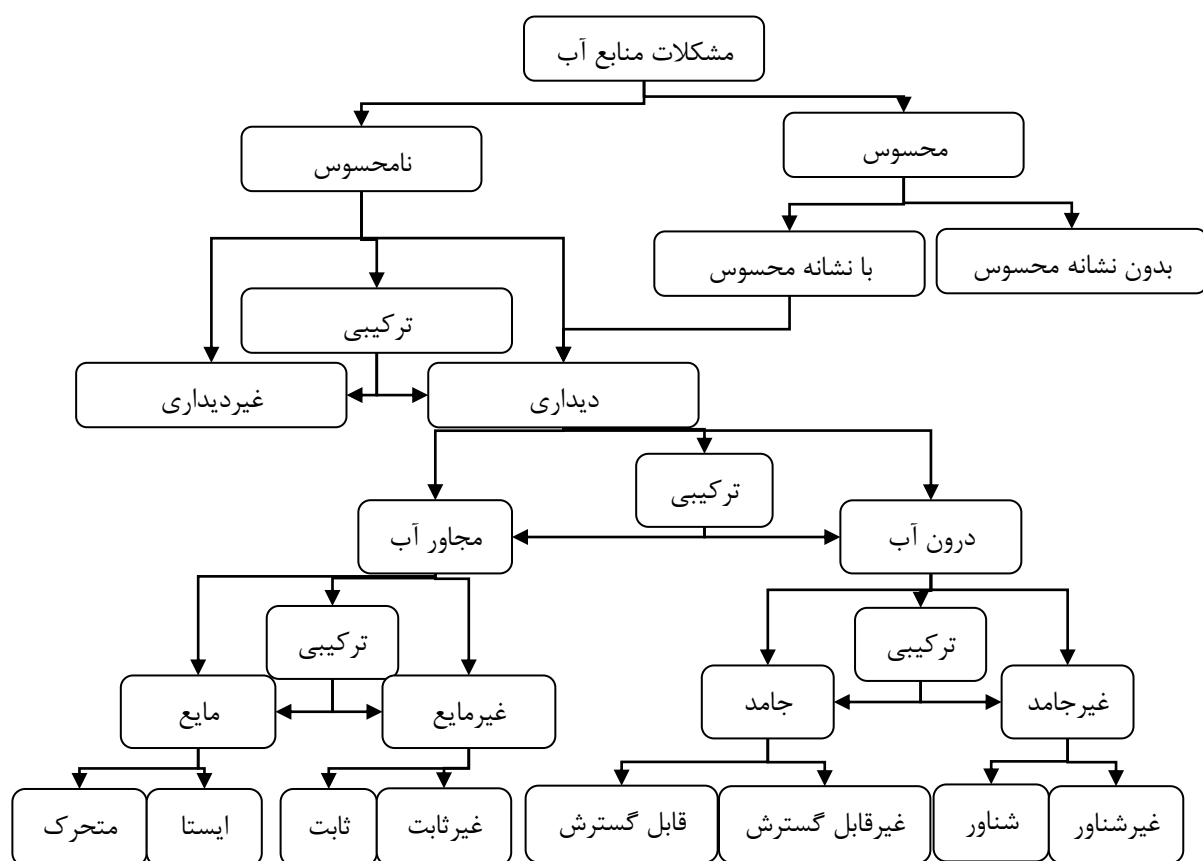
۱	انواع منابع آب	۲۶	تلفات غیرفیزیکی	۵۰	تغییر مزه
۲	آب‌های سطحی	۲۷	تلفات فیزیکی	۵۱	تغییر بو
۳	آب‌های جو	۲۸	مشکلات حقوقی تاسیسات	۵۲	تغییر سرعت
۴	آب‌های زیرزمینی	۲۹	ورود اشیای خارج به درون لوله‌ها	۵۳	وجود مقادیر بیش از حد کلر
۵	مشکلات منابع آب‌های سطحی	۳۰	یخ‌زدن آب	۵۴	املاح و مواد اضافی در آب
۶	مشکلات درون منابع آب	۳۱	شبکه انتقال گاز در مجاور شبکه آبرسانی	۵۵	عدم سنجش صحیح کنتور

عمومی‌سازی، مدل روش عمومی‌سازی، مدل مفهومی با سطوح جزئیات دو و سه نیز از مدل مفهومی با سطح جزئیات یک استخراج شدند. مدل‌های LOD2 و LOD3 بترتیب در شکل‌های شماره ۴ و ۵ نشان داده شده‌اند

سپس با استفاده از روش بیان‌شده، مدل مفهومی استفاده از اطلاعات مکانی مردم‌گستر در منابع آب به کمک مدل هستارشناسی توسعه داده شد. شکل شماره‌ی ۳ این مدل را نشان می‌دهد. در مرحله بعد با استفاده از روش



شکل ۳- مدل مفهومی به‌کارگیری اطلاعات مکانی مردم‌گستر در مدیریت منابع آب با سطح جزئیات یک



مراجعه نیز برای سه سطح جزئیات ایجاد شده است. قسمتی از این جدول مراجعه برای مدل مفهومی با سطح جزئیات یک، در جدول شماره ۴ آورده شده است.

پس از ایجاد مدل مفهومی در سه سطح از جزئیات، نوبت به ایجاد جدول مراجعه می‌رسد. بنابراین با توجه به مدل هستارشناسی و همچنین مدل مفهومی، جدول

جدول ۴- جدول مراجعه‌ی طبقه‌بندی با سطح جزئیات

کلاس‌های مدل مفهومی				مشکلات	
۱	مستندات	غیردیداری	دیداری	بویایی	
				قابل گسترش	۱
۲	مستندات	غیردیداری	دیداری	قابل گسترش	ریختن نفت و مشتقات آن به درون منابع آب
					۲ احتراق سوخت‌های فسیلی روی سطح منابع آب
					۳ ریختن کودها، آفات و محصولات دورریز زمین‌های کشاورزی به درون منابع آب
					۴ ریختن کودها، آفات و محصولات دورریز مرغداری‌ها و دامداری‌ها به درون منابع آب
					۵ فاضلاب و پساب کارخانجات
					۶ تجمع فضولات حیوانات و پرندگان روی آب
۳	مستندات	غیردیداری	دیداری	قابل گسترش	۷ فاضلاب ساختمان‌ها

۶- ارزیابی

در این پژوهش، نتیجه‌ی ایجاد یک روند برای استفاده از اطلاعات مکانی مردم‌گستر برای موضوعات تخصصی با کمترین ناهمگونی معنایی، یک مدل مفهومی برای داوطلبان و یک مدل هستارشناسی برای کارشناسان است. بنابراین ارزیابی در این پژوهش، بررسی کارایی مدل مفهومی و مدل هستارشناسی برای یک موضوع خاص نظیر منابع آب‌های سطحی به ترتیب برای داوطلبان و کارشناسان است که نتایج ارزیابی این دو موضوع در این بخش از تحقیق بیان شده است.

۶-۱- قابلیت استفاده‌ی مدل مفهومی از دید کاربران

برای ارزیابی قابلیت استفاده‌ی مدل مفهومی از دید کاربران، منظور و هدف از هر طبقه‌ی موجود در مدل مفهومی با بیشترین جزئیات نظیر محسوس بودن یا نبودن یک طبقه و دیداری بودن یا نبودن یک طبقه‌ی دیگر، از هر کاربر سوال شد و با واقعیت تطبیق داده شد. بر اساس پاسخ‌های تعداد ۲۰ کاربر به این پرسش‌ها نتایج نشان داده شده در نمودار شماره ۱ بدست آمد.

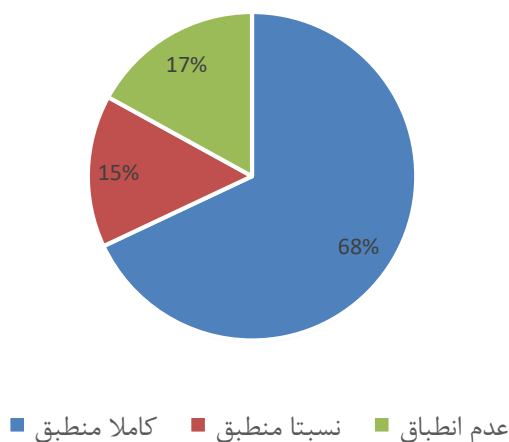
منظور از منطبق بودن یا نبودن، میزان تناسب پاسخ‌های کاربر در مورد یک طبقه‌ی خاص از مدل مفهومی با هدف و منظور طراح مدل از قرار دادن آن طبقه در مدل مفهومی است.

۶-۲- قابلیت استفاده‌ی مدل مفهومی از دید کارشناسان

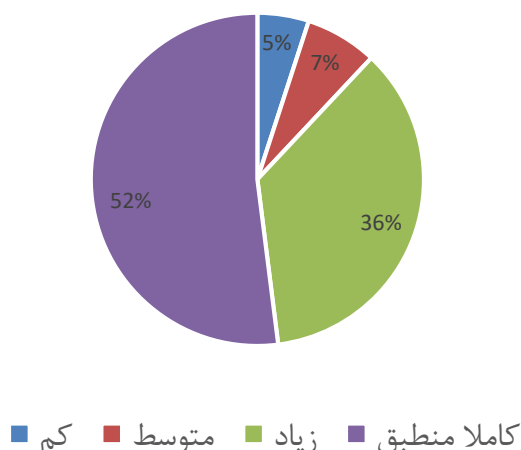
برای ارزیابی قابلیت استفاده‌ی مدل مفهومی از دید کارشناسان، خروجی مدل در اختیار کارشناسان قرار گرفت. همانگونه که در قبل بیان شد، خروجی مدل در واقع اطلاعات حاصل از مدل هستارشناسی است که به کمک جدول مراجعه و از طریق مدل مفهومی بدست می‌آیند. بنابراین از هر کارشناس تقاضا شد تا یک یا چند مشکل در منابع آب را در نظر بگیرد. سپس طبقات حاصل از مدل مفهومی بر اساس آن مشکل مشخص شدند. در نهایت به کمک جدول مراجعه، اطلاعات متناظر با طبقات انتخاب شده از مدل مفهومی، از مدل هستارشناسی تعیین شدند. در نهایت از کارشناسان خواسته شد تا درجه‌ی مطابقت اطلاعات حاصل شده از مدل هستارشناسی را با مشکل رخ داده در منابع آب مشخص کنند. این امر با

انتخاب یکی از کلمات کم، متوسط، زیاد و دقیقاً منطبق توسط کارشناسان مشخص شد. نتایج حاصل از مصاحبه با

۱۵ کارشناس در زمینه‌ی منابع آب در نمودار شماره‌ی ۲ مشخص شده است.



نمودار ۱- نتایج حاصل از پرسشنامه کاربران



نمودار ۲- نتایج حاصل از پرسشنامه کارشناسان

لازم بذکر است که با ارزیابی مدل مفهومی و مدل هستارشناسی و بررسی نتایج، در واقع جدول مراجعه نیز ارزیابی شده است. چرا که اگر ارتباط بین مدل مفهومی و مدل هستارشناسی بدرستی برقرار شود و از اطلاعات ورودی به مدل مفهومی بتوان اطلاعات خروجی مناسب و صحیحی از مدل هستارشناسی استخراج نمود، بنابراین جدول مراجعه کارایی خوبی برای آن موضوع دارا است.

۷- نتیجه‌گیری

با توجه با اینکه فقط ۱۷ درصد از پاسخ‌های کاربران در ارزیابی اول کاملاً اشتباه بوده، سادگی و عدم ابهام مدل مفهومی مشخص می‌شود و همچنین با توجه به اینکه

بدون هیچ آموزش خاصی به کاربران راجع به مدل مفهومی، ۸۳ درصد از آن‌ها به سوالات، پاسخ‌های مرتبط با موضوع داده‌اند، بنابراین مدل مفهومی یاد شده برای داوطلبان نیاز به آموزش خاصی ندارد. همچنین می‌توان گفت با توجه به ارزیابی دوم ۸۸ درصد از اطلاعات حاصل از مدل هستارشناسی، انتظار کارشناسان را مبنی بر در اختیار داشتن اطلاعات مناسب برای تصمیم‌گیری برآورده کرده و فقط با استفاده از ۱۲ درصد از اطلاعات حاصله نمی‌توان تصمیم‌گیری کرد. بنابراین میزان بالایی از اطلاعاتی که از مدل هستارشناسی بدست می‌آیند، مشکل موجود را بدرستی بیان کرده و بنابراین برای تصمیم‌گیری مناسب هستند. بنابراین با توجه به نتایج نظرسنجی، مدل

می‌توان انجام داد، اجرای فرآیند تکراری پیاده‌سازی مدل در یک سامانه اطلاعات مکانی مردم‌گستر، ثبت گزارش توسط داوطلبان، بررسی گزارشات و برطرف نمودن مشکلات موجود در مدل است. این چرخه تا زمان عدم تغییر درصد خطای مدل مفهومی و مدل هستارشناسی در تکرارهای مختلف ادامه می‌یابد.

در مجموع می‌توان گفت با توجه به نتایج دلگرم‌کننده حاصل از نظرسنجی مدل مفهومی، مدل هستارشناسی و جدول مراجعه، با انجام موضوعات تحقیقاتی اشاره شده در بالا می‌توان یک فرآیند کامل مدلسازی و پیاده‌سازی سامانه‌های اطلاعات مکانی مردم‌گستر را برای هر موضوع خاصی در اختیار داشته باشیم.

کارایی لازم برای استفاده در محیط‌های اطلاعات مکانی مردم‌گستر را داراست.

البته با توجه به اینکه ۱۵ درصد از پاسخ‌های کاربران در ارزیابی سادگی مدل مفهومی اشتباه بود و همچنین ۱۲ درصد از اطلاعات حاصل از مدل هستارشناسی در ارزیابی آن برای تصمیم‌گیری مناسب نبود، می‌توان گفت هنوز مدل به حداکثر کارایی خود نرسیده است. دلیل این موضوع در تکراری بودن فرآیند توسعه‌ی یک مدل نهفته است. چرا که برای بهبود عملکرد یک مدل، معمولاً چندین مرتبه از مدل استفاده شده و نواقص آن برطرف می‌شوند تا مدل حداکثر بازدهی خود را داشته باشد. پس یکی از موضوعات تحقیقاتی که در ادامه‌ی این پژوهش

مراجع

- [1] Marrin.D.L.A. (2019). "Environmental Nutrition." J. Sabaté, Academic Press.
- [2] Chess.C,A., T.Dietz,B., M.Shannon,C. (1998). "Who should deliberate when.?" Human Ecology Review".
- [3] Ramos.J.M,A., A.Vandecasteele,B., R.Devillers,C. (2013). "Semantic integration of authoritative and volunteered geographic information (VGI) using ontologies." in Proceeding of Association of Geographic Information Laboratories for Europe (AGILE) Conference.
- [4] Worboys.M.F,A., M.Duckham,B., (2004) "GIS: a computing perspective." CRC press, Newyourk.
- [5] Lynch.S,A. (2018). "OpenLitterMap.com—open data on plastic pollution with blockchain rewards (littercoin)." Open Geospatial Data, Software and Standards
- [6] O.Azari,A., F.Karimipour,B., (2014) "Volunteered Geographic Information for Urban Spatial Analysis (Case Study: Optimum Path Finding)". Geospatial Engineering Journal, 5 (3) :1-14
- [7] Fatehian.S,A., Jelokhani-Niaraki.M,B., AbdollahiKakroodi.A,C., YazanpanahDero.Q,D., NeysaniSamany.N,E., (2018). "A volunteered geographic information system for managing environmental pollution of coastal zones: A case study in Nowshahr, Iran." Ocean & Coastal Management. 163: p. 54-65.
- [8] Teymuriyan.F,A., Alesheykh.A,B., Alimohammadi.A.C., SadeghiNiyaraki.A.D., (2019). "Development of an information system and evaluation of urban bus performance using Volunteered Geographic Information" Quarterly Journal of Transportation Engineering,10:4 737-1002.
- [9] Terroso-Saenz,F,A., A.Muñoz,B., (2020). "Land use discovery based on Volunteer Geographic Information classification." Expert Systems with Applications, 140: p. 112892.
- [10] Kusumo,A.N,L,A., D.Reckien,B., J.Verplanke,C., (2017) "Utilising volunteered geographic information to assess resident's flood evacuation shelters. Case study: Jakarta." Applied Geography. 88: p. 174-185
- [11] Bagheri.H,A., Malek.M,R,B., Esmaeily.A,C., (2015). "Design and Implementation of a Volunteered Geographic Information System for Gas Urban Network." Journal of Emergency Management, 5(10) , 91-104
- [12] Zook.M,A., Graham.M,B., Shelton.T,C., Gorman.S,D., (2010). "Volunteered geographic information and crowdsourcing disaster relief: a case study of the Haitian earthquake." World Medical & Health Policy, 2(2): p. 7-33.
- [13] Haghbayan.S,A., Malek.M,B., (2020). "Spatial description of indoor space in Volunteered Geographic Information environments." Geographical Data (SEPEHR). 28(112): 109-121.
- [14] Koswatte.S,A., McDougall.K,B., Liu.X,C., (2014). "Ontology driven VGI filtering to empower next generation SDIs for disaster management." Proceedings of the Research.
- [15] Lin,W,A., (2013). "When Web 2.0 meets public participation GIS (PPGIS): VGI and spaces of participatory mapping in China, in Crowdsourcing geographic knowledge." Springer. p. 83-103.
- [16] Malek.M,A., (2016). "Volunteered Geographic Information: Theory and application." K.N.Toosi university, Tehran.

- [17] Goodchild.M.F,A., (2007). "Citizens as sensors: the world of volunteered geography." *GeoJournal*. 69(4): p. 211-221.
- [18] Seeger.C.J,A., (2008). "The role of facilitated volunteered geographic information in the landscape planning and site design process." *GeoJournal*. 72(3-4): p. 199-213.
- [19] DeLeeuw.J,A., Saeid.M,B., Ortegah.L,C., Nagda.S,D., Georgiadue.Y,E., DeBlois.M., (2011). "An assessment of the accuracy of volunteered road map production in Western Kenya." *Remote Sensing*. 3(2): .p.247-256
- [20] Goodchild.M.F,A., J.A.Glennon,B., (2010). "Crowdsourcing geographic information for disaster response: a research frontier." *International Journal of Digital Earth*. 3(3): p. 231-241.
- [21] Corazzon.R,A., (2014). "Theory and history of ontology. Ancient Greek and Roman Philosophy"
- [22] Uschold.M,A., M.Gruninger.B,B., (1996). "Ontologies: Principles, methods and applications." *The knowledge engineering review*. 11(2): p. 93-136.
- [23] Antoniou.G,A., VanHarmelen.F,B., (2004). "A semantic web primer. MIT press.
- [24] Celko,A., (2008). "Chapter 4 - Lookup Tables, in Joe Celko's Thinking in Sets," J. Celko, Editor., Morgan Kaufmann: San Francisco. p. 51-63.