

طراحی و پیاده‌سازی یک سامانه‌ی اطلاعات مکانی مردم‌گستر جهت جمع‌آوری اطلاعات کشت محصولات در اراضی کشاورزی

حسین بهادری‌زاده^{۱*}، محمدرضا ملک^۲، محمد ذورقی^۳

^۱ کارشناس ارشد آزمایشگاه پژوهشی اطلاعات مکانی فراگیر و همراه - 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

^۳ کارشناس ارشد سنجش‌ازدور - دانشکده مهندسی نقشه‌برداری - پردیس دانشکده‌های فنی - دانشگاه تهران
mohamad.zoraghi@ut.ac.ir

(تاریخ دریافت اردیبهشت ۱۴۰۰، تاریخ تصویب خرداد ۱۴۰۰)

چکیده

اهمیت انواع اطلاعات در زمینه‌های مختلف موجب شده تا محققان دنبال روش‌هایی باشند تا با کمترین هزینه و زمان و بیشترین دقت، اطلاعات در هر زمینه‌ای را جمع‌آوری کنند. یکی از روش‌های جدید جمع‌آوری اطلاعات، موجب تولید اطلاعاتی با نام اطلاعات مکانی مردم‌گستر شده که موجب صرفه‌جویی در هزینه و زمان شده و بروزسانی اطلاعات را بسادگی امکانپذیر می‌کند. اطلاعات مکانی مردم‌گستر، داده‌های مکانی و رقمی تهیه و ویرایش شده توسط شهروندانی است که دانش مکانی و مشاهدات خود را به اشتراک می‌گذارند. زمینه‌ای که تا بحال اطلاعات مکانی مردم‌گستر برای آن کمتر بررسی شده، کشاورزی است. در واقع هر کشاورز به عنوان یک کاربرداوطلب، اطلاعات مکانی و توصیفی مربوط به اراضی کشاورزی خود را ثبت کند. در حال حاضر بازدید میدانی توسط کارشناس و پردازش تصاویر ماهواره‌ای، دو روش عمده برای جمع‌آوری این اطلاعات هستند. هر دوی این روش‌ها تقریباً پر هزینه و زمانبر می‌باشند. برای رفع مشکلات یاد شده، در این تحقیق سامانه‌ای جهت جمع‌آوری اطلاعات نوع کشت محصولات کشاورزی و محدوده‌ی مکانی اراضی کشاورزی ایجاد شده که صرفه‌جویی در زمان و هزینه جمع‌آوری این اطلاعات را در پی دارد. در نهایت جهت ارزیابی، سامانه‌ی نمونه برای منطقه‌ی مورد مطالعه پیاده‌سازی و نتایج آن با روش سنجش از دور مقایسه شده و نشان داده شد دقت روش پیشنهادی که با بررسی ماتریس درهم ریختگی حاصل از محیط مردم‌گستر، ۹۱ درصد بدست آمده تقریباً معادل دقت بدست آمده از روش سنجش از دور است؛ در حالیکه زمان و هزینه‌ی این روش نسبت به روش سنجش از دور بسیار کمتر است. همچنین صحت اطلاعات مکانی مردم‌گستر جمع‌آوری شده با توجه به ماتریس درهم ریختگی، به ترتیب برای چهار محصول ذرت، برنج، گندم و جو در این تحقیق، ۰/۸۹، ۰/۸۶ و ۰/۹۱ بدست آمد که قابل اعتماد بودن نتایج حاصل از اطلاعات مکانی مردم‌گستر را برای محصولات مختلف نشان می‌دهد.

واژگان کلیدی: سیستم اطلاعات مکانی، اطلاعات مکانی مردم‌گستر، کشاورزی، تصاویر ماهواره‌ای

۱- مقدمه

بطور کلی فرآیند تصمیم‌گیری، مبتنی بر در اختیار داشتن اطلاعات مناسب در مورد موضوع تصمیم است و هر چه این اطلاعات کامل‌تر و جامع‌تر باشند، فرآیند تصمیم‌گیری دارای خروجی قابل قبول‌تری خواهد بود [۱]. اهمیت انواع اطلاعات، موجب شده تا محققان بدنبال روش‌هایی باشند تا با کمترین هزینه و بیشترین دقت و در کمترین زمان ممکن، اطلاعات را جمع‌آوری کنند. استفاده از هوش تجمعی جهت جمع‌آوری اطلاعات، موجب تولید اطلاعاتی با نام اطلاعات مکانی مردم‌گستر شده که صرفه‌جویی در هزینه و زمان را در پی داشته و بروزرسانی اطلاعات را بسادگی امکانپذیر می‌کند [۲].

در طول دهه‌ی گذشته ظهور اطلاعات مکانی مردم‌گستر موجب ایجاد پیشنهادی دیگر علاوه بر روش‌های رسمی برای تولید داده‌های مکانی شده است [۳]. 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 [۴]. در یک محیط اطلاعات مکانی مردم‌گستر هر کاربر داوطلب، بصورت یک سنجنده عمل کرده و داده‌های مکانی را جمع‌آوری و برای سرور ارسال می‌کند [۵]. این اطلاعات موجب تکمیل داده‌های استاندارد شده و با توجه به ماهیتشان، فراداده‌ی زیادی از آن‌ها قابل استخراج است [۲]. این اطلاعات در مقایسه با اطلاعات مکانی استاندارد نه تنها ارزانتر بلکه حتی در مواقعی تنها منبع اطلاعات مکانی قابل استفاده می‌باشند [۵]. این موضوع نشان‌دهنده‌ی ارزش و اهمیت بالای این نوع اطلاعات است. همچنین تحقیقات 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 [۲]. بنابراین با توجه به مشکلات تهیه‌ی داده‌ها به روش‌های مرسوم 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 مرسوم تهیه داده، مورد استفاده قرار گیرد. یکی از زمینه‌هایی که بکارگیری اطلاعات مکانی مردم‌گستر در آن موجب بهبود و پیشرفت آن خواهد شد و تاکنون به آن توجه چندانی نشده، کشاورزی است.

کشاورزی به عنوان یکی از منابع اصلی ثروت در اقتصاد به‌شمار می‌رود؛ بنابراین کشورهای در حال توسعه برای برون‌رفت از بحران‌های اقتصادی و بدلیل نقش بسزایی که در تامین غذا، رفاه جامعه و در نهایت رشد اقتصاد ملی، ایفا می‌کند آن را سرلوحه‌ی برنامه‌های اقتصادی خود قرار می‌دهند [۶]. در کشور ایران الگوی کشت محصولات کشاورزی بر مبنای نیاز منطقه‌ای، وضعیت ذخایر آبی و میزان صادرات وجود ندارد و این مساله نه تنها هدررفت منابع آبی را بدنبال دارد، بلکه باعث کاهش بهره‌وری و زیان کشاورزان می‌شود. [۶]. از طرفی تصمیم‌گیری برای تعیین الگوی مصرف کشت نیازمند در اختیار داشتن اطلاعات مناسب و بروز است. یک دسته از اطلاعاتی که به تعیین هر چه بهتر نیاز منطقه‌ای جهت تصمیم‌گیری در مورد الگوی مصرف کشت کمک می‌کند، اطلاع از میزان کشت محصولات مختلف و داشتن تاریخچه‌ای از کشت محصولات در مناطق مختلف است.

برآورد سطح زیر کشت محصولات مختلف کشاورزی در کشور معمولاً از سه روش تخمین کارشناسی، برآورد از طریق فهرست‌برداری و استفاده از فن‌آوری‌هایی نظیر سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات مکانی انجام می‌گیرد [۷]. دقت روش تخمین کارشناسی بسیار اندک است و نمی‌توان نتایج آن را در تصمیم‌گیری‌های مهم کشور بکار گرفت. در روش برآورد از طریق فهرست‌برداری، هر چند سطح زیر کشت محصول تخمین زده می‌شود، اما پراکندگی آن را بدست نخواهد داد ضمن اینکه هزینه بالای نیروی انسانی، عامل مهم و محدودکننده این روش است. لازم بذکر است که در ایران جمع‌آوری اطلاعات مربوط به کشاورزی بیشتر از طریق کارشناسی و روش‌های سنتی صورت می‌پذیرد. بررسی‌ها نشان داده است که این روش‌ها دارای خطای زیادی هستند [۸].

اما مناسبترین روش، قطعاً استفاده از روش‌های نوین سنجش از دور و سیستم اطلاعات مکانی است [۷]. در مورد این روش‌ها نیز بحث‌هایی وجود دارد. یکی از روش‌های مرسوم، جهت اخذ چنین اطلاعاتی استفاده از نقشه‌های پوشش زمین است. نقشه‌های پوشش زمین برای طیف گسترده‌ای از کاربردها نظیر برنامه‌ریزی، تشخیص تنوع زیستی، مدیریت پایش منابع طبیعی موجود در محیط زیست و تغییرات اقلیم استفاده می‌شوند [۹، ۱۰]. این نقشه‌ها معمولاً از طریق طبقه‌بندی اتوماتیک یا نیمه اتوماتیک تصاویر

مشارکت شهروندان در جمع‌آوری داده‌های مکانی فراهم شد که Tim O'Reilly این فناوری را وب ۲ نامید. این امر باعث شد تا حجم عظیمی از داده‌های مکانی توسط مردم ایجاد شود و فرصتی را ایجاد کرد تا افراد عادی بدون نیاز به آموزش و با توجه به دانش محلی خود، اقدام به تهیه نقشه و تولید اطلاعات مکانی کنند [۱۵]. با اینحال، استفاده از این اطلاعات در زمینه کشاورزی، جدید بوده و کمتر به آن پرداخته شده است. از طرفی موضوع تحقیق، ارتباط و مشابهت تنگاتنگی با تهیه نقشه‌های پوشش زمین دارد، از این رو در بخش پیشینه تحقیق، تحقیقاتی مرتبط با استفاده از اطلاعات مکانی مردم‌گستر در زمینه تهیه نقشه‌های پوشش و کاربری زمین بررسی شده‌اند.

Perger, et al [۱۶] با استفاده از اطلاعات مکانی مردم‌گستر به تولید نقشه‌های پوشش زمین پرداخته است. در واقع در این تحقیق با استفاده از ابزار خرد جمعی Geo-Wiki اطلاعات مکانی مردم‌گستر در زمینه تولید نقشه‌های پوشش زمین جمع‌آوری شده و در نهایت این اطلاعات با داده‌های رسمی موجود، جهت ارزیابی مقایسه شده که نتایج، نشان‌دهنده‌ی کارایی اطلاعات مکانی مردم‌گستر جهت تهیه این نوع نقشه‌ها بوده است.

Jokar Arsanjani, et al [۱۷] روشی جهت تولید نقشه‌های کاربری اراضی به کمک اطلاعات مکانی مردم‌گستر، بدون کمک گرفتن از روش‌های سنجش از دور و داده‌های رسمی ارائه داده است. در واقع در این تحقیق از داده‌های Open Street Map جهت تولید الگوی نقشه کاربری اراضی در وین پایتخت اتریش استفاده شده است. در نهایت این تحقیق با مقایسه نتیجه حاصل از اطلاعات مکانی مردم‌گستر و داده‌های رسمی ارزیابی شده که نتایج، نشان‌دهنده‌ی حدود ۸۵ درصد مشابهت داده‌های مردم‌گستر و داده‌های رسمی هستند.

Arsanjani, et al [۱۸] در تحقیقی دیگر، به نحوی متفاوت‌تر از اطلاعات مکانی مردم‌گستر در تهیه نقشه‌های پوشش و کاربری زمین استفاده کرده است. تا به امروز بیشتر تحقیقات در زمینه تهیه این نوع نقشه‌ها از روش الگوریتم‌های نظارت‌شده به‌منظور استخراج کاربری یا پوشش اراضی، از تصاویر استفاده کرده‌اند. روش نظارت‌شده به داده‌های آموزشی نیازمند است. بنابراین دقت نقشه‌های تهیه‌شده به این روش به دو موضوع اصلی وابسته است. موضوع اول کیفیت و دقت تصاویر و دیگری کیفیت و دقت داده‌های آموزشی است [۱۲]. از طرفی مشکلات استفاده از تصاویر

سنجش از دور تهیه می‌شوند، که استفاده از این روش علاوه بر هزینه‌ی زیاد، مشکلات مربوط به بروزرسانی اطلاعات را در پی دارد [۱۱]. همچنین دقت نقشه‌هایی که از این روش به‌دست می‌آیند وابسته به دقت و کیفیت تصاویر سنجش‌از‌دور می‌باشد [۱۲]. بنابراین دسترسی به نقشه‌های دقیق پوشش و کاربری زمین که با استفاده از این روش تولید می‌شوند، نیازمند تصاویر هوایی و ماهواره‌ای با قدرت تفکیک بالا می‌باشد [۱۳]. این موضوع محدودیت در دقت را برای این نقشه‌ها به‌دنبال دارد. چرا که تولید یا دسترسی به تصاویر با کیفیت بالا، نیازمند صرف زمان و هزینه‌ی زیاد می‌باشد. اما در صورت داشتن تصاویر با کیفیت، این تصاویر دقت خوبی در تعیین نوع کشت محصول در پی دارند.

اما مطابق با آنچه که گفته شد، اطلاعات مکانی مردم‌گستر گونه‌ای جدید از سامانه‌های اطلاعاتی مبتنی بر هوش جمعی بوده و می‌توان از آن جهت جمع‌آوری اطلاعات استفاده کرد. بنابراین در این تحقیق استفاده از اطلاعات مکانی مردم‌گستر در زمینه جمع‌آوری اطلاعات مربوط به کشت محصولات مختلف در مناطق مختلف بررسی شده است.

در بخش دوم این تحقیق پیشینه تحقیق بررسی شده است. روش پیشنهادی مبتنی بر اطلاعات مکانی مردم‌گستر مرتبط با پوشش اراضی کشاورزی در بخش سوم و پیاده‌سازی آن در بخش چهارم آورده شده است. ارزیابی اطلاعات مکانی مردم‌گستر مرتبط با این تحقیق در بخش پنجم و نتایج این تحقیق در بخش ششم آورده شده است.

۲- پیشینه تحقیق

هر چند واژه‌ی اطلاعات مکانی مردم‌گستر در سال ۲۰۰۷ برای اولین بار توسط Goodchild به‌کار برده شد [۵] اما مشارکت میان مردم از دیرباز به عنوان موضوعی مهم در تاریخ بشریت مطرح بوده‌است. در سال ۱۹۴۱ BBC با اعلام فراخوانی، مردم را برای مشارکت در تعیین تصاویر تعطیلات و کارت‌پستال‌های سواحل اروپا دعوت نمود. مطابق با آمار، بیش از ده میلیون آیتم از طریق این روش دریافت شد [۱۴]. پس از چنین مواردی با توجه به پیشرفت فناوری اطلاعات و علوم کامپیوتر، همکاری‌های مشارکتی زیادی در کاربردهای مختلف تجربه شده است. به عنوان نمونه‌ای از این پیشرفت‌ها، در سال ۲۰۰۴ به کاربران امکان قرار دادن اطلاعات بر روی اینترنت داده شد و همچنین امکان

برای تهیه‌ی نقشه‌های پوشش و کاربری زمین، به‌خصوص مشکل پوشش ابر برخی مناطق، موجب کاهش دقت و کیفیت داده‌های آموزشی به‌دست‌آمده از تصاویر می‌شود. همچنین تولید این داده‌های آموزشی به روش نقشه‌برداری زمینی موجب اتلاف وقت و هزینه‌های زیاد می‌شود. اما محققان در این تحقیق اطلاعات مکانی مردم‌گستر را اطلاعاتی کم هزینه جهت آموزش الگوریتم‌های نظارت شده‌ی تولید نقشه‌های پوشش و کاربری زمین با استفاده از تصاویر سنجش از دور معرفی می‌کنند. در این تحقیق داده‌های OSM به عنوان منبع اطلاعات مکانی مردم‌گستر جهت آموزش سیستم، استفاده شده که مقایسه نتایج نهایی با نقشه‌های کاربری اراضی حاصل شده از GMESUA^۱ شاخص کاپای ۸۹ درصد را نشان می‌دهد که نشان‌دهنده‌ی کارایی اطلاعات مکانی مردم‌گستر است.

Jiang, et al [۱۹] به کمک اطلاعات مکانی مردم‌گستر برای هر کاربری، یک محدوده‌ی مکانی مشخص کرده است. درواقع هدف، تقسیم‌بندی منطقه‌ی موردنظر است. این تقسیم‌بندی بر اساس محدوده‌ی در نظر گرفته شده برای هر کاربری است. محقق برای این منظور داده‌های مردم‌گستر مربوط به کاربری اراضی را از طریق Yahoo! بدست‌آورده است. در این تحقیق برای تعیین محدوده‌ی مکانی هر کاربری، داده‌های مردم‌گستر در مدل MLE^۲ قرار داده‌شده‌اند. خروجی این مدل تعیین محدوده برای کاربری‌های اراضی مختلف می‌باشد.

Fonte, et al [۲۰] اطلاعات مکانی مردم‌گستر را جهت اعتبارسنجی نقشه‌های پوشش اراضی استفاده کرده است. در این تحقیق در واقع استفاده از داده‌های مکانی مردم‌گستر به عنوان داده‌های کنترلی برای نقشه‌های پوشش اراضی ارزیابی شده است.

Johnson and Iizuka [۲۱] همانند تحقیق [۱۸] اطلاعات مکانی مردم‌گستر را به‌عنوان روشی جدید، به‌منظور تولید داده‌های آموزشی پیشنهاد داده است، که با استفاده از این نوع داده‌ها، دیگر نیازمند انجام عملیات پیش‌پردازشی روی تصاویر نمی‌باشیم [۲۲]. درنهایت در این تحقیق به کمک داده‌های مردم‌گستر آموزش مدل موردنظر به‌منظور تقسیم منطقه‌ی مورد مطالعه به کاربری‌های مختلف، انجام گرفته است.

Terroso-Saenz and Muñoz [۲۳] نیز ضمن معرفی اطلاعات مکانی مردم‌گستر و داده‌های مکانی کاربر ساخت^۳ به عنوان پتانسیلی برای تولید نقشه‌های کاربری زمین، روش‌هایی معرفی می‌کند تا بتوان دقت معنایی برچسب‌های استفاده شده برای تولید نقشه‌های کاربری اراضی را با استفاده از روش‌های مردم‌گستر افزایش داد.

Olteanu-Raimond, et al [۲۴] ضمن اثبات نیاز به بروزرسانی مکرر نقشه‌های پوشش و کاربری اراضی، زمان‌بر بودن و هزینه‌ی بروزرسانی با استفاده از روش‌های مرسوم و سنتی را یادآور می‌شود. به همین دلیل در این تحقیق الگوریتمی جهت تشخیص تغییرات^۴، توسعه داده شده تا با استفاده از آن بروزرسانی نقشه‌های پوشش و کاربری اراضی به سادگی و سرعت صورت بپذیرد. این الگوریتم نیاز به اعتبارسنجی و اعتبارسنجی هم نیاز به داده‌های بروز دارد، که اطلاعات مکانی مردم‌گستر نیاز اطلاعاتی این الگوریتم را برطرف نموده است. در واقع از اطلاعات مکانی مردم‌گستر جهت ارزیابی و اعتبارسنجی تغییرات نقشه‌های پوشش و کاربری اراضی مشخص شده توسط الگوریتم، استفاده شده است.

با توجه به تحقیقات بیان شده، مشخص می‌شود که اطلاعات مکانی مردم‌گستر در زمینه‌ی تهیه‌ی نقشه‌های پوشش و کاربری اراضی، از تولید نقشه‌ها تا اعتبارسنجی آن‌ها کاربرد دارد. اما تفاوت اصلی تحقیق حاضر با تمامی تحقیقاتی که ارائه شده، در موارد زیر خلاصه می‌شود. در تحقیق حاضر بر روی تولید اطلاعات مکانی مردم‌گستر تمرکز شده است. حال آنکه برخی از تحقیقات بیان‌شده صرفاً از اطلاعات مکانی مردم‌گستر تولید شده در بسترهایی نظیر OSM^۵ استفاده کرده‌اند. از طرفی تولید اطلاعات مکانی مردم‌گستر در این تحقیق صرفاً برای محصولات کشاورزی است. در واقع هدف، تهیه‌ی یک نقشه‌ی پوشش اراضی است که صرفاً میزان کشت محصولات کشاورزی برای موقعیت‌های مختلف را نمایش می‌دهد. تمرکز بر روی محصولات کشاورزی موجب شده تا مدل‌سازی و پیاده‌سازی این تحقیق با سایر تحقیقات بیان شده کاملاً متفاوت باشد.

^۳ user-generated data
^۴ Change Detection Algorithm
^۵ Open Street Map

^۱ Global Monitoring for Environment and Security Urban Atlas
^۲ Maximum Likelihood Estimation

۳- روش پیشنهادی

در این تحقیق هدف نهایی جمع‌آوری اطلاعات مکانی با استفاده از هوش تجمعی و داوطلبان، راجع به نوع محصولات کشت شده در اراضی کشاورزی است. بنابراین در این بخش نحوه‌ی دریافت اطلاعات از داوطلبان در زمینه‌ی اخذ اطلاعات پوشش اراضی کشاورزی تشریح می‌شود.

در محیط‌های داوطلبانه، مدلسازی تا حد امکان باید ساده باشد چرا که در نهایت این محیط‌ها در اختیار مردم قرار می‌گیرد. به همین دلیل در این تحقیق نیز سعی شده تا سامانه‌ی اطلاعات مکانی مردم گستر به ساده‌ترین حالت ممکن ایجاد شود.

اطلاعات مورد نیازی که می‌توانیم از کشاورزان دریافت کنیم و از آن‌ها به منظور تعیین نقشه‌ی پوشش اراضی کشاورزی استفاده کنیم را به دو دسته‌ی اطلاعات مکانی و اطلاعات توصیفی تقسیم می‌کنیم.

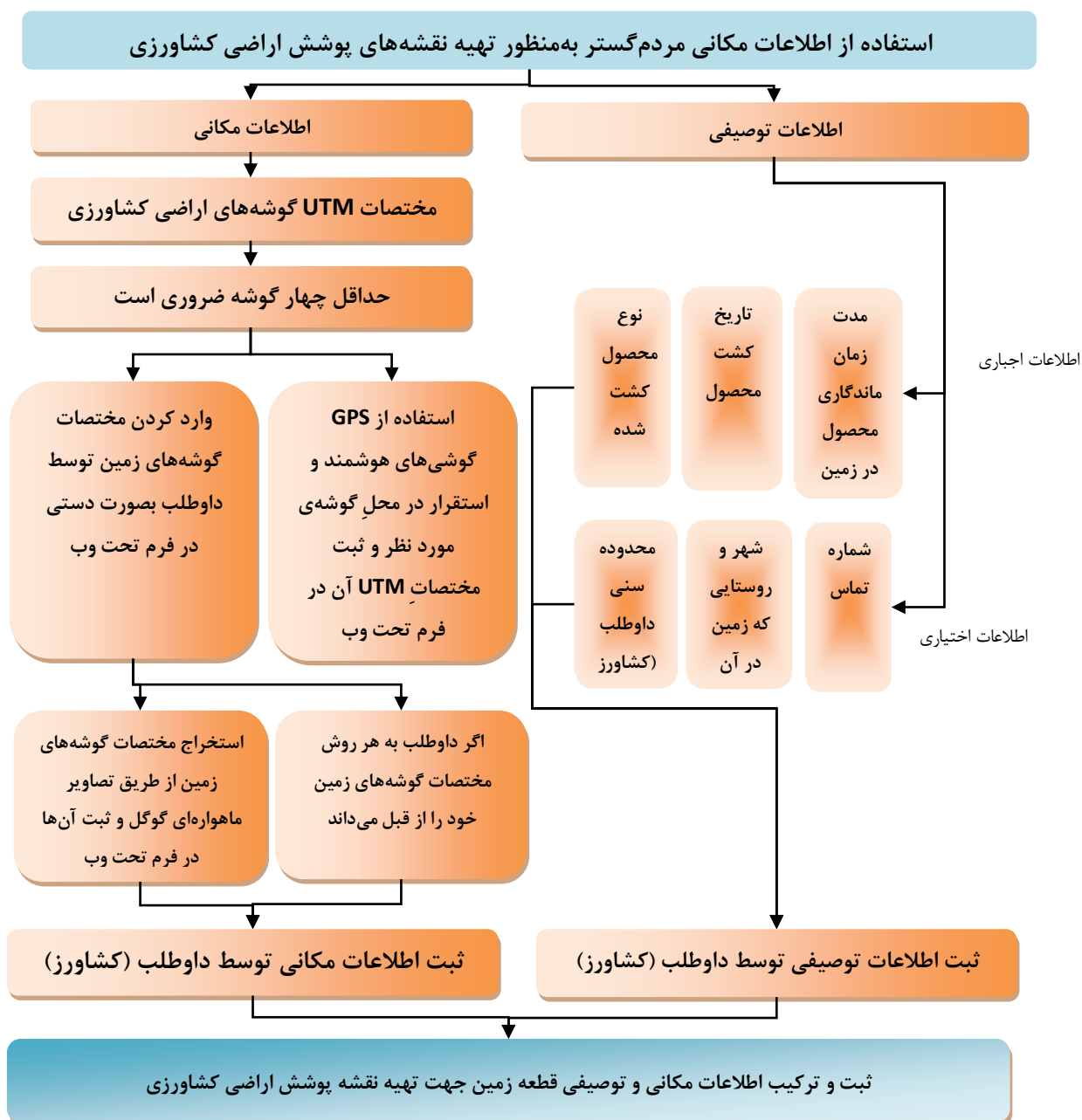
با توجه به دسترسی تعداد کثیری از مردم به گوشی‌های مجهز به گیرنده‌ی GPS و مرتبط به شبکه، یکی از بهترین و ساده‌ترین روش‌های دریافت اطلاعات مکانی، استفاده از قابلیت مکان در گوشی‌های کشاورزان است. با دقت در ابعاد وسیع زمین‌های کشاورزی، دقت ۳ تا ۲۰ متری قابلیت مکان در گوشی‌های هوشمند، نقصانی برای نقشه‌ی پوشش اراضی کشاورزی بوجود نخواهد آورد. اما این دقت یک فرض اساسی برای تحقیق بوجود می‌آورد و آن اینکه طول و عرض زمین‌های کشاورزی حداقل ۳۰ متر و یا بزرگتر در نظر گرفته شده چرا که در صورتی که کمتر از این مقدار باشد، احتمال می‌رود مختصات دو گوشه از زمین به کمک قابلیت مکان در گوشی، یک مختصات تشخیص داده شود. این فرض اساسی محدودیت‌هایی را در جمع‌آوری داده ایجاد می‌کند. از طرفی با توجه به شکل هندسی زمین‌های کشاورزی که از طریق تصاویر ماهواره‌ای گوگل مشخص شده، اکثر این زمین‌ها حداقل چهار گوشه را دارا می‌باشند. بنابراین دریافت موقعیت مکانی حداقل چهار گوشه از زمین کشاورزی ضروری خواهد بود. لازم بذکر است قابلیت وارد نمودن مختصات گوشه‌های اراضی کشاورزی بصورت دستی نیز در این مدل دیده شده است.

از طرفی برای اطلاعات توصیفی مورد نیاز نیز، اطلاع از نوع محصول کشت شده در زمین، تاریخ کشت این محصول و مدت ماندگاری محصول در زمین کشاورزی

کفایت می‌کند. البته اطلاعات دیگری نظیر نوع کشت از نظر آبیاری نیز وجود دارد که در صورت اطلاع از آن می‌توانیم پایگاه داده‌ی غنی‌تری داشته باشیم، اما فعلاً با توجه به جدید بودن اطلاعات مکانی مردم گستر و استفاده از آن در کشاورزی، اطلاعات ساده و کاربردی اشاره شده کفایت می‌کند. شکل شماره ۱ نمایی از روند تحقیق را بصورت کامل نمایش می‌دهد.

اما نکته مهم دیگر انگیزه مشارکت‌کنندگان در سامانه‌ی اطلاعات مکانی مردم گستر است. انگیزه‌ی اصلی مشارکت‌کنندگان در این تحقیق، انتشار رایگان اطلاعات جمع‌آوری شده در بستر یک webgis برای آن‌ها است. در واقع اطلاعات جمع‌آوری شده در رابطه با محصولات کشت شده، نوع و موقعیت آن‌ها بر روی یک نقشه‌پایه^۱ برای کشاورزان نمایش داده می‌شود. این نمایش به کمک یک سامانه‌ی اطلاعات مکانی تحت وب بسیار ساده به کشاورزان نمایش داده می‌شود. به زبان ساده، کشاورزان در زمان تصمیم‌گیری در مورد نوع محصولی که قصد کاشت آن را در زمین خود دارند، می‌توانند گریزی به سامانه‌ی webgis مذکور داشته و به کمک آن، میزان کشت محصول مورد نظر خود را برای تاریخ‌های قبل از آن بصورت بصری مشاهده کنند. بنابراین اطلاعات حاصل از این سامانه می‌تواند به کشاورزان در تعیین نوع کشت و جلوگیری از ضرر و زیان‌های انتخاب اشتباه محصول کمک کند. علاوه بر این در برنامه‌ی آینده سامانه، نوع کشت را هم می‌توان در قالب توصیه از سامانه اخذ کنند. با غنی‌تر شدن اطلاعات این سامانه، یک سیستم توصیه‌گر کشت برای کشاورزان در نظر گرفته خواهد شد که با توجه به حجم کاشت محصولات مختلف در یک منطقه، محصولی که کمترین میزان کشت در منطقه را داشته به کشاورز پیشنهاد دهد. به هر حال انگیزه‌ی اصلی کشاورزان جهت مشارکت در این طرح را می‌توان استفاده‌ی رایگان از اطلاعات بارگذاری شده در سامانه‌ی اطلاعات مکانی مردم گستر و آگاهی از میزان کشت محصولات مختلف در منطقه‌ی مورد نظرشان دانست.

^۱ Base Map



شکل ۱- نمایی از روند تحقیق

معماری سامانه‌ی پیشنهادی نیز دیگر موضوع مهمی است که باید مولفه‌های مختلف آن مشخص شوند. مولفه-های معماری سامانه‌های اطلاعات مکانی تحت وب یا همان WebGIS مطابق با تقاضا و منطقه کاربریشان تغییر می-کنند. در این تحقیق از معماری چندلایه جهت توسعه‌ی سامانه استفاده شده است. معماری چندلایه یک معماری سرویس‌دهنده-سرویس گیرنده است که در آن سرور^۱ نقش

سرویس‌دهنده و ارائه‌دهنده‌ی خدمات و کاربر^۲ نقش سرویس‌گیرنده را دارند. معماری‌های چند لایه شامل معماری دولایه، سه‌لایه، چهارلایه تا بی‌نهایت لایه می‌باشند، اما آنچه رایج است استفاده از معماری سه‌لایه می‌باشد [۲۵]. این معماری شامل سه بخش لایه‌ی مدیریت داده، لایه‌ی کاربردی و لایه‌ی نمایش می‌باشد. هدف و مزیت اصلی این معماری ایجاد ساختاری چندلایه جهت جداسازی منطقی و فیزیکی قسمت‌های مختلف برنامه و کاهش

^۲ Client

^۱ Server

داوطلب (کشاورز) با روشن بودن قابلیت اتصال به شبکه و همچنین قابلیت مکان در تلفن همراه خود، با استقرار بر روی هر گوشه از زمین خود، دکمه مختصات گوشه زمین را زده و مختصات آن گوشه از زمین در قسمت مورد نظر نمایش داده می‌شود. تا زمانی که داوطلب (کشاورز) مختصات حداقل چهار گوشه از زمین خود را در این فرم وارد نکرده باشد، اطلاعات ثبت نخواهد شد. همچنین کاربر با استفاده از این روش می‌تواند تا ۸ گوشه را ثبت کند. ذکر این نکته ضروری است که وارد کردن مختصات در این فرم علاوه بر کمک گرفتن از قابلیت مکان تلفن همراه، بصورت دستی نیز امکان‌پذیر بوده و داوطلب می‌تواند با استفاده از اطلاعاتی که از قبل دارد و یا به کمک مختصات بدست آمده از تصاویر ماهواره‌ای گوگل، مختصات گوشه‌های زمین خود را بصورت دستی وارد کند. نمایی از فرم ورود اطلاعات مکانی در شکل شماره ۲ آورده شده است.

قسمت دوم فرم مدلسازی، مربوط به اطلاعات توصیفی مورد نیاز است. اطلاعات توصیفی مورد نیاز در این تحقیق با توجه به مدلسازی، از طریق پرسش سؤالات زیر از داوطلب (کشاورز) جمع‌آوری شده است:

۱. در این زمین چه محصولی کشت می‌شود؟ (فقط یک محصول - برای هر محصول یک فرم جداگانه پر کنید)
 ۲. این محصول از چه زمانی در این زمین کشت می‌شود؟
 ۳. از زمان کاشت این محصول حدوداً چقدر زمان لازم است تا این محصول از این زمین برداشت شود؟
 ۴. زمین شما در چه شهر و روستایی قرار دارد؟ (اختیاری)
 ۵. در صورت تمایل شماره تماس خود را وارد کنید (اختیاری)
 ۶. لطفاً محدوده سنی خود را مشخص کنید (اختیاری)
 ۷. اگر پیشنهاد یا صحبتی برای ما دارید بنویسید
- سؤالات شماره‌ی یک، دو و سه، سؤالات اساسی هستند که پاسخ به این سه سوال ضروری و اجباری است. چرا که مدلسازی تحقیق بر اساس اطلاع از پاسخ این سه سوال بنا نهاده شده است. پاسخ به سؤالات دیگر نیز اختیاری بوده و جهت غنی‌تر شدن اطلاعات پایگاه داده و تحلیل داوطلبان مشارکت‌کننده در این تحقیق و این طرح پرسیده شده‌اند.

ارتباط میان رابط کاربری، پردازش‌ها و پایگاه‌داده است. لایه‌ی نمایش که بالاترین سطح برنامه می‌باشد، شامل تمامی عناصر قابل مشاهده‌ی مربوط به رابط گرافیکی کاربر می‌باشد و وظیفه‌ی برقراری ارتباط با کاربران، گرفتن داده از آن‌ها و نمایش داده‌های آماده به آن‌ها را بر عهده دارد. در واقع اطلاعات مکانی و توصیفی مربوط به اراضی کشاورزی از طریق این لایه از کاربر دریافت شده و همچنین نمایش آمار و اطلاعات مربوط به گزارشات ثبت شده به کاربران نیز از طریق همین لایه میسر می‌گردد. لایه کاربردی، سرور وب و سرور نقشه را در خود جای داده است. این لایه مسئول اعمال و پیاده‌سازی سیاست‌های موردنظر در یک نرم‌افزار است. این لایه شامل منطق اصلی برنامه بوده و ارتباط میان لایه‌ی نمایش و لایه‌ی مدیریت داده را بر عهده دارد و شامل تمامی اطلاعات و نرم‌افزارهای کاربردی مورد نیاز سیستم است. اموری همچون حذف گزارشات نامعتبر و همچنین سطح دسترسی کاربران مختلف نیز در این لایه تعیین می‌شود. لایه‌ی مدیریت داده شامل پایگاه‌داده بوده و بار اصلی معماری سه‌لایه بر عهده‌ی آن است. در واقع تمامی اطلاعاتی که کاربران در سامانه بارگذاری می‌کنند در این لایه نگهداری می‌شود.

۴- پیاده‌سازی

به منظور پیاده‌سازی در این تحقیق، یک فرم تحت وب و همچنین یک نقشه‌ی تحت وب (WebGis) توسعه داده شد. در این فرم که به ساده‌ترین شکل ممکن طراحی شده است، کاربر یا همان کشاورز پس از ورود به وب‌سایت به آدرس <https://www.vgi.girsagriculture.ir> با یک فرم همانند آنچه در شکل شماره سه آورده شده مواجه می‌شود. برای طراحی سمت کاربر^۱ این فرم از زبان‌های برنامه‌نویسی HTML، CSS و JavaScript استفاده شده و سمت سرور^۲ این فرم نیز با استفاده از php به پایگاه داده‌ی MySQL متصل شده است. در این فرم مطابق با مدلسازی، دو دسته اطلاعات از کاربر دریافت می‌شود. دسته‌ی اول اطلاعات مکانی و دسته‌ی دوم اطلاعات توصیفی هستند. قسمت اول فرم مربوط به اطلاعات مکانی است. پیاده‌سازی دریافت اطلاعات مکانی، بصورتی است که

^۱ Client-side

^۲ Server-side

این اطلاعات برای کمک به کشاورزان است. اگر همه‌ی کشاورزان مشارکت کنند براحتی می‌توانید تشخیص دهید که در منطقه شما چه میزان از هر محصول کاشته شده است. برای کمک به خودتان فرم زیر را پر کنید.

لطفاً به چهار گوشه زمین خود مراجعه کنید. به گوشه اول که رسیدی روی دنگه مشخصات گوشه اول کلیک کنی. سپس به گوشه دوم بروی و روی گوشه دوم که قرار گرفت روی دنگه مشخصات گوشه دوم کلیک کنی. سپس به گوشه سوم بروی و زمانی که به گوشه سوم رسیدی روی دنگه مشخصات گوشه سوم کلیک کنی. و سپس روی گوشه چهارم زمین خود بروی و به گوشه چهارم که رسیدی روی دنگه مشخصات گوشه چهارم کلیک کنی. اگر زمین شما بیشتر از چهار گوشه دارد برای گوشه‌های بعدی هم به همین صورت عمل کنی. سپس اطلاعات پایین شامل نوع کشت و زمان آن محصولات را پر کنی و در نهایت دنگه ثبت را بزنید. مراقب باش که برای هر محصول باید به فرم جداگانه پر کنی.

مختصات گوشه اول	
در این قسمت جریف نویسد(محل نمایش مختصات نقطه اول)	
در این قسمت جریف نویسد(محل نمایش مختصات نقطه اول)	
مختصات گوشه دوم	
در این قسمت جریف نویسد(محل نمایش مختصات نقطه دوم)	
در این قسمت جریف نویسد(محل نمایش مختصات نقطه دوم)	
مختصات گوشه سوم	

شکل ۲- نمایی از فرم ورود اطلاعات مکانی

پس از وارد کردن اطلاعات ضروری توسط کاربر، و با ثبت نمودن این اطلاعات، کاربر به صفحه‌ی WEBGIS تحقیق هدایت خواهد شد که مطابق شکل شماره دو، در این WEBGIS ساده، کشت محصولات مختلف در اراضی کشاورزی برای مشاهده‌کنندگان، مطابق با داده‌هایی که تا آن لحظه از کشاورزان جمع‌آوری شده است نمایش داده می‌شود. در واقع این نقشه، نمایش‌دهنده‌ی همان نقشه‌ی پوشش اراضی کشاورزی است که در ابتدای تحقیق به آن اشاره شده است. نمایی از سامانه WEBGIS طراحی شده برای این سامانه اطلاعات مکانی مردم‌گستر در شکل شماره ۳ آورده شده است.

البته لازم بذکر است که شاید پاسخ سوال یک و دو برای دستیابی به هدف تحقیق کفایت کند، چرا که با مشخص شدن نوع محصول و زمان کشت آن، تشخیص مدت زمانی که محصول در زمین کشاورزی ماندگار است، دشوار نخواهد بود، اما از آنجاییکه قرار بر اجرای این طرح بصورت سراسری، و نه در یک منطقه‌ی کوچک است، و همچنین از آنجاییکه ممکن است محصولات گوناگون در مناطق مختلف و توسط کشاورزانی با دیدگاه‌های متفاوت، مدت زمان‌های متغیری در زمین کشاورزی ماندگار باشند، بنابراین پرسش سوال سوم از داوطلبان نیز ضروری تشخیص داده شد.

نتایج اطلاعات کشاورزان را روی نقشه‌ی زیر می‌توانید مشاهده کنید (البته بدلیل اینکه هنوز اطلاعات کشاورزان کم است موردی روی نقشه نمایش داده نشده که با به حد تصاب رسیدن اطلاعات، نتایج روی نقشه نمایش داده می‌شوند)



شکل ۳- نمای از WEBGIS طراحی شده برای سامانه اطلاعات مکانی مردم‌گستر

همچنین استخراج اطلاعات مربوط به سطح زیر کشت یکسری محصولات خاص با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و مقایسه‌ی این دو دسته داده، میزان درستی اطلاعات مکانی مردم‌گستر بررسی شده است.

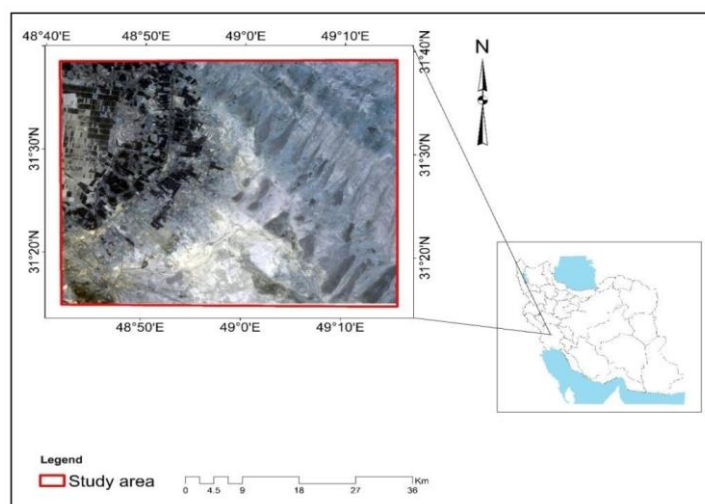
۵- ارزیابی

به منظور ارزیابی روش بکارگرفته شده در این تحقیق، یک منطقه‌ی مورد مطالعه انتخاب شده و با جمع‌آوری اطلاعات مردم‌گستر مربوط به تحقیق برای این منطقه و

۵-۱- منطقه مورد مطالعه

شهرستان دزفول واقع در استان خوزستان، در طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۴ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۲ دقیقه شمالی گسترده شده است. این شهرستان از شمال به استان لرستان، از غرب به شهرستان اندیمیشک از شرق به استان‌های چهار محال بختیاری از جنوب شرقی به شهرستان مسجدسلیمان محدود می‌شود و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۴۰ متر و مساحتی به اندازه ۴۷۶۲ کیلومتر مربع را در بر گرفته است.

این شهرستان بر اساس نقشه دومرتن دارای اقلیم‌های متنوعی است که شامل اقلیم خیلی مرطوب، نیمه مرطوب،



شکل ۴- موقعیت مکانی استانی و کشوری شهرستان دزفول



شکل ۵- موقعیت مکانی منطقه سنجر واقع در شهرستان دزفول

با توجه به گستردگی کشاورزی در شهرستان دزفول، اراضی کشاورزی یکی از مناطق این شهرستان به نام سنجر^۱ که در شرق شهرستان دزفول واقع شده به عنوان اراضی مورد مطالعه انتخاب شده، و داده‌های مردم‌گستر و تصاویر ماهواره‌ای برای این منطقه تهیه شده است. نمایی از موقعیت مکانی این منطقه در شکل شماره ۵ و همچنین تصاویری از اراضی کشاورزی آن در شکل شماره ۶ نمایش داده شده است.

^۱ Senjar



شکل ۶- اراضی کشاورزی منطقه سنجر در شهرستان دزفول

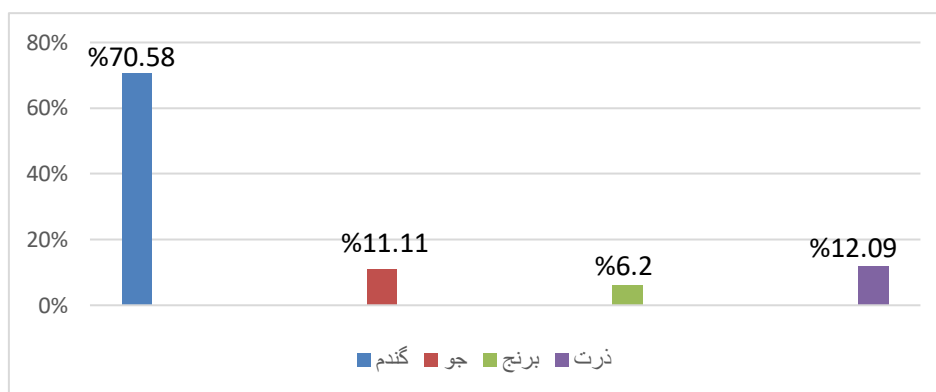
۵-۲- جمع‌آوری اطلاعات

با توجه به اینکه جهت ارزیابی اطلاعات مکانی مردم‌گستر، داشتن نمونه‌هایی از این اطلاعات لازم است و از آنجاییکه داده‌ی آماده‌ی از قبل در زمینه‌ی این پژوهش در اختیار نبود، بنابراین در بازه‌ی تقریباً سه ماهه‌ی دی، بهمن و اسفندماه سال ۱۳۹۹ با استفاده از سامانه‌ی طراحی شده در بخش پیاده‌سازی، اطلاعات مکانی مردم‌گستر مورد نیاز در زمینه‌ی اراضی کشاورزی را جمع‌آوری کردیم.

در این بازه‌ی زمانی، با ارسال لینک و توضیحات سامانه در گروه‌های کشاورزی، و مساعدت کشاورزان، حدوداً ۳۵۰ گزارش اطلاعاتی از اراضی کشاورزی در این سامانه به ثبت رسید که حدود ۳۰۶ گزارش از همه‌ی این گزارشات جهت استفاده در این تحقیق مناسب تشخیص داده شد. البته لازم بذکر است که با توجه به جدید و نو بودن این موضوع و عدم آشنایی کشاورزان با مزایای این اطلاعات و نمایش آن‌ها بر روی نقشه، مقاومت‌هایی از طرف برخی کشاورزان در برابر ورود اطلاعات در این

سامانه وجود داشت که نیاز به فرهنگ‌سازی در این زمینه را نمایان ساخت. از طرفی با توجه به نبود زمان کافی جهت فرهنگ‌سازی برای این پژوهش، برخی از گزارش‌های ثبت شده با مراجعه‌ی محقق و همکاران بکار گرفته شده به محل، و کسب اطلاع از کشاورز در سامانه ثبت شد. اطلاعات مربوط به این گزارشات به تفکیک محصول در شکل شماره ۷ نمایش داده شده است.

البته ذکر این نکته ضروری است با توجه به اینکه لینک وبسایت طراحی شده در گروه‌های کشاورزی شبکه‌های اجتماعی منتشر شد، گزارش‌هایی در مناطق دیگر کشور نیز در این سامانه ثبت شد. اما با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه، منطقه سنجر شهرستان دزفول می‌باشد فقط اطلاعات مربوط به این منطقه جهت ارزیابی استفاده شد. همچنین با توجه به اینکه داده‌های آموزشی برای محصولات محدودی در دسترس بود، و همچنین با توجه به کشت غالب موجود در منطقه‌ی مورد مطالعه، چهار محصول استراتژیک گندم، جو، برنج و ذرت جهت ارزیابی انتخاب شدند و فقط اطلاعات ثبت‌شده‌ی مربوط به این محصولات بررسی و ارزیابی شدند.



شکل ۷- میزان محصولات کشت شده با استفاده از اطلاعات مکانی مردم گستر بر اساس ۳۰۶ گزارش مورد استفاده در این تحقیق

۵-۳- استخراج سطح زیر کشت به کمک تصاویر ماهواره‌ای

یکی از روش‌های بدست آوردن سطح زیر کشت محصولات کشاورزی، استفاده از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای است. دقت طبقه‌بندی محصولات کشاورزی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای بارها توسط محققان زیادی بررسی شده است. به عنوان نمونه [۲۷]. Yi, et al در تحقیق خود با استفاده از تصاویر سنتینل ۲ جهت تعیین نوع کشت برخی محصولات نظیر گندم و برنج به دقت کلی ۹۵ درصد و شاخص کاپای ۹۴ درصد رسیده است. همچنین Lira Melo de Oliveira Santos, et al [۲۸] با ترکیب داده‌های سنتینل ۱ و لندست ۸ جهت استخراج محصولات زراعی به دقت کلی حدوداً ۹۴ درصد و شاخص کاپای حدوداً ۹۰ درصد برای محصولات مختلف رسیده است. از طرفی با توجه به تحقیق [۲۹] استفاده از دو تصویر ماهواره‌ای سنتینل ۱ و ۲ دارای دقتی به مراتب بالاتر از استفاده از حالت تک تصویر است. بنابراین با توجه به آنچه که گفته شد، استخراج محصولات زراعی با استفاده از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای دارای دقتی بالا بوده و بنابراین می‌توان از آن به عنوان اطلاعاتی قابل مقایسه با نتایج این تحقیق استفاده کرد و میزان درستی نتایج این تحقیق را بدست آورد. بنابراین اراضی تحت کشت منطقه‌ی مورد مطالعه برای بازه زمانی مورد نظر و برای محصولات استراتژیک گندم، جو، برنج و ذرت با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای استخراج شد.

تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده شامل تصاویر سنتینل-۱ با فرمت GRD، سنتینل-۲ و لندست-۸ می‌باشند. این

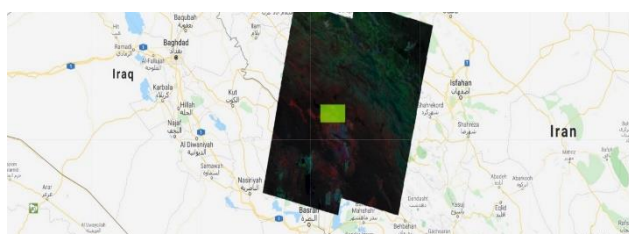
تصاویر در محیط گوگل ارث انجین^۱ فراخوان شده و مورد استفاده قرار گرفتند. این محیط که اولین نسخه‌ی آن در آوریل ۲۰۰۸ ارائه شده است یک سامانه تحت وب است که با تهیه بانک اطلاعاتی از تصاویر ماهواره‌ای و فرامین ساده، امکان انواع پردازش‌ها بر روی تصاویر را فراهم نموده است. برای این تحقیق، بازه زمانی مورد استفاده برای انتخاب تصاویر، حد فاصل تاریخ‌های ۲۰۲۰/۱۲/۲۱ تا ۲۰۲۱/۰۳/۲۶ به معنی اول دی ماه سال ۱۳۹۹ تا اوایل فروردین ماه سال ۱۴۰۰ انتخاب شد. همچنین برای تصاویر مربوط به لندست-۸ و سنتینل-۲ آن دسته از تصاویر که دارای پوشش ابر بودند فیلتر شده و از مجموعه‌ی داده‌ها حذف شدند. شکل شماره ۸ الف تا د نمایی از محدوده انتخاب شده جهت دانلود و پردازش تصاویر را نمایش می‌دهد.

استخراج اطلاعات از تصاویر سنجش از دور مسائل و مشکلاتی نظیر حجم زیاد و رشد سریع اطلاعات، زمان‌بر بودن استخراج اطلاعات توسط انسان و پیچیدگی عوارض برای تفسیر بصری اطلاعات را در پی دارد. راه‌حل این مسئله، استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشینی است که هدف نهایی آن‌ها استخراج اطلاعات بدون دخالت انسان است. مهم‌ترین کاری که الگوریتم‌های یادگیری ماشینی در سنجش از دور انجام می‌دهند طبقه‌بندی داده‌ها به کلاس‌های اطلاعاتی است. در پردازش تصاویر این تحقیق به منظور طبقه‌بندی داده‌ها از الگوریتم جنگل تصادفی استفاده شده است. الگوریتم‌های یادگیری ماشینی متداول در سنجش از دور مثل روش‌های طبقه‌بندی بیشینه شباهت، ماشین بردار پشتیبان و شبکه‌های عصبی مصنوعی، دارای مشکلاتی نظیر نیازمندی به داده‌های

^۱ Google Earth Engine

آموزشی زیاد و بدون خطا، نیازمندی به تعیین صحیح و بهینه‌ی پارامترهای آغازکننده، محاسبات زیاد و دقت پایین در استخراج اطلاعات هستند. اما جنگل تصادفی یک الگوریتم یادگیری ماشینی جدید است که با استفاده از ترکیب طبقه‌بندی‌کننده‌های درختی، نتایج رضایت‌بخشی را در طبقه‌بندی تولید کرده و مشکلات مطرح‌شده برای الگوریتم‌های قبلی را ندارد [۳۰].

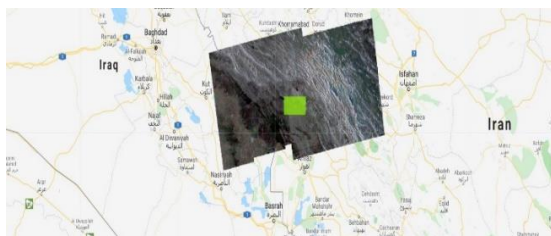
به منظور آموزش این الگوریتم از مجموعه داده‌های GFASD در محیط گوگل ارث انجین استفاده شد. این داده‌ها دارای انواع دسته‌بندی محصولات زراعی شامل گندم، جو، ذرت، برنج، سویا و نیشکر برای مناطق مختلف جهان است. شکل شماره ۹ نمونه‌ای از داده‌های آموزشی GFASD را نشان می‌دهد.



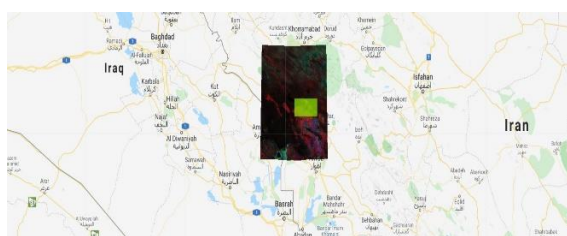
(الف)



(ب)

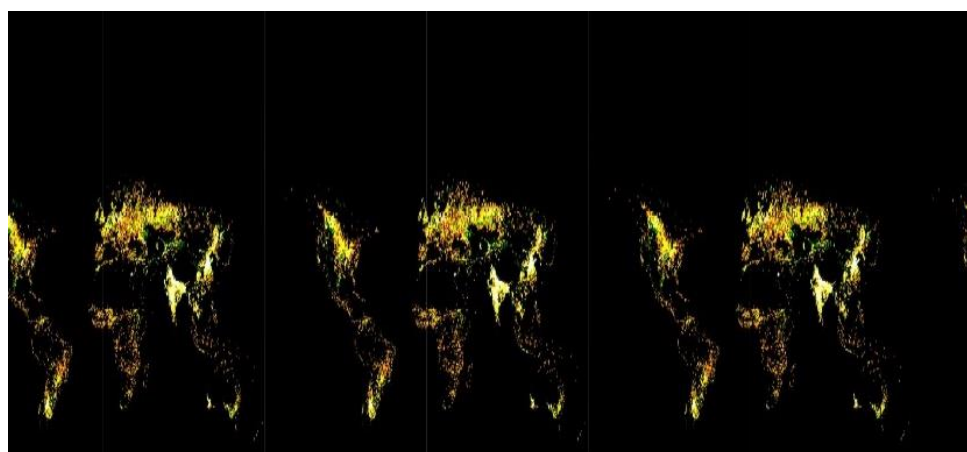


(ج)



(د)

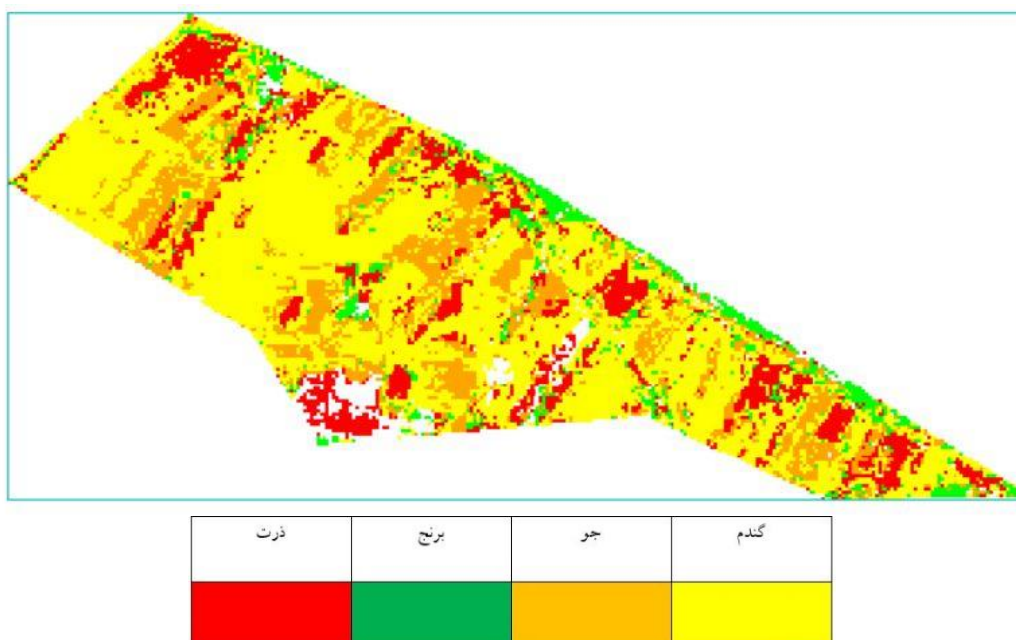
شکل ۸- الف) محدوده انتخاب شده جهت دانلود و پردازش تصاویر که منطقه‌ی مورد مطالعه‌ی تحقیق در آن قرار دارد (ب) نمونه تصویر لندست ۸ (ج) نمونه تصویر سنتینل ۲ (د) نمونه تصویر سنتینل ۱



شکل ۹- نمونه‌ای از داده‌های آموزشی GFASD

شکل شماره ۱۰ محصولات کاشته‌شده در اراضی منطقه‌ی سنجر برای بازه‌ی زمانی مورد نظر را نمایش می‌دهد. از این اطلاعات می‌توان جهت ارزیابی اطلاعات مکانی مردم‌گستر جمع‌آوری شده استفاده کرد. در این تصویر، مناطق زردرنگ نشان‌دهنده‌ی کاشت گندم، مناطق نارنجی رنگ نشان‌دهنده‌ی کاشت جو،

مناطق سبزرنگ نشان‌دهنده‌ی کاشت برنج و مناطق قرمز رنگ نشان‌دهنده‌ی کاشت ذرت هستند. همچنین مناطق سفیدرنگ نشان‌دهنده‌ی محل‌هایی هستند که هیچ محصولی تشخیص داده نشده است.



شکل ۱۰- انواع محصولات انتخاب شده و تشخیص آن‌ها در تصاویر

۵-۴- مقایسه و نتایج ارزیابی

با توجه به اینکه اطلاعات مکانی مردم‌گستر و همچنین تصاویر مربوط به نوع کشت اراضی کشاورزی برای یک منطقه و برای یک بازه زمانی جمع‌آوری شده است، بنابراین می‌توانیم داده‌های استخراج شده از تصاویر را با اطلاعات مکانی مردم‌گستر جمع‌آوری شده مقایسه کنیم و میزان درستی داده‌های مردم‌گستر را مشخص کنیم.

جهت مقایسه‌ی این دو دسته داده، ماتریس درهم ریختگی^۱ برای اطلاعات حاصل از روش سنجش از دور و روش مردم‌گستر تشکیل شد. ماتریس تشکیل شده در جدول شماره ۱ آورده شده است. جهت تشکیل این ماتریس باید مشخص کنیم هر گزارش ثبت شده در داده‌های مکانی مردم‌گستر، چه محدوده‌ی مکانی از تصویر طبقه‌بندی شده را نشان می‌دهد. برای تشخیص موقعیت گزارش ثبت شده در داده‌های مکانی مردم‌گستر، از مختصات مکانی گزارش ثبت شده بر روی تصویر استفاده شد. برای مناطقی که محدوده‌ی مکانی گزارش ثبت شده دارای اختلاط دو محصول در تصویر است، محصولی که درصد بیشتری از محدوده را پوشش داده و غالب بود به عنوان محصول ثبت شده در داده‌های سنجش از دور انتخاب شد. اما برای گزارش‌هایی که این اختلاط

محصول، برای دو یا سه محصول به اندازه‌ی برابر در محدوده‌ی مکانی مورد نظر قرار دارد، آن گزارش به عنوان گزارشی که داده‌ای برای مقایسه با آن وجود ندارد شناخته شده و در ارزیابی شرکت داده نشده است.

در نهایت با توجه به محاسبات انجام شده، پارامترهای بدست آمده جهت تعیین دقت داده‌های مردم‌گستر در جدول شماره ۲ آورده شده است. مقادیر این جدول در واقع نتایج ماتریس درهم‌ریختگی هستند که در مجموع نشان‌دهنده‌ی دقت ۹۱ درصدی اطلاعات مردم‌گستر می‌باشند. در واقع میزان درستی داده‌های مردم‌گستر در این تحقیق برابر با ۹۱ درصد می‌باشد. که برای داده‌های مردم‌گستر دقت مناسبی است.

^۱ Confusion matrix

جدول ۱- ماتریس درهم‌ریختگی تشکیل شده جهت مقایسه‌ی داده‌های مردم‌گستر و داده‌های سنجش از دور

مردم‌گستر \ مرجع	برنج	گندم	جو	ذرت	مجموع
برنج	۱۷	۳	۰	۲	۲۲
گندم	۰	۱۹۷	۲	۱	۲۰۰
جو	۱	۱۰	۳۱	۲	۴۴
ذرت	۱	۶	۱	۳۲	۴۰
مجموع	۱۹	۲۱۶	۳۴	۳۷	۳۰۶

جدول ۲- پارامترهای دقت حاصل از ماتریس درهم‌ریختگی اطلاعات مکانی مردم‌گستر و اطلاعات سنجش از دور

	صحت (Precision)	فراخوانی (Recall)	F1-score
گندم	۰/۹۱	۰/۹۸	۰/۹۵
برنج	۰/۸۹	۰/۷۷	۰/۸۳
ذرت	۰/۸۶	۰/۸۰	۰/۸۳
جو	۰/۹۱	۰/۷۰	۰/۷۹
Macro avg	۰/۹۰	۰/۸۲	۰/۸۵
Weighted avg	۰/۹۰	۰/۹۱	۰/۹۰
دقت	۰/۹۱		

۵-۵- نتایج و بحث

در این تحقیق اطلاعات مربوط به نوع کشت در اراضی کشاورزی را با استفاده از روش‌های مرتبط با اطلاعات مکانی مردم‌گستر بدست آورده‌ایم. یکی از مهمترین نکات در این روش‌ها سادگی مدلسازی و پیاده‌سازی است؛ چرا که جمع‌آوری اطلاعات در این روش‌ها توسط داوطلبانی صورت می‌پذیرد که عاری از اطلاعات و ابزار تخصصی هستند. در این تحقیق نیز سعی شده تا ساده‌ترین اطلاعات، به ساده‌ترین شیوه‌ی ممکن از داوطلبان جمع‌آوری شود.

همچنین در اینگونه روش‌ها، یکی دیگر از نکات مهم، دقت و صحت نتایج است. در این تحقیق برای بدست آوردن دقت و صحت نتایج، از مقایسه‌ی اطلاعات مردم‌گستر با داده‌های سنجش از دور استفاده شد. با توجه به اینکه چهار نوع محصول برنج، ذرت، گندم و جو برای ارزیابی این تحقیق انتخاب شدند، بنابراین در ماتریس درهم‌ریختگی، چهار کلاس تعریف شده و پارامترهای دقت برای این چهار کلاس اندازه‌گیری شده‌اند.

در نتایج حاصل‌شده از ارزیابی، صحت هر کدام از کلاس‌های گندم، برنج، ذرت و جو به ترتیب برابر با ۰/۹۱، ۰/۸۹، ۰/۸۶ و ۰/۹۱ بدست آمده است. با توجه به اینکه صحت نتایج، قابلیت اعتماد و میزان درستی نتایج را نشان

می‌دهد، بنابراین می‌توان گفت نتیجه‌ای که از این ارزیابی بدست آمده است، قابل اعتماد است. از طرفی دقت نهایی نیز میزان ۰/۹۱ را نشان می‌دهد. دقت در این تحقیق به این معنی است که داده‌های مردم‌گستر چه میزان با داده‌های سنجش از دور مطابقت دارند. در واقع اگر داده‌های سنجش از دور را به عنوان داده‌های صحیح در نظر بگیریم، دقت به معنی میزان درستی داده‌های مردم‌گستر است. با توجه به عدد بدست آمده برای دقت در این تحقیق، می‌توان ادعا کرد که درستی داده‌های مردم‌گستر عدد نسبتاً خوبی را نمایش می‌دهد که با توجه به میزان صحت بالای نتایج، این میزان دقت قابل اعتماد است. البته لازم‌بذکر است با توجه به جدول شماره یک مشخص است که برای گندم، برنج، ذرت و جو به ترتیب تعداد سه، پنج، هشت و سیزده گزارش اشتباه ثبت شده و داده‌های مردم‌گستر، محصول اشتباهی را در زمین کشاورزی نشان می‌دهند. این موضوع علاوه بر بحث فرهنگ‌سازی دلایل دیگری را هم داراست. به عنوان نمونه دقت مکانی استفاده شده در این تحقیق در حالت‌های بدبینانه تا ۲۰ متر هم ممکن است خطا داشته باشد. بنابراین برای زمین‌های مجاور که محصولات مختلفی در آن‌ها کشت می‌شود این امکان وجود دارد تا اشتباهات محصول زمین مجاور با داده‌ی مردم‌گستر مقایسه شود و از این رو صحت داده‌های مردم‌گستر به میزان کمی کاهش

هزینه کم و بسیاری موارد دیگر، استفاده از آن در زمینه‌های مختلف را جذاب کرده است. همانند استفاده از آن در زمینه‌ی کشاورزی که در این پژوهش نتایج مثبت و امیدوارکننده‌ای از آن بدست آمد. علیرغم این نتایج امیدوارکننده، استفاده از این اطلاعات در زمینه‌ی کشاورزی هنوز راه بسیاری در پیش دارد. از این رو مواردی که نیاز به تحقیق بیشتری خواهند داشت و در این پژوهش کمتر به آن‌ها پرداخته شد عبارتند از: استفاده از روش‌هایی جهت دریافت موقعیت با دقت بالاتر؛ چرا که قابلیت ثبت اراضی کشاورزی با ابعاد کوچک نظیر طول یا عرض زیر ۲۰ متر با توجه به دقت مکانی قابلیت مکان در گوشی‌های هوشمند برای این تحقیق وجود نداشت، همچنین ایجاد یک سیستم توصیه‌گر کشت بر مبنای اطلاعات مکانی مردم‌گستر ثبت شده در سامانه و بر پایه‌ی میزان کشت محصولات مختلف در یک منطقه و بسیاری موارد دیگر، زمینه‌هایی هستند که نیازمند تحقیق بیشتر می‌باشند که در این پژوهش کمتر به آن‌ها پرداخته شد. اما مهمترین نکته‌ای که در این تحقیق به عنوان قدم بعدی شناخته شده است، فرهنگ‌سازی استفاده از چنین محیط‌هایی توسط داوطلبان در هر زمینه‌ای است؛ چرا که هنوز هم بدبینی‌هایی در رابطه با به‌اشتراک‌گذاری اطلاعاتی که هیچ‌گونه محدودیتی برای انتشار آن‌ها وجود ندارد، در برخی افراد مانع از تکمیل چنین پایگاه داده‌هایی می‌شود.

پیدا کرده است. از طرفی برای محصول گندم، اکثر اراضی منطقه‌ی مورد مطالعه، زیر کشت آن قرار دارند و این اراضی بصورت مجموعه‌هایی در کنار هم هستند. بنابراین برای محصول گندم اکثر زمین‌های مجاور، محصولات مشابهی دارند، و در نتیجه خطای مکانی، تاثیر کمتری در صحت نتایج آن دارد. بنابراین در کل، نتایج استفاده از روش‌های مرتبط با اطلاعات مکانی مردم‌گستر در زمینه‌ی بدست آوردن اطلاعات مربوط به نوع محصول کشت شده، مفید و مثبت ارزیابی شده است. همچنین با توجه به دقت ۹۱ درصدی، ۹ درصد از اطلاعات مکانی مردم‌گستر که نادرست تشخیص داده شده‌اند، میتوانند دلایلی همچون دقت مکانی پایین در ثبت مرز اراضی با استفاده از قابلیت مکانی گوشی‌های هوشمند، ثبت اطلاعات مربوط به اراضی توسط شخصی به جز مالک زمین و ثبت اطلاعات اشتباه و همچنین فقدان فرهنگ مناسب جهت استفاده از محیط‌های مردم‌گستر دانست.

۶- نتیجه‌گیری

اطلاعات مکانی مردم‌گستر شیوه‌ای جدید جهت حصول اطلاعات مکانی و توصیفی پیش روی محققان فراهم آورده است. با توجه به جدید بودن این اطلاعات و روش‌های وابسته به آن‌ها، استفاده از آن هنوز در زمینه‌های بسیاری مغفول مانده و مزایای آن نظیر سرعت بالای بروزرسانی،

مراجع

- [1] C. Zhang, M. Li, and P. Guo, "An interval multistage joint-probabilistic chance-constrained programming model with left-hand-side randomness for crop area planning under uncertainty," *Journal of Cleaner Production*, vol. 167, pp. 1276-1289, 2017.
- [2] Malek.M.A., (2016). "Volunteered Geographic Information: Theory and application." K.N.Toosi university, Tehran.
- [3] V. Antoniou and A. Skopeliti, "Measures and indicators of VGI quality: An overview," *ISPRS annals of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences*, vol. 2, p. 345, 2015.
- [4] C. J. Seeger, "The role of facilitated volunteered geographic information in the landscape planning and site design process," *GeoJournal*, vol. 72, pp. 199-213, 2008.
- [5] M. F. Goodchild, "Citizens as sensors: the world of volunteered geography," *GeoJournal*, vol. 69, pp. 211-221, August 01 2007.
- [6] Abedinpour A.A, Jabbarzadeh A, Yahyaei M "A multi-objective mathematical modeling for optimization of crop planning problem under Z-number uncertainty" *Journal of water and soil conservation (journal of agricultural science and natural resource)* Volume 25 , Number 5; Page(s) 1 To 24.
- [7] Alipour F, Aghkhani M.H, Abbaspourfard M.H, Sepehr A, " Demarcation and estimation of agricultural land using ETM+Imagery sata (case study: astan ghods eazavi great fram)" *Journal of agricultural machinery* fall 2014 – winter 2015 , Volume 4 , Number 2; Page(s) 244 To 254.

- [8] P. Ziaeeian-Firoozabadi, L. Sayad-Bydhnhy, and M. Eskandari-Nodeh, "Mapping and estimating the area under rice cultivation in Sari city using satellite images Radarst," *Geography Research Natural*, vol. 68, pp. 45-58, 2009.
- [9] J. J. Feddema, K. W. Oleson, G. B. Bonan, L. O. Mearns, L. E. Buja, G. A. Meehl, et al., "The importance of land-cover change in simulating future climates," *Science*, vol. 310, pp. 1674-1678, 2005.
- [10] J. Foley, "A , R DeFries, G P Asner, C Barford, G Bonan, S R Carpenter, F S Chapin, M T Coe, G C Daily, H K Gibbs, J H Helkowski, T Holloway, E A Howard, C J Kucharik ,C Monfreda, J A Patz, I C Prentice, N Ramankutty, and P K Snyder (2005) Global Consequences of Land Use," *Science*, vol. 309, pp. 570-574, 2005.
- [11] G. Mourafetis, K. Apostolopoulos, C. Potsiou, and C. Ioannidis, "Enhancing cadastral surveys by facilitating the participation of owners," *Survey review*, vol. 47, pp. 316-324, 2015.
- [12] Brodley E and Friedl A, "Identifying Mislabeled Training Data," *Artificial Intelligence Research* vol. 11, pp. 131-167, 1999.
- [13] Kong F, Yin H, Nakagoshi N, and James P, "Simulating urban growth processes incorporating a potential model with spatial metrics," *Ecological Indicators*, vol. 20, pp. 82-91, 2012.
- [14] C. Granell and F. O. Ostermann, "Beyond data collection: Objectives and methods of research using VGI and geo-social media for disaster management," *Computers, Environment and Urban Systems*, vol. 59, pp. 231-243, 2016/09/01.
- [15] M. Haklay, A. Singleton, and C. Parker, "Web mapping 2.0: The neogeography of the GeoWeb," *Geography Compass*, vol. 2, pp. 2011-2039, 2
- [16] C. Perger, S. Fritz, L. See, C. Schill, M. Van der Velde, I. McCallum, et al., "A campaign to collect volunteered geographic information on land cover and human impact," *GI_Forum*, pp. 83-91, 2012.
- [17] J. Jokar Arsanjani, M. Helbich, M. Bakillah ,J. Hagenauer, and A. Zipf, "Toward mapping land-use patterns from volunteered geographic information," *International Journal of Geographical Information Science*, vol. 27, pp. 2264-2278, 2013.
- [18] J. J. Arsanjani, M. Helbich, and M. Bakillah, "Exploiting volunteered geographic information to ease land use mapping of an urban landscape," *Proceedings of the International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, London, UK, pp. 29-31, 2013.
- [19] S. Jiang, A. Alves, F .Rodrigues, J. Ferreira Jr, and F. C. Pereira, "Mining point-of-interest data from social networks for urban land use classification and disaggregation," *Computers, Environment and Urban Systems*, vol. 53, pp. 36-46, 2015.
- [20] C. C. Fonte, L. Bastin, L .See, G. Foody, and F. Lupia, "Usability of VGI for validation of land cover maps," *International Journal of Geographical Information Science*, vol. 29, pp. 1269-1291, 2015.
- [21] B. A. Johnson and K. Iizuka, "Integrating OpenStreetMap crowdsourced data and Landsat time-series imagery for rapid land use/land cover (LULC) mapping: Case study of the Laguna de Bay area of the Philippines," *Applied Geography*, vol. 67, pp. 140-149, 2016.
- [22] Goodchild M.F, "Citizens as sensors: the world of volunteered geography ",*GeoJournal*, vol. 69, pp. 211-221, 2007.
- [23] F. Terroso-Saenz and A. Muñoz, "Land use discovery based on Volunteer Geographic Information classification," *Expert Systems with Applications*, vol. 140, p. 112892, 2020/02/01/ 2020.
- [24] A.-M. Olteanu-Raimond, L. See, M. Schultz, G. Foody, M. Riffler, T. Gasber, et al., "Use of automated change detection and vgi sources for identifying and validating urban land use change," *Remote Sensing*, vol. 12, p. 1186, 2020.
- [25] Y. PRASANTH, V. G. UTTAM, G. ANUSHA, and G. S. PRIYA, "Identifying a generic N-Tier architecture framework for web-based applications," 2009
- [26] Hemmati B, Foruzani M, Yazdanpanah M, Khosravipour B, " Measuring Agricultural Water Poverty Index Among Irrigated wheat Growers in Dezful County " , *Journal of agricultural science (University of tabriz) spring 2019 , Volume 29 , Number 1 ;* Page(s) 285 To 304.

- [27] Z. Yi, L. Jia, and Q. Chen, "Crop Classification Using Multi-Temporal Sentinel-2 Data in the Shiyang River Basin of China," Remote Sensing, vol. 12, p. 4052, 2020.
- [28] C. Lira Melo de Oliveira Santos, R. Augusto Camargo Lamparelli, G. Kelly Dantas Araújo Figueiredo, S. Dupuy, J. Boury, A. C. d. S. Luciano, et al., "Classification of crops, pastures, and tree plantations along the season with multi-sensor image time series in a subtropical agricultural region," Remote Sensing, vol. , p. 334, 2019.
- [29] S. Giordano, S. Bailly, L. Landrieu, and N. Chehata, "Temporal Structured Classification of Sentinel 1 and 2 Time Series for Crop Type Mapping," 2018.
- [30] M. Pal, "Random forest classifier for remote sensing classification," International journal of remote sensing, vol. 26, pp. 217-222, 2005.