نشریه علمی- پژوهشی علوم و فنون نقشه برداری، دوره پنجم، شماره۲، آبان ماه ۱۳۹۴

توسعه یک روش دانش‌مبنای مکانی برای کشف تغییرات در اراضی زراعی

سعید مهری*[۱]، علی‌اصغر آل‌شیخ [۲]، حسین هلالی[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد سیستم‌های اطلاعات مکانی-دانشکده مهندسی نقشه برداری-دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
smehri@mail.kntu.ac.ir

[۲]استاد گروه سیستم‌های اطلاعات مکانی-دانشکده مهندسی نقشه برداری-دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
alesheikh@kntu.ac.ir

[۳]استادیار گروه نقشه‌برداری- دانشکده مهندسی عمران- دانشگاه تبریز
hhelali@yahoo.com

(تاریخ دریافت اسفند ۱۳۹۳، تاریخ تصویب آبان ۱۳۹۴)

چکیده

تشخیص وقوع یا عدم وقوع تغییر در پدیده‌های زمینی که باید در حجم عظیمی از داده‌های مکانی چند زمانه صورت پذیرد، نوعی استدلال زمانی-مکانی است. به‌طور متداول آشکارسازی تغییرات با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و با مقایسه مقادیر پیکسلی مربوط به دو تصویر (با زمان‌های متفاوت)، انجام می‌گیرد. نتایج این فرآیند علاوه بر وابستگی به نوع روش استفاده شده، به نحوه تفسیر نتایج نیز بستگی دارد. در بیشتر روش‌های کشف تغییرات با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، تشخیص نوع تغییر نیازمند نمونه‌برداری‌های میدانی و صرف هزینه‌های بالا می‌باشد. در این تحقیق روشی دانش‌مبنا برای کشف تغییرات در اراضی زراعی توسعه داده می‌شود تا بتواند با دقت بالا، تغییرات اراضی زراعی و نوع آن تغییرات را شناسایی نماید. مجموعه‌ای از شروط مکانی (هندسی)، زمانی و طیفی تشکیل‌دهنده پایگاه دانش مکانی موردنیاز در این روش هستند. این شروط با آنالیز سابقه کشت محصولات زراعی، سری زمانی تصاویر ماهواره‌ای و نقشه مزارع استخراج می‌گردد. پیاده‌سازی روش در اراضی زیر کشت گندم در دشت مغان نشان‌گر دقت حدود ۸۶ درصدی این روش در کشف تغییر و دقت ۸۰ درصدی در کشف نوع تغییر می‌باشد. در این روش کشف نوع تغییر با اتکا به پایگاه دانش مکانی و بدون نیاز به تفسیر انجام می‌گردد. همچنین با حذف پیکسل‌های مخلوط واقع در حاشیه مزارع دقت این روش در کشف تغییر و نوع آن به ترتیب به ۹۵ و ۹۰ درصد افزایش یافت. نتایج حاصل از این روش در مقایسه با نتایج روش‌های تفاضل شاخص گیاهی نرمال شده و مقایسه تصاویر طبقه‌بندی شده (Post-Classification Comparison)، در منطقه مطالعاتی که به ترتیب دارای دقت ۷۰ و ۸۱ درصدی هستند، از دقت بالاتری برخوردار است. همچنین استفاده از این روش باعث کاهش نیاز به برداشت داده زمینی (به‌منظور مشخص کردن نوع تغییر) و عدم نیاز به تفسیر نتایج گردید.

واژگان کلیدی: شاخص گیاهی نرمال شده، سنجش از دور، سیستم‌های دانش‌پایه، کشف تغییرات، روش‌های آشکارسازی تغییرات

* نویسنده رابط

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

پدیده‌های طبیعی اغلب دارای ماهیتی پویا بوده که با گذر زمان دچار تغییر می‌شوند. آگاهی از این تغییرات و مکان وقوع آن‌ها یک نیاز حائز اهمیت برای مدیران می‌باشد [۱، ۲]. شناسایی این تغییرات نیازمند انجام استدلال‌های زمانی-مکانی بر روی حجم عظیمی از داده‌های مکانی زمان‌مند می‌باشد. محصولات زراعی ازجمله پدیده‌های طبیعی هستند که تناوب تغییرات آن‌ها بالا بوده و کمیت این تغییرات برای مدیران، به‌منظور برنامه‌ریزی، دارای اهمیت بالایی می‌باشد.

آشکارسازی تغییرات به فرآیند کشف تغییرات در حالت یا وضعیت یک پدیده که با گذر زمان اتفاق می‌افتد، اطلاق می‌گردد. این فرایند شامل به‌کارگیری مجموعه‌ای از داده‌های چند زمانه جهت تشخیص مکان تغییرات است [۱، ۳-۵]. تغییرات به‌عنوان مؤلفه‌ای از سطح زمین و تابعی از زمان، در نظر گرفته می‌شوند؛ هدف عمده در آشکارسازی تغییرات علاوه بر کشف تغییر، مشخص کردن مکان تغییر، نوع آن و همچنین دقت هریک از این برآوردها است [۳].

داده‌های حاصل از سنجش از دور به دلیل داشتن ویژگی‌هایی مانند اخذ و انتشار رقومی تصاویر با قدرت تفکیک زمانی مناسب و هزینه پایین، به‌عنوان یک منبع مهم برای کسب اطلاعات به‌هنگام از سطح زمین به شمار می‌آیند [۱، ۳، ۶]. انتخاب داده مناسب برای آشکارسازی تغییرات، وابسته به شرایط، خصوصیات پدیده موردنظر و میزان وابستگی پدیده به زمان بوده و تأثیر مستقیم در دقت و صحت نتایج حاصل از آشکارسازی دارد [۳، ۶، ۷]. در مبحث آشکارسازی تغییرات، اصل اساسی شناسایی تغییری است که وقوع آن ناشی از خطاهای موجود بر روی تصاویر نبوده و فقط به دلیل تغییر در حالت یا وضعیت پدیده موردمطالعه رخ داده باشد؛ به عبارتی تغییرات شناسایی‌شده با استفاده از تصاویر، فقط تابع تغییر در حالت یا وضعیت پدیده موردمطالعه باشد [۶، ۷]؛ بنابراین حذف خطاهای موجود در تصاویر ماهواره‌ای نکته حائز اهمیت در آشکارسازی تغییرات با استفاده از این تصاویر می‌باشد.

روش‌های مختلفی برای کشف تغییرات اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای توسعه داده شده است؛ این امر به دلیل وجود شرایط و قیود مختلفی است که در اخذ تصاویر تأثیرگذار می‌باشند [۳، ۵]. ازجمله این موارد می‌توان به شرایط جوی، قدرت تفکیک سنجنده و بافت خاک اشاره کرد. با وجود سادگی و پرکاربرد بودن روش‌های موجود، این روش‌ها خودکار نبوده و نیازمند آزمایش‌های تجربی هستند.

انتخاب روش مناسب برای کشف تغییرات، به دلیل تأثیر مستقیم روش بر دقت و نتایج حاصله، دارای اهمیت فراوان می‌باشد [۱، ۳، ۶]. همچنین نمی‌توان گفت کدام روش کشف تغییرات برای تمامی کاربردها بهترین نتیجه را در بر خواهد داشت؛ بلکه نتایج حاصل از هر روش وابسته به کاربرد موردنظر و مشخصات داده‌های استفاده شده می‌باشد [۱، ۳]. در روش‌های معمول کشف تغییرات، آنالیز نتایج با مشخص کردن بازه‌های عددی[۱] صورت می‌پذیرد؛ بازه‌گذاری یک تکنیک اساسی در بسیاری از کاربردهای پردازش تصاویر بوده و روش‌های مختلفی برای این کار توسعه داده شده است. اکثر روش‌های بازه‌گذاری موجب دشوار شدن انتخاب بهترین روش می‌گردد [۸]. انتخاب بازه‌ها که بر اساس شروط تجربی و روش‌های مبتنی بر سعی و خطا صورت می‌پذیرد، باعث کاهش دقت نتایج می‌گردد [۹]. به‌منظور آشکارسازی تغییرات پوشش گیاهی، معمولاً از روش‌های تفاضلی (تفاضل شاخص گیاهی نرمال‌شده[۲] در زمان‌های مختلف) استفاده می‌گردد [۹]؛ در روش‌های مبتنی بر تفاضل، مقادیر پیکسل‌های متناظر از یکدیگر کسر می‌گردد؛ سپس در تصویر تفاضلی حاصل‌شده، با انتخاب بازه‌ی مناسب، پیکسل‌های دارای تغییر مشخص می‌گردد. روش‌های تفاضلی پیکسل‌های تصویر را به دو دسته‌ی پیکسل‌های تغییریافته و بدون تغییر طبقه‌بندی کرده و به‌طور مستقیم قادر به شناسایی نوع تغییر نمی‌باشند [۱].

در روش مقایسه تصاویر طبقه‌بندی شده[۳]، ابتدا تصاویر طبقه‌بندی و سپس تصاویر طبقه‌بندی شده به‌صورت پیکسل به پیکسل باهم مقایسه می‌گردد. در این روش علاوه بر آشکارسازی تغییر، نوع تغییر نیز شناسایی می‌گردد. دقت نتایج حاصل از این روش تحت تأثیر دقت طبقه‌بندی تصاویر می‌باشد [۱]. مشخص کردن نوع تغییر در این روش نیازمند تفسیر نتایج حاصله است.

---

۱ Threshold
۲ Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)
۳ Post-Classification Comparison

www.SID.ir
Archive of SID

۱-۱- سیستم‌های دانش‌پایه

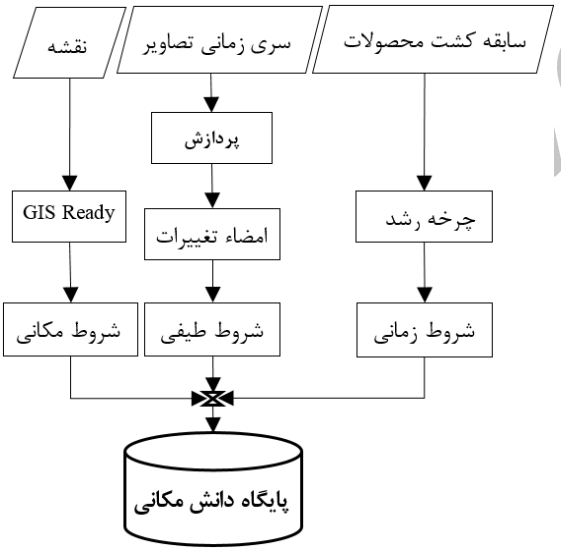
سیستم دانش‌پایه از هوش مصنوعی برای حل مسائل و مشکلات استفاده می‌کند. این سیستم‌ها با استفاده از پایگاه دانش و مجموعه‌ای از تکنیک‌ها قادر به انجام مجموعه بزرگی از فرایندها می‌باشند [۱۰]. استخراج دانش خبره، یک مرحله بسیار مهم محسوب می‌گردد که با توجه به تأثیر این مرحله در نتیجه کلی، باید با دقت بالایی صورت پذیرد [۱۱]. ازجمله مزایای استفاده از دانش برای حل مسائل و مشکلات، می‌توان به افزایش دقت روش‌های موجود اشاره کرد، بدین معنی که با تلفیق دانش موجود در حوزه مسئله با روش‌های موجود می‌توان دقت نتایج حاصله را تا حد زیادی افزایش داد [۱۱-۱۳]. با این وجود به‌کارگیری سیستم‌های دانش‌پایه محدودیت‌های خاصی به همراه دارند. چنین سیستم‌هایی برای یک منظور خاص طراحی‌شده‌اند و در صورت بروز شرایط پیش‌بینی نشده، نمی‌توانند شرایط جدید را به‌درستی تجزیه‌وتحلیل نمایند [۱۴-۱۵]؛ بنابراین کیفیت دانش جمع‌آوری شده، تأثیر مستقیم بر نتیجه و نحوه عملکرد سیستم دانش‌پایه می‌گذارد [۱۱]. دانش سیستم‌های دانش‌پایه باید به‌طور مداوم مورد بازبینی قرارگرفته و به‌روز رسانی شود تا کارایی این سیستم‌ها حفظ و خروجی آن‌ها دارای صحت کافی باشند [۱۶].

۲- چارچوب روش توسعه داده‌شده

روش توسعه داده‌شده به‌منظور آشکارسازی تغییر و نوع آن، از مجموعه شروط مکانی، طیفی و زمانی بهره می‌گیرد. این روش دارای دو مرحله کلی می‌باشد: ۱) تشکیل پایگاه دانش مکانی، ۲) استنتاج از پایگاه دانش به‌منظور آشکارسازی تغییر. در ادامه هر کدام از مراحل اجرای روش تشریح می‌شود. در این روش وقوع تغییر برای مزارع، به‌عنوان کوچک‌ترین واحد آشکارسازی تغییر، بررسی می‌گردد. در این روش از استنتاج قانون‌مبنا[۱] استفاده شد.

۲-۱-مرحله اول، تشکیل پایگاه دانش

همان‌گونه که در شکل ۱ دیده می‌شود ورودی‌های این مرحله عبارت‌اند از نقشه محدوده مزارع، سری زمانی تصاویر ماهواره‌ای و سابقه کشت محصولات زراعی. تصاویر انتخابی باید تا حد ممکن از قدرت تفکیک زمانی بالا (به‌منظور جامع بودن شروط طیفی پایگاه دانش) و قدرت تفکیک مکانی مناسب (ایجاد کمترین تعداد پیکسل‌های مخلوط) برخوردار باشند. حذف اثرات عواملی همچون کالیبراسیون سنجنده، زاویه تابش خورشید و شرایط جوی، به دلیل تأثیر منفی این عوامل بر روی نتایج، الزامی می‌باشد؛ این عوامل باعث می‌گردند تا تغییر ایجادشده در تصاویر، مستقل از تغییر در ماهیت پدیده باشد. نوع تصحیحات موردنیاز برای تصاویر ماهواره‌ای، وابسته به کاربرد موردنظر است که به‌صورت مطلق یا نسبی، بر روی تصاویر اعمال می‌گردد. بعد از اعمال تصحیحات، تغییرات موجود بر روی تصاویر چند زمانه، فقط تابعی از تغییر پدیده خواهند بود [۹]. در تمامی مراحل روش پیشنهادی (تشکیل پایگاه دانش و استنتاج از آن) می‌بایست از تصاویر ماهواره‌ای اخذشده توسط یک سنجنده واحد و همچنین از روشی یکسان برای حذف خطای موجود در تصاویر ماهواره‌ای استفاده کرد.



شکل ۱- مرحله اول، ایجاد پایگاه دانش مکانی

۲-۱-۱- دانش مورداستفاده و نحوه استخراج آن

جامعیت و صحت دانش جمع‌آوری شده تأثیر مستقیم بر دقت و صحت خروجی دارد و در صورتی که پایگاه دانش ایجادشده فاقد جامعیت باشد، روش دانش‌مبنا در تشخیص حالات مختلف ناتوان خواهد بود [۱۴]. دانش مورداستفاده در این روش از نوع قانون‌مبنا بوده و شامل

۱ Rule-Based

www.SID.ir

سه مجموعه‌ی ۱) شروط هندسی (مکانی)، ۲) شروط زمانی و ۳) شروط طیفی می‌باشد.

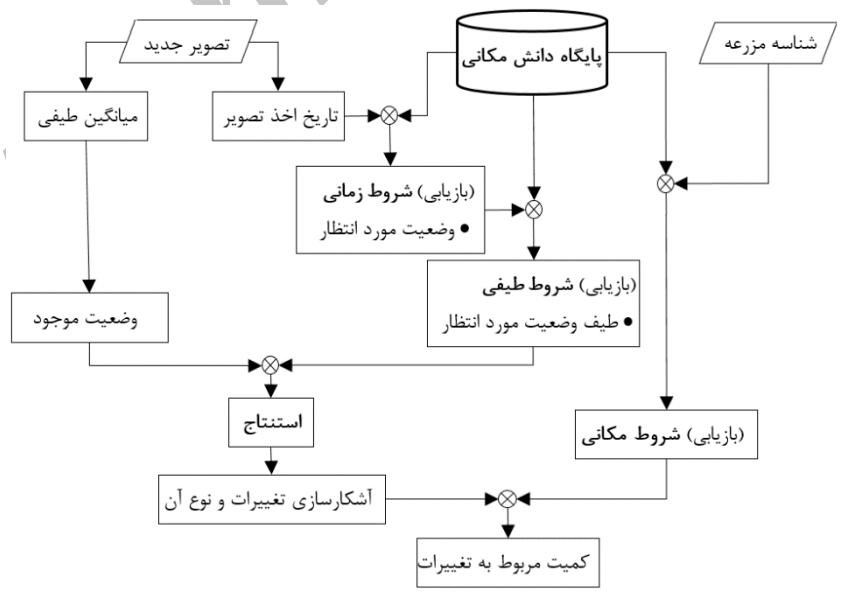
از این سه دسته شرط، شروط زمانی و طیفی وابسته به نوع محصول و مکان موردمطالعه می‌باشد؛ این وابستگی ناشی از تفاوت در چرخه رشد (شروط زمانی) و میزان بازتاب طیفی (شروط طیفی) محصولات زراعی مختلف می‌باشد. شروط مکانی شامل اطلاعاتی نظیر مختصات رئوس، مساحت و مشخصات مکانی (سطر و ستون پیکسل‌ها) پیکسل‌های پوشش دهنده مزرعه می‌باشد که از آن برای تولید کمیت مربوط به تغییرات آشکارسازی شده، استفاده می‌گردد.

چرخه رشد محصولات زراعی دارای گام‌های مختلفی است که هر یک از این گام‌ها در بازه زمانی خاصی طی می‌گردد؛ از این ویژگی برای تدوین شروط زمانی استفاده شد. از شروط زمانی برای محدود کردن تعداد حالاتی از چرخه رشد گیاه که در یک تاریخ خاص، دارای احتمال وقوع بالایی هستند، استفاده شد. برای مثال وضعیت مورد انتظار مزرعه گندم در اوایل فروردین‌ماه رویش سطح سبز است. شروط زمانی، با استفاده از سابقه کشت (جدول ۲) محصولات تدوین می‌گردد. سابقه کشت باید شامل اطلاعاتی نظیر تاریخ شخم‌زنی و مدت‌زمان موردنیاز برای طی شدن هریک از مراحل رشد ازجمله رویش سطح سبز، رویش ساقه و آماده شدن محصول باشد.

برای تدوین شروط طیفی، از مفهومی با نام امضا تغییرات استفاده شد (شکل ۶). امضا تغییرات نموداری است که با استفاده از سری زمانی تصاویر ماهواره‌ای پردازش شده و برای هر مزرعه، به‌صورت مستقل، ترسیم می‌گردد. محور افقی آن زمان اخذ تصویر و محور عمودی آن مقادیر میانگین پیکسل‌های مربوط به مزرعه مورد نظر، در باندهای تصویر است. با استفاده از این نمودار طیف مربوط به هریک از گام‌های رشد، استخراج می‌شود. طیف استخراج‌شده تحت عنوان قواعد طیفی در داخل پایگاه دانش ذخیره می‌گردد. در این روش شروط طیفی نقش یک کتابخانه طیفی را ایفا می‌کنند که با استفاده از آن می‌توان طیف مورد انتظار محصول در هر تاریخ، از کاشت تا برداشت محصول، را تقریب زد. با استفاده از این نمودار نمونه‌های طیفی اخذ شده توسط ماهواره که دارای ماهیت گسسته است، به فرم پیوسته تبدیل می‌گردد.

۲-۲- مرحله دوم

مرحله دوم (شکل ۲) شامل گام‌هایی است که به‌منظور استنتاج از قوانین پایگاه دانش، می‌بایست طی گردد. ورودی‌های این مرحله، شامل پایگاه دانش، تصویر جدید (که استنتاج وقوع تغییر در آن مدنظر می‌باشد) و شناسه[1] مزرعه (مزرعه‌ای که استنتاج تغییر در آن مدنظر می‌باشد) است.



شکل ۲- مرحله‌ی دوم، استنتاج از پایگاه دانش به‌منظور کشف تغییرات

۱ جهت شناسایی مزارع، برای هر مزرعه شناسه‌ای یکتا در نظر گرفته شد.

www.SID.ir
Archive of SID

به‌منظور استنتاج، ابتدا با توجه به تاریخ اخذ تصویر جدید و با استفاده از شروط زمانی، مرحله رشد (وضعیت مورد انتظار) برای محصول کاشته شده در مزرعه مشخص می‌گردد. در مرحله بعد با استفاده از مجموعه شروط طیفی، طیف مربوط به وضعیت مورد انتظار، بازیابی می‌گردد. سپس طیف بازیابی شده با طیف فعلی مزرعه (که از تصویر جدید محاسبه شده‌است) مقایسه می‌گردد. نتیجه این مقایسه مشخص کننده‌ی وقوع یا عدم وقوع تغییر در وضعیت محصول مزرعه و همچنین نوع تغییر می‌باشد. مثالی از نحوه استدلال از پایگاه دانش در جدول شماره ۱ بیان‌شده است.

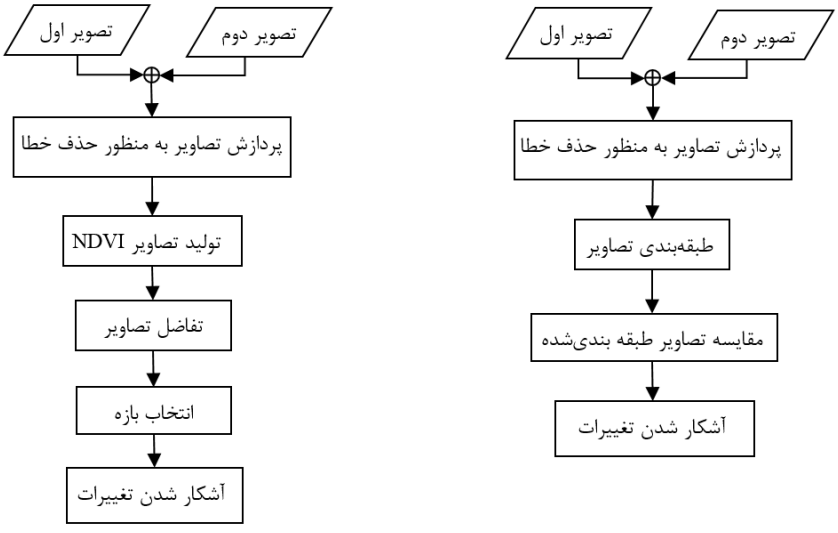
در مرحله آخر و بعد از مشخص شدن وضعیت مزرعه، با توجه به شناسه مزرعه، مساحت آن از پایگاه دانش بازیابی می‌شود. با اجرای الگوریتم بر روی تمامی مزارع، می‌توان کمیت مربوط به هر یک از تغییرات و حالات موجود در منطقه مطالعاتی را مشخص نمود.

جدول ۱- نحوه استنتاج برای تعیین وضعیت و نوع تغییر اتفاق افتاده در هر مزرعه

نتیجه استنتاج	خروجی	مثال (برای مزرعه گندم)
مطابقت وضعیت مزرعه با وضعیت مورد انتظار	وضعیت قبلی مزرعه با توجه به چرخه رشد محصول از پایگاه دانش بازیابی و گذر بین این دو وضعیت به‌عنوان تغییر اتفاق افتاده در داخل مزرعه، گزارش می‌گردد.	**وضعیت مورد انتظار:** ساقه دار بودن **وضعیت فعلی:** ساقه دار بودن **وضعیت قبلی:** سطح سبز **نوع تغییر:** رشد محصول مزرعه ساقه زدن گندم
عدم مطابقت وضعیت مزرعه با وضعیت مورد انتظار	بررسی چرخه رشد محصول موردنظر در پایگاه دانش برای یافتن نوع وضعیت فعلی مزرعه و مشخص کردن نوع تغییر	**وضعیت مورد انتظار:** دانه‌بندی خوشه‌ها **وضعیت فعلی:** بقایای محصول (که از بررسی چرخه رشد محصول در پایگاه دانش مشخص می‌گردد) **نوع تغییر:** برداشت محصول

۳- پیاده‌سازی

دشت مغان به‌عنوان منطقه مطالعاتی جهت پیاده‌سازی روش توسعه داده‌شده انتخاب شد. همچنین دو روش مقایسه تصاویر طبقه‌بندی شده و تفاضل شاخص گیاهی نرمال شده انتخاب و نتایج حاصل از پیاده‌سازی آن‌ها در منطقه مطالعاتی، با نتایج روش توسعه داده شده مقایسه شد. مراحل مختلف پیاده‌سازی دو روش در شکل ۳ نشان داده‌شده است.

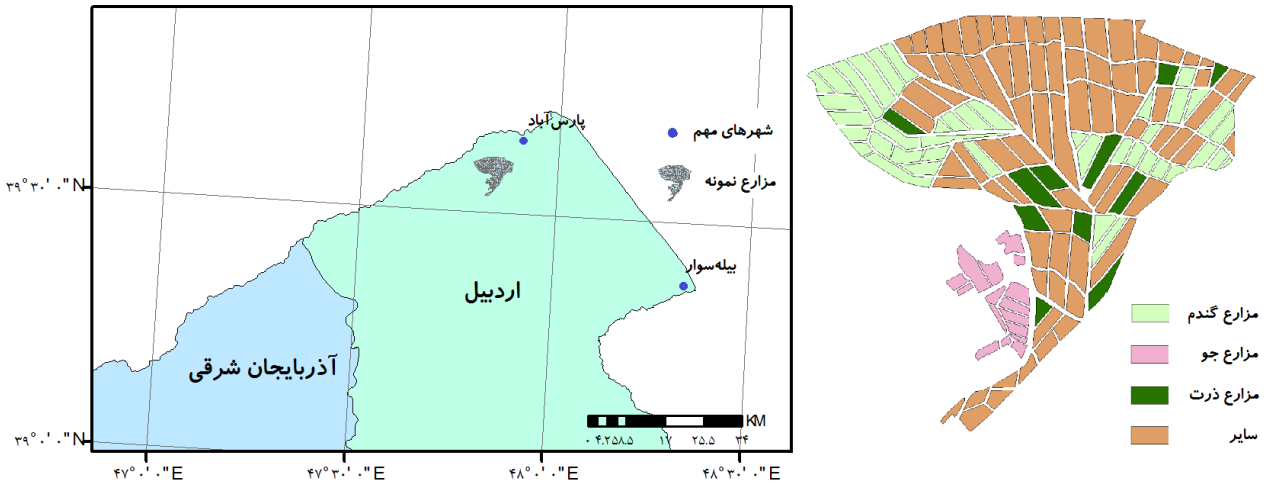


شکل ۳- (به ترتیب از سمت راست) نحوه پیاده‌سازی روش مقایسه تصاویر طبقه‌بندی شده، نحوه پیاده‌سازی روش تفاضل شاخص گیاهی نرمال شده

Archive of SID
www.SID.ir

۳-۱- منطقه موردمطالعه

در این تحقیق، ۴۱ مزرعه گندم، واقع در دشت مغان به‌عنوان مزارع موردمطالعه (شکل ۴) انتخاب شد. دشت مغان در شمال غربی ایران و در محدوده جغرافیایی '۲۰ °۳۹ تا '۴۲ °۳۹ مدار شمالی و '۳۰ °۴۷ تا °۴۸ نصف‌النهار شرقی واقع شده است. این دشت به‌عنوان یکی از قطب‌های تولید غلات در کشور محسوب می‌شود. محصولات زراعی متنوعی از جمله گندم، جو، ذرت بذری، ذرت دانه‌ای، ذرت سیلویی، چغندرقند، یونجه و کلزا، در این دشت کاشته می‌شود. از اطلاعات مربوط به ۲۴ مزرعه (۶۰ درصد مزارع گندم)، برای تدوین شروط پایگاه دانش و از اطلاعات مربوط به مابقی مزارع (مزارع تست)، برای آزمون میزان دقت روش پیشنهادی استفاده شد. روش‌های تفاضل شاخص گیاهی نرمال شده و مقایسه تصاویر طبقه‌بندی شده با استفاده از داده‌های مربوط به مزارع تست پیاده‌سازی شده‌اند.



شکل ۴- محدوده منطقه مطالعاتی و مزارع موجود در منطقه

۳-۲- دانش و داده‌ها

داده‌های استفاده شده در این تحقیق شامل سری زمانی تصاویر سنجنده‌ی OLI[1] ماهواره لندست ۸، اخذ شده از اول فروردین تا ۱۵ مردادماه سال ۱۳۹۳، نقشه محدوده مزارع و سابقه کشت مزارع گندم (جدول ۲) می‌باشد. سابقه کشت دربردارنده‌ی مواردی همچون زمان شخم، کاشت، رویش سطح سبز و زمان برداشت محصول هر مزرعه است.

گام اول در استفاده از سری زمانی تصاویر ماهواره‌ای حذف خطاهای موجود بر روی این تصاویر می‌باشد. در این تحقیق از روش نرمال‌سازی رادیومتریکی تصاویر استفاده شد؛ زیرا می‌توان تغییرات موجود بر روی تصاویر نرمال‌سازی شده را ناشی از تغییر در ماهیت پدیده دانست [۹]. نرمال‌سازی رادیومتریکی تصاویر دارای دو مرحله کلی می‌باشد؛ مرحله اول شامل مشخص کردن مجموعه پیکسل‌های مربوط به عوارضی است که در طول مدت زمان اخذ سری زمانی تصاویر بدون تغییر ماندهاند[2]؛ مرحله دوم شامل تعیین پارامترهای تبدیل خطی موردنیاز برای نرمال‌سازی است. در این تحقیق با بررسی منطقه، نقاطی که در طول مدت زمان اخذ سری زمانی تصاویر ماهواره‌ای بدون تغییر بودند (مانند باند فرودگاه و سقف انبار)، شناسایی شده و پارامترهای تبدیل خطی برای هر باند به‌صورت مجزا محاسبه گشت. فرایند نرمال‌سازی برای باندهای مختلف به‌صورت مستقل، صورت گرفته است.

شروط مکانی موردنیاز پایگاه دانش با استفاده از نقشه قطعات (شکل ۴) و با توجه به شناسه و مساحت مزارع تدوین شد، از شروط مکانی برای محاسبه کمیت مربوط به تغییرات استفاده گشت. با پردازش سابقه کشت مزارع گندم (جدول ۲)، چرخه رشد گندم (شکل ۵) در دشت مغان استخراج شد.

۱ Operational land Imager

۲ مانند ساختمان، باند فرودگاه

Archive
www.SID.ir

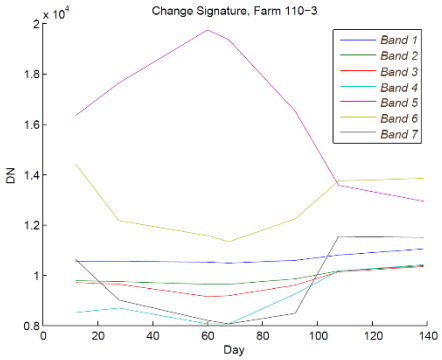
جدول ۲- سابقه کشت تعدادی از مزارع گندم، واقع در دشت مغان

شماره قطعه	محصول	شخم زدن	کاشت	سطح سبز	رویدن ساقه	خوشه‌بندی	دانه‌بندی	برداشت
۱۱۰/۳	گندم	۹۲/۶/۹	۹۲/۹/۱۲	۹۳/۱۱/۱	اواخر فروردین	اردیبهشت	خرداد	نیمه اول تیر
۱۱۲/۱	گندم	۹۲/۸/۷	۹۲/۸/۱۶	۹۳/۹/۱۳	اواسط فروردین	اردیبهشت	خرداد	نیمه اول تیر
۱۱۲/۳	گندم	۹۲/۷/۲۳	۹۲/۸/۸	۹۳/۹/۳	اواسط فروردین	اردیبهشت	خرداد	نیمه اول تیر
۱۱۴/۱	گندم	۹۲/۷/۲۵	۹۲/۸/۱	۹۳/۸/۲۷	اوایل فروردین	اردیبهشت	خرداد	نیمه اول تیر

این چرخه شامل ۶ گام می‌باشد؛ که به سه بخش اصلی شخم خوردن، سطح سبز و برداشت محصول تقسیم‌بندی شد؛ سپس تاریخ ورود به هر مرحله و مدت زمان موردنیاز برای طی شدن هریک از این گام‌ها، به‌عنوان شروط زمانی، در پایگاه دانش ذخیره‌سازی گشت. با استفاده از شروط زمانی، وضعیت مورد انتظار مزرعه گندم، در هر تاریخ مشخص شد.

شکل ۵- چرخه رشد مزرعه گندم در دشت مغان

برای استخراج طیف گندم در هر تاریخ از زمان کاشت‌شدن تا برداشت (شروط طیفی)، با استفاده از سری زمانی تصاویر نرمال‌سازی شده، نمودار امضا تغییرات (شکل ۶) ترسیم شد.



شکل ۶- نمودار امضا تغییرات مزرعه گندم

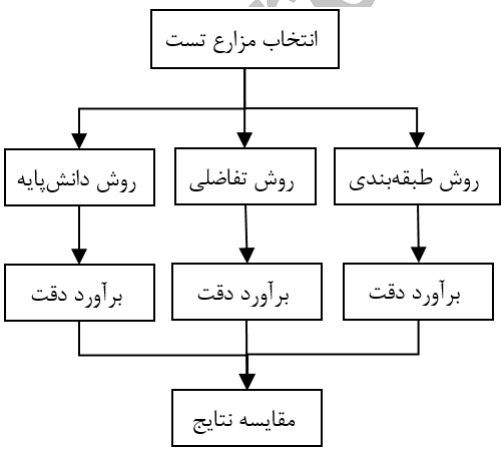
مقادیر میانگین طیفی با استفاده از نمودار فوق، برای هریک از مراحل سه‌گانه شخم‌زنی، سطح سبز و برداشت شدن محصول مشخص و به‌صورت مجموعه شروط طیفی ذخیره شد. شروط طیفی نقش یک کتابخانه جامع طیفی را در این روش ایفا می‌کنند. نمونه‌ای از قوانین زمانی پایگاه دانش که برای تشخیص مرحله شخم زدن مورداستفاده قرار می‌گیرد، در شکل ۷ نشان داده‌شده است.

IF Date of Sat_Image = December
THEN Expected Condition = Plowed Farm
OR Expected Condition = Fallow Farm

شکل ۷- شروط زمانی پایگاه دانش برای شناسایی مرحله شخم‌زنی

۳-۳- یافته‌ها و نتایج

به‌منظور برآورد دقت، روش توسعه داده شده در مزارع تست (۱۷ مزرعه که از اطلاعات آن‌ها برای تدوین شروط پایگاه دانش استفاده نشد) اعمال شد. همچنین دو روش تفاضل شاخص گیاهی نرمال شده و مقایسه تصاویر طبقه-بندی شده در مزارع تست پیاده‌سازی شد. نحوه مقایسه این سه روش در شکل ۸ و نتایج حاصله در جدول ۳ بیان شده است.



شکل ۸- روند مقایسه سه روش

www.SID.ir

جدول ۳- مقایسه نتایج حاصل از روش توسعه داده‌شده با دو روش متداول کشف تغییرات

روش	دقت حاصله	توضیحات
روش دانش‌مبنای توسعه داده شده	کشف تغییر ۸۶ درصد کشف نوع تغییر ۸۰ درصد	برای هر بار اجرا، به منظور مشخص کردن نوع تغییر، نیاز به جمع‌آوری داده زمینی ندارد. عدم نیاز به تعیین بازه عدم نیاز به تفسیر نتایج
روش تفاضل شاخص گیاهی	۷۰ درصد (متأثر از نحوه بازه گذاری)	نحوه تعیین بازه تأثیر مستقیم در دقت خروجی دارد عدم آشکارسازی نوع تغییر نیازمند تفسیر نتایج توسط کاربر
Post-Classification Comparison	۸۱ درصد	دقت خروجی تابع دقت طبقه‌بندی تصاویر اولیه می‌باشد نیازمند جمع‌آوری داده زمینی در زمان هر دو تصویر (به دلیل ماهیت بسیار متغیر محصولات زراعی)

روش توسعه داده‌شده، وقوع یا عدم وقوع تغییر را با دقت ۸۶ درصدی تشخیص داد؛ همچنین این روش توانست نوع تغییر را با دقت ۸۰ درصد به‌درستی شناسایی کند. علت ایجاد اختلاف ۶ درصدی در دقت آشکارسازی تغییر و دقت تعیین نوع تغییر، ناشی از عدم انطباق طیف مربوط به وضعیت طیفی مزرعه (در مرحله استنتاج) با طیف مربوط به وضعیت مورد انتظار که از پایگاه دانش مکانی استخراج می‌شود (شکل ۲) می‌باشد.

دقت روش تفاضل شاخص گیاهی نرمال شده به‌شدت تحت تأثیر نحوه انتخاب بازه بوده و با انتخاب بازه‌های مختلف دقت خروجی تولیدشده، دچار تغییر می‌شود. همچنین خروجی تولیدشده توسط این روش، شامل دو کلاس پیکسل‌های بدون تغییر و پیکسل‌های دارای تغییر می‌باشد. این روش با دقت ۷۰ درصد توانست تغییرات را به‌درستی شناسایی نماید، اما این روش توانایی شناسایی خودکار نوع تغییرات نبوده و تعیین نوع تغییرات، توسط این روش، عملاً غیرممکن است.

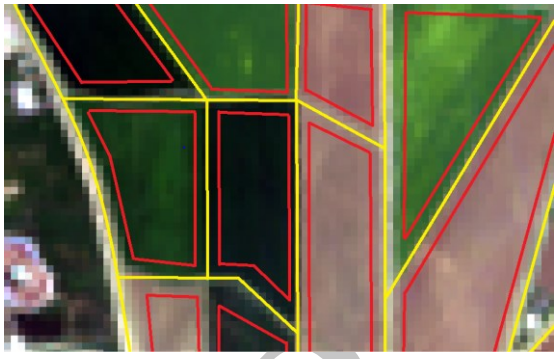
روش Post-Classification Comparison توانست با دقت ۸۱ درصدی، نوع تغییرات را به‌درستی شناسایی نماید. دقت این روش به‌شدت وابسته به دقت طبقه‌بندی تصاویر ورودی می‌باشد؛ به عبارت دیگر حداکثر دقت قابل حصول از این روش، برابر با حاصل ضرب دقت طبقه‌بندی دو تصویر می‌باشد [۷]. برای مثال اگر دو تصویر با دقت ۷۰ درصد طبقه‌بندی شده باشند، حداکثر دقت قابل حصول توسط این روش ۴۹ درصد می‌باشد. همچنین دقت این روش وابسته به توانایی و مهارت کاربر است.

علت حصول دقت بالا توسط روش دانش‌مبنای پیشنهادی ناشی از ساختار استفاده شده در این روش است؛ این روش با بهره‌گیری از شروط زمانی تعداد حالات محتمل را کاهش می‌دهد. کاهش تعداد حالات در استنتاج، خطای ناشی از تعیین نادرست وقوع تغییر و تعیین نوع تغییر را کاهش می‌دهد. برای نمونه وضعیت مورد انتظار برای مزرعه گندم در اواسط تیرماه، برداشت شدن محصول (طیف متناظر با این وضعیت، طیف بقایای محصول می‌باشد) یا محصول آماده برداشت (طیف متناظر با این وضعیت طیف گندم زرد شده می‌باشد) است؛ در صورتی که از دانش استفاده نشود، برای تعیین وضعیت مزرعه با استفاده از تصویر ماهواره‌ای، طیف استخراج شده از تصویر باید با طیف مربوط به تمام مراحل رشد گندم مقایسه شود، این تعداد مقایسه علاوه‌بر افزایش حجم محاسبات، احتمال تعیین نادرست وضعیت مزرعه را افزایش می‌دهد؛ اما در مثال فوق با استفاده از روش توسعه داده شده، طیف استخراج شده از تصویر، فقط با دو طیف فوق‌الذکر (وضعیت‌های مورد انتظار) مقایسه می‌گردد؛ بنابراین در این روش با محدودسازی تعداد مقایسه‌های موردنیاز برای کشف تغییر و نوع آن، باعث کاهش خطا و افزایش دقت نتایج می‌گردد.

همچنین می‌توان برای افزایش دقت، میانگین طیفی مزارع را بعد از جداسازی پیکسل‌های مرزی (پیکسل‌های مخلوط) محاسبه نمود (شکل ۹). در این صورت باید در تمامی مراحل روش پیشنهادی (تشکیل پایگاه دانش و استنتاج) میانگین طیفی مربوط به مزارع بعد از جداسازی پیکسل‌های حاشیه، محاسبه گردد. برای نمونه با حذف

www.SID.ir
Archive of SID

پیکسل‌های مخلوط، دقت شناسایی تغییرات (در مزارع واقع در دشت مغان) از ۸۶ درصد به ۹۵ درصد و دقت تعیین نوع تغییر از ۸۰ درصد به ۹۰ درصد افزایش یافت.



شکل ۹- جداسازی پیکسل‌های مخلوط به‌منظور افزایش دقت روش دانش مبنای پیشنهادی؛ رنگ زرد نشان‌گر مرز واقعی مزارعه و رنگ قرمز شامل محدوده‌ای است که بعد از حذف پیکسل‌های مخلوط برای محاسبه میانگین طیفی مزرعه استفاده شد.

۴- بحث و نتیجه‌گیری

آشکارسازی تغییرات نیازمند انجام استدلال‌های زمانی-مکانی بر روی حجم عظیمی از داده‌های مکانی زمان‌مند می‌باشد. روش‌های مختلفی برای کشف تغییرات با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای توسعه داده‌شده است. در این روش‌های معمولاً نتایج حاصله، نیازمند تفسیر می‌باشد. تفسیر نتایج دارای چالش‌های مختلفی از جمله جمع‌آوری اطلاعات از کلاس‌های عوارض زمینی، داشتن تخصص و تجربه در این زمینه می‌باشد. برای مثال در کشف تغییرات پوشش‌های گیاهی معمولاً از روش تفاضل شاخص گیاهی استفاده می‌گردد که نتایج آن علاوه بر داده‌های استفاده‌شده وابسته به نحوه انتخاب بازه و نحوه تفسیر نتایج می‌باشد. از نظر بعد زمانی، محصولات زراعی دارای چرخه رشد نسبتاً کوتاهی هستند (برای مثال، به‌طور متوسط، بخش اصلی چرخه رشد گندم، در دشت مغان در ۳ ماه فروردین، اردیبهشت و خرداد، تکمیل می‌گردد) از این رو استفاده از روش‌هایی متداول علاوه بر دقت پایین، به دلیل نیاز به جمع‌آوری داده زمینی به‌منظور آشکارسازی نوع تغییر، مقرون به‌صرفه نیز نیست.

با استفاده از روش توسعه داده شده در این مقاله می‌توان بخشی از مشکلات روش‌های متداول از جمله، جمع‌آوری مکرر نمونه‌های زمینی، تفسیر نتایج و مشکلات مربوط به نحوه انتخاب صحیح بازه را حل نمود. همچنین استفاده از دانش باعث افزایش دقت در آشکارسازی و تعیین نوع تغییر می‌گردد. در این روش از ویژگی‌هایی خاصی مانند جستجوی تغییرات در محدوده مشخص‌شده (استدلال صرفاً برای مزارع و به‌صورت مستقل انجام می‌گردد)، نوع محصول کاشته شده، محدود نمودن تغییرات با توجه به تقویم زراعی (تغییرات مورد انتظار)، در قالب یک پایگاه دانش مکان‌مبنا استفاده می‌شود. استخراج صحیح شروط پایگاه دانش یکی از موارد با اهمیت در پیاده‌سازی این روش می‌باشد؛ زیرا نتایج حاصل از روش به‌شدت تحت تأثیر این شروط می‌باشند. در روش پیشنهادی جمع‌آوری داده زمینی به‌منظور کشف نوع تغییرات، فقط یک‌بار صورت می‌گیرد و بعد از تشکیل پایگاه دانش، می‌توان بدون محدودیت از آن استفاده نمود. داده‌های زمینی مورداستفاده در این روش در قالب سابقه کشت قطعات زراعی و نقشه مزارع جمع‌آوری می‌شوند. در حالت کلی به دلیل دو عامل ۱) تفاوت چرخه رشد محصولات در مناطق مختلف و ۲) خطای موجود در تصاویر ماهواره‌ای، استفاده از پایگاه دانش ایجادشده برای مناطق دیگر باعث ایجاد خطا در نتایج کار خواهد شد؛ اما در صورتی که دو شرط زیر برقرار باشد از پایگاه دانش توسعه داده شده برای یک منطقه می‌توان در مناطق دیگر نیز استفاده کرد؛ ۱) خطای موجود بر روی تصاویر ماهواره‌ای (تصاویر استفاده شده برای تدوین شروط پایگاه دانش و تصویر استفاده شده برای استنتاج تغییر) با استفاده از روش‌های مطلق حذف خطا، حذف گردد؛ این امر باعث می‌گردد تا تمامی تصاویر در یک فضای طیفی یکسان قرار گیرند، ۲) تاریخ و مدت زمان مورد نیاز برای طی شدن هریک از گام‌های چرخه رشد محصولات در مناطق موردنظر، یکسان باشد (یکسان بودن شروط زمانی).

پیشنهاد می‌گردد پایگاه دانش تشکیل‌شده برای یک منطقه، در مناطق مختلف اعمال شده و کارایی روش ارزیابی گردد. همچنین امکان تشخیص سن گیاه و تعیین زمان صحیح برداشت محصول با استفاده از این روش بررسی گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

مراجع

[1] Lu, D., Mausel, P., Brondízio, E., and Moran, E. (2004). “Change detection techniques.” International Journal of Remote Sensing, 25(12), 2365-2401.

[2] Lunetta, R. S., Knight, J. F., Ediriwickrema, J., Lyon, J. G., and Worthy, L. D. (2006). “Land-cover change detection using multi-temporal MODIS NDVI data.” Remote Sensing of Environment, 105(2), 142-154.

[3] Hussain, M., Chen, D., Cheng, A., Wei, H., and Stanley, D. (2013). Change detection from remotely sensed images: From pixel-based to object-based approaches.” ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 80, 91–106.

[4] Doxani, G., Karantzalos, K., and Strati, M. T. (2012). “Monitoring urban changes based on scale-space filtering and object-oriented classification.” International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 15(0), 38-48.

[5] Lu, X., Z., Zongyi, H., and Yan, G. (2009). “The comparative study of three methods of remote sensing image change detection.” The Geoinformatics, 17th International Conference on Shaoqing.

[6] Deng, J. S., Wang, K., Deng, Y. H., and Qi, G. J. (2008). “PCA-based land-use change detection and analysis using multitemporal and multisensor satellite data.” International Journal of Remote Sensing, 29(16), 4823-4838.

[7] Singh, A. (1989). “Review Article Digital change detection techniques using remotely-sensed data.” International Journal of Remote Sensing, 10(6), 989-1003.

[8] Rosin, P. L., Ioannidis, E. (2003). “Evaluation of global image thresholding for change detection.” Pattern Recognition Letters, 24(14), 2345-2356.

[9] Michener, W. K., Houhoulis, P. F. (1997). “Detection of vegetation changes associated with extensive flooding in a forested ecosystem.” Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 63(12), 1363-1374.

[10] Priti Srinivas, S., A. Rajendra. (2010). “Knowledge-Based Systems for Development,” in Advanced Knowledge Based Systems: Models, Applications and Research, S. Priti Srinivas and A. Rajendra, Editors.

[11] Zhu, A. X., Wang, R., Qiao, J., Qin, C.-Z., Chen, Y., Liu, J., and Zhu, T. (2014). “An expert knowledge-based approach to landslide susceptibility mapping using GIS and fuzzy logic.” Geomorphology, 214(0), 128-138.

[12] Alesheikh, A. A., Sadeghi Naeeni Fard, F. (2007). “Design and implementation of a knowledge-based system to improve maximum likelihood classification accuracy.” Canadian Journal of Remote Sensing, 33(6), 459-467.

[13] Rodriguez-Bachiller, A., Glasson, J. (2004) “Expert Systems and Geographic Information Systems for Impact Assessment.” CRC Press. USA.

[14] Akerkar, R., P. Sajja. (2009). “KNOWLEDGE-BASED SYSTEMS.” Jones & Bartlett Publishers. Ontario, Canada.

[15] Hosseini, A. (2006). “Expert systems.” Network, 71. (In Farsi).

[16] De Freitas, D.M., Tagliani, P.R.A. (2009). “The use of GIS for the integration of traditional and scientific knowledge in supporting artisanal fisheries management in southern Brazil.” Journal of Environmental Management, 90(6), 2071-2080.

Archive of SID

www.SID.ir