

استفاده از الگوریتم فراابتکاری کرم شب‌تاب در بهبود دقت طبقه‌بندی تصویر ماهواره

ای، مطالعه موردی: شهر رفسنجان

حمید باقری^{*۱}

۱. مربی، گروه مهندسی عمران، دانشکده عمران و نقشه برداری، دانشگاه فنی و حرفه‌ای، تهران، ایران

* پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: h-bagheri@tvu.ac.ir

Commented [1d]: زیرنویس شود

چکیده

امروزه یکی از روش‌های تهیه نقشه کاربری و پوششی اراضی، استفاده از اطلاعات ماهواره‌ای و روش‌های سیستم اطلاعات مکانی است. داده‌های ماهواره‌ای به دلیل ارائه اطلاعات **به‌روز** و امکان پردازش تصاویر، در تهیه نقشه‌های پوششی اراضی از اهمیت بالایی برخوردارند. از سوی دیگر در سال‌های اخیر **به‌طور** وسیع و گسترده جهت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای از روش‌های طبقه‌بندی پیشرفته از قبیل شبکه‌های عصبی مصنوعی، مجموعه‌های فازی و شبکه‌های هوشمند استفاده شده است. هدف از این تحقیق، بهبود دقت طبقه‌بندی تصویر ماهواره‌ای با استفاده از یک الگوریتم فراابتکاری است. در این تحقیق، یک روش طبقه‌بندی جدید مبتنی بر الگوریتم کرم شب‌تاب **به‌عنوان** یک الگوریتم یادگیری تحت نظارت معرفی شده است. بدین منظور ابتدا با استفاده از دو الگوریتم طبقه‌بندی شبکه عصبی مصنوعی و ماشین‌های بردار پشتیبان، تصویر موردنظر طبقه‌بندی و نقشه‌ی پوششی اراضی آن تهیه شد. سپس مقادیر دقت و ضریب کاپا برای این دو الگوریتم محاسبه گردید. **درنهایت** الگوریتم کرم شب‌تاب در نرم‌افزار پایتون برنامه‌نویسی شد و پس از ورود تصاویر به برنامه پایتون و مشاهده نتایج خروجی، مشخص شد که پارامترهای تابع هسته مرکزی روش بردار پشتیبان و تعداد نورون‌های روش شبکه عصبی مصنوعی بهبود داده شده است. **درنهایت** نتایج نشان داد که الگوریتم کرم شب‌تاب یک طبقه‌بندی کننده مناسب است و قابلیت رقابت با بقیه روش‌ها را دارد. دقت کلی حاصل از طبقه‌بندی برای سنجنده ASTER با این الگوریتم، در طبقه‌بندی شبکه عصبی به میزان ۱٫۶ درصد و در طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان به میزان ۳٫۸ درصد افزایش یافت. همچنین مقایسه ضریب کاپا، دقت کاربر و دقت **تهیه‌کننده** برای روش‌های ذکر شده در بخش نتایج و تحلیل شرح داده شده است.

Deleted: به روز

Deleted: به طور

Deleted: به عنوان

Deleted: در نهایت

Deleted: در نهایت

Deleted: ولید

Formatted: Font: Italic, Complex Script Font: Italic

Formatted: Font: Italic, Complex Script Font: Italic

Formatted: Font: Italic, Complex Script Font: Italic

Commented [۲]: ۱.۱ نبود تنظیمات و روش های ورودی الگوریتم های هوش جمعی: متن اشاره می کند که الگوریتم های هوش جمعی مانند الگوریتم ژنتیک، الگوریتم بهینه سازی اجتماع ذرات و سایر الگوریتم ها استفاده شده اند، اما جزئیاتی در مورد پارامترها، تنظیمات، ورودی ها و پیکربندی های این الگوریتم ها ارائه نشده است که این می تواند از نظر علمی و فنی کمبودی باشد. برای ارزیابی صحت و کارایی الگوریتم های هوش جمعی، نیاز به شفافیت در اطلاعات ورودی و پارامترها و همچنین روش های ارزیابی است. ۲. عدم بررسی مشکلات و تحلیل های دقیق: متن اشاره می کند که الگوریتم های هوش مصنوعی مورد استفاده قرار گرفته اند و موثر بوده اند، اما بررسی ها و تحلیل های دقیقی از عملکرد و کارایی این الگوریتم ها ارائه نشده است. برای اطمینان از عملکرد صحیح و اثربخشی الگوریتم ها، نیاز به مطالعات تجربی و تحلیل های دقیق بر روی داده ها و نتایج مورد استفاده است. ۳. عدم مقایسه با روش های دیگر: متن اشاره می کند که از الگوریتم های هوش مصنوعی استفاده شده است، اما

متن اصلی: **Commented [3]:** دو سنونه با تورفتگی نیم سانت پاراگراف بندی شود

Deleted: هر کدام

Deleted: سنچش از دور

Deleted: سنچش از دور

Deleted: می باشد

Deleted: به طور

Deleted: کارآیی

Deleted: زنبور عسل

Deleted: شبتاب

Deleted: به ندرت

Deleted: به عنوان

Deleted: به صورت

Deleted: این که

Deleted: در حالی که

Deleted: وضوح بالا

واژه های کلیدی: طبقه بندی، کرم شبتاب، شبکه عصبی مصنوعی، ماشین بردار پشتیبان.

مقدمه

استخراج

اطلاعات از تصاویر ماهواره ای در دهه های اخیر رشد چشمگیری داشته و در این راستا الگوریتم های مختلفی جهت استخراج اطلاعات از تصاویر ماهواره ای معرفی شده اند که **هر کدام** از این روش ها مزایا و معایبی دارند. یکی از روش های مهم در تفسیر تصاویر **سنچش از دور**، طبقه بندی تصاویر است که کاربرد زیادی در بررسی تغییرات زمین دارد. طبقه بندی و تهیه نقشه پوششی اراضی یکی از پرکاربردترین موارد در استفاده از داده های **سنچش از دور** است. با استفاده از طبقه بندی می توان عضویت یک پیکسل را به یک کلاس تعیین کرد. مسئله مهم، تعیین یک روش طبقه بندی با دقت مناسب برای تصاویر ماهواره ای با قدرت تفکیک مکانی بالا **است**.

هوش جمعی نوعی از روش های هوش مصنوعی مبتنی بر رفتارهای جمعی است که عامل ها، **به طور** محلی با یکدیگر و با محیط اطراف خود در تعامل هستند و چگونگی تعامل و تبادل اطلاعات بین عوامل متعدد در طبیعت را نشان می دهد (۳۶). رویکرد هوش جمعی **کارایی** خود را در بسیاری از مشکلات بهینه سازی که به دنبال بهترین راه حل مانند انتخاب ویژگی و سایر مشکلات هستند، ثابت کرده است. موفق ترین روش های هوش جمعی که تاکنون به وجود آمده اند، روش بهینه سازی کلونی مورچه ها (AntColony Optimization) (۱۸)، روش بهینه سازی اجتماع ذرات (Particle Swarm Optimization) (۲۴)، روش بهینه سازی **زنبور عسل** (BeeColony Optimization) (۱۲) و روش بهینه سازی کرم **شب تاب** (Firefly Optimization) است. از این الگوریتم ها در مسائل مربوط به انتخاب و اولویت بندی ویژگی ها استفاده می شد، اما **به ندرت به عنوان** طبقه بندی کننده معرفی شدند. هر الگوریتم با ایجاد یک جمعیت اولیه از راه حل های کاربردی آغاز می گردد و **به صورت** مکرر از نسلی به نسلی دیگر در جهت بهترین راه حل حرکت می کند. در تکرارهای موفق الگوریتم، انتخاب در مجموعه ای از راه حل ها انجام می گیرد (۳۰).

در دهه ی گذشته، روش های آماری مانند نزدیک ترین همسایه (k-nearest Neighbor)، شبکه عصبی (Neural Network) (۴)، ماشین بردار پشتیبان (Support Vector Machine) (۱۷) و سایر تکنیک ها در طبقه بندی استفاده شده است. با توجه به **این که** انواع مختلفی از اطلاعات و ویژگی های مکانی را می توان از یک تصویر استخراج کرد، ضروری است که از یک الگوریتم بهینه سازی برای ارائه ی بهترین مجموعه ویژگی ها برای تشخیص تغییرات در مناطق شهری استفاده شود. در بین الگوریتم های بهینه سازی پیشنهادی، عملکرد الگوریتم های فراابتکاری که از جستجوهای جهانی و محلی استفاده می کنند، در مطالعات متعددی به اثبات رسیده است. این الگوریتم ها شامل الگوریتم های تکاملی مانند الگوریتم ژنتیک (Genetic Algorithm) و الگوریتم های هوش ازدحام مانند الگوریتم بهینه سازی اجتماع ذرات می باشند (۳۵). **در حالی که** کاربرد و عملکرد این دو الگوریتم در تشخیص تغییر مناطق شهری با استفاده از تصاویر با **وضوح بالا** ارزیابی شده است، ارزیابی روش های بهینه سازی جدید نیاز به بررسی بیشتر دارند (۷).

الگوریتم‌های بهینه‌سازی هر دو نوع مسائل بیشینه‌سازی و کمینه‌سازی را پوشش می‌دهند. بهینه‌سازی کاربردهای زیادی در زمینه‌ی تخصیص منابع، زمان‌بندی‌ها و تصمیم‌گیری‌ها دارد. شیوه‌های سابق برای حل مشکلات بهینه‌سازی، مستلزم تلاش‌های محاسباتی بی‌شماری بودند، در حالی‌که الگوریتم‌های هوش جمعی تا حدی این مشکل را برطرف نموده‌اند. توسط این الگوریتم‌ها راه‌حل‌هایی پیدا می‌شوند که تقریباً به جواب نزدیک هستند (۲۶).

در میان روش‌های مبتنی بر جمعیت، از الگوریتم بهینه‌سازی اجتماع ذرات به صورت جداگانه و الگوریتم بهینه‌سازی اجتماع ذرات ترکیبی با یک عملگر جستجوی محلی برای روش شبکه عصبی مصنوعی به کار برده شده است (۲۰). سایر روش‌های هوش جمعی مانند بهینه‌سازی کلونی مورچه‌ها نیز استفاده شده است (۲۸). علاوه بر این، چن (Chen) (۸) یک الگوریتم ترکیبی جدید براساس الگوریتم ازدحام ماهی مصنوعی پیشنهاد کرد. الگوریتم ژنتیک (۱۹)، ارزیابی تفاضلی (۲۷)، الگوریتم مبتنی بر مکانیسم شبه الکترومغناطیس (Electromagnetism-like mechanism-based algorithm) (۳۱) و الگوریتم جستجوی هارمونی (۱۴) برخی از روش‌های مهم دیگری هستند که در سال‌های اخیر پیشنهاد شده‌اند.

الگوریتم کرم شب‌تاب به عنوان یکی از الگوریتم‌های جستجوی فراابتکاری که اخیراً پیشنهاد شده است، دارای قابلیت منحصر به فرد تقسیم‌بندی خودکار در مقایسه با سایر الگوریتم‌های جستجو است. در این تحقیق از ترکیب الگوریتم بهینه‌سازی کرم شب‌تاب با روش شبکه عصبی مصنوعی و ماشین بردار پشتیبان برای بهبود دقت طبقه‌بندی استفاده شده است.

پیشینه تحقیق

کاربری اراضی توصیف نوع بهره‌برداری انسان برای یک یا چند هدف بر روی یک قطعه زمین است. آگاهی از نوع و درصد کاربری های مختلف برای شناخت و مدیریت منابع طبیعی و زیست‌محیطی در سطح حوزه‌های آبخیز و سایر واحدهای کاری ضروری است (۲).

داده‌های ماهواره‌ای یکی از سریع‌ترین و کم هزینه‌ترین روش‌های در اختیار محققان جهت تهیه نقشه کاربری اراضی می‌باشد. تعیین کاربری اراضی یکی از اطلاعات پایه در ارزیابی منابع مختلف مانند قابلیت اراضی و خاکشناسی، مطالعات پوشش گیاهی، فرسایش و رسوب، مدیریت منابع طبیعی و محیط زیست، شناخت توان و استعداد اراضی و در کل مطالعات آبخیزداری و آمایش سرزمین است. معمولاً نقشه پوشش اراضی و نقشه پوششی اراضی به صورت ابهام‌آمیزی به جای همدیگر، البته نه همیشه، استفاده و معمولاً اطلاعات کاربری اراضی از نقشه پوشش زمین استخراج می‌شود (۸).

سنجش از دور با ارائه اطلاعات به هنگام، فراهم آوردن دید همه جانبه، استفاده از قسمت‌های مختلف طیف الکترومغناطیسی برای ثبت خصوصیات پدیده‌ها، پوشش‌های تکراری، سرعت انتقال و تنوع اشکال داده‌ها، کاهش هزینه و نیروی انسانی در مطالعات از ارزش زیادی برخوردار است (۹ و ۱۰).

با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای می‌توان نقشه‌های پوششی اراضی را در سطوح مختلف تهیه و وضعیت موجود پوشش زمین/ کاربری اراضی را بررسی کرد. حسینی (۱۳۸۲) نقشه پوششی اراضی و تراکم پوشش گیاهی منطقه چمستان (مازندران) را با استفاده از تصاویر ETM و فیوژن (ادغام داده‌های ماهواره‌ای) داده‌ها تهیه کرد (۱۰).

Deleted: در زمینه‌ی

Deleted: زمانبندی‌ها

Deleted: بیشماری

Deleted: در حالیکه

Deleted: تقریباً

Deleted: به صورت

Deleted: به کار برده

Deleted: شب‌تاب

Deleted: به عنوان

Deleted: منحصر به فرد

Commented [۵۴]: ۱. این پیشینه تحقیق به نحوی مفصل نیست و مباحث به کلی و بدون ارائه مثال‌های مشخص یا شرح دقیق‌تر ارائه شده‌اند. این ممکن است برای خواننده منتظر، ناشناخته و مبهم باشد.
۲. مثال‌های ارائه شده برای نشان دادن کارایی و کاربرد الگوریتم‌ها و روش‌ها کافی نیستند. ارائه مثال‌های بیشتر و جزئی‌تر می‌تواند به خواننده کمک کند تا مفهوم را بهتر درک کند.

Deleted: کم هزینه‌ترین

Deleted: تهیه

Deleted: محیط زیست

Deleted: معمولاً

Deleted: به صورت

Deleted: به جای

Deleted: معمولاً

Deleted: اطلاعات

Deleted: سنجش از دور

Deleted: اطلاعات

Deleted: همه جانبه

Commented [5۵]: شماره رفرنس فقط ذکر شود

شتایی و عبدی (۱۳۸۷) قابلیت داده‌های سنجنده ETM را در تفکیک اراضی جنگلی زاگرس از سایر کاربری‌ها از طریق مقایسه با نقشه واقعیت زمینی نمونه‌برداری شده در حوزه سرخاب لرستان انجام و نتیجه گرفتند که تفکیک و طبقه‌بندی اراضی جنگلی از سایر طبقات کاربری با صحت ۱۰ درصد، **مؤید کارایی** این روش در تولید این نقشه‌هاست (۲۵).

علوی پناه و همکاران (۱۳۸۰) برای تهیه نقشه پوششی اراضی از منطقه کوهستانی موک استان فارس، از داده های رقومی ماهواره لندست TM و سامانه‌های اطلاعاتی جغرافیایی استفاده کردند. آن‌ها از باندهای سه، چهار، پینچ و هفت سنجنده TM و روش طبقه‌بندی نظارت‌شده حداکثر احتمال در تولید نقشه استفاده کردند و نقشه‌های شامل ۹ طبقه به دست آوردند که بدین شرح است: زراعت آبی، مرتع، اراضی شخم خورده، شالیزار، جنگل، باغ‌ها، تاکستان، زراعت دیم و اراضی زراعی برداشت شده. به دلیل پیایی بودن دقت طبقه‌بندی برای اراضی مسکونی و رودخانه، از دیگر لایه‌های اطلاعاتی در سامانه اطلاعات جغرافیایی برای تفکیک این دو طبقه استفاده شد. میزان دقت کلی نقشه تولیدشده، ۷/۹۴ درصد برآورد گردید (۲).

آرخی و ادیب‌نژاد (۱۳۹۰) در تحقیقی به ارزیابی کارایی الگوریتم‌های ماشین بردار پشتیبان جهت طبقه‌بندی پوششی اراضی با استفاده از داده‌های ماهواره لندست مربوط به سنجنده ETM در حوزه سد ایلام پرداختند. در این تحقیق طبقه‌بندی با استفاده از روش ماشین‌های بردار پشتیبان، به صورت خودکار و با استفاده از چهار نوع کرنل خطی، چندجمله‌ای، شعاعی و حلقوی اجرا شده است. صحت طبقه‌بندی پوششی اراضی برای روش‌های ماشین بردار پشتیبان و حداکثر احتمال به ترتیب ۹۵ و ۸۵ درصد و ضریب کاپا به ترتیب ۰.۷۹ و ۰.۹۴ برآورد گردید (۳).

رویکرد هوش جمعی کارایی خود را در بسیاری از مشکلات بهینه‌سازی که به دنبال بهترین راه‌حل مانند انتخاب ویژگی و سایر مشکلات هستند، ثابت کرده است. کارابوگا (Karaboga) و آکای (Akay) نشان دادند که الگوریتم کلونی زنبور عسل نسبت به الگوریتم‌های ژنتیک و بهینه‌سازی اجتماع ذرات برای مجموعه بزرگی از توابع بهتر عمل می‌کند (۱۵). همچنین گیلانده و همکاران برتری الگوریتم بهینه‌سازی زنبور عسل مصنوعی نسبت به بهینه‌سازی اجتماع ذرات را در مدل ترکیبی با شبکه‌های عصبی مصنوعی در طبقه‌بندی پوششی اراضی نشان دادند (۱).

با توجه به گسترش الگوریتم‌های هوش جمعی، محققان در تلاش هستند الگوریتم کرم شب‌تاب را به عنوان یکی از الگوریتم‌های مفید بهبود بخشند تا برای کاربردهای مختلف سازگار باشد. برای مثال، سو و همکاران (۲۹)، کارنان (۱۶)، چن و همکاران (۶)، از الگوریتم کرم شب‌تاب برای حل مشکلات پردازش تصویر استفاده کردند.

هایلون شی (Hailun Xie) و همکاران در سال ۲۰۱۹ به بررسی بهبود دقت طبقه‌بندی K-means با الگوریتم کرم شب‌تاب پرداختند. نتایج تجربی در این تحقیق نشان داد که الگوریتم کرم شب‌تاب پیشنهادی از نظر آماری برتری قابل توجهی در اندازه‌گیری‌های فاصله و عملکرد در مقایسه با خوشه‌بندی معمولی دارد (۳۷).

یانگ از الگوریتم‌های کرم شب‌تاب و ازدحام ذرات استفاده کرده و آنها را برای توابع آزمایشی مختلف با هم مقایسه کرد و به این نتیجه رسید که الگوریتم کرم شب‌تاب نتایج بهتری نسبت به الگوریتم ازدحام ذرات و همچنین الگوریتم ژنتیک از نظر کارایی و میزان موفقیت به دست می‌آورد. همچنین مشخص شده است که توانایی پخش الگوریتم کرم شب‌تاب باعث همگرایی سریعتر به سمت بهینه‌سازی می‌شود (۳۴). در کار مشابهی توسط یانگ و دب (۳۷)، نتایج تجربی نشان داد که الگوریتم کرم شب‌تاب از سایر روش‌ها مانند ازدحام ذرات بهتر عمل می‌کند.

Deleted: موید

Deleted: کارآیی

Commented [6d]: شماره رفرنس فقط ذکر شود:

Deleted: علوی پناه

Commented [7d]: محدودیت‌های تحقیق ذکر نشده است •

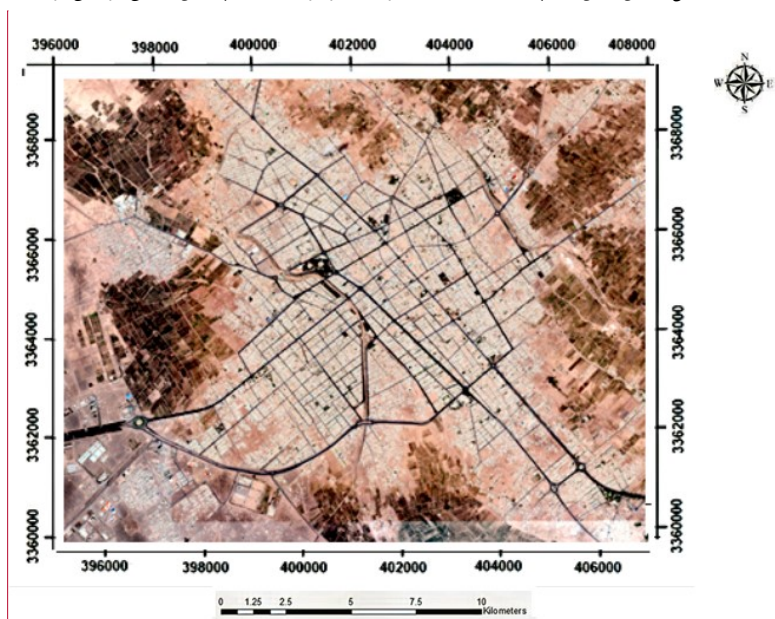
با توجه به موارد فوق، می‌توان دریافت که الگوریتم کرم شب‌تاب نسبت به سایر روش‌ها تاثیر بیشتری دارد و می‌توان با استفاده از آن به بررسی دقت مربوط به طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای پرداخت.

روش تحقیق

منطقه مورد مطالعه

شهرستان رفسنجان در جنوب شرق ایران و در قسمت شمال غربی استان کرمان واقع شده است. رفسنجان یکی از شهرهای مهم استان کرمان است. این شهر مرکز شهرستان رفسنجان و جمعیت آن در سال ۱۳۹۵ حدود ۱۶۱۹۰۹ نفر بوده است. فاصله شهر رفسنجان تا کلانشهر کرمان مرکز استان کرمان ۱۱۵ کیلومتر است. رفسنجان بزرگترین صادرکننده پسته جهان است و به همین سبب بزرگ‌ترین جنگل مصنوعی جهان در این شهر قرار گرفته است.

شهر رفسنجان دارای آب و هوای نیمه بیابانی است. تابستان‌های نسبتاً گرم و زمستان‌های سردی دارد. البته در اطراف این شهر مناطق کوهستانی و سرد زیادی نیز وجود دارد. میانگین بارش سالانه شهر رفسنجان ۱۰۰ میلی‌متر و ارتفاع آن ۱۵۲۸ متر از سطح دریای آزاد است. در شکل ۱ انواع کاربری‌های منطقه شامل کاربری‌های مسکونی، زمین‌های بایر، پوشش‌های گیاهی، جاده‌ها و ... نشان داده شده است. شهر رفسنجان به دلیل داشتن زمین‌های پسته زیادی که در اطراف شهر قرار دارند از پوشش گیاهی فراوانی برخوردار است.



شکل ۱. منطقه مورد مطالعه

Fig 1. Study area

Commented [A8]: ۱. عدم ارجاع به منابع: متن ارجاعی به منابع استفاده شده برای تعریف مفاهیم و داده‌های ارائه شده ندارد. ارجاع به منابع به خواننده کمک می‌کند تا مطالعات قبلی و پشتوانه‌ی علمی را که در زمینه مورد بحث انجام شده است، بشناسد.

۲. نادقیق بودن اطلاعات مکانی: اطلاعات مکانی برای منطقه مورد مطالعه (شهرستان رفسنجان) ارائه شده است، اما به دلیل عدم ارائه مختصری از منابع دقیق، قابلیت تأیید و صحت این اطلاعات قابل شناسایی نیست.

۳. استفاده از اصطلاحات فنی بدون توضیح مناسب: برای یک خواننده غیر تخصصی، برخی اصطلاحات مانند "سنجنده‌ی استر" (ASTER)، "نرم‌افزار انوی" و "تطابق هندسی" ممکن است نامفهوم باشند و نیاز به توضیحات بیشتری داشته باشند.

۴. عدم توضیح متدولوژی به صورت کامل: در مرحله روش‌ها و داده‌ها، بیان شیوه‌ی انتخاب نقاط کنترل زمینی و روش‌های تحلیلی بیشتری می‌تواند برای درک بهتر متدولوژی مطالعه مفید باشد. مثلاً در مورد دقت‌ها

۵. عدم ارائه‌ی گردش کار کل پروژه به صورت شماتیک: شکل مربوط به کل کار به‌طور شماتیک مطرح نشده است. ممکن است ارائه‌ی این نمودار، به خواننده کمک کند تا بهتر متوجه شود که چه روش کاری از این تحقیق ارایه شده است.

۶. عدم ارجاع صحیح به جداول و شکل‌ها در متن: متن به صورت صریح به شکل‌ها و جداول که ارائه شده است ارجاع نمی‌دهد، که می‌تواند خوانایی و درک محتوا را کاهش دهد.

۷. عدم ذکر اعتباربخشی به داده‌های ماهواره‌ای: عدم اشاره به منابع و معیارهای اعتباربخشی به داده‌های ماهواره‌ای، اطمینان از صحت و قابل اعتماد بودن داده‌ها را کاهش می‌دهد. بخصوص تاریخ اخذ داده بهبوداتی که می‌توان در مقاله انجام داد، شامل ارجاع به منابع، توضیحات بیشتر و دقیق‌تر مراحل تحلیل داده‌ها، استفاده از اصطلاحات کمتر و قابل فهم برای همه، ارجاع صریح به جداول و شکل‌ها، و ارجاع به معیارهای اعتباربخشی به داده‌های ماهواره‌ای می‌باشد.

بر اساس کدام ایستگاه و نوع آن + مدت زمان : **Commented [9D]:** محاسبه

Deleted: ۱۵۲۸ متر

Commented [10D]: ???

تمام موارد ذکر شود

Deleted: منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. در این شکل

Commented [11D]: کل فاقد کیفیت است
نقشه‌ها خوانا بزرگ و باکیفیت (هر نقشه با حداقل اندازه ۱۰×۱۳ سانتی‌متر) با داشتن جهت شمال، اعداد گرید در حاشیه و اعداد مقیاس و راهنمای نقشه ارخوانا و با کیفیت و با نوشته ها فونت فارسی ارائه گردد Blotus
درضمن نسبت مقیاس طول و عرضی هنگام درج نقشه ثابت باشد

مقیاس ترسیمی نباید با اعداد اعشاری نمایش داده شود
بجای گرید از گراتیکول برحسب درجه و دقیقه استفاده شود

داده‌ها و روش‌ها

با توجه به اینکه تصاویر سنجنده‌ی استر (ASTER) ماهواره‌ی ترا (TERRA) بر مبنای نیازهای زمین‌شناسی طراحی شده و از تفکیک طیفی خوبی در محدوده‌ی مادون قرمز برخوردار است، برای انجام پژوهش از تصویر این سنجنده استفاده شد. در این مطالعه برای انجام پیش‌پردازش‌ها و اجرای طبقه‌بندی از نرم‌افزار انوی ۵.۳ (ENVI5.3) و از نرم‌افزار گوگل ارث (Google Earth) برای تشخیص نمونه‌های آموزشی استفاده و همچنین تصویر سنجنده‌ی استر از ماهواره‌ی ترا مربوط به سال ۲۰۱۵ که دارای ۱۴ باند طیفی است به کار گرفته شد. در نهایت با استفاده از زبان برنامه‌نویسی پایتون (Python) الگوریتم کرم شب‌تاب نوشته شده و دقت طبقه‌بندی تصویر بررسی شد.

پیش‌پردازش تصاویر ماهواره‌ای

اولین و یکی از مهم‌ترین مراحل در تجزیه و تحلیل سنجش از دور، مرحله‌ی پیش‌پردازش است که شامل اصلاحات هندسی و رادیومتری است. به طور کلی منظور از تصحیح هندسی یک تصویر، تغییر سیستم مختصات اجزای سازنده تصویر و انطباق آن با نقشه‌های نظیر و یا تصویری است که قبلاً بر روی آن تصحیح هندسی صورت گرفته باشد (۵). رایج‌ترین روش غیرپارامتری انجام تطابق هندسی، استفاده از نقاط کنترل زمینی است. برای انجام عملیات زمین مرجع کردن، ۳۰ نقطه‌ی کنترل در منطقه مورد مطالعه در تقاطع جاده‌ها، آبراهه‌ها و جاده‌ها مشخص گردید و در تصاویر متناظر علامت زده شد، سپس با نمونه‌برداری مجدد و روش نزدیکترین همسایه مقدار خطای جذر مربعات میانگین، ۰.۴۵، بدست آمد.

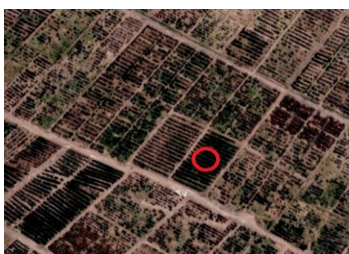
در مرحله‌ی بعد اقدام به تهیه‌ی نقشه واقعیت زمینی شد. این نقشه با بهره‌گیری از تصویر ماهواره‌ای موجود در نرم‌افزار گوگل ارث تهیه شده است که در شکل ۲ نشان داده شده است. برای بالا بردن دقت کار و پایین آوردن درصد اشتباه در پیکسل‌های تصویر، سعی شد بین ۸ تا ۱۵ نمونه از هر کلاس انتخاب گردد.



الف



ب



ج

د

شکل ۲. کلاس کاربری‌های مشخص شده بر روی تصویر گوگل ارث

الف. جاده ، ب. زمین بایر ، ج. مسکونی و شهری ، د. پوشش گیاهی

Fig 2. The user class specified on the Google Earth image

a. Road, b. Barren land, c. Residential and urban, d. Vegetation

طبقه‌بندی نظارت شده

بعد از پردازش‌های اولیه و با استفاده از تصاویر رنگی کاذب و تصویر حاصل از گوگل ارث و همچنین بازدیدهای صحرایی، انواع پوشش‌های مختلف منطقه به شرح جدول ۲ شناسایی گردید. به منظور طبقه‌بندی تصویر، نمونه‌های آموزشی به عنوان الگوی مشخص طیفی طبقه براساس عملیات میدانی، تصاویر رنگی و تصاویر گوگل ارث انتخاب شدند. در نهایت برای طبقه‌بندی تصویر از دو روش طبقه‌بندی نظارت شده شبکه عصبی مصنوعی و ماشین بردار پشتیبان استفاده شد.

بعد از انتخاب ترکیب رنگی کاذب (باندهای ۳ و ۲ و ۱) برای تصویر، اقدام به طبقه‌بندی تصویر در پنج طبقه‌ی شهری، جاده، پوشش گیاهی، زمین‌های بایر و کوه شد که پس از آن نمونه‌های آموزشی از سطح منطقه با استفاده از تصاویر گوگل ارث و تفسیر بصری به دست آمد. به منظور طبقه‌بندی تصویر، نمونه‌های آموزشی به عنوان الگوی مشخصات طیفی طبقات براساس عملیات میدانی انتخاب شد. کلاس‌های کاربری در نظر گرفته شده برای طبقه‌بندی تصویر به شرح جدول ۱ می‌باشند. با توجه به نوع پیکسل‌های تصویر تعداد نمونه‌های انتخابی متفاوت انتخاب گردید.

۱ یا ۴۲: [12] Commented

جدول ۱. کلاس کاربری‌های در نظر گرفته شده برای طبقه‌بندی نظارت شده

Table 1. Usage class intended for classification

نام کلاس	شرح	تعداد نمونه
جاده	خیابان ، کوچه ، بزرگ راه و آزاد راه	۱۵
زمین بایر	مناطق بایر و دارای پوشش گیاهی بسیار اندک که به شکل خاک یا زمین برهنه هستند	۸
شهری	مناطق مسکونی، تجاری و صنعتی	۸
کوه	مناطق کوهستانی	۱۲
پوشش گیاهی	انواع پوشش‌های گیاهی و فضای سبز	۱۳

روش طبقه‌بندی نظارت شده شبکه عصبی مصنوعی

از اواخر دهه ۱۹۸۰، شبکه‌های عصبی مصنوعی برای آنالیز داده‌های سنجش از دور در کاربردهای گوناگون مانند طبقه‌بندی پوشش اراضی، آشکارسازی ابر و مانند اینها به کار گرفته شده است (۳۲). شبکه‌های عصبی مصنوعی، روش‌های مطلوبی برای طبقه‌بندی کاربری و پوشش اراضی به شمار می‌آیند به طور کلی سه مرحله در طبقه‌بندی شبکه عصبی مصنوعی وجود دارد. مرحله اول، فرایندی آموزشی با استفاده از داده‌های ورودی است. مرحله دوم، فاز اعتبارسنجی و مرحله‌ی آخر، طبقه‌بندی است که نقشه طبقه‌بندی شده پوشش یا کاربری اراضی را ایجاد می‌کند (۳۳).

روش طبقه‌بندی نظارت شده ماشین بردار پشتیبان

ماشین بردار پشتیبان یک روش پیشرفته است که برای طبقه‌بندی مورد استفاده قرار می‌گیرد و تحقیقات مختلف نشان داده است که دقت و مزایای محاسباتی بهتری نسبت به سایر روش‌های طبقه‌بندی سستی دارد (۱۳). از زمان معرفی ماشین بردار پشتیبان، ثابت شده است که در طبقه‌بندی تصاویر سنجش از دور، تجزیه و تحلیل و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی شهری بسیار کارآمدتر شده است (۲۱). با توجه به توانایی ماشین بردار پشتیبان برای مدل‌سازی داده‌های دنیای واقعی پیچیده، در مقایسه با مدل‌های مبتنی بر عامل که در ارزیابی محدودیت‌ها و نتایج مدل ناتوانی هستند، مدل‌های پیش‌بینی نسبتاً بهتری می‌باشند (۲۲ و ۲۳).

الگوریتم بهینه‌سازی کرم شبتاب Firefly Algorithm

الگوریتم کرم شبتاب در ابتدا توسط یانگ (۳۶) در اواخر سال ۲۰۰۷ به عنوان یک روش مبتنی بر جمعیت برای حل مسائل بهینه‌سازی توسعه یافت که ایده اصلی آن، از ارتباط نوری میان کرم‌های شب تاب الهام گرفته شده است. کرم‌های شب تاب کم نور به راحتی توسط کرم‌های شب تاب روشن‌تر جذب می‌شوند و روشنایی کرم شب تاب تحت تأثیر محیط مورد نظر قرار می‌گیرد.

الگوریتم کرم شب تاب از سه قانون پیروی می‌کند:

- کرم شب تاب باید تک جنسیت باشد.

- کرم‌های شب تاب کم نور تر به طور تصادفی توسط کرم‌های شب تاب پر نور جذب می‌شوند.

- روشنایی هر کرم شب تاب نشان‌دهنده کیفیت راه حل است.

در این الگوریتم، شکل تابع جذابیت یک کرم شب تاب با رابطه ۱ نشان داده می‌شود:

$$\beta(r) = \beta_0 \exp(-\gamma r^2) \quad [1]$$

در این رابطه، r فاصله بین هر دو کرم شب تاب است، β_0 مقدار جاذبه‌ی اولیه در $r=0$ و γ یک ضریب جذب است که کاهش شدت نور را کنترل می‌کند (در این تحقیق مقدار آن برابر ۱ در نظر گرفته می‌شود).

فاصله بین هر دو کرم شب تاب i و j به ترتیب در موقعیت‌های x_i و x_j می‌تواند به صورت فاصله دکارتی یا اقلیدسی به صورت رابطه ۲ تعریف شود:

$$r_{ij} = \|x_i - x_j\| = \sqrt{\sum_{k=1}^d (x_{i,k} - x_{j,k})^2} \quad [2]$$

که در آن، d ابعاد مسئله داده شده است. حرکت یک کرم شب تاب i که توسط یک کرم شب تاب درخشان‌تر j جذب می‌شود، با رابطه ۳ نشان داده می‌شود:

Deleted: (به عنوان مثال

Deleted:)

Deleted: (به عنوان مثال مطالعات

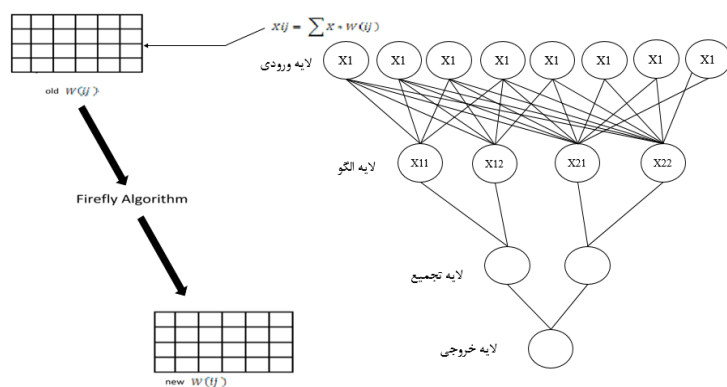
Deleted:)

$$X_i = X_i = \beta_0 \times \exp(-\gamma r_{ij}^2) \times (X_j - X_i) + \alpha \times (rand - \frac{1}{2}) \quad [3]$$

که در آن، عبارت اول موقعیت فعلی کرم شب تاب است، از عبارت دوم برای در نظر گرفتن جذب کرم شب تاب نسبت به شدت نور شب تاب های همسایه استفاده می شود و عبارت سوم برای حرکت تصادفی یک کرم شب تاب زمانی که نمی تواند هیچ گونه کرم درخشان تر را ببیند، استفاده می شود.

ضریب α یک پارامتر تصادفی است که توسط مسئله مورد نظر تعیین می شود، در حالی که rand یک مولد اعداد تصادفی است که به طور پیوسته در فضا توزیع شده است (۱۱).

شبکه عصبی احتمالی از ۴ لایه تشکیل شده است. ورودی، الگو، تجمع و خروجی که در شکل ۴ نشان داده شده است.

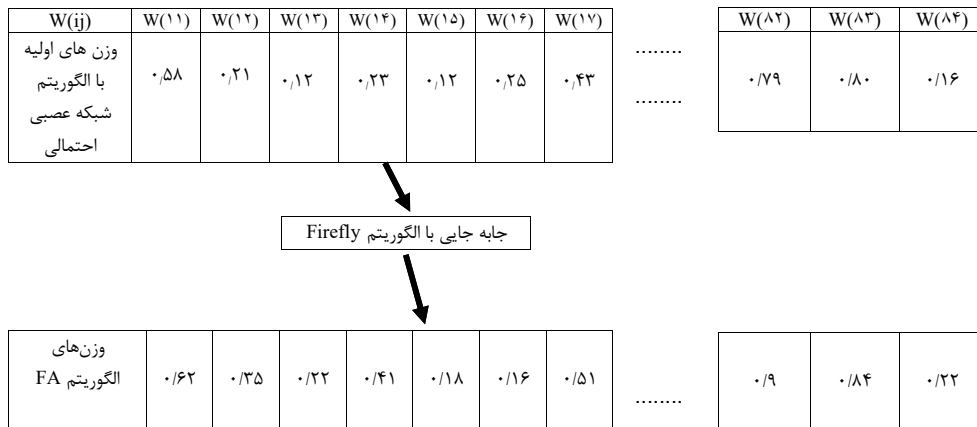


شکل ۴. لایه های روش شبکه عصبی احتمالی (۴۵)

Fig 4. Layers of probabilistic neural network methods (45)

لایه ورودی، لایه اولیه نورون ها است. هر نورون ورودی یک ویژگی جداگانه را در مجموعه داده های آموزشی نشان می دهد (به عنوان مثال، از x_1 تا x_n). تعداد ورودی ها برابر با تعداد ویژگی های مجموعه داده است. در نهایت، مقادیر داده های ورودی در وزن های مناسب $w(ij)$ ضرب می شوند و همانطور که توسط الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی احتمالی نشان داده شده است به لایه الگو منتقل می گردند. لایه خروجی آخرین لایه ای می باشد که شامل یک کلاس است، زیرا معمولاً تنها یک خروجی درخواست می شود.

همانطور که در شکل ۵ نشان داده شده است، این روش از وزن های اولیه شروع می شود که به طور تصادفی توسط مدل طبقه بندی شبکه عصبی احتمالی اصلی ایجاد می شوند. سپس مقادیر داده های ورودی در وزن های مناسب $w(ij)$ ضرب می شوند که این وزن ها توسط الگوریتم شبکه عصبی احتمالی تعیین می گردند.



شکل ۵. نمایش وزن های اولیه (۴۵)
Fig 5. Displays of initial weights (45)

مبانی روش پیشنهادی

الگوریتم کرم شب تاب را می توان از مظاهر هوش ازدحام (Swarm Intelligence) دانست که در آن از همکاری اعضای ساده و کم-هوش، مرتبه بالاتری از هوشمندی ایجاد می شود که قطعا توسط هیچ یک از اجزا قابل حصول نیست.

فرایند کامل الگوریتم پیشنهادی شامل سه مرحله است.

مرحله انتخاب ویژگی که وظیفه کاهش ویژگی ها و انتخاب مفیدترین ویژگی ها را بر عهده دارد، مرحله ساخت مدل که مسئول انتخاب ارائه دهندگان کلاس کرم شب تاب است. مرحله استفاده و پیش بینی مدل که مسئول تخصیص نمونه های آموزشی دیده نشده در کلاس های نسبی با استفاده از ارائه دهندگان کلاس است.

الگوریتم کرم شب تاب عملیات جستجو را با توجه به رفتارهای تغذیه کرم شب تاب انجام می دهد. در الگوریتم کرم شب تاب، دسته ای از کرم شب تاب به طور تصادفی شروع می شود و هر کرم شب تاب یک محل اولیه را نشان می دهد.

در الگوریتم کرم شب تاب روند کار بدین صورت است که هر کرم شب تاب با تک تک کرم های شب تاب دیگر مقایسه می شود. اگر کرم شب تاب نور کمتری نسبت به کرم شب تاب مقایسه شونده داشته باشد به سمت کرم شب تاب با نور بیشتر (مسئله ی پیدا کردن نقطه ماکزیمم) حرکت می کند. این عمل باعث می شود که ذرات به اطراف ذره ای که نور بیشتری دارد متمرکز شود و اگر در تکرار بعدی الگوریتم، ذره ای با نور بهتر وجود داشته باشد ذرات دوباره به سمت ذره با نور بیشتر حرکت می کند. این الگوریتم به تعداد تکرارهای زیادی برای رسیدن به نقطه بهینه نیاز دارد. این مراحل آنقدر تکرار می شوند که به حداکثر تکرار برسد و نقاط بهینه به دست آیند.

حال نقاط بهینه به دست آمده اند و این نقاط در روند بالا دوباره مورد استفاده قرار می گیرد، اما این بار فقط با یک تکرار کلیه فواصل برای تمام پیکسل ها و نسبت به نقاط بهینه محاسبه شده و فواصل در مرحله ۲ محاسبه می شوند که این فواصل، بهینه هستند. حال طبقه بندی براساس این فواصل بهینه به دست خواهد آمد.

نتایج و بحث

برای طبقه بندی تصویر از دو روش شبکه عصبی مصنوعی و ماشین بردار پشتیبان استفاده شد که در شکل ۶ نشان داده شده اند.

Commented [۱۲]: ۱. اشتباهات تایپی و انتقالی:

○ در مقدمه مقاله، نام نرم افزار ENVI به غلط به عنوان "انوی" نوشته شده است.

○ در شکل ها و جداول، نیز بعضی از اعداد به صورت اعشاری نوشته نشده و به جای آن از کاما استفاده شده است که می تواند خوانایی را کاهش دهد.

۲. گزارش نتایج و بحث:

○ در بخش نتایج و بحث، عبارات و جملات برخی اوقات مبهم هستند و توضیحات کافی ارائه نشده است. مثلاً، در مقایسه ی دقت کاربر و دقت تهیه کننده برای کلاس های مختلف، توضیحات بیشتری در مورد معیار های استفاده شده و چگونگی محاسبه ی دقت کاربر و تهیه کننده مفید بوده اس البته در بخش قبلی روش کار.

۳. عدم استفاده از منابع معتبر و جدید:

○ مقاله باید به منابع و مطالعات پیشین ارجاع (البته جدید) دهد تا پایه های تئوریکی کار را تضمین کند و نتایج را در زمینه ی گسترده تری قرار دهد.

برای بهبود کیفیت مقاله، می توان به اصلاح اشتباهات تایپی، افزایش وضوح و دقت در گزارش نتایج و بحث، توضیحات بیشتر در مورد مفاهیم فنی، و ارجاع به منابع معتبر توجه کرد.

الف

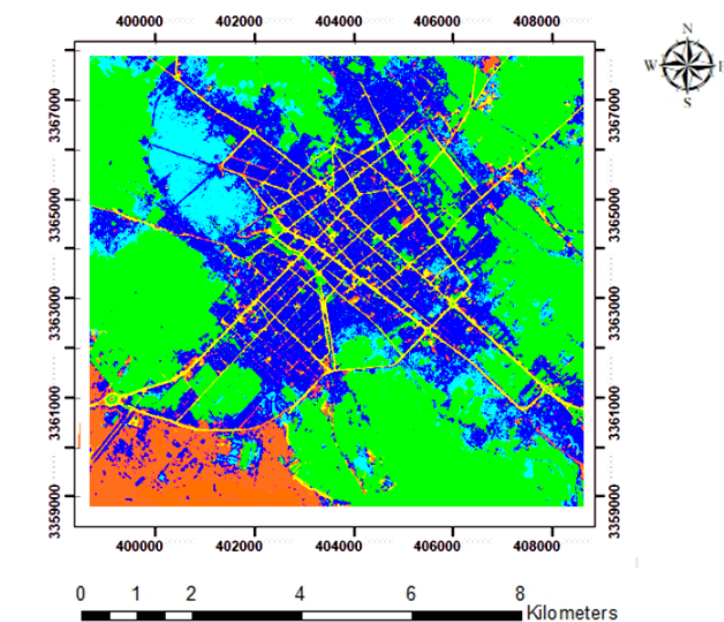
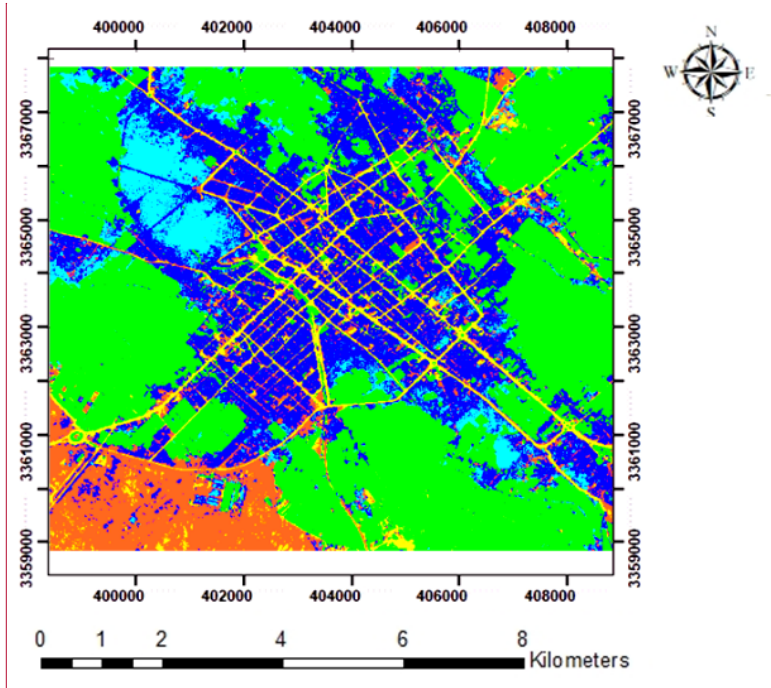
Commented [14]:

مقیاس ترسیمی نباید با اعداد اعشاری نمایش داده شود
بجای گرید از گراتیکول برحسب درجه و دقیقه استفاده شو
چرا زمین بایر به رنگ آبی نمایش داده شده است و چرا حاده به رنگ
زرد است این از لحاظ اصول کارتوگرافی اشتباه است

Formatted: Complex Script Font: B Lotus, 12 pt

:Deleted

Formatted: Complex Script Font: B Lotus, 12 pt



شکل ۶. طبقه‌بندی تصویر باروش

الف. شبکه عصبی مصنوعی ب. ماشین بردار پشتیبان

Fig 6. Image classification by method

a. Artificial neural network with. Support vector machine

بعد از انجام طبقه‌بندی با نرم‌افزار انوی ۵/۳ پارامترهای ماتریس خطا (Error Matrix) طبقه‌بندی نظارت شده به دست آمد که در جداول ۲ و ۳ مشاهده می‌شود.

جدول ۲. ماتریس خطای طبقه‌بندی نظارت شده روش شبکه عصبی

Table 2. Neural network method classification error matrix

مجموع سطرها	جاده	زمین های بایر	کوه	پوشش گیاهی	شهری	
۱۰۱۸	۷	۲۰۸	۲	۰	۸۰۱	شهری
۱۹۹۲	۲	۰	۰	۱۹۷۵	۱۵	پوشش گیاهی
۹۷۳	۱۲	۴	۸۹۵	۰	۶۲	کوه
۴۸۵	۰	۴۶۵	۰	۴	۱۶	زمین های بایر
۳۲۸	۲۶۷	۰	۵۴	۰	۷	جاده
۴۷۹۶	۲۸۸	۶۷۷	۹۵۱	۱۹۷۹	۹۰۱	مجموع ستون ها

جدول ۳. ماتریس خطای طبقه‌بندی نظارت شده به روش ماشین بردار پشتیبان

Table 3. Support vector machine method classification error matrix

مجموع سطرها	جاده	زمین های بایر	کوه	پوشش گیاهی	شهری	
۱۰۰۲	۹	۱۵۴	۱۲	۰	۸۲۷	شهری
۱۹۸۱	۲	۰	۰	۱۹۷۴	۵	پوشش گیاهی
۹۸۲	۱۶	۰	۹۳۹	۰	۲۷	کوه
۵۶۸	۰	۵۲۳	۰	۵	۴۰	زمین های بایر
۲۶۳	۲۶۱	۰	۰	۰	۲	جاده
۴۷۹۶	۲۸۸	۶۷۷	۹۵۱	۱۹۷۹	۹۰۱	مجموع ستون ها

لازمه استفاده از هر نوع اطلاعات موضوعی، آگاهی از درستی و صحت آن است. بعد از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای، با استفاده از نمونه‌های آموزشی که در روند طبقه‌بندی دخالت داده نشده‌اند، اقدام به ارزیابی صحت تصویر طبقه‌بندی شده می‌گردد. برای تعیین میزان دقت طبقه‌بندی، لازم است پیکسل‌های نمونه‌برداری شده به طور تصادفی انتخاب شوند. از مهم‌ترین معیارهای ارزیابی صحت طبقه‌بندی می‌توان به ضریب کاپا^۱ و دقت کلی^۲ اشاره کرد. برای محاسبه دقت کلی در طبقه‌بندی تصویر، جمع پیکسل - های عناصر قطر اصلی ماتریس خطا بر تعداد کل پیکسل‌ها تقسیم می‌شود. دقت کلی بیانگر میزان اعتبار طبقه‌بندی انجام شده است و در نقشه‌های کاربری استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای باید بیش از ۸۵ درصد باشد. ضریب کاپا تکنیک چندمتغیره‌ی گسسته‌ای است، به این صورت که اگر یک ماتریس خطا تفاوت معناداری با دیگری داشته باشد، در ارزیابی صحت برای تصمیم‌گیری آماری

1 Kappa coefficient

2 Overall accuracy

مورد استفاده قرار می‌گیرد. شاخص k یا ضریب کاپا در واقع معرف اختلاف بین توافقی واقعی در داده‌های مرجع و یک طبقه‌بندی کننده خودکار و همچنین یک توافق بین داده‌های مرجع و طبقه‌بندی کننده تصادفی است. مقایسه دقت کاربر و دقت تولیدکننده برای کلاس‌های مختلف در هر دو روش انجام گردید و در نتیجه ارزیابی صحت کلاس‌های مختلف در جدول ۴ نشان داده شده است. بر همین اساس دقت کاربر (user accuracy) احتمال قطعیت درست طبقه‌بندی شدن یک پیکسل و دقت تولیدکننده (Producer Accuracy) احتمال آنکه یک نمونه‌ی برداشت شده بر روی تصویر مرتبط با آن کلاس خاص باشد، در این جدول نمایش داده شده است.

جدول ۴. مقایسه دقت کاربر و دقت تهیه کننده برای کلاس‌های مختلف پوشش زمین

Table 4. Compare user accuracy and manufacturer accuracy for different classes

دقت کاربر	دقت <u>تهیه کننده</u>	دقت کاربر	دقت <u>تهیه کننده</u>	ارزیابی صحت کلاس ها
(شبکه عصبی)	(شبکه عصبی)	(ماشین بردار پشتیبان)	(ماشین بردار پشتیبان)	
۸۷/۵۴	۹۲/۳۷	۹۳/۰۸	۹۷/۵۴	جاده
۶۵/۵۲	۸۸/۳۷	۸۸/۸۹	۹۳/۸۱	کوه
۷۰/۹۷	۷۷/۱۹	۸۵/۷۹	۱۰۰	مسکونی و شهری
۸۵/۶۶	۸۸/۲	۹۸/۲۰	۱۰۰	پوشش گیاهی
۸۰/۴۴	۸۴/۳۵	۷۹/۳۷	۸۶/۹۶	زمین های بایر
۶۹/۵۷	۸۵/۱۱	۸۳/۰۸	۹۳/۱	جاده
دقت کلی =	ضریب کاپا =	دقت کلی =	ضریب کاپا =	
۹۱/۸۱ %	۰/۸۸۷۸	۹۴/۳۳ %	۰/۹۲۲۳	

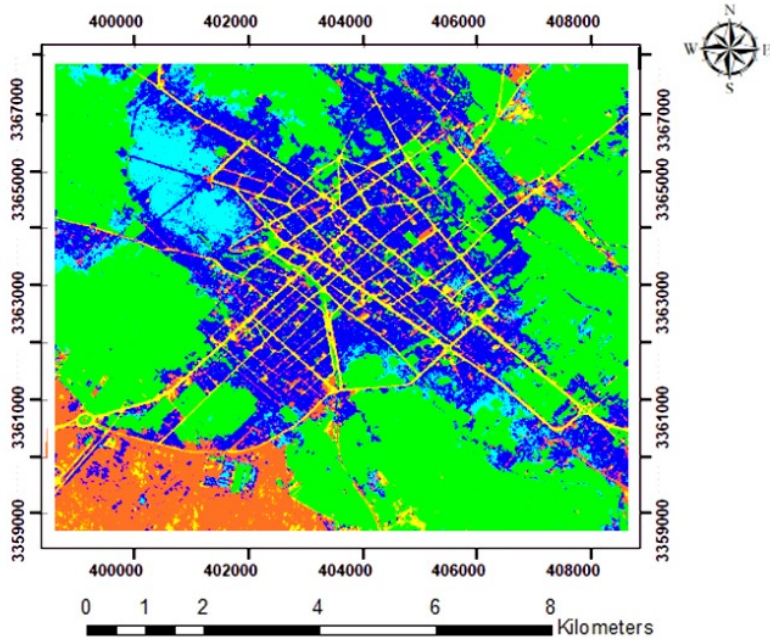
Deleted: تولید

Deleted: تولید کننده

Deleted: تولید کننده

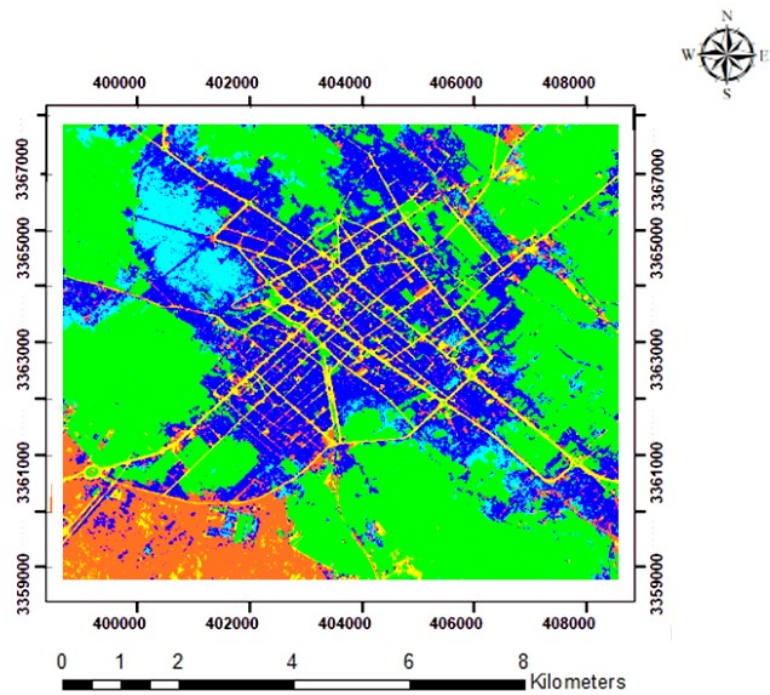
الگوریتم کرم شبتاب در نرم‌افزار پایتون برنامه‌نویسی شد و بعد از آن تصاویر هر دو روش طبقه‌بندی به عنوان ورودی به برنامه نوشته شده داده شد. پس از ورود تصاویر به برنامه پایتون و مشاهده نتایج خروجی، مشخص شد که پارامترهای تابع هسته مرکزی روش بردار پشتیبان و تعداد نورون‌های روش شبکه عصبی مصنوعی بهبود داده شده است. در نهایت تصویر طبقه‌بندی شده با الگوریتم کرم شبتاب برای تصاویر بدست آمد که در شکل ۷ نشان داده شده است.

الف



ب

Formatted: Complex Script Font: B Lotus, 12 pt



شکل ۷. طبقه بندی تصویر با الگوریتم کرم شتاب برای

راهبها



:Deleted

Formatted: Complex Script Font: B Lotus, 12 pt

الف. شبکه عصبی ب. ماشین بردار پشتیبان

Fig 7. Image classification with firefly algorithm for
a. Artificial neural network b. Support vector machine

جداول ۴ و ۵ مربوط به ماتریس خطای طبقه‌بندی شبکه عصبی مصنوعی و ماشین بردار پشتیبان با الگوریتم کرم شبتاب در زیر ارائه شده‌اند.

جدول ۵. ماتریس خطای طبقه‌بندی نظارت شده به روش شبکه عصبی مصنوعی با الگوریتم کرم شبتاب

Table 5. Error classification matrix of artificial neural network method with firefly algorithm

مجموع سطرها	جاده	زمین های بایر	کوه	پوشش گیاهی	شهری	
۱۰۳۸	۸	۱۹۲	۲	۰	۸۲۱	شهری
۱۹۸۹	۵	۰	۰	۱۹۷۵	۱۲	پوشش گیاهی
۹۷۰	۸	۳	۹۰۹	۰	۵۳	کوه
۴۷۷	۰	۴۸۲	۰	۴	۸	زمین های بایر
۳۲۲	۲۶۷	۰	۴۰	۰	۷	جاده
۴۷۹۶	۲۸۸	۶۷۷	۹۵۱	۱۹۷۹	۹۰۱	مجموع ستون ها

جدول ۶. ماتریس خطای طبقه‌بندی روش ماشین بردار پشتیبان با الگوریتم کرم شبتاب

Table 6. Classification error matrix Support Vector Machine method with Firefly algorithm

مجموع سطرها	جاده	زمین های بایر	کوه	پوشش گیاهی	شهری	
۱۰۰۰	۱۰	۱۴۰	۱۵	۰	۸۲۵	شهری
۱۹۸۲	۲	۰	۰	۱۹۷۵	۵	پوشش گیاهی
۹۷۶	۱۷	۰	۹۳۶	۰	۲۳	کوه
۵۷۷	۰	۵۳۷	۰	۴	۳۶	زمین های بایر
۲۶۱	۲۵۹	۰	۰	۰	۲	جاده
۴۹۷۶	۲۸۸	۶۷۷	۹۵۱	۱۹۷۹	۹۰۱	مجموع ستون ها

مقایسه بین دقت کاربر و دقت تهیه کننده پس از اعمال الگوریتم کرم شبتاب برای کلاس‌های مختلف در جدول ۷ نشان داده شده است.

جدول ۷. جدول مقایسه دقت کاربر و دقت تهیه کننده برای کلاس‌های مختلف

Table 7. Comparison table of user accuracy and manufacturer accuracy for different classes

دقت کاربر	دقت <u>تهیه کننده</u>	دقت کاربر	دقت <u>تهیه کننده</u>	ارزیابی صحت
(شبکه عصبی)	(شبکه عصبی)	(ماشین بردار پشتیبان)	(ماشین بردار پشتیبان)	کلاس‌ها

Deleted: تولید کننده

Commented [15]: سطح معناداری این مقادیر سنون ها از لحاظ آماری با آزمون کای دو بررسی شود.

Deleted: تولید کننده

Deleted: تولید کننده

Deleted: تولید کننده

جاده	۹۸/۳۲	۹۵/۲۲	۹۳/۳۷	۸۸/۴۴
کوه	۹۴/۱۱	۸۹/۳۳	۸۸/۴۴	۶۶/۱۳
مسکونی و شهری	۱۰۰	۸۷/۱۱	۷۸/۲۹	۷۱/۵۵
پوشش گیاهی	۱۰۰	۹۸/۴۳	۸۹/۳	۸۵/۷۷
زمین های بایر	۸۹/۳۳	۸۰/۴۴	۸۵/۲۲	۸۲/۳۳
جاده	۹۴/۳	۸۵/۳۳	۸۶/۲۱	۷۰/۴۴
	ضریب کاپا =	دقت کلی =	ضریب کاپا =	دقت کلی =
	۰/۹۳۴۳	۹۵/۹۳%	۰/۹۱۹۳	۹۵/۶۱%

بعد از به دست آوردن تصاویر طبقه‌بندی برای دو روش شبکه عصبی مصنوعی و ماشین بردار پشتیبان با استفاده از الگوریتم کرم شبتاب، برای تصویر ASTER و جداول ماتریس طبقه‌بندی مربوط به آنها، در نهایت جداول مربوط به صحت کلی و ضریب کاپا برای دو روش طبقه‌بندی با الگوریتم کرم شبتاب و بدون آن به شرح جداول ۶ و ۷ ارائه شده است.

جدول ۸. صحت کلی و ضریب کاپا روش شبکه عصبی، قبل و بعد از اعمال الگوریتم

Table 8. Overall accuracy and kappa coefficient of the neural network method, before and after applying the algorithm

طیقه بندی شبکه عصبی با اعمال الگوریتم کرم شبتاب	طیقه بندی با روش شبکه عصبی	
۹۵/۶۱%	۹۱/۸۱%	دقت کلی
۰/۹۱۹۳	۰/۸۸۷۸	ضریب کاپا

جدول ۹. صحت کلی و ضریب کاپا روش ماشین بردار پشتیبان، قبل و بعد از اعمال الگوریتم

Table 9. Overall accuracy and kappa coefficient of the Support Vector Machine method, before and after applying the algorithm

طیقه بندی ماشین بردار پشتیبان با اعمال الگوریتم کرم شبتاب	طیقه بندی با روش ماشین بردار پشتیبان	
۹۵/۹۳%	۹۴/۳۳%	دقت کلی
۰/۹۳۴۳	۰/۹۲۲۳	ضریب کاپا

با مقایسه‌ی جداول ۶ و ۷ مشاهده می‌شود که دقت طبقه‌بندی در تصویر برای دو روش شبکه عصبی مصنوعی و ماشین بردار پشتیبان به ترتیب ۹۱/۸۱ و ۹۴/۳۳ دست آمد که نشان از برتری روش ماشین بردار پشتیبان نسبت به روش شبکه عصبی مصنوعی دارد. همچنین با مشاهده جداول ۲ و ۴ مشاهده می‌شود که به طور مثال هم در روش شبکه عصبی مصنوعی و هم در روش ماشین بردار پشتیبان در طبقه‌بندی با الگوریتم کرم شبتاب نسبت به طبقه‌بندی بدون الگوریتم کرم شبتاب، برای پوشش‌های مختلف تعداد پیکسل‌هایی که درست طبقه‌بندی شده‌اند افزایش یافته است. این افزایش تعداد پیکسل‌های صحیح نشان از بهبود دقت طبقه‌بندی با اعمال الگوریتم کرم شبتاب دارد.

در روش شبکه عصبی، دقت کلی طبقه‌بندی از ۹۱/۸۱ درصد در طبقه‌بندی بدون الگوریتم کرم شبتاب، به ۹۵/۶۱ درصد در طبقه‌بندی با اعمال الگوریتم رسید و در طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان از ۹۴/۳۳ به ۹۵/۹۳ افزایش یافت و این بدین معنی است که الگوریتم کرم شبتاب دقت طبقه‌بندی را در هر دو روش بهبود داده است.

بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه از دو روش طبقه‌بندی شبکه عصبی مصنوعی و ماشین بردار پشتیبان جهت استخراج نقشه‌ی پوشش اراضی از تصویر ماهواره‌ای سنجنده ASTER استفاده شده است. با انجام مقایسه‌ی دقت طبقه‌بندی حاصل از روش‌های مبتنی بر شبکه عصبی مصنوعی و ماشین بردار پشتیبان مشخص گردید که روش ماشین بردار پشتیبان با ضریب کاپای ۰/۹۲۲۳ نسبت به روش شبکه عصبی مصنوعی با ضریب کاپای ۰/۸۸۷۸ دارای دقت بیشتری است. در این تحقیق پس از بررسی نتایج مربوط به طبقه‌بندی‌ها این نتیجه حاصل شد که برای تصویر موردنظر، دقت طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان به اندازه ۲/۵۲ درصد نسبت به طبقه‌بندی شبکه عصبی مصنوعی بهتر است. روش‌های جدید طبقه‌بندی با استفاده از هوش مصنوعی خصوصاً الگوریتم‌های بهینه‌سازی، از داده‌های همسایگی هر پیکسل در تصویر به طور موثرتری استفاده می‌کند که پس از اجرای الگوریتم کرم شبتاب بر روی تصویر ملاحظه شد که دقت طبقه‌بندی روش ماشین بردار پشتیبان به میزان حدود ۳/۸ درصد و دقت طبقه‌بندی شبکه عصبی مصنوعی برای این تصویر به میزان حدود ۱/۶ درصد بهبود داده شده است. روش ماشینی یادگیری عمیق (Deep Learning) یکی از روش‌های یادگیری ماشینی است که به رایانه می‌آموزد تا کارهایی که به طور طبیعی برای انسان اتفاق می‌افتد انجام دهند. پیشنهاد می‌شود که در آینده برای تست دقت طبقه‌بندی تصویر و مقایسه با روش‌های فراابتکاری از روش یادگیری عمیق استفاده گردد.

منابع مورد استفاده

1. Abbaspour-Gilandeh, Y., Sabzi, S., Benmouna, B., García-Mateos, G., Hernández-Hernández, J. L., & Molina-Martínez, J. M. (2020). Estimation of the constituent properties of red delicious apples using a hybrid of artificial neural networks and artificial bee colony algorithm. *Agronomy*, 10(2), 267.
2. Alavipanah, K. M., Masoudi. 2001. Land use Mapping Preparation Using TM satellite imaging Data and GIS (A case Study: Mork region of Fars province Natural Resources and Agricultural Journal.
3. Arekhi Saleh and Adibnejad. Mostafa, 2011, Evaluation of the efficiency of support vector machine algorithms for land use classification using Landsat ETM+ satellite imagery (case study: Ilam Dam), Natural Resources Department, Agriculture Sciences Faculty, University of Ilam, Scientific Journal of Research Pasture and Desert of Iran, Volume 18, Number 3, Page 420-440. (In Persian).
4. Baban, S. J. and M. Wan Yusof. (2001) Mapping land use/ cover distribution on a mountainous tropical island using remote sensing and GIS, *International Journal Remote Sensing*, 22:10, 1909–1918.
5. Barrett, E.C, and Curtic, L. F (1992). *Introduction to Environmental Remote Sensing*, Chapman & Hall, London.
6. Chen, K., Zhou, Y., Zhang, Z., Dai, M., Chao, Y., & Shi, J. (2016). Multilevel image segmentation based on an improved firefly algorithm. *Mathematical Problems in Engineering*.
7. Chen, Q., Chen, Y., & Jiang, W. (2016). Genetic particle swarm optimization-based feature selection for very-high-resolution remotely sensed imagery object change detection. *Sensors*, 16(8), 1204.
8. Chen, X., Wang, J., Sun, D., & Liang, J. (2008, October). A novel hybrid Evolutionary Algorithm based on PSO and AFSA for feedforward neural network training. In *2008 4th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing* (pp. 1-5). IEEE.

Commented [1۶]: ۱. عدم ارائه‌ی توضیحات کافی در مورد روش‌های استفاده شده و جزئیات اجرایی آن‌ها. اطلاعات بیشتری درباره پارامترهای استفاده شده در شبکه عصبی مصنوعی و ماشین بردار پشتیبان، بهبودهای اعمال شده و تنظیمات مورد استفاده می‌توانستند این قسمت را بهبود بخشند.

۲. عدم ارجاع به مطالعات مشابه در زمینه‌ی استفاده از روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای. مقایسه‌ی نتایج با تحقیقات قبلی و ارائه‌ی توضیحاتی درباره تفاوت‌ها و تجربیات مشابه می‌توانست این بخش را بهبود بخشد.

۳. عدم ارجاع به محدودیت‌ها و مشکلاتی که ممکن است در استفاده از روش ماشین بردار پشتیبان و شبکه عصبی مصنوعی بروز کند. این اطلاعات می‌توانست به خواننده کمک کند تا درک بهتری از امکانات و محدودیت‌های هر روش پیدا کند.

۴. عدم ارائه‌ی جزئیات بیشتر در مورد انجام تحلیل و بررسی نتایج. توضیحات دقیق‌تری درباره معیارهای اندازه‌گیری دقت و مقایسه‌ی نتایج با داده‌های موجود می‌توانستند این بخش را بهبود بخشند.

۵. عدم ارائه‌ی پیشنهادات کاربردی برای مسائل آینده. ارائه‌ی راهکارهای محتمل برای بهبود دقت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از روش‌های فراابتکاری می‌توانست این بخش را تکمیل‌تر کند.

۶. جملات پراکنده را در قالب بخش‌های مجزا سازماندهی مجدد کنید.
۷. بیشتر بر تحلیل و تفسیر نتایج جداول و نمودارها تمرکز کنید.
۸. محدودیت‌های پژوهش را بیان کنید.
۹. پیشنهادات برای تحقیقات آتی ارائه دهید.
۱۰. در این بخش، تفسیر نتایج باید بسیار دقیق‌تر باشد. به عنوان مثال، تفاوت‌ها و اختلافات بین دو روش باید با دقت توضیح داده شود. همچنین، توجیه‌های علمی برای دقت‌ها و نتایج باید بیشتر باشد.
- ۱۱.

تمام رفرنسها شماره صفحات باید داشته باشد: **Commented [17د]:**

9. Jansen L. J.M. and A. Di Gregorio. (2004) Obtaining land-use information from a remotely sensed land cover map: results from a case study in Lebanon, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 5: 141–157.
10. Hossieni, S. 2002. Investigation on ability of ETM+ satellite image Data for land use mapping preparation (A case Study: Mazandaran province, Chamestan region). Msc Thesis, Tehran University.
11. Hung, H. J., O'Neill, R. T., Bauer, P., & Kohne, K. (1997). The behavior of the p-value when the alternative hypothesis is true. *Biometrics*, 11-22.
12. Hussain, S. F., Pervez, A., & Hussain, M. (2020). Co-clustering optimization using Artificial Bee Colony (ABC) algorithm. *Applied Soft Computing*, 97, 106725.
13. Huang, J., Lu, J., & Ling, C. X. (2003, November). Comparing naive Bayes, decision trees, and SVM with AUC and accuracy. In *Third IEEE International Conference on Data Mining* (pp. 553-556). IEEE.
14. Kattan, A., & Abdullah, R. (2011, January). A parallel & distributed implementation of the harmony search based supervised training of artificial neural networks. In *2011 Second International Conference on Intelligent Systems, Modelling and Simulation* (pp. 277-283). IEEE.
15. Karaboga, D., & Akay, B. (2009). A comparative study of artificial bee colony algorithm. *Applied mathematics and computation*, 214(1), 108-132.
16. Karnan, S. M. (2014). Medical image segmentation using firefly algorithm and enhanced bee colony optimization. *Bonfring Int. J. Adv. Image Process*, 316-321.
17. Lee, Y. J., & Mangasarian, O. L. (2001). SSVM: A smooth support vector machine for classification. *Computational optimization and Applications*, 20(1), 5-22.
18. Liu, L., Zhao, D., Yu, F., Heidari, A. A., Li, C., Ouyang, J., ... & Pan, J. (2021). Ant colony optimization with Cauchy and greedy Levy mutations for multilevel COVID 19 X-ray image segmentation. *Computers in biology and medicine*, 136, 104609.
19. Montana, D. J., & Davis, L. (1989, August). Training feedforward neural networks using genetic algorithms. In *IJCAI* (Vol. 89, pp. 762-767).
20. Omran, M. G. (2009). Using opposition-based learning with particle swarm optimization and barebones differential evolution. *Particle Swarm Optimization*, 23, 343-384.
21. Okwuashi, O., & Ndehedehe, C. (2017). Tide modelling using support vector machine regression. *Journal of Spatial Science*, 62(1), 29-46.
22. Pirra, M., & Diana, M. (2019). A study of tour-based mode choice based on a support vector machine classifier. *Transportation Planning and Technology*, 42(1), 23-36.
23. Poursaeed, A. (2018). Application of agent-based paradigm to model corrosion of steel in concrete environment. *Corrosion Engineering, Science and Technology*, 53(4), 259-264.
24. Ren, Z., Liu, T., & Liu, G. (2021). Classification and discrimination of real and fake blood based on photoacoustic spectroscopy combined with particle swarm optimized wavelet neural networks. *Photoacoustics*, 100278.
25. Shataee, Sh and A, Abdi, 2007. Land use mapping preparation in Zagros mountain region using ETM+ satellite images Data (A case study: Sarkan Watershed of Lorestan). *Natural Resources and Agricultural Sciences Journal*: 1(4):129-138.
26. Shilane, D., Martikainen, J., Dudoit, S., & Ovaska, S. J. (2008). A general framework for statistical performance comparison of evolutionary computation algorithms. *Information Sciences*, 178(14), 2870-2879.
27. Slowik, A., & Bialko, M. (2008, May). Training of artificial neural networks using differential evolution algorithm. In *2008 conference on human system interactions* (pp. 60-65). IEEE.
28. Socha, K., & Blum, C. (2007). An ant colony optimization algorithm for continuous optimization: application to feed-forward neural network training. *Neural computing and applications*, 16(3), 235-247.
29. Su, H., Cai, Y., & Du, Q. (2016). Firefly-algorithm-inspired framework with band selection and extreme learning machine for hyperspectral image classification. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 10(1), 309-320.
30. Vallada, E., & Ruiz, R. (2010). Genetic algorithms with path relinking for the minimum tardiness permutation flowshop problem. *Omega*, 38(1-2), 57-67.
31. Wang, X. J., Gao, L., & Zhang, C. Y. (2008, September). Electromagnetism-like mechanism based algorithm for neural network training. In *International Conference on Intelligent Computing* (pp. 40-45). Springer, Berlin, Heidelberg.
32. Wijaya, A., 2005, Application of Multi-Stage Classification to Detect Illegal Logging with the Use of MultiSource Data, MSc. Thesis, ITC, Enschede, The Netherlands.
33. Xie, H., Zhang, L., Lim, C. P., Yu, Y., Liu, C., Liu, H., & Walters, J. (2019). Improving K-means clustering with enhanced firefly algorithms. *Applied Soft Computing*, 84, 105763.
34. Yang, X. S. (2009, October). Firefly algorithms for multimodal optimization. In *International symposium on stochastic algorithms* (pp. 169-178). Springer, Berlin, Heidelberg.

35. Yang, X. S. (2010). Engineering optimization: an introduction with metaheuristic applications. John Wiley & Sons.
36. Yang, X. S., & He, X. (2015). Swarm intelligence and evolutionary computation: overview and analysis. Recent advances in swarm intelligence and evolutionary computation, 1-23.
37. Yang, X. S., & Deb, S. (2010). Eagle strategy using Lévy walk and firefly algorithms for stochastic optimization. In Nature inspired cooperative strategies for optimization (NICSO 2010) (pp. 101-111). Springer, Berlin, Heidelberg.

Use of firefly meta-heuristic algorithm in improving the accuracy of satellite image classification, Case study: Rafsanjan

Hamid Bagheri^{1*}

1. Instructor, Department of Civil Engineering, Faculty of Civil and Surveying, Technical and Vocational University (TVU), Tehran, Iran

* Corresponding author e-mail address: h-bagheri@tvu.ac.ir

Abstract

Today, one of the methods of preparing land use and land cover is the use of satellite information and Geographic information systems methods. Also, satellite data is very important in preparing land use maps due to providing up-to-date and digital information and the possibility of image processing. On the other hand, in recent years, advanced classification methods such as artificial neural networks, fuzzy sets and intelligent networks have been widely used to classify satellite images. The aim of this study is to improve the classification accuracy of satellite imagery using a meta-heuristic algorithm. In this research, a new supervised learning classification method was introduced based on the firefly algorithm. For that purpose, two neural network classification algorithms and the support vector machines were used for land use map classification. Then the overall and kappa coefficient values for these two algorithms were calculated. Finally, the firefly algorithm was programmed in Python software, and after entering the images into the Python program, it was found that the parameters of the core function of the support vector method and the number of neurons in the neural network method were improved. The classification accuracy for the ASTER sensor with this algorithm increased by 1.6% in the neural network classification and by 3.8% in the support vector machine classification. Finally, the results showed that the firefly algorithm is a suitable classifier and can compete with other methods.

Keywords: Classification , Firefly , Artificial neural network, Support Vector Machine

Commented [18]: Here are some proofreading issues in the text:

1. **Capitalization inconsistency:** The text inconsistently capitalizes "Geographic Information Systems" as "Geographic information systems." It's better to capitalize it consistently.
2. **Punctuation:** The phrase "use of satellite information and Geographic information systems methods" doesn't need "methods" at the end. It can be revised as "use of satellite information and Geographic Information Systems." Also, there should be a comma after "Today" at the beginning of the abstract.
3. **Redundancy:** The phrase "use of satellite information and Geographic Information Systems" could be made clearer by removing "methods" at the end.
4. **Grammar:** The phrase "two neural network classification algorithms and the support vector machines were used for land use map classification" could be clearer if "the" before "support vector machines" is removed. It would be "two neural network classification algorithms and support vector machines were used for land use map classification."
5. **Consistency in tense:** The methodology section starts with past tense ("Then the overall and kappa coefficient values for these two algorithms were calculated."), while later in the same section, present tense is used ("Finally, the firefly algorithm was programmed..."). It's better to maintain consistency in tense usage.
6. **Conciseness:** Some sentences are long and could be broken down into smaller, clearer sentences for better readability.
7. **Keywords:** The keywords "Artificial neural network" should be consistent in capitalization throughout the text.

Commented [19]: زیر نویس شود

استفاده از الگوریتم فراابتکاری کرم شب تاب در بهبود دقت طبقه بندی تصویر ماهواره

ای، مطالعه موردی: شهر رفسنجان

چکیده مبسوط

طرح مسئله

استخراج اطلاعات از تصاویر ماهواره ای در دهه های اخیر رشد چشمگیری داشته و در این راستا الگوریتم های مختلفی جهت استخراج اطلاعات از تصاویر ماهواره ای معرفی شده اند که هر کدام از این روش ها مزایا و معایبی دارند. یکی از روش های مهم در تفسیر تصاویر سنجش از دور، طبقه بندی تصاویر است که کاربرد زیادی در بررسی تغییرات زمین دارد. طبقه بندی و تهیه نقشه پوششی اراضی یکی از پرکاربردترین موارد در استفاده از داده های سنجش از دور است. با استفاده از طبقه بندی می توان عضویت یک پیکسل را به یک کلاس تعیین کرد. مسئله مهم، تعیین یک روش طبقه بندی با دقت مناسب برای تصاویر ماهواره ای با قدرت تفکیک مکانی بالا می باشد.

هدف:

هدف از این تحقیق، بهبود دقت طبقه بندی تصویر ماهواره ای با استفاده از یک الگوریتم فراابتکاری است. در این تحقیق، یک روش طبقه بندی جدید مبتنی بر الگوریتم کرم شب تاب به عنوان یک الگوریتم یادگیری تحت نظارت معرفی شده است. بدین منظور ابتدا با استفاده از دو الگوریتم طبقه بندی شبکه عصبی مصنوعی و ماشین های بردار پشتیبان تصویر مورد نظر، طبقه بندی و نقشه ی پوششی اراضی آن تهیه شد. سپس مقادیر دقت و ضریب کاپا برای این دو الگوریتم محاسبه گردید. در این تحقیق از ترکیب الگوریتم بهینه سازی کرم شب تاب با روش شبکه عصبی مصنوعی و ماشین بردار پشتیبان برای بهبود دقت طبقه بندی استفاده شده است. الگوریتم کرم شبتاب به عنوان یکی از الگوریتم های جستجوی فراابتکاری که اخیراً پیشنهاد شده است، دارای قابلیت منحصر به فرد تقسیم بندی خودکار در مقایسه با سایر الگوریتم های جستجو است.

روش تحقیق

Commented [۲۰۵]: کیفیت متن: برخی جملات به صورت ناقص و یا مبهم نوشته شده اند که باعث کاهش کیفیت متن می شود.

نتایج و بحث

Commented [۲۱]: ر این بخش، تفسیر نتایج باید بسیار دقیق‌تر باشد. به عنوان مثال، تفاوت‌ها و اختلافات بین دو روش باید با دقت توضیح داده شود. همچنین، توجیه‌های علمی برای دقت‌ها و نتایج باید بیشتر باشد.

با توجه به اینکه تصاویر سنجنده‌ی استر (ASTER) ماهواره‌ی ترا (TERRA) بر مبنای نیازهای زمین‌شناسی طراحی شده و از تفکیک طیفی خوبی در محدوده‌ی مادون قرمز برخوردار است، برای انجام پژوهش از تصویر این سنجنده استفاده شد. در این مطالعه برای انجام پیش‌پردازش‌ها و اجرای طبقه‌بندی از نرم‌افزار انوی ۵/۳ (ENVI5.3) و از نرم‌افزار گوگل ارث برای تشخیص نمونه‌های آموزشی استفاده گردید. همچنین تصویر سنجنده‌ی استر از ماهواره‌ی ترا مربوط به سال ۲۰۱۵ که دارای ۱۴ باند طیفی است به کار گرفته شد. در نهایت با استفاده از زبان برنامه‌نویسی پایتون الگوریتم کرم شبتاب نوشته شده و دقت طبقه‌بندی تصویر بررسی گردید.

بعد از به دست آوردن تصاویر طبقه‌بندی برای دو روش شبکه عصبی مصنوعی و ماشین بردار پشتیبان با استفاده از الگوریتم کرم شبتاب، برای تصویر ASTER و جداول ماتریس طبقه‌بندی مربوط به آنها، در نهایت جداول مربوط به صحت کلی و ضریب کاپا برای دو روش طبقه‌بندی با الگوریتم کرم شبتاب و بدون آن ارائه شده است.

دقت طبقه‌بندی در تصویر برای دو روش شبکه عصبی مصنوعی و ماشین بردار پشتیبان به ترتیب ۹۱/۸۱ و ۹۴/۳۳ بدست آمد که نشان از برتری روش ماشین بردار پشتیبان نسبت به روش شبکه عصبی مصنوعی دارد.

در روش شبکه عصبی، دقت کلی طبقه‌بندی و ضریب کاپا از ۹۱/۸۱ درصد و ۰/۸۸۷۸ در طبقه‌بندی بدون الگوریتم کرم شبتاب، به ۹۵/۶۱ درصد و ۹۱/۹۳ در طبقه‌بندی با اعمال الگوریتم رسید و در طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان از ۹۴/۳۳ درصد و ۰/۹۲۲۳ به ۹۵/۹۳ درصد و ۰/۹۳۴۳ افزایش یافت و این بدین معنی است که الگوریتم کرم شبتاب دقت طبقه‌بندی را در هر دو روش بهبود داده است.

با مقایسه این پژوهش با تحقیقات دیگری که در این زمینه انجام شده است این مورد نمایان می‌شود که الگوریتم‌های فراابتکاری از جمله ژنتیک، کلونی مورچه‌ها، ازدحام ذرات و ... قابلیت افزایش دقت کلی و ضریب کاپا در تصاویر ماهواره‌ای را دارند. این افزایش به نوع روش طبقه‌بندی اولیه و نوع تصویر ماهواره‌ای هم بستگی دارد.

نتیجه‌گیری

با انجام مقایسه‌ی دقت طبقه‌بندی حاصل از روش‌های مبتنی بر شبکه عصبی مصنوعی و ماشین بردار پشتیبان مشخص گردید که روش ماشین بردار پشتیبان با ضریب کاپای ۰/۹۲۲۳ نسبت به روش شبکه عصبی مصنوعی با ضریب کاپای ۰/۸۸۷۸ دارای دقت بیشتری است. در این تحقیق پس از بررسی نتایج مربوط به طبقه‌بندی‌ها این نتیجه حاصل شد که برای تصویر موردنظر، دقت طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان به اندازه ۲/۵۲ درصد نسبت به طبقه‌بندی شبکه عصبی مصنوعی بهتر است. پس از اجرای الگوریتم کرم شبتاب بر روی تصویر ملاحظه شد که دقت طبقه‌بندی روش ماشین بردار پشتیبان به میزان حدود ۳/۸ درصد و دقت طبقه‌بندی شبکه عصبی مصنوعی برای این تصویر به میزان حدود ۱/۶ درصد بهبود داده شده است.

واژگان کلیدی: طبقه‌بندی، کرم شبتاب، شبکه عصبی، ماشین بردار پشتیبان.

Use of firefly meta-heuristic algorithm in improving the accuracy of satellite image classification, Case study: Rafsanjan

Abstract

Statement of the Problem

Data extraction from satellite images has grown significantly in recent decades, and in this regard, various algorithms for data extraction from satellite images have been introduced, each of which has advantages and disadvantages. One of the most important methods in interpreting remote sensing images is image classification, which has many applications in studying earth changes. Classification and preparation of land cover map is one of the most widely used cases in the use of remote sensing data. Classification can be used to determine the membership of a pixel in a class. An important issue is to determine an accurate classification method for satellite images with high spatial resolution.

Purpose

The aim of this study is to improve the classification accuracy of satellite imagery using a meta-heuristic algorithm. In this research, a new classification method based on firefly algorithm is introduced as a supervised learning algorithm. For this purpose, first, using two neural network classification algorithms and vector support machines, the desired image, classification and land use map were prepared. Then the accuracy and kappa coefficient values for these two algorithms were calculated. Firefly algorithm, as one of the recently proposed meta-heuristic search algorithms, has a unique feature of automatic segmentation compared to other search algorithms. In this research, a combination of firefly optimization algorithm with neural network method and support vector machine has been used to improve classification accuracy.

Methodology

Due to the fact that the ASTER images of the TERRA satellite are designed based on geological needs and have a good spectral resolution in the infrared range, the image of this sensor was used for research. In this study, ENVI 5.3 software and Google Earth software were used to perform pre-processing and classification to identify educational examples. The Aster sensor image of the 2015 Terra satellite, which has 14 spectral bands, was also used. Finally, using the Python programming language, the firefly algorithm was written and the image classification accuracy was improved.

Results and discussion

After obtaining classification images for two methods of artificial neural network and support vector machine using firefly algorithm, for ASTER image and related classification matrix tables, finally tables related to total accuracy and kappa coefficient for two The classification method is presented with and without firefly algorithm. The classification accuracy in the image for the two methods of artificial neural network and support vector machine was 91.81 and 94.33, respectively, which shows the superiority of the support vector machine method over the artificial neural network method. In the neural network method, the overall classification accuracy and kappa coefficient increased from 91.81% and 0.8878 in the classification without firefly algorithm to 95.61% and 0.9193 in the classification by applying the algorithm, and in the car classification. The support vector increased from 94.33% and 0.9223 to 95.93% and 0.9343, which means that the firefly algorithm has improved the classification accuracy in both methods.

Comparing this research with other researches that have been done in this field, it shows that metaheuristic algorithms such as genetics, ant colony, particle swarm, etc. have the ability to increase the overall accuracy and kappa coefficient in satellite images. have. This increase depends on the type of initial classification method and the type of satellite image.

Conclusion

By comparing the classification accuracy of the methods based on artificial neural network and support vector machine, it was found that the support vector machine method with kappa coefficient of 0.9223 is more accurate than the artificial neural network method with kappa coefficient of 0.8788. In this study, after reviewing the results related to

Commented [22]: Here are some proofreading issues in the text:

- 1.Capitalization inconsistency:** The text inconsistently capitalizes "TERRA" satellite as "TERRA" in one instance and "Terra" in another. It's better to maintain consistency.
- 2.Hyphenation:** "Firefly algorithm" is hyphenated in one instance but not in others. It's better to maintain consistency, either always hyphenate or never hyphenate.
- 3.Punctuation:** In some instances, there's a space before punctuation marks like commas and periods, while in others, there isn't. Consistency in spacing around punctuation marks should be maintained.
- 4.Abbreviations:** The abbreviation "etc." should be followed by a period, which is missing in the sentence "Comparing this research with other researches that have been done in this field, it shows that metaheuristic algorithms such as genetics, ant colony, particle swarm, etc have the ability to increase the overall accuracy..."
- 5.Spelling:** "Support Vector Machine" should be consistent in capitalization throughout the text.
- 6.Grammar:** In the sentence "The aim of this study is to improve the classification accuracy of satellite imagery using a meta-heuristic algorithm," "meta-heuristic algorithm" should be plural to agree with "satellite imagery." It should be "meta-heuristic algorithms."
- 7.Redundancy:** In the sentence "Finally, using the Python programming language, the firefly algorithm was written and the image classification accuracy was improved," it's redundant to mention "the firefly algorithm was written." It can be rephrased as "Finally, using the Python programming language, the image classification accuracy was improved through the implementation of the firefly algorithm."
- 8.Clarity:** The sentence "The Aster sensor image of the 2015 Terra satellite, which has 14 spectral bands, was also used" could be clearer if it specifies what "ASTER" stands for or gives a brief explanation of what it is.
- 9.Consistency in tense:** The methodology section starts with past tense ("Due to the fact that the ASTER images..."), while later in the same section, present tense is used ("Finally, using the Python programming language..."). It's better to maintain consistency in tense usage.
- 10.Conciseness:** Some sentences are long and could be broken down into smaller, clearer sentences for better readability. These revisions should improve the clarity, consistency, and professionalism of the text.

the classifications, it was concluded that for the desired image, the classification accuracy of the support vector machine is 2.52% better than the classification of the artificial neural network. After executing the firefly algorithm on the image, it was observed that the classification accuracy of the support vector machine method has been improved by about 3.8% and the classification accuracy of the artificial neural network for this image has been improved by about 1.6%.

Keywords: Classification , Firefly , Neural network , Support Vector Machine