



مقایسه روش‌های مختلف طبقه‌بندی کاربری اراضی با رویکرد بهره‌گیری از باند حرارتی در استان خراسان جنوبی

سارا نخعی نژادفرد¹، حمید غلامی²، داوود اکبری³، Matt W. Telfer⁴، مرضیه رضایی²

1. دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی، گروه مهندسی منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، هرمزگان، ایران.
 2. استادیار گروه مهندسی منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، هرمزگان، ایران.
 3. استادیار گروه نقشه‌برداری، دانشکده مهندسی، دانشگاه زابل، زابل، سیستان و بلوچستان، ایران.
 4. دانشیار گروه جغرافیا، زمین و علوم محیطی، دانشکده علوم و مهندسی، دانشگاه پلی‌موث، پلی‌موث، دوون، بریتانیا.
- * نویسنده مسئول: hgholami@hormozgan.ac.ir

تاریخ دریافت: 1396/12/11 تاریخ پذیرش: 1397/03/02

چکیده

در پژوهش حاضر چهار خوارزمیک (الگوریتم) طبقه‌بندی نظارت‌شده حداکثر احتمال، فاصله ماهالانویس، حداقل فاصله و شبکه عصبی مصنوعی با و بدون بهره‌گیری از باند مادون قرمز حرارتی TIR1، برای تهیه نقشه کاربری اراضی استان خراسان جنوبی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصله نشان داد که در رویکرد با و بدون باند TIR1، الگوریتم حداکثر احتمال از بیشترین مقدار دقت کلی و ضریب کاپا برخوردار می‌باشد. در خوارزمیک‌های حداکثر احتمال و فاصله ماهالانویس، استفاده از باند حرارتی موجب افزایش دقت طبقه‌بندی شده است، اما در خوارزمیک‌های شبکه عصبی مصنوعی و حداقل فاصله، اعمال رویکرد باند حرارتی موجب کاهش چشمگیر دقت طبقه‌بندی می‌شود. در واقع استفاده از داده‌های حرارتی به همراه دیگر باندهای طیفی جهت تولید نقشه کاربری اراضی، موجب می‌شود تا جداسازی طبقه‌هایی که ویژگی‌های طیفی نزدیک به هم دارند، آسان‌تر شود. بررسی نقشه کاربری اراضی استان خراسان جنوبی نشان داد که اراضی بایر در حدود 60 درصد از مساحت استان را به خود اختصاص داده است و به طور کلی بیش از 90 درصد از مساحت استان دارای زمین‌های عاری از پوشش گیاهی یا پوشش گیاهی بسیار ضعیف می‌باشد.

واژگان کلیدی: طبقه‌بندی نظارت‌شده؛ کاربری اراضی؛ حداکثر احتمال؛ ضریب کاپا؛ لندست 8

n مقدمه

گسترده‌ای در پردازش داده‌های سنجش از دور مورد استفاده قرار می‌گیرد (1). تصاویر ماهواره‌ای با توجه به ویژگی‌های برتر خود مانند پوشش وسیع، قابلیت تکرار و بهنگام شدن مداوم می‌تواند به عنوان گزینه نخست در بحث شناخت و تهیه کاربری اراضی مطرح باشد (10).

با پیشرفت‌های اخیر در فناوری حس گر و ماهواره، امروزه بهره‌گیری از سنجش از دور موجب کاهش هزینه و زمان در مقایسه با دیگر روش‌های نقشه‌برداری شده است. در این میان طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای به طور

اراضی نیز مطالعات متعددی انجام شده است. به کارگیری باند حرارتی در دو سنجنده TM و ETM+، در منطقه کاشان، نشان دادند که کاربرد داده‌های حرارتی موجب افزایش 4 درصدی دقت ضریب کاپا در روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال می‌شود (15). استفاده از باند حرارتی تصویر ماهواره ای لندست 8 و محاسبه‌ی دمای سطح زمین (LST) و به کارگیری آن در طبقه‌بندی کاربری اراضی در جنوب استان آذربایجان غربی مورد بررسی قرار گرفته است و نتایج نشان دادند که صحت طبقه‌بندی حدود 6 درصد افزایش می‌یابد (8). استفاده از باند حرارتی در تصویر ماهواره‌ای سنجنده ETM+ با استفاده از روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال در منطقه‌ای واقع در شمال غرب هند حاکی از افزایش 6 درصدی صحت طبقه‌بندی کاربری اراضی است (26). تحقیقات در یک حوزه آبخیز واقع در لوکزامبورگ و بلژیک نشان دادند که استفاده از باند حرارتی تصویر ماهواره‌ای لندست 8، صحت طبقه‌بندی را 5 تا 6 درصد افزایش می‌دهد (28). محققان در بخشی از زیمبابوه نیز به این نتیجه رسیدند که به کارگیری باند حرارتی در روش طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان تصویر ماهواره لندست 8، افزایش صحت کلی، ضریب کاپا، دقت کاربر و تولیدکننده را به همراه دارد، به طوری که ضریب کاپا در حدود 4 درصد افزایش می‌یابد (23).

با توجه به بررسی‌های انجام‌شده به نظر می‌رسد که انتخاب روش مناسب برای طبقه‌بندی کاربری اراضی، تحت تاثیر ویژگی‌های منطقه مورد مطالعه و همچنین ویژگی‌های پیکسل‌های آموزش و کنترل زمینی متفاوت می‌باشد. در مطالعات انجام‌شده، غالباً تاثیر باند حرارتی در افزایش دقت طبقه‌بندی کاربری اراضی با در نظر گرفتن یک الگوریتم طبقه‌بندی انتخابی انجام شده است. به همین موجب در پژوهش حاضر، ضمن مقایسه صحت خوارزمیکهای مختلف طبقه‌بندی کاربری اراضی، تاثیر باند حرارتی در افزایش یا کاهش خوارزمیکهای طبقه بندی مختلف، مورد بررسی قرار گرفت.

استان خراسان جنوبی واقع در شرق ایران، دارای ذخایر منابع آبی بسیار ضعیف و نزولات جوی کم، تبخیر سالانه شدید و مقدار پوشش گیاهی اندک است و به دلیل خشک سالی‌های اخیر روز به روز بر وسعت بیابان‌های این استان اضافه می‌شود و با چالش‌های جدی از قبیل حرکت ماسه‌های روان، گسترش بیابان‌ها و طوفان‌های گرد و غبار مواجه هست. بنابراین برای مدیریت بهتر آب در این حوزه، داشتن دانش عمیق از اطلاعات پایه از جمله نوع کاربری اراضی ضروری می‌باشد. چرا که استفاده منطقی از زمین‌های موجود، وضعیت اجتماعی و اقتصادی را برای یک معیشت پایدار بهبود بخشیده و از نظر توسعه پایدار اهمیت زیادی دارد. اما این مسئله همان‌طور که بیان شد نیازمند برآورد دقیق کاربری اراضی و پوشش زمین می‌باشد (12، 27). با این وجود دست یافتن به نتایج رضایت بخش در این زمینه تحت تاثیر نوع و محدودیت داده، پیش‌پردازش، روش‌های طبقه‌بندی و پیچیدگی‌های کاربری اراضی و نوع پوشش زمین، آسان نمی‌باشد (22). به طوری که ویژگی‌های مشابه طیفی از پوشش‌های زمین، فرآیند طبقه‌بندی را پیچیده‌تر می‌کند. این امر برای زمین‌های کشاورزی بسیار مشهود است، به ویژه هنگامی که از تصاویر ماهواره‌ای تک زمانه استفاده می‌گردد (8). از طرف دیگر دقت طبقه‌بندی کاربری اراضی می‌تواند با استفاده از اطلاعات منابع دیگر از جمله دمای سطحی زمین¹ LST و همچنین باند حرارتی مادون قرمز² TIR تصاویر ماهواره‌ای افزایش یابد (27). پژوهش انجام شده در مقیاس جهانی، نشان دادند که درجه حرارت سطح زمین در اثر مدیریت و تغییرات کاربری اراضی تغییر می‌کند (20). یافته‌های محققان دیگر هم نشان می‌دهد که مناطق سخت و سطوح غیر قابل نفوذ در محیط‌های گرم‌تر نسبت به مناطق دارای شکستگی، آب و پوشش گیاهی دارای پتانسیل بیش‌تری برای افزایش دمای محلی می‌باشد (13، 23) و بین پوشش گیاهی و درجه حرارت سطح زمین در اثر تبخیر و تعرق و جذب و ذخیره حرارتی، ارتباط معکوسی برقرار است (19، 29). در زمینه تاثیر باند حرارتی در افزایش دقت طبقه‌بندی کاربری

² Thermal infrared

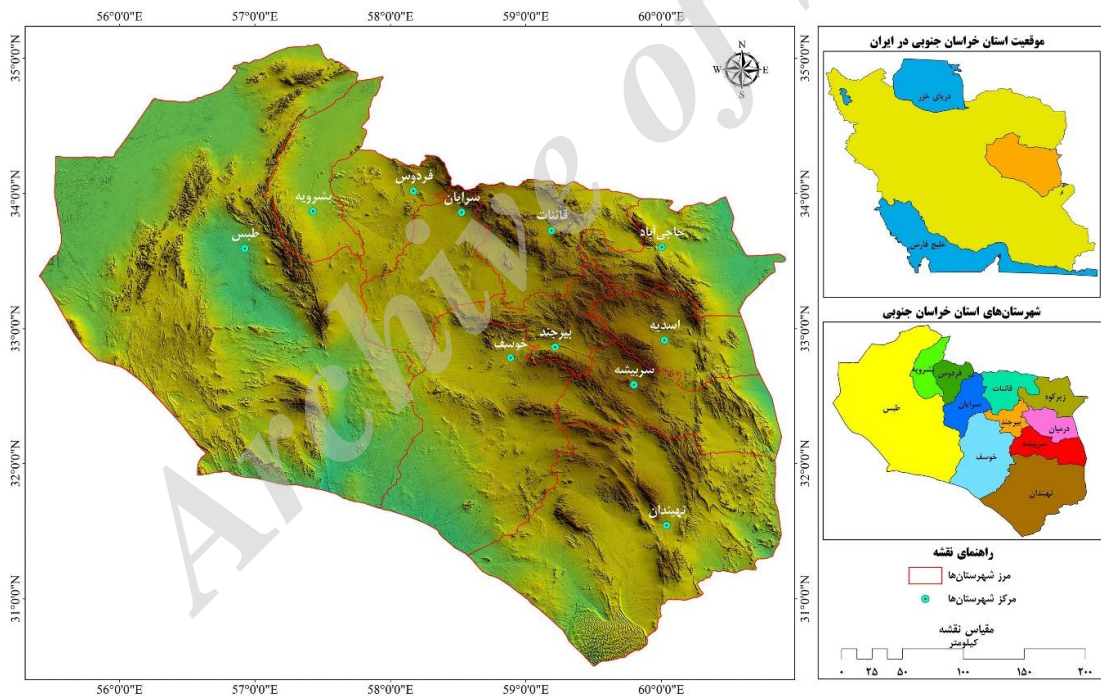
¹ Land surface temperature

۸ مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در پژوهش حاضر استان خراسان جنوبی به مرکزیت شهرستان بیرجند است که در موقعیت جغرافیایی $57^{\circ} 46'$ تا $57^{\circ} 60'$ طول شرقی و $30^{\circ} 35'$ تا $34^{\circ} 14'$ عرض شمالی قرار گرفته است. استان خراسان جنوبی از جنوب و شرق به کویر لوت و از شمال و غرب کوهستانی بوده و مساحت حدود 150032 کیلومتر مربع را به خود اختصاص داده است. آب و هوا و اقلیم استان از نوع خشک و بیابانی و میانگین دمای سالانه $18^{\circ} C$ است و متوسط بارندگی سالیانه استان به 115 میلی‌متر می‌رسد (26). منطقه مورد مطالعه در پژوهش حاضر وابستگی شدیدی به منابع طبیعی داشته، از این رو در برابر رفتارهای تنش‌زای محیطی بسیار شکننده می‌باشد (9).

به طوری که خشکسالی‌های چند سال اخیر با تأثیر منفی بر پوشش گیاهان مرتعی زمینه‌افزایش فرسایش آبی و بادی و توسعه بیابان‌زایی را فراهم کرده و با از بین بردن زیستگاه‌های جانوری و حیات وحش، موجب هجوم آفات از مراتع به مزارع کشاورزان را فراهم کرده است (14). از سوی دیگر مطالعات مربوط به تغییر اقلیم نیز نشان می‌دهد که بیش‌تر مناطق استان از تغییرات اقلیمی تأثیر پذیر بوده‌است، به طوری که جنوب استان به محوریت نهندان بیش‌ترین پیامدها را از تغییرات اقلیمی داشته است و باعث جابه‌جایی جمعیت و شکل‌گیری پناهندگان اقلیمی در جنوب استان شده است (7). موقعیت استان خراسان جنوبی در کشور ایران، شهرستان و موقعیت مراکز شهرستان‌ها در شکل 1 نشان داده شده است.

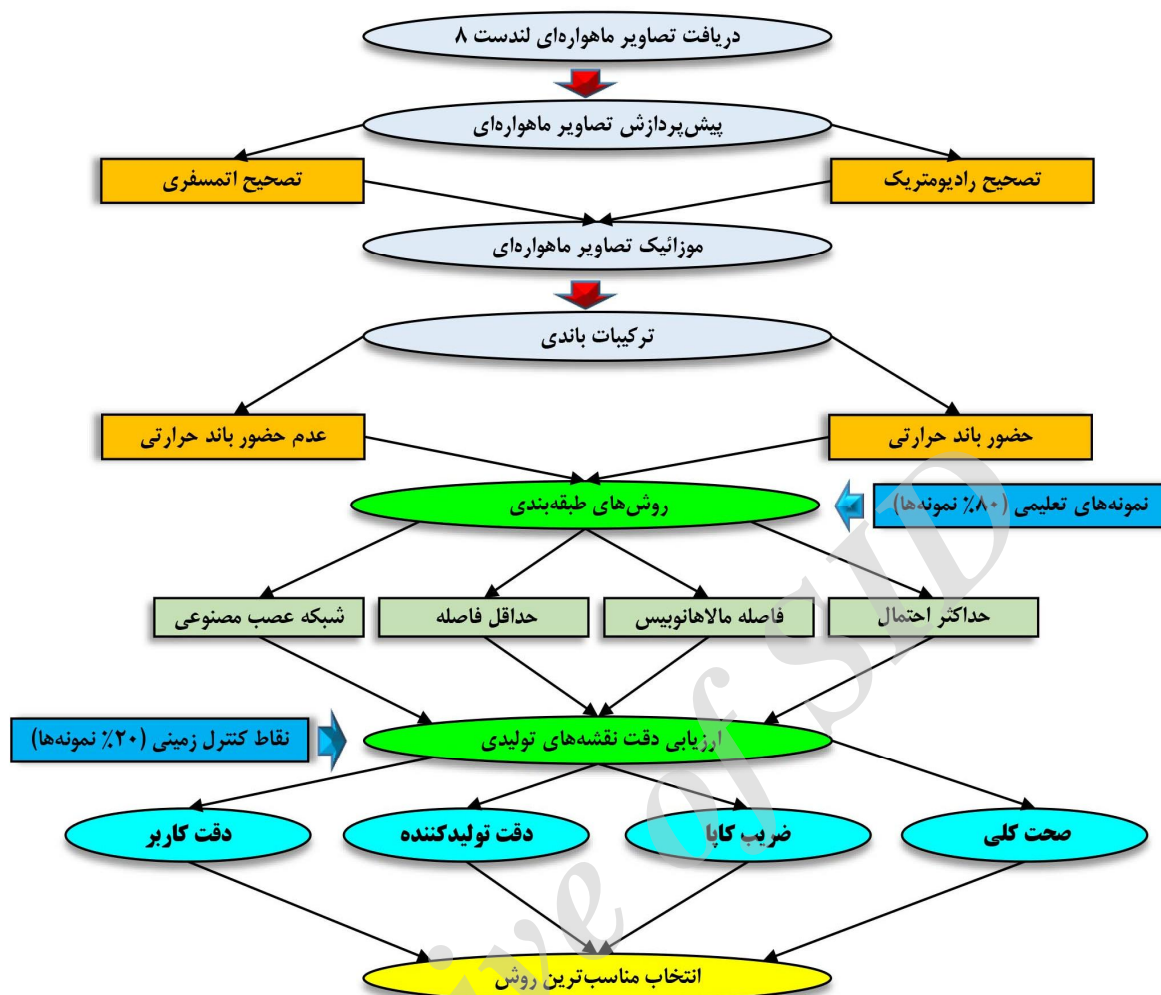


شکل 1. موقعیت استان خراسان جنوبی، شهرستان‌های استان و مراکز شهرستان‌ها

نشان داده شده است و در ادامه مراحل پژوهش به طور دقیق‌تر تشریح شده‌است.

روش تحقیق

مراحل کلی انجام پژوهش در نمودار جریانیه شکل 2



شکل 2. نمودار روند کلی مراحل انجام پژوهش

داده‌های مورد استفاده

در پردازش تصاویر ماهواره‌ای، انتخاب زمان مناسب تصاویر اخذ شده برای تهیه نقشه کاربری اراضی، بسیار مهم است، بنابراین در فصل رویش گیاهان مرتعی و زمان‌بندی کشت و برداشت محصولات زراعی، تمامی تصاویر مورد استفاده از 13 تا 29 ماه ژوئن 2017 یعنی اواخر خرداد و اوایل تیر 1396 اخذ گردید که مشخصات این تصاویر در جدول 1 نشان داده شده است؛ به منظور تهیه نقشه‌های کاربری ارضی از ترکیب باندهای طیفی 1 تا 7 (باند 1: آتروسول/ ساحلی، باند 2: آبی، باند 3: سبز، باند 4: قرمز، باند 5: مادون قرمز نزدیک، باند 6 و 7: مادون قرمز موج کوتاه و همچنین باند حرارتی 10 TIR1: مادون قرمز حرارتی) استفاده شد. اگر چه

بهره‌گیری از باند آتروسول ضرورتی ندارد، اما در بررسی‌های زیادی از جمله (5، 23، 25 و 28) این باند را در کنار دیگر باندهای طیفی لندست 8 جهت طبقه‌بندی کاربری اراضی استفاده شده است و هیچ ضرورتی برای جدا کردن این باند از مجموع باندهای طیفی وجود ندارد، بنابراین در پژوهش حاضر از تمامی اطلاعات طیفی به همراه باند حرارتی استفاده گردید. پس از تهیه تصاویر، جهت تصحیح رادیومتریک و اتمسفری از ماژول فلش¹ استفاده شد (5، 23). پارامترهای مورد نیاز برای تصحیح اتمسفری همچون تاریخ و ساعت تصویربرداری از اطلاعات فایل متنی² که ضمیمه تصاویر است، استخراج گردید و همچنین از DEM 30 متری سنجنده ASTER برای استخراج ارتفاع متوسط زمین و تصحیح اتمسفری استفاده

² MTL

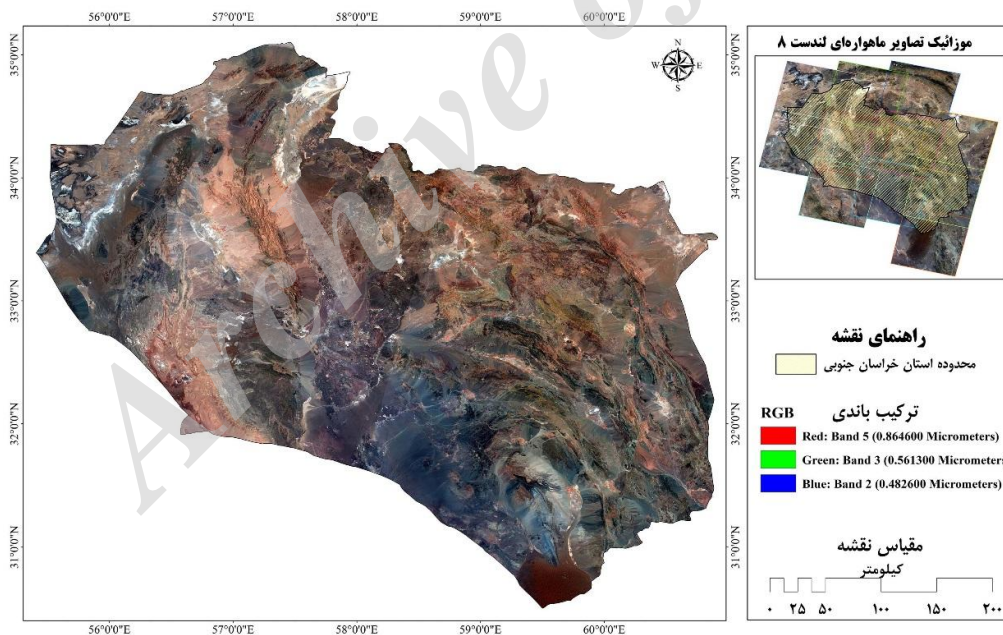
¹ FLAASH

نزدیک"، 3 "سبز" و 2 "آبی" استفاده گردیده که به دلیل زیاد بودن بازتاب طیفی باند مادون قرمز نزدیک کلروفیل، پوشش گیاهی به رنگ قرمز مشاهده می‌شود.

شد. سپس از روش تطبیق هیستوگرام³، 11 تصاویر مختلف موزائیک و در نهایت تصویر ماهواره‌ای با استفاده از مرز محدوده استان خراسان جنوبی جدا شد (شکل 3). در این شکل ترکیب باندی کاذب 532، 5 "مادون قرمز

جدول 1. مشخصات تصاویر ماهواره‌ای استفاده شده در پژوهش حاضر

Row	Path	تاریخ	شماره	سنجنده و ماهواره
38	158	2017/06/13	1	TIRS-OLI لندست 8
37	158	2017/06/13	2	
37	161	2017/06/18	3	
36	161	2017/06/18	4	
36	159	2017/06/20	5	
37	159	2017/06/20	6	
38	159	2017/06/20	7	
36	160	2017/06/27	8	
37	160	2017/06/27	9	
38	160	2017/06/27	10	
39	158	2017/06/29	11	



شکل 3. موزائیک تصاویر ماهواره‌ای لندست 8 استان خراسان جنوبی با ترکیب باندی 5 "مادون قرمز نزدیک"، 3 "سبز" و 2 "آبی"

در پژوهش حاضر از چهار روش طبقه‌بندی نظارت شده حداکثر احتمال⁴ ML، فاصله ماهالانویس⁵ MDC، حداقل فاصله از میانگین⁶ MD و شبکه عصبی مصنوعی

طبقه‌بندی کاربری اراضی

در حال حاضر روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده از متداول‌ترین و دقیق‌ترین روش‌های طبقه‌بندی می‌باشد.

⁵ Mahalanobis Distance Classification

⁶ Minimum Distance

³ Histogram Matching

⁴ Maximum Likelihood

ارزیابی صحت طبقه‌بندی

پس از اعمال خوارزمیکهای طبقه‌بندی نظارت‌شده، دقت نتایج به دست آمده مورد ارزیابی قرار گرفت. یکی از متداول‌ترین روش‌های ارزیابی دقت طبقه‌بندی تهیه ماتریس خطا⁴ می‌باشد. برای ارزیابی و محاسبه دقت الگوریتم‌ها، از طریق ماتریس خطای ایجاد شده بین تصویر طبقه‌بندی و نقشه واقعیت زمینی می‌توان معیارهای مختلفی از جمله دقت تولیدکننده⁵، دقت کاربر⁶، صحت کلی⁷ و ضریب کاپا⁸ استخراج کرد (12، 16). دقت تولیدکننده، اندازه‌گیری مقدار طبقه‌بندی صحیح و احتمال قرار گرفتن یک پیکسل در تصویر طبقه‌بندی شده در همان طبقه بر روی زمین می‌باشد، در حالی که دقت کاربر احتمال قرار گرفتن یک کلاس مشخص در روی زمین در همان کلاس بر روی تصویر طبقه‌بندی شده است (24، 30). دقت کلی میانگینی از دقت طبقه‌بندی است که تقسیم مجموع تعداد پیکسل‌هایی که به درستی طبقه‌بندی شده‌اند بر کل پیکسل‌ها را نشان می‌دهد. ضریب کاپا دقت طبقه‌بندی را نسبت به یک طبقه‌بندی کاملاً تصادفی محاسبه کرده، به این معنی که دقت طبقه‌بندی را نسبت به حالتی که یک تصویر کاملاً به صورت تصادفی طبقه‌بندی شده محاسبه می‌کند (25).

n نتایج

موقعیت نمونه‌های آموزشی و نمونه‌های تست برداشت شده در هر طبقه کاربری به ترتیب در شکل‌های 4 و 5 نشان داده شده است. همانطور که در بخش 2 بیان شد این نمونه‌ها با استفاده از پایگاه Google Earth به دست آمده‌اند. در ادامه این بخش نتایج طبقه‌بندی بدست آمده در دو حالت حضور و عدم حضور باند حرارتی مرور می‌شود.

ANN¹ با رویکرد حضور باند حرارتی استفاده گردید. به‌منظور برداشت نمونه‌های آموزشی برای طبقه‌بندی کاربری اراضی، شناخت کاربری‌های موجود در منطقه ضرورت دارد. بنابراین قبل از برداشت نمونه‌های آموزشی، وضعیت عمومی منطقه شامل، توپوگرافی، شبکه جاده‌ها، کاربری‌های موجود در منطقه و ... به خوبی مورد بررسی قرار گرفت تا یک دید کلی از منطقه کسب گردد. در پایان با ساخت ترکیب‌های باندی کاذب 532، 5 "مادون قرمز نزدیک"، 3 "سبز" و 2 "آبی" و همچنین بررسی نمودار بازتاب طیفی پدیده‌ها، 12 نوع پوشش زمین برای منطقه مورد مطالعه شامل: باغ "A"، کشاورزی آبی "IF"، کشاورزی دیم "DF"، مرتع متوسط "R2"، مرتع ضعیف "R3"، اراضی بایر "BL"، نمکزار "SL"، نمک آبدار "SJ"، پلی‌گون نمکی "SF"، تپه ماسه‌ای "SD" و اراضی مسکونی "RD" و سطوح آبی "W" در نظر گرفته شد. نمونه‌ای از عکس‌های تهیه شده از طبقه کاربری‌های اراضی طی بازدید میدانی و در محیط برنامه Google Earth در پیوست پژوهش حاضر ارائه شده است. لازم به ذکر است برای جداسازی اراضی مرتع ضعیف و متوسط و همچنین اراضی بایر از شاخص گیاهی NDVI² استفاده گردید. با توجه به مساحت زیاد استان خراسان جنوبی، برای هر طبقه کاربری در حدود 700 نمونه یا پیکسل از طریق پایگاه Google Earth برداشت شد (16، 17). به این ترتیب در مجموع 8120 پیکسل از کاربری‌های موجود در منطقه نمونه‌برداری شد. سپس حدود 20 درصد یعنی 1606 پیکسل از نمونه‌های برداشت شده، بصورت تصادفی، جدا گردید و به عنوان نمونه واقعیت زمینی³ برای ارزیابی دقت روش‌های طبقه‌بندی مورد استفاده قرار گرفت. در نهایت با استفاده از 6514 نمونه آموزشی باقیمانده نقشه کاربری اراضی بر اساس روش‌های عنوان شده تهیه گردید.

⁵ Producer accuracy

⁶ User's accuracy

⁷ Overall accuracy

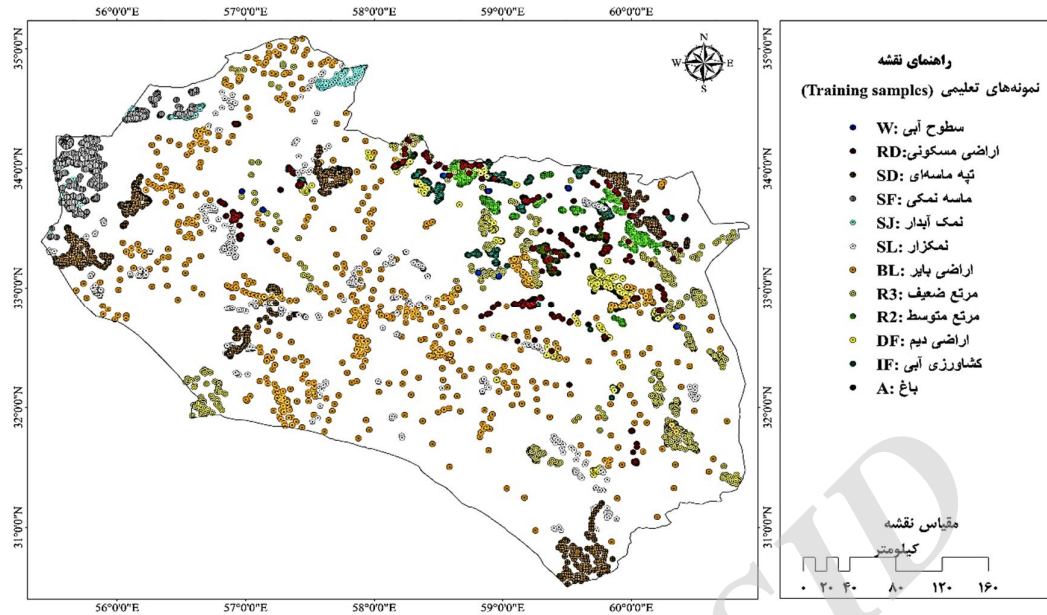
⁸ Kappa index

¹ Neural Net

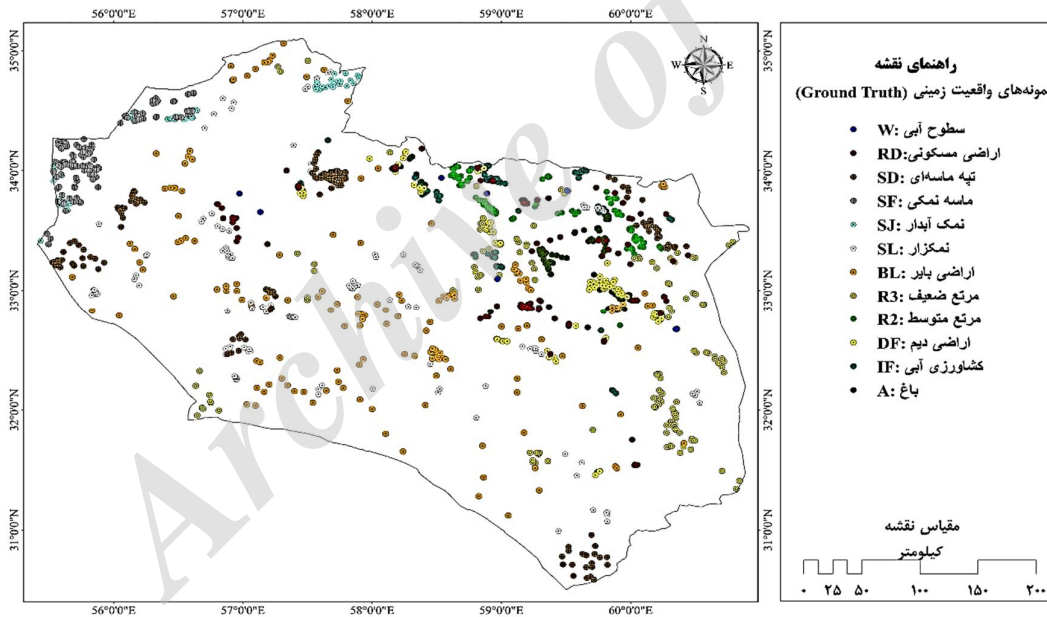
² Normalized Difference Vegetation Index

³ Ground truth samples

⁴ Confusion matrix



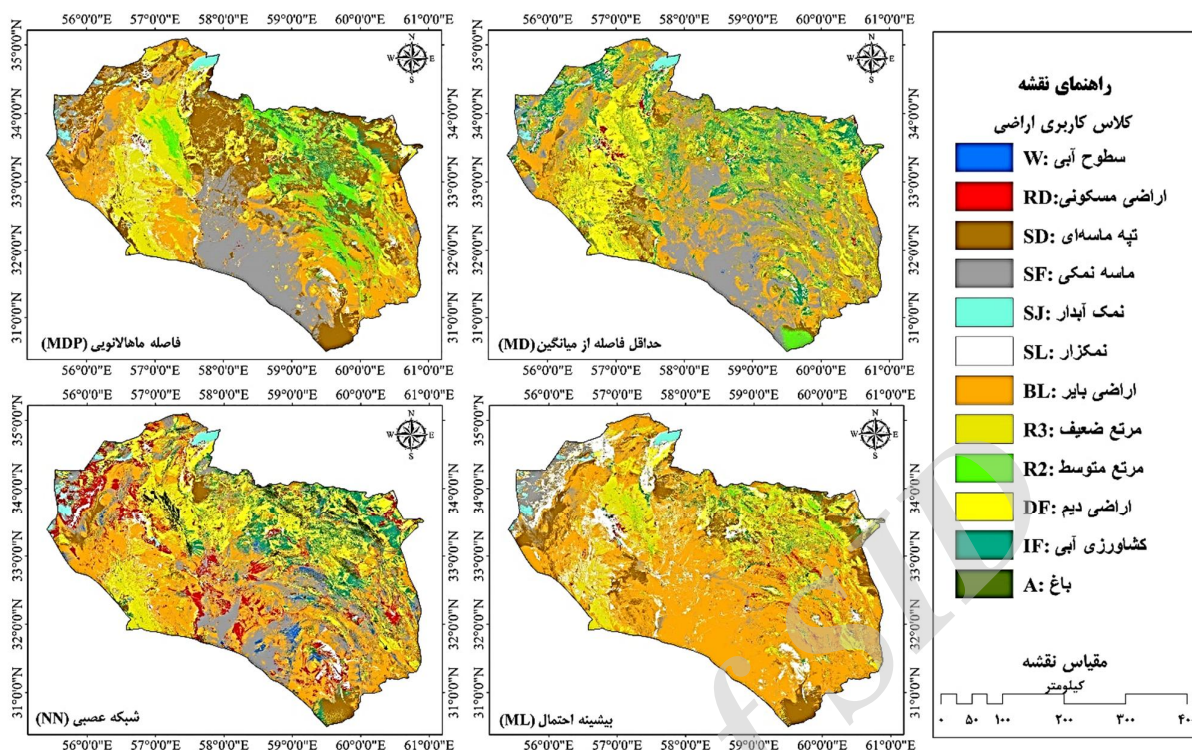
شکل 4. موقعیت نمونه‌های آموزشی در هر طبقه کاربری اراضی



شکل 5. موقعیت نمونه‌های تست در هر طبقه کاربری اراضی

دست آمده، نقشه مربوط به الگوریتم حداکثر احتمال با دقت کلی 86/1 و ضریب کاپا 84 درصد از بالاترین مقدار دقت برخوردار است. حداقل فاصله نیز به ترتیب با دقت کلی و ضریب کاپای 52/3 و 48/2 درصد کم‌ترین دقت را در میان دیگر خوارزمیک‌های طبقه‌بندی دارا می‌باشد.

ارزیابی روش‌های طبقه‌بندی بدون باند TIR1 نقشه‌های کاربری اراضی حاصل از حداکثر احتمال، فاصله ماهالانویس، حداقل فاصله و شبکه عصبی مصنوعی در شکل 6 نشان داده شده است. با توجه به اطلاعات جدول 2 در بین چهار نقشه کاربری اراضی به



شکل 6. نقشه پوشش اراضی با خوارزمیک‌های حداکثر احتمال، فاصله ماهالانویس، حداقل فاصله و شبکه عصبی بدون باند TIR1

جدول 2. ارزیابی دقت کلی و ضریب کاپای خوارزمیک‌های طبقه‌بندی مورد استفاده

روش طبقه‌بندی	دقت کلی (%)	ضریب کاپا (%)
حداکثر احتمال	86/1	84/0
فاصله ماهالانویس	69/9	67/1
حداقل فاصله از میانگین	52/3	48/2
شبکه عصبی	75/5	73/1

داده است. بررسی دقت تولیدکننده و دقت کاربر نیز نشان داد که الگوریتم حداکثر احتمال دارای بالاترین مقدار دقت تولید کننده و دقت کاربر می‌باشد، به طوری که طبقه مرتع متوسط از بالاترین دقت جداسازی برخوردار هستند. در واقع ویژگی‌های متمایز و قابلیت جداسازی پذیری طبیعی کاربری‌های سطوح آبی و مرتع متوسط، بگونه‌ای هست که به دلیل عدم وجود اختلاط طیفی، با دقت بیشتری جداسازی شده‌اند، در حالی که جداسازی طبقه کشاورزی آبی، کشاورزی دیم و همچنین اراضی مسکونی به دلیل اختلاط طیفی بیشتر از دقت کمتری برخوردار است.

دقت تولیدکننده و دقت کاربر برای هر یک از طبقات کاربری در خوارزمیک‌های مذکور بدون باند مادون قرمز حرارتی "TIR1" در جدول 3 ارائه شده است. بر اساس نتایج به دست آمده الگوریتم حداکثر احتمال در 9 طبقه کاربری دارای بالاترین مقادیر و بالاترین دقت‌ها برای 3 طبقه دیگر مربوط به الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی است. در شاخص دقت کاربر نیز الگوریتم‌های حداکثر احتمال و شبکه عصبی مصنوعی به ترتیب در 8 و 4 طبقه بالاترین دقت‌ها را به خود اختصاص داده‌اند. طبقه سطوح آبی در سه الگوریتم حداکثر احتمال، فاصله ماهالانویس و حداقل فاصله بیشترین مقدار دقت را به خود اختصاص

جدول 3. ارزیابی دقت تولیدکننده و دقت کاربر خوارزمیک‌های طبقه‌بندی مورد استفاده

شبهه عصبی مصنوعی (ANN)	حداقل فاصله (MD)	فاصله ماهالانویس (MDP)	حداکثر احتمال (ML)	طبقه‌بندی
دقت تولید کننده (%)				
82/86	70/71	72/86	98/00	A: باغ
42/24	40/52	37/93	47/41	IF: کشاورزی آبی
94/19	32/90	88/39	86/45	DF: اراضی دیم
97/16	66/67	91/49	98/58	R2: مرتع متوسط
58/70	39/86	61/59	90/58	R3: مرتع ضعیف
46/34	29/27	35/98	78/66	BL: اراضی بایر
67/14	30/00	57/86	85/71	SL: نمکزار
98/55	89/13	90/58	94/93	SJ: نمک آبدار
90/78	84/40	88/65	94/33	SF: ماسه نمکی
66/47	42/35	73/53	89/41	SD: تپه ماسه‌ای
80/56	46/53	62/50	77/78	RD: اراضی مسکونی
96/15	100/00	100/00	100/00	W: سطوح آبی
دقت کاربر (%)				
89/29	96/30	87/93	93/01	A: باغ
68/64	36/02	35/48	63/95	IF: کشاورزی آبی
86/92	56/69	75/69	80/72	DF: اراضی دیم
76/65	55/09	77/25	97/89	R2: مرتع متوسط
97/84	100/00	62/04	83/89	R3: مرتع ضعیف
82/46	56/76	55/66	83/23	BL: اراضی بایر
90/48	41/74	72/32	75/95	SL: نمکزار
66/39	35/26	99/21	99/24	SJ: نمک آبدار
84/05	58/75	67/57	89/86	SF: ماسه نمکی
61/60	34/23	56/05	81/28	SD: تپه ماسه‌ای
36/03	27/17	81/82	92/56	RD: اراضی مسکونی
93/55	92/52	100/00	100/00	W: سطوح آبی

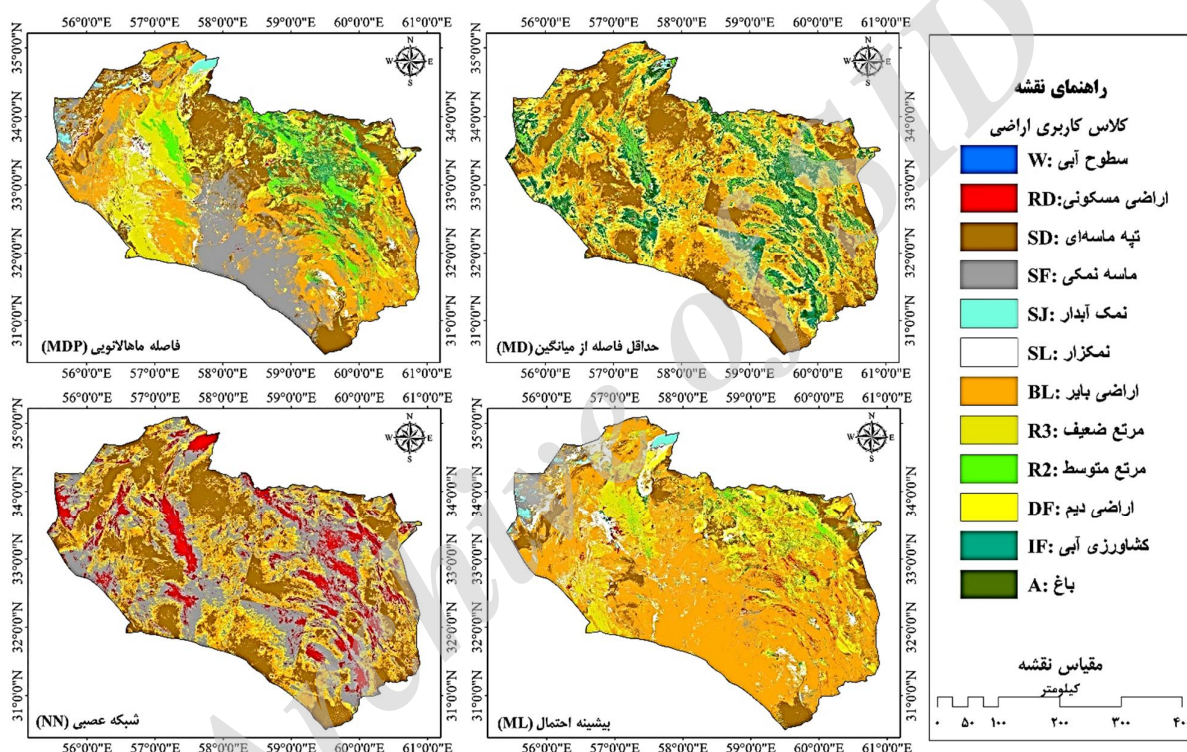
پوشش اراضی به‌دست آمده در شکل 7 نشان داده شده است. مقادیر مربوط به دقت کلی و ضریب کاپای روش‌های مذکور نیز به همراه مقدار افزایش و کاهش دقت در مقایسه با روش عدم استفاده از باند حرارتی در جدول 4 نشان داده شده است. بر این اساس در بین نقشه‌های کاربری اراضی تولید شده با دخالت باند حرارتی،

ارزیابی روش‌های طبقه‌بندی با رویکرد باند TIR1

پس از قرار گرفتن باند حرارتی مادون قرمز "TIR 1" در کنار هفت باند طیفی OLI یعنی باند 1 تا 7، طبقه‌بندی کاربری اراضی با روش‌های مذکور اعمال گردید و تاثیر باند حرارتی در مقدار دقت خوارزمیک‌های طبقه‌بندی مورد بررسی قرار گرفت. نقشه‌های طبقه‌بندی

حدود 1/8 درصد و ضریب کاپا 2 درصد افزایش یافته است. اما در خوارزمیک‌های حداقل فاصله و شبکه عصبی مصنوعی دقت کلی و ضریب کاپا با رویکرد باند حرارتی به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته است، به طوری که مقدار دقت کلی و ضریب کاپا در الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی به ترتیب 48 و 53 درصد کاهش یافته است. دقت تولیدکننده و دقت کاربر هر یک از طبقات کاربری در خوارزمیک‌های مذکور با رویکرد باند مادون قرمز حرارتی TIR1 در جدول 5 ارائه شده است.

خوارزمیک حداکثر احتمال با دقت کلی 86/3 درصد و ضریب کاپا برابر با 85 درصد از بالاترین مقدار دقت برخوردار است. بنابراین استفاده از باند حرارتی در خوارزمیک حداکثر احتمال مقدار دقت کلی و ضریب کاپا را به ترتیب به مقدار 0/2 و 1 درصد افزایش داده است. پس از الگوریتم حداکثر احتمال، الگوریتم فاصله ماهالانویس از دقت طبقه‌بندی بالاتری برخوردار می‌باشد، در این الگوریتم مقدار دقت با رویکرد باند حرارتی بیشترین افزایش را دارد، چنان‌که مقدار دقت کلی در



شکل 7. نقشه پوشش اراضی با روش‌های حداکثر احتمال، فاصله مالاانویس، حداقل فاصله و شبکه عصبی با رویکرد باند TIR1

جدول 4. ارزیابی دقت کلی و ضریب کاپا خوارزمیک‌های طبقه‌بندی مورد استفاده با باند TIR1

روش طبقه‌بندی	مقدار دقت		افزایش و کاهش دقت با رویکرد باند TIR1	
	دقت کلی (%)	ضریب کاپا (%)	صحت کل (%)	ضریب کاپا (%)
حداکثر احتمال	86/3	85/0	0/2	1
فاصله مالاانویس	71/7	69/0	1/8	2
حداقل فاصله	31/0	24/2	-21/3	-24
شبکه عصبی مصنوعی	27/5	20/3	-48	-52/8

جدول 5. ارزیابی دقت تولیدکننده و دقت کاربر خوارزمیک‌های طبقه‌بندی مورد استفاده با رویکرد باند مادون قرمز حرارتی TIR1

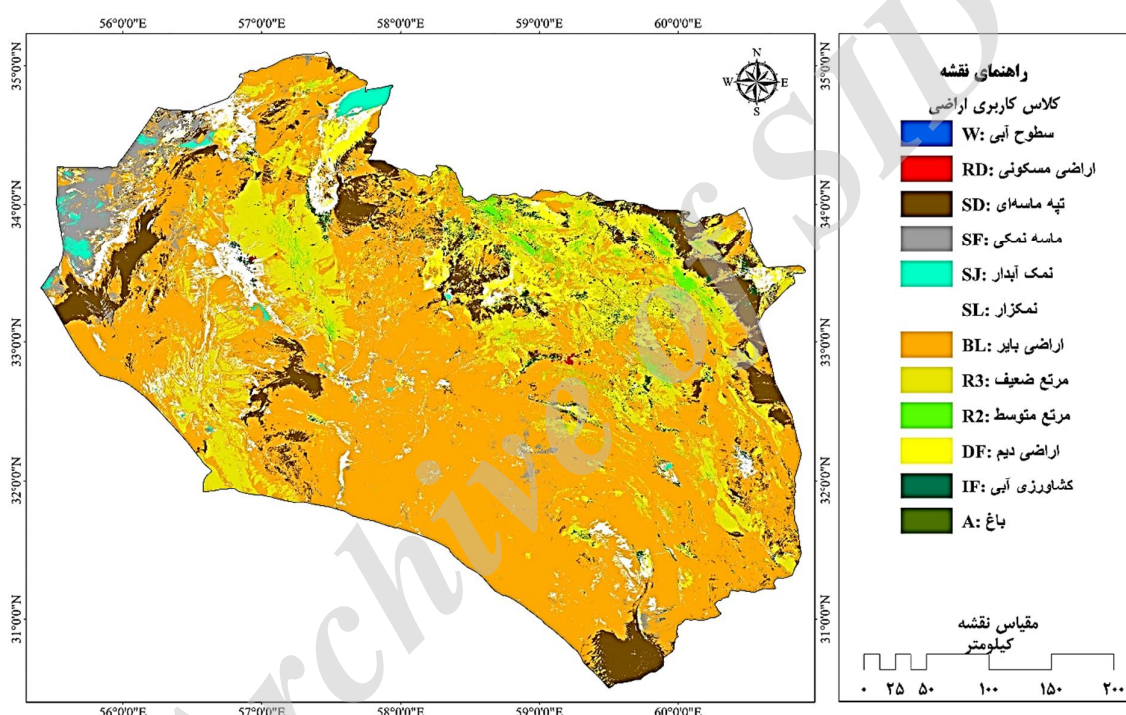
روش طبقه‌بندی	حد اکثر احتمال (ML)	فاصله ماهالانویس (MDP)	حداقل فاصله از میانگین (MD)	شبکه عصبی (NN)
دقت تولید کننده (%)				
باغ: A	94/29	71/43	22/86	00/00
IF: کشاورزی آبی	31/90	43/97	15/52	00/00
DF: اراضی دیم	88/39	85/16	27/10	00/00
R2: مرتع متوسط	98/58	91/49	57/45	00/00
R3: مرتع ضعیف	89/86	59/42	7/97	10/14
BL: اراضی بایر	85/98	43/29	37/20	20/12
SL: نمکزار	79/29	62/14	10/71	00/00
SJ: نمک آبدار	95/65	90/58	31/16	00/00
SF: ماسه نمکی	94/33	90/07	3/55	75/89
SD: تپه ماسه‌ای	92/94	77/65	92/35	92/94
RD: اراضی مسکونی	84/72	65/97	8/33	77/78
W: سطوح آبی	100/00	100/00	88/46	76/92
دقت کاربر (%)				
باغ: A	89/80	84/75	67/16	00/00
IF: کشاورزی آبی	57/81	38/35	8/65	00/00
DF: اراضی دیم	70/26	73/74	21/88	00/00
R2: مرتع متوسط	98/58	81/13	36/82	00/00
R3: مرتع ضعیف	84/93	60/74	15/71	19/18
BL: اراضی بایر	77/90	63/36	28/50	30/00
SL: نمکزار	83/46	73/73	35/71	00/00
SJ: نمک آبدار	100/00	99/21	44/79	00/00
SF: ماسه نمکی	92/36	68/65	10/87	17/77
SD: تپه ماسه‌ای	92/94	61/68	64/61	63/20
RD: اراضی مسکونی	91/04	87/96	22/64	20/18
W: سطوح آبی	100/00	100/00	62/16	86/96

در چهار طبقه کاربری باغ "A"، کشاورزی آبی "IF"، مرتع ضعیف "R3" و نمکزار "SL" مقدار دقت کمی کاهش یافته و در سه طبقه دیگر مقدار دقت تولید کننده با رویکرد بدون باند حرارتی تغییری نکرده است. بررسی دقت کاربر خوارزمیک‌های طبقه‌بندی با رویکرد باند حرارتی نیز نتایجی مشابه دقت تولید کننده دارد. به طوری که

نتایج حاصله نشان می‌دهد که خوارزمیک حداکثر احتمال در تمام طبقه‌ها به جز طبقه کشاورزی آبی دارای بیشترین مقدار دقت تولیدکننده است و استفاده از باند حرارتی موجب افزایش دقت جداسازی پنج طبقه کاربری کشاورزی دیم "DF"، اراضی بایر "BL"، نمک آبدار "SJ"، تپه ماسه‌ای "SD" و اراضی مسکونی "RD" شده است و

دقت در خوارزمیک‌های شبکه عصبی مصنوعی و حداقل فاصله به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. با در نظر گرفتن جمیع یافته‌های پژوهش حاضر، الگوریتم حداکثر احتمال با رویکرد باند حرارتی به بالاترین دقت دست یافت. از این رو با استفاده از این خوارزمیک نقشه کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه تهیه گردید و با انتقال آن به پایگاه Google Earth اندک خطاهای موجود در کاربری‌ها اصلاح شد. نقشه کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه در شکل 8 نشان داده شده است.

الگوریتم حداکثر احتمال به جز طبقه کشاورزی دیم در دیگر طبقه‌ها دارای بیشترین مقدار دقت کاربری می‌باشد. در خوارزمیک‌های حداقل فاصله و شبکه عصبی مصنوعی دقت تولید کننده همانند دقت کاربری با رویکرد باند حرارتی به مقدار چشم‌گیری کاهش یافته است. به طور کلی نتایج حاصل شده نشان می‌دهد که استفاده از باند حرارتی در خوارزمیک‌های حداکثر احتمال و فاصله ماهالانویس در غالب طبقات کاربری اراضی، افزایش دقت تولیدکننده و کاربری را به همراه داشته است، اما مقدار



شکل 8. نقشه کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه با کاربرد خوارزمیک حداکثر احتمال با رویکرد باند حرارتی

حدود 7 درصد و مراتع متوسط نیز حدود 1 درصد از مساحت استان را در بر می‌گیرد که بیشتر در بخش‌های شمال و شمال شرقی استان متمرکز شده اند. بنابراین بیش از 90 درصد از مساحت استان خراسان جنوبی به دلیل فقدان پوشش گیاهی یا پوشش ضعیف گیاهی دارای توان بسیار زیادی فرسایش می‌باشد. غالب طبقه کاربری نمکزار، نمک آبدار و ماسه نمکی در بخش‌های شمال غرب استان متمرکز شده است و قسمت‌های میانی استان تقریباً

مساحت طبقه کاربری‌های استان خراسان جنوبی در جدول 6 نشان داده شده است. بر این اساس اراضی بایر با مساحتی در حدود 90004 کیلومتر مربع تقریباً 60 درصد از وسعت استان خراسان جنوبی را در بر گرفته است. پس از این اراضی، طبقه کاربری مرتع ضعیف با مساحت حدود 20802 کیلومتر مربع در حدود 14 درصد از مساحت استان را شامل می‌شود. تپه‌های ماسه‌ای نیز با مساحت 13545 کیلومتر مربع حدود 9 درصد از مساحت استان را به خود اختصاص داده است. زمین‌های کشاورزی آبی، دیم و باغ در

عاری از تپه‌های ماسه‌ای می‌باشد.

جدول 6. مساحت و درصد مساحت هر یک از طبقه‌های کاربری اراضی

درصد مساحت	مساحت (کیلومتر مربع)	نوع کاربری اراضی
0/5	725/2	A: باغ
1/0	1533/9	IF: کشاورزی آبی
5/2	7525/3	DF: اراضی دیم
1/0	1518/8	R2: مرتع متوسط
13/9	20802/3	R3: مرتع ضعیف
60/0	90003/9	BL: اراضی بایر
5/7	8532/9	SL: نمکزار
0/8	1190/3	SJ: نمک آبدار
2/8	4183/1	SF: ماسه نمکی
9/0	13545/3	SD: تپه ماسه‌ای
0/1	154/1	RD: اراضی مسکونی
0/0	5/3	W: سطوح آبی

n بحث و نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر چهار الگوریتم طبقه‌بندی نظارت‌شده حداکثر احتمال، فاصله مایلانویس، حداقل فاصله و شبکه عصبی مصنوعی با و بدون رویکرد باند مادون قرمز حرارتی "TIR 1" به منظور تهیه نقشه کاربری اراضی استان خراسان جنوبی مورد بررسی قرار گرفت. در آزمایشات صورت گرفته بر روی تصویر ماهواره‌ای لندست 8، 12 طبقه کاربری در نظر گرفته شد. نتایج حاصله نشان داد که در رویکرد بدون باند TIR1، الگوریتم حداکثر احتمال از بالاترین مقدار دقت کلی و ضریب کاپا برخوردار می‌باشد. این نتیجه با یافته محققان دیگر از جمله اکبری و همکاران (2016)، علیزاده و همکاران (2016)، Morgan و همکاران (2015) و Madhura و Venkatachalam (2015) هم‌خوانی دارد (2، 4، 21، 22). محققان مذکور نیز پس از مقایسه روش‌های مختلف طبقه‌بندی نظارت شده، روش حداکثر احتمال را به عنوان مناسب‌ترین روش طبقه‌بندی کاربری اراضی پیشنهاد کرده‌اند. روش حداکثر احتمال با پایه آماری، واریانس و کوواریانس داده‌ها مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و فرض می‌شود که همه مناطق تعلیمی از پراکنش یکسانی برخوردار هستند (3). در این خوارزمیک هنگام طبقه‌بندی یک پیکسل نامعلوم، کوواریانس و واریانس الگوهای پاسخ

طبیعی گروه را مورد بررسی قرار می‌دهد. برای این کار فرض می‌شود که توزیع ابر نقاط که داده‌های آموزشی آن گروه را تشکیل می‌دهد، توزیع نرمال است (21). بر اساس این فرض، رفتار توزیعی هر گروه با الگوی پاسخ طبیعی می‌تواند با میانگین بردار و ماتریس کوواریانس توصیف شود. بنابراین هر پیکسل به یک طبقه با بیش‌ترین احتمال، طبقه بندی می‌شود که این احتمال می‌تواند به عنوان شاخصی از قطعیت طبقه‌بندی باشد، در حالی که طبقه‌بندی پیکسل‌هایی با حداکثر احتمال زیر آستانه تعریف شده، رد می‌شود. در ترکیب باندهای طبیعی با باند مادون قرمز حرارتی یا همان TRS1 نتایج حاصله نشان داد که در خوارزمیک‌های حداکثر احتمال و فاصله مایلانویس، استفاده از باند حرارتی موجب افزایش دقت طبقه‌بندی شده‌است. این نتایج با یافته‌های جعفری و همکاران (2013)، Eisavi و همکاران (2015)، Sinha و همکاران (2015)، Sun و Schulz (2015) و Mushore و همکاران (2017) مطابقت دارد (15، 8، 27، 28، 23). محققان مذکور نیز به این نتیجه رسیدند که استفاده از باند حرارتی جهت طبقه‌بندی کاربری اراضی موجب افزایش دقت طبقه‌بندی می‌شود. اما در روش‌های شبکه عصبی مصنوعی و حداقل فاصله از میانگین، اعمال رویکرد باند حرارتی موجب کاهش چشم‌گیر دقت طبقه‌بندی

مطالعاتی همچون بررسی روند پیشروی تپه‌های ماسه‌ای، استفاده از باند حرارتی، می‌تواند دقت جداسازی تپه‌های ماسه‌ای را افزایش دهد و در نتیجه برآورد دقیق‌تری را در خصوص تغییرات کاربری اراضی ارائه دهد. یافته‌های این مطالعه حاکی از آن است که با وجود آنکه دقت مکانی باند حرارتی در مقایسه با باندهای قابل مشاهده از همان ماهواره، نسبتاً کم‌تر است، اما حاوی اطلاعات ارزشمند مربوط به تغییرات مکانی سطح زمین و همچنین پوشش گیاهی می‌باشد که تاکنون به اندازه کافی مورد بررسی قرار نگرفته است (28). با توجه به این که در سال‌های اخیر بیابان‌زائی و پیشروی و توسعه تپه‌های ماسه‌ای، تبدیل به یکی از معضلات اساسی ملی شده است و کاربرد باند حرارتی در مطالعات سنجش از دور این نوع کاربری‌ها موجب افزایش دقت می‌شود، بنابراین استفاده از اطلاعات حرارتی داده‌های ماهواره‌ای در مطالعات آتی مربوطه، می‌تواند برآورد دقیق‌تری را در بررسی مسائل به همراه داشته باشد.

شده است. اگر چه اندازه پیکسل باند حرارتی نسبت به باند طیفی بزرگ‌تر است، اما در خوارزمیک‌های طبقه‌بندی، ترکیبی از اطلاعات باندهای معرفی شده طیفی و حرارتی، برای طبقه‌بندی استفاده می‌شود و باند حرارتی با وجود اندازه پیکسل بزرگ‌تر به تنهایی برای طبقه‌بندی به کار نمی‌رود، بلکه اطلاعات این باند با باندهای طیفی تلفیق می‌شود. در واقع استفاده از داده‌های حرارتی به همراه دیگر باندهای طیفی برای تولید نقشه کاربری اراضی، موجب می‌شود تا جداسازی طبقه‌هایی که ویژگی‌های طیفی نزدیک یا فنولوژی مشابهی دارند، تسهیل شود (8). به عبارت دیگر در روش حداکثر احتمال تاثیر باند حرارتی (TRS1) در افزایش دقت جداسازی اراضی بایر، مناطق مسکونی و تپه‌های ماسه‌ای نسبت به دیگر کاربری‌ها بیش‌تر است که دلیل آن می‌تواند یکنواختی درجه حرارت در این کاربری‌ها باشد. با توجه پیشروی تپه‌های ماسه‌ای در مناطق مسکونی و کشاورزی در استان خراسان این نتایج حائز اهمیت است، چرا که در

References

- 1- Afrasinei, G., Melis, M., Buttau, C., Bradd, J., & Arras, C. (2017). Assessment of remote sensing-based classification methods for change detection of salt-affected areas (Biskra area, Algeria). *Journal of Applied Remote Sensing*, 11 (1): 016025:1- 016025:28.
- 2- Akbari, E., Zangane asadi, M.A. & Taghavi, E. (2016). Change detection land use and land cover regional neyshabour using Different methods of statistical training theory. *Geographical Planning of Space*, 6(20), 35-50, (In Farsi).
- 3- Alibakhshi, Z., Alikhahasl, M., Rezavani, M. (2015). Preparing Mighan wetland Land-use mapping in 2013: Using supervised and fuzzy classification methods. *Human & Environment*, 2(32-43), 11-21, (In Farsi).
- 4- Alizadeh, M., Mirzaee, R.A. and Kiya, S.H. (2016). Comparative Study of Multiple Supervised Classification Methods to Map Land Use in Local and Regional Scales (Case Study: Kan and Karaj Rivers Basin). *Geography and Sustainability of Environment*, 6(20) 89-103, (In Farsi).
- 5- Dube, T. and Mutanga, & O. (2015). Evaluating the utility of the medium-spatial resolution Landsat 8 multispectral sensor in quantifying aboveground biomass in uMgeni catchment, South Africa. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 101(2015): 36-46.
- 6- Dube, T., Gumindogab, W., & Chawirac, M. (2014). Detection of land cover changes around Lake Mutirikwi, Zimbabwe, based on traditional remote sensing image classification techniques. *African Journal of Aquatic Science*, 39(1): 89-95.
- 7- Ebrahimzadeh, I. and esmaeil negad, M. (2017). The Future Challenge of Climatic Refugees Regional Developments Case study: South Khorasan. *Geography and Development Iranian Journal*, 15(48), 1-18, (in Farsi).

- 8- Eisavi, V., Homayouni, S., Maleknezhad Yazdi, A., & Alimohammadi, A. (2015). Land cover mapping based on random forest classification of multitemporal spectral and thermal images. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187(5): 291.
- 9- Esmailnejad, Morteza. (2017). Evaluation of adaptation to climate change in rural areas south of South Khorasan. *Natural Environmental Hazards*, 6(11), 85-100, (In Farsi).
- 10- Fathi, M.H, Madadi, A., Beheshti, E. & Sarmasty, N. (2015). Assessment of Urmia Lake Water Level Fluctuations and Increase in Salt Areas in the North West Iran. *Physical Geography Research Quarterly*, 47(2), 271-285, (In Farsi).
- 11- Fathizad, H., Safari, A., Bazgir, M. & Khosravi, G.R. (2017). Evaluation of SVM with Kernel method (linear, polynomial, and radial basis) and neural network for land use classification. *Scientific Journal Management System* 23(4), 729-743, (In Farsi).
- 12- Fathizad, H., Tazeh, M. & Kalantari, S. (2016). Assessment of pixel-based classification (ARTMAP fuzzy Neural Networks and Decision Tree) and Object-Oriented methods for land use mapping (Case study: Meymeh, Ilam province). *Scientific Journal Management System*, 5(2), 69-82, (in Farsi).
- 13- Feng, X. & Myint, S.W. (2016). Exploring the effect of neighboring land cover pattern on land surface temperature of central building objects. *Building and Environment*, 95: 346-354.
- 14- Hosseini, S., Rosta, K., Zamanipoor, A., Teymori, M. (2017). Farmers' Perception of Drought Consequences by Phenomenological Approach (Case study: South Khorasan Province). *Agricultural Extension and Education Research*, 9(4), 59-70, (In Farsi).
- 15- Jafari. M., Zehtabian, G.R. & Ehsani, A.H. (2013). Effect of thermal bonding and supervised classification algorithms of satellite data in making land use maps (Case study: Kashan). *Scientific Journal Management System* 20(1), 72-87, (In Farsi).
- 16- Jia, K., Wei, X., Gu, X., Yao, Y., Xie, X., & Li, B. (2014). Land cover classification using Landsat 8 Operational Land Imager data in Beijing, China. *Geocarto International*, 29(8): 941-951.
- 17- Karan, S.K. & Samadder, S.R. (2016). Accuracy of land use change detection using support vector machine and maximum likelihood techniques for open-cast coal mining areas. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188(8): 486.
- 18- Khademi, F., Pirkharrati, H. & Shahkarami, S. (2015). Investigation of Increasing Trend of Saline Soils around Urmia Lake and its Environmental Impact, Using RS and GIS. *Journal of Geoscience*, 24(94). 93-99, (in Farsi).
- 19- Kumar, D. & Shekhar, S. (2015). Statistical analysis of land surface temperature-vegetation indexes relationship through thermal remote sensing. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 121(2015): 39-44.
- 20- Luyssaert, S., Jammert, M., Stoy, P., Dolman, H. (2014). Land management and land-cover change have impacts of similar magnitude on surface temperature. *Nature Climate. Change*, 4(5): 389-393.
- 21- Madhura, M. & Venkatachalam, S. (2015). Comparison of Supervised Classification Methods on Remote Sensed Satellite Data: An Application in Chennai. South India. *International Journal of Science and Research*, 4 (2): 1407-1411.
- 22- Morgan, R.S., Rahim, L.S., & Abd El-Hady, M. (2015). A Comparison of Classification Techniques for the Land Use/ Land Cover Classification. *Global Advanced Research Journal of Agricultural Science*, 4(11): 810-818.

- 23- Mushore, T. D., Mutanga, O., Odindi, J., & Dube, T. (2017). Assessing the potential of integrated Landsat 8 thermal bands, with the traditional reflective bands and derived vegetation indices in classifying urban landscapes. *Geocarto International*, 32(8): 886-899.
- 24- Namdar, M., Adamowski, J., Saadat, H., Sharifi, F., & Khiri, A. (2014). Land-use and land-cover classification in semi-arid regions using independent component analysis (ICA) and expert classification. *International Journal of Remote Sensing*, 35(24): 8057-8073.
- 25- Prasad, S.V.S., Savithri, S., & Krishna, I.M. (2017). Comparison of Accuracy Measures for RS Image Classification using SVM and ANN Classifiers. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 7(3): 1180-1187.
- 26- Ramzi, R. Shahidi, A., & Khashei, A. (2014). Finding the potentials of sprinkler irrigation using Fuzzy Analytical Hierarchy Process method in South Khorasan Province. *Iranian Journal of Irrigation and Water Engineering*, 4(16), 1-11, (in Farsi).
- 27- Sinha, S., Sharma, L.K., & Nathawat, M.S. (2015). Improved Land-use/Land-cover classification of semi-arid deciduous forest landscape using thermal remote sensing. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 18(2): 217-233.
- 28- Sun, L., T Schulz, K. (2015). The Improvement of Land Cover Classification by *Thermal Remote Sensing*. *Remote sensing*, 7(7): 8368-8390.
- 29- Tran, D.X., Pla, F., Latorre-Carmona, P., Myint< S.W., Caetano, M., Kieu< H.V. (2017). Characterizing the relationship between land use land cover change and land surface temperature. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 124(2017): 119-132.
- 30- Ustuner, M., Sanli, F.S, Dixon, B. (2015). Application of Support Vector Machines for Landuse Classification Using High-Resolution RapidEye Images: A Sensitivity Analysis. *European Journal of Remote Sensing*, 48(1): 403-422.
- 31- Yousefi, S., Tazeh, M., Mirzaee, S., Moradi, H.R. & Tavangar, S. (2014). Comparison of different classification algorithms in satellite imagery to produce land use maps (Case study: Noor city). *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 5(3), 67-76, (In Farsi).

Comparing Different Methods of Land use Classification Using the Thermal Band (Case study: Southern Khorasan province)

S. Nakhaee Nezhad Fard¹, H. Gholami^{2*}, D. Akbari³, M. W. Telfer⁴, M. Rezaei²

1. Ph.D. student, University of Hormozgan, Iran.
 2. Assistant Professor, University of Hormozgan, Iran.
 3. Assistant Professor, University of Zabol, Iran.
 4. Associate Professor, Plymouth University, UK.
- * Corresponding Author: hgholami@hormozgan.ac.ir

Received date: 02/03/2018

Accepted date: 23/05/2018

Abstract

In the present study, four supervised classification algorithms including Maximum Likelihood, Mahalanobis Distance, Minimum Distance and Neural Network with and without TIR1 were used to mapping land use of southern Khorasan province. Based on the results, the highest of overall accuracy and Kappa coefficient were calculated for the Maximum Likelihood algorithm with and without of TIR1. Using of TIR1 increased classification accuracy by Maximum Likelihood and Mahalanobis Distance algorithms; but using of TIR1 decreased classification accuracy by Minimum Distance and Neural Network algorithms, remarkably. Using of thermal data along with other spectral bands caused facilitation of discriminating classes with similar spectral characteristics. According to the land use map, bare land covered about 60% area of southern Khorasan province, generally more than 90% of the area of the province is involved by sparse land or weak vegetation cover which is prone to wind erosion.

Keywords: Supervised classification; Thermal band; Maximum Likelihood; Kappa coefficient; Landsat 8