علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و دوم، شماره شش، شهریور ماه ۹۹

تعیین نقشه کاربری اراضی با استفاده از سنجنده ETM^+ (مطالعه موردی حوزه آبخیز هندودر)

رضوان داودپور[1*]

r.davodpour@gmail.com

حمید ترنج زر[2]

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۳/۲۲ **تاریخ پذیرش:** ۹۷/۰۹/۱۴

چکیده

زمینه و هدف: رشد سریع جمعیت سبب استفاده بیش از حد ظرفیت و فشار مضاعف بر منابع طبیعی شده که در نتیجه آن تغییرات سریع کاربری اراضی اتفاق افتاده است. بنابراین شناخت سریع و دقیق انواع پوشش زمین می‌تواند نقش مؤثری در برنامه‌ریزی و مدیریت داشته باشد. داده‌های ماهواره‌ای به‌دلیل دید وسیع و یکپارچه، در برگرفتن بخش عمده‌ای از طیف الکترومغناطیسی و به‌روز بودن تصاویر برای تهیه نقشه‌های کاربری اراضی مناسب می‌باشند. مطالعه حاضر با هدف تعیین نقشه کاربری اراضی با استفاده از سنجنده ETM^+ (مطالعه موردی حوزه آبخیز هندودر) انجام گرفته است.

روش بررسی: از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ برای تعیین پوشش و کاربری اراضی حوزه آبخیز هندودر استان مرکزی استفاده شد. برداشت موقعیت انواع کاربری و پوشش اراضی از سطح حوزه مورد نظر با نقاط تست و کنترل با استفاده از GPS انجام گرفت. طبقه‌بندی به روش نظارت شده و با چهار الگوریتم مختلف طبقه‌بندی که شامل حداکثر احتمال، حداقل فاصله تا میانگین، Minimum Mahalanobis Distance و متوازی السطوح بر روی گروه‌های سه باندی صورت گرفت.

یافته‌ها: جهت انتخاب بهترین گروه سه باندی از روش محاسبه حد شاخص مطلوبیت (OIF) برای باندهای اصلی، شاخص‌ها و تجزیه مؤلفه‌ها استفاده شد. تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از الگوریتم‌های طبقه‌بندی نظارت شده و اعمال نمونه‌های برداشتی از سطح منطقه، طبقه‌بندی گردید. از بین الگوریتم‌ها، الگوریتم طبقه‌بندی حداکثر احتمال دارای نتایج بهتری از انواع پوشش و کاربری‌های اراضی بر روی تصاویر بود.

بحث و نتیجه‌گیری: بهترین نتیجه طبقه‌بندی در مقایسه با نقشه واقعیت زمینی، با استفاده از مجموعه باندهای b1 ، b4 و b7 با دقت کلی۸۱/۲۵ درصد در الگوریتم طبقه‌بندی حداکثر احتمال به‌دست آمد که بیانگر قابلیت و کارایی نسبتاً خوب داده‌های ETM^+ در تهیه نقشه نهایی کاربری اراضی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تعیین کاربری اراضی، حوزه آبخیز هندودر، سنجش از دور، سنجنده ETM^+

۱-باشگاه پژوهش‌گران جوان و نخبگان، واحد اراک، دانش‌گاه آزاد اسلامی اراک، ایران* (مسوول مکاتبات)

۲- گروه محیط‌زیست، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران

J. Env. Sci. Tech., Vol 22, No.6, August, 2020

Preparation of Land Use Map Using ETM$^+$ Landsat (A Case Study in Hendodar Watershed)

Rezvan davodpour[1]*
r.davodpour@gmail.com
Hamid Toranjzar[2]

Accepted: 2018.12.05 Received:2017.06.12

Abstract

Background and Objective: High population growth rate has led to excessive use of capacity and double pressure on natural resources, resulting in rapid land use changes. Therefore, quick and accurate identification of types of land cover can play an effective role in planning and management. Satellite data because of vast and integrated sight covering with different electromagnetic spectrums and updated images are very suitable for making applicable Land use maps. The aim of this study is preparation of land use map using ETM$^+$ landsat (a Case Study in Hendodar Watershed)

Method: The Landsat 7 satellite images were used to determine the land use changes of Hendodar watershed in Markazi province. The GPS was used to determine the position of land use and land cover types on the basis of taking test and ground control points on field investigation. Obtained samples were used for supervised classification with four different algorithms including maximum Likelihood, minimum distance, Minimum Mahalanobis Distance and Box Classification.

Findings: The optimum index factor (OIF) for the main bands and PCA (principal coordinate analysis) were used to select the optimum combination of three bands in a satellite image to create a color composite, sample set and other operation and classification. Among the algorithms, the maximum likelihood classification algorithm had better results from the types of coverage and lands use on the images.

Discussion and Conclusion: The maximum likelihood classification algorithm with combination of b7, b4, b1 bands with 81.25% accuracy is the best algorithms of land use determination and classification comparing with real ground map of the area.

Keywords: Land Use, Hendodar Watershed, Remote Sensing, ETM$^+$ Data.

1-Young Researchers and Elite Club, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran *(Corresponding Author)
2- Department of Envionment, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran

مقدمه

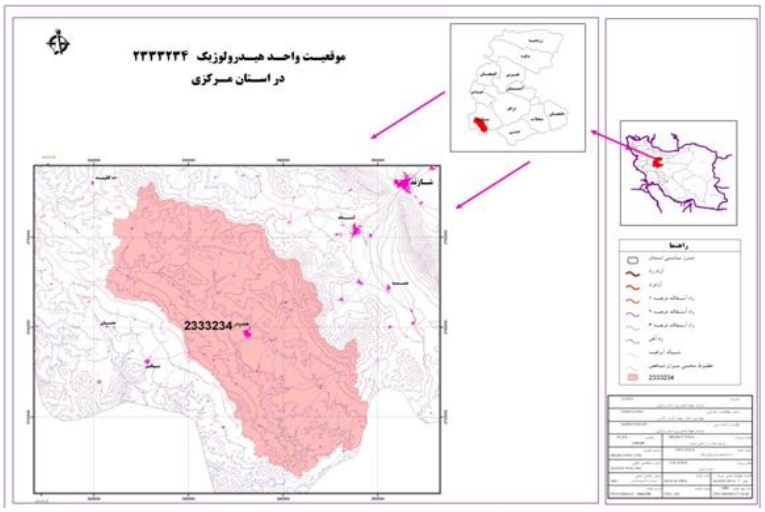
آگاهی از انواع پوشش سطح زمین و فعالیت‌های انسانی در قسمت‌های مختلف به‌عنوان اطلاعات پایه جهت برنامه‌ریزی‌های مختلف، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و نقشه‌هایی که نمایشگر چنین فعالیت‌هایی در سطوح مختلف زمین باشند، نقشه استفاده از اراضی نامیده می‌شوند. یکی از ضروری‌ترین اطلاعات مورد نیاز مدیران و متولیان منابع‌طبیعی، نقشه کاربری اراضی است. تهیه چنین نقشه‌هایی با استفاده از روش سنتی و تفسیر عکس‌های هوایی، مستلزم صرف زمان و هزینه زیادی خواهد بود. داده‌های ماهواره‌ای به‌دلیل دید وسیع و یکپارچه، در برگرفتن بخش عمده‌ای از طیف الکترومغناطیسی و به‌روز بودن تصاویر جهت این مهم مناسب می‌باشند. امروزه روش سنجش از دور امکاناتی را فراهم می‌آورد که از طریق آن می‌توان در مقیاس‌های زمانی مورد نیاز، تغییرات کاربری اراضی را بازیابی و سرعت و وسعت آن‌ها را نیز مشخص نمود. جهت شناسایی این نوع تغییرات محققین از الگوریتم‌های مختلفی استفاده می‌نمایند (۱ و ۲). استفاده از داده‌های سنجش از دور با توجه به ارایه اطلاعات به‌روز، پوشش تکراری و کم‌هزینه بودن در ارزیابی منابع‌طبیعی از جایگاه خاصی برخوردار است (۳). نتایج پژوهشی با هدف تعیین مناسب‌ترین روش تهیه نقشه پوشش منابع طبیعی با استفاده از داده‌های رقومی در منطقه دشت ارژن استان فارس حاکی از آن بود که از روی تصویر ماهواره‌ای دیم‌زارها، اراضی بدون پوشش، مراتع متراکم و نیمه متراکم، جنگل‌های تنک، نیمه متراکم و متراکم را از یکدیگر تفکیک کند. در روش بصری صحت کلی ۵۹ درصد و ضریب کاپا ۵۱ درصد بود. در روش هیبرید، صحت کلی ۵۲ درصد و ضریب کاپا ۴۲ درصد بود و در روش رقومی با طبقه-بندی کننده حداکثر احتمال، صحت کلی و ضریب کاپا به-ترتیب معادل ۴۶ و۳۶ درصد گزارش شد (۴). در پژوهشی که با هدف بررسی داده‌های سنجنده TM ماهواره لندست و P6 ماهواره آی .ار .اس در روش مقایسه پس از طبقه‌بندی، تغییرات کاربری شهر مشهد از سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۵ انجام یافت، مشخص شد که شهر مشهد رشد چشم‌گیری طی ۲۰ سال داشته است به‌گونه‌ای‌که سطح آن از ۷۴ کیلومترمربع به حدود ۱۴۸ کیلومتر مربع رسیده است و نرخ رشد ۵ درصد داشته است. بیش‌ترین تغییرات شهر در قسمت‌های غرب و شمال غرب آن اتفاق افتاده بود (۵). در پژوهشی که با هدف تعیین بهترین الگوریتم استخراج کاربری و پوشش اراضی و کشف تغییرات از تصاویر ماهواره‌ای لندست در حوضه صوفی چای مراغه انجام یافت، مشخص شد روش‌های شبکه عصبی با صحت ۸۹٪ و روش حداکثر احتمال با ۹۱/۸٪ مناسب‌ترین روش جهت طبقه‌بندی بود و هم‌چنین مشخص شد تغییر وسیع کاربری و پوشش اراضی به‌خصوص در کاربری باغ به-میزان ۳۱۱ هکتار و اراضی بایر ۱۶۳۵ هکتار در این حوضه بود که لزوم نظارت و مدیریت کارآمد را می‌طلبید (۳). نتایج پژوهشی که با هدف بررسی استفاده از داده‌های سنجنده ETM نقشه کاربری اراضی حوزه آبخیز بازفت در استان چهارمحال و بختیاری انجام یافت، نشان داد که در روش طبقه‌بندی نظارت شده، بالاترین دقت کلی و ضریب کاپا مربوط به طبقه‌بندی کننده حداکثر احتمال و به ترتیب معادل ۸۹/۱۵ و۸۷ درصد بود (۶). محققان طی مطالعه‌ای جهت طبقه‌بندی تصاویر خود از طبقه‌بندی نظارت نشده استفاده نمودند. جهت این کار از ترکیب ۷ باند استفاده نموده ولی طبق نتایج حاصله صحت طبقه‌بندی پایین (بین ۵ تا ۶۹ درصد) بود (۷). نتایج پژوهشی که به‌منظور استفاده از روش طبقه‌بندی حداکثر همانندی روی داده لندست ۷ و تهیه نقشه پوشش گیاهی در منطقه عسلویه و نایبند از استان بوشهر انجام یافت، نشان داد که ۸ کلاس موجود در محدوده مورد مطالعه شاخص کاپای ۷۰/۵۴ داشت (۸). پژوهشگری طی مطالعه‌ای به این نتیجه رسید که تعدادی روش جهت طبقه‌بندی کاربری اراضی ساحلی با پوشش زمین با استفاده از تصاویر سنجش از دور موجود است و روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال بهترین روش است (۹). پژوهشی که به‌منظور ارزیابی قابلیت داده‌های ماهواره‌ای TM جهت تهیه نقشه طبقات پوششی بخشی از ارتفاعات حوزه نکا-ظالم رود انجام یافت، مشخص کرد که طبقه‌بندی تصویر با

الگوریتم حداکثر احتمال و با استفاده از دو مجموعه داده اصلی و ترکیبی انجام گرفت که حداکثر صحت کلی را با میزان ٪ ۶۷ و شاخص کاپا ۰/۴۳ را در مجموعه داده اصلی حاصل نمود. با توجه به نتایج معیارهای بیان صحت طبقه‌بندی، داده‌های اصلی سنجنده جهت نمایش طبقات پوشش سه‌گانه برمبنای فرم رویشی و در منطقه مورد مطالعه دارای قابلیت متوسط ارزیابی گردید (۱۰). نتایج پژوهشی حاکی از آن بود که طبقه‌بندی حداکثر احتمال با مقدار صحت کلی ۹۱٪ و ضریب کاپای ۸۷٪ نتایج بهتری از دو طبقه‌بندی دیگر دارد و تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ قابلیت تهیه نقشه کاربری اراضی عمده در مناطق کوهستانی را دارا می‌باشد (۱۱). در تهیه نقشه جنگل‌های طبیعی استان زنجان با استفاده از داده‌های سنجنده ETM^+ به این نتیجه رسید که پدیده‌های یک‌پارچه و همگن مانند مناطق کشاورزی، مراتع و جنگل‌های طبیعی با تراکم زیاد با استفاده از داده‌های سنجش از دور با قدرت تفکیک مکانی متوسط ETM^+ قابل تفکیک بوده و تهیه نقشه آن‌ها با دقت قابل قبول امکان‌پذیر است (۱۲). در پژوهشی با استفاده از روش‌های سنجش از دور اقدام به تهیه نقشه کاربری اراضی شهر خولنا در بنگلادش نمودند و جهت انجام این کار تصاویر ماهواره‌ای TM لندست را پردازش نموده و با اعمال انواع الگوریتم‌های طبقه‌بندی نقشه کاربری اراضی این منطقه را تهیه کردند (۱۳). محققین با استفاده از ماهواره TM نقشه کاربری اراضی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ را برای منطقه سگویای اسپانیا تهیه کردند دقت کلی این نقشه با کنترل زمینی دقیق حدود ۸۸/۷ درصد برآورد گردید (۱۴). در مطالعه‌ای با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای ETM^+ تغییرات کاربری اراضی ناحیه ترابزون را مورد بررسی قرار داده و پس از استخراج نقشه کاربری اراضی در محدوده مورد مطالعه با در نظر گرفتن رشد شهری اقدام به گزینش بهترین مسیر برای توسعه آتی شهر نمودند (۱۵). محققین تغییرات کاربری اراضی را در کشور هلند برای یک دوره ۱۰ ساله با استفاده از داده‌های ماهواره لندست استخراج کردند و دقت کلی به‌دست آمده در این نقشه ۷۵/۹ درصد گزارش شد (۱۶). نقشه کاربری اراضی شهر میبد و مناطق اطراف را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به دو روش بصری و رقومی تهیه شد (۱۷). در پژوهشی برای تهیه نقشه پوشش زمین با استفاده از سنجش از راه دور، از شاخص‌های مختلفی استفاده نمودند که شاخص NDVI به‌عنوان بهترین شاخص از لحاظ همبستگی با پوشش گیاهی شناخته شد (۱۸). محققین ارزیابی قابلیت تصاویر ماهواره‌ای ETM^+ در تهیه نقشه پوشش اراضی را مورد بررسی قرار داده و به اهمیت ادغام داده‌ها اشاره کرده و اظهار داشتند باندهای مادون قرمز نزدیک و میانی از اهمیت زیادی در تهیه نقشه جنگل برخوردار می‌باشند (۱۹). در پژوهشی نتایج حاکی از آن بود که خاک زمینه نیز در بروز چنین رفتارهایی مؤثر است، به‌طوری‌که در منطقه جازموریان و در شرایطی که پوشش گیاهی کم‌تر از ۱۵٪ بوده است، مقدار NDVI برای تمام نقاط نقشه عدد ثابتی بوده است. وقتی پوشش گیاهی ضعیف است، خاک زمینه غالب می‌شود و مانع از انعکاس پوشش گیاهی در تصویر می شود و در نتیجه NDVI کم می‌شود و تمام منطقه دارای مقادیر NDVI مشابهی می-گردد و استفاده از شاخص NDVI در مناطق خشک را توصیه نمی‌شود (۲۰). محققین معتقدند اگر چه مطالعه پوشش گیاهی از طریق سنجش از دور در محل‌هایی که تاج پوشش کم‌تر از ۴۰٪ است به خاطر غلبه انعکاسی خاک و صخره‌ها مشکل است اما استفاده از شاخص‌های گیاهی و روش های مناسب، این امکان را می‌دهد تا این‌که بتوان به وضعیت پوشش گیاهی این مناطق پی‌برد. آن‌ها با استفاده از سه شاخص گیاهی در منطقه-ای از کالیفرنیا اقدام به تفکیک پوشش گیاهی از سایر موارد نموده‌اند (۲۱). محققی با استفاده از داده‌های رقومی لندست TM طبقات اراضی را با استفاده از شاخص پوشش گیاهی NDVI تفکیک نمود. طبقات اراضی تفکیک شده شامل اراضی زراعی آبی و دیم، مرتع خوب و ضعیف، اراضی بدون پوشش، باغ و مناطق شهری بودند که با دقت ۹۵٪ تفکیک شدند. نتایج حاصل از بررسی شاخص‌ها و نقشه و پوشش گیاهی به روش زمینی بیان‌گر این است که مراتع فقیر با شاخص NDVI با دقت مناسبی تشخیص داده می‌شوند و می‌توان آن‌ها را تفکیک نمود (۲۲).

در مطالعه‌ای دیگر نقشه کاربری اراضی منطقه روزه چای ارومیه را با استفاده از تصاویر ETM و شاخص پوشش گیاهی NDVI و طبقه‌بندی نظارت شده تهیه شد. کاربری‌های تفکیک شده شامل ۳ طبقه مراتع (خوب، متوسط، فقیر) بیرون‌زدگی سنگی و اراضی کشاورزی بود و دقت طبقه‌بندی معادل ۷۷/۷۸ درصد گزارش شد (۲۳). مطالعه حاضر به‌منظور بررسی نقش تصاویر ماهواره‌ای در مطالعه و تفکیک انواع مختلف پوشش زمین و تعیین کاربری‌های مختلف انجام یافت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در حد فاصل″۱۰ ′۳۸ °۳۳ تا ″۱۳ ′۵۶ °۳۳ عرض شمالی و ″۲۰ ′۰۴ °۴۹ تا ″۵۹ ′۲۱ °۴۹ طول شرقی، در قسمت جنوب غربی استان مرکزی واقع شده است و یکی از سر شاخه‌های حوزه آبخیز سد دز و نام رودخانه اصلی آن هندودر می‌باشد. دارای مساحت ۴۴۳۹۶ هکتار، بلندترین نقطه ارتفاعی منطقه کوه قرقدر با ارتفاع ۲۹۶۶ متر از سطح دریا و پست‌ترین نقطه دارای ارتفاع ۱۸۱۸ متر از سطح دریا می‌باشد و دارای بارندگی در حدود ۵۰۰ میلی‌متر می‌باشد.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

Figure1- Location of the studied area

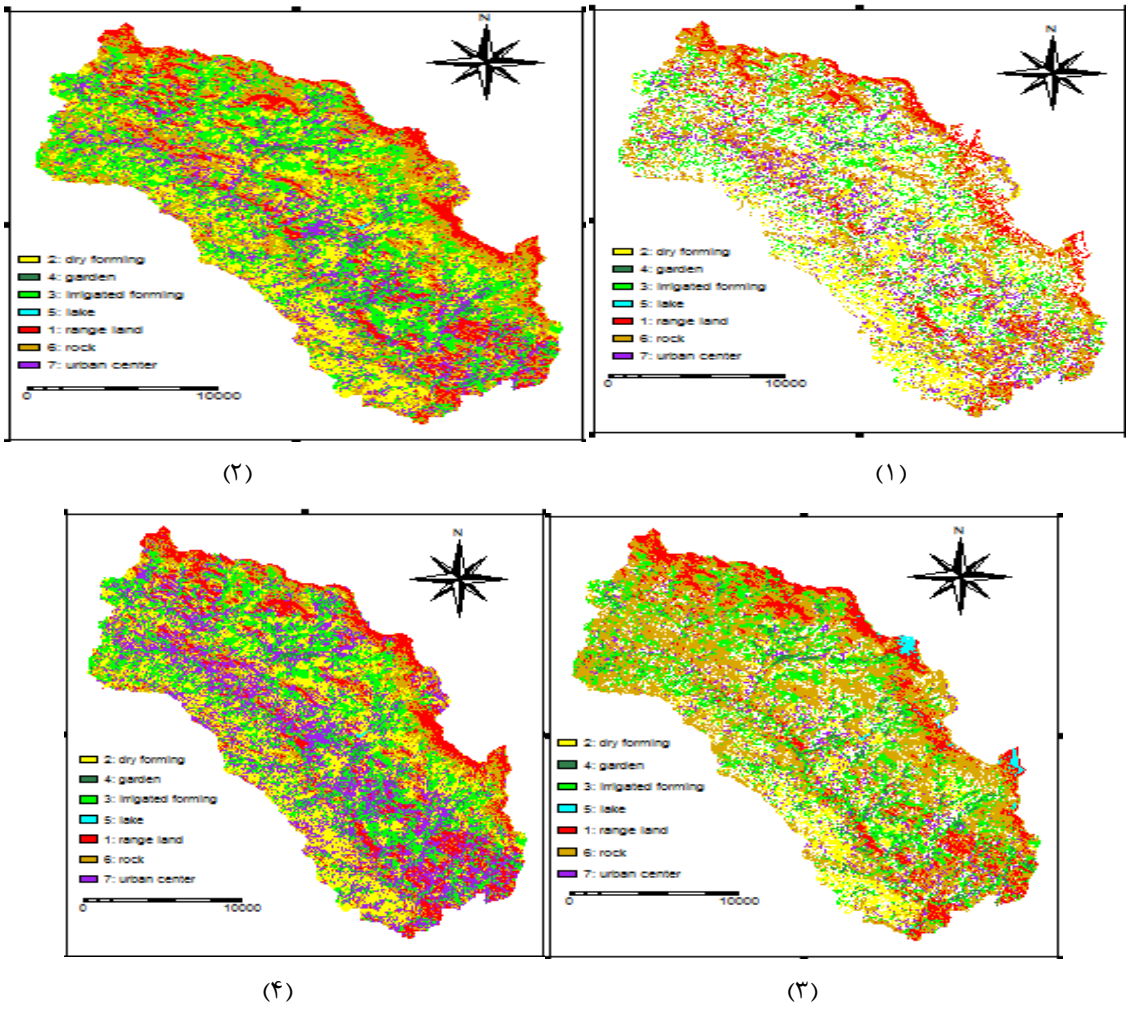
روش تحقیق

پس از تصحیحات هندسی و رادیومتری اقدام به تهیه نقشه نهایی شد. از روش طبقه‌بندی نظارت شده استفاده شد این روش بر اطلاعات زمینی و دانش قبلی مفسر از منطقه استوار است و بسیار قابل کنترل‌تر از روش طبقه‌بندی نظارت نشده می‌باشد. انتخاب نوع و تعداد کلاس‌ها با توجه به بازدیدهای صحرایی، محدوده طرح به هفت طبقه مرتع، زراعت آبی، زراعت دیم، باغات، مناطق مسکونی، صخره و دریاچه تقسیم شد. انتخاب نمونه‌های آموزشی نمونه‌های آموزشی مجموعه پیکسل‌هایی هستند که به‌عنوان نمونه‌ای معرف و یا با شباهت زیاد به هر طبقه انتخاب شده‌اند سپس طبقه‌بندی داده‌های رقومی و استخراج نقشه کاربری اراضی از ترکیب باندهای ۱،۴،۷ برای طبقه‌بندی نظارت شده با۴ الگوریتم استفاده شد. الگوریتم حداکثر احتمال که بسیار متداول می‌باشد پس از آزمون نرمال بودن داده‌ها در هر طبقه، میانگین داده‌ها را محاسبه می‌کند سپس پیکسل‌های طبقه‌بندی نشده را در طبقه‌ای قرار می‌دهد که با حداکثر احتمال به آن طبقه تعلق دارد. در نهایت ارزیابی صحت طبقه‌بندی: بعد از استخراج نقشه کاربری اراضی، اطمینان از صحت نقشه‌های به‌دست آمده امری

ضروری می‌باشد. از روش رایج که بر مبنای مقایسه نقشه استخراج شده از داده‌های ماهواره‌ای با اطلاعات واقعیت زمینی نظیر برداشت‌ها و بازدیدهای صحرایی و دانش مفسر استوار است استفاده شد. در این تحقیق از تصاویر ماهواره لندست ۷ با شماره گذر ۱۶۵ و ردیف ۳۷ استفاده گردید. آماده سازی و پردازش رقومی تصاویر ماهواره‌ای بررسی کیفیت داده‌ها به منظورکنترل کیفیت داده‌های مورد استفاده ضروری است. دوباره سازی تصاویر: تصاویر مورد استفاده مجموعه‌ای از باندهای دارای پیکسل ۲۸/۵*۲۸/۵ متر و باند پانکروماتیک با پیکسل‌های ۱۵*۱۵ متر است. استفاده از باند پانکروماتیک و تلفیق آن با سایر باندهای طیفی، کمک زیادی در پردازش و استخراج دقیق تر اطلاعات می‌نماید. به‌این منظور لازم بود کلیه باندهای طیفی پس از زمین مرجع شدن، در سیستم مختصات پانکروماتیک دوباره‌سازی شوند. دوباره‌سازی تصویر به سه روش نزدیک‌ترین همسایه، درون‌یابی دوتایی و پیچش مکعبی قابل انجام است. از روش اول برای دوباره سازی تصاویر به دلیل ایجاد کم‌ترین تغییرات در ارزش عددی باندها استفاده شد. بارزسازی طیفی تصاویر شامل فرایندهای ارتقاء کیفیت تصاویر به سطحی بالاتر و بهتر جهت استخراج الگوها و یا تفسیر تصاویر می‌باشد. به‌عبارت دیگر هدف از بارزسازی تصاویر، بهبود بخشیدن به تصویر به وسیله افزایش خصوصیات مهم طیفی و یا مکانی و از بین بردن ویژگی‌های غیر ضروری جهت تعبیر و تفسیر دیداری می‌باشد. بسط تباین به روش خطی عمل بهبود کنتراست در واقع قابلیت نمایش تصویر را در مقیاس خاکستری افزایش می‌دهد. تصاویر خام معمولاً خیلی تاریک یا خیلی روشن می‌باشند و توانایی تفکیک عوارض را به خوبی میسر نمی‌باشد. بارزسازی به روش توازن هیستوگرام در این روش توزیع مقادیر پیکسل‌ها بر اساس فراوانی آن‌ها می‌باشد. این روش اغلب برای افزایش کنتراست عوارض خاص که معمولاً فراوانی بیش‌تری دارند مؤثر می‌باشد. انتخاب بهترین ترکیب باندی شاخص مطلوبیت شاخص آماری است که بر اساس انحراف معیار و ضریب همبستگی بین باندها می‌باشد. در این تحقیق، ترکیب باندی ۱۴۷ براساس این شاخص به‌عنوان بهترین ترکیب باندی انتخاب گردیده است. تعیین طبقات نقشه کاربری اراضی در این تحقیق واحدهای زیر برای تهیه نقشه کاربری اراضی در نظر گرفته شد: ۱- مرتع ۲- دیم‌زار ۳- زراعت آبی ۴- باغات ۵- دریاچه ۶- صخره ۷- مناطق مسکونی.

نتایج

استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به‌عنوان یکی از منابع مهم مدیریت عرصه‌های منابع طبیعی می‌باشد استفاده و کاربرد این تصاویر در زمینه‌های مختلف می‌تواند قابلیت و محدودیت‌های این داده‌ها را مشخص کند (۲۴) جهت ارزیابی دقت و صحت نقشه-های طبقه‌بندی شده به روش‌های مختلف، با قطع دادن هر یک از نقشه‌های طبقه‌بندی شده با نقشه واقعیت زمینی و تشکیل ماتریس ابهام از دقت کلی و صحت متوسط استفاده گردید. با توجه به نقشه‌های تهیه شده طبقه‌بندی نظارت شده چند باند بهترین و بالاترین دقت مربوط به روش حداکثر احتمال با دقت کلی ۸۱/۲۵ درصد است. حسینی با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت شده دقت کلی و ضریب کاپا برای الگوریتم حداکثراحتمال را به ترتیب ٪ ۸۲/۵ و ۰/۶۲ گزارش کرده است. زاهدی فرد، با استفاده از روش طبقه بندی نظارت شده بالاترین دقت کلی و ضریب کاپا را الگوریتم حداکثر احتمال و به ترتیب معادل ۸۹/۱۵ و ۰/۸۷ درصد گزارش کرده است (۲۵). جهت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای جهت تهیه نقشه کاربری اراضی از روش حداکثر احتمال استفاده نمودند. با استفاده از روش حداکثر احتمال، دقت طبقه‌بندی را ۸۰ درصد گزارش نموده است (۲۶).



(۲) (۱)

(۴) (۳)

شکل۲- نقشه کاربری اراضی در الگوریتم طبقه‌بندی جعبه‌ای، حداکثر احتمال، حداقل فاصله تا میانگین، Minimum Mahalanobis Distancem

Figure 2- Land use map in the box classification (1), maximum probability (2), minimum distance to mean (3), (4) Minimum Mahalanobis Distancem

جدول۱- ارزیابی صحت نقشه کاربری اراضی روش حداکثر احتمال

Table 1- Assessment of the accuracy of the land use map of the maximum probability method

نقشه طبقه‌بندی شده / واقعیت زمینی	مرتع	دیم‌زار	زراعت آبی	باغ	دریاچه	صخره	مسکونی	صحت
مرتع	۱۹۸	۸	۰	۰	۰	۳۸	۸	٪۸۰
دیم‌زار	۰	۱۵۷	۰	۰	۰	۴	۳۴	٪۹۳
زراعت آبی	۰	۰	۱۲۰	۹	۰	۰	۱۲	٪۹۰
باغ	۰	۰	۱۱	۸۷	۰	۰	۱	٪۹۷
دریاچه	۱	۰	۰	۰	۲۵	۰	۱	٪۹۳
صخره	۱۹	۲	۰	۰	۰	۵۷	۳	٪۷۰
مسکونی	۴	۱۲	۰	۰	۰	۴	۹۷	٪۸۱
قابلیت اطمینان	٪۸۹	٪۸۸	٪۹۲	٪۹۱	٪۱۰۰	٪۵۵	٪۶۲	صحت کلی ۸۱/۲۵

بر اساس جدول ۱ صحت کلی نقشه استخراج شده ۸۱/۲۵ درصد و صحت طبقه‌بندی در طبقات مرتع، زراعت آبی، دیم، باغ، مناطق مسکونی، صخره، دریاچه به‌ترتیب ۸۰، ۹۳، ۹۰، ۹۷، ۹۳ و ۷۰، ۸۱ درصد محاسبه شد که کم‌ترین صحت مربوط به صخره و بالاترین دقت مربوط به باغ بود.

جدول۲- ارزیابی صحت نقشه کاربری اراضی روش حداقل فاصله

Table 2- Evaluation of the accuracy of the land use map of the minimum distance method

نقشه طبقه‌بندی شده / واقعیت زمینی	مرتع	دیم-زار	زراعت آبی	باغ	دریاچه	صخره	مسکونی	صحت
مرتع	۱۵۶	۰	۰	۰	۱۵	۵۰	۳	٪۷۰
دیم‌زار	۰	۱۰۵	۰	۰	۰	۹	۲۹	٪۷۳
زراعت آبی	۰	۰	۱۲۱	۱۰	۰	۱۰	۰	٪۸۶
باغ	۰	۰	۴	۸۹	۰	۰	۰	٪۹۶
دریاچه	۰	۰	۰	۰	۲۷	۰	۰	٪۱۰۰
صخره	۳۷	۰	۰	۰	۰	۳۵	۰	٪۴۹
مسکونی	۰	۱۳	۰	۰	۰	۱۴	۴۵	٪۶۳
قابلیت اطمینان	٪۸۱	٪۸۹	٪۹۷	٪۹۰	٪۶۴	٪۳۰	٪۵۸	صحت کلی ۷۴/۸۷

جدول۳- ارزیابی صحت نقشه کاربری اراضی روش جعبه‌ای

Table 3- Evaluation of the accuracy of the land use map of the box method

نقشه طبقه‌بندی شده / واقعیت زمینی	مرتع	دیم‌زار	زراعت آبی	باغ	دریاچه	صخره	مسکونی	صحت
مرتع	۱۴۹	۲	۰	۰	۰	۴۴	۷	٪۷۴
دیم‌زار	۱	۱۳۱	۰	۰	۰	۷	۴	٪۹۲
زراعت آبی	۰	۰	۱۰۵	۷	۰	۰	۰	٪۹۴
باغ	۰	۰	۰	۷۳	۰	۰	۰	٪۱۰۰
دریاچه	۰	۰	۱	۰	۲۵	۱	۰	٪۹۳
صخره	۹	۰	۰	۰	۰	۶۳	۶	٪۸۱
مسکونی	۰	۳۷	۰	۰	۰	۲	۷۶	٪۶۶
قابلیت اطمینان	٪۹۳	٪۷۷	٪۱۰۰	٪۹۱	٪۰	٪۵۴	٪۸۲	صحت کلی ۷۹/۱

بر اساس جدول ۲ صحت کلی نقشه استخراج شده ۷۴/۸۷ درصد می‌باشد که کم‌ترین صحت مربوط به صخره و بالاترین دقت مربوط به دریاچه می‌باشد. بر اساس جدول ۳ صحت کلی نقشه استخراج شده ۷۹/۱ درصد می‌باشد که کم‌ترین صحت مربوط به مرتع و بالاترین دقت مربوط به باغ می‌باشد. طبقه-بندی یکی از گسترده‌ترین روش‌های آنالیز تصاویر سنجش از دور می‌باشد. روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال یک روش اصلی و مهم جهت طبقه‌بندی پیسکل‌ها است (۲۷). تهیه نقشه کاربری از اطلاعات مهم برای اعمال مدیریت منابع‌طبیعی می-باشد طبقه‌بندی‌کننده حداکثر احتمال، الگوریتم مناسبی جهت طبقه‌بندی رقومی تصاویر ماهواره‌ای می‌باشد. این الگوریتم در نرم افزار، پارامترهای آماری نظیر میانگین، واریانس و همبستگی بین داده‌ها را محاسبه می‌کند. در مرحله بعد با فرض این که توزیع داده‌ها در هر کلاس نرمال است، مرکز این توزیع که همان میانگین داده‌ها است محاسبه می‌شود. سپس در یک شعاع جستجوی معین پیکسل طبقه‌بندی نشده را در آن کلاسی که با حداکثر احتمال به آن تعلق دارد طبقه‌بندی می‌کنند (۲۸). برتری این الگوریتم در طبقه‌بندی داده‌های ماهواره‌ای به خصوص در تهیه نقشه کاربری توسط (۱۹)، تأیید شده که بر مزیت این الگوریتم به سایر الگوریتم‌ها تأکید نموده-اند. نتایج تحقیق نشان دهنده کارایی مناسب داده‌های ماهواره-ای لندست ۷ برای تهیه نقشه کاربری اراضی جهت تسهیل در برنامه‌ریزی مدیریت منابع‌طبیعی از جمله طبقه‌بندی شایستگی آن می‌باشد. در این خصوص کنترل دقیق و استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی بر صحت نقشه تهیه شده می‌افزاید.

منابع

1. Farajzadeh, M., Fallah, M. 2008. Assessment of the effect of land use change and land cover on flood regime in Tajan River using remote sensing technique, Geographic Research, 64:89-108.
2. Yan, G. 2003. Pixel based and object oriented image for coal fire research. on line: http://www.ITC.com accessed in July 2008, pp 3-99.
3. Rezaei Moghadam, M., Andrani, S., Valizadeh, Kh., Almaspour, F. 2016. Determine the best land-use and land-use extraction algorithm and discovery of changes from Landsat satellite imagery (case study: Maraghe Soufi-chai basin), Geographic space, 16,55:85-65.
4. Riahi Bakhtiari, H. 2000. Determining the most suitable method for mapping natural resources by using satellite data in the Argan Dasht region, Master's degree in forestry, Faculty of Natural Resources, Tehran University.
5. Rafiei, R., Salman Mahini, A., Khorasani, N. 2011. Determination of land use change by three-fold after-class method LandSat Satellite Images, Remote Sensing Applications in Natural Resources Science, 2(3):53-63
6. Zahedi Fard, N. 2002. Preparation of land use map using satellite data in Bazoft watershed, Master's thesis of Soil Science, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology.
7. Stenback, J., Congalton, R. 2001, Using Tematic mapper Imagery to Eximine Forest Understory. PE and Rs Photogrametric Engineering and Remote sensing, 56: 1258-1290.
8. Rashidi, c. 2001. Preparation of vegetation map using Landsat 7 satellite data system GIS geographic information system in Kangan region, Master's thesis, Faculty of Natural Resources, Guilan University.
9. Jensen, J. 2005. Introductory digital image processing: A remote sensing perspective (3rd ed.), Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 526 pages.

10. Latifi, H., Oladi, J., S Sarouei, S., Jalilvand, H. 2007. Evaluation of ETM^+ satellite data capability for mapping of forest cover areas-shrub-rangeland landscapes (Case study of Neka-Zalam Rud-Mazandaran area), Agricultural Science and Technology, 11(40):439-447.
11. Feyzi Zadeh, B., Azizi, H. 2007. Extraction of land use in Malekan city using satellite images ETM Landsat 7, Amayesh, No 3.
12. Shetayi, Sh. Abdi, A. 2008. Preparation of Land Use Map in Zagros Mountains Using ETM^+ Sensor Data in Area: Sorkhab Branch of Khoramabad, Lorestan, Agricultural Sciences and Natural Resources, 14(1).
13. Billah, Masum and Rahman, anisur gazi, 2002. Land cover Mapping of Khulna city Applying Remote sensing Technique, proc, 12 conf.on Geoinformation Reasearch, Bridging the Pocific and Atlantic, University of Gavel, Swen,7-92004.
14. Tapiador, F.J., Casanova, J.L. 2003. Land use mapping methodology using remote sensing for the regional planning directives in Segovia, Spain. Landscape and Urban Planning Jurnal, Volume 62, Number2, 10 January 2003, pp.103-115.
15. Reis, S., Nisaic, R., Yalcin, A., Halilibrahim, I., Yomralioglu, T. 2003. Monitoring Landuse Changes by GIS and Remote sesing Techniques: A case study of Trabzone. 2 FIG Regional Conference Marrakech, December 2-5, Morocco.
16. De Wit, A.j.W. 2003. Land use mapping and monitoring in the Netherlands using remote sensing data, Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2003, IGARS apos, 03. Proceeding. IEEE Internatioanal Volume 4, Issue, 21-25 July 2003 Page: 2614-2616.
17. Hosseini, S.Z., Malekian, A. Tazeh. M. 2005. Landuse mapphng of Maybod area using IRS-Pan images, International Congress on Information Technology in Agriculture, Food and Environment, Turkey.
18. Mokhtari, A.Feiznia, S., Ahmadi, H., Rahnema, F. 2000. Application of remote sensing in the preparation of land use information layers and land cover in the soil erosion model, Research and Development, 13(46):144.
19. Hosseini, S. 2002. Landsat ETM Satellite Data Capability for Land Use Mapping (Case Study: Mazandaran Province - Chamestan) Master's Degree in Commodity Management, Faculty of Natural Resources, University of Tehran.
20. Khajeeddin, A. 1998. Use of Landsat MMS satellite data in studying plant communities and determining lands of Jasmourian region, Proceedings of the 2nd National Conference on Desertification, Different Methods of Desertification, First Edition, Forestry and Rangeland Research in the Country, 175: 48-41
21. Smith, M. O., Ustin, S. L., Adams, J., B. Gillespie, A. R. 2005. Vegetation in Deserts: I. Regional Measure of Abundance from Multispectral Images. Remot sensing of Environment, 31:1-26.
22. Fillehkesh, A. 2000. Investigating the Possibility of Using Landsat TM Satellite Data for Vegetation Mapping

and Comparing it with Ground Techniques in Sabzevar Region, Master's Thesis, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, pp 98.

23. Bani Neameh, J. 2003. Land evaluation for Land Use Planning with especial attention to sustainable fodder production in the Rouzeh Chai catchment of Orumiyeh area- iran. Msc. Thsis, ITC, Enschede, The Netherlands.
24. Arkhi, S., Adibnejad, M. 2011. Evaluation of the Efficiency of Support Vector Machine Algorithms for Land Use Classification Using ETM Landsat Satellite Data (Case Study: Ilam dam Dam), Iran Rangeland and Desert Research, 18(3):420-440.
25. Melisa, A. M., Jordan, J.D. 2003. Spatialy distributed Watershed mapping and modeling, Thermal maps and vegetation Indices to enhance land cover and surface microclimate mapping;Part I.Journal of spatial hydrology, 3(2):325-33.
26. Demorate, F. 1998. Land cover mapping estimated in Rendonia, Brazil. Int.J. Remote sensing, vol 18, No.6.
27. Liu, Q., Takamura, T., Takeuchi, N. Shao, G. 2011. Mapping of boreal vegetation of a temperate mountain in chaina by multitemporal Landsat TM imagery. Int, J, of remote sensing, 23(17):3385-3405.
28. Lillesand, T, Ralph, M, Kieffer W. and Chipman, Jonathan W, 2004, Remote sensing and image Interpretation. 5th Edition, New York: John Wiley & Sons, 763p.