

## بررسی تغییرات پوشش اراضی در یک دوره ۴۶ ساله در منطقه کیاسر ساری

رمضان راعی<sup>۱</sup>، زینب جعفریان<sup>۲\*</sup> و جمشید قربانی<sup>۳</sup>

۱- کارشناسی ارشد، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری ساری، مازندران، ایران

۲\* - نویسنده مسئول، دانشیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران، ایران، پست الکترونیک: jafarian79@yahoo.com

۳- دانشیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۵/۰۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۱۹

### چکیده

تغییرات پوشش اراضی به عنوان یکی از عوامل مهم و مؤثر بر تغییرات منابع طبیعی و محیط زیست به حساب می‌آیند. بنابراین درک و پیش‌بینی علل، فرآیندها و نتایج این تغییرات به یک چالش عمده در زمین تبدیل شده است. امروزه با فناوری سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، می‌توان در جهت شناسایی و کشف این تغییرات و اثرات آن استفاده کرد. هدف این مطالعه، بررسی تغییر کاربری و پوشش منطقه کیاسر در دوره ۴۶ ساله (از ۱۳۴۵ تا ۱۳۹۱) با استفاده از این فناوری است. برای این منظور نقشه کاربری اراضی در ۱۳۴۵ به کمک نقشه‌های توپوگرافی، در ۱۳۶۶ به کمک تصاویر سنجنده TM و در ۱۳۹۱ به کمک تصاویر سنجنده LISS III تهیه شد. ابتدا پردازش‌های لازم همچون تصحیح هندسی، اتمسفریک و ایجاد شاخص‌های طیفی و نسبت-گیری بر روی باندهای هر دو سنجنده انجام شد. پس از تعیین کاربری‌های فعلی منطقه، از هر کاربری، نمونه‌ای تعلیمی تهیه و تفکیک-پذیری آنها با شاخص‌های واگرایی انجام شد. برای انجام طبقه‌بندی از الگوریتم‌های حداکثر احتمال، حداقل فاصله، متوازی‌السطوح و برای بررسی تغییرات نیز از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی استفاده شد. یافته‌ها نشان داد در عرض ۴۶ سال سطح مناطق جنگلی از ۹۸/۱۶ به ۱۸/۳۹ کیلومتر مربع رسیده و به عبارتی ۴۳/۱۷ درصد کاهش داشته است. این اراضی به مناطق فاقد پوشش، اراضی کشاورزی، دیمزارهای رها شده و مرتع تبدیل شده‌اند و در این بازه زمانی سطح آنها به ترتیب ۱۴/۱۵، ۱۳/۶۱، ۱۰/۰۵ و ۵/۳۷ درصد افزایش یافته‌اند. در مجموع نتایج نشان داد RS دارای قابلیت بالایی در تعیین تغییرات پوشش اراضی است.

واژه‌های کلیدی: کاربری اراضی، جنگل، طبقه‌بندی، سنجنده LISS III، کیاسر

### مقدمه

ارزیابی‌های جهانی و منطقه‌ای از پوشش اراضی، تغییرات و وضعیت کاربری آنها برای مطالعات تغییرات محیط زیستی و اقلیمی اهمیت دارند. اهمیت شناسایی، تعیین محدوده و پایش این تغییرات از طریق سنجش از دور و داده‌های جغرافیایی، به طور گسترده در مطالعات تغییرات

محیط زیستی و جهانی نمایان شده است (Lu et al., 2004). تغییرات پوشش زمین به عنوان یکی از عوامل مهم و مؤثر، بر تغییرات محیط زیست جهانی می‌باشد. تغییرات پوشش اراضی بر طیف گسترده‌ای از ویژگی‌های محیط زیست و منابع طبیعی مانند کیفیت آب، منابع زمینی و هوایی، فرآیندها و توابع اکوسیستم و سیستم‌های آب و

کاربردی یافته یا در معرض تغییر، استفاده از تکنیک‌هایی که در تعیین چنین مناطقی کارآمد باشد، ضروری است. در این بین تصاویر ماهواره‌ای به طور وسیعی برای فرآیندهای طبقه‌بندی، به ویژه در تهیه نقشه‌های کاربری اراضی / پوشش و کشف شرایط پوشش زمین به کار گرفته شده‌اند (Cohen & Goward, 2004; PandeyLobo *et al.*, 2004). پژوهشگران مختلف نیز تحقیقاتی را در زمینه تعیین کاربری اراضی و بررسی تغییرات کاربری اراضی / پوشش اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای انجام داده‌اند و قابلیت بالای آنها را برای استخراج نقشه‌های کاربری اراضی و پوشش گزارش کرده‌اند (Jevadi *et al.*, 2011; Shafiee, 2005; Wu & Pirmavaghar, 2004; Esmailpour, 2005; Zhang, 2012; Lu *et al.*, 2004; Berberoglu & Akin, 2009; Dontree, 2003; Malinis *et al.*, 2011).

Mazaheri و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای به بررسی تغییرات کاربری اراضی در منطقه جیرفت در بازه‌ی زمانی (۱۹۸۷-۲۰۱۰) با استفاده از تکنیک سنجش از دور تصاویر ماهواره‌ای لندست (TM و ETM+) پرداختند. تجزیه و تحلیل تغییرات زمانی تصاویر نشان داد که طی ۲۳ سال در منطقه مورد مطالعه مناطق مسکونی ۷/۹ درصد و مناطق زراعی ۴۲/۱۰ درصد افزایش یافتند و از سویی دیگر مناطق باغی و زراعی هر کدام به ترتیب ۱۷/۹۳ و ۳۲/۷ درصد کاهش یافتند. Soltanian و همکاران (۲۰۱۴) با مطالعه‌ای در استان لرستان، روند تغییرات کاربری اراضی منطقه حفاظت شده اشترانکوه را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای بررسی نمودند. تصاویر مورد استفاده مربوط به ماهواره‌ای TM سال 1989 و ETM+ سال 2005 بود. به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که در طول این دوره ۷۷/۳۴ درصد از منطقه بدون تغییر باقی مانده و ۲۹۰۲/۶۷ هکتار از جنگل‌ها تخریب شده و به مرتع، اراضی کشاورزی و اراضی لخت و بدون پوشش تبدیل شده است. همچنین سطح اراضی کشاورزی، مراتع و اراضی با پوشش‌های ضعیف نسبت سطح اولیه توسعه یافته است.

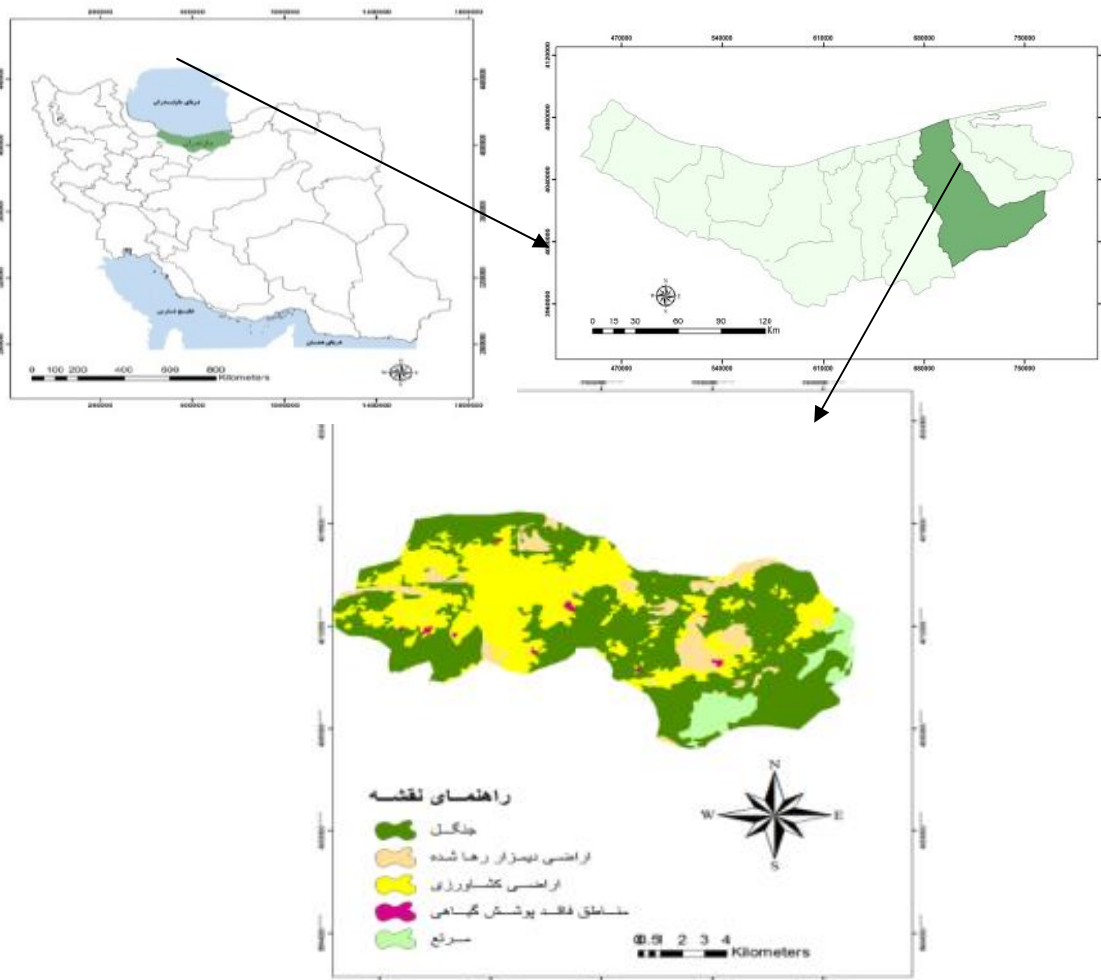
هوایی تأثیرگذار است (Sundarakumar *et al.*, 2012) کاربری اراضی می‌تواند اطلاعات پایه‌ای را برای اهداف مختلف از جمله مدیریت مرتع و جنگل، تغییر اقلیم، تنوع زیستی فراهم کند (Billah & Rahman, 2004). همچنین شیوه‌های مدیریت کاربری اراضی بیشترین تاثیر را بر روی منابع طبیعی از جمله پوشش گیاهی، آب، مواد غذایی و خاک دارند. بنابراین می‌توان از اطلاعات در مورد کاربری اراضی و تغییرات در حل مشکلات مدیریتی منابع طبیعی استفاده نمود (Berberoglu & Akin, 2009). یکی از پیش شرط‌های اساسی برای استفاده بهتر از زمین، استخراج اطلاعات مربوط به الگوهای کاربری اراضی و آگاهی از تغییرات آن‌ها در طول زمان است. آگاهی از نسبت و توزیع نواحی کشاورزی، مسکونی، اراضی شهری و به موازات آن، تغییرات آن‌ها در طول زمان، برای برنامه‌ریزی و قانون‌گذاری به منظور استفاده بهتر از زمین، شناسایی نواحی و نقاط تحت فشار محیطی و ارزیابی توسعه ناحیه‌ای اهمیت بسیار زیادی دارد و برای اهداف مدیریتی و برنامه‌ریزی از ضروریات است (Fizeizadeh *et al.*, 2008) در حالیکه برخی تغییرات در پوشش اراضی مثل تغییرات طولانی مدت به دلیل عوامل طبیعی اتفاق می‌افتند، فعالیت بشری نیز به طور فزاینده‌ای در تغییر پوشش اراضی و کاربری اراضی در سرتاسر جهان نقش مهمی را ایفاء می‌کند. هدف تغییر کاربری در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه متفاوت می‌باشد. در کشورهای توسعه‌یافته این تغییرات بر مبنای اهداف اقتصادی چون توسعه کشاورزی با در نظر گرفتن حفظ تنوع زیستی و کیفیت محیطی برای نسل‌های آینده می‌باشد، در حالی که در کشورهای در حال توسعه رشد سریع جمعیت، فقر و شرایط نامساعد اقتصادی دلایل عمده تغییر کاربری اراضی می‌باشند (Ningal *et al.*, 2007). با تبدیل اراضی و استفاده بی‌رویه، این اراضی بعد از مدتی بازدهی خود را از دست می‌دهند که نتایج مستقیم و غیرمستقیم آن، تبدیل اراضی طبیعی به اراضی تخریب شده- ای است که انسان مجبور به رهاسازی آن می‌شود (Romermann 2005). با توجه به اهمیت تعیین مناطق تغییر

۱۴' ۳۶° عرض شمالی قرار دارد. در سیستم مختصات UTM در زون ۳۹ واقع شده است (شکل ۱). حداکثر و حداقل ارتفاع از سطح دریا به ترتیب ۱۸۱۰ و ۱۴۰۰ متر و شیب قسمت اعظم منطقه بین ۳۰-۶۰ درصد است. بارندگی سالانه منطقه ۴۴۰ میلی‌متر و اقلیم بر اساس ضریب آمپرژ نیمه‌خشک و سرد می‌باشد. کاربری‌های شاخص در منطقه مورد مطالعه شامل جنگل، اراضی دیمزار کم‌بازده، اراضی کشاورزی، اراضی فاقد پوشش (مناطق مسکونی و جاده‌ها و...) هستند. پوشش گیاهی محدوده کیاسر جنگلی بوده که در مناطق کم‌شیب و دشتی اطراف شهر کیاسر اراضی زراعی و باغی و شهرک صنعتی کیاسر و در ارتفاعات مراتع و در مناطق شیب‌دار و اطراف روستاها اراضی دیمزار رها شده واقع شده است.

با توجه به اهمیت شناخت مناطق تغییر کاربری، در این مطالعه سعی شده تا به استخراج تغییرات کاربری اراضی/پوشش اراضی در یک دوره ۴۵ ساله، در نقاط شمالی کشور که با این پدیده به طور فزاینده مواجه هستند، پرداخته شود و برای این منظور از تصاویر IRS سنجنده LISS III استفاده شد.

### مواد و روش‌ها منطقه مورد مطالعه

منطقه مطالعه شده در استان مازندران در ۶۰ کیلومتر ساری واقع شده است. از نظر مختصات جغرافیایی در محدوده ۳۰" ۲۳' ۵۲° تا ۴۵" ۳۱' ۵۲° طول شرقی و ۳۶° ۱۲' ۵" تا ۴۶"



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان مازندران و کشور

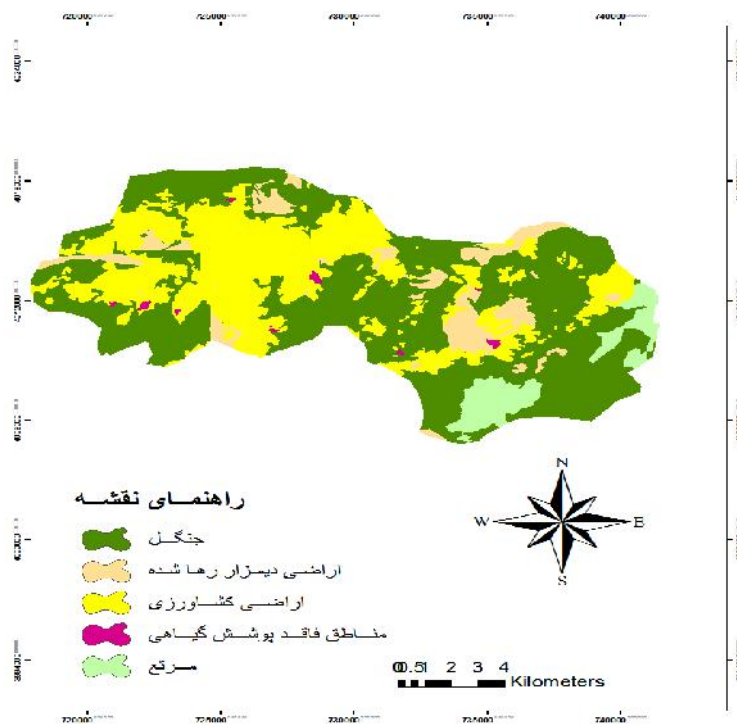
## روش تحقیق

در این پژوهش نقشه پوشش اراضی پوشش اراضی برای هر سه مقطع زمانی ۱۳۴۵، ۱۳۶۶ و ۱۳۹۱ تهیه و سپس با روش مقایسه پس از طبقه‌بندی با هم مقایسه شدند.

## تهیه نقشه تغییرات سال ۱۳۴۵

به دلیل فقدان تصاویر ماهواره‌ای در سال ۱۳۴۵ از نقشه‌های توپوگرافی سال ۱۳۴۵ استفاده و برای نقشه واقعیت زمینی از پوشش اراضی که با رنگ در راهنما مشخص شده‌اند، استفاده شد. پس از تهیه و اسکن نقشه‌ها،

با استفاده از بسته نرم‌افزار Arc GIS 10.1 اقدام به رقومی سازی نقشه‌ها شده و سپس کاربری‌های مختلف مشخص شد. در این نقشه‌ها هر یک از کاربری‌ها دارای علائمی به شرح (جنگل به رنگ سبز، مراتع به رنگ سفید، اراضی کشاورزی به رنگ زرد، مناطق فاقد پوشش گیاهی (روستاها و مناطق مسکونی و ..... ) به رنگ قرمز، اراضی دیمزار رها شده با رنگ سفید (در اطراف روستاها و اراضی شیب‌دار و بدون سامان عرفی) هستند. بدین ترتیب ۵ نوع کاربری با توجه به عوارض و خصوصیات آن، تعیین و کدگذاری شدند (شکل ۲).



شکل ۲- نقشه پوشش اراضی منطقه مورد مطالعه در سال ۱۳۴۵

## تهیه نقشه تغییرات سال ۱۳۴۵ و ۱۳۹۱

برای تهیه نقشه کاربری سال ۱۳۶۶ از داده‌های سنجنده TM ماهواره لندست مربوط به تاریخ ۱۴ ژوئن ۱۹۸۷ مطابق مطابق ۲۴ خرداد ۱۳۶۶ و برای تهیه نقشه کاربری سال ۱۳۹۱ از تصویر IRS سنجنده LISS III مربوط به

تاریخ ۱۲ آوریل ۲۰۱۲ مطابق ۲۴ فروردین ۱۳۹۱ استفاده گردید. روند کار طبق مراحل زیر بود:

بررسی کیفیت رادیومتری و هندسی داده‌ها

تصحیح هندسی با روش غیرپارامتری چندجمله‌ای با

استفاده از نرم افزار ENVI نسخه ۴/۵ از روش تفریق ارزش عددی پیکسل تیره تصحیحات اتمسفری انجام شد.

#### پردازش تصاویر ماهواره‌ای

برای تفکیک پذیری بهتر کلاس‌های کاربری و به منظور آشکارسازی بهتر پوشش گیاهی جهت استفاده در فرآیند طبقه‌بندی، باندهای مصنوعی متعدد با انجام تبدیل‌های طیفی مختلف بر روی باندهای اصلی از جمله تجزیه مؤلفه اصلی، شاخص‌های گیاهی مانند NDVI، CTVI، NRVI، TTVI، TVI، Ratio، RVI از طریق عمل نسبت‌گیری باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک ایجاد شدند و در فرآیند انتخاب بهترین باندها جهت طبقه‌بندی، تجزیه و تحلیل شدند (جدول ۱).

استفاده از نقاط کنترل زمینی که با پراکنش مناسب از سطح منطقه مورد مطالعه جمع‌آوری شده بود و در محیط نرم‌افزار PCI Gomatica انجام شد. هر دو تصویر با تعداد ۳۵ نقطه کنترل زمینی و پس از بکارگیری روش غیر پارامتری چند جمله‌ای و حذف نقاط نامناسب به تعداد ۷ نقطه در نهایت با ۲۸ نقطه تصحیح هندسی شدند. برای اطمینان از صحت سنجی با RMSe برابر با ۰/۳۸ پیکسل از نقاط کنترل زمینی استفاده گردید، همچنین برای اطمینان از صحت تصحیح هندسی از لایه وکتوری جاده‌ها استخراج شده از نقشه 2D و برداشت شده با سیستم موقعیت‌یاب جهانی استفاده شد. با قرار دادن این لایه وکتوری و منطبق کردن آن با جاده‌های موجود در تصویر از صحت تصحیح هندسی تصویرها اطمینان حاصل شد. برای تصحیح اتمسفری با

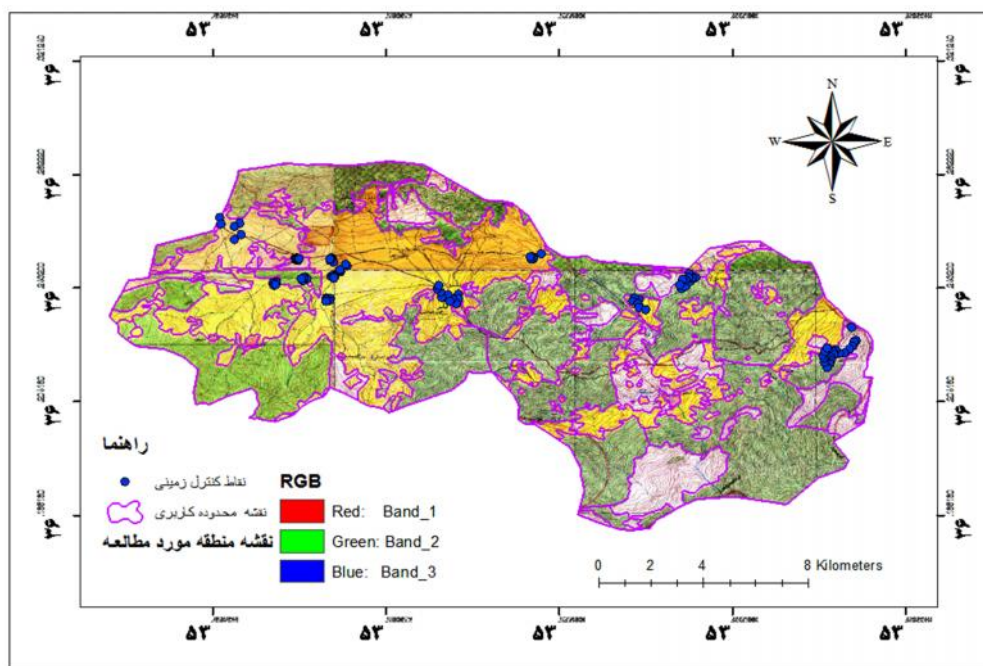
جدول ۱- شاخص‌های گیاهی (Shataee & Abdi., 2007)

نام شاخص	فرمول شاخص
اشبورن	$AVI = NIR - R$
شاخص نسبت گیری	$Ratio = \frac{NIR}{RED}$
شاخص گیاهی نسبت ساده	$RVI = \frac{RED}{NIR}$
شاخص گیاهی نسبت نرمال شده	$NRVI = \frac{RVI - 1}{RVI + 1}$
شاخص گیاهی تبدیل شده	$\sqrt{RVI} = \frac{RVI - 1}{RED}$
شاخص گیاهی تبدیلی تصحیح شده	$TVI = \sqrt{\left(\frac{NIR - R}{NIR + R} \cdot \frac{RED}{RED}\right) + 0/5}$
شاخص گیاهی تبدیلی تصحیح شده	$CTVI = \frac{NDVI + 0/5}{ABS(NDVI + 0/5)} \times \frac{NDVI + 0/5}{\sqrt{ABS(NDVI + 0/5)}}$
شاخص گیاهی تبدیل شده تیام	$TTVI = \frac{0/5}{\sqrt{ABS(NDVI + 0/5)}}$

شد. سپس نقشه واقعیت زمینی برای کنترل صحت طبقه‌بندی تهیه شد. برای سال ۱۳۶۶ و ۱۳۹۱ با استفاده از ترکیب باندی و عملیات زمینی پس از اطمینان از پوشش اراضی نقشه واقعیت زمینی تهیه گردید. در مرحله بعد بهترین مجموعه باندی برای طبقه‌بندی با استفاده از شاخص OIF انتخاب شد. این مجموعه ترکیب باندی شامل باندهای ۱، ۲، ۳، ۴ و باند حاصل از تجزیه مؤلفه اصلی هستند.

#### تهیه نقشه واقعیت زمینی و نمونه تعلیمی

در این مطالعه برای تهیه نمونه تعلیمی پس از عملیات میدانی از منطقه با استفاده از GPS تعداد ۹۶ نمونه‌ی تعلیمی تهیه شد (شکل ۳). همچنین در مناطقی که به دلیل صعب‌العبور بودن اجازه برداشت نمونه تعلیمی با استفاده از عملیات میدانی وجود نداشت از تصاویر موجود در نرم افزار Google Earth، برای برداشت نمونه‌های تعلیمی استفاده



شکل ۳- نقشه پراکنش نقاط کنترل زمینی منطقه مورد مطالعه

### نتایج

برای انتخاب مناسب‌ترین باندها در طبقه‌بندی با استفاده از شاخص OIF، برای سنجنده TM باندهای greenness، Brithness، تسلدکپ، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۷ و برای سنجنده LISS III باندهای تجزیه مؤلفه اصلی (PCA)، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۶، ۲۷، ۲۸، ۲۹، ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۳، ۳۴، ۳۵، ۳۶، ۳۷، ۳۸، ۳۹، ۴۰، ۴۱، ۴۲، ۴۳، ۴۴، ۴۵، ۴۶، ۴۷، ۴۸، ۴۹، ۵۰، ۵۱، ۵۲، ۵۳، ۵۴، ۵۵، ۵۶، ۵۷، ۵۸، ۵۹، ۶۰، ۶۱، ۶۲، ۶۳، ۶۴، ۶۵، ۶۶، ۶۷، ۶۸، ۶۹، ۷۰، ۷۱، ۷۲، ۷۳، ۷۴، ۷۵، ۷۶، ۷۷، ۷۸، ۷۹، ۸۰، ۸۱، ۸۲، ۸۳، ۸۴، ۸۵، ۸۶، ۸۷، ۸۸، ۸۹، ۹۰، ۹۱، ۹۲، ۹۳، ۹۴، ۹۵، ۹۶، ۹۷، ۹۸، ۹۹، ۱۰۰، ۱۰۱، ۱۰۲، ۱۰۳، ۱۰۴، ۱۰۵، ۱۰۶، ۱۰۷، ۱۰۸، ۱۰۹، ۱۱۰، ۱۱۱، ۱۱۲، ۱۱۳، ۱۱۴، ۱۱۵، ۱۱۶، ۱۱۷، ۱۱۸، ۱۱۹، ۱۲۰، ۱۲۱، ۱۲۲، ۱۲۳، ۱۲۴، ۱۲۵، ۱۲۶، ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۲۹، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۲، ۱۳۳، ۱۳۴، ۱۳۵، ۱۳۶، ۱۳۷، ۱۳۸، ۱۳۹، ۱۴۰، ۱۴۱، ۱۴۲، ۱۴۳، ۱۴۴، ۱۴۵، ۱۴۶، ۱۴۷، ۱۴۸، ۱۴۹، ۱۵۰، ۱۵۱، ۱۵۲، ۱۵۳، ۱۵۴، ۱۵۵، ۱۵۶، ۱۵۷، ۱۵۸، ۱۵۹، ۱۶۰، ۱۶۱، ۱۶۲، ۱۶۳، ۱۶۴، ۱۶۵، ۱۶۶، ۱۶۷، ۱۶۸، ۱۶۹، ۱۷۰، ۱۷۱، ۱۷۲، ۱۷۳، ۱۷۴، ۱۷۵، ۱۷۶، ۱۷۷، ۱۷۸، ۱۷۹، ۱۸۰، ۱۸۱، ۱۸۲، ۱۸۳، ۱۸۴، ۱۸۵، ۱۸۶، ۱۸۷، ۱۸۸، ۱۸۹، ۱۹۰، ۱۹۱، ۱۹۲، ۱۹۳، ۱۹۴، ۱۹۵، ۱۹۶، ۱۹۷، ۱۹۸، ۱۹۹، ۲۰۰، ۲۰۱، ۲۰۲، ۲۰۳، ۲۰۴، ۲۰۵، ۲۰۶، ۲۰۷، ۲۰۸، ۲۰۹، ۲۱۰، ۲۱۱، ۲۱۲، ۲۱۳، ۲۱۴، ۲۱۵، ۲۱۶، ۲۱۷، ۲۱۸، ۲۱۹، ۲۲۰، ۲۲۱، ۲۲۲، ۲۲۳، ۲۲۴، ۲۲۵، ۲۲۶، ۲۲۷، ۲۲۸، ۲۲۹، ۲۳۰، ۲۳۱، ۲۳۲، ۲۳۳، ۲۳۴، ۲۳۵، ۲۳۶، ۲۳۷، ۲۳۸، ۲۳۹، ۲۴۰، ۲۴۱، ۲۴۲، ۲۴۳، ۲۴۴، ۲۴۵، ۲۴۶، ۲۴۷، ۲۴۸، ۲۴۹، ۲۵۰، ۲۵۱، ۲۵۲، ۲۵۳، ۲۵۴، ۲۵۵، ۲۵۶، ۲۵۷، ۲۵۸، ۲۵۹، ۲۶۰، ۲۶۱، ۲۶۲، ۲۶۳، ۲۶۴، ۲۶۵، ۲۶۶، ۲۶۷، ۲۶۸، ۲۶۹، ۲۷۰، ۲۷۱، ۲۷۲، ۲۷۳، ۲۷۴، ۲۷۵، ۲۷۶، ۲۷۷، ۲۷۸، ۲۷۹، ۲۸۰، ۲۸۱، ۲۸۲، ۲۸۳، ۲۸۴، ۲۸۵، ۲۸۶، ۲۸۷، ۲۸۸، ۲۸۹، ۲۹۰، ۲۹۱، ۲۹۲، ۲۹۳، ۲۹۴، ۲۹۵، ۲۹۶، ۲۹۷، ۲۹۸، ۲۹۹، ۳۰۰، ۳۰۱، ۳۰۲، ۳۰۳، ۳۰۴، ۳۰۵، ۳۰۶، ۳۰۷، ۳۰۸، ۳۰۹، ۳۱۰، ۳۱۱، ۳۱۲، ۳۱۳، ۳۱۴، ۳۱۵، ۳۱۶، ۳۱۷، ۳۱۸، ۳۱۹، ۳۲۰، ۳۲۱، ۳۲۲، ۳۲۳، ۳۲۴، ۳۲۵، ۳۲۶، ۳۲۷، ۳۲۸، ۳۲۹، ۳۳۰، ۳۳۱، ۳۳۲، ۳۳۳، ۳۳۴، ۳۳۵، ۳۳۶، ۳۳۷، ۳۳۸، ۳۳۹، ۳۴۰، ۳۴۱، ۳۴۲، ۳۴۳، ۳۴۴، ۳۴۵، ۳۴۶، ۳۴۷، ۳۴۸، ۳۴۹، ۳۵۰، ۳۵۱، ۳۵۲، ۳۵۳، ۳۵۴، ۳۵۵، ۳۵۶، ۳۵۷، ۳۵۸، ۳۵۹، ۳۶۰، ۳۶۱، ۳۶۲، ۳۶۳، ۳۶۴، ۳۶۵، ۳۶۶، ۳۶۷، ۳۶۸، ۳۶۹، ۳۷۰، ۳۷۱، ۳۷۲، ۳۷۳، ۳۷۴، ۳۷۵، ۳۷۶، ۳۷۷، ۳۷۸، ۳۷۹، ۳۸۰، ۳۸۱، ۳۸۲، ۳۸۳، ۳۸۴، ۳۸۵، ۳۸۶، ۳۸۷، ۳۸۸، ۳۸۹، ۳۹۰، ۳۹۱، ۳۹۲، ۳۹۳، ۳۹۴، ۳۹۵، ۳۹۶، ۳۹۷، ۳۹۸، ۳۹۹، ۴۰۰، ۴۰۱، ۴۰۲، ۴۰۳، ۴۰۴، ۴۰۵، ۴۰۶، ۴۰۷، ۴۰۸، ۴۰۹، ۴۱۰، ۴۱۱، ۴۱۲، ۴۱۳، ۴۱۴، ۴۱۵، ۴۱۶، ۴۱۷، ۴۱۸، ۴۱۹، ۴۲۰، ۴۲۱، ۴۲۲، ۴۲۳، ۴۲۴، ۴۲۵، ۴۲۶، ۴۲۷، ۴۲۸، ۴۲۹، ۴۳۰، ۴۳۱، ۴۳۲، ۴۳۳، ۴۳۴، ۴۳۵، ۴۳۶، ۴۳۷، ۴۳۸، ۴۳۹، ۴۴۰، ۴۴۱، ۴۴۲، ۴۴۳، ۴۴۴، ۴۴۵، ۴۴۶، ۴۴۷، ۴۴۸، ۴۴۹، ۴۵۰، ۴۵۱، ۴۵۲، ۴۵۳، ۴۵۴، ۴۵۵، ۴۵۶، ۴۵۷، ۴۵۸، ۴۵۹، ۴۶۰، ۴۶۱، ۴۶۲، ۴۶۳، ۴۶۴، ۴۶۵، ۴۶۶، ۴۶۷، ۴۶۸، ۴۶۹، ۴۷۰، ۴۷۱، ۴۷۲، ۴۷۳، ۴۷۴، ۴۷۵، ۴۷۶، ۴۷۷، ۴۷۸، ۴۷۹، ۴۸۰، ۴۸۱، ۴۸۲، ۴۸۳، ۴۸۴، ۴۸۵، ۴۸۶، ۴۸۷، ۴۸۸، ۴۸۹، ۴۹۰، ۴۹۱، ۴۹۲، ۴۹۳، ۴۹۴، ۴۹۵، ۴۹۶، ۴۹۷، ۴۹۸، ۴۹۹، ۵۰۰، ۵۰۱، ۵۰۲، ۵۰۳، ۵۰۴، ۵۰۵، ۵۰۶، ۵۰۷، ۵۰۸، ۵۰۹، ۵۱۰، ۵۱۱، ۵۱۲، ۵۱۳، ۵۱۴، ۵۱۵، ۵۱۶، ۵۱۷، ۵۱۸، ۵۱۹، ۵۲۰، ۵۲۱، ۵۲۲، ۵۲۳، ۵۲۴، ۵۲۵، ۵۲۶، ۵۲۷، ۵۲۸، ۵۲۹، ۵۳۰، ۵۳۱، ۵۳۲، ۵۳۳، ۵۳۴، ۵۳۵، ۵۳۶، ۵۳۷، ۵۳۸، ۵۳۹، ۵۴۰، ۵۴۱، ۵۴۲، ۵۴۳، ۵۴۴، ۵۴۵، ۵۴۶، ۵۴۷، ۵۴۸، ۵۴۹، ۵۵۰، ۵۵۱، ۵۵۲، ۵۵۳، ۵۵۴، ۵۵۵، ۵۵۶، ۵۵۷، ۵۵۸، ۵۵۹، ۵۶۰، ۵۶۱، ۵۶۲، ۵۶۳، ۵۶۴، ۵۶۵، ۵۶۶، ۵۶۷، ۵۶۸، ۵۶۹، ۵۷۰، ۵۷۱، ۵۷۲، ۵۷۳، ۵۷۴، ۵۷۵، ۵۷۶، ۵۷۷، ۵۷۸، ۵۷۹، ۵۸۰، ۵۸۱، ۵۸۲، ۵۸۳، ۵۸۴، ۵۸۵، ۵۸۶، ۵۸۷، ۵۸۸، ۵۸۹، ۵۹۰، ۵۹۱، ۵۹۲، ۵۹۳، ۵۹۴، ۵۹۵، ۵۹۶، ۵۹۷، ۵۹۸، ۵۹۹، ۶۰۰، ۶۰۱، ۶۰۲، ۶۰۳، ۶۰۴، ۶۰۵، ۶۰۶، ۶۰۷، ۶۰۸، ۶۰۹، ۶۱۰، ۶۱۱، ۶۱۲، ۶۱۳، ۶۱۴، ۶۱۵، ۶۱۶، ۶۱۷، ۶۱۸، ۶۱۹، ۶۲۰، ۶۲۱، ۶۲۲، ۶۲۳، ۶۲۴، ۶۲۵، ۶۲۶، ۶۲۷، ۶۲۸، ۶۲۹، ۶۳۰، ۶۳۱، ۶۳۲، ۶۳۳، ۶۳۴، ۶۳۵، ۶۳۶، ۶۳۷، ۶۳۸، ۶۳۹، ۶۴۰، ۶۴۱، ۶۴۲، ۶۴۳، ۶۴۴، ۶۴۵، ۶۴۶، ۶۴۷، ۶۴۸، ۶۴۹، ۶۵۰، ۶۵۱، ۶۵۲، ۶۵۳، ۶۵۴، ۶۵۵، ۶۵۶، ۶۵۷، ۶۵۸، ۶۵۹، ۶۶۰، ۶۶۱، ۶۶۲، ۶۶۳، ۶۶۴، ۶۶۵، ۶۶۶، ۶۶۷، ۶۶۸، ۶۶۹، ۶۷۰، ۶۷۱، ۶۷۲، ۶۷۳، ۶۷۴، ۶۷۵، ۶۷۶، ۶۷۷، ۶۷۸، ۶۷۹، ۶۸۰، ۶۸۱، ۶۸۲، ۶۸۳، ۶۸۴، ۶۸۵، ۶۸۶، ۶۸۷، ۶۸۸، ۶۸۹، ۶۹۰، ۶۹۱، ۶۹۲، ۶۹۳، ۶۹۴، ۶۹۵، ۶۹۶، ۶۹۷، ۶۹۸، ۶۹۹، ۷۰۰، ۷۰۱، ۷۰۲، ۷۰۳، ۷۰۴، ۷۰۵، ۷۰۶، ۷۰۷، ۷۰۸، ۷۰۹، ۷۱۰، ۷۱۱، ۷۱۲، ۷۱۳، ۷۱۴، ۷۱۵، ۷۱۶، ۷۱۷، ۷۱۸، ۷۱۹، ۷۲۰، ۷۲۱، ۷۲۲، ۷۲۳، ۷۲۴، ۷۲۵، ۷۲۶، ۷۲۷، ۷۲۸، ۷۲۹، ۷۳۰، ۷۳۱، ۷۳۲، ۷۳۳، ۷۳۴، ۷۳۵، ۷۳۶، ۷۳۷، ۷۳۸، ۷۳۹، ۷۴۰، ۷۴۱، ۷۴۲، ۷۴۳، ۷۴۴، ۷۴۵، ۷۴۶، ۷۴۷، ۷۴۸، ۷۴۹، ۷۵۰، ۷۵۱، ۷۵۲، ۷۵۳، ۷۵۴، ۷۵۵، ۷۵۶، ۷۵۷، ۷۵۸، ۷۵۹، ۷۶۰، ۷۶۱، ۷۶۲، ۷۶۳، ۷۶۴، ۷۶۵، ۷۶۶، ۷۶۷، ۷۶۸، ۷۶۹، ۷۷۰، ۷۷۱، ۷۷۲، ۷۷۳، ۷۷۴، ۷۷۵، ۷۷۶، ۷۷۷، ۷۷۸، ۷۷۹، ۷۸۰، ۷۸۱، ۷۸۲، ۷۸۳، ۷۸۴، ۷۸۵، ۷۸۶، ۷۸۷، ۷۸۸، ۷۸۹، ۷۹۰، ۷۹۱، ۷۹۲، ۷۹۳، ۷۹۴، ۷۹۵، ۷۹۶، ۷۹۷، ۷۹۸، ۷۹۹، ۸۰۰، ۸۰۱، ۸۰۲، ۸۰۳، ۸۰۴، ۸۰۵، ۸۰۶، ۸۰۷، ۸۰۸، ۸۰۹، ۸۱۰، ۸۱۱، ۸۱۲، ۸۱۳، ۸۱۴، ۸۱۵، ۸۱۶، ۸۱۷، ۸۱۸، ۸۱۹، ۸۲۰، ۸۲۱، ۸۲۲، ۸۲۳، ۸۲۴، ۸۲۵، ۸۲۶، ۸۲۷، ۸۲۸، ۸۲۹، ۸۳۰، ۸۳۱، ۸۳۲، ۸۳۳، ۸۳۴، ۸۳۵، ۸۳۶، ۸۳۷، ۸۳۸، ۸۳۹، ۸۴۰، ۸۴۱، ۸۴۲، ۸۴۳، ۸۴۴، ۸۴۵، ۸۴۶، ۸۴۷، ۸۴۸، ۸۴۹، ۸۵۰، ۸۵۱، ۸۵۲، ۸۵۳، ۸۵۴، ۸۵۵، ۸۵۶، ۸۵۷، ۸۵۸، ۸۵۹، ۸۶۰، ۸۶۱، ۸۶۲، ۸۶۳، ۸۶۴، ۸۶۵، ۸۶۶، ۸۶۷، ۸۶۸، ۸۶۹، ۸۷۰، ۸۷۱، ۸۷۲، ۸۷۳، ۸۷۴، ۸۷۵، ۸۷۶، ۸۷۷، ۸۷۸، ۸۷۹، ۸۸۰، ۸۸۱، ۸۸۲، ۸۸۳، ۸۸۴، ۸۸۵، ۸۸۶، ۸۸۷، ۸۸۸، ۸۸۹، ۸۹۰، ۸۹۱، ۸۹۲، ۸۹۳، ۸۹۴، ۸۹۵، ۸۹۶، ۸۹۷، ۸۹۸، ۸۹۹، ۹۰۰، ۹۰۱، ۹۰۲، ۹۰۳، ۹۰۴، ۹۰۵، ۹۰۶، ۹۰۷، ۹۰۸، ۹۰۹، ۹۱۰، ۹۱۱، ۹۱۲، ۹۱۳، ۹۱۴، ۹۱۵، ۹۱۶، ۹۱۷، ۹۱۸، ۹۱۹، ۹۲۰، ۹۲۱، ۹۲۲، ۹۲۳، ۹۲۴، ۹۲۵، ۹۲۶، ۹۲۷، ۹۲۸، ۹۲۹، ۹۳۰، ۹۳۱، ۹۳۲، ۹۳۳، ۹۳۴، ۹۳۵، ۹۳۶، ۹۳۷، ۹۳۸، ۹۳۹، ۹۴۰، ۹۴۱، ۹۴۲، ۹۴۳، ۹۴۴، ۹۴۵، ۹۴۶، ۹۴۷، ۹۴۸، ۹۴۹، ۹۵۰، ۹۵۱، ۹۵۲، ۹۵۳، ۹۵۴، ۹۵۵، ۹۵۶، ۹۵۷، ۹۵۸، ۹۵۹، ۹۶۰، ۹۶۱، ۹۶۲، ۹۶۳، ۹۶۴، ۹۶۵، ۹۶۶، ۹۶۷، ۹۶۸، ۹۶۹، ۹۷۰، ۹۷۱، ۹۷۲، ۹۷۳، ۹۷۴، ۹۷۵، ۹۷۶، ۹۷۷، ۹۷۸، ۹۷۹، ۹۸۰، ۹۸۱، ۹۸۲، ۹۸۳، ۹۸۴، ۹۸۵، ۹۸۶، ۹۸۷، ۹۸۸، ۹۸۹، ۹۹۰، ۹۹۱، ۹۹۲، ۹۹۳، ۹۹۴، ۹۹۵، ۹۹۶، ۹۹۷، ۹۹۸، ۹۹۹، ۱۰۰۰.

### طبقه‌بندی تصاویر و تهیه نقشه کاربری

به منظور طبقه‌بندی تصاویر، در ابتدا تفکیک‌پذیری بین باندها بررسی گردید. در بررسی تفکیک‌پذیری بین باندها، از معیار واگرایی استفاده شد. حداقل تفکیک‌پذیری با استفاده از این معیار صفر و حداکثر آن، ۲ است (Sataee & Abdi, 2007). طبقه‌بندی تصاویر به روش نظارت‌شده با الگوریتم-های حداکثر احتمال، حداقل فاصله از میانگین، متوازی-السطوح با استفاده از نرم افزار IDRISI انجام شد. برای ارزیابی صحت طبقه‌بندی حاصل از تصاویر ماهواره‌ای از نقشه واقعیت زمینی استفاده و از معیارهای صحت کلی، ضریب کاپا، صحت کاربر و صحت تولید‌کننده استفاده شد.

### تهیه نقشه تغییرات و تعیین میزان و نوع تغییرات

پس از تهیه نقشه کاربری اراضی در سه مقطع زمانی با استفاده از دستور Cross tab در نرم‌افزار Idrisi تقابل داده‌ها صورت گرفته و جدول نوع و میزان تغییرات تهیه گردید. سپس نقشه تغییرات کاربری اراضی و پوشش با استفاده از نتایج تقابل و طبقه‌بندی مجدد آماده شد.

ترتیب ۹۶/۶۸٪، ۰/۹۵ بود. همچنین نقشه حاصل از طبقه‌بندی نظارت شده تصاویر IRS با الگوریتم حداقل فاصله از میانگین با صحت کلی و ضریب کاپای، به ترتیب ۸۸/۸۴٪، ۰/۸۳ و تصاویر TM با صحت کلی و ضریب کاپا به ترتیب ۸۴/۹۸٪، ۰/۷۹ بود. تصاویر IRS با الگوریتم متوازی‌السطوح دارای صحت کلی و ضریب کاپای، به ترتیب ۳۰/۴۱٪، ۰/۲۲ و تصاویر TM با صحت کلی و ضریب کاپا به ترتیب ۳۰/۰۸٪، ۰/۲۵ بودند (جدول ۴).

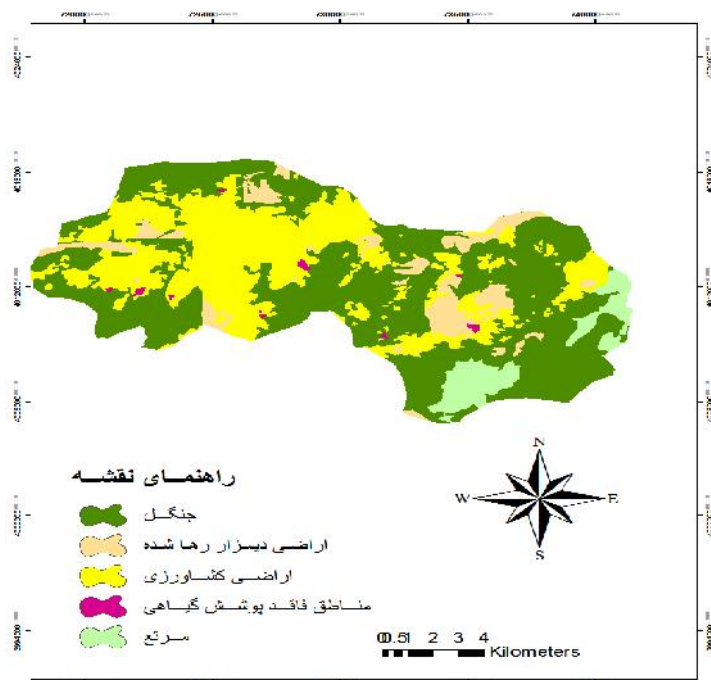
نتایج حاصل از ارزیابی کمی تفکیک‌پذیری با استفاده از معیار واگرایی بین طبقات نشان داد که طبقات کاربری اراضی از نظر طیفی بر روی تصاویر مورد نظر قابل تفکیک هستند (جدول ۳). مقایسه نتایج حاصل از طبقه‌بندی با نقشه واقعیت زمینی تهیه شده، نشان داد که نقشه حاصل از طبقه‌بندی نظارت شده تصاویر IRS با الگوریتم حداقل احتمال دارای صحت کلی و ضریب کاپای، به ترتیب ۹۱/۰۴٪، ۰/۸۷ و تصاویر TM دارای صحت کلی و ضریب کاپا به

جدول ۲- مساحت انواع کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه مربوط به سال‌های ۱۳۴۵، ۱۳۶۶، ۱۳۹۱

کلاس کاربری	سال ۱۳۴۵		سال ۱۳۶۶		سال ۱۳۹۱	
	مساحت (کیلومتر مربع)	درصد	مساحت (کیلومتر مربع)	درصد	مساحت (کیلومتر مربع)	درصد
جنگل	۹۸/۱۶	۵۳/۱۲	۲۱/۳۱	۱۱/۵۳	۱۸/۳۹	۹/۹۵
اراضی دیمزار رها شده	۱۵/۲۷	۸/۲۶	۸۴/۱	۴۵/۵	۳۳/۸۳	۱۸/۳۱
اراضی کشاورزی	۶۰/۵۱	۳۲/۷۴	۳۳/۱۷	۱۹/۹۵	۸۵/۶۶	۴۶/۳۵
مناطق فاقد پوشش گیاهی	۰/۸	۰/۴۳	۳۰/۰۶	۱۶/۲۷	۲۶/۹۴	۱۴/۵۸
مرتع	۱۰/۰۶	۵/۴۴	۱۶/۱۶	۸/۷۴	۱۹/۹۸	۱۰/۸۱

جدول ۳- میزان تفکیک‌پذیری طبقات کاربری اراضی با استفاده از معیار واگرایی

نام طبقات کاربری	میزان تفکیک‌پذیری سنجنده TM	میزان تفکیک‌پذیری سنجنده LISS III
مناطق فاقد پوشش گیاهی با اراضی کشاورزی	۱/۹۳۱۶۷۴	۱/۹۸۸۷۲۵
اراضی کشاورزی با مرتع	۱/۹۵۴۰۲۹	۱/۹۸۹۸۳۳
مناطق فاقد پوشش گیاهی با مرتع	۱/۹۸۳۸۰۷	۱/۹۹۶۶۶۷
جنگل با اراضی دیمزار رها شده	۱/۹۹۹۶۹۸	۱/۹۹۷۸۸۹
اراضی دیمزار رها شده با اراضی کشاورزی	۱/۹۹۹۹۶۴	۱/۹۹۹۵۱۴
اراضی دیمزار رها شده با مناطق فاقد پوشش گیاهی	۱/۹۹۹۹۸۶	۱/۹۹۹۹۳۸
اراضی دیمزار رها شده با مرتع	۱/۹۹۹۹۹۹	۱/۹۹۹۹۹۹
جنگل با اراضی کشاورزی	۱/۹۹۹۹۹۹	۱/۹۹۹۹۹۹
جنگل با مناطق فاقد پوشش گیاهی	۲/۰۰۰۰۰۰	۲/۰۰۰۰۰۰
جنگل با مرتع	۲/۰۰۰۰۰۰	۲/۰۰۰۰۰۰



شکل ۴- نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه در سال ۱۳۴۵

جدول ۴- نتایج حاصل از ارزیابی صحت طبقه‌بندی کننده‌ها در دو سنجنده مورد مطالعه

سنجنده TM		سنجنده LISS III				روش‌ها	
صحت کلی (%)	ضرب کایا	صحت کلی (%)	صحت کاربر (%)	صحت تولید کننده (%)	ضرب کایا	صحت کلی (%)	
۹۶/۰۴	۹۱/۶۶	۹۶/۶۸	۹۶/۲۶	۷۹/۶۴	۰/۸۷	۹۱/۰۴	روش حداکثر احتمال
۷۴/۹۷	۹۸/۵۱	۸۴/۹۸	۸۴/۹۴	۹۷/۱۶	۰/۸۳	۸۸/۸۴	روش حداقل فاصله از میانگین
۷۵/۶۶	۵۷/۰۹	۳۰/۰۸	۶۸/۹۷	۳۹/۹۵	۰/۲۲	۳۰/۴۱	روش متوازی السطوح

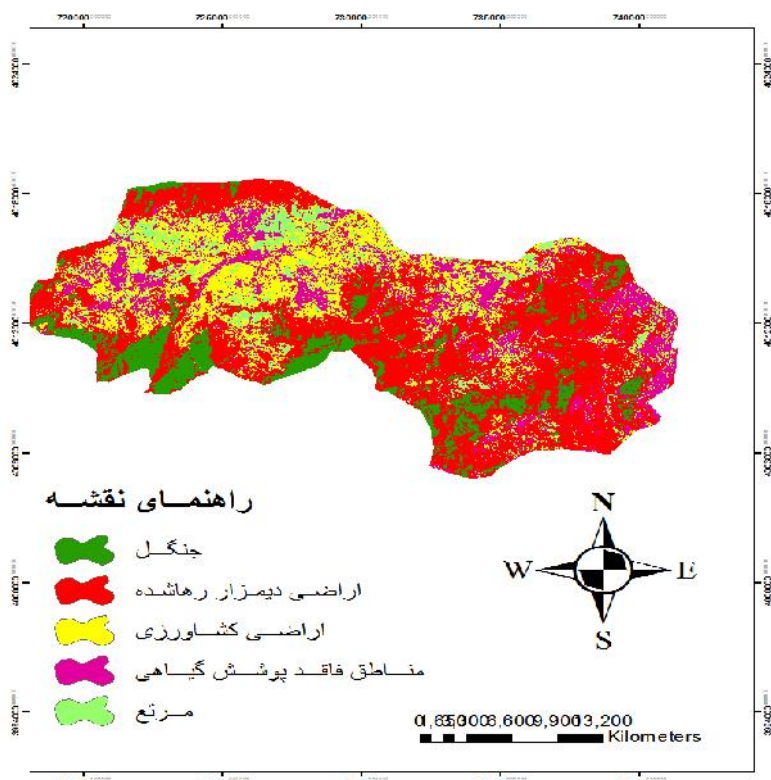
ایجاد شده در هر کلاس طی دو تاریخ به دست آمده است که نتایج حاصل از آن در جدول ۵ ارائه شده است. شکل‌های ۶، ۷ و ۸ تفاضل نقشه‌های دو به دو کاربری‌های به دست آمده در دو سال را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که بیشترین تغییرات مثبت (افزایشی) طی سال‌های ۱۳۴۵ تا ۱۳۶۶ در اراضی دیمزار رها شده به میزان ۶۸/۸۳ کیلومترمربع یا ۳۷/۲۴ درصد و بیشترین تغییرات منفی (کاهشی) در مناطق جنگلی به مقدار ۷۶/۸۵- کیلومترمربع یا ۴۱/۵۹ درصد بوده است.

حداکثر احتمال و حداقل فاصله از میانگین هر دو نتایج قابل قبولی داشتند ولی روش حداکثر احتمال اندکی بهتر بود که نقشه‌ها و ادامه کار با این روش انجام گرفت.

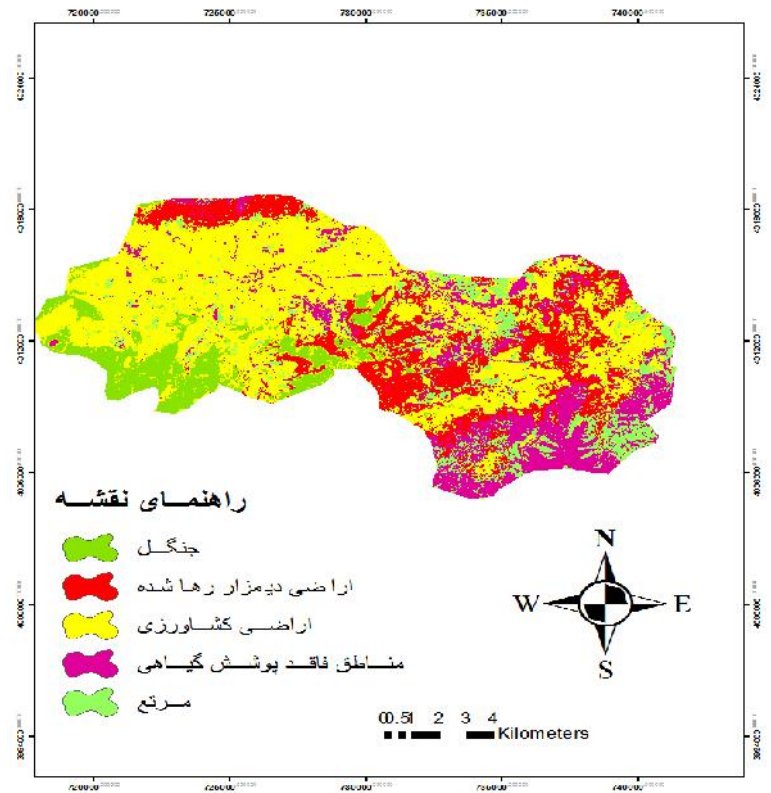
#### تفاضل نقشه

پس از تهیه نقشه پوشش اراضی سال‌های ۱۳۴۵ و ۱۳۶۶، سال‌های ۱۳۴۵ و ۱۳۹۱ و سال‌های ۱۳۶۶ و ۱۳۹۱، ابتدا مساحت و درصد پنج کلاس پوشش اراضی و سپس تفاوت





شکل ۵- نقشه کاربری اراضی منطقه در سال ۱۳۶۶



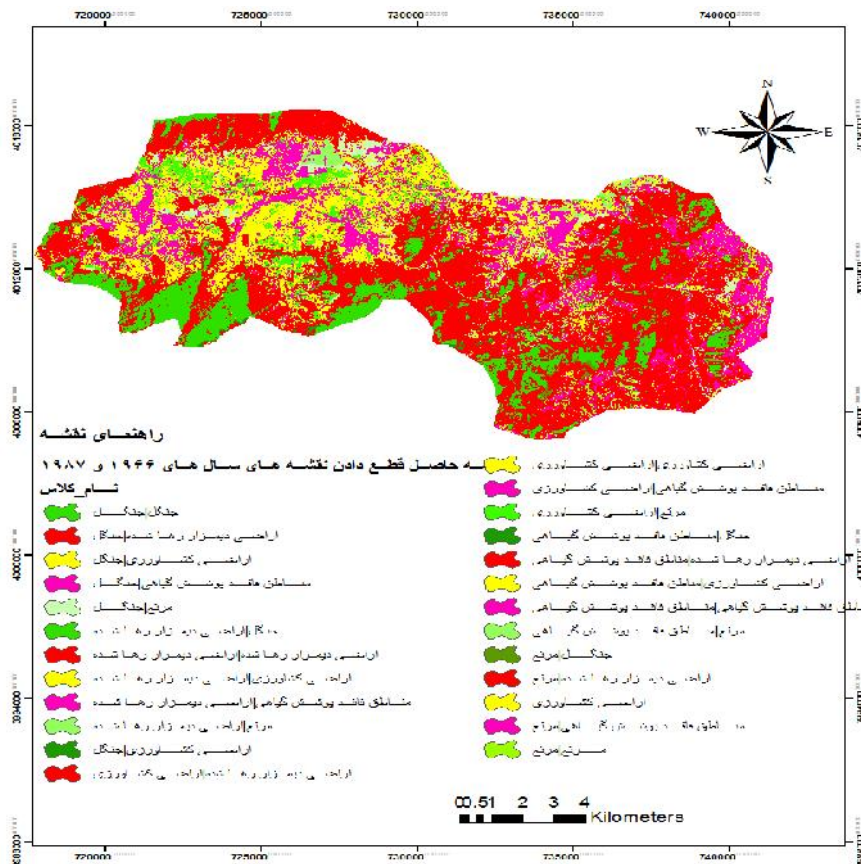
شکل ۶- نقشه کاربری اراضی منطقه در سال ۱۳۹۱

نهایت در دوره ۴۶ ساله بیشترین تغییرات مثبت مربوط به مناطق فاقد پوشش بوده که به میزان ۲۶/۱۴ کیلومتر مربع افزایش یافته و بیشترین تغییرات منفی مربوط به جنگل بوده که ۷۹/۷۷ کیلومتر مربع کاهش یافته است (جدول ۵).

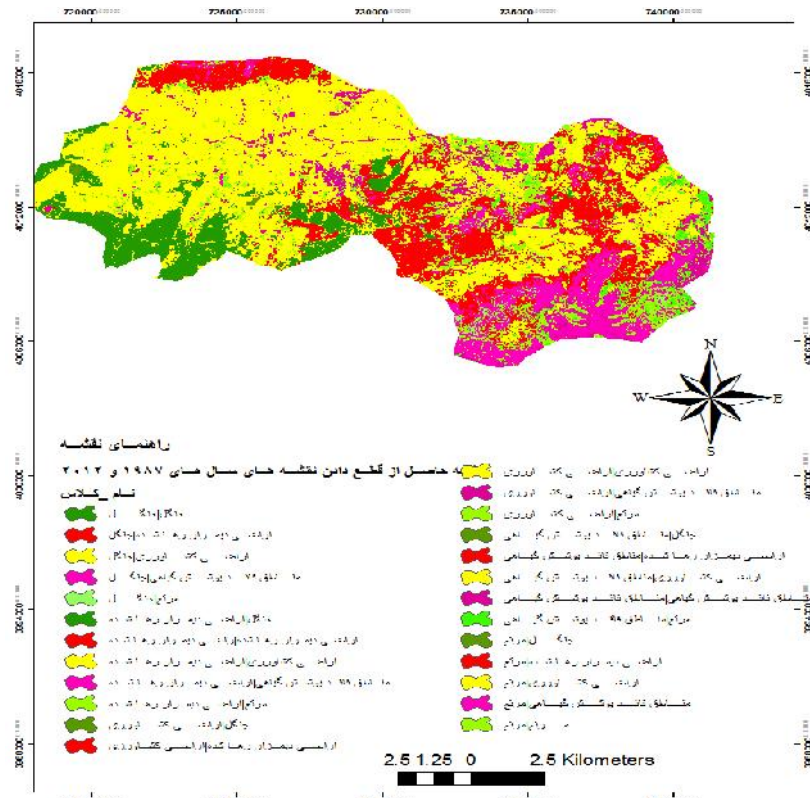
بیشترین تغییرات مثبت طی سالهای ۱۳۶۶ تا سال ۱۳۹۱ در اراضی کشاورزی به میزان ۵۲/۴۹+ کیلومتر مربع یا ۲۶/۴ درصد بوده و بیشترین تغییرات منفی بر اراضی دیمزارها شده در میزان ۲۷/۱۹- کیلومتر مربع یا ۲۷/۱۹ درصد بوده است.

جدول ۵- آمار تغییرات در کلاس‌های کاربری اراضی طی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۱، ۱۳۶۶ تا ۱۳۴۵ و ۱۳۹۱ تا ۱۳۴۵ (کیلومتر مربع)

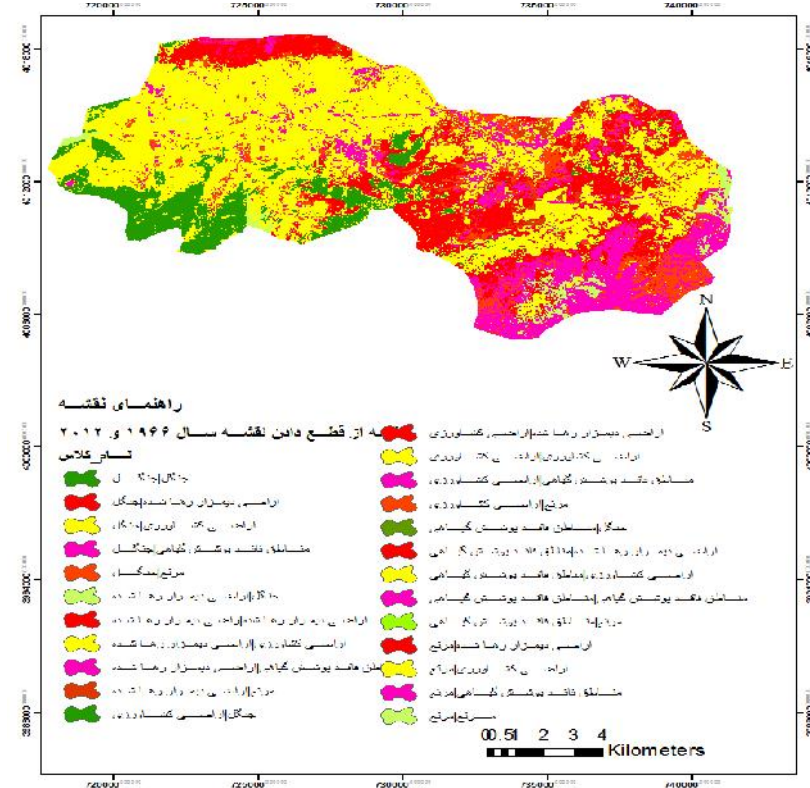
انواع کاربری	تفاوت مساحت طی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۴۵	تفاوت مساحت طی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۱	تفاوت مساحت طی سال‌های ۱۳۹۱ تا ۱۳۴۵
جنگل	-۷۶/۸۵	-۲/۹۲	-۷۹/۷۷
اراضی دیمزارها شده	+۶۸/۸۳	-۵۰/۲۷	+۱۸/۵۶
اراضی کشاورزی	-۲۷/۳۴	+۵۲/۴۹	+۲۵/۱۵
مناطق فاقد پوشش گیاهی	+۲۹/۲۶	-۳/۱۲	+۲۶/۱۴
مرتع	+۶/۱	+۳/۸۲	+۹/۹۲



شکل ۷- نقشه حاصل از قطع دادن نقشه‌های طبقه‌بندی سال‌های ۱۳۶۶ و ۱۳۴۵



شکل ۸- نقشه حاصل از قطع دادن نقشه های طبقه بندی سال های ۱۳۶۶ و ۱۳۹۱



شکل ۹- نقشه حاصل از قطع دادن نقشه های طبقه بندی سال های ۱۳۴۵ و ۱۳۹۱

## بحث

بهترین طبقه‌بندی کننده مورد استفاده در این تحقیق، طبقه‌بندی کننده حداکثر احتمال بود. با توجه به صحت کلی ۹۶/۶۸ و ضریب کاپا ۰/۹۵ در طبقه‌بندی تصویر TM و صحت کلی ۹۱/۰۴ کاپای ۰/۸۷ در تصویر IRS در این تحقیق، می‌توان گفت که این دو تصویر در کشف و بررسی تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی در هر مقطع زمانی قابلیت لازم را دارند و می‌توان برای بررسی و کشف تغییرات پوشش از آن استفاده کرد که با تحقیق (Imani et al., 2014) مطابقت دارد. Abd E - Kawy و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیقی با الگوریتم طبقه‌بندی کننده حداکثر احتمال تصاویر سال ۱۹۸۴ صحت کلی ۹۶/۷۹ درصد و ضریب کاپا ۰/۸۹ و برای سال ۱۹۹۹ صحت کلی ۹۶/۰۷ درصد و ضریب کاپا ۰/۹۳ و برای سال ۲۰۰۵ صحت کلی ۹۶/۷ درصد و ضریب کاپا ۰/۹۵ سال ۲۰۰۹ صحت کلی ۹۵ درصد و ضریب کاپا ۰/۹۳ گزارش نمودند. نتایج نشان داد که روش مقایسه پس از طبقه‌بندی با صحت کلی ۸۷/۱۵ درصد و ضریب کاپای ۰/۵۱۸۴ روش مناسبی برای تعیین تغییرات است. Rezvanfar (۲۰۰۷) و Shafiee (۲۰۰۴) با به‌کارگیری روش‌های مختلف کشف تغییرات به این نتیجه رسیدند که روش مقایسه پس از طبقه‌بندی بهتر از سایر روش‌ها، می‌تواند تغییرات منطقه را نشان بدهد. Dewidar (۲۰۰۴)، Esmailpour (۲۰۰۸) و Abasi (۲۰۰۸) نیز روش مقایسه پس از طبقه‌بندی را به ترتیب با صحت کلی ۹۷/۵۱٪، ۷۸٪ و ۸۰٪ بهتر از سایر روش‌ها معرفی کرده‌اند. Wang & Xu (۲۰۰۹) و Virk & King (۲۰۰۶) هم روش مقایسه پس از طبقه‌بندی را به عنوان بهترین روش معرفی کردند. دلیل برتری این روش نسبت به روش‌های دیگر را می‌توان، حساسیت کمتر این روش به تفاوت‌های رادیومتریکی بین تصاویر و عدم استفاده از آستانه تغییرات که تعیین حدود آن بسیار مهم می‌باشد، دانست. لذا زمانی که داده‌های ماه‌های مختلف سال و سنجنده‌های مختلف استفاده می‌شود، نتیجه مناسب‌تری می‌دهد (Wang & Xu, 2009). همچنین این روش بر اساس طبقه‌بندی نظارت شده انجام

گرفته و در صورت دقت در انتخاب نمونه‌ها و وجود مدارک و نقشه‌های کمکی و به خصوص آشنایی به منطقه می‌توان دقت طبقه‌بندی را تا حد زیادی بالا برد. Mendoza و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که فرآیند تغییر کاربری اراضی در مناطقی که پایدار نیستند، اتفاق می‌افتد. در منطقه مورد مطالعه نیز تغییرات زیادی در سطح کلاس‌های کاربری اراضی و کاهش سطح جنگل در طول ۴۶ سال رخ داده است. سطح مناطق جنگلی از ۹۸/۱۶ کیلومتر مربع در منطقه مورد مطالعه به ۱۸/۳۹ کیلومتر مربع، رسیده است. اگرچه اوایل دهه ۶۰ در منطقه مورد مطالعه در حاشیه روستاهای منطقه بخش‌های از اراضی ملی فاقد پوشش بعنوان کمربند سبز جنگل‌کاری با گونه‌های سوزنی برگ (توسعه جنگل) توسط اداره کل منابع طبیعی استان مازندران - ساری صورت گرفته ولیکن روند تخریب و تغییر جنگل در دوره زمانی مورد مطالعه بسیار زیاد بوده، مردم و ساکنین در عرصه‌های جنگلی با هدف افزایش زمین‌های کشاورزی و مناطق مسکونی و ... عرصه جنگلی منطقه را تصرف، تجاوز و تغییر داده

ند. با توجه به نتایج به دست آمده، نرخ تخریب سالانه جنگل در منطقه مورد مطالعه که مساحت کل آن ۱۸۴/۸ کیلومتر مربع معادل ۱۸۴۸۰ هکتار است، ۱/۷۳ کیلومتر مربع معادل ۱۷۳/۴ هکتار در سال برای دوره زمانی مورد مطالعه برآورد شد. Rafian و همکاران (۲۰۰۶)، Bazgeer و همکاران، (۲۰۰۸)، Rezaee (۲۰۰۷) و Mallupattu & Sreenivasula (۲۰۱۳) نیز نشان دادند که سطح جنگل‌های شمال کشور در حال کاهش است. بهره‌برداری مجریان طرح‌ها از جنگل، افزایش شدید رشد جمعیت روستاها و شهرها، نیاز ساکنان به مسکن، عوامل اقتصادی، وجود دام و دامدار در عرصه‌های جنگلی، باعث کاهش سطح جنگل‌ها شده است. سطح مناطق فاقد پوشش از سال ۱۳۴۵ تا سال ۱۳۹۱ روند افزایشی داشته که با تحقیقات Wu & Zhang (2012) مطابقت داشته است. از سال ۱۳۴۵ تا ۱۳۹۱ از سطح جنگل به میزان زیادی کاسته شده و به ترتیب به سطح مناطق فاقد پوشش، کشاورزی، دیمزار رها شده و مرتع

- implications on climatic variability for Balachaur watershed in Punjab, India, *Desert*, 12: 139-147.
- Berberoglu, S., Akin, A., 2009. Assessing different remote sensing techniques to detect land use/cover changes in eastern Mediterranean. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 11: 46-53.
  - Billah, M., Rahman, A., 2004. Land cover mapping of Khulna city whapping remote sensing technique. 12 conference on Geoinformation research, Bridging the Pacific and Atlantic, university of Gavel, Swen, 7-9 June 2004.
  - Cohen, W. B., Goward, S. N., 2004. Landsats role in ecological applications of Remote Sensing. *Bioscience*, 54: 535-545.
  - Dewidar, Kh. M., 2004. Detection of land use/land cover changing for the northern part of the Nile delta (Burullus region), Egypt, *International Journal of Remote Sensing*, 25: 4079-4089.
  - Dontree, S., 2003. Land use dynamics from multi temporal remotely- sensed data: a case study Northen Thailand, *Proceedings of Map Asia, Malaysia*.
  - Esmailpour, S., 2008. Forest level changes by using some techniques to determine. Master Theses, Sari Agricultural Sciences and Natural Resource University Management Department Case study: Shalmanrod Gilan, 86p (In Persian).
  - Fizizadeh, B., Jaferi, F., Nazmfar, H., 2008. The application of remote sensing change detection of urban land. *Fine Arts Journal*, 34: 1-20.
  - Imani Harsini, J., Kaboli, M., Fegghi, J., Taherzadeh, A., Asadi, A., 2014. Studying Land Use-Cover Changes During the Last Three Decades in Hamedan Province Using Satellite Images. *Natural Environment*, 67: 1-12 (In Persian).
  - Jevadi, M. R., Chatsimab, Z., Mirdarhrijani, Gh., 2011. Using ETM and satellite data for land use map. *Journal of Natural Ecosystems*, 2 (1): 77-82.
  - Lu, D., Mausel, P., Brondizio, E., Moran, E., 2004. Change detection techniques, *International Journal of Remote Sensing*, 25: 2365-2407.
  - Malinis, G., Emmaluodis, D., Giannakopoulos, V., Maris, F., Kousias, N., 2011. Mapping and inter parting historical land cover/land use in natural 2000 site using earth observation data: the class of Nestos delta Greek, *Applied Geography*, 31: 312-320.
  - Mallupattu, P. K., Sreenivasula, J. R., 2013. Analysis of Land Use/Land Cover changes using Remote Sensing Data and GIS at an Urban Area, Tirupati, India. *The Scientific World*, 1-7.
  - Mazaheri, M. R. E., Sfandiari, M. H., Abadi, M., Kamali, A., 2013. Detecting Temporal Land Use
- افزوده شده است که با نتایج ( Pirbavaghar, 2005; ) (Dontree, 2003) مطابقت دارد. Malinis و همکاران (۲۰۱۱) نیز عمده‌ترین دلیل تخریب جنگل‌های یونان را تبدیل به اراضی کشاورزی اعلام کردند. منطقه مورد مطالعه جزء مناطق خوش آب و هوا، کوهستانی و بیلاقی استان مازندران بوده و وجود روستاهای زیاد، افزایش جمعیت آنها و برگشت افراد مهاجر و شهرنشینان و ویلاسازی، احداث شهرک صنعتی در آن منطقه منجر به تغییرات پوشش اراضی (تبدیل جنگل به اراضی کشاورزی و اراضی دیمزار رها شده و ...) شده است. گزارش‌های کارشناسان اداره کل منابع طبیعی استان مازندران - ساری و سوابق تجاوزات و تخلفات موجود در آن اداره کل حاکی از تخریب عرصه‌های جنگلی، مرتعی و تجاوزات به آنها و تبدیل به اراضی کشاورزی و مسکونی می‌باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که فعالیت‌های انسانی بیشترین سهم در تغییرات پوشش اراضی در منطقه مورد مطالعه داشته است، که متأسفانه بروز چنین تغییراتی در پوشش زمین اثرات بسیار منفی و برگشت‌ناپذیر بر منابع طبیعی و محیط زیست منطقه خواهد داشت سبب تشدید خطرات و خسارات جبران‌ناپذیر و بلایای طبیعی مانند سیل و هجوم ریزگردها و ... به منطقه می‌شود. در نهایت با تهیه نقشه‌جات پوشش زمین در مقیاس‌های زمانی و مکانی مختلف سبب افزایش شناخت منابع طبیعی و محیط زیست و سعی در جهت مدیریت پایدار این منابع و اعمال برنامه‌های مدیریت مؤثر مناسب خواهد بود.

## References

- Abasi, M. T., 2008. Assessment of developments in user space and land cover in Maragheh Sofi Chay river basin using satellite images and GIS Multitemporal, *Geomatics Conference*, Tehran.
- Abd E - Kawy, O. R., Rqd, J., Ismail, K. H. A., Suliman, A. S., 2011. Land use and Land cover change detection in the Western Nile delta of Egypt using remote sensing data. *Journal of Applied Geography*, 31: 483-494.
- Bazgeer, S., Sharma, P. K., Mahey, P. K., Hudal, S. S., Sood, A., 2008. Assessment of land use changes using Remote Sensing and GIS and their

- Romermann, C., Dutoit, T., Poschlod, P., Buisson, E., 2005. Influence of former cultivation on the unique Mediteranean Steppe of France and consequences for conservation management. *Biological Conservation*, 121: 21-33.
- Shafieai, M., 2004. The use of remote sensing technology assessment and modeling land use changes in Qazvin, Master's thesis, University of Tabriz, Faculty of Humanities and Social Science, 109p (In Persian).
- Shataee, Sh., Abdi, O., 2007. Land cover mapping in Mountainous lands of Zagros using ETM data Case study: Sorkhab watershed, Lorestan province, *Natural Resources Universtiy of Gorgan*, 14 (1): 95-105.
- Soltanian, S., Rahimi, E., Sabzghobaeai, Gh., Rostemi, K., Zidi, A., 2014. Assessment of land use changes Oshorankoooh region between 1989 and 2005 using Landsat images. *Quarterly new technologies in environmental engineering and renewable natural resources*, first, 1: 1-14 (In Persian).
- Sundarakumar, K., Harika, M., Begum, S. A., Yamini, S., Balakrishna, K., 2012. Land Use and Land Cover Change Detection and Urban Sprawl Analysis of Vijayawada City Using a Landsat Data. *Engineering Science and Technology*, 4: 170-178.
- Virk, R., King, D., 2006. Comparison of Techniques for forest change mapping using Landsat data in Karnataka, India. *Geocarto International*, 21: 49-57.
- Wang, F., Xu, Y. J., 2009. Comparison of remote sensing change detection techniques for assessing hurricane damage to forests. *Environmental Monitoring and Assessment*, 162: 311-326.
- Wu, K. Y., Zhang, H., 2012. Land use dynamics, built-up land expansion patterns, and driving forces analysis of fast-growing Hangzhou metropolitan area, eastern China (1978-2008). *Journal of Applied Geography*, 34: 137-145.
- Changes Using Remote Sensing and GIS Techniques (Case Study: Jiroft, Kerman Province). *Applied RS and GIS Techniques in Natural Resource Science*, 4: 25-39 (In Persian).
- Mendoza, M. E., Granados, E. L., Geneletti, D., Perez – Salicrup, D. R., Salinas, V., 2011. Analyzing land cover and use change processes at Watershed level: A multi temporal study in the lake Cuitzeo Watershed, Mexico (1975-2003). *Journal of Applied Geography*, 237-250.
- Ningal, T., Hartemink, A. E., Bregt, A. K., 2007. Land use change and population in the Morone Province of Papule New Guinea between 1975-2000. *Journal of Environmental Management*, 68: 623-630.
- PandeyLobo, A., Legendre, P., Rebollar, J. L. G., Carreras, J., Ninot, J. M., 2004. Land cover classification at are gionalscein Iberia: reparability in a multi- temporal and multi- spectral data, *Set of Satellite Images. International Journal of Remote Sensing*, 25: 205-213.
- Pirbavaghar, M., 2005. Study on forest extent changes in relation to topographical factors and man-made areas Case study: Forest of Gilan, Master Theses, University of Tehran (In Persian).
- Rafiean, A., Darvishsefat, A., Namiranian, M., 2006. To determine the extent of forest north of the country between 73-80 years using satellite images ETM. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 10 (3): 277-286.
- Rezaei Benafsheh. H., 2007. Evaluation of change in forest areas using remote sensing and GIS (Case Study: Arasbaran forests. *Geographical researches Journal*, 62: 143-159.
- Rezvanfar, M., 2007. Study of Recreational Forest Park CHITGAR using GIS technologies and RS. Sari Department of Natural Resources Forestry Master's thesis, 83p (In Persian).

## Investigation of land cover change over a 46-year period in Kiasar region of Sari

R. Raie<sup>1</sup>, Z. Jafarian<sup>2\*</sup> and J. Ghorbani<sup>3</sup>

1- Forests, Range and Watershed management Organization, Sari, Mazandaran, Iran

2\* - Corresponding author, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Mazandaran, Iran,

E-mail: jafarian79@yahoo.com

3- Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Mazandaran, Iran

Received: 16/02/2016

Accepted: 06/06/2017

### Abstract

Nowadays, detection of land cover changes and their effects on natural resources and the environment has been feasible through the technology of remote sensing and GIS. The present study aimed to assess the coverage change in Kiasar area over a period of 46 years (from 1966 to 2012) using remote sensing technology and satellite images. To this end, we prepared the land use maps for the years 1966, 1987 and 2012 using topographic maps, image of TM sensor and image of LISS III sensor, respectively. At first, the required pre-processing workflow comprising geometric and atmospheric corrections, and the creation of spectral and aspect ratio indices was performed on the bands of both sensors. After determination of current land uses in the study area, the training samples were recorded using GPS from each land uses and resolution of training samples was obtained using transformed divergence severability index. Classification was performed using maximum likelihood, parallel piped and minimum distance classifiers. The changes were compared after classification. The analysis revealed that over a period of 46-year the forest areas declined from 98.16 km<sup>2</sup> (53.12% of land area in 1966) to 18.39 km<sup>2</sup> (9.95% of land area in 2012). In other words, over this period of time 43.17% of the forest areas were replaced by uncovered land, agricultural lands, dry farm lands and rangelands. These changed areas increased by 14.15, 13.61, 10.05 and 5.37%, respectively. In conclusion, RS has a high capability in detection of the land cover changes.

**Keywords:** land use, forest, LISS III sensor, classification, Kiasar.