

## ارزیابی سطح و تراکم تاج پوشش جنگل های استان گیلان با استفاده از داده های ماهواره ای

مسعود امین املشی<sup>۱\*</sup> و خسرو میرآخورلو<sup>۲</sup>

\*<sup>۱</sup>- نویسنده مسئول، استادیار، بخش تحقیقات جنگل ها، مراتع و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران. پست الکترونیک: msd\_amin@yahoo.com

<sup>۲</sup>- مربی، مؤسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۱/۲۸

### چکیده

آگاهی از سطح و پوشش جنگل در سطح یک چشم انداز می تواند یکی از شاخص های مهم برای ارزیابی پایداری جنگل باشد. در پژوهش پیش رو، با هدف استخراج نقشه پوشش جنگل در استان گیلان، داده های ماهواره لندست ۸ مربوط به تابستان ۱۳۹۳ با روش طبقه بندی نظارت شده و الگوریتم ماشین بردار پشتیبان پردازش شدند. براساس روش آماربرداری دومرحله ای، ۳۱۶ قطعه نمونه نیم هکتاری انتخاب شد. سپس، داده های میدانی مانند نوع کاربری و انبوهی تاج پوشش مشخص شدند. صحت کلی و ضریب کاپا در نقشه های استخراج شده از داده های لندست ۸ به ترتیب ۹۱/۸ درصد و ۰/۸ به دست آمد. مساحی نقشه ها، سطح پوشش جنگل های گیلان را در مجموع ۴۹۸ هزار و ۸۰۴ هکتار برآورد کرد. جنگل های انبوه، نیمه انبوه و تنک به ترتیب ۴۲/۱، ۴۱/۵ و ۱۶/۴ درصد از سطح جنگل های استان را به خود اختصاص دادند. از نتایج مهم این پژوهش، مشخص شدن تأثیر منفی تشابه طیفی بین باغ های کشاورزی با جنگل های تنک و نیمه انبوه در صحت طبقه بندی جنگل بود. این پژوهش بیانگر کارایی مناسب داده های تصاویر لندست ۸ در تهیه نقشه های موضوعی مانند انبوهی و پوشش جنگل بود، بنابراین این داده ها و اطلاعات به دست آمده از آن ها را می توان برای استفاده در تصمیم گیری های مدیریتی، حفاظت و احیاء جنگل توصیه کرد.

واژه های کلیدی: جنگل های هیرکانی، کاربری اراضی، لندست ۸.

### مقدمه

گیرد. به گفته Aslami و همکاران (۲۰۱۵)، آگاهی از نوع و سطح اراضی، نیاز اساسی برای شناخت و مدیریت منابع، توان بوم شناسی و در نهایت بنیان برنامه ریزی خرد و کلان محسوب می شود. در همین راستا، Alizadeh و همکاران (۲۰۱۶) پهنه بندی درست اراضی را یک منبع مهم اطلاعاتی برای اتخاذ سیاست های اصولی به منظور تدوین برنامه های توسعه پایدار ذکر کردند. از آنجایی که برای پهنه بندی دقیق اراضی نیاز به پژوهش های وسیع میدانی بسیار پرهزینه و

جنگل های گیلان که در ناحیه رویشی هیرکانی واقع شده اند، از جمله جنگل های نادر پهن برگ جهان و بازمانده از دوران سوم زمین شناسی هستند (Amiri et al., 2015). دگرگونی شرایط اقلیمی در گذر زمان همراه با دخالت های نامعقول انسان در پهنه این جنگل ها سبب شده تا در یک سیر قهقراپی علاوه بر محدود شدن دامنه بوم شناختی آن ها، کاربری های مختلفی نیز در متن و حاشیه این جنگل ها شکل

استان ایلام را در دو مرحله با پنج و هفت طبقه تراکمی با استفاده از مدل FCD (Forest Canopy Density) تهیه کردند. در پژوهش مذکور، صحت کلی و ضریب کاپا تاج پوشش در هفت طبقه به ترتیب ۵۰ درصد و ۰/۳۳ به دست آمد، در حالی که این مقادیر برای پنج طبقه به ترتیب ۶۱ درصد و ۰/۴۲ محاسبه شد. با استفاده از مدل FCD و داده‌های سنجنده ETM+، Pakkhesal و Bonyad (۲۰۱۳) نقشه تراکم تاج پوشش جنگل را در حوضه شفارود استان گیلان در چهار طبقه با صحت کلی ۷۱/۲۳ درصد و ضریب کاپا ۰/۶۱ تهیه کردند. همچنین، در جنگل‌های جانرود در استان کرمانشاه، Abdollahi و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از لندست ۷، نقشه تراکم تاج پوشش را در دو طبقه خیلی تنک و تنک با تاج پوشش پنج تا ۲۵ درصد و نیمه انبوه و انبوه با تاج پوشش ۲۶ تا ۷۵ درصد با صحت کلی ۷۹ درصد و ضریب کاپا ۰/۵۸ تهیه کردند. Wulder و Boudewyn (۲۰۰۰) در ایالت Saskatchewan کانادا، نقشه تراکم پوشش جنگلی را در سه طبقه متراکم (بیشتر از ۶۱ درصد)، نیمه متراکم (بین ۲۵ تا ۶۰ درصد) و تنک (بین ۱۰ تا ۲۵ درصد) با استفاده از داده‌های لندست و الگوریتم حداکثر احتمال تهیه کردند. این پژوهشگران، صحت تولیدکننده را ۷۴ درصد و ضریب کاپا را ۰/۴۹ گزارش کردند. Himayah و همکاران (۲۰۱۶) نقشه تاج پوشش جنگل Kelud در اندونزی را با استفاده از لندست ۸ در ۱۰ طبقه برای سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۱۵ به ترتیب پیش و پس از آتش‌فشان منطقه مقایسه کردند. صحت این مقایسه پیش و پس از آتش‌فشان به ترتیب ۸۳/۷۳ و ۸۱/۱۴ درصد بود. یافته‌های پژوهش مذکور نشان داد که تراکم جنگلی با سطح پوشش یک تا ۱۰ درصد در مناطق مرتفع کوهستانی به مقدار قابل توجهی کاهش یافته است. Akike و Samanta (۲۰۱۶) پوشش جنگلی استان Morobe در پاپوا گینه نو را با استفاده از لندست ۸ در سه طبقه با صحت کلی ۸۸ درصد و ضریب کاپا ۰/۸۳ تعیین کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که پوشش جنگلی کم تراکم با تراکم کمتر از ۷۱ درصد، بیشترین سطح را داشت. به دنبال آن، جنگل نیمه انبوه (تراکم ۷۱ تا ۸۰

زمان بر است، استفاده از داده‌های ماهواره‌ای که در حال حاضر یکی از سریع‌ترین، کارآمدترین و در عین حال کم‌هزینه‌ترین روش‌ها به منظور تهیه نقشه کاربری اراضی هستند، جایگزین مناسبی است (Yousefi et al., 2014). نتایج پژوهش‌های متعدد، دقت و قابلیت داده‌های ماهواره لندست را در تهیه نقشه کاربری اراضی نشان داده است (Wentz et al., 2006; Parma & Shataee, 2010; Salman Mahini et al., 2012; Tazeh et al., 2014; Zaidi et al., 2017). آگاهی از روند تغییرات تاج پوشش برای برنامه‌های کاربردی و مدیریت منابع و نیز ارزیابی خدمات محیط زیستی بسیار مهم است. پژوهش Kooch و Bayranvand (۲۰۱۷) نشان داد که تاج پوشش، نقش مهمی در بوم‌سازگان جنگل دارد، به طوری که کاهش آن بر مشخصه‌هایی مانند دما و رطوبت خاک اثر می‌گذارد و سبب تغییر در مقدار فعالیت میکروبی و معدنی شدن عناصر غذایی خاک می‌شود.

یکی از کاربردهای مهم داده‌های ماهواره‌ای، ارزیابی تاج پوشش گیاهی و به ویژه جنگل است. در ارزیابی سطح تراکم پوشش گیاهی با استفاده از ماهواره لندست، Mohammadyari و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که در یک دوره ۱۴ ساله، سطح اراضی با پوشش عالی، بسیار خوب و ضعیف در شهرستان بهبهان افزایش یافته بود. Hashemi و همکاران (۲۰۱۶) با استفاده از ماهواره لندست، تغییر پوشش جنگل، مراتع و اراضی زراعی را در حوضه سیاه‌مزگی استان گیلان بررسی کردند و نشان دادند که مساحت این جنگل‌ها در سال ۲۰۱۵ نسبت به سال ۲۰۰۰ به مقدار ۲۱۳/۵۵ هکتار کاهش یافته بود، در حالی که بر وسعت زراعت دیم و مراتع نیمه متراکم افزوده شده بود. یافته‌های پژوهش Arkhi (۲۰۱۵) در آبدانان استان ایلام نیز نشان داد که در یک دوره ۲۵ ساله با کاهش سطح مراتع خوب و متوسط به سطح مراتع فقیر و اراضی بایر افزوده شده بود.

با استفاده از داده‌های لندست ۸، Mirzaei Zadeh و همکاران (۲۰۱۵) نقشه تراکم پوشش جنگل‌های بیوره در

همچنین، ضمن برآورد سطح هر طبقه، صحت کلی در طبقات مشخص شد تا به منظور برنامه ریزی این منابع در اختیار مدیران قرار گیرد.

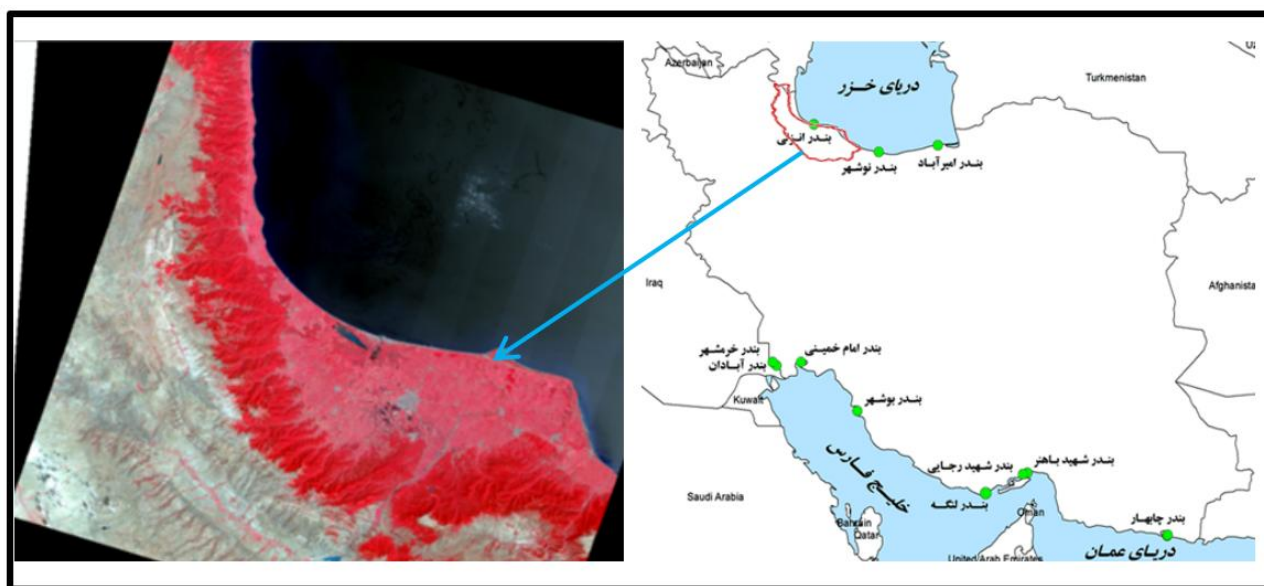
### مواد و روش ها

#### منطقه مورد مطالعه

استان گیلان بین ۳۷ تا ۳۸ درجه عرض شمالی و ۴۸ تا ۵۱ درجه طول شرقی در شمال ایران واقع شده است. جنگل های آن که از شمال غرب از آستارا تا چابکسر در شرق ادامه دارند، بخشی از جنگل های ناحیه هیرکانی هستند که گونه های درختی ارزشمندی را در خود جای داده اند (شکل ۱).

درصد) و جنگل انبوه (تراکم بیشتر از ۸۰ درصد) قرار گرفتند.

در خصوص جنگل های گیلان، Hasanimehr (۲۰۱۵) وسعت این جنگل ها را ۵۵۰ هزار هکتار گزارش کرده است. همچنین، Mirakhorlou و Akhavan (۲۰۰۸) گزارش کردند که در فاصله سال های ۱۳۶۸ تا ۱۳۸۳ هر ساله به طور متوسط حدود ۰/۲۱ درصد از سطح جنگل های این استان فقط در حاشیه بالادست تخریب شده است. با توجه به فقدان اطلاعات جدید از مساحت و به ویژه تراکم جنگل های گیلان در سال های اخیر، پژوهش پیش رو با هدف استفاده از داده های ماهواره لندست ۸ به منظور تفکیک طبقات انبوهی تاج پوشش این جنگل ها در سه طبقه، انبوه، نیمه انبوه و تنک از یکدیگر انجام شد.



شکل ۱- استان گیلان در نقشه ایران و تصویر این استان از ماهواره لندست ۸ با ترکیب رنگ کاذب و از فریم

LC81660342014228LGN00 در شهریور ۱۳۹۳

(زمین مرجع کردن و تطابق با نقشه های توپوگرافی) انجام شد (جدول های ۱ و ۲). علاوه بر اعمال تصحیح استاندارد سطح یک روی این تصاویر، به دلیل استفاده از تصاویر یک زمانه نیازی به تصحیح رادیومتری تصاویر نبود. پس

پردازش اولیه داده های ماهواره ای

پردازش تصاویر ماهواره لندست ۸ مربوط به تابستان ۱۳۹۳، در قالب سه فریم مختص این استان و یک فریم مشترک با استان مازندران به همراه تصحیح زمینی

ترکیب سه‌باندی ترکیبی است که بیشترین ارزش عددی (انحراف معیار) یا بیشترین اطلاعات را از پدیده‌ها یا عوارض زمین با توجه به هدف و کمترین همبستگی آماری بین دو باند اصلی داشته باشند ( Mirakhorlou & Akhavan, 2008).

از تصحیح زمینی، اراضی جنگلی به فاصله حدود دو کیلومتر با تفسیر چشمی از مرز بالادست و پایین‌دست جنگل روی تصاویر مشخص شدند. سپس، بهترین ترکیب سه‌باندی RGB با محاسبه شاخص OIF که یک ارزش یا یک عدد آماری برای پیدا کردن مناسب‌ترین ترکیب سه‌باندی است، استفاده شد. براساس این شاخص، بهترین

جدول ۱- مشخصات عمومی تصاویر ماهواره تهیه‌شده

ردیف	شماره فریم	تاریخ (میلادی)	موقعیت
۱	LC81650352014221LGN00	9-Aug.-2014	گیلان
۲	LC81660342014228LGN00	16-Aug.-2014	گیلان
۳	LC81670332014221LGN00	7-Aug.-2014	گیلان
۴	LC81650342014221LGN00	6-Jun.-2014	گیلان و مازندران

جدول ۲- مشخصات تفکیک مکانی و طیفی تصاویر ماهواره تهیه‌شده

باند	شرح باند	تفکیک مکانی	طول موج مرکز باند (nm)
۱	Coastal Aerosol (Operational Land Imager(OLI))	۳۰	۴۳۳
۲	Blue (OLI)	۳۰	۴۸۲
۳	Green (OLI)	۳۰	۵۶۲
۴	Red (OLI)	۳۰	۶۵۵
۵	Near-Infrared (NIR)(OLI)	۳۰	۸۶۵
۶	Short Wave length Infrared (SWIR)1 (OLI)	۳۰	۱۶۱۰
۷	SWIR 2 (OLI)	۳۰	۲۲۰۰
۸	Panchromatic (OLI)	۱۵	۵۹۰
۹	Cirrus (OLI)	۳۰	۱۳۷۵
۱۰	Thermal Infrared Sensor (TIRS)1	۱۰۰	۱۰۸۰۰
۱۱	TIRS 2	۱۰۰	۱۲۰۰۰

#### نمونه برداری

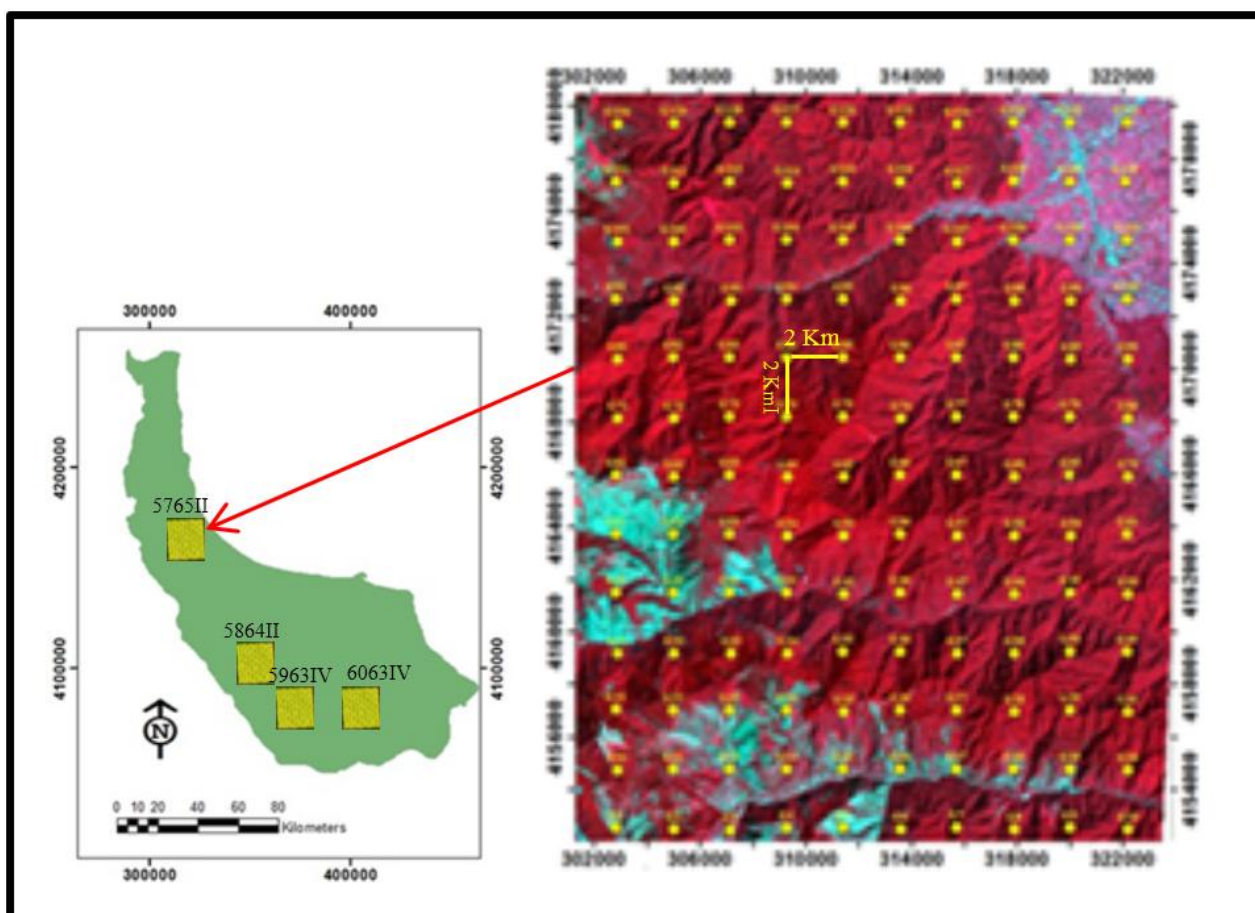
روش از محدوده جنگل‌های گیلان که در ۲۹ برگه (۱:۵۰۰۰۰) تقسیم شده است، ۱۳ درصد آن به‌طور تصادفی برای نمونه برداری انتخاب شدند (چهار برگه از برگه‌های 5765II, 5864II, 5963IV و 6063IV). در

برای برداشت‌های زمینی از روش نمونه برداری دومرحله‌ای، که برای نمونه برداری در عرصه‌های وسیع مناسب است، استفاده شد (Zobeiri, 2002). در این

متر شناسایی شد. سپس، اطلاعات لازم مانند نوع کاربری و انبوهی تاج پوشش به صورت چشمی مشاهده و ثبت شد.

انبوهی تاج پوشش در سه طبقه جنگل انبوه (تاج پوشش درختان بیشتر از ۵۰ درصد)، نیمه انبوه (تاج پوشش درختان کمتر از ۵۰ درصد و بیشتر از ۲۵ درصد) و تنک (تاج پوشش درختان کمتر از ۲۵ درصد و بیشتر از پنج درصد) و با توجه به نسبت سطح روشنایی در واحد سطح قطعه نمونه مشخص شد (شکل ۲).

ادامه روی هر برگه، یک شبکه آماری  $2000 \times 2000$  متر مربعی مشخص شد که تقاطع خطوط شبکه محل نمونه ها را تعیین می کرد. در مجموع، ۵۳۴ قطعه نمونه روی چهار برگه مذکور براساس سیستم تصویر UTM و WGS84 مشخص شد. از این تعداد، ۳۱۶ قطعه نمونه نیم هکتاری (حداقل سطح پوشش درختی در تعریف رایج علمی از جنگل) دایره شکل (Mirakhorlou & Akhavan 2017) که امکان دسترسی به آنها مقدور بود، با دستگاه GPS مارک ماژلان مدل Pro-Mark، XM تا دقت یک



شکل ۲- موقعیت بلوک ها در جنگل های استان گیلان و قطعات نمونه برداری در برگه 5765II

زراعی، باغ، مرتع، خاک لخت و صخره، آب و اماکن مسکونی تعیین شدند. سپس، این کاربری ها با برداشت ها و بازدیدهای صحرائی مشخص شدند. از آنجایی که فقط چهار

طبقه بندی تصویر

در پژوهش پیش رو، کاربری ها در هفت طبقه شامل جنگل با سه طبقه انبوهی (انبوه، نیمه انبوه و تنک)، اراضی

نمونه تعلیمی در نرم افزار ENVI5.3 به منظور تهیه نقشه تاج پوشش جنگل در یک منطقه آزمون آزمایش شدند. براساس نتایج تجزیه و تحلیل آماری (جدول ۳)، الگوریتم طبقه بندی ماشین بردار پشتیبان انتخاب شد. الگوریتم طبقه بندی ماشین بردار پشتیبان توسط پژوهشگران مختلف به عنوان بهترین طبقه بندی کننده در روش طبقه بندی نظارت شده معرفی شده است (Yousefi *et al.*, 2014; Akbari *et al.*, 2016; Mokhtari & Najafi, 2015; Javan & Hasani Moghaddam, 2017; Mirakhorlou & Akhavan, 2017).

طبقه از طبقات فوق، بیشترین تداخل بازتاب طیفی را داشتند و کمترین خطا (بی تأثیر در نتایج) در تداخل کاربری های جنگل و باغ از کاربری های دیگر بود، کاربری های دیگر حذف شد و فقط سه طبقه جنگل و یک طبقه باغ بررسی شدند.

برای انتخاب نمونه های آموزشی، بر روی ترکیب باندی منتخب به دست آمده که شامل باندهای سه، چهار و پنج بودند، تعداد نمونه های آموزشی مناسب با توزیع و پراکنش یکنواخت در سطح منطقه که در واقع دربرگیرنده ویژگی های طیفی بهتری از هر طبقه است، انتخاب شد (شکل ۲). الگوریتم های مختلف طبقه بندی نظارت شده حاصل از ۱۳۰

جدول ۳- ضرایب صحت در استفاده از الگوریتم ماشین بردار در طبقه بندی نظارت شده

الگوریتم	کاربری	صحت تولیدکننده	صحت کاربر	Omission	Commission	ضریب کاپا	صحت کلی
مسکونی	۱۰۰	۸۹/۵۴	۰	۱۰/۴۶			
کشاورزی	۹۲/۱۲	۱۰۰	۷/۸۸	۰		۰/۹۶۸۶	۹۹/۱۸
جنگل	۱۰۰	۹۹/۶۸	۰	۰/۳۲			
پهنه آب	۸۰	۱۰۰	۲۰	۰			

#### صحت نقشه های استخراج شده

ارزیابی صحت نقشه های استخراج شده با ۳۱۶ نمونه حاصل از برداشت های میدانی با استفاده از روش Intersect در نرم افزار ArcGIS 10.2 در محدوده این جنگل ها انجام شد. ارزیابی صحت با استفاده از آماره های صحت کلی، ضریب کاپا، صحت تولیدکننده و صحت کاربر به شرح زیر بود. صحت کلی که برابر است با نسبت تعداد پیکسل های درست طبقه بندی شده به تعداد کل پیکسل های مورد مقایسه، طبق رابطه ۱ به دست آمد (Makhdoum *et al.*, 2001).

$$OA = \frac{1}{N} \sum P_i \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن: OA صحت کلی،  $P_i$  تعداد پیکسل های درست طبقه بندی شده و N تعداد کل پیکسل های مورد مقایسه است.

ضریب کاپا تشریح کننده مقدار تطابق بین نتایج طبقه بندی و واقعیت زمینی است. با توجه به این نکته که تطابق های اتفاقی به وجود آمده از ملاحظات حذف می شوند (Richards, 2013)، این ضریب از رابطه ۲ محاسبه شد.

$$Kappa = \frac{P_0 - P_C}{1 - P_0} \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در آن:  $P_C$  توافق مورد انتظار (توافق تصادفی) و  $P_0$  مشاهدات درست است.

صحت تولیدکننده به احتمال اینکه یک طبقه در تصویر طبقه بندی شده در همان طبقه در روی زمین قرار بگیرد، اطلاق می شود و با استفاده از رابطه ۳ محاسبه شد.

را در ۲۹ برگ نشان داد (جدول ۴) که به استناد آن، سطح جنگل‌های گیلان در حال حاضر ۴۹۸۸۰۴ هکتار است. نتایج این پژوهش نشان داد که از کل مساحت جنگل‌های گیلان، ۴۲/۱ درصد را جنگل انبوه، ۴۱/۵ درصد را جنگل نیمه‌انبوه و ۱۶/۴ درصد را جنگل‌های تنک شامل می‌شوند (شکل ۳).

همان‌طور که پیشتر ذکر شد، فقط سه طبقه انبوهی جنگل و یک طبقه باغ بررسی شد، زیرا فقط این چهار طبقه، بیشترین تداخل بازتاب طیفی را داشتند و کمترین خطا (بی‌تأثیر در نتایج)، تداخل کاربری‌های جنگل و باغ بود. در این پژوهش، نقشه تراکم مناطق جنگلی به‌علت تشابه طیفی آن با باغ‌های کشاورزی که هم‌جوار اراضی جنگلی و به‌ویژه در مناطق پایین‌دست و جلگه‌ای بودند، با صحت کلی ۹۱/۸ درصد و ضریب کاپا ۰/۸ به‌دست آمد (جدول ۲).

$$PA = \frac{T_a}{g_a} \quad \text{رابطه (۳)}$$

که در آن: PA صحت تولیدکننده،  $T_a$  تعداد پیکسل‌های درست طبقه‌بندی‌شده و  $g_a$  تعداد پیکسل‌های نمونه در یک طبقه است.

صحت کاربر به‌ارزیابی احتمال اینکه یک طبقه مشخص در روی زمین در همان طبقه بر روی تصویر طبقه‌بندی‌شده قرار بگیرد، اشاره دارد و با استفاده از رابطه ۴ محاسبه شد.

$$UA = \frac{T_a}{N_1} \quad \text{رابطه (۴)}$$

که در آن: UA صحت کاربر و  $N_1$  تعداد پیکسل‌های یک طبقه است.

## نتایج

نقشه‌های استخراج‌شده، سطح پراکنش جنگل‌های گیلان

جدول ۴- مساحت طبقه‌های انبوهی تاج پوشش (هکتار) در جنگل‌های استان گیلان به‌تفکیک برگ

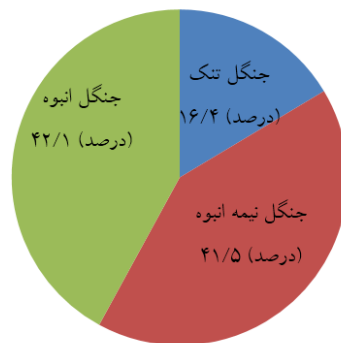
شماره برگ	5764I	5764II	5765I	5765II	5765III	5765IV	5766I	5766II	5766III	5766IV
جنگل انبوه	۱۱۱۸۷	۹۸۶	۱۴۷۹۴	۲۱۰۲۱	۹۳۶	۲۷۲۹	۳۳۷۹	۹۵۱۴	۲۴۵۶	۳۴۱۱
جنگل نیمه‌انبوه	۱۳۴۷۲	۱۸۱۳	۱۱۲۳۸	۲۲۱۰۵	۴۵۰۹	۴۶۱۳	۸۰۳۰	۱۲۲۰۴	۲۶۵۷	۶۵۲۴
جنگل تنک	۲۴۶۳	۹۸۵	۳۲۱۰	۳۶۳۲	۳۵۳۷	۲۵۳۴	۲۵۹۶	۶۵۵۸	۳۷۳۴	۴۶۶۸

ادامه جدول ۴-

شماره برگ	5863I	5863IV	5864II	5864III	5864IV	5865III	5963I	5963II	5963III	5963IV
جنگل انبوه	۹۸۸۸	۱۴۲۱	۹۱۳۰	۱۸۶۳۳	۱۱۲۶۴	۵۰۰۱	۱۵۸۹۱	۰	۸۹۳	۲۰۵۲۸
جنگل نیمه‌انبوه	۶۱۹۷	۸۷۰	۸۸۵۳	۱۶۶۷۵	۱۵۴۷۲	۵۶۷۱	۳۵۳۶	۲۱	۶۹۷	۵۰۵۰
جنگل تنک	۴۴۱۶	۷۸۴	۴۲۷۸	۴۱۴۷	۱۹۹۶	۴۹۰	۲۲۳۳	۱۸۵	۶۹۷	۵۰۵۰

ادامه جدول ۴-

شماره برگ	5964II	5964III	6063I	6063II	6063III	6063IV	6064II	6064III	6064IV	6163IV
جنگل انبوه	۱۳۹۷۴	۹۰۱۰	۹۶۷۵	۷	۰	۵۲۲۶	۹۵	۷۳۰۶	۱۵۶۰	۱۵۶۰
جنگل نیمه‌انبوه	۷۲۷۵	۱۲۱۴۸	۱۲۶۰۲	۱۵۵	۰	۷۵۷۵	۷۳۳	۶۹۷۳	۲۰۱۸	۲۰۱۸
جنگل تنک	۳۹۳۸	۲۹۱۵	۳۱۰۹	۱۴۴۹	۱۴۷	۶۵۷۳	۳۰۵	۴۴۳۹	۵۸۳	۵۸۳



شکل ۳- درصد انبوهی جنگل‌های گیلان

جدول ۲- ارزیابی صحت طبقه‌های انبوهی جنگل و کاربری باغ در استان گیلان

واقعیت زمینی						
صحت کاربر	جمع	باغ	جنگل تنک	جنگل نیمه‌انبوه	جنگل انبوه	طبقه انبوهی
۹۲/۶	۱۰۶	۰	۰	۸	۹۸	جنگل انبوه
۹۰/۸	۱۱۹	۱	۳	۱۰۸	۷	جنگل نیمه‌انبوه
۹۰/۴	۵۲	۲	۴۷	۳	۰	جنگل تنک
۹۴/۹	۳۹	۳۷	۲	۰	۰	باغ
-----	۳۱۶	۴۰	۵۲	۱۱۹	۱۰۵	جمع
		۹۲/۵	۹۰/۴	۹۰/۸	۹۳/۳	صحت تولیدکننده
		ضریب کاپا: ۰/۸			صحت کلی: ۹۱/۸	

## بحث

هزار هکتار گزارش شد (Hasanimehr, 2013). بنابراین براساس یافته‌های پژوهش پیش‌رو، سطح جنگل‌های این استان، ۵۱۱۹۶ هکتار کاهش یافته است.

اگرچه طی سال‌های اخیر، پژوهشی درمورد انبوهی تاج‌پوشش در جنگل‌های گیلان انجام نشده که بیانگر تخریب کیفی این جنگل‌ها باشد، اما می‌توان پژوهش Mirakhorlou و Akhavan (۲۰۱۷) را که برای کل جنگل‌های هیرکانی انجام شد، مبنای مقایسه قرار داد. این پژوهشگران سطح تاج‌پوشش در جنگل‌های انبوه، نیمه‌انبوه و تنک هیرکانی را به ترتیب ۴۵، ۳۶ و ۱۹ درصد گزارش کردند. این مقادیر در مقایسه با پژوهش پیش‌رو که برای جنگل‌های گیلان به ترتیب ۴۲/۱، ۴۱/۵ و ۱۶/۴ درصد

نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که بیشترین سطح جنگل‌های گیلان را جنگل‌های انبوه با مقدار ۲۰۹۹۱۵ هکتار تشکیل می‌دهند. به دنبال آن، با اختلاف بسیار کم جنگل‌های نیمه‌انبوه با مساحت ۲۰۷۲۳۸ هکتار قرار دارند. کمترین سطح نیز با ۸۱۶۵۱ هکتار متعلق به جنگل‌های تنک است. Mirakhorlou و Akhavan (۲۰۰۸) گزارش کردند که در یک دوره ۱۵ ساله (۱۳۶۸ تا ۱۳۸۳) ۱۲۱۵۲۸ هکتار از جنگل‌های کوهستانی حاشیه بالادست شمال ایران تخریب شده است. این مقدار برای جنگل‌های گیلان، مازندران و گلستان به ترتیب ۰/۲۱، ۰/۴۹ و ۰/۶۹ درصد در سال بود. در سال ۱۳۹۲، سطح جنگل‌های گیلان ۵۵۰



و همکاران (۲۰۱۶) با استفاده از لندست ۸ پوشش کاربری شهر پکن در چین را در هشت کاربری و سپس در ۱۶ کاربری از هم تفکیک کردند. این پژوهشگران دریافتند که صحت کلی نقشه‌های تهیه‌شده در طبقه‌بندی‌های مذکور به ترتیب ۸۱/۰۴ و ۶۹/۸۹ درصد بود. این نتایج بیانگر آن است که با افزایش طبقات در تفکیک کاربری‌ها، صحت نقشه‌ها می‌تواند کاهش یابد.

مطابق یافته‌های پژوهش پیش‌رو و مقایسه آن با نتایج پژوهش‌های پیشین، می‌توان نتیجه گرفت که تصاویر لندست، قابلیت زیادی در تهیه نقشه‌های موضوعی مانند انبوهی و کاربری جنگل دارند و می‌توانند با اطمینان در تصمیم‌گیری‌ها، مقایسه و برنامه‌ریزی‌های ملی و منطقه‌ای (حفاظت، احیا و توسعه) استفاده شوند. در این پژوهش، از آخرین یافته‌های پژوهشی در زمینه تفسیر و پردازش داده‌های ماهواره‌ای و نرم‌افزارهای تخصصی موجود به منظور استخراج نقشه‌های پهنه‌بندی عرصه‌های جنگلی با کاربری‌های مختلف دیگر استفاده شد، بنابراین با توجه به کیفیت مناسب اطلاعات و نقشه‌های به‌دست آمده از این پژوهش و قابل دسترس بودن داده‌های ماهواره‌ای سال‌های گذشته توصیه می‌شود که نقشه‌های پهنه‌بندی این جنگل‌ها برای دوره‌های گذشته نیز تهیه شود. به این ترتیب، مبنای مناسبی برای تحلیل و نتیجه‌گیری از روند و مقدار عقب‌نشینی جنگل در پایین‌دست و بالادست از مرز طبیعی و حتی تخریب از داخل جنگل به‌دست می‌آید. دستیابی به این اطلاعات می‌تواند موجب اتخاذ تصمیم‌های صحیح‌تر و منطقی‌تر برای حفاظت و احیاء جنگل‌های هیرکانی شود. همچنین، این اطلاعات می‌تواند پراکنش و محل عرصه‌های تخریب‌شده با شدت زیاد را مشخص کند تا تصمیم‌گیری‌های مدیریتی و اقدامات جدید در مناطق با شدت تخریب زیاد متمرکز شوند.

## References

- Abdollahi, H., Shataee Jooybari, Sh., Sepehri, A. and Zanganeh, H., 2010. Comparing investigation on Landsat-ETM+ and IRS-P6-LISS IV data for canopy cover mapping of Zagros forests (case study, Javanroud

به‌دست آمد، نشان می‌دهد که استان گیلان نسبت به کل ناحیه هیرکانی، سطح بیشتری از جنگل‌های نیمه‌انبوه و سطح کمتری از جنگل‌های انبوه و تنک را دارد.

در پژوهش پیش‌رو مشخص شد که در تصاویر ماهواره لندست، کاربری باغ‌های کشاورزی به‌ویژه باغ‌های چای و در سطوح محدود، باغ‌های مرکبات و فندق با جنگل‌های تنک و نیمه‌انبوه، تداخل و تشابه طیفی دارند. چنانچه صحت تولیدکننده از جنگل انبوه (۹۳/۳ درصد) به جنگل تنک (۹۰/۴ درصد) و جنگل نیمه‌انبوه (۹۰/۸ درصد) به مقدار ۲/۹ و ۲/۵ درصد کاهش یافت. همچنین، براساس این نتایج، صحت کلی و ضریب کاپا طبقه‌های انبوهی جنگل و کاربری باغ در نقشه‌های استخراج‌شده به ترتیب ۹۱/۸ درصد و ۰/۸ بود که بیانگر  $\pm 10$  درصد خطا است. در خصوص دقت تصاویر تهیه‌شده از ماهواره‌ها، نتایج پژوهش‌های متعدد نشان می‌دهد که هنگامی که تفکیک کاربری‌ها در سطح کلی یا کلان انجام می‌شود، نقشه‌های تهیه‌شده، دقت زیادی دارند، اما با اضافه شدن تعداد طبقه‌ها در کاربری‌های مشابه یا در یک کاربری مشخص از دقت نقشه‌های تهیه‌شده به‌علت تشابه و تداخل طیفی کاسته می‌شود. در همین راستا، Mirzaei Zadeh و همکاران (۲۰۱۵) در طبقه‌بندی تراکم پوشش جنگل‌های بیوره در استان ایلام دریافتند که هرچه به تعداد طبقه‌ها افزوده شود از صحت نقشه‌ها کاسته می‌شود.

پژوهش Pakkhesal و Bonyad (۲۰۱۳) نشان داد که مهم‌ترین مشکل در تهیه نقشه تراکم تاج پوشش جنگل‌های شفارود گیلان، تداخل طیفی است. این پژوهشگران بیان کردند که این مشکل در طبقات تنک (پنج تا ۲۵ درصد) و نیمه‌انبوه (۲۵ تا ۵۰ درصد) بیشتر مشاهده می‌شود و سبب کاهش صحت تولیدکننده از ۷۹/۴ درصد در طبقه انبوه به ۵۷/۷ درصد در طبقه نیمه‌انبوه و ۳۹/۳ درصد در طبقه تنک می‌شود. نتایج پژوهش Shahvali Kouhshour و همکاران (۲۰۱۲) نیز در تفکیک تراکم پوشش جنگل با استفاده از داده‌های لندست و مدل تراکم تاج پوشش جنگل نشان داد که صحت نقشه‌ها در تراکم پوشش‌های انبوه دقیق‌تر است. Hu

- Javan, F. and Hasani Moghaddam, H., 2017. Deforestation detection of Hyrcanian forest using satellite imagery and support vector machine (Case study: Rezvanshahr county). *Forest Strategical Approachment Journal*, 2(5): 1-11 (In Persian).
- Kooch, Y. and Bayranvand, M., 2017. Effect of canopy gaps area on soil biological activities and organic matter fractions in a beech forest stand. *Iranian Journal of Forest*, 8(4): 533-546 (In Persian).
- Makhdom, M.F., Darvishsefat, A.A., Jafarzadeh, H. and Makhdom, A.F. 2001. *Environmental Evaluation and Planning by Geographic Information Systems*. University of Tehran Press, Tehran, 304p (In Persian).
- Mirakhorlou, Kh. and Akhavan, R., 2008. Investigation on boundary changes of northern forests of Iran using remotely sensed data. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 16(1): 139-148 (In Persian).
- Mirakhorlou, Kh. and Akhavan, R., 2017. Forest density and orchard classification in Hyrcanian forests of Iran using Landsat 8 data. *Journal of Forest Science*, 63(8): 355-362.
- Mirzaei Zadeh, V., Niknejad, M. and Hojjati, S.M., 2015. Estimation of forest canopy density using FCD. *Ecology of Iranian Forests*, 3(5): 63-75 (In Persian).
- Mohammadyari, F., Pourkhabaz, H., Tavakoli, M. and Aghdar, H., 2014. Mapping vegetation and monitoring its changes using remote sensing and GIS techniques (Case study: Behbahan city). *Scientific - Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR)*, 23(92): 24-34 (In Persian).
- Mokhtari, M. and Najafi, A., 2015. Comparison of support vector machine and neural network classification methods in land use information extraction through Landsat TM data. *Journal of Water and Soil Science (Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources)*, 19(72): 35-44 (In Persian).
- Pakkhesal, E. and Bonyad, A.E., 2013. Classification and delineating natural forest canopy density using FCD model (Case study: Shafarud area of Guilan). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 21(1): 99-114 (In Persian).
- Parma, R. and Shataee, Sh., 2010. Preparation of land use map using Landsat 7 ETM + sensor (Case study of Qaljai forests of Kermanshah province). *Geomatics Conference*. Iran National Cartographic Center, Tehran, 9 May 2010: 10p (In Persian).
- Richards, J.A., 2013. *Remote Sensing Digital Image Analysis*. Fifth Edition, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York, 494p.
- Salman Mahini, A., Nadali, A., Fegghi, J. and Riazi, B., 2012. Tree cover detection through Maxlike classification of Land sat ETM + images of the year 2001 in Golestan province. *Journal of Environmental forests*. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 17(3): 1-18 (In Persian).
- Akbari, E., Zangane Asadi, M.A. and Taghavi Moghaddam, E., 2016. Change detection land use and land cover regional neyshabour using Different methods of statistical training theory. *Geospatial Planning of Space Quarterly Journal*, 6(20): 35-49 (In Persian).
- Akike, S. and Samanta, S., 2016. Land use/land cover and forest canopy density monitoring of Wafi-Golpu project area, Papua New Guinea. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 4: 1-14.
- Alizadeh, M., Mirzaei, R. and Kia, S.H., 2016. The potential of land cover/use detection using Landsat 8 satellite imagery (Case Study: Jajroud Basin). *Third Conference on New Findings in the Environment and Agricultural Ecosystems*. Tehran University, Tehran. 21-22 Sep. 2016: 9p (In Persian).
- Amiri, M., Rahamani, R., Sagheb Talebi, Kh. and Habashi, H., 2015. Structural characteristics of dead wood in a natural untouched of *Fagus orientalis* Lipsky mixed stand forest (Case Study: Shastklateh Forest, Gorgan, Iran). *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 22(1): 185-205 (In Persian).
- Arkhi, S., 2015. Detecting land cover/land use changes by object-oriented processing of satellite images using IdrisiSelva software (Case study: Abdanan region). *Scientific - Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR)*, 24(95): 51-62 (In Persian).
- Aslami, F., Ghorbani, A., Sobhani, B. and Panahandeh, M., 2015. Comparing artificial neural network, support vector machine and object-based methods in preparation land use/cover maps using landSat-8 images. *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 6(3): 1-14 (In Persian).
- Hasanimehr, S.S. 2013. Recognizing the usage of Guilan forests potential based on development attitude approach. *Human Geography Research*, 45(1): 185-198 (In Persian).
- Hashemi, S.A., Fatemi Talab, S.R., Kavousi Kalashmi, H. and Madanipour Kermanshahi, M., 2016. Change detection in the forest cover of Siyahmezgi watershed of Guilan using LandSat images. *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 7(3): 78-88 (In Persian).
- Himayah, S., Hartono and Danoedoro, P., 2016. The utilization of landsat 8 multitemporal imagery and forest canopy density (FCD) model for forest reclamation priority of natural disaster areas at Kelud mountain, East Java. *2nd International Conference of Indonesian Society for Remote Sensing (ICOIRS)*. Yogyakarta, Indonesia, 17-20 Oct. 2016: 10p.
- Hu, T., Yang, J., Li, X. and Gong, P., 2016. Mapping urban land use by using Landsat images and open social data. *Remote Sensing*, 8(2): 151.

- spectral and textural data. Remote Sensing and Spatial Data Integration: Measuring, Monitoring and Modeling, 22nd Symposium of the Canadian Remote Sensing Society. Victoria, British Columbia, 20-25 Aug. 2000: 6p.
- Yousefi, S., Tazeh, M., Mirzaee, S., Moradi, H.R. and Tavangar, Sh., 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 Persian).
  - Zaidi, S.M., Akbari, A., Abu Samah, A., Kong, N.S., Isabella J. and Gisen, A., 2017. Landsat-5 time series analysis for land use/land cover change detection using NDVI and semi-supervised classification techniques. Polish Journal of Environmental Studies, 26(6): 2833-2840.
  - Zobeiri, M., 2002. Forest Biometry. University of Tehran Press, Tehran, 411p (In Persian).
  - Science and Technology, 14(3): 47-56 (In Persian).
  - Shahvali Kouhshour, A., Pir Bavaghar, M. and Fatehi, P., 2012. Forest cover density mapping in sparse and semi dense forests using forest canopy density model (Case study: Marivan forests). Journal of RS and GIS for Natural Resources, 3(3):73-83 (In Persian).
  - Tazeh, M., Ghezelseflu, N. and Sadeghi Asl, M., 2014. Estimation of Landsat satellite imagery to map forest area (case study: Golestan province). National Conference of Geography, Urban Planning and Sustainable Development. Tehran, 27 Feb. 2014: 12p (In Persian).
  - Wentz, E.A., Stefanov, W.L., Gries, C. and Hope, D., 2006. Land use and land cover mapping from diverse data sources for an arid urban environments. Computers, Environment and Urban Systems, 30(3): 320-346.
  - Wulder, M. and Boudewyn, P., 2000. Remote estimation of forest density using empirical methods on image

## Evaluation of area and canopy density of forests in the Guilan Province using satellite data

M. Amin Amlashi <sup>1\*</sup> and Kh. Mirakhorlou <sup>2</sup>

1\* - Corresponding author, Assistant Prof., Forests Rangelands, and Watershed Management Research Department, Guilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, AREEO, Rasht, Iran. E-mail: msd\_amin@yahoo.com

2- Senior Research Expert, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Received: 22.12.2018

Accepted: 17.04.2019

### Abstract

Knowledge on the area and amount of forest coverage at landscape scale can be one of the most important indicators in forest sustainable development. In this study, we used Landsat-8 full coverage imagery across the Guilan Province and the supervised classification method for forest canopy cover mapping in the summer of 2014. Field data were collected by a two-stage sampling method and 316 number of 0.5-ha plots. Subsequently, information on the types of land use and the canopy density (the ratio of the level of forest floor lightness per unit area) were recorded. With an overall accuracy of 91.8% and kappa coefficient of 0.80, results showed that 498804 ha of the total land area of Guilan Province is covered by forests, from which dense, semi-dense, and scattered forests account for about 42.1, 41.5, and 16.4% of the forested areas, respectively. This study demonstrated the negative effect of spectral similarity between farmlands with scatter and semi-dense forests in the accuracy of forest classification. This study demonstrated the proper performance of Landsat 8 data in providing thematic maps such as density and forest cover. Therefore, these data and information can be recommended for use in forest management decision-making, conservation, and restoration.

**Keywords:** Hyrcanian forests, land use, Landsat 8.