

پیش‌بینی تغییرات پوشش گیاهی و روند انتشار دی‌اکسید کربن بر اساس سناریوی پروژه REDD

یوسف درویشی^{۱*}، میلاد زارعی^۲، میرکیوان سیار کوردی^۳

^۱گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
^۲گروه مهندسی منابع طبیعی محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران
^۳اداره ژئودزی و ژئوداینامیک، سازمان نقشه‌برداری کشور (NCC)، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۲۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۲۳

چکیده

در طول زمان، الگوهای پوشش‌زمین و به دنبال آن کاربری اراضی دچار تغییر و دگرگونی اساسی می‌شوند. بنابراین برای استفاده بهینه از قابلیت‌های منابع طبیعی، کسب اطلاعات دقیق از پتانسیل‌های کاربری اراضی امری ضروری است. هدف اصلی پروژه REDD کاهش گازهای گلخانه‌ای (متان، دی‌اکسید کربن و دی‌اکسید نیتروژن) و افزایش ترسیب کربن در منطقه با تغییرات شدید کاربری اراضی است. بنابراین به منظور حفاظت از منطقه کجور، نه تنها شناخت مناسب از عوامل انسانی، بلکه نقش عوامل طبیعی از جمله پوشش گیاهی با اهمیت می‌باشد. بر اساس اهداف REDD، بررسی تغییرات پوشش جنگل در محدوده مورد مطالعه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست (۴، ۵ و ۸) برای سال‌های ۱۳۶۴، ۱۳۶۹، ۱۳۷۴، ۱۳۷۹، ۱۳۸۹، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۶ انجام گردید. در پایان طبق روش BioCarbon Fund (BioCF) و دوره پایه ۱۳۶۴-۱۳۹۶ مدل‌سازی تغییرات پوشش جنگل برای ۳۰ سال آینده (تا سال ۱۴۲۵) صورت گرفت و میزان انتشار دی‌اکسید کربن تا سال ۱۴۲۵ محاسبه گردید. نتایج حاصل از بررسی شاخص‌های پوشش گیاهی بیانگر بهبود وضعیت پوشش در بازه مورد بررسی بودند. بنابراین بهبود شرایط پوشش را می‌توان به اعمال عملیات حفاظتی نسبت داد. براساس نتایج به‌دست آمده در سال ۱۴۲۵ طبقات پوشش اراضی فاقد پوشش، مساحتی در حدود ۸ درصد، طبقه پوشش مرتعی ۴۰/۸ درصد و طبقه پوششی جنگل مساحتی معادل ۵۱/۱ درصد خواهند داشت. همچنین بین سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۴۲۵ در صورت عدم اجرای استراتژی، پروژه حدود ۱۹۹۵۶۹ هکتار (۲۰ درصد) پوشش جنگل تخریب می‌شود و ۱۹۹۵۶۹۵ تن دی‌اکسید کربن انتشار می‌یابد که در صورت اجرای پروژه REDD این میزان انتشار به ۴۰۵۵۱۲ تن دی‌اکسید کربن می‌رسد که می‌توان از انتشار ۱۸۳۰۱۵۹۰ تن دی‌اکسید کربن معادل (۴۲ درصد) به جو فوقانی زمین جلوگیری نمود.

کلید واژگان: شاخص‌های پوشش گیاهی، گازهای گلخانه‌ای، کاربری اراضی، سنجش از دور

مقدمه

یکی از بزرگ‌ترین مسائل جامعه جهانی، موضوع گرمایش جهانی و پیامدهای آن بر زندگی و فرآیند توسعه در جوامع انسانی است. عوامل زیادی طبیعی یا انسان‌ساخت بر تغییرات آب‌وهوا مؤثرند. در مورد دلایل این پدیده نظریه‌های متعددی وجود دارد که برخی گازهای گلخانه‌ای و برخی دیگر فرآیندهایی نظیر فعالیت‌های آتشفشانی و زمین‌گرایی و همچنین فعالیت‌های خورشیدی را دلیل این پدیده عنوان می‌کنند (Brown, 2021). جنگل‌زدایی باعث می‌شود جریان خالص کربن به دلیل از بین رفتن زیست‌توده در بالا و زیر زمین وارد جو شود، در حالی که تخریب جنگل باعث آزاد شدن کربن و همچنین کاهش توانایی جنگل‌ها برای جذب کربن می‌شود. به رسمیت شناختن ارزش واقعی جنگل‌ها، به دلیل عملکرد ذخیره‌سازی کربن آن‌ها، منجر به توافق‌نامه‌ها و سیاست‌های جهانی برای ترویج کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از استفاده از زمین در همه زیست‌ها، به‌ویژه در مناطق استوایی می‌شود. مکانیسم REDD به‌عنوان یک تأییدیه بین‌المللی برای خدمات اکوسیستم (PES) به نقل از محققان طراحی شده است (Scholz and Schmidt, 2008; Pattanayak *et al.*, 2010; Corbera, 2012). تغییرات کاربری اراضی امروزه تقریباً ۲۰ درصد از کل گازهای گلخانه‌ای را تشکیل می‌دهد که فراتر از کل بخش گازهای تولید شده توسط سیستم حمل و نقل است. بیشتر این انتشارات از جنگل‌زدایی در کشورهای در حال توسعه برای به‌وجود آمدن شرایط کشاورزی و محصولات به‌دست آمده حاصل از الوار درختان رخ می‌دهد از این رو سیاست‌گذاران عرصه بین‌المللی در حال بررسی چگونگی ایجاد انگیزه برای کاهش انتشار ناشی از جنگل‌زدایی و تخریب جنگل (REDD¹) هستند (Madeira, 2008). در حالی که کشورهای در حال توسعه در سراسر جهان در حال آماده‌سازی برای اجرای REDD+ projects

هستند مشکلات احتمالی ابزارهای مالی جهت تشویق بخش خصوصی و سهام‌داران کوچک در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای وجود دارد (Cadman *et al.*, 2019). با این وجود واگذاری مدیریت جنگل از دولت‌های ملی به جوامع محلی و افراد در طول دو دهه گذشته افزایش یافته است و این باعث شده است نسبت جوامع و مالکیت فردی بر منابع جنگل ۱۴٪ باشد (FAO, 2015; RRI, 2014). نقش جوامع محلی ساکن در مناطق جنگلی یا اطراف آن در مدیریت جنگل به‌طور گسترده‌ای تأیید شده است (Gilmour, 2016). جوامعی که جنگل‌ها را مدیریت و نگهداری می‌کنند تحت تأثیر جنگل‌زدایی و تخریب جنگل هستند. از این رو، درک نقش آن‌ها در حمایت یا جلوگیری از جنگل‌زدایی و تخریب جنگل به‌عنوان یک تلاش ملی در کاهش انتشار کربن از جنگل امری مهم تلقی می‌گردد (Zahrul *et al.*, 2019).

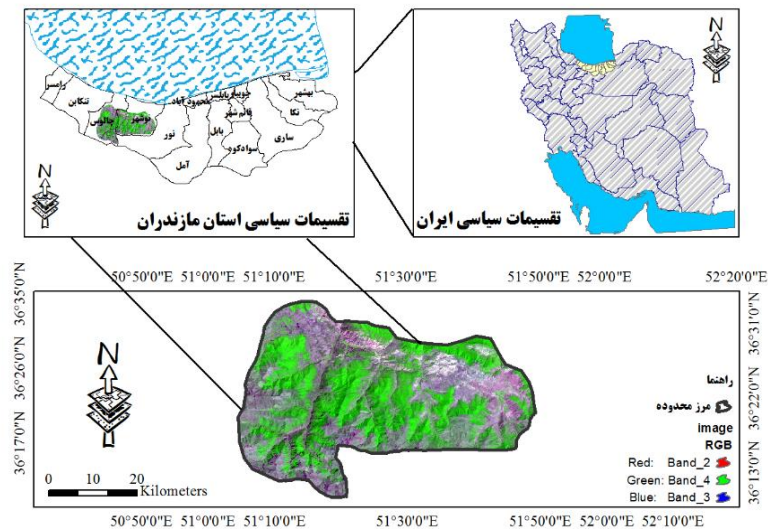
در این رابطه هرگونه تغییر سریع در شرایط آب‌وهوایی باعث تغییرات قابل‌توجهی در الگوهای رشد و نمو این گیاهان شده و بسته به شدت این تغییرات ممکن است باعث جابجایی مکانی و زمانی آن‌ها و در نهایت حتی منجر به حذف آن‌ها از جوامع گیاهی یک منطقه خاص شوند (Howe *et al.*, 2019). پوشش گیاهی از زیست‌بوم‌های اصلی زمین است و نقش غیرقابل‌جایگزینی در تنظیم و حفاظت از هوا سپهر، آب و خاک، کاهش غلظت گازهای گلخانه‌ای و افزایش و حفظ ثبات آب و هوا دارد (Weishou *et al.*, 2011). بنابراین نیاز به آشکارسازی، پیش‌بینی و مراقبت چنین تغییراتی در یک اکوسیستم از اهمیت به‌سزایی برخوردار است (Savaresi, 2016). امروزه، فن‌آوری‌های سنجش از راه دور به‌عنوان یک راهکار ارزشمند در جهت شناسایی منابع طبیعی، به‌ویژه در روند تهیه نقشه‌های کاربری اراضی، در مناطق مختلف جهان به‌صورت علمی مورد استناد قرار می‌گیرند. کامسکو و همکاران (۲۰۰۸)،

¹ Reducing Carbon Emissions Due to Deforestation and Degradation

اساس، آثار تخریب مناطق جنگلی در بیشتر تحقیقات به صورت دقیق مورد توجه قرار نگرفته و به درستی درک نشده است، به همین دلیل است که استراتژی‌های کاهش گازهای گلخانه‌ای در عرصه‌های بین‌المللی روی جنگل‌زدایی متمرکز شده‌اند. بر همین اساس برای درک بهتر و استفاده از فرصت‌های مقابله با تغییرات آب و هوایی، بهبود دانش در مورد انتشار گازهای گلخانه‌ای از تخریب جنگل ضروری به نظر می‌رسند (Timothy et al., 2017). مؤلفه‌های مؤثر در عدم قطعیت یا موفقیت پروژه REDD عبارتند از: ۱) مبارزه بین ذینفعان در سطوح مختلف جامعه (Makatta et al., 2015؛ ۲) همسو بودن بخش‌های مختلف سیاسی در مدیریت یکپارچه جنگل (Fujisaki et al., 2016) و ۳) توسعه پاک و توجه به شرایط آب و هوایی در برنامه‌ها و پروژه‌های محلی و منطقه‌ای (McElwee et al., 2017). انتشار خالص دی‌اکسید کربن (CO₂) به جو اتمسفر ناشی از مدیریت کاربری اراضی حدود ۱۰٪ از انتشار جهانی CO₂ عوامل انسانی را شامل می‌شود. در مقابل، انتشار ناخالص ناشی از استفاده‌های چرخشی از جنگل‌ها برای برداشت چوب و تغییر جهت کشت ۳۷٪ از کل انتشار دی‌اکسید کربن (CO₂) است. اگر استفاده از جنگل چرخشی متوقف شود، حذف ناخالص در احیاء مجدد جنگل برای دهه‌ها با رویکرد توسعه سبز ادامه خواهد داشت (Houghton, 2019).

در نهایت با توجه به مباحث مطرح شده چنین استنباط می‌گردد که مسئله تغییر آب‌وهوا حاصل از انتشار گازهای گلخانه‌ای دامنه گسترده‌ای از پرسش‌ها در مورد چگونگی تأثیرگذاری این‌گونه تغییرات و سازگاری انسان با تغییرات به‌همراه داشته است. این نیاز، همواره روندی رو به رشد برای دریافت اطلاعات کاربردی پیرامون اثرات تغییر آب‌وهوا در بخش‌های مختلف سیاره و کانون‌های گوناگون زندگی انسان داشته است. از این رو توجه برنامه‌ریزان برای آینده باید بیشتر به این سمت معطوف گردد، بدون تردید مناطق حفاظت‌شده، و به‌طور کلی زیستگاه‌های زیست‌کره

زنجیره مارکوف را جهت مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی با هدف بررسی توازن رشد شهری و حفاظت از محیط زیست تا سال ۲۰۰۹ به کار گرفتند. نتایج این پژوهش، افزایش اراضی انسان ساخت و کاهش اراضی کشاورزی و پوشش جنگلی را در منطقه مطالعاتی نشان داد (Kamusoko et al., 2008). تبدیل دائمی مناطق جنگلی به غیر جنگلی در کشورهای در حال توسعه تأثیر قابل توجهی در تجمع گازهای گلخانه‌ای در جو دارد. از آنجا که تخریب جنگل ناشی از قطع زیاد درختان، بهره‌برداری بیش از حد از چوب سوخت، چرا شدید باعث کاهش بازآفرینی، آتش‌سوزی و تجزیه جنگل می‌شود. اگر انتشار متان (CH₄)، اکسید نیتروژن (N₂O)، دی‌اکسید کربن (CO₂) و سایر گازهای واکنش‌پذیر شیمیایی که در نتیجه استفاده‌های بعدی از زمین حاصل می‌شوند (GOFC-GOLD, 2009). بررسی نتایج سناریو REDD به ما این امکان را خواهد داد تا درک درستی از پدیده‌های طبیعی موجود در محیط پیرامون خود داشته باشیم، همچنین توزیع و تکامل رویکردهای پیشنهادی این پروژه به ما کمک می‌کند تا مناطقی که دچار همگرایی و واگرایی زیاد هستند را مشاهده کنیم (Parker et al., 2008). به رسمیت شناختن ارزش واقعی جنگل‌ها، به دلیل عملکرد ذخیره‌سازی کربن، موافقت‌نامه‌ها و سیاست‌های جهانی را برای ارتقا استراتژی سناریو REDD کاهش انتشار در زمینه استفاده از زمین در همه بیوم‌ها، به‌ویژه در مناطق گرمسیری را پیش می‌برد (Graham et al., 2019). البته مزایای تولید گازهای گلخانه‌ای می‌تواند از قطع جنگل‌ها با توجه به حداقل اختلالی که در چرخه زغال سنگ رخ می‌دهد، ایجاد شود ولی با وجود پتانسیل زیست‌محیطی نگرانی‌ها در مورد چگونگی پایداری زیست‌محیطی در آن وجود دارد (Zimmerman, 2012). توجه به جنگل‌های قطع شده یکی از سناریوهای مورد استفاده برای ذخیره کربن و تنوع‌زیستی در مناطق مختلف جهان معرفی شده است که می‌تواند به همان اندازه مناطق حفاظت شده در کاهش جنگل‌زدایی مؤثر باشد (Gaveau et al., 2013). بر این



شکل ۱- نقشه منطقه مورد مطالعه.

گردیده است (منبع، مصوبه شماره ۴ شورای عالی محیط‌زیست مورخ ۱۳/۷/۱۳۴۶). بنابراین به منظور حفاظت از این منطقه، نه تنها شناخت مناسب از عوامل انسانی، بلکه نقش عوامل طبیعی از جمله اقلیم، بسیار با اهمیت می‌باشد. منطقه مورد بررسی حدوداً ۱۸۳۵,۳۵۱ کیلومتر مربع است. بیشترین مساحت منطقه مورد مطالعه در بخش محدوده مورد مطالعه در حریم شهرستان نوشهر قرار دارد. منطقه مورد بررسی در موقعیت جغرافیایی ۵۱ درجه و ۵۲ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۴۳ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۲۹ دقیقه عرض شمالی با ارتفاع متوسط حدود ۲۰۰۲ متر از سطح دریا قرار گرفته است. بر اساس مطالعات صورت گرفته، سطوح ارتفاعی ۴۳۲ تا ۱۲۲۰ متر بیشترین تعداد نقاط سکونتگاهی را به خود اختصاص داده‌اند. در این طبقه، ۷۵ نقطه سکونتگاهی جای گرفته است که ۳۷/۵ درصد از کل سکونتگاه‌های منطقه را شامل می‌شود. به طوری که در این منطقه اراضی پست کمتر از ۱۷۵۰ متر بیشترین گسترش را دارند. این اراضی که جزء اراضی نسبتاً پست استان نیز به شمار می‌روند. بیشتر در بخش‌های شمال و شمال‌غربی شرقی منطقه قابل مشاهده است. در مجموع ارتفاع در این منطقه بیشتر از سطح دریاهای آزاد است. بیشترین ارتفاع مشاهده در سطح منطقه در بخش‌های جنوبی می‌باشد که

میراث‌های با ارزش طبیعی هر سرزمین و کشور محسوب می‌شوند. حفاظت پایدار از چنین مناطقی تنها در گرو درک و شناخت واقعی ارزش‌های نهفته در آن‌ها امکان‌پذیر است. لذا جهت مدیریت و حفاظت پایدار از این منابع بررسی و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی برای تعدیل و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای بر اساس سناریوهای پروژه REDD امری ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین در این کار ارائه راهکاری برای تخفیف اثرات گرمایش جهانی با توجه به کاهش گازهای گلخانه‌ای مد نظر بوده است که بر مبنای مدل‌سازی پروژه REDD برای منطقه حفاظت شده کجور در استان مازندران برآورد شده است. این مسئله مشخص خواهد کرد که، در صورت اجرایی کردن این پروژه، تا چه میزان می‌توان از انتشار گازهای گلخانه‌ای جلوگیری نمود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: منطقه حفاظت شده البرز مرکزی با مساحت ۳۹۹ هزارهکتار به موجب مصوبه شورای عالی محیط‌زیست ایران در سال ۱۳۴۶ به عنوان یکی از مناطق ارزشمند ایران از نظر تنوع ژنی و گونه‌ای در فهرست شبکه مناطق حفاظت‌شده جهان به ثبت رسیده بر این اساس، منطقه مورد مطالعه در حریم منطقه البرز مرکزی واقع

جدول ۱- مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده

ردیف	سنجنده	ردیف	گذر	تاریخ میلادی	تاریخ شمسی
۱	TM	۱۶۴	۰۳۵	۲ ژوئن ۱۹۸۵	۱۲ خرداد ۱۳۶۴
۲	TM	۱۶۴	۰۳۵	۲۸ می ۱۹۹۰	۷ خرداد ۱۳۶۹
۳	TM	۱۶۴	۰۳۵	۱۳ جولای ۱۹۹۵	۲۲ تیر ۱۳۷۴
۴	TM	۱۶۴	۰۳۵	۸ ژوئن ۲۰۰۰	۱۹ خرداد ۱۳۷۹
۵	TM	۱۶۴	۰۳۵	۴ ژوئن ۲۰۱۰	۱۴ خرداد ۱۳۸۹
۶	OLI	۱۶۴	۰۳۵	۱۷ می ۲۰۱۵	۲۷ اردیبهشت ۱۳۹۴
۷	OLI	۱۶۴	۰۳۵	۷ ژوئن ۲۰۱۷	۱۷ خرداد ۱۳۹۶

میدانی بوده و سعی گردید تا حد امکان پراکنش نمونه‌های آموزشی در سطح منطقه مطالعاتی در داخل منطقه همگن و با پراکنش مناسب باشند. لازم به توضیح بوده که تعداد پیکسل‌های انتخاب شده در هر نمونه آموزشی حداقل باید به اندازه ده برابر تعداد باندهای طیفی تصویر مورد استفاده باشد که این نکته به خوبی در مطالعه حاضر رعایت گردید. در ادامه، بدین منظور برای اراضی فاقد پوشش گیاهی از ۱۲۰ نمونه آموزشی، اراضی با پوشش گیاهی مرتعی ۱۰۰ نمونه و پوشش گیاهی جنگلی ۱۵۰ نمونه جهت تهیه نقشه پوشش اراضی استفاده شد. برای روش طبقه‌بندی از الگوریتم بیشترین شباهت در محیط نرم‌افزار ERDAS IMAGINE استفاده گردید. شایان ذکر بوده که تغییرات کاربری اراضی برای پوشش جنگلی به غیر جنگلی در بین سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۶، شناسایی گردید. سپس با استفاده از روش شبکه عصبی MLP این تغییرات در محیط مدل‌سازی تغییر سرزمین برای سال ۱۴۲۶ پیش‌بینی گردید.

آشکارسازی تغییرات سرزمین: در مطالعه حاضر به منظور برآورد درصد پوشش‌های گیاهی از شاخص‌های EVI، NDVI و DVI استفاده گردید. همچنین از زنجیره مارکوف برای پیش‌بینی تغییرات این پوشش‌های گیاهی برای آینده و در نهایت به‌عنوان داده‌ای ورودی برای آنالیز انتشار گازهای گلخانه‌ای با توجه به پروژه REDD برای دهه‌های آینده استفاده خواهد شد. در ادامه هر یک از روش‌های فوق توضیح داده خواهند شد.

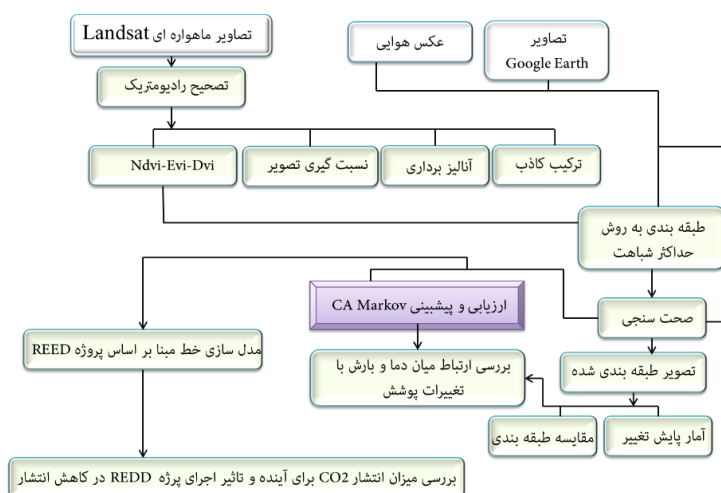
ارتفاعی در حدود ۳۸۰۰ متر را شامل می‌شوند^۲. گفتنی است در همین منطقه حفاظت شده کجور چهار گونه جنگلی (زربین، شمشاد، توسکای قشلاقی، توس، غان) وجود دارد که خود نشان دیگری از ارزش طبیعی این منطقه است (Source: Meteorological Organization of Iran, 1398). شکل (۱)، محدوده جغرافیایی منطقه مطالعاتی را نشان می‌دهد.

مراحل پیش پردازش داده‌ها: در تحقیق حاضر از تصاویر ماهواره لندست در ۷ دوره زمانی استفاده گردید که به ترتیب برای بازه ۲ ژوئن ۱۹۸۵ ردیف ۱۶۴ و گذر ۰۳۵، ۲۸ می ۱۹۹۰، ۱۳ جولای ۱۹۹۵، ۸ ژوئن ۲۰۰۰ از تصویر سنجنده TM ماهواره Z لندست ۵ استفاده گردید. همچنین برای تاریخ ۴ ژوئن ۲۰۱۰ از تصویر سنجنده TM ماهواره لندست ۷ و برای بازه ۱۷ می ۲۰۱۵، ۷ ژوئن ۲۰۱۷ از تصویر سنجنده OLI ماهواره لندست ۸ استفاده شده است. به منظور بررسی و تحلیل تغییرات پوشش گیاهی در حوضه آبخیز نوشهر و چالوس استان مازندران از شاخص‌های DVI، EVI و NDVI استفاده شد. در گزارش حاضر جهت پایش تغییرات پوشش‌زمین از طبقه‌بندی نظارت شده و الگوریتم حداکثر شباهت بهره گرفته شد. برای رسیدن به هدف تحقیق ابتدا اقدام به برداشت نمونه‌های آموزشی شد. برداشت نمونه‌های آموزشی به منظور انجام طبقه‌بندی نظارت شده با استفاده از عکس‌های هوایی، تصاویر Google Earth و نقاط برداشت شده با GPS در عملیات

² Source: Elevation Model Processing by Authors, 1399



شکل ۲- مدل سازی سناریو REDD به نقل از روش پیشنهادی BioCF (BioCarbon Fund, 2008).



شکل ۳- فلوجارت فرآیند کلی انجام کار

می‌باشد. red و NIR به ترتیب باند مادون قرمز و مادون قرمز نزدیک، C1, C2 ضرایب مقاومت آتروسول که برای تصحیحات مربوط به باند آبی و تاثیر اثرات جوی در باند قرمز استفاده می‌شوند. ضرایب ثابت در این شاخص $L=1$ ، $C1=6$ ، $C2=7/5$ و $G=2/5$ می‌باشد. همچنین آستانه عدد این شاخص بین ۱ تا -۱ می‌باشد. شاخص پوشش گیاهی NDVI: جهت شناسایی مناطق پوشیده از پوشش گیاهی از شاخص گیاهی NDVI بهره گرفته شد. شاخص NDVI براساس رابطه ۲ محاسبه شده است (Rouse et al., 1974).

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad \text{رابطه (۲)}$$

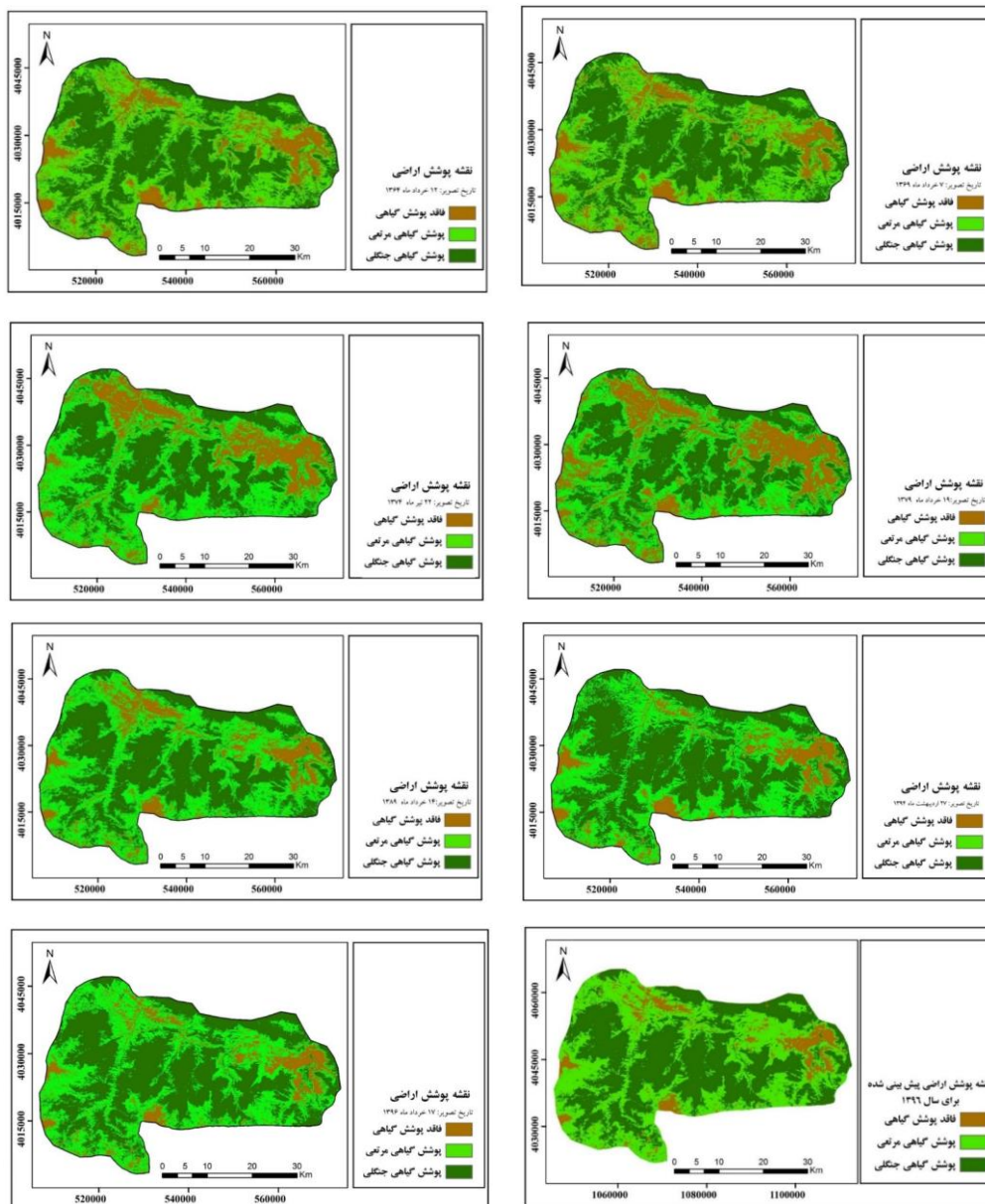
در این رابطه، RED مقدار بازتاب در محدوده باند قرمز و

شاخص پوشش گیاهی EVI: این شاخص برای بهینه سازی سیگنال پوشش گیاهی با بهبودسازی حساسیت در مناطق با بیموس بالا و بهبود پایش پوشش گیاهی از طریق ایجاد ارتباط بین سیگنال پس زمینه تاج و پوشش و کاهش اثرات اتمسفری عمل می‌کند. این شاخص براساس رابطه ۱ محاسبه گردیده است.

رابطه (۱)

$$EVI = G \frac{\rho_{NIR} - \rho_{red}}{\rho_{NIR} + C_1 \times \rho_{red} - C_2 \times \rho_{bule} + L}$$

که در آن ρ اصلاحات جوی و یا اصلاحات جزئی جوی (تصحیح ریلی و جذب اتمسفری) مربوط به بازتاب سطحی، L اصلاحات مربوط به پس زمینه تاج و پوشش که غیرخطی



شکل ۴- نقشه پوشش اراضی بین سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۶.

مربوط به همان سیستم در زمان گذشته به دست می‌آید (Salehi, 2017; Rajitha, 2010). مدل مارکوف همچنین موقعیت هر کاربری را با تولید مجموعه‌ای از تصاویر احتمال وضعیت از ماتریس احتمال انتقال نشان می‌دهد. در مرحله آخر از مدل‌سازی با استفاده از ماتریس مساحت انتقال در مدل CA مارکوف می‌توان نقشه شبیه‌سازی شده از کاربری اراضی در آینده را به دست آورد (Pontius, 2000; Fan, 2008). در این مطالعه پیش‌بینی وضعیت سه کلاس پوشش‌زمین، شامل اراضی فاقد پوشش، اراضی دارای

NIR مقدار بازتاب در باند مادون قرمز نزدیک است. مقدار این شاخص بین -۱ و +۱ تغییر می‌کند. مقدار این شاخص برای پوشش گیاهی متراکم به سمت +۱ میل می‌کند و برای آب، ابرها و برف مقدار آن منفی است. شاخص DVI: شاخص پوشش گیاهی تفاضلی از کسر کردن مقادیر انعکاس باند قرمز از باند مادون قرمز به دست آمده است. مدل CA MARKOV: احتمال تغییرات پوشش اراضی یک سیستم به یک وضعیت در یک زمان خاص اطلاعات

پوشش گیاهی مرتعی و طبقه دارای پوشش جنگلی در منطقه مورد مطالعه برای سال ۱۴۲۵ بر اساس نقشه‌های پوشش زمین سال ۱۳۶۴ به‌عنوان نقشه دوره اول و نقشه پوشش زمین سال ۱۳۹۶ به‌عنوان نقشه دوره دوم به مدل مدل‌ساز تغییر سرزمین (LCM) معرفی و با استفاده از شبکه عصبی MLP با مقدار صحت ۷۰ درصد ماتریس احتمال انتقال کاربری‌ها برای ۳۰ سال آینده محاسبه گردید.

مدل‌سازی سناریوی REDD براساس رویکرد BioCF: در این پژوهش از مدل REDD در (LCM) Land Change Modeler جهت محاسبه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای که نتیجه پیاده‌سازی یک پروژه REDD است، استفاده گردید. مدل‌سازی پروژه REDD شامل ۹ مرحله می‌باشد که رویکرد آن بر اساس روش کار BioCF طراحی شده است. این روش، به چندین ورودی جغرافیایی نیاز دارد که اولین ورودی تعیین محدوده Project Area (منطقه پروژه) می‌باشد. ورودی جغرافیایی دوم و سوم به ترتیب Leakage Area (منطقه تراوش) و Reference Area می‌باشند که باید این مناطق به مدل معرفی شوند. در این پژوهش از مدل REDD در LCM برای محاسبه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای که نتیجه پیاده‌سازی یک پروژه REDD است استفاده گردید. در شکل‌های ۲ و ۳ مراحل مدل‌سازی سناریو REDD به نقل از روش پیشنهادی BioCF و فلوچارت فرآیند کلی انجام کار ارائه شده است (BioCarbon Fund, 2008).

نتایج

پایش تغییرات پوشش اراضی: جهت طبقه‌بندی تصویر سنجنده MSS از ترکیب باندهای ۲۳۴، برای سنجنده TM از ترکیب باندهای ۲۴۶۷ و برای تصویر سنجنده OLI از ترکیب باندهای ۲۳۵۷ استفاده و طبقات اراضی فاقد پوشش گیاهی، اراضی مرتعی و پوشش گیاهی جنگلی برای سال‌های ۱۳۶۴، ۱۳۶۹، ۱۳۷۴، ۱۳۷۹، ۱۳۸۹، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۶ تهیه شدند. بر اساس نتایج به‌دست آمده تغییرات رخ داده در بازه زمانی بین

سال‌های ۱۳۶۴-۱۳۶۹ برای طبقه فاقد پوشش و طبقه پوشش مرتعی به ترتیب به‌صورت ۰/۶۵ درصد و ۱/۳۸ درصد کاهش مساحت را نشان می‌دهد و برای طبقه پوشش جنگل نیز ۲/۰۳ درصد افزایش مساحت صورت گرفته است. در بازه بین سال‌های ۱۳۷۴-۱۳۶۹ تغییرات رخ داده برای طبقات فاقد پوشش و پوشش مرتعی به ترتیب ۵/۸۹ و ۳/۹۷ درصد و به‌صورت افزایشی بوده است. برای پوشش جنگل نیز تغییرات در حدود ۹/۸۶ درصد کاهش در مقدار مساحت بوده است. در بازه زمانی بین سال‌های ۱۳۷۹-۱۳۷۴ تغییرات برای طبقه فاقد پوشش مقداری در حدود ۶/۸۴ درصد افزایش در مقدار مساحت و برای کلاس پوشش مرتعی و پوشش جنگلی تغییرات به ترتیب مقداری در حدود ۴/۸۱ و ۲/۰۳ و به‌صورت کاهش در مقدار مساحت رخ داده است. در بازه زمانی بین سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۷۹ تغییرات برای طبقه فاقد پوشش گیاهی مقدار در حدود ۱۳/۶ درصد کاهش در مقدار مساحت برآورد شده و برای طبقه‌های پوشش مرتعی و پوشش جنگلی تغییرات به ترتیب مقداری در حدود ۴/۶۹ و ۸/۹۱ درصد بوده و افزایش در مقدار مساحت رخ داده است. تغییرات در بازه زمانی بین سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۸۹ برای طبقه‌های پوشش اراضی فاقد پوشش و اراضی دارای پوشش مرتعی به ترتیب مقداری در حدود ۱/۸۷ و ۳/۹۹ و به‌صورت کاهش در مقدار مساحت نمایان شده است برای طبقه پوشش اراضی جنگلی تغییرات در حدود ۵/۸۷ درصد افزایش در مقدار مساحت بوده است. در بازه زمانی بین سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۹۶ تغییرات برای طبقه‌های پوششی اراضی فاقد پوشش و طبقه پوششی جنگل به ترتیب مقداری در حدود ۱/۵ و ۰/۴ رخ داده و کاهش در مقدار مساحت داشته است. طبقه پوشش مرتعی نیز ۱/۹۳ درصد افزایش در مقدار مساحت رخ داده است براساس نتایج به‌دست آمده از مقدار کل مساحت طبقه فاقد پوشش مساحتی در حدود ۲۵۴۸۲ هکتار بدون تغییر باقی مانده و ۲۵۱۹ و ۲۱ هکتار به ترتیب از طبقه بدون پوشش به طبقات پوشش مرتعی و پوشش جنگلی تبدیل شده‌اند. از کل مساحت طبقه پوشش مرتعی ۲۳۴۷۲

جدول ۲- مساحت و درصد مساحت طبقه‌های مختلف پوشش اراضی برحسب هکتار.

سال/طبقه	فاقد پوشش		پوشش مرتعی		پوشش جنگلی	
	مساحت	درصد	مساحت	درصد	مساحت	درصد
۱۳۶۴	۲۸۰۷۱	۱۵/۲۹	۷۱۷۸۴	۳۹/۱۱	۸۳۶۸۲	۴۵/۵۹
۱۳۶۹	۲۶۸۶۹	۱۴/۶۳	۶۹۲۴۵	۳۷/۷۲	۸۷۴۲۴	۴۷/۶۳
۱۳۷۴	۳۷۶۸۰	۲۰/۵۳	۷۶۵۴۳	۴۱/۷	۶۹۳۱۴	۳۷/۷۶
۱۳۷۹	۵۰۲۵۱	۲۷/۳۷	۶۷۷۰۱	۳۶/۸۸	۶۵۵۸۵	۳۵/۷۳
۱۳۸۹	۲۵۲۷۲	۱۳/۷۶	۷۶۳۲۴	۴۱/۵۸	۸۱۹۴۱	۴۴/۶۴
۱۳۹۴	۲۱۸۲۴	۱۱/۸۹	۶۸۹۸۳	۳۷/۵۸	۹۲۷۳۰	۵۰/۵۲
۱۳۹۶	۱۹۰۶۴	۱۰/۳۸	۷۲۵۴۰	۳۹/۵۲	۹۱۹۳۲	۵۰/۰۸

جدول ۳- تغییرات طبقه‌های پوشش اراضی برحسب درصد.

سال / طبقه	فاقد پوشش	پوشش مرتعی	پوشش جنگلی
۱۳۶۴-۱۳۶۹	-۰/۶۵	-۱/۳۸	۲/۰۳
۱۳۶۹-۱۳۷۴	۵/۸۹	۳/۹۷	-۹/۸۶
۱۳۷۴-۱۳۷۹	۶/۸۴	-۴/۸۱	-۲/۰۳
۱۳۷۹-۱۳۸۹	-۱۳/۶	۴/۶۹	۸/۹۱
۱۳۸۹-۱۳۹۴	-۱/۸۷	-۳/۹۹	۵/۸۷
۱۳۹۴-۱۳۹۶	-۱/۵	۱/۹۳	-۰/۴

جدول ۴- مساحت و درصد مساحت طبقه‌های مختلف شاخص پوشش گیاهی DVI.

شاخص پوشش گیاهی DVI										سال / طبقه
>۰/۳		۰/۲-۰/۳		۰/۱-۰/۲		۰-۰/۱		<۰		
مساحت	درصد	مساحت	درصد	مساحت	درصد	مساحت	درصد	مساحت	درصد	
۹۸۳	۰/۵۳	۵۵۱۵۲	۳۰	۶۵۰۶۲	۳۵/۴	۵۱۰۸۸	۲۷/۸	۱۱۲۵۳	۶/۱	۱۳۶۴
۱۷۷	۰/۰۹	۲۹۱۲۲	۱۵/۸	۶۴۵۴۲	۳۵/۱	۶۰۳۳۴	۳۲/۸	۲۹۳۶۳	۱۶	۱۳۶۹
۴	۰	۵۰۱۸۲	۲۷/۳	۸۳۲۰۰	۴۵/۳	۴۷۵۹۸	۲۵/۹	۲۵۵۵	۱/۴	۱۳۷۴
۲	۰	۵۱۸۸۱	۲۸/۲	۶۳۲۲۳	۳۴/۴	۴۶۶۴۴	۲۵/۴	۲۱۷۸۹	۱۱/۸	۱۳۷۹
۳۶	۰/۰۱	۲۵۰۵۵	۱۳/۶	۶۵۷۰۹	۳۵/۸	۶۲۵۹۵	۳۴/۱	۳۰۱۴۴	۱۶/۴	۱۳۸۹
۴۰۲	۰/۲	۲۱۵۳۳	۱۱/۷	۶۲۲۰۶	۳۳/۹	۵۴۶۸۲	۲۹/۸	۴۴۷۱۶	۲۴/۳	۱۳۹۴
۷۷	۰/۴۰	۱۵۸۷۸	۸/۶	۵۹۶۷۰	۳۲/۵	۴۳۴۳۷	۲۳/۶	۶۴۴۷۷	۳۵/۱	۱۳۹۶

۱۳۶۹ دقت کلی و ضریب کاپا به ترتیب ۸۷ درصد و ۰/۸ به دست آمد. برای سال ۱۳۷۴ دقت کلی ۸۸ درصد و ضریب کاپا ۰/۸ برآورد شد. نتایج به دست آمده از ارزیابی شاخص‌های دقت کلی و ضریب کاپا برای سال‌های ۱۳۷۹، ۱۳۸۹، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۶ به ترتیب ۸۹ درصد، ۰/۸۲، ۹۱ درصد و ۰/۸۶، ۹۲ درصد و ۸۷، و در نهایت ۹۱ درصد و ۰/۸۶ برآورد شد.

پایش تغییرات پوشش اراضی: جهت طبقه‌بندی تصویر

هکتار به طبقه بدون پوشش و ۱۳۶۶ هکتار به طبقه پوشش جنگلی تبدیل شده است. از طبقه پوششی جنگل ۱۰۷۳ هکتار به طبقه بدون پوشش و ۱۸۰۰۷ به طبقه پوشش گیاهی مرتعی تبدیل شده است.

ارزیابی صحت طبقه‌بندی یک پارامتر مهم جهت مدل‌سازی و پیش‌بینی دقیق: نتایج به دست آمده برای آزمون صحت طبقه‌بندی پوشش اراضی سال ۱۳۶۴ نشان‌دهنده دقت کلی ۸۹ درصد و ضریب کاپا ۰/۸۲ می‌باشد. برای سال

جدول ۵- مساحت و درصد مساحت طبقات مختلف شاخص پوشش گیاهی EVI.

شاخص پوشش گیاهی EVI									
سال / طبقه	<۰	۰-۰/۲	۰/۲-۰/۴	۰/۴-۰/۶	>۰/۶	مساحت	درصد	مساحت	درصد
۱۳۶۴	۹۸۲	۴۰۳۵۵	۲۲	۴۱۶۷۶	۲۲/۷	۴۵۷۳۳	۲۴/۹	۵۴۷۹۰	۲۹/۸
۱۳۶۹	۲۶۷	۲۶۴۷۰	۱۴/۴	۵۳۹۳۶	۲۹/۴	۵۱۷۰۶	۲۸/۱	۵۱۱۵۷	۲۷/۸
۱۳۷۴	۳	۳۹۰۹۱	۲۲	۵۹۰۸۳	۳۲/۱	۶۰۰۰۶	۳۲/۷	۲۵۳۵۲	۱۳/۸
۱۳۷۹	۱	۴۸۲۱۴	۲۶	۵۶۱۴۷	۳۰/۶	۳۴۴۷۲	۱۸/۸	۴۴۷۰۲	۲۴/۳
۱۳۸۹	۳۷	۲۱۵۵۷	۱۱/۷	۵۶۵۳۷	۳۰/۸	۴۵۷۴۱	۲۴/۹	۵۹۶۶۴	۳۲/۵
۱۳۹۴	۹۹۸	۱۹۲۰۷	۱۰/۴	۵۲۶۶۳	۲۸/۷	۴۲۸۹۶	۲۳/۳	۶۷۷۷۳	۳۶/۹
۱۳۹۶	۲۹۷۰	۱۴۳۴۱	۷/۸	۵۴۵۰۲	۲۹/۷	۳۶۱۶۱	۱۹/۷	۷۵۵۶۳	۴۱/۱

جدول ۶- مساحت و درصد مساحت طبقه‌های مختلف شاخص پوشش گیاهی NDVI.

شاخص پوشش گیاهی NDVI									
سال / طبقه	<۰	۰-۰/۲	۰/۲-۰/۴	۰/۴-۰/۶	>۰/۶	مساحت	درصد	مساحت	درصد
۱۳۶۴	۳۰۳	۱۶۷۲۸	۹/۱	۴۴۶۴۰	۲۵/۴	۴۹۳۶۵	۲۶/۹	۷۰۵۰۰	۲۸/۴
۱۳۶۹	۱۷۷	۱۵۶۷۵	۸/۵	۴۵۹۶۸	۲۵	۴۶۰۹۰	۲۵/۱	۷۵۶۲۶	۴۱/۲
۱۳۷۴	۳	۲۳۵۵۳	۱۲/۸	۵۲۱۴۲	۲۸/۴	۵۴۴۸۶	۲۹/۷	۵۳۳۵۲	۲۹
۱۳۷۹	۱	۳۱۷۶۳	۱۷/۳	۶۰۶۳۶	۳۳	۳۴۲۴۴	۱۸/۶	۵۶۸۹۲	۳۱
۱۳۸۹	۳۶	۱۳۵۸۵	۷/۴	۵۱۶۹۴	۲۸/۱	۴۸۳۵۹	۲۶/۳	۶۹۸۶۲	۳۸
۱۳۹۴	۴۴۷	۱۲۲۶۸	۶/۷	۴۴۱۱۵	۲۴	۴۴۹۰۵	۲۴/۴	۸۱۸۰۱	۴۴/۵
۱۳۹۶	۷۹	۹۳۱۳	۵	۴۸۴۰۷	۲۶/۳	۴۲۹۳۰	۲۳/۴	۸۲۸۰۸	۴۵/۱

همین‌طور توافق و عدم توافق مکانی (مکان طبقه‌ها در دو نقشه واقعی و پیش‌بینی شده) به ترتیب ۰/۶۳ و ۰/۲۵ برآورد شد. شاخص Klocation که توانایی مدل در پیش‌بینی مکان پیکسل‌ها را نمایان می‌کند، برابر ۰/۹۴ و شاخص Kquantity که توانایی مدل در پیش‌بینی تعداد پیکسل‌ها را نشان می‌دهد براساس رابطه ۶ محاسبه گردید.

رابطه (۳)

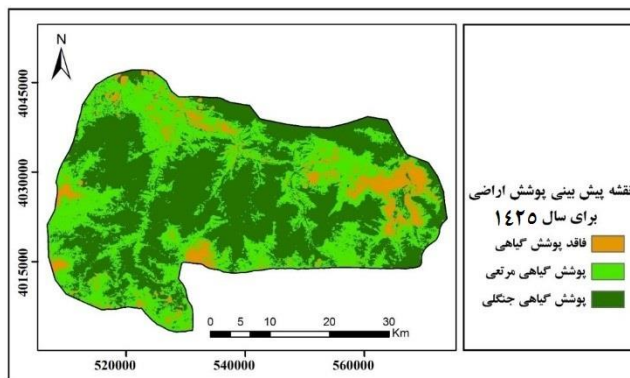
$$Kquantity = \frac{M(m) - NQML}{PQML - NQML} = \frac{0.9459 - 0.7673}{0.9378 - 0.7673} = 1$$

پس از ارزیابی شاخص پوشش گیاهی DVI نقشه‌های حاصل در پنج کلاس کمتر از صفر، بین صفر تا ۰/۱، بین ۰/۱ تا ۰/۲، بین ۰/۲ تا ۰/۳ و بیش از ۰/۳ طبقه بندی شدند که نتایج حاصل از آنها در قالب جدول ۵ برای سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۶ ارائه شده است. نتایج این بخش از مطالعه

سنجده MSS از ترکیب باندهای ۲۳۴، برای سنجده TM از ترکیب باندهای ۲۴۶۷ و برای تصویر سنجده OLI از ترکیب باندهای ۲۳۵۷ استفاده و طبقه‌های اراضی فاقد پوشش گیاهی، اراضی مرتعی و پوشش گیاهی جنگلی برای سال‌های ۱۳۶۴، ۱۳۶۹، ۱۳۷۴، ۱۳۷۹، ۱۳۸۹، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۶ تهیه شد که به ترتیب در شکل ۴ ارائه شده است. با توجه به نتایج به‌دست آمده برای سال ۱۳۹۶ چنین استنباط می‌گردد که توافق بین نقشه واقعی و پیش‌بینی شده [M(m)] برابر ۰/۹۳ است. عدم توافق بین دو نقشه نیز با توجه به رابطه [M(m)] - ۱ برابر ۰/۰۷ است، توافق ناشی از شانس [N(n)] که بدون داشتن هیچ اطلاعاتی از موقعیت و کمیت به‌دست می‌آید، برابر ۰/۲۵ است، توافق ناشی از کمیت (تعداد سلول‌ها برای هر طبقه در دو نقشه) که از رابطه [N(n)] - [M(m)] برابر ۰/۶۸ محاسبه گردید، عدم توافق ناشی از کمیت نیز با توجه به رابطه [P(p)] - [P(m)] برابر ۰/۰۲ و

جدول ۷- ماتریس احتمال انتقال محاسبه شده بر اساس نقشه‌های پوشش اراضی در سال‌های ۱۳۶۴ و ۱۳۹۶.

۱۳۶۵	طبقه فاقد پوشش	طبقه پوشش مرتعی	طبقه پوشش جنگلی
۱۳۹۶	طبقه فاقد پوشش	۰/۴۷۷	۰/۵
	طبقه پوشش مرتعی	۰/۰۵	۰/۲۹
	طبقه پوشش جنگلی	۰/۰۱	۰/۷۸



شکل ۵- نقشه پیش‌بینی شده پوشش اراضی برای سال ۱۴۲۵.

همواره کمترین سطح در طبقه کمتر از صفر قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین سطح در سال ۱۳۶۴ در طبقه بیشتر از ۰/۶ می‌باشد. بیشترین سطح در سال ۱۳۶۹، ۱۳۷۴ و ۱۳۷۹ در طبقه ۰/۲ تا ۰/۴ قرار دارد. همچنین بیشترین سطح در سایر سال‌ها (۱۳۸۹، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۶) برای شاخص EVI در طبقه بیشتر از ۰/۶ قرار گرفته است. پس از ارزیابی شاخص پوشش گیاهی NDVI نقشه‌های حاصل در پنج طبقه کمتر از صفر، بین صفر تا ۰/۲، بین ۰/۲ تا ۰/۴، بین ۰/۴ تا ۰/۶ و بیش از ۰/۶ طبقه‌بندی شدند که نتایج حاصل از آن‌ها در جدول ۶ برای سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۶ ارائه شده است. بر اساس نتایج، این شاخص همانند سایر شاخص‌ها کمترین سهم درصد مساحت در تمامی دوره‌ها را در طبقه کمتر از صفر نشان داده است، اما بیشترین مقدار این شاخص به‌جز در سال ۱۳۷۹ که در کلاس ۰/۲ تا ۰/۴ بوده و در سایر دوره‌ها بیشترین سهم مربوط به طبقه بیشتر از ۰/۶ بوده است. مقایسه سه شاخص DVI، EVI و NDVI نشان می‌دهد که اگرچه این سه شاخص در تعیین مناطق برفی و آبی کاملاً مشابه هم عمل کردند، اما در تعیین تراکم و سبزی‌نگی پوشش گیاهی یکسان نبودند. با بررسی

نشان می‌دهد که در سال ۱۳۶۴ بیشترین سطح این شاخص (۳۵ درصد) در کلاس ۰/۱ تا ۰/۲ قرار گرفته است. کمترین سطح این شاخص با اندازه ۰/۵۳ درصد از کل سطح منطقه متعلق به طبقه کمتر از صفر بوده است. با بررسی جدول شماره ۴ می‌توان پی‌برد که همواره بیشترین سطح اشغال شده در این شاخص در طبقه ۰/۱-۰/۲ می‌باشد (به‌جز سال ۱۳۹۶) و کمترین سطح منطقه نیز در طبقه کمتر از صفر می‌باشد که این طبقه‌ها، شامل نواحی آبی یا پوشش برفی بوده‌اند. لازم به ذکر است که در سال ۱۳۹۶ طبقه بزرگتر از ۰/۳، بیشترین سطح از منطقه را به‌خود اختصاص داده است. این امر نشان‌دهنده آن است که سطح پوشش گیاهی متراکم در سال ۱۳۹۶ بیشتر شده است. پس از ارزیابی شاخص پوشش گیاهی EVI نقشه‌های حاصل در پنج طبقه کمتر از صفر، بین صفر تا ۰/۲، بین ۰/۲ تا ۰/۴، بین ۰/۴ تا ۰/۶ و بیش از ۰/۶ طبقه‌بندی شدند که نتایج حاصل از آن‌ها در جدول ۵ برای سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۶ ارائه شده است. نتایج به‌دست آمده از طبقه‌بندی شاخص EVI در جدول ۵ نشان می‌دهد که بیشترین سطح در سال‌های مختلف در طبقه‌های مختلفی قرار گرفته‌اند اما

جدول ۸- مساحت و درصد مساحت طبقات پوشش اراضی در سال ۱۴۲۵ برحسب هکتار.

سال/طبقه	فاقد پوشش گیاهی		پوشش گیاهی مرتعی		پوشش گیاهی جنگلی	
	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد
۱۴۲۵	۱۴۸۱۶	۸/۰۷	۷۴۹۱۴	۴۰/۸۱	۹۳۸۰۷	۵۱/۱۱

جدول ۹- میزان انتشار دی اکسید کربن به واسطه جابجایی برخی فعالیت‌های جنگل زدایی در منطقه اجرای پروژه، تحت سناریو REDD.

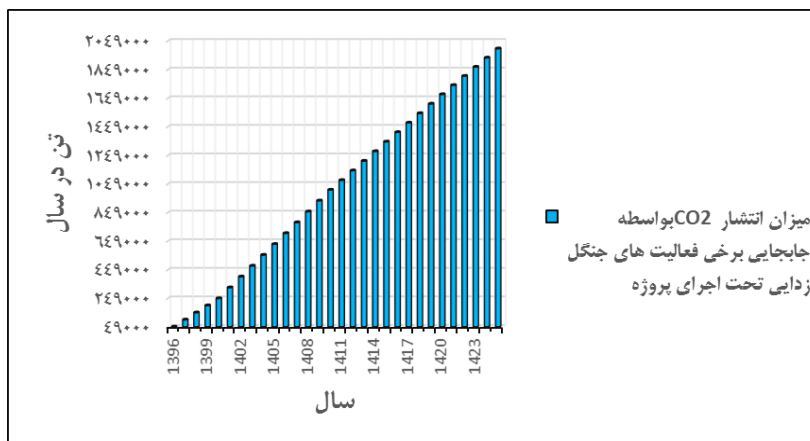
سال	میزان انتشار در منطقه اجرای پروژه	میزان انتشار در منطقه تراوش	سال	میزان انتشار در منطقه اجرای پروژه	میزان انتشار در منطقه تراوش
۱۳۹۶	۴۹۶۹۴	۲۱۶۰۶	۱۴۰۶	۷۰۴۰۱۱	۳۳۳۳۹۹
۱۳۹۷	۹۹۳۸۸	۴۳۲۱۲	۱۴۰۷	۷۷۹۳۱	۳۴۰۶۷۸
۱۳۹۸	۱۴۹۰۸۲	۶۴۸۱۸	۱۴۰۸	۸۵۵۸۵۰	۳۴۸۹۵۷
۱۳۹۹	۱۹۸۷۷۶	۸۶۴۲۴	۱۴۰۹	۹۳۱۷۷۰	۳۵۷۲۳۶
۱۴۰۰	۲۴۸۴۷۰	۱۰۸۰۳۰	۱۴۱۰	۱۰۰۷۶۹۰	۳۶۵۵۱۵
۱۴۰۱	۳۲۴۳۹۴	۱۳۳۳۳۸	۱۴۱۱	۱۰۷۵۰۴۸	۳۷۳۵۱۵
۱۴۰۲	۴۰۰۳۱۸	۱۵۸۶۴۷	۱۴۱۲	۱۱۴۲۴۰۶	۳۸۱۵۱۴
۱۴۰۳	۴۷۶۲۴۳	۱۸۳۹۵۵	۱۴۱۳	۱۲۰۹۷۶۵	۳۸۹۵۱۴
۱۴۰۴	۵۵۲۱۶۷	۲۰۹۲۶۳	۱۴۱۴	۱۲۷۷۱۲۳	۳۹۷۵۱۳
۱۴۰۵	۶۲۸۰۹۲	۲۳۴۵۷۱	۱۴۱۵	۱۳۴۴۴۸۱	۴۰۵۵۱۳

جدول ۱۰- میزان دی اکسید کربن (بر حسب تن) جلوگیری شده به اتمسفر در صورت اجرای پروژه REDD.

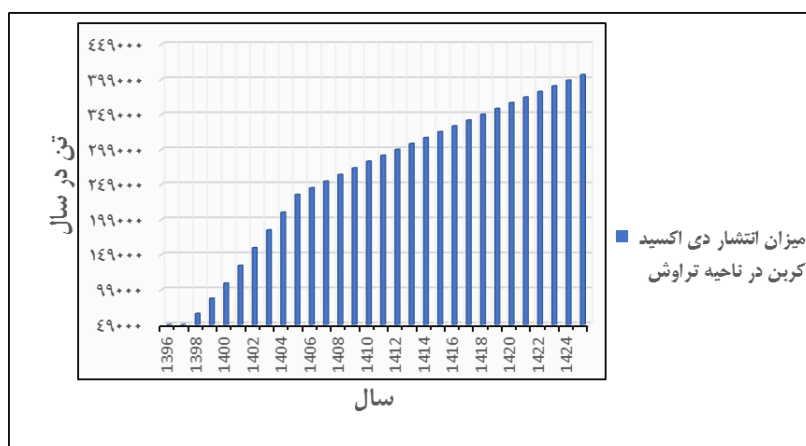
سال	میزان انتشار طی ۳۰ سال آینده	انتشار واقعی در منطقه اجرای پروژه	سال	میزان انتشار طی ۳۰ سال آینده	انتشار واقعی در منطقه اجرای پروژه
۱۳۹۶	۱۰۸۰۳۰	۳۶۷۳۰	۱۴۰۶	۱۲۶۷۷۵۴	۴۰۸۰۲۰
۱۳۹۷	۲۱۶۰۶۱	۷۳۴۶۱	۱۴۰۷	۱۳۶۲۶۵۴	۴۱۶۲۹۹
۱۳۹۸	۳۲۴۰۹۱	۱۱۰۱۹۱	۱۴۰۸	۱۴۵۷۵۵۳	۴۲۴۵۷۸
۱۳۹۹	۴۳۲۱۲۱	۱۴۶۹۲۱	۱۴۰۹	۱۵۵۲۴۵۳	۴۳۲۸۵۷
۱۴۰۰	۵۴۰۱۵۱	۱۸۳۶۵۱	۱۴۱۰	۱۶۴۷۳۵۲	۴۴۱۱۳۶
۱۴۰۱	۶۴۸۱۸۱	۲۰۸۹۶۰	۱۴۱۱	۱۷۳۱۵۵۰	۴۴۹۱۳۶
۱۴۰۲	۷۵۶۱۹۱	۲۳۴۲۶۸	۱۴۱۲	۱۸۱۵۷۴۸	۴۵۷۱۳۵
۱۴۰۳	۸۶۴۲۴۳	۲۵۹۵۷۶	۱۴۱۳	۱۸۹۹۹۴۶	۴۶۵۱۳۵
۱۴۰۴	۹۷۲۲۹۴	۲۸۴۸۸۴	۱۴۱۴	۱۹۸۴۱۴۴	۴۷۳۱۳۴

نشان می‌دهد که بیشترین درصد مساحت در سال‌های مختلف برای طبقه پوشش خیلی متراکم (طبقه بیشتر از ۰/۶ برای NDVI و EVI و طبقه بیشتر از ۰/۳ برای DVI) در سال ۱۳۹۶ بوده است. لازم به ذکر است که علاوه بر افزایش بارندگی در سال‌های اخیر، طرح‌های آبخیزداری و حفاظت از مراتع و جنگل‌ها، می‌تواند یکی از دلایل افزایش پوشش

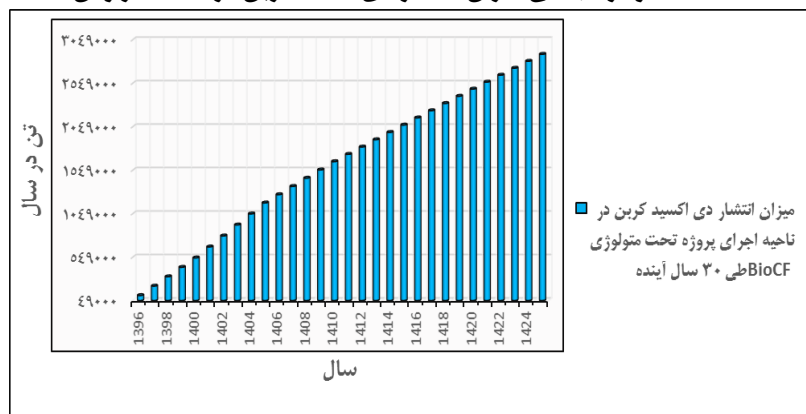
درصد مساحت در نتایج ارائه شده می‌توان پی برد که با وجود اینکه در دوره‌های به‌علاّت کمبود بارش و خشک‌سالی بارش کاهش پیدا کرده و در نتیجه آن زیست‌توده و سبزیگی کم شده اما در چند سال اخیر به دلیل از بین رفتن خشک‌سالی وضعیت رویش و سبزیگی پوشش گیاهی مجدداً به حالت قبلی برگشته است. همچنین مقایسه نتایج این سه شاخص



شکل ۶- نمودار تجمعی میزان انتشار دی‌اکسید کربن در منطقه اجرای پروژه.



شکل ۷- نمودار تجمعی میزان انتشار دی‌اکسید کربن در منطقه تراوش.



شکل ۸- میزان انتشار دی‌اکسید کربن در منطقه اجرای پروژه بر اساس روش کار BioCF طی ۳۰ سال آینده.

MLP برای پیش‌بینی تغییرات ۳۰ سال آینده (۱۴۲۵) را نشان می‌دهد. در ماتریس حاصل، سطرها نشان‌دهنده طبقه‌های پوشش سال ۱۳۹۶ و ستون‌ها مربوط به طبقه‌های پوشش سال ۱۴۲۵ است. لازم به ذکر است که این مدل، پیش‌بینی طبقه‌های پوشش در سال ۱۴۲۵ را با فرض ثابت ماندن فرایندهای تغییر پوشش اراضی در طی ۳۰ سال

گیاهی در منطقه باشد (منبع: مطالعات اسنادی نویسندگان حاصل از طرح‌های موجود در سازمان حفاظت از محیط زیست و جهاد کشاورزی). پیش‌بینی تغییرات کاربری برای آینده: چنانچه روند تغییرات آینده را معادل تغییرات فعلی در نظر بگیریم، جدول ۷ ماتریس احتمال به دست آمده از نقشه‌های سال‌های ۱۳۶۴ و ۱۳۹۶ با بهره‌گیری از LCM و

بعد (بازه ۱۳۹۶ تا ۱۴۲۵) انجام داده است. همان‌طور که در جدول ۷ مشاهده می‌گردد با احتمال ۰/۴۷ پیکسل‌های مربوط به طبقه فاقد پوشش در سال ۱۳۹۶، در سال ۱۴۲۵ نیز بدون پوشش باقی بماند و ۰/۵ احتمال دارد که به اراضی با پوشش مرتعی تبدیل شوند. همچنین احتمال می‌رود، پوشش مرتعی ۰/۶۵ و طبقه پوشش جنگلی ۰/۷۸ بدون تغییر باقی بمانند. پیش‌بینی می‌گردد که، ۰/۲۹ از طبقه پوشش مرتع در سال ۱۳۹۶، به طبقه پوشش جنگل در سال ۱۴۲۵ تبدیل گردد. همچنین پیش‌بینی می‌شود که ۰/۱۹ از طبقه پوشش جنگل در سال ۱۳۹۶، به طبقه پوشش مرتعی در سال ۱۴۲۵ تبدیل شوند. در نهایت با استفاده از عملگر مارکوف و با لحاظ نقشه پوشش زمین سال ۱۳۹۶ به عنوان نقشه پایه و معرفی فایل مساحت انتقال حاصل از مرحله قبل اجرا و نقشه پوشش زمین برای سال ۱۴۲۵ پیش‌بینی شد که در شکل ۵ ارائه شده است. مساحت و درصد مساحت طبقات مختلف پوشش اراضی در سال ۱۴۲۵ نیز در جدول ۸ نشان داده شده‌اند. براساس نتایج، طبقه‌های پوشش اراضی فاقد پوشش مساحتی در حدود ۱۴۸۱۶ هکتار معادل ۸ درصد، طبقه پوشش مرتعی مساحتی در حدود ۷۴۹۱۴ هکتار معادل ۴۰/۸ درصد و طبقه پوششی جنگل مساحتی در حدود ۹۳۸۰۷ هکتار معادل ۵۱/۱ درصد خواهند داشت.

بر اساس نتایج جدول ۹، که میزان کاهش انتشار CO₂ به‌واسطه جابجایی برخی فعالیت‌های جنگل‌زدایی در منطقه اجرای مدل، تحت سناریو REDD را نمایان می‌کند، می‌توان چنین نتیجه گرفت که میانگین انتشار دی‌اکسید کربن در منطقه اجرای مدل، به ترتیب در بازه زمانی ۵ ساله اول ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰ شامل ۱۴۹۰۸۲ تن بوده سپس این میانگین برای ۵ ساله دوم ۱۴۰۱ تا ۱۴۰۵ شامل ۴۷۶۲۴۲ تن خواهد شد. همچنین این میانگین برای ۵ ساله سوم ۱۴۰۵ تا ۱۴۱۰ شامل ۸۵۵۸۵۰ تن بوده سپس برای ۵ سال چهارم ۱۴۱۱ تا ۱۴۱۵ شامل ۱۲۰۹۷۶۵ تن خواهد شد و در ادامه این میانگین برای ۵ سال پنجم ۱۴۱۶ تا ۱۴۲۰ شامل ۱۵۴۳۱۷۹ تن بوده و در نهایت این میزان برای ۵ ساله ششم

۱۴۲۱ تا ۱۴۲۵ شامل ۱۸۶۷۶۳۳ تن خواهد شد. بر اساس نتایج، میانگین کاهش انتشار CO₂ در منطقه تراوش تحت سناریو REDD به‌ترتیب در بازه زمانی ۵ ساله اول ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰ شامل ۶۴۸۱۸ تن بوده سپس این میانگین برای ۵ ساله دوم ۱۴۰۱ تا ۱۴۰۵ شامل ۱۸۳۹۵۴ تن خواهد شد. همچنین این میانگین برای ۵ ساله سوم ۱۴۰۵ تا ۱۴۱۰ شامل ۲۶۳۰۴۱ تن بوده سپس برای ۵ سال چهارم ۱۴۱۱ تا ۱۴۱۵ شامل ۳۰۷۲۸۰ تن خواهد شد در ادامه روند این میانگین برای ۵ سال پنجم ۱۴۱۶ تا ۱۴۲۰ شامل ۳۴۸۹۵۷ تن بوده که در نهایت این میزان برای ۵ ساله ششم ۱۴۲۱ تا ۱۴۲۵ شامل ۳۸۹۸۱۳ تن خواهد بود. بر اساس جدول ۱۰، میزان جلوگیری شده دی‌اکسید کربن در بین سال شروع پیش‌بینی تا سال آخر به‌ترتیب از ۳۶۷۳۰ تن در سال ۱۳۹۶ به ۴۸۱۱۳۴ تن در سال ۱۴۲۵ افزایش خواهد یافت که این میزان در مقایسه با قبل اجرای پروژه، مقدار قابل توجهی را نشان می‌دهد. زیرا با این روند به سمت احیای جنگل و حفظ گونه‌های زیستی و اجرای سیاست‌های پیمان کیوتو پیش خواهیم رفت و مسیر برای یک روند پایدار پاک، باز خواهد شد. همان‌طور که در نمودار شماره ۶ و ۷ مشاهده می‌گردد که در صورت تخریب پوشش جنگل در صورت عدم اجرای استراتژی REDD یک جهش با روند افزایشی به خود خواهد گرفت همچنین در صورت عدم اجرای سیاست‌های روش کار حاضر این روند در منطقه تراوش و در کل منطقه به حجم قابل توجهی افزایش خواهد یافت بر این اساس، با توجه به شکل‌های ۶ و ۷، میانگین ۳۰ ساله انتشار کربن به‌واسطه تبدیل جنگل به غیر جنگل در منطقه اجرای پروژه به میزان ۳۵ درصد و همچنین میانگین انتشار دی‌اکسید کربن در منطقه اجرای تراوش در بازه زمانی ۳۰ ساله به میزان ۷۵ درصد ارزیابی شده که ناشی از عدم پیاده‌سازی روش کار Bio CF در منطقه تراوش بوده است. شکل ۸، که میزان انتشار واقعی دی‌اکسید کربن موجود تحت اجرای سناریو REDD را نمایان می‌کند، بر اساس نتایج، این میزان در منطقه اجرای پروژه در بین سال‌های

۱۳۹۶ تا ۱۴۲۵ کاهش خواهد بود. همچنین بین سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۵ روند انتشار کربن به صورت ثابت و بدون تغییر قابل ملاحظه‌ای پیش‌بینی شده است و در فاصله بین سال‌های ۱۴۰۶ تا ۱۴۱۱ (۵ ساله دوم اجرای پروژه)، مجدداً این روند کاهش انتشار دی‌اکسید کربن، سیر صعودی به خود گرفته است. به طوری که استنباط بر این است که در این بازه، با جابجایی برخی فرایندها و تا کنترل تمام منطقه پروژه از عدم تخریب جنگل روند افزایشی به خود بگیرد و به مرور در ۵ ساله سوم به بعد سیر روند انتشار کاهش می‌یابد و از انتشار حجم عظیمی از کربن به اتمسفر جلوگیری گردد.

بحث و نتیجه‌گیری

جهت پیش‌بینی نقشه پوشش اراضی برای سال ۱۴۲۵ از نقشه پوشش اراضی سال ۱۳۶۴ و ۱۳۹۶ به عنوان لایه‌های ورودی به مدل‌ساز تغییر سرزمین استفاده گردید. با استفاده از این دو لایه و با کاربرد شبکه عصبی MLP ماتریس احتمال انتقال کاربری‌ها با صحت بالای ۷۰ درصد تهیه شد و در نهایت با استفاده از مدل مارکوف نقشی پوشش زمین برای سال ۱۴۲۵ پیش‌بینی شده است. براساس نتایج به دست آمده، طبقه اراضی فاقد پوشش مساحتی در حدود ۱۴۸۱۶ هکتار، طبقه پوشش مرتعی مساحتی در حدود ۷۴۹۱۴ هکتار و طبقه پوششی جنگل، مساحتی در حدود ۹۳۸۰۷ هکتار خواهند داشت. نتایج بررسی پوشش اراضی در بازه سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۴۲۵ بیان‌گر روند کاهشی در مقدار مساحت طبقه فاقد پوشش و روند افزایشی مقدار مساحت در طبقه‌های پوشش مرتعی و پوشش جنگل می‌باشد که با توجه به ثابت بودن الگوی دما و بارش در منطقه، عامل ایجاد این وضعیت را می‌توان به وجود قسمت وسیعی از منطقه در فهرست مناطق حفاظت شده عنوان کرد. در مطالعه حاضر روند تغییرات شاخص‌های پوشش گیاهی DVI، EVI و NDVI و در بازه زمانی ۱۳۹۶-۱۳۶۴ در منطقه حفاظت‌شده کجور بررسی شد. براساس نتایج، سه شاخص مذکور در بازه تحقیق روند مشابه افزایش پوشش گیاهی و کاسته شدن از طبقه

بدون پوشش را نشان می‌دهد که دلیل آن را با توجه به ثابت بودن روند دما و بارش به عامل انسانی و قرار گرفتن سطح وسیعی از منطقه مورد مطالعه در فهرست مناطق حفاظت‌شده سازمان محیط‌زیست دانست. انتظار می‌رود جنگل‌زدایی کیفیت خاک منطقه مورد مطالعه را کاهش دهد و پایداری جنگل را به واسطه از دست دادن شدید کربن آلی خاک و فرسایش آب به ویژه پس از تبدیل جنگل‌های طبیعی به اکوسیستم‌های کشاورزی را تحت تأثیر قرار دهد. یکی دیگر از محدودیت‌های بالقوه این مطالعه این است که تغییرپذیری زمانی کیفیت خاک پس از تغییرات کاربری زمین ناشناخته باقی می‌ماند و موضوع جالبی برای مطالعه در آینده خواهد بود. بر همین اساس، کشاورزان خرده مالک نیز باید از پتانسیل کیفیت پایین خاک در آینده به دلیل سیستم‌های کشاورزی مرسوم فعلی پس از تبدیل جنگل آگاه باشند و بهترین شیوه‌های مدیریت کشاورزی را که برای توسعه پایدار و حفظ کیفیت خاک که در زمین‌های زراعی ضروری است، را اجرا کنند.

عواملی از جمله کشاورزی فشرده و چرای بی‌رویه از عوامل عمده تخریب اراضی در منطقه می‌باشند. تغییرات در اثر دخالت انسان به نوعی سبب کاهش منابع طبیعی شده که خود عرضه مواد غذایی در این مناطق (بخش کجور) را تحت تأثیر قرار خواهد داد که در نتیجه عواقب سیاسی و اجتماعی جدی را به همراه خواهد داشت. بخش زیادی از جنگل‌زدایی در طول این سال‌ها به منظور ایجاد زمین‌های کشاورزی رخ داده است. زمین کشاورزی عمدتاً جهت تولید غذا برای جمعیت در حال رشد ایجاد شده و شغلی برای کشاورزانی که معمولاً از طبقه فقیر بوده‌اند، ایجاد کرده است. پس به راحتی نمی‌توان زمین کشاورزی آن‌ها را از بین برد، زیرا بسیاری از افراد مواد غذایی مورد نیاز خود را از دست خواهند داد. در نتیجه با توجه به روش کار BioCF، علل اصلی ایجاد جنگل‌زدایی باید مورد بررسی قرار بگیرد و راهکارها و برنامه‌هایی جهت توسعه اقتصادی و اشتغال‌زایی جوامع منطقه ایجاد گردد. هدف از اجرای پروژه در منطقه

کنترل هر بیشتر دی اکسید کربن به اتمسفر باشد و به حفظ جنگل‌ها و حریم سبز کمک شایانی کند. نتایج این پژوهش در خصوص کاهش انتشار گازهای گلخانه تحت اجرای پروژه (REDD) با نتایج تحقیقات Brown و همکاران (۲۰۲۱) و Graham و همکاران (۲۰۱۹)، مبنی بر جلوگیری از تخریب جنگل با تاکید بر پایداری زیست محیطی، Gilmour (۲۰۱۶)، مبنی بر اثر کاربری زمین در کنترل انرژی زمین همخوانی نزدیکی داشته است. در همین راستا، نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات Gaveau و همکاران (۲۰۱۳)، در خصوص رابطه بین فعالیت‌های جنگل‌زدایی با سیاست‌های انتشار کربن همخوانی داشته است. نتایج این تحقیق با نتایج Pearson و همکاران (۲۰۱۷)، در مورد درک بهتر محیط زیست و استفاده از فرصت‌ها برای پرداختن به تغییرات آب و هوا، بهبود دانش در مورد انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از تخریب جنگل‌ها همخوانی داشته است.

حفاظت‌شده کجور به نوعی ایجاد انگیزه‌های مالی و تغییر محرک‌های حذف کاربری زمین بوده است که منجر به حفظ پوشش جنگلی خواهد شد و اغلب به‌عنوان راه‌حل‌های چند جانبه که نه تنها سود ایجاد خواهد کرد، بلکه انتشار دی اکسید کربن را کاهش و مزایایی را برای توسعه انسانی و تنوع‌زیستی نیز ارائه می‌کند.

در حال حاضر کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های اتمسفر، هدف مهم سیاست‌های انرژی و زیست‌محیطی جهان را تشکیل می‌دهد. در نتیجه حتی اگر در تمام کره خاکی میزان تولید دی اکسید کربن را به یک بازه صفر برسانند، هنوز خطر گرمایش زمین، تغییرات اقلیمی و از بین رفتن گونه‌های زمینی و دریایی وجود خواهد داشت. پس باید راهی دنبال کنیم که این گاز در جو تا حدودی تعدیل و از انتشار آن جلوگیری شود. بر این اساس اجرای سناریوهای این پروژه (REDD) می‌تواند گامی موثر در

References

- BioCarbon Fund, RED-NM-001 / Version 01., 2008. Proposed Methodology for Estimating Reductions of GHG Emissions from Mosaic Deforestation.
- Brown, D., Boyd, D.S., Brickell, K., Ives, C.D., Natarajan, N., Parsons, L., 2021. Modern slavery, environmental degradation and climate change: Fisheries, field, forests and factories. *Environment and Planning E: Nature and Space* 4(2), 191-207.
- Cadman, T., Sarker, T., Muttaqin, Z., Fan, F., Wang, Y., Wang, Z., 2008. Temporal and spatial change detecting (1998–2003) and predicting of land use and land cover in Core corridor of Pearl River Delta (China) by using TM and ETM+ images. *Environmental Monitoring and Assessment* 137(1), 127–147.
- FAO, 2015. *Global Forest Resources Assessment., How Are the world's Forests Changing*, second ed. FAO Forestry, Rome.
- Fujisaki, T., Hyakumura, K., Scheyvens, H., Cadman, T., 2016. Does REDD+ ensure sectoral coordination and stakeholder participation? A comparative analysis of REDD+ National Governance Structures in countries of Asia-Pacific region. *Forests* 7, Nurfatriani, F., Salminah, M., Maraseni, T., 2019. The role of fiscal instruments in encouraging the private sector and smallholders to reduce emissions from deforestation and forest degradation: Evidence from Indonesia. *Forest Policy and Economics* 108, 101913.
- Corbera, E., 2012. Problematizing REDD+ as an experiment in payments for ecosystem services. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 4(6), 612-619.
- Gaveau DLA, Kshatriya M, Sheil D, Sloan S, Molidena E, Wijaya A, et al., 2013. Reconciling Forest Conservation and Logging in Indonesian Borneo. *PLoS one* 8(8), e69887.
- Gilmour, D., 2016. *Forty Years of Community-Based Forestry: A Review of its Extent and Effectiveness, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)*, 176, 1-186.
- GOFC-GOLD., 2009. *Reducing greenhouse gas emissions from deforestation and 46 degradation in developing countries: a sourcebook of methods and procedures 47 for monitoring, measuring and reporting, GOFC-GOLD Report version COP14-2, 48*

- (GOFC-GOLD Project Office, Natural Resources Canada, Alberta, Canada).
- Graham, V., Nurhidayah, L., Astuti, R., 2019. Reducing emissions from tropical deforestation and forest degradation, *Encyclopedia of the World's Biomes*, pp: 260-268.
- Houghton, R.A., 2019. Negative Emissions from Stopping Deforestation and Forest Degradation. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences.
- Howe, P. D., Marlon, J. R., Mildenerger, M., & Shield, B. S., 2019. How will climate change shape climate opinion? *Environmental Research Letters* 14(11), 113001.
- Kamusoko, C., Aniya, M., Adi, B., Manjoro, M., 2008. Rural Sustainability under Threat in Zimbabwe - Simulation of Future Land Use /cover Changes in the Bindura District Based on the Markov-Cellular Automata Model, *Applied Geography* 29, 435-447.
- Madeira, M., 2008. Policies to Reduce Emissions from Deforestation and Degradation in Developing Countries. Design and production: Meadows Design Office Inc., Washington, DC, Error! Hyperlink reference not valid.: 1-82.
- Makatta, A.A., Maganga, F.P., Majule, A.E., 2015. A hidden pitfall for REDD: analysis of power relation in participatory Forest management on whether it is an obstacle or a reliever on REDD pathway. *International Journal of Forestry Research* pp:12.
- McElwee, P., Nguyen, V. H. T., Nguyen, D.V., Tran, N.H., Le, H.V.T., Nghiem, T.P., 2017. Using REDD+ policy to facilitate climate adaptation at the local level: synergies and challenges in Vietnam. *Forests* 8: 1-24.
- Muttaqin, M.Z., Alviya, I., Lugina, M., Hamdani, F.A.U., Indartik., 2019. Developing community-based forest ecosystem service management to reduce emissions from deforestation and forest degradation. *Forest Policy and Economics*.
- Parker, C., Andrew, M., Niki, M., 2008. The Little REDD Book, Global Canopy Programme, pp: 0-60.
- Parker, C., Mitchell, A., Trivedi, M., Mardas, N. 2008. The Little REDD Book, Global Canopy Foundation, pp: 1 60.
- Pattanayak, S.K., Wunder, S., Ferraro, P.J., 2010. Show me the money: do payments supply environmental services in developing countries? *Review of Environmental Economics and Policy* 4(2), 254-274.
- Pearson, T.R.H., Brown, S., Murray, L. et al., 2017. Greenhouse gas emissions from tropical forest degradation: an underestimated source. *Carbon Balance Manage* 12: 3.
- Pontius, R.G., 2000. Quantification error versus location error in comparison of categorical maps. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 66(8), 1011-1016.
- Rajitha, K., Mukherjee, C., Vinu Chandran, R., Prakash Mohan, M., 2010. Land-cover change dynamics and coastal aquaculture development: a case study in the East Godavari delta, Andhra Pradesh, India using multi-temporal satellite data. *International Journal of Remote Sensing* 31(16), 4423-4442.
- Rouse, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A., 1974. Monitoring the Vernal Advancement and Retrogradation (Green Wave Effect) of Natural Vegetation. pp: 0-86.
- RRI, 2014. What future for reform?: Progress and Slowdown in Forest Tenure Reform since 2002. Washington DC. 1-80.
- Salehi, S., Sheikh, M., Talebrokni, F., 2017. Comparison Exam of Gallahue's Hourglass Model and Clark and Metcalfe's the Mountain of Motor Development Metaphor. *Advances in Physical Education* 7, 217-233.
- Savaresi, A., 2016. A Glimpse into the Future of the Climate Regime: Lessons from the REDD+ Architecture. *Review of European, Comparative & International Environmental Law* 25(2), 186-196.
- Scholz, I. and Schmidt, L., 2008. Reduzierung entwaldungsbedingter Emissionen in Entwicklungsländern (REDD). *Deutsches Institut für Entwicklungspolitik*, pp: 4.
- Weishou, S., Di, J., Hui, Z., Shouguang, Y., Haidong, L., Naifeng, L., 2011. 'The Response Relation between Climate Change and NDVI over the Qinghai-Tibet plateau'. *World Academy of Science, Engineering and Technology, Open Science Index*, P. 59. *International Journal of Environmental and Ecological Engineering* 5(11), 761-767.
- Zimmerman, B.L., and Kormos, C.F., 2012. Prospects for sustainable logging in tropical forests. *Bioscience* 62, 479-487.